

## Samfunnsøkonomiske analyser av farledstiltak – drivstoffpriser og energimiks for skipsflåten

*Antagelser og referanser til input i excelarket:*

*«Samfunnsøkonomiske analyser av farledstiltak – drivstoffpriser og energimiks for skipsflåten»*

### Generelt

Det gjennomføres samfunnsøkonomiske analyser på tiltakspakker for farleder innenfor gitte geografiske områder/strekninger. Som grunnlag for disse analysene er det vurdert forbruk, miks og priser på drivstoff for skipsflåten som utgjør den estimerte trafikken i disse farledene for analyseperioden. Resultatet av disse vurderingene er samlet i excelarket «Samfunnsøkonomiske analyser av farledstiltak – drivstoffpriser og energimiks for skipsflåten». I dette dokumentet er det oppsummert antagelser, vurderinger og referanser som ligger til grunn.

Fremtidig forbruk, miks og priser på drivstoff for skipsflåten er både komplekst og forbundet med usikkerhet. Det har derfor vært nødvendig å gjøre forenklinger og antagelser knyttet til drivstoffet. Disse er ansett å gi tilstrekkelig nøyaktighet for bruk i de samfunnsøkonomiske beregningene. De ulike variablene knyttet til drivstoffet er gitt i form av verdier i skipsmatrisene (skipstype og -størrelse) som blir benyttet i analysene. De samme antagelsene ligger til grunn for alle de ulike avropene og beregningene som gjøres innenfor de ulike avropene. Sensitivitetsanalyser i de samfunnsøkonomiske analysene er forutsatt benyttet for å håndtere usikkerheten og avdekke sensitiviteter knyttet til de ulike nøkkelparametrene som er gitt.

De forenklingene, antagelser og tilpasninger som er gjort i dette prosjektarbeidet er tilpasset anvendelsen. Datagrunnlaget og konklusjoner må derfor ikke benyttes til andre formål.

### Distanseavhengige kostnader

Et ledd i beregningen av de distanseavhengige kostnadene for et skip mellom A og B er drivstofforbruket. For å beregne drivstofforbruket på et gitt skip over en gitt distanse er følgende formel lagt til grunn:

$$\frac{\text{Drivstofforbruk hovedmotor}}{\text{seilingstid}} = \frac{\text{Motorstørrelse (kW)} * \text{SFOC} \left( \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \right) * \text{lastfaktor}}{1000000}$$

Drivstofforbruket, som i formelen over er gitt av SFOC (Specific Fuel Oil Consumption), til de forskjellige skipstypene og størrelsene er hentet fra tabell 2-3 i rapporten: «Environmental Accounting System For Ships Based on AIS Ship Movement Tracking» produsert av DNV på vegne av Kystverket i 2008. Denne tabellen viser spesifikt drivstofforbruk på hovedmotor for skip grovt delt inn i motorstørrelse og alder. Tabellen er basert på antagelsen om at alle «slow speed» og «medium speed» motorer konsumerer «residual» drivstoff. Videre er det antatt at alle «high speed» motorer konsumerer «destillater».

En underliggende tabell, som er brukt som input i beregningene til tabell 2-3 viser prosentvis fordeling av «high», «medium» og «slow speed» motorer for forskjellige skipstyper og størrelser. Denne fordelingen er gjort basert på en analyse av 48 790 skip i Lloyds Fairplay i 2008.

Fordelingen av «high», «medium» og «slow speed» i dagens skipsflåte er sannsynligvis litt annerledes enn i 2008, noe som vil påvirke drivstofforbruket presentert i tabell 2-3, men det er ansett at tilnærmingen er tilstrekkelig representativ for dette formålet.

## Blokkoeffisient – dagens skip

Deler av denne matrisen var utfylt fra Menon basert på input fra Kystverket, de resterende tomme feltene ble fylt ut basert på evaluering av skip fra de ulike kategoriene på Sea-web:

<https://intranet.dnvgl.com/customersandservices/Pages/market-intelligence-databases.aspx>, samt validert mot statistikken til boken «System Based Ship Design, 2012, Kay Leander». Valideringen viste god overenstemmelse.

