


Verdiskaping fra produksjon av biogass på Østlandet

Rapport nr: 7/2016	Dato: 1.11.2016	Revidert:	Rev. dato:
Distribusjon: Fri	ISSN:	ISBN: 82-8035-024-1	
Tittel: Verdiskaping fra produksjon av biogass på Østlandet			
Oppdragsgiver: Avfall Norge og Biogass Oslofjord		Kontaktperson: Jens Måge og Per Wennerberg	
Forfatter(e): Kristine Fiksen		Medforfatter(e): Silje Harsem, Therese Lossius og Eivind Magnus	
Oppdragstaker: THEMA Consulting Group AS		Prosjektleder: Kristine Fiksen	
Emneord: Eks: Biogass, biogjødsel, verdiskaping, BNP, bruttoprodukt, sysselsetting, landbruk, havbruk, husdyrgjødsel, slam, kunstgjødsel, økologisk, matavfall		Subject word: Biogas, Digestate, Biofertilizer, Fertilizer, Wealth Creation, GDP, Gross Product, Employment, Agriculture, Farming, Manure, Fishery, Fish Farms, Sludge, Sewadge, Organic, Food Waste	
<p>Sammendrag:</p> <p>Oppbygging av verdikjeder for biogass og biogjødsel gir positive virkninger for regional verdiskaping og sysselsetting. Ved å benytte beregnede nøkkeltall har vi etablert et utgangspunkt for å anslå den fremtidige betydningen for verdiskaping, sysselsetting og miljø ved å øke utnyttelsen av norske biologiske avfallsressurser.</p> <p>Totalt viser analysen at den årlige verdiskapingen i dag er på 900 millioner kroner, mens den totale sysselsettingen i verdikjeden utgjør i underkant av 730 årsverk. I snitt bidrar produksjonen av biogass til en samlet verdiskaping på ca. 2 millioner kroner pr. GWh og en sysselsetting på 1,7 årsverk pr. GWh.</p> <p>Samlede utslippsreduksjoner fra dagens verdikjede for produksjon og bruk av biogjødsel og biogass på Østlandet er beregnet til 103 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Ved en karbonpris på 500 kroner pr. tonn verdsettes denne utslippsreduksjonen til vel 50 millioner kroner på årsbasis.</p> <p>Årlig bidrag til bruttonasjonalproduktet og miljø fra produksjon av biogass og biogjødsel kan øke i framtiden dersom produksjonsvolumet øker. Dette vil også øke antall sysselsatte i verdikjeden.</p> <p>Ved en produksjonsøkning på Østlandet til 2.000 GWh har vi beregnet en samlet verdiskapingseffekt på 4,6 milliarder kroner, mens sysselsettingen kommer opp i ca. 3.300. Ved en økning av produksjonsnivået til 2.000 GWh pr år har vi anslått utslippsreduksjonene til 475.000 tonn CO₂-ekvivalenter. Ved en kalkylepris på 500 kroner pr tonn er den årlige verdien av denne utslippsreduksjonen ca. 240 millioner kroner.</p> <p>Det vil i tillegg til den årlige verdiskapingseffekten vil det også oppstå verdiskaping under utbygging av ny kapasitet i verdikjedene for biogass. Denne engangseffekten er anslått til ca 13.800 årsverk og 14 milliarder kroner for eksempelvis 2.000 GWh ny kapasitet.</p>			
Godkjent av: Henrik Lystad	Dato: 1.11.2016	Sign: 	

FORORD

Bedre utnyttelse av avfall og restprodukter er en sentral del av den sirkulære økonomien og kan bidra til økt konkurransekraft og verdiskaping i Norge.

Club of Rome utredet våren 2016 på oppdrag fra Avfall Norge og Innovasjon Norge effektene av en sirkulær økonomi for hele Norge. Basert på overordnede scenarier for fornybar energi, energi- og materialeffektivisering ble potensialet beregnet til over 50.000 nye arbeidsplasser.

For å se nærmere på mulighetene for økt verdiskaping, reduserte klimagassutslipp og økt konkurransekraft ønsket Avfall Norge med samarbeidspartnere å gjennomføre en konkret studie som tar for seg en verdikjede med betydelige muligheter for vekst.

Fordi biogass er basert på lokale ressurser og gir høy lokal verdiskaping, peker det seg ut som et område innen sirkulærøkonomien som det er verdt å satse mer på.

Biogass gir betydelig antall arbeidsplasser og verdiskaping gjennom en lang verdikjede: Fra innsamling av våtorganisk avfall (matavfall, industriavfall, fiskeavfall, alger, skogsavfall, avløps slam) og husdyrgjødsel, til forbehandling, evt substratproduksjon, sortering, utråtning og gassproduksjon til foredling og distribusjon av flere produkter (biogass/biometan, biogjødsel, vekstmedier, CO₂, proteiner, bioplast, «bioaktiver» mm).

Sektoren skaper arbeidsplasser direkte og indirekte gjennom verdiskaping innen landbruk og matproduksjon, og bidrar til grønn omstilling, lavere utslipp og renere byer og tettsteder.

Kanskje viktigst så sørger biogassanlegg for at verdifulle næringsstoffer i matavfallet, i sær fosfor, bringes tilbake i kretsøpet og brukes til ny matproduksjon.

For at biogass skal får høyere oppmerksomhet og vilje til å satse hos myndigheter, politikere og private investorer, så må gevinstene med en slik satsing tydeliggjøres og biogass må gis gode og langsiktige rammebetingelser.

Vi håper denne rapporten kan danne grunnlag for å synliggjøre sektorens store potensial for lokal og regional verdiskaping, og at dette kan danne grunnlaget for økt nasjonal satsing.

Vi takker for et godt samarbeid med Biogass Oslofjord samt øvrige deltakere i prosjektet (Lindum, EGE, AGA, HRA, GLØR, Greve biogass og Purac) som har bidratt med finansiering, verdiulle innspill og faktagrunnlag for rapporten.

Henrik Lystad, Fagsjef
Avfall Norge



**Verdiskaping fra produksjon av
biogass på Østlandet**

**På oppdrag fra Avfall Norge og Biogass Oslofjord
september, 2016**

Om prosjektet**Om rapporten**

Prosjektnummer:	ANO-16-01	Rapportnavn:	Verdiskaping fra produksjon av biogass på Østlandet
Prosjektnavn:	Vekst, sysselsetting og verdiskaping fra biogass	Rapportnummer:	2016-16
Oppdragsgiver:	Avfall Norge og Biogass Oslofjord	ISBN-nummer	978-82-8368-000-3
Prosjektleder:	Kristine Fiksen	Tilgjengelighet:	Offentlig
Prosjektdeltakere:	Silje Harsem Therese Lossius Eivind Magnus	Ferdigstilt:	1. november 2016

Brief summary in English

Biological waste from households, agriculture and industry represent resources that are used to produce biogas and organic fertilizer. Biogas can be used in transport as an alternative to fossil fuels, if it is upgraded to a methane content of over 95 percent. Bio fertilizer is used in food production as a replacement for chemical fertilizers and ensures continued utilization of nutrients in a climate and environmentally friendly manner. The value chains for biogas and bio fertilizer represent value creation and employment. By establishing some key figures, we have established a basis for estimating the future importance for economic growth, employment and the environment by increasing the utilization of Norwegian biological waste resources.

Om THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6
0158 Oslo, Norway
Foretaksnummer: NO 895 144 932
www.thema.no

THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybde-kunnskap om energimarkedene, bred samfunnsforståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi, teknologi og juss.

Disclaimer

Hvis ikke beskrevet ellers, er informasjon og anbefalinger i denne rapporten basert på offentlig tilgjengelig informasjon. Visse uttalelser i rapporten kan være uttalelser om fremtidige forventninger og andre fremtidsrettede uttalelser som er basert på THEMA Consulting Group AS (THEMA) sitt nåværende syn, modellering og antagelser og involverer kjente og ukjente risikoer og usikkerheter som kan forårsake at faktiske resultater, ytelse eller hendelser kan avvike vesentlig fra de som er uttrykt eller antydning i slike uttalelser. Enhver handling som gjennomføres på bakgrunn av vår rapport foretas på eget ansvar. Kunden har rett til å benytte informasjonen i denne rapporten i sin virksomhet, i samsvar med forretningsvilkårene i vårt engasjementsbrev. Rapporten og/eller informasjon fra rapporten skal ikke benyttes for andre formål eller distribueres til andre uten skriftlig samtykke fra THEMA. THEMA påtar seg ikke ansvar for eventuelle tap for Kunden eller en tredjepart som følge av rapporten eller noe utkast til rapport, distribueres, reproduseres eller brukes i strid med bestemmelsene i vårt engasjementsbrev med Kunden. THEMA beholder opphavsrett og alle andre immaterielle rettigheter til ideer, konsepter, modeller, informasjon og "know-how" som er utviklet i forbindelse med vårt arbeid.

INNHold

1	INNLEDNING.....	5
1.1	Bakgrunn og problemstilling.....	5
1.2	Overordnet om metode.....	5
1.3	Om rapporten.....	6
2	VERDIKJEDEN FOR BIOGASS.....	7
2.1	Verdikjeden for biogass inngår i den sirkulære verdikjeden for mat.....	7
2.2	Innsamling av råstoff.....	9
2.3	Produksjon av biogass og biogjødsel.....	10
2.4	Foredling, distribusjon og bruk av biogass.....	12
2.5	Foredling, distribusjon og bruk av biogjødsel.....	12
3	RINGVIRKNINGER FRA BIOGJØDSEL OG BIOGASS I DAG.....	14
3.1	Samlede bidrag til bruttonasjonalprodukt og sysselsetting.....	14
3.2	Direkte virkninger.....	15
3.3	Indirekte virkninger.....	17
4	BIOGJØDSEL OG DEN SIRKULÆRE ØKONOMIEN.....	19
4.1	Sirkulær økonomi får økende oppmerksomhet.....	19
4.2	Organisk avfall er et politisk satsingsområde.....	19
4.3	Matavfall og gjødsel inngår i en sirkulær økonomi for biologisk materiale.....	20
5	VERDIKJEDEN FOR BIOGASS GIR UTSLIPPSREDUKSJONER.....	23
5.1	Reduksjon av klimagassutslipp.....	23
5.2	Verdien av reduserte klimagassutslipp.....	26
6	VERDISKAPING OG MILJØGEVINSTER FRA BIOGASS I FRAMTIDEN.....	29
6.1	Verdiskaping i framtiden - oppsummert.....	29
6.2	Miljøkonsekvenser i framtiden.....	30
6.3	Utgangspunkt for framtidens verdiskaping.....	31
	REFERANSER.....	34
	VEDLEGG 1: METODE.....	35

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Biologisk avfall fra husholdninger, jordbruk og næringsliv representerer ressurser som i økende grad benyttes til produksjon av biogass og biogjødsel. Biogass kan brukes i transportsektoren som et alternativ til fossilt drivstoff, hvis den oppgraderes til biometan (metaninnhold på over 95 prosent). Biogjødsel tas i bruk i matproduksjon som erstatning for kunstgjødsel og sikrer videre utnyttelse av næringsstoffer på en klima- og miljøvennlig måte. Oppbygging av verdikjeder for biogass og biogjødsel gir positive virkninger for regional og nasjonal verdiskaping og sysselsetting. Ved å benytte beregnede nøkkeltall har vi etablert et utgangspunkt for å anslå den fremtidige betydningen for verdiskaping, sysselsetting og miljø ved å øke utnyttelsen av norske biologiske avfallsressurser.

I denne rapporten vurderer vi effekter for sysselsetting, verdiskaping og miljø av å utnytte biologisk avfall til produksjon og salg av biogass og biogjødsel. Utgangspunktet for analysen er de verdikjedene som er bygget opp for biogass og biogjødsel i Østlandsregionen. Resultatene kan også benyttes til å vurdere effekter for sysselsetting, verdiskaping og miljø for en framtidig oppskalering av biogassproduksjon på Østlandet. Arbeidet er utført for Avfall Norge og Biogass Oslofjord.

Analysen er gjennomført i 4 trinn:

- Gjennomgang og beskrivelse av representative verdikjeder
- Beregning av sysselsetting og verdiskaping i Østlandsregionen
- Analyse av klimaeffekter
- Fremtidig potensial for verdiskaping, sysselsetting og reduserte klimagassutslipp

Representative verdikjeder

Produksjon av biogjødsel og biogass benytter biologisk avfall i form av matavfall fra husholdninger og næringsvirksomhet, husdyrgjødsel, kloakkslam og avfall fra fiskeri og havbruk. Det organiske avfallet samles inn og distribueres til et anlegg for produksjon av biogass og biogjødsel. Biometan brukes i transportsektoren som et alternativ til fossilt drivstoff og reduserer dermed klimagassutslipp. Biogjødsel tas i bruk i matproduksjon som erstatning for kunstgjødsel og sikrer videre utnyttelse av næringsstoffer på en klimavennlig måte.

Vi har i dette prosjektet tatt utgangspunkt i de ulike typene biologisk avfall som benyttes for framstilling av biogass og biogjødsel.

- Verdikjeden basert *matavfall* er den mest omfattende og består av innsamling, optisk sortering, transport, forbehandling, produksjon og oppgradering samt distribusjon og salg av biogass og biogjødsel.
- Verdikjeden for *slam* er mindre omfattende enn den for matavfall fordi biogassanlegget ligger i direkte tilknytning til renseanlegget og transportarbeidet er lavere for dette råstoffet. Det heller ikke utbredt med oppgradering av biogassen til drivstoffkvalitet per i dag. Biogassen brukes til eget formål, men distribusjon av biogjødsel inngår også her.
- Verdikjeden for *husdyrgjødsel* omfatter gjødsellagring og -henting hos aktuelle gårdsbruk, produksjon og oppgradering samt distribusjon og salg av biogass og biogjødsel.

Samtidig er det verdt å merke seg at flere av aktørene allerede i dag har samdrift av flere råstoff, f.eks. slam og matavfall eller matavfall og gjødsel. Samdrift har noen fordeler som gjør at vi trolig vil se mer av det i framtiden.

Effekter for sysselsetting og verdiskaping med utgangspunkt i dagens aktivitet på Østlandet

Vi bruker bruttoprodukt som mål på verdiskaping. Bruttoproduktet måler bedriftenes bidrag til bruttonasjonalproduktet og anvendes til å avlønne innsatsfaktorene arbeid og kapital, skatter og

avgifter. Et positivt bruttoprodukt kan ikke uten videre si noe om aktiviteten er lønnsom eller ikke, men gir et hensiktsmessig utgangspunkt for å analysere hvordan økonomiske aktiviteter spres i økonomien.

Foredling av biologisk avfall til biogass og biogjødsel utgjør en verdikjede med flere inntektsstrømmer. En inntektsstrøm er knyttet til renovasjonstjenester der kjøperne betaler et mottaksgebyr for å levere inn det biologiske avfallet, en annen til betaling for den videreforedlede biogassen og biogjødslet. Vi har i denne analysen antatt at både renovasjonstjenesten og produksjonsvirksomheten er relevante deler av verdikjeden for biogass og følgelig inkludert begge områdene i anslag for verdiskaping og sysselsetting. I tillegg er det noen subsidier i deler av verdikjeden, f.eks. en støtte over landbruksavdelingen til gårdsbruk som leverer gjødsel til biogass, og noen typer av subsidier til distribusjon og spredning av biogjødsel.

Vi skiller mellom direkte og indirekte verdiskapings og sysselsettingsvirkninger. De direkte virkningene er knyttet til de bedriftene som har sin virksomhet i de ulike leddene i verdikjedene, mens de indirekte måler virkningene for leverandørbedriftene som leverer varer og tjenester inn til verdikjeden. Totalt viser analysen et nivå på den årlige verdiskapingen på 900 millioner kroner, mens den totale sysselsettingen i verdikjeden utgjør i underkant av 730 årsverk.

Vi har videre beregnet nøkkeltall for verdiskaping og sysselsetting pr. GWh for produksjon av biogass og biogjødsel basert på verdikjedene basert på matavfall, avløpsslam og husdyrgjødsel. Nøkkeltallene er vist i tabellen nedenfor.

Verdiskaping og sysselsetting per produsert GWh biogass per råstofftype

	Samlede virkninger (direkte og indirekte)	
	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)
Mat- og næringsavfall	2,7	1,9
Gjødsel	1,6	1,6
Avløpsslam	1,3	1,4
Vektet snitt	2,0	1,7

I snitt bidrar produksjonen av biogass til en samlet verdiskaping på ca. 2 millioner kroner pr. GWh og en sysselsetting på 1,7 årsverk pr. GWh. Dette sysselsettingstallet samsvarer relativt godt med sysselsettingstall fra svenske undersøkelser¹.

Miljøeffekter

Biogass og biogjødsel har mange gode egenskaper for miljøet sammenlignet med alternativene. Når biogass og biogjødsel tas i bruk og erstatter fossile energikilder og kunstgjødsel, forbedres miljøet på en rekke områder. Miljøgevinstene fra innsamling av organisk avfall, produksjon og bruk av biogjødsel og biogass er i hovedsak knyttet til disse områdene:

- Reduserte utslipp fra alternativ håndtering av matavfallet
- Reduserte utslipp fra lagret husdyrgjødsel
- Erstatte bruk av kunstgjødsel med biogjødsel
- Erstatte fossile energikilder i transport og annen energibruk

Klimagevinstene fra produksjon og bruk av biogjødsel og biogass varierer avhengig av hvilket råstoff som benyttes (matavfall, type husdyrgjødsel og slam) og hva biogassen brukes til (energiproduksjon

¹ For eksempel oppgir en studie for Skåne et sysselsettingstall på ca. 1,4 årsverk per GWh produsert biogass når man ser på hele verdikjeden. Dette sysselsettingstallet inkluderer både direkte og indirekte sysselsetting.

eller transport). I tillegg vil de samlede utslippsreduksjonene også avhenge av hva som er alternativ behandling av avfallet og hvilken energikilde biogassen erstatter. Samlede utslippsreduksjoner fra dagens verdikjede for produksjon og bruk av biogjødsel og biogass på Østlandet er beregnet til 103 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Ved en karbonpris på 500 kroner pr. tonn verdsettes denne utslippsreduksjonen til vel 50 millioner kroner på årsbasis.

