



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2020 30 stp

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Biogass i Norge – Barrierer og utfordringer

Biogas in Norway – Barriers and challenges

Martin Skjøstad Andersen

Fornybar energi

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på mitt toårige masterprogram i Fornybar energi ved Fakultetet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA), våren 2020.

Jeg vil gjerne starte med å takke min veileder Erik Trømborg for gode innspill, hjelp til struktur og oppbygging av oppgaven. Videre rettes en stor takk til samtlige personer som har satt av tid og energi og stilt til intervju. I tillegg vil jeg takke mine foreldre for tips til kontakter vedrørende masteroppgaven, korrekturlesing av den og for god støtte gjennom hele min studietid.

Til slutt vil jeg takke min veldig gode venn og klassevenninne Anne L. R. Hertenberg. Både for hyggelige rusleturer og ikke minst for en humor som få kan matche. Du har vært en uvurderlig støtte og gjort denne masterperioden utrolig mye bedre.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, 01. juni 2020



Martin Skjøstad Andersen

Sammendrag

Biogass er en type fornybar energi som får økende oppmerksomhet og som med fordel kan utnyttes bedre. Klimanytten av biogass avhenger blant annet av hvilke råstoff som er brukt i produksjonen, effektivitet og hva biogassen og bioresten erstatter. Erstatning av diesel og substitusjon av mineralgjødsel gir gjerne den største klimanytten. Markedet for biogass er hovedsakelig rettet mot veitransportmarkedet, men fungerer også til eksempelvis fjernvarme, skipsfart og industri.

I Norge er det en beskjeden produksjon av biogass og et behov for en mye sterkere satsing om biogassmarkedet skal utvikles. Anslagene for potensial er mange, men fellesnevneren er at det finnes et uutnyttet potensial. Miljødirektoratet oppgir 2,5 TWh som realistisk produksjonspotensial i 2030. Dette tilsvarer en økning på 2 TWh fra i dag. Det er fortsatt en liten del av energibehovet i transportsektoren (10-12 TWh), men det er en start som kan bli verdifull.

Det er i denne oppgaven undersøkt hvilke barrierer og utfordringer som finnes i det norske biogassmarkedet. Utviklingen og statusen for biogass i Danmark og Tyskland er også undersøkt for å vurdere hva Norge kan lære fra land med et langt bedre utviklet marked. To støtteordninger med ulike scenarioer er også vurdert med hensyn til type råstoff og produksjonspotensial i 2030. Undersøkelsene er gjennomført ved litteraturstudie av både markedsituasjon i Norge og status i Danmark og Tyskland. Det er også gjennomført 28 telefon og Microsoft Teams intervjuer med ulike interessenter i biogassmarkedet. Intervjuobjektene er delt inn i fire grupper; biogassprodusenter, bedrifter med kjøretøyflåte, fjernvarmeprodusenter og bedrifter med skipsfart. Støtteordningene er beregnet i Microsoft Excel.

Resultatene av denne studien har vist at aktuelle biogassforbrukere og produsenter peker på for høye kostnader. Mange aktører poengterer også et mangelfullt fokus fra politikere og myndigheter. Rammevilkårene er uforutsigbare med få drivende virkemidler. Flere langsiktige og gode insentiver er nødvendig for både produsenter og biogassforbrukere, dersom en større andel av potensialet skal utnyttes. I Danmark og Tyskland er el-prisene langt høyere, noe som gjør det mye mer lønnsomt å benytte biogass til produksjon av elektrisitet og varme enn i Norge. Derfor er transportmarkedet mer aktuelt. Med overordnede mål og sterke virkemidler tilpasset norske forhold, kan biogass få en spennende fremtid i Norge.

Abstract

Bioenergy is a type of renewable energy which are getting an increased amount of attention and could advantageously be utilized on a higher level. The benefits of biogas are among other things dependent on the type of feedstock used in the production, how efficient the process is and what the biogas and digestate is substituting. In case of diesel and mineral fertilizers replacement, use of biogas gives the highest climate yield. The biogas market, as of today, is mainly aimed at the road transport sector, but it's entirely possible to use for other purposes as well, such as district heating, maritime transport and industry.

In Norway, there are a modest production of biogas and a need of much stronger commitment from the authorities if the biogas market is to evolve. There are many estimates of potential, but the common denominator is untapped potential. The Norwegian Environment Agency state a realistic production potential of 2.5 TWh in 2030. This equals an increase of 2 TWh from the current production levels. It's still a small part of the total energy demand in the transport sector (10-12 TWh), but it's a start which can be valuable.

This thesis assesses which barriers and challenges the Norwegian biogas market is up against. The status in Denmark and Germany is evaluated to find out why biogas is much more common in these countries. Two support schemes with several scenarios are evaluated in relation to feedstocks and production potential in 2030 as well. The evaluations have been executed based on a literature study of the market situation in Norway, and status in Denmark and Germany. In addition to 28 phone and Microsoft Teams interviews with different stakeholders in the biogas market. The interview subjects are divided into four groups; biogas producers, companies with a vehicle fleet, district heating companies and companies with maritime transport. The support schemes are calculated in Microsoft Excel.

The results of this thesis have shown that both biogas producers and users emphasize high costs. In general, politicians and the government have a lack of attention directed to biogas. The framework is unpredictable with few methods in favour of biogas. There is a need for long term and strong incentives, both for users and producers. The electricity price is much lower in Denmark and Germany, which makes electricity and heat production more profitable. Therefore, the transport market is more relevant. With superior goals and strong methods adapted to Norwegian conditions, biogas can have an exciting future in Norway.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Figurliste	VI
Tabelliste	VII
Nomenklatur	VIII
1 Innledning	1
1.1 Introduksjon.....	1
1.2 Studier.....	4
1.3 Hensikt og formål	6
2 Biogass – teknologi, anvendelse og klimanytte	7
2.1 Hva er biogass?	7
2.2 Nytte av biogass.....	9
2.2.1 Oppgradering av biogass	13
2.3 Biogass i Norge	14
2.3.1 Virkemidler i Norge	18
2.4 Potensial i Norge.....	20
3 Metode og datagrunnlag	23
3.1 Litteratursøk og datainnsamling.....	23
3.2 Kvalitative intervjuer	23
3.3 Scenarioer for støtteordninger.....	24
3.3.1 Råstoffstøtte.....	24
3.3.2 Støtte per CO ₂ -ekvivalent.....	26
3.4 Kartlegging av markedsmuligheter.....	27
3.5 Beregninger	28
4 Resultater.....	29
4.1 Hvorfor er ikke biogass bedre utnyttet i Norge?.....	29
4.1.1 Biogassprodusenter.....	29
4.1.2 Bedrifter med kjøretøyflåte	36
4.1.3 Fjernvarmeprodusenter	40
4.1.4 Bedrifter med skipsfart	43

4.2	Støtteordningene i Danmark og Tyskland sammenlignet med Norge	47
4.2.1	Danmark	47
4.2.2	Tyskland.....	50
4.2.3	Forskjeller fra Norge	52
4.3	Scenarier for støtteordninger	53
4.3.1	Råstoffstøtte.....	53
4.3.2	Støtte per CO ₂ -ekvivalent.....	58
5	Diskusjon	62
5.1	Likheter og ulikheter i litteratur og intervjuer.....	62
5.2	Hvorfor er ikke produksjonspotensialet bedre utnyttet i dag?	62
5.3	Støtteordningene.....	64
5.4	Metodikken.....	65
5.4.1	Litteraturen	65
5.4.2	Intervjuer	66
5.4.3	Beregninger	67
5.5	Utfordringer og barrierer.....	67
5.5.1	Nullutslippsløsning og markedsmuligheter.....	67
5.5.2	Politikk og organisering	69
5.5.3	Støtte og koordinering	70
5.6	Videre forskning.....	74
6	Konklusjon.....	75
	Referanser	77
	Vedlegg A.....	85

Figurliste

Figur 1 – Oversikt over utviklingen av «Biogases - Inland consumption – calculated» i EU-28. Verdiene er hentet fra Eurostat og omregnet fra TJ til TWh (Eurostat, 2020)	2
Figur 2 – Illustrasjonen til høyre viser antall anlegg per 1 million innbyggere og illustrasjonen til venstre viser utviklingen av biogassanlegggutbyggelse i hele Europa (European Biogas Association, 2019b)	3
Figur 3 – Forenklet biogassproduksjonsprosess med de tre trinnene i biogassreaktoren vist .	7
Figur 4 – Utslippsandeler av metan i 2018 hentet fra Miljøstatus (Miljødirektoratet, 2019) .	10
Figur 5 – Produksjonskapasitet for biogass i nedre halvdel av Norge (Sund et al., 2017)	14
Figur 6 – Tall over biologisk mengde behandlet avfall til biogassproduksjon, hentet fra SSB sin statistikkbank for 2018.....	15
Figur 7 – Sammenstilling av kapasitet for biogassanlegg gjort av Sund Energy (Sund et al., 2017).....	16
Figur 8 – Kart over norske biogassanlegg med mulighet til å produsere biogass med drivstoffkvalitet (Sund et al., 2017)	16
Figur 9 – Historisk produksjon av biogass i Norge (Miljødirektoratet, 2020c)	18
Figur 10 – Produksjonspotensialer for biogass per type råstoff i 2030 oppgitt GWh med verdier fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020c)	21
Figur 11 – Eksisterende produksjon og ytterligere potensial for produksjon i 2030 per type råstoff (Sammut et al., 2019)	22
Figur 12 – Data hentet fra Biomasseoppgørelse 2017/18 hos Energistyrelsen.....	48
Figur 13 – Oversikt over hva produksjonen av biogass og biometan blir brukt til i Tyskland .	51
Figur 14 – Støttesatsscenario 1 med tilsvarende stablet kurve for støtte per kWh for hvert råstoffpotensial. Resultatet fremkommer av total årlig støtte for hvert råstoff, delt på produksjonspotensial per råstoff	55
Figur 15 – Støttesatsscenario 2 med tilsvarende stablet kurve for støtte per kWh for hvert råstoff. Total årlig støtte for hvert råstoff er delt på produksjonspotensial	56
Figur 16 – Støttesatsscenario 3 med tilsvarende stablet kurve for støtte per kWh for hvert råstoff. Total årlig støtte for hvert råstoff er delt på produksjonspotensial	58

Tabelliste

Tabell 1 – Forutsetninger brukt i beregningene av støttescenarioer	25
Tabell 2 – Forutsetninger for støtteordning basert på CO ₂ -ekvivalenter.	27
Tabell 3 – Støtte for ulike biogassformål oppgitt i rapport fra Energistyrelsen, oppgitt i NOK og omregnet med 1,45 NOK/DKK	49
Tabell 4 – Støttesatser for produksjon av biogass i Tyskland for anlegg etter 2017 i NOK og omregnet med 10,82 NOK/EUR	52
Tabell 5 – Verdier for støttesatser i scenario 1 med resulterende verdier per råstoff. Øre/kWh er resultatet av «årlig støtte» delt på «årlig biogasspotensial»	54
Tabell 6 – Verdier for støttesatser i scenario 2 med resulterende verdier per råstoff. Øre/kWh er resultatet av «årlig støtte» delt på «årlig biogasspotensial»	56
Tabell 7 – Verdier for støttesatser i scenario 3 med resulterende verdier per råstoff. Øre/kWh er resultatet av «årlig støtte» delt på «årlig biogasspotensial»	57
Tabell 8 – Årlig støttesummer for hvert råstoff med tilhørende biogassproduksjon ved full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff i 2030.....	59
Tabell 9 – Årlig støttesummer for hvert råstoff med tilhørende biogassproduksjon ved full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff i 2030.....	60
Tabell 10 – Årlig støttesummer for hvert råstoff med tilhørende biogassproduksjon ved full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff i 2030.....	61

Nomenklatur

Begrep	Forklaring
Substrat	Biomassen brukt i produksjon av biogass
LBG	Liquid biogas (flytende biogass)
CBG	Compressed biogas (komprimert biogass)
Biorest	Næringsrikt biproduktet fra produksjon av biogass
CO ₂	Karbondioksid
CH ₄	Metan
VS	Våtstoff
TS	Tørrstoff
Rå biogass	Resultatet fra biogassproduksjon uten rensing av gasser
Ekv	Ekvivalenter

1 Innledning

1.1 Introduksjon

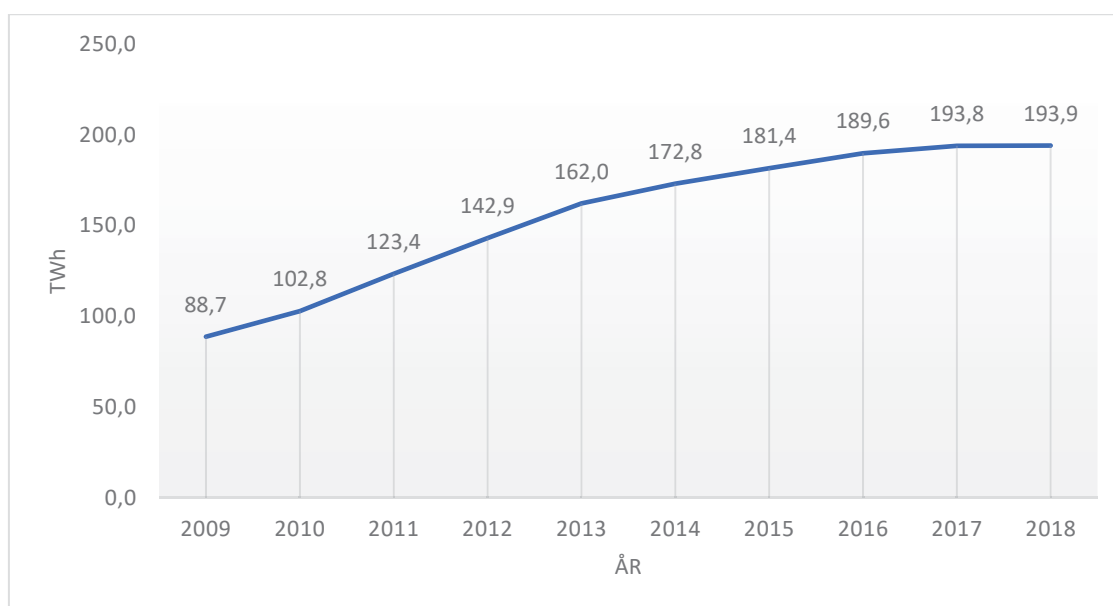
Bioenergi spiller en viktig rolle i utviklingen mot et bærekraftig samfunn med reduserte klimautslipp. Fokuset har økt verden over og bioenergi har fått en høyere prioritet enn tidligere. Flere studier påpeker dette, samt nytten av bærekraftig utnyttelse av biologiske ressurser. De samme undersøkelsene kommenterer også potensialet for økonomisk gevinst ved bruk av bioenergi. Økt utnyttelse vil derfor bidra til å forsterke bioøkonomien (Ali et al., 2019; Gaballah et al., 2019; Mai-Moulin et al., 2019). En fordel med bioenergi er at det kan benyttes i mange ulike former og til produksjon av både drivstoff, elektrisitet og varme (IEA, 2019). Biogass er en av formene for bioenergi og kan benyttes i både komprimert og flytende form. Det kan være en god løsning tilknyttet utnyttelse av ressurser og klimagassreduksjoner.

Biogass egner seg til både drivstoff og kraft- og varmeproduksjon. CHP-anlegg (combined heat and power) er et alternativt bruksområde som kombinerer sistnevnte. Et slikt anlegg kan benytte biogass til å produsere strøm og utnytter samtidig varmen som produseres i prosessen. Denne anvendelsen for biogass har en høy virkningsgrad og utnytter derfor energien effektivt (Akkouche et al., 2019; Rosvold & Hofstad, 2019). En annen positiv side ved bruk av biogass, er at avfallsressurser som vanligvis ville gått til spille eller blitt utnyttet på en mindre hensiktsmessig måte, kan utnyttes. Lagring av avfallet kan også resultere i utslipp, noe som forhindres ved utnyttelse i biogassproduksjon (Weiland, 2006; Morken et al., 2017; Gaballah et al., 2019).

Hvilket bruksområde som er mest lønnsomt og har den høyeste klimanytten, avhenger av både lokale og nasjonale forhold, inkludert hva bioenergien erstatter. Eksempelvis er det stor klimanytte tilknyttet produksjon av biogass som erstatter fossile drivstoff som diesel (Bardalen et al., 2018; Lyng, 2018; Skjelvik et al., 2018; Sørum, 2018). Bærekraftig utnyttelse av biogass kan derfor spille en viktig rolle i utviklingen mot et bærekraftig samfunn. Rapporter fra både Weiland (2006) og Gaballah et al. (2019) påpeker at biogassproduksjon også er en form for organisk avfallsbehandling og bidrar derfor samtidig med å løse utfordringer knyttet til behandling av avfallsprodukter. I tillegg kan det forbedre kvaliteten av gjødsel og redusere luktforurensning (Weiland, 2006; Gaballah et al., 2019). Det er en god kretslopstankegang å

utnytte avfall til produksjon av biogass, da næringsstoffer gjenvinnes og kan brukes til gjødsling (Lånke et al., 2016; Ali et al., 2019).

I Norge er biogassproduksjonen begrenset. I 2018 lå produksjonen på omkring 500 GWh hvor nesten ¼ ble faket (Miljødirektoratet, 2020c). Hvor mye biogass som produseres rundt om i verden, varierer mye med de ulike forutsetningene og rammevilkårene for produksjon og bruk. Satsingen har vært av ulik tyngde i Europa, men er preget av en jevn stigning fra 2009. Figur 1 viser utviklingen av biogassforbruk og gjelder for medlemslandene i EU-28¹.

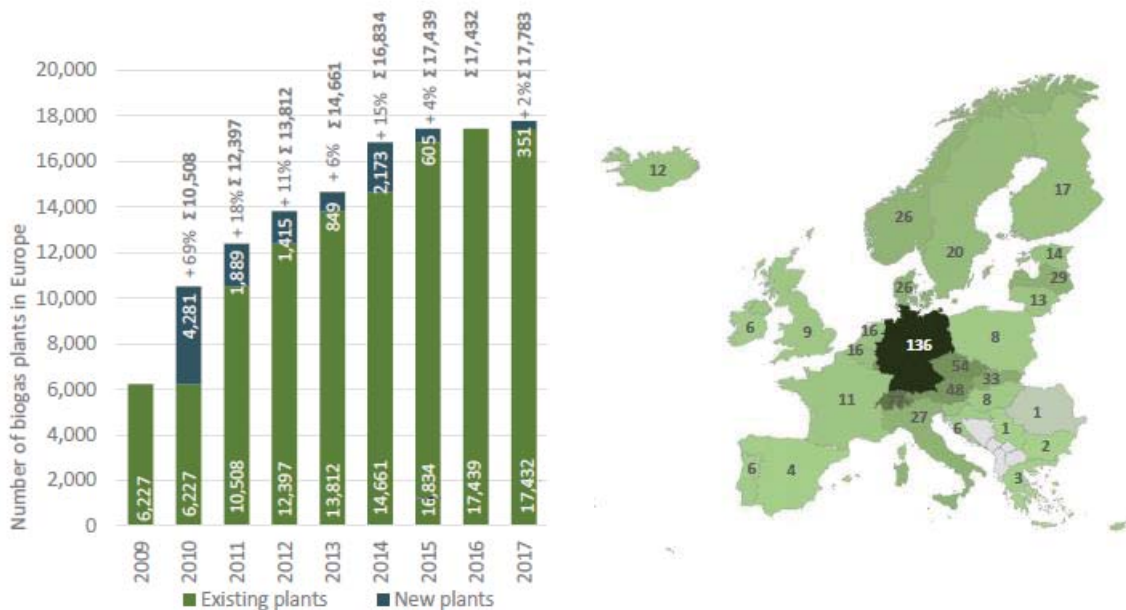


Figur 1 – Oversikt over utviklingen av «Biogases - Inland consumption – calculated» i EU-28. Verdiene er hentet fra Eurostat og omregnet fra TJ til TWh (Eurostat, 2020)

EBA² har en statistisk rapport for 2018 over anleggsutbygging i Europa. Dette gjelder EU-28 i tillegg til Norge, Island, Sveits og Serbia. Utviklingen av anleggsutbyggelse følger omtrent samme utvikling som forbruk av biogass, med en relativt kraftig økning før utbyggelsen avtar de siste årene. Diagrammet til venstre i Figur 2 viser denne utviklingen.

¹ European Union med 28 medlemsland

² European Biogas Association



1.2 Studier

Det er gjennomført mange undersøkelser rundt klimanytte av biogass og dokumentasjonen av nytten blir bedre og bedre. En rapport fra 2009 formidler den positive effekten på flere områder av å benytte biogass fra våtorganisk avfall til kollektivtransport. Konklusjonen er at dette er hensiktsmessig (Staurem, 2009). I en rapport fra NVE i 2017 etterlyses bedre dokumentasjon på hvordan bioenergi, inkludert biogass, påvirker miljøet. En rekke råstoff er derfor vurdert for å forbedre kunnskapen om mulighetene (Brekke et al., 2017).

I en rapport fra NIBIO i 2018 oppgir de at det er antatt et reduksjonspotensial på rundt 3 kg CO₂/kg metan, ved substitusjon av fossil diesel med biogass produsert med husdyrgjødsel (Bardalen et al., 2018). I en annen rapport fra NIBIO er det gjennomgått ulike tiltak for å redusere klimagassutslipp i jordbruk- og matsektoren. Her er det blant annet fokusert på økt bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon og potensielle samfunnsøkonomiske kostnader av å utnytte 50% av potensialet frem mot 2050. Kostnaden ble beregnet å være 56 millioner kroner per år. Klimagassreduksjonene er naturligvis også vurdert og antatt å være i underkant av 284 000 tonn CO₂-ekvivalenter ved 50% utnyttelse av husdyrgjødsel i 2050 (Pettersen et al., 2017).

Det gjennomføres også vurderinger av mulighetene for en mer miljøvennlig transportsektor. En masteroppgave viser at skiftet til en grønn lastebiltransport blir dyr. Ulike scenarioer er vurdert, inkludert for biogass og når dette er konkurransedyktig sammenlignet med andre teknologier (Jacobsen, 2017). Klimakur 2030 anslår et reduksjonspotensial på 253 000 tonn CO₂-ekvivalenter for utnyttelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon i perioden 2021 til 2030 (Miljødirektoratet, 2020b).

Videre er det også gjort undersøkelser av spesifikke anlegg og hvilken klimanytte som er tilknyttet disse. Et eksempel er en undersøkelse av Romerike Biogassanlegg og Lindum. Resultatene viste en klimanytte på 246,7 kg CO₂-ekv per tonn TS for Romerike Biogassanlegg og 293,0 kg CO₂-ekv per tonn TS for Lindum. Dette er tall uten substitusjonseffekt og viser en vesentlig klimanytte av reduserte klimagassutslipp (Sørum, 2018). En annen masteroppgave har også gjennomført undersøkelser av potensialet i Tromsø og Arkhangelsk i Russland, hvor resultatet viste stor klimanytte tilknyttet produksjon og substitusjon av fossilt diesel (Shishlakova, 2015). Et annet eksempel er også en studie gjennomført med en LCA modell og typiske norske verdier. Også her kom det frem av resultatene at produksjon av biogass med

både gjødsel fra ku og gris, samt organisk husholdningsavfall, ga stor klimanytte. Erstatning av diesel førte også her til størst reduksjon i utslipp. Substitusjon av olje til oppvarming var et annet alternativ som også førte til vesentlige reduksjoner (Lyng, 2018).

I en masteroppgave fra 2014 er det undersøkt hvilken klimanytte produksjon av biogass fra organisk avfall kan ha. Et planlagt MBT-anlegg³ hos Follo Ren ble vurdert og funnene viste en klimagevinst, sammenlignet med eksisterende løsning; forbrenning og energigjenvinning blandet med restavfall. Også denne studien konkluderer med at oppgradering av biogassen gir en vesentlig økt klimanytte grunnet erstatning av diesel (Wettre, 2014). Innføring av gjødsel fra fjærkre til Mjøsanlegget er et annet studie som vurderer virkningen av sambehandling, og viser potensial for økt stabilitet og metanutbytte (Haug & Strømsvik, 2019). En annen oppgave vurderer optimalisering av et biogassanlegg på Ørland i sammenheng med klimaeffekt og økonomi (Høgalmen, 2012). Det er også vurdert den samfunnsøkonomiske nytten av et biogassanlegg i Tønsberg, hvor det konkluderes med nytte av anlegget og lønnsom biogassproduksjon (Randy, 2016).

Sirkulærøkonomi er også et sentralt tema der biogass kan spille en viktig rolle. En oppgave fra 2019 omtaler produksjon av biogass fra fiskeslam i et kretsløpsperspektiv. Konklusjonen er at fiskeslam kan bidra til verdiskapning (Rantaniitty & Skaar, 2019). Husdyrgjødsel og jordbruket har lenge vært et populært tema når det kommer til studier og undersøkelser tilknyttet biogass. En rapport fra Zero i 2010 fokuserer på hvilke tiltak som reduserer klimagassutslipp fra jordbruket og hvilke som bør fremmes. I likhet med andre studier som vurderer bruk av landbruket til produksjon av biogass, konkluderer også denne med at det eksisterer en vesentlig potensiell klimagevinst. Det er også gitt en delvis vurdering av virkemidler som anses å være for svake. (Hojem & Ohna, 2010).

³ Mechanical Biological Treatment

1.3 Hensikt og formål

Biogass kan utnyttes bedre i Norge. Denne oppgaven skal bidra med å undersøke hvilke flaskehalser og utfordringer som finnes i biogassmarkedet, gjennom litteratursøk og intervjuer av interessenter. Følgende forskningsspørsmål skal besvares:

1. Hvorfor er ikke biogass bedre utnyttet i Norge?
2. Hvordan er støtteordningene og markedssituasjonen i Danmark og Tyskland sammenlignet med Norge?
3. Hva er kostnadene ved å realisere potensialet for biogass i Norge?

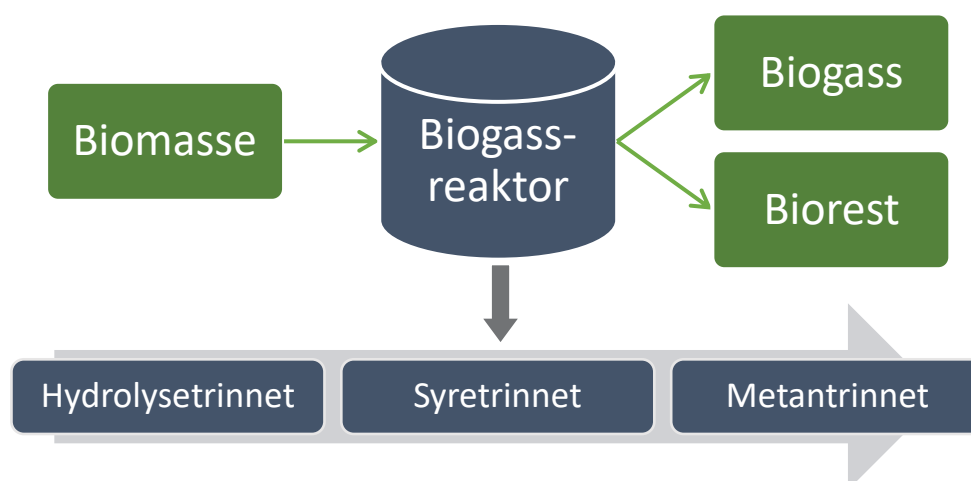
Ulike aktører og interessenter på både tilbuds- og etterspørselssiden for biogassmarkedet er intervjuet. Dette er gjort for å få et bilde på hvilke begrensninger og barrierer som finnes, samt innstilling til biogass som et alternativt teknologivalg. Deretter sammenlignes biogasssituasjonen i Danmark og Tyskland, hvor bruk og produksjon er langt mer utbredt. Verdien av å se på hva andre mer utviklede land gjør, kan være svært stor. Vurdering av hvorfor biogassmarkedet er bedre utviklet, kan gi nyttig kunnskap om hva som bør gjøres i Norge. Slik kan det undersøkes om det i hovedsak er bedre virkemidler eller andre forutsetninger som er grunnen til at biogass er utnyttet i større grad. Slik kan vi eventuelt lære og arbeide videre med å utvikle dette markedet i Norge. Som nevnt innledningsvis, er biogassproduksjon også en form for avfallsbehandling og har av den grunn flere positive effekter. Både klimamessig og økonomisk. Med disse undersøkelsene kan resultatene bidra til å belyse hva som skal til for å utvikle biogassmarkedet i Norge. Forskningsspørsmål tre vurderes gjennom to tenkte støtteordninger med ulik vektning av råstoff og ulike satser. Disse resultatene kan belyse hvilke råstoff som er rimeligst å støtte per kWh og hva relativt omfattende insentiver kan resultere i av årlige støttesummer.

Kapittel 2 tar for seg teknologien tilknyttet biogass, anvendelsesområder og klimanytten av den. Deretter følger kapittel 3 med metode for denne studien og videre kapittel 4 om resultater fra litteratursøk og intervjuer, Norges situasjon sammenlignet med Danmark og Tyskland og resultatene fra de to tenkte støtteordningene. Kapittel 6 og 7 diskuterer resultatene, behov for videre forskning og konklusjon basert på funnene.

2 Biogass – teknologi, anvendelse og klimanytte

2.1 Hva er biogass?

Biogass produseres gjennom en anaerob prosess hvor mikroorganismer bryter ned komponentene i et substrat. Prosessen deles inn i tre trinn kalt hydrolysetrinnet, syretrinnet og metantrinnet som vist i Figur 3. Spaltingen fører til dannelse av metan og karbondioksid, hvor typisk produksjonsforhold mellom disse er 60% metan og 40% karbondioksid (Norges Bondelag, 2011; Fiksen et al., 2016; Sammut et al., 2019; Biogass Oslofjord, 2020). Forholdet vil variere ut fra råstoff. Mengden produsert metan avhenger blant annet av innholdet av organisk tørrstoff. Sammensetningen av fett, karbohydrater og proteiner i dette er også viktig (Sletten & Maass, 2013; Morken et al., 2017; Schnürer & Jarvis, 2018).



Figur 3 – Forenklet biogassproduksjonsprosess med de tre trinnene i biogassreaktoren vist

Effektiviteten av prosessen er avhengig av dette og en rekke andre miljøbetingelser. Ved for mye protein, vil nitrogenet bli brutt løs og en for høy konsentrasjon av ammonium og ammoniakk oppstår. I substrat med mye karbohydrater kan det føre til for lav pH ved rask nedbrytning og for høy ved langsom nedbrytning. pH-verdien skal være rundt 7, altså nøytral. Temperaturen er en annen faktor og bør ligge innenfor 20 – 45 °C ved prosess under mesofile betingelser og innenfor 45-70 °C ved prosess under termofile betingelser. Videre har mikroorganismene i prosessen behov for sporelementer som jern, sink og nikkel (Morken et al., 2017; Tabatabaei & Ghanavati, 2018).

Både nitrogen og karbon er to svært sentrale komponenter i biogassproduksjonen. Mikroorganismene bruker nitrogen som næringsstoff og karbon er nødvendig for å danne metan. Forholdet mellom karbon og nitrogen, C/N, er derfor et mål for optimal produksjon. Ved for lavt forhold kan prosessen hemmes og ved for høyt kan det bli lavere aktivitet av mikroorganismene. For maksimal produksjon er nøkkelregelen at C/N-forholdet skal ligge på mellom 20:1 og 30:1 (Morken et al., 2017).

