

En stokastisk tre-faktor modell for fraktmarkedet innenfor bulk shipping

Lars Ragnvald Loftaas & Kine-Elena Reigstad

Veileder: Roar Os Ådland

Masterutredning innenfor finansiell økonomi og
økonomisk styring

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Høsten 2012

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen inntår for de metoder som er anvendt, de resultater som er fremkommet eller de konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Sammendrag

I denne oppgaven har vi koblet sammen en stokastisk modell av fraktmarkedet innenfor bulk shipping, med en fundamental modell av endring i tilbudskurven over tid. Problemet med tidligere stokastiske modeller har vært at de utelukker all informasjon som ikke er inkludert i historiske tidsserier for spot fraktrater. Dermed ignorerer man informasjon vedrørende tilbudssiden av markedet som trolig vil ha påvirkning på fraktratedynamikken videre. Gjennom å sette spot fraktrater ut i fra marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten til enhver tid, har vi klart å inkludere endring av tilbudskurven i prosessen. Endring i skipene sin marginalkostnaden antas å være en funksjon av utviklingen i bunkerspris og effektivitetsøkningen til flåten over tid.

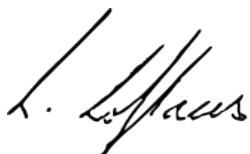
Ved hjelp av modellen har vi undersøkt hvorvidt det lønner seg for skipsreder å investere i et skip som bruker mindre drivstoff, relativt til et annet skip med større drivstoffbehov. Det førstnevnte skipet innebærer en merinvestering. Vi finner at det er stor sannsynlighet for at det er lønnsomt å betale mer for et skip som bruker mindre drivstoff. Konklusjonen er imidlertid svært sensitiv for utviklingen i drivstoffprisene og farten skipet operer på.

Forord

Denne utredningen er skrevet som en del av vår mastergrad, innenfor finansiell økonomi og økonomisk styring, ved Norges Handelshøyskole.

Skipsfartsnæringen er en spennende, dynamisk og internasjonal bransje, hvilket vi fikk erfare i løpet av en sommer hos henholdsvis Grieg Shipping Group og DNB Markets. Skipsinvestering ble fremhevet som et spennende tema av Henry Svendsen, president for nybygg i Grieg Star. Han vektla økte miljøkrav og høye bunkerspriser som påvirkende faktorer for investeringsvalg. Etter samtaler med professor, og veileder, Roar Os Ådland, ble en problemstilling om å se nærmere på investering i miljøeffektive skip formulert. Modellene som ble forsøkt anvendt var lite passende for segmentet som ble valgt, og oppgaven måtte derfor modifieres. Dermed falt valget på å utvikle en egen modell for fraktmarkedet innenfor bulk shipping.

Arbeidet med oppgaven har vært spennende og krevende. Læringskurven har vært bratt, og vi har fått mulighet til å møte og diskutere eco-skip med ulike aktører i bransjen. Vi vil rette en stor takk til Roar, som veileder og støttespiller på veien. Han har vist et uvanlig stort engasjement og vi er takknemlig for å ha hatt ham som veileder. Videre vil vi takke Jan Svardal og Rune Røed hos Grieg Star, Ann-Christin Eggum hos Westfal-Larsen og Knut Krogsrud hos Western Bulk for god hjelp på veien.



Lars Ragnvald Loftaas



Kine-Elena Reigstad

Innholdsfortegnelse

Introduksjon	6
Formålet med oppgaven	7
Oppsett av oppgaven	9
1. Teori	10
1.1. Shippingsykluser og bulk shipping	10
1.1.1. Shippingsykluser.....	10
1.1.2. Shippingsegmentene.....	12
1.2. Fraktmarkedet innenfor bulk shipping	16
1.2.1. Tilbud av sjøtransport.....	17
1.2.2. Etterspørsel etter sjøtransport.....	22
1.3. Frakratemodellering innenfor bulk shipping	24
1.3.1. Introduksjon.....	24
1.3.2. Likevektsmodellering av fraktmarkedet	24
1.3.3. Stokastisk modellering av fraktmarkedet.....	25
1.3.4. Stokastisk likevektsmodellering av fraktmarkedet	26
1.3.5. Stokastisk tre-faktor modell for fraktmarkedet	28
2. Data og metode	29
2.1. Datasettet	29
2.1.1. Flåte.....	29
2.1.2. Rute	29
2.1.3. Fraktrater	32
2.2. Metode	36
2.2.1. Regresjonsanalyse	36
3. Stokastisk tre-faktor modell for fraktmarkedet	39
3.1. Introduksjon	39
3.2. Bakgrunn for modell	39
3.3. Utleddning av modell	40
3.3.1. Spot fraktrater.....	42
3.3.2. Effektivitetsøkningen til det marginale skipet i flåten.....	47
3.3.3. Bunkerspris.....	50
3.3.4. Fullstendig modell	53
3.4. Drøfting av modell	54
4. Anvendelse av modell	57
4.1. Case	57
4.2. Dagens Handymax flåte	60
4.3. Analyse	62
4.4. Sensitivitetsanalyse	65
4.4.1. Effektivitetsøkning	65
4.4.2. Bunkers.....	66
4.4.3. Fart.....	67
4.5. Konklusjon case	69
5. Referanseliste	71
6. Appendiks	74
6.1. Appendiks 1	74
6.2. Appendiks 2	75
6.3. Appendiks 3	75

Figurer

Figur 1 Bunkerspris i Rotterdam 1973-2012.....	8
Figur 2 Baltic Exchange Dry Index 2000-2012.....	10
Figur 3 Shippingsegmentene og fordeling av lasten.....	13
Figur 4 Inndeling av bulk shipping.....	14
Figur 5 Sammenhengen mellom størrelse av last og kostnad per tonn (Stopford 2009, s. 77).....	16
Figur 6 Tilbudskurven.....	18
Figur 7 Endring i tilbudskurven når skip går i opplag.....	19
Figur 8 Bunkerprisens påvirkning på tilbudskurven.....	20
Figur 9 Etterspørsel etter transport.....	22
Figur 10 Flåtekapasiteten til tørrbulk 1970-2012 i millioner DWT.....	27
Figur 11: Ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth. Illustrasjon hentet fra Axmarine.com.....	30
Figur 12 BHMI rute 3 og 6 mnd time-charter 45 000 DWT.....	35
Figur 13 Kalkulerte fraktrater i dollar per tonn 1989-2012, på ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth.....	35
Figur 14: Spot fraktrater VS marginalkostnad. Illustrasjon hentet fra Ådland (2012).....	40
Figur 15: Historiske tilbudskurver for Handymax flåten på ruten mellom Shanghai og Tynemouth.....	44
Figur 16: Spot fraktrater VS marginalkostnad Handymax på ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth.....	45
Figur 17 Marginalkostnad Handymax i perioden januar 1989 til september 2012.....	49
Figur 18 Bunkerspris i Rotterdam, Singapore og Philadelphia januar 1990 - september 2012.....	51
Figur 19 Simulerte bunkersprise de neste 20 årene gitt GMR prosess.....	53
Figur 20 Forbruk Imabari 61 ved 15 % sjømargin, illustrasjon hentet fra Imabari Shipbuilding.....	59
Figur 21 Tilbudskurven Handymax per 26 september 2012.....	60
Figur 22 Byggeår Handymax per 26 september 2012.....	61
Figur 23 Fordeling av avkastning på merinvestering.....	64
Figur 24 Forventet avkastning ved ulike avkastningskrav.....	64
Figur 25 Sensitivitetsanalyse effektivitetsøkning.....	65
Figur 26 Sensitivitetsanalyse bunkerspris.....	66
Figur 27 Drivstofforbruk Imabari 61 0 % sjømargin.....	68
Figur 28 Sensitivitetsanalyse fart.....	68

Tabeller

Tabell 1 Korrelasjon DWT og GRT.....	32
Tabell 2 Parametere til O-U prosessen.....	46
Tabell 3 Parametere til GMR prosessen.....	52
Tabell 4 Imabari 61 spesifikasjoner.....	58
Tabell 5 Avkastning merinvestering.....	63

Introduksjon

Ifølge Stopford (2009, s. 180) kan fraktmarkedet innenfor shipping defineres som: *"...en markeds plass hvor man selger og kjøper transport til sjøs"*. Prisen på sjøtransport, gitt ved fraktrater, har historisk variert enormt (Ådland og Strandenes, 2007), og uforutsigbarheten innenfor fraktmarkedet gjør det vanskelig å foreta prediksjoner av fremtiden. Det har tidligere blitt gjort flere forsøk på å modellere fraktmarkedet, hvorav bulk shipping er det markedet som har blitt ofret størst oppmerksomhet (jfr. Strandenes, 1986; Lensberg og Rasmussen, 1992; Evans, 1994; Tvedt, 1995; Bjerksund og Ekern, 1995; Ådland og Strandenes, 2007). Det er generelt akseptert at fraktmarkedet innenfor bulk shipping er et eksempel på et perfekt marked (Fugleseth og Strandenes, 1997). Basert på denne antagelsen har tidligere litteratur forsøkt å modellere fraktmarkedet i likevektsmodeller (jfr. Norman og Wergeland, 1981). I disse modellene bestemmes fraktraten av marginalkostnaden til det marginale skipet nødvendig for å tilfredsstille etterspørselen etter transport (Ådland, 2012). Ifølge Ådland og Strandenes (2007) er marginalkostnaden på kort sikt de variable kostnadene forbundet med å gjennomføre en bestemt reise. Dette inkluderer drivstoffkostnader, havne- og kanalkostnader, i tillegg til meglerkommissjon (Stopford, 2009, s.221).

I en nyere studie av Roar Ådland (2012) vises det at spot fraktrater ligger over marginalkostnaden til det minst kostnadseffektive skipet i flåten rundt halvparten av tiden. Hvis man går ut fra klassisk likevektsteori, hvor marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten antas å sette en øvre grense for spot fraktraten, indikerer funnet at likevektsmodeller er dårlig egnet til å forklare fraktratedynamikken i perioder hvor fraktrater overgår marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten. Økonomisk teori sier lite om hva som skjer i disse tilfellene, men det antas at fraktratenivået da bestemmes ut fra auksjon, hvor kjøpere med høyest betalingsvillighet vinner den ledige kapasiteten (Stopford 2009, s. 173)

Det har senere blitt gjort forsøk på å modellere fraktmarkedet direkte i en stokastisk modell, hvor man baserer seg på historiske tidsserier for fraktrater (Bjerksund og Ekern, 1995; Tvedt, 1995). Fordelen med å behandle fraktrater direkte i et stokastisk rammeverk, er at man lettere får fanget opp uforutsigbarheten innenfor shipping.

Ulempen er derimot at man utelukker all informasjon som ikke er inkludert i historiske fraktrater. Dermed ser man bort ifra informasjon knyttet til tilbudssiden av fraktmarkedet som trolig senere vil kunne ha påvirkning på fraktratedynamikken som blant annet alderssammensetningen til flåten og størrelse på ordreboken til verftene (Ådland og Strandenes, 2007).

Formålet med oppgaven

Basert på tidligere modeller av fraktmarkedet, i tillegg til studiet til Ådland (2012), ønsker vi i denne oppgaven å gi svar på følgende spørsmål:

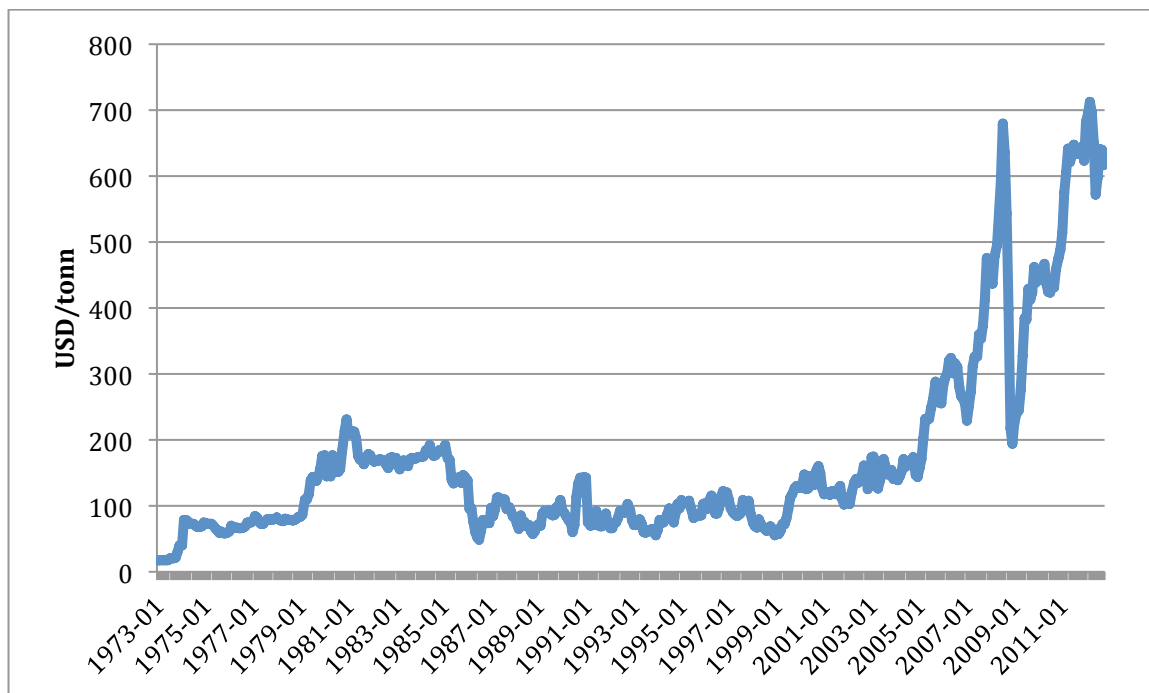
Er det mulig å koble sammen en stokastisk modell av fraktmarkedet innenfor bulk shipping, med en fundamental modell av endring i tilbudskurven over tid?

For å kunne gi et svar på spørsmålet vil vi studere sammenhengen mellom historiske spot fraktrater og historiske tilbudskurver for Handymax flåten på ruten mellom Shanghai og Tynemouth. Basert på resultatet av studiet vil vi forsøke å utvikle en stokastisk modell for fraktmarkedet innenfor bulk shipping, som tar hensyn til dynamikken mellom fraktrater og endring i tilbudskurven over tid.

Gjennom anvendelse av modellen ønsker vi i tillegg å gi svar på en dagsaktuell problemstilling innenfor skipsfartsnæringen. I dag står næringen ovenfor en situasjon med høye bunkerspriser, lave fraktrater og stadig strengere miljøkrav. Dette har ført til økt interesse for energieffektive løsninger innen utforming og bruk av skip (Ship and Bunker, 2012).

Fokus på energieffektive løsninger innen skipsfart har en sammenheng med prisnivået på drivstoff. Selv om eieren av et skip ikke kan påvirke prisen på drivstoff kan vedkommende påvirke drivstofforbruket. Dette avhenger av hvordan skipet er designet og hvordan det driftes. Ifølge Stopford (2009, s. 233) førte lave oljepriser på 1970-tallet til et begrenset fokus på energieffektivitet innen skipsdesign. Økt kraft og lave vedlikeholdskostnader utjevnet kostnadene knyttet til økt drivstofforbruk. Utover 1970-tallet tidoblet prisen på drivstoff seg og i 1985 sto drivstoff for 34 prosent av totale skipskostnader, en økning på 21 prosent siden 1970. Dette resulterte i økt

fokus på energieffektive løsninger innen skipsfart, og drivstofforbruket per mil innenfor shipping falt raskt. I 1986 falt prisen på drivstoff drastisk og medførte redusert fokus på drivstoffvennlig design. Bunkersprisen i Rotterdam i USD per tonn tilbake til 1973 er illustrert i figur (1).



Figur 1 Bunkerspris i Rotterdam 1973-2012

Som en konsekvens av dagens rekordhøye bunkerspriser er det på nytt satt fokus på å drive forretning mer kostnadseffektivt, med tanke på å redusere drivstofforbruket. Eco-skip har, ifølge McCarthy (2012), blitt markedsført av verftene for å få inn nye bestillinger, i en periode hvor det allerede tilbys for mye sjøtransport. Skipsbyggere hevder at et eco-skip kan spare inntil 20 prosent av drivstoffkostnadene i forhold til standard skip. Ulempen med eco-skip, er at de er dyrere sammenlignet med standard skip. Ettersom drivstoff er en stor andel av de totale kostnadene, og drivstoffprisene er høye, kan investeringen likevel se attraktiv ut.

Ved hjelp av den utviklede modellen, ønsker vi å se nærmere på differansekontantstrømmen mellom et eco-skip og et standard skip, og dermed gi svar på følgende spørsmål:

Vil den økte kontantstrømmen for eco-skipet sammenlignet med standard skipet, være stor nok til å veie opp for merinvesteringen knyttet til eco-skipet?

Gjennom å simulere ulike scenarier for fraktrateprosessen videre, vil vi kalkulere den relative lønnsomheten mellom skipsvariantene. Ved bruk av sensitivitetsanalyse, vil vi også se nærmere på hvilke variabler som er mest avgjørende for konklusjonen vår.

Oppsett av oppgaven

Vi har delt oppgaven i fire:

- 1) I den første delen av oppgaven vil relevant teori presenteres. Først vil vi gi en generell innføring i shippingsykluser samt bulk shipping. Deretter vil fraktmarkedet presenteres gjennom en generell diskusjon av tilbuds- og etterspørselssiden av markedet. Avslutningsvis vil vi studere tidligere forsøk på å modellere fraktmarkedet innenfor bulk shipping, for å avdekke fordeler og ulemper ved tidligere modeller.
- 2) I del to av oppgaven vil vi presentere dataene som er benyttet i utledningen av modellen. Disse inkluderer informasjon vedrørende den valgte flåten og ruten. I tillegg vil fraktratene benyttet i analysen diskuteres. Denne delen vil også ta for seg metode som er brukt i utledning av modellen.
- 3) I del tre av oppgaven vil modellen utledes. Først vil vi diskutere litteratur som modellen bygger på, for så å utlede modellen. Til slutt vil modellen drøftes, og vi vil påpeke svakheter og styrker, i tillegg til å presentere forslag til forbedringer.
- 4) Avslutningsvis vil vi anvende modellen for å finne ut om det lønner seg å investere i et eco-skip relativt til et standard skip. Caset vil først bli gjennomgått og vi vil forklare hvordan modellen vi har utviklet skal anvendes for å finne svar på problemstillingen. Deretter vil vi gjennomgå resultatene av modellenanvendelsen og gjennomføre en sensitivitetsanalyse.

1. Teori

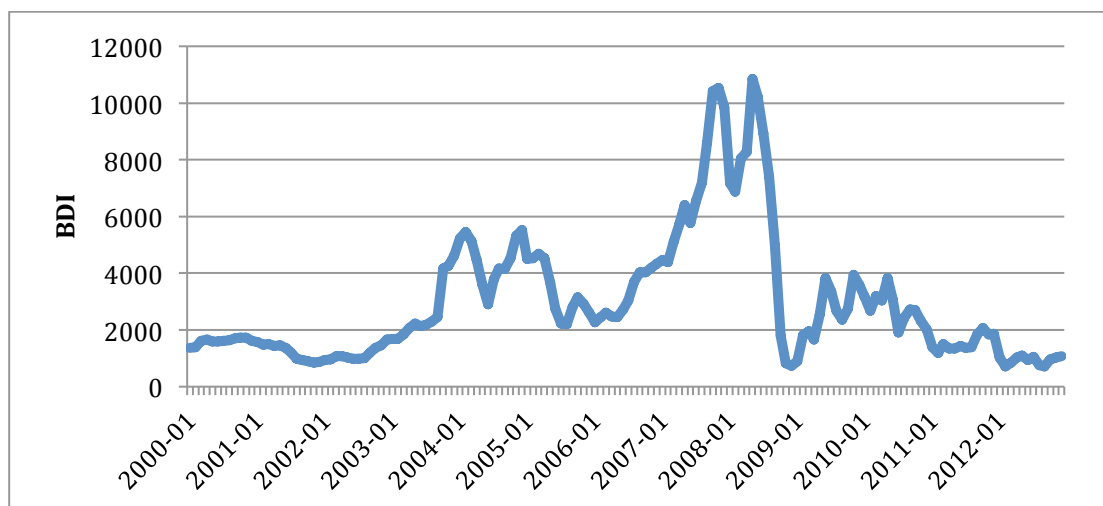
1.1. Shippingsykluser og bulk shipping

1.1.1. Shippingsykluser

Hvis man ser på perioden 1957-2007, har Stopford (2009, s. 122) identifisert seks markedssykluser innenfor fraktmarkedet i bulk shipping. Shippingsykluser er en risikofaktor for aktørene i bransjen. Tommelfingerregelen er at syklusene varer i 8 år, basert på de siste femti års data. Som en introduksjon til shippingsykluser i boken *Maritime Economics* skriver Stopford:

“From a distance they look harmless, but once you are in the surf it’s a different story. No sooner has one finished than another starts and, like surfers waiting for a wave, shipowners cluster in the trough, paddling to keep afloat and anxiously scanning the horizon for the next big roller.” (Stopford, 2009 s. 93)

Shippingbransjen er en syklisk bransje, preget av svært fluktuerende fraktrater. Grafen under illustrerer Baltic Exchange Dry Index (BDI), som er en vektet indeks for tørrbulksegmentene. Den viser at det kan være store forskjeller mellom de ulike topp- og bunnivåene og illustrerer uforutsigbarheten i markedet.



Figur 2 Baltic Exchange Dry Index¹ 2000-2012

¹ Data hentet fra Clarksons Shipping Intelligence

Mest uttredende var toppnivået i 2004 og 2007/2008, hvor indeksen i sistnevnte år overgikk 10 000.

Fraktrater vil være forskjellig for ulike kontraktstyper. Kontrakten avgjør om det er reder eller befrakter som tar de ulike kostnadene. Kostnadene knyttet til kjøp og drift av et skip kan fordeles i fem kategorier i følge Stopford (2009, s. 221):

- Operasjonelle kostnader – kostnader til blant annet personale og mat om bord i skipene, og daglig vedlikehold. De operasjonelle kostnadene antas å være faste så lenge skipet er i bruk, altså er de uavhengig av rute, fart og om skipet er i havn eller er til sjøs
- Vedlikeholdskostnader - først og fremst kostnaden ved at skipene legges i tørrdokk for vedlikehold etter et gitt tidsintervall
- Reisekostnader - kostnadene som varierer med valg av rute, fart og generelt skipets produktivitet. Den viktigste kostnaden som faller inn under denne posten er bunkerskostnad
- Kapitalkostnader – kostnader knyttet til finansiering av investeringen
- Lastehåndteringskostnader - kostnader knyttet til lasting og lossing av skipet

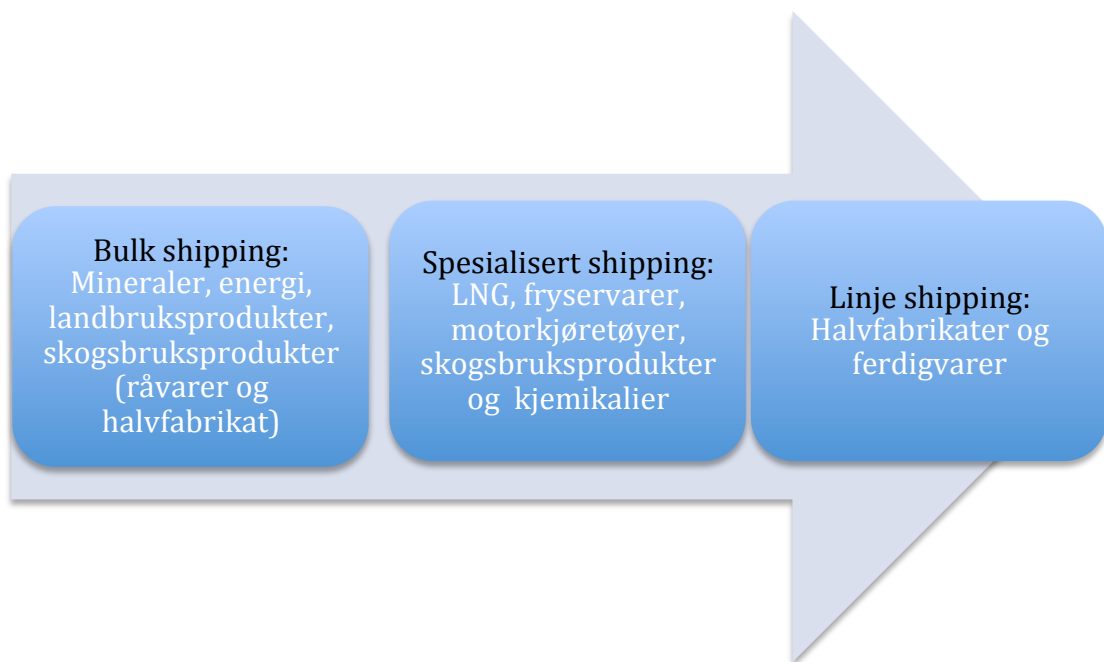
Ved kontraktsformen Bareboat Charter blir skipet leid ut for lengre perioder og leietaker må selv dekke de fleste kostnadene. Reder står kun for kapitalkostnaden. En annen kontraktsform er Time Charter, som er utleie av et skip med mannskap, ofte for noen måneder av gangen (Stopford, 2009, s. 184). Likeledes har man Trip Charter hvor skipet leies ut til en spesiell rute. Reder står i begge tilfeller for de operasjonelle kostnadene, vedlikeholdskostnadene og kapitalkostnaden. Befrakter, eventuelt lasteeier, må dekke reisekostnaden. Til slutt har vi Voyage Charter, hvor skipsreder blir betalt per tonn last. Alle kostnadene dekkes her av reder.

