



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i Industriell Økonomi <i>Investering og Finans</i>	Vårsemesteret, 2018 Åpen
Forfatter: Henrik Anglevik <i>Henrik Anglevik</i> (signatur forfatter)
Veileder: Frank Asche, UIS	
Tittel på masteroppgaven: Aluminiumsmarkedet Engelsk tittel: <i>The Aluminium Market</i>	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Aluminiumsmarkedet Spotpriser Prisendringer Pristrender Prisvolatilitet Futurespriser	Sidetall: 71 + vedlegg/annet: 1 Stavanger, 15.06.2018

Denne siden er blank med hensikt.

Sammendrag

Avhandlingen har som hensikt å gi et innblikk i det globale aluminiumsmarkedet, med perspektiv fra norske aluminiumsleverandører. Det blir fokusert på hvordan markedsforholdene har vært i de senere årene, hvilke konsekvenser ulike markedssjokk kan ha for leverandører og samfunnet og hvordan futureskontrakter fungerer. Det har også vært fokus på hvilke priser leverandørene må få fra markedet for å kunne produsere aluminium lønnsomt.

For å undersøke markedsforholdene, så benyttes spotpriser i perioden 2012 til 2018 fra *London Metal Exchange* (LME). Det blir undersøkt hvor volatil spotmarkedet har vært i løpet av perioden, om det har vært noen klare pristrender i perioden og hvor raskt prisendringer skjer. I tillegg blir noen egenskaper ved futuresmarkedet som er viktig i dets rolle i prissikring undersøkt. Nærmere bestemt undersøkes det om futurespris er en forventningsrett estimator for fremtidig spotpris, og dermed om futuresmarkedet har en prisoppdagende rolle. I tillegg så undersøkes det om markedet tenderer til å spå høyere eller lavere markedspriser i fremtiden med futuresprisene sine.

Analysene av spotprisene og futuresprisene i markedet har ført til flere funn. Den årlige prisvolatiliteten i aluminiumsmarkedet har omtrent vært på samme nivå i hele perioden som har blitt sett på. Noe overraskende viser analyseresultatene at futurespriser ikke har vært en forventningsrett estimator for fremtidig spotpris i perioden. I tillegg så ble det funnet at futuresmarkedet i gjennomsnitt har vært i *contango*, som tyder på at aktører i markedet er villige til å betale mer for aluminium i fremtiden enn ved kjøp på spotmarkedet til dagens spotpris. Dette tyder på at markedet estimerer kostnaden med å ha aluminium på lager til å være høyere enn fordelen assosiert med lagerholdet.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en del av masterstudiet i Industriell Økonomi ved Universitetet i Stavanger. Avhandlingen utgjør 30 studiepoeng, og markerer avslutningen på studenttilværelsen i Stavanger.

Fikk i desember 2017 tilbud om Graduate-stilling ved Norsk Hydro sitt aluminiumsverk på Karmøy etter endt utdanning, og har i den anledning benyttet muligheten til å få et innblikk i bransjen i denne masteroppgaven.

Vil takke veileder, professor Frank Asche, for gode råd og innspill i anledning oppgaveskrivingen.

Stavanger, 15.06.18,

Henrik Anglevik

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	III
Forord	IV
Liste over figurer	VII
Liste over tabeller	VIII
1 Innledning	1
2 Markedsteori	2
2.1 Markedet	2
2.2 Tilbud og etterspørsel	3
2.3 Primæretterspørsel og avledet etterspørsel	4
2.4 Prisvolatilitet	5
2.5 Andre relevante begreper	10
3 Futuresteori	11
3.1 Futureskontrakten	11
3.2 <i>Theory of Storage</i>	13
4 Aluminiumsmarkedet	16
4.1 Norsk aluminiumsproduksjon	16
4.2 Etterspørsel etter aluminium	16
4.3 Aluminiumsproduksjon på verdensbasis	17
4.4 Verdikjeden til aluminium	18
4.5 Potensielle verdikjede-utfordringer	21
4.6 Laveste akseptable salgspris på kort og lang sikt for leverandører	23
5 Data og statistiske metoder	25
5.1 Datainformasjon	25
5.2 Statistiske metoder	26
6 Analyse	32
6.1 Antakelser	32
6.2 Analyse av historiske aluminiumspriser	33
6.2.1 Prisendringer	33
6.2.2 Pristrender	34
6.2.3 Historisk prisvolatilitet	34
6.3 Futures-pris som estimator for fremtidig spotpris	35
6.4 Markedet i <i>contango</i> eller <i>backwardation</i> ?	36
6.5 Forventede lagerkostnader i markedet	37

7	Resultater og diskusjon	38
7.1	Prisanalyse for Aluminium	38
7.1.1	Spotpris.....	38
7.1.2	Prisendringer	41
7.1.3	Pristrender	44
7.1.4	Prisvolatilitet	50
7.2	Metoder for å redusere prisrisiko for leverandørene	52
7.2.1	Handelsavtaler	52
7.2.2	Futures-markedet.....	52
7.2.3	Taktisk lagerhold.....	53
7.2.4	Reduksjon av kostnader	54
7.3	Analyse av futurespriser	55
7.4	Effekt av ulike markedspriser på kort og lang sikt	59
8	Konklusjon	60
9	Referanser	61
	Appendiks A.....	63

Liste over figurer

Figur 1: Tilbudskurve.....	3
Figur 2: Etterspørselskurve	3
Figur 3: Markedskryss.....	4
Figur 4: Marked med høy prisvolatilitet	8
Figur 5: Marked med lav prisvolatilitet.....	9
Figur 6: Marked med lav prisvolatilitet, elastisk etterspørsel	9
Figur 7: Futures-resultat	12
Figur 8: Distribusjon av primæraluminium.....	17
Figur 9: Aluminiumsproduksjon 2017	17
Figur 10: Verdikjede for aluminium	18
Figur 11: Daglige spotpriser fra LME.....	32
Figur 12: Prisendringstabell fra Excel.....	33
Figur 13: Dagens spotpris mot 3-måneders futurespris	36
Figur 14: Daglige spotpriser.....	38
Figur 15: Histogram over spotpris	40
Figur 16: Prisendring i prosent.....	41
Figur 17: Prisendring, absoluttverdi.....	41
Figur 18: Trendlinje for spotpriser i 2015	44
Figur 19: Trendlinje for hele perioden	46
Figur 20: Futurespris mot realisert spotpris	55
Figur 21: Futurespris mot dagens spotpris	58

Liste over tabeller

Tabell 1: Elastisitetsgrenser for tilbud og etterspørsel	6
Tabell 2: Spotprisdata.....	39
Tabell 3: Spotprisfordeling.....	39
Tabell 4: Prisendringsdata.....	42
Tabell 5: Trendlinjeuttrykk og standardavvik.....	45
Tabell 6: Trendlinjenes R ² -verdier	45
Tabell 7: Historisk prisvolatilitet for spotpriser	50
Tabell 8: Historisk prisvolatilitet for futurespriser.....	51
Tabell 9: Regresjonsparametere, daglige prisdata.....	55
Tabell 10: Futurespris mot dagens spotpris.....	57

Denne siden er blank med hensikt.

1 Innledning

Metallurgisk industri er den nest største eksportindustrien i Norge, etter olje, hvor den viktigste eksportvaren er aluminium. Dette har vært en viktig sektor for Norge i over 100 år, noe god og sikker tilgang på elektrisitet fra vannkraftverk har muliggjort. Da det fremdeles er vekst i metallurgisk industri, så virker det som at det kommer til å være en viktig sektor for Norge i tiden fremover også.

Aluminium blir ofte referert til som «fremtidens metall» i diverse medier. Det er flere grunner til dette. Aluminium er et metall som er resirkulerbart, noe som kommer til å være viktig i tiden fremover, da knappe ressurser skal fordeles på stadig flere. Aluminium er også et lett metall i forhold til de fleste metaller med lignende bruksområder. Dette gjør at man kan produsere lettere produkter dersom man benytter aluminium i stedet for tyngre metaller.

Aluminiumsbransjen er en syklisk bransje, hvor det er stor variasjon i lønnsomhet. Derfor er markedsprisen veldig viktig for industrien. Lengre perioder med lave aluminiumspriser kan føre til permitteringer av personell, noe som er negativt for norsk næringsliv. Det kan også føre til perioder med svak kapasitetsutnyttelse, ved at produksjonen er lavere enn det kapasiteten tilsier. I denne oppgaven så undersøkes en del momenter i aluminiumsmarkedet. Dette er gjort med litteraturstudie, samt ved å benytte flere forskjellige analyseverktøy.

I avhandlingen så har spotmarkedet for aluminium vært i hovedfokus. Det har blitt undersøkt hvor volatile prisene på spotmarkedet har vært, hvor hurtig prisendringer skjer og om det har vært noen klare pristrender i perioden. Dette har blitt utført ved å beregne historisk prisvolatilitet, utført regresjonsanalyser samt ved å regne ut diverse volatilitetsmål.

Det har også blitt undersøkt en del egenskaper ved futuresmarkedet, da futureskontrakter er det vanligste verktøyet for å håndtere prissisiko i internasjonale råvaremarkeder.

Den viktigste egenskapen som ble undersøkt var «om futurespris er en forventingsrett estimator for fremtidig spotpris» slik som teori presentert i kapittel 3 tilsier. Det har også blitt sett på om markedet tenderer til å spå økende eller fallende markedspriser med futuresprisene.

2 Markedsteori

I dette kapitlet så vil relevant teori som blir referert til i oppgaven bli presentert.

2.1 Markedet

Et marked kan bli definert som en arena hvor handel av varer og tjenester forekommer. Det finnes alt fra små lokale markeder til store globale markeder. Et eksempel på et lite marked kan være et matmarked i Vietnam, mens det globale aluminiumsmarkedet er eksempel på et stort marked. Selv om størrelsen varierer, så har de det samme formålet; å være en effektiv handelsarena for kjøpere og selgere.

Det er vanlig å bruke modeller for å prøve å beskrive ulike markeder. De modellene som vanligvis blir brukt er «konkurransemarked», «monopolistisk marked», «oligopolistisk marked» og «monopolistisk konkurransemarked». En vanlig ting å gjøre er å anta at det er mange kjøpere, slik at markedene differensieres på antall selgere. «Monopolistisk marked» betyr én selger, «oligopolistisk marked» betyr få selgere mens «konkurransemarked» betyr mange selgere. (Tomek & Kaiser, 2014, s. 75)

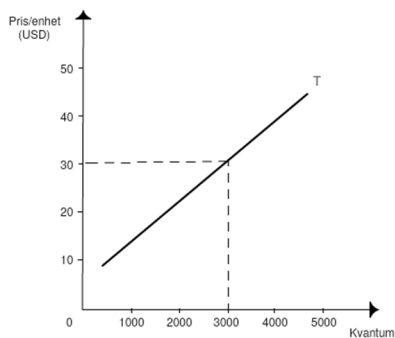
Det markedet som undersøkes i dette tilfellet, er aluminiumsmarkedet. Ettersom det finnes mange aluminiumsleverandører over hele verden, så vil «konkurransemarked-modellen» bli brukt til å modellere markedet. Det vil bli antatt «fullkommen konkurranse».

For å modellere et marked med «fullkommen konkurranse», så er det en del forutsetninger som må gjøres. For det første, så tilbyr alle leverandørene i markedet identiske produkter med like egenskaper, lik kvalitet og så videre. Kjøperne i markedet bryr seg derfor ikke om hvem som har produsert produktet, så prisen blir det sentrale momentet. Videre så antas det også at ingen selgere er så store at de kan styre markedsprisen.

2.2 Tilbud og etterspørsel

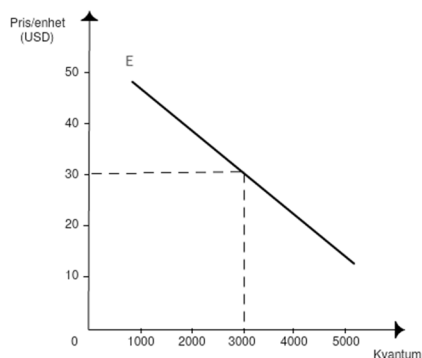
For å forstå hvor mye som blir tilbudt og etterspurt av ulike varer i et marked, så er det essensielt å forstå hva tilbud og etterspørsel er, samt sammenhengen mellom dem. Videre i dette delkapittelet så vil disse begrepene bli forklart nærmere.

The law of supply er en teori som sier at dersom prisen til et gode øker, og alle andre faktorer holdes konstant, så vil mengden tilbudt gode til markedet øke. Det motsatte vil skje dersom prisen synker, og alle andre faktorer holdes konstant: da vil tilbudt mengde i markedet reduseres. (Mcconnell, Brue, & Flynn, 2013, s. 59) Denne teorien kan illustreres ved å tegne opp en tilbudskurve, slik som i figur 1. Tilbudskurven viser hvor stort kvantum som tilbys til markedet til ulike priser.



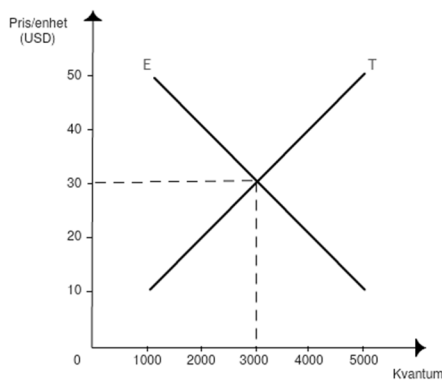
Figur 1: Tilbudskurve

The law of demand er en teori som sier at det er et inverst forhold mellom pris og etterspurt kvantum. Dersom prisen synker, og alt annet holdes konstant, så vil etterspurt kvantum stige. Dersom prisen stiger, og alt annet holdes konstant, så vil etterspurt kvantum synke. (Mcconnell, Brue, & Flynn, 2013, s. 54) Denne teorien kan illustreres med en etterspørselskurve, slik som i figur 2. Etterspørselskurven viser hvor stort kvantum konsumentene ønsker å kjøpe til ulike priser.



Figur 2: Etterspørselskurve

Sammenhengen mellom tilbud og etterspørsel kan forklares fra teoriene om tilbud og etterspørsel. Ved økende markedspriser så ønsker leverandørene å selge mest mulig av varen sin. Tilbudt mengde vare i markedet vil derfor øke. Konsumentene sin etterspørsel etter varen reduseres ved økende priser, så kvantumet etterspurt vil synke ved økende priser. På grunn av den lave etterspørselen til den nye prisen, så prøver leverandørene i markedet å øke salgsvolumet ved å senke prisen. Konsumentene reagerer på prisreduksjonen med å kjøpe mer. Etterhvert så ender markedsprisen opp på en likevektspris, som er i krysspunktet mellom tilbudskurven og etterspørselskurven. I likevektspunktet så er kvantum tilbudt av leverandørene lik etterspurt kvantum fra konsumentene, slik som vist i figur 3. Effekter som forskyver kurvene og/eller endrer helningen på dem, vil føre til at markedslikevekten endres.



Figur 3: Markedskryss

Både tilbuds- og etterspørselskurven er modeller som prøver å beskrive hvordan tilbudet og etterspørselen er i et gitt marked. Dersom andre faktorer enn pris og kvantum endres, så vil man mest sannsynligvis få forskyvning av kurver og/eller formendring på kurven.

Faktorer som kan påvirke kurvene er blant annet teknologiendringer, nye aktører i markedet, markedssjokk og nye substituttprodukter.

2.3 Primæretterspørsel og avledet etterspørsel

Etterspørsel kan kategoriseres i flere ulike kategorier. Det er vanlig å skille mellom primæretterspørsel og avledet etterspørsel.

Primæretterspørsel er direkte etterspørsel etter et konkret produkt. Et eksempel på primæretterspørsel er etterspørselen etter en spesifikk bilmodell. Primæretterspørsel er som regel etterspørsel etter sammensatte produkter, og/eller behandlede produkter, som selges på konsumentmarkedet.

Avledet etterspørsel sikter til at etterspørselen etter en vare er et resultat av etterspørselen av en annen vare. For eksempel, så er etterspørselen etter aluminium som regel avledet etter etterspørselen av produkter som inneholder aluminium. Dersom etterspørselen etter varer som inneholder aluminium øker, så vil sannsynligvis etterspørselen etter aluminium også øke.

Man observerer vanligvis primæretterspørsel i konsumentmarkedet, mens avledet etterspørsel vanligvis observeres i produsentmarkedet. Dersom etterspørselen etter dieserbiler øker på konsumentmarkedet, så øker dette bilprodusentenes etterspørsel etter materialene som benyttes i bilproduksjonen. Man kan da si at etterspørselen etter materialene er avledet fra etterspørselen etter bilene.

Å anslå etterspørsel er lettere å gjøre for primæretterspørsel enn for avledet etterspørsel. Det er flere grunner til dette. For det første, så er primæretterspørsel lettere å overvåke. Etterspørselen etter ett spesifikt elektronikkprodukt vil være enklere å overvåke enn etterspørselen etter materialene som produktet er laget av. Man kan for eksempel se på salgstall, som er en god indikator på hvor stor etterspørselen etter varen er blant konsumentene. Det er vanskeligere for leverandørene av materialene til produktet å anslå hvor stor effekt disse salgstallene vil ha for etterspørselen etter deres materialer. Da materialleverandørene leverer materialer til mange markeder, så må mange ulike data analyseres før leverandører kan avlede etterspørselen etter sine varer.

2.4 Prisvolatilitet

Prisvolatilitet er et mål på hvor stor variasjon det er i pris over en gitt tidsperiode. Høy prisvolatilitet betyr at det er store prissvingninger over tidsperioden, mens lav prisvolatilitet betyr små prissvingninger over tidsperioden. Dersom en har historiske data, så kan en beregne historisk prisvolatilitet.

Prisvolatilitet kan variere mye fra marked til marked. Den kan være høy i et marked, og lav i et annet marked. Det er flere grunner til dette. Her vil det fokuseres på hvordan tilbuds- og etterspørselskurven i markedet ser ut, og hvordan dette påvirker prisvolatiliteten.

Elastisitet

Elastisitet er innenfor økonomien et begrep som beskriver i hvor stor grad en faktor endrer seg med endringer i pris. Bruker videre «E» som betegnelse for elastisitet. Grensene for ulike elastisiteter finnes i tabell 1. Disse elastisitetsgrensene forklares senere.

