

Master i økonomi og administrasjon

2012

Finansiering og investering

Simen L. Aarskog og Lars Ivar Hagfors

Luker alltid

Handel av oljeterminkontrakter

En tilnærming basert på kointegrasjon

Trondheim, mai 2012



Høgskolen i Sør-Trøndelag

Avdeling Trondheim økonomiske høyskole

Høgskolen i Sør-Trøndelag
E-moteket - TØH

HIST, Høgskolen i Sør- Trøndelag

Handel av oljeterminkontrakter –

En tilnærming basert på kointegrasjon



Lars Ivar Hagfors

Simen L. Aarskog

Master i økonomi og administrasjon, finansiering og investering.

Innlevering 24.05.2012

Veileder: Sjur Westgaard

Forord:

Denne masteravhandlingen er skrevet ved Trondheim Økonomiske Høgskole, og representerer den avsluttende oppgaven for siviløkonomstudiet. Oppgaven er skrevet våren 2012, og representerer 30 studiepoeng.

Vår hovedprofil på masterstudiet er finansiering og investering, noe som har påvirket valg av tema. Oppgaven fokuserer på handel av oljeterminkontrakter, og muligheten for å kunne oppnå positiv avkastning ved å benytte ulike tradingstrategier.

Vi ønsker å takke vår veileder, Sjur Westgaard, for gode og konstruktive tilbakemeldinger. Innholdet i denne oppgaven står for forfatterens regning.

Trondheim 24.05.2012.

Forfattere: Simen L. Aarskog & Lars Ivar Hagfors

Veileder: Sjur Westgaard

Sammendrag

Finansmarkedet består av en rekke aktører som er på stadig søken etter potensielle investeringsmuligheter eller instrumenter som kan bidra til å redusere risiko. Oljemarkedet utgjør et av verdens største markeder. Det omsettes olje daglig, men også oljekontrakter hvor futureskontrakter er godt representert. Futureskontrakter benyttes ofte som risikoreducerende verktøy i en portefølje, eller som investeringsobjekt.

Tidligere forskning har ved en rekke anledninger avdekket at det foreligger stasjonæritet mellom kontrakter for henholdsvis råolje og heating oil for ulike tidsperioder. Teorien bygger på at prisforskjellen mellom kontraktene bør utgjøre kostnader forbundet med selve raffineringprosessen. Avvik utover dette kan da by på investeringsmuligheter, da det er grunn til å tro at tilstanden mellom kontraktene vil normalisere seg. Fenomenet omtales som spread trading, hvor prisforskjellen mellom råolje og raffinerte produkter som heating oil, utgjør en investeringsmulighet.

Den første delen av vår oppgave vil fremstå som en parallellstudie til en artikkel utarbeidet av Westgaard et al (2011). De avdekket stasjonæritet for kontrakter med henholdsvis en og to måneders varighet til oppgjørsdato, men ikke 3-6 og 12. Datasamlingen ble hentet fra ICS Futures Europe fra perioden 1994 – 2009. For å avdekke regionale forskjeller benyttet vi data fra NYMEX som testes for stasjonæritet for tilsvarende periode. Kontraktene utgjør 1, 2, 3,6 og 12 måneder til oppgjør.

Vårt resultat avslører at den førsteordens deriverte, LN-avkastningen, er stasjonær for alle kontraktene vi testet. Både for perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012 og for perioden 1/3-2002 til 23/3-2012. Dette betyr at det vil være grunnlag for å benytte kointegrasjon til å beskrive forholdet mellom tidsseriene.

Vi har også testet korrelasjon mellom avkastningen på kontrakter for lett råolje og heating oil med ulik varighet. Her er det interessant å merke seg at korrelasjonen mellom disse kontraktene på NYMEX er mye høyere enn det Westgaard et. al. (2011) fant i en lignende undersøkelse mellom Brent lett råolje og gas oil kontrakter på ICE Futures Europe.

Både Engle-Granger-metoden (1987), og Johansen-metoden (1988) har blitt benyttet for å teste for kointegrasjon. Vi valgte å teste for kointegrasjon for 3 ulike tidsperioder. Perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012, perioden 1/3-2002 til 23/3-2012 og perioden

1/3-2002 til 9/11-2009. Sistnevnte periode er valgt for å være en nøyaktig parallell til analysen som er gjort av Westgaard et. al (2011).

Vi fikk ikke det samme resultat som Westgaard et. al (2011). For tilsvarende periode på kontraktene notert på NYMEX, fikk vi påvist stasjonæritet for alle de ulike kontrakts lengder.

Ettersom vi kunne påvise kointegrasjon i dette markedet var vi for øvrig i stand til å implementere ulike handelsstrategier for å forsøke å utnytte forholdet mellom disse kontraktene. Tradingsstrategiene er inspirert av metoden Taylor (2005) beskriver rundt glidende gjennomsnitt som handelsstrategi, samt Girma & Paulson (1999) og Murat & Tokat (2009). Det var fire hovedstrategier vi benyttet.

1. Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt.
2. Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt.
3. Spread beregnet i prosent av lett råoljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt
4. Spread beregnet i prosent av lett råoljepris med øvre og nedre bånd beregnet med standardavvik av glidende gjennomsnitt.

Resultatet fra våre tester, både for prøveperioden og backtesten, indikerer at tradingmodellen gir en positiv avkastning. Det var for øvrig forskjeller mellom strategiene. Strategi 2 og strategi 4 skilte seg ut som bedre strategier enn strategi 1 og strategi 3. Både under prøveperioden og ved backtesten. Strategi 2 og strategi 4 var best på hver sine kontraktstyper, men ved å benytte risikoinndikatorer som standardavvik, median og gjennomsnitt, vil strategi 4 fremstå som mest attraktiv.

Det er for øvrig viktig at hver enkelt investor tar hensyn til sine risikopreferanser. Selv om både strategi 2 og strategi 4 endte opp med å produsere positiv gevinst over perioden ser vi at det er langt fra risikofritt.

Testene er utført på data fra en periode hvor det var mye turbulens i markedet. Eurokrisen, Libya-krisen, den spente situasjonen i Iran, og en rekke andre internasjonale hendelser, har gjort dette til en vanskelig periode å handle i. To av handelsstrategiene klarte til tross for dette å skape en positiv gevinst for alle 5 kontraktstyper i dette klimaet.

Vår oppgave, i kombinasjon med tidligere funn, indikerer at det bør være mulig å anvende strategier basert på statistisk arbitrasje og kointegrasjon til å skape en positiv avkastning over tid ved handel på bakgrunn av spread- forholdet mellom oljeterminkontrakter.

Abstract

In this paper, the relationship between heating oil and light Crude oil futures prices, is investigated. The financial market consists of a number of actors that are on the lookout for potential investment opportunities or instruments that can help to reduce risk. The oil market is one of the world's largest markets, and also includes oil futures. Futures contracts are often used as a mitigation tool in a portfolio or as an investment alone.

The analysis is based on daily price series for five different contract lengths (1,2,3,6 and 12) traded on NYMEX. The price series and their first differences are tested for stationarity.

Linear relationships between the pair-wise heating oil and light crude oil contracts are then tested for co-integration. A co-integrated relationship is found for all the contract length. The sample is covering data from three different periods. The period 3/1-1994 (30/10-1995 12-pos) to 23/3-2012, 1/3-2002 to 23/3-2012 period and the period 1/3-2002 to 9/11-2009. Error Correction Models are established to estimate the relationship between the contracts. Co-integrated relationships are found for all the contracts length.

The first part of this paper will emerge as a parallel study to a paper prepared by Westgaard et al (2011). They revealed stationarity for contracts respectively one and two months until settlement date, but not for 3-6 and 12. Data collection was taken from ICS Futures Europe from the period 1994 - 2009. To identify regional differences, we used data from NYMEX and tested for stationarity for the corresponding period. The contracts represent 1, 2, 3.6 and 12 months for settlement.

Our results revealed that the first order derivative, LN-return is stationary for all the contracts we tested. Both for the period 3/1-1994 (30/10-1995 12-pos) to 23/3-2012 and for the period 1/3-2002 to 23/3-2012. We also tested the correlation between returns on contracts for light crude oil and heating oil of different duration. Here it is interesting to note that the correlation

between these contracts on the NYMEX market is much higher than Westgaard et. al. (2011) found in a similar study between Brent light crude oil and gas contracts on ICE Futures Europe.

Both the Engle-Granger method (1987) and Johansen method (1988) has been used to test for co- integration. Since we could detect a co- integrated relationship in this market, we were also able to implement various trading strategies to try to exploit the relationship between these contracts. The trading strategies are inspired by Taylor (2005), Girma & Paulson (1999) and Murat & Tokat (2009). We used four main strategies.

1. Spread calculated in absolute USD with upper and lower bands calculated as a percentage of the moving average.
2. Spread calculated in absolute USD with upper and lower bands calculated in the standard deviation of the moving average.
3. Spread calculated as a percentage of light crude oil price with the upper and lower bands calculated as a percentage of the moving average.
4. Spread calculated as a percentage of light crude oil price with the upper and lower bands calculated with a standard deviation of the moving average.

The result of our test is indicating that the trading model provides a positive return. Strategy 2 and Strategy 4 gave positive return for all five contract lengths. By using risk indicators such as standard deviation, median and average, strategy 4 appeared to be most attractive.

The test is performed on data from a period where there was much turbulence in the market. Euro crisis, the Libya crisis, the nuclear situation in Iran, and numerous other international events, has made this a difficult period to trade in. Two of the trading strategies managed in spite of this to create a positive return for all five contract length. Our results, in combination with previous findings, indicate that it should be possible to use strategies based on statistical arbitrage and co- integration to create a positive return over time by trading on the basis of the spread relationship between oil futures contracts.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
1.0 Innledning.....	12
2.0 Litteraturoversikt	14
2.1 Oppgavens bidrag utover tidligere forskning.....	16
3.0 Teori og begreper.....	17
3.1 Futureskontrakter	18
3.2 Markedene NYMEX og ICE Futures Europe	19
3.3 Råvarer vs aksjer	20
3.4 Markedsbevegelser	21
3.5 Oljeproduksjon	21
3.6 Råolje, gassolje og fyringsolje.....	22
3.7 Norges første oljeraffineri	24
3.8 Spread Trading	24
4.0 Data	26
4.1 In sample testing/out of sample back testing	27
5.0 Metode.....	27
5.1 Stasjonær prosess	28
5.2 Kointegrasjon	29
5.3 Engle-Granger metoden	30
5.4 Johansen-Metoden	31
5.5 Navnekonvensjon, long og short.....	32
5.6 Handelsstrategier	33
5.7 Kjøps- og salgssignal	33
5.8 Utgangssignal, lukke handelen	35
5.9 Valg av tidsserie.....	37
5.2.1 Gevinstberegning.....	40
5.2.2 Transaksjonskostnader.....	41
5.2.3 Risiko	42
6.0 Resultat	43
6.1 Resultat Kointegrasjon	44
6.1.1 Resultat Strategi 1: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt	46

6.1.2 Resultat Strategi 2: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt	50
6.1.3 Resultat Strategi 3: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt	54
6.1.4 Resultat Strategi 4: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt	58
6.2 Backtesting	62
6.2.1 Resultat Strategi 1: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt	62
6.2.2 Resultat Strategi 2: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt	64
6.2.3 Resultat Strategi 3: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt	66
6.2.4 Resultat Strategi 4: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt	67
6.3 Oppsummering av resultat fra backtesting	68
7. Oppsummering og konklusjon	72
8. Referanseliste.....	75
Vedlegg 1 – Deskriptiv statistikk for datasettet	78
Vedlegg 2 – Eksempel på krysstabell som benyttes for å bestemme optimal L og B.....	82
Vedlegg 3 – Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i absolutt verdi USD og prosentvis beregning av øvre og nedre bånd.....	83
Vedlegg 4– Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i relativ verdi i forhold til oljepris og prosentvis beregning av øvre og nedre bånd.	88
Vedlegg 5 – Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i absolutt verdi USD og bruk av standardavvik til beregning av øvre og nedre bånd.	93
Vedlegg 6 – Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i relativ verdi målt i prosent av oljepris og bruk av standardavvik til beregning av øvre og nedre bånd.....	98
Vedlegg 7 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 1...103	
Vedlegg 8 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 2...106	
Vedlegg 9 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 3...109	
Vedlegg 10 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 4. 112	
Vedlegg 11 – Kildekode for program som er brukt til simulering og testing av handelsstrategiene. .115	

Figurer:

Figur 1: Utviklingen i antall kontrakter som omsettes per dag i perioden 1/1-94 til 23/3-2012. Figuren viser en særskilt økning i perioden fra 2006/2007 og utover.....	19
Figur 2: Raffineringsprosessen	23
Figur 3: Utviklingen i pris for 1Pos kontrakter på lett råolje og heating oil i perioden fra 1994 til 2012.....	25
Figur 4: Utviklingen i spread mellom kontraktene for henholdsvis Heating oil og lett råolje.	25
Figur 5: Illustrerer forholdet mellom pris, glidende gjennomsnitt, samt øvre og nedre bånd beregnet på ulike måter.	35
Figur 6: Figuren viser et stilisert eksempel som illustrerer en handel i 1Pos spreaden.	36
Figur 7: Figuren viser utviklingen i spread mellom 1Pos lett råolje og 1Pos heating oil i perioden 1994 til 2012. Spread er i denne figuren målt i USD.....	37
Figur 8: Figuren viser spread mellom 1Pos kontrakter på lett råolje og 1Pos kontrakter på heating oil. Spreaden er her beregnet i prosent av oljepris.	38
Figur 9: X-aksen viser ulike verdier for B. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD.	46
Figur 10: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD.	47
Figur 11: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.	49
Figur 12: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.	49
Figur 13: X-aksen viser ulike verdier for B. Y-aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD.	51
Figur 14: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD.	51
Figur 15: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.	53
Figur 16: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier	53
Figur 17: X-aksen viser ulike verdier for B. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD	55
Figur 18: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD.	55

Figur 19: Strategi 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.....	57
Figur 20: Strategi 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.....	57
Figur 21: X-aksen viser ulike verdier for B. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD	59
Figur 22: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD.	60
Figur 23: Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid ved anvendelse av strategi 1 på 1Pos kontrakter	63
Figur 24: Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid ved anvendelse av strategi 2 på 1Pos kontrakter	65
Figur 25: Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid ved anvendelse av strategi 2 på 1Pos kontrakter	68

Tabeller:

Tabell 1: Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0.....	48
Tabell 2 : Optimale verdier for handelsstrategi med absolutt spread og prosentvis beregning av bånd	50
Tabell 3 : Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0.....	52
Tabell 4 : Optimale verdier for handelsstrategi med relativ spread og prosentvis beregning av bånd	54
Tabell 5 : Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0.....	56
Tabell 6 : Optimale verdier for handelsstrategi med absolutt spread og standardavvik for beregning av bånd	58
Tabell 7 : Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0.....	60
Tabell 8 : Optimale verdier for handelsstrategi med relativ spread og standardavvik for beregning av bånd	61
Tabell 9 : Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 1.	62
Tabell 10 : Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 2.	64
Tabell 11: Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 3.	66
Tabell 12: Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 4.	67

Tabell 13: Strategi 1, Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt.....	69
Tabell 14: Strategi 2, Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt.....	69
Tabell 15: Strategi 3, Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt.....	69
Tabell 16: Strategi 4, Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt.....	69
Tabell 17: Rangering av strategier på bakgrunn av avkastning og risiko.	70

Bilder:

Bilde 1: Slagentangen ved Tønsberg	24
---	-----------

1.0 Innledning

Gjennom historien har det eksistert markeder i ulike former hvor aktører har møttes og byttet varer eller foretatt salg mot betaling. I takt med den teknologiske utviklingen har verdensmarkedet blitt mer tilgjengelig, både for profesjonelle aktører og private investorer. Nye markeder har vokst frem og det omsettes alt i fra råvarer, aksjer, futures og obligasjoner. Innenfor aksjemarkedet tilsier økonomisk teori at det ikke skal være mulig og kunne predikere hvilken retning markedet beveger seg i fremtiden. Markedets bevegelser skal kunne sammenlignes med en såkalt «random walk», hvor man ikke kan forutse fremtidige bevegelser (Taylor, 2008). Til tross for dette utarbeides det handelsstrategier i håp om å finne metoder som over tid kan resultere i en meravkastning sammenlignet med markedet.

Oljemarkedet utgjør et av de største markedene i verden. Oljeprisen påvirker og påvirkes av hele vårt makrobilde, noe som medfører at både produsenter, forbrukere og investorer overvåker markedsbevegelsene nøye. Korrelasjon mellom oljen og relaterte energiprodukter, og oljens volatilitet, er avgjørende for antall produsenter og forbrukere. I tillegg påvirker dette bruk av substitutter som energikilde. Selskap som er avhengig av oljeprisen opplever at aksjekursen svinger i takt med oljeprisen, da den får en direkte påvirkning på inntjeningen til selskapet. Selskap som forbruker olje som en primær energikilde opplever en høy oljepris som negativt. Selskap som produserer og distribuerer olje opplever det motsatte. Statoil, SAS, PGS og Seadrill, er alle eksempler på selskap som er følsomme for prissvingninger. For at selskap som Statoil skal kunne redusere usikkerheten knyttet til fremtidig inntjening på oljen som hentes opp fra Nordsjøen, kan de mellom annet selge futureskontrakter på lett råolje som ved forfall vil gi dem det avtalte beløpet ved oppgjør. Futureskontrakter omsettes på ulike marked hvor amerikanske NYMEX og Europeiske ICE Futures Europe er blant de mest kjente.

I denne oppgaven vil vi se nærmere på forholdet mellom futureskontrakter for henholdsvis heating oil og light crude oil, heretter omtalt som heating oil og lett råolje. Vi begynner med å avdekke om forholdet mellom kontraktene er stasjonær. Det lineære forholdet mellom lett råolje og heating oil-kontrakter er så testet for kointegrasjon. Påvises dette gir det grunnlag til å tro at missprising mellom kontraktene skaper investeringsmuligheter frem til forholdet igjen har normalisert seg. Vi vil særlig benytte ulike strategier basert på kjøp og hold av kontraktene, hvor tekniske signaler indikerer inngang og utgang. Porteføljene vil bestå av to kontrakter for henholdsvis lett råolje og heating oil med varighet på både 1-2-3-6 og 12

måneder til oppgjør. Strategien er å kjøpe kontrakten som er undervurdert og short- selge kontrakten som er overvurdert. Så lenge forholdet mellom kontraktene er stasjonært skal denne missprisingen være midlertidig, og det er grunn til å tro at forholdet vil normalisere seg. Historisk sett har det vært hovedsakelig store aktører representert av finanshus og industrielle bedrifter som har kjøpt og solgt futureskontrakter. Hovedformålet har vært risikostyring og investeringsformål. Med dagens teknologi har markedet blitt mer tilgjengelig, også for private investorer. Transaksjonskostnader utgjør en brøkdel av det man opplevde for noen år tilbake. Tilgjengelighet, i kombinasjon med reduserte kostnader, har ført til økt omsetning og et marked som inkluderer også mindre aktører. Politiske og økonomiske uroligheter verden har opplevd i løpet av de siste årene har ført til ekstreme svingninger i oljeprisen. Slik turbulens har fått store konsekvenser for selskaper i positiv eller negativ retning, avhengig av om man distribuerer eller konsumerer olje. Uroligheter skaper da både sikringsbehov og investeringsmuligheter. Futureskontrakter kan være nyttig under slike perioder til begge formål.

Testing av kointegrasjon mellom futureskontrakter alene er ikke uvanlig innenfor økonomisk teori. Det eksisterer allerede forholdsvis mye litteratur innen dette emnet. Utfordringen er å avdekke hvordan man rent praktisk kan nyttiggjøre seg av mulighetene stasjonærhet medfører mellom oljerelevante produkter, som i vårt tilfelle er lett råolje og heating oil. Det å implementere tradingstrategier på bakgrunn av stasjonærhet mellom olje relaterte futures, foreligger det mindre litteratur på p.t. Vi ønsker dermed å avdekke om det eksisterer tradingstrategier som kan generere avkastning over tid, basert på historiske data, ved hjelp av tekniske signaler. Strategien vil ta utgangspunkt i ulike tradingstrategier inspirert av metoder som glidende gjennomsnitt og crack spread.

Denne oppgaven fokuserer på muligheten til å utnytte avvik i crack spread på bakgrunn av teorien om stasjonærhet i spreaden mellom futureskontrakter for henholdsvis heating oil og lett råolje. Avvik kan benyttes både som investeringsstrategi og som et risikoreducerende verktøy. Da teorien forutsetter at spreaden vil normalisere seg, kan informasjonen også benyttes som et verktøy til å estimere fremtidige bevegelser i underliggende. Dette gjør at våre funn kan være interessant både for investorer og aktører som kjøper eller selger olje. Dette gjelder både oljeservice selskaper, flyselskaper, oljeprodusenter, men også oljeraffineri. Et oljeraffineri kan benytte bevegelsene i spreaden som signaler til å estimere fremtidig etterspørsel og prisbevegelser.

Vår oppgave er organisert på følgende måte. Seksjon 2 tar et tilbakeblikk på eksisterende litteratur som har vært skrevet om tematikken tidligere, og hvordan vår oppgave bidrar utover dette. Seksjon 3 avdekker sentrale begreper og teorier som benyttes i oppgaven. Seksjon 4 beskriver data som er benyttet og bearbeiding av den. Deskriptiv statistikk og metode blir gjennomgått i seksjon 5 før resultat og konklusjon følger i henholdsvis seksjon 6 og 7.

2.0 Litteraturoversikt

Lignende tematikk har blitt diskutert tidligere og vi ønsker å begynne med en gjennomgang av tidligere sentrale funn. En av de første formelle introduksjonene av spread trading innen finansiell litteratur var det Working (1949) som stod bak. Han demonstrerte at tradere kunne profitere på avvik som oppstod i forholdet mellom futureskontrakter med ulik tid til forfall.

Studier fra mellom annet Sweeney (1988), Pruitt and White (1988) og Dunis et al (2006), støtter alle bruk av tekniske handelsregler som et effektivt verktøy ved handel i finansmarkedet. De avdekket at handelsregler som glidende gjennomsnitt synes å gi en høyere avkastning enn den tradisjonelle «kjøp og hold» strategien. Lukac og Brorsen (1990) utførte også en omfattende test av ulike handelsstrategier, og da innen futures-markedet. Konklusjonen ble at alle testene, foruten en, resulterte i en signifikant høyere avkastning enn markedsindeksen.

Serletis (1994) og Girma & Paulson (1999), så på forholdet mellom crude oil, heating oil and unleaded gasoline oil fra perioden 1984- 1993. Med bakgrunn i blant annet Johansens maksimale sannsynlighets tilnærming, ble det konkludert med at alle de tre prisene er drevet av en felles trend. Dette indikerer at man kan modellere de tre prisene som et kointegrert system. Girma & Paulson (1999) benyttet 5 og 10 dagers glidende gjennomsnitt og med tilhørende standardavvik kunne de identifisere at lønnsomme tradingstrategier eksisterte.

Gjølberg & Johnsen (1999) analyserte forholdet mellom prisen på råolje og raffinerte produkter i perioden 1992 - 1998. De utforsket om det forelå langsiktig likevekt i prisforholdet, og om avvik fra antatt likevekt kan benyttes til å spå kortsiktige kursendringer og risikostyring. Resultatet støtter hypotesen om at råolje og produktpriser er kointegrerte.

Asche, Gjølberg og Völker (2001) så også på forholdet mellom råolje og raffinerte oljeprodukter, og forsøkte å finne ut om det er en gjensidig påvirkning mellom oljepris og

prisen på de raffinerte produktene. Det argumenteres i denne sammenheng for å bruke Johansens rammeverk for å teste for kointegrasjon, og ikke bare Engle-Grangers test. Analysen deres fokuserer på spotprisen til råolje og fire andre oljeprodukter fra det europeiske oljemarkedet. Studien konkluderer med at det ikke kan påvises noen gjensidig påvirkning mellom oljepris og raffinerte oljeprodukter. Påvirkningen fremstår bare ensidig, ved at oljepris påvirker prisen på de raffinerte produktene.

Benyttelse av spread trading som et verktøy for risikoreduksjon er heller ikke uvanlig i dag. Schrock 1971 var en av de første som teoretisk kunne forsvare nytten av å bruke spread trading til et slikt formål. Det kom da frem at det ville være hensiktsmessig å benytte futureskontrakter, selv om de gav en negativ avkastning alene, så lenge den totale porteføljerisikoen ble redusert.

Det har vært en økning i eksport og import de siste tiårene. Lett råoljeimport ved bruk av tankskip styres i stor grad av markedets etterspørsel, men transporten er svært kostbart. Dette medfører at timing er avgjørende for at det skal være lønnsomt. Mayr & Tamvakis (1999), benyttet månedlige gjennomsnittsdata fra gassolje, heating oil og lett råolje fra perioden 1985-1997. De undersøkte om forholdet mellom futureskontraktene på underliggende kunne benyttes til å predikere fremtidig etterspørsel i tanker og skipsindustrien. På linje med sine kollegaer fant de kointegrasjon blant oljeproduktene, og at spreaden mellom kontraktene kunne benyttes som ledende indikatorer for den kortsiktige utviklingen i tankindustrien. De viste at resultatet kunne benyttes direkte til beslutninger hvorvidt det lønnet seg å frakte lett råolje eller ikke.

Murat & Tokat 2009, står bak en av de nyere artiklene innen emnet. De benyttet ukentlig data på futures kontakter hentet fra NYMEX hvor de baserte seg på crack spread skrevet på spotprisen til Vest- Texas intermediate lett råolje. De etablerte en likevekts korreksjon modell for å forsøke å kunne predikere fremtidige bevegelser i oljeprisen. De oppdaget at det forelå en kausal sammenheng på crack spread på spotprisen til lett råolje både på kort og lang sikt etter 2003, da modellen etter denne perioden indikerte en strukturell forandring. Ved å sammenligne ulike modeller i en «out of sample» periode for prognoser, kom det frem at likevektsmodellen på både crack spread og futures på lett råolje utkonkurrerer avkastningen man oppnår ved en random walk modell.

Westgaard et al (2011) benyttet data fra ICS Future Europe til å avdekke om det forelå stasjonærhet på futureskontrakter for gas oil og crude oil i perioden 1994 – 2009. De avdekket

stasjonæritet for en og to måneders kontrakter i denne perioden, men ikke for 3- 6 og 12. For perioden 2002- 2009 var det for øvrig ingen stasjonæritet mellom kontraktene.

Et annet sentralt spørsmål er hvorvidt det kan forekomme regionale forskjeller for det samme produktet på ulike markeder. Asche et al. (2002), undersøkte om gass på det tyske markedet er integrert, og om det forekom forskjeller i pris mellom ulike eksportland. De avdekket forskjeller i pris hvor russisk gass systematisk ble solgt til en lavere pris enn den norske og nederlandske gassen. Blant forklarende faktorer ble dette begrunnet med volumforskjeller og hvordan den politiske risikoen ble oppfattet.

2.1 Oppgavens bidrag utover tidligere forskning

Vår oppgave er inspirert av studiet til Westgaard et al (2011), og vil innledningsvis i stor grad fremstå som en parallellstudie til deres metode, samt Girma & Paulson (1999). Westgaard et al (2011) benyttet data hentet fra ICS futures Europe. I deres konklusjon argumenteres det for å foreta en parallell studie av data hentet fra ICE futures Europe og NYMEX for å se om det foreligger regionale forskjeller. Videre oppfordret Westgaard og hans medforfattere testing av ulike tradingstrategier inspirert av crack spread på ICE futures Europe futures.

Vårt bidrag begynner innledningsvis med å foreta en parallell studie til metoden Westgaard et al (2011) benyttet, men på data hentet fra NYMEX. Det er interessant å utføre tilsvarende tester som Westgaard et al (2011) utførte, men på NYMEX kontrakter, da markedene fortsatt preges av regional dynamikk. Våre funn kan bidra til å gi en indikasjon på om regionale forskjeller forekommer. Utover dette vil vi operasjonalisere tradingstrategier basert på crack spread mellom futureskontrakter for heating oil og lett råolje notert på NYMEX.

Tradingmodellene vi har programmert kan for øvrig benyttes til å analysere data på futureskontrakter for tilsvarende perioder på ICE Futures Europe, så lenge det foreligger stasjonæritet mellom kontraktene som testes.

På linje med Westgaard og hans medforfattere vil vi benytte data som er hentet fra en periode som inneholder en rekke makroøkonomiske og politiske hendelser. Vi har for øvrig også data som inkluderer de siste årene da perioden strekker seg fra 1994 til 2012. Dataen inkluderer dermed både finanskrisen, stormer, kriger og politiske uroligheter. Eksempler på dette er den politiske uroligheten vi opplevde i den arabiske verden under store deler av 2011. I tillegg er data fra høsten 2011 inkludert, noe som avdekker hvordan kontraktene ble påvirket av de svært urolige høstmånedene. Eurokrisen ekspanderte under denne perioden, hvor blant annet

Hellas var på randen til konkurs. Utfordringen med slike perioder er at volatiliteten kan påvirke stasjonæriteten mellom kontraktene. Til gjengjeld er det nettopp avvik mellom spreaden som kan by på investeringsmuligheter.

3.0 Teori og begreper

Kunnskap om instrumentet og risikoen underliggende kan medføre er avgjørende for at en investor skal kunne foreta gjennomtenkte beslutninger. Da investorer ofte velger å plassere overskuddslikviditet i kjente finansielle instrumenter som aksjer, er dette gjerne på bakgrunn av god kunnskap om underliggende instrument. I tillegg finnes det statistikk som bekrefter at aksjemarkedet gir en attraktiv avkastning over tid sammenlignet med en rekke andre alternativ. For å styrke sammenligningsgrunnlaget for lesere som ikke er kjent med futureskontrakter, ønsker vi å innlede seksjon 3 med å avdekke hva som egentlig kjennetegner en futureskontrakt. Vi vil også gjøre rede for i hvilke marked instrumentene omsettes i. Kunnskap rundt instrumentet, og risikoen underliggende kan medføre, er avgjørende for at en investor skal kunne foreta gjennomtenkte beslutninger. Det finnes futureskontrakter for en rekke råvarer som hvete, aluminium og bomull. Denne oppgaven benytter data fra futureskontrakter på henholdsvis lett råolje og heating oil som omsettes på NYMEX. Vi ønsker å konkretisere hva som kjennetegner slike kontrakter for å øke forståelsen for underliggende. Det er skrevet svært mye litteratur om aksjer, og man kan finne informasjon om risikopremier og betaverdier for ulike bransjer og aksjer i en rekke økonomiske tidsskrifter og aviser. Tilgjengeligheten på all informasjon gjør det forholdsvis enkelt å estimere ønsket avkastningskrav for ulike aksjer ved å ta i bruk modeller som kapitalverdmodellen. For at en investor skal kunne vurdere om han bør investere i aksjer fremfor futureskontrakter, bør det være noe sammenligningsgrunnlag. Vi ønsker dermed å se på forskjeller mellom aksjer og futureskontrakter basert på forventet avkastning fra et historisk perspektiv. Det vil videre gjøres rede for sentrale punkter i oljehistorien og prosesser rundt foredlingsprosessen fra lett råolje til heating oil. Vi vil avslutte med å beskrive prosessen rundt spread trading.

3.1 Futureskontrakter

En futureskontrakt er en avtale mellom to parter hvor den ene parten forplikter seg til å betale en avtalt pris på underliggende på et forhåndsbestemt tidspunkt i fremtiden. Tidspunktet omtales gjerne som kontraktens utløpsdato (oppgjør dato). Kontraktene omsettes daglig på børser som NYMEX, the International Petroleum Exchange (IPE) og ICS futures Europe. Frem til oppgjør dato er det hovedsakelig marginen mellom prisen og spotprisen på kontrakten ved forfall, kjøperen forplikter seg til å betale da man kan videreselge kontrakten. På oppgjør dato er prisen på futureskontrakten lik spotprisen (Alexander, 2008).

Kontraktene som omsettes har ulik tid til oppgjør. Vi vil se nærmere på kontrakter med henholdsvis 1-2-3-6 og 12 måneder til oppgjør for råvarene lett råolje og heating oil.

Light Crude oil futures (lett råolje): En kontraktenhet utgjør 1000 barrels, og omsettes i dollar og cent. Minste bevegelse i pris på kontraktene er 0,01 dollar pr barrel og maksimal bevegelse i pris innen en handelsdag er 10 dollar over eller under sluttkursen som ble handlet dagen før. Ved bevegelser over dette vil det bli innført børs pause for å avdekke årsaken. Dette bidrar til å hindre potensielle markedsmanipulasjoner og ekstreme svingninger i løpet av en handelsdag. Oppgjørstypen på kontraktene er fysisk. Spesifikasjonene rundt tidspunkt og sted for levering er spesifisert i kontraktene. For lett råolje innebærer det som oftest levering til kjøpers rørledning eller lager. Leveringen finner sted tidligst første dag av leveransemåned og senest siste dag av leveransemåned.

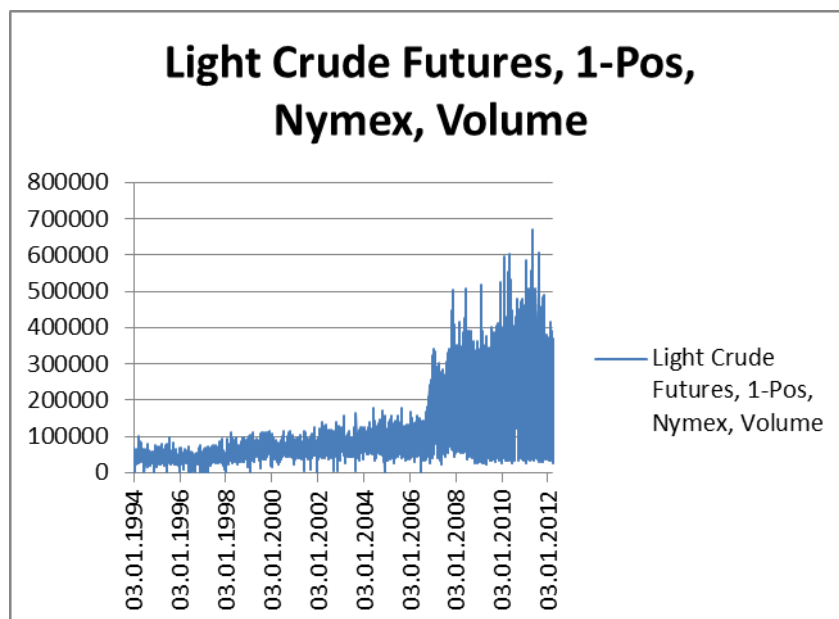
Heating oil: En kontraktenhet utgjør 1.000 gallons, og omsettes i likhet med lett råoljen i dollar og cent. Minste bevegelse i pris på kontraktene er 0,0001 dollar pr gallon. Maksimal bevegelse i pris innen en handelsdag er 0,25 dollar pr gallon over eller under gårsdagens oppgjørpris på tilsvarende kontrakt. Oppgjør er også her fysisk. En barrel inneholder 42 gallons, slik at 42 kontrakter med heating oil tilsvarer samme mengde som en kontrakt med lett råolje. For ytterligere informasjon (www.cmegroup.com).

Dersom man velger å sitte på kontrakten helt frem til forfallsdato, foretas oppgjør ved råvarer som oftest i kontanter eller ved en fysisk leveranse av varene. Noen aktører inngår som tidligere nevnt en futureskontrakt med hensikt om å få levert råvaren på oppgjørstidspunktet. Kvaliteten på produktet og spesifikasjoner rundt tid og sted for leveranse spesifiseres i selve kontrakten (Alexander, 2008). I det neste avsnittet ønsker vi å se nærmere på markeder som gjør handel av kontrakter mulig.

3.2 Markedene NYMEX og ICE Futures Europe

Råvarehandel begynte på midten av 1800-tallet og ble innført av forretningsmenn for å sette standarder i henhold til kvalitet og regler for handel. Den 3. august 1933 ble NYMEX etablert som et resultat av sammenslåing av henholdsvis COMEX og NYMEX. Hovedkontoret til NYMEX er lokalisert på Manhattan i New York, men de har også avdelinger i henholdsvis Boston, Washington DC, Atlanta, San Francisco, Dubai, London og Tokyo. Transaksjonene som utføres på børsen skaper grunnlaget for prisen på ulike kontakter på verdensbasis. Det er hovedaktøren CME group of Chicago som eier og driver børsen.

ICE Futures Europe er lokalisert i London, og tilbyr også handel av oljekontrakter. Nesten halvparten av verdens futureskontrakter innen lett råolje handles på ICE Futures Europe. Det er for øvrig hovedsakelig data hentet fra NYMEX denne oppgaven vil konsentrere seg om. Man har sett en kraftig økning i omsetning av futureskontrakter de siste årene. I juli 2009 kunne man se at transaksjonsvolumet av futureskontrakter på lett råolje alene, på børsene NYMEX og ICE, var hele 10 ganger høyere enn daglig produksjonsvolum av lett råolje i den samme perioden.



Figur 1: Utviklingen i antall kontrakter som omsettes per dag i perioden 1/1-94 til 23/3-2012. Figuren viser en særskilt økning i perioden fra 2006/2007 og utover

Aktører som handler energi og råvarefutures kan grovt deles inn i to grupper.

«Hedgers». Dette er som oftest produsenter eller forbrukere av den bestemte varen som ønsker å sikre seg et bestemt beløp, eller betale en bestemt pris i fremtiden. Er man en bedrift som er avhengig av å kjøpe lett råolje, og frykter at prisen på lett råolje vil øke markant i løpet av de neste 3 månedene, kan selskapet inngå en avtale som garanterer en bestemt pris om tre måneder. Skulle prisen øke markant har selskapet sikret seg muligheten til å kjøpe billigere enn det markedet tilbyr. Man er altså villig til å inngå en slik avtale for å redusere risikoen for at kostnadene forbundet med anskaffelse av lett råolje skal overstige selskapets marginer (Alexander, 2008).

«Spekulanter»: Dette er vanligvis kortsiktige investorer som tar retningsbestemte posisjoner i håp om å oppnå avkastning på bevegelser i prisen til lett råolje, eller prisen på heating oil sammenlignet med selve kontrakten (Alexander, 2008).

3.3 Råvarer vs aksjer

Børsnoterte aksjer er svært tilgjengelig for både store institusjonelle investorer og mindre private investorer. Dagens teknologi gjør at man kan kjøpe aksjer selv via nettmeglere. De største aksjene er likvide og man kan velge investeringens varighet og størrelse relativt fritt. Akademiets interesse for aksjer har ført til at man har tilgang på mye informasjon. Det utarbeides stadig risikopremier for ulike type bransjer, og man kan danne seg et bilde på hvilken avkastning man kan forvente over tid. Man finner ikke like mye informasjon knyttet til råvareinvesteringer. For å kunne si noe konkret om forventet avkastning til langvarige investeringer er det behov for mye data, og da gjerne 50 til 100 års historikk. Begrenset tilgang på data gjør dette krevende. Det har for øvrig vært noe forskning som danner sammenligningsgrunnlag mellom aksjer og råvarer. Analyse av 36 råvarer i perioden 1959-2004, indikerer at risikopremien er på samme nivå som for aksjer, men at volatiliteten er noe lavere (Gorton & Rouwenhorst 2006). I en tilsvarende studie ble for øvrig resultatet at i gjennomsnitt gir ikke investeringer i råvarer noen risikopremie (Erb & Harvey 2006). Konklusjonen av studiene som har blitt gjort er at det ikke foreligger noen enighet om råvareinvesteringer vil gi deg en meravkastning fremfor risikofri rente. Aktører som investerer i råvarer gjør det gjerne som en del av en større investeringsportefølje. Da er gjerne hovedformålet med investeringen risikoreduksjon. Vi ønsker for øvrig å se nærmere på

muligheten til å oppnå avkastning og benytte dette med investering som formål. Vi vil innta ulike posisjoner i futureskontrakter på bakgrunn av tekniske signaler.

3.4 Markedsbevegelser

Forståelse for hva som er med og påvirker svingninger i futureskontrakter er også viktig da bevegelsene oppstår for en grunn. Rystad (2011) vektlegger følgende 5 faktorer som avgjørende.

1. Knapphet på ressurser
2. Syklikalitet
3. Sesongsvingninger
4. Geopolitisk usikkerhet
5. Klimaproblematikken

Politisk usikkerhet i oljeproduserende land kan føre til å presse oljeprisen opp. Det samme kan sesongsvingninger som for eksempel 1 år med ekstrem kulde. Den mest kjente styringsmekanismen for å kunne regulere oljeprisen er organisasjonen av oljeeksporterende stater (OPEC), som gjennom de siste 40 årene har regulert prisen gjennom tilbudsregulering. I tillegg vil ressursknapphet over lengre tid kunne medføre at jakten på substitutter bidrar til å redusere potensielle prisøkninger (Rystad, 2011).

Forståelse for hvordan de nevnte forholdene påvirker prisen på futureskontraktene øker sannsynligheten til å kunne foreta de rette valgene ved investering. Da vi benytter historisk data vet vi også hva som påvirket perioder med stor volatilitet i prisen. Eksempler på dette var angrepet på tvillingtårnene i New York 11.09.2001, og stormen Katrina i 2005. Slikt «støy» forekommer gjerne når man analyserer data over lengre perioder. Det bidrar til at det kan gå en lengre periode etter slike hendelser før data har stabilisert seg på normale nivåer.

3.5 Oljeproduksjon

Lett råolje har vært benyttet til ulike formål i over 5000 år, men det var først fra 1850-årene og utover at oljen virkelig fikk betydning i en energihistorisk sammenheng. Verdens samlede oljeproduksjon måles med basis i antall tusen fat om dagen. Det er også vanlig å benytte

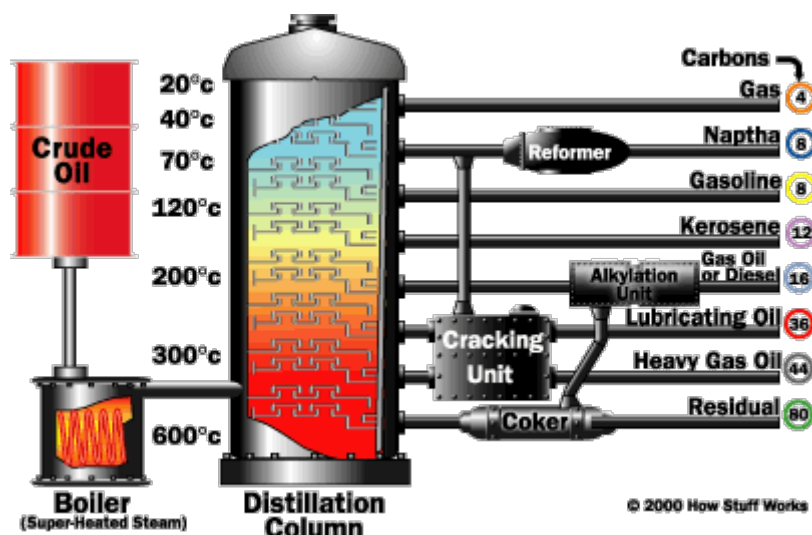
benevnelsen millioner tonn olje og millioner kubikkmeter pr år. Et fat råolje består av 158 984 liter, og et tonn lett råolje utgjør 7,3fat (energilink.tu.no).

Siden 1970 tallet har det forekommet større og større omsetning i markedet, og de siste årene har nye investorer funnet interesse for instrumenter som futureskontrakter. Man ser at det er ikke bare oljeprodusenter og konsumenter som står for omsetningen, men også aktører som representerer mellom annet finansnæringen som aktivt spekulere i instrumentene. Det faktum at nye aktører har gjort sitt inntog de siste årene har bidratt til å styrke likviditeten gjennom økt daglig omsetning.

På et internasjonalt møte i London, januar 2012, presenterte BP rapporten «BP Energy Outlook 2030» hvor man kan lese at etterspørselen på verdensbasis vil fortsette å øke de kommende årene. Prognosene til BP tilsier at innen 2030 vil etterspørselen etter drivstoff og kraft øke med hele 40% som en konsekvens av befolkningsøkningen. Hovedforsyningen vil dekkes gjennom økt eksport fra Opec- landene i tillegg til at land fra Midtøsten vil bidra i større grad enn tidligere. Dette gir oss en indikasjon på at etterspørselen etter olje ikke vil avta med det første, og det er grunn til å tro at verden vil oppleve en økning i omsetning av oljekontrakter på børsene NYMEX og ICE futures Europe. Dette viser at tematikken er svært aktuell både nå og for fremtiden (www.bp.com).

3.6 Råolje, gassolje og fyringsolje

Lett råolje er et av begrepene man benytter om oljen før den er raffinert, men etter at vann og naturgass er fjernet. Det er lett råolje mellom annet norske oljeselskap henter opp fra havbunnen i Nordsjøen. På verdensbasis fraktes oljen til raffineri eller forbrukere gjennom oljerørledninger eller ved hjelp av tankskip. Dersom man viderefører lett råoljen i raffineri, kan man utvinne Gas oil og heating oil, bedre kjent som bensin, diesel og lampeolje. En del av denne prosessen omtales som cracking. Begrepet har oppstått som følge av at ved ekstreme temperaturer over 350 – 550 grader celsius begynner store oljekomponenter å dekomponere. Ved katalytisk cracking sendes oppvarmet olje gjennom en katalysator i en virvelsjikt, med temperatur rundt 620 – 740 grader celsius. Under denne prosessen dannes det mellom annet fyringsgass, bensin og gassolje. <http://snl.no/>. Da det er knyttet kostnader til denne prosessen resulterer det i at prisen på Gas oil og heating oil er høyere enn prisen på lett råolje.



Figur 2: Raffineringsprosessen

Kostnaden forbundet med raffineringsprosessen fra lett råolje til Gas oil og heating oil, medfører at prisen på futureskontrakter for Gas oil og heating oil er høyere enn prisen på futureskontrakter til lett råolje. Crack spread er da altså benevnelsen på selve raffineringsmarginen. Avstanden mellom de aktuelle kontraktene (spreaden) burde i teorien være stasjonær, da hovedforskjellen mellom de ulike produktene er kostnadene forbundet med selve raffineringsprosessen. Vi ser for øvrig at man til tider opplever store svingninger i prisforskjellen mellom de ulike instrumentene. Noe av grunnen til dette er at andel lett råolje av det totale markedet er vesentlig høyere enn raffinerte produkter. Raffineriene er som oftest lokalisert tett mot forbrukerne, og er dermed i større grad styrt av regional etterspørsel. Opplever man uventede svingninger i etterspørselen som for eksempel ekstrem kulde, brann i raffinerier eller politiske uroligheter, reagerer markedet raskere enn det produsentene klarer å omstille seg. Spørsmålet er om man kan utnytte de svingningene man da ser i raffineringsmarginen. Sårbarheten markedsaktørene opplever ved slike svingninger har resultert i at behovet for å finne måter å redusere risiko har økt. Dette har man særlig sett fra 1970 – 1980 tallet. Den mest benyttede formen for risikospredning er bruk av derivatkontrakter hvor futureskontrakter er inkludert.