I bransjen skilles det mellom sesongsyklus, langtidssyklus og korttidssyklus, også kalt "business-syklusen" (Stopford 2009, s. 95). Korttidssyklusen har fått definert fire stadier (Stopford 2009, s. 96); markedsbunn, etterfulgt av gjenopprettelse, markedstopp og kollaps. Varighetene til de ulike stadiene varierer og er vanskelig å forutsi. I markedsbunnen er fraktraten nær de operasjonelle kostnadene, det er få bestillinger av nye skip, prisene på gamle skip faller til skrappris og det er en generell pessimisme i bransjen. I tillegg holder bankene igjen og det er vanskeligere å få lån. Situasjonen er definert ved at tilbudet overgår etterspørselen. På stadium to, gjenopprettelsen, jevner tilbud og etterspørselssiden seg etter hvert ut, og dermed stiger optimismen i bransjen gradvis. På markedstoppen er situasjonen snudd i forhold til bunnen, fraktratene er høye, opp mot tre ganger de operasjonelle kostnadene, og bankene er villig til å låne ut penger (Stopford, 2009, s. 98).

Cufley (1972) påpeker tre hendelser som er vanlig i de korte shippingssyklusene. For få skip i forhold til etterspørselen presser fraktratene opp, høye fraktrater stimulerer til investering i nye skip, og denne overinvestering medfører til slutt at markedet kolliderer og man går over til resesjon. Dette minner om situasjonen i dagens marked. Mange nye skip ble bestilt under oppturen i 2007/2008, og skip bestilt i denne perioden entrer fortsatt markedet (McCarthy, 2012). Veksten i flåten har overgått den sterke veksten i etterspørsel etter frakt, og ført til et fall i fraktratene fra toppnivået i 2008 (Platou, 2012).

1.1.2. Shippingsegmentene

Ifølge Stopford (2009, s. 61) kan man dele shippingmarkedet inn i tre segment. Disse er bulk shipping, spesialisert shipping og linje shipping. Hovedlasten til de tre segmentene, i tillegg til sammenhengen mellom fordeling av last mellom de ulike segmentene er illustrert i Figur 3.



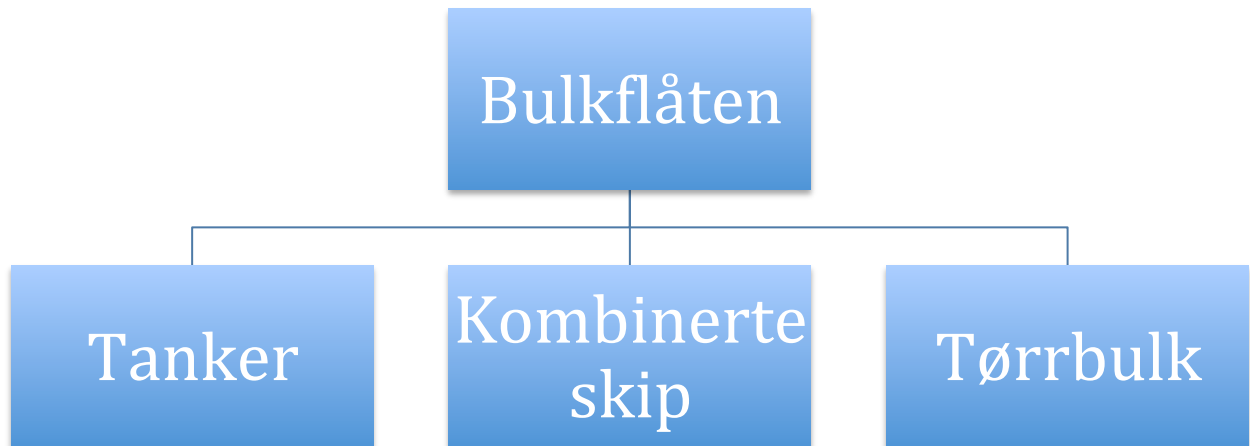
Figur 3 Shippingsegmentene og fordeling av lasten

Noe last er vanskelig å transportere i standard skip av flere grunner, som for eksempel annerledes form og størrelse. I disse tilfellene kan man effektivisere transporten gjennom å investere i spesialiserte skip (Stopford, 2009, s.469). Last som alene ikke har stort nok volum til å fylle et helt skip transporteres ofte ved bruk av linje shipping, hvor skipene seiler på faste ruter til gitte tider (Stopford, 2009, s.512). I denne kategorien er de fleste skipene containerskip. Bulk shipping transporter ofte en type last som alene har stort nok volum til å fylle et skip. Fra illustrasjon ser man at det er vanlig å ta i bruk bulk og spesialisert shipping for råmaterialer. Når produktene er under tilvirkning eller ferdigprodusert, blir linje shipping i større grad anvendt. Lasten gjennomgår en verdiøkning etter hvert som den prosesseres, samtidig blir forpakningen annerledes og skaper grunnlag for endring av shippingsegment (Stopford, 2009, s. 55). I denne oppgaven vil vi fokusere på bulk segmentet, og går dermed ikke nærmere inn på linje eller spesialisert shipping.

Bulk shipping

Bulk shipping oppstod etter annen verdenskrig, og står i dag for ca 2/3 av den totale handelsshippingen (Stopford, 2009, s. 59). Segmentet transporterer last som alene

er stor nok til å fylle et skip, hvor en stor andel av lasten som blir frakter er olje, jernmalm, kull og korn. I figur 4 er inndelingen av bulk shipping illustrert.



Figur 4 Inndeling av bulk shipping

Man skiller mellom tørrbulk og tanker, hvor sistnevnte typisk transporterer råolje og petroleumsprodukter, kjemikaler og flytende gass. I tillegg finnes det kombinerte skip som kan frakte både flytende last og tørrlast, men dette segmentet bestod kun av 41 skip i september 2012, sammenlignet med over 14 000 tankerskip og 9 400 tørrbulkskip (Clarksons, 2012). Tankermarkedet kan fordeles videre ut fra dødvektstonnasjen (heretter kalt DWT), som er den vekten skipet maksimalt kan håndtere, inklusiv last, drivstoff, ferskvann, besetning og proviant til besetningen (Stopford, 2009, s. xxii). Fordelingen ut fra DWT gjøres i seks ulike klasser (Clarksons, 2012):

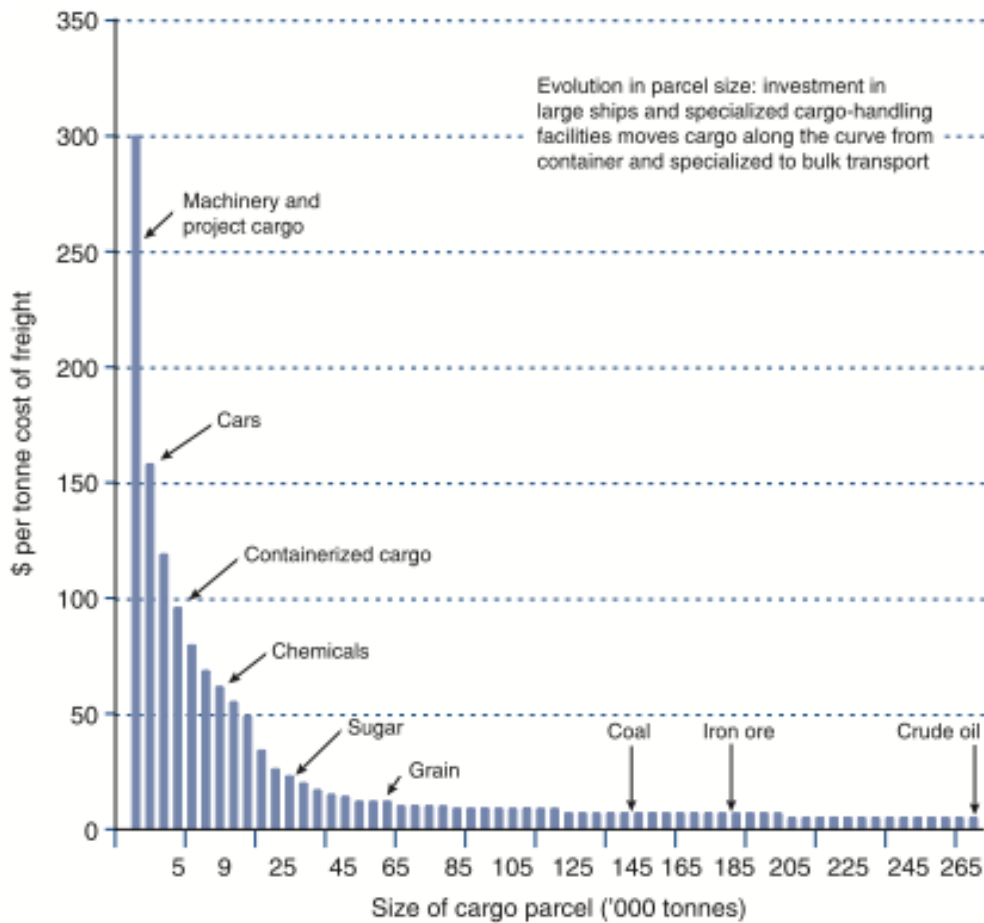
- VLCC – 200, 000+ DWT
- Suezmax – 120,000-199,000 DWT
- Aframax – 80,000-119,999 DWT
- Panamx -60,000-79,999 DWT
- Handy- 10,000-59,999 DWT
- Small – 5 000–9 999 DWT

Utover standard tanker klassene over, finnes det spesialiserte tankerskip som håndterer kjemikalier, gass og spesialisert last. Størst av de spesialiserte tanker klassene, er kjemikalieflåten med 4 451 skip per oktober 2012. I samme tidsperiode bestod standard tanker klassene like i overkant av 5 600 skip.

Tørrbulkssegmentet kan deles inn i *major bulks* og *minor bulks* (Stopford, 2009, s.422). *Major bulks* er de homogene bulklastene jernmalm, korn, kull, fosfater og bauxitt. Annen bulklast faller inn under kategorien *minor bulks*. Ulik last blir ofte fraktet i skip av ulik størrelse. Man kategoriserer også skipene i tørrbulksflåten etter størrelse (Clarksons,2012):

- Capesize – 100,000+ DWT
- Panamax – 60,000 – 100,000 DWT
- Handymax – 40,000 – 60, 000 DWT
- Handy – 10,000 – 40, 000 DWT

Stordriftsfordeler er fundamentet i bulkshipping, hvor aktørene forsøker å minimere kostnaden per enhet last fraktet. Ved ønske om å øke kapasiteten til et skip, altså kunne frakte mer last per enhet tid, er det mer økonomisk å øke skipsstørrelsen enn å øke designfarten (S. Chen et al, 2010). Designfarten er den farten skipet er optimalisert for når det ikke er sjømotstand og skipet er nytt. I realiteten vil farten ligge noe under grunnet værforhold og at skroget over tid gror igjen av alger og andre sjølevende organismer. Figur 5 (Stopford, 2009, s. 77) illustrerer at fraktkostnaden per tonn blir betraktelig redusert når man øker lastekapasiteten fra et opprinnelig lavt nivå. Når kapasiteten allerede er høy, utgjør en økning i lastekapasiteten en svært liten reduksjon i kostnad per tonn. Vanligvis er et skip lite økonomisk etter 15-25 år i bulksegmentet, som en konsekvens av at de andre skipene i flåten blir større over tid. De nye og større skipene vil ha et konkurransefortrinn i form av lavere kostnad per lastetonn. En annen grunn til at skipene blir ulønnsomme etter 15-25 år, er de økte vedlikeholdskostnadene (Stopford, 2009, s. 225). På et punkt vil økt størrelse bli et problem dersom skipet ikke får nok last, tilgang til havner, kanaler, etc. Dog har flere og flere havner nå mulighet til å laste og losse større skip, men det er fremdeles stordriftsulempet knyttet til skipets havnekostnader (Christiansen et al, 2007).



Figur 5 Sammenhengen mellom størrelse av last og kostnad per tonn (Stopford 2009, s. 77)

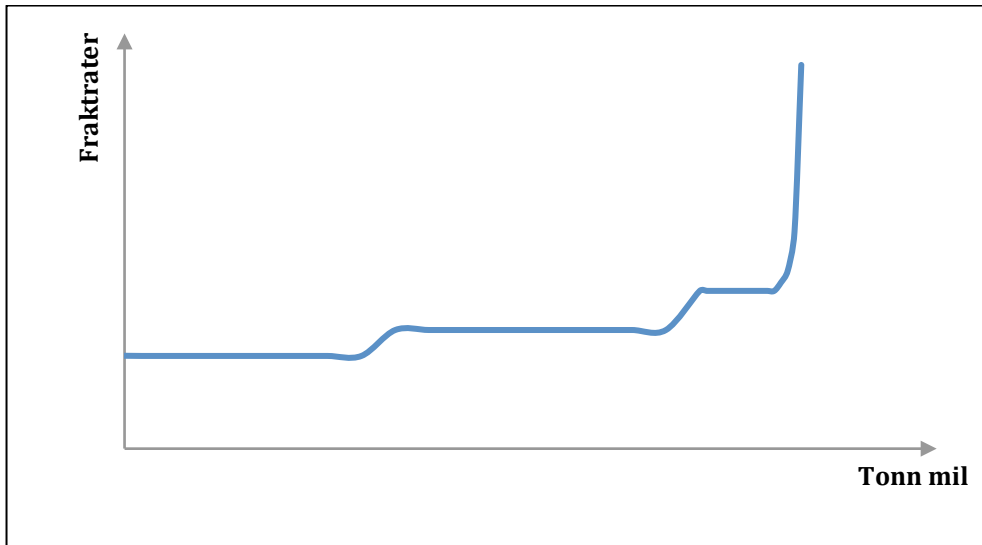
1.2. Fraktmarkedet innenfor bulk shipping

Bulksegmentet klassifiseres ofte som et marked med fullkommen konkurranse (Norman, 1979). Det eksisterer mange mindre aktører, både skipseiere og skipsoperatører, som alene ikke kan påvirke markedsprisen. Aktørene i markedet har kostnadsfritt tilgang til all informasjon gjennom et stort nettverk av aktive skipsmeglere som leverer markedsinformasjon til sine klienter på kontinuerlig basis (Ådland, 2012). I tillegg kan man fritt entre og forlate markedet gjennom et likvid marked for nybygg, skraping og annenhåndssalg (Ådland, 2012). Det finnes likevel noen avvik fra fullkommen konkurranse. Eksempelvis er det transaksjonskostnader i markedet, i tillegg til at vil ta noe tid å entre eller forlate markedet (Ådland, 2012). Selv med et fåtall av avvik, er det generelt akseptert at fraktmarkedet innenfor bulksegmentet er et eksempel på et nesten perfekt marked (Fugleseth & Strandenes, 1997).

1.2.1. Tilbud av sjøtransport

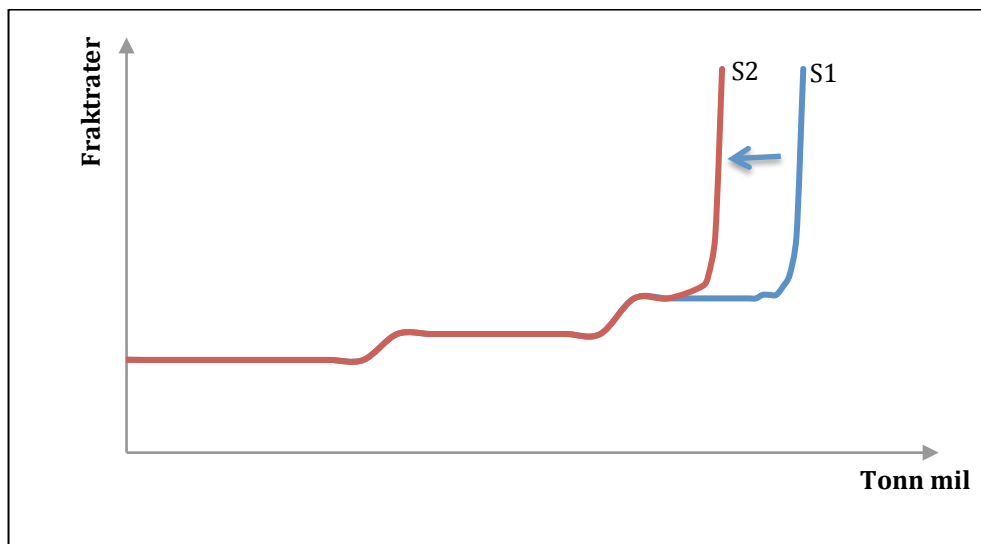
Tilbudskurven på kort sikt illustrerer hvor mye transport som er tilgjengelig gitt ulike fraktrater. Kurven er satt sammen av marginalkostnaden til alle skipene i en bestemt flåte, på en gitt rute. I Ådland og Strandenes (2007) argumenteres det for at korttidstilbudskurven har en tidsramme på en måned. Dette begrunnes ut fra bekvemmelighetsgrunner, samt at man kan ta beslutninger med hensyn til tilbud i løpet av en måned. Tilbudskurven er karakterisert av hvorvidt alle skip er i bruk, altså flåten er fullt utnyttet (Koopmans, 1939). Når alle skipene i flåten er i bruk, kan man på kort sikt kun øke transportmengden ved å utnytte flåten mer effektivt. Dette kan oppnås gjennom høyere fart, kortere tid i havn, kortere ballastreiser eller ved å utsette normalt vedlikehold (Ådland, 2012). Basert på økonomisk teori, bør den marginale skipseieren, gitt frikonkurransesantagelsen, maksimere profitten ved å velge en fart hvor marginalkostnaden er lik fraktraten. Kapitalkostnader og operasjonelle kostnader er irrelevant for hvilket tilbud man vil legge seg på, da disse antas å være konstant når skipet er i bruk. Man må derimot se på reisekostnaden, som påvirkes av å ta en ekstra reise, det er disse kostnaden som antas å være marginalkostnaden (Ådland, 2012). Reisekostnaden inkluderer drivstoffkostnader, meglerkommisjon, i tillegg til havne- og kanalkostnader.

Tilbudskurven er J-formet, illustrert i figur 6. Til høyre er flåten fullt utnyttet og kan ikke på kort sikt levere mer transport enn hva den allerede gjør. Dette gjør at tilbudskurven nesten er perfekt uelastisk. Resultatet av dette kan være høye fraktrater. På motsatt side av skalaen har vi situasjonen hvor tilbudet overgår etterspørselen og tilbudskurven består av flere nærmest perfekt elastiske trinn.



Figur 6 Tilbudskurven

Beveger vi oss fra høyre til venstre i figuren under, viser det første trappetrinnet når de minst kostnadseffektive skipene må gå i opplag. I klassisk litteratur er opplagstidspunktet når skipseieren er indifferent mellom å ha skipet i markedet eller i opplag. Siden det er kostnader knyttet til å ta skipet inn og ut av opplag og å ha det i opplag, må fraktraten være mindre enn de daglige operasjonelle kostnadene minus den daglige opplagskostnaden (Mossin, 1968). Ådland (2012) argumenterer for at raten blir satt av det marginale skipet sin reisekostnad, eller marginalkostnad, i motsetning til klassisk litteratur som hevder at dette er opplagsraten, som nevnt over. Vi kan se i figur 7 hvordan tilbudskurven endrer seg når skip forlater flåten og går i opplag.



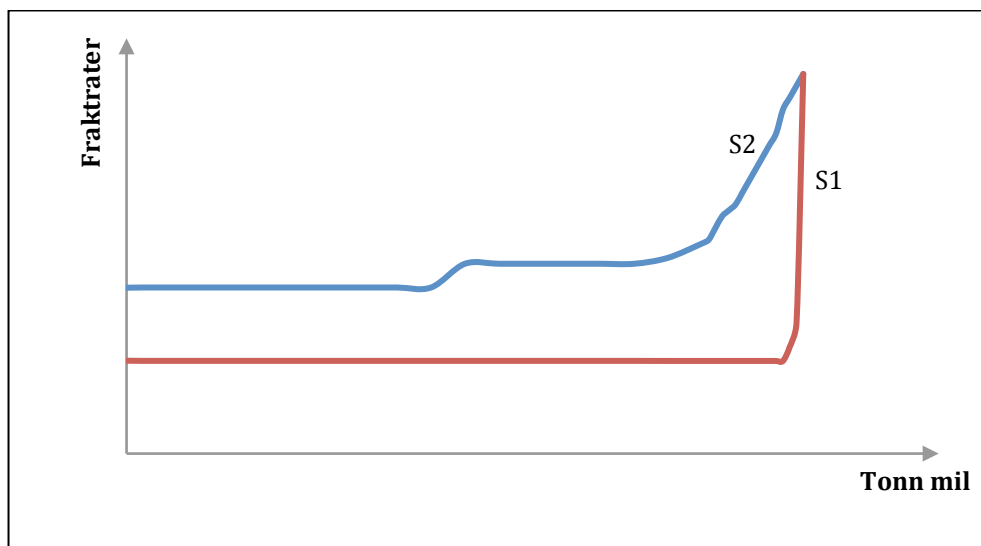
Figur 7 Endring i tilbudskurven når skip går i opplag

Tilbudskurven får en forskyving mot venstre, fra S1 til S2, det tilbys mindre tonn mil. I perioder med lave fraktrater og når overkapasiteten er stor, vil ikke nødvendigvis en økning av skip i opplag påvirke fraktratene. Opplagsbeslutningen blir her betegnet som en effekt av, og ikke årsaken til endring i fraktrater ifølge Ådland (2012). Gjennom empiri finner han at marginalkostnaden til det mest kostnadseffektive skipet setter en nedre grense for fraktrater og at fraktratene i spotmarkedet i perioder på 2-3 uker er under det som etter klassisk litteratur antas å være opplagsrater.

Bunkers og hastighet

Drivstoff er den desidert viktigste kostnaden, og står i dag for rundt 70 prosent av reisekostnaden. Siden kostnaden til drivstoff er en stor andel av de daglige kostnadene for skipseier/befrakter, blir drivstofforbruket ofte hovedfokuset ved utvikling av nye skip. I løpet av 1980-tallet ble drivstoffeffektiviteten forbedret med 25 prosent (Stopford, 2009, s. 40). Drivstofforbruket i 2008 var 40 prosent lavere sammenlignet med drivstofforbruket i 1970, korrigert for ulik fart (Chen et al, 2010). Det lave drivstofforbruket skriver seg til tekniske forbedringer i skipsskroget, fremdriftssystem og forbedringer i motorteknologi (Chen et al, 2010).