Fremtidige bidrag

Årlig bidrag til bruttonasjonalproduktet og miljø fra produksjon av biogass og biogjødsel kan øke i framtiden dersom produksjonsvolumet øker. Dette vil også øke antall sysselsatte i verdikjeden. Dagens potensiale for slam er i stor grad utnyttet allerede. Ved en økning i biogassproduksjonen, vil økte mengder matavfall, næringsavfall og gjødsel tas i bruk. Verdiskapingstallene per GWh er høyere for verdikjedene basert på matavfall og gjødsel enn for slam. Ved økt produksjon basert på andre kilder enn slam, vil tallene for verdiskaping og sysselsetting øke mer enn volumet for biogass.

I analysen av de fremtidige bidragene har vi antatt økt sambehandling av matavfall og husdyrgjødsel som vil gi økt biogassutbytte. Det fremkommer som en produktivitetsforbedring på inntil 22 prosent over tid og er inkludert i tallene under.

Framtidig årlig verdiskaping, sysselsetting og redusert utslipp av klimagasser i Norge for ulike mengder biogass produsert

Biogass	Samlet verdiskaping	Samlet sysselsetting	Samlede klimagassreduksjoner
<i>GWh</i>	<i>MNOK</i>	<i>Årsverk</i>	<i>Tonn CO₂-ekvivalenter</i>
437 (dagens)	902	731	107 000
1000	2122	1638	260 000
2000	4604	3289	474 000

Samlet verdiskaping, sysselsetting og reduksjon av norske utslipp av klimagasser ved ulike mengder biogass er vist i tabellen. Ved en produksjonsøkning til 2000 GWh har vi beregnet en samlet verdiskapingseffekt på rundt regnet 4,6 milliarder kroner, mens sysselsettingen kommer opp ca. 3300. Uten den antatte produktivitetsveksten vil sysselsettingen overstige 4000 årsverk ved en tilsvarende produksjonsøkning. Ved en økning av produksjonsnivået til 2000 GWh pr år har vi anslått utslippsreduksjonene til 474.000 tonn CO₂-ekvivalenter. Ved en kalkylepris på 500 kroner pr tonn er den årlige verdien av denne utslippsreduksjonen ca. 240 millioner kroner.

Det vil også oppstå verdiskaping under utbygging av ny kapasitet i verdikjedene for biogass. Et beregnet nøkkeltall for verdiskaping og sysselsetting for investeringer i produksjonskapasitet per GWh er oppgitt i tabellen under. Dette vil være engangseffekter, og ikke årlige nivåer.

Verdiskaping og sysselsettingseffekter per GWh ny produksjonskapasitet

	Verdiskaping (MNOK)	Sysselsetting (årsverk)
<i>Mat- og næringsavfall</i>	13,5	13,7
<i>Avløpslam</i>	5,5	4,8
<i>Gjødsel</i>	4,9	4,3

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og problemstilling

Bruk av organisk avfall for produksjon og distribusjon av biogass og biogjødsel er et område der vekstmulighetene er betydelige. Mer bruk av biogass og biogjødsel bidrar til grønn omstilling, både ved lavere klimautslipp og renere lokalt miljø. Utbygging av verdikjeder for biogass og biogjødsel gir dessuten positive lokale virkninger gjennom lokal sysselsetting og verdiskaping², direkte gjennom de bedriftene som er involvert i verdikjeden for innsamling, produksjon og distribusjon av produkter basert på biologisk avfall og indirekte hos leverandørbedrifter og teknologimiljøer.

Formålet med denne studien er å synliggjøre potensialet for sysselsetting og verdiskapende næringsutvikling ved satsing på anlegg for produksjon av biogass og biogjødsel, med utgangspunkt i Østlandsregionen. Med Østlandsregionen menes fylkene Østfold, Vestfold, Oslo, Akershus, Telemark, Buskerud, Oppland og Hedmark. Det er også et formål å synliggjøre nyttevirkningene av at biologisk avfall inngår i kretsløp innenfor den sirkulære økonomien eller omdannes til produkter som kan erstatte produkter basert på fossile energikilder.

Studien er gjennomført på oppdrag av Avfall Norge og Biogass Oslofjord, og er delfinansiert av selskapene Lindum, AGA, EGE/ Romerike biogassanlegg, HRA, GLØR, Greve biogass og Purac.

Hovedtyngden av oppdraget gjelder hvordan bruk av biologisk avfall i verdikjeder og kretsløp for biogass og biogjødsel kan bidra til fremtidig lokal og regional sysselsetting og verdiskaping. For å gjøre det har vi identifisert og utredet de ulike verdikjedene og kretsløpene som er eller vil bli bygget opp innen foredling og bruk av biologisk avfall. Det har vært nødvendig for å kunne vurdere virkningene for sysselsetting og bidragene til nasjonal verdiskaping.

1.2 Overordnet om metode

Et sentralt mål i arbeidet har vært å beregne nøkkeltall for sysselsetting og verdiskaping gjennom de ulike verdikjedene. Gjennom intervjuer med involverte bedrifter har vi fått tilgang på tall for sysselsetting, omsetning og vareinnsats i egen virksomhet. Nøkkeltallene som har fremkommet danner grunnlag for å vurdere den fremtidige verdiskapingen og sysselsettingen som kan realiseres gitt ulike fremtidige utviklingsbaner.

Nyttevirkningene som biogassen har når den erstatter fossilt baserte alternativer, er godt dokumentert i andre studier. Vi vil derfor ikke gjøre egne analyser av klimagevinst, men hovedsakelig referere til andre studier av temaet. Vi har likevel beregnet klimaeffektene av å ta i bruk produkter basert på biologisk materiale. Det er en sentral side ved satsningen som det er viktig å synliggjøre.

Analyser av direkte og indirekte virkninger for sysselsetting og verdiskaping i næringslivet omtales gjerne som ringvirkningsanalyser. Ringvirkningsanalyser må ikke forveksles med samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvurderinger der en sammenholder samfunnsøkonomiske kostnader og nyttevirkinger av økonomiske aktiviteter. Alle former for økonomisk aktivitet gir økonomiske ringvirkninger i form av sysselsetting og verdiskaping fra næringsutvikling, også de aktivitetene som ikke er samfunnsøkonomiske lønnsomme. Ringvirkningsanalyser gir imidlertid interessant informasjon om hvordan økt økonomisk aktivitet påvirker næringslivet og sprer seg til resten av økonomien som ringer i vannet. Slike analyser er særlig nyttige i perioder der økonomien står overfor omstilling slik tilfellet er for norsk økonomi. Våre analyser kan dermed ikke brukes til å fastslå om oppbygging av verdikjeder og kretsløp for biologisk avfall er samfunnsøkonomisk lønnsomme, men til å si noe om aktivitetens bidrag til bruttonasjonalprodukt og antall sysselsatte i verdikjeden.

Det er noen særskilte utfordringer ved å beregne verdiskaping i en bransje som er i oppbygging, og særlig siden deler av aktivitetene finansieres via selvkostregimer for offentlige tjenester. I tillegg ser vi at de aktuelle verdikjedene er sektoroverskridende og i utvikling.

² Med verdiskaping mener vi i denne rapporten bidrag til bruttonasjonalproduktet, jfr. beskrivelsen i vedlegg 1.

Bare unntaksvis har vi kunnet basere beregningene av direkte og indirekte virkninger på regnskapstall. En viktig del av arbeidet med denne rapporten har derfor vært å gjennomføre intervjuer med representanter fra virksomheter som er involvert i de aktuelle verdikjedene. Intervjuene har både hatt som formål å få oppdaterte tall for sysselsatte i de ulike virksomhetene og relevante økonomiske data for beregning av verdiskaping. Vi har i alt gjennomført 10 slike intervjuer og fått tilbakemelding på 10 spørreskjemaer. På grunn av at biogassvirksomheten ofte har vært en integrert del av en mer omfattende virksomhet har det for flere ledd i verdikjedene vært vanskelig å få fram tall for omsetning og vareinnsats. Vi har derfor i en del av beregningene tatt utgangspunkt i sysselsettingstall og beregnet verdiskaping ved å bruke gjennomsnittstall fra SSBs næringsstatistikk.

For en detaljert gjennomgang av vår metode og THEMA's modell for ringvirkningsanalyser henviser vi til vedlegg med utdyping av metode for arbeidet der disse aspektene blir diskutert nærmere.

1.3 Om rapporten

Før vi beregner verdiskaping og sysselsetting, starter vi med en presentasjon av de ulike verdikjedene (Kapittel 2). Deretter presenterer vi verdiskaping og sysselsetting for dagens verdikjede (Kapittel 3). Nytteverdier knyttet til den sirkulære økonomien er overordnet presentert i kapittel 4 og en analyse av klimaeffektene gjennom verdikjeden er gitt i kapittel 5. Kapittel 6 viser effektene på verdiskaping, sysselsetting og miljø ved ulike nivåer av produksjon av biogass og biogjødsel i framtiden.

2 VERDIKJEDEN FOR BIOGASS

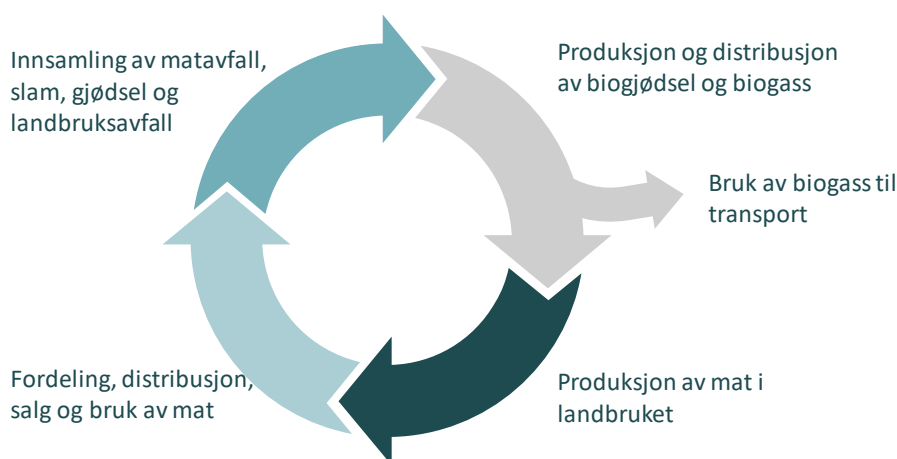
Ved å ta i bruk biologisk avfall til å produsere biogass og biogjødsel dannes en sirkulær økonomi for biologisk materiale. Matavfall fra næring og husholdninger, husdyrgjødsel fra landbruket og kloakkslam fra kommunale renseanlegg benyttes som råstoff i produksjon av biogjødsel til jordforbedring og biogass som benyttes som et fornybart drivstoff eller brensel. Mesteparten av dagens produksjon er basert på slam, men med økende grad av utsortering av matavfall, øker også andelen biogass produsert fra matavfall. I Østlandsområdet er det 9 anlegg som benytter matavfall som råstoff, av 28 anlegg totalt. Verdikjeden for matavfall er mer omfattende enn den for slam fordi den forutsetter mer transportarbeid, utsortering av matavfallet og må forbehandles før det sendes inn i reaktortanken der biogassen blir produsert. Få av slamanleggene oppgraderer pr. i dag biogassen til transportformål, noe som er mer vanlig for anlegg basert på matavfall. Det er få anlegg som håndterer husdyrgjødsel, men dette vil trolig øke framover.

2.1 Verdikjeden for biogass inngår i den sirkulære verdikjeden for mat

Utgangspunktet for verdikjeden for produksjon av biogjødsel og biogass er den sirkulære kjeden for organisk materiale som vist under. Grunnlaget for den sirkulære økonomien er at avfall ikke lenger er et problem som må håndteres, men er en ressurs som benyttes som råstoff i ny produksjon. I kjeden under vil organisk avfall i form av matavfall fra husholdninger og næringsvirksomhet, husdyrgjødsel, kloakkslam og avfall fra havbruk og fiskeri, tas inn i verdikjeden som en ressurs.

Det organiske avfallet samles inn og distribueres til et anlegg for produksjon av biogass og biogjødsel. Oppgradert biogass, biometan, brukes i transportsektoren som et alternativ til fossilt drivstoff og reduserer dermed klimagassutslipp. Biogjødsel tas i bruk i ny matproduksjon som erstatning for kunstgjødsel og sikrer videre utnyttelse av næringsstoffer på en klimavennlig måte. Matproduksjon med biogjødsel gir mat som videre foredles, distribueres, selges og benyttes både i husholdningene og i næringsvirksomhet. Ringen slutes ved at rester av disse matproduktene blir til råstoff for å produsere ny biogjødsel og biogass.

Figur 2-1: Illustrasjon av den sirkulære verdikjeden for biologisk materiale



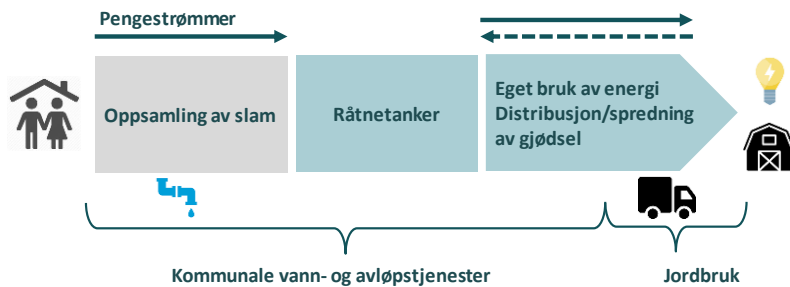
Matvarer kan distribueres til hele landet, men biogjødsel og biogass bør benyttes lokalt på grunn av kostnader og utslipp ved transport over lange avstander. På Østlandet produseres det både korn og grønnsaker og en stor andel av den norske befolkningen er lokalisert i Østlandsregionen. Utgangspunktet er dermed godt for å både produsere og utnytte mye biogjødsel og biogass i området.

I dette prosjektet vurderer vi verdiskaping, sysselsetting og miljøeffekter fra produksjon av biogass og biogjødsel. For å gi en bedre forståelse av hva som ligger til grunn for tallene, vil vi først beskrive de ulike leddene i verdikjedene for de ulike råstoffene. Vi ser på kjeden fra innsamling av råstoff og

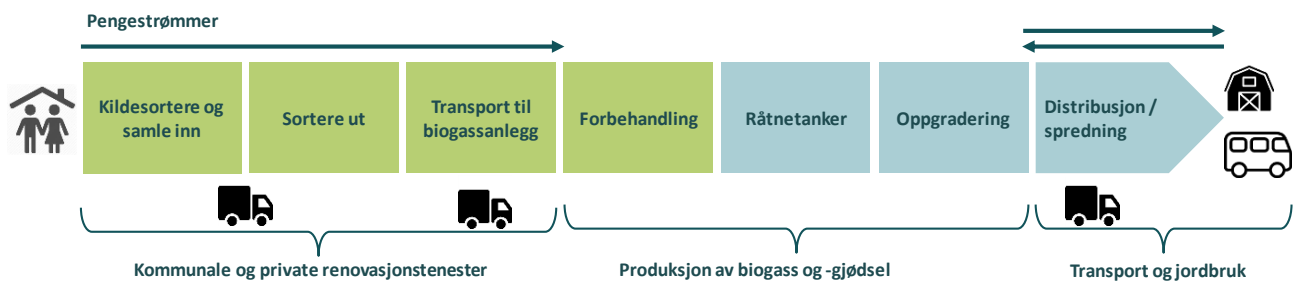
til distribusjon av ferdige produkter. Vi vil også si noe om hvilke aktører som er involvert i de ulike leddene av kjeden.

Som figurene 2-2, 2-3 og 2-4 viser, er det noen forskjeller i hvilke ledd som inngår i verdikjedene for de tre råstoffene, der dagens verdikjede basert på slam har færrest ledd og den enkleste produksjonsprosessen. Slam trenger ikke forbehandling, det inngår relativt lite transportarbeid og som regel er det ingen oppgradering av gassen til drivstoffkvalitet. Samtidig er det verdt å merke seg at flere av aktørene allerede i dag har samdrift av flere råstoff, f.eks. slam og matavfall eller matavfall og gjødsel. Samdrift har noen fordeler som gjør at vi trolig vil se mer av det i framtiden.

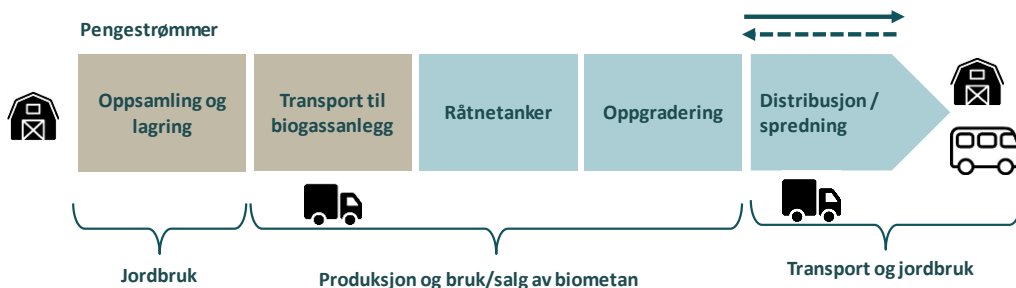
Figur 2-2: Verdikjeden basert på avløpsslam



Figur 2-3: Verdikjeden basert på matavfall



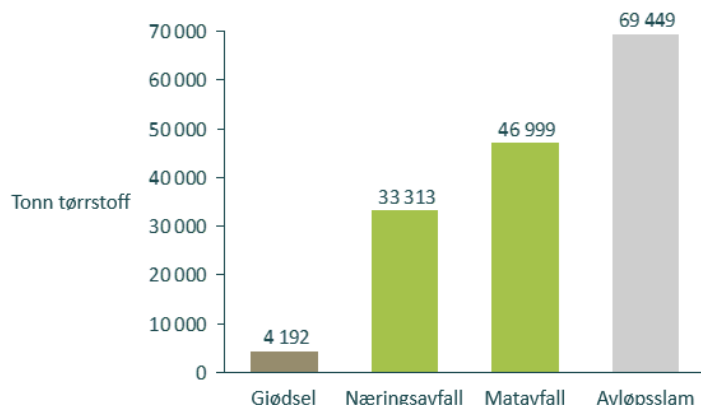
Figur 2-4: Verdikjeden basert på husdyrgjødsel



2.2 Innsamling av råstoff

Råstoff som samles inn til produksjon av biogjødsel og biogass er per i dag organisk husholdnings og næringsavfall, restprodukter fra landbruket, husdyrgjødsel og avløps slam.

