

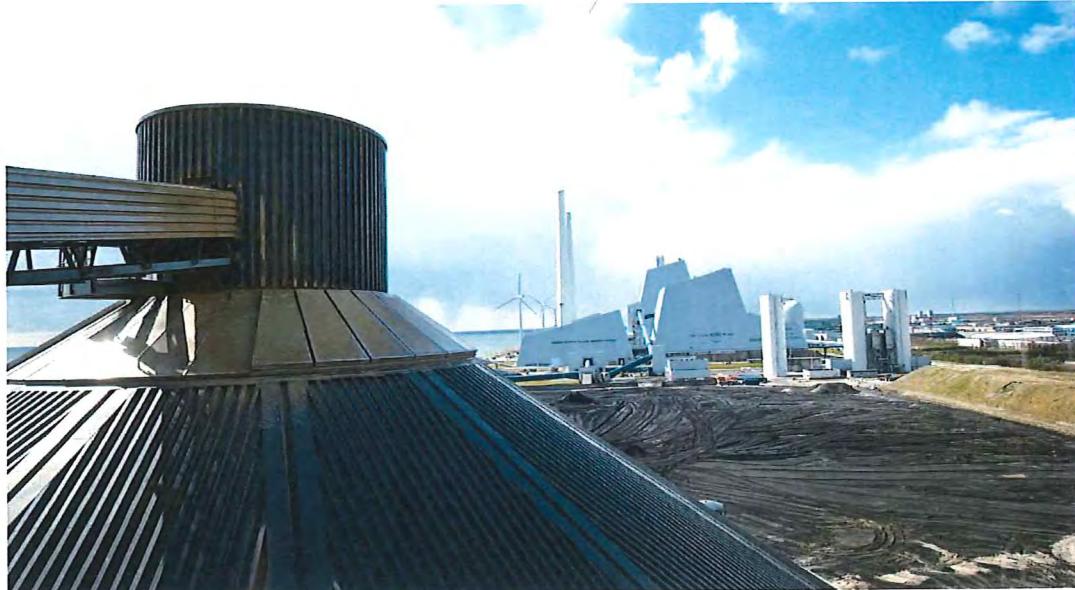
Beregnet til
Volda og Ørsta Renholdsverk IKS

Dokument type
Rapport

Dato
Juni, 2016

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

FORPROSJEKT BIOGASSANLEGG PÅ MELSGJERDET



RAMBOLL

FORPROSJEKT BIOGASSANLEGG PÅ MELSGJERDET

Revisjon **1**
Dato **27.06.2016**
Utført av **Heidi Ødegård Berg, Martina Uldal, Håvard Gaustad
Harbo, Marius Gurholt, Arne Fredrik Lånke**
Kontrollert av **Arne Fredrik Lånke, Martina Uldal, Isak Albertsson,
Lars Brandeborg**
Godkjent av **Arne Fredrik Lånke**
Beskrivelse **Forprosjekt for etablering av biogassanlegg på Mels-
gjerdet i Ørsta kommune**

Rambøll
Mellomila 79
N-7493 Trondheim
T +47 73 84 10 00
F +47 73 84 10 60
www.ramboll.com/energy

NO 915 251 293 MVA

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | 1 |
| 1. Innledning | 2 |
| 1.1 Bakgrunn og formål | 2 |
| 1.2 Introduksjon til biogass | 3 |
| 1.3 Forutsetninger for utredningen | 6 |
| 2. Forutsetninger for etablering av biogassanlegg | 7 |
| 2.1 Aktuelle bruksområder for biogass | 7 |
| 2.2 Aktuelle bruksområder for biorest | 8 |
| 2.2.1 Biogjødsel i økologisk landbruk | 10 |
| 2.3 Tilgjengelig råstoff | 10 |
| 2.3.1 Matavfall | 11 |
| 2.3.2 Avløpsslam | 11 |
| 2.3.3 Husdyrgjødsel | 12 |
| 2.3.4 Slam fra settefiskanlegg | 12 |
| 2.3.5 Næringsavfall | 12 |
| 2.3.6 Oppsummering, råstoff | 13 |
| 2.4 Synergier med lokal nærings- og landbruksvirksomhet | 14 |
| 3. Teknisk konsept | 15 |
| 3.1 Dimensjonerende data | 15 |
| 3.1.1 Innkommende råstoff | 15 |
| 3.1.2 Prosessvalg | 15 |
| 3.2 Håndtering av biorest | 16 |
| 3.3 Forutsetninger for anleggets plassering | 16 |
| 3.3.1 Sikkerhet | 17 |
| 3.3.2 Kostnader knyttet til energiforsyning | 17 |
| 3.4 Energibehov | 18 |
| 3.4.1 Tørkeprosess | 20 |
| 3.4.2 Biogass til varmeformål | 20 |
| 3.4.3 Elektrisitetsbehov | 20 |
| 4. Økonomi | 21 |
| 4.1 Politiske drivere | 21 |
| 4.2 Rammevilkår | 21 |
| 4.2.1 Avgifter på fossile drivstoff | 21 |
| 4.2.2 Støtteordninger | 21 |
| 4.2.3 Tilskudd til levering av husdyrgjødsel | 22 |
| 4.2.4 Andre virkemidler | 22 |
| 4.2.5 FoU | 22 |
| 4.2.6 Støtte til energiforsyning | 22 |
| 4.3 Støtte til biogassanlegg på Melsgjerdet | 23 |
| 4.3.1 Investeringskostnader | 23 |
| 4.3.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader | 24 |
| 4.4 Inntektskrav | 25 |
| 4.4.1 Varmepris | 25 |
| 4.4.2 Scenario 1: Avvanning av biorest og salg av CBG | 26 |
| 4.4.3 Scenario 2: Tørking av biorest | 28 |
| 5. Organisering av selskapet | 28 |
| 6. Konklusjon | 30 |
| 6.1 Forslag til videre arbeid | 31 |
| Siterete verk | 2 |

FIGUROVERSIKT

| | |
|--|----|
| Figur 1: Lokaliseringen av prosjektet..... | 2 |
| Figur 2: Planlagt lokalisering av biogassanlegg på Melsgjerdet industriområde i Ørsta kommune (Foto: Oppdragsgivers) | 2 |
| Figur 3: Oversikt over et biogassanlegg | 3 |
| Figur 4: Biogassindustriens verdikjede, fra råstoff til sluttbruker av biogass og biogjødsel | 4 |
| Figur 5: Etterspørselsutvikling mot 2020 for biogass til transport i Oslofjordregionen | 6 |
| Figur 6: Eksempel på fyllestasjon for langsomfylling (US. Department of Energy) | 8 |
| Figur 7: Månedlige variasjoner i mottatt råstoff på biogassanlegget og etterspørsel etter biogjødsel i markedet..... | 13 |
| Figur 8: Område for plassering av biogassanlegg. Kilde: reguleringsplankart lastet opp fra Ørsta kommunes hjemmeside..... | 17 |
| Figur 9; Energibalanse for hele anlegget | 19 |
| Figur 10 Oversikt over nylige endringer i rammebetininger for biogass.*Andelen er ikke endelig fastsatt per dags dato. | 23 |
| Figur 11: Investeringskostnaden for et biogassanlegg på Melsgjerdet, fordelt på ulike delprosesser. Gjelder for biogassanlegg som mottar både matavfall og pumpbart råstoff..... | 24 |
| Figur 12: Driftskostnader, biogassanlegg på Melsgjerdet, med og uten tørkeprosess | 25 |
| Figur 13: LCOE for biometan produsert ved biogassanlegg på Melsgjerdet | 26 |
| Figur 14: Forholdet mellom inntektskrav og produksjonsvolum, i kroner per kWh CBG produsert, for 3 ulike produksjonsvolum | 27 |
| Figur 15: Forholdet mellom inntektskrav og gate-fee..... | 27 |
| Figur 16 Illustrasjon av Vesar- modellen..... | 29 |
| Figur 17: Månedlige variasjoner i mottatt råstoff og solgt biorest | 6 |
| Figur 18. Flytskjema | 9 |
| Figur 19. Skisse over anleggsområdet | 13 |

TABELLOVERSIKT

| | |
|---|----|
| Tabell 1: Stipulert mengde biometan til lokale renovasjonsbiler, ferjer og bybuss | 7 |
| Tabell 2: Maksimal konsentrasjon av tungmetaller i kildesortert husholdningsavfall som er tillatt å bruke i økologisk landbruk ((EU-forordning 889/2008))..... | 10 |
| Tabell 3: Oppsummering av råstoff til biogassanlegg på Melsgjerdet | 13 |
| Tabell 4: Dimensjonerende data for råstoff. Mengder i tonn per år. | 15 |
| Tabell 5. Årlig produksjon av nitrogen og fosfor i biorest fra biogassanlegg på Melsgjerdet..... | 16 |
| Tabell 6: Varmebalanse | 19 |
| Tabell 7: Forutsetninger for beregning av energibalanse | 20 |
| Tabell 8: Investeringskostnad, levetid og avkastningskrav | 23 |
| Tabell 9: Drift og vedlikeholdskostnader | 24 |
| Tabell 10: Varmepris..... | 25 |
| Tabell 11: Tørking av biorest..... | 28 |
| Tabell 12: Bilpark ÅRIM, SSR, VØR, RSS..... | 4 |
| Tabell 13: Biogasspotensial fra matavfall | 4 |
| Tabell 14: Biogasspotensial fra avløpsslam..... | 4 |
| Tabell 15: Biogasspotensial fra husdyrgjødsel..... | 5 |
| Tabell 16: Forutsetninger for beregning av biogasspotensial fra husdyrgjødsel | 5 |
| Tabell 17: Kostnader for transport av råstoff til biogassanlegg på Melsgjerdet | 6 |
| Tabell 18. Prosessdimensjonering forbehandling. | 8 |
| Tabell 19. Prosessdimensjonering råtneprosess. | 8 |
| Tabell 20. Massestrøm, mengder og estimert biogassproduksjon. | 8 |
| Tabell 21. Massestrøm og næringsinnhold for uavvannet biorest, samt tørr og våt fraksjon etter avvanning av biorest..... | 14 |

VEDLEGG

Vedlegg 1

Siterte Verk

Vedlegg 2

Forutsetninger for etablering av et biogassanlegg

Vedlegg 3

Teknisk beskrivelse av anleggskonsept

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

SAMMENDRAG

Rambøll har på oppdrag for Volda og Ørsta Renholdsverk utarbeidet denne forprosjektrapporten, som utreder muligheten for å etablere et biogassanlegg på Melsgjerdet industriområde i Ørsta. Rapporten bygger på data innhentet av oppdragsgiver, litteraturstudier samt Oppdragsgivers- og Rambølls egne erfaringer.

Et biogassanlegg med en produksjonskapasitet på 25-30 GWh biogass er en størrelsesorden som kan være aktuell for et biogassanlegg på Melsgjerdet. Et slikt anlegg vil kunne forsyne hele bussflåten til Ålesund med 100 % fornybar drivstoffgass, og samtidig forsyne landbruket med et nitrogenrikt biogjødsel. Biogassanlegget vil hente inntekter i form av gate fee fra matavfall og settefiskslam samt fra salg av biogass som drivstoff (i komprimert form, CBG).

Det forventes at etterspørselen etter biogass til transport vil øke fram mot 2020, og det er i hovedsak offentlige aktører som driver frem veksten. Ruter, busselskapet i Oslo og Akershus er en aktør som har konkretisert økning i etterspørsel fram mot 2020. I Vestfold er det vedtatt at 70 % av bussrutene skal baseres på biogass som drivstoff. I det hele tatt er det tilsynelatende høye ambisjoner for biogass (Rambøll, Markedsrapport for biogass, Oslofjordregionen, 2016). På kort sikt er det naturlig at naturgass som i dag anvendes til drivstoff erstattes av biogass. Flere kommuner bruker biogass til busstrafikken i dag, og kollektivtrafikken forventes å utgjøre den største andelen av etterspørselen frem mot 2020. Biogass kan også være aktuelt for båter, og i Ørsta er det i første rekke lokale ferjestrekker som framstår som aktuelle. Renovasjonsbiler er også svært aktuelle for bruk av biogass, og en del kommuner har allerede implementert biogassbruk for sine kjøretøy. Biogass kan også være aktuelt for lokal varetransport. Totalt er potensialet stipulert til 60 GWh for Volda og Ørsta.

Godstransport representerer et stort potensielt marked der biogass i dag spiller en begrenset rolle. Komprimert biogass (CBG) er mest aktuelt for transport over kortere avstander, mens flyende biogass (LBG), som i dag kun produseres av EGE på Romerike, kan være aktuelt for langtransport. Ulike typer biodiesel, hydrogen og elektrisitet konkurrerer mot biogass i godsmarkedet, der et voksende antall aktører ønsker å velge mer bærekraftige alternativer enn de benytter i dag. Diskusjoner om bærekraft knyttet til biodiesel kan medføre at flere ønsker å ta i bruk biogass. Utviklingen fremover både på produksjons- og distribusjonssiden kan ha betydning for hvilke drivstoff som vinner markedsandeler (Rambøll, Markedsrapport for biogass, Oslofjordregionen, 2016). Infrastruktur for fylling av både biogass og naturgass må være tilgjengelig dersom aktører i næringslivet skal velge biogass. Prosjekter som Biogas2020 og GREAT (Green Regions with Alternative fuels for Transport) vil bidra til økt tilgjengelighet gjennom mer infrastruktur for distribusjon av biogass. I EU har naturgass, herunder både CNG og LBG, fått et betydelig fokus, og forslag til direktiv med krav til infrastruktur foreligger. En trend med økt anvendelse av gasskjøretøy i Europa generelt sammen med økende tilgang på fyllestasjoner for naturgass er en mulig driver også for økt anvendelse av biogass i godstrafikk Norge (Rambøll, Markedsrapport for biogass, Oslofjordregionen, 2016).

Rammevilkårene for biogass er i stadig utvikling, og i løpet av det siste året har det vært foretatt flere grep for å styrke satsingen på biogass. Dette omfatter blant annet veibruksavgift på naturgass samt videreføring av Enovas biogassprogram inkludert fjerning av øvre ramme for støtte på 30 % av investeringen. I tillegg er budsjettet doblet til 20 MNOK for Innovasjon Norges satsing på biogasspiloter. Sammenlignet med andre fornybare drivstoff har biogass et særskilt fortrinn knyttet til at det stilles få spørsmål ved klimaeffekt og bærekraft. Dette fortrinnet kan medføre at aktører som tidligere har fokusert på andre alternativer vil velge biogass dersom både biogass og fylleinfrastruktur er tilgjengelig.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og formål

Rambøll har, på oppdrag for Volda og Ørsta Renholdsverk, utarbeidet en forprosjektrapport som skal avklare om det er grunnlag for å etablere et anlegg for produksjon av biogass på Melsgjerdet i Ørsta kommune (Figur 1). Melsgjerdet industriområde er et næringsareal på 120 dekar som er under utbygging og blir klart for selskap å etablere seg på vinteren 2017. Arealet ligger ca 2 km øst for kommunesenteret i Ørsta kommune, som har omtrent 7 000 innbyggere (Figur 2). Renovasjonsselskapene på Sunnmøre (VØR, ÅRIM, SSR) er initiativtakerne til forprosjektet, og bakgrunnen er engasjement både for å få bærekraftige, men også rimelige løsninger for sine abonnerenter.



Figur 1: Lokaliseringen av prosjektet

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

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



Figur 2: Planlagt lokalisering av biogassanlegg på Melsgjerdet industriområde i Ørsta kommune (Foto: Oppdragsgivers)

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Denne rapporten tar for seg:

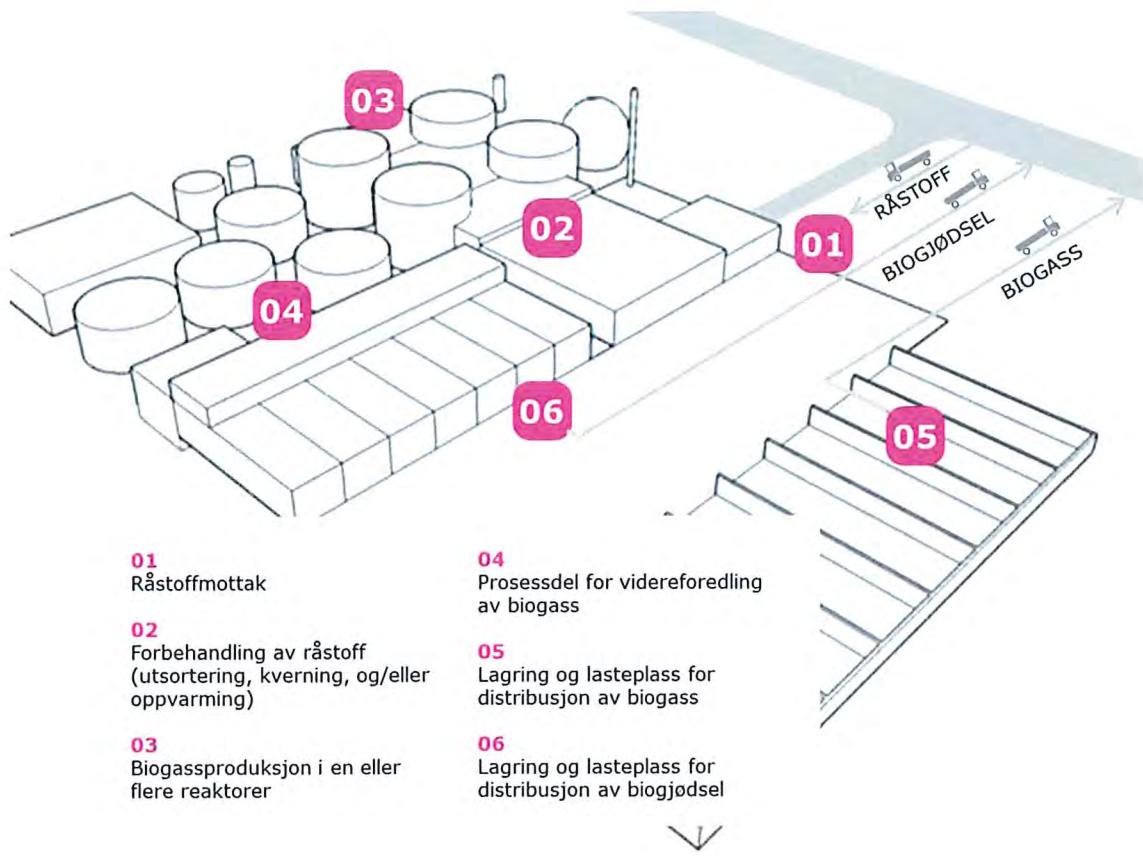
- Forutsetningene for etablering av et biogassanlegg på Melsgjerdet
- Teknisk konsept for biogassanlegget
- Økonomi
- Eierform, alternativer for organisering av selskapet

Det er lagt vekt på å utnytte synergier med lokale aktører, samt å finne et teknisk konsept og en selskapsform som minimerer utgiftene forbundet med anlegget. Det er videre lagt vekt på å finne løsninger som kan gjøre bioresten til en salgsvarer på sikt.