I Devanney (2010) blir bunkersprisens påvirkning på fraktrater sett nærmere på. Det blir argumentert for at tilbydere av transport kan tjene på at bunkersprisene øker, og at dette var tilfellet i 2007/2008-boomen. Dersom hele flåten reduserer farten, vil dette føre til et lavere tilbud av transport. For tilbydere av transport er dette positivt fordi fraktratene avhenger blant annet av tilbudet, og i perioder med tilbudsoverskudd kan reduksjon i fart dempe et fall i inntekter (Chen et al. 2010). Bunkersprisene har også påvirkning på fart gjennom en endret tilbudskurve. Skipene har en minimum fart de kan holde, og for at det skal lønne seg å øke farten må inntekten ved å øke farten, og dermed kunne tilby mer transport, overstige den ekstra kostnaden relatert til hastighetsøkningen. Når bunkersprisen er høy, vil det ofte lønne seg å holde farten på et minimum. Dagens svake marked med høye bunkerspriser og lave fraktrater, har ført til at mange skip har senket farten. Eksempelvis har rederiet Wilh. Wilhelmsen spart store summer på å redusere farten til skipene sine. Besparelsen knyttet til lavere drivstofforbruk er såpass stor at det er mer lønnsomt for rederiet å øke kapasiteten ved å investere i flere skip enn å øke farten til eksisterende skip (Ekeseth, 2012). Vi kan illustrere påvirkningen bunkerspriser har på tilbudskurven i figur 8.



Figur 8 Bunkerprisens påvirkning på tilbudskurven

S1 viser tilbudskurven med lav bunkerspris, og denne har en annen tilbudselasticitet enn S2. Vi har, ved S1-kurven, et tilfelle hvor skipene enten er i opplag eller har så

høy fart som mulig. Det er ingen variasjon i fart på grunn av de lave bunkersprisene, enten lønner det seg med høy fart eller så lønner det seg å ta skipet i opplag. S2 viser tilbudskurven med høyere bunkerspriser. Kurvens elastisitet økes gradvis når man beveger seg fra høyre til venstre, som illustrerer at vi her har et fartsintervall. Ved høye priser på bunkers må farten økes litt etter litt når fraktratene øker. Vi ser også at fraktraten må være høyere for at man i det hele tatt skal ønske å tilby transport, da kurven har skiftet horisontalt oppover.

I de tilfeller hvor bunkersprisene er under 100 dollar per tonn er tilbudskurven nesten helt J-formet ifølge Devanney (2010), som så nærmere på det største segmentet innenfor tankermarkedet, VLCC.

Nybygg og skraping

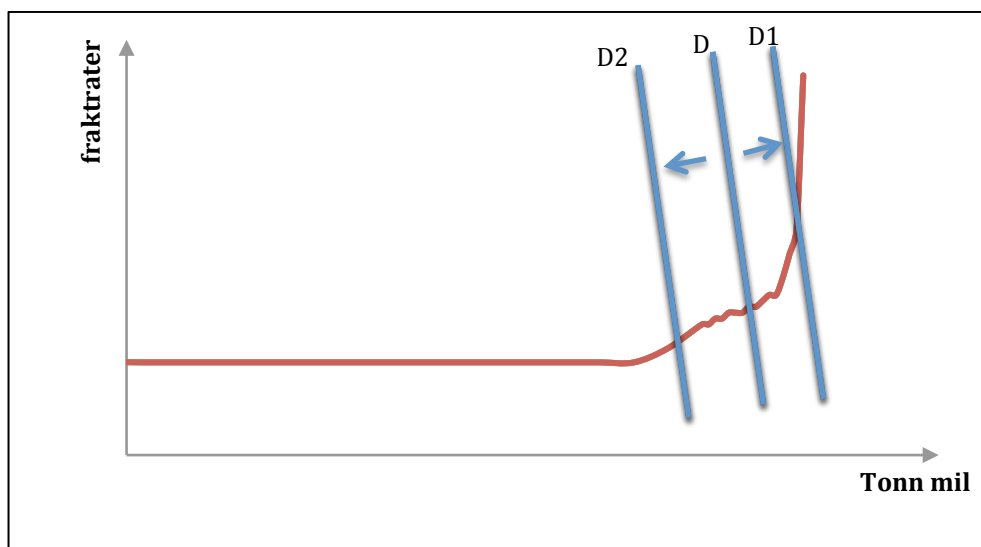
Valg av skipstype, design og investeringstidspunkt er viktige faktorer for skipsinvestorer. Kostnaden ved å drifte eldre skip er ofte større enn ved nyere skip. Dette skyldes høyere vedlikeholdskostnader og drivstofforbruk for eldre skip. Ifølge Spencer (2003, referert til i Chen et al., 2010 s. 305) har det blitt gjort signifikante tekniske innovasjoner innenfor skipsfart, gjennom ny framdriftsteknologi, bedre motorer med lavere vedlikeholdskostnader, automatisert framdrift, ubemannet maskinrom og endret strukturelt design for en bedret sikkerhet og ivaretagelse av miljøet. En skipseier kan øke profitten ved å øke inntekten eller redusere kostnadene. Veenstra og Ludemaz (2006, referert til i Chen et al., 2010 s. 306) viser at lastevolumet, farten og skipets mulighet til å variere lasten er de tre viktigste faktorene for endring i profitt. Disse faktorene skaper dermed grunnlag for endrede tekniske spesifikasjoner.

På verdensbasis finnes det i overkant av 300 store "merchant shipyards," som bygger skip på mer enn 5000 DWT. Leveringstid for nye skip er normalt mellom 18 måneder og 3 år (Stopford, 2009, s. 139). I korttidsperspektivet er tilbudet fast, siden det tar tid å få produsert nye skip. Tilbudet kan reduseres ved å skrape gamle skip. I en situasjon hvor frakttilbudet overgår etterspørselen, kan man se en økning i skip som skrapes. Ved et slikt tilbudsoverskudd begynner ratene å falle og noen skipseiere ser seg tvunget til å selge skip for å bedre likviditeten. Når altfor mange

skip er til salgs, presses prisene på brukte skip ned, og til slutt er beste alternativ for skipseier å selge skipet til skraping fremfor i annenhåndsmarkedet. Ratene stabiliseres da normalt over tid, og man kan begynne gjenopprettelsen. Beslutningen om å skrape skip er relatert til spillteori, da skipseierne har insentiver til å vente og ta sikte på at andre skraper sine skip i stedet (Grenadier, 2000, referert til i Ådland & Strandenes, 2007 s. 199). Betalingsvilligheten for eldre skip på mer enn 15 år, er lav i annenhåndsmarkedet, og det er dermed større sannsynlighet for at eldre skip blir skrapet sammenlignet med yngre skip.

1.2.2. Etterspørsel etter sjøtransport

I en klassisk likevektsøkonomi viser etterspørselskurven forholdet mellom prisen på en vare og mengden forbrukeren er villige til å kjøpe til den gitte prisen. Innenfor shipping er varen frakt, mens prisen er raten for å transportere lasten.



Figur 9 Etterspørsel etter transport

Etterspørselskurven er fallende mot høyre, noe som betyr at etterspørselen faller ved økte priser og motsatt. Ifølge Stopford (2009, s. 140) er det fem faktorer som er avgjørende for etterspørselen etter frakt. Disse faktorene er politiske hendelser, verdensøkonomien, fraktdistanse, struktur i varemarkedene og transportkostnader. Eksempelvis vil en oppgangskonjunktur i verdensøkonomien føre til økt etterspørsel etter transport, og etterspørselskurven skifter mot høyre (fra D til D1) Motsatt kan

lukking av Hormuzstredet, slik Iran truet med å gjøre tidligere i år (Blair, 2012), medføre redusert etterspørsel av frakt, og kurven skifter mot venstre (fra D til D2).

Helningen på kurven avhenger av elastisiteten til etterspørselen og forteller oss hvor sensitiv etterspørselssiden er i forhold til endring i fraktrater. Metaxas (1971, referert til i Lun, 2010, s. 21) har gjort følgende observasjoner i forhold til etterspørsel elastisiteten innenfor shipping:

- Elastisiteten til etterspørselen etter sjøtransport avhenger av elastisiteten til etterspørselen etter varen som fraktes
- Desto lavere andel av totalkostnaden sjøtransport representere, desto mer uelastisk er etterspørselen.
- Etterspørselen etter sjøtransport vil være mer elastisk hvis det enkelt kan byttes ut med alternativ transport
- Etterspørselen etter sjøtransport er ofte uelastisk på kort sikt

Etterspørselskurven innenfor shipping er ofte tilnærmet vertikal (Stopford 2009, s.141), og forskning på området antar ofte at etterspørselen etter frakt på kort sikt er uavhengig av fraktrater (Lensberg og Rasmussen, 1992). Dette skyldes mest sannsynlig mangel på alternativ transport. De som etterspør transport har ofte inngått avtaler om å levere varer og må levere varene uavhengig av kostnad. Motsatt vil ikke nødvendigvis lave rater føre til økt etterspørsel etter frakt. Frakt står ofte for en liten andel av totalkostnaden til en vare, og derfor er etterspørselssiden lite sensitiv i forhold til endring i fraktrater. Annen forskning hevder at elastisiteten til etterspørselen er økende med fraktraten. Gitt at fraktratene blir veldig høy i et bulksegment vil andre skipsstørrelser og typer, eller annen form for transport bli konkurransedyktig (Strandenes, 1981). Man vil starte å se etter varer nærmere sitt eget marked når ratene stiger. I tillegg vil en økt befraktningskostnad gjøre substitutter for den fraktete varen mer attraktivt (Metaxas 1971, referert til i Lun, 2010, s.21).

1.3. Fraktratemodellering innenfor bulk shipping

1.3.1. Introduksjon

Historisk har det vært gjort flere forsøk på å modellere fraktmarkedet innenfor bulk shipping, og man skiller mellom to hovedtilnærminger (Ådland og Strandenes, 2007). Den første tilnærmingen baserer seg på klassisk litteratur, og forsøker å modellere fraktmarkedet i en likevektsmodell. Den andre tilnærmingen forsøker å behandle fraktrateprosessen direkte i et stokastisk rammeverk. At en prosess er stokastisk vil si at den er tilfeldig og en funksjon av tid (Karatzas og Shreve, 1991). I nyere tid har det blitt gjort forsøk på å sammenkoble de to tilnærmingene. I denne delen av oppgaven vil vi presentere tidligere modeller for fraktrateprosessen.

1.3.2. Likevektsmodellering av fraktmarkedet

Den første tilnærmingen til fraktrateprosessen baserer seg på klassisk teori (Koopman, 1939; Zannetos, 1966), og forsøker å modellere fraktmarkedet i et likevektsrammeverk. Som nevnt tidligere, anses fraktmarkedet innenfor bulk shipping ofte som et perfekt marked, hvor koblingen mellom tilbuds- og etterspørselssiden i markedet setter fraktraten (Ådland, 2012).

I likevektsmodeller av fraktmarkedet behandles ofte etterspørselssiden på et aggregert nivå, hvor man benytter data for import og eksport av varer for å estimere etterspørselen etter frakt (Birkeland, 1998). Fullstendige data vedrørende etterspørselssiden i fraktmarkedet vil aldri være tilgjengelig, og man er nødt å basere seg på antagelser for å estimere etterspørselen (Ådland og Strandenes, 2007). Tilbudssiden i markedet blir studert mer i detalj, ved å innhente data for alle skipene i en bestemt flåte (Strandenes, 1986; Evans, 1994). Deretter utledes den kortsiktige tilbudskurven ved å kalkulere marginalkostnaden til alle skipene i flåten på en bestemt rute. Den kortsiktige tilbudskurven viser mengden transport tilbudt til en gitt rate (Ådland, 2012). I modellene er tilbudssiden sensitiv for endring i fraktrater med tanke på flåten sin effektivitet (Birkeland, 1998). Norman og Wergeland (1981) har for eksempel utviklet en likevektsmodell for tankermarkedet kalt *Nortank*. I modellen avhenger flåtekapasiteten av antall skip i arbeid, lastegrad, antall rundreiser per måned og gjennomsnittlig transportdistanse. De nevnte variablene avhenger av frakratenivået. I gode tider øker effektiviteten til flåten, ettersom aktørene ønsker å

frakte mest mulig last til høye fraktrater. Dette gjøres ved å øke farten til skipene, bruke mindre tid i havn og øke lastegraden. Motsatt vil svake markeder medføre at skipseier aksepterer en lavere lastegrad, flere skip er i opplag, og skipene senker farten for å redusere drivstoffkostnader.

Problemet med å behandle fraktmarkedet i en likevektsmodell er som nevnt at man baserer seg på en lite oversiktlig etterspørselsside, og man må derfor ta forutsetninger vedrørende etterspørselssiden av markedet. I tillegg må man basere seg på et stort antall variabler som er vanskelig å få tilgang til for å estimere tilbudskurven (Ådland og Strandenes, 2007). Dette inkluderer fartsintervall for skipene i flåten, lastegrad, dager skipene benytter i havn osv. Videre inkluderer modellene et større antall simultane økonometriske ligninger, og svake økonometriske sammenhenger (Birkeland, 1998). Den estimerte fraktrateprosessen er et resultat av inputvariablene, noe som gjør at tilnærmingen ikke klarer å fange opp volatiliteten og uforutsigbarheten innenfor shipping (Ådland og Strandenes, 2007). Nyere forskning (Ådland, 2012) viser at spot fraktrater ofte ligger over marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten over lengre tidsintervall og resultatet indikerer at likevektsmodeller er dårlig egnet til å forklare dynamikken i fraktmarkedet i perioder hvor fraktrater overgår marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten. Økonomisk teori sier lite om hva som skjer i perioder hvor fraktraten er større en marginalkostnaden til det minst effektive skipet. Det som fremgår er at fraktratenivået da bestemmes ut fra auksjon, hvor kjøpere med høyest betalingsvillighet vinner den ledige kapasiteten (Stopford 2009, s. 173)

1.3.3. Stokastisk modellering av fraktmarkedet

En annen tilnærming til fraktrateprosessen innebærer å behandle fraktrater direkte i et stokastisk rammeverk, uten å studere flåten i nærmere detalj (Ådland og Cullinane, 2005). Fokuset i litteraturen har vært rettet mot å finne en stokastisk prosess som stemmer overens med historiske tidsserier for fraktrater. Bjerksund og Ekern (1995) hevder at en aritmetisk Ornstein-Uhlenbeck (heretter kalt O-U) prosess er passende til å beskrive fraktrateprosessen. Denne prosessen inkluderer mean-reversion som tar hensyn til kapasitetsjusteringer innenfor shippingbransjen. Sterke marked vil føre til at nye skip entrer markedet, mens svake marked gjør at aktørene i

markedet skraper eksisterende skip. Begge tilfellene påvirker tilbudskurven, som i neste omgang påvirker fraktraten. Dermed antas det at fraktrater vil fluktuere rundt et langsiktig likevektsnivå, og det er dette som menes med mean-reversion. Problemet med å benytte en O-U prosess er at den ikke har en nedre grense, og kan dermed resultere i negative fraktrater. Tvedt (1995) bygger videre på Bjerksund og Ekern sitt studie, og beskriver fraktrateprosessen ved hjelp av en geometrisk mean-reversion prosess. Ved å benytte logaritmisk form, unngår man problemet med negative fraktrater. I tillegg tar prosessen hensyn til at fraktrater ofte forblir på et moderat nivå over lengre tid med lav volatilitet, etterfulgt av en kort periode med høye rater og høy volatilitet.

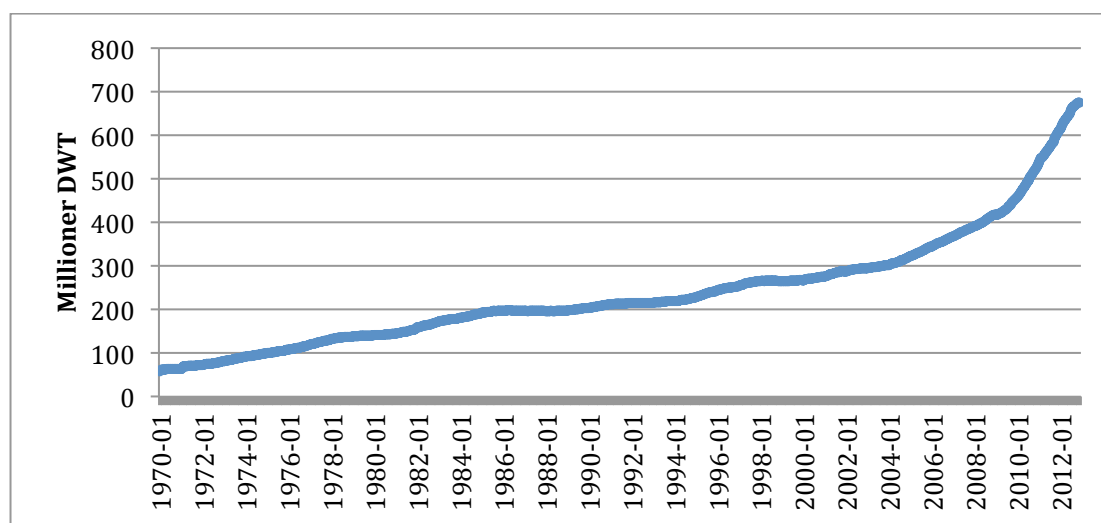
Problemet med å behandle fraktrater direkte i et stokastisk rammeverk er at man utelukker all informasjon som ikke er inkludert i historiske tidsserier. Dermed ekskluderes informasjon vedrørende dagens flåte som trolig vil ha påvirkning på fraktratedynamikken videre (Ådland og Strandenes, 2007). Eksempelvis tar ikke rene stokastiske modeller hensyn til aldersprofilen til flåten, størrelse på ordreboken, osv. Fordelen ved å benytte en stokastisk tilnærming fremfor en likevektsmodell er at man evner å fange opp den volatile og uforutsigbare naturen innenfor shipping (Ådland og Strandenes, 2007).

1.3.4. Stokastisk likevektsmodellering av fraktmarkedet

Det har i den senere tid blitt gjort forsøk på å forene de overnevnte tilnærmingene til fraktrateprosessen. Lensberg og Rasmussen (1992) har utviklet en modell for tankersegmentet, hvor de inkluderer de fire shippingmarkedene (nybygg av skip, skraping av skip, annenhåndsmarkedet for skip og frakt) i et likevektsrammeverk. De inkluderer usikkerhet i modellen ved å la etterspørselen etter frakt av olje følge en stokastisk prosess som avhenger av prisutviklingen på olje. Oljeprisen antas å følge en Markov kjede med tre mulige tilstander (lav-medium-høy). Denne tilnærmingen har fått kritikk ettersom det ikke er nærliggende å anta at etterspørselen etter frakt av olje er sterkt korrelert med prisen på olje på lengre sikt (Ådland og Strandenes, 2007). Økt oljepris kan skyldes redusert tilbud, og ikke nødvendigvis økt etterspørsel. I tillegg har den diskrete modellen til Lensberg og Rasmussen et tidsintervall på to år, og klarer dermed ikke å fange opp kortsiktig beslutninger som

skraping av skip. Tvedt (2003) har senere forsøkt å bygge bro mellom de to tilnærmingene hvor han studerer tilbud og etterspørsel etter frakt av olje, og markedene for nybygg og skraping. Problemet med denne modellen er at den er veldig teoretisk, ved å anta at skraping vil være en fast andel av størrelsen på flåten. I tillegg kan antall nybygg kun innta to verdier (lav-høy) i forhold til kapasiteten til verftene. Ådland og Strandenes (2007) er oss bekjent det siste bidraget til foreningen av et stokastisk rammeverk med en tilbud/etterspørsel tilnærming. De har utviklet en stokastisk partiell likevektsmodell, hvor de utleder funksjoner for skraping og kontraktinngåelse, som antas å være avhengig av fundamentale markedsforhold som for eksempel fraktrater og størrelse på ordreboken.

Svakheten med tidligere forsøk på å forene stokastiske rammeverk med en likevektstankegang, er at de baserer seg på en lite observerbar etterspørselsside, og dermed må gjøre antagelser vedrørende denne siden av markedet. Et annet «problem» er at tidligere modeller er konstruert for tankermarkedet, et historisk stabilt marked med tanke på skraping, kontrahering og sammensetning av flåten. I dette markedet er derfor historiske data muligens også representativ for fremtiden. Modellene for tankermarkedet er ikke nødvendigvis anvendbare for andre shippingsegment som ikke har vært like stabile historisk i forhold til skraping og kontrahering. Eksempelvis illustrerer figur 10 at lastekapasiteten til tørrbulk flåten har økt enormt de siste årene, hvorav veksten skyldes både flere og større skip (Platou, 2012).



Figur 10 Flåtekapasiteten til tørrbulk 1970-2012 i millioner DWT

1.3.5. Stokastisk tre-faktor modell for fraktmarkedet

For å eliminere svakhetene med de overnevnte modellene har vi forsøkt å konstruere en stokastisk modell for fraktmarkedet innenfor bulk shipping, som i tillegg tar hensyn til informasjon vedrørende tilbudssiden av markedet. Ved å behandle fraktrateprosessen i et stokastisk rammeverk klarer man å fange opp den stokastiske og volatile naturen innenfor shipping. En annen fordel er at man ikke behøver å modellere etterspørselssiden direkte, og slipper dermed å basere seg på ufullstendige etterspørselsdata.

I utledning av modellen vil vi studere historiske tilbudskurver og hvordan fraktrater har oppført seg i forhold til skipene sin marginalkostnad. For å kunne estimere marginalkostnaden til skipene i flåten over tid, er man nødt å ta utgangspunkt i en spesifikk rute og en bestemt flåte. Hvorvidt man kan analysere et shippingsegment isolert har det vært forsket på tidligere. Glen (1990) sier at den store spredningen i skipsstørrelse gjør at skipene ikke konkurrerer på de samme rutene ettersom det eksisterer størrelsesbegrensninger knyttet til havner og kanaler. Strandenes (1981) hevder at endringer i tilbud/etterspørsel i en delsektor påvirker andre delsektorer, og sier dermed at de ulike sektorene er integrert. I denne oppgaven antas det at skipene i ett segment ikke er i direkte konkurranse med skip i større eller mindre segment. Denne antagelsen er basert på at skip som nevnt har stordriftsfordeler, og dermed ikke er i direkte konkurranse om den samme lasten. I sterke fraktmarked vil derimot fraktraten ofte presses så høyt at mindre skip blir konkurransedyktig (Ådland, 2012).

I den neste delen av oppgaven vil vi presentere ruten og flåten vi har basert oss på, og hvilke data som er benyttet i utledningen av modellen. I tillegg vil vi forklare hvor informasjonen er innhentet og behandlet. Deretter vil modellen konstrueres, før vi avslutningsvis benytter modellen på en utvalgt problemstilling.

2. Data og metode

2.1. Datasettet

2.1.1. Flåte

Segmentet vi har valgt er Handymax tørrbulk, som er skip i størrelsesintervallet 40 000 – 60 000 DWT. Alle data vedrørende dagens flåte, 26. september 2012, og informasjon om skip som har forlatt flåten i perioden januar 1990 til september 2012, har vi hentet fra Clarksons Shipping Intelligence Network, som er et databaseprodukt levert av Clarkson Research Limited.

Hele Handymax-flåten bestod 26. september 2012 av 2 642 skip. Historisk har 420 skip forlatt flåten siden januar 1990. Dataene fra Clarksons inkluderer blant annet DWT, volum (heretter kalt GRT), designfart, drivstofforbruk, byggeår og motorstørrelse for skipene i flåten. I de tilfellene hvor drivstofforbruk manglet, sammenlignet vi med tilsvarende skip basert på DWT, byggeår, motorstørrelse og fart. Opprinnelig forsøkte vi å finne en sammenheng mellom drivstofforbruket og de øvrige variablene ved å utføre regresjonsanalyse. Denne tilnærmingen fungerte derimot dårlig ettersom sammenhengen mellom variablene var svake. Ideelt sett burde vi ha ekskludert skip som ikke opererer i internasjonale farvann, og dermed ikke er i konkurranse med skipene vi skal se nærmere på senere i oppgaven. Siden vi ikke vet hvilke skip dette er, har vi ikke hatt mulighet til å fjerne dem fra datasettet.