Figur 2-5: Råstoff til produksjon av biogjødsel og biogass på Østlandet. Tonn tørrstoff.



Kilde: THEMAs beregninger basert på Rambøll (2016), Intervjuer, selskapenes hjemmesider og Miljødirektoratet (2013)

2.2.1 Matavfall

Matavfall fra husholdninger samles inn via kommunale og interkommunale renovasjonsselskap som transporterer avfallet til biogassanleggene. Matavfall fra husholdningene utgjør i dag 31 prosent av råstoffet til biogassproduksjon. I følge Østfoldforskning (2016a) bor 69 prosent av den norske befolkningen i områder der matavfall sorteres ut.

Matavfallet fra husholdninger samles som hovedregel inn på to ulike måter:

- *Matavfallet kildesorteres i egne poser som kastes sammen med annet husholdningsavfall. De ulike fraksjonene skilles deretter i et optisk sorteringsanlegg og matavfallet fraktes fra sorteringsanlegget til biogassanlegget.*
- *Matavfallet kildesorteres i egne poser og egne avfallsdunker hos forbrukeren. Dermed kan alt det organiske avfallet samles inn separat fra andre fraksjoner og transporteres direkte til biogassanlegget.*

I våre analyser har vi tatt utgangspunkt i håndteringen i det første punktet med optisk sortering. Matavfall fra næringsaktører inngår ikke i kommunenes ansvar for avfallshåndtering, men utgjør likevel 22 prosent av råstoffet levert til biogassanlegg i Oslofjordregionen (Rambøll, 2016). Biologisk næringsavfall kan være slakteavfall, organisk avfall fra produksjon av mat, annet biologisk avfall fra næringsmiddelindustri eller matavfall fra restauranter, sykehjem etc. Våtorganisk avfall fra restaurant og storkjøkken har relativt like egenskaper som matavfall fra husholdninger, men kan i mange tilfeller være bedre kildesortert (færre fremmedlegemer som f.eks. emballasje, plast, osv.).

Deponering av matavfall har vært forbudt siden 2009, og alternativet til produksjon av biogass er energigjenvinning i forbrenningsanlegg eller industriell kompostering. En liten andel av matavfallet komposteres i husholdningene.

2.2.2 Avløps slam

Avløps slam er i dag det dominerende råstoffet til biogassproduksjon, med en andel på 45 prosent. Biogassanlegg som håndterer avfallsslam, ligger ofte vegg i vegg med kloakkrensingsanlegg for å unngå kostnader ved transport av slammet (Rambøll, 2016). Det kreves som hovedregel derfor ingen transport for innsamling av avløps slam.

I likhet med innsamling og behandling av husholdningsavfall, er også rensing av avløpsvann et kommunalt ansvar. Det finnes 19 biogassanlegg som håndterer avløpsslam som råstoff på Østlandsområdet, hvorav to er samråtningsanlegg (se tabell 2-1).

Alternativ håndtering av avløpsslam er ulike former for kompostering og kalktilsetning.

2.2.3 Gjødning og organisk avfall fra jordbruket

Husdyrgjødsel leveres ifølge Biogass Østfold (2016) først og fremst av gårdsbruk med store gjødselvolumer fra storfe, gris og fjørfe. Gårdsbruk med hesteoppdrett kan også være aktuelle leverandører. Per i dag er det få produsenter av biogjødsel og biogass som benytter gjødning som råstoff. Greve biogass mottar gjødning fra en mengde gårdsbruk som inngår i produksjonen sammen med matavfall fra husholdninger og næringsliv. Landbruksavfall som rester av potetplanter /andre grønnsaker, kasserte produkter, kapp fra kornproduksjon (halm), gress/høy som ikke kan brukes til dyrefor, kan også benyttes som råstoff i biogassproduksjon. Vi har imidlertid ikke oversikt over omfanget på dette.

Husdyrgjødsel som ikke sendes til biogassproduksjon, blir samlet opp på gården og spredt direkte på jordene som gjødning. I ikke-økologisk produksjon vil det i tillegg anvendes kunstgjødning. Ved innsamling av gjødning til produksjon av biogass, bør det etableres tette tanker eller tak på eksisterende tanker (Østfoldforskning, 2014). Gjødning transporteres deretter med tankbiler til biogassanlegget. På en del gårder må veien til fjøset oppgraderes for å tåle transport med tyngre semitrailere.

Fra 2014 ble det etablert en støtteordning over jordbruksavtalen til gårdsforetak som leverer husdyrgjødsel til biogassproduksjon. Støttenivået er i dagens jordbruksavtale på 60 kroner pr. tonn husdyrgjødsel.

2.2.4 Organisk avfall fra andre næringer

Vi kjenner ikke til i detalj hvilket næringsavfall som inngår i produksjon av biogass på Østlandet i og med at kjøp og salg av slikt avfall inngår i et marked. I tillegg til næringsavfall fra restauranter og matforedling, kan det også inngå slam og avfall fra skogbruk og fiskeindustri. Råstoff fra disse bransjene kan importeres fra andre landsdeler og inngå i verdikjedene på Østlandet.

Avfall fra havbruk kan være død fisk, gjødning fra fisken og fôrrester. Det kan også være biprodukter fra utvinning og bearbeiding av tang og tare som i dag ikke utnyttes.

2.3 Produksjon av biogass og biogjødsel

Ved å benytte en kombinasjon av mekaniske og biologiske prosesser brytes avfallet ned til en energirik biogass og næringsrikt biogjødsel. Tabell 2-1 gir en oversikt over biogassprodusenter på Østlandet, inkludert hvilke råstoff som foredles og hvor mye biogass som blir produsert.

Anleggenes størrelse kan variere, men på grunn av høye kapitalkostnader, bruk av avansert teknologi og relativt høye driftskostnader lønner det seg per i dag å bygge få, store anlegg fremfor mange små. Den optimale størrelsen avhenger blant annet av plasseringen av anlegget, hvilken tilgang det har til avfallsråstoffer lokalt, lokal infrastruktur og hvilken mulighet det har for utnyttelse av både energien og biogjødslet innen rimelig avstand. Det pågår ifølge Avfall Norge også forskning og utvikling på småskala anlegg for oppgradering av biogass. Dersom disse bidrar til reduserte kostnader til små anlegg, kan det bli aktuelt også for små anlegg å oppgradere biogass til drivstoffformål i framtiden.

2.3.1 Forbehandling

Forbehandling av matavfall og næringsavfall er nødvendig før selve prosessen med produksjon av biogjødsel og biogass kan starte. Posene med matavfall må kvernes opp, og fremmedelementer som metall, plast og annet uønsket materiale må sorteres ut. Deretter tilsettes vann eller flytende husdyrgjødsel og matavfallet blir omgjort til et såkalt flytende biosubstrat (EGE, 2016). Animalske

biprodukter og gjødsel må gjennomgå en hygienisering i henhold til regelverket for å hindre potensiell smittespredning.

Slam fra renseanlegg og husdyrgjødsel er allerede flytende og trenger ikke tilsvarende forbehandling som matavfall.

2.3.2 Biogassreaktor

I et biogassanlegg produseres biogjødsel og biogass i en biologisk prosess som bryter ned organisk materiale. Nedbrytningsprosessen skjer anaerobt i lukkede biogassreaktorer, som blir tilført pumpbart eller oppmalt materiale (Rambøll, 2016).

Tabell 2-1: Oversikt over biogassprodusenter på Østlandsområdet

Fylke	Anlegg	Avløps- slam	Gjødsel	Mat- avfall	Nærings- avfall	Biogass [GWh]
Akershus	Bårlidalen renseanlegg	x				2
Akershus	EGE Romerike biogassanlegg			x	x	28
Akershus	Gardermoen RA	x				4
Akershus	Holum Gård		x	x		1
Akershus	Nordre Follo RA	x				3
Akershus	Søndre Follo RA	x				9
Akershus	Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS)	x				69
Buskerud	Lindum Energi AS	x		x	x	23
Buskerud	Monserud RA	x				4
Buskerud	Sellikdalen RA	x				3
Hedmark	Hias	x				10
Oppland	Hadeland og Ringerike Avfallsselskap (HRA)			x		22
Oppland	Mjøsanlegget			x		27
Oppland	Rambekk renseanlegg	x				11*
Oslo	Bekkelaget Vann AS (BEVAS)	x				27
Østfold	Alvim RA	x				4
Østfold	Bodal RA	x				1
Østfold	Borregaard				x	56
Østfold	FREVAR KF	x		x	x	29
Østfold	Fugelvik RA	x				3
Østfold	Mysen RA	x				2
Østfold	Norske Skog Saugbrugs - Halden				x	27**
Østfold	Tomb Jordbruksskole		x	x		1
Telemark	IATA Treungen			x		7
Telemark	Knardalsstrand RA	x				4
Vestfold	Greve Biogass AS		x	x		65
Vestfold	Lillevik RA	x				4
Vestfold	Sandefjord RA	x				4

Kilder: Rambøll (2016), intervjuer, selskapenes nettsider og Miljødirektoratet (2013)

* Beregnet ut ifra oppgitt mengde råstoff

** Beregnet ut ifra oppgitt volum biogass produsert (Sm^3) og energiinnhold på 10 kWh/ Sm^3

2.4 Foredling, distribusjon og bruk av biogass

Rå-biogass består av ca. 60-65 prosent metan og resten hovedsakelig CO_2 , og kan brukes direkte til å produsere strøm eller varme. Strøm produseres via en enkel generator, og kan benyttes til eget bruk eller selges og leveres inn i strømmettet. Varme produseres fra biogass i en enkel gasskjel og varmen kan brukes til oppvarming av bygg i nærheten eller selges til et fjernvarmenett i nærheten. Et eventuelt overskudd av biogass på anlegget blir brent av for å unngå klimapåvirkningen fra metanutslipp.

For å kunne utnytte biogassen til drivstoff for kjøretøyer (f.eks. busser, lastebiler, taxi) må den renses og oppgraderes til minst 95 prosent metan. Rensing og oppgradering av biogassen til drivstoffkvalitet for kjøretøy krever et eget oppgraderingsanlegg der CO_2 fjernes. Gjennom avanserte kompressor- og vaskesystem oppnås en renhet på opp til 99 prosent. Deretter settes gassen under trykk eller blir gjort flytende for at den skal kunne transporteres til kunde.

Slike anlegg har allerede vært på markedet i mange år, og gjennomgår en stadig utvikling til bedre og mer effektiv teknologi. Den er fortsatt kostbar, og krever derfor store, industrielle anlegg for å oppnå lønnsomhet. Transport av rå biogass til sentrale oppgraderingsanlegg vil kunne gi mulighet også for mindre biogassanlegg til å få laget drivstoffkvalitet av sin gassproduksjon (Biogass Østfold, 2016).

Biogassen distribueres enten i gassrør eller på bil til forbrukssted. Skagerak Energi distribuerer biogass i sitt røرنett i Tønsbergområdet i tillegg til på lastebiler. AGA har hoveddelen av markedet på Østlandet, og transporterer biogass på lastebiler. Biogassen benyttes i hovedsak til busser og andre tunge kjøretøy i kommunal drift (Rambøll 2016).

2.5 Foredling, distribusjon og bruk av biogjødsel

I tillegg til biogass produseres biogjødsel fra anleggene. Biogjødslet kvalitetssikres gjennom laborietester. Biogjødslets høye næringsverdi (av nitrogen, fosfor og kalium) gjør at den kan erstatte bruk av kunstgjødsel. Næringsinnholdet og gjødselverdier avhenger av hvilke råstoff som er benyttet i produksjonen. Når matavfall og slam benyttes i produksjon av biogjødsel, øker tilgangen på biogjødsel sammenlignet med tidligere da kun husdyrgjødsel ble benyttet i det norske jordbruket. Økt tilgang på biogjødsel reduserer bruken av kunstgjødsel og øker mengden av god matjord som utelukkende kommer fra biologisk materiale.

Kvaliteten på biogjødslet og i noen grad hvilket råstoff som er benyttet avgjør hvilke formål det kan benyttes til. Hvilket og hvor mye biogjødsel som kan benyttes defineres av gjødselvereforskriften (Jordforsk, 2003):

- *Gjødsel/jordforbedring til konvensjonelt landbruk:* Produksjon av korn, grønnsaker og frukt og til gressproduksjon (for til husdyr). Tilførsel av både næring og organisk materiale er viktig.
- *Gjødsel/jordforbedring til økologisk landbruk:* Bruksområdene er de samme som for konvensjonelt jordbruk, men økologisk jordbruk kan ikke benytte kunstgjødsel, så tilførsel av næringsstoffer er særlig viktig. Det stilles spesielle krav til blant annet tungmetallinnhold, og biogjødsel fra slam kan ikke benyttes. Tilførsel av både næring og organisk materiale er viktig.
- *Jordblandinger til hager og grøntanlegg:* Dyrking av gress og mat i kjøkkenhager der det viktigste formålet er å tilføre organisk materiale
- *Dekkmateriale til grøntanlegg:* til bruk som fyllmasse ved anlegning av parker, idrettsanlegg eller veianlegg. En funksjon for denne bruken er ugresshemmende effekt.

De ulike produsentene tilbyr ulike produkter av biogjødsel avhengig av hva som etterspørres av deres kunder. Biogjødsel finnes i ulike fraksjoner og typer:

- *Flytende biogjødsel* med tørrstoffandel på ca. 3-8 prosent, med generelt høyt næringsinnhold
- *Avvannet biogjødsel* med tørrstoffandel på ca. 15-25 prosent med høy andel fosfor
- *Gjødselvann*: Vannfraksjon fra avvannet biogjødsel med høy andel nitrogen

I reaktoren produseres flytende biogjødsel. Dersom vannet skilles ut, vil gjødselvann være den våte fraksjonen. Den tørre delen er avvannet biogjødsel som kan konsentreres ytterligere for å lage tørt biogjødsel som har en tørrstoffandel på ca. 30-40 prosent. Et enda tørrere produkt kan oppnås ved tørking og pelletering.

Basisproduktet etter de biologiske prosessene i råtnetankene er flytende biogjødsel. Dette kan fraktes ut til kornprodusenter og gårder som dyrker grønnsaker og frukt. Biogjødslet samles opp i egne lagertanker på gården fram til gjødslet spres på åkeren. Spredning av biogjødsel krever samme utstyr som for spredning av ordinær flytende husdyrgjødsel (fra gris og ku) dvs. slangespredere. Spredning av biogjødslet kan være mer arbeidsintensivt enn spredning av kunstgjødsel. Flere steder har lokale entreprenører skaffet seg spredningsutstyr og tilbyr spredning av biogjødsel til bønder i området.

Tørt biogjødsel er produsert ved avvanning av flytende biogjødsel og deretter kompostering av gjødslet. Tørt biogjødsel kan i motsetning til flytende transporteres og lagres og trenger ikke benyttes lokalt. Mesteparten av hagejord, som selges på norske hagesentre, inneholder en stor andel nærings- og livløs torv. En jordblanding basert på biogjødsel og kompost inneholder mineraler, næringsstoffer og mikroliv som torvbasert hagejord mangler.

Produsentene leverer som regel flytende biogjødsel til lokale gårdbrukere. Hovedregelen er at bøndene mottar gjødsel vederlagsfritt og at markedsdistribusjonen av biogjødslet er en kostnad for biogassanlegget. Noen selskaper oppgir inntekter fra salg av biogjødsel. Andre oppgir at kostnaden til transport og spredning av biogjødsel subsidieres av kommunen. Som input til verdiskapingsanalysen har det lite å si hvem som faktisk betaler for tjenesten. Som et minimumsnivå er dermed kostnaden for en slik tjeneste lik inntekten og sysselsettingen fra dette inkluderes i våre sysselsettingstall.

Tørt biogjødsel selges enten direkte fra anlegget eller via distributører som Felleskjøpet Agri eller Minorga Vekst.

3 RINGVIRKNINGER FRA BIOGJØDSEL OG BIOGASS I DAG

Dagens verdikjeder produserer 440 GWh biogass på Østlandet, og gir en samlet årlig verdiskaping på ca. 900 millioner kroner, inkludert de økonomiske ringvirkninger fra aktiviteten. Tilsvarende sysselsettingseffekt er 700 årsverk. Verdikjeden for matavfall står for den største andelen av både verdiskapingen og sysselsettingen, men er relativt mer kapitalintensiv enn verdikjeden for slam. Gjødtsel utgjør en begrenset andel av verdiskapingen fordi det også utgjør en begrenset andel av råstoffet. Inntektstrømmene kommer fra kommunale gebyrer på renovasjon og avløpstjenester, salg av biogass, bruk av egenprodusert energi og i noen grad salg av biogjødsel og/eller subsidier i gjødselkjeden. Landtransport utgjør den største leverandørgruppen til verdikjeden sammen med energiforsyning og tjenester for reparasjon og installasjon av utstyr.

3.1 Samlede bidrag til bruttonasjonalprodukt og sysselsetting

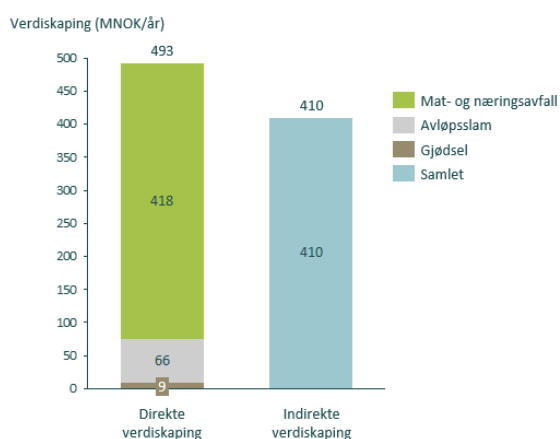
Det metodemessige grunnlaget for beregningene er gjennomgått i vedlegg 1.

Basert på spørreundersøkelser, intervjuer og data fra SSB har vi beregnet bidrag til bruttonasjonalprodukt (verdiskaping) og sysselsetting ved nåværende produksjon av biogass og biogjødsel. Som det fremkommer i kapitlene over, varierer produksjonsprosessene og tilhørende kostnadsstruktur betydelig avhengig av hvilke typer råstoff de baserer seg på. Denne variasjonen har gjort det nødvendig å beregne egne verdiskapings- og sysselsettingstall for hver av de tre verdikjedene.

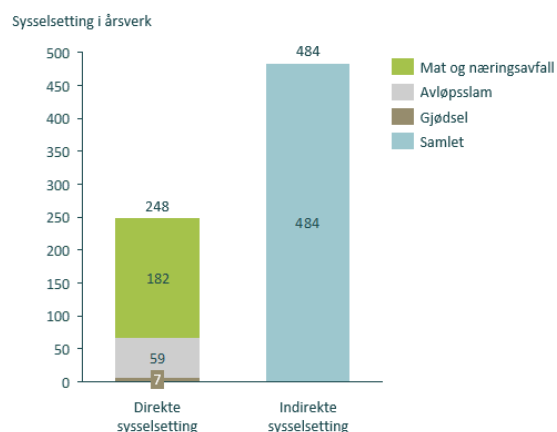
Aktørene i de tre verdikjedene for produksjon av biogass bidrar også til indirekte verdiskaping og sysselsetting gjennom sin etterspørsel etter varer og tjenester.

I dag produseres det ca. 440 GWh biogass på Østlandet. Figur 3-1 og Figur 3-2 illustrerer beregnet årlig verdiskaping og sysselsetting for produksjon av biogass og biogjødsel med dagens fordeling mellom råstoff. Samlet sett (direkte og indirekte) gir biogassproduksjon en verdiskaping på rundt 900 millioner kroner og en sysselsetting på overkant av 700 årsverk. Den direkte verdiskapingen er oppgitt pr. råstoff, mens de indirekte virkningene er oppgitt for den samlede produksjonen.

Figur 3-1: Verdiskaping – totalt (MNOK/år)



Figur 3-2: Sysselsetting – totalt (årsverk)



Figur 3.2 viser at de indirekte sysselsettingsvirkningene er større enn de direkte. Det betyr at sysselsettingen i stor grad finner sted hos leverandørene til aktørene i verdikjeden for biogass, noe som blant annet skyldes at en betydelig andel av aktivitetene som utføres av aktørene i verdikjeden for biogass er svært kapitalintensive (få ansatte, men høy verdiskaping pr. ansatt), mens mange av leverandørene kan kategoriseres som arbeidsintensive bedrifter. Gjødtselsandelen er lav både fordi verdikjeden for matavfall er mer omfattende og fordi gjødtsel foreløpig utgjør en liten del av råstoffgrunnlaget.

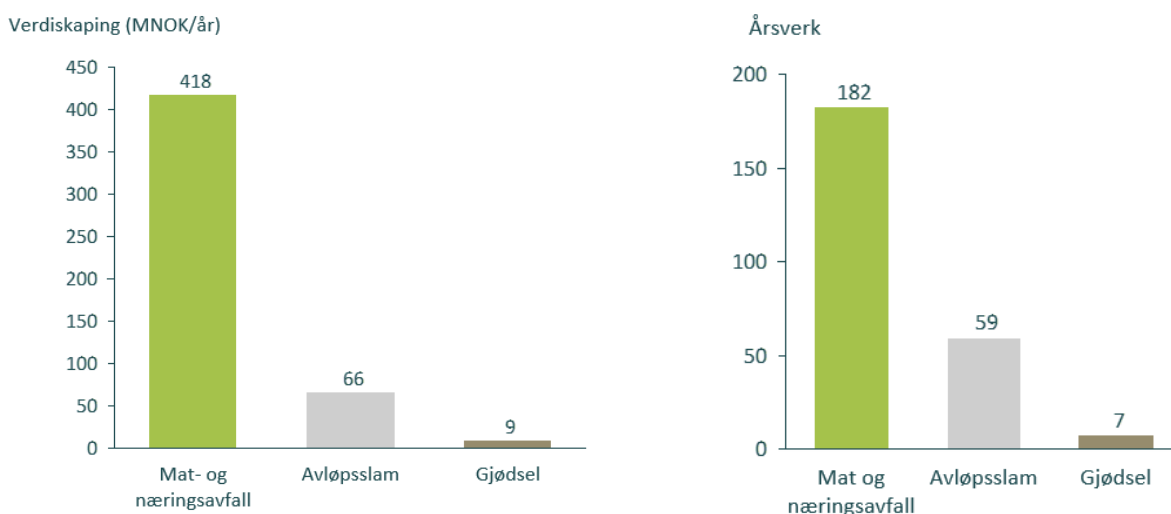
I snitt bidrar produksjonen av biogass til en samlet verdiskaping på ca. 2 millioner kroner pr. GWh og en sysselsetting av 1,7 årsverk per GWh. Dette sysselsettingstallet samsvarer relativt godt med sysselsettingstall fra svenske undersøkelser³. Se vedlegg for en mer detaljert beskrivelse av vår modell og metode.

Et tilleggsmoment er at biogassanleggene er prosessanlegg og etterspør til kompetanse som finnes i oljevirkosomhet og treforedling. Som eksempel på dette kan vi nevne Greve Biogass som har ansatt 2 personer som tidligere jobbet i oljebransjen og 3 fra treforedlingsindustri. Etablering av slike anlegg etterspør dermed kompetanse i en bransje som har nedbemannet kraftig i det siste. Biogassanlegg har dermed bedre tilgang til personer med riktig kompetanse enn tidligere, og personer fra oljebransjen får et nytt marked for sin kompetanse.

3.2 Direkte virkninger

Figur 3-3 og Figur 3-4 oppsummerer beregnet bidrag til bruttonasjonalprodukt og sysselsetting ved dagens produksjon av biogass og biogjødsel på Østlandet fordelt på de tre råstoffene. Som figurene viser, kommer de største bidragene fra verdikjeden for mat- og næringsavfall. Selv om avløpsslam og mat- og næringsavfall bidrar med omtrent like mye råstoff i produksjonen av biogass, utgjør bidragene til bruttonasjonalproduktet fra verdikjeden for mat- og næringsavfall over 80 prosent av totalen. Det må her legges til at noen av anleggene benytter en kombinasjon av råstoff i produksjonen av biogass. For eksempel bruker Greve Biogass et blandingsforhold for sitt råstoffinntak mellom matavfall og gjødsel på 80:20.

Figur 3-3: Direkte verdiskaping (MNOK/år) **Figur 3-4: Direkte sysselsetting (årsverk)**



De høye bidragene fra verdikjeden basert på mat- og næringsavfall skyldes først og fremst at det er flere prosesser involvert i produksjon av biogass og biogjødsel basert på matavfall, og at det gir sysselsetting og verdiskapingseffekter i hvert eneste ledd av verdikjeden. Figur 3-5 illustrerer de fem ulike aktivitetene i produksjonen av biogass og biogjødsel basert på matavfall.

³ For eksempel oppgir en studie for Skåne et sysselsettingstall på ca. 1,4 årsverk per GWh produsert biogass når man ser på hele verdikjeden. Dette sysselsettingstallet inkluderer både direkte og indirekte sysselsetting.

Figur 3-5: Verdikjeden til produksjon av biogass og biogjødsel (basert på matavfall)

Inntektene ved produksjon av biogass kommer som tidligere beskrevet fra både bruk av råstoffet og fra salg av biogass og biogjødsel (i noen tilfeller). Dette skyldes at aktørene i verdikjeden leverer flere produkter i markedet, nemlig salg av renovasjonstjenester gjennom innsamling av avfallet til husholdninger og næringer, i tillegg til å levere biodrivstoff til kjøretøy og biogjødsel til matproduksjon. At aktørene i verdikjeden leverer flere tjenester i markedet innebærer også at pengene strømmer inn i begge retninger av verdikjeden. I det følgende beskriver vi grunnlaget for verdiskapingen og sysselsettingen i de fem delene av verdikjeden nærmere. For slam er de tre første punktene som regel ikke nødvendig fordi reaktoren er plassert like ved renseanlegget.

1. *Samle inn matavfall / gjødsel:* Innsamlingen gjøres av ansatte i renovasjonsselskapene og underleverandører. Som betaling for denne tjenesten mottar aktørene renovasjonsgebyr fra forbrukerne. For næringsavfall vil det være ulike løsninger for innsamling av avfall basert på bedriftsøkonomiske avtaler.
2. *Sortere ut matavfall:* En stor andel av verdiskapingen skjer i dette leddet. Utsortering er den aktiviteten med høyest verdiskapingen pr. sysselsatt i verdikjeden, hvilket reflekterer at det er en kapitalintensiv aktivitet.
3. *Transportere råstoff til biogassanlegg:* Råstoffet transporteres deretter til et biogassanlegg av renovasjonsselskapene eller et transportselskap. Renovasjonsselskapet må dekke kostnadene for transporten av avfallet og betaler en «gate fee» til biogassanlegget som kompensasjon for at anlegget mottar avfallet. Gjødsel har ikke et tilsvarende «gate fee» og mottas vederlagsfritt. Biogassanlegget dekker transportkostnaden for husdyrgjødslet til anlegget.
4. *Produsere biogass/biometan og biogjødsel:* Biogassanleggene bryter ned det biologiske avfallet til energirik biogass og næringsrikt biogjødsel. Anlegg som håndterer matavfall må i tillegg ha forbehandlingsanlegg som homogeniserer avfallet før det sendes inn i reaktorene. Behovet for forbehandling er en av årsakene til at anlegg som håndterer matavfall har flere ansatte enn anlegg som kun håndterer avløpslam.
5. *Distribuere og selge biobasert drivstoff og gjødsel til forbrukerne:* Den oppgraderte biogassen selges i komprimert (i rør eller lastebil) eller flytende form til transportaktører. Biogjødselen distribueres til bønder i lokalområdet og spres med slangespredere. Bøndene selv eller entreprenører distribuerer biogjødselen og sprer den på jordene. Denne aktiviteten sysselsetter personer i transportfasen og gjennom drift og vedlikehold av spredningsutstyret.

Biogassanleggene mottar altså inntekter gjennom flere kanaler: Mottaksavgift (gate fee) for behandling av matavfallet, salg av biogassdrivstoff til distributøren og/eller sparte energikostnader til varme og el i eget anlegg. Som nevnt er det i noen tilfeller subsidier som dekker kostnadene i enkelte ledd, særlig gjelder dette for innhenting av husdyrgjødsel og distribusjon av biogjødsel.

Det at vi må gjennom alle disse aktivitetene i produksjonen av biobasert drivstoff og gjødsel fra mat- og næringsavfall, bidrar til at ringvirkninger i form av verdiskaping og sysselsetting pr. GWh er mye høyere enn for biogass fra avløpslam. Biogassanlegg som håndterer avløpslam, ligger ofte vegg i vegg med kloakkrensingsanlegg for å unngå kostnader ved transport av slammet. Det reduserer behovet for transport for innsamling av avløpslam.

En annen grunn til at bidraget til bruttonasjonalproduktet er høyere for verdikjeden til matavfall er at biogass fra dette råstoffet oftere selges i markedet som drivstoff, noe som bidrar til høyere inntekter enn om man bruker gassen til oppvarming eller strøm på anlegget. For anlegg som er underlagt selvkostprinsippet kan alder ha betydning for variasjonen i verdiskapingen i de ulike produksjonsprosessene. Det skyldes at eldre anlegg under selvkostregimet har lavere inntekter enn nye anlegg

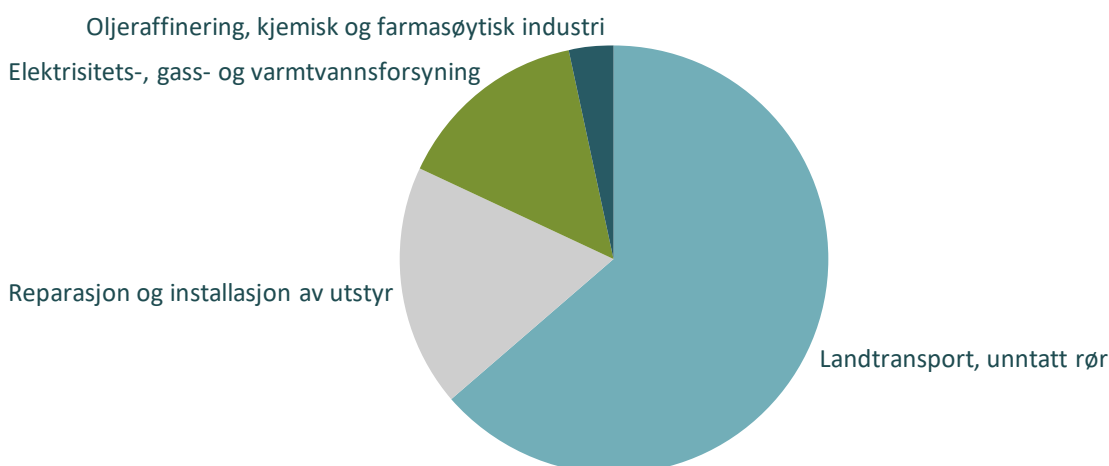
på grunn av lavere nivå på avskrivninger. Siden biogassanleggene basert på avløpsslam er eldre enn biogassanleggene basert på matavfall har de lavere nedskrivninger, og derfor, alt annet likt, lavere bidrag til nasjonalproduktet.

3.3 Indirekte virkninger

Indirekte bidrar produksjonen av biogass og biogjødsel med rundt 410 millioner kroner til brutto-nasjonalproduktet og en sysselsetting av litt under 484 årsverk. De indirekte virkningene følger av at aktørene som er involvert i produksjonen av biogass etterspør varer og tjenester hos sine leverandører. Denne etterspørselen genererer deretter et behov for sysselsetting og innsatsvarer hos disse underleverandørene, som igjen genererer økte leveranser fra sine underleverandører igjen osv. i en lang, avtakende, rekke.

Basert på spørreundersøkelser og intervjuer har vi anslått hvor stor andel av omsetningen som går til innkjøp av varer og tjenester og hvilke typer leverandører som blir benyttet. Figur 3-6 illustrerer de største leverandørgruppene i produksjonen av biogass, og en estimert fordeling mellom disse. Som nevnt over, består en stor andel av aktivitetene i verdikjeden av transport knyttet til innsamling, transport av sortert avfall og distribusjon av biometan og biogjødsel. Denne transporten gjøres ofte av underleverandører, og kommer dermed inn under definisjonen for indirekte virkninger. Hadde aktørene utført arbeidet selv, ville aktivitetene bidratt til den direkte verdiskapingen.

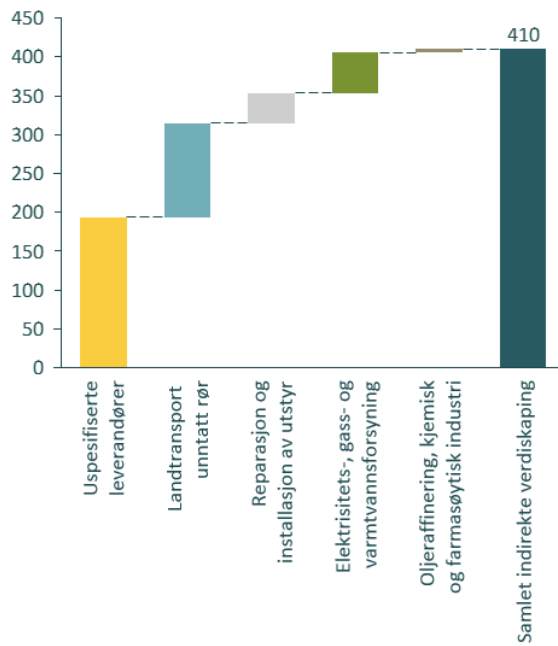
Figur 3-6: Gruppering av leverandører til biogassanlegg



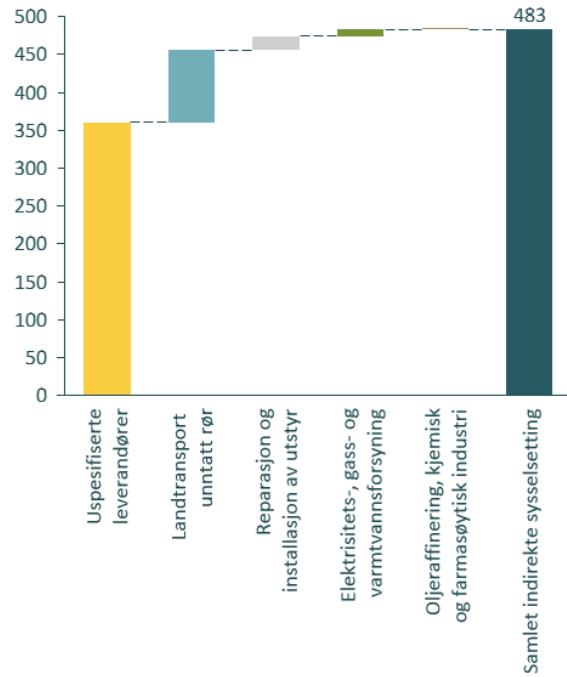
Både sorterings- og biogassanleggene krever kontinuerlig vedlikehold og reparasjoner, og slike tjenester kjøpes hovedsakelig av eksterne leverandører. I produksjonen av biogass, biometan og biogjødsel tilsettes det kjemikalier som må kjøpes av underleverandører innen kjemisk industri. Flere av prosessene i verdikjedene for biogass og biogjødsel er også relativt energikrevende og energien som ikke produseres på anlegget må kjøpes fra strømmettet, noe som øker omsetningen av strøm og dermed bidrar til ringvirkninger også i denne sektoren.

I tillegg til de nevnte næringene etterspør aktørene i verdikjeden varer og tjenester fra bedrifter i en rekke andre næringer. Siden vi ikke har grunnlag for å si noe om hvilke næringer alle leveransene kommer fra, har vi tatt utgangspunkt i gjennomsnittlig verdiskapings- og sysselsettingstall for samlede næringer fra nasjonalregnskapet for å beregne verdiskaping og sysselsetting for de resterende leveransene. Vi har også benyttet disse gjennomsnittstallene for å beregne verdiskaping og sysselsetting til leverandørenes underleverandører osv. Figur 3-7 og Figur 3-8 viser hvordan den indirekte verdiskapingen og sysselsettingen er fordelt mellom de største leverandørene til aktørene i verdikjeden og uspesifiserte leverandører.

Figur 3-7: Indirekte verdiskaping fordelt på næringsgrupper. MNOK/år



Figur 3-8: Indirekte sysselsetting fordelt på næring (årsverk)



4 BIOGJØDSEL OG DEN SIRKULÆRE ØKONOMIEN

Sirkulær økonomi er et satsingsområde for EU Kommisjonen, og det pågår arbeid relatert til dette også hos norske myndigheter og organisasjoner. Både bedre ressursutnyttelse og reduserte klimagasser er viktige drivere for dette arbeidet. I EU har organisk materiale har fått et særskilt fokus. Biogjødsel fra organisk avfall er et viktig virkemiddel i å sikre tilstrekkelig organisk innhold i jordsmonnet og samtidig tilføre næringsstoffer som reduserer bruken av kunstgjødsel. Biogjødsel kan potensielt også bidra til å utjevne den skjeve fordelingen av fosfor i jordsmonnet mellom ulike landsdeler i Norge og sikre tilgang til fosfor som er en kritisk ressurs.

4.1 Sirkulær økonomi får økende oppmerksomhet

EU-kommisjonen presenterte i 2015 et forslag til en sektorovergripende tiltaksplan for å oppnå en sirkulær økonomi. Målet med tiltaksplanen er øke den økonomiske veksten, skape nye jobber og å håndtere økt internasjonale konkurransen om ressurser. Økonomisk vekst kan da oppnås ved minst mulig skade for miljøet ved å effektivisere hvordan ressurser brukes gjennom hele verdikjeden (produksjon, forbruk og avfallsbehandling) og gjennom innovasjon legge til rette for utvikling av nye markeder og forretningsmodeller (regjeringen.no, 2016).

I motsetning til en lineær økonomisk modell der man utvinner ressurser, produserer, bruker og kvitter seg med dem via deponi/forbrenning er en sirkulær økonomi basert på gjenbruk, reparasjon, oppussing/forbedring og materialgjenvinning i et kretsløp hvor minst mulig av ressursene går tapt. Produkter, og ressursene de består av, blir i en sirkulær økonomi høyt verdsatt.

4.2 Organisk avfall er et politisk satsingsområde

4.2.1 Pågående arbeid i EU

Matavfall, biomasse og bio-baserte produkter er oppgitt som et eget satsingsområde i EU-kommisjonens arbeid med den sirkulære økonomien. Noen mål og forslag som er relevant for dette, knyttet til både produksjon, forbruk, avfallshåndtering og markeder for gjenvunnede råvarer, er oppgitt under:

- Gjennomgang og justering av EUs Ecolabel skal bidra til at sirkulærøkonomi-hensyn bedre reflekteres.
- I arbeidet med nye eller reviderte kriterier for offentlige anskaffelser skal EU-kommisjonen vektlegge sirkulærøkonomi-aspekter, samt gå foran som godt forbilde gjennom egne anskaffelser og fond.
- 65 prosent av alt kommunalt avfall skal materialgjenvinnes innen 2030;
- Forslag om revidert gjødselordning for å legge til rette for organisk og avfallsbasert gjødsel i det indre marked, og derved stimulere markedet
- Gjennom produsentansvarsordninger skal produsentene i større grad bli ansvarlige for avfallet som oppstår fra produktene etter bruk. Det foreslås at produsenter skal betale økonomisk bidrag basert på kostnaden ved at produktet blir avfall.

4.2.2 Tverrsektoriell biogasstrategi i Norge

Regjeringen utarbeidet i 2013 en tverrsektoriell biogasstrategi, der det ble etablert noen virkemidler for kunnskapsutvikling, økt produksjon og bruk av biogass:

- For å fremme kunnskap om biogassproduksjon basert på andre substrater enn våtorganisk avfall, i første rekke husdyrgjødsel, *etableres et pilotanlegg* ved utlysning av en konkurranse gjennom Innovasjon Norges miljøteknologiordning.

- *Forskning på biogass* i regi av Norges forskningsråd og i tilknytning til pilotanlegget bevilges over statsbudsjettet i 2015
- *Støtte til biogass tiltak* gjennom Enova og Energifondet
- Vurdere ulike kostnadseffektive virkemidler for å *fremme utsortering av våtorganisk avfall* fra husholdninger og næringslivet.
- Det vil vurderes *strengere krav til miljø- og klimaeffektiv lagring og spredning av husdyrgjødsel* i forbindelse med revisjonen av gjødselvereforskriften.
- Arbeider videre med forslaget om krav til *lav- og nullutslippskjøretøy i offentlige anskaffelser*.
- *Veibruksavgift på drivstoff* vil bli vurdert
- Et *nasjonalt kontaktforum for biogassinteresser* vil bli etablert

I behandlingen av Stortingsmeldingen *Klimautfordringen – jordbruket en del av løsningen* (St.meld. nr. 39 (2008-2009)) satte Regjeringen som mål at 30 prosent av all husdyrgjødsel benyttes til biogassproduksjon innen 2020. Som følge av etableringen av Greve biogass i Tønsberg, vil Vestfold fylke isolert sett oppnå denne målsetningen i 2016.

4.2.3 Avfall Norge har laget et veikart for sirkulær økonomi

Avfall Norge utarbeidet i 2015 et veikart for sirkulær økonomi som en oppfølging av arbeidet i EU-kommisjonens arbeid. Ved innføring av sirkulær økonomi, vil avfalls- og gjenvinningsbransjens rolle endres fra primært å være aktører som henter og håndterer avfall, til å bli produsenter, distributører og selgere av resirkulerte råvarer, råstoff, drivstoff og brensel.

I veikartet peker Avfall Norge på problemstillinger som bransjen selv kan ta tak i og jobbe videre med for å bidra til at avfall i framtiden utnyttes som en ressurs og ikke et problem.

4.3 Matavfall og gjødsel inngår i en sirkulær økonomi for biologisk materiale

Å benytte biogjødsel til landbruk gir en ekstra miljøgevinst fordi en kan unngå å bruke mineralgjødsel og fordi en lukker materialstrømmene i landbruket. Ved bruk av biogjødsel i jordbruk er det både næringsinnholdet, altså innholdet av fosfor, nitrogen og kalium, og jordforbedringen ved tilførsel av organisk materiale.

Produksjon av biogass er en forutsetning for å produsere biogjødsel framfor å bruke kun husdyrgjødsel til jordforbedring fordi organisk avfall, for eksempel matavfall, må brytes ned, hygieniseres og stabiliseres for å kunne utnyttes som gjødsel. Særlig for Østlandsområdet der andelen husdyr er lav sammenlignet med jordbruksarealene, kan det være viktig å øke mengden jordforbedrende biogjødsel for å unngå forringing av jorden på lang sikt.

4.3.1 Jordforbedring ved tilførsel av organisk materiale

Biogjødsel som jordforbedring betyr helt overordnet at åkrer tilføres ny jord fra organisk materiale. Det er flere fordeler med dette (Jordforsk, 2003 og 2015):

- Organismer i jorden blir stimulert (f.eks. mikrobiell fauna og meitemarker)
- Jordstrukturen blir bedre og mer stabil, noe som gjør at vannet lettere renner av uten at jordsmonnet eroderer
- Større isoleringsevne og mindre temperaturfølsomhet, f.eks. redusert frost (tele) og uttørking
- Lagring av karbon i jord som reduserer/ forsinker klimaeffekter

Jordforbedring er mest aktuelt i områder der det organiske innholdet i jordsmonnet er lavt og det er begrenset med husdyr (og dermed tilgjengelig husdyrgjødsel). Dette kjennetegner lavlandet på Østlandet der det samtidig er mye åkerdyrking.

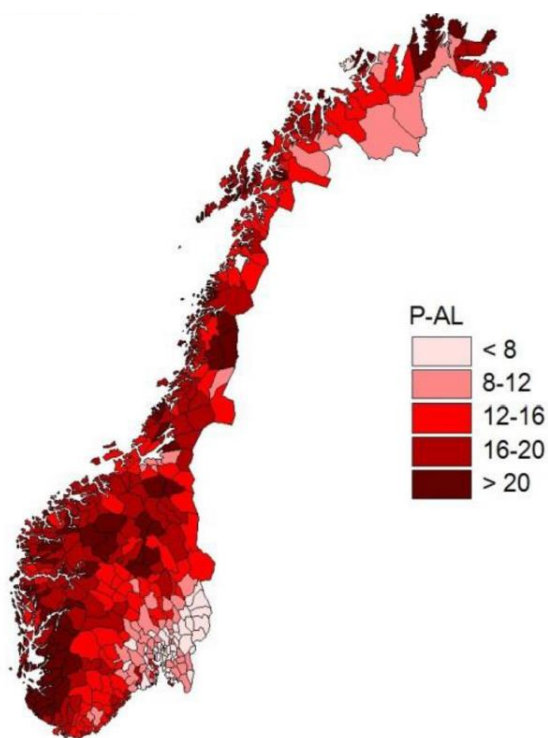
4.3.2 Fosfor – en kritisk ressurs

Fosfor er en knapp ressurs som er avgjørende for jordbruksproduksjon og som pr. i dag må importeres fra områder utenfor EU. Fosfor er kritisk viktig for alt liv og matvareproduksjon. Det er altså avgjørende å ha tilstrekkelige mengder fosfor der det er lite av det. Fosfor på avveie, for eksempel i vassdrag, utgjør samtidig et miljøproblem og er den viktigste årsaken til at målene satt i vannforskriften ikke nås. Dersom man ikke oppnår en mer bærekraftig utnyttelse av fosfor, vil tilgangen bli kritisk både i kvantitet og kvalitet samtidig som forurensning forårsaket av fosfor øker.

Størst potensiale for økt utnyttelse av fosforressurser er ifølge Miljødirektoratet (2015) gjennom økt utnyttelse av slam fra fiskeoppdrett og organisk avfall. Ved forbrenning av organisk avfall, blir det vanskeligere for plantene å nyttiggjøre seg fosforen i asken. Også husdyrgjødsel er en viktig kilde til fosfor. Men både husdyrhold og fiskeoppdrett er i stor grad samlet langs kysten, og det kan derfor være for høye fosforverdier i disse landsdelene. Avrenning av fosfor fra jordbruket reduseres trolig av et rikt og variert jordsmonn som bruk av biogjødsel kan bidra til.

I andre områder er det lavt fosforinnhold i jordsmonnet. Åkerdyrking er hovedsakelig konsentrert på Østlandet der det er mindre husdyrhold. I dette området er det dermed behov for økt tilgang på fosfor. Ved økt produksjon av biogjødsel fra matavfall og slam kan jordsmonnet på Østlandet få tilført mer fosfor. Ved separasjon av gjødselvann og tørt biogjødsel, vil mesteparten av fosforen følge den tørre delen. Dermed kan tørt biogjødsel transporteres til steder med underskudd på fosfor. Samtidig kan man se for seg at organisk avfall, evt. også husdyrgjødsel, fra andre deler av landet transporteres til Østlandet, og at dette kan bidra til en bedre fordeling av fosfor i Norge.

Figur 4-1: Fosforinnhold i jordsmonnet (kommunevis P-AL verdier)



Kilde: Miljødirektoratet (2015)

Riktig gjødsling er viktig for å unngå avrenning av fosfor til vassdrag og grunnvann. Mengden må stå i forhold til avlingen på området, eksisterende fosforinnhold, terrenghelling, nedbør og at tilført gjødsel moldes ned ved pløying. Det er også viktig at husdyr- og biogjødsel spres på riktig tidspunkt og kan lagres fram til gjødsling.

4.3.3 Nitrogen og kalium

Det kan ifølge Jordforsk (2003) være vanskelig å skille mellom funksjonene jordforbedring og gjødsling som nevnt innledningsvis fordi begge deler tilføres fra samme produkt. Jo høyere næringsinnholdet er i biogjødslet, desto mindre mengder kan tilføres for å unngå overgjødsling. Biogjødsel med høyt næringsinnhold fører dermed til at mindre jord og organisk materiale blir tilført. Tilførselen av næring erstatter kunstgjødsel, men avhengig av behovet for næringsstoffer og innholdet i biogjødslet, kan det være behov for å supplere med kunstgjødsel.

5 VERDIKJEDEN FOR BIOGASS GIR UTSLIPPSREDUKSJONER

Organisk avfall gir klimagassutslipp dersom det ikke håndteres på en klimavennlig måte. Ved produksjon av biogas reduseres utslippene både på grunn av at råstoffene håndteres på en måte som gi lavere utslipp enn alternativene, og ved å ersatt bruk av fossilt drivstoff i transportsektoren og kunstgjødsel i matvareproduksjon. Basert på dagens verdikjede for biogass har vi basert på data fra andre kilder estimert en reduksjon i årlige klimagassutslipp på 107.000 tonn CO₂-ekvivalenter. Vi vurderer verdien av denne utslippsreduksjonen til 53 millioner kroner årlig. I tillegg kan de lokale utslippene og støy fra transport reduseres noe ved overgang til gasskjøretøy og luktproblemer ved spredning av husdyrgjødsel fjernes når det erstattes av biogjødsel.

5.1 Reduksjon av klimagassutslipp

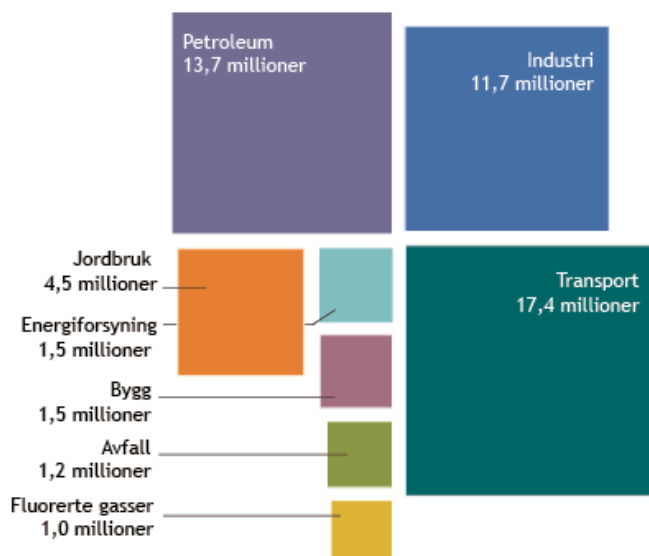
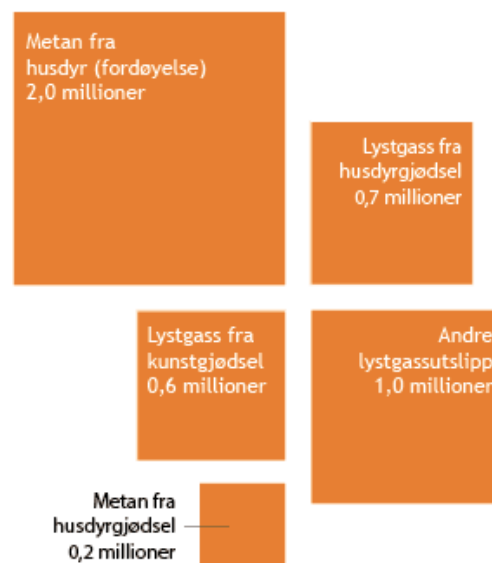
Miljøgevinstene fra innsamling av organisk avfall, produksjon og bruk av biogjødsel og biogass er i hovedsak knyttet til disse områdene:

- Reduserte utslipp fra alternativ håndtering av matavfallet: forbrenning eller kompostering av matavfall (metan og lystgass)
- Reduserte utslipp fra lagret husdyrgjødsel (utslipp av metan og lystgass fra gjødselkjeller) på gården
- Erstatte bruk av kunstgjødsel med biogjødsel (reduerte utslipp av CO₂ og lystgass og redusert lukt)
- Erstatte bruk av fossile brenslere i transportsektoren (CO₂ og lokale utslipp) eller annen ikke-fornybar energiproduksjon

5.1.1 Oversikt over klimagassutslipp i Norge

Samlede klimagassutslipp for Norge var 52,8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2013. Figur 5-1 viser hvordan disse utslippene er fordelt per sektor. Petroleumsvirksomhet, transport og industri står for mesteparten av utslippene. Utslippene fra jordbruket står for 9 prosent av de samlede utslippene i Norge.

Figur 5-2 viser kildene til klimagassutslipp fra landbruket. Innsamling av husdyrgjødsel til produksjon av biogjødsel og biogass vil bidra til reduserte utslipp av lystgass og metan fra husdyrgjødsel og reduksjon av lystgass fra bruk av kunstgjødsel. Den åpenbare utfordringen for norske myndigheter er at klimagassutslippene fra transport og jordbruk skal reduseres, samtidig som transportvolumet og matproduksjonen skal opprettholdes eller økes.

Figur 5-1: Nasjonale klimagassutslipp per sektor (tonn CO₂-ekv.)**Figur 5-2: Klimagassutslipp i landbruket (tonn CO₂-ekv.)**

Kilde: Miljødirektoratet (2014)

5.1.2 Klimagevinster per råstoff og bruksområder

Klimagevinstene fra produksjon og bruk av biogjødsel og biogass varierer avhengig av hvilket råstoff som benyttes (matavfall, type husdyrgjødsel og slam) og hva biogassen brukes til (energiproduksjon eller transport). I tillegg vil de samlede utslippsreduksjonene også avhenge av hva som er alternativ behandling av avfallet og hvilken energikilde biogassen erstatter. Østfoldforskning har utviklet en modell for å beregne utslippsreduksjoner for de viktigste alternativene for matavfall og de ulike gjødseltypene som vi brukt i våre beregninger.

Det meste av husholdningsavfallet som ikke inngår i verdikjeden for biogass og biogjødsel går til forbrenning og energigjenvinning til bruk i fjernvarmesystemer i Norge eller i Sverige. Alternativ bruk av husdyrgjødsel er direkte spredning på åker og eng. Alternativ behandling av slam er kompostering.

Videre vil bruken av biogassen påvirke hvor store utslippsreduksjonene blir. Biogass som erstatning for fossilt drivstoff i transport, gir størst reduksjon av klimagassutslipp. Mengden metantap ved oppgradering vil ha betydning for klimatallene. Østfoldforskning har i sine beregninger antatt et metantap på 1,5 prosent. Høyere metantap vil i stor grad påvirke de samlede klimagevinstene ved produksjon og bruk av biogass. Biogass til produksjon av varme eller el vil gi ulike utslippsreduksjoner avhengig av om biogassen erstatter fyringsolje eller fornybart brensel, og hvilken produksjonstype for el som erstattes. Vi har valgt å bruke tallene fra Østfoldforskning (2016) der biogass til fjernvarme erstatter dagens miks av brensler, det vil si en blanding av avfall, bioenergi, varmepumper, elektrisitet og noe olje til spisslast. Østfoldforskning har lagt til grunn at el produsert av biogass erstatter strømproduksjon i Norden, med de gjennomsnittlige klimagassutslippene det gir.

Ca. 90 prosent av biogjødsel fra slam i Østlandsfylkene benyttes til jordbruksformål (SSB, 2014). Vi har dermed antatt at 90 prosent av biogjødslet fra slam erstatter kunstgjødsel. Tall for utslippsreduksjoner for slambehandling er basert på tall fra Hauso (2013), mens utslippsreduksjoner for bruk av biogjødsel fra slam er basert på samme tall som for matavfall (i mangel på egne tall for slam på dette området).

Netto utslippsreduksjoner per råstoff og bruksområde for biogassen er vist i tabellen under. For alle tallene er det forutsatt at flytene biogjødsel er brukt og erstatter mineralgjødsel.

Tabell 5-1: Reduksjoner i klimagassutslipp (kg CO₂-ekviv) per tonn tørrstoff råstoff

	Varme	Elektrisitet	Transport
Matavfall	412	374	799
Storfegjødsel	275	256	460
Grisegjødsel	121	98	371
Fjørrefgjødsel	566	545	775
Slam	448	410	835

Kilder: Østfoldforskning (2014 og 2016), kombinert med tall fra Hauso (2013) for slam

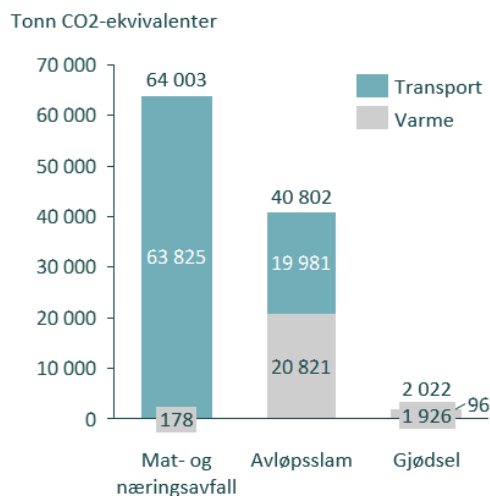
Utslippstallene for bruk av biogjødsel avhenger av hvordan gjødslet blir lagret og brukt. I tallene fra Østfoldforskning er det antatt at biogjødsel lagres i tett tank og at man bruker standard teknologi ved spredning av biogjødsel. Østfoldforskning oppgir reduksjon i klimagassutslipp ved at biogjødsel fra matavfall og husdyrgjødsel erstatter kunstgjødsel. Vi har antatt at alt biogjødsel fra biogassproduksjon benyttes i jordbruk og reduserer bruk av kunstgjødsel.

Dersom det ikke brukes tett tank til lagring av husdyrgjødsel, vil klimagassutslippene ifølge Østfoldforskning (2014) for hele denne verdikjeden øke med mellom 5 og 59 prosent avhengig av råstoffet (dvs. fra hvilket husdyr) som er benyttet. Dersom man bruker beste tilgjengelige teknologi for spredning av biogjødsel, vil klimagassutslippene reduseres mer enn det som er oppgitt i tallene over.

5.1.3 Samlede reduksjoner av klimagasser fra verdikjeden på Østlandet

Samlede utslippsreduksjoner fra dagens verdikjede for produksjon og bruk av biogjødsel og biogass er vist i figur 5-3. Total utgjør reduksjonene ca. 107 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Vi har tatt utgangspunkt i mengdene matavfall, slam og gjødsel som benyttes som råvare i dag. For gjødsel er det kun tre biogassprodusenter på Østlandet. Holum gård produserer biogass fra grisegjødsel og Tomb Jordbruksskole fra ku, mens for Greve har vi antatt en lik fordeling mellom gjødsel fra husdyrene. Utslippsreduksjonene er vist samlet for gjødsel fra de forskjellige husdyrene på grunn av lave verdier.

Figur 5-3: Totale reduksjoner av klimagasser. Tonn CO₂-ekvivalenter



Kilde: THEMA's beregninger basert på tall fra Østfoldforskning (2016) og Hauso (2013)

5.1.4 Reduksjon av lokale utslipp ved bruk av gasskjøretøy

Ny kunnskap om helseeffekter viser at svevestøv er skadelig ved lavere konsentrasjoner enn tidligere antatt, og det er et stort gap mellom nivåene som er ansett som trygg luft og grenseverdiene som fremkommer i forurensningsforskriften. Flere norske byer har nivåer av luftforurensning som kan påvirke befolkningens helse og føre til utvikling av sykdom, forverre sykdom og forkorte levetiden (Miljødirektoratet, 2014).

Gassdrevne kjøretøy har svært lave nivåer av partikkelutslipp sammenlignet med dagens dieselskjøretøy. I følge Miljødirektoratet (2014) er det ingen forskjell på de lokale utslippene om man benytter naturgass eller biogass.

Dersom man sammenligner et nytt gasskjøretøy med et gammelt dieselskjøretøy, vil utslippene av svevestøv (PM₁₀) reduseres med nesten 70 prosent. Sammenlignet med nye dieselskjøretøy (Euroklasse VI), vil valg av gasskjøretøy redusere utslippene av partikler med ca. 30 prosent (Miljødirektoratet, 2014).

De lokale utslippene av NO_x kan ifølge Miljødirektoratet (2014) også reduseres kraftig ved en overgang fra diesel- til gassmotorer dersom man benytter såkalt støkiometrisk blanding (like mye luft som drivstoff). En utslippsreduksjon av NO_x ved overgang fra dieselskjøretøy til gasskjøretøy fordrer derfor at bussene har gassmotorer med støkiometrisk blanding av luft og biogass.

5.1.5 Reduksjon av støy ved overgang til gasskjøretøy

Ifølge Miljødirektoratet (2014) fører støy til blant annet til stress, søvnproblemer og hjerte-kar-sykdommer. Støybelastning berører mange mennesker i Norge, og veitrafikk den desidert største kilden til utendørsstøy. Mens man har lykket i å redusere støy fra andre kilder, har støy fra vei økt. Støy fra kjøretøy oppstår fra to kilder: motorstøy og støy fra dekkene (rullestøy). Ved sakte fart (under ca. 50 km/t) vil motorstøy være dominerende, mens det ved høyere fart vil være rullestøy fra dekkene som bidrar mest. Motorstøy fra et gassdrevet kjøretøy er cirka halvparten så høy som fra kjøretøy med dieselmotor. Et gasskjøretøy vil derfor ha betraktelig lavere støynivåer ved bykjøring enn et dieseldrevet kjøretøy.

5.1.6 Reduksjon av lukt ved bruk av biogjødsel sammenlignet med husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel som spres på åker og jorder gir utfordringer med lukt både ved spredning og etterpåk. Etter behandlingen i reaktorene er biogjødslet tilnærmet luktfri (Rambøll, 2016). Ved bruk av biogjødsel får man dermed alle fordelene med å bruke husdyrgjødsel og annet biologisk materiale som jordforbedringsmiddel, samtidig som luktproblemene forsvinner.

5.2 Verdien av reduserte klimagassutslipp

For å kunne verdsette utslippsreduksjonene som er beskrevet foran har vi behov for å vurdere de samfunnsøkonomiske verdiene pr. enhet utslippsreduksjon, både for klimagassutslipp og lokale utslipp.

Det finnes ikke noe omforent anslag på hvilken enhetsverdi en skal legge på utslippsreduksjoner i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser, hverken på kort eller lang sikt. En referanse som ofte brukes er anbefalingene i NOU 2012:16 «Samfunnsøkonomisk analyser», det såkalte Hagen-utvalget. Utredningen sier at hovedprinsippene for hvilken kalkulasjonspris som skal brukes for å estimere verdien av utslippsreduksjoner, kommer an på om Norge har bindende mål for innenlandske utslipp eller ikke:

- Dersom det ikke foreligger bindende mål om utslippsbegrensninger bør kalkulasjonsprisen være basert på marginal skadekostnad (globalt).
- Dersom Norge har satt eller tatt på seg bindende mål for innenlandske utslipp, er det den marginale tiltakskostnaden i Norge gitt dette målet som skal legges til grunn. Utvalget viser til Klimakur 2020 (2010) som har beregnet ulike slike baner fram til 2020.

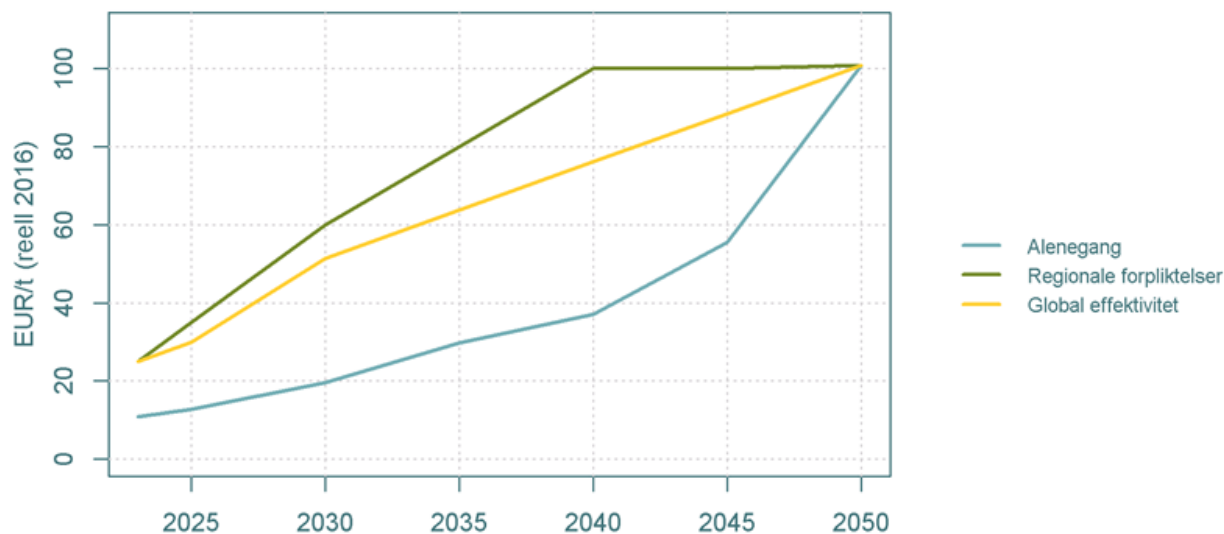
Dersom norske bindende mål er knyttet til de globale utslipp Norge forårsaker og norske utslipp er underlagt et internasjonalt kvotemarked, bør kalkulasjonsprisen for klimautslipp baseres på forventninger om den internasjonale kvoteprisen, dvs. den globale tiltakskostnadskurven dersom 2-gradersmålet er bindende. Hagenutvalget anbefaler at den internasjonale kvoteprisbanen baseres på EUs kvotepris for de årene det noteres futurespriser for, og deretter gradvis tilnærmes en bane som reflekterer marginale tiltakskostnader knyttet til 2-gradersmålet.

Det springende punktet for hvilken kalkulasjonspris som skal benyttes i samfunnsøkonomiske analyser, er med andre ord om Norge har et bindende utslippsmål eller ikke, og om det bindende målet er knyttet til nasjonale utslipp eller et internasjonalt utslippsmål. Slik vi tolker utvalget, er et nasjonalt utslippsmål bindende dersom det er vedtatt av norske politikere, dvs. at f.eks. Klimaforliket, som er vedtatt av Stortinget, er å betrakte som et bindende mål.

Enkelt sagt sier Hagen-utvalget at det er lønnsomt å gjennomføre tiltak når alternativet er at enda dyrere tiltak må gjennomføres. Spørsmålet er hva som er kostnaden ved det alternative tiltaket. Dersom det finnes en markedspris, reflekteres kostnaden ved det alternative tiltaket i karbonprisen.

En oversikt over våre karbonprisantagelser finnes i Figur 5-4. Anslagene bygger på en scenario-analyse offentliggjort i THEMA (2016). Antagelsene bygger på tre forskjellige politikksenarioer som er nærmere beskrevet nedenfor. De anbefalingene som Hagenutvalget har kommet med er reflektert i utarbeidelsen av scenarioene.

Figur 5-4: THEMAAs vurderinger av verdien av reduserte klimagassutslipp. EUR per tonn CO₂-ekvivalenter



Kilde: THEMA (2016)

I følge Hagen-utvalget har det altså betydning for lønnsomhetsberegningen hvordan både norsk, europeisk og global klimapolitikk utvikler seg, og hvilke forpliktelser Norge påtar seg:

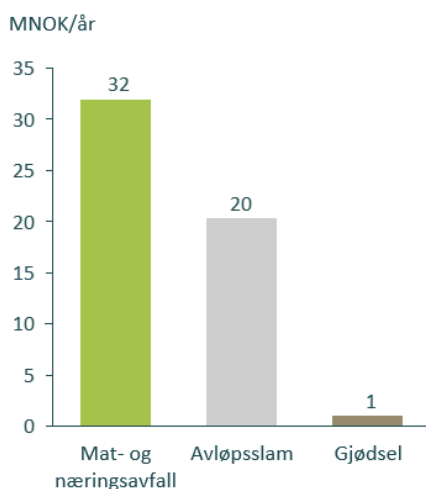
- I *global effektivitet* har vi forutsatt at verden raskt konvergerer mot en felles, effektiv karbonpris. Her har ikke Norge bindende nasjonale mål, og den relevante målestokken er derfor den tiltakskostnadskurven som korresponderer med 2-gradersmålet.
- I *regionale forpliktelser* har vi forutsatt at alle land går sammen i regioner som gjennomfører mer eller mindre effektiv klimapolitikk. Det betyr at karbonprisen varierer mellom regioner. Vi har videre forutsatt at Europa tar på seg en lederrolle, noe som innebærer at karbonprisen i Europa er høyere enn den globale tiltakskostnadskurven. Vi har antatt full fleksibilitet mellom ETS og ESD fra 2030 og utover, men ulike marginale tiltakskostnader fra 2022 til 2030. Norge vil også være bundet av forpliktelser i ESD, og antagelig ha en høyere tiltakskostnad enn de andre landene i Europa. Imidlertid omfattes utslippene fra norsk sokkel av kvotetaket i ETS, og

Norge er ikke bundet til et bestemt utslippsmål for ETS-sektorene. I utgangspunktet er det derfor ETS-prisen som gjelder fram til 2030, og deretter den felles europeiske marginale tiltakskostnaden.

- *I alenegang* er det mindre fleksibilitet og det tar lenger tid før det etableres en felles karbonpris i Europa. I dette scenarioet er det større sannsynlighet for at det vil bli aktuelt for Norge å benytte seg av muligheter for rimeligere utslippskutt i nasjonal ETS-sektor for å oppfylle forpliktelsen i ESD. Forutsetningen for det, er at det åpnes opp for slik fleksibilitet i regelverket,

De gjennomsnittlige karbonprisene i våre scenarioer for perioden 2020 – 2050 ligger mellom 330 kroner pr. tonn og 670 kroner pr. tonn. I denne analysen legger vi til grunn midtpunktet i dette intervallet, altså 500 kroner pr. tonn som en langsiktig forutsetning. Det gir en samlet verdi på de årlige utslippsreduksjonene fra verdikjeden på 53 millioner kroner fordelt per råstoff som vist i figur 5-5.

Figur 5-5: Verdien av reduserte klimagassutslipp fra verdikjeden. Mill NOK pr. år.



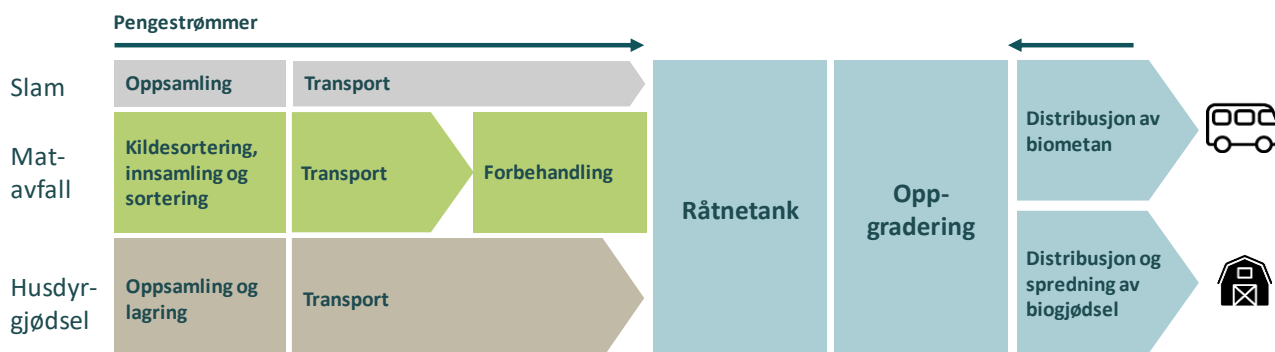
6 VERDISKAPING OG MILJØGEVINSTER FRA BIOGASS I FRAMTIDEN

Dersom den årlige produksjonen av biogass og biogjødsel øker, vil også den årlige verdiskapingen øke. Økningen vil være større enn en ren oppskalering av dagens tall fordi andelen slam som råstoff vil reduseres ved økt innfasing av gjødsel og matavfall i biogassproduksjonen. Disse to råstoffene har mer omfattende verdikjeder og dermed høyere verdiskaping og flere sysselsatte per GWh biogass produsert. I tillegg skjer vil det skje en produktivitetsøkning som vil øke verdiskapingen pr. GWh og isolert sett redusere sysselsettingsveksten noe. Økt årlig produksjon fordrer økt produsjonskapasitet. Selve utbyggingsfasen av ny kapasitet gir også verdiskaping og sysselsetting i byggeperioden. En økt andel biogass til transport, vil bidra til større reduksjoner i klimagassutslipp per produserte GWh enn det vi ser i dag.

6.1 Verdiskaping i framtiden - oppsummert

Årlig bidrag til bruttonasjonalproduktet fra produksjon av biogass og biogjødsel kan øke i framtiden dersom produksjonsvolumet øker. Dette vil også øke antall sysselsatte i verdikjeden. Endret sammensetning av råstoffet vil også endre tallene for verdiskaping og sysselsetting i og med at produksjon av biogass og biogass fra matavfall og gjødsel gir et høyere aktivitetsnivå enn tilsvarende produksjon fra slam. I tillegg vil en produktivitetsøkning ved sambehandling av matavfall og husdyrgjødsel påvirke tallene.

Figur 6-1: Framtidens verdikjede for biogassproduksjon ved økt sambehandling av ulike råstoff



Tabellen under viser framtidig verdiskaping og sysselsetting for ulike volumer av gass produsert. Forutsetningene for tallene er beskrevet i de neste delkapitlene. I følge Miljødirektoratet (2013) er det teoretiske potensialet for biogassproduksjon i Norge innen 2020 på ca. 6000 GWh, mens det realistiske potensialet ligger på 2300 GWh. Et potensial på Østlandet 2000 GWh vil dermed bety at råstoff importeres fra andre deler av landet eller at man nærmer seg utnyttelse av det teoretiske potensialet eller tar i bruk råstoff men pr. i dag ikke har god oversikt over, som ulike former for næringsavfall fra fiskeri og næringsmiddelindustri. Tabell 6-1 viser at en produksjon på 2000 GWh vil gi en samlet verdiskapingseffekt på rundt regnet 4,6 milliarder kroner, mens sysselsettingseffektene er på i underkant av 3300. Uten en antatt produktivitetsvekst generelt og/eller på grunn av samproduksjon mellom flere råstoff, ville sysselsettingen overstige 4000 årsverk ved dette produksjonsnivået.

Tabell 6-1: Framtidig årlig verdiskaping for ulike mengder gass produsert

Biogass	Samlet verdiskaping	Samlet sysselsetting
<i>GWh</i>	<i>MNOK</i>	<i>Årsverk</i>
437	902	731
750	1 555	1 236
1000	2 122	1 638
1500	3 337	2 459
2000	4 604	3 289

Økt produksjonskapasitet er en forutsetning for økt produksjon av biogass og biogjødsel. Investeringer i ny kapasitet vil dermed gi verdiskaping og sysselsetting i utbyggingsfasen. Investeringer er en engangseffekt fram til utbyggingen er gjennomført, uansett når i perioden det skjer. Ringvirkningene fra utbyggingsvirksomhet er oppsummert i tabell 6-2. Ved en produksjonsøkning til 2000 GWh vil verdiskapingen fra utbyggingsaktivitetene være i underkant av 14 milliarder, og sysselsettingen være i underkant av 14 000 i perioden fra nå og fram ny kapasitet er på plass.

Tabell 6-2: Ringvirkninger fra utbyggingsvirksomhet for ulike produksjonskapasiteter

Biogass-kapasitet	Samlet verdiskaping	Samlet sysselsetting
<i>GWh</i>	<i>MNOK</i>	<i>Årsverk</i>
750	1 866	1 820
1000	4 206	4 107
1500	9 089	8 906
2000	14 042	13 781

6.2 Miljøkonsekvenser i framtiden

Tabell 6-3 viser en beregning av fremtidig samlede utslippsreduksjoner ved ulike nivåer på den fremtidige biogassproduksjonen i Norge. Ved en økning av produksjonsnivået til 2000 GWh pr. år har vi anslått utslippsreduksjonene av klimagasser til 474.000 tonn CO₂-ekvivalenter. Gitt en kalkylepris for klimautslipp på 500 kroner pr. tonn CO₂-ekvivalenter er den årlige verdien av denne utslippsreduksjonen ca. 237 millioner kroner.

Tabell 6-3 Framtidige utslippsreduksjoner ved ulike nivåer på fremtidig biogassproduksjon

Biogass-produksjon	Samlede reduksjoner i klimagassutslipp
<i>GWh</i>	<i>Tonn CO₂-ekvivalenter</i>
437	107 000
750	206 000
1000	260 000
1500	392 000
2000	474 000

6.3 Utgangspunkt for framtidens verdiskaping

6.3.1 Tall per GWh biogass for verdiskaping og sysselsetting

Tabell 6-4 oppsummerer nøkkeltallene for verdiskaping og sysselsetting per produserte GWh biogass for hhv. mat- og næringsavfall, gjødsel og avløpsslam.

Tabell 6-4: Verdiskaping og sysselsetting per produserte GWh biogass

	Direkte virkninger		Indirekte virkninger		Samlede virkninger (direkte og indirekte)	
	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)
Mat- og næringsavfall	1,8	0,8	0,9	1,1	2,7	1,9
Avløpsslam	0,3	0,3			1,3	1,4
Gjødsel	0,7	0,5			1,6	1,6
Vektet snitt	1,1	0,6			2,0	1,7

I framtiden ser vi for oss at flere anlegg tar i bruk samproduksjon av matavfall og gjødsel. Noen labforsøk viser at slik samproduksjon gir opp til 22 prosent høyere biogassutbytte sammenlignet med produksjon basert på matavfall alene (Horn, 2016⁴). Biogjødselen får også en bredere nærings-sammensetning og bedre egenskaper.

Når biogassutbyttet øker, skjer det en produktivetsgevinst som endrer nøkkeltallene. Sysselsatte pr. GWh faller, mens verdiskapingen øker både pr. sysselsatt og pr. GWh. Denne effekten tar vi hensyn til i beregningen av fremtidige nøkkeltall. For å fram effekten av produktivetsveksten har vi antatt at hele biogassutbyttet kan håndteres uten bruk av mer sysselsetting. Det medfører at sysselsetting pr. GWh over tid faller med 18 prosent, mens verdiskapingen pr sysselsatt øker med 21 prosent.

Tabell 6-5: Verdiskaping og sysselsetting pr produserte GWh biogass etter hensyn tatt til 22 prosent produktivetsvekst

	Direkte virkninger		Indirekte virkninger		Samlede virkninger (direkte og indirekte)	
	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)
Mat- og næringsavfall	2,2	0,7	0,9	1,1	3,1	1,8
Avløpsslam	0,3	0,2			1,2	1,3
Gjødsel	0,8	0,4			1,7	1,5

⁴ THEMA har kun fått oppgitt effektivitetsgevinstene med samproduksjon, og ikke lest rapporten som foreløpig ikke er publisert

6.3.2 Verdiskaping og sysselsetting ved investeringer i nye anlegg

I det foregående har vi vurdert verdiskaping og sysselsetting ved løpende drift av anleggene. Ved en økning i biogassproduksjonen over dagens kapasitet, vil det også skje verdiskaping ved nyinvesteringer i biogassanlegg og annet utstyr og installasjoner som er nødvendig for å øke produksjonen. Vi har antatt at alle nye anlegg også vil investere i oppgraderingsanlegg slik at gassen kan benyttes til transport, og det må investeres i distribusjonsanlegg for biogass. Ved økt innsamling av husdyrgjødsel må flere gårder oppgradere sine gjødseltanker og for økt bruk av biogjødsel må flere bønder investere i lager for biogjødsel. Ved økt innsamling av matavfall, må kapasiteten i sorteringsanlegg øke og man vil trenge forbehandlingsanlegg til reaktorplanet.

Mesteparten av investeringene skjer gjennom utlyste kontrakter, og aktørene selv står for prosjektledelse og innkjøp. Dermed vil mesteparten av disse verdiskapingseffektene skje som indirekte virkninger. Tabellen under oppsummerer verdiskaping og sysselsetting per GWh økt verdiskaping over en periode.

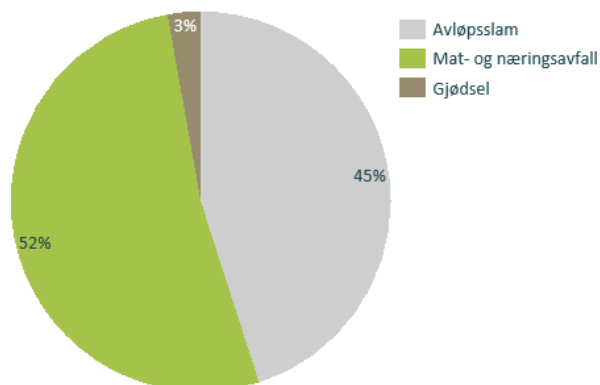
Tabell 6-6: Verdiskapings- og sysselsettingseffekter av 1GWh økt produksjonskapasitet

	Verdiskaping (i MNOK)	Sysselsetting (i årsverk)
Mat- og næringsavfall	13,5	13,7
Avløpslam	5,5	4,8
Gjødsel	4,9	4,3

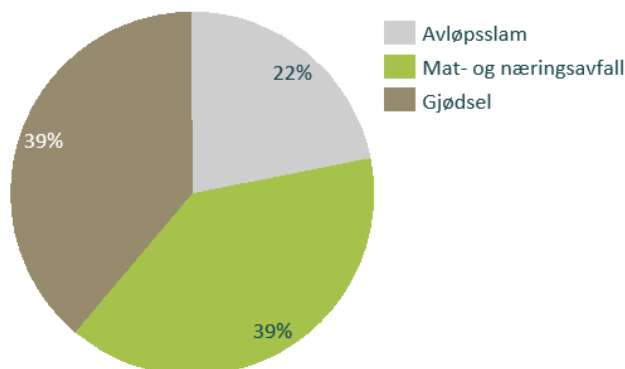
6.3.3 Utvikling i bruk av råstoff

Fordeling av råstoff som ligger til grunn for dagens produksjon av biogass og biogjødsel er vist i Figur 6-2. Mengdene slam avhenger av samlet befolkning på Østlandet og vil ikke øke med mer enn befolkningsveksten. Det er imidlertid mulig å øke mengden råstoff fra matavfall ved at en større andel matavfall sorteres ut og leveres til biogassproduksjon, samt ved å importere mat og næringsavfall fra andre regioner. Tilsvarende er det også mulig å øke andelen husdyrgjødsel som går til biogassproduksjon dersom dagens støttenivå opprettholdes framover. Basert på dagens fordeling og Rambølls (2016) vurdering av sannsynlig fordeling på råstoff ved økt biogassproduksjon, har vi estimert framtidens fordeling som vist i Figur 6-3. Dette ligger til grunn for de videre vurderingene av framtidens verdiskaping og miljøresultater som følge av økt produksjon av biogass og biogjødsel.

Figur 6-2: Fordeling av råstoff i dag



Figur 6-3: Fordeling av råstoff i framtiden (1000 GWh)



Kilde: THEMA's beregninger basert på blant annet Rambøll (2016)

6.3.4 Utvikling i bruk av biogass

Vi ser for oss at biogass i framtiden i all hovedsak vil bli benyttet til transportformål, og at kun små anlegg som har behov for energi inn i egen virksomhet, fortsetter å produsere varme og el. Det innebærer at flere produsenter vil investere i et oppgraderingsanlegg og at alle nye anlegg inkluderer oppgraderingsanlegg. Vår vurdering bygger på at omfanget av transport trolig vil øke i framtiden, samtidig som de samlede klimagassutslippene må reduseres (Nasjonal transportplan 2018-29). Vi ser det derfor som naturlig at transportaktører i økende grad vil etterspørre klimavennlig drivstoff for å redusere utslipp, og da særlig offentlig transport som busser og kommunale lastebiler.

Ved å satse på høyere grad av foredling vil også biogass kunne selges på markeder utenfor Østlandet. Et eksempel på dette er Romerike biogassanlegg (EGE) som produserer flytende biogass med høyere energitetthet (LBG).

6.3.5 Utvikling i bruk av biogjødsel

Biogjødslet som produseres i dag benyttes i all hovedsak til jordbruksarealer i området. Vi har ikke gjort egne vurderinger av hva som er øvre grense for avsetning av biogjødsel på Østlandet, men forutsetter at økt volum innenfor den økningen vi ser på vil omsettes i sin helhet, enten på Østlandet eller til salg i andre områder.

Et eksempel på eksport av biogjødsel til utlandet er Minorga i Stavanger som lager et pelletert gjødselprodukt i storekker som selges i direkte konkurranse med Yaras NPK Fullgjødsel. Dette produktet eksporteres allerede til Vietnam.

REFERANSER

- Avfall Norge (2016): *Avfalls- og gjenvinningsbransjens veikart for sirkulærøkonomi*
- Bioforsk (2010): *Eksempler på biogassanlegg*
- Biogas Väst (2012): *Sysselsättning inom biogasområdet i Västra Götaland – nuläge och prognos för år 2020*. Utarbeidet av KanEnergi Sweden AB
- Biogass Østfold (2016): Informasjon lastet ned fra biogassostfold.org i august 2016
- EGE (2016): *Faktaark om biogass og biogjødsel, Faktaark om biogjødsel fra matavfall og faktaark om biologisk behandling av matavfall*
- Hagen-utvalget (2012): *Samfunnsøkonomiske analyser*. NOU 2012:16. Utført på oppdrag fra Finansdepartementet.
- Hauso (2013): *Klimaanalyse av biogassproduksjon fra avløps slam (Masteroppgave)*. NMBU, Ås.
- Horn, 2016: Informasjon fra prosjektet BiogassFuel på NMBU, oppgitt på e-post
- Jordforsk (2003): *Samfunnsøkonomisk nytte ved anvendelse av produkter fra biologisk nedbrytbart avfall i jord*. Jordforsk rapport nr. 4/03
- Jordforsk (2015): *Forutsetninger for god plantevekst*. Presentasjon fra Trond Knapp Haraldsen fra 10. februar 2015
- Klima og miljødepartementet (2014): *Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi*
- Klima og miljødepartementet (2016): Faktanotat fra <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2015/des/sirkular-okonomi/id2470468/> i august 2016.
- Menon (2012): *Ringvirkningsmetodikk til bruk for næringsstudier i forvaltningsplanarbeidet*.
- Miljødirektoratet (2013): *Underlagsmateriale til tverr-sektoriell biogasstrategi*. Rapportnr. TA 3020/2013
- Miljødirektoratet (2014): *Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling*. Rapportnr. M229
- Miljødirektoratet (2014): *Grenseverdier og nasjonale mål. Forslag til langsiktige helsebaserte nasjonale mål og reviderte grenseverdier for lokal luftkvalitet*. M129
- Miljødirektoratet (2015): *Bedre utnyttelse av fosfor i Norge. Muligheter og anbefalinger*. Rapportnr. M351
- NOU 2012:16: *Samfunnsøkonomiske analyser*
- Rambøll (2016): *Markedsrapport – Biogass i Oslofjord-regionen*. På oppdrag for Biogass Oslofjord
- Region Skåne (2012): *Skånes färdplan för biogas: Biogas, tillväxt och sysselsättning – effekter av färdplanen på produktion og från använding*. Utarbeidet av WSP Analys & Strategi.
- SSB (2014): *Utslipp og rensing av kommunalt avløp*. Fylkestall hentet fra SSBs statistikkbank.
- St.meld. 39 (2008-2009): *Klimautfordringene – Landbruket en del av løsningen*.
- THEMA (2016). *Johan Castberg – konsekvenser av elektrifisering*. THEMA rapport 2016 – 07
- Tiltakskatalogen (2011): Informasjon fra <http://www.tiltakskatalog.no/c-1-3.htm> i nov. 2014.
- Østfoldforskning (2014): *Biogassproduksjon fra matavfall og møkk fra ku, gris og fjørfe*. Status 2014 (fase III) for miljønytte og verdikjedeøkonomi for den norske biogassmodellen BioValueChain. Rapportnr. OR.34.14
- Østfoldforskning (2016a): *Vurdering av virkemidler for økt utsortering av våtorganisk avfall og plastemballasje*. Utført for Miljødirektoratet: rapportnr: M522
- Østfoldforskning (2016b): Oppdaterte tall for klimagassutslipp ved ulike typer biogassproduksjon og -bruk

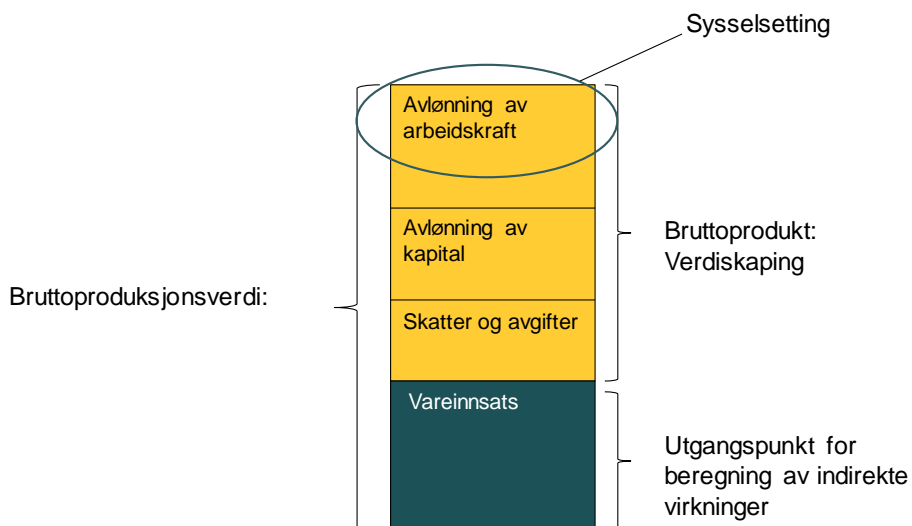
VEDLEGG 1: METODE

Overordnet

Hovedmålet med analysen er å beregne sysselsettings- og verdiskapingsvirkninger av den næringsvirksomheten som direkte og indirekte kan knyttes til verdikjeder og kretsløp for biogass og biogjødsel. Det krever først at vi definerer de ulike verdikjedene for innsamling, produksjon og distribusjon og bruk av biogass og biogjødsel. Deretter må vi samle inn data fra representative bedrifter innenfor de ulike leddene i verdikjedene slik at vi kan beregne relevante nøkkeltall. Nøkkeltallene gir grunnlag for å anslå verdiskapings- og sysselsettingsvirkninger av ulike utviklingsbaner for den fremtidige kapasitetsutviklingen innen biogass og biogjødsel.