Nedbrytelsesprosessen foregår i en biogassreaktor. Det finnes ulike teknologier som blant annet påvirker utbyttet og lengden av prosessen. Typene kan skilles i to kategorier; mikroorganismer som lever på substratet og mikroorganismer som oppholder seg permanent i reaktoren. For typen hvor organismene lever på substratet, er det mest brukt en CSTR⁴ som har kontinuerlig omrøring av innholdet (Boe & Angelidaki, 2008). Hver dag pumpes det inn nytt råstoff og tas ut biorest. En annen type er batch-reaktorer som pumpes fulle av biomasse, for så å ta ut 90% av massen når produksjonen blir lav nok. De resterende 10% blir benyttet som podemateriale for nytt råstoff. Plug-flow (PFR) er en tredje type reaktor hvor substratet beveger seg gjennom en horisontal reaktor, fra inngang til utgang. I tillegg til disse typene i denne kategorien, kan det skilles mellom perkulasjonsreaktorer og tørr biogassreaktor i tillegg (Morken et al., 2017).

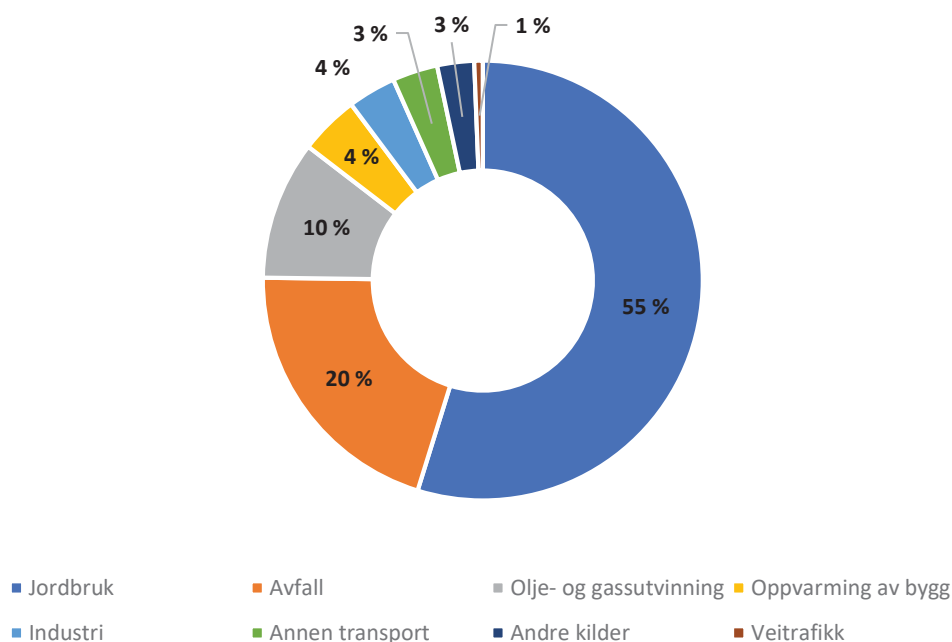
Et resultat av prosessen som Figur 3 viser, er bioresten. Dette er et næringsrikt produkt som kan leveres tilbake til jordbruket (Landbruks- og matdepartementet, 2016; Sund et al., 2017; Sørum, 2018). Hvilke substrat som er benyttet i prosessen avgjør hva bioresten kan benyttes til. Ved bruk av avløpsslam eller septikkslam som råstoff, vil det sterkt redusere alternativene til bruk (Morken et al., 2017). Et eksempel på grunner til innsnevring av bruksområder er at fellingskjemikalier kan hindre opptaket av fosfor i planter. Derfor må biorest fra avløpsslam brukes med varsomhet og være av godkjent kvalitet (Landbruks- og matdepartementet et al., 2003). For å regulere bruk av gjødsel og tilføring av ulike stoffer til jorda, inneholder gjødselvareforskriften blant annet diverse krav tilknyttet dette.

⁴ Continuous Stirred Tank Reactor

2.2 Nytte av biogass

Biogass er en form for brensel som til tross for utslipp av CO₂ ved bruk anses som klimanøytral (Landbruks- og matdepartementet, 2016; Lind & Hansen, 2018; Statistisk Sentralbyrå, 2019b). Produksjon av biodrivstoff, inkludert biogass, er ikke nødvendigvis bærekraftig. Endringer i areal kan føre til høyere klimagassutslipp og skape konflikter med matproduksjon. Derfor er bruk av biologisk avfall en god løsning. Det kan være ressurser som ville gått til spille eller som blir utnyttet på en bedre måte ved biogassproduksjon (Tabatabaei & Ghanavati, 2018).

Lagring av biologisk avfall uten de nødvendige tiltakene vil føre til forråtnelse og utslipp av klimagasser. Utnyttelse av slike ressurser til produksjon av biogass vil derfor redusere disse utslippene i tillegg til at gassene i prosessen kan benyttes til andre formål. Lagring av gjødsel kan brukes som eksempel. Forskriften om husdyrgjødsel sier at minimum lagringskapasitet skal være 8 måneder (Landbruksdepartementet & Miljøverndepartementet, 2002). Ut fra sesong vil det være ulik lagringstid på gjødselen, men den vil uansett være kilde til utslipp av CH₄ og N₂O i denne lagringsperioden (Nielsen, 2007; Lind & Hansen, 2018; Im et al., 2019). Ved å benytte gjødselen til biogassproduksjon, reduseres disse utslippene grunnet kortere lagringstid og det produseres i stedet utnyttbar gass som kan substituere andre miljøskadelige drivstoff og brensler (Morken et al., 2017). Miljødirektoratet sin statistikk over metanutslipp er presentert i Figur 4. Mye av utslippet som inngår i 55% for jordbruket, er fordøyelsesgasser fra dyra og noe mindre andel er fra husdyrgjødsel. Diagrammet viser like fullt et potensial for klimagassreduksjoner ved utnyttelse av husdyrgjødsel. Deponiavfall står også for mye av metanutslippene i Norge og kan med fordel også utnyttes bedre.



Figur 4 – Utslippsandeler av metan i 2018 hentet fra Miljøstatus (Miljødirektoratet, 2019)

Ved bruk av husdyrgjødsel er biogasspotensialet noe redusert grunnet den anaerobe prosessen substratet allerede har vært igjennom i dyrets fordøyelsessystem. Den kan likevel egne seg godt til produksjon av biogass. Gjødsel er ofte rikt på sporelementer, som er en av de effektivitetsbestemmende faktorene i biogassproduksjonen. På grunn av at det inneholder de nødvendige næringsstoffene og mineralene for biogassproduksjon, kan det derfor egne seg godt som substratbasis (Modahl et al., 2016). Bruk i mindre gårdsanlegg som eneste substrat fungerer også, men med lavere utbytte enn ved sambehandling. (Morken et al., 2017). Biogasspotensialet til ulike råstoff er varierende ut fra byggesteinene biomassen består av, som beskrevet tidligere. Eksempelvis er det et høyt biogassutbytte fra fiskeavfall og gjør det til en gunstig ressurs for biogassproduksjon (Sammut et al., 2019). Uavhengig av opprinnelig biogasspotensial kan sambehandling med flere råstoff være positivt og gi økt metanutbytte. Flere studier og ulik litteratur viser at det er et økt produksjonspotensial ved sambehandling (Weiland, 2006; Chen et al., 2013; Giuliano et al., 2013). Et annet aspekt ved utnyttelse av biologisk avfall er gjenvinningen av næringsstoffer. De kan også bli lettere tilgjengelig for planter og egne seg godt som gjødsel (Haraldsen et al., 2011; Øygarden & Bechmann, 2017; Tabatabaei & Ghanavati, 2018).

Nytten av biogassproduksjon avhenger av bruksområde for biogassen og hva den erstatter. Dette gjelder både økonomisk og klimamessig. Som nevnt hindres utslipp tilknyttet lagring av

gjødselen grunnet naturlig gassproduksjon ved råtning. Weber & Amundsen poengterer også at det vil være mer klimavennlig å forbrenne biogassen, enn å slippe metanet fra lagring av gjødselen rett ut i atmosfæren (Weber & Amundsen, 2016). Hvis gassen i tillegg erstatter fossil energi er det relativt store reduksjonspotensialer. Nyttene er størst ved erstatning av fossilt brensel som for eksempel diesel og bensin. Bioresten er også tilknyttet reduksjoner i utslipp. Gjennom en avtale med bønder om leveranse av gjødsel og retur av biorest, vil dette kunne redusere bruk av mineralgjødsel (Lyng et al., 2019). Mineralgjødselen er kilde til utslipp gjennom produksjonen og kan derfor med fordel unngås. Biorest kan også erstatte torv som inneholder store mengder karbondioksid. Utnyttelse av biorest som substitusjon for torv er derfor også gunstig. Bruk av gjødsel fra landbruket i substratmiksen, vil av disse grunnene kunne øke klimanytten av produksjon gjennom erstatning av mindre miljøvennlige produkter (Morken et al., 2017; Pederstad, 2017; Sund et al., 2017; Lind & Hansen, 2018; Sørsum, 2018). Kvaliteten av bioresten er i tillegg gjerne høyere enn for vanlig gjødsel og kan derfor være positiv for avlinger (Tabatabaei & Ghanavati, 2018).

Selv om biorest er tilknyttet reduksjoner i utslipp, kan det også være negative faktorer tilknyttet produktet (Sletten & Maass, 2013). Bioresten er som nevnt et resultat av forråtnelses-prosessen i biogassreaktoren, men det vil likevel være igjen organisk materiale som fortsetter å brytes ned og slik være en kilde til klimagassutslipp. Med mindre lagringsmetoden er tett og gassen kan hentes ut. Et annet aspekt ved bruk av biorest er oppgradering. Til ulike typer bruk, for eksempel som jordforbedringsmiddel fremfor torv, er det behov for avvanning. Avvanning krever energi og prosessen fører til utslipp av lystgass (N_2O). Klimanytten kan derfor reduseres ved denne behandlingsmetoden (Lyng, 2018). I tillegg er gevinsten av å substituere torv lavere enn å substituere mineralgjødsel. Ved kompostering av avvannet biorest, er det også potensielt tilknyttet utslipp av metan (Morken et al., 2017).

Anvendelse av biogass i transportsektoren, både for veitransport og skipsfart, er ett alternativ. Andre muligheter er å bruke gassen til produksjon av både elektrisitet og varme. Ved elektrisitetsproduksjon drives en turbin som genererer strøm, mens ved varmeproduksjon benyttes en gasskjele (Tabatabaei & Ghanavati, 2018). Disse alternativene kan benyttes både internt i anlegget og eksternt i egne anlegg. Som beskrevet innledningsvis kan kraft- og varmeproduksjon kombineres i et CHP-anlegg. Slike typer anlegg har en høy virkningsgrad i motsetning til et typisk kraftverk. Et slikt system kan ha en virkningsgrad på mellom 34-50%

elektrisk virkningsgrad, mens den totale ligger på 70-90%. En variant av dette er mikro CHP-anlegg som har lav installert effekt (European Commission, 2011). Slike benyttes mye i Tyskland på gårdsanlegg og er tilknyttet små fjernvarmenett. Produksjon av fjernvarme direkte er også en mulighet ved bruk av en gasskjel (Norsk Fjernvarme, 2020).

Klimanytten av biogass er som kjent avhengig av verdikjeden. Drivstoff vurderes ofte som referanse for å kunne måle hvilke reduksjoner bruk av biogass kan ha. I rapporten for nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi er det også tatt utgangspunkt i drivstoff og beregnet en utslippsreduksjon på 500 000 tonn CO₂-ekvivalenter. Forutsatt en utnyttelse av anslått tilgjengelig mengde biogass på 2,3 TWh i 2020 (Klima- og Miljødepartementet, 2014). I en rapport fra Carbon Limits er det undersøkt klimanytten av produksjon for ulike eksisterende anlegg. Med de gitte referansescenarioene, viser resultatene at fire av fem anlegg har en klimareduksjon på over 90%. Anleggene sparer derfor miljøet for vesentlige mengder klimagasser (Pederstad, 2017). Det omtales også store klimagassreduksjoner ved utnyttelse av biogass i en rapport fra Miljødirektoratet. Med referansescenarioene for erstatning av fossile energibærere, blir klimanytten i dette tilfellet 285 000 tonn CO₂-ekvivalenter per år i 2030 (Miljødirektoratet, 2020c).

Kostnaden per sparte CO₂-ekvivalent avhenger også mye av verdikjeden. Ulike kostnader tilknyttet råstoff, investeringskostnader, resultat av produksjon mv. er sentrale faktorer (Rehl & Müller, 2013). Miljødirektoratet har presentert et tenkt scenario hvor store LBG-lastebiler benytter 5% diesel, 10% LNG grunnet usikker tilgang på biogass og 85% LBG. Merkostnaden for kjøretøyene er satt til 500 000 kr. Fra 2020 til 2022 foregår en gradvis innfasing, hvor det videre fra 2022 tas i bruk 150 nye lastebiler frem til 2030. I denne perioden er det beregnet en reduksjon på 470 000 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette tilsvarer en tiltakskostnad på 2700 kr/tonn CO₂-ekvivalenter. Det plasserer scenarioet i den høyeste kategorien for kostnader blant Klimakur-tiltakene. Grensen for den dyreste kategorien ligger på 1500 kr/tonn CO₂-ekvivalenter. I tillegg til en kraftig merkostnad ved innkjøp er det også regnet en kraftig merkostnad tilknyttet drivstoffet (Miljødirektoratet, 2020c). SINTEF har i sin rapport presentert et scenario hvor husdyrgjødsel fases inn i produksjon med 35% i 2020, 35% i 2030 og 50% i 2025. Også her er det beregnet en tiltakskostnad på over 1500 kr/tonn CO₂-ekvivalenter (Damman et al., 2017). Dette viser at biogass kan ha en utfordring, med mindre kostnadene reduseres.

2.2.1 Oppgradering av biogass

Produksjon av andre gasser enn metan i forråtnelsesprosessen, slik som hovedsakelig CO₂, forårsaker et behov for å oppgradere gassen før bruk til formål som i transportsektoren (Fiksen et al., 2016; Tabatabaei & Ghanavati, 2018). Karbondioksidet reduserer kvaliteten til biogassen, noe som resulterer i et økt brenselforbruk og det bør derfor ofte fjernes (Akkouche et al., 2019). I 2018 ble rundt 40% av den totale produksjonen på 0,5 TWh med biogass oppgradert til drivstoffkvalitet (Sammot et al., 2019). Dette tilsvarer en prosentandel på minst 97% metan. Etter oppgradering blir gjerne biogassen kalt biometan (Angelidaki et al., 2018). Oppgraderingskapasiteten i Norge ligger omkring 76% av total produksjonskapasitet (Sund et al., 2017).

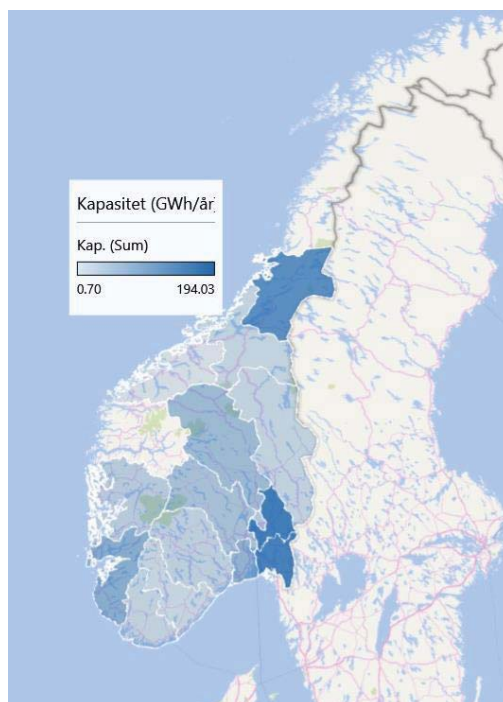
I Norge er det for lave strømpriser til at det er lønnsomt å produsere elektrisitet med biogass (Skjelvik et al., 2018). Normalt er det mer interessant å produsere biometan til bruk i transportsektoren, enn til kraftproduksjon i form av elektrisitet og/eller varme (Morken et al., 2017). Spesielle forhold kan derimot sørge for at det er interessant å benytte til andre formål enn drivstoff. Mindre biogassanlegg vil ha for liten produksjon til at det lønner seg med oppgradering. I slike tilfeller er det en mulighet for at CHP er aktuelt (Miljødirektoratet, 2020c). Et eksempel på en gass som må renses ut er hydrogensulfid som er svært giftig og ved forbrenning skaper grunnlag for dannelse av svovelsyre som er korrosivt (Angelidaki et al., 2018). Ut fra anvendelsesområde, er det av den grunn behov for rensing i ulik grad (Tabatabaei & Ghanavati, 2018).

Transport av biogass vil også være mindre kostbart om den har blitt oppgradert til biometan og dermed har en høyere utnyttbar energitetthet. En måte å separere gassene i rå biogass er utnyttelse av ulike kondenseringstemperaturer ved å kjøle ned gassen. Den mest vanlige måten å trekke ut CO₂ på, er gjennom absorpsjon. Dette foregår ved at vann eller en annen væske fysisk absorberer karbondioksidet. CO₂ tas deretter ut, væsken sirkulerer gjennom anlegget og brukes på nytt. En annen versjon av samme prinsipp er at dette skjer gjennom en kjemisk reaksjon som danner nye forbindelser med gassen. Videre kan det også benyttes membraner som fanger CO₂ og slik skiller det fra metanet (Angelidaki et al., 2018). På grunn av teknologifremskritt innenfor nanoteknologi har denne metoden blitt mer utbredt de siste årene (Angelidaki et al., 2018). Oppgradering av rå biogass krever naturligvis energi og kan resultere i at klimanytten blir lavere. En annen positiv side ved oppgradering utenom høyere

kvalitet på biogassen, er at CO₂ som trekkes ut kan benyttes til formål som er avhengig av karbondioksid. Drivhus benytter gassen i sin drift og gass med fossilt opphav kan dermed substitueres (Morken et al., 2017). Gassen kan også selges for anvendelse på andre områder og dermed være en inntektskilde (Miljødirektoratet, 2020c).

2.3 Biogass i Norge

I 2018 ble omkring 500 GWh biogass produsert i Norge. Av dette ble 40% oppgradert til drivstoffkvalitet, 27% utnyttet til oppvarming internt og 9% benyttet til elektrisitet og fjernvarme. I tillegg var det 24% som ble faklet (Miljødirektoratet, 2020c). Sørlandet innehar det meste av produksjonen, hvor Østlandet, men også Trøndelag har den største kapasiteten som vist i Figur 5. Denne figuren er hentet fra rapporten til Sund Energy og viser både kapasitet til eksisterende anlegg og anlegg under utbygging.



Figur 5 – Produksjonskapasitet for biogass i nedre halvdel av Norge (Sund et al., 2017)

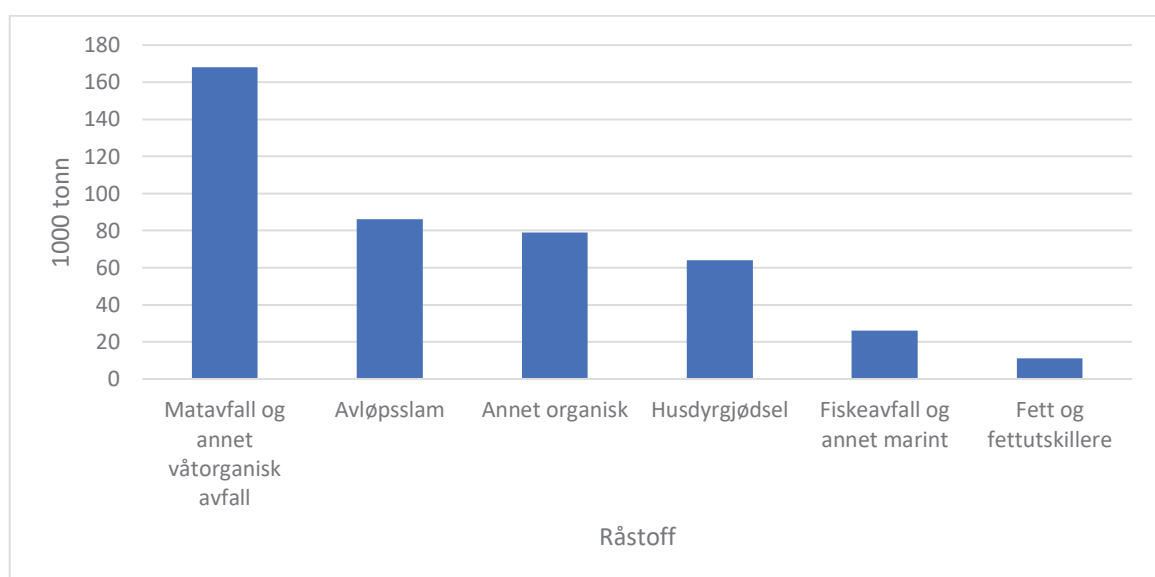
Det finnes rundt 40 biogassanlegg i Norge og planlegges flere (Energigass Norge, 2016; Thorsen et al., 2019). Anleggene har stor ulikhet hvor både

kapasitet, utforming, substrat, produksjonsutbytte og håndtering av biorest varierer veldig. Det samme gjelder også lokale forhold som påvirker kostnadene. Eksempler på dette kan være avstander og råstofftilgang. Store avstander fører til økte kostnader og kan være en utfordring tilknyttet både råstoff og biorest. Avsetning av biorest kan i seg selv være et problem ved få distribusjonsalternativer i nærheten (Pettersen et al., 2017). Matavfall og avløpsslam benyttes mest til biogassproduksjon, mens eksempelvis bare 1% av tilgjengelig mengde husdyrgjødsel går til produksjon (Pettersen et al., 2017; Miljødirektoratet, 2020c).

For å øke utnyttelsen av gjødsel, utarbeidet regjeringen i 2015 en tverrsektoriell strategi for biogass. Økonomisk støtte til leverandører av husdyrgjødsel for biogassproduksjon er et av virkemidlene for økt bruk. Fra 2018 stilte Klima- og miljødepartementet krav om de som får

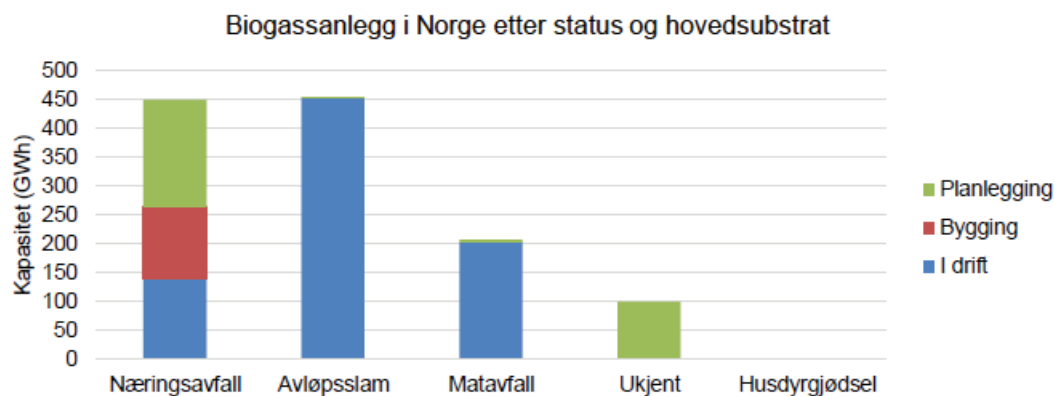
støtte til utbyggelse av nye eller eksisterende matavfall-baserte biogassanlegg, må kunne ta imot husdyrgjødsel (Lind & Hansen, 2018). Når det gjelder gårdsanlegg, er størrelsen på gårdene i Norge moderate til små og ofte spredt (Hojem & Ohna, 2010). Lønnsomhet kan derfor bli et problem ved disse anleggene. Slike typer anlegg bør være relativt store for at det skal gi gevinst (Sammot et al., 2019; Miljødirektoratet, 2020b).

Biogassproduksjonen i Norge er beskjedne og produksjonen har vært sterkt preget av statlig virkemiddelbruk, samt kommunale og fylkeskommunale aktører (Skjelvik et al., 2018). Det har gjerne vært et overordnet ønske om avfallsbehandling og ikke av den hensikt å produsere og selge biogass. Mål om reduserte klimagassutslipp i kommuner og bedrifter har også preget markedet (Energigass Norge, 2016). Etterspørsel er derfor i stor grad preget av offentlige transport-flåter (Thorsen et al., 2019). Derfor er matavfall det råstoffet som er brukt mest til produksjon av biogass. I Figur 6 presenteres tall fra SSB i 2018 over behandlet biologisk avfall som gikk til biogassproduksjon (Statistisk Sentralbyrå, 2019a).



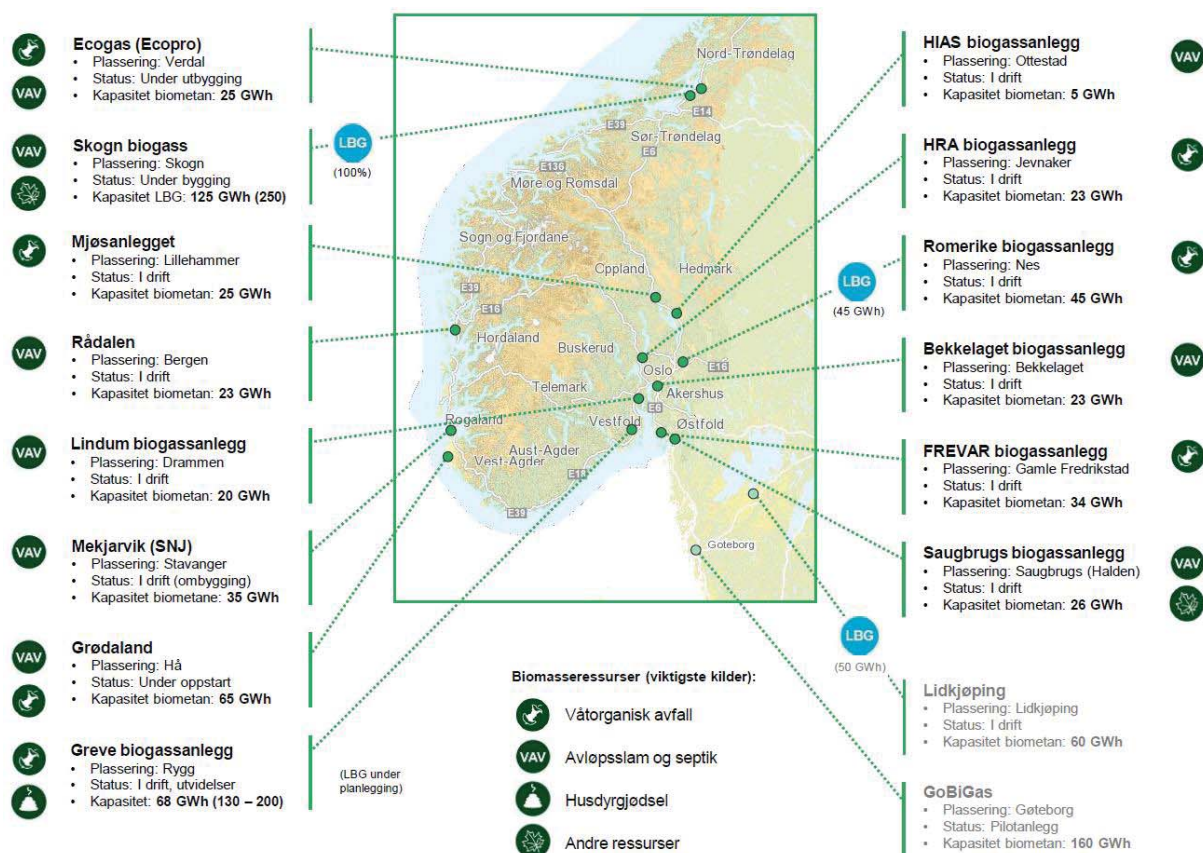
Figur 6 – Tall over biologisk mengde behandlet avfall til biogassproduksjon, hentet fra SSB sin statistikkbank for 2018

I rapporten fra Sund et al. (2017), er det gjort en sammenstilling av biogassanlegg i Norge. Det er presentert et diagram som viser nåværende kapasitet for biogassanlegg etter type råstoff, samt kapasitet som er under bygging og planlegging. Kapasitet er ikke et synonym for produksjon og det er ledig kapasitet i flere av anleggene. En undersøkelse av en rekke biogassanlegg på Østlandet foretatt av Rambøll i 2016 viste at av den totale produksjonskapasiteten var 26% ikke utnyttet og en stor andel ble også faklet (Lånke et al., 2016; Sund et al., 2017).



Figur 7 – Sammenstilling av kapasitet for biogassanlegg gjort av Sund Energy (Sund et al., 2017)

I rapporten fra Sund Energy er det også gitt en oversikt over biogassanlegg i Norge. Dette kartet er vist i Figur 8 og er en oversikt over biogassanlegg etter produksjonskapasitet for type råstoff brukt i produksjon og status for anleggene (Sund et al., 2017).

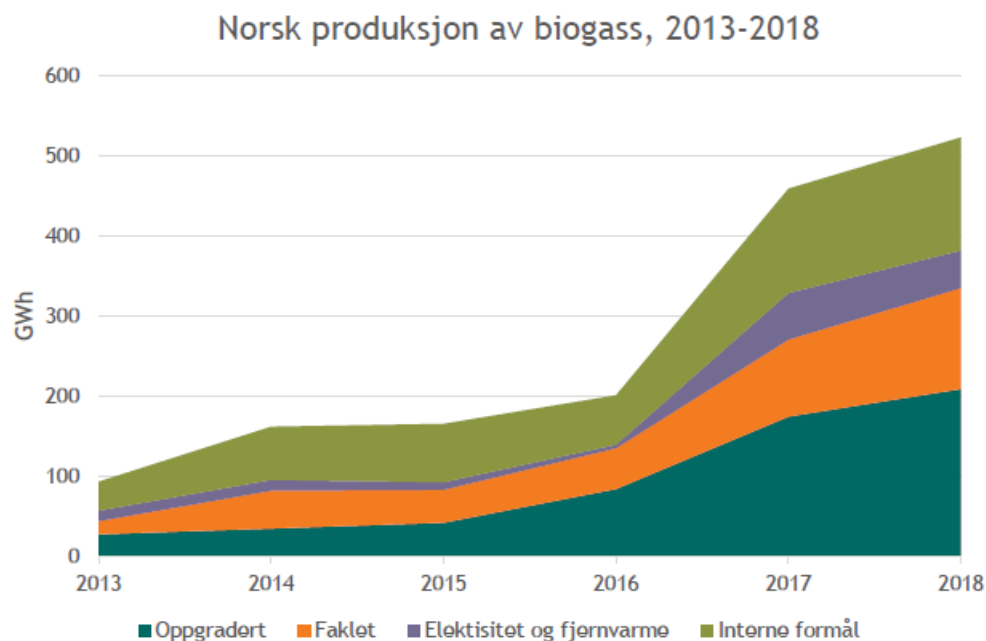


Figur 8 – Kart over norske biogassanlegg med mulighet til å produsere biogass med drivstoffkvalitet (Sund et al., 2017)

Biogass kan benyttes i to former, komprimert (CBG) og flytende (LBG) (Fiksen et al., 2016; Morken et al., 2017; Pederstad, 2017). Ifølge Biogass Oslofjord sine kart over fyllestasjoner, eksisterer det kun to kommersielle stasjoner for LBG. Disse er plassert i Oslo og mellom Sandefjord og Tønsberg. Det er en del flere CBG-stasjoner, men også her er de fleste plassert på Østlandet (Thorsen et al., 2019; *Kart over fyllestasjoner for biogass i Norge*, 2020). For at bruken av biogass i transportsektoren skal øke, må det naturligvis utbygges flere fyllestasjoner. SSB har tall fra 2016 hvor det oppgis at 0,125 TWh biogass ble brukt i transportsektoren (Fedoryshyn, 2017). De oppgir også at større deler av biologisk avfall går til produksjon av biogass. I 2017 gikk 366 000 tonn avfall til produksjon av biogass (Sæther & Skjerpen, 2018). Produksjonspotensialet NVE har anslått ligger på mellom 5 TWh og 33 TWh, hvor 5 TWh anses som realistisk, mens bransjen for avfall selv antar 10-12 TWh potensial fra bare avfallsressurser (Pederstad, 2017). For veitransport i Norge tilsvarer dette rundt 20% av det totale drivstofforbruket. Det eksisterer også et langsiktig mål om at biogass skal dekke 20% av fremtidens drivstoffmarked, presentert i Biogass20. En rekke biogassinteressenter som organisasjoner og selskaper står bak dette ønsket om utvikling (Energigass Norge, 2016).