2.1.2. Rute

Gjennom kontakt med Grieg Star har vi valgt en rute som går fra Vancouver i Canada til Tynemouth i Storbritannia, gjennom Panamakanalen. Grieg Star er et shippingsselskap med hovedbase i Bergen, og er en av de største aktørene på open-hatch markedet. Nylig har de også anskaffet et par konvensjonelle bulkskip. På reisen fra Vancouver til Tynemouth, er det hovedsakelig trepellets som fraktes. Skipene går ikke i retur samme veien, ettersom det ikke er lønnsomt å seile i ballast gjennom Panamakanalen. Det er få bulkskip som har en spesifikk rute de tar frem og tilbake ifølge operatør hos Grieg Star. Dermed har vi valgt å se på reisen Shanghai-Vancouver-Tynemouth, og betrakter denne reisen som en rundtur hvor skipet seiler i ballast fra Shanghai til Vancouver, og videre med last fra Vancouver til

Tynemouth. I virkeligheten ville rundreisen inkludert flere reiser, for eksempel hvor skipet seiler i ballast til Sør-Amerika og med last fra Brasil til Shanghai. Den totale reiseavstanden fra Shanghai til Tynemouth, via Vancouver, er 14.240 nautiske mil, hvorav reisen mellom Shanghai og Vancouver utgjør 5.100 nautiske mil. Denne informasjonen har vi innhentet fra Grieg Star. Den aktuelle reisen er illustrert i figur 11.



Figur 11: Ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth. Illustrasjon hentet fra Axmarine.com

Denne reisen tar rundt to måneder å gjennomføre, og dermed vil tidsstegene i den diskrete modellen vi senere skal utlede være på to måneder. De variable kostnadene på reisen, reisekostnaden, kan fordeles i fire; kommisjon, havne-, kanal- og bunkerskostnad.

Bunkerskostnad

Drivstoff er den desidert viktigste posten under reisekostnader, og andelen har økt betraktelig de siste årene som en konsekvens av økte priser på drivstoff. Ifølge Grieg Star fyller skipene drivstoff 380 cst i Vancouver og Singapore på den aktuelle ruten, samt lavsvovel drivstoff i Falmouth på grunn av restriksjoner til utslipp i Nordsjøen. Singapore er valgt som bunkringsdestinasjon fordi prisen på drivstoff ligger lavere der enn i Shanghai. Ved innleie av skip, eller bruk av egne skip, ordnes det slik at skipene på vei inn med last til Shanghai, bunkrer i Singapore, slik at skipet har nok drivstoff til å ta reisen til Vancouver. Vi har dessverre ikke tilgang til tidsserier for historisk bunkerspriser i Vancouver, og antar dermed at prisen for drivstoff er den samme i Singapore og Vancouver. Videre finnes det heller ingen historiske data for

prisen på lavsvovel drivstoff, og som en forenkling ser vi dermed bort fra denne ekstra kostnaden og antar at skipene bruker 380 cst standard på hele reisen. Kostnader knyttet til drivstofforbruk i havn, drivstoff til hjelpemotor, smøreolje og diverse andre mindre kostnader forbundet med skipets fremdrift fra punkt A til B, vil også bli sett bort fra for samtlige skip i flåten.

Havnekostnader

På reisen fra Shanghai-Vancouver-Tynemouth, vil skipet lastes i Vancouver og losses i Tynemouth. Kostnader som faller inn under begrepet havnekostnader er blant annet agentonorar, terminalavgift, fortøyningskostnader, taubåt og los. For havnekostnader, har vi tatt utgangspunkt i historiske data fra Grieg Stae tilbake til 2008 for Vancouver og Tynemouth. Dataene inkluderer havnekostnader for 40 ulike Handymax skip, hvorav det finnes data for 10 av over flere år. Det hadde vært ønskelig med data lengre tilbake i tid, for å se på trenden, men det har vi dessverre ikke tilgang til.

I datasettet tilbake til 2008, har det ikke vært en signifikant årlig vekst i havnekostnadene, og for enkelhets skyld setter vi disse til en gjennomsnittlig kostnad per dødvektstonn. Den konstante havnekostnaden per dødvektstonn kan også begrunnes ut fra effektivisering i havnesystemer og optimalisering av lastekraner. Videre har vi i teoridelen konstatert at det foreløpig ikke kan sies å være skalafordeler knyttet til havnekostnader. Ved å ta kostnaden som Grieg Star har hatt og fordele dem på de ulike skipenes dødvekt, har vi kommet frem til en havnekostnad i Vancouver på 1,03 dollar per DWT og en havnekostnad på 2,38 dollar per DWT i Tynemouth, som antas å være lik både i fortid og fremtid.

Kanalkostnader

Reisen fra Canada til Storbritannia går gjennom Panamakanalen, hvilket er tidsbesparende i forhold til å dra rundt Sør Amerika. Panamakanalen er en 77 kilometer lang kanal gjennom Panama, som knytter sammen Atlanterhavet og Stillehavet. Kostnadsdriver i kanalen er GRT og kostnaden vil også variere i

forholdet til om skipene har last². Vi har også fått oversikt over de faktiske kanalkostnadene Grieg Star har hatt i løpet av de siste to årene for ti ulike skip. Som en forenkling har vi satt en kostnad per DWT. Gjennom regresjonsanalyse finner vi en korrelasjon på 0,62, hvilket tilsier at det er samvariasjon mellom DWT og GRT.

Tabell 1 Korrelasjon DWT og GRT

		GRT	DWT
GRT	Pearson Korrelasjon	1	0,617**
	Sig (2-halet)		0.000
	N	2645	2645
DWT	Pearson Korrelasjon	0,617**	1
	Sig (2-halet)	0.000	
	N	2645	2645

** Korrelasjonen er signifikant på 1 prosentsnivå (2-halet)

Kostnaden per DWT beregnes til å være 3,4 dollar basert på dataene fra Grieg Star, og antas å være fast både framover og bakover i tid på lik linje med havnekostnadene.

Kommisjon

Kommisjon er en kostnad som må betales til megler i forbindelse med at vedkommende skaffer last, og den beregnes som en prosentandel av fraktinntektene. Meglerkommisjonen antas å være fem prosent, som er den samme kommisjonen Baltic Exchange benytter i kalkuleringen av sine fraktrater. Baltic Exchange vil presenteres i neste delkapittel.

2.1.3. Fraktrater

For fraktratene har vi tatt utgangspunkt i Baltic Exchange Index sine Trip Charter rater, hvor ratene er en daglig kostnad for å leie skipet på en gitt rute. Før vi går inn på beregningen av de ulike ratene, ønsker vi å gi en kort innføring i Baltic Exchange Index.

² <http://www.pancanal.com/eng/op/tolls.html>

Baltic Exchange Index

Gjennom et panel av ulike skipsmeglere, leverer Baltic Exchange daglige vurderinger av Time Charter rater på mer enn 50 ulike ruter, både innenfor tørrlast og flytende last. Selskapet hevder at deres vurdering er uavhengig og objektiv³. Den første indeksen ble publisert i 1985 og inneholdt 13 ulike ruter.

Fraktrateberegning

Clarkson har spot fraktrater fra Baltic Exchange Index tilbake til år 2000. I tidsperioden har indeksen blitt forandret, hvor forandringen innebærer at Baltic Exchange Handy Index utgikk i 2005 og ble erstattet med Baltic Exchange Supramax Index. Størrelsen på skipet som ble brukt for beregning av rater i den opprinnelige indeksen var 43 000 DWT, til sammenligning er skipsstørrelsen brukt i Supramax indeksen 52 454 DWT. Forutsetningene bak de to indeksene er vist i appendiks 1. Rutene i indeksene er i stor grad like, med et par tillegg i den nye indeksen. I samtale med Grieg Star har vi kommet frem til at rute tre er sammenlignbar med ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth. Rute tre har levering i Japan/Sør Korea med tilbakelevering ved Gibraltar/Skaw. Reisetiden er i samsvar med ruten vi har valgt, rundt to måneder. Vi har brukt månedlige Trip Charter-ratene fra indeksen og omgjort dem til rater i dollar per tonn basis ved bruk av formel 1 (TCE), som viser dekningsbidraget per dag ved å gjennomføre en bestemt reise. Det antas i oppgaven at alle skipene i flåten oppnår den samme dollar per tonn raten. Ettersom vi studerer en gitt flåte med et begrenset størrelsesintervall er dette en rimelig forutsetning. Skip som er mye større, for eksempel Capesize, vil sannsynligvis få en lavere rate i dollar per tonn. Formelen for TCE er gitt som følger (Ådland, 2012):

$$TCE = \frac{L * R(1 - C) - FC - PC}{T} \quad (1)$$

- L* er lastestørrelse (DWT x lastegrad)
- R* spot fraktraten per reise oppgitt i dollar per tonn
- C* meglerkommisjon oppgitt i prosent
- FC* drivstoffkostnader per reise

³ <http://www.balticexchange.com/default.asp?action=article&ID=42>

PC totale havne- og kanalkostnader per reise

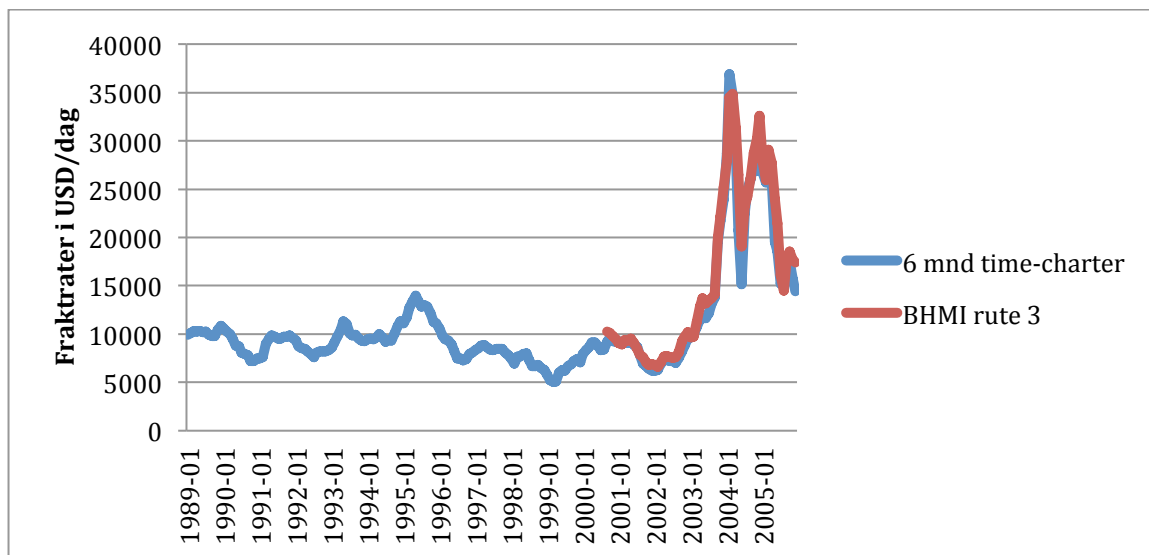
T reisen sin varighet (inkludert dager med last, ballast og i havn)

I vår ligning er R den ukjente variabelen, og ved å endre på formel 1, får man følgende ligning for spot fraktrate i dollar per tonn:

$$R = \frac{TCE \times T + FC + PC}{L(1 - C)} \quad (2)$$

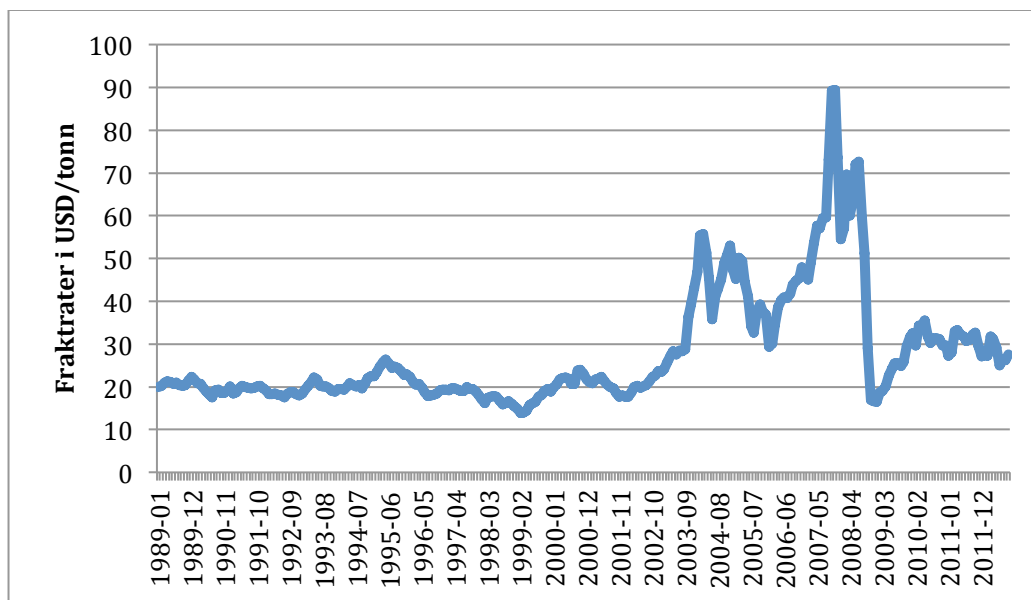
I beregningen av spot fraktrater har vi tatt i betraktning at skipene har ulik lastekapasitet. Vi har identifisert skipene bak forutsetningene for Handy og Supramax indeksen i flåtedataene fra Clarkson. Ut fra informasjonen om hastighet og med innkalkulering av 5 prosent sjømargin, hvilket betyr at man tar hensyn til værforhold (vind, strømmer, bølger, osv.), har vi beregnet reisetiden for de to skipene. I begge tilfeller ble reisetiden 53 dager. Ved beregningen av kostnad for Panamakanalen og havnekostnad i Tynemouth og Vancouver ble de tidligere kalkulerede kostnadene per DWT brukt, og havne- og kanalkostnaden ble dermed ulike for skipene bak forutsetningene for Handy og Supramax indeksen. De historiske bunkerskostnadene for Singapore har blitt brukt for å beregne drivstoffkostnaden på reisen, hvor drivstofforbruket er estimert på bakgrunn av skipenes forbruk ved designfart. For et selskap som faktureres i ulike valuta gjennom å operere i ulike land, vil valuta ha betydning for kostnadene. Selv om havnekostnaden i Tynemouth holdes konstant over tid, vil ikke det si at kostnaden blir den samme for skipseier eller befrakter. Valutarisikoen bør tas med i betraktning, men vi ser bort ifra dette i denne oppgaven. I realiteten kan aktørene sikre seg gjennom for eksempel bruk av derivater.

For bedre å kunne forklare sammenhenger har vi valgt å forlenge tidsserien tilbake til januar 1989, ved å inkludere Clarksons egne 6-månedlige time charter rater for et 45 000 DWT skip. Ratene er i høy grad overlappende med Baltic Exchange Handy Index, som illustrert i figur 12. Vi legger for enkelthets skyld til grunn de samme forutsetningene bak reisekostnadene som for skipet i Baltic Exchange Handy Indexen for å kunne estimere en dollar per tonn rate.



Figur 12 BHMI rute 3 og 6 mnd time-charter 45 000 DWT

I figur 13 er de kalkulerede fraktratene på ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth, i dollar per tonn, illustrert i en sammenhengende tidsserie. Den viser at ratene jevnt over fluktuerte rundt 20 dollar per tonn frem til midten av 2002, da de begynte å stige. Etter den siste toppen i 2008, falt raten og har deretter holdt seg på et lavere nivå.



Figur 13 Kalkulerede fraktrater i dollar per tonn 1989-2012, på ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth

2.2. Metode

2.2.1. Regresjonsanalyse

For å kunne estimere parameterne til ulike prosesser i modellen, har vi tatt i bruk lineær regresjon. Regresjonsanalyse er en av mange statistiske metoder som benyttes for å studere og evaluere sammenhengen mellom en eller flere uavhengige variabler $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ og en avhengig kontinuerlig variabel Y (Gripsrud, 2004). Man kan aldri bevise årsakssammenhenger med regresjonsanalyse, men teste hvorvidt mulige sammenhenger er signifikant forskjellig fra null. Signifikans beskriver hvorvidt et resultat er tilfeldig eller ikke. Er sammenhengen signifikant, forskjellig fra null, er resultatet trolig ikke tilfeldig, og man kan benytte regresjonsanalyse til å predikere Y for forskjellige verdier av $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ (Gripsrud, 2004). I denne oppgaven har vi benyttet enkel regresjonsanalyse, hvor man lar variasjonen i Y være forklart av en uavhengig variabel X_1 . Ved å anta at sammenhengen er lineær, kan man fremstille modellen slik:

$$Y = \beta_0 + \beta X_1 + \varepsilon \quad (3)$$

β_0 og β_1 er ukjente parametere som representerer henholdsvis konstantleddet og stigningstallet. Det er disse koeffisientene man ønsker å bestemme gjennom å ta i bruk regresjonsanalyse. Ettersom vi har valgt kun å benytte én uavhengig variabel, vil modellen ikke klare å forklare all variasjonen i Y . ε symboliserer et tilfeldig forstyrrelsesledd (feilledd), og ved å inkludere ε i modellen tar man hensyn til at det eksisterer uforklart variasjon (Gripsrud, 2004). I oppgaven har vi benyttet estimeringsmetoden Minste Kvadrats Metode (heretter kalt MKM) til å estimere parameterne, hvor man finner frem til estimater som er slik at summen av de kvadrerte differansene $\sum (Y_i - (\beta_0 + \beta X_1))^2$ blir så liten som mulig. Den lineære regresjonsmodellen bygger på seks statistiske antagelser, som må være oppfylt for at man skal kunne stole på at resultatene er riktige. I denne oppgaven har vi benyttet dataprogrammet SPSS til å gjennomføre regresjonsanalysene. I programmet eksisterer det ulike metoder for å teste hvorvidt de overnevnte antagelsene er tilstede. Antagelsene er som følger:

1. Forstyrrelsesleddet, ε , skal være gjennomsnittlig lik 0. Denne forutsetningen er ikke et problem i praksis, og vil ikke bli nærmere drøftet i oppgaven.
2. Fravær av heteroskedastisitet: Variansen til forstyrrelsesleddet skal være konstant. Heteroskedastisitet kan testes visuelt, ved å plote feilledet ε mot Y . Dersom det ikke er noe systematisk mønster i plottet, er sannsynligvis ikke heteroskedastisitet et problem (Gripsrud, 2004). Eksisterer det et systematisk mønster i plottet vil vi gjennomføre en Breusch-Pagan test, hvor nullhypotesen er at det er homoskedastisitet. Heteroskedastisitet er først og fremst et problem ved bruk av tverrsnittdata, og forekommer sjeldnere i tidsseriedata. Når heteroskedastisitet er tilstede, vil ikke MKM-estimatene lenger være "effisiente", hvilket betyr at de nødvendigvis ikke er estimater med minimal varians.
3. Fravær av autokorrelasjon: Forstyrrelsesleddet fra en observasjon er uavhengig av forstyrrelsesleddet fra en annen observasjon. Dette er ofte et problem ved tidsseriedata, og kan få sammenhengene til å virke mer signifikante enn de faktisk er. Autokorrelasjon kan avdekkes ved å gjennomføre en Durbin-Watson test. Verdier for Durbin-Watson (heretter kalt DW) går fra 0 til 4. En tommelfingerregel er at en DW nær 2 indikerer fravær av autokorrelasjon, en DW høyere enn 2 indikerer negativ autokorrelasjon, og en DW lavere enn 2 indikerer positiv autokorrelasjon. Ettersom vi har laggede verdier, vil DW ha en skjevhet mot 2, og det kan eksistere autokorrelasjon selv om vi kalkulerer en DW nært 2. Laggede verdier vil si at man estimerer en variabel basert på tidligere verdier av variabelen. Derfor har vi benyttet en Durbin h test, hvor nullhypotesen er at det ikke eksisterer autokorrelasjon. Ved å sette kritisk nivå til 5 prosent, vil en Durbin h verdi større enn 1,65 medføre at man forkaster nullhypotesen om ingen autokorrelasjon.
4. Forstyrrelsesleddet skal være normalfordelt. Denne forutsetningen testes visuelt gjennom å studere fordelingen av feilleddene.
5. Ligningen skal være lineær i koeffisientene. Denne forutsetningen kan testes visuelt, ved å studere regresjonsligningen før en foretar selve analysen.

6. Fravær av multikollinearitet: Ingen forklaringsvariabel kan være en lineær kombinasjon av andre forklaringsvariabler. Denne forutsetningen gjelder kun for multippel regresjonsanalyse, hvor man har flere uavhengige variabler, og er derfor ikke interessant i vårt tilfelle.

Videre i oppgaven vil vi teste hvorvidt forutsetningene for å benytte regresjon er innfridd og kommentere tilfeller hvor forutsetningene ikke er oppfylt. I neste kapittel vil modellen utledes, og vi vil forklare nærmere hvilke prosesser som er valgt, og hvordan regresjonsanalyse er benyttet til å estimere parameterne til de ulike prosessene.

3. Stokastisk tre-faktor modell for fraktmarkedet

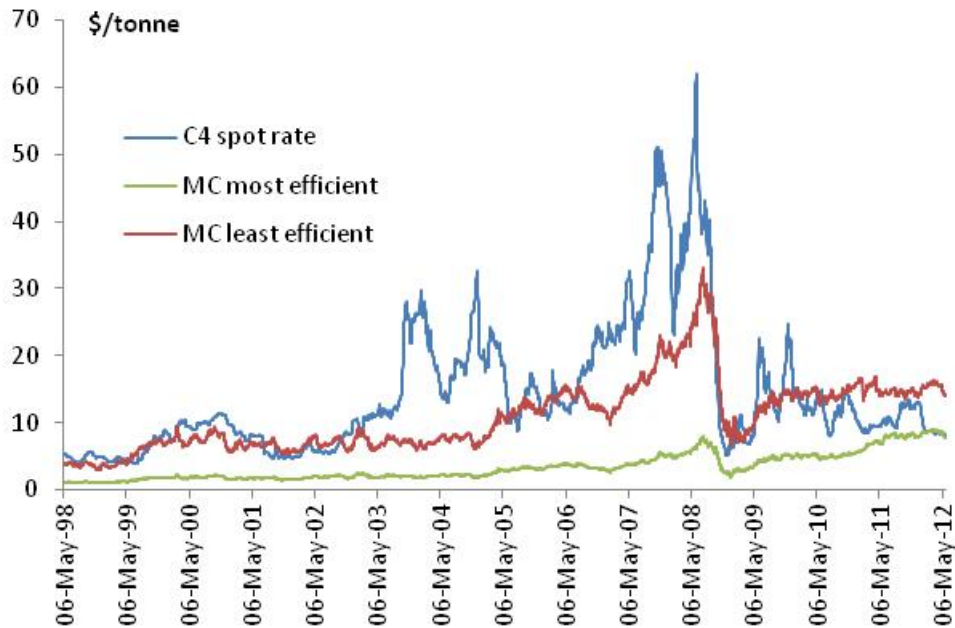
3.1. Introduksjon

I denne delen av oppgaven vil vi presentere vår modell for fraktmarkedet innenfor bulk shipping. Kapittelet er delt i tre. Først vil vi presentere forskningen som er bakgrunn for modellen, deretter vil modellen utledes, før vi til slutt diskuterer styrker og svakheter ved den konstruerte modellen.

3.2. Bakgrunn for modell

Vår modell for fraktmarkedet er bygget på en artikkel av Roar Ådland (2012). I artikkelen estimerer Ådland daglige tilbudskurver for Capesize flåten på ruten mellom Sør-Afrika og Rotterdam i perioden mai 1998 til mai 2012, og studerer hvordan spot fraktrater oppfører seg i forhold til skipene i flåten sin marginalkostnad. Gitt at marginalkostnaden til skipene i flåten setter spot fraktraten, vil spot fraktraten alltid befinne seg innenfor nedre og øvre del av tilbudskurven. Sagt med andre ord, ifølge klassisk tilbud/etterspørsel teori, vil marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten sette en nedre grense for spot fraktraten, mens marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten vil sette en øvre grense.