Verdiskaping er et begrep som blir flittig brukt blant annet i næringspolitiske diskusjoner og det finnes flere ulike tilnærminger til begrepet. I noen sammenhenger mener man den tilleggsverdien som tilsvarer bedriftens omsetning minus produksjonskostnader og er lik bedriftens skattbare næringsinntekt. Vi følger imidlertid nasjonalregnskapets definisjon av verdiskaping, som er bruttoproduktet til en bedrift. Bruttoproductet er bedriftens produksjonsinntekter minus verdien av vareinnsatsen. Vareinnsatsen til en bedrift omfatter driftskostnader eksklusiv lønn, avskrivninger og skatter og avgifter til staten. Bruttoproductet anvendes til å avløne arbeid og kapital og representerer bedriftens bidrag til bruttonasjonalproduktet, jfr. figur 1.

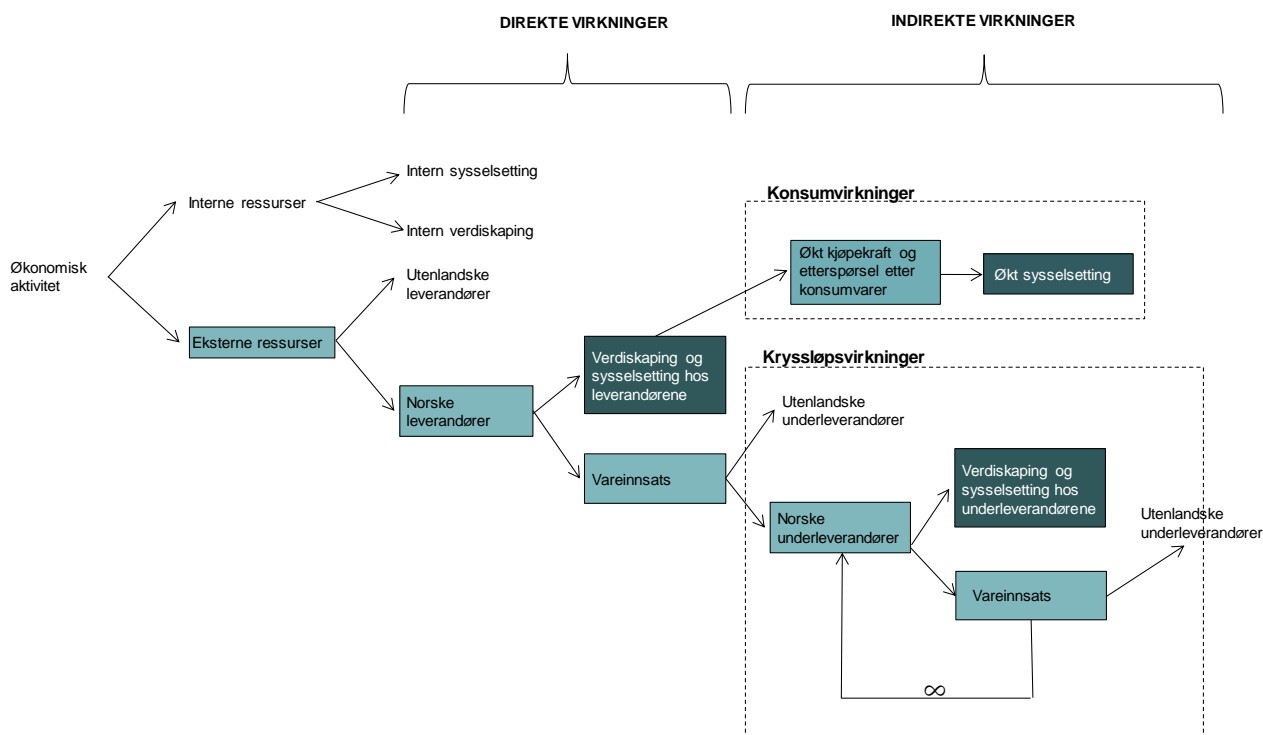
Figur 1 Definisjon av bruttoproduksjonsverdi og bruttoprodukt



Vi skiller i analysen mellom direkte og indirekte virkninger. Direkte virkninger omfatter verdiskapings- og sysselsettingsvirkninger av økonomiske aktiviteter knyttet til de selskapene som er direkte involvert i de aktuelle verdikjedene. De indirekte virkningene deles inn i kryssløpsvirkninger og konsumvirkninger som beskrevet nærmere i dette vedlegget.

Figur 2 gir en skjematisk oversikt over THEMA's modell for beregning av ringvirkninger av en økonomisk aktivitet.

Figur 2. THEMA's ringvirkningsmodell



Direkte virkninger for verdiskaping og sysselsetting

Mottak av biologisk avfall som videreføres til biogass og biogjødsel, utgjør en verdikjede med to inntektsstrømmer. Den ene inntektsstrømmen knyttes til en renovasjonstjeneste der kjøperne betaler et mottaksgebyr for å levere inn det biologiske avfallet. Den andre inntektsstrømmen knyttes til betaling for den videreførdede biogassen og biogjødslet. Vi har i denne analysen antatt at både renovasjonstjenesten og produksjonsvirksomheten er relevante deler av verdikjeden for biogass og følgelig inkludert begge aktivitetsområdene i anslag for verdiskaping og sysselsetting.

Enkelte av anleggene drives etter selvkostprinsippet. Det innebærer at de samlede inntektene dekker anleggets kostnader inklusiv en rimelig betaling for investert kapital. Selvkostprinsippet kan skape noen utfordringer når det gjelder måling av den verdiskapingen som produksjonen av biogassen og biogjødslet bidrar med. Det skyldes at økt/reduert lønnsomhet i biogassvirksomheten kompenseres ved redusert/økt mottaksgebyr; Dersom biogass/biogjødselsproduksjonen har et bruttoprodukt som ikke dekker virksomhetens kapital- og lønnskostnader, vil selvkostprinsippet kunne føre til at mottaksgebyret øker for at balansen mellom kostnader og inntekter skal kunne opprettholdes. Det innebærer at den målte verdiskapingen i hele virksomheten i så fall øker selv om biogassvirksomheten har en inntjening som ikke dekker virksomhetens lønnskostnader og normal avkastning på kapital. En annen måte å si det på er at selvkostprinsippet i dette tilfellet fører til at biogass/biogjødselsvirksomheten blir subsidiert gjennom et høyere mottaksgebyr på renovasjonstjenesten.

Det motsatte vil inntreffe dersom biogass/biogjødselsvirksomheten har en inntjening som mer enn dekker lønnskostnadene og normal avkastning på kapital. Da vil den målte verdiskapingen for virksomheten, inklusiv renovasjonsdelen falle. I dette tilfellet vil det være renovasjonsvirksomheten som blir subsidiert av biogass/biogjødselsvirksomheten.

I henhold til vår definisjon vil næringslivbruket av biogass og biogjødsel øke sine bidrag til verdiskapingen dersom produksjonskostnadene faller ved å ta i bruk de nye produktene og/eller kvaliteten er bedre enn alternativene for eksempel dersom matproduksjonen øker for en gitt ressursinnsats. Normalt vil eventuelle gunstige egenskaper hos nye produkter reflekteres i en høyere betalingsvilje hos kundene, noe som regel vil bli reflektert i høyere priser. Denne priseffekten vil i så fall bli reflektert

i høyere verdiskaping hos produsentene. Det kan hende at eventuelle gunstige virkninger ikke reflekteres i en høyere pris på produktene sammenlignet med alternativene. I så fall vil de gunstige effektene avleire seg i høyere verdiskaping hos kundene og ikke i verdikjeden for produksjon av biogass.

Indirekte ringvirkninger

Kryssløpsvirkninger påløper som følge av at bedriftene som er involvert i biogassprosjekter etterspør varer og tjenester hos sine leverandører. Denne etterspørselen genererer et behov for sysselsetting og innsatsvarer hos underleverandørene. I sin tur genererer underleverandørene økte leveranser fra sine underleverandører igjen osv. i en uendelig rekke.

Forbrukerne som mottar inntekter fra virksomheten har også et behov for varer og tjenester som mat og klær, helsetjenester, osv. Etterspørselen øker, og det blir behov for arbeidskraft i samfunnet forøvrig. Den siste effekten omtales som indirekte *konsumvirkninger*. Konsumvirkninger er noe omdiskutert, ettersom det er vanskelig å vite virkningene av alternativ anvendelse av ressursene. Menon (2012) anbefaler å inkludere konsumvirkninger dersom bosetning i et område påvirkes av aktiviteten. Vi inkluderer ikke konsumvirkninger i denne rapporten. Begrunnelsen er at vi anser at bosettingen på Østlandet ikke blir påvirket av aktivitetene knyttet til konsumvirkningene.

Lokale virkninger defineres som verdiskaping og sysselsetting som oppstår i kommunene der de økonomiske aktivitetene er lokalisert. Tilsvarende defineres regionale virkninger som verdiskaping og sysselsetting som oppstår i fylkene som biogassaktivitetene er lokalisert, med unntak av de lokale virkningene. Nasjonale virkninger er annen verdiskaping og sysselsetting knyttet til biogass som oppstår i Norge. Alle tre nivåer vil inkluderes i analysen, slik at samlet verdiskaping blir verdiskaping i Norge som følge av biogassaktiviteter på Østlandet. Når det er sagt, er det meste av virksomheten lokal i daglig drift. Investeringsaktiviteter (bygging av anlegg), vil i større grad involvere leverandører fra andre deler av landet.

Detaljert fremgangsmåte for beregninger av indirekte verdiskaping og sysselsetting i verdikjeden for produksjon av biogass

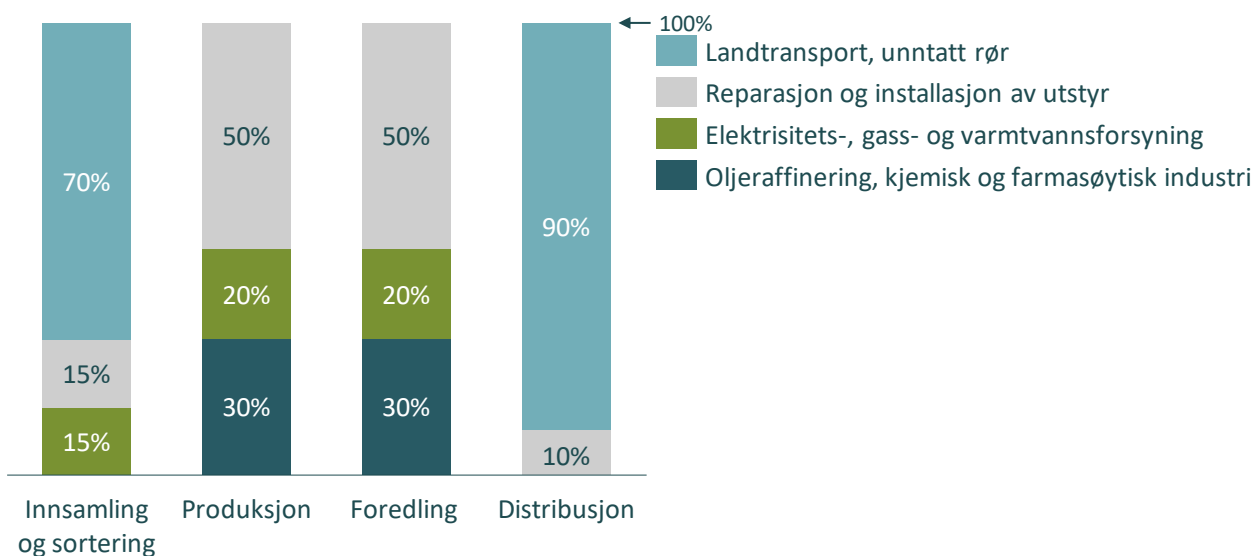
De indirekte virkningene beregnes med utgangspunkt i varene og tjenestene som etterspørres av gjennom verdikjeden for produksjon av biogassproduksjon. Basert på intervjuer og spørreundersøkelser antar vi at de største leverandørene av varer og tjenester til verdikjeden for produksjon av biogass er innenfor følgende næringskategorier: Landtransport, unntatt rør; reparasjon og installasjon av utstyr, elektrisitets-, gass- og varmtvannsforsyning og oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri. Verdiskapings- og sysselsettingstall for disse næringene oppsummeres i tabell 1.

Tabell 1: Verdiskaping og sysselsettingstall for de største leverandørene

Næringskategori	Verdiskaping per omsatte krone	Årsverk per omsatte millioner kroner
Landtransport, unntatt rør	0,44	0,79
Reparasjon og installasjon av utstyr	0,4	0,46
Elektrisitets-, gass- og varmtvannsforsyning	0,78	0,17
Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri	0,15	0,09
Totalt for alle næringer ekskl. utvinning av råolje og naturgass	0,49	0,52

Kilde: SSBs nasjonalregnskapsdata: Tabell 09170 og 09174

Disse fire leverandørgruppene utgjør en varierende andel av vareinnsatsen i de ulike produksjonsprosessene. Figur 3 under viser antatt fordeling mellom de fire største leverandørene for de ulike delene av verdikjeden til produksjon av biogass, basert på informasjon samlet inn i dette prosjektet.

Figur 3: Antatt fordeling mellom de fire største leverandørene i verdikjeden

Så beregner vi vektete nøkkeltall for verdiskaping og sysselsetting for den første rekken av leverandører, ved å multiplisere verdiskapings- og sysselsettingstallene til hver næring med andelen de utgjør av den totale vareinnsatsen for hver del av verdikjeden. Disse nøkkeltallene multipliseres deretter med gjennomsnittlig vareinnsats pr. GWh i de ulike delene av verdikjeden slik at vi får samlet verdiskaping og sysselsetting pr. GWh for leverandørene til hele verdikjeden 1. ledd.

Siden vi ikke har kjennskap til hvilke næringer leverandørene til underleverandørene tilhører, baserer vi oss på gjennomsnittlig verdiskapings- og sysselsettingstall for alle næringer ekskl. utvinning av råolje og naturgass ved beregning av kryssløpseffektene.

Verdiskapings- og sysselsettingseffektene som påløper hos alle underleverandører som følge av investeringene i biogassanleggene er beregnet vha. formelen for en uendelig geometrisk rekke.

Vareinnsatsen hos den første underleverandøren VI_0 bidrar til verdiskapingen

$$VI_0 \frac{BP}{BVP}$$

hos den første underleverandøren, hvor $\frac{BP}{BVP}$ er forholdet mellom underleverandørens bruttoprodukt og bruttoproduksjonsverdi (omsetning). Hvis vi legger til verdiskapingen hos de neste leverandørene i rekken får vi

$$\begin{aligned}
 &VI_0 \frac{BP}{BVP} + VI_0 \left(1 - \frac{BP}{BVP}\right) (1 - I) \frac{BP}{BVP} + VI_0 \left(1 - \frac{BP}{BVP}\right) (1 - I) \left(1 - \frac{BP}{BVP}\right) (1 - I) \frac{BP}{BVP} + \dots \\
 &= VI_0 \frac{BP}{BVP} \sum_{i=0}^{\infty} \left((1 - I) \left(1 - \frac{BP}{BVP}\right) \right)^i = VI_0 \frac{BP}{BVP} \frac{1}{1 - \left((1 - I) \left(1 - \frac{BP}{BVP}\right) \right)}
 \end{aligned}$$

altså summen av en uendelig geometrisk rekke, hvor I er underleverandørens importandel.

Miljøvirkninger

Biogass og biogjødsel har mange gode egenskaper for miljøet sammenlignet med alternativene. Når biogass og biogjødsel tas i bruk og erstatter fossile energikilder og kunstgjødsel, forbedres miljøet på en rekke områder. Vi får lavere klimautslipp og lavere utslipp av svevestøv og NO_x . Bruk av biogjødsel kan gi positive effekter på jordkvalitet og slutter materialstrømmene i jordbruket.

Når miljøvirkningene er regulert på en korrekt måte, vil de såkalte eksterne kostnadene, eller de negative miljøvirkningene som bruk av alternativene påfører samfunnet, gi biogass og biogjødsel en kostnadsfordel som fullt ut reflekterer forskjeller i miljøbelastning. Denne kostnadsfordelen vil gjøre at produsentene får en høyere pris på sine produkter, gitt at kvaliteten for øvrig er den samme. En høyere pris slår ut en høyere målt verdiskaping.

Det imidlertid ofte slik at relevante miljøkostnader ikke reflekteres i markedspriser og kostnader. Produkter med gode miljøegenskaper får i slike tilfeller ikke betalt for sine gode miljøegenskaper. Den målte verdiskapingen vil da være lavere enn den verdiskapingen man ville ha registrert dersom miljøreguleringene hadde vært korrekt. Inadekvat regulering vil dermed føre til at den korrekte verdiskapingen avviker fra den målte verdiskapingen. For svak miljøregulering, i den forstand at miljøkostnadene prises for lavt, vil føre til at miljøvennlige produkter prises for lavt og vice versa.

Det er i seg selv en omfattende og komplisert oppgave å vurdere om gjeldende miljøreguleringer faktisk priser inn miljøkostnadene på en korrekt måte. En slik vurdering ligger utenfor rammen av dette prosjektet. Miljøvirkningene analyseres derfor i tråd med oppdragsbeskrivelsen ved å beregne miljøgevinstene ved reduserte utslipp ved å erstatte fossilt brensel med biogass og ved en kvalitativ gjennomgang av miljøgevinstene ved å ta i bruk biogjødsel i matproduksjon. Kvantifiseringer av miljøeffektene baseres på analyser gjennomført i tidligere studier utført av andre miljøer som spesifisert løpende i rapporten.

Kvantifiseringer av miljøeffektene kan ikke uten videre sees på som en tilleggsverdi utover de verdiskapingstallene som beregnes. Hvor store tilleggsverdier som kan krediteres avhenger av i hvilken utrekning de relevante miljøeffektene allerede er internalisert i prisene.