

Rapport for
Grønt skipsfartsprogram
biogass-pilot

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse.....	ii
Forord	iii
Sammendrag.....	iv
Summary	1
1. Introduksjon.....	3
2. Hva er biogass?	4
2.1 Grunnleggende	4
2.2 Potensial for utslippsreduksjon.....	5
2.3 Begrepsbruk.....	6
3. Markedet for biogass	7
3.1 Mulighetsrom for bruk av biogass innen skipsfart	7
3.1.1 Skipsflåten tilhørende medlemmene av Norges Rederiforbund	7
3.1.2 Passasjerferger i norske farvann.....	9
3.1.3 Cruiseskip i norske farvann	10
3.2 Virkemidler for produksjon og bruk av biogass.....	12
3.2.1 Offentlige støtteordninger i Norge.....	12
3.2.2 Offentlige støtteordninger i Sverige og Danmark.....	13
4. PRODUKSJON AV BÆREKRAFTIG BIOGASS.....	14
4.1 Produksjonsprosesser	14
4.2 Produksjon av biogass i Norge	15
4.3 Produksjonspotensial	16
4.4 Sertifisering av biogass.....	17
4.5 Bruk av opprinnelsesgarantier	17
4.6 Produksjonskostnader.....	18
5. DISTRIBUSJON OG INFRASTRUKTUR.....	19
5.1 Transport	19
5.2 Bunkring	20
6. MASKINERI OG SYSTEMER PÅ SJØSIDEN	21
7. Anbefalinger.....	22
REFERANSER.....	24

Forord

Denne rapporten er utarbeidet som del av et pilotprosjekt i Grønt Skipsfartsprogram (GSP), og flere bedrifter har bidratt til rapporten med kompetanse innen sine respektive fagfelt. GSP er et offentlig-privat partnerskapsprogram som har et mål om å finne realiserbare løsninger som sikrer en effektiv og miljøvennlig skipsfart fremover. Som et offentlig-privat partnerskapsprogram, blir GSP finansiert av både deltakende bedrifter og staten.

Formålet med denne rapporten er å belyse muligheter for bruk av biogass i norsk nærskipsfart, og peke på grep som kan bli tatt for å realisere den bruken. Bakgrunnen for dette er at initiativtaker for pilotprosjektet, fergeselskapet Torghatten, i dag har flere ferger med LNG-drift. I fremtiden, i møte med skjerpede miljøkrav fra myndigheter, er det ønskelig at disse skipene kan gå på biogass, istedet for evt. kostnadskrevenne ombygging til annet drivstoff eller utfasing.

Deltagere i pilotprosjektet

ABB

Biokraft

Carnival/Canima

DNV GL (koordinator) – Øyvind Sekkesæter/Joakim Frimann-Dahl

Gasnor

Samfunnsbedriftene/Biogass Norge

Møre og Romsdal fylkeskommune

Norges Rederiforbund

Seatrans

Torghatten (Piloteier) – Eirik Olsen

Wärtsilä

Sammendrag

Norge er forpliktet gjennom Parisavtalen til å kutte klimagassutslipp. Gjennom handlingsplan for grønn skipsfart¹ har regjeringen som mål å halvere utslippene fra norsk sjøfart og fiske innen 2030, og som et ledd i dette, stimulere til null- og lavutslippsløsninger i alle fartøyskategorier. Biogass er en nullutslippsløsning² som har potensialet til å bidra vesentlig til avkarboniseringen av norsk sjøfart.

Formålet med denne rapporten er å belyse miljøgevinster ved bruk av biogass som drivstoff i norsk nærskipsfart, og peke på grep som kan bli tatt for å realisere dette. Et bredt konsortium av ulike selskaper som har en interesse i biogassverdikjeden, har i regi av Grønt Skipsfartsprogram, vært bidragsytere til denne rapporten. Blandt deltakende selskaper finner man produsenter av biogass (Biokraft og VEAS), mulige distributører av biogass (Gasnor) og mulige sluttbrukere (Torghatten, Carnival, og Seatrans).

Følgende punkter oppsummerer delkonklusjoner som har blitt trukket i denne rapporten:

Hva er biogass? Biogass er en gass bestående av hovedsaklig metan produsert gjennom anaerobisk nedbrytning av organisk materiale. Biogass kan flytendegjøres til flytende biogass (LBG), som lett kan benyttes som drivstoff for transportnæringen.

Hvorfor er biogass miljøvennlig? Forbrenning av biogass er ansett som klimanøytral, da biogass benytter råstoff som inngår i karbonkretsløpet. I tillegg til dette, kan bruk av noen typer råstoffer til biogassproduksjon, bidra til å redusere klimagassutslipp ytterligere enn 100%, f.eks. husdyrgjødsel. For at biogass skal oppnå høye utslippsreduksjoner må metanlekkasje holdes til et minimum under hele verdikjeden.

Marked. Det er et stort potensial for bruk av biogass innen passasjerferge- og cruiseskipnæringen i Norge, samt blandt skipene som eies av medlemmer av Norges Rederiforbund. I dag er det 27 ferger som kan driftes på LNG i den norske fergeflåten. Et vesentlig antall cruiseskip (37) vil kunne driftes på LNG i fremtiden. Blandt Norges Rederiforbunds medlemmer planlegges det bygging av 103 nye skip med LNG-drift de neste fem årene. Disse skipene vil også kunne benytte seg av LBG som drivstoff. Flere markedsrettede virkemidler fra regjeringens side kan benyttes for å promotere både bruk og produksjon av biogass i Norge.

Produksjon. Biogass kan produseres via forskjellige metoder, men i Norge er produksjonen basert i stor grad på anaerobisk utråtning i bioreaktorer. Oppgradert biogass inneholder over 97% metan, og det er et vesentlig potensial for oppskalering av biogass i Norge.

Infrastruktur. Det finnes i dag en godt utbygd infrastruktur for flytende naturgass. Dette gjelder både for transport på vei, for drivstoff til skip og til industri. Denne infrastrukturen er 100% kompatibel med LBG og gjør dermed innfasing av biogass enkel. Muligheten til å benytte LBG og LNG om hverandre reduserer risikoen ved å ta i bruk LBG som drivstoff.

Maskineri og systemer på sjøsiden. Tekniske systemer, inkludert bunkring- og lagringssystemer og motorer som går på LNG, er i dag godt utviklet. LBG kan bli innblandet opp til 100% i LNG uten at det nødvendigvis gjør tilpasninger for tekniske systemer ombord i LNG-drevne skip.

¹ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/lanserer-handlingsplan-for-gronn-skipsfart/id2660885/>

² Nullutslipp i denne sammenhengen gjelder løsninger med netto null utslipp av drivhusgasser.

For å øke utslippsreduksjon av klimagasser ved bruk av biogass som drivstoff i skip, er det viktig at metanlekkasjer i fremdriftsmaskineriet blir holdt til et minimum.

Anbefalinger. En rekke tiltak kan bli tatt for å innføre og løfte biogass som et miljøvennlig drivstoffalternativ for skipsfart i Norge. Iverksettelse av en egen biogass-pilot innen fergefarten, eksempelvis, kan bidra til å utvikle ny næring for produksjon og distribusjon av biogass («market pull»). Videre kan ulike insentivordninger løfte produksjon av biogass i Norge.

Summary

Norway is committed through the Paris Agreement to cut greenhouse gas emissions. Through the action plan for green shipping³, the government aims to halve emissions from Norwegian shipping and fishing by 2030, and as part of this, incentivize zero- and low-emission solutions in all vessel categories. Biogas is a zero-emission solution⁴ that has the potential to make a significant contribution to the decarbonisation of Norwegian shipping.

The purpose of this report is to shed light on the environmental benefits of using biogas as a fuel in Norwegian short sea shipping, and to point out measures that can be taken to realize this. A broad consortium of different companies that have an interest in the biogas value chain, under the auspices of the Green Shipping Program, have been contributors to this report. Participating companies include producers of biogas (Biokraft and VEAS), possible distributors of biogas (Gasnor) and possible end users (Torghatten, Carnival, and Seatrans).

The following points summarize the key conclusions that have been drawn in this report:

What is biogas? Biogas is a gas consisting mainly of methane produced through anaerobic decomposition of organic material. Biogas can be liquefied into liquefied biogas (LBG), which can easily be used as fuel for the transport industry.

Why is biogas environmentally friendly? Combustion of biogas is considered greenhouse gas neutral, as biogas uses raw materials that are part of the carbon cycle. In addition to this, the use of some types of raw materials for biogas production can help to reduce greenhouse gas emissions further than 100%, e.g. livestock manure. In order for biogas to achieve high emission reductions, methane leakage must be kept to a minimum throughout the value chain.

Market. There is great potential for the use of biogas in the passenger ferry and cruise ship industry in Norway, as well as among the ships owned by members of the Norwegian Shipowners' Association. Today, there are 27 ferries capable of running on LNG in the Norwegian ferry fleet. A significant number of cruise ships (37) will be able to operate on LNG in the future. Among the members of the Norwegian Shipowners' Association, 103 new ships running on LNG is planned to be constructed over the next five years. These ships will also be able to use LBG as fuel. Several market-oriented instruments from the government can be used to promote both the end-use and production of biogas in Norway.

Production. Biogas can be produced via various methods, but in Norway the production is largely based on anaerobic decomposition in bioreactors. Upgraded biogas contains over 97% methane, and there is a significant potential for upscaling production of biogas in Norway.