Rapporten er ment å gi leseren svar på om det er grunnlag for å etablere et biogassanlegg på Melsgjerdet i Ørsta.

1.2 Introduksjon til biogass

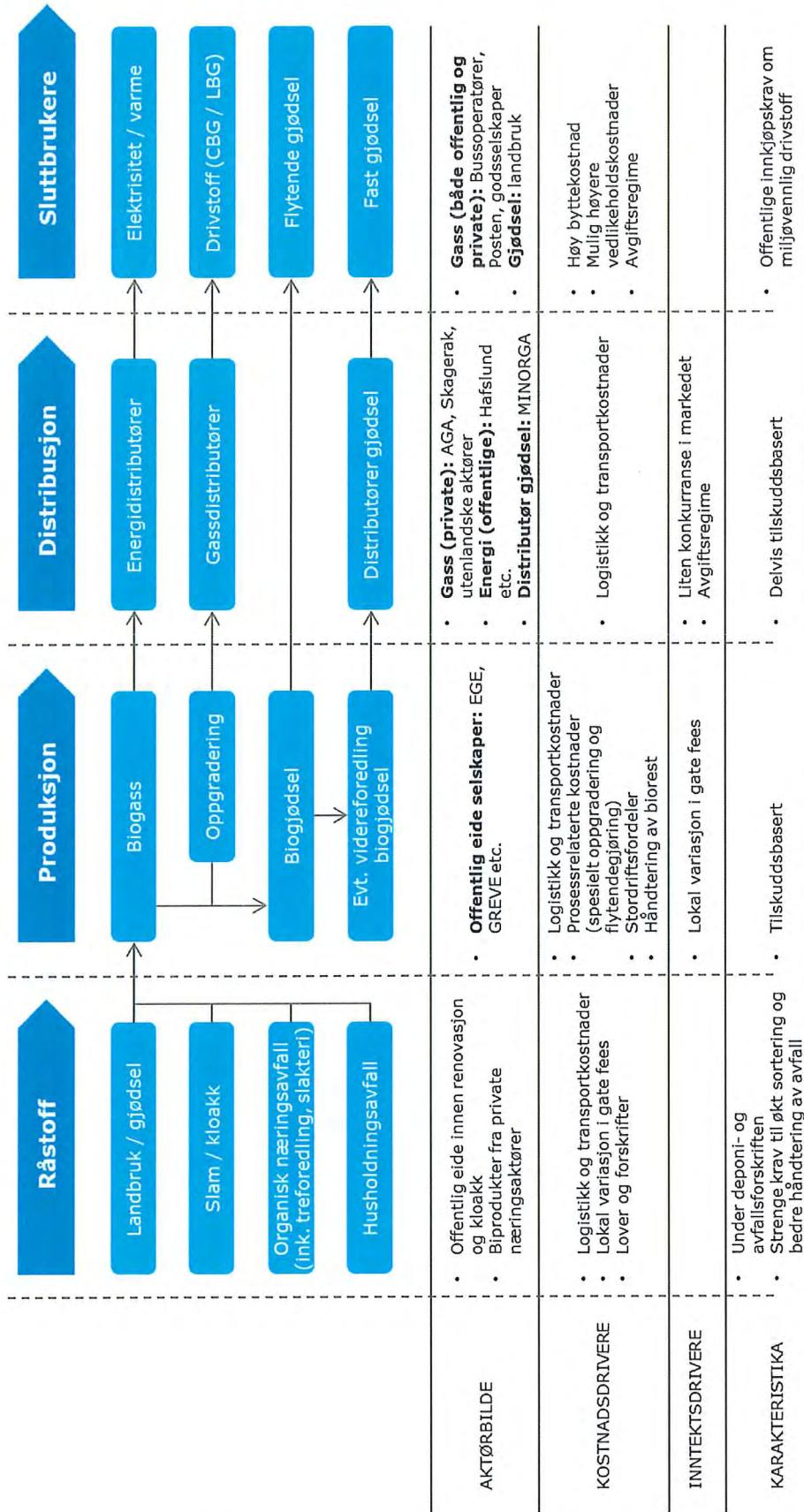
I et biogassanlegg produseres biogass og biorest i en biologisk prosess som bryter ned organisk materiale. Nedbrytningsprosessen skjer anaerobt i lukkede biogassreaktorer, som blir tilført pumpbart eller oppmalt materiale. Figur 3 viser en oversikt over et biogassanlegg.



Figur 3: Oversikt over et biogassanlegg

I Figur 4 nedenfor er det forsøkt å gi et oversiktlig bilde av biogassindustriens verdikjede og en overordnet beskrivelse av de ulike segmentene i kjeden, herunder type aktører, drivere, samt generell karakteristika og sentrale mekanismer.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER



Figur 4: Biogassindustriens verdikjede, fra råstoff til sluttkunder av biogass og biogjødsel

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Råstoff (eller substrat) betegner den delen av verdikjeden som genererer, samler og transporterer råstoff som inngår i biogassproduksjonen. Avfallet genereres fra husholdninger, private næringsaktører og jordbruk. Denne delen av verdikjeden er preget av høye transportkostnader. Ansvaret for transport av råstoff til biogassanlegget kan variere avhengig av råstoffets biogasspotensial og alternativkostnaden. Det samme gjelder betalingsvilligheten for å bli kvitt råstoffet, hvor energiinnholdet og behovet for forbehandling er påvirkende faktorer. Prisen på råstoff kan variere veldig også avhengig av antall konkurrerende biogassanlegg lokalt, samt gjeldende lover og forskrifter. Summen av dette avgjør om det er biogassprodusenten som betaler for eller får betalt (gate fee) for å ta i mot råstoffet.

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

Kapittel 2.3 gir en oversikt over aktuelle råstoff til et biogassanlegg på Melsgjerdet, inkludert evt. gate-fee og transportkostnader.

Produksjon av biogass gjøres som regel av kommunalt eide selskaper. Det som driver kostnadene i denne delen av verdikjeden er kostnader forbundet med transport av råstoff, biorest og sluttprodukter. Plasseringen av anlegget er i så måte viktig for lave transportavstander og -kostnader. Plasseringen definerer også i stor grad mulighetene og barrierene oppstrøms i verdikjeden, og tilhørende investeringskostnader nødvendig for å imøtekomme disse. Oppgradering og flytende gjøring er eksempelvis kapitalintensivt, men kan forsvarer sett i forhold til betalingsvilligheten til sluttbrukere og distributører. Størrelsen på anlegget er her avgjørende for lønnsomheten. Alternativt kan man selge varme til omkringliggende eiendommer og el ut på nettet.

Kapittel 3 beskriver et teknisk konsept for biogassanlegg på Melsgjerdet med vekt på teknisk robusthet og synergier med lokale varmeleverandører.

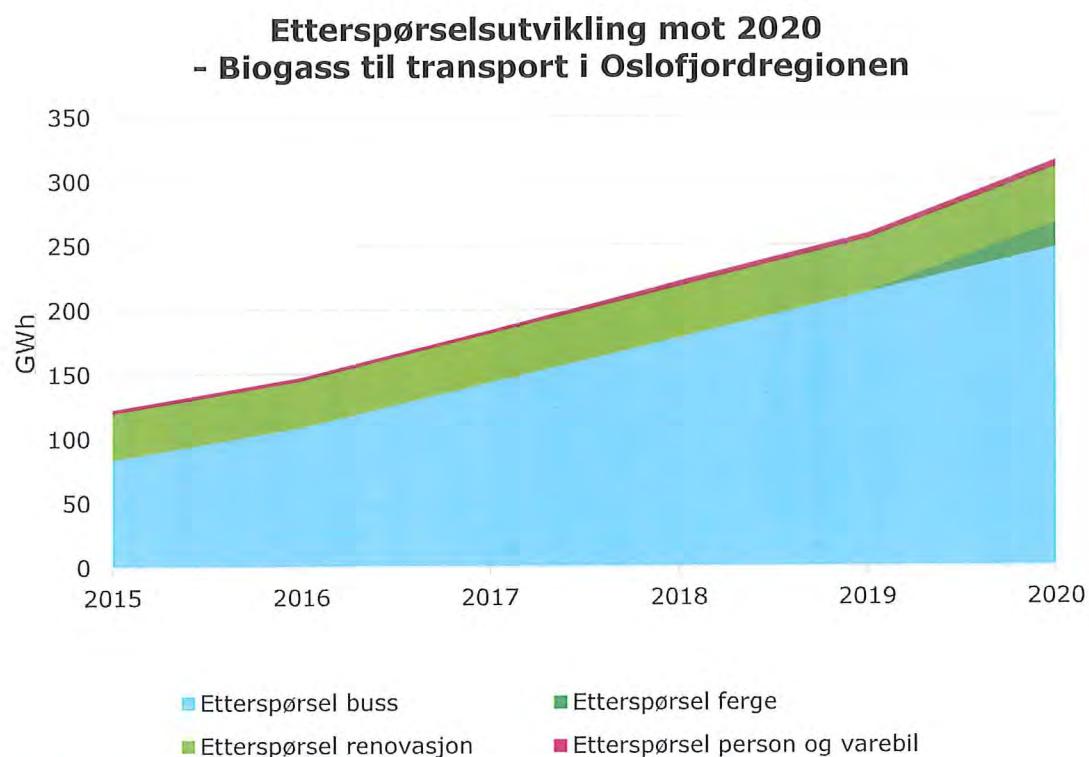
Håndtering av biosten er per i dag en kostnad for biogassprodusenten. På sikt kan det tenkes at biosten kan bli en mer attraktiv ressurs, med tilhørende inntekt. Biogassprodusenten vil sannsynligvis velge enten å redusere kostnaden knyttet til transport ved å investere i avvannings- og/eller energikrevende tørkeutstyr med fast gjødsel som resultat, eller transportere flytende gjødsel direkte til lokalt landbruk. Begge disse alternativene er vurdert i rapporten, kap. 3 og 4.

Distribusjon: Oppgradert biogass (biometan) er en svært viktig inntektskilde for biogassprodusenten. Prisen for sluttbrukeren er avhengig av kontraktens form, men vil i det åpne markedet variere proporsjonalt med fossile alternativer. Dette avgjør igjen de økonomiske marginene for de ulike delene av verdikjeden og deres lønnsomhet. Inntektskrav, i NOK per kWh biogass produsert er estimert i kapittel 4. Kapittelet presenterer også lønnsomhetsbetraktninger knyttet til biosten.

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

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Sluttbrukere: Sluttbrukerne er normalt offentlige flåter, eller private flåter under offentlige innkjøpskrav. Gassmotoren er per i dag mindre utbredt, med noe høyere kostnad og driftskostnad. Aktørene som velger kan likevel nyte godt av gunstige offentlige støtteordninger. En aktør som ser for seg en vekst i anvendelse av biogass til transport er Ruter, vist i Figur 5.



Figur 5: Etterspørselsutvikling mot 2020 for biogass til transport i Oslofjordregionen

Etterspørselen etter biogass i ferjesektoren er antatt å øke etter 2019 som en følge av at kontakten legges ut på anbud. Kapittel 2.1 viser potensialet dersom noen nøkkeltaktører i nærområdet til Melsgjerdet konverterer sine flåter til biogass.

1.3 Forutsetninger for utredningen

Det beregnede biogasspotensialet, eller energiutbyttet, er basert på teoretisk biogasspotensial knyttet til de enkelte råstoff, erfaringer fra fullskala biogassanlegg, erfaringer fra forsøk i lab- og pilotkala. Beregnet energiproduksjon er basert på forventet nedbrytning av organisk materiale, samt på forventet energiinnhold i respektive fraksjon. Rambøll understreker at den reelle energiproduksjonen kan skille seg fra den teoretiskt beregnede.

Gate fee, ordning for leveranse av生物和 salgspris på biogass vil ofte være gjenstand for forhandlinger, og det er derfor usikkerhet knyttet til disse tallene. Bruk av husholdningsavfall som råstoff forutsetter kildesortering, noe ÅRIM, VØR og SSR per i dag ikke har.

For mange aktuelle råstoff finnes det flere bruksområder. Blant annet blir slakterester fra havbruksnæringen benyttet til produksjon av fiskeolje. Husholdningsavfall benyttes som råstoff i forbrenningsanlegg. Slike råstoff med fler vil derfor kunne være konkurranseutsatt, noe som vil kunne påvirke tilgjengelighet og pris.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

2. FORUTSETNINGER FOR ETABLERING AV BIOGASSANLEGG

2.1 Aktuelle bruksområder for biogass

Biogassen kan enten brukes til å produsere strøm og varme, eller den kan brukes som drivstoff. Bruk av biogass til strøm- og varmeproduksjon er utbredt, men lite lønnsomt med dagens lave elpriser, og det finnes mer lavverdige og bedre egnede energikilder enn biogass for slike formål. Tradisjonelt har likevel dette vært den eneste teknisk mulige løsningen for små biogassanlegg.

Når biogassen brukes som drivstoff renses den slik at den inneholder omtrent kun metan, og kalles derfor biometan¹. Biometan er et naturlig substitutt til naturgass, og de kan brukes om hverandre, og også blandes. Biometan kan brukes på kjøretøy med gassmotor, så som renovasjonsbiler, ferjer og bybusser. En liste over mulige mottakere av biometan som drivstoff i Volda, Ørsta og omegn er gitt i Tabell 1. Forutsetninger for beregningene er gitt i Tabell 12, Vedlegg 2.

Tabell 1: Stipulert mengde biometan til lokale renovasjonsbiler, ferjer og bybuss

| Kjøretøy | Stipulert mengde biometan |
|-------------------------|---------------------------|
| Renovasjonsbiler | 1 GWh |
| Ferje | 10 GWh |
| Bybuss | 47 GWh |
| Sum | 58 GWh |

Bilparken til ÅRIM, VØR, SSR og RSS ville forbruke 1 GWh biometan i året dersom den ble konvertert til gassdrift. Ferjestrekningene omfatter Festøya-Solavågen, Festøya-Hundeidvika og Leknes-Sæbø, og utgjør 10 GWh i året (1). Møre og Romsdal fylke har kontrakt på bybuss driftet i Ålesund til ut 2020. Stipulert mengde biometan til denne bussdriften er på 47 GWh (Rambøll, Utredning biogassanlegg Nyhamna, 2016). Totalt utgjør de stipulerte mengdene biometan til renovasjonsbiler, ferje og bybuss 58 GWh. Et biogassanlegg med produksjonskapasitet på mellom 50-60 GWh er et stort produksjonsanlegg i Norsk sammenheng, og trolig større enn hva som vil være aktuelt på Melsjerdet.

Bybussene i Ålesund kan gå på en drivstoffgass bestående av 50 % biometan og 50 % naturgass, og fortsatt driftes på 100 % fornybart drivstoff. Et biogassanlegg med produksjonskapasitet på halvparten, det vil si 25-30 GWh er en størrelsesorden som kan være aktuell for Melsjerdet.

Leveranse av biometan fra biogassanlegg til sluttbruker krever en infrastruktur og en transport av gass. Til sluttbruker kan biometanet enten leveres via rørnett, som komprimert biometan (CBG) eller flytende biometan (LBG). Komprimering og flytendegjøring av biometan representerer transport- og lagringsfordeler sammenlignet med biogass i naturform. For å oppnå samme energiinnhold som 1 liter diesel trengs det ca. 1 000 liter ubehandlet biometan, 4 liter CBG eller ca 2 liter LBG. Dersom biometan skal transporteres på bil og anvendes som drivstoff er det derfor aktuelt med komprimering eller flytendegjøring av biometanet.

Komprimert biogass, eller CBG, produseres ved at biometan trykksettes og fylles på stålflasker som transporterdes til sluttbruker. LBG produseres ved at biometan kjøles ned til -161°C, da blir den flytende. Den flytende gassen fylles på isolerte tanker som siden transporterdes. Prosessen er energikrevende og mer omfattende enn komprimering, og er forbundet med høye investeringskostnader sammenlignet med komprimering av biogass, som representerer en enkel og rimelig teknologi med et lavt energibehov. Fordelen med flytende gass er at den tar ca. 2,5 ganger

¹ Begrepsbruken kan være litt forvirrende. I biogass, som består av en blanding av metan, karbondioksid og andre gasser er det kun metanet som har en brennverdi, eller et energiinnhold. Det betyr at energiinnholdet vil være det samme for biogass og biometan. Når det står at et anlegg produserer 30 GWh biogass produserer det også 30 GWh biometan.

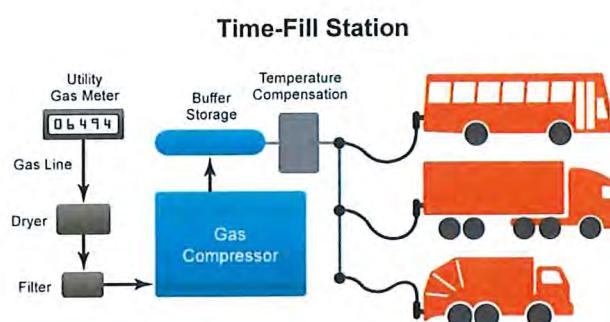
UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

mindre plass enn gass i komprimert form. Dette er en fordel fordi geografisk rekkevidde ved transport av flytende gass er lengre, slik at et potensielt marked for avsetning på biometanet kan være større.

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

Fyllestasjoner for fylling av biometan og naturgass kan som regel motta både flytende og komprimert biometan og består av kompressoranlegg i form av et kompressorhus, oppstillingsplass for mobile gasslagre (flak) og gasslagringstanker, lagringstank(er) for LBG/LNG, en kryogen² pumpe og en fordamper som omformer den flytende gassen til gass samt et mellomlager for hurtigfylling i form av et batteri med flasker.

Det skiller mellom to typer fyllestasjoner for fylling av komprimert gass, avhengig av tiden det tar å fylle – fyllestasjoner for langsomfylling og fyllestasjoner for hurtigfylling. Langsomfylling krever at gasskjøretøyet er parkert og tilkoblet over lengre tid, vanligvis fem til seks timer. Dette er en vanlig type fyllestasjon for flåtetransport som følger faste ruter og står parkert på et og samme sted om natten (f.eks. busser eller renovasjonsbiler). Figur 6 viser et eksempel på en fyllestasjon for langsomfylling (mottak av komprimert gass). Kjøretøyene i figuren fylles direkte fra kompressoren og ikke fra lager. Buffer-lageret i figuren er koblet inn for å unngå at kompressoren unødvendig slår seg av og på.



Figur 6: Eksempel på fyllestasjon for langsomfylling (US. Department of Energy)

Hurtigfylling kan skje på noen få minutter, noe som setter krav til ekstra trykkøkningsutstyr (P. Kragseth, 2005). Hurtigfylling er mer anvendbart for godstransport, varebiler, personbiler og taxier som kjører individuelle strekninger med ulike fylletidspunkt og uten felles oppstillingsplass. Lokalisering av tankstasjoner reguleres av plan- og bygningsloven, og av lov om brannfarlige og eksplasive varer. Tankstasjoner klassifiseres som gasslager, og avstanden mellom tankstasjon og virksomhet utenfor tiltakets område avhenger av størrelsen på gasslageret (i volum gass). Det finnes retningslinjer for gasslagerets størrelse og avstand fra nærmeste bebyggelse.