Ådland viser i artikkelen at spot fraktraten aldri faller under marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten, et funn som stemmer overens med klassisk likevektsteori. Spot fraktraten ligger derimot over marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten 54 prosent av tiden. Dette indikerer at tilbud/etterspørsel modeller muligens er dårlig egnet til å forklare dynamikken i fraktmarkedet rundt 50 prosent av tiden. Funnet er ikke nødvendigvis et brudd på økonomisk teori, men viser at skipseiere i gode tider kan få en inntjening utover reisekostnader som gir en økonomisk profitt, i tillegg til å dekke operasjonelle kostnader og kapitalkostnader. Et annet interessant funn i studiet, er at spot fraktraten alltid befinner seg innenfor øvre og nedre del av tilbudskurven i tider hvor tilbudet av frakt er for stort i forhold til etterspørselen. Dermed evner likevektmodeller å beskrive fraktmarkedet i tider med for mange skip i flåten. I studiet gjelder dette perioden fra og med januar 2011, frem til juni 2012. Resultatet av Ådland sin studie er illustrert i figur 14.



Figur 14: Spot fraktrater VS marginalkostnad. Illustrasjon hentet fra Ådland (2012).

Videre studerer Ådland hvordan teknologisk utvikling i perioden mai 1998 til mai 2012 har bidratt til å senke marginalkostnaden til skipene i Capesize flåten. Ved å holde bunkersprisen konstant gjennom perioden, klarer han å avdekke hvilken del av endringen i marginalkostnad som skyldes ny og forbedret teknologi. Han finner at den gjennomsnittlige marginalkostnaden til flåten har falt med rundt en prosent årlig de siste 14 årene, men hvor endringen de siste fem årene har vært nesten fraværende. Fallet i det minst effektive skipet sin marginalkostnad, som følge av teknologisk utvikling, har vært større gjennom perioden, med et fall på rundt 37 prosent. En tidobling i bunkerspris i samme perioden har derimot mer enn utjevnet kostnadsbesparelsen knyttet til ny teknologi, og ført til inflasjon i den underliggende trenden, gitt ved marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten.

3.3. Utledning av modell

Basert på Ådland sine funn, antas det i vår modell at spot fraktraten (i USD/tonn) på tidspunkt t , (S_t), er gitt ved følgende multiplikative prosess:

$$S_t = MC_t X_t \quad (1)$$

MC_t er marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten på tidspunkt t , og X_t er forholdet mellom spot fraktraten og marginalkostnaden til det minst effektive skipet på tidspunkt t . Tidsintervallet i modellen antas å være to måneder, som er forventet varighet på ruten mellom Shanghai og Tynemouth. Etter hver gjennomførte reise har skipseier valget mellom å skrape skipet, sette det i opplag eller gjennomføre en ny reise. I modellen antas det at det minst effektive skipet i flåten skrapes først, deretter det nest minst effektive, osv. Ådland og Strandenes (2007) hevder at skraping av skip er en beslutning av kortsiktig natur, hvor skipseier etter hver reise må avgjøre hvorvidt en usikker spot fraktrate for neste reise antas å gi en positiv avkastning, sammenlignet med usikker skrapingsverdien for skipet. I teorien kan skipseier velge å sette skipet i opplag, og ta det i bruk igjen ved en senere anledning, dersom forutsetningene i markedet skulle endre seg. Dermed har skipseier en opsjon på å starte opp igjen (Dixit og Pindyck, 1994). Å sette skipet i opplag innebærer dog en kostnad. Desto høyere reisekostnader skipet har, desto større er sannsynligheten for at skraping er den optimale beslutningen. I tider hvor tilbudet av frakt overgår etterspørselen vil fraktratene presses nedover, skip vil settes i opplag, og de minst kostnadseffektive skipene vil skrapes (Ådland, 2012). Når det minst kostnadseffektive skipet skrapes, vil det nest minst effektive skipet «rykke opp» og bli det skipet som «bestemmer» fraktraten. Det minst effektive skipet i flåten vil således bli mer kostnadseffektivt over tid etter hvert som skip med gammel teknologi skrapes, og skip med ny og forbedret teknologi kontraheres. Effektivitetsøkningen til det minst effektive skipet i flåten kan dermed tolkes som flåten sin utskiftingstakt. I perioder hvor mange skip forlater flåten til fordel for nye skip vil implementering av ny teknologi forekomme raskere enn i tider med lav skraping og lite kontrahering. Ådland (2012) viser i sin studie at kombinasjonen av lave spot fraktrater og høye bunkerspriser i perioden juli 2008 til februar 2012 har ført til at kostnadsineffektive skip har blitt skrapet, til fordel for nye kostnadsbesparende skip. Resultatet er en flatere tilbudskurve som indikerer en mer homogen flåte.

Gjennom å inkludere MC_t i fraktrateprosessen tar man hensyn til endring i tilbudskurven over tid, uten å måtte modellere skraping, kontrahering og sammensetning av flåten i detalj. Handymax flåten har opplevd en enorm vekst de siste årene, og ved å basere seg på historiske skrapingsdata vil man underestimere

utskiftingstakten til flåten fremover. Et problem med tidligere stokastiske modeller er som nevnt at de utelukker all informasjon som ikke er inkludert i historiske tidsserie for fraktrater, og ekskluderer dermed informasjon vedrørende tilbudssiden av markedet som trolig vil ha påvirkning på fraktrateprosessen

3.3.1. Spot fraktrater

For å kunne studere hvordan spot fraktrater har oppført seg i forhold til marginalkostnaden til skipene i Handymax flåten på ruten mellom Shanghai og Tynemouth, har vi estimert månedlige tilbudskurver over perioden januar 1989 til september 2012. Videre har vi sammenlignet kurvene med gjennomsnittlige spot fraktrate hver måned i perioden. For å finne den historiske marginalkostnaden til skipene i flåten har vi, på samme måte som Ådland (2012), tatt utgangspunkt i formelen for TCE.

$$TCE = \frac{L * R(1 - C) - FC - PC}{T} \quad (2)$$

Ved å sette TCE=0 finner man punktet hvor inntektene fra reisen er lik kostnadene forbundet med å gjennomføre reisen på en dollar per tonn basis. Etter å ha omorganisert formelen for TCE, får man følgende ligning for hvert skip sin marginalkostnad:

$$MC = \frac{FC + PC}{L(1 - C)} \quad (3)$$

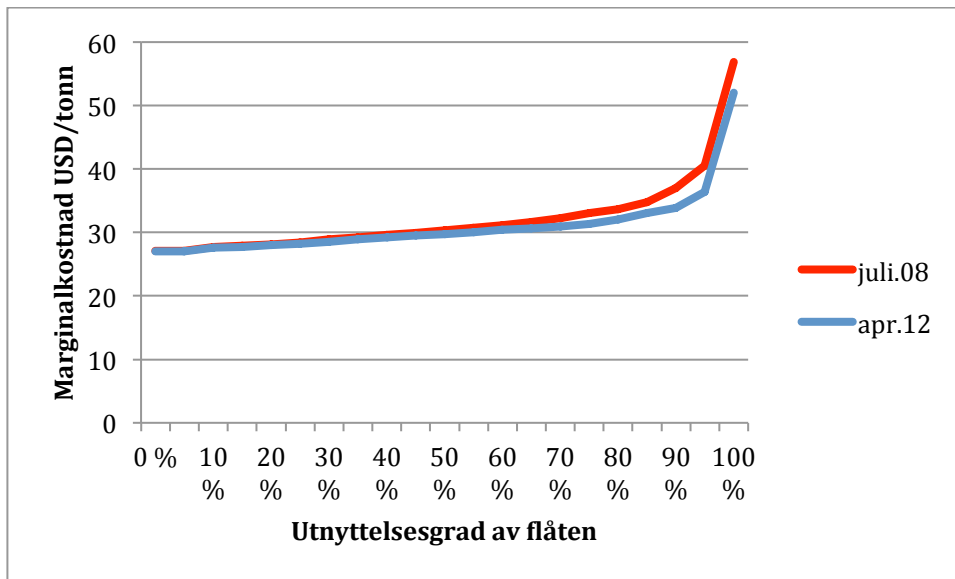
Når man skal estimere marginalkostnaden til over 2600 skip, er man nødt å basere seg på noen antagelser:

- 1) Datasettet inkluderer som nevnt designhastighet til hvert enkelt skip i flåten, og det påfølgende drivstofforbruket. I utregningen antas det at skipene alltid opererer på 95 prosent av designhastighet, og at drivstofforbruket i datasettet er gjeldende både når skipet er fullastet og når skipet seiler i ballast. Ideelt sett hadde modellen inkludert dynamisk fart, hvor skipene optimaliserer farten gitt forholdet mellom bunkerspris og spot fraktrater på hvert tidspunkt. Vi har dog,

som nevnt tidligere, ikke tilgang til fartsintervall, og det påfølgende drivstofforbruket for alle skipene i flåten, og dette begrenser mulighetene for å beregne optimal fart. Nyere forskning (Ådland og Strandenes, 2007) hevder derimot at fartsoptimalisering ikke har like stor betydning i dagens shippingmarked. Grunnet tekniske begrensninger har dagens skip liten mulighet for å justere farten betraktelig. I tillegg har skipene ofte avtalt å levere lasten innen en gitt tid, og har dermed ikke like stor valgfrihet med tanke på fart.

- 2) Videre har vi antatt at skipene har en konstant lastegrad på 90 prosent, en antagelse som er gjort etter samtale med Grieg Star. I virkeligheten vil trolig lastegraden være positivt korrelert med spot fraktrater, hvor man frakter mer last i gode tider.
- 3) Havnekostnader i Vancouver og Tynemouth, i tillegg til kostnader forbundet ved bruk av Panamakanalen, antas å være proporsjonal med skipets størrelse (oppgitt i dødvektstonn). Denne andelen er lik andelen benyttet til å kalkulere spot fraktrater i dollar per tonn, og dermed får man en kobling mellom spot fraktrater og skipene i flåten sin marginalkostnad. Havne- og kanalkostnader står for en mindre andel av de totale reisekostnadene, og er mindre volatil enn drivstoffkostnader (Ådland, 2012). For å kalkulere skipene sin drivstoffkostnad har vi basert oss på historiske tidsserier for bunkersprisen i Singapore som dekker perioden januar 1989 frem til september 2012.

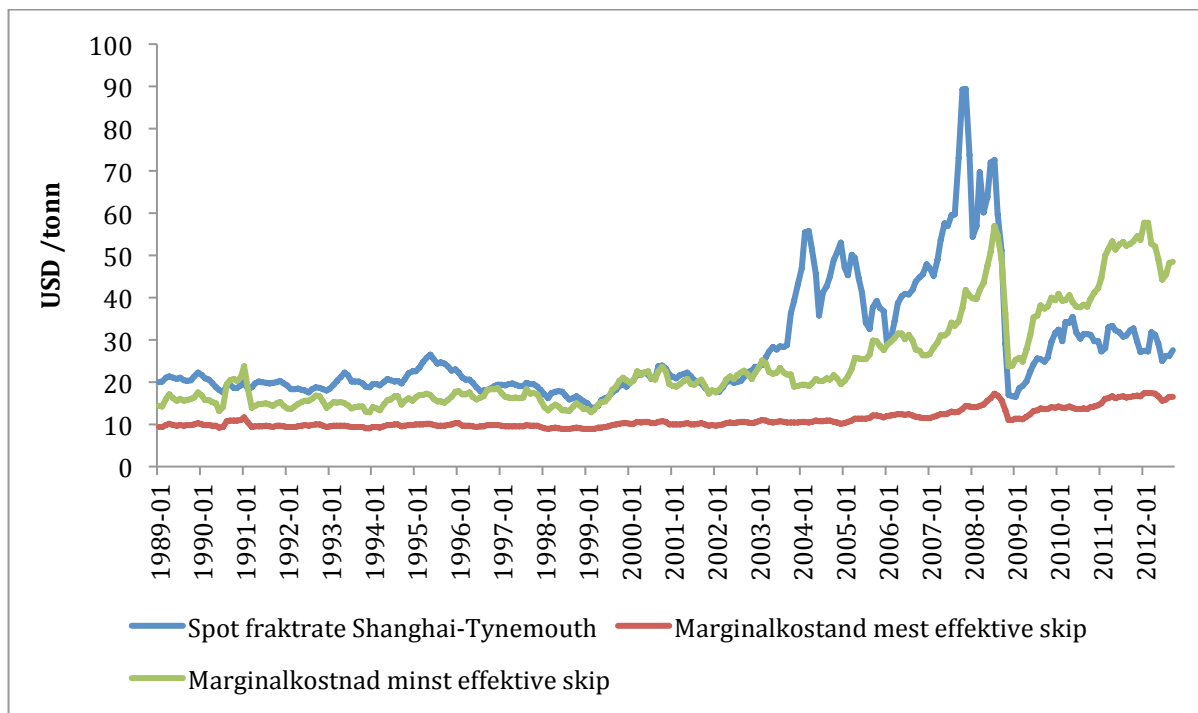
Basert på formelen for TCE og de overnevnte antagelsene, har vi estimert 285 månedlige tilbudskurver. I figur 15 har vi illustrert to historiske tilbudskurver. Tilbudskurvene er estimert månedlig, og vi har illustrert tilbudskurven i juli 2008, og april 2012. På disse tidspunktene er bunkersprisen i Singapore henholdsvis 720 og 721 dollar per tonn, og dermed er kurvene direkte sammenlignbare. På x-aksen vises utnyttelsesgraden i flåten. Grunnen til at vi har benyttet utnyttelsesgrad, er at Handymax flåten har vokst mye de siste årene, både med hensyn til antall skip og antall dødvektstonn. Dermed er det vanskelig å sammenligne kurvene ved å benytte dødvektstonn på x-aksen.



Figur 15: Historiske tilbudskurver for Handymax flåten på ruten mellom Shanghai og Tynemouth.

Formen på tilbudskurven stemmer godt overens med karakteristikene presentert i kapittel 1, og nyere forskning (Ådland og Strandenes, 2007; Ådland, 2012). Kurven er tilnærmet perfekt uelastisk når flåten nærmer seg full utnyttelse, og veldig elastisk ved lavere utnyttelse. Man ser i figur 15 at tilbudskurven har blitt flatere de siste årene, noe som indikerer at flåten har blitt mer homogen. Man ser at marginalkostnaden til de minst effektive skipene i flåten har blitt redusert i perioden, noe som trolig skyldes at kostnadsineffektive skip har blitt skrapet til fordel for nye skip med ny og forbedret teknologi.

Gjennom å estimere historiske tilbudskurver klarer man å avdekke hvilke skip som til enhver tid er det mest og minst kostnadseffektive skipet i flåten. I figur 16 har vi illustrert koblingen mellom historiske spot fraktrater og marginalkostnaden til det minst og mest effektive skipet i Handymax flåten på ruten mellom Shanghai og Tynemouth i perioden januar 1989 til september 2012.



Figur 16: Spot fraktrater VS marginalkostnad Handymax på ruten Shanghai-Vancouver-Tynemouth

Funnet for Handymax, på ruten mellom Shanghai og Tynemouth, stemmer overens med det Ådland fant for Capesize på ruten mellom Sør-Afrika og Rotterdam. Marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten setter en nedre grense for spot fraktraten. Spot fraktraten beveger seg derimot over marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten 78 prosent av tiden.

Resultatet illustrert i figur 16 indikerer at spot fraktrater har en tendens til å trekkes tilbake mot marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten etter å ha ligget over eller under i lengre tidsperioder. Dette funnet stemmer overens med tidligere forskning (Bjerksund og Ekern, 1995; Tvedt, 1995; Birkeland, 1998), som viser at fraktrater best beskrives med en prosess som inkluderer mean-reversion. Mean-reversion tar hensyn til kapasitetsjusteringer innenfor shippingbransjen. I gode tider vil flere skip entre markedet, og presse ned fraktratenivået. I dårlige tider er det motsatte tilfelle. Skip forlater flåten, og resultatet er at fraktratenivået stiger. Dermed fluktuierer fraktrater rundt et langsiktig likevektsnivå. X_t antas å følge en enkel mean-reverting prosess kalt Ornstein-Uhlenbeck (O-U), hvor endringen i X_t i kontinuerlig tid er gitt ved følgende ligning (Dixit og Pindyck, 1994):

$$dX_t = \kappa(\alpha - X_t) + \sigma dZ \quad (4)$$

I prosessen er κ graden av mean-reversion. Desto større κ er, desto raskere trekkes prosessen tilbake mot «normalnivået», gitt ved α . Ettersom det er usikkerhet knyttet til fremtidige spot fraktrater inkluderer man et tilfeldig element i prosessen, ved at man i hver runde trekker et tilfeldig tall Z fra en normalfordeling $Z \sim [0,1]$, og multipliseres med prosessen sitt standardavvik σ . For å estimere parameterne til O-U prosessen kan man benytte følgende diskrete versjon av ligning 4 (Dixit og Pindyck, 1994)

$$X_t - X_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

hvor $\alpha = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$, $\kappa = -\ln(1 + \beta_1)$ og $\sigma = \sigma_\varepsilon \sqrt{\frac{2 \ln(1 + \beta_1)}{(1 + \beta_1)^2 - 1}}$

Gjennom å benytte minste kvadrats metode (MKM) får man følgende estimater av parameterne til O-U prosessen:

Tabell 2 Parametere til O-U prosessen

	Estimert koeffisient	Standardfeil
β_0	0,034**	0,020
β_1	-0,030**	0,015
σ_ε	0,108929122	

**Signifikant på 10 prosent nivå, Durbin Watson: 1.3, Durbin h: 6, Breusch-Pagan: 0.006

Koeffisientene er signifikant på 10 prosentsnivå. Ifølge Dixit og Pindyck (1994) kan man avgjøre hvorvidt en prosess er mean-reverting ved å teste hvorvidt β_1 er signifikant forskjellig fra null. I vårt tilfelle kan man ikke konkludere med at prosessen er mean-reverting ettersom prosessen inneholder autokorrelasjon (Durbin h: 6 > kritisk verdi: 1.65) og heteroskedastisitet (Breusch-Pagan: 0.006 < p: 0.05). Forutsetningene om normalfordelte feilledd har blitt testet ved å studere fordelingen av feilleddene visuelt (se appendiks 2), og denne forutsetningen er også brutt. Dette

gjør at MKM estimatene ikke lenger er effisiente. Det er ofte vanskelig statistisk å skille mellom en mean-reverting prosess og en random walk, og man må basere seg på teoretiske betraktninger i valg av prosess (Dixit og Pindyck, 1994). Selv om tidsserien inneholder både autokorrelasjon og heteroskedastisitet, har vi valgt å benytte de estimerte koeffisientene til å kalkulere parameterne til prosessen. Grunnen til at vi har valgt å benytte en mean-reverting prosess til tross for de overnevnte svakhetene er at en random walk prosess vil gi et feil bilde av prosessen. Dette skyldes at fraktrater i teorien da kan øke/minke uendelig. Dette er ikke tilfelle i virkeligheten, hvor aktører i bransjen vil tilpasse seg fraktratenivået. Blir ratene for eksempel veldig høye vil aktører som etterspør frakt se etter andre måter å transportere last, og flere aktører på tilbudssiden vil finne det lønnsomt å entre bransjen, og ratene vil dermed falle. Ideelt sett burde vi hatt tilgang til lengre tidsserier. Dixit og Pindyck (1994) hevder at man ofte trenger mange år med data (mer enn 30-40 år) for å kunne avgjøre med sikkerhet at en prosess faktisk er mean-reverting. Vår tidsserie er kort, og inneholder i tillegg noen ekstremverdier, i 2004 og 2008. Dette gjør at vi muligens setter "normalnivået" α noe høyt, i forhold til det langsiktige likevektsnivået.

Basert på de estimerte koeffisientene får man $\alpha = 1,133$, $\kappa = 0,0304592075$, og $\sigma = 0,1105922159$. Koeffisientene er kalkulert på bakgrunn av månedlige data, og for å tilpasse parameterne til modellen sitt tidsintervall på to måneder, multipliseres κ med 2, og σ med roten til 2. Normalnivået α er uavhengig av tidshorisont. Dermed får man følgende formel for endringen i X_t hver tidsperiode.

$$\Delta X_t = 0,060918415 (1,133 - X_t) + 0,156401011Z \quad (6)$$

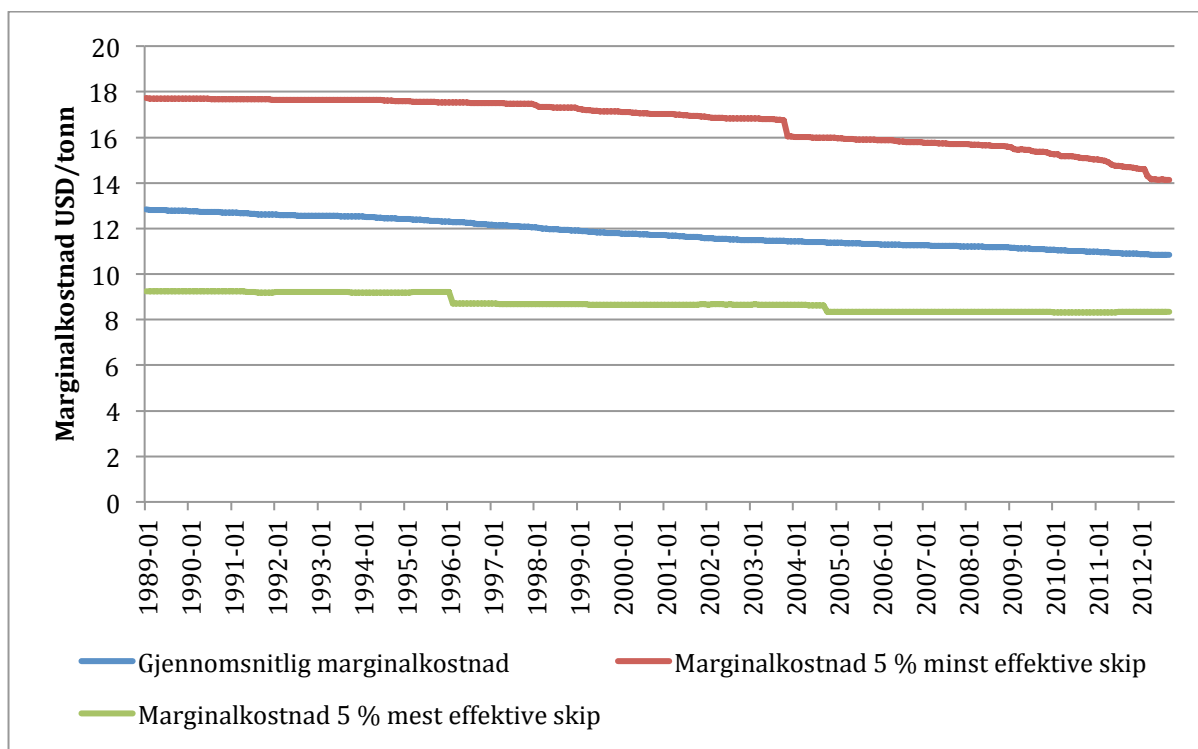
3.3.2. Effektivitetsøkningen til det marginale skipet i flåten

Effektivitetsøkningen til det minst effektive skipet i flåten til enhver tid γ_t antas å være gitt ved følgende skalafunksjon:

$$\gamma_t = \alpha\gamma_{t-1} + \sigma Z \quad (7)$$

Startverdien for prosessen er gitt ved $\gamma_t = 1$, hvor man starter med dagens minst effektive skip, og over tid beveger seg mot nye effektivitetsøkende skip sin marginalkostnad etter hvert som flåten fornyes. I ligning 7 representerer α forventet reduksjon i marginalkostnad til det minst effektive skipet per tidsperiode relatert til teknologisk forbedring. Dette er den sikre delen av utregningen. Det er derimot usikkerhet knyttet til hvor raskt flåten effektiviseres. Dette avhenger av hvor mange nye skip som kontraheres, hvor mange skip som forlater flåten og den teknologiske utviklingen. Utskiftingstakten til flåten vil variere over tid, og avhenger av aldersprofilen til flåten, fraktmarkedet osv. Det inkluderes usikkerhet i prosessen ved at man i hver runde trekker et tilfeldig tall Z fra en normalfordeling $Z \sim [0,1]$, og multipliserer tallet med prosessen sitt standardavvik σ .

