Mulighet for økt biogassproduksjon i Oslofjordregionen

En forstudie

Publisert av Eirik R. Haugen, Karen Sund, Tord P.R.L Araldsen og Jon Østgaard
Biogass Oslofjord 2021
Ferdigstilt: 15. januar 2021

VIKEN FYLKESKOMMUNE

Vestfold og Telemark FYLKESKOMMUNE

Oslo

BIOGASS OSLOFJORD

Tabelloversikt

Tabell 1: Utslippsreduksjon ved økt produksjon og bruk av biogass	4
Tabell 2: Oversikt over produksjon av biogass i Oslofjordregionen	7
Tabell 3: Planer om økt produksjon	8
Tabell 4: Potensiell energiproduksjon for Oslofjordregionen.	12
Tabell 5: prosent matavfall i restavfall	13
Tabell 6: Oversikt over potensiell energiproduksjon for matavfall	14
Tabell 7: Antall husdyr fordelt på region	15
Tabell 8: Oversikt over metanpotensialet for husdyr fordelt på region	16
Tabell 8b: Oversikt over metanpotensialet til gjødsel fra husdyr	16
Tabell 9: Oversikt over mengde halm fra ulike fylker	17
Tabell 10: Produksjon av potet	18
Tabell 11: Produksjon av Høy/gras	18
Tabell 12: Fordeling av landbruksavfall i regionen	19
Tabell 13: Energipotensialet for avløpsslam fra landbaserte anlegg	20
Tabell 14: Estimert biogass produksjon fra deponi	23
Tabell 15: Antall dyr slaktet i Oslofjordregionen	24
Tabell 16: Utslippsoversikt fra kilder egnet til biogass og utslipp fra metan (tonn CO2-ekvivalenter)	29
Tabell 17: Utslippsfaktorer for diesel i CO2-ekvivalenter	30
Tabell 18: Oversikt over biogasspotensialet for ulike typer substrat	37
Tabell 19: Sammensetning av deponigass	40
Tabell 20: Detaljinfo for biogassanlegg	41
Tabell 21: Oversikt over behandlingsanlegg for avfall	43
Tabell 22: Oversikt over deponier og deponigassutslipp fra anlegg	44
Tabell 23: Oversikt over regionale renovasjonselskaper i Oslofjordregionen	45

Innholdsfortegnelse

Sammendrag 4

Forkortelser 5

Innledning 6

Anerkjennelse 6
Hensikten med studiet 6
Dagens produksjon av biogass 7
Fakling - Sløsing med ressurser 9

1.De mange kildene til biogass 10

1.1 Matavfall - Mest omtalt i Norge, men ikke størst 12
1.1.1 Kildesortert matavfall fra husholdninger 13
1.1.2 Matavfall i restavfallet 13
1.1.3 Matavfall utenom husholdninger 14
1.1.4 Statistikk og resultat for matavfall 14
1.2 Husdyrgjødsel 15
1.2.1 Tilgang på statistikk 16
1.3 Landbruksavfall 17
1.3.1 Halm 17
1.3.2 Potet 18
1.3.3 Høy / gras 19
1.3.4 Frukt og grønnsaker 19
1.3.5 Analyse av landbruksavfall 19
1.4 Slam til biogass 20
1.4.1 Problemstillinger knyttet til utnyttelsen av avløpsslam 21
1.4.2 Slam fra skip, sjøfart og oppdrettsnæring 21
1.5 Deponigass 22
1.5.1 Analyse av deponigass i Oslofjordregionen 22
1.5.2 Problemstillinger knyttet til anvendelse av deponigass 22
1.6 Andre kilder til biogassproduksjon 24
1.6.1 Avfall fra skogbruk 24
1.6.2 Avfall fra slakt 24
1.6.3 Havavfall - Alger, tang og tare 25

2. Barrierer, lønnsomhet og utslippsreduksjon 26

2.1 Utslippsreduksjon ved økt produksjon av biogass 29
2.2 Utslippsreduksjon ved økt forbruk av biogass 30

3. Hvor bør et biogassanlegg ligge? 32

4. Estimering av verdier og data 36

5. Konklusjon 39

6. Vedlegg 40

7. Kilder 47

Sammendrag

Hensikten med denne studien har vært å kartlegge ressursgrunnlaget for biogass i Oslofjordregionen. Resultatene er estimater basert på informasjon hentet fra offentlige datasett, rapporter og fagpersoner. I tillegg har dagens kapasitet og produksjon av biogass for de større aktørene i blitt kartlagt. Dataene viser at noen anlegg har ubenyttet kapasitet og en høy grad av fakling.

Estimatene for ressursgrunnlaget viser regionen benytter seg av 0,27 TWh av et teoretisk potensial på 1,8 TWh (Tabell 4). Dette gjør at det er mulig å øke produksjon med 1,6 TWh. Selv om potensialet for enkelte typer råstoff er stort, kan det være vanskelig å utnytte i praksis.

Dette kommer av utfordringer knyttet til oppsamling, transport, forbehandling, konkurrerende bruksområder og regulatoriske barrierer. Det teoretiske potensialet for biogassproduksjon er sannsynligvis større enn hva som blir anslått i denne rapporten, men grunnet begrensninger i statistikkgrunnlag har det vært vanskelig å gi nøyaktige estimater for alle råstoffgruppene.

Økt produksjon og forbruk av biogass kan redusere utslipp i regionen med 554 000 tonn CO2-ekvivalenter. Hvilket tilsvarer 16 % av utslippet fra autodiesel i regionen hvis en antar at forbruket tilsvarer regionens andel av den nasjonale befolkningen.

Kartleggingen viser at det kan være grunnlag for nye anlegg i regionen, men samtidig har flere av dagens anlegg ledig kapasitet eller planer om å utvide sin produksjon. Det kan være hensiktsmessig å utnytte ledig kapasitet før det eventuelt bygges nye anlegg.

Tabell 1: Utslippsreduksjon ved økt produksjon og bruk av biogass

Kilder (Fanget metan i CO_2-ekvivalenter)	124 000
Forbruk (reduserte utslipp fra diesel)	430 000
Totalt	**554 000**

Tabellen er produsert med data presentert i Tabell 16 og Tabell 17. Verdiene er oppgitt i tonn CO_2-ekvivalenter.

Forkortelser og definisjoner

IPPC:

The Intergovernmental Panel on Climate Change (FNs Klimapanel)

TWh:

Terawatt-hour (terrawatt time)

GWh:

Gigawatt timer

SSB:

Statistisk Sentral Byrå

ATSDR:

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US)

TS:

Tørrstoff

VEAS:

Vestfjorden Avløpsselskap

BRA:

Bekkelaget Vann

VS:

Organiske fraksjoner av tørrstoff

EU:

Den Europeiske Union

CO2:

Karbondioksid

Nm3 metan/ Nm3 CH4:

Normalkubikkmeter metan, tilsvarer et energipotensial på 10 kWh pr. enhet

Biometan:

Biogass som er oppgradert til drivstoffkvalitet, ved at CO2 er renset ut. Består av >97% metan

SGC:

Energiforsk (tidl. Svenskt Gastekniskt Center)

NMBU:

Norges Miljø og Biovitenskapelige Universitet

Biogass:

Gassen som oppstår etter anaerob forråtning av biologisk materiale. Består av om lag 60% metan og 40% CO2, og noen sporgasser

Fakling:

Brenning av uutnyttet metan. Reduserer klimagassutslipp sammenlignet med å slippe metan rett ut.

RA:

Renseanlegg

LNG:

Liquid Natural Gas

LBG:

Flytende biogass

KLD:

Klima og Miljø Departementet

Innledning

Biogass er en fornybar energibærer som produseres gjennom anaerob nedbrytning av organisk materiale. Denne prosessen produserer metan som kan fanges opp og brukes til å erstatte fossile energibærere. Når ganger metan som ellers ville blitt sluppet ut i atmosfæren, som ved deponier eller lagring av husdyrgjødsel, kan biogass gi netto negative utslipp. Selv om det er mange klimafordeler med biogass, produseres og forbrukes det mindre biogass i Norge enn i våre naboland.

EU estimerer at biogass har en svært positiv miljøeffekt sammenlignet med fossile energibærere, og kan gi høyere utslippskutt enn biodiesel, elektrifisering og hydrogen når en ser på hele livsløpet (EU, 2018). Norge har satt seg ambisiøse mål om å redusere klimagassutslipp med 50% innen 2030, og 90-95% innen 2050 (Regjeringen, 2020). Da blir det viktig at det skal lønne seg å velge grønt. Oppfattet knapphet er en utfordring for aktører som vurderer å bruke biogass. Derfor har vi i denne studien sett på et bredt utvalg av kilder i vår region, og vurdert mulighetene for økt produksjon.

Norge og fylkene i Oslofjordregionen, ønsker å bli bærekraftige og mer sirkulære i sin avfallshåndtering. Biogass kan bidra betydelig for å nå disse målene. Fylkene i regionen har satt tydelige mål for å gjennomføre en grønn omstilling og økt bruk av biogass er sentralt for å gjennomføre dette.

Økt satsning på biogass er et av flere verktøy tilgjengelig for å gjøre Norge til et lav-utslipps¬samfunn, og kan bidra til å gjøre Oslofjordregionen ledende innen grønn omstilling.

Klima- og miljødepartementet publiserte 8. februar 2021 en handlingsplan for biogass i sammenheng med klimaplanen for 2021-2030. Handlingsplanen bygger bl.a. på innspill fra offentligheten og en rapport fra Carbon Limits som estimerer biogasspotensialet i Norge 2,5 TWh frem mot 2030 (Sammut, 2019). Biogass er fremdeles en liten del av den norske energiproduksjonen, men økt satsning på biogass er et viktig verktøy for en grønnere omstilling. Tydelig offentlig politikk er et viktig virkemiddel for bransjens fremtid.

Anerkjennelse

Dette forprosjektet er gjennomført av Biogass Oslofjord med delfinansiering fra Klimasats. Arbeidet ble gjennomført i tidsperioden januar 2020 til januar 2021.

Biogass Oslofjord er et samarbeidsnettverk av og for fylkene Viken, Oslo og Vestfold og Telemark.

Hensikten med studiet

Hensikten med studien har vært å kartlegge kilder til organisk avfall som kan benyttes til biogassproduksjon. Dette inkluderer å kartlegge den totale mengden, bruksområder og potensielle utfordringer knyttet til bestemte substrater. I tillegg har studien kartlagt dagens produksjon av biogass og utslippsreduksjon knyttet til økt bruk. Forslag til lokalisering av nye anlegg og barrierer knyttet til lønnsomhet for biogass har også blitt gjennomgått. Dette kan gi grunnleggende informasjon for mer konkretiserende studier i framtiden.

Studien gjennomgår flere av de ulike kildene til organisk avfall som finnes i Oslofjordregionen, og ser nærmere på bruken av deponigass, matavfall, slam, husdyrgjødsel og restprodukter fra matproduksjon i et forsøk på å synliggjøre biogasspotensialet til disse kildene. Studien ser ikke på bruk av energivekster, dvs. matvekster produsert for å brukes til biogassproduksjon. Et sentralt ledd i studien er å kartlegge dagens produsenter av biogass, samt om det eksistere planer om å utvide kapasitet. Dette er for å synliggjøre allerede eksisterende aktører i regionen som kan være interessert i tilgang på mer substrat for økt egenproduksjon, samt gi en oversikt over dagens situasjon for biogass i regionen.

Geografisk er studien begrenset til medlemsfylkene i Biogass Oslofjord (Vestfold & Telemark, Viken og Oslo).

Dagens produksjon av biogass

Biogass er en ny, men voksende næring i Norge som kan bidra til flere arbeidsplasser, bedre ressursutnyttelse, utslippsreduksjon av klimagasser, innovasjon og annen verdiskapning. For å få maksimalt ut av næringen er det viktig at den fortsetter å vokse. Flere biogassaktører i regionen har planer om å utvide sin produksjons¬kapasitet (Tabell 3). Hvis økt produksjon kobles sammen med en reduksjon i fakling av gass og bedre bruk av uutnyttet kapasitet, kan dette gi et betraktelig løft for produk¬sjonen. En gjennomgang av verdier oppgitt for ulike anlegg (Tabell 2) viser at det å benytte seg av uutnyttet kapasitet kan bidra til å løfte produksjonen regionen med over 100 GWh.

Tabell 2 viser at flere anlegg har uutnyttet produksjonskapasitet. Det kan være ulike grunner til dette, inklusive mangel på substrat, lav etterspørsel av biogass, regulatoriske barrierer, tekniske problemer eller øvrige økonomiske utfordringer. Som regel er offentlig eide anlegg dimensjonert for fremtidig befolkningsvekst og mål om økt grad av kildesortering. Dette kan i noen tilfeller resulterer i lavere utnyttelsesgrad i starten av anleggets levetid.

Biogassanleggene i Oslofjordregionen er relativt godt spredt, men med mye høyere tetthet enn andre steder i landet. Dette kommer bl.a. av høyere befolkningstetthet og at en stor andel av kommunene kildesorterer matavfall og bruker dette til biogass-produksjon. Nesten alle de store behandlingsanleggene er direkte eller indirekte offentlig eid med unntak av anlegget til Saubrugs som produserer biogass fra restmateriale fra papirproduksjon. Det er stor variasjon i hvordan de offentlige selskapene er organisert. Noen kommuner eier og drifter biogassanleggene selv, gjennom interkommunalt samarbeid og/eller i samarbeid med private aktører.

Tabell 2: Oversikt over produksjon av biogass i Oslofjordregionen

Produsent	Kapasitet (GWh)	Dagens produksjon (GWh)	Fakling (%)	Uutnyttet kapasitet (GWh)
Den magiske fabrikken	94	78	0,5	16
Lindum Drammen	17	14	0,4	3
VEAS	111	61	0,5	50
BRA	31	26	14,8	5
Romerike	45	36	25,4	9
Nordre Follo RA	7	5	9,8	2
Søndre Follo RA	4	4	42,0	0
Frevar	34	28	46,2	6
Saugbrugs	13	9	15,5	4
Borregaard	44	35	13,6	10
HRA	20	16	42,3	4
Totalt	**420**	**312**	**19***	**109**

Oversikt over produksjon fra utvalgte anlegg i Oslofjordregionene. Datasett har blitt produsert med verdier oppgitt fra produsentene. Energiproduksjon (GWh) har enten blitt oppgitt av produsent eller estimert ved et antatt metaninnhold på 65% og et energipotensial på 10 kWh pr Nm3 CH4 for 100% ren metangass. Oppgitte verdier gjelder for 2019. For oversikt over flere anlegg se s. 40-46

** Gjennomsnittlig fakling (%)*

Figur 1: Oversikt over biogassprodusenter

Biogassprodusenter i Oslofjordregionen. Anleggets posisjon er markert med rød prikk. De fleste anlegg er sentrert rundt Oslofjorden, med HRA og Romerike som unntak.