2.2 Aktuelle bruksområder for biorest

Etter at biogassproduksjonen har funnet sted er råstoffet redusert til en biorest. Nedbrytningsprosessen som har funnet sted i råtnekammerene har redusert bl.a. nitrogen -og fosforforbindelser i råstoffet til former som planter lett tar opp, og biostenen egner seg i så måte godt som et biologisk gjødsel, eller biogjødsel. Biorest som gjødselprodukt kan ha bedre egenskaper enn ube-

² begrep for kuldeteknologi, teknologi som omfatter området mellom flytende gass (LNG, -163 grader C) til det absolute nullpunktet (flytende hydrogen -273,15 grader C), <http://energilink.tu.no/no/>

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

handlet husdyrgjødsel (Fisknes, 2010). Dette er et viktig produkt fra biogassproduksjon fordi det bidrar til gjenbruk av næringsstoffer. Nitrogen, fosfor, kadmium, m.m. i avfallsprodukter som for eksempel har blitt kastet i matavfallsdunken gjenvinnes og spres på åker, eng og grøntarealer. Slik representerer biogassproduksjon en god kretsløpestankegang med resirkulering av næringsstoffer. Avlingsmessig er bioresten like effektiv som gjødsling med ubehandlet husdyrgjødsel. Den synker raskere ned i jorda og lukter mindre (Løes, 2015). Aktuelle spredearealer omfatter jordbruksarealer, private hager, parker, grøntarealer og lignende. Dersom den skal spres på matjord må den tilfredsstille kravene i gjødselvareforskriften og biproduktforordningen.

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

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

Mesteparten av nitrogenet finnes i den flytende bioresten, mens fosfor finnes i den avvannede eller tørre bioresten. Jordsmonnet på Vestlandet kjennetegnes generelt ved relativt høyt innhold av næringsstoffer som fosfor og kalium. Derimot er det et behov for nitrogen, og dette inneholder den flytende bioresten mye av. Flytende biorest er et gunstig gjødsel for landbruket, ettersom den kan tankes opp på og spres med tilsvarende utstyr som brukes for å spre husdyrgjødsel. Samtidig er det kostbart å transportere flytende gjødsel, og aktuelt spredningsareal vil derfor primært være biogassanleggets nærområder.

En utfordring med tørket biorest er at eventuelle uønskede stoffer, som tungmetaller, akummuleres i den tørre delen av bioresten. Stoffer som sink vil det kunne være mye av i biorest fra råstoff som avløpsslam, slam fra settefiskanlegg og husdyrgjødsel.

I dagens marked er bioresten som oftest en netto kostnad for biogassanlegg, men det vil kunne endre seg dersom forretningsmodell og marked for biorest videreutvikles. Flere aktører peker på at salg og gjenbruk av biorest er den klart beste løsningen med tanke på klima og miljønytte. Den gir sterkt reduerte utslipps, spesielt fra landbruket. Det er viktig for biogassbransjen å tydeliggjøre verdien av biorest, og derav få aksept for at biorest er et fullverdig gjødselprodukt, slik at betalingsviljen øker.

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

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

eksport. Det produseres på en gjødselfabrikk i tilknytning til rense- og biogassanlegget til IVAR (Rambøll, Markedsrapport for biogass, Oslofjordregionen, 2016).

2.2.1 Biogjødsel i økologisk landbruk

I Norge er økologisk landbruk kontrollert av forskrift om økologisk produksjon og merking av økologiske landbruksprodukter og næringsmidler (Økologiforskriften). Økologiforskriften, sammen med EU-forordning 889/2008 m. siste endringer fra 2014 (EU-forordning nr. 354/2014) angir hvilke råstoff som er tillatt å bruke i gjødsel i økologisk landbruk. Råstoff som er tillatt i biogassproduksjon hvor biogjødselen skal brukes i økologisk drift er gjengitt nedenfor. En ekspertgruppe for økologisk landbruk (EGTOP) har vurdert restriksjonene i forordningen, og tilføyninger fra ekspertgruppen er inkludert i listen.

- Husdyrgjødsel, med unntak av hønsegjødsel fra burhønsdrift og gjødsel fra pelsdyrproduksjon (matdepartementet). Husdyrgjødsel fra «factory farming» er ikke tillatt (EU-forordning 889/2008).
- Kildesortert husholdningsavfall, vegetabilsk og animalsk, gitt at det tilfredsstiller krav til maksimal konsentrasjon av tungmetaller som vist i Tabell 2 nedenfor. Det må være produsert i et offentlig godkjent, lukket og overvåket innsamlingssystem (EU-forordning 889/2008).
- Animalske biprodukter av kategori 3, samt mage –og tarminnhold fra kategori 2. Biprodukter fra ville dyr, avfall fra fisk og animalske biprodukter fra dagligvarehandel er tillatt. Animalske biprodukter fra «factory farming» er ikke tillatt, og biogjødsela skal ikke brukes direkte på spiselige avlinger, (EGTOP, 2011). Blodmel, hovmel, hornmel, beinmel, fiskemel, kjøttmel, fjær og hårmel, pels, hår og meieriprodukter er også tillatt (EU-forordning 889/2008).
- Alger og algeprodukter, skogsbaserte biprodukter som flis, plantematerialer (EU-forordning 889/2008).

Tabell 2: Maksimal konsentrasjon av tungmetaller i kildesortert husholdningsavfall som er tillatt å bruke i økologisk landbruk ((EU-forordning 889/2008))

| Tungmetall | Maks konsentrasjon [mg/kg TS] |
|------------|-------------------------------|
| Kadmium | 0,7 |
| Kopper | 70,0 |
| Nikkel | 25,0 |
| Bly | 45,0 |
| Zink | 200,0 |
| Kvikksølv | 0,4 |
| Krom-total | 70,0 |
| Krom (VI) | 0,0 |

Debio kontrollerer og godkjenner økologisk produksjon i Norge. Dersom biogassanlegget tilfredsstiller kravene i Økologiforskriften kan det søke om Debiogodkjenning.

Sertifiseringsprosessen er beskrevet på www.debio.no.

2.3 Tilgjengelig råstoff

Hvor egnet råstoffet er i biogassproduksjon avhenger av gate fee, biogasspotensial, hvor lett omsettbart råstoffet er og om råstoffet inneholder stoffer som kan sette begrensninger for bruk av bioresten. Å produsere biorest av gjødselkvalitet (les: biorest som kan anvendes som gjødselvare) er en forutsetning for å gjenvinne næringsstoffer fra avfall og gjødsel som mates inn i et biogassanlegg. For gjødselvarer produsert av avfall eller husdyrgjødsel er det krav til hygienisk kvalitet og innhold av miljøgifter, og det er spesielle forhold knyttet til enkelte råstoff, så som avløpsslam. Bestemmelsene er gitt av gjødselvareforskriften. Gjødselvareforskriftens § 10 bestemmer kvalitetskrav og § 27 bestemmer kvalitetsklasser og bruksområder (Mattilsynet).

Aktuelle råstoff i området som er vurdert i rapporten er våtorganisk avfall fra husholdninger (matavfall), avløpsslam fra renseanlegg, husdyrgjødsel og slam fra settefiskanlegg. I tillegg er avfall fra produksjon av meieriprodukter tatt med i betraktingen, selv om det antas å være kon-

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

kurranse knyttet til mottak av en slik type råstoff. Råstoffene som er vurdert er basert på en råstoffkartlegging utført av Volda og Ørsta Renholdsverk IKS. Foruten meieriaavfall, som er basert på Rambølls eget kartleggingsarbeid, er råstoffgrunnlaget basert på Volda og Ørsta Renholdsverk IKS sitt materiale. Råstoffene er vurdert til å være aktuelle fordi de er tilgjengelige innen kort avstand fra biogassanlegget.

2.3.1 Matavfall

På Sunnmøre finnes det i dag tre selskaper med ansvar for husholdningsrenovasjon som ikke har utsortering av matavfall i dag, men som har planer om det i nær fremtid. Disse er Ålesundregionen Interkommunale Miljøselskap IKS (ÅRIM), Søre Sunnmøre Reinholdsverk IKS (SSR) og Volda og Ørsta Renholdsverk (VØR). Nordfjord Miljøverk IKS (NOMIL) og Romsdal Interkommunale Renovasjonsselskap IKS (RIR) får i dag sitt matavfall henholdsvis kompostert og sendt til behandling i Sverige (Lidköping) (Grunnlag, forprosjekt, 2016). Selv om disse anleggene allerede har en avsetning på sitt matavfall ses det ikke bort i fra at disse kan anvendes i et biogassanlegg lokalt i fremtiden, og det vil bl.a. avhenge av hvilken gate fee biogassanlegget tar for mottak av avfall.

Matavfall er velegnet til biogassproduksjon, med et middels godt biogassutbytte, men krever at biogassanlegget har et mottakssystem som kan håndtere en slik type avfall. Avhengig av hvilken form for kildesorteringssystem IKS`ene bruker vil matavfallet ankomme biogassanlegget i plast- eller papirposer, og det vil alltid være en viss andel ikke-organisk materiale som plast, metall o.l. som må sorteres ut som rekkje. Mottaksanlegget må kunne fjerne plastposene og eventuelle ikke-organiske fraksjoner og dette krever at det investeres i forholdsvis dyre mottaksanlegg.

Bidraget fra disse 5 selskapene gir en samlet mengde matavfall på 18 000 tonn per år, og en teoretisk biogassproduksjon på 19 GWh. (Vedlegg 2, Tabell 13).

Det er i dette prosjektet forutsatt at man vil motta en gate fee på 750 NOK/tonn. Gjennomsnittlig transportkostnad er beregnet til 0,375 NOK/kWh (Vedlegg 2, Tabell 17).

2.3.2 Avløpsslam

Avtøpsslam fra separate slamavskillere kan være en av innsatsfaktorene i biogassanlegget. For ÅRIM, SSR og VØR er det kartlagt en samlet mengde slam på 3 000 tonn, som gir en teoretisk biogassproduksjon på 1 GWh (Vedlegg 2, Tabell 14). Slamm er generelt godt egnet til biogassproduksjon. Det gir et forholdsvis lavt biogassutbytte. Det er forutsatt at man mottar en gate-fee på 700 NOK per tonn avvannet slam (IKS, 2016). Transportkostnaden er beregnet til 0,575 NOK/kWh (Vedlegg 2, Tabell 17).

Forutsetningen for bruk av avløpsslam er at det ikke kommer i konflikt med gjødselvareforskrifta. Det er spesielle forhold vedrørende bruk av avløpsslam. Gjødselvareforskriftens § 25 bestemmer at spredning av biogjødsel basert på avløpsslam er begrenset til grøntarealer og jordbruk som ikke er knyttet til dyrking av grønnsaker/poteter og eng/beite. Om avløpsslam behandles i biogassanlegget gjelder denne begrensningen for hele mengden produsert råtnerest, selv når avløpsslam utgjør en mindre andel av den totale mengden organisk avfall som behandles.

Bruk av slam skal videre meldes til kommunen, der en beskrivelse av blant annet området rundt spredearealet (avstand til vassdrag, drikkevann og naboer) skal legges ved. Mellomlagring av avløpsslam på sentralt lager reguleres av forurensningsloven og det må søkes til fylkesmannen. For å unngå å forringje kvaliteten på de øvrige råstoffene som inngår i råstoffmiksen bør avløpsslammet prosesseres i et adskilt og lukket system.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

2.3.3 Husdyrgjødsel

Ørsta og Volda kommune har et aktivt landbruksmiljø som driver med gress, kjøtt- og melkeproduksjon. Basert på opplysninger fra landbrukskontoret for Ørsta og Volda er det omtrent 105 000 tonn husdyrgjødsel i de to kommunene, ca 70 000 tonn i Ørsta og ca 35 000 tonn i Volda (IKS, 2016). Noe av dette ligger slik til at en eventuelt må transportere det med ferje for å få det til det planlagte biogassanlegget. Det er vurdert som hensiktsmessig å samle inn gjødsel fra gårdsbruk omkring Sæbø, Vartdal, Bondalen og Åmdal i Ørsta, samt noen lokasjoner i Volda, fordi disse ligger nært den planlagte lokasjonen for biogassanlegg. Gjødsel stammer for det meste fra storfe men det er også noe grisegjødsel. Storfegjødsel egner seg svært godt i biogassanlegg. Biogassutbyttet er forholdsvis lavt, men gjødsla virker stabilisende på prosessen. Den er pumpbar og lett å håndtere i et biogassanlegg. Bortsett fra en enkel rist eller cutter-system krever den lite forbehandling. Biogasspotensialet utgjør 2 GWh (Vedlegg 2, Tabell 15 og Tabell 16). Det er ikke forventet en gate fee på husdyrgjødsel. Derimotgis det støtte til behandling av husdyrgjødsel i biogassanlegg. Denne støtten utgjør 60 NOK/tonn husdyrgjødsel. Transportkostnaden (uten støtte medregnet) er beregnet til 0,7 NOK/kWh, eller ca 70 NOK/tonn (Vedlegg 2, Tabell 17).

2.3.4 Slam fra settefiskanlegg

Settefiskanlegg produserer slam som inneholder avføring og førrester. En del settefiskanlegg blir pålagt å rense slikt avløpsvann i dag, og det forventes at flere vil få pålegg om dette i årene fremover. Det fosfor-rike slammet er egnet som råstoff i et biogassanlegg. Det er pumpbart og dermed lett håndterlig i anlegget, gir et godt biogassutbytte og er forbundet med en gate fee-inntekt for mottakeren. En av de ledende aktørene innenfor oppdrettsnæringen i Norge peker på at det koster å bli kvitt slammet, og en gate fee omtrent samme nivå som for avløpsslam er sannsynlig. Slam fra settefiskanlegg utgjør slik sett et attraktivt råstoff for biogassanlegg. Det er regnet med en gate-fee på 700 NOK/tonn for slikt slam. Noen av oppdrettsanleggene tørker slammet sitt slik at det slammet biogassanlegget mottar vil innehold opp mot 90 % tørrstoff. Dette påvirker transportkostnaden. For tørket slam er den på 0,10 øre/kWh, for flytende slam er den på 0,325 øre/kWh (Vedlegg 2, Tabell 17).

En overgang til produksjon av større fisk på land (postsmolt), vil øke slammengde fra settefiskanlegg. Hvor mye avhenger av utbygging og valgt strategi for størrelse ved utsetting. Som et grovt anslag kan vi regne med en dobling av slam i forhold til dagens mengde. Slam fra konvensjonelle sjømerder er ikke teknisk mulig å samle opp. For å samle dette er man avhengig av en overgang til landbaserte anlegg eller nye anleggstyper.

Det er forholdsvis få erfaringer knyttet til drift av biogassanlegg med settefiskslam, noe som kan være en utfordring. Tilsatsmidler i fiskefør og saltinnhold er eksempler på slike utfordringer.

2.3.5 Næringsavfall

Meieriaavfall, slakteavfall o.l. utgjør et næringsrikt råstoff med et høyt biogasspotensiale. De er som regel pumpbare og lett håndterlige i biogassanlegg. Samtidig kan slike råstoff ha en positiv verdi i alternative markeder, og konkurransen kan drive gate fee ned. Det ligger to meierier i nærheten av biogassanlegget, som begge produserer biprodukter som kan anvendes i biogassanlegg. Meieriet i Ørsta motar returprodukt i form av mysevann, som er egnet som råstoff i biogassproduksjon. Framtiden til meieriene oppfattes som noe uavklart, så tilgangen til mysevann på sikt er usikker. Siden råstoffet utgjør mye biogassproduksjon er det tatt med for å illustrere stordriftfordelene med biogassanlegg. Meieriet i Ålesund mottar returprodukter i form av melk og puddingrester som kan være egnet som råstoff i biogassproduksjon. Dette meieriaavfallet krever en form for forbehandling før den kan råtnes. Råstoffet ensileres i dag før det sendes vekk. Det er ikke antatt at man får inn en gate fee på dette råstoffet, men til gjengjeld et betydelig biogasspotensial. Transportkostnaden er beregnet til 0,225 NOK/kWh (Vedlegg 2, Tabell 17).

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

2.3.6 Oppsummering, råstoff

Tabell 3 oppsummerer råstoffene som er anvendt i rapporten.

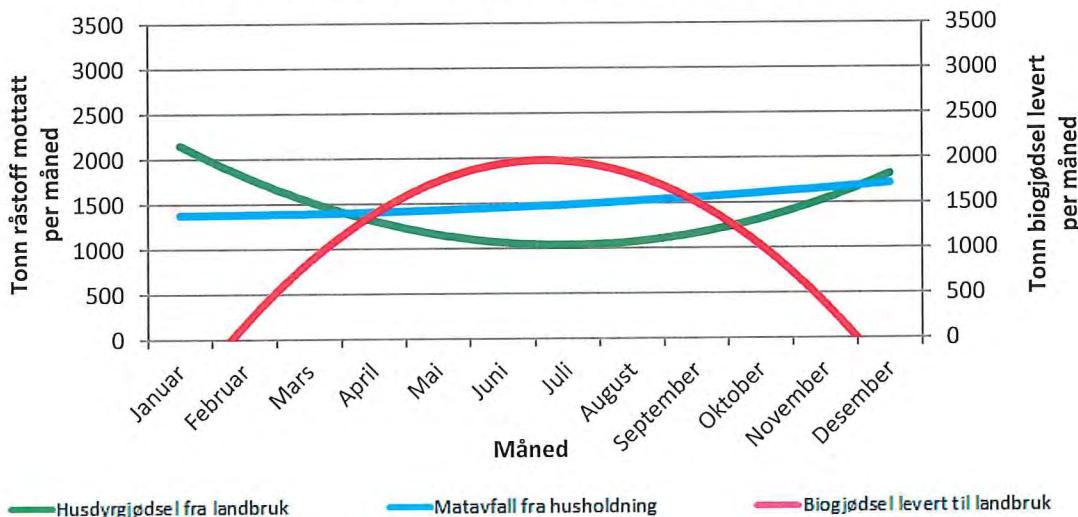
Tabell 3: Oppsummering av råstoff til biogassanlegg på Melsgjerdet

| Råstoff | Tonn per år | Energiinnhold, GWh | Gate-fee, NOK/tonn | Transportkostnad NOK/kWh |
|--|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| Matavfall | 18 000 | 19,0 | 750 | 0,38 |
| Avløpsslam | 3 000 | 1,0 | 700 | 0,58 |
| Slam fra sette-fiskanlegg | 2 201 | 1,0 | 700 | 0,33 |
| Slam fra sette-fiskanlegg, tørr | 271 | 1,0 | 700 | 0,10 |
| Husdyrgjødsel | 21 000 | 2,0 | 0 | 0,70 |
| Næringsavfall | 7 800 | 7,4 | 0 | 0,23 |
| Sum | 52 300 tonn | 31,4 GWh | - | - |
| Vektet sum | - | - | 330 NOK/tonn | 215 NOK/tonn |

Totalt mottar anlegget 52 300 tonn råstoff og produserer 31,4 GWh. Dette er en teoretisk stipulering og i praksis vil anlegget trolig produsere mellom 25-30 GWh. Gjennomsnittlig gate-fee ligger på 330 NOK/tonn råstoff og transportkostnader utgjør 215 NOK/tonn råstoff. Gate-fee på f.eks. matavfall er basert på erfaringstall og forventninger. Det er per i dag en alternativ kostnad for behandling av dette avfallet utenfor fylket, og utenfor landet. Dersom gate-fee for Melsgjerdet biogassanlegg blir over denne kostnaden, vil anlegget trolig ikke bli realisert. Det vises til måter å innrette og organisere selskapet på, med tanke på å få ned kostnadene, og dermed nivået på gate-fee i kapittel 4 og kapittel 5.

Noen praktiske utfordringer knyttet til råstoff er at mengden råstoff som produseres sjeldent vil være jevnt fordelt utover året (Figur 7). Mengden matavfall vil i perioder av året variere som en følge av at folk for eks. tar ferie. Mengden husdyrgjødsel vil være redusert i sommermånedene fordi husdyra står på beite. Likeledes er det ikke tillatt å spre gjødsel på mark når det er frost i bakken. Linjene i figuren er prinsippskisser. Figur 17 i Vedlegg 2 viser reelle verdier.

Månedlige variasjoner i mottatt råstoff pog solgt biorest



Figur 7: Månedlige variasjoner i mottatt råstoff på biogassanlegget og etterspørsel etter biogjødsel i markedet

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Konsekvensen blir at det kreves lagringsvolum, både for råstoff inn til anlegget og for produsert biogjødsel. For bioresten kan det legges opp til lagertanker på biogassanlegget, satellittlager i nærheten av gårdbrukerne el.lign.

2.4 Synergier med lokal nærings- og landbruksvirksomhet

Et av fortrinnene med biogassanlegg er at de bidrar til en sirkulærøkonomi. Biogass og biorest kan fremstilles av lokale innsatsfaktorer som tidligere har vært ansett som avfall, og det kan sikre gjenvinning av blant annet næringsstoffer og energi. Best effekt oppnås når biogassanlegget oppnår synergier med lokal nærings- og landbruksvirksomhet. I nærheten til Melsgjerdet industriområde finnes Ørsta Eldhus som kan forsyne biogassanlegget med varme. Biogassanlegget får tilgang til en rimelig varmekilde samtidig som Ørsta Eldhus får redusert sitt nettap og økt utnyttelse av produksjonskapasitet.

Lokal gårdsdrift kan, i tillegg til å forsyne biogassanlegget med råstoff i form av gjødsel, motta biorest fra biogassanlegget for spredning på mark. Biogassanlegget får en avsetning på bioresten sin samtidig som landbruket får en luktfri og næringsrik biogjødsel som kan spres på landbruksjord. Når husdyrgjødsel brukes som råstoff reduseres i tillegg utsippene av metan- og lystgass som oppstår ved lagring av gjødselen i gjødselkjeller, som er vanlig i tradisjonelt landbruk (foreningsnidsdirektoratet, 2013). Det betyr at et biogassanlegg som mottar husdyrgjødsel og som leverer sin biogass til drivstoff utgjør en dobbel klimaeffekt. Lokalt landbruk har i dag et gjødseloverskudd, som kunne ha blitt redusert dersom biogassanlegget mottar all gjødsel og returnerer en mindre mengde biorest, gjerne i form av den nitrogenrike flytende delen.

Det finnes også lokale leverandører av flis som kan forsyne biogassanlegget dersom flisfyrt生物 kjel for varme skal implementeres. Ulike løsninger for energiforsyning er omtalt i kapittel 3.3.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

3. TEKNISK KONSEPT

3.1 Dimensjonerende data

3.1.1 Innkommende råstoff

Anlegget skal dimensjoneres for å kunne ta imot sortert matavfall, avvannet slam, storfegjødsel, slam fra settefiskanlegg samt meieriavfall. Meieriavfall kan dels ankomme anlegget i flytende form, dels i forpakning. Settefiskslam ankommer dels som flytende slam og dels som tørket slam. Det forutsettes at mengden matavfall er utsortert ved ankomst til anlegget, det vil si at optisk sortering av husholdningsavfall i plastposer ikke inngår i det tekniske konseptet.

Tabell 4 viser dimensjonerende mengder med råstoff inn til biogassanlegget. Høyre kolonne angir råstoffenes gjennomsnittlige tørrstoffinnhold, i prosent.

Tabell 4: Dimensjonerende data for råstoff. Mengder i tonn per år.

| Råstoff | Mengder (tonn) | TS (%) |
|------------------------------|----------------|--------|
| Matavfall | 18 000 | 33 |
| Avløpsslam, avvannet | 3 000 | 20 |
| Storfegjødsel | 21 000 | 7 |
| Slam, settefisk | 2 200 | 12 |
| Slam, settefisk, tørr | 300 | 90 |
| Meieriavfall | 7 800 | 20 |
| Samlet | 52 300 | |

Råstoffmiksen domineres av matavfall og storfegjødsel, som sikrer en stabil prosess. Matavfall og meieriavfall bidrar mest til biogassproduksjon mens avløpsslam og slam fra settefiskanlegg forventes å gi mest inntekter på gate fee (Tabell 3).

3.1.2 Prosessvalg

I valg av biogassprosess er det lagt vekt på å finne løsninger som vil gi lave kostnader over tid, herunder velutprøvde og robuste løsninger. Anleggskonseptet bygger på separat forbehandling av matavfall. Metoden innebærer at innkommende matavfall bearbeides mekanisk og spes ut til en slurry på omkring 12-15 %, samtidig som ikke-organiske fraksjoner separeres ut. Dette er nødvendig fordi matavfallet kan inneholde plast, metaller etc. som sliter i stykker anlegget. Dette er en svært viktig del av anlegget, som må prosjekteres godt. Eksemplene er dessverre mange på biogassanlegg som har hatt store oppstartsproblemer på grunn av for dårlig eller feil forbehandlingsteknologi.

Øvrige fraksjoner mottas i separat mottak, oppdelt på mottak av faste og flytende fraksjoner.

Forbehandlet matavfallsslurry blandes med de øvrige fraksjonene i en miksetank. Deretter følger et hygieniseringstrinn der slurryen varmes opp til 70°C i 60 minutter (pasteuriseing). Pasteuriseing er et krav som stilles av gjødselvareforskriften og er en forutsetning for at生物resten får gjødselkvalitet.

Etterfølgende råtningsprosess forutsettes å være våt utråtning. Våtråtning er blitt blitt optimalisert gjennom mange år og er den vanligste metoden i bl.a. Sverige i dag. Det finnes pålitelige erfaringsdata fra fullskalaanlegg som har vært i drift i lang tid. Disse data er lagt til grunn for dimensjoneringen i denne utredningen.

Det finnes flere alternativer for håndtering av生物rest- og biogass. Dersom生物resten avvannes forutsettes det at den nitrogenrike flytende biogjødselen kan spres på åkermark, alternativt at den ledes til renseanlegg for nitrogenrensing.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Forutsetninger for prosessdimensjoneringen er gjengitt i vedlegg 3, Tabell 18-Tabell 20. En detaljert teknisk beskrivelse, et flytskjema og en skisse over anlegget er beskrevet i vedlegg 3.

3.2 Håndtering av biorest

Det ferdig utråtnede materialet i råtnekammeret utgjør en næringsrik biorest med høyt vanninnhold. Til en evt. sluttbruker kan biosten leveres våt (ubehandlet), eller den kan separeres i en avvannet- og en flytende biorest via en centrifuge. Årlig produksjon av nitrogen og fosfor fra våt biorest (ubehandlet), avvannet biost og flytende biost i tonn/år fra biogassanlegg på Melsgjerdet vises i Tabell 5. En mer detaljert oppstilling er vist i vedlegg 2, Tabell 21.

Tabell 5. Årlig produksjon av nitrogen og fosfor i biorest fra biogassanlegg på Melsgjerdet

| Parameter | Verdi | Enhets |
|---------------------------|--------|---------|
| Biorest, uavvannet | 62 050 | tonn/år |
| N(nitrogen) | 250 | tonn/år |
| P(fosfor) | 51 | tonn/år |
| | | |
| Avvannet biorest | 10 950 | tonn/år |
| N | 62 | tonn/år |
| P | 38 | tonn/år |
| | | |
| Flytende biorest | 47 450 | tonn/år |
| N | 185 | tonn/år |
| P | 13 | tonn/år |

Flytende biost utgjør en nitrogenrik gjødselfraksjon som kan anvendes som flytende gjødsel direkte på jordbruksmark. Den inneholder lite fosfor sammenlignet med avvannet og uavvannet biost, noe som passer bra med jordsmonnet på Vestlandet, som for det meste har nok av fosfor, men som har et behov for nitrogen (IKS, 2016). Samtidig er den årlige produksjonen mer enn dobbelt så stor som behovet for flytende biogjødsel lokalt. I tilfelle den ikke kan spres på åkermark må den renses lokalt, alternativt sendes til et renseanlegg for nitrogenrensning.

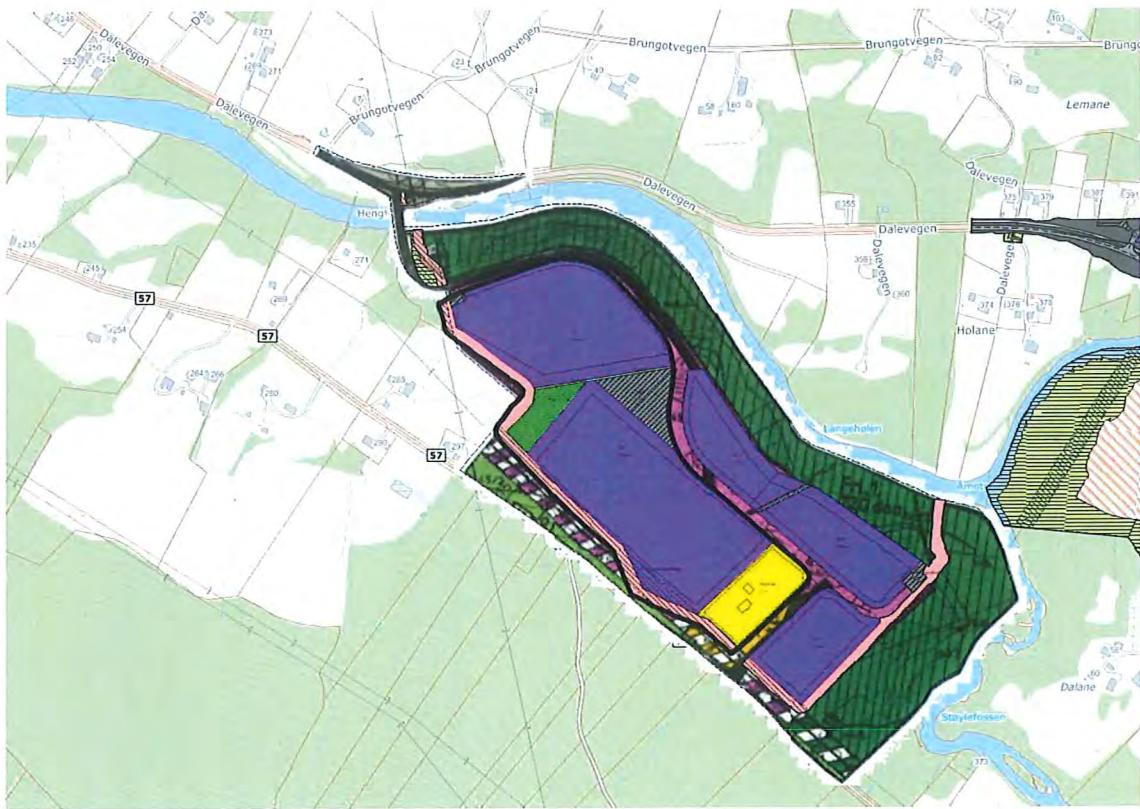
Avvannet biost kan spres direkte på åkermark, alternativt komposteres til et jordprodukt. Den har et lavere innhold av nitrogen, og et høyere innhold av fosfor, sammenlignet med den flytende biosten. Det er transport- og lagringsfordeler knyttet til distribusjon av avvannet biost, sammenlignet med flytende biost. Den er mer oppkonsentrert og tar mindre plass, men dersom den skal selges på sekks bør den tørkes ytterligere. Tørket biost er omtalt i kap. 3.3.

Lagringstanker for biost kan dels plasseres på anleggsområdet, dels på ytterligere satellittlager der landbrukeren selv kan hente sitt gjødselprodukt. Lagring av biost skal utformes slik at lekkasjer til omkringliggende mark ikke kan skje.

3.3 Forutsetninger for anleggets plassering

Anlegget er planlagt bygd på Melsgjerdet industriområde. Melsgjerdet industriområde er et næringsareal på 120 dekar som er under utbygging og blir klart for selskap å etablere seg på vinteren 2017. Arealet ligger ca 2 km øst for kommunenesenteret i Ørsta kommune, som har omrent 7 000 innbyggere. Næringsområdet, som er regulert til industriformål, er vist i lilla farge i kartutsnittet i Figur 8 under. Biogassanlegget er planlagt plassert på et område lengst nord på næringsområdet.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER



Figur 8: Område for plassering av biogassanlegg. Kilde: reguleringsplankart lastet opp fra Ørsta kommunes hjemmeside

Det er planlagt bru over elva like nord for næringsområdet, som tegnet inn i reguleringsplanen. Det er antatt at frakt av råstoff, biogass m.m kan gjøres over denne brua. Grunnforhold er ikke undersøkt av Rambøll.

3.3.1 Sikkerhet

Kraftledning passerer like nordvest for området, se Figur 8. Sikkerhetsavstand mellom en 220 kV kraftledning og et ATEX-klassifisert område (eksplosjonsfarlig miljø) er 45 meter. Sikkerhetsavstand til høytrykkslager større enn 4 m^3 er mellom 25 og 100 meter avhengig av bygningens brannklasifisering og anvendelsesområde. Dette gjelder biogassanleggets fremtidige lagertanker for komprimert (høytrykks) biogass.

Gjødselvareforskriftens § 18 bestemmer at anlegg som lagrer husdyrgjødsel og avløpsslam ikke må plasseres på flomutsatte områder eller så nær vassdrag, brønn eller annet vannforsyningssystem at det fare for forurensning. Rambøll har ikke vurdert om lokasjonen er flomutsatt.

Ved plassering av biogassanlegg må legges vekt på at topografi, vegetasjon og vindretning er slik at plasseringen ikke fører til luktproblemer.

3.3.2 Kostnader knyttet til energiforsyning

Om byggeiere uten tilknytningsplikt ønsker å kjøpe fjernvarme må partene bli enig om en pris. Kostnaden kan fordeles på tilknytningsavgift, fast årlig beløp og pris pr levert kWh. Konsesjonær kan inkludere alle tre ledd eller velge å ikke kreve tilknytningsavgift eller årlig avgift. Utgangspunktet for avtalt total betaling for fjernvarme kan være alternativkostnader hos kjøper, vanlig pris hos selger eller andre prinsipper (NVE, Rammer for utbygging og drift av fjernvarme, 2011). Elpris kan legges til grunn for å bestemme prisen på ferdig varme.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Konkurranse om leveranse av billigst varme til anlegg er aktuelt dersom eier av biogassanlegget ikke ønsker å driftet selv. Dette sikrer at varmeforsyning dekkes av en profesjonell aktør, slik at anleggseier kan konsentrere seg om drift av biogassanlegg, og støle på en sikker varmeforsyning.

Det er tilgang på biobrensel i regionen, noe som kan gjøre flisforbrenningsanlegg gunstige. Disse har også muligheten til å produsere damp, som kan gi billigere tørkeprosess, enn med lavtemperatur båndtørker. Ønskes det produsert damp for tørkeprosess, øker kostnad (kr/kWh), men energibehovet reduseres, da dampkondensat kan drive enkelte av de andre termiske prosessene på anlegget. Slik er det mulig at en dampkjel kan være et gunstig alternativ om fjernvarme ikke kan levere hele varmerbehotet på anlegget.

3.4 Energibehov

I dette avsnittet synliggjøres hvordan energibehovet i prosessen kan tilføres på enklest mulig måte.

Det er satt opp en energibalanse for biogassanlegget, basert på det tekniske konseptet som er beskrevet. Energibalansen er illustrert i Figur 19 nedenfor. Illustrasjonen viser varmeforsyning med fjernvarme. Andre løsninger for varmeforsyning er vurdert, herunder

- Flisfyrt dampkjel for produksjon av lavtrykks damp
- Gasskjel fyrt på biogass for produksjon av varme til hygieniseringsprosess

Det enkleste er å innlede et samarbeid med lokale varmeaktører. Den lokale fjernvarmeaktøren Ørsta Eldhus leverer i dag rundt 6,4 GWh til kunder årlig.

Valg av teknisk løsning for etterbehandling av生物残渣, det vil si, om den skal tørkes eller ikke, er førende for valg av løsning for varmeforsyning.

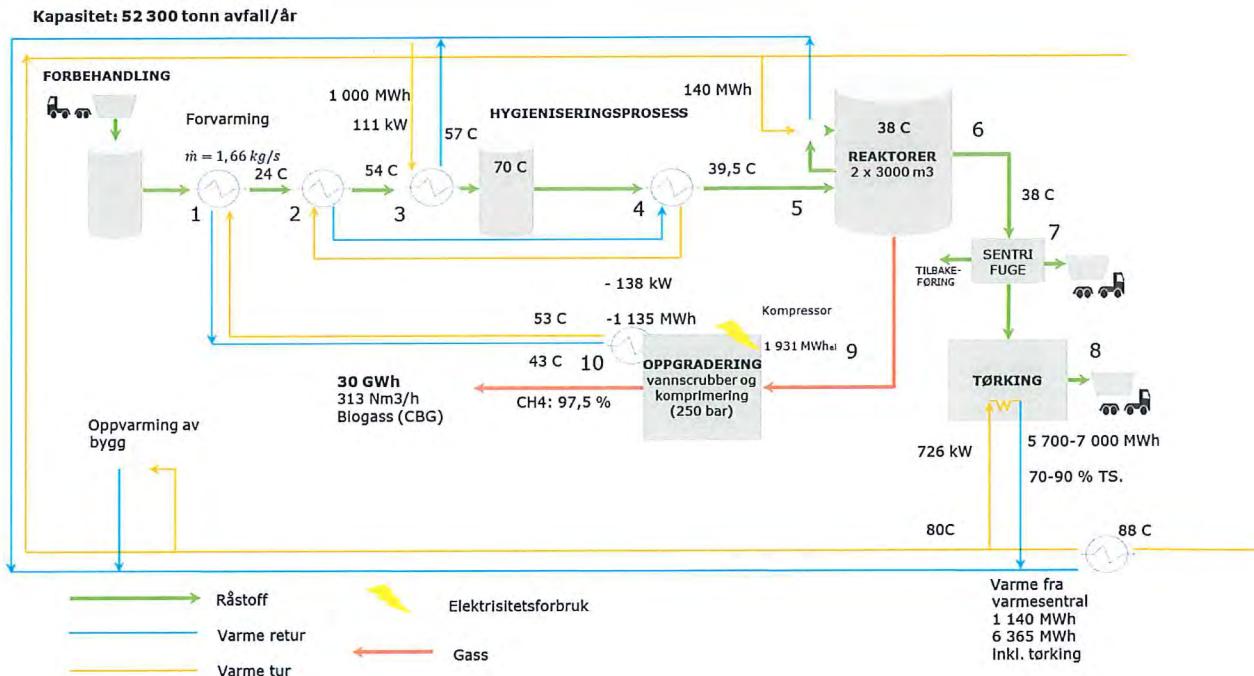
Varmebehovet er beregnet for to alternative løsninger;

1. For et biogassanlegg som mottar 52 300 tonn råstoff i året og produserer mellom 25-30 GWh biogass med forbehandling, hygienisering, to mesofile råtnetanker, gassoppgradering – og komprimering samt avvannning av生物残渣
2. Samme anlegg som obver, men der生物残渣 tillegg skal tørkes.