Infrastructure. There is today a well-developed infrastructure for LNG. This applies both to transport by road, bunkering of ships, and to industry. This infrastructure is 100% compatible with LBG and thus makes phasing in biogas easy. The possibility of using LBG and LNG as fuels side-by-side reduces the risk of using LBG as fuel.

Machinery and systems on onboard ships. Technical systems, including bunkering and storage systems and engines running on LNG, are today well developed. LBG can be incorporated up to

³ <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/the-governments-action-plan-for-green-shipping/id2660877/>

⁴ A zero-emission solution is defined here as a solution with net-zero emissions of greenhouse gases.

100% in LNG without the need for adaptations for technical systems on board LNG-fuelled vessels. In order to maximize the reduction of greenhouse gas emissions by using biogas as fuel in ships, it is important that methane leaks in the propulsion machinery are kept to a minimum.

Recommendations. A number of measures can be taken to promote biogas as an environmentally friendly fuel alternative for shipping in Norway. Implementation of biogas piloting project for ferries, for example, can contribute to the development of a new industry for the production and distribution of biogas ("market pull"). Furthermore, various incentive schemes can boost biogas production in Norway.

1. Introduksjon

Norge er forpliktet gjennom Parisavtalen til å kutte klimagassutslipp. Gjennom handlingsplan for grønn skipsfart⁵ har regjeringen som mål å halvere utslippene fra norsk sjøfart og fiske innen 2030, og som et ledd i dette, stimulere til null- og lavutslippsløsninger i alle fartøyskategorier. Biogass er en nullutslippsløsning⁶ som har potensialet til å bidra vesentlig til avkarboniseringen av norsk sjøfart.

Den Internasjonale Sjøfartsorganisasjonen (IMO) sin drivhusgassstrategi innebærer en halvering av utslipp fra verdensflåten innen 2050, relativt til 2008-nivåer.⁷ Det er forventet at LNG kommer til å oppta en stadig viktigere del av den maritime drivstoffmiksen i fremtiden, se f.eks. (LR/UCL, 2014) og (DNV GL, 2019). Siden flytende biogass er kompatibelt med LNG, kan eksisterende LNG-drevne skip driftet på biogass gi vesentlige klimagevinster. Norge har et godt fagmiljø på gassmotorer og gassdrift som er viktig for videre teknologiutvikling. I tillegg har Norge en rekke rederier med erfaring med gass som last (Solvang, Höegh, Knutsen, BW Gas) og drivstoff (Torghatten, Fjord1, Norled, Nor-Lines, Egil Ulvan m. fl) som er godt grunnlag for videre forskning og utvikling.

Det finnes flere eksempler på eksisterende litteratur som tar for seg ulike emner innenfor biogass i Norge. Eksempelvis ser (Østfoldforskning, 2008) og (Carbon Limits, 2019) på potensialet for produksjon av biogass i Norge. Virkemidler for økt produksjon og bruk av biogass blir utredet i (Miljødirektoratet, 2020). Formålet med denne rapporten er å spesifikt belyse muligheter for bruk av biogass i norsk nærskipsfart, og peke på grep som kan bli tatt for å realisere den bruken. Et bredt konsortium av ulike selskaper, har i regi av Grønt Skipsfartsprogram, vært bidragsytere til denne rapporten. Blandt deltagende selskaper finner man produsenter av biogass (Biokraft og VEAS), en mulig distributør av biogass (Gasnor) og mulige sluttbrukere (Torghatten, Carnival, og Seatrans). Resultatet er en rapport som sammenstiller kunnskap om biogass, fra mange forskjellige synspunkter.

Rapporten er delt opp som følger:

Kapittel 2: Hva er biogass? Fundamental beskrivelse av biogass og redegjørelse for hvordan biogass bidrar til å redusere utslipp av drivhusgasser. Terminologi blir også beskrevet her.

Kapittel 3: Markedet for biogass. Mulighetsrom for bruk av biogass innen skipsfart i Norge. Ulike virkemidler for å oppmuntre bruk og produksjon av biogass blir også gjennomgått.

Kapittel 4: Produksjon av bærekraftig biogass. Ulike produksjonssteg for å produsere biogass.

Kapittel 5: Distribusjon og infrastruktur. Redegjørelse for forskjellige metoder for å distribuere biogass fra produsent til sluttbruker.

Kapittel 6: Maskineri og systemer på sjøsiden. Beskrivelse av hvordan biogass kan bli anvendt som drivstoff om bord i skip.

Kapittel 7: Anbefalinger. Anbefalinger som deltakere i dette prosjektet mener kan bidra til økt bruk og produksjon av biogass i Norge.

⁵ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/lanserer-handlingsplan-for-gronn-skipsfart/id2660885/>

⁶ Nullutslipp i denne sammenhengen gjelder løsninger med netto null utslipp av drivhusgasser.

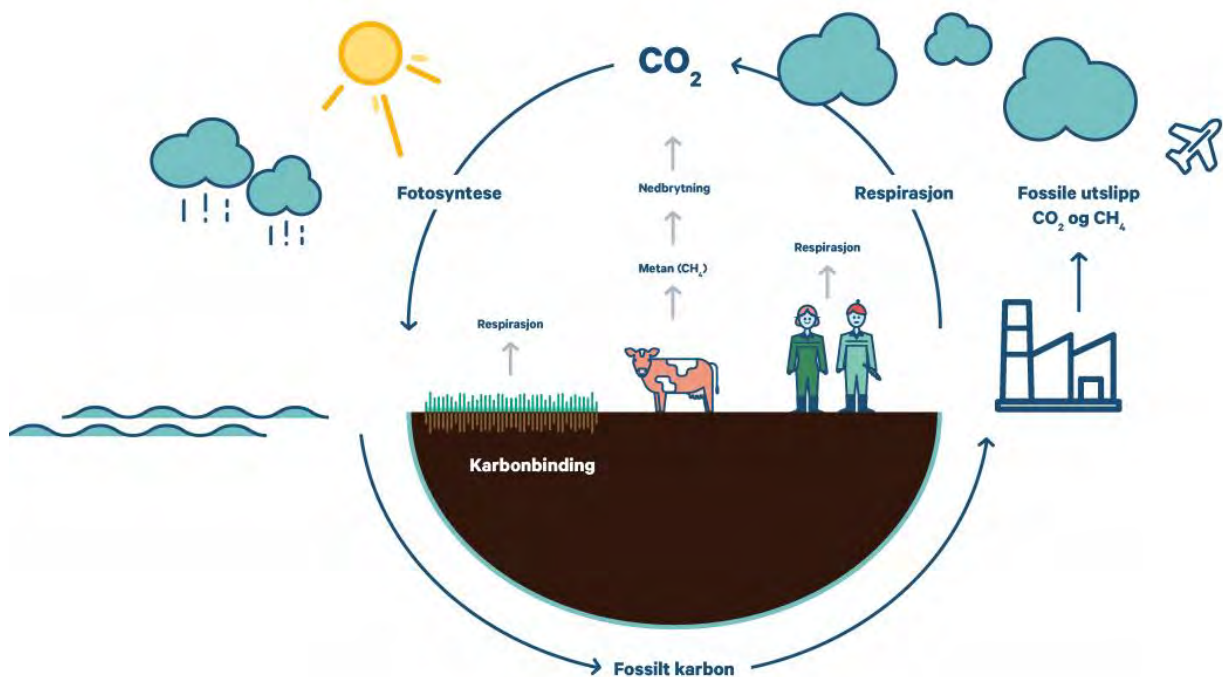
⁷ <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Documents/UN%20side%20event%205%20December%202018.pdf>

2. Hva er biogass?

2.1 Grunnleggende

Biogass dannes når organisk materiale (råstoff) brytes ned i et oksygenfritt miljø (anaerob nedbrytning), og består hovedsaklig av metan. I naturen blir biogass dannet naturlig i våtmarksområder når døde planter og dyr nedbrytes. Det er også mulig å produsere en kontrollert strøm av biogass fra organisk avfall i et biogassanlegg (mer om dette i Kapittel 4).

Karbonkretsløpet i Figur 1 viser hvordan grunstoffet karbon går gjennom luft, vann, organisk materiale, jordsmonnet og berggrunnen.



Figur 1 – Karbonkretsløpet, hentet fra (Norsk Landbrukssamvirke, 2019).

Ved forbrenning av biogass (metan) dannes gassen CO_2 og vann. Siden råstoffet som går med til produksjon av biogass imidlertid kommer fra biologisk materiale, regnes forbrenning av biogass som CO_2 -nøytral, da denne går inn i det naturlige karbonkretsløpet⁸. Grunnen til dette er at råstoffet allerede har bundet opp karbon fra karbonkretsløpet.