3.7 Norges første oljeraffineri

I Norge ble det første oljeraffineri etablert av Esso på Slagentangen ved Tønsberg i 1961, og raffineriet har en behandlingskapasitet på 5,6 millioner tonn lett råolje årlig. Det ble ytterligere etablert et raffineri på Mongstad som kom i drift i 1975. Mesteparten av oljen som raffineres ved Slagentangen kommer fra Nordsjøen, hvor over 800 skip er innom terminalen pr år (energilink.tu.no). Helt siden Norges første oljefunn har oljeindustrien gitt opphav til en rekke arbeidsplasser og styrket landets økonomi betydelig. Nyere funn indikerer at oljeindustrien vil være med å prege Norge som nasjon også i fremtiden.

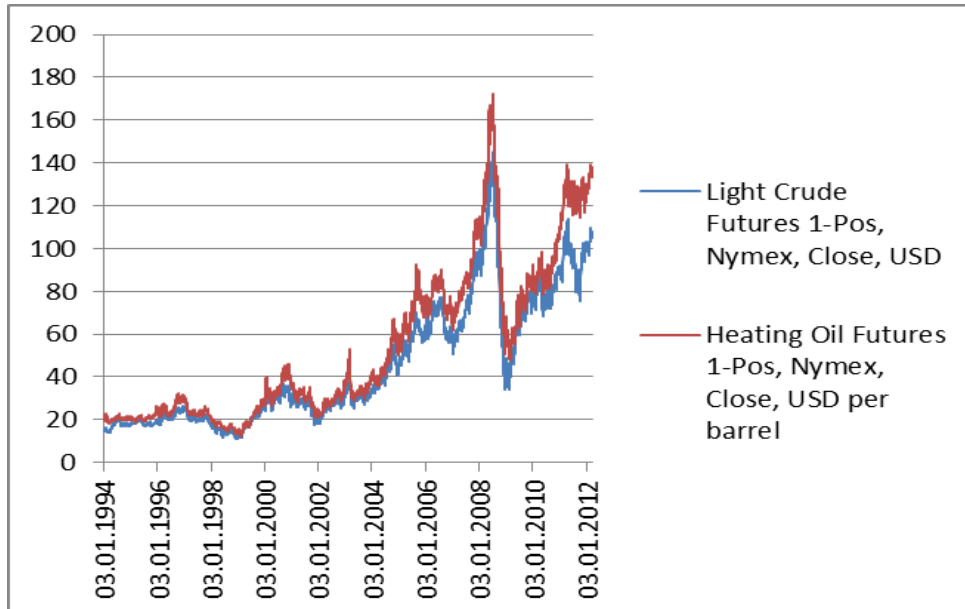


Bilde 1: Slagentangen ved Tønsberg

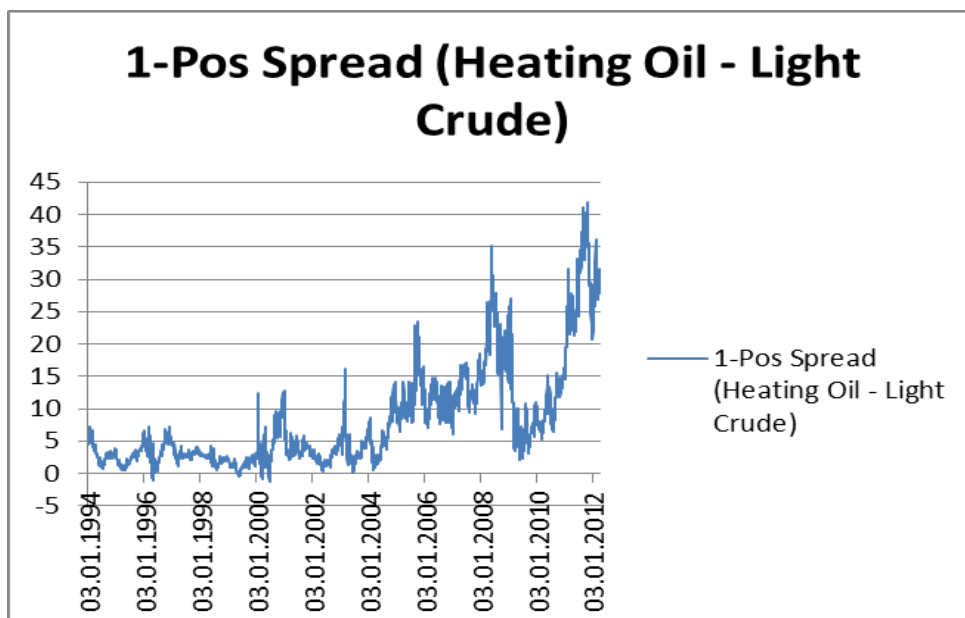
3.8 Spread Trading

Som vi har sett skal teorien tilsi at prisforskjellen mellom kontraktene på henholdsvis lett råolje og raffinerte produkter bør være stasjonær, da hovedforskjellen er kostnaden forbundet med selve raffineringprosessen. Spread trading innebærer dermed at man ved low spread mellom de ulike kontraktene tar en long posisjon i heating oil og en short posisjon i lett råolje. Ved high spread inntar man en motsatt posisjon ved å ta en short posisjon i heating oil og en long posisjon i lett råolje. Tanken er at man forutsetter en konstant avstand mellom kontraktene, slik at avvik i den ene eller andre retningen byr på investeringsmuligheter da det forutsettes at balansen skal gjenopprettes over tid. Dersom kontrakten omsettes til tilnærmet lik pris tilsier teorien at spread mellom prisen på kontraktene vil øke, og dersom spread mellom kontraktene er unormalt høyt er det grunn til å tro at spreaden vil minke i tiden som kommer. Timingen for når man inntar de ulike posisjonene er avgjørende for at strategien skal kunne resultere i avkastning for investorene. Vi har i denne oppgaven testet stasjonærhet

mellom kontraktene for henholdsvis 1-2-3-6 og 12 måneder. Utover dette, ønsker vi å avdekke om det foreligger muligheter til å oppnå avkastning ved å benytte seg av tekniske signaler som utløses på bakgrunn av spread mellom kontraktene og kontraktspris.



Figur 3: Utviklingen i pris for 1Pos kontrakter på lett råolje og heating oil i perioden fra 1994 til 2012



Figur 4: Utviklingen i spread mellom kontraktene for henholdsvis Heating oil og lett råolje

Som figur 3 og 4 viser varierer spreaden mellom kontraktene fra perioder med tilnærmet lik pris, til perioder med svært stor spread. Mye av dette forklares av makroøkonomiske begivenheter, politisk urolighet og naturkatastrofer. Uavhengig av den underliggende årsaken skal man på bakgrunn av teorien om stasjonærhet kunne dra nytte av slike avvik, da det er grunn til å tro at avstanden mellom kontraktene vil normalisere seg etter perioder med unormalt stor eller unormalt liten spread. Etter 2004/2005 har vi særlig fått et skifte fra en periode med 5 – 10 dollar spread til en periode med 10 – 40 dollar spread.

4.0 Data

Data som er analysert i denne oppgaven er hentet fra Reuters EcoWin. Vi benytter futureskontrakter for lett råolje og heating oil med henholdsvis 1 -2 -3 -6 og 12 måneder til oppgjør. Daglig sluttkurs for de respektive kontraktene benyttes, og det er 5 trading-dager pr uke. Ved å benytte ulik varighet på kontraktene er det mulig å avdekke om varigheten påvirker potensiell kointegrasjon. Vi har benyttet data fra perioden 03.01-94 til 23.03.12 for kontraktene med varighet på henholdsvis 1-2-3 og 6 måneder. Dette utgjør 4755 observasjoner. Kontrakter med 12 måneders varighet er analysert på bakgrunn av data hentet fra 30.10.95 til 23.03.12. Dette utgjør 4280 observasjoner. Grunnen til avvik i startdato mellom 12 måneders kontrakter og kontraktene med kortere varighet, er manglende tilgang på dataobservasjoner det første året.

Tidligere forskning har avdekket at det forekommer stasjonærhet mellom futureskontrakter for lett råolje og kontrakter for raffinerte produkter som heating oil. Dette gjelder særlig på data som strekker seg over lengre perioder som 12 til 16 år. I nyere tid har man for øvrig sett at perioder på fem til syv år ikke gir det samme resultatet. Westgaard et al (2011) opplevde også dette da de valgte å se på perioden fra år 2002 til 2009. Det var for øvrig en rekke ekstreme begivenheter i løpet av denne perioden som kan ha vært utslagsgivende. Som nevnt innledningsvis vil vi foreta testing på data hentet fra NYMEX for tilsvarende periode for å avdekke om det foreligger regionale forskjeller. Vi ønsker også å avdekke om stasjonærhet forekommer dersom man utvider datasamlingen til å gjelde fra 01.03.2002 til 23.03.2012. Antall observasjoner utgjør her 2626 observasjoner.

NLC er benevnelsen vi benytter for crudeoil kontraktene hvor tallet 1-2-3-6 og 12 indikerer tid til oppgjør for kontraktene. NLC1 er da altså kontrakter for lett råolje med 1 måneds

varighet. NHO er benevnelsen for heating oil kontraktene hvor det etterfulgte tallet også her indikerer tid til oppgjør for kontraktene.

Prisen på lett råolje måles i dollar pr fat. Prisen på heating oil måles for øvrig i dollar pr gallon. For å gjøre dataen direkte sammenlignbar ble prisen på heating oil multiplisert med 42 da det er 42 gallons pr fat.

4.1 In sample testing/out of sample back testing

Vi har valgt å benytte det vi har av tilgjengelig data frem til 1/1-2009 til å bestemme optimale verdier for faktorer som lengden på vinduet for det glidende gjennomsnittet, optimal verdi av B og beste strategi for å lukke handelen. Dette gjøres for alle kontrakts lengdene og for de ulike strategiene. Formålet er å avdekke hvilken kombinasjon som gir oss høyest forventet avkastning. Deretter benytter vi disse verdiene for perioden 1/1-2009 til dags dato og benytter ytelsen til de ulike strategiene i denne backtestingen til å avgjøre hvilken modell og hvilken tidsserie som fungerer best. En gjennomgang av tradingsstrategiene vil bli gjort rede for i metode avsnittet.

5.0 Metode

Da dette skal være en parallellstudie av arbeidet som er gjort av Westgaard et. al. (2011) vil følgelig oppgaven ha samme metodiske oppbygning. Den vil også ha mange felles trekk med metoden som er benyttet i Girma & Paulson (1999).

Kointegrasjon benyttes for å avdekke om det finnes likevekt mellom de ulike kontraktene. Dersom det forekommer stasjonæritet mellom kontraktene vil eventuelle avvik i en av retningene indikere at balansen vil gjenopprettes til «normale nivåer» innen nærmeste fremtid. Dette skaper grunnlag for å kjøpe eller selge underliggende avhengig av om avviket er større eller mindre enn normalt. Ved stasjonæritet vil spreaden mellom kontrakter på lett råolje og heating oil av ulike lengder være kointegrert. Statistisk sett kan man da si noe om prisen på det ene verdipapiret dersom man kjenner prisen på det andre.

Kointegrasjon er et mål på avhengighet mellom prisen på ulike eiendeler i et lengre tidsperspektiv. To tidsserier er kointegrerte dersom de deler en felles stokastisk drift, samtidig som det foreligger en statistisk kausalitet mellom verdiene i de to tidsseriene.

Tanken er at begge tidsseriene styres av en felles bakenforliggende kraft, som har en tendens til å bevege begge tidsseriene i samme retning over tid. Dersom den ene tidsserien beveger seg kraftig i en retning vil den andre tidsserien over tid følge etter. Denne teorien danner grunnlaget for ulike tradingstrategier som er utviklet for å profitere på denne sammenhengen.

Teorien bak er beskrevet i mer detalj i blant annet Granger (1986) og Engle & Granger (1987). Vår implementasjon baserer seg i hovedsak på Alexander (2008).

5.1 Stasjonær prosess

Før vi kan teste for kointegrasjon mellom tidsseriene er vi nødt til å avgjøre i hvor stor grad de er stasjonære. I en stasjonær prosess er egenskaper som gjennomsnitt, varians, autokorrelasjon og lignende konstant over tid. Dette testes ved å benytte en Dickey-Fuller (DF) test eller en Augmented Dickey-Fuller (ADF) test. Man starter med en enkel AR(1) modell på formen:

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad (5.1)$$

hvor

t er en tidsindeks

y_t er variabel t i tidsserien

ρ er en koeffisient

u_t er feilledet

Dersom $\rho=1$ har man en enhetsrot, noe som indikerer at modellen ikke er stasjonær.

DF-testen beskrevet i ligning (5.2) tester nullhypotesen om at $\delta=0$, altså at tidsserien ikke er stasjonær. Dersom feilleddene er korrelerte benyttes i stedet en ADF-test, gjengitt i ligning (5.3). Denne testen kan også inneholde et konstantledd dersom tidsserien ikke beveger seg om X-aksen, samt et trendledd dersom tidsserien viser tegn på en eller annen form for trend.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (5.2)$$

hvor

$$\delta = \rho - 1$$

$$H_0: \delta = 0$$

$$H_1: \delta \neq 0$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_t + \gamma Y_{t-1} + \delta_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \delta_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + u_t \quad (5.3)$$

hvor

α er konstantleddet

β_t er trendleddet

p representerer antall perioder med lag i modellen

$$H_0: \gamma = 0$$

$$H_1: \gamma \neq 0$$

Dersom vi har en ikke-stasjonær tidsserie er det neste steget å teste om den førstederiverte av tidsserien er stasjonær. Dersom dette er tilfellet sier man at man har en prosess som er integrert i første orden, omtalt som $I(1)$. I vårt tilfelle betyr dette at vi tester om prisendringen fra dag til dag er en stasjonær prosess.

5.2 Kointegrasjon

To tidsserier som er $I(1)$ betegnes som kointegrerte dersom det eksisterer en lineærkombinasjon av de to tidsseriene som er stasjonær. Dersom denne betingelsen oppfylles har man en felles stokastisk trend i de to tidsseriene, noe som betyr at de vil tendere til å være i en slags likevekt over tid. En tidsserie isolert sett er ikke stasjonær i dette tilfellet, og kan bevege seg opp eller ned i et helt uforutsigbart mønster, men de to tidsseriene sett i sammenheng vil ha en tendens til å bevege seg noenlunde likt over tid.

En slik likevekt kan utnyttes i ulike handelsstrategier. Man kan etablere en feilkorleksjonsmodell som kan forsøke å forklare hvordan kortsiktige avvik fra likevekten vil korrigeres.

Det eksisterer flere metoder for å teste for kointegrasjon, blant annet Engle & Granger (1987), Johansen (1988, 1991), Phillips & Ouliaris (1990) og Engle & Yoo (1987). Vi velger å fokusere på de to første metodene.

5.3 Engle-Granger metoden

Denne metoden går ut på at man lager en enkel OLS-regresjon hvor man forsøker å forklare den ene integrerte variabelen ut fra endringer i den andre variabelen. Residualene fra denne regresjonen testes for stasjonærhet. Dersom stasjonærhet kan påvises er de to variablene kointegrerte.

Generelt, dersom man har n tidsserier, X_1, X_2, \dots, X_n , vil man få følgende regresjon:

$$X_{1t} = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_n X_{nt} + u_t \quad (5.4)$$

Dersom residualene fra (5.4) er stasjonære vil variablene $X_1 \dots X_n$ være kointegrerte, med vektene $(1, -\beta_2, \dots, -\beta_n)$. Dette vil si følgende lineærkombinasjon:

$$Z = X_1 - \beta_2 X_2 - \dots - \beta_n X_n \quad (5.5)$$

Engle-Granger metoden viser gjerne tegn på svakheter i tilfeller hvor $n > 2$, noe som ikke vil være et problem i vårt tilfelle. Engle-Granger metoden er også en av få situasjoner hvor det er mulig å utføre en OLS regresjon på ikke-stasjonære data, så lenge residualene viser seg å være stasjonære (Engle & Granger, 1987).

5.4 Johansen-Metoden

Johansen (1988, 1991) og Johansen & Juselius (1990) beskriver en mer omfattende metode for å teste for stasjonæritet. Denne metoden har blant annet ikke svakheter ved flere enn to tidsserier, slik som Engle-Granger-metoden har. Dette er en sterkere test enn Engle-Granger sin metode, men det er også viktig å påpeke at de to testene søker etter to ulike løsninger. Engle-Granger-metoden forsøker å finne en lineærkombinasjon som minimerer varians, mens Johansen sin test forsøker å finne den lineærkombinasjonen som er mest stasjonær. Alexander (2008) har en større diskusjon om ulikhetene.

Johansens test er en generalisering av enhetsrot-testene som er beskrevet tidligere, hvor man inkluderer muligheten til å ha med flere variable. Metoden bruker en tilnærming basert på et Vector Autoregressive (VAR) system for å teste for kointegrasjon, og kan teste for kointegrasjon mellom flere tidsserier. Sammenhengen mellom en matrise sin rang og egenverdi benyttes for å bestemme stasjonæritet i systemet.

Antar at variablene (X_1, \dots, X_n) har en første ordens VAR representasjon på formen:

$$X_t = \alpha + BX_{t-1} + u_t \quad (5.6)$$

Ved å trekke fra X_{t-1} fra begge sidene får vi:

$$\Delta X_t = \alpha + \Pi X_{t-1} + u_t \quad (5.7)$$

Hvor $\Pi=B-I$ og I er en $n \times n$ enhetsmatrise. Tilsvarende det man gjør i en univariat setting med Dickey-Fuller testen, kan denne testen utvides med tilstrekkelig mange lags til å fjerne autokorrelasjon i residualene. Vi får da følgende generelle modell:

$$\Delta X_t = \alpha + \Pi X_{t-1} + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_q \Delta X_{t-q} + u_t \quad (5.8)$$

Hvor q er antall lags man har valgt å ha med for å fjerne autokorrelasjon i residualene. Hver ligning i (X.8) har en stasjonær avhengig variabel, ettersom hver variabel (X_1, \dots, X_n) er integrert. Høyresiden i uttrykket må representere en stasjonær prosess. Altså må ΠX_{t-1} være

stasjonær. Rangens til matrisen Π bestemmer hvor mange uavhengige lineære sammenhenger som finnes mellom variablene (X_1, \dots, X_n) som er stasjonære, altså kointegrasjon.

Rangen av matrisen Π , eller antall egenverdier forskjellig fra 0 for matrisen Π , forteller oss hvor mange kointegrerte vektorer som finnes i systemet.

Johansen & Juselius (1990) anbefaler å bruke en trace test for å avgjøre antall egenverdier forskjellig fra 0.

$$H_0: r \leq R \quad H_1: r > R$$

$$Tr = -T \sum_{i=R+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (5.9)$$

hvor

T er utvalgsstørrelsen

n er antall variabler i systemet

r er rangen til Π

Eigenverdiene for Π er reelle tall, slik at $1 > \lambda_1 > \dots > \lambda_n \geq 0$

Testen forløper ved at man gjennomfører prosedyren sekvensielt for ulike verdier av R fra 0 til n. Vi får da avgjort om systemet har mer enn 0 kointegrerte vektorer, mer enn 1 kointegrerte vektorer osv. Vi har kun to tidsserier, og vår test vil da være om hvorvidt det finnes 0 eller 1 kointegrert vektor.

5.5 Navnekonvensjon, long og short

Som navnekonvensjon velger vi å kalle en posisjon hvor vi er long i lett råolje og short i heating oil for en long posisjon, eller at vi er long i spreaden. I motsatt tilfelle blir det da, en short lett råolje og long heating oil for en short posisjon. Vår modell legger til grunn at man kjøper eller selger til gårsdagens sluttkurs i det et kjøps- eller salgssignal utløses. Bid/ask spread er ikke hensyntatt.

5.6 Handelsstrategier

Vi har valgt å teste ulike handelsstrategier på tidsseriene. Hensikten med dette er å avgjøre om det er mulig å utnytte en eventuell stasjonærhet i spreaden mellom de to kontraktstypene til å skape økonomisk gevinst. Strategiene vil gå ut på å forsøke og predikere gunstige tidspunkt for å gå enten long i lett råolje og short i heating oil eller omvendt.

En av komponentene som handelsstrategiene i stor grad bygger på er et glidende gjennomsnitt. Her bruker vi verdien L til å indikere lengden av vinduet vi beregner det glidende snittet av, altså hvor mange handelsdager tilbake i tidsserien vi beregner snittet av. For en tidsserie P , vil det glidende snittet på tidspunkt t da være:

$$MA_t = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^L P_{t-l} \quad (5.10)$$

5.7 Kjøps- og salgssignal

Kjøps- og salgssignalene som genereres av handelsstrategien bestemmer når vi skal innta en long eller short posisjon i spreaden. Dette skjer når prisen på spreaden når et bestemt nivå relativt til det glidende gjennomsnittet. En viktig presisering er at vi med salgssignal ikke nødvendigvis mener punktet hvor vi velger å lukke en handel, men punktet hvor vi velger å gå inn i en short handel. Tradingsstrategiene er inspirert av metoden Taylor (2005) beskriver rundt glidende gjennomsnitt som handelsstrategi, samt Girma & Paulson (1999).

Tradingsstrategien Bollinger (2002) beskriver ved bruk av Bollinger bands som metode er også sentral.

Med dette som bakgrunn har vi valgt å benytte to ulike modeller.

Den ene modellen baserer seg på prosentvise avvik. Her har vi verdien B som representerer antall prosent avvik fra det glidende snittet vi må passere før vi inngår en handel.

Vi inngår en long handel, altså long 1 kontrakt lett råolje og short 42 kontrakter med heating oil, dersom:

$$P_t > MA_t * (1 + B) \quad (5.11)$$

Tilsvarende, vi inngår en short handel, short 1 kontrakt lett råolje og long 42 kontrakter med heating oil, dersom:

$$P_t < MA_t * (1 - B) \quad (5.12)$$

I en litt mer avansert modell har vi bestemt standardavviket for de verdiene som inngår i det glidende gjennomsnittet.

$$SD_t = \sqrt{\left(\frac{1}{L-1}\right) \sum_{l=0}^L (P_{t-l} - MA_t)^2} \quad (5.13)$$

I dette tilfellet lar vi verdien B representere antall slike standardavvik fra det glidende gjennomsnittet vi må passere før vi velger å inngå en handel.

Vi får da at vi inngår en long handel dersom følgende forutsetning ligger til grunn:

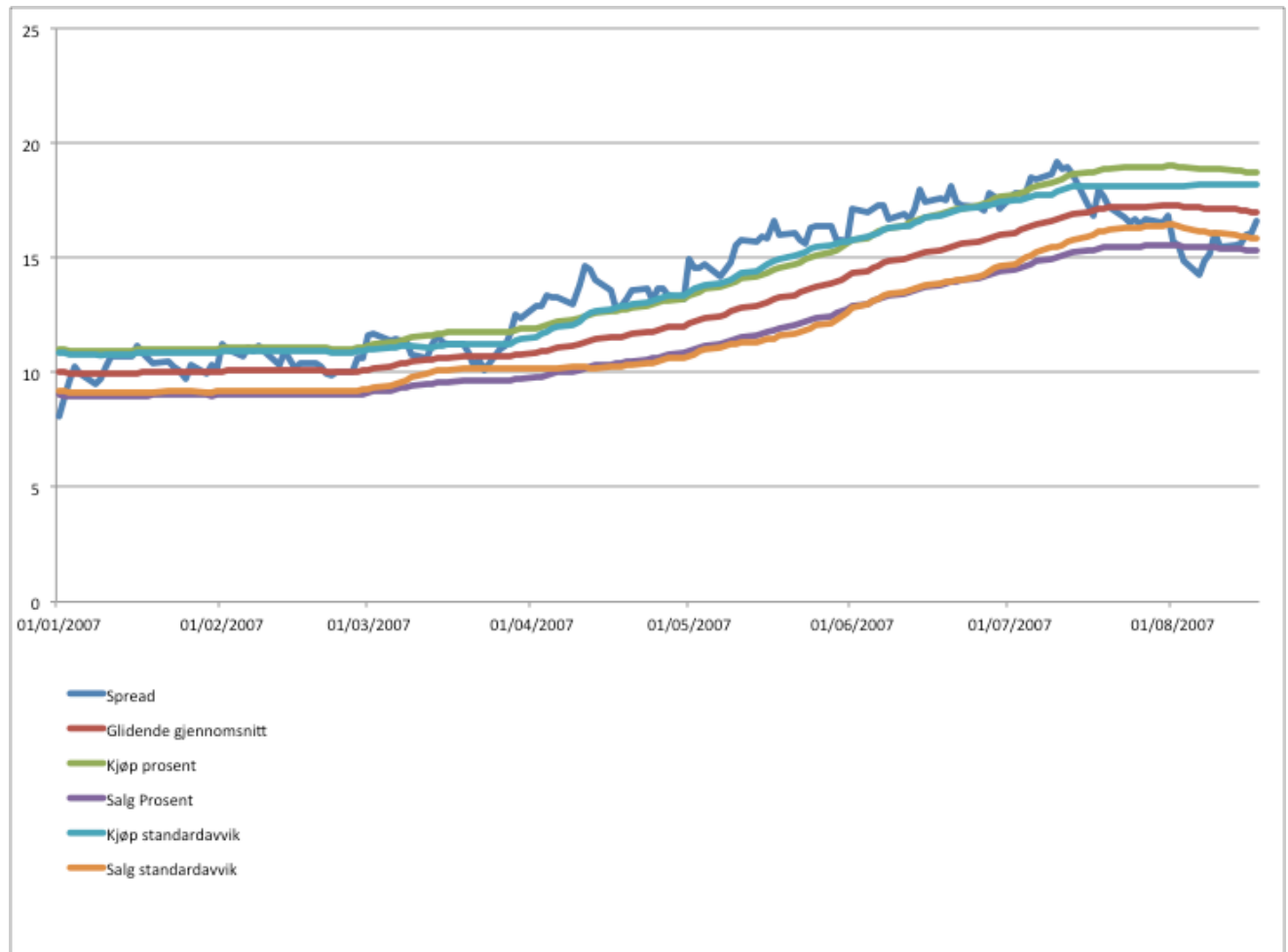
$$P_t > MA_t + B * SD_t \quad (5.14)$$

Og omvendt, vi inngår en short handel dersom:

$$P_t < MA_t - B * SD_t \quad (5.15)$$

Figur 5 forsøker å vise sammenhengen mellom disse ulike størrelsene. Her ser vi for eksempel et lengre tidsrom, fra ca. 01.04.2007 til 01.07.2007 hvor prisen på spreaden ligger over det som skal til for å gå inn i en long handel, både med regelen basert på prosent og regelen basert på standardavviket til det glidende snittet. Dette er selvfølgelig kun gjeldende med de aktuelle verdiene som ble benyttet i modellen for å fremstille denne grafen. Man kan

også se at kjøps- og salgssignalene basert på glidende snitt ligger tettere inn mot det glidende snittet enn den prosentbaserte metoden i perioder med lav volatilitet, og omvendt i perioder med høyere volatilitet.



Figur 5: Illustrerer forholdet mellom pris, glidende gjennomsnitt, samt øvre og nedre bånd beregnet på ulike måter

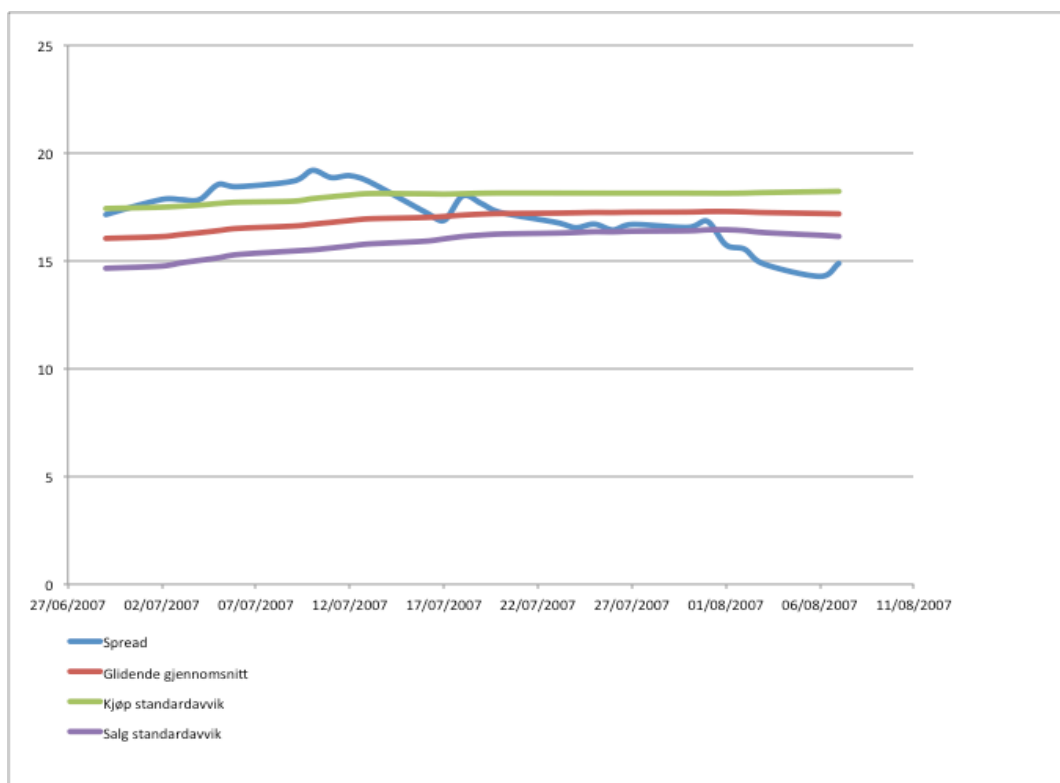
5.8 Utgangssignal, lukke handelen

Handelsstrategien kan ikke bare bestemme når vi skal åpne en long eller short handel. Den må også avgjøre når vi skal lukke en handel og innta en nøytral posisjon i markedet. Taylor (2005) benytter i sin grunnmodell for handel med glidende gjennomsnitt en strategi hvor man holder en long eller short posisjon så lenge prisen, i vårt tilfelle spreaden, ligger over det som kreves for å sende et kjøpsignal. Eller under det som kreves for å sende ut et salgssignal.

Girma & Paulson (1999) lukker sine posisjoner i det øyeblikk prisen krysser over til motsatt side av det glidende gjennomsnittet i forhold til der hvor handelen ble foretatt.

Man kan også tenke seg mer aggressive strategier hvor man holder en long posisjon helt frem til et signal om å innta en short posisjon utløses, eller omvendt. Det handler til slutt om en avveining om man foretrekker mange små gevinster eller om man skal jakte på noen få store gevinster. Da transaksjonskostnader påvirkes av antall handler er dette en avveining som må gjøres i forhold til hva som lønner seg.

Vi har valgt å eksperimentere litt med ulike utgangssignaler. Vi har da valgt å benytte en faktor som angir hvor langt mellom kjøpsignal og salgssignal vi ønsker å ligge før vi lukker en handel.



Figur 6: Figuren viser et stilisert eksempel som illustrerer en handel i 1Pos spreaden

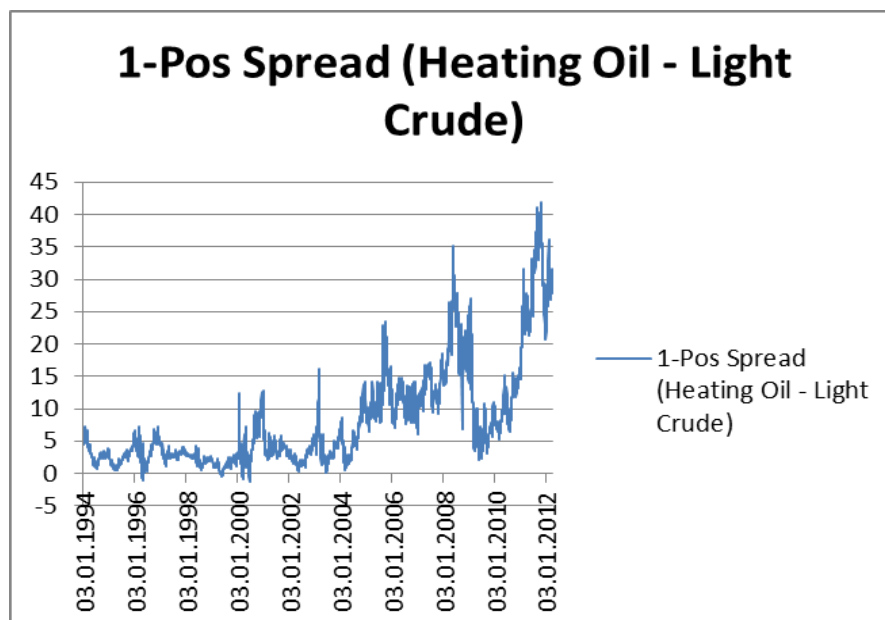
Denne faktoren skaleres fra 1 til -1, hvor 1 angir at lukker strategien i det man krysser samme bånd som utløste kjøps- eller salgssignalet for den handelen man er inne i. -1 betyr at man må krysse det motstående båndet for å lukke handelen, i det man inntar en motsatt posisjon. 0 betyr at man lukker posisjonen i det man krysser det glidende gjennomsnittet. Desimalverdier

angir den relative avstanden mellom det glidende gjennomsnittet og et av båndene som kreves for å lukke posisjonen.

Med utgangspunkt i figur 4: Ved verdi 1 ville handelen som inngås den 2/7 lukkes den 16/7 i det den blå linjen igjen krysser den grønne linjen. Ved verdi -1 ville ikke handelen lukkes før den 31/7 i det den blå linjen krysser den lilla linjen. Ved verdi 0 lukkes handelen den 17/7, i det den blå linjen krysser den røde, før vi inntar en ny long posisjon den 18/7, som igjen lukkes den 20/7.

5.9 Valg av tidsserie

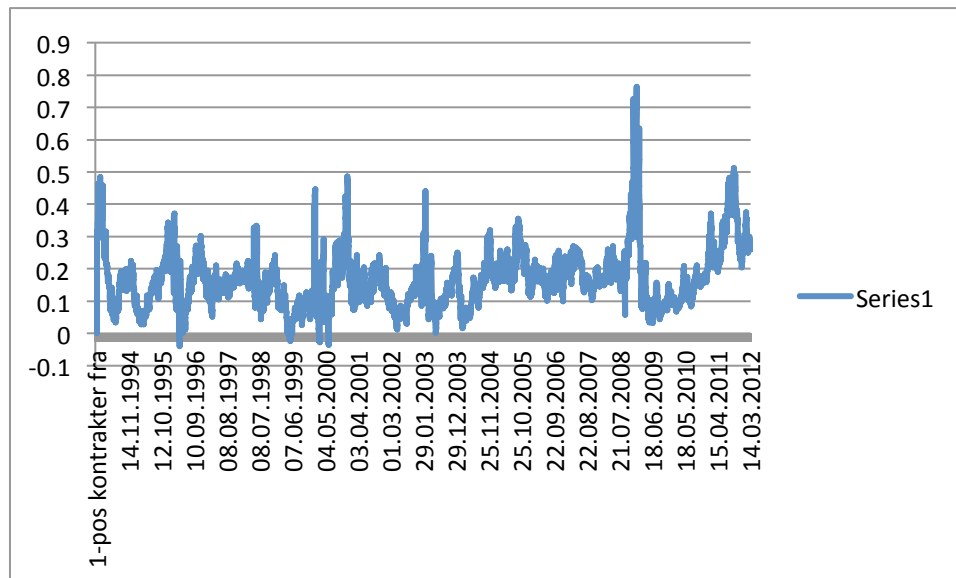
Vi har lagt opp til å forsøke å benytte to ulike tidsserier i handelsstrategiene, for å avgjøre hva som vil fungere best. Vi skal da bruke spreaden mellom lett råolje og heating oil i antall USD, og vi skal bruke en tidsserie over den relative verdien av spreaden målt i prosent av et fat lett råolje.



Figur 7: Figuren viser utviklingen i spread mellom 1Pos lett råolje og 1Pos heating oil i perioden 1994 til 2012. Spread er i denne figuren målt i USD

Som figur 7 viser, virker det som at det har vært et regimeskifte fra perioden rundt 2005/2006. Etter denne perioden kan man observere spread opp mot 40 dollar. Dette er vesentlig høyere

enn det man ser i perioden fra 1994 til 2004, hvor spreaden beveger seg stort sett mellom 0 og 10 dollar.



Figur 8: Figuren viser spread mellom 1Pos kontrakter på lett råolje og 1Pos kontrakter på heating oil. Spreaden er her beregnet i prosent av oljepris

Vi har valgt å benytte to ulike tidsserier i handelsstrategiene av flere grunner. Regresjonen i ADF testen som danner grunnlaget for å hevde at tidsserien er stasjonær indikerer et relativt forhold mellom prisen på de to kontraktene, ikke et absolutt forhold. Det eliminerer også på en enkel måte eventuelle påvirkninger av effekter som inflasjon. En enkel observasjon av tidsseriene i figur 7 og figur 8 viser også tydelig at den relative spreaden er langt mer stasjonær enn den absolutte spreaden.

Vi har utført svært mange analyser av hvordan ulike parametervalg i handelsmodellene påvirker dynamikken og resultatene i de ulike modellene. Dette har resultert i et omfattende datamateriale som er for stort til å kunne presenteres i sin helhet i en slik oppgave. Vi har derfor valgt å fokusere på å presentere de viktigste linjene og underbygge funnene med noen eksempler.

Som overordnet mål på ytelse for strategiene har vi valgt å legge til grunn det vi kaller gjennomsnittlig gevinst per år. Dette kombinerer forventningsverdien av å gjøre en handel som er signalisert av strategien med hyppigheten av handler den aktuelle strategien leverer. Dette betyr at det gjerne vil eksistere innstillinger som gir høyere prosentvis suksess anse per

enkelt handel eller høyere forventningsverdi per handel, men at disse strategiene i snitt vil generere såpass mange færre handler per år at de totalt sett blir mindre lønnsomme. En handel indikerer i dette tilfellet å gå long eller short en kontrakt lett råolje, og innta en motsatt posisjon i 42 kontrakter med heating oil.

Med dette som bakgrunnsinformasjon har vi valgt å dele strategien inn i fire kategorier for å avgrense omfanget av oppgaven:

1. Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt.
2. Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt.
3. Spread beregnet i prosent av lett råoljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt
4. Spread beregnet i prosent av lett råoljepris med øvre og nedre bånd beregnet med standardavvik av glidende gjennomsnitt.

For hver av disse fire hovedkategoriene vil vi manipulere flere ulike parametere. Parameteren L, lengden på vinduet for beregning av glidende gjennomsnitt eller antall lags for glidende gjennomsnitt, varieres fra 4 til 100 med intervall på 4. Bredden på øvre og nedre bånd varieres fra 1% til 25%, med intervall på 1% i de testene hvor vi benytter prosentvis bredde, og fra 0.2 standardavvik opp til 5 standardavvik med intervall på 0.2 standardavvik i de testene hvor vi benytter standardavvik. Vi vil også teste ulike punkter for utgang av en handel, mellom øvre og nedre bånd.

Basert på dette vil vi forsøke å finne en tilnærming til optimale verdier for parameterne i hver av de fire hovedtypene av strategier vi har valgt. De optimale verdiene vil estimeres på bakgrunn av data frem til 31.12.2008. Da verdiene for optimal lengde og bredde er estimert vil vi gjennomføre strategiene på perioden fra 01.01.2009 frem til 2012. En såkalt backtesting på data som skal representere fremtidige bevegelser for å se om man kan oppnå gevinst ved å følge strategiene. På denne måten forsikrer vi oss at parameterne ikke er skreddersydd for datamaterialet.

I første iterasjon av denne testen setter vi det opp slik at en handel lukkes i det man krysser over til motsatt side av det glidende gjennomsnittet. Dette lar oss se på effekten av ulike verdier av L og B på de ulike kontraktene. Vi har laget en krysstabell som viser

gjennomsnittlig gevinst per år ved ulike kombinasjoner av L og B for de ulike kontraktene. Et eksempel på en slik tabell for 1Pos kontraktene finnes i vedlegg 2, tabell 1. I disse tabellene har vi funnet maksimalverdi for hver rad og kolonne. Disse verdiene representerer en tilnærming til den maksimale oppnåelige gevinst for en bestemt L eller B.

Ved å variere kriteriet for hvor man skal lukke en handel påvirkes varigheten av hver handel, antallet handler man i snitt oppnår per år, og gevinsten per handel. Vi valgte å gjennomføre samme test som er beskrevet i teksten over for alle de fire hovedstrategiene, men med ulike utgangsstrategier. Vi har benyttet utgangsskalering 1.0, 0.5, 0.25, 0.0, -0.25, -0.5 og -1.0.

Dette betyr:

- 1.0 innebærer at man går ut av en handel i det man krysser samme båndet som startet handelen. En long posisjon lukkes i det prisen kommer under det øvre båndet, og en short posisjon lukkes i det prisen kommer over det nedre båndet.
- -1.0 innebærer at man først lukker handelen i det prisen krysser det motsatte båndet. En long posisjon lukkes i det prisen faller under det nedre båndet, og en short posisjon lukkes i det prisen stiger over det øvre båndet. Ved denne insillingen skal man i teorien holde enten en long eller en short posisjon 100 % av tiden.
- 0.0 betyr at enhver posisjon lukkes dersom prisen krysser over til motsatt side av det glidende gjennomsnittet
- 0.5 og 0.25 innebærer at posisjonene lukkes dersom prisen kommer innenfor henholdsvis 50% og 25% av avstanden mellom glidende gjennomsnitt og det båndet som satte i gang handelen.
- -0.5 og -0.25 innebærer at posisjonene lukkes dersom prisen krysser det glidende gjennomsnittet og forsetter hhv. 50% eller 25% av distansen videre til båndet på motsatt side av der handelen ble initiert.

5.2.1 Gevinstberegning

- Ved handel i futures er det ingen kontantutlegg ved inngåelse av en kontrakt. Det må gjerne stilles penger som sikkerhet eller margin til et clearing-hus. Vår handelsstrategi innebærer at vi skal gå long i ett instrument og short i et annet. Dette betyr at disse sikkerhetene som må stilles gjerne vil oppveie hverandre, i alle fall dersom

stasjonæriteten i systemet viser seg å holde. Dette gjør det litt komplisert å kunne beregne avkastningen for ulike strategier.

- Vanligvis, ved testing av handelsstrategier på for eksempel aksjer, vil man enkelt kunne måle avkastningen man skaper som en gitt prosent av investert kapital. Ved handel i den typen spread som vi undersøker her vil man ha mulighet til å nesten velge helt fritt hvor høy gearing man ønsker å ha. Dette betyr at man må vite noe om både risikoen for handel i denne spreaden og den tenkte investor sin risikovillighet for å kunne beregne en avkastning i prosent. En investor med 1 million i kapital kan, ut fra sin risikopreferanse, være villig til å inngå en handel på 10 kontrakter. En annen kan være villig til å inngå bare 5 kontrakter med samme tilgjengelige kapital. Disse vil derfor oppleve vidt forskjellige avkastninger i prosent av sin tilgjengelige kapital.
- For å slippe å gjøre antakelser om risikovilje, og risiko generelt, har vi valgt å gå bort fra denne måten å måle gevinst. Vi har heller valgt å måle strategiene med mer objektive beskrivelser. Vi antar at man ved kjøps- eller salgssignal inntar en posisjon på 1 long kontrakt i lett råolje og 42 short kontrakter i heating oil, eller omvendt. Denne posisjonen holdes frem til handelsstrategien gir signal om å lukke handelen eller innta en omvendt posisjon. Vi måler da ulike egenskaper ved disse handlene, slik som hvor mange prosent av handlene som gir gevinst, forventet verdi i USD av en handel, gjennomsnittlig varighet av en handel, gjennomsnittlig antall handler per år, forventet gevinst i USD per år osv. Det er da opp til en investor å skalere disse strategiene i henhold til sine risikopreferanser. Dette er basert på måten de har gjort tilsvarende analyser i Girma & Paulson (1999) og Mitchell (2010).

5.2.2 Transaksjonskostnader

- Vi ser at tidligere studier gjerne opererer med ulike former for transaksjonskostnader. Mitchell (2010) opererer med en kostnad på \$103,50 USD per gjennomført handel. Girma & Paulson (1999) benytter en kostnad på \$100USD per gjennomført handel. Denne kostnaden fremstår i disse artiklene som konstant, uavhengig av antall kontrakter som inngår i handelen. Vi mener dette blir upresist, da vi ikke kan gjøre en antakelse om at en investor bare vil investere i en enkelt kontrakt dersom de følger denne strategien. Det vil derfor være ukjent hvor mange kontrakter denne kostnaden skal fordeles ut over.

- Vi har på bakgrunn av dette, og i samråd med veileder, valgt å se bort fra transaksjonskostnader. Vi legger til grunn at kostnadene for en gitt investor vil variere avhengig av volumet som skal handles, hvilken megler som benyttes og investoren sitt kundeforhold til denne megleren. En eventuell investor må selv kjenne til sin kostnadsstruktur og ta dette med i beregningen ved valg av en eventuell handelsstrategi. Da våre resultat presiserer antall handler knyttet til fortjenesten, vil det for øvrig være mulig for hver enkelt investor å trekke fra transaksjonskostnader basert på kostnader investoren har pr handel.

5.2.3 Risiko

For å kunne rangere strategiene på bakgrunn av risiko, benyttes gjerne risikomål som sharpe ratio, standardavvik, median og gjennomsnitt.

Sharpe Ratio

Sharpe Ratio gir oss en indikasjon på hvor høy avkastning man oppnår ved å sitte med en investering som har en høyere volatilitet og risiko. Da en investor har mulighet til å investere risikofritt, bør avkastningen gjenspeile den ekstra risikoen en mer volatil investering medfører. Man får da risikojustert avkastningen.

Sharpe Ratio kan defineres som følger:

$$S(x) = \frac{rx - R_f}{StdDev(x)}$$

X = Investeringen

rX = Gjennomsnittlig avkastning fra x

R_f = Risikofri rente

StdDev (x) = Standard avvik

Varians og Standardavvik

Vi finner Varians før vi fra dette utleder standardavviket:

$$Var(r) = \sum_{s=1}^s Pr(s) * [r(s) - E(r)]^2$$

Standardavvik

$$Std(r) = \sqrt{Var(r)}$$

(Bøhren & Michalsen 2006)

Median

Medianen har like mange observasjoner på hver side, og gir oss et uttrykk for dataens sentrale tendens (Ringdal 2006). Da gjennomsnittsverdier kan få store utslag ved ekstrem verdier blant datasamlingen, kan medianen bidra til å gi oss et bedre bilde på den sentrale tendensen.

Ved å se på differansen mellom median og gjennomsnittsverdien, får man også en indikasjon på om dataen er samlet rundt et avgrenset område, eller om det forekommer ekstrem- verdier. Noen få handler med ekstremt negativ avkastning kan bidra til at totalavkastningen er negativ. Mange investorer vil da foretrekke en strategi som gir dem en stabil, men lavere avkastning pr handel, dersom risikoen er lavere.