Tabell 1: Elastisitetsgrenser for tilbud og etterspørsel

$ E < 1$	Uelastisk
$ E > 1$	Elastisk
$ E = 0$	Perfekt uelastisk
$ E \rightarrow \infty$	Perfekt elastisk
$ E = 1$	Enhetselastisk

Priselastisitet for etterspørsel

Priselastisitet for etterspørsel kan defineres som «prosentvis endring i etterspurt kvantum i respons til en 1 prosents endring i pris, andre faktorer holdt konstant» (Tomek & Kaiser, 2014, s. 30).

La «i» være betegnelsen for et produkt. Den matematiske formelen for etterspørselspriselastisiteten til produktet kan da skrives:

$$E_{ii} = \frac{\frac{dQ_i}{Q_i}}{\frac{dP_i}{P_i}} = \frac{P_i}{Q_i} \times \frac{dQ_i}{dP_i} \quad (1)$$

Uelastisk etterspørsel har man når $|E| < 1$. Da vil prosentvis endring i etterspurt kvantum, være lavere enn prosentvis endring i pris. Dette er vanlig for produkter som har få substitutter, og/eller er nødvendige produkter.

Elastisk etterspørsel har man når $|E| > 1$. Prosentvis endring i etterspurt kvantum vil da være høyere enn prosentvis endring i pris. Dette er vanlig for produkter som har mange substitutter, og/eller er et ikke-nødvendig gode.

Perfekt uelastisk etterspørsel har man når $|E| = 0$. Her er etterspurt kvantum konstant, uavhengig av hva prisen endres til. Dette er ikke spesielt vanlig, men priselastisiteten for etterspørsel kan nærme seg perfekt uelastisk dersom det er et absolutt nødvendig gode, eller at det ikke finnes noen gode substituttprodukter.

Perfekt elastisk etterspørsel har man når $|E| \rightarrow \infty$. Her vil man ved en gitt pris, ha ubegrenset etterspørsel. Dette vil si at alt kvantumet som slippes til markedet selges til den prisen. Prisendringer vil føre til at etterspørselen går til 0. Dette kan være på grunn av at det finnes veldig mange gode substituttprodukter. Dette er ikke særlig vanlig i den virkelige verden.

Enhetselastisk etterspørsel har man når $|E| = 1$. Her vil prosentvis endring i etterspurt kvantum, være like stor som prosentvis endring i pris. Jo lavere tallverdien til etterspørselstetisiteten er, jo mer vil etterspørselen bidra til å skape prisvolatilitet. På den andre siden, så vil det ved sterk elastisk etterspørsel være små prisendringer assosiert med store kvantumsendringer. Kvantumstetisiteten vil da være betydelig større enn prisvolatiliteten.

Priselastisitet for tilbud

Priselastisitet for tilbud kan defineres som «prosentvis endring i tilbudt kvantum i respons til en 1 prosents endring i pris, andre faktorer holdt konstant.» (Tomek & Kaiser, 2014, s. 57)

La «A» være kvantum produsert og tilbudt av et produkt, og P_A være prisen til A. Den matematiske formelen for tilbudspriselastisiteten kan da skrives som:

$$E_{AA} = \frac{\frac{dA}{A}}{\frac{dP_A}{P_A}} = \frac{P_A}{A} \times \frac{dA}{dP_A} \quad (2)$$

Uelastisk tilbud har man når $|E| < 1$. Ved uelastisk tilbud så er prosentvis endring i tilbudt kvantum mindre enn prosentvis endring i pris. Dette vil kunne skje dersom produsentene i markedet er avhengige av å selge varene sine, for eksempel for produkter med lav holdbarhet.

Elastisk tilbud har man når $|E| > 1$. Ved uelastisk tilbud så er prosentvis endring i tilbudt kvantum større enn prosentvis endring i pris. Dette vil kunne skje dersom produsentene i markedet leverer et produkt som kan lagres, og for produkter med liten profittmargin.

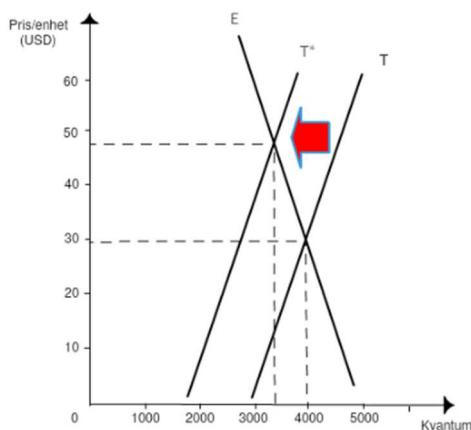
Perfekt uelastisk tilbud har man når kvantumet tilbudt til markedet er konstant, uavhengig av hva prisen endres til. Dette kan være at produsentene har et gitt produksjonsnivå som de må få solgt, slik at uavhengig av prisen man får for produktet så selges produktet til markedet.

Perfekt elastisk tilbud har man når tilbudt kvantum er ubegrenset gitt en spesifikk pris. Prisfall vil føre til at tilbudt kvantum går til 0. Et eksempel kan være tilbudt arbeidskraft til en hurtigmatkjede med like gode lønnsbetingelser som lignende arbeidsplasser.

Ved enhetselastisk tilbud, så er prosentvis endring i tilbudt kvantum like stor som prosentvis endring i pris, og $|E| = 1$. Dersom endring i markedssituasjonen fører til at helningen på tilbudskurven endres, så vil man få endringer i kvantumsvolatilitet og prisvolatilitet. Brattere tilbudskurve vil føre til at priselastisiteten på tilbud blir mer uelastisk, som fører til at prisvolatiliteten vil øke. Slakere tilbudskurve vil føre til at priselastisiteten på tilbud blir mer elastisk, noe som fører til at kvantumsvolatiliteten vil øke mer enn prisvolatiliteten. Prisendringer vil føre til store kvantumsendringer i et marked med slake kurver, mens kvantumsendringer vil føre til mindre prisendringer.

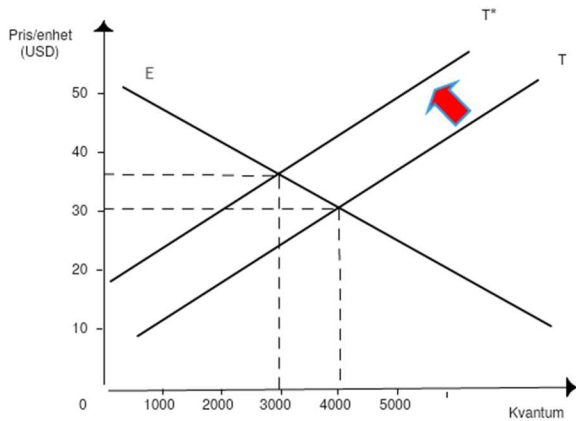
Priselastisiteter og prisvolatilitet

Ved å se på tilbuds- og etterspørselskurvene til et marked, så har man mulighet til å si noe om priselastisiteten for tilbudskurven og etterspørselskurven. Dette kan igjen vise hvor volatil et marked er. I et marked hvor prisvolatiliteten er høy, så vil både priselastisiteten for tilbud og etterspørsel i markedet være uelastisk. Dette kan man observere ved at tilbuds- og etterspørselskurvene er bratte. I et slikt marked, så vil relativt små endringer i kvantum føre til store prisendringer. Man vil derfor oppleve stor prisvolatilitet i et slikt marked, da sjokk som endrer tilbudt kvantum og/eller etterspurt kvantum, vil føre til store prisendringer. Slike markeder er ikke godt rystet mot sjokk som fører til kvantumsendringer. Markedskrysset i figur 4 er et eksempel på et slikt marked, hvor ett markedssjokk fører til forskjøvet tilbudskurve, og ny markedsliekevekt oppstår. Relativt lav kvantumsendring fører til relativ stor prisendring, ved ny markedsliekevekt.



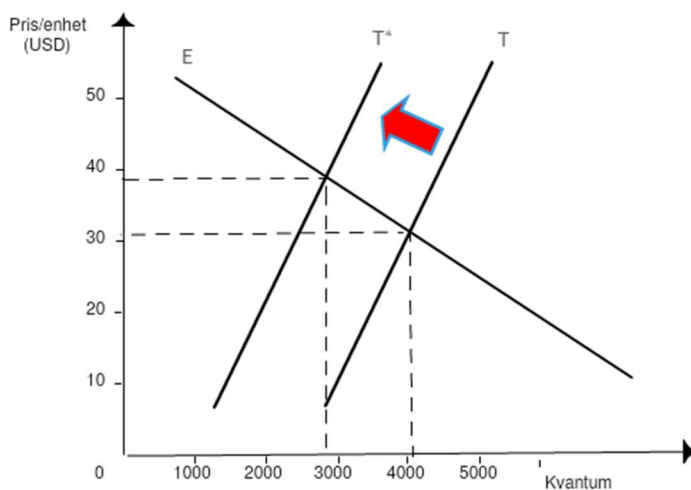
Figur 4: Marked med høy prisvolatilitet

I et marked hvor man opplever lav prisvolatilitet, så er markedet bedre rystet mot markedssjokk. Dette kan man observere ved å undersøke hvordan prisen endrer seg når tilbudskurven forskyves. Figur 5 viser et eksempel på et slikt marked, hvor både tilbudskurven og etterspørselskurven er ganske slake. Kvantumsendringen er større enn i markedet vist i figur 4 ved ny markedslikevekt, men fører til betraktelig mindre prisendring.



Figur 5: Marked med lav prisvolatilitet

For at prisvolatiliteten i et marked skal være høy, så må både tilbuds- og etterspørselskurven være bratt. Dette kan man observere ved å se på et marked hvor tilbudskurven er bratt, mens etterspørselskurven er slak. Figur 6 illustrerer et marked hvor tilbudskurven blir forskjøvet som følge av et markedssjokk. Man kan observere at prisøkningen er mindre enn kvantumsendringen ved ny markedslikevekt.



Figur 6: Marked med lav prisvolatilitet, elastisk etterspørsel

2.5 Andre relevante begreper

Råvarer

En råvare kan defineres som «råstoff, varer som nyttes for grunnlag for industriell produksjon» (snl, 2014) Råolje, kobber og aluminium er noen eksempler på råvarer. Råvarer blir blant annet brukt i løpet av produksjonen av produkter som biler, telefoner og drivstoff.

Spotpris

Den prisen man får kjøpt en handelsvare for i dag kalles spotpris. Dette er den prisen det er vanlig å operere med når en handler med råvarer. Spotpris kan tenkes på som den prisen som en kan kjøpe varen for umiddelbart, uten å inngå noen spesielle avtaler.

Verdikjede

En verdikjede er en oversikt over de segmentene av en næring hvor verdi blir tilført en vare. «En kan utføre en verdikjede-analyse for å analysere hvor i verdikjeden mest verdi blir tilført varen, og hvor en har ubenyttet potensiale». (Heizer, Render, & Munson, 2017, s. 78)

Verdikjede er lett å forveksle med distribusjonskjede, men det er to forskjellige begreper.

Distribusjonskjede

Distribusjonskjede inneholder alle ledd et produkt går gjennom, fra starten av produktets livsløp til det er hos kunden. Inneholder alt av behandling, leveranse og andre steg som produktet går gjennom før det ender opp hos kunden.

London Metal Exchange

London Metal Exchange er en handelsarena hvor handel av metaller foregår. Metaller som aluminium, kobber og stål er eksempler på metaller som blir handlet her. Det er mulig å handle metall til spotpris, samt handle futures-kontrakter, ved LME.

London Metal Exchange sier på sine nettstedet at LME er verdenssenteret for handel av industrielle metaller. Videre informerer de om at 3.5 milliarder tonn metaller ble handlet over plattformen deres i 2017. (LME, 2018) Dette gjør at prisen på en vare ved LME ofte brukes som referansepris for en råvare.

3 Futuresteori

I dette kapittelet så vil relevant teori om futureskontrakter presenteres.

3.1 Futureskontrakten

En *futureskontrakt* er en standardisert kontrakt, som spesifiserer detaljene rundt en fremtidig leveranse av en handelsvare. Kontrakten blir handlet på det markedet som har utformet kontrakten. Det er derfor markedet, og ikke involverte aktører, som bestemmer kontraktsbetingelsene. En viktig detalj er at det er selve kontrakten som handles på futuresmarkedet, og ikke selve varen.

En futureskontrakt inngås mellom to aktører. Den ene aktøren (selgeren) forplikter seg til å levere en bestemt mengde handelsvare på en bestemt dato, og den andre (kjøperen) forplikter seg til å motta denne leveransen. Aktøren som har tatt på seg selgerrollen sies å ha *short*-posisjon i kontrakten, mens aktøren tar på seg kjøperrollen sies å være i *long*-posisjon.

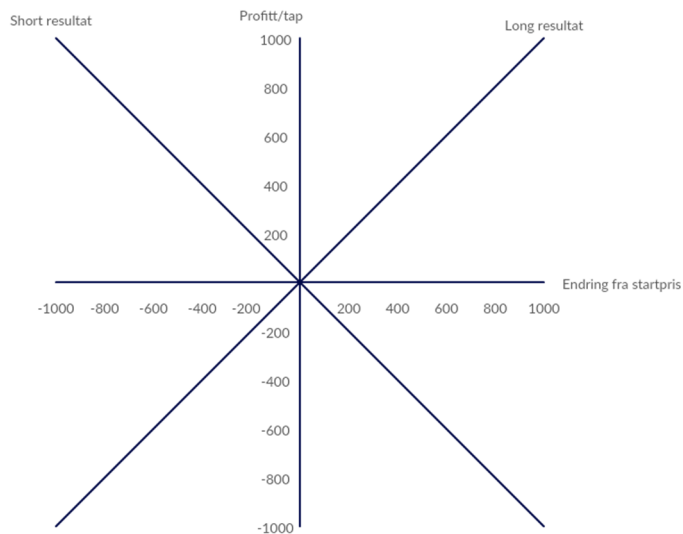
Man må være medlem av den handelsarenaen som utformer futureskontrakten for å kunne handle futureskontraktene. I tillegg så må man sette inn en pengesum på en konto, som kalles «marginkonto». (Tomek & Kaiser, 2014)

En viktig mekanisme i futures-markedet er at marginkontoen til aktører involvert i futureskontrakten blir kreditert eller debitert når futures-prisen endres, avhengig av hvilken posisjon i kontrakten aktøren innehar. Dersom man innehar *long*-posisjon i en futures-avtale, så vil en prisøkning føre til at kontoen krediteres den økte verdien; hvis priser synker, så blir marginkontoen debitert. (Tomek & Kaiser, 2014) Denne mekanismen fører til at profitt, samt tap, realiseres daglig for aktører i *short*- og *long*-posisjon i en futures-kontrakt.

Futurespris

Den prisen man avtaler for handelsvarene ved leveranse i en futureskontrakt, kalles «futurespris». Dette er prisen som aktøren i *shortposisjon* har avtalt å få for varene sine, og den prisen aktøren i *long*-posisjon har avtalt å betale for varene ved leveranse. Utrechnet futurespris skal i teorien være en pris som tar hensyn til lageromkostninger, rentetap og andre kostnader knyttet til lagring over futureskontraktens levetid, noe som sees nærmere på senere i dette kapittelet.

Figur 7 illustrerer hvordan endringer i futuresprisen over futuresavtalens levetid fører til om aktøren tjener eller taper penger på kontrakten, for en futureskontrakt som starter på 1000 USD. *Short*-aktøren tjener på at prisen synker, og taper ved stigende pris.



Figur 7: Futures-resultat

Contango og backwardation

Futuresprisen i en futureskontrakt viser om markedet forventer at markedsprisene kommer til å stige eller synke i forhold til dagens spotpris. To begreper som ofte blir benyttet i den anledning er *contango* og *backwardation*, som forteller oss hvordan futures-prisen utvikler seg frem mot forfallsdatoen på futureskontrakten.

Contango har man når markedet forventer at markedspris kommer til å stige i tiden fremover, som fører til at futures-prisen er høyere enn spotprisen. Vanligvis vil man forvente *contango* for handelsvarer som kan lagres, på grunn av blant annet lagerkostnader. Frem mot kontraktforfall så vil futuresprisen konvergere mot spotprisen, som gjør at det er ønskelig å ha *short*-posisjon ved *contango*.

Backwardation har man når markedet forventer at markedspris kommer til å synke i tiden fremover. Futures-prisen på et fremtidig salg vil da være lavere enn dagens spotprisenivå. Frem mot forfall så vil futuresprisen konvergere mot spotprisen i markedet, slik at aktører som har *long*-posisjon i kontrakten vil tjene på kontrakten.

3.2 Theory of Storage

Theory of Storage, eller lagringsteorien, er en teori som danner grunnlaget for at det skal være en sammenheng mellom spot- og futurespris. En enkel modell vil bli lagt frem her, som benytter teori og formler presentert i (Øglend, 2017).

I et marked hvor det er mulig å lagre varen, så vil tilgjengelig kvantum av varen i markedet til enhver tid være avhengig av hvor mye som produseres i perioden, samt hvor mye man har av varen på lager fra tidligere produksjon. Under defineres en del uttrykk som benyttes videre i forklaringene.

X_t – Tilgjengelig mengde handelsvare ved tidspunktet t .

I_t – Hvor mye av varen som blir lagret ved tidspunkt t .

A_t – Produksjonsnivå av handelsvaren ved tidspunkt t .

Q_t – Forbruk av handelsvaren ved tidspunkt t .