Ved å holde bunkersprisen konstant, lik gjennomsnittlig bunkerspris i Singapore over perioden januar 1989 til september 2012, finner man endringen i marginalkostnad som skyldes teknologisk utvikling. Formulert på en annen måte; man finner ut i hvilken grad nytt og forbedret skipsdesign har bidratt til å senke marginalkostnaden til skipene i flåten over tid. Resultatet er illustrert i figur 17. I figuren ser man at den gjennomsnittlige effektivitetsøkningen til skipene i flåten har vært stabil i perioden, med en gjennomsnittlig årlig forbedring på 0,8 prosent, og et årlig standardavvik på 0,00283. Totalt har den gjennomsnittlige marginalkostnaden til skipene i flåten falt med rundt 16,4 prosent de siste 23 årene som følge av ny og forbedret teknologi. Ved å benytte den gjennomsnittlige effektivitetsendringen ser man hvordan flåten som helhet har endret seg over tid.



Figur 17 Marginalkostnad Handymax i perioden januar 1989 til september 2012

Ser man på den gjennomsnittlige endringen i marginalkostnad til de fem prosent minst effektive skipene i flåten over perioden, har effektivitetsøkningen vært større, med en årlig endring på 0,95 prosent, og et årlig standardavvik på rundt 0,010. Den totale endringen i perioden er på 20 prosent. Gjennom å benytte fem-prosent halen får man et mer riktig bilde av den teknologiske utviklingen hos de minst effektive skipene i flåten over tid. Flere av skipene med marginalkostnad i øverste sjiktet, er klassifisert som open-hatch skip, og disse opererer ofte på langsiktige kontrakter i stedet for i spot fraktmarkedet. Ved å basere oss på den gjennomsnittlige effektivitetsøkningen til de fem prosent minst effektive skipene i flåten over tid, får man følgende ligning for effektivitetsøkningen

$$\gamma_t = 0,998418\gamma_{t-1} + 0,004128Z \quad (8)$$

Selv om teknologiske utvikling har bidratt til å senke kostnadsstrukturen til skipene i flåten over tid, har en mangedobling i bunkerspris i samme periode mer enn utjevnet kostnadsbesparelsen, og ført til en inflasjon i den underliggende trenden. Marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten setter en nedre grense for spot fraktraten, og det er dermed marginalkostnaden til dette skipet som setter den

underliggende trenden. Ettersom vi har antatt at spot fraktraten settes ut fra det minst effektive skipet i flåten sin marginalkostnad til enhver tid, er man nødt å ta hensyn til endring i bunkerspris over tid, for å bestemme fraktratenivået. Bunkerskostnad står for den desidert største andelen av reisekostnader (Stopford, 2009, s. 233), og er i tillegg den mest volatile komponenten (Ådland, 2012).

3.3.3. Bunkerspris

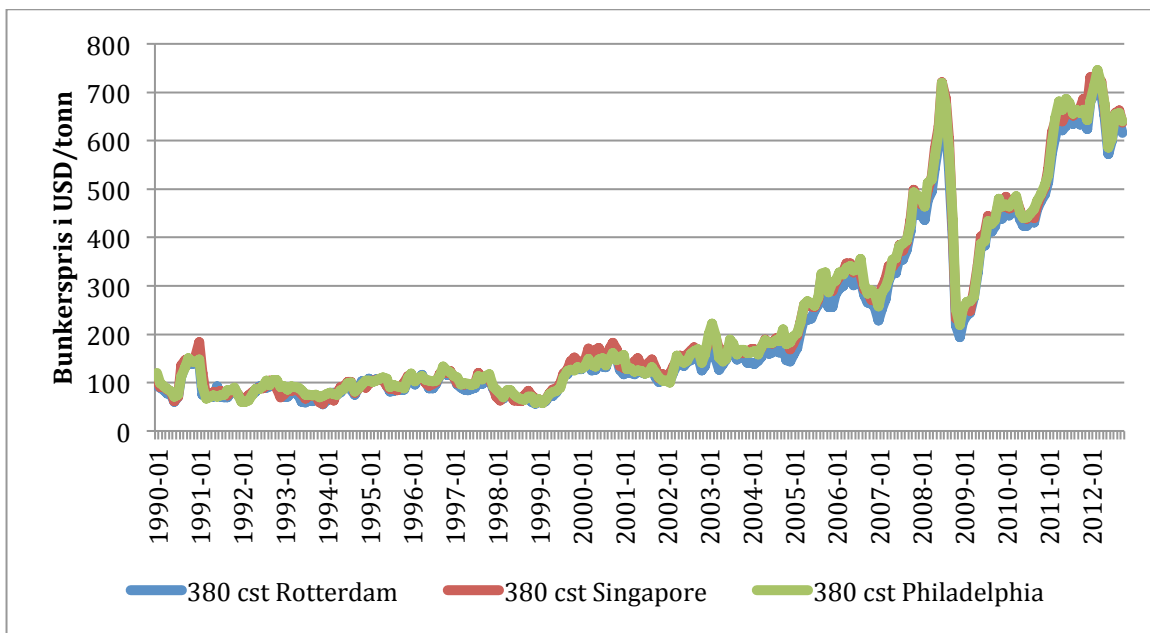
Ifølge Dixit og Pindyck (1994) bør man benytte en prosess som inkluderer mean-reversion når man skal modellere prisen på råvarer. På kort sikt kan prisen på olje drifte tilfeldig opp og ned som følge av kriger og uroligheter i oljeproduiserende land eller endring av OPEC sin styrke. På lengre sikt antas det at prisen på olje vil drifte tilbake til marginalkostnaden av å produsere olje (Dixit og Pindyck, 1994). En prosess som inkluderer mean-reversion er godt egnet til å modellere prisen på olje. I denne oppgaven antas det at prisen på drivstoff følger en geometrisk mean-reversion (heretter kalt GMR), hvor endringen i bunkerspris B_t i kontinuerlig tid er gitt ved følgende funksjon:

$$dB_t = \kappa(\alpha - \ln B_t)B_t + \sigma B_t dZ \quad (9)$$

I formelen viser κ graden av mean-reversion i prosessen. Dess større κ er, dess større er tiltrekningskraften mot «normalnivået» gitt ved α . I motsetning til prosessen for effektivitetsøkning til flåten over tid, som alltid drifter i en retning (nedover), vil GMR prosessen drifte i ulik retning etter hvor B_t befinner seg i forhold til α . Ligger bunkersprisen over (under) «normalnivået» er sannsynligheten større for at bunkersprisen faller (øker) i neste tidsintervall. Standardavviket til prosessen er gitt ved σ . Z skaper tilfeldighet i prosessen ved at det i hver runde trekkes et tilfeldig tall fra en normalfordeling $Z \sim N[0,1]$ og multipliseres med σ .

For å estimere parameterne til den overnevnte prosessen har vi benyttet månedlige data for bunkerpris i Rotterdam som dekker perioden januar 1973 til september 2012. Dataene er hentet fra Clarksons Research. Skipene vil fylle drivstoff i Singapore og Vancouver på ruten mellom Shanghai og Tynemouth. Tidsserien fra Singapore går

kun tilbake til januar 1989, og man trenger flest mulig år med data for å kunne avgjøre hvorvidt en variabel er mean-reverting (Dixit og Pindyck, 1994). Prisdifferansen på bunkers mellom store internasjonale havner har historisk vært liten, og det er derfor lite problematisk å benytte tidsserier for andre havner. Figur 18 viser prisen på bunkers (dollar per tonn) i Singapore, Rotterdam og Philadelphia i perioden januar 1990 til september 2012, og den illustrerer at det har vært marginale forskjeller i bunkerspris mellom havnene.



Figur 18 Bunkerspris i Rotterdam, Singapore og Philadelphia januar 1990 - september 2012

For å estimere parameterne til GMR-prosessen kan man benytte følgende diskrete versjon av ligning 9 (Tvedt, 1995):

$$\ln B_t = \beta_0 + \beta_1 \ln B_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$\text{hvor } \beta_0 = \left(\alpha - \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\kappa} \right) (1 - e^{-\kappa}), \quad \beta_1 = e^{-\kappa} \text{ og } \sigma = \sqrt{\frac{\sigma_\varepsilon^2 \times 2\kappa}{1 - e^{-2\kappa}}}$$

Gjennom å benytte minste kvadrats metode får man følgende koeffisienter:

Tabell 3 Parametere til GMR prosessen

	Estimert koeffisient	Standardfeil
β_0	0,078**	0,034
β_1	0,986*	0,007
σ_ε	0,106243919	

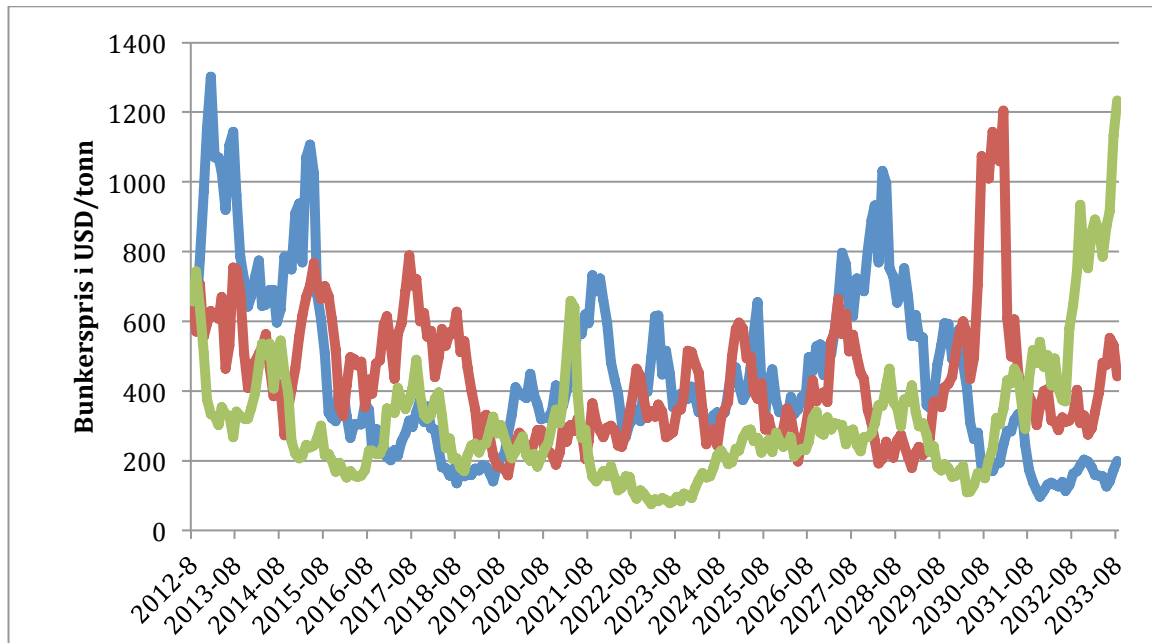
Durbin-Watson: 1,7, Durbin-h: 3.31 *Signifikant på 1 % nivå,
 **Signifikant på 5 % nivå, Breusch-Pagan: ≈ 0

Vi har samme problem med bunkerspris som med fraktrater. Koeffisienten til β_1 er signifikant på 1 prosent nivå. Det eksisterer derimot autokorrelasjon. Durbin h-verdien på 3,31 er større enn kritisk verdi på 5 prosent nivå, 1,65, og dermed forkastes nullhypotesen som sier at det er fravær av autokorrelasjon. Breusch-Pagan verdien tilnærmet lik 0 ($<0,05$) gjør i tillegg at man forkaster nullhypotesen om fravær av heteroskedastisitet. Gjennom å studere fordelingen til feilleddene (se appendiks 3) kan vi konkludere med at forutsetningen om normalfordelte feilledd er brutt. Kombinasjonen av heteroskedastisitet, ikke normalfordelte feilledd og autokorrelasjon gjør at man ikke kan konkludere med at koeffisientene er signifikant forskjellig fra null, og hvorvidt prosessen faktisk er mean-reverting. På samme måte som med fraktrater har vi valgt å benytte parameterne til tross for de overnevnte svakhetene. Å benytte en prosess som alltid drifter i én retning vil medføre at man på lang sikt kan få veldig høye eller lave drivstoffpriser. Bunkerspriser har de siste årene vært veldig høye sammenlignet med historiske priser, og dette, kombinert med en noe kort tidsserie, er trolig grunnen til at man ikke kan konkludere med at prosessen er mean-reverting.

Basert på de estimerte koeffisientene kan man kalkulere $\kappa = 0,0140989244$, $\sigma = 0,106993755$ og $\alpha = 5,9774$. Benytter man disse parameterne får man forventet endring månedlig. Tidssteget i vår modell er som nevnt 2 måneder, derfor har vi multiplisert κ med 2, og σ med $\sqrt{2}$. Normalnivået er uavhengig av tidsperspektiv. Dermed får man følgende ligning for to-månedlig endring i bunkerspris:

$$\Delta B_t = 0,0281978488 (5,9774 - \ln B_t)B_t + 0,1513120197B_tZ \quad (11)$$

I figur 19 har vi illustrert tre mulige scenarier for bunkersprisen (USD per tonn) videre de neste 20 årene, gitt den valgte prosessen. Utgangsverdien er gjennomsnittsprisen for bunkers i september 2012 for Singapore. Man ser fra figuren at scenarioene er ulike.



Figur 19 Simulerte bunkerspriser de neste 20 årene gitt GMR prosess

3.3.4. Fullstendig modell

I modellen antas spot fraktraten S_t å være gitt ved følgende multiplikative prosess:

$$S_t = MC_t X_t$$

hvor MC_t er marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten på tidspunkt t , og X_t er forholdet mellom spot fraktraten og marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten på tidspunkt t . Endringen i X_t er gitt ved følgende prosess:

$$\Delta X_t = 0,060918415 (1,133 - X_t) + 0,156401011Z$$

Marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten til enhver tid, antas å være en funksjon av utviklingen i bunkerspris B_t og effektivitetsøkningen til flåten γ_t over tid . Prosessen starter fra marginalkostnaden til dagens minst effektive skip MC^* .

$$MC^*(t, B_t)\gamma_t$$

hvor

$$\Delta B_t = 0,0281978488 (5,9774 - \ln B_t)B_t + 0,1513120197B_tZ$$

$$\gamma_t = 0,998418\gamma_{t-1} + 0,004128Z$$

3.4. Drøfting av modell

Modellen vi har utviklet er et forsøk på å koble sammen en stokastisk modell av fraktmarkedet, med en fundamental modell av endring i tilbudskurven over tid. Problemet med tidligere stokastiske modeller av fraktmarkedet er at de utelukker all informasjon som ikke er inkludert i historiske tidsserier for spot fraktrater. Dermed ignorerer man informasjon vedrørende tilbudssiden av markedet som trolig vil ha påvirkning på fraktratedynamikken videre. Gjennom å sette spot fraktrater ut i fra marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten til enhver tid, har vi klart å inkludere endring i tilbudskurven i prosessen. Problemet med tidligere likevektsmodeller av fraktmarkedet er at de er dårlig egnet til å forklare fraktratedynamikken i tider hvor spot fraktrater overgår marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten. Gjennom å studere hvordan spot fraktrater har oppført seg historisk i forhold til marginalkostnaden til det minst effektive skipet i flåten på ethvert tidspunkt, klarer modellen vår å fange opp dynamikken mellom marginalkostnad og spot fraktrater i tider hvor fraktrater overgår marginalkostnaden til det minst effektive skipet. En av svakhetene ved vår modell av fraktmarkedet er at den mangler mekanismer som forhindrer fraktrater å falle under marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten. Vi viser i oppgaven at spot fraktrater i praksis aldri vil falle under marginalkostnaden til det mest effektive skipet i flåten.

Endring i skipene sin marginalkostnad antas å være en funksjon av utviklingen i bunkerspris og effektivitetsøkningen til flåten over tid. Gjennom å inkludere bunkerspris i prosessen klarer man å fange opp dynamikken mellom fraktrater og bunkerspris. Devanney (2010) viser at spot fraktrater er positivt korrelert med prisen på drivstoff. I tider med økte bunkerspriser senker skipene i flåten farten, og dermed det effektive tilbudet av transport. Ettersom fraktrater avhenger av tilbudet, vil denne handlingen i neste omgang øke prisen på sjøtransport. Effektivitetsøkningen til skipene i flåten er en indirekte måte å modellere skraping, kontrahering og sammensetningen av flåten over tid. Fordelen ved å behandle utskiftingstakten til flåten på denne måten er at metoden er enkel, i den forstand at man slipper å inkludere mange faktorer i prosessen. I tillegg unngår man å basere modelleringen på historiske skrapings- og kontraheringsdata som trolig ikke vil gjenta seg. Dette gjør at modellen er anvendbar på flere bulksegment enn tidligere. Ulempen er at man ikke kan si noe eksakt om skraping og kontrahering, og dermed evner ikke modellen å estimere veksten i flåten over tid. Tidligere stokastiske modeller av fraktmarkedet (se Ådland og Strandenes, 2007) inkluderer egne funksjoner for skraping og kontrahering, og forklarer markedene for nybygg og skraping bedre enn vår modell. En annen forenkling i vår modell er at vi antar at det minst effektive skipet på ethvert tidspunkt skraperes først. Dette er nødvendigvis ikke tilfelle i virkeligheten, hvor skipseier kan velge å sette skipet i opplag, å satse på at fraktratene bedrer seg i fremtiden. Det er derimot nærliggende å anta at skipene med høyest kostnadsstruktur er mindre konkurransedyktig, og dermed skraperes tidligere.

En del variabler knyttet til tilbudssiden av fraktmarkedet er vanskelig å få tilgang til. Dette gjelder skipene sin lastegrad, fart og drivstofforbruk. Dette gjør at man må ta en del forutsetninger for å kunne estimere skipene sin marginalkostnad. Oss bekjent, er dette også et problem med tidligere modeller som inkluderer tilbudssiden i markedet. Ettersom man ikke har tilgang til disse variablene er det også vanskelig å gjøre modellen dynamisk, hvor skipene optimaliserer fart og lastegrad etter forholdene i markedet. Utelukkelse av dynamisk fart er muligens et mindre problem i dagens marked enn tidligere grunnet snevre fartsintervall på skipene, og at skipseier eller befrakter ofte har avtalt å levere lasten innen en gitt tid. Hvordan lastegraden til skipene i flåten varierer etter markedsforhold, er et interessant tema for videre forskning, og kan forbedre modellen ytterligere.

I utledningen av modellen har vi studert den teknologisk utvikling i Handymax flåten de siste 23 årene, og hvordan spot fraktrater har oppført seg i forhold til skipene i flåten sin marginalkostnad. Med grunnlag i resultatet, har vi utviklet en stokastisk modell av fraktmarkedet. Problemet med stokastiske modeller er at man lager en fremtid basert på historiske data. Det er ingen selvfølge at historien vil gjenta seg. Vi har tatt utgangspunkt i relativt korte tidsserier, og i perioden vi har studert har både fraktrater og bunkerspriser hatt ekstremverdier. Dette gjør at vi ikke klarer å avdekke signifikante sammenhenger, og vi kan dermed ikke konkludere med at prosessene benyttet i modellen faktisk er mean-reverting. Derfor har vi basert oss på teoretiske betraktninger i valg av prosess.

Ettersom modellen simulerer spot fraktrater og endring i marginalkostnad til skipene simultant, er modellen godt egnet til å kalkulere lønnsomheten til skip. Dette vil vi illustrere i påfølgende kapittel. For det første klarer man å avdekke når skipet ikke har last, hvilket antas å være tilfelle i perioder hvor den simulerte fraktraten er lavere enn skipet sin marginalkostnad. For det andre klarer modellen å avgjøre når skipet er det minst effektive i flåten, og dermed antas å være det neste som skrapes. Ettersom modellen simulerer fraktrater og bunkerspris simultant, er modellen i teorien også godt egnet til å inkludere dynamisk fart, hvor optimal fart er en avveining mellom fraktrate og prisen på drivstoff. Dette mangler vi dog nødvendige data for å kunne beregne.

4. Anvendelse av modell

4.1. Case

Høye drivstoffpriser og flere reguleringer knyttet til utslipp i tiden fremover har satt fokus på mer miljøvennlige skip (Ship & Bunker, 2012) . Dette er skip som skal bruke mindre drivstoff, og dermed redusere utslipp og drivstoffkostnader for reder eller befrakter.

Driften av skip vil spille inn på investeringsvalget. Det er kun under Voyage Charter at reder betaler for bunkers, og vedkommende får da hele gevinsten knyttet til lavere bunkersforbruk. For at det skal være ønskelig for reder å investere i ny teknologi når skipet opererer under Bareboat eller Time Charter, må dette skape en fordel i form av høyere pris eller at det blir letter å få fatt i last (Bimco, 2012). Det Norske Veritas (2012) oppsummerer fordelene ved å investere i et skip med lavere drivstofforbruk som følger:

- Skipet er mer attraktivt for Time Charter aktører å leie
- Skipet er mer attraktivt for andre skipsredere å kjøpe, altså kan det selges lettere i annenhåndsmarkedet
- Bunkerskostnadene for reder blir redusert når skipet opererer under Voyage charter

Vi ønsker å se på et case, fra reders ståsted, hvor vedkommende har valget mellom å investere i et eco-skip eller et standard skip. Det antas at skipet vil operere under Voyage Charter. Ved å anvende den stokastiske tre-faktor modellen for fraktmarkedet innenfor bulk shipping, ønsker vi å gi et svar på om det lønner seg å investere i et eco-design relativt til standarddesign, og hvilke forutsetninger som må være på plass for konklusjonen som blir tatt. Gjennom sensitivitetsanalyse vil vi se nærmere på viktige variabler og se om resultatet blir annerledes som følge av endrede forutsetninger.

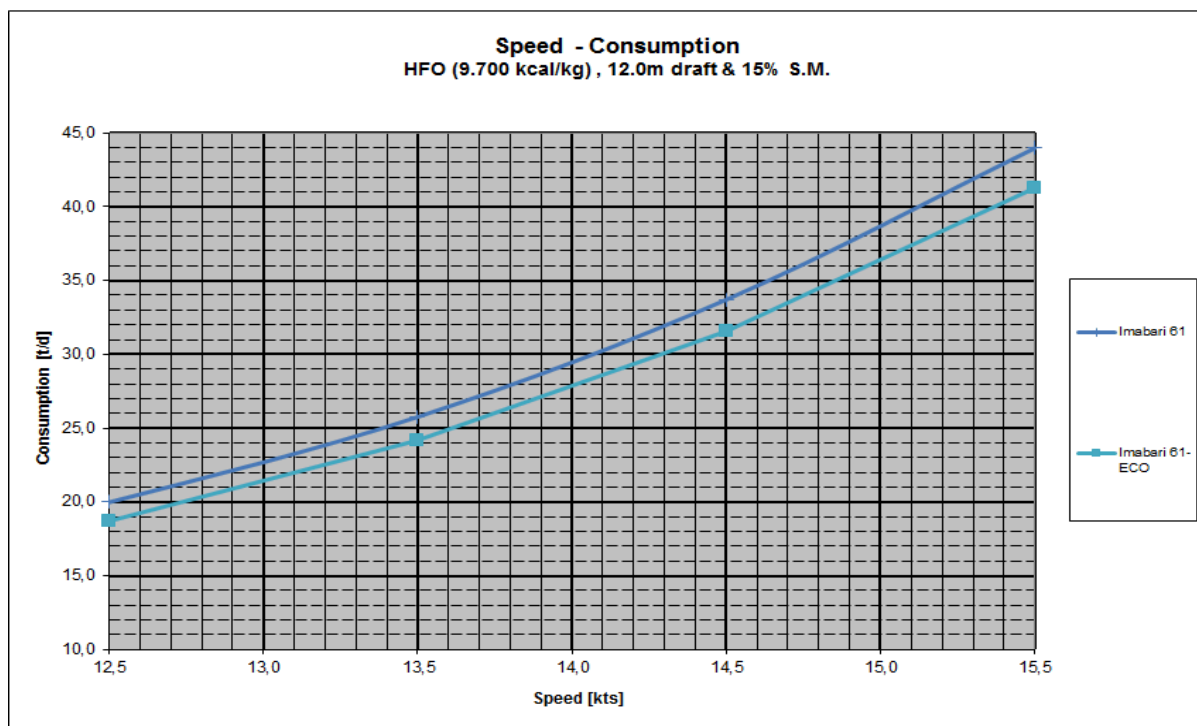
Skipene vi skal anvende modellen på, er to Handymax tørrbulk skip på 61 000 DWT, levert av Imabari Shipbuilding i Japan. Verftet leverer et skip som kommer i to

utgaver, et eco og standard design. Spesifikasjonen har vi fått tilgang til av Grieg Star, som innhentet dem i februar 2012. Hovedforskjellen mellom skipsvariantene er motortype. Motoren i eco-versjonen skal ha flere fordeler sammenlignet med motoren i standard versjonen. Blant fordelene kan det nevnes at eco-motoren har lavere drivstofforbruk, bedre akselerasjon og lavere utslipp av nitrogenoksid. Ulempen med eco-skipet er at det koster 2 millioner USD mer enn standard designet. Detaljer om skipene oppsummeres i tabell 4. Det fremgår at skipene ligger over intervallet for DWT i Handymax segmentet, da øvre grense er 60 000 DWT. Imabari-skipene antas likevel å konkurrere med skipene i Handymax-flåten, og blir markedsført som et Supramax skip, som er en kategori innenfor Handymax, i størrelsen 50 000 – 60 000 DWT.