Vi har valgt å benytte standardavvik, median og gjennomsnitt som indikasjoner til å kunne rangere strategiene på bakgrunn av risiko. Høy avkastning er viktig, men risikoen bør samsvare med avkastningen man oppnår. Dette vil gjøres på resultatene vi oppnår på backtesting perioden.

6.0 Resultat

Som det fremgår av vedlegg 1, tabell 1 og tabell 3, er både tidsserien over priser og tidsserien over LN(pris) for de ulike kontraktene mobile.

Den førsteordens deriverte, LN-avkastningen, er stasjonær for alle kontraktene, både for perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012 og for perioden 1/3-2002 til 23/3-2012. Dette fremkommer av vedlegg 1, tabell 2. Dette betyr at tidsseriene er $I(1)$, og det vil derfor være grunnlag for å benytte kointegrasjon for å beskrive forholdet mellom tidsseriene.

Vi har også testet korrelasjon mellom avkastningen på kontrakter for lett råolje og heating oil med ulik varighet. Resultatene av dette fremgår av vedlegg 1, tabell 5. Her er det interessant å merke seg at korrelasjonen mellom disse kontraktene på NYMEX er mye høyere enn den Westgaard et. al. (2011) fant i en lignende undersøkelse mellom Brent lett råolje og gas oil kontrakter på ICE.

6.1 Resultat Kointegrasjon

Ettersom de innledende analysene indikerer at tidsseriene er $I(1)$ har vi gått videre med testing for kointegrasjon mellom tidsseriene. Både Engle-Granger-metoden og Johansen-metoden har blitt benyttet for å teste for kointegrasjon. Resultatene av testen er oppsummert i vedlegg 1, tabell 6.

Vi valgte å teste for kointegrasjon for 3 ulike tidsperioder. Perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012, perioden 1/3-2002 til 23/3-2012 og perioden 1/3-2002 til 9/11-2009. Sistnevnte periode er valgt for å være en nøyaktig parallell til analysen som er gjort i Westgaard et. al (2011).

Vi har også valgt å teste både for kointegrasjon mellom tidsseriene for LN(pris) og pris. Førstnevnte anbefales blant annet av Alexander (2008), mens sistnevnte er valgt for å være sammenlignbare med funnene til Westgaard et. al. (2011).

Våre funn indikerer at kontraktene med 1, 2 og 3 måneder igjen til oppgjør er kointegrerte for ethvert rimelig signifikansnivå for alle de 3 periodene vi har valgt å analysere. Vi ser allikevel at vi har markant høyere p-verdier i analysen av tidsseriene for 3/1-1994 til 23/3-2012 enn for de andre to.

For kontraktene med 6 måneder til oppgjør ser vi noe lavere p-verdier i enkelte av periodene, men de eneste testene som ikke er signifikante på minimum 5% nivået, er Johansens test for perioden 1/3-2002 til 23/3-2012 for sammenhengen mellom pris på kontraktene.

Kontraktene med 12 måneder til forfall viser lavere grad av kointegrasjon. Kontraktene hvor forholdet mellom LN(pris) analyseres er kointegrasjon påvist på 5% nivået for alle 3 periodene. Der hvor pris benyttes er sammenhengen, i følge Johansens test, ikke signifikant i perioden 30/10-1995 til 23/3-2012 og perioden 1/3-2002 til 23/3-2012.

Vår test viser tydelig at vi har en lavere grad av kointegrasjon jo lengre det er igjen til forfall for kontrakten. Vi observerer lavere verdi for testobservatoren og stigende P-verdi for alle tester ved økende tid til forfall, med ett eneste unntak. Testen for kointegrasjon for prisen til 12 Pos kontrakter i perioden 1/3-2002 til 23/3-2012 gir høyere testobservator og lavere P-verdi enn tilsvarende test for 6-Pos kontrakter. Noe av forklaringen bak dette kan ligge i at handelsvolumet er lavere for kontraktene med lang tid til forfall.

Vi ser også tydelig at testen for kointegrasjon gir sterkere resultater dersom man tester sammenhengen mellom LN(Pris) enn om man tester på sammenhengen mellom pris.

Vi ser noe svakere grad av kointegrasjon i perioden etter 2002, noe som nok skyldes forhold som finanskrisen, krigen mot terror, eurokrisen osv. Verdens finansmarkeder har vært turbulente etter årtusenskiftet, noe som blant annet har påvirket volatiliteten i markedene. Figur 3 viser tydelig hvordan volatiliteten i spreaden mellom lett råolje og heating oil har endret karakter etter årtusenskiftet.

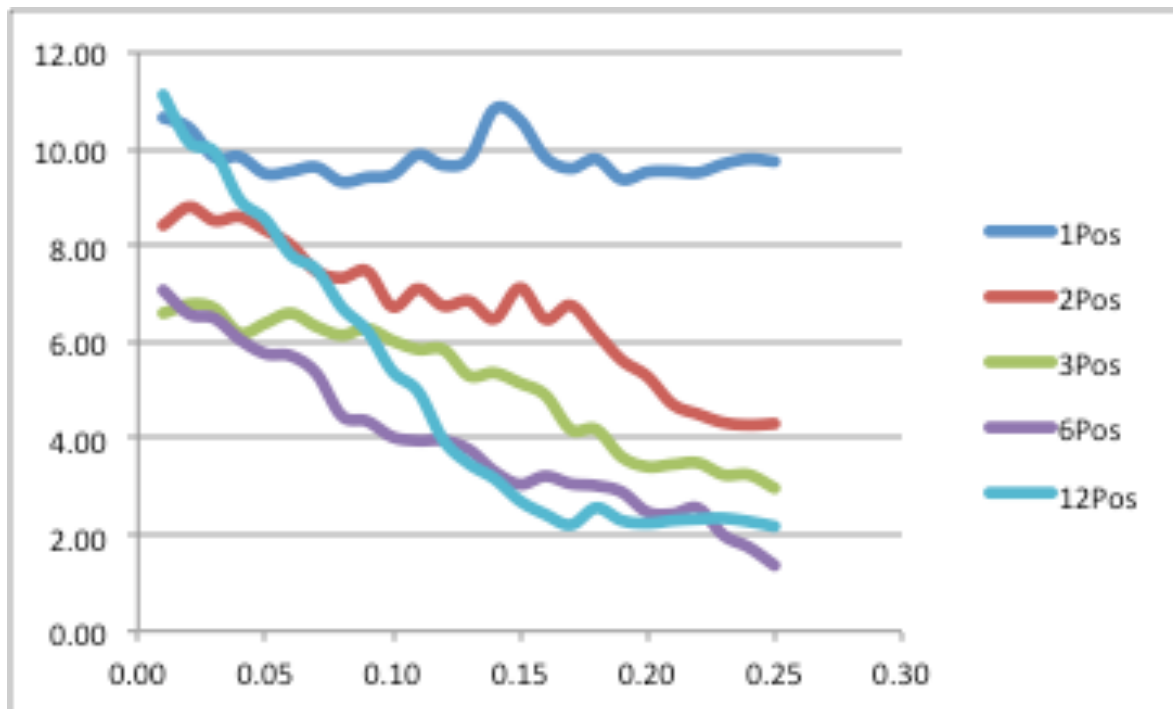
Vi kan like vel ikke si at det er tilstrekkelig grunnlag for å forkaste funnene fra tidligere forskning på området som er gjort på data fra før årtusenskiftet. Våre funn støtter derfor funnene fra Serletis (1994) på data fra 1984 til 1993, Gjølborg & Johnsen (1999) på data fra 1992 til 1998, Haigh & Holt (2002) på data fra 1984 til 1997, Girma & Paulson (1999) på data fra 1983 til 1994, Mayr & Tamvakis (1999) på data fra 1985 til 1997 og Lanza et al. (2005) på data fra 1994 til 2002. Det er mulig å påvise kointegrasjon mellom disse kontraktene også i den volatile perioden etter 2002.

Vi fikk med andre ord ikke det samme resultat som Westgaard et. al (2011) fikk på kontrakter notert på ICE fra denne perioden på kontraktene notert på NYMEX.

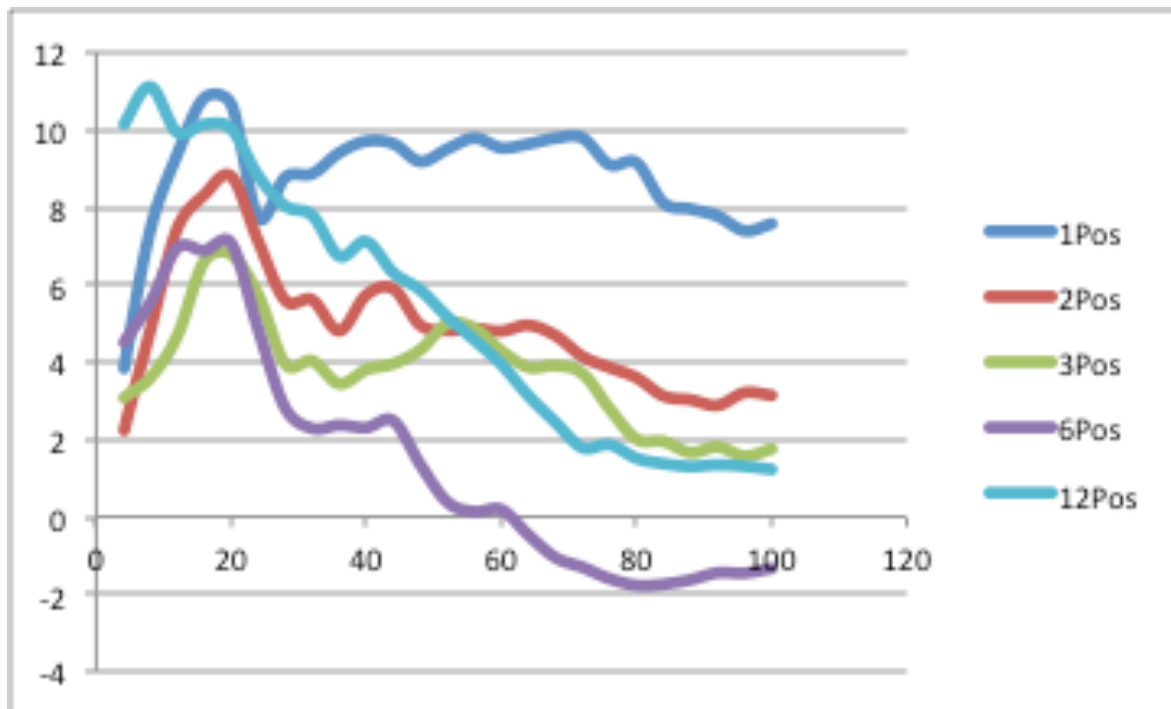
Ettersom vi kunne påvise kointegrasjon i dette markedet var vi i stand til å implementere ulike handelsstrategier for å forsøke å utnytte forholdet mellom disse kontraktene. Det gav oss følgende resultat.

6.1.1 Resultat Strategi 1: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt

Vi vil begynne med å presenter resultatene for Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt. Grafisk oppsummering for alle 5 kontraktene ble som følger:



Figur 9: X-aksen viser ulike verdier for B. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD



Figur 10: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD

Som man kan lese ut fra figur 9 og 10 er 1-Pos kontraktene langt mer robuste i forhold til parametervalg enn de andre 4 kontraktene. Denne kontraktstypen gir brukbare resultater med nesten enhver verdi av B i denne konfigurasjonen, forutsatt at man velger riktig L til å komplimentere denne B-verdien. Vi ser også at 1-Pos er mer robust i forhold til ulike verdier for L enn de andre kontraktene.

1-, 2-, 3- og 6-Pos kontraktene ser alle ut til å fungere best med L rundt 20. Kontraktene med 2-, 3-, 6- og 12 måneder til oppgjør faller bratt ved vindu lengre enn 20 dager. 12,-Pos kontrakten fungerer best dersom modellen benytter bare 8 lags.

2-, 3-, 6-, og 12-Pos kontraktene gir best resultater dersom de benyttes med svært små B-verdier på 1% og 2%. 1,- Pos kontrakten yter best når $B=14\%$ i denne situasjonen.

En nærmere analyse av tallmaterialet viser at forventningsverdien per handel og andelen vellykkede handler øker med stigende B for alle kontraktstypene, men for 2-, 3-, 6- og 12-Pos kontraktene faller antallet handelsmuligheter i en raskere takt enn gevinstpotensialet øker. For 1-Pos kontraktene er det fremdeles nok handelsmuligheter ved høyere B til å gjøre dette bærekraftig.

Dette forteller oss noe om hvordan spreaden i de ulike kontraktene ser ut. 1-Pos serien har større svingninger over lengre tidsperioder som man kan utnytte, mens 2-, 3-, 6- og 12-Pos kontraktene primært har små, kortsiktige svingninger som man kan utnytte ved svært hyppig trading.

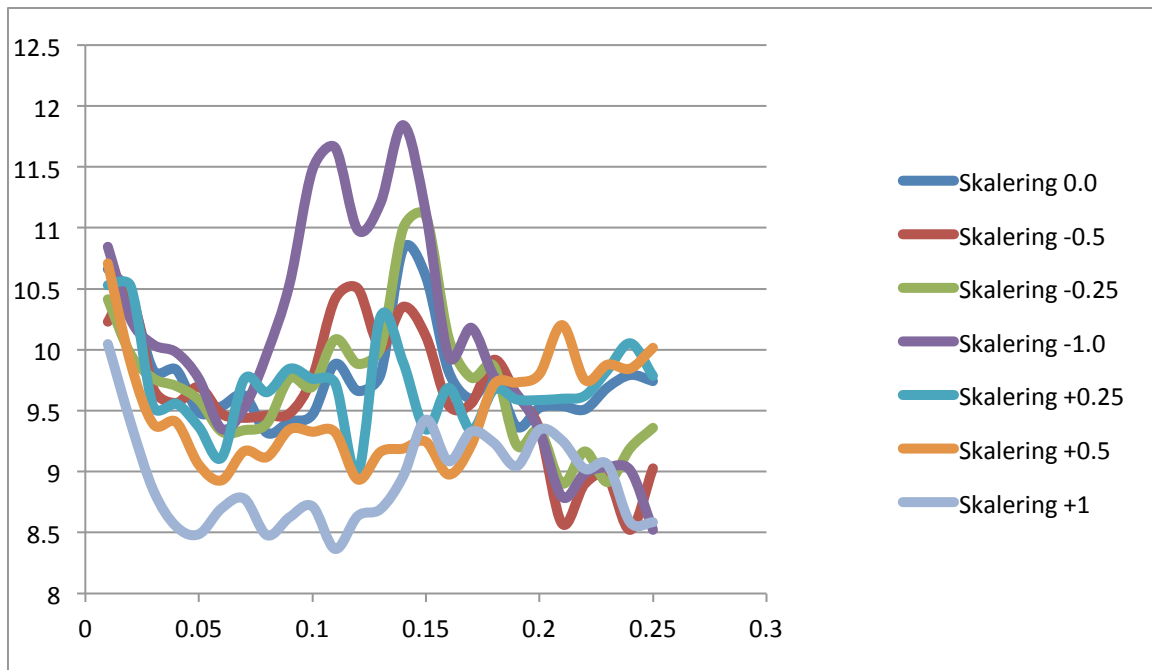
Oppsummering av de optimale verdiene for ulike kontrakter, dersom modellen er stilt inn til å lukke handler ved kryssing av det glidende gjennomsnittet, fremgår av tabell 1:

Tabell 1: Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0

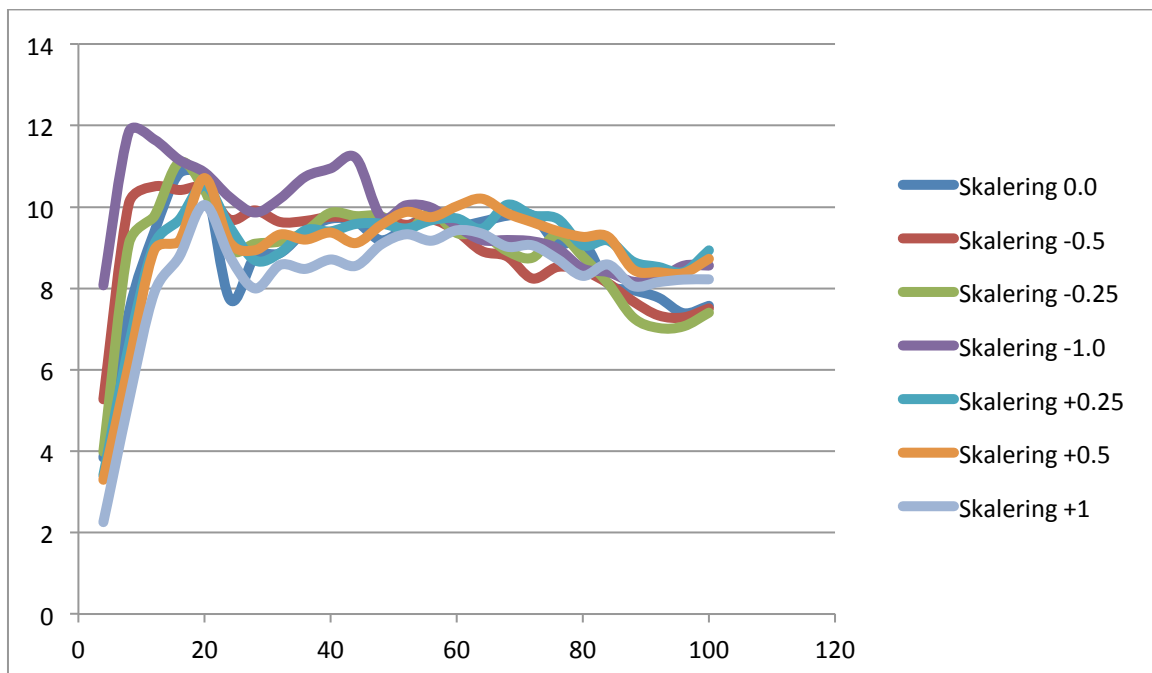
	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	16	20	20	20	8
B	0.14	0.02	0.02	0.01	0.01
Forventet gevinst per år	\$10.830	\$8.800	\$6.880	\$7.070	\$11.110
Prosent suksess	0.747	0.782	0.797	0.845	0.83
Gj. Snitt varighet trades	9.38 dager	8.35 dager	8.7 dager	7.56 dager	3.84 dager
Gj. Snitt trades per år	16,87/år	28.22/år	26,73/år	31.72/år	58.85/år
Forventningsverdi pr trade	\$642	\$312	\$254	\$223	\$189

Ved å variere kriteriet for når man skal lukke en handel, påvirkes varigheten av hver handel, antall handler man i snitt oppnår per år, og gevinst per handel. Vi har forsøkt å gjennomføre samme test som er beskrevet i teksten over med ulike utgangsstrategier. Vi har benyttet utgangsskalering 1.0, 0.5, 0.25, 0.0, -0.25, -0.5 og -1.0.

Overraskende nok spiller valg av denne faktoren nesten ingen rolle for denne handelsstrategien. Dette gjelder for 4 av de 5 kontraktstypene. Vedlegg 3, figur 1-10 viser grafisk hvordan de ulike valgene av denne faktoren påvirker gjennomsnittlig gevinst per år for ulike verdier av L og B for de 5 kontraktstypene. For 1-Pos kontraktene hadde denne endringen en vesentlig effekt, noe som fremgår av figur 11 og 12 under. NB! Figur 11 har en skalert Y-akse.



Figur 11: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier



Figur 12: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier

For 1-Pos kontraktene ser vi at denne innstillingen endrer dynamikken i modellen noe. Optimal L endrer seg fra 16 til 8. Gjennomsnittlig inntjening per år stiger fra 10.83 til 11.84.

For de øvrige kontraktene er forskjellene såpass små at man i en virkelig situasjon ville ha måttet tatt hensyn til preferanser i forhold til om man ønsker mange eller få handler per år og hvorvidt man ønsker å minimere den tiden man er eksponert mot markedet dersom dette er mulig.

Basert på datagrunnlaget kan vi nå oppsummere optimale innstillinger av variablene for denne handelsstrategien som beskrevet i tabell 2.

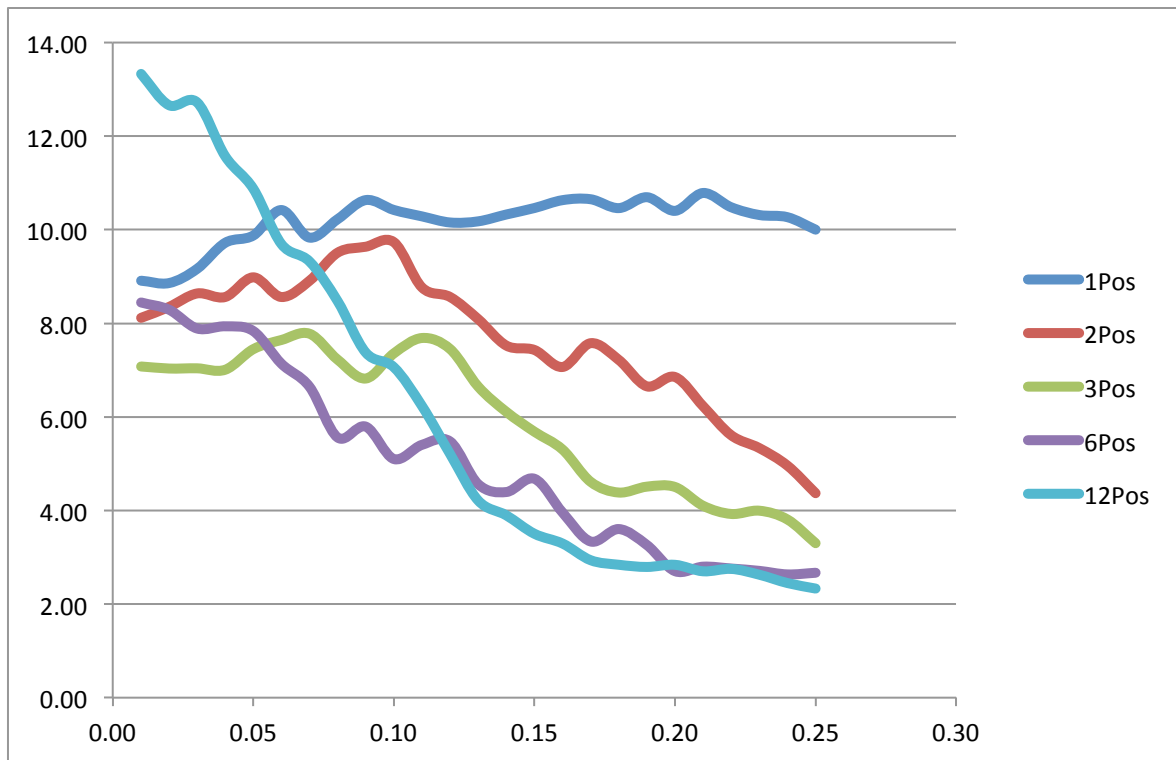
Tabell 2: Optimale verdier for handelsstrategi med absolutt spread og prosentvis beregning av bånd

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	8	20	16	12	8
B	0.14	0.02	0.03	0.01	0.01
Exit-skalerting	-1	-1	-1	1	0.5
Forventet gevinst per år	\$11.840	\$9.060	\$7.340	\$7.210	\$11.210
Prosent suksess	0.706	0.76	0.765	0.815	0.829
Gj. Snitt varighet trades	16.6 dager	10.42 dager	11.2 dager	4.6 dager	3.39 dager
Gj. Snitt trades per år	15,16/år	24.02/år	22.31/år	47.86/år	63.33/år
Forventningsverdi pr trade	\$781	\$377	\$329	\$147	\$174

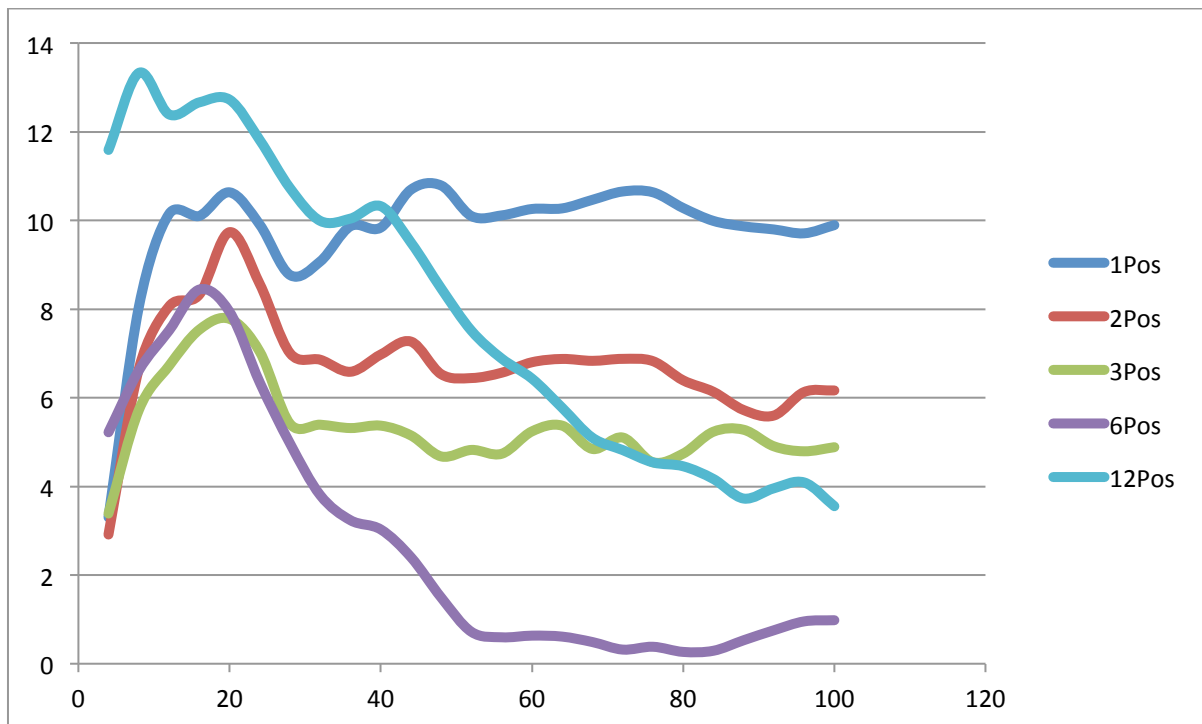
6.1.2 Resultat Strategi 2: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt

Som i strategi 1 har vi her sett på effekten av ulike verdier av L og B på de ulike kontraktene. Vi starter med utgangsstrategien hvor vi lukker handler i det vi krysser over til motsatt side av det glidende gjennomsnittet, tidligere kalt exit skalerting 0.0.

Grafisk fremstilling av maksimal gjennomsnittlig gevinst per år for ulike verdier av L og B i denne strategien fremgår av figur 13 og figur 14.



Figur 13: X-aksen viser ulike verdier for B. Y-aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD



Figur 14: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD

Vi ser at grafene har noenlunde samme fasong som i strategi 1, noe som innebærer at 1-Pos kontraktene igjen er langt mer robuste i forhold til valg av parametere enn de andre fire.

Optimal B for 1-Pos kontraktene er hele 21%. Dette tyder på at det her er store svingninger modellen forsøker å fange opp. 2-, 6- og 12-Pos kontraktene har optimal B på 1%, tilnærmet det samme som i strategi 1, og vil med det forsøke å trade på små variasjoner i spreaden. 3-Pos kontraktene har optimal B på 7%, noe som skiller seg litt fra resultatene i strategi 1.

Optimal L for 1-Pos er her 48, noe som skiller seg litt ut fra resultatene i strategi 1. 2-Pos og 3-Pos kontraktene har optimal L på 20, og faller markant for høyere L. 6-Pos har optimal L på 16, og faller også markant for høyere L enn dette. 12 Pos er også i denne strategien mest optimal med en lav L-verdi på 8, noe som indikerer at gevinsten ligger i kortsiktige svingninger.

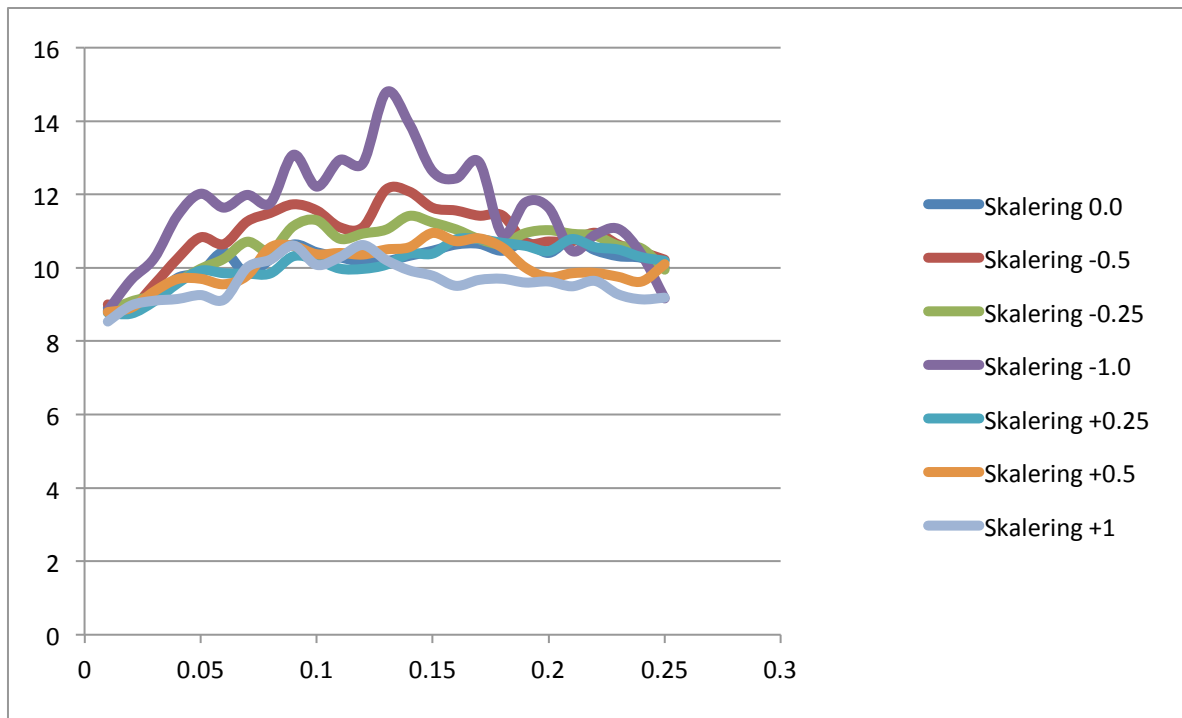
En oppsummering av de optimale innstillingene innledningsvis, ved exitskalering 0, fremgår av tabell 3.

Tabell 3 : Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0

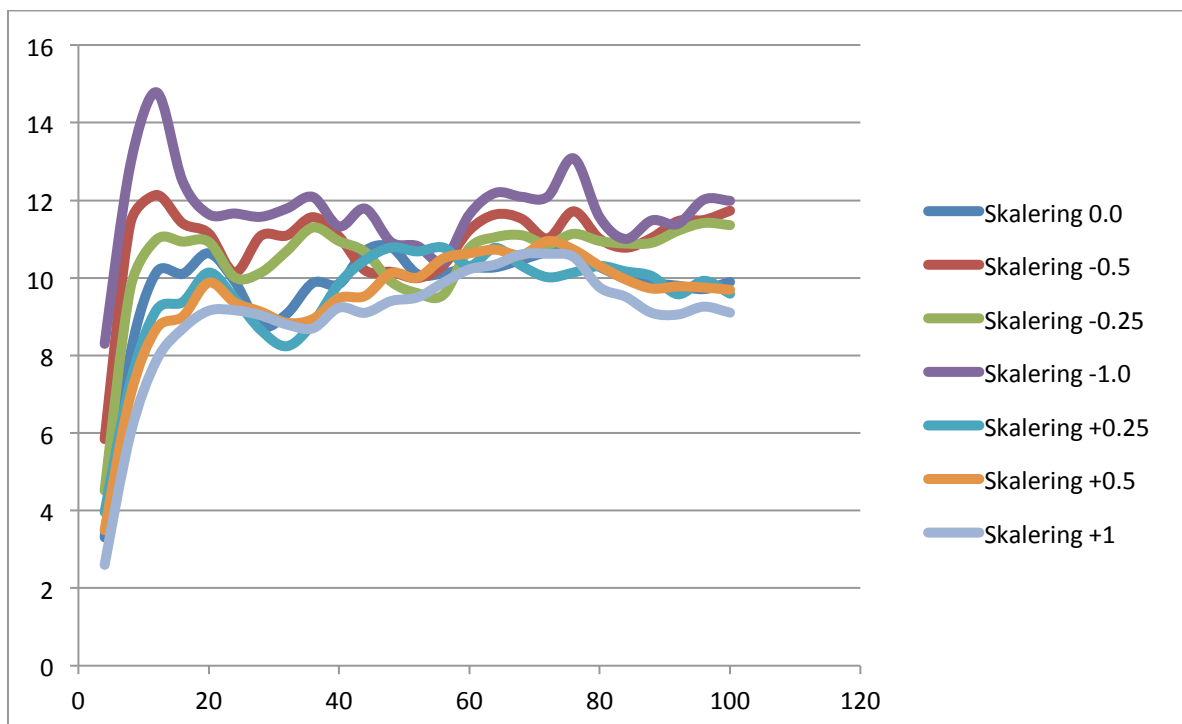
	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos	
L		48	20	20	16	8
B		0.21	0.1	0.07	0.01	0.01
Forventet gevinst per år	\$10.790	\$9.740	\$7.680	\$8.440	\$13.330	
Prosent suksess	0.807	0.776	0.791	0.805	0.819	
Gj. Snitt varighet trades	18.31 dager	10.69 dager	10.02 dager	6.48 dager	3.93 dager	
Gj. Snitt trades per år	9.13/år	16,44/år	19.16/år	36.86/år	58.11/år	
Forventningsverdi pr trade	\$1180	\$590	\$406	\$229	\$229	

Vi går nå videre med strategi 2 og varierer punktet for lukking av handler, på samme måte som vi beskrev under strategi 1.

Denne endringen har en mer tydelig innvirkning på resultatene i strategi 2 enn det vi opplevde i strategi 1. For 3 av de 5 kontraktstypene oppstår det en betydelig avstand mellom beste og dårligste verdi for denne variabelen. Bare for 6- og 12-Pos kontraktene er effekten minimal. Vedlegg 4, figur 1-10 viser grafisk effekten av ulike verdier for denne parameteren for alle 5 kontraktstypene. Som i strategi 1 er virkningen størst på 1-Pos kontraktene, og vi har derfor valgt å vise denne her, i figur 15 og 16.



Figur 15: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier



Figur 16: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier

Her ser vi en økning i gjennomsnittlig gevinst per år på nesten 40% ved å gå fra 0.0 til -1.0. Vi ser også at fokuset flytter fra å handle på store svingninger i det lange bildet, med L=48 og B=21%, over til mer moderate svingninger i det korte bildet med L=12 og B=13%.

Basert på det endelige datagrunnlaget kan vi oppsummere de optimale innstillingene for strategi 2 i tabell 4:

Tabell 4: Optimale verdier for handelsstrategi med relativ spread og prosentvis beregning av bånd

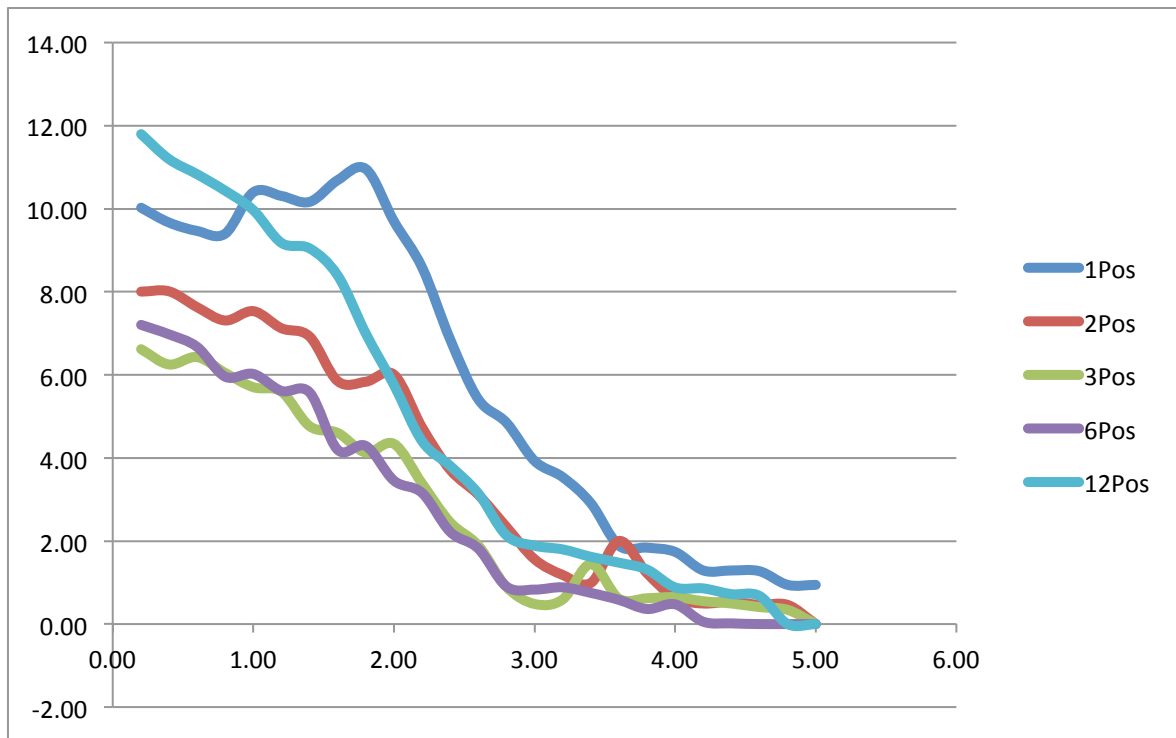
	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	12	8	16	16	8
B	0.13	0.09	0.05	0.01	0.01
Exit-skalering	-1	-1	-1	0	-1
Forventet gevinst per år	\$14.780	\$11.200	\$9.810	\$8.440	\$13.700
Prosent suksess	0.736	0.757	0.775	0.805	0.821
Gj. Snitt varighet trades	16.27 dager	12.96 dager	13.42 dager	6.48 dager	4.99 dager
Gj. Snitt trades per år	15.44/år	19.42/år	18.69/år	36.86/år	50.47/år
Forventningsverdi pr trade	\$958	\$577	\$525	\$229	\$271

Vi legger merke til at resultatene for samtlige kontraktstyper er betydelig mye bedre i strategi 2 enn strategi 1. Dette tyder på at den ekstra informasjonen man tilfører modellen med å benytte spread i prosent av oljepris fremfor spread i absolutte USD er noe modellen klarer å dra nytte av.

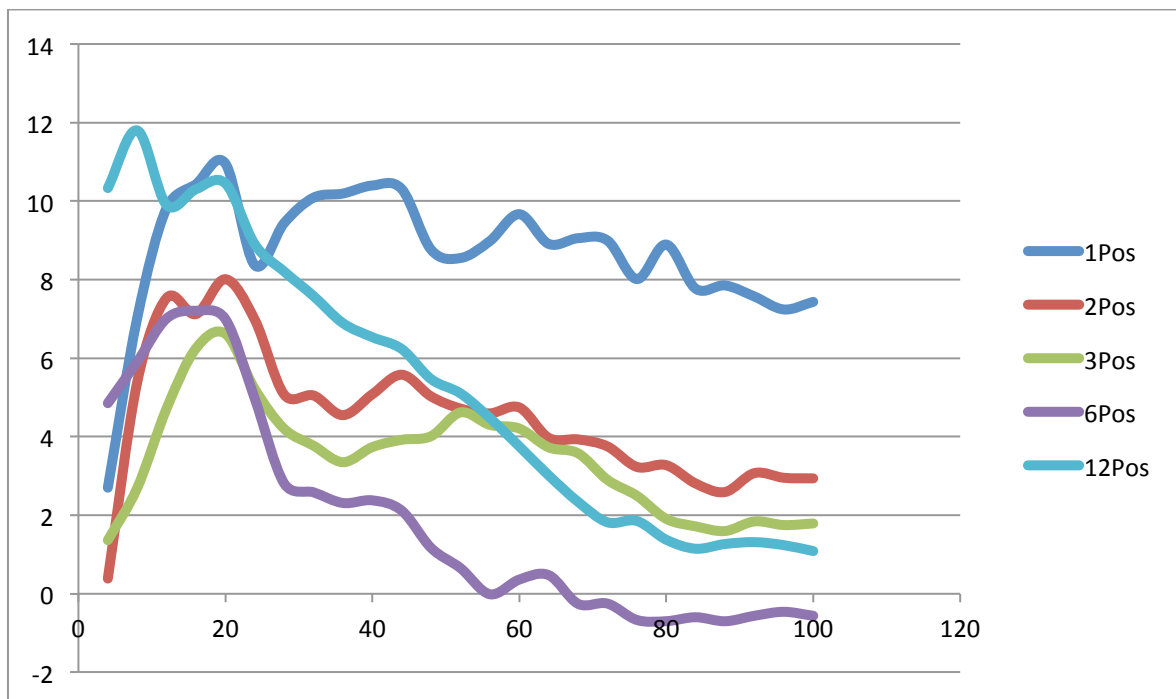
6.1.3 Resultat Strategi 3: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt

Denne strategien er som strategi 1, men med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt og ikke i prosent. B verdiene representerer her antall standardavvik fra glidende gjennomsnitt. Vi har satt exit skalering til 0.0 og ser først på hvordan ulike L og B verdier påvirker resultatene.

Som før har vi funnet maksimal gjennomsnittlig gevinst per år for ulike verdier av L og B, og har fremstilt utviklingen av dette grafisk i figur 17 og 18.



Figur 17: X-aksen viser ulike verdier for B. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD



Figur 18: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD

Her er det nødvendig å påpeke at X-aksen i figur 17 er målt i antall standardavvik, og derfor ikke direkte kan sammenlignes med figur 9 og figur 13 for hhv. Strategi 1 og strategi 2. Figur 18 har samme akser som figur 10 og figur 14, og skal kunne sammenlignes direkte.

Det vi ser igjen er at 1-Pos kontraktene er mer robuste i forhold til valg av parametere. For L virker det som om nesten alt over 16 gir brukbare resultater på disse kontraktene, forutsatt at man har valgt en B som passer til. For B virker det som om alt under 2.5 standardavvik er ok, mens det for de øvrige kontraktstypene er en kraftig synkende gevinst ved stigende antall standardavvik som benyttes i modellen.

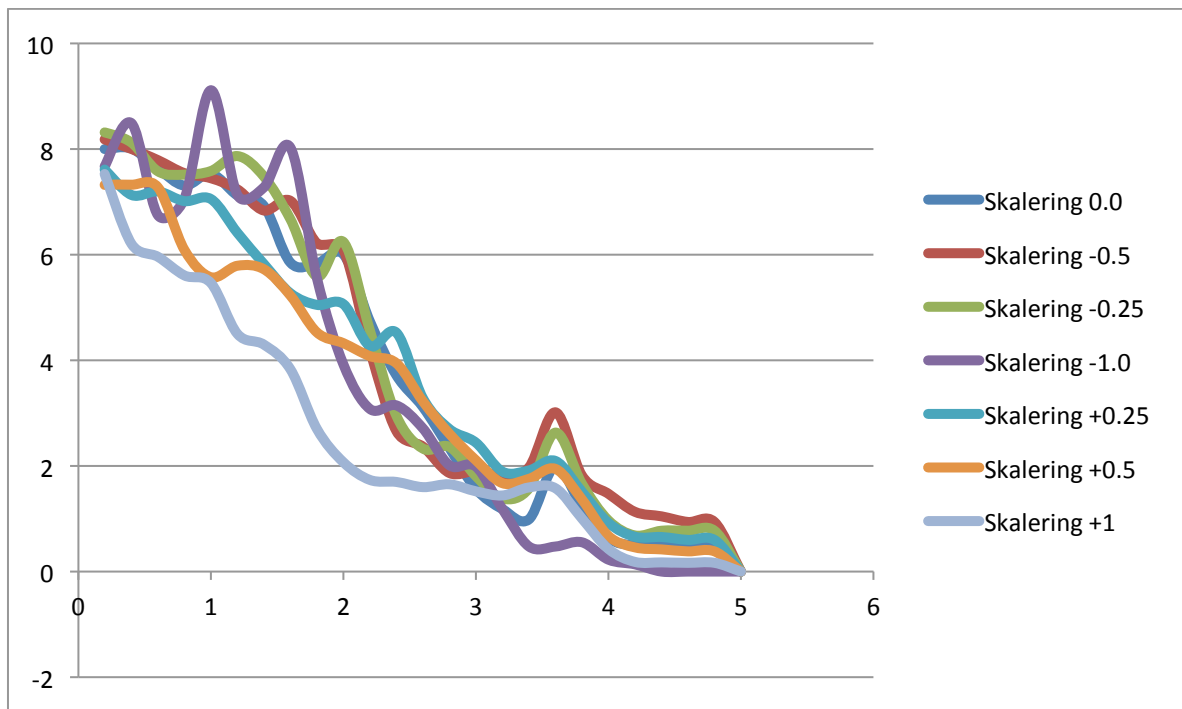
En oppsummering av de optimale verdiene for strategi 3 ved exit skalering 0.0 fremgår av tabell 5.