Figur er produsert gjennom Google Maps.

Tabell 3: Planer om økt produksjon

Anlegg	Økning av produksjon
Den magiske fabrikken	Ja
Lindum Drammen	Ja
VEAS	Ja
BRA	Ja
Romerike biogassanlegg	Nei
Nordre Follo RA	Nei
Søndre Follo RA	Ja
Borregaard	Nei
Frevar	Nei
Saugbrugs	Nei

Tabellen viser en kort oversikt over hvilke anlegg som planlegger å utvide sin produksjon av biogass.

Det er stor variasjon mellom hva, og hvor mye et anlegg planlegger å utvide. Noen anlegg planlegger å ta i bruk ubenyttet kapasitet, mens andre anlegg planlegger utvide eksiterende kapasitet.

Svar er oppgitt fra de bestemte aktørene over e-post.

Fakling – sløsing med ressurser

Biogassanleggene i Oslofjordregionen faklet i 2019 ca. 40 GWh med biogass. Det er ulike grunner til at en produsent velger å fakle, ofte som følge av lav etterspørsel eller tekniske problemer. Noen anlegg har perioder med mye fakling, ofte grunnet variasjon i forbrukers behov.

Det er ikke ønskelig at det fakles biogass. Dette er energi som kan bli brukt i tung-transport, shipping eller industri, samtidig utgjør det et inntektstap for produsenten. Offshore har det lenge vært begrensninger på fakling av metan, ikke av klimahensyn, men en grunntanke om at energi skal benyttes og ikke sløses.

1. De mange kildene til biogass

Denne delen av rapporten gjennomgår substrater som er egnet til biogassproduksjon i Oslofjordregionen, med hovedfokus på matavfall, husdyrgjødsel, landbruksavfall, slam og deponigass. Andre potensielle substrater blir også gjennomgått for å belyse dem som potensielle kilder. Det er flere ulike typer substrater tilgjengelig i regionen, og flere av disse er allerede i bruk. Studien har forsøkt å kartlegge hvor mye av de ulike typene substrat som er tilgjengelig til biogassproduksjon der det er mulig.

Biogasspotensialet for de ulike substratene blir presentert i gigawattimer (GWh). Eventuelle problemstillinger, slik som lønnsomhet, knyttet til en bestemt substrattype blir kort gjennomgått, men blir ikke tatt med i beregningen for det teoretiske biogasspotensialet til substratet.

1.1

Matavfall - Mest omtalt i Norge, men ikke størst

1.1.1: Matavfall fra husholdninger

Optimal håndtering av matavfall er en utfordring for mange samfunn. Det krever gode løsninger for logistikk, transport og opplæring av forbrukerne. I tillegg går en stor andel av maten vi produserer rett i søpla i form av matsvinn, estimert til mellom 25-30% globalt (Miljødirektoratet, 2020b). Det er stadig økende fokus på å redusere matsvinn og utnytte matavfall på best mulig måte. Til tross for at vi har store ambisjoner for å redusere matsvinn, er det antatt at mengdene kildesortert matavfall vil fortsette å vokse sammen med befolkningsveksten og etter hvert som folk blir flinkere til å kildesortere (Brekke, 2009; Miljødirektoratet, 2020b).

Det er stor variasjon i hvordan ulike kommuner og fylker i Norge behandler matavfallet sitt. Kildesortering er ikke praktisert i alle regionene i Oslofjorden (se figur 2 for oversikt). Dette kapitelet gjennomgår matavfall som kildesortert avfall, restavfall og dagligvarebransjen. Det er flere kilder til matavfall, slik som produksjon, og preprosessering, men disse blir ikke gjennomgått i dette kapitelet (se kap. 1.3 for landbruksavfall).

Tabell 4: Potensiell energiproduksjon for Oslofjordregionen.

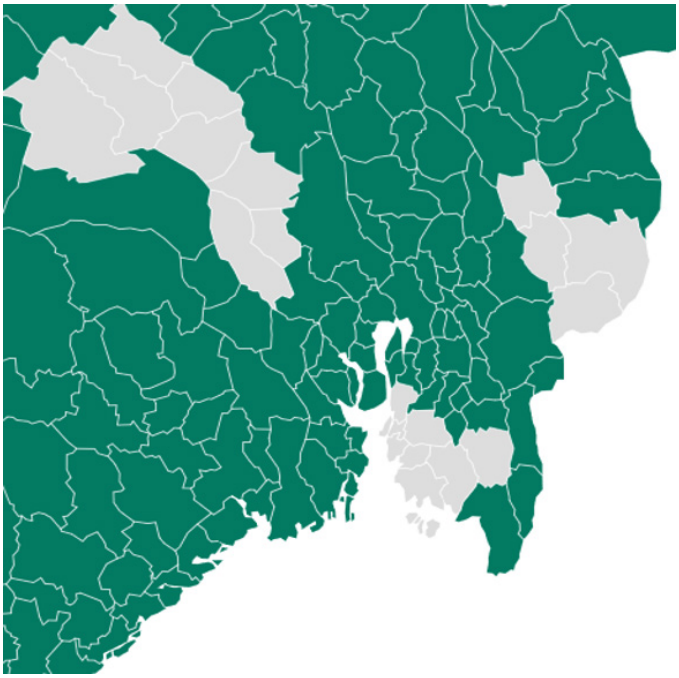
Kilde	Totalt energipotensial (GWh)	Brukt energipotensial (GWh)	Ubrukt energipotensial (GWh)
Kildesortert matavfall fra husholdninger	99,5	98,5	1,28
Matavfall i restavfall fra husholdninger	200,0	0**	200,0
Husdyrgjødsel	380,0	7,6*	372,4
Halm	875,0	0**	875
Høy/gras	23,3	0**	23,3
Rester fra potetproduksjon	3,8	0**	3,8
Avløpsslam	208,5	140,2	68,3
Deponier	53,4	26,5	26,9
Totalt	**1 843**	**273**	**1 570**

Oversikt over mengde Metan (CH_4) i Nm^3. Verdier har blitt estimert ut ifra data fra Tabell 18. Det har ikke vært mulig å innhente data for alle kildene, og de som mangler data blir presentert som (-). Ut ifra estimatene presentert i denne rapporten er det nok substrat tilgjengelig i Oslofjordregionen til å øke produksjonen med 1,6 TWh.
** Estimert verdi basert på at 73 000 tonn husdyrgjødsel går til biogass i regionen, med et Ts innhold på 5,8 %.*
*** Lite eller ingenting går til biogassproduksjon.*

1.1.1: Kildesortert matavfall fra husholdninger

Innsamling av avfall fra husholdningene er et kommunalt ansvar. Dette er organisert i kommunale eller interkommunale avfallsselskaper som håndterer dette i egen regi eller med anbudsbaserte avtaler med renovasjonsselskaper (oversikt i Tabell 23). Mange kommuner samler inn matavfall fra husholdninger, som i noen tilfeller går til biogassproduksjon. Det finnes kommuner som ikke benytter sitt matavfall til biogass, selv med biogassanlegg innenfor kommunegrensen.

De aller fleste kommunene i Oslofjordregionen kildesorterer matavfall, men ikke alle (figur 2). Av regionens 89 kommuner i 2019 er det 15 kommuner som ikke har kilde-sortering av matavfall fra husholdningene. Det ble i 2019 samlet inn 84.650 tonn kildesortert matavfall fra husholdningene, og av dette gikk 83.500 tonn til biogass-produksjon. Av matavfall som blir kildesortert går majoriteten av avfallet til biogass-produksjon, med unntak av 1.150 tonn som gikk til forbrenning eller kompost.



Figur 2: Oversikt over kommuner som kildesorterer
Grønne kommuner sorterer avfallet sitt, grå kommuner sorterer ikke. Det er tre klynger med kommuner i Oslofjordregionen som ikke kildesorterer avfall. Den største klyngen regionen er i tidligere Østfold-fylke og utgjør cirka 223 800 personer.

Figur ble produsert gjennom Sorter.no sin oversikt over "Kommuner med sortering og henting av matavfall"

Sist oppdatert mars 2019.

1.1.2: Matavfall i restavfallet

Det er ikke ønskelig at matavfall skal havne i restavfallet, men basert på plukkanalyser hos flere avfallsselskaper estimeres det et gjennomsnitt på 34% (vektprosent) for matavfall i restavfallet. Det er store regionale forskjeller på hvor mye matavfall som havner i restavfallet, og det antas en regional variasjon på mellom 26-50% (Tabell 5). Det er også stor variasjon i hvordan kommuner behandler matavfallet sitt og flere kommuner benytter seg ikke av et sorteringssystem. Matavfallet går dermed ofte til forbrenning sammen med restavfallet.

Antall personer som bor i kommuner som ikke kildesorterte i Oslofjordregionen i 2019 utgjorde cirka 287.100, med 223.800 av dem i tidligere Østfold-fylke, nå Viken (figur 2). Den totale mengden matavfall som produseres fra disse kommunene har ikke blitt kartlagt, men basert på estimater kan en anslå en total mengde på 23.000 tonn, hvis en antar at en gjennomsnittlig person kaster cirka 80,2 kg med matavfall i året (Syversen, Hanssen, & Bratland, 2018). Dette utgjør cirka 47 GWh som vil i denne rapporten havne i kategorien matavfall i restavfall.

Tabell 5: prosent matavfall i restavfall

Renovasjonsselskap	Matavfall i restavfallet %
RiG	36,0
RfD	27,4
FolloRen	33,4
ØRAS	35,4
Asker kommune	35,0
Oslo kommune	36,0
VESAR	26,3
ROAF	34,0
Sarpsborg kommune*	43,5

Vektprosten av matavfall i restavfall for utvalgte avfallsselskaper. Data er basert på plukkanalyser gjennomført hos avfallsselskapene.

Verdien gjelder for perioden 2018-2019.

** data er fra 2009*

1.1.3: Matavfall utenom husholdninger

Store mengder avfall genereres i dagligvarebransjen, både i grossist- og transport-leddet. Det er ulike grunner til at en velger å vrake matvarer i disse leddene, det kan skje som et resultat av skader på pakning eller vare, kontaminering, forråtnelse, dårlig lagringskapasitet eller temperaturskader (Matvett, 2021; TooGoodToGo, 2020). Stadig flere aktører i dagligvarebransjen har et fokus på sirkulærøkonomi, og bedre sorterings¬metoder kan bidra til å gjøre avfallet fra denne sektoren mer tilgjengelig.

Den totale mengde matavfall som genereres i dette leddet har ikke blitt kartlagt for regionen, grunnet begrenset datagrunnlag. Tidligere studier har vist at det genereres store mengder avfall i disse leddene (Stensgård & Hanssen, 2015).

1.1.4: Statistikk og resultat for matavfall.

Datagrunnlaget for matavfall har blitt produsert gjennom offentlig statistikk og gjennom samtaler med fagpersoner og aktører innenfor avfallssektoren (SSB, 2019). Data¬grunnlaget viser at det ble produsert 84.650 tonn sortert matavfall og 968.856 tonn restavfall. Fra restavfallet antas det, basert på pukkanalyser, en vektprosent på 34 % matavfall i restavfallet. Denne verdien er basert på et gjennomsnitt av oppgitte vekt¬prosenter fra renovasjonselskapen (Tabell 5). En vektprosent på 34 % tilsvarer cirka 340.000 tonn matavfall, som har et estimert energiinnhold på 200 GWh. Det eksisterer store regionale forskjeller i avfallsproduksjon hos de ulike kommunene, som ikke kommer frem gjennom statistikken.

Grunnlaget for den store mengden matavfall i restavfallet kommer av at mange kommuner som allerede sorterer har mye matavfall i restavfallet sitt, samtidig som flere kommuner ikke sorter matavfall sitt i det hele tatt. Dette gjør at mengden matavfall i restavfallet er betraktelig større enn for sortert matavfall. Det er lite sannsynlig at alt av dette avfallet vil være tilgjengelig for biogass, og den reelle mengden avfall tilgjengelig er nok betraktelig lavere enn hva som kommer frem i denne rapporten. For sortert matavfall er det lite som ikke allerede går til biogassproduksjon, og potensialet for økt produksjon ved bruk av matavfall ligger i restavfallet.

Grunnlaget for den store mengden matavfall i restavfallet kommer av at mange kommuner som allerede sorterer har mye matavfall i restavfallet sitt, samtidig som flere kommuner ikke sorter matavfall sitt i det hele tatt. Dette gjøre at mengden matavfall i restavfallet er betraktelig større enn for sortert matavfall. Det er lite sannsynlig at alt av dette avfallet vil være tilgjengelig for biogass, og den reelle mengden avfall tilgjengelig er nok betraktelig lavere enn hva som kommer frem i denne rapporten. For sortert matavfall er det lite som ikke allerede går til biogassproduksjon, og potensialet for økt produksjon ved bruk av matavfall ligger i restavfallet.

Tabell 6: Oversikt over potensiell energiproduksjon for avfall

	Husholdning		Restavfall	
Fylke	Brukt (GWh)	Uutnyttet (GWh)	Brukt (GWh)*	Uutnyttet (GWh)
Akershus/Oslo	49,07	0	-	99,5
Buskerud	17,26	0,79	-	30,7
Østfold	4,34	0,06	-	31,0
Vestfold	18,88	0	-	18,2
Telemark	9,97	0,43	-	20,9
Totalt	**99,51**	**1,23**	**-**	**200,30**

Tabell har blitt produsert basert på data fra SSB (SSB 2019). Tabellen er fordelt mellom brukt og uutnyttet, hvor brukt tilsvarer avfall som går til biogassproduksjon, og uutnyttet er matavfall som går til andre formål, målt i GWh. Basert på oppgitte verdier er det fremdeles store mengder tilgjengelig matavfall i restavfallet som kan brukes til biogassproduksjon. Mengde biometan i avfallet er beregnet med faktorer hentet fra Tabell 18

** Restavfall som går til forbrenning blir regnet som ubenyttet*

1.2

Husdyrgjødsel

Stortinget har satt som mål at 30% av all husdyrgjødsel skulle brukes til biogassproduksjon innen 2030. Det estimeres at kun 1-2% av det realistiske potensialet i husdyrgjødsel nasjonalt går til biogass pr. 2019, hvilket tilsvarer 70.000 tonn (Ålund, 2020). Ved å kjøre gjødsel gjennom et biogassanlegg forhindrer dette at metangassen lekker diffust ut og bidrar til å redusere klimagassutslipp. Nylig ble målet justert til 25% innen 2030.