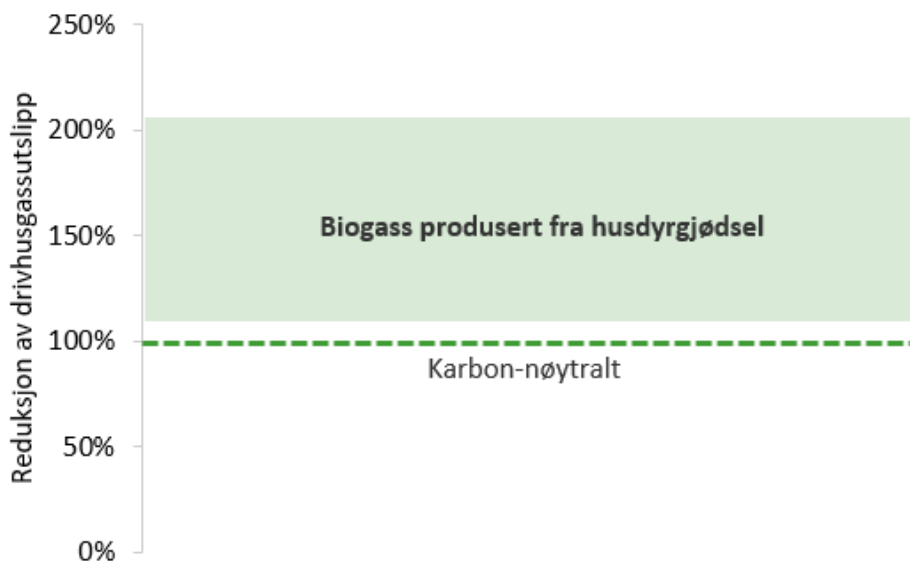
⁸ <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/fornybar-energi/utrede-potensialet-for-biogass/hva-er-biogass/>

2.2 Potensial for utslippsreduksjon

Selv om det ofte snakkes om CO₂-utslipp, er det den samlede effekten av klimagasser, som for eksempel karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) som bidrar til global oppvarming. Reduksjonen i klimagassutslipp måles i CO₂-ekvivalenter, og metan har for eksempel 28 ganger høyere klimaeffekt enn CO₂ i løpet av en 100-års tidshorisont.

Som nevnt, er forbrenning av biogass ansett som klimanøytral, da biogass på lik linje med andre biodrivstoff benytter råstoff som inngår i karbonkretsløpet. I tillegg til dette, kan imidlertid bruk av noen typer råstoffer til biogassproduksjon, bidra til å redusere klimagassutslipp ytterligere enn 100%. Årsaken til dette er at hvis man benytter, eksempelvis, husdyrgjødsel til biogassproduksjon, så vil man redusere lagringstiden, og dermed metan- og lystgassutslippene knyttet til lagring (Miljødirektoratet, 2020). Denne effekten er hensyntatt i EUs reviderte fornybardirektiv (RED II), der biogass er oppgitt med en utslippsreduksjon på opp til 206%, hvis produsert fra husdyrgjødsel (EUC, 2018). RED II er foreløpig ikke tatt opp i norsk lovverk⁹. Dersom imidlertid biogassen blir produsert fra andre råstoffkilder enn husdyrgjødsel, er det ikke gitt at man oppnår en utslippsreduksjon over 100%. I EUs fornybardirektiv blir biogass produsert fra mais, oppgitt med en utslippsreduksjon på maks 63%, hvilket tilsier at biogass produsert slik ikke kan regnes som karbon-nøytral.

Figur 2 viser et spenn av mulige utslippsreduksjoner oppnådd av biogass, dersom produsert fra husdyrgjødsel (EUC, 2018).



Figur 2 – Reduksjon av drivhusgassutslipp ved bruk av biometan ift. fossilt drivstoffindikator (94 g CO₂eq/MJ). Figuren er basert på antatte reduksjonverdier fra EUs fornybardirektiv (EUC, 2018), ved produksjon av biogass med husdyrgjødsel som biomassekilde. Biogassproduksjon i Norge er i all hovedsak avfallsbasert.

For at biogass skal kunne oppnå høye klimagassreduksjoner må metanlekkasje under hele verdikjeden holdes til et minimum (Miljødirektoratet, 2020).

⁹ <https://www.europalov.no/rettsakt/fornybar-energidirektivet-revisjon/id-9554>

Utover klimagasser, vil forbrenning av biogass (på lik linje med LNG) medføre noe NO_x- og partikkelutslipp. Relativt til konvensjonelle dieselmotorer (uten renseteknologi), reduserer man imidlertid NO_x-utslipp fra 40-85%, avhengig av hva slags type gassmotor man benytter (DNV GL, 2014). Partikkelutslipp er redusert med opp til 100%.

2.3 Begrepsbruk

Tabell 1 viser viktige biogassbegreper benyttet i denne rapporten.

Tabell 1 - Viktige begreper om biogass benyttet i denne rapporten (Miljødirektoratet, 2020).

Begrep	Forklaring
Biogass	Biogass er egentlig et vidtfavnende begrep, men brukes her primært som produkt navn på oppgradert biogass med mindre annet blir presisert.
Oppgradert biogass	Råbiogass oppgradert til drivstoffkvalitet (minst 97% metan). Kalles også biometan.
Råbiogass	Biogass som ikke er oppgradert og brukt som biodrivstoff. Råbiogass består hovedsakelig av metan (CH ₄) og karbondioksid (CO ₂).
Biodrivstoff	Flytende eller gassformig brensel til transport som er produsert av biomasse. Energiproduktet biogass er et biodrivstoff.
Råstoff/substrat	Brukes her om organisk materiale som brukes som råvare for biogassproduksjon.
Biogjødsel	Begrep som anvendes om næringsrik biorest med gjødselkvalitet.
LBG	Liquefied biogas, flytendegjort biogass.
CBG	Compressed biogas, komprimert biogass.

Det er viktig å skille ulike typer biogass. I vårt arbeid legger vi til grunn teknologi hvor biogassen produseres av gjødsel fra landbruk, restavfall fra matproduksjon (f.eks. fiskeensilasje) og organisk avfall fra husholdninger. Dette er stoffer som ellers ville ha bidratt til utslipp av store mengder metan.

3. Markedet for biogass

I dag blir biogass i Norge i stor grad brukt til veitransport, elektrisitet, og varme. En vesentlig andel blir også faket (Miljødirektoratet, 2020). I fremtiden kan også sjøtransport bli et viktig marked for biogass, både i Norge og internasjonalt. En av grunnene til at biogass kan være et attraktivt drivstoff for sjøfart er at flåten med LNG drevne skip kommer til å øke i fremtiden; ved utgangen av 2019 var det 175 LNG drevne skip i verdensflåten, med 222 skip i ordreboken.¹⁰Error! Bookmark not defined. Disse skipene vil kunne benytte flytende biogass som drivstoff uten tekniske justeringer.

3.1 Mulighetsrom for bruk av biogass innen skipsfart

3.1.1 Skipsflåten tilhørende medlemmene av Norges Rederiforbund

Norges Rederiforbund har gjennomført en omfattende medlemsundersøkelse blant sine medlemmer, for å identifisere i hvilken grad rederiene vurderer biogass som drivstoff. Respondentene som oppgir at de vurderer LNG på sine skip har totalt en flåte på 647 skip som til sammen utgjør om lag 23 millioner dødvekttonn. Rederiene som oppgir at de vurderer biogass på sine skip har i dag en flåte på 117 skip på totalt 4,5 millioner dødvekttonn. Dette er vist i Tabell 2.

Tabell 2 - Resultater fra Norges Rederiforbunds medlemsundersøkelse, rederier som vurderer LNG/biogass.

	Rederier som vurderer LNG		Rederier som vurderer biogass	
	Antall fartøy	DWT	Antall fartøy	DWT
Short sea	63	480000	33	288000
Deep sea	351	21597000	68	4180000
Offshore service	233	1116000	16	59000
Totalt	647	23193000	117	4527000

Det er særlig deep sea rederiene som vurderer å bytte til LNG og biogass. I dette segmentet alene har rederiene som vurderer LNG 351 skip, og rederiene som vurderer biogass 68 skip. Også offshore service-rederier og nærskipsfartsrederiene vurderer LNG og biogass. I offshore service-segmentet befinner det seg 233 skip hos rederier som vurderer LNG, og 16 skip i rederier som vurderer biogass. For nærskipsfartssegmentet er det om lag 63 skip i rederier som vurderer LNG og 33 skip i rederier som vurderer biogass.

¹⁰ <https://afi.dnvgl.com/>

De rederiene som vurderer LNG, oppgir i undersøkelsen at de vurderer å kontrahere totalt 103 skip de neste fem årene. Tilsvarende oppgir rederiene som vurderer biogass at de vurderer å kontrahere 20 skip. Dette er vist i Tabell 3.

Tabell 3 - Resultater fra Norges Rederiforbunds medlemsundersøkelse, kontraheringer for LNG/biogass.

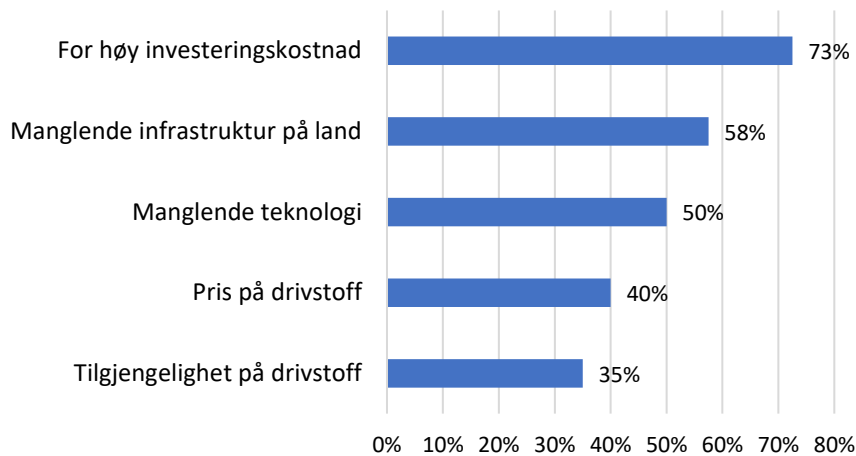
Kontraheringer kommende fem år	Rederier som vurderer LNG	Rederier som vurderer biogass
Short sea	14	6
Deep sea	73	7
Offshore service	16	7
Totalt	103	20

Det er også deep sea rederiene som først og fremst vurderer å kontrahere skip som går på LNG og/eller biogass. I dette segmentet oppgir rederier som vurderer LNG at de vurderer å kontrahere 73 skip de kommende fem årene. Tilsvarende oppgir rederier i samme segment som vurderer biogass at de vurderer å kontrahere syv skip de kommende fem årene.