Normalt har biogass blitt brukt hovedsakelig til kraft og varmeproduksjon i Norge (Sund et al., 2017). Det er ikke en spesielt lønnsom løsning da kraftprisene er lave. Veksten ligger i drivstoff for transportsektoren. På grunn av manglende etterspørsel av biogass eller oppgraderingsanlegg som ikke fungerer optimalt, må en del av biogassen fakles. Biogassen går dermed til spille, men fakling er bedre enn å slippe metanet rett ut i atmosfæren på grunn av den mye høyere klimaeffekten enn CO₂ (Fiksen et al., 2016). Eksempelvis ble det i 2018 faklet ca. 23% av total biogassproduksjon ved slambehandlingsanlegg (Sammut et al., 2019). Dette viser et behov for et mer utviklet marked og bedre lagringsmuligheter av biogassen. I 2016 ble det benyttet 1,3 TWh biobrensler i kraftvarmeverk og 2,8 TWh biobrensler i fjernvarmekraftverk (Statistisk Sentralbyrå, 2019b). Dette er to potensielle anvendelses-områder for biogassen, fremfor å fagle den.

Miljødirektoratet har i en nyere rapport presentert norsk produksjon av biogass og bruksområde fra 2013-2018. Dette er tall som er innhentet fra produsenter og delvis estimert på grunn av manglende data. Her bekreftes det at bruken av biogass hovedsakelig har gått til kraft og varmeproduksjon. Interne formål innebærer oppvarming. Utviklingen fra 2013 er vist i Figur 13.



Figur 9 – Historisk produksjon av biogass i Norge (Miljødirektoratet, 2020c)

2.3.1 Virkemidler i Norge

Enova er et av organene i Norge som støtter bærekraftige løsninger, da inkludert biogass. De ligger under Klima- og miljødepartementet og fra årsrapporten er det oppgitt en sum på 5 815 millioner kroner tildelt nye forpliktelser av bærekraftige prosjekter. Målet er å motivere til prosjekter som fremmer fornybar energi, energieffektiviserende tiltak og lignende (Enova, 2020b). Enova er den viktigste støttespilleren for oppmuntring til produksjon av biogass. Blant annet nye biogassproduksjonsanlegg og oppgradering av eksisterende anlegg støttes på et slikt nivå at det er tilstrekkelig for gjennomføring av prosjektet. Naturligvis tilknyttet visse krav til eksempelvis størrelse og bærekraftkriterier. Et av kravene er at årlig produksjon må ligge på en nedre grense tilsvarende 1 GWh. Ellers må det være direkte tilknyttet produksjon, inkludert oppgradering av gassen, investeringer i konkrete fysiske installasjoner eller tiltak og økonomisk levetid på minst 15 år når det kommer til anlegg. Prosjekter må også være igangsatt innen 2 år fra kontrakten ble inngått og være fullført innen 5 år (Enova, 2017).

I årsrapporten for 2019 oppgis det at ingen nye produksjonsanlegg har fått støtte i 2019, men at dette er naturlig da det er store prosjekter og at det av den grunn vil kunne gå en periode uten nye prosjekter. Enova støtter også investeringer tilknyttet oppgradering av kjøretøyflåten til biogasskjøretøy, samt tilhørende fyllestasjoner (Miljødirektoratet, 2020b). I

2019 støttet de 20 større biogasskjøretøy og det kommenteres en stigning i antallet prosjekter tilknyttet biogasslastebiler (Enova, 2020d; Miljødirektoratet, 2020c).

En annen kilde til støtte er Innovasjon Norge. De kan finansiere prosjekter for å fremme konkurransedyktige norske bedrifter. Forvaltningen Innovasjon Norge styrer, bestemmes av statsbudsjettet. I 2018 ble det utdelt 7,2 milliarder kroner totalt, inkludert eksempelvis lån, tilskudd og rådgivning (Innovasjon Norge, 2019). De har et verdiskapningsprogram som er rettet mot landbruket. Målet er å fremme fornybar energi og teknologi slik at jord- og skogbrukere vil bruke, produsere og levere bioenergi. Både i form av brensel og ferdig varme. Dette gjelder investeringer i eksempelvis biogassanlegg og gårdsvarmeanlegg (Innovasjon Norge, 2020). Støtteordningene er både rettet mot biogassproduksjon og generelt for fornybare teknologier hvor biogass er et aktuelt alternativ (Miljødirektoratet, 2020c). Det utgis ikke tilskudd til aktører som vil benytte LBG eller CBG til transport.

For å følge prinsippet om at forurenseren betaler, er det tilknyttet en veibruksavgift for å benytte veiene i Norge. Avgiften er basert på type drivstoff, men det er noen teknologier som er unntatt denne kostnaden (Finansdepartementet, 2020). Et av disse drivstoffene er biogass og er rimelig å påstå at er det kraftigste enkeltvirkemiddelet per i dag for bruk av biogass (Miljødirektoratet, 2020c)

Landbruksdirektoratet bistår også med støtte til foretak som leverer husdyrgjødsel til biogassproduksjon (Miljødirektoratet, 2020c). Dette er et spesifikt virkemiddel for å oppmuntre til utnyttelse av husdyrgjødsel i produksjonen av biogass. Ved leveransen av gjødselen er det tilknyttet kostnader som tilskuddet skal bidra til å dekke. Omfanget av tilskuddet er basert på mengden husdyrgjødsel, vektet for tørrstoffinnholdet. Satsen er på 583 kroner per tonn levert husdyrgjødsel og vektingen utføres etter en gitt formel. Dette kan være vanskelig for eksempelvis mindre gårdsanlegg. Da kan tilskuddet baseres på faste satser for hver rase, antallet dyr og forventinger tilknyttet gjødselmengde til de aktuelle dyrene (Lovdata, 2014; Landbruksdirektoratet, 2020). Per i dag er det ingen andre støtteordninger for råstoff enn tilskuddet fra Landbruksdirektoratet for husdyrgjødsel.

En annen ordning er tilskudd fra forskningsrådet. De gir støtte til umodne teknologier innenfor en rekke områder og kan benyttes ved utvikling av nye metoder og teknologier (Enova, 2020a;

Forskningsrådet, 2020). Potensielle bruksområder tilknyttet biogass kan være uttesting av nye forbehandlingsmetoder, oppgraderingsteknologier for mindre anlegg og lignende.

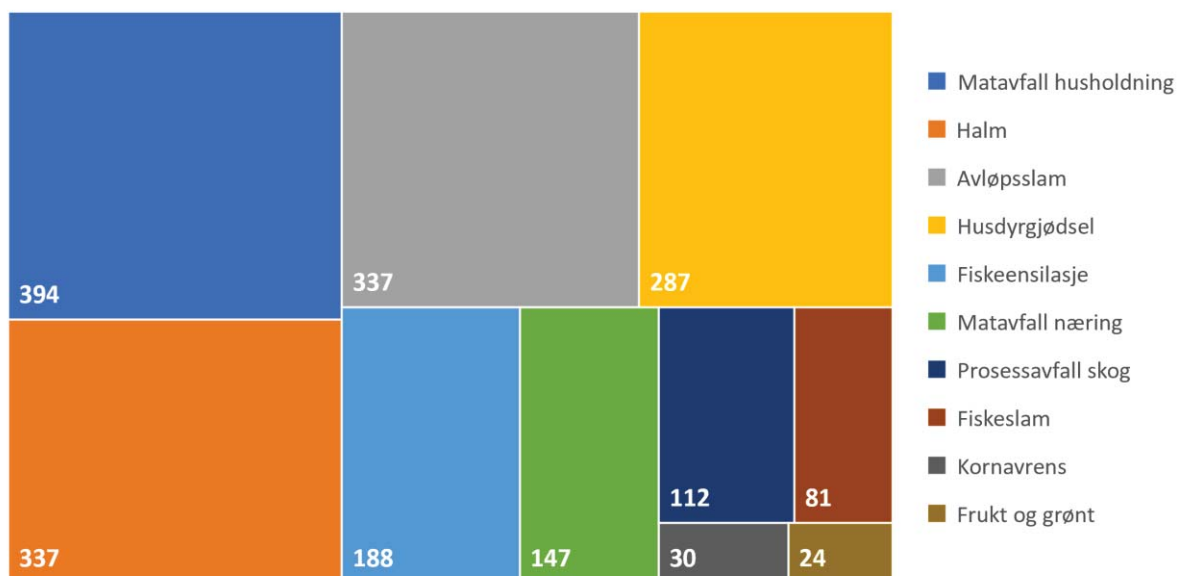
Klimasats er en ordning som er rettet mot kommunene og deres klimasatsing. Her kan tilskuddene gå til utbygging av fyllestasjoner og biogasskjøretøy. Om prosjektene allerede støttes av Enova kan ikke disse midlene benyttes i tillegg. I 2018 var det satt av 150 MNOK i statsbudsjettet til Klimasats (Berg et al., 2018).

NO_x-fondet er en annen ordning hvor medlemmer kan få støtte tilsvarende reduserte utslipp av NO_x. Omlegging til biogass kan føre til reduksjoner i NO_x-utslipp og kan potensielt benyttes. Det finnes også mindre ordninger som for eksempel Grønn framtid hos Innlandet fylkeskommune. Grønn framtid har som hensikt å gi midler til bærekraftig næringsutvikling og kan blant annet støtte utbygging av biogassanlegg. Støttemulighetene fremstår derfor som mange, men avhengig av teknologimodenhet og varierende i omfang.

2.4 Potensial i Norge

Som vist i Figur 9 ble det i 2018 produsert rundt 0,5 TWh biogass i Norge. Mye av produksjonen gikk til fakling og oppgradering gjøres ved mindre enn halvparten av anleggene. Fra analyser fremgår det også lite realistisk å benytte biogass til andre formål enn drivstoff ut fra dagens situasjon. Det er derfor et allerede eksisterende potensial for å benytte mer biogass i transportsektoren. Potensialet anslås å ligge på mellom 2,3 til 5 TWh fra tidligere studier på området. En oppdatert og bred potensialstudie gjennomført av blant annet Carbon Limits, anslår at i 2030 er biogasspotensialet omkring 2,5 TWh (Sammud et al., 2019). Altså en økning på 2 TWh fra dagens nivå. I Figur 10 er det vist en presentasjon av resultatene fra Carbon Limits. Det er gjennomført noen sammenslåinger av kategorier for matavfall til en felles kategori *Matavfall næring*. En reduksjon fra 796 GWh til 287 GWh er også gjort av Miljødirektoratet for husdyrgjødsel, grunnet forutsetninger om gradvis økning i husdyrgjødselutnyttelse i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet, 2020b). Resultatet blir dermed noe redusert, men er fortsatt nesten en firedobling fra 2018 (Miljødirektoratet, 2020c).

PRODUKSJONSPOTENSIALER PER RÅSTOFF

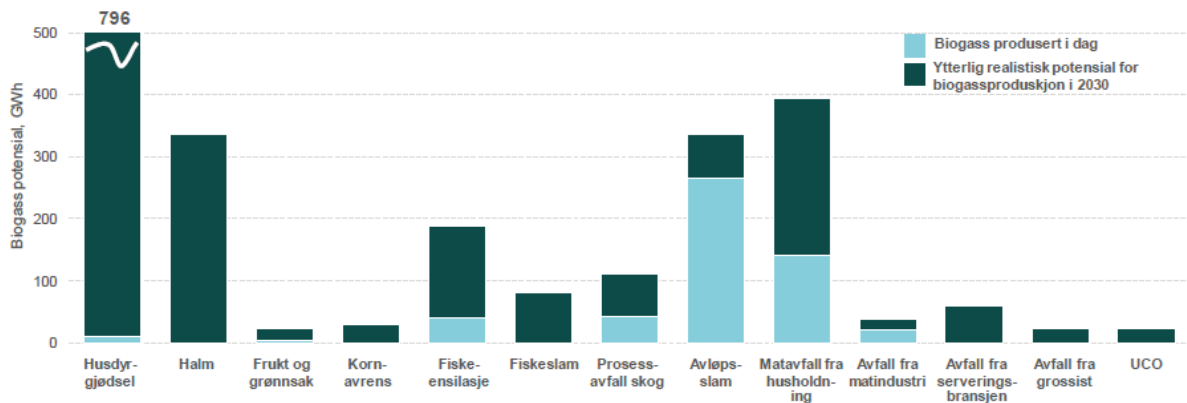


Figur 10 – Produksjonspotensialer for biogass per type råstoff i 2030 oppgitt GWh med verdier fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020c)

Beregninger som skal anslå hvordan forholdene er i fremtiden er gjerne tilknyttet stor usikkerhet. Et eksempel på dette er matavfall hvor det jobbes med å redusere svinn og det er satt ambisiøse mål. Utfallet av disse målene er vanskelig å forutse og gjør anslaget av tilgjengelig mengde ressurser usikkert. Resultatene kan likevel fortelle hvilke ressurser som trolig blir størst (Miljødirektoratet, 2020c; Miljødirektoratet, 2020b).

Sund Energy har i sin rapport undersøkt potensialet for biogassutnyttelse i transportsektoren i 2030. Det er gitt to potensielle fremtider hvor den ene tar utgangspunkt i dagens situasjon med få endringer og anslår et bruksnivå på 1,2 TWh. Den andre bygger generelt på en mye sterkere satsing og bedre forutsetninger for biogassbruk og anslår et bruksnivå på mellom 5-8,5 TWh. Avfallsbransjen anslår som nevnt 10-12 TWh tilgjengelig biogasspotensial bare fra avfallsressurser. En grunn til dette er at de spår en økt mengde avfall fra både skogbruks- og havbruksnæringen. Det arbeides også mot bedre utsortering i private husholdninger og fra næringsliv av både organisk avfall og matavfall (Pederstad, 2017; Sund et al., 2017). NVE ga ut en rapport i 2014 hvor det anslås et ressurspotensial på 1,7-2,1 TWh for biomasse til biogass i 2020 (Melbye et al., 2014). Vurderingene er klart mange og varierte, med mange ulike forutsetninger og antagelser.

Fra rapporten gjennomført av Carbon Limits på oppdrag fra Miljødirektoratet, er det gitt en oversikt av produksjonen per i dag og det anslåtte økte produksjonspotensialet mot 2030. Her er det ikke nedjustert for bruk av husdyrgjødsel slik Miljødirektoratet har gjort i sin rapport *Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass* og potensialet er derfor her satt til 796 GWh. Oversikten er vist i Figur 11 (Sammut et al., 2019).



Figur 11 – Eksisterende produksjon og ytterligere potensial for produksjon i 2030 per type råstoff (Sammut et al., 2019)

3 Metode og datagrunnlag

3.1 Litteratursøk og datainnsamling

I denne oppgaven er problemstillingene analysert med litteratursøk og intervjuer. Litteratursøket ble gjennomført ved bruk av databaser som Brage og Web of Science (ISI). Videre har Google Scholar blitt benyttet, samt telefonsamtaler og e-postkorrespondanse med ulike fagpersoner, både i Norge, Danmark og Tyskland. Ellers er det hentet informasjon fra artikler i magasiner, hjemmesider til kraftselskap, aktører og statlige organer, vitenskapelige artikler og populærvitenskapelige artikler. Sistnevnte er brukt til både kvalitetssikring og innhenting av informasjon. Statistisk sentralbyrå har også vært en viktig kilde til både statistikk og informasjon fra deres artikler. Søket har hovedsakelig gått ut på å undersøke hvilke utfordringer som eksisterer i biogassmarkedet og hvilke virkemidler som finnes for biogass i Norge, Danmark og Tyskland. Det er videre undersøkt status for biogass i dag og hva som er gjort for at utnyttelsen har nådd dagens nivå.

For å gi et riktigst mulig bilde på Norges forbedringsområder angående utvikling av biogassmarkedet, er det blitt forsøkt å finne nyere artikler og rapporter på produksjon, potensialer, kostnader og nåværende insentiver.

3.2 Kvalitative intervjuer

Den andre delen av studien har bestått av kvalitative intervjuer med ulike potensielle og eksisterende interessenter for biogass. Intervjuene ble avtalt gjennom oppringning av objektene, e-post korrespondanse og SMS. En intervjuguide ble utarbeidet for hver av de fire kategoriene interessenter; fjernvarmeprodusenter, bedrifter med kjøretøyflåte, bedrifter med skipsfart og biogassprodusenter. Disse ble om ønskelig sendt i forkant og intervjuene har blitt gjennomført som samtaler med utgangspunkt i intervjuguidene. De besto av mindre enn ti hovedspørsmål og med enkelte oppfølgingsspørsmål for å belyse innstillingen til biogass, villigheten til å benytte det, utfordringer ved dagens marked, utfordringer ved produksjon og hva som skal til for å øke bruk av biogass. Bakgrunnen for mange av spørsmålene har grunnlag i hva litteratursøket ga av informasjon rundt mulige utfordringer.

Til sammen er 28 intervjuer gjennomført. Disse har foregått over telefon eller gjennom møter på Microsoft Teams. Av disse stilte sju fjernvarmeprodusenter til intervju, hvor deltagerne var

Statkraft, Akershus Energi, Østfold Energi, Oplandske Bioenergi, Miljøvarme VSEB, Follo Fjernvarme og Vardar. Blant de sju bedriftene med kjøretøyflåte har Tine, Asko Transport, Nortura, Posten Norge, Postnord, Ruter og AtB deltatt. Av tre rederier har FosenNamsos Sjø, Greig Star og Eidesvik blitt intervjuet. Grunnen til at det er få deltagende bedrifter med skipsfart, er at disse har vist seg å være vanskelig å få avtaler med i denne perioden, da det er svært travelt. Det samme gjelder busselskaper. Av biogassprodusenter har elleve større og mindre anlegg stilt til intervju. Fire av disse har vært gårdsanlegg, hvor blant annet Tomb Biogass, Jæren Biogass og Holum gård har deltatt, samt et anlegg som ikke lenger er i drift. Av større anlegg har Greve Biogass, Biokraft, Ecopro, IVAR og Mjøsanlegget stilt, i tillegg til ett som ikke er i drift og ett som planlegges. Det er tatt med både planlagte, avsluttede og driftende anlegg av den grunn at alle har et godt grunnlag for å kunne uttale seg om utfordringer ved biogassproduksjon. Naturligvis med noen mangler fra oppstartsbedrifter angående selve driften. Gårdsanlegg er blant intervjuobjektene med hensikt å undersøke hvilke utfordringer og muligheter som kan finnes i mindre skala da det er lite utbredt i Norge. Spørsmålene er presentert i Vedlegg A.

Resultatene fra intervjuene er anonyme og derfor ikke presentert for hvert enkelt intervjuobjekt. De er forsøkt bearbeidet gjennom sammenstilling av ulike meninger og kommentarer i egne resultatark som ikke er presentert i denne oppgaven direkte, men beskrevet for hver gruppe. Noen spørsmål er som nevnt like og kan sammenlignes på tvers av guidene. Alle navngitte interessenter, har godtatt å bli tilknyttet oppgaven.

3.3 Scenarioer for støtteordninger

De to støtteordningene er utregnet og satt opp med Microsoft Excel. Tabeller og diagrammer er resultater fra modeller som er satt opp med dette og presentert i kapittel 4.3.

3.3.1 Råstoffstøtte

Her er det tatt utgangspunkt i antatt tilgjengelig mengde råstoff i 2030. Verdiene er hentet fra Carbon Limits sin rapport for Miljødirektoratet (Sammut et al., 2019). For de fleste råstoffene er det oppgitt et biogassutbytte og en kostnad per tonn. Dette er gjennomsnittsverdier og kan

i virkeligheten variere mye. For husdyrgjødsel er verdien tilsvarende dagens subsidie, med et bestemt tørrstoffinnhold.

Hvilke råstoff biogassprodusenten må kjøpe og får gate-fee for, varierer avhengig av om det er private eller offentlige aktører. Støttesatsene brukt i denne ordningen, er faste og gitt som prosentandeler av prisene på råstoff oppgitt i Tabell 1. Om dette er kostnader eller inntekter for biogassprodusentene, er irrelevant for støtten, da den uansett er basert på prisen til råstoffet. Eksempelvis er «*brukt vegetabilsk olje og fettrester*» oppgitt med negativt fortegn i Carbon Limits sin rapport fordi biogassprodusenten må betale for råstoffet. Støttesatsen er basert på absoluttverdien for å få en positiv verdi, tilsvarende tilskuddet som går til biogassprodusenten. Biogassutbytte og tilgjengelig mengder avfall er også presentert i Tabell 1.

Tabell 1 – Forutsetninger brukt i beregningene av støttescenarioer

Råstoff	Pris [NOK/tonn]	Biogassutbytte	Enhet	1000 tonn i 2030
Husdyrgjødsel	70	1,55	MWh/tonn VS	185
Halm	1 000	2,28	MWh/tonn TS ⁵	177
Fiskeensilasje	450	1,49	MWh/tonn råvekt	126
Fiskeslam	360	4,46	MWh/tonn TS	18
Avløpsslam	30	2,38	MWh/tonn TS	133
Matavfall husholdning	898	1,24	MWh/tonn råvekt	272
Matavfall næring	898	0,92	MWh/tonn råvekt	134
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	9 400	6,75	MWh/tonn råvekt	3

Biogasspotensialet for husdyrgjødsel er ikke oppgitt direkte i rapporten, og det er langt høyere enn det Miljødirektoratet konkluderer med i sin rapport basert på bakgrunnsrapporten fra Carbon Limits. Carbon Limits har tatt utgangspunkt i å benytte 65% av tilgjengelig mengde husdyrgjødsel, mens Miljødirektoratet har brukt 25% da dette er et av målene for husdyrgjødsel i 2030. Derfor er det i denne studien regnet ut et gjennomsnittlig biogassutbytte basert på at vekten Carbon Limits oppgir i sin rapport på 482 000 tonn, er 65% av tilgjengelig mengde. Total tilgjengelig mengde er da 742 000 tonn og 25% av dette er 185 000 tonn. Det er derfor brukt 185 000 tonn i beregningene. Med utgangspunkt i Miljødirektoratet og 287 GWh husdyrgjødselpotensial, blir biogassutbyttet for husdyrgjødsel 1,55 MWh/tonn VS.

⁵ Det er benyttet et tørrstoffinnhold på 85% (Sammut et al., 2019)

Det er også beregnet en verdi for biogassutbyttet for matavfall næring. Matavfall næring består av organisk avfall fra tre ulike typer næringer, men er slått sammen til en felles kategori. Samlet potensial er 124 GWh og er brukt som utgangspunkt for å finne gjennomsnittlig biogassutbytte, på samme måte som fremgangsmåten for husdyrgjødsel. Til sammen er det som vist i Tabell 1, 134 000 tonn tilgjengelig råstoff i 2030.

For avløpsslam er det forvalter av avfallet som også er produsent og det er derfor ingen pris oppgitt på dette i rapporten til Carbon Limits. Det er her satt et tilskudd på 30 NOK/tonn som støttesats for å ha et tilskudd. Alle verdier presentert i resultatene, er størrelsen av prosentandelene av råstoffprisene, ikke opprinnelig pris pluss det ekstra tilskuddet prosentsatsene tilsvarer. Slik vises bare summene av tilskuddene. Prosessavfall fra skog, kornavrens og grønnsaker er kategorier omtalt i rapporten, men som forfatterne ikke har klart å finne tilgjengelige kilder på eller at det er lite hensiktsmessig å sette en pris da den vil være veldig usikker.

Potensiell produksjon tilsvarer ikke faktisk realisert produksjon med aktuell støtteordning. Det er derimot satt som forutsetning at produksjonspotensialet til hvert råstoff blir realisert uavhengig av støtteordningen som er satt. Støtteverdiene er derfor potensielle totale tilskudd, gitt at all tilgjengelig mengde råstoff utnyttes i 2030.

3.3.2 Støtte per CO₂-ekvivalent

Denne støtteordningen er en form for driftstilskudd med utgangspunkt i antall CO₂-ekvivalenter tilsvarende mengde produsert metan. Det vil si, med en klimapåvirkning per tonn metan som tilsvarer 25 tonn CO₂ og sats på 25 NOK/tonn CO₂, vil ett tonn produsert metan gi et tilskudd på 625 NOK.

$$1 \text{ tonn } CH_4 * 25 \frac{\text{tonn } CO_2}{\text{tonn } CH_4} * 25 \frac{\text{NOK}}{\text{tonn } CO_2} = \mathbf{625 \text{ NOK}}$$

Det er med forutsetningene i Tabell 2 beregnet hvor mange tonn metan det årlige biogasspotensialet til hvert enkelt råstoff tilsvarer. Med utgangspunkt i de ulike mengdene metan og støttesatser for CO₂-ekvivalenter, er total årlig støtte beregnet per råstoff. Det er valgt tre ulike tilskudd; 25 NOK/tonn CO₂, 50 NOK/tonn CO₂ og 100 NOK/tonn CO₂.

Tabell 2 – Forutsetninger for støtteordning basert på CO₂-ekvivalenter.

Forutsetning	Verdi	Enhet
Energiinnhold metan ⁶	13,9	MWh/tonn metan
CO ₂ -ekvivalenter for metan ⁷	25	Tonn CO ₂ /tonn CH ₄
Drift- og vedlikeholdskostnader ⁸	50	Øre/kWh

De samme usikkerhetene er tilknyttet denne støtteordningen som for råstoffstøtten. For å måle dekningen av tilskuddet, deles årlig støttesum for hvert råstoff på biogassproduksjon ved full utnyttelse. Da vises tilskuddet i øre/kWh og kan sammenlignes med drifts- og vedlikeholdskostnadene på 50 øre/kWh produsert biogass. Verdien vil være den samme for alle råstoff i hvert scenario og det er derfor valgt ut ett eksempel til sammenligning for hver støttesats.

3.4 Kartlegging av markedsmuligheter

Oppgaven fokuserer på å kartlegge spesielt hva de ulike interessentene mener må til for at de skal benytte, utbedre bruk av eller øke produksjon av biogass. Dette innebærer insentiver rettet mot biogass slik at det skal bli mer konkurransedyktig med konvensjonelle kjøretøy og kraftproduksjon, samt mer lønnsomt å produsere. På grunn av begrensede ressurser er det utvalgte interessentgrupper og intervjuobjekter som har blitt prioritert. Antallet intervjuer er derfor noe redusert, men forsøkt å nå et nivå som gir relativt godt grunnlag for å komme med konklusjoner.

Det er ikke foretatt noen dypere økonomiske analyser av produksjon eller bruk, men kommentert dagens kostnader. Klimanytte av økt produksjon og substitusjon av fossile drivstoff og brensler er heller ikke vurdert. Det finnes allerede en rekke livsløpsanalyser og lignende som undersøker reduksjonene av utslipp ved bruk av biogass.

⁶ Hentet fra DSB (DSB, 2012)

⁷ Fra Miljødirektoratet sin Miljøstatus over metan (Miljødirektoratet, 2019)

⁸ Hentet fra NVE rapport «Bioenergi i Norge» (Melbye et al., 2014)

3.5 Beregninger

I beregningene er det ikke grunnlag for å si at det er dette som skal til for å realisere potensialene eller at det vil være slik i 2030. Kostnader som transportkostnader, forbehandling og lignende for hvert enkelt råstoff er ikke beregnet. Det er tatt utgangspunkt i potensialene for hver råstoffkategori, for å ha et samlet grunnlag å beregne total støtte i de ulike støttescenarioene. Verdiene avviker noe fra faktisk potensial beregnet i rapporten til Carbon Limits, men vil gi et bilde på hva støtteordningene vil koste. Dette er trolig grunnet avrundede verdier og usikkerhet tilknyttet biogasspotensial og omregninger. Dette har ikke noe å si for prinsippet i støtteordningene. Kostnadene er ikke indeksjusterte verdier for økonomien.

Sambehandling av råstoff gir et økt biogasspotensial, men det har ikke vært mulig å vurdere virkningene av ulike blandinger i denne oppgaven. Det er derfor tatt utgangspunkt i produksjonspotensialet av hvert råstoff som et eget substrat uten innblanding av annen biomasse.

4 Resultater

Litteratursøket har vist at det er vanskelig å finne vitenskapelige studier av barrierer for biogass. Det er imidlertid noen omfattende, oppdaterte og gode rapporter fra eksempelvis Miljødirektoratet, Sund Energy og Rambøll som derfor er benyttet i denne oppgaven. Enkelte områder som biogass til fjernvarme står det lite om, trolig fordi dette er vurdert som et mindre relevant bruksområde enn til veitransport.

4.1 Hvorfor er ikke biogass bedre utnyttet i Norge?

Fra en rekke intervjuer og undersøkelse av litteratur, kommer det frem utfordringer med biogass på flere områder. På grunn av at markedet er relativt lite utviklet er det ulike fundamentale forutsetninger for økt bruk og produksjon som ikke er på plass. I dette kapittelet presenteres først en sammenstilling av resultatene fra intervjuene og litteratursøket for hver enkelt interessentgruppe, deretter sammenligningen med Danmark og Tyskland og til slutt støtteordningene.

4.1.1 Biogassprodusenter

Etterspørsel ser ikke ut til å være et problem for intervjuobjektene, til tross for vektleggingen av dette området i rapporter. En av kommentarene var «*Vi får ikke bygd ut raskt nok til å dekke etterspørselen*». Markedet for biogass kan derfor se ut til å være voksende på etterspørselssiden. Dette gjelder ikke nødvendigvis i alle områder da det også kommenteres også at «*Det er ingen mening i at Enova fortsetter å støtte utbygging av kapasitet hvis vi ikke får økt etterspørselen etter drivstoff*». Selv om det ikke er et problem med usikker avkastning på produksjon for de fleste intervjuobjektene i dag, må etterspørselen utvikles i takt med produksjonskapasiteten. Sund et al. (2017) og Miljødirektoratet (2020) legger derimot mer vekt på usikkert marked som en barriere og gjør biogassprosjektene mer risikable (Sund et al., 2017). Biogass Oslofjord beskriver også markedet som umodent og utsatt ved svikt i etterspørsel (Thorsen et al., 2019). Dette kan tyde på variasjoner fra område til område. Miljødirektoratet kommenterer også at i perspektiv av biogassprodusentene, er det nødvendig med sterkere insentiver i veitransportmarkedet. Eventuelt i en kombinasjon med

sterkere insentiver i andre markeder hvor det i dag er lite bruk. På den måten blir biogass mer attraktivt og kan gi sikrere etterspørsel (Miljødirektoratet, 2020c).