Tabell 8 viser gjødselproduksjon og estimert metanpotensial for de vanligste hus-dyrene i norsk landbruk. Den viktigste produsenten av husdyrgjødsel i regionen er storfe, etterfulgt av hest og fjørfe. I tillegg til den organiske gjødsla vil blautgjødsel ha et betydelig vannvolum, som er en viktig innsatsfaktor i biogassprosessen.

Regjeringens målsetning for bruk av husdyrgjødsel til biogass har ikke blitt oppnådd. Ifølge Miljødirektoratet skyldes dette bl.a. mangel på økonomiske insentiver og kunnskap knyttet til handlingsrommet innenfor selvkostregelverket (Ålund, 2020). I jordbruksoppgjøret 2019 økes støtten til bønder som leverer husdyrgjødsel til biogass¬produsenter fra NOK 70/tonn til NOK 100/tonn.

Ettersom dette kan gi flere mulige leverandører, økes også budsjettet for dette tiltaket fra NOK 5 til 9 millioner. Det forventes at leveranser vil bli gjort til større sambehandlingsanlegg, ikke primært egne, mindre gårdsanlegg (Lovdata, 2014).

Tabell 7: Antall husdyr fordelt på region

Fylke	Hest	Storfe	Småfe	Gris	Fjørfe	Ender/kalkun
Oslo/Akershus	8 606	21 570	6 071	58 390	1 518 79	66 906
Buskerud	4 157	25 659	35 828	9 778	514 317	91 074
Østfold	10 213	21 895	2 264	115 526	11 671 254	504 786
Telemark	2 800	14 765	18 129	20 375	304 683	146 793
Vestfold	3 007	15 649	3 100	104 420	2 112 012	219 118
Total	**22 191**	**99 713**	**65 392**	**308 489**	**16 121 065**	**1 028 677**

Oversikt over antall husdyr fordelt på fylke. Tabell har blitt produsert med data oppgitt fra landbruksdirektoratet og Norsk hestesenter (Landbruksdirektoratet 2019).

Verdiene som har blitt oppgitt gjelder for 2019 (unntatt hest) og 2020 (kun hest).

Kildegrunnlag i medfølgende datasett for rapporten.

Tabell 8: Oversikt over metanpotensialet fra husdyrgjødsel fordelt på region

Fylke	Hest	Storfe	Småfe	Gris	Fjørfe	Ender/ kalkun
Oslo/Akershus	2 184 777	4 876 207	202 855	616 063	542 505	69 642
Buskerud	1 055 324	5 649 901	1 208 451	130 675	361 080	75 465
Østfold	2 592 740	4 964 597	75 467	1 324 164	2 394 946	505 129
Telemark	710 827	3 225 161	616 958	216 423	270 530	38 146
Vestfold	763 377	3 465 062	103 333	999 905	544 756	124 849
Totalt	**5 633 555**	**22 180 928**	**2 207 064**	**3 072 387**	**4 113 816**	**813 231**
					Totalt energipotensiale i husdyrgjødsel i regionene (GWh): 380	

Oversikt over metanpotensialet fra husdyr fordelt på tidligere fylker i Oslofjordregionen. Selv om fjørfe utgjør den største gruppen dyr (Tabell 7) så produserer storfe den største mengde gjødsel. Kildegrunnlag i medfølgende datasett for rapporten.

1.2.1: Tilgang på statistikk

Mengden husdyrgjødsel har blitt estimert ut ifra data oppgitt fra landbruksdirkektoratet, NMBU, Norsk senter for økologisk landbruk og Norsk hestesenter. Gjødselproduksjon basere seg på den totale mengden dyr i regionen og tidsperioden dyrene står inne. Medfølgende er faktorer brukt for å estimere gjødselproduksjon og metanpotensial.

For hest har Norsk Hestesenter gitt en sammenstilling fra ulike private registre. Dette er tall fra 2020, og noen kommuner er plassert annerledes enn tidligere fylkesgrensene. Tallene representerer eiernes bosted, ikke nødvendigvis hestens lokasjon. Det er utført flere undersøkelser om gjødselproduksjon fra ulike husdyr. Når det gjelder hest er det under oppbygging et nasjonalt hesteregister i regi av Mattilsynet. Norsk Hestesenter, Norges Rytterforbund og Norsk Travselskap samarbeider om dette. Registeret vil være tilgjengelig med regionale tall fra 2021. Det er foreløpig ikke noen samlet og offisiell oversikt over antallet privateide ridehester og hestestaller utover de som rapporterer til tilskuddsordningen i landbruket.

Den totale mengden husdyrgjødsel i Norge er estimert til cirka 8 750 000 tonn (Ålund, 2020). Basert på samtale med Greve Biogass, hvilket er det eneste biogassanlegget i Norge som mottar store mengder husdyrgjødsel, mottok de i 2020 cirka 73 000 tonn, hvilket tilsvarer cirka 0,89% av den totale mengden husdyrgjødsel nasjonalt. For Oslofjordregionen tilsvarer dette 3,23 % av husdyrgjødselen benyttes til biogassproduksjon, estimerte gjødselproduksjon i regionen er 2 262 000 tonn.

Henviser også til rapporter knyttet til kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for husdyrgjødsel til biogassproduksjon fra Norsus for videre lesning (Lyng, Callewaert, & Prestrud, 2019a, 2019b)

Tabell 8b: Oversikt over metanpotensialet til gjødsel fra husdyr

Husdyr	Metan potensial pr. tonn VS (Nm^3/tonn VS)
Hest	170
Storfe	213
Småfe	250
Gris	300
Fjørfe	247
Ender/kalkuner	220

Produksjonsfaktorer for gjødsel fra ulike husdyr. Det foreligger intern variasjon for disse faktoren basert på kosthold og gjødsel-behandling. Se datavedlegg for kildegrunnlag til produksjonsfaktorene.

1.3

Landbruksavfall

Landbrukssektoren utgjør en stor kilde til organisk materiale som kan brukes som substrat i biogassproduksjon. Landbruksavfall defineres i denne rapporten som organisk avfall etter planteproduksjoner i jordbruket, inklusive frukt og bær. Dette er avfall av ulike grunner forblir på gården. I denne delen av rapporten vil det gjennomgås fire ulike kategorier av landbruksavfall: halm, potet, høy/gras og frukt og grønnsaker.

1.3.1: Halm

Halm utgjør den største kilden til ubrukt biomasse i regionen, men har flere problemstillinger knyttet til seg som gjør den vanskelig utnytte som substrat. Disse problemstillingene er ofte knyttet til oppsamling, transport og forhåndsbehandling av substratet, og kan bidra til å redusere lønnsomheten. Selv med disse problemstillingene utgjør halm en stor potensiell energimengde, hvilket gjør det viktig å gjennomgå halm som et substrat til biogasseproduksjon.

Den totale energimengden i halm har blitt estimert etter kornproduksjonen i regionen. Det forutsettes at 30% av halmen pakkes i baller og brukes som grovfór (Riley, 2012). En ukjent andel av grovfóret bli vraket som overflødig eller uegnet, men dette har ikke blitt tatt med i beregningene. Dermed vil anslagsvis 70% av halmen kuttes under treskingen og pløyes tilbake i matjorda. Tilbakeføringen av halm har en gjødseleffekt og forbedrer jordstruktur ved å tilføre karbon. En alternativ behandlingsmetode er å kjøre halmen gjennom et biogassanlegg for å produsere biogass, og deretter tilbakeføre bioresten som fullverdig gjødselvare.

Halm er et biprodukt fra kornproduksjonen som i liten grad utnyttes i dag. Det er i teorien mulig å bruke halm til energiproduksjon på fire forskjellige måter. En kan kjøre halmen gjennom et forbrenningsanlegg, biogassanlegg, pyrolyseanlegg eller bruke den som råstoff i biodrivstoffproduksjon. I praksis er det kun forbrenningsanlegg som benyttes for halm i dag, men i liten grad.

Tabell 9: Oversikt over mengde halm fra ulike fylker

Fylke	Halmproduksjon tonn tørrstoff (TS)	Pløyes ned Tonn TS	Energimengde i all halm Nm^3 CH_4	Energimengde i nedpløyd halm Nm^3 CH_4
Oslo/Akershus	193 570	135 507	51 492 400	36 044 680
Buskerud	67 341	47 138	17 912 626	12 538 838
Østfold	189 506	132 654	50 408 530	35 285 971
Telemark	20 880	14 616	5 554 067	3 887 847
Vestfold	81 396	56 977	21 651 336	15 155 935
Sum Region	**552 703**	**386 892**	**146 466 295**	**102 526 406**
			Totalt energipotensiale for all halm i regionene (GWh): 1 025	

Tabellen viser totale mengde halm produsert i Oslofjord fylkene i tonn tørrstoff. Beregning av biogasspotensialet er basert på et gasspotensiale på 265 Nm3/tonn Ts, og metaninnhold på 70%. Tabellen viser også den totale mengden potensiell energi i metan pr. Nm3. Kildehenvisninger og regnefaktorer er gjengitt i Tabell 18

Det er flere barrierer knyttet til bruk av halm til biogassproduksjon. For å transportere halmen fra jordet til anlegg, kreves det et innsamlingssystem og transportsystem fra gårdene til biogassanleggene, hvilket betyr ekstra arbeid for bonden samt behov for å kunne lagre halmen over korte perioder. Halm utgjør også et gjødslingspotensialt for bonden. Dersom halmen blir brukt til biogass, kan dette utgjøre et tap for bondens egen¬produksjon dersom en ikke bruker annen gjødsel (Deublein & Steinhauser, 2011). Det er et relativt lite energipotensial å hente pr. tonn halm, og dermed lav lønnsomhet knyttet til mengden halm levert.

Det teoretiske potensiale som mange viser til antar at halmen er grundig forbehandlet. Forbehandling av halm kreves for å kunne bryte den ned. Halm kan ikke brukes direkte i biogassanlegg slik de fleste anlegg bygges i dag. Denne forbehandlingen vil også utgjøre en økonomisk barriere for flere anlegg.

1.3.2: Potet

I SSB sin statistikk for potet og grovforavlinger ble det i 2018 produsert 332 500 tonn potet i Norge, med en gjennomsnittlig potetproduksjon på 2 705 kg potet pr. dekar for regionen (SSB, 2020c). Av det totale potetarealet i Norge ligger 27% i Oslofjord-regionen, hvilket betyr at det produseres cirka 77 555 tonn potet i 2018 (Landbruks-forvaltning, 2019). Det antas et svinn på 5 % fram til foredlingsbedrift i denne rapporten, hvilket tilsvarer 3 877 tonn potet. Med et estimert energiinnhold på 98 Nm3 CH4 pr tonn potet, gir dette en potensiell produksjon på 380 019 Nm3 CH4 (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2012).

Tabell 10: Produksjon av potet

Fylke	Produksjonsareal (dekar)	Produksjon pr. dekar (kilo)	Estimert produksjon (tonn)
Akershus/Oslo	5 189	3 227	15 499
Buskerud	2 996	2 652	7 945
Østfold	4 638	2 992	13 877
Telemark	1 866	2 131	3 976
Vestfold	14 371	2 523	36 258
Totalt	**29 060**	**2 705***	**77 555**

Produksjonsvolum til potet har blitt estimert basert på en forventet produksjon pr. dekar.
Produksjonsareal for potet er hentet fra SSB sin statistikk for potet og grovfôravlingar (SSB, 2020c).
** Gjennomsnittlig produksjon pr. dekar*

Tabell 11: Produksjon av Høy/gras

Fylke	Produksjonsareal (dekar)	Produksjon pr. dekar (kilo)	Estimert produksjon (tonn)
Akershus/Oslo	128 625	648	83 349
Buskerud	196 975	533	104 988
Østfold	112 628	606	68 253
Telemark	131 359	496	65 154
Vestfold	83 669	604	50 536
Totalt	**653 256**	**577***	**372 279**

*Produksjonsvolum av høy/gras har blitt estimert basert på en forventet produksjon per dekar. Tabell har blitt produsert med verdier hentet fra SSB sin oversikt over potet og grovfôravlingar og produksjonstilskudd (SSB, 2020c, Landbruksdirektoratet, 2019). * Gjennomsnittlig produksjon per dekar*

1.3.3: Høy/ gras

Tilsvarende beregninger for gras- og høyproduksjon gir en total produksjon på 518 000 tonn fór (Landbruksdirektoratet, 2019). Dette blir både beitet direkte av beitedyr og ensilert som høyballer. Det antas at 5 % av høy og gras blir vraket som overflødig eller uegnet, og det regnes 90 Nm3 CH4 pr. tonn våtvekt, gir dette et potensielt energivolum på 2,33 millioner Nm3 CH4. På grasdekte vannveier og buffersoner produseres det som oftest gras som er uegnet til dyrefôr, det er også store mengder gras i veikanter som blir klippet hvert år, og som kan bidra med betydelige mengder gras, men som trenger systemer for oppsamling og transport for å bli tilgjengelig som substrat.

1.3.4: Frukt og grønnsaker

Oslofjordregionen har flere store produsenter av frukt og grønnsaker, ofte sentrert til bestemte geografiske regioner hvilket kan legge til rette for rasjonell og effektiv innsamling av organisk avfall fra produsenter, pakkerier og foredlingsbedrifter. Dessverre er det ingen offentlige kilder som har detaljert oversikt over hvor mye av denne kategorien som kastet i Norge, men en global studie fra 2012 viser at nesten halvparten av alt organisk avfall som blir kastet under produksjon tilhører kategorien frukt og grønnsaker (Hegnsholt, 2012). Det er stor forskjell i hvordan mat blir produsert i Norge og globalt, men en kan anta at en stor andel av frukt og grønnsaker blir kastet før det når forbruker.

1.3.5: Analyse av landbruksavfall

Landbruksavfall er planteprodukter som forblir hos produsent av ulike grunner, enten som følge av svinn fra opptak, sykdom, skader eller pris. Med mindre det er fare for plantesykdommer, tilbakeføres det meste av dette til jordsmonnet på gårdsbruket som gjødsel. Et alternativ er at slikt organisk planteavfall kjøres gjennom et biogassanlegg, og tilbakeføres til jorda som biogjødsel. Straks produktene transporteres vekk fra gården og omsettes er håndtering av avfall, vrak og svinn underlagt andre regelverk enn på gården. Det har vist seg vanskelig å finne nøyaktige verdier på hvor mye som blir kastet. I denne rapporten har vi tatt utgangspunkt i Landbruksdirektoratets statistikk for produksjonstilskudd i landbruket pr. oktober 2019 (Landbruksdirektoratet, 2019).

