

Arbeidsnotat nr. 29/00

**Tilpasninger til CO² avgift
i skipsfartsnæringen**

av
Kristian Olsen

SNF prosjekt 1660
Norsk og internasjonal klimapolitikk
- konsekvenser for skipsfartsnæringen

Prosjektet er finansiert av Norges Rederiforbund

SIØS – Senter for internasjonal økonomi og skipsfart

STIFTELSEN FOR SAMFUNNS- OG NÆRINGS- OG NÆRINGS- OG NÆRINGS- OG NÆRINGS-
BERGEN, JULI 2000

ISSN 0803 - 4028

© Dette eksemplar er fremstilt etter avtale
med KOPINOR, Stenergate 1, 0050 Oslo.
Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale
og i strid med åndsverkloven er straffbart
og kan medføre erstatningsansvar.

SIØS - Senter for internasjonal økonomi og skipsfart - er et felles senter for Norges Handelshøyskole (NHH) og Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning (SNF), med ansvar for undervisning, fri forskning, oppdragsforskning og forskningsformidling innen områdene skipsfartsøkonomi og internasjonal økonomi.

Internasjonal økonomi

SIØS arbeider med alle typer spørsmål knyttet til internasjonal økonomi og skipsfart, og har særskilt kompetanse på områdene internasjonal realøkonomi (handel, faktorbevegelser, økonomisk integrasjon og næringspolitikk), internasjonal makroøkonomi og internasjonal skattepolitikk. Forskingen ved senteret har i den senere tid vært dominert av prosjekter som har til hensikt å bidra til økt innsikt i globale, strukturelle problemer og virkninger av regional økonomisk integrasjon. Videre deltar man også aktivt i prosjekter som omhandler offentlig økonomi, nærings- og konkurransepolitikk.

Internasjonal transport

Et annet sentralt arbeidsområde for SIØS er internasjonal transport. På dette feltet har studier av konkurranseforholdet mellom ulike transportbærere i Europa og mulighetene for økt bruk av sjøtransport for å avlaste det landbaserte transportnettverket på kontinentet stått sentralt.

Maritim forskning

SIØS ser det som sin oppgave å være et bindeledd mellom den maritime næring og forskningsmiljøet ved SNF og NHH, og har gjennomført en serie prosjekter finansiert av Norges Rederiforbund, direkte rettet inn mot rederier og andre maritime bedrifter. Denne typen prosjekter har blant annet studert norske rederiers multinasjonale virksomhet, skipsbygging i Nord-Europa, og konkurransen i fergemarkedene.

Kompetansebase

SIØS' kompetansebase består av forskere ved SNF, assosierte medarbeidere ved NHH og LOS (UiB), samt ledende internasjonale økonomer som er knyttet til senteret gjennom langsiktige forbindelser. I løpet av de siste årene har man ved SIØS fått frem fem doktorgrader innen internasjonal økonomi og skipsfart, og staben inkluderer for tiden doktorgradsstipendiater.

Nettverk

Senteret er involvert i flere større EU-prosjekter, og samarbeider med sentrale forsknings- og utdanningsinstitusjoner over hele Europa. Spesielt nær kontakt har man til London School of Economics, University of Glasgow, Institute for Graduate Studies, Geneve og The Research Institute of Industrial Economics (IUI), Stockholm. Den vitenskapelige staben ved SIØS deltar i flere internasjonale forskningsnettverk, og har vært blant de fremste i Europa til å ta initiativ til dannelse av nettverk.

Innhold

Sammendrag	3
1. Innledning	5
2. Konsekvenser	6
Bunkerspris	6
Reisekalkyle	8
3. Tilpasninger	10
Redusert hastighet	10
Ombygging	13
Nybygg	15
4. Konklusjoner	19
Referanser	20

Tabeller

Tabell 1: Avgift per tonn bunkers	6
Tabell 2: Skipsdata brukt i eksemplene	8
Tabell 3: Kostnader per tonn last i NOK med og uten avgift	9
Tabell 4: Nødvendig rate før hastighet reduseres	11
Tabell 5: Oppsummering av ombygging av hovedmotor	13
Tabell 6: Break-even for ombygging av hovedmotor	13
Tabell 7: Prosjekteringsparametere for nybygg	16

Figurer

Figur 1: Bunkerpriser i Rotterdam for gassolje (MGO) og tungolje (cF 380), siste fem år, (DN 1995-2000).	7
Figur 2: Bunkerpriser og oljepris indeks (desember 1995 = 100), siste fem år, (DN 1995-2000).	7
Figur 3: Kostnadsøkning etter avgift som funksjon av distanse	9
Figur 4: Nåverdi av ombygging i forhold til gjenværende levetid	14
Figur 5: Pris for nybygg på 3 500 tonn dødvekt som funksjon av hastighet	15
Figur 6: Bestemmelse av optimal hastighet i prosjektfasen	16
Figur 7: Overskudd med og uten avgift for nybygg	17
Figur 8: Overskudd for eksisterende skip som funksjon av hastighet	18

Sammendrag

Dette notatet belyser konsekvensene for skipsfartsnæringen av å innføre en CO₂ avgift på internasjonal bunkers. Vi beregner hvordan en slik avgift vil påvirke driftskostnadene for ulike typer skip og for ulike transportruter. Videre vurderer vi lønnsomheten av følgende måter å tilpasse seg et økt avgiftsnivå:

- Redusert hastighet
- Ombygging av motor for å redusere drivstofforbruk
- Endring av designhastighet ved nybygg

Vi finner at en CO₂ avgift på 200 kroner per tonn CO₂ vil føre til at transportkostnadene øker med 3 – 15 %. Dette er trolig ikke tilstrekkelig til at det blir aktuelt å redusere hastigheten på eksisterende flåte, men designhastigheten på nybygg vil kunne bli redusert med om lag 0,5 knop. Ombygging av motor blir langt mer lønnsomt enn i dag, men gjenværende levetid på eksisterende flåte er likevel trolig for kort til at ombygging blir regningssvarende.

Det er lite trolig at en CO₂ avgift på internasjonal bunkers blir innført med det første. Det er flere grunner til det. For det første er det foreløpig bare industrilandene som har forpliktet seg til å redusere sine utslipp av klimagasser gjennom Kyotoprotokollen. Ved bunkring i andre land vil det derfor ikke være aktuelt med klimagassavgifter. For det andre regnes ikke internasjonal bunkers med i utslippsregnskapene som legges til grunn i Kyotoprotokollen. Bakgrunnen for dette er at skipsfartens internasjonal karakter gjør det vanskelig å foreta en fordeling av utslippene mellom landene.

Begge disse hindringene for avgifter på internasjonal bunkers kan forsvinne på litt sikt. Det arbeides intenst med å få også u-landene til å påta seg utslippsforpliktelser, om ikke innenfor Kyotoprotokollens tidsramme, så i hvert fall i etterfølgende perioder. Videre burde man gjennom forhandlinger kunne enes om fordelingsnøkler for utslipp fra skip, slik at disse utslippene kan inkluderes i de nasjonale utslippsregnskapene.

Nærskipsfarten i Europa er antagelig det segmentet hvor sannsynligheten for CO₂ avgifter på bunkers er størst i de nærmeste årene. EU/EØS landene har høye ambisjoner i klimapolitikken, og flere land har vist at de er villige til å innføre avgifter uten at andre land følger etter. I EU er det dessuten planer å etablere et system for kjøp og salg av klimagasskvoter innen 2005. Slike utslippskvoter vil i prinsippet virke på samme måte som en avgift, fordi bedriftene må kjøpe kvoter for å få rett til å slippe ut klimagasser. Trolig vil ikke dette kvotesystemet omfatte utslipp fra internasjonal bunkers med det første, men på litt sikt er det ikke utenkelig at EU kan følge Norges eksempel ved å innføre CO₂ avgifter eller kvoteplikt for innenriks og intraregional transport.