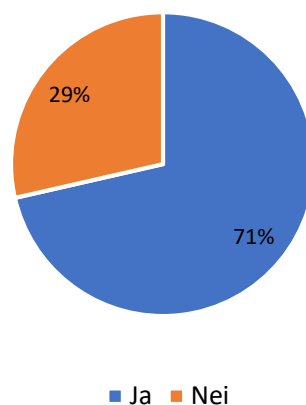
I offshore service og nærskipfart er det vesentlig lavere anslag på kontraheringer de kommende fem årene. Totalt vurderer rederiene i disse segmentene å kontrahere 30 skip som kan gå på LNG. De som vurderer biogass som drivstoff oppgir at de vurderer å kontrahere totalt 13 skip. Det er allerede to brønnbåter med LNG fremdriftsanlegg under bygging.

Når rederiene blir spurt hvilke barrierer som hindrer dem i å ta i bruk LNG og/eller biogass (Figur 3), oppgir de at utfordringen først og fremst er for høy investeringskostnad. Hele 73 prosent av respondentene oppgir dette som en av barrierene. Videre er manglende infrastruktur på land og manglende teknologi de største barrierene for å ta i bruk LNG og/eller biogass.

Pris og tilgjengelighet på drivstoff er ikke like store barrierer. Dette kommer også tydelig til uttrykk når rederiene får spørsmål om betalingsvilligheten for mer klimavennlige drivstoff (Figur 4). Av rederiene som vurderer LNG og biogass svarer hele 71 prosent at de er villige til å betale mer for mer klimavennlig drivstoff.



Figur 3 - Barrierer for bruk av LNG og biogass.



Figur 4 - Andel av rederiene som oppgir at de er villige til å betale mer for klimavennlig drivstoff.

3.1.2 Passasjerferger i norske farvann

LNG ble av Statens Vegvesen (SVV) fremmet som et fremtidig og miljøvennlig drivstoffalternativ tidlig på 2000-tallet. Det startet med ombygging av MF Glutra. I etterkant av dette ble flere anbudskontrakter utlyst med krav til LNG som drivstoff, hvor reduksjon av NOx-utslipp var vektlagt.

I (DNV GL, 2018b) ble klimagassutslipp for Norges ferge- og hurtigbåttrafikk i 2016 estimert til henholdsvis 332 000 tonn/år og 149 450 tonn/år. Omtregnet til MGO-forbruk tilsvarer det hhv. i overkant av 100 000 tonn/år og i underkant av 50 000 tonn/år, som totalt utgjør omtrent 1,8 TWh/år. I dag er det 27 LNG-ferger i fergeflåten. Av disse, er 21 fartøy planlagt utfaset av ulike årsaker. 9 fartøy skal erstattes i løpet av 8-13 års med bakgrunn i veiutbygging. 12 fartøy skal erstattes med el-ferger i løpet av 1-3 år på grunn av at LNG ikke tilfredsstillt krav om nullutslipp. Dersom LBG ikke anerkjennes som et nullutslippsalternativ (sågar bedre enn nullutslipp), må det foretas kostnadsdrivende ombygginger på skipene for at de skal kunne benyttes i fremtidige anbudskonkurranser.

LBG er så langt ikke vurdert av Statens Vegvesen som et likeverdig nullutslippsalternativ til strøm og hydrogen, noe som fremkommer i evalueringskriterier på utlyste anbud (SVV, 2016). Statens Vegvesen har spesifikt kunngjort at 4 ferger på Vestfjorden ønskes erstattet av hydrogenfartøy innen utløpet av 2023. Dette anbudet er ikke utlyst, så endelige kriterier er ikke offentliggjort. Det som er klart, er at drift som i dag på kun LNG ikke vil være aktuelt.

Av kommende anbud er det ca. 15 samband hvor en høyst sannsynlig ikke kan innfase ren el-drift, noe som gjør det nødvendig å se på alternativer som;

- El-hybridrift – batteri i kombinasjon med MGO eller LNG
- Biogassdrift - Ren LBG eller LNG med innblanding av LBG
- Hydrogendrift

Det kan også være ytterligere samband ut over dette hvor det på grunn av kostnaden med fremføring strøm til fergekai, vil være mere aktuelt med andre løsninger enn ren el-drift.

I sine anbud for fergesamband, vektlegger Statens Vegvesen (SVV) ulike faktorer slik som pris og utslipp, for å bestemme vinneren av anbudsrunder. I tidligere fergeanbud fra SVV (SVV, 2016), kunne prisen på LBG maksimalt ha vært 15% dyrere enn LNG, for at LBG-drift skulle være konkurransedyktig med LNG-drift. Ved forutsette at biogass er et nullutslippsdrivstoff og ikke legger til grunn den utslippsfaktor SVV benyttet i anbudet, viser beregningen at LBG kunne vært opp til 25 % dyrere enn LNG og likevel vært foretrukne alternativ.

Prisen på LBG avhenger sterkt av volum og tilgang på råstoff. Hvis markedet får tilgang på LBG som har en anerkjent klimaeffekt på opp til 206% vil det tidligere kalkulerte prisgapet reduseres. Dette vil også redusere behovet for eventuelle ytterligere tilskuddsordninger/intensiver og dermed være med å stimulere til et større biogassmarked i Norge. Eksisterende fartøysmateriell vil kunne benyttes og kostnadsdrivende nybyggings- eller ombyggingskostnader i kommende anbud vil kunne unngås.

Fordelingen i vektning mellom pris og miljø i anbudskonkurranser er avgjørende for hvilken miljøprofil det enkelte anbud får så lenge det ikke er et krav om nullutslipp. Hvis en i anbudene setter krav til nullutslipp, er det viktig at de nye anbudene er teknologinøytrale hvor tilbyder selv kan velge hvilken teknologi de ønsker å bruke for å oppnå nullutslipp og vinne anbudskonkurransen.

3.1.3 Cruiseskip i norske farvann

Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart har satt som mål å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske **innen 2030. Stortinget har også bedt om at det skal innføres krav om "nullutslipp fra turistskip- og ferger i verdensarvfjordene så snart det er teknisk gjennomførbart, og senest innen 2026".**

Verdensarvfjordene med Hellesylt, Geiranger og Flåm er viktige destinasjoner for cruise, og løsninger som bidrar til fortsatt mulighet for cruise- og passasjertrafikk i disse områdene også i et **"nullutslipp scenario" vil være svært interessant, inntil en ny generasjon skip med energiløsninger** som hydrogen, ammoniakk eller andre karbon-nøytrale løsninger blir gjort tilgjengelig.

I de seneste årene har en rekke cruisereederier kontrahert skip med LNG. Det er foreløpig ikke mange av disse som er operative, men i løpet av de nærmeste 5 årene vil det være satt i drift ca. 35 LNG drevne store og små skip.

Som nevnt tidligere blir biogass sett på som karbon-nøytral energikilde, mulighet for utslippsreduksjoner over 100%, avhengig av råstoffet som benyttes til produksjonen. På lik linje som for fergene, kan LNG drevne cruiseskip seile helt eller delvis på flytende biogass (LBG) og dermed redusere karbonavtrykket tilsvarende innblandingsforholdet og utslippsreduksjon relatert til benyttet LBG. **Tabell 4** viser antall cruiseskip som enten er i drift, eller i ordreboken med LNG drift.

Tabell 4 - Cruiseskip med LNG-drift (Kilde: Cruise Industry News).

Operatør	Skip i drift	Ordrebok	Kommentar
Havila/Hurtigruten		9	4 nybygg, 5 retrofit
Carnival	2	10	
MSC Cruises		5	
Disney		3	
Royal Caribbean		3	
TUI Cruises		2	
Ponant		1	
Sum	2	33	

Flere av de nye LNG-drevne skipene som vil bli lansert i løpet av de nærmeste årene ventes å bli satt opp på cruise til norske destinasjoner, og vil kunne være interessert i bunkring av LBG dersom det er tilgjengelig. Hurtigruten har allerede inngått en avtale med Biokraft om levering av LBG til flere av sine skip som skal driftes i Kystruten.

Etterspørsel fra cruise-sektoren vil kunne være en betydelig faktor for økt etterspørsel, og dermed stimulere til utvikling av industrielle løsninger for produksjon og distribusjon av flytende biogass (LBG). Det kan også tenkes at etterspørsel etter LBG også vil bidra til økt omsetning fra norske tilbydere av «vanlig» naturgass (LNG), dersom disse kan tilbys i kombinasjon.

Cruiserederier som er medlemmer av CLIA¹¹ har allerede forpliktet seg til å bidra til å redusere utslipp av klimagasser i tråd med **IMO's målsettinger (40% reduksjon innen 2030)**. Enkelte cruiseoperatører har også egne interne målsettinger ut over dette.

Internasjonale reguleringer er foreløpig ikke implementert, men lokale reguleringer i for eksempel Verdensarvfjordene, samt Norges nasjonale målsetting om 50% reduksjon innen 2030 kan potensielt endre dette bildet. For LNG-drevne skip vil bruk av LBG være en åpenbar mulighet for å tilfredsstille slike krav og reguleringer.