Alle de større biogassanleggene oppgraderer biogassen og begrunner det med at det er lettere å få solgt. «*Ikke oppgradert biogass har vi ingen anvendelse for*» er en av kommentarene. Det er i tråd med litteraturen som uttrykker at det er lite realistisk med utnyttelse av biogass i andre markeder enn veitransporten med dagens virkemidler (Miljødirektoratet, 2020c). Det er også et par tilfeller på levering av biogassen på gassnett, som ofte krever oppgradert gass avhengig av hvilken type gassnett det er. Derfor oppgraderes all produksjon blant produsentene eller så langt oppgraderingskapasiteten rekker. Ingen av gårdsanleggene har oppgradert gassen da den benyttes til egen bruk og teknologien er for dyr til å benytte på mindre anlegg. Det kommenteres at det koster like mye å bygge et oppgraderingsanlegg for et stort anlegg som et lite. Noe som gjør det uaktuelt for individuelle små anlegg som gårdsanlegg per i dag. Rykkevin (2017) kommenterer samme utfordring rundt kostnader for gårdsanlegg (Rykkevin, 2017). Miljødirektoratet belyser også problemstillingen rundt høye produksjonskostnader. I tillegg til ustabil drift og varierende energibehov (Miljødirektoratet, 2020c). Et felles anlegg hvor flere gårder går sammen kan derimot resultere i høyere lønnsomhet og bedre muligheter.

Et annet aspekt som kan påvirke den bedriftsøkonomiske lønnsomheten til produsentene, er utformingen av salgssavtalene som kan være inngått for svært lange perioder. Dermed hindres fleksibilitet og mulighet til å følge svingninger i markedet. Det samme går også frem som et problem for noen av intervjuobjektene. Avtalene kan være svært avhengige av situasjonen når avtalen inngås, samt hvordan markedsutsliktene fremstår. Med usikre markedsutslikter kan produsentene få dårligere betingelser i avtalene og forårsake enda større risiko ved prosjektet. Det leder til poenget om at flere aktuelle markeder å selge biogassen vil senke markedsusikkerheten for biogassprodusentene (Miljødirektoratet, 2020c). Med flere alternativer og sikrere avkastning, kan det stimulere til økt interesse for investering i utbyggelse av nye produksjonsanlegg. Lånke et al. (2016) kommenterer at visshet om ventende biogassproduksjon kan være en sentral driver og derav øke etterspørselen (Lånke et al., 2016). Biogass Oslofjord omtaler noe av det samme gjennom poengteringen av gjensidig utløsende virkning av tilbud og etterspørsel ved god koordinasjon (Thorsen et al., 2019).

Dagens mangelfullt utviklede biogassmarked begrunner Sund et al. (2017), Sletten & Maass (2013) og Miljødirektoratet (2020) med utydighet fra myndighetene (Sund et al., 2017). Det er noe varierende uttalelser fra intervjuobjektene om hvordan politikerne oppfattes, men hovedvekten av bedriftene har et negativt inntrykk. Noen av de mest sentrale kommentarene er at «*Biogass blir litt glemt, det er for lite fokus*», «*De sender ut både positive og negative signaler*» og «*Mange politikere vet enda ikke særlig mye om biogass*». Det er et ønske om mer overordnede mål og et klart fokus. «*Politikken er veldig fragmentert*» er en annen uttalelse sammen med oppfatningen av at arbeid med biogass kan bære preg av «mote». Med det menes arbeid med biogass uten at det egentlig arbeides ordentlig mot et bedre utviklet marked. Flere har vært i kontakt med politikere direkte og diskutert temaer innenfor biogass. De har derfor relativt godt grunnlag for å uttale seg om emnet. Disse uttalelsene stemmer av den grunn godt overens med litteraturens beskrivelse av satsingen. Varierende, mangelfulle og for lite permanente rammevilkår er generelt ødeleggende for markedsutsiktene og sikkerheten rundt både produksjon og bruk. Rykkevin (2017) viser at det er et ønske om samarbeid i bransjen. Koordinasjon er viktig ved nettverksbygging, samt en samlet satsing (Rykkevin, 2017). Lite kunnskap, snevert perspektiv og lite refleksjon hos politikerne har lenge vært et tema (Sletten & Maass, 2013; Miljødirektoratet, 2020c). Skjelvik poengterer også et manglende kompetansenivå hos aktører og nevner en idé om støtte til nettverksbygging (Skjelvik et al., 2018).

Nullutslipp er et begrep som diskuteres i forbindelse med biogass. Spørsmålet om det skal det defineres som en nullutslippsløsning eller ikke, besvares svært ulikt fra person til person. Det påvirker ikke markedet for biogassproduksjon gjennom selve definisjonen, men resultatet av myndighetenes satsing basert på definisjonen. Brukernes synspunkt på området kan også påvirke markedet. Langsiktige rammevilkår har lenge vært fraværende, men det er det et stort behov for (Sletten & Maass, 2013; Miljødirektoratet, 2020c). Det er en av barrierene for økt produksjon og noe de fleste biogassprodusentene ser ut til å være enige i. Noen få kunne også melde et positivt fokus og iver fra politikerne. Dette kan tyde på lokale forskjeller. Noe som også poengteres i litteraturen som et kjennetegn på markedet. Det er lokalt preget og har derfor en trinnvis utvikling med ubalanse mellom tilbud og etterspørsel. Ett område kan ha lite eller ingen alternative formål å selge biogassen til, mens det er relativt stor etterspørsel i et annet område (Lånke et al., 2016). «*Biogassen kunne blitt solgt for en høyere pris om den*

ikke måtte transporteres så langt» er en av uttalelsene og underbygger at det er lokale variasjoner i etterspørsel. Uansett lokasjon er rammevilkår viktig og klare forhold kan bidra til lavere risiko og utvikling. Balansert og god drivkraft fra politikere må endres fra å være en barriere til å bli en drivkraft, om biogassmarkedet skal vokse.

Koordineringen oppfattes som overkommelig for de fleste, men ikke for alle. Noen kommenterer at Enova-søknader er omfattende prosesser, men det er stort sett ikke noe som oppfattes problematisk. Med noen unntak. Det er til og med noe positivitet tilknyttet den omfattende prosessen; *«Det kan nok oppleves som litt av en jobb å få igjennom en Enova-søknad, men vår erfaring er at de spørsmålene Enova stiller, og den måten de saksbehandler på, den bidrar til å forbedre prosjektet»*. Flere nevner derimot godkjenning av tillatelser og lignende som utfordrende. Det kan være svært omfattende prosesser som også tar veldig lang tid og fungerer på den måten som en flaskehals. Miljødirektoratet kommenterer det samme og beskriver koordineringen som en barriere. En liten ulikhet her er at salgsvtaler og råstoffavtaler også bemerkes som en del av koordineringsutfordringene, noe intervjuobjektene i denne oppgaven legger lite vekt på (Miljødirektoratet, 2020c).

Når det kommer til organiseringen av støtteordninger, er alle gårdsanleggene fornøyd med Innovasjon Norge og hjelpen de har fått. Alle er fornøyd med støttenivået, men i litt ulik grad. Systemet for støtteordninger oppfattes også som godt nok. Likevel er det eksempler på det motsatte, hvor et av poengene er at *«Det er et konkurransefortrinn hvis man er god på å manøvrere byråkrati og finne ordninger, det er ikke ett sted å finne alle ordningene»*. Alle gårdsanleggene er også her fornøyd med Innovasjon Norge sin støtteordning. Det er derfor noe delt oppfatning, men hovedandelen ligger på at systemet er godt nok. Sletten & Maass (2013) og Miljødirektoratet (2020) beskriver det derimot som uoversiktlig og med mange ulike ordninger. Basert på kapittel 2.3.1 om virkemidler og en samlet betraktning av ordningene, ser dette ut til å være en rimelig påstand. I tillegg til at det er uforutsigbart, som har sammenheng med beskrivelsene av usikre rammevilkår (Sletten & Maass, 2013). Biogass Oslofjord forteller også om et ønske fra aktører om forutsigbare rammebetingelser (Thorsen et al., 2019). Nasjonalt kontaktforum for biogass nevnes som et mulig middel for å redusere denne barrieren og potensielt danne nye nettverk (Miljødirektoratet, 2020c).

For oppstart av anlegg, er gårdsanleggene også her er fornøyd med prosessen og tilgangen på informasjon. Mange av de større produksjonsanleggene mener derimot at det delvis er, eller

er, en utfordring. Informasjonen er tilgjengelig, men *«Du må vite hva du ser etter og ha en del kunnskap»*. Kompetanse innenfor biogass er derfor en faktor som påpekes som svært fordelaktig. Mange av de som ikke kommenterer oppstart som en spesiell utfordring har hatt med seg flinke medarbeidere som kan mye om temaet. Miljødirektoratet (2020) foreslår også dannelse av et nettverk for kunnskapsformidling for gårdsanlegg (Miljødirektoratet, 2020c). Dette er naturligvis også en idé tilknyttet større anlegg. Til tross for at gårdsanleggene mener oppstart av produksjon er en grei prosess, er samtidig en sentral kommentar: *«Det er for spesielt interesserte og krever mye energi»*. Det viser at det kan være positivt med et slikt system uansett, for å potensielt forenkle prosesser og gi informasjon om smarte løsninger og fremgangsmåter. Som nevnt er kostnadene høye også for gårdsanlegg og flere kommenterer utfordringer tilknyttet tekniske komponenter. Det leder til Rykkevin (2017) som omtaler teknologiutvikling som et av de viktigste punktene for gårdsanlegg (Rykkevin, 2017).

Angående kostnader for biogassprodusentene, er det flere områder som er vesentlige. Et er slitasje. Substratet kan forårsake stor slitasje på anlegget gjennom urenheter som glass og sand eller lav pH. *«Vedlikehold er en svært betydelig del av kostnadene»* og intervjuobjektene bekrefter at det påvirker lønnsomheten betraktelig. Ett av de større anleggene kommenterer *«Vi har brukt mye tid på å finne riktig materiale for pumper, ventiler og så videre»*. Det samme gjelder et gårdsanlegg og bruk av riktig materiale ser derfor ut til å være svært viktig for å minimere vedlikeholdskostnadene. Noen få mener slitasjen er liten, men flertallet har uten tvil dette som en kraftig post i regnskapet. Den rå biogassen som produseres, er derimot ikke noe som fører med seg nevneverdige slitasje hos noen.

Videre er transportkostnader ofte en vesentlig utgift. Den er noe knyttet til råstoff, men fremstår hovedsakelig som et resultat av bioreshåndteringen. Dette gjelder ikke gårdsanleggene som benytter bioresten selv og distribuerer eventuelt overskudd til naboer. For de fleste større anleggene er det derimot høye transportkostnader tilknyttet frakt av biorest til landbruket. En viktig kommentar som viser tyngden av disse utgiftene er: *«Dette er kostnader som på sikt ikke vil være bærekraftige»*. Selve biproduktet i seg selv er enkelt å håndtere, men fører til økte kostnader og er på den måten en utfordring. Forbehandling av substrat, drift av råtnetank og behandling av biorest utover transport nevnes også som betydelige kostnader hos flere. Ingen av intervjuobjektene har spesielle problemer når det kommer til avsetning av biorest. Ved økt produksjon og for lite områder å spre den på, kan

det derimot bli problematisk og fungere som en flaskehals. Dette nevnes også i rapporter. Det er begrenset hvor mye gjødsel hver bonde kan spre på sine areal. Gjødselvarerforskriften regulerer dette. Økte mengder biorest som ikke har avsetningsmuligheter, kan derfor være sterke barrierer. Bioresten må lagres på gårdene og støtte til både spredeutstyr og større lagringsenheter omtales som mulige virkemidler. Både for bønder som leverer gjødsel og bønder uten husdyr (Miljødirektoratet, 2020c). Avtaler med bøndene for deres mottak av bioresten kan derfor inngås for å sikre avsetning. Slike ordninger mellom bønder og biogassanlegg for leveranse av husdyrgjødsel og retur av biorest eksisterer i dag (Lyng et al., 2019). En idé er å benytte en variant av slike avtaler med bønder som ikke har husdyrgjødsel å levere i tillegg.

Videre oppleves kostnaden av råstoff som en utfordring for flere av de større produsentene. Dette gjelder ikke gårdsanleggene, som allerede besitter mye av substratet. Det bekreftes opplevelser av at bedrifter prioriterer å sende avfallet til Danmark. Dette er mer økonomisk enn å levere avfallet til avfallsbehandling i Norge. I tillegg kommenteres det en observasjon av at bedrifter gradvis blir mer bevisst på nytten av sitt avfall og verdien av ressursen. Noe som kan bety enda større utfordringer angående lønnsomhet i fremtiden. Anleggene nevner likevel ikke tilgangen på råstoff som et spesielt problem og noen har utvidelser på gang. Det kan derimot være en utfordring for andre, eller bli en utfordring i fremtiden. Det er også flere anlegg som ikke produserer ved full kapasitet, men benytter alt som kommer inn av råstoff. Behovet for å etter hvert ta inn nye råstoff ble også nevnt.

Resultatene fra intervjuene stemmer godt med beskrivelser i rapporter om temaet. Gjessing (2018) bekrefter blant annet utfordringen med at avfall blir sendt til Danmark av økonomiske grunner. Beskrivelsene av kostnader ved drift kan tyde på en utfordring tilknyttet økonomien. Det omtales også i en rekke rapporter som tyder på samsvar med informasjon fra intervjuene. Bedriftsøkonomisk lønnsomhet har lenge vært en av de viktigste barrierene og hindrer bruk av dyrere råstoff (Sletten & Maass, 2013; Sund et al., 2017). Videre forklares mangel på insentiver angående avfallsgjenvinning som en begrunnelse for mulig råstoffusikkerhet. Konkurransen med andre behandlingsmetoder for avfallet er også en forklaring. Et annet eksempel er usikkerheten tilknyttet matavfall. Mål om økt utsortering og samtidig mange ulike prosjekter tilknyttet reduksjon av matsvinn gjør at utviklingen av tilgjengelig mengde blir usikker (Klima- og Miljødepartementet, 2014; Schrøder et al., 2015; Gjessing, 2018). Det

krever derfor insentiver som kan tvinge og/eller oppmuntre til leveranse av disse avfallsressursene (Miljødirektoratet, 2020c). Slik kan fremtidig råstofftilgang bli lettere.

Investeringsstøtten er som nevnt de fleste fornøyd med, men driftskostnadene er en utfordring. Dette gjør at utvidelser og lignende blir vanskeligere å gjennomføre (Miljødirektoratet, 2020c). Et annet problem som følger med lav lønnsomhet er muligheten til å utnytte dyrere råstoff. Biogass er følsom for etterspørsel og lettere tilgjengelige ressurser kan derfor utløses ved forutsigbarhet og mange forbrukere. De dyrere ressursene, vil derimot trolig kreve høyere økonomisk gevinst hos produsentene for å kunne brukes (Lånke et al., 2016).

Når biogassprodusentene blir spurt om hva som skal til for å stimulere til mer produksjon, er det en rekke ulike poeng. Noen er som nevnt allerede i prosessen med utvidelser, men både bedre støtte og sikrere distribusjon og avsetning nevnes. Angående støtte, er det noen spesifikke insentiver som støtte til transport og støtte per produserte kWh biogass som nevnes. Høyere bistand fra Enova til investering er også en av kommentarene. Videre er støtte til å teste ut nye metoder av forbehandling et ønske. Ulike råstoff trenger ulik forbehandling og midler til å teste ut metoder kan stimulere til utvikling av bedre teknologier, samt at det blir enklere å benytte andre råstoff.

Vedlikehold og transport av biorest anses derfor av produsentene som de viktigste utfordringene ved produksjon av biogass. Av disse to er det flest som legger vekt på vedlikeholdskostnadene og at lønnsomheten påvirkes sterkt av dette. Det nevnes også driftskostnader grunnet energien som trengs for å drive biogassreaktoren, samt etterbehandlingen av produksjonen. Sund et al. (2017) har gjennomført en beregning av produksjonskostnader basert på opplysninger fra Enova og egen analyse i rapporten. Resultatene av dette viser at med forutsetningene som er satt, blir total produksjonskostnad for flytende biogass til transport minst 475 NOK/MWh og maks 1 341 NOK/MWh som tilsvarer 0,48 NOK/kWh og 1,34 NOK/kWh (Sund et al., 2017). Det er tatt utgangspunkt i en strømpris på 0,85 NOK/kWh for disse beregningene.

Vedrørende oppstart av produksjon for et biogassanlegg, er det mange ulike meninger om hva som er området med størst forbedringspotensial. Av gårdsanleggene kommenteres det i denne oppgaven usikkerhet tilknyttet om anlegget fungerer slik det er planlagt, samt at det

som nevnt krever svært stor innsats. Det er for spesielt interesserte og er derfor en av barrierene for økt bruk av gårdsanlegg. Blant de større anleggene, nevnes utfordringer som både godkjenninger og tillatelser, kunnskap og prosjektrisiko som kan hindre investorer i å investere. Svært få kommenterer oppstartskostnadene spesifikt og det legges ingen vekt på at det tar lang tid før driften blir stabil. Det betyr ikke at det ikke er en reell problemstilling og belyses som utfordringer av Skjelvik (2018). Både for store og små anlegg og da spesielt for små (Skjelvik et al., 2018). Miljødirektoratet poengterer også som nevnt den ustabile driften til gårdsanlegg spesifikt (Miljødirektoratet, 2020c).

Hovedutfordringene for biogassprodusenter kan diskuteres, men fremstår oppsummert som kostnader tilknyttet vedlikehold- og transportkostnader. Derav lavere bedriftsøkonomisk lønnsomhet grunnet mangelfulle rammevilkår. Investeringen støttes på et tilfredsstillende nivå, men kostander ved drift er av vesentlig tyngde. Økt lønnsomhet kan utgjøre en stor forskjell og resultere i et mer utbredt marked. God økonomisk støtte ser derfor ut til å være avgjørende.

4.1.2 Bedrifter med kjøretøyflåte

Samtlige av de intervjuede har også her en positiv innstilling til biogass. Enkelte enda mer enn andre. Det er et interessant alternativ som flere ønsker å benytte og det kommenteres at «*Det er en bærekraftig løsning*» og «*Jeg tror det er nøkkelen til grønn transport*». Alle intervjuobjektene har vurdert biogass i større eller mindre grad. De fleste benytter også biogass i noe grad per i dag. Rapporter beskriver også bærekraft som den sentrale driveren ved valg av mer miljøvennlige løsninger for transporten (Sund et al., 2017). Biogass stiller sterkt angående bærekraft, men vurderingene av ulike bærekraftige løsninger kan variere mye fra situasjon til situasjon. El kan ukritisk betraktes som et klimanøytralt alternativ, men det er flere usikkerhetsmomenter tilknyttet el og bærekraft. I noen tilfeller kan denne usikkerheten gjøre at biogass vinner frem, mens det i andre situasjoner ses bort fra den positive totale klimaeffekten av biogass og velges el. Ved dette valget kan eksempelvis lokale utslipp være vektlagt, noe som gjør at biogass ikke er aktuelt da det blir vurdert i et lokalt og ikke helhetlig perspektiv. Noen NO_x-utslipp er forbundet med biogass, men i nyere Euro 6 motorer er mengdene NO_x og andre avgasskomponenter små (Lånke et al., 2016).

Uttalelsene fra bedriftene viser også samme variasjon i vurderingene av nullutslipp som beskrevet i en markedsrapport fra Rambøll (Lånke et al., 2016). Oppfatningen av begrepet nullutslipp kan derfor virke som både en barriere og en driver for biogass. Støyforurensning er et annet aspekt ved valg av teknologi og kan påvirke beslutningen. Biogass er tilknyttet noe lavere støy enn fra vanlige motorer i tunge kjøretøy (Klima- og Miljødepartementet, 2014). Det er ikke spurt etter direkte i intervjuene og heller ikke noe intervjuobjektene nevnte som en faktor som kunne påvirke valget av biogass.

Alle deltagerne kategoriserer kunnskapsnivået i bedriften tilsvarende minst et moderat nivå. De har derfor erfaring fra informasjonssøk og belyser et forbedringspotensial her. «Informasjonen finnes, men den er ikke så lett å finne», «Det er ikke god nok samling i bransjen» og «Hvis du vet hva du skal lete etter så kan det sikkert være greit» er sentrale uttalelser fra intervjuene. De som ikke mente det var et problem, har ulike kontakter som kan svare på spørsmål og/eller deltar på arrangement og lignende som gir mye nyttig informasjon. Det er også noe delt om bedriftene tror mangel på kunnskap kan være en grunn til at biogass ikke er brukt mer. For noen er det definitivt ikke en barriere, men andre er enig at det kan være en av grunnene til mindre bruk av biogass. Her er det samsvar med litteraturen som påpeker at mangel på kunnskap hos brukere som er en av barrierene for bruk av biogass (Sletten & Maass, 2013; Sund et al., 2017; Miljødirektoratet, 2020c).

Veitransportsektoren er det markedet virkemidlene hovedsakelig er rettet mot (Sletten & Maass, 2013). Bussmarkedet beskrives i litteraturen som det markedet hvor insentivene har vært sterkest. Analyser viser likevel at fremtidsutsiktene her er veldig usikre. Usikkerheten er spesielt stor når det gjelder på lengre sikt (Miljødirektoratet, 2020c). Det kommenteres i et av intervjuene at «Vi ser på biogass som en overgangsteknologi», noe som tyder på at biogass ikke nødvendigvis er en løsning som er et aktuelt valg for alle i fremtiden. Alle er som nevnt positive til biogass, men oppfatningen av biogass som nullutslippsløsning eller ikke kan være avgjørende. Til tross for at vissheten om den potensielle klimanytten er tilstede, kan definisjonen av begrepet nullutslipp gjøre at biogass ikke velges.

Et annet hinder som gjør at biogass kan bli valgt bort er tilgangen på kjøretøy. De fleste av intervjuobjektene er fornøyd med tilbudet, men det er tilfeller hvor kjøretøyene på markedet ikke er tilstrekkelig for bedriftens bruk. Tyngre transport i krevende terreng ser det ikke ut til at dagens tilbud takler. Kjøretøyene er også vesentlig dyrere enn konvensjonelle. Rapporter

opplyser om de samme utfordringene og derav flaskehalsen tilknyttet tilgangen på kjøretøy (Sletten & Maass, 2013; Miljødirektoratet, 2020c). Det opplyses også om at leverandører i 2017 meldte om fremtidig bedre tilbud og at kjøretøy tilsvarende dieseldrevne var rett rundt hjørnet (Sund et al., 2017). Intervjuene viser at tilbudet ikke er godt nok for alle enda. Enova forteller i sin årsrapport for 2019 at dette markedet er i utvikling, hvor antallet leverandører og mengde kjøretøy øker (Enova, 2020d). Denne barrieren kan derfor forsvinne innen rimelig tid.

Videre er flere insentiver og bedre støtte i fokus og er områder som må utbedres for at biogass skal være et mer aktuelt alternativ. Et annet aspekt ved kjøretøyene er at restverdien er svært lav og/eller veldig usikker. Det samme gjelder vedlikeholdskostnader og egenskaper ved kjøretøyene. *«Vi har vært i kontakt med lastebilleverandørene og opplever at det er usikkerhet rundt egenskapene til bilen, hvordan biogassen påvirker vedlikehold og at det generelt har vært veldig mye usikkerhet»* forteller et av intervjuobjektene. Merkostnadene ved biogasskjøretøy er derfor ikke bare høyere, men også tilknyttet usikkerhet ved innkjøp. Reduserte kostnader enten ved kjøp eller gjennom støtte er derfor en viktig faktor som må på plass. Her kommer også fritak fra bompenger inn som et spesifikt insentiv. Flere foreslo dette virkemiddelet før spørsmålet om bompenger ble stilt. Intervjuobjektene dette virkemiddelet er relevant for, anser det som et veldig nyttig tiltak eller til og med vesentlig at innføres. Samme virkemiddel nevnes også av Miljødirektoratet (2020), Sund et al. (2017) og Skjelvik (2018). Problemet tilknyttet restverdien til kjøretøyene er også et av poengene (Sund et al., 2017; Miljødirektoratet, 2020c). Biogass Oslofjord forteller også at markedet for omsetning av nye og brukte biogasskjøretøy er umodent. Av den grunn setter Enova restverdien lik null i sine beregninger (Thorsen et al., 2019). Skjelvik (2018) omtaler også et ønske fra mange angående likestilling med el og hydrogen i forbindelse med parkering, betaling på ferger og engangsavgift (Skjelvik et al., 2018). Berg et al. (2018) har gjennomført en analyse som også konkluderer med at et fritak for bompenger i og rundt Oslo, til og med ville gjort biogass til en økonomisk riktig investering (Berg et al., 2018). Dette ser derfor ut som et insentiv som er spesielt interessant å vurdere innføring av.

En annen viktig faktor som diskuteres er tilgjengelighet. Det er ikke forsvarlig å basere driften av virksomheten på et produkt som ikke har sikker leveranse. Under tilgjengelighet faller også fyllestasjoner. Dagens infrastruktur er mangelfull, spesielt for LBG hvor det bare finnes to

stasjoner på Østlandet. De fleste av intervjuobjektene er ikke avhengige av spesielt solid infrastruktur da en tank er tilstrekkelig for den aktuelle ruten. Andre må fylle en eller flere ganger underveis da etappene er veldig lange. Det er uansett behov for målrettet innsats for utbygging av fyllestasjoner, men trolig ikke behov for en voldsom utbyggelse. Uttalelsene om mangel på tilgjengelighet stemmer også godt overens med litteraturen. Det er sterkt behov for en bedre utviklet infrastruktur og distribusjonsapparat (Sletten & Maass, 2013; Sund et al., 2017). Ved bygging av fyllestasjon på egen parkering, bistår Enova med investeringsstøtte. Spesielt mindre aktører kan likevel velge alternativer som ikke krever fyllestasjoner for gass (Lånke et al., 2016). Mangelfull infrastruktur og behovet for den er derfor en viktig barriere for biogass.

Utviklingen av andre teknologier har også betydning for økt bruk av biogass. Avanserte biodrivstoff og antatt prisutvikling sammen med teknologiutvikling av el er sentrale faktorer. Batterielektriske kjøretøy utvikler seg raskt og kan bli en barriere for biogass (Miljødirektoratet, 2020c). Det er mer fokus på transportsektorens utslipp nå enn tidligere og det er et stort potensial for reduksjoner. Biogass er mer tilgjengelig enn el til tungtransport per i dag og vil trolig være det en stund fremover (Sund et al., 2017). Derfor er ikke nødvendigvis el en barriere for denne typen transport i dag, men kan bli det i fremtiden. Det stemmer godt med uttalelsen om at *«Det er ikke mulig å kjøpe store nok batterielektriske kjøretøy i dag til en grei pris og vi ser derfor på biogass som en overgangsløsning»*.

Angående koordinering er det jevnt over misnøye blant intervjuobjektene. Støttesøkingen er en utfordring. De som har erfaring fra området og kan uttale seg om det, kommenterer at prosessen er vanskelig. Det er noe varierende i hvilken grad det anses som problematisk, men flere mener prosessen er komplisert og utfordrende. Prosessen rundt søknad til fyllestasjoner nevnes blant annet spesifikt. *«Det tar tid og det er en begrensning hvis man skal søke om å bygge fyllestasjon. De ønsker at det skal være et visst antall kjøretøy knyttet til fyllestasjonen, men du får jo ikke kjøretøy før du har fyllestasjon»* er ett av poengene. Samme barriere omtales av Miljødirektoratet (2020), hvor også koordineringen tilknyttet utbygging av fyllestasjoner er kommentert. Problemet rundt benyttelse av nye arealer er et annet aspekt ved temaet som belyses i tillegg. Eksisterende infrastruktur eies av konkurrerende verdikjeder og det kan derfor være behov for å bygge på arealer som krever omregulering (Miljødirektoratet, 2020c). Biogass Oslofjord omtaler også tilgangen på tomter som den

største hindringen for hurtig utbygging av infrastruktur (Thorsen et al., 2019). Utvikling av infrastruktur er av den grunn noe krevende.

Omregulering av arealer kan være vanskelig og tidkrevende. Det leder til politikken som fremstår å være avgjørende for utviklingen av biogass. Intervjuobjektene har stort sett inntrykk av et mangelfullt fokus på teknologien. «*Biogass havner i skyggen av el og hydrogen*» er en av oppfatningene. Dette gjenspeiler seg i at insentivene er rettet mot disse teknologiene og rammevilkårene for bruk av biogass er uforutsigbare. «*Det virker som de tror det bare er én teknologi som bør satses på*» er en annen kommentar og at forholdene rundt avgifter på biodrivstoff er turbulente. Politikerne ser ikke ut til å påvirke aktørene angående innstilling til biogass, men gjennom manglende tilrettelegging for bruk. Det uttrykkes et spesifikt ønske om at fordelene for el og hydrogen skal overføres til biogass. Rapporter melder også om de samme problemene. Rammevilkårene er mangelfulle og uforutsigbare med manglende insentiver. Det er også tegn til lite kunnskap i den offentlige forvaltningen (Sletten & Maass, 2013). En studie som vurderer insentiver for et grønt skifte i lastebiltransporten viser at denne konverteringen til fornybare løsninger kan bli dyr. For at effekten skal bli større må det til hardere avgifter for miljøskadelige alternativer, i kombinasjon med insentiver til miljøvennlige løsninger. Biogass er heller ikke nødvendigvis det billigste alternativet sammenlignet med el og biodiesel og avhenger av type kjøretøy (Jacobsen, 2017). Øvrige driftsegenskaper kan derimot virke i favør av biogass og veie opp for noe høyere kostnader.

Oppsummert må biogass bli et rimeligere alternativ og kunne konkurrere med de andre teknologiene. I tillegg må tilgangen utbedres, både angående infrastruktur og tilbud. Av tyngre transport over lange etapper i krevende terreng, fremstår også tilbudet av kjøretøy som en barriere, men i mindre grad enn foregående punkter.

4.1.3 Fjernvarmeprodusenter

For fjernvarmesektoren er det lite litteratur som fokuserer på bruk av biogass. Det er nevnt som en mulig løsning i flere rapporter, men undersøkelser spesifikt rettet mot utfordringer for biogass til fjernvarme er begrenset.

Til fjernvarmeproduksjon brukes gjerne propan og andre fossile brensler til å dekke hovedsakelig spisslast. Uten egne avtaler hvor det tilføres biogass produsert ved deponi eller

lignende, er det per i dag et for dyrt alternativ til å benytte. Angående eventuell bruk til grunnlast er en av kommentarene «*Det skal godt gjøres, det må kunne konkurrere med de billigste råstoffene*». Biogass er derfor ikke et aktuelt alternativ for de fleste, uansett formål. Det er blant annet grunnet historie, forutsetninger og naturligvis billigere alternativer. Kostnaden av biogass fremstår som den viktigste barrieren da dette påpekes av samtlige intervjuobjekter. Uttalelsene stemmer godt med en beskrivelse av Miljødirektoratet (2020) som kommenterer at gass generelt brukes mest til spisslast og reservelast (Miljødirektoratet, 2020a). Sammenlignet med vanligere alternativer for kilder til oppvarming, er biogass dyrt. Ved erstatning av naturgass med biogass, kan energiprisen øke med nesten 70% når det gjelder husholdninger og næringsbygg. Miljødirektoratet påpeker også at det trolig vil være dyrere med biogass enn faste biobrensler og elektrisitet i 2030 (Miljødirektoratet, 2020c).