Tabell 12: Fordeling av landbruksavfall i regionen

	5 % Vrak av avling (tonn)		Potensielt metanutbytte (Nm^3 CH_4)	
Fylke	**Potet**	**Høy/gras**	**Potet**	**Høy/gras**
Akershus/Oslo	741	4 064	82 050	365 789
Buskerud	271	5 249	38 932	472 445
Østfold	594	3 413	67 997	307 137
Telemark	92	3 258	19 485	293 193
Vestfold	1704	9 923	177 664	893 083
Region totalt	**3 404**	**25 907**	**386 128**	**2 331 646**
			Totalt energipotensiale i regionen (GWh): 27	

Vrak av avling for potet og høy/gras i Oslofjordregionen. Data er basert på en forvente vraking av 5 % av avling. Potensielt energiutbytte er utregnet med verdier hentet fra Tabell 18.

1.4

Avløpsslam til biogass

Slam er en fellesbenevning for flere ulike type substrater fra ulike kilder, men blir ofte brukt i sammenheng med kloakk og avføring. Kloakkslam kan inneholde store mengder organisk materiale som kan brukes i biogassproduksjon. Mengden biogass som kan produseres fra slam avhenger av produksjonsmetoden og sammensetning. Sammensetningen av organisk og uorganisk materiale kan bidra til å hemme eller effektivisere produksjon. Denne studien har fokusert på avløpslam fra renseanlegg. Avløpslam har blitt definert som ”slam, filtermedium og lignende materialer fra rensing av sanitære og kommunalt avløpsvann, unntatt ristgods” (Miljødirektoratet, 2019).

Studien fokuserer på anlegg i Oslofjordregionen, som utgjør 44% av Norges befolkning, og har flere større bysentrum med sentrale renseanlegg. Den sentraliserte strukturen for regionen gjør det enklere å anvende slammet i biogassproduksjon ettersom det er en jevn produksjon av slam, og større mengder er tilgjengelig. Dette gjør at produksjonen er forutsigbar. Det ble i 2018 sendt 122.574 tonn Ts avløpsslam til renseanlegg i Norge, hvilket forventes å øke til over 130.000 tonn Ts i 2030 ved ytterligere befolkningsvekst (Sammut, 2019).

Datagrunnlaget er basert på egenrapportering til fylkesmannen. Utregning av metan og energiinnhold (GWh) er basert på faktorer hentet fra instruksjonsmanualen for råstoff til biogass produksjon (Tabell 18). Denne studien har bare gjennomgått avløpslam fra renseanlegg, og selv om det er flere kilder til slam i Oslofjordregionen har ikke disse blitt estimert grunnet mangelfullt datagrunnlag og usikkerhet knyttet til produksjonsmengde (se kapitel 1.4.2).

Tabell 13: Energipotensialet for avløpsslam fra landbaserte anlegg

Fylke	Totalt (Tonn TS)	Til biogass (Tonn TS)	Totalt Energipotensial (GWh)	Energi til biogass (GWh)
Akershus/Oslo	40 631	32 459	121,9	97,4
Buskerud	12 373	6 532	37,1	19,6
Østfold	5 902	3 300	17,7	9,9
Telemark	3 262	2 106	9,8	6,3
Vestfold	7 318	2 322	22	7
Totalt	**69 486**	**46 719**	**208,5**	**140,2**

Datasettet er basert på innrapportering for enkeltanlegg til fylkesmannen i 2019. Basert på tabellen er Akershus/Oslo den største produsenten av slam, men også den regionen med mest potensial for videre utvidelse av biogassproduksjon fra slam, med 24,5 GWh tilgjengelig. Flere regioner har potensialet for å utvide produksjon en total potensiell øking til 68,3 GWh.

1.4.1: Problemstillinger knyttet til anvendelse av avløpsslam

Slam er et fellesbegrep som er lite beskrivende for produktet. Det er ofte stor variasjon i sammensetning, opphav og behandling mellom ulike typer slam som igjen gjør det vanskelig å estimere det reelle metanpotensialet i produktet. Faktorer som type, organisk innhold, mikrobiologisk sammensetning og temperatur kan være med på å redusere eller øke metanproduksjonen. Slam kan brukes i begrensede mengder i visse typer jordbruksproduksjon, men regelverket for bruk av avløpsslam er svært strengt ettersom det kan inneholde patogene bakterier og andre uønskede stoffer.

For visse typer slam, som fiskeslam og rester fra industri, kan det være konkurranse med andre biogassaktører om å få tak i slammet. Her er det press på Norske aktører som konkurrer mot aktører fra eksempelvis Danmark, hvor det gis mer produksjonsstøtte og det dermed er høyere betalingsvilje enn i Norge.

1.4.2: Slam fra skip, sjøfart og oppdrettsnæring

Som tidligere nevnt i dette kapitelet er det flere kilder til slam enn kun avløp. Slam fra oppdrettsnæringen og sjøfart er også potensielle kilder til biogassproduksjon. Det er få oppdrettsanlegg i regionen men det har ikke blitt gjort noen utregninger for disse. Det er stor variasjon i hvordan skip håndterer sitt slam, hvilket gjør det vanskelig å estimere total mengde. Metan¬potensialet til disse kildene har ikke blitt estimert.

Det antas at den totale slamproduksjonen i

Oslofjordregionen er noe høyere enn kun hva som blir registrert fra renseanlegg. Slam fra sjøfart og oppdrettsnæring kan utgjøre en betydelig mengde. Slam fra fiskeoppdrett er spesielt næringsrikt, hvilket kan utgjøre et problem for miljøer der dette blir sluppet direkte ut. Det er forbundet noe usikkerhet med både kvalitet og mengden slam som blir sluppet ut i norske farvann hvert år fra de ulike næringene. Det estimeres at oppdrettsnæringen produseres over en halv milliard kilo slam årlig (Ytreberg, 2018). I tillegg kommer andre kilder slik som slam fra ferjetrafikk og privat båtbruk, cruisenæring og annen næringstrafikk. Skip har ulike metoder for å håndtere avfallet sitt. Det er fortsatt tillat med utslipp til sjø i internasjonale farvann, noen anvender havner som har mottaksanlegg, som er ønskelig men ofte kostbart.

Slam fra oppdrettsnæringen er ofte godt egnet til produksjonen av biogass ettersom den er både energirik og har synergiske effekter når den blandes sammen med bestemte typer avfall (Biogass Oslofjord, 2019). Avskjær eller selvdød fisk har høyt innhold av fett og proteiner som er godt egnet til metanproduksjon, og ettersom denne fisken ikke er egnet som mat, kan den istedenfor bli tatt i bruk til biogassproduksjon. En økende del fiskeoppdrett foregår nå på land, som gjør det enklere å sende slammet til biogassanlegg. Dette er også ferskvann, som dermed unngår utfordringer knyttet til saltinnhold i biogjødselen.

1.5

Deponigass

Deponering blir i denne rapporten definert som oppbevaring av avfall på en åpen plass over en lengre tidsperiode med den hensikt å kvitte seg med avfallet på en kontrollert måte. Deponering var den vanligste håndteringsmetoden for organisk avfall i Norge frem til 1 juli 2009 da det ble offisielt ulovlig å deponere organisk avfall («Avfallsforskriftene», 2016). Forbudet ble implementert for å redusere utslipp av blant annet klimagasser slik som CO2 og CH4 og gjorde at tilføring av nytt nedbrytbart materiale til deponiene ble betraktelig redusert (Miljøverndepartementet, 2008).

Selv om deponeringsforbudet har redusert mengden nedbrytbart avfall som blir tilført, ble det fortsatt deponert 8.000 tonn avløpsslam som ikke oppfylte kravene fra gjødselvareforskriftene i 2018 (Miljødirektoratet, 2020b). Det forventes at mange deponier vil fortsette å produsere gasser lenge etter nedleggelse, og det er stor variasjon mellom deponier når det kommer til hvordan denne gassen blir behandlet og hvor effektive deponiene er til å fange opp gassen. Mesteparten av metanet som produseres fra deponiene samles og fakles, men det er noe diffus lekkasje av gass også.

1.5.1: Analyse av deponigass i Oslofjordregionen

Datagrunnlaget for denne analysen er blitt innhentet gjennom direkte kontakt med anlegg eller publisert data fra SSB (Tabell 14). Det presenteres en utvalgt gruppe deponier i denne teksten, men en total oversikt kan ses i Tabell 18 for Oslofjord-regionen. Utvalget av anlegg har vært basert på størrelse til deponiet, grad av fakling og metaninnhold i deponigassen. Det har også vært ønskelig å kartlegge lekkasje av deponigass hvis mulig, men ettersom det er flere problemstillinger knyttet til både måling og registering av lekkasje blir det ikke presentert noen estimater på dette.

1.5.2: Problemstillinger knyttet til anvendelse av deponigass

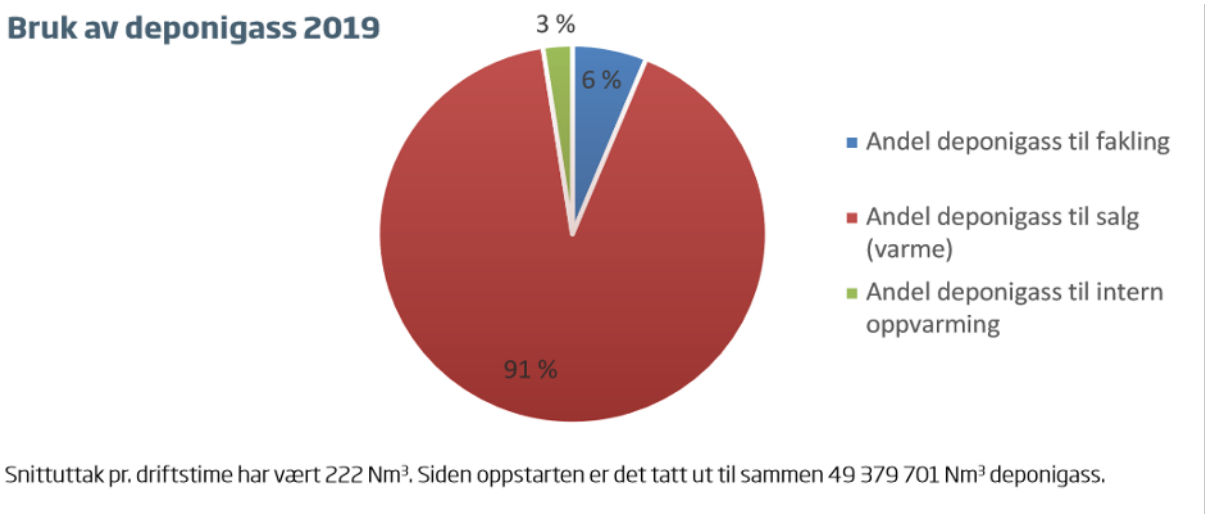
Mange deponier har lave metanverdier, og produksjonen av deponigass varierer over sesong eller lokasjon av anlegget. Dette gjør deponigassen til en uberegnelig kilde til strøm og/eller varme. I tillegg ligger flere av deponiene i områder med få eller ingen potensielle kunder i nærheten. Det er lite trolig at et biogassanlegg kan kun driftes på deponigass alene, og at deponigassen heller bør fungere som et supplement til den primære produksjonen. Det er en mulighet for deponier å benytte seg av gassen direkte for eget bruk fremfor å sende den til et eksternt aktører. Det er også deponier som ikke har installert gassbrønner for oppsamling av gass, hvilket kan gjøre det økonomisk ugunstig, det har eksistert offentlige støtteordninger for installasjon av gassbrønner tidligere.

Vi ser altså at nesten 80% av deponigass fakles. Dette kan reduseres betydelig og et eksempel vises under, der metanen blir tatt i bruk, og bare 6% fakles. Økt utnytting kan gi inntekter og klimagevinster, samt bedre ressursutnyttelse/ sirkularitet.

Tabell 14: Estimert biogass produksjon fra deponi

Kommune	Navn	Mengde CH_4 Nm^3 i deponigassen	Mengde CH_4 i Nm^3 som bli faklet
Skien	Bjorstaddalen Avfallsanlegg	335 880	335 880
Lillestrøm	Brånåsen avfallsdeponi	124 315	124 315
Nes	Esval avfallsanlegg	444 393	35 551
Oslo	Grønmo avfallsanlegg	1 016 320	913 671
Jevnaker	HRA Trollmyra deponi	218 311	78 591
Drammen	Lindum avfallsdeponi	675 397	0
Asker	Lindum avfallsdeponi	127 756	127 756
Kragerø	Nilsbukjerr restavfallsdeponi	25 925	25 925
Holmestrand	Nordre Foss avfallsdeponi	15 127	15 127
Lillestrøm	ROAF Miljøpark	308 689	308 689
Asker	Røyken Grovfyllplass	14 876	14 876
Ringerike	Tyrimyra fyllplass	73 078	73 078
Fredrikstad	Øra avfallsplass	23 949	23 949
Totalt		**3 404 019**	**2 689 847**
		Totalt energipotensiale i deponigass (GWh): 34	

Mengde metan produsert fra utvalgte deponier i 2018 som følge av nedbrytning av organisk materiale i deponiet. Tabellen viser totale mengde metan faklet som oppgitt i datasettet. Datasettet er basert på innrapporteringer til fylkesmann for 2018 for de respektive aktørene.



Figur 3: Bruk av deponigass hos MOVAR

MOVAR startet å benytte seg av deponigassen sin i 1991 og levering av deponigass til salg begynte i 2010. Internt blir gassen hovedsakelig benyttet til innvendig oppvarming og produksjon av varmtvann.

Figur er hentet fra årsrapporten 2019 til MOVAR.

1.6

Andre kilder til biogassproduksjon

Det er flere substratgrupper som kan brukes til biogassproduksjon, men ulike av ulike grunner blir lite eller ikke anvend. Denne delen av rapporten er viet til substratgrupper som kan være små, usikker, eksperimentelle eller som ikke passet inn i tidligere kategorier. Mange av disse substratene har vært vanskelig å kartlegge, ofte som følge av stor usikkerhet knyttet til datagrunnlag. Dette har gjort det vanskelig å produsere estimater for mengde substrat (tonn), metanpotensial (Nm3 CH4) og mengde energi (GWh).