Dersom man ser på markedet til en vare som ikke kan lagres, så vil man ha at produksjonsnivået styrer hvor mye av varen som er tilgjengelig for salg i markedet til enhver tid.

$$X_t = A_t \quad (3)$$

Da man i dette markedet ikke har mulighet til å lagre varer som ikke blir solgt, så vil forbruk av handelsvaren være lik produksjonsnivået. I markedslikevekt så vil produksjonen bli styrt av etterspørselen, som gir identiteten *market clearing condition*:

$$A_t \equiv Q_t \quad (4)$$

Dersom man ser på et marked med lagringsmuligheter, så vil mengden handelsvare som kan tilbys til markedet ved tidspunktet t være en funksjon av nåværende produksjonsnivå og hvor mye handelsvare som er på lager fra tidligere perioder.

$$X_t = A_t + I_{t-1} \quad (5)$$

Hvor stor andel av tilgjengelig handelsvare som tilbys markedet vil være avhengig av hvor mye man ønsker å tilby, og hvor mye man ønsker å lagre. Dersom man antar at det som tilbys til markedet er lik etterspørselen så får man følgende formel.

$$X_t - I_t = Q_t \quad (6)$$

Ved å sette inn for X_t i uttrykket over så får man identiteten som kalles *market clearing condition with storage*, som ved markedslikevekt gir tilbud og etterspørsel:

$$A_t + I_{t-1} - I_t \equiv Q_t \quad (7)$$

Fra denne identiteten, så ser man at leverandører som produserer varer som kan lagres, har to avgjørelser å ta: valg av produksjonsnivå, A_t , og hvor mye som skal lagres, I_t . Da lagringsteori kun tar hensyn til lageravgjørelser så vil produksjonsnivået videre bli antatt som konstant.

Når handelsvarer som kan lagres blir produsert, så kan man velge å selge varen til dagens spotpris, P_t , eller lagre den for å selge den i fremtiden. Dersom lagring velges, så kan varen selges på et senere tidspunkt, til prisen P_{t+1} . I et optimalt marked så vil følgende likhet holde:

$$E_t(P_{t+1}) - P_t = rP_t + (1 + r)m(I_t) \quad (8)$$

Hvor:

$E_t(P_{t+1})$ – Forventet fremtidig spotpris ved tidspunktet $t+1$.

P_t – Spotprisen ved tidspunktet t .

rP_t – Renteinntekt ved å sette inntektene fra salg til pris P_t i banken.

$(1 + r)m(I_t)$ – Lagerkostnad, samt tapt renteinntekt fra og ikke ha kostnadssummen i bank.

Formel 8 sier at dersom man ikke skal pådra seg tap ved å lagre en vare, så må spotprisøkningen i perioden dekke tapet av renteinntekter som man hadde fått ved å selge til dagens spotpris, kostnaden man pådrar seg ved lagring, samt tap av renteinntekter på denne summen. Fra lagringsteori så vil det derfor være å forvente at markedet for lagringsbare handelsvarer vanligvis er i *contango*.

Frem til nå så har det blitt vist hvordan dagens spotpris henger sammen med forventet fremtidig spotpris. Dette skal nå brukes til å vise hvilken sammenheng man forventer det skal være mellom spotpris og futurespris.

To forutsetninger som ofte benyttes når man skal beskrive futuresmarkedet er:

1. Futuresprisen ved kontraktens forfall er lik spotprisen til handelsvaren

$$F_{T|T} = P_T \quad (9)$$

2. Nåværende futurespris er en forventningsrett estimator for neste periodes futurespris for samme kontrakt

$$F_{t|T} = E_t(F_{t+1|T}) \quad (10)$$

Ved å benytte forutsetning 2, så får man at futuresprisen ved inngåelse er lik forventet futurespris ved forfall.

$$F_{t|T} = E_t(F_{t+1|T}) = E_t(F_{t+2|T}) = \dots = E_t(F_{T|T}) \quad (11)$$

Ved å sette inn forutsetning 1 i denne formelen, så får man da at futuresprisen ved tidspunktet t for en kontrakt med forfall T er den forventede spotprisen ved forfall.

$$F_{t|T} = E_t(P_T) \quad (12)$$

Sammenhengen mellom nåværende spotpris og nåværende futurespris kan finnes ved å bruke identiteten fra formel 12 til å bytte ut forventet spotpris med futurespris i formel 8. Dette gir

$$F_{t|T} - P_t = r_{t|T}P_t + (1 + r_{t|T})m(I_t) \quad (13)$$

Formel 13 viser sammenhengen mellom dagens futurespris og dagens spotpris. Markedet benytter en variant av denne ligningen til å regne ut en futurespris for kontrakt med forfall i periode T . Futuresprisen skal være markedets beste gjetning på fremtidig spotpris, med den informasjonen som er tilgjengelig når futuresprisen settes.

4 Aluminiumsmarkedet

Avhandlingen er skrevet med perspektiv fra norske leverandører av primæraluminium. Da hovedandelen av aluminium produsert i Norge blir eksportert, så vil det globale aluminiumsmarkedet være i fokus.

4.1 Norsk aluminiumsproduksjon

Norge produserer store mengder primæraluminium hvert år, og er en industri som er viktig for verdiskapningen i Norge. «Norge er Europas største produsent av primæraluminium med en produksjon på om lag 1.2 millioner tonn per år.» (Industri, 2018)

Det er relativt få aluminiumverk i Norge som produserer primæraluminium. «I Norge er det syv aluminiumsverk som produserer primæraluminium, samt noen spesialiserte verk som videreformidler aluminium.» (Industri, 2018) Norsk Hydro eier flesteparten av disse. «Norsk Hydro eier fire av aluminiumsverkene (Sunndal, Høyanger, Årdal og Karmøy), pluss ett deleid med Rio Tinto Alcan (Sør-Norge Aluminium). Alcoa eier to aluminiumsverk (Lista og Mosjøen).» (Industri, 2018)

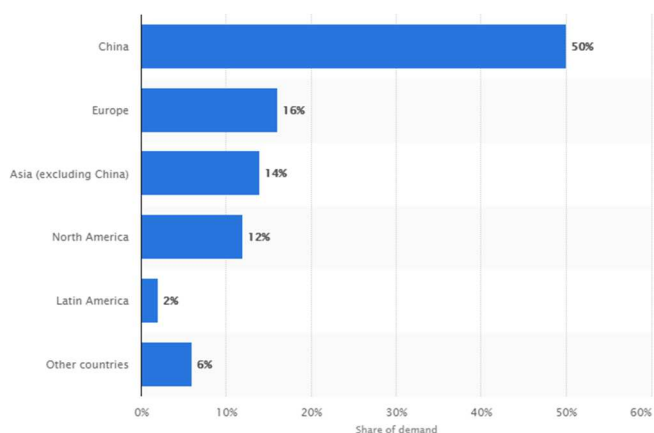
Ettersom «Norsk Hydro» er den største aluminiumleverandøren i Norge, så vil mye av informasjonen om norsk aluminiumsindustri være hentet fra deres nettsider.

4.2 Etterspørsel etter aluminium

Etterspørselen etter aluminium er stor i global sammenheng. Den globale etterspørselen etter primæraluminium i 2016 var på rundt 60 millioner tonn, mens den i 2017 hadde steget med 5.8% til 63,5 millioner tonn. Dette er tall «Norsk Hydro» legger frem i sin fjerde kvartalsrapport i 2017. Det hevdes også her at etterspørselen etter aluminium forventes å øke med 4-5 prosent i 2018. (Hydro, Fourth Quarter report 2017)

Etterspørselen etter aluminium varierer sterkt fra region til region. I figur 8 så vises det hvordan etterspørselen fordelte seg på de ulike regionene i verden i 2015. Kina sto for 50% av etterspørselen i 2015, og er med det den regionen med største konsum av aluminium på verdensbasis.

Distribution of primary aluminum demand worldwide



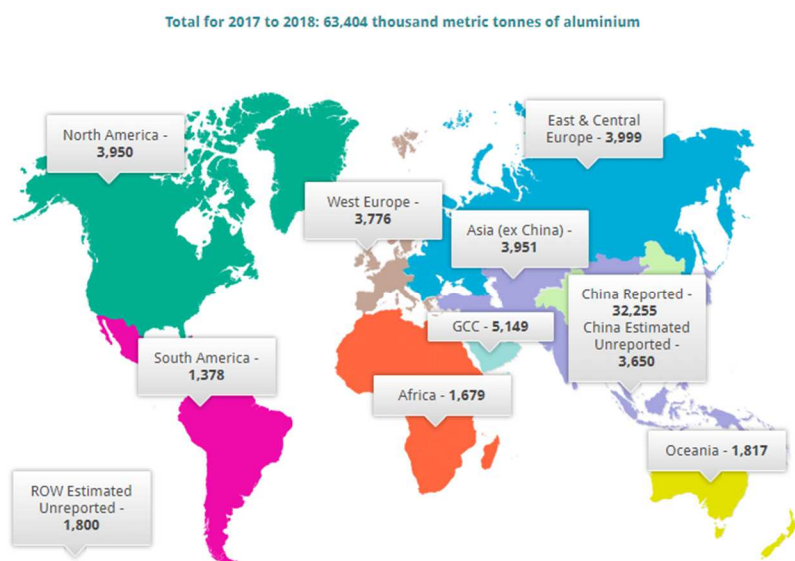
Figur 8: Distribusjon av primæraluminium (Statista, 2018)

Etterspørselen etter aluminium er vanskelig å estimere ettersom mesteparten av etterspørselen er avledet, som forklart i kapittel 2. Det spås derimot at etterspørselen vil øke i årene fremover, og at etterspørselen vil være større enn tilbudt mengde. (Hovland, 2017)

4.3 Aluminiumsproduksjon på verdensbasis

I 2017 ble det produsert 63,4 millioner tonn primæraluminium på verdensbasis.

Figur 9 viser hvor mye hver region produserte av aluminium i 2017. Man kan se at Kina, med sin produksjon på 32,255 millioner tonn i 2017, er den desidert største produsenten av aluminium. Dette utgjorde 50,9 % av verdens produksjon av primæraluminium i 2017. Kina produserer mer aluminium enn egen etterspørsel, og er derfor ikke avhengig av å importere aluminium.



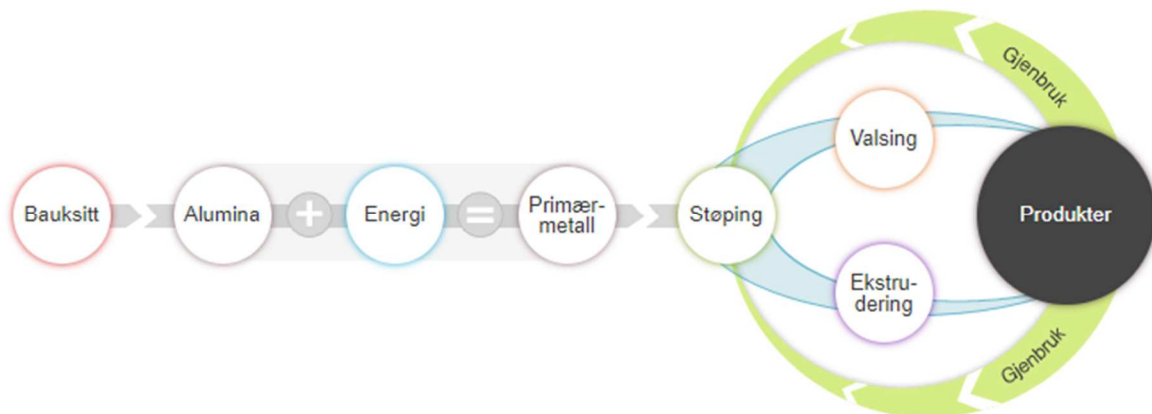
Figur 9: Aluminiumsproduksjon 2017 (WorldAluminium, 2017)

Som nevnt tidligere, så produseres det om lag 1,2 millioner tonn primæraluminium i året i Norge. Da etterspørselen etter aluminium er høyere enn tilbudet på verdensbasis, så vil det være mulig å øke dette produksjonsvolumet og fremdeles få solgt det til markedet. Ved å finne måter å øke produksjonsvolumet på, så har man derfor mulighet til å øke verdiskapningen i industrien.

Norske leverandører er avhengig av gode eksportmuligheter, ettersom mesteparten av produsert aluminium i Norge blir solgt på verdensmarkedet. Derfor er det ingen tvil om at handelsrestriksjoner og økte avgifter på eksport vil være en stor ulempe for norsk aluminiumsindustri.

4.4 Verdikjeden til aluminium

Verdikjeden som vil bli brukt til å modellere aluminium sin verdikjede her vil være den «Norsk Hydro» operer med (se figur 10). Det vil være regionale forskjeller i verdikjeden til aluminiumsproduksjon rundt omkring i verden, men følgende verdikjede blir ansett for å være en god representasjon av en generell verdikjede for aluminiumsindustrien.



Figur 10: Verdikjede for aluminium (Hydro, Vår verdikjede, u.d.)

Bauksitt

Første ledd i verdikjeden til aluminium er «Bauksitt», som blir utvunnet fra gruver. «Bauksitt er et mineral som hovedsakelig finnes i et belte rundt ekvator. Bauksitt består av 15-25 prosent aluminium, og er den eneste malmtypen som brukes til kommersiell utvinning av aluminium i dag.» (Hydro, Utvinning av bauxitt, 2016)

Alumina

Neste ledd i verdikjeden er «Alumina». Dette er råstoff som er nødvendig i produksjonen av primæraluminium. Alumina blir fremstilt ved raffinering av bauksitt. Her vil teknologi kunne gjøre raffineringen mer effektiv, noe som vil føre til bedre verdiskapning.

Energi

Energi er en veldig viktig del av verdikjeden til aluminium. Det kreves store mengder energi for å drive elektrolyseprosessene som brukes til å lage primæraluminium.

«Verdensgjennomsnittet er i overkant av 14 kilowattimer strøm for å produsere 1 kg aluminium.» (TU, 2017) Det jobbes dog kontinuerlig med å utvikle ny teknologi som skal senke energiforbruket ved aluminiumsproduksjon. Norsk Hydro sitt pilotprosjekt på Karmøy skal etter planen gjøre det mulig å produsere aluminium med et energiforbruk på 12,3 kilowattimer per 1 kilo produserte aluminium. Dette vil da være verdens mest energieffektive aluminiumsproduksjon.

Dersom man ser på hele verdikjeden til aluminium, så er det mer enn elektrolyseprosessene som er energikrevende. «The embodied energy of the common materials varies widely, from typically around 20 MJ per kilogram for lead and steel to over 200 MJ per kilogram for aluminium.» (Rankin, 2012) Dette vil si at det omtrent går 10 ganger så mye energi med på å produsere 1 kg aluminium i forhold til 1 kg stål. Med *embodied energy* menes det all energi som direkte og indirekte benyttes i verdikjeden til å produsere metallet. Dette vil si at all energi benyttet i verdikjeden tas hensyn til, og ikke kun energien som går med i selve elektrolyseprosessen.

Primærmetall

Produksjon av primærmetall skjer ved elektrolyse. «Ren aluminium fremstilles fra alumina gjennom en elektrolyseprosess i store kar, der karbonkatoder fungerer som elektroder. Anodene, som også er lagd av karbon, forbrukes i løpet av elektrolysen når anoden reagerer med oksygenet i aluminaen. Fra cellene tappes flytende aluminium metall.» (Hydro, Vår verdikjede, u.d.)

Støpning

Det flytende aluminiumet blir fraktet i tankbiler fra elektrolysehallene videre til støperiene på verket. Det flytende aluminiumet blir støpt til pressbolt, tråd, valseblokker og andre typer blokker, avhengig av hvilken bearbeidelse som skal utføres i etterkant.

Under støpeprosessen kan ulike legeringselementer tilføres, for å gi ulike egenskaper til aluminiumet. Kobber, magnesium og silisium er eksempler på legeringselementer som benyttes. Eksempler på egenskaper som legeringselementer kan gi aluminiumet er økt hardhet og økt styrke.

Bearbeidelse ved valsing og ekstrudering

Etter at aluminiumet har blitt støpt med den legeringen som er ønskelig, så kan det formes med ulike behandlingsteknikker. En kan behandle aluminium i varm og kald tilstand. Denne allsidigheten gjør aluminium til et attraktivt metall. Man kan valse aluminiumet ned til plater, presse det gjennom profiler eller bruke diverse andre bearbeidelsesteknikker.

Produkter

I enden av verdikjeden finner vi aluminiumsprodukter. Dette kan være alt fra å være en delkomponent i et produkt, til at hele produktet er laget av aluminium. Et eksempel på aluminium som delkomponent kan være en bildel, mens et hovedprodukt i aluminium kan være en bjelke av aluminium.

Resirkulering

Aluminium har mange egenskaper som gjør det til et ettertraktet metall. Resirkulerbarheten er en av disse egenskapene. «Å smelte om en boks av aluminium krever bare 5% av energien som går med til å fremstille tilsvarende mengde ny aluminium.» (InfinitumMovement, u.d.) I tillegg til lavt energiforbruk ved resirkulering, så forringes ei heller kvaliteten til aluminium ved resirkulering. «Brukt aluminium kan resirkuleres i det uendelige uten tap av kvalitet» (NorskHydro, 2016)

4.5 Potensielle verdikjede-utfordringer

Verdikjeden til aluminium er lang, noe som gjør at det er mange forskjellige faktorer som spiller inn på om leverandørene i enden av verdikjeden kan produsere og levere aluminium profitabelt. Noen av disse potensielle utfordringene vil bli undersøkt her.

Mangel på bauksitt og/eller alumina

Verdikjeden leverandørene er en del av begynner med at utvunnet bauksitt blir raffinert til alumina. Dersom det blir mangel på tilgjengelig råstoff, så vil det føre til at leverandørene får redusert produksjon dersom råvaremangelen ikke blir dekket fra andre hold. Et eksempel på dette er Hydro sine bauksitt-utfordringer i Brasil våren 2018.

Økte råvarepriser

Dersom en er nødt til å kjøpe råvarene fra råvareleverandører, så vil økte råvarepriser føre til økte total kostnader. Ettersom prisen leverandørene kan selge aluminiumet sitt for i all hovedsak er styrt av markedet, så vil økte kostnader føre til redusert profittmargin på hvert tonn aluminium som selges.

Økte strømpriser

Ettersom elektrolyse er en energikrevende prosess, så vil økte energikostnader føre til en dyrere elektrolyseprosess. Dersom en benytter seg av teknologi som fører til strømforbruk på rundt 14 kWh per kilo aluminium, så vil det å produsere 1 tonn aluminium ha forbrukt 14 000 kWh strøm. Dersom strømprisen ligger på rundt 60 øre/kWh, så vil det bety en kostnad på 8400 kroner. Dersom strømprisen øker fra 60 øre/kWh til 70 øre/kWh, så vil kostnaden ha økt til 9800 kroner for 1 tonn aluminium. Ettersom aluminiumsverkene i Norge produserer over 1 million tonn primæraluminium i året tilsammen, så vil små endringer i kWh-pris bety mye for elektrolysekostnadene.