Lagringsegenskaper ved biogass er en annen utfordring som nevnes av noen få. For å kunne benytte som spisslast og reservelast må biogassen kunne lagres over lengre perioder, uten at kvaliteten reduseres. Ett av intervjuobjektene poengterer at flytende biogass må holde en svært lav temperatur for å forbli flytende, noe som kan være noe krevende over tid. Av det som er mulig å oppdrive av rapporter om emnet, er det lite fokus på utfordringer med lagring. Det beskrives at oppgradert biogass kan være en direkte erstatning for naturgass og andre fossile gasser, men lite om lagringsutfordringer (Sletten & Maass, 2013). Et annet poeng er også at gass tåler lang lagring (Miljødirektoratet, 2020a). Dette kan tyde på at lagringsegenskaper ikke er en spesielt stor utfordring.

Kunnskapsnivået blant deltagerne i denne oppgaven varierer mye. Noen har satt seg godt inn i temaet, mens andre kan lite og har ikke vurdert biogass. Uavhengig av kunnskapsnivå nevnes også tilgjengelighet og forutsigbarhet som to svært viktige faktorer. Det er ingen som vil basere produksjon og reserve på et alternativ som ikke har sikker leveranse og stabile fremtidsutsikter. Her spiller også kunnskap om gassen og utstyr inn for å sikre driftssikkerhet. De fleste var enige at mangel på kunnskap om biogass kunne være en del av grunnen eller selve grunnen til at det ikke er benyttet mer. Enkelte har kontakter som tar seg av brensler, eller egne ansatte som vurderer alternativene. Kunnskap er derfor ikke en utfordring for disse. Angående driftssikkerhet beskrives det av Miljødirektoratet (2020) at gass er en driftssikker løsning om det benyttes gassdeteksjon og sikkerhetsutstyr (Miljødirektoratet, 2020a). Det

fremstår derfor ikke som en barriere, men mangel på kunnskap kan derimot være det. Som beskrevet i foregående kapittel 4.1.2, påpekes kompetanse som barrierer også i litteraturen.

Det leder til temaet om innhenting av informasjon. Her viser intervjuene at det er en splittelse i meningene om systemet. Noen mener det er bra nok som det er, men bedre organisering kommer også frem som et ønske. «*Kanskje det er mulig med en sentral aktør for en mer samlet informasjonsplattform?*» er en av kommentarene, samt at det krever en del leting å finne det som søkes av informasjon. Flere av intervjuobjektene hadde for lite erfaring om problemstillingen til å bidra med utfyllende kommentarer. Her gjelder igjen noe av det samme som beskrevet i kapittel 4.1.2 angående en barriere knyttet til kunnskap og vanskeligheter rundt innhenting av kunnskap. Problematikk rundt koordinasjon av ulike avtaler om støtte og lignende, fremstår ikke som et tema da det enten ble avkreftet som en utfordring eller var mangel på erfaring fra området. Fra litteratursøket er fokuset rettet mye mot transportsektoren når det gjelder belysning av kunnskap- og koordinasjonsbarrierer (Sletten & Maass, 2013; Miljødirektoratet, 2020c). Det kan like fullt være en av barrierene for bruk i fjernvarmesektoren og stemmer relativt godt overens med resultatene fra intervjurunden i denne oppgaven.

Alle fjernvarmeprodusentene er positive til biogass, sett bort fra dagens utfordringer i markedet og mener det er et interessant alternativ i seg selv. Denne gode innstillingen begrunnes med at det er et bærekraftig alternativ. «*Det er en ressurs som bør tas i bruk*» og «*det er et produkt som er med på å løse en del utfordringer*» er andre kommentarer som forklarer positiviteten. Samtlige av fjernvarmeprodusentene anser biogass som en nullutslippsløsning. Begrepet «fossilfritt» brukes mer i sammenheng med bruk av gass til oppvarming sammenlignet med «nullutslipp». Det fremstår derfor som at fokuset på bærekraft kan ha et litt annet perspektiv og innfallsvinkel enn eksempelvis noen bedrifter med kjøretøyflåter kan ha. Norsk Fjernvarme beskriver utnyttelse av deponigass som utslippsfritt, på grunn av at dette er et klimatiltak. Utslippsfri produksjon står dermed ikke i fokus og et mer helhetlig perspektiv er prioritert (Norsk Fjernvarme, 2020). Uansett ser det også her ut til å stemme at den sentrale driveren er fokus på bærekraft, i likhet med bedrifter med kjøretøyflåte som beskrevet i forrige kapittel.

Av insentiver, er det generelt økonomisk støtte som nevnes uten noen spesiell spesifisering på hvilken type støtte. Så lenge det totale regnestykket kan være konkurransedyktig med

andre alternativer, vil det bli aktuelt å benytte biogass. Det nevnes også en viss skepsis til insentiver da det er ordninger som kan fjernes fort. Et prosjekt som er satt i gang og gjennomført på grunnlag av økonomiske insentiver som brått fjernes, kan naturligvis være kritisk for prosjektet. En mer varig og sikker løsning er derfor å foretrekke. Dette leder til politikken hvor det er veldig varierende oppfatning av hva politikerne mener. Noen forteller at det er en del positivt fokus, andre mener at det er lite fokus. Vingling i rammevilkår er noe som nevnes av flere og bidrar til oppfattelsen av usikre fremtidsutsikter. Litteraturen nevner offentlige anskaffelser som et virkemiddel hvor det kan stilles krav til bruk av biogass i offentlige anskaffelser. Eksempelvis er det benyttet en del biogass i Rogaland på grunn av lokalpolitiske mål om fjernvarme. Et slikt virkemiddel kan bidra til å utvikle markedet og oppmuntre private aktører til å utnytte biogass (Miljødirektoratet, 2020c). Også her fremstår derfor politikken som en barriere, med unntak av eksempelvis Rogaland hvor den har vært en driver.

Det største forbedringspotensialet for fjernvarmeprodusenter kommer frem at først og fremst er pris, tett oppfulgt av tilgjengelighet. Som nevnt kan ingen basere produksjon på et produkt med usikker tilgjengelighet og det er derfor nødvendig med seriøse leverandører. Flere av intervjuobjektene uttrykker interesse for feltet og synes det er bra at biogass er under fokus. En av begrunnelsene for at det ikke har vært mer engasjement for løsningen er også at det fremstår som mer egnet for transport.

4.1.4 Bedrifter med skipsfart

I likhet med de andre interessentgruppene, har også rederiene en god innstilling til biogass. Det som skal til for at de vil benytte biogass er bedre tilgang, distribusjonsnettverk og pris. Til forskjell fra de andre interessentgruppene, ser det ut til at kundene spiller en sentral rolle for rederiene. Det er ofte de som betaler for drivstoffet og der den eventuelle merkostnaden havner. En utfordring med insentiver er at godene kan tilfalle kunden og ikke rederiet, mens det kan være rederiet kostnaden ligger hos. «*Det må innføres mekanismer som tilbakefører gevinsten til der tiltaket har blitt gjort*» er en kommentar til problemet. Sett at disse mekanismene er på plass, nevnes generelt gode økonomiske insentiver. Et av intervjuobjektene forteller «*Når vi velger klima- og miljøvennlige løsninger, så velger vi de med en viss tro på at det vil gi en langsiktig gevinst*». Lette fra CO₂-avgift og eventuelt NO_x- og svovel-

avgift, nevnes som spesifikke forslag. I en rapport fra Sund et al. (2017) poengteres et ønske fra mange kunder at det blir strengere utslippskrav (Sund et al., 2017). Kundenes påvirkning kan derfor potensielt virke som en driver. Ved høyere krav til bærekraft, følger kanskje også en høyere betalingsvillighet hos kundene.

Det er heller ikke nødvendigvis behov for ny infrastruktur. Biogass kan enkelt blandes inn i LNG eller benyttes i ren form som LBG. Dette kan derfor være relativt enkle tiltak for utslippskutt (Sund et al., 2017). Handlingsplanen for grønn skipsfart utarbeidet av regjeringen omtaler også samme mulighet for innblanding av LBG i LNG, samt muligheten for bruk av samme infrastruktur (Regjeringen, 2019). Selv med fraværet av behov for egne biogass-fyllestasjoner, er likevel mangel på infrastruktur for bunkring en utfordring, da eksisterende stasjoner for LNG også er begrenset (DNV GL, 2016). Steen (2018) poengterer samtidig at biogass har i denne sammenhengen en fordel fremfor eksempelvis el på grunn av det potensielle fraværet av behov for nye, store investeringer. Behovet for infrastruktur er likevel noe avhengig av hvor rutene går og type transport (Steen, 2018). Det kan være nok å fylle en gang i måneden, mens det over lengre transportruter er behov for mulighet til å fylle et sted under etappen. Eksempelvis ved transport til andre land, men type virksomhet varierer veldig og er helt avhengig av den enkelte bedrift.

Det er også et intervjuobjekt som er så positiv til biogass, at så lenge det blir godkjent som nullutslippsløsning, er det insentiv nok til å benytte. Dette kan tyde på ulikheter i rederienes forutsetninger som kan variere muligheten for å benytte biogass. Samtlige nevner her at vurderingen av biogass som nullutslippsløsning er helt avhengig av opphavet. «*Vi lener oss på hva rapporter sier om dette*» er en av kommentarene og viser at det er bevissthet rundt at en bærekraftig løsning er avhengig av bærekraftige forutsetninger. Det finnes en helhetlig refleksjon av hele verdikjeden. Dette kommenteres også spesifikt: «*Nullutslipp bør knyttes til hele kretsløpet*».

En rapport fra Lindstad (2020) forteller at typen biodrivstoff som brukes stort sett ikke har så mye å si. Grunnlaget for produksjon og hvilken type biomasse som er brukt er derimot det som teller. Dette er et well-to-wake⁹ (WTW) perspektiv som synes å prege maritim

⁹ Prosessen fra energikilde til bruk

virksomhet. Tank-to-wake¹⁰ beskrives som perspektivet uten noen utslipp da karbonet er en del av karbonkretsløpet. Derfor er det WTW-utslipp som må vurderes (Lindstad, 2020). Denne innstillingen stemmer også godt overens med poengteringer i en rapport fra Steen (2018) om grønn maritim virksomhet. Her legges det vekt på at produksjon av biodrivstoff kan føre til økte klimagassutslipp ved endringer i arealbruk. Samtidig nevnes mulig arealkonkurranse mellom matproduksjon og biomasseproduksjon. Det kommenteres likevel at biodrivstoff produseres med organisk materiale som inngår i karbonkretsløpet, derfor er det fornybart (Steen, 2018).

Handlingsplanen fra regjeringen anerkjenner også biogass som en potensiell viktig løsning for innenriks sjøfart, for å nå ambisjonene om halverte utslipp. Fokus på null- og lavutslippsløsninger står sentralt også her og er et uttrykk som brukes mye. Regjeringen trekker også spesifikt frem fiskeavfall og øvrig våtorganisk avfall som verdifulle ressurser, hvor biogassproduksjon kan løse et avfallsproblem ved å fungere som avfallsbehandlingsløsning (Regjeringen, 2019). En rapport fra DNV GL har vurdert nullutslipp i verdensarvfjordene og definert to kategorier i forbindelse med dette. Alternativ A omfatter en reduksjon i CO₂-utslipp på minimum 95% og alternativ B omfatter totalt fravær av utslippskomponenter. Biodrivstoff oppfyller alternativ A, men ikke alternativ B. Det vil være tilknyttet noe NO_x-utslipp, SO_x-utslipp og partikkelutslipp, men utnyttelse av biogass kan føre til vesentlige reduksjoner (DNV GL, 2020). Derfor vil valget av biogass kunne avgjøres av hva som vektlegges av WTW eller TTW.

Flere har for lite erfaring fra innhenting av kunnskap og kan derfor ikke uttale seg om prosessen. En kommentar er imidlertid «*Det krever mye leting og er for spesielt interesserte*», som betyr at kunnskapsplattformene bør organiseres bedre. Rederiene kategoriserer seg fra å inneha lite til moderat med kunnskap. Likevel svarer ingen at mangel på kunnskap kan være en grunn til at biogass ikke er benyttet som drivstoff. I litteraturen er det lite å finne om kunnskapsbarrierer.

Det er derfor også vanskelig å vite noe om eventuell koordineringsproblematikk, og det er av den grunn ingen som har uttalt seg om dette. Flere har heller ikke kjennskap til om tilbudet av skip er godt nok. En kommentar er derimot at «*Det burde vært produsert langt flere skip som*

¹⁰ Prosessen fra tank til bruk

kunne gått på gass generelt, fordi det er en teknologi som har vært tilgjengelig lenge». Den høye merkostnaden av å legge om til biogass er også et sentralt poeng som kommer frem. I likhet med de andre interessentgruppene, er det også her, i tillegg til pris, de samme barrierene tilknyttet tilgjengelighet og uforutsigbarhet. Tilgjengelighet nevnes som en av hovedutfordringene og er i minst like stort fokus som pris.

En del rapporter omtaler også dette. Både Steen (2018), DNV GL (2016), DNV GL (2020), Miljødirektoratet (2020) og Regjeringen (2019) beskriver det som en barriere og gjelder både infrastruktur og tilgang på drivstoff. Bedre pris står naturligvis også i fokus i litteraturen (DNV GL, 2016; Regjeringen, 2019; DNV GL, 2020; Miljødirektoratet, 2020c). Tilbudet av skip står det lite om, men det er omtalt i en rapport fra Miljødirektoratet (2018) at det i 2030 vil være 180 skip i Norge som er aktuelle for LNG (Miljødirektoratet, 2018). Derav også 180 skip som kan være aktuelle for LBG. Skipsfarten er veldig variert og det er store ulikheter i virksomhet. LNG-historien dras frem av Steen (2018) som et mulig område å hente lærdom fra. Utviklingen kan studeres og belyse barrierene for implementering av ny teknologi og nye løsninger. Hintene som kan tas til følge er at det for LNG var en sentral offentlig aktør involvert i markedsutviklingen. Videre at LNG ble realisert gjennom finansiell støtte og utnyttelse av ny teknologi er krevende i forbindelse med distribusjon og tilgang (Steen, 2018). Dette er alle punkter som kan overføres til økt bruk av biogass.

Benyttelse av biogass til LNG skip har et stort potensial. Det benyttes noen LNG-skip blant intervjuobjektene i dag hvor det dermed kan være mulig å benytte biogass. Fordelen er at flåter med LNG-drevne skip enkelt kan ta i bruk LBG da det er samme teknologi som benyttes (DNV GL, 2020). For å kompensere for usikker leveranse og bygge ned denne barrieren, beskriver Sund et al. (2017) en mulighet for kobling mellom naturgass og biometan. Det kan være mulig å starte med innblanding av LBG ved noe usikker leveranse (Sund et al., 2017). Slik kan barrieren tilknyttet tilgang reduseres/fjernes og forhindre eventuelt underskudd av LBG. Et mulig virkemiddel som nevnes av flere rapporter omhandler innføring av omsetningskrav for biogass for å skape et større marked (Miljødirektoratet, 2018; Steen, 2018; Regjeringen, 2019).

Større skip har behov for energitette drivstoff som biogass da elektrifisering er krevende. Miljødirektoratet kommenterer at LBG har lavere energitetthet enn MGO¹¹. Likevel har det høyere tetthet enn mange andre fornybare alternativer. Et unntak er HVO¹². Det legger grunnlag for skipsfart som et potensielt viktig marked og kan bli et mer aktuelt tema i fremtiden. Skipsfart har som nevnt stor variasjon, og det vil derfor kunne være ulike segmenter innenfor sektoren for maritim transport som egner seg bedre enn andre (Miljødirektoratet, 2020c). Regjeringen opplyser om at Hurtigruten har inngått en avtale med Biokraft AS for bruk av biogass og viser at biogass også har et mulig marked i skipsfart med større skip. Samtidig poengteres et omsetingskrav for blant annet biogass som en potensiell driver for å skape et mer utviklet marked (Regjeringen, 2019). Et interessant poeng fra Steen (2018) er argumentet om at flytransporten har få fornybare alternativer, og derfor bør biodrivstoff forbeholdes fly (Steen, 2018). Miljødirektoratet omtaler samme problemstilling og poengterer at biomasse er en begrenset ressurs. Derfor bør biogass benyttes i sektorer med få miljøvennlige alternativer. Skipsfart nevnes i denne sammenheng som et potensielt bruksområde (Miljødirektoratet, 2018). Sund et al. (2017) forventer ikke at bruk av biogass i flytransport vil være aktuelt i Norge, og poenget Steen (2018) presenterer ser ikke ut til å ville redusere potensiell bruk for skipsfarten (Sund et al., 2017).

Oppsummert fremstår også her tilgang og pris som de viktigste barrierene. Tilgang ser ut til å være vektlagt enda mer for skipsfarten enn de andre interessentgruppene, samt diskusjonen om nullutslipp. Det tyder på et behov for en standardisering av uttrykket og opprinnelsesgaranti på biogassen for å bekrefte klimanytten.

4.2 Støtteordningene i Danmark og Tyskland sammenlignet med Norge

4.2.1 Danmark

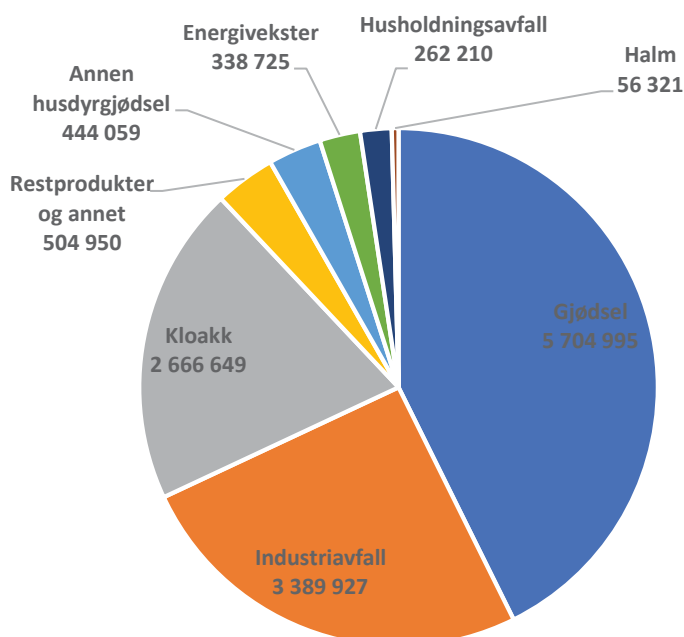
Utviklingen av biogass i Danmark satte fart i 2012 etter en endring i Energiavtalen. Denne endringen førte til at det ble bedre muligheter for støtte til blant annet biogass og en rekke initiativ startet på grunn av dette. Videre ble støtten utviklet og det ble utvidet støtte for oppgradering av biogassen til bruk direkte i gassnettet, transport, industri, varmeproduksjon

¹¹ Maritim gassolje

¹² Hydrogenbehandlet vegetabilsk olje (Hydrotreated vegetable oil)

og elproduksjon (Skovsgaard & Jensen, 2018). Danmark har et utbredt gassnett og storskala husdyrhold som legger til rette for enkel distribusjon og utnyttelse av husdyrgjødsel. Utviklingen har vært høyere enn forventet og det ble i 2018 produsert litt over 16,9 PJ som tilsvarer ca. 4,7 TWh med biogass. I en rapport fra Energistyrelsen¹³ anslås det en produksjon tilsvarende omkring 19 PJ, altså ca. 5,3 TWh. Det er mer enn en firedobling fra produksjonsnivået på 4,4 PJ i 2012 da satsingen startet. I motsetning til forventningen om en tredobling (Danmarks Statistik, 2020; Energistyrelsen, 2020b; Energistyrelsen, 2020a).

Hvert år melder biogassprodusenter inn sin produksjon til Energistyrelsen slik at det kan lages en oversikt over biomassen som benyttes til produksjon. For oversikten 2017/18 er det vist en prosentvis fordeling av avfallet. Det er mest husdyrgjødsel som går til produksjon og av gjødsel er det storfegjødsel som brukes mest, deretter gjødsel fra svin. Avfall fra industri som slam, spillvann og animalske produkter, blir også benyttet relativt mye, samt kloakk. Fordelingen er vist i sektordiagrammet i Figur 12 og mengder råstoff er vist i Tabell 3 (Energistyrelsen, 2018a).



Figur 12 – Data hentet fra Biomasseoppgørelse 2017/18 hos Energistyrelsen

¹³ Hører til under Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet og arbeider med energi- og forsyningssektoren i Danmark

Støtteordningen i Danmark er lovbestemt med Energiavtalen og gir tilskudd til kraftverk og virksomheter som benytter biogass fremfor naturgass. Støtten kraftverk og virksomheter kan få, mottas på to ulike måter. Som minstepris eller som pristillegg beregnet fra målinger. Den justeres med strømprisene, gassprisene og den generelle prisutviklingen. Justeringer baseres også på naturgassprisen. Hvis naturgassprisen er lavere enn basisprisen, øker tillegget til biogass, og hvis naturgassprisen er høyere, senkes tillegget til biogass. Aktørene som mottar denne støtten må oppfylle ulike krav om blant annet bærekraft og annen dokumentasjon. Støtten er såpass omfattende at fra 2020 stoppes støtte av nye anlegg for oppgradering av biogass og elproduksjon. En løpende vurdering av overkompensasjon innføres også sammen med et tak på støtte til produksjon. Det inngås heller ikke nye forpliktelser om støtte til anlegg som benytter biogass til transport, industrielle prosesser og varme (Energistyrelsen, 2020c). Støttesystemet i Energiavtalen fra 2012 og i 2012-priser, før regulering av satser, er oppgitt i Tabell 3 (Energistyrelsen, 2018b).

Tabell 3 – Støtte for ulike biogassformål oppgitt i rapport fra Energistyrelsen, oppgitt i NOK og omregnet med 1,45 NOK/DKK

Formål	Total støtte
Oppgradering	167 kr/GJ
Prosess	109 kr/GJ
Transport	109 kr/GJ
Varmeformål	52 kr/GJ
Elproduksjon	Støtte
Fast kurs	167,2 øre/kWh
Pristillegg	114,7 øre/kWh

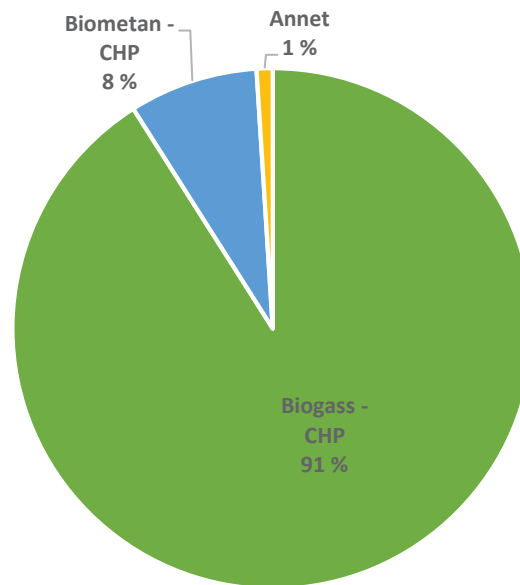
Fra basisfremskriving i 2019 var det en forventning om nesten 1,5 milliarder DKK i støtte til biogass (Energistyrelsen, 2019). Sammenlignet med Enova sin samlede totale støtte til alle prosjekter på 4,65 milliarder NOK de siste 12 månedene, er det tydelig en kraftig satsing på biogass i Danmark (Enova, 2020c). Innenfor disse satsene i Tabell 3 har det i de senere årene blitt foretatt nedtrappinger av ulike komponenter i den totale støtten for de forskjellige formålene. Det er også gjort justeringer i henhold til nettoprisindeksen, justering i forhold til øvrige markedspriser, nedtrapping og lignende. Noen er også fjernet fra 2020 slik at nåværende sum er lavere, men det er dette som har blitt fulgt de siste årene. Støttemetodene for elproduksjon har vært opp til hver enkelt aktør å velge selv (Energistyrelsen, 2018b). Biogass er også fritatt for CO₂-avgifter utenom leveranse til naturgassnettet (Energistyrelsen, 2020c; Miljødirektoratet, 2020c).

Danmark har et aktivt brukt naturgassnett og det er store deler av biogassen som oppgraderes og tilføres nettet. Det antas i rapporten av Energistyrelsen fra 2018 at rundt halvparten av biogassproduksjonen oppgraderes og tilføres gassnettet. Oppgraderingen utføres av omkring 30 oppgraderingsanlegg. Noe av biogassen går også til elproduksjon, men det er ikke antatt noen nevneverdig økning av denne typen bruk på grunn av billigere alternativer. Det er også tilknyttet problemer for benyttelse biogassen på sommeren hvor det er mindre behov for fjernvarme. Oppgradering til naturgassnettet blir derfor mer og mer interessant. Dette inkluderer også bruk til transport da gassen anvendes via dette nettet (Energistyrelsen, 2018b).

4.2.2 Tyskland

I både Europa og verden, er det Tyskland som er det ledende biogassmarkedet. De skiller seg fra resten av de europeiske landene ved at markedet er preget av biogassproduksjon i landbruket og landlige områder. Energiviekster er derfor mer utbredt i Tyskland enn i mange andre land (Eyl-Mazzega & Mathieu, 2019). I en oversikt over utviklingen fra 1990-2019 fra Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, er det oppgitt at elektrisitetsproduksjonen med biogass og biometan lå på omkring 31,9 TWh i 2019. For oppvarming ble det benyttet ca. 16,7 TWh. Legges forbruket av biogass og biometan for både elektrisitet, varme og transport sammen, tilsvarer dette ca. 49,2 TWh. Ekskluderes små samfunnsanlegg i Kina og Sør-Øst Asia, har Tyskland også flest biogassanlegg (World biogas association, 2019; Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2020).

Tyskland hadde omkring 8 980 anlegg i drift ved utgangen av 2018, inkludert både produksjons- og oppgraderingsanlegg. 98% av disse ble benyttet til elektrisitetsproduksjon på stedet og satellitt CHP-enheter. De resterende 2% gikk til oppgradering av biogassen til biometan. Av all produksjon, gikk 91% biogass til CHP, 8% biometan til CHP og 1% av produksjonen til andre formål som annen varme, transport og eksport. I Figur 13 er fordelingen presentert og hentet fra en artikkel fra Études de l'Ifri (Eyl-Mazzega & Mathieu, 2019). Det er lite produksjonen som går til transport. Fornybar energi sto i 2017 for 5,2% av energibehovet i tysk transport og biometan sto for 1,1% av den fornybare energien (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2018).



Figur 13 – Oversikt over hva produksjonen av biogass og biometan blir brukt til i Tyskland

Tyskland har et viktig virkemiddel for fornybar energi gjennom EEG¹⁴ loven. Den trådte i kraft i 2000 og regulerer utviklingen av fornybar energi gjennom styring av støtte. Fra 2012 har det blitt gjort flere endringer som reduserer støtte for biogass. Mellom 2009 og 2011 eksploderte mengden biogassproduksjon slik at subsidiene måtte kontrolleres. Støtten har vært basert på feed-in tariffer og loven har motivert til å benytte både husdyrgjødsel og energivekster, derfor er dette mye brukt. Energivekster er hovedkomponentene i substrater og innebærer bruk av maisensilasje, gressensilasje og andre restprodukter fra avlinger (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2019). Fra 2012 har utviklingen stort sett bestått av utvidelser av anlegg og tilrettelegging for fleksibel drift. I tillegg har det vært noe utvidelse av små anlegg basert på gjødsel og bioavfallsbaserte anlegg (Eyl-Mazzega & Mathieu, 2019).

Frem til 2017 var støtten basert på bestemte feed-in tariffer for fornybart produsert elektrisitet, men ble lagt om til å være auksjonsbasert. Videre ble også tillegg for bruk av energivekster som substrat og for bygging av oppgraderingsanlegg fjernet. Et tak for ulike fornybare teknologier ble også innført. For bioenergi var dette taket for elektrisitet 150 MW økning i biomasse, inkludert biogass. Disse endringene ble begrunnet med behov for reduksjon i kostnader, å fremme markedsintegrasjon, etablering av de konkurransedyktige fornybare teknologiene og grunnet begrensede biomassepotensialer (Eyl-Mazzega &

¹⁴ Renewable Energy Sources Act

Mathieu, 2019). Støttenivået er i dag for både nye og planlagte anlegg tilsvarende satsene gitt i Tabell 4. De er garantert 20 år fra startåret (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2017; Miljødirektoratet, 2020c).

Tabell 4 – Støttesatser for produksjon av biogass i Tyskland for anlegg etter 2017 i NOK og omregnet med 10,82 NOK/EUR

Område	Støtte [øre/kWh]	Kapasitet
Produksjon med biologisk avfall	161,0	Opptil og inkludert 500 kW
Produksjon med biologisk avfall	141,2	Opptil og inkludert 20 MW
Produksjon med gjødsel ¹⁵	250,4	Maksimalt 75 kW

4.2.3 Forskjeller fra Norge

Dette viser at Danmark og Tyskland har hatt en vesentlig kraftigere og mer målrettet satsing på biogass. Det er lovbestemte støtteordninger og fremstår som oversiktlige og organiserte systemer i motsetning til Norge. Spesielt Energiloven til Danmark da det er lettere å finne frem til disse støttesatsene enn de tyske. Norge skiller seg fra spesielt Danmark og til dels Tyskland når det kommer til gassnett. Her er slik infrastruktur lite utviklet og gassen må derfor transporteres med veitranspor, noe som i seg selv kan føre til høyere kostnader. Gårdene er også større i Danmark og Tyskland enn i Norge. Energistyrelsen beskriver landbruksendringene i Danmark i en av sine rapporter. Gårdsanlegg stenges og besetningene samles til færre og større gårder (Energistyrelsen, 2018b). Det legger bedre til rette for biogassproduksjon på gårdene. Dette er mer likt Tyskland hvor landbruket som nevnt er mye brukt til biogassproduksjon og utnyttet med satellitt CHP-anlegg. Dette er mindre CHP-anlegg med et eget lite fjernvarmenett. I mer landlige områder er dette svært vanlig og det dannes derfor selvforsynte samfunn i disse områdene (Garcia, 2020). Strømprisene i Tyskland og Danmark er også vesentlig høyere enn i Norge. For første halvdel av 2019 lå prisen for husholdninger i Tyskland på 0,31 EUR/kWh. I Danmark var den 0,30 EUR/kWh, mens i Norge lå prisen på 0,19 EUR/kWh (Eurostat, 2019). Selvforsyning og produksjon med gårdsanlegg gir dermed høyere lønnsomhet enn i Norge og gjør det mer hensiktsmessig å bygge slike anlegg.

Den råstoffspesifikke støtten spesielt Tyskland har benyttet viser også nytten av målrettede insentiver. Energivestkter er mye benyttet på grunn av tilskuddsordninger rettet mot dette. Da Energiavtalen kom i 2012, startet mye utbygging av større anlegg på grunn av den økte

¹⁵ Elektrisitetsproduksjon må foregå på biogassanlegget

lønnsomheten gjennom feed-in tariff for levert gass på naturgassnettet. Sikker avkastning i kombinasjon med tilskudd for levert biogass synes å være veldig effektivt for å stimulere produksjon. I likhet med Norge har Danmark satt mål om utnyttelse av husdyrgjødsel og har klart det langt bedre enn oss. De satt i 2012 et mål om å utnytte 50% av husdyrgjødsel til fornybar energi. I 2018 lå utnyttelsen på omkring 15% og slo fart på grunn av økt pristillegg i Energiavtalen (Energistyrelsen, 2018b).

