

CO₂-AVGIFT PÅ LNG

Analyse av konsekvenser ved opphevelse av fritak for CO₂-avgift på LNG

Norges Rederiforbund, Kystrederiene, Energigass Norge, NHO Sjøfart, Norsk Industri, Norsk Olje- og Gass, Gasnor og NO_x-fondet

Rapportnr.: 2018-0253, Rev. 1

Dato: 2018-04-17



Prosjektnavn: CO2-avgift på LNG DNV GL Maritime
Rapporttittel: Analyse av konsekvenser ved opphevelse av Maritine Advisory
fritak for CO2-avgift på LNG
Oppdragsgiver: Norges Rederiforbund, Kystrederiene, Energigass
Norge, NHO Sjøfart, Norsk Industri, Norsk Olje-
og Gass, Gasnor og NOx-fondet
Kontaktperson: Amund Drønen Ringdal
Dato: 2018-04-17
Prosjektnr.: 10079005
Org. enhet: Maritime Advisory
Rapportnr.: 2018-0253, Rev. 1

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

SFA mellom DNV GL og Norges Rederiforbund

På oppdrag fra Rederiforbundet, Kystrederiene, Energigass Norge, NHO Sjøfart, Norsk Industri, Norsk Olje- og Gass, Gassnor og NOx-fondet har DNV GL og Menon analysert konsekvensene av opphevelse av fritak for CO₂-avgift på naturgass. Rapporten gir en introduksjon til LNG som drivstoff, modellerte resultater av avgiftsendringen med en rekke forutsetninger, samt samfunnsøkonomiske prinsipper ved endringen. Modellen viser at opphevelse av avgiftsfritaket gir lavere vekst innen nybygg av LNG-drevne skip, og en tilhørende utslippsøkning er beregnet.

Utført av: Verifisert av: Godkjent av:

Kine Kyrkjebø
Konsulent

Magnus Strandmyr Eide
Sjefskonsulent

Peter Nyegaard Hoffmann
Avdelingsleder

Kay Erik Stokke
Seniorkonsulent

Narve Mjøs
Direktør

Magnus Gulbrandsen og
Ragnhild Sjoner Systad
Menon

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2018. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon: Nøkkelord:
 Fri distribusjon (internt og eksternt) CO2-avgift
 Fri distribusjon innen DNV GL LNG
 Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er kontraktspart Utslipp fra skip
 Ingen distribusjon (konfidensiell)

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
0	2018-03-16	Utkast	KINKJE, KESTOK	MASTE	PHOFF
1	2018-04-17	Versjon 1	KINKJE, KESTOK	MASTE	PHOFF

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG.....	1
2	OVERSIKT OVER BEGREPER	2
3	INTRODUKSJON	4
4	BAKGRUNN	5
4.1	CO ₂ -avgiften	5
4.2	Dagens utslipp og miljømål	5
4.3	LNG som drivstoff for skip	6
4.4	Alternativ teknologi for utslippsreduksjon	10
5	METODISK TILNÆRMING	12
5.1	Modell for å simulere effekten av CO ₂ -avgift	12
6	ANALYSE OG RESULTATER.....	17
6.1	Endring i LNG opptak, forbruk og utslipp	17
6.2	Gjennomgang av proveny-beregninger	19
6.3	Samfunnsøkonomiske prinsipper	20
6.4	Kystruteanbudet	21
7	OPPSUMMERING AV FUNN OG KONKLUSJON.....	22
8	REFERANSER	24
9	VEDLEGG.....	25
9.1	Modellering	25
9.2	Sensitivitetsanalyse	28
9.3	Kart over norske farvann	28

1 SAMMENDRAG

Norge har høye ambisjoner om å redusere klimagassutslipp; med 40% fra 1990-nivå innen 2030 og klimanøytralt i 2050. Innenriks skipsfart står for en betydelig andel av totale norske CO₂-utslipp, med ca. 9% i 2013. Bruk av LNG gir et lavere klimagassutslipp enn vanlige drivstoff, og pekes på i en rekke studier som et viktig tiltak for å redusere utslipp fra norsk maritim sektor. I Norge har vi vært tidlig ute med å teste og implementere LNG som drivstoff. Ser man i retning av lav- og nullutslippsløsninger for skipsfarten, er skip med LNG og batteriteknologi et steg på veien mot nullutslipps-samfunnet. Ikke minst fordi det legger til rette for fremtidig bruk av biogass.

Regjeringen opphever nå fritaket for CO₂-avgift på naturgass, herunder LNG og LPG, noe som bekymrer en rekke bransjeorganisasjoner og aktører i markedet. Dette vil føre til en prisøkning på naturgass som LNG som drivstoff. For å undersøke konsekvensene av endringen, har vi bygget en modell som simulerer sannsynlig antall nye skip med LNG som drivstoff i Norge, og benyttet denne modellen til å undersøke effekten av avgiftsendringen.

Modellen viser at avgiften fører til at færre nybygde skip i Norge bygges med LNG som drivstoff. Dette gir høyere bruk av tradisjonell marin gassolje (MGO), som er alternativet for de fleste aktørene. Grunnet høyere klimagassutslipp fra skip med MGO enn LNG, betyr dette økte utslipp av klimagasser, Nox og partikler. Dette omfanget estimeres til 0.1-0.5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter aggregert over perioden 2020-2030. Helsekadelige NO_x-utslipp antas å øke noe, og man forventer også en økning i utslipp av partikler og «Black Carbon», mens utslipp av SO_x antas uendret.

Avgiften vil føre til økte skatteinntekter, men opp mot 60% av disse inntektene vil i følge Finansdepartementet gå til utbetaling av kompensasjon for inngåtte avtaler om offentlig kjøp av persontransporttjenester, typisk drivstoff til ferger. Etter denne kompensasjonen er inntektene til staten for ett år anslått til 45 millioner kroner.

Avgiftsendringen er i tråd med generelle samfunnsøkonomiske prinsipper innen miljøpolitikk. Med 120 LNG-drevne seilende skip i verden kan det likevel argumenteres med at markedet for LNG-teknologier og naturgass som drivstoff fortsatt er i en tidlig fase. Det kan derfor være behov for offentlige virkemidler for å utløse positive kunnskaps- og nettverkseksternaliteter som kan gjøre LNG til et konkurransedyktig alternativ. Hovedsaklig bør støtte til nettverkseksternaliteter imidlertid utformes som direkte støtte til utvikling av nettverk.

En rekke tiltak trengs for at Norge skal nå sine forpliktelser om reduksjon i klimagassutslipp i maritim sektor. Denne studien viser at avgiftsendringen gjør LNG til et mindre attraktivt alternativ til diesel (MGO) og tungolje (HFO) for nye skip i flåten, og fører til økte utslipp. Dermed mister man et bidrag for å nå klimaforpliktelser.

2 OVERSIKT OVER BEGREPER

AIS	Automatic Identification System
Black Carbon (sot)	Sot fremstilles ved ufullstendig forbrenning eller termisk spalting av råoljefraksjoner og naturgass og kalles ofte med en fellesbetegnelse carbon black.
ECA	Emission Control Area.
Innenriks, utenriks og gjennomgående skipstrafikk	Skipstrafikk i norske farvann kan deles inn i innenriks, utenriks og gjennomgående. <i>Innenriks</i> innebærer skipstrafikk mellom to norske havner; <i>utenriks</i> innebærer skipstrafikk mellom en norsk og en utenlandsk havn; <i>gjennomgående</i> trafikk omfatter skip som går inn og ut av norske farvann uten å være innom en havn. Av skipstrafikk i norske farvann er det bare <i>innenriks trafikk</i> som inngår i det norske klimaregnskapet.
Kunnskapseksternaliteter	Investeringer i forskning og utvikling (FoU) genererer ny kunnskap. Den samfunnsøkonomiske avkastningen av FoU er generelt høyere enn den privatøkonomiske, se for eksempel Griliches (1995). Kunnskapen kommer generelt andre til gode, i tillegg til den aktøren som utfører FoUen.
LNG	Liquefied Natural Gas, flytende naturgass i nedkjølt form.
MGO	Marin gassolje, lett destilat. Vanlig drivstoff til skip.
Metanslipp	Utslipp av metan fra LNG-motorer grunnet ufullstendig forbrenning. Metan antas å ha rundt 25x mer klimaeffekt enn CO ₂ .
Nettverkseksternaliteter	Nettverkseksternaliteter innebærer at en person eller bedrifts kjøp eller bruk av en vare eller tjeneste øker nytten andre personer eller bedrifter har av varen eller tjenesten. Sannsynligheten for at flere vil kjøpe varen eller tjenesten avhenger dermed av hvor mange som allerede har kjøpt eller bruker varen. Det kan for eksempel oppstå nettverkseksternaliteter knyttet til spredning av miljøvennlig teknologi, for eksempel at en ladestasjon blir lønnsom først når man har en kritisk masse av el-biler som brukere.
Norske farvann	Norske farvann er definert som norsk økonomisk sone (NØS), fiskerivernssonene rundt Svalbard og Jan Mayen, samt Smutthavet og Smutthullet. Se kart i Vedlegg.
Norsk økonomisk sone (NØS)	Norges økonomiske sone går fra territorialgrensen og ut til 200 nautiske mil beregnet fra grunnlinjen ved Fastlands-Norge.
NO_x	Nitrogenoksider.



NO_x-fondet	NO _x -Fondet er et spleiselag der bedriftene som er med kan søke om støtte til utslippsreducerende tiltak. Betaling til fondet erstatter statlig NO _x -avgift for de tilsluttede bedriftene. NO _x -fondet er stiftet av 15 samarbeidende næringsorganisasjoner.
SO_x	Svoveloksider.
SCR	Selective Catalyst Reduction, katalysator som benytter urea til å fjerne NO _x fra eksos.

3 INTRODUKSJON

Norge har forpliktet seg til å redusere utslipp av klimagasser med 40 % fra 1990-nivå innen 2030. Dersom norsk innenriks skipsfart skal ta sin andel av forpliktelsene, viser tidligere analyser at vi må ta i bruk en rekke tilgjengelige tiltak, både innen energieffektivisering og nye drivstoff - herunder LNG (DNV GL, 2016a). Sammenlignet med tradisjonelle drivstoff gir bruk av LNG lavere utslipp av CO₂ og partikler samt helsefarlig NO_x og SO_x.

Regjeringen foreslår i Statsbudsjettet 2018 å avgiftsbelegge bruk av naturgass (LNG og LPG) til bruk som drivstoff i maritim transport ved å oppheve fritaket for CO₂-avgift. En rekke bransjeorganisasjoner har uttrykt sin bekymring for dette. Man frykter både de direkte konsekvensene for rederier som anvender, eller er i ferd med å anvende naturgass som drivstoff for sine skip, og konsekvensene på lengre sikt med tanke på å utnytte naturgass som en mellomløsning mot lav- og nullutslipp. I tillegg kan det være negativt for norsk maritim næring sin konkurransevne innen miljøvennlig skipsfart.

DNV GL og Menon er bedt om å kartlegge konsekvenser av avgiftsendringen. Analysen vurderer derfor endrede drivstoffvalg for rederiene som følge av økt pris på LNG grunnet opphevelsen av avgiftsfritaket, og beregner utslippsendringene dette medfører.