## Energieffektivitet – reduksjon frem til 2050 i drivstofforbruk tonn per time

Her er det tatt utgangspunkt i rapporten «Maritime Forecast to 2050 – Energy Transition Outlook 2018» av DNV GL. I denne rapporten er det gjort beregninger på energieffektivitet frem mot 2050 både med og uten fartsreduksjon. Som input i matrisen er det brukt uten fartsreduksjon da slik fartsreduksjon blir hensyntatt andre steder i modellen til Menon. Antagelsen basert på beregningene gjort av teamet bak «Maritime Forecast to 2050 – Energy Transition Outlook 2018» rapporten er en reduksjon i energieffektivitet på 20%. Dette kan variere fra skipstype til skipstype, men det finnes ikke tilstrekkelig grunnlag for å differensiere for det i 2050 per dags dato.

## Andelen skip som bruker ulike typer drivstoff

For 2018 er det antatt at alle skipstyper bruker MGO og HFO. Da andelen skip som bruker andre typer drivstoff i 2018 er så liten som den er, så er det vurdert at det er neglisjerbart i denne sammenhengen.

Det er gjort en vurdering av at de skipene som er opererer i «deep sea» segmentet vil ha så liten påvirkning at det er neglisjerbart i denne sammenhengen, da estimert energimix for «deep sea» i 2050 er veldig likt «short sea». Derfor er fordelingen for 2050 anslått av «Maritime Forecast to 2050 – Energy Transition Outlook 2018» av DNV GL for «Shipping energy mix 2050, short sea». Det er videre antatt i grunnlaget for de samfunnsøkonomiske analysene at fordelingen av ulike typer drivstoff blir likt fordelt over alle skipstyper.

## Justeringsfaktor for å fremskrive utslippfaktorer frem til 2050

Kun utslipp fra bruk av drivstoffet på skipet er medregnet, ikke utslipp i forbindelse med produksjon.

### MGO og HFO

PM10: følgende referanse er brukt «EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016». Nivået for 2018 er basert på gjennomsnittet av PM10 verdien for HFO og MGO. Verdien for 2050 er satt basert på kun MGO.

Nox er antatt til 45 kg/tonn fuel i 2018 og 5 kg/tonn fuel i 2050.

For CO2 er antagelsen 3.2 kg/kg fuel i 2018 og 2050.

## LNG

PM10 verdiene for LNG er hentet fra «The Norwegian Emission Inventory 2016 Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants».

Nox fra LNG er antatt ca. 10% av Nox sammenlignet med MGO og HFO.

CO2 verdien er satt til 2.75 kg/kg fuel.

Alle utslippsverdiene for LNG er antatt like i 2018 og 2050.

## Karbonnøytrale

Utslippene for karbonnøytralt er basert på en antagelse om at drivstoffmiksen vil være 50% hydrogen, 25% LBG og 25% biodiesel.

## Elektrisitet

Elektrisitet er antatt null-utslipp.

## Virkningsgrader

Følgende virkningsgrader er antatt for de forskjellige drivstofftypene:

Drivstofftype:	Virkningsgrad:
MGO og HFO	0,4
LNG	0,4
karbonnøytral	(Antatt å bestå av 50% Hydrogen, 25% Biodiesel og 25% LBG)
Hydrogen	0,5
Biodiesel	0,4
LBG	0,4
Elektrisitet	0,9

## Drivstoffpriser

Det er store usikkerheter knyttet til drivstoffpriser, både markedsmessig og som følge av reguleringer og andre tiltak. Dette kan føre til store og uforutsigbare endringer som gjør at det ikke er vurdert som hensiktsmessig og ånta prisutvikling frem mot 2050. Det er derfor lagt til grunn at historiske priser benyttes uendret for hele analyseperioden, bortsett fra hydrogen, se nedenfor.

Fordi energiinnholdet i drivstoff blir svært forskjellig med tonn som utgangspunkt er det tatt utgangspunkt i NOK/MJ. Verdikjedetapet fra produksjon av de forskjellige drivstoffene er ikke hensyntatt.

Valutainformasjon brukt i konverteringen fra UDS til NOK er hentet fra Norges Bank.

## MGO og HFO

Bergen: MGO og HFO. Det er tatt gjennomsnittspris per måned fra April 2008 til Oktober 2018 fra bunkerindex.com. Månedlig gjennomsnitt av NOK per USD er brukt i de respektive månedene for å finne pris i NOK per tonn i alle måneder. Til slutt er det tatt gjennomsnitt av alle månedene. Merk at i Bergen er kun MGO brukt da HFO ikke er tilgjengelig.

Tromsø: MGO og HFO. Det er tatt gjennomsnittspris per måned fra Mai 2010 til Oktober 2018 fra bunkerindex.com. Månedlig gjennomsnitt av NOK per USD er brukt i de respektive månedene for å finne pris i NOK per tonn i alle måneder. Til slutt er det tatt gjennomsnitt av alle månedene. Merk at i Tromsø er kun MGO brukt da HFO ikke er tilgjengelig.

Rotterdam: MGO og HFO, snitt av MGO, IFO180 og IFO380 fra april 2008 til Oktober 2018, 535 USD fra bunkerindex.com, konvertert til NOK med 8,5325. Merk at i Tromsø er kun MGO brukt da HFO ikke er tilgjengelig. Merk at i Rotterdam er snittet av MGO, IFO182, og IFO380 brukt fordi alle tre fueltyper er tilgjengelig.

Rotterdam: MGO og HFO. Det er tatt gjennomsnittspris per måned fra snitt fra April 2008 til Oktober 2018 fra bunkerindex.com. Dette er gjort for MGO, IFO180 og IFO380. Månedlig gjennomsnitt av NOK per USD er brukt i de respektive månedene for å finne pris i NOK per tonn i alle måneder. Deretter er gjennomsnittsprisen regnet ut per bunkerstype. Til slutt er gjennomsnittet av MGO, IFO180 og IFO380 beregnet.

## LNG

LNG pris hentet fra rapporten «Kartlegging av Utslippskutt i Maritim Næring – Analyse av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk» utarbeidet av DNV GL. Pris på LNG estimert i rapporten er antatt å være pris i Bergen. Videre er det antatt 5% billigere i Rotterdam og 5% dyrere i Tromsø, på grunn av ulike transportkostnader. Prisen på LNG antas konstant i perioden 2018-2030 i «Kartlegging av Utslippskutt i Maritim Næring – Analyse av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk». I input til matrisen blir det videre gjort en antagelse om at prisen holdes konstant til 2050.

## Karbonnøytrale

Priser for karbonnøytralt drivstoff er basert på en antagelse om at drivstoffmiksen vil være 50% hydrogen, 25% LBG og 25% biodiesel. Prisene er hentet fra rapporten «Kartlegging av Utslippskutt i Maritim Næring – Analyse av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk». Med referanse til samme rapport, er det kun hydrogen som antas å variere i pris fra 2018 til 2050.

## Elektrisitet

Pris er hentet fra rapporten «Kartlegging av Utslippskutt i Maritim Næring – Analyse av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk».

## Geografisk bunkring

For geografisk bunkring er det antatt at alle skip vil alltid fylle så langt sør de kan, basert på antagelsen om at prisene er lavere jo lengre sør man fyller. Det er lagt til grunn at alternativene er å fylle i følgende områder:

- Geografisk område nord for Trondheim – bunkring i Tromsø benyttes som grunnlag
- Geografisk område sør for Trondheim – bunkring i Bergen benyttes som grunnlag
- Internasjonalt område – Rotterdam som grunnlag

Følgende er antatt for bunkringsstrategi:

- Skipsstørrelse 0-100 meter: Det er lagt til grunn en antagelse om et operasjonsmønster som tilsier at alle skip under 100 meter fyller i regionen de operer.
- Skipsstørrelse 100-150 meter: Det er antatt et operasjonsmønster som innebærer at 30% fyller sør for Bergen, mens de resterende 70% fyller internasjonalt. Ingen skip fyller i nord. Unntakene er:

- Offshore supplyskip
- Andre offshorefartøy
- Brønnbåt
- Slepefartøy
- Andre servicefartøy
- Fiskefartøy

Alle disse skipene antas å fylle 100% innenfor sin egen region.

- Skipsstørrelse >150 meter: Det antas at alle skip over 150 meter fyller internasjonalt. Unntakene er:

- Offshore supplyskip
- Andre offshorefartøy
- Brønnbåt
- Slepefartøy
- Andre servicefartøy
- Fiskefartøy

Alle disse skipene antas å fylle 100% innenfor sin egen region.