Det Norge kan lære av den historiske utviklingen til Danmark og Tyskland er verdien av gode insentiver og målrettet satsing. Dette er effektivt for å fremme utvikling på ønskede områder og nødvendig for biogassmarkedet i Norge. Her finnes som nevnt gode tilskuddsordninger hos Enova og Innovasjon Norge, men det vil nok kreves driftsstøtte i en eller annen form for at biogassproduksjon skal sette fart. Dette sammen med insentiver til bruk av biogassen. Bedre støtte til produksjon kan senke biogassprisen, men det er fortsatt tilknyttet vesentlige merkostnader ved bruk og investering i en biogass-drevet kjøretøyflåte.

4.3 Scenarioer for støtteordninger

4.3.1 Råstoffstøtte

Biogassprodusenten mottar her støtte for mengden råstoff brukt til produksjonen. Om produsenten betaler for råstoffet eller får en gate-fee, avhenger av typen råstoff og type produsent, altså om det er en kommunal eller privat aktør. Et råstofftilskudd vil dermed åpne for muligheten til å redusere gate-fee satsen og potensielt få inn mer avfall. Bedrifter kan som kjent sende avfallet til Danmark fremfor å levere det til avfallsbehandling i Norge. Det kan potensielt forhindres ved lavere avfallsbehandlingskostnader. Støtten kan også bidra med å dekke driftskostnadene til anlegget og derav mulighet til å selge biogassen til en lavere pris. Ved råstoff som en kostnad for biogassprodusenten vil et råstofftilskudd naturligvis redusere tyngden av disse utgiftene og gjøre produksjonen mer lønnsom. Uansett hva støtten bidrar til, kan en slik ordning øke interessen for biogass. På både på tilbuds- og etterspørselssiden.

Det er for denne støtteordningen vurdert tre ulike tenkte scenarioer for tilskuddssatser. De fleste aktuelle råstoffene som kan brukes til bærekraftig biogassproduksjon, er vektet i ulik grad. Satsene er prosent av råstoffprisene presentert i kapittel 3.3.1. Ved eksempelvis 60% støttesats for husdyrgjødsel, betyr det et ekstra tilskudd på 42 NOK/tonn utover

utgangspunktet på 70 NOK/tonn i subsidier. Det er verdier for det ekstra tilskuddet som er presentert i tabellene og figurene. Ved eksempelvis 50% støtte for fiskeslam, resulterer det i et tilskudd på 180 NOK/tonn.

Produksjonspotensialene i diagrammene er resultatet av forutsetningene gitt i kapittel 3.3.1 og er relativt likt de råstoffspesifikke potensialene i Carbon Limits sin rapport¹⁶. Støtten per kWh oppgitt i høyre kolonne i tabellene, er årlig støtte for utnyttelse av totalt biogasspotensial per råstoff. Det vil si at årlig total støtte fra staten, er resultatet av tilskuddet per tonn råstoff, gange total tilgjengelig mengde råstoff. Det årlige biogasspotensialet er lik biogasspotensialet per tonn råstoff, gange total tilgjengelig mengde råstoff. Produksjonspotensialene er også oppgitt i tabellene og vist i figurene.

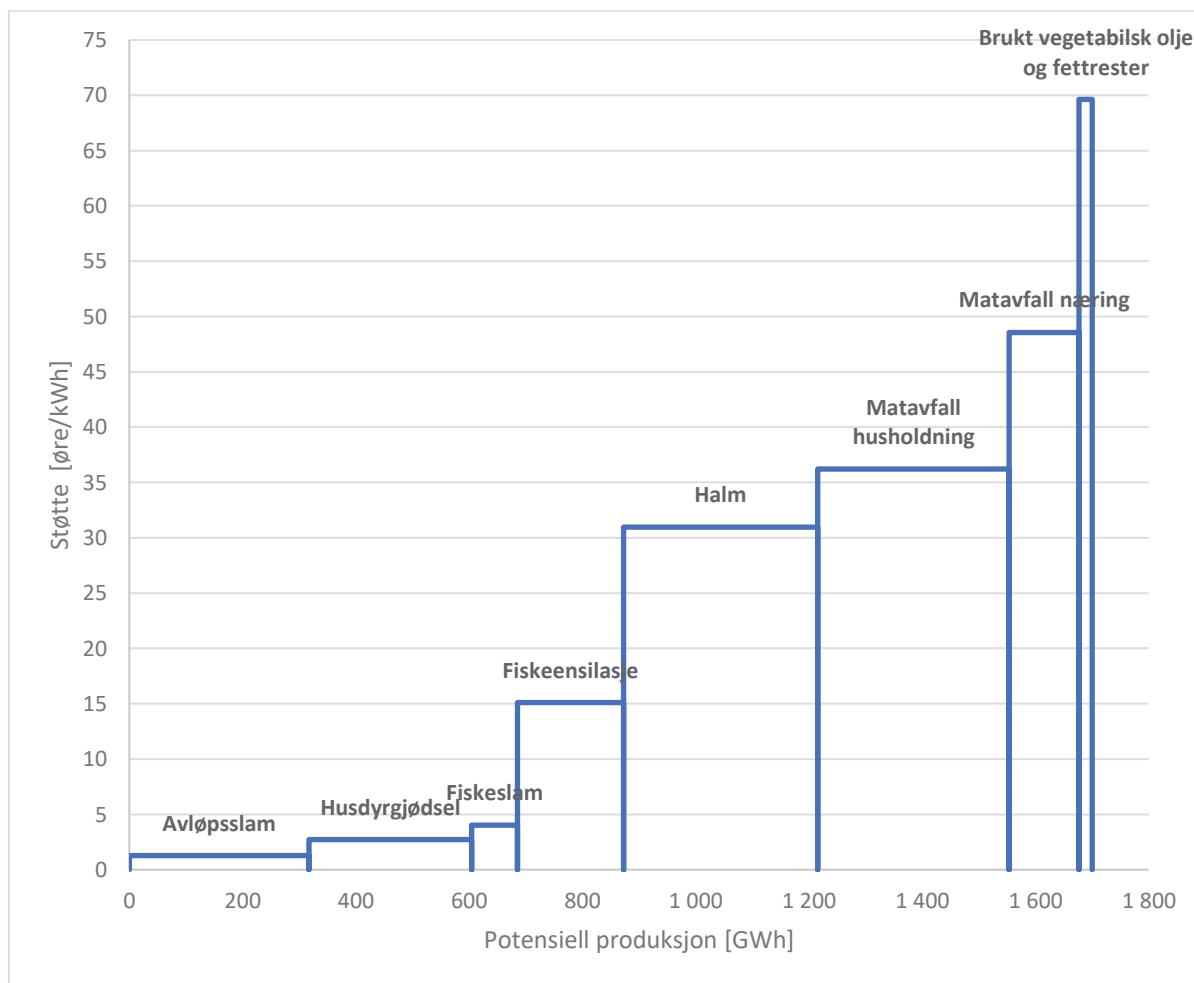
Støttesatsscenario 1

Støtten for avløpsslam er her satt til 100% for å benytte hele støttebeløpet på 30 NOK/tonn. Utenom dette er halm vektlagt med 10% mer enn de andre råstoffene for å oppmuntre til utvikling av verdikjeden. Halm er et av råstoffene med størst potensial og kan derfor bli en viktig ressurs. Husdyrgjødsel er også vektlagt 10% mer for å stimulere til en høyere utnyttelse av dette potensialet, da det som forklart tidligere kan være veldig nyttig. Resultatene er vist i Tabell 5 og illustrert i Figur 14.

Tabell 5 – Verdiene for støttesatser i scenario 1 med resulterende verdier per råstoff. Øre/kWh er resultatet av «årlig støtte» delt på «årlig biogasspotensial»

Råstoff	Støttesats	Årlig støtte [1000 NOK]	Årlig biogass- potensial [MWh]	Øre/kWh biogass
Avløpsslam	100 %	4 003	317 554	1,3
Husdyrgjødsel	60 %	7 787	287 000	2,7
Fiskeslam	50 %	3 267	80 940	4,0
Fiskeensilasje	50 %	28 278	187 260	15,1
Halm	60 %	106 120	342 768	31,0
Matavfall husholdning	50 %	122 274	337 683	36,2
Matavfall næring	50 %	60 229	124 000	48,6
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	50 %	16 013	22 997	69,6

¹⁶ Ressursgrunnlaget for biogass i Norge i 2030 (Sammut et al., 2019)



Figur 14 – Støttesatsscenario 1 med tilsvarende stappet kurve for støtte per kWh for hvert råstoffpotensial. Resultatet fremkommer av total årlig støtte for hvert råstoff, delt på produksjonspotensial per råstoff

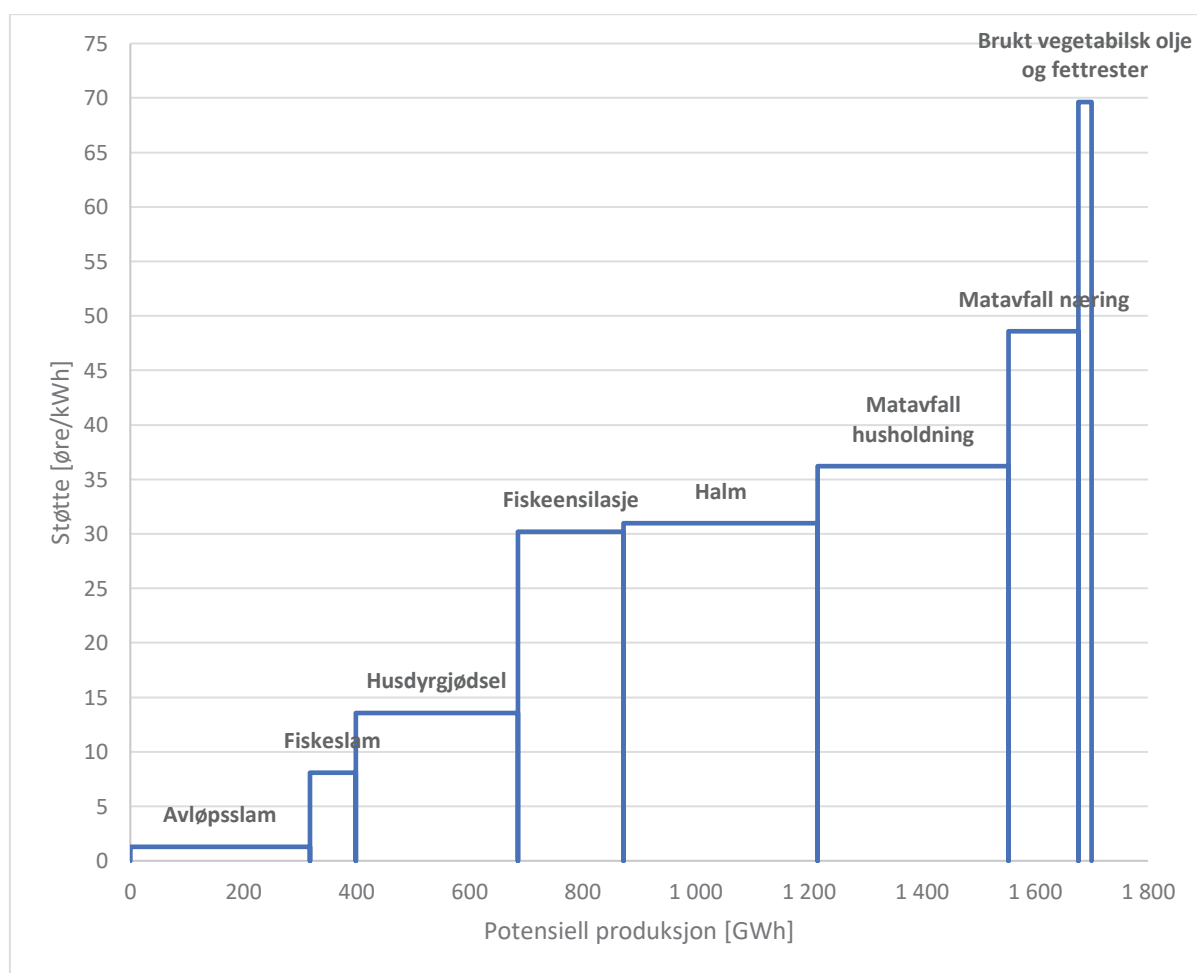
Her viser diagrammet at selv med det høye biogasspotensialet til vegetabilsk olje og fettrester, er prisen på råstoffet så høy at støtten per kWh blir desidert høyest. Avløpsslam har et av de høyeste produksjonspotensialene, samt den laveste prisen, og blir naturligvis det rimeligste råstoffet å støtte. Totale støttekostnader i dette scenariet blir 348 MNOK.

Støttescenario 2

I dette scenarioet utnyttes fortsatt hele støttebeløpet fastsatt for avløpsslam. Husdyrgjødsel har her 300% støtte av opprinnelig tilskudd og er et kraftigere insitament for bedre utnyttelse. Også her er halm vektlagt noe mer enn øvrige råstoff. Resultater er vist i Tabell 6 og Figur 15.

Tabell 6 – Verdiene for støttesatser i scenario 2 med resulterende verdier per råstoff. Øre/kWh er resultatet av «årlig støtte» delt på «årlig biogasspotensial»

Råstoff	Støttesats	Årlig støtte [1000 NOK]	Årlig biogass- potensial [MWh]	Øre/kWh
Avløpsslam	100 %	4 003	317 554	1,3
Fiskeslam	100 %	6 533	287 000	8,1
Husdyrgjødsel	300 %	38 933	80 940	13,6
Fiskeensilasje	100 %	56 555	187 260	30,2
Halm	60 %	106 120	342 768	31,0
Matavfall husholdning	50 %	122 274	337 683	36,2
Matavfall næring	50 %	60 229	124 000	48,6
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	50 %	16 013	22 997	69,6



Figur 15 – Støttestatsscenario 2 med tilsvarende stablet kurve for støtte per kWh for hvert råstoff. Total årlig støtte for hvert råstoff er delt på produksjonspotensial

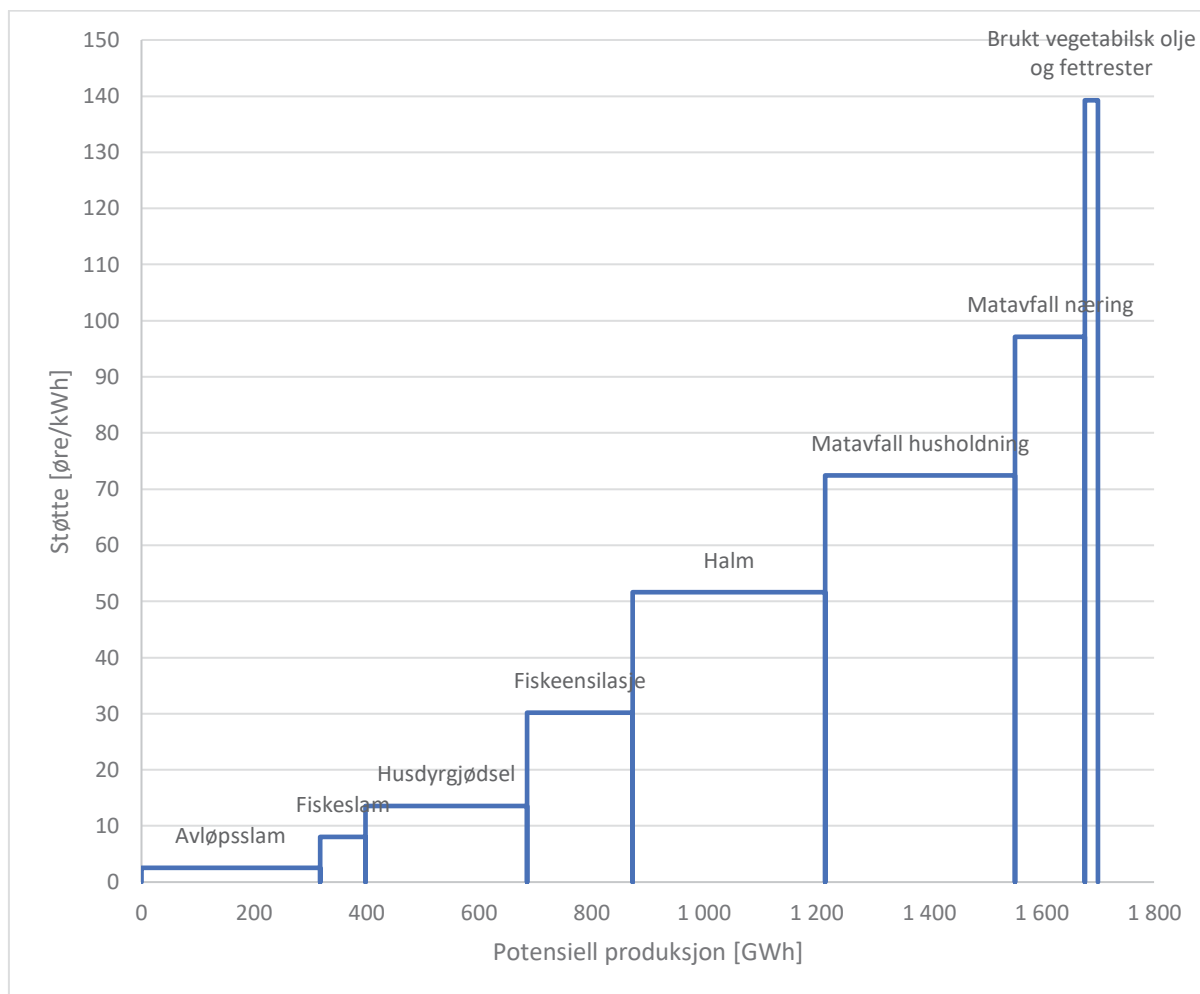
Husdyrgjødsel er i støttescenario 2 dyrere enn fiskeslam, men fortsatt av de rimeligste. Fiskeensilasjen blir vesentlig mer kostbar, men overgår likevel ikke halm. Utover dette er det ingen endringer. Total årlig kostnad av dette scenariet er 411 MNOK.

Støttescenario 3

Her er alle råstoff støttet tilsvarende prisen, med unntak av husdyrgjødsel som fortsatt har et kraftig insitament på et tilskudd tilsvarende 300% av opprinnelig pris. Avløpsslam får i dette tilfellet 200% støtte av fastsatt tilskudd da dette er desidert lavest. Dette for å gjøre produksjonen noe mer lønnsom. Dette er det kraftigste støtteprogrammet for å stimulere enda mer til produksjon av biogass. Resultatene er vist i Tabell 7 og Figur 16.

Tabell 7 – Verdiene for støttesatser i scenario 3 med resulterende verdier per råstoff. Øre/kWh er resultatet av «årlig støtte» delt på «årlig biogasspotensial»

Råstoff	Støttesats	Årlig støtte [1000 NOK]	Årlig biogass- potensial [MWh]	Øre/kWh
Avløpsslam	200 %	8 006	317 554	2,5
Fiskeslam	100 %	6 533	287 000	8,1
Husdyrgjødsel	300 %	38 933	80 940	13,6
Fiskeensilasje	100 %	56 555	187 260	30,2
Halm	100 %	176 867	342 768	51,6
Matavfall husholdning	100 %	244 548	337 683	72,4
Matavfall næring	100 %	120 459	124 000	97,1
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	100 %	32 026	22 997	139,3



Figur 16 – Støttesatsscenario 3 med tilsvarende stabled kurve for støtte per kWh for hvert råstoff. Total årlig støtte for hvert råstoff er delt på produksjonspotensial

I likhet med alle de andre støtteprogrammene er avløpsslam fortsatt råstoffet med lavest støttekostnad per kWh med forutsetningene satt i denne oppgaven. Her holder fiskeslam, husdyrgjødsel og fiskeensilasje seg på samme nivå som i støttescenario 2. Støtten per kWh av resterende råstoff er vesentlig høyere. Likevel er det ingen endringer i rangeringen av råstoff. Total årlig kostnad av dette scenariet blir 684 MNOK.

4.3.2 Støtte per CO₂-ekvivalent

Her er utgangspunktet 50 øre/kWh for drifts- og vedlikeholdskostnader. Årlig støttesum er delt på årlig produksjonspotensial for å se i hvilken grad støttesatsen kan dekke driftskostnader. For råstoffene er det også her tatt utgangspunkt i at all tilgjengelig mengde råstoff i 2030 utnyttes. Årlig støttesum tilsvarer støttesatsen gange mengde metan produksjonspotensialet tilsvarer.

4.3.2.1 25 NOK/tonn CO₂-ekv

Tabell 8 – Årlig støttesummer for hvert råstoff med tilhørende biogassproduksjon ved full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff i 2030

Råstoff	Årlig støtte [1000 NOK]	Potensial [MWh/år]
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	1 035	22 997
Fiskeslam	3 642	80 940
Matavfall næring	5 580	124 000
Fiskeensilasje	8 427	187 260
Husdyrgjødsel	12 915	287 000
Avløpsslam	14 290	317 554
Matavfall husholdning	15 196	337 683
Halm	15 425	342 768

Med satsen 25 NOK/tonn CO₂-ekv blir støttesommene for hvert råstoff tilsvarende verdiene i Tabell 8. Dette tilsvarer en støtte på 4,5 øre/kWh for full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff. Verdien blir den samme for alle råstoffene da satsen er den samme uavhengig av råstoff. Med husdyrgjødsel som eksempel blir regnestykket:

$$\text{Støtte: } \frac{12\,915\,000 \text{ NOK} * 10^2 \frac{\text{øre}}{\text{NOK}}}{287\,000\,000 \text{ kWh}} = 4,5 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}$$

Årlig total støttesum for alle råstoffene ligger på 77 millioner kroner. Støttesatsen på 25 NOK/tonn CO₂-ekv tilsvarer en dekning på 9% av drifts- og vedlikeholdskostnader.

$$\frac{4,5 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}}{50 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}} * 100\% = 9\%$$

4.3.2.2 50 NOK/tonn CO₂-ekv

Tabell 9 – Årlig støttesummer for hvert råstoff med tilhørende biogassproduksjon ved full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff i 2030

Råstoff	Årlig støtte [1000 NOK]	Potensial [MWh/år]
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	2 070	22 997
Fiskeslam	7 285	80 940
Matavfall næring	11 160	124 000
Fiskeensilasje	16 853	187 260
Husdyrgjødsel	25 830	287 000
Avløpsslam	28 580	317 554
Matavfall husholdning	30 391	337 683
Halm	30 849	342 768

Med satsen 50 NOK/tonn CO₂-ekv i støtte blir resultatene for årlige støttesummer tilsvarende verdiene i Tabell 9. Dette tilsvarer 9,0 øre/kWh. Med husdyrgjødsel som eksempel blir regnestykket:

$$\text{Støtte: } \frac{25\,830\,000\text{ NOK} * 10^2 \frac{\text{øre}}{\text{NOK}}}{287\,000\,000\text{ kWh}} = 9,0 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}$$

Dette gir en samlet årlig støtte på 153 millioner kroner. Støttesatsen på 50 NOK/tonn CO₂ tilsvarer en dekning på 18% av drifts- og vedlikeholdskostnader.

$$\frac{9,0 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}}{50 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}} * 100\% = \mathbf{18\%}$$

4.3.2.3 100 NOK/tonn CO₂-ekv

Tabell 10 – Årlig støttesummer for hvert råstoff med tilhørende biogassproduksjon ved full utnyttelse av tilgjengelig mengde råstoff i 2030

Råstoff	Årlig støtte [1000 NOK]	Potensial [MWh/år]
Fiskeslam	14 569	80 940
Avløpsslam	57 160	317 554
Husdyrgjødsel	51 660	287 000
Brukt vegetabilsk olje og fettrester	4 140	22 997
Fiskeensilasje	33 707	187 260
Matavfall næring	22 320	124 000
Halm	61 698	342 768
Matavfall husholdning	60 783	337 683

Med satsen 100 NOK/tonn CO₂-ekv som sats, blir årlige støttesummer som gitt i Tabell 10. Dette tilsvarer 18,0 øre/kWh. Med husdyrgjødsel som eksempel blir regnestykket:

$$\text{Støtte: } \frac{51\,660\,000 \text{ NOK} * 10^2 \frac{\text{øre}}{\text{NOK}}}{287\,000\,000 \text{ kWh}} = 18,0 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}$$

Det samlede årlige tilskuddet for alle råstoff blir 306 millioner kroner. Igjen dobles totalt tilskudd til eksempelanlegget da støttesatsen også er doblet. Støttesatsen på 100 NOK/ tonn CO₂-ekv tilsvarer derfor en dekning på 36% av drifts- og vedlikeholdskostnadene.

$$\frac{18,0 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}}{50 \frac{\text{øre}}{\text{kWh}}} * 100\% = 36\%$$

5 Diskusjon

5.1 Likheter og ulikheter i litteratur og intervjuer

I det store og det hele fremstår barrierene og flaskehalsene som de samme, både i litteraturen og i intervjuene. Det litteraturen ikke får godt nok frem er den gode innstillingen til biogass. Noen er relativt nøytrale til alle teknologier. De velger det som er rimeligst og passer best til deres bruk, mens andre vil øke bruken eller benytte biogass så fort bedre rammevilkår etableres. Det er naturligvis ingen som kan basere seg på løsninger som til slutt kan føre til at bedriften går konkurs og bedre rammevilkår er derfor essensielt. Litteraturen legger også mer vekt på påvirkningen fra politikerne.

Fra intervjuene går det frem at rammevilkårene styrer hovedsakelig avgjørelsen for satsingen på biogass, ikke positivitet eller negativitet fra myndighetene i seg selv. Det er likevel klart en sammenheng her da satsingen avgjør rammevilkårene, men deres innstilling ser ikke ut til å være av påvirkning på innstillingen til interessentene. Positivitet og drivkraft fra myndighetene kan derimot trolig øke fokuset og skape større sikkerhet som vil motivere flere til å produsere og benytte biogass.

Etterspørsel er et annet område med litt ulikt fokus. Rapporter og studier fremstiller en usikker etterspørsel, men det er ikke et område produsentene legger vekt på for deres situasjon i dag. Ulikheten her er logisk da det med for stor usikkerhet i etterspørsel ikke ville blitt etablert anlegg hos biogassprodusentene. Det kan derimot være en barriere for andre som ønsker å starte, men som ikke kan oppnå en tilfredsstillende og sikker avkastning på produksjonen. Det er også verdt å poengtere at det kan være nødvendig å transportere biogassen langt før det er et formål å benytte den til. Andre steder kan ikke kapasiteten bygges ut raskt nok. Dette tyder på lokale forskjeller i etterspørselen og faller litt bort i rapporter. Utover dette, går pris, tilgang og andre utfordringer igjen som barrierer i både litteratur og intervjuer.

5.2 Hvorfor er ikke produksjonspotensialet bedre utnyttet i dag?

Det kan diskuteres hva som ser ut til å være den sterkeste faktoren som påvirker Norges bruk av biogass. Råstoff finnes det relativt store mengder av, men prisen på det og forbehandlingen kan være en utfordring, samt håndtering av bioresten. Anslag på potensialet for biogass

varierer kraftig, men en ting er sikkert og det er at det finnes muligheter for langt større produksjon enn dagens nivå. Den manglende politiske samlede drivkraften er uten tvil en svært viktig barriere, om ikke den viktigste. På en måte kan nesten alle utfordringene og barrierene knyttes til politikken. Utvikling krever innsats, men den har vært beskjeden. Biogass og den potensielle nytten av den har vært et kjent alternativ lenge, men virkemidlene for å danne et solid marked har ikke vært tilstede. Norge har et lite utbredt gassnett for enkel distribusjon og lave energipriser gjør biogass til strøm- og varmeproduksjon uaktuelt uten støtte. Dermed utelukkes til dels biogass til bruk i fjernvarmeproduksjon og kraftproduksjon. Dette gjenspeiles i flere tilfeller hvor biogassprodusenter har blitt tvunget til å starte med oppgradering og salg til transporten grunnet tap per produserte kWh. Færre markeder som kan og vil benytte biogass bidrar naturligvis ikke til et sikkert marked for produsentene. Biogass kan egne seg til bruk i disse markedene også, men problemstillingen rundt det mest hensiktsmessige anvendelsesområdet kan igjen utelukke disse alternativene. Trolig kan det som regel være bedre å benytte biogass som drivstoff i kjøretøy og skip, da dette er sektorer med store forbedringspotensialer tilknyttet klimagassutslipp.

Biogass som drivstoff ser dermed ut til å være det klart mest aktuelle alternativet. Her oppstår en ny barriere tilknyttet oppgraderingsanlegg og flytendegjøring. Det er svært kostbart uten store nok anlegg med akseptabel lønnsomhet. Færre og større anlegg kreves derfor fremfor mange og små. Transportkostnader for henting av råstoff og retur av biorest er også sentrale utfordringer som reduseres ved sentralisering av anlegg. Vedlikeholdskostnadene er også en av de største barrierene for økt biogassproduksjon og reduserer den bedriftsøkonomiske lønnsomheten. Lavere lønnsomhet fører til færre muligheter for både utbyggelse og nye prosjekter. Gårdsanlegg blir derfor et vanskelig satsingsområde da gårdene i Norge også er relativt små og biogassutbyttet fra husdyrgjødsel alene ikke er spesielt høyt. Virkemidler uansett avgjørende uavhengig av forutsetninger. Med sterke nok insentiver og støtte til produksjon og bruk, er det rimelig å anta at biogass kan skyte fart og utgjøre en viktig forskjell klimamessig. Et mer utviklet marked for biogass vil naturligvis også være kilde til nye arbeidsplasser og verdiskapning. Program Biogass20 poengterer at en satsing kan resultere i 10 000 – 25 000 nye arbeidsplasser (Energigass Norge, 2016). Dette er et annet argument som underbygger nytten av et sterkere biogassmarkedet. Norge må se til Tyskland og Danmark og lære av deres utvikling. Selv med ulike forutsetninger viser deres satsing at det gir resultater.

En annen grunn til lav utnyttelse av produksjonspotensialet er høy pris på råstoff og lite utviklede verdikjeder. Som nevnt kan avfallsholder velge å sende avfallet til Danmark av økonomiske årsaker. I tillegg har ikke alle bedrifter og andre aktører insentiver og ordninger som gjør at avfallet må gjenvinnes, noe som også kan ha forårsaket mer utfordrende oppstart av nye anlegg. Spesielt i enkelte områder. Sikker tilgang på råstoff er naturligvis vesentlig for biogassproduksjon.

5.3 Støtteordningene

Selv ikke summen av de dyreste scenarioene i støtteordningene når opp til Danmark sitt støttenivå. En kombinasjon av den sterkeste råstoffstøtten og driftstøtten tilsvarer 990 MNOK, sammenlignet med total støtte i Danmark på 1,5 milliarder DKK. I realiteten vil ikke all tilgjengelig mengde råstoff utnyttes med en gang, og det kan derfor vurderes om støttenivåene skal økes i startfasen av en eventuell målrettet satsing. Samtidig bør det også utvikles sterkere støtteordninger for bruk av biogass, enten for transportsektoren, eller for både transportsektoren og andre potensielle markeder for biogass. Sterke økonomiske virkemidler viser erfaring fra flere fronter at fungerer og det er derfor rimelig å anta at produksjon og bruk av biogass vil ta fart ved innføring av dette.

Det er noe usikkert hvordan ordningene kan påvirke bruk av nye råstoff med lite utviklede verdikjeder og manglende kunnskap om forbehandling. Faktisk realisert potensial må beregnes på bakgrunn av komplekse vurderinger av verdikjeder for hvert enkelt råstoff. Støtteordningene kan likevel gi et tegn til at avløpsslam, husdyrgjødsel og fiskeavfall er av de rimeligste å støtte. Det er fastsatt et lavt tilskudd for avløpsslam, men det kan økes betraktelig og fortsatt være et av de rimeligste råstoffene. Årlige støttesummer fremstår heller ikke overveldende og kan ved innføring være starten på en akselerert utvikling. Samtidig er det verdt å poengtere at støtten kan bli enda lavere per kWh ved eventuell sambehandling og økt effektivitet. Skal det tas hensyn til sambehandling i tillegg, vil vurderingene bli svært omfattende.