For anlegg 1 er varmebehovet 1,1 GWh. For anlegg 2 er varmebehovet 6,4 GWh. Tørkeprosessen er den mest energikrevende prosessen i anlegget. For anlegg 1 er det hygieniseringsprosessen som er mest energikrevende.

Ørsta Eldhus har antakelig tilgjengelig effekt i nettet. For å kunne fastslå dette må valg av teknologi for tørkeprosess bestemmes.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER



Figur 9; Energibalanse for hele anlegget

Figur 19 viser energibalansen for hele anlegget med tilførsel av fjernvarme ved en turtemperatur på 80 °C. Tilført varme angis med positive tall, mens avgitt varme angis med negative tall. Tall for prosesstrinn angis av figur for energibalanse. Gul linje viser turtemperatur mens blå linje viser retur. Fjernvarmen går til oppvarming av hygieniseringstank, reaktorer og eventuelt tørkesystem for tørking av biorest. Gassoppgraderingsprosessen og forbehandling har ikke et varmebehov. Det er hensiktsmessig å gjenvinne varme i prosess, da dette ikke krever tilførsel av energi til prosessanlegget. Det er gjenvunnet varme internt i prosess fra gassoppgradering og i hygieniseringsprosess for å redusere levert varme. I figuren er det lagt inn som varmevekslere, 10 og 1 for gassoppgradering, samt 2 og 4 for hygieniseringsprosess.

Varmebalansen er gjengitt i Tabell 6 nedenfor. Forutsetningene for beregning av energibalanse er gjengitt i Tabell 7.

Tabell 6: Varmebalanse

| Nr | Navn, prosesstrinn | Temperaturnivå (°C) | TS | Varmemengde levert (GWh) | Effekt tilført (kW) |
|---------------|-----------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|---------------------|
| 1-2 | Forvarming 1 - oppgradering | 6-24 | 13,5 | | 136 |
| 2-3 | Forvarming 2 - internt | 24-54 | 13,5 | | 226 |
| 3-4 | Hygienisering | 54-70 | 13,5 | 1 060 | 120 |
| 4-5 | Varmegjenvinning internt | 70-39,5 | 13,5 | | -226 |
| 5-6 | Varmeholdning vinter | 38 | 13,5 | 147 | 30 |
| 6-7 | Avvanning | 39,5 | 13,5 - 30 | | |
| 7-8 | Tørking | 39,5 - x | 30- 80 | 6 700 | 820 |
| 9-10 | Oppgradering | | | | -143 |
| Totalt | | | | 7 907 | 970 |

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Tabell 7: Forutsetninger for beregning av energibalanse

| Parameter | Verdi | Enhet |
|----------------------|-------|--------|
| Varmekapasitet masse | 4,2 | kJ/kgK |
| Massestrøm | 1,8 | Kg/s |

3.4.1 Tørkeprosess

Med utgangspunkt i et innhold på 25 % tørrstoff i den avvannede bioresten så vil tørking til 70 % tørrstoff medføre at ca 6 300 tonn vann skal avdampes fra bioresten. Ved 90 % tørrstoff må man avdampe ca 7 200 tonn vann. Dette er en energikrevende prosess og det finnes ulike tørketeknologier. To av dem er trommeltørker og båndtørker. Trommeltørkerne krever høyere temperaturer enn fjernvarmetemperatur, da typisk lavtrykksdamp. Båndtørkene kan tørke med lavere temperaturer, som fjernvarme. Totalt varmeforbruk er det samme som for trommeltørken, men prosessen tar lengre tid.

3.4.2 Biogass til varmeformål

Det er mulig å utnytte biogass til varmeforsyning på anlegget. Da er det naturlig å kun bruke biogass til spissing av temperatur, dvs temperaturøkning fra lavtemperaturkilder, som varme-pumpe eller fjernvarme. Gasskjel er en kommersiell og moden teknologi. Selve gasskjelen er billig i investering (1130 kr/kW), noe som ville gitt en totalkostnad på anslagsvis 1,1 MNOK for 1 MW kjel inkludert arbeid, prosjektering og tilleggsutstyr.

3.4.3 Elektrisitetsbehov

Fra Figur 9, fremgår det at det eksisterer et elektrisitetsbehov på rundt 250 kW (2200 MW_{el}). Dette for å drive kompressorer i gassoppgraderingsanlegg. Det er ikke evaluert resterende elektrisitetsbehov i denne fase, da endelige teknologivalg ikke er tatt.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

4. ØKONOMI

Vi omtaler her overordnet politikk og rammevilkår som berører biogassområdet, og går deretter over på en beregning av lønnsomheten i et biogassanlegg på Melsjøeret, basert på det tekniske konseptet som er blitt beskrevet.

Rammebetingelsene for biogass er i stadig utvikling, og i løpet av det siste året har det vært føretatt flere grep for å styrke satsingen på biogass.

4.1 Politiske driverer

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

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

4.2 Rammevilkår

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

- (A) Avgifter på fossile drivstoff
- (B) Støtteordninger gjennom Enova, Transnova, Innovasjon Norge og Norges Forskningsråd
- (C) Innføring av tilskudd til levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg

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

- (D) Forskning/Utvikling og pilotanlegg
- (E) Virkemidler for økt produksjon og bruk av biogass
- (F) Virkemidler for å øke tilgangen på råstoff
- (G) Virkemidler for å sikre informasjonsutveksling

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

4.2.1 Avgifter på fossile drivstoff

Avgifter på fossile drivstoff øker betalingsviljen for biogass som alternativ, og medfører økt lønnsomhet i biogassproduksjon. Avgifter på slike drivstoff omfatter veibruksavgift og CO₂-avgift. Naturgass har tidligere vært frittatt for veibruksavgift, men fra 2016 er det innført slik avgift. Avgiftsplikten omfatter naturgass som leveres fyllestasjon og som skal benyttes til framdrift av motorvogn. Dersom andelen naturgass i en blanding er mindre enn en 50 % er det ikke avgiftspliktig. Andelen skal gradvis trappes ned mot null til 2025.

4.2.2 Støtteordninger

Virkemidlene som før ble forvaltet av Transnova forvaltes nå av Enova. Enova avsluttet i 2015 en ny treårsperiode for biogassprogrammet. Programmet ble evaluert og videreført med mindre justeringer. Blant annet er grensen på 30 % maksimal støtteandel fjernet samt at programmet

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

også innebærer en satsing på anlegg som allerede produserer biogass og som ønsker å oppgradere denne til drivstoffkvalitet. Biogassprogrammet gir investeringsstøtte til biogassprodusenter. Støtte til kraft og varmeproduksjon kan oppnås gjennom Enova eller elsertifikatmarkedet, avhengig av type prosjekt.

Innovasjon Norge kan støtte biogassprosjekter gjennom miljøteknologiordningen, bioenergiprogrammet og gjennom forsknings- og utviklingskontrakter. Innovasjon Norges bioenergiprogram støtter mindre biogassanlegg innen landbruket med inntil 45 % av godkjente investeringskostnader. Innovasjon Norge administrerer også en støtteordning for pilotanlegg innen biogass samt midler for følgeforskning på anleggene. Denne støtteordningen utvides i 2016 fra 10 MNOK til 20 MNOK.

4.2.3 Tilskudd til levering av husdyrgjødsel

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

4.2.4 Andre virkemidler

Andre virkemidler som påvirker biogassbransjen omfatter:

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

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

4.2.5 FoU

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

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

4.2.6 Støtte til energiforsyning

Fornybar varmeforsyning kan motta Enovastøtte, som bidrar til å utløse. Støtten gis til varmesentraler basert på flis, varmepumpe og solfangermanlegg. En løsning med flisfyrt biokjel kan dermed omsøkes hos Enova.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Avgifter

- Naturgass omfattes fra 2016 av veibruksavgift
- Fritak ved mer enn 50 % biogass*

Støtte

- Enovas biogassprogram videreføres fra 2015 og maksgrønse for støtte på 30 % av investeringen fjernes
- Støtte til behandling av husdyrgjødsel i biogassanlegg dobles til 60 kr per tonn.

FoU

- Innovasjon Norges satsing på biogasspiloter dobles i 2016 til 20 MNOK

Figur 10 Oversikt over nylige endringer i rammebetingelser for biogass.*Andelen er ikke endelig fastsatt per dags dato.

4.3 Støtte til biogassanlegg på Melsgjerdet

For et biogassanlegg på Melsgjerdet er det mest aktuelt å søke om investeringsstøtte fra Enova. Det forutsettes her et støttenivå tilsvarende 1,2 NOK/kWh netto fornybart energiresultat.

1.1 Økonomiske forutsetninger

Økonomimodellen bygger på det tekniske konseptet som beskrevet i kap. 3 og vedlegg 3.

4.3.1 Investeringskostnader

Tabell 8 lister opp investeringskostnad, avkastningskrav og forventet levetid for biogassanlegget.

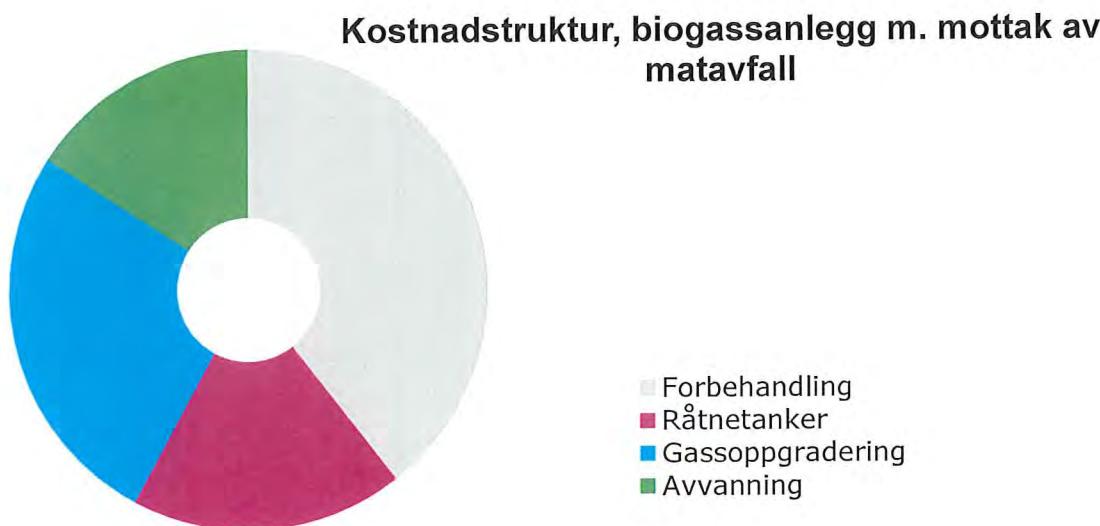
Tabell 8: Investeringskostnad, levetid og avkastningskrav

| Parameter | Verdi |
|---|----------|
| Avkastningskrav | 5 % |
| Levetid | 25 år |
| Investeringskostnad før støtte | 190 MNOK |
| Investeringskostnad etter støtte | 154 MNOK |

Investeringskostnaden inkluderer mottaksfaciliteter, forbehandling, hygieniseringstank, 2 råtnetanker på 3 000 m³, avvannningssystem for biorest, oppgraderingsanlegg, høytrykks kompressor, oppstillingsplass for gassflak og 6 flak. Tørkeanlegg for biorest er ikke inkludert. Kostnaden er estimert med bakgrunn i erfaringsdata fra norske og svenske anlegg som Rambøll har kjennskap til. Kostnaden er noe høyere enn for f.eks. Greve, som er et rimelig anlegg.

Figur 11 viser hvordan investeringskostnaden fordeler seg mellom de ulike delprosessene.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER



Figur 11: Investeringskostnaden for et biogassanlegg på Melsgjerdet, fordelt på ulike delprosesser. Gjelder for biogassanlegg som mottar både matavfall og pumpbart råstoff.

Figuren viser at selv om det er valgt en forholdsvis enkel form for forbehandling så representerer forbehandling den klart største investeringen. Hovedårsaken til dette er at anlegget mottar matavfall. Matavfallet ankommer i plastposer og kan inneholde metall, plast og andre ikke-organiske fraksjoner som må sorteres ut, og dette krever robust utstyr. Dersom biogassanlegget ikke hadde mottatt matavfall ville fordelingen ha sett annerledes ut, da kostnader knyttet til forbehandling sannsynligvis ville vært mindre. Forbehandlingsteknologi bør være med i betraktningen fra det tidspunktet man vurderer hvilke råstoff biogassanlegget skal behandle.

Investeringskostnadene øker med 10-15 MNOK ved investering i tørke, og påvirker ikke kostnadsbildet i særlig grad. Det som er kostnadsdrivende når det gjelder tørking, er energikostnadene (Figur 12).

Kostnaden for lokal fyllestasjon for egne kjøretøy er ikke inkludert i investeringskostnadene. Kostnaden er estimert til 30 MNOK per 100 fyllestusser, basert på en kartlegging gjort av HOG energi i 2010 (HOG, 2010). Det vanligste er at omsetterleddet eier eller drifter fyllestasjonen, og investeringen faller på omsetteren.

4.3.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader

Tabell 9 lister opp forventede drifts- og vedlikeholdskostnader for biogassanlegget.

Tabell 9: Drift og vedlikeholdskostnader

| Parameter | Verdi |
|------------------------------------|--------------|
| Drift og vedlikehold, årlig | 2% |
| Kostnad, elektrisitet | 0,5 NOK/kWh |
| Kostnad, varme | 0,8 NOK/kWh |
| Transportkostnad,生物剩 | 170 NOK/tonn |
| Gate fee (snitt) | 330 NOK/tonn |
| Transportkostnad (snitt) | 215 NOK/tonn |
| Kjemikaliekostnad (snitt) | 0,2 MNOK |

Det er antatt en årlig drifts og vedlikeholdskostnad på 2% av investeringskostnaden, lik 3,8 MNOK per år. Denne kostnaden dekker vedlikeholdsarbeid, inkl. serviceavtale.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

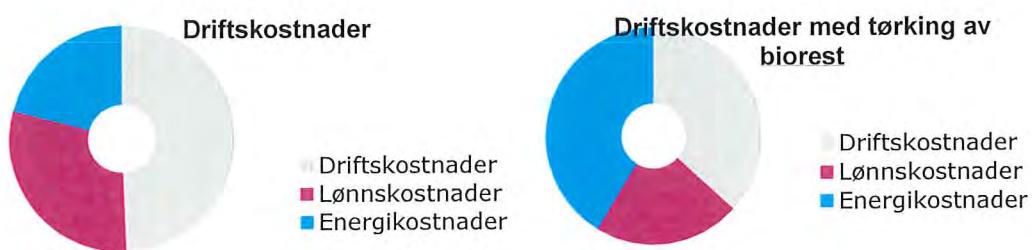
Energikostnadene er basert på innkjøpt pris på el (Nordpoolspot), (Tronderenerginett). Det er antatt at varmeprisen ligger på 0,8 NOK/kWh for varmekjøp fra Ørsta Eldhus, beregnet ut fra elpris med et påslag for brenselkostnader, investeringer i nytt rørstrekke samt fortjeneste for varmeleverandøren. Det understreses at det må forhandles fram en pris for varmen.

Kostnaden for biorest er en gjennomsnittlig transportkostnad for transport av biorest ut til potensielle lokale mottakere.

Gate fee og transportkostnad er gitt som et gjennomsnitt for råstoffmiksen som biogassanlegget er dimensjonert for (Tabell 3).

Kjemikaliekostnaden inkluderer smøreoljer til kompressor, aktivt kull og skumdempeemidler for gassoppgraderingen. I tillegg kan det være aktuelt med tilsats av kjemikalier i råtnekammerene, som for eksempel jernklorid, men dette er ikke vurdert på dette stadiet.

Figur 12 under viser fordeling av driftskostnader på drifts-, lønns- og energikostnader for et biogassanlegg på Melsgjerdet henholdsvis med og uten tørking av biosten. Det forventes at kostnader knyttet til drift øker med $\frac{1}{4}$ med tørkeprosess, i hovedsak på grunn av økte utgifter til energiforsyning.



Figur 12: Driftskostnader, biogassanlegg på Melsgjerdet, med og uten tørkeprosess

4.4 Inntektskrav

4.4.1 Varmepris

Det er vurdert tre ulike alternativer for varmeforsyning til biogassanlegget;

- Fjernvarme fra Ørsta Eldhus
- Flisfyrt dampkjel
- Gasskjel fyrt med biogass

Varmeprisen for hvert av de tre alternativene er vist i Tabell 10.

Tabell 10: Varmepris

| Parameter | Verdi | Enhet |
|-------------------------|-------|---------|
| Pris, fjernvarme | 0,8 | NOK/kWh |
| Pris, flisfyrt dampkjel | 0,7 | NOK/kWh |
| Pris, biogass | 0,7 | NOK/kWh |

Det er antatt at varmeprisen ligger på 0,8 NOK/kWh for varmekjøp fra Ørsta Eldhus, beregnet ut fra elpris med et påslag for brenselkostnader, investeringer i nytt rørstrekke samt fortjeneste for varmeleverandøren. Det understreses at det må forhandles fram en pris for varmen.

Varme levert som lavtrykks damp fra en dampkjel fyrt med flis vil kunne være i størrelsesorden 0,7 NOK/kWh. Back-up er ikke tatt inn i regnestykket, og kan være en gasskjel. Fordelen med en

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

slik løsning er at flis er en lavverdig energikilde som er godt egnet til produksjon av lavverdig energi i form av varme.

En gasskjel fyrt på biogass er et naturlig alternativ på et biogassanlegg. Biogassen kan eksempelvis dekke varmebehovet i hygieniseringstrinnet, og en pris lik inntektskravet for biogass (se avsnitt 4.4.2) er lagt til grunn. Prisen dekker ikke investering i gasskjel. Ulempen med en slik løsning er at biogass som kunne vært solgt som drivstoff med fortjeneste går til andre og mer lavverdige energiformål, noe som, slik Rambøll ser det, ikke er ønskelig, verken fra et økonomisk eller termodynamisk standpunkt.

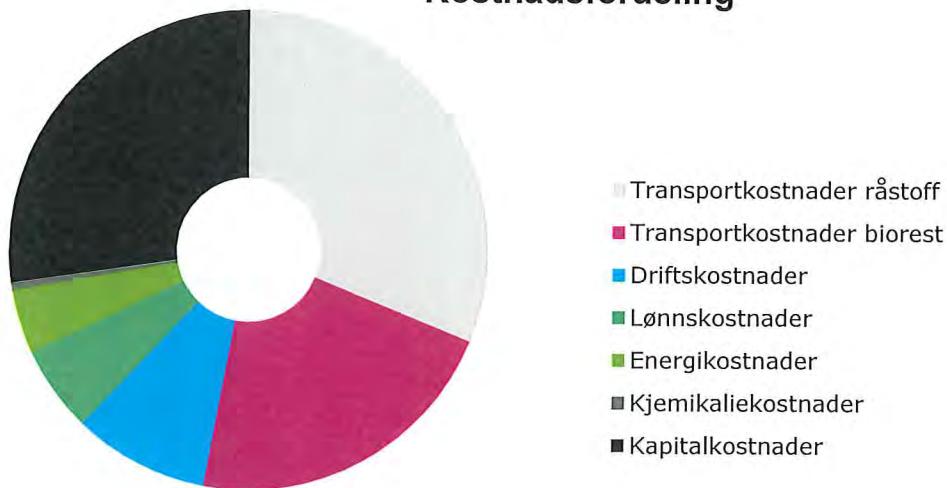
Flisfyrt dampkjel ser ut til å være en aktuell varmekilde, men det bør forhandles om pris på varmen som kan leveres fra Ørsta Eldhus før man konkluderer på dette.

4.4.2 Scenario 1: Avvanning av biorest og salg av CBG

Biogassanlegget har inntekter på gate-fee og salg av komprimert biometan (CBG). Avvannet biorest og flytende biogjødsel forutsettes transportert ut til landbruket, og kostnaden for transporten er regnet med i modellen. Det er ikke regnet med noen inntekt på flytende biogjødsel og avvannet biorest. Inntektskravet, per kWh biogass produsert, er 0,7 NOK/kWh når biogassanlegget produserer mellom 25-30 GWh. Den angir hva salgsprisen på biometan må være for at investeringen skal gå i null, og kalles «levelized cost of energy» (LCOE).

Figur 13 bryter LCOE opp i sine respektive kostnadsposter. Figuren viser at over halvparten av kostnadene er knyttet til transport av henholdsvis råstoff og biorest.

Kostnadsfordeling

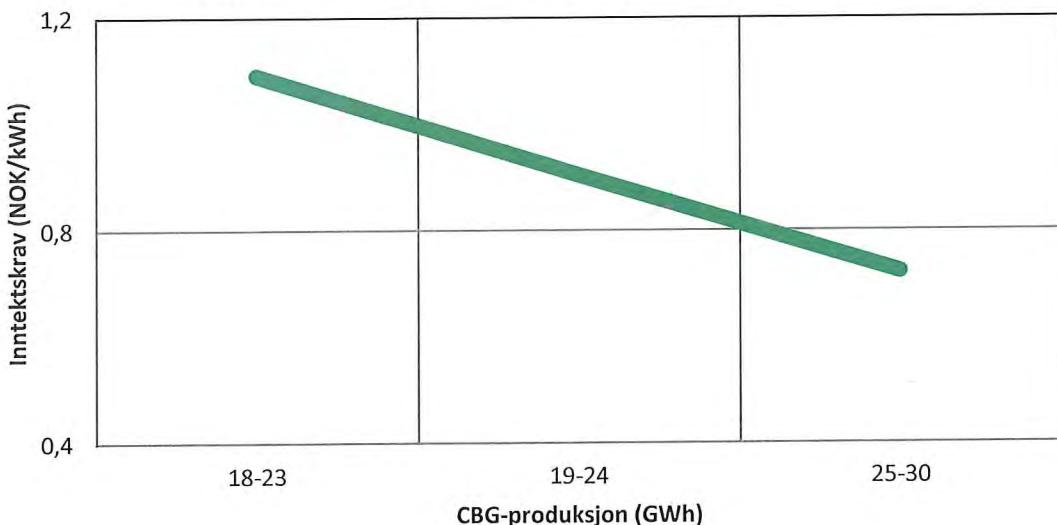


Figur 13: LCOE for biometan produsert ved biogassanlegg på Melsgjerdet

Figur 14 illustrerer en sammenheng mellom inntektskrav og produksjonsvolum for et biogassanlegg på Melsgjerdet, for produksjonsvolum fra 18-30 GWh komprimert biometan (CBG).

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Forholdet mellom inntektskrav og produksjonsvolum

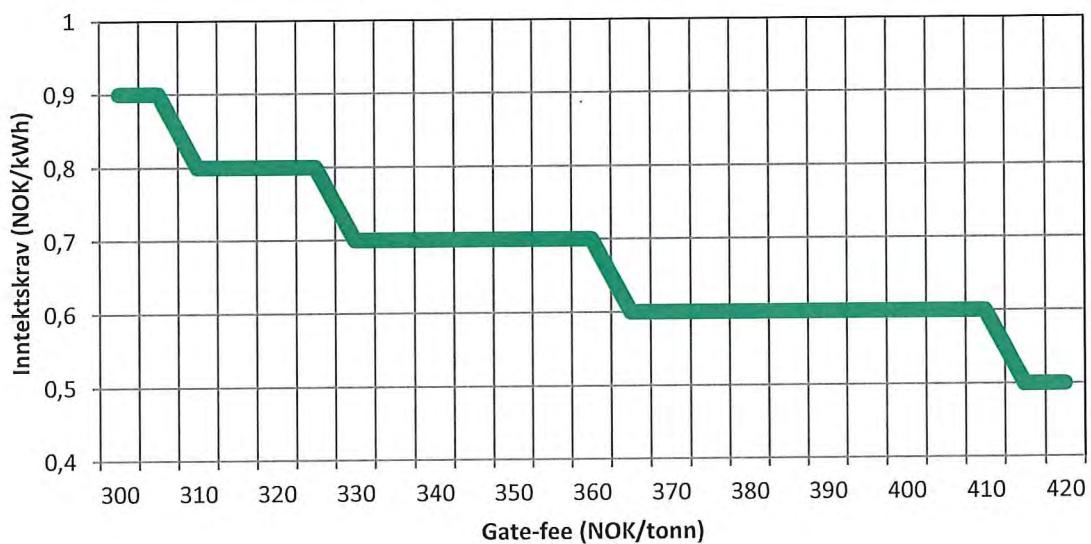


Figur 14: Forholdet mellom inntektskrav og produksjonsvolum, i kroner per kWh CBG produsert, for 3 ulike produksjonsvolum

Et produksjonsvolum på 18-23 GWh representerer et biogassanlegg på Melsgjerdet uten avløps-slam og meieriaavfall. Det medfører at gjennomsnittlig gate-fee øker samtidig som at produksjonsvolumet reduseres. Selv om gate-fee øker, blir inntektskravet per kWh CBG produsert også høyere, noe som reduserer lønnsomheten i anlegget. Det samme gjelder for et produksjonsvolum på 19-24 GWh, som representerer et biogassanlegg på Melsgjerdet uten meieriaavfall. Inntektskravet per kWh CBG er høyere enn for det valgte anleggskonseptet.

Forholdet mellom inntektskrav og gate-fee er vist i Figur 15.

Forholdet mellom inntektskrav og gate-fee



Figur 15: Forholdet mellom inntektskrav og gate-fee

Ved å øke gate-fee med 35 NOK/tonn synker inntektskravet fra 0,7 til 0,6 NOK/kWh. Ved å øke gate-fee med ytterligere 50 NOK/tonn synker inntektskravet til 0,5 NOK/kWh.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

4.4.3 Scenario 2: Tørking av biorest

Forutsetningene for at biogassanlegget skal kunne tørke sin biorest med bruk av varme fra Ørsta Eldhus og alternativt med lavtrykksdamp produsert i en flisfyrt dampkjel er undersøkt. To modeller for tørketeknologi, en båndtørke og en trommeltørke, er tatt med i vurderingen. Tørkeprosessen er vurdert separat, og resultatet er gitt som en kostnad per tonn tørket biorest. Hensikten er å vise hvilken inntekt en må få på den tørkede biosten for at et slikt anlegg skal kunne lønne seg.

Det er tatt utgangspunkt i avvannet biorest med et tørrstoffinnhold på 25 % TS. Biosten tørkes til 90 % TS. Forutsetninger og resulterende inntektskrav for biosten er vist i Tabell 11.

Tabell 11: Tørking av biorest

| Parameter | Verdi | Enhet |
|--|-------|--|
| Investeringskostnad, tørke | 11 | MNOK |
| Investeringskostnad dampkjel | 2 | MNOK |
| Pris, flis til dampkjel | 0,25 | NOK/kWh |
| Pris, fjernvarme | 0,8 | NOK/kWh |
| Pris, lavtrykks damp | 0,7 | NOK/kWh |
| Inntektskrav, biorest tørket m. båndtørke | 275 | NOK/tonn biorest (våtvekt (25%TS), eks. transport) |
| Inntektskrav, biorest tørket m. trommel-tørke | 625 | NOK/tonn biorest (våtvekt(25%TS), eks. transport) |

Inntektskravet for tørket biorest, tørket med båndtørke, er 275 NOK/tonn, våtvekt (avvannet, 25 % tørrstoff). Her er transportkostnader ikke inkludert. Dersom biosten skal tørkes med trommeltørke blir inntektskravet 625 NOK/tonn, våtvekt (avvannet, 25 % tørrstoff).

5. ORGANISERING AV SELSKAPET

Valg av organisering og selskapsform kan kreve en noe mer inngående analyse enn hva det er rom for her. I prinsippet er det ikke nødvendig å etablere noen nye selskaper for å etablere et biogassanlegg. Imidlertid vil et slikt selskap representere en stor investering med tilhørende stor risiko. Det forutsettes derfor her at virksomhet bør etableres i form av ett eller flere foretak snarere enn gjennom et etablert foretak. Dette fordi det er sannsynlig at det kommer flere eiere, eventuelt også private aktører inn i bildet.

Det finnes ulike eksempler på organisering av biogassanlegg i Norge. Dette spenner fra at anlegg eies og driftes av en enkelt kommune, slik som Romerike biogass som eies og driftes av energigjenvinningsetaten (EGE) i Oslo, til anlegg som i prinsippet finansieres og driftes i privat regi slik som Biokraft Skogn. Biokraft Skogn som eies av Biokraft AS er under bygging. Andre eksempler er Ecopro AS som ble etablert gjennom et samarbeid mellom interkommunale selskaper, kommuner og Statkraft, og Greve biogass som er initiert av kommuner, men organisert som en konstellasjon av en kommunal anleggseier, et bestillerselskap og konkurranseutsatt drift.

Ulike organisasjonsformer vil kunne ha påvirkning på forhold som kontroll, økonomisk risiko, kostnadseffektivitet og konkurranseevne. Videre må aspekter som regelverk for offentlige anskaffelser, herunder enerett og egenregi, tas i betraktning.

Mulige former for organisering er kommunale foretak, herunder interkommunale selskaper, interkommunale samarbeid, aksjeselskaper, stiftelser og samvirkeforetak.

Interkommunale selskaper er en selskapsform som er mye benyttet innen avfallsbehandling, men som utelukker andre eiere enn kommuner og fylkeskommuner. Aksjeselskap medfører et sterke skille fra kommunene som aktører, og gir redusert anledning til å kontrollere virksomheten.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Aksjeselskap medfører imidlertid muligheten til å samarbeide med private investorer og kan bidra til økt fleksibilitet og konkurransekraft dersom man ønsker å konkurrere i det åpne markedet.

Etablering av en verdikjede for biogass kan i teorien gjennomføres gjennom etablering av flere virksomheter av ulike typer. Dette kan ha karakter av et samarbeid mellom offentlige og private aktører. En mulig modell for dette er Offentlig Privat Samarbeid (OPS) som typisk betegner en konkurranseutsetting av en virksomhet der kontrakten omfatter både planlegging, finansiering, bygging og drift.

Greve Biogass ble i første omgang, i 2012, forsøkt realisert gjennom en OPS-modell der virksomheten, inkludert investering i og bygging av anlegget, ble lagt ut på anbud. Imidlertid trakk alle tre tilbydere seg fra konkurransen, og denne ble avlyst. For høy risiko, herunder flere uavklarte forhold av økonomisk betydning, var en del av årsaken til dette. Et sentralt aspekt i denne sammenhengen synes å være at det ikke var avklart om man hadde et marked for biogassen. Den primære endringen i organiseringen av anlegget fram mot realisering var at anleggsinvesteringen ble gjennomført av Tønsberg kommune, som skal leie ut anlegget til bestillerselskapet på en lang kontrakt. Dette innebærer at kun driften av anlegget er konkurranseutsatt. Denne modellen har blitt kalt Vesar-modellen ettersom Vesas har benyttet denne også for gjenvinningsanlegg.



Figur 16 Illustrasjon av Vesar- modellen

En modell for samarbeid mellom offentlige og private aktører kan være hensiktsmessig fordi risiko kan plasseres hos den aktøren som best kan håndtere dette. Verdikjeden oppstrøms kan da delvis håndteres av en offentlig aktør kontrollert av kommunene, mens drift og konkurranse om råstoff som er tilgjengelig i markedet kan håndteres av en markedsaktør. I forbindelse med Greve biogass ble selve anleggsinvesteringen tatt av en kommune, men det bør vurderes om dette også kan gjøres av et privat selskap. En mulig innfallsvinkel er at eierskap i anlegget legges ut på anbud gjennom en egen kontrakt med fast leiesats og at drift er en annen kontrakt.

I en verdikjede som skal håndtere innsamling av husdyrgjødsel og spredning av gjødsel kan det også være aktuelt å involvere landbruket i en organisering som gir gode incentiver til samarbeid mellom biogassanlegget og landbruket. I forbindelse med planlegging av biogassproduksjon på Ørland ble det opprettet et landbrukssamvirke.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

6. KONKLUSJON

Et biogassanlegg med produksjonskapasitet på 25-30 GWh er en størrelsesorden som kan være aktuell for et biogassanlegg på Melsgjerdet. Med inntekter i form av gate fee fra matavfall og settefiskslam samt salg av biogass som drivstoff (CBG) er dette ansett for å være en forretningsmodell som kan oppnå avkastning. Inntektskravet, eller LCOE er beregnet til 0,7 NOK/kWh. Prisnivået på CBG er forventet å ligge rundt 0,7 NOK/kWh. Ved å øke gate-fee kan inntektskravet senkes, slik at fortjenesten øker.

Avløpsslam er, på grunn av sine patogene egenskaper samt på grunn av de små mengdene, forsørlått tatt ut av konseptet. Et konsept med avløpsslam inkludert ville ha krevd at det ble innført en separat linje for behandling av avløpsslam, og biogasspotensialet fra slam, på 1 GWh, forsvarer ikke en slik investering.

Biogassen kan enten brukes til å produsere strøm og varme, eller den kan brukes som drivstoff. Bruk av biogass til strøm- og varmeproduksjon er utbredt, men lite lønnsomt med dagens lave elpriser, og det finnes mer lavverdige og bedre egnede energikilder enn biogass for slike formål. Å produsere drivstoffgass i sin helhet er derfor ansett å være mest aktuelt for biogassanlegget.

Lokale aktører som potensielt kan motta biogass er bybussene i Ålesund, renovasjonsbiler lokalt og enkelte lokale ferjestrekninger. Totalt er potensiell etterspørsel stipulert til 60 GWh. Et biogassanlegg kan ved 50 % innblanding i naturgass, gjøre hele denne flåten fornybar på grunn av ordningen med dobbelttelling for enkelte fornybare drivstoff, deriblant biogass. Rambøll anbefaler at biogassen oppgraderes til komprimert biometan (CBG), med bakgrunn i kostnadsnivået for hhv produksjon av CBG og LBG, tatt størrelsen på biogassanlegget i betraktning.

For at biogassen skal være tilgjengelig i markedet må det etableres en infrastruktur som muliggjør fylling av biogass drivstoff på aktuelle kjøretøy. Vanligvis er det gassdistributøren som står for investeringer i fyllestasjoner, men enkle fyllestusser kan også etableres på biogassanlegget dersom lokal transport, for eksempel renovasjonsbiler, skal gå på biogass.

Biogassanlegget kan med fordel utnytte synergier med lokalt fjernvarmenett. Fjernvarmenettet vil kunne dekke hele biogassanleggets varmebehov, og samtidig redusere eget nettap som en følge av tilknytningen. En slik løsning fordrer at det ikke legges opp til tørking av生物resten. Alternativt kan varmefosyning med en flisfyr dampkjel være et godt alternativ. Hva som blir økonomisk mest fordelaktig for et biogassanlegg på Melsgjedret vil avhenge av prisnivået på varmen, som vil være gjenstand for forhandlinger.

Ved hjelp av avvanning kan anlegget produsere en avvannet og en flytende biogjødsel som vil være godt egnet til spredning på lokal åkermark. Mesteparten av nitrogenet finnes i den flytende生物resten, mens fosfor finnes i den avvannede eller tørre生物resten. Jordsmønnet på Vestlandet kjennetegnes generelt ved relativt høyt innhold av næringsstoffer som fosfor og kalium. Derimot er det et behov for nitrogen, og dette inneholder den flytende生物resten mye av. Flytende生物rest er et gunstig gjødsel for landbruket, ettersom den kan tankes opp på og spres med tilsvarende utstyr som brukes for å spre husdyrgjødsel. Samtidig er det kostbart å transportere flytende gjødsel, og aktuelt spredningsareal vil derfor primært være biogassanleggets nærområder.

Mengden flytende生物rest som produseres vil være større enn etterspurt mengde i landbruket lokalt. Resten av den flytende生物resten må finne alternative bruksområder, eventuelt må den sendes til renseanlegg.

UTKAST TIL OPPDRAGSGIVER

Det er vurdert muligheter for tørring av bioresten, men slik Rambøll ser det er ikke dette økonomisk forsvarlig, gitt forutsetningene for utredningen. Tørkeprosessen er svært energikrevende, videre er det knyttet usikkerheter til betalingsviljen og egenskapene til den tørkede bioresten. Inntektskravet på tørket biorest vil være i størrelsesorden 275 NOK/tonn.

I dagens marked er bioresten som oftest en netto kostnad for biogassanlegg, men det vil kunne endre seg dersom forretningsmodell og marked for biorest videreføres. Flere aktører peker på at salg og gjenbruk av biorest er den klart beste løsningen med tanke på klima og miljønytte. Den gir sterkt reduserte utslipp, spesielt fra landbruket. Det er viktig for biogassbransjen å tydeliggjøre verdien av biorest, og derav få aksept for at biorest er et fullverdig gjødselprodukt, slik at betalingsviljen øker.

6.1 Forslag til videre arbeid

Det bør gjennomføres geotekniske undersøkelser for å avklare planlagt områdes egnethet for etablering av et biogassanlegg. Det bør videre gjennomføres risikoanalyser for å verifisere at sikkerhetsavstander til bl.a. lokalt kraftnett er ivaretatt ved etablering av et biogassanlegg på Melsgjerdet.

Avhengig av geotekniske forhold, uforutsette utgifter og annet vil investering- og produksjonskostnadene knyttet til biogassanlegget kunne variere. Rambøll anbefaler at det gjennomføres en usikkerhetsanalyse for å fastsette utfallsrommet for investerings- og produksjonskostnader. Dette kan gjøres ved at det gjennomføres en Monte Carlo simulering ved hjelp av analyseprogrammet @risk.

Slam fra settefiskanlegg bør utredes for å kartlegge om råstoffet er egnet i et biogassanlegg. Dette kan gjøres ved hjelp av analyser samt batch-vise forsøk. Den årlige variasjonen i mengden tilført råstoff bør også vurderes nærmere.

**VEDLEGG 1
SITERTE VERK**

SITERTE VERK

- 1, F. (u.d.). *Ruteoversikt for Møre og Romsdal*. Hentet Juni 19, 2016 fra
<http://www.fjord1.no/ferje/ruteoversikt-for-ferje/more-og-romsdal>
- Birkmose, T. (2013). *Biomasse til biogassanlegg i Danmark - på kort og lang sikt*. AgroTech Institut for Jordbruks -og fødevareinnovation.
- EGTOP. (2011). *Final Report on Fertilizers and soil conditioners*. EU Directorate-General for Agriculture and Rural development.
- (u.d.). *EU-forordning 889/2008*.
- Fisknes, M. B. (2010). *Arbeid med etablering av biogassanlegg på Mære landbruksskole*. Bioforsk Midt-Norge.
- forerensningssdirektoratet, K. o. (2013). *Underlag til tverrsektoriell biogasstrategi*. Klima og forerensningssdirektoratet.
- H.L. Raadal, A. S. (2016). *Vurdering av virkemidler for økt utsortering av våtorganisk avfall og plastemballasje*. Østfoldforskning.
- H.L.Raadal, A. E. (2016). *Vurdering av virkemidler for økt utsortering av våtorganisk avfall og plastemballasje*. Østfoldforskning.
- Hanssen. (2013). *Kunnskap om matsvinn fra norske husholdninger*.
- HOG. (2010). *Gassbusser. Biogass som drivstoff for busser*. HOG Energi.
- IKS, V. o. (2016). Grunnlag, forprosjekt.
- Løes, A. (2015). *Effects of anaerobically digested manure on soil fertility - establishment of a long term study under Norwegian conditions. Resultatrapport*. Tingvoll: Bioforsk Økologisk.
- matdepartementet, L. o. (u.d.). *Forskrift om økologisk produksjon og merking av økologiske landbruksprodukter og næringsmidler*. Landbruks- og matdepartementet.
- Mattilsynet. (u.d.). *Gjødselvareforskriften*. Hentet Juni 19, 2016 fra
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951>
- Miljødirektoratet. (u.d.). *Fakta om biodrivstoff*. Hentet Juni 06, 2016 fra
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2016/Mars-2016/Fakta-om-biodrivstoff/>
- Nordpoolspot. (u.d.). *Elspot Prices_2016_Daily_NOK*. Hentet Juni 27, 2016 fra Nordpoolspot:
<http://www.nordpoolspot.com/historical-market-data/>
- NVE. (2011). *Rammer for utbygging og drift av fjernvarme*. NVE.
- NVE. (2015). *Kostnader i energisektoren*.
- P. Kragseth, J. E.-H. (2005). *Gass i Buss, Naturgass som drivstoff for norske busser*. Norsk Gassforum.
- Petersson, A. (2008). *Biogas upgrading technologies - development and innovations*. Malmö: IEA Bioenergy.
- Rambøll. (2016). *Markedsrapport for biogass, Oslofjordregionen*. Rambøll.
- Rambøll. (2016). *Utdredning biogassanlegg Nyhamna*. Rambøll.
- Torres, W. (2007). Hot gas removal of tars, ammonia and hydrogen sulfide from biomass gasification gas. *Science and Engineering*, ss. 407-454.
- Trondenerenerginett. (u.d.). *Nettleie/bedrift/priser-fra-1-jan.-2016*. Hentet fra
<https://trondenerenerginett.no/nettleie/bedrift/priser-fra-1.-jan-2016>
- US. Department of Energy. (n.d.). *Alternative Fuels Data Center - Fuels & Vehicles - Natural Gas*. Retrieved 11 1, 2013, from http://www.afdc.energy.gov/fuels/natural_gas_basics.html

VEDLEGG 2
FORUTSETNINGER FOR ETABLERING AV ET BIOGASSANLEGG

Tabell 12 viser stipulert mengde biogass for bilparken til ÅRIM, SSR, VØR og RSS.

Tabell 12: Bilpark ÅRIM, SSR, VØR, RSS

| Selskap | Lastebiler | Småbiler | Stipulert mengde biogass (GWh) |
|------------|------------|----------|--------------------------------|
| ÅRIM | 18 | 4 | 0,6 |
| SSR | 8 | 2 | 0,3 |
| VØR | 4 | 2 | 0,2 |
| RSS | 2 | 1 | 0,1 |
| SUM | 32 | 9 | 1,1 |

Det er antatt at renovasjonsbilene går rundt 30 000 km per år per bil, og at småbilene går 25 000 km per år (IKS, 2016), samt et drivstoffforbruk på 4 liter/mil. 1 liter tilsvarer 0,17 kg, og 1 kg tilsvarer 1, 33 Nm³ biometan. Med et energiinnhold på 10 kWh/Nm³ biometan blir årsforbruket for renovasjonsselskapenes bilpark 1,1 GWh.

Tabell 13 viser folketall per 31.12.2015, estimerte matavfalls mengder i tonn per år og forventet biogassproduksjon.

Tabell 13: Biogasspotensial fra matavfall

| Område | Råstofftype | Innbyggere | Tonn råstoff | GWh biogass |
|------------|-------------|------------|---------------|--------------|
| ÅRIM | Matavfall | 103 000 | 8 000 | 8,62 |
| SSR | Matavfall | 25 000 | 2 000 | 2,15 |
| VØR | Matavfall | 20 000 | 1 600 | 1,72 |
| RIR | Matavfall | 51 000 | 3 927 | 4,23 |
| NOMIL | Matavfall | 33 000 | 2 409 | 2,59 |
| SUM | | | 17 936 | 19,32 |

Innsamling av matavfall er antatt å starte i 2017 for VØR, i 2018 for SSR og i 2019 for ÅRIM.

For å estimere mengden råstoff produsert per innbygger er det brukt litteratur og opplysninger gitt av Volda og Ørsta renholdsverk. I studien «Kunnskap om matsvinn fra norske husholdninger» ble mengden matavfall i kommuner uten kildesortering av våtorganisk avfall vurdert til 72 kg per innbygger per år. Mengden matavfall i kommuner med kildesortering ble beregnet til 81,2 kg per innbygger per år. På landsbasis er mengden matavfall beregnet til 78,8 kg per innbygger per år i snitt (Hanssen, 2013), (H.L. Raadal, 2016). Disse tallene er anvendt for ÅRIM, SSR og VØR. For NOMIL og RIR er det anvendt et snitt på 75 kg per innbygger per år (IKS, 2016).

Kartlagte mengder med avvannet slam er vist i Tabell 14.

Tabell 14: Biogasspotensial fra avløpsslam

| Område | Råstofftype | Innbyggere | Tonn råstoff | GWh biogass |
|------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| ÅRIM | Slam | 103 000 | 2 000 | 0,81 |
| SSR | Slam | 25 000 | 600 | 0,24 |
| VØR | Slam | 20 000 | 400 | 0,16 |
| SUM | | | 3 000 | 1,22 |

En oversikt over de mengder husdyrgjødsel som ligger i reiseavstand maksimalt ½ time fra aktuell lokalisering med mer enn 1 000 m³ gjødsel er vist i Tabell 15. Forutsetningene er vist i Tabell 16.

Tabell 15: Biogasspotensial fra husdyrgjødsel

| Område | Råstoff | M ³ råstoff | GWh biogass |
|--------------------|---------------|------------------------|-------------|
| 6165 Sæbø | Husdyrgjødsel | 4 000 | 0,4 |
| 6165 Sæbø | Husdyrgjødsel | 3 000 | 0,3 |
| 6156 Ørsta | Husdyrgjødsel | 5 500 | 0,6 |
| Åmdal 6156 Ørsta | Husdyrgjødsel | 1 500 | 0,2 |
| Bondalen 6165 Sæbø | Husdyrgjødsel | 1 500 | 0,2 |
| Bondalen 6165 Sæbø | Husdyrgjødsel | 2 000 | 0,2 |
| 6100 Volda | Husdyrgjødsel | 1 000 | 0,1 |
| 6100 Volda | Husdyrgjødsel | 1 000 | 0,1 |
| 6170 Vartdal | Husdyrgjødsel | 1 500 | 0,2 |
| SUM | | 21 000 | 2,0 |

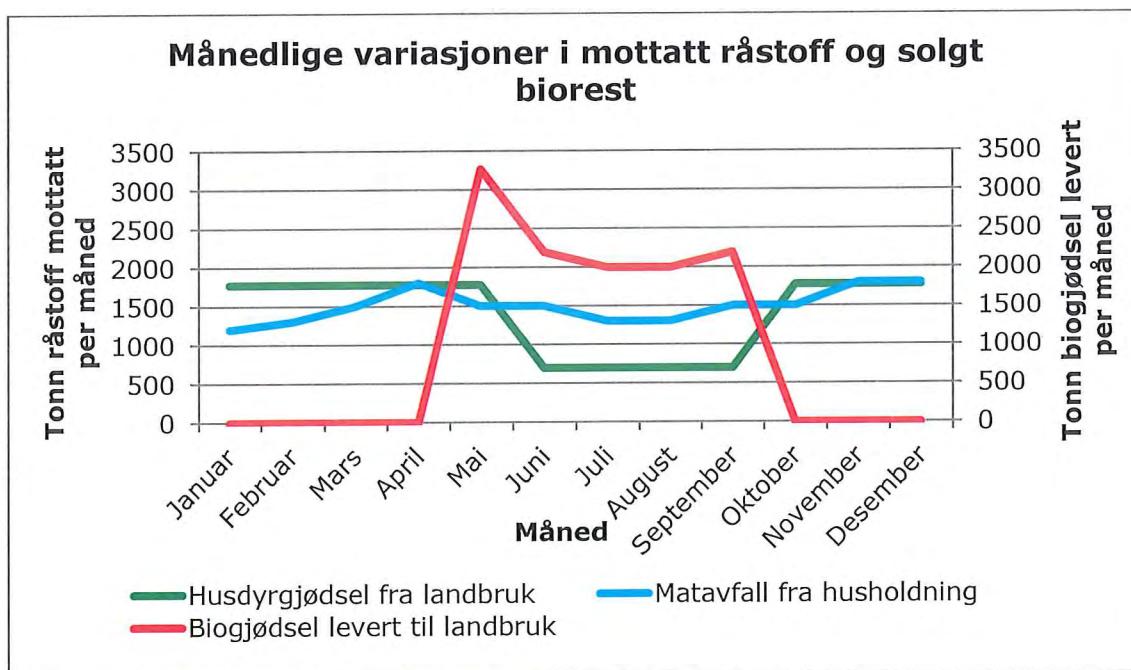
Tabell 16: Forutsetninger for beregning av biogasspotensial fra husdyrgjødsel

| Råstoff type | TS-innhold i råstoff | VS andel av TS | Metanpotensiale per tonn VS [Nm ³ CH ₄ /tonnVS] |
|--------------------------------------|----------------------|----------------|---|
| Husdyrgjødsel Melkekryr | 0,10 | 0,80 | 190 (150-250) |
| Husdyrgjødsel Ammekryr | 0,09 | 0,80 | 190 (150-250) |
| Husdyrgjødsel Øvrig storfe | 0,09 | 0,80 | 190 (150-250) |
| Husdyrgjødsel Hester | 0,30 | 0,80 | 180 |
| Husdyrgjødsel Får | 0,31 | 0,80 | 180 |
| Husdyrgjødsel Lam | 0,32 | 0,80 | 180 |
| Husdyrgjødsel Geiter | 0,31 | 0,80 | 180 |
| Husdyrgjødsel Purker, råner | 0,08 | 0,80 | 290 (250-300) |
| Husdyrgjødsel Slaktegris | 0,06 | 0,80 | 290 (250-300) |
| Husdyrgjødsel Smågris | 0,08 | 0,80 | 290 (250-300) |
| Husdyrgjødsel Verpehøns | 0,16 | 0,80 | 150-250* |
| Husdyrgjødsel Gjess og kalkun | 1,88 | 0,80 | 150 |
| Husdyrgjødsel Kylling | 0,29 | 0,80 | 150-250* |

*250 Nm³ for tilfeller der strø er innblandet

Kilde: (Birkmose, 2013)

Tabell 17 viser kostnader for transport av råstoff til biogassanlegg på Melsgjerdet. Hver kolonne representerer et råstoff, gitt som tonn råstoff og som biogasspotensiale (GWh). Transportkostnaden er gitt som øre/kWh biogasspotensiale. Eksempelvis, for husdyrgjødsel koster det 55 øre/kWh å transportere 7 000 tonn gjødsel, mens en må opp i 72,5 øre/kWh for å transportere 21 000 tonn.

**Figur 17: Månedlige variasjoner i mottatt råstoff og solgt biorest****Tabell 17: Kostnader for transport av råstoff til biogassanlegg på Melsgjerdet**

| Transport-kostnad [øre/KWh] | Totalt | | Startegjødsel | | Slam fra fiskeoppdrett (flytende) | | Slam fra fiskeoppdrett (tørr) | | Næringsavfall | | Avførs-slam | | Matavfall | |
|--------------------------------|--------|-----|---------------|-----|-----------------------------------|-----|-------------------------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|
| | Tonn | GWh | Tonn | GWh | Tonn | GWh | Tonn | GWh | Tonn | GWh | Tonn | GWh | Tonn | GWh |
| <5 øre | 7 900 | 8 | - | - | - | - | - | - | 6 300 | 6 | - | - | 1 600 | 2 |
| <7,5 øre | 9 958 | 10 | - | - | - | - | 58 | 0 | 6 300 | 6 | - | - | 3 600 | 4 |
| <10 øre | 10 171 | 11 | - | - | - | - | 271 | 1 | 6 300 | 6 | - | - | 3 600 | 4 |
| <12,5 øre | 10 171 | 11 | - | - | - | - | 271 | 1 | 6 300 | 6 | - | - | 3 600 | 4 |
| <15 øre | 10 571 | 11 | - | - | - | - | 271 | 1 | 6 300 | 6 | 400 | 0 | 3 600 | 4 |
| <17,5 øre | 10 571 | 11 | - | - | - | - | 271 | 1 | 6 300 | 6 | 400 | 0 | 3 600 | 4 |
| <20 øre | 18 571 | 19 | - | - | - | - | 271 | 1 | 6 300 | 6 | 400 | 0 | 11 600 | 13 |
| <22,5 øre | 20 059 | 21 | - | - | - | - | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 400 | 0 | 11 600 | 13 |
| <25 øre | 24 568 | 24 | - | - | 1 500 | 0 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 14 009 | 15 |
| <27,5 øre | 25 014 | 24 | - | - | 1 946 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 14 009 | 15 |
| <30 øre | 25 014 | 24 | - | - | 1 946 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 14 009 | 15 |
| <32,5 øre | 25 269 | 24 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 14 009 | 15 |
| <35 øre | 25 269 | 24 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 14 009 | 15 |
| <37,5 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <40 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <42,5 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <45 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <47,5 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <50 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <52,5 øre | 29 196 | 29 | - | - | 2 201 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <55 øre | 36 444 | 29 | 7 000 | 1 | 2 449 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 1 000 | 0 | 17 936 | 19 |
| <57,5 øre | 38 444 | 30 | 7 000 | 1 | 2 449 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <60 øre | 38 444 | 30 | 7 000 | 1 | 2 449 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <62,5 øre | 40 444 | 30 | 9 000 | 1 | 2 449 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <65 øre | 40 444 | 30 | 9 000 | 1 | 2 449 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <67,5 øre | 40 444 | 30 | 9 000 | 1 | 2 449 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <70 øre | 52 444 | 32 | 19 500 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <72,5 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <75 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <77,5 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <80 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <100 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <150 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |
| <200 øre | 53 944 | 32 | 21 000 | 2 | 3 949 | 1 | 271 | 1 | 7 788 | 7 | 3 000 | 1 | 17 936 | 19 |

**VEDLEGG 3
TEKNISK BESKRIVELSE AV ANLEGGSKONSEPT**

Forutsetninger for prosessdimensjoneringen er gjengitt i Tabell 18, Tabell 19 og Tabell 20. Massestrøm, mengder og estimert biogassproduksjon.. Forslaget bygger på at leveranser av avfall med søppelbil skjer på hverdager, dagtid. Forbehandling skjer med to skift.

Tabell 18. Prosessdimensjonering forbehandling.

| Parameter | Verdi |
|---|-------------------------------|
| Sortert avfall til forbehandling | 18 000 tonn/år |
| Tid, avlastning | 6 timer/døgn, 5 dager/uke |
| Driftsdøgn | 14 timer/døgn |
| Middelbelastning | 70 tonn/døgn |
| TS | 33 % |
| Rejekt | 10 % av innkommende matavfall |

Tabell 19. Prosessdimensjonering råtneprosess.

| Parameter | Verdi |
|------------------------------------|---|
| Temperatur | Mesofil* |
| Innmatning | Kontinuerlig |
| Råtnekammervolum(effektivt) | 6 000 m ³ |
| TS | 14 % |
| Organisk belastning | 3,6 kg VS/(m ³ , dag) |
| Oppholdstid | 33 d |
| Nedbrytningsgrad, gj.snitt | 64 % av VS |
| Gassutbytte | 590 Nm ³ /kgVS _{in} |
| Metaninnhold i biogass | 65 %CH ₄ |
| Energiinnhold i biogass | 6,5 kWh/Nm ³ |

*I regnemodellen har Rambøll regnet med at råtneprosessen er mesofil (ca 37°C), men anlegget kan driftes termofilt (55°C) dersom det skulle vise seg å være ønskelig.

Mengder og estimert biogassproduksjon

Massestrøm, mengder og estimert biogassproduksjon, basert på forutsetningene som vist over, samt i massebalanse, vises i Tabell 20 nedenfor.

