

Beregnet til
Biogass Oslofjord/Energigjenvinningsetaten

Dokument type
Rapport

Dato
Mai 2016

MARKEDSRAPPORT

BIOGASS I OSLOFJORD- REGIONEN



BIOGASS
OSLOFJORD

Interreg
Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund



RAMBOLL

BioGas2020 

 **EGE**
Energigjenvinningsetaten

MARKEDSRAPPORT BIOGASS I OSLOFJORD-REGIONEN

Revisjon **01**
Dato **6.mai 2016**
Utført av **Arne Fredrik Lånke, Heidi Ø.Berg, Anne Marit Melbye,
Linn Helland, Fredrik Eikum Solberg**
Kontrollert av **Linn Helland**
Godkjent av **Linn Helland**
Beskrivelse **Rambøll har på oppdrag for Biogass Oslofjord, i samarbeid med Energigjenvinningsetaten i Oslo Kommune, utarbeidet en markedsrapport for biogass for Oslofjordregionen**

Ref. 1350014474

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	ORDLISTE	1
2.	SAMMENDRAG	3
3.	INTRODUKSJON OG METODE	7
3.1	Formål	7
3.2	Introduksjon til biogass	8
3.3	Verdikjeden for biogass	8
3.4	Metodikk	9
4.	BIOGASSPRODUKSJON	10
4.1	Produsenter av biogass	10
4.2	Biogassressurser	11
4.2.1	Biogasspotensial fra matavfall	13
4.2.2	Biogasspotensial fra husdyrgjødsel	14
4.2.3	Biogasspotensial fra avløpsslam	15
4.2.4	Biogasspotensial fra næringsavfall	16
4.3	Samlet potensial for økt biogassproduksjon	16
4.3.1	Nytte for klima og miljø	17
4.4	Biogjødsel	19
5.	SLUTTBRUKERE AV BIOGASS	21
5.1	Sluttbruk av biogass	21
5.2	Dagens sluttbrukere av biogass	23
5.3	Framtidig utvikling for sluttbruk av biogass	25
5.4	Utvikling på mellomlang sikt	26
5.4.1	Drivere for teknologivalg	27
5.4.2	Miljømessig bærekraft	28
5.4.2.1	Lokal forurensing og støy	30
5.4.3	Kostnader	31
5.4.4	Biogassens konkurranseevne	33
5.5	Balanse mellom produksjon og forbruk	34
6.	BIOGASSDISTRIBUSJON	37
6.1	Distribusjonsform	37
6.2	Distributører	38
6.3	Fyllestasjoner	38
6.4	Utfordringer og barrierer for biogassdistribusjon	39
7.	POLITIKK OG RAMMEVILKÅR	40
7.1	Politiske drivere	40
7.2	Rammevilkår	40
7.2.1	Avgifter på fossile drivstoff	40
7.2.2	Støtteordninger	40
7.2.3	Tilskudd til levering av husdyrgjødsel	41
7.2.4	Andre virkemidler	41
7.2.5	FoU	41
7.3	Sysselsetting i bransjen	42
8.	KONKLUSJON: UTFORDRINGER OG ANBEFALINGER	43
8.1	Etablering av bærekraftige verdikjeder og et marked for biogass	43

FIGURLISTE

Figur 1: Verdikjede for biogass	3
Figur 2: Øyeblikksbilde av råstoffmengder til ulike energiformål 2015 inkl. Greve (2016)	4
Figur 3 Overordnet framstilling av tilbud og etterspørsel mot 2020	5
Figur 4: Norgeskart med Oslofjordregionen uthevet	7
Figur 5: Verdikjede for biogass	8
Figur 6: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen	10
Figur 7: Råstoff til biogassproduksjon i Oslofjordregionen i 2015	11
Figur 8: Råstoff behandlet i biogassanlegg, fordelt på fylker. * Figuren viser ikke hvilket fylke råstoffene kommer fra, den viser bare hvor råstoffet ender, det vil si, innenfor hvilket fylke biogassanlegget som mottar råstoffet ligger..	12
Figur 9: Husholdningsavfall levert til biogass (matavfall) i perioden 2012-2014. Kilde: SSB (2015), <i>Avfall og renovasjon - Mengder (justert for grovavfall og næringsavfall), nivå 3 (K) etter region, statistikkvariabel og tid</i>	13
Figur 10: Teoretisk biogasspotensiale for matavfall. Dagens utnyttelse er inkludert.	14
Figur 11: Teoretisk biogasspotensial fra husdyrgjødsel. Tall er basert på data fra SSB-statistikk, Husdyrhald, 1.januar 2016, førebelse tal tabell 3.....	15
Figur 12: Teoretisk biogasspotensial fra avløpsslam. Tall er basert på statistikk fra SSB, tabell 05212 Folkemengde i tettbygde og spredtbygde strøk, fylke. 1 januar, og tabell «Folkemengden 1.januar, registrert første år, deretter framskrevet i tre alternativer til 2100, alternativ MMMM”.....	16
Figur 13: Samlet teoretisk potensial for økt biogassproduksjon i 2030. *Dagens utnyttelse er ikke inkludert.	17
Figur 14: Nytte for klima ved behandling av husdyrgjødsel i et biogassanlegg.	18
Figur 15: Lønnsomhetsbetraktninger	20
Figur 16: Sluttbruk av biogass fordelt mellom intern og ekstern bruk. Ekstern bruk betyr at biogassen må distribueres.	21
Figur 17: Bruk av produsert biogass i Oslofjordregionen, fordelt på fylker	22
Figur 18: Øyeblikksbilde av råstoffmengder til ulike energiformål 2015 inkl. Greve (2016)	23
Figur 19 Geografisk fordeling av sluttbrukere, kjøretøy og energimengder 2016.	25
Figur 20: Bærekraft og økonomi	28
Figur 21 Beregnede klimagassutslipp for ulike bussløsninger (Ruter, 2016) ...	29
Figur 22 Sammenligning av miljøpåvirkning for ulike bussalternativer (Sør-Trøndelag fylkeskommune, 2014)	30
Figur 23 Kostnader for alternative bussteknologier (Ruter, 2016).....	31
Figur 24 Kostnader for alternative bussteknologier (TØI, 2014)	32
Figur 25 Overordnet estimat på forventet etterspørsel mot 2020, i realiteten må man forvente at økningen skjer med markante trinn.....	35
Figur 26 Overordnet framstilling av tilbud og etterspørsel mot 2020.....	35
Figur 27: Kostnad per kWh drivstoffgass produsert, per 100 km transport. ...	37
Figur 28: Fyllestasjoner for drivstoffgass i Oslofjordregionen	39
Figur 29 Oversikt over nylige endringer i rammebetingelser for biogass.*Andelen er ikke endelig fastsatt per dags dato.	41
Figur 30: Oversikt over et biogassanlegg	2
Figur 31: Ulike former for biogass og bruksområder	3
Figur 32: Ruters målbilde for bussflåten	8
Figur 33: Kontraktsoversikt Ruter	9

TABELLISTE

Tabell 1: Total kapasitet og produksjonsvolum i Oslofjordregionen.....	10
Tabell 2 Oversikt over formål for sluttbruk av gass (GWh) for anlegg i Oslofjordregionen	24
Tabell 3: TS, VS og metanpotensiale for ulike typer råstoff	2
Tabell 4: Gjødseandel avsatt direkte på beite av utegående husdyr	1
Tabell 5: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen (produksjon angitt i GWh) ..	3
Tabell 6: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen. Utvidelsesmuligheter, distribusjon og type råstoff	4
Tabell 7: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen. Geografisk sourcing, marked og kapasitet.	5
Tabell 8: Semistrukturert intervju - produsenter av biogass	6
Tabell 9: Semistrukturert intervju - distributører av biogass.....	7

VEDLEGG

Vedlegg 1

Referanser

Vedlegg 2

Antakelser

Vedlegg 3

Detaljtabeller og figurer

Vedlegg 4

Intervjuguider

Vedlegg 5

Ytterligere informasjon fra Ruter

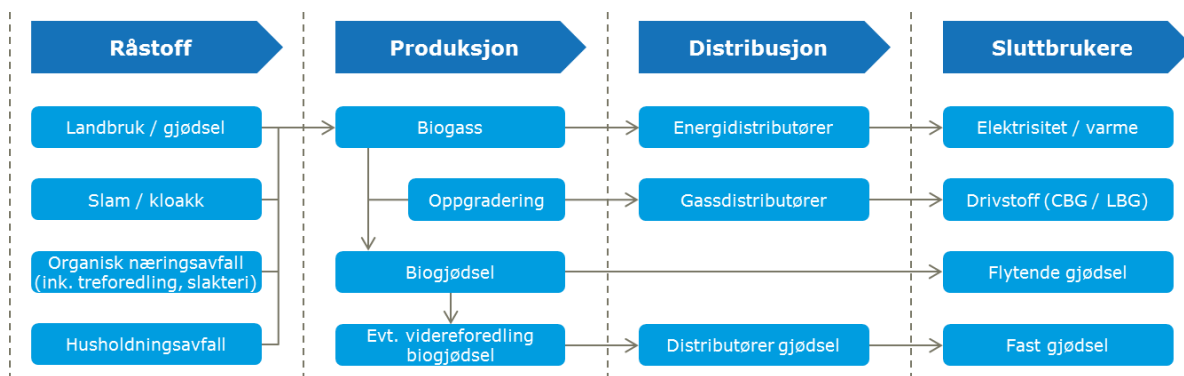
1. ORDLISTE

Begrep	Forkortelse	Forklaring
Biogassressurs, råstoff, substrat	-	Biologisk lett nedbrytbart materiale som brukes som innsatsmiddel i biogassproduksjon. Organisk avfall som f.eks husdyrgjødsel, halm, gress, ensilage, husholdningsavfall (matavfall), slakteavfall, blod, eggerester, avfall fra meierier, slam fra settefiskanlegg, slam fra renseanlegg, m.m. er eksempler. I rapporten er betegnelsen råstoff anvendt.
Biogass, rågass	-	Gass bestående av metan ($\pm 60\%$), karbondioksid og vann, samt små mengder oksygen, nitrogen, ammoniakk, hydrogensulfid og noen ganger mindre mengder av partikler og andre gasser. Biogassen har en høy brennverdi på grunn av sitt høye innhold av metan, og kan forbrennes. Den kan anvendes på samme måte som naturgass (naturgass består av ca 98% metan).
Deponigass	-	Gass bestående av metan ($\pm 30\%$) og karbondioksid, fra deponier m.m.
Biometan, oppgradert biogass	-	Hvis man renser biogassen for karbondioksid og andre gasser får man omtrent 97-98 % metan og et naturlig substitutt til naturgass, som kan anvendes til drivstoff, oppvarming eller kraftproduksjon. Dette energiproduktet kalles biometan. I rapporten brukes biogass som en fellesbetegnelse for å gjøre stoffet lettere tilgjengelig.
Biogjødsel		Dersom den biologiske resten fra biogassproduksjonen tilfredsstiller krav til bruk som gjødsel kalles den biogjødsel. I rapporten brukes biogjødsel som en fellesbetegnelse for å gjøre stoffet lettere tilgjengelig.
Organisk gjødsel		Gjødsel om utelukkende er av animalsk og /eller vegetabilsk opprinnelse og som har glødetap på minst 40% av tørrstoffet. Avløpsslam som kun har gjennomgått ordinær stabilisering og hygenisering regnes ikke som organisk gjødsel.
Jordforbedringsmiddel		Produkter som virker gagnlig på jordas kjemiske, fysiske og biologiske tilstand og dermed indirekte på planteveksten
Compressed Bio Gas	CBG	Komprimert biometan, vanligvis trykksatt til mellom 200-300 bar og et naturlig substitutt til CNG. Biometan komprimeres for å øke energitettheten, noe som gir transport –og lagringsfordeler.
Liquefied Bio Gas	LBG	Flytendegjort biometan og et naturlig substitutt til LNG. Biometan gjøres flytende ved nedkjøling til -161°C for å øke energitettheten til gassen, noe som gir transport –og lagringsfordeler.
Gigawatttime	GWh	Energimengde oppgitt i millioner kilowattimer. 1 normal kubikk biometan tilsvarer en energimengde på 10 kilowattimer. Et biogassanlegg som eksempelvis produserer 3 millioner normal kubikk biometan i året produserer 30 GWh.
Tørrstoff	TS	Tørrstoff representerer mengden fast stoff i råstoffet, og er den delen av råstoffet som kan brytes ned og omdannes til biogass. Et råstoff med høyt tørrstoffinnhold har høyere biogasspotensiale per volumenhet sammenlignet med råstoff med lavere tørrstoffinnhold.

Produksjonskapasitet	Et biogassanleggs produksjonskapasitet angir hvor mye biogass som maksimalt kan produseres i anlegget. Angis som GWh biogass per år.
Ledig kapasitet	Et biogassanlegg med ledig kapasitet produserer mindre biogass enn hva anlegget er dimensjonert for, og produksjonen er lavere enn produksjonskapasiteten.
Underkapasitet	Et biogassanlegg med ikke utnyttet kapasitet har tilgang til mer råstoff enn det kan behandle slik at produksjonskapasiteten er for liten.

2. SAMMENDRAG

Rambøll har på oppdrag Biogass Oslofjord, i samarbeid med Energigjenvinningsetaten i Oslo Kommune, utarbeidet denne markedsrapporten om biogass i Oslofjordregionen. Biogass Oslofjord er en del av det Skandinaviske Interreg-prosjektet Biogass 2020. Regionen omfatter fylkene Akershus, Buskerud, Oslo, Telemark, Vestfold og Østfold. Rapporten bygger på data innhentet fra anlegg, intervjuer og mailkorrespondanse sammen med litteraturstudier. Rambølls og oppdragsgivers egne erfaringer fra markedet er også lagt til grunn. Figuren under viser verdikjeder som er omhandlet i rapporten.



Figur 1: Verdikjede for biogass

Biogass er en gass som dannes når organisk materiale brytes ned i oksygenfattige omgivelser. Biogass består vanligvis av 60-70 % metan som også er hovedbestanddelen i naturgass. Dersom biogassen oppgraderes kan den brukes til drivstoff. Den kan i det hele tatt anvendes på samme måte som naturgass.

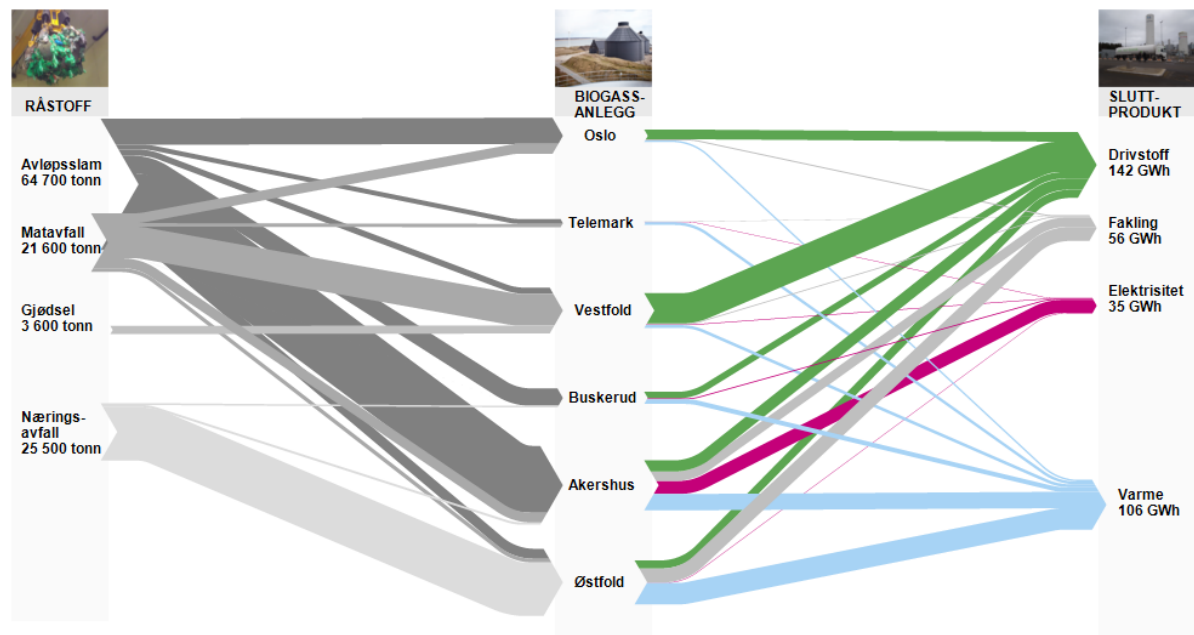
Det er per i dag 23 biogassanlegg i Oslofjordregionen, og samlet estimert produksjon tilsvarer i dag en energimengde på 341 GWh. Dette tilsvarer samme energimengde som 35 millioner liter diesel, eller 74 millioner transportkilometer (buss). Potensialet for ytterligere vekst i regionen er stort. Basert på råstofftilgangen anslås det realistiske potensialet for økt utnyttelse av matavfall fram mot 2030 til mellom 100 og 150 GWh, mens det teoretiske potensialet er 300 GWh. Husdyrgjødsel utgjør et teoretisk potensial på 300 GWh, men realistisk potensial for framtidig utnyttelse er ikke vurdert. Biogasspotensialet fra avløpsslam er i stor grad utnyttet, og beregnet økt potensial på 23 GWh fram mot 2030 skyldes antatt befolkningsvekst. Næringsavfall er mer komplisert å analysere, og det har ikke vært mulig å analysere dette innenfor rammen av dette oppdraget. Flere ulike typer avfall inngår i biogassproduksjon, og mange fraksjoner er aktuelle for annet enn biogass. Det samlede teoretiske potensialet for biogass er 950 GWh når økt potensiale for utnyttelse av næringsavfall ikke er inkludert. I tillegg kommer råstoff som i dag ikke anvendes til biogassproduksjon, men som i framtiden kan være aktuelle. Dette kan omfatte ulike former for trevirke og papiravfall, eller avfall fra fiskeindustrien.

Det er noe ledig produksjonskapasitet per i dag i eksisterende biogassanlegg, og den samlede kapasiteten er estimert til 466 GWh. Det er en liten overvekt av små anlegg (< 10 GWh) som behandler avløpsslam, men det meste av biogassproduksjonen skjer i anlegg med kapasitet på mer enn 30 GWh. Det er enkelte av disse som har ledig kapasitet. Avløpsslam er det dominerende råstoffet målt i energipotensial, deretter kommer matavfall og organisk næringsavfall. Det ferdig behandlede organiske materialet fra et biogassanlegg kalles gjerne biorest eller biogjødsel, og anvendes som gjødselprodukt dersom den tilfredsstiller gitte krav. Biogjødsel kan erstatte kunstgjødsel, og dermed gi betydelige miljø- og klimagevinster. I de fleste tilfeller er det en netto kostnad for biogassanlegget å få levert biogjødselen til en sluttbruker, men flere norske anlegg leverer biogjødsel til landbruket eller til distributører i form av foredlede gjødselprodukter. Det er viktig for biogassbransjen å tydeliggjøre verdien av biogjødsel, og derav få aksept for at biogjødsel er et fullverdig gjødselprodukt, slik at betalingsviljen øker og følgelig også lønnsomheten for produksjonsanleggene.

Til eksterne sluttbrukere i transportsektoren leveres biogassen via rørnett, som komprimert biogass (CBG) lagret på flaskebatterier (flak), eller flytende biogass (LBG) levert på tankbil. Det

langt vanligste er at verdikjeder for biogass til transport er basert på komprimert biogass. Flytendegjøring muliggjør imidlertid transport over lengre avstander ettersom komprimert biogass tar 2,5 ganger mer plass enn flytende. Imidlertid er anlegg for flytendegjøring kostbare og derfor lite aktuelle for små biogassanlegg. Det er per i dag 14 fyllestasjoner for biogass i Oslofjordregionen, og flere stasjoner er under planlegging bl.a. en på Alnabru for gods- og varetransport.

Biogass anvendes i dag både til transportformål og til stasjonære formål, i form av varme- og el-produksjon samt drivstoff. Figuren nedenfor viser fordeling av biogass til ulike formål. (Råstoff er angitt som 100% tørrstoff).



Figur 2: Øyeblikksbilde av råstoffmengder til ulike energiformål 2015 inkl. Greve (2016)

* Romerike biogass ligger i Akershus, men eies av Oslo kommune, slik at en del av strømmen som går til/fra Akershus skal krediteres Oslo.

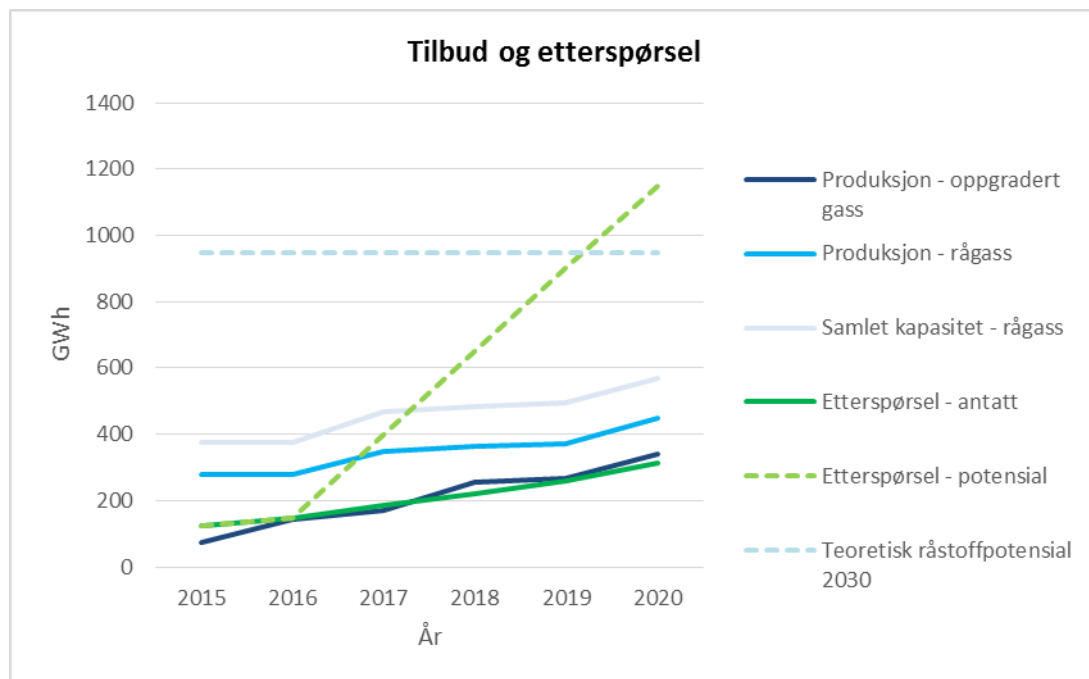
Det forventes at etterspørselen etter biogass til transport vil øke fram mot 2020. Det er i hovedsak offentlige aktører som driver frem veksten. Ruter, busselskapet i Oslo og Akershus er en aktør som har konkretisert en forventet økning i etterspørsel fram mot 2020. I Vestfold er det vedtatt at 70 % av bussrutene skal baseres på biogass som drivstoff. I det hele tatt er det tilsynelatende høye ambisjoner for biogass i regionen. På kort sikt er det naturlig at naturgass som i dag anvendes til drivstoff erstattes av biogass. Flere kommuner bruker biogass til busstrafikken i dag, og kollektivtrafikken forventes å utgjøre den største andelen av etterspørselen fram mot 2020. Biogass kan også være aktuelt for båter, og i Oslofjordregionen er det i første rekke Nesodden-ferga som framstår som aktuell. Renovasjonsbiler er også svært aktuelle for bruk av biogass, og en del kommuner har allerede implementert biogassbruk for sine kjøretøy. Biogass kan også være aktuelt for lokal varetransport.

Godstransport representerer et stort potensielt marked der biogass i dag spiller en begrenset rolle. Komprimert biogass (CBG) er mest aktuelt for transport over kortere avstander, mens flytende biogass (LBG), som i dag kun produseres av EGE på Romerike, kan være aktuelt for langtransport. Ulike typer biodiesel, hydrogen og elektrisitet konkurrerer mot biogass i godsmarkedet, der et voksende antall aktører ønsker å velge mer bærekraftige alternativer enn de benytter i dag. Diskusjoner om bærekraft knyttet til biodiesel kan medføre at flere ønsker å ta i bruk biogass. Utviklingen fremover både på produksjons- og distribusjonssiden kan ha betydning for hvilke drivstoff som vinner markedsandeler. Infrastruktur for fylling av både biogass og naturgass må være tilgjengelig dersom aktører i næringslivet skal velge biogass. Prosjekter som Biogas2020 og GREAT (Green Regions with Alternative fuels for Transport) vil bidra til økt tilgjengelighet gjennom mer infrastruktur for distribusjon av biogass. I EU har naturgass, herunder både

CNG og LBG, fått et betydelig fokus, og forslag til direktiv med krav til infrastruktur foreligger. En trend med økt anvendelse av gasskjøretøy i Europa generelt sammen med økende tilgang på fyllestasjoner for naturgass er en mulig driver også for økt anvendelse av biogass i godstrafikken i Norge.

Bærekraft og økonomi er sentrale kriterier for valg av drivstoff. Biogass vil i så måte være gjenstand for sammenligninger med andre alternativer på disse områdene. I sammenligninger som er gjort kommer biogass generelt ut som et konkurransedyktig alternativ både på økonomi og bærekraft. Ulike aktører vil imidlertid vektlegge ulike forhold, og noen vil vektlegge kostnader mer enn miljø. Biogass framstår som et robust alternativ og vil dra fordel av en utvikling der det kreves stadig strengere dokumentasjon på bærekraft og opphav. Videre er biogass et alternativ som eksemplifiserer prinsippene for en sirkulær økonomi godt, og dette muliggjør lett forståelige og gode historier om kretsløpstankegang og anvendelse av avfall som drivstoff.

Etterspørselen etter biogass til transportformål er forventet å øke betydelig mot 2020. Den heltrukne grønne kurven i figuren nedenfor illustrerer et overordnet estimat for utviklingen. Dette stemmer overens med planlagt utvikling på produksjonssiden. I realiteten vokster biogassmarkedet i trappetrinn, der vekst i produksjon og bruk skjer omtrent samtidig. Tett dialog og informasjonsdeling mellom sluttbruker og produsenter muliggjør slike sprang i totalmarkedet, og representerer en forutsetning for videre vekst.



Figur 3 Overordnet framstilling av tilbud og etterspørsel mot 2020

I Figuren vises dagens produksjon av biogass til drivstoff med planlagte utvidelser med mørkeblå linje (inkl. Saugbrugs planlagte produksjon). En del av produksjonen som går til varme eller fakes per i dag ville kunne ha blitt oppgradert til biogass til transport i stedet. Produksjon rågass, den klare blå linjen, viser total rågassproduksjon med dagens anlegg og planlagte utvidelser. Den lyseblå linjen viser produksjon dersom all kapasitet ved eksisterende anlegg hadde blitt fullt utnyttet, og alt hadde blitt benyttet til drivstoffproduksjon.

Figuren illustrerer at det er god overensstemmelse mellom sannsynlig etterspørsel og sannsynlig produksjon av biogass med drivstoffkvalitet i 2020. Kapasitet for rågassproduksjon er imidlertid betydelig høyere enn forventet etterspørsel etter gass med drivstoffkvalitet. Det teoretiske råstoffpotensialet er inntegnet med stiplet blå linje. Den grønne stiplede linjen illustrerer hvordan det slår ut på etterspørselen dersom klima og energistrategien til Oslo kommune medfører en større og hurtigere innfasing av biogass som i større grad inkluderer kjøretøy for vare- og gods-transport.

Rammevilkårene for biogass er i stadig utvikling, og i løpet av det siste året har det vært foretatt flere grep for å styrke satsingen på biogass. Dette omfatter blant annet veibruksavgift på naturgass samt videreføring av Enovas biogassprogram inkludert fjerning av øvre ramme for støtte på 30 % av investeringen. I tillegg er budsjettet doblet til 20 MNOK for Innovasjon Norges satsing på biogasspiloter.

Det er i rapporten synliggjort sannsynlig vekst innen bruk og produksjon av biogass. Ledig kapasitet i eksisterende anlegg vil kunne dekke mye av forventet vekst, og råstofftilgangen framstår ikke som en begrensning. En videre utvikling av biogassmarkedet vil kreve fortsatt satsing fra offentlige aktører på bruk i egne flåter. Dersom rammebetingelser og etterspørsel er forutsigbare er det grunn til å tro at biogassprodusentene kan levere betydelig større volum til konkurransedyktige priser. Biogass har et særskilt fortrinn sammenlignet med andre fornybare drivstoff knyttet til at det stilles få spørsmål ved klimaeffekt og bærekraft. Dette fortrinnet kan medføre at aktører som tidligere har fokusert på andre alternativer vil velge biogass dersom både biogass og fylleinfrastruktur er tilgjengelig.