I denne studien tar vi utgangspunkt i et avgiftsnivå på 200 kr per tonn CO₂. Det er litt høyere enn den norske CO₂ avgiften på diesel, som i dag er på 164 kr/t CO₂, og dobbelt så mye som den norske CO₂ avgiften på innenriks sjøfart. En eventuell fremtidig avgift på bunkers vil antagelig ligge på samme nivå som prisen for utslippskvoter i det internasjonale kvotemarkedet. Det hersker stor usikkerhet omkring denne prisen, og estimatene varierer fra om lag 50 til 400 kr per tonn CO₂. Hovedtyngden av estimatene er under 200-250 kroner. Til sammenligning kan det nevnes at "Kvoteutvalget" (NOU 2000:1) la en kvotepris på 125 kr/tCO₂ til grunn for sine beregninger.

Vi finner at en CO₂ avgift på 200 kr/tCO₂ vil føre til en økning i transportkostnadene (inkludert kapitalkostnader) i nærskipsfarten på 3 – 15 %. Kostnadene øker minst for skip som

går på gassolje og som går korte ruter. Siden gassolje i utgangspunktet koster mer enn tungolje, er den prosentvise økningen i bunkersutgiftene mindre for skip som bruker gassolje. Videre bruker skip som går korte ruter en større del av tiden i havn, hvor bunkersforbruket er lavt. Våre beregninger tyder også på at kostnadsøkningen er noe mindre for store skip en for små, alt annet like. Det er likevel lite trolig at avgiften vil føre til særlig substitusjon mellom ulike skipstyper/størrelser.

I hvilken grad økte driftskostnader slår ut i økte fraktrater avhenger av tilbuds og etterspørselsforholdene i markedet. På lang sikt er tilbudet av transporttjenester meget elastisk (fleksibelt). Videre er etterspørselen etter transporttjenester stort sett ufølsom for priser, siden transportkostnadene oftest utgjør en svært liten andel av *cif*-verdien. Dette tilsier at på lang sikt kan mye av avgiftene bli veltet over i fraktratene, uten at dette får nevneverdige konsekvenser for transportetterspørselen.

I dette notatet fokuserer vi imidlertid på hvilke tilpasninger som er aktuelle dersom fraktratene *ikke* endres.

Redusert hastighet

Reduksjon av hastighet fører til lavere bunkersutgifter per tonnmiil, men også til lavere inntekter. Vi finner at ratene i nærskipfarten er så høye at inntektstapet mer enn oppveier den potensielle kostnadsbesparelsen, også etter at avgifter er innført. Redusert hastighet synes derfor lite aktuelt, særlig for de minste skipene. For litt større skip er det aktuelt, selv ved dagens bunkerspriser, å redusere hastigheten der hvor havnetidene tillater det. Omfanget av dette kan øke ved en avgift, men det vil ikke være aktuelt å redusere hastigheten så mye at det får konsekvenser for antall turer.

Ombygging av motor for å redusere drivstofforbruk

Gjennomsnittsalderen i nærskipfartsflåten er forholdsvis høy. På eldre skip finnes det gjerne et potensiale for å oppgradere motor for å redusere drivstofforbruket. Vi har regnet på lønnsomheten av å oppgradere hovedmotor på et 20 år gammelt skip slik at drivstofforbruket reduseres med 5 %. Tilbakebetalingstiden for en slik investering er beregnet til vel 15 år før avgift og vel 9 år etter avgift. Hvorvidt dette er tilstrekkelig til å gjøre investeringen lønnsom, avhenger av forventet gjenværende levetid. For et 20 år gammelt skip er en slik investering antakelig lite aktuell. Ombygging kunne vært aktuelt for nyere skip dersom besparelsen var like stor, men sannsynligvis er det mindre effektivitetsgevinster å hente for nyere skip. Alt i alt synes det derfor som høyere avgifter må til for at ombygging av motor skal bli lønnsomt i stor skala.

Endring av designhastighet ved nybygg

Selv om det synes lite aktuelt å redusere hastigheten for eksisterende flåte, kan det være lønnsomt å endre designhastighet for nye skip. Grunnen er at kapitalkostnadene, som er faste for eksisterende flåte, øker med designhastighet for nybygg. Vi finner at en CO₂ avgift på 200 kr/tCO₂ vil redusere optimal designhastighet med om lag 0,5 knop.

1. Innledning

Dette notatet er en del av prosjektet 'Norsk og internasjonal klimapolitikk – konsekvenser for skipsfartsnæringen' hvor målsettingen er å analysere hvordan endringer i klimapolitikken nasjonalt og internasjonalt vil påvirke skipsfartsnæringen, både gjennom endringer i lønnsomhets- og konkurranseforholdene i transportsektoren og gjennom endringer i etterspørselen etter transporttjenester.

I notatet vil vi med utgangspunkt i innføring av CO₂ avgift for skipsfartsnæringen se om denne avgiften slår ulikt ut for forskjellige størrelser på skip. Vi ser også om der er tilpasninger i driften av skipene eller i teknologi som kan være aktuelle og hvilke kriterier som vil ligge til grunn for disse. Vi har beregnet konsekvenser for utvalgte eksempler og relevansen av disse eksemplene vil være forskjellig for ulike deler av skipsfartsnæringen.

På bakgrunn av forhandlingene rundt Kyotoavtalen er der gjort en del arbeid om CO₂ avgiften og dens mulige virkninger. Disse arbeidene har stort sett betraktet skipsfartsnæringen under ett, mens vi i dette notatet tar utgangspunkt i konsekvensene for enkeltskip.

I resten av denne innledningen går vi gjennom en del forutsetninger som disse beregningene er basert på. Dette inkluderer CO₂ avgiftens nivå og implementering. Del to går inn på virkningen av CO₂ avgiften på forskjellige skip. Dette er basert på reisekalkyler for forskjellige skip og distanser beregnet med og uten CO₂ avgift. Den tredje delen tar for seg mulige tilpasninger rederiene kan gjøre for å møte den nye avgiften. Vi undersøker betingelsene for å redusere driftshastighet og for optimal hastighet ved nybygg. Videre går vi gjennom et eksempel på ombygging av hovedmotor. Del 4 avslutter med noen konklusjoner.

Eksemplene er hentet fra nærskipfart til Europa. Norskregistrerte skips anløp i europeiske havner representerte i 1998 rundt 38 % av alle anløp målt i bruttotonnasje (SSB, 1999). Målt i antall anløp representerer europeiske havner 65 % av alle anløpene. For tørrlasteskip er andel anløp oppe i 70 %.

Bakgrunnen for at nærskipfart er skilt ut er at den foregår innen Europa, et område hvor en felles avgift muligens er mest nærliggende og gjennomførbar. Derved unngår vi problemstillinger rundt ulike avgiftsnivå i forskjellige land og med ulikt avgiftsnivå i hver ende av turen. Innen Europa er det også mulig at et avgiftssystem kan implementeres relativt raskt og ensidig før et internasjonalt system er på plass.

EU har satt i gang et utredningsprosjekt som skal drøfte innføring av et kvotesystem for klimautslipp for EU. Europa, og da spesielt EU/EØS-området, er en region hvor et internt kvotesystem kan kunne komme på plass relativt tidlig og hvor tiltakene kan gjennomføres ensidig før et internasjonalt system er på plass.