I tillegg diskuteres kort teknologialternativer for utslippsreduksjon i maritim sektor, utformingen av avgiften samt relaterte samfunnsøkonomiske prinsipper og konsekvenser.

Kapittel 4 gir en introduksjon til CO₂-avgiften, miljøforpliktelser og utslipp fra skipsfart, bruk av LNG som drivstoff samt oversikt over teknologialternativer.

Kapittel 5 beskriver studiens metodiske tilnærming samt analysemodellen som benyttes for å kartlegge konsekvenser av avgiftsendringen.

Kapittel 6 presenterer funn fra analysemodellen, diskuterer usikkerhet, og presenterer prinsipielle samfunnsøkonomiske vurderinger av avgiftsendringen.

Kapittel 7 presenterer studiens konklusjon.

4 BAKGRUNN

4.1 CO₂-avgiften

Avgifter er et viktig virkemiddel i miljøpolitikken. En riktig utformet miljøavgift sørger for at de som forurenser belastes den kostnaden de påfører samfunnet. Det gir incentiver til å redusere den forurensende aktiviteten på en kostnadseffektiv måte, gjennom for eksempel atferdsendringer eller investeringer i utslippsreducerende teknologier. CO₂-avgiften er et eksempel på en slik avgift. Det er stor enighet om at utslipp av CO₂ skader klimaet og at man ønsker å redusere utslipp. For skipsfart er utslipp av CO₂ knyttet til bruk og valg av type drivstoff, og avgiften skal dermed påvirke aktørene til å innføre energieffektiv teknologi og gjennomføre grønnere operasjoner.

Naturgass har frem til og med 2017 vært fritatt CO₂-avgift. Dette endres nå ved at fritaket oppheves og at en sats på 1 NOK/Sm³ innføres¹ eller ca 0,10 NOK/kwh. Til sammenligning har marine gassolje en avgift på 1.33 NOK/liter tilsvarende ca. 0,13 NOK/kwh.

4.2 Dagens utslipp og miljømål

En DNV GL-studie fra 2014 fant at innenriks skipsfart bidrar med ca. 9% av Norges samlede CO₂ utslipp (4.1 mill. tonn), 34% av Norges NO_x utslipp (52 000 tonn) og 25% av Norges SO_x utslipp (4 500 tonn) (DNV GL, 2014a). Studiet viser videre at 55 % av drivstofforbruket i norske farvann stammer fra innenrikstrafikk, 22% fra utenriks trafikk og 16% fra gjennomgangstrafikk. Det er utslippene fra innenrikstrafikken som skal inn i det norske klima- og miljøregnskapet og som norske myndigheter i stor grad direkte kan påvirke ved ulike tiltak. Gruppen passasjerskip (ferger, cruise og hurtigbåter) står for det høyeste totale innenriks forbruket, mens fiskebåter, offshore supply-gruppene og lasteskip følger etter.

Norge har forpliktet seg gjennom Parisavtalen til å kutte klimagassutslipp med 40% i forhold til 1990-utslippsnivå innen 2030, og har som langtidsmål å bli et lavutslippssamfunn i 2050². Disse målene krever en rask omlegging til lav- og nullutslippsløsninger i alle sektorer. For skipsfarten er en rask omlegging spesielt viktig, siden drivstofftype i all hovedsak besluttes ved investeringstidspunktet hvilket får konsekvenser for utslippene i lang tid framover grunnet skipenes lange levetid. Den norske regjeringen har også høye ambisjoner for miljøvennlig skipsfart. Dette kom klart til uttrykk i den maritime strategien og i klimameldingen, Meld. St. 13 (2014-2015) «Ny utslippsforpliktelse for 2030 – en felles løsning med EU». Både regjeringens strategi for grønn konkurransekraft og Jeløyaplatformen trekker maritim næring spesielt frem som et område med et stort klima-, miljø- og næringsmessig potensial i omstillingen til lavutslippssamfunnet.

Skipsfarten har de senere årene blitt underlagt et strengere internasjonalt regime med regler som begrenser utslipp til luft av forurensende stoffer. De viktigste reglene knytter seg til IMOs MARPOL-konvensjon, men også regionale aktører som EU stiller krav som påvirker næringen³. I 2016 besluttet IMO at den globale grensen for tillatt svovelinnhold i bunkersolje reduseres til 0.5% fra 2020. Innenfor

¹ <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2018/Artikler/Avgiftssatser-2018/>

² Norway's Intended Nationally Determined Contribution (INDC), March 2015, <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx>

³ I 2016 vedtok IMO et obligatorisk datainnsamlingsystem for drivstofforbruk for internasjonal skipsfart som krever at skip rapporterer data fra 2019. EUs MRV (Monitoring, Reporting and Verification) regulering trådte i kraft i 2015 og krever at rederier overvåker, verifiserer og rapporterer CO₂-utslipp for skip som anløper Europeiske havner fra og med 2017

områder hvor særskilte hensyn til utslipp blir ansett som nødvendig, kalt ECA-områder⁴ («Emission Control Areas»), er grensene ytterligere skjerpet til 0.1% svovelinnhold.

Kravene til utslipp av NO_x blir også betydelig tøffere med ikrafttreddelsen av IMOs Tier III-grenser i Nordsjøen. Tier III krever reduksjon i NO_x-utslipp på ca. 80% sammenlignet med 2000-utslippsnivået for nybygg som er kjølstрукket fra 2021. Det er ventet at skipsfarten blir underlagt ytterligere internasjonale krav om utslippsreduksjon i årene som kommer. Spesielt gjelder dette for klimagassutslipp, der det i dag ikke er samsvar mellom utslippskravene og de vedtatte politiske målsettingene som 2-gradersmålet i Parisavtalen.

Vi ser også at havnebyer i økende grad setter fokus på utslipp av helsefarlige miljøgasser fra skipsfarten, og vi forventer at denne trenden bare vil forsterkes i årene som kommer, spesielt fordi kravene til bilindustrien er mye strengere enn til maritim industri, selv etter at nye internasjonale reguleringer for skipsfarten er på plass. FNs bærekraftsmål nr. 11, «Bærekraftige byer og samfunn» refererer også til luftkvalitet særlig i storbyer.

Et annet tema innen utslipp til luft som har fått økt fokus senere år er partikler og «Black Carbon». Sistnevnte er sotpartikler som stammer fra mange kilder, inklusive forbrenning i skipsmotorer, som kan bidra til blant annet raskere smelting av snø og is grunnet direkte absorpsjon av solstråler. Man er dermed mer bekymret for slike utslipp i nordområdene og ved Sydpolen. De ulike drivstoffene gir ulike utslippsnivåer av partikler og «Black Carbon». Tungolje gir mest utslipp, MGO noe, mens LNG gir tilnærmet ingen utslipp av dette.

4.3 LNG som drivstoff for skip

4.3.1 Skip med LNG som drivstoff i Norge

Norge har ledet an i å ta i bruk LNG som drivstoff for fartøy. Fergen Glutra ble i 2000 det første norske skipet, og verdens første ferge, med LNG som drivstoff. Frem til 2009 var det kun passasjer- og offshoreskip som ble bygget med LNG som drivstoff i Norge. Deretter kom også kystvaktfartøy, taubåter, kjemikalie- og produkttankere og stykkgodsskip. Som vist i Figur 2 er det i dag 61 skip med LNG som drivstoff i Norge. Et uttrekk fra Automatic Identification System (AIS) for 2017 viser at 58 av disse skipene tilbrakte tid i norske farvann i 2017. I tillegg var det 13 gasstankere og fire andre skip med LNG som drivstoff som tilbrakte deler av tiden sin i norske farvann i 2017.

Det er i dag også syv bekreftede skip i ordreboken. Dette inkluderer fem ferger for Torghatten, en brønnbåt for Nordlaks⁵ og en fiskebåt for Liegruppen⁶. I tillegg diskuteres flere andre potensielle prosjekter; eksempelvis et skip for Egil Ulvan Rederi. Kystruteanbudet ble tildelt i mars 2018 til fire nye skip med LNG-batteri hybrid fremdrift samt ombygging av eksisterende skip til LNG.

Litt avhengig av lokasjon, er det relativt god tilgjengelighet på LNG i Norge. En studie fra 2015 for Energigass Norge angir 21 bunkringsanlegg som kan brukes til, eller som er forberedt for, bunkring av skip (Energigass Norge, 2015). Mange av disse er imidlertid små og ikke tilpasset andre enn fartøy i faste ruter. Bunkring fra tankbil blir ofte alternativet. Fra intervjuer med rederier fremgår det at man anser det som mer tidkrevende med slik bunkring, og det blir mer transport- og transaksjonskostnader enn ved tradisjonell terminalbunkring. Dersom flere skip brukte LNG som drivstoff, ville man hatt et bedre grunnlag for flere og bedre bunkringsterminaler, og rasjonalisert bort deler av tankbil-løsningen.

⁴ Disse omfatter Østersjøen, Nordsjøen og kystområdene utenfor USA og Canada.

⁵ Brønnbåten skal frakte levende laks og ørret for Nordlaks, og utvikles av NSK Ship Design i Harstad. Skipet vil være en LNG-batteri hybrid. Forventet levering er i februar 2020

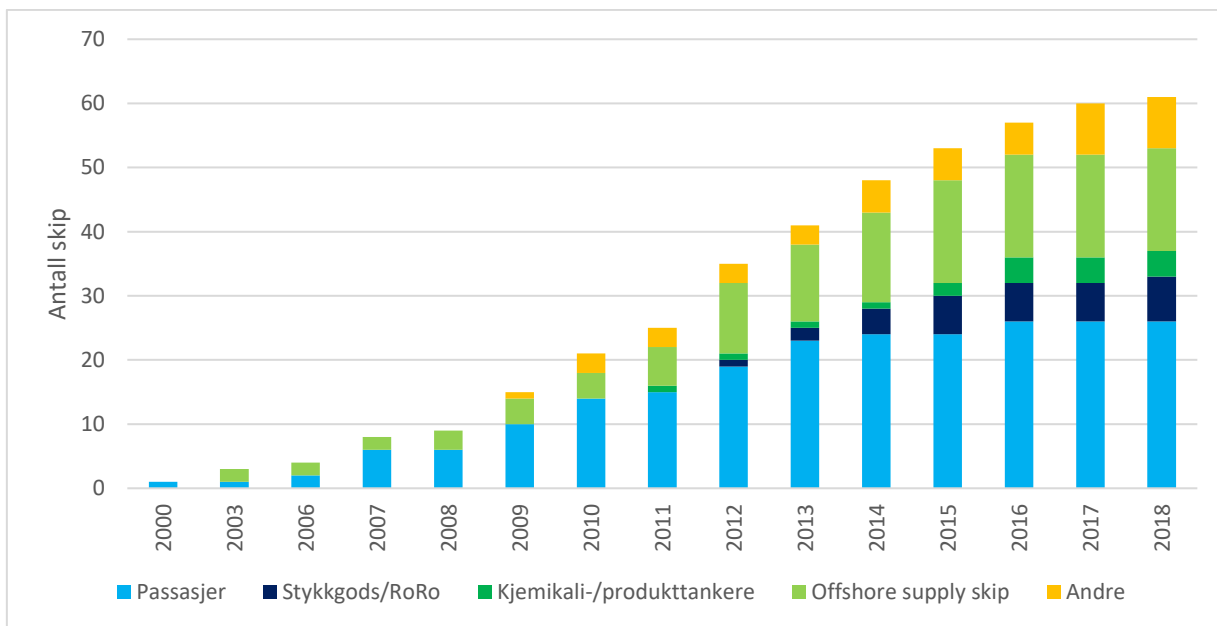
⁶ Design fra Salt Ship Design, vil være en LNG-batteri hybrid.



Figur 1: Kystvaktskipet "Bergen" som har LNG som drivstoff til hovedmotor (foto fra www.forsvaret.no).

Den store driveren for å benytte LNG som drivstoff for skip i Norge har vært reduksjon av NO_x-utslipp. NO_x-fondet startet opp i 2008 og støtter merkostnad ved installasjon av LNG-maskineri og tilhørende utstyr med inntil 80%. I tillegg har Statens Vegvesen og fylkeskommuner stilt krav om LNG i en rekke anbudskonkurranser for ferger.

Denne satsingen på LNG som drivstoff har gitt norske maritime aktører betydelig kompetanse og erfaring med bruk av naturgass. En rekke norske skipsredere, skipsdesignere, verft, utstyrs- og systemleverandører og tjenesteleverandører har gjennom denne satsingen og samarbeid med hverandre i nærmarkedet kunne bygget konkurransefordeler innen LNG-teknologi. Eksempelvis får DNV GL årlig en rekke internasjonale forespørsler om bruk av LNG som drivstoff, og har jevnlig både industri- og myndighetsdelegasjoner på besøk. Et annet eksempel er det franske cruise-rederiet Ponant som i 2018 har inngått kontrakt om å bygge et LNG-drevet ekspedisjonscruiseskip i Norge.



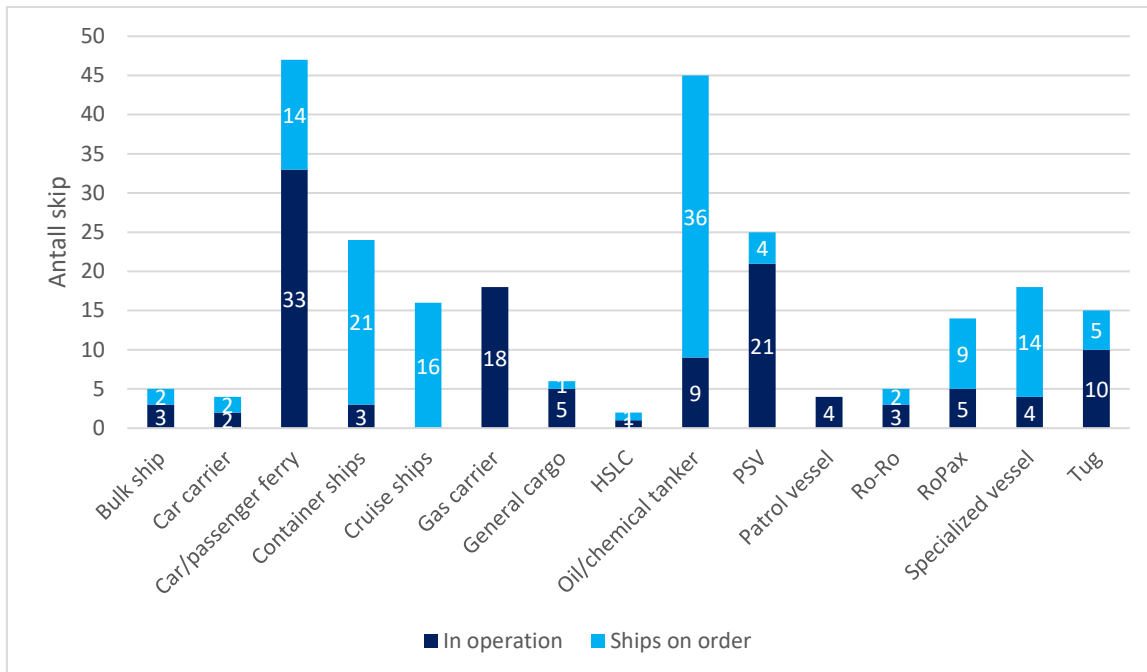
Figur 2: Antall skip i Norge med LNG som drivstoff i operasjon fordelt på skipstype og leveranseår. Kilde: DNV GL LNGi database, oppdatert Februar 2018.

4.3.2 Skip med LNG som drivstoff internasjonalt

Globalt er det⁷ 120 LNG-drevne skip i operasjon og 128 skip i ordreboken. Norge har dermed over halvparten av skipene i operasjon, men kun ca 8% av ordreboken. En internasjonal trend med en rekke kontraheringer av store cruise- og lasteskip med LNG som drivstoff kan observeres. Kjøperne av disse skipene er blant annet de største cruiseskiprederiene i verden, samt store tankskipsrederier. Det som driver denne utviklingen ser ut til å være at LNG er et kostnadseffektivt tiltak for å klare nye krav til utslipp, særlig av SO_x, og at man også ser på det som et miljøtiltak som gir bidrag til positivt omdømme. Dette kan tyde på at man er i en tidlig fase av et internasjonalt gjennombrudd for LNG som drivstoff.

I DNV GLs oversikt over skip med LNG som drivstoff er det i ordreboken listet 30 passasjerskip, ferger og cruiseskip og 36 olje- og kjemikalietankskip. Figuren under gir en oversikt over seilende skip og ordrebok for de ulike segmentene.

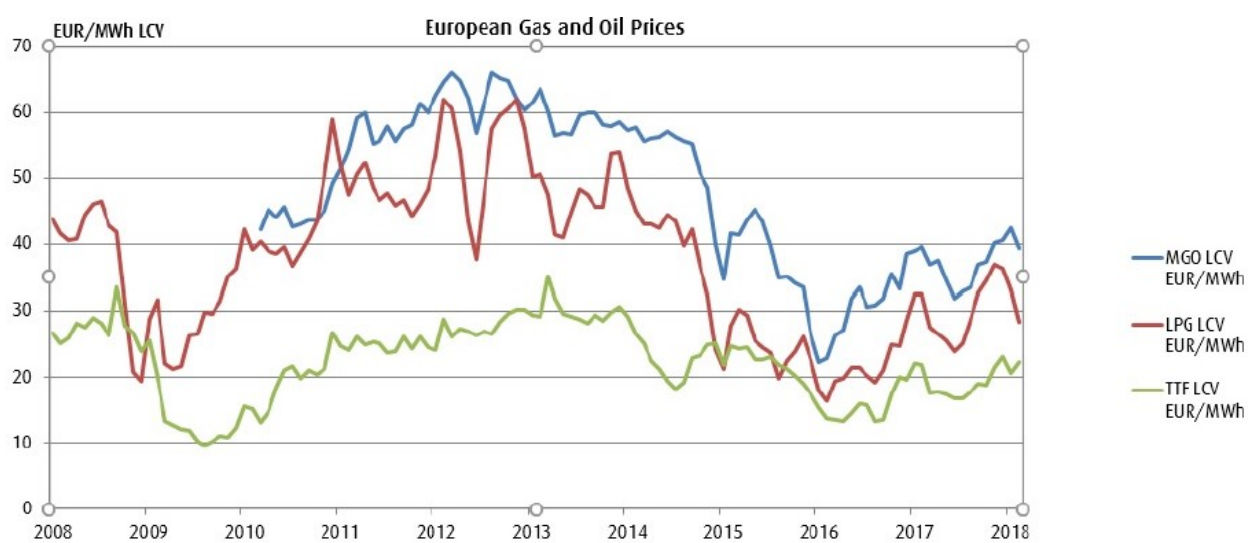
⁷ Pr. februar 2018



Figur 3: Skip med LNG globalt, fordelt på skipstype for skip i operasjon og ordrebok. Kilde: DNV GLs LNGi database, Mars 2018.

Det er imidlertid store forskjeller både i pris på LNG og tilgang som drivstoff for skip i ulike verdensdeler. Dette avhenger av både tilgjengelighet på LNG i området generelt, og om det er utviklet et marked for småskala bruk av LNG som drivstoff.

Figuren under gir en oversikt over prisutvikling for MGO, LPG og LNG (TTF) i Europa. Her fremgår det at LNG-prisen er mer stabil enn MGO- og LPG-prisene. Dette er storskalapriser, og for bruk som drivstoff i Norge kommer transport- og distribusjonskostnader i tillegg.



Figur 4: Oversikt europeiske olje- og gasspriser (Kilde: AGA).

4.3.3 Tekniske løsninger for LNG

To typer tekniske løsninger er tilgjengelig i markedet i dag for den aktuelle flåten i Norge; motorer som utelukkende bruker gass som drivstoff (såkalte Lean Burn Spark Ignition (LBSI) motorer), eller motorer som kan veksle mellom gass og diesel (såkalte Dual-fuel motorer)⁸. I tillegg finnes det fartøy med både rene gassmotorer og dieselmotorer, eksempelvis kystvaktskipet i Figur 1. Mens rene gassmotorene er mer effektive med tanke på drivstoff-forbruk og utslipp, er fleksibiliteten ved å kunne bruke ulike drivstoff, og da særlig MGO, en viktig egenskap ved den andre kategorien motorløsninger. Dette er særlig viktig for skip med variasjoner i seilingsruter og operasjoner siden infrastruktur på land for å bunkre LNG ikke er like godt utbygget over alt. Sammenlignet med standard dieselmotorer antas LNG-motorer å gi 7-25% reduksjon i klimagassutslipp avhengig av operasjon og teknologi, mens NO_x-utslipp antas redusert med 90%.

SINTEF (2017) har gjennomført målinger av utslipp fra ulike typer LNG-motorer. Ifølge deres målinger bekreftes det at gassmotorer (LBSI) gir lavere NO_x-utslipp og klimagassutslipp enn «Dual Fuel»-motorer. Sistnevnte er grunnet lavere metan-slipp fra gassmotorer. I fremtidige LNG-løsninger kan man anta at hybridisering med batteri vil være meget aktuelt, noe som vil redusere utslippene ytterligere. De siste årene har vi fått rundt 30 fartøy med kombinasjon av diesel- eller LNG-motorer og batteri⁹. Grunnet støtteordninger som eksempelvis Enova og NO_x-fondet, og krav fra oppdragsgivere og kunder som Statoil, samt gevinst fra besparelse av drivstoff, kan man anta at en betydelig del av kommende LNG-drevne skip vil være hybridskip.

4.4 Alternativ teknologi for utslippsreduksjon

LNG er ikke det eneste alternativet for å redusere utslipp av CO₂ og helseskadelig NO_x fra skip. I tillegg til rene energieffektiviseringstiltak, som for eksempel mer effektive skrog og propeller, diskuteres en rekke andre teknologier og drivstoff. Figuren under gir en kvalitativ oppsummering av noen nøkkelegenskaper knyttet til de mest aktuelle alternativene. Oppsummeringen bør anses som indikativ og er basert på en rekke tilgjengelige kilder (DNV GL; 2016a, 2016b, 2017c, 2018).


Teknologi/drivstoff	Utslippsreduksjon		Tilgjengelighet	
	CO ₂	NO _x	Nå	2030
MGO m/SCR	Red	Grøn	Grøn	Grøn
MGO-hybrid m/SCR	Oran	Grøn	Grøn	Grøn
MGO-hybrid m/SCR og biodiesel	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn
LNG	Oran	Grøn	Grøn	Grøn
LNG hybrid	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn
LNG hybrid m/ biogass	Grøn	Grøn	Red	Grøn
Ren biodiesel	Grøn	Oran	Red	Grøn
Ren biogass	Grøn	Grøn	Red	Grøn
Fullelektrisk	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn
Hydrogen	Grøn	Grøn	Red	Oran

■ Mye reduksjon/Høy tilgjengelighet
■ Noe reduksjon/Moderat tilgjengelighet
■ Ingen reduksjon/Ikke tilgjengelig

Figur 5: Oversikt over teknologier og potensiell utslippsreduksjon og tilgjengelighet. MGO og LNG-hybrid med innblanding av biodrivstoff er basert på 20% innblanding av biodiesel/ biogass. Med hybrid menes ladbar batterihybrid.

⁸ Innen dual fuel segmentet finnes det både to-takts og fire-takts motorer.

⁹ Maritime Battery Forum, 2 Mars 2018



Oversikten viser at man kan få høye utslippsreduksjoner for CO₂ ved bruk av biodiesel, biogass, ved fullelektriske løsninger og ved bruk av hydrogen. Imidlertid har alle disse alternativene utfordringer innen tilgjengelighet, pris, rekkevidde og teknologisk modenhet, og er dermed ikke egnet for en stor del av flåten. Fullelektrisk drift er eksempelvis aktuelt bare for skip som kan lade hyppig, og biodiesel er til dels omdiskutert løsning grunnet usikkerhet om bærekraft og omfang av utslipp i forsyningskjeden. Både biodiesel, biogass og hydrogen har lav tilgjengelighet. Hydrogendrift på skip er som nevnt en umoden løsning med høye kostnader for teknologi og drivstoff, og har i tillegg manglende regelverk for sikkerhetsmessig godkjenning. Imidlertid er det stor politisk interesse og industri-interesse i Norge for hydrogen som vil være utslippsfritt om bord på skipet.

For reduksjon av NO_x-utslipp kan både eksosrensing med SCR, bruk av LNG, fullelektrifisering og hydrogen gi god effekt. De mest aktuelle og tilgjengelige teknologiene er eksosrensing og LNG, hvor LNG gir noe bedre NO_x-reduksjon.

Oppsummert viser oversikten at det pr i dag ikke finnes noen «silver bullet», men at på kort sikt kommer LNG i kombinasjon med «plug-in»-hybride løsninger best ut. Ingen av alternativene gir full uttelling på både utslippsreduksjon og tilgjengelighet, men LNG, og særlig i kombinasjon med batteri vil gi svært god effekt innen NO_x, samt relativt god effekt for CO₂-reduksjon. Dette er en løsning som også er aktuell for skip som skal gå lengre strekninger, i motsetning til de andre alternativene til MGO. Et eksempel på dette er Nor Lines sine nye stykkgodsskip Kvitebjørn og Kvitnos, som med ren LNG-drift oppgis å ha en rekkevidde på 3400 nautiske mil på én tank LNG¹⁰.

Dette viser at LNG er en viktig del av veien mot en fremtid med lav- og nullutslipp i maritim sektor. Flere tidligere DNV GL-studier (DNV GL, 2016a) (DNV GL, 2017b) viser at for å nå klimamålene vil det på kort og mellomlang sikt kreve et stort innslag av LNG-drevne skip. I tillegg vil skip som går på LNG være klar til å benytte biodrivstoff som biogass når det er tilgjengelig.

¹⁰ <https://www.tu.no/artikler/kvitbjorn-og-kvitnos-bli-er-verdens-mest-miljoennlige-godsskip/222320> siden besøkt 15.03.2018

5 METODISK TILNÆRMING

Det har blitt utviklet en kvantitativ modell for å simulere effekten av en CO₂-avgift på opptaket av LNG i flåten. Data har blitt samlet inn gjennom intervjuer med rederier og andre relevante aktører, bruk av DNV GLs LNGi-database og informasjon om potensielle nybygg, AIS-data og kostnadsdata.

5.1 Modell for å simulere effekten av CO₂-avgift

For å simulere effekten CO₂-avgift har på opptaket av LNG-skip i flåten, er en kvantitativ modell utviklet. Modellen gir en prognose for antall nye skip med LNG som drivstoff som hvert år frem til 2030 kommer inn i markedet gitt forventet LNG-pris, og beregner forbruk og utslipp. Figur 66 gir en overordnet beskrivelse av modellen.

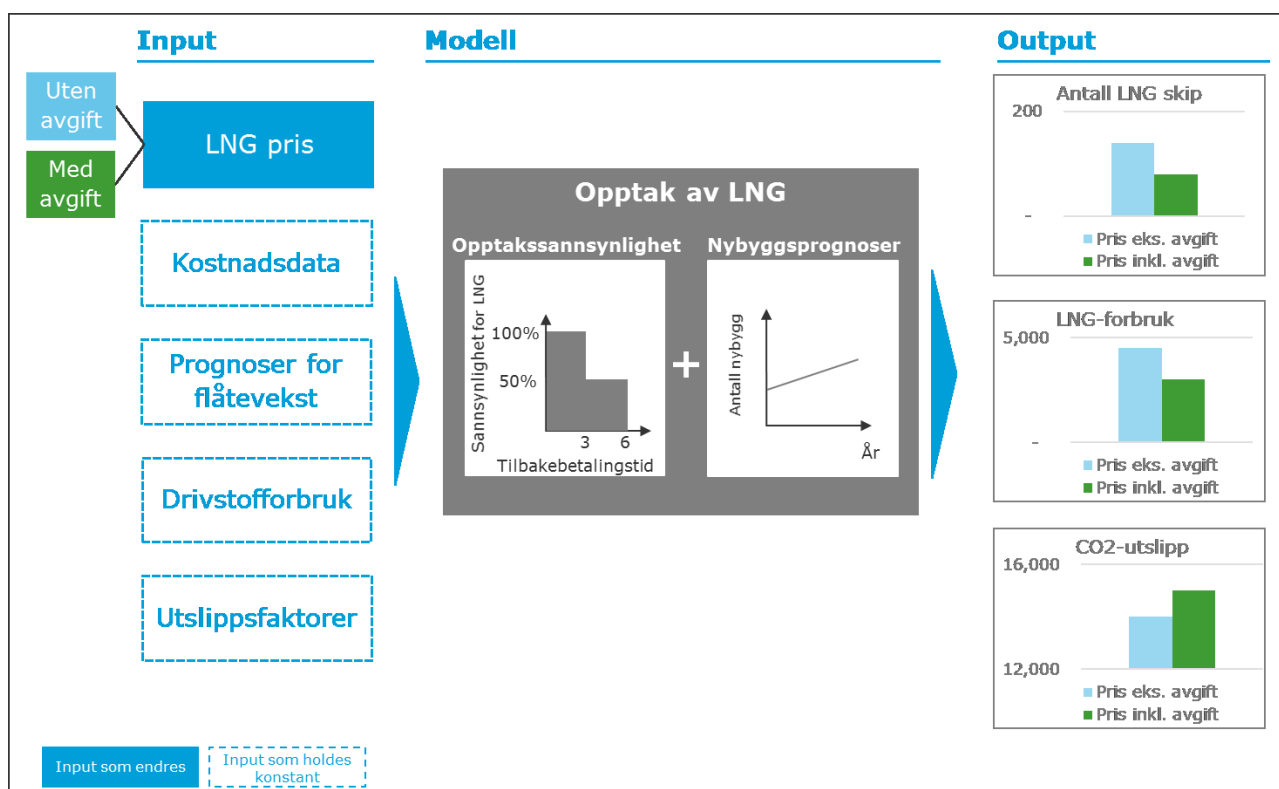
Antall skip med LNG simuleres ved å beregne en tilbakebetalingstid for merinvesteringen for LNG, og knytter tilbakebetalingstiden til en sannsynlighet for at reder vil beslutte å investere i LNG:

- Tilbakebetalingstid < 3 år → 100 % sannsynlighet for LNG
- Tilbakebetalingstid 3-8 år → 50 % sannsynlighet for LNG
- Tilbakebetalingstid > 8 år → 0 % sannsynlighet for LNG

Sannsynlighetene anvendes på forventet antall av nybygg mellom 2020 og 2030. Basert på det resulterende opptak av LNG beregnes LNG-forbruk og utslipp. Grunnet stor usikkerhet i forventet LNG-pris gjøres beregningene for forskjellige pris-scenarier. For å beregne effekten av avgiften gjøres beregningen både med og uten CO₂-avgift på prisen i hvert scenario. Figur 66 illustrerer hvordan en ved å kun endre LNG-pris, som påvirker LNG-opptaket, og holde alt annet konstant, kan man se på modellert endring i LNG-forbruk og tilhørende utslipp som følge av avgiften.

Det er kun sett på nybygg, og ikke på ombygging til LNG-drift av eksisterende skip når effekten av avgiften vurderes.

I det følgende beskrives elementene i metoden i større detalj.



Figur 6: Illustrasjon av modellering av LNG-opptak, forbruk og utslipp.

5.1.1 Opptakssannsynlighet

Forventet LNG-opptak er basert på investeringsanalyser for skipene i flåten. Skipene er kategorisert på skipstype (13 forskjellige), størrelse (7 kategorier) og tid i norske farvann (3 kategorier), totalt 273 kategorier (se Vedlegg 9.1.1 for detaljering av disse gruppene). Merk at vi ser bort fra fiskefartøy, da disse fremdeles har unntak for CO₂-avgiften på LNG. Hver kategori representeres ved et gjennomsnittsskip, karakterisert blant annet av en gjennomsnittlig hovedmotorstørrelse, drivstofforbruk, tid brukt i norske farvann og tid brukt i innenriks trafikk.

Tilbakebetalingstid for LNG-investeringen beregnes basert på:

1. Merinvesteringen for LNG (sammenlignet med MGO)
2. Sparte operasjonskostnader ved bruk av LNG

Tidsverdien av kontantstrømmene hensyntas i beregningen. For mer detaljer og et eksempel på en beregning for et skipssegment, se Vedlegg 9.1.2.

Tilbakebetalingstiden knyttes deretter til gitte terskelnivåer for sannsynlighet av LNG-opptak:

- Tilbakebetalingstid < 3 år → 100 % sannsynlighet for LNG
- Tilbakebetalingstid 3-8 år → 50 % sannsynlighet for LNG
- Tilbakebetalingstid > 8 år → 0 % sannsynlighet for LNG

Fastsettelsen av terskelnivåer for sannsynlighet er basert på samtaler med rederiene og DNV GLs interaksjon med markedsaktører, men må anses som usikre.

Sparte operasjonskostnader ved bruk av LNG beregnes ved å kalkulere drivstofforbruket basert på gjennomsnittlig motorstørrelse for gruppen. Dette har blitt kalibrert med AIS-data for ulike skips- og størrelsessegmenter, samt faktiske forbrukstall fra rederiene. Deretter beregnes andel av innenriks drivstofforbruk og forbruk i norske farvann basert på AIS-data for skips/størrelsesgruppen. Teknologisk utvikling i perioden er håndtert gjennom en reduksjon i drivstofforbruket som følge av en energieffektivisering. Denne er satt til 4% for 2018-2020, 6% for 2021-2025 og 8% for 2026-2030.

For å beregne merkostnaden av å investere i et LNG-nybygg versus et konvensjonelt skip er det brukt data fra NO_x-fondet og DNV GL til å regne ut typiske investeringskostnader per installert motoreffekt. Mer informasjon om dette finnes i vedlegg. Fartøy med MGO som drivstoff trenger eksosrensing for å tilfredsstille fremtidige krav til NO_x-utslipp i form av et SCR-anlegg. For å beregne merkostnad for SCR-anlegg har vi anvendt data fra MAN Diesel & Turbo (2015) (se vedlegg for detaljer).

Vi har i modellen tatt hensyn til støtte fra NO_x-fondet da denne muligheten for støtte har stor påvirkning på sannsynligheten for opptak av LNG. Det kan også være muligheter for støtte fra andre deler av det eksisterende og fremtidige virkemiddelapparatet, men dette er ikke hensyntatt i modellen. Fra 2021 blir Nordsjøen en NO_x-ECA sone, noe som innebærer at nybygg kjølstрукket fra 2021 ikke vil få støtte fra NO_x-fondet til utslippsreducerende tiltak i dette området. Det antas derfor at kun nybygg som er kjølstрукket før utgangen av 2020 vil få NO_x-fond støtte¹¹, og at disse skipene er i operasjon senest 2022, se Tabell 1 for mer detaljer.

Det tas ikke hensyn til eventuell reduksjon i investeringskostnader og operasjonskostnader ut over reduksjon i drivstoff-forbruk over perioden.

Tabell 1: Implikasjoner av NO_x ECA-sone på investeringsanalyser for skip.

	Før Tier III-krav Skip kjølstрукket innen 2020	Etter Tier III-krav Skip kjølstрукket etter 2020
År da skip kommer i operasjon	Innen 2022	Fra 2023
Investeringskostnad	- Merkostnad for LNG versus MGO - Opptil 80% NO _x -fondstøtte basert på innenriks drivstofforbruk	- Merkostnad for LNG reduseres da skip med MGO investerer i SCR-anlegg - Ingen NO _x -fondstøtte
Driftskostnader	- Forskjell i drivstoffkostnader LNG versus MGO	- Forskjell i drivstoffkostnader og ureakostand for MGO skip

5.1.2 Nybyggeprognoser

Sannsynligheten for å velge LNG som drivstoff knyttes til en prognose for flåtevekst, som sammen gir en prognose for antall skip med LNG som drivstoff i analyseperioden. Nye skip i Norge per år er basert på en prognose fra Kystverket sin Sjøsikkerhetsanalyse¹². Denne er splittet i skip som opererer mer enn 80% av tiden i Norge, mellom 20-80% av tiden og under 20% av tiden. I beregningene ser vi bort fra skip som er mindre enn 20% av tiden i norske farvann, da vi antar at disse ikke blir påvirket av avgiften.

¹¹ NO_x-støtte inkluderer investeringskostnaden for LNG skip. Grunnlaget for NO_x-støtte beregnes av modellert innenriksdrivstofforbruk per skipstype/størrelsesgruppe multiplisert med en reduksjon på 35 kg NO_x/tonn drivstoff og en støtte på 500 Nok/kg NO_x. Det gis maksimalt støtte til 80% av merkostnadene.

¹² (DNV GL, 2014b) Sjøsikkerhetsanalysen 2014, «Prognoser for skipstrafikken» Rapport Nr.: 2014-1271, Rev. D. mot 2040

5.1.3 Utslippsfaktorer

Utslipp av klimagasser er beregnet ved å multiplisere drivstoffbruk med utslippsfaktorene i Tabell 2. Merk at utslippsfaktorene er oppgitt i CO₂-ekvivalenter per tonn drivstoff og ikke kan sammenlignes direkte da det er ulikt energiinnhold i LNG og MGO. Det antas at all reduksjon i LNG-forbruk sammenlignet med referansebanen uten CO₂-avgift erstattes med MGO i denne perioden. Grunnet økt grad av hybridisering med batteri og forbedret motorteknologi, antas det en jevn reduksjon av metanslipp fra LNG-motorer over perioden.

Tabell 2: Utslippsfaktorer.

Faktor	Verdi	Kommentar
CO₂-faktor LNG i dag (kg CO ₂ -ekv/tonn LNG)	3437	Snittet av SINTEFs (2017) anbefalte faktorer for CO ₂ og CH ₄ for LBSI og LPDF motorer. Metanutslipp har et 25 ganger høyere klimaeffekt enn CO ₂ .
CO₂-faktor LNG – 2030 (kg CO ₂ -ekv/tonn LNG)	3050	Antar at metanslipp vil reduseres med 50 prosent over perioden grunnet mer optimal lastfordeling ved hybridisering med batteri og forbedret motorteknologi.
CO₂-faktor MGO (kg CO ₂ -ekv/tonn MGO)	2962	
NO_x-faktor LNG (kg NO _x /tonn LNG)	7.5	Snittet av SINTEFs (2017) anbefalte faktorer for NO _x for LBSI og LPDF motorer.
NO_x-faktor MGO (kg NO _x /tonn MGO)	42.8	Satt etter Tier II-grenser. Antar at alle skip har et snitt på 1000 RPM.
NO_x-faktor MGO med SCR (kg NO _x /tonn MGO)	12.2	Satt etter Tier III-grenser. Brukes etter innføring av NO _x -ECA i Nordsjøen. Antar at alle skip har et snitt på 1000 RPM.

5.1.4 LNG-pris – med og uten avgift

Markedet for LNG er relativt umodent og det har derfor et lite transparent prisbilde. Dette gjør det utfordrende å få en oversikt over prisene det opereres med. I tillegg er det stort sprik i prisene de enkelte rederiene får i markedet, samt hvilke forutsetninger prisene baseres på. Eksempler på sistnevnte kan være om pris er knyttet til lange kontrakter eller spotpriser, og om distribusjons- og transportkostnader er inkludert ettersom infrastruktur for bunkring er i varierende grad utbygget. Fra intervjuer med markedsaktører fremgår det også at leverandører i flere tilfeller krever konfidensialitet om hvilken pris rederi eller lasteier tilbys.

For å håndtere det usikre prisbildet, brukes det en scenario-tilnærming i analysen hvor differansen mellom MGO-pris og LNG-pris som er avgjørende for resultatene i studien:

- Scenario A: Høy prisdifferanse – LNG-pris er 44% lavere enn MGO før avgift
- Scenario B: Lav prisdifferanse – LNG-pris er 22% lavere enn MGO før avgift

Prisnivået i Scenario A er basert på gasspris i Europa med et minimumstillegg for transport til og i Norge. Dette har blitt kalibrert med informasjonen gitt i intervjuer med rederier og gassaktører. Prisnivået i

Scenario B er basert på gasspris med et høyt tillegg for transport til og i Norge. Dette er kalibrert med de høyeste prisanslagene som vi har fått i dialog med markedsaktørene. Med de sprikende prisene vi ser i dagens marked, antas det at det er lite sannsynlig at LNG prisen vil bli høyere enn MGO-prisen per energienhet etter avgift. Dette støttes også av funn fra dialog med markedsaktørene.

I alle scenarioene har vi antatt at hele CO₂-avgiften, på 1 kr/Sm³ eller 0,1 NOK/kwh, legges på prisen til kjøper. Tabell 3 viser priser uten avgift.

Tabell 3: Oversikt over pris-scenarioene.

Scenario	Pris LNG uten avgift (NOK/kwh)	Pris MGO (NOK/kwh)	Differanse pris LNG vs MGO (NOK/kwh)
Scenario A	0.27	0.48	0.21
Scenario B	0.38	0.48	0.11

6 ANALYSE OG RESULTATER

Dette kapitlet presenterer funn fra analysemodellen, diskuterer usikkerhet, og presenterer prinsipielle samfunnsøkonomiske vurderinger av avgiftsendringen.

6.1 Endring i LNG opptak, forbruk og utslipp

Modellerte endringer i LNG-forbruk og utslipp som følge av fjerning av fritaket for CO₂-avgift på LNG avhenger av prisscenarioene introdusert i forrige kapittel. Avgiften får størst utslag dersom *differensen* mellom LNG- og MGO-pris er høy (Scenario A), da dette gir en større reduksjon i prognosen for antall skip med LNG. Ved en lavere differanse mellom LNG- og MGO-pris (Scenario B), vil opptaket av LNG allerede være begrenset før avgift, noe som gjør effekten av avgiften mindre.

Som diskutert tidligere er differensen mellom LNG- og MGO-prisene usikker og varierende. Vi vet at det eksisterer eksempler på LNG-pris på begge ytterpunktene representert av scenarioene i dette studiet. Det er sannsynlig at resultatet totalt sett vil ligge et sted mellom spennet de to scenarioene gir.

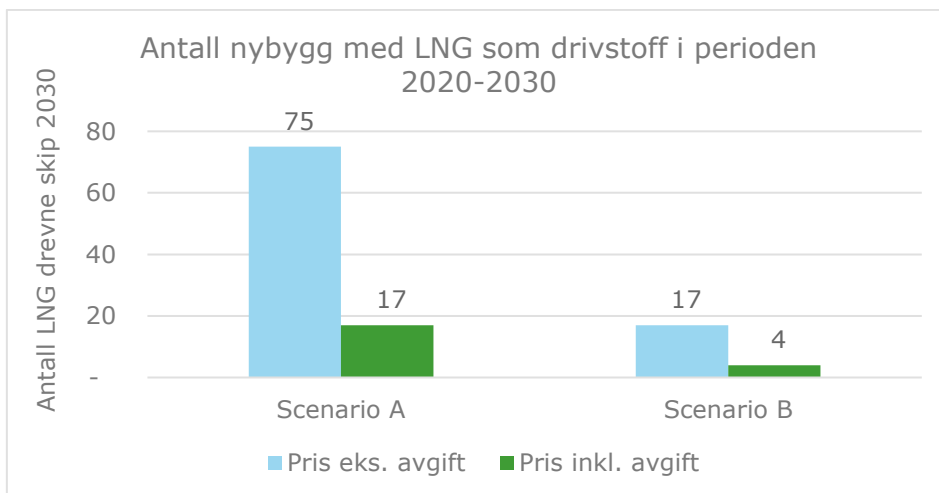
6.1.1 Modellerte endringer

Figur 7 viser antall nybygg med LNG som drivstoff i perioden 2020-2030, gitt forutsetningene presentert i kapittel 5.1, for prisscenario A og B – med og uten CO₂ avgift på LNG. Uten avgift, og med forutsetningen tatt for Scenario A med høy prisdifferanse, ser vi et høyt opptak av LNG over hele perioden med en prognose om 75 nye skip med LNG som drivstoff i perioden 2020-2030. Når avgiften legges på LNG-prisen reduseres opptaket av LNG grunnet lengre tilbakebetalingstid, og prognosen justeres til 17 nye skip i perioden.

Med forutsetningen tatt for Scenario B (lav prisdifferanse) ser vi et beskjedent opptak før avgift, med en prognose på 17 nye skip i 2030. Støtte fra NO_x-fondet er den avgjørende faktoren for å bygge LNG-drevne skip i dette scenarioet og det kommer svært få skip inn i markedet etter 2021, da NO_x-ECA innføres i Nordsjøen.

Effekten av avgiften synes å være at vi i perioden 2020-2030 får 4-17 nye LNG-drevne skip, sammenlignet med 17-75 nye skip uten avgift. Dette gir en reduksjon på 13-58 skip, og en reduksjon i aggregert LNG-forbruk mellom 2020-2030 i spennet 0.27-1.11 millioner tonn LNG - sammenlignet med prognosen for pris uten avgift. Med antagelsen om at all reduksjon i opptak av LNG vil gå over til MGO, gir dette en økning i aggregert MGO-volum på 0.32-1.29 millioner tonn MGO over perioden.

Dette gir en økning i aggregert klimagassutslipp i perioden 2020-2030 i spennet 0.1-0.5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Det gir også en økning i aggregert NO_x-utslipp i perioden 2020-2030 i spennet 3,000-9,000 tonn NO_x.



Figur 7: Prognose for antall skip med LNG som drivstoff i 2030 for lav (A) og høy (B) LNG pris med og uten CO₂-avgift.

6.1.2 Usikkerhet

Det er naturlig stor usikkerhet knyttet til denne type modellering. Dels fordi tidsperspektivet er langt, men også fordi problemstillingen som belyses avhenger av en rekke faktorer som alle har usikkerhet knyttet til seg. De viktigste usikkerhetsmomentene i studien inkluderer;

- Drivstoffpriser: Den viktigste faktoren for investeringsvalget er prisdifferansen mellom LNG og MGO. Denne usikkerheten har delvis blitt håndtert gjennom en scenariotilnærming som gir et intervall i resultatene. Det vil fremdeles være noe usikkerhet knyttet til ytterpunktene som er valgt. Det er mulig å også se for seg et scenario der LNG-prisen vil bli høyere enn MGO-prisen per energienhet etter avgift.
- Sannsynlighet for valg av LNG: I modellen er tilbakebetalingstid knyttet til en sannsynlighet for LNG-opptak. Disse forutsetningene er basert på samtaler med rederiene og DNV GLs interaksjon med markedsaktører. Dette er en forenkling av virkeligheten da flere andre faktorer vil bli vurdert av hver enkelt aktør, eksempelvis usikkerhet i deres operasjonelle mønster, erfaring med LNG og om skipet bygges i forbindelse med en lengre kontrakt med oppdragsgiver. Denne usikkerheten er nærmere analysert i sensitivitetsanalysen i vedlegg, hvor det vises at differansen i opptak i scenario A blir mellom 79 og 50 skip når forutsetningene endres.
- Effekt av CO₂-avgift på LNG-prisen: Vi har antatt at hele CO₂-avgiften legges på prisen til kjøper. Dette er basert på informasjon fra intervjuer med markedsaktører og interesseorganisasjoner. I et scenario med lav prisdifferanse mellom LNG og MGO kan det være at denne forutsetningen utfordres, men dette vil avhenge av blant annet gassleverandørenes marginer og rederienes alternativer.
- Investeringsstøtte fra virkemiddelapparatet: I analysemodellen er støtte fra NOx-fondet på inntil 80% av merinvesteringen for LNG inkludert, for skip kjølstрукket før utgangen av 2020. Deretter antas ingen støtte grunnet implementering av ECA i Nordsjøen. Støtte fra andre deler av virkemiddelapparatet som ENOVA og Innovasjon Norge er ikke inkludert.

- **Utslippsreduksjon:** Hvordan klimagassutslippsfaktoren for LNG som drivstoff utvikler seg fremover er avhengig av motorteknologi og grad av batterihybridisering i flåten. Spesielt er reduksjon av metanslipp en viktig faktor. Det er sannsynlig at det vil være en reduksjon av metan-slip fra LNG-motorer over perioden, men hvor stor denne vil være er usikker. Utslippsfaktorer for LNG-motorer kan også diskuteres. Denne studien benytter faktorer fra SINTEF sine målinger, mens det finnes eksempler på leverandører som oppgir lavere utslipp for sine motorer.
- **Drivstoffberegninger:** I denne studien representeres hver kategori (kombinasjon av skipstype, størrelse og tid i norske farvann) med et gjennomsnittsskip. Dette er en forenkling av virkeligheten. Spesielt for skip som ligger i ytterkantene av størrelseskategoriene kan gjennomsnittsmotorstørrelse og -forbruk avvike fra gjennomsnittsverdiene.
- **Kostnader:** Merkostnader av LNG og investeringskostnad i SCR er basert på snittall for intervaller for installert motoreffekt. Dette er en forenkling av virkeligheten. Det er heller ikke hensyntatt at merinvesteringen for LNG kan falle over tid.
- **Ombygginger:** Det er i modellen kun sett på nybygg, og ikke på ombygging til LNG-drift av eksisterende skip når effekten av avgiften vurderes. Dette er fordi ombygging vil for de fleste skipstyper kreve så høye investeringskostnader at det antas at avgiften ikke vil påvirke denne beslutningen. Det er likevel mulig at avgiften kan ha påvirkningskraft for investeringsbeslutninger som ligger helt på vippepunktet.

6.2 Gjennomgang av proveny-beregninger

Det er av interesse å analysere utformingen av avgiften og det tilhørende volumet av LNG-forbruk som provenyet (inntektene staten får fra avgiften) er beregnet ut fra.

I Finansdepartementets «Prop. 1 LS» til Statsbudsjettet 2018¹³ ble det gitt en gjeldende sats på 0,91 kr/m³ som skal tilsvare 458 kr/tCO₂. Dette gir en CO₂-utslippsfaktor for LNG på 2,706 kg CO₂/tonn LNG¹⁴. Til sammenligning er SINTEFs anbefalte gjennomsnittlige utslippsfaktor for LNG på 2662,4 kg CO₂/tonn LNG.

Som følge av avgiftsendringen har Finansdepartementet beregnet et merproveny på totalt 123 millioner kroner årlig. Til sammen 45 millioner kroner netto forventes fra passasjer- og godstransport og offshoreflåten, fratrukket kompensasjon på 70 millioner kroner til offentlig kjøp av persontransporttjenester på sjø. Dette antyder et estimert volum på 92.785 tonn¹⁵ avgiftspliktig LNG.

DNV GLs AIS-modell, som er utgangspunktet for beregningene av drivstoff-*forbruket* i denne analysen, gir et anslag på 145.000 tonn LNG-forbruk i norske farvann i 2017. I Energigass Norges oversikt er andel avgiftspliktig volum *bunkret* i Norge de tre siste år 70-75% avgiftspliktig, av rundt 130.000 tonn bunkret. Det antas at både Finansdepartementets utgangspunkt for volum og AIS-beregningen av volum er estimerer med flere mulig feilkilder, og samlet ser størrelsene ut til å være relativt samstemte.

¹³ <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2018/Dokumenter/Budsjettedokumenter/skatter-avgifter-toll/Prop-1-LS-/Del-2-Narmere-om-forslagene-/9-Saravgifter/>

¹⁴ I beregningene er det anvendt en tetthet på 1362 SM³/tonn LNG fra Gasnors typiske data for naturgass: <https://gasnor.no/naturgass/typiske-data-naturgass/>

¹⁵ Basert på følgende beregning: (Netto proveny på 45 MNOK + 70 MNOK i kompensasjon)/ Kr. 0,91 per m³. Dette gir 126,4 m³ gass, som tilsvarer 92 785 tonn LNG. Tetthet forutsatt: 1,362 Sm³/tonn LNG.

6.3 Samfunnsøkonomiske prinsipper

6.3.1 Utslippetsprisen må reflektere miljøskaden utslippet medfører

I følge samfunnsøkonomisk teori er en korrekt utformet miljøavgift satt lik den marginale skadekostnaden av utslippet. Det vil si at kostnaden av å øke utslippene med en enhet tilsvarer kostnaden denne utslippsenheten påfører samfunnet. Dette prinsippet gjør at forurensere må betale for den negative virkningen som påføres samfunnet. Dette fører til at kun utslippsreduksjoner som koster mindre enn skaden utslippet medfører blir gjennomført. Samfunnsøkonomisk sett er dette den beste løsningen. En avgift overlater til markedet å finne løsningen på problemet.

Selv om det er internasjonal enighet om at vi har et klimaproblem, er det ikke enighet om skadekostnadene av forurensing som bidrar til dette. I mangel av gode anslag på skadekostnader er det ofte politiske målsetninger som avgjør hvilken pris som bør settes på et utslipp. Målsettingene på klimaområdet er imidlertid mange, ikke bare i internasjonal sammenheng, men også nasjonalt, regionalt og sektorspesifikt. Det kan gjøre det utfordrende å vurdere hvilken målsetning som skal legges til grunn for avgiftsutformingen, og ikke minst hvilket avgiftsnivå som skal til for å nå et gitt mål.

At prisen på utslipp av klimagasser er for lav til å nå de målsetningene som er satt er et ofte brukt argument for å fravike grunnleggende miljøøkonomiske prinsipper. Er prisen for lav vil ikke klimaproblemet løses fordi aktørene ikke gis tilstrekkelig sterke insentiver til å endre adferd.

6.3.2 Like utslipp må prises likt

Det er særlig prinsippet om å legge til grunn samme pris for samme utslipp som ligger bak forslaget om å fjerne fritaket for CO₂-avgift på LNG og LPG. Når utslipp gir samme skade uavhengig av kilde, bør virkemidlene utformes slik at den marginale kostnaden ved å redusere utslippene er den samme for alle kilder. Dersom dette ikke er tilfelle, blir noen typer forurensende aktivitet billigere enn andre. Dette innebærer at dyre tiltak blir gjennomført i noen markeder, mens andre og billigere løsninger ikke blir utløst i andre markeder.

For å fastsette en korrekt avgift på selve utslippet trengs kunnskap om omfanget av aktørenes utslipp, og det må være mulig å måle utslippene fra den enkelte kilde. I praksis er dette både komplisert og kostbart. Et praktisk alternativ til en utslippsavgift er å avgiftsbelegge innsatsfaktorer som gir opphav til forurensingen, basert på karboninnholdet i fossile energibærere. Dette gir insentiver til å redusere forbruket av produktet som gir opphav til forurensingen.

For at dette skal være effektivt, må bruk av innsatsfaktoren ha lik utslippsprofil på tvers av teknologier. Dersom forbruk av LNG med en teknologi har en betydelig annen utslippsprofil enn bruk av en annen teknologi, eksempelvis med LBSI og «Dual fuel»-motorer, vil ikke lik avgift på innsatsfaktoren innebære lik prising av utslippene. Dette bryter da med prinsippet om lik pris på likt utslipp, som kan tale for en differensiert prising.

6.3.3 Særskilte grunner til å støtte miljøteknologi

Privat etterspørsel etter klimavennlige teknologier er i stor grad et resultat av myndighetenes politikk for å begrense klimautslippene. Grønn skattekommissjon sier at «det er større positive **kunnskapseksternaliteter** for miljøteknologier enn for andre teknologier, fordi kunnskapsbasen for miljøteknologi i utgangspunktet er for lav». Argumentet baserer seg på at ulike teknologier bygger på ulike kunnskapsbaser, og at kunnskapsbasen på rene teknologier er kommet kortere enn kunnskapsbasen på andre teknologier. Slik vil økt FoU og økt opptak av miljøteknologi i markedet gjøre det lettere å videreutvikle disse i fremtiden og dermed forbedre miljøeffekten og redusere kostnadene.

Behovet for mer miljøvennlige alternativ innen skipsfarten er et argument for at staten kan støtte teknologiutvikling. I tillegg til teknologiutvikling kan det være behov for støtte til å etablere markeder for nye grønne teknologier. Formålet vil blant annet være å øke kunnskapsbasen og effektiviteten i produksjonen gjennom å utløse læringseffekter, til de nye teknologiene er konkurransedyktige opp mot dagens mindre miljøvennlige teknologier. Dette er for eksempel tilfelle når det gjelder bruk av LNG- og LPG-teknologier. Erfaringer viser at kostnaden av en ny teknologi kan reduseres med 10% til 30% for hver gang man dobler antall installasjoner i markedet.

Nettverkseffekter kan være et annet argument for å benytte støtteordninger som virkemiddel. Nettverkseffekter oppstår ved at et individs kjøp av et gode gir positive effekter på andre som allerede eier det samme godet, eksempelvis at flere brukere av LNG legger til rette for bedre utbygging av infrastruktur og skalafordeler i distribusjon, som igjen gir bedre tilgjengelighet og lavere pris for brukerne av LNG. Hensikten med å støtte denne typen goder er at teknologier tas i bruk i markedet raskere enn det markedet alene ville ha sørget for. Grønn skattekommisjon argumenterer for midlertidig støtte til spredning av rene teknologier, der nettverkseffekter gjør seg gjeldende i spredningsfasen. Alternativt kan avgifter også benyttes, men da settes høyere enn marginal skadestnad siden det er flere typer eksternaliteter som rettferdiggjør inngrepet. Det er imidlertid enklere å utforme en målrettet støtteordning for å utløse nettverkseksternaliteter enn å justere avgiftssatser.

Midlertidig støtte av goder med kunnskaps- og nettverkseksternaliteter kan rettferdiggjøres opp til et visst punkt. Når kunnskapsbasen eller nettverket er stort nok, det vil si når en kritiske masse bruker godet, faller argumentet for statlig inngripen bort.

6.4 Kystruteanbudet

Etter at analyseprosessen i dette prosjektet var avsluttet ble tildelingen i Kystruteanbudet offentliggjort. Detaljer om skipene som skal trafikere Kystruten i den nye perioden er ikke kjent. På Samferdselsdepartementet pressekonferanse og ved flere nyhetssaker fremgår det imidlertid at ruten skal trafikkeres av LNG-drevne skip. Fire av skipene skal være nybygg med batterihybride LNG-skip, og en rekke eldre skip skal bygges om til LNG-drift.

I 2013 hadde Kystruten et utslipp av CO₂ på 200 000 tonn¹⁶. Dette tilsvarer ca 63 000 tonn MGO. Gitt at dette volumet i betydelig grad erstattes med LNG medfører dette en betydelig volumøkning for omsetning av LNG i Norge.

Det er en rekke ukjente faktorer angående driften av skipene på kystruten, eksempelvis hva vil effekten av landstrøm gi, og hvilke løsninger vil velges for ombygging av eksisterende skip. Det er heller ikke kjent hvilke konsepter for bunkring som skal anvendes, heller ikke hvilken utbygging av infrastruktur for bunkring som planlegges for å dekke behovet.

Imidlertid kan man anta positive effekter for utvikling av distribusjon som følge av tildelingen. Dette vil igjen kunne legge bedre til rette for flere LNG-drevne skip, og øke sannsynligheten for scenarioet med høy prisdifferanse mellom LNG og MGO.

¹⁶ Dette fremgår av NOU (2015), Sett pris på miljøet, rapport fra grønn skattekommisjon, 2015:15.

7 OPPSUMMERING AV FUNN OG KONKLUSJON

LNG ansees som et godt miljøtiltak for skip, med 90% reduksjon av NO_x uten eksosrensing, eliminering av SO_x-utslipp og 7-25% reduksjon av klimagassutslipp avhengig av teknisk løsning og operasjon sammenlignet med MGO. Som ladbar batterihybrid og med innblanding av biogass kan denne klimagassreduksjonen økes betydelig. LNG er i praksis i dag det eneste alternativet til standard drivstoff som MGO for skip som seiler lengre distanser. LNG kan derfor sees på som et viktig mellomsteg mot karbonfri shipping, også fordi en moderat CO₂-reduksjon fra mange skip gir større effekt enn en stor nullutslipp fra noen få skip. I dag er det en svært liten del av flåten som kan anvende tilgjengelige nullutslippsløsninger.

Grunnet tiltak som NO_x-fondet og utslippskrav i offentlige anbud har LNG-teknologi fått en viss utbredelse i markedet. Imidlertid er det fortsatt under 1% av AIS-registrerte skip i Norge¹⁷ som bruker LNG som drivstoff. Selv om man begynner å få erfaring med tekniske løsninger for LNG, er det innen drivstoff-markedet fortsatt tegn på at man har et relativt umodent og lite transparent marked.

Bruk av LNG som drivstoff krever en større investering i starten av et skips levetid, som må tilbakebetales innen en rimelig tid om rederiene skal være villig til å investere. Med opphevelse av avgiftsfritaket, og dermed økt pris på LNG, blir denne tilbakebetalingstiden trolig for lang for flere aktører, men dette vil være avhengig av størrelsen på prisdifferansen mellom LNG og MGO.

For å belyse dette har vi bygget en modell som gir en prognose for antall nye LNG-skip som hvert år frem til 2030 kommer inn i markedet, gitt forventet LNG-pris, og beregner forbruk og utslipp.


Resultatene fra modellen med sine forutsetninger viser at avgiften vil redusere antall nybygg med LNG i perioden 2020-2030 med mellom 13-58 skip. Resultatene blir påvirket av bortfall av NO_x-støtte ved innføring av NO_x-ECA i Nordsjøen, spesielt når spennet mellom LNG- og MGO-pris blir lavt. Med forutsetningen om at MGO er det eneste reelle alternativet til LNG i analyseperioden, gir dette en økning i aggregert MGO-volum på mellom 0.3-1.3 tonn i perioden 2020-2030. Dette gir en påfølgende aggregert utslippsøkning på 0.1-0.5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i samme periode. I tillegg vil man få noe mer utslipp av partikler og «black carbon», og en estimert økning i aggregert NO_x-utslipp på 3-9 tusen tonn i perioden 2020-2030. SO_x-utslipp forventes tilnærmet uendret grunnet krav i forbindelse med ECA-sone.

Effekten av avgiften er størst ved scenarioet med høy prisforskjell mellom LNG og MGO. Utviklingen som følger av tildelingen av kystruteanbudet kan øke sannsynligheten for dette scenarioet, og dermed øke den relative effekten av avgiften i form av økte utslipp.

Det er stor usikkerhet knyttet til denne type modellering. I tillegg til prisspenn mellom LNG og MGO, viser sensitivitetsanalysen som er utført at forutsetningene knyttet til sannsynligheten for valg av LNG har stor påvirkning på resultatet. Andre viktige usikkerheter inkluderer effekt av CO₂-avgift på LNG-prisen, investeringsstøtte fra virkemiddelapparatet og estimering av utslippsreduksjon.

Modellen i analysen omfatter ikke eksisterende dual-fuel LNG-skip, der avgiften potensielt kan få redere til å anvende MGO istedenfor LNG. For disse skipene vil trolig ikke avgiften alene være avgjørende for at man går over til andre drivstoff om man kan, da prisscenarioene vist i analysen fortsatt gir lavere energipris for LNG enn for MGO. Aktørene med LNG-drevne skip gir imidlertid uttrykk for at de opplever avgiften som en skatteøkning og en ulempe på et miljøtiltak de oppfattet som ønsket av myndighetene.

¹⁷ I 2013 var det totalt ca 6700 skip med AIS i NØS. Det antas at en større andel skip har AIS nå da særlig blant de mindre fartøyene, samt at man har hatt en generell flåtevekst. Til sammenligning er antallet LNG-drevne skip i Norge 61.



Opphevelsen av avgiftsfritaket er i hovedsak i tråd med generelle samfunnsøkonomiske prinsipper innen miljøpolitikk. Det er imidlertid argumenter som taler for direkte støtte for å utløse kunnskaps- og nettverkseksternaliteter. Et eksempel på en kunnskapsutvikling som har gitt store utslippsreduksjoner av CO₂ for LNG-motorer er batterihybridiseringen som har skjedd i Norge de siste 2-3 årene. Et skip med kombinasjon av LNG- og batteriteknologi kan gi 20-40% reduksjon i klimagassutslipp. Flere kunnskaps- og nettverkseksternaliteter kan komme etter hvert som markedspenetrasjonen øker fra dagens lave nivå.

Flere brukere av LNG som drivstoff vil gi grunnlag for et større marked, som igjen vil kunne gi mer effektiv logistikk for både leverandører og kunder og dermed høyere tilgang av LNG til lavere pris. Ut fra samfunnsøkonomiske prinsipper bør imidlertid støtte til slike nettverkseksternaliteter vanligvis utformes som direkte støtte til utvikling av nettverk, og avgiftsfritak er trolig ikke den mest effektive måten å gjøre dette på.

Gitt forutsetningene tatt i dette studiet viser modellen vår at fjerning av fritaket for CO₂-avgift for LNG bidrar til økte klimagassutslipp i perioden frem mot 2030. Utslippsøkning er likevel ikke av en størrelsesorden som er avgjørende for å innfri miljøforpliktelser. Det er imidlertid heller ingen andre enkelttiltak som i seg selv er avgjørende for dette, da muligheten til å innfri forpliktelsene er avhengig av en rekke ulike tiltak i kombinasjon. At færre tiltak blir lønnsomme for aktørene vil dermed gjøre denne måloppnåelsen mer krevende.

8 REFERANSER

- DNV GL. (2014a). *Sammenstilling av grunnlagsdata om dagens skipstrafikk og drivstofforbruk*. Report No.: 2014-1667: Rapport for KLD.
- DNV GL. (2014b). *Sjøsikkerhetsanalysen 2014: Prognoser for skipstrafikken mot 2040*. 2014-1271, Rev. D.
- DNV GL. (2016a). *Reduksjon av klimagassutslipp fra norsk innenriks skipsfart*. Report No.: 2016-0150: DNV GL rapport for klima og miljødepartementet.
- DNV GL. (2016b). *Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip*. Utarbeidet av DNV GL på oppdrag fra ENOVA. .
- DNV GL. (2017a). *Navigating a low-carbon future*. Report No.: 2017-0205: DNV GL report for the Norwegian Shipowners' Association.
- DNV GL. (2017b). *Energy Transition Outlook 2017: Maritime Forecast to 2050*.
- DNV GL. (2017c). *Low Carbon Shipping Towards 2050*.
- DNV GL. (2018). *Barrierer for lav- og nullutslippsløsninger for transport av tørrlast med skip*.
- Energigass Norge. (2015). *Norskekysten LNG - Utvikling av infrastruktur for LNG som drivstoff i Norge*.
- MAN Diesel & Turbo. (2015). *Tier III NOx Emissions Reduction Technologies EGR and SCR*.
- SINTEF. (2017). *GHG and NOx emissions from gas fuelled engines*.

9 VEDLEGG

9.1 Modellering

9.1.1 Skipstyper og størrelsesgrupper

Analysen blir gjort for kombinasjonen av skipstypene med størrelsesgruppene nedenfor.

Skipstyper	Størrelsesgrupper
1. Oljetankere	1. < 1000 GT
2. Kjemikalie-/prod.tankere	2. 1000 - 4999 GT
3. Gasstankere	3. 5000 - 9999 GT
4. Bulkskip	4. 10000 - 24999 GT
5. Stykkgodsskip	5. 25000 - 49999 GT
6. Kontainerskip	6. 50000 - 99999 GT
7. Ro Ro last	7. \geq 100000 GT
8. Kjøle-/fryseskip	
9. Passasjer	
10. Offshore supply skip	
11. Andre offshore service	
12. Andre aktiviteter	
13. Fiskefartøy	

9.1.2 Investeringsanalyse

Nedenfor vises et eksempel på en investeringsanalyse for passasjerskip i størrelseskategorien 10000-24999 GT.

Karakteristikk	
Skipsegment	Passasjer
Størrelsessegment	10000 - 24999 GT
Andel tid i norske farvann	95%
Andel av tid i norske farvann som er innenriks	100%
Gjennomsnittlige motorstørrelse (kW)	14,000
Beregninger drivstofforbruk	
Gjennomsnittlig drivstofforbruk (tonn MGO)	7,916
Gj. drivstofforbruk i norske farvann (tonn LNG)	6,540
	Kommentar

Gj. drivstofforbruk innenriks (tonn LNG)	6,540		Gir basis for Nox--fondstøtte.
Beregninger Investeringskostnader			
Merkostnad LNG (MNOK) – før NOx ECA krav	84.0		Merkostnad LNG uten NOx-fondstøtte.
Merkostnad LNG (MNOK) – med NOx-støtte	16.8		Merkostnad LNG med NOx-fondstøtte.
Investeringskostnad SCR (MNOK)	10.0		
Merkostnad LNG (MNOK) – etter NOx ECA krav	74.0		
Beregninger Driftskostnader	LNG pris eks avgift (0,31 kr/kwh)	LNG pris med avgift (0,41 kr/kwh)	
Årlige driftskostnader LNG vs. MGO (MNOK) – før NOx ECA krav	18.2	9.8	Kun differanse i drivstoffpriser.
Årlige driftskostnader LNG vs. MGO (MNOK) - Etter NOx ECA krav	19.3	10.9	Differanse i drivstoffpriser og urea kostand for MGO.
Resultater			
Tilbakebetalingstid - Før 2023	1	2	
Tilbakebetalingstid - Etter 2023	5	10	
Opptakssannsynlighet - Før 2023	100%	100%	
Opptakssannsynlighet - Etter 2023	50%	0%	

De ulike komponentene er beregnet på følgende måte:

- Investeringskostnader for LNG og SCR er beregnet ved bruk av antagelsene i tabellene i avsnittet under og gjennomsnittlig motorstørrelser for skipsstørrelsesgruppen hentet fra AIS-data.
- Grunnlaget for Nox-fondstøtte beregnes av innenriks drivstofforbruk multiplisert med en reduksjon på 35 kg NOx/tonn drivstoff og en støtte på 500 NOK/kg NOx. I dette tilfellet gis full støtte på 80% av merkostnaden.
- Årlige driftskostnader er beregnet ved bruk av følgende formel: (estimert årlig MGO-forbruk * MGO-pris) – (estimert årlig LNG-forbruk for skip * LNG-pris). Forskjell i energiinnhold i drivstoffet er tatt inn i beregningen, se tabell under for faktorer.
- Kostnad av urea til bruk i SCR regnes ved en antagelse om at mengde urea er 5% av drivstofforbruket og har en kostnad på 3000 kr per tonn.
- Tilbakebetalingstid er beregnet ved bruke av følgende formel: $LN(1/(1-(Merkostnad\ LNG/sparte\ driftskostnader)*Rente)))/LN(1+Rente)$.
- I beregningene er det lagt til grunn en rente basert på *beste alternative anvendelses-prinsippet*. Innen maritim virksomhet er 8%-rente en kjent bransjepraksis og er blant annet brukt i over hundre analyser DNV GL har utført for rederier som ønsker å ta i bruk miljøteknologi. Kun i noen svært få tilfeller har rederiene ønsket en høyere eller lavere rente enn 8 %.

Andre faktorer brukt:

Faktor	Verdi
Energiinnhold MGO – Nedre brennverdi	11861 kWh/tonn
Energiinnhold LNG – Nedre brennverdi	13700 kWh/tonn

Investeringskostnader

Tabellen under gir merkostnader for LNG versus MGO (MNOK) ved ulik installert motoreffekt. Tallene er basert på data fra NOX-fondet og DNV GL.

Installert effekt (kW)	CAPEX (NOK/kW)
0-1100	12,500
1,100-3000	10,000
3,000-6000	9,000
6,000-10,000	8,000
10,000-30,000	6,000

Tabellen under gir investeringskostnader for SCR-anlegg ved ulik installert motoreffekt. Tallene er basert på MAN Diesel & Turbo (2015).

Installert effekt (kW)	CAPEX (NOK/kW)
0-10,000	880
10,000-20,000	720
20,000-20,000	600

9.2 Sensitivitetsanalyse

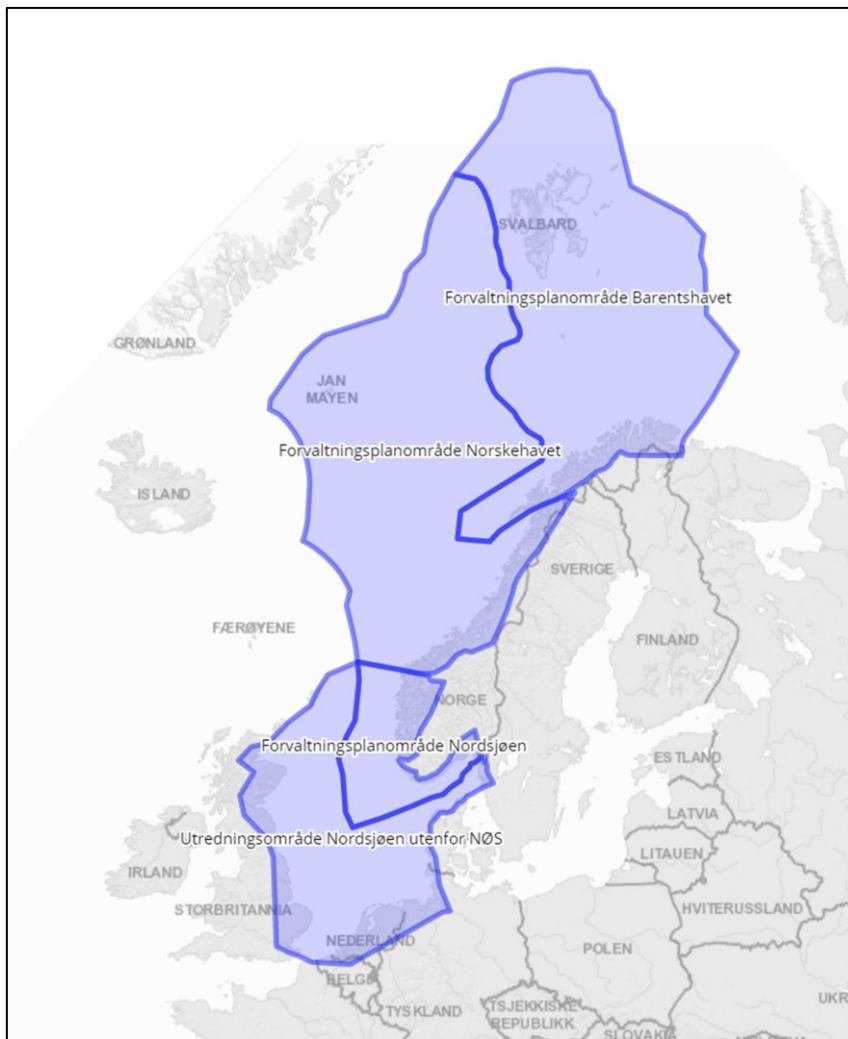
For å undersøke hvordan det estimerte opptaket av LNG i flåten påvirkes av de største usikkerhetsmomentene i vår modell har vi gjennomført en sensitivitetsanalyse. Resultatene vises i Tabell 4. For opptakssannsynlighet har vi kjørt sensitivitetsvurderinger på et optimistisk utfall, der rederier stiller noe mindre strenge krav til tilbakebetalingstid, og et pessimistisk utfall der rederier stiller svært strenge krav til tilbakebetalingstid. Fra sensitivitetsanalysen ser vi at i det mest optimistiske scenarioet vil effekten av avgiften bli størst med en reduksjon på 79 skip ved innføring av avgift i Scenario A og en reduksjon på 17 skip i Scenario B. Med svært strenge krav til tilbakebetalings tid, i det pessimistiske utfallet, vil avgiften få mindre effekt med reduksjon på 50 nybygg i Scenario A og 3 i Scenario B over perioden.

Tabell 4: Sensitivitetsanalyser på prisdifferanse og sannsynlighet for opptak. Tabellen viser reduksjon i antall nybygg med LNG i perioden 2020-2030 gitt avgiftsendring.

Prisdifferanse (NOK/kwh)	Valgt lav pris (Scenario A)	Valgt høy pris (Scenario B)
Opptakssannsynlighet	0,215 eks avgift 0,106 inkl avgift	0,113 eks avgift 0,003 inkl avgift
Optimistisk utfall: <5 år → 100% opptak 5-10 år → 50% opptak >10 år → 0% opptak	79	17
Valgte verdier: <3 år → 100% opptak 3-8 år → 50% opptak >8 år → 0% opptak	58	13
Pessimistisk utfall: <2 år → 100% opptak 2-6 år → 50% opptak >6 år → 0% opptak	50	3

9.3 Kart over norske farvann

Kartet under viser grensene for det som er definert som norske farvann i rapporten.







About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.