Tabell 5 : Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0

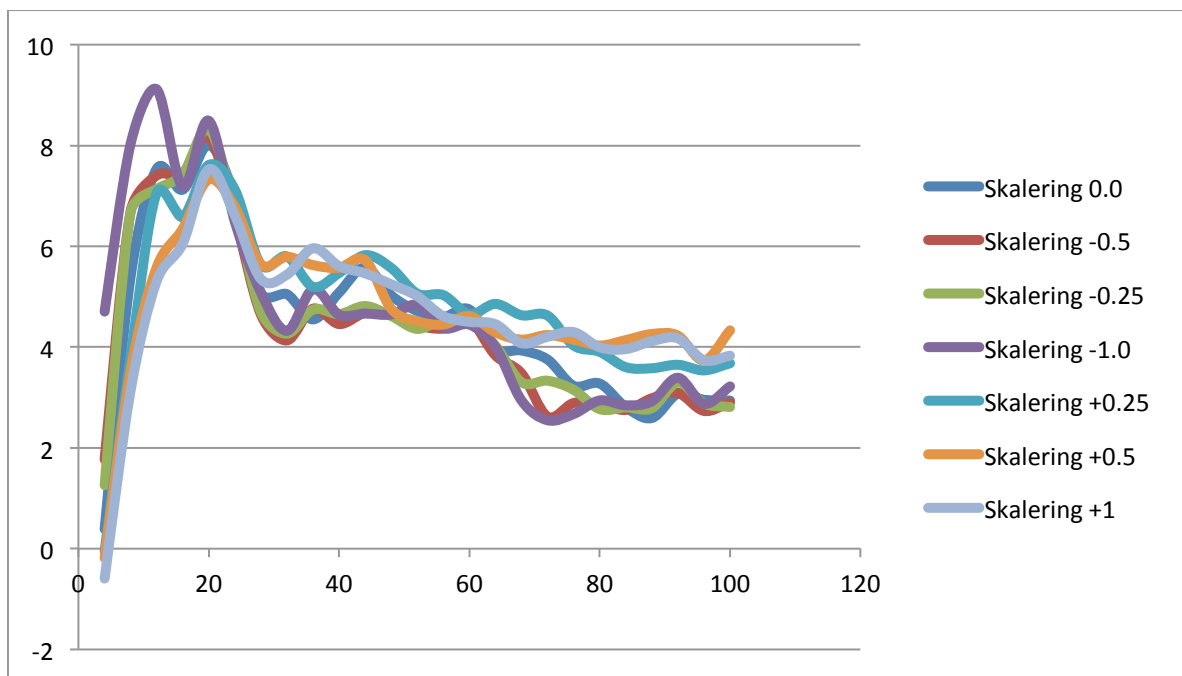
	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L		20	20	20	16
B	1.8	0.4	0.2	0.2	0.2
Forventet gevinst per år	\$10.960	\$8.010	\$6.620	\$7.210	\$11.830
Prosent suksess	0.764	0.785	0.802	0.832	0.834
Gj. Snitt varighet trades	10.9 dager	8.71 dager	8.29 dager	6.33 dager	3.68 dager
Gj. Snitt trades per år	12.36/år	26.15/år	28.81/år	37.38/år	64.51/år
Forventningsverdi pr trade	\$886	\$306	\$230	\$193	\$183

Som i strategi 1 og 2 har vi trenden med at flere av kontraktstypene fungerer best med L på 20 eller 16, og at 12-Pos kontraktene fungerer best med bare 8 dagers glidende gjennomsnitt. 2-, 3-, 6- og 12-Pos kontraktene virker best med øvre og nedre bånd som ligger tett inntil det glidende gjennomsnittet, mens 1-Pos gjerne ligger litt bredere for å fange opp større svingninger.

Vi fortsetter analysen av strategi 3 med valg av ulike utgangsstrategier. Som i strategi 1 og 2 er innvirkningen dette har på frekvens og verdi av hver enkelt handel ganske stor, men nettoeffekten på gjennomsnittlig gevinst per år er ikke så stor som man gjerne ved intuisjon ville antatt. 2-Pos kontraktene er de som endrer mest karakter her, og både optimal L og B flytter seg en del. Dette fremgår av figur 19 og figur 20. Tilsvarende figurer for samtlige kontrakter i denne strategien fremgår av vedlegg 5, figur 1-10.



Figur 19: Strategi 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier



Figur 20: Strategi 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier

Vi ser i figur 19 og figur 20 at optimal L flytter seg fra 20 til 12, samt at optimal B går fra 0.4 til 1.0. Modellen endres til å handle på større svingninger i en kortere tidshorisont.

En oppsummering av data for alle kontraktstypene gir optimale innstillinger for strategi 3 som fremgår av tabell 6.

Tabell 6 : Optimale verdier for handelsstrategi med absolutt spread og standardavvik for beregning av bånd

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L		20	12	20	16
B		1.8	1	0.2	0.2
Exit-skalering		-1	-1	-1	-0.25
Forventet gevinst per år	\$11.780	\$9.120	\$7.170	\$7.470	\$11.880
Prosent suksess	0.759	0.736	0.8	0.828	0.832
Gj. Snitt varighet trades	33.48 dager	12.58 dager	9.55 dager	6.60 dager	4.20 dager
Gj. Snitt trades per år	7.51/år	19.83/år	26.22/år	36.41/år	59.58/år
Forventningsverdi pr trade	\$1.569	\$460	\$273	\$205	\$199

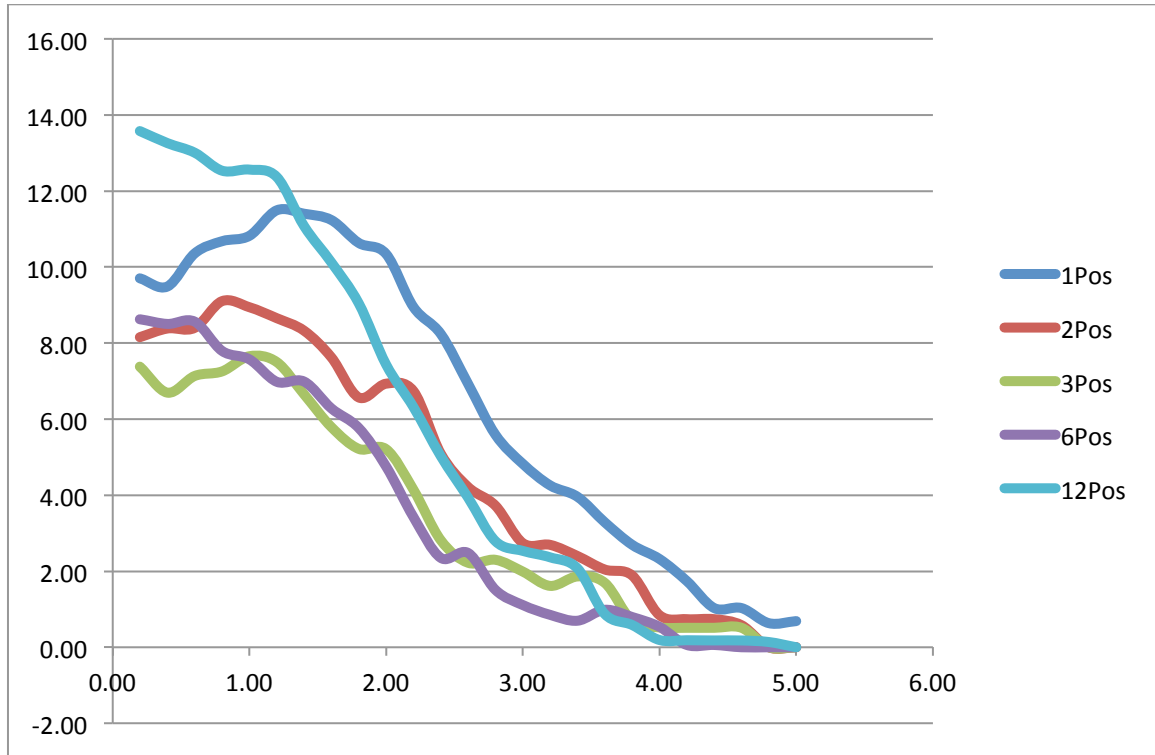
Vi hadde i utgangspunktet forventet oss at strategi 3 skulle fungere bedre enn strategi 1, ettersom strategi 3 tilfører informasjon om volatiliteten i markedet inn i modellen. Det virker ikke som om denne informasjonen har blitt utnyttet. Verken tabell 5 eller tabell 6 viser vesentlig forskjell i ytelsen i forhold til det som fremgår av henholdsvis tabell 1 og 2.

Vi registrerer også at gjennomsnittlig lengde på handlene ut fra modellen på 1-Pos kontraktene i tabell 6 er farlig lang, noe som i en virkelig situasjon kunne ha vært problematisk. Vi har sett bort fra denne problematikken i denne oppgaven, men finner det like vel verdt å nevne.

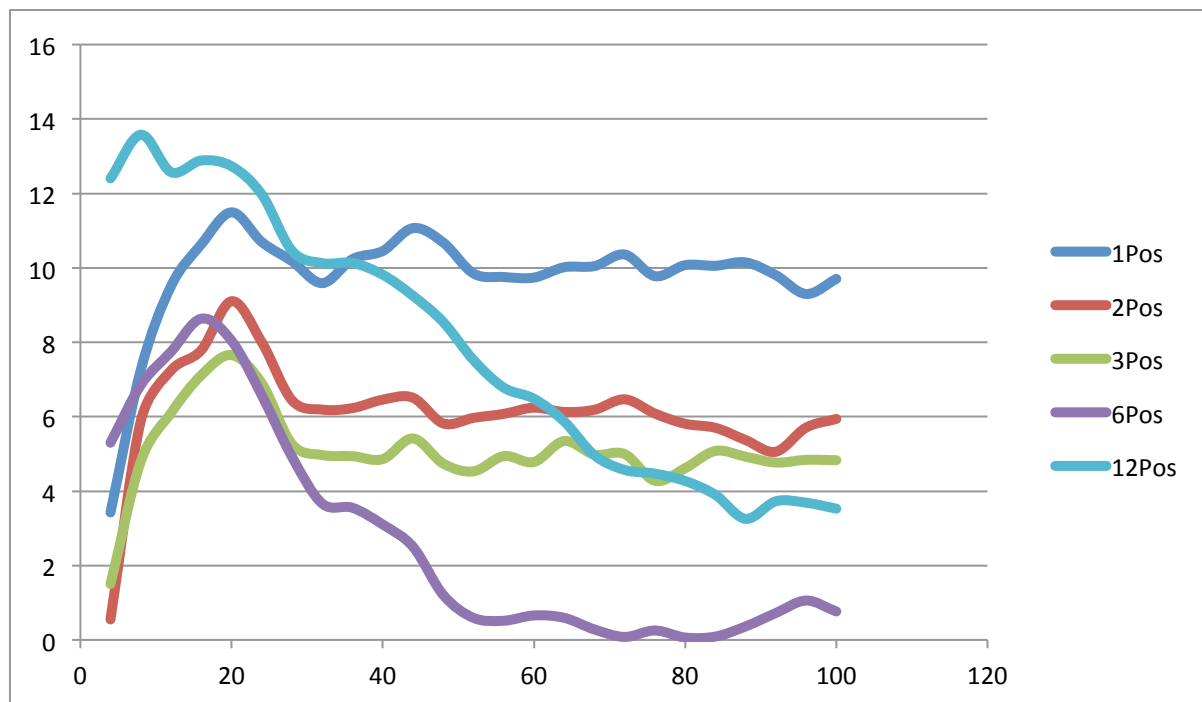
6.1.4 Resultat Strategi 4: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt

Denne strategien er identisk med strategi 3, bortsett fra at vi handler ut ifra en spread som er beregnet i prosent av oljepris og ikke i absolutte USD.

Som for de andre strategiene har vi startet med å se på modellen med exit skalering 0.0 og ulike verdier for L og B, for å forsøke å danne et inntrykk av hvordan ting ser ut. Dette er fremstilt grafisk i figur 21 og figur 22.



Figur 21: X-aksen viser ulike verdier for B. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD



Figur 22: X-aksen viser ulike verdier for L. Y aksen viser gjennomsnittlig gevinst per år målt i 1000 USD

Vi ser at den generelle formen på kurvene og den relative plasseringen av de ulike kontraktene er lik den vi fant i strategi 3. Vi legger også merke til at vi tilsynelatende oppnår bedre ytelse av strategien når vi benytter relativ spread i stedet for absolutt spread, noe vi også fant i vår sammenligning av strategi 1 og 2.

En oppsummering av optimale verdier ved exitskalering 0.0 fremgår av tabell 7.

Tabell 7 : Optimale verdier ved utgang av trades ved 0.0

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	40	20	20	16	8
B	1.2	0.8	1	0.2	0.2
Forventet gevinst per år	\$11.490	\$9.100	\$7.660	\$8.640	\$13.580
Prosent suksess	0.811	0.772	0.777	0.798	0.81
Gj. Snitt varighet trades	16,49 dager	9.59 dager	9.88 dager	6.42 dager	3.80 dager
Gj. Snitt trades per år	10.67/år	21.30/år	19.42/år	37.38/år	62.60/år
Forventningsverdi pr trade	\$937	\$428	\$394	\$231	\$217

Her kjenner vi igjen optimal L på 20 for 2- og 3-Pos kontrakter, 16 for 6-Pos kontrakter og 8 for 12-Pos kontrakter. Dette mønsteret har gått igjen i alle 4 strategiene. Som vi så i strategi 2,

som også opererte på relativ spread, legger 6- og 12-Pos kontraktene seg med B verdier som ligger relativt nært inn mot det glidende gjennomsnittet. 1-, 2- og 3-Pos kontraktene legger seg på et nivå med litt mer moderat bredde mellom båndene.

Vi har videre sett på hvilken utgangsstrategi som er optimal innenfor denne handelsstrategien. En grafisk fremstilling av dette kan sees i vedlegg 6, figur 1-10. Denne analysen avdekket ikke noe spesielt interessant som ikke allerede er diskutert under de øvrige strategiene.

Dette gir oss til slutt et sett med optimale verdier for modellen vi bruker til strategi 4 for hver av de 5 kontraktene. Disse verdiene er oppsummert i tabell 8.

Tabell 8 : Optimale verdier for handelsstrategi med relativ spread og standardavvik for beregning av bånd

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	40	16	16	16	8
B	0.8	0.8	1	0.2	0.2
Exit-skalering	-1	-1	-1	0	-1
Forventet gevinst per år	\$12.670	\$11.090	\$8.480	\$8.640	\$13.970
Prosent suksess	0.811	0.762	0.762	0.798	0.814
Gj. Snitt varighet trades	25.7 dager	12.68 dager	14.64 dager	6.42 dager	4.39 dager
Gj. Snitt trades per år	12.67/år	19.85/år	17.14/år	37.38/år	57.38/år
Forventningsverdi pr trade	\$1.315	\$559	\$495	\$231	\$243

Vi legger her, som under strategi 3, merke til at 1-Pos kontraktene i denne strategien får litt vel lange gjennomsnittlige trades. Dette er i utgangspunktet problematisk i en praktisk situasjon, ettersom man gjerne overskyter varigheten av en kontrakt. Vi ser for øvrig bort fra denne problematikken i oppgaven.

Vi legger også merke til at strategi 4 leverer bedre resultater enn strategi 3 på alle 5 kontrakter. Denne observasjonen, sammen med det vi observerte ved sammenligning av strategi 1 og strategi 2, tyder på at det kan være mer fordelaktig å benytte relativ spread enn absolutt spread til denne typen handel.

Dersom vi sammenligner strategi 2 mot strategi 4, hvor begge opererer på samme spread, men med hver sin måte å beregne øvre og nedre bånd, ser vi at vi ikke kan peke ut noen klar vinner basert på de tallene vi har tilgjengelig. De yter best på hver sine kontrakter.

6.2 Backtesting

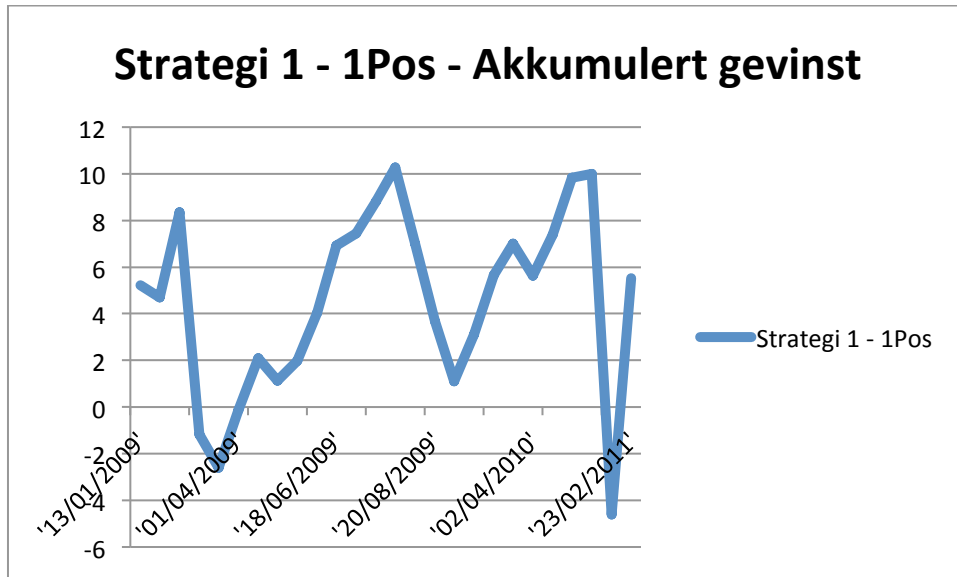
Etter å ha funnet optimale verdier for de ulike handelsstrategiene i datasettet frem til og med 31/12-2008, er det interessant å anvende modellene med disse verdiene på et separat datasett for å kunne avgjøre om modellen virker i praksis. Man vil da kunne avsløre om man har problemer med over- tilpasning, at modellen i for stor grad er ”skreddersydd” for det datasettet som ble brukt for å stille inn de optimale parameterne. Dette kan føre til at modellen virker dårlig på andre data.

6.2.1 Resultat Strategi 1: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt

Tabell 9 : Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 1

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	8	20	16	12	8
B	0.14	0.02	0.03	0.01	0.01
Antall trades	26	72	66	120	145
Antall lønnsomme trades	17	56	50	80	96
Antall ulønnsomme trades	9	16	16	39	48
Andel lønnsomme trades	65%	78%	76%	67%	66%
Gjennomsnitt gevinst trades (I 1000 USD)	0.213	0.291	0.405	-0.162	-0.026
Standardavvik gevinst trades	4.513	2.513	2.200	1.397	1.086
Median gevinst trades (I 1000 USD)	1.362	0.722	0.906	0.230	0.257
Antall long trades	13	36	33	58	71
Antall lønnsomme long trades	8	26	22	35	44
Antall ulønnsomme long trades	5	10	11	23	27
Andel lønnsomme long trades	62%	72%	67%	60%	62%
Gjennomsnitt gevinst long trades (I 1000 USD)	-0.16	0.09	0.12	-0.35	-0.15
Standardavvik gevinst long trades	4.83	2.19	2.04	1.61	1.24
Median gevinst long trades (I 1000 USD)	1.38	0.69	0.81	0.12	0.20
Antall short trades	13	36	33	61	73
Antall lønnsomme short trades	9	30	28	45	52
Antall ulønnsomme short trades	4	6	5	16	21
Andel lønnsomme short trades	69%	83%	85%	74%	71%
Gjennomsnittlig gevinst short trades (I 1000 USI)	0.58	0.50	0.69	0.02	0.10
Standardavvik gevinst short trades	4.14	2.78	2.32	1.13	0.90
Median gevinst short trades (I 1000 USD)	1.34	0.77	1.14	0.34	0.30
Antall trades per år	7.86	22.07	20.14	36.43	43.81
Gjennomsnitt gevinst per år	1.67	6.42	8.15	-5.89	-1.15
Gjennomsnitt varighet trades	24.96	11.39	12.48	6.07	4.80
Median varighet trades	12	8.5	9	4	4
Akkumulert resultat for perioden (I 1000 USD)	5.5316	20.95	26.723	-19.25	-3.7726

Denne strategien gir noe variable resultater på de ulike kontraktstypene, som det fremgår av tabell 9. Vi ser at strategien i alle tilfellene gir gevinst på godt over 50% av handlene. Likevel tynges resultatene av noen få store tap, noe som fremgår av den store avstanden mellom median og gjennomsnittlig gevinst per handel.



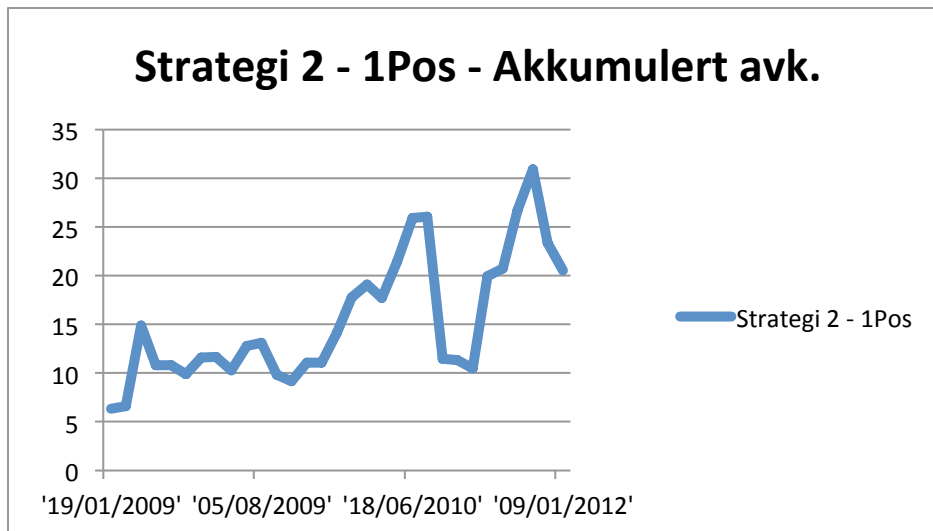
Figur 23: Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid ved anvendelse av strategi 1 på 1Pos kontrakter

Figur 23 inneholder en grafisk fremstilling av hvordan den ene kontrakten utvikler seg over tid med denne strategien. Det er her tydelig at dette ikke er noen sikker vei til gevinst. En tilsvarende fremstilling for samtlige kontrakter med denne handelsstrategien finnes i vedlegg 7, figur 1-5.

6.2.2 Resultat Strategi 2: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt

Tabell 10 : Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 2

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	12	8	16	16	8
B	0.13	0.09	0.05	0.01	0.01
Antall trades	31	46	49	99	124
Antall lønnsomme trades	20	32	36	74	79
Antall ulønnsomme trades	11	14	13	25	45
Andel lønnsomme trades	65%	70%	73%	75%	64%
Gjennomsnitt gevinst trades (I 1000 USD)	0.663	0.727	0.465	0.228	0.155
Standardavvik gevinst trades	4.476	3.052	2.613	2.052	1.349
Median gevinst trades (I 1000 USD)	0.273	1.290	1.035	0.384	0.308
Antall long trades	16	23	24	49	62
Antall lønnsomme long trades	10	15	16	33	38
Antall ulønnsomme long trades	6	8	8	16	24
Andel lønnsomme long trades	63%	65%	67%	67%	61%
Gjennomsnitt gevinst long trades (I 1000 USD)	0.49	0.55	0.04	0.05	0.02
Standardavvik gevinst long trades	4.90	2.57	2.33	1.98	1.38
Median gevinst long trades (I 1000 USD)	0.16	1.11	0.84	0.34	0.29
Antall short trades	15	23	25	50	62
Antall lønnsomme short trades	10	17	20	41	41
Antall ulønnsomme short trades	5	6	5	9	21
Andel lønnsomme short trades	67%	74%	80%	82%	66%
Gjennomsnittlig gevinst short trades (I 1000 USI	0.85	0.90	0.87	0.41	0.29
Standardavvik gevinst short trades	3.97	3.46	2.80	2.10	1.31
Median gevinst short trades (I 1000 USD)	0.31	1.65	1.19	0.47	0.41
Antall trades per år	9.41	13.90	14.95	30.20	37.47
Gjennomsnitt gevinst per år	6.24	10.10	6.95	6.90	5.82
Gjennomsnitt varighet trades	26.03	16.89	16.63	7.98	6.66
Median varighet trades	19	9	14	7	6
Akkumulert resultat for perioden (I 1000 USD)	20.551	33.42	22.772	22.601	19.2516



Figur 24: Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid ved anvendelse av strategi 2 på 1Pos kontrakter

Strategi 2 var mer effektiv, noe som indikeres av forskjellen mellom figur 23 og figur 24.

Det virker som om det å endre fra spread i absolutte USD til relativ spread i prosent av lett råoljepris har økt modellen sin evne til å fange opp markedsbevegelsene. Andelen lønnsomme trades er ikke vesentlig endret fra strategi 1 for noen av kontraktene, men avstanden mellom gjennomsnitt og median for avkastningene per handel er redusert. Det virker som om denne modellen er bedre til å styre unna de største tapene. Dette resulterer i en helt grei avkastning på alle 5 kontraktene.

Grafisk plott av hvordan den akkumulerte gevinsten utvikler seg over tid for de ulike kontraktene finnes i vedlegg 8, figur 1-5.

6.2.3 Resultat Strategi 3: Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt

Tabell 11: Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 3

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	20	12	20	16	8
B	1.8	1	0.2	0.2	0.2
Antall trades	16	59	84	82	138
Antall lønnsomme trades	10	42	70	55	92
Antall ulønnsomme trades	6	17	14	27	46
Andel lønnsomme trades	63%	71%	83%	67%	67%
Gjennomsnitt gevinst trades (I 1000 USD)	-0.316	0.428	0.377	-0.191	-0.061
Standardavvik gevinst trades	5.287	2.741	2.096	2.119	1.414
Median gevinst trades (I 1000 USD)	1.699	0.927	0.669	0.310	0.271
Antall long trades	8	30	42	40	69
Antall lønnsomme long trades	4	18	34	23	44
Antall ulønnsomme long trades	4	12	8	17	25
Andel lønnsomme long trades	50%	60%	81%	58%	64%
Gjennomsnitt gevinst long trades (I 1000 USD)	-1.30	0.27	0.17	-0.48	-0.18
Standardavvik gevinst long trades	5.94	2.65	1.80	2.04	1.79
Median gevinst long trades (I 1000 USD)	0.55	0.79	0.60	0.19	0.25
Antall short trades	8	29	42	42	69
Antall lønnsomme short trades	6	24	36	32	48
Antall ulønnsomme short trades	2	5	6	10	21
Andel lønnsomme short trades	75%	83%	86%	76%	70%
Gjennomsnittlig gevinst short trades (I 1000 USI	0.67	0.59	0.58	0.08	0.05
Standardavvik gevinst short trades	4.32	2.83	2.33	2.16	0.89
Median gevinst short trades (I 1000 USD)	2.78	1.02	0.75	0.35	0.27
Antall trades per år	4.91	17.91	25.75	25.02	41.70
Gjennomsnitt gevinst per år	-1.55	7.66	9.70	-4.78	-2.55
Gjennomsnitt varighet trades	49.31	14.03	9.76	9.76	6.00
Median varighet trades	45.5	12	7	8	5
Akkumulert resultat for perioden (I 1000 USD)	-5.063	25.24	31.64	-15.67	-8.4544

Som det fremgår av tabell 11 var resultatene med denne strategien også av variabel kvalitet. Ting kan tyde på at det ikke er gunstig å forsøke å handle basert på glidende snitt som er beregnet ut fra en absolutt spread i USD i dette markedet. Igjen ser vi at andel lønnsomme trades er godt over 50%, men at det er stor avstand mellom gjennomsnittlig gevinst og median per trade. Dette er et klart tegn på at denne strategien støter på noen store tap som modellen ikke fanger opp.

Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for denne handelsstrategien fremgår av vedlegg 9, figur 1-5.

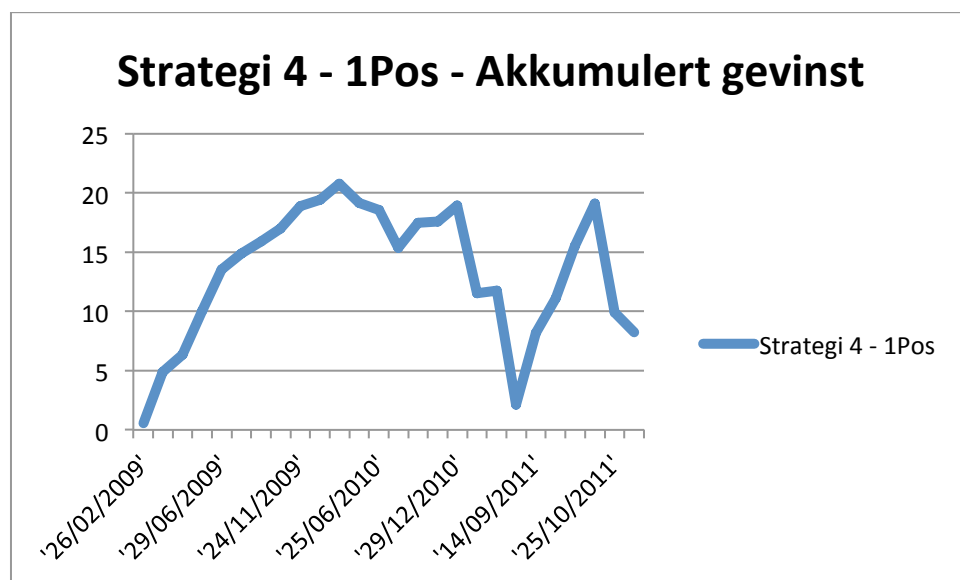
6.2.4 Resultat Strategi 4: Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt

Tabell 12: Deskriptiv statistikk for backtesting med strategi 4

	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
L	40	16	16	16	8
B	0.8	0.8	0.1	0.2	0.2
Antall trades	26	56	98	98	150
Antall lønnsomme trades	19	40	71	74	105
Antall ulønnsomme trades	7	16	27	24	45
Andel lønnsomme trades	73%	71%	72%	76%	70%
Gjennomsnitt gevinst trades (I 1000 USD)	0.317	0.447	0.144	0.221	0.179
Standardavvik gevinst trades	3.847	2.898	2.144	2.094	1.291
Median gevinst trades (I 1000 USD)	1.191	0.880	0.394	0.439	0.308
Antall long trades	13	28	49	49	75
Antall lønnsomme long trades	8	19	34	34	51
Antall ulønnsomme long trades	5	9	15	15	24
Andel lønnsomme long trades	62%	68%	69%	69%	68%
Gjennomsnitt gevinst long trades (I 1000 USD)	-0.45	0.14	-0.04	0.03	0.07
Standardavvik gevinst long trades	4.09	2.78	1.75	2.04	1.34
Median gevinst long trades (I 1000 USD)	0.59	0.67	0.27	0.38	0.31
Antall short trades	13	28	49	49	75
Antall lønnsomme short trades	11	21	37	40	54
Antall ulønnsomme short trades	2	7	12	9	21
Andel lønnsomme short trades	85%	75%	76%	82%	72%
Gjennomsnittlig gevinst short trades (I 1000 USI)	1.09	0.76	0.33	0.41	0.29
Standardavvik gevinst short trades	3.42	2.98	2.46	2.12	1.23
Median gevinst short trades (I 1000 USD)	1.36	1.12	0.64	0.49	0.32
Antall trades per år	8.17	17.08	29.90	29.90	45.32
Gjennomsnitt gevinst per år	2.59	7.63	4.32	6.60	8.10
Gjennomsnitt varighet trades	30.08	14.71	8.41	8.00	5.53
Median varighet trades	31	12	6	7	5
Akkumulert resultat for perioden (I 1000 USD)	8.2492	25.02	14.151	21.647	26.7958

Her ser vi igjen, som i strategi 2, at modellen skaper en positiv gevinst over perioden for alle 5 kontraktstypene. Vi ser enda et eksempel på at endringen fra absolutt til relativ spread gjør modellen i stand til å styre klar av en del av de store tapene, og dermed samlet sett resulterer i gevinst.

Strategi 4 gir en noe større andel lønnsomme trades enn strategi 3, men den store forskjellen mellom de to ligger i evnen til å unngå tap. Som figur 25 viser, er det også noen store tap i denne strategien, og det forekommer stor volatilitet i den akkumulerte gevinsten over tid.



Figur 25: Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid ved anvendelse av strategi 4 på 1Pos kontrakter

Grafisk fremstilling av utviklingen i akkumulert gevinst finnes i vedlegg 10, figur 1-5.

6.3 Oppsummering av resultat fra backtesting

For å oppsummere hvilken strategi som bør foretrekkes fremfor en annen er det mange momenter som kan påvirke valget. Hver strategi har ulike tilnærminger, men man ser at hver kontraktstype også er ulik når det kommer til optimalt valg av faktorene L og B. Dette gjør det noe vanskelig å konkludere med at det finnes en klart foretrukket strategi. Vi vill allikevel rangere strategiene på bakgrunn av forventet avkastning, men også risiko knyttet til gevinsten. Positiv avkastning er attraktivt, men ikke for en hver pris. Risikomålene som benyttes er Standardavvik, median og gjennomsnitt. Hensikten med risikomålene er å gi beslutningstaker en indikasjon på om noen av strategiene er mer risikofylt enn andre. Noen få handler med ekstremt negativ avkastning kan være fatale for den totale gevinsten dersom tapet er stort.

Tabell 13: Strategi 1, Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt

Varighet kontrakt	1Pos	2Pos	3Pos	4Pos	5Pos
Akkumulert resultat for perioden (1000\$)	5.5316	20.95	26.723	-19.25	-3.77
Andel lønnsomme trades	65%	78%	76%	67%	66%
Gjennomsnitt gevinst trades (1000\$)	0.213	0.291	0.405	-0.162	-0.026
Standardavvik gevinst trades	4.513	2.513	2.200	1.397	1.086
Median gevinst trades (1000\$)	1.362	0.722	0.906	0.230	0.257

Tabell 14: Strategi 2, Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt

Varighet kontrakt	1Pos	2Pos	3Pos	4Pos	5Pos
Akkumulert resultat for perioden (1000\$)	20.551	33.42	22.772	22.601	19.252
Lønnsomme trades	65%	70%	73%	75%	64%
Gjennomsnitt gevinst trades (1000\$)	0.663	0.727	0.465	0.228	0.155
Standardavvik gevinst trades	4.476	3.052	2.613	2.052	1.349
Median gevinst trades (1000\$)	0.273	1.290	1.035	0.384	0.308

Tabell 15: Strategi 3, Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt

Varighet kontrakt	1Pos	2Pos	3Pos	4Pos	5Pos
Akkumulert resultat for perioden (1000\$)	-5.06	25.24	31.64	-15.7	-8.454
Lønnsomme trades	63%	71%	83%	67%	67%
Gjennomsnitt gevinst trades (1000\$)	-0.32	0.428	0.377	-0.19	-0.061
Standardavvik gevinst trades	5.287	2.741	2.096	2.119	1.414
Median gevinst trades (1000\$)	1.699	0.927	0.669	0.310	0.271

Tabell 16: Strategi 4, Spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt

Varighet kontrakt	1Pos	2Pos	3Pos	4Pos	5Pos
Akkumulert resultat for perioden (1000\$)	8.249	25.02	14.151	21.647	26.796
Lønnsomme trades	73%	71%	72%	76%	70%
Gjennomsnitt gevinst trades (1000\$)	0.317	0.447	0.144	0.221	0.179
Standardavvik gevinst trades	3.847	2.898	2.144	2.094	1.291
Median gevinst trades (1000\$)	1.191	0.880	0.394	0.439	0.308

Ved rangering basert på resultat, standardavvik, median, gjennomsnitt og differanse mellom median og gjennomsnitt får vi følgende resultat.

Tabell 17: Rangering av strategier på bakgrunn av avkastning og risiko

Resultat	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
Strategi 2	20,551	Strategi 2 33,42	Strategi 3 31,64	Strategi 2 22,601	Strategi 4 26,796
Strategi 4	8,249	Strategi 3 25,24	Strategi 1 26,723	Strategi 4 21,647	Strategi 2 19,252
Strategi 1	5,5316	Strategi 4 25,02	Strategi 2 22,772	Strategi 3 15,7	Strategi 1 -3,77
Strategi 3	-5,06	Strategi 1 20,95	Strategi 4 14,151	Strategi 1 -19,25	Strategi 3 -8,454
Standardavvik	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
Strategi 4	3,847	Strategi 1 2,513	Strategi 3 2,096	Strategi 1 1,397	Strategi 1 1,086
Strategi 2	4,476	Strategi 3 2,741	Strategi 4 2,144	Strategi 2 2,052	Strategi 4 1,291
Strategi 1	4,513	Strategi 4 2,898	Strategi 1 2,2	Strategi 4 2,094	Strategi 2 1,349
Strategi 3	5,287	Strategi 2 3,052	Strategi 2 2,613	Strategi 3 2,119	Strategi 3 1,414
Median	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
Strategi 3	1,699	Strategi 2 1,29	Strategi 2 1,035	Strategi 4 0,439	Strategi 4 0,308
Strategi 1	1,362	Strategi 3 0,927	Strategi 1 0,906	Strategi 2 0,384	Strategi 2 0,308
Strategi 4	1,191	Strategi 4 0,88	Strategi 3 0,669	Strategi 3 0,31	Strategi 3 0,271
Strategi 2	0,273	Strategi 1 0,722	Strategi 4 0,394	Strategi 1 0,23	Strategi 1 0,257
Gjennomsnitt	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
Strategi 2	0,663	Strategi 2 0,727	Strategi 2 0,465	Strategi 2 0,228	Strategi 4 0,179
Strategi 4	0,317	Strategi 4 0,447	Strategi 1 0,405	Strategi 4 0,221	Strategi 2 0,155
Strategi 1	0,213	Strategi 3 0,428	Strategi 3 0,377	Strategi 1 -0,162	Strategi 1 -0,026
Strategi 3	-0,32	Strategi 1 0,291	Strategi 4 0,144	Strategi 3 -0,19	Strategi 3 -0,061
Diff. median og gjennomsnitt	1Pos	2Pos	3Pos	6Pos	12Pos
Strategi 2	0,39	Strategi 1 0,431	Strategi 4 0,25	Strategi 2 0,156	Strategi 4 0,129
Strategi 4	0,874	Strategi 4 0,433	Strategi 3 0,292	Strategi 4 0,218	Strategi 2 0,153
Strategi 1	1,149	Strategi 3 0,499	Strategi 1 0,501	Strategi 1 0,392	Strategi 1 0,283
Strategi 3	2,019	Strategi 2 0,563	Strategi 2 0,57	Strategi 3 0,5	Strategi 3 0,332

Akkumulert resultat

Basert utelukkende på akkumulert resultat ser man at strategi 2 (spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende snitt) og strategi 4 (spread beregnet i prosent av oljepris med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt), fremstår som foretrukne strategier da de gir en positiv avkastning for alle fem perioder. Selv om de ikke gir høyest avkastning for alle perioder sitter man igjen med positiv avkastning.

Standardavvik

Det forekommer ingen klar trend når vi rangerer strategiene på bakgrunn av standardavvik som risikomål. Strategier som er best for en periode kan være den dårligste for neste. På bakgrunn av informasjonen standardavvik gav oss vil fremdeles strategi 2 og 4 være mest attraktive, da det er ingen klar trend som indikerer at avkastningen medførte større risiko.

Median

Vi ser den samme tendensen her, ved at strategiene skifter mellom høyeste og laveste rangering for ulike kontraktstyper. Strategi 2 skiller seg for øvrig ut i positiv retning, ved at den oppnår høyest eller nest høyest median for alle kontrakts lengdene foruten for kontrakter med 1mnd til oppgjør.

Gjennomsnitt

Gjennomsnittlig avkastning pr handel gir oss en klar indikasjon på at strategi 2 og 4 fremstår som det mest attraktive valget. Dette kommer ikke som noen stor overraskelse basert på resultatene vi så under akkumulert resultat for perioden.

Differansen mellom median og gjennomsnitt

Det er interessant å se på differansen mellom gjennomsnitt og median for å avdekke om det kan være enkelthandler som påvirker gjennomsnittet mye. Dersom det er tilfelle kan det indikere handler med ekstreme avvik fra det som er representativt for datamaterialet. Er man risikoavers kan slike faktorer virke avskrekkende da man også kan risikere store tap på noen få handler. Tabellen viser her at strategi 4 fremstår som den sterkeste strategien. Den er blant de to beste for alle perioder. Strategi 2 er sterk ved 1Pos, 6Pos og 12Pos, men rangeres nederst for 2Pos og 3Pos. Da differansen også kan indikere enkelthandler med ekstremt god avkastning kan naturligvis bakgrunnen for dette være positiv. En risikoavers investor ville til tross for dette kunne foretrekke strategi 4 da den strategien fremstår som noe mer forutsigbar. Som man har sett tidligere i oppgaven gir også strategi 4 en positiv avkastning i mer enn 70% av handlene for alle periodene.

Selv om både strategi 2 og strategi 4 endte opp med å produsere positiv gevinst over perioden ser vi at det er langt fra risikofritt. Den gamle frasen "there is no such thing as a free lunch" gjelder også for handel i denne spreaden.

Det er også viktig å ha i bakhodet at denne testen er utført på data fra en periode hvor det har vært mye turbulens i markedene. Eurokrisen, Libya-krisen, den spente situasjonen i Iran, og en rekke andre internasjonale hendelser, har gjort dette til en vanskelig periode å handle i. To av handelsstrategiene har klart å skape positiv gevinst for alle 5 kontraktene i dette klimaet.

Det bør absolutt være mulig å anvende strategier basert på statistisk arbitrasje og kointegrasjon til å handle i denne typen spread og skape en positiv avkastning over tid. Det vil

samtidig være viktig å holde et øye med risikobildet slik at man kan gjøre nødvendige justeringer av strategiene dersom endringer i verdensøkonomien skulle oppstå.

7. Oppsummering og konklusjon

Denne oppgaven har i stor grad fremstått som en parallell studie til Westgaard et al (2011), for å avdekke om det forelå regionale forskjeller mellom futureskontrakter omsatt på NYMEX og ICE futures Europe for tilsvarende periode.

Den førsteordens deriverte, LN-avkastningen, var stasjonær for alle kontraktene, både for perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012 og for perioden 1/3-2002 til 23/3-2012. Dette betyr at tidsseriene er $I(1)$, og det var derfor grunnlag til å benytte kointegrasjon for å beskrive forholdet mellom tidsseriene. Ved å teste korrelasjon mellom avkastningen på kontrakter for lett råolje og heating oil, med ulik varighet, oppdaget vi at korrelasjonen mellom disse kontraktene på NYMEX var mye høyere enn den Westgaard et. al. (2011) fant i deres studie.

Vi valgte å teste for kointegrasjon for 3 ulike tidsperioder. Perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012, perioden 1/3-2002 til 23/3-2012 og perioden 1/3-2002 til 9/11-2009. Sistnevnte periode var en nøyaktig parallell til analysen som ble gjort av Westgaard et. al (2011). Våre funn indikerte at kontraktene med 1, 2 og 3 måneder igjen til oppgjør var kointegrerte for ethvert rimelig signifikansnivå for alle 3 periodene vi valgte å analysere. Det var for øvrig markant høyere p-verdier i analysen av tidsseriene for 3/1-1994 til 23/3-2012 enn for de to andre periodene.

For kontraktene med 6 måneder til forfall så vi noe lavere p-verdier i enkelte av periodene. De eneste testene som ikke var signifikante på minimum 5% nivået, var Johansens test for perioden 1/3-2002 til 23/3-2012, for sammenhengen mellom pris på kontraktene.

Kontraktene med 12 måneder til forfall viste lavere grad av kointegrasjon. Kontraktene hvor forholdet mellom LN(pris) ble analysert, var kointegrasjon påvist på 5% nivået for alle 3 periodene. Der hvor pris ble benyttet var sammenhengen, i følge Johansens test, ikke signifikant i perioden 30/10-1995 til 23/3-2012 og perioden 1/3-2002 til 23/3-2012.

Våre resultat støtter dermed funnene fra tidligere tester som er utført på futureskontrakter. Dette inkluderer Serletis (1994) på data fra 1984 til 1993, Gjølborg & Johnsen (1999) på data

fra 1992 til 1998, Haigh & Holt (2002) på data fra 1984 til 1997, Girma & Paulson (1999) på data fra 1983 til 1994, Mayr & Tamvakis (1999) på data fra 1985 til 1997 og Lanza et al. (2005) på data fra 1994 til 2002.

Da våre resultat påviste kointegrasjon mellom kontraktene i den volatile perioden etter 2002, fikk vi ikke det samme resultat som Westgaard et. al (2011) fikk for kontrakter notert på ICE futures Europe. Dette gir grunnlag til å tro at det kan foreligge regionale forskjeller basert på våre funn.

Ettersom vi kunne påvise kointegrasjon i dette markedet var vi i stand til å implementere ulike handelsstrategier. Det var fire hovedstrategier vi benyttet.

1. Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt.
2. Spread beregnet i absolutte USD med øvre og nedre bånd beregnet i standardavvik av glidende gjennomsnitt.
3. Spread beregnet i prosent av lett råoljepris med øvre og nedre bånd beregnet i prosent av glidende gjennomsnitt
4. Spread beregnet i prosent av lett råoljepris med øvre og nedre bånd beregnet med standardavvik av glidende gjennomsnitt.

Resultatet fra våre tester, både for prøveperioden og backtesten, indikerer at tradingmodellen gir en positiv avkastning. Det var for øvrig forskjeller mellom strategiene. Strategi 2 og strategi 4 skilte seg ut som klart bedre enn strategi 1 og strategi 3. Både under prøveperioden og ved backtesten. Strategi 2 og strategi 4 var best på hver sine kontraktstyper. Tar man hensyn til resultatene man fikk ved å trekke inn risikoindikatorer, fremstår strategi 4 som en attraktiv strategi for en risikoavers investor. Det kan være verdt å merke seg at Strategi 2 gir høyere gevinst samlet sett for de ulike kontraktene.

Det er for øvrig viktig at hver enkelt investor tar hensyn til sine risikopreferanser. Selv om både strategi 2 og strategi 4 endte opp med å produsere positiv gevinst over perioden ser vi at det er langt fra risikofritt.

Testen er utført på data fra en periode hvor det var mye turbulens i markedene. Eurokrisen, Libya-krisen, den spente situasjonen i Iran, og en rekke andre internasjonale hendelser, har

gjort dette til en vanskelig periode å handle i. To av handelsstrategiene klarte til tross for dette å skape en positiv gevinst for alle 5 kontraktstypene i dette klimaet.

Vår oppgave, i kombinasjon med tidligere funn, indikerer at det bør være mulig å anvende strategier basert på statistisk arbitrasje og kointegrasjon til å skape en positiv avkastning over tid ved handel på bakgrunn av spread- forholdet mellom oljeterminkontrakter.

8. Referanseliste

Artikler:

Asche, F., Gjølberg, O. & Völker, T. (2001). Price relationships in the Petroleum Market: An analysis of crude oil and refined product prices. SNF Report 2001/31.

Asche, F., P. Osmundsen, and R. Tveterås, (2002). European Market Integration for Gas? Volume Flexibility and Political Risk, *Energy Economics* 24, 249-265.

Dunis, C.L., Laws, J. and Evans, B (2006). Trading Futures Spreads: An Application of Correlation and Threshold Filters, *Applied Financial Economics*, 16, 903-914.

Engle, R. F. & Granger, W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55, 251-276.

Engle, R. F., & Ybo, B. S. (1987). Forecasting and testing in co-integrated system. *Journal of Econometrics*, 35, 143-159.

Erb, C & C. Harvey, (2006). The Tactical and Strategic value of Commodity Futures, *Financial Analyst Journal*, 62 (2), 69–97.

Girma, P.B., Paulson, A.S., (1999). Risk arbitrage in petroleum futures spreads, *The Journal of Futures Markets* 19 (8), 931–955.

Gjølberg, O., Johnsen, T., (1999). Risk management in the oil industry: can information on long-run equilibrium prices be utilized? *Energy Econ.* 221, 517–527.

Gorton, G. & G. Rouwenhorst, (2006). Facts and Fantasies about Commodity Futures, *Financial Analyst Journal*, 62 (2), 47–68.

Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models, *Econometrica*, Vol.59 (6), p.1551-80.

Johansen, S., Juselius, K., (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 52, 169–210.

Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol.12, p.231–254.

Lukac, L. and Brorsen, B. (1990), A Comprehensive Test of Futures Market Disequilibrium, *The Financial Review*, 25, 4, 593-633.

Mayr, T.P., Tamvakis, M.N., 1999. The dynamic relationships between paper petroleum refining and physical trade of Crude oil into the United States. *Maritime Policy and Management* 26 (2), 127–136.

Murat, A., Tokat, E., 2009. Forecasting oil price movements with crack spread futures. *Energy Economics* 31, 85–90.

Phillips, P, C. B., & Ouliaris, S. (1990). Asymptotic properties of residual based tests for cointegration. *Econometrica*. 58, 165-193.

Pruitt, S. W. and White, R. E. (1988). The CRISMA Trading System: Who Says Technical Analysis Can't Beat the Market?, *Journal of Portfolio Management*, 14, 55-58.

Rystad (2011). Investeringer i råvarer og råvareaksjer/-fond 47 Finansielle investeringer/Kapitalforvaltning *Praktisk økonomi & finans* nr. 3/2011

Schrock. N. W. (1971). The theory of asset choice: simultaneous holding of short and long positions in the futures market. *Journal of Political Economy*, 79, 270-293.

Serletis, A., (1994). A co-integration analysis of petroleum futures prices. *Energy Economics* 16, 93–97.

Sweeney, R. J. (1988). Some New Filter Rule Tests: Methods and Results, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23, 285-300.

Westgaard et al, (2011). Co-integration of ICE Gas oil and Crude oil. *Energy Economics* 33 (2011) 311–320.

Working, H. (1949). The Theory of Price of Storage, *American Economic Review*, 39, 1254-1262.

Bøker:

Alexander,C., (2008) – *Practical Financial Econometrics* - John Wiley & Sons ltd

Alexander,C., (2008) – *Pricing, Hedging and trading financial instruments* - John Wiley & Sons ltd

Alexander,C., (2008) – *Quantitative Methods in Finance* - John Wiley & Sons ltd

Alexander,C., (2008) – *Value at Risk Models*- John Wiley & Sons ltd

Bollinger, J. (2002), *Bollinger on Bollinger Bands*. McGraw Hill, ISBN:978-0-07-137368-5

Bøhren, Øyvind & Dag Michalsen. (2006). Finansiell Økonomi. 3de utg. Skarvet Forlag.

Ringdal, Kristen. (2006). Enhet og mangfold. 1 utg. Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.

Taylor, S.J., (2005)- Asset Price Dynamics, Volatility and Predictions- Princeton University Press

Taylor, S.J., (2008)- Modelling Financial Times Series, 2ed – World Scientific Publishing CO

Internett:

<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=9003561&contentId=7073433>

<http://energilink.tu.no/leksikon/slagentangen.aspx>.

<http://energilink.tu.no/leksikon/oljeproduksjon%20global.aspx>

[http://kbn.solutions.six.se/kommunalbanken/site/overview.page?magic=\(cc+\(mainnav+news\)+subnav+\(subpage+newsdetail\)+\(newsid+urn%3Anewsml%3Asix.se%3A20120214%3ASIXNN_760881%3A1\)\)](http://kbn.solutions.six.se/kommunalbanken/site/overview.page?magic=(cc+(mainnav+news)+subnav+(subpage+newsdetail)+(newsid+urn%3Anewsml%3Asix.se%3A20120214%3ASIXNN_760881%3A1))).

<http://translate.google.no/translate?hl=no&sl=en&u=http://www.cmegroup.com/company/ny-mex.html&ei=crB9T>

[LPNM704QThyrWQDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CDIQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Dnymex%26hl%3Dno%26biw%3D1366%26bih%3D643%26prmd%3Dimvnsz](http://translate.google.no/translate?hl=no&sl=en&u=http://www.cmegroup.com/company/ny-mex.html&ei=crB9TLPNM704QThyrWQDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CDIQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Dnymex%26hl%3Dno%26biw%3D1366%26bih%3D643%26prmd%3Dimvnsz).

Vedlegg 1 – Deskriptiv statistikk for datasettet

Tabell 1: Deskriptiv statistikk for de ulike tidsseriene over priser

- Navnekonvensjon: NLC er kontrakter for Nymex Light Crude, NHO er Nymex Heating Oil. Tallet representerer tid til forfall på kontrakten.
- Kritisk verdi for JB test er 5,99 på 5% nivå og 9,21 på 1% nivå
- Kritisk verdi for ADF test er -3,41 på 5% nivå og -3,97 på 1% nivå
- Grafiske plott viser klar stigende trend. Data svinger ikke om x-aksen. ADF test er derfor utført med trend og konstant.
- Alle Ljung-Box testene er signifikante på 1% nivå

Tidsserie	Start dato	Slutt dato	Antall obs.	Min	Gj. Snitt	Max	Standardav	Skjevhet	Kurtose	E. Kurtose	JB	ADF(2)	LB(10)
NLC1	03/01/1994	23/03/2012	4755	10.72	45.0855857	145.29	29.50369	0.9149322	-0.162503	-0.16359	2644.935	-2,646	46897
NLC2	03/01/1994	23/03/2012	4755	11.02	45.24475289	145.86	29.77937	0.892415	-0.238241	-0.23925	2708.73	-2,600	46944
NLC3	03/01/1994	23/03/2012	4755	11.33	45.33604627	146.13	30.02706	0.877072	-0.298013	-0.29896	2764.619	-2,551	46973
NLC6	03/01/1994	23/03/2012	4755	12.06	45.35282229	146.85	30.55775	0.8532514	-0.414722	-0.41555	2887.172	-2,428	47027
NLC12	30/10/1995	23/03/2012	4280	12.81	48.18745093	146.32	31.27627	0.6805044	-0.75599	-0.75651	2846.165	-2,421	42357
NHO1	03/01/1994	23/03/2012	4755	12.3984	53.27409312	172.452	36.35735	0.9750529	-0.052426	-0.05363	2599.443	-2,378	46927
NHO2	03/01/1994	23/03/2012	4755	12.6462	53.45878271	174.006	36.62662	0.9610364	-0.102518	-0.10367	2639.022	-2,315	46950
NHO3	03/01/1994	23/03/2012	4755	12.9192	53.61218738	175.56	36.88401	0.9534252	-0.133622	-0.13474	2665.903	-2,244	46970
NHO6	03/01/1994	23/03/2012	4755	13.9272	53.78756189	179.214	37.4496	0.9502305	-0.159296	-0.16039	2693.094	-2,110	47010
NHO12	30/10/1995	23/03/2012	4280	15.7332	57.32455864	173.565	38.17492	0.7458101	-0.6423	-0.64295	2762.611	-2,141	42349
NLC1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	22.4	64.6133968	145.29	26.47705	0.3757374	-0.457112	-0.45853	1369.496	-2,336	25596
NLC2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	22.64	65.06466108	145.86	26.59536	0.3269977	-0.474781	-0.47616	1367.907	-2,323	25638
NLC3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	22.71	65.36795887	146.13	26.77891	0.2838461	-0.501399	-0.50273	1376.688	-2,301	25665
NLC6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	22.48	65.74935644	146.85	27.32936	0.1894015	-0.576633	-0.57782	1415.392	-2,242	25721
NLC12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	22.13	65.80653085	146.32	27.97899	0.0701417	-0.692215	-0.69318	1493.771	-2,193	25791
NHO1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	24.549	76.88065133	172.452	33.39182	0.4163663	-0.518471	-0.51977	1430.413	-2,164	25662
NHO2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	24.5658	77.33540929	174.006	33.54563	0.3843477	-0.529117	-0.53039	1427.402	-2,138	25676
NHO3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	24.6288	77.68626123	175.56	33.7852	0.356677	-0.533002	-0.53427	1421.429	-2,089	25696
NHO6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	25.3848	78.22966382	179.214	34.43797	0.310038	-0.508184	-0.5095	1388.7	-2,008	25742
NHO12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	25.6536	78.44360312	173.565	34.8003	0.1469055	-0.724989	-0.72589	1527.661	-1,998	25813

Tabell 2: Deskriptiv statistikk over LN avkastningen til de enkelte tidsseriene.

- Kritisk verdi for JB test er 5,99 på 5% nivå og 9,21 på 1% nivå
- Kritisk verdi for ADF test er -3,41 på 5% nivå og -3,97 på 1% nivå
- indikerer signifikant på 5% nivå, ** indikerer signifikant på 1% nivå

Tidsserie	Start dato	Slutt dato	Antall obs.	Min	Gj. Snitt	Max	Standardavvik	Skjevhet	Kurtose	E. Kurtose	JB	ADF(2)	LB(10)
LND-NLC1	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.16545	0.00042	0.1641	0.0237	-0.1244	4.3692	4.3634	383.6285	-41.21**	30.676**
LND-NLC2	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.15720	0.00042	0.1379	0.0214	-0.2405	3.9216	3.9162	214.0715	-40.64**	15.428
LND-NLC3	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.12161	0.00041	0.1212	0.0199	-0.2146	3.1675	3.1629	42.0529	-40.43**	14.168
LND-NLC6	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.11959	0.00040	0.1047	0.0176	-0.2534	3.5196	3.5146	104.3421	-40.61**	24.908**
LND-NLC12	30/10/1995	23/03/2012	4279	-0.09069	0.00043	0.0995	0.0160	-0.2423	3.1688	3.3928	46.9371	-38.99**	40.155**
LND-NHO1	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.20971	0.00041	0.1040	0.0229	-0.5777	5.1782	5.1715	1204.2896	-40.67**	15670
LND-NHO2	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.14348	0.00041	0.1030	0.0209	-0.2261	2.4770	2.4731	94.6920	-40.08**	11.585
LND-NHO3	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.10570	0.00042	0.0939	0.0196	-0.1567	2.0808	2.0773	186.8364	-39.85**	9.9774
LND-NHO6	03/01/1994	23/03/2012	4754	-0.08866	0.00041	0.0921	0.0174	-0.1764	2.1947	2.1911	153.1249	-40.18**	17.697
LND-NHO12	30/10/1995	23/03/2012	4279	-0.09398	0.00044	0.0814	0.0159	-0.1908	2.1806	2.1767	145.6758	-39.14**	46.001**
LND-NLC1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.13065	0.00061	0.1641	0.0242	-0.0296	4.2951	4.2846	183.8994	-29.81**	27.279**
LND-NLC2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.14184	0.00060	0.1278	0.0224	-0.2262	3.2622	3.2537	29.9248	-29.42**	20.299*
LND-NLC3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.10381	0.00060	0.1212	0.0211	-0.2160	2.6078	2.6006	37.2474	-29.18**	20.923*
LND-NLC6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.09569	0.00061	0.1047	0.0192	-0.2211	2.7177	2.7102	30.1180	-29.07**	26.234**
LND-NLC12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.08784	0.00061	0.0995	0.0171	-0.2240	2.9453	2.9374	22.2906	-29.09**	29.876**
LND-NHO1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.19249	0.00066	0.1040	0.0228	-0.2672	3.3150	3.3064	42.0989	-29.52**	12.634
LND-NHO2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.14348	0.00066	0.0991	0.0218	-0.1590	2.0864	2.0802	102.3892	-28.95**	18.304
LND-NHO3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.09586	0.00066	0.0939	0.0208	-0.1271	1.7105	1.7050	188.9971	-28.69**	20.324*
LND-NHO6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.08866	0.00065	0.0921	0.0188	-0.1544	1.6921	1.6866	197.6068	-28.47**	24.469**
LND-NHO12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	-0.08164	0.00063	0.0814	0.0168	-0.1779	1.8709	1.8650	153.3547	-28.97**	30.408**

Tabell 3: Deskriptiv statistikk over LN(pris) for de ulike tidsseriene

- Kritisk verdi for JB test er 5,99 på 5% nivå og 9,21 på 1% nivå
- Kritisk verdi for ADF test er -3,41 på 5% nivå og -3,97 på 1% nivå
- Grafiske plott viser klar stigende trend. Data svinger ikke om x-aksen. ADF test er derfor utført med trend og konstant.

Tidsserie	Start dato	Slutt dato	Antall obs.	Min	Gj. Snitt	Max	Standardavvik	Skjevhet	Kurtose	E. Kurtose	JB	ADF(2)	LB(10)
LN-NLC1	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.372111	3.600053544	4.9787317	0.645815	0.2114932	-1.244852	-1.24481	3605.417	-3.013	47030
LN-NLC2	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.399712	3.600291264	4.9826473	0.650614	0.2254133	-1.292784	-1.29269	3691.314	-2.872	47096
LN-NLC3	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.427454	3.59920971	4.9844966	0.654861	0.2409372	-1.329122	-1.32899	3759.125	-2.768	47135
LN-NLC6	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.489894	3.592051008	4.9894117	0.664297	0.2870609	-1.399409	-1.3992	3899.975	-2.507	47208
LN-NLC12	30/10/1995	23/03/2012	4279	2.550226	3.656956335	4.985796	0.666375	0.1797329	-1.525356	-1.50379	3674.245	-2.209	42523
LN-NHO1	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.517567	3.751328763	5.1501189	0.667702	0.2474077	-1.247018	-1.24697	3622.123	-2.893	47085
LN-NHO2	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.537357	3.752798784	5.1590898	0.669977	0.2643801	-1.279391	-1.27931	3683.694	-2.732	47126
LN-NHO3	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.558715	3.754006794	5.1679809	0.671492	0.2837123	-1.303851	-1.30374	3733.686	-2.606	47150
LN-NHO6	03/01/1994	23/03/2012	4755	2.633844	3.753276518	5.1885806	0.674421	0.3393448	-1.356909	-1.35674	3852.199	-2.345	47202
LN-NHO12	30/10/1995	23/03/2012	4280	2.755773	3.822840317	5.1565522	0.674987	0.2244329	-1.510662	-1.5103	3664.313	-2.148	42527
LN-NLC1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.109061	4.076411645	4.9787317	0.44331	-0.35147	-0.900235	-0.90081	1718.494	-2.601	25592
LN-NLC2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.119718	4.082339077	4.9826473	0.447679	-0.404999	-0.876178	-0.87679	1715.747	-2.501	25660
LN-NLC3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.122805	4.085188828	4.9844966	0.453675	-0.446847	-0.868145	-0.86878	1724.542	-2.402	25706
LN-NLC6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.112626	4.084817872	4.9894117	0.472159	-0.525907	-0.876554	-0.87717	1765.327	-2.151	25796
LN-NLC12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.096934	4.076203969	4.985796	0.498983	-0.607801	-0.897041	-0.89762	1823.386	-1.828	25892
LN-NHO1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.200671	4.238102914	5.1501189	0.473664	-0.381879	-0.800867	-0.80163	1644.523	-2.497	25654
LN-NHO2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.201355	4.243230435	5.1590898	0.476464	-0.404047	-0.823607	-0.82432	1671.12	-2.421	25683
LN-NHO3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.203916	4.246165342	5.1679809	0.481119	-0.422681	-0.854406	-0.85506	1703.736	-2.319	25717
LN-NHO6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.234151	4.248013694	5.1885806	0.495324	-0.469594	-0.890502	-0.89109	1752.645	-2.048	25804
LN-NHO12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	3.244684	4.243013695	5.1565522	0.518127	-0.567816	-0.918842	-0.91938	1821.457	-1.678	25918

Tabell 4: Deskriptiv statistikk av spread mellom Light Crude Oil og Heating Oil for de ulike kontraktslengdene og tidsperiodene

- Spread1=NHO1-NLC1 osv.
- Kritisk verdi for JB test er 5,99 på 5% nivå og 9,21 på 1% nivå
- Kritisk verdi for ADF test er -3,41 på 5% nivå og -3,97 på 1% nivå
- ADF test utført med konstant og trend
- indikerer signifikant på 5% nivå, ** indikerer signifikant på 1% nivå

Tidsserie	Start dato	Slutt dato	Antall obs.	Min	Gj. Snitt	Max	Standardav	Skjevhet	Kurtose	E. Kurtose	JB	ADF(2)	LB(10)
Spread1	03/01/1994	23/03/2012	4755	-1.1492	8.188507424	41.9642	7.974027	1.6855338	2.6452215	2.641179	2276.449	-4.727**	45075
Spread2	03/01/1994	23/03/2012	4755	-0.1798	8.214029821	41.0472	7.848744	1.7338164	2.8280009	2.823766	2388.211	-3.819*	45729
Spread3	03/01/1994	23/03/2012	4755	0.1086	8.276141115	40.8262	7.804339	1.7531396	2.8386197	2.834374	2440.908	-3.332	46003
Spread6	03/01/1994	23/03/2012	4755	1.4286	8.4347396	39.8204	7.705839	1.7674615	2.7089824	2.704873	2492.486	-2.698	46294
Spread12	30/10/1995	23/03/2012	4279	1.7466	9.138382426	36.1234	7.534941	1.3996079	1.2677803	1.26586	1932.003	-2.512	41825
Spread1-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	0.0638	12.26725453	41.9642	8.65823	1.0817402	0.7811189	0.777348	1050.846	-3.822*	24550
Spread2-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	1.1322	12.27074821	41.0472	8.50692	1.1395859	0.9087466	0.904733	1046.895	-3.202	24924
Spread3-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	1.4712	12.31830236	40.8262	8.477047	1.1434052	0.8585534	0.854636	1073.957	-2.824	25122
Spread6-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	2.3524	12.48030739	39.8204	8.370372	1.12779	0.6627003	0.659155	1154.413	-2.35	25351
Spread12-2	01/03/2002	23/03/2012	2626	2.5504	12.63707228	36.1234	7.770938	0.8828183	0.1138	0.111299	1252.561	-2.354	25484

Tabell 5: Korrelasjon mellom LN avkastning for Light Crude Oil og Heating Oil for tilsvarende kontrakter

Korrelasjon for perioden 03/01-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012, for perioden 1/3-2002 til 23/3-2012 og for perioden 3/1-1994 (30/10-1995 for 12 pos) til 1/3-2002.

Tidsserie 1	Tidsserie 2	Start	Slutt	Korrelasjon	Start	Slutt	Korrelasjon	Start	Slutt	Korrelasjon
LND-NLC1	LND-NHO1	03/01/1994	23/03/2012	0.759243	03/01/1994	01/03/2002	0.713797	01/03/2002	23/03/2012	0.79501
LND-NLC2	LND-NHO2	03/01/1994	23/03/2012	0.865295	03/01/1994	01/03/2002	0.849978	01/03/2002	23/03/2012	0.87543
LND-NLC3	LND-NHO3	03/01/1994	23/03/2012	0.889407	03/01/1994	01/03/2002	0.86841	01/03/2002	23/03/2012	0.90226
LND-NLC6	LND-NHO6	03/01/1994	23/03/2012	0.902483	03/01/1994	01/03/2002	0.87021	01/03/2002	23/03/2012	0.91992
LND-NLC12	LND-NHO12	30/10/1995	23/03/2012	0.895671	30/10/1995	01/03/2002	0.718415	01/03/2002	23/03/2012	0.91506

Tabell 6: Test for stasjonaritet i spread mellom pris på WTI light crude oil og heating oil, samt spread mellom LN(Pris) på de samme instrumentene. Test utført for periodene 3/1-1994 (30/10-1995 for 12-pos) til 23/3-2012, 1/3-2002 til 23/3-2012 og 1/3-2002 til 9/11-2009. * indikerer signifikant på 5% nivå, ** indikerer signifikant på 1% nivå

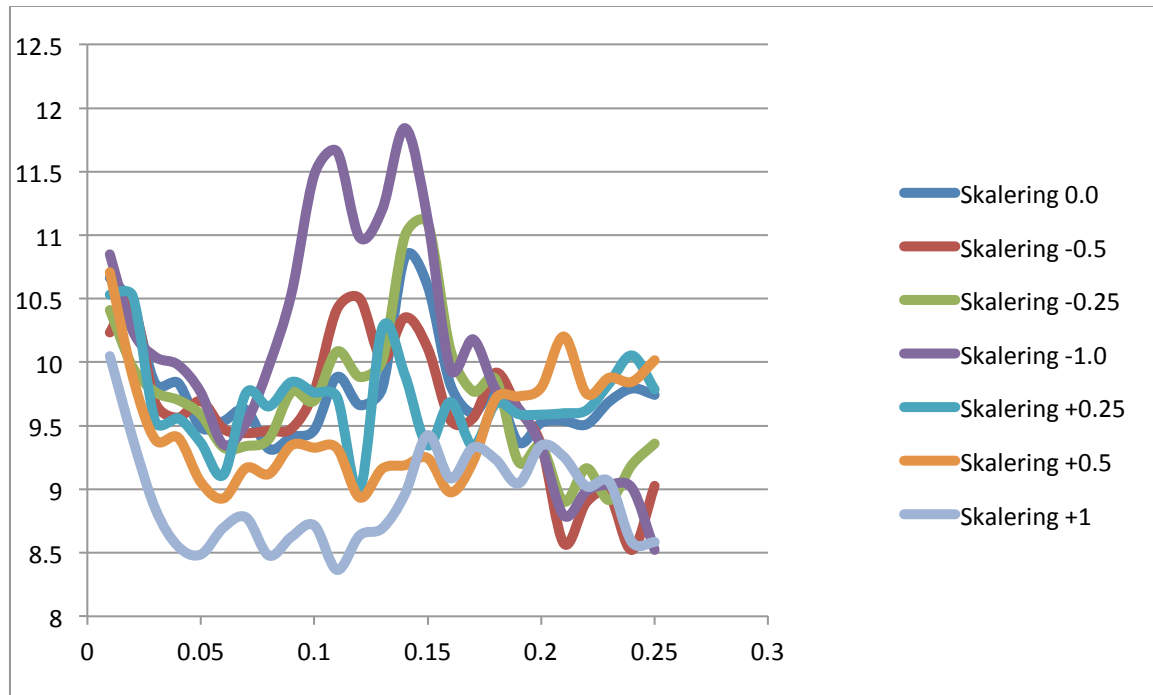
Y-variabel	X-Variabel	Start	Slutt	ADF(5)	ADF(4)	ADF(3)	ADF(2)	ADF(1)	ADF(0)	VAR(20) Tr	Var(20) Pro	VAR(5) Tr	VAR(5) Prot
Y: LN-NLC1	X:LN-NHO1	03/01/1994	23/03/2012	-7.779**	-8.044**	-8.095**	-8.251**	-8.403**	-8.350**	42.086	[0.000]**	69.996	[0.000]**
Y: LN-NLC2	X:LN-NHO1	03/01/1994	23/03/2012	-6.234**	-6.342**	-6.516**	-6.620**	-6.689**	-6.540**	36.578	[0.000]**	48.046	[0.000]**
Y: LN-NLC3	X:LN-NHO2	03/01/1994	23/03/2012	-5.500**	-5.597**	-5.751**	-5.911**	-5.978**	-5.948**	29.652	[0.000]**	40.516	[0.000]**
Y: LN-NLC6	X:LN-NHO6	03/01/1994	23/03/2012	-4.608**	-4.679**	-4.741**	-4.952**	-5.168**	-5.608**	16.466	[0.034]*	25.628	[0.001]**
Y: LN-NLC1	X:LN-NHO12	30/10/1995	23/03/2012	-4.134**	-4.120**	-4.265**	-4.544**	-4.912**	-5.769**	17.281	[0.025]*	23.985	[0.002]**
Y: LN-NLC1	X:LN-NHO1-2	01/03/2002	23/03/2012	-5.086**	-5.341**	-5.377**	-5.582**	-5.733**	-5.700**	22.046	[0.004]**	34.51	[0.000]**
Y: LN-NLC2	X:LN-NHO1-2	01/03/2002	23/03/2012	-4.368**	-4.457**	-4.670**	-4.755**	-4.798**	-4.807**	19.483	[0.011]*	27.013	[0.000]**
Y: LN-NLC3	X:LN-NHO2-2	01/03/2002	23/03/2012	-3.903**	-4.051**	-4.151**	-4.315**	-4.336**	-4.288**	18.766	[0.014]*	24.532	[0.001]**
Y: LN-NLC6	X:LN-NHO6-2	01/03/2002	23/03/2012	-3.268*	-3.409*	-3.411*	-3.599**	-3.728**	-3.909**	14.427	[0.071]	17.934	[0.019]*
Y: LN-NLC1	X:LN-NHO12	01/03/2002	23/03/2012	-3.141*	-3.170*	-3.285*	-3.556**	-3.709**	-4.220**	13.568	[0.095]	16.923	[0.029]*
Y: NLC1	X: NHO1	03/01/1994	23/03/2012	-5.997**	-6.104**	-6.130**	-6.373**	-6.552**	-6.837**	25.093	[0.001]**	38.493	[0.000]**
Y: NLC2	X: NHO2	03/01/1994	23/03/2012	-5.092**	-5.094**	-5.130**	-5.356**	-5.414**	-5.411**	22.028	[0.004]**	29.235	[0.000]**
Y: NLC3	X: NHO3	03/01/1994	23/03/2012	-4.537**	-4.557**	-4.571**	-4.815**	-4.865**	-4.924**	20.648	[0.007]**	25.179	[0.001]**
Y: NLC6	X: NHO6	03/01/1994	23/03/2012	-3.823**	-3.897**	-3.884**	-4.160**	-4.269**	-4.524**	17.1	[0.027]*	19.508	[0.010]*
Y: NLC12	X: NHO12	30/10/1995	23/03/2012	-3.351*	-3.383*	-3.507**	-3.862**	-4.027**	-4.521**	10.973	[0.217]	15.029	[0.057]
Y: NLC1-2	X: NHO1-2	01/03/2002	23/03/2012	-4.279**	-4.365**	-4.373**	-4.589**	-4.749**	-4.997**	15.37	[0.051]	21.05	[0.006]**
Y: NLC2-2	X: NHO2-2	01/03/2002	23/03/2012	-3.801**	-3.793**	-3.814**	-4.005**	-4.052**	-4.081**	14.038	[0.081]	17.546	[0.023]*
Y: NLC3-2	X: NHO3-2	01/03/2002	23/03/2012	-3.433*	-3.453**	-3.447**	-3.651**	-3.691**	-3.745**	13.816	[0.087]	15.757	[0.044]*
Y: NLC6-2	X: NHO6-2	01/03/2002	23/03/2012	-2.948*	-3.019*	-2.996*	-3.216*	-3.297*	-3.481**	12.296	[0.144]	13.084	[0.112]
Y: NLC12-2	X: NHO12-2	01/03/2002	23/03/2012	-2.747	-2.781	-2.866*	-3.159*	-3.269*	-3.632**	8.7697	[0.394]	11.114	[0.208]
Y: LN-NLC1	X:LN-NHO1	01/03/2002	09/11/2009	-4.978**	-5.232**	-5.356**	-5.555**	-5.678**	-5.641**	20.787	[0.006]**	34.858	[0.000]**
Y: LN-NLC2	X:LN-NHO1	01/03/2002	09/11/2009	-4.542**	-4.604**	-4.969**	-4.990**	-4.985**	-4.999**	20.924	[0.006]**	31.213	[0.000]**
Y: LN-NLC3	X:LN-NHO2	01/03/2002	09/11/2009	-4.198**	-4.326**	-4.565**	-4.668**	-4.639**	-4.571**	21.766	[0.004]**	30.777	[0.000]**
Y: LN-NLC6	X:LN-NHO6	01/03/2002	09/11/2009	-3.505**	-3.635**	-3.716**	-3.863**	-4.047**	-4.297**	14.452	[0.070]	21.357	[0.005]**
Y: LN-NLC1	X:LN-NHO12	01/03/2002	09/11/2009	-3.477**	-3.454**	-3.631**	-3.895**	-4.117**	-4.822**	15.256	[0.053]	20.912	[0.006]**
Y: NLC1	X: NHO1	01/03/2002	09/11/2009	-4.975**	-5.068**	-5.299**	-5.565**	-5.694**	-6.080**	18.666	[0.015]*	30.562	[0.000]**
Y: NLC2	X: NHO2	01/03/2002	09/11/2009	-4.663**	-4.584**	-4.852**	-5.022**	-4.962**	-5.012**	19.17	[0.012]*	29.594	[0.000]**
Y: NLC3	X: NHO3	01/03/2002	09/11/2009	-4.191**	-4.148**	-4.342**	-4.505**	-4.464**	-4.565**	19.165	[0.012]*	26.848	[0.000]**
Y: NLC6	X: NHO6	01/03/2002	09/11/2009	-3.270*	-3.320*	-3.423*	-3.664**	-3.815**	-4.165**	13.031	[0.114]	17.123	[0.026]*
Y: NLC12	X: NHO12	01/03/2002	09/11/2009	-3.558**	-3.534**	-3.743**	-4.128**	-4.354**	-5.059**	11.232	[0.201]	18.469	[0.016]*

Vedlegg 2 – Eksempel på krysstabell som benyttes for å bestemme optimal L og B

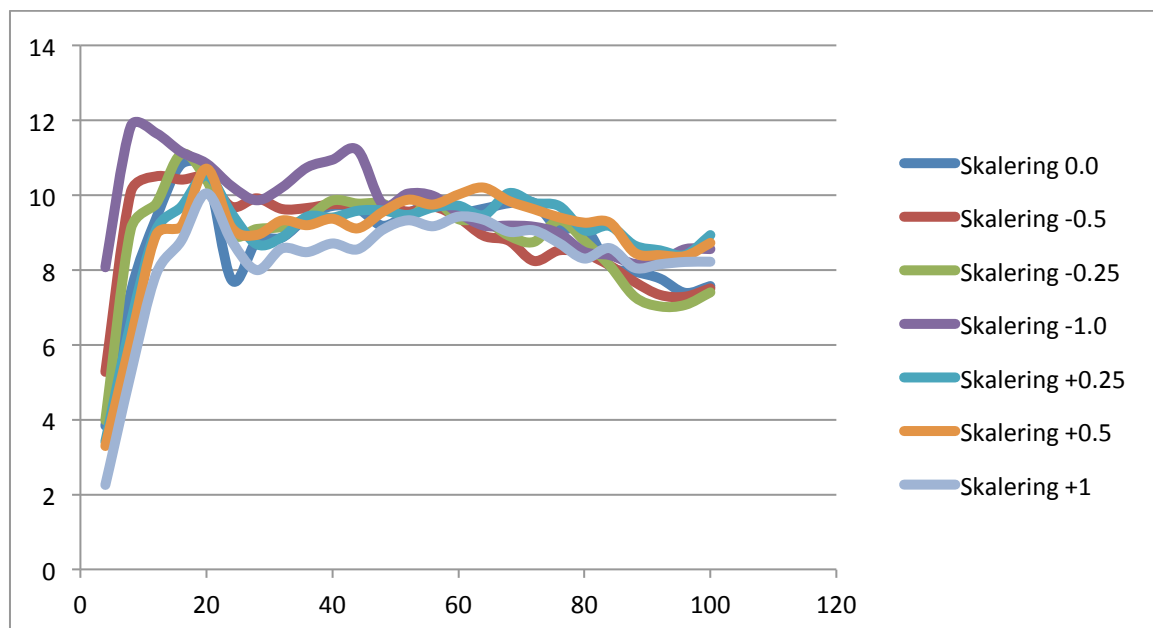
Tabell 1: Krysstabell som viser forventet gevinst per år for ulike kombinasjoner av L og B

L/B	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	Max
4	-0.34	0.55	1.60	1.62	1.11	1.43	0.95	2.04	3.37	3.01	3.84	3.46	3.58	2.64	3.39	3.15	2.46	2.06	1.95	1.99	2.17	2.03	2.05	2.08	1.66	3.84
8	4.46	5.44	6.34	6.77	6.32	6.58	6.57	6.76	7.02	7.40	7.33	6.63	6.16	6.59	6.20	5.86	5.47	6.18	6.13	5.84	5.38	5.16	4.64	4.43	4.46	7.40
12	8.11	9.00	9.06	8.97	9.09	9.20	9.26	8.78	9.37	9.36	9.20	8.77	8.71	8.39	8.83	8.95	8.88	8.75	7.80	7.52	7.41	6.98	6.81	7.01	6.53	9.37
16	8.56	8.80	8.87	9.25	9.41	9.25	9.62	9.21	9.09	9.31	9.88	9.66	9.80	10.83	10.60	9.58	8.86	8.68	8.16	8.17	8.11	8.13	7.46	7.32	7.14	10.83
20	10.66	10.44	9.83	9.84	9.49	9.33	9.18	9.31	9.24	9.47	9.37	8.56	9.58	9.59	9.51	9.82	9.60	9.40	9.37	8.67	8.36	7.69	7.90	8.08	8.46	10.66
24	7.15	7.73	7.40	7.55	7.70	7.46	7.32	7.61	6.95	6.70	7.68	7.35	7.74	7.63	7.40	7.49	7.16	7.13	7.05	7.15	6.36	6.03	5.64	6.04	6.61	7.74
28	7.00	6.83	6.80	7.09	7.26	7.87	7.68	7.68	8.33	8.62	8.67	8.77	8.12	8.30	8.15	8.21	8.69	8.76	7.87	7.70	7.07	7.39	6.41	6.65	7.00	8.77
32	5.99	5.99	6.27	6.42	6.59	7.11	8.30	8.29	8.24	8.42	8.87	8.33	8.62	8.33	8.64	8.44	8.59	8.43	8.22	8.01	7.30	6.78	7.04	7.17	7.48	8.87
36	6.48	6.64	6.44	6.56	7.03	7.41	7.52	9.32	9.41	8.49	8.71	8.68	9.14	9.22	9.20	9.09	8.44	8.40	8.60	8.50	8.16	8.01	8.65	8.09	8.37	9.41
40	6.92	6.98	7.01	7.49	7.46	7.69	8.20	8.60	8.38	8.93	9.17	8.95	9.29	9.71	8.75	8.84	8.87	8.94	9.11	8.25	8.06	7.87	8.22	8.69	9.03	9.71
44	7.03	7.64	7.77	8.26	8.29	8.28	8.40	8.66	8.68	8.87	8.83	9.18	9.24	8.99	8.95	9.13	9.29	9.27	9.08	8.51	8.72	8.45	8.72	9.26	9.64	9.64
48	7.22	7.35	8.07	8.25	8.37	8.10	8.09	7.99	7.74	7.92	7.87	7.82	7.23	7.60	8.44	8.58	9.18	8.87	8.55	8.53	8.36	8.45	8.60	8.36	8.82	9.18
52	7.25	7.86	8.35	8.27	7.99	7.85	7.90	7.87	8.17	7.76	7.15	7.35	7.98	8.04	8.47	8.53	9.41	9.51	8.70	8.55	8.52	8.70	8.86	8.09	8.03	9.51
56	7.68	7.85	8.25	8.73	8.89	8.71	8.42	8.52	7.56	7.24	7.40	7.93	8.06	7.66	8.10	8.91	9.15	9.79	9.24	9.01	8.68	8.81	8.54	8.67	8.65	9.79
60	7.77	8.21	8.84	8.86	9.01	9.54	9.15	8.29	8.10	7.79	7.90	8.25	8.15	8.17	9.18	9.13	9.19	9.20	8.86	9.52	9.50	9.18	8.72	8.99	9.20	9.54
64	7.35	7.72	8.11	8.32	8.39	7.89	8.11	8.42	8.07	7.99	7.71	7.88	8.14	8.38	8.67	9.14	9.14	9.11	8.80	9.50	9.49	9.24	9.34	9.64	9.48	9.64
68	7.97	7.87	7.98	8.46	8.35	8.38	8.50	8.28	8.82	8.65	8.24	8.16	8.22	8.18	8.08	8.82	8.87	8.66	8.56	8.63	9.54	9.51	9.59	9.78	9.74	9.78
72	7.99	7.94	8.40	8.50	8.69	8.87	8.91	8.74	8.94	9.34	9.33	8.63	7.85	7.95	8.60	8.59	8.67	8.91	8.59	8.58	8.52	9.37	9.69	9.79	9.66	9.79
76	7.88	7.97	7.88	8.43	8.90	8.54	8.40	8.49	8.61	8.52	8.37	8.37	8.15	8.10	8.38	8.06	8.32	8.42	8.20	8.00	7.90	7.96	8.84	9.10	8.60	9.10
80	8.19	8.48	8.70	8.60	8.69	8.79	9.15	8.70	8.59	8.57	8.77	8.66	8.69	9.06	8.78	8.54	8.20	7.98	8.21	8.60	8.48	8.48	8.35	9.08	8.99	9.15
84	7.25	7.29	7.65	7.32	7.71	7.79	7.84	7.82	7.30	7.48	7.82	7.91	8.11	7.93	7.85	7.38	7.18	7.16	6.79	7.39	7.43	7.53	7.48	7.67	7.51	8.11
88	6.45	7.01	6.97	7.05	7.27	7.18	7.09	7.23	7.04	7.23	7.36	7.77	7.78	7.96	7.51	7.21	7.43	7.03	7.33	7.58	7.65	7.81	7.70	7.61	7.76	7.96
92	6.01	6.11	6.62	6.80	6.93	7.38	7.06	6.96	6.82	6.85	7.26	7.26	7.45	7.19	6.98	7.14	6.97	6.65	7.20	7.47	7.77	7.65	7.55	7.35	7.53	7.77
96	5.67	5.70	6.04	6.48	6.97	7.04	7.19	6.86	6.60	6.19	6.47	6.52	6.70	6.79	6.46	6.70	6.69	6.54	6.78	6.91	7.17	7.33	7.39	7.14	7.17	7.39
100	5.91	5.77	5.78	6.33	7.14	7.57	7.38	7.07	6.74	6.93	6.94	6.90	7.06	6.90	6.41	6.79	7.12	7.43	6.70	6.90	7.37	7.26	7.52	7.57	7.39	7.57
Max	10.66	10.44	9.83	9.84	9.49	9.54	9.62	9.32	9.41	9.47	9.88	9.66	9.80	10.83	10.60	9.82	9.60	9.79	9.37	9.52	9.54	9.51	9.69	9.79	9.74	

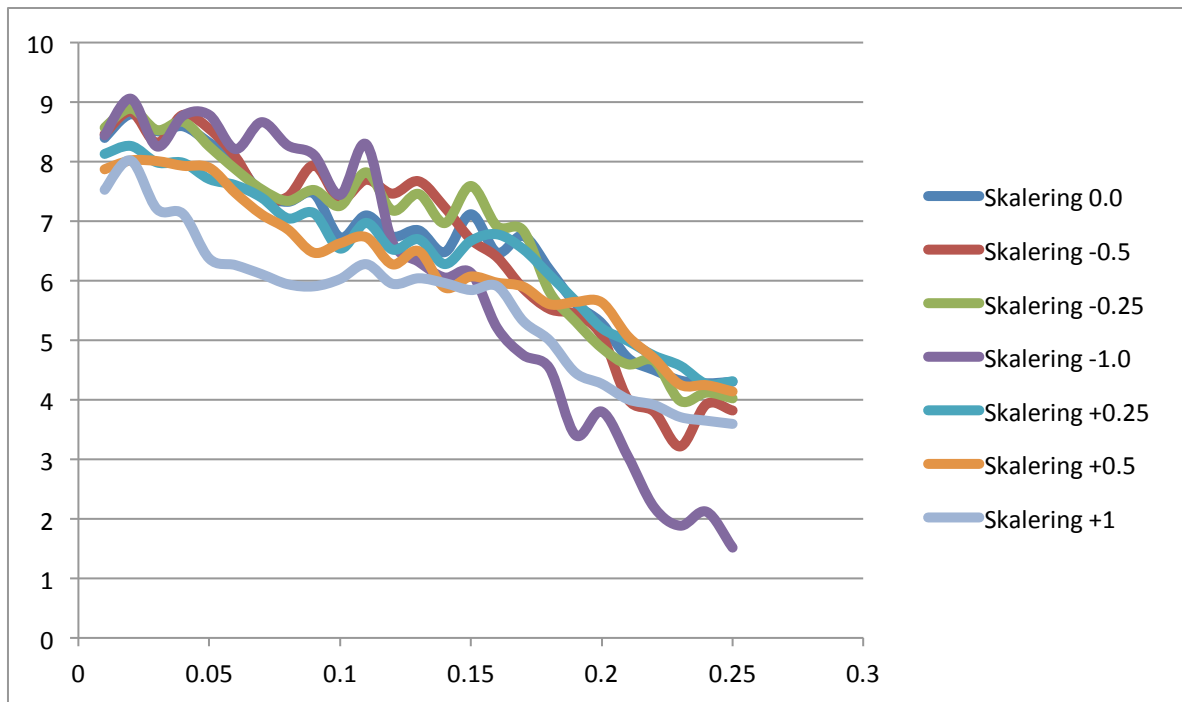
Vedlegg 3 – Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i absolutt verdi USD og prosentvis beregning av øvre og nedre bånd.



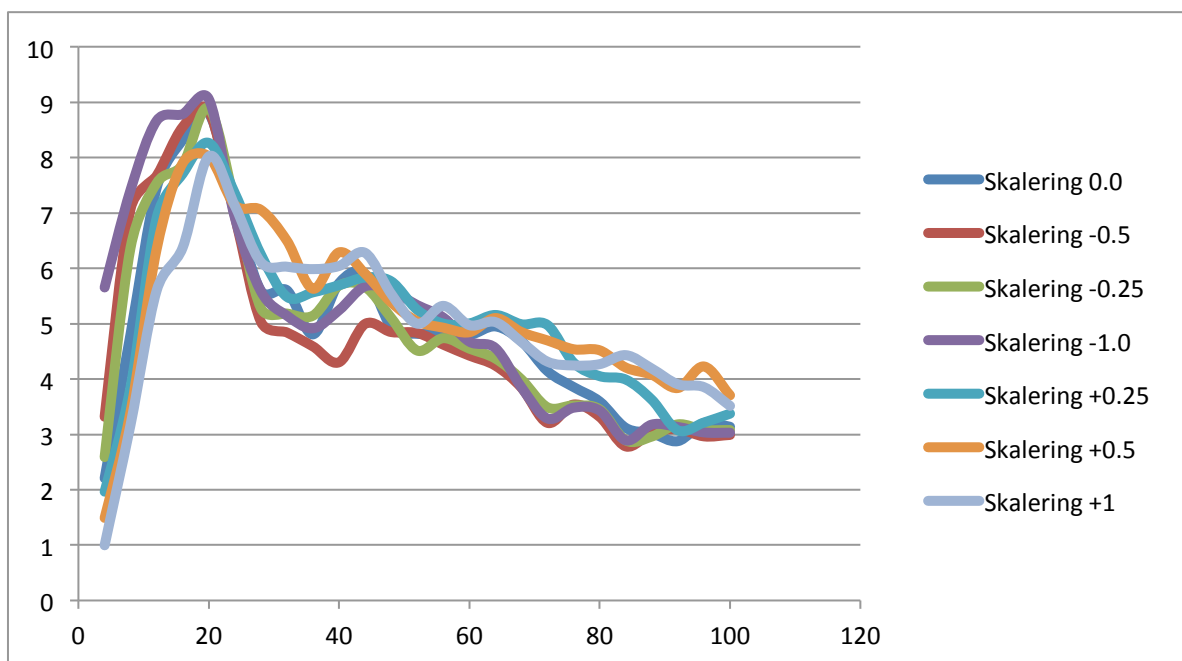
Figur 1: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



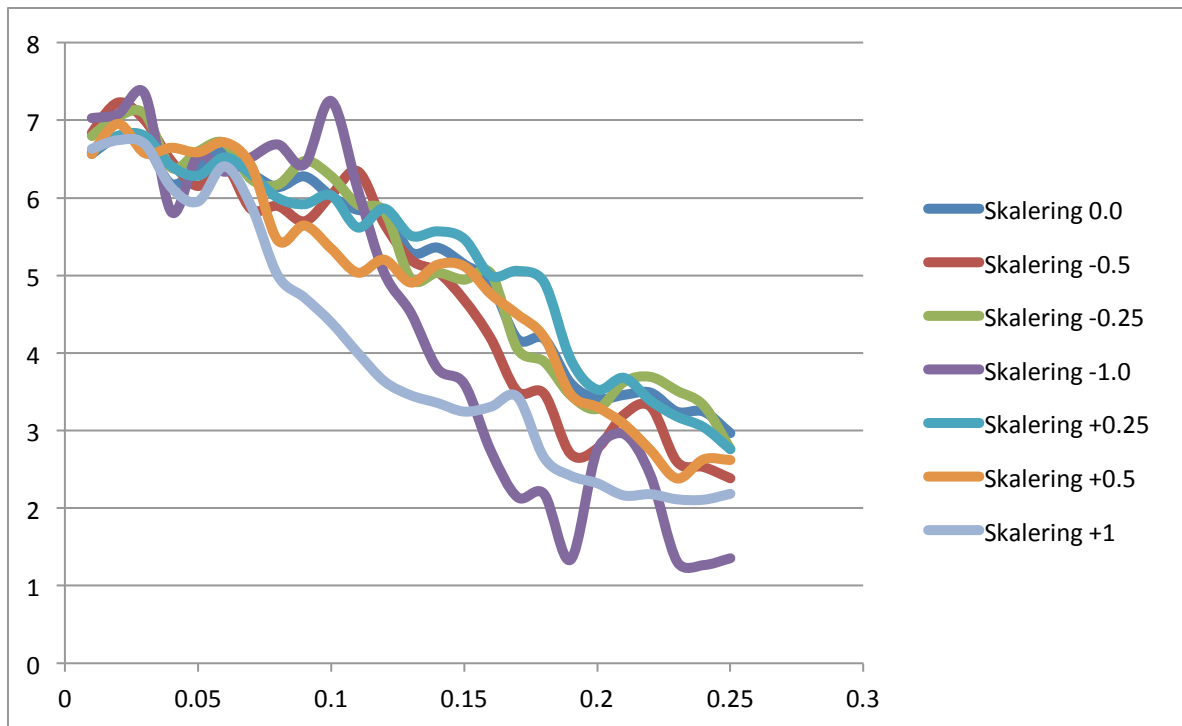
Figur 2: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



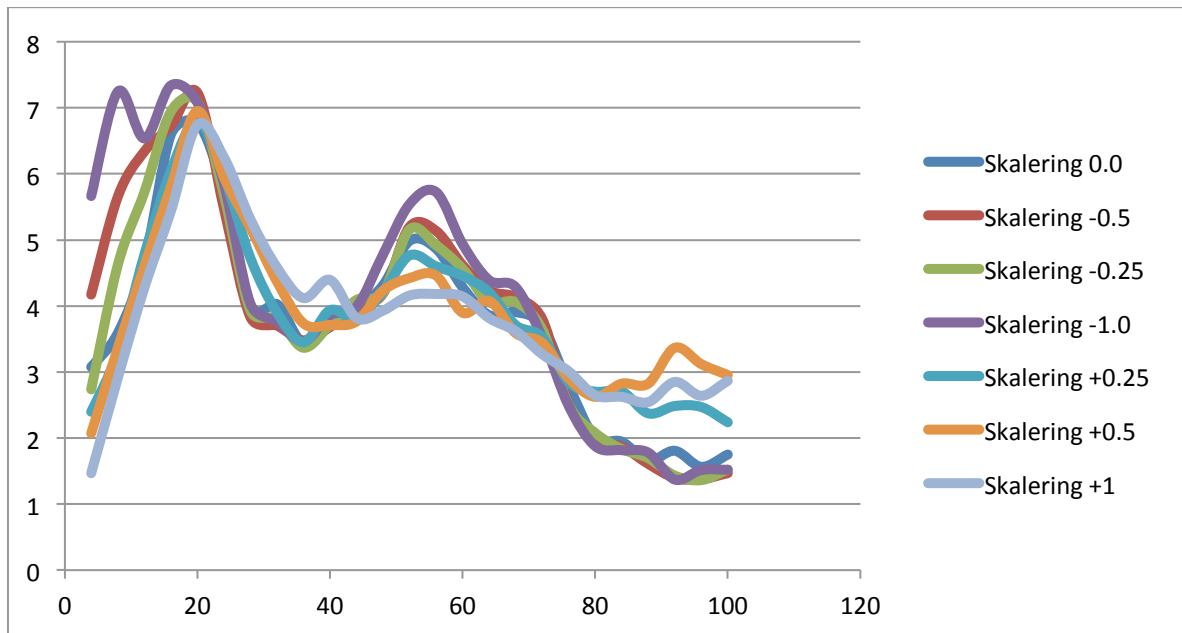
Figur 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



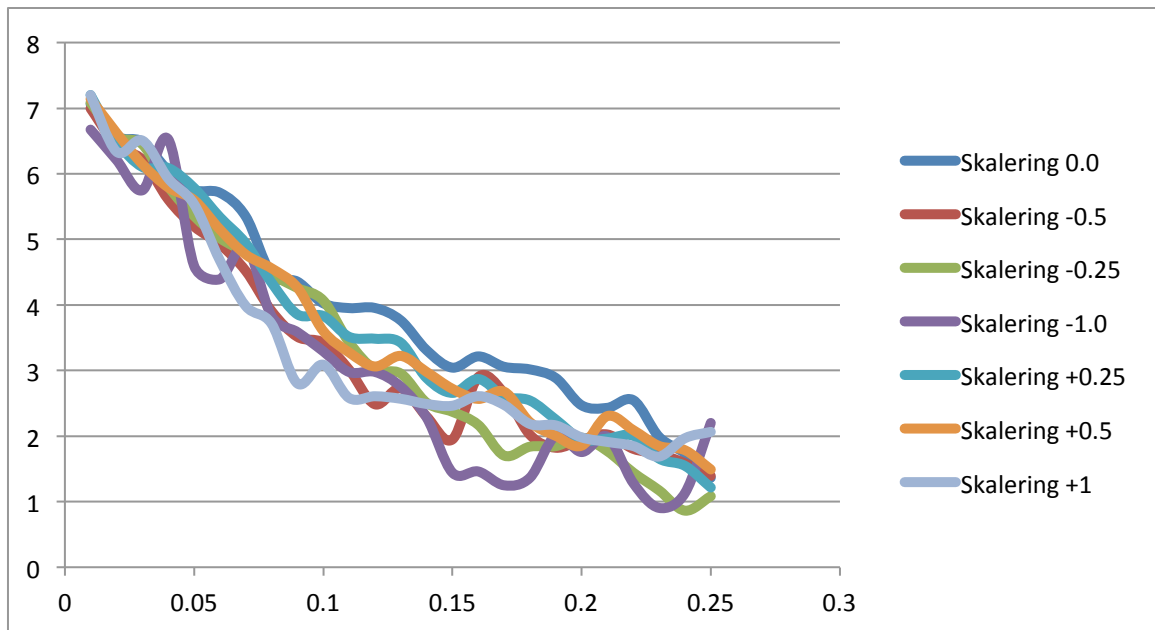
Figur 4: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



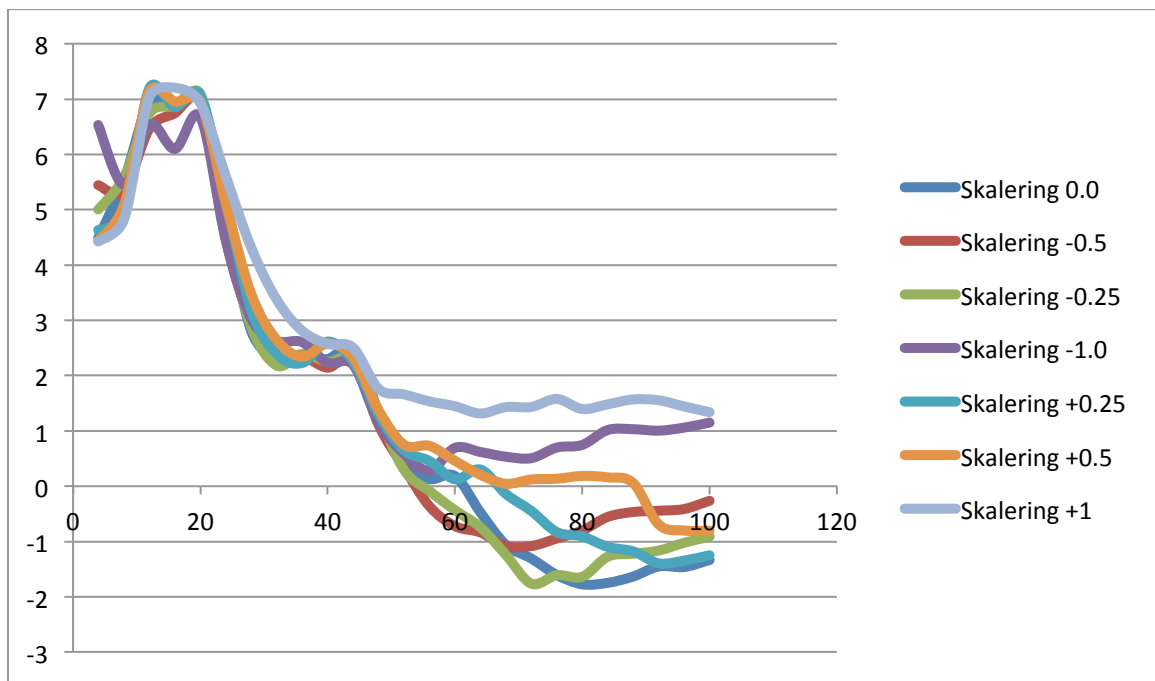
Figur 5: 3-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



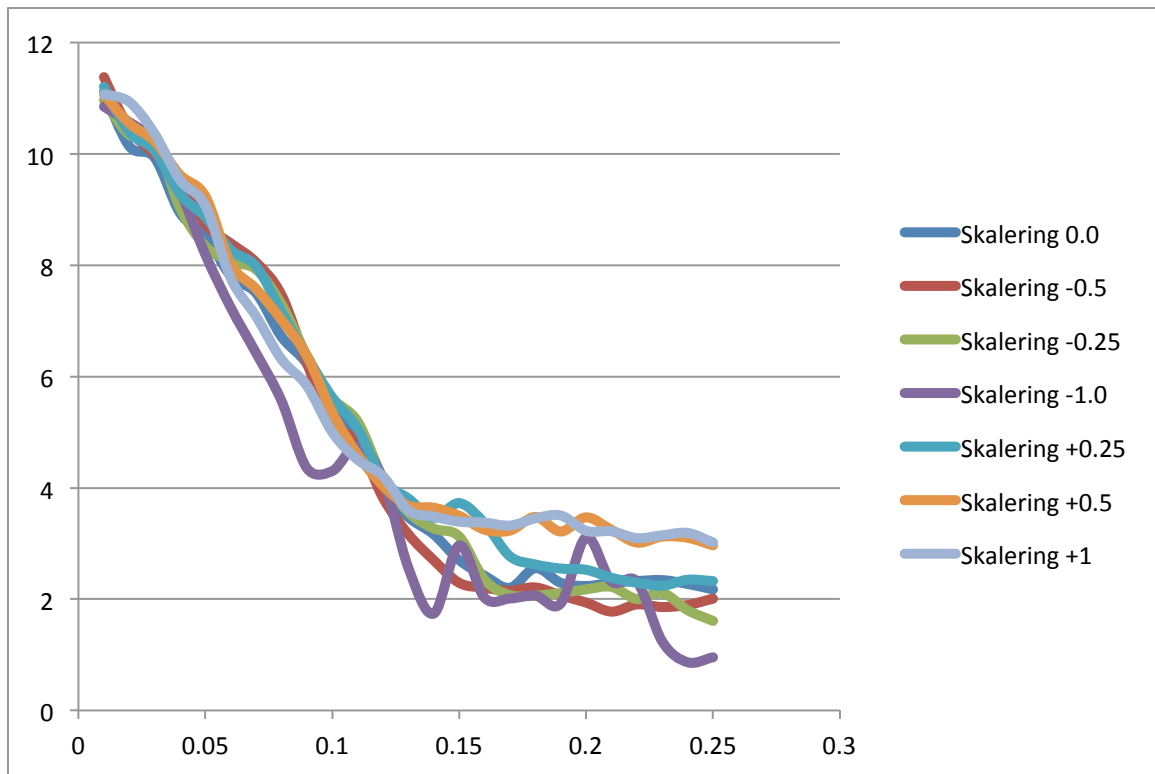
Figur 6: 3-Pos kontrakter. Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



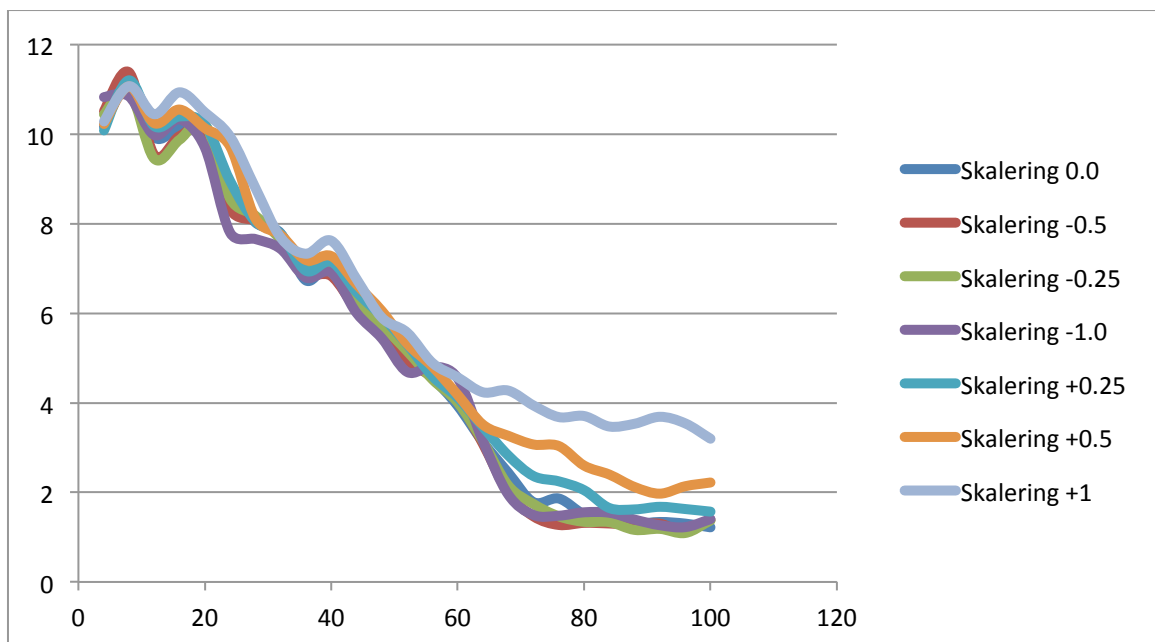
Figur 7: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



Figur 8: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

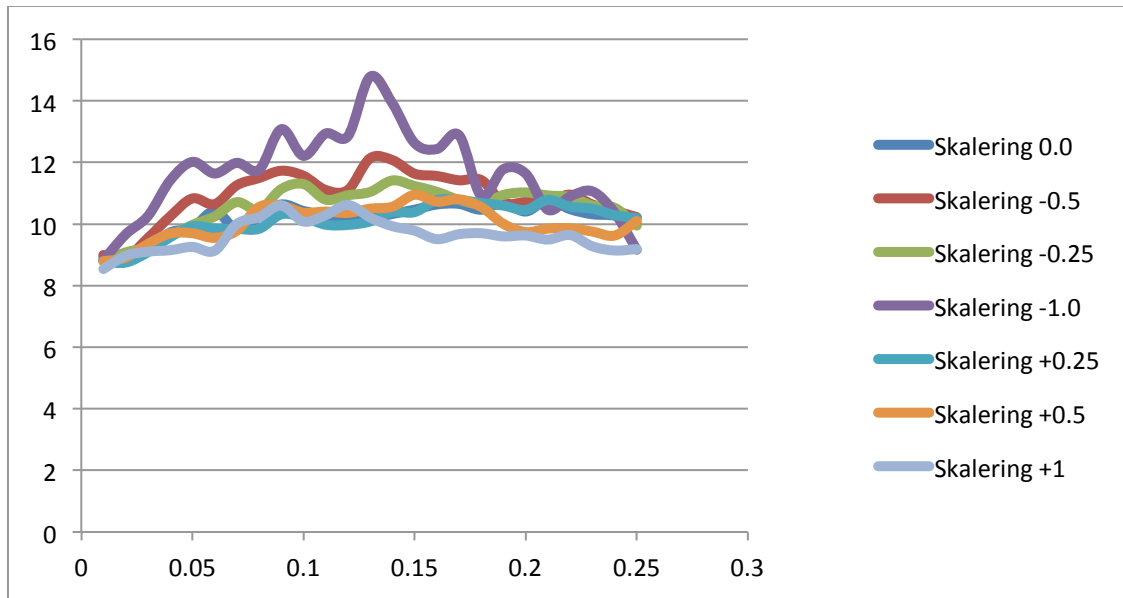


Figur 9: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.

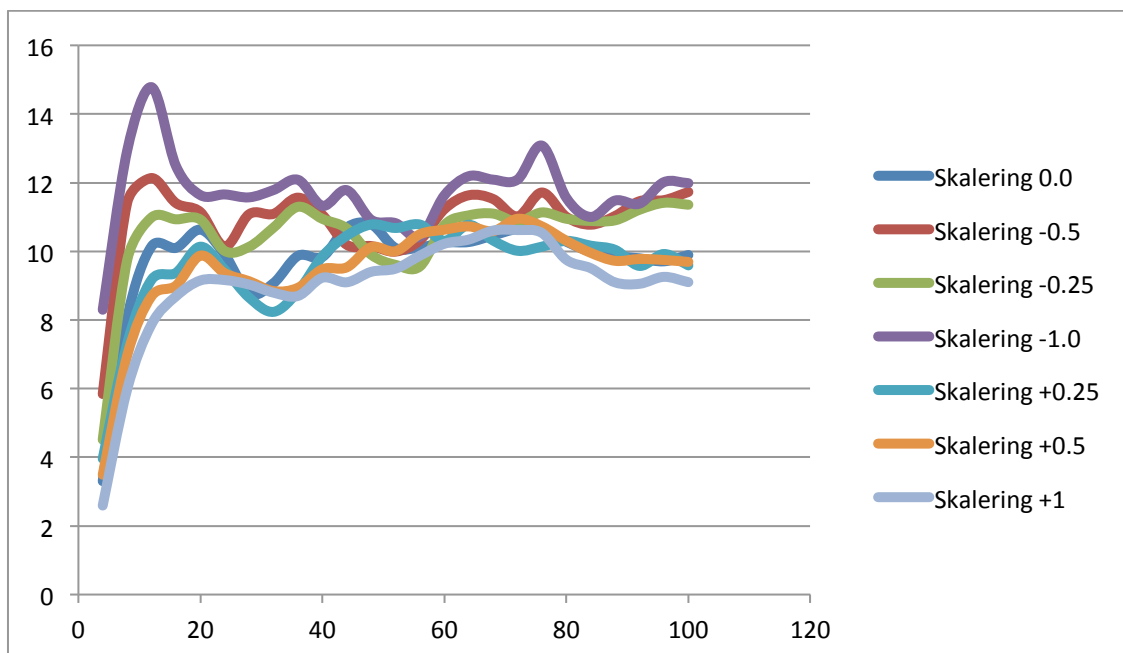


Figur 10: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

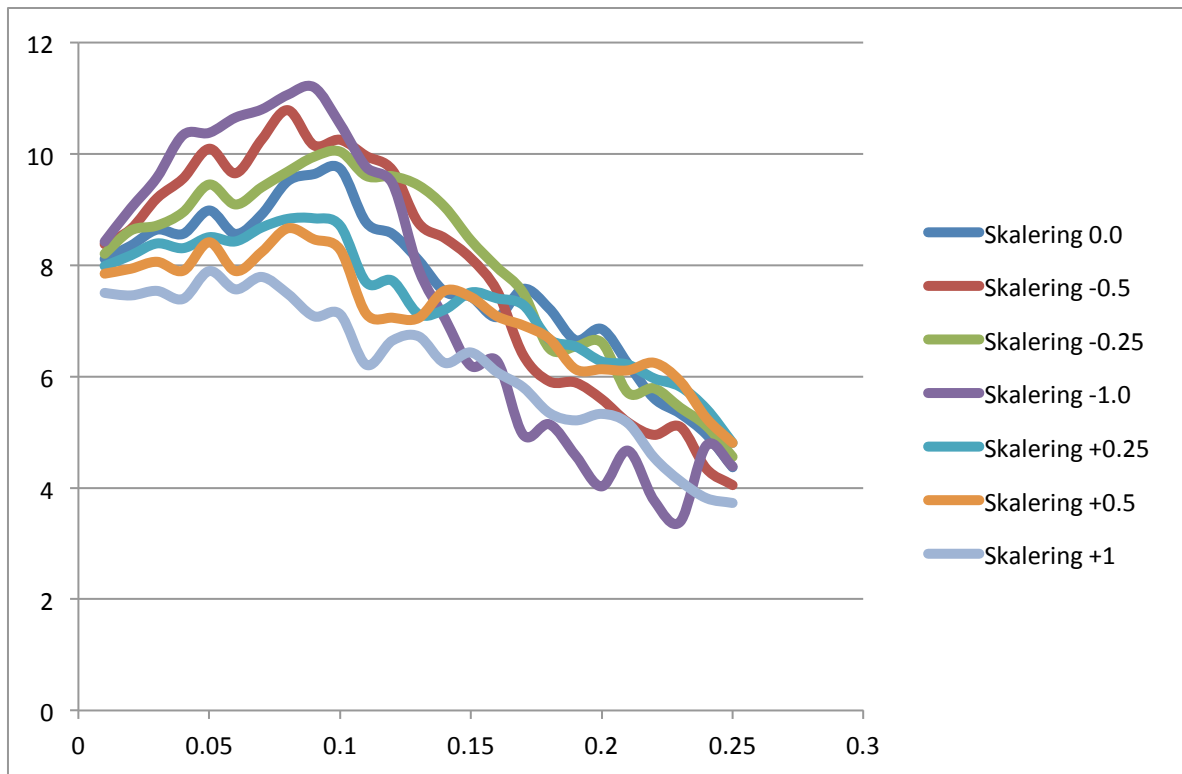
Vedlegg 4- Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i relativ verdi i forhold til oljepris og prosentvis beregning av øvre og nedre bånd.



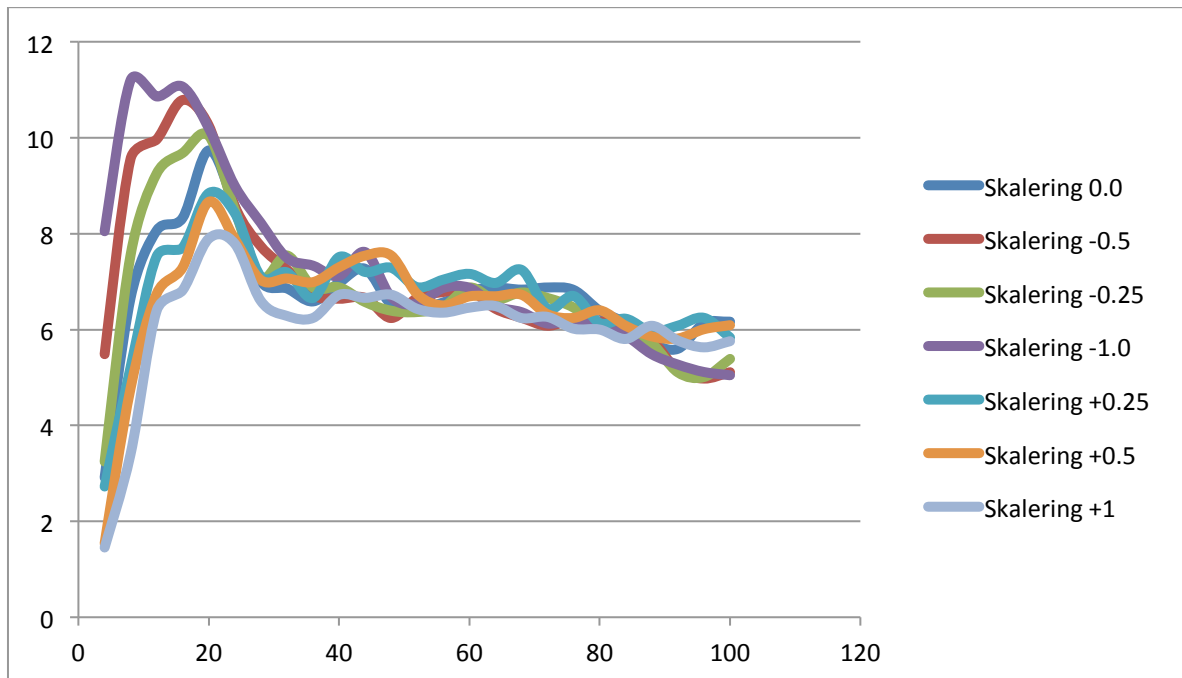
Figur 1: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



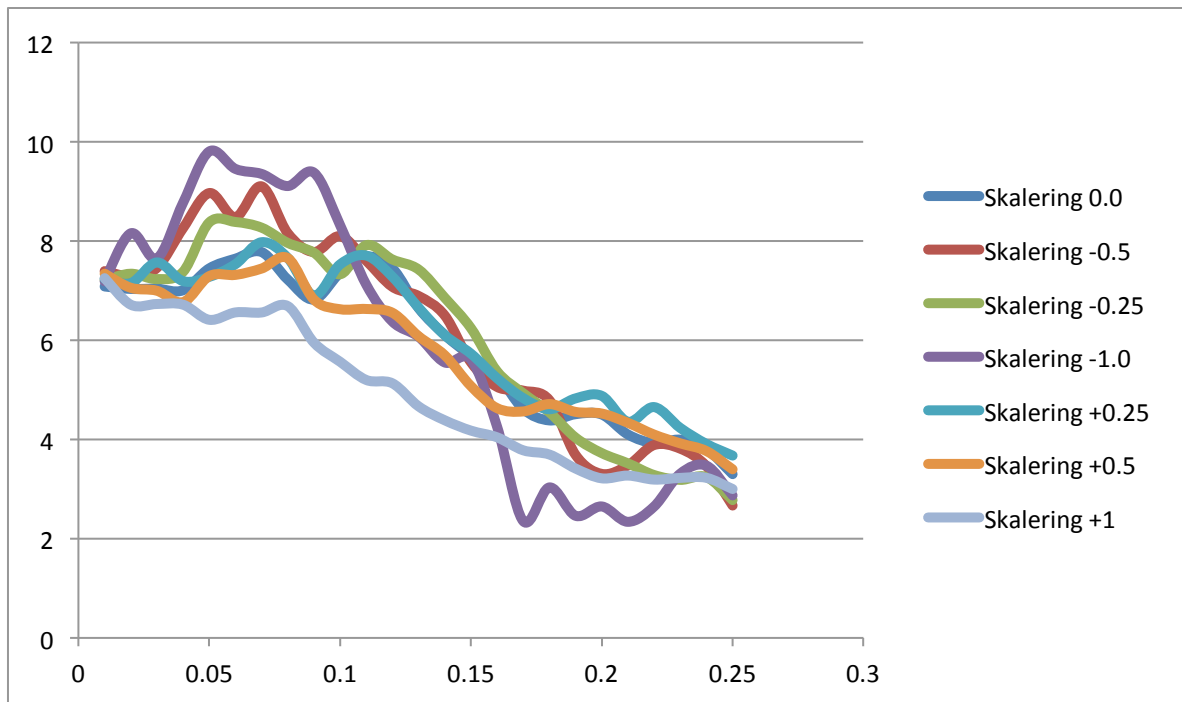
Figur 2: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



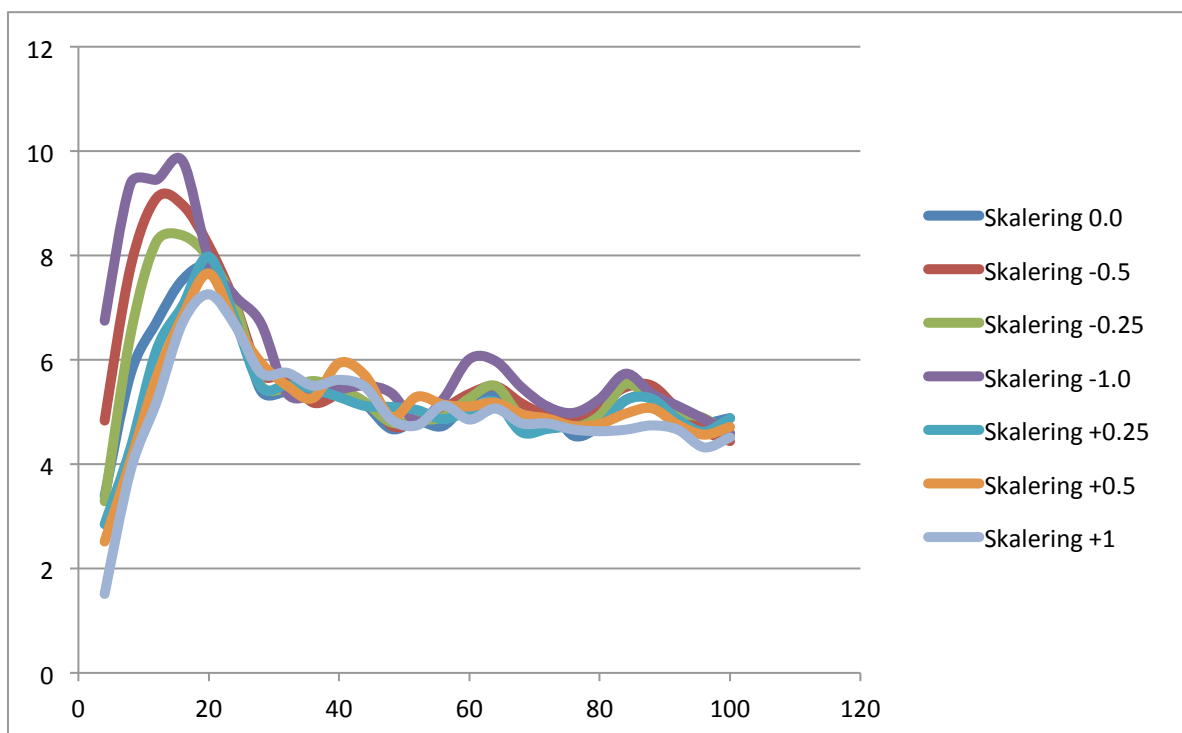
Figur 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



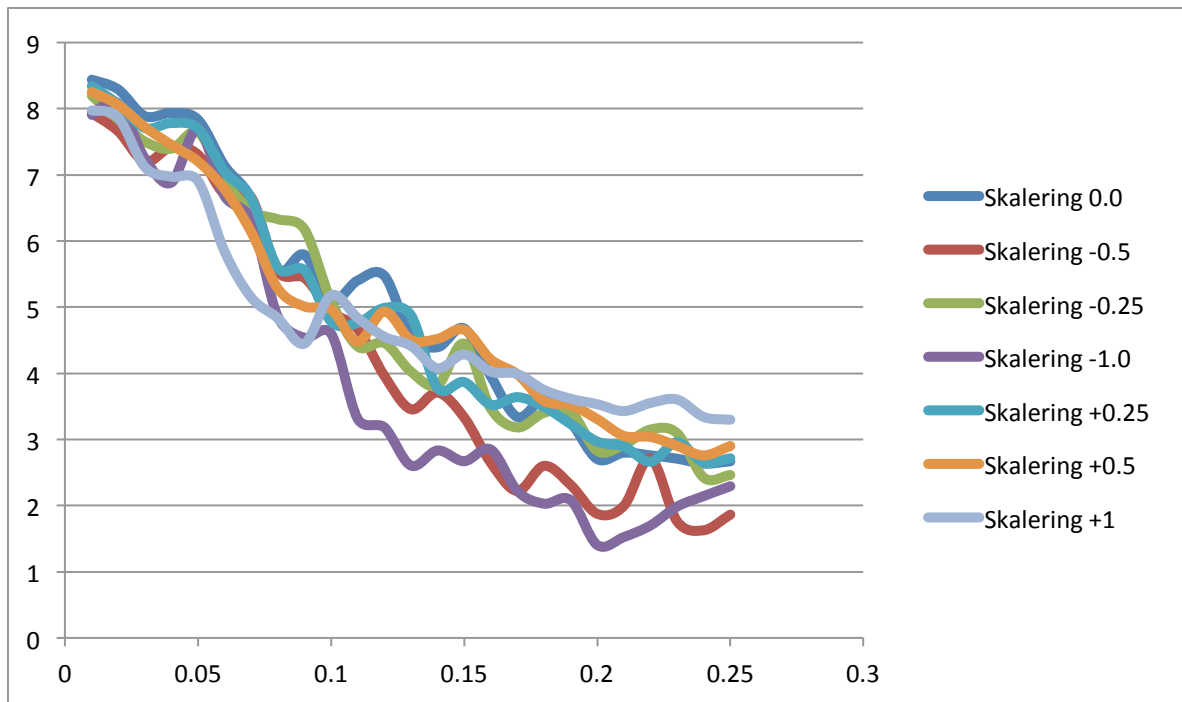
Figur 4: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



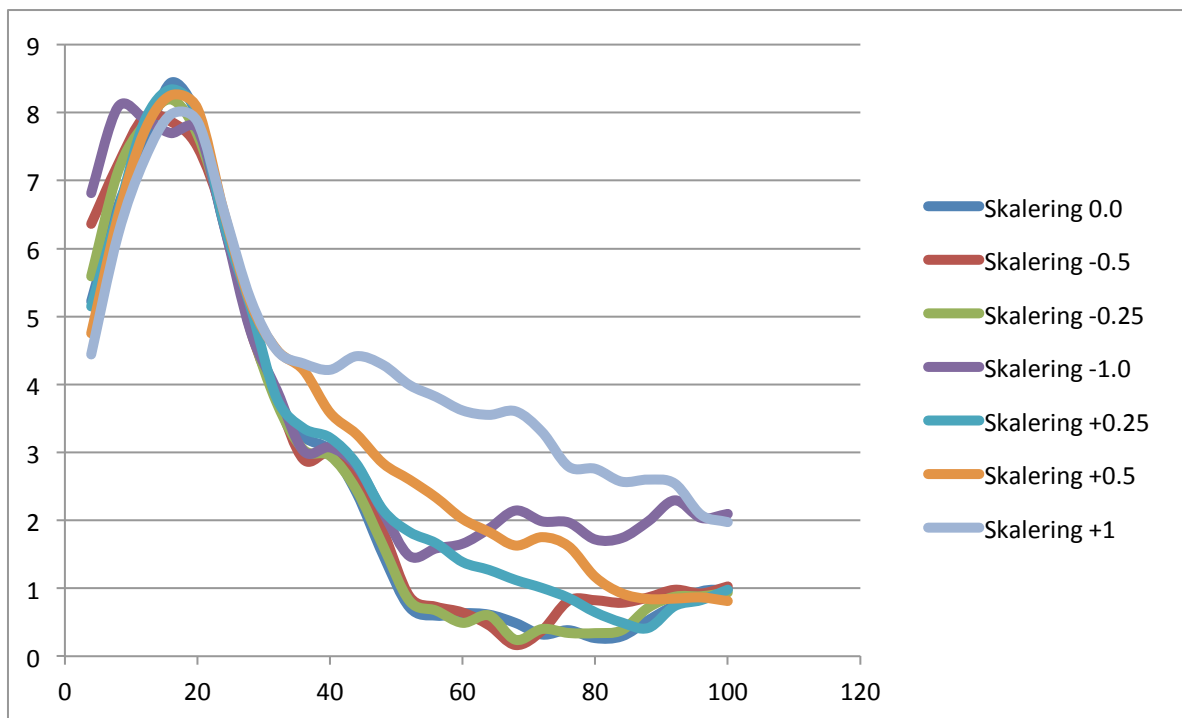
Figur 5: 3-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



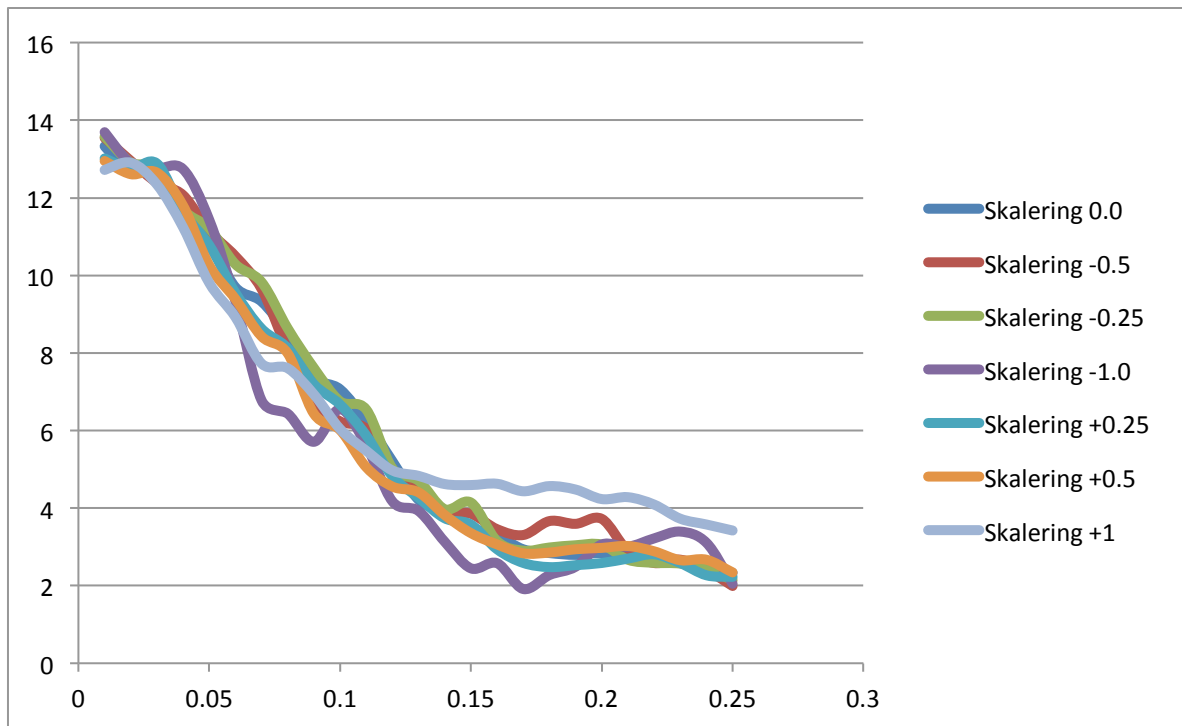
Figur 6: 3-Pos kontrakter. Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



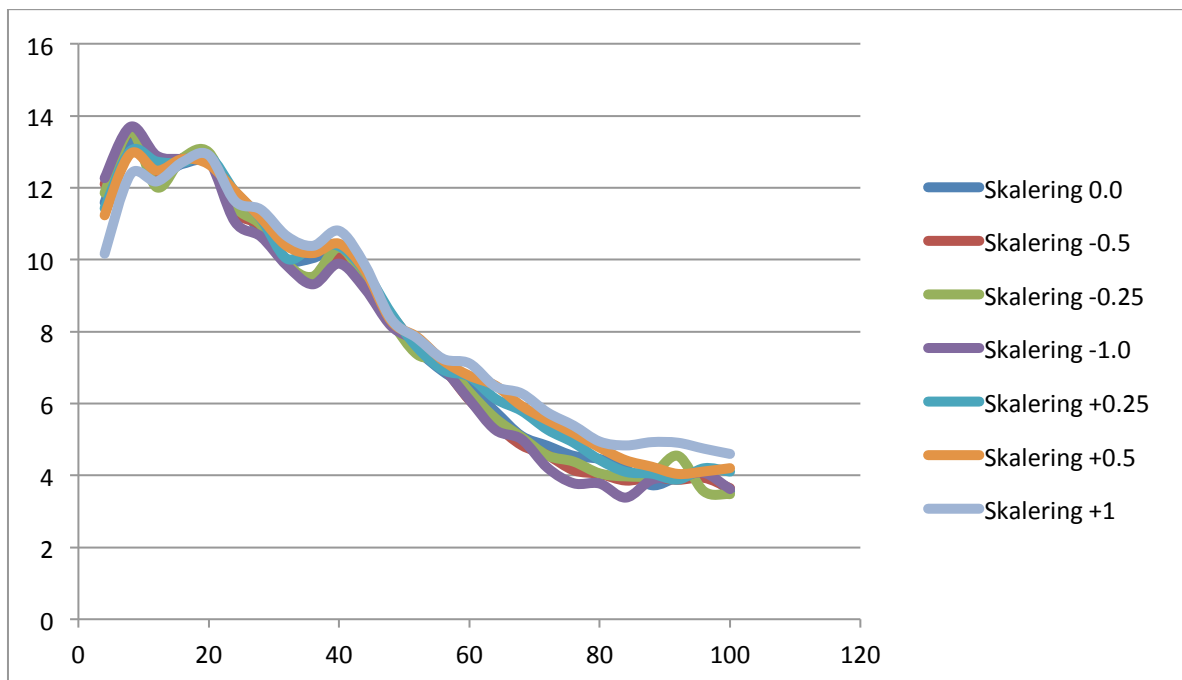
Figur 7: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



Figur 8: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

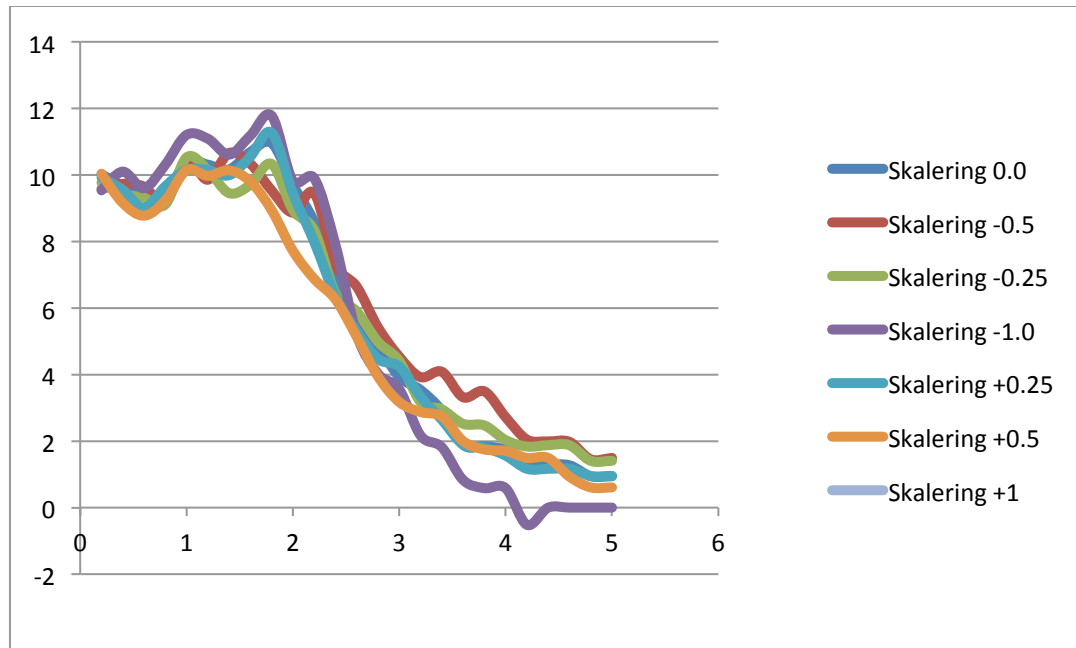


Figur 9: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.

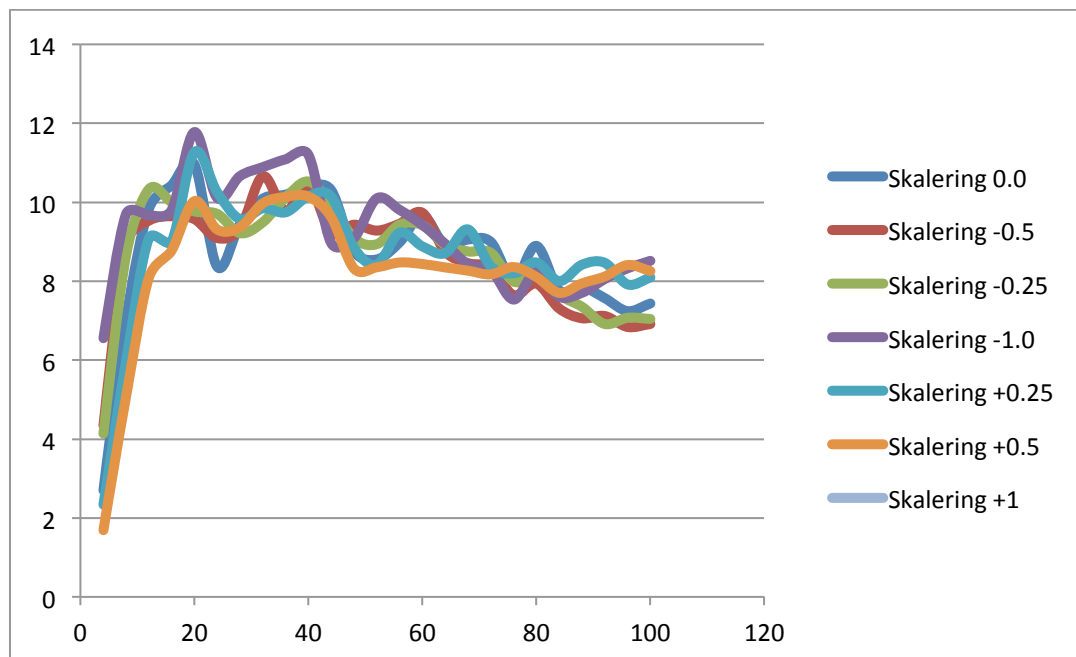


Figur 10: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

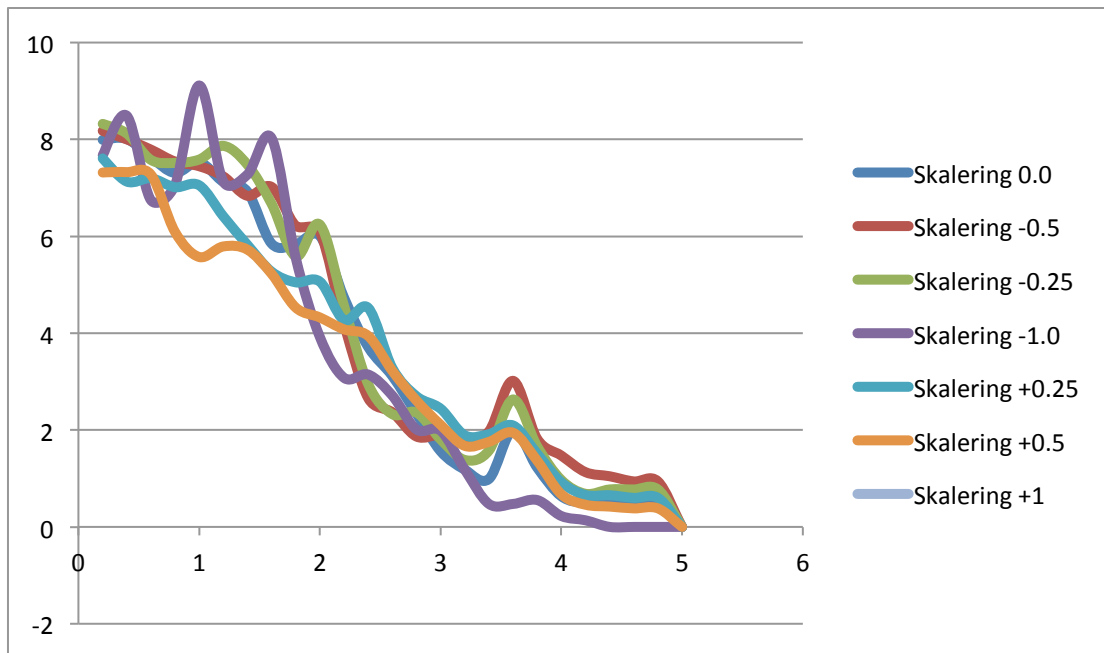
Vedlegg 5 – Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i absolutt verdi USD og bruk av standardavvik til beregning av øvre og nedre bånd.