Det anbefales at denne rapporten følges opp med mer presis framskriving av etterspørsel etter biogass for ulike scenarier, samt etablering av en kostnadskurve for økt biogassproduksjon i regionen.

3. INTRODUKSJON OG METODE

3.1 Formål

Biogass er en energirik gass som dannes når organisk materiale brytes ned uten tilgang til luft (anaerob nedbrytning). Å anvende biogass til energiformål, og da særlig til formål som erstatter bruk av fossil energi, bidrar til at man omgjør avfallsprodukter til et energiprodukt samtidig som man reduserer utslipp av miljø- og helseskadelige stoffer lokalt og klimagasser globalt. Biogass kan brukes som drivstoff. Å lage et miljøvennlig drivstoff av avfall er god kretsløpstankegang og god ressursutnyttelse, i tillegg til at det skaper lokale arbeidsplasser. Det er et tiltak som kan gjennomføres regionalt og som gir helse- og miljørelaterte fordeler på et regionalt nivå samtidig som globale klimautslipp reduseres. Det representerer slik sett en fornybar ressurs som det er enkelt å se og måle nytten av, og som derfor bidrar til å skape en god historie lokalt.

I våre naboland Sverige og Danmark er produksjon og bruk av biogass utbredt i dag. I Norge har ikke biogass fått like mye oppmerksomhet, og den blir gjerne oversett i den offentlige debatten hvor hydrogen og elektrisitet dominerer for øyeblikket. Fordelen med biogass er at den er akseptert som klimavennlig, bærekraftig og tilgjengelig i dag, med stort potensiale for videre vekst. Det finnes moden teknologi for både produksjon, distribusjon og sluttbruk av biogass.

Rambøll har, på oppdrag for Biogass Oslofjord¹, i samarbeid med Oslo Kommune Energigjenvinningsetaten, utarbeidet en markedsrapport om biogass for Oslofjordregionen. Regionen omfatter fylkene Akershus, Buskerud, Oslo, Telemark, Vestfold og Østfold (Figur 4).



Figur 4: Norgeskart med Oslofjordregionen uthevet

Rapporten beskriver nå-situasjon for biogass i regionen, med fokus på råstoff (substrat), biogassprodusenter, distribusjon av biogass og sluttbruk av biogass.

Produksjon av biogass kan baseres på ulike råstoff og biogass har ulike typer sluttbruk. Rapporten tar for seg:

- Produsenter av biogass. Hvordan ser aktørbildet ut og hvilke råstoff blir anvendt, hva er biogassproduksjonen i dag og hva er potensialet for økt biogassproduksjon.
- Distributører. Hvordan ser aktørbildet ut, og eksisterer det flaskehalser og barrierer for distribusjon av biogass.
- Sluttbrukere av biogass. Aktørbilde nå og biogass i fremtidens energisystem.
- Politiske drivere og rammevilkår for biogass.

Rapporten er ment å gi leseren en detaljert oversikt over biogassmarkedet i dag, og på bakgrunn av nå-situasjonen drøftes mulighetene for videre utvikling.

¹ Biogass Oslofjord er en del av det Skandinaviske Interreg-prosjektet Biogas 2020.

3.2 Introduksjon til biogass

I et biogassanlegg produseres biogass og biorest i en biologisk prosess som bryter ned organisk materiale. Nedbrytningsprosessen skjer anaerobt i lukkede biogassreaktorer, som blir tilført pumpbart eller oppmalt materiale. Figur 30 i Vedlegg 3 viser en oversikt over et biogassanlegg.

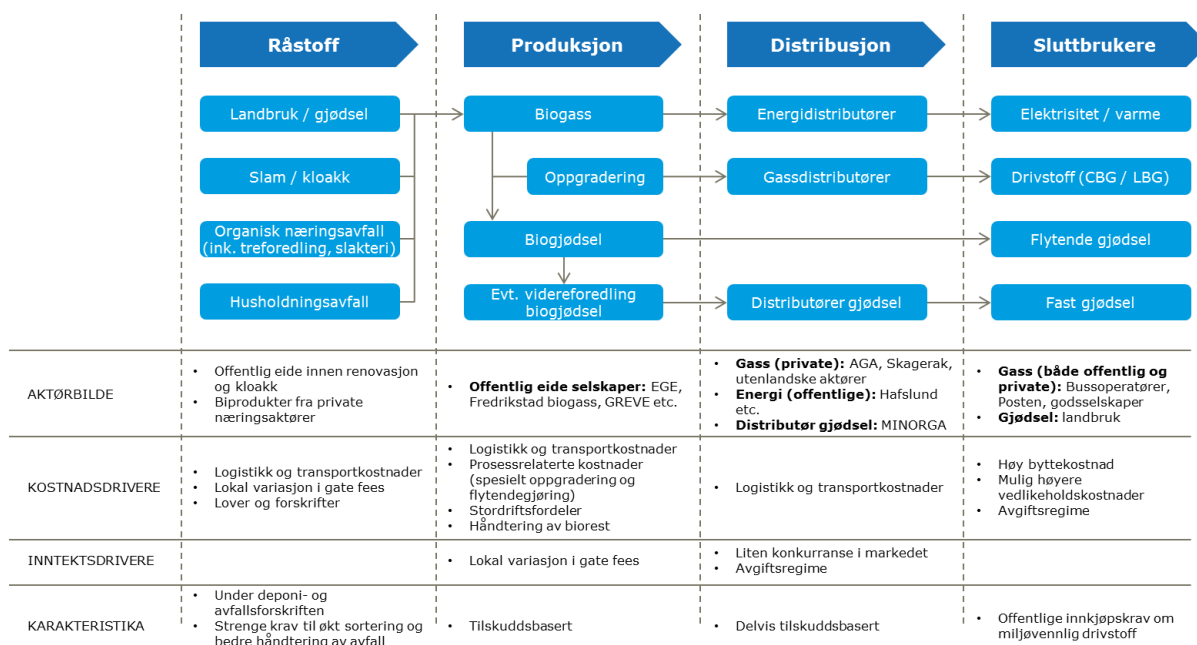
Materialet som nedbrytes i biogassreaktorene omtales i denne rapporten som «råstoff». Biogassanlegg behandler tradisjonelt råstoffene avløpsslam, matavfall, husdyrgjødsel og våtorganisk avfall fra næringslivet. De vanligste bruksområdene for biogass er til produksjon av varme, elektrisitet eller drivstoff. Når biogassen brukes til el –og varmeproduksjon er det vanligvis for å dekke biogassanleggets eget energibehov.

Biogass består vanligvis av 60-70 % metan. Resten er for det meste karbondioksid. Metan har en høy brennverdi og kan forbrennes. Tradisjonelt har biogassen blitt brukt direkte til varmeproduksjon i gasskjel, eller til elektrisitet- og varmeproduksjon i gassmotor. Dette skjer vanligvis nært produksjonsstedet. Dersom biogassen skal brukes av sluttbrukere et stykke unna produksjonsstedet må den distribueres. Biogassen kan distribueres i gassrør eller på transport, og hvis man skal transportere biogass bør den oppgraderes. Oppgraderingen gir biogassen en høyere kvalitet (97-98 % metaninnhold). Dette energiproduktet kalles «biometan» og er en substitutt til naturgass. Det kan distribueres på samme infrastruktur som naturgassen bruker, som f.eks lokale eller regionale gassnett. Den kan i det hele tatt anvendes på samme måte som naturgass (naturgass består av ca. 98% metan).

Etter at biogassprosessen har funnet sted er råstoffet redusert til en luktfri biologisk rest. Nedbrytningsprosessen har spaltet næringsstoffer slik at bioresten bl.a. inneholder plantetilgjengelig nitrogen og fosfor. Dette er god plantenæring og bioresten kan anvendes som et gjødselprodukt. Dette forutsetter at gjødselen møter krav til kvalitet som gitt av bl.a. gjødselvareforskriften og biproduktforordningen. I rapporten omtales slik biorest som biogjødsel.

3.3 Verdikjeden for biogass

I figuren nedenfor er det forsøkt å gi et oversiktlig bilde av biogassindustriens verdikjede og en overordnet beskrivelse av de ulike segmentene i kjeden, herunder type aktører, drivere, samt generell karakteristika og sentrale mekanismer.



Figur 5: Verdikjede for biogass

Råstoff (eller substrat) betegner den delen av verdikjeden som genererer, samler og transporterer råstoff som inngår i biogassproduksjonen. Avfallet generes fra husholdninger, private næringsaktører med gunstige avfallsfraksjoner for biogass og jordbruk, og samles og transporteres av kommunen, normalt gjennom interkommunale selskaper. Produksjon av biogass fra kloakk vil normalt være omtrent vegg til vegg med renseanlegget med tilhørende lave transportkostnader.

For de andre råstoffene er denne delen av verdikjeden preget av høye transportkostnader. Ansvaret for transport av råstoff til biogassanlegget kan variere avhengig råstoffets biogasspotensial og alternativkostnaden. Det samme gjelder betalingsvilligheten for å bli kvitt råstoffet, hvor energiinnholdet og behovet for forbehandling er viktige faktorer. Prisen på råstoff kan også variere veldig avhengig av antall konkurrerende biogassanlegg lokalt, samt gjeldende lover og forskrifter. Summen av dette avgjør om det er biogassprodusenten som betaler for eller får betalt (gate fee) for å ta i mot råstoffet.

Normalt er det en gate fee knyttet til å levere husholdningsavfall som renovasjonsselskapet betaler biogassprodusenten. Renovasjonsselskapet håndterer også normalt transporten til biogassprodusenten. Mer attraktivt substrat, som organiske næringsavfall, kan være en kostnad for biogassprodusenten, eller ha en relativt lav gate fee. Transporten håndteres av biogassprodusenten. Gjødelse fra landbruket er som regel gratis, mot at det leveres tilsvarende mengde biogjødsel fra biogassprodusenten. Leveranse av råstoff til biogassanlegg er som regel basert på lange, forutsigbare kontrakter.

Produksjon av biogass i Oslofjordregionen utføres av kommunalt eide selskaper – de tilsvarende aktørene oppstrøms i verdikjeden. Det som driver kostnadene i denne delen av verdikjeden er kostnader forbundet med transport av råstoff, biogjødsel og sluttprodukter. Plasseringen av anlegget er i så måte viktig for lave transportavstander og –kostnader. Plasseringen definerer også i stor grad mulighetene og barrierene oppstrøms i verdikjeden, og tilhørende investeringskostnader som er nødvendig for å imøtekomme disse. Oppgradering og flytendegjøring er eksempelvis kapitalintensivt, men kan forsvares sett i forhold til betalingsvilligheten til sluttbrukere og distributører. Størrelsen på anlegget er her avgjørende for lønnsomheten. Alternativt kan man selge varme til omkringliggende eiendommer og elektrisitet ut på nettet.

Håndtering av biogjødsel er per i dag en kostnad for biogassprodusenten. På sikt er det sannsynlig at biogjødsel kan bli en mer attraktiv ressurs, med tilhørende inntekt. Biogassprodusenten vil sannsynligvis velge enten å redusere kostnaden knyttet til transport ved å investere i avvannings- og/eller energikrevende tørkeutstyr med fast gjødelse som resultat, eller transportere flytende gjødelse direkte til lokalt landbruk.

Distribusjon: Oppgradert biogass (biometan) er en svært viktig inntektskilde for biogassprodusenten. Prisen for sluttbrukeren er avhengig av kontraktens form, men vil i et åpent marked variere proporsjonalt med fossile alternativer. Dette avgjør igjen de økonomiske marginene for de ulike delene av verdikjeden og deres lønnsomhet.

En viktig driver er gjeldende avgiftsregime og prising av klimagassutslipp og lokale utslipp. En annen viktig driver er utbredelsen av biogass som drivstoff (antall fyllestasjoner, pris på gassdrevne kjøretøy) og sluttbrukers betalingsvillighet sammenlignet med fossile alternativer.

Sluttbrukere: Sluttbrukerne er normalt offentlige flåter, eller private flåter under offentlige innkjøpskrav. Gassmotoren er per i dag mindre utbredt, med noe høyere investerings- og driftskostnad. Aktørene som velger kan likevel nyte godt av offentlige støtteordninger.

3.4 Metodikk

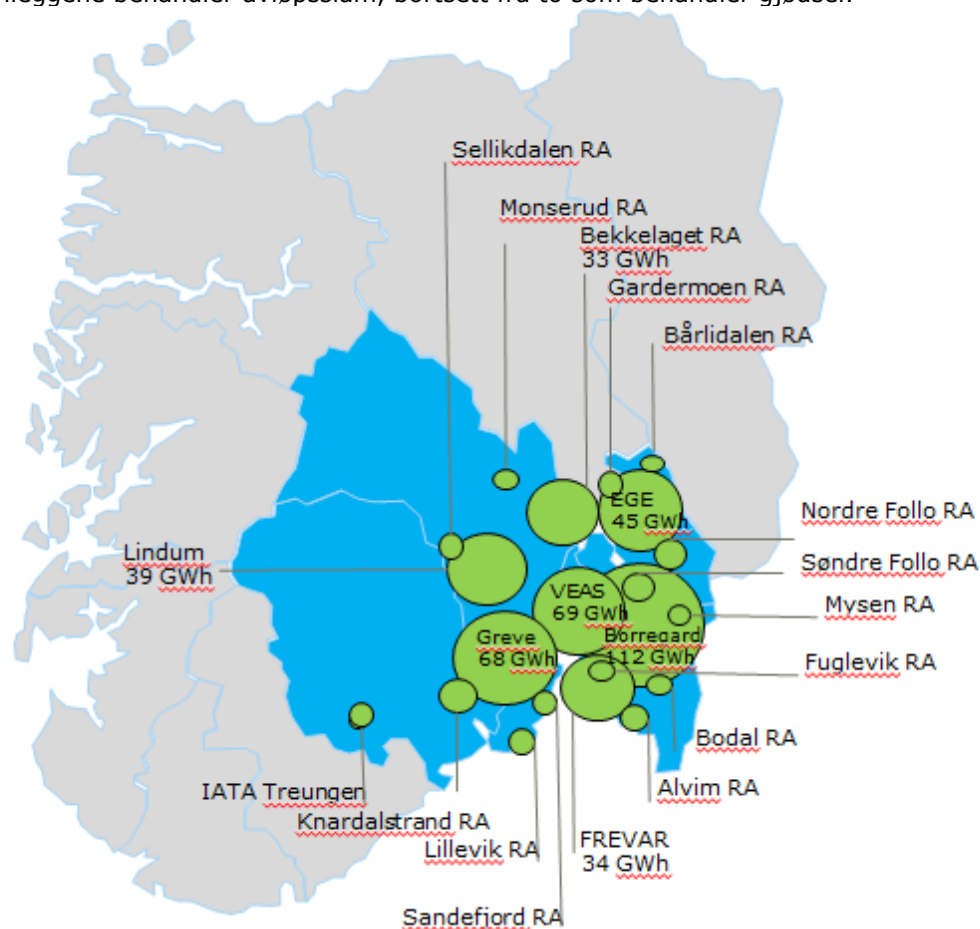
Rapporten bygger på data hentet inn fra 23 biogassanlegg i regionen. I tillegg er det innhentet opplysninger fra distributører og sluttbrukere. Data er hentet inn ved hjelp av telefonintervjuer og mailkorrespondanse med representanter for alle aktørene. Før intervjuene fant sted ble det utarbeidet semistrukturerte intervjuguiden beregnet på biogassprodusenter og distributører av biogass. Intervjuguidene er gjengitt i vedlegg 4.

For å beregne biogassproduksjon og råstoffmengder er det brukt forutsetninger for bl.a tørrstoffinnhold i råstoff og energiinnhold i biogass. Så langt det har vært mulig har biogassanleggenes egne forutsetninger blitt anvendt i beregningene. I noen tilfeller er det benyttet erfaringsverdier fra Rambølls egen database og litteratur. Litteraturliste er gitt i vedlegg 1. En liste med forutsetninger er gjengitt i vedlegg 2.

4. BIOGASSPRODUKSJON

4.1 Produsenter av biogass

Figur 6 viser en oversikt over produsenter av biogass i Oslofjordregionen. For anlegg større enn 10 GWh er produksjonskapasiteten oppgitt i figuren. Det er flest små (<10 GWh) anlegg i regionen, og mesteparten av biogassproduksjonen skjer på de større anleggene. De små anleggene behandler avløpsslam, bortsett fra to som behandler gjødsel.



Figur 6: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen

De små anleggene produserer for det meste strøm og/eller varme til egen intern bruk og ingen av dem leverer biogass til drivstoff. En del av dem planlegger å utvide sine anlegg, men det er ikke konkrete planer om å levere biogassen til drivstoff. 4 av 7 større anlegg leverer biogass til drivstoffformål i dag. Dette er Bekkelaget RA, Romerike biogassanlegg (EGE), Lindum og Frevar. Greve biogass ble nylig satt i drift og forventer å levere biogass til drivstoffformål i løpet av 2016. VEAS planlegger å oppgradere hoveddelen av sin biogassproduksjon til drivstoff i løpet av et par år. Kartet er gjengitt i tabellform i vedlegg 3, Tabell 5. I tabell 1 under er produksjonsvolumene oppsummert for å gi et bilde av total kapasitet og produksjonsvolum.

Tabell 1: Total kapasitet og produksjonsvolum i Oslofjordregionen.

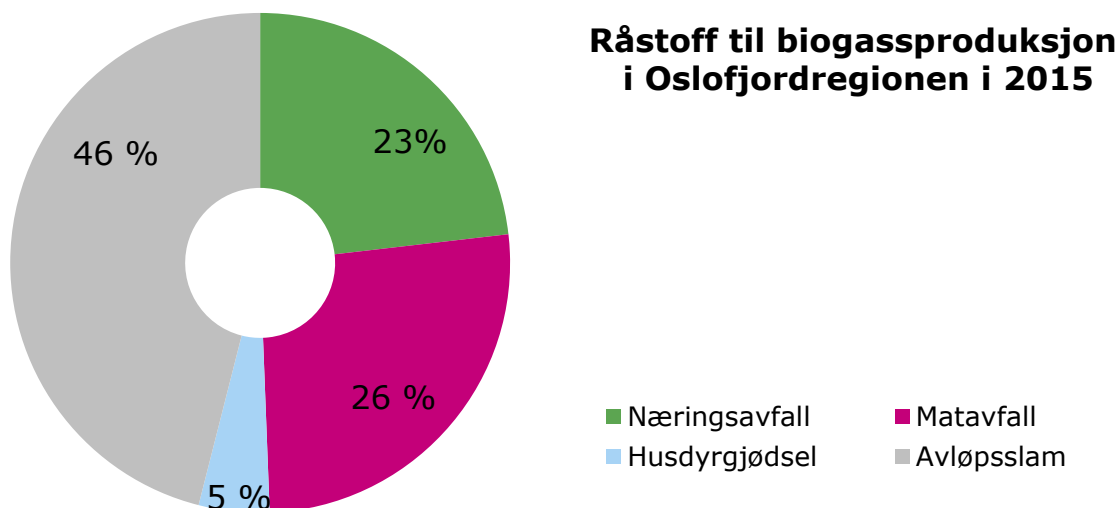
Type anlegg (råstoff)	Antall biogas-sanlegg	Kapasitet [GWh]	Produksjon (2015) [GWh]
Avløpsslam	13 (+2)*	152	134
Matavfall	2	53	30
Samråtning**	4	147	121
Næringsavfall	1	112	56
Gjødsel	2	2	2
Sum	21(+2)*	466	341

*mangler data for 2 anlegg, ikke inkludert i rapporten. Detaljer for disse små anleggene er vist i vedlegg 3.

**anlegg som behandler to eller flere av råstoffene matavfall, næringsavfall og gjødsel. Matavfall fra næringsvirksomhet er kategorisert som næringsavfall.

4.2 Biogassressurser

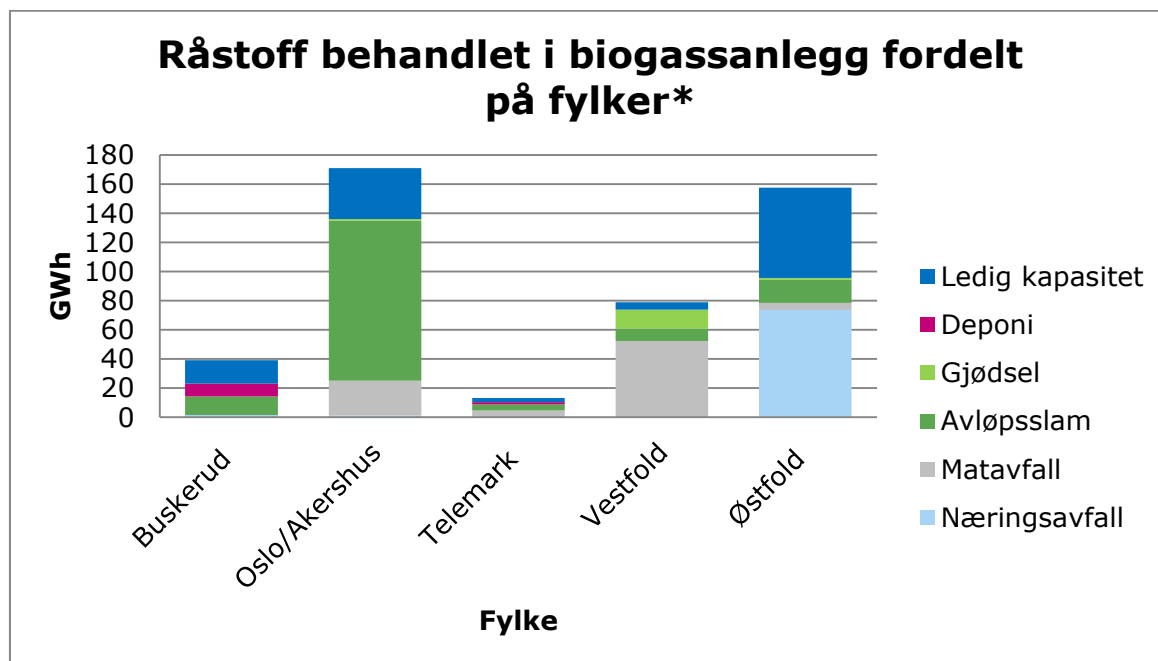
Samlet produksjonskapasitet i Oslofjordregionen er 466 GWh, og totalt produseres det 341 GWh biogass i regionen i 2015. Hvor mye av biogasspotensialet i regionen er utnyttet? For å finne svar på det ser vi på hvilke råstoff som i dag utnyttes til biogass, og på hva potensialet er for økt utnyttning av disse råstoffene. Figur 7 viser hvordan biogassproduksjonen fordeler seg på de ulike råstoffene i 2015.



Figur 7: Råstoff til biogassproduksjon i Oslofjordregionen i 2015

Figuren viser at avløpsslam er det dominerende råstoffet, og står for 46 % av biogassproduksjonen i regionen. Matavfall og næringsavfall utgjør til sammen halvparten av biogassproduksjonen, mens kun 5 % kommer fra husdyrgjødsel. Det meste av husdyrgjødselen behandles hos Greve biogass i Tønsberg. Det betyr at før 2015 var bidraget fra husdyrgjødsel nesten null.

Figur 8 viser hvordan biogassproduksjonen fordeler seg per fylke, slik situasjonen var ved årsskiftet 2015/2016. Den horisontale akse angir hvor stor andel av den totale mengden produsert biogass, i GWh, som stammer fra hvert enkelt fylke. Ulike typer råstoff er angitt med fargekode. Merk at figuren ikke viser hvilket fylke råstoffene kommer fra, den viser bare hvor råstoffet ender. Eksempelvis eies Romerike biogassanlegg av Oslo kommune, men ligger i Akershus. Fylkene Oslo og Akershus er slått sammen for at figuren ikke skal bli misvisende.



Figur 8: Råstoff behandlet i biogassanlegg, fordelt på fylker. * Figuren viser ikke hvilket fylke råstoffene kommer fra, den viser bare hvor råstoffet ender, det vil si, innenfor hvilket fylke biogassanlegget som mottar råstoffet ligger.

Ledig kapasitet, angitt med mørk blå farge, viser ledig kapasitet i eksisterende anlegg i 2015. For å lese av faktisk biogassproduksjon ved årsskiftet må man se bort i fra denne kategorien. Figuren viser at det produseres mest biogass i Oslo/Akershus. Her finner vi store anlegg som VEAS og Romerike biogassanlegg. Begge anleggene er helt eller delvis eid av Oslo kommune, men er lokalisert i Akershus. Oslo produserer også biogass av avløpsslam innenfor kommunegrensene. I Østfold finner vi Borregaard og Frevar, og i Vestfold ligger Greve biogass. Store deler av matavfallet fra Telemark går og skal gå til Greve fremover. I Akershus er det dominerende råstoffet avløpsslam, mens det for Østfold og Vestfold er næringsavfall og matavfall.

Ved å ta med ledig kapasitet i betraktningen ser man hvor stor installert kapasitet som finnes i biogassmarkedet per i dag. Figur 8 viser at Oslo/Akershus har høyest installert kapasitet i 2015, tett fulgt av Østfold. Borregaard gir det store utslaget for Østfold, med en installert kapasitet på 112 GWh og en faktisk produksjon på 53 GWh i 2015.

Den ledige kapasiteten viser at det er rom for mottak av mer råstoff i biogassanlegg i samtlige av fylkene. Den ledige kapasiteten skyldes flere ting:

- Noen anlegg er dimensjonert for en fremtidig befolkningsvekst. Dette gjelder først og fremst slamanleggene.
- Noen anlegg opplever begrensninger i produksjonskapasiteten fordi;
 - Mottaksfasiliteter og forbehandling ikke kan ta unna nok råstoff
 - Gassoppgraderingsanlegg for oppgradering av biogass til biometan(drivstoffkvalitet) er underdimensjonert
 - Varme/kjølere er underdimensjonert og innpumpingskapasiteten er for liten
 - Organisk belastning i biogassreaktorene er for lav
 - Store mengder plast med avfallet medfører stans i utsorteringsdelen for enkelte anlegg
- Anleggene får ikke tak i tilstrekkelige mengder råstoff.

Hvordan ser det teoretiske potensialet for regionen ut, og hvordan forventes råstofftilgangen å utvikle seg i årene som kommer? Østfoldforskning publiserte i 2008 en potensialstudie for biogass i Norge, som viser at 42 % av det samlede teoretiske biogasspotensialet i Norge utgjøres av husdyrgjødtsel og at avløpsslam utgjør 4 %. Videre utgjør matavfall (inkl. storhusholdninger) 15 % og næringsavfall 23 % (H.L. Raadal, 2008). Dersom vi antar at fordelingen er omtrent den samme for Oslofjordregionen, og sammenligner den med dagens fordeling av råstoff til biogassproduksjon i regionen, burde det være et stort potensiale i husdyrgjødtsel, mens potensialet fra avløpsslam i stor grad ser ut til å være utnyttet i dag. I de neste delkapitlene ser vi nærmere på

biogasspotensialet i Oslofjordregionen, fordelt på råstoffene matavfall, næringsavfall, avløpsslam og husdyrgjødsel.

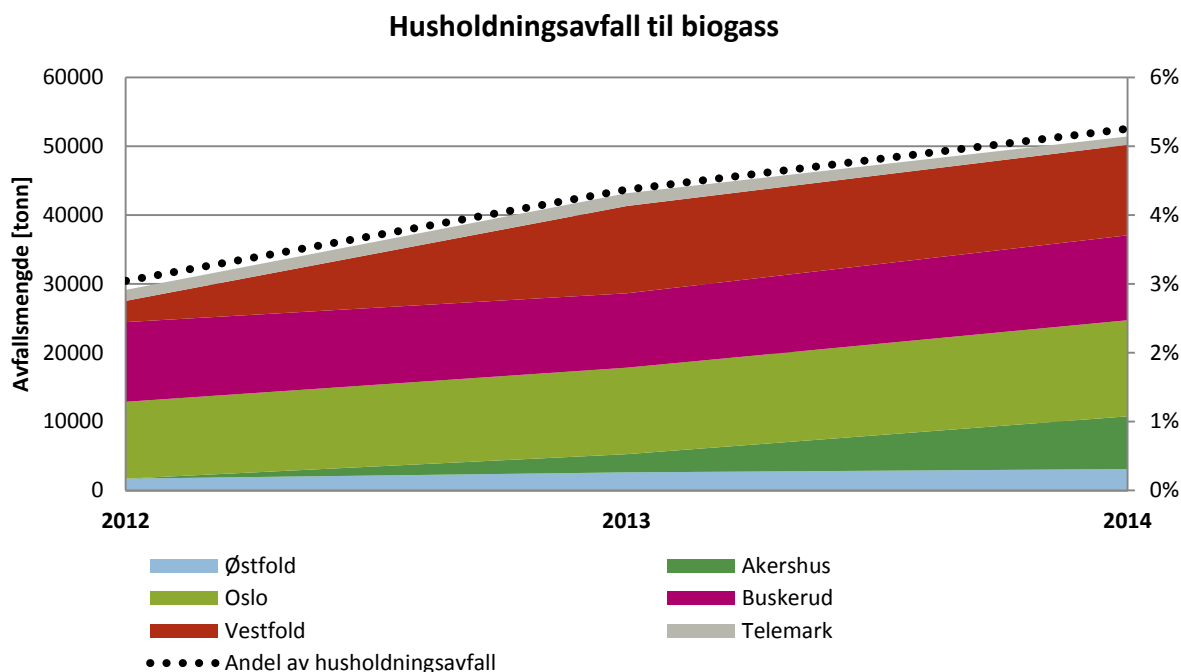
4.2.1 Biogasspotensial fra matavfall

Matavfall er den våtorganiske delen av husholdningsavfallet. Det kan komposteres, forbrennes eller anvendes til biogassproduksjon. Deponering av matavfall ble forbudt i 2009. Mye går til biologisk behandling i dag, men potensialet for ytterligere vekst er stort.

Det vanligste er å kompostere eller behandle matavfall i biogassanlegg. I snitt går 53 % av det utsorterte våtorganiske avfallet til kompostering mens 43 % går til biogassanlegg (H.L.Raadal, 2016).

Det er kun den våtorganiske delen av husholdningsavfallet som kan anvendes i biogassanlegg. Det er omtrent 1/3 av den totale mengden husholdningsavfall (basert på 57 kg utsortert matavfall i snitt per innbygger, (H.L.Raadal, 2016)). Hvor mye våtorganisk avfall vi klarer å sortere ut varierer, men på landsbasis er gjennomsnittet 69 % (H.L.Raadal, 2016).

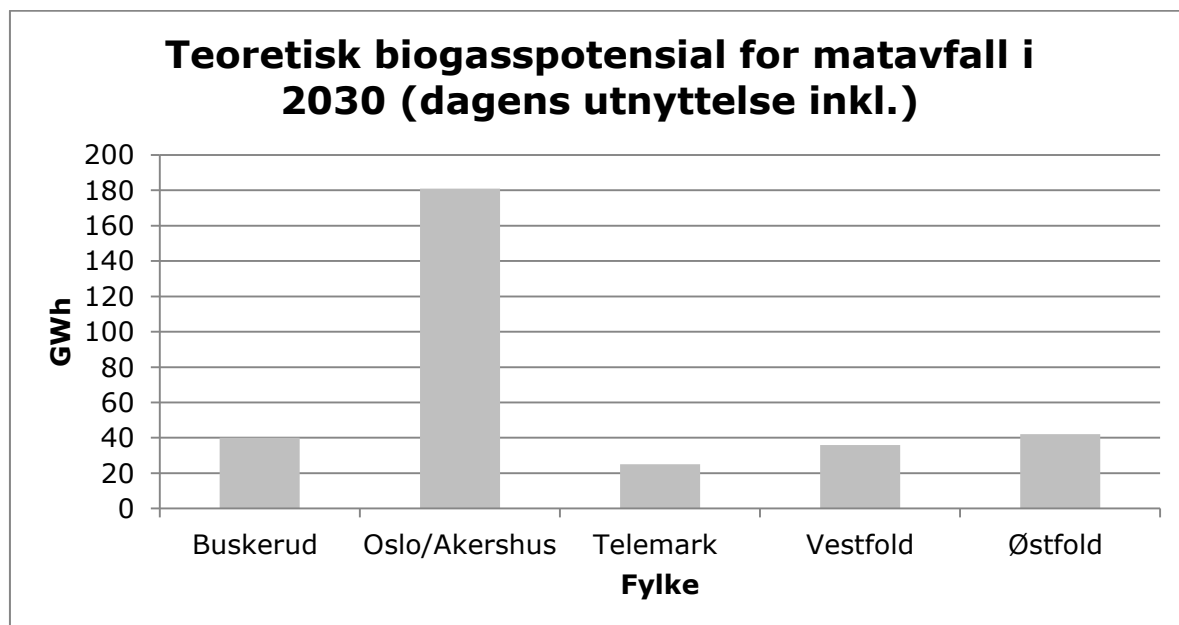
Figur 9 viser hvor mange tonn husholdningsavfall som behandles i biogassanlegg i Oslofjordregionen, fordelt per fylke, i perioden 2012-2014. Tallene er hentet fra SSB og er gitt som tonn husholdningsavfall. Det er kun den våtorganiske delen av avfallet som kan behandles i et biogassanlegg, slik at Rambøll forstår «husholdningsavfall» i SSBs statistikk som matavfall i dette tilfellet.



Figur 9: Husholdningsavfall levert til biogass (matavfall) i perioden 2012-2014. Kilde: SSB (2015), *Avfall og renovasjon - Mengder (justert for grovavfall og næringsavfall), nivå 3 (K) etter region, statistikkvariabel og tid*

Figuren viser at det har vært en stabil vekst i mengden matavfall på omtrent 10 000 tonn årlig. Dette tilsvarer omtrent 10 GWh.

En fremskriving av situasjonen for årene som kommer må ta hensyn til økt utsortering i husholdningene og en årlig økning i mengden generert avfall. Figur 10 viser det teoretiske biogasspotensialet fra matavfall for Oslofjordregionen. Teoretisk kan graden av utsortering øke til 100 %, og dette er lagt til grunn for estimatet. En økning i mengden generert avfall som går til biogassanlegg i 2030 er estimert med utgangspunkt i en fremskriving av befolkningsveksten, publisert av SSB (tabell «Folkemengden 1.januar, registrert første år, deretter framskrevet i tre alternativer til 2100, alternativ MMM»). Potensialet er gitt i GWh på den loddrette aksene. Her har vi ikke tatt hensyn til om det er forskjeller i sorteringsgrad mellom de ulike fylkene, eller om noen av kommunene som er omfattet ikke har kildesorteringssystemer.



Figur 10: Teoretisk biogasspotensiale for matavfall. Dagens utnyttelse er inkludert.

Totalt er biogasspotensialet ved økt utsortering av matavfall beregnet til omtrent 300 GWh i 2030 (99 000 tonn matavfall, 100 % TS). Da er økningen i mengden avfall produsert som følge av befolkningsvekst tatt med i betraktningen. Figuren viser at det for samtlige av fylkene er et betydelig potensial for økt biogassproduksjon i fremtiden. Dersom noe våtorganisk avfall som i dag komposteres skal gå til biogassanlegg vil potensialet som presentert i Figur 10 øke ytterligere.

Det realistiske potensialet vil være lavere, anslått til mellom 100-150 GWh, basert på at hver innbygger i snitt sorterer ut 57 kg matavfall i året (H.L.Raadal, 2016). Utvikling av nye systemer for avfallshåndtering og utsortering, som mekanisk utsortering, kan føre til at utsorteringsgraden en gang i fremtiden blir tilnærmet 100 %.

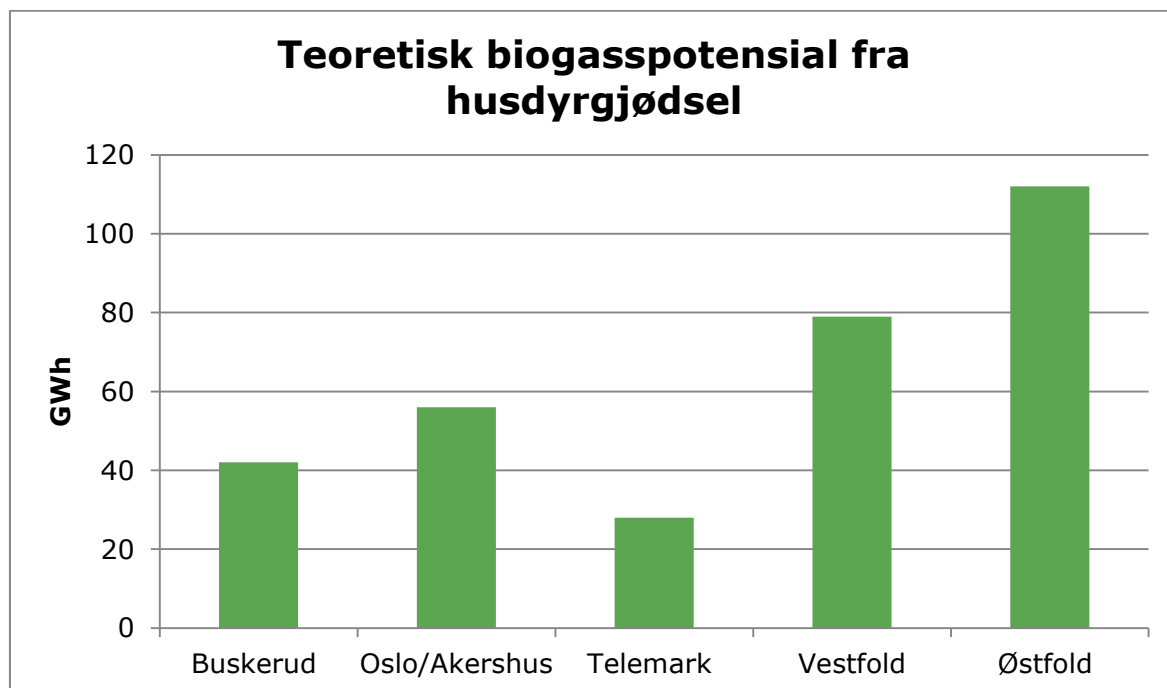
4.2.2 Biogasspotensial fra husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel fra landbruket er en hittil lite utnyttet ressurs til biogassproduksjon i Norge, og dette er også tilfellet i Oslofjordregionen. I dag kommer 5 % av biogassproduksjonen i regionen fra husdyrgjødsel. Potensialet er derfor stort, og i den tidligere omtalte potensialstudien for biogass ble det beregnet at rundt 40 % av Norges teoretiske biogasspotensial kommer fra gjødsel (H.L. Raadal, 2008).

En beregning av det teoretiske biogasspotensialet fra gjødsel i Oslofjordregionen er presentert i Figur 11. Biogasspotensial i GWh er angitt langs den loddrette akse. Samlet biogasspotensial er omtrent 300 GWh.

Biogasspotensialet er basert på statistikk over antall husdyr per fylke. Statistikk er hentet fra SSB, og øvrige forutsetninger er gitt i vedlegg 2. Figur 11 viser at teoretisk biogasspotensial fra husdyrgjødsel er stort. For Østfold alene er potensialet 110 GWh. Statistikken for Oslo og Akershus er sammenslått, slik at biogasspotensialet for Akershus også inkluderer Oslo.

Hvorfor utgjør gjødsel en så liten del av biogassproduksjonen når det teoretiske potensialet er så stort? Husdyrgjødsel inneholder mye vann, noe som gjør den kostbar å transportere. For at biogassanlegg skal kunne anvende gjødsel som råstoff må gjødselen ligge i nærheten av anlegget. Norsk kulturlandskap med sine spredte og små gårdsanlegg setter slik sett begrensninger for bruken av gjødsel som ressurs i et biogassanlegg som er stort nok til at driften blir lønnsom. Det legges i økt grad til rette for å ta i bruk mer gjødsel i biogassanlegg. Innovasjon Norge er tildelt 20 MNOK øremerket til forskning på bruk av råstoff av andre typer enn matavfall og slam i biogassanlegg, og transport av gjødsel subsidieres. Dette er omtalt nærmere i kapittel 7.



Figur 11: Teoretisk biogasspotensial fra husdyrgjødsel. Tall er basert på data fra SSB-statistikk, Husdyrhald, 1.januar 2016, førebelse tal tabell 3

4.2.3 Biogasspotensial fra avløpsslam

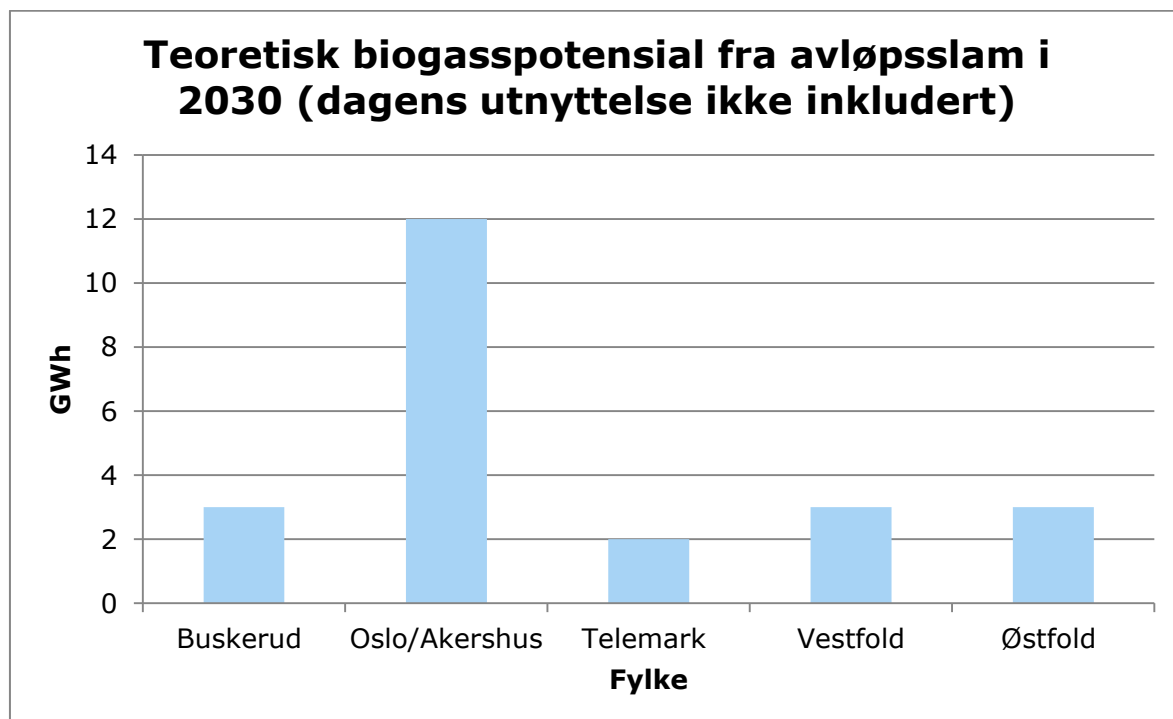
I dag kommer mesteparten av biogassproduksjonen i Oslofjordregionen fra avløpsslam (46 %). Det er tidligere estimert at rundt 4 % av Norges teoretiske biogasspotensial kommer fra avløpsslam (H.L. Raadal, 2008).

Av de 17 biogassanleggene som behandler avløpsslam i regionen i dag oppgir 7 stykker at de har sprengt kapasitet, at de planlegger utvidelse eller er i ferd med å utvide sine anlegg. 3 av anleggene har ledig kapasitet mens to (relativt nye) anlegg er dimensjonert for å ta unna befolkningsveksten i 2030 og 2035. Dette innebærer altså en forventning om noe økt biogassproduksjon fra slam i årene som kommer.

Figur 12 viser økning i biogasspotensial ved forventet befolkningsvekst i regionen frem til 2030. Samlet potensial for regionen er 23 GWh i 2030.

Biogasspotensialet er beregnet med statistikk over folkemengde per fylke per 1.1.2016, samt framskrivninger av folkemengden i 2030 (scenario MMMM) fra SSB. Øvrige forutsetninger er gjengitt i vedlegg 2. Sammenlignet med matavfall og gjødsel er biogasspotensialet for avløpsslam i 2030 lite, og det kan tyde på at mye av dagens potensial i regionen allerede er utnyttet. Avløpsrensseanleggens produksjon går i dag hovedsakelig til energiformål i eget anlegg. Kun ett anlegg produserer biogass til transportmarkedet, mens det største anlegget (VEAS i Akershus) i regionen er i ferd med å gjøre det samme.

Det er tatt utgangspunkt i et gjennomsnittstall for befolkningsvekst som mest sannsynlig er noe lav for de største tettstedene, og spesielt for Oslo. Det er heller ikke tatt hensyn til at noen av biogassanleggene behandler avløpsslam fra fylker utenfor Oslofjordregionen. Det teoretiske biogasspotensialet bør derfor betraktes som konservativt.



Figur 12: Teoretisk biogasspotensial fra avløpsslam. Tall er basert på statistikk fra SSB, tabell 05212 Folkemengde i tettbygde og spredtbygde strøk, fylke, 1 januar, og tabell «Folkemengden 1.januar, registrert første år, deretter framskrevet i tre alternativer til 2100, alternativ MMMM»

4.2.4 Biogasspotensial fra næringsavfall

I dag stammer 23 % av biogassproduksjonen fra næringsavfall i regionen. Næringsavfallet omfatter matavfall fra næring, industriavfall og fett fra fettavskillere. Andre potensielle råstoffer er avfall fra meierier, slakterier, bryggerier, gartneri, samt fiskeri og havbruk. Analyser har vist at råstoff fra meierisektoren, fiskerier og havbruk utgjør de største mengdene på nasjonalt nivå (H.L.Raadal, 2016).

Verdien av mulige råstoff for biogassproduksjon har endret seg mye de siste årene. Fra å være avfallsprodukter og hodebry for produsentene, blir det mer og mer tydelig at mange fraksjoner kan utgjøre en verdi. Dette betyr også at aktørbildet for avtakere av slike varer er i endring, og at konkurransesituasjonen strammer seg til. Når man skal estimere biogasspotensialet fra næringsavfall må man ta hensyn til at en del av avfallet i dag går til andre formål, for eksempel produksjon av mat (proteinpulver), dyrefôr og gjødsel. En vurdering av om dette avfallet heller skal gå til biogassproduksjon vil bli et spørsmål om betalingsvilje. Alternativt kan det være potensielle oppsider for aktørenes klima- og miljøregnskap ved å levere avfallet til biogassanlegg.

Avfall fra meierier brukes i stor grad til mat, dyrefôr og gjødselproduksjon, mens avfall fra fiskeri og havbruk i stor grad ikke utnyttes per i dag. Slikt råstoff omfatter både fiskeavskjær, død fisk og slam fra settefiskanlegg. Potensialet her er stort (H.L.Raadal, 2016), men mesteparten av det tilgjengelige råstoffet er lokalisert i andre fylker enn Oslofjordregionen (R. Richardsen, 2014).

Det pågår en del endringer i dette markedet. Lindum har nå fått avfallskontrakter med Asker og Drammen, og Bærum vil motta avfall fra Follo.

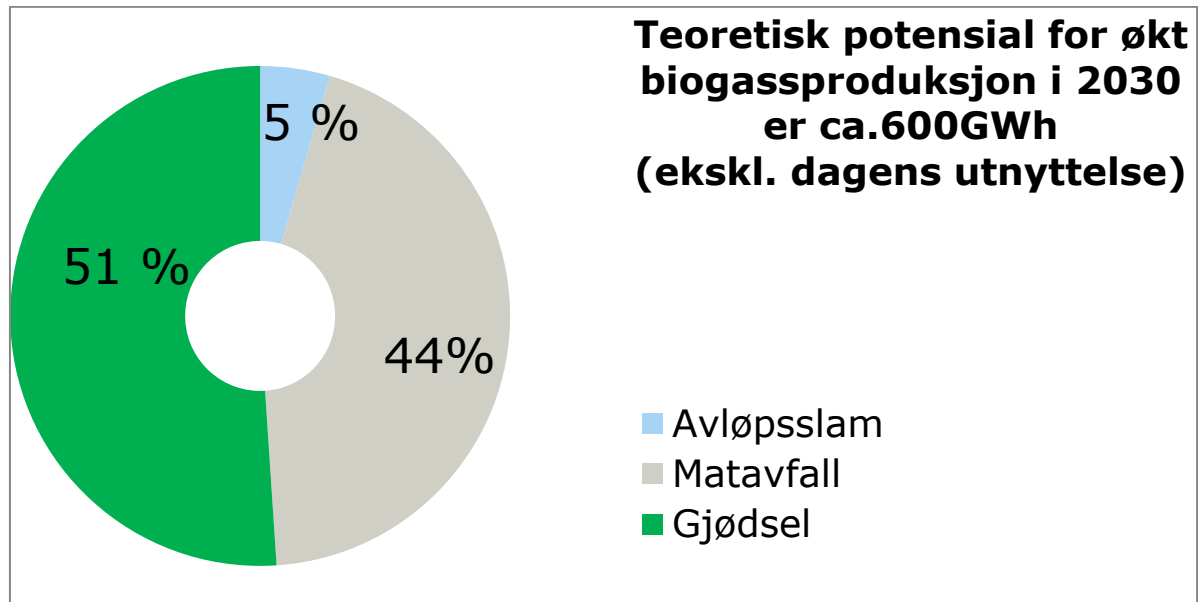
Det er omfattende å gjøre en vurdering av hvor stort potensialet er for Oslofjordregionen. Næringsavfall kan utgjøre et stort biogasspotensiale fremover, og det anbefales undersøkt i en egen analyse.

4.3 Samlet potensial for økt biogassproduksjon

Dette kapittel oppsummerer biogasspotensialet fra matavfall, gjødsel og avløpsslam i Oslofjordregionen. (Næringsavfall er ikke inkludert). Forrige kapittel beskrev at en fremskriving av biogasspotensialet for årene som kommer må ta hensyn til økt utsortering i husholdningene og en årlig økning i mengden generert avfall. Rambøll har antatt 100 % i utsorteringsgrad (teoretisk potensiale) og en økning i mengden generert matavfall frem til 2030 basert på statistikk og fremskrivninger av befolkningsvekst. Videre vil mengden gjødsel som behandles i biogassanlegg for-

ventes å øke, fordi potensialet er stort og fordi det gir en dobbel klimaeffekt. Potensialet for biogassproduksjon fra avløpsslam er i stor grad utnyttet for regionen. Mengden avløpsslam vil øke i takt med befolkningsveksten, og en fremskriving av biogasspotensialet fra avløpsslam i 2030 er basert på befolkningsvekst.

Figur 10 viser samlet teoretisk potensiale for økt biogassproduksjon fra avløpsslam, matavfall og gjødsel i regionen i 2030. Samlet er vekstpotensialet beregnet til i overkant av 600 GWh som tilsvarer nesten det dobbelt av dagens produksjon.



Figur 13: Samlet teoretisk potensial for økt biogassproduksjon i 2030. *Dagens utnyttelse er ikke inkludert.

Husdyrgjødsel og matavfall utgjør et stort potensiale for økt biogassproduksjon i regionen. Sammenlignet med gjødsel og matavfall blir bidraget fra avløpsslam lite.

Sammen med dagens biogassproduksjon utgjør mengden biogass i Figur 10 samlet potensial for biogass i Oslofjordregionen, når vi ser bort fra potensialet for økt utnyttelse av næringsavfall. Samlet teoretisk potensial for biogassproduksjon er 950 GWh, uten potensialet for økt utnyttelse av næringsavfall.

Østfoldforskning og UMB gjennomførte i 2008 en Potensialstudie for biogass i Norge, der potensialet for biogassproduksjon ble analysert (H.L. Raadal, 2008). Potensialstudien beregner samlet teoretisk potensial for biogassproduksjon til 1200 GWh i Oslofjordregionen (H.L. Raadal, 2008). Dette er høyere enn Rambølls estimat på 950 GWh. En naturlig årsak til dette kan være at Rambøll ikke har inkludert næringsavfall i sin beregning av økt biogasspotensial. En annen årsak kan være at de fleste av tallene Rambøll har brukt er basert på opplysninger fra biogassprodusentene, slik at en mindre andel av tallene er basert på teoretiske potensialer.

Råstoff fra skogbruksnæringa har ikke blitt omtalt. Slikt råstoff kan være greiner og topper (GROT), treflis, papir m.m. Slike råstoff har tradisjonelt ikke blitt behandlet i biogassanlegg, fordi de har en cellestruktur som er vanskelig å bryte ned. Det forskes på mulige måter å produsere biogass fra trevirker på. Blant annet kan trevirket forbehandles ved høy temperatur og trykkvariasjon (dampeksplasjon) slik at cellestrukturen ødelegges. Trevirket kan også gassifiseres, det vil si forbrennes under kontrollert tilførsel av oksygen og damp eller karbondioksid, direkte til biometan og danne hydrogen på samme tid. Slike behandlingsformer er energikrevende og må konkurrere med andre måter å anvende skogsråstoffet på, som via pyrolyse, fermentering, eller Fischer-Tropsch syntese til biodrivstoff eller via forbrenning til varme og elektrisitet.

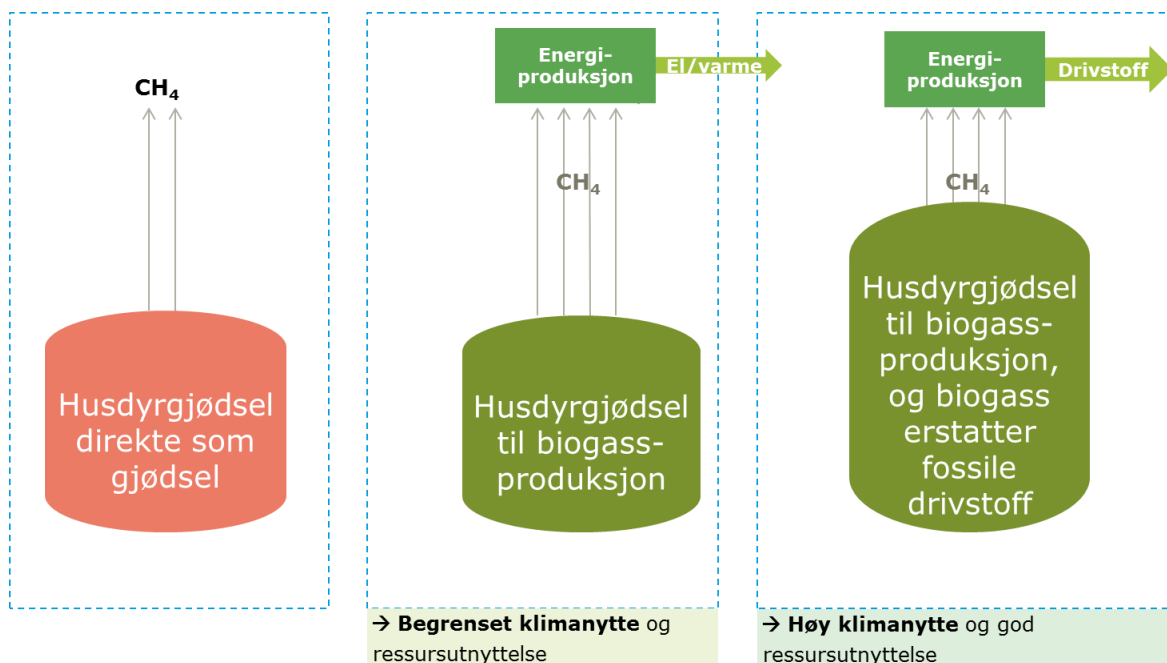
4.3.1 Nytte for klima og miljø

Vi skiller mellom nytte for klima og for miljø i dette avsnittet. Klimanytte representerer den effekten en aktivitet har på klimaet, for eksempel CH₄ eller CO₂-utslipp. Dette er utslipp som man ikke

kan måle en regional effekt av, den er global. Miljønytte representerer den effekten en aktivitet har for miljøet, for eksempel partikkelutslipp, som vil ha en lokal effekt på luftkvaliteten i et bestemt område.

Biogass gir størst klimanytte når den erstatter fossile energibærere som bensin, diesel og olje. Den er forbundet med lave utslipp av partikler og gir derfor også en miljønytte sammenlignet med fossile drivstoff, og da spesielt diesel. En rapport om grenseverdier og nasjonale mål for lokal luftkvalitet, publisert av Miljødirektoratet, viser at gassmotorer hadde 6 ganger lavere Nox-utslipp enn tilsvarende ny dieselmotor (Euro 6) (Miljødirektoratet, 2014).

For våtorganisk avfall viser analyser at det gir klart større nytte for klima, miljø og energigjenvinning å behandle avfallet i biogassanlegg, når biogassen oppgraderes til drivstoff for tyngre kjøretøy, og biogjødselen brukes som gjødsel og/eller jordforbedringsmiddel, sammenlignet med å sende avfallet til forbrenning (H.L.Raadal, 2016). Når husdyrgjødsel brukes som råstoff reduseres i tillegg utslippene av metan –og lystgass som oppstår ved lagring av gjødselen i gjødselkjeller, som er vanlig i tradisjonelt landbruk (forurensningsdirektoratet, 2013). Det betyr at et biogassanlegg som mottar husdyrgjødsel og som leverer sin biogass til drivstoff utgjør en dobbel klimaeffekt. Figur 14 illustrerer dette.



Figur 14: Nytte for klima ved behandling av husdyrgjødsel i et biogassanlegg.

Den første bolken i figuren (venstre) over viser husdyrgjødsel som brukes direkte som gjødsel (tradisjonelt landbruk). Når husdyrgjødselen lagres i gjødselkjeller dannes det metangass som slipper ut til luft. Metangass er en kraftig klimagass som bidrar til global oppvarming. Nitrogen og fosfor som finnes i gjødselen er i en form som ikke så lett tas opp av planter, slik at mye av næringsstoffene som finnes i gjødselen ikke blir utnyttet når den spres-

Den andre bolken i figuren (midten) viser husdyrgjødsel behandlet i biogassanlegg og biogass til produksjon av elektrisitet og varme. Husdyrgjødselen behandles da i et lukket system som hindrer utslipp av metangass til luft. Sammenlignet med tradisjonelt landbruk produserer biogassanlegget store mengder metan (biogass), men metanet forbrennes i en gasskjel –eller motor, eventuelt fakes av slik at det produseres varme og/eller elektrisitet. Forbrenningsprosessen slipper ut CO_2 , en klimagass som bidrar til global oppvarming, men i langt mindre grad enn metangass. Etter behandling i et biogassanlegg er husdyrgjødselen nesten luktfri, og den har gjennomgått en nedbrytningsprosess som frigjør plantetilgjengelig nitrogen og fosfor slik at den er bedre egnet som gjødsel enn ubehandlet husdyrgjødsel.

Den tredje bolken i figuren (høyre) viser husdyrgjødsel behandlet i biogassanlegg og biogass til produksjon av drivstoff. I tillegg til fordelene med gjødselen, som beskrevet i avsnittet over, vil drivstoffgass erstatte fossile drivstoff, og dermed gi en reduksjon i klimagassutslipp fra trans-

portsektoren. Et tredje moment er at biogjødsel fra biogassanlegg kan erstatte kunstgjødsel. Dette vil bidra ytterligere til reduserte klimagassutslipp.

Produksjon av biogjødsel representerer en sentral del av både klima- og miljøregnskapet for biogassanlegg. Dersom denne er av riktig kvalitet er den et fullverdig gjødselprodukt, og er godkjent for økologisk landbruk. Biogjødsel er god ressursutnyttelse og det bidrar til å resirkulære essensielle næringsstoffer som fosfor. Fosfor er en knapp ressurs som kan være avgjørende for matproduksjon.

4.4 Biogjødsel

Det produseres om lag 48 200 tonn biorest/biogjødsel i Oslofjordregionen i dag. Biorest som gjødselprodukt har gode plantenæringsegenskaper, og kan for eksempel ha bedre egenskaper enn ubehandlet husdyrgjødsel (Fisknes, 2010). Avlingsmessig er bioresten like effektiv som gjødsling med ubehandlet husdyrgjødsel. Den synker raskere ned i jorda og lukter mindre (Løes, 2015). Aktuelle spredearealer omfatter jordbruksarealer, private hager, parker, grøntarealer og lignende. Dersom den skal spres på matjord må den tilfredsstille kravene i gjødselvareforskriften og biproduktforordningen.

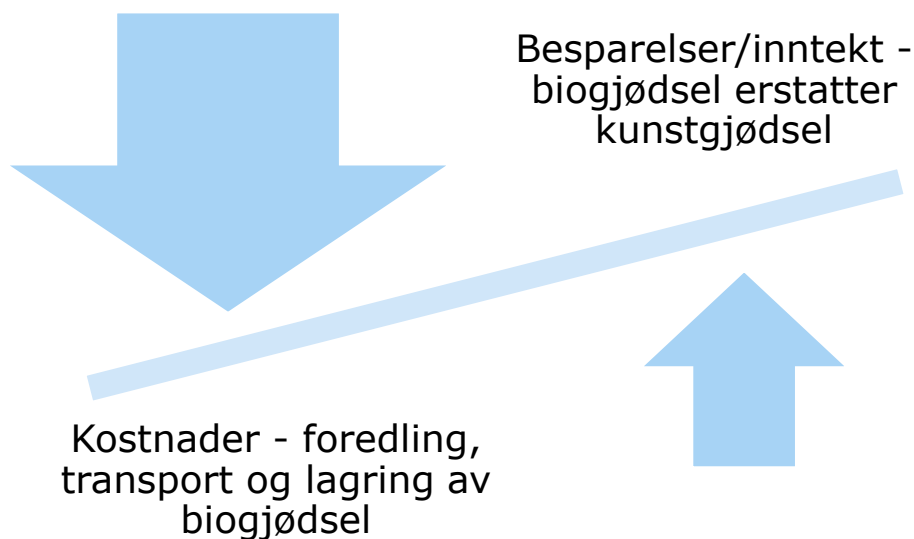
Kostnader er knyttet til behandling av biogjødselen, samt transport. Biogjødsel kan omsettes som våt, avvannet eller tørr biogjødsel. Biogjødselen er våt når den kommer direkte ut fra biogassreaktorene uten noen form for behandling. En slik type biogjødsel er fordelaktig på gårdsanlegg der biogjødselen kan brukes lokalt, da den kan spres med det samme utstyret som benyttes til spredning av husdyrgjødsel og ikke medfører store omleggingskostnader for bønder (Fisknes, 2010).

Ved å kjøre bioresten gjennom en sentrifuge etter biogassreaktorene får man opp andelen tørrstoff (gjerne til 25-30 % tørrstoff). Dette produktet kalles avvannet biorest. Ved å tilføres varme kan bioresten tørkes til en grad av tørrhet som medfører at den kan selges på sekk som et alternativ til kunstgjødsel (90-95 % tørrstoff). Dette er den klart dyreste behandlingsformen, men en slik type biogjødsel kan ha konkurransefordeler. Transportstrekning og -kostnader kan være med på å avgjøre hvilken type biogjødsel som foretrekkes – avvannet eller tørket. Tørket biorest opp-tar liten plass og kan transporteres over lengre strekninger sammenlignet med våt og avvannet biogjødsel.

Besparelser er knyttet til den mengden kunstgjødsel bonden slipper å kjøpe inn ved anvendelse av biogjødsel, eller inntekten en biogassprodusent har på biogjødselen. I dagens marked understreker en del aktører at man som regel ender opp med at biogjødselen er en netto kostnad for biogassanlegget, men dette vil kunne endre seg dersom forretningsmodell og markedet for biogjødsel videreutvikles (Figur 15). Aktørene påpeker også at salg og gjenbruk av biogjødselen på er den klart beste løsningen med tanke på klima og miljønytte. Det gir sterkt reduserte utslipp, spesielt fra landbruket.

Greve biogass har avsetning på sin biogjødsel til landbruket. Romerike biogass har avsetning på sin biogjødsel, både ved direktdistribusjon til lokale bønder og gjennom Felleskjøpet. De fleste anleggene som behandler avløpsslam distribuerer sin biogjødsel via aktøren HØST til landbruket og grøntarealer. IVAR i Rogaland har siden 2007 samarbeidet med HØST AS om utvikling av et gjødselprodukt basert på IVARs tørkede biorest. I dag kalles produktet MINORGA®, som består av 50 % slam og 50 % tilsetningsstoffer (N og K), og selges primært som et jordforbedringsprodukt med mulighet for eksport. Det produseres på en gjødselabrikk i tilknytning til rense- og biogassanlegget til IVAR.

Det er viktig for biogassbransjen å tydeliggjøre verdien av biogjødsel, og derav få aksept for at biogjødsel er et fullverdig gjødselprodukt, slik at betalingsviljen øker. En av biogassprodusentene påpeker at en mulig barriere kan være at biogjødsel fra avløpsslam opprinnelig og i hovedsak kommer fra menneskelig avføring, selv om det er hygienisert og behandlet slik at alle eventuelle patogene bakterier er fjernet.



Figur 15: Lønnsomhetsbetraktninger

Andre barrierer kan være endringer i regelverk og tilsetningsstoffer i dyrefôr. Innhold av sink i gjødsel er et eksempel på dette. Sink er først og fremst et næringsstoff som er nødvendig for levende organismer. Det blir bl.a. tilsatt i dyrefôr for å sikre at husdyra tar opp nok av næringsstoffet. Det er knyttet usikkerheter til langtidseffektene av stoffet. Ifølge Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) vil gjentatt gjødsling med mye sinkholdig gjødsel kunne føre til at sinkinnholdet i jorda blir så høyt at det skader planter, mikroorganismer og virvelløse dyr i jord, i tillegg til vannlevende organismer (mattrygghet, 2014). Størst bekymring er knyttet til innholdet av sink i grise- og fjørfegjødsel. Gjødselvareforskriften revideres i disse dager og kan være med på å øke spredearealene, slik at man i mindre grad kan bruke biogjødselen lokalt (man må spre samme mengde gjødsel på større areal). Dette taler for bruk av tørket gjødsel, da det har lave transportkostnader.

Biogjødselen kan også generere verdier ved bruk til andre formål, som sponplateproduksjon og forbrenning (biopellets). Vestfjorden RA produserer ammoniumnitrat som brukes som «grønn» innblanding i kunstgjødsel eller til sponplateproduksjon.

5. SLUTTBRUKERE AV BIOGASS

Biogass anvendes i dag både til transportformål og stasjonære formål. Noen formål krever at gassen foredles til biometan (naturgasskvalitet) og komprimeres eller flytendegjøres. I dette kapittelet tar vi for oss aktuelle former for sluttbruk av gass og ser nærmere på hvordan biogass anvendes i Oslofjordregionen.

5.1 Sluttbruk av biogass

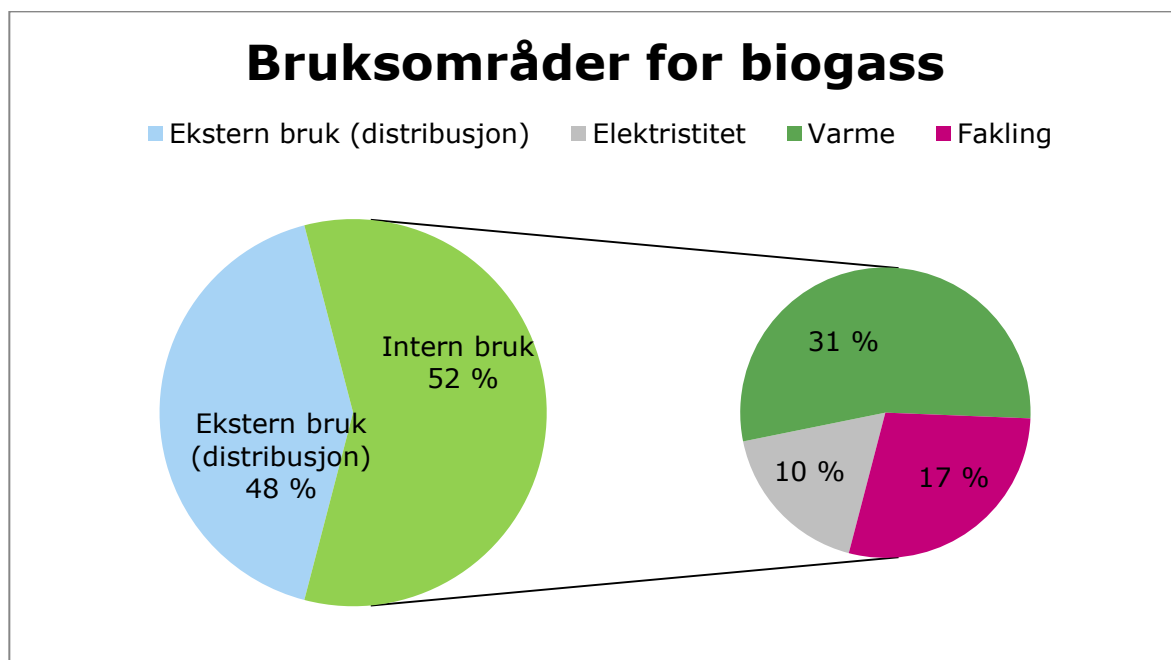
Biogassens hovedbestanddel er metan, slik som i naturgass. Imidlertid inneholder rå biogass også en god del andre stoffer, slik som karbondioksid, og metaninnholdet er gjerne i størrelsesorden 60 %. Naturgass består også primært av metan, men metaninnholdet er høyere enn i biogass. Dersom biogass renses for uønskede komponenter kan den anvendes som substitutt for naturgass. Rå biogass kan imidlertid også brennes direkte.

Aktuelle former for sluttbruk av biogass/biometan er i hovedsak:

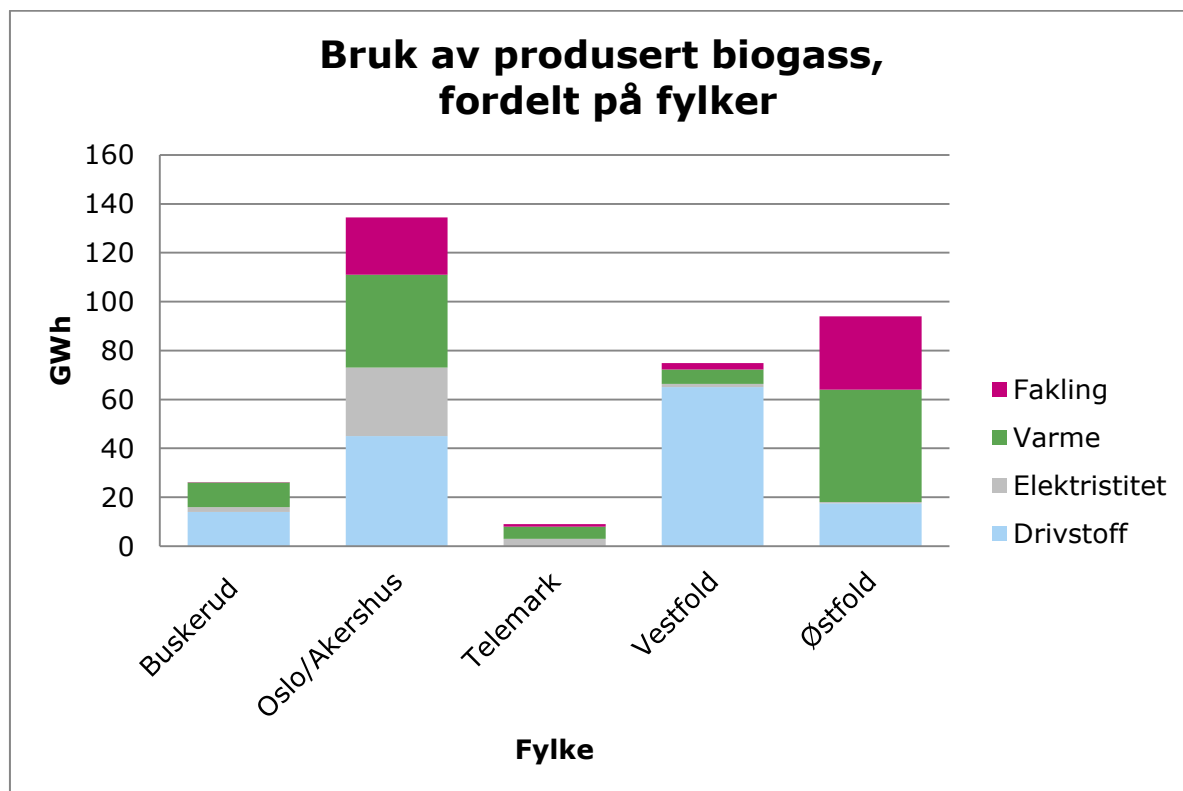
- Varmeproduksjon
- Kombinert varme- og elproduksjon
- Drivstoff i komprimert form
- Drivstoff i flytende form
- Levering til naturgassnett tilknyttet ulike former for sluttbrukere

Biogass som samles fra avfallsdeponier (deponigass) er gjerne av dårlig kvalitet, og anvendes primært til direkte forbrenning. I det påfølgende ser vi bort fra deponigass.

Figuren under viser fordelingen mellom intern og ekstern bruk av biogass i Oslofjordregionen.



Figur 16: Sluttbruk av biogass fordelt mellom intern og ekstern bruk. Ekstern bruk betyr at biogassen må distribueres.



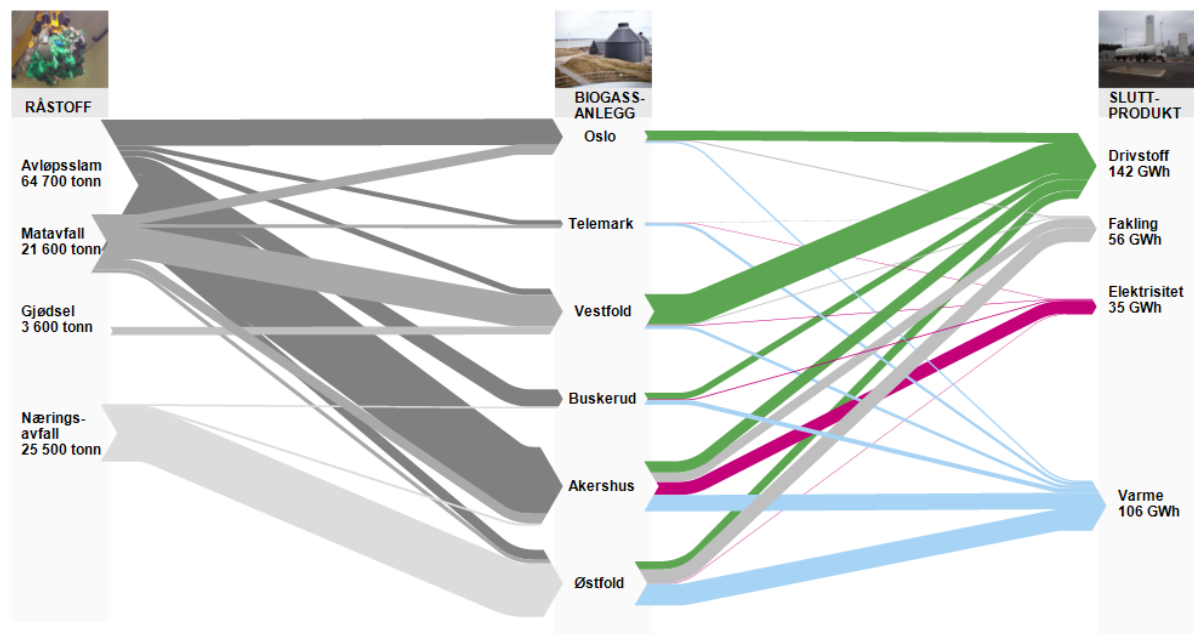
Figur 17: Bruk av produsert biogass i Oslofjordregionen, fordelt på fylker

De fleste små anlegg anvender rå biogass direkte til varmeproduksjon. Biogassanlegg har varmebehov, og varmen kan ofte brukes internt i prosessen eller transporteres ut til andre sluttbrukere i form av fjernvarme.

Kombinert el- og varmeproduksjon forekommer også i en del norske anlegg. El-produksjon medfører høyere investeringer og driftskostnader enn ren varmeproduksjon. Ved el-produksjon vil det meste av energien i biogassen bli til varme og en mindre del til elektrisitet, så det er sentralt å ha avsetning for en god del av varmen dersom ikke mye av energiinnholdet skal gå tapt.

For anvendelse som drivstoff må biogassen oppgraderes til biometan (naturgasskvalitet). Gassen kan distribueres til fyllestasjoner i komprimert form, flytende form eller i gassnett. De fleste kjøretøyer, slik som gassbusser i norske byer, anvender komprimert gass. Kjøretøy med drivstoff-tanker for flytende gass finnes også, da primært for langtransport, men dette er per i dag ikke utbredt i Norge. Båter og ferger kan også være gassdrevne slik som Nesoddenferga.

Figur 18 viser et øyeblikksbilde av hvor store råstoffmengder som går til biogassanlegg i hvert fylke i Oslofjordregionen i 2015, samt hvor mye biogass som går til ulike energiformål. Råstoffmengdene er oppgitt som 100 % tørrstoff (tørrstoff representerer mengden fast stoff i råstoffet, og er den delen av råstoffet som kan brytes ned og omdannes til biogass. Se ordliste). Hvor stor andelen tørrstoff er varierer mellom 2,5-33 %, se vedlegg 2. Energimengdene er gitt som biogass, ikke nyttiggjort energi.



Figur 18: Øyeblikksbilde av råstoffmengder til ulike energiformål 2015 inkl. Greve (2016)

Noen biogassanlegg mottok mindre råstoff i 2015 sammenlignet med tidligere år. Disse råstoffene er ikke inkludert i øyeblikksbildet, uavhengig av fremtidige prognoser. Videre finnes det eksempler på anlegg utenfor Oslofjordregionen som leverer gass inn til Oslo, blant annet i Hedmark fylke. Slik import av gass til regionen er ikke synliggjort i betraktningen.

Greve biogass ble startet opp i 2015, og leverte ikke biogass før i 2016, men er likevel inkludert i figuren over.

Produksjon av elektrisitet og varme skjer i de fleste tilfeller internt på biogassanlegget. Det betyr at biogassen ikke distribueres ut til et marked, men omformes til en annen energiform lokalt. Drivstoffgass distribueres derimot i de fleste tilfeller til et marked.

5.2 Dagens sluttbrukere av biogass

Ved bruk av biogass til varmeproduksjon er det vanlig at anleggene anvender en stor del av varmen internt. Varmen kan da anvendes til hygienisering, oppvarming av rånetanker og generell oppvarming av bygg, anlegg og varmt tappevann. For mindre anlegg, med produksjon under 10 GWh, har dette vært den vanligste måten å anvende biogass på og dette er også tilfellet for de mindre anleggene i Oslofjordregionen. Borregaard er eksempel på et større anlegg som anvender gassen til produksjon av varme. En del større anlegg anvender noe av gassen til varme og resten til oppgradering. Anlegget på Bekkelaget leverer hovedsakelig gass til bruk som drivstoff, men anvender noe til intern varmeproduksjon. Det finnes også eksempler på at biogassanlegg selger noe varme eksternt. Omfanget av dette er ikke kartlagt for Oslofjordregionen.

Anlegg med strømproduksjon vil som regel anvende elektrisiteten selv og levere eventuelt overskudd på nett. Sandefjord RA er eksempel på et anlegg med strømproduksjon.

Tabellen under viser en oversikt over formål og sluttbruk av gass for biogassanlegg i Oslofjordregionen.

Tabell 2 Oversikt over formål for sluttbruk av gass (GWh) for anlegg i Oslofjordregionen

Fylke	Anlegg	Drivstoff	Elektrisitet	Varme	Fakling	Prod.kap.	Prod (2015)
Akershus	Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS)		x	x	x	69	69
Akershus	Gardermoen RA			x	x	6	4
Akershus	Nordre Follo RA		x	x	x	9	3
Akershus	Søndre Follo RA			x	x	9	9
Akershus	Bårlidalen renseanlegg		x	x	x	2	-
Akershus	EGE Romerike Biogassanlegg	x			x	45	24
Akershus	Holum Gård			x		1	1
Buskerud	Lindum Energi AS	x		x		39	23
Buskerud	Sellikdalen RA			x	x	-	-
Buskerud	Monserud RA		x	x	x	4	4
Oslo	Bekkelaget RA	x		x	x	33	27
Telemark	Knardalsstranda RA			x	x	5	4
Telemark	IATA Treungen		x	x		8	6
Vestfold	Sandefjord RA		x	x	x	4	4
Vestfold	Lillevik RA			x		6	4
Vestfold	Greve Biogass	x				68	65*
Østfold	FREVAR KF	x			x	34	29
Østfold	Fuglevik RA		x	x	x	3	3
Østfold	Mysen RA			x	x	3	2
Østfold	Bodal RA			x		0,6	0,6
Østfold	Alvim RA			x	x	4	4
Østfold	Borregard			x	x	112	56
Østfold	Tomb jordbruksskole			x		1	1
						466	341

Det er per i dag etablert lokale verdikjeder for biogass som drivstoff i Oslofjordregionen. De fleste av de store biogassanleggene leverer eller vil levere sin produksjon til transportsektoren. De største sluttbrukerne omfatter særskilt busselskaper. I tillegg er det et relativt stort antall renovasjonsbiler som er gassdrevne. En god del av gassen som anvendes i kjøretøy i regionen i dag er naturgass. Dette gjelder eksempelvis for busser som kjører for Ruter. En årsak til dette er at det ikke har vært tilstrekkelig biogass tilgjengelig. Dette synliggjør en utfordring ved biogassmarkedene per i dag. Ifølge til Skagerak Naturgass er tilgang på biogass ikke en utfordring i deres område, men at etterspørselen er en barriere for økt bruk. Samtidig fakles det også signifikante mengder gass i regionen i dag. Det er altså mangel på gass i deler av regionen, mens man andre steder ikke har avsetning på biogass. For enkelte produsenter benyttes fakling pga flaskehalser i oppgraderingsanlegg eller fordi kostnadene knyttet til fakling er lavere enn for elproduksjon.

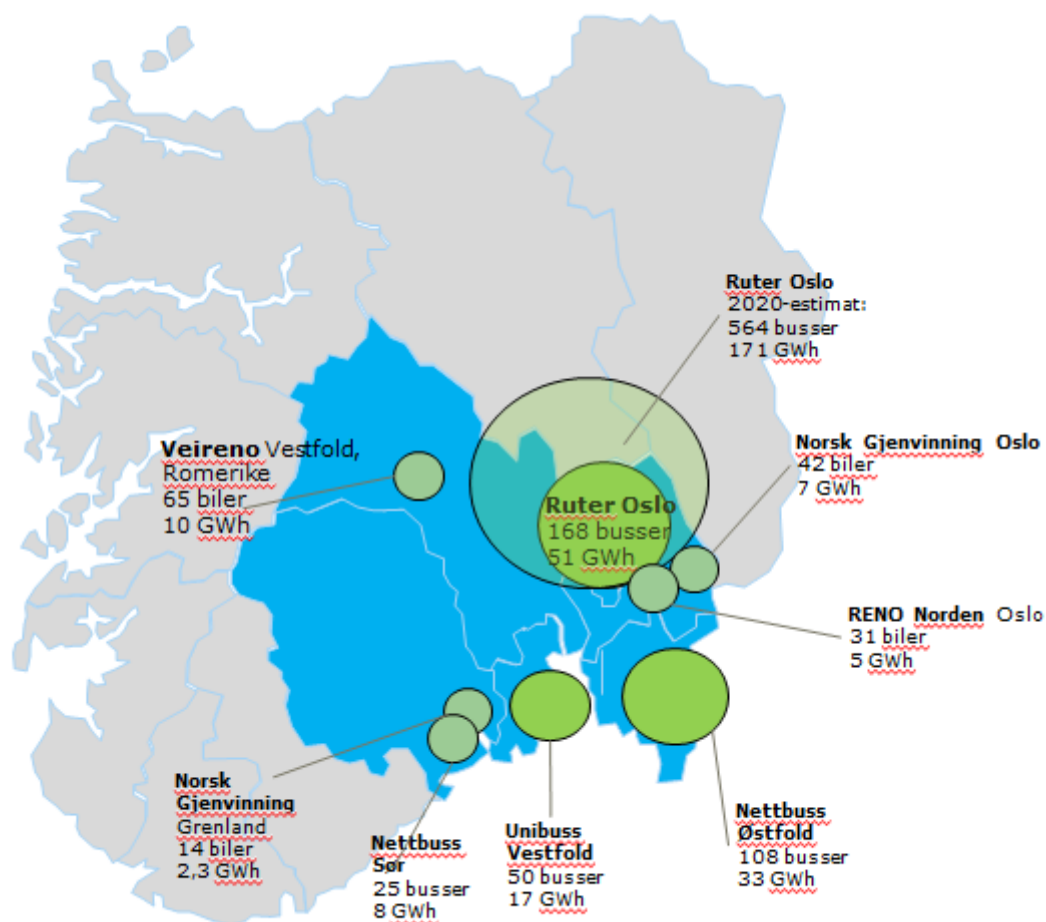
Ved utgangen av september 2015 var det 1282 metandrevne kjøretøy i Norge ifølge Opplysningsrådet for veitrafikken AS.

Fordelingen av kjøretøyene er som følger:

- 126 personbiler
- 311 varebiler
- 624 busser
- 211 lastebiler

Metandrevne kjøretøy kan bruke både naturgass og biogass som drivstoff. Det er antatt at ca. 50% kjører på biogass per i dag.

I Oslofjordregionen er busselskapene og renovasjonsbilene de dominerende sluttbrukerne av biogass. I figuren under vises antall kjøretøy og estimert energimengde biogass per i dag.



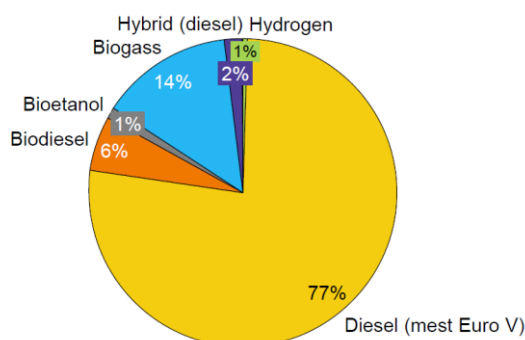
Figur 19 Geografisk fordeling av sluttbrukere, kjøretøy og energimengder 2016.

5.3 Framtidig utvikling for sluttbruk av biogass

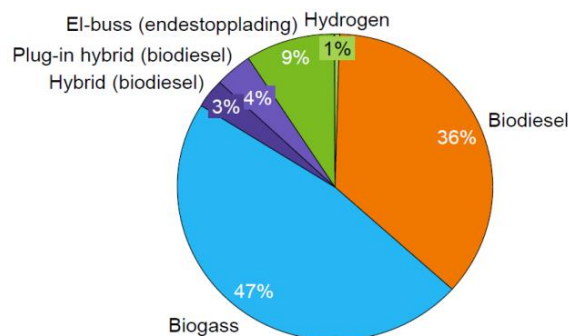
På kort sikt er det naturlig å anta at økt tilgang på biogass i regionen vil medføre økt anvendelse blant sluttbrukere som allerede har gasskjøretøyer og tilgang til infrastruktur for fylling. At naturgass til veitransport nå er underlagt veibruksavgift vil kunne motivere sluttbrukerne som i dag anvender naturgass til en hurtig overgang til biogass. I tillegg har enkelte aktører strategier som medfører sannsynlighet for økt anvendelse av biogass.

Ruter som er en av de viktigste aktørene i Oslofjordregionen skisserer et behov for ca.170 GWh i 2020 til busser (eks. befolkningsvekst) og 19 GWh til Nesoddenferga. Ruters ambisjon er å kun kjøre på fornybar energi i 2020. For å nå dette målet kjører de teknologinøytrale anbud som setter krav til miljø og bærekraftige drivstoff basert på EUs bærekraftskriterier. Ruter har i dag en busspark på ca.1200 busser, og 47% av bussparken antas å ville gå på biogass i 2020. Dette er en vesentlig økning fra dagens 14%.

Ruters bussflåte 2015



Ruters bussflåte 2020:



I kap. 5.5 er forventet/potensiell etterspørsel vist i en kurve.

Biogass er synliggjort som et mulig drivstoff for at Ruter skal kunne oppnå sine miljømål. Ruter vil imidlertid ikke binde seg til en type drivstoff ettersom innkjøpene er anbudsbaserte og teknologinøytrale. De ønsker å ha en dynamisk tilnærming til energibærere og teknologivalg slik at de til enhver tid kan velge det alternativet som kommer best ut. Pris/totalkostnad vektet 40% og miljø 20% i innkjøpskriteriene per i dag. Busskontraktene varer typisk i 10 år, så hele bussparcken vil være skiftet ut innen 2025. En kontraktsoversikt er vist i vedlegg 5. Ruters målbilde sender viktige signaler til biogassmarkedet om at biogass blir ansett som sentralt i Ruters fornybarstrategi. Samtidig skaper kan tilnærmingen med mål om teknologinøytrale anbud en usikkerhet for biogassprodusentene. Forutsigbarhet for avsetning på biogass i et tilstrekkelig langsiktig perspektiv må antas å være sentralt for å utløse investeringer i biogassproduksjon.

I Vestfold ble det i 2014 vedtatt av fylkestinget at 70 % av ruteproduksjonen i fremtiden skal baseres på biogass som drivstoff og at dette oppfylles etter hvert som nye anbudsrunder utlyses. 50 nye gassbusser fases inn fra 1. juli 2016. Tilsvarende prioritering av biogass som drivstoff gjelder for busstransport også i Grenland og i Fredrikstadområdet. Østfold fylkeskommune har høye ambisjoner for å utnytte det regionale biogasspotensialet. Det oppfattes for øvrig at alle fylkene i regionen ønsker en satsing på biogass framover.

5.4 Utvikling på mellomlang sikt

På fem til ti års sikt vil bruken av biogass være avhengig av de ulike aktørenes strategier for valg av drivstoff. Så langt har man i Oslofjordregionen og i landet for øvrig hatt en utvikling der markedet for biogass har vært drevet fram av det offentlige, med buss og renovasjonsbiler som primært marked. Man vil få økt aktivitetsnivå i disse sektorene, men hvilken plass biogass får i dette bildet vil avhenge av en rekke forhold.

Etter 2020 ser Ruter for seg en innfasing av elektrisk og evt. hydrogen, men biogass vil erstatte biodieselsbussene som fases ut. Ruter ser for seg at bussandelen på biogass vil gå fra 47% i 2020 til 44% i 2025. På grunn av forventet befolkningsvekst og vekst i kollektivtrafikken representerer ikke dette en faktisk nedgang i biogassetterspørsel fra Ruter. Etter 2025 har Ruter uttalt at elektrisk ligger høyt på prioriteringslisten, men det knyttes stor usikkerhet til kjøretøysammensetningen ettersom Ruter ønsker å være teknologinøytrale og velge det til enhver tid gunstigste både på kostnadssiden og miljøsidene.

Godstransport er en sektor som representerer et aktuelt marked for biogass. Komprimert biogass, som i størst grad er tilgjengelig i dag, er mest aktuelt for transport over noe kortere avstander slik som lokal varedistribusjon. Flytende biogass, som kan leveres fra EGE Romerike vil kunne være aktuelt for langtransport. Godstrafikken har tilsynelatende ikke så stort fokus på biogass per i dag. En del aktører som ønsker å bedre sine miljøregnskap har eksempelvis valgt biodiesel/HVO. NHO, Schenker, Asko, Tine og Bring har så langt satset hovedsakelig på slik biodiesel, selv om det er noen biogasskjøretøy i flåtene per i dag.

Biodiesel har den fordel at det ikke medfører store kostnader i infrastruktur for fylling og innkjøp av nye kjøretøy som til dels kan ha redusert annenhåndsverdi. Bærekraftsdiskusjonene rundt biodiesel HVO har imidlertid ført til at noen av godsaktørene vrir fokus over mot biogass. Samtidig representerer el etter hvert også et alternativ for godstrafikk. Asko har nylig kjøpt inn tre el-lastebiler. I første omgang er el-lastebiler primært egnet for transport over kortere avstander og konkurrerer således med komprimert biogass.

Trailerne har ca. 6 års flåtelevetid, noe som muliggjør innfasing av ny teknologi på relativt kort sikt. Dette representerer muligheter for økt anvendelse av biogass i dette segmentet. Utviklingen fremover både på produksjons- og distribusjonssiden kan ha betydning for hvilke drivstoff som vinner markedsandeler. Infrastruktur for fylling av både biogass og naturgass må være tilgjengelig dersom aktører i næringslivet skal velge biogass. Prosjekter som Biogas2020 og GREAT (Green Regions with Alternative fuels for Transport) vil bidra til økt tilgjengelighet gjennom mer infrastruktur for distribusjon av biogass. I EU har naturgass, herunder både CNG og LBG, fått et betydelig fokus, og forslag til direktiv med krav til infrastruktur foreligger. En trend med økt anvendelse av gasskjøretøy i Europa generelt sammen med økende tilgang på fyllestasjoner for naturgass er en mulig driver også for økt anvendelse av biogass i godstrafikk Norge. Oslo kommune har en strategi som skal legge til rette for at alle nye varebiler i Oslo skal kunne gå på fornybart drivstoff innen 2020. Strategien legger opp til å kutte 50% av CO₂-utslippene fra varebiler. Dette gjør biogass mer aktuelt for dette segmentet enn tidligere. Hvor stor etterspørselen blir vil imidlertid avhenge av tilgang, kommunens innkjøpskrav og implementeringen av andre skisserte tiltak/virkemidler.

Når det gjelder renovasjonsbiler er det grunn til å tro at bruk av biogass høyaktuelt. Et kretsløpsbasert avfallsystem hvor alt avfall skal utnyttes der det har mest verdi understøtter dette. Logistikkmessig gir det også mening at biogass fra avfall kan fylles på renovasjonsbilene når de tømmer avfall ved anlegg der det er etablert mulighet for fylling.

Biogass synes per i dag mindre aktuelt i personbiler i Oslofjordregionen. Dette til tross for at kjøretøyene finnes på markedet. Noe av årsaken er at elbiler etter hvert har fått betydelig innpass, dels drevet fram av rammebetingelser, og at ladeinfrastrukturen er i ferd med å bli velutviklet. Det er vanskelig å se for seg en utvikling i Oslofjordregionen der biogass vil kunne bli en vesentlig konkurrent til elbilen i dette segmentet, med signifikante konsekvenser for etterspørselen av biogass.

Oslo Kommune har også mål om kutt av CO₂ fra anleggsmidler, noe som kan skape muligheter for avsetning i et nytt marked for biogassaktørene. Det marine markedet skaper også muligheter, men i Oslofjordregionen er det Nesoddenferga som peker seg ut som det mest aktuelle alternativet per i dag.

5.4.1 *Drivere for teknologivalg*

Sentrale drivere for valg av teknologi og drivstoff omfatter:

- Klimagassutslipp (i et livssyklusperspektiv)
- Lokal forurensing inkludert støy
- Kostnader som følger av teknologivalget
- Tilgang på energibæreren
- Egenskaper som påvirker tjenestene som skal leveres
- Forventet teknologiutvikling
- Politiske rammevilkår

I tillegg er det opplagt at både konkrete valg av drivstoff og utforming av rammebetingelser for alternativene kan være politisk motivert, herunder mål om lokal verdiskaping og sysselsetting. Forenklet kan imidlertid drivere framstilles som nedenfor, der driverne sorterer under miljømessig bærekraft eller økonomi. Tilgang er eksempelvis i stor grad et spørsmål om betalingsvilje og kan sortere under økonomi.



Figur 20: Bærekraft og økonomi

Ulike aktører vil gjennomføre valg av drivstoff på ulike måter og vektlegge ulike forhold. Noen vil vektlegge økonomi mer enn andre. Når det gjelder bærekraft vil noen kanskje primært vektlegge at løsningene kan brukes i markedsføring og merkevarebygging, mens andre i større grad vil være opptatt av overordnet måloppnåelse på klimaområdet eller samlet miljøeffekt i et livssyklusperspektiv.

Det er også naturlig at den enkelte aktørs vektlegging av kriterier vil utvikle seg over tid, eksempelvis som følge av økt kunnskap, bevisstgjøring, teknologiutvikling og behov for forbedringer innen bærekraft eller økonomi.

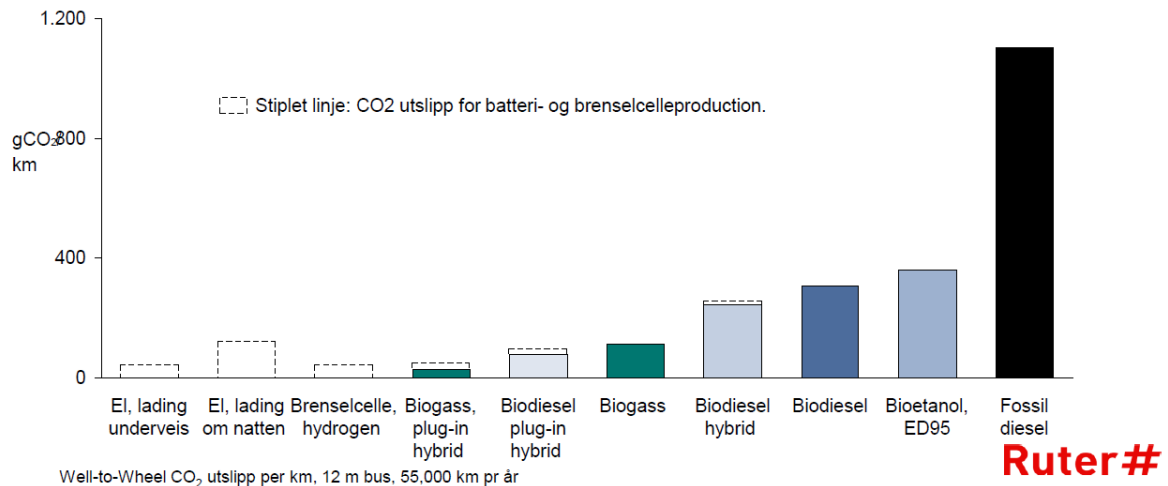
Valgene som gjøres av offentlige aktører foretas gjennom markedsdialog, utredninger og anbudsrunder noe som muliggjør innblikk i hvordan valgene begrunnes. For andre aktører vil bakgrunnen for valg kunne være noe mer diffuse. Vi har i det påfølgende sett nærmere på drivere og hvordan biogass har blitt bedømt opp mot andre alternativer når sentrale aktører har valgt løsninger. Dette for om mulig å avdekke hvilke forhold som står mest sentralt og forsøke å utlede noen tanker om hva dette kan bety for biogass som drivstoff på sikt.

5.4.2 Miljømessig bærekraft

Den sentrale driveren for overgang til alternative drivstoff er ønsket om å redusere miljøpåvirkningen som følger av transport, eller som et minimum, bidra til et inntrykk av samfunnsansvar. I hvilken grad de ulike alternativene bidrar til måloppnåelse på miljøområdet vil derfor ha stor betydning for konkurranseevnen. For noen aktører vil bærekraft være det avgjørende kriteriet for valg.

Dersom man ser på miljøkravene ihht EUs bærekraftskriterier (standardverdier) kommer biogass relativt godt ut, men her er det likevel beregnet en andel CO₂-utslipp. Rambøll sitter ikke på detaljene for disse beregningene, men direkte CO₂-utslipp fra forbrenning av biogass er biologiske. Antakelig inkluderer nevnte beregninger tap av metan ved oppgradering av gassen og utslipp/tap ved tanking. Det er mulig at transport av gassen (med dieselskjøretøy) også gjør utslag her.

Nedenfor er det gjengitt en figur som illustrerer hvordan Ruter har vurdert klimagassutslipp knyttet til ulike energibærere. El kommer i utgangspunktet godt ut, men som den stiplede linjen viser er det noe usikkerhet knyttet til alternativene da batteriene har klimapåvirkning som øker utslippene i et livssyklusperspektiv. En del av miljøperspektivet er imidlertid også leveringssikkerhet for fornybare alternativer. Back-up med naturgass for biogass er noe som Ruter aksepterer per i dag, men ikke vil akseptere fremover.



Figur 21 Beregnede klimagassutslipp for ulike bussløsninger (Ruter, 2016)

I byer som Bergen og Trondheim har man hatt gassdrevne busser og fyllestasjoner for naturgass i lengre tid uten at biogass har vært tilgjengelig. Innføring av gassdrevne busser var i en tidlig fase, tidlig på 2000-tallet, delvis drevet av behovet for å redusere lokal luftforurensing. Samtidig har det vært arbeidet for å fase inn biogass av klimahensyn. Dette er et eksempel på at kriteriene for valg av drivstoff vil være i utvikling.

I Sør-Trøndelag ble det gjort en utredning i 2014 og beregning av miljøeffekter ble utført av Transportøkonomisk institutt (TØI). El ble betraktet som klimanøytralt, og el og hybridbusser kom derfor godt ut i et klimaperspektiv. Fylkeskommunens vurdering var imidlertid at det kunne stilles spørsmålstegn ved forutsetningen om el som en klimanøytral energibærer. Rapporten satte også spørsmålstegn ved bærekraft for et alternativ basert på biodiesel. Det ble derfor konkludert med at en fortsatt satsing på biogass var å anbefale. Anbefalingen ble primært begrunnet med den positive klimaeffekten av biogass:

«Ut fra klima- og miljøutslipp anbefales det fortsatt primært satsing på gassdrevne busser i bytrafikken dersom det kan skaffes tilstrekkelig volum med biogass. I følge TØI sine beregninger, basert på at el-drift gir 0 klimautslipp er det el-drift som gir de laveste klimautslippene. (...) finner vi det ikke dokumentert at det er grunnlag for å legge en slik forutsetning til grunn. Vi konkluderer derfor med at biogassalternativet er det klimamessig gunstigste. Forskjellene er likevel trolig små i et langsiktig perspektiv. El-løsningene er marginalt bedre på lokale miljøutslipp og støy, men forskjellen er så liten at det ikke kan oppveie for de klimagevinster som en biogassløsning gir.»

(Sør-Trøndelag fylkeskommune, 2014)

Estimert klima- og miljøpåvirkning med bybusser og drivstoffer i bytrafikk - per år i 2018 -														
Motor- teknologi	Drivstoff	Utslippsfaktorer				Avgassutslipp fra en buss per år (70 000 km)						Klimapåvirkning		Ber. Miljøkost
												Well to Wheel	Lokale utslipp	
		NOx	NO2	PM	CO2	NOx		Avgasspart. PM		CO2-ekvivalenter		CO2-ekvivalenter	pluss klimap well to wheel	
		g/km	g/km	g/km	g/km	kg	kostnad	kg	kostnad	tonn	kostnad	tonn	kostnad	kostnad per år
Euro VI Dieselmotor	Diesel med 5 % RME	0,4	0,04	0,004	1050	28	2100	0,3	2800	74	25725	81	28503	33403
Euro VI Dieselmotor	Diesel med 80 % RME	0,4	0,04	0,004	1050	28	2100	0,3	2800	74	25725	46	16155	21055
Euro VI Dieselmotor	100 % synt Biodiesel	0,4	0,04	0,004	1020	28	2100	0,3	2800	71	24990	21	7497	12397
Euro VI Gasmotor	Naturgass	0,4	0,04	0,004	1010	28	2100	0,3	2800	71	24745	79	27714	32614
Euro VI Gasmotor	Biometan fra biogass	0,4	0,04	0,004	1010	28	2100	0,3	2800	71	24745	7	2475	7375
Euro VI ED95 Dieselmotor	ED 95 Bioetanol	0,4	0,04	0,004	1030	28	2100	0,3	2800	72	25235	25	8706	13606
Euro VI hybrid Dieselmotor	Diesel med 5 % RME	0,3	0,03	0,003	735	20	1470	0,2	1960	51	18008	58	20127	23557
Euro VI ladb. hybr Gasmotor	Biometan fra biogass	0,1	0,01	0,001	328	9,8	735	0,1	980	23	8042,125	4	1504	3219
Elektrisk buss	Norsk el (vannkraft)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1750	1750
Euro V /EEV Dieselmotor	Diesel med 5 % RME	7,0	2,00	0,007	1050	490	36750	0,5	4900	74	25725	81	28503	70153
Euro V Gasmotor	Naturgass	3	0,3	0,006	1052	210	15750	0,4	4200	75	26264	84	29416	49366
Euro V Gasmotor	Biometan fra biogass	3	0,3	0,006	1052	210	15750	0,4	4200	75	26264	8	2626	22576

Figur 22 Sammenligning av miljøpåvirkning for ulike bussalternativer (Sør-Trøndelag fylkeskommune, 2014)

Rogaland er det området i Norge som har best utviklet infrastruktur for distribusjon av gass, med et omfattende gassnett. Det er også biogass tilgjengelig, samt at det i lang tid har vært stor interesse for biogass i regionen. Her har fylkeskommunen allikevel identifisert helelektrisk trolleybuss som det beste alternativet for sin profilerte satsing på bussvei. Flere kriterier ble vurdert i dette valget, men noe av det utslagsgivende synes å være at man har vektlagt nullutslipp i et lokalt perspektiv. Biogass har da ikke blitt definert som nullutslippskjøretøy. Slik vi oppfatter situasjonen er imidlertid biogass fortsatt et aktuelt framtidig drivstoff på andre ruter i regionen.

I Hordaland er det gassbusser i drift, og biogassproduksjon er under etablering. En langsiktig politisk interesse for å satse på biogass synes å ligge til grunn, og det ble relativt tidlig gjort utredninger av biogass som drivstoffvalg. Rambøll kjenner ikke til at det finnes nyere rapporter som systematisk underbygger biogass som et riktig valg i sammenligning med andre drivstoff. Sentrale drivere synes derfor å være forventningen om tilgang på biogass fra bl.a. slam-behandling sammen med oppfatningen om biogass som et bærekraftig alternativ. Dessuten satses det både på el og biogass som energi til kollektivtrafikk i regionen.

Totalt sett ser vi hos de undersøkte aktørene at det velges en miks av kjøretøyteknologier med fokus på elektrisitet og biogass. En bærekraftig livssyklus og lave klimagassutslipp er en sentral driver når biogass velges framfor andre fornybare løsninger. Et viktig moment til fordel for biogass er at både elektrisitet og biodiesel er beheftet med noe usikkerhet. Eksempelvis framheves batteripakkenes påvirkning på utslipp i et livssyklusperspektiv samt usikkerheten rundt forutsetningen om el som klimanøytralt. For Rogalands del har man ved valg av teknologi for Bussveien stilt krav om nullutslippsteknologi, og da tolket nullutslipp i et helt lokalt perspektiv, noe som har diskvalifisert biogass.

5.4.2.1 Lokal forurensing og støy

I sammenstillingen fra TØI ovenfor ble det også gjort en vurdering av drivstoffenes utslipp av partikler, og NO_x. Det framgår at gassbaserte alternativer ikke kom bedre ut enn dieselbaserte i denne sammenhengen. Dette skyldes at det er lagt til grunn ny motorteknologi basert på EUs nye utslippskrav som trådte i kraft 31. desember 2013 for nye modeller og for eksisterende modeller ett år senere. Målet med endringen var å drastisk redusere utslippene av hovedsakelig NO_x.

TØI har undersøkt utslipp fra kjøretøy med Euro 6 Teknologi² Konklusjonen er at tunge kjøretøy med Euro VI dieselmotorer inklusive bybusser har effektiv rensing av NO_x og slipper ut små mengder av alle typer lokalt forurensende og helseskadelige avgasskomponenter. NO_x og partikkelutslipp fra en Euro 6 motor er betydelig lavere enn fra en Euro 5 motor (rundt 90 % reduksjon). For lette kjøretøy er situasjonen en annen, og det er målt for høye verdier i tester. Den refererte rapporten fra TØI viser også til at det ennå ikke forelå testing av tunge kjøretøyer i kaldt vær.

De nye kravene medfører at en tidligere opplagt fordel ved å bruke fossil gass som drivstoff – lave lokale utslipp – sannsynligvis i stor grad er borte. Dette reduserer insentivene for å fase inn naturgass. Naturgass har så langt vært viktig for å berede grunnen for biogass. Den mest sentrale driveren for å ta i bruk av biogass er imidlertid reduksjon av CO₂-utslipp, noe som ikke påvirkes av Euro 6.

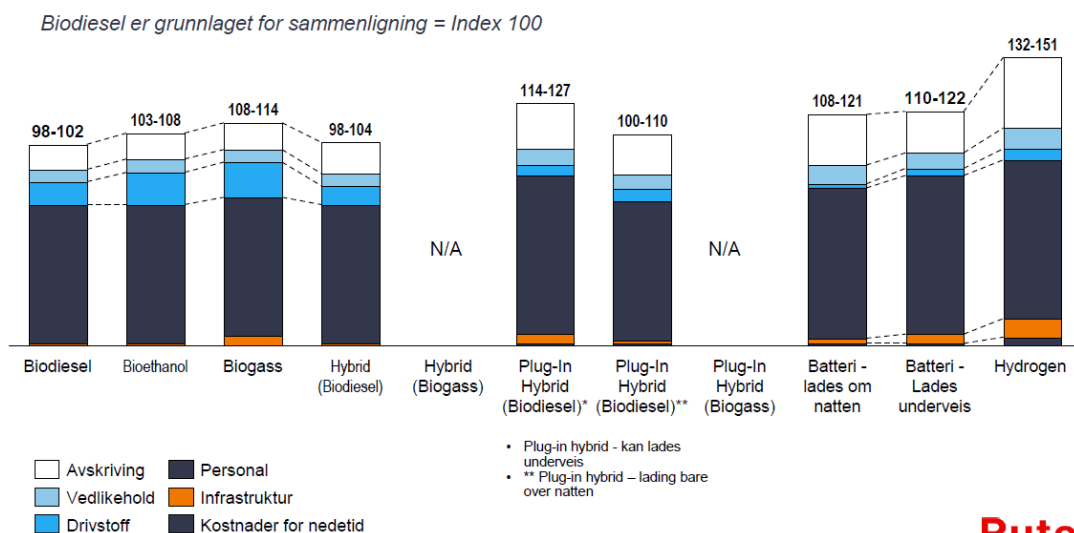
Støy er også lokal forurensing som har stor betydning, ikke minst i byområder. Biogassbusser har generelt vært forbundet med noe lavere støy enn dieselalternativer, men helelektriske alternativer er svært støysvake.

Hybridbusser er også mer støysvake enn alternativer med kun forbrenningsmotor samt at støy og lokal forurensing kan styres ved å velge elektrisk drift i områder som er sensitive. Hybridteknologi er aktuelt for kombinasjon av biogass og elektrisitet.

5.4.3 Kostnader

Økonomi er naturlig nok et sentralt kriterium ved valg av teknologi og drivstoff. For aktører med målsetting om fossilfrie eller betydelig mer bærekraftige flåter i overskuelig framtid er det ikke nødvendigvis naturlig å ta med fossile alternativer i sammenstillingen. Vi ser nedenfor primært på sammenligning av fornybare alternativer.

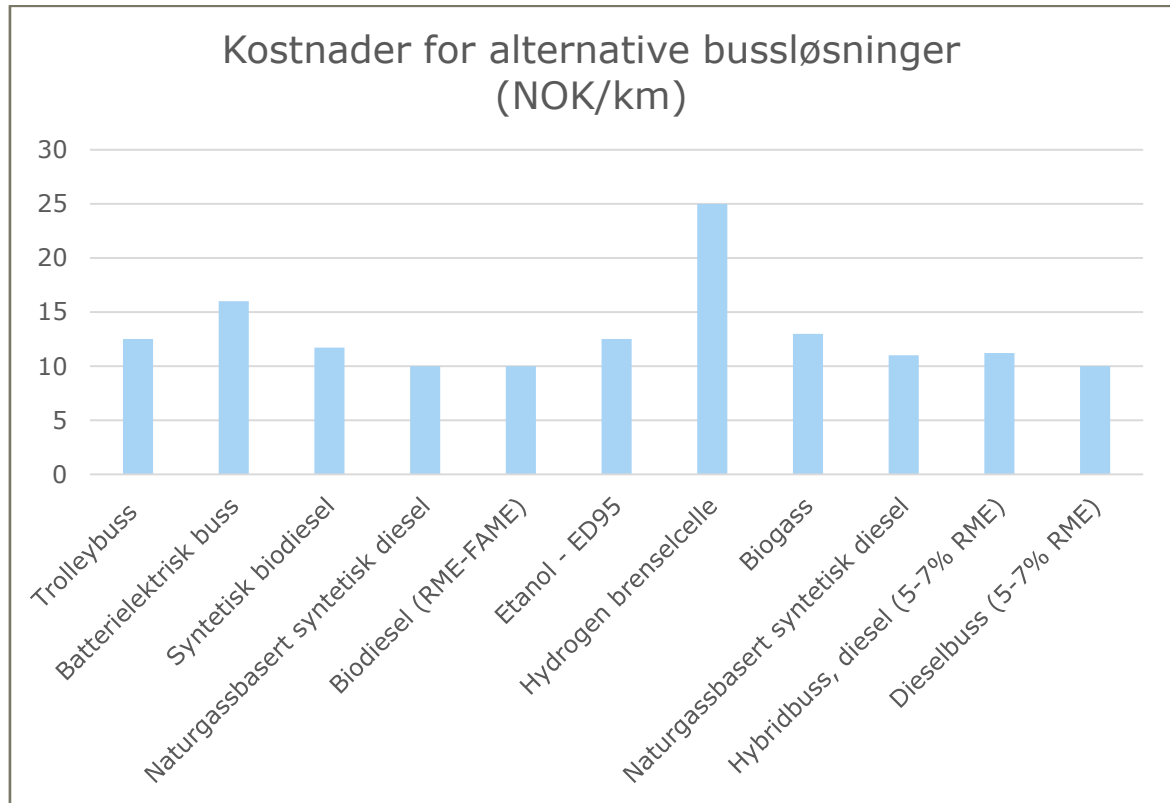
I figuren under skisseres totalkostnadene for de ulike drivstoffene slik det er beregnet av Ruter. Biogass kommer her relativt godt ut, men ligger høyere enn alternativer basert på flytende bi-drivstoff. Biodiesel og hybride løsninger med el/biodiesel kommer best ut, primært grunnet lave drivstoffkostnader enn biogass. Biogass krever i tillegg noen investeringer i infrastruktur. Helelektriske alternativer er marginalt dyrere enn biogass, og høyere investeringskostnader er utslagsgivende, mens lave kostnader til drivstoff er et karakteristisk fortrinn for disse løsningene.



Ruter#

Figur 23 Kostnader for alternative bussteknologier (Ruter, 2016)

Sammenlikner man med en studie fra TØI gjennomført i 2016 ser man mye av det samme bildet, at biodieselbussene er billigst, men at biogassbussen kommer en del bedre ut enn batterielektrisk buss og hydrogenbusser. Drivstoffkostnaden gjør et vesentlig utslag også her. Samtidig har TØI inkludert bl.a. naturgass, som kommer relativt godt ut sammenlignet med alternativene.



Figur 24 Kostnader for alternative bussteknologier (TØI, 2014)

Det er verd å merke seg at ingen av disse studiene tar for seg en blanding mellom naturgass og biogass, som ville være et rimeligere alternativ enn ren biogass. En annen mulig teknologi som ikke er vurdert er hybridløsning basert på biogass og el.

Kostnadssammenligninger er svært avhengige av hvilke forutsetninger som legges til grunn. Et eksempel er om det tas hensyn til tidligere investeringer eller om alt baseres på investering i en helt ny kjøretøypark med infrastruktur for fylling/lading. Forutsetninger for annenhånds verdi av kjøretøy er også et moment. Effektivitet og kostnader knyttet til investering og drift for kjøretøy kan utvikle seg over tid. Det samme gjelder energikostnadene. Dette kan gjøre betydelige utslag. For alternativer basert på elektrisitet kan man for eksempel kanskje forvente synkende teknologikostnader og økende elpriser i et lengre perspektiv. Andre rammebetingelser slik som avgifter og støttereimer vil også kunne påvirke forholdet mellom drivstoffene.

Videre er det slik at kostnadene for biogass vil være følsom for etterspørselen. På den ene siden kan økt etterspørsel og økt forutsigbarhet medføre at lavhengende frukter i biogassmarkedet utløses. Anlegg som konverterer fra varme- til drivstoffproduksjon eller anlegg med overkapasitet som øker produksjonen kan gi mer biogass til lave kostnader. På lang sikt og ved betydelig økt etterspørsel kan man se for seg at prisen må opp for å utløse mer kostbare prosjekter eller framskaffe tilstrekkelig råstoff. Dette er et forhold som med fordel kunne undersøkes nærmere. Det samme vil eksempelvis ikke være tilfelle for el-prisen som kan antas å være nokså lite følsom for etterspørsel fra transportsektoren i Oslofjordregionen.

Kostnadene vil også avhenge av flåtestørrelser, spesielt der det kreves nye investeringer i infrastruktur for fylling. Dette gjør at barrierene for å velge biogass framfor f.eks. biodiesel kan være større for mindre aktører uten tilgang til fyllestasjoner for gass.

5.4.4 *Biogassens konkurranseevne*

Det samlede bildet er at biogass kan konkurrere med alternativene både på pris og bærekraft, men at ulike aktører vil ha ulike preferanser som kan påvirke valgene. Det er også naturlig at disse preferansene utvikler seg over tid.

Elektrisitet framstår som den mest aktuelle konkurrenten til biogass innen kollektivtrafikk, som per i dag er den desidert viktigste nisjen for biogass. Vi ser at elektrisitet i de sammenhengene som er beskrevet ovenfor betraktes som en nullutslippsteknologi, noe som i et lokalt perspektiv er uomtvistelig. Det har i Norge vært en pågående diskusjon om hvordan elektrisitet skal betraktes i klimasammenheng, og hva som har vært rådende syn har nok variert. En styrket bevissthet rundt et økende innelåst kraftoverskudd i Norden, og press fra en kraftbransje som må leve med lave kraftpriser, skaper insentiv for å ta i bruk elektrisitet. At kraftsektoren er underlagt EUs klimavoteregime brukes som et sentralt argument for at økt anvendelse av kraft ikke gir klimagassutslipp. På den andre siden anvendes det faktum at økt bruk av el på kort sikt øker fossil produksjon samt at kvoteregimet i dag ikke er begrensende faktor for utslippene som argumenter for det motsatte. Salg av opprinnelsesgarantier til utlandet samt forventningene til at økt krafteksport kan erstatte fossil energi er andre kjente argumenter for at man bør legge til grunn at bruk av el medfører klimagassutslipp. Fram mot 2020 vil elsertifikatmarkedet medføre økt kraftproduksjon i Norden og økt fornybarandel. Det er derfor grunn til å forutsette lave priser på kraft og sterke insentiver for å ta i bruk el i transportsektoren. Det er imidlertid ikke grunnlag for å anta at diskusjonen rundt klimagassutslipp fra el vil forsvinne.

Noe av det samme bildet gjelder flytende biodrivstoff. Det er en pågående diskusjon rundt bærekraftigheten til de ulike aktuelle drivstoffene, og media har spilt en sentral rolle i å så tvil rundt hvor miljøvennlige biodrivstoffene er. Dette kan eksempelvis medføre at en del aktører vil dreie fokus fra biodiesel til el eller biogass. Samtidig vil man på noe sikt kunne se for seg en økende andel biodrivstoff fra norsk skogsråstoff, delvis drevet fram av et politisk ønske om næringsutvikling i skogbransjen. Kostnadmessig må man forvente at det etableres rammebetingelser som sikrer tilstrekkelig konkurranseevne. Imidlertid er det grunn til å tro at også denne typen biodrivstoff vil komme noe dårligere ut enn biogass i et bærekraftsperspektiv. Videre må det påpekes at biogass også representerer en mulighet for utnyttelse av energi fra både skogsråstoff og alger.

Utviklingen for hydrogen er det for tidlig å si noe konkret om ettersom det ikke foreligger noen tydelige signaler i markedet. Det er ikke grunnlag for å tro at hydrogen vil ta en stor markedsandel på bekostning av biogass på kort sikt, men spørsmålet er hvor raskt det kommer og hvor fort utviklingen vil gå. Oslo Kommune går foran med etablering av energistasjoner med bl.a. hydrogenproduksjon og biogass. Hydrogen vil være en relativ kostbar løsning, og diskusjonen rundt klimaeffekten må forventes å bli større enn slik det i dag framstår for helelektriske løsninger.

Det er utvilsomt en økende bevissthet rundt dokumentasjon av bærekraft knyttet til like valg av drivstoff, noe som gjør at aktørene vil være stadig grundigere i sine analyser. Det er grunn til å tro at man vil se en utvikling der det gjennomføres livssyklusanalyser basert på de fysiske forholdene og der de mest proaktive aktørene vil være opptatt av å kjenne det faktiske opphavet til drivstoffet og muligheten til å bruke dette i markedsføring. En slik utvikling vil være i favør av biogass slik vi kjenner det i dag med bærekraftige verdikjeder og sporbart opphav.

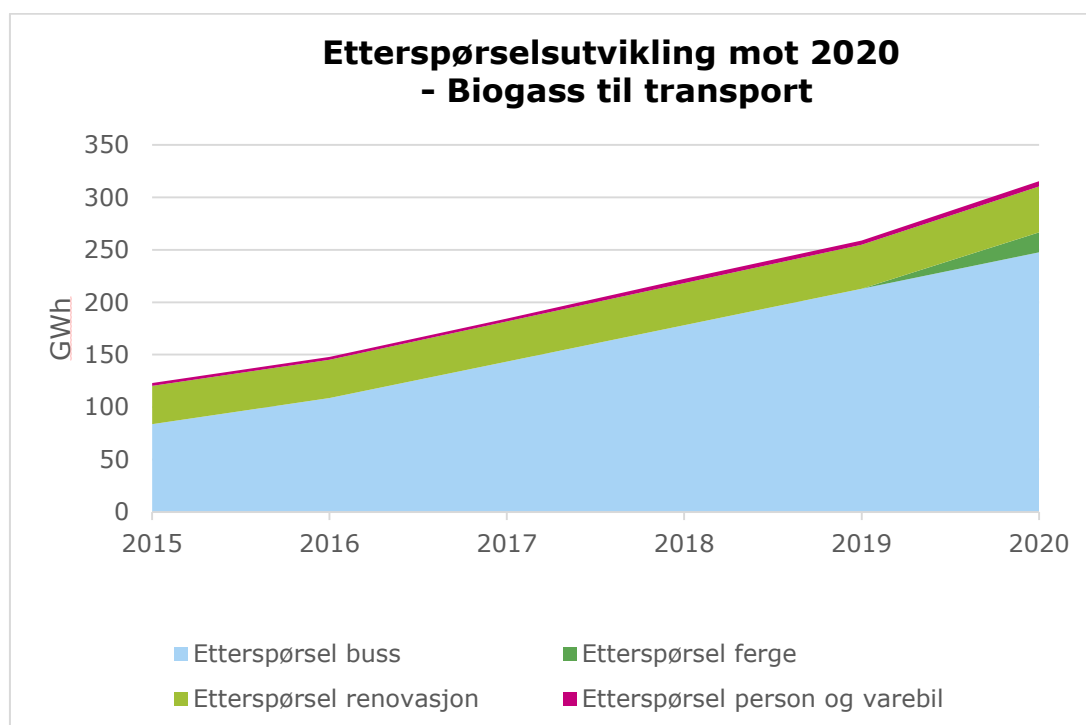
I offentlig sektor og kollektivtransport vil politiske motiver spille stor rolle. Biogass vil stille sterkt på bakgrunn av den opplagte muligheten til å skape lett forståelige og gode historier rundt å kjøre buss på eget avfall og skape lukkede kretsløp. Lokal verdiskaping og sysselsetting er også et argument som ofte anvendes. Samtidig vil offentlige aktører kunne ha betydelige insentiver til å bidra til økt etterspørsel etter både kraft og skogsråstoff. Det er imidlertid ikke mulig å peke på nært forestående hendelser som vil kunne medføre en endring av dagens strategier knyttet til økt satsing på biogass i Oslofjordregionen.

5.5 Balanse mellom produksjon og forbruk

Et karakteristisk trekk ved biogassmarkedet i dag er at verdikjedene er lokale av natur. Biogass fra et anlegg leveres i hovedsak til en distributør og en eller få sluttbrukere. Etablering av et større marked begrenses av flere forhold. Anlegg som i dag produserer biogass av drivstoffkvalitet er i stor grad drevet fram av lokal politisk vilje til etablering av biogassproduksjon med mål om anvendelse i transportsektoren. Det er offentlige aktører som sikrer store deler av råstofftilgangen, investerer i anlegg og skaper et marked for biogass. Etablering av anlegg kan være helt avhengig av slik politisk styring for å oppnå tilstrekkelig avtaleverk for råstofftilgang og salg av gass. Resultatet er imidlertid avgrensede verdikjeder av lokal eller regional karakter. Ut over kommuner, kommunalt eide avfallsselskaper og fylkeskommunale kollektivselskaper er markedet derfor preget av få sluttbrukere per i dag.

Verdikjedenes lokale natur gjør at det kan oppstå ubalanse mellom tilgjengelige og ønskede mengder biogass i enkelte områder, mens mer enn nok biogass kan være tilgjengelig i andre områder. Eksempelvis oppgir Skagerrak Naturgass at biogass ikke vil være noen knapphet i deres område, mens det per i dag anvendes betydelige mengder naturgass i busser i Oslo som ideelt sett burde vært erstattet med biogass. Nedenfor har vi synliggjort sannsynlig balanse mellom tilbud og etterspørsel, overordnet basert på uttalte strategier. Denne markedsutviklingen er imidlertid ikke gitt. Det er en betydelig utfordring at anleggseiere ikke kan etablere produksjon av biogass med drivstoffkvalitet uten sikkerhet for avsetning på gassen til en tilstrekkelig høy pris. Samtidig vil flåteeiere kunne være tilbakeholdne med å investere i gasskjøretøy dersom det er usikkerhet rundt biogassleveranser. Markedet vil derfor utvikle seg i trappetrinn der det alltid vil måtte være en viss ubalanse mellom ideell leveranse og produksjonskapasitet. Historisk har det primært vært etterspørselssiden som har vært driveren, og differansen mellom tilbud og etterspørsel har vært dekt av naturgass. Denne formen for markedsutvikling kan representere en ulempe for biogass i konkurranse med energibærere som enten medfører ubegrenset tilgang (el) eller kan anvendes av konvensjonelle kjøretøy (biodiesel), hvilket innebærer at enten tilbudssiden eller etterspørselssiden kan antas å være relativt sikker med tanke på volumer og til dels priser.

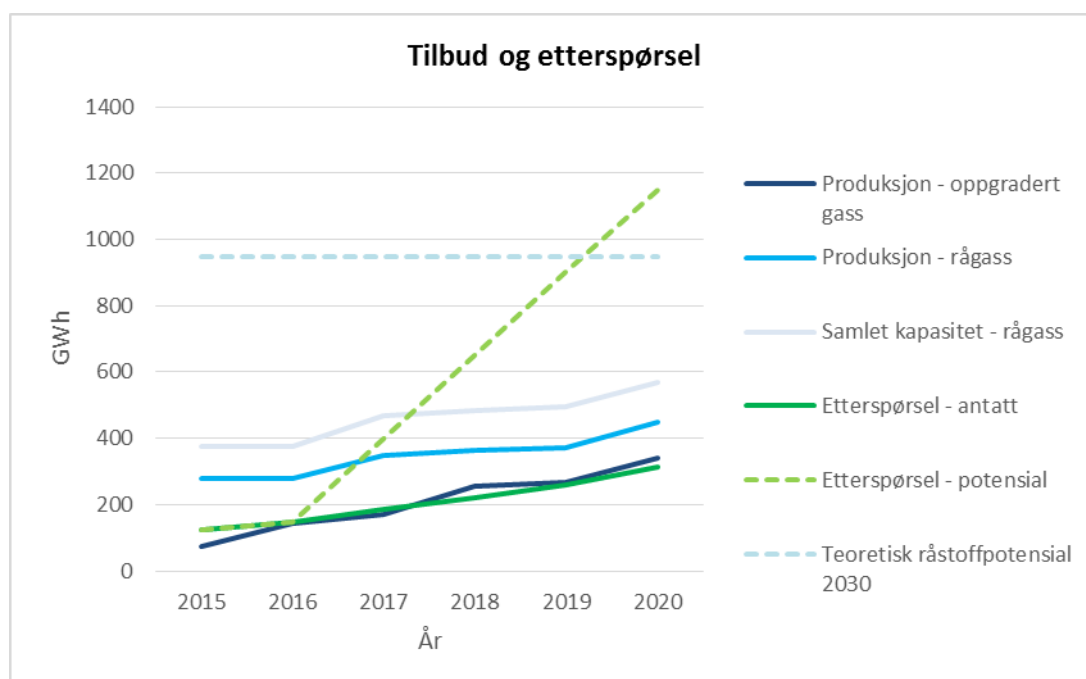
Det anvendes i dag i overkant av 140 GWh biogass til drivstoffformål i regionen. Ruters planer alene vil øke dette til rundt 260 GWh i 2020. For øvrige sluttbrukere finnes det ikke konkrete tall. Vi har gjort en overordnet vurdering av mulig etterspørselsutvikling fram mot 2020. Det er her antatt at biogass til busser i Vestfold og Grenland øker med 50 %, og at etterspørselen øker med 20 % i Østfold som allerede har en stor andel biogassbusser. Videre er det antatt at biogass til renovasjonsbiler øker med 20 % og at andre kjøretøy øker fra 3 til 5 GWh. Dette gir en etterspørsel på 315 GWh i 2020 slik figuren nedenfor illustrerer. Rambøll understreker at dette er et konservativt estimat som kun er basert på dagens bruk og som ikke hensyntar utslag av klimastrategier for bl.a. Oslo Kommune.



Figur 25 Overordnet estimat på forventet etterspørsel mot 2020, i realiteten må man forvente at økningen skjer med markante trinn.

Produksjon av gass med drivstoffkvalitet er i dag 142 GWh, mens dagens produksjonskapasitet i anlegg med oppgradering til drivstoffkvalitet er 220 GWh inkludert planlagt produksjon ved Greve Biogass. Antatt produksjon i anlegg som forutsetter å levere som drivstoff er estimert til 342 GWh i 2020 (inkl. Saugbrugs planlagte produksjon), mens installert kapasitet er noe høyere. I Figur 26 vises dette med mørkeblå linje. En del av produksjonen som går til varme eller fakles per i dag ville kunne ha blitt oppgradert til biogass til transport i stedet.

Produksjon rågass, den klare blå linjen, viser total rågassproduksjon med dagens anlegg og planlagte utvidelser. Den lyseblå linjen viser produksjon dersom all kapasitet ved eksisterende anlegg hadde blitt fullt utnyttet og alt hadde blitt benyttet til drivstoffproduksjon.



Figur 26 Overordnet framstilling av tilbud og etterspørsel mot 2020

Figuren illustrerer at det er god overensstemmelse mellom sannsynlig etterspørsel og sannsynlig produksjon av biogass med drivstoffkvalitet i 2020. Kapasitet for rågassproduksjon er imidlertid betydelig høyere enn forventet etterspørsel etter gass med drivstoffkvalitet. Det teoretiske råstoffpotensialet er også inntegnet med stiplet blå linje. Råstoff synes ikke å være den begrensende faktoren for å dekke etterspørselen. Samtidig er det et svært betydelig antall kjøretøy som anvender fossilt drivstoff i dag. Den grønne stiplede linjen illustrerer hvordan det slår ut på etterspørselen dersom klima og energistrategien til Oslo kommune medfører at 20 % av lastebilene og 30 % av varebilene i Oslo (basert på antall i 2013) anvender biogass i 2020. Videre er det forutsatt i dette tenkte scenariet at forbruk av biogass i renovasjonsbiler i regionen øker med 60 % og at ytterligere 100 busser vil anvende biogass.

I bildet som tegnes ovenfor er import til regionen ikke tatt med. I Midt-Norge er Biokraft AS sitt anlegg for flytende biogass under bygging med mål om å levere inntil 250 GWh, hvorav halvparten i første byggetrinn. Biokraft har inngått distribusjonsavtale med AGA. Biogassanlegget Eco-pro i Verdal ser også for seg å kunne levere inntil 25 GWh CBG gjennom etablering av oppgraderingsanlegg, for senere å utvide til rundt 40 GWh. Dette medfører at denne regionen vil kunne ha et overskudd, der ikke minst deler av den flytende biogassen vil kunne være tilgjengelig for andre regioner.

Totalt sett ser det ikke ut som råstoff og produksjon i seg selv er en barriere for økt anvendelse av biogass i Oslofjordregionen. Allikevel er det samlede markedet for fossile drivstoff i dag svært betydelig, og gjennom en målrettet satsing vil etterspørselen etter biogass antagelig kunne økes betraktelig. En større økning i etterspørselen kan dekkes gjennom økt kapasitetsutnyttelse, herunder at anlegg som anvender gassen internt konverterer til å produsere drivstoff. Videre aktualiseres import til regionen eller etablering av nye anlegg for økt råstoffutnyttelse. Import av råstoff kan også være aktuelt. Imidlertid vil det være et sentralt spørsmål hva man er villig til å betale for biogassen. Som tidligere berørt kan man se for seg at kostnadskurven for biogass er nokså bratt, spesielt dersom etterspørselen går betydelig ut over allerede planlagt kapasitet.

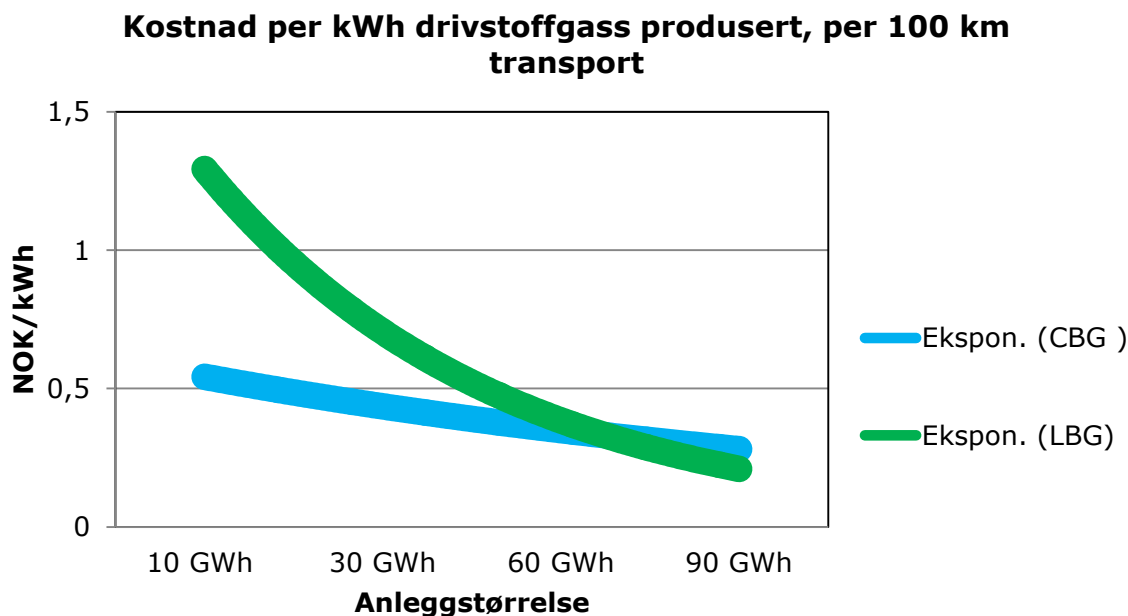
6. BIOGASSDISTRIBUSJON

6.1 Distribusjonsform

Til sluttbruker kan biogassen enten leveres som biometan via rørnett, som komprimert biogass (CBG) eller flytende biogass (LBG). Komprimering og flytendegjøring av biometan representerer transport- og lagringsfordeler sammenlignet med biometan i naturform. Sammenlignet med bensin og diesel inneholder gass mindre energi per volumenhet. En liter diesel har samme energiinnhold som ca. 1 060 l biometan. Til sammenligning har en liter diesel samme energiinnhold som 4,3 liter CBG eller ca. 1,6 liter LBG. Dersom biometan skal transporteres på bil og anvendes som drivstoff er det derfor aktuelt med komprimering eller flytendegjøring av biometanet.

Komprimert biogass, eller CBG produseres ved at biometan trykkes og fylles på stålfasker som transporteres til sluttbruker. LBG produseres ved at biometan kjøles ned til -161°C , da blir den flytende. Den flytende gassen fylles på isolerte tanker som kan transporteres. Prosessen er energikrevende og mer omfattende enn komprimering, og er forbundet med høye investeringskostnader sammenlignet med komprimering av biogass, som representerer en enkel og rimelig teknologi med et lavt energibehov. Samtidig tar flytende gass ca. 2,5 ganger mindre plass enn gass i komprimert form. Dette er en fordel fordi geografisk rekkevidde ved transport av biometan blir lengre, slik at et potensielt marked for avsetning på biometanet kan være større.

Figur 27 illustrerer sammenhengen mellom kostnaden for å produsere hhv CBG og LBG og hvor mye biogass anlegget produserer (anleggsstørrelse), når biogassen skal transporteres 100 km. Kostnadene for transport av gass og infrastruktur for oppgradering³ av gass er lagt til grunn for figuren. For fremstilling av CBG utgjør dette gassrensingsanlegg, komprimeringsanlegg, dispenser-system for fylling av gassflak, oppstillingsplass for gassflak og gassflak. For fremstilling av LBG er det gassrensingsanlegg, poleringstrinn og flytendegjøringsanlegg. Den loddrette akse viser per produsert kWh biogass ved biogassanlegget. Den vannrette akse viser størrelse på biogassanlegg, angitt som produsert mengde biogass (GWh).



Figur 27: Kostnad per kWh drivstoffgass produsert, per 100 km transport.

Figuren viser at for små og mellomstore biogassanlegg er fremstilling og distribusjon av CBG den mest kostnadseffektive distribusjonsformen. For anlegg i størrelsesorden 60 GWh og høyere kan det være aktuelt å vurdere LBG. Fordelene med å transportere LBG vil øke når transportavstanden øker, og krysningspunktet mellom CBG og LBG kryper mot venstre i figuren ved økende transportavstand.

³ Oppgradering omfatter rensing av biogass til biometan, og komprimering eller flytendegjøring av gassen.

Distribusjonsform avhenger av hvilken struktur man ønsker at biogassmarkedet skal ha. Per i dag er langt de fleste anlegg for produksjon og fylling av biogass basert på komprimert gass. Verdikjeder for komprimert gass gir rom for at mindre biogassprodusenter kan levere til transportsektoren. Teknologiutvikling, spesielt innen rensing av biogass, medfører at stadig mindre anlegg vil kunne oppgradere biogass til biometan. Komprimering av gass til CBG kan da være overkommelig, mens flytendegjøring vil være lite aktuelt for de minste anleggene.

6.2 Distributører

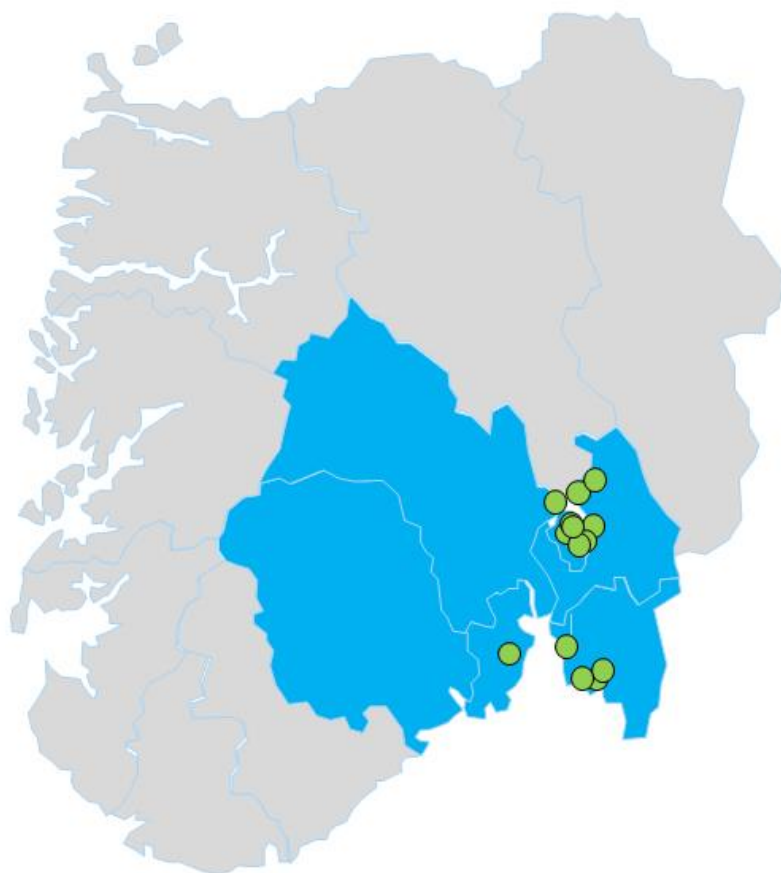
Biogassmarkedet i Oslofjordregionen bærer preg av lite konkurranse i distribusjonsleddet. I dagens marked er det AGA som har hoveddelen av markedet. AGA forventer en 2-3 dobling av biogassvolumene i årene frem mot 2020 og vurderer utvidelser. Skagerak Energi distribuerer per dags dato kun på gassnettet i Tønsberg, men vil starte flakdistribusjon av CBG i løpet av 2016.

Det finnes per i dag flere aktører som leverer naturgass i Norge og Skandinavia, samt at det finnes aktører i nabolandene som også leverer biogass. Dette åpner for at nye aktører kan entre biogassmarkedet i Norge. Aktuelle aktører kan være Gasnor (eid av Shell, Nederland), Lyse Gass og Fordonsgas (eid av Air Liquide, Sverige/Frankrike). E.ON (Tyskland), Skangas (Lyse og Gasum, Finland) og HDM (Danmark) er aktive i det skandinaviske markedet og vil også være mulige leverandører til Norge eller kan tenkes å utvide sin virksomhet. Fra et markedsperspektiv ville dette påvirke prismekanismer og gi større fleksibilitet i markedet.