1.6.1: Avfall fra skogbruk

Denne kategorien av substrater omfatter avfall og restprodukter fra skogbruk, der tømmerhogst er den største mulige kilden til substrat. Det er flere problemstillinger som er knyttet til anvendelsen av denne kategorien, bruken av plantematerialet i biogassproduksjon krever ofte forhåndsbehandling, temperatur eller kjemisk, for å kunne bli anvendbar (Deublein & Steinhauser, 2011). Selv om kategorien er noe usikker, utgjør den et enormt volum, det ble i 2019 kuttet skog tilsvarende 13 millioner m3 i Norge, de største skogkommunene ligger utenfor regionene som denne studien kartlegger, men det er også et betraktelig skogbruk i Oslofjordregionen. Det totale biogasspotensialet fra denne kategorien er vanskelige å estimere. Det er også flere problemstillinger knyttet til oppsamling, lagring og forhåndsbehandling av denne substratgruppen.

1.6.2: Avfall fra slakt

Denne substratkategorien omfatter restavfall fra slakt fra jakt og husdyr, denne avfallsgruppen inkluderer innvoller, kjøtt uegnet for konsum, skinn, bein, blod og annet. Noe blir tatt i bruk som dyrefor, eller som ingredienser i andre produkter. Produksjonsmengden for avfall fra slakt kan ha stor variasjon etter type dyr som slaktes samtidig som mye av avfallsmassen produseres også i usentrale områder, hvor det er ugunstig å samle det opp. Grunnet begrenset datagrunnlag for total mengde avfall fra slakt har ikke energipotensialet blitt estimert. Det ble i tidsperioden 2018-2019 slaktet 7,8 millioner dyr i regionen, der fjørfe utgjorde 7,6 millioner av det totale antallet (SSB, 2020a, 2020e, 2020b).

Tabell 15: Antall dyr slaktet i Oslofjordregionen

	Vilt			Husdyr		
Fylke	**Elg**	**Hjort**	**Rådyr**	**Storfe**	**Svin**	**Fjørfe**
Akershus/Oslo	1 009	21	2 420	3 351	30 726	668 527
Buskerud	2 019	351	1 670	4 936	5 543	219 091
Østfold	948	11	3 630	3 097	59 794	5 544 200
Telemark	1 571	547	1 410	2 332	10 417	149 370
Vestfold	332	139	1 820	2 016	52 512	1 056 277
Totalt	**5 879**	**1 069**	**10 950**	**15 732**	**158 992**	**7 637 465**

Tabell har blitt produsert med data fra SSB sin oversikt over slakt av husdyr og jakt på småvilt og elg (SSB, 2020a, 2020e, 2020b). Verdiene gjelder for 2018-2019.

De reelle verdiene av hvor mange dyr som faktisk slaktes er sannsynligvis noe høyere, ettersom kun dyr egnet for konsum har blitt tatt med i estimatene for antall husdyr. Det er stor variasjon i mengde avfall som blir produsert i slakt, det meste av totalvekten blir ansett som matprodukt. Store mengder slakteprodukter blir solgt, men blir lagt på lager, ofte som et resultat av liten etterspørsel. Mengden slakt som blir kastet fra ulike lagringsenheter er noe usikkert, men i 2019 ble det alene kastet 600 tonn sauekjøtt (Anne Vinding, Mads Nyborg Støstad, 2019)

1.6.3: Alger, tang og tare

Det er flere pågående og avsluttede prosjekter i Norge og Europa som utforsker mulighetene for å benytte seg av alger, tang og tare til biogassproduksjon (Murphy et al., 2015). Det er stor forskjell på hvordan tang og tare kan brukes i forhold til alger. Tang og tare kan bli samlet opp fra stranda ettersom det blir trukket opp fra havet, hvilket vil kreve systemer for oppsamling og lagring. Alger kan bli dyrket i produksjonsenheter og deretter høstes.

Det er hovedsakelig to metoder for å benytte seg av alger til energiproduksjon. Det er enten gjennom et åpent-system, som er utsatt for kontaminering, men koster mindre. Den andre metoden er gjennom et lukket-system, som er bedre til å forhindre kontaminering, men er ofte dyrere og kan hemme algevekst (Deublein & Steinhauser, 2011). Fordelene med å bruke alger bl.a. at man utnytter ressurser som ellers blir benyttet i liten grad i dag. Det er også mulig å produsere høyverdige produkter, som protein og fettsyrer. Restmaterialet fra denne produksjonen kan gå til biogass. Det er stor variasjon i hvor effektive alger er til biogassproduksjon og ulike kombinasjoner mellom forskjellige typer alger og substrat kan ha påvirke produksjon.

2. Barrierer, lønnsomhet og utslipps-reduksjon

2

Biogass, barrierer og lønnsomhet

Det er flere utfordringer knyttet til produksjon av biogass. Manglende lønnsomhet i flere ledd i biogasskjeden (innsamling, produksjon og bruk) blir ofte tatt opp som en viktig barriere. Dette gjelder eksempelvis for utnyttelse av halm og husdyrgjødsel, som har store kostnader knyttet til innsamling, lagring og transport. Et annet eksempel er den relativt lave prisen på naturgass, som gjør det vanskelig for transportselskaper å rettferdiggjøre bruke av biogass med mindre det settes spesifikke krav om bærekraft.

Norge er godt på vei til å løse noen av disse utfordringene ved å introdusere støtteordninger f.eks. for leveranse av husdyrgjødsel til biogassanlegg eller gjennom investeringsstøtte fra Enova. I tillegg stiller offentlige aktører stadig strengere krav i sine anbudsrunder, og det er varslet at CO2 avgiften skal øke. Dersom denne utviklingen fortsetter, vil dette være positivt for lønnsomheten til dagens og fremtidens biogassanlegg.

I tillegg til de økonomiske utfordringene er det noen juridiske bestemmelser som kan oppleves som barrierer for enkelte anlegg. Dette gjelder bl.a. kravet om selvkost, som i praksis betyr at kommuner ikke kan bruke avfallsgebyret for å finansiere behandlingskapasitet for avfall fra privat sektor. Samtidig er det flere anlegg som er dimensjonert for befolkningsvekst, og har ledig kapasitet. Organiseringen av biogassanlegget er avgjørende for at det den ledige kapasiteten skal kunne benyttes. Den Magiske Fabrikken/ Greve biogass er et godt eksempel på samarbeid mellom offentlige og private aktører som sammen kan hente inn både avfall fra husholdningene og næringsavfall for å utnytte behandlingskapasiteten maksimalt.

2.1

Utslippsreduksjon ved økt produksjon av biogass

Økt produksjon av biogass kan bidra til å redusere utslipp av klimagasser ved å fange opp eksisterende metanutslipp samtidig som det kan redusere bruken av fossile energibærere. De største utslippskildene til metan i regionen som kan bli benyttet til produksjon er innen kategoriene ”biologisk behandling av avfall”, ”avløp”, ”avfallsforbrenning” og ”gjødsels håndtering”(SSB, 2020f).

Det er flere utslippskilder til metan, slik som kategorien ”fordøyelsesprosessen hos husdyr” hvilket utgjør cirka 60 % av det totale metanutslippet i regionen. Det er lite trolig at denne kilden kan benyttes i produksjon i nær fremtid og har derfor ikke blitt tatt med i beregningen.

Hvis alle nevnte utslippskilder blir brukt i biogassproduksjon, kan en anta et utslippskutt på nesten 124 000 tonn CO2- ekvivalenter. Hvis i tillegg, biogassen benyttes til å erstatte fossil energi som diesel, vil dette tallet øke betydelig. Til sammen kan biogassen redusere mer enn den slipper ut – altså netto negative utslipp. Eller mer enn 100% bedre enn diesel.

Tabell 16: Utslippsoversikt fra kilder egnet til biogass og utslipp av metan (tonn CO2-ekvivalenter)

Fylker	Vestfold-Telemark	Viken	Oslo
Biologisk behandling av avfall	10 189	23 013	2 795
Avløp	4 024	27 060	125
Avfallsforbrenning	-	2 200	3 355
Gjødselhåndtering	15 156	35 860	-
Totalt	**29 369**	**88 133**	**6 275**

Tabellen viser utslipp av metangasser fra kilder som kan bli benyttet i biogass¬produksjon. Det antas at ved å benytte seg av disse kildene kan utslippene reduseres til null. Verdiene er gitt i tonn CO2-ekvivalenter. Tabellen har blitt produsert med bakgrunnsdata fra miljødirektoratets oversikt over ”utslipp av klimagasser i kommuner” (SSB, 2020e)

2.2

Utslippsreduksjon ved økt forbruk av biogass

Biogass kan bli benyttet som energibærer i flere ulike systemer, som i dag benytter fossile energibærer. Et eksempel er diesel, som blir anvend som kontrast i denne delen av rapporten for å fremvise klimafordelene til biogass. Ved å erstatte diesel med biogass, kan en bidra til en betraktelig utslippsreduksjon for transportsektoren. Den potensielle biogassproduksjonen har blir hentet fra Tabell 1 og blir presentert TWh. Total teoretisk energiproduksjon er satt til 1,6 TWh.

Tabell 17: Utslippsfaktorer for diesel i CO2-ekvivalenter

Utslipp i kg CO_2e/liter	Energiinnhold i kWh/liter
2,7012	10,08

Totalt Utslipp og energiinnhold for diesel. Tabell har blitt produsert med informasjon hentet fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020c)

Basert på statistikk fra SSB ble det i 2019 solgt 2,928 millioner liter autodiesel i Norge (SSB, 2020d). Med en utslippsfaktor på 2,7012 kg CO2-ekv/liter tilsvarer dette et totalt utslipp på 7 909 133 tonn CO2 for hele landet. Hvis Oslofjordregionen erstatter 1,6 TWh i diesel med biogass, vil dette kunne bidra til utslippsreduksjon.

Utregningene tar ikke hensyn til motorens effektivitet. Det er en forskjell i virkningsgrad for dieselmotorer og biogassmotorer, men i denne rapporten antas det et 1:1 forhold for energiforbruk (kWh)

Totalt unngått utslipp fra diesel er estimert gjennom følgende oppsett:

$$\mathbf{1}: \frac{1\,600\,000\,000\ kWh}{10{,}08\,\frac{kWh}{liter}} = 158\,730\,159\ liter\ Diesel$$

$$\mathbf{2}: 158\,730\,159\ liter\ Diesel * 2{,}7012\ \frac{kg\ CO2e}{liter} = \frac{428\,761\,905\ kg\ CO2e}{1000}$$

$$= 428\,762\ tonn\ CO_2e$$

Utslippsfaktoren for biogass avhenger av flere faktorer, som type substrat, metode for oppgradering av gass, samt etterbehandling og lagring av bioresten. I denne beregningen bruker vi Miljødirektoratets generelle utslippsfaktor for biogass på 0,6 g CO2-ekv/kWh (Miljødirektoratet, 2020a).

$$\mathbf{3}\text{: } 1\ 600\ 000\ 000\ kWh * 0{,}6 \frac{g\ CO2e}{kWh} = \frac{960\ 000\ 000\ g\ CO_2e}{1\ 000\ 000} = 960\ tonn\ CO_2$$

Dette gir en total utslippsreduksjon fra biogassproduksjon og -bruk på 426 842 tonn CO2-ekvivalenter, hvilket tilsvarer 5,4% av det nasjonale utslippet, og 12,3 % av de regionale utslippene med den forutsetningen at forbruket stiger med befolkningen, fra autodiesel i 2019.

Det er flere klimafordeler ved anvendelse av biogass som ikke kommer frem i regnskapet:

- Bio-CO2 kan anvendes i industrielle prosesser der det i dag blir benyttet CO2 fra fossile kilder.
- Biogjødsel kan benyttes som et alternativ til kunstgjødsel.

Hypotetisk kan altså det å øke produksjonen av biogass til 1,9 TWh i regionen bidra til utslippskutt på 632 000 tonn CO2-ekvivalenter hvis den erstatter diesel og vi legger til verdier for fangst av metan (se kap 2.1). Klimameldingen ser muligheter for bruk av 2,5 TWh i landet, og her kan regionen bidra.

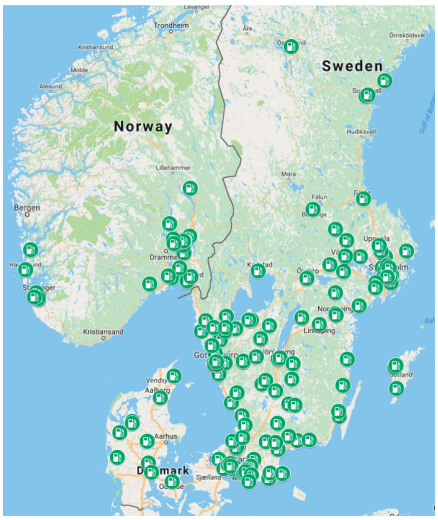
Norge bruker en faktor på 25 for å «oversette» metan til CO2 ekvivalenter. Dette er forventet varmepotensial fra et tonn metan over 100 år. Noen land og IPCC bruker en høyere faktor for 100-årsperspektivet. Etter mange år med fokus på CO2, anbefaler IPCC mer fokus på metan, og flere vurderer nå å bruke en faktor på 86 t CO2ekvivalenter per tonn metan, som reflekterer et 20-årsperspektiv. Hvis Norge gjorde det, ville metanfangsten ved biogassproduksjon i regionen være 426 560 CO2 ekvivalenter.

3. Hvor bør et biogassanlegg ligge?

Basert på datagrunnlaget som er lagt fram, ser vi at det vil være et behov for å utvide dagens kapasitet for biogassproduksjon dersom en skal nå det fulle teoretiske potensialet.

DOT
movia
1607
BJ 57 797
cityline

TGI


Sweden
Norway
Trondheim
Bergen
Kristiansand
Aarhus
Denmark

SCANIA
LAURSEN

ID 0002
DSÆT KORT
nsert card

3

Hvor bør et biogassanlegg ligge?

Basert på datagrunnlaget som er lagt fram, ser vi at det vil være et behov for å utvide dagens kapasitet for biogassproduksjon dersom en skal nå det fulle teoretiske potensialet. Dette kan gjøres delvis ved å utvide kapasiteten på eksisterende anlegg, eller ved å bygge nye. Sannsynligvis vil det i første omgang være hensiktsmessig å utvide kapasiteten ved eksisterende anlegg.

På denne måten kan en redusere behovet for investeringer ved å ta i bruk utbygd infrastruktur og utstyr. Det er også tenkelig at kapasiteten for enkelte deler av dagens anlegg, f.eks. mottakshall, hygienisering, reaktortanker eller gassoppgradering, allerede er dimensjonert for større produksjon, hvilket også reduserer behovet for nye investeringer. Basert på kontakt med 10 anlegg ser vi at halvparten allerede har planer om å utvide, og vi kan derfor anta at utvidelse kan være gunstig.