Biogass fremstår ikke som en spesielt billig løsning for å redusere klimagassutslipp. Ved bruk til eksempelvis transport viser vurderte scenarioer for innfasing av biogasskjøretøy, at biogass havner ofte i den høyeste kostnadskategorien som er definert over 1500 NOK/tonn CO₂-

ekvivalenter i Klimasats 2030. Det betyr likevel ikke at biogass ikke bør satses på. Selv om det er av de dyrere tiltakene, kan biogass være kilde til kraftige reduksjoner i klimagassutslipp. Både gjennom substitusjon av blant annet fossilt drivstoff og fangst av klimagasser som ellers ville sluppet ut i atmosfæren ved avfallslagring. Gassene, utover metan, kan også potensielt utnyttes, som for eksempel CO₂ til drivhus som igjen kan erstatte bruk av fossil CO₂. Bioresten kan også erstatte mineralgjødsel som også er tilknyttet klimagassutslipp. Samtidig skaper økt bruk av biogass arbeidsplasser og verdiskapning i tillegg til at det kan løse avfallsproblemer og være et alternativ til batterielektrisk drift og andre biodrivstoff. Derfor er det mulig å regne biogass som mer kostnadseffektivt enn det kan fremstå av kostnadskategoriseringen. Det er rimelig å påstå at gjør biogass til en hensiktsmessig teknologi å utnytte.

Kostnaden for reduserte klimagassutslipp er vanskelig å si noe om utover dette og varierer avhengig av anvendelsesområde. Støtteordningen for CO₂-ekvivalenter nærmer seg et mål på kostnad for reduksjon ved at størrelsen på støttesatsen er oppgitt i NOK/tonn CO₂-ekv.

Det er fokusert på støtteordninger for produksjon fordi det definitivt ikke vil være noen økt bruk av biogass uten tilgjengelig biogass. Virkemidler tilknyttet produksjon kan også stimulere til økt interesse for bruk, da en sentral driver som nevnt kan være vissheten om fremtidige muligheter. I kombinasjon med gode bruksinsentiver, vil sannsynligvis biogass bli et langt vanligere teknologivalg. Det er også verdt å poengtere at støtte til produksjon av biogass kan lede til lavere biogasspris og derav lavere merkostnad tilknyttet bruk. Derfor kan produksjonsstøtte også fungere som et indirekte virkemiddel for bruk. 2 TWh er en liten del av energibehovet i transportsektoren og støttesatsene i denne studien er trolig ikke nok til å realisere potensialet. Likevel er det på bakgrunn av argumentene for bruk av biogass rimelig å påstå at det er verdt å utnytte potensialet og videre utvide produksjon ved økte mengder tilgjengelige ressurser.

5.4 Metodikken

5.4.1 Litteraturen

Litteratursøket har til dels vært utfordrende da det ikke er mange vitenskapelige artikler å finne på området om virkemidler og barrierer. Det er gjennomført veldig mange studier om produksjons- og klimanyttepotensial. Når det kommer til barrierer og utfordringer med

biogass er det derimot mer å finne av konsulentrapporter og lignende. Mange av rapportene inneholder meget grundig arbeid og fremstår som kvalitetsfulle. Disse har vært viktige i denne oppgaven. Det er forsøkt å finne så nye rapporter som mulig, med noen sammenligninger fra tidligere for å vise at utfordringene er de samme nå som tidligere. Litteratursøket har vist seg å gi solid og omfattende informasjon om hvordan situasjonen er i dag. Derfor er det rimelig å anta at denne delen av resultatene gir et riktig og beskrivende bilde på utfordringene med biogass. Hovedfokuset ligger på produksjon og veitransport og det er få spesifikke undersøkelser av barrierer og utfordringer tilknyttet bruk i andre sektorer. Derfor er informasjonsgrunnlaget noe svakere for spesielt brukt til fjernvarme og delvis skipsfart. Sentrale aspekter kan derfor mangle fra resultatene for disse interessentgruppene.

5.4.2 Intervjuer

Resultatene fra intervjurunden kan være noe påvirket av at det er et begrenset antall deltagende intervjuobjekter. Spesielt for interessentgruppen med skipsfart var det ikke mulig å få avtalt flere intervjuer grunnet svært travle tider. Grunnlaget fra intervjurunden er derfor begrenset her. Det samme gjelder for busselskaper. Selv om dette ikke er en egen kategori, kunne intervju med flere busselskaper supplert resultatene med flere synspunkter og poeng.

På grunn av disse begrensningene, kan også personlige faktorer som innstilling, kunnskapsnivå og lignende påvirke konklusjonen i større grad. Ved flere intervjuer av aktører og interessenter i hver gruppe, kommer trendene tydeligere frem. Likevel har intervjuene vist seg å være relativt vellykkede, da det med spørsmålene i guidene har blitt belyst mange problemer og utfordringer som nevnes i litteraturen og andre som faller litt bort. Intervjuobjektene har også relativt ulike forutsetninger som kan ha motvirket begrensningen tilknyttet deltagerantall, ved å kartlegge flere aspekter gjennom ulike typer virksomheter. Flere kommenterte i tillegg at intervjuguiden hadde fått med seg det meste og av den årsak er det grunn til å tro at de fleste utfordringer og aspekter er belyst.

Det er også verdt å diskutere usikkerheten i kommunikasjon. I en dialog mellom mennesker som ikke er kjent kan det naturligvis oppstå misforståelser. Det samme gjelder gjenfortelling av uttalelser og presentasjon av resultatene. Resultatene er naturligvis forsøkt gjengitt på en så riktig måte som mulig.

5.4.3 Beregninger

Beregningene er basert på verdier gitt i rapporten gjennomført av Carbon Limits for Miljødirektoratet. Det er en svært grundig og omfattende studie med innhenting av informasjon fra flere ulike kilder. Likevel omtales det her usikkerheter tilknyttet verdiene da det er gjennomsnittsverdier av det søk har vist. Noen verdier er også basert på eksempelvis grunnlag fra Sverige da det finnes for lite informasjon og erfaring i Norge. Det kan derfor potensielt være noen ulikheter for disse potensielle verdikjedene her.

Verdiene for biogasspotensial er også gjennomsnittsverdier og kan variere med forhold, teknologi og råstoffkvalitet. Som beskrevet er det foretatt noen forenklinger og gjennomsnittsberegninger ut fra tilgjengelig mengde og potensiell produksjon i 2030, da dette ikke var verdier direkte oppgitt i rapporten. Selv med oppgitte verdier er det uansett noen avvik fra beregnet potensial i rapporten til Carbon Limits. Trolig grunnet avrundinger og derav følgefeil. Hvilken eventuell påvirkning dette har på resultatene av støttescenarioene i denne oppgaven, ser ikke ut til å påvirke rangeringen av råstoff. Det kan likevel være noen unøyaktigheter i hver enkelt støtteverdi per kWh, selv om rangeringen ikke endres.

5.5 Utfordringer og barrierer

5.5.1 Nullutslippsløsning og markedsmuligheter

Uttrykket nullutslipp betraktes ulikt og det kan være en grunn til at biogass både velges og vrakes som løsning. Valget styres av mange faktorer som har betydning for den enkeltes situasjon. For el er det opphavet til strømmen som lagres i batteriet, utslipp tilknyttet produksjonen, behandling ved endt levetid mv. Klimaregnestykket til biogass påvirkes av transportmetode og type drivstoff, om det betraktes i et lokalt eller helhetlig perspektiv, hva det eventuelt erstatter og råstoff brukt i produksjonen. Hvilket alternativ som kommer best ut og hvilke forutsetninger som settes, avhenger av størrelsen på perspektivet. Dette omtales også i litteraturen. Sletten & Maas (2013) omtaler spesielt mangelen på å vurdere biogass ut fra et større perspektiv (Sletten & Maass, 2013). Med en mer helhetlig perspektivvurdering, kan biogass komme veldig godt ut, spesielt med de riktige verdikjedene som grunnlag. Derfor må det innføres ordninger for dokumentasjon som klart beskriver biogassens klimanytte.

Miljødirektoratet (2020) og Lånke et al. (2016) opplyser om at flere og flere sluttbrukere etterspør dokumentasjon, og kan derfor fungere som en barriere da dokumentasjon er fraværende i dag (Lånke et al., 2016; Miljødirektoratet, 2020c).

Dette fremstår særdeles viktig når det kommer til skipsfart hvor definisjonen av ulike løsninger som nullutslippsalternativ eller ikke, kan være en absolutt barriere for bruk. Biogass kan potensielt produseres på en lite bærekraftig måte og det er derfor et relevant spørsmål som har et høyere fokus i skipsfarten enn andre interessent grupper. Det kan ha rot i internasjonal virksomhet og mulighet for å fylle i land hvor biogass ikke nødvendigvis er produsert på en bærekraftig måte. Samtidig er det mulig at løsningen per i dag er noe mer kjent for eksempelvis kjøretøyflåter og at det derfor tas utgangspunkt i bruk av bærekraftige ressurser til produksjon, slik som avfall, da det er et vanlig fokus i Norge. Ved dokumentasjon på ressurser som er benyttet til å produsere biogass og klimanytten, vil ikke lenger dette være en diskusjon. Da handler valget om målstillinger tilknyttet WTW eller TTW. Altså om det er ønskes utslippsfrie teknologier for bruk eller teknologier med en helhetlig klimanytte. Ved et WTW perspektiv vil biogass som nevnt ha en fordel, spesielt om produksjonen har foregått med spesifikke substratblandinger.

Det er også verdt å nevne at Klimakur 2030 presenterer elektrifisering som det viktigste utslippsreducerende tiltaket både for personbiler og varebiler, men også for tungtransport. Det kan spekuleres i om dette viser en forkjærlighet for el da det også er tilknyttet mange utfordringer. I så fall, kan også dette virke som en barriere og forklare et mangelfullt fokus på biogass fra myndigheter og politikere. Skjelvik et al. (2018) kommenterer også konkurransen med el, samt hydrogen og underbygger utfordringen (Skjelvik et al., 2018). Sund et al. (2017) forteller at teknologisk utviklingstempo spiller en rolle i valget av løsning og er kanskje noe av grunnen til at biogass har havnet i skyggen av el som har vært i vinden en stund (Sund et al., 2017).

Angelidaki et al. (2018) kommenterer utfordringen rundt elektrifisering av tungtransport over lengre avstander i overskuelig fremtid (Angelidaki et al., 2018). Det er derfor rimelig å tro at biogass vil ha bruksområder i lang tid fremover til tross for konkurransen med el. Spesielt med tanke på god innstilling og fordeler med denne løsningen fremfor andre. I et klimaperspektiv kommenterer Skjelvik et al. (2018) at biogass også kan utkonkurrere batterielektrisk (Skjelvik et al., 2018). Eksempelvis på grunn av diskusjonen om klimanytten tilknyttet el, og at el også

krever bedre infrastruktur av både ladestasjoner og kraftnett. Kraftnettet må ha kapasitet til å håndtere kraftetterspørselen ved utbredt batterielektrisk transport.

En potensiell ordning her kan være opprinnelsesgarantier som en form for dokumentasjon. Spesielt for skipsfart hvor nullutslippsvurderingen hos noen utelukker biogass som alternativ. Ved dokumentert opphav og klimanytte kan denne barrieren overgås. Gjessing (2018) kommenterer at biogassen også kan bli mer verdifull og øke etterspørselen. Dette kan igjen føre til økt lønnsomhet for biogassprodusentene og mulighet til å redusere gate-fee og salgspris på biogassen. Da kan potensielt mer avfall kunne gå til biogassproduksjon i Norge (Gjessing, 2018). Tatt i betraktning at kostnaden av biogass i dag er en barriere, må sannsynligvis dette kombineres med gode støtteordninger.

5.5.2 Politikk og organisering

I likhet med oppfatningen av nullutslipp som en barriere, er mangler når det kommer til forutsigbarhet og støtteordninger også eksisterende barrierer. Lite utvikling og mangelfull satsing er rimelig å anta er en av de viktigste grunnene til dette. Målrettet satsing er viktig i utviklingen av nye teknologier og systemer. Som beskrevet har Danmark og Tyskland hatt en veldig klar satsing med lovbestemte støtteordninger. Her innføres det til og med nedtrapping i støtten for å holde kontroll på støttebeløpet. Ulike forutsetninger som infrastruktur, størrelse på gårder, energipriser og variasjon i råstoff er naturligvis faktorer som påvirker marked og utvikling. Klare mål og rammevilkår er likevel sterke virkemidler og synes å være avgjørende basert på erfaringene fra Danmark og Tyskland.

Som resultatene viste, er det flere på tvers av interessentgrupper som påpeker både lite kunnskap om og fokus på biogass blant politikerne. En idé kan derfor være å organisere et bedre nettverk for alle parter, vedrørende formidling av kunnskap om biogass. Oppstart av nye anlegg og bruk av biogass hos uerfarne aktører kan dermed også stimuleres med lettere tilgang til informasjon. Biogassprodusentene som ikke hadde noen nevneverdige utfordringer med oppstart, hadde tilgang på hjelp eller erfaring fra tidligere. Behovet og nytten av effektiv kunnskapsformidling er derfor tydelig. Det er rimelig å påstå at kan redusere både kostnader i prosjektene ved mer en mer effektiv prosess og redusere antall feil av ulike slag. Sammen

med et velutviklet system for dokumentasjon av klimanytten og bærekraften til norsk biogass, er det naturlig å anta at dette kan være en driver for biogass.

Når det kommer til utbedringen av infrastrukturen rundt fyllestasjoner, er en idé å koordinere utviklingen. Interessenter kan melde inn sine transportruter og derav finne de mest optimale plasseringene av fyllestasjoner. I den forbindelse bør distributørene også ta del i planleggingen. Det er ikke nødvendigvis krav til et svært utbredt nettverk da en tank holder til forholdsvis lange avstander, men flere aktører har for lange ruter til å kunne kjøre hele etappen uten å fylle. Sund et al. (2017) påpeker at rutene også som regel går i de samme områdene og gjør behovet for fyllestasjoner mindre (Sund et al., 2017).

Med en målrettet satsing, vil også de usikre fremtidsutsiktene reduseres. Det er en av barrierene i dag, hvor det er risikabelt å investere i biogass, grunnet usikkerhet om hvordan situasjonen vil utvikle seg. Bedrifter kan slik unngå å satse på biogasskjøretøy eller skip og biogassprodusenter kan trolig unngå å starte nye prosjekter.

5.5.3 Støtte og koordinering

Angående støttesøknader fremstår det stort sett som et område uten store forbedringspotensialer for biogassprodusentene. Med noen unntak av tilfeller der prosessen har blitt oppfattet som overdrevent krevende. Rederiene og fjernvarmeprodusentene intervjuet i denne studien, har lite kjennskap til søknadsprosessen og kan ikke uttale seg. Flere bedrifter med kjøretøyflåte uttrykker derimot kompliserte og omfattende prosesser og derav misnøye. Det er rimelig å anta at dette i seg selv kan være en vippende faktor om valget står mellom biogass og en annen teknologi som krever mindre innsats å benytte.

Koordinering av søknader utover støttesøknader kan derimot være krevende for biogassprodusentene. Ett intervjuobjekt opplevde at det gikk nesten 2 år før alt av tillatelser og lignende var på plass. Så lang behandlingstid og store koordineringsutfordringer fungerer som en flaskehals og forsinker utviklingen av markedet. En idé her kan i likhet med nullutslipp og kunnskapsformidling, være en bedre organisert og mer samlet oppbygning av systemet. En prosess som krever involvering av færre organer og aktører. Samt en sammenstilling av støtteordninger. Som kapittel 2.3.1 om virkemidlene i Norge viser, kan det fremstå som mye

å holde styr på. Både for støtte og annen koordinering. Det er sannsynlig at dette kan effektivisere prosessen og gjøre biogass mer tilgjengelig på dette området.

Støtten til bruk av husdyrgjødsel i biogassproduksjonen bør også med fordel økes. Melbye (2014) kommenterer kostnaden tilknyttet husdyrgjødsel spesifikt (Melbye et al., 2014). Med bakgrunn i at det er en stor ressurs og positivt for substratblandingen, er det rimelig å påstå at det er hensiktsmessig å fokusere på. Det har lenge vært satt ambisiøse mål tilknyttet husdyrgjødsel uten å være i nærheten av å nå disse. Derfor kreves åpenbart sterkere insitamenter. Et interessant poeng er at det allerede i 2010 i en rapport fra ZERO, ble omtalt at støtteordningen var for lav til å realisere potensialet og nå målet for husdyrgjødsel i Norge (Hojem & Ohna, 2010). Det har vært foretatt noen endringer underveis i støtten, men vurderingen kan se ut til å ha vært korrekt med tanke på dagens bruk på 1% og ikke målet på 30%. Miljødirektoratet nevner også muligheten for høyere tilskudd for leveranse og bruk av husdyrgjødsel i sin rapport, og underbygger påstanden om at husdyrgjødsel bør ha et større fokus i politikken (Miljødirektoratet, 2020c).

Dette var også hensikten med prioritering av husdyrgjødsel i scenarioene for støtteordninger i kapittel 4.3.1. Resultatene her viste med forutsetningene som var satt, at husdyrgjødsel selv med 300% støtte utover dagens tilskudd er et av de billigste råstoffene. Da produksjonen også kan øke ved sambehandling av andre råstoff, kan trolig nytten være enda større. Det er derfor også rimelig å argumentere for en sterkere satsing på husdyrgjødsel med utgangspunkt i disse resultatene. Spesielt med tanke på alle områdene tilknyttet reduksjon. Bøndene utgjør ingen barriere for de aktuelle biogassprodusentene i denne studien. Det er generelt velvilje å møte hos dem og derfor er det sannsynlig at utfordringen ligger i lønnsomheten ved anleggene, ikke råstofftilgangen. Det er samtidig viktig å ikke glemme andre råstoff som fiskeavfall, matavfall mv. Mange råstoff er tilknyttet stor nytte og bør også være i fokus av økt utnyttelse.

I forbindelse med skepsis til insentiver, nevnes jordbruksavtalen. Den kan nulles ut raskt og er av den grunn noe risikabelt å støtte seg for mye på. Det opplyses til og med om andre tilfeller der det har blitt lovet støtte, men ikke gitt likevel. Dette er et viktig poeng som er verdt å ta til vurdering da det reduserer virkningen av slike virkemidler. Innføring av støtte er ikke nødvendigvis nok for alle. Eksempelvis er et forslag fra intervjuene at Jordbruksavtalen bør gå over en lenger periode, eksempelvis minst 10 år, og at hovedandelen av tilskuddet tilfaller

biogassprodusenten da det er der kostnadene oppstår. Dette er også kommentert i rapporten fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020c).

Sterkere satsing på andre råstoff kan generelt være nødvendig da det som omtalt kan tenkes at råstofftilgang kan bli en utfordring. Jo flere råstoff å spille på, desto sikrere blir produksjonen. En ordning som råstoffstøtten vurdert i denne oppgaven, kan også i denne forstand være en løsning for å utnytte flere ressurser. Gjennom eksempelvis redusert gatefee. Støtteordningen for CO₂-ekvivalenter er en annen måte å bygge ned barrieren om bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Støtte per produserte kWh er et direkte forslag fra en biogassprodusent og bekrefter behovet for tilskudd under drift. En kombinasjon av støtteordningene kan være verdt å vurdere, men krever en solid innsats fra staten.

Det er ingen biogassprodusenter som uttrykker en klar utfordring i dag tilknyttet tilgang på råstoff, noe som kan være påvirket av antallet deltagere. Likevel er det interessant at dette er resultatet i motsetning til hva litteratursøket viste. Årsaken til denne forskjellen er vanskelig å avgjøre, men kan ha rot i deltagerantallet og dermed færre som potensielt kan påpeke problemet. Et poeng verdt å diskutere, er kommentaren angående observasjon av en gradvis endring fra avfallsholderne. Det ser ut til at de blir mer og mer klar over verdien av sin ressurs og er hardere i forhandlingene. Dette kan bli en barriere i fremtiden og trolig spesielt for private aktører. Bedriftsøkonomisk lønnsomhet er av de største, om ikke den største, utfordringen for biogassprodusenter. Ved tegn til utvikling mot et enda mer utfordrende marked, er støtteordninger helt avgjørende for Norges bruk av biogass. Et råstofftilskudd eller produksjonstilskudd kan derfor bidra til å redusere kostnadene og heve lønnsomheten slik at biogass kan bli mer tilgjengelig gjennom økt produksjon.

Et aspekt ved økt produksjon er mengden biorest. Det er en utfordring for flere i dag og er sannsynlig at blir et enda større problem ved økt produksjon. Distribusjonsproblemer kan dermed oppstå og bli en sterk barriere for biogassprodusenten. Sammensetningen av bønder i det aktuelle området vil også variere og derav mengde gjødsel som brukes av hver gårdbruker. Er det mange bønder som gjødsler lite gjennom året, kan utfordringen bli enda større. Gode løsninger for utnyttelse og distribusjon av biorest kan derfor bli nødvendig. Støtte til behandling og transport av biorest er derfor et annet tema som er verdt å ta hensyn til og vurdere.

5.5.3.1 Gårdsanlegg

Gårdsbruk er lite utbredt i Norge og omtales som prosjekter for spesielt interesserte. Mye energi må legges ned i spesielt oppstart, men også drift av anlegget. I en rapport fra ZERO (2010) omtales støtteordningen fra Innovasjon Norge som da hadde vart i fem år. I løpet av denne perioden ble det utbygd 2,5 GWh. Det kommenteres at om målsetningen på 30% utnyttelse av husdyrgjødsel innen 2020 skal nås, må det bygges ut 75 GWh med biogass årlig. Rammevilkårene ble ansett som tydelig mangelfulle for at dette målet kunne nås (Hojem & Ohna, 2010). Den svært beskjedne utbredelsen av gårdsanlegg i dag viser at dette trolig var korrekte vurderinger. På en side er dette kanskje ikke den beste løsningen for utnyttelse av husdyrgjødsel i Norge, blant annet med tanke på lave energipriser, mindre gårder, høye produksjonskostnader og lite tilgjengelig oppgraderingsteknologi for gårdsanlegg. På en annen side kan det være en mer aktuell løsning med fellesanlegg i områder med store avstander til mulige lokasjoner for større biogassanlegg. Ved samarbeid mellom gårder og utveksling av husdyrgjødsel, kan kanskje dette være en smartere løsning enn å måtte forholde seg til lange transportavstander. Spesielt ved billigere oppgraderings-teknologier og bedre muligheter for salg av biogass som drivstoff.

Feed-in tariff er et virkemiddel flere av intervjuobjektene nevner som absolutt nødvendig om produksjonen av strøm skal kunne nærme seg lønnsom utover egen bruk. Flere anlegg har blitt bygget med den hensikt å produsere elektrisitet, men har enten lagt ned eller startet oppgradering av biogassen til drivstoff. De lave strømprisene i Norge gjør at anleggene taper per produserte kWh. CHP-anlegg fremstår også som for kostbare til å benytte på gårder. Oppgradering av gassen og flytendegjøring er også for dyrt for slike anlegg og salg av biogass som drivstoff er derfor lite aktuelt. Allerede i ZERO (2010) sin rapport ble det poengtert at en feed-in ordning var utløsende i både Tyskland og Sverige og burde derfor vurderes her (Hojem & Ohna, 2010). Gårdsanlegg er kanskje ikke det området det bør satses hardest på i Norge, da råstoffet kan være mer hensiktsmessig å utnytte på andre måter. Dette må vurderes nøye for å rette satsingen mot det markedet med de største mulighetene og den sterkeste klimanytten.

5.6 Videre forskning

Det var ikke mulighet til å vurdere støtteordningene opp mot reelle priser tilknyttet produksjon av biogass med ulike råstoff i denne oppgaven. Ulike råstoff krever ulik forbehandling og har derfor et varierende kostnadsnivå i tillegg til transport, operasjonsforhold i biogassreaktoren mv. En slik undersøkelse kan derfor med fordel gjennomføres for å vurdere nødvendig støttenivå for at bruk av råstoffene skal lønne seg. Dette kan også knyttes opp mot samfunnsøkonomisk nytte og optimalisering.

Det leder også til studier av de potensielle råstoffene og muligheter for å starte innlemmelse av disse i produksjon. Gjennomføre en omfattende undersøkelse av hvordan verdikjedene kan skapes og utformes. Kanskje også i sammenheng med en fremdriftsplan for å redusere den trinnvise utviklingen av markedet og det lokale preget.

Et annet aspekt ved støtteordningene er hvilke subsidier som er i tråd med Norges lover og hvilke endringer som er nødvendig. Muligheten for å utarbeide en lov om tilskuddsordninger kan dermed bli klarere. Det kan også eventuelt vurderes hvordan et omsetningskrav kan innføres og hva som kreves av administrativt arbeid og lignende. Det samme gjelder dokumentasjon og opprinnelsesgarantier.

Omfattende undersøkelser av sambehandlingseffekter for norske forutsetninger og råstoff er et annet tema som kan belyse nytten av biogassproduksjon. Økt kunnskap om effektivisering og optimale blandinger vil også kunne bidra til mer lønnsom produksjon. Det finnes som forklart mange studier som anslår råstoff- og produksjonspotensialer, men ikke med hensyn til ulike sambehandlings-alternativer. Dette kan også vurderes i forbindelse med nødvendig omfang av støtteordninger og i et samfunnsøkonomisk perspektiv.

6 Konklusjon

Målet med denne studien har vært å undersøke barrierene og flaskehalsene tilknyttet biogass i Norge. En rekke bedrifter har blitt intervjuet og resultatet fra disse er sammenlignet med funn i andre studier. Intervjuene viste at samtlige av bedriftene er positive til biogass og ser på det som et interessant alternativ. Det betyr at viljen til å benytte det som løsning er tilstede.

Dette gjelder spesielt bedrifter med kjøretøyflåte. Noen interessenter er så positivt innstilt at det er få tiltak som skal til før de vil benytte biogass. Løsningen kan brukes av mange, men veitransport fremstår som markedet med de beste mulighetene. Da en rekke studier viser at bruk av biogass til transport og substitusjon av diesel er alternativet med høyest klimanytte, fremstår den gode innstillingen hos veitransporten som lovende. Biogass kan derfor bli en viktig teknologi for transportsektoren om markedet utvikles. Dette gjelder også til bruk i skipsfart. Sett bort fra nytten ved bruk, er produksjon av biogass uansett en smart form for avfallsbehandling og kan her alene bidra til reduserte klimagassutslipp.

Norge har langt høyere strømpriser enn Danmark og Tyskland og gjør bruk av biogass til produksjon av elektrisitet og varme vanskelig. Derfor passer det godt at klimanytten ofte er størst for transportsektoren og at dette markedet fremstår som mest aktuelt i Norge.

Angående bruk, ser den største barrieren i første omgang ut til å være pris. Deretter tilgang, som omfatter både infrastruktur og tilbud. Organisering av både kunnskapsformidling og koordinering av tillatelser, avtaler og lignende kommer i andre rekke, men er definitivt områder med forbedringspotensialer.

Støtteordningene som er vurdert kan gi et hint om at en større satsing på blant annet husdyrgjødsel, avløpsslam og fiskeslam kan være relativt rimelig sett i forhold til produksjonspotensialet. Spesielt om fordelene ved sambehandling tas med i beregningen.

Grunnlaget for utnyttelse av biogass eksisterer gjennom både moden teknologi, vesentlig råstoffpotensial og god innstilling. Bærekraft får mer og mer fokus og kommer også ofte biogass til gode. Da gjenstår tilrettelegging med bedre rammevilkår for å skape et mer attraktivt og forutsigbart marked.

Den bedriftsøkonomiske lønnsomheten til biogassprodusentene fremstår krevende på grunn av vedlikeholds- og transportkostnader. Biorest er en kraftig kilde til transportkostnader og er

av den grunn en utfordring. Det er derfor behov for en sterk og samlet satsing fra myndigheter og politikere, samt et system med færre aktører og organer involvert i prosessene.

Det er generelt nødvendig med økonomiske insentiver utover investeringsstøtte i hele markedet. Driftsstøtte fremstår derfor som et svært viktig virkemiddel. Sett at de dyreste støtteordningene i denne studien kan realisere potensialet, vil støttesummen fortsatt ligge under 1 milliard NOK i året. Det nærmer seg nivået til Danmark som støtter biogass med rundt 1,5 milliarder DKK i året. Tyskland støtter også produksjon på et høyt nivå. Her har virkemidlene stimulert til mye høyere produksjon og det samme vil sannsynligvis kunne skje i Norge. Det vi kan lære av erfaringene våre og suksessen i Danmark og Tyskland, er at politisk drivkraft og sikker satsing er essensielt. Faller dette på plass, kan veien videre for biogass i Norge bli spennende.

Referanser

- Akkouche, N., Loubar, K., Nepveu, F., El Amine Kadi, M. & Tazerout, M. (2019). *Micro-combined heat and power using dual fuel engine and biogas from discontinuous anaerobic digestion*. Energy Conversion and Management. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890419314141?via%3Dihub> (lest 13.03.2020).
- Ali, A. M., Nesse, A. S., Eich-Greatorex, S., Sogn, T. A., Aanrud, S. G., Bunaes, J. A. A., Lyche, J. L. & Kallenborn, R. (2019). *Organic contaminants of emerging concern in Norwegian digestates from biogas production*. ENVIRONMENTAL SCIENCE-PROCESSES & IMPACTS. Tilgjengelig fra: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2019/em/c9em00175a> (lest 16.03.2020).
- Angelidaki, I., Treu, L., Tsapekos, P., Luo, G., Campanaro, S., Wenzel, H. & G. Kougias, P. (2018). *Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives*. Biotechnology Advances. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975018300119> (lest 13.03.2020).
- Bardalen, A., Rivedal, S., Aune, A., O'Toole, A., Walland, F., Silvennoinen, H., Sturite, I., Bøe, F., Rasse, D., Pettersen, I., et al. (2018). *Utslippsreduksjoner i norsk jordbruk - Kunnskapsstatus og tiltaksmuligheter*. NIOBIO rapport. Tilgjengelig fra: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2577266> (lest 18.04.2020).
- Berg, H. Ø., Helland, L. & Uteng, A. (2018). *Økonomiske incentiver for biogass i transport - effekt av bompenger og tiltak*. Rambøll rapport. Tilgjengelig fra: <http://biogassoslofjord.no/publikasjoner/> (lest 20.05.2020).
- Biogass Oslofjord. (2020). *Om biogass*. Tilgjengelig fra: <http://biogassoslofjord.no/om-biogass/> (lest 09.03.2020).
- Boe, K. & Angelidaki, I. (2008). *Serial CSTR digester configuration for improving biogas production from manure*. Water Research. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135408004454> (lest 17.04.2020).
- Brekke, A., Soldal, E., Saxegård, S., Svanes, E. & Raadal, H. L. (2017). *Klimavirkninger av ikke-skogbasert bioenergi*. Rapport nr. 48-2017. Tilgjengelig fra: <https://www.ostfoldforskning.no/no/publikasjoner/Publication/?id=2055> (lest 01.04.2020).
- Chen, J. H., Lin, C. C. & Wang, K. S. (2013). Potential of Methane Production by Thermophilic Anaerobic Co-Digestion of Pulp and Paper Sludge with Pig Manure. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 7 (2). doi: <https://doi.org/10.1166/jbmb.2013.1327>.
- Damman, S., Ruud, A., Fodstad, M., Espegren, K. & Midthun, K. (2017). *Norwegian Energy Road Map 2050: Hvilke tiltak og virkemidler bør belyses?* SINTEF rapport. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/publikasjoner/publikasjon/?pubid=CRISTin+1460197> (lest 01.05.2020).
- Danmarks Statistik. (2020). *Energiregnskab I GJ (oversigt) efter energitype, tilgang og anvendelse og tid*. Tilgjengelig fra: <https://www.statistikbanken.dk/ENE2HO> (lest 06.04.2020).
- DNV GL. (2016). *Sjøkart for grønn kystfart*. Rapport fra DNV GL. Tilgjengelig fra: <https://www.dnvgl.no/maritime/gront-skipsfartsprogram/index.html> (lest 22.05.2020).