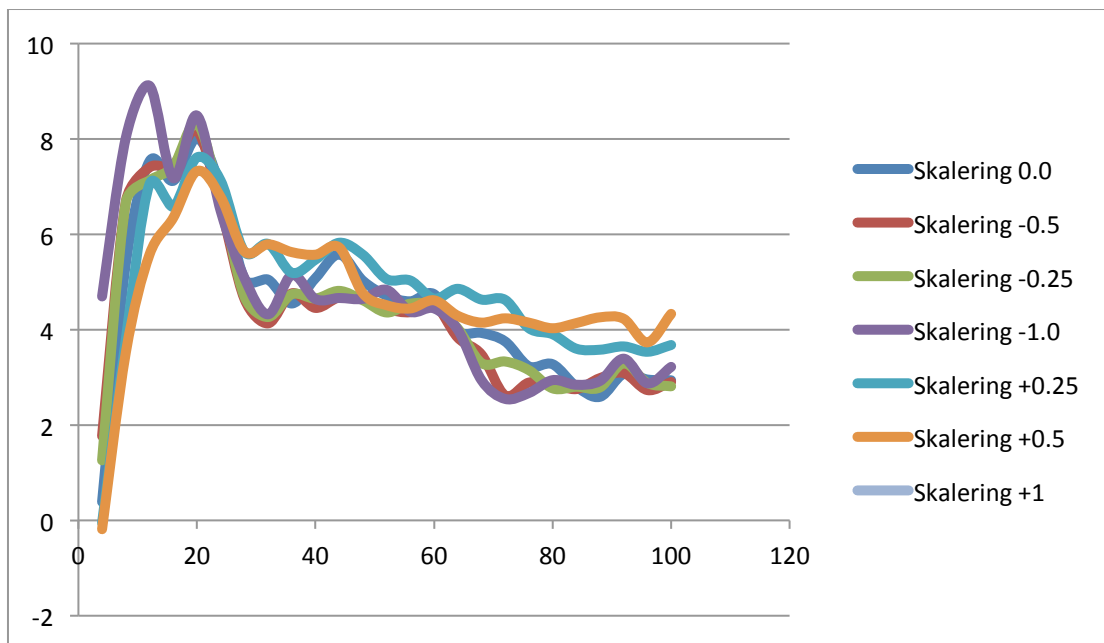
Figur 1: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



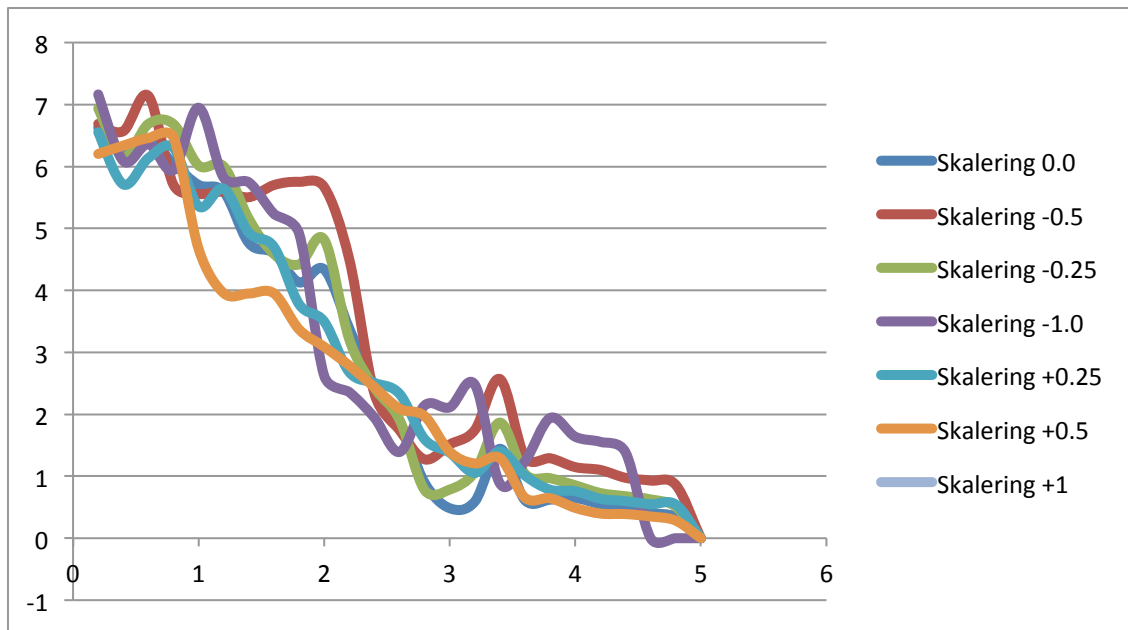
Figur 2: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



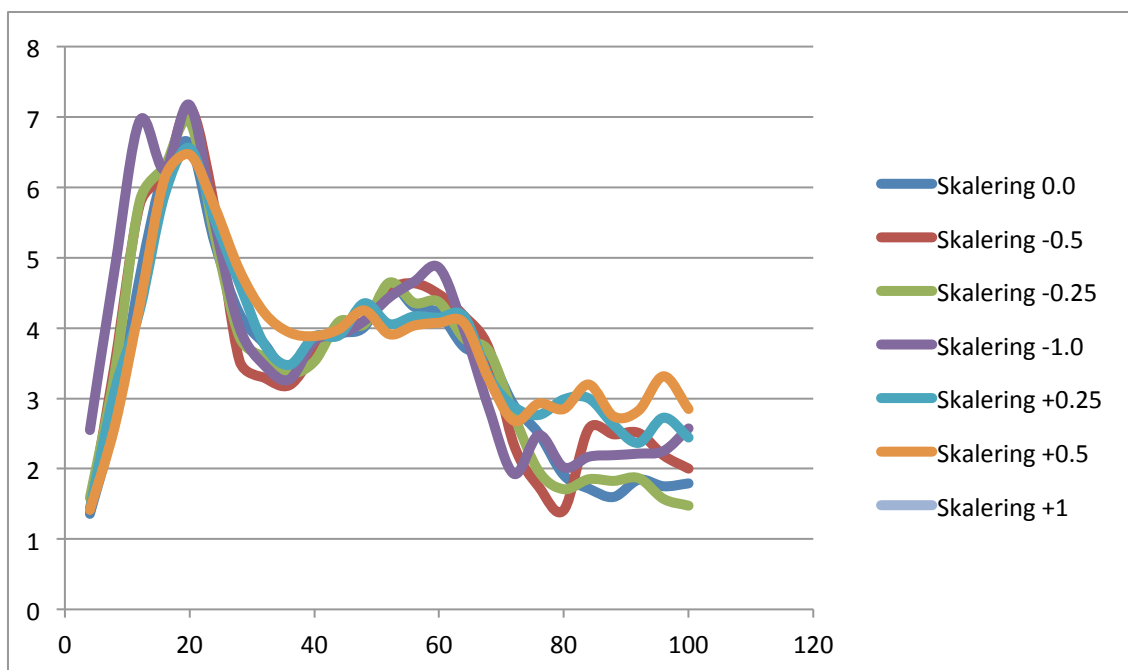
Figur 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



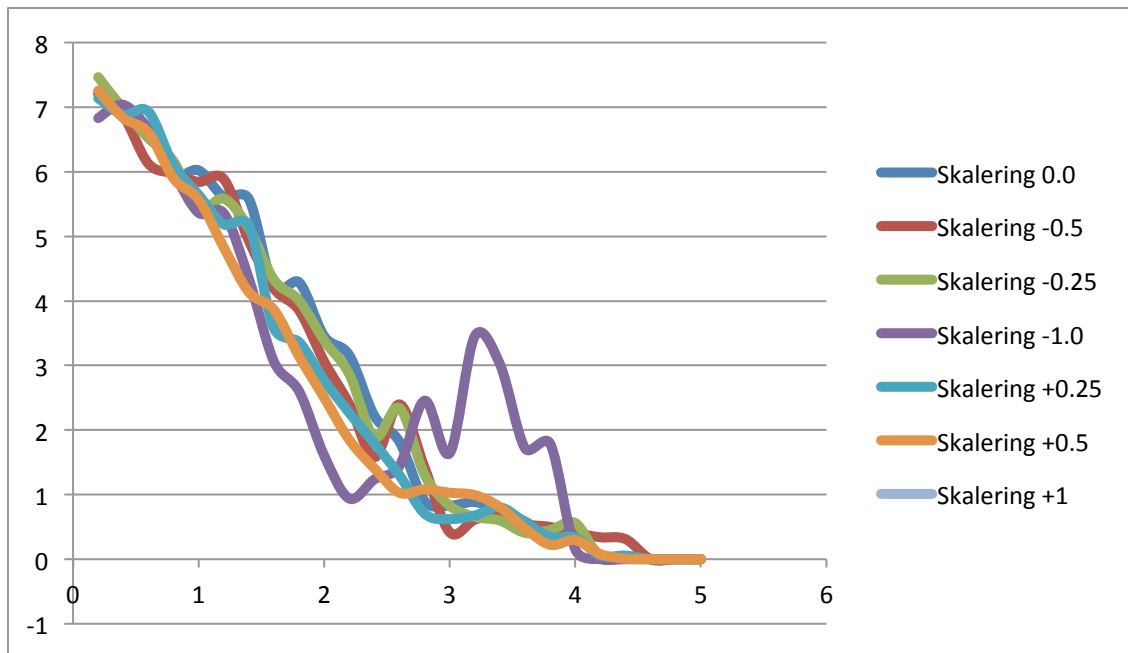
Figur 4: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



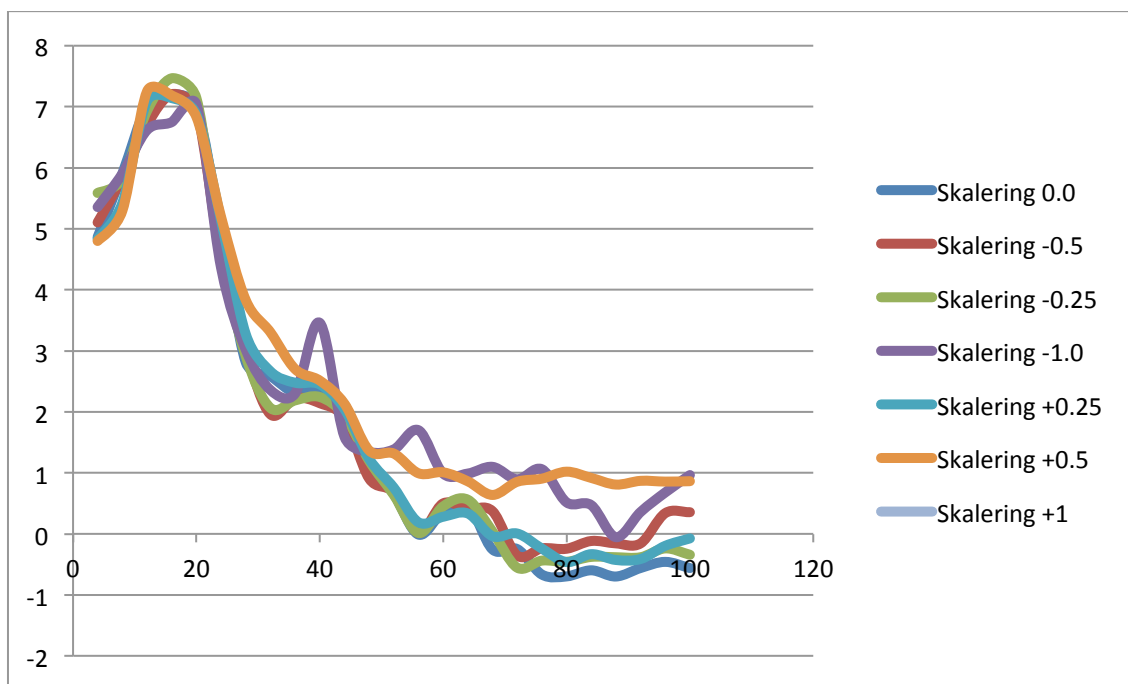
Figur 5: 3-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



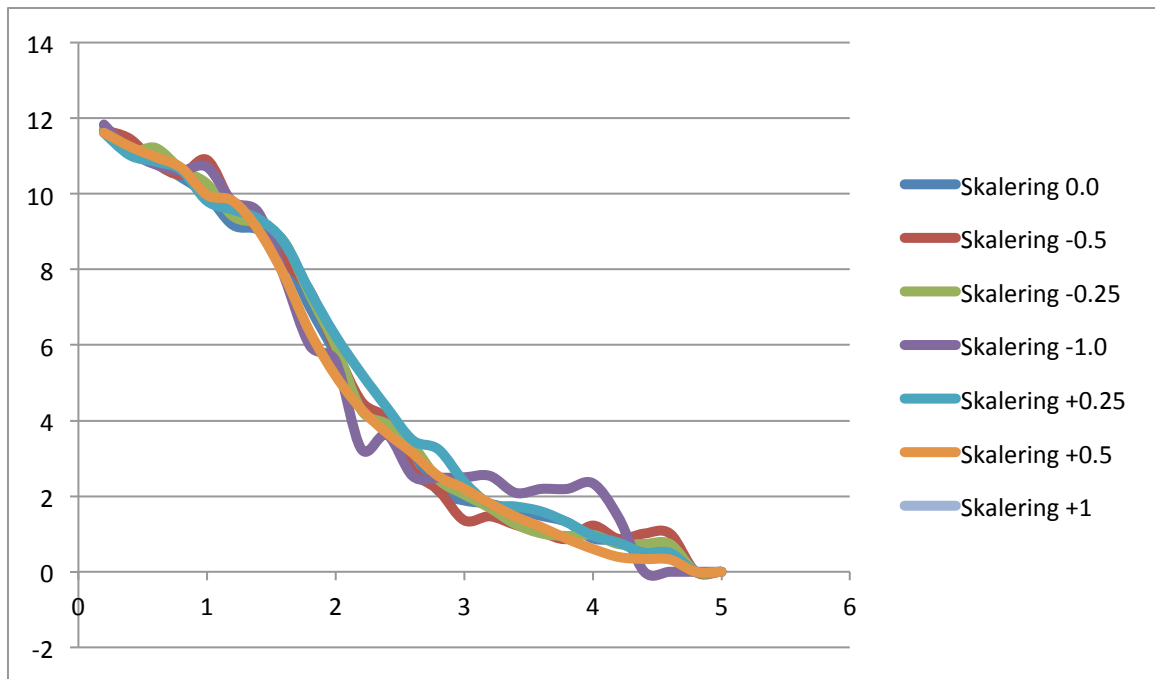
Figur 6: 3-Pos kontrakter. Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



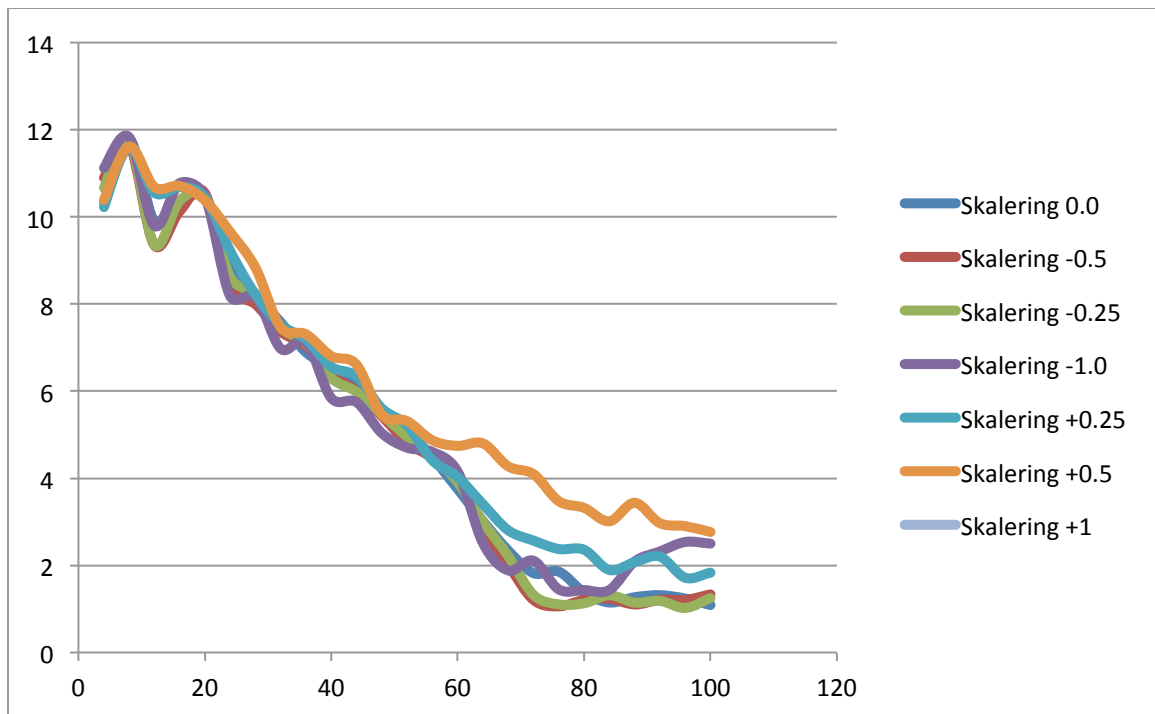
Figur 7: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



Figur 8: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

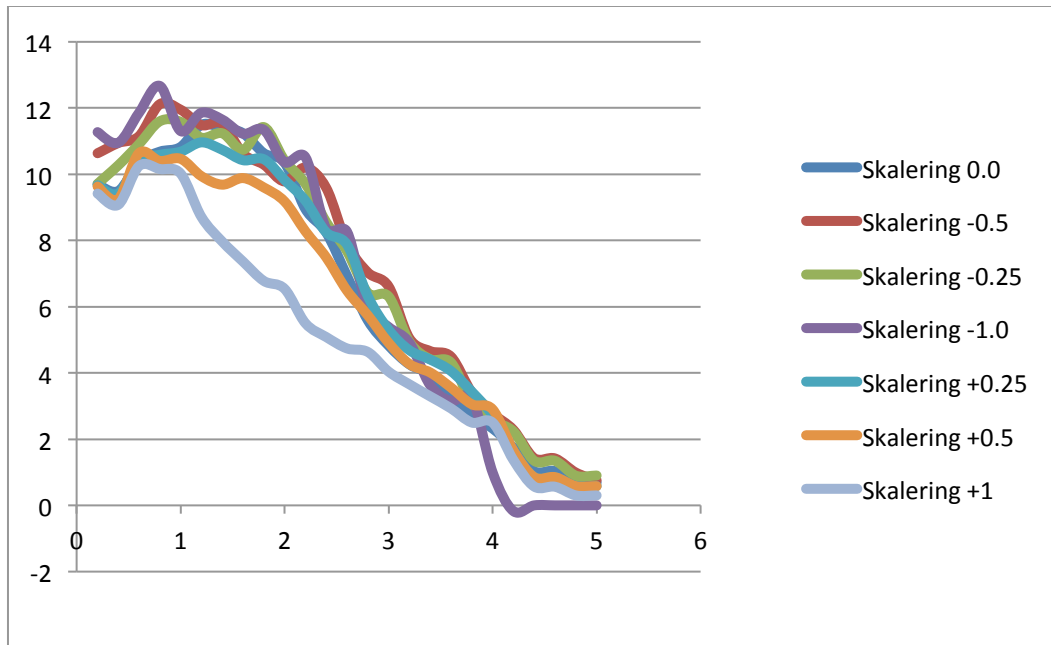


Figur 9: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.

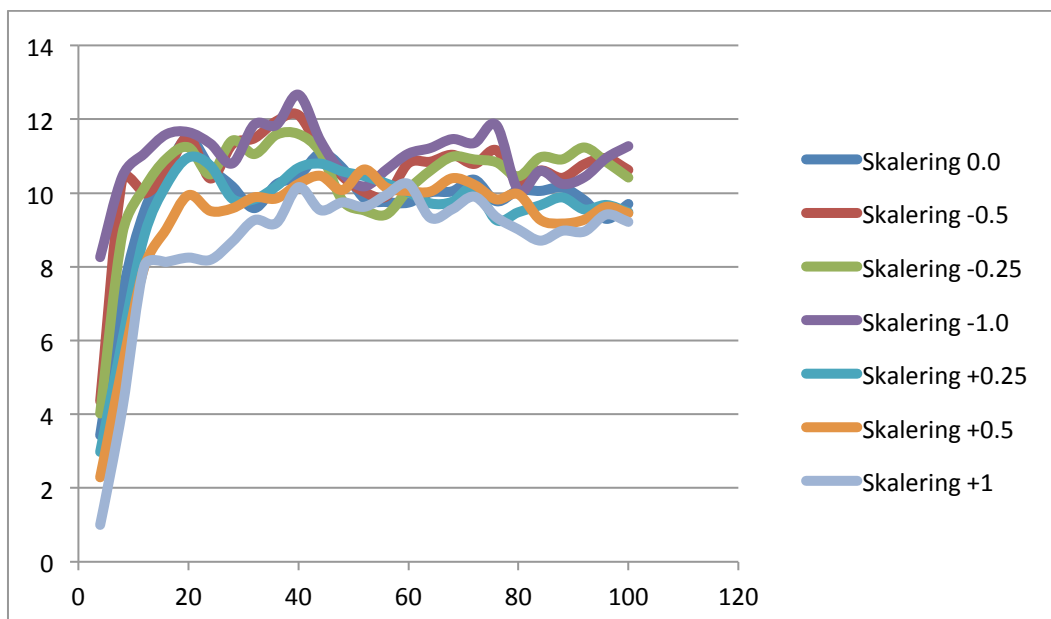


Figur 10: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

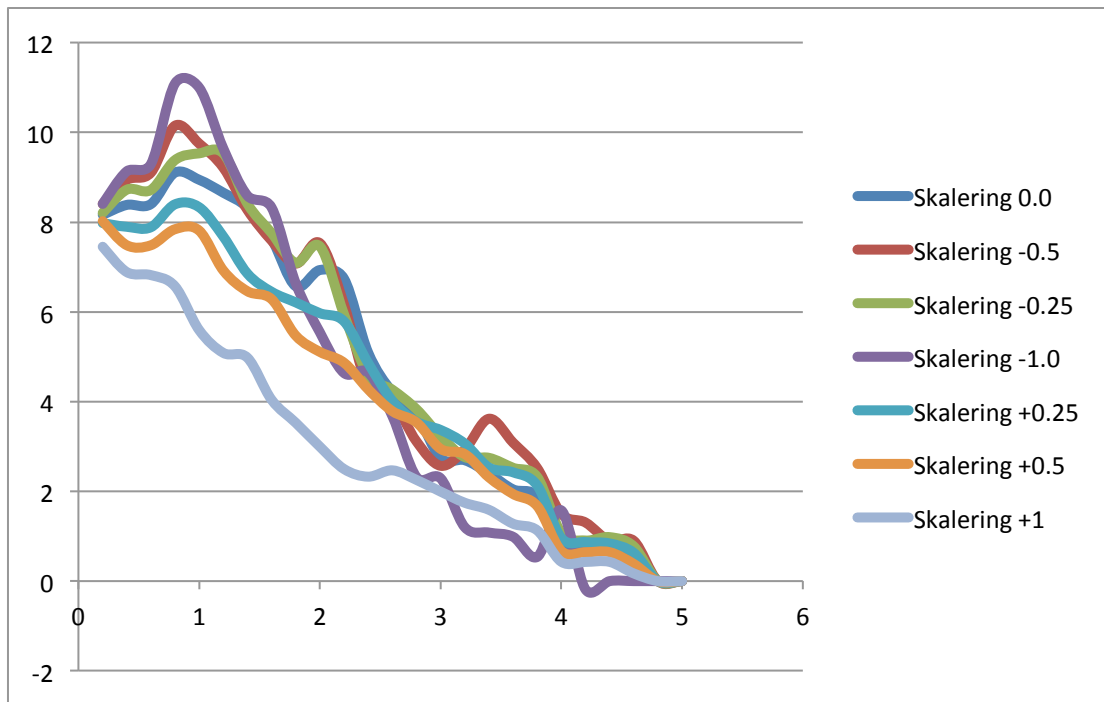
Vedlegg 6 – Grafisk fremstilling av effekten av ulike utgangsstrategier ved spread i relativ verdi målt i prosent av oljepris og bruk av standardavvik til beregning av øvre og nedre bånd.



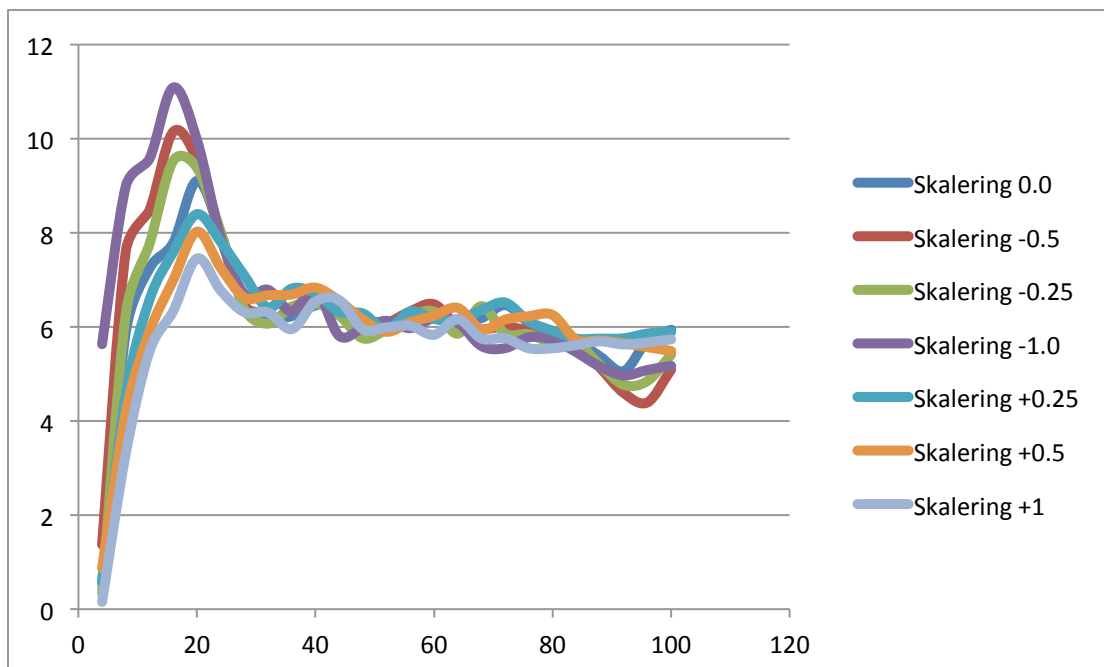
Figur 1: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



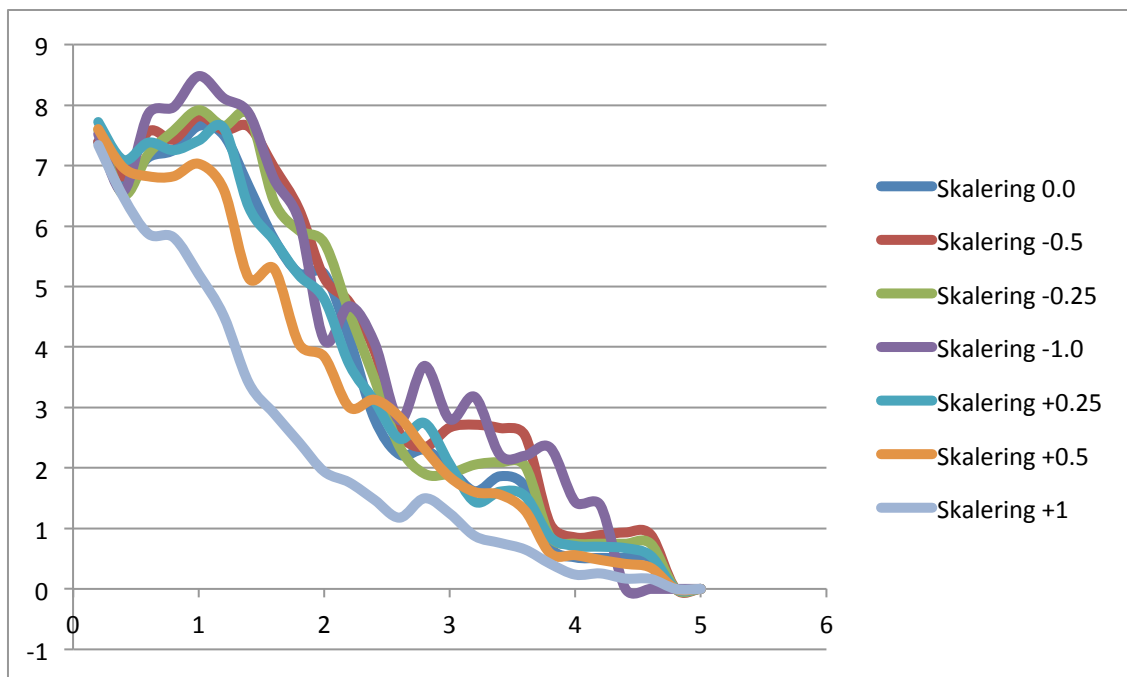
Figur 2: 1-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



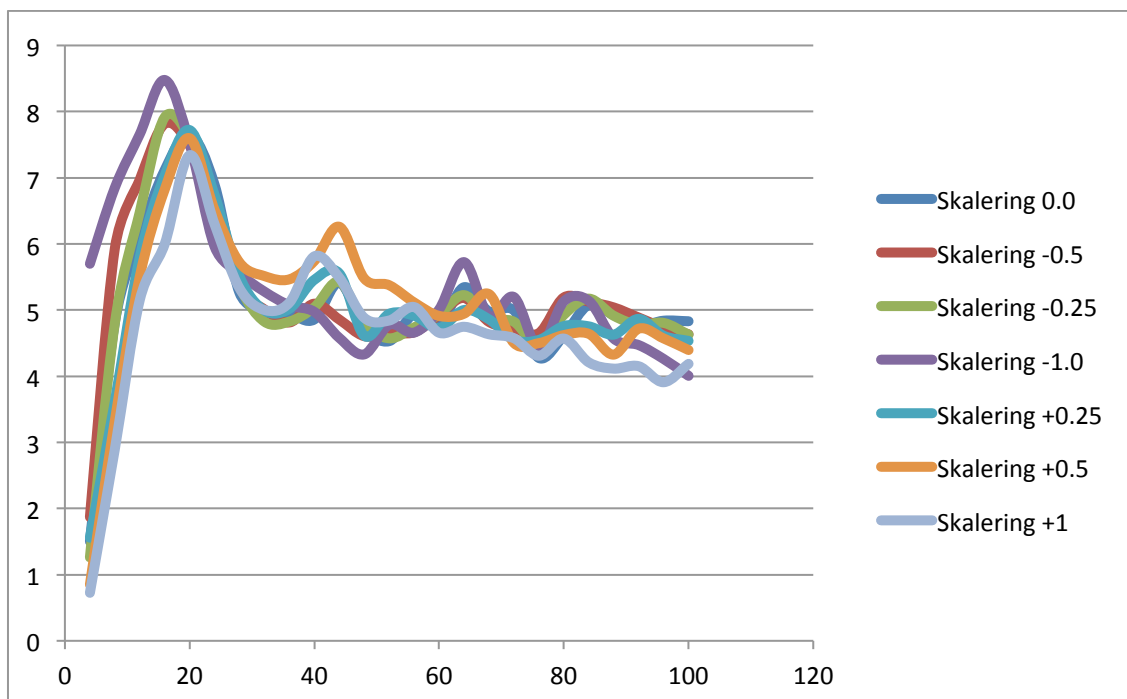
Figur 3: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



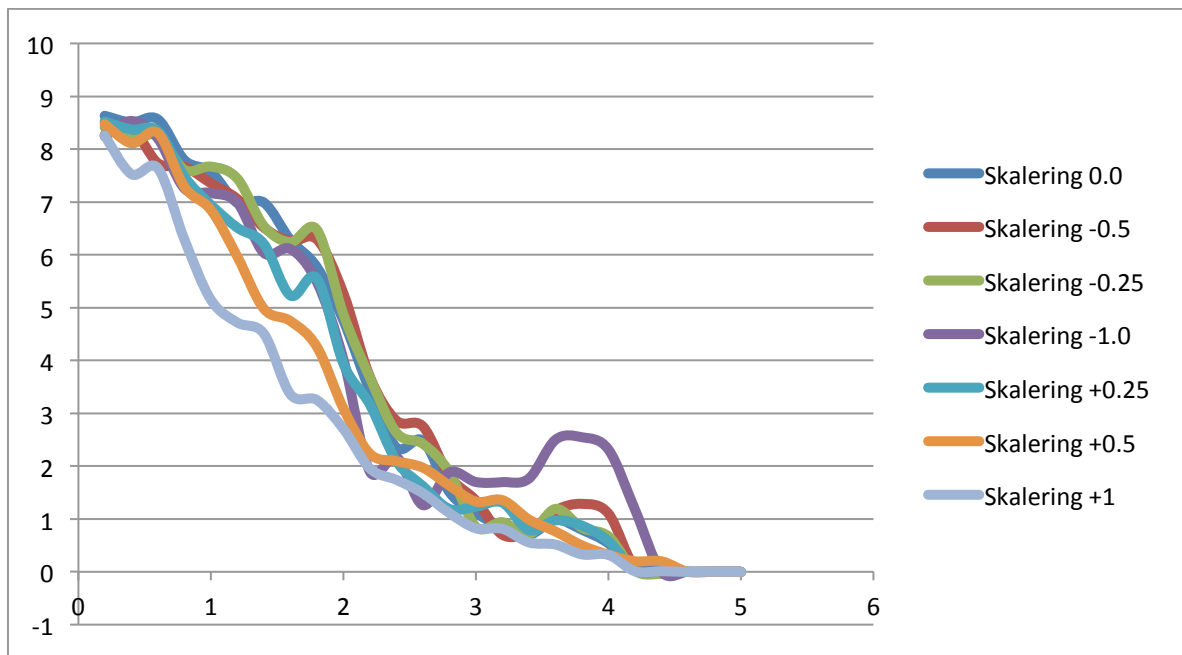
Figur 4: 2-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



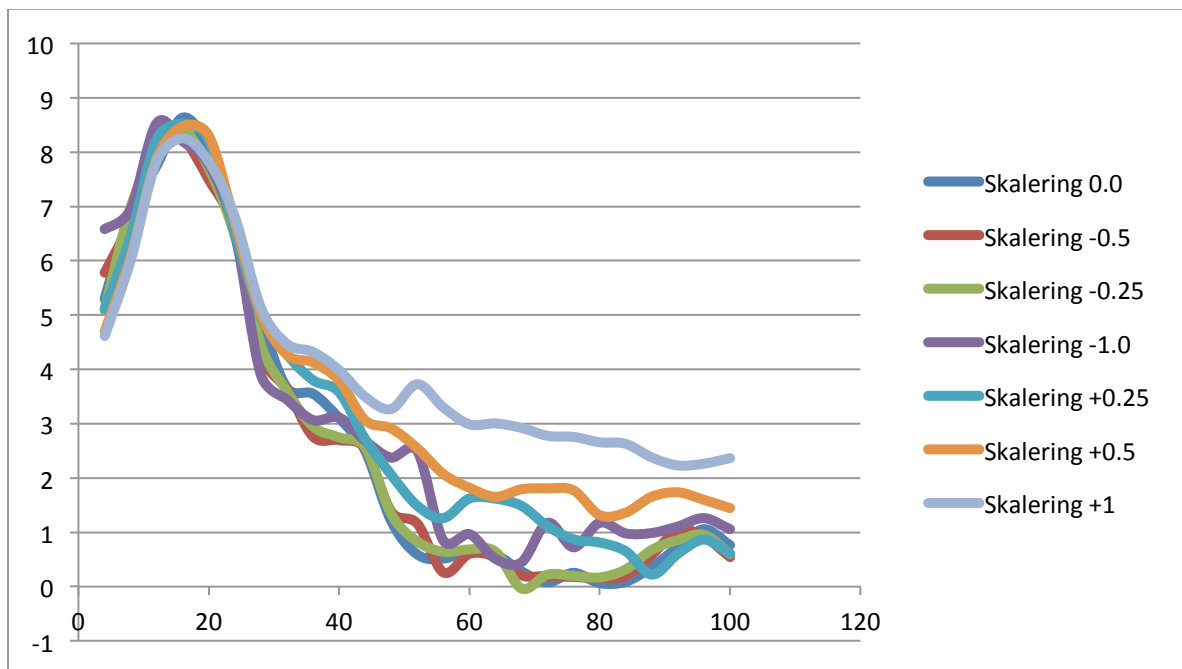
Figur 5: 3-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



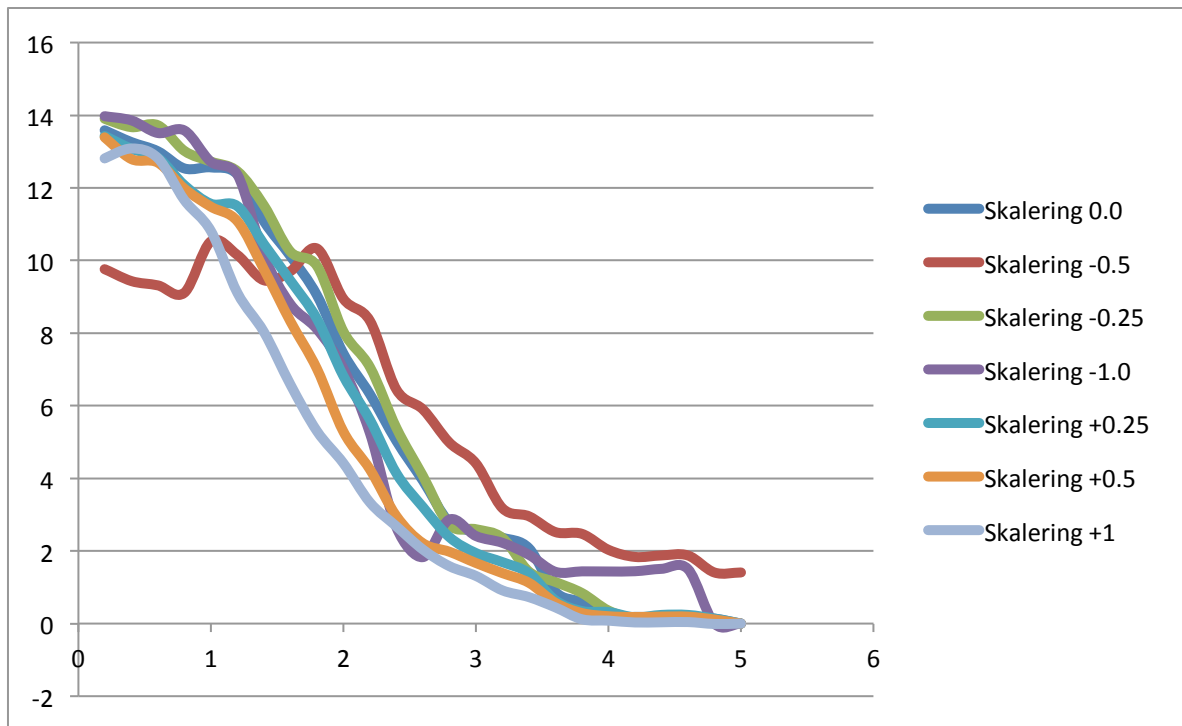
Figur 6: 3-Pos kontrakter. Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.



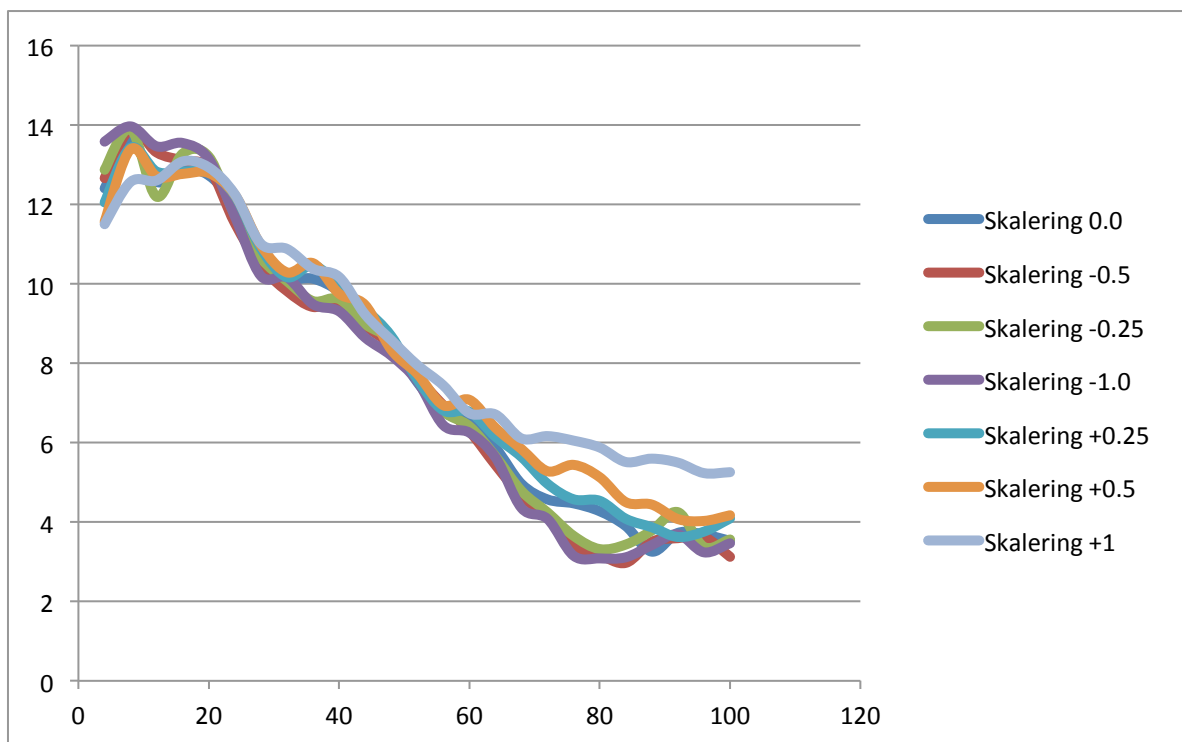
Figur 7: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.



Figur 8: 6-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

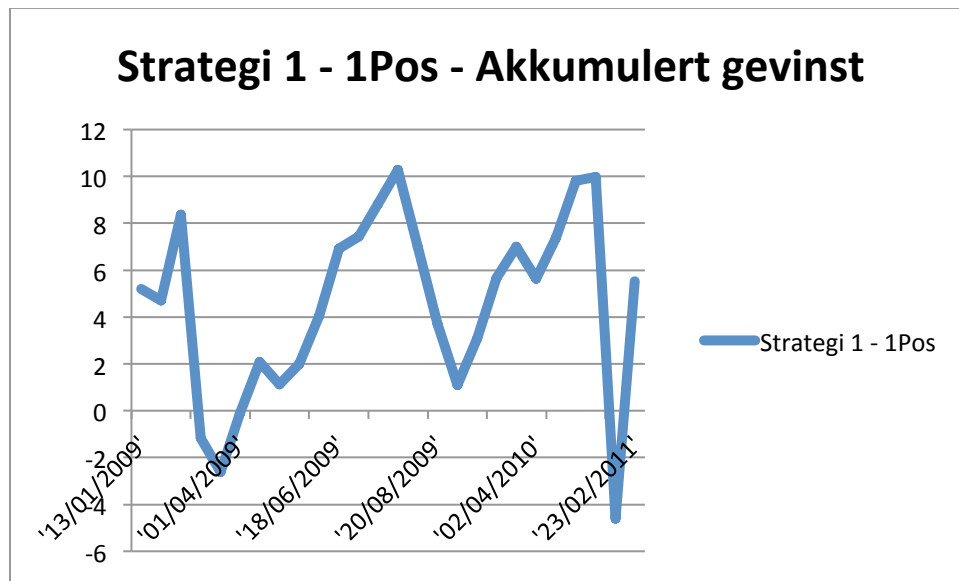


Figur 9: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av B med ulike utgangsstrategier.

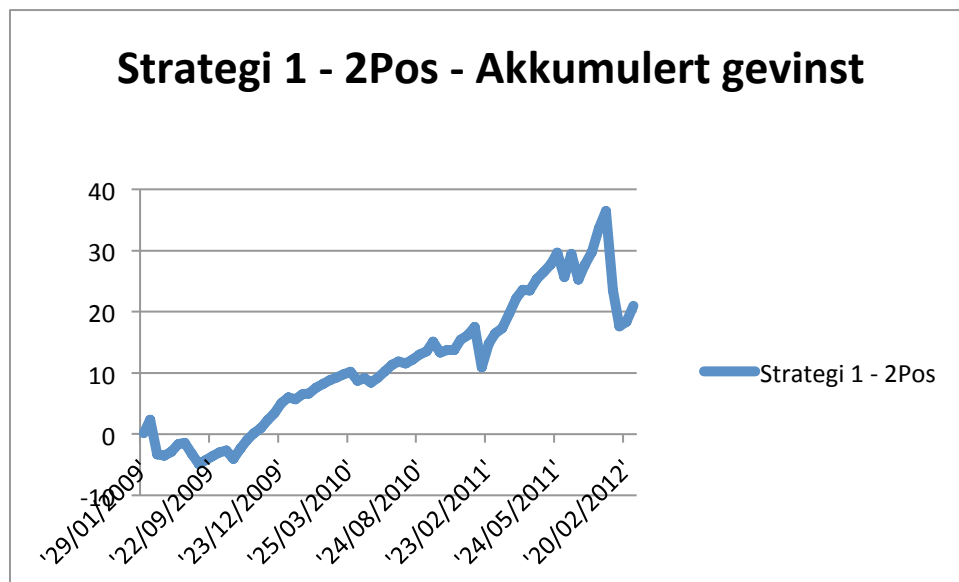


Figur 10: 12-Pos kontrakter. Gjennomsnittlig avkastning per år for ulike verdier av L med ulike utgangsstrategier.

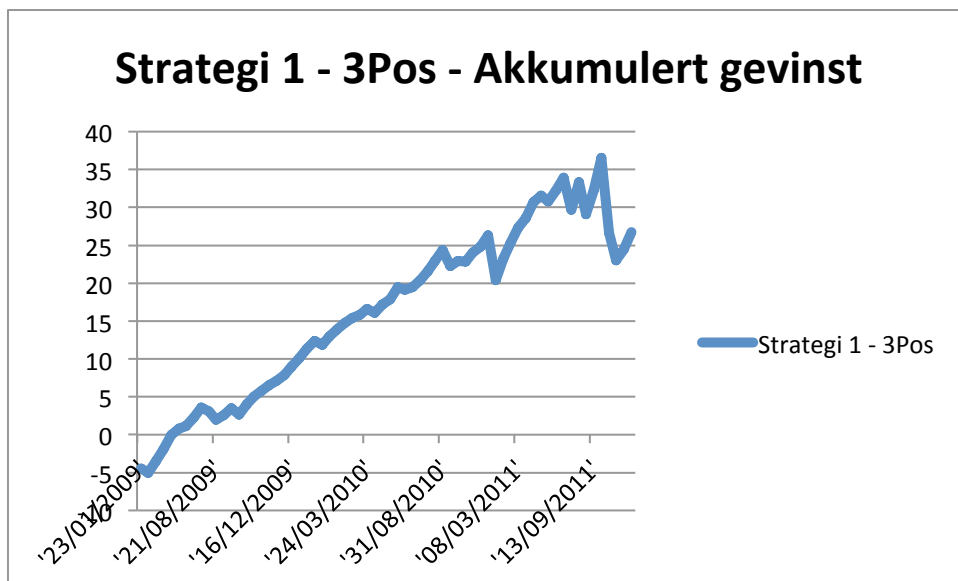
Vedlegg 7 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 1.



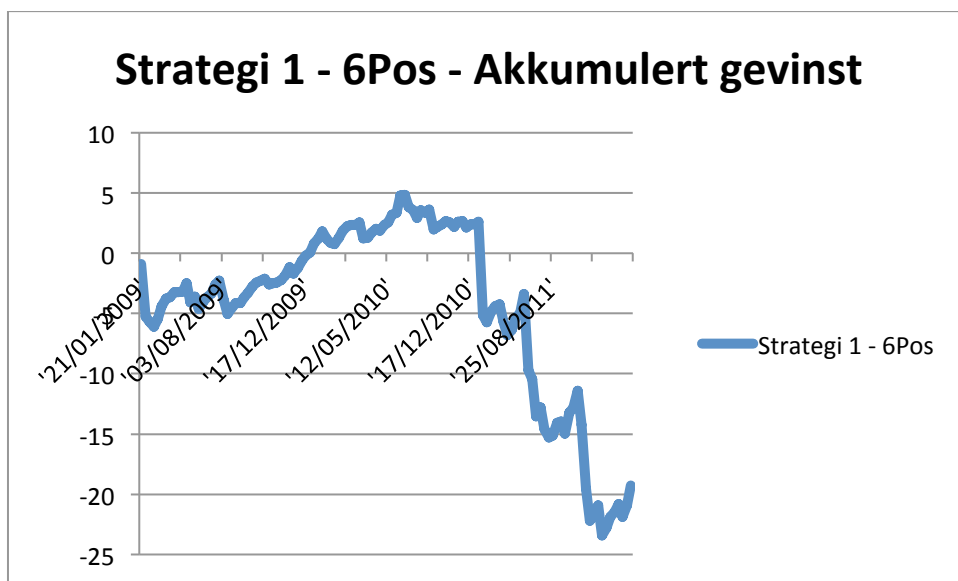
Figur 1: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 1 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 1Pos kontrakter.