Vi har i hovedsak valgt å konsentrere oss om de minste skipene. Også større skip brukes innen nærskipfarten, men vil ofte ha en betydelig del av sitt virkeområde utenfor Europa. Vi har valgt ut tre typiske størrelser, den minste på rundt 1 500 tonn dødvekt, en mellomstørrelse på rundt 3 500 tonn dødvekt og den største på rundt 6 000 tonn dødvekt. Det viktigste skillet i denne sammenheng går mellom dem på rundt 6 000 tonn dødvekt og de to andre størrelsene. Skip på rundt 6 000 tonn dødvekt og oppover vil generelt bruke tungolje, mens de to andre bruker gassolje som bunkers. Beregningene er gjort for to størrelser som benytter gassolje for å se om avgiften slår ulikt ut for ulike størrelser på skipene. Der er ingen naturlig gruppe innen nærsjøfarten over 6 000 tonn å sammenligne med. Alle skip i beregningene er tørrlasteskip (bulk). Data for skipene er fra rederiet Wilson, og representerer vanlig tonnasje i dette segmentet.

2. Konsekvenser

Denne delen går inn på effekter av en lik CO₂ avgift for hele sektoren, beregnet for hver av skipstypene og forskjellige distanser. Utgangspunktet er en avgift på kr 200 per tonn CO₂. Også andre nivå er beregnet, men endrer ikke vesentlig på konklusjonenes karakter. Iverksetting av avgiften er basert på Grønn skattekommisjon (NOU, 1996:9) som en avgift per liter/tonn og vil da ikke være avhengig av bunkerspris.

Denne delen forutsetter at det ikke skjer noen form for tilpasninger i driften som følge av avgiften.

Bunkerspris

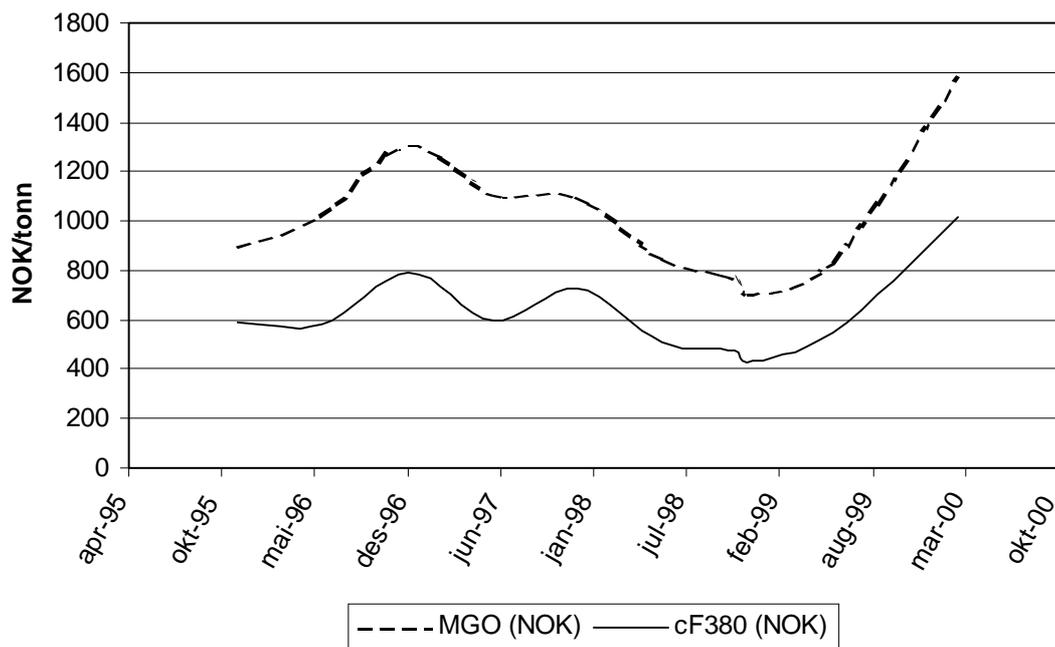
Avgift blir beregnet ut fra utslipp av CO₂. Ved et avgiftnivå på kr 200 per tonn CO₂ er avgiften per liter 53 øre for gassolje og 61 øre for tungolje (NOU 1996:6). Bunkersforbruk måles normalt i tonn, og avgiften er derfor omregnet til kr per tonn gassolje og tungolje. Gassolje med spesifikk vekt på 0,845 g/cm³ gir 1 183 liter/tonn og tungolje med spesifikk vekt på 0,950 g/cm³ gir 1 053 liter/tonn. Avgiften blir da

		Avgift per tonn CO ₂		
		kr 100	kr 200	kr 400
Gassolje	Avgift per tonn bunkers	kr 313	kr 627	kr 1 254
Tungolje	Avgift per tonn bunkers	kr 319	kr 638	kr 1 276

Tabell 1: Avgift per tonn bunkers

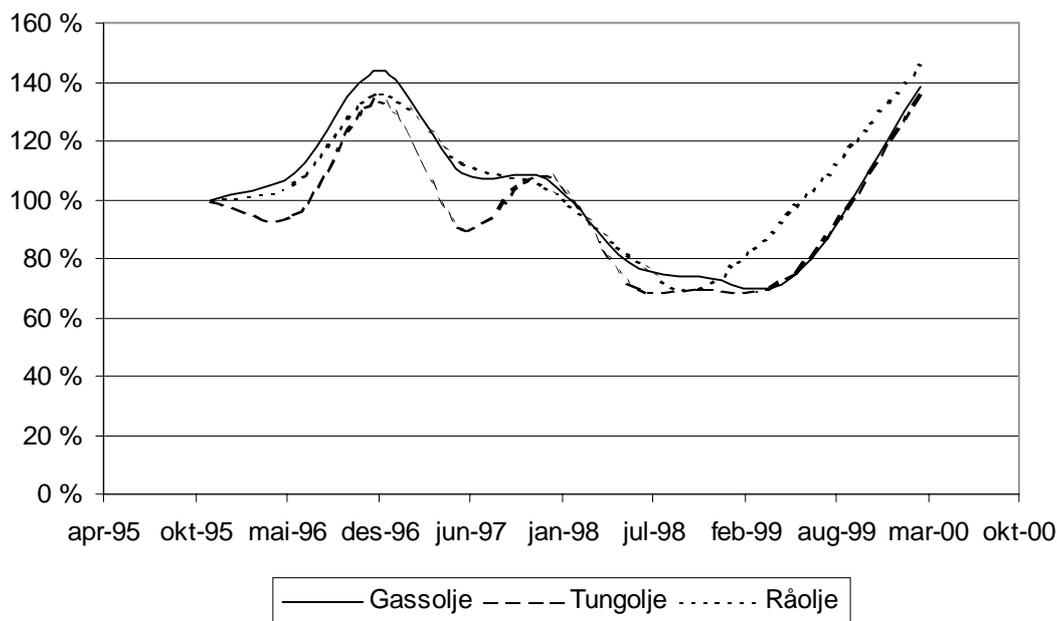
De videre beregningene er forenklet ved at forskjellen mellom avgiften på tungolje og gassolje ignoreres og alle beregninger bruker en avgift på kr 630 per tonn bunkers. Prisforskjellen mellom tungolje cF 180 og cF 380 er liten og blir ignorert. Bunkers kan brukes også i andre blandingsforhold og i spesialblandinger. Disse er ikke med i eksemplene.

Bunkersprisene varierer sterkt, både i tid og mellom havner. Både det absolutte prisnivået og de relative prisene mellom tungolje og gassolje varierer. Per i dag ligger bunkersprisen høyt. En avgift vil derfor gi en bunkerspris som ligger godt over det historisk normale.



Figur 1: Bunkerpriser i Rotterdam for gassolje (MGO) og tungolje (cF 380), siste fem år, (DN 1995-2000).

Flere beregninger av konsekvensen for oljeprisen av Kyotoprotokollen legger til grunn at prisen på råolje kan reduseres med 15 – 20 % (St meld nr 29/1997 – 98). Denne reduksjonen er en del høyere en resultatet fra Holtsmark og Mæstad (2000) hvor reduksjonen ligger på 2-3 %. Dette innebærer at de konsekvensene som er beregnet i dette notatet kan overestimerer effekten av avgiften, dersom en reduksjon i råoljeprisen også innebære en reduksjon i bunkersprisen. Figur 2 viser at der har vært en slik sammenheng de siste fem årene.



Figur 2: Bunkerpriser og oljepris indeks (desember 1995 = 100), siste fem år, (DN 1995-2000).

Reisekalkyle

For å sammenligne effekten av avgiftene er kostnadene beregnet som en kostnad per tonn kapasitet for en gitt distanse og ved 100 % utnyttelse av kapasiteten. Ved normal drift vil det ikke være aktuelt å ta mindre laster, men i et dårlig marked vil ikke kapasiteten alltid kunne utnyttes fullt ut. I tillegg vil der være ballastturer som reduserer utnyttelsen. Kapasitetsutnyttelse påvirker ikke den prosentvise kostnadsøkningen.

Kostnadene per tonn last for en tur er gitt ved

$$\frac{C_b + C_h + C_f}{cc}$$

hvor bunkerskostnader C_b , havnekostnadene C_h og faste daglige kostnadene C_f fordeles på lastekapasiteten cc . Bunkerskostnader C_b er avhengig av tid i sjø, spesifikt bunkersforbruk og bunkerpris, eventuelt inkludert avgift. Både havnekostnadene C_h og de faste daglige kostnadene C_f er gitt for hvert skip. Der lastekapasiteten cc ikke er angitt er den anslått fra oppgitt dødvekt, redusert i hovedsak for bunkers.

Bunkersforbruket inngår her bare i første ledd i telleren. Skipene bruker også gassolje til å drive hjelpemotorer i havn og eventuelt også i sjø. Dette forbruket er ikke inkludert i beregningene. For skipene i disse beregningene utgjøre det opp mot 12 % av bunkerskostnadene for skipet som bruker tungolje, mens det for skipene som bruker gassolje ligger på inntil 2 – 3 % av bunkerskostnadene. En avgift påvirker ikke dette forholdet nevneverdig.

Havnekostnadene brukt i beregningene er basert på representative utgifter for hver skipstype i en norsk og en kontinental havn. De holdes konstant for hvert skip selv om reisen lengde varierer. Kostnader forbundet med lasting og lossing er holdt utenfor.

De faste kostnadene brukt i disse beregningene er budsjetterte kostnader per dag. Disse inkluderer kapitalkostnader og avsetning til dokking, men ikke administrasjon.

Skip	Kapasitet	Hastighet	Forbruk
1	1850 tonn	9 knop	3,5 tonn gassolje/dag
2	3500 tonn	11,5 knop	4,7 tonn gassolje/dag
3	5850 tonn	12,5 knop	11 tonn tungolje/dag

Tabell 2: Skipsdata brukt i eksemplene

Der er beregnet kostnader for forskjellige distanser. Ved kortere distanser er tiden i havn viktigere og avgiften slår mindre ut. Relevansen av hvert eksempel vil være forskjellig for hver av skipstypene og vil nok for et gitt skip ligge et sted mellom disse ytre punkt. Basert på bunkerspris i februar 2000 og en avgift på 200 kr/tonn CO₂ ligger kostnadsøkningen på mellom 3 % og 15 %.

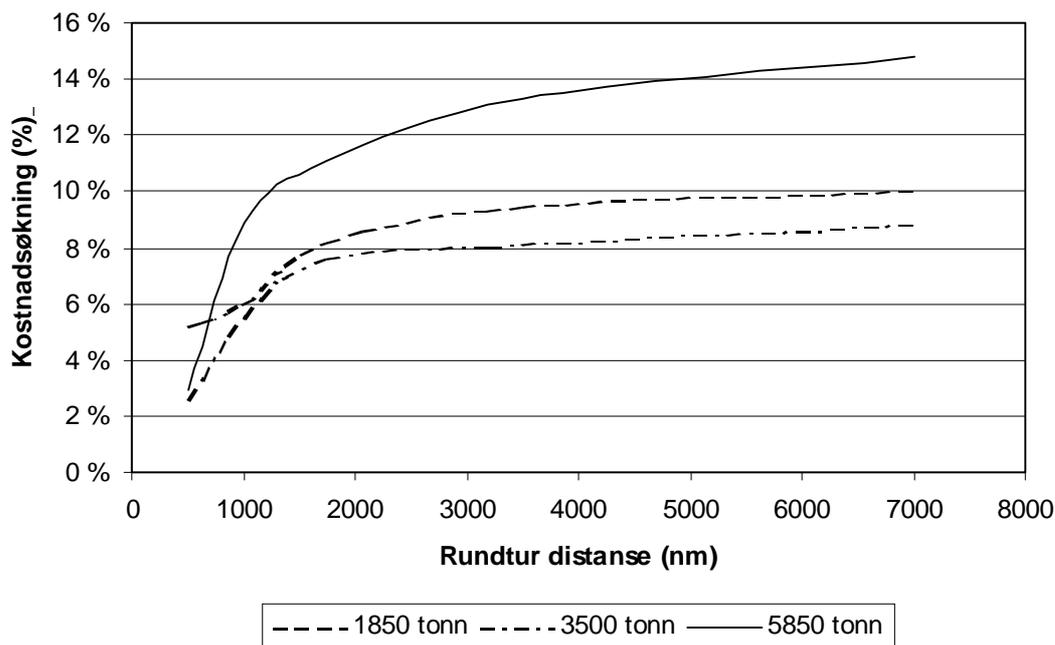
Utgangspunkt for rutene og distansene brukt i beregningene er avstander i Europa med utgangspunkt i Norge. En kort reise som Bergen – Rotterdam er på 536 nautiske mil, mens der er rundt 3 500 nautiske mil fra Kirkenes til Middelhavet hver vei. Eksemplene er beregnet opptil 7 000 nm, som kan representere en rundtur Nord-Norge – Middelhavet. Forskjeller i forbruk mellom lastet og ballastet tilstand er i denne sammenheng små og vil bli ignorert.

Lastekapasitet	1 850 tonn		3 500 tonn		5 850 tonn	
Distanse i nautiske mil	Uten avgift	Økning ved avgift	Uten avgift	Økning ved avgift	Uten avgift	Økning ved avgift
500	58	+5 %	39	+3 %	34	+3 %
1 000	84	+6 %	55	+5 %	45	+9 %
1 750	122	+8 %	79	+8 %	63	+11 %
3 500	211	+9 %	136	+8 %	105	+13 %
7 000	390	+10 %	249	+9 %	189	+15 %

Tabell 3: Kostnader per tonn last i NOK med og uten avgift

Kostnadsøkningen er størst for skipet på 6 000 tonn dødvekt. Dette skipet har i utgangspunktet relativt sett lavere bunkersutgifter, siden det bruker tungolje, og avgiften gir da en større prosentvis økning i utgiftene.

Kostnadsøkningen er mindre for skipet på 3 500 tonn dødvekt enn det minste skipet. Begge disse bruker gassolje og dette tyder på at kostnadsøkningen minker ved større skip, alt annet like. For korte distanser vil de faste kostnadene og havnekostnadene ha større betydning. Når reisens lengde øker, blir bunkersutgiftene viktigere. Kostnaden for lengre distanser øker derfor mest.



Figur 3: Kostnadsøkning etter avgift som funksjon av distanse

Der er små konkurranseflater mellom de ulike skipsstørrelsene. I hovedsak er det andre faktorer en pris som styrer valg av fartøy. For de minste fartøyene er lastens verdi relativt høy, og lastestørrelsen er liten. De må gjerne kombinere flere laster og skipningsfrekvensen er viktig. Forskjellen i transportkostnad mellom skipstypene er i utgangspunktet stor og avgift på CO₂ vil ikke føre til vesentlig endring i kostnadsforholdet. Det er derfor lite sannsynlig med en vridning mellom skipstyper.

3. Tilpasninger

Del 2 viste hvordan avgift på CO₂ vil virke på transportkostnadene under forutsetning av ingen endring i driften. I del 3 vil vi se på eventuelle tilpasninger en slik kostnadsøkning kan medføre. Den mest aktuelle for eksisterende skip er å redusere hastigheten for derved å redusere bunkersforbruket, men dette må avveies mot den tapte inntekten færre turer medfører. Andre aktuelle tiltak kan være å bygge om eksisterende skip. I tillegg kan en avgift på CO₂ påvirke designhastigheten for nybygg.

Kostnadsøkningen er knyttet til forholdet mellom tid i havn og i sjø. Der kan være muligheter for å ta inn igjen noe av denne kostnadsøkningen gjennom mer effektiv bruk av transportnett, som ved at kapasiteten utnyttes bedre. Transportøkonomisk institutt opererer med en utnyttelse på 78 % i deres nettverksmodell (TØI: NEMO). Dette kan tyde på et potensiale for økt utnyttelse, men må sees i sammenheng med at der er ubalanse mellom import og eksport. Mengden eksportert ut av Norge på skip er nesten dobbelt så stor som mengden importert. I de tilfeller der alternative varer finnes, kan en økning i fraktraten også føre til at gjennomsnittslengden på turene går ned.

Hvor vidt denne kostnadsøkningen vil føre til endringer i fraktraten er avhengig av elastisiteten i etterspørsel og tilbud. Det er rimelig å anta at tilbudet av transportarbeid er ganske elastisk på lang sikt. Da vil mye av kostnadsøkningen bli dekket gjennom økte rater. Men videre i dette notat ser vi kun på aktuelle tilpasninger under forutsetning av at fraktraten ikke endres.

Redusert hastighet

Når nivået på ratene blir lavt eller drivstoffkostnadene øker, kan det være lønnsomt å redusere hastigheten. For at dette skal være aktuelt må brennoljebesparelsen være større enn det inntektstap som følger av hastighetsreduksjonen;

$$(I - \Delta COF)\Delta A > 0$$

hvor I er inntekt per tur, ΔCOF er endring i drivstoffkostnadene (Cost of Fuel) per tur og ΔA er endring i antall turer, begge som følge av en reduksjon i hastighet. Den aktuelle inntekten her er brutto rate fratrukket alle reiseavhengige kostnader utenom bunkers.

Endringene i COF er knyttet til endring i hastigheten gjennom endringer i spesifikt forbruk per dag (b) og endring i tid i sjø per tur (TS). Drivstoffforbruket som funksjon av hastighet er gitt ved

$$b = b_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^a$$

hvor V er hastighet og konstanten a er en parameter. Empiriske analyser viser at denne konstanten ofte kan settes lik 3, en verdi som passer mange skip. Fotskrift 0 refererer til variabelens verdi i tilfellet uten hastighetsreduksjon.

Endring i tid i sjø per tur kan finnes fra følgende sammenheng

$$\frac{TS}{TS_0} = \frac{V_0}{V}$$

Antall turer A er gitt fra sammenhengen

$$A = D / (TS + TH),$$

hvor D er tallet på driftsdager per år og TH er tid i havn per tur. COF er gitt ved $COF = b \cdot TS$, som fra sammenhengene ovenfor kan skrives som

$$COF = COF_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^{a-1}.$$

Ved differensiering finner vi nå at betingelsen for at det skal være optimalt å redusere hastigheten er gitt ved

$$\frac{COH}{COF_0} \leq a - 1$$

hvor COH er definert som

$$COH = (I - COF_0) \frac{TS_0}{TS_0 + TH}.$$

COH er nettoinntekt per dag (eller kostnadene ved off-hire). Vi har brukt time-charter rater som et estimat på COH .

La R være den nødvendige raten (minimumsraten) for at skipet skal gå ved designhastighet, for en gitt COF . Vi kan nå finne R for skipene i eksemplene. Som eksempel er beregnet Bergen – Rotterdam for COF med og uten CO_2 avgift.

		1850 tonn	3500 tonn	5850 tonn
COF	kr/dag	5 425	7 285	11 000
Inkludert CO_2 avgift	kr/dag	7 595	10 199	17 820
R^1	kr/tonn	52	32	30
Inkludert CO_2 avgift	kr/tonn	68	42	43
Aktuell rate	kr/tonn	100	80	60

Tabell 4: Nødvendig rate før hastighet reduseres

Dette er basert på dagens bunkerspriser (kr 1550 per tonn gassolje og kr 1000 per tonn tungolje), en avgift på kr 630 per tonn bunkers. I tillegg er det lagt til grunn ti dager per år off-hire til vedlikehold og lignende. En avgift på bunkers vil slå direkte inn på den nødvendige rate. En avgift som her på kr 630 pr tonn bunkers og med en gjennomsnittspris for gassolje siste fem år på kr 1 000 per tonn kan bety en økning av den nødvendige rate på 63 % før havneutgifter i forhold til raten beregnet ved kr 1000 per tonn. Denne økningen ville allikevel gi en rate som ligger godt under normale rater per i dag, som er på et lavt nivå. Beregninger ved mindre utnyttelse av kapasiteten gir selvsagt høyere R . Men kapasitetsutnyttelsen i forhold til en havn som Rotterdam vil nok ligge over et gjennomsnitt, og det vil nok være reflektert i de aktuelle ratene.

¹ R inkluderer havneutgifter med 24 kr per tonn for skipet på 1850 tonn og 16 kr per tonn for de to andre.

Resultatet er tilsvarende for lengre avstander. Men for større skip vil aktuelle rater ligge nærmere den nødvendige raten, i hvert fall i perioder. Der må altså et relativt stort sprang i bunkerspris eller fraktrater for at en hastighetsreduksjon skal være aktuell. En nærmere forklaring på dette vil bli gitt i forbindelse med diskusjonen av designhastighet for nybygg senere i dette notatet.

Dersom ratene hadde ligget på grensen før avgift for det største skipet ville innføring av en avgift føre til at optimal hastighet gikk fra 12,5 knop til 10 knop, i følge våre beregninger.

Ombygging

Verdien av bunkersbesparelse øker etter innføring av avgift. Basert på gjennomsnittspris siste fem år, øker verdien av bunkersbesparelse av gassolje med 60 % og for tungolje 100 %. For å vurdere om en CO₂ avgift vil gjøre det aktuelt å bygge om skipene har vi tatt utgangspunkt i en faktisk ombygging som er utført for et av Seatrans sine skip. Ombyggingen er gjennomført som et NO_x reduserende tiltak². En av effektene er å redusere bunkersforbruket med rundt 5 %. Det er usikkert om en ren bunkersbesparende ombygging vil være rimeligere.

Pris for ombygging	940 000 kr
Bunkersforbruk	1 500 tonn/år
Bunkerbesparelse	75 tonn/år

Tabell 5: Oppsummering av ombygging av hovedmotor

Utenom de direkte kostnadene i tabellen, er der et inntektstap forbundet med off-hire. Denne ombyggingen er beregnet å ta 12 dager. I tillegg kommer reisetid til og fra verksted. Verdien av de tapte inntektene vil være avhengig av de rådende fraktrater men kan representere 10 – 20 % av utgiftene. Dette er inkludert i beregningene av diskonteringsperiode som et tillegg på 15 % i prisen for ombygging.

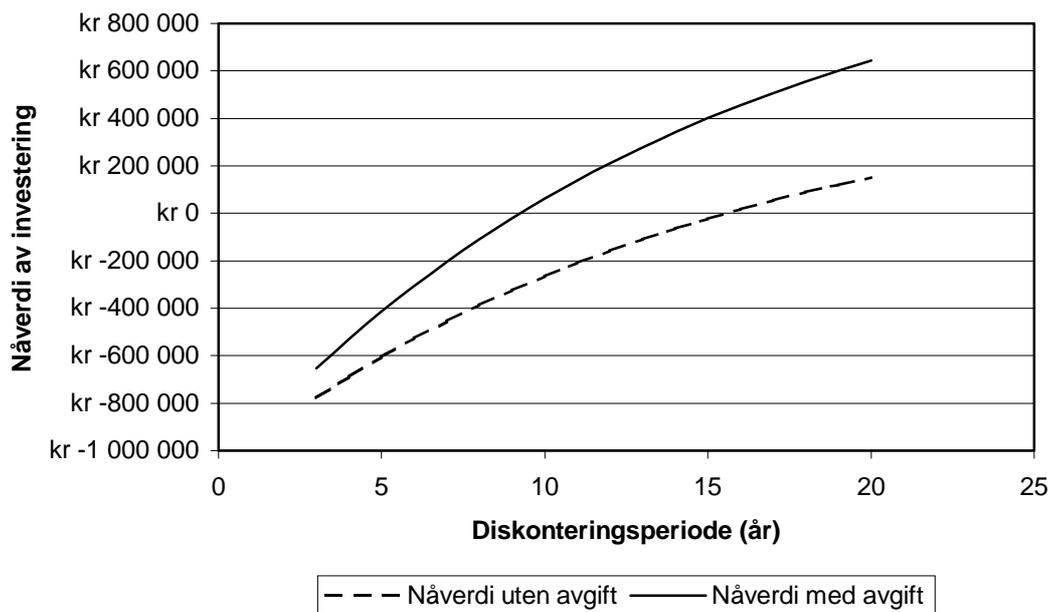
Diskontert med en sats på 7 % blir antall år til break-even

Break-even uten avgift	15,5 år
Break-even med avgift	9,2 år

Tabell 6: Break-even for ombygging av hovedmotor

Denne ombyggingen er for to skip bygget i 1980. Besparelsen og kostnadene står da i forhold til dette og må tjenes inn relativt raskt. Det er rimelig å anta at rommet for besparelser er mindre for nyere skip, selv om tilbakebetalingsperioden da vil kunne være lenger.

² Ombyggingen er foretatt med statlig tilskudd som skal dekke utgiftene fratrukket forventet bunkersbesparelse i tre år.



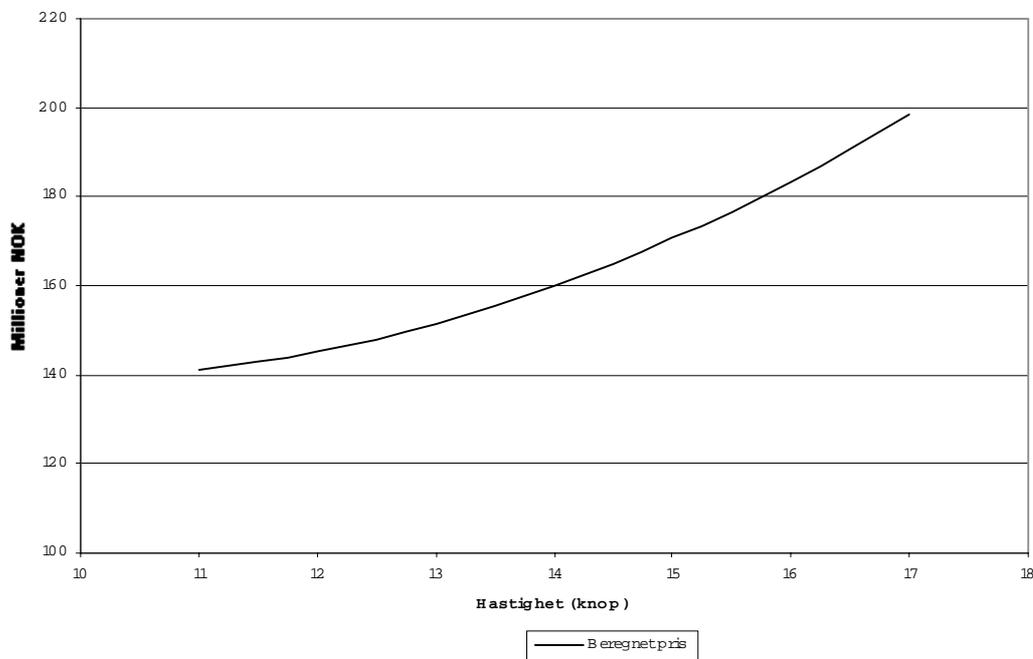
Figur 4: Nåverdi av ombygging i forhold til gjenværende levetid

Hvorvidt en ombygging er aktuell er også avhengig av forventet gjenværende levetid på skipene. Nærskipsfartsflåten består i utgangspunktet av gamle skip, fordi det ikke vært grunnlag i næringen til en fornyelse av flåten.

Nybygg

Effekten av bunkersutgifter på optimal designhastighet i prosjekteringsfasen er annerledes enn i drift. For nybygg vil kapitalkostnadene være variable med hensyn på hastigheten. Som eksempel har vi satt opp en optimalisering av hastighet for et nybygg på 3 500 tonn dødvekt basert på en rundtur Bergen – Rotterdam. Designhastighet blir her redusert, med om lag 0,5 knop.

Kostnadene for nybygg er beregnet utfra en stilisert kostnadskurve. Motorstørrelsen er beregnet utfra $BHP = a(DWT)^{2/3}V^3 + b$, hvor a og b er konstanter som er estimert i forhold til eksisterende skip, BHP er installert effekt og V er designhastighet. Videre forutsettes det at totalprisen er lineær i forhold til BHP og derved eksponensiell i forhold til hastigheten. Der er ikke bygget mye skip i de senere år. Det er derfor vanskelig å få priser for nybygg, og nivået på kostnadene vi har brukt er derfor usikkert.