Økte tollsatser

Ettersom hovedandelen av det norske leverandører produserer av primæraluminium eksporteres, så vil en økning i tollavgiften være negativt for leverandørene. Kunder får mindre aluminium for pengene sine, som kan føre til at etterspurt kvantum i markedet faller. Dette kan føre til at markedsprisen for aluminium synker, slik at leverandørens inntekt reduseres.

Et annet scenario som kan møte leverandørene er at et land øker tollavgiftene sine for importert aluminium, mens noen utvalgte land får unntak fra den økte toll. Dette fører til at leverandører i land som slipper ekstratollen kan levere et høyere kvantum til en gitt pris enn leverandører i land som tollavgiften gjelder for. Dette vil være skadelig for konkuransen til leverandører fra land som de økte tollsatsene gjelder for.

Dyrere transport

Mellom mange av leddene i verdikjeden foregår transport fra en lokasjon til en annen. Dersom transportkostnadene øker betraktelig, så vil dette føre til økte total kostnader. Da transportkostnader er noe som ikke tilfører verdi til verdikjeden, er det ønskelig å redusere varetransportering i verdikjeden til et minimum.

4.6 Laveste akseptable salgspris på kort og lang sikt for leverandører

For at aluminiumsleverandørene skal være villige til å produsere aluminium så må de få god nok pris fra markedet til at det skal være lønnsomt å holde driften oppe. Det vil her bli lagt frem hvordan man kan regne ut kostnadene involvert med produksjonen. Det vil også legges frem hvilke priser man er villig til å produsere aluminium til, på kort og på lang sikt..

Selvkostprinsippet

Når man regner ut kostnadene involvert i produksjonen av et produkt med selvkostprinsippet, så tar man hensyn til alle variable, samt faste kostnader, tilknyttet produksjonen av produktet. «I en kalkyle basert på selvkostprinsippet knyttes alle kostnader til det enkelte produkt eller den enkelte ordre» (Hoff, 2010, s. 246)

Det prinsipielle oppsettet for en selvkostkalkyle i en tilvirkningsbedrift (Hoff, 2010, s. 246):

	Direkte materialer	(VK)
+	Direkte lønn	(VK)
+	Indirekte material og tilvirkningskostnader	(VK + FK)
=	Tilvirkningskost	
+	Administrative kostnader	(VK + FK)
+	Salgskostnader	(VK + FK)
=	Selvkost	
+	Fortjeneste	
=	Salgspris	

Salgspriser under selvkost vil gjøre at kostnadene man pådrar seg med å produsere aluminiumet er høyere enn inntekten man har fra salget, mens salgspriser over selvkost fører til fortjeneste. På kort sikt så er man villig til å selge aluminiumet til under selvkost, så lenge man klarer å dekke de variable kostnadene fra produksjonen.

På lang sikt så kan man gjøre endringer dersom salgsprisene ligger under selvkost regelmessig. Ved markedspriser under selvkost over lengre tid så fører dette til negativt resultat dersom man ikke kan tjene inn underskuddet på andre inntektsposter. Endringer man kan gjøre er blant annet å permittere personell, prøve å redusere kostnader på ulike vis eller eventuelt stanse produksjonen.

Bidragsprinsippet

Bidragsprinsippet bruker man når man ønsker å beregne hvor store de variable kostnadene, knyttet til produksjonen av et produkt, er. «I motsetning til selvkostprinsippet, hvor vi innkalkulerte alle kostnadene knyttet til det enkelte produkt, innkalkulerer vi i bidragsprinsippet bare de kostnadene som er variable.» (Hoff, 2010, s. 258)

Det prinsipielle oppsettet for en bidragskalkyle er ((Hoff, 2010, s. 258):

	Direkte materialer	(VK)
+	Indirekte variable materialkostnader	(VK)
+	Direkte lønn	(VK)
+	Indirekte variable tilvirkningskostnader	(VK)
<hr/>		
=	Tilvirkningsmerkost	(VK)
+	Variable salgskostnader	(VK)
+	Variable administrasjonskostnader	(VK)
<hr/>		
=	Salgsmerkost (minimumskost)	(VK)
+	Dekningsbidrag	(DB)
<hr/>		
=	Salgspris	

For å unngå å tape penger på kort sikt, så må salgsprisen være høyere enn salgsmerkosten. Ved salgspriser lavere enn dette, så vil marginalkostnaden involvert ved produksjonen av hvert tonn aluminium være høyere enn marginalinntekten. Dersom man velger å produsere, samt selge aluminium til salgspriser lavere enn salgsmerkosten, så vil man tape penger. Man vil også få dårligere evne til å betale faste utgifter, da salget ikke fører til inntekt som hjelper til med å dekke faste utgifter. Man ønsker derfor å produsere på kort sikt så lenge man får en salgspris høyere enn salgsmerkosten, da faste kostnader ikke er særlig relevante for produksjonsavgjørelser på kort sikt.

På lengre sikt så ønsker man i det minste å få dekket de faste kostnadene sine. Så lenge markedsprisen er høyere enn salgsmerkosten per tonn solgt aluminium, så bidrar dette til å dekke faste kostnader. Dersom man ikke klarer å dekke de faste kostnadene selv med salgspriser høyere enn salgsmerkost, så må man enten prøve å øke produksjonsvolumet, redusere de variable kostnadene i produksjonen eller redusere de faste kostnadene.

Bedrifter som ikke klarer å drive lønnsomt over lengre tid, må ofte permittere personell dersom de ikke klarer å snu trenden på andre måter. Ved markedspriser langt under salgsmerkosten, så vil man slite med å holde driften gående i lengre tid. I verste fall kan en bedrift måtte slå seg konkurs etter lengre perioder med underskudd.

5 Data og statistiske metoder

I dette kapitlet presenteres de ulike metodene som har blitt brukt i datainnsamlingsprosedyren samt i analysen av dataene.

5.1 Datainformasjon

Innsamling av informasjon

I datainnsamlingsprosessen så har digitale kilder blitt foretrukket. Grunnen til dette er at disse kildene har relativt oppdaterte data i forhold til fysiske kilder som bøker. Mye av informasjonen innhentet er relativt nylig informasjon, som sannsynligvis ikke er mulig å finne i fysiske kilder per dags dato.

En ulempe med å benytte seg av digitale kilder er at de kan endres eller slettes. Det er alltid en risiko for dette når en benytter seg av digitale kilder, men det er forsøkt å innhente informasjon av relativt stabile kilder for å redusere denne risikoen.

Det er forsøkt å hente informasjon fra flere kilder for å gi en best mulig fremstilling av det informasjonen prøver å belyse. Noen av informasjonskildene er dog aktører i markedet, noe som kan gjøre at visse opplysninger i avhandlingen kan være mindre nøytralt fremstilt enn andre deler.

Innsamling av prisdata

For å samle inn pris fra *London Metal Exchange* så har databasene til *Quandl* blitt brukt. *Quandl* er en database som gir tilgang til finansielle, økonomiske og diverse andre data. Her har databasen blitt brukt til å hente spotprisdata og futuresprisdata fra LME.

Prisdataene benyttet i analysedelen er i hovedsak daglige spotpriser og 3-måneders futurespriser fra LME, i perioden fra 03.01.2012 til 06.04.2018. Dette gjør at datasettene for både spotpriser og futurespriser inneholder rundt 1550 datapunkter. Dette har blitt ansett som store nok datasett til formålene i denne avhandlingen, da fokuset i analysen er aluminiumsindustrien i de senere årene.

Begrensninger

Det benyttes datasett med daglige priser, som ikke har blitt justert til dagens nåverdi. Da perioden som har blitt analysert er relativt nylig, så blir ikke effekten av denne svakheten så veldig stor. Dersom datasettet hadde strukket seg lengre tilbake i tid, så ville svakheten blitt større.

En annen faktor som ikke har blitt tatt hensyn til er variasjon i pris i løpet av dagen. Prisene som har blitt benyttet er prisen ved handelsdagens slutt. Dette gjør at man ikke får innblikk i hvordan prisen varierer i løpet av dagene.

Analyseverktøy

For å utføre analysen av spotprisedataene, så har dataprogrammet *Microsoft Excel* blitt benyttet. En oversikt over funksjonene som er benyttet, samt en kort forklaring av disse er vedlagt i tillegg A.

5.2 Statistiske metoder

Her vil de statistiske metodene brukt i analysen legges frem.

Prisendring

For å kunne regne ut endring i pris, så trenger man to datapunkter: Prisen ved tidspunkt «t-1» og tidspunkt «t». Formel 14 er en måte å regne prisendring ut på.

$$\text{Prisendring} = \frac{\Delta P}{P_{t-1}} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (14)$$

Varians

Varians kan defineres som den gjennomsnittlige størrelsen på avvikskvadratene fra gjennomsnittet. Varians er et mål på variasjonen i et datasett.

$$\text{Varians} = \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (15)$$

Standardavvik

Standardavvik er definert som kvadratroten av variansen. Standardavvik er et mål på den gjennomsnittlige spredningen i et datasett.

$$\text{Standardavvik} = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (16)$$

Regresjonsanalyse

For å undersøke hvilken sammenheng det er mellom ulike variabler, kan man utføre en regresjonsanalyse. Her vil metodikk for enkel lineær regresjonsanalyse legges frem.

Enkel lineær regresjonsanalyse er en metode man bruker for å finne sammenhengen mellom to variabler. «Hensikten med regresjonsanalysen er å finne et best mulig estimat til den ukjente linjen $y = \alpha + \beta x$ som beskriver den modellmessige sammenhengen mellom forklaringsvariabelen og responsvariabelen.» (Løvås, 2015, s. 288)

Regresjonsmodellen

I en lineær regresjonsanalyse så ønsker man å finne linjen som best beskriver sammenhengen mellom to variabler. Generelt kan man skrive dette som:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + e_i \quad (17)$$

hvor

Y_i: Responsvariabel (avhengig)

x_i: Forklaringsvariabel (uavhengig)

α: Skjæring med y-aksen

β: Stigningstall

e_i: Feilledd

Forklaringsvariabelen er den uavhengige variabelen som man tror beskriver responsvariabelen. Responsvariabelen er derfor en avhengig variabel. Et eksempel er kan være sammenhengen mellom iskremsalg og temperatur.

I en lineær regresjonsanalyse så prøver man å finne uttrykket for linjen som best beskriver sammenhengen mellom to variabler. Da denne linjen er ukjent, så prøver man å estimere denne med lineær regresjon. «Vår beste gjetning på den ukjente linjen kalles regresjonslinjen $\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x$.» (Løvås, 2015, s. 288)

Det er viktig å presisere at lineær regresjonsanalyse er en forenkling av virkeligheten». «In most applications of regression, the linear equation, say $Y = \beta_0 + \beta_1x$, is an approximation that is a simplification of something unknown and much more complicated».

(Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2014)

Minste kvadraters metode

«Minste kvadraters metode» er en systematisk måte å finne den linjen som er best egnet til å beskrive en eventuell sammenheng mellom ulike datapunkter i et datasett.

Fremgangsmåten skissert under er basert på metodikk fra (Løvås, 2015, s. 289).

Tegn rett linje som kan passe datasettet

For å kunne finne den linjen som best estimerer datasettet, så må flere alternative løsninger testes. Man starter ved å tegne en rett linje som man tror passerer nærmest mulig alle datapunktene.

Finn avvikskvadratene

For å kunne finne ut om linjen man har tegnet er en god representasjon av dataene som den prøver å beskrive, så måler man avstanden mellom hvert datapunkt og linjen. Denne avstanden kvadreres deretter, noe som generer en størrelse som kalles et «avvikskvadrat». Formelen for dette kan skrives som

$$A^2 = (Y - \hat{Y})^2 \quad (18)$$

Hvor A står for avvik, Y står for datapunkt, og \hat{Y} står for utregnet verdi for datapunkt Y.

Summer avvikskvadratene

For å kunne si noe om hvor god tilnærming linjen er til datasettet, så må man ha ett utvalgs-kriterium. Her blir kvadratsum, forkortet K, benyttet. Ved å summere avvikskvadratene, så får man en beskrivelse av hvor mye linjen avviker fra hvert datapunkt den prøver å beskrive.

$$K = \sum A^2 = \sum (Y - \hat{Y})^2 \quad (19)$$

Gjenta prosedyren for flere linjer

Da man ønsker å finne linjen som beskriver datasettet best mulig, så prøver man å ha flere ulike linjer som løsning med forskjellige forklaringsvariabler. Ved å gå gjennom stegene i prosedyren flere ganger, så får man best mulig resultat.

For å finne ut hvilken av de tegnede linjene som beskriver datasettet best, så ser man etter den linjen som genererer den laveste kvadratsummen. Desto mindre kvadratsummen er, desto mindre avvik er det mellom linjen og datapunktene. Dersom kvadratsummen er lik 0, så ligger alle datapunktene på linjen, og regresjonslinjen beskriver da dataene perfekt.

Regresjonsmodellens godhet

En verdi som ofte er nyttig å regne ut når man utfører regresjonsanalyser, er R^2 -verdien. Dette er en verdi som forteller hvor mye av variasjonen som forklares av modellen.

(Løvås, 2015, s. 291)

For å regne ut R^2 -verdien, så brukes følgende formel

$$R^2 = \frac{SS_R}{SS_T} \quad (20)$$

Hvor SS_R står for variasjon som forklares av modellen, og SS_T står for den totale variasjonen. R^2 -verdien er mellom 0 og 1, hvor 1 er at modellen beskriver datapunktene presist, ved at alle punktene ligger på linjen.

Trend

For å finne ut om det er trender i datasettet, så benyttes lineær regresjonsanalyse. En trendlinje finnes ved å bruke «minste kvadraters metode» i regresjonsanalysen, og er på formen

$$P_t = \beta \times t + \alpha \quad (21)$$

Hvor P_t står for spotpris på tidspunkt t , β er stigningstall, t er tid og α er en konstant.

Logaritmisk avkastning

Logaritmisk avkastning er en måte å beregne avkastning på. Logaritmisk avkastning finner man ved å bruke følgende formel

$$L = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (22)$$

Historisk prisvolatilitet

For å regne ut historisk prisvolatilitet, så regner man først ut daglig logaritmisk avkastning med å bruke formel 22. Deretter regner man ut daglig standardavvik ved å benytte seg av disse verdiene i formel 16. For å finne historisk prisvolatilitet for året benytter man deretter følgende formel:

$$\text{Historisk prisvolatilitet} = \sqrt{252} \times \sigma \quad (23)$$

hvor 252 er gjennomsnittlig antall handelsdager i et år.

Hypotesetesting

Hypotesetesting er en metode som benyttes når man ønsker å undersøke om det er grunnlag i empiriske data for å komme med en konkret påstand. «Hensikten med statistisk hypotesetesting er å ta stiling til om det er overveiende sannsynlig at hypotese H_1 er riktig». (Løvås, 2015, s. 225)

Når man setter opp en hypotesetest, så er det vanlig å ha to konkurrerende påstander: nullhypotesen, H_0 , og alternativhypotesen, H_1 . Nullhypotesen er den påstanden man prøver å motbevise med alternativhypotesen.

Fremgangsmåten under er en måte å sette opp en hypotesetest på, og er basert på metodikk beskrevet i (Løvås, 2015).

Bestem en passende sannsynlighetsmodell og formuler hypotesene.

Da utvalgsstørrelsen er stor, så brukes normalfordelingen som sannsynlighetsmodell her.

Følgende hypoteser vil bli benyttet for å undersøke parameteren α .

$$H_0: \alpha = 0 \quad (24)$$

$$H_1: \alpha \neq 0 \quad (25)$$

Følgende hypoteser vil bli benyttet for å undersøke parameteren β .

$$H_0: \beta = 1 \quad (26)$$

$$H_1: \beta \neq 1 \quad (27)$$

Identifiser en testobservator, og bestem forkastningsområde

Testobservatoren som benyttes her vil være T , som definert i ligning 28 og ligning 29.

$$T = \frac{\hat{\beta} - 1}{SE(\hat{\beta})} \quad (28)$$

hvor $\hat{\beta}$ er den estimerte verdien for parameter β , og $SE(\hat{\beta})$ er standardavviket til estimatoren.

$$T = \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha})} \quad (29)$$

hvor $\hat{\alpha}$ er den estimerte verdien for parameter α , og $SE(\hat{\alpha})$ er standardavviket til estimatoren.

Forkastningsområdet vil være alle verdier som er større enn absoluttverdien til kritisk grenseverdi, som defineres i senere steg.

Velg akseptabel sannsynlighet for feilkonklusjon

I en hypotesetest så vil signifikansnivået være sannsynligheten for at man forkaster nullhypotesen feilaktig. Hypotesetestene her vil bli utført med signifikansnivå $\alpha = 0.05$, noe som gir 5% sannsynlighet for at nullhypotesen forkastes feilaktig.

Bestem forkastningsområdets kritiske grenseverdi.

Forkastningsområdets kritiske grenseverdi er den verdien som ved signifikansnivå α bestemmer om man skal forkaste eller beholde nullhypotesen. Da forkastningsområdet er tosidig i dette tilfellet, så vil grenseverdien være definert av tabellverdien for $\frac{\alpha}{2}$. I testene her så er kritisk grenseverdi ± 1.96 .

Datainnsamling og sammenligning av observert testobservator-verdi mot grenseverdi

Finn relevante data for å undersøke hypotesen definert tidligere, og utfør T-testen. Sammenlign utregnet T-verdi mot definert kritisk grenseverdi. Konkluderer med « H_0 forkastes ved signifikansnivå α » ved T-verdier utenfor kritisk grenseverdi, og « H_0 forkastes ikke på signifikansnivå α » ved T-verdier innenfor grenseområdet.

6 Analyse

I dette kapittelet så vil aluminiumsmarkedet bli analysert, med fokus på spotpriser, trender, prisvolatilitet og noen egenskaper ved futurespriser.