6.3 Fyllestasjoner

Dersom biometanet skal anvendes som drivstoff må det finnes en infrastruktur for fylling av drivstoffgass. Fyllestasjoner for fylling av komprimert gass kan enten være utformet for å motta komprimert (CBG) eller flytende (LBG) gass, eller begge deler. Det er 14 fyllestasjoner for CBG i Oslofjordregionen per i dag. Lokasjonene er gjengitt i figuren nedenfor. Fyllestasjonene på Klemsrud, Rosenholm, Jernkroken og i Ski er ikke kommersielle og kun tilgjengelig for Ruters busser. AGA oppgir at 8 fyllestasjoner har langsomfylling med 230 fyllestusser, mens 8 fyllestasjoner har hurtigfylling med 24 fyllestusser.

Det er planlagt en fyllestasjon på Alnabru for godstrafikken. Denne vil inneholde flere typer drivstoff, herunder også biogass. Stasjonen er myntet på godstrafikk som hovedsegment, men vil mest sannsynlig bli tilgjengelig for alle.



Figur 28: Fyllestasjoner for drivstoffgass i Oslofjordregionen

6.4 Utfordringer og barrierer for biogassdistribusjon

Det er få distributører av biogass på det Norske markedet. Distributører med tilnærmet monopol kan drive prisen på produsert biogass ned og omsatt biogass opp, noe som kan hemme markedsutviklingen. Det eksisterer ikke et felles norsk biogassmarked og prisen man oppnår på gassen avgjøres i stor grad ved individuelle forhandlinger.

En av hovedutfordringene når det gjelder kapasitet i distribusjonsleddet er å balansere forbruk og etterspørsel. CBG er «ferskvare» i den forstand at det er kostbart å lagre over lang tid, og må derfor distribueres raskt. Leveransene av biogass er typisk varierende på grunn svingninger i produksjonen. Det er også svingninger i etterspørsel grunnet blant annet helger og ferier, noe som skaper risiko for distributøren. Mulighet for å anvende naturgass som supplement og back-up har vært viktig for å balansere tilbud og etterspørsel, men bransjen må finne fossilfrie løsninger på sikt for å tilfredsstille stadig strengere krav fra sluttbrukere om fornybarandel

I tillegg til utfordringer med magasinerings peker AGA på at mangel på lokasjoner for fyllestasjoner, magasinerings og mangel på investeringsstøtte for etablering av slike som sentrale flaskehalser for vekst innen biogass til transport.

7. POLITIKK OG RAMMEVILKÅR

Vi omtaler her overordnet politikk og rammevilkår som berører biogassområdet. Rammebetingelsene for biogass er i stadig utvikling, og i løpet av det siste året har det vært foretatt flere grep for å styrke satsingen på biogass.

7.1 Politiske drivere

Biogass anses av myndighetene som et viktig klimatiltak for å nå målet om at Norge skal omstille seg til et lavutslippssamfunn i 2050. Satsingen på biogass berører i så måte flere sektorer, herunder transport, landbruk og avfall. En satsing på biogass vil blant annet også bidra til å oppfylle gjenvinningsmål for husholdningsavfall i EUs rammedirektiv for avfall.

Det ble i klimaforliket fra 2012 uttalt et behov for en tverrsektoriell biogasstrategi. Dette ble fulgt opp, og en tverrsektoriell biogasstrategi ble fremmet av klima- og miljødepartementet i 2014. Formålet med strategien er å legge bedre til rette for produksjon og bruk av biogass i Norge.

7.2 Rammevilkår

Den nasjonale biogasstrategien som kom i 2014 gav en oversikt over eksisterende virkemidler på biogassområdet. Vi velger her å omtale disse virkemidlene overordnet, med primær vekt på utviklingen av virkemiddelapparatet etter at strategien ble lagt fram. Biogasstrategien beskriver følgende virkemidler:

- Avgifter på fossile drivstoff
- Støtteordninger gjennom Enova, Transnova, Innovasjon Norge og Norges Forskningsråd
- Innføring av tilskudd til levering av husdyrgjødsel til biogassalegg

I biogasstrategien ble det lagt opp til fire hovedkategorier av virkemidler for å stimulere ulike deler av verdikjeden for biogass:

- Forskning/Utvikling og pilotanlegg
- Virkemidler for økt produksjon og bruk av biogass
- Virkemidler for å øke tilgangen på råstoff
- Virkemidler for å sikre informasjonsutveksling

I tillegg ble det varslet at man ville flytte satsingen på miljøvennlig transport fra Transnova/Statens vegvesen til Enova, noe som nå er gjennomført.

7.2.1 Avgifter på fossile drivstoff

Avgifter på fossile drivstoff øker betalingsviljen for biogass som alternativ, og medfører økt lønnsomhet i biogassproduksjon. Avgifter på slike drivstoff omfatter veibruksavgift og CO₂-avgift. Naturgass har tidligere vært fritatt for veibruksavgift, men fra 2016 er det innført slik avgift. Avgiftsplikten omfatter naturgass som leveres fyllstasjon og som skal benyttes til framdrift av motorvogn. Dersom andelen naturgass i en blanding er mindre enn en gitt andel% er det ikke avgiftspliktig. Det er på det skrivende tidspunktet ikke tallfestet hvilket nivå denne andelen skal starte på, det har blitt foreslått både 30% og 50%. Andelen skal gradvis trappes ned mot null til 2025.

7.2.2 Støtteordninger

Virkemidlene som før ble forvaltet av Transnova forvaltes nå av Enova. Enova avsluttet i 2015 en ny treårsperiode for biogassprogrammet. Programmet ble evaluert og videreført med mindre justeringer. Blant annet er grensen på 30 % maksimal støtteandel fjernet samt at programmet også innebærer en satsing på anlegg som allerede produserer biogass og som ønsker å oppgradere denne til drivstoffkvalitet. Biogassprogrammet gir investeringsstøtte til biogassprodusenter. Støtte til kraft og varmeproduksjon kan oppnås gjennom Enova eller elsertifikatmarkedet, avhengig av type prosjekt.

Innovasjon Norge kan støtte biogassprosjekter gjennom miljøteknologiordningen, bioenergiprogrammet og gjennom forsknings- og utviklingskontrakter. Innovasjon Norges bioenergiprogram støtter mindre biogassanlegg innen landbruket med inntil 45 % av godkjente investeringskostnader. Innovasjon Norge administrerer også en støtteordning for pilotanlegg innen biogass samt

midler for følgeforskning på anleggene. Denne støtteordningen utvides i 2016 fra 10 MNOK til 20 MNOK.

7.2.3 Tilskudd til levering av husdyrgjødsel

Landbruksdirektoratet administrerer en tilskuddsordning for jordbruksforetak som leverer husdyrgjødsel til biogassanlegg. Fra 2016 er satsene doblet til 60 kroner per tonn. Denne kommer over jordbruksavtalen og forhandles hvert år.

7.2.4 Andre virkemidler

Andre virkemidler som påvirker biogassbransjen omfatter:

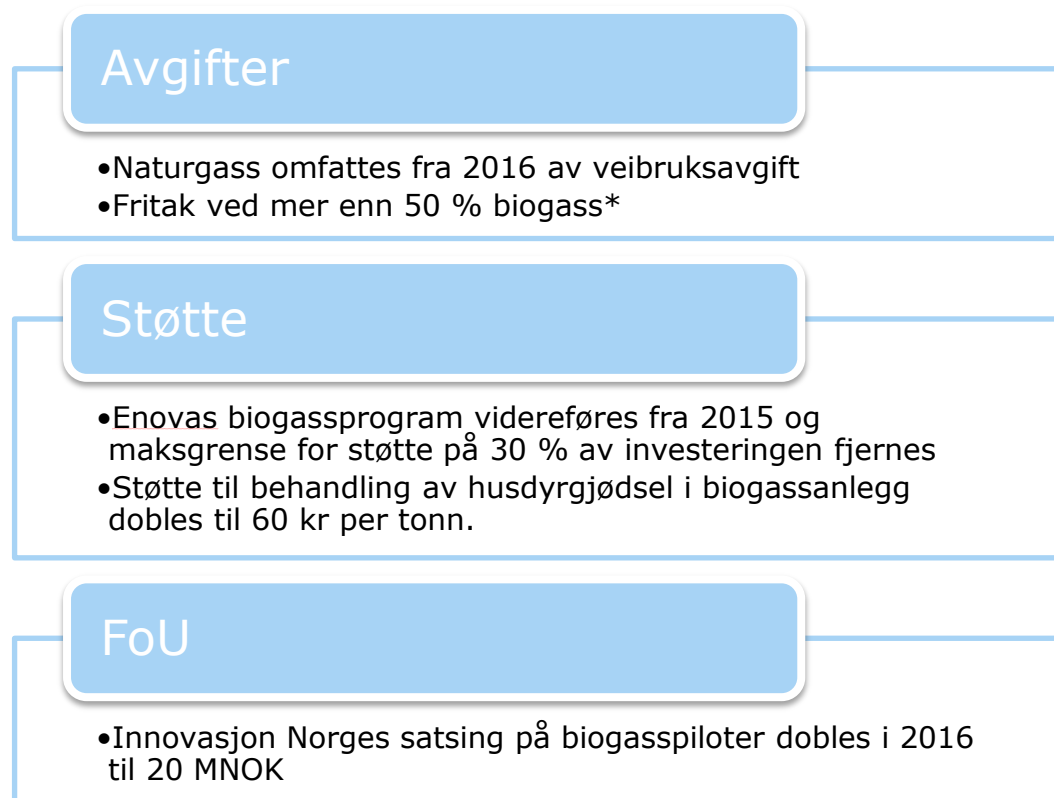
- Deponiforbud for våtorganisk avfall
- Krav til håndtering av animalsk avfall
- Forbud mot spredning av husdyrgjødsel i gitte perioder av året
- Krav til disponering av biogjødsel i landbruket og på grønt areal
- Miljøkriterier i offentlige anbud
- Mulighet til å tildele enerett på behandling av husholdningsavfall

I biogasstrategien varsles det også at man vil se på kostnadseffektive virkemidler for å fremme utsortering av våtorganisk avfall. Det er i 2016 lagt fram en rapport fra Østfoldforskning på oppdrag fra Miljødirektoratet der ulike virkemidler for økt utsortering er utredet.

7.2.5 FoU

Regjeringen satte i 2015 av 8 millioner kroner til pilotanlegg for biogass. Etter at søknadsfristen gikk ut i juni er midlene fordelt på fem bedrifter. I tillegg ble det satt av 2 millioner kroner til følgeforskning på anleggene for å innhente driftsdata og erfaringer med ulike teknologier og råstoff. Satsingen på biogasspiloter og følgeforskning utvides i 2016 fra 10 MNOK til 20 MNOK.

Forskningsrådet har flere aktuelle programmer, hvorav ENERGIX er det mest relevante. Det er videre gitt betydelig støtte til biogassforskningen ved Campus Ås. I henhold til biogasstrategien er det et tett samarbeid mellom forskningsrådet og de øvrige virkemiddelaktørene. Dette gjelder spesielt de av Enova og Innovasjon Norge sine programmer som er rettet mot utvikling av ny teknologi.



Figur 29 Oversikt over nylige endringer i rammebetingelser for biogass.*Andelen er ikke endelig fastsatt per dags dato.

7.3 Sysselsetting i bransjen

Lokal verdiskaping er i mange tilfeller en medvirkende årsak til at det satses på biogass. Rambøll kjenner ingen norske undersøkelser av sysselsetting innen biogass, men i Sverige er det funnet å være ca. 2,6 årsverk per GWh biogass produsert (Sysselsättning og utveckling av biogas i Västra Götaland, april 2012) når man ser på hele verdikjeden. Her har man tatt med:

- Produksjon: innsamling og behandling av substrat samt utkjøring av råtnerest, drift og vedlikehold av produksjonsanlegg, fremstilling av el og varme direkte ved anlegget.
- Gass til drivstoff (fordonsgas): distribusjon og oppgradering, drift og vedlikehold av tankanlegg, leverandører/transportører inkl. service og vedlikehold
- Støtteprosesser: leverandører av teknologi og utstyr, konsulenter, FoU, miljøeksperter

For hver arbeidsplass som er direkte knyttet til biogassproduksjonen genereres det 1,4 tilknyttede arbeidsplasser. I studien er det antatt at effektivisering i alle ledd vil føre til at antall årsverk vil kunne synke til 1,2 i 2020.

Ser man på et lokalt eksempel som Greve biogassanlegg som skal bli 65 GWh neste år vil det kunne generere 170 arbeidsplasser på kort sikt.

I løpet av 2016 blir det en produksjon på ca.140 GWh biogass i Oslofjordregionen. Dette skulle utgjøre ca.370 lokale arbeidsplasser, uten at det finnes detaljstudier på dette. Med planlagte utvidelser til ca.340 GWh i 2020 og en effektivisering i bransjen vil dette kunne resultere i ca.400 arbeidsplasser i 2020.

Det er viktig å tilføye at prosessene er svært ulike i forhold til hva biogassen baseres på. Biogass basert på kloakk vil være mindre arbeidskrevende enn landbruksbaserte prosesser.

Biogassproduksjon vil kunne være et viktig tiltak for å øke antallet grønne arbeidsplasser i Oslofjordregionen samtidig som man reduserer utslippene. Rambøll kjenner ikke til at det finnes noen norske studier på sysselsetting i biogassindustrien per dato.

8. KONKLUSJON: UTFORDRINGER OG ANBEFALINGER

8.1 Etablering av bærekraftige verdikjeder og et marked for biogass

I rapporten er det synliggjort forventninger til vekst i biogassmarkedet i årene som kommer. Ledig kapasitet i allerede etablerte anlegg vil kunne bidra til å dekke det meste av veksten, og oversikten over forventet råstoffpotensial tilsier at råstoff ikke vil være en begrensende faktor. Tvert imot er råstoffpotensialet betydelig, sannsynligvis mer enn 1 TWh i 2030 dersom det antas en viss økning også i potensialet fra næringsavfall. Import til regionen av både biogass og råstoff må også anses som en mulighet. Sentrale spørsmål er om det eksisterer risiko for at den forventede veksten innen sluttbruk og produksjon ikke inntreffer, men også om det er mulighet for utvikling av markedet ut over en antatt vekst i dagens viktigste markedssegmenter.

Et karakteristisk trekk ved biogassmarkedet i dag er at verdikjedene er lokale av natur. Biogass fra et anlegg leveres i hovedsak til en distributør og en eller få sluttbrukere. Etablering av et større marked begrenses av flere forhold. Anlegg som i dag produserer biogass av drivstoffkvalitet er i stor grad drevet fram av lokal politisk vilje til etablering av biogassproduksjon med mål om anvendelse i transportsektoren. Det er offentlige aktører som sikrer store deler av råstofftilgangen, og investerer i anlegg og skaper et marked for biogass. Etablering av anlegg kan være helt avhengig av slik politisk styring for å oppnå tilstrekkelig avtaleverk for råstofftilgang og salg av biogass. Resultatet er imidlertid avgrensede verdikjeder av lokal eller regional karakter. Ut over kommuner, kommunalt eide avfallsselskaper og fylkeskommunale kollektivselskaper er markedet derfor preget av få sluttbrukere per i dag.

Verdikjedenes lokale natur gjør at det kan oppstå ubalanse mellom tilgjengelige og ønskede mengder biogass i enkelte områder, mens mer enn nok biogass kan være tilgjengelig i andre områder. Eksempelvis oppgir Skagerrak Naturgass at biogass ikke vil være noen knapphet i deres område, mens det per i dag anvendes betydelige mengder naturgass i busser i Oslo som ideelt sett burde vært erstattet med biogass.

I Oslofjordregionen er det per i dag AGA og Skagerak Naturgass som står for distribusjon, og disse to opererer i hver sine områder. Det er naturlig å se for seg at framveksten av større anlegg slik man ser i Oslofjordregionen, sammen med økt tilgang på gass av drivstoffkvalitet, vil skape større grad av overlapp mellom verdikjeder og distributørenes operasjonsområder. Dette kan til en viss grad avhjelpe ubalanse og monopolsituasjon. Infrastruktur vil likevel være en barriere for transport av gass mellom ulike områder.

For anleggene der biogass oppgraderes, komprimeres og lagres på flak i form av CBG vil gassen kunne transporteres relativt langt. Økt anvendelse av komposittflak framfor de tradisjonelle stålfakene vil gjøre transport bærekraftig over relativt lange avstander ettersom det muliggjør transport av større gassmengder på hver bil. Komposittflak er tilgjengelige i markedet fra flere leverandører og antas å bli den foretrukne teknologien for transport av biogass. Dette gjør at man kan forutsette at biogass fra anlegg med oppgradering vil kunne være tilgjengelig i hele Oslofjordregionen uten avgjørende konsekvenser for bærekraft og kostnader. Flaklagring er en realistisk mulighet for det meste av den tilgjengelige biogassen i regionen med unntak av de aller minste anleggene og EGEs anlegg på Romerike der gassen flytendegjøres. Flytendegjøring av biogassen til LBG muliggjør transport over lange avstander samt levering til sluttbrukere som i dag mottar LNG, men er kostnadsdrivende og energikrevende dersom det er snakk om små volumer og korte transportavstander.

Få kunder og fyllpunkter samt signaler om teknologinøytrale anbud medfører risiko for leverandører av biogass. Muligheten for at større sluttbrukere som har satset på gasskjøretøyer kan endre sine strategier raskt eller velge andre teknologier i anbudsprosesser, og fase ut gasskjøretøyer i et område vil være tilstede. Mangel på mulighet til å oppnå langsiktige avtaler for tilstrekkelig store volumer biogass vil kunne være en barriere for etablering av ny produksjon. Høy risiko og avtaler som er kortere, og av mindre omfang enn optimalt vil medføre høyere priser på gassen enn det som ellers kunne vært mulig. Uforutsigbarhet er derfor en barriere for tilgjengelighet, og ikke minst en ulempe i konkurranse med elektrisitet som er mer eller mindre tilgjengelig overalt. Få aktører og begrenset tilgang er også en utfordring for sluttbrukerne. Satsing på biogassdrevne kjøretøyer krever en viss langsiktig forutsigbarhet for leveranser og priser. Mono-

polsituasjon blant distributører kan medføre unødige høye priser til sluttbrukere og lavere priser til leverandører enn i et marked med konkurranse.

Manglende infrastruktur for gass er en barriere, ikke minst for å øke bruken av biogass blant mindre aktører med færre kjøretøy som ikke ønsker å ta kostnadene ved å etablere egen infrastruktur, eller for aktører som har behov for å fylle drivstoff på flere steder.

Et insentiv for etablering av gassinfrastruktur har tidligere vært muligheten for å anvende naturgass som et rimelig drivstoff som også bidrar til bedret lokal luftkvalitet. Med innføring av veibruksavgift på naturgass samt forbedringen av dieselmotorenes utslippsegenskaper som følge av Euro 6 har naturgassens konkurranseevne blitt betydelig svekket. Lavere energipris på naturgass enn diesel tidligere har tidligere kunnet bidra til å forsvare merinvesteringer i kjøretøy og infrastruktur, men denne fordelene er nå borte. Samtidig kan naturgass anvendes avgiftsfritt dersom det er blandet med minst 50 % biogass. Andelen biogass som tillater avgiftsfritak skal etter planen øke over tid. Denne mekanismen øker insentivet for å ta i bruk biogass, men medfører at tilgang på biogass vil ha stor betydning. I områder der det skal gjøres valg omkring framtidig infrastruktur for gass kan veibruksavgift slå negativt ut dersom det er usikkerhet rundt leveringssikkerhet og pris på biogass når beslutningene tas.

En videre utvikling av biogassmarkedet vil kreve fortsatt satsing fra offentlige aktører på bruk i egne flåter. For ytterligere å stimulere markedet vil det være sentralt å gjøre infrastruktur tilgjengelig også for andre aktører. Biogassprodusentene har per i dag en begrenset kundegruppe, og endrede strategier hos noen få aktører vil kunne ha stor betydning. Markedsutviklingen vil derfor være svært avhengig av hvor forutsigbare sluttbrukerne opplever å være. Dersom rammebetingelser og etterspørsel er forutsigbare er det grunn til å tro at biogassprodusentene kan levere betydelig større volumer til konkurransedyktige priser.

Biogass har et særskilt fortrinn sammenlignet med andre fornybar drivstoff knyttet til at det stilles få spørsmål ved klimaeffekt og bærekraft. Dette kan med fordel kommuniseres enda tydeligere. Det må forventes at diskusjonen rundt bærekraft knyttet til alternativene, både innen el og flytende biodrivstoff, vil pågå også i årene som kommer. Dette fortrinnet kan medføre at aktører som tidligere har fokusert på andre alternativer vil velge biogass dersom både biogass og fylleinfrasturktur er tilgjengelig. Å synliggjøre for kjøpere av biogass at de indirekte støtter produksjon av miljøvennlig biogjødsel, kan være et eksempel på et tiltak for å styrke biogassens konkurransekraft mot andre fornybare drivstoff.

En mulighet for å avhjelpe barrierer knyttet til infrastruktur, logistikk og få lokale kunder, leverandører og distributører kan være et sertifikatmarked. I praksis ville dette bety at sertifikater for biogass som mates inn i Lyse sitt gassnett i Rogaland ville kunne kjøpes i Oslo. Den fysiske leveransen i Oslo ville da være naturgass, mens kostnaden for sertifikatet i praksis betaler for at biogass erstatter naturgass i Rogaland. Miljømessig og økonomisk ville dette kunne være en god løsning, men samtidig vil det kunne medføre kommunikasjonsmessige utfordringer samt undergrave biogassens image som en lokal og kretsløpsbasert ressurs. Imidlertid vil et sertifikatmarked ikke nødvendigvis stå i veien for utvikling av lokale verdikjeder med fysiske leveranser der dette oppleveres som avgjørende for valg av biogass.

For å sikre balanse mellom etterspørsel og produksjon kreves god koordinering mellom aktørene. Innfasing av kjøretøy og kapasitetsøkninger bør sammenfalle i tid. Det mest naturlige vil være en stegvis innfasing av biogass der biogasskjøretøy fases inn før ny produksjon. I overgangsperioder med underskudd på biogass er det naturlig at denne dekkes med naturgass, men det er sentralt å sikre at slike perioder ikke blir langvarige da dette vil skape en kommunikasjonsmessig utfordring for bransjen og undergrave bærekraftelementet i å satse på biogass. Man kan med fordel se for seg en koordinering også på nasjonalt nivå der avgiftspolitikken for naturgass sees i sammenheng med produksjon og etterspørsel av biogass og der tillatt innblanding av naturgass i biogass reguleres ned ettersom tilgang på biogass øker. I et slikt bilde er det naturlig at sluttbrukerne aksepterer innblanding av naturgass, eksempelvis de samme innblandingsforhold som til enhver tid gir avgiftsfritak. Dette for å sikre best mulig utnyttelse av tilgjengelig biogass med henblikk på videre utvikling av infrastruktur for biogass.

Det anbefales at denne rapporten følges opp med en framskriving av etterspørsel etter biogass for ulike scenarier, samt etablering av en kostnadskurve for økt biogassproduksjon i regionen.

VEDLEGG 1 REFERANSER

- Analyse & Strategi. (2015). *Evaluering - Enova SFs biogassprogram*. Analyse og Strategi.
- Birkmose, T. (2013). *Biomasse til biogassanlegg i Danmark - på kort og lang sikt*. AgroTech Institut for Jordbrugs -og fødevareinnovation.
- Christenssen, T. H. (1998). *Affaldsteknologi*. København: Teknisk forlag.
- Clean Air Power. (n.d.). Retrieved 09 01, 2013, from <http://www.cleanairpower.com/duel-technology.php>
- Cummins Westport. (n.d.). Retrieved 09 02, 2013, from <http://www.cummins-westport.com>
- Energigas Sverige. (2013). *Samanställning: Gasfordons energieffektivitet*.
- F. Bauer, C. H. (2013). *Biogas upgrading - Review of commercial technologies*. Svenskt Gastekniskt Center.
- Fisknes, M. B. (2010). *Arbeid med etablering av biogassanlegg på Mære landbruksskole*. Bioforsk Midt-Norge.
- forurensningsdirektoratet, K. o. (2013). *Underlag til tverrsektoriell biogasstrategi*. Klima og forurensningsdirektoratet.
- H.L. Raadal, V. S. (2008). *Potensialstudie for biogass i Norge*. Østfoldforskning AS og UMB.
- H.L.Raadal, A. E. (2016). *Vurdering av virkemidler for økt utsortering av våtorganisk avfall og plastemballasje*. Østfoldforskning.
- Jørgensen, R. (2016). Semistrukturert intervju. (F.E.Solberg, Interviewer)
- Løes, A. (2015). *Effects of anaerobically digested manure on soil fertility - establishment of a long term study under Norwegian conditions*. Resultatrapport. Tingvoll: Bioforsk Økologisk.
- M. Uldal, M. C. (2009). *Substrathandbok för biogasproduktion*. SGC.
- MAN. (n.d.). Retrieved 08 22, 2013, from http://www.man-engines.com/de/on-road/euro_6/Euro_6.html
- mattrygghet, V. f. (2014). *Zink and copper in pig and poultry production - fate and effects in the food chain and the environment*. VKM.
- Miljødirektoratet. (2014). *Grenseverdier og nasjonale mål. Forslag til langsiktige helsebaserte nasjonale mål og reviderte grenseverdier for lokal luftkvalitet*. Miljødirektoratet.
- P. Kragseth, J. E.-H. (2005). *Gass i Buss, Naturgass som drivstoff for norske busser*. Norsk Gassforum.
- R. Richardsen, R. N. (2014). *Analyse marint restråstoff, 2014*. Sintef Fiskeri og Havbruk.
- Renhållningsverksforeningen, R. -S. (2005). *RVF Utveckling 2005:10 - Användning av biogödsel*. RVF.
- Ruter. (2016). *Biogass i kollektivtransporten i Oslo og Akershus, presentasjon v/ frokostmøte om Ruters biogassatsing 8.4.2016*.
- S. Sande, A. K. (2008). *Biogass i Bergen*. Forprosjekt. Bergen.
- Saxegård, S. (2015). *Life cycle assessment of biogas production from organic waste sources in a Norwegian context*. Trondheim.
- SGC. (2012). *Basic data on biogas. 2nd edition*. Malmö: Svenskt Gastekniskt Center.
- Sørby, I. (2016). Semistrukturert Intervju. (F. E. Solberg, Interviewer)
- Sør-Trøndelag fylkeskommune. (2014). *KLIMA- OG MILJØVENNLIGE BUSSE, Rapport om drivstoffteknologi med fokus på løsninger fra 2018*. Sør-Trøndelag fylkeskommune i samarbeid med AtB.
- Thorbjørnsen, L. (2016). Semistrukturert intervju. (F. E. Solberg, Interviewer)
- TØI. (2013). *Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi*.
- TØI. (2014, Juni 26). *Teknologier - nye busser. Hva er best for Trondheim? Presentasjon ved seminar*. Trondheim.

US. Department of Energy. (n.d.). *Alternative Fuels Data Center - Fuels & Vehicles - Natural Gas*. Retrieved 11 1, 2013, from http://www.afdc.energy.gov/fuels/natural_gas_basics.html

Wiqvist, H. R. (2005). *Utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall*. RVF - Svenska Renhållningsverksförningen.

VEDLEGG 2 ANTAKELSER

Tabell 3: TS, VS og metanpotensiale for ulike typer råstoff

Råstoff type	TS-innhold i råstoff	VS andel av TS	Metanpotensiale per tonn VS [Nm ³]
Husdyrgjødsel Melkekyr	0,10	0,80	190 (150-250)
Husdyrgjødsel Ammekyr	0,09	0,80	190 (150-250)
Husdyrgjødsel Øvrig storfe	0,09	0,80	190 (150-250)
Husdyrgjødsel Hester	0,30	0,80	180
Husdyrgjødsel Får	0,31	0,80	180
Husdyrgjødsel Lam	0,32	0,80	180
Husdyrgjødsel Geiter	0,31	0,80	180
Husdyrgjødsel Purker, råner	0,08	0,80	290 (250-300)
Husdyrgjødsel Slaktegris	0,06	0,80	290 (250-300)
Husdyrgjødsel Smågris	0,08	0,80	290 (250-300)
Husdyrgjødsel Verpehøns	0,16	0,80	150-250*
Husdyrgjødsel Gjess og kalkun	1,88	0,80	150
Husdyrgjødsel Kylling	0,29	0,80	150-250*
Husholdningsavfall	0,33	0,80	375 (360-390)
Avløpsslam	0,025	0,80	300

*250 Nm³ for tilfeller der strø er innblandet
Kilde: (Birkmose, 2013), (M. Uldal, 2009).