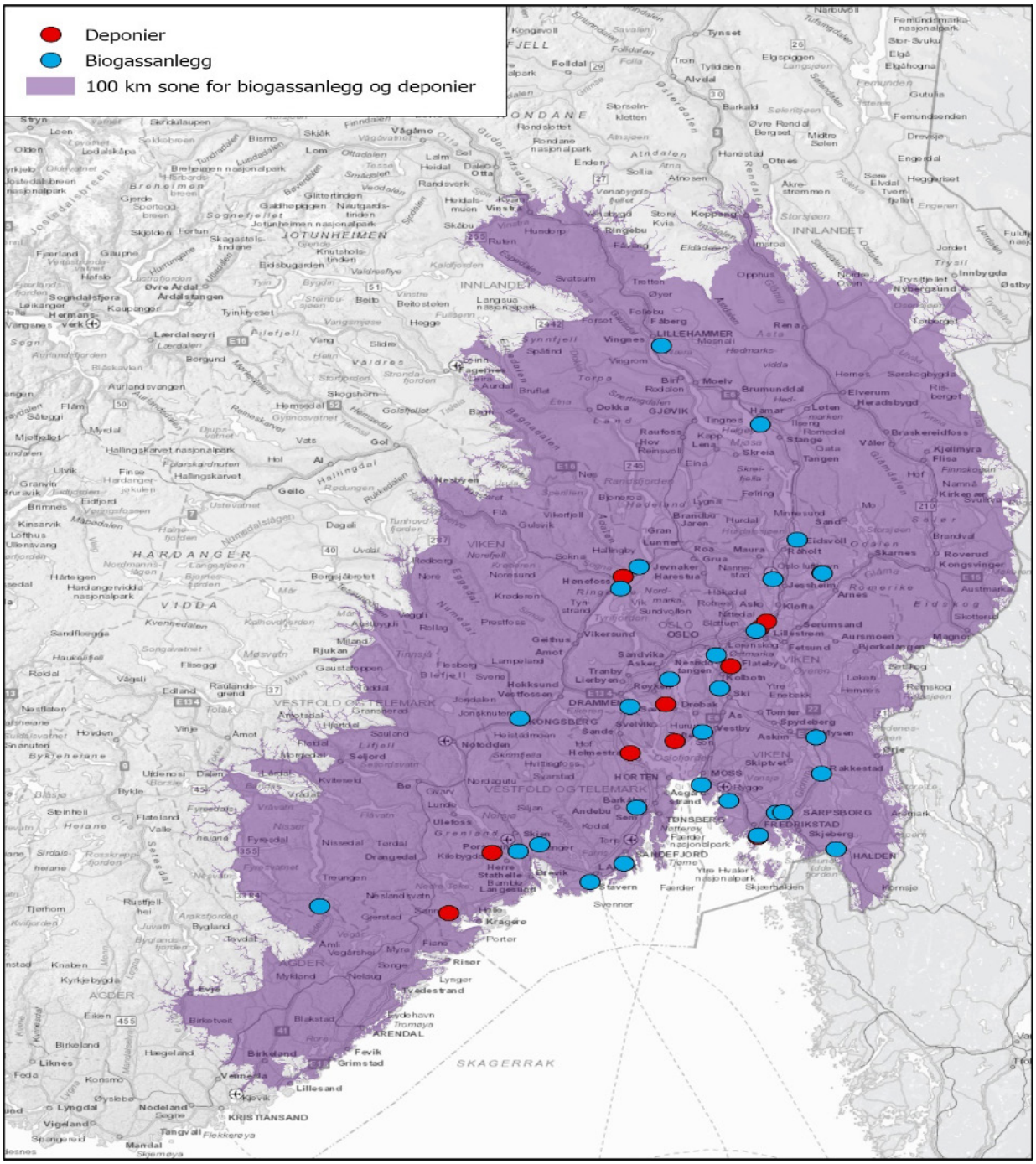
De industrielle anleggene i Norge er i gjennomsnitt langt mindre enn i våre naboland. Dette kan gi inntrykk av at det stort rom for å øke kapasiteten ved eksisterende anlegg. Samtidig er befolkningstettheten og husdyrtettheten lavere i Norge, hvilket betyr at større anlegg vi kreve mer transport av substrater og biogjødsel. Dette er spesielt viktig for utnyttelsen av husdyrgjødsel, som vil være avhengig av å ha flere spredte anlegg av middels størrelse for å unngå store transportkostnader. En mulig løsning for husdyrgjødsel er avvanning på gårdene og leveranse av tørket biogjødsel, men det er ingen anlegg i Norge som gjør dette i dag pga. kostnadene det medfører. Matavfall er langt mindre problematisk pga. høy betalingsvilje for å bli kvitt avfallet, høyere tørrstoffinnhold og høyere potensiale for gassproduksjon.

For å oppnå det fulle biogasspotensialet som ligger i regionen, ser vi at det kan være nødvendig med flere anlegg. Vi antar at mellomstore industrielle anlegg vil gi en god balanse mellom lønnsomhet og måloppnåelse for utnyttelse av ressursene.

Det er mye som bør vurderes når en skal velge plassering av biogassanlegg. Dette inkluderer

teknisk-økonomiske faktorer som avstand til råstoff og spredeareal, men også hensyn til nærliggende befolkning med tanke på fare for lukt fra anlegg og støy fra transport. En kan vurdere om nye anlegg bør legges i nærheten av deponier, hvor tomt er ferdigregulert og for å utnytte deponigassen bedre. Det er også viktig å vurdere avstanden til eksisterende tilsvarende anlegg slik at disse ikke overlapper. To anlegg, hvor det ene behandler avløpsslam og det andre behandler matavfall og husdyrgjødsel, kan godt ligge i nærheten av hverandre så lenge det er juridiske restriksjoner for bruk av biogjødsel av avløpsslam. Gårdsanlegg er også et alternativ, men det har vært vanskelig å realisere i Norge fordi husdyrtettheten er relativt lav. I tillegg er disse anleggene ofte for små til å investere i egne oppgraderingssystemer for gassen, og konkurrerer dermed med lave strømpriser. Det er allikevel mulig at enkelte gårds¬anlegg kan være økonomisk gunstige dersom leveransen av husdyrgjødsel er stor nok, og gården har et stort behov for oppvarming gjennom hele året (f.eks. i kombinasjon med ysteri). Bio-CO2 kan også utnyttes i drivhus på gårdsanlegg.

Med denne logikken har vi laget en GIS-analyse av Biogass Oslofjord sitt område. Her har vi lagt inn dagens produksjonsanlegg og dagens deponi, og beregnet at kilder kan transporteres opp til 100 km til biogassproduksjon. Allerede med dagens kapasitet vil det bli mulig å dekke store deler av regionen, men noe manglende vestover mot Vinje og Hol. Hvorvidt det vil være gunstig med nye anlegg i disse områdene avhenger av tilgangen på ressurser, og er ikke vurdert i denne rapporten. Vær oppmerksom på at kartet ikke skiller mellom biogassanlegg for avløpsslam og matavfall/andre organiske ressurser.



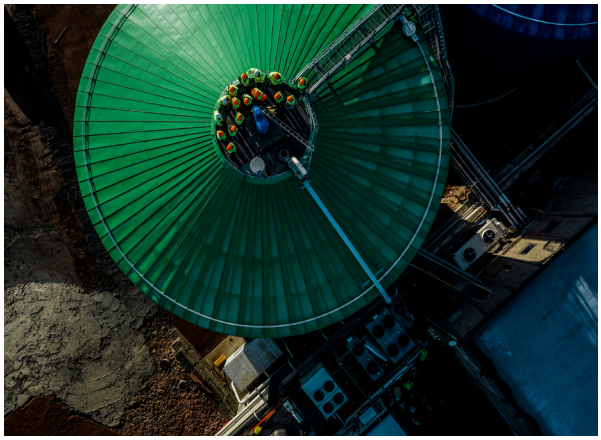
Figur 4: Avstandsoversikt til eksisterende biogassanlegg

Oversikten viser en 100-km sone til nærmeste biogassanlegg. Oversikten viser at de meste befolkningstunge områdene i Oslofjorden er innenfor 100 km til et biogassanlegg. Unntakene er indre deler av tidligere Telemark og Buskerud.

Basert på data presentert i denne rapporten ligger hovedtyngden av tilgjengelige substrater innenfor 100 km sonen til et anlegg.

4

Estimering av verdier og data



Dette kapitlet gjennomgår metodikken for innsamling, utregning og estimering av data presentert i rapporten. Det har vært stor variasjon i kildegrunnlaget for data knyttet til ulike substrater og presenterte verdier bør kun anses som en antagelse for mengden tilgjengelig substrat. Kildegrunnlaget har hovedsakelig vært offentlige instanser som SSB, fylkesmann eller departement. Annet datagrunnlag har vært Intresseorganisasjon, fagpersoner og vitenskapelige publikasjoner. Data i denne rapporten presenteres fylkesvis (før sammenslåingen 2020) og kommunalt i medfølgende datasett for rapporten.

4.1: Estimering av biometan potensialet

Estimering av metanpotensialet for substrattypen ”matavfall-kildesortert” blir brukt som eksempel i denne delen av rapporten. Fremgangsmåten brukt for denne substrattypen vil være like for andre substrater, men med ulike faktorer i henhold til substrattype (Tabell 18).

Den totale mengden matavfall-kildesortert i regionen har blitt hentet ifra SSB sin statistikk for ”Avfall frå hushalda, etter region, materiale, behandling, statistikkvariabel og år (2019). Tabellen viser at det har blitt samlet inn totalt 84 650 tonn sortert matavfall i regionen for 2019. Av dette gikk 83 564 tonn til biogass¬produksjon, mens 1 086 tonn gikk til andre formål. For utregning av metanpotensialet må mengden matavfall i tonn omgjøres til tonn Ts og deretter til tonn VS.

Det antas at mengden Ts i matavfall ligger på 30% og VS fraksjonen av dette ligger på 85%, hvilket gir:

$$\boldsymbol{Ts}: 84\,650\ tonn * \frac{30}{100} = 25\,395\ Tonn\ Ts$$

$$\boldsymbol{Vs}: 25\,395\ tonn\ Ts * \frac{85}{100} = 21\,585\ Tonn\ VS$$

Ikke alle substratene har estimert mengde VS. Metanproduksjon målt i tonn Ts har også blitt utregnet og blir presentert der det er faktorer som oppgir metanproduksjon (Nm3) i Tonn Ts.

4.2: Estimering av energipotensial

Metanpotensialet i denne rapporten har blitt presentert som energi (GWh). Utregning av energimengden har basert seg på oppgitte verdier fra råstoffhåndboken fra Svensk Gasteknisk Senter (Tabell 18) eller faktorer blitt oppgitt gjennom andre aktører, offentlig statistikk eller vitenskapelig publikasjon (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2012). Verdiene som blir anvende i denne delen av rapporten har blitt hentet fra kategorien ”matavfall-restavfall” fremgangsmåten vil være lik for andre substrater.

Tabell 18: Oversikt over biogasspotensialet for ulike typer substrat

Substrat	TS	Biometanutbytte		Metan konsentrasjon
	[%]	[m^3/tonn TS]	[m^3/tonn våtvekt]	[%]
Slam fra kloakk	5	300	15	65
Fiskeavfall	42	1 279	537	71
Halm	78	265	207	70
Sortert matavfall	33	618	204	63
Gjødsel fra kveg (flytende)	9	244	22	65
Potetstang	15	453	68	56
Slakteavfall	16	575	92	63
Griseslam (flytende)	8	325	26	65

Tabellen viser potensialet for ulike substrater basert på forventet TS, biometanutbyttet og metaninnhold. Tabellen har blitt reprodusert fra substrathåndboken til Svensk gassteknisk senter og har blitt beregnet gjennom kontrollerte labforsøk. Verdiene kan variere fra reell produksjon (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2012).

For å regne ut energipotensialet til matavfall-restavfall må mengden biometan estimerer. Basert på oppgitte verdier fra substrathåndboken produseres det 461 Nm3 CH4/ tonn VS (Svenskt Gastekniskt Center AB, 2012). Dette gir en totalproduksjon på:

$$\mathbf{1}\text{: } 21\,585\ tonn\ VS * 461\ \frac{Nm^3 CH_4}{tonn\ VS} = 9\,950\,685\ Nm^3 CH_4$$

Dette gir et totalt biometanpotensial på 9 950 685 Nm3 CH4. Energipotensialet estimeres ut ifra mengde metan i biogassen. Det brukes en standardverdi for energipotensialet til metan på 10 kWh per Nm3 CH4. Dette antar en 100% ren metangass, selv om oppgradert biogass har kun en metanprosent på 97% (tilsvarende 9,7 kWh).

$$\mathbf{2}\text{: } 9\,950\,685\ Nm^3 CH_4\ * 10\ kWh = 99\,506\,850\ kWh$$

Hvilket tilsvarer i 99,5 GWh. Den totale mengden energi vil nok trolig variere fra denne verdien, og presentert verdi er mer som en indikator for potensialet i en utvalgt region eller etter type substrat.

4.3: Begrensninger i datagrunnlag

Flere substratgrupper har ikke blitt estimert grunnet begrensninger knyttet til tilgjengelig datasett. Dette har vært en gjennomgående problemstilling i hele rapporten og vi har valgt å utelate noen substrat som følge av dette. Dette gjelder blant annet matavfall fra storkjøkken og næringsmiddelindustrien samt organisk avfall fra produksjonen av frukt og grønnsaker.

5

Konklusjon

Denne forstudien har kartlagt

1) Kilder til organisk avfall som kan benyttes til biogass i oslofjordregionen

2) Dagens produksjon og fakling for eksisterende aktører,

3) Mulige lokasjoner for nye anlegg

4) Klimafordelene med økt bruk.

Forstudien viser at det et teoretisk potensial på 1,6 TWh tilgjengelig i regionen. Estimatet inkluderer ikke matavfall og matsvinn fra storkjøkken. Til sammenligning produserer dagens anlegg i underkant av 0,3 TWh. Samtidig ser vi betydelige barrierer knyttet til enkelte typer avfall og ikke alt vil være lett tilgjengelig. Fem av ti anlegg som ble kontaktet planlegger å øke sin kapasitet, men det er ikke avklart til hvilken grad dette vil øke bruken av regionale ressurser. Økt kapasitet kan også dekkes av å hente lett tilgjengelige ressurser fra andre regioner med begrenset kapasitet for å behandle matavfall.