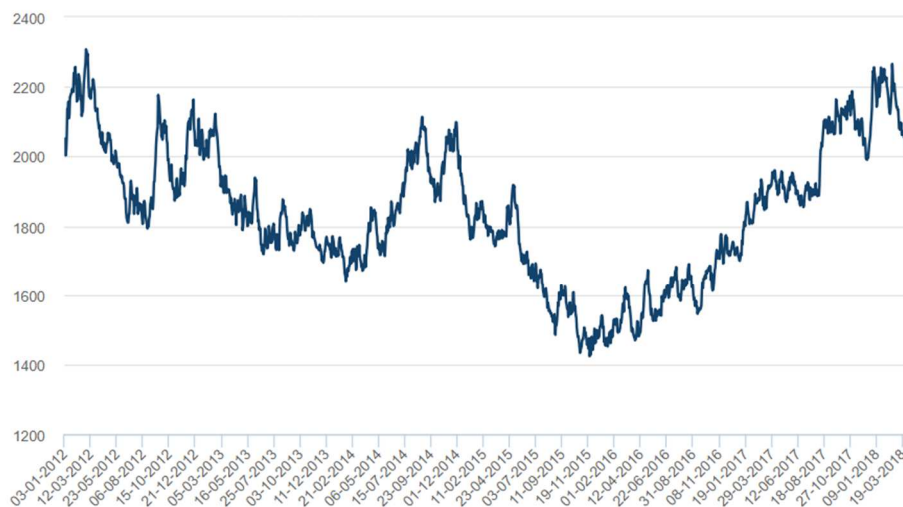
6.1 Antakelser

Det vil bli antatt at markedet for primæraluminium er et homogent marked. Det vil si at primæraluminium som tilbys til markedet er identisk i form av kvalitet og andre egenskaper. Det vil derfor ikke bli skilt mellom ulike aluminiumsprodukter, ulike aluminiumslegeringer og lignende. En direkte konsekvens av denne antakelsen er at pris er den eneste faktoren som kundene har å skille mellom når de skal kjøpe primæraluminium.

En annen antakelse som blir brukt er at leverandørene får solgt alt sitt produserte primæraluminium til markedet til LME-spotpris. Dette betyr at etterspørselen settes til å være større enn tilbudet, som gjør at leverandørene får solgt produsert kvantum uansett. Tar ikke hensyn til opsjonsavtaler, futureskontrakter og andre avtaler i spotprisanalysen.

Futuresprisene blir delaktig i analyser fra og med delkapittel 6.3.

Det antas også at LME-spotprisen er prisen leverandørene får fra markedet, og at konkurransen er stor nok til at dersom de prøver å kreve høyere pris enn spotprisen så vil kundene kjøpe aluminiumet sitt fra andre. LME-spotpris vil derfor være prisen hvert addisjonelt tonn aluminium produsert kan bli solgt for.



Figur 11: Daglige spotpriser fra LME (LME Aluminium Historical Price Graph, u.d.)

6.2 Analyse av historiske aluminiumspriser

Datasettet brukt er daglige aluminium-spotpriser fra LME fra 03.01.2012 til 06.04.2018, som er 1569 datapunkter. Dataene ble sortert kronologisk. Videre ble dataene visualisert med å lage en spotpris-graf. Deretter ble diverse statistiske undersøkelser utført.

6.2.1 Prisendringer

Endringer i pris var den første faktoren som ble undersøkt. Ved å bruke formel 14 så ble daglige prisendringer funnet. Denne utregning ble gjort for alle dagene. I figuren under vises et utdrag fra denne utregningen. Da fremgangsmetoden krever gårsdagens pris for å regne ut prisendring, så er det ikke mulig å finne prisendring for datasettets første datapunkt. Følgelig er dette feltet blankt.

Dato	Spotpris	% -prisendring fra dagen før
03.01.2012	2005,5	
04.01.2012	2051	2,3 %
05.01.2012	2003	-2,3 %
06.01.2012	2019	0,8 %
09.01.2012	2061	2,1 %
10.01.2012	2137	3,7 %
11.01.2012	2134	-0,1 %
12.01.2012	2157	1,1 %
13.01.2012	2109,5	-2,2 %
16.01.2012	2120	0,5 %
17.01.2012	2171	2,4 %
18.01.2012	2174	0,1 %
19.01.2012	2180,5	0,3 %
20.01.2012	2183	0,1 %
23.01.2012	2193	0,5 %
24.01.2012	2190	-0,1 %
25.01.2012	2185,5	-0,2 %

Figur 12: Prisendringstabell fra Excel

For å illustrere prisendringene, så lages to grafer. Den ene grafen tar hensyn til om prisendringen er positiv eller negativ, mens den andre grafen benytter seg av absoluttverdien til endringen. I begge grafene har man prisendring i prosent på y-aksen, og dato på x-aksen. Hensikten med det første plottet er å kunne undersøke hvor ofte prisen har gått opp og ned, og hensikten med det andre plottet er å kunne observere størrelsen på endringen.

En annen dimensjon som er interessant å se på er størrelsen på endringene. Ved å undersøke hvor ofte prisendringen har vært over diverse grenseverdier, så kan man si noe om hvor volatil markedet er. Det er da benyttet funksjonen «COUNTIF» (se appendiks A) med ulike kriterier på prisendringsdataene. Resultatene av dette er oppsummert i tabell 4.

6.2.2 Pristrender

For å analysere pristrender, så har tidsrekkeanalyse blitt utført, med å utføre regresjonsanalyse som beskrevet i kapittel 5. Da den lineære regresjonslinjen blir funnet med «minste kvadraters metode», så vil man finne den lineære linjen som har minst avvik fra datapunktene. Denne linjen vil danne grunnlaget for trendanalysene, og vil videre kalles trendlinje.

Tidsrekkeanalyse baserer seg på at man ønsker å undersøke hvordan en variabel, her spotpris, utvikler seg over tid. «Statistisk tidsrekkeanalyse er en teknikk som brukes for å analysere hvordan en variabel Y utvikler seg med tiden.» (Løvås, 2015, s. 308)

For å kunne si noe om hvor godt utregnet trendlinje beskriver datasettet, så er « R^2 -verdien» til trendlinjen nyttig å regne ut, som er utregnet med formel 20. Denne verdien forteller hvor godt variasjonen i datasettet blir beskrevet av en modell, i dette tilfellet av trendlinjen. I tillegg undersøkes standardavvikene til trendlinjeparameterne.

6.2.3 Historisk prisvolatilitet

For å analysere den historiske prisvolatiliteten til primæraluminium, så benyttes fremgangsmåten beskrevet her.

Definer analyseområde

Bestemmer først hvilken tidsperiode av datasettet som det ønskes å finne prisvolatiliteten til. Det er her gjort for hele datasettet, samt enkeltvis for hvert år i datasettet.

Logaritmisk avkastning

For å beregne standardavvik og deretter historisk prisvolatilitet, så har logaritmisk avkastning blitt benyttet. Logaritmisk avkastning regnes ut med å benytte formel 22 systematisk på hvert datapunkt.

Daglig prisvolatilitet

For å beregne den daglige prisvolatiliteten, så regnes standardavviket ut. For å regne ut standardavviket så benyttes formel 16. Ved å benytte seg av denne formelen så får en ut standardavvik basert på tidsrommet man ser på. Her ble årlige perioder sett på.

Periodejustert prisvolatilitet

Ettersom daglig avkastning ble benyttet til å regne ut prisvolatiliteten ovenfor, så fører dette til at tidsaspektet på volatiliteten er daglig. For å komme frem til den årlige prisvolatiliteten, må derfor prisvolatiliteten funnet ovenfor justeres. Da et gjennomsnittlig år består av rundt 252 handelsdager så er det vanlig å benytte dette tallet for å regne om fra daglig prisvolatilitet til årlig prisvolatilitet.

For å finne den årlige prisvolatiliteten, så ganges da den daglige gjennomsnittlige prisvolatiliteten med kvadratroten av 252, som er gjennomsnittlig antall handelsdager i et år, slik som i formel 23.

6.3 Futures-pris som estimator for fremtidig spotpris

For å undersøke om futurespris er en forventningsrett estimator for fremtidig spotpris, så benyttes prosedyren beskrevet her.

Regresjonsanalyse

En regresjonsanalyse basert på «minste kvadraters metode» utføres, slik som satt opp i kapittel 5. Dette er gjort for å finne ett uttrykk for regresjonslinjen mellom futurespris og realisert spotpris. Hensikten med dette er å prøve å undersøke hvor godt estimat futuresprisen er for fremtidig spotpris.

Hypotesetest

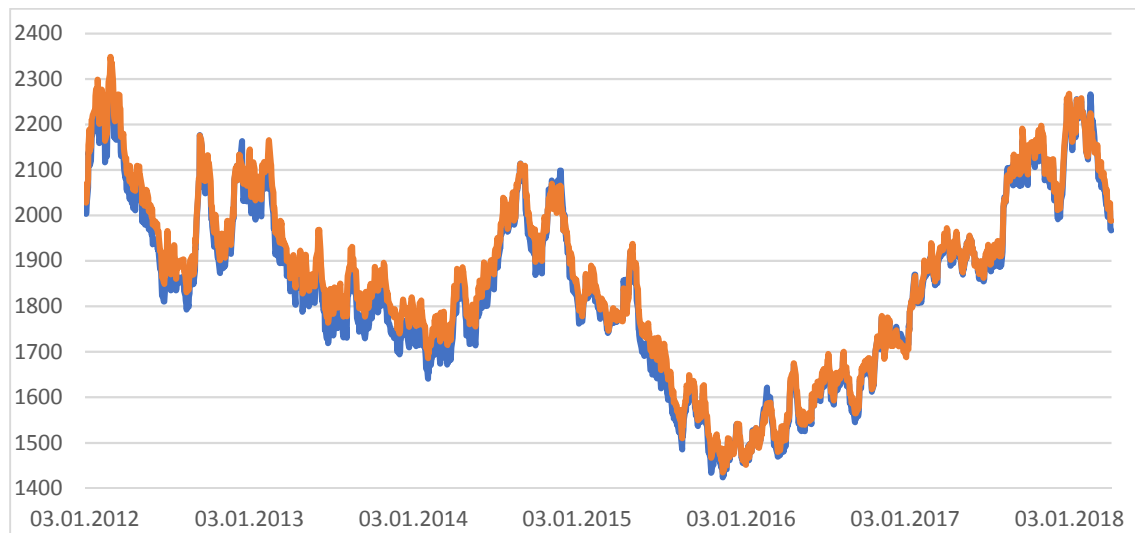
For å kunne si noe om parameterne α og β i regresjonslinjen funnet i forrige steg, så utføres en hypotesetest som beskrevet i kapittel 5. Nullhypotesene, samt alternativhypotesene, som testes vises i ligningene 24 – 27.

Følgende momenter undersøkes:

- 1) Er det grunnlag for å forkaste nullhypotesene?
- 2) Er resultatene fra regresjonsanalysen statistisk signifikante?

6.4 Markedet i *contango* eller *backwardation*?

For å undersøke om aluminiumsmarkedet later til å være i *contango* eller *backwardation* i gjennomsnitt i perioden, så utføres en analyse på dagens spotpris mot den prisen man kan kjøpe en 3-måneders futureskontrakt på samme dag. Disse prisene er plottet i figur 13, hvor oransje graf viser futurespris og blå graf viser dagens spotpris.



Figur 13: Dagens spotpris mot 3-måneders futurespris

For å undersøke dette, så kjøres en *hvis-test* på futurespris mot dagens spotpris, for å se om markedet spår økende eller synkende markedspriser tre måneder frem. Under vises analysestegene.

Sett opp verdiene som skal analyseres

Setter daglige spotpriser i kolonne A, og 3-måneders futurespris i kolonne B. Spotpris på dag n og 3-måneders futurespris på dag n blir da satt inn i den logiske testen i lag.

Definer hvis-kriteriet

For å undersøke om markedet spår økende priser, så undersøkes det om futuresprisen er høyere enn dagens spotpris. Velger derfor kriteriet «hvis futurespris er høyere enn spotpris, så er testen sann».

Definer testverdi hvis sann

Velger at dersom testen er sann, så returneres tallverdien 1.

Definer testverdi hvis usann

Velger at dersom testen er usann, så returneres tallverdien 0.

6.5 Forventede lagerkostnader i markedet

Det var ønskelig å undersøke hvilke kostnader markedet forventer at aluminiumsleverandører pådrar seg ved å lagre ett tonn aluminium i tre måneder i stedet for å selge til dagens spotpris. Metodikken fremlagt her bygger på teori fra kapittel 3.

Velg data som skal analyseres

Benytter daglige spotpriser og daglige 3-måneders futurespriser fra LME i perioden 03.01.2012 til 06.04.2018. Prisene på dag 1 blir datapar 1, prisene på dag 2 blir datapar 2, og så videre.

Velg formel

Antar at formel 13 i kapittel 3, som forbinder dagens spotpris med futurespris, representerer markedets forventninger til lagerkostnader i markedet. Antar også at markedet benytter estimerte lagerkostnader for å regne ut futurespris. Setter inn periodens første futurespris for $F_{|T}$ i formelen og første spotpris inn for P_t , og gjentar dette for alle datapunktene.

Illustrer med graf

Lager en graf som illustrerer lagerkostnadene markedet forventer for alle datapunktene i perioden. Bruker ikke absoluttverdier, da lagerkostnadene også kan være negative.

7 Resultater og diskusjon

I dette kapittelet vises resultater fra analysene utført.

7.1 Prisanalyse for Aluminium

7.1.1 Spotpris

Spotprisen for aluminium i perioden 03.01.2012 til 06.04.2018 ble analysert. En del informasjon om hvordan spotprisene har vært i perioden vises i figur 14 – 15 og tabell 2 – 3.



Figur 14: Daglige spotpriser

Spotprisene presentert her er historiske data, så disse har det ikke vært nødvendig å benytte formler for å finne. Histogrammer, prisgrafer og andre fremstillingsmetoder har dog blitt benyttet for å gi et bilde av situasjonen.

Spotprisene har ikke blitt justert til dagens nåverdi med tanke på inflasjon og renter. Dette har ikke blitt gjort på grunn av at spotprisene som er benyttet i analysen er relativt nylige. Disse faktorene har derfor ikke blitt regnet med.

Tabell 2 illustrerer noen nøkkeltall for aluminiumspotpris i perioden 03.01.2012 til 06.04.2018.

Tabell 2: Spotprisdata

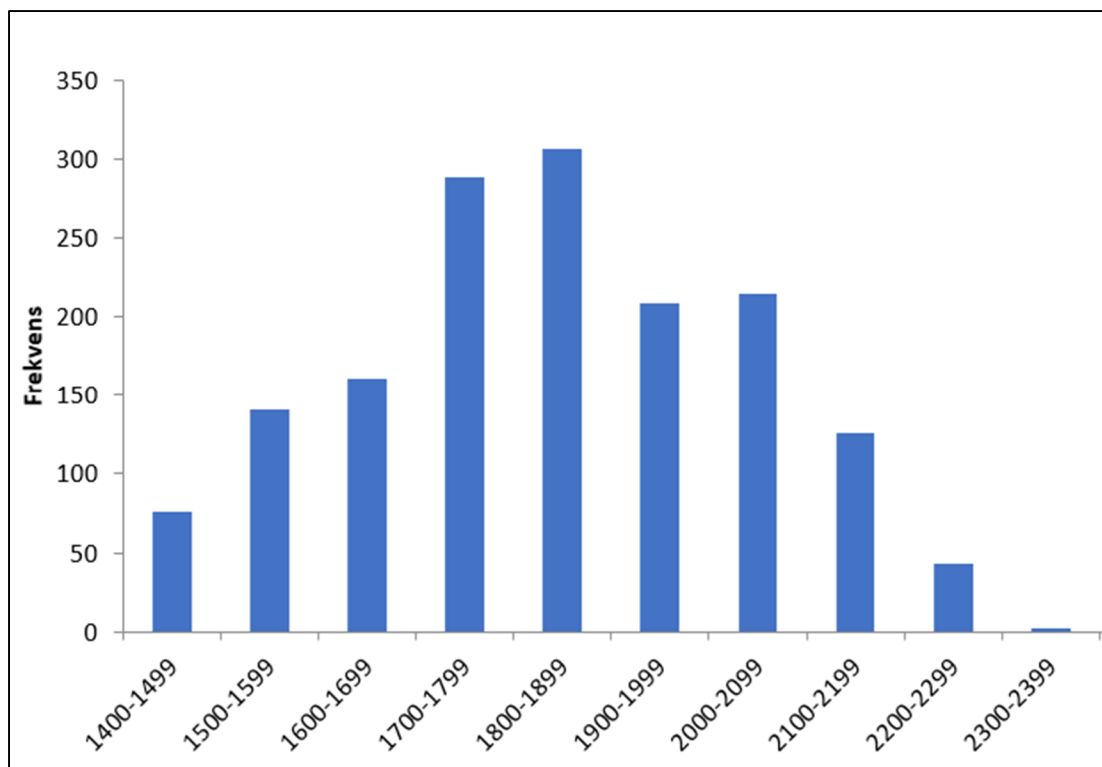
Høyeste spotpris	2307,5
Laveste spotpris	1423,5
Gjennomsnittlig spotpris	1840,9
Standardavvik	198,5
Variasjonskoeffisient	0.1

Den høyeste observerte spotprisen i perioden var på 2307,5 USD og den laveste på 1423,5 USD. Den gjennomsnittlige spotprisen i periode ble utregnet til å være 1840,9 USD. Fra den høyeste til den laveste observerte spotprisen så er det en differanse på 884 USD, noe som gjør at spotprisen har en variasjonsbredde på 48% av gjennomsnittsprisen i perioden. Da standardavviket er på 200, så er det gjennomsnittlige avviket betraktelig lavere enn variasjonsbredden.

Tabell 3 viser hvordan spotprisene har fordelt seg i ulike spotprisintervaller, og figur 15 illustrerer disse dataene. Det er regnet ut hvor stor prosent antallet observasjoner i hvert intervall utgjør av totalen på 1569 observasjoner.