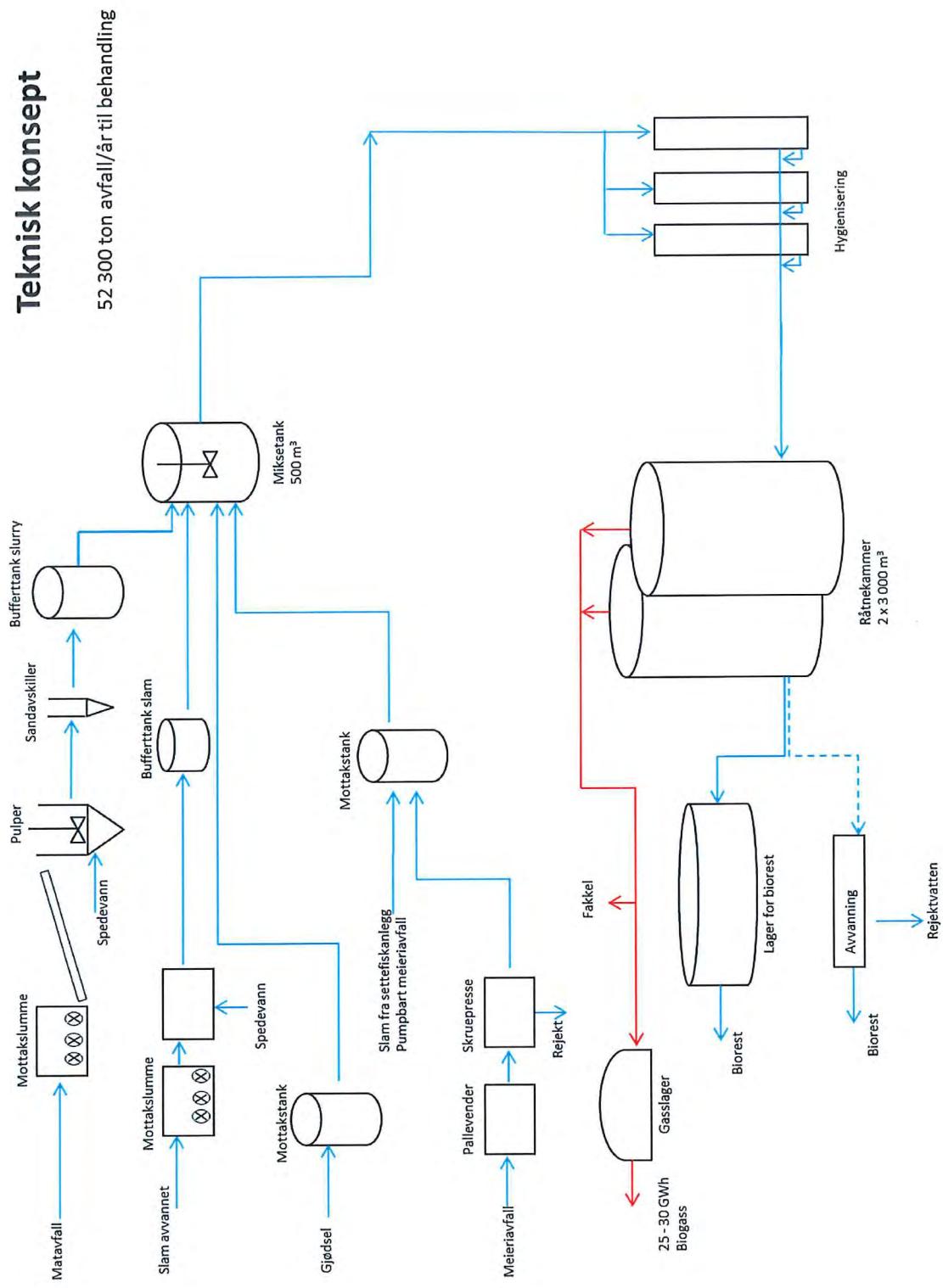
Tabell 20. Massestrøm, mengder og estimert biogassproduksjon.

| Parameter | Verdi | |
|--|-------------------------|---------------|
| Avfall til anlegget, totalt | 52 300 tonn | |
| Rejekt forbehandling av matavfall | 1 900 tonn ³ | |
| Avfall till råtning, totalt | 50 400 tonn | |
| Tørrstoff | 25 tonn TS/dag | |
| Organisk stoff (glødetap) | 22 tonn VS/dag | |
| Massestrøm | 180 tonn/dag (14 % TS) | |
| Biogass | 230 Nm ³ /h | |
| Energiinnhold biogass | 25-30 GWh/år | |
| | | |
| | Uten avvanning | Med avvanning |
| Biorest | 170 tonn/dag | 30 tonn/dag |
| | 11 tonn TS/d | 7 tonn TS/d |
| Rejektvann | | 130 tonn/d |
| | | 5 tonn TS/d |

Følgende beskrivelse skal leses sammen med Figur 18, som viser en tenkt teknisk løsning for prosess.

Mottak, sortering og forbehandling skjer i en felles mottakshall der all maskinell utrustning plasseres. Maskinrom, to råtnetanker med oppsamling av biogass og biorest, anlegg for gassoppgradering og avvanning, alternativt tørking, av biorest plasseres i nærheten av mottakshallen. Rejektvanhåndtering er ikke inkludert i flytskjemaet.

³ Inkluderer rejekt fra forbehandling av matavfall samt forbehandling av meieriaavfall i forpakning.

**Figur 18. Flytskjema**

Anlegget består av følgende hoveddeler:

(1) Ny mottakshall som skal inneholde:

(N) Mottak matavfall

- a. Mottakslummer med homogeniseringsskruer for matavfall
- b. Forbehandlingsutrustning for matavfall (finfordeling) med rejekthåndtering

(O) Mottak meieriavfall i forpakning

- a. Mottak
- b. Forbehandling av meieriavfall i forpakning (pallevendere samt skrupresse)

(P) Mottak for avvannet slam samt tørt slam fra settefiskanlegg

- a. Tipplumme med homogeniseringsskruer
- b. Blandningstank for fortynning til 6-7 % TS

(Q) Hygieniseringstanker

(R) Tanker for spyle- og rejektvann

(S) Pumper for slurry og råtnerest

(T) Avansert luktreduksjon (kullfilter)

(U) Elrom

(V) Driftsentral, personalrom, verksted etc.

(2) Mottak for øvrige fraksjoner (i tilknytning til mottakshall):

- Mottakstank flytgjødsel
- Mottakstank flytende slam fra settefiskanlegg samt flytende meieriavfall

(3) Øvrige tanker (i tilknytning til mottakshall):

- Buffertank forbehandlet matavfallsslurry
- Buffertank for fortynnet slam (til 6-7 % TS)

(4) Miksetank, 500 m³

(4) Råtnetanker og biogasshåndtering

(W) Råtnetanker, 2x3 000m³

(X) Lagertank for råtnerest

(Y) Tilløp til tankbil for henting av flytende biorest

(Z) Maskinrom

(Æ) Gassrom

(Ø) Gassklokke og gassfakkel

(5) Gassoppgraderingsanlegg:

(Å) Gassoppgraderingsanlegg

(AA) Ev. Høytrykks komprimering

(BB) Ev. Oppstillingsplass for gassflak

(6) Dersom bioresten skal avvannes trengs i tillegg:

(CC) Avvanningsanlegg

(DD) Tørrslamsilo for utlasting av avvannet biorest til container

(EE) Ev. lagringstank rejektvann

Mottak

Valg av emballasje for innsamling av matavfall styrer hvordan matavfallsomtaket skal designes. I denne rapporten er det forutsatt at matavfallet ankommer anlegget som sortert avfall i plast og/eller papirposer. Om matavfallet samles inn i plastposer sammen med andre avfallsfraksjoner i samme beholder kreves en optisk sortering før forbehandlingstrinnet. Merkede poser sorteres da opp i ønsket antall fraksjoner. Optisk sortering av plastposer i ulike farger inngår ikke i anlegget.

Lossing av matavfall skjer innendørs med biler som rygger inn mot tipplumme for tømming av avfallet. Et flertall tipplummer behøves for at flere lastebiler skal kunne laste av matavfall samtidig. I bunnen på hver tipplumme finnes skruer som grovmaler matavfallet. Det grovmalte matavfallet transporteres siden med skruetransport til en pulper for finmaling.

Meieriaavfall i forpakning mottas i separat mottakslumme.

Avvannet slam mottas i egen tipplumme med skruer i bunnen. Her tas også flytende settefisk-slam imot. Slammet skrues videre til tank for utvanning.

Flytende gjødsel mottas i separat mottakstank.

Flytende meieriaavfall samt flytende slam fra settefiskanlegg mottas i separat mottakstank.

Forbehandling av matavfall

Matavfallet skrues til en pulper for finmaling. Vann tillsettes for å justere TS-innholdet. Som spesialvann kan prosessvann eller ferskvann anvendes. Pulperen er utstyrt med en kraftig omrører som slår i stykker materialet i små biter. Tungt materiale så som stein, bestikk o.l. separeres ut i bunnen, og lett materiale så som plast i toppen. Rejektet vaskes og avvannes før det samles opp i containere og kjøres bort fra anlegget. Rejektmengdene ved behandling av husholdningsavfall øker erfaringsmessig til ca 10 % av inkommande avfallsmengder (1 800 ton/år i dette tilfellet).

Etter pulperen følger en sandcyklon for å separere ut sand og jord som alltid finnes i husholdningsavfall.

Etter å ha passert gjennom forbehandlingssystemet er avfallet redusert til en lettflytende slurry, ca 12-15 % tørrstoff, som pumpes videre til miksetanken for å blandes med de øvrige inkomende fraksjoner.

Forbehandling av avvannet slam samt tørt slam fra settefiskanlegg

Avvannet slam fortynnes til ca 6-7 % TS i en blandningstank og pumpes deretter til en buffertank for fortynnet slam.

Forbehandling av meieriaavfall i forpakning

Meieriaavfall i forpakning forbehandles i en skruerpresse for å separere ut plast- og papiremballasje. Rejekt går til buffervolum for utsorterte fraksjoner fra forbehandling av matavfall. Accept går til mottakstank for flytende meieriaavfall samt slam fra settefiskanlegg.

Miksetank

En miksetank med volum 500 m³ plasseres før hygieniseringen. Miksetanken utrustes med spesielle omrørere samt med en pumpe på utløpet. Til miksetanken pumpes samtlige fraksjoner. Miksetanken fungerer dels som buffertank for å sikre kontinuerlig innmatning til hygienisering og råtning, men sørger også for en homogen slurry inn til råtnekammerene. Fra miksetanken pumpes slurryen videre til hygieniseringsteget.

Hygienisering og utråtning

Hygieniseringssystemet består av tre tanker. Slurryen pumpes inn i den første tanken til denne er full (slurryen pumpes så videre til neste tank). Damp injiseres i bunnen av den første tanken og varmer opp slurryen til 70°C. Oppholdstiden for slurryen i tanken settes til 1 time. Gjennom denne varmebehandlingen overholdes hygieniseringskravet.

Etter hygieniseringen pumpes materialet videre til råtnetankene. Slammet kjøles ned til 37°C gjennom varmeveksling mot innkommende strøm til hygieniseringstrinnet. Det er antatt at utrāting skal skje ved mesofil temperatur. Det er mulig å justere råtneprosessen til termofil drift dersom det er ønskelig.

Oppholdstiden i råtnetrinnet er ca 33 dager, som gir en god margin for variasjoner i innkommende massestrøm. TS-innholdet i innkommende matavfall samt i produsert slurry kan variere, hvilket påvirker både den organiske og den hydrauliske belastningen på råtnekammersteget. Råtnekammervolum er valgt for å kunne klare en variasjon i innkommende slurry uten driftsforstyrrelser, samt for å oppnå en godt utrātnet biorest.

Organisk belastning i råtnekammerne er satt til ca 3,5 – 3,7 kgVS/m³/d, da en belastning over dette erfaringmessig innebærer en mindre stabil prosess. Oppholdstid i råtnetrinnet er ca 33 d, som innebærer gode forutsetninger for å få en godt utrātnet matavfallsslurry.

Luktreduksjon

Lukt oppstår fremfor alt ved mottak av avfall, i forbehandlingsanlegget samt i hygieniseringstanke.

Anlegget utrustes med luktreduksjon for rensing av prosessluft. Så langt som mulig er anlegget innbygd for å minimere luktspredning. Der det ikke er mulig å kapsle inn eller dekke over luktkildene, eksempelvis ved tipplummene i mottakshallen, plasseres fraluftsug så nært luktkilden som mulig. Tilluften tilførs på et slikt vis at en luftfri sone, f.eks med bebyggelse, gangveier etc, skapes der luftomsetningen er høy.

Luktrensing kan utføres på ulike måter. Det vanligste alternativet for luktrensing er via UV-lys og kullfilter eller biologiske filter. All fraluft fra prosessen skal ledes til luktrenseanlegg.

Håndtering av biogass

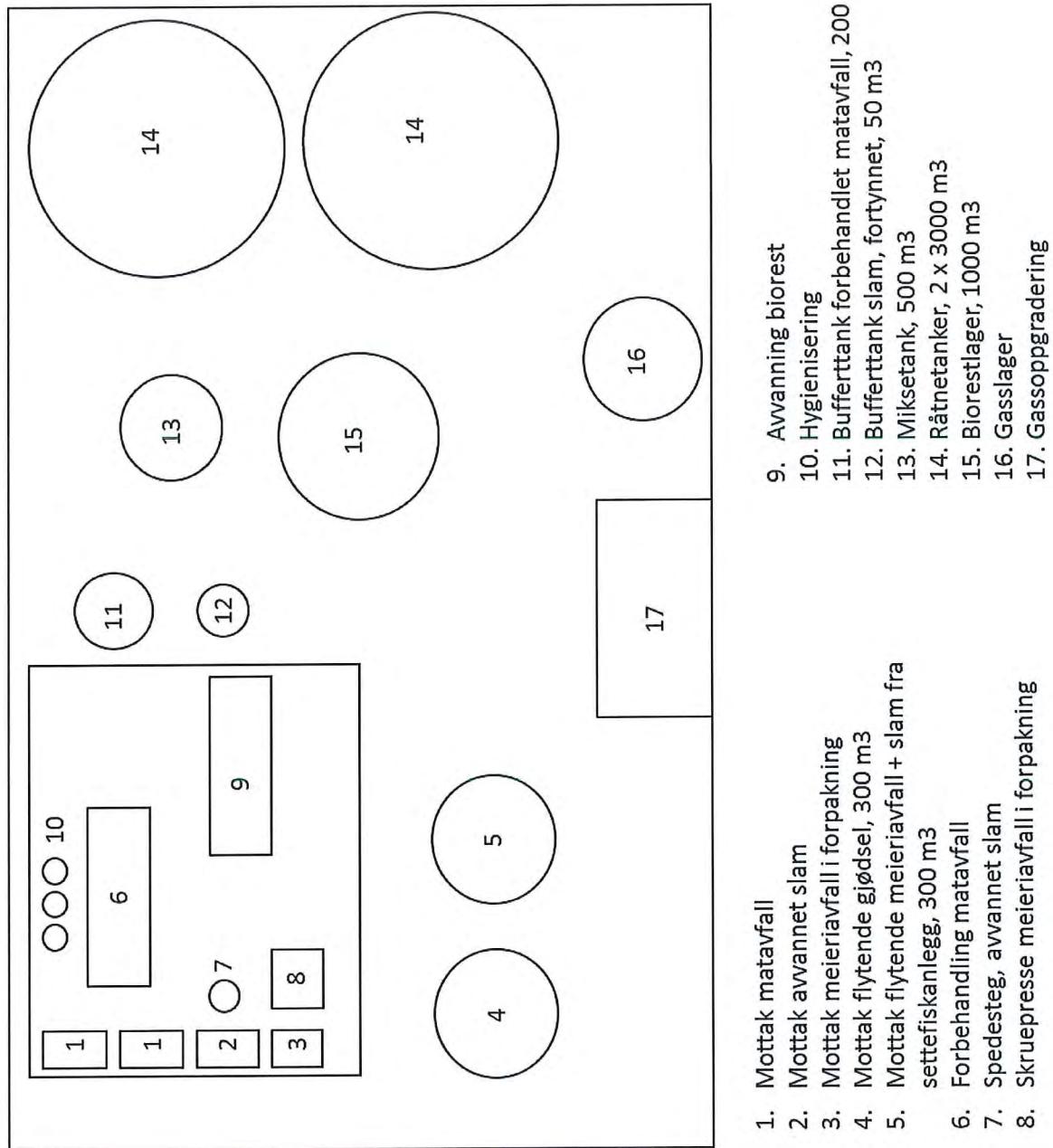
Etter at utrātingen har funnet sted føres biogassen videre til en gassklokke. Biogassen kjøles før å fjerne vann før den sendes via gassvifter til gassoppgraderingsanlegget. Til gasssystemet kobles en gassfakk til forbrenning av eventuell overskuddsgass.

Det finnes flere ulike teknologier for oppgradering av biogass tilgjengelig på markedet. Skrubberteknologier med vann eller aminer og membransepasjon er eksempler på teknologier som anvendes. Det er her forutsatt anvendelse av en vannskrubber, som er vanlig både i Norge og Sverige i dag. Rambøll understreker at valg av teknologi bør vurderes nærmere.

Gassoppgraderingen plasseres vanligvis i en separat container/teknikkhus. Etter oppgraderingen tilsettes luktstoff til gassen. Den oppgraderede gassen ledes enten direkte til gassnettet om dette finnes tilgjengelig nært anlegget, alternativt til høytrykkskompressorer som øker gassens trykk til ca 250 bar. Den komprimerte gassen lastes deretter ut på gassflak for videre transport.

Plassbehov

Et grovt anslag av det totale plassbehovet for foreslått anlegg blir ca 2 000- 2 500 m². En skisse over anleggsområdet er vist i Figur 19. En nærmere utredning om plassering av anleggskomponenter, logistikk, m.m. må gjøres for å bestemme plassbehovet.

**Figur 19. Skisse over anleggsområdet**

Estimert næringsinnhold i uavvannet biorest, respektive tørr fraksjon og flytende fraksjon etter avvanning for det planlagte anlegget er vist i Tabell 21.

Tabell 21. Massestrøm og næringsinnhold for uavvannet biorest, samt tørr og våt fraksjon etter avvanning av biorest

| Parameter | Verdi | |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Biorest, uavvannet | | |
| Massestrøm | 170 | ton/d |
| TS-innhold | 7 | % |
| Ntot | 3 000 | g/l |
| NH4-N | 2 200 | g/l |
| Ptot | 0,2 | g/l |
| Tørr fraksjon etter avvanning | | |
| Massestrøm | 30 | ton/d |
| TS-innhold | 25 | % |
| Ntot | 6 000 | g/l |
| NH4-N | 4 | g/l |
| Ptot | | |
| Flytende biorest | | |
| Massestrøm | 130 | ton/d |
| TS-innhold | 3 | % |
| Ntot | 4 | g/l |
| NH4-N | 3 | g/l |
| Ptot | 0,3 | g/l |
| | 170 | ton/d |