Dessverre er flere biogassanlegg preget av uforutsigbarheter knyttet til funksjonalitet av anleggene, juridiske begrensninger og avtaler for salg av gass. Det er også noe usikkerhet knyttet til langsiktige investeringer og politikk. Dette har ført til enkelte anlegg ikke benytter seg av full kapasitet og/ eller at mye biogass fakles. Sistnevnte har ved flere tilfeller vært relatert til problemer med oppgraderingsanlegget for gass. I snitt faklet biogassanleggene 20% av gassen de produserte, men vi kan estimere at totalt 13% av regionens biogass fakles. Små anlegg fakler en større andel av gassen sin enn større anlegg.

Oslofjordregionen er den regionen i Norge med flest biogassanlegg. Basert på vår GIS-analyse er det kun indre deler av tidligere Telemark og Buskerud som ikke er innenfor 100 km av et biogassanlegg. Det er mange faktorer som må vurderes ved utbyggingen av nye anlegg. Avstand til ressursgrunnlag og spredeareal er kanskje de viktigste. Dersom en skal utnytte husdyrgjødsel i større grad er avstand til anlegg spesielt viktig. Det har ikke blitt vurdert om nye anlegg kan ha negative konsekvenser for eksisterende aktører ettersom det kan bli en konkurrent om råstoff og kunder.

Basert på analyser i denne rapporten kan økt bruk av biogass bidra til å kutte utslipp av klimagasser med nesten 430 000 tonn CO2-ekvivalenter i Oslofjord-regionen alene. Dette tilsvarer 12,3% av regionens utslipp fra autodiesel målt i CO2-ekvivalenter.

Vi ser at dagens statistikk er mangelfull, spesielt om avfall fra privat sektor. Det hadde vært ønskelig med mer statistikk om matavfall og matsvinn som produseres igjennom hele matvarekjeden. Det er også begrenset offentlig tilgjengelig statistikk om dagens produksjon og bruk av biogass.

Denne forstudien viser et stort potensial for økt biogassproduksjon med tilgjengelige ressurser i Oslofjordregionen. Det kan redusere utslipp fra bl.a. transport, avfall og landbruk, som er sektorer med ambisiøse klimamål. Som en videreføring av denne forstudien, anbefaler vi følgende studier og tiltak:

1: Analysere biogassverdikjeden, hvilke tiltak kan gjøres for at det skal lønne seg å velge grønne, sirkulære løsninger (Fra 1-10 på 10 år, et prosjekt i regi av Avfall Norge som Biogass Oslofjord deltar i).

2:Tilgjengeliggjøre bedre statistikk om biogass, spesielt informasjon om potensielle råstoff og biogassbruk, slik at det blir lettere å se nye muligheter.

Å anvende disse ressursene til biogass kan gi arbeidsplasser, verdiskapning og utslippskutt. Biogass er en grønnere anvendelse av ressurser som ellers kan gi lokal forurensing. Ressurser bør utnyttes, særlig når man også får metanfangst, mindre organisk avfall/avrenning til sjø og bedre tilgang på fosfor.

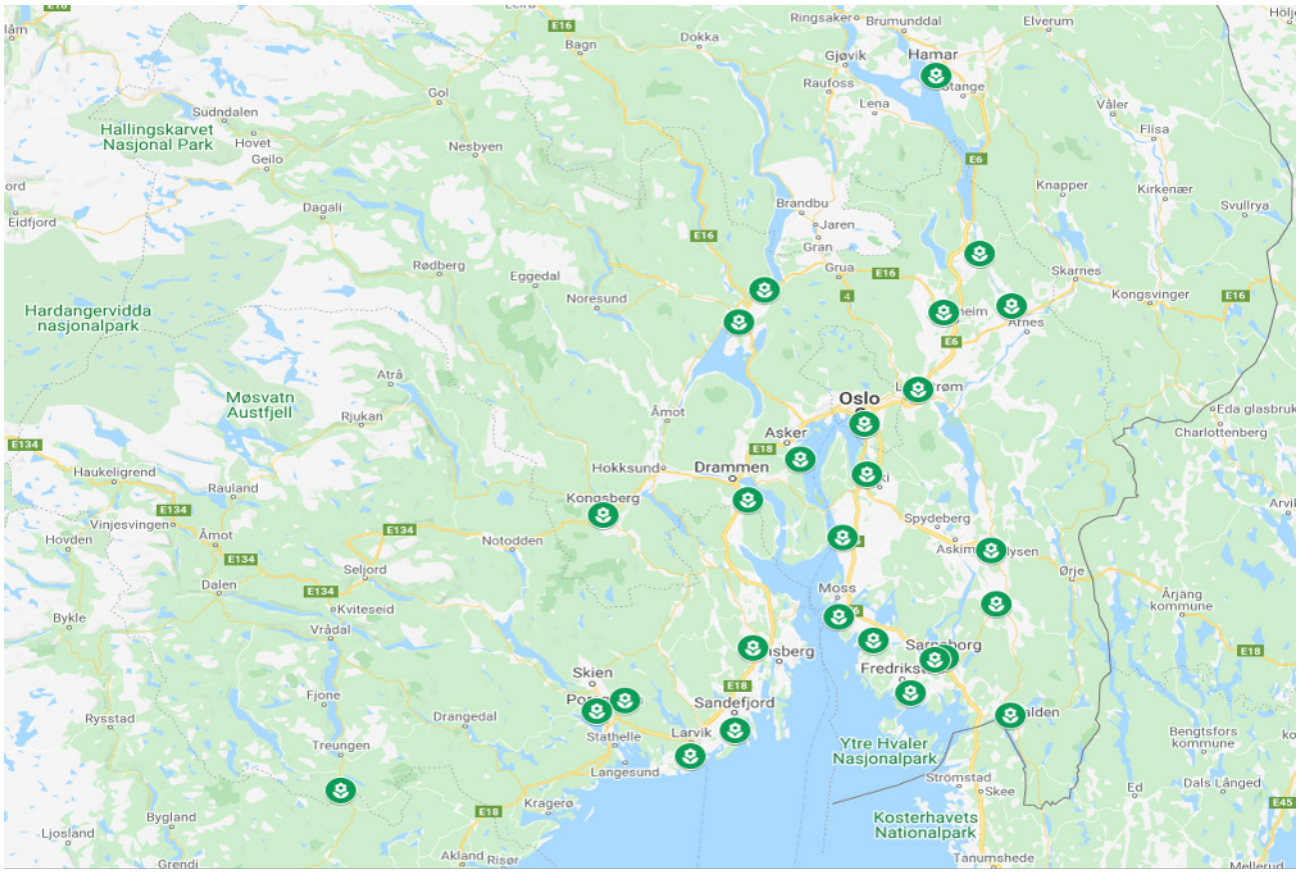
En satsing på biogass gir verdiskaping, bedre miljø og reduserte klimagassutslipp.

Vedlegg

Tabell 19: Sammensetning av deponigass

Type gass	Andel (prosent)
Karbondioksid (CO_2)	40-60
Metan (CH_4)	45-60
Nitrogen (N)	2-5
Oksygen (O)	0.1-1
Ammoniakk (NH_3)	0.1-1
Sulfider (S)	0-1
Karbonmonoksid (CO)	0-0.2
Hydrogen (H)	0-0.2
Organiske stoffer utenom metan, NMOC's	0.01-0.6

Data er hentet fra ATSDR sin informasjonsside om "landfill gas". Tabellen viser sammensetning av deponigass. Det er ofte stor intern variasjon av prosentmessig fordeling mellom komponentene som et resultat av avfallsammensetning, temperatur og fuktighet.



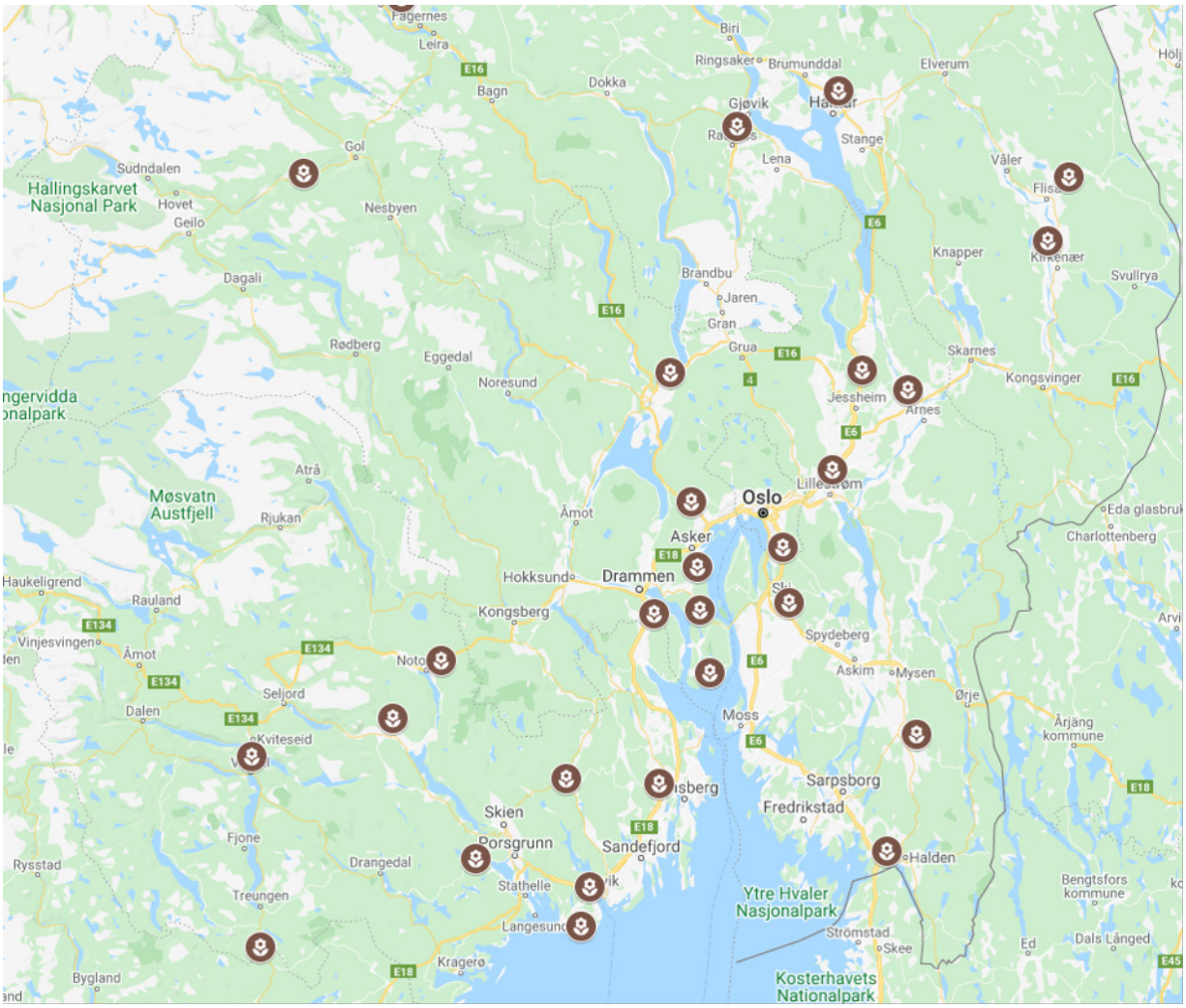
Figur 5: Oversikt over individuelle biogass anlegg

Kartet ble laget ved å bruke avfall Norges sin oversikt over biogass anlegg. Viser alle biogass-anlegg i Oslofjord-regionen. For detaljer informasjon over enkelt anlegg seg Tabell 20

Tabell 20: Detaljinfo for biogassanlegg

Nummer	Navn på anlegg	Type anlegg
1	IATA Treungen	Biogassanlegg industri
2	Knardalstrand RA	Renseanlegg slam
3	Sondre Skoglund	Gårdsanlegg
4	Lillevik RA	Renseanlegg slam
5	ENGA RA	Renseanlegg slam
6	Den magiske fabrikken	Biogassanlegg industri
7	Sellikdalen RA	Renseanlegg slam
8	Lindum	Biogassanlegg industri
9	VEAS	Biogassanlegg industri (slam)
10	BRA	Biogassanlegg industri (slam)
11	Monserud RA	Renseanlegg slam
12	Hadeland og Ringerike Avfallsselskap	Biogassanlegg industri
13	Gardermoen RA	Renseanlegg slam
14	Bårlidalen renseanlegg	Renseanlegg slam
15	Romerike biogassanlegg	Biogassanlegg industri
16	Olav Morten Haug	Gårdsanlegg
17	Nordre Follo RA	Renseanlegg slam
18	Søndre Follo RA	Renseanlegg slam
19	Mysen RA	Renseanlegg slam
20	Fuglevik RA	Renseanlegg slam
21	Tomb biogass	Gårdsanlegg
22	Alvim RA	Renseanlegg slam
23	Borregaard	Biogassanlegg industri
24	Bodal RA	Renseanlegg slam
25	Frevar	Biogassanlegg industri
26	Saugbrugs	Biogassanlegg industri
27	HIAS	Biogassanlegg industri (slam)

Detaljer oversikt over de ulike anleggende i Oslofjordregionen. Denne oversikten er produsert med data hentet fra Avfall Norge sin oversikt, samt med informasjon hentet ifra anleggenes egne nettsider og offentlige etater.



Figur 6: Oversikt over behandlingsanlegg for avfall

Kartet viser alle anleggende som behandler avfall i Oslofjordregionene. Kartet har blitt hentet fra Avfall Norge sin oversikt over avfallsanlegg.

Tabell 21: Oversikt over behandlingsanlegg for avfall

Nr.	Navn på anlegg
1	IATA-Langmoen
2	Lindum AS-Litveit avfallsanlegg
3	Ragnar Herrefoss-Komposteringsanlegg Hegna
4	Grønn Vekst Telemark HØST // IRMAT-Goasholtmyra
5	Norsk Miljøindustri- Bjorstaddalen avfallsanlegg
6	Nordic Garden AS
7	Norsk miljøindustri
8	Auen Øst
9	Lindum Tønsberg
10	Lindum Drammen
11	Lindum Oredalen
12	Røyken Avfallsplass
13	Yggeset avfallspark
14	Isi avfallsanlegg
15	HRA kompostering
16	Hagaskogen Komposteringsanlegg, Torpo
17	Horisont Miljøpark
18	Gålåsholmen hageavfallsmottak
19	Kildal kompost
20	Nittedal Torvindustri AS Avd Bjørkåsen
21	Miljøstasjon Dal Skog
22	Esval kompostanlegg
23	Skedsmo gjennvinningsstasjon
24	Grønmo Sørlimosen
25	Follo Jord - Jan Morten Wennersgaard
26	Grønn Gjødsel AS
27	Aasekjær komposteringsanlegg

Oversikt over behandlingsanlegg for avfall i Oslofjordregionen. Tabellen har blitt produsert ved bruk av avfall Norge sin oversikt over anlegg i Norge.