Tabell 4 Imabari 61 spesifikasjoner

	Imabari 61 - eco	Imabari 61 standard
DWT	61 000	61 000
Forbruk i tonn/dag ved 14,5 / 14 KTS, ved 40.6 MJ/kg	28,7 / 25,5	31,2 / 27,5
Motortype	6S50ME-C8.2	6S50MC-C8.1
Investeringskostnad	27 millioner USD	25 millioner USD

I figur 20 ser man drivstofforbruket for de to skipsvariantene i tonn per dag for ulike hastigheter. Forskjellen i drivstofforbruk øker med fartsøkning. Den blå linjen viser forbruket til skipet med originalt design for ulike hastigheter, mens den grønne linjen viser ECO-skipes forbruk, begge ved 15 prosent sjømargin.



Figur 20 Forbruk Imabari 61 ved 15 % sjømargin, illustrasjon hentet fra Imabari Shipbuilding

Reisekostnaden til de to skipstypene vil variere, siden det daglige bunkersforbruket er ulikt når de opererer på lik fart. Det er derfor relevant å se på disse kostnadene i den videre analysen. De operasjonelle kostnadene avhenger av størrelsen på skipet, nasjonalitet, alder og sammensetning av mannskap (Stopford, 2009, s. 226). Dette er faktorer som ikke varierer mellom skipsvariantene, og vi antar dermed at de operasjonelle kostnadene er like for de to skipsvariantene i den videre analysen. Vedlikeholdskostnaden er, i følge Grieg Star, også lik for de to variantene. Det er dermed ingen merkostnader med en spesiell motortype eller innsparinger i forhold til tørrdokking for eco-varianten. Videre antas lastehåndteringskostnader, knyttet til lasting og lossing av skipet, å være like for de to skipstypene. Dette skyldes at det ikke er forskjeller i design i slik grad at prosessen i havn blir effektivisert.

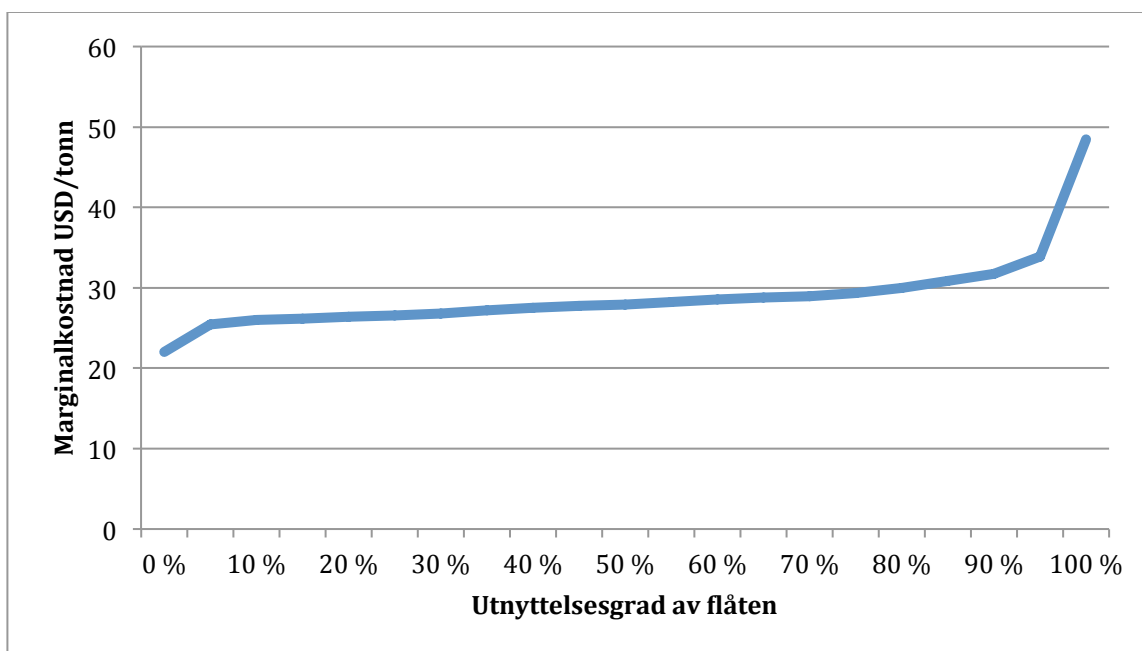
Siden kostander til vedlikeholds-, operasjonelle og lastehåndteringskostnadene er like for skipsvariantene, vil ikke disse påvirke beslutningen om å investere i eco-skipet kontra skipet med standard design. Spørsmålet vi ønsker å besvare er:

Vil den økte kontantstrømmen for eco-skipet sammenlignet med standard skipet, være stor nok til å veie opp for merinvesteringen knyttet til eco-skipet?

Gjennom en differanse cash-flow analyse, skal vi se på årlige forskjeller i inntekter og reisekostnader for de to skipsvariantene og kalkulere hvilket skipsvariant som gir det høyeste dekningsbidraget. Vi ser altså på det relative forholdet. Det er ikke nødvendigvis slik at noen av skipene vil lønne seg hvis man analyserer dem hver for seg, og inkluderer de resterende kostnadene.

4.2. Dagens Handymax flåte

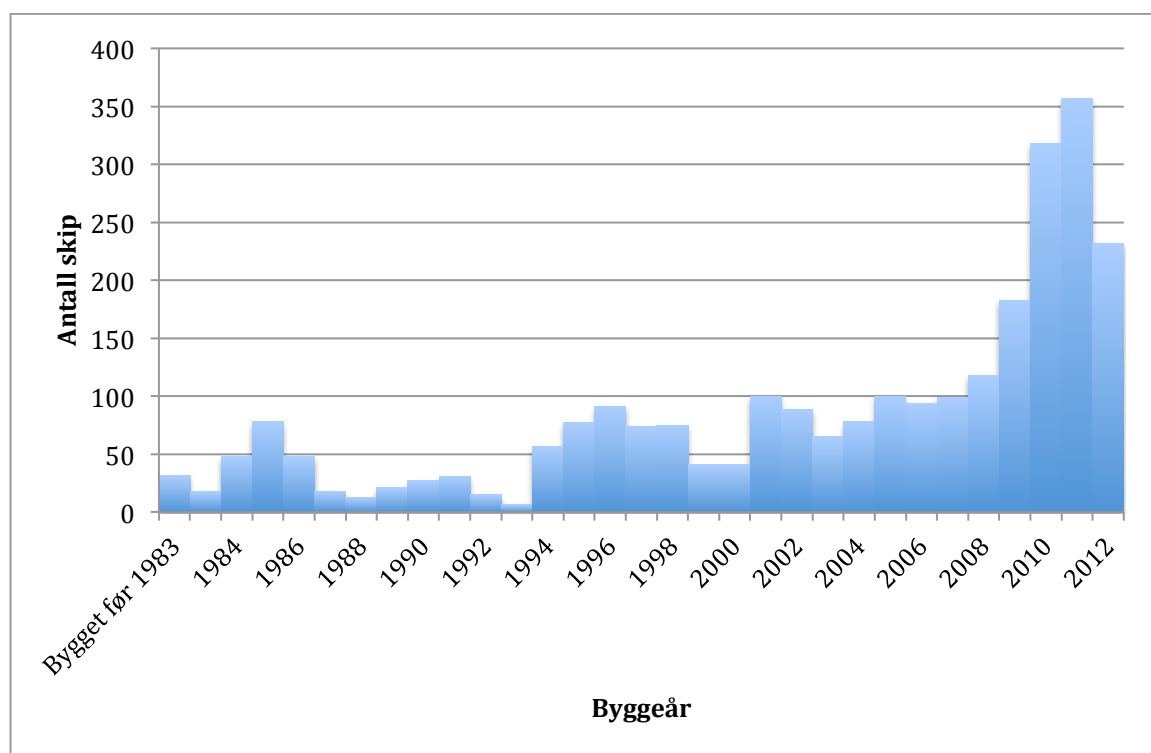
Imabari skipene, både eco og standard design, ble lagt til Handymax flåtedata fra 26 september 2012. Dette er en teoretisk forenkling da denne skipstypen ikke er leveringsklar i 2012. Ved å ta i bruk parameterne for meglerkommisjon, havnekostnader og kanalkostnader, ble tilbudskurven per 26. september utviklet, illustrert i figur 21. Det er her lagt inn 5 prosent sjømargin for våre skip, i samsvar med antagelsen for resten av flåten. På x-aksen ser man lastekapasiteten, i millioner DWT. Y-aksen viser marginalkostnaden, i dollar per tonn, og skipene er sortert slik at vi finner de mest kostnadseffektive til venstre på kurven.



Figur 21 Tilbudskurven Handymax per 26 september 2012

Sammenligner man de to Imabari 61 skipene, finner man at eco-skipet ligger lengst til venstre på kurven, og er blant de topp 15 mest kostnadseffektive skipene i flåten, beregnet i dollar per tonn. Standard designet ligger litt lengre til høyre, men er likevel nesten inne blant topp 100, i flåten på mer enn 2600 skip. Med dagens bunkerpris og designhastighet, er kostnadsforskjellen mellom skipene 1,2 dollar per tonn last. Formen på kurven stemmer godt overens med karakteristikene presentert i teoridelen, og forskning de siste årene (Ådland, 2012; Ådland og Strandenes, 2007). Kurven er tilnærmet perfekt uelastisk når flåten nærmer seg full utnyttelse, og veldig elastisk ved lavere utnyttelse. Elastisiteten til kurven indikerer en homogen flåte når det kommer til reisekostnader. Over 75 prosent av flåten har en marginalkostnad mellom 21,00 og 25,99 dollar per tonn.

Handymax segmentet er et relativt ungt segment, tilveksten har vært stor de siste årene. Figur 22 illustrerer når skipene i dagens flåte ble bygget.



Figur 22 Byggeår Handymax per 26 september 2012

Av fordelingen ser man at over 65 prosent av skipene i Handymax flåten er 10 år eller yngre, som også kan forklare flåtens grad av homogenitet. En del av

skipsleveransene skyldes erstatning av eldre skip, men flåten har i tillegg hatt en sterk vekst de siste årene, og doblet seg i størrelse (målt i DWT) siden 2004. Det er spesielt mange skip levert i perioden etter 2009, 34 prosent av skipene er yngre enn 3 år. Man kan se fra ordreboken at det fremdeles skal leveres skip i perioden frem mot 2014, med i overkant av 100 Handymax skip som planlegges levert i løpet av fjerde kvartal i 2012 og 216 i løpet av 2013. I segmentet er størstedelen av skipene av typen konvensjonelle tørrbulkskip, men det er også en andel open-hatch, sement-, treflis- og malmskip. De sistnevnte er i større grad spesialisert med tanke på den lasten de kan frakte. Spesialiserte skip er ofte dyrere i utformingen og opererer gjerne i mindre grad i spotmarkedet enn hva som er tilfellet for de konvensjonelle tørrbulkskipene (Jacobsen, 2011).

Historisk skraping for Handymax-segmentet er trolig ikke representativ for hva man vil se i fremtiden på grunn av den store tilveksten de siste årene. Modellering av fremtidig skraping basert på historisk skraping, ville vært en dårlig tilnærming for segmentet. Ved å se på effektivitetsøkningen, kan man implisitt få en høyere skraping i årene som kommer, hvilket er reelt i forhold til veksten segmenter har hatt.

4.3. Analyse

Ved hjelp av enkel Monte-Carlo simulering i Microsoft Excel har vi simulert 5000 mulige scenarioer for fraktrateprosessen videre. Monte-Carlo simulering innebærer å simulere et stort antall sekvenser av et eksperiment, slik at man får en fordeling av mulige fremtidige utfall. Dette gjør at man kan estimere en forventet verdi av eksperimentet, og sannsynligheten for at man får en verdi større enn en gitt kritisk verdi, i vårt tilfelle merinvesteringen.

Vi satt et tak på 30 år på skipets levetid, hvilket betyr at selv om modellen i noen simuleringer vil gi en lengre levetid, blir skipet tvunget til å skrapes etter 30 år. I de fleste tilfellene slår ikke grensen inn, da simuleringen i overveiende grad medfører en skraping før skipene passerer 30 år. 30 års grensen er satt med grunnlag i skraping tidligere år. Gjennomsnittlig skrapingsalder for Handymax segmentet har vært 25 år, basert på data tilbake til 1990 hentet fra Clarksons (2012), . Likevel finnes det skip i dagens flåte som nærmer seg 40 år. Noen av disse skipene antas ikke å

operere i de internasjonale spot fraktmarkedet, men på for eksempel innsjøer i USA eller kystfart utenfor Kina, og dermed vil de i mindre grad konkurrere med den resterende flåten.

Avkastningskravet settes ut fra risikoen til prosjektet og avkastningen til alternative prosjekt. I tillegg vil gjeldsgraden påvirke størrelsen på avkastningskravet. Når prosjektet anses å være risikabelt av natur, vil investor kreve en høyere avkastning for å ta del i prosjektet. Kreditor har førsterett på sine penger, hvilket tilsier at hvis prosjektet genererer en kontantstrøm som akkurat dekker kreditors renter og avdrag, vil ikke investor få pengene sine. Avkastningskravet er satt til 10 prosent etter samtaler med aktører i bransjen, men det vil også bli sett på hvordan resultatet blir påvirket av at man både reduserer og øker kravet.

Når fraktraten er lavere enn marginalkostnaden til skipet antas skipet å gå i opplag eller velge ikke å foreta den neste reisen. Standardskipet har høyere marginalkostnad enn eco-skipet og vil dermed være uten last like ofte, eller oftere enn eco-skipet. Likeledes vil standardskipet skrapes samtidig eller tidligere enn eco-skipet. Dette gjør at eco-skipet ikke bare vil ha en kostnadsbesparelse knyttet til lavere drivstofforbruk, men også en økt inntekt i tider hvor standard skipet ikke har last eller er skrapet.

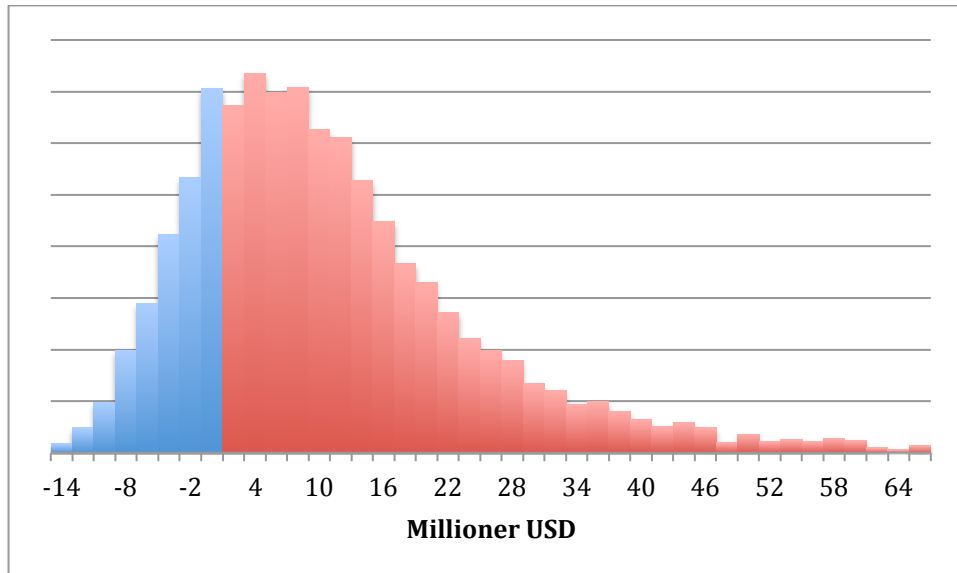
Resultatet av simuleringene med 10 prosent avkastningskrav er oppsummert i tabell 5.

Tabell 5 Avkastning merinvestering

Forventet total avkastning på merinvestering i %	54
Forventet avkastning på merinvestering i USD	1 073 000
Sannsynlighet for positiv avkastning i %	74,2

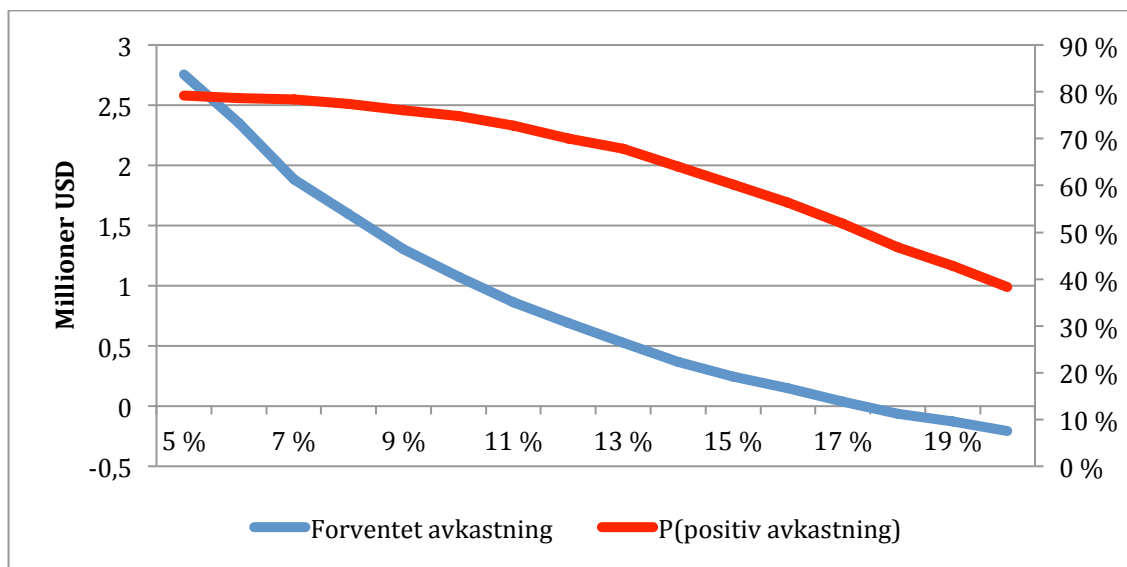
Det er altså overveiende sannsynlig at den ekstra merinvesteringen i eco-skip vil svare seg. Gjennomsnittlig vil man ha en forventet avkastning i overkant av en million, som tilsvarer 50 prosent avkastning på merinvesteringen. Fordeling av avkastning på merinvestering til de 5000 simuleringene er illustrert i figur 23. Den blå

delen viser når investeringen gir negativ avkastning. Høyrehalen er betraktelig lengre enn venstrehalen, det er få negative ekstremverdier sammenlignet med positive ekstremverdier.



Figur 23 Fordeling av avkastning på merinvestering

Gjennom å forsøke ulike avkastningskrav finner vi at internrenten på merinvesteringen er i overkant av 17 prosent. Dette fremgår av figur 24.



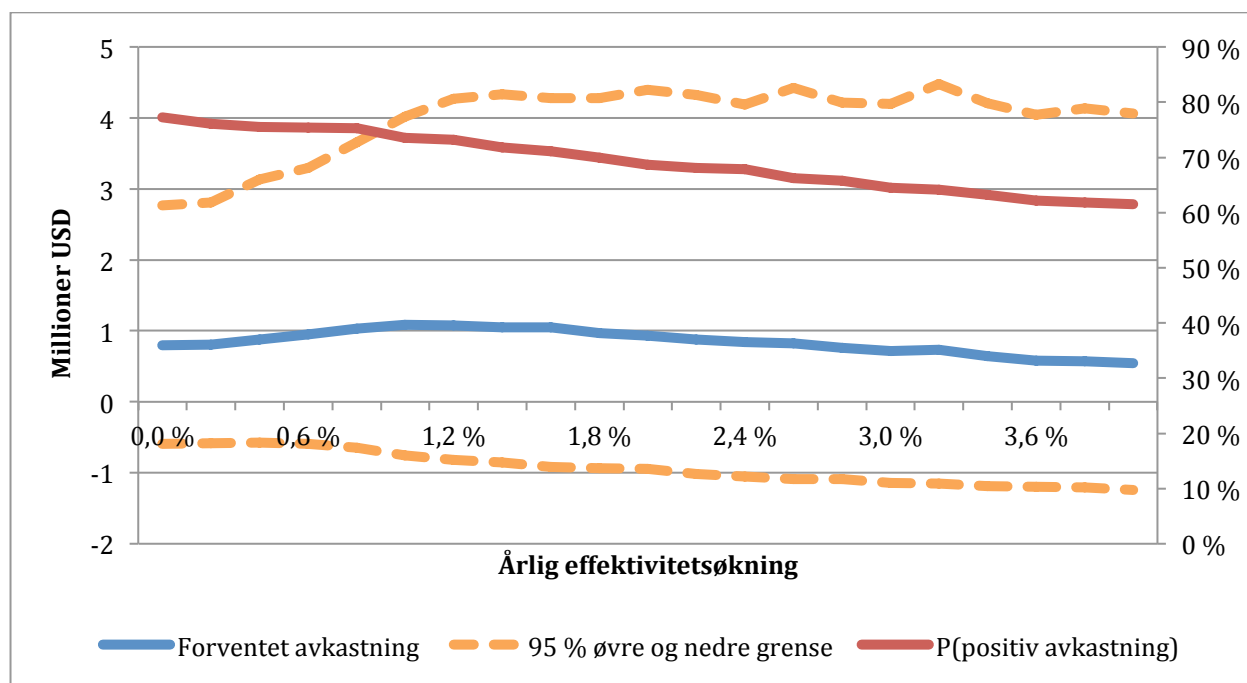
Figur 24 Forventet avkastning ved ulike avkastningskrav

4.4. Sensitivitetsanalyse

Vi bruker flere usikre variabler i analysen, og kjører derfor sensitivitetsanalyser for å se hvordan endring i forutsetningene påvirker resultatet. Ved å gjøre dette ser man også hvilke faktorer som har størst påvirkning på det resultatet som har fremkommet av simuleringene.

4.4.1. Effektivitetsøkning

Her har vi studert hva som skjer når vi endrer effektivitetsøkningen (utskiftingstakten) til det minst effektive skipet i flåten til enhver tid. I vår modell har vi en forventet årlig endring på rundt 0,95 prosent. I sensitivitetsanalysen har vi holdt alle andre parametere konstant, men endret årlig effektivitetsøkning fra 0 til 4 prosent. Resultatene er illustrert i figur 25.