Tabell 3: Spotprisfordeling

Spotpris-intervall	Antall observasjoner	Prosent av 1569
1400 – 1499	76	4.8 %
1500 – 1599	141	9.0 %
1600 – 1699	161	10,3 %
1700 – 1799	289	18.4 %
1800 – 1899	307	19.6 %
1900 – 1999	209	13.3 %
2000 – 2099	215	13,7 %
2100 – 2199	126	8.0 %
2200 – 2299	43	2.8 %
2300 - 2399	2	0.1 %



Figur 15: Histogram over spotpris

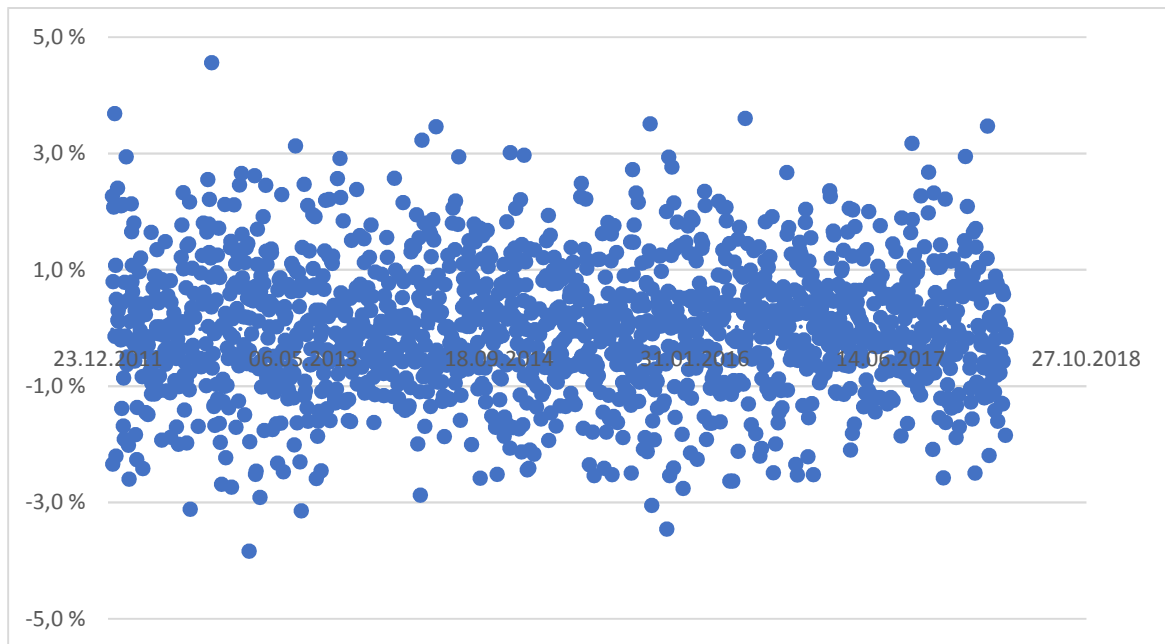
Ved å se på spotpris-histogrammet i lag med tabell 3, så kan man se noen tendenser i prisene. 75% av prisene var mellom 1600 – 2100 USD, samt 90% av prisene var under 2100 USD. Den gjennomsnittlige spotprisen på 1840 USD later derfor til å være en god representasjon av den spotprisen leverandørene i snitt har forholdt seg til i perioden.

Fra starten av 2018 frem til 06.04.2018 så har spotprisen sunket. Fra å ligge rundt 2200 USD ved starten av året, så var spotprisen 1966 USD per 06.04.2018. Selv om spotprisen har sunket i dette tidsintervallet, så er det fremdeles langt fra laveste observerte spotpris i perioden på 1423 USD. Spotprisen er også over gjennomsnittlig spotpris for hele perioden, som viser at man må se på lengre perioder for å kunne uttale seg om dagens spotpris er høy eller lav.

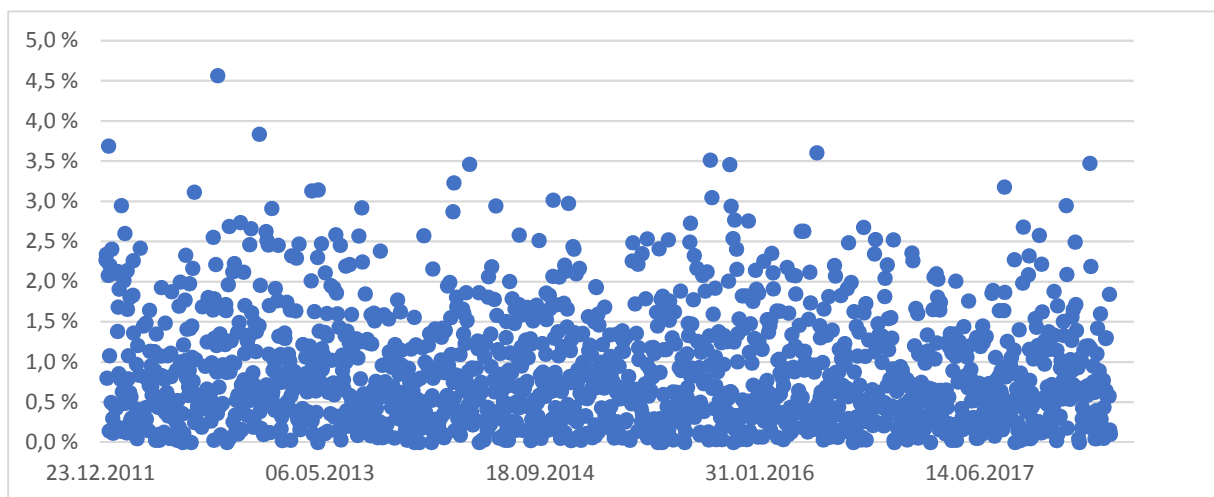
7.1.2 Prisendringer

Prisendringene i perioden, samt diverse relevante størrelser presenteres her.

I de to figurene under er prisendringene i prosent, samt absolutt prosent, representert i tidsintervallet fra 03.01.2012 til 06.04.2018.



Figur 16: Prisendring i prosent



Figur 17: Prisendring, absoluttverdi

Tabell 4 viser hvordan spotprisen har endret seg i perioden fra dag til dag. Først viser tabellen hvor mange dager med henholdsvis prisøkning, prisreduksjon og ingen endring det har vært i perioden. Deretter viser tabellen en del ulike størrelser, slik som gjennomsnittlig prisendring og hvor ofte man har endringer i ulike størrelsesordener.

Tabell 4: Prisendringsdata

	Antall	I Prosent av total (1568 dager)
Dager med prisøkning	771	49,2 %
Dager med negativ prisendring	780	49,8 %
Dager med null prisendring	17	1 %
Gjennomsnittlig daglig prisendring	0,9 %	
Mindre enn 1% endring	1017	64,9 %
Mindre enn 0,1% endring	112	7,1 %
Ingen endring (0%)	17	1,1 %
Større enn 2% endring	132	8.4 %
Større enn 4% endring	1	0,1 %
Største endring i prosent	4.6 %	

Hvor stor prisendringen er fra dag til dag er en viktig faktor å ta i betraktning. Dersom prisen kan endre seg drastisk fra dag til dag, så fører dette til at risikoen ved å handle i spotprismarkedet øker. Ved å se på verdiene i tabell 4, så ser man at 65% av de daglige prisendringene har vært mindre enn 1%. Videre så ser man at 8.4% av prisendringene har vært større enn 2%. Den største observerte prisendringen i perioden var på 4.6%. Basert på disse dataene så blir det sett på som rimelig å si at endringene i spotpris for det meste skjer over tid, med få ekstreme prisøkninger eller prisfall på kort tid. Markedet virker stabilt, ved at prisendringer skjer forholdsvis sakte i markedet. Det later derfor til at markedet er relativt motstandsdyktig mot markedssjokk.

Det var over perioden omtrent like mange dager med prisøkning (49,8 %) som det var dager med prisreduksjon (49,2 %). 1 % av dagene hadde ingen endring fra dagen før. Det er derfor ikke urimelig å si at det er tilnærmet lik risiko for leverandørene å selge til spotpris, som det er for kundene å kjøpe til spotpris. Det er omtrent like sannsynlig at prisen øker neste dag som det er at den synker neste dag. Høyere pris er til fordel for leverandørene, mens lavere pris er til fordel for kundene.

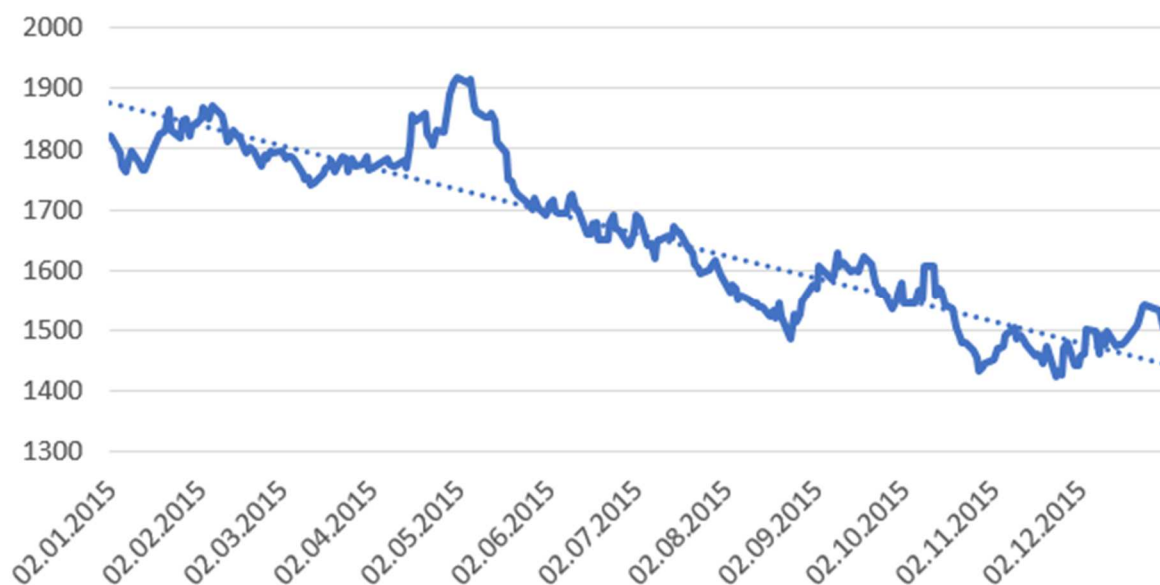
I perioden som det ble sett på, så var laveste aluminiumspris 1423,5 USD og høyeste pris 2307,5 USD. Variasjonsbredden i datasettet var derfor på 884 USD. Dette er en relativt stor variasjonsbredde, med tanke på at det er et relativt kort tidsintervall som blir undersøkt. Dette viser at selv om prisendringene skjer forholdsvis sakte på daglig basis, så kan prisen endre seg mye over lengre tid.

7.1.3 Pristrender

Det har blitt undersøkt om det har vært noen klare trender i spotprisene, for hele perioden og for delperioder. Dette har blitt gjort med metodikk beskrevet i kapittel 5 og 6. Resultatene fra disse lineære regresjonsanalysene finner man i tabell 5 og tabell 6. Det vil her bli fokusert på R^2 -verdier, samt standardavvikene til de ulike parameterne, for å si noe om eventuelle trender i datasettet. Som vist i kapittel 5, så kan R^2 -verdien kan være mellom 0 og 1. Den tolkningen som benyttes her vil være at jo nærmere R^2 -verdien er 1, jo bedre beskriver trendlinjen dataene.

Først ble det forsøkt å analysere om det var en trend i dataene for hele perioden datasettet inneholder, fra 03.01.2012 til 06.04.2018. Deretter ble pristrendene i spesifikke perioder sett på. De første periodene som ble undersøkt var hvert enkelt kalenderår. Deretter ble diverse perioder, som ble valgt basert på observasjon av spotprisplottet, undersøkt. Resultatene fra disse analysene er samlet i tabell 5 og 6. Tabell 5 viser trendlinjeuttrykkene, samt standardavvikene til parameterne i trendlinjen. Tabell 6 viser utregnet R^2 -verdi og retningen på eventuell trend.

Figur 18 viser et eksempel på en slik trendlinje, for spotprisene i 2015. Fra tabell 6 så ser man at R^2 -verdien assosiert med denne trendlinjen var 0,84, samt standardavvikene var lave, som indikerer at trendlinjen beskriver trenden godt ifølge kriteriene benyttet her.



Figur 18: Trendlinje for spotpriser i 2015

Tabell 5 og tabell 6 oppsummerer resultatene fra trendanalysene for ulike perioder.

Hva disse tallene forteller om trender i perioden vil bli diskutert videre i delkapittelet.

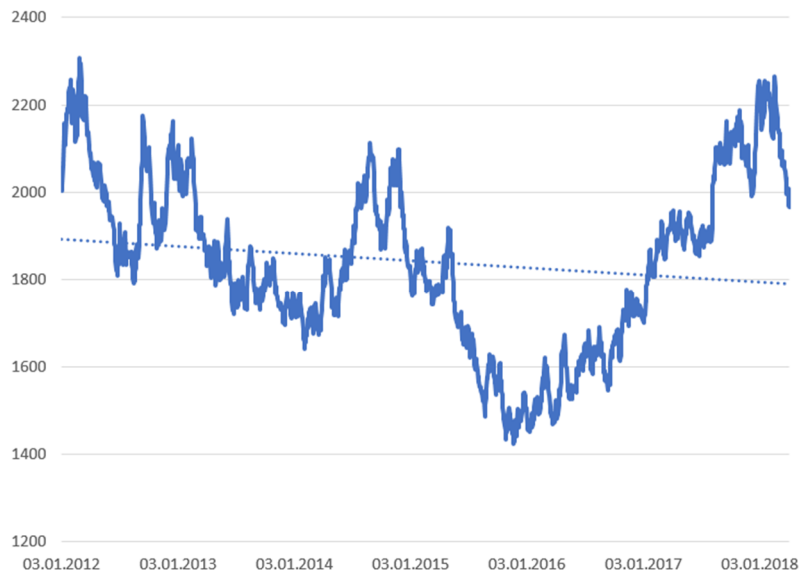
Tabell 5: Trendlinjeuttrykk og standardavvik

Periode	Uttrykk $y = \beta x + \alpha$	Standardavvik, β	Standardavvik, α
03.01.2012 – 06.04.2018	$y = -0,0445x + 3712$	16,9 %	8,5 %
03.01-2012 – 31.12.2015	$y = -0,297x + 14213$	3,2 %	2,8 %
03.01.2012-31.12.2013	$y = -0,5401x + 24226$	3,6 %	3,3 %
04.01.2016- 06.04.2018	$y = 0,9271x - 37836$	1,3 %	1,2 %
2012	$y = -0,5822x + 25946$	11,5%	10,6%
2013	$y = -0,8365x + 36524$	4,3 %	4,1%
2014	$y = 1,0038x - 40115$	4,5 %	4,7 %
2015	$y = -1,194x + 52032$	2,7 %	2,6 %
2016	$y = 0,685x - 27547$	3,7 %	4,0 %
2017	$y = 0,9581x - 39152$	3,8 %	4,0 %
2018	$y = -2,4838x + 109320$	7,8 %	7,6 %

Tabell 6: Trendlinjenes R^2 -verdier

Periode	R^2 -verdi	Trendlinje-retning
03.01.2012 – 06.04.2018	0,0218	Synkende
03.01-2012 – 31.12.2015	0,4881	Synkende
03.01.2012-31.12.2013	0,6081	Synkende
04.01.2016- 06.04.2018	0,9221	Stigende
2012	0,2382	Synkende
2013	0,6847	Synkende
2014	0,6559	Stigende
2015	0,8438	Synkende
2016	0,7427	Stigende
2017	0,7375	Stigende
2018	0,7189	Synkende

Hele perioden



Figur 19: Trendlinje for hele perioden

Fra resultatene ser man at R^2 -verdien til den utregnede trendlinjen var 0,0218 for hele perioden. Trendlinjen beskriver da tilnærmet lik null av variasjonen i perioden, noe som var å forvente ved observasjon av spotprisene i figur 19. Fra 2012 til 2018 så har man hatt perioder med prisstigning og perioder med prisnedgang. En lineær-trendanalyse vil da ikke være særlig hensiktsmessig. De høye standardavvikene for parameterne, 16,9% for β og 8,5% for α , forteller samme historie.

03.01.2012 – 31.12.2015

Ved observasjon av spotpris-plott, så ble det observert at prisen var høy i starten av 2012, og lav i slutten av 2015. Derfor var det naturlig å undersøke om det var en synkende pristrend i hele denne perioden, eller om det var store prisfall over kortere perioder som var årsaken. Den utregnede trendlinjen har stigningstall på -0,3. R^2 -verdien for den synkende trendlinjen for perioden ble utregnet til å være 0,4881. Standardavvikene er også lave. Trendlinjen vil da forklare trenden i perioden relativt brukbart i forhold til trendlinjen for hele perioden. Det er dog perioder med ganske sterk prisvekst fra 03.01.2012 til 31.12.2015, som ikke vises med denne trendlinjen.

04.01.2016 – 06.04.2018

Ved observasjon av spotprisgraf så ser man at spotprisverdiene øker fra starten av 2016 og utover. Utreignet trendlinje for følgende periode er stigende med stigningstall 0,93, og en R^2 -verdi på 0,9221. Med en så høy R^2 -verdi så representerer trendlinjen en veldig god representasjon av trenden for perioden, med denne metoden. Standardavvikene på parameterne er også lave, noe som gjør at man kan si at det var en klar stigende pristrend i perioden.

2012

Trendlinjen for dette året var synkende, med negativt stigningstall på -0.58, og en R^2 -verdi på 0.24. Basert på dette så kan man si at trendlinjen ikke forteller oss særlig mye. Dette var å forvente, da det er relativt store sprik mellom pristopper og prisbunner i perioden. De høye standardavvikene, med 11,5 % for β og 10,6% for α , viser også at det er store avvik fra observerte data og den utregnede trendlinjen.

2013

Den utregnede trendlinjen for dette året var synkende, med negativt stigningstall -0.84, og R^2 -verdi på 0,68, samt relativt lave standardavvik. Trendlinjen gir en ganske god representasjon av pristrenden i perioden. Det var synkende priser i 2013, noe trendlinjen viser.

2014

Trenden i denne perioden er stigende, med stigningstall 1,004, og utregnet R^2 -verdi på 0,66. Denne perioden med positiv trend kommer etter to år med negativ trend, og blir ikke lagt merke til når en ser på hele datasettet samlet, ei heller når en ser på perioden fra 2012 til 2015. Dette viser en svakhet ved å se på lange perioder: man risikerer å gå glipp av trendendringer.