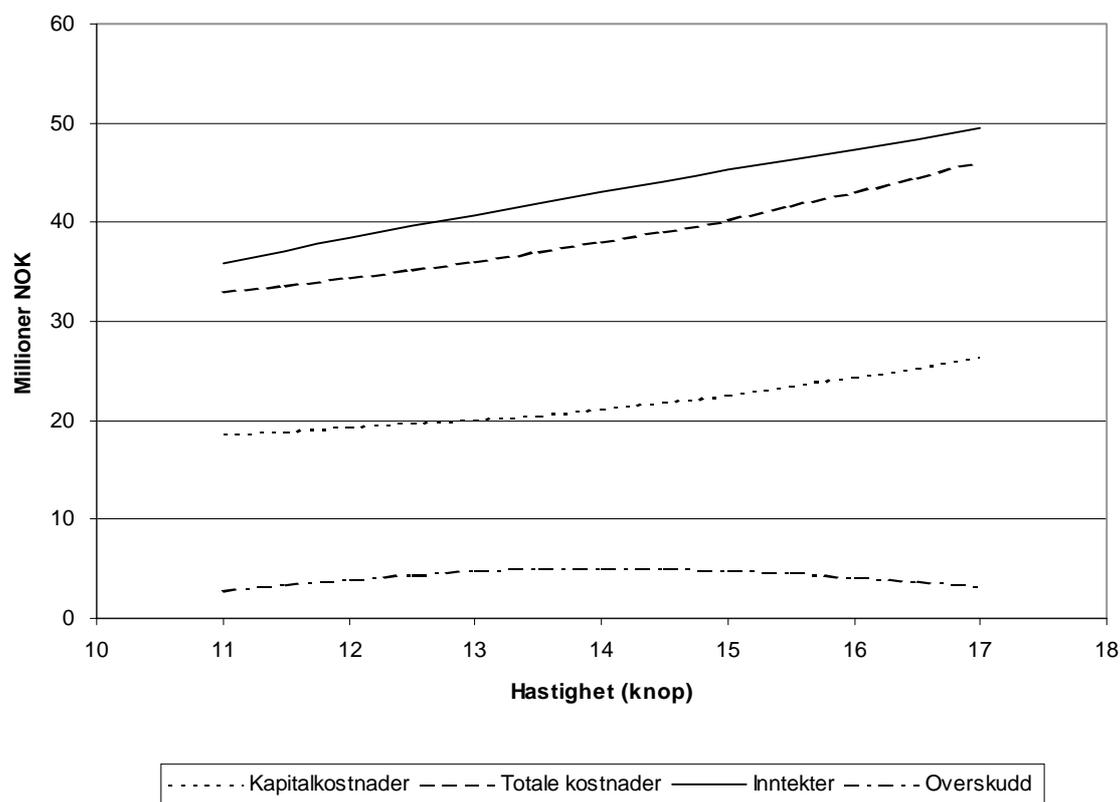
Figur 5: Pris for nybygg på 3 500 tonn dødvekt som funksjon av hastighet

Kapitalkostnadene er basert på en rente på 8 % over 12 år. I tillegg til kapitalkostnadene påløper hastighetsavhengige driftskostnader. Bunkersforbruket er stigende med hastigheten fra rundt 4 tonn per dag ved 11 knop til 15 tonn per dag ved 17 knop. Bunkersutgiftene er basert på en bunkerspris på kr 1 550 per tonn gassolje. De årlige havneutgiftene blir også hastighetsavhengige siden antall turer er avhengig av hastigheten. Andre kostnader holdes uavhengig av hastigheten.

Distanse	550 nm hver vei
Tid i havn	1,2 dager per tur
Driftsdager	355 dager per år
Driftsutgifter	9 000 000 NOK/år
Bunkerspris	1 550 NOK/år
Havneutgifter	55 000 NOK/tur

Tabell 7: Prosjekteringsparametere for nybygg

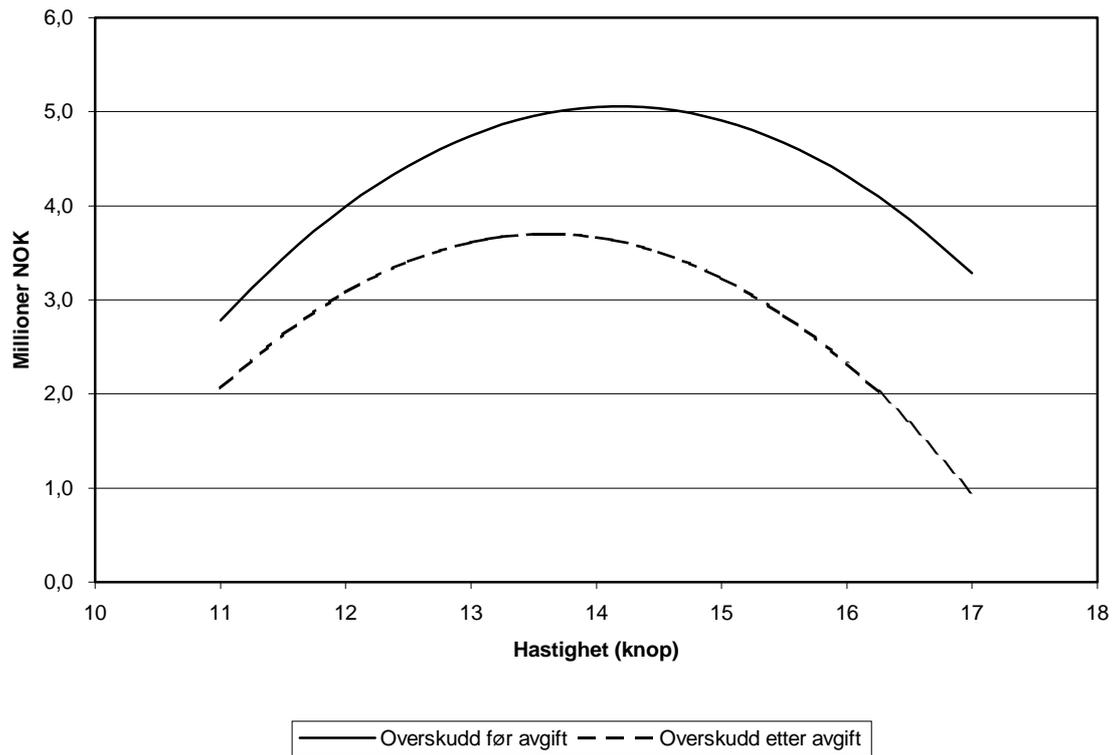
Inntektene er beregnet ut i fra 100 % kapasitetsutnyttelse utenom planlagt off-hire. Den optimale hastigheten vil også være funksjon av raten, og vi har i dette eksempelet satt den til kr 155 per tonn. Overskuddet i drift blir inntektene fratrukket de totale kostnadene inkludert kapitalkostnader. Optimal hastighet er gitt ved maksimumspunktet for kurven som viser overskudd i drift i figur 6, og vil i dette eksempelet ligge litt over 14 knop.



