

# Muligheter og barrierer for økt bruk av biogass til transport i Norge

August 2017



Skrevet av Sund Energy, på oppdrag av Enova, august 2017

Karen Sund, Bjørn Utgård, Nina Strøm Christensen forfattere, Preben Birr-Pedersen kvalitetssikring



## Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
1.1 Muligheter og drivere .....	5
1.2 Barrierer .....	5
1.3 Gode utsikter til vekst – hvis vi vil.....	6
<b>2 Innledning og metode</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Status for biogass i Norge</b> .....	<b>9</b>
3.1 Etterspørsel .....	9
3.2 Tilbudssiden: Tilstrekkelig produksjon i dag.....	15
3.3 Oppsummert: Markedet for biogass til transport i Norge .....	23
<b>4 Status og trender globalt</b> .....	<b>24</b>
4.1 Etterspørsel.....	24
4.2 Tilbudssiden internasjonalt.....	27
4.3 Oppsummert: Markedet for biogass til transport – globalt .....	34
<b>5 Drivere og barrierer for utvikling av biogass til transport i Norge</b> .....	<b>35</b>
5.1 Overordnede drivere og barrierer .....	36
5.2 Etterspørselssiden – drivere og barrierer.....	38
5.3 Tilbudssiden: Drivere og barrierer .....	43
5.4 Oppsummert: Drivere og barrierer for biogass til transport i Norge .....	46
<b>6 Potensialet for biogass i transportsektoren i Norge</b> .....	<b>47</b>
6.1 Potensial – etterspørsel .....	47
6.2 Potensial – tilbud .....	49
6.3 Potensialoppsummering .....	51
<b>7 Konklusjon: Vi får det til hvis vi vil!</b> .....	<b>54</b>
<b>8 Vedlegg</b> .....	<b>55</b>
8.1 Biogasspotensialet i Norge (fra tidligere utredninger) .....	55
8.2 Biogass generelt – klima og andre positive effekter .....	57
8.3 Utdrag fra og kommentarer til nasjonal transportplan .....	58
8.4 Biogass i Danmark.....	59
8.5 Utvikling av biogass til transport – Sverige .....	60
8.6 Utvikling av biogass til transport: Storbritannia .....	62
8.7 Biogass til busser – eksempel fra USA.....	64
8.8 Norske fyllestasjoner for gass .....	66
8.9 Mer om veibruksavgifter.....	67
8.10 Resultater fra spørreundersøkelsen .....	68
8.11 Kilder.....	71

## Figurer

Figur 1: Bruk av produsert biogass i Oslofjordregionen 2015 – fordelt på fylker. Kilde: [1].....	9
Figur 2: Antall gasskjøretøy i Norge.....	10
Figur 3: Antall gassbusser i drift per by/fylke. Kilde [3], [4] .....	11
Figur 4: Utvikling av innenlands forbruk av naturgass per segment 1973-2015 (IEA) .....	13
Figur 5: Innenlands forbruk av naturgass per segment i 2015 .....	13
Figur 6: Prosesser for produksjon av biometan og annen fornybar metan. Kilde: [13].....	15
Figur 7: Produksjonskapasitet fordelt på fylker. Kilde: Egen sammenstilling. ....	16
Figur 8: Biogassproduksjon i Norge fordelt på hoved substrat og status.....	16
Figur 9: Total kapasitet og produksjonsvolum (GWh) i Oslofjordregionen.....	17
Figur 10: Kapasitet for oppgradering av biogass ved norske anlegg; tallene viser antall anlegg. ....	17
Figur 11: Oppgraderingsteknologier i bruk ved norske oppgraderingsanlegg for biogass. Kilder: [17]–[19] ..	17
Figur 12: Oversikt over eksisterende fyllestasjoner for metan i Norge. Kilder: [20], [21].....	18
Figur 13: Estimerte investeringskostnader etter størrelse (boble) og over tid (inflasjonsjustert) i Norge .....	21
Figur 14: Leveransekostnader for biogass sammenlignet med pumpeprisen for diesel og CNG. ....	22
Figur 15: Bruksområder for biogass – per (EU) land. Kilde: [30].....	24
Figur 16: Biogassproduksjon i noen europeiske land – og andel brukt som drivstoff.....	25
Figur 17: Antall gasskjøretøy per land 1996-2016 Kilde: [31] .....	26
Figur 18: Største markeder for gasskjøretøy og andel av total kjøretøypark. Kilde: [31].....	26
Figur 19: Andel av råmaterialer til biogass (på energibasis), estimerer. Kilde: [30] .....	28
Figur 20: Biogassproduksjon i EU medlemsland i 2014. Kilde: [30] .....	28
Figur 21: Eksisterende og nye oppgraderingsanlegg i IEA Bioenergy Task 37s medlemsland. Kilde: [17]. ..	29
Figur 22: Antall oppgraderingsanlegg per land (2015). Kilde: [17] .....	29
Figur 23: Antall oppgraderingsanlegg fra IEA Bioenergy Task 37s medlemsland fordelt på teknologi. [34] ...	30
Figur 24: Ulike lastebiler for distribusjon av komprimert gass (venstre) og flytende gass. ....	30

Figur 25: Totale produksjons-, oppgraderings- og distribusjonskostnader etter størrelse og råstoff. ....	31
Figur 26: Spesifikk investeringskostnad for ulike oppgraderingsteknologier i Skandinavia. Kilde: [25].....	32
Figur 27: Kostnader for oppgradering av biogass – skalafordeler illustrert. Kilde: [36]. ....	32
Figur 28: Ulike kostnader internasjonalt for biogass og andre fornybare drivstoff. ....	33
Figur 29 Oppfattet risiko ved investeringsbeslutning (spørreundersøkelse) .....	36
Figur 30 Viktigste drivere for bruk av biogass/biometan til transport. Kilde: egen spørreundersøkelse.....	38
Figur 31 Viktigste barrierer for bruk av biogass/biometan til transport. Kilde: egen spørreundersøkelse. ....	39
Figur 32 Kart for sjåførere – oversikt over fyllestasjoner i Europa – flere i andre land. Kilde: CNGprices.com	41
Figur 33 Oppfattet konkurranse mellom biogass og alternative grønne drivstoff (spørreundersøkelse).....	42
Figur 34 Avfallsmeldingen belyser matavfall og potensialet for bedret ressursforvaltning gjennom produksjon av biogass og biogjødsel. Kilde: [42] .....	44
Figur 35 Oversikt over bensin og diesel i Norge til og med 2016 – anleggsdiesel vokser.....	48
Figur 36 Potensial for kostnadsutt i verdikjedens ulike elementer – fra spørreundersøkelsen .....	50
Figur 37: Norske aktørers syn på kostnadsreduksjoner. Kilde: Egen spørreundersøkelse .....	50
Figur 38: Kostnadssammenligning for hhv komprimert og flytende biometan. Kilde: [29] .....	51
Figur 39 Beregnet ressurspotensial i 1000 tonn fordelt på næringstype og studie. Kilde: [44].....	56
Figur 40: Illustrasjon av mulig utslippsreduksjon ved bruk av biogass- i stedet for dieselbuss [4].....	57
Figur 41: Fordeling av utslipp fra transport (NTP) .....	58
Figur 42: Sammenligning av ulike drivstoffs klimaeffekt – livsløpsanalyse Danmark (kilde ens.dk) .....	59
Figur 43: Sammenligning av ulike drivstoffs klimaeffekt – livsløpsanalyse Danmark (kilde ens.dk) .....	59
Figur 44: Utvikling i bruk av gass og biogass til transport i Sverige (kilde alle figurer: [48]) .....	60

## Tabeller

Tabell 1: Antall gasskjøretøy i Norge i 2016 sammenlignet med 2015. Kilder: [2].....	10
Tabell 2: Avgifter på ulike drivstoff i Norge. Kilde: [12] .....	14
Tabell 3: Estimerte kostnader for produksjon, oppgradering og distribusjon av biogass. ....	20
Tabell 4: Oversikt over drivere og barrierer til bruk av biogass til transport i Norge (egen analyse).....	35
Tabell 5 Mengde våtorganisk avfall, restråstoffer og matsvinn i 1000 tonn per år. Kilde: [44].....	45
Tabell 6: Potensial for kostnadsreduksjon .....	49
Tabell 7: Potensial for biogass til transport i 2030.....	53



## Sammendrag

Dette er en studie for kartlegging av muligheter og barrierer for økt bruk av biogass til transportformål i Norge, utført av Sund Energy på oppdrag fra Enova SF.

Enova SF, eid av Olje- og energidepartementet, har som formål om å fremme

- 1) reduserte klimagassutslipp som bidrar til å oppfylle Norges klimaforpliktelse for 2030,
- 2) økt innovasjon innen energi- og klimateknologi tilpasset omstillingen til lavutslippssamfunnet og
- 3) styrket forsyningsikkerhet gjennom fleksibel og effektiv effekt- og energibruk.

Studien dekker hele verdikjeden for biogass i Norge, og trekker frem drivere og barrierer for dens utvikling mot 2030. Flere tidligere studier har analysert tilgang på råvarer og teknologimuligheter, og har avdekket et stort potensial for produksjon av biogass i Norge. Denne rapporten bygger videre på disse studiene og setter dem i sammenheng med utfordringer og muligheter på etterspørselssiden. Her trekkes det også på internasjonale erfaringer. Flere land som produserer og bruker biogass har allerede en infrastruktur for naturgass, som gjør det lettere for dem. Norge har ikke utviklet tradisjonell infrastruktur for gassbruk, men har en del distribusjon med flytende gass (LNG) på bil til forbrukere innen industri og skipsbunkring. Her vil det være synergier med biogass.

### 1.1 Muligheter og drivere

Biogassmarkedet i Norge har vokst noe de siste årene, men utviklingen henger foreløpig etter sammenlignbare land. Det viktigste markedet for metangass (naturgass eller biogass) i veitransport har til nå vært busser, med over 700 gassdrevne busser i dag. Her ser vi at potensialet for videre vekst på kort til mellomlang sikt er godt, men at konkurransen fra elektriske busser mot 2030 kan vokse betydelig. Naturgass/LNG er brukt som drivstoff for skip i Norge, her vil det være mulig å blande inn biogass.

Et voksende marked for biogass er lastebiler, spesielt tung/langtransport. Ettersom gasstanker med innhold veier betydelig mindre enn batterier per energienhet har gass foreløpig en konkurransefordel vis-a-vis elektrisitet, og flere produsenter og distributører av biogass fokuserer nå på dette markedet. Vi ser også et nytt marked i anleggsbransjen. Det kan være både praktisk og kostnadseffektivt å levere flytende gass til maskiner som er i drift over lengre tidsrom på anleggsplasser. Det er økt fokus på utslippsfrie anleggsplasser, og biogass kan passe godt til bruksmønsteret her. Personbilmarkedet har allerede mange andre løsninger og er ikke forventet å bli stort for biogass.

Vi ser at økt fokus på sirkulærøkonomi og livsløpsanalyser kan gi sterkere insentiver til produksjon av biogass fremover. Bruk i transportsektoren, der man kan erstatte fossile energikilder, gir størst klimaeffekt.

Økt fokus på bærekraft og sirkulærøkonomi vil gi nye krav fra forbrukere og eiere, ikke bare myndigheter. Dette vil igjen gi mer sortert avfall, bedre håndtering av våtorganisk avfall og biogassproduksjon, med tydeligere dokumentasjon. Det er et stort potensial på råvaresiden, og det vil være opp til Norge å eksportere dette eller produsere egen biogass til transportsektoren i Norge.

### 1.2 Barrierer

Usikkerhet knyttet til både etterspørsel (både biogass og biorest) og produksjon/tilgjengelighet fremover er en overordnet barriere og er delvis knyttet til mangel på tydelighet fra myndigheter – og biogass havner ofte mellom flere «stoler» og ligger under flere departement/etater. Bedre samordning kan gi synergier og tydelighet vil gi mer etterspørsel og produksjon. For brukere er det mangel på kunnskap og sikkerhet om at biogass vil være en rimelig, tilgjengelig og bærekraftig løsning også om noen år. For produsenter blir det dermed risiko ved markedsoppbygning.

Denne usikkerheten gir risiko for at produksjonen ikke enkelt kan tilpasses forbruket, hvor for mye kan gi fakling og i verste fall en kostnad knyttet til fjerning av biorest. Norge har et lite gassmarked, men det er muligheter for å blande inn biogass i LNG til skip og industri. Når det gjelder biorest, vil dette bli tydeligere om gjødselvareforskriften la bedre til rette for biogjødsel til erstatning av dagens mineralgjødsel. Dette ville også redusere utslipp fra landbruket. I dag er det lite omsetning av biogjødsel i Norge, men noe eksport. Den pågående revideringen av gjeldende gjødselvareforskrift gir utsikter for noen forbedringer her.

Positive klima- og miljøeffekter fra biogass er i dag ikke godt nok dokumentert og uten bedre synliggjøring kan dette være en barriere for økt bruk. Biogass har sterk konkurranse fra både fossile løsninger (dieselmotorer blir stadig mer effektive og innblanding av biodiesel øker) og andre teknologier. Dette gjelder både en tydelighet på hvordan utslippene beregnes (livsløp eller bare fra bilen) og bekreftelse på at den gassen man får levert faktisk er biogass (ikke erstattet med naturgass).

På sikt er det flere som allerede planlegger for nullutslipp, og da vil biogass ikke kvalifisere. Dette kan hindre biogass å bli vurdert nå, men hvis det siktes på 2050 for nullutslipp vil biogass kunne bidra betydelig de neste 20-30 årene.

### 1.3 Gode utsikter til vekst – hvis vi vil

Oppsummert ser vi at det er flere barrierer på etterspørselssiden enn på tilbudssiden. Samtidig ser vi at flere drivere på tilbudssiden trolig vil styrke seg, særlig innen sirkulær økonomi og ressursforvaltning. Mens Norge har gode muligheter til teknologisk innovasjon, for eksempel innen marine bioressurser til biogass, ser vi at det kan være nyttig med økt innsats innen kommersialisering, priser/avgifter og logistikk, særlig hvis anleggssektoren skal med. Myndigheter har flere muligheter til å fjerne noen av de eksisterende barrierene, og tiltak knyttet til økt tydelighet, klarhet i prioriteringer og mer samarbeid mellom sektorer vil kunne utløse synergier og redusere risiko (for brukere, produsenter/selgere), samtidig som slike tiltak også er enkle/billige og gjennomføre. Støtte til infrastruktur bør planlegges i lys av annen infrastruktur, og her kunne en arkitektrolle være nyttig, enten hos Enova eller andre, for å sikre beste løsninger nasjonalt, og unngå over- eller underinvesteringer, særlig på infrastrukturensiden. Bedre tilrettelegging for konkurranse, åpenhet på pris og lettere sammenligning av klima- og miljøeffekter ville også bidra til å fjerne barrierer til lav tiltakskost.

Det er viktig å se internasjonalt for mulig læring, teknologi og rammebetingelser. Ordninger for «virtuell» biogass ved opprinnelsesgarantier (som vi har på strøm) bør også vurderes.

Bruk av livsløpsanalyser med tilhørende utslippstall vil kunne vise et stort potensial for biogass til reduksjon av nasjonale utslipp (både metan fra avfall/landbruk) og erstatning av fossile drivstoff. Hvis bruken av biogass i 2030 blir høyere enn egen produksjon, vil valget være mellom økt produksjon her (da fra andre kilder enn avfall) eller kjøp av sertifikater fra utlandet (som på strøm).

Mer fokus på sirkulærøkonomi vil kunne bidra ytterligere. Dette vil kunne redusere barrierene til økt bruk av biogass. Gitt at det kommer større maskiner på markedet og infrastrukturen bygges ut, synes det mulig med en **realistisk etterspørsel på 1.2-8.5 TWh. Med tyngre satsing, kan et teoretisk potensiale være høyere.**

## 2 Innledning og metode

Norge har så langt ligget etter mange land når det gjelder å redusere klimautslipp etter Kyotoavtalen. Nå skal målene fra Parisavtalen nås og da blir det viktig å se på sektorer uten klimakvoter, som transport. Her kan biogass bidra betydelig. Klimameldingen 2017 legger også stor vekt på å redusere transportutslipp raskere, som en betydelig del av reduksjoner på 40% fra 1990 til 2030.

Denne studien gir en oversikt over status for biogass, både i Norge og internasjonalt, med fokus på transportsektoren. Mange tidligere utredninger har avdekket et stort potensial for produksjon og bruk av biogass i Norge. Eksempelvis kom NVE (utført av Østfoldforskning) nylig med en rapport som viste et biogasspotensial på 5 TWh, som er mer enn nok enn til å dekke energibehovet til hele bussparken i Norge. I dag er bruken under 1 TWh. Se vedlegg for en oversikt over hovedresultater fra tidligere potensialstudier.

Mange tidligere studier/utredninger har hatt hovedfokus på tilbudssiden – og sett mindre på hvorfor det potensialet som finnes ikke har blitt realisert. Dette ikke en ny potensialstudie, men en studie med fokus på et **helhetlig bilde av verdikjeden**, med særlig fokus på å forstå **muligheter/ barrierer på etterspørselssiden**. Det er stor usikkerhet rundt hvordan etterspørsel etter biogass til transportformål vil utvikle seg, spesielt i lys av fremveksten av andre fornybare transportløsninger med lave utslipp samt varierende insentiver/vektlegging av grønne løsninger. Videre er det usikkerhet knyttet til fremtidig etterspørsel etter biogjødsel samt produsenters inntjeningsmuligheter fra dette produktet. Vi konkluderer at mange av barrierene for utvikling av biogass-markedet i Norge er strukturelle/markedsmessige heller enn å være knyttet til produksjon/teknologi, og et hovedfokus er derfor på muligheter og barrierer slik de oppleves på etterspørselssiden (nåværende og potensielle brukere). Vi har kartlagt globale trender innen både biogass og naturgass til transport, og hva disse kan bety for Norge. Videre dekker rapporten mulige synergier mellom natur- og biogass. En analyse av hele verdikjeden gir nyttige indikasjoner på hvor det er mest hensiktsmessig å rette eventuelt videre arbeid fra myndighetenes side, og hvilke barrierer det er mest hensiktsmessig å fokusere på.

Mange tidligere studier har blitt gjort for å vurdere klimaeffekten av biogass sett i forhold til andre transportløsninger (se vedlegg fra Miljødirektoratet og Danmark). Vi har spurt aktører om deres **oppfatninger rundt klima/miljø for biogass**, som kan påvirke beslutninger om hvorvidt biogass ses på som en relevant løsning og dermed potensialet for økt bruk. Det er store variasjoner i disse oppfatningene, delvis på grunn av manglende kunnskap og klarhet fra myndighetene.

Rapporten starter med en oversikt over status for bio- og naturgass i Norge og internasjonalt. Videre er barrierer og muligheter for økt bruk i Norge belyst og drøftet for å se på hvordan etterspørselen kan utvikle seg mot 2030. I kapittelet om barrierer og drivere henvises det både til egen spørreundersøkelse og annen innsikt fra brukere og tilbudssiden. Hovedfunn refereres til i kapitlene, med mer informasjon i vedlegget.

### Metode

Datagrunnlaget brukt i denne rapporten er en kombinasjon av offentlig tilgjengelig informasjon (tidligere utredninger, forskningsrapporter og offentlig statistikk), resultater fra egen spørreundersøkelse og intervjuer med aktører i kjeden (særlig brukere). En spørreundersøkelse ble laget for denne studien, og sent til 170 produsenter, forbrukere, myndigheter og andre interessenter innen biogass i Norge. Aktørene ble identifisert med utgangspunkt i deltakerlister fra norske biogassarrangementer de siste par årene, supplert med egen kunnskap om sentrale aktører i det norske markedet. Vi fikk 83 svar og produsenter/leverandører utgjorde den største gruppen av respondenter. I tillegg til offentlig tilgjengelig data og egen spørreundersøkelse har en vesentlig del av datainnsamlingen kommet fra intervjuer med aktører i hele kjeden. Resultatene fra disse er anonymisert, men brukt som input gjennom hele rapporten og samtidig vært en viktig kilde for kvalitetssikring av offentlig tilgjengelig data samt av vår egen kunnskap om biogass. Hovedtyngden av intervjuobjekter har vært ulike typer brukere (renovasjonsbiler, busser og andre tunge kjøretøy), men vi har også snakket med både distributører, produsenter, interesseorganisasjoner og aktører fra råvaresiden. I forkant av intervjuene ble det utarbeidet intervjuguider skreddersydd hver enkelt aktør, og hovedfokus var

#### Hva er biogass?

Biogass er en blanding av metan og CO<sub>2</sub> som dannes når organisk materiale råtner. Som regel brukes avfall, som matavfall, husdyrgjødsel eller avløpslam. På sikt kan andre former organisk materiale som skogavfall, alger og slam fra fiskeoppdrett også anvendes.

Biogass kan anvendes til elektrisitetsproduksjon, oppvarming og som drivstoff (når oppgradert).

Oppgradert biogass (biometan) kan fraktes på samme måte som naturgass (rør eller tankbil), og man kan bruke eksisterende gassinfrastruktur der dette finnes.

#### Hvorfor bruke biogass?

Produksjon og bruk av biogass har en rekke positive klimaeffekter. For eksempel vil produksjon av biogass basert på husdyrgjødsel bidra til reduserte utslipp fra jordbrukssektoren. Bruk av biogass til erstatning for fossile brenslere bidrar til å redusere klimagassutslippene der. Biogass kan også gi mindre dieselmotorer.

Prosesen gir også et restprodukt som er godt egnet som gjødsel og kan bidra til å redusere utslipp fra produksjon av mineralgjødsel og samtidig sikre gjenbruk av fosfor og andre ressurser i avfallet.

på informasjon som ikke er offentlig tilgjengelig, herunder opplevde drivere/preferanser og barrierer for biogass (både produksjon og bruk). Utredningen av status og utviklingstrekk i Norge og internasjonalt bygger på offentlig tilgjengelig informasjon (statistikk, medieoppslag, anbudsdokumenter og forskningsrapporter), anonymisert informasjon fra ENOVA samt informasjon innhentet gjennom intervjuer med aktører. Der det er relevant har vi supplert eksternt innhentet informasjon med egne tekno-økonomiske analyser, spesielt i forhold til kostnadsbildet. Analysen av drivere, barrierer og framtidsutsikter, presentert i kapittel 5, baserer seg på informasjonen presentert i kapittel 3 og 4 og resultater fra dialog og intervjuer med aktørene i kjeden. I tillegg har vi hatt dialog med myndigheter og aktører i biogasskjeden utenfor Norge, både i tidligere arbeid for disse og nyere diskusjoner (som National Grid's Future Energy Scenarios, 13/7/2017). Vi har også bygget på vårt tidligere biogassarbeid (bl. a en rapport for Troms/Tromsø, delfinansiert av Transnova, støtte til regulator i Sverige og TSO i Danmark), som har gitt god kjennskap til hvordan ulike aktører oppfatter risiko ved investeringer i bruk, distribusjon og produksjon av biogass.



### 3 Status for biogass i Norge

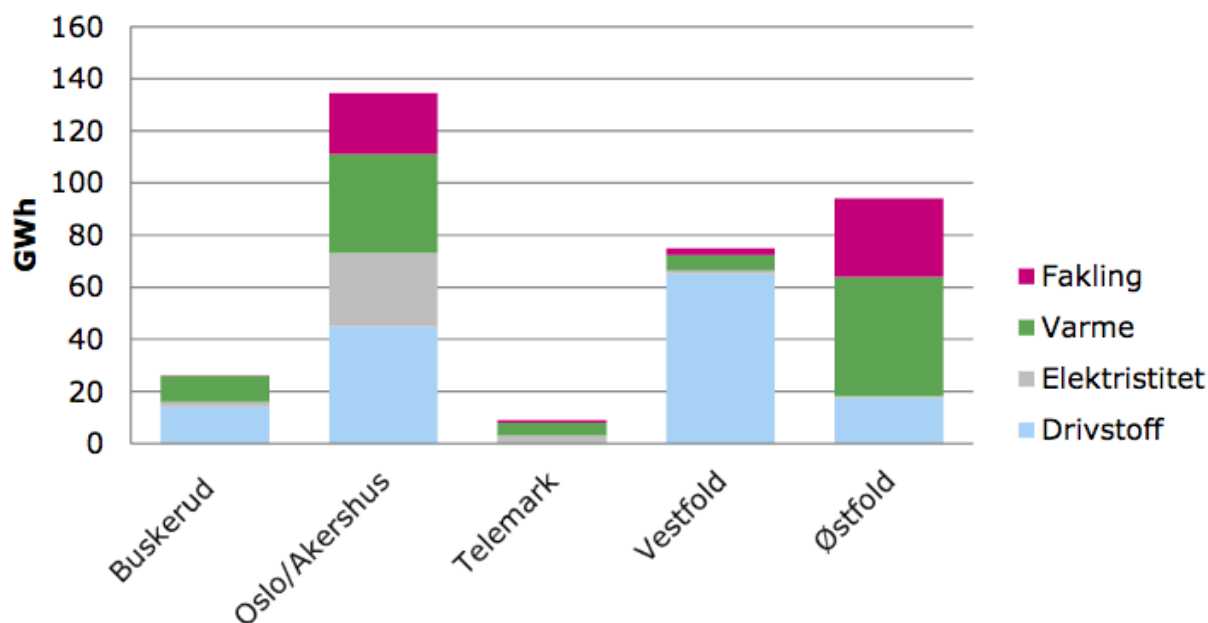
Dette kapitlet gir en oversikt over status for biogass til transport i Norge i dag. Kapitlet starter med en oversikt over etterspørselssiden, herunder eksisterende bruk, eksempler på brukere, tilgjengeligheten av kjøretøy, konkurransebildet for biogass sammenliknet med andre løsninger samt en oversikt over naturgassbruk. Videre følger en oversikt av tilbudssiden, herunder tilgang på råstoff, produksjon (biogass og biogjødsel) og distribusjon – med tilhørende kostnadsvurderinger for alle leddene i kjeden. Avslutningsvis følger en oppsummering av de viktigste funnene fra hele kapitlet som brukes i rapportens videre analyse.

#### 3.1 Etterspørsel

##### Bruk av biogass - generelt

I dag brukes det mindre enn 1 TWh biogass i Norge. Biogass kan brukes til mange ulike formål, hovedsakelig til varme- og elproduksjon og til transport (når oppgradert). Biogassen kan brukes internt på anlegget (til varme/kraft) eller distribueres til et marked. Restproduktet er rikt på næringsstoffer og kan videreføres til gjødsel til landbrukssektoren. En oversikt over bruksområdene for produsert biogass i Østlandsområdet, hentet fra Rambøll sin rapport *Biogass i Oslofjord regionen*, er gjengitt i Figur 1.

Figur 1: Bruk av produsert biogass i Oslofjordregionen 2015 – fordelt på fylker. Kilde: [1]



Mesteparten av biogassen har i Norge tradisjonelt blitt brukt til kraft/varmeproduksjon. Dette kan gjøres med robust og rimelig teknologi, men er ikke spesielt lønnsomt i Norge. Nå er veksten i fossilfritt drivstoff til transport, hovedsakelig busser. Det er en del biogass som fakles, som i hovedsak skyldes manglende avsetning eller problemer knyttet til oppgraderingsanlegg. Fakling er i et klimaperspektiv bedre enn å slippe ut gassen ettersom metan har mye sterkere klimaeffekt enn CO<sub>2</sub>'en som dannes når gassen brennes (se vedlegg for ulike utslippsfaktorer for biogass). Hovedfokuset for denne rapporten er biogassbruk til *transportformål*, og vi vil i det videre fokusere utelukkende på denne type bruk. Der nevnes naturgassbruk også, siden kjøretøyene er de samme.

##### Bruk av biogass og naturgass til transport

Norge har en svært begrenset bruk av gass i personbiler, og det er tilfeller av gassfylllestasjoner som er lagt ned på grunn av for lite bruk (Gassnor rapporterer at en fylllestasjon ment til personbiler ble svært lite brukt). Antallet personbiler drevet på naturgass er også fallende.

Tabell 1: Antall gasskjøretøy i Norge i 2016 sammenlignet med 2015. Kilder: [2]

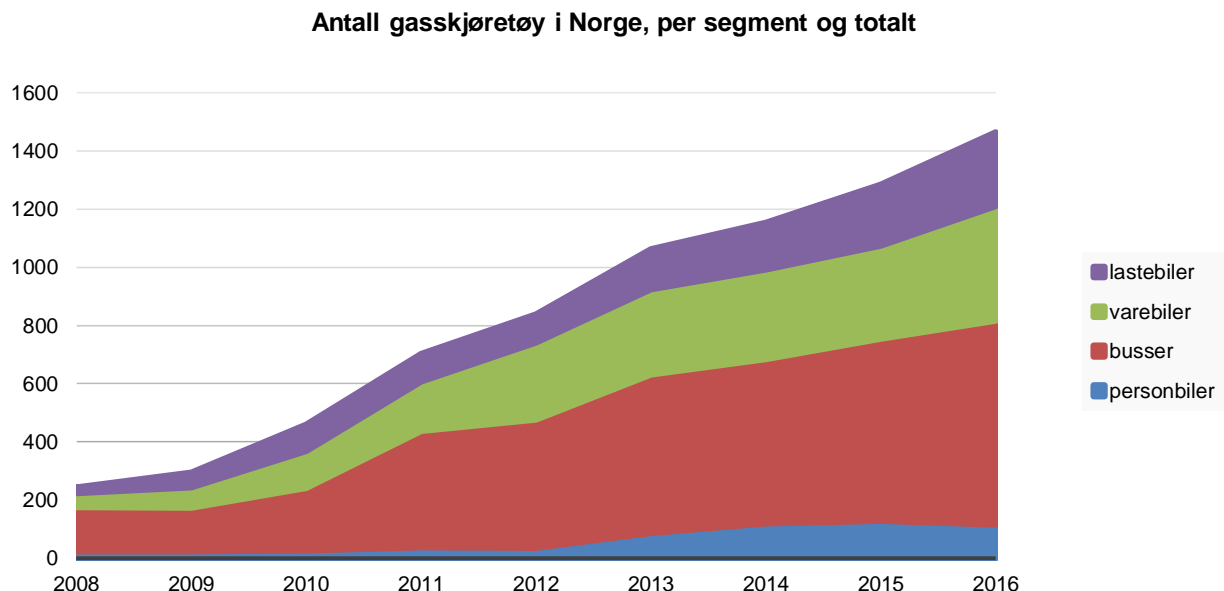
Kjøretøysegment	Total kjøretøy-park, 2016	Gasskjøretøy, 2016	Andel av total flåte	Gasskjøretøy, 2015	Endring 2015-2016
<b>Personbiler</b>	2 661 806	116	0.00 %	129	-10 %
<b>Busser (totalt)</b>	16 258	701	4.31 %	626	+12 %
<b>-bybusser</b>	4 731	553	11.69 %	591	-6 %
<b>Varebiler</b>	461 498	394	0.09 %	320	+23 %
<b>Lastebiler</b>	75 238	253	0.34 %	209	+21 %
<b>Motorredskaper</b>	7 667	1	0.01 %	0	
<b>Kombinerte biler</b>	22 693	3	0.00 %	4	
<b>Traktorer</b>	275 157	4	0.01 %	4	
<b>Totalt</b>	<b>3 525 048</b>	<b>1 472</b>	<b>0.04 %</b>	<b>1 292</b>	<b>+13.9 %</b>

Felles for bybusser og renovasjonsbiler, de viktigste brukerne av gass til transport, er at de er flåtekjøretøy. Slike kjøretøy har typisk felles parkeringsplass, som gjør utbygging av fyllestasjoner og logistikk for biogass relativt kostnadseffektivt for begrensede antall kjøretøy.

Etter hvert som etterspørselen øker innen langdistanse transport, øker også fokuset på flytende gass, LNG eller LBG («Liquefied Natural Gas» og «Liquefied BioGas»). Mens bybussene til nå i hovedsak har kjørt på komprimert gass («Compressed Natural Gas» eller «Compressed BioGas», hhv CNG og CBG) krever langdistanse godstransport høyere energitetthet for å ha tilstrekkelig rekkevidde mellom drivstoffyllinger.

I følge SSB var det i 2016 1472 metandrevne kjøretøy i Norge, se Figur 2. Dette var en økning på 13.9% fra 2015. Av disse var 116 personbiler, 394 varebiler, 701 busser og 253 lastebiler. Blant bussene var 553 registrert som rutevogner i SSBs statistikk [2], noe vi tolker som i hovedsak by- eller regionbusser. Gassdrevne bybusser utgjorde i 2016 11,7 % av det totale antallet bybusser i Norge, og antallet har vokst jevnt de siste årene. Det totale antallet gassbusser økte med 12 % fra 2015 til 2016, se Figur 3.

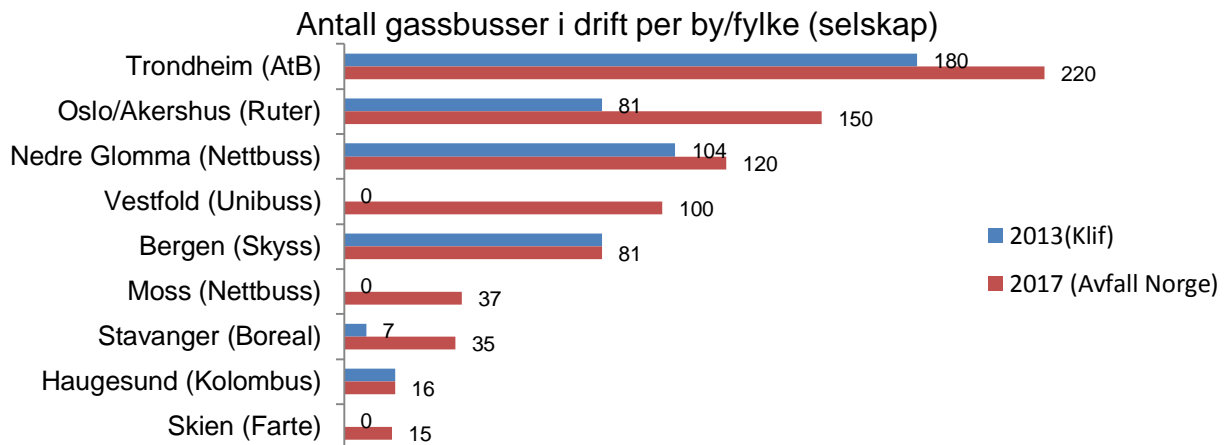
Figur 2: Antall gasskjøretøy i Norge.



Kilde: SSB [2].

En optelling utført av Avfall Norge [3], gjengitt i Figur 3, viser at det totale antallet gassbusser våren 2017 var oppe i 774. Kollektivtransportsekskapet i Trondheim, AtB har flest busser, etterfulgt av Ruter i Oslo og Akershus og Nettbuss i Nedre Glomma -regionen. Som figuren viser har gassbusser blitt tatt i bruk i Vestfold, Moss og Skien siden 2012. Bussene i Trondheim og Bergen har i hovedsak vært drevet på naturgass, men biogass fases inn etterhvert som nye anlegg for produksjon og oppgradering av biogass blir satt i drift.

Figur 3: Antall gassbusser i drift per by/fylke. Kilde [3], [4]



Størst vekst i parken av gasskjøretøy ble imidlertid observert innen varebiler og lastebiler, som økte med henholdsvis 23% og 21% fra 2015 til 2016, dog fra lavere startpunkt. Det er også i disse markedssegmentene de største biogassaktørene i Norge, både innen kjøretøyleveranse, biogassproduksjon og gassdistribusjon, ser størst vekstpotensial. Dette er også et langt større marked, se Tabell 1.

### Eksempler på ulike typer av brukere av biogass som drivstoff

**ASKO** har høye klimaambisjoner med et mål om kun kjøre på fornybart innen 2020. De ser på biodrivstoff som en av flere løsninger for å nå sine mål, og har (pr 2016) åtte biogassdrevne distribusjonsbiler i drift, i tillegg til rundt 40 biler på bioetanol. I Rogaland er biogassen basert på avløpslam fra IVAR IKS. ASKO har også iverksatt en pilot hvor målet er at matavfall (fra NorgesGruppen) som ikke egner seg til dyrefôr skal benyttes til produksjon av biogass [5].

**Norsk Gjenvinning** har også høye bærekraftsambisjoner, og selskapet ser på bærekraft og sirkulærøkonomi som en viktig del av strategi og markedsføring. 25 av totalt 120 tunge kjøretøy som daglig samler inn husholdningsavfall kjører på biogass (ca. 21 % av bilflåten)[6]. I tillegg til dagens biler er det også planlagt mer bruk av biogass fremover, og i desember 2016 signerte Norsk Gjenvinning en kontrakt med Sarpsborg kommune om innsamling av husholdningsavfall – der de vant frem med en innsamlingsløsning basert på to elektriske biler, samt biogassdrift på øvrige biler (erstatte dagens dieslbiler).

**Tine** inngikk våren 2017 en intensjonsavtale med AGA om utbygging av fylleinfrastruktur for selskapets lastebiler [7].

**Østfold Fylkeskommune** har vært et foregangsfylke for satsing på biogass. Biogass har blitt sett på som et viktig bidrag for å nå målet om en halvering av klimagassutslippene i forhold til 1990-nivået samt for å nå sentrale målsettinger i regional transportplan for Østfold om etablering av et transportsystem som fremmer helse, miljø og verdiskapning og bidrar til en bærekraftig regional utvikling med attraktive byer i regionen. Fylkestinget i Østfold har, i både Økonomiplaner samt budsjettbehandlinger spesifikt omtalt satsningen på biogassproduksjon og – bruk og har hatt konkrete mål om at det i anbud på buss skal legges til grunn at flest mulig av bussene skal gå på biogass. Allerede for omtrent 15 år siden startet fylkeskommunen med utprøving av biogassbusser, og hadde frem til sommeren 2013 seks busser i drift i Fredrikstad med produksjon fra området. I 2013 inngikk fylkeskommunen en avtale med Nettbuss Østfold for å drive busstilbudet i kommunene Sarpsborg, Fredrikstad, Hvaler og Råde frem mot 2020 – og avtalen omfatter blant annet omlag 100 biogassbusser. Det er her AGA som er leverandør og ett av produksjonsanleggene for biogassen er FREVAR KF (Fredrikstad Vann, Avløp og Renovasjonsforetak). Fylkeskommunen satser også på biogass i avtalen med Nettbuss AS i Moss fra 1.juli 2017. Avtalen omfatter 36 busser og er blant de første som benytter gassbusser i regiontrafikk i tillegg til bytrafikk. For denne avtalen er det Skagerak Energi som er leverandør – med drivstoff fra Grenland og Vestfold Biogass AS (Greve Biogass). Mye av satsningen på biogass har vært politisk drevet og kan karakteriseres som et næringsutviklingsprosjekt i tillegg til et miljø- og klimaprojekt. Fylkeskommunen har, i tillegg til spesifikke krav om biogass i sine anbud, også vært en pådriver for at det skal være åpne fylleanlegg i tilknytning til anleggene i Fredrikstad og Sarpsborg slik at andre brukere også kan benytte seg av biogassen. I tillegg til busser er det nå andre brukere av biogass i området, blant annet har både Fylkeskommunen selv samt Sykehuset i Østfold biogassbiler. Selv om biogass blir sett på som et godt miljøalternativ og de etablerte avtalene vil innebære biogassbruk i flere år fremover, har fylkeskommunen også fokus på el-busser i nye avtaler fra 2020. (Se også om Ruter senere i kapitlet.)

### Erfaringer fra et brukerperspektiv – Ruter

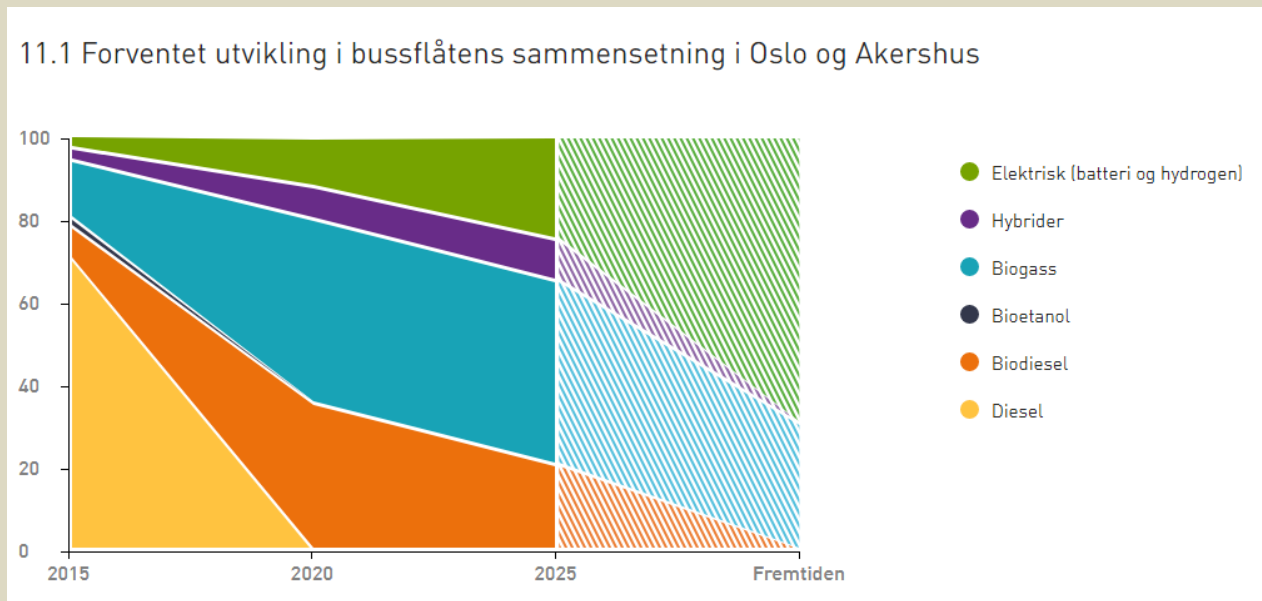
Ruter er en av de viktigste aktørene for kollektivtransport i Norge (ansvarlig for omkring halvparten av landets kollektivtransport), og kan således være en potensiell viktig bruker for biogass fremover.

Ruter, aktiv i Oslo og Akershus, har allerede gjort mye for å bidra til en mer klima- og miljøvennlig kollektivtransport. De har hatt biogassbusser i drift siden 2010. Ruter har høye ambisjoner om videre bidrag til en mer bærekraftig kollektivtransport og har et mål om at all kollektivtransporten i regionen skal kjøre på fornybar innen utgangen av 2020 (prosjekt «Fossilfri 2020»). Ruter ser på biogass som en av flere virkemidler for å nå dette målet, som beskrives i deres miljøstrategi for perioden 2014-2020:

- I 2020 skal all kollektivtrafikk drives med fornybar energi
- Satsingen på biogass skal økes
- Ruter vil teste ut elektrisk drift av busser og båter [8]

Figuren nedenfor viser Ruters planlagte utvikling fra dagens bussflåte til en fossilfri bussflåte i 2020, samt videre planer frem mot 2025. Som illustrert er biogass allerede en viktig energibærer for Ruters busser (14 % av bussflåten i 2015), og andelen biogassbusser vil øke i takt med økt produksjon og tilgjengelighet på biogass i regionen. I tillegg til økning i biogass (mål om 500 busser i 2025) satses det i stor grad på batterielektriske busser, med mål om at over en tredjedel av regionens busser skal være helelektriske i 2025 og kjøre enten på batteri eller hydrogen.

Figur: Ruters planer fremover mot 2025 [8], [9].



#### Neste mål for ruter blir å implementere et mål om null-utslipp.

Ruter har som hovedregel å være teknologinøytral og stiller derfor krav om utslipp, kostnad, støy mm i sine anbud om transporttjenester. Hovedregelen vil tilsi biogassen skal konkurrere med alternativene i markedet baserer sine valg på vektning av en rekke strenge miljøkriterier.

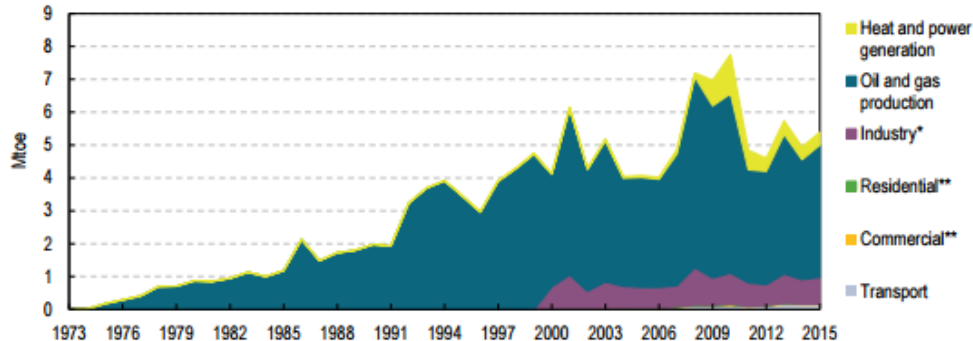
Biogass er en viktig bidragsyter for å nå målene i prosjektet «Fossilfri 2020», og Ruter vektlegger at det er god ressursutnyttelse for Oslo. I tillegg til direkte bruk av biogass som drivstoff i gassbusser. Elbusser vokser, og Ruter kjøper opprinnelsesgarantier for strøm de bruker.

Til tross for at biogass i utgangspunktet er forventet å gi god klimanytte, har disse effektene til nå ikke vært tilstrekkelig dokumentert og andre løsninger, som for eksempel biodiesel/HVO, har vært bedre på dokumentering av klimaeffekter. Manglende dokumentering, i tillegg til merkostnaden ved biogass i forhold til andre løsninger (flere elementer: investering, drivstoff, vedlikehold), har svekket biogassens konkurransekraft og ført til at andre løsninger (som biodiesel) har vunnet anbuds konkurranser. Videre blir også diesel-busser også stadig mer effektive, og busser som tilfredsstillt Euro-6 kravene (lavere utslipp enn eldre dieselbusser) vil ofte vurderes som «godt nok». En annen utfordring har til nå vært forsyningssituasjonen for biogass der mangel på biogass har ført til innblanding av naturgass (ikke bærekraftig nok). Videre er langsiktige planer å bli helt utslippsfrie, og da vil ikke biogass kunne brukes i forbrenningsmotorer.

### Bruk av naturgass i Norge

Innenlands bruk av naturgass i Norge domineres av kraftverk offshore. Fastlandet bruker noe gass innen industri og skipsfart, transportert som LNG, mens noen industrier (som Hydro på Karmøy) får gass i rør. Norge var tidlig ute med LNG som skipsfuel og småskala distribusjon av LNG.

Figur 4: Utvikling av innenlands forbruk av naturgass per segment 1973-2015 (IEA)



\* Industry include non-energy use.

\*\* Negligible.

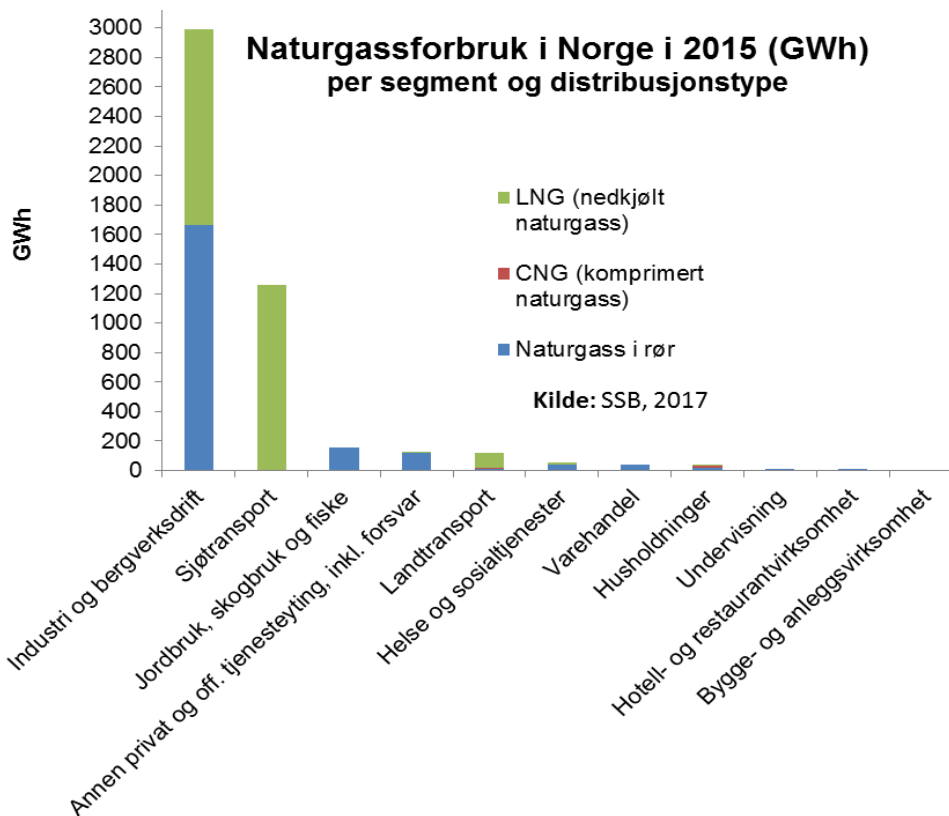
Note: TPES by consuming sector.

Source: IEA (2017a), *World Energy Balances - 2017 Preliminary Edition*, [www.iea.org/statistics/](http://www.iea.org/statistics/).

Figuren viser historisk utvikling i bruk av gass i Norge.

Kraftproduksjon offshore er dominerende, men det er noe bruk innen industri og kraftvarme, særlig siden 2000. Transportsektoren har en veldig lav andel. Tilsammen er forbruket av gass på land svært lite i forhold til olje og kraft.

Figur 5: Innenlands forbruk av naturgass per segment i 2015



Kilde: SSB, 2017

Figuren viser at industri og bunkring av skip utgjør det største markedet i Norge (fastlandet), og at mesteparten transporteres i rør eller som LNG. Landtransport er en liten andel og stort sett levert som LNG (noe CNG).

### Tilbud av gasskjøretøy på det norske markedet

Det er et tilbud av gasskjøretøy, særlig til næring. Det er imidlertid ingen importører som har satset nevneverdig på salg av gassbiler i personbilmarkedet i Norge, sannsynligvis grunnet lav etterspørsel.

Gasskjøretøy er dyrere enn alternativene. Denne merkostnaden er forventet å bli lavere, med større omsetning i Norge og økt konkurranse blant leverandører. Det er også mulig at sterk kinesisk satsing kan gi flere modeller og lavere priser globalt på sikt. Bilene som har blitt tatt i bruk til nå har hatt rundt 300-350 HK, noe som er relativt lite i norsk sammenheng, der preferansen er for større motorkraft. Norges bestselgende lastebiler har i følge leverandørene en motorkraft på i overkant av 500 HK. De ledende aktørene på lastebil-



markedet sier det kommer biler med rundt 450 HK motorkraft i løpet av 2017 – de første av disse er allerede lansert. Generasjonen av motorer som kommer på markedet nå skal være helt på høyde med dieseldrevne motorer hva gjelder ytelse, slik at dette ikke utgjør en barriere. Det ser altså ut til at mulighetene for biogass i tungtransportmarkedet er gode med et økende tilbud av kjøretøy.<sup>1</sup>

Hva gjelder kostnadsbildet opplyser lastebilleverandørene at prisen på en gassbil i Norge er om lag 25-30 % høyere enn for en tilsvarende dieselbil, som typisk har en prislapp på omkring 1.3 millioner kroner. En del av kostnadsforskjellen forklares med skalaforskjeller i leveransekjeden, både i forhold til fabrikasjon og service; når markedet for gasskjøretøy vokser ventes kostnadsforskjellen derfor å krympe betraktelig. Leverandørene venter imidlertid ikke at et gasskjøretøy vil komme ned på samme nivå som dieselskjøretøy, ettersom systemene for fylling, lagring og forsyning av gass i kjøretøyet koster mer enn tilsvarende for diesel, spesielt når slike systemer er designet for å minimere lekkasjer av metan.

Vi har ikke avdekket leverandører som satser på leveranse av gassdrevne anleggsmaskiner. Dette skyldes i følge aktørene *ikke* at gassmotorer er uegnet til formålet – Scania har for eksempel levert to gassdrevne V8-motorer til stasjonsvære formål i Storbritannia – men snarere at de ikke har sett etterspørsel etter slike.

Innen privatbilsegmentet er det internasjonalt en rekke modeller tilgjengelig, men de norske importørene har ikke satset på slike, noe som også er tydelig i det lave antall registrerte personbiler (se Tabell 1)

### Konkurranserbildet

For kollektivtransport/busser, som er det største transportmarkedet for biogass i Norge i dag, er biodiesel og el de mest aktuelle alternativene til biogass. Biodiesel kan leveres gjennom eksisterende distribusjonskanaler og benyttes i eksisterende kjøretøy, innblandet med fossil autodiesel. Dette gjør at biodiesel ikke er belastet med infrastrukturutfordringen som biogass er. Med innføring av Euro VI-standarden har dieselmotorer drevet på fossil autodiesel eller biodiesel, fått såpass lave utslipp av partikler og NOx at gassmotorens fordeler i forhold til lokale utslipp blir mindre enn tidligere.

Innen bybusser er det økende interesse for el. Ruter gjennomfører eksempelvis i samarbeid med tre av sine leverandører pilottesting av elbusser, og ser på denne teknologien som den prefererte løsningen på sikt [8], [11]. Valget mellom biogass og elektrisitet vil, i tillegg til kostnadsvurderinger, i stor grad avhenge av preferanser/politiske motiver for beste løsning. Innen langtransport er ikke el foreløpig et alternativ. Stor batterivekt reduserer nyttelasten, noe lastebilleverandørene vi har vært i kontakt med ser på som en sentral teknologibarriere. I dette markedet blir imidlertid hydrogen i økende grad sett på som et alternativ, selv om teknologiens modenhet og kostnadsnivå foreløpig hindrer storskala utrulling.

### Drivstoffavgifter differensieres – ingen avgift på biogass i dag

Forbruksbaserte avgifter for ulike drivstoff er vist i Tabell 2. I tillegg inngår energi- og utslippsfaktorer i beregningen av engangsavgiften ved anskaffelse av nye kjøretøy.

Tabell 2: Avgifter på ulike drivstoff i Norge. Kilde: [12]

Type drivstoff	Enhet	Veibruksavgift	CO2-avgift	Total avgift
<b>Bensin (1)</b>	kr/liter	5,19	1,04	6,23
<b>Autodiesel (2)</b>	kr/liter	3,80	1,20	3,80
<b>Bioetanol under omsetningskravet</b>	kr/liter	5,19		5,19
<b>Biodiesel under omsetningskravet</b>	kr/liter	3,80		3,80
<b>Naturgass</b>	kr/Sm3	0	0,90	0,90
<b>LPG</b>	kr/kg	1,43	1,35	2,78

1) Bensin som har et svovelinnhold på 10 ppm eller lavere.

2) Diesel som har et svovelinnhold på 10 ppm eller lavere.

<sup>1</sup> Transport utgjør en svært beskjeden andel av totalforbruket av gass i Norge, og naturgass blir av bransjen sett på som en viktig driver for økt bruk av biogass til transport. Dette gjør at avgiftsnivået for naturgass på den ene siden bør settes slik at naturgass er relativt attraktivt i forhold til diesel og bensin. På den annen side bør den tilpasses slik at fornybar gass (biogass) fremstår relativt attraktivt i forhold til fossil gass (naturgass). Regjeringen innførte i 2016 veibruksavgift for naturgass, men denne ble i revidert nasjonalbudsjett for 2016 fjernet grunnet usikkerhet rundt konsekvensene og dens implementering [10]. Mer informasjon om veibruksavgiften er gitt i vedlegg.

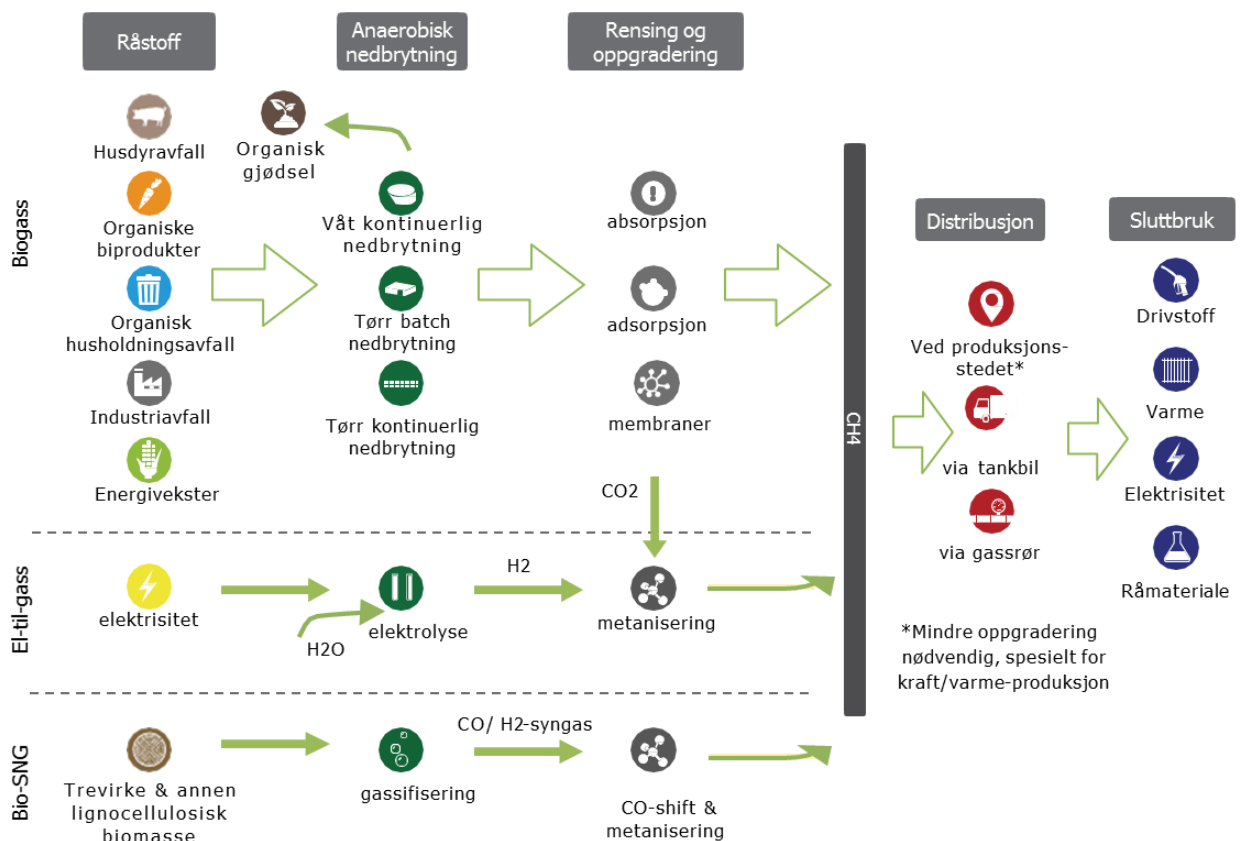
### Andre rammebetingelser

Det er flere diskusjoner rundt mulig differensiering av bompenger etter drivstoff. Det er allerede fritak for el-biler (en driver i seg selv i det segmentet), og forslag om andre rene biler skal betale mindre enn mer forurensende biler.

### 3.2 Tilbudssiden: Tilstrekkelig produksjon i dag

Det produseres biogass som dekker dagens etterspørsel. Dette kapitlet viser mer om hvordan, hvor og hva biogassen koster. Biogass produseres ved anaerobisk nedbrytning av organiske materialer. I tillegg kan fornybar metangass produseres ved at CO<sub>2</sub> og hydrogen kombineres i en kjemisk prosess (metanisering, såkalt power-to-gas) til metan eller ved at biomasse gassifiseres og konverteres via CO-shift og metanisering til metan, se Figur 6.

Figur 6: Prosesser for produksjon av biometan og annen fornybar metan. Kilde: [13]



### Råstoff

Som nevnt innledningsvis har flere studier dekket en kartlegging av tilgjengelighet av råmaterialer som kan anvendes til biogassproduksjon i Norge. Flere av disse studiene viser at det ikke er knapphet på råstoff, og at potensialet ikke er fullt utnyttet.

Råstoff som samles inn til produksjon av biogass (og biogjødsel) er per i dag hovedsakelig organisk og husholdnings- og næringsavfall, restprodukter fra landbruket, husdyrgjødsel og avløpslam. Flere har også begynt å se på muligheter for bruk av havbruksavfall, herunder blant annet død fisk, fiskefor og slam. Det kan også være biprodukter fra utvinning og bearbeiding av tang og tare som i dag ikke utnyttes.

I tillegg til at flere typer råstoff forventes å øke fremover, blant annet på grunn av økt utsortering av mat- og næringsavfall og bruk av flere typer råstoff (fra skog- og fiskeindustrien), vil effektivitetsforbedringer/ bedre kombinasjoner/optimalisering av råstoff gi bedre utnyttelse (yield) for gassproduksjon, hvilket betyr behov for mindre råmateriale per enhet produsert.

Kildene må som regel betale for å bli kvitt slikt avfall, som kan være positivt for biogassprodusenter, men de er også et marked for slikt avfall internasjonalt, og en del eksporteres, gjerne som substrat. Derfor er innsatsfaktoren til biogassproduksjon usikker og kan variere fra å få betalt til å måtte betale for å ta imot avfallet.

### Produksjon

Biogassproduksjonen i Norge foregår i hovedsak i Sør-Norge, der Østlandet og Trøndelag har størst kapasitet, se **Error! Not a valid bookmark self-reference..**

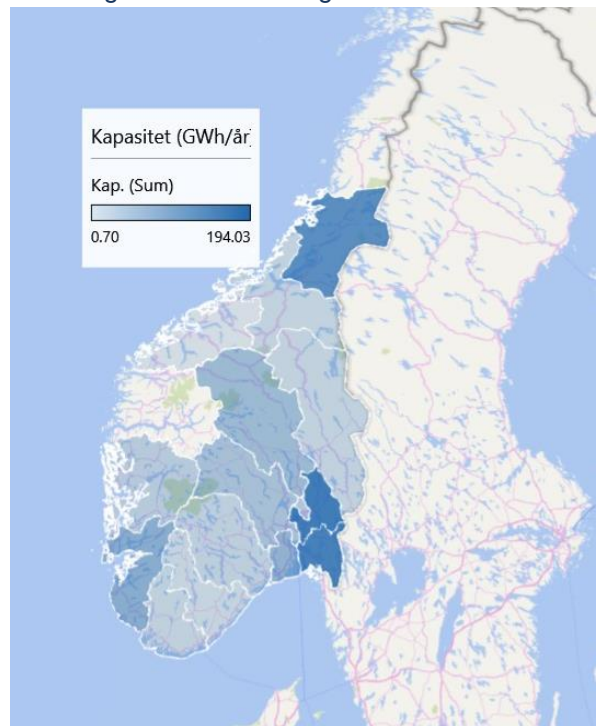
Figuren inkluderer anlegg som er i drift eller under bygging. Avløps slam utgjør tradisjonelt det viktigste råstoffet, mens matavfall og næringsavfall har økt i senere tid. I Figur 8 er anleggene kategorisert etter anleggenes hoved råstoff. Flere av anleggene som bearbeider næringsavfall bearbeider også matavfall, og vise versa. Det er også anlegg som behandler ulike typer næringsavfall, slik som slam fra papirproduksjon og oppdrettsanlegg. Anlegg som behandler flere typer råstoff omtales gjerne som «samrättningsanlegg».

**Total produksjonskapasitet for anlegg som er i drift eller vil være det ved utgangen av 2017 er cirka 920 GWh.**

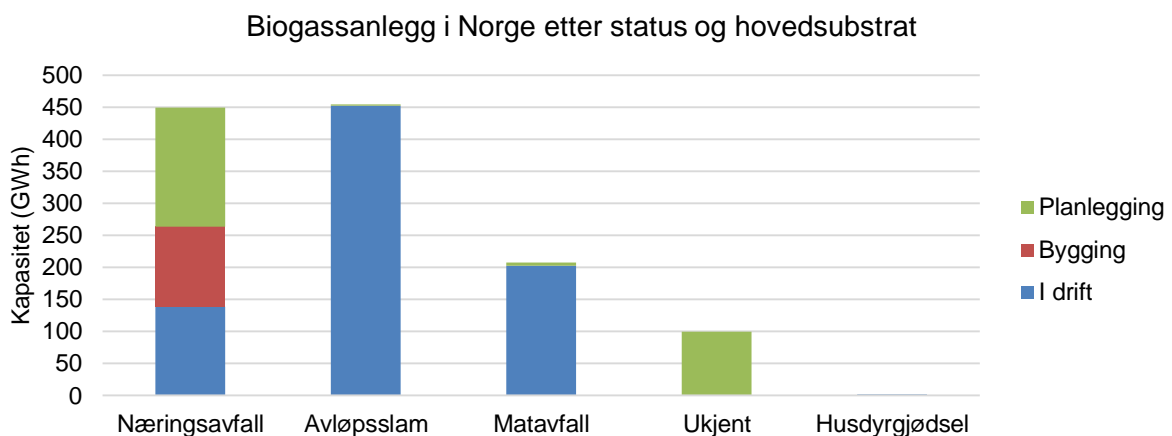
I tillegg til anlegg i drift eller under oppføring er det også flere anlegg under planlegging.

- Biokraft planlegger å doble kapasiteten for anlegget på Skogn til 250 GWh innen 2020.
- Sunnhordland Naturgass vurderer å bygge et biogassanlegg på Stord, med planlagt investering på mellom 70-120 millioner NOK og mål om ferdigstillelse innen utgangen av 2018 og produksjon på opp mot 100 GWh. Foreløpig er formålet at biogassen skal benyttes til oppvarming av hus, men det vurderes også flytendegjøring og bruk i transportsektoren. Foreløpig er prosjektet i en tidlig planleggingsfase, og det foreligger ingen formel søknad inne hos kommunen [14].
- På Sunnmøre planlegger Møre Biogass AS et anlegg med kapasitet på 10-30 GWh, med intensjon om produksjon av biometan til transportformål. Selskapet ser spesielt på muligheter for innovasjon knyttet til biogjødsel.
- Remiks AS og Avfallsservice planlegger et anlegg på Storfjord i Troms.
- I Sogn og Fjordane planlegger Nekst AS å benytte slam fra oppdrettsanlegget selskapet planlegger i Florø til å produsere biogass; biogassen skal benyttes til å produsere kraft og varme.

Figur 7: Produksjonskapasitet fordelt på fylker. Kilde: Egen sammenstilling.



Figur 8: Biogassproduksjon i Norge fordelt på hoved substrat og status.

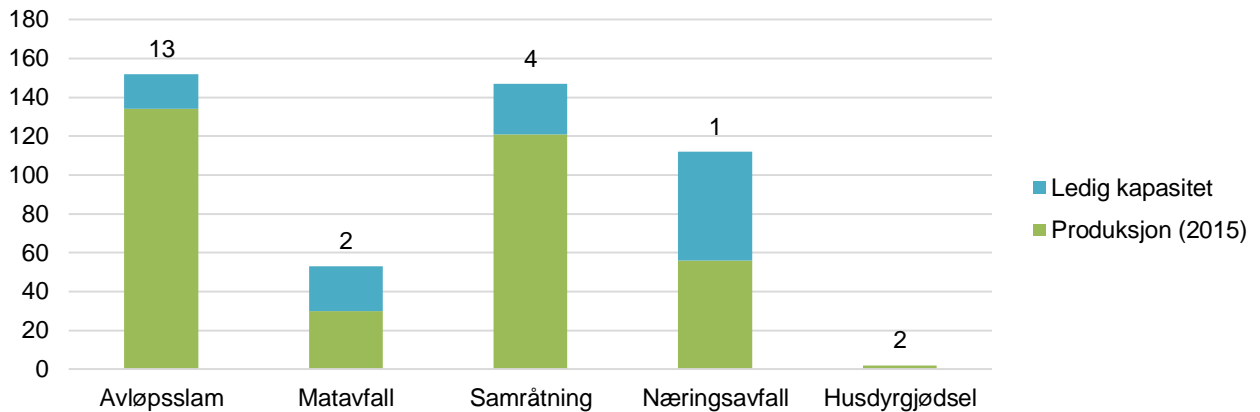


Kilder: Egen sammenstilling basert på rapporter [1], [15], [16] samt nyhetsmedier og nettsider.

Det er betydelig ledig kapasitet i eksisterende anlegg. Rambølls gjennomgang av 22 anlegg på Østlandet i 2016 [1] viste at 26% av anleggenes totale produksjonskapasiteten var utnyttet. En del av gassen blir også

faklet grunnet problemer med avtak for gassen (for eksempel har EGEs anlegg på Romerike over lengre tid hatt problemer med oppgraderingsanlegget).

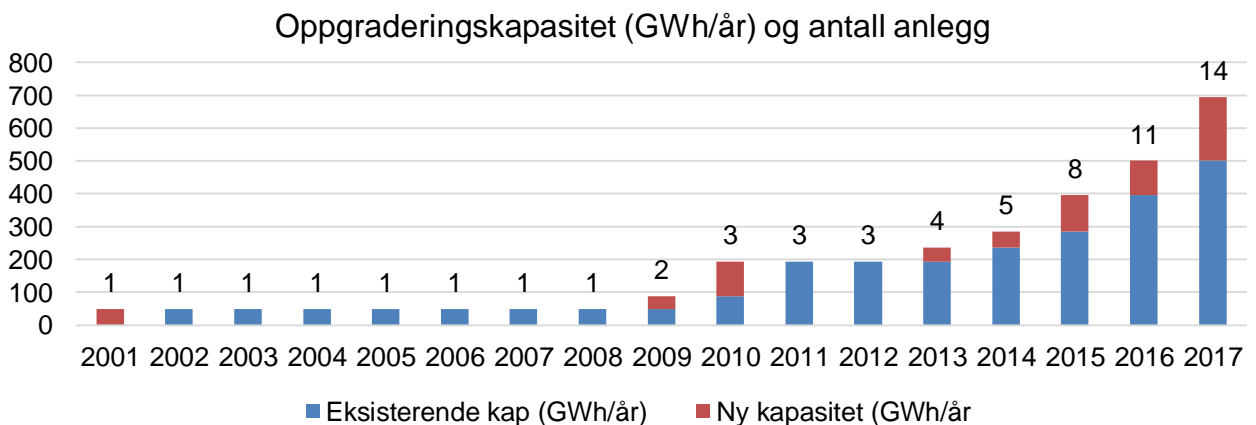
Figur 9: Total kapasitet og produksjonsvolum (GWh) i Oslofjordregionen; tallene angir antall anlegg per type. Kilde: [1]



### Oppgradering til biometan

I Norge foregikk oppgradering av biogass til metan ved 11 anlegg i 2016, og ytterligere tre anlegg er under oppføring med oppstart i løpet av 2017. Gjennomsnittlig kapasitet er på 846 Nm<sup>3</sup> biogass per time, og total produksjonskapasitet ved utgangen av 2017 vil være 695 GWh. Det første anlegget ble etablert ved Frevaris anlegg i Fredrikstad i 2001, men det er først de siste årene at produksjonskapasiteten har tatt seg opp betydelig, se Figur 10. Oppgraderingskapasiteten tilsvarer rundt 76% av total produksjonskapasitet for de norske anleggene. Verdiene på toppen av søylene i Figur 10 viser antall anlegg.

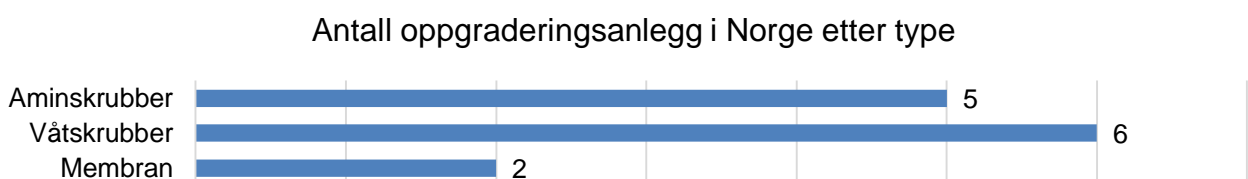
Figur 10: Kapasitet for oppgradering av biogass ved norske anlegg; tallene viser antall anlegg.



Kilder: [17]–[19]

Oppgradering til biogass foregår tradisjonelt ved at CO<sub>2</sub> fra biogassen separeres fra metan, i tillegg til at gassen renses for uønskede komponenter som siloxaner, sulfider og partikler. Teknologiene som i er i bruk i Norge er våtskrubbing, amin-skrubbing og membranseparasjon, se Figur 11. Membranteknologien er hovedsakelig i bruk på mindre anlegg.

Figur 11: Oppgraderingsteknologier i bruk ved norske oppgraderingsanlegg for biogass. Kilder: [17]–[19]



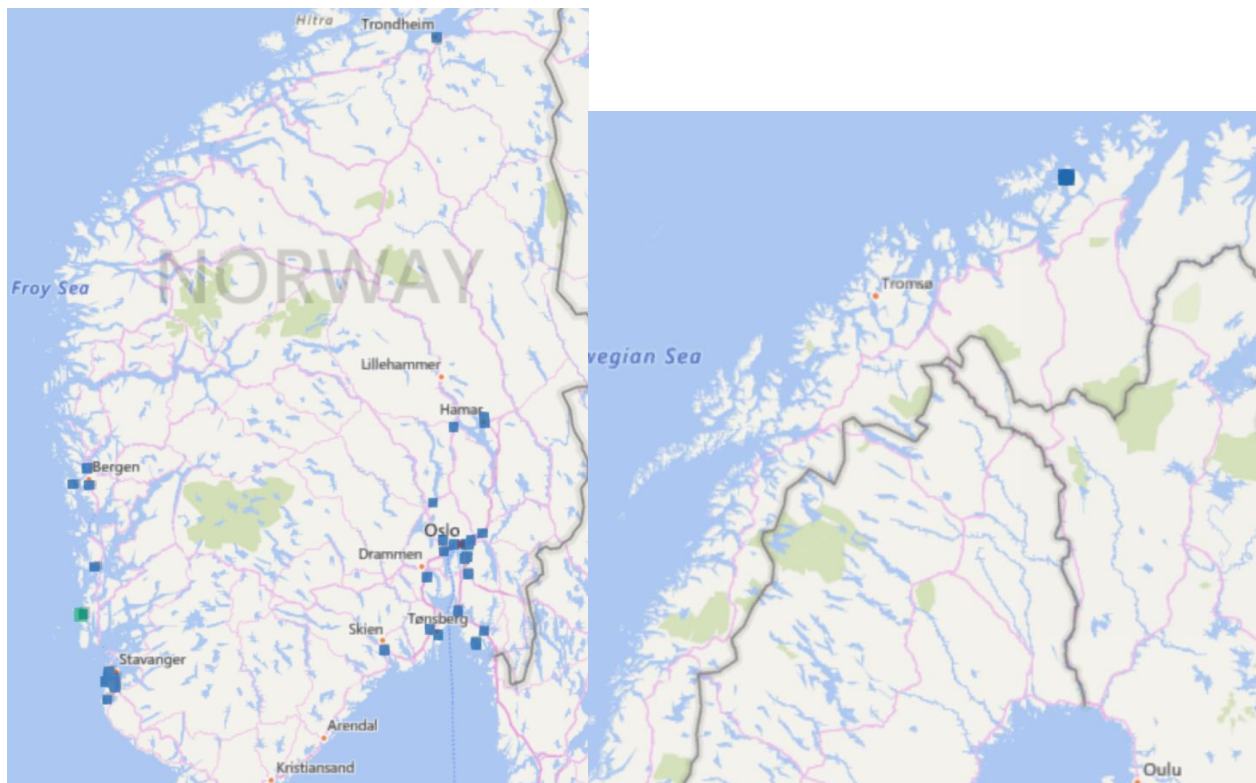


## Distribusjon

Gass distribueres enten i gassrør eller på tank til forbrukssted. For tanktransport må gassen enten komprimeres (CNG) eller kjøles ned og flytendegjøres (LNG). Oppgradert biogass, kalt biometan, har samme kjemiske sammensetning som fossil metan, som utgjør mer enn 95% av naturgass; som gjør at biometan kan distribueres sammen med naturgass. Dette er standard industripraksis i ledende biogassland, inkludert Sverige og Tyskland. I Norge er utfordringen at et slikt gassnett, med unntak av Jæren og Vestfold, er ikke-eksisterende og gassdistribusjon foregår hovedsakelig på bil, i form av CNG/CBG eller LNG/LBG; LNG er vanligst for naturgass.

Rundt 40 fyllestasjoner er i drift i Norge, se Figur 12 (detaljer er tilgjengelig i vedlegg), i hovedsak knyttet til buss- og renovasjonskontrakter i området rundt Oslofjorden, Sør-Vestlandet og Trondheim. Av stasjonene er det kun tre som leverer flytende gass (LNG og/eller LBG). AGA, eid av industrikonsernet Linde, driver rundt halvparten av stasjonene i Norge og er aktiv både på Østlandet, Vestlandet og i Midt-Norge. Shell-eide GasNor er også aktiv i flere regioner (Sør-vestlandet og Trøndelag), mens Lyse (Jæren), Skagerak Naturgass (Vestfold-Telemark), Barents Naturgass (Nord-Norge) og Sunnhordaland Naturgass, opererer regionalt begrensede fyllestasjoner. Det er også aktører som vurderer å entre det Norske markedet for distribusjon av gass til transport.

Figur 12: Oversikt over eksisterende fyllestasjoner for metan i Norge. Kilder: [20], [21]



De fleste biogassprodusentene i Norge har inngått avtale med spesialiserte aktører om distribusjon, markedsføring og salg av biogass, men det er også eksempler på at produsenter selger biogass ved produksjonsstedet; for renovasjonsbiler kan dette være praktisk.

## Produksjon av biogjødsel

I tillegg til biogass er det andre hovedproduktet fra biogassanlegg et biologisk slam kalt biorest, som kan brukes direkte som gjødsel eller oppgraderes til høykvalitet biogjødsel-produkt. Når biorest erstatter kunstgjødsel gir dette en positiv klimaeffekt, og kommersialisering av biogjødsel er en mulig inntektskilde for biogassprodusenter [22]. Det finnes norske eksempler på at biogassprodusenter har innledet samarbeid med spesialiserte biogjødselprodusenter og -distributører for å øke verdien på bioresten. Eksempelvis samarbeider IVAR IKS i Rogaland med HØST (se boks om HØST nedenfor).

Foreløpig er den reelle inntjeningen fra salg av biogjødsel begrenset. Biogassprodusenter flest er i dag tilfredse om de slipper utgifter ved å bli kvitt bioresten og man må i mange tilfeller betale for å bli kvitt denne, e.g. transportutgifter [23].

Noen aktører får betalt for oppgradert biogjødsel basert på biorest. Eksempelvis har Greve biogass avsetning på sin biogjødsel til landbruket. Romerike biogass har avsetning både ved direktdistribusjon til



bønder og gjennom Felleskjøpet. De fleste som behandler avløpslam distribuerer via HØST, og IVAR har samarbeid med HØST med gjødselproduktet MINORGA.

Mengde og kvalitet vil avhenge av råmateriale – noe av denne kan være svært næringsrik gjødsel. Den tilfører viktige næringsstoffer til jorda og minsker behovet for kunstgjødsel (og reduserer klimautslipp knyttet til produksjon av denne). I dag er det få insentiver til å ta i bruk slike produkter, og etterspørselen etter biprodukter er derfor per i dag liten. En av forklaringene på lav etterspørsel er manglende insentiver og gjeldene gjødselsvareforskrift (nå under revisjon, se vedlegg). Generelt er det slik at brukere/gårdeiere som tar imot gjødsel ikke betaler for dette, og distribusjonskostnaden bæres av biogassprodusenten.

### **HØST – Verdien i Avfall**

HØST er Norges største håndterer av slam, biorest og kompost fra offentlig eide anlegg. Ca. 100.000 tonn organisk avfall blir årlig gjenbrukt gjennom HØST og GRØNN VEKST som gjødsel til landbruket eller som jordprodukter.

HØST har inngått samarbeid med IVAR IKS om produksjon og kommersialisering av biogjødsel basert på IVARs biogassanlegg i Rogaland. Dette danner grunnlaget for produksjon av MINORGA®, et mineralorganisk gjødselprodukt som i dag hovedsakelig eksporteres til Vietnam, der betalingsvilligheten for organisk gjødsel er god nok til å oppnå lønnsomhet på produksjonen. I Norge har interessen for organiske gjødselprodukter til nå vært lav.

HØST er opptatt av å bedre forvaltningen av næringsstoffer. Kun halvparten råmaterialet/avfallet utnyttes til å produsere biogass med dagens teknologi – den andre halvparten går tapt (blir en del av bioresten). Paradokset er at aktører som selv er orientert mot foredling av avfall ved produksjon av biogass som regel ser på bioresten fra sin egen prosess som et avfallsstoff en må «bli kvitt». Høst mener derfor det er behov for å tenke mer industrielt og produsere gjødselprodukter som markedet faktisk etterspør: produkter med optimalisert funksjonalitet for ulike bruksområder [23].



I tillegg til muligheter for inntjening på biogjødsel fra bioresten er det mulig å kommersialisere CO<sub>2</sub> separat i oppgradering av biogass. Det enkleste er å selge ren CO<sub>2</sub> for anvendelse i for eksempel matindustrien, der CO<sub>2</sub> blant annet brukes til karbonering av vann eller i pakking av kjøtt og fisk. Her er det utfordrende å få betalt på grunn av høy tilgang på CO<sub>2</sub> fra industri, samt at det kan være utfordrende å møte industriens høye krav til renhet.

Det er også mulig å benytte CO<sub>2</sub> fra biogassen som innsatsvare for produksjon av nye produkter. For eksempel samarbeider Biokraft AS med SINTEF havbruk om å utvikle teknologi for å dyrke alger som så kan benyttes som substrat for biogassproduksjon. Prosjektet er foreløpig i en tidlig fase og det gjenstår å demonstrere inntjeningspotensialet [24]. Produksjon av metan ved hjelp av metanisering av CO<sub>2</sub> fra biogass og hydrogen fra elektrolyse er et annet alternativ.

### Kostnader ved produksjon og leveranse av biometan til transport

Det er store variasjoner i produksjonskostnader i Norge, og faktorer som anleggstype, størrelse, råstoff-kostnad (om man får betalt eller må betale for råstoffet) gir utslag i disse kostnadsvariasjonene. Om gassen skal oppgraderes øker investeringskostnaden betydelig. Tilgang på offentlige kostnadstall fordelt på de ulike elementene i produksjonskjeden er begrenset. Vi har derfor foretatt egne beregninger basert på offentlig tilgjengelig informasjon og benyttet relevant informasjon fra i andre land, inkludert Sverige og Danmark. For beregningene har vi antatt økonomisk levetid på 20 år, 5% i kalkuleringsrente 0,85 kroner per kWh elektrisitet og for øvrig brukt standard driftskostnader for nordiske anlegg [25]–[27]. Analysen er presentert i Tabell 3, etterfulgt av en gjennomgang av de underliggende vurderinger og analyser.

Tabell 3: Estimerte kostnader for produksjon, oppgradering og distribusjon av biogass. Alle tall i NOK/MWh.

Kostnadsnivå (NOK/MWh biogass)	Komprimert gass (CBG)		Flytende gass (LBG)	
	Lav	Høy	Lav	Høy
<b>Biogassproduksjon</b>	<b>160</b>	<b>800</b>	<b>160</b>	<b>800</b>
<i>Råstoff</i>	-150	300	-150	300
<i>Anaerobisk nedbrytning</i>	310	500	310	500
<b>Biometanproduksjon</b>	<b>263</b>	<b>487</b>	<b>283</b>	<b>481</b>
<i>Oppgradering</i>	133	231	133	231
<i>Komprimering</i>	130	255		
<i>Flytendegjøring</i>			150	250
<b>Distribusjon på bil, 100 km</b>	<b>100</b>	<b>140</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
<b>Fyllestasjon</b>	<b>37</b>	<b>64</b>	<b>22</b>	<b>40</b>
<b>Total produksjonskostnad</b>	<b>560</b>	<b>1 491</b>	<b>475</b>	<b>1 341</b>

Kilder: Enova og egen analyse.

#### **Biogassproduksjon**

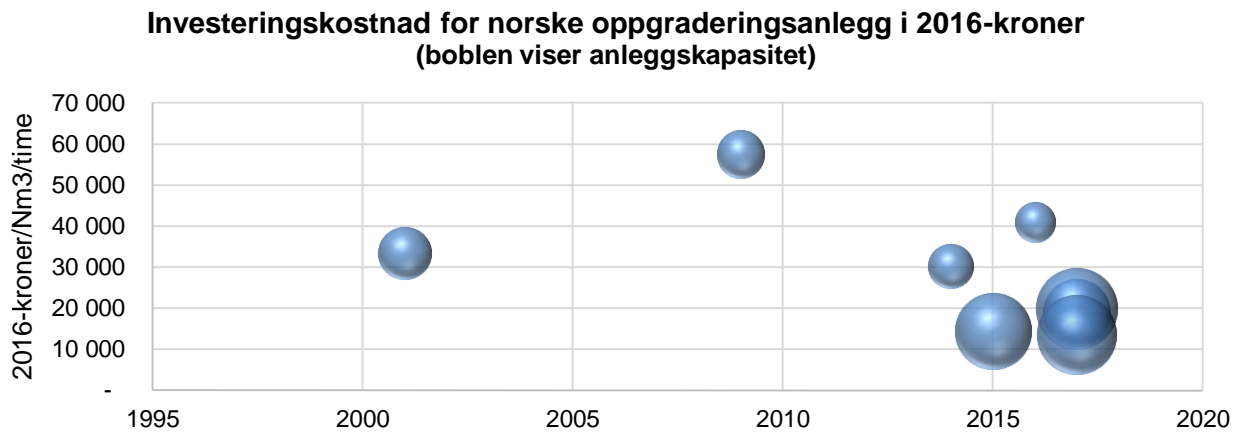
Biogassanlegg basert på behandling av avløpsslam og organisk avfall får som regel betalt for å motta råstoffet (avfall), noe som gir utslag i negative kostnader for råstoff. Biogassanlegg drevet av (inter-) kommunale renovasjonsaktører er eksempel på slike anlegg. Andre anlegg må belage seg på å betale for råstoffet. Biokraft AS, som er i ferd med å oppføre et biogassanlegg på Fiborgtangen i Nord-Trøndelag, er et eksempel her. Ulempen ved å måtte betale for råstoffet motveies av at utbyttet fra slikt råstoff normalt blir bedre ved at man kan optimere biogassprosessen.

Vi har ikke hatt tilgang til spesifikke tall for kostnadsnivået for råstoff til de norske anleggene, men har gjort en analyse basert på tall blant annet fra Danmark; der det er kjent at danske biogassanlegg tilbyr opptil 300 kroner per tonn for biogasssubstrat, inkludert transportkostnader. For biogassanlegg som benytter råstoff produsert i egen bedrift, som eksempelvis er tilfellet for Borregaard, er den reelle råstoffkostnaden vanskelig å få øye på ettersom det ikke foregår en finansiell transaksjon mellom uavhengige aktører. De store variasjonene i råstoffkostnad gjør at kostnaden for produksjon av biogass varierer betydelig – vi vurderer at de norske anleggene ligger på mellom 160 og 800 NOK per MWh rå biogass.

#### **Biometanproduksjon (oppgradering og komprimering eller flytendegjøring)**

En betydelig andel av kostnadene for oppgradering avhenger av anleggenes kapitalkostnad, som igjen avhenger av anleggets størrelse. Figur 13 viser investeringskostnadene, angitt i NOK per Nm<sup>3</sup> per time kapasitet, for norske oppgraderingsanlegg der data er tilgjengelig; boblens størrelse viser anleggenes kapasitet. Tallene inkluderer selve gasseparasjonsanlegget men ikke grunnarbeider eller kompresjonsanlegg. Utfra tallgrunnlaget kan det se ut til at investeringskostnaden er på vei ned, men mer informasjon er nødvendig for å trekke klare konklusjoner. Videre ser vi at anleggets størrelse reduserer kostnaden (se mer om dette senere).

Figur 13: Estimerte investeringskostnader etter størrelse (boble) og over tid (inflasjonsjustert) i Norge



Kilde: Egen sammenstilling basert på [19], [28].

Når gassen er oppgradert står valget mellom komprimering eller flytendegjøring. Komprimering er som tidligere nevnt den vanligste strategien i Norge, som henger sammen med at biogass i Norge i hovedsak har blitt distribuert til bybusser og renovasjonsbiler i biogassanleggenes nærmiljø.

Offentlig tilgjengelig informasjon om et anlegg på størrelse med et gjennomsnittlig norsk oppgraderingsanlegg (rundt 850 Nm<sup>3</sup> biogass/time) viser at den spesifikke investeringskostnaden er på rundt 19.000 kroner per Nm<sup>3</sup> rå biogass per time kapasitet, mens den spesifikke investeringen for kompressor- og lagringsanlegget er på rundt 20.500 kroner per Nm<sup>3</sup> per time.

Det er kjent at det nevnte anlegget i begynnelsen ikke skal benytte mer enn rundt en tredjedel av anleggets totale kapasitet. Dette betyr at produksjonskostnaden i utgangspunktet blir relativt høy, 231 og 255 kroner per MWh for henholdsvis oppgradering og komprimering, totalt 484 kroner per MWh. Dette er kun kostnaden for oppgradering og komprimering og kostnader for produksjon og distribusjon av gassen kommer i tillegg.

Økt utnyttelse av anlegget vil redusere kostnaden betydelig. Dersom anlegget doubler produksjonen, noe det er tilstrekkelig kapasitet til, synker oppgraderings- og komprimeringskostnaden til henholdsvis 133 og 152 kroner per MWh biometan, 285 kroner totalt. Denne kostnaden er tilnærmet lik kostnadsnivået i litteraturen for nordiske anlegg [19], [26], [27].

Alternativt kunne gassen gjøres flytende (fryses). Dette krever mer energi enn komprimering, og slike anlegg har normalt en høyere investeringskostnad enn komprimeringsanlegg – som gir kombinert større produksjonskostnad. Det er kun ett anlegg i Norge som har installert anlegg for flytendegjøring av biometan, og anlegget har grunnet tekniske igangkjøringsutfordringer ikke vært i stabil drift. Det er også et stort biogassanlegg under oppføring der gassen skal gjøres flytende. Når dette anlegget er i full drift – etter planen i 2020 – vil det etter våre beregninger kunne ha en produksjonskostnad på rundt 780 kroner per MWh. I motsetning til kostnaden for komprimeringsanlegget nevnt ovenfor inkluderer denne kostnaden også råstoff og selve biogassproduksjonen.

#### **Distribusjon av komprimert eller flytende gass**

For biogassanlegg i områder der gassrør er tilgjengelig, slik som på Jæren, er rørdistribusjon det mest økonomiske alternativet. Vi har ikke innhentet tallgrunnlag for de norske gassnettene, men analyser fra Sverige støtter denne analysen [27]. Det foreligger ikke planer om signifikant utvidelse av gassnettet i Norge, og distribusjon av biogass vil derfor måtte skje på tank.

I valget mellom komprimering og flytende er *størrelse* på anlegg og marked, *distanse* og *geografisk spredning* av kunder viktige faktorer. Komprimeringsanlegg er rimeligere både i etablering og drift enn fryseanlegg, men flytende gass er grunnet høyere energitetthet betydelig rimeligere å transportere og lagre enn komprimert gass. Videre har kjøretøy drevet på flytende gass lengre rekkevidde, ettersom det er plass til 3-4 ganger mer energi ombord. For langdistanse tungtransport, som av bransjen ses på som et viktig vekstmarked, er flytende gass tilgjengelig. Flytende gass er et mer fleksibelt produkt enn komprimert gass, og med bedre teknologi og økt etterspørsel i langdistansetransport er det sannsynlig at produksjonen av flytende gass vil stige.

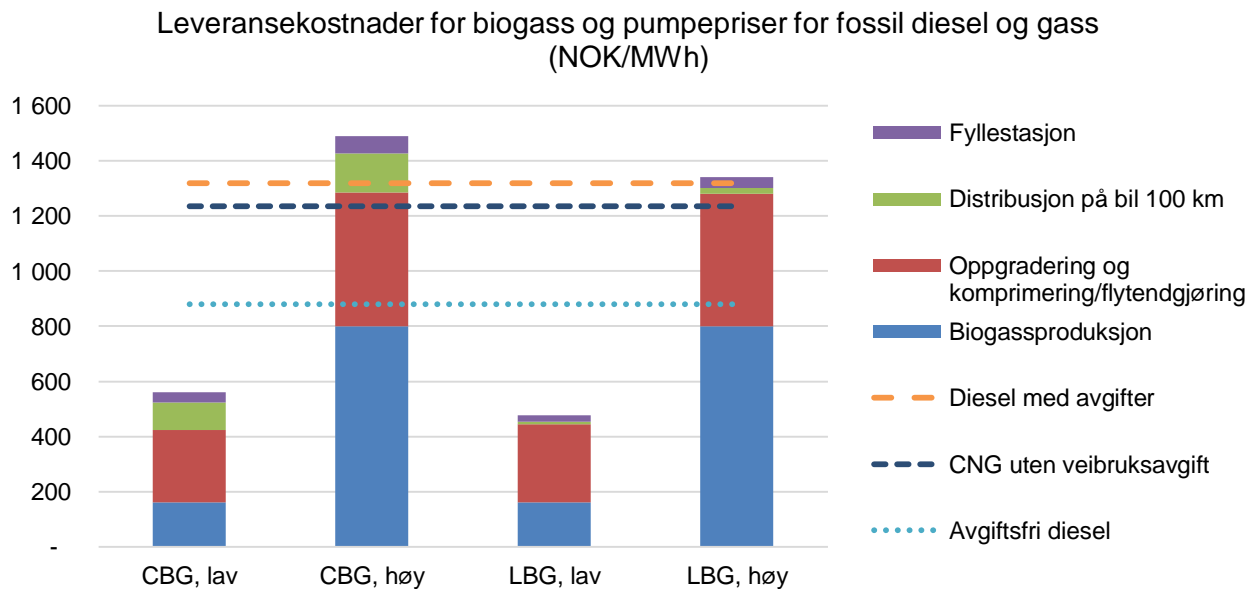
**Basert på publisert litteratur [27], [29] vurderer vi at kostnadsnivået for distribusjon av komprimert gass på bil over 100 km er mellom 100 og 140 kroner per MWh, mens tilsvarende kostnad for flytende gass er mellom 10 og 20 kroner per MWh.**

### Fyllestasjoner

Generelt har det vært lite konkurranse i distribusjonsleddet, men noen flere aktører har kommet til i løpet av de siste årene. Det eksisterer per i dag ikke et felles norsk biogassmarked og prisen bestemmes som regel gjennom bilaterale forhandlinger. Vi har ikke hatt tilgang til norske tall for kostnadene ved etablering og drift av norske fyllestasjoner for biogass. På den annen side betyr den relativt lave omsetningen av gass til kjøretøy at det kan være vel så relevant å vurdere distribusjonskostnadene i Sverige. Stasjoner for flytende gass kan grunnet rimeligere lagring levere betydelig større kvanta gass enn stasjoner for komprimert gass, som gjør at kostnaden per levert energienhet blir lavere. Som vist i Tabell 3 er kostnaden knyttet til fyllestasjon en relativt liten andel av totalen og er derfor mindre relevant.

Nedenfor har vi sammenlignet kostnader ved leveranse av biogass med dagens pumpepriser for diesel og gass i Norge. Her ser vi at biogass burde kunne være konkurransedyktig med både diesel og komprimert naturgass (CNG) når disse er avgiftsbelagt (merk at CNG er beskattet med CO<sub>2</sub>-avgift men ingen veibruksavgift, se avsnitt 3.1). Avgiftsfri diesel (pris til anleggsbiler og – maskiner) er naturlig nok billigere i utsalg, men det ser ut til at for eksempel LBG fra eksempelvis Biokrafts anlegg under optimale forhold kan være konkurransedyktig selv mot avgiftsfri diesel. Denne sammenligningen er imidlertid ikke komplett, ettersom det er forbundet kostnader med distribusjon og fylling av biogass – disse er allerede inkludert i pumpeprisen for de øvrige drivstoffene.

Figur 14: Leveransekostnader for biogass sammenlignet med pumpeprisen for diesel og CNG.



Kilde: egen analyse.

### 3.3 Oppsummert: Markedet for biogass til transport i Norge

#### **Etterspørsel**

- Antall gassdrevne kjøretøy i Norge er lav, med noe vekst (økning fra 250 i 2008 til nesten 1500 i 2016). Bybusser og renovasjonsbiler er de viktigste segmentene, men økningen har de siste par årene vært størst innen varebiler og lastebiler. Innen personbiler er antallet fallende
- Vi ser en økning i tilbudet av gassdrevne kjøretøy, spesielt innen vare- og lastebiler
- Av eksisterende brukere ser vi sterk konkurranse både fra biodiesel (billigere, og «godt nok» med innføring av EURO VI) og el (betraktet som «nullutslipp»), og biogass ses ofte på som en «mellomløsning»
- Med bedre kjøretøy og økt fokus på langdistansetransport er det sannsynlig at etterspørselen etter flytende gass vil øke

#### **Tilbud**

- Vi ser ikke knapphet på råstoff, både grunnet forventninger om økninger i volum samt effektivitetsforbedringer
- Total produksjonskapasitet for anlegg som er i drift eller vil være det ved utgangen av 2017 er ca. 920 GWh. Betydelig ledig kapasitet i eksisterende anlegg per i dag
- Oppgradering av biogass til biometan har økt betraktelig i omfang, fra ett anlegg i 2008 til fjorten i 2017. Oppgraderingskapasiteten dekker rundt 76 % av biogassproduksjonskapasiteten
- Distribusjon av biogass skjer i dag ved i underkant av 40 fyllestasjoner, stort sett i forbindelse med leveranse til flåtekjøretøy på anbudskontrakter
- Mens komprimert gass (CNG/CBG) har vært dominerende til nå er det økende fokus på flytende gass både på tilbuds- og etterspørselssiden
- Innen distribusjon er dominerer AGA, men noen flere aktører har kommet til de siste årene (økt konkurranse)
- Store variasjoner i produksjonskostnader avhengig av faktorer som anleggstype, størrelse, råstoffkostnad
  - Egne beregninger viser at kostnader for biogassproduksjon ligger på mellom 160 og 800 NOK per MWh rå biogass
  - Kostnaden for oppgradering ligger på nivå med kostnadene i Sverige, men lav utnyttelsesgrad gir økte kostnader per MWh
  - Kostnaden for flytendegjøring er noe høyere enn komprimering ved mindre anlegg og noe lavere ved større anlegg. Skalafordelene er betydelige for flytendegjøring
  - Høyere energitetthet og rimeligere lagring gjør flytende gass til et mer fleksibelt produkt enn komprimert gass, og med økt etterspørsel i langdistansetransport er det sannsynlig at produksjonen av flytende gass vil stige
  - Inntjening fra salg av biogjødsel er i dag begrenset, og avhending av bioresten er i de fleste tilfeller en utgiftspost



## 4 Status og trender globalt

Dette kapitlet starter med en oversikt status og trender på henholdsvis etterspørsels- og tilbudssiden, etterfulgt av en oppsummering av hovedfunn fra dette kapitlet.

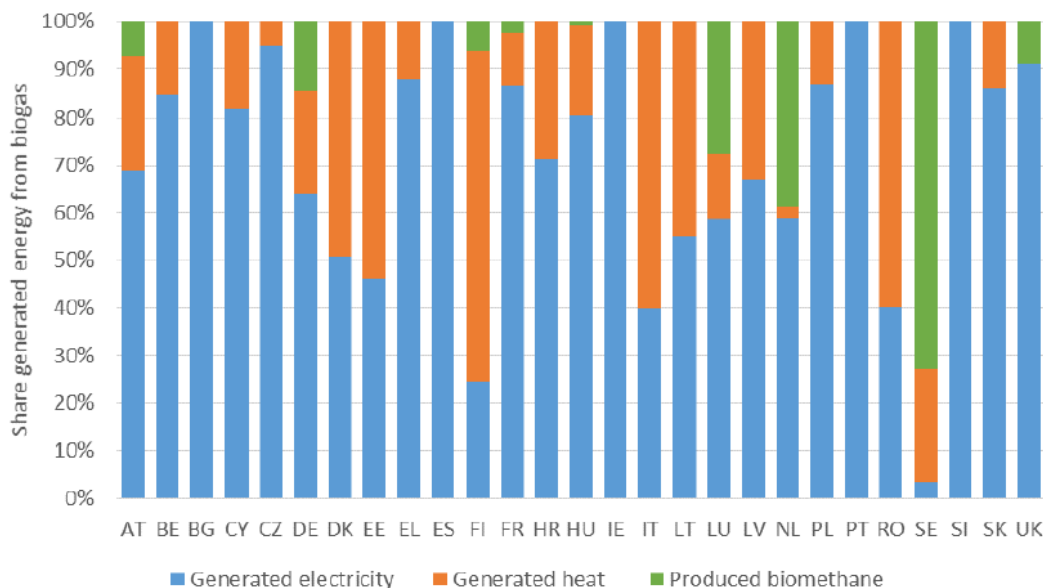
### 4.1 Etterspørsel

#### Bruk av biogass - generelt

For EU som helhet er mesteparten av produsert biogass brukt til kraftproduksjon (62%), etterfulgt av varme (27%). Oppgradering til biometan, for direkte bruk i transportsektoren eller innmatet i naturgassnettet, utgjør omkring 11% av produsert energi fra biogass.

I Figur 15 viser de grønne stolpene oppgradert biogass (produced biomethane) andelen som kan brukes til transport og/eller sendes inn i gassrørsystemet. De blå stolpene viser andel brukt til kraft og de røde andel brukt til varme. Denne er vanligvis lokal og ikke oppgradert (altså lavere kostnader i kjeden, men også lavere salgsværdi). Av våre naboland ser vi at Finland og Danmark tidligere satset mye på kraft/varme, mens de fleste anlegg som oppføres nå inkluderer oppgradering. I Sverige oppgraderes mesteparten av gassen og brukes til transportformål.

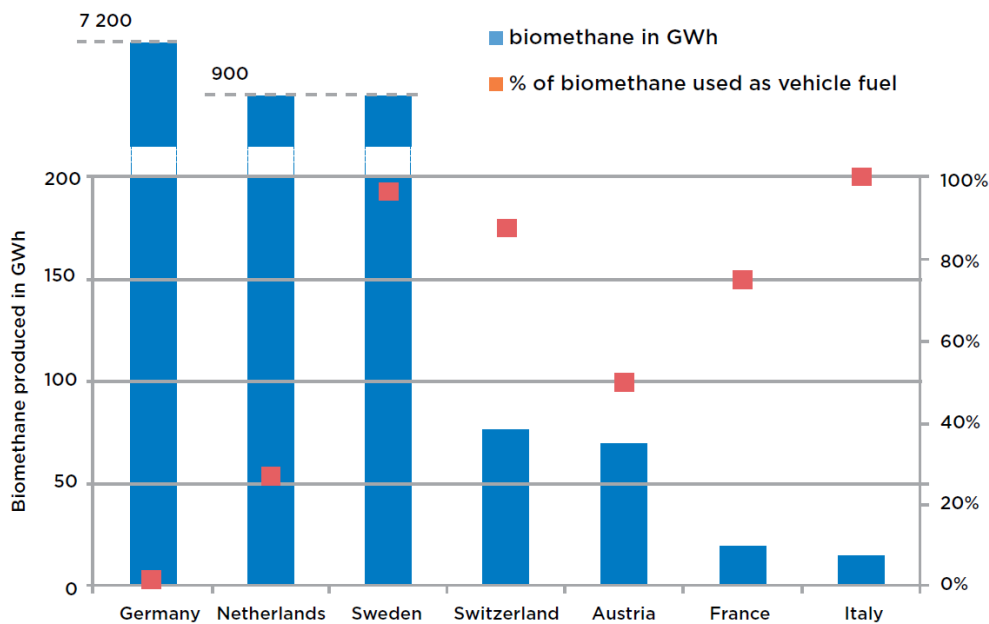
Figur 15 Bruksområder for biogass – per (EU) land. Kilde: [30]



#### Bruk av biogass til transport

Bruk av biogass til transportformål (både andel av totalproduksjon og som del av transportflåten) varierer betydelig mellom land – blant annet på grunn av forskjeller i preferanser, støttemekanismer og andre regionale karakteristika (eksempelvis modenhet av naturgassmarkedet). I mange land har vi sett en økning av biogass i transportsektoren, ofte drevet av behov for å kutte utslipp og/eller redusere problemer med lokal luftforurensning. Global andel av biogass brukt i transportsektoren vokser gradvis, men er svært liten (<1%). Tyskland dominerer (i absolutte tall) biogassproduksjon, men andelen biogass til transportformål er lav i forhold til andre bruksområder, blant annet på grunn av feed-in tariffen for fornybar kraft. Sverige derimot, var tidlig ute med tiltak for å redusere utslipp fra transportsektoren og omtrent all produsert biogass brukes i denne sektoren (se vedlegg). Sverige importerer i tillegg biogass fra andre land med sertifikater gjennom gassrørsystemet. I mange land er samhandlingen mellom natur- og biogass økende, og innmating av biogass i allerede eksisterende infrastruktur for naturgass øker i eksemplvis Frankrike, Danmark og Storbritannia. En oversikt over biogass brukt i transportsektoren, som andel av totalproduksjon, hentet fra IRENAs rapport *Biogas for road vehicles* (mars 2017)[13], er illustrert nedenfor:

Figur 16: Biogassproduksjon i noen europeiske land – og andel brukt som drivstoff



### Globale trender - etterspørsel

Eksisterende muligheter og barrierer for økt bruk av biogass til transport i Norge avhenger i betydelig grad av globale trender, både på forsyningssiden og etterspørselssiden. Disse kan gi en pekepinn på muligheter og barrierer for markedet for biogass til transport i Norge, og gir samtidig grunnlag for å vurdere kostnadsbildet i Norge i forhold til andre land.

Videre påvirkes mulighetene for biogass av utviklingen i andre teknologispør. For eksempel vil utviklingen av verdikjeder for naturgass til transport positivt påvirke mulighetene for biometan, som er kjemisk ekvivalent med metanen i naturgass. På den andre siden vil utviklingen av alternative transportløsninger kunne gi biogass økt konkurranse om markedet. For eksempel møter biogass raskt voksende konkurranse fra elektrisitet som det prefererte drivstoffet for bybusser, som tradisjonelt har vært biogassens viktigste transportmarked, mens siste generasjon avgassrenseteknologi innført for å møte EURO VI-standarden utligner gassbusser sitt fortrinn over dieselbusser i forhold til NOx- og partikkelutslipp.

### Fallende eller stagnerende naturgassetterspørsel i Europa, lavere priser enn forventet

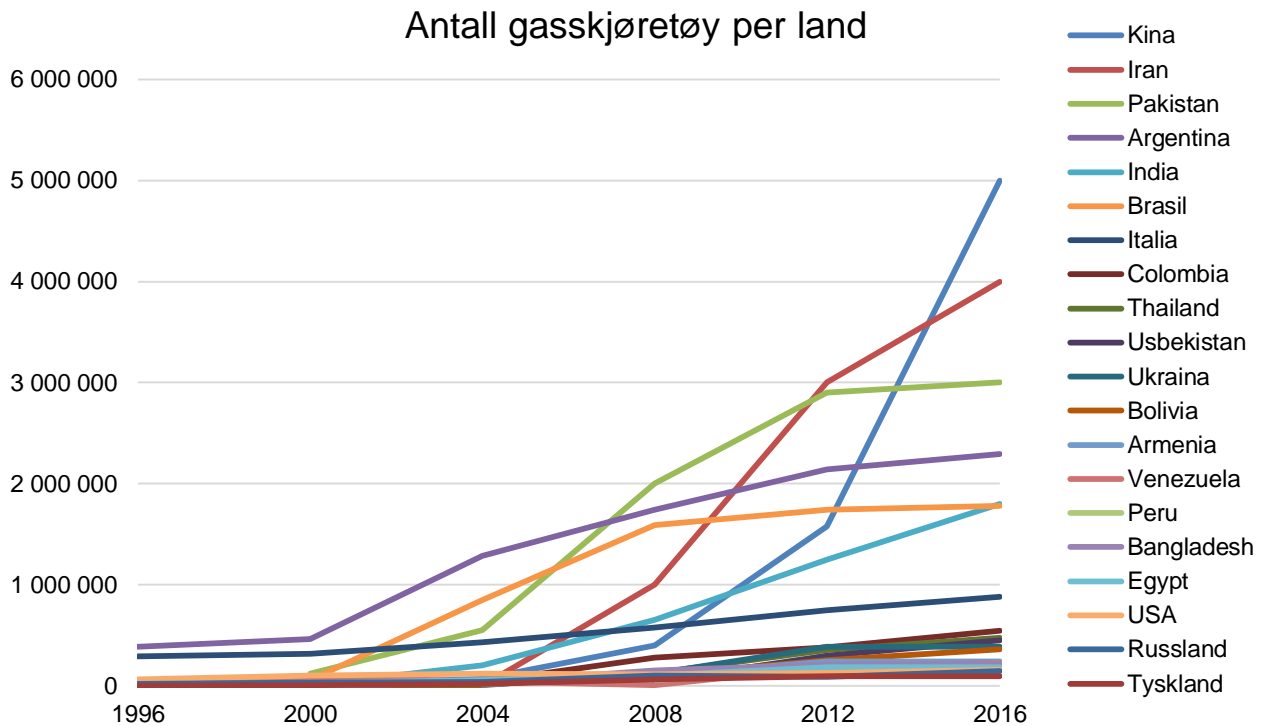
Utsikter til gassetterspørsel i EU fremover er synkende – med få unntak (Polen og kanskje Spania). Vi ser at stadig flere land ønsker å redusere import av fossil energi og øke egenproduksjon, særlig av fornybar energi. Det øker produksjon av biogass, og denne blandes ofte inn i naturgassnettet og selges med «opprinnelsesgarantier». Noen land har skrevet lange importkontrakter for gass og selger denne videre til andre land nå, altså er det et overlevert marked med fallende priser. Dette åpner for nye bruksområder, særlig til transport og skipsbunkring. For Norge kan dette gi lavere inntekter enn tidligere forventet fra oljebransjen. Samtidig vil det gi mulig læring og billigere teknologi for biogass bruk, regulering, produksjon og prising.

National Grid (nettoperatør for gass og kraft i UK) la i juli frem fire scenarier for gass, der alle viser sterk vekst i gass til tungtransport (se vedlegg). Biogass er forventet å øke, både innen transport og oppvarmingsmarkedet.

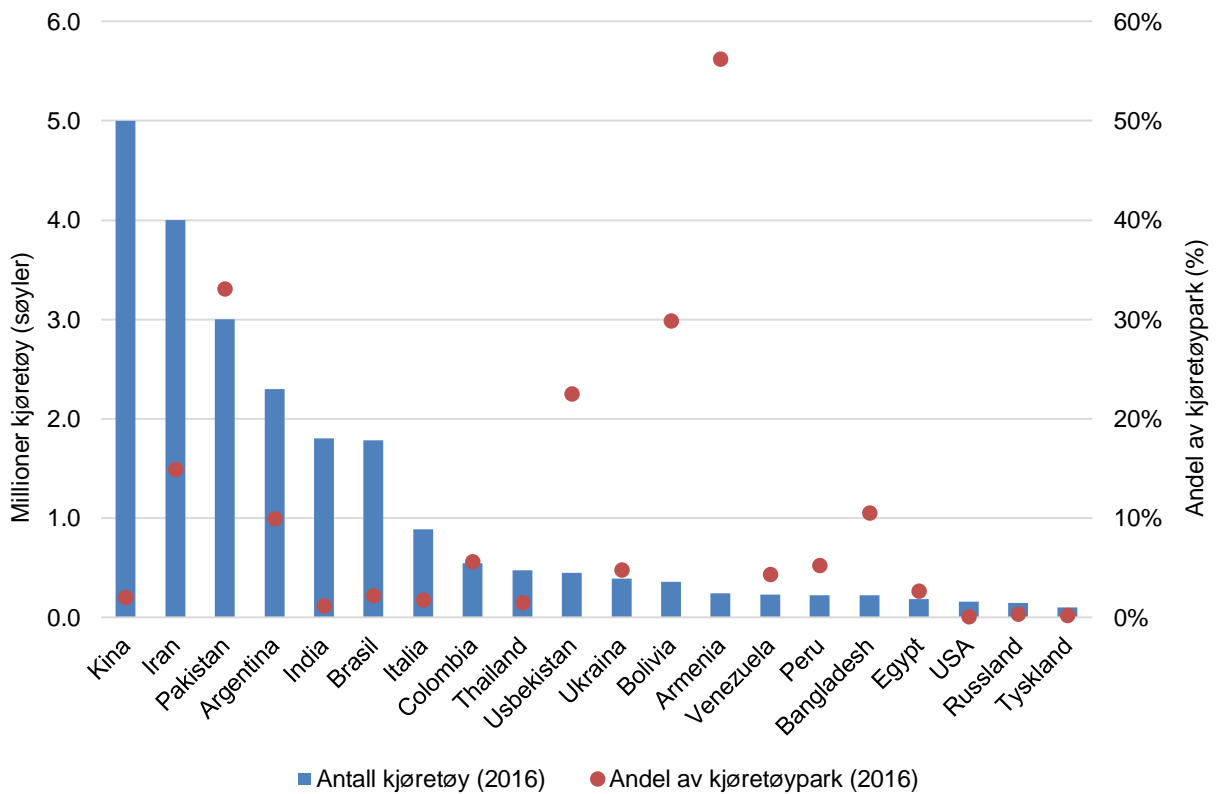
### Gassbiler – global utvikling

Mange land har, i motsetning til Norge, godt utviklede naturgassmarkeder – og bruk av biogass til transport blir enklere å gjennomføre når landet allerede har gassbiler (NGV) og fyllestasjoner for gass der biogass lett kan blandes inn. Av de største 20 markedene for gassbiler er mange gassprodusenter [31], [32]. En oversikt over gassbiler og markedsandeler er vist nedenfor. Viktigere er kanskje at flere av landene også er bilprodusenter og vil bidra til flere bilmodeller som bruker gass/biogass og teknologiutvikling som kan redusere priser (særlig i Kina).

Figur 17: Antall gasskjøretøy per land 1996-2016 Kilde: [31]



Figur 18: Største markeder for gasskjøretøy og andel av total kjøretøypark. Kilde: [31]



**Økt fokus på sirkulærøkonomi**

Vi ser økt fokus på bedre utnyttelse av ressurser, og både handlingsplaner og strategier utvikles for å kunne bidra til dette. En vesentlig del av dette arbeidet er strengere krav til utsortering av avfall, og dette kan bidra til bedre tilgjengelighet av råvarer for biogassproduksjon.

### **Økt fokus på livssyklusanalyser (og rapportering)**

Vi ser økende klima- og miljøbevissthet generelt – både hos brukere og investorer, og flere er opptatt av klimaavtrykket fra hele livssyklusen for produktene de bruker (fra produksjon til sluttbruk). Et slikt fokus kan gå i favør av biogass (hvis verdikjeden er satt sammen på en bærekraftig måte). Se eksempel fra Danmark i vedlegget.

### **Økt fokus på effektivisering**

Økt fokus på effektivisering reduserer etterspørselen etter alle energiformer. Når også fossile kjøretøy blir mer effektive kan behovet for miljøvennlig drivstoff som biogass bli lavere. Samme gjelder tiltak rettet mot å redusere transportbehovet generelt (logistikk, med mer).

### **Fra «lavutslipp» til nullutslipp**

Markedene stiller i økende grad krav til nullutslippsløsninger, som kan true etterspørselen etter biogass. Kollektivtransportsselskaper som Los Angeles Metropolitan Transport Authority i USA (se vedlegg) sikter mot eliminering av utslipp, som i praksis betyr at de investerer i elektriske drivlinjer (batteri-elektriske på kort sikt, hydrogen etter hvert.) Videre ser vi et skifte mot nullutslippsoner i byplanlegging, som vil favorisere elektriske drivlinjer også innen varetransport.

### **Mer fokus på bærekraft hos private aktører**

Vi ser private aktører i økende grad er opptatt av bærekraft/å kutte utslipp. Utviklingen går stadig raskere, mange gjør mer enn det som «kreves» og bærekraft er mer forankret i selskapsstrategier og profilering. Denne utviklingen kan gå i favør av biogass.

## **4.2 Tilbudssiden internasjonalt**

### **Råstoff**

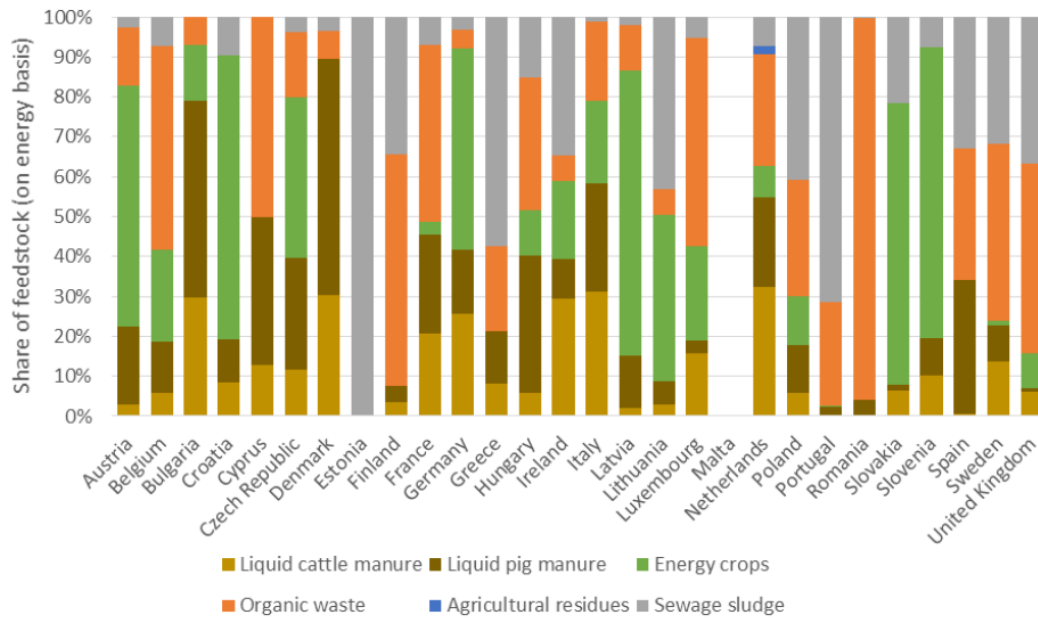
Mange ulike typer biologisk råmateriale kan brukes for biogassproduksjon, som beskrevet tidligere. Det er vanskelig å få nøyaktig informasjon om råmaterialebruk for biogassproduksjon internasjonalt, da dette ofte ikke er registrert og bruken av ulike råmaterialer ofte varierer over tid blant annet på grunn av endringer i råvarepriser og lovgivning. I studien *Optimal use of biogas from waste streams*, utgitt av EU-Kommisjonen [30], er bruken av ulike typer råmaterialer for biogassproduksjon estimert per EU medlemsland. Sammensetningen av råstoff er ulikt fordelt fra land til land, som illustrert i Figur 19.

Halvparten av biogassproduksjonen i Europa er basert på energivekster (energy crops – grønne stolper i Figur 19), etterfulgt av deponigass, organisk avfall (inkludert nærings- og husholdningsavfall), avløpslam og husdyrgjødsel. En viktig årsak til det store innslaget av energivekster er at subsidier til fornybar kraftproduksjon i Tyskland har gitt et stort innslag av biogass produsert med mais som råstoff. Dette har i likhet med førstegenerasjons flytende biodrivstoff, som sukker-basert bioetanol og matoljebasert biodiesel, blitt kritisert på grunn av konkurranse med matproduksjon [33].

Sammensetningen av råstoffet har stor betydning for biogassens livsløpsutslipp og bærekraft. Mens biogass basert på avfall som ellers ville forråtne og føre til metanutslipp kan gi netto *negative* klimagassutslipp vil produksjon basert på energivekster gi noe høyere utslipp grunnet eksempelvis lystgassutslipp og mulige indirekte arealbruksendringer.

Tradisjonelt har biogassprosjekter blitt utviklet med utgangspunkt i en eller flere lokale avfallsfraksjoner, supplert med andre råstoff etterhvert som markedet vokser. Over tid kan dermed utslippsbalansen for livsløpet gå fra negativ (unngåtte utslipp større enn utslipp fra bruk) til noe positiv (se også eksempel fra Danmark i vedlegg). Et mer integrert europeisk marked for biogass vil kunne gi mer optimal bruk av råstoffene, slik at det kan behøvet for energivekster til biogass reduseres og den helhetlige bærekraften bedres. Det er fremdeles en stor mengde avfall (med potensielle metanutslipp) som ikke utnyttes i dag. Videre ser vi, på samme måte som i Norge, at økt fokus på bærekraft (utsortering av avfall etc) vil kunne gjøre mer råstoff tilgjengelig, også internasjonalt.

Figur 19: Andel av råmaterialer til biogass (på energibasis), estimater. Kilde: [30]

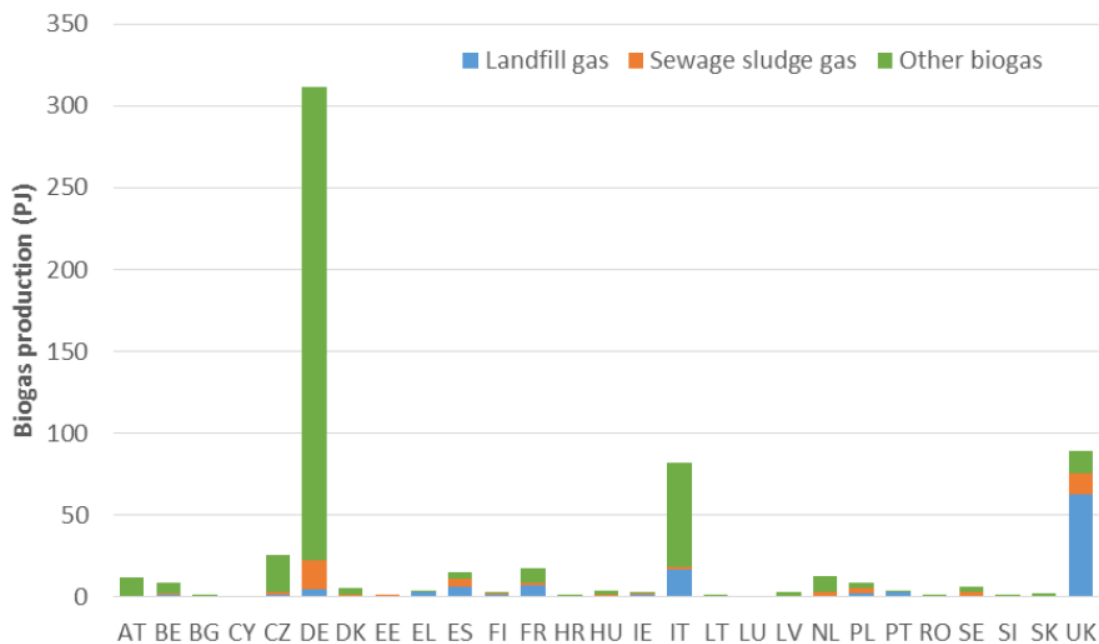


### Produksjon

Tyskland er den klart største produsenten i Europa både i antall anlegg og produksjon (50 % av totalen), etterfulgt av Italia og Storbritannia, se Figur 20. Flere land har underutviklet produksjon, delvis fordi det har vært mindre fokus på avfall og delvis fordi det har vært overflod av billig naturgass (særlig i det østlige Europa). Mer fokus på avfallsforedling og egen energiproduksjon kan gi en betydelig økning i disse landene.

I de fleste nord- og vesteuropeiske land er en betydelig andel av biogassen basert på avløpsslam og organisk avfall, mens husdyrgjødsel er en betydelig kilde i utpregede jordbruksland som Danmark, Irland, Bulgaria og Italia. I Tyskland er en stor del av biogassen produsert basert på energivækster, og i Storbritannia er innslaget av deponigass stort.

Figur 20: Biogassproduksjon i EU medlemsland i 2014. Kilde: [30]



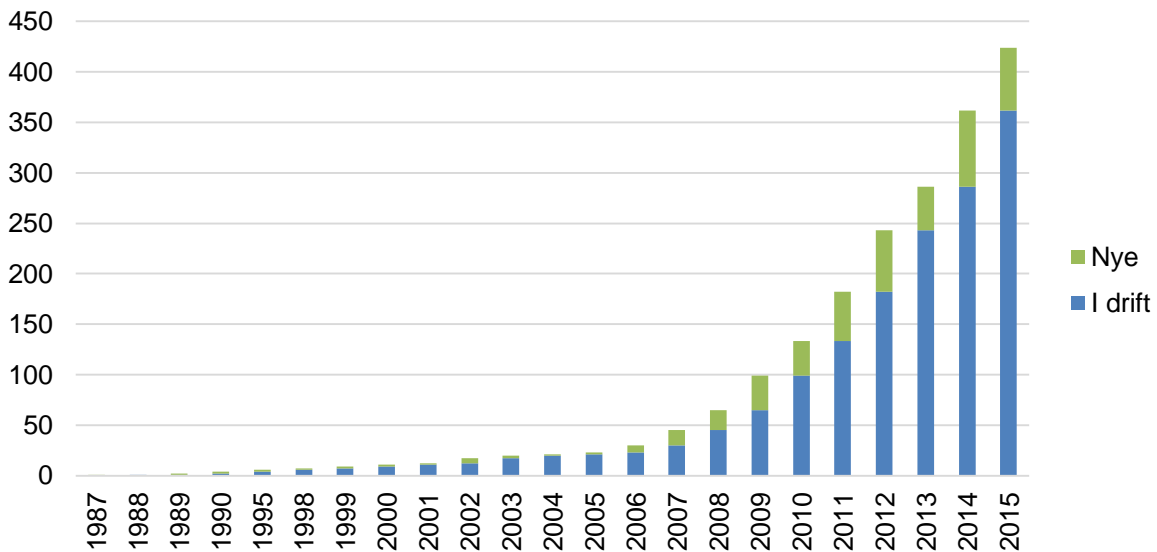
### Oppgradering til biometan

Internasjonalt er det en klar trend mot oppgradering av biogass. Mens det i 2007 kun var 30 anlegg i drift på verdensbasis hadde antallet økt til nær 500 i 2016. Et stort potensial gjenstår: kun 11% av biogassen produsert i Europa ble i 2014 oppgradert til drivstoffkvalitet [30]. Figur 22 viser alle anleggene registrert i IEA



Bioenergy Task 37s database, mens Figur 21 viser trenden i antall anlegg over tid. Merk at førstnevnte figur ekskluderer 68 anlegg i USA, Japan, Canada, Luxembourg, Kina, Spania, Island og Ungarn.

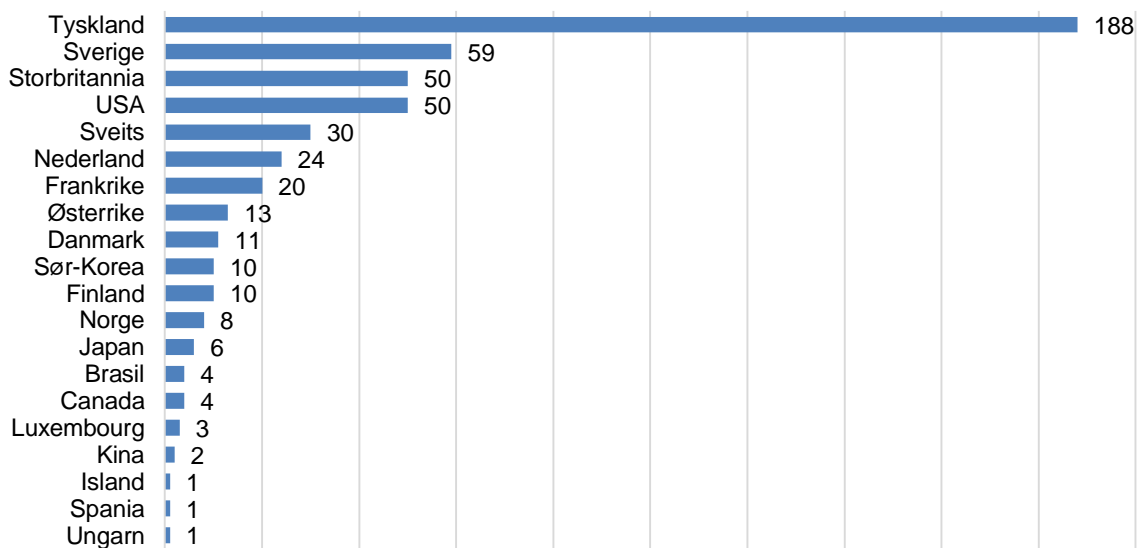
Figur 21: Eksisterende og nye oppgraderingsanlegg i IEA Bioenergy Task 37s medlemsland. Kilde: [17].



Rundt 500 anlegg for oppgradering av biogass er registrert i IEAs oversikt; denne inkluderer flere land enn de som er inkludert i Figur 21 [17]. Tyskland har med sine 188 anlegg like mange anlegg som de neste fire på listen til sammen, se Figur 22. Det gjennomsnittlige oppgraderingsanlegget i Tyskland har en kapasitet på 2537 Nm<sup>3</sup> biogass per time, og 46 av anleggene (24% av totalen) har en kapasitet på mer enn 1000 Nm<sup>3</sup> eller høyere.

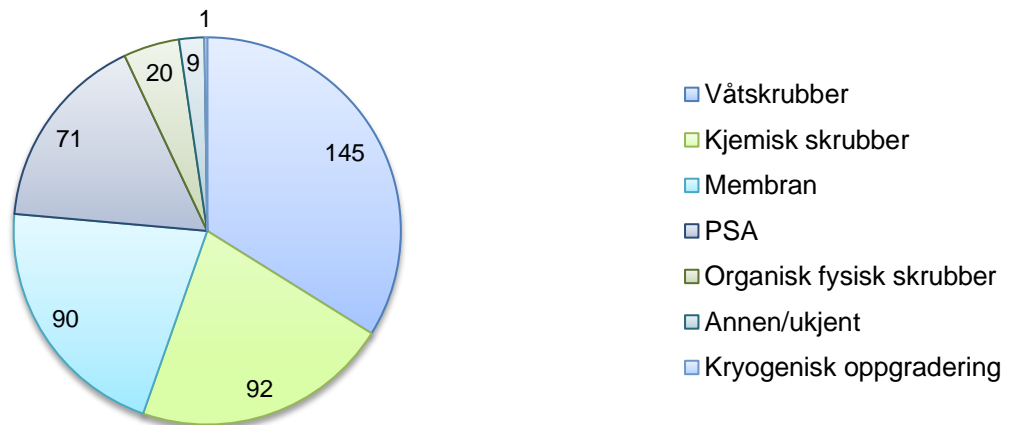
I Sverige er gjennomsnittlig kapasitet på 609 Nm<sup>3</sup> biogass per time, mens 7 anlegg (12% av totalen) har en kapasitet på 1000 Nm<sup>3</sup> eller høyere. Danmark ligger et sted i mellom Tyskland og Sverige, med en gjennomsnittlig kapasitet på 1695 Nm<sup>3</sup> biogass per time. 8 av 11 anlegg i Danmark har en kapasitet på mer enn 1000 Nm<sup>3</sup> per time. Merk at IEAs database, som er datagrunnlaget for Figur 22, ikke ser ut til å være helt oppdatert i forhold til Norge; det korrekte antallet anlegg er 12 – se Figur 10.

Figur 22: Antall oppgraderingsanlegg per land (2015). Kilde: [17]



En rekke ulike teknologier er i bruk for oppgradering av biogass globalt, men som i Norge er våtskrubbere og kjemiske (amin) skrubberer vanligst, se Figur 23. Membraner og «pressure swing absorption» (PSA) er også vanlig. Utfyllende beskrivelser av de ulike teknologiene er tilgjengelig i litteraturen, for eksempel [21] og [22].

Figur 23: Antall oppgraderingsanlegg fra IEA Bioenergy Task 37s medlemsland fordel på teknologi. [34]



### Distribusjon

Distribusjon til kjøretøy ved biogassanlegget er vanlig for eksempel for renovasjonsbiler. For de fleste kjøretøyene er det imidlertid nødvendig å frakte gassen fra produksjonsstedet til fyllestasjonene. Her er hovedalternativene rørtransport eller transport i tank på bil, tog eller båt.

Innmating i naturgassrør er normalt mest kostnadseffektivt og praktisk, og dette er vanlig der slik infrastruktur er tilgjengelig, slik som i store deler av EU og USA. Biometanen distribueres da via gassfyllestasjoner der den enten komprimeres eller gjøres flytende (fryses) og leveres til kjøretøyenes gasstanker.

Der gassnett ikke er tilgjengelig er det vanlig å distribuere gassen på bil. For eksempel er det i Sverige vanlig å distribuere komprimert gass på gasstanker («flak») på lastebil. Utfordringen med denne distribusjonsformen er at komprimert gass ikke er spesielt energitett, og kostnaden per kilometer blir høy. For eksempel inneholder gassflak brukt i Sverige to tonn med gass. Et alternativ er å gjøre gassen flytende ved å fryse den til under 162 minusgrader. Dette øker energitettheten slik at en lastebil kan levere 10-20 tonn med gass, som reduserer kostnaden per kilometer betydelig. Av denne årsak er det mer kostnadseffektivt å frakte gass over store avstander i flytende form. Ulempen er at kostnaden kan øke og at man må bygge større anlegg for å oppnå lønnsomhet. Figur 24 viser eksempler på lastebiler som leverer henholdsvis flak med komprimert gass, en container-tank med flytende gass og en dedikert tankbil for flytende gass.

Et annet moment i valget mellom komprimert eller flytende er at det er mye mer kostnadseffektivt å lagre flytende gass enn komprimert gass. Dette gir økt fleksibilitet i balanseringen mellom leveranse og etterspørsel ved at stasjonene kan bygges med større lagerkapasitet.

Figur 24: Ulike lastebiler for distribusjon av komprimert gass (venstre) og flytende gass.



Kilde: [29]

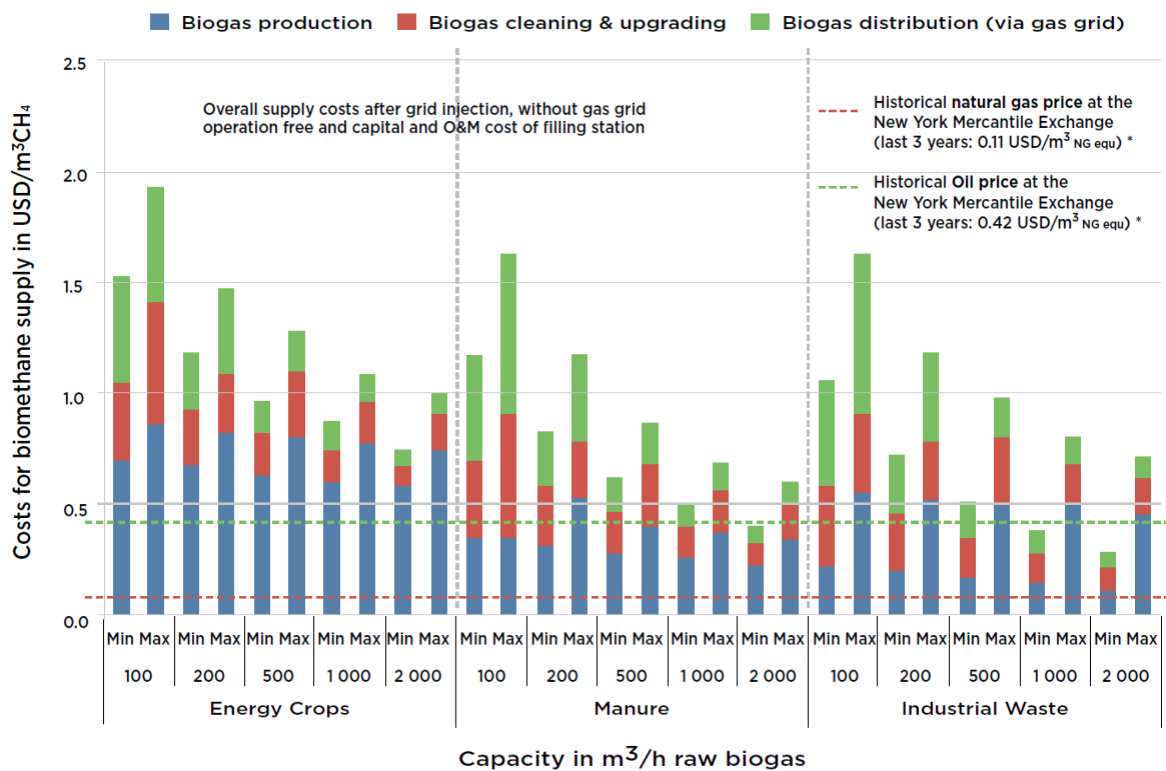
## Kostnader ved produksjon og leveranse av biogass

### Kostnad ved produksjon

Som tidligere nevnt varierer produksjonskostnaden for biogass betydelig avhengig av type råstoff og størrelse. Anlegg som behandler avløps slam og avfall kan normalt regne med betydelige inntekter i behandlingsavgift, men har som regel høyere investeringskostnader og/eller driftskostnader for forbehandling av råstoffet. Anlegg som benytter energiplanter, som alger eller stivelsesrike vekster som mais (noe som er populært i Tyskland), pådrar seg betydelige kostnader knyttet til produksjon eller kjøp av råstoffet. Store anlegg kan ha betydelig lavere investerings- og driftsutgifter men betaler til gjengjeld mer for logistikk knyttet til råstoff og bioresten.

Figur 25 viser sammenligning av totale produksjonskostnader internasjonalt, nå med distribusjon inkludert [13]. Som grafen viser, er det store variasjoner, særlig innen råvarer og distribusjon. Disse er sammenlignet med naturgasspriser og oljepriser i USA (engros). Her må det presiseres at pumpepriser er mye høyere enn engrospriser, og at norske pumpepriser er betydelig høyere enn amerikanske pumpepriser. Videre viser figuren at biogass fra avfall koster betydelig mindre å produsere enn biogass fra «energy crops».

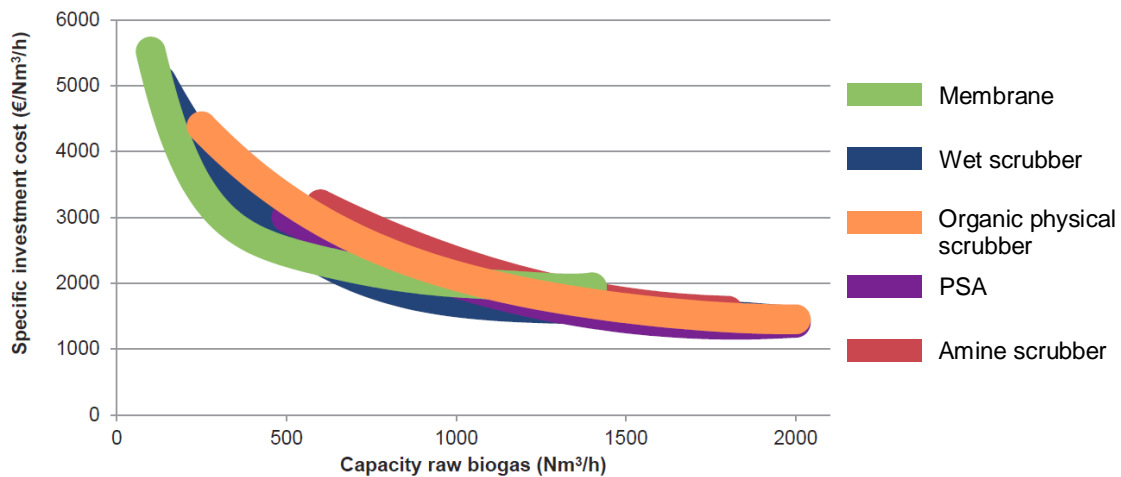
Figur 25: Totale produksjons-, oppgraderings- og distribusjonskostnader etter størrelse og råstoff. Kilde: [13]



### Kostnader ved oppgradering

Kostnaden for oppgradering av biogass til biometan er sterkt avhengig av anleggsstørrelse og teknologivalg. Med store og mellomstore anlegg (kapasitet på 500-2000 Nm<sup>3</sup> biogass i timen) er oppgraderingskostnaden mellom 0,75 og 1,60 kroner per Nm<sup>3</sup> metan, mens små anlegg på under 100 Nm<sup>3</sup> biogass i timen gir kostnader på 4 til 9 kroner. Videre innsikt kan oppnås ved å betrakte det spesifikke investeringsnivået for ulike teknologier. En gjennomgang av teknologier som er kommersielt tilgjengelige på det Skandinaviske markedet, utført av Svenskt Gasteknisk Center (SGC), viser at spesifikk investeringskostnad ligger på mellom 12.000 og 22.000 kroner for anlegg med kapasitet større enn 1000 Nm<sup>3</sup> biogass per time. Anlegg på rundt 700 Nm<sup>3</sup> biogass per time i kapasitet, som er snittstørrelsen på de norske anleggene, har ifølge denne analysen en spesifikk investeringskostnad på 18.000 til 29.000 kroner. Til sammenligning har Ecopros nye anlegg i Verdal en spesifikk investeringskostnad på rundt 19.000 kroner [28]. Dette er omtrent på nivå med de ca. 19.500 som er angitt i SGCs analyse [25]. Denne sammenligningen bør imidlertid ta høyde for at den spesifikke kostnaden for Ecopro-anlegget er beregnet basert på en produksjonskapasitet på 1000 Nm<sup>3</sup> per time biogass mens selskapet regner med å drive anlegget på 370 Nm<sup>3</sup> per time i snitt [35].

Figur 26: Spesifikk investeringskostnad for ulike oppgraderingsteknologier i Skandinavia. Kilde: [25]



I USA ser det ut til at kostnadene for oppgradering er høyere. En amerikansk analyse av ulike leverandørers priser gjennomført av Black & Veatch i 2016 fant et kostnadsnivå på mellom 2,32 og 2,90 kroner for store anlegg (1780 Nm<sup>3</sup>/time) og 4,06 og 4,36 for mellomstore anlegg (680 Nm<sup>3</sup>/time) [36]. Sistnevnte studie inkluderer kostnader knyttet til så vel teknologi som anleggs- og installasjonskostnader. Investeringskostnad er angitt til 32.000-46.000 NOK per Nm<sup>3</sup> biogass per time kapasitet.

Figur 27: Kostnader for oppgradering av biogass – skalafordeler illustrert. Kilde: [36].



**Kostnader ved distribusjon**

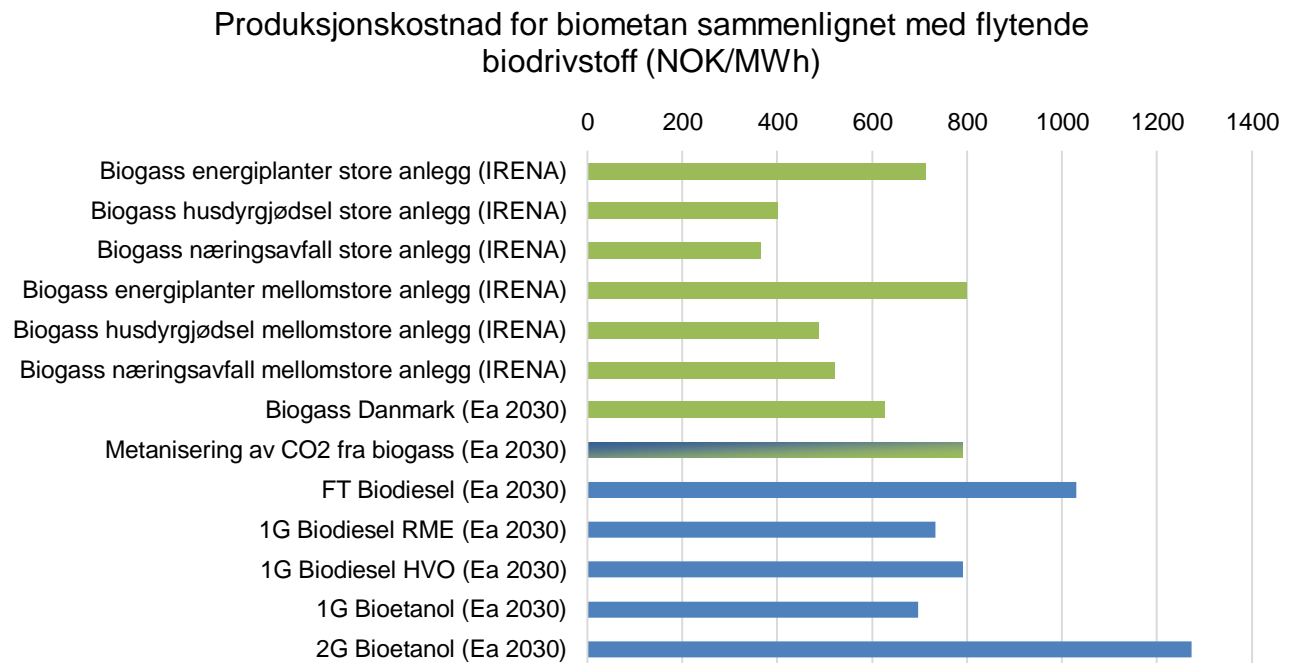
Når gassen først er flytende eller komprimert stiger kostnaden for transport på bil stort sett lineært med distansen gassen transporteres. Kostnaden per kilometer for flytende gass er grunnet høyere energitetthet lavere enn for komprimert gass. På den annen side er kostnaden for flytendegjøring av gassen normalt høyere enn for komprimering. Vanligvis kan man transportere komprimert gass inntil omkring 100 kilometer før det blir bedre økonomi i flytendegjøring.

En svensk analyse med ekstensive innspill fra industrien viste at gjennomsnittskostnaden ved transport av komprimert biometan på bil er i Sverige rundt 120 til 150 SEK per MWh, men at den i visse tilfeller kan være det opptil 360 SEK/MWh [27]. En annen sammenligning viser at kostnaden for biltransport av flytende gass koster 1/8 av biltransport av komprimert gass [29].

**Fremtidige kostnader og sammenligning med flytende biodrivstoff**

Biogass konkurrerer med flytende biodrivstoff både om råstoff og om marked. Det er derfor relevant å sammenligne produksjonskostnadene for biogass med kostnadene for ulike typer biodrivstoff. Figur 28 viser en sammenstilling av kostnadene fra IRENA-studiet referert til i Figur 25 [13] med en dansk analyse (Ea 2030) [37] av kostnadene for så vel biogass som ulike former for flytende drivstoff. Vi ser at biogass jevnt over har lavere produksjonskostnad enn flytende drivstoff, gitt de underliggende antagelsene i disse studiene.

Figur 28: Ulike kostnader internasjonalt for biogass og andre fornybare drivstoff.



Kilde: Sammenstilling av [13], [37]

### Globale trender på tilbudssiden

Økt fokus på egenproduksjon (både på grunn av handelsbalanse og fokus på arbeidsplasser) vil kunne gå i favør av biogassproduksjon.

### Mer fokus på oppgradering og drivstoffkvalitet

Med lavere kostnader på sol- og vindenergi, samt økt tilbud av fleksibilitet på brukersiden [38], får biogass stadig tøffere konkurranse på kraftmarkedet. Det er derfor en trend mot foredling av biogass til drivstoffkvalitet og distribusjon til transportmarkedet. Veksten i oppgraderingsanlegg illustrerer dette, se Figur 21.

### Ny, integrert teknologi reduserer kostnadene ytterligere

Kryogenisk oppgradering er ventet å gi kostnadsreduksjoner for produksjon av flytende biometan. Teknologien benytter differansen i frysepunktet mellom CO<sub>2</sub> og metan: man kjøler biogassen ned til under frysepunktet til CO<sub>2</sub>, slik at denne går over i fast fase (CO<sub>2</sub>-is). Ettersom metanen uansett må fryses ned for å produsere LBG (flytende biogass) gir denne oppgraderingsteknologien prosessmessige synergier som kan gi reduserte kostnader.

### Små-skala LNG gir større muligheter for flytende biogass

Stadig mer gass transporteres som LNG, både på store skip og i mindre skala på små skip og tankbiler. Norge begynte tidlig med dette, siden vi ikke har gassrørssystemer, men usikkerhet om fremtiden og ønske om rask oppstart gjør at stadig flere velger denne formen for distribusjon fremfor store investeringer i rør. Noen land lager selv flytende gass fra rørgass (som i Norge – Skangass og Gasum), mens andre henter LNG fra importterminaler for LNG. Oppgradert og flytende biogass kan enkelt distribueres slik.

### Ny teknologi for integrert oppgradering og flytendegjøring – eksempel

Cryo-Pur, et fransk oppstartselskap, har over 10 år utviklet en integrert teknologi for oppgradering og flytendegjøring av biogass/biometan. Selskapet har ved å integrere de to prosessene hentet ut betydelig gevinster i investeringskostnad og energiforbruk. Et anlegg som kan oppgradere og fryse 2000 Nm<sup>3</sup> biogass/t har ifølge selskapet [39] en investeringskostnad på rundt 55 millioner kroner (27.600 per Nm<sup>3</sup> biogass/t kapasitet) og et energiforbruk på under 0,7 kWh per Nm<sup>3</sup> biogass. Under norske forhold beregner vi at dette gir en produksjonskostnad på rundt 105 kroner per MWh LBG. Dette er godt under halvparten av kostnaden ved dagens anlegg. Teknologien er modulær og kan også være konkurransedyktig i mindre skala. Et anlegg i størrelsesorden 620 m<sup>3</sup>/t biogass vil ifølge selskapet innebære en investering på rundt 33,5 millioner kroner og ha en produksjonskostnad på 143 kroner per MWh. Til sammenligning finner vi at oppgradering og komprimering ved anlegg av denne størrelse i Norge i dag har en kostnad på rundt 285 kroner per MWh (se side 21).



### **Alternative ruter til biometan og annen «grønn gass»**

I tillegg til produksjon av biometan fra biogass kan metan produseres syntetisk ved gassifisering av trevirke og annen lignocellulosisk biomasse, slik som halm. Denne typen prosess er allerede i storskala produksjon i Gøteborg, og er i Danmark vurdert som et kostnadseffektivt alternativ til produksjon av biodiesel eller bioetanol fra samme råstoff. Her er det også synergier med hydrogen.

### **4.3 Oppsummert: Markedet for biogass til transport – globalt**

De viktigste observasjonene knyttet til status og trender for biogass til transport internasjonalt er:

#### **Etterspørsel**

- Global andel av biogass brukt i transportsektoren vokser gradvis, men er svært liten (<1%).
  - Andelen brukt til transport varierer vesentlig mellom land, grunnet forskjeller i preferanser, støttemekanismer og lokale forhold (tilgang på naturgassrør, for eksempel)
  - Samhandling mellom natur- og biogass (innmating i eksisterende infrastruktur) er økende i mange land
- Globale trender på etterspørselssiden er blant annet:
  - Fallende/stagnerende naturgassetterspørsel i Europa (og lavere priser). Muligheter for mer biogass stiger, og vil i stor grad kunne benytte seg av eksisterende gassinfrastruktur
  - Tilgang på gassbiler og fyllstasjoner øker, lettere å mate inn biogass her
  - Økt fokus på sirkulærøkonomi (dette er også tilfellet i Norge), kan gå i favør av biogass
  - Økt fokus på livssyklusanalyser (og rapportering) er positivt for utviklingen av et biogassmarked
  - Økt fokus på effektivisering reduserer etterspørselen etter alle energiformer. Også mer effektive fossile alternativer (Euro VI) og tiltak for å redusere transportbehov vil kunne utfordre biogassens rolle
  - Mange går mot el og hydrogen («nullutslipp») som kan utfordre biogassens rolle (spesielt på lang sikt).
  - Flere private aktører ønsker å bli mer bærekraftige og redusere utslipp – positivt for biogass

#### **Tilbud**

- En stor andel av råmaterialet kommer fra «energy crops», i tillegg til avfall
- Tilgang på råstoff er foreløpig ikke en begrensende faktor for etterspørselsutviklingen
- I Europa er Tyskland største produsent, etterfulgt av Italia og Storbritannia. Globalt er også Kina og USA store, og vi ser stort potensial i mange land
  - Mange land har hatt underutviklet produksjon (lite fokus på avfall og overflod av naturgass), men vekst ventes (egenproduksjon og effektiv avfallsfordeling viktigere fremover)
- Klar trend mot mer oppgradering av biogass
  - I 2007 kun var 30 anlegg i drift på verdensbasis, i 2016 hadde antallet økt til nær 500
  - Et stort potensial gjenstår: kun 11% av biogassen produsert i Europa ble i 2014 oppgradert til drivstoffkvalitet
- Innmating i naturgassrør mest vanlig der infrastrukturen er tilgjengelig forenkler distribusjon til flere
- Store variasjoner i produksjonskostnader, men klare stordriftsfordeler
  - Produksjonskostnadene fra avfall betydelig lavere enn for biogass produsert fra «energy crops»
- Vesentlige stordriftsfordeler i distribusjonskostnad (særlig ved LNG/LBG)
  - 0.75-1.6 NOK per Nm<sup>3</sup> metan med store/mellomstore anlegg, og 4-9 NOK for små anlegg
- Globale trender på tilbudssiden er blant annet:
  - Mer fokus på oppgradering og drivstoffkvalitet
  - Økende fokus på sirkulærøkonomi/avfallshåndtering. Det er også økende preferanse for "hjemmelaget" (fornybar) energi fremfor importert (ofte fossil) energi
  - Ny integrert teknologi reduserer kostnader
  - Små-skala LNG gir større muligheter for flytende biogass
  - Utvikling av alternative ruter til biometan og annen «grønn gass» - syntetisk produksjon samt synergier med hydrogen (som ytterligere reduserer fare for knapphet og kan gi skalafordeler)

## 5 Drive og barrierer for utvikling av biogass til transport i Norge

Dette kapitlet er i hovedsak egen analyse, basert på resultatene i foregående kapitler, samt funn fra intervjuer og egen spørreundersøkelse. Kapitlet starter med en vurdering av relevante faktorer for forsynings- og etterspørselssiden under ett, og videre en mer detaljert beskrivelse av henholdsvis etterspørsels- og tilbudssiden.

Et viktig fokus i dette arbeidet har vært en forståelse av brukeres preferanser, herunder hvordan brukere ser på biogass i forhold til andre mulige løsninger (pris, klima, tilgjengelighet med mer), da dette gir indikasjoner på forventet utvikling fremover samt på hvilke barrierer det er hensiktsmessig å rette fokus mot å redusere for å stimulere til økt biogassbruk fremover.

Utviklingen av markedet for produksjon og bruk av biogass til landtransport i Norge avhenger av faktorer på både tilbuds- og etterspørselssiden. Relevante faktorer for førstnevnte er blant annet muligheter for kostnadsreduksjoner, teknologiforbedringer, forsterkede drivere for prosessering av råmaterialer og innovative forretningsmodeller. For sistnevnte er viktige faktorer blant annet markedets preferanser og opplevelse av usikkerhet, tilgang på konkurransedyktige kjøretøy og utvikling av alternative transportløsninger og drivstoff.

Både forsynings- og etterspørselssiden påvirkes av *endogene faktorer* som i stor grad kan styres gjennom tiltak og virkemidler i den norske biogasskjeden, og *eksogene faktorer* som i hovedsak styres av prosesser utenfor sektorens eller landets kontroll. Disse er oppsummert i Tabell 4 og diskutert i det følgende.

Tabell 4: Oversikt over drivere og barrierer til bruk av biogass til transport i Norge (egen analyse)

	Tilbudssiden	Etterspørselssiden
<b>Endogene faktorer</b> (biogass i Norge)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Økt press/incentiv (marked/lovgivning) for oppsamling og prosessering av næringsmiddelavfall og slam fra husdyr og fiskeoppdrett (økt tilgang på <b>råstoff</b>)</li> <li>Redusert <b>produksjonskostnad</b> gjennom teknologi- og skala-forbedringer (gjør biogass relativt mer attraktiv)</li> <li>Modning av markedet (vekst, transparent prisdannelse, regional integrasjon) kan gi økt <b>konkurranse</b> (lavere priser, mer attraktive kontrakter) og forsyningssikkerhet</li> <li>Utvikling av <b>infrastruktur</b> for distribusjon av gass til transport (komprimert og flytende)</li> <li>Økt etterspørsel/verdi for <b>biologisk gjødsel</b> og andre biprodukter fra biogassproduksjon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Markedets prioritering av <b>klima/miljø</b> opp mot andre faktorer (pris, tilgjengelighet)</li> <li><b>Markedets preferanser og betalingsvillighet</b> for biogass opp mot alternative transportløsninger (både driver og barriere)</li> <li>Tilgjengelighet og konkurransedyktighet på <b>gasskjøretøyer</b> på det <u>norske</u> markedet (satser produsenter eller importører på leveranser i Norge?)</li> <li>Biogassens reelle og oppfattede <b>miljø- og klimanytte</b> (både driver og barriere)</li> <li><b>Markedets kunnskap</b> om biogass som drivstoff for kjøretøy</li> <li>Forsyningssikkerhet og tilgjengelighet</li> </ul>
<b>Eksogene faktorer</b> (trender internasjonalt og utenfor gass/biogass)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konkurranse om <b>råstoff</b> (blir andre behandlings- og foredlingsstrategier mer attraktive?)</li> <li>Utviklingen av kost/nytte for <b>småskala LNG</b>-forsyning</li> <li>Øvrig bruk av metan (e.g. <b>skip, industri</b>) i Norge (skala-fordeler for infrastruktur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Endret kost/nytte for <b>gasskjøretøy</b> (satser store produsenter på å utvikle og levere gasskjøretøy i stor skala og vil de ble konkurransedyktige mot alternativene?)</li> <li>Pris, tilgang og bærekraft på annet <b>flytende biodrivstoff</b> (biodiesel, bioetanol)</li> <li>Utviklingen av kost/nytte for <b>elektriske kjøretøy</b> og deres ladeinfrastruktur (også for tyngre kjøretøy og maskiner)</li> <li>Produksjonskostnad og infrastruktur for <b>hydrogen</b> til landtransport</li> <li>Forbedringer i <b>diesel/bensin-kjøretøy</b> (reduerte NOx og partikkelutslipp kan redusere biogassens relative fortrinn)</li> <li>Endret <b>modalitet</b> for ulike transportsegmenter (tog, skip, selvkjørende kjøretøy kan påvirke biogassens relevans)</li> </ul>

## 5.1 Overordnede drivere og barrierer

### Miljø og klima er hoveddriver i dag

Myndigheter, produsenter og forbrukere ser alle miljø og klima som driver for biogass i Norge.

**En overordnet driver er å redusere utslipp fra transport og avfall.** Bruk av biogass fra avfall til å erstatte oljeprodukter eller importerte biodrivstoff vil ofte være bedre bruk enn eksport av avfall for videreføring i andre land. Utslippsreduksjonen kan bli betydelig, særlig om livsløpsanalyse legges til grunn. Med riktig avgiftssetting, vil det også kunne være økonomisk å bruke biogass fremfor andre alternativ.

Driveren vil først og fremst være å redusere utslipp og oppnå andre positive miljøeffekter (som redusert luftforurensning), men det kan også vise seg å bli økonomisk fordelaktig å bruke biogass fremfor andre alternativ. Med økt tilgjengelighet (kjøretøy og infrastruktur), bedre rammebetingelser og tekniske løsninger kan biogass konkurrere både økonomisk og klima- og miljømessig med andre alternativ. Her vil økt kunnskap om biogass (både hva det er samt potensielle fordeler ved produksjon/bruk), og bedre forståelse av livsløpsutslipp fra ulike typer drivstoff hjelpe. Hvis avfall håndteres bedre, kan dette i seg selv bli en driver til å utnytte mye av avfallet til biogass (se utdrag fra avfallsmeldingen i vedlegg).

Til tross disse mulighetene ser vi flere risikofaktorer/barrierer som må reduseres for at potensialet skal kunne realiseres, som beskrevet nedenfor.

### Risikovurderinger knyttet til fremtidig markedsutvikling er en viktig barriere

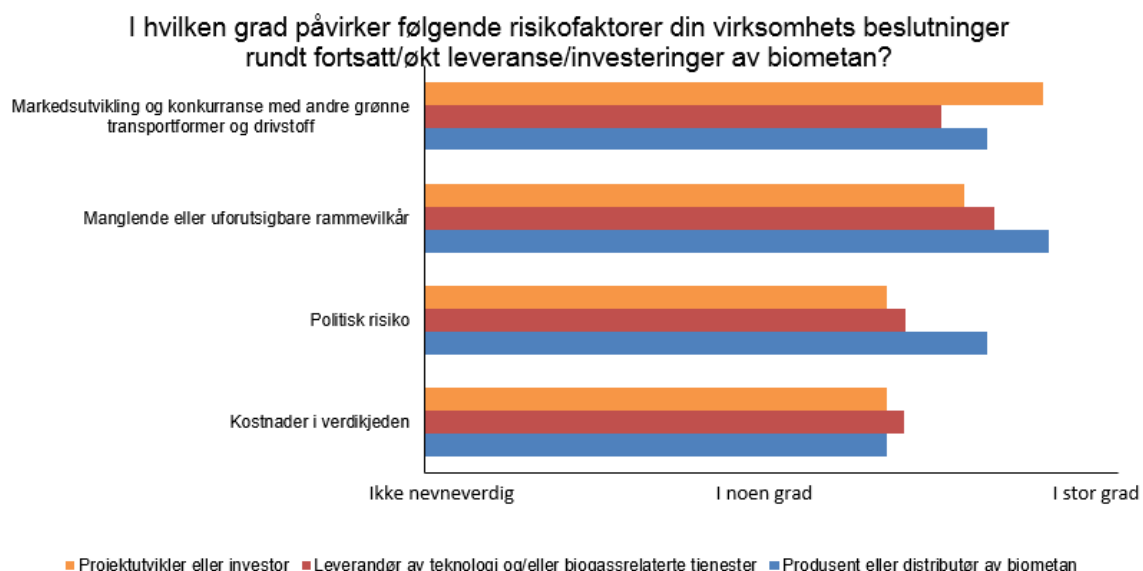
Markedet for biogass er under oppbygging, og typisk for denne fasen er at produsenter er usikre på fremtidig etterspørsel og avventer da noen investeringer. Samtidig er brukere usikre på fremtidig tilgjengelighet (både kjøretøy og infrastruktur) og pris, og det kan føre til at flere avventer å gå over til biogass. Noe av usikkerheten er knyttet til politikk, rammebetingelser og utslippsregulering, og det er lite oppmerksomhet rundt biogass (både i markedet og i politiske føringer). Disse faktorene kan alle føre til at markedet vokser saktere. Dette gjelder særlig mindre kjøpere. Store, profesjonelle kjøpere har bedre oversikt over alternativ og muligheter for bruk av biogass, og i det segmentet vil det være viktig at leverandører kan dokumentere både tekniske og miljømessige sider av drivstoffet.

#### **(Opplevd) politisk risiko**

Vi ser politisk risiko knyttet til alle leddene i kjeden. Vi ser usikkerhet om fremtidig politikk, på energi og miljø generelt og biogass spesielt, fordi satsing og vekst delvis er avhengig av infrastruktur og andre langsiktige investeringer. Denne uklarheten gjør det vanskeligere for alle investorer i kjeden:

- Råmaterialer – er biogass best bruk/løsning?
- Biogassproduksjon – blir det nok lønnsom etterspørsel?
- Biogass oppgradering/flytendegjøring – konkurranse med opprinnelsesgarantier og usikkerhet på etterspørsel/priser (lønnsomhet) infrastruktur – særlig fyllestasjoner for kjøretøy
- Forbrukere – kjøp av bil/buss/maskiner: Tilgjengelighet, pris, restverdi

Figur 29 Oppfattet risiko ved investeringsbeslutning (spørreundersøkelse)



Selv om prioriteringene til dels har vært uklare ser vi nå noe mer fokus på biogass som en del av overgangen mot en *sirkulærøkonomi*. Dette kommer blant annet frem i den nye Avfallsmeldingen (se mer om denne senere). Andre uttalte føringer i ulike offentlige rapporter og meldinger oppsummeres her.

### **Myndighetenes syn på/prioritering av biogass – fra Stortingsmeldinger, offentlige planer**

Politisk har det vært noe usikkerhet rundt om hvorvidt satsning på biogass har vært et prioriteringsområde, og biogass har ofte ikke «stått på menyen» i diskusjonen av beste løsning (mest fokus på el). Likevel ser vi at biogass har fått noe økt oppmerksomhet de siste årene. I 2014 kom Klima- og miljødepartementet med en *Nasjonal tverrfaglig biogasstrategi* [16], som blant annet inneholdt en rekke virkemidler for tilrettelegging av biogassproduksjon og -bruk. I tillegg finnes i dag en rekke støtteordninger (hovedsakelig på produksjons-siden) og forskningsprogrammer (Forskningsrådet, blant annet). Gjennom tilskuddsordningen Klimasats [40] (som forvaltes av Miljødirektoratet), kan kommunene gis støtte til prosjekter som innebærer klimavennlige løsninger. Under denne ordningen har det blitt støttet fyllestasjoner for biogass.

I tillegg til noe fokus på biogass spesielt, har Norge mye fokus på reduksjon av utslipp fra transportsektoren (og luftforurensning), da utslipp fra denne sektoren er relativt høye og vesentlige kutt må gjennomføres for oppnåelse av nasjonale mål. I Nasjonal transportplan 2018-2029 (Meld. St.33) [34] skilles det mellom lav- og nullutslippskjøretøy" (elektriske, hydrogen- og ladbare hybride kjøretøy") og "klimanøytrale" drivstoff (biogass). Hovedprioriteringen fremover, både for nye personbiler, lette varebiler, langdistansebusser og tyngre kjøretøy er at disse skal være nullutslipp (definert som elektrisk, hydrogen- og ladbare hybride kjøretøy – og ikke biogass), mens det for nye bybusser vektlegges at biogass er et velegnet klimanøytralt drivstoff (også "nullutslippsløsninger" aktuelt her). **Slik vi tolker denne meldingen vil nullutslippsløsninger (ikke biogass) prioriteres innen de fleste segmenter, og biogassens rolle er (sammen med andre løsninger) hovedsakelig innen segmentet for bybusser. Slike politiske prioriteringer vil kunne spille negativt inn for biogassbruk.**

De siste årene har det vært økt fokus på sirkulærøkonomi, både i Norge og internasjonalt, med et bredere fokus på hva som er ressurser og hvordan disse kan utnyttes mest mulig effektivt. I Stortingsmelding 41, *Klimastrategi for 2030* [41], nevnes biogass som en viktig klimaløsning som bygger opp under disse prinsippene. Dette er også tema i Klimaloven, som kom i sommer, og setter mye høyere mål for norske utslippskutt fremover, særlig fra ikke-kvotepliktig sektor, som transport og landbruk, hvor biogass kan bidra.

Nylig kom også Stortingsmelding 45 *Avfall som Ressurs - Avfallspolitik og sirkulærøkonomi* [42]. Denne har fokus på reduksjon av avfall generelt, og at det avfallet som genereres skal sikres god ressursutnyttelse gjennom materialgjenvinning og energiutnyttelse. Meldingen nevner også biogass spesifikt, herunder at økt kildesortering av våtorganisk avfall vil kunne bidra til å utløse potensialet for økt produksjon av biogass, som er en målsetning i regjeringens biogasstrategi (se ovenfor). I følge meldingen kastes det i dag årlig over 350 000 tonn matavfall i Norge, hvor mer enn halvparten av dette forbrennes uten produksjon av biogass eller utnyttelse av ressurser som kalsium, kalium, nitrogen og fosfor (sistnevnte særlig kritisk). En utfordring i dag er at avfallshånderingsanlegg som er etablert for håndtering av husholdningsavfall ikke er kvotepliktige og ikke underlagt CO<sub>2</sub>-avgift. Meldingen påpeker at Stortinget har fattet anmodningsvedtak om å innføre CO<sub>2</sub>-avgift i ikke-kvotepliktig sektor i 2018. **Dette kan, som vi ser det, kunne redusere insentivene for brenning av avfall og således være positivt for utviklingen av biogassmarkedet.**

**Barrierer knyttet til både tilbuds- og etterspørselssiden er blant annet risiko knyttet til investeringer (grunnet lav etterspørsel) samt politisk risiko.**

## 5.2 Etterspørselssiden – drivere og barrierer

### Viktigste driver: Klima og miljø

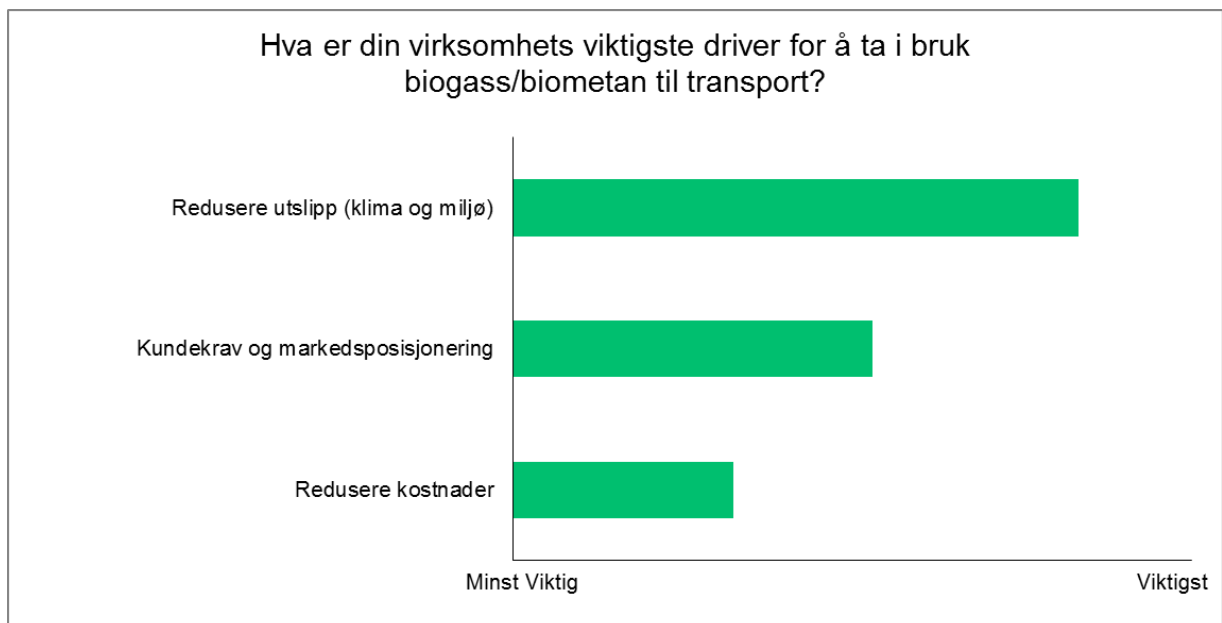
De viktigste driverne for å ta i bruk biogass til transport er klima- og miljøhensyn, og flesteparten som velger biogass gjør dette fra et profileringshensyn eller fordi biogass har vunnet som beste løsning i offentlige anbud med høy vektlegging av klima- og miljø. Flere av aktørene vi har snakket med vektlegger at de har **valgt biogass til tross for at dette ikke er konkurransedyktig** med andre løsninger (både investering, drivstoff og service) og noen har, begrunnet med positive klima- og miljøeffekter, satt direkte krav om biogass i offentlige utlysninger. At aktører velger biogass, selv om de er klar over merkostnaden, indikerer at det er andre drivere enn kostnadseffektivitet som er avgjørende for deres valg om biogassbruk, og flere brukere har indikert at biogass innebærer en merkostnad sammenliknet med andre alternativer (spesielt diesel):

«Kostnadene ved biogass er noe høyere enn for diesel – både hva gjelder drivstoff, bussinvesteringen og service» (fra intervju med fylkeskommune).

«Prismessig er hverken biogass eller biometan konkurransedyktig med diesel, og både investering (særlig for biogass) og drift/drivstoff (særlig for biodiesel) innebærer en merkostnad» (fra intervju med lastebileiere som driver varedistribusjon).

Spørreundersøkelsen viser det samme bildet: alle forbruksrespondenter (7) ser på klima- og miljønytte som den viktigste driveren for å investere i biogass, mens tilpasning til kundekrav og ønske om markedsposisjonering er nest viktigste motivator. Ingen respondenter svarte at de vurderer biogass som en mulighet for å redusere kostnader. Tvert imot hevder flere at de har valgt biogass til tross for at dette ikke er konkurransedyktig (både investering og drift), ettersom klima- og miljøeffektene har blitt tillagt større vekt.

Figur 30 Viktigste drivere for bruk av biogass/biometan til transport. Kilde: egen spørreundersøkelse.



Også samtale med en fylkeskommune, som var tidlig ute med satsning på biogass vektlegger dette: «Mye av satsningen på biogass har vært politisk drevet og kan karakteriseres som et nærings- samt miljø- og klimaprojekt» (fra intervju med Fylkeskommune).



## Flest barrierer for økt bruk av biogass

### Markedet mangler kunnskap og tilgang til informasjon om biogass

Figuren nedenfor, hentet fra egen spørreundersøkelse, viser at manglende kjennskap til og kunnskap om biogass er den største barrieren for utviklingen av markedet i dag, etterfulgt av tilgjengelighet (både kjøretøy og drivstoff). Tilgang på råstoff oppleves i liten grad som en barriere. Dette resultatet samsvarer med vårt inntrykk både fra dialog med aktører samt fra egen analyse/erfaring. De fleste vi har snakket med vektlegger at de har gode driftstekniske erfaringer ved biogassbruk. Videre vektlegges det av mange at de er villige til å betale en merkostnad for biogass, gitt andre positive miljø/klimaeffekter (jf. diskusjon rundt viktigste drivere for biogass).

Figur 31 Viktigste barrierer for bruk av biogass/biometan til transport. Kilde: egen spørreundersøkelse.



### Tilgjengelighet – fyllestasjoner nasjonalt

Behov for sikker tilgjengelighet varierer mellom segment. Busser og renovasjonsbiler har ofte et fast fyllested, men andre biler med lengre transportavstander vil ha behov for fyllestasjoner flere steder. For anleggsbransjen vil disse kunne være midlertidige, om det satses på LNG/LBG. Som ved el-biler vil det oppleves som risikabelt i dag, om det ikke er klarhet i muligheter for å fylle underveise (rekkevidde angst mer alvorlig for nyttekjøretøy).

Videre er det en barriere at tilgjengeligheten og prisen på både biogass og naturgass er lite kjent i Norge. Som vist i figur 32 er det stor transparens på prisene i Europa. Dette gjør det enklere for eksisterende og potensielle brukere i Europa å ta informerte valg om kjøretøy og drivstoff, og konkurranse fører til lavere risiko for bruk av markedsrett av leverandør.

### Usikker tilgjengelighet og høyere kostnad biogasskjøretøy

For at norske aktører skal ta i bruk biogass til transport er det avgjørende at de har tilgang til kjøretøy med konkurransedyktig ytelse og pris. Som nevnt tidligere er tilbudet økende. For buss-segmentet synes tilbudet av kjøretøy tilstrekkelig, mens det for tungtransporten kun er 5-7 ulike modeller tilgjengelig. Spesielt blant de kraftigere motorerte kjøretøyene mangler det tilbud, som blant annet skyldes at leverandørene har satsset på noe svakere motorer som er mer populære på det europeiske markedet. Med flere nye, kraftigere modeller på vei inn i markedet ser imidlertid til ikke ut til at dette vil være en barriere for økt bruk av gassdrevne lastebiler. **Blant anleggsmaskiner er det imidlertid ingen gassdrevne motorer på markedet, og det vil måtte gjøres en innsats for å motivere produsentene til å tilby maskiner drevet av slike motorer.**

Teknologisk sett er gassdrevne motorer nå helt på høyden med dieseldrevne motorer, og kostnaden ventes å gå ned ettersom volumet vokser. I tillegg til tilbud av kjøretøy er også muligheter for service/vedlikehold (samt kostnader for dette) en viktig faktor som brukere vil ta hensyn til ved valg av løsning. De fleste brukerne vi har snakket med vektlegger at muligheter for service/vedlikehold i dag er mindre tilgjengelig og dyrere for biogass sammenliknet med andre alternativer.

### **Vanskeligheter med å dokumentere klima- og miljøeffekt**

Ettersom bærekraftig livssyklus er en viktig driver når biogass velges fremfor andre løsninger er det grunn til å tro at livssyklusanalyser vil bli viktigere fremover. Fra samtaler med brukere kommer det klart frem at biogass ses på som en løsning som gir god klimanytte, men at disse per i dag er vanskelig å dokumentere. Manglende muligheter for dokumentasjon av positive klima- og miljøeffekter vanskeliggjør profilering/markedsføring av biogassbruk, og når andre løsninger har bedre dokumentasjon av klimaeffekt (for eksempel biodiesel og el med opprinnelsesgaranti), oppleves disse som mindre risikofylt å ta i bruk. Dette argumentet trekkes blant annet frem av aktør ansvarlig for kollektivtransport (se sitat til høyre). I tillegg til brukere har også samtaler med distributører gitt oss det samme bildet: «*Fra et bærekraftperspektiv kommer biogass godt ut, men dokumentering må forbedres og biogass er ikke med i dagens produktspesifisering*» (fra intervju med distributør).

*“Til tross for at biogass i utgangspunktet er forventet å gi god klimanytte, har disse effektene til nå ikke vært tilstrekkelig dokumentert og andre løsninger, som for eksempel biodiesel/HVO, har vært bedre på dokumentering av klimaeffekter”*

Fra intervju med aktør ansvarlig for kollektivtransport

### **For lite fokus på klima-/miljø i anskaffelser gjør at andre løsninger vinner frem**

Også dieselmotorer blir stadig mer effektive, og motorer som tilfredsstiller Euro VI-kravene (og gir reduksjoner i utslipp sammenliknet med eldre motorer), kan da bli sett på som “godt nok” for å vise til utslippsreduksjoner. Dette gjelder spesielt bransjer med lave marginer og mindre klima/miljøfokus. Hva gjelder offentlige utlysninger ser vi at biogass velges i tilfeller der biogass enten etterspørres direkte, eller dersom klima- og miljø blir gitt høy vekt. Hva gjelder private aktører ser vi at biogass velges av aktører som er spesielt proaktive, ønsker «grønn profilering» eller har et særlig fokus på bærekraft og sirkulærøkonomi.

På sikt ser vi at mange kommuner og selskap allerede ser mot nullutslipp, stort sett elektrisk.

### **Forsyningsikkerhet: utfordringer knyttet til (for mye) innblanding av naturgass**

Et sentralt spørsmål for (potensielle og eksisterende) brukere av biogass er om forsyningen er og oppleves som sikker. Rent fysisk har naturgass blitt brukt som reserver for å sikre at kundens energibehov blir møtt, og vi vurderer at en slik balansering med naturgass er ventet å fortsette å spille en viktig rolle fremover (se egen diskusjon rundt synergier med naturgass nedenfor). På den annen side er det for kundene viktig å vite at gassen som leveres møter de høye miljø- og klimakravene som ligger til grunn for deres satsning på biogass, ikke minst ettersom klima/miljø er den viktigste driveren og brukere ønsker å bruke dette i sin profilering/markedsføring. De fleste aktørene vi har snakket med vektlegger viktigheten av ren biogass (ønsker ikke innblanding). Hva gjelder faktisk erfaring med innblanding er noen fortsatt bekymret for forsyningssituasjonen, mens andre vektlegger at dette var et problem i startfasen men at dette (tidligere) problemet nå har blitt redusert betraktelig. Vår vurdering er at forsyningssikkerhet i noen grad oppleves som en barriere, men at denne barrieren har blitt redusert over tid (og forventes å reduseres videre).

*“En (annen) utfordring har til nå vært forsyningssituasjonen for biogass der mangel på biogass har ført til innblanding av naturgass, som ikke er bærekraftig nok”*

Fra intervju med aktør ansvarlig for kollektivtransport

*“I oppstartsfasen var det akseptert noe innblanding av naturgass. Gassen i dag er 100% biogass”*

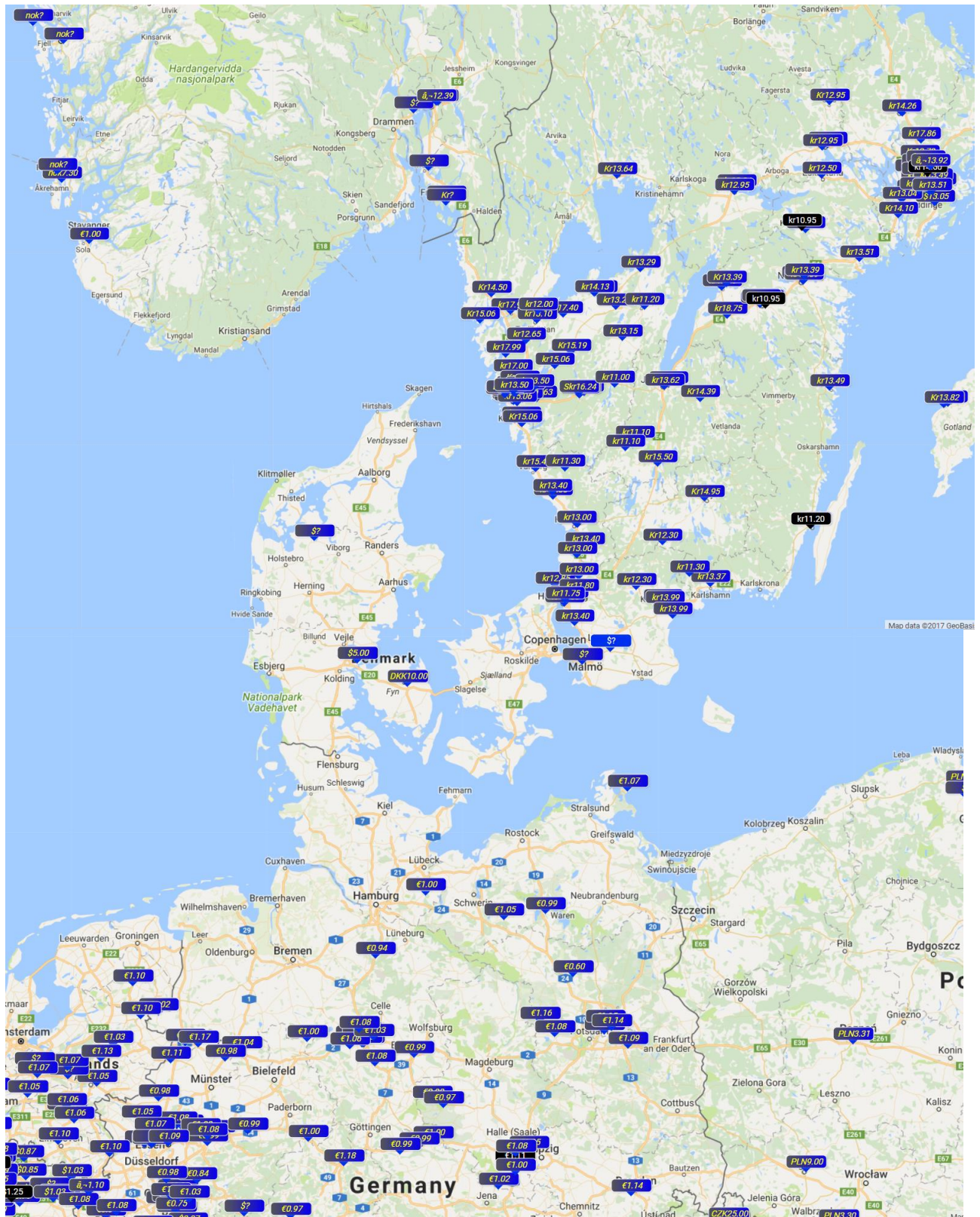
Fra intervju med fylkeskommune



### Tilgjengelighet – fyllestasjoner nasjonalt

Behov for sikker tilgjengelighet varierer mellom segment. Busser og renovasjonsbiler har ofte et fast fyllested, men andre biler med lengre transportavstander vil ha behov for fyllestasjoner flere steder. For anleggsbransjen, vil disse kunne være midlertidige, om det satses på LNG/LBG. Som ved el-biler vil det oppleves som risikabelt i dag, om det ikke er klarhet i muligheter for å fylle underveis (rekkevidde angst mer alvorlig for nyttekjøretøy).

Figur 32 Kart for sjåførere – oversikt over fyllestasjoner i Europa – flere i andre land. Kilde: CNGprices.com



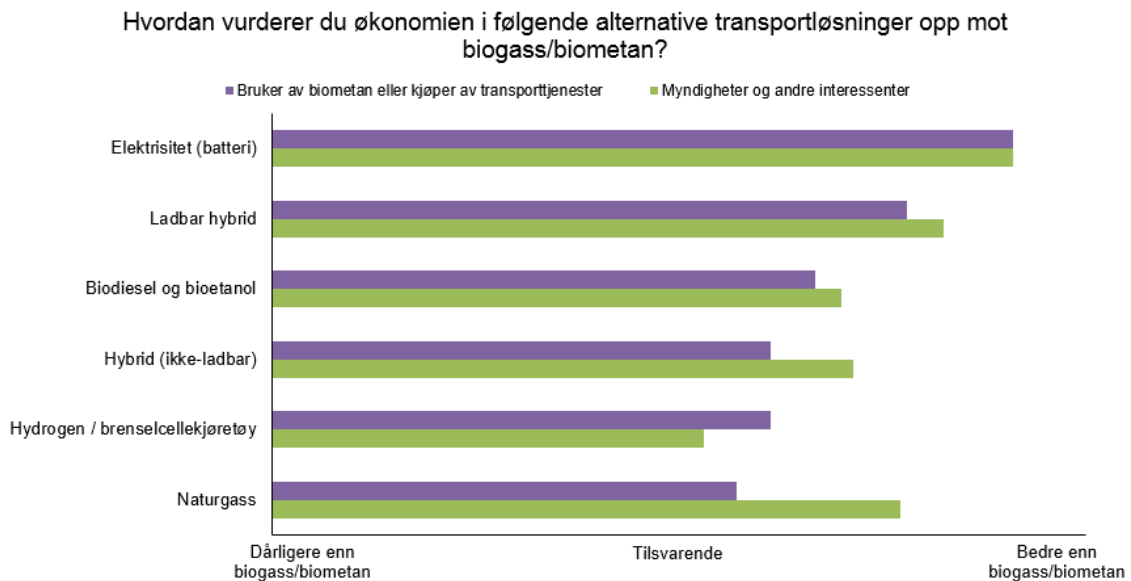
### Konkurransen fra andregenerasjons flytende biodrivstoff

Biogass konkurrerer med flytende biodrivstoff på flere måter. På den ene siden vil tilbudet av biodiesel og bioetanol kunne redusere (opplevd) behov for biogass på brukersiden, noe norske biogassprodusenter allerede har opplevd ved anbud for bybuss. På den andre siden vil produksjon av flytende biodrivstoff kunne konkurrere om de samme ressursene som biogass kan benytte. Biomasse som kan benyttes til produksjon av bioetanol eller biodiesel, slik som sagflis og halm, kan også benyttes til produksjon av biometan; GoBiGas-anlegget i Gøteborg er et eksempel på sistnevnte. Man kan således observere en konkurranse mellom et «flytende spor» og et «gass-spor», det første benytter flis, halm og andre biomasseressurser til å produsere etanol eller diesel, det andre benytter biomassen til å produsere metan [37].

Biodiesel og bioetanol kan produseres ved å konvertere biomasse gjennom ulike termo- eller biokjemiske prosesser. Førstegenerasjons biodrivstoff er i hovedsak produsert på basis av planteoljer (biodiesel) eller sukker/stivelse (etanol). Dette kan til en viss grad høstes fra avfallsstrømmer fra næringsmiddelindustrien, slik som brukt fritureolje, slakteriavfall (dyrefett) og stivelsesrikt prosessvann. For eksempel er diesel basert på Hydrogenated Vegetable Oil (HVO) i økende bruk i Norge, i Finland produsert på tall-olje, et avfallsprodukt fra treforedling. I hovedsak er imidlertid førstegenerasjon biodrivstoff basert på biomasse som ellers kunne vært benyttet som mat eller dyreføde; det gjelder for øvrig også HVO, som i Finland også produseres på basis av palmeolje. Det samme gjelder for en del biogass; for eksempel mates verdens største biogassanlegg nord-øst i Tyskland med 1000 tonn mais per dag [33].

For å unngå konkurranse med matproduksjon og rydding av regnskog for produksjon av palmeolje er fokus i bransjen på å erstatte førstegenerasjons med andregenerasjons biodrivstoff. Andregenerasjon biodiesel og bioetanol baserer seg på avfallsstrømmer og biomasse som ikke er egnet som mat/fôr, slik som organisk avfall, slam og flis, halm eller annen lignocellulosisk biomasse. Norske Borregaard var blant verdens første til å produsere andre-generasjons bioetanol basert på hemicellulose, et restprodukt fra selskapets bioraffineri. Flere anlegg for produksjon av andregenerasjon biodrivstoff er allerede i drift internasjonalt, og det planlegges en rekke storskala anlegg i Norden.

Figur 33 Oppfattet konkurranse mellom biogass og alternative grønne drivstoff (spørreundersøkelse)



### Konkurransen fra elektriske kjøretøy (batterier og hydrogen)

Elektriske kjøretøy bruker elektriske motorer til å skape framdrift, og elmotorens høye effektivitet gjør at de kan være relativt rimelige å drive i forhold til forbrenningsmotorer. Elektriske motorer kan hente energi fra batterier, brenselceller, forbrenningsmotorer, eller en kombinasjon av disse:

- Batteri-elektriske kjøretøy («BEV» på engelsk) benytter utelukkende batterier for å lagre og forsyne energi til drivlinjen. Viktige fordeler med dette er at drivlinjen er relativt enkel, at effektiviteten er svært høy og at det ikke produseres utslipp, mens ulemper er at ladehastigheten er betydelig dårligere enn alternativene, og at økt rekkevidde koster relativt mye, både i forhold til produksjonskostnad og vekt.
- Brenselcelle-kjøretøy («FCEV» på engelsk) produserer elektrisitet ved å kjøre et brensel, typisk hydrogen eller etanol, lagret i kjøretøyets drivstofftanker gjennom en brenselcelle. Dersom det benyttes hydrogen er vanddamp det eneste utslippet. I forhold til BEV har FCEV fordelen at det går relativt kjapt å fylle drivstoff («minutter») og at økt rekkevidde koster relativt lite - ekstra brenselstanker koster mindre enn ekstra batterier per energienhet lagringskapasitet. Viktige ulemper er at energieffektiviteten i beste fall er halvparten av BEV når hydrogen



produseres av elektrisitet, noe som gjør kostnaden per kjørt kilometer relativt høy, og at kjøretøyene er relativt komplekse, noe som nominelt gir høyere vedlikeholdskostnad.

- Elektriske kjøretøy kan også benytte forbrenningsmotorer drevet på drivstoff til å produsere elektrisitet til elmotorene. Disse kalles gjerne «serie-hybrider» (for eksempel Opel Ampera) og kjøretøy med «rekkeviddeforlenger» (for eksempel BMW i3 REX).

I forhold til batteri-elektriske drivlinjer gir biogass de samme fordelene som hydrogen: Rask fylling av drivstoff og liten kostnad for økt rekkevidde. Ulempene er imidlertid også de samme: høyere drivstoffkostnad og økt kompleksitet. Etter hvert som batterikostnader reduseres blir batteri-elektriske kjøretøy stadig mer konkurransedyktige også på kostnad. Dette gjør at BEV spiser markedsandeler spesielt i flåter med moderat kjørelengde per dag. Eksempelvis har Los Angeles Metropolitan Transportation Authority besluttet å bytte sine mer enn 2200 metanbusser til elektrisitet innen 2030; gassleverandørens skifte til biogass ser ut til å ha kommet for sent (se egen case-studie i vedlegg). Det er nå flere hundre tusen batteri-elektriske busser på veiene verden over, sammenlignet med mindre enn 5000 hydrogenbusser [43].

Også i privatbilmarkedet ser batteri-elektriske drivlinjer ut til å vinne markedsandeler, som har fått ledere innen brenselceller til å øke investeringene innen tungtransport. Eksempelvis tester Toyota en hydrogenlastebil i California, og flere norske bedrifter har lagt inn forhåndsordre på Nikola, en hybridlastebil drevet av elmotorer drevet på en kombinasjon av hydrogen-brensel-celle og batteri. Her er fordelene med biogass tilsvarende med hydrogen, bortsett fra at biogass fremdeles vil gi lokale utslipp.

Stadig raskere hurtiglading gjennom høyere ladeeffekt og billigere batterier ser ut til å redusere fordelene både til hydrogen og biogass over BEV, og i september 2017 vil Tesla lansere sin Tesla Semi, en helelektrisk trekkvogn.

Vi ser at de fleste som tar i bruk biogass ser på biogass som en av flere løsninger fremover og vurderer også andre klimavennlige løsninger, først og fremst el.

### **Markedets preferanser: Mange ser på biogass som en “mellomløsning” eller som en løsning der el er vanskeligere**

I hvilken grad biogass vinner over andre løsninger, og da spesielt el, vil i tillegg til kostnader og teknologisk utvikling, i stor grad avhenge av prioriteringer/målsetninger. Flere av aktørene vi har snakket med ser på biogass som en “mellomløsning”, eller som en løsning der el ikke er modent nok (langdistansekjøring, spesielt for tunge kjøretøy). Dette kan gå på bekostning av biogass fremover, og er illustrert i situatene nedenfor:

*«Selv om biogass blir sett på som et godt miljøalternativ og de etablerte avtalene vil innebære biogassbruk i flere år fremover, har fylkeskommunen også fokus på el-busser i nye avtaler fra 2020» (fra intervju med fylkeskommune).*

*«Vi ser på biogass som en av flere løsninger og mener biogass kan være en god løsning i områder der markedet er modent (infrastruktur og produksjon). Biogass kan også være en bedre løsning enn el når det kommer til langdistansekjøring, ettersom teknologien ikke er moden nok for el her» (fra intervju med lastebilaktør som driver med varedistribusjon).*

*«Vi ser at elektrisitet kan være et alternativ på sikt, men at dette foreløpig ikke er et reelt alternativ» (fra intervju med leverandør av avfallstjenester).*

## **5.3 Tilbudssiden: Drivere og barrierer**

### **Både avfall og fremtidig lønnsomhet er driver for mer biogass i Norge**

Mer fokus på avfallshåndtering kan i seg selv bli en driver for økt produksjon av biogass, hvis etterspørselen vokser, særlig om mer våtorganisk avfall skal håndteres. Her kan alternativene være eksport eller videreforedling til biogass, enten til kraft/varme eller til transport (oppgradert). Det forventes mer avfall tilgjengelig for biogassproduksjon, og produsenter ser mest til tyngre kjøretøy som marked. Som tidligere studier har vist, er det et stort potensiale for mer foredling av avfall til biogassproduksjon, og distributører sier også de gjerne vil utvide virksomheten så snart markedet vokser.

Som vi har vist tidligere, kan andre avsetningsmuligheter være blant eksisterende gassbrukere (industri og skip). Mulige kostnadsreduksjoner vil også kunne øke interessen for økt produksjon, og bedre organisering av verdikjeden og bedre teknologi vil kunne bidra til at dette vil kunne realiseres.



## Barrierer

**Som i mange bransjer, er potensielle produsenter og andre aktører i verdikjeden drevet av økonomi**

Hvorvidt det er mulig å få avsetning for biogassen, og kunders betalingsvillighet er viktige aspekter fra produsentens side. Usikkerhet her er en stor barriere i seg selv, og med mer klarhet fra myndighetene ville denne usikkerheten kunne reduseres.

En tydelig tilbakemelding fra potensielle brukere av biogass er at økt *etterspørsel* er avhengig av at biogass blir tilgjengelig i et bredere geografisk område, som avhenger av tilgang på råstoff og investeringer både i produksjon og distribusjon.

### **Råstofftilgang og prising av råstoff – både driver og barriere**

Økt produksjon av biogass avhenger av tilgang på råstoff, enten våtorganisk avfall eller råstoff produsert spesielt for formålet. De viktigste kategoriene av våtorganisk avfall som ikke allerede er fullt utnyttet er:

- **matavfall** (husstand, tjenester),
- våtorganisk **næringsavfall**,
- **husdyrgjødsel** og
- slam fra **fiskeoppdrett**.

*Det er mulig å produsere biodrivstoff og biogass til for eksempel transportsektoren fra ulike typer matavfall. Det er i Norge beregnet et realistisk potensial for biogassproduksjon fra våtorganisk avfall på 988 GWh i 2020.*

*Våtorganisk avfall inkluderer både matavfall fra husholdninger, storhusholdninger og handel, samt avfall fra næringsvirksomhet, som for eksempel avfall fra fiskeslakting, bakerier, slakterier etc.*

*Det ble produsert 63 GWh biogass fra våtorganisk avfall i 2010.*

*Biodrivstoff til veitransporten er i all hovedsak importert, og i 2015 utgjorde denne importandelen 99 prosent.*

Avfallsmeldingen 2017

Om disse skulle alle bli benyttet

og det oppstår behov for mer råstoff (som noen land forventer, men ikke er et problem her) kan det benyttes energivekster som makroalger (tang), men lønnsomheten i biogassproduksjon basert på dette er foreløpig ikke demonstrert.

Et betydelig ressurspotensial ligger også i bruk av trevirke til produksjon av syntetisk biometan via gassifisering, som for eksempel er i kommersiell drift ved Gøteborg Energis GoBiGas-anlegg. Videre kan kjemiske prosesser benyttes for å produsere metan basert på CO<sub>2</sub>-innholdet i biogassen kombinert med hydrogen fra elektrolyse (power-to-gas). Et slikt demonstrasjonsanlegg er installert i Danmark.

Prising av råstoff til biogassproduksjon varierer betydelig, og kan være negativ i noen tilfeller (biogass-anlegget blir betalt for å ta imot avfall). Dette vil som regel kreve kort avstand. De fleste betaler for råstoffet og totalkostnaden blir da høyere. De fleste som genererer våtorganisk avfall må i dag betale for henting.

Figur 34 Avfallsmeldingen belyser matavfall og potensialet for bedret ressursforvaltning gjennom produksjon av biogass og biogjødsel. Kilde: [42]

### **Boks 6.1 Sirkulær løsning for matavfall**

Årlig kastes over 350 000 tonn matavfall i Norge. Mer enn halvparten av dette forbrennes uten produksjon av biogass eller utnyttelse av ressurser som kalsium, kalium, nitrogen og fosfor. Situasjonen er spesielt kritisk for fosfor, en ikke-fornybar ressurs, som er avgjørende for all matproduksjon. Gjenvinning av fosfor tilbake til matproduksjon kan skje gjennom kompostering av matavfallet til gjødselprodukter som tilbakeføres til landbruket, eller gjennom biogassproduksjon der bioresten går tilbake som gjødsel til landbruket.

Norsk Gjenvinning og Vestfold-selskapet Multivector har utviklet en industriell tørkepro-

sess for matavfall i Hordaland, hvor tilgangen på biogassanlegg er begrenset. Prosessen reduserer volum og vekt med cirka 80 prosent. Produktet er et tørrstoff som bevarer alle næringsstoffer og som er svært godt egnet for produksjon av biogass og biogjødsel. Ved å frakte produktet med returtransport til biogassanlegg på Østlandet utnyttes kritiske ressurser på en bærekraftig måte. Den nye løsningen er konkurransedyktig selv uten offentlige støttebidrag. Den første maskinen vil være i produksjon i Bergen Miljøpark i løpet av 2. kvartal 2017 og årlig reduksjon av klimagassutslipp er estimert til 630 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Selv om det er stor tilgjengelighet på råstoff som kan benyttes til biogass, kan dette også benyttes for andre formål. For eksempel andre anvendelser av biologisk avfall og slam, for eksempel produksjon av protein til fiske- og dyrefôr kan være mer økonomisk attraktivt enn biogass. Selvdød fisk, derimot, har ikke denne konkurransen og er godt egnet til biogass. På samme måte er en betydelig andel av næringsavfallet som kunne blitt brukt til biogass allerede benyttet til andre formål, se Tabell 5.

Ytterligere detaljer rundt tilgang på råstoff i Norge er gitt i vedlegg.

Tabell 5 Mengde våtorganisk avfall, restråstoffer og matsvinn i 1000 tonn per år. Kilde: [44].

Type næring	Sum våtorganisk avfall, restråstoffer og matsvinn	Utnyttet til mat	Utnyttet til fôr og gjødsel	Utnyttet biologisk behandling	Netto potensial for økt sortering og utnyttelse	Total andel som utnyttes	Kilde
Snacks- og ferdigmat	10		3	2	4	55 %	ForMat
Meierisektor	792	450	338		3	100 %	ForMat
Slakteri	176		155	6	16	91 %	Norsk Protein
Bakeri (inkl. returvarer fra dagligvare)	88		88			100 %	ForMat
Gartneri	27		11	9	6	76 %	Data fra næring
Fiskerier	514	60	232		222	57 %	Richardsen et al, 2015
Havbruk (inkl. fiskeslam)	887	24	278	35	551	38 %	Richardsen et al, 2015 og Ytrestøyl et al. 2013
Dagligvare*	70			39	31	56 %	ForMat
Serveringsbransjen	84			12	72	14 %	Pilotstudie i regi av Matvett
Andre tjenesteytende næringer	54			15	39	28 %	SSB
<b>SUM næring</b>	<b>2 701</b>	<b>534</b>	<b>1 104</b>	<b>118</b>	<b>944</b>	<b>65 %</b>	

\*Avfallsmengdene fra dagligvarehandelen inkluderer ikke bakervarer. Disse mengdene er registrert på bakerier fordi det ikke har vært mulig å skille produksjonssvinn og returvarer på bakeriledet.

I tillegg til biogjødsel og utvikling av andre produkter fra biogassproduksjonen ser vi også at nye innovative prosjekter der ulike typer aktører samarbeider, er under utvikling. Et eksempel på dette er et samarbeidsprosjekt mellom Norsk Gjenvinning og Multivector, som har utviklet en industriell tørkeprosess for matavfall – der produktet er et tørrstoff beregnet for biogassproduksjon [42]. Vi ser det er et stort potensiale for å øke verdi fra biogjødsel – se også intervju med HØST og utvalgte sitat fra avfallsmeldingen. Dette ville kunne utløse mer biogassproduksjon og samtidig gi mer klimavennlig gjødsel.

#### **Utfordringer knyttet til avsetning av biorest**

Mange produsenter sliter, i tillegg til kostnadsutfordringer knyttet til at de må betale for råstoff, også med å få avsetning på bioresten som selges (lav etterspørsel etter denne). Også fra et investorperspektiv er dette en utfordring: Noen potensielle investorer er bekymret for utfordringer knyttet til avsetning av biorest. Beste løsning er å kunne selge den til gjødselbransjen, men om dette ikke er mulig kan produsenten i verste fall måtte betale for å bli kvitt den. Hvis dette er en stor risikofaktor, vil det dempe investeringslysten.

#### **Mulige synergier med naturgassmarkedet – kan bli driver, men barriere nå i forhold til andre land**

Vi ser at etterhvert som flere land benytter gass til transport, vil biler og tyngre kjøretøy for gass følge utviklingen mot lavere kostnader og enklere bruk. Teknologit utvikling og lavere kostnader vil kunne bidra både til lavere utslipp, rimeligere gass og gassbiler. Fordelen ved at Norge er sent ute i forhold flere andre

land er at vi kan plukke fra flere teknologier som stort sett er tilgjengelig og med lavere kostnader enn tidligere. Stadig flere land ser at naturgass er en god bro til biogass, ved at samme kjøretøy og samme infrastruktur kan benyttes. Også biogassaktører i Norge (for eksempel EGE) ser på dette som en fordel. Det er også mye relevant kompetanse i gassmiljøet for biogassaktivitet.

Det vil bli noe mer konkurranse blant både gassleverandører og bilprodusenter, og bedre tilgjengelighet, som vi har sett på andre biler de siste årene. Ettersom Norge stort sett har et potensial for biogass i tungtransport, har vi snakket med leverandører av tunge kjøretøy for deres planer fremover.

Økt bruk av småskala og levering som LNG, både i Norge og globalt, vil også gi mer produktutvikling av denne teknologien. Videre vil et mer åpent og transparent marked for gass og biogass gi bedre konkurranse og priser, som vil gjøre det lettere for brukere å velge gass/biogass til både kjøretøy og annen bruk, særlig til erstatning av oljeprodukter.

En økt tydelighet på gassregulering, transparens og prising vil bidra til volum og mer infrastruktur som kan benyttes av biogass. Dette vil kunne gi mange fordeler for økt bruk av biogass. Særlig småskala LNG vil kunne være en fordel, etter som den er mer mobil enn gassrør. Det reduserer risiko for «stranded assets» ved overgang til enda renere løsninger på lengre sikt. Selv om målet er å bli utslippsfri innen 2050, kan utslippskutt fra biogass bidra mye i årene frem til 2050.

## 5.4 Oppsummert: Drivere og barrierer for biogass til transport i Norge

Tilbuds- og etterspørselssiden under ett:

- En overordnet driver er å redusere utslipp fra transport og avfall
  - Også oppnåelse av andre positive miljøeffekter (som for eksempel redusert luftforurensning og støy)
- Risiko knyttet til fremtidig markedsutvikling
  - Både produsenter og brukere er avventende grunnet usikkerhet rundt fremtidig etterspørsel
- Politisk risiko knyttet til alle ledd i kjeden; Usikkerhet rundt fremtidig politikk (biogass ikke på «menyen») og rammebetingelser

### Etterspørselssiden

- Klima- og miljøhensyn er viktigste driver for å ta i bruk biogass i dag
  - Positive klima- og miljøeffekter kan forsvare manglende konkurransedyktighet (merkostnader ved biogass i forhold til alternativer)
  - Til tider vanskelig å sammenligne med andre miljøvennlige alternativ
- Flere barrierer for økt bruk av biogass i dag
  - Markedet mangler kunnskap og tilgang til informasjon rundt biogass
  - Usikkerhet rundt tilgjengelighet av kjøretøy og infrastruktur
  - Vanskeligheter med å dokumentere (eksisterende) klima- og miljøeffekt
  - For lite fokus på klima- og miljø i anskaffelser gjør at andre (også fossile) løsninger vinner frem
  - Utdringer knyttet til sikring av at gassen er «ren nok» (forsyningssikkerhet)
  - Konkurranse fra andregenerasjons flytende biodrivstoff
  - Konkurranse fra elektriske kjøretøy (batterier og hydrogen)
  - Mange ser på biogass som en «mellomløsning» eller løsning der el er vanskeligere (eksempelvis for langdistansekjøring)

### Tilbudssiden

- Viktigste drivere for biogassproduksjon er lønnsom produksjon av et produkt som etterspørres, gjerne med et råmateriale som det er en fordel å videreføre
- Barrierer fra produsentenes side er knyttet til usikkerhet, særlig etterspørsel og rammebetingelser for denne fremover – manglende nasjonal klarhet er en del av dette
- Andre barrierer er blant annet:
  - Usikkerhet rundt mulig økt konkurranse i råstoffmarkedet
  - Utdringer knyttet til avsetning av biorest
  - Lite fokus på synergier med naturgassmarkedet, særlig hos myndigheter (foreløpig) gjør det vanskeligere enn i andre land som har flere synergier her

## 6 Potensialet for biogass i transportsektoren i Norge

I tidligere avsnitt har vi sett på status for biogass i dag, barrierer og muligheter, trender både i Norge og internasjonalt samt opplevde og faktiske barrierer. Basert på resultatene herfra har vi laget et bilde av forventet potensial for økt bruk av biogass til transport for de ulike segmentene. Vi har også analysert potensialet for kostnadsreduksjoner (i hele kjeden), da muligheter for kostnadsreduksjoner er helt vesentlig for at markedet skal kunne vokse fremover. Kapitlet starter med en oversikt over potensialet for økt bruk og deretter gis en analyse av forventede kostnadsreduksjoner fremover.

### 6.1 Potensial – etterspørsel

**Personbilmarkedet er begrenset** når det gjelder bruk av biogass. Vi forventer at det vil, med dagens politikk for el, hybrid og biodiesel, fortsatt være det, slik det ser ut nå (dette kommer også frem i politiske prioriteringer, blant annet fra Nasjonal Transportplan), selv om det blir flere gassbiler på det globale markedet. Det vil gjøre det vanskelig for biogass å konkurrere med dagens elbilfordeler uten sterk omlegging av prioriteringer, og store investeringer i infrastruktur. Dette synet støttes også i de fleste tidligere utredninger, samt fra svar på egen spørreundersøkelse (de fleste produsenter ser ikke mot personbilmarkedet, og brukere ser ikke på biogass som en løsning for personbiler, se vedlegg).

**Vi ser potensiell vekst innen nyttetransport.** Nyttekjøretøy som i dag i dag bruker biogass inkluderer i dag busser (særlig bybusser), renovasjonsbiler og noen lastebiler. Her er det noe mer kunnskap og stort sett miljø- og klimahensyn som har vært viktigste driver. Kostnader i dag, både investering i kjøretøy og drift (kjøretøy og service/vedlikehold) er i dag noe høyere, men kjøretøy er tilgjengelig og er forventet å falle i pris (i forhold til dieselskjøretøy til samme bruk). Her er det et stort vekstpotensial ettersom andre løsninger foreløpig ikke er teknisk modne.

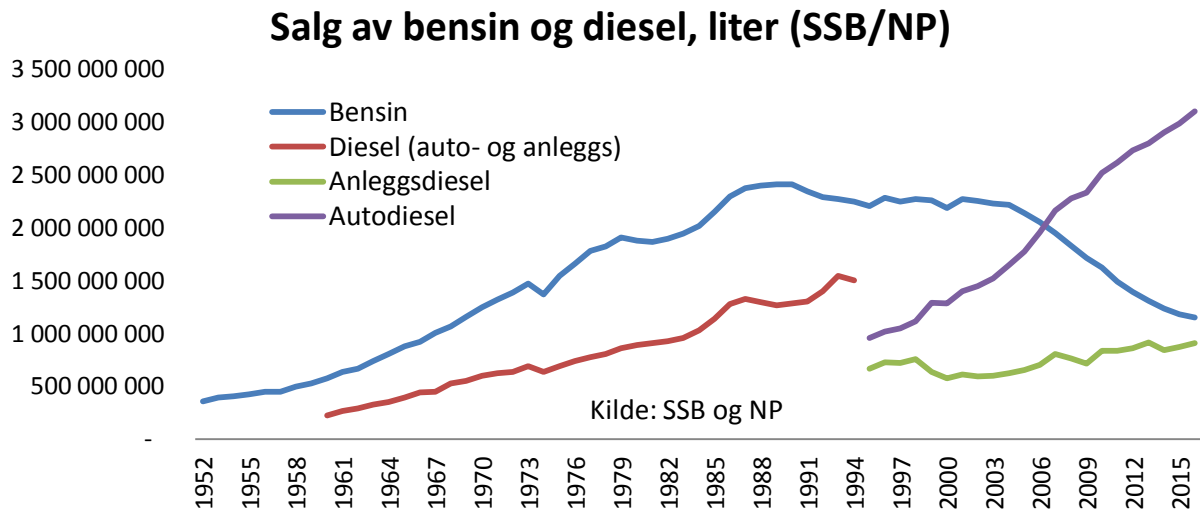
**Vi ser et vesentlig potensiale innen anleggsbiler og -maskiner.** Disse kjøretøyene har hatt andre rammebetingelser/mindre strenge utslippskrav, men begynner å få økt oppmerksomhet ettersom de står for ca. 16% av totale transportutslipp. Disse maskinene kjører stort sett på samme område, og behovet for infrastruktur er derfor mindre. Anleggsdiesel prises lavere enn annen diesel og dette kan være en utfordring ved bytte til biogass, men ved høye utslipp og økt fokus på bransjen, som vi ser har begynt, er det ikke umulig at avgiftsfritak vil fjernes i fremtiden.

Figuren nedenfor viser historisk utvikling av bensin og diesel. Den største veksten de siste årene har vært «autodiesel», vanlig diesel til biler og andre kjøretøy som ferdes på vei i Norge. Dette er et eksempel på at offentlige reguleringer har virket. Det har også vært noe økning i anleggsdiesel, og omsetningen av denne var 906 millioner liter i 2016.

En enkel beregning viser at bare dette segmentets bruk av diesel gir et årlig utslipp av **omlag 2.5 millioner tonn CO<sub>2</sub>**. Både nasjonal transportplan og andre politiske dokumenter viser at det er et ønske om å redusere utslipp fra anlegg og byggeplasser. Om halvparten av denne dieselen erstattes med biogass, ville behovet for biogass være omlag **4.58 TWh**. Reduksjonen i utslipp ville være stor, avhengig av hvordan vi ønsker å måle biogass, men ved en livsløpsanalyse, kunne man se «negative utslipp» som på et punkt kunne gjøre bransjen klimanøytral. Om det ikke er biogass tilgjengelig i området, vil det kunne vurderes å kjøpe sertifikater for biogass fra Europa (som opprinnelsesgarantier på strøm).

Under oppbygging av lokale markeder i Norge (Jæren og Vestfold) har man funnet ordninger for hvordan naturgass kan være back-up for biogass. Andre land har gunstige innmatingstariffer eller støtte til forbrukere. Nå er det mulig å ta gass ut som biogass, med sertifikater som garanterer at det er produsert en tilsvarende mengde biogass i det Europeiske markedet.

Figur 35 Oversikt over bensin og diesel i Norge til og med 2016 – anleggsdiesel vokser



Skal mer biogass brukes i transport ser vi også muligheter for **skip som allerede går på LNG**. Strengere utslippskrav i denne bransjen kan forventes fremover, og vi ser også at mange kunder ønsker dette. Innblanding av biogass bør her være en enkel måte å oppnå utslippskutt, uten behov for ny infrastruktur.

**Tog**, særlig Nordlandsbanen, har vurdert bruk av gass, som vil kunne se innblanding av biogass, men dette er foreløpig usikkert. **Fly** forventes ikke å være aktuelt for gass eller biogass i Norge.

Som belyst her er det flere mulighetsområder for vekst biogassmarkedet i Norge fremover, spesielt innen tungtransport/langdistansekjøring samt for anleggsmaskiner. Videre vil allerede eksisterende brukere (flesteplusser) kunne fortsette sin bruk av biogass, gitt mer fokus på reduksjon av eksisterende barrierer.

For å vurdere markedet for biogass i 2030, ser vi altså at det er et potensial, men også en del konkurranse.

- **Hvis avfall/sirkulærøkonomi blir driver:** Bevissthet rundt organisk avfall og økt andel til biogassproduksjon kan øke bruk, både til kraft/varme og drivstoff.
- **Hvis utslipp blir driver:** Økt behov for å kutte utslipp fra transport vil gi mer oppmerksomhet til tungtransport og særlig anleggstrafikk, som ikke raskt vil bli helelektrisk. Teknologisk utviklingstempo kan påvirke når man velger ulike løsninger. Slik sett er det ofte bedre med mer fleksibel infrastruktur.

Estimering av potensial per kjøretøygruppe i 2030 er gitt i slutten av dette kapittelet.



## 6.2 Potensial – tilbud

Vi ser at det er mulig å få til reduserte kostnader for produksjon av biometan til transport i Norge. Mulighetene for kostnadsreduksjoner ligger for deler av kjeden i betydelig grad i ny teknologi, for eksempel nye løsninger for flytendegjøring av gass. Andre forbedringer ligger i forbedring av drift og skalafordeler. Vi ser også muligheter for kostnadsreduksjoner på råstoffsidene, på kort sikt innen økt foredling av næringsavfall og på litt lenger sikt innen innfasing av nye råstoff, slik som alger.

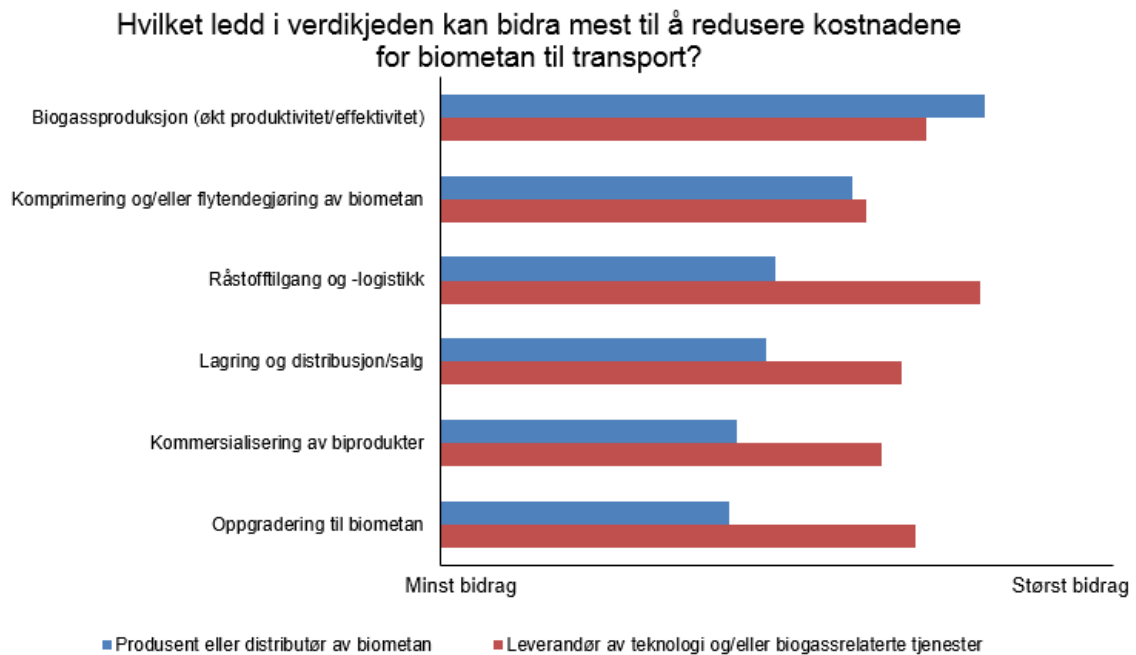
Vår bedømmelse av mulighetene for kostnadsreduksjoner er gjengitt i figuren nedenfor. Vurderingene er basert på litteraturgjennomgang, egen spørreundersøkelse samt fra dialog med aktører i Norge og internasjonalt.

Tabell 6: Potensial for kostnadsreduksjon

Ledd i kjeden	Potensiell kostnadsreduksjon	
<b>Biogassproduksjon</b>	<b>+++</b>	<b>Prosessoptimalisering, nye prosesser og større skala</b>
Råstoff	+	Økt behandling av biologisk næringsavfall. Bedret forbehandling av råstoff og optimalisering av logistikk. Samtidig risiko for økt kostnad som følge av konkurranse om råstoffet.
Anaerobisk nedbrytning	+++	Relativt modne prosesser for store anlegg, men stort potensial for bedre styring og optimalisering for ulike råstoff. Småskalaprosesser for husdyrgjødsel under utvikling og kommersialisering i Norge.
Avsetning på biprodukter	+	Nye råstoff som oppdretts slam og krav til «fornybart» gjødsel kan gi mulighet for bedret økonomi i biorest som gjødsel. I stor skala kan salg av CO <sub>2</sub> som industrigass bli lønnsomt.
<b>Produksjon av biometan</b>	<b>+++</b>	<b>Økt utnyttelsesgrad essensielt, ettersom kapitalkostnadene er betydelige</b>
Oppgradering	+	Relativt moden teknologi, men betydelig potensial for kostnadsreduksjon ved større skala og økt utnyttelsesgrad.
Komprimering	+	Relativt moden teknologi. Reduksjoner vil komme fra økt utnyttelse og bedre drift.
Flytendegjøring	+++	Flytendegjøring av naturgass er moden teknologi, mens systemer for relativt mindre skala er under kommersialisering (Se også kombinerte prosesser.)
Kombinerte prosesser	+++	Kombinert oppgradering og flytendegjøring kan halvere kostnaden. Muligheter for produksjon av biometan fra CO <sub>2</sub> og hydrogen fra elektrolyse (drevet på fornybar strøm) ved metanisering – lavere kostnader enn selve biogassen.
<b>Distribusjon og leveranse</b>	<b>+</b>	
Distribusjon på bil	+	Intet betydelig teknologipotensiale identifisert, men skifte til flytende gass vil redusere kostnadene betydelig.
Fyllestasjon	+	Økonomien i fyllestasjoner bedres med utnyttelsesgrad. Stasjoner for flytende gass er billigere per levert energi og har grunnnet kostnadseffektiv lagring større fleksibilitet til å håndtere varierende etterspørsel.

Vi har sett at flere internasjonale biogassprodusenter produserer til lavere kostnader enn hva som er tilfellet i Norge, og ser dermed et potensial for lavere kostnader til produksjon, oppgradering og distribusjon her også. Teknologien er tilgjengelig og det er rom for økt konkurranse og dermed mer effektiv prising av produkter og tjenester i sektoren. Fra spørreundersøkelsen ser vi at aktørene tror det er mulig å redusere kostnadene på flere områder. Produsentene ser størst bidrag innen selve produksjonen, mens teknologileverandørene ser mest potensial for kostnadsutt på råvarer og logistikk, se Figur 36.

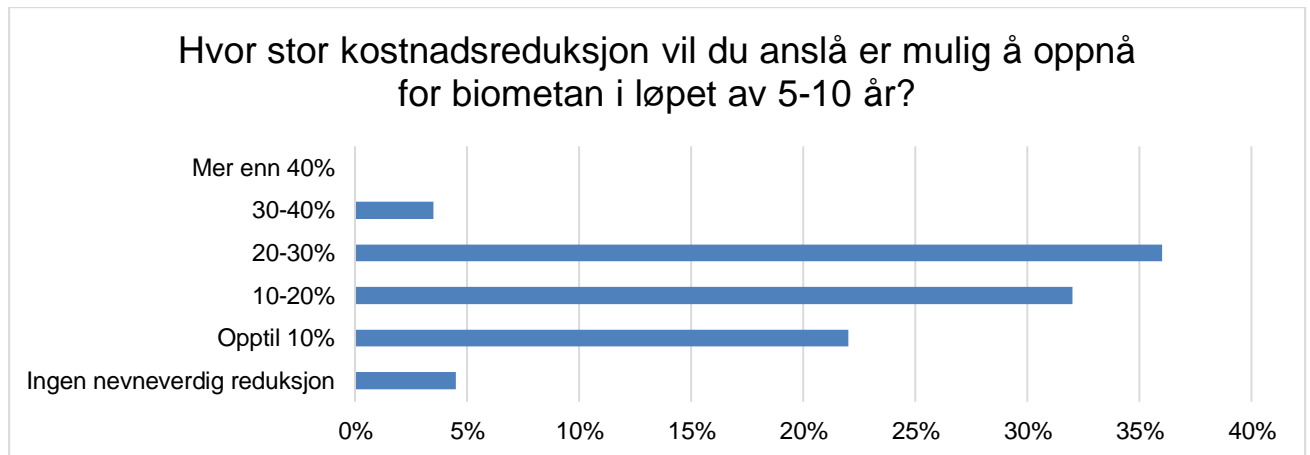
Figur 36 Potensial for kostnadsutt i verdikjedens ulike elementer – fra spørreundersøkelsen



I Figur 36 ser vi at teknologi- og tjenesteleverandører gir uttrykk for betydelig større potensial for kostnadsreduksjoner enn produsenter og distributører. Dette kan tolkes som at leverandørene har ny teknologi og kunnskap som foreløpig ikke er godt kjent blant produsentene, men kan også skyldes at produsentene som driver produksjon eller leveranse i praksis er mindre «idealistiske» enn leverandører.

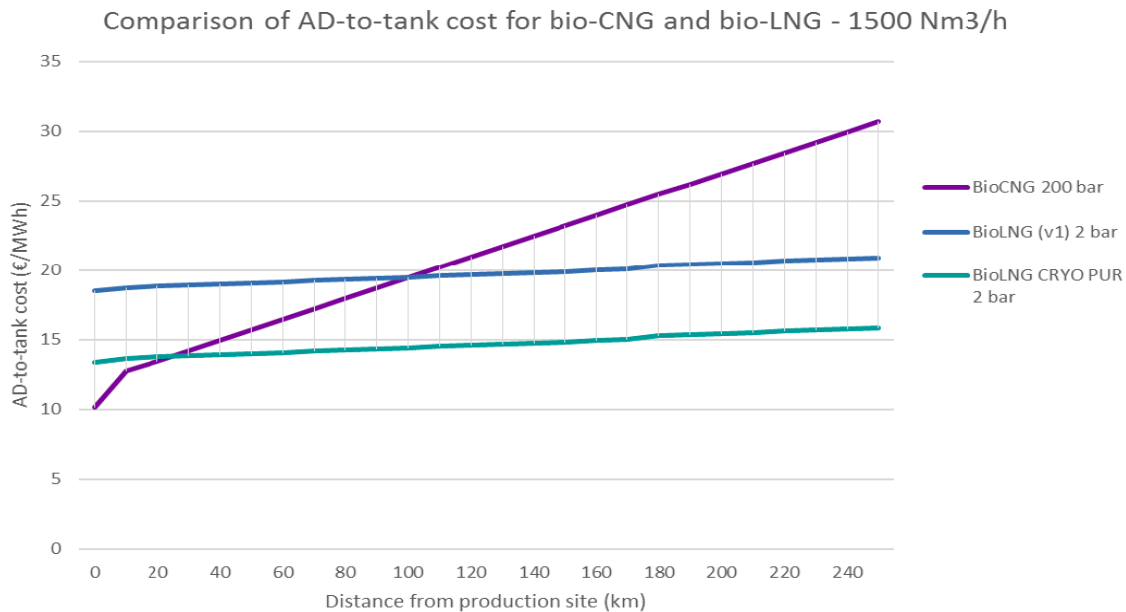
Samlet sett gir spørreundersøkelsen inntrykk av at produksjonskostnaden kan reduseres betydelig, se Figur 36.

Figur 37: Norske aktørers syn på kostnadsreduksjoner. Kilde: Egen spørreundersøkelse



Flytendegjøring har et betydelig potensial for å gi reduserte kostnader per levert energienhet. For eksempel viser vår analyse av ny teknologi under kommersialisering av det franske selskapet Cryo-Pur [29] at kostnaden for integrert kryogenisk oppgradering og flytendegjøring kan reduseres med mer enn 60% i sammenligning med dagens kostnad for oppgradering og komprimering. Innen distribusjon ser vi at kostnadsnivået i utlandet kan være lavere enn i Norge grunnet tilgang på gassledninger. Dette betyr at distribusjon av flytende gass for store anlegg kan bli mer kostnadseffektiv allerede fra 20 kilometer, se Figur 38.

Figur 38: Kostnadssammenligning for hhv komprimert og flytende biometan. Kilde: [29]



**Studier indikerer allerede at det er mulig å se mer enn 10 TWh fra dagens råstoff/avfall (se vedlegg). Fremover vil dette tallet øke, og med høyere etterspørsel vil det ikke være umulig å doble dette tallet. Eller kjøpe opprinnelsesgarantier fra andre land.**

### 6.3 Potensialoppsummering

Produksjon av biogass er tilstrekkelig i dag, og det er potensial for økt og billigere produksjon over tid (mye ledig kapasitet på eksisterende anlegg i dag, samt potensial for kostnadsreduksjoner flere steder i kjeden). Videre ser vi potensial for økt bruk, spesielt innen anleggsmaskiner og tungtransport. Dersom det skulle produseres mer det etterspørres fremover kan denne biogassen benyttes hos allerede eksisterende brukere av LNG (skip og industri), og vi ser derfor ikke for mye produsert biogass som en utfordring.

Mange av barrierene som eksisterer i dag er knyttet til usikkerhet (både hos produsenter og brukere). Reduksjon av denne usikkerheten, gjennom klare politiske prioriteringer/strategisk retning, bør være relativt enkelt og billig å gjennomføre.

Videre ser vi at flesteparten av barrierene som finnes er knyttet til etterspørselssiden, og vi mener at det mest effektive vil være å rette fokuset mot å redusere disse. Disse barrierene inkluderer blant annet manglende kunnskap og dokumentering av positive klima- og miljøeffekter samt manglende forutsigbarhet (infrastruktur, avgiftsnivå med mer).

En bedre løsning for balansering/regulering av tilbud og etterspørsel ville være positiv for begge sider av verdikjeden. Her kunne kobling av naturgass og biogass/biometan vært nyttig. Lagertanker og kobling av LNG til skip og LNG til landtransport ville redusere usikkerheten i begge disse segmenter. Et eksempel på hvor dette kunne vært nyttig er Oslo, der gassbrukeren Nesoddbåten bruker LNG som fylles direkte fra biler, mens busser og renovasjonsbiler bruker biogass, ikke langt unna. En gasstank ville kunne levere LNG også til andre skip og være «backup» ved variabel tilgang på biogass (ofte avbrudd enn vanlig LNG). Slike kombinasjoner ville også kunne gi innblanding av biogass i naturgass til skip over tid.

Aktører som vurderer å investere i produksjon og distribusjon av biogass uttrykker også behov for å begynne med CNG eller LNG for å kunne tilby en sikker leveranse. For å utløse nye investeringer er det derfor viktig å etablere transparente og lettfattelige systemer for omsetting av blandinger av naturgass og biogass; opprinnelsesgarantier er et eksempel på slike. Dette gjelder også (men i mindre grad) avsetning av bioresten.

Norge er en aktiv selger av opprinnelsesgarantier for ren vannkraft i Europa. Systemet innebærer at en produsent kan selge kraften for høyere verdi når den kan dokumentere at den er produsert fra fornybar energi. Kontrakten er en finansiell ordning som gjør det mulig å selge slike kontrakter til alle land i Europa. Bare 16% av norske garantier selges i Norge, noe som gjør varedeklarasjonen til norsk strøm svært ulik produksjonsmiksen (med «residualkraft» fra Europa, viser denne mer enn 50% kullkraft for levert strøm).

I EU er det en tilsvarende ordning for biogass/biometan i gassnettet. Siden Norge er en stor leverandør til Europa, kunne noe av gassen holdes tilbake og selges som biogass om det er ønskelig her. Det ville gjøre

det enklere å balansere tilbud og etterspørsel, og mulig å legge til rette for økt bruk av biogass uten å vente på ny produksjon. Hvis det etterhvert ble ønskelig med mer egenproduksjon, ville denne ha en konkurrent i «importert» biometan, noe som også kan bedre konkurransebildet og gi fordeler til forbrukerne.

### Estimat av potensiell biogassbruk i transportsektoren i to 2030-bilder

Det er veldig mange usikre variabler i et estimat på bruk av biogass i 2030, og vi har derfor indikert høyt og lavt forbruk i to ulike fremtider. Det første legger dagens rammebetingelser og teknologi til grunn og utgjør et minimumspotensiale. I dette bildet er utfordringer og barrierer som i dag, og beskrevet i rapporten. Det andre fremtidsbildet legger til grunn en sterkere satsing på utslippskutt, bærekraft og tilhørende rammebetingelser og beslutninger, i tillegg til spesifikke virkemidler for å stimulere til økt bruk, omsetning og produksjon av biogass. I dette bildet er flere av dagens barrierer redusert. Denne vil bidra mer til å oppnå Norges klimaforpliktelser fastsatt i Klimaloven. Det mest sannsynlige utfallet vil ligge et sted mellom disse.

To mulige fremtidsbilder for biogassbruk i 2030:

#### Fortsettelse av dagens trendbilde: Potensial 1.2 TWh

- Utfordringer og barrierer knyttet til økt bruk blir ikke adressert
- Noe økt produksjon fra eksisterende og nye anlegg. Prisnivå omtrent som i dag
- Bruken av biogass øker marginalt innen busser, men blir i økende grad utfordret av elektrisitet
- Økende bruk i langdistansetransport
- Ingen bruk av biogass i nye områder som anleggsmaskiner, grunnet manglende tilbud av maskiner og kjøretøy

#### Biogass som en driver for det grønne skiftet og en sirkulær økonomi: Potensiell biogassbruk til transport 5-8.5 TWh

- Økt fokus på bærekraft, klima og miljø, selv utenfor byene
- Bedre samarbeid på tvers, synergier i landbruk og fiskeoppdrett tas ut – avfall til biogass, benyttelse av biogass til traktorer og anlegg, samt bruk av biogjødsel fra biorest
- Mer helhetlig politikk (samarbeid mellom flere departement og etater) innen energi og klima for økt effektivitet i ambisiøse klimagasskutt satt i Klimaloven til 2030 - klimafokus en integrert del av all planlegging
- Biogass produseres på en måte som gjør at den gir sterkt reduserte utslipp og anerkjennes for det – dette påvirker både strategi for satsing og ønske om bruk av ulike kjøretøytyper (brukerperspektiv)
- Økt prosessering av næringsavfall og slam fra husdyr og fiskeoppdrett
- Kostnadsreduksjoner som følge av mer effektiv teknologi og drift i biogassproduksjon, oppgradering og flytendegjøring
- Utbygging av nasjonal infrastruktur for distribusjon av biogass langs europaveier for LBG/LNG; dette er spesielt viktig for å ta ut potensialet i langdistanse godsbiler og busser (både norske og utenlandske)
- Havner med LNG/LBG vil kunne ha synergier mellom fylling av skip og trailere som kommer med disse fra andre land (eventuelt innenlands) – på sikt muligheter for mottak av avfall fra skip som (delvis) kan bli råvarer til biogassproduksjon
- Satsing på biogass for anleggsmaskiner kan gi signifikante volum, men krever at leverandørene lanserer egnede maskiner/kjøretøy
- Flere cruiseskip og ferjer vil ønske innblanding (og mulig langsiktig) full bruk av LBG
- Prising av biogass attraktiv i forhold til fossile brenslers – andre fordeler også mulig som insentiv – dette kan gjøres gjennom avgifter på fossile drivstoff, økt konkurranse eller faste priser for biogass

Vi har brukt dagens kjøretøypark som utgangspunkt, og angitt mulige markedsandeler for biogass i de to mulige fremtidsbildene. Kjøretøyparken, effektivitet/utslipp og bruk vil kunne endre seg betydelig innen 2030, men en analyse av dette er utenfor denne oppgaven, og vil påvirkes av politikk, priser, nye handlingsmønstre i befolkningen og mer.

Tabell 7: Potensial for biogass til transport i 2030

	Total kjøretøy-park, 2016	Gass-kjøretøy, 2016	Gass-andel av total	Indikativt biogass-potensial 2030 (%)				Hovedforutsetninger/kommentarer
				Andel av flåte		Antall kjøretøy		
				dagens politikk	grønt skifte	dagens politikk	grønt skifte	
<b>Personbiler</b>	2,661,806	116	0.00%	0%	0%	-	-	Elektrisitet dominerer, supplert av hydrogen
<b>Busser (totalt)</b>	16,258	701	4.31%	5%	30%	813	4,877	Økt tilgjengelighet i byer og på europaveier
<b>-bybusser</b>	4,731	553	11.69%	15%	60%	710	2,839	Diesel fases ut, innen 2030 mer el/hydrogen
<b>Varebiler</b>	461,498	394	0.09%	0%	10%	-	46,150	Elektrisitet dominerer på lokal/regional distribusjon, hydrogen/gass på lengre distanser
<b>Lastebiler</b>	75,238	253	0.34%	10%	50%	7,524	37,619	Fokus på langdistansetransport der elektrisitet er mindre aktuelt
<b>Motorredskaper</b>	7,667	1	0.01%	5%	15%	383	1,150	Særlig til anlegg, byggeplasser og i landbruk/fiskeoppdrett
<b>-bygg og anlegg</b>				0%	25%			Anleggsmaskiner, avhenger av at maskiner blir lansert
<b>-industri</b>				0%	25%			Maskiner på industriområde, avhenger av at maskiner blir lansert
<b>-tjenesteyting</b>				0%	5%			Lagermaskiner. Hydrogen og elektrisitet vil dominere.
<b>Kombinerte biler</b>	22,693	3	0.00%	10%	50%	2,269	11,347	Blandet kategori, antar som lastebiler
<b>Traktorer</b>	275,157	4	0.01%	1%	25%	2,752	68,789	biogass som nøkkelen til et "sirkulært landbruk": leverer råstoff, får drivstoff og gjødsel tilbake
<b>Totalt</b>	<b>3520317</b>	<b>1472</b>	<b>0.04%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>13,741</b>	<b>169,932</b>	
<b>Forbruk av biogass (GWh)</b>						<b>1,169</b>	<b>8,540</b>	



## 7 Konklusjon: Vi får det til hvis vi vil!

Det er umulig å estimere hva etterspørselen etter biogass til transport i Norge vil være i 2030, siden det er avhengig av flere faktorer som er svært usikre i dag.

Det er imidlertid klare lavkosttiltak som kan bidra: Spredning av kunnskap om biogass og dens miljø- og klimaeffekt og tydeliggjøring av nasjonale ønsker, prioriteringer og rammebetingelser som vil redusere oppfattet risiko og øke sannsynligheten for at flere vil ønske å bruke og levere biogass. Det er også mulig å bedre samarbeidet med landbrukssektoren og øke vektleggingen av miljøkrav ved bygging av veier (anleggsbransjen) og leveranse av transporttjenester til det offentlige. Mer fokus på sirkulærøkonomi og livssyklusanalyser vil kunne bidra ytterligere. Dette vil kunne redusere barrierene til økt bruk av biogass. Gitt at det kommer større maskiner på markedet og infrastrukturen bygges ut, synes det mulig med en realistisk etterspørsel på 1.2-8.5 TWh. Med tyngre satsing, kan et teoretisk potensiale være høyere.

Med mindre risiko knyttet til etterspørsel etter biogass, biometan og biorest/gjødsel, vil det kunne være mulig for norske produsenter å møte denne økte etterspørselen med betydelig lavere produksjonskostnader enn i dag – både med bedre teknologi, større skala og bedre drift. Vi ser ikke at en slik etterspørsel vil være tilbudsbegrenset. Produksjon av biogass ved anaerobisk nedbrytning i Norge kan suppleres med metanisering av CO<sub>2</sub> fra biogassproduksjonen (øker metanutbyttet med ca. 70 %), produksjon av syntetisk metan ved gassifisering av trevirke eller import av biometan fra andre land.

Fokus bør, i tillegg til dagens virkemidler rettet mot tilbudssiden (investeringsstøtte til produksjon og oppgradering), rettes mot tiltak for å stimulere tiltak på etterspørselen da vi ser at det er her hovedtyngden av barrierene ligger.

## 8 Vedlegg

### 8.1 Biogasspotensialet i Norge (fra tidligere utredninger)

Her følger en oppsummering av potensialet identifisert av andre studier for biogass i Norge.

- Prosjektet *Potensialstudie for biogass i Norge*, prosjektsamarbeid mellom Østfoldforskning og UMB på oppdrag fra Enova (2008), anslø det teoretiske energipotensialet fra biogassressurser fra avfall/biprodukter til å være nærmere **6 TWh/år**. I dette studiet utgjorde husdyrgjødsel det største potensialet (42%), etterfulgt av industri (23%) og matavfall fra husholdninger, storhusholdninger og handel (16%) [45].
- I rapporten *Underlagsmateriale til tverrsektoriell biogass-strategi* fra 2013, utført av Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet), ble det **realistiske potensialet** for biogassproduksjon i Norge mot 2020 anslått til å være rundt **2,3 TWh**. Studien konkluderte med at det gjenstående realistiske potensialet for biogassproduksjon på kort sikt var dominert av våtorganisk avfall (i underkant av 1 TWh) og husdyrgjødsel (ca. 0,7 TWh) og at andre råstoff som for eksempel skogsavfall, alger og slam fra fiskeoppdrett (i tillegg til forbedringer i produksjonsprosessen) på lengre sikt kunne øke potensialet ytterligere [4].
- Fagrådgiver i Avfall Norge, Jens Måge, anslår at potensialet er så høyt som **10-12 TWh årlig**. Årsaken til et vesentlig høyere potensial enn det som er anslått av Miljødirektoratet er, ifølge Måge, at Avfall Norge tar høyde for økte avfallsmengder fra havbruks- og skognæringen, samt økt utsortering av matavfall og annet organisk avfall fra næringsliv og private husholdninger [46]
- I rapporten *Biogass i Oslofjordregionen*, utført av Rambøll på oppdrag fra Biogass Oslofjord, i samarbeid med Energigjenvinningsetaten i Oslo Kommune, har anslått det samlede teoretiske potensialet for økt biogassproduksjon i regionen i 2030 til å være **ca. 600 GWh** (ekskl. dagens utnyttelse) og tilsvarer nesten det dobbelte av dagens produksjon [1].
- I rapporten *Klimavirkninger av ikke-skogbasert bioenergi*, utført av Østfoldforskning på oppdrag fra NVE, anslås en realistisk mengde energiprodukter fra ikke-skogbaserte biomasser å være **ca. 5 TWh**. En vesentlig andel kommer fra landbruksektoren. Videre hevdes det i rapporten at den mest klimavennlige måten å utnytte disse ressursene på er å produsere biodrivstoff. Det er også et betydelig potensial for bruk av alger til energiformål i Norge, men det kreves en betydelig teknologitviking før disse ressursene kan utnyttes kommersielt [47]. Oversikt over maksimalt og realistisk potensial for ikke-skogbaserte biomasser er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 8: Maksimalt og realistisk energipotensial for ikke-skogbaserte biomasser (mot 2030).

	Maksimalt potensial		Realistisk potensial	
	Millioner MJ	TWh	Millioner MJ	TWh
Våtorganisk avfall – husholdninger	1 152	0,3	576	0,2
Våtorganisk avfall – næringer*	2 719	0,8	1 142	0,4
Sidestrømmer fra landbruket	10 360	2,9	5 920	1,6
Energivekster	0	0	0	0
Mikroalger	250	0,1	0	0
Makroalger	76 000	21,1	190	0,1
Husdyrgjødsel	27 000	7,5	9 000	2,5
Avløpsslam	1 569	0,4	784	0,2
<b>Sum</b>	<b>78 971</b>	<b>33</b>	<b>15 894</b>	<b>5</b>

\* Våtorganisk avfall fra næringer inkluderer også slam fra fiskeoppdrett

Det maksimale potensialet er gitt fra tilgjengelige arealer eller mengder multiplisert med energiinnhold, mens det realistiske potensialet er basert på vurderinger foretatt i de ulike verdikjedene om hvor modne ulike teknologier er og hvilke kostnader som er forbundet med å samle inn og konvertere ulike energikilder. Som tabellen viser, er det stort sprik mellom realistisk og antatt potensial når det gjelder makroalger. Årsaken er at produksjon av makroalger, som tang og tare, ligger markedsmessig og teknologisk frem i tid. Kilde: [47]

#### **Våtorganisk næringsavfall**

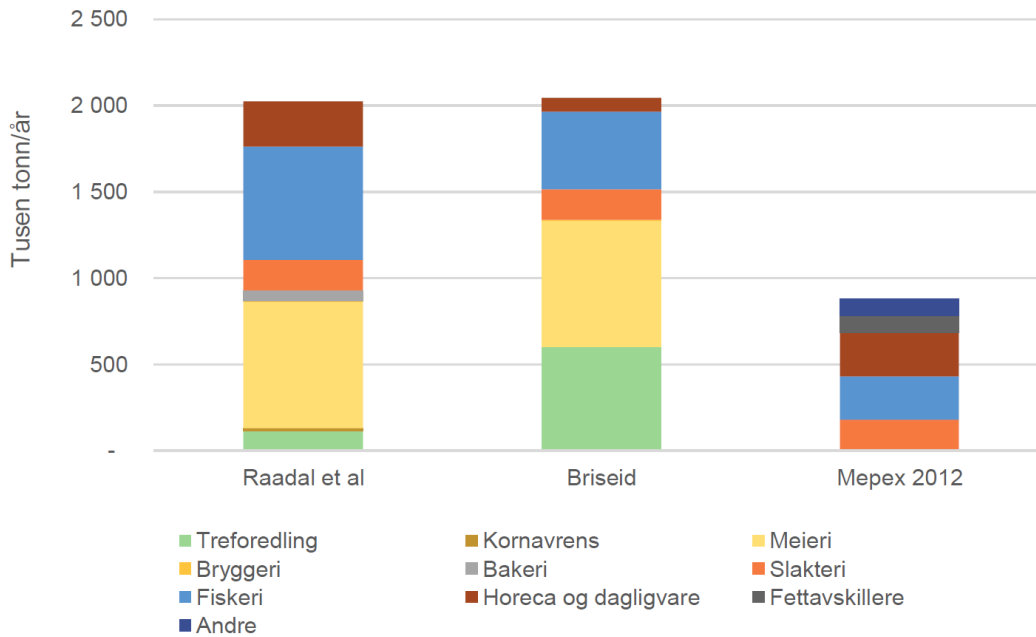
En gjennomgang utført av Østfoldforskning i 2016 på oppdrag fra Miljødirektoratet anslø at årlig produksjon av våtorganisk avfall, restråstoffer og matsvinn fra næringer i Norge er ca. 2,7 millioner tonn [44].

Av dette utnyttes 534 000 tonn som råstoff eller ingredienser i mat og litt over 1,1 million tonn som fôr eller gjødsel (hovedsakelig kjøttbeinmjøl fra slakterier som videreføres til gjødsel). Det er spesielt innen havbruk, fiskeri og avfall fra tjenesteindustrien at utnyttet råstoff er tilgjengelig.

### Slam fra fiskeoppdrett

Det er noe mer fokus på bærekraft i oppdrettsnæringen. Enova støtter allerede elektrifisering til erstatning av dieselgeneratorer. Videre er det en viss økning i bruk av fiskeslam til biogass. Med økende aktivitet i næringen vil dette kunne vokse ytterligere. Selvdød fisk har også et potensiale. Se også funn referert til i vedlegg om biogass (fra NVE/Østlandsforskning [44])

Figur 39 Beregnet ressurspotensial i 1000 tonn fordelt på næringstype og studie. Kilde: [44]



### Potensial for biogjødsel – ved gjødselsvareforskriften

I dag er det få insentiver til å ta i bruk biogjødsel i norsk landbruk. Biogjødsel fra biogassproduksjon blir allikevel i økende grad akseptert som et agronomisk og miljømessig godt og trygt produkt i landbruket. Etterspørselen er økende, men så lenge hovedmarkedet er landbruket og konkurrenten kunstgjødsel er lett tilgjengelig, billig (uten avgifter) og akseptert "standard", så er betalingsviljen og dermed verdien av biogjødsel begrenset.

Gjeldende gjødselsvareforskrift "Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav" samt dagens økoregelverk er også til hinder for økt bruk av biogjødsel. Regelverket er under revisjon.

Et viktig mål for revisjonen i gjødselsvareforskriften er å **stimulere markedet og øke bruken av organiske og avfallsbaserte gjødselprodukter**. Det pågår også et stort revisjonsarbeid i EUs regelverk for gjødselprodukter som bl.a. vil åpne for CE-merkede gjødselprodukter fra biogjødsel og kompost og sikre likestilling og fri flyt i markedet.

Bransjen oppfatter at det er et unødvendig tungvint regelverk for organiske gjødselprodukter basert på avfall og fornybare råvarer. Eksempelvis har organiske gjødselprodukter en inndeling i fire kvalitetsklasser (0,1,2,3) avhengig av tungmetallnivå. For slambasert biogjødsel er det bruksbegrensninger og meldeplikt som nå blir revidert og forhåpentligvis forenklet.

Revisjonen av forskriften må føre til forenkling som stimulerer til økt bruk av resirkulerte råvarer i tråd med sirkulærøkonomien. Mål må være forenkling og at konkurransevridende rammer fjernes.

Vedr regelverket for økologisk produksjon så pågår det også en klargjøring av regelverket i Mattilsynet. Dette vil kunne åpne for at biogjødsel godkjennes til økologisk matproduksjon. Dette vil gi en større verdi på produktene og også bidra til å øke produksjon av økologisk mat, spesielt i områder hvor det ikke finnes husdyrgjødsel.

Kilde: Intervju med Avfall Norge

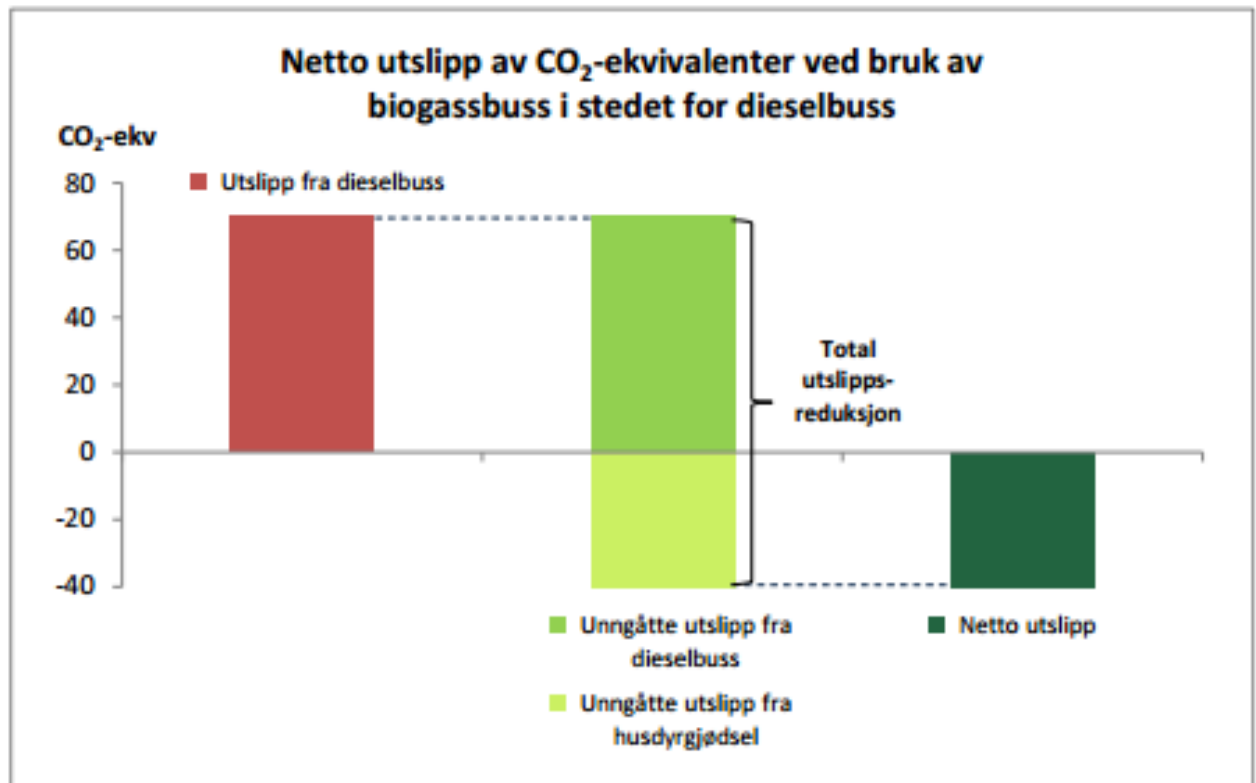
## 8.2 Biogass generelt – klima og andre positive effekter

Produksjon og bruk av biogass reduserer utslipp av klimagasser på flere måter:

- Reduksjon av metan- og lystgassutslipp som hadde oppstått ved lagring av husdyrgjødsel eller ved kompostering/forbrenning av våtorganisk avfall
- Reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp når biogass erstatter fossile energikilder, som olje, diesel og bensin
- Reduksjon av CO<sub>2</sub> og lystgass-utslipp når biogjødsel erstatter kunstgjødsel

For di utnyttelsen av husdyrgjødsel og våtorganisk avfall bidrar til reduksjon av klimagasser både ved produksjon og ved anvendelse, kan reduksjonen av klimagassutslippene være større enn det forventede utslippet fra fossile energikilder som biogassen erstatter. Derfor kan reduksjon av klimagassutslipp være større enn 100% når for eksempel fossile drivstoff erstattes. I tillegg til reduserte klimagassutslipp har biogass mange andre potensielle positive effekter som bedring av luftkvalitet og redusert støy, for å nevne noen.

Figur 40: Illustrasjon av mulig utslippsreduksjon ved bruk av biogass- i stedet for dieselbuss [4]



**Forklaring til figur:** Netto utslipp av CO<sub>2</sub> ved erstatning av diesel med biogass. CO<sub>2</sub>-utslipp fra forbrenning av biologisk materie inkluderes ikke i utslippsregnskapet, fordi det regnes som en del av det "raske karbonkretsløpet". Dette er årsaken til at biogassbussene regnes som nullutslippskjøretøy.

Selv om vi stort sett kan glede oss over ren luft i Norge, har vi til tider for høy forurensing i byer. NO<sub>x</sub>, partikler og svovel er helseskadelig og til tider over EU-grenser. Ulike drivstoff gir ulike nivå av forurensing, og her kan gass/ biogass redusere utslipp betydelig i forhold til diesel/ biodiesel. El og hydrogen slipper ikke ut forurensing fra drivstoffet (livsløpsanalyser viser ulike tall, etter opprinnelsen til el og hydrogen).

I sommer gjorde Østlandsforskning en studie for NVE, **Klima-virkninger av ikke-skogbasert bioenergi**, som sammenligner ulike livsløpsanalyser av ulike nye drivstoff. Medianutslipp fra biogass fra fiskeslam er der satt til 32g CO<sub>2</sub> ekv/MJ, sammenlignet med 37g CO<sub>2</sub> ekv/MJ for biodiesel. [44]

*“Siden fiskeslam uansett burde samles opp for å unngå problematikk med overgjødning, er produksjon av biogass en god ide.*

NVE/Østlandsforskning 2017

### 8.3 Utdrag fra og kommentarer til nasjonal transportplan

Vi ser at tunge kjøretøy, både godstransport og i anleggsindustrien er ansvarlig for store andeler av dagens utslipp, og disse har økt de siste årene. Vi ser også at flere tiltak er foreslått for dette, særlig i nasjonal transportplan (NTP). Her er noen utdrag:

*“Reduserte utslipp fra bygging, drift og vedlikehold av infrastrukturen*

*I grunnlagsdokumentet for Nasjonal transportplan har transportetatene og Avinor signalisert at de i forbindelse med bygging, drift og vedlikehold av transportinfrastruktur i størst mulig grad skal ta i bruk null-utslippsteknologi, alternative drivstoff og gjøre bevisste valg av materialer og materialmengder».*

De foreslår følgende mål innen anleggsutslipp:

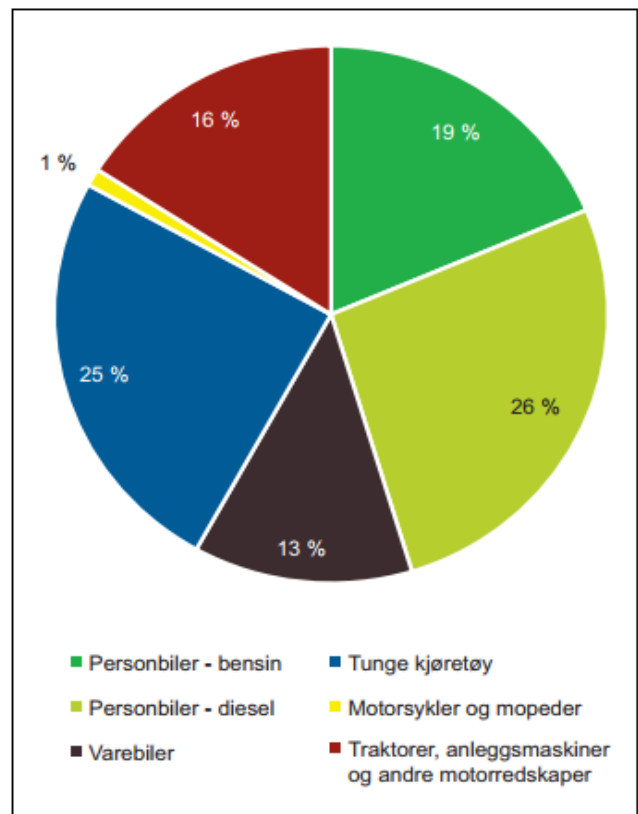
- Utslippene fra bygging av infrastruktur skal reduseres med 40 pst. innen 2030
- Utslippene fra drift og vedlikehold skal reduseres med minst 50 pst. innen 2030

*Utslipp fra disse aktivitetene omfatter f. eks. forbrenning av diesel, utslipp fra materialproduksjon og mengden av materialer som brukes. Alle utslippene påvirker det globale klimaet, men ikke alle telles som utslipp fra transportsektoren. Samferdselsdepartementet vil utarbeide en handlingsplan for **fossilfrie byggeplasser/anleggsplasser** innen transportsektoren sammen med underliggende etater og virksomheter.”*

#### Bærekraftig biodrivstoff

*“EUs bærekraftskriterier for **biodrivstoff** stiller krav til reduksjon i direkte klimagassutslipp sammenliknet med fossilt drivstoff og til at råstoff til biodrivstoffet ikke dyrkes på arealer som er viktige for biodiversitet, eller som lagrer mye karbon, f.eks. gjelder dette bruk av regnskogarealer til dyrking av palmeolje. Biodrivstoff som oppfyller EUs bærekraftskriterier, gir derfor lavere direkte klimagassutslipp enn fossile drivstoff globalt sett. Totalt ble det rapportert inn en omsetning av 188 mill. liter biodrivstoff i 2015. Gjennomsnittlig innblandingsnivå for biodiesel i autodiesel var 6,1 pst., mens innblandingsnivået for bioetanol i bensin var på 1,5 pst. 11 Nesten alt biodrivstoff som ble rapportert omsatt, var førstegenerasjons biodrivstoff fremstilt av matvekster. Om lag 90 pst. av omsatt biodrivstoff var biodiesel, og om lag ti pst. var bioetanol. Biodrivstoff produsert av skogsavfall utgjorde én pst. av total mengde omsatt biodrivstoff. 12 Så godt som alt biodrivstoff omsatt i Norge i 2015 var importert.*

Figur 41: Fordeling av utslipp fra transport (NTP)



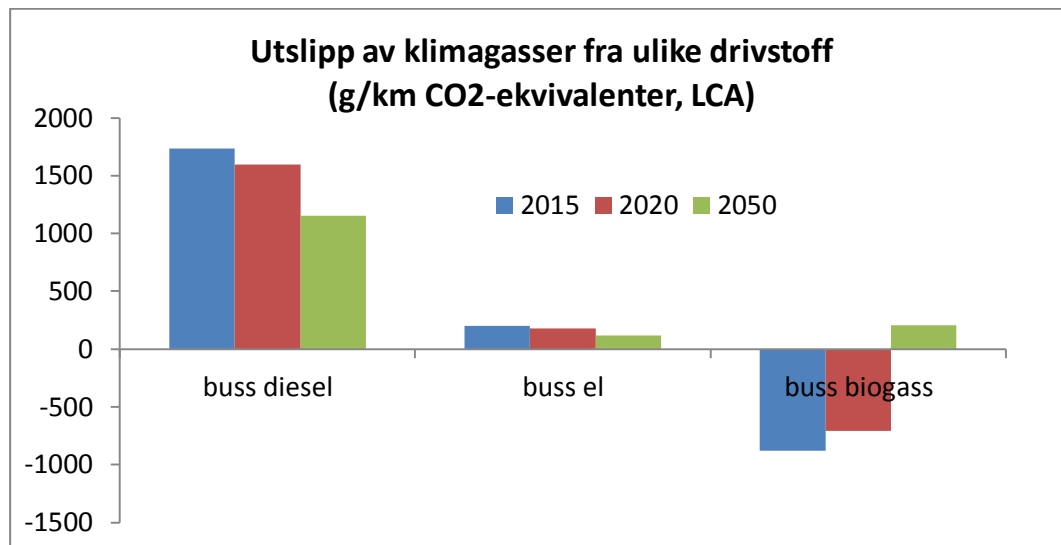
***Biogass regnes som bærekraftig drivstoff og produseres hovedsakelig av kloakkslam, matavfall og husdyrgjødsel.”***  
Nasjonal Transportplan



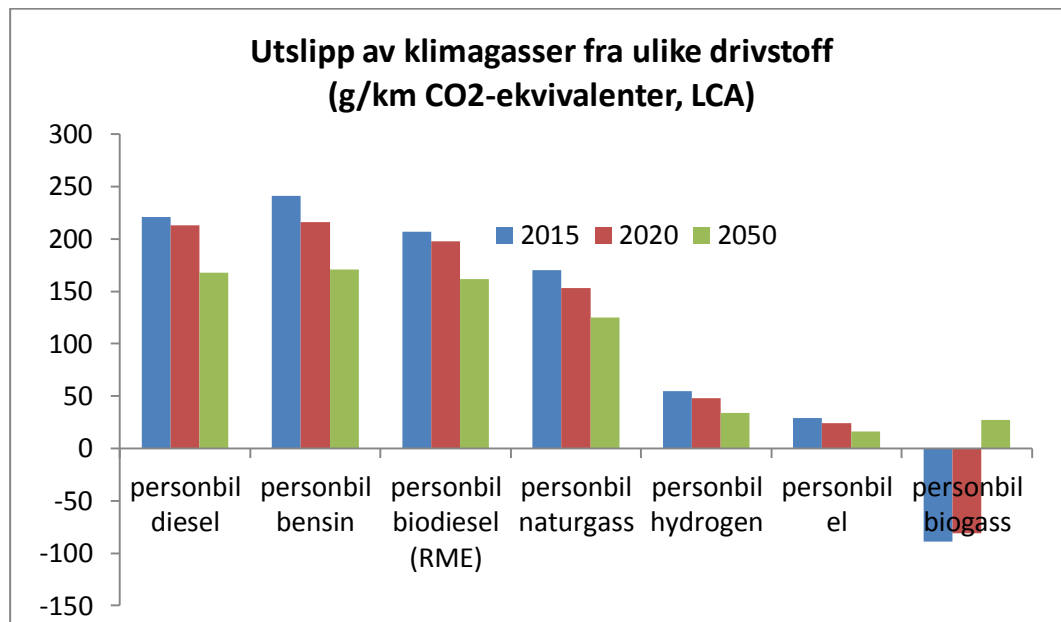
### 8.4 Biogass i Danmark

I Danmark har man over tid sett på ulike strategiske løsninger for å redusere utslipp fra transportsektoren. Landet har lang tradisjon for sykkelbruk i byer, og et godt utbygd gassnettverk. Videre har de, som kjent, vært ledende innen vindkraft. København vurderte flere løsninger og valgte elbiler og på sikt hydrogen. Andre byer kan se andre løsninger som best for seg. Innen biogass har dette vært drevet av landbrukssiden og hovedsakelig brukt til kraft/varme. Nå er det mer biogassproduksjon fra kloakkrensaneanlegg og avfall. Energistyrelsen har laget en interaktiv modell for å beregne netto utslipp per kilometer i et livsløpsperspektiv. Her kan ulike forutsetninger legges inn, både på priser og utslipp fra produksjon av olje, gass og kraft. Nedenfor viser vi funn fra modellen med «default»-innstilling på forutsetningene. I 2015, 2020 og 2050. Både for busser og biler viser biogass negative netto utslipp på kort og mellomlang sikt, men noen utslipp i 2050 (omtrent på nivå med el i dag).

Figur 42: Sammenligning av ulike drivstoffs klimaeffekt – livsløpsanalyse Danmark (kilde ens.dk)



Figur 43: Sammenligning av ulike drivstoffs klimaeffekt – livsløpsanalyse Danmark (kilde ens.dk)

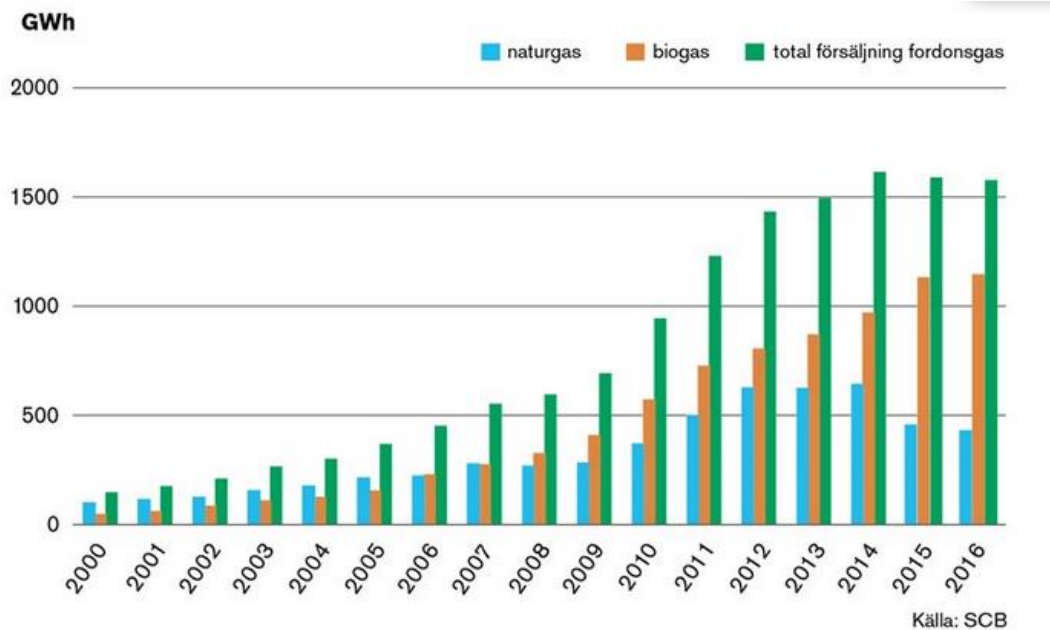


### 8.5 Utvikling av biogass til transport – Sverige

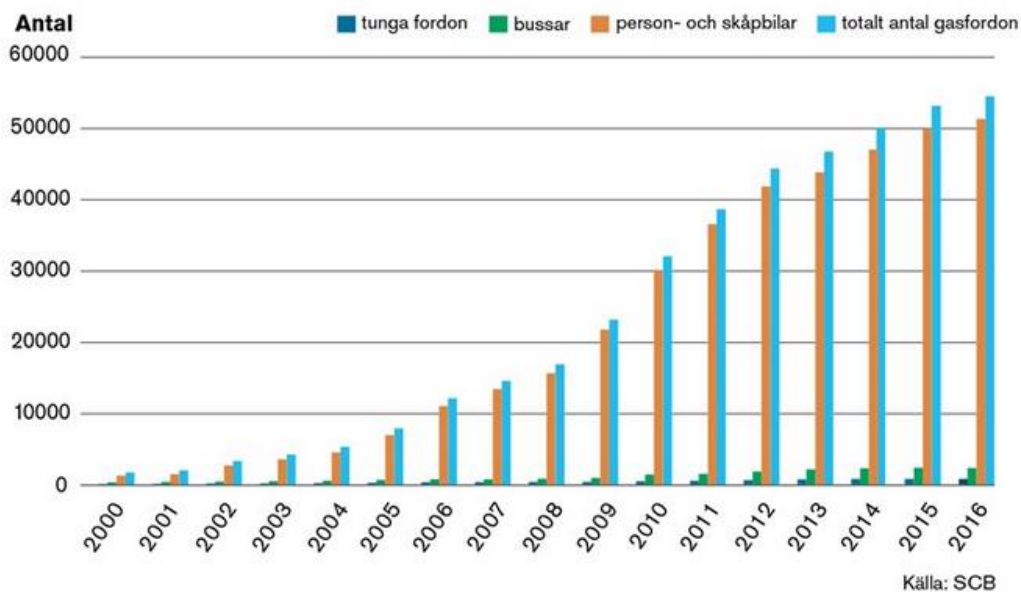
Når land tar initiativ for å redusere utslipp fra transport (klima og/eller forurensing), kan etterspørselssiden stimuleres, og dermed stimulere til økt produksjon eller import. Sverige valgte denne modellen, og var tidlig ute med virkemidler på etterspørselssiden for å legge til rette for stimulering av etterspørselen (ikke ulik norsk satsing på el-biler).

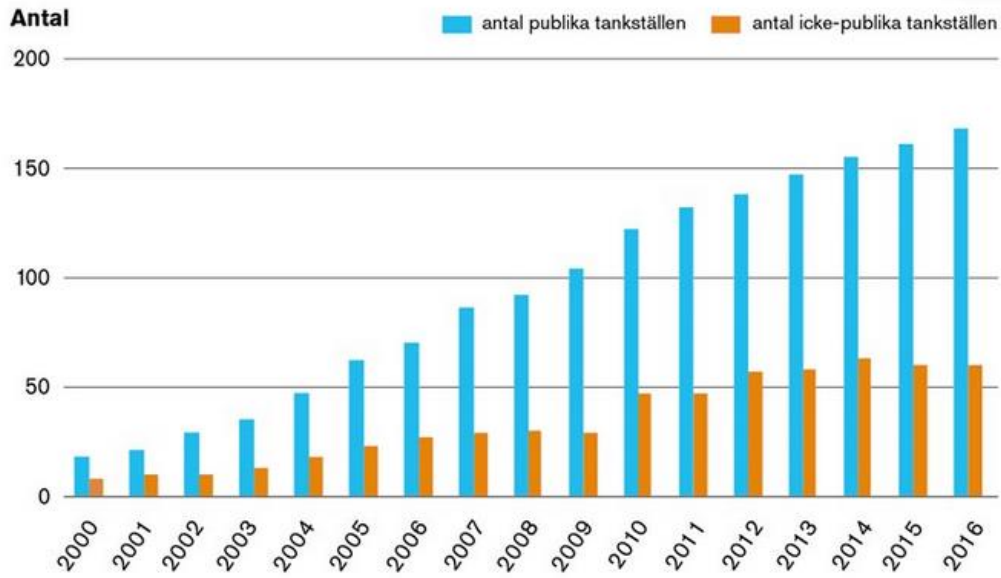
Mange personbiler (ca. 50 000) og en del busser (2331) og tyngre kjøretøy bruker i dag “fordonsgass” (naturgass til kjøretøy) og infrastrukturen er velutbygd (167 offentlige og 60 ikke-kommersielle fyllestasjoner ved utgangen av 2016).

Figur 44: Utvikling i bruk av gass og biogass til transport i Sverige (kilde alle figurer: [48])



### Gasfordon i Sverige





Källa: SCB  
Energigas Sverige

### 8.6 Utvikling av biogass til transport: Storbritannia

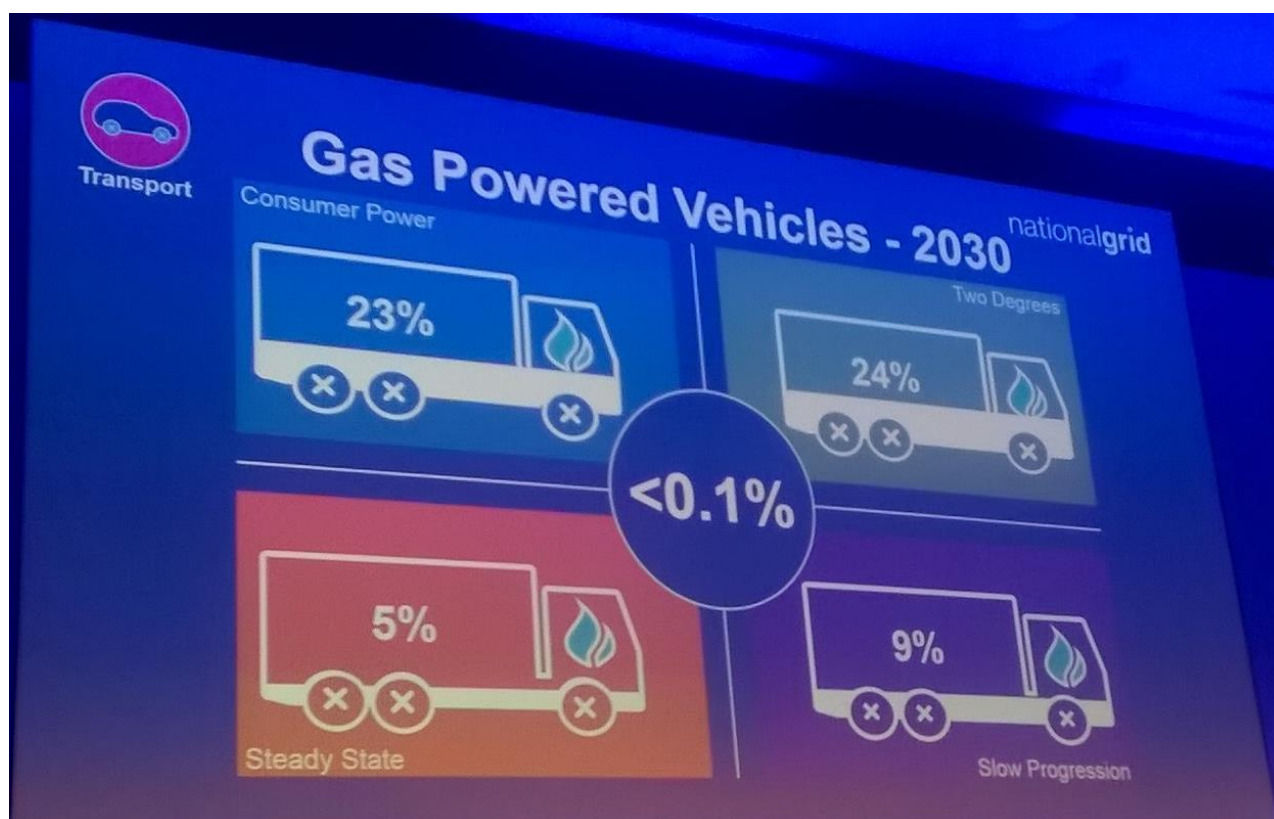
Landet har et velutbygd nettverk for naturgass, med oppvarming av de fleste hus og dominerende drivstoff i kraftsektoren. Likevel har det tatt tid å utvikle gassbruk i transportsektoren. Etter noen spede forsøk tidligere, har et lite gjennombrudd skjedd ved innføring av biogass, både innblandet i nettet og med direkteleveranser til brukere.

Satsingen har i stor grad vært gjort av selskapet CNG Services, som har siktet på tungtransport og særlig biler som leverer til supermarkeder/dagligvarebransjen. Flere av disse har både avfall (potensielt råstoff), egne biler og distribusjon av drivstoff (egne bensinstasjoner ved butikkene). I første omgang er det egne biler som konverteres til å bruke biogass, for å redusere utslipp. Dette kan gjøres med fysiske leveranser av ren biogass, eller ved kjøp av biogassgarantier fra nettet.

Selskapet Waitrose, kan nå dokumentere et betydelig kutt i utslipp, og ser på dette både som bra i seg selv, og et ledd i konkurransen om kunder som bryr seg om fotavtrykk for varene deres.

National Grid (transmisjonsselskapet for gass og kraft i UK) ser for seg en betydelig økning i bruk av gass til tungtransport i alle sine fremtidsbilder, selv om dagens andel av gass i transportsektoren bare er 0.1%. De ser denne andelen vokse til 5-24%, avhengig av scenariene, og høyest i tograders-scenariet. Dette tilsier gassforbruk fra 5 GWh til 25 GWh i 2030, hvorav en betydelig andel forventes å være biogass. De forventer også økning i elbiler og etterhvert en del hydrogenbiler.

Oppsummering av gass til transport i fire National Grid scenarier for 2030 (Foto: Karen Sund)



National Grid har sett på hva som skal til for en signifikant økning i bruk av gass/biogass til tunge kjøretøy:

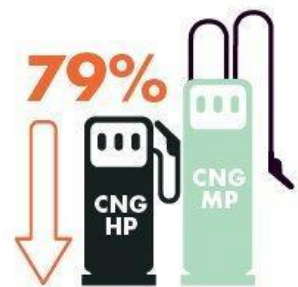
- 1) Teknologi som sikrer rekkevidde slik at flere kjøper slike biler
- 2) Infrastruktur som tillater landsomfattende fylling
- 3) Priser på linje med (eller lavere enn) bensin og diesel



UK greenhouse gas emissions, which come from the transport sector.



CNG refuelling stations on the high-pressure system emit 79% less CO<sub>2</sub> than stations on the medium-pressure system.

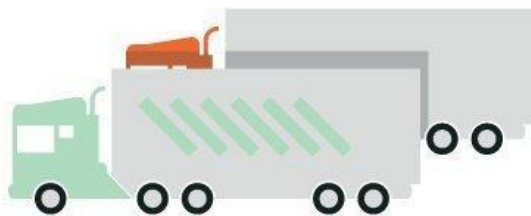


**Destination 500 miles**

Waitrose CNG trucks have a 500-mile range.



With biomethane vehicles, both CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions are much lower, unlike even the cleanest diesel engine.



New Waitrose CNG trucks save 100 tonnes of CO<sub>2</sub> per year, and each truck can save up to £100k in its lifetime compared with diesel equivalents.



Leyland CNG Well-To-Motion CO<sub>2</sub> emissions savings compared to diesel.



All gas dispensed at Leyland is renewable biomethane covered by RTFCs\*.

Biomethane CNG dispensed from Leyland is 35%-40% cheaper than diesel, and costs no more than fossil gas.



## What is Compressed Natural Gas (CNG)?

CNG is made when natural gas, mostly methane, is compressed to less than 1% of the volume it occupies at standard atmospheric pressure. It is stored at high pressure and is a practical alternative to diesel and petrol for heavy goods vehicles and buses. CNG produces lower levels of nitrogen oxides and particulates than diesel.

\*RTFC: Renewable Transport Fuel Certificates

Kilde: Cadent Gas Limited og CNG Services



## 8.7 Biogass til busser – eksempel fra USA

### **Gassbusser: Los Angeles Metropolitan Transportation Authority (Metro)**

Los Angeles Metropolitan Transportation Authority (Metro) besluttet allerede i 1993 å bestille «rene kjøretøy». Etter først å ha eksperimentert med etanol og metanol besluttet de å konvertere hele flåten til komprimert naturgass, CNG. I januar 2011 ble Metro USAs første større kollektivtransportsselskap som skiftet hele sin bussflåte til alternative drivstoff, med 2.221 CNG-busser [49].

Metro rapporterer om 10-15% høyere totalkostnader sammenlignet med standard dieslbusser, hovedsakelig grunnet høyere vedlikeholdskostnader.

De siste årene har imidlertid naturgassens fremtid som drivstoff blitt trukket i tvil. California Air Resources Board (CARB), som har ansvar for regulering av utslipp fra statens transportsektor, satte i 2015 mål om utelukkende nullutslippskjøretøy innen 2040, noe som utelukker naturgass.

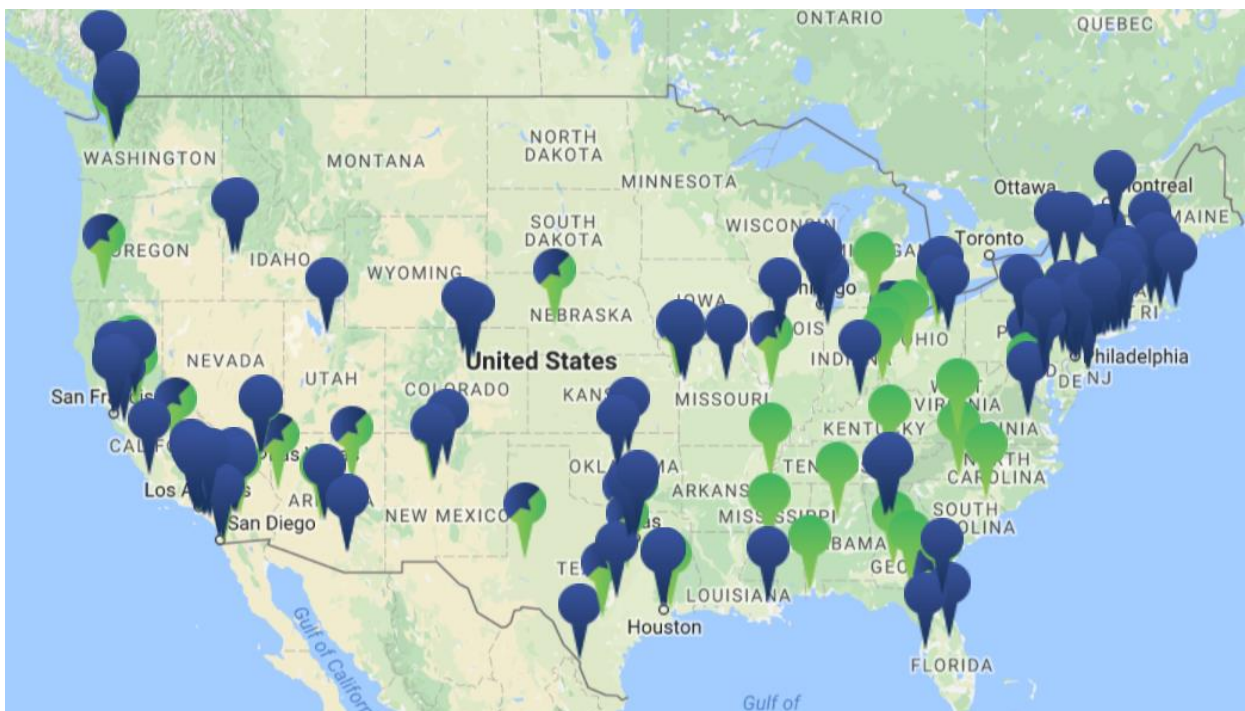
Som tilsvarende har gassleverandørene begynt å tilby biometan produsert ved oppgradering av deponigass og biogass [50]. I mai 2017 inngikk Metro avtale med Clean Energy Fuels Corp. (CEF) om leveranse av biometan (Redeem™) til en av Metros 7 fyllstasjoner, i første omgang som et pilotprosjekt, men med opsjon på leveranse til alle Metros busser. Biometanen distribueres via eksisterende rørledninger og fyllstasjoner for CNG og LNG.

Det anerkjennes imidlertid at selv ikke biometan er å regne som utslippsfri, ettersom det fortsatt er tale om forbrenning av gass i forbrenningsmotorer. Presset er derfor økende for at Metro og andre kollektivtransportsselskaper i California skal skifte til elbusser. Miljøorganisasjoner og allierte arbeidstakerforeninger (som ønsker lokale jobber i produksjon av elbusser) har gått sammen om å kreve null utslipp innen 2030 [51].

Kravet om elektriske busser kan i tillegg til nullutslipp forklares med at aktivister oppfatter at gassleverandøren CEF feilinformerer om sine planer for biometan og driver med svertekampanjer mot elbusser. Videre produseres elbusser lokalt, noe som skaper interesse fra arbeidstakerorganisasjoner. Metro-ansatte har på sin side hatt dårlige erfaringer med 4 BYD-busser som ble kjøpt inn i 2012, men det ventes at nye, utvidede pilotforsøk vil gi tilfredsstillende svar. Målet er på kort sikt og hel elektrifisere to busslinjer med til sammen 115 busser innen 2020, og i juni 2017 oversendte Los Angeles ordfører et brev til Metro med krav om at 100% av bussene skal være nullutslippsbusser innen 2030.

### **USAs største leverandør av gass til transport: Clean Energy Fuels Corp. (CEF)**

Clean Energy Fuels Corp (CEF) er USAs ledende leverandør av komprimert og flytende metan (CNG og LNG) for transportformål. I 2016 leverte selskapet 1168 millioner liter CNG og LNG (309 millioner gallon), hvorav ca. 227 millioner liter var biometan.



CEF opererer 570 fyllestasjoner for CNG og/eller LNG og leverte i 2016 gass til i underkant av 1.000 flåtekunder, totalt 45.000 kjøretøy. CEF beskriver i sin årsrapport status og sin vurdering av ulike markedssegmenter fremover [52]:

- Lastebiler og vogntog: 3000 kjøretøy. Selskapet ser i sin egen årsrapport på dette markedet som det mest lovende for videre vekst, og forhandler priser på LNG/CNG-tanker og tilbyr finansiering til sine kunder. CEF har også bygget *America's Natural Gas Highway* for å tilby fylling langs USAs viktigste landeveier.
- Flyplasser: leveranser på 39 flyplasser
- Gjenvinningsbiler: CEF leverer til mer enn 10.000 kjøretøy, og estimerer at 55% av nye kjøretøy går på gass. USAs totale flåte er på i underkant av 200.000 kjøretøy.
- Rutebusser / bybusser: CEF leverer i dag til i underkant av 9.000 busser, og estimerer at 25% av eksisterende busser og 35% av nye busser kjører på gass.

Som respons på strengere miljø- og klimakrav fra kundene har CEF lansert «renewable natural gas», det vil si biometan produsert ved oppgradering av deponi- og biogass.

CEF produserer og renser deponigass fra to lokaliteter i Tennessee og Michigan, og kjøper i tillegg biometan fra tredjeparter. Gassen distribueres via Clean Energys eksisterende rørledninger og selskapets fyllestasjoner for CNG og LNG.

***CEF informerer på sin årsrapport om at de selger biometan til samme pris som naturgass, og at kundebesparelsen i forhold til bensin og diesel utgjør rundt 2,20 kroner per liter. Selskapet oppga en kostnad på cirka 1.2 kroner per liter gass levert.***

## 8.8 Norske fyllestasjoner for gass

AKTØR	NAVN/STED	CNG?	LNG?	Offentlig tilgjengelig
Skagerak Naturgass	Fyllestasjonen på Rygg (i nærheten av Den Magiske Fabrikken)	Ja		Ja
Skagerak Naturgass	Tønsberg (Unibuss)	Ja		Nei
Skagerak Naturgass	Fyllestasjonen Rabben (Nettbuss)	Ja		Nei
AGA	Transportsentralen i Oslo, Alnabru	Ja		Ja
AGA	Galåsholmen	Ja		Ja
AGA	Rosenholm. Ruter (Unibuss)	Ja		Nei
AGA	Bærum. Ruter (Nettbuss AS)	Ja		Ja
AGA	Fredrikstad; Øra. Fredrikstad Vann, Avløp og Renovasjonsforetak	Ja		Ja
AGA	Fredrikstad, Gudebergjordet	Ja		Ja
AGA	Asker. Møller Bil Asker & Bærum AS	Ja		Ja
AGA	Nettbuss i Sarpsborg	Ja		Ja
AGA	HRA på Jevnaker	Ja		Ja
AGA	ROAF på Berger	Ja		Nei
AGA	Oslo, Ruter (Nobina Buss)	Ja		Nei
AGA	MOVAR, Moss	Ja		Ja
AGA	Ski. RUTER (Nobina Buss)	Ja		Nei
AGA	Klemetsrud. RUTER (Unibuss)	Ja		Nei
AGA	Verkseier, Oslo	Ja		Ja
AGA	Gålåsholmen, Hamar	Ja		Ja
AGA	Lindum, Drammen	Ja		Ja
AGA (fra august 2017)	GLT, Gjøvik	Ja		Ja
AGA (fra sept.2017)	Indseth Transport, Ski	Ja		Ja
Lyse	Luravika (Sandnes)	Ja		Ja?
Lyse	Forus	Ja		Ja?
Lyse	Åsen	Ja		Ja?
Lyse	Randaberg	Ja		Ja?
GasNor	Haugesund - Flotmyr	Ja		Ja
GasNor	Trondheim	Ja		Nei
Barents NaturGass	Hammerfest	Nei	Ja	Ja
Lyse	Sola	Ja		Ja
Lyse	Jærhagen	Ja		Ja
AGA	Groruddalen Miljøpark	Ja		Nei
Sunnhordaland Kraftlag	Heiane Vest, Stord	Ja		Ja
GasNor	Haugesund - Hasseløy	Nei	Ja	Ja
GasNor	Mannsverk, Bergen	Ja		Ja
GasNor	Åsane	Ja		Nei
GasNor	Straume, Fjell	Ja		Nei

## 8.9 Mer om veibruksavgifter

### **Veibruksavgift på naturgass**

1. januar 2016 ble det innført veibruksavgift på naturgass. Avgiftssatsen ble satt til 5,95 kroner per Sm<sup>3</sup> naturgass. Fra 1. juli 2016 er avgiftssatsen endret til 0 kroner per Sm<sup>3</sup>, med virkning fra 1. januar 2016.

### **Veibruksavgift på LPG**

Fra 1. juli 2016 ble det innført veibruksavgift på LPG som leveres til autogassanlegg eller andre fyllestasjoner/fylleanlegg, og som skal benyttes til fremdrift av motorvogn.

### **Fritak for veibruksavgift**

Merket olje: Olje som er merket i samsvar med forskrift fastsatt av departementet, skal ikke ilegges avgift etter § 1 første ledd bokstav b. På vilkår fastsatt av departementet kan det benyttes merket olje

- a) i følgende motorvogner:
1. traktorer
  2. motorvogner registrert på kjennemerker med lysegule tegn på sort bunn
  3. motorredskaper
  4. tilhørende Den nordiske investeringsbank og som er nødvendig for bankens offisielle virksomhet
  5. tilhørende NATO eller NATOs hovedkvarter i Norge, styrker eller personell i den utstrekning dette følger av internasjonale avtaler Norge er forpliktet av.

Fritaket omfatter på tilsvarende vilkår også styrker fra land som deltar i Partnerskap for fred.

- b) til annen bruk enn framdrift av motorvogn.

Det gis fritak for avgift på drivstoff som

- a) utføres til utlandet,
- b) legges inn på tollager når varene er bestemt til utførsel,
- c) innføres 1. som reisegods etter tolloven § 5-1, 2. til bruk i transportmidler i ervervsmessig virksomhet etter tolloven § 5-2, 3. etter tolloven § 5-9, og er av mindre verdi,
- d) etter tolloven § 5-3 leveres til eller innføres av 1. diplomater, 2. NATO og styrker fra land som deltar i Partnerskap for fred, 3. Den nordiske investeringsbank,
- e) kommer i retur til registrert virksomhets lager.

Departementet kan gi forskrift om gjennomføring, avgrensning av og vilkår for fritak. Det gis fritak eller ytes tilskudd for avgift på bensin som

- a) brukes i fly, unntatt Forsvarets fly,
- b) brukes til teknisk og medisinsk formål,
- c) brukes i anlegg eller innretninger som har tilknytning til utnyttelse av naturforekomster i havområder utenfor norsk territorialgrense, til transport mellom land og slike anlegg eller innretninger og for spesialskip som har oppdrag i slik virksomhet,
- d) brukes i båter og snøscootere i veiløse strøk,
- e) brukes i motorsager og andre arbeidsredskaper med 2-taktsmotor dersom bensinen har særlige helse- og miljømessige egenskaper,
- f) er gjenvunnet i VRU-anlegg (Vapour Recovery Unit).

Departementet kan gi forskrift om gjennomføring, avgrensning av og vilkår for fritak. Det gis fritak for avgift på naturgass og LPG til bruk i følgende motorvogner:

1. traktorer,
2. motorvogner registrert på kjennemerker med lysegule tegn på sort bunn,
3. motorredskaper,
4. tilhørende Den nordiske investeringsbank og som er nødvendig for bankens offisielle virksomhet,
5. tilhørende NATO eller NATOs hovedkvarter i Norge, styrker eller personell i den utstrekning dette følger av internasjonale avtaler Norge er forpliktet av. Fritaket omfatter på tilsvarende vilkår også styrker fra land som deltar i Partnerskap for fred.

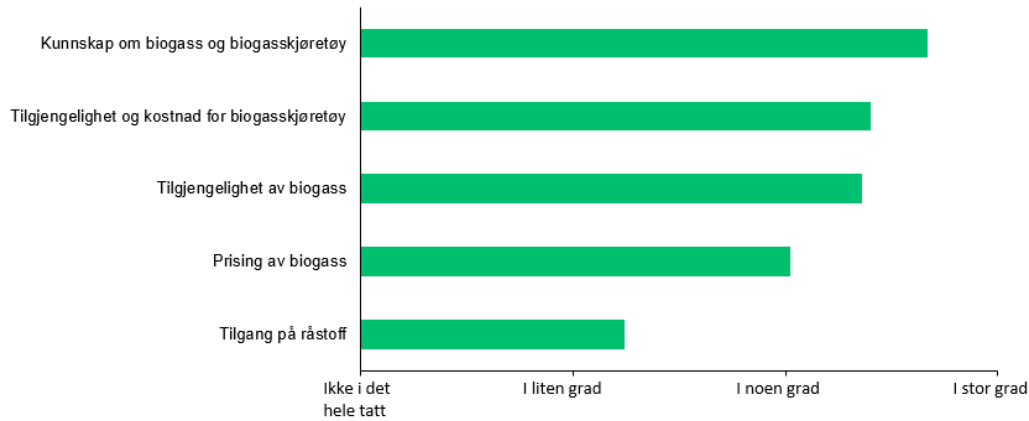
- b) til annen bruk enn framdrift av motorvogn.

Kilde: [53]

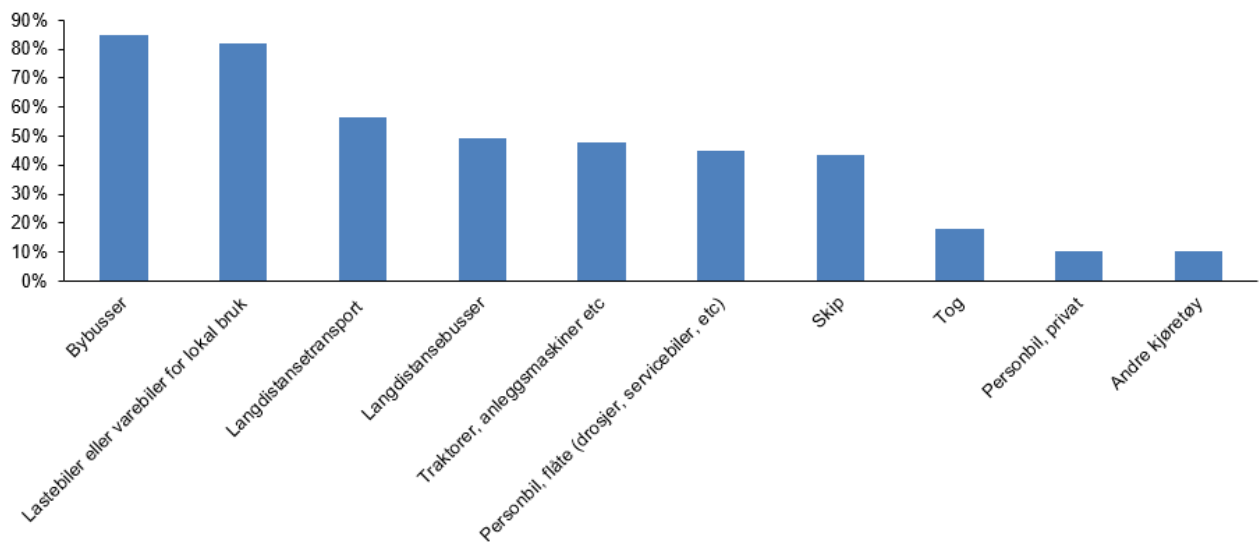
### 8.10 Resultater fra spørreundersøkelsen

En spørreundersøkelse ble laget for denne studien, og sent til 170 produsenter, forbrukere og myndigheter innen biogass i Norge. Vi fikk 83 svar og høyest svarandel blant produsenter/selgere (27), og noe lavere blant forbrukere (7). Andre var teknologileverandører (14), investorer og myndigheter. I tillegg ble det gjort flere intervjuer av brukere. Svarene fra undersøkelsen er oppsummert her.

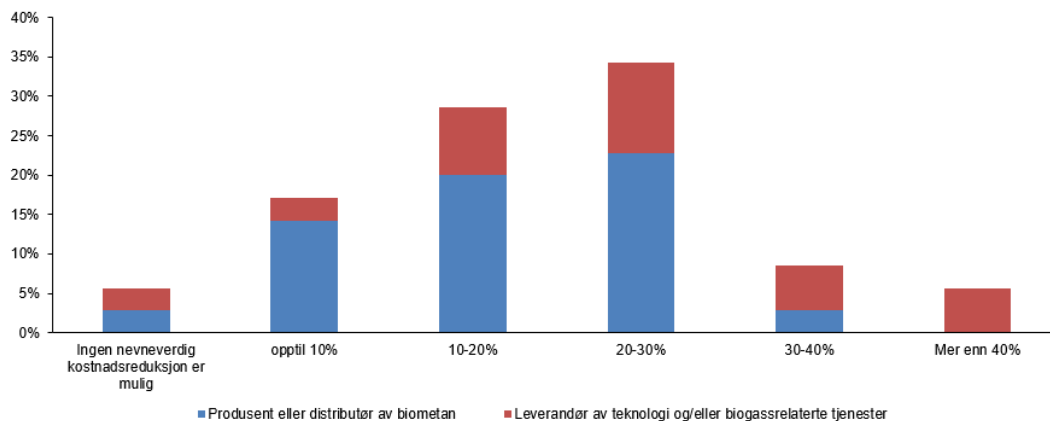
#### Hvilke faktorer hindrer utviklingen av det norske markedet for biogass til transport?



#### Hvilke kjøretøyklasse er mest aktuelle som brukere av biometan for transport?

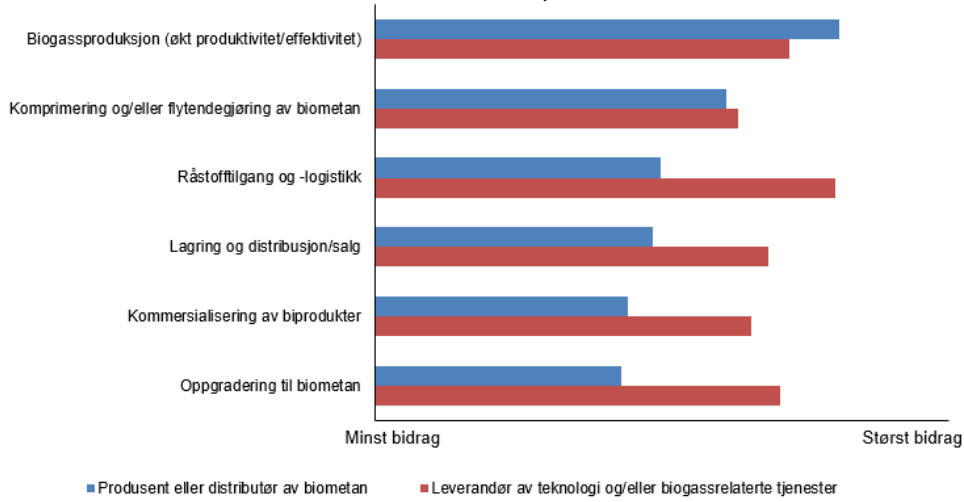


#### Hvor stor prosentvis reduksjon i produksjonskostnaden for biometan vil du anslå er mulig å oppnå i løpet av 5-10 år?

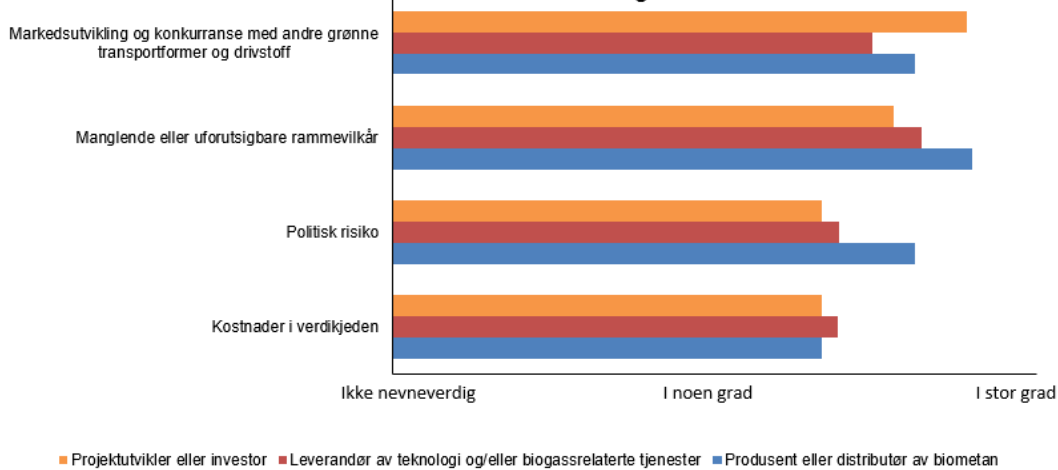




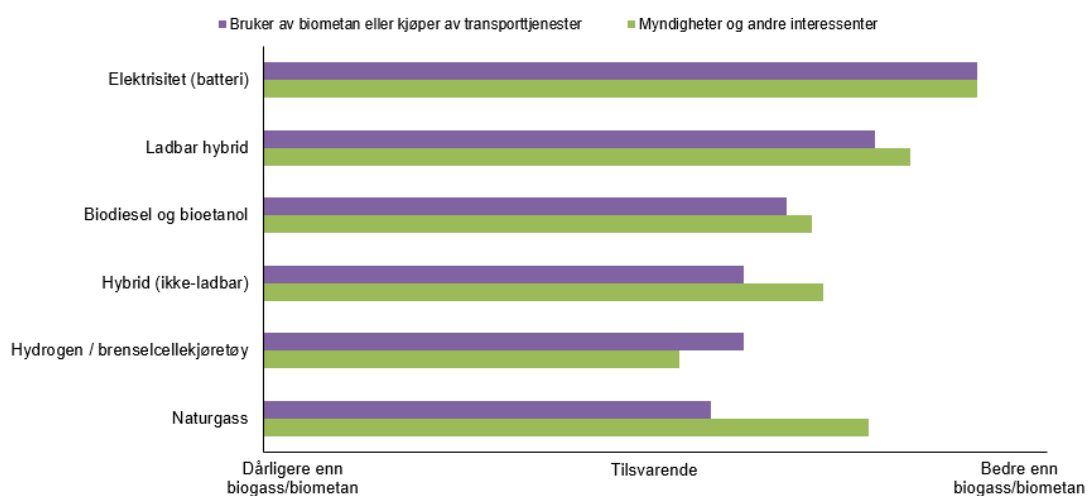
### Hvilket ledd i verdikjeden kan bidra mest til å redusere kostnadene for biometan til transport?



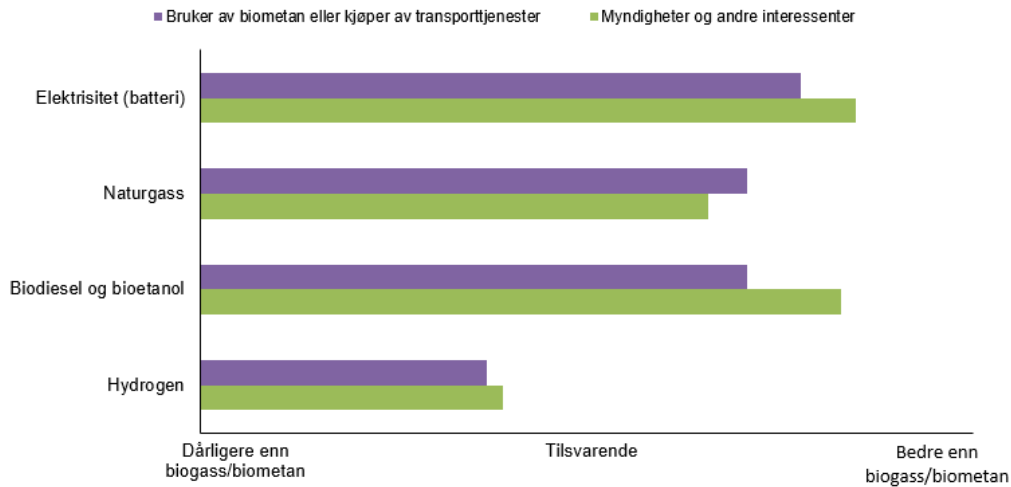
### I hvilken grad påvirker følgende risikofaktorer din virksomhets beslutninger rundt fortsatt/økt leveranse/investeringer av biometan?



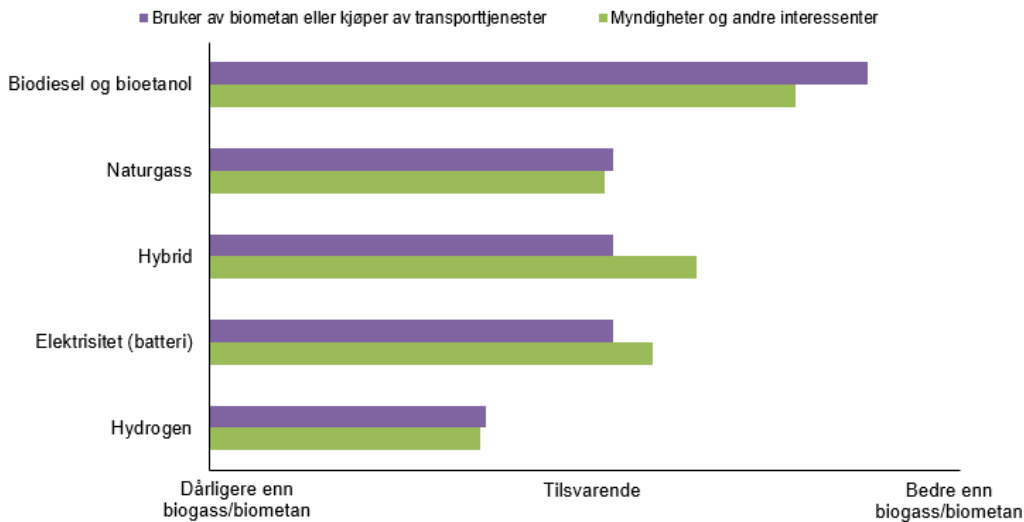
### Hvordan vurderer du økonomien i følgende alternative transportløsninger opp mot biogass/biometan?



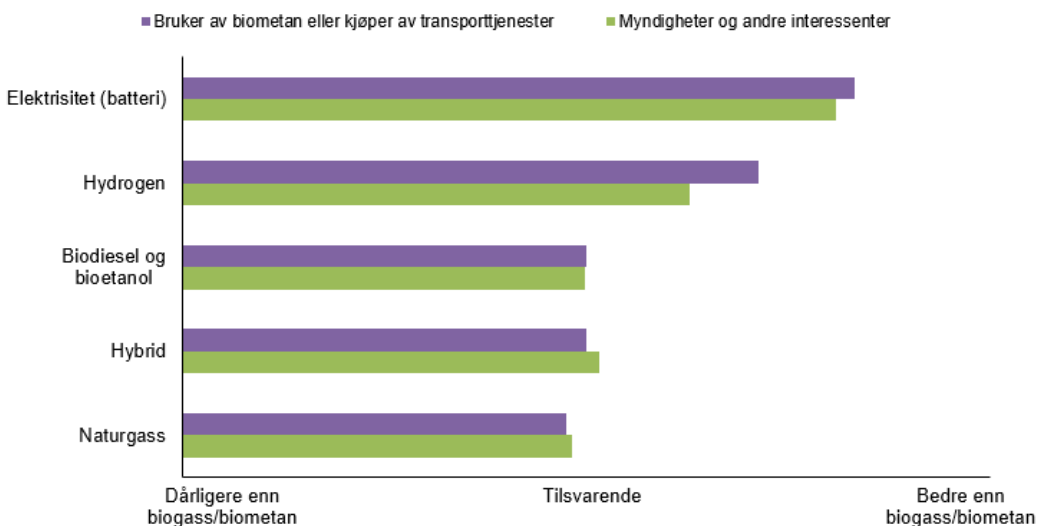
### Hvordan vurderer du tilbudet av følgende alternative drivstoff opp mot biogass/biometan?



### Hvordan vurderer du tilbudet av kjøretøy for følgende transportløsninger opp mot biogass/biometan?



### Hvordan vurderer du klima- og miljøtelsen for følgende alternative transportløsninger opp mot biogass/biometan?



## 8.11 Kilder

- [1] A. F. Lånke, H. Ø. Berg, A. M. Melbye, L. Helland, og F. E. Solberg, «Markedsrapport Biogass i Oslofjordregionen», Rambøll, Oslo, mai 2016.
- [2] SSB, «Registrerte kjøretøy, etter type kjøring, drivstofftype, tid og statistikkvariabel», *Statistisk Sentralbyrå*, 2017. [Online]. Tilgjengelig på: [ssb.no](http://ssb.no).
- [3] J. Måge, «Morgenkaffe om verdiskaping med biogass», Oslo, 16-mar-2017.
- [4] Klif, «Underlagsmateriale for tverrsektoriell biogass-strategi», Klima og forurensningsdirektoratet, Oslo, TA 3020, 2013.
- [5] «ASKOs ambisjon er kun fornybart», *ASKO*. [Online]. Tilgjengelig på: <https://asko.no/om-oss/fokus-pa-miljo/biodrivstoff/>. [Åpnet: 31-mai-2017].
- [6] Norsk Gjenvinning, «Effektiv og miljøvennlig bilpark og logistikk», 2017. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.nggroup.no/baerekraft/transport-og-logistikk/>. [Åpnet: 19-jul-2017].
- [7] TINE, «Ny intensjonsavtale om biogass», *TINE.no*, 23-mai-2017. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.tine.no/presserom/nyheter/nyhet?id=1981602>. [Åpnet: 04-jul-2017].
- [8] Roland Berger Strategy Consultants, «Renewable energy powertrain options for Ruter». Ruter, apr-2015.
- [9] P. Aga, «Fossilfri 2020: Rammebetingelser for Ruters båtsamband», 11-des-2015.
- [10] «Veibruksavgift på Naturgass | Gasnor», 2016. .
- [11] M. G. Johnsen, «Ruter ser mot el-busser – tviler på biogass», *Budstikka*, 27-feb-2017.
- [12] Finansdepartementet, «Avgiftssatser 2017», *Regjeringen.no*, 20-des-2016. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/avgiftssatser-2017/id2514838/>. [Åpnet: 01-aug-2017].
- [13] IRENA, «Biogas for road vehicles: Technology brief», International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2017.
- [14] J. Sætre, «Vil bygge biogassanlegg på Stord | Stord24», 16-jun-2017. .
- [15] K. Fiksen, S. Harsem, T. Lossius, og E. Magnus, «Verdiskaping fra biogass på Østlandet», Thema Consulting Group, Oslo, Thema rapport 2016–16, nov. 2016.
- [16] K. miljødepartementet, «Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi», *Regjeringen.no*, 08-okt-2014. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Nasjonal-tverrsektoriell-biogasstrategi/id2005701/>. [Åpnet: 17-jul-2017].
- [17] IEA Bioenergy Task 37, «Upgrading Plant Lists», *IEA Bioenergy Task 37*, 2017. [Online]. Tilgjengelig på: <http://task37.ieabioenergy.com/plant-list.html>. [Åpnet: 22-jul-2017].
- [18] IEA Bioenergy Task 37, «Country reports summary 2015», IEA Bioenergy, 2016.
- [19] H. H. Huseby, «Biogas upgrading: techno-economic evaluation of different technologies based on Norwegian potential of raw materials», Norwegian University of Life Sciences, ÅAs, 2015.
- [20] AGA, «AGAs tankstasjoner», *AGA industrigasser*, 2017. [Online]. Tilgjengelig på: [http://www.aga.no/no/products\\_ren/biogas/agas\\_tank\\_stations/index.html](http://www.aga.no/no/products_ren/biogas/agas_tank_stations/index.html). [Åpnet: 02-jun-2017].
- [21] Skagerak Naturgass, «Fyllestasjoner», 2017. [Online]. Tilgjengelig på: [http://www.skageraknaturgass.no/eway/default.aspx?pid=324&trg=MainArea\\_11857&MainArea\\_11857=11934:0](http://www.skageraknaturgass.no/eway/default.aspx?pid=324&trg=MainArea_11857&MainArea_11857=11934:0). [Åpnet: 19-jul-2017].
- [22] J. Måge, «Avfall Norge sine perspektiver på biogass til transport», 01-jun-2017.
- [23] T. Ugland og E. Nordgård, «HØST - Verdien i Avfall», 11-jul-2017.
- [24] SINTEF, «Her dyrkes nyttige alger i avløpsvann», *SINTEF*, mai-2017. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.sintef.no/siste-nytt/her-dyrkes-alger-i-avlopsvann/>. [Åpnet: 19-jul-2017].
- [25] F. Bauer, C. Hulteberg, og D. Tamm, «Biogas upgrading - Review of commercial technologies», Svensk Gasteknisk Center, Malmö, 2013:270, 2013.
- [26] H. W. Brendeløkken, «Upgrading technologies for biogas production plants. Overview and life cycle cost analysis of available technologies», UiT The Arctic University of Norway, 2016.
- [27] J. Vestman, S. Liljemark, og M. Svensson, *Kostnadsbild för produktion och distribution av fordonsgas*. Svenskt gasteknisk center, 2014.
- [28] Doffin, «Kunngjøring av kontraktstildeling», *Doffin*, 12-jul-2016. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.doffin.no/Notice/Details/2016-908003>. [Åpnet: 20-jul-2017].
- [29] B. Berg, «Business case for liquefied biomethane», presentert på Nordic Biogas Conference, Turku, sep-2016.
- [30] B. Kampman *mfl.*, «Optimal use of biogas from waste streams. An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020.», European Commission, Brussels, des. 2016.
- [31] NGV Global, «Current Natural Gas Vehicle Statistics», *NGV Global Knowledge Base*, 30-mai-2017. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.iangv.org/current-ngv-stats/>. [Åpnet: 31-mai-2017].
- [32] «List of countries by natural gas production», *Wikipedia*. 16-apr-2017.
- [33] N. Klawitter, «Corn-Mania: Biogas Boom in Germany Leads to Modern-Day Land Grab - SPIEGEL ONLINE - International», *SPIEGEL ONLINE*, 30-aug-2012. [Online]. Tilgjengelig på:

- <http://www.spiegel.de/international/germany/biogas-subsidies-in-germany-lead-to-modern-day-land-grab-a-852575.html>. [Åpnet: 09-jun-2017].
- [34] D. Thrän *mfl.*, *Biomethane status and factors affecting market development and trade: a joint study*. Erscheinungsort nicht ermittelbar: IEA Bioenergy, 2014.
- [35] Doffin, «Kunngjøring om konkurranse», *Doffin*, 14-sep-2015. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.doffin.no/Notice/Details/2015-121209>. [Åpnet: 20-jul-2017].
- [36] S. Olson, «From biogas to RNG: Overview of biogas upgrading technologies & utility interconnection», San Francisco, 27-okt-2016.
- [37] Ea Energianalyse, «Biogas og andre VE brændstoffer til tung transport», Ea Energianalyse, København, des. 2016.
- [38] B. Utgård og E. Bermudez, «Distributed Energy Innovation», ESCOIA SA, San Jose, Costa Rica, 2016.
- [39] J. O.-J. May 2017, «Cryo Pur raises €6m to finance development», *gasworld*. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.gasworld.com/cryo-pur-raises-6m-to-finance-development/2012746.article>. [Åpnet: 20-jul-2017].
- [40] «Klimasats - støtte til klimasatsing i kommunene», *Miljøkommune*. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Klima/Klimasats---stotte-til-klimasatsing-i-kommunene/>. [Åpnet: 17-jul-2017].
- [41] K. miljødepartementet, «Meld. St. 41 (2016–2017)», *Regjeringen.no*, 16-jun-2017. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-41-20162017/id2557401/>. [Åpnet: 17-jul-2017].
- [42] K. miljødepartementet, «Meld. St. 45 (2016–2017)», *Regjeringen.no*, 21-jun-2017. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-45-20162017/id2558274/>. [Åpnet: 17-jul-2017].
- [43] BNEF, «Electric Vehicle Outlook 2017», Bloomberg Finance L.P., jul. 2017.
- [44] H. L. Raadal, A. E. Stensgård, K.-A. Lyng, og O. J. Hanssen, «Vurdering av virkemidler for økt utsortering av våtorganisk avfall og plastemballasje», *Østfoldforskning*, OR.01.16, 2016.
- [45] H. L. Raadal, V. Schakenda, og J. Morken, «Potensialstudie for biogas i Norge», *Østfoldforskning UMB*, s. 55, 2008.
- [46] M. L. Hirth, «Snart vil enda flere busser kjøre på kloakk og avfall», *SYSLA/GRØNN*, 21-apr-2016. [Online]. Tilgjengelig på: <https://sysla.no/gronn/snart-vil-enda-flere-busser-kjore-pa-kloakk-og-avfall/>. [Åpnet: 18-jul-2017].
- [47] A. Brekke, E. Soldal, S. Saxegård, E. Svanes, og H. L. Raadal, «Klimavirkninger av ikke-skogbasert bioenergi», Norges vassdrags- og energidirektorat, 48–2017, 2017.
- [48] Energigas Sverige, «Statistik om fordonsgas», *Energigas Sverige*, 24-mar-2017. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.energigas.se/fakta-om-gas/fordonsgas-och-gasbilar/statistik-om-fordonsgas/>. [Åpnet: 20-jul-2017].
- [49] Metro, «Metro Retires Last Diesel Bus, Becomes World's First Major Transit Agency to Operate Only Clean Fuel buses», *Los Angeles Metropolitan Transportation Authority*, 12-jan-2011. [Online]. Tilgjengelig på: [https://www.metro.net/news/simple\\_pr/metro-retires-last-diesel-bus/](https://www.metro.net/news/simple_pr/metro-retires-last-diesel-bus/). [Åpnet: 18-jul-2017].
- [50] N. Groom, «California's push for cleaner buses could edge out natural gas», *Reuters*, 02-jul-2015.
- [51] M. Samulon, «Los Angeles Metropolitan Transportation Authority's plans for zero emission buses», 21-jun-2017.
- [52] Clean Energy Fuels Corp, «Clean Energy Fuels Corp Annual report 2016». Clean Energy Fuels Corp, 2017.
- [53] Skattedirektoratet, «Veibruksavgift på Drivstoff - II. 2017.» Skattedirektoratet, 06-apr-2017.