2015

Dette året hadde en synkende pristrend, med negativt stigningstall -1.19, og R^2 -verdi på 0.84. Den utregnede trendlinjen er ifølge R^2 -verdien en god representasjon av trenden dette året. Det er dog perioder med prisvekst i perioden, så trendanalyse over kortere intervaller hadde gitt enda mer informasjon.

2016

Stigende pristrend, med stigningstall 0,69, og R^2 -verdi på 0,74. Ved å se på spotprisen i starten av 2016, så ser man at prisen var lav i forhold til årene før. Markedet er på vei oppover i denne perioden, noe trendlinjen viser.

2017

Stigende trend, med stigningstall 0,96, R^2 -verdi på 0,73 og relativt lave standardavvik. Det virker som en ganske god representasjon av trenden i perioden. Standardavvikene, 3,8 % for β og 4% for α , viser også at trendlinjen treffer relativt godt.

2018

Da dataene fra 2018 kun strekker seg fra 02.01.2018 til 06.04.2018, så er datasettet for denne perioden lite i forhold til de andre periodene som er sett på. Utregnet trendlinje til dataene er synkende, med stigningstall -2,48, og R^2 -verdi på 0,72. Trendlinjen er betraktelig brattere enn trendlinjene for de andre periodene, som viser at trenden i perioden var sterkt nedgående. Da datasettet betraktelig mindre enn for de andre periodene, samt standardavvikene er høyere, er det dog vanskelig å tilegne dette noen betydning. Det er vanskelig å spå hvordan aluminiumsprisen kommer til å utvikle seg i månedene fremover, men basert på følgende trend så er det ikke urimelig å forvente at spotprisen fortsetter å synke.

For å illustrere hvor stor innvirkning nye data kan ha på trender på så korte dataintervaller, så ble nye prisdata fra og med 9.4.18 til og med 23.04.18 hentet inn, og ett nytt plott ble generert. Prisen steg fra 1966 USD på 06.04.18 til 2451 USD på 23.04.18. Høyeste verdi i det 11-dagers dataintervallet innhentet var på 2597 USD. Når disse dataene ble lagt til i 2018-plottet, og trendlinje ble regnet ut, så ble den nye trendlinjen relativt horisontal, med R^2 -verdi på 0,0009. Dette vil si at den nye trendlinjen ikke samsvarer godt overens med dataene, og ergo ikke mulig å finne noen trend med lineær trendlinjeanalyse. Dette står i sterk kontrast til den «synkende pristrenden» som dataene fra 02.01.2018 til 06.04.2018 ga. Dette viser at trender kan snu raskt, og at man som regel må se på korte intervaller for å kunne observere trender.

Oppsummering av trender basert på R^2 -verdier og observasjon

Ved å se på perioden fra 03.01.2012 til 06.04.2018 samlet, så var det umulig å observere en trend for hele perioden. Det var derfor hensiktsmessig å se på kortere tidsintervaller. Ved å dele perioden opp i kortere perioder, så kunne eventuelle trender observeres bedre.

Positive trender ble observert i 2014, 2016 og 2017. Negative trender ble observert i 2012, 2013, 2015 og 2018. Basert på observasjon, så ble også periodene «2012-2015» og «2016 – 2018» undersøkt. I perioden fra 2012 – 2015 var observert trend tilsynelatende negativ, mens fra 2016 – 2018 var trenden tilsynelatende positiv.

Det er noen svakheter ved å bruke R^2 -verdier til utregnede trendlinjer som basis for trendanalyse. Den første svakheten er at det forutsettes at det er mulig å finne en lineær trendlinje for dataene. Det har blitt antatt at det er mulig å regne ut en lineær trendlinje for hvert datasett, men dette er usannsynlig i forhold til virkeligheten. Det er rimelig å forvente at det er flere klare trender som varer i korte perioder, mens det her er forsøkt å finne en overhengende trend over lengre perioder.

En annen svakhet med å se på R^2 -verdiene er at trendlinjene er funnet med å bruke «minste kvadraters metode». Trendlinjen er den linjen som fører til minste sum av kvadrater. Dette gjør at ekstremverdier kan forskyve trendlinjen, og gjøre det vanskeligere å observere trender. Med hensyn på dette, så har større intervaller blitt sett på, slik at ekstremverdier får mindre utslag. Man kunne også ha fjernet ekstremverdier over en viss verdi i observasjonene, for å fjerne «støyen». Dette kan dog føre til feilaktige trender.

En annen svakhet, som illustrert med innhenting av nye data for 2018, er at store svingninger i pris raskt kan gjøre at en synkende/stigende trend forsvinner. Dersom det etter en periode med prisnedgang kommer en periode med prisoppgang, så vil trender forsvinne på grunn av «Minste kvadraters metode». Trendlinjen man får fra en regresjonsanalyse prøver å minimere kvadratene av avvik fra trendlinjen, slik at trender som går i motsatte retninger nuller hverandre ut. Det synes derfor mest fornuftig å se etter trender i korte perioder hvor dataene ser ut til å følge en trend. Basert på dette virker det som at trendanalyse er vanskelig å gjennomføre, og det kreves ekspertise på feltet for å kunne uttale seg om trender.

En styrke med metoden er at den er enkel å forstå. Man får tall som er enkelt å forholde seg til. På grunn av dette er det lett å forstå resultatene. Ettersom metoden er såpass simpel, så er det rimelig å forvente at resultatene ikke forteller særlig mye. Trendanalyse er en komplisert affære, og det er ikke uten grunn at det kreves god ekspertise for å kunne hevde seg i feltet.

En hensikt med trendanalyse er å prøve å lage en prognose for å prøve å spå fremtidige data. Ved observasjon av prisdataene fra starten av 2018 til 06.04.2018, så var det en klar synkende trend. Dersom en ville prøvd å spå spotpriser i nær fremtid ut ifra disse dataene, så hadde man sannsynligvis spådd at prisene ville synke enda mer. Dette ble ikke tilfellet, da spotprisen økte med over 500 dollar de to påfølgende ukene. Det later derfor til at andre data enn kun prisdata må undersøkes for å kunne gjøre gode prognoser, samt benytte mer avanserte modeller.

7.1.4 Prisvolatilitet

Prisvolatilitet er et mål på hvor store svingninger det er i prisen over en tidsperiode. Desto større prisvolatiliteten er, desto større er usikkerheten for både leverandører og kunder. Økende prisvolatilitet forbindes med økende risiko.

Tabell 7: Historisk prisvolatilitet for spotpriser

	Standardavvik	Historisk volatilitet
Hele perioden	1.1 %	17,8 %
2012	1.2 %	19.7 %
2013	1.1 %	17.9 %
2014	1.1 %	18.1 %
2015	1.1 %	18.2 %
2016	1.1 %	17.3 %
2017	1.0 %	15.8 %
2018	1.0 %	16.3 %

Tabell 7 viser resultatene fra prisvolatilitetsanalysen for spotpriser på LME. Man kan se at prisvolatiliteten har holdt seg ganske stabil fra år til år, med laveste volatilitet på 15,8 % i 2017 og høyest volatilitet på 19,7 % i 2012. Det har vært varierende priser over tidsintervallet som har blitt sett på, og det virker derfor som at prisvolatiliteten i markedet er ganske uavhengig av prisnivået.

Det ble også undersøkt prisvolatiliteten til 3-måneders futurespris på LME. Disse resultatene er oppsummert i tabell 8. Man kan se at futurespris-volatiliteten er lavere enn spotpris-volatiliteten i alle tidsintervallene. Det kan virke som at futuresprisene er mindre volatile enn spotprisene. Da futuresprisene er for kontrakter med leveranse om tre måneder, så virker det rimelig at volatiliteten er lavere for disse prisene enn for spotprisene.

Tabell 8: Historisk prisvolatilitet for futurespriser

	Standardavvik	Historisk volatilitet	I forhold til spot
Hele perioden	1,1 %	16,9 %	0,9 % lavere
2012	1,2 %	18,7 %	1,0 % lavere
2013	1,1 %	17,1 %	0,8 % lavere
2014	1,1 %	16,8 %	1,3 % lavere
2015	1,1 %	17,5 %	0,7 % lavere
2016	1,0 %	16,3 %	1,0 % lavere
2017	0,9 %	15,0 %	0,8 % lavere
2018	1,0 %	15,6 %	0,7 % lavere

Den årlige historiske prisvolatiliteten for aluminium på spotmarkedet har, i periodene som har blitt studert, vært rundt 15 – 20%, noe som kan karakteriseres som relativt lav historisk volatilitet. Da hensikten med spotmarkedet for aluminium er å være en effektiv handelsplattform for kjøp og salg av aluminium, så var lav volatilitet å forvente.

Prisvolatiliteten i markedet har vært relativt lik fra år til år i perioden, med noen få prosent i forskjell. Det kan da se ut som at prisvolatiliteten i markedet er uavhengig av prisnivået, ettersom det har vært store forskjeller på prisnivåene i markedet i løpet av perioden.

Da norske leverandører produserer og selger store kvantum aluminium i løpet av et år, så vil en årlig prisvolatilitet på 15 – 20 % være betydelig nok til at de opererer med relativt høy risiko dersom alt produsert kvantum selges på spotmarkedet. Det vil derfor være hensiktsmessig å prøve å senke denne risikoen, noe som vil bli sett på i neste delkapittel.

7.2 Metoder for å redusere prisrisiko for leverandørene

Det antas at leverandørene ønsker å minimere risiko. Ved å kun operere i spotmarkedet, så vil leverandørene operere med relativt høy risiko, som diskutert i forrige delkapittel.

Det er derfor ønskelig å prøve å redusere risikoen. Noen av måtene å gjøre dette på vil bli diskutert her.

7.2.1 Handelsavtaler

Den ene måten å unngå effekten av daglige svingninger i pris på er å inngå handelsavtaler med kunder. I avtalen kan man spesifisere til hvilken pris et avtalt volum skal selges til. Et eksempel kan være å binde prisen til dagens pris, for en leveranse som skal skje om to måneder. Da fordeles risikoen mellom leverandør og kunde. Leverandørene sikrer seg en salgspris, som enten er høyere, lavere eller lik markedsprisen som de hadde fått på spotmarkedet i fremtiden.

Avtaler fører også til forutsigbarhet. Ved å inngå handelsavtaler, så får man en garanti på at produsert kvantum vil bli solgt. I tillegg til dette, så har man en garantert kontantstrøm inn på handelsavtalens forfallsdato, noe som gjør at man kan i større grad planlegge fremover. Dersom man ser at man trenger større likviditet fremover, så kan man sikre seg dette ved å inngå avtaler.

En annen positiv effekt av handelsavtaler er fremtidsmulighetene de muliggjør. Dersom man stadig leverer som forventet i avtalene, så får man etterhvert et godt omdømme blant kundene. Dette vil videre muliggjøre inngåelsen av større avtaler, noe som øker sannsynligheten for å drive profitabelt.

7.2.2 Futures-markedet

Leverandørene kan også redusere risiko med å handle i futuresmarkedet, nærmere bestemt ved å *shorte* aluminium på futures-markedet for å redusere risikoen ved prisfall i markedet.

Ved å være i *short*-posisjon i en futureskontrakt, så går man inn i en avtale om å levere en viss mengde handelsvare på en gitt dato i fremtiden til en gitt pris. Slik futures-markedet fungerer, så vil leverandørene tjene penger på å være *short* dersom prisen på handelsvaren synker, og tape penger dersom prisen stiger. Dette vil redusere risikoen leverandørene opplever på spotmarkedet, både positivt og negativt. En reduserer tapet ved synkende priser, men man reduserer også fortjenesten ved økende priser.

Leverandører av råvarer går vanligvis ikke inn i futuresavtaler i *long*-posisjon. Det ville ikke vært særlig hensiktsmessig å gå inn i en avtale hvor en forplikter seg til å motta råvarer fra andre på forfallsdato. Da leverandørene allerede har materialer å selge til markedet, så vil *shortposisjon* være mer hensiktsmessig. Man reduserer heller ikke risiko ved å være *long* i en avtale, da prisfall vil være negativt både på spotmarkedet samt i *longposisjon*. Å gå *long* passer bedre til aktører som trenger handelsvarene, samt spekulanter.

7.2.3 Taktisk lagerhold

Dersom markedsforholdene er dårlige, så kan lagerhold være en måte for leverandørene å unngå tap på. Det er flere forutsetninger som bør være til stede før man spekulerer i å lagre handelsvarer taktisk.

Den første forutsetningen er at varen er egnet for lagerhold. Handelsvarer som har kort holdbarhet vil ikke være egnet for lagring over tid. Aluminium er derimot en handelsvare som er godt egnet for lagerhold, så dette punktet er ikke en bekymring i dette tilfellet.

Man må også ha ledig lagringsplass. Dersom man benytter seg av plass som hindrer den daglige driften, så kan dette føre til redusert produktivitet. Redusert produktivitet kan igjen føre til at en havner bakpå på de ordrene man har avtaler på. Dette kan igjen føre til omdømmetap, som kan bli kostbart i lengden. I tillegg så vil redusert produktivitet føre til lavere lønnsomhet for leverandørene.

Det vil være hensiktsmessig å prioritere produksjon som styrker posisjonen til leverandørene i markedet. I første omgang vil dette være produksjon som gjør at de kan levere som forventet i avtaler med kunder. Dersom man ligger bak skjema på diverse avtaler, så vil det derfor ikke være hensiktsmessig å prioritere produksjon som er tiltenkt lagring. At man har tid og kapasitet bør derfor være en forutsetning som bør være tilstede før man begynner å spekulere som aluminiumsleverandør. Kundeforhold bør prioriteres.

Man bør også stå sterkt nok økonomisk til å kunne drive driften uten kontantstrømmen som salget av varene som lagres ville generert i perioden. For en større leverandør så vil den innkommende kontantstrømmen være stor nok til at man kan spekulere med visse deler av produsert kvantum, men det er rimelig å forvente at størsteparten av produksjonen må selges til den reduserte markedsprisen.

Videre så må man ha tiltro til at markedet vil snu innen en rimelig tid. Unødvendig lagerhold vil føre til unødvendige kostnader. Leverandørene bør derfor være sikker på at markedssituasjonen vil bedre seg i overskuelig framtid. Aluminiumsmarkedet har over den perioden sett på her, vist at trender kan snu raskt. Dette kan være en indikasjon på at det kan være hensiktsmessig å spekulere litt for leverandørene, med håp om bedre tider. Markedet bør være i *contango* for at taktisk lagerhold skal lønne seg.

7.2.4 Reduksjon av kostnader

Dersom man klarer å redusere kostnadene man påløper seg ved produksjon av aluminium, så vil man være bedre rustet mot prissvingninger. Dette kan gjøres ved å redusere kostnader underveis i verdikjeden. Eksempler på kostnadsbesparende tiltak i verdikjeden kan være å få billigere kW-pris på strøm, bedre effektiviteten i produksjonen og unngå feilproduksjon.

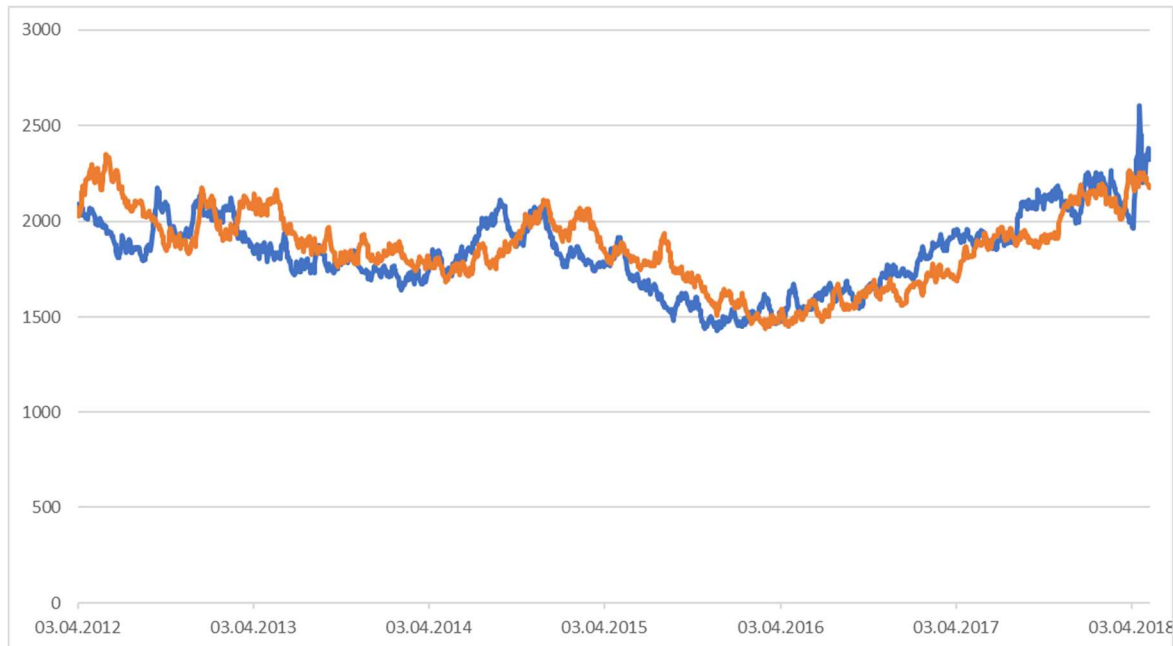
Ved å senke kostnadene relatert til produksjonen av aluminium, så vil man kunne levere aluminium profitabelt selv med relativt lave aluminiumspriser. Dersom en leverandør klarer å senke kostnadene sine i forhold til konkurrenter, så vil dette gi et konkurransefortrinn. Man vil da være mindre utsatt for markedssvingninger i forhold til konkurrenter som har høyere kostnadsprofiler relatert til sin aluminiumsproduksjon.

En annen fordel med kostnadsreduksjon er at dette fører til at profittmarginen øker. Da prisen leverandørene får for aluminium stort sett er markedsstyrt, så vil kostnadsbesparelser være en effektiv måte å gjøre produksjonen mer lønnsom. En forutsetning vil dog være at kostnadsbesparelsen ikke fører til reduksjon i produktivitet og/eller kapasitet. En slik kostnadsreduksjon vil kunne føre til at lønnsomheten reduseres, ved at produksjonsnivået blir lavere.