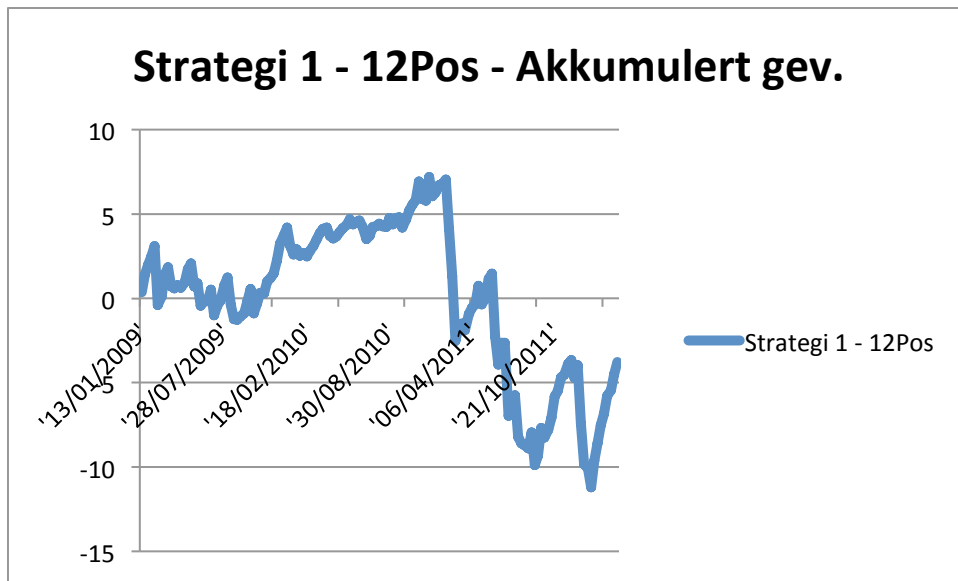
Figur 2: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 1 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 2Pos kontrakter.



Figur 3: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 1 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 3Pos kontrakter.

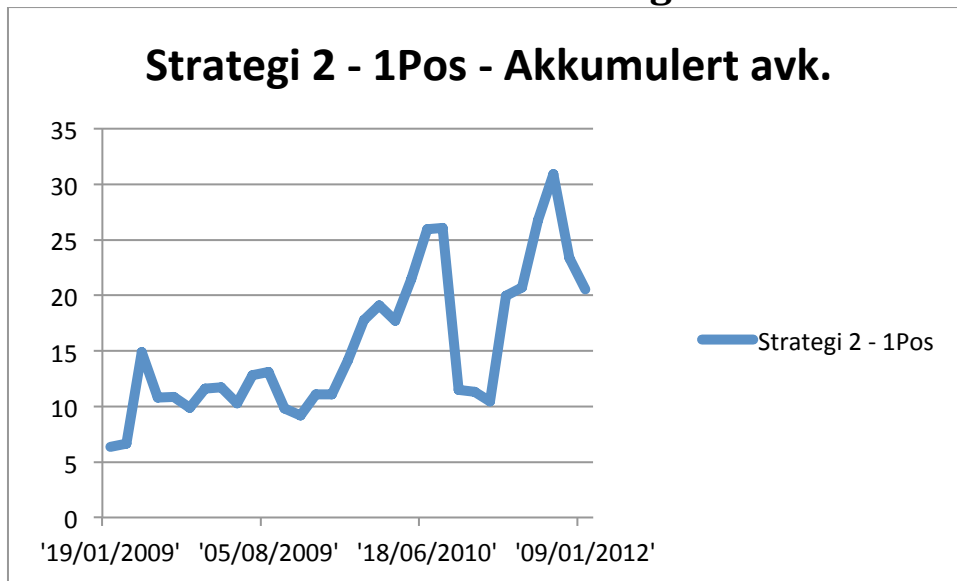


Figur 4: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 1 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 6Pos kontrakter.

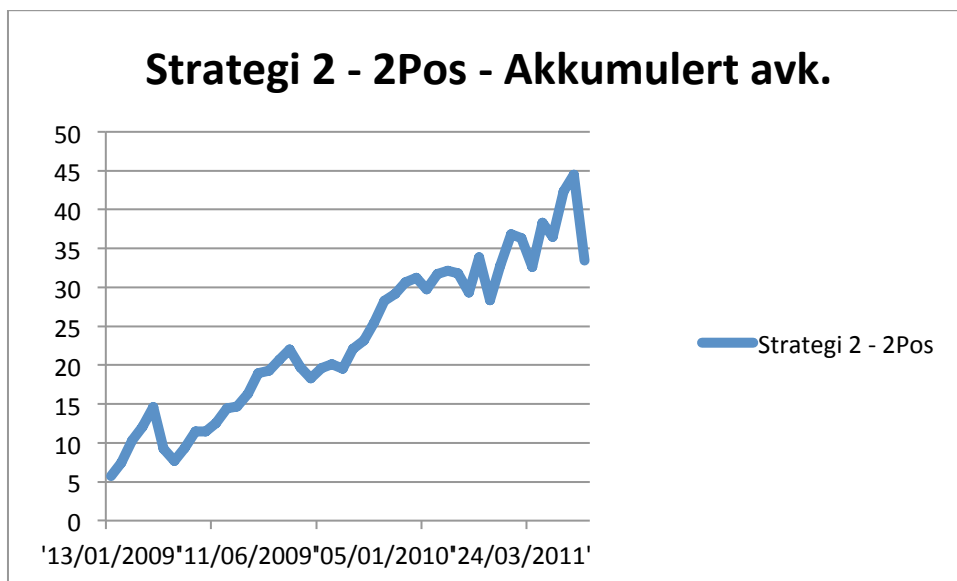


Figur 5: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 1 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 12Pos kontrakter.

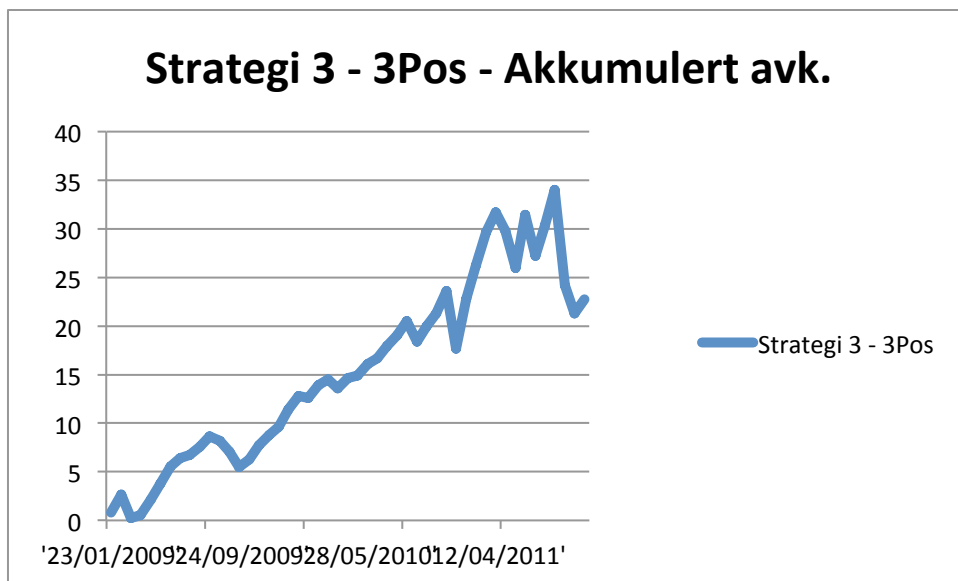
Vedlegg 8 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 2.



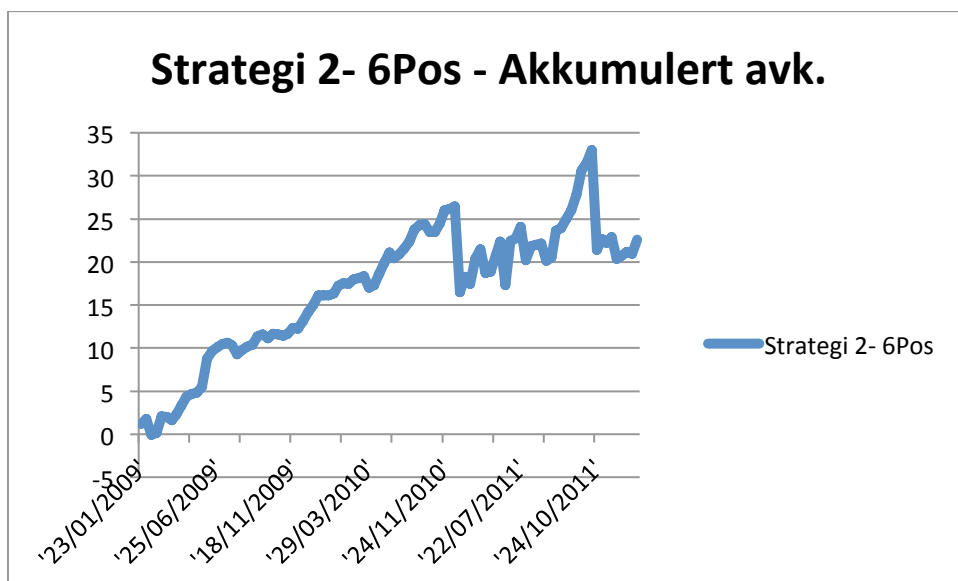
Figur 1: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 2 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 1Pos kontrakter.



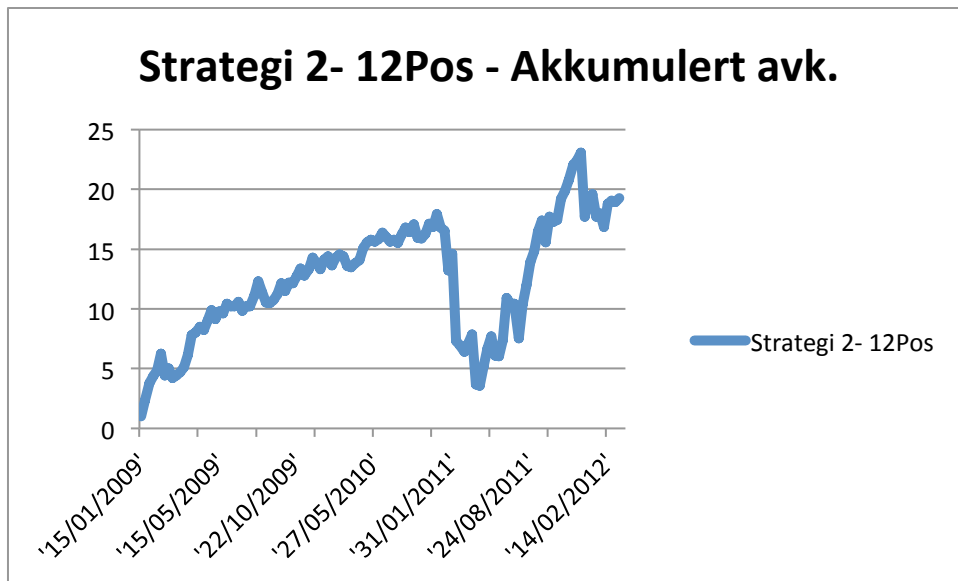
Figur 2: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 2 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 2Pos kontrakter.



Figur 3: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 2 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 3Pos kontrakter

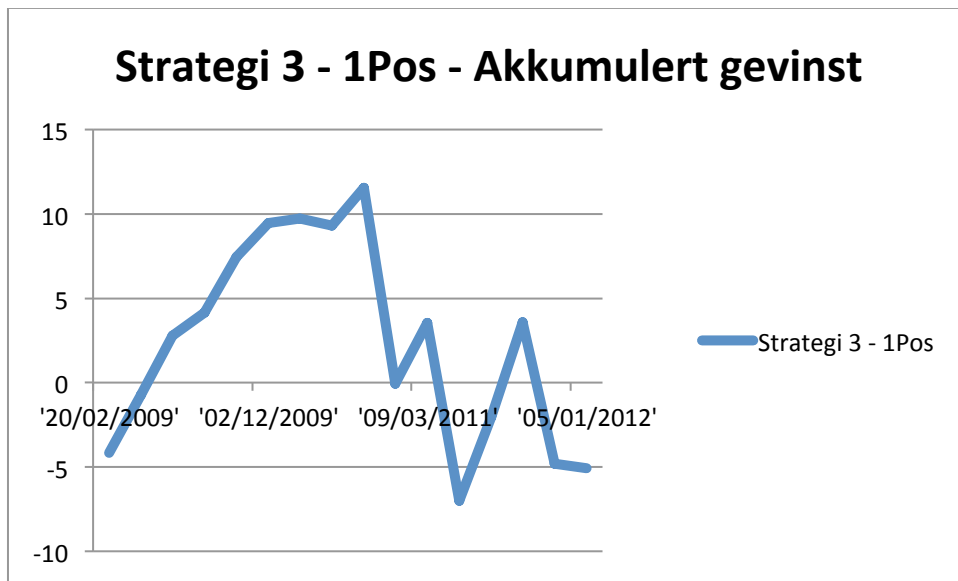


Figur 4: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 2 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 6Pos kontrakter

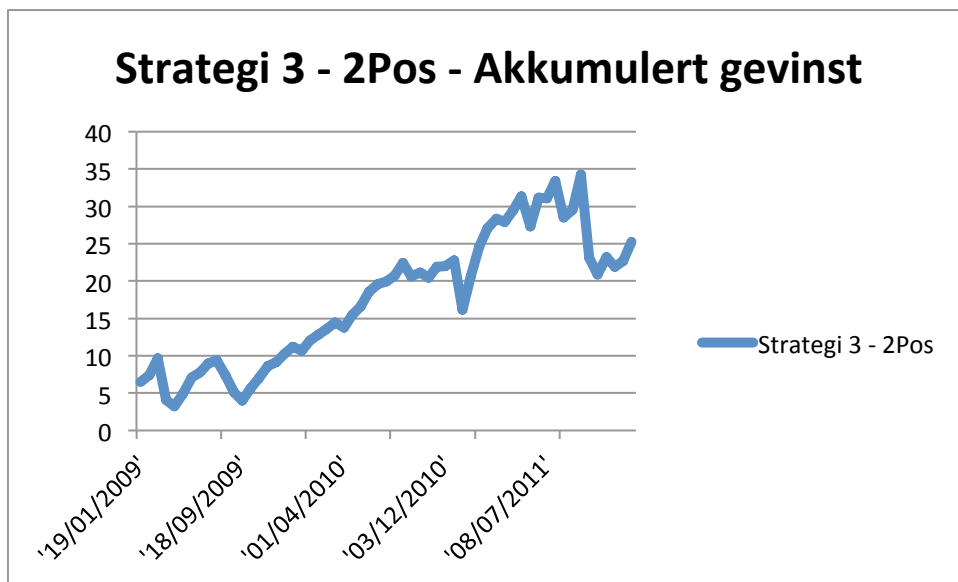


Figur 5: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 2 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 12Pos kontrakter

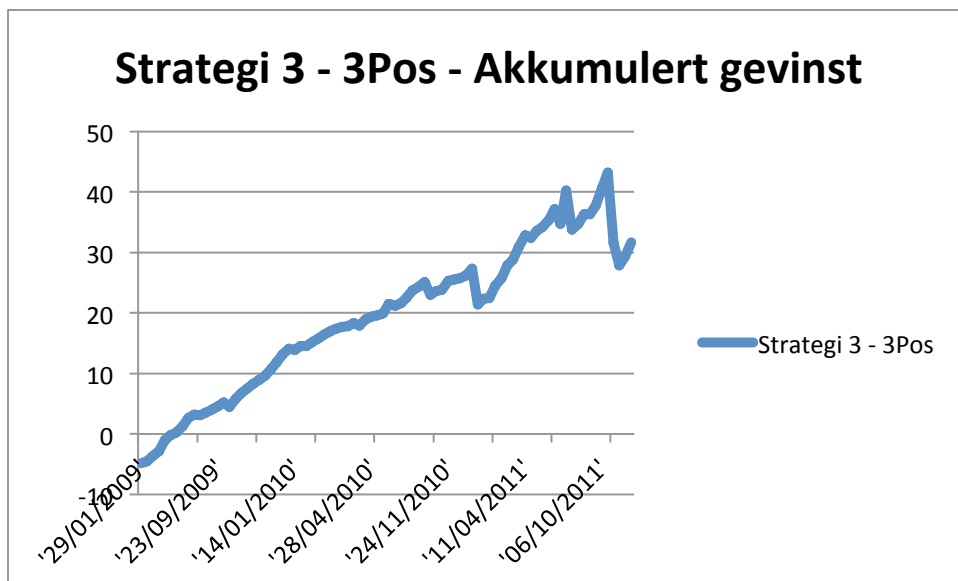
Vedlegg 9 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 3.



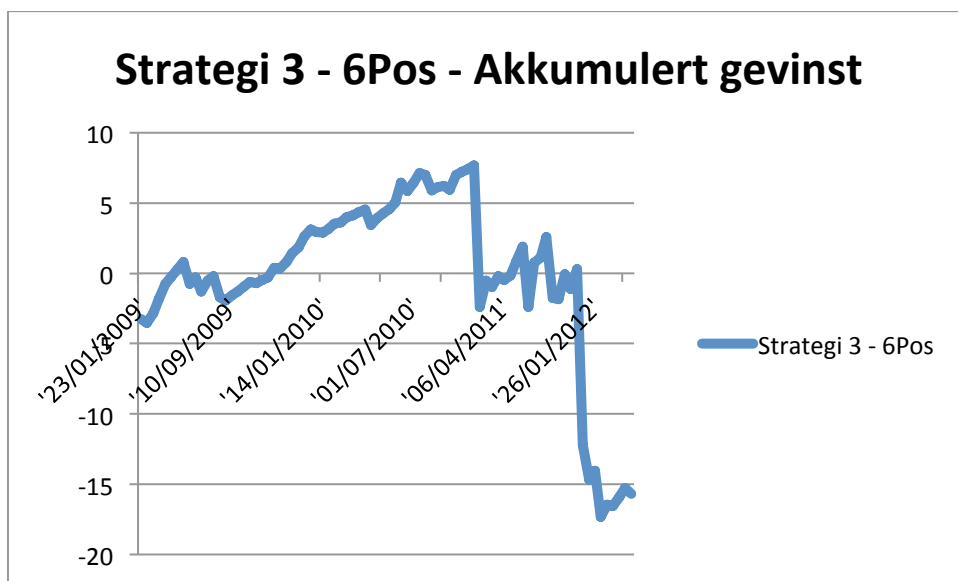
Figur 1: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 3 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 1Pos kontrakter.



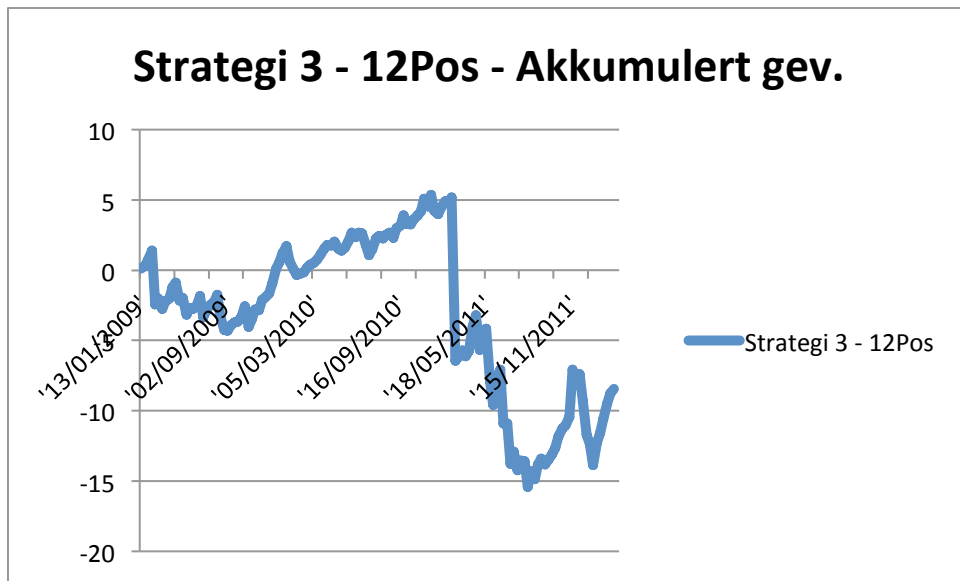
Figur 2: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 3 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 2Pos kontrakter.



Figur 3: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 3 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 3Pos kontrakter.

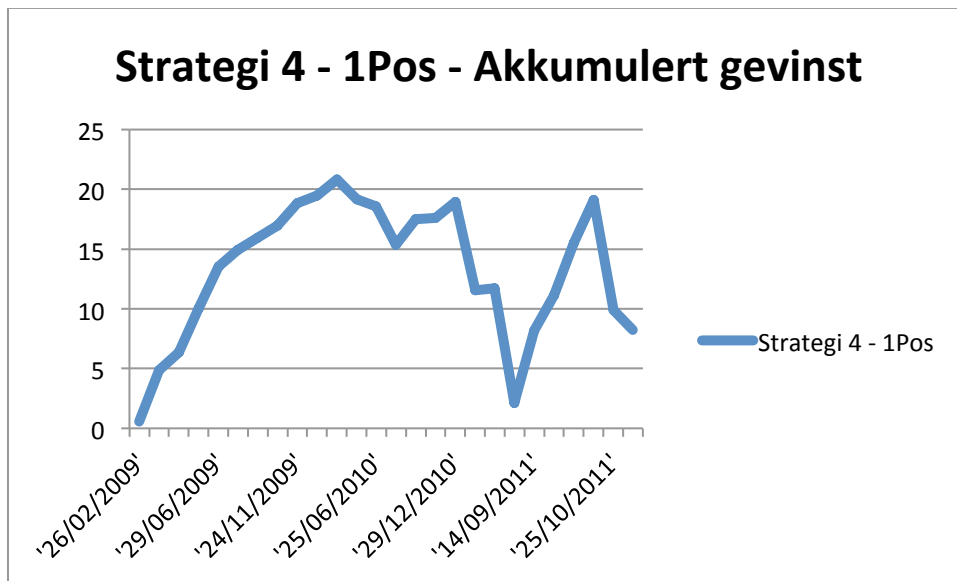


Figur 4: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 3 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 6Pos kontrakter.

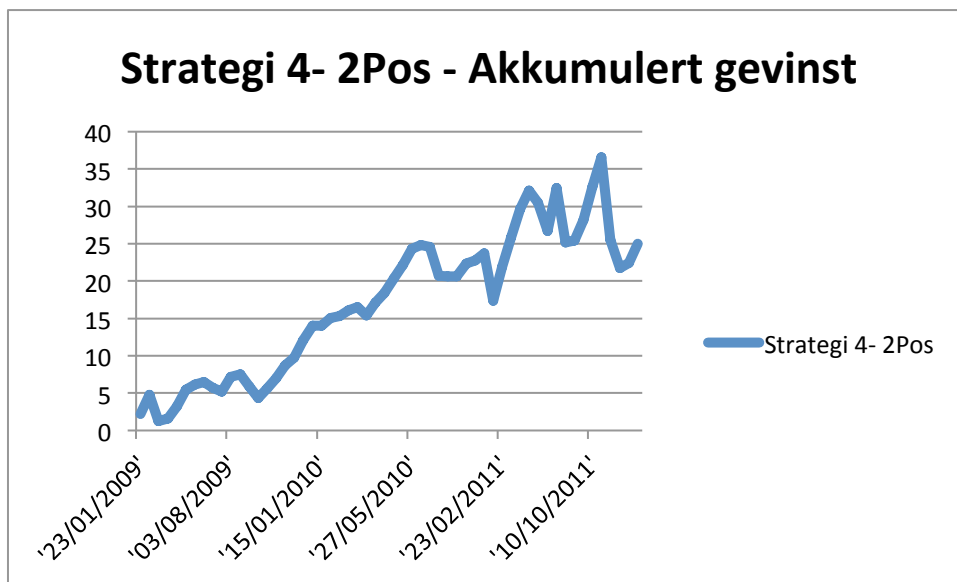


Figur 5: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 3 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 12Pos kontrakter.

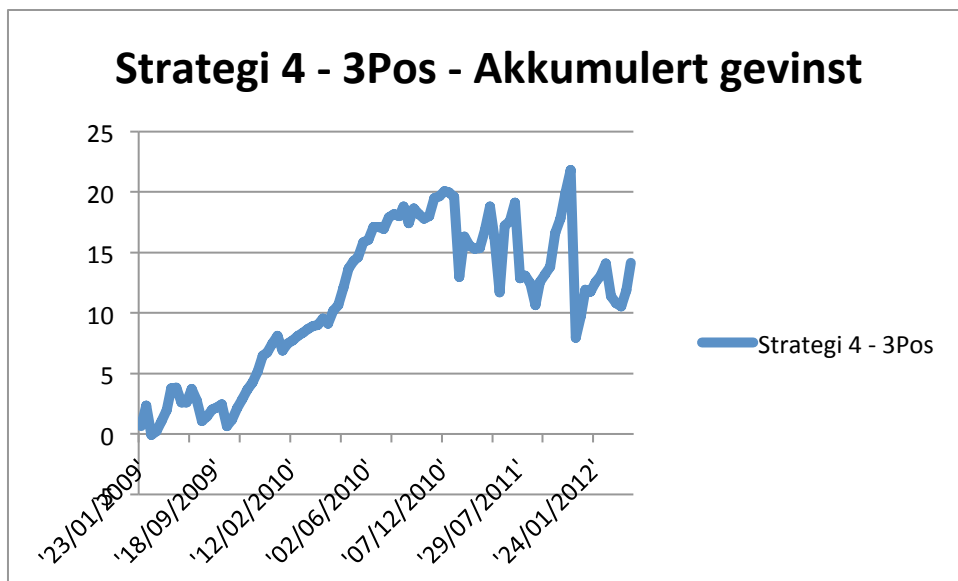
Vedlegg 10 – Grafisk fremstilling av akkumulert gevinst over tid for handel med handelsstrategi 4.



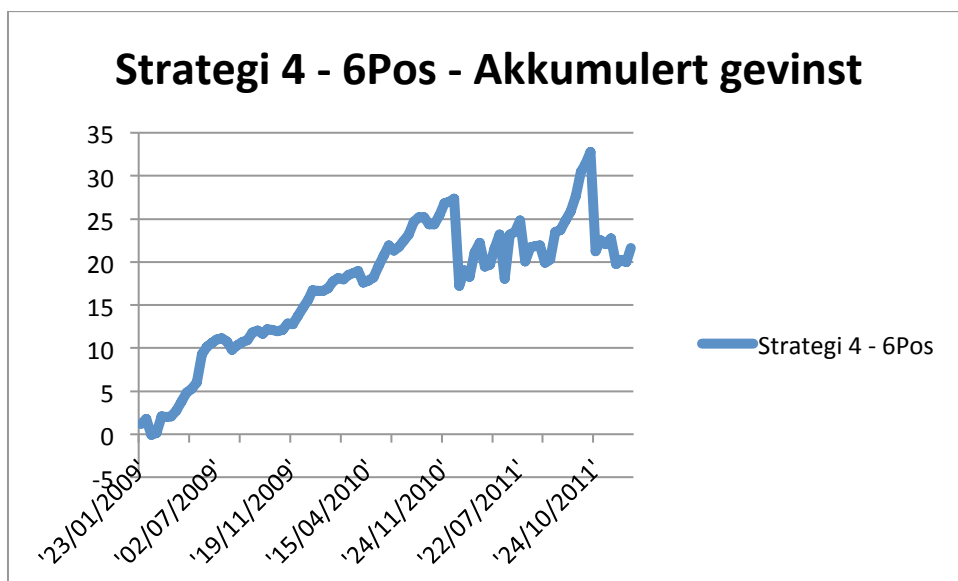
Figur 1: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 4 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 1Pos kontrakter.



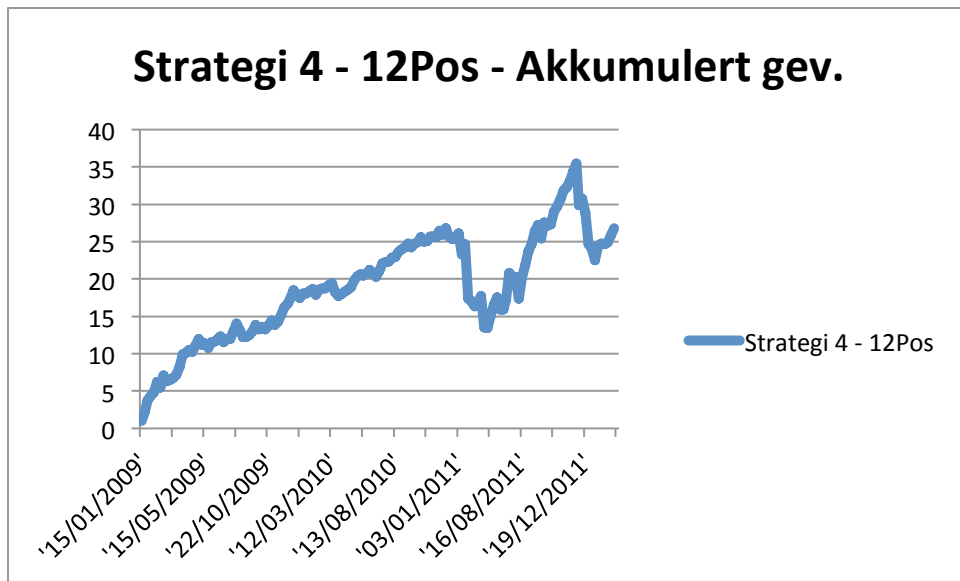
Figur 2: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 4 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 2Pos kontrakter.



Figur 3: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 4 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 3Pos kontrakter.



Figur 4: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 4 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 6Pos kontrakter.



Figur 5: Grafisk fremstilling av akkumulert avkastning over tid ved å følge handelsstrategi 4 i perioden 1/1-2009 til 23/3-2012 på 12Pos kontrakter.

Vedlegg 11 – Kildekode for program som er brukt til simulering og testing av handelsstrategiene.

Programmet er skrevet i programmeringsspråket Python. Fokus har vært på funksjon fremfor form. Programmet kan brukes på enhver kommaseparert tidsserie på formen:

Dato, pris1, pris2

```
import math
```

```
import numpy
```

```
#Modell for a teste Bollinger Bands som handelsstrategi med ulike innstillinger.
```

```
#Modellen vil lagre diverse data underveis i kjoringen
```

```
#Modellen har exit ved kryssning av MA
```

```
#datastruktur BB modell
```

```
#prices[i][0]=dato
```

```
#prices[i][1]=pris per fat light crude oil
```

```
#prices[i][2]=pris per fat heating oil
```

```
#prices[i][3]=spread i USD
```

```
#prices[i][4]=spread i prosent av pris pr fat light crude oil
```

```
#prices[i][5]=glidende gjennomsnitt siste l handledager
```

```
#prices[i][6]=standardavvik for glidende vindu
```

#prices[i][7]=klassifisering av handel

#prices[i][8]=new buy (0=nei, 1=ja)

#prices[i][9]=new sell (0=nei, 1=ja)

#datastruktur trades

#trades[i][0]=start dato

#trades[i][1]=slutt dato

#trades[i][2]=antall dager varighet

#trades[i][3]=inngangsverdi light crude

#trades[i][4]=utgangsverdi light crude

#trades[i][5]=inngangsverdi heating

#trades[i][6]=utgangsverdi heating

#trades[i][7]=type handel (1=long crude/short heating, -1=short crude, long heating)

#trades[i][8]=gevinst/tap

#trades[i][9+]= parvise priser for light crude og heating for alle dagene handelen varer

#datastruktur deskriptiv statistikk

#deskstat[i][0]=modell_l

#deskstat[i][1]=modell_b

#deskstat[i][2]=antall trades

#deskstat[i][3]=antall lonnsomme trades

#deskstat[i][4]=antall ulonnsomme trades

#deskstat[i][5]=andel lonnsomme trades

#deskstat[i][6]=gj snitt gevinst trades

#deskstat[i][7]=std avvik gevinst trades

```

#deskstat[i][8]=median gevinst trades
#deskstat[i][9]=antall type 1
#deskstat[i][10]=antall lonsomme type 1
#deskstat[i][11]=antall ulonsomme type 1
#deskstat[i][12]=andel lonsomme type 1
#deskstat[i][13]=gj snitt gevinst type 1
#deskstat[i][14]=std avvik gevinst type 1
#deskstat[i][15]=median gevinst type 1
#deskstat[i][16]=antall type -1
#deskstat[i][17]=antall lonsomme type -1
#deskstat[i][18]=antall ulonsomme type -1
#deskstat[i][19]=andel lonsomme type -1
#deskstat[i][20]=gj snitt gevinst type -1
#deskstat[i][21]=std avvik gevinst type -1
#deskstat[i][22]=median gevinst type -1
#deskstat[i][23]=antall trades per aar
#deskstat[i][24]=forventet gevinst per aar
#deskstat[i][25]=gj snitt varighet trades
#deskstat[i][26]=median varighet trades

#diverse parametere for modellen

datatype=0 #0 for absolutt spread, 1 for spread i prosent av oljepris

if datatype==0:
    out_prefix="Abs-"
else:
    out_prefix="Rel-"

kontrakttype="1" #1 for 1Pos, 2 for 2Pos osv

```

```
exitskalering=1.0 #0 gir exit ved krysning av MA, positiv verdi er "prosent" av veien mellom MA og "inngangsverdi"
```

```
out_prefix=out_prefix+"Exit-"+`exitskalering`+"-"
```

```
bandtype=1 #0 betyr at bandene beregnes som en gitt prosent avvik fra MA, 1 betyr at det regnes som standardavvik
```

```
if bandtype==0:
```

```
    out_prefix=out_prefix+"Pros-"
```

```
else:
```

```
    out_prefix=out_prefix+"Std-"
```

```
inputfil=kontrakttype+"Pos.csv"
```

```
outputfil=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB-out.csv"
```

```
outputfil2=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB1-trades.csv"
```

```
outputfil3=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB-deskriptiv.csv"
```

```
outputfil4=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB-forventningsverdi.csv"
```

```
outputfil5=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB-prosent-gevinst.csv"
```

```
outputfil6=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB-forventet-gevinst-aar.csv"
```

```
outputfil7=out_prefix+kontrakttype+"Pos-BB-snitt-antall-handler-pr-aar.csv"
```

```
deskstat=[]
```

```
EV_handel=[]
```

```
prosent_gevinst=[]
```

```
EV_aar=[]
```

```
antall_aar=[]
```

```
# lese inn data og formatere dem
```

```
inndata = open(inputfil, "r")
```

```
prices_base=inndata.readlines()
```

```

for l in range(25):
    EV_handel.append([])
    prosent_gevinst.append([])
    EV_aar.append([])
    antall_aar.append([])
    for b in range(25):
        prices=[]
        prices_temp=[]
        prices_temp=prices_base[0].split("\r") #splitte hver dag
        prices=prices_temp[:len(prices_temp)-842] #dropper de siste 842 obs (dvs. data fom.
1/1-2009)
        for i in range(len(prices)): #splitte hvert element fra hver dag
            prices[i]=prices[i].split(",")
            prices[i][1]=float(prices[i][1]) #gjore dataene om til flyttall
            prices[i][2]=float(prices[i][2])
            prices[i].append(prices[i][2]-prices[i][1]) # beregne spreaden
            prices[i].append(prices[i][3]/prices[i][1]) # spread i prosent av oljepris

        modell_s=1
        modell_l=4+(4*i) #Lengden pa glidende vindu
        if bandtype==0:
            modell_b=0.01+(0.01*b) #antall prosent avvik fra MA
        else:
            modell_b=0.2+(0.2*b) #Antall standardavvik for a initiere handel
        print "L: "+`modell_l`+" B: "+`modell_b`

# bygge opp glidende snitt og prosentavvik el. std.avvik for "vindu"

```



```

if len(prices)>modell_l:
    for i in range(len(prices)):
        if i+1<modell_l:
            prices[i].append(0)
            prices[i].append(0)
        else:
            total_sum=[]
            for j in range(modell_l):
                total_sum.append(prices[i-j][3+datatype])
            prices[i].append(numpy.average(total_sum))
            if bandtype==0:
                prices[i].append(numpy.average(total_sum))
            else:
                prices[i].append(numpy.std(total_sum))

```

#klassifisere handler.

#1 = long light crude, short heating oil

#0 = neutral, ikke long eller short i noe

#-1 = short light crude, long heating oil

state = 0 #starter med tom beholdning

trades=[]

current_trade=[]

```

if len(prices)>modell_l:

```

```

    for i in range(len(prices)):

```

```

if i<modell_l: #Har ikke "fylt" vinduet enda

    prices[i].append(0)

    prices[i].append(0)

    prices[i].append(0)

else:

    #Kjop hvis pris > avg + modell_b*std avvik alt hvis pris > enn modell_b %
over MA

if prices[i-1][3+datatype]>(modell_b*prices[i-1][6]+prices[i-1][5]): #kjop

    prices[i].append(1)

    if state<1: #new buy

        prices[i].append(1)

        prices[i].append(0) #ikke new sell

    if state==-1: #maa lukke handelen og starte ny

        trades.append(current_trade)

        current_trade=[]

        current_trade.append(prices[i][0])

        current_trade.append(prices[i][0])

        current_trade.append(1)

        current_trade.append(prices[i-1][1])#sluttpris dagen for

        current_trade.append(prices[i][1])#sluttpris i dag

        current_trade.append(prices[i-1][2])#sluttpris dagen for

        current_trade.append(prices[i][2])#sluttpris i dag

        current_trade.append(1)

        current_trade.append( (current_trade[4]-current_trade[3])-
(current_trade[6]-current_trade[5]))

        current_trade.append(prices[i][1])#sluttpris i dag

        current_trade.append(prices[i][2])#sluttpris i dag

        state=1

```

```

else: #buy, men ikke ny.

    prices[i].append(0)

    prices[i].append(0)

    current_trade.append(prices[i][1])#sluttpris i dag
    current_trade.append(prices[i][2])#sluttpris i dag
    current_trade[1]=prices[i][0]
    current_trade[2]=current_trade[2]+1
    current_trade[4]=prices[i][1]
    current_trade[6]=prices[i][2]

    current_trade[8]=(current_trade[4]-current_trade[3])-
(current_trade[6]-current_trade[5])

    else:

        #Sell hvis prisen er < avg - modell_b*std_avvik alt. pris er mindre enn
modell_b prosent under MA

        if prices[i-1][3+datatype]<(prices[i-1][5]-modell_b*prices[i-1][6]):
#sell

            prices[i].append(-1)

            if state>-1: #new sell

                if state==1: #maa lukke handelen og starte ny

                    trades.append(current_trade)

                    current_trade=[]

                    current_trade.append(prices[i][0])

                    current_trade.append(prices[i][0])

                    current_trade.append(1)

                    current_trade.append(prices[i-1][1])#sluttpris dagen for
                    current_trade.append(prices[i][1])#sluttpris i dag
                    current_trade.append(prices[i-1][2])#sluttpris dagen for
                    current_trade.append(prices[i][2])#sluttpris i dag

                    current_trade.append(-1)

```

```

        current_trade.append( -(current_trade[4]-
current_trade[3])+(current_trade[6]-current_trade[5]))

        current_trade.append(prices[i][1])#sluttpris i dag
        current_trade.append(prices[i][2])#sluttpris i dag

        prices[i].append(0)
        prices[i].append(1)
        state=-1
    else: #sell men ikke ny
        current_trade.append(prices[i][1])#sluttpris i dag
        current_trade.append(prices[i][2])#sluttpris i dag
        current_trade[1]=prices[i][0]
        current_trade[2]=current_trade[2]+1
        current_trade[4]=prices[i][1]
        current_trade[6]=prices[i][2]
        current_trade[8]=-(current_trade[4]-
current_trade[3])+(current_trade[6]-current_trade[5])
        prices[i].append(0)
        prices[i].append(0)
    else: #noytral
        if state <> 0: #maa vurdere om vi skal lukke handelen
            if ((prices[i-1][3+datatype]-prices[i-
1][5])*state)<(0+(exitskalering*modell_b*prices[i-1][6])): #krysset punktet for exit, lukker handel
                trades.append(current_trade)
                prices[i].append(0)
                prices[i].append(0)
                prices[i].append(0)
                state=0
            else: #Skal ikke lukke, inne i samme handelsmonster som dagen for

```

```

        current_trade.append(prices[i][1]) #sluttpris i dag
        current_trade.append(prices[i][2]) #sluttpris i dag
        current_trade[1]=prices[i][0]
        current_trade[2]=current_trade[2]+1
        current_trade[4]=prices[i][1]
        current_trade[6]=prices[i][2]
        current_trade[8]=state*(current_trade[4]-current_trade[3])+(-
1*state)*(current_trade[6]-current_trade[5])
        prices[i].append(state)
        prices[i].append(0) #ikke ny buy
        prices[i].append(0) #ikke ny sell
    else: #state==0
        prices[i].append(0)
        prices[i].append(0)
        prices[i].append(0)

```

```
#parse handler
```

```
number_of_trades=len(trades)
```

```
number_of_type1=0
```

```
number_of_typeminus1=0
```

```
for i in range(len(trades)):
```

```
    if trades[i][7]==1:
```

```
        number_of_type1=number_of_type1+1
```

```
    else:
```

```
        if trades[i][7]==-1:
```

```
            number_of_typeminus1=number_of_typeminus1+1
```

```
profitable=[]
```

```
unprofitable=[]
```

```

profitable_type1=[]
profitable_typeminus1=[]
unprofitable_type1=[]
unprofitable_typeminus1=[]
gevinst=0
tap=0
gevinsttype1=0
tapttype1=0
gevinsttypeminus1=0
taptypeminus1=0
varighet=[]
for i in range(len(trades)):
    if trades[i][8]>0:
        profitable.append(trades[i][8])
        gevinst=gevinst+trades[i][8]
        if trades[i][7]==1:
            profitable_type1.append(trades[i][8])
            gevinsttype1=gevinsttype1+trades[i][8]
        else:
            profitable_typeminus1.append(trades[i][8])
            gevinsttypeminus1=gevinsttypeminus1+trades[i][8]
    else:
        if trades[i][8]<0:
            unprofitable.append(trades[i][8])
            tap=tap+trades[i][8]
            if trades[i][7]==1:
                unprofitable_type1.append(trades[i][8])

```

```

        taptypeminus1=taptypeminus1+trades[i][8]
    else:
        unprofitable_typeminus1.append(trades[i][8])
        taptypeminus1=taptypeminus1+trades[i][8]
    varighet.append(trades[i][2])

# Lagre data
utdata = open("L-"+modell_l+"-B-"+modell_b+"-"+outputfil, "w")

for i in range(len(prices)):

linje=prices[i][0]+","+prices[i][1]`,`+","+prices[i][2]`,`+","+prices[i][3]`,`+","+prices[i][4]`,`+","+prices[i][5]
]+","+prices[i][6]`,`+","+prices[i][7]`,`+","+prices[i][8]`,`+","+prices[i][9]+"\n"

        utdata.write(linje)

utdata2 = open("L-"+modell_l+"-B-"+modell_b+"-"+outputfil2, "w")

for i in range(len(trades)):

    linje=""

    for j in range(len(trades[i])):

        linje=linje+trades[i][j]`,`+","+

    linje=linje+"\n"

    utdata2.write(linje)

deskriptiv=[]

deskriptiv.append(modell_l)

deskriptiv.append(modell_b)

deskriptiv.append(len(trades))

deskriptiv.append(len(profitable))

deskriptiv.append(len(unprofitable))

```

```

if deskriptiv[2]!=0 and deskriptiv[3]!=0:
    deskriptiv.append(float(deskriptiv[3])/float(deskriptiv[2]))
else:
    deskriptiv.append(0)
deskriptiv.append(numpy.average(profitable+unprofitable))
deskriptiv.append(numpy.std(profitable+unprofitable))
deskriptiv.append(numpy.median(profitable+unprofitable))
deskriptiv.append(len(profitable_type1)+len(unprofitable_type1))
deskriptiv.append(len(profitable_type1))
deskriptiv.append(len(unprofitable_type1))
if deskriptiv[9]!=0 and deskriptiv[10]!=0:
    deskriptiv.append(float(deskriptiv[10])/float(deskriptiv[9]))
else:
    deskriptiv.append(0)
deskriptiv.append(numpy.average(profitable_type1+unprofitable_type1))
deskriptiv.append(numpy.std(profitable_type1+unprofitable_type1))
deskriptiv.append(numpy.median(profitable_type1+unprofitable_type1))
deskriptiv.append(len(profitable_typeminus1)+len(unprofitable_typeminus1))
deskriptiv.append(len(profitable_typeminus1))
deskriptiv.append(len(unprofitable_typeminus1))
if deskriptiv[16]!=0 and deskriptiv[17]!=0:
    deskriptiv.append(float(deskriptiv[17])/float(deskriptiv[16]))
else:
    deskriptiv.append(0)

deskriptiv.append(numpy.average(profitable_typeminus1+unprofitable_typeminus1))
deskriptiv.append(numpy.std(profitable_typeminus1+unprofitable_typeminus1))
deskriptiv.append(numpy.median(profitable_typeminus1+unprofitable_typeminus1))

```



```
deskriptiv.append(float(len(trades))/((float(len(prices))-modell_l)/252)) #antar 252  
handelsdager pr aar
```

```
deskriptiv.append(deskriptiv[23]*deskriptiv[6])
```

```
deskriptiv.append(numpy.average(varighet))
```

```
deskriptiv.append(numpy.median(varighet))
```

```
deskstat.append(deskriptiv)
```

```
EV_handel[l].append(deskriptiv[6])
```

```
prosent_gevinst[l].append(deskriptiv[5])
```

```
EV_aar[l].append(deskriptiv[24])
```

```
antall_aar[l].append(deskriptiv[23])
```

```
utdata3=open(outputfil3,"w")
```

```
for i in range(len(deskstat)):
```

```
    linje=""
```

```
    for j in range(len(deskstat[i])):
```

```
        linje=linje+`deskstat[i][j]`+"",
```

```
    linje=linje+"\n"
```

```
    utdata3.write(linje)
```

```
#For alle videre outputfiler tilvarer rader L og kolonner B
```

```
utdata4=open(outputfil4,"w")
```

```
for i in range(len(EV_handel)):
```

```
    linje=""
```

```
    for j in range(len(EV_handel[i])):
```

```
        linje=linje+`EV_handel[i][j]`+"",
```

```
linje=linje+"\n"  
utdata4.write(linje)
```

```
utdata5=open(outputfil5,"w")  
for i in range(len(prosent_gevinst)):  
    linje=""  
    for j in range(len(prosent_gevinst[i])):  
        linje=linje+`prosent_gevinst[i][j]`+"",  
    linje=linje+"\n"  
utdata5.write(linje)
```

```
utdata6=open(outputfil6,"w")  
for i in range(len(EV_aar)):  
    linje=""  
    for j in range(len(EV_aar[i])):  
        linje=linje+`EV_aar[i][j]`+"",  
    linje=linje+"\n"  
utdata6.write(linje)
```

```
utdata7=open(outputfil7,"w")  
for i in range(len(antall_aar)):  
    linje=""  
    for j in range(len(antall_aar[i])):  
        linje=linje+`antall_aar[i][j]`+"",  
    linje=linje+"\n"  
utdata7.write(linje)
```