Figur 25 Sensitivitetsanalyse effektivitetsøkning

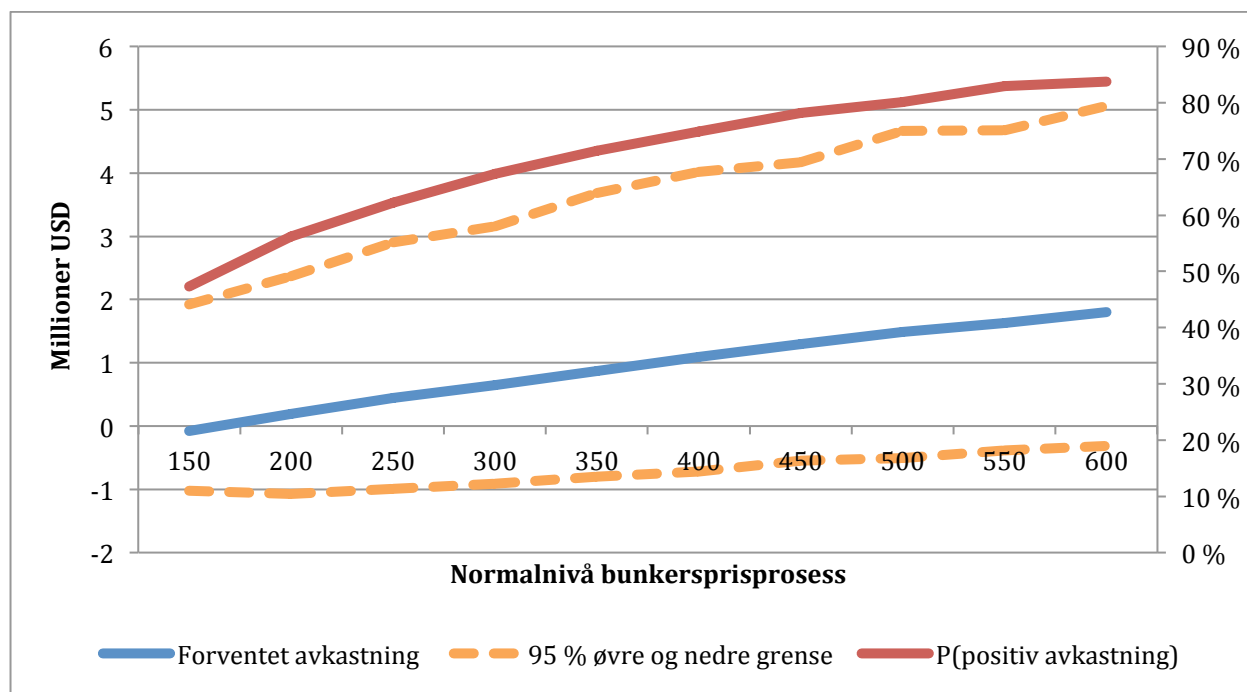
Det fremgår av grafen at eco-merinvesteringen gir en forventet positiv avkastning når årlig effektivitetsøkning er mellom 0 og 4 prosent. Forventet avkastning har et maksimumspunkt når årlig effektivitetsøkning er mellom 1 og 1,2 prosent. Grunnen til at forventet avkastning er mindre ved lavere effektivitetsøkning er at vi har satt

taket til skipets levetid til 30 år. Dette medfører at skipene ikke får så lang kontantstrøm som lavere effektivitetsøkning skulle tilsi.

Sannsynlighet for forventet positiv avkastning er nedadgående når man øker den årlige effektivitetsøkningen. Ved årlig effektivitetsøkning på fire prosent er det likevel 60 prosent sannsynlighet for at investering gir positiv avkastning. Levetiden for eco-skipet blir da betraktelig redusert i forhold levetiden ved kalkulert effektivitetsøkning på 0,95 prosent. Ved en effektivitetsøkning på fire prosent, er det sannsynlig at eco-skipet vil vare i mindre enn 10 år. Dette tilsier en kortere kontantstrøm og dermed en kortere periode å tjene inn merinvesteringen.

4.4.2. Bunkers

Gjennom å endre gjennomsnittlig bunkerskostnad i 50 dollarsintervall, hvor gjennomsnittet i dag er 394 dollar per tonn, har vi sett nærmere på hvordan denne faktoren slår ut i beregning av merinvesteringens avkastning. Ved å ta utgangspunkt i et endret langsiktig likevektsnivå i mean-reversion bunkersprosessen, fikk vi resultatene illustrert i figur 26.



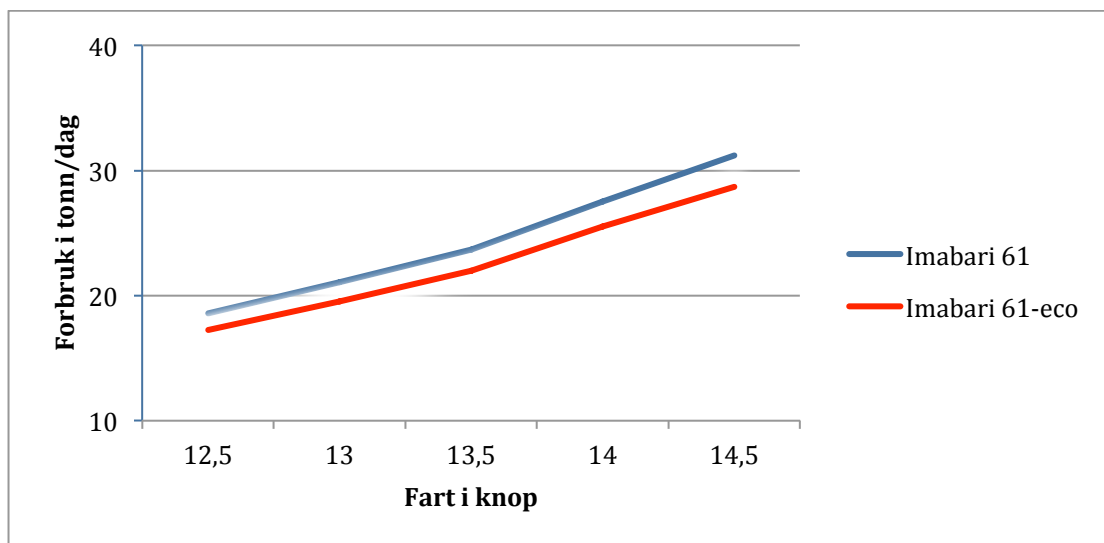
Figur 26 Sensitivitetsanalyse bunkerspris

For at merinvesteringen skal gi en forventet negativ avkastning, må gjennomsnittlig bunkerspris være et sted mellom 150 og 200 dollar per tonn. Ved svært høye bunkerspriser er sannsynligheten for positiv avkastning opp mot 90 prosent. Det som fremgår av kurven, er at bunkersprisen har en sterk påvirkning på lønnsomheten av prosjektet. Kurven som illustrerer forventet avkastning er tilnærmet lineær. Endres normalnivået i bunkersprosessen med 1 prosent fra nivået benyttet i vår modell, endres den forventede avkastningen på merinvesteringen med 1,15 prosent.

4.4.3. Fart

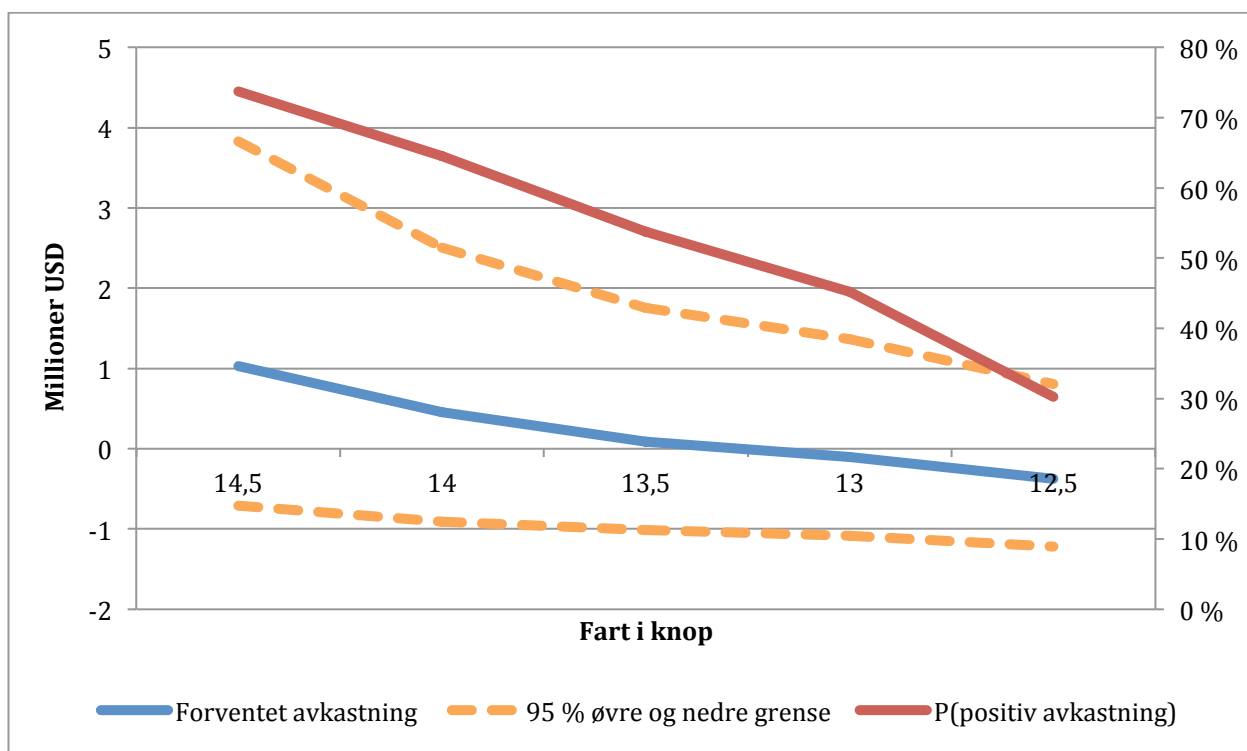
Skipene har et fartsintervall, hvor bunkersforbruket reduseres når farten reduseres, hvilket er positivt for aktøren som betaler drivstoffkostnaden. På motsatt side vil redusert fart medføre en økt reisetid, som tilsier tapte inntekter for reder, eller eventuelt økte leiekostnader for befrakter. I prospektet som skipsbygger har laget, var forbruket ved 14 og 14,5 knop uten sjømargin oppgitt, i tillegg til forbruk ved 15 prosent sjømargin fra 12,5 til 15,5 knop. Ifølge Grieg Star kan skipene maksimalt komme opp i en fart på 14,5 knop, og det er derfor denne farten har blitt brukt i analysen tidligere. Operatøren hos Grieg Star oppga at de i de fleste tilfeller kjører på maksimal fart, med mindre det er noe spesielt som må tas hensyn til. Eksempelvis kan dette være at de kommer inn til en stengt havn hvis de opererer på full fart, eller at de har fått en tid for å entre Panamakanalen, som gjør at de kan senke farten for å slippe ventetiden utenfor kanalen.

Gjennom å kalkulere differansen mellom forbruket ved 14 og 14,5 knop ved 0 og 15 prosent sjømargin, og ta utgangspunkt i forbruksgrafen som skipsbygger har utviklet, har vi kalkulert forbruket for eco og standard skipet i intervallet illustrert i figur 27.



Figur 27 Drivstofforbruk Imabari 61 0 % sjømargin

Grafen tilsier at eco-skipet skal være mest lønnsomt hvis farten holdes på 14,5 knop, siden forskjellen i forbruk avtar når farten reduseres. Vi tar inn fartsperspektivet i figuren under, med 5 prosent sjømargin som også er kalkulert for resten av flåten, og ser at den forutinntatte oppfatningen holder mål:



Figur 28 Sensitivitetsanalyse fart

Ut fra kalkuleringen blir merinvesteringen ulønnsom når farten reduseres til under 13,5 knop. Hvis farten kun reduseres 0,5 knop fra 14,5 til 14, faller forventet avkastning med nesten 600 000 USD, som illustrerer hvor viktig fartsperspektivet er. Som nevnt tidligere, burde analysen ha inkludert dynamisk fart, hvor farten settes slik at profitten maksimeres.

4.5. Konklusjon case

Ved å simulere 5000 scenarioer for fraktrateprosessen videre, finner vi at det er stor sannsynlighet for at det vil lønne seg for skipsreder å investere i et eco-skip relativt til et standard skip.

Konklusjonen er den samme, selv om utskiftingstakten, gitt ved effektivitetsøkning, skulle forekomme raskere eller senere. Derimot er konklusjonen svært sensitiv for endring i bunkerspris og farten skipet opererer på. Som nevnt tidligere vil flere aktører velge å holde en høy fart konstant, og i slike tilfeller vil ikke denne komponenten av analysen være like usikker. Ved en fart på 13,5 knop er forventet avkastning tilnærmet lik null. Grunnen til at kostnadsbesparelsen er større ved økt fart, er at differansen i drivstofforbruk er større, desto høyere fart skipet holder. Ettersom konklusjonen er svært sensitiv for hvilken fart skipet opererer på, hadde det vært en fordel om modellen inkluderte dynamisk fart.

I analysen har vi undersøkt om det lønner seg å investere i et eco-skip relativt til et standard skip. Vi tar ikke hensyn til hvorvidt det lønner seg å investere i skipene hver for seg, når man tar hensyn til andre kostnadselementer som kapitalkostnader og operasjonelle kostnader. Konklusjonen sier at skipsreder vil få et større dekningsbidrag av å investere i et eco-skip relativt til et standard skip, som kan benyttes til å dekke faste kostnader, og muligens gi en profit.

En svakhet med analysen er at skipene vi har analysert ikke har entret markedet. Dermed er det vanskelig å teste ut om dataene gitt av verftet stemmer overens med virkeligheten. Flere aktører i bransjer mener at eco-skip kun er et markedsføringsstunt fra verftene sin side, for å fylle opp tomme ordrebøker. Kritikerne mener at drivstoffbesparelsen i realiteten vil være lavere enn det verftene

hevder (McCarthy, 2012).

17. oktober 2012 holdt Jarle Hammer, fra Hammer Maritime Strategies, et foredrag om eco-skip på Bulkforum market update i Bergen. Han satt eco-skip opp mot investering i to 10 år gamle skip, innenfor Panamax segmentet. I hans analyse kom eco-skipet betraktelig dårligere ut. Det som da er verdt å nevne, er at i dagens marked er prisene i annenhåndsmarkedet presset på grunn av overkapasiteten, og man kan få to 10 år gamle skip for prisen av ett eco-skip. Hammer kommenterte også aspektet ved at flere skipsredere nå investerer i eco-skip, vil medføre at overkapasiteten i bransjen vil vedvare i tiden som kommer og at prisene dermed fortsatt vil være presset.

5. Referanseliste

Birkeland, S. (1998) *Bulk shipping and freight rates*, Thesis, Norwegian School of Economics and Business Administration

Bimco (2012) *A premium of 25% on new-building prices is commercial viable for Eco-ships* [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.bimco.org/Reports/Market_Analysis/2012/0912_ECOshipsFinancing.aspx (Nedlastet 22 september 2012)

Bjerkensund, P. og Ekern, S. (1995) Contingent Claims Evaluation for Mean-Reverting Cash Flows in Shipping. *Real Options in Capital Investments, Models, Strategies, and Applications*, ed. L. Trigeorgis. Praeger

Blair, D. (23. jan 2012) Iran threatens to close Strait of Hormuz over EU oil Sanctions, *The Telegraph* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/middleeast/iran/9032948/Iran-threatens-to-close-Strait-of-Hormuz-over-EU-oil-sanctions.html> (Nedlastet 20 september 2012)

Chen, S., Frouws, K. og Voorde, E.V.d. (2010): Technical changes and impacts on economic performance of dry bulk vessels, *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research*, 37:3, s. 305-327

Christiansen, M., Fagerholt, K., Nygreen, B. og Ronen, D. (2007) Maritime Transportation, C. Barnhard. og G. Laporte ed. *Handbook in OR & MS, Vol 14.* Amsterdam: Elsevier B.V, s.189-284

Clarksons (1. Januar 2012) *Shipbuilder Analysis - Age Profile of Fleet* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.clarksons.net/sin2010/tables/Default.aspx> (Nedlastet 23 september 2012)

Cufley, C.F. (1972) *Ocean Freights and Chartering*, Staples Press, London

Det Norske Veritas (2012) *DNV Fuel Saving guideline – for Bulk Carriers*

Devanney, J. W. (2010) *The Impact of Bunker Price on VLCC Spot Rates*, Technical Report, Center for Tankship Excellence, USA, [Internett]. Tilgjengelig fra http://www.c4tx.org/pub/vlcc_rates.pdf(nedlastet 2 september 2012).

Ekeseth F. (2. Oktober 2012) Derfor vegrer han seg for å øke farten *Dagens Næringsliv* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/forsiden/borsMarked/article2480178.ece> (Nedlastet 15 november 2012)

Evans, J. J. (1994) An analysis of efficiency of the bulk shipping markets. *Maritime Policy and Management*, 21 (4), s. 311-329

- Fuglseth, A. M. og Strandenes, S.P. (1997), Norship: A decision support system for analyses of bulk shipping markets, *Computers in Human Behavior*, Vol 13, No 4, s. 517-541
- Geman, H. og Smith W.O. (2012) *Shipping Markets and Freight Rates: An Analysis of the Baltic Dry Index*, Akademisk avhandling, University of London
- Glen, D. (1990) The Emergence Of Differentiation In The Oil Tanker Market, 1970–1978, *Maritime Policy and Management*, 17(4), s. 289–312.
- Gratsos, G., Thanopoulou, H. og Veenstra, A. (2012) Dry Bulk Shipping, in Talley, W. ed. *Maritime Economics - A Blackwell Companion*. Oxford: Wiley Blackwell, s.187-204
- Gripsrud G, Olsson U.H. og Silkoset R. (2004) *Metode og dataanalyse*. 1. utg. Steinkjer, Høyskoleforlaget
- Jacobsen, E.W. (2011) *En kunnskapsbasert maritim næring*, forskningsrapport Handelshøyskolen BI [Internett]. Tilgjengelig fra: [http://web.bi.no/forskning/papers.nsf/0/bde96fcd8d205914c12578a800420bdf/\\$FILE/2011-05-jacobsen.pdf](http://web.bi.no/forskning/papers.nsf/0/bde96fcd8d205914c12578a800420bdf/$FILE/2011-05-jacobsen.pdf) (Nedlastet 20 nov 2012)
- Karatzas, I. og Shreve, S.E. (1988) *Brownian motion and stochastic calculus*. Springer- Verlag, New York
- Koopmans, T. (1939) *Tanker Freight Rates and Tankship Building*, Harlem, De Erven F. Bohn
- Lensberg, T. og Rasmussen, H. (1992) *A stochastic intertemporal model of the tanker market*. Foundations for research in economics and business administration. Bergen, Norway.
- Lun Y.H.V., Lai K.H. og Cheng T.C.E. (2010) *Shipping and Logistics Management*, Springer, London
- McCarthy L. (5 juni 2012) Shipyard's eco designs are a marketing gimmick, say owners *Lloyd's list* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.lloydslist.com/ll/sector/ship-operations/article400038.ece> (Nedlastet 1 oktober 2012)
- Mossin, J. (1968) An Optimal Policy For Lay-Up Decisions, *Swedish Journal of Economics*, 70, September, s. 170-177
- Norman, V. D. (1979) *Economics of Bulk Shipping*, Institute for Shipping Research, Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen.
- Norman, V.D. og Wergeland, T. (1981) *Nortank – A simulation model of the freight market for large tankers*. Centre for Applied Research, Norwegian School of Economics and Business Administration, Report 4/81. Bergen, Norway.

Platou (2012) *Annual Market Report* [Internett]. Tilgjengelig fra: http://www.platou.com/dnn_site/LinkClick.aspx?fileticket=f3C%2bWW7EH58%3d&tabid=541(Nedlastet 15.oktober 2012)

Rype, V. og Filipovski. M. (2010) 7,5 years the docking interval, *Det Norske Veritas*, 15/10-2010 [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.dnv.com/industry/maritime/publicationsanddownloads/publications/dnvcontainershipupdate/2010/2-2010/75yearsthedockinginterval.asp> (Nedlastet 12 oktober 2012)

Ship and Bunker (4 september 2012) *Analysts Say Current Bunker Prices Are Too High* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://shipandbunker.com/news/world/361498-analysts-say-current-bunker-prices-are-too-high> (Nedlastet 25 september 2012)

Stopford, R.M. (1997 & 2009) *Maritime Economics*, Routledge, London

Strandenes, S.P. (1981) Demand Substitution Between Tankers Of Different Sizes, *Norwegian Maritime Research*, 11, s. 27–36.

Strandenes, S. P. (1986) *Norship: A Simulation Model of Markets in Bulk Shipping*, Discussion paper 11, Norwegian School of Economics and Business Administration

Tvedt, J. (1995) *Markets Structure, Freight Rates and Assets in Bulk Shipping*, Thesis (Ph.D), Norwegian School of Economics and Business Administration

Tvedt, J. (2003) Shipping Market Models And the Specification of Freight Rate Process, *Maritime Economics and Logistics*, 5 (4), s. 327-346

Ådland R. (2012) *Microeconomic Modeling of the Supply Function in Bulk Shipping Revisited*, The IAME 2012 Conference

Ådland, R. og Cullinane, K. (2005). A time-varying risk premium in the term structure of bulk shipping freight rates, *Journal of Transport Economics and Policy*, 39 (2) s. 191-208

Ådland, R., og Strandenes, S.P. (2007) A Discrete-Time Stochastic Partial Equilibrium Model of the Spot Freight Market, *Journal of Transport Economics and Policy*, 41:2, s. 189-218

6. Appendiks

6.1. Appendiks 1

Baltic Handymax Index⁴:

This based on a "Baltic handymax", self-trimming bulk carrier, less than 15 years old, ITF in order, 45,496mt dwt on 11.62m ssw, 2,020,315 cu ft gr/1,962,273 cu ft bl. 5holds/5hatches, 4x25t cr no grabs, loa 185.74m, beam 30.4m. 14kn (average laden/ballast) on 29.5mt ifo (180) no diesel at sea.

Each route is based on laydays cancelling about 5 days after the date of the index with cancelling 10 days thereafter.

M3 – vessel size: 45,496 - Delivery S.Korea-Japan, redelivery Gib-Skaw, duration 60-65 days

Baltic Supramax Index⁵:

The Baltic Supramax Index will be based on the following description:

Standard "Tess 52" type vessel with grabs as follows:

- 52,454 mt dwt self trimming single deck bulkcarrier on 12.02 m ssw • 189.99 m LOA
- 32.26 m Beam 5ho/ha 67,756 cum.grain 65,600 cum.bale • 14L /14.5B on 30mt (380 cst) no mdo at sea • Cr 4 x 30 mt with 12 cum grabs • Maximum age - 10 years

Route definitions

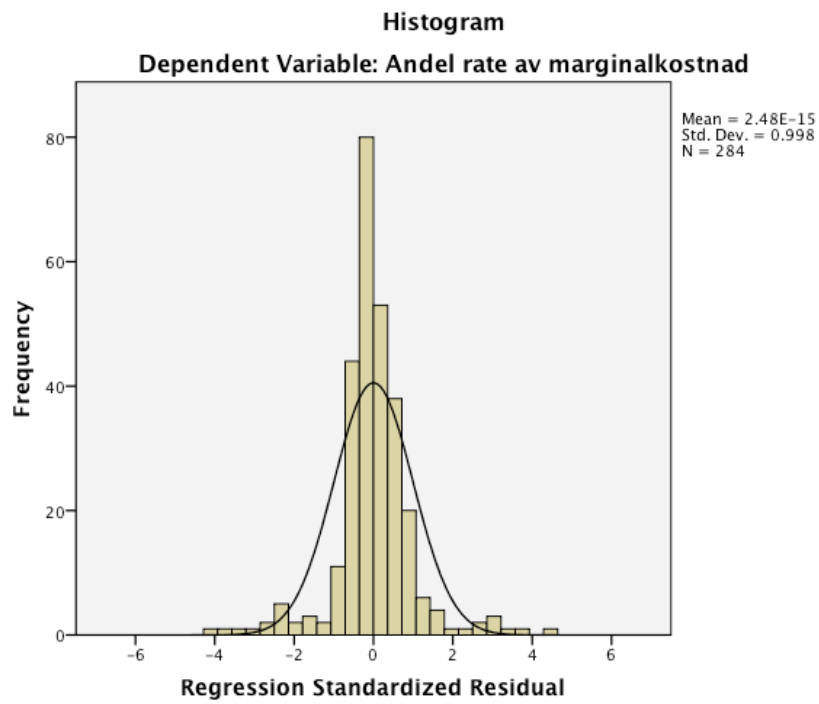
Route 3 Delivery South Korea/Japan range for a trip of 60/65 days redelivery Gibraltar/Skaw range 5 per cent commission total. Laycan 5/10 days in advance. Weighting 25 per cent.

⁴ Hentet fra:

<http://www.balticexchange.com/media/pdf/a%20history%20of%20baltic%20indices%20201211.pdf>
(1. oktober 2012)

⁵ Hentet fra: <http://www.balticexchange.com/default.asp?action=article&ID=970>
(1. oktober 2012)

6.2. Appendiks 2



6.3. Appendiks 3