7.3 Analyse av futurespriser

Er futurespris en forventningsrett estimator for fremtidig spotpris?

Figur 20 viser 3 måneders futures-pris (oransje kurve) og realisert spotpris (blå kurve) i USD/tonn. Futures-prisen er forskjøvet 3-måneder, slik at spådd spotpris og realisert spotpris plottes på samme datopunkt.



Figur 20: Futurespris mot realisert spotpris

Tabell 9 viser utregnede parametere fra regresjonsanalysen mellom futures-priser og realiserte spotpriser, både med og uten ln-transformerte priser. To hypotesesett ble testet:

$$H_0: \alpha = 0 \text{ mot } H_1: \alpha \neq 0$$

$$H_0: \beta = 1 \text{ mot } H_1: \beta \neq 1$$

Tabell 9: Regresjonsparametere, daglige prisdata

Type priser		Verdi	Standardavvik	T	Forkast H_0 dersom	Konklusjon
Ubehandlede priser	α	446,4	31,52	14,16	$T \geq \pm 1.96$	Forkast H_0
Ubehandlede priser	β	0,75	0,017	-14,96	$T \geq \pm 1.96$	Forkast H_0
In-transformerte	α	1,76	0,13	14,12	$T \geq \pm 1.96$	Forkast H_0
In-transformerte	β	0,76	0,017	-14,22	$T \geq \pm 1.96$	Forkast H_0

Da absoluttverdien til testobservatoren T er større eller lik kritisk grenseverdi i begge testene, så forkastes nullhypotesen for både α og β på signifikansnivå 0.05. Det virker usannsynlig at faktisk verdi for β er 1 og faktisk verdi for α er 0. Ettersom testobservator-verdiene er over kritisk grenseverdi, så kan man også si at resultatene er statistisk signifikante ved signifikansnivå 0.05. At α er statistisk signifikant innebærer at det er en risikopremie bakt inn i futuresprisen. Dette er ikke unaturlig gitt at β -parameteren indikerer at futuresprisen ikke er en forventingsrett estimator av spotprisen.

Testobservatorverdiene var over kritisk grenseverdi, noe som gjør at man kan si at alternativhypotesene « $\alpha \neq 0$ » og « $\beta \neq 1$.» er statistisk signifikante på signifikansnivå 0.05. Dette vil si at det er liten sannsynlighet for at resultatene fra analysen er på grunn av tilfeldigheter.

Da α med stor sannsynlighet er ulik 0, så later det til at det er en risikopremie involvert når man handler med futures-kontrakter. Da man pådrar seg risiko ved å handle på futures-markedet, så var dette å forvente. Uten risikopremie så hadde det vært lite trolig at spekulanter hadde vært villige til å handle futures-kontrakter. For leverandørene så betyr dette ikke så mye, da futures-kontrakter i all hovedsak benyttes som sikringsmetode mot fallende spotpriser.

Da β med stor sannsynlighet er ulik 1, så later det til at futuresprisen på en 3-måneders futureskontrakt ikke er en forventingsrett estimator for fremtidig spotpris. En grunn til dette kan være at markedet har ufullstendig informasjon på tidspunktet futures-kontrakten lages. En annen grunn kan være at formelen markedet bruker til å regne ut futures-prisen ikke nøyaktig nok tar hensyn til de faktorene som styrer spotprisen.

Det at futures-prisen ikke er en forventningsrett estimator for fremtidig spotpris, viser at det er vanskelig for aktører i markedet å vite hvordan markedssituasjon er i tiden fremover. Det kan komme markedssjokk i form av synkende etterspørsel, teknologi som gjør konkurrerende metaller billigere, markedsrestriksjoner og så videre. Det er derfor viktig å sikre seg mot variasjonen i spotmarkedet, som er noe man kan oppnå ved å handle i futures-markedet.

Aluminiumsmarkedet: *contango* eller *backwardation*?

Det var ønskelig å undersøke om markedet forventer at markedsprisene kommer til å stige i forhold til dagens spotpris. Dette ble gjort ved å sette opp dagens spotpris mot 3-måneders futurespris i perioden 03.01.2012 til 06.04.2018. Resultatene fra en *hvis-analyse* på «om 3-måneders futurespris er høyere enn dagens spotpris»,

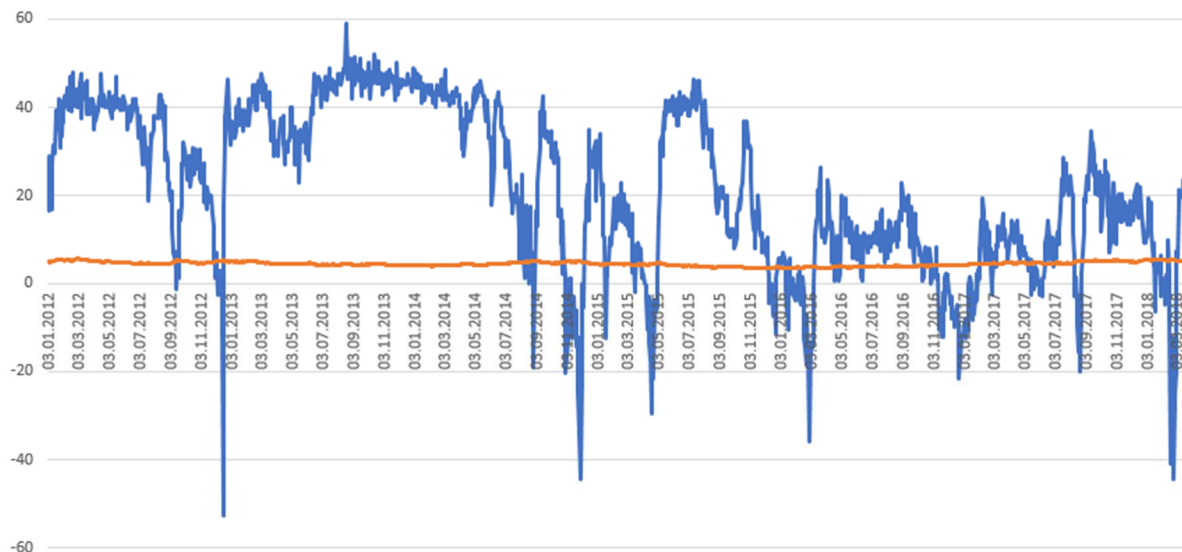
Tabell 10: Futurespris mot dagens spotpris

	Antall	I prosent av total
Futurespris høyere enn dagens spotpris	1391	88,66 %
Futurespris lavere enn dagens spotpris	178	11,34 %

Fra tabellen kan vi se at på nærmere 90% av dagene i perioden så er 3-måneders futurespris høyere enn dagens spotpris. Dette viser at markedet vanligvis forventer at markedsprisen kommer til å stige i tiden fremover, så aluminiumsmarkedet later til å være i *contango* mesteparten av tiden. Dette var å forvente for et marked med lagringsbare varer, basert på teori fra kapittel 3. Dersom markedet hadde forventet synkende markedspriser i gjennomsnitt, så hadde dette ført til at leverandører som velger å lagre varer ikke ville hatt mulighet til å dekke kostnadene assosiert med lagerhold. I et slikt marked så ville lagermengden i markedet gått mot null, da man ikke ville hatt noen insentiver for å lagre varer.

Man har i dette markedet perioder der markedet forventer at prisene kommer til å være lavere i fremtiden. Dette kan man se ved at markedsprisen spås til å være lavere enn dagens priser på diverse dager i perioden. Dette kan være tilfellet når man får markedssjokk hvor etterspørselen øker betraktelig på kort sikt, slik at det vil være mer lønnsomt å selge nå enn etter at markedet har stabilisert seg igjen. I slike perioder vil man da ha *backwardation*.

Det ble også undersøkt hvor store kostnader markedet forventer at leverandørene pådrar seg ved å lagre aluminium i 3 måneder i stedet for å selge til dagens spotpris. Dette er vist i figur 21. Blå graf representerer forskjellen mellom futurespris og spotpris, mens oransje graf er renteinntekten man ville fått ved å sette salgssummen til dagens spotpris i bank i tre måneder til 1% årlig rente. Prisene er i USD/tonn.



Figur 21: Futurespris mot dagens spotpris

I figur 21 så kan man se at i de periodene hvor markedet har opplevd synkende pristrender i spotmarkedet, så har markedet forventet høyere lagerkostnader enn i de periodene hvor man har stigende pristrender. Dette er sannsynligvis på grunn av at markedet regner med at leverandørene har en økonomisk fordel assosiert med å ha aluminium på lager i perioder med stigende priser i spotmarkedet. Denne økonomiske fordelen kalles ofte i faglitteraturen «convenience yield». (Øglend, 2017)

Når man observerer negative lagerkostnader, så vil dette da bety at markedet verdsetter den økonomiske fordelen av lagerhold høyere enn lagerkostnaden på det tidspunktet. I slike perioder så vil markedet sannsynligvis være i *backwardation*.

7.4 Effekt av ulike markedspriser på kort og lang sikt

Fra spotprisanalysen så kan man se at den prisen markedet er villig til å gi for aluminium varierer over tid. Leverandører av aluminium vil derfor være utsatt for relativt stor variasjon i lønnsomhet. Det vil her bli diskutert hvordan ulike markedspriser påvirker leverandørene, og hvilke grep leverandørene kan ta på kort og lang sikt.

Mot slutten av kapittel 4 så ble det presentert hvordan man kan regne ut kostnadene knyttet til produksjonen av et produkt. En slik utregning vil ikke bli utført her, da kostnadene knyttet til aluminiumsproduksjon vil variere fra leverandør til leverandør. Dette er på grunn av at de ulike leverandørene blant annet har forskjellig produksjonsteknologi og fabrikkstørrelse. Diskusjonen her vil derfor basere seg på om markedsprisen er høyere eller lavere enn kostnadene knyttet til produksjonen.

Dersom markedsprisene synker til et nivå lavere enn de variable kostnadene knyttet til aluminiumsproduksjonen for en leverandør, så vil marginalkostnaden for å produsere aluminium bli høyere enn marginalinntekten. Leverandøren vil da tape penger på å produsere aluminium ved slike markedsforhold. På kort sikt så vil leverandøren fortsette produksjon som før, med håp om at markedsforholdene blir bedre på lengre sikt.

Dersom prisene forblir lave på lengre sikt, så er det sannsynlig at leverandøren må gjøre noen grep for å prøve å få produksjonen til å bli lønnsom igjen. Dette kan være ved å redusere faste kostnader knyttet til produksjonen som leiekostnader, eller variable kostnader slik som lønnsutgifter. Dersom grepene man tar ikke er gode nok til å gjøre driften lønnsom, så risikerer man at leverandøren ser seg nødt til å slå seg konkurs etter hvert.

Permitteringer, dårlig utnyttet kapasitet og konkurs vil få konsekvenser både for de som er direkte berørt og samfunnet. Permitteringer fører til dårlig utnyttelse av arbeidskraft, som fører til at verdiskapningen i samfunnet reduseres. Det er derfor ønskelig at leverandører klarer å holde driften gående.

8 Konklusjon

Aluminiumsindustrien er en industri som stadig er i vekst, både nasjonalt og internasjonalt. Ettersom det produseres mindre aluminium på verdensbasis enn etterspørselen i markedet, så ser det ut som at denne veksten kommer til å fortsette i tiden fremover også. Da etterspørselen etter aluminium er høyere enn tilbudet, så er markedsprisen det sentrale momentet for leverandørenes lønnsomhet.

Ettersom prisen leverandørene får for salg av aluminium i all hovedsak er styrt av markedet, så vil lønnsomheten variere i takt med endringene i markedsprisene. Analyse av spotprisene i perioden 2012 – 2018 viser at det har vært betydelig variasjon i spotpriser over tidsperioden. Det at futuresprisen ikke var en forventingsrett estimator for fremtidig spotpris i perioden, viser hvor vanskelig det er for leverandører i markedet å spå hvordan markedsutviklingen vil være fremover. Det er derfor ønskelig for leverandørene å prøve å minimere effekten prisvariasjon har for lønnsomheten deres, ved å sikre seg mot effekten av synkende markedspriser.

En måte å sikre seg mot variasjon i priser som aluminiumsleverandør, er å handle kontrakter i futuresmarkedet. Ved å kjøpe seg inn som *short* i en futureskontrakt, så reduserer man prisrisikoen man er utsatt for, da man ved synkende markedspriser tjener på futureskontrakten. Det er en avveiningssak om hvor mye man ønsker å sikre seg mot fallende priser, da *shortposisjonen* også reduserer gevinsten man har ved stigende markedspriser.

Det er også hensiktsmessig for aktører i aluminiumsmarkedet å prøve å redusere kostnadene sine, slik at man kan produsere aluminium lønnsomt selv når markedsprisene reduseres noe. Ved veldig lave markedspriser over lengre tid vil man derimot risikere og måtte permittere personell, redusere produksjonsnivået eller i verste fall måtte legge ned driften.

9 Referanser

- Albright, S. C., & Winston, W. L. (2012). *Management Science Modeling, International Edition*. Cengage Learning EMEA.
- Fremtidens aluminiumsprodukter*. (2016, Mars 22). Hentet fra Hydro: <https://www.hydro.com/no/hydro-i-norge/pressecenter/Nyheter/2016/hydro-og-ntnu-lanserer-senter-for-forskning-pa-fremtidens-aluminiumsprodukter/>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations Management Twelfth Edition*. Pearson Education Limited.
- Hoff, K. G. (2010). *Bedriftens økonomi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Hovland, K. M. (2017, November 25). *Hydro-sjefen venter strammere marked: Så stor er Kina-effekten*. Hentet fra E24: <https://e24.no/boers-og-finans/norsk-hydro/hydro-sjefen-venter-strammere-marked-saa-stor-er-kina-effekten/24171473>
- Hydro. (2016). *Utvinning av bauxitt*. Hentet fra <https://www.hydro.com/no/hydro-i-norge/Om-aluminium/Aluminiumens-livssyklus/Utvinning-av-bauxitt/>
- Hydro. (u.d.). *Fourth Quarter report 2017*. Oslo: Norsk Hydro. Hentet fra https://www.hydro.com/globalassets/1-english/investor-relations/quarterly-reporting/2017/q4/report_q4_2017_en.pdf
- Hydro. (u.d.). *Vår verdikjede*. Hentet fra Hydro: <https://www.hydro.com/no/hydro-i-norge/var-virksomhet/Var-verdikjede/>
- Industri. (2018). *Om aluminiumsbransjen*. Hentet fra Norsk industri: <https://www.norskindustri.no/bransjer/aluminium/om-aluminiumsbransjen/>
- InfinitumMovement. (u.d.). *Resirkulere aluminium*. Hentet fra Infinitum movement: <https://infinitummovement.no/resirkulere-aluminium/>
- LME. (2018). *About*. Hentet fra London Metal Exchange: <https://www.lme.com/About>
- LME Aluminium Historical Price Graph*. (u.d.). Hentet fra London Metal Exchange: <https://www.lme.com/en-GB/Metals/Non-ferrous/Aluminium#tabIndex=2>
- Løvås, G. G. (2015). *Statistikk For Universiteter Og Høgskoler*. Universitetsforlaget.
- McConnell, C. R., Brue, S. L., & Flynn, S. M. (2013). *Microeconomics: Brief edition*. McGraw-Hill Education.
- Minste kvadraters metode*. (2017). Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/minste_kvadraters_metode
- NorskHydro. (2016). *Resirkulering*. Hentet fra Hydro: <https://www.hydro.com/no/hydro-i-norge/Om-aluminium/Aluminiumens-livssyklus/Resirkulering/>
- Rankin, J. (2012). *Energy Use in Metal Production*. Swinburne University of Technology .
- snl. (2014, Mai). *Råvarer*. Hentet fra Store norske leksion: <https://snl.no/råvarer>

- Statista. (2018). *Distribution of primary aluminium demand worldwide in 2015, by region*. Hentet fra Statista: <https://www.statista.com/statistics/605376/distribution-of-demand-for-primary-aluminum-worldwide-by-region/>.
- Sundbye, L. M. (2012). *Tilbud, etterspørsel og pris*. Hentet fra NDLA: <https://ndla.no/nb/node/76591?fag=52293>
- Tomek, W. G., & Kaiser, H. M. (2014). *Agricultural Product Prices Fifth Edition*. Cornell University Press.
- TU. (2017, August 15). *Klar for verdens mest energieffektive aluminiumsproduksjon*. Hentet fra Teknisk ukeblad: <https://www.tu.no/artikler/klar-for-verdens-mest-energieffektive-aluminiumsproduksjon/399116>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2014). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists, Ninth Edition*. Pearson Education.
- WorldAluminium. (2017). *Primary Aluminium Production*. Hentet fra World Aluminium: <http://www.world-aluminium.org/statistics/#map>
- Øglend, A. (2017). *Commodity Price Variation and Price Risk Hedging*. Stavanger: Universitetet i Stavanger.

Appendiks A

Oversikt over benyttede *Excel*-funksjoner. Det norske funksjonsnavnet står i parentes.

ABS (ABS) – Gir absoluttverdien til tallet som den benyttes på. Nyttig når man ønsker å se på størrelser uten å ta hensyn til fortegn.

AND (OG) – Gir muligheten til å ha flere parametere med i en logisk test.

AVERAGE (GJENNOMSNIITT) - Finner gjennomsnittverdien av dataene i området som analyseres.

COUNT (ANTALL) – En funksjon som teller antall tall som er i dataområdet en ser på.

COUNTIF (ANTALL.HVIS) – En funksjon som teller antall tall som oppfyller et kriterium. På formen COUNTIF(Celle; Celle; kriterium)

IF (HVIS) – Denne funksjonen benyttes når logiske tester skal settes opp. Er på formen =IF(logisk test; verdi hvis sant; verdi hvis usant)

LN (LN) - Denne funksjonen regner ut den naturlige logaritmen til et tall.

MAX (STØRST)– Henter ut tallet med høyest verdi i dataområdet som analyseres.

MIN (MINST) – Henter ut tallet med lavest verdi i dataområdet som analyseres.

STDEV.P (STDAV.P) – Estimerer standardavviket basert på hele populasjonen.

STDEV.S (STDAV.S) – Estimerer standardavviket basert på et utvalg av populasjonen.

SQRT (ROT) – Regner ut kvadratroten av et tall.