Flere havner har også samarbeidet om å utvikle Environmental Port Index (EPI) som gir differensierte avgifter (rabatter) basert på skipenes ulike utslipp. Klimagasser (CO₂) er også en av faktorene i EPI, og lavere utslipp kan potensielt representere et økonomisk incentiv for å erstatte fossil gass med LBG.

For at biogass skal kunne representere et reelt alternativ for cruise-sektoren, vil det være nødvendig med at tilstrekkelig kvanta kan tilbys på regulær basis. Seilingsrutene for cruise planlegges normalt 2-3 år på forhånd, noe som gir aktørene en rimelig planleggingshorisont for både produksjon og distribusjon.

¹¹ CLIA- Cruise Lines International, interesseorganisasjon for cruise-aktørene

Noen skip har seilingsplaner med faste havner langs kysten på ukentlig eller månedlig basis, mens andre kan ha bare et fåtall havnebesøk i løpet av sesongen.

Aktuelle kvanta med biogass som vil være etterspurt vil kunne variere fra «noen titalls» tonn pr. uke til «noen hundrede» tonn, avhengig av om formålet er å kunne operere i forhold til strenge lokale utslippskrav (nullutslipp i verdensarvfjordene) eller generelt bidrag til reduserte utslipp ved operasjon i norske farvann.

Etterspørselen vil også være pris-sensitivt. Et prisnivå på LBG som er vesentlig høyere enn fossil LNG vil være et hinder for omfattende bruk, med mindre reguleringer og utslippskrav vil bli satt i verk.

Selv om tilgjengelige kvanta av flytende biogass ventes å øke de nærmeste årene, vil det fortsatt være begrensede kvanta som kan tilbys til skipsfarten.

Dersom Norge tiltrer fornybardirektivet slik det fremstår i dag, vil disse mekanismene også kunne benyttes i det norske klimaregnskapet, og være en ytterligere motivasjon for skipsfarten inkl. cruiseindustrien til å bidra til å oppnå de nasjonale målsettingene om reduserte utslipp av klimagasser.

3.2 Virkemidler for produksjon og bruk av biogass

3.2.1 Offentlige støtteordninger i Norge

Som belyst mer i Del 4.3, eksisterer det et vesentlig potensial for å utvide biogassproduksjon i Norge. Det er imidlertid ikke gitt at det fulle potensiale for biogassproduksjon blir benyttet, med mindre rammevilkårene for biogassproduksjon stimulerer til økt bruk og produksjon, relativt til fossile alternativer. Det er i dag få virkemidler for å øke bruk av biogass i Norge, sett bortifra veitransportmarkedet (Miljødirektoratet, 2020). På produksjonssiden er investeringsstøtte fra Enova det primære virkemidlet som eksisterer i dag. Det er en rekke virkemidler som blir vurdert for å øke bruk og/eller produksjon av biogass fremover:

- *Økte avgifter på fossil drivstoff:* redusering av merkostnaden ved å bruke biogass
- *Offentlig anskaffelser:* offentlige aktører kan akseptere merkostnaden av biogassbruk
- *Bruksstøtte:* direkte tilskudd eller skattefritak for sluttbrukere av biogass
- *Omsetningskrav:* sette minimumskrav for bruk av biogass
- *Produksjonsstøtte per kwh produsert*

Hvert virkemiddel har ulik effekt på både produksjon- og sluttbrukersiden av biogassmarkedet, og må sees i sammenheng. I rapporten «Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass» fra Miljødirektoratet drøftes effekten av ulike offentlige virkemidler som kan bidra til å styrke biogassmarkedet. Klimakur 2030 peker også på hvordan potensialet i biogassmarkedet kan tas ut.

Det er ingen tvil om at et omsetningskrav for skip kan føre til en kraftig økning i sluttbruken av biogass i Norge. (DNV GL, 2018a) peker imidlertid på at man ved et krav om innblanding av LBG i LNG for skipsfart i Norge, vil øke prisen på drivstoffet pga. den relativt høye kostnaden til LBG. Dette kan føre til at flere skip vil velge å bunkre i utlandet der man ikke har tilsvarende krav, hvilket vil redusere eventuelle utslippskutt som kunne kommet tiltaket vil ha. Opptaket av LNG for skipsfart i norske farvann er vesentlig, men ikke like høyt som opptaket av eksempelvis MGO. Dersom et LBG omsetningskrav blir gjennomført kan man risikere at man reduserer konkurransedyktigheten til LNG kontra alternativer som MGO. En mulig løsning på dette er at man har på plass en mekanisme for at byrden ved et LBG omsetningskrav også blir delt med sluttbrukere av MGO bunkret i Norge.

Et annet moment rundt et mulig omsetningskrav er juridisk. I henhold til EØSs konkurranseregler, kan man trolig ikke ha et omsetningskrav for LBG, samtidig som Enova gir investeringsstøtte eller produksjonsstøtte til produksjonsanlegg – paralleller kan bli trukket mot innføringen av omsetningskrav for flytende biodrivstoff i Norge. En mulig konsekvens av en slik ordning kan være at det blir billigere å importere LBG fra andre land med investeringsstøtte for biogassproduksjon, enn å kjøpe biogass med opprinnelse i Norge. Et slikt tiltak kan derfor ha tilbakevirkende effekt på biogassproduksjon i Norge.

Innføring av et omsetningskrav for biogass innen sjøfart i Norge kan ha sammensatte konsekvenser. Grønt Skipsfartsprogram, ved denne piloten, anbefaler at et evt. omsetningskrav for biogass i Norge blir utredet ytterligere. Ikke minst, med tanke på juridiske vurderinger som bestemmer hvorvidt man kan ha investeringsstøtte samtidig som man har et evt. omsetningskrav. Grønt Skipsfartsprogram anbefaler også norske myndigheter å føre en politikk som er konkurransedyktig med våre naboland slik at det ikke oppstår urimelige skjevheter som gjør at norsk biogass taper i konkurransen mot Sverige og Danmark.

3.2.2 Offentlige støtteordninger i Sverige og Danmark

Danmark er det nordiske landet som frem til nå har hatt de mest generøse støtteordningene i Norden for å fremme produksjon av biogass. Ordningene har fungert og det har de siste årene vært en vekst dansk biogassproduksjon. Frem til 2020 eksisterte det en produksjonsstøtte som resulterte i billigere biogass ut i markedet sammenlignet med Sverige og Norge. Svenske brukere av biogass importerte dermed biogass fra Danmark.

Danske myndigheter valgte å lukke støtteordningen ved utløpet av 2019, men produksjonsanlegg som allerede er en del av ordningen med produksjonsstøtte vil være det i mange år fremover.

Utformingen av nye støtteordninger i Danmark er ikke kjent. Det som er visst er at Danmark har definert ambisiøse klimamål og biogass fremheves som en viktig del av løsningen for å nå målsettingene. Det er derfor forventet at det vil fortsette å være generøse støtteordninger i Danmark for å opprettholde insentiver for produksjon og bruk av biogass.

I Sverige ble det i november 2019 lagt frem en Svensk offentlig utredning som gir klare signaler om større satsning på biogass fremover (Statens Offentliga Utredningar, 2019). Det foreslås i utredningen å legge opp til produksjonsstøtte per produserte kwh. Det legges også opp til støtteordninger for innsatsfaktorer til produksjon av biogass. Dette vil bidra til å gjøre svensk biogass billigere enn i dag.

For Norge blir det derfor viktig å sammenligne utviklingen i støtteordninger de nordiske landene imellom slik at man ikke ender i en situasjon der biogassen som produseres i Danmark og Sverige er mye billigere enn den norske og utkonkurrerer norsk biogass. Ingen av de nordiske landene er kjent med ordninger som undergraver hverandres markeder.

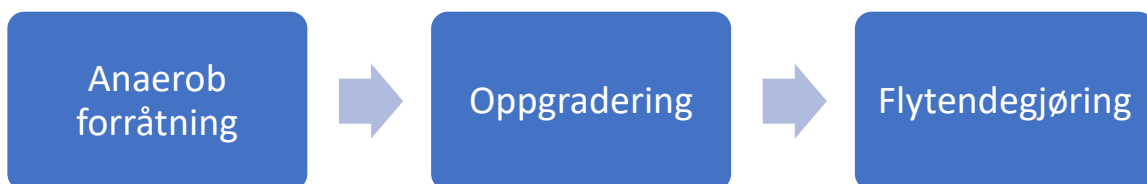
4. PRODUKSJON AV BÆREKRAFTIG BIOGASS

Biogass kan i teorien lages fra en rekke forskjellige biomassekilder, fra avlingskilder slik som mais, til ulike avfall- og biprodukter. Det er sistnevnte som er fokus i denne rapporten, da det er denne biomassekilden for biogassproduksjon som er mest aktuell for Norge og har størst potensialet for å redusere klimagassutslipp.

4.1 Produksjonsprosesser

Avfall fra husstander og/eller industri er uunnngåelig, og for å bygge en sirkulær bioøkonomi må ressurser bli utnyttet helhetlig. Tradisjonell produksjon av biogass utnytter en naturlig forråtnelsesprosess, der mikroorganismer nedbryter biologisk materiale (substrat/råstoff). I stedet for at de gassene som resulterer fra denne nedbrytelsen slippes ut, gjøres dette i store lukkede tanker (bioreaktorer). Forbehandlet råvare i form av en slurry føres inn til en reaktor, der det allerede er masse med en bakteriekultur. Dette røres kontinuerlig i 2-3 uker og rågass produseres. Det vil også taes ut ferdig utråtnet materiale som viderebehandles om til biogjødsel.