Tabell 4: Gjødseandel avsatt direkte på beite av utegående husdyr

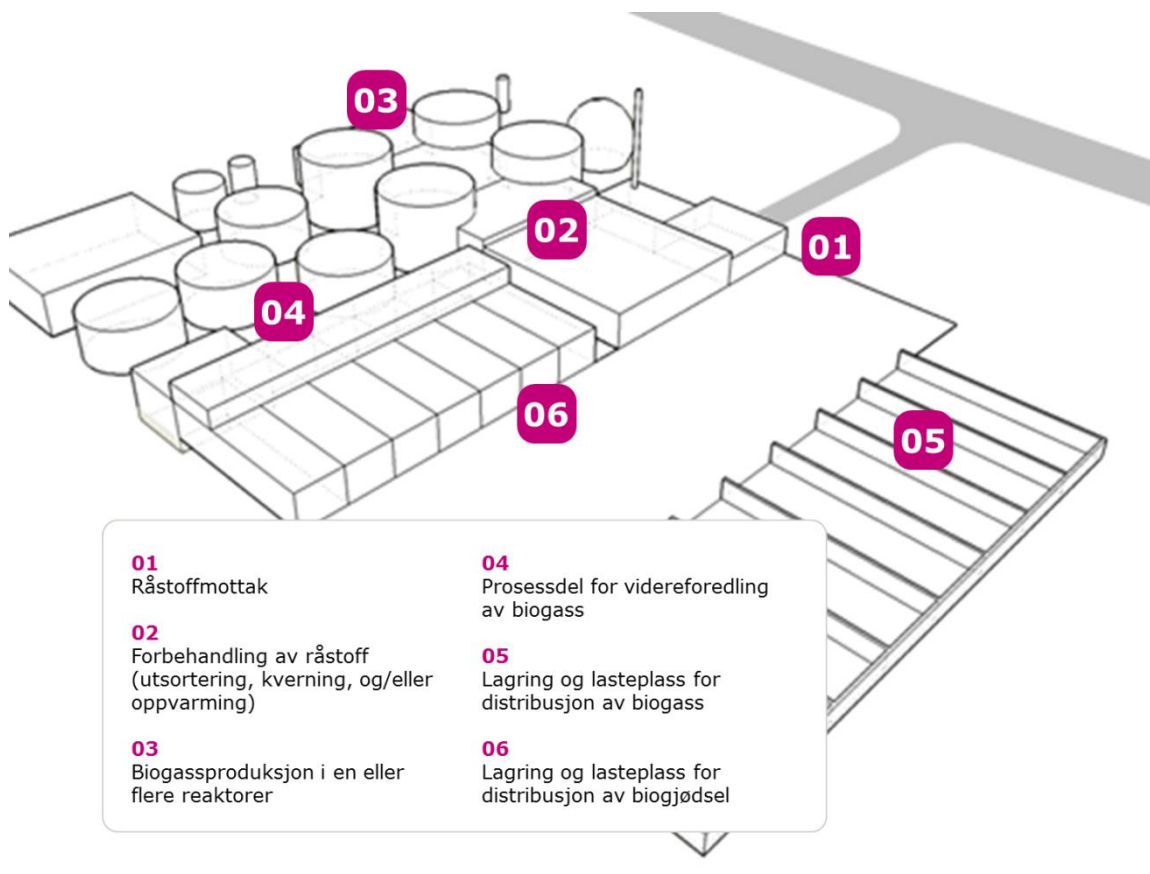
Råstoff type	Gjødseandel avsatt på beite
Husdyrgjødsel Melkekyr	0,13
Husdyrgjødsel Ammekyr	0,13
Husdyrgjødsel Øvrig storfe	0,13
Husdyrgjødsel Hester	0,62
Husdyrgjødsel Får	0,67
Husdyrgjødsel Lam	0,67
Husdyrgjødsel Geiter	0,47
Husdyrgjødsel Purker og råner	0,00
Husdyrgjødsel Slaktegris	0,00
Husdyrgjødsel Smågris	0,00
Husdyrgjødsel Verpehøns	0,00
Husdyrgjødsel Gjess og kalkun	0,00
Husdyrgjødsel Kylling	0,00

VEDLEGG 3

DETALJTABELLER OG FIGURER

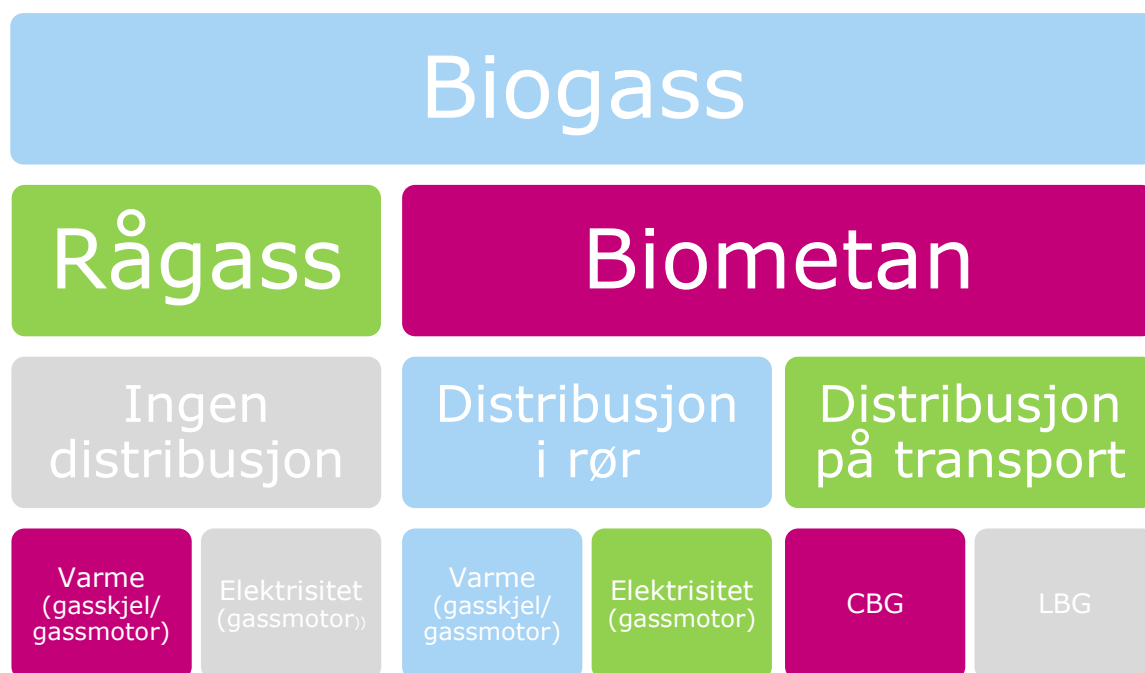
Figur 30 viser en generell oversikt over et biogassanlegg. Anlegget består vanligvis av

- et råstoffmottak, i form av en lagerhall eller lagertanker
- en forbehandlingsdel der eventuelle ikke-organiske fraksjoner sorteres ut og råstoffet kvernes eller tynnes ut med vann, samt varmebehandles dersom det stilles krav til dette
- en eller flere biogassreaktorer
- en prosessdel for videreforedling av biogass dersom den skal distribueres, alternativt gasskjel eller gassmotor for energiproduksjon på anlegget
- lagring og lasting av biogass og biorest for distribusjon



Figur 30: Oversikt over et biogassanlegg

Figur 31 viser de ulike formene for biogass og opphavet til gassen.



Figur 31: Ulike former for biogass og bruksområder

Tabell 5 lister produsentene fylkesvis, og det er satt av kryss for hvilke biogassressurser de ulike anleggene utnytter. Produksjonskapasitet og faktisk produksjon i 2015 er angitt i GWh.

Tabell 5: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen (produksjon angitt i GWh)

Fylke	Anlegg	Næring savfal	Matavf all	Gjød- sel	Avløps slam	Depo- nigass	Prod.k ap.	Prod (2015)
Akershus	Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS)				x		69	69
Akershus	Gardermoen RA	x			x		6	4
Akershus	Nordre Follo RA				x		9	3
Akershus	Søndre Follo RA				x		9	9
Akershus	Bårlidalen renseanlegg						2	-
Akershus	EGE Romerike Biogas- sanlegg	x	x				45	24
Akershus	Holum Gård			x			1	1
Buskerud	Lindum Energi AS	x	x				39	23
Buskerud	Sellikdalen RA				x		-	-
Buskerud	Monserud RA				x		4	4
Oslo	Bekkelaget RA				x		33	27
Telemark	Knardalstrand RA				x		5	4
Telemark	IATA Treungen		x				8	6
Vestfold	Sandefjord RA				x		4	4
Vestfold	Lillevik RA				x		6	4
Vestfold	Greve Biogass		x	x			68	65*
Østfold	FREVAR KF	x	x		x		34	29
Østfold	Fuglevik RA				x		3	3
Østfold	Mysen RA				x		3	2
Østfold	Bodal RA				x		0,6	0,6
Østfold	Alvim RA				x		4	4
Østfold	Borregard	x					112	56
Østfold	Tomb jordbrukskole			x			1	1
							466	341

*Greve er i en oppstartsfase

Tabell 6: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen. Utvidelsesmuligheter, distribusjon og type råstoff

Fylke	Kommune	Anlegg	Produksjon skapasitet [GWh]	Faktisk produksjon [GWh]	Utvidelsesmuligheter	Distribusjon	Type Råstoff (Substrat)
Akershus	Eidsvoll	Bårlidalen renseanlegg	3,94	1,97	Overkapasitet, designet for befolkningsvekst til 2035	Biogassen brukes internt til strøm og varme, med mulighet til å sende strøm på nettet og bioresten distribueres til jordbruket	Avløps slam
Akershus	Oslo	EGE Romerike biogassanlegg	45,90	28,07	Overkapasitet	Biogassen oppgraderes og distribueres på flak og biogjødsel distribueres til jordbruket	Våtorganisk, nærings- og industriavfall og deponigass
Akershus	Ullensaker/Na nnestad	Gardermoen RA	5,66	3,77	Overkapasitet, forventer dobling av gassmengde i løpet av 2016	Biogassen brukes internt til varme og biorest distribueres til jordbruket	Avløps slam og fett
Akershus	Oppegård/Ås/ Ski	Nordre Follo RA	9,43	3,10	Overkapasitet	Biogassen brukes kun internt til strøm og varme, og bioresten blir distribuert til jordbruket	Avløps slam
Akershus	Ås/Vestby	Søndre Follo RA	8,97	8,52	Planlegger nytt anlegg til 2019, forprosjekt i 2013, kapasiteten er sprengt i dag	Varmer internt og resten fakes	Avløps slam
Akershus	Oslo/Bærum/ Asker/Røyken	Vestfjorden Avløps selskap (VEAS)	68,54	68,54	Tidvis underkapasitet	Biogassen brukes kun internt til strøm og varme og biogjødsel selges	Avløps slam
Buskerud	Drammen	Lindum Energi AS	38,51	22,85	Overkapasitet	Biogassen oppgraderes og distribueres på flak og biogjødsel distribueres til jordbruket, som kompostprodukter og til plenproduksjon	Avløps slam, våtorganisk, nærings- og industriavfall og deponigass
Buskerud	Ringerike	Monserud RA	3,77	3,77	Underkapasitet	Biogassen brukes internt til varme og strøm, med mulighet til å sende strøm på nettet, og biorest distribueres til jordbruket	Avløps slam
Buskerud	Kongsberg	Sellikdalen RA	-	2,80	Overkapasitet	Biogassen brukes internt til oppvarming og prosess og bioresten distribueres til jordbruket	Avløps slam
Oslo	Oslo	Bekkelaget Vann AS (BEVAS)	32,96	26,61	Er muligheter og utvides i disse dager med to ekstra råtnetanker	Mest drivstoff distribuert på flak, noe varme internt og faking. Biorest til jordbruket	Avløps slam og fett
Telemark	Nome/Drange dal/Nissedal/ Åmli	IATA Treungen	9,62	7,05	Overkapasitet	Varmer internt og strøm ut på nettet, biorest går til etterkompostering og blir matjord	Våtorganisk og noe deponigass (mindre de siste årene)
Telemark	Skien og Porsgrunn	Knardalsstrand RA	5,23	4,19	Overkapasitet	Biogass brukes internt til varme og prosess, og bioresten distribueres til jordbruket	Avløps slam
Vestfold	Tønsberg	Greve Biogass AS	68,00	65,42	Planlagte utvidelser, samt at Lindum som driver anlegget kommersielt har vunnet kontrakter fra Asker og RFD	Biogass oppgraderes og distribueres på gassnett og flak og biogjødsel distribueres tilbake til bøndene	Våtorganisk og husdyrgjødsel
Vestfold	Larvik	Lillevik RA	6,18	4,33	Overkapasitet	Biogassen brukes internt til varme og biorest distribueres til jordbruket	Avløps slam
Vestfold	Sandefjord	Sandefjord RA	4,17	4,17	Underkapasitet, nytt biologisk rensetrinn forventes ferdig 2020- 2021	Varmer og strøm internt, en del fakes	Avløps slam
Østfold	Sarpsborg	Alvim RA	4,06	4,06	Ja, holder på med utvidelse	Bioresten distribueres til jordbruket	Avløps slam
Østfold	Rakkestad	Bodal RA	0,63	0,56	Til tider overkapasitet	Biogass brukes kun internt til varme og bioresten distribueres til jordbruket	Avløps slam
Østfold	Sarpsborg	Borregaard	111,65	55,83	Overkapasitet	Biogassen brukes kun internt til varme som supplering/erstatning for propan og bioresten deponeres	Industriavfall
Østfold	Fredrikstad	FREVAR KF	34,06	29,16	Overkapasitet råtnetanker og begrenset kapasitet på andre deler av anlegget	Biogassen oppgraderes og distribueres på flak og biogjødsel distribueres til jordbruket	Avløps slam, våtorganisk og nærings- og industriavfall
Østfold	Moss	Fuglevik RA	3,44	3,24	Kapasitet sprengt i dag, Kambo RA skal legges ned og kapasitet flyttes til Fuglevik RA	Biogassen brukes internt til strøm og varme og bioresten distribueres til jordbruket	Avløps slam og noe næringsmiddelavfall
Østfold	Eidsberg	Mysen RA	3,30	1,65	Underkapasitet	Biogassen brukes internt til varme og biorest distribueres til jordbruket	Avløps slam
			468	350			

Summene i denne tabellen avviker litt fra summene i rapporten for øvrig da input fra et par av de mindre anleggene ikke ble tilgjengelig før like innen rapportens leveransefrist.

Tabell 7: Biogassprodusenter i Oslofjordregionen. Geografisk sourcing, marked og kapasitet.

Fylke	Kommune	Anlegg	Type råstoff [tonn TS]	Geografisk sourcing	Eneretts-/markedsbasert	Forbehandling	Reaktorkapasitet [m3]
Akershus	Eidsvoll	Bårlidalen renseanlegg	Avløpsslam (802 t)	Eidsvoll	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (55°C og 2t)	612
Akershus	Oslo	EGE Romerike biogassanlegg	Våtorganisk (7.349 t), nærings- og industriavfall (1.070 t) og deponigass (4,47 GWh til varme)	Oslo kommune	Kommunalt eid og diftet	Termisk hydrolyse (130°C i 30min)	6 400
Akershus	Ullensaker/Nannestad	Gardermoen RA	Avløpsslam (2.224 t) og fett (1.000 t)	Ullensaker (minus Kløfta), Nannestad og flyplassen	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (min. 55°C og 2t)	1 870
Akershus	Oppegård/Ås/Ski	Nordre Follo RA	Avløpsslam (1.311 t)	Oppegård, Ski og Ås (nord)	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Ingen	1 500
Akershus	Ås/Vestby	Søndre Follo RA	Avløpsslam (1.069 t)	Ås og nordre Vestby, samt Nesodden og Frogn	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Pasteurisering (70°C i 0.5t)	1 500
Akershus	Oslo/Bærum/Asker/Røyken	Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS)	Avløpsslam (25.000 t)	Oslo området	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Membranfilterpresse (80°C i 2t)	24 000
Buskerud	Drammen	Lindum Energi AS	Avløpsslam (7.722 t), matavfall (7.01 t), septik-/industriavfall (889 t) og deponigass (8,73 GWh til varme)	Tar imot avvannet slam fra flere renseanlegg i området	Marked	Termisk hydrolyse (136°C i 20min)	3 500
Buskerud	Ringerike	Monserud RA	Avløpsslam (1.109 t)	Ringerike, Jevnaker, Hole, Gran og Lunner	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (60°C i 1t)	2 000
Buskerud	Kongsberg	Sellikdalen RA	Avløpsslam (1.211 t) og deponigass (0,87 GWh)	Kongsberg kommune og ett renseanlegg til, får også avløpsslam fra Flesberg og Rollag kommune grunnet problemer med deres anlegg	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Ingen	1 300
Oslo	Oslo	Bekkelaget Vann AS (BEVAS)	Avløpsslam (11.558 t) og fett	Oslo området	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Ingen	8 000
Telemark	Nome/Drangedal/Nissedal/Åmli	IATA Treungen	Våtorganisk (1.543 t) og deponigass (1,38 GWh til varme og strøm)	Nome, Drangedal, Nissedal, Åmli og Bø (Reno-Vest)	Marked	Hydrolyse (1-2d)	2 000
Telemark	Skien og Porsgrunn	Knardalsstrand RA	Avløpsslam (2.138 t)	Skien og Porsgrunn	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (60°C i 1t)	3 300
Vestfold	Tønsberg	Greve Biogass AS	Våtorganisk (14.025 t) og husdyrgjødsel (3.600 t)	Våtorganisk fra alle kommunene til VESAR og RiG og husdyrgjødsel fra Holmestrand, Hof, Horten, Re, Tønsberg, Andebu, Stokke og Sandefjord	Marked	Hygienisering (70°C i 1t)	12 000
Vestfold	Larvik	Lillevik RA	Avløpsslam (1.098 t)	Larvik kommune, andre renseanlegg og septik	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Pasteurisering (65°C i 1t)	2 200
Vestfold	Sandefjord	Sandefjord RA	Avløpsslam (1.756 t)	Sandefjord, noe fra Andebu og noen husstander på grensen mot Larvik	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Pasteurisering (60°C i 1t)	1 880
Østfold	Sarpsborg	Alvim RA	Avløpsslam (1.674 t)	Sarpsborg	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (60°C i 1t)	2 400
Østfold	Rakkestad	Bodal RA	Avløpsslam (354 t)	Rakkestad kommune + noe septik fra andre kommuner	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (60°C i 1t)	400
Østfold	Sarpsborg	Borregaard	Industriavfall (17.520 t)	Henter kun avfall fra egen produksjon	Ikke relevant	Ingen	6 400
Østfold	Fredrikstad	FREVAR KF	Avløpsslam (2.250 t), matavfall (1.683 t) og nærings- og industriavfall (6.120 t)	Avløpsslam fra Fredrikstad og Hvaler, våtorganisk fra Indre Østfold og annet organisk under Nærings- og industriavfall er markedsbasert og oppgis ikke med kilde	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp) + marked	Pasteurisering (70°C i 0.5t)	7 400
Østfold	Moss	Fugelvik RA	Avløpsslam (1.460 t) og noe	Rygg og store deler av Moss	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Pasteurisering (60°C i 1t)	1 400
Østfold	Eidsberg	Mysen RA	Avløpsslam (374 t)	Eidsberg	Vann- og kloakkavgift (selvkostprinsipp)	Hygienisering (65°C i 1t)	450
			116 586				90 512

Summene i denne tabellen avviker litt fra summene i rapporten for øvrig da input fra et par av de mindre anleggene ikke ble tilgjengelig før like innen rapportens leveransefrist.

VEDLEGG 4

INTERVJUGUIDER

Tabell 8: Semistrukturert intervju - produsenter av biogass

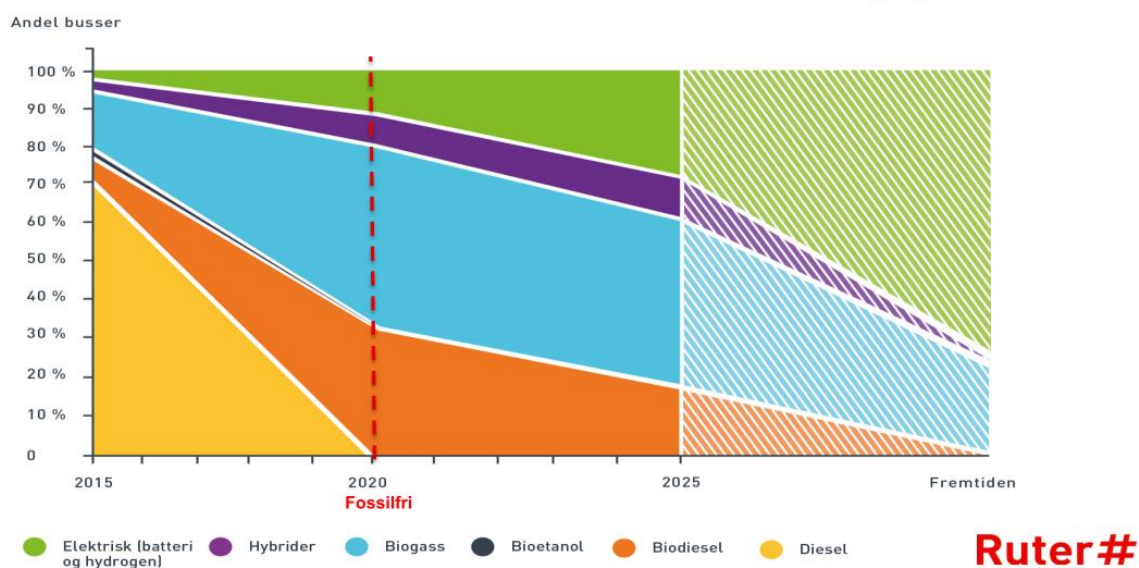
Anleggstype	- Type anlegg (samr�tning, enkeltstående, privat, gårdsanlegg etc.) - Type forbehandling - Type og temperatur på hydrolyse/hygienisering - Reaktortype (tørrstoffandel, temperatur, omr�ringsteknologi) - Begrensninger for noen råstofftyper? - Type anlegg for videreforedling (varme/kraft/oppgradert gass) - Hvordan distribueres gass til sluttbruker (r�r, transport, etc.)? Hvem omsetter? - Anvendelse av gass i dag (internt/eksternt)? Hvem er sluttbruker?
Kapasitet	- Råtnetanker/reaktorer; antall og størrelse? - Dimensjonerende kapasitet (tonn tørrstoff eller tonn matavfall) - Hva er oppholdstiden? - Er det over-/underkapasitet per i dag? - Hvilken del av anlegget vil være flaskehalsen for mottak av mer avfall eller høyere gassproduksjon? - Er det utvidelsesmuligheter? - Vurdert eller planlagt utvidelse?
Gass-produksjon	- Dagens rågassproduksjon (MNm³/år) og r�gasskvalitet (% CH₄)? - Hvor mye fakles (MNm³/�r, GWh)? - Hvor mye energi selges (GWh)? Årsaker til at man ikke har avsetning på all gass (driftsstopp, flaskehalser etc.)? - Muligheter/planer for � øke gassproduksjonen? - Hva er inntektene fra salg (og utsikter framover)? - Hva fungerer godt? Drivere? - Hva er barrierene?
Råstoff	- Hvilke typer råstoff tas i mot? - Hvor mye av hver type (tonn/år)? - Hvor kommer det fra? - Er det noe råstoff man tidligere har fått, men som ikke lenger tas i mot (�rsak)? - Hvilke typer råstoff ønskes det mer av/nye råstoff (�rsak)? - Hvordan forventer r�stoffmengdene � utvikle seg (nærmeste 5 år)? - Er gate fee basert på marked eller enerettstildeling? - Hvis begge deler, hvor mye er basert på anbud (%)? - Hvor lenge forventer man � basere seg på enerettstildeling? - Hva er forventningene til gate fee i et femårsperspektiv?
Biorest/-gjødsel	- Hvilke fraksjoner f�r man (våt, tørr)? - Hvilke mengder (tonn/år)? - Hvor går de ulike fraksjonene? - Videreforedles noe, og hva er sluttproduktet? - Hva er kostnadene/inntektene på de ulike fraksjonene? - Ser man et potensial for � videreutvikle denne verdikjeden? - Har man konkrete planer for dette? - Hva er barrierene for økt verdiskaping?

Tabell 9: Semistrukturert intervju - distributører av biogass

Biogass	• Type distribusjon (rør, CBG-transp, LBG-transp., fyllestasj.) • Hvem kommer gassen fra? (leverandør) • Hvor mye av hver type gass (CBG, LBG)? • Hvem er sluttbrukere? (navn, lokasjon, type bruk (stasjonære formål, drivstoff,) • Er det noe gass man tidligere har omsatt, men som ikke lenger omsettes? /Eventuelle krav fra sluttbruker? • Hvordan forventes biogassmengdene å utvikle seg (nærmeste 5 år)? • Hva er barrierene for økt omsetning?
Kapasitet	• Fyllestasjoner - kommersiell/ikke kommersiell? • Fyllestasjoner – antall fyllestusser langsomfylling • Fyllestasjoner – antall fyllestusser hurtigfylling • Omsetter – transportstrekning? • Alle – årlig kapasitet totalt? Hvor mye selges? • Alle – årlig kapasitet fordelt på CBG og LBG? • Alle – samsvar tilbud/etterspørsel? • Alle - Hovedutfordringer ift kapasitet? • Alle - Er det over/underkapasitet per i dag? • Alle - Hva vil være flaskehalsen for omsetting av mer gass? • Alle - Er det utvidelsesmuligheter i kapasitet? • Alle - Vurdert eller planlagt kapasitetsutvidelse?

VEDLEGG 5 YTTERLIGERE INFORMASJON FRA RUTER

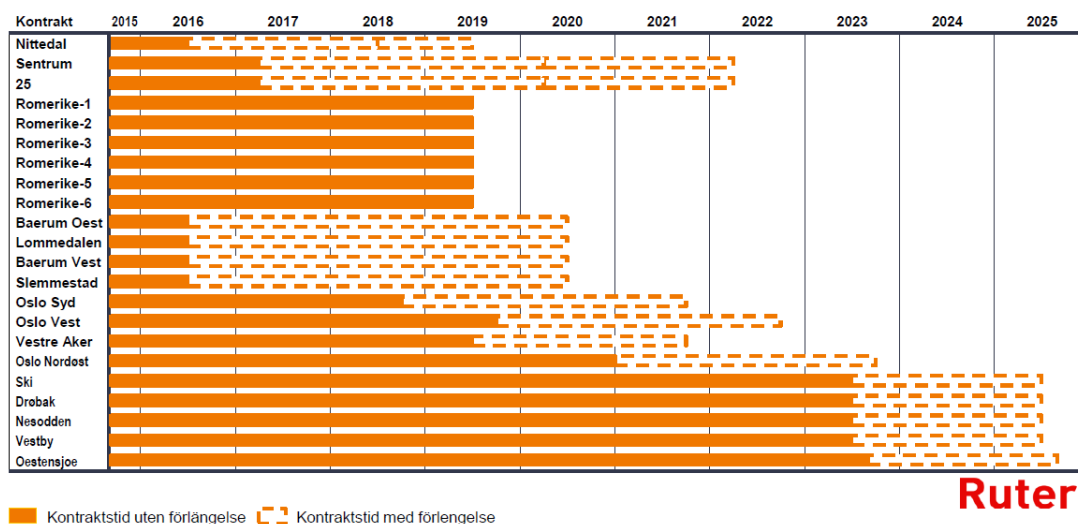
Ruters målbilde for bussflåten: Ambisiøs miljøprofil 2025



Figur 32: Ruters målbilde for bussflåten

Figuren over viser Ruters målbilde for bussflåten. Her kan man se at det vil være behov for en økning i bruk av biogass frem til 2020 og en fortsatt høy bruk mot 2025.

Kontraktsoversikt (pr 2015)



Figur 33: Kontraktsoversikt Ruter

Ut fra kontraktsoversikten kan man se når ulike kontrakter fases ut og dermed vil være tilgjengelige for bl.a. biogass. Rambøll har ikke hatt mulighet til å gå i detalj i forhold til hvilke kontrakter som er mest sannsynlige for biogassbruk.