Figur 6: Bestemmelse av optimal hastighet i prosjektfasen

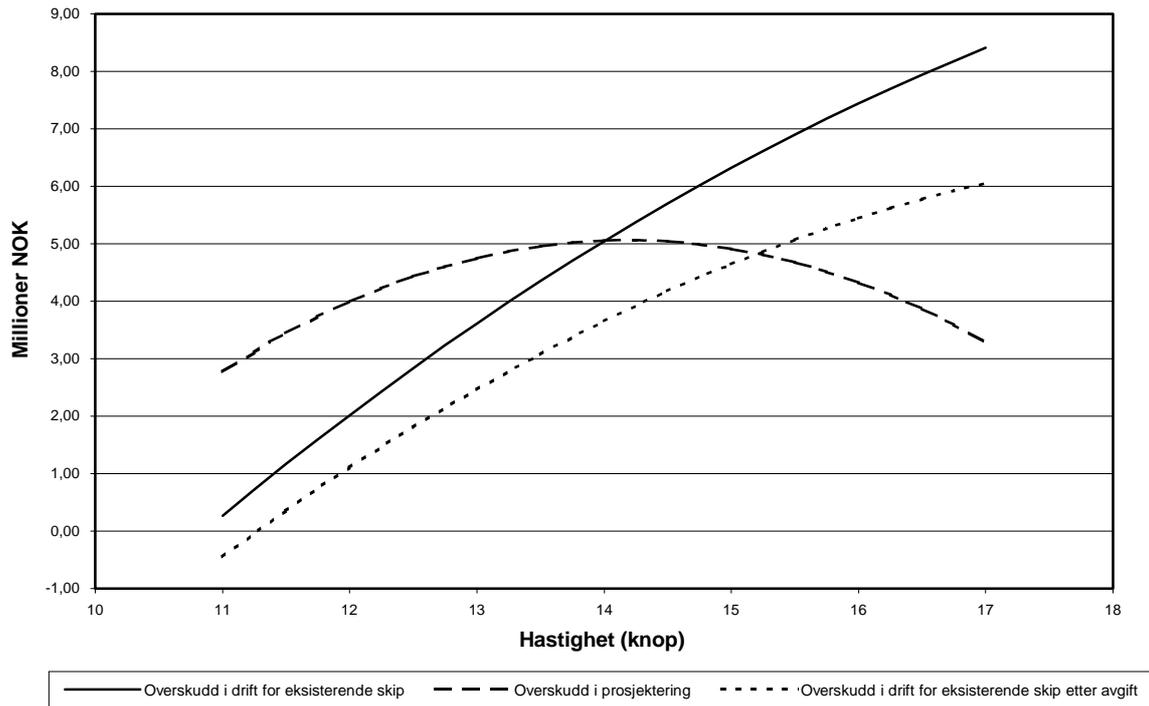
En avgift på bunkers vil redusere overskuddet ved alle hastigheter. Men i tillegg vil den redusere den optimale hastigheten. Ved samme beregningsmåte som ovenfor får vi da en ny kurve for hastighetsavhengig overskudd. De to kurvene er vist i figur 7, og i vårt eksempel er optimal hastighet redusert med rundt 0,5 knop som følge av avgift på CO₂.

Denne effekten virker mot en trend hvor kravene til hastighet har økt. Skipene blir hurtigere, delvis som følge av at industriproduksjonen går fra å være prognosebasert til å være ordrebasert



Figur 7: Overskudd med og uten avgift for nybygg

Dette kan sammenlignes med situasjonen for eksisterende skip i drift. Da vil kapitalkostnadene ikke variere med hastigheten, og kostnadskurven stiger derfor ikke så kraftig som i prosjekteringsfasen. Overskuddskurven i driftsfasen vil få sitt maksimum ved en hastighet høyere enn designhastigheten, under de samme betingelsene (Sillerud, 1985). Installert maskineri begrenser hastigheten til designhastigheten. Ved denne hastigheten vil imidlertid overskuddskurven for skip i drift være stigende (Figur 8).



Figur 8: Overskudd for eksisterende skip som funksjon av hastighet

For at hastighetsreduksjon skal være aktuelt må overskuddskurven i drift nå sitt maksimum ved en hastighet lavere enn designhastigheten, noe som kan skje dersom brennstoffprisene øker eller fraktraten faller tilstrekkelig. En innføring av CO₂ avgift på kr 630 per tonn bunkers fører til at stigningen for overskuddskurven i drift blir mindre ved designhastigheten. Et mindre avvik fra designbetingelsene er da nødvendig før redusert hastighet blir aktuelt, men som vist i avsnittet om redusert hastighet vil ikke dette ha praktisk betydning.

4. Konklusjoner

Vi har beregnet økningen i reisekostnader som følge av avgift. En CO₂ avgift på kr 200 per tonn CO₂ fører i våre eksempler til en kostnadsøkning på 3 – 15 %. Denne kostnadsøkningen er beregnet under forutsetning av at der ikke skjer en tilpasning til avgiften i driften av skipene. Hvor vidt denne kostnadsøkningen vil føre til endringer i fraktraten er avhengig av elastisiteten i etterspørsel og tilbud. Det er rimelig å anta at tilbudet av transportarbeid er ganske elastisk på lang sikt. Da vil mye av kostnadsøkningen bli dekket gjennom økte rater. Grus, stein og sement er en av lastene hvor transporten er en betydelig del av prisen, opp mot 40 % (cif). En økning av transportprisene på 15 % vil da representere en økning på maksimalt 6 % i prisen til sluttbruker. For mange laster ligger transportkostnaden på under 5 % av *cif*-verdien, slik at en økning av kostnaden på transport kun vil føre til en marginal økning i pris til sluttbruker.

Økningene i transportkostnadene endrer ikke vesentlig den relative kostnaden mellom skipsstørrelsene i våre eksempler. Økningen i kostnader er beregnet ved en avgift som antakelig er noe høy, og sannsynligvis overvurderer vi derfor effektene noe. Videre kan en konsekvens av avgift på utslipp av CO₂ være at oljeprisene kan bli lavere enn ellers. Dette kan bidra til å motvirke økningen i bunkersutgifter, men størrelsen på reduksjonen i oljepris er usikker og sannsynligvis liten.

Dette notatet har ikke tatt for seg effekten på etterspørsel av transporttjenester, men en situasjon der ratene ikke endres.

I våre eksempler vil ikke en avgift føre til at det blir særlig mer aktuelt å redusere driftshastighet. Vi har beregnet kriterier for å gå med redusert hastighet før og etter avgift. En hastighetsreduksjon medfører både en bunkersbesparelse og et inntektstap. For at bunkersbesparelsen skal oppveie inntektstapet kreves det en ganske stor endring i forholdet mellom rate og bunkerspris.

En avgift på utslipp av CO₂ fører til at verdien av bunkersbesparelse øker. Vi har beregnet i et eksempel på en ombygging av hovedmotoren at diskonterings tiden reduseres fra 15,5 år til 9,2 år som følge av avgiften. Om en ombygging da er aktuell er avhengig av forventet gjenværende levetid på skipene. Nærskipsfartsflåten består i utgangspunktet av gamle skip, fordi det ikke har vært grunnlag i næringen til en fornyelse av flåten. Diskonterings tiden i vårt eksempel er basert på bunkerspris siste fem år. Vedvarende bunkerspriser opp mot dagens nivå vil ytterligere redusere nødvendig gjenværende levetid.

Vi har beregnet optimal hastighet for et nybygg ved en gitt rate før og etter en CO₂ avgift. Avgiften fører til at optimal hastighet i vårt eksempel reduseres med omtrent 0,5 knop. En fartsreduksjon for nybygg vil som for skip i drift ha en bunkersbesparende effekt, men i tillegg vil også kapitalkostnadene reduseres. Selv om avgiften isolert sett reduserer den optimale hastigheten, vil andre faktorer dra i motsatt retning. Det er en tendens til at skipene blir hurtigere, delvis som følge av at industriproduksjonen går fra å være prognosebasert til å være ordrebasert.

Referanser

DN. 1995 – 2000. Dagens Næringsliv utvalgte eksemplar.

Holtmark, Bjart og Mæstad, Ottar. 2000. *The Kyoto-protocol and the fossil fuel markets under different emission trading regimes.* SNF Working Paper.

Ingebrigtsen, Siv. 1997. *Nasjonal nettverksmodell for godstransport (NEMO).* Oslo. Transportøkonomisk institutt.

NOU 1996:6 *Grønne skatter – en politikk for bedre miljø og høy sysselsetting.* Finans- og tolldepartementet.

NOU 2000:1 *Et kvotesystem for klimagasser, Virkemiddel for å møte Norges utslippsforpliktelse under Kyotoprotokollen.*

SSB, 1999, *Norskregistrerte skips anløp i utenlandske havner.* 1998.
<http://www.ssb.no/emner/10/12/40/skipanut/main.html>