Substrat (råstoff) for biogass varierer i hvor energirikt det er, og hvor energitett det er. Litt avhengig av substratet det produseres på vil rågassen ha mellom 55-70% metan. Rågassen vil også inneholde en god del CO₂. Denne regnes ikke som å tilføre atmosfæren ny CO₂, men som fornybar. Gjennom oppgradering av rågassen, blir CO₂ fjernet og man ender opp med en gass med høyere andel metan. Deretter, kan oppgradert biogass bli flytendegjort med sluttprodukt flytende biogass (LBG), som inneholder ca. 99% metan. De ulike produksjonsstegene for biogass er vist i Figur 5.



Figur 5 - Produksjonssteg for flytende biogass.

En interessant måte å utnytte CO₂ gassen som blir fjernet fra rågassen under oppgradering er å kombinere den med hydrogen produsert gjennom elektrolyse. Denne prosessen kalles gjerne metanisering av CO₂, og produktet er metan¹².

¹² Ofte også omtalt som syntetisk biogass eller syntetisk metan.

4.2 Produksjon av biogass i Norge

Biogassproduksjon kan gjøres i mindre skala, men oppgradering og flytendegjøring av biogass er ofte mer økonomisk i storskala. Dette medfører også en etterspørsel etter råvarer. Når ressurser ikke lenger er på avveie vil slike ressurser få en verdi. Produksjon av biogass er økende i Norge. Eksempler på biogass-produksjon (flytende og komprimert) per i dag er vist i Tabell 5.

Tabell 5 - Biogassproduksjonsanlegg i Norge.

Navn	Sluttprodukt	Beliggenhet	Volum (Gwh)	Oppstartsårtall	Kommentarer
Skogn 1 (LBG)	Flytene biogass	Trøndelag	125	2019	Skogn 2 fra 2021 (25 GWh)
VEAS	Flytende biogass	Asker	60	2020	
EGE	Flytende biogass	Oslo	45	2017	Potensial: 70 GWh
Bergen Kommune	Komprimert biogass	Bergen	20	2017	
Ecopro	Komprimert biogass	Trøndelag	20	2017	Potensial: 50 GWh
Greve	Komprimert biogass	Oslo	65	2018	Greve II: Oppstart i 2020 (65 GWh), med flytende biogass
Sum			335		

Summen av oppgitte biogassanleggs produksjonskapasitet tilsvarer ca. 27 000 ton MGO¹³, hvilket utgjør omlag en fjerdedel av den norske fergeflåtens årlige forbruk (DNV GL, 2018b).

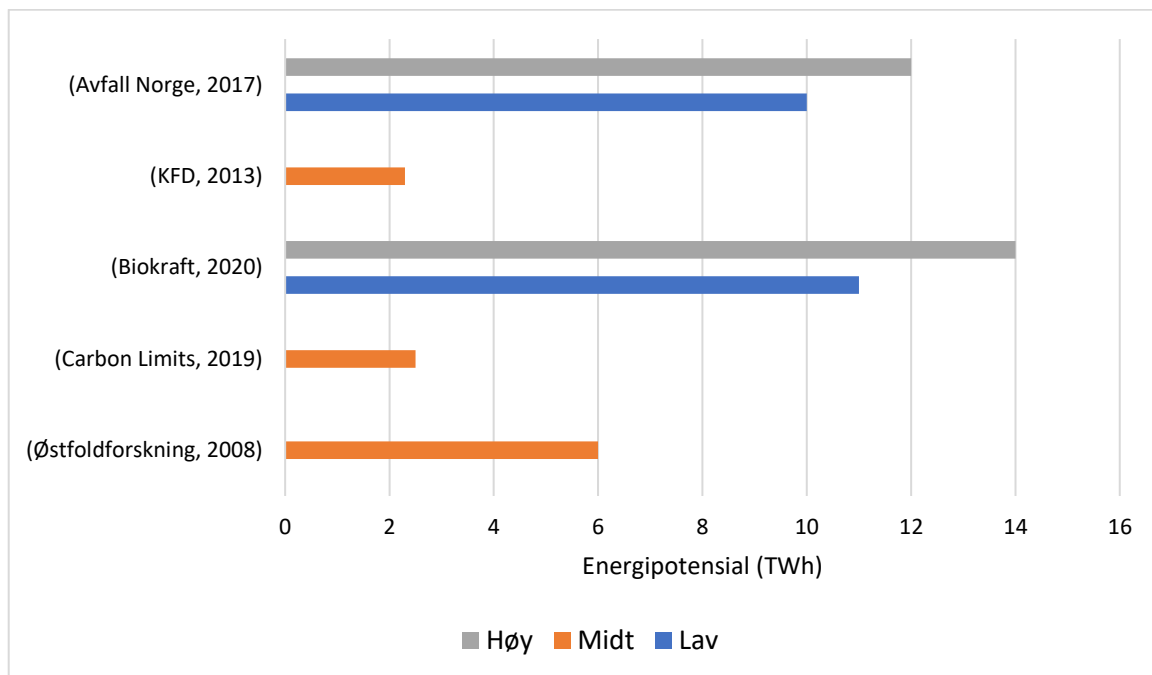
Biogassproduksjon i Norge har tradisjonelt vært et offentlig anliggende ved at både råstoffinnsamling, produksjon, og bruk har blitt gjort av offentlig eide selskaper. Det er imidlertid en økende interesse for biogass i det private næringslivet, både når det gjelder etablering av anlegg og bruk. Det er derfor mange nye prosjekter for produksjon av biogass som nå utredes og søker støtte fra Enova.

4.3 Produksjonspotensial

Flere studier har tatt for seg potensialet for fremtidig produksjon av biogass, både i Norge og i resten av verden, f.eks. (Carbon Limits, 2019), (KFD, 2013), (Østfoldforskning, 2008) og (Delft/SEA-LNG, 2020).

I Norge varierer det påviste potensialet fra 2,5 TWh til 6 TWh, hvilket tilsvarer 208 000-498 000 tonn MGO eller 180 000-431 000 tonn LNG¹³. Enkelte miljøer mener imidlertid at et fremtidig potensial for bruk av biogass i Norge er vesentlig høyere. Grunnen er særlig at en ikke har tatt med substratkilder som slam og annet råstoff fra fiskeoppdrett, som trolig kommer til å ha en sterk vekst i fremtiden. Det er også et ubenyttet potensiale innen matavfall og avløps slam, industrielt avfall og husdyrgjødsel. Biokraft, en kommersiell biogassprodusen, mener med bakgrunn i dette at det sanne potensialet er nærmere 11-14 TWh/år. I dette tallet er det også inkludert mulighet til å produsere biogass via metanisering av hydrogen fra elektrolyse og CO₂ fra aenorob nedbrytning.

Fire forskjellige estimater for potensiell produksjon av biogass i Norge er vist i Figur 6.



Figur 6 - Potensial for produksjon av biogass i Norge.

I Sverige anslås det at potensialet for biogassproduksjon er mellom 30-37 TWh per år (Statens Offentliga Utredningar, 2019). Potensialet i Danmark har blitt estimert til å være rundt 15 TWh per år i 2030, og 26 TWh per år i 2040¹⁴.

På verdensbasis er det estimert et langt høyere potensiale for biogassproduksjon. Det er estimert at maksimal mengde tilgjengelig klimanøytral biogass i 2030 vil være mellom 40 til 120 EJ (Delft/SEA-LNG, 2020). Dette tilsvarer 11 000-33 000 TWh.

¹³ 1 TWh tilsvarer ca. 83 000 tonn MGO eller ca. 72 000 tonn LNG. Forutsetter energiinnhold i LNG: 49.3 MJ/kg, og MGO: 42.7 MJ/kg.

¹⁴ <https://www.tu.no/artikler/stort-potensial-i-biogass-kan-forsyne-all-industri-eller-luftfart-i-danmark/485915>

4.4 Sertifisering av biogass

Når det gjelder kvantifisering av livssyklus klimagassutslipp fra biogass finnes det for øyeblikket ingen industristandard som dekker biogass spesifikt. Fokuset i gjeldene standarder er generelt på hvordan biogass kan fungere til bestemte applikasjoner eller hva som skal til for at drivstoffet kan brukes i spesifikke industrier. Med andre ord fokuserer de fleste standardene på tekniske spesifikasjoner ved drivstoffet, men ikke nødvendigvis på hvordan eller om de reduserer utslipp, eller hvor bærekraftig drivstoffet er.

Sertifisering av livssyklusutslipp for biogass gjøres typisk for et spesifikt selskap og deres produkt eller et konkret råstoff for biodrivstoffproduksjon. Det impliserer at en slik sertifisering generelt ikke kan brukes som sertifisering av lignende produkter.

Myndigheter definerer typisk kun hva de betrakter som et biodrivstoff/biogass, for at drivstoffet skal kvalifisere for subsidier/insentivordninger, uten å forlange detaljerte miljøkrav (såkalte «environmental claims»). Derfor mangler ofte myndigheters kravspesifikasjoner en konkret beskrivelse av hva som skal til for at et drivstoff skal være null- eller lavutslipp.

For eksempel, i EU ETS (Emission Trading System) kan et selskap hevde at de opererer med nullutslipp så lenge de kan bevise at biodrivstoff (f.eks. biogass) er blitt brukt i alle selskapets forbrenningsprosesser. Denne mangelen på spesifisering kan undergrave omdømmet til bærekraftige lav-/nullutslippsbiodrivstoff, hvis alle grupperes i samme kategori.

En revidert versjon av EUs fornybar energidirektiv (EU RED II) trådte i kraft i november 2018, og setter spesielle bærekraftskriterier for biodrivstoff med tanke på drivhusgasser og arealbruksendringer.¹⁵ I EU RED II blir reduksjon av drivhusgassutslipp fra biometan produsert fra kugjødsel (ift. fossile drivstoff) i utgangspunktet antatt å være mellom 72%-202%, avhengig av produksjonsmetoden som blir benyttet (EUC, 2018). Det er derfor i allefall over EU RED II sin nedre grense for biodrivstoff som skal oppfylle bærekraftskriterier fra 2026, med krav på over 65% drivhusgassreduksjon. Det er også anerkjent at biogass har potensialet til å redusere klimagassutslipp ytterligere enn 100%.

4.5 Bruk av opprinnelsesgarantier

Selv om tilgjengelige kvanta av flytende biogass ventes å øke de nærmeste årene, vil det fortsatt være begrensede kvanta som kan tilbys til skipsfarten. Distribusjon av biogass fra mindre anlegg, **samt nedkjøling/flytendegjøring kan også bli en relativ stor utfordring/kostnadsdriver.**

Et element som kan bidra til å løse dette dilemmaet er bruk opprinnelsesgarantier for biogass (Certificates of Origin). I EUs fornybar direktiv (RED II) er også biogass inkludert i bestemmelsene for bruk av sertifikater, som også muliggjør beregning av klimaeffekten på et annet sted enn der det faktisk skjer, og unngå at utslippsreduksjoner ikke telles dobbelt.

Dette temaet er også omtalt i en fersk rapport fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020):

«Det er konkrete initiativer i Europa for å få på plass et slikt system, blant annet legger det neste fornybardirektivet (RED II) opp til at alle land skal ha et eget biogassregister. Det vil kunne forenkle handelen med biogass.»

¹⁵ <https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/renewable-energy-recast-2030-red-ii>

Dersom Norge tiltrer fornybardirektivet slik det fremstår i dag, vil disse mekanismene også kunne benyttes i det norske klimaregnskapet, og være en ytterligere motivasjon for skipsfarten til å bidra til å oppnå de nasjonale målsettingene om reduserte utslipp av klimagasser.

4.6 Produksjonskostnader

(Delft/SEA-LNG, 2020) har foretatt et litteraturstudie vedrørende kostnader for produksjon av biogass i dag og i fremtiden. Dette er vist i Tabell 6.

Tabell 6 - Estimert produksjonskostnad for oppgradert biogass via aenarobisk forråtning (Delft/SEA-LNG, 2020). Kostnaden inkluderer ikke flytendegjøring og distribusjon av biogass.

Produksjonskostnad			
	NOK ¹⁶ /kWh	NOK ¹⁶ /tonn MGO ekvivalenter	NOK ¹⁶ /tonn LNG ekvivalenter
Dagens situasjon	0.65-1.68	7800-20000	6700-17300
2050	0.51-0.72	6100-8600	5300-7400

Resultatet viser et bredt spenn med kostnader for å produsere oppgradert biogass, med en lavere produksjonskostnad i 2050, sammenlignet med i dag. For referanse, er prisen på MGO i Rotterdam på ca. 3260 NOK/tonn¹⁷.

Dersom man inkluderer flytendegjørings- og distribusjonskostnader for biogass på totalt 6 USD/MMBtu (Delft/SEA-LNG, 2020), har man en kostnadsøkning tilsvarende 0.20 NOK¹⁶/kWh (2400 NOK¹⁶/tonn MGO ekvivalenter eller 2100 NOK¹⁶/tonn LNG ekvivalenter), relativt til produksjonskostnaden.

¹⁶ Antatt valutakurs: 10.0 NOK/USD

¹⁷ <https://shipandbunker.com/>, 02.11.2020

5. DISTRIBUTJON OG INFRASTRUKTUR

Naturgass og LNG har vært distribuert til shipping siden tidlig på 2000- tallet. Biogass distribueres i eksisterende infrastruktur for naturgass, noe som gir god utnyttelse av investeringene som er gjort og gir et økt marked for biogass.

I Bergen, Trondheim og Stavanger leveres det i dag biogass gjennom infrastruktur som er etablert for naturgass. I Oslo fungerer naturgass som støtte og reserveforsyning for biogass.

I dagens system selger produsentene av biogassen denne videre på anbud til distributører. Biogass distribueres i dag av de samme selskapene som leverer naturgass siden disse selskapene har den nødvendige infrastrukturen og kompetansen. Disse selskapene distribuerer enten biogass i dag, eller har planer om å gjøre det:

- **Barents Naturgass**
- **Gasnor**
- **Aga Clean Energy/Linde Gas (kjøpt opp av Gasum)**
- **Lyse Neo**
- **Air Liquid Skagerak**
- **Gasum**

Ulike transport- og bunkringsmetoder for LNG/LBG er beskrevet i påfølgende delkapitler.

5.1 Transport

Vakuumisolert semihenger

Det finnes i dag totalt ca 50 vakuumisolerte semihengere i Norge. Semihengeren består av en innertank i rustfritt stål, et isolasjonslag med vakuum og en yttertank av rustfritt stål. Tanken har et volum på om lag 50m³ og kan transporterer ca 20 tonn med flytende biogass.

Semihengere blir i dag brukt til transport av LNG til industrikunder, direktebunkring av skip eller transport av naturgass til bunkringsanlegg for skip.

Vakuumisolert containere

Det finnes også 40-45 fots iso-containere som kan brukes på samme måte som semihengere, men disse kan lettere stables og transporteres på containerskip. Alternativt kan også tog benyttes til containertransport. Dette har vært utprøvd mellom Bergen og Trondheim. Containerne kan typisk transportere 16 tonn flytende biogass (LBG). Iso-containere brukes i større grad i Europa.

Typisk er at gass-selskapene samarbeider med faste transportører og felles for alle er at de er opplært i håndtering av flytende gass (LNG/LBG). Det er sjåføren som sørger for at flytende gass overføres fra henger/container til mottaksanlegg hos kunde. Dette skjer ved hjelp av pumpe som er montert på henger og drives av kjøretøyet som benyttes til transporten. Transportørene er eksperter på sitt felt og deltar i beredskapsøvelser og har knyttet sine beredskapsplaner opp mot gass-leverandør.

Tankskip

Det har blitt bygget flere tankskip for LNG distribusjon, både for norske- og internasjonale selskap. I Norge er det mest kjente skipet Pioneer Knutsen som har transportert naturgass langs norskekysten siden 2004. Mange tankskip kan også benyttes som bunkringsskip og forsyne skip direkte med LNG/LBG.

5.2 Bunkring

Faste bunkringsanlegg

I dag finnes det bunkringsanlegg for LNG langs norskekysten på følgende steder:

- Risavika
- Ågotnes
- Mongstad
- Halhjem
- Florø
- Kristiansund
- Hammerfest
- Lødingen
- Moskenes

Disse anleggene blir forsynt med gass med semihenger eller med skip og kan enkelt blande inn ønsket mengde biogass. Bunkringsanlegget består av en lagringstank og en kraftig pumpe for å sørge for rask overføring av LNG til tanken i fartøyet. Fra anlegget går vakuumsolert rør, gjerne i bakken eller under kai, til selve bunkringspunktet på kaikanten. Fartøyet kobles til ved hjelp av slange

Dersom mottaker er en stasjonær kunde, for eksempel en industribedrift, finnes det gjerne en terminal hos kunde. En terminal består av en lagringstank, tilsvarende et bunkringsanlegg for skip. Men dette anlegget vil da ha fordampere for regassifisering før gass blir levert til kunde. Det finnes i dag en ca 50 kundetanker fordelt over store deler av Norge. Tankene er av forskjellige størrelser, fra 50m³ – 6.500m³. Dette er kunder som bruker naturgass som energibærer, men som da på en enkel og fleksibel måte kan benytte biogass som energibærer om ønskelig.

Bunkring fra semihenger

Det finnes flere operatører som ikke bunkrer fra faste bunkringsanlegg, men som bunkrer direkte fra semihengere. Dette er en fleksibel løsning som gjør at bunkring ikke nødvendigvis trenger å være bundet til en geografisk lokasjon.

Bunkringsskip

Som nevnt i Del 5.1, kan noen bunkringsskip bli benyttet til å levere LNG direkte til LNG-drevne skip. Ved utløpet av 2019 var det 13 LNG bunkringsskip operasjonelle på verdensbasis (hvorav 3 i Norge), og flere er i ordreboken¹⁸.

¹⁸ <https://afi.dnvgl.com/>

6. MASKINERI OG SYSTEMER PÅ SJØSIDEN

LNG er i dag et kjent drivstoff for skip og begynner å bre seg til stadig flere skipssegmenter. Teknisk sett er teknologien for tanksystemer og bunkringsystemer godt utviklet. Det er flere leverandører av gassmotorer som har ulike teknologiske løsninger. Noen leverandører har basert seg på motorer som kun går på metan, mens andre benytter minimale mengder MGO i tenningsprosessen. Noen av motorene kan gå både på metan og MGO, såkalte «dual-fuel» motorer. Dette gir stor fleksibilitet for operatører i forhold til redundans ved feil på gassanlegget, samt at en er mindre avhengig av tilgjengeligheten av LNG/LBG.

Det finnes kvalitetskrav for LNG og biogass som skal tilføres motorer. De viktigste parameterene er metantallet og lavere brennverdi (LHV). LHV vil avta hvis gassen er tørr der N_2 og CO_2 er uttynnet. Dersom LHV blir for lav kan en øke gasstrykket til motoren, som da vil tillate mer gass inn i sylindere (som impliserer mer energi). LHV er ikke et problem med biogass (eller noe type LNG) men dersom en bruker komprimert biogass kan det være mulig at gassen fremdeles inneholder CO_2 . LNG eller biogass inneholder maksimalt 50 ppm CO_2 , ellers kan man risikere at CO_2 -en fryses til tørris, som kan blokkere systemene.

Den andre parameteren å hensynta er metantallet. Dette er 100 for ren metan, 43 for Etan og 34 for propan. Det betyr at dersom etan og/eller propan (som har et høyere karboninnhold) blandes med metan så vil metantallet reduseres. Dette skjer med fossil LNG, som har et gjennomsnittlig metantall på 77. Motorer (larger bore) har et minimum krav til metantall på 80 eller høyere. Hvis det blir lavere, vil en risikere å måtte ta ned effekten (de-rate) for å unngå såkalt banking ('knocking'). **Problemet med banking er størst ved høy motorbelastning. Biogass inneholder ikke disse tyngre hydrokarbonene og har et metan-nummer tett på 100.** Norsk LNG er veldig ren og har en metanverdi på rundt 98, noe som motorene på dagens fartøy er tilpasset. Dagens fartøy kan dermed gå over på LBG uten noen teknologiske tilpasninger eller større utfordringer med banking. En kan blande inn flytende biogass i LNG eller erstatte denne 100%. Innblanding av flytende biogass vil uansett forbedre kvaliteten på gassen som skal forbrennes i motorene ettersom denne har et metantall tett på 100. Når det gjelder tanksystemer og bunkringsystemer ombord kan dagens systemer brukes både for LNG og biogass uten tilpasninger.

Selv om forbrenning av biogass ansees som karbon-nøytralt, så vil eventuelle metanlekkasjer i forbindelse med bunkring og operasjon av skipet redusere utslippskutt av drivhusgasser. En av kildene til metanlekkasjer ombord på gassdrevne skip er motoren. I dag tilbys gassmotorer som har ulik grad av metanlekkasje på markedet. En nedadgående trend i metanlekkasje har blitt dokumentert i gassmotorer de siste årene (SINTEF, 2017), en utvikling som er ventet å fortsette ettersom gassmotorteknologi blir videreutviklet, f.eks. WinGDs X-DF2.0¹⁹.

¹⁹ <https://www.wingd.com/en/news-media/media-papers/press-releases/wingd-drives-sustainable-dual-fuel-engine-performance-with-x-df2-0-technology/>

7. Anbefalinger

I denne rapporten har det blitt redegjort for hvordan biogass umiddelbart kan bidra til utslippsreduksjoner av klimagass innen skipsfart. I Kapittel 3 ble det vist at mulighetsrommet for bruk av biogass innenfor forskjellige skipssegmenter, inkludert passasjerferge- og cruiseskipsegmentene, er stort, både for nærskipsfart og internasjonal skipsfart. Flere tiltak som kan bli tatt for å øke produksjon av biogass ble kort drøftet. Videre, blir det i Kapittel 4,5, og 6 dokumentert at teknologien for å ta i bruk biogass er på plass, både produksjon, distribusjon, og sluttbruk.

Med bakgrunn i materialet som er å finne i denne rapporten, gjøres følgende anbefalinger for å få løftet biogass som et miljøvennlig drivstoffalternativ for skipsfart i Norge:

- **Biogass-pilot.** Biogass (LBG) kan enkelt tas i bruk på LNG drevne skip uten behov for ytterligere investeringer eller teknologi om bord på eksisterende fartøy. Med riktige rammebetingelser kan skipsfarten bli en vesentlig markedsrettet pådriver («market pull») for utvikling av en ny næring for produksjon og distribusjon av biogass. Det bør derfor iverksettes en biogass-pilot innen fergefarten. Anbudet på ytre Vestfjorden vil være velegnet for dette.
- **Offentlige anskaffelser.** For fartøy som opereres i et marked hvor tildeling av kontrakter gjøres gjennom anbud utlyst av stat eller fylke, kan anbudskriteriene innrettes slik at det er en teknologinøytral vurdering basert på det enkelte drivstoff sin påvirkning på klimautslipp. En korrekt vektlegging av biogass som tar hensyn til klimagevinster, vil bidra til å løfte biogass i offentlige anbud.
- **Innføring av insentivordninger for å støtte sluttbruk generelt.** Dagens pris på LBG er ikke konkurransedyktig med andre konvensjonelle drivstoff for skip. Det må derfor etableres regulatoriske kriterier, tilskudd- og avgiftsordninger opp mot pris som gjør at biogass har et konkurransefortrinn foran andre fossile drivstoff som MGO og LNG for fartøy som opererer kommersielt. Hvordan en slik insentivordning skal utformes er gjenstand for dypere utredning.
- **Innføring av insentivordninger for å støtte sluttbruk i fergefarten.** I fergefarten kan staten få til en umiddelbar utslippsreduksjon gjennom tilleggs kjøp i anbud hvor fartøyer driftes med LNG, der staten dekker prisgapet mellom LBG og LNG og setter et krav til et ønsket innblandingsnivå.
- **Innføring av insentivordninger for å støtte produksjon.** For å produsere biogass i tilstrekkelige mengder for vesentlig bruk innen nærskipsfarten trengs det tiltak for å øke produksjon. En slik støtte kan f.eks. være produksjonsstøtte gitt per kWh med biogass som blir produsert. En utredelse burde bli gjennomført for å finne det mest effektive tiltaket for å støtte biogassproduksjon.
- **Innføring av EUs reviderte fornybardirektiv (RED II).** RED II gir et rammeverk for hvordan opptak av biogass (og andre fornybare drivstoff), kan bli tatt inn i nasjonale utslippsregnskap. Ved et raskt opptak av RED II i Norge kan føre til at utslippsgevinstene til biogass hensyntatt i større grad enn det som praktiseres i Norge i dag.
- **Opprinnelsesgaranti.** Et element som kan bidra til å gi markedet større tilgang på LBG, er bruk opprinnelsesgarantier for biogass (Certificates of Origin).

-
- **Politisk anerkjennelse.** Biogass burde bli anerkjent som et alternativ for oppfylling av fremtidige utslippskrav for shipping i Norge, eksempelvis nullutslipp i verdensarvfjordene.

REFERANSER

- Avfall Norge. (2017). *Biogass - verdifullt, effektivt og med dobbel klimanytte*. Avfall Norge. Hentet fra <https://www.avfallnorge.no/bransjen/nyheter/biogass-verdifullt-effektivt-og-kliman%C3%B8ytralt>
- Carbon Limits. (2019). Ressursgrunnlaget for produksjon av Biogass i Norge i 2030.
- Delft/SEA-LNG. (2020). *AVAILABILITY AND COSTS OF LIQUEFIED BIO- AND SYNTHETIC METHANE, (LBM AND LSM)*. SEA-LNG.
- DNV GL. (2014). *LNG as ship fuel*. DNV GL.
- DNV GL. (2018a). *Utredning av omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfarten*. DNV GL.
- DNV GL. (2018b). *Analyse av fylkeskommunale klimagassutslipp fra ferjer og hurtigbåter*. Høvik: DNV GL.
- DNV GL. (2019). *Maritime Forecast to 2050*. DNV GL.
- EUC. (2018). *DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*. European Parliament.
- KFD. (2013). *Underlagsmateriale til tverrsektoriell biogass-strategi*. Klima- og forurensningsdirektoratet.
- LR/UCL. (2014). *Global Marine Fuel Trends 2030*. Hentet fra https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1472843/1/Global_Marine_Fuel_Trends_2030.pdf
- Miljødirektoratet. (2020). *Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass*. Miljødirektoratet.
- Navnesen, N. (2018). Tittel. *Journalnavn*, 50-62.
- Norsk Landbrukssamvirke. (2019). *Hvordan fungerer egentlig karbonkretsløpet?* Hentet fra <https://www.landbruk.no/bioekonomi/hvordan-fungerer-egentlig-karbonkretsløpet/>
- Sammut, F., Isakova, I., Voss, K., Vandenbussche, V., & Morken, J. (2019). *Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030*. Oslo: Carbon Limits (2019). Hentet fra <https://www.carbonlimits.no/wp-content/uploads/2020/01/Rapport-biogasspotensial.pdf>
- SINTEF. (2017). *GHG and NOx emissions from gas fuelled engines*. Trondheim. Hentet fra <https://midc.be/wp-content/uploads/2018/06/methane-slip-from-gas-engines-mainreport-1492296.pdf>
- Statens Offentliga Utredningar. (2019). *Mer biogas! För ett hållbart Sverige*. Stockholm: Statens Offentliga Utredningar.
- SVV. (2016). *Drift av riksvegferjesambandet E39 Haljen - Sandvikvåg - 1. mars 2016 Konkurransgrunnlag*. Bergen: Statens Vegvesen.
- Østfoldforskning. (2008). *Potensialstudie for biogass i Norge*. Østfoldforskning. Hentet fra https://www.enova.no/download/?objectPath=upload_images/6692FEC573B24097B14524380C49BF3C.pdf