Tabell 22: Oversikt over deponier og deponigassutslipp fra anlegg

	Navn på anlegg	Andel deponigass til fakling %	Totalt deponigassuttak Nm3	Mengde deponigass faklet	Andel metan i deponigassen %
1	Grønmo avfallsanlegg - deponi	90	2560000	2301440	40
2	Solgård Avfallsplass	7	2062197	146416	28
3	Lindum avfallsdeponi	0	1647310	0	41
4	Esval avfallsanlegg - deponi	8	981000	78480	45
5	ROAF Miljøpark - Deponi	100	881969	881969	35
6	Isi II - deponi (nedlagt - avsluttningsfase)	50	825241	412621	29
7	Bjorstaddalen Avfallsanlegg deponi	100	746400	746400	45
8	CCM AS Ødegård avfallsdeponi (nedlagt - avslutningsfase)	11	548337	60317	26
9	Lindum avfallsdeponi	100	521457	521457	25
10	HRA Trollmyra deponi kategori 2, ordinært avfall	36	507700	182772	43
11	Rommen avfallsfylling (nedlagt)	2	413941	8858	42
12	Enger avfallsdeponi	45	411650	185243	30
13	Gomsrud avfallsdeponi (II)	100	381559	381559	31
14	Indre Østfold Renovasjon IKS (IØR) -	22	379813	83559	40
15	Brånåsen avfallsdeponi (nedlagt)	100	327146	327146	38
16	Yggeset avfallsanlegg - deponi, etappe II (nedlagt - avslutningsfase)	1	290888	2909	38
17	Miljøstasjon Dal Skog	33	262800	87512	37
18	Rokke avfallsanlegg - deponi	100	194370	194370	35
19	Tyrimyra fyllplass	100	182696	182696	40
20	Mile avfallsdeponi	100	122884	122884	28
21	Holm avfallsdeponi (nedlagt)	100	94600	94600	35
22	Pasadalen avfallsfylling	100	88490	88490	28
23	Nilsbukjerr restavfallsdeponi	100	68224	68224	38
24	Øra avfallsplass - deponi	100	41292	41292	58
25	Røyken Grovfyllplass - deponi	100	39449	39449	38
26	Gatedalen miljøanlegg - deponi	100	39181	39181	17
27	Tønsberg fyllplass (deponi)	100	31599	31599	33
28	Nordre Foss avfallsdeponi	100	30873	30873	49
29	Goasholtmyra avfallsanlegg - IRMAT AS	100	18786	18786	25
30	Grinda fyllplass (deponi)	100	18734	18734	30
31	Burud avfallsdeponi	100	17726	17726	26
32	Langmoen avfallsanlegg	10	20	2	48

Deponigassuttak målt i Nm^3 for ulike deponi lokalisert i Oslofjordregionene. Tabellen viser totalt registrert deponigassuttak, andelen metan og hvor mye av denne gassen som blir fakle, i prosent. Datasettet er produsert med data hentet fra miljødirektoratets sitt datasett " Deponidata for alle Oslofjordfylkene".

Tabell 23: Oversikt over regionale renovasjonselskaper i Oslofjordregionen

Kommune	Fylke	Befolkning	Renovasjonselskap
Oslo	Oslo	693 494	Renovasjonsetaten, Oslo kommune
Bamble	Vestfold og Telemark	14 061	RIG - Renovasjon i Grenland
Drangedal	Vestfold og Telemark	4 060	IATA - Indre Agder og Telemark Avfallsselskap IKS
Fyresdal	Vestfold og Telemark	1 287	RENOVEST
Færder	Vestfold og Telemark	26 730	VESAR
Hjartdal	Vestfold og Telemark	1 573	IRMAT
Holmestrand	Vestfold og Telemark	24 699	VESAR
Horten	Vestfold og Telemark	27 351	VESAR
Kragerø	Vestfold og Telemark	10 380	Kragerø kommune
Kviteseid	Vestfold og Telemark	2 403	RENOVEST
Larvik	Vestfold og Telemark	47 204	VESAR
Midt-Telemark	Vestfold og Telemark	10 444	IRMAT
Nissedal	Vestfold og Telemark	1 448	IATA - Indre Agder og Telemark Avfallsselskap IKS
Nome	Vestfold og Telemark	6 515	IATA - Indre Agder og Telemark Avfallsselskap IKS
Notodden	Vestfold og Telemark	13 049	IRMAT
Porsgrunn	Vestfold og Telemark	36 397	RIG - Renovasjon i Grenland
Sandefjord	Vestfold og Telemark	63 764	VESAR
Seljord	Vestfold og Telemark	2 888	RENOVEST
Siljan	Vestfold og Telemark	2 340	RIG - Renovasjon i Grenland
Skien	Vestfold og Telemark	54 942	RIG - Renovasjon i Grenland
Tinn	Vestfold og Telemark	5 691	Tinn kommune
Tokke	Vestfold og Telemark	2 201	RENOVEST
Tønsberg	Vestfold og Telemark	56 293	VESAR
Vinje	Vestfold og Telemark	3 676	RENOVEST
Aremark	Viken	1 325	Aremark kommune
Asker	Viken	94 441	Asker kommune/ Kommunalteknisk avdeling
Aurskog-Høland	Viken	17 390	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS
Bærum	Viken	127 731	Bærum kommune
Drammen	Viken	101 386	RfD - Renovasjonsselskapet for Drammensregionen
Eidsvoll	Viken	25 436	ØRAS - Øvre Romerike Avfallsselskap IKS
Enebakk	Viken	11 110	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS
Flesberg	Viken	2 688	Flesberg kommune
Flå	Viken	1 050	Hallingdal Renovasjon
Fredrikstad	Viken	82 385	Fredrikstad kommune
Frogn	Viken	15 877	Follo Ren IKS
Gjerdrum	Viken	6 890	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS
Gol	Viken	4 608	Hallingdal Renovasjon
Halden	Viken	31 373	Halden kommune
Hemsedal	Viken	2 486	Hallingdal Renovasjon
Hol	Viken	4 441	Hallingdal Renovasjon
Hole	Viken	6 799	HRA - Hadeland og Ringerike Avfallsselskap AS
Hurdal	Viken	2 854	ØRAS - Øvre Romerike Avfallsselskap IKS
Hvaler	Viken	4 668	Hvaler kommune
Indre Østfold	Viken	44 792	IØR - Indre Østfold Renovasjon
Kongsberg	Viken	27 723	Kongsberg kommune
Krødsherad	Viken	2 212	Hallingdal Renovasjon
Lier	Viken	26 811	RfD - Renovasjonsselskapet for Drammensregionen
Lillestrøm	Viken	85 983	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS
Lørenskog	Viken	41 460	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS

Marker	Viken	3 595	IØR - Indre Østfold Renovasjon
Modum	Viken	14 115	RfD - Renovasjonsselskapet for Drammensregionen
Moss	Viken	49 273	MOVAR
Nannestad	Viken	14 139	ØRAS - Øvre Romerike Avfallsselskap IKS
Nes	Viken	23 092	Esval Miljøpark
Nesbyen	Viken	3 273	Hallingdal Renovasjon
Nesodden	Viken	19 616	Follo Ren IKS
Nittedal	Viken	24 249	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS
Nordre Follo	Viken	59 288	Follo Ren IKS
Nore og Uvdal	Viken	2 439	Nore og Uvdal kommune
Rakkestad	Viken	8 255	Rakkestad kommune
Ringerike	Viken	30 641	HRA - Hadeland og Ringerike Avfallsselskap AS
Rollag	Viken	1 390	Rollag kommune
Rælingen	Viken	18 530	ROAF - Romerike Avfallsforedling IKS
Råde	Viken	7 508	MOVAR
Sarpsborg	Viken	56 732	Sarpsborg kommune
Sigdal	Viken	3 467	Sigdal kommune
Skiptvet	Viken	3 805	IØR - Indre Østfold Renovasjon
Ullensaker	Viken	39 625	ØRAS - Øvre Romerike Avfallsselskap IKS
Vestby	Viken	18 042	MOVAR
Våler (Viken)	Viken	5 736	MOVAR
Øvre Eiker	Viken	19 423	RfD - Renovasjonsselskapet for Drammensregionen
Ål	Viken	4 674	Hallingdal Renovasjon
Ås	Viken	20 439	Follo Ren IKS

Tabellen viser hvilke renovasjonsselskaper som er aktive i bestemte kommuner, samt befolkningen i kommunen. Oversikten har blitt hentet fra Sorter.no sin oversikt over " Hvem har ansvaret for avfallet i din kommune?". Oppdatert april 2020.

7

Kilder

- Ålund, I. E. van W. (2020). Husdyrgjødsel til biogass. Landbruksdirektoratet, 56.
- Anne Vinding, Mads Nyborg Støstad, P. da S. S. (2019). Det skjulte matsvinnet. NRK. Hentet fra https://www.nrk.no/det-skjulte-matsvinnet-1.14760378
- Avfallsforskriftene. (2016). Hentet 2. oktober 2020, fra Lovdata website: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/*#*
- Biogass Oslofjord. (2019). Klimatiltak : Slam fra smolt- og oppdrettsanlegg til biogass.
- Bjørlo, B. (2019). Nesten ikke til å kjenne igjen. Hentet 15. desember 2020, fra https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/nesten-ikke-til-a-kjenne-igjen
- Brekke, A. (2009). Matavfall og emballasje – hva er mulige sammenhenger ?
- Deublein, D., & Steinhauser, A. (2011). Biogas from waste and renewable resources: an introduction. John Wiley & Sons.
- EU. (2018). Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. Official Journal of the European Union, 2018(L 328), 82–209. Hentet fra https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN
- Hegnsholt, E. (2012). Hegnsholt, E., Unnikrishnan, S., Pollmann-Larsen, M., Askelsdottir, B., & Gerard, M. (2018). Tackling the 1.6-billion-ton food loss and waste crisis. The Boston Consulting Group. The Boston Consulting Group, 1–10.
- Landbruksdirektoratet. (2019). Tall fra søknader om produksjonstilskudd 2019. Hentet 13. november 2020, fra https://www.landbruksdirektoratet.no/filserver/statistikkgrafikk/pt-900_del2_2019_07.html
- Landbruksforvaltning. (2019). Norsk potetproduksjon 2018. 5(1), 252–256.
- Lovdata. (2014). Forskrift om tilskudd for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg. Hentet 12. januar 2021, fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-12-19-1815?q=biogass
- Lyng, K., Callewaert, P., & Prestrud, K. (2019a). Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for husdyrgjødsel til biogassproduksjon Del 1: Råstoffgrunnlag, gjødselbehov og synergier mellom sektorer. 36.
- Lyng, K., Callewaert, P., & Prestrud, K. (2019b). Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for husdyrgjødsel til biogassproduksjon Del 2 : Nasjonale scenarier Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for husdyrgjødsel til biogassproduksjon.
- Matvett. (2021). Matvett. Hentet 12. januar 2021, fra https://www.matvett.no/
- Miljødirektoratet. (2019). Avfallstyper betegnelse og beskrivelse. 1.
- Miljødirektoratet. (2020a). Beregne effekt av ulike klimatiltak. Hentet 18. desember 2020, fra https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/
- Miljødirektoratet. (2020b). Klimakur 2030 - Tiltak og virkemidler mot 2030. M-1625.
- Miljødirektoratet. (2020c). Tabeller for omregning fra energivare til kWh. Hentet 18. desember 2020, fra https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/
- Miljøverndepartementet. (2008). Forbud mot deponering av nedbrytbart avfall. Hentet fra https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/md/Nyheter-og-pressemeldinger/pressemeldinger/2008/forbud-mot-deponering-av-nedbrytbart-avf/id520348/
- Murphy, J. D., Drosg, B., Allen, E., Jerney, J., Xia, A., & Herrmann, C. (2015). A perspective on algal biogas. Hentet fra https://task37.ieabioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Technical Brochures/AD_of_Algae_ebook_end.pdf
- Regjeringen. (2020). Klimaendringer og norsk klimapolitikk. Hentet 8. desember 2020, fra https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/
- Riley, H. (2012). Bioforsk Rapport Halm som biobrensel (Bd. 7).

- Sammut, F. (2019). Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030 Sammenfatning av kunnskap og oppdaterte analyser. Carbon Limits, 1–97.
- SSB. (2019). Avfall frå hushalda. Hentet 17. november 2020, fra https://www.ssb.no/statbank/table/12313
- SSB. (2020a). 04182: Offentleg kjøtkontroll. Slakt godkjende til folkemat (dyr) (F) 2001H1 - 2020H1. Hentet 1. desember 2020, fra https://www.ssb.no/statbank/table/04182/
- SSB. (2020b). Elgjakt. Hentet 1. desember 2020, fra https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/elgjakt/aar
- SSB. (2020c). Potet- og grovfôravlingar. Hentet fra https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/jordbruksavling/aar
- SSB. (2020d). Sal av petroleumsprodukt, 2019, endelege tal. Hentet 17. desember 2020, fra https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/petroleumsalg/aar/2020-04-15
- SSB. (2020e). Småvilt- og rådyrjakt. Hentet 1. desember 2020, fra https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/srjakt/aar
- SSB. (2020f). Utslipp av klimagasser i kommuner. Hentet 17. desember 2020, fra https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=618&sector=-2
- Stensgård, A. E., & Hanssen, O. J. (2015). Matsvinn i Norge 2010-2015. Sluttrapport fra ForMat-prosjektet.
- Svenskt Gastekniskt Center AB. (2012). Basic data. Analytical Chemistry, 25. https://doi.org/10.1017/s0074180900129663
- Syversen, F., Hanssen, O. J., & Bratland, H. (2018). Nasjonal beregning av mengde matsvinn på forbrukerleddet. Hentet fra https://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M1016/M1016.pdf
- TooGoodToGo. (2020). Hvorfor blir mat kastet? Hentet 11. januar 2021, fra https://toogoodtogo.no/no/movement/knowledge/hvorfor-blir-mat-kastet
- Ytreberg, R. (2018). Havforsker: En halv kilo dritt og slam per kilo laks. Hentet 25. november 2020, fra Avisartikkel website: https://www.dn.no/havbruk/laks/lakseoppdrett/havforskningsinstituttet/havforsker-en-halv-kilo-dritt-og-slam-per-kilo-laks/2-1-498915

www.BiogassOslofjord.no