- DNV GL. (2020). *Nullutslipp i 2026 for verdensarvfjordene*. Rapport for Sjøfartsdirektoratet. Tilgjengelig fra: https://www.sdir.no/contentassets/ce0badc8e20b4983aedc364f73d3a954/dnvgl-rapport_2019-1250_rev0_final.pdf?t=1588434015183 (lest 18.05.2020).
- DSB. (2012). *Temaveiledning om tilvirkning og behandling av farlig stoff*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/lover/farlige-stoffer/veiledning-til-forskrift/temaveiledning-om-tilvirkning-og-behandling-av-farlig-stoff2/#definisjoner--4-og-tekniske-data> (lest 27.04.2020).
- Energigass Norge. (2016). *Program Biogass20 - 20% av fremtidens drivstofforbruk*. Presentasjon av Program Biogass20. Tilgjengelig fra: http://biogassoslofjord.no/wp-content/uploads/2016/05/Biogass_SisteUtkast.pdf (lest 15.05.2020).
- Energistyrelsen. (2018a). *Energiafgrøder til biogas*. Tilgjengelig fra: <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/energiafgrøder-til-biogas> (lest 06.04.2020).
- Energistyrelsen. (2018b). *Perspektiver for produktion og anvendelse af biogas i Danmark*. Rapport fra Energistyrelsen november 2018. Tilgjengelig fra: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/perspektiver_for_produktion_og_anvendelse_af_biogas_i_danmark_november_2018.pdf (lest 05.04.2020).
- Energistyrelsen. (2019). *VE-støttefremskrivning ifm. Basisfremskrivning 2019*. PSO-fremskrivninger. Tilgjengelig fra: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/pso-fremskrivninger> (lest 12.05.2020).
- Energistyrelsen. (2020a). *Dansk produktion af biogas*. Tilgjengelig fra: <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/produktion-af-biogas> (lest 05.04.2020).
- Energistyrelsen. (2020b). *Fakta om bioenergi i Danmark*. Tilgjengelig fra: <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/bioenergi-i-danmark> (lest 06.04.2020).
- Energistyrelsen. (2020c). *Støtte til biogas*. Tilgjengelig fra: <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/stoette-til-biogas> (lest 05.04.2020).
- Enova. (2017). *Programkriterier for Biogass og biodrivstoff*. Søknadsdokument. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/bedrift/biogass/> (lest 20.04.2020).
- Enova. (2020a). *Hvilke aktører støtter hva?* Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/bedrift/innovasjon-og-klimateknologi/hvilke-aktorer-stotter-hva1/> (lest 22.05.2020).
- Enova. (2020b). *Om organisasjonen*. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/> (lest 20.04.2020).
- Enova. (2020c). *Tilskuddsliste*. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/tilskuddsliste/> (lest 12.05.2020).
- Enova. (2020d). *Årsrapporten 2019*. Årsrapport. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/om-enova/kampanjer/arsrapporten-2019/> (lest 20.04.2020).
- European Biogas Association. (2019a). *Annual Report 2019*. European Biogas Association publication. Tilgjengelig fra: <https://www.europeanbiogas.eu/eba-annual-report-2019/> (lest 11.04.2020).
- European Biogas Association. (2019b). *EBA Statistical report 2018*. EBA publication. Tilgjengelig fra: <https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2018/> (lest 10.04.2020).
- European Biogas Association. (2020). *Gas Decarbonisation Pathways 2020-2050*. EBA Publication. Tilgjengelig fra: <https://www.europeanbiogas.eu/2020-gas-decarbonisation-pathways-study/> (lest 01.05.2020).

- European Commission. (2011). *Cogeneration of Heat and Power: Technology Information Sheet*. Setis rapport. Tilgjengelig fra: <https://setis.ec.europa.eu/related-jrc-activities/jrc-setis-reports/cogeneration-of-heat-and-power-technology-information-sheet> (lest 21.05.2020).
- Eurostat. (2019). *Electricity price statistics*. Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics (lest 24.05.2020).
- Eurostat. (2020). *Supply, transformation and consumption of renewables and wastes*. Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database> (lest 09.04.2020).
- Eyl-Mazzega, M.-A. & Mathieu, C. (2019). *Biogas and biomethane in Europe: Lessons from Denmark, Germany and Italy*. Études de l'Ifri. Tilgjengelig fra: https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mathieu_eyl-mazzega_biomethane_2019.pdf (lest 07.04.2020).
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. (2018). *Bioenergy in Germany Facts and Figures 2019*. Bioenergy in Germany - Facts and figures. Tilgjengelig fra: http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/broschuere_basisdaten_bioenergie_2018_engl_web_neu.pdf (lest 08.04.2020).
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2017). *The 2017 Renewable Energy Sources Act*. Renewable Energy. Tilgjengelig fra: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Energy/res-2017.html> (lest 19.05.2020).
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2019). *Renewable Energy Sources in Figures*. Renewable energy. Tilgjengelig fra: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/renewable-energy-sources-in-figures-2018.html> (lest 13.05.2020).
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2020). *Time series for the development of renewable energy soruces in Germany*. Renewable energy series. Tilgjengelig fra: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2019-en.pdf?__blob=publicationFile&v=10 (lest 07.04.2020).
- Fedoryshyn, N. (2017). *Bruk av biodrivstoff i transport*: SSB. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/bruk-av-biodrivstoff-i-transport> (lest 19.02.2020).
- Fiksen, K., Harsem, S., Lossius, T. & Magnus, E. (2016). *Verdiskaping fra produksjon av biogass på Østlandet*. Avfall Norge-rapport nr 7/2016. Tilgjengelig fra: <https://www.biogas2020.se/wp-content/uploads/2018/02/rapport-verdiskaping-av-biogass-pae-stlandet-2016-3.pdf> (lest 11.03.2020).
- Finansdepartementet. (2020). *Veibruksavgift på drivstoff*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/veibruksavgift-pa-drivstoff/id2603482/> (lest 21.04.2020).
- Forskningsrådet. (2020). *Energi*. Tilgjengelig fra: <https://www.forskningsradet.no/om-forskningsradet/temaer/energi/> (lest 22.05.2020).
- Gaballah, E. S., Abdelkader, T. K., Luo, S., Yuan, Q. & Abomohra, A. E.-F. (2019). *Enhancement of biogas production by integrated solar heating system: A pilot study using tubular digester*. Energy. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219324533> (lest 18.04.2020).

- Garcia, D. P. (2020). *E-postkorrespondanse med EU / internasjonal offiser Diego Piedra Garcia i FNR*. Ås (07.04.2020).
- Giuliano, A., Bolzonella, D., Pavan, P., Cavinato, C. & Cecchi, F. (2013). Co-digestion of livestock effluents, energy crops and agro-waste: Feeding and process optimization in mesophilic and thermophilic conditions. *Bioresource Technology*, 128: 612-618. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.002>.
- Gjessing, H. (2018). *Kartlegging av organisk avfall i Oslofjordregionen*. Rapport fra Biogass Oslofjord. Tilgjengelig fra: <http://biogassoslofjord.no/wp-content/uploads/2018/06/Kartlegging-av-organisk-n%C3%A6ringsavfall-Hanna-Gjessing-Biogass-Oslofjord-2018.pdf> (lest 25.04.2020).
- Haraldsen, T. K., Andersen, U., Krogstad, T. & Sørheim, R. (2011). Liquid digestate from anaerobic treatment of source-separated household waste as fertilizer to barley. *Sage journals*, 29 (12): 1271-1276. doi: <https://doi.org/10.1177/0734242X11411975>.
- Haug, E. W. & Strømsvik, T.-A. W. (2019). *Pre-study for Mjøsanlegget's introduction of poultry manure in the anaerobic digestion process*. Bacheloroppgave. Gjøvik. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2613164> (lest 12.02.2020).
- Heyne, S., Bokinge, P. & Nyström, I. (2019). *Global produciton of bio-methane and synthetic fuels - overview*. Biomethane and synthetic fuels. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1421/m1421.pdf> (lest 19.05.2020).
- Hojem, J. F. & Ohna, I. (2010). *Utslipp av klimagasser fra norsk jordbruk og tiltak for å redusere dem*. ZERO-rapport. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/miljo-og-okologisk/klima-og-miljoprogrammet/prosjekter-stottet-inntil-2012/utslipp/attachment/13424?ts=12e6c414808> (lest 01.05.2020).
- Høgalmen, L.-M. V. (2012). *Optimalisering av et biogassanlegg*. Masteroppgave. Trondheim. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/234941> (lest 03.05.2020).
- IEA. (2019). *Renewables 2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.iea.org/reports/renewables-2019> (lest 03.03.2020).
- Im, S., Petersen, S. O., Lee, D. & Kim, D.-H. (2019). *Effects of storage temperature on CH₄ emissions from cattle manure and subsequent biogas production potential*. Waste management volume 101. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X19306154?via%3Dihub#!> (lest 21.02.2020).
- Innovasjon Norge. (2019). *Hva gjør vi?* Tilgjengelig fra: <https://www.innovasjonnorge.no/no/om/hva-gjor-vi/kort-om-oss/> (lest 20.04.2020).
- Innovasjon Norge. (2020). *Fornybar energi i landbruket*. Tilgjengelig fra: <https://www.innovasjonnorge.no/no/tjenester/landbruk/finansiering-for-landbruket/fornybar-energi-i-landbruket/> (lest 20.04.2020).
- Jacobsen, I. G. (2017). *Barrierer og virkemidler for et grønt skifte til fornybar lastebiltransport*. Masteroppgave. Oslo: Universitetet i Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.duo.uio.no/handle/10852/61151>.
- Kart over fyllestasjoner for biogass i Norge*. (2020). Sarpsborg: Østfold Fylkeskommune. Tilgjengelig fra: <http://biogassoslofjord.no/fyllestasjoner/> (lest 18.02.2020).
- Klima- og Miljødepartementet. (2014). *Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi*. Strategi. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Nasjonal-tverrsektoriell-biogasstrategi/id2005701/> (lest 18.05.2020).

- Landbruks- og matdepartementet, Klima- og miljødepartementet & omsorgsdepartementet, H.-o. (2003). *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951> (lest 24.02.2020).
- Landbruks- og matdepartementet. (2016). *Endring og utvikling— En fremtidsrettet jordbruksproduksjon*. Meld. St. 11 (2016–2017). Oslo: Stortinget.
- Landbruksdepartementet & Miljøverndepartementet. (2002). *Forskrift om husdyrgjødsel*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2002-02-11-337> (lest 19.02.2020).
- Landbruksdirektoratet. (2020). *Levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg*. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/miljo-og-okologisk/jordbruk-og-miljo/husdyrgjodsel-til-biogass/husdyrgj%C3%B8dsel-til-biogass#beregning-av-tilskudd> (lest 21.04.2020).
- Lind, V. & Hansen, I. (2018). *Fra husdyrgjødsel til biogass og biogjødsel*. NIBIO POP. Tilgjengelig fra: https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2585355/NIBIO_POP_2018_4_26.pdf?sequence=1&isAllowed=y (lest 17.02.2020).
- Lindstad, E. (2020). *Fuels and engine technologies with focus on GHG and Energy utilization*. Smart Maritime Report. Tilgjengelig fra: <http://www.smartmaritime.no/documentation/publications/research-reports/fuels-and-engine-technologies-with-focus-on-ghg-and-energy-utilization/554/> (lest 20.05.2020).
- Lovdata. (2014). *Forskrift om tilskudd for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-12-19-1815?q=biogass> (lest 20.05.2020).
- Lyng, K.-A. (2018). *Reduction of environmental impacts through optimisation of biogas value chains : drivers, barriers and policy development*. Doktoravhandling. Ås: Norwegian University of Life Sciences. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2580221> (lest 16.03.2020).
- Lyng, K.-A., Prestrud, K. & Stensgård, A. E. (2019). *Evaluering av pilotordning for tilskudd til husdyrgjødsel til biogassproduksjon*. Østfoldforskning, rapport OR.04.19. Tilgjengelig fra: <https://www.ostfoldforskning.no/media/2124/or-0419-evaluering-av-pilotordning-for-tilskudd-til-husdyrgjoedsel-til-biogassproduksjon-v2.pdf> (lest 15.03.2020).
- Lånke, A. F., Berg, H. Ø., Melbye, A. M., Helland, L. & Solberg, F. E. (2016). *Markedsrapport - biogass i Oslofjord-regionen*. Markedsrapport utført av Rambøll for Biogass Oslofjord og Energigjenvinningsetaten i Oslo Kommune. Tilgjengelig fra: <http://biogassoslofjord.no/wp-content/uploads/2016/05/Markedsrapport-biogass-OSlofjordregionen-Ramb%C3%B8ll-Endelig-003.pdf> (lest 25.03.2020).
- Mai-Moulin, T., Fritsche, U. R. & Junginger, M. (2019). *Charting global position and vision of stakeholders towards sustainable bioenergy*. Energy, Sustainability and Society. Tilgjengelig fra: <https://energysustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-019-0225-0> (lest 03.03.2020).
- Melbye, A. M., Rørstad, P. K. & Killingland, M. (2014). *Bioenergi i Norge*. NVE rapport. Tilgjengelig fra: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2014/rapport2014_41.pdf (lest 03.05.2020).

- Miljødirektoratet. (2018). *Kunnskapsgrunnlag for omsetningskrav i skipsfart*. Rapport fra Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2018/oktober-2018/kunnskapsgrunnlag-for-omsetningskrav-i-skipsfart/> (lest 20.05.2020).
- Miljødirektoratet. (2019). *Metan (CH₄)*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/metan-ch4/> (lest 20.05.2020).
- Miljødirektoratet. (2020a). *Bruk av gass til oppvarming*. Rapport fra Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2020/februar-2020/bruk-av-gass-til-oppvarming/> (lest 15.05.2020).
- Miljødirektoratet. (2020b). *Klimakur 2030*. Rapport M-1625 fra Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/klimakur> (lest 31.03.2020).
- Miljødirektoratet. (2020c). *Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass*. Rapport M-1652 fra Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2020/mars-2020/virkemidler-for-okt-bruk-og-produksjon-av-biogass/> (lest 24.03.2020).
- Modahl, I. S., Lyng, K.-A., Stensgård, A., Saxegård, S. A., Hanssen, O. J., Møller, H., Arnøy, S., Morken, J., Briseid, T. & Sørby, I. (2016). *Biogassproduksjon fra matavfall og gjødsel fra ku, gris og fjørfe*. Oppdragsrapport fra Østfoldforskning. Tilgjengelig fra: <https://www.ostfoldforskning.no/no/publikasjoner/Publication/?id=1987> (lest 13.05.2020).
- Morken, J., Briseid, T., Hovland, J., Lyng, K.-A. & Kvande, I. (2017). *Veileder for biogassanlegg - mulighetsstudie, planlegging og drift*. REALTEK Rapport 56. Tilgjengelig fra: <https://www.innovasjon Norge.no/globalassets/finansieringstjenester/bioenergiprogrammet/praktisk-veileder-for-biogassanlegg.pdf> (lest 04.02.2020).
- Nielsen, J. B. H. (2007). *Energy crop potentials for bioenergy in EU-27*. 15th European Biomass Conference & Exhibition. Tilgjengelig fra: <http://managewaste.narod.ru/olderfiles/1/OD1.3.pdf> (lest 16.03.20).
- Norges Bondelag. (2011). *Fakta om biogass*. Norges Bondelag juni 2011. Tilgjengelig fra: <https://www.bondelaget.no/getfile.php/13123523-1372659898/MMA/Nettbutikk/Kunnskapsmaterieill/Biogass%20fakta.pdf> (lest 09.03.2020).
- Norsk Fjernvarme. (2020). *Om energikildene*. Tilgjengelig fra: <https://www.fjernkontrollen.no/content/om-energikildene/> (lest 16.05.2020).
- Pederstad, A. (2017). *Bærekraft og klimagassreduksjoner for norskprodusert biogass – Kunnskapsgrunnlag og anbefalinger til innkjøpere*. Rapport fra Avfall Norge 11/2017. Tilgjengelig fra: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/avfall-norge-no/dokumenter/Baerekraft-og-klimanytte-for-norskprodusert-biogass-2017.pdf?mtime=20170829110244> (lest 20.02.2020).
- Pettersen, I., Grønlund, A., Stensgård, A. E. & Walland, F. (2017). *Klimatiltak i jordbruk og matsektoren*. NIBIO RAPPORT Vol. 3 Nr. 85. Tilgjengelig fra: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2452538> (lest 01.05.2020).
- Randy, S. (2016). *Biogass - samfunnsøkonomisk lønnsomt?* Masteroppgave. Oslo. Tilgjengelig fra: <http://urn.nb.no/URN:NBN:no-55847> (lest 13.05.2020).
- Rantaniitty, C. J. & Skaar, R. O. (2019). *Fiskeslam - Fra avfall til ressurs*. Haugesund. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2603037> (lest 12.05.2020).

- Regjeringen. (2019). *Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart*. Rapporter og planer. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/handlingsplan-for-gronn-skipsfart/id2660877/> (lest 22.05.2020).
- Rehl, T. & Müller, J. (2013). CO₂ abatement costs of greenhouse gas (GHG) mitigation by different biogas conversion pathways. *Journal of Environmental Management*, 114: 13-25. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.049>.
- Rosvold, K. A. & Hofstad, K. (2019). *Kraftvarmeverk*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kraftvarmeverk> (lest 04.03.2020).
- Rykkevin, J. M. G. (2017). *Hvordan kan sentrale aktørers valg innenfor biogass-sektoren forstås ved hjelp av MLP-teorien?* Masteroppgave. Stavanger. Tilgjengelig fra: <https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/handle/11250/2459455> (lest 18.05.2020).
- Sammut, F., Irina, I., Voss, K., Vandenbussche, V. & Morken, J. (2019). *Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030*. Prosjekt for Miljødirektoratet M-1533|2019. Tilgjengelig fra: <https://www.carbonlimits.no/wp-content/uploads/2020/01/Rapport-biogasspotensial.pdf> (lest 09.03.2020).
- Schnürer, A. & Jarvis, Å. (2018). *Microbiology of the biogas process*. 1 utg. Uppsala, Sverige: Sveriges Landbruksuniversitet.
- Schrøder, A. M., Haugen, A.-G., Stensgård, A. & Hansen, O. J. (2015). *ForMat-Prosjektet*. Rapport fra Matvett. Tilgjengelig fra: <https://www.matvett.no/bransje/rapporter-og-lenker> (lest 15.05.2020).
- Shishlakova, T. (2015). *Klimanytte av biogassproduksjon fra matavfall og restråstoff*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2382987> (lest 19.04.2020).
- Skjelvik, J. M., Grorud, C., Solheim, O. E. & Haavardsholm, O. (2018). *Følgeevaluering av Biogasspilotordning*. Rapport 2018. Tilgjengelig fra: <https://vista-analyse.no/no/nyheter/biogasspilotordningen-bor-legges-ned/> (lest 23.05.2020).
- Skovsgaard, L. & Jensen, I. G. (2018). *Recent trends in biogas value chains explained using cooperative game theory*. *Energy Economics*. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988318302391?via%3Dihub> (lest 13.03.2020).
- Sletten, T. M. & Maass, C. (2013). *Underlagsmaterieell for tverrsektoriell biogass-strategi*. Rapport TA-3020/2013 fra Klima- og forurensningsdirektoratet Tilgjengelig fra: <https://www.miljokommune.no/Documents/Klima/Klima-%20og%20energitiltak%20i%20ulike%20sektorer/Energiproduksjon%20og%20-distribusjon/Utrede%20potensialet%20for%20produksjon%20av%20biogass/Underlagsmateriale%20til%20tverrsektoriell%20biogass-strategi%20TA3020.pdf> (lest 04.02.2020).
- Statistisk Sentralbyrå. (2019a). *Avfallshåndtering ved avfallsanlegg*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/12359/> (lest 17.03.2020).
- Statistisk Sentralbyrå. (2019b). *Stadig mer alternativt drivstoff i transport*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stadig-mer-alternativt-drivstoff-i-transport> (lest 12.03.2020).
- Staurem, E. J. (2009). *Bruk av biogass fra våtorganisk avfall som drivstoff for kollektivtransport*. Fagrapport fra TBT 4850 - Eksperster i team. Tilgjengelig fra: http://folk.ntnu.no/vmbiovad/biodrivstoff/biodrivstoff_files/Rapporter/Fagrapport%20gr1.pdf (lest 30.04.2020).

- Steen, M. (2018). *Et grønt maritimt skifte? Omstilling til en mer miljøvennlig skipsfart*. Publikasjoner fra CRISTin - SINTEF AS. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2585582> (lest 16.05.2020).
- Sund, K., Utgård, B. & Christensen, N. S. (2017). *Muligheter og barrierer for økt bruk av biogass til transport i Norge*. Rapport fra Sund Energy august 2017. Tilgjengelig fra: https://www.enova.no/download/?objectPath=upload_images/FF889272C60C4E24AEDEF6862B80F481.pdf&filename=Muligheter%20og%20barrierer%20for%20%C3%B8kt%20bruk%20av%20biogass%20til%20transport%20i%20Norge.pdf (lest 24.02.2020).
- Sæther, M. & Skjerpen, C. (2018). *Mest biologisk avfall blir til biogass*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/mest-biologisk-avfall-blir-til-biogass> (lest 20.02.2020).
- Sørum, M. (2018). *Miljøvurdering av produkter og tjenester fra biogassproduksjon : effekt av valg av allokeringsmetodikk*. Masteroppgave. Ås: Norwegian University of Life Sciences, Ås. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2565363> (lest 19.04.2020).
- Tabatabaei, M. & Ghanavati, H. (2018). *Biogas - Fundamentals, Process, and Operation*, b. 6. Cham: Springer.
- Thorsen, H., Østvold, L. T. & Sund, K. (2019). *Kartlegging av en nasjonal infrastruktur for biogass*. Rapport fra Biogass Oslofjord. Tilgjengelig fra: <http://biogassoslofjord.no/wp-content/uploads/2019/11/Klimasats-Infrastruktur-Biogass-Oslofjord.pdf> (lest 07.02.2020).
- Weber, C. & Amundsen, A. H. (2016). *Fornybare drivstoffer - Fornybar diesel: HVO*. TØI rapport. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/publikasjoner/fornybare-drivstoffer-fornybar-diesel-hvo-article33837-8.html>.
- Weiland, P. (2006). *Biomass Digestion in Agriculture: A Successful Pathway for the Energy Production and Waste Treatment in Germany*. Biomass Digestion. Tilgjengelig fra: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/elsc.200620128> (lest 18.04.2020).
- Wettre, P. B. (2014). *Klima- og miljønytte av biogass fra organisk avfall*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/221760> (lest 01.05.2020).
- World biogas association. (2019). *Germany Market Report*. WBA Publications. Tilgjengelig fra: <https://www.worldbiogasassociation.org/germany-international-market-report/> (lest 11.04.2020).
- Øygarden, L. & Bechmann, M. (2017). *Synergier av miljøtiltak i jordbruket - Klimagassutslipp, klimatilpassing, vannforvaltning og luftforurensninger i norsk jordbruk*. NIBIO rapport. Tilgjengelig fra: <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2434681> (lest 30.04.2020).

Vedlegg A

Fjernvarmeprodusenter

- Benytter dere gass eller biogass i dag?
 - Hvis ja: hva og til hvilken del av produksjonen? (Spisslast?)
 - Hvis ja: hvor mye?
 - Hvis nei: hvorfor ikke biogass?
- Hva skal til for at dere vil benytte/benytt mer biogass?
 - Er det noen spesifikke insentiver som ville gjort det mer aktuelt?
 - Påvirker lokale politikere og sentrale myndigheter deres innstilling til biogass?
 - Mangler det et bedre system eller for få plattformer for kunnskap om biogass?
 - ❖ Er mangel på kunnskap en grunn til at dere ikke bruker/ikke bruker mer?
 - Er koordinering et problem? (Mange avtaler, søknader og lignende som må inngås og sendes?)
- Hvor mye kunnskap vil du si dere har om biogass? (Ingenting, lite, moderat, mye)?
- Hva er deres innstilling til biogass? (Dårlig, hverken eller, god)
 - Hvis dårlig: hvorfor?
 - ❖ Kan mangel på kunnskap være en grunn?
 - ❖ For lite lønnsomt?
 - ❖ For dårlig tilgang?
 - Hvis god: hvorfor?
 - Fremstår biogass som et interessant alternativ i seg selv?
- Hva måtte prisen på biogass vært for at det skulle være aktuelt å benytte/benytt mer av til spisslast?
 - Kan grunnlast i det hele tatt være aktuelt? I så fall, til hvilken pris?
- Hva vil du si er området med størst forbedringspotensial sett fra deres ståsted?
- Anser dere biogass som et nullutslippsalternativ?
 - Hvis nei: er det en grunn til at dere ikke vil benytte det/benytt mer?
- Er det noe du brenner inne med du har lyst til å kommentere/tilføye?

Bedrifter med kjøretøyflåte

- Benytter dere gass eller biogass i dag?
 - Hvis ja: hva og hvor stor andel av kjøretøyflåten?
 - Hvis nei: hvorfor ikke?
- Hva skal til for at dere vil benytte/benytt mer biogass i deres kjøretøyflåte?
 - Er det noen spesifikke insentiver som ville gjort det mer aktuelt?
 - ❖ Hvordan ville dere stilt dere til biogasskjøretøy om disse ble likestilt med elbiler og fikk fritak fra bompenger?
 - Påvirker lokale politikere og sentrale myndigheter deres innstilling til biogass?
 - Mangler det et bedre system eller for få plattformer for kunnskap om biogass?
 - ❖ Er mangel på kunnskap en grunn til at dere ikke bruker/ikke bruker mer?
 - Er koordinering et problem? (Mange avtaler, søknader og lignende som må inngås og sendes?)
 - Er det godt nok tilbud av biogassdrevne kjøretøy for deres bruk? (Ytelse, type kjøretøy mv.)
 - Er dere avhengig av fyllestasjoner langs deres ruter slik at god infrastruktur for fylling av biogass er nødvendig?
- Hvor mye kunnskap vil du si dere har om biogass? (Ingenting, lite, moderat, mye)?
- Hva er deres innstilling til biogass? (Dårlig, hverken eller, god)
 - Hvis dårlig: hvorfor?
 - ❖ Kan mangel på kunnskap være en grunn?
 - ❖ For lite lønnsomt?
 - ❖ For dårlig tilgang?
 - Hvis god: hvorfor?
 - Fremstår biogass som et interessant alternativ i seg selv?
- Hvilken pris på biogassen kunne gjort det interessant å legge om til en biogassdrevne kjøretøyflåte?
- Hva vil du si er området med størst forbedringspotensial sett fra deres ståsted?
- Anser dere biogass som et nullutslippsalternativ?
 - Hvis nei: er det en grunn til at dere ikke vil benytte det/benytt mer?
- Er det noe du brenner inne med du har lyst til å kommentere/tilføye?

Bedrifter med skipsfart

- Benytter dere gass eller biogass i dag?
 - Hvis ja: hva og hvor stor prosentandel av flåten?
- Hva skal til for at dere vil benytte/benytt mer biogass i deres flåte?
 - Er det noen spesifikke insentiver som ville gjort det mer aktuelt?
 - ❖ Noen spesielle avgifter hvor fritak eller reduksjon hadde gjort bruk av biogass mer aktuelt?
 - Påvirker politikere og sentrale myndigheter deres innstilling til biogass?
 - Mangler det et bedre system eller for få plattformer for kunnskap om biogass?
 - ❖ Er mangel på kunnskap en grunn til at det ikke er mer bruk/ingen bruk?
 - Er koordinering et problem? (Mange avtaler, søknader og lignende som må inngås og sendes?)
 - Er det godt nok tilbud av biogassdrevne skip/båter for deres bruk? (Ytelse, type skip mv.)
 - ❖ Er de rimelige nok?
 - ❖ Er dere avhengig av fyllestasjoner langs deres ruter slik at god infrastruktur for fylling av biogass er essensielt?
- Hvor mye kunnskap vil du si dere har om biogass? (Ingenting, lite, moderat, mye)?
- Hva er deres innstilling til biogass? (Dårlig, hverken eller, god)
 - Hvis dårlig: hvorfor?
 - ❖ Kan mangel på kunnskap være en grunn?
 - ❖ For lite lønnsomt?
 - ❖ For dårlig tilgang?
- Hvilken pris på biogassen kunne gjort det interessant å legge om til en biogassdrevne skipsflåte?
- Hva vil du si er området med størst forbedringspotensial sett fra deres ståsted?
- Anser dere biogass som et nullutslippsalternativ?
 - Hvis nei: er det en grunn til at dere ikke vil benytte det/benytt mer?
- Er det noe du brenner inne med du har lyst til å kommentere/tilføye?

Biogassprodusenter

- Hvor stor er produksjonskapasiteten?
- Oppgraderer dere biogassen i dag?
 - Hvis nei: hva ville gjort det aktuelt?
 - Hvis ja: hvorfor? (Lettere å få solgt? Mer lønnsomt? Pga. avtaler?)
 - Hvis ja: hvor mye av produksjonen??
- Hva skal til for at dere vil starte opp mer produksjon?
 - Er det noen spesifikke insentiver som ville gjort det mer aktuelt?
 - Er koordinering et problem? (Mange avtaler, søknader og lignende som må inngås og sendes?)
 - Er tilgang på råstoff en utfordring?
 - Er kostnad av råstoff en utfordring?
 - ❖ Er det for få alternativer som er aktuelle pga. pris?
 - Hvor mye har innstilling fra lokale politikere og sentrale myndigheter å si for satsingen deres på produksjon?
 - Er transportavstander en faktor som påvirker lønnsomheten nevneverdig?
 - Er usikker avkastning på produksjon et problem?
- Hvordan svarer støtten fra Enova og lignende til forventningene?
 - Hvorfor er det søkt om støtte til Enova/Innovasjon Norge og ikke Innovasjon Norge/Enova?
 - Er systemet for støtteordninger gode nok? (Er det lett nok å søke og holde styr på ulike ordninger?)
- Er det en utfordring å finne informasjon om hvordan man skal gå frem ved oppstart? (Hva som fungerer å bruke av råstoff, teknologi og lignende)
- Hva er den viktigste faktoren som påvirker salgspris av biogassen for dere?
- Hvordan behandler dere bioresten?
 - Er behandlingen en utfordring?
 - ❖ Hvis ja: hvorfor?
 - Fører bioresten til økte kostnader?
- Fører substratet til slitasje på rør og andre komponenter?
 - Hvilken rolle spiller gassen angående slitasje?
 - I hvilken grad påvirker dette drift og kostnader?
- Hva vil du si er den/de viktigste barrierene for driften av biogassproduksjon?
- Hva vil du si er området med størst forbedringspotensial for oppstart av produksjon?
- Hva er hovedproblemet med markedet slik det er i dag?
- Er det noe du brenner inne med du har lyst til å kommentere/tilføye?



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway