

Vestlandsforsking notat nr. 7/2013

Utgreiing av alternativ for behandling av våtorganisk avfall ved SIMAS IKS

Morten Simonsen



Vestlandsforskning notat

Tittel Utgreiing av alternativ for handsaming av våtorganisk avfall ved SIMAS IKS	Notatnummer 7/2013 Dato 28.11.2013 Gradering Open
Prosjekttittel Utgreiing av alternativ for handsaming av våtorganisk avfall ved SIMAS IKS	Tal sider 30 Prosjektnr 6301
Forskar(ar) Morten Simonsen	Prosjektansvarleg Carlo Aall
Oppdragsgivar SIMAS IKS	Emneord Våtorganisk avfall Biogass Biosubstrat Kompost Miljøkonsekvensar

Samandrag

Notatet drøfter ulike alternativ for behandling av våtorganisk avfall. Alternativene som drøftes er produksjon av biogass, mekanisk og biologisk forbehandling av avfallet samt kompostering.

Andre publikasjonar frå prosjektet

ISSN:	Pris:
--------------	--------------

Innhold

Innledning.....	5
Viktige beslutningskriterier for SIMAS	5
Mottatt mengde våtorganisk avfall.....	5
Første beslutningsmodell.....	6
Andre beslutningsmodell	10
Forbehandling av våtorganisk avfall.....	11
Mekanisk forbehandling.....	11
Biologisk forbehandling.....	12
Krav til kompost som gjødsel	13
Dokumentasjon av kvalitet på kompostprodukt.....	15
Biogass-produksjon	17
Biorest	20
Investeringer	21
Tekniske spesifikasjoner av biogassanlegg i Norge.....	21
Søknad til Regionalt Forskningsfond Vestlandet.....	21
Vedlegg 1 - Tekniske spesifikasjoner for noen biogass-anlegg i Norge.....	22
Vedlegg 2 Søknad til Regionalt Forskningsfond Vestlandet.....	25
Biogass som marint drivstoff.....	25
Innledning.....	25
Prosjekt mål.....	26
Forskningsinnhold	26
Prosjektgjennomføring.....	27
Informasjonsinnhenting/datainnsamling	27
Analyse av data.....	27
Prosjektgruppe	28
Tidsplan og milepæler	28
Budsjett og finansieringsplan	29
Videreføring og utnyttelse av resultatene	29

Referanser	30
Tabell 1 Mottatt våtorganisk avfall	6
Tabell 2 Konseptmatrise for beslutningsmodell 1.....	9
Tabell 3 Kvalitet på ulike kompostprodukt.....	15
Tabell 4 Forklaring på symboler	15
Tabell 5 Grenseverdier for pH, organisk materiale og næringsstoffer i kompost.....	16
Tabell 6 Grenseverdier for tungmetaller	16
Tabell 7 Potensial for produksjon biogass SIMAS	19
Figur 1 Første beslutningstre.....	7
Figur 2 Flytskjema for AgroNova-prosessen.....	8
Figur 3 Andre beslutningstre	11
Figur 4 Mekanisk forbehandling - flytskjema	12
Figur 5 Biologisk forbehandling - flytskjema	13
Figur 6 Produksjon av biogass med termisk hydrolyse - flytskjema.....	18

Innledning

SIMAS sitt anlegg for kompostering av våtorganisk avfall er gammelt og ressurskrevende. Anlegget må byttes ut om ikke alt for lang tid siden det er vanskelig å skaffe deler til anlegget. Bakgrunnen for dette prosjektet er følgende avsnitt fra årsmeldingen til SIMAS for 2012:

”SIMAS gjennomførte i 2012 flere forstudiar knytt til både ny slutthandsaming av avfall og vidareutvikling av dagens produksjonsprosessar. Dette er eit stort arbeid som skal munne ut i eit vegval for vidare drift i løpet av 2013. ”

Som et ledd i denne prosessen lagde Vestlandsforskning våren 2013 et [miljøregnskap](#) for det våtorganiske avfallet SIMAS samler inn. Regnskapet vurderte flere alternative bruk av biogass i tillegg til kompostering som er den løsningen SIMAS har i dag. Miljøregnskapet viste at bruk av biogass til produksjon av drivstoff gir best miljøverknad. Tar man utgangspunkt i en diesel personbil som kjører 20 000 km i året og bruker 0,5 liter på mila kan det spares diesel for 530 slike biler med det drivstoffet som kan produseres med SIMAS sitt våtorganiske avfall.

I mai 2013 ble det satt i gang et prosjekt for å vurdere ulike alternativ for behandling av våtorganisk avfall. Prosjektet er et samarbeid mellom SIMAS og Vestlandsforskning. SIMAS vil ta en beslutning om behandling av det våtorganiske avfallet i løpet av 2013. Følgende alternativ er vurdert:

- Produksjon av biogass
- Produksjon av forbehandlet matavfall (biosubstrat)
- Kompost

SIMAS vurderer markedet for biogass i Sogn til å være for lite til å satse på egen produksjon av biogass. Denne situasjonen kan endre seg om en finner store potensielle avtakere for produsert biogass som for eksempel ferjeselskap. Dersom en kan kombinere produksjon av biogass fra våtorganisk avfall og trevirke kan også mulighetene for lokal ressursutnyttelse endres.

Viktige beslutningskriterier for SIMAS

SIMAS er et interkommunalt selskap som blir styrt av eierkommunene. I siste instans er det derfor kommunestyrene som tar den endelige beslutning om om SIMAS sitt videre veivalg. Dette innebærer at det ikke bare er markeds-kriterier som blir lagt til grunn for beslutningen. Kommunene ønsker lave gebyr for de tjenestene SIMAS leverer, men de ønsker også at ressurser som vert produsert i Sogn skal brukes til lokal verdiskaping. Kommunene ønsker på denne måten å være lokale utviklingsaktører. I tillegg kommer et politisk ønske om å bruke avfallet som et miljøpolitisk virkemiddel til å redusere utslipp av klimagasser.

Mottatt mengde våtorganisk avfall

Tabell 1 viser mengde våtorganisk avfall som SIMAS mottar fra kommunene som deltar i samarbeidet. I tillegg ble det levert om lag 2500 tonn våtorganisk avfall fra Nordfjord-kommunene i 2012. Med våtorganisk avfall menes her matavfall fra husholdningene.

Tabell 1 Mottatt våtorganisk avfall

	År 2012	År 2011	År 2010	År 2009	År 2008	År 2007	År 2006	År 2005
Restavfall	7 352	7 356	6 340	7 129	7 513	7 411	7 625	7 840
Våtorganisk avfall	4 905	4 556	4 853	5 013	4 989	4 784	3 778	4 497
Papp/papir	2 401	2 527	2 254	2 367	2 569	2 534	2 448	2 329
Husholdningseballasje	58	47	30	23	28	38	120	106
Plastemballasje - næring og landbruk	111	125	106	126	97	110	68	49
Glas	349	371	268	293	274	260	273	391
Skrap	1 093	792	854	701	640	561	372	630
Reint treavfall, park og hageavfall	778	503	349	347	377	354	231	226
Blanda treavfall	1 784	1 816	1 463	1 873	1 322	917	783	565
Klede	48	20	84	80	80	60	54	40
Kuldemøblar		-	83	38	60	70	86	36
EE-avfall	77	45	232	145	264	230	261	232
RENAS avfall	65	38	96	167	117	187	95	125
Asbest	56	71	95	28	41	80	9	53
Farleg avfall	192	116	85	172	155	163	90	59
Trykkimpregnert trevirke	170	100	100	121	109	100	77	61
Oljehaldig sand	-	-	-	14	1	9	64	37
Sandblåsingsavfall	-	64	101	154	-	-	-	-
Avvatna slam	1 223	1 584	1 125	1 630	1 680	1 553	1 134	1 908
Råslam	342	-	-	308	402	259	674	616
Dekkmasse	264	2 921	1 202	154	733	6 585	6 327	1 685
Til saman	21 268	23 052	19 718	20 883	21 451	26 265	24 569	21 485

EU's avfallshierarki inneholder et sett med strategier for behandling av avfall fra husholdninger. Hierarkiet er nedfelt i et rammedirektiv som er innført i Norge ¹. Hierarkiet har som øverste strategi at avfall ikke oppstår. Deretter bør avfallet brukes til materialgjenvinning, energigjenvinning og sluttbehandling eller deponering i denne rekkefølgen. Avfallhierarkiet er en sentral del av den norske avfallsstrategien som er presentert i dokumentet "Fra avfall til ressurs" som ble utgitt av Miljøverndepartementet i august 2013 ². SIMAS følger denne strategien. Det innebærer at mottatt avfall benyttes mest mulig til materialgjenvinning og energigjenvinning.

Husholdningene i SIMAS sitt område sorterer ut plast, papir og glass som blir brukt til materialgjenvinning. Total materialgjenvinning er om lag 85% av innsamlet mengde.

Det innsamlede våtorganiske avfallet brukes til produksjon av kompost. Kompost kan erstatte kunstgjødsel og er dermed en form for materialgjenvinning, dette gjelder særlig fosfor og nitrogen i det våtorganiske avfallet.

Restavfallet blir i dag levert til Linköping hvor det blir brukt til produksjon av fjernvarme. Dette er en form for energigjenvinning. Løsningen er miljøvennlig siden fjernvarmen i Linköping erstatter svensk elektrisitetsmiks som er mer CO₂-intensiv å produsere enn norsk vannkraft. Miljøregnskapet for SIMAS viser at denne gevinsten også oppveier energibruk og utslipp knyttet til transport av avfallet.

Første beslutningsmodell

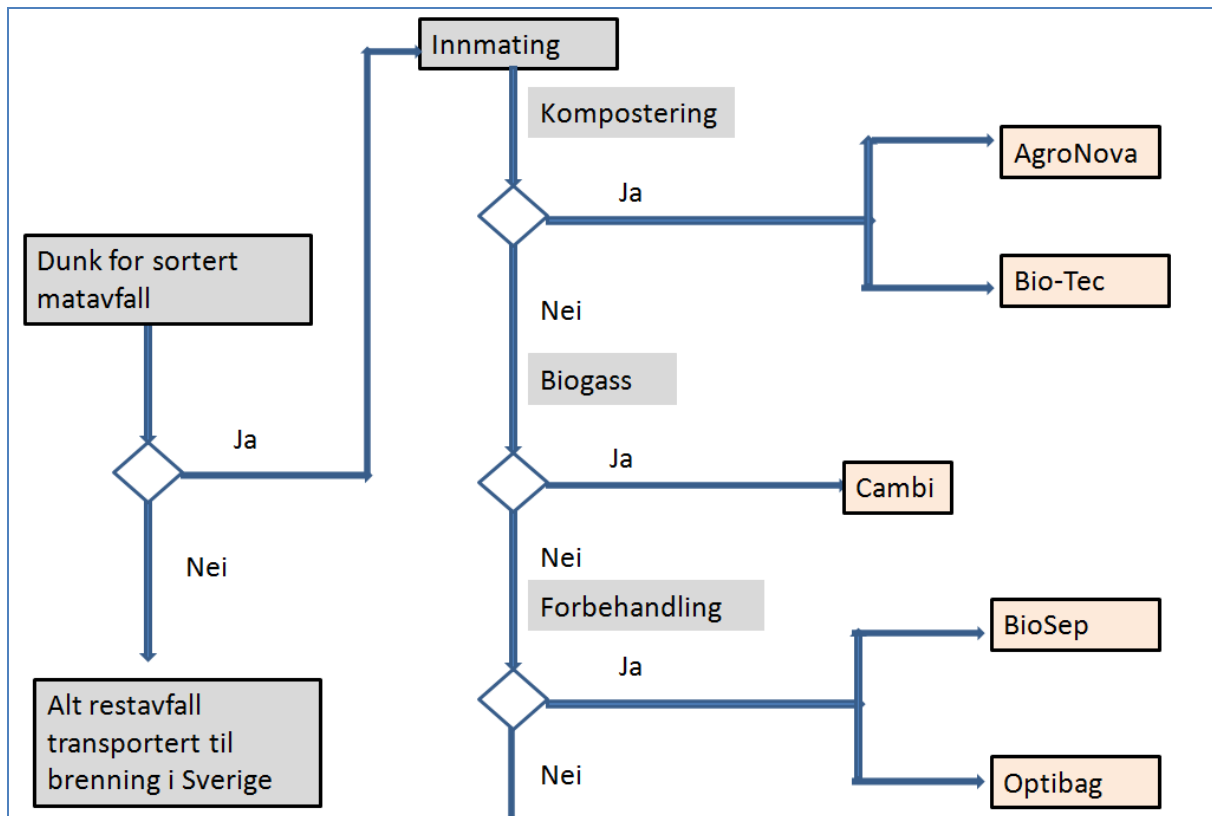
Den første beslutningsmodellen som ble vurdert inneholdt mulighet for produksjon av biogass i eget anlegg. I siste del av prosjektet ble denne muligheten lagt til side og det ble fokusert på

¹ Side 11, <http://www.avfallnorge.no/pop.cfm?FuseAction=Doc&pAction=View&pDocumentId=48149>

² ibid.

forbehandling av avfall med mulig tillegg av egen kompostering. Vi tar med vurderingene som ble gjort av biogass-anlegg i denne rapporten for å vise gangen i prosessen og for å dokumentere informasjon som kan brukes om SIMAS ønsker å vurdere biogass-anlegg på et senere tidspunkt.

Figur 1 Første beslutningstre



Figur 1 viser det første beslutningstre som ble brukt i prosjektet. Biogassproduksjon med utstyr fra Cambi bygger på termisk hydrolyse. Vi gir en nærmere beskrivelse av denne prosessen senere i dokumentet.

Når det gjelder kompostering ble det vurdert et tilbud fra AgroNova. Dette firma bruker Fibral som tilsetningsstoff i komposterings-prosessen. Fibral trekker til seg vann, regulerer avfallens limflate og øker tørrstoffinnholdet. Etter behandling med Fibral framstår kompostmassen som et tørt, fibrøst pulver med et tørrstoffinnhold på 65-75%³. Etter en mellomlagring kan kompostert biomasse pelleteres. Biopellets kan brukes til oppvarming eller til gjødsel.

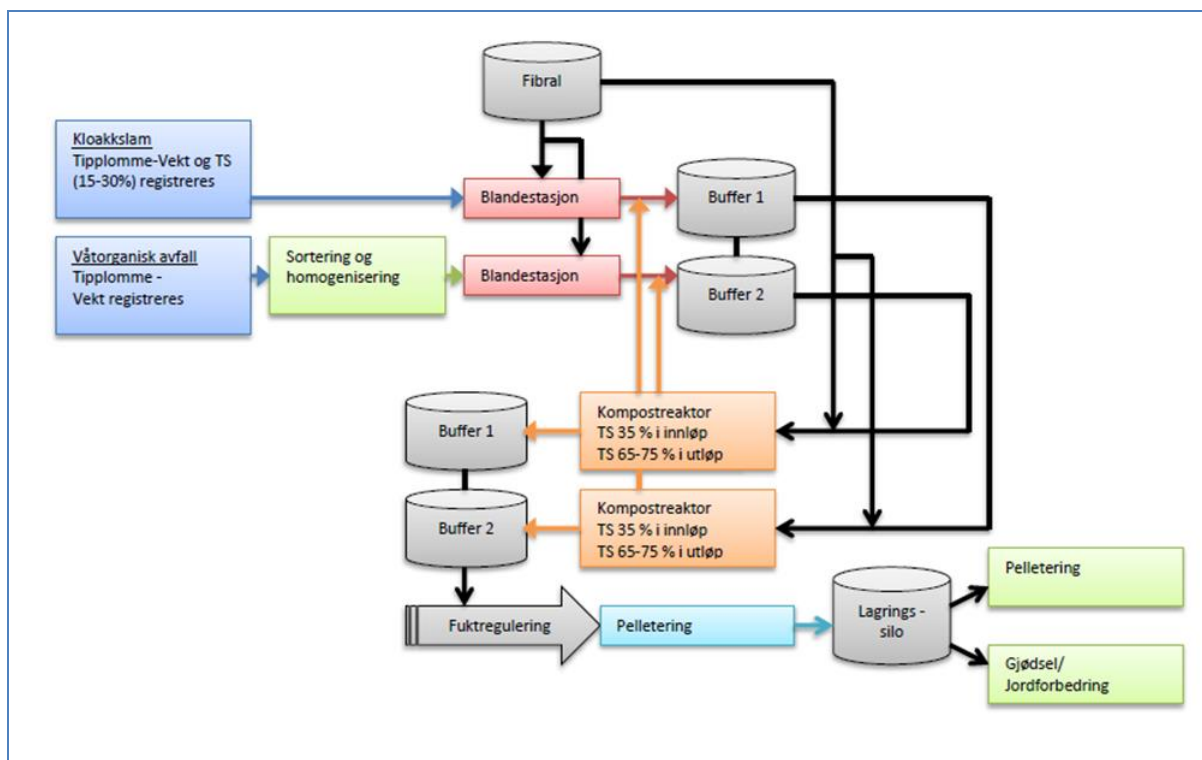
Fibral inneholder en superabsorbent basert på polyakrylamid. Dette er lang kjede av akrylamid-molekyler. Akrylamid er kreftfremkallende middel. Når akrylamid-molekylene inngår i lange kjeder er stoffet ikke giftig, men i polyakrylamid vil det være en liten fraksjon med såkalt "fritt" akrylamid, altså akrylamid-molekyler som ikke inngår i polymeriserte kjeder.

Bransjeorganisasjonen Norsk Industri utgir en serie med hefter "Grønn Serie" som omhandler viktige sider ved helse, miljø og sikkerhet. I utgaven 4/99 anslås mengden av "fritt" akrylamid til 0,1% til 0,01% av vekten til polyakrylamid. I følge heftet skal polyakrylamid ha helsefaremerking "Kan forårsake kreft" og merkes med giftsymbol.

³ E-post fra AgroNova 14 juni 2013

SIMAS har også fått opplyst fra Øvre Romerike Avfallsselskap (ØRAS)⁴ at produkt som er behandlet med Fibral avgir fuktighet og lukt i etterkant. Dette betyr at Fibral mister sin virkning etter en stund, noe som påvirker produktet sin kvalitet. ØRAS påpekte at de hadde store problem med å få avsetning på produktet. Fibral er også et dyrt tilsetningsstoff med utgifter i størrelsesorden flere hundre tusen kroner per år. Kombinert med usikkerheten rundt akrylamid-innholdet i Fibral valgte SIMAS å ikke gå videre med AgroNova-prosessen.

Figur 2 Flytskjema for AgroNova-prosessen.



I forbindelse med den første beslutningsmodellen ble det utarbeidet en konseptmatrise som viser fordeler og ulemper (en pro-et-contra framstilling) av de ulike beslutningsalternativene ut fra ulike beslutningskriterier. Denne konseptmatrisen er gjengitt i Tabell 2.

⁴ Telefonsamtale med ØRAS 24 juni 2013

Tabell 2 Konseptmatrise for beslutningsmodell 1

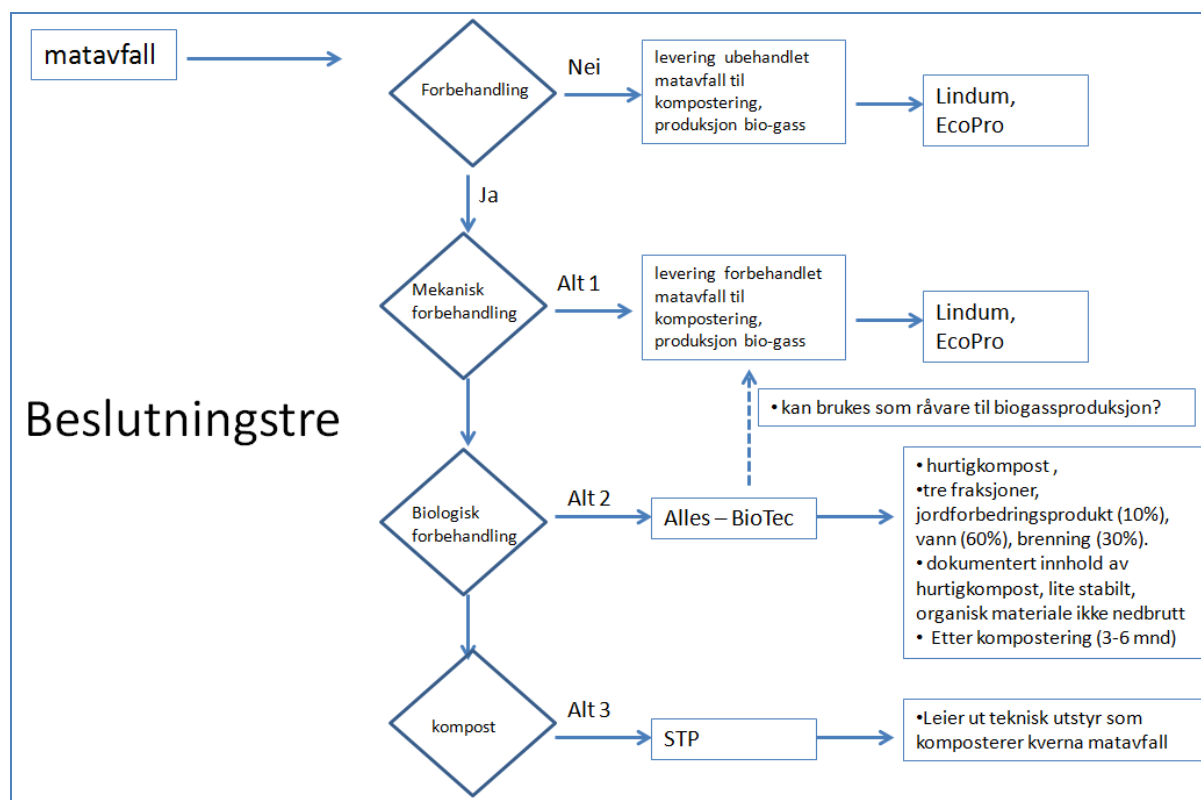
Konsept	Pro			Contra		
	Økonomi	Miljø	Lokal verdiskaping	Økonomi	Miljø	Lokal verdiskaping
Produksjon biogass	Med riktige rammebetingelser (fritak avgift for fossilt brensel) bør biogass som drivstoff være et interessant produkt.	Biogass brukt som drivstoff bidrar med størst reduksjon av klimagass. Fiberrest kan etterkomposteres og brukes som gjødsel, jordtilsetning. Etterkompostering med hageavfall gir høyere nitrogen-innhold.	Høy grad av lokal verdiskaping og utnyttelse av avfall lokalt.	Omfattende investering. Usikkert marked for avsetning av biogassen. Avsetning av fiberrest avhengig av kvalitet.	Kjemisk rensing av avgasser. Avrenning rejectvann. Fiberrest fra matavfall har lav stabilitet og klinete konsistens. Fiberrest fra matavfall inneholder tungmetallet nikkel. Økende krav til avløp og vannmengder. Vil etterkompostering med ranker være lovlig i framtida?	Avsetning avhengig av kontrakt med lokal transportflåte (ferje, buss). Ingen flåter i distrikts-Norge bruker biogass i dag. Er biogass et egnet drivstoff i utkant-Norge (terreng, temperatur)?
Aerob kompostering i lukket system	Avgrenset investering. Mindre prosessutstyr.	Jordprodukt med høyt innslag av næringsstoffene fosfor, magnesium, kalium, kalsium. Tilførsel av egen mikroflora som gjør kompost mer egnet enn torv som jordforbedringsmiddel. Bevarer fuktighet i jorda, beskytter mot ekstreme temperaturer.	Utnyttelse av ressurser lokalt. Kompostering krever mer arbeidskraft og maskinkraft enn utråkning.	Usikker avsetning på kompostprodukt. Hvilke krav til kompostering vil komme med EU's Biorektiv?	Lukt og partikkelstørrelse kritiske faktorer. Kvalitet på kompost varierer mye. Innslag av fremmedlegemer (tungmetaller, plast) kritisk for kvalitet. Krav til kompost gitt i Forskrift om gjødselvarer. Krav til hygienisering i EU's Biodirektiv.	Usikker avsetning på kompostprodukt kan gi sløsing av ressurser som kunne vært anvendt mer effektivt i andre prosesser andre steder.
Biosubstrat (bare forbehandling)	Avgrenset investeringer. Anlegg for knusing/sortering/maling.	Input til biogass-produksjon som gir størst mulig reduksjon klimagass med matavfall som ressurs.	Noe lokal verdiskaping. Arbeidsplasser til innmating, lagring av avfall biosubstrat.	Begrenset avsetning. Bare FREVAR (Fredrikstad) mottar biosubstrat. Er det basert på avløsslam?	Avrenning av vann. Hva er innhold av kjemikalier evt tungmetall.	Avgrenset produksjon betyr mindre lokal verdiskaping.
Sende alt avfall til produksjon av fjernvarme i Linköping	Lave investeringer. Fjerning av sortering matavfall kan gi lavere gebyr for brukere.	Mindre transport for henting av avfall. Stor utnyttelse av produsert fjernvarme/ elektrisitet i bystrøk. (Linköping).	Lokal verdiskaping for transportører ved innhenting og videresending av avfall. Lavere gebyr frigjør lokal kjøpekraft.	Betydelige kostnader ved transport av avfall til Sverige. Hvor mye forbehandling kreves for å få TS>15%?	Blanding av våtorganisk avfall og annet restavfall kan gi mindre utnyttelse av energimengde i våtorganisk avfall. Store utslipp knyttet til transport.	Ingen lokal verdiskaping. SIMAS fungerer mer som et transportselskap for innhenting og videresending av avfall.

Andre beslutningsmodell

Etter at AgroNova-prosessen ble lagt til side og SIMAS valgte å ikke satse på egen biogass-produksjon ble beslutningsmodellen som er vist i Figur 3 styrende i prosjektet.

Valget av investeringsstrategier står mellom mekanisk forbehandling av våtorganisk matavfall med eller uten biologisk behandling i tillegg. Etter forbehandling kan det behandlede avfallet sendes til andre industrielle aktører for videre behandling eller til egen kompostering.

Figur 3 Andre beslutningstre



Forbehandling av våtorganisk avfall

Vi definerer forbehandlet våtorganisk avfall som noe mer enn bare biosubstrat. Et substrat er overflaten som organismer lever på, i dette tilfelle mikroorganismer som bryter ned det våtorganiske avfallet. Våtorganisk avfall uten forbehandling er derfor også et biosubstrat.

Vi kan skille mellom to typer forbehandling av våtorganisk matavfall: mekanisk og biologisk.

Mekanisk forbehandling

Mekanisk forbehandling omfatter sortering, knusing og kverning av våtorganisk matavfall i nedbrytbare og ikke-nedbrytbare fraksjoner. Etter tilsetning av vann vil den nedbrytbare fraksjonen blande seg med vannet som blir presset ut av avfallet. Den ikke-nedbrytbare fraksjonen vil være reject-fraksjonen eller det som blir til overs etter denne behandlingen. Den nedbrytbare fraksjonen vil ha lavere TS (tørrstoffinnhold) enn ubehandlet matavfall pga tilsetning av vann.

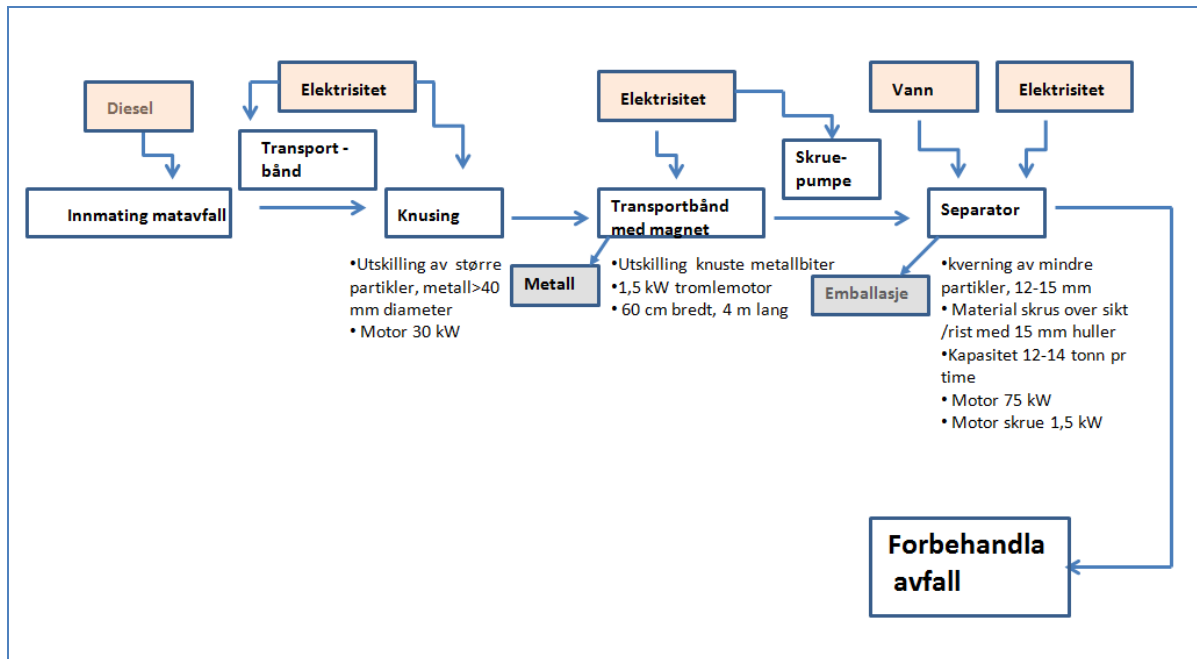
Sentrale kvalitetskrav til forbehandlet våtorganisk avfall vil være partikkelstørrelse, tørrstoffinnhold, surhetsgrad (pH), karboninnhold, utråtningsgrad og lagringsstabilitet. Forbehandlet våtorganisk avfall kan transporteres i tankvogner til andre mottakere.

Et eksempel på mekanisk behandling av våtorganisk avfall kan være BioPrePlant-maskiner. BioPrePlant opplyser at avfallet etter kverning, pressing og utsortering av fraksjon for videre organisk nedbryting vil ha et lavere TS (tørrstoffinnhold) fordi det blir tilsatt prosessvæske for å separere ut ulike fraksjoner. BioPrePlant opplyser at maksimal oppnåelig TS vil vere 22-22% under den

forutsetning at avfall som går inn i prosessen har et høyere TS. Dette er ikke tilfelle med det våtorganiske avfallet som SIMAS behandler i dag. BioPrePlant leverer også BioSep som er en patentert prosessmaskin for å fjerne emballasje som plastikk og glass.

Figur 4 viser flytskjema for mekanisk forbehandling av våtorganisk matavfall fra husholdningene basert på BioPrePlant. EcoPro i Verdal har tre BioSep maskiner installert, To av disse fungerer som en grovkvern mens den siste fungerer som en finkvern. Total kostnad for anlegget er 15 millioner kroner. EcoPro mottar om lag 30 000 tonn sortert matavfall per år ⁵.

Figur 4 Mekanisk forbehandling - flytskjema



Biologisk forbehandling

Biologisk forbehandling omfatter i tillegg oppstart av biologisk nedbryting av det organiske materiale. Dette er en aerob prosess som foregår under tilførsel av oksygen. Et eksempel på dette kan være komposteringsmaskiner BioTec-maskiner levert av Alles Miljø. Fordelen med biologisk behandling er mindre transportvolum dersom forbeholdt avfall skal vidresendes til andre industrielle aktører. Det biologisk behandlede materialet kan også brukes direkte til egen kompostering.

BioTec prosessen beskrives på følgende måte av Alles ⁶: Først spaltes matavfallet i tre fraksjoner. Den ene fraksjonen er vanddamp og kondenseringsvann, denne fraksjonen utgjør 60% av samlet volum. Den andre fraksjonen er plast og annet ikke-komposterbart matavfall, denne fraksjonen utgjør 30% av volum og går til forbrenning. Den siste fraksjonen er materialet som skal benyttes til kompostering i BioTec maskinene. Denne fraksjonen utgjør 10% av samlet avfallsvolum. Det anbefales at avfallet kvernes ned til en partikkelstørrelse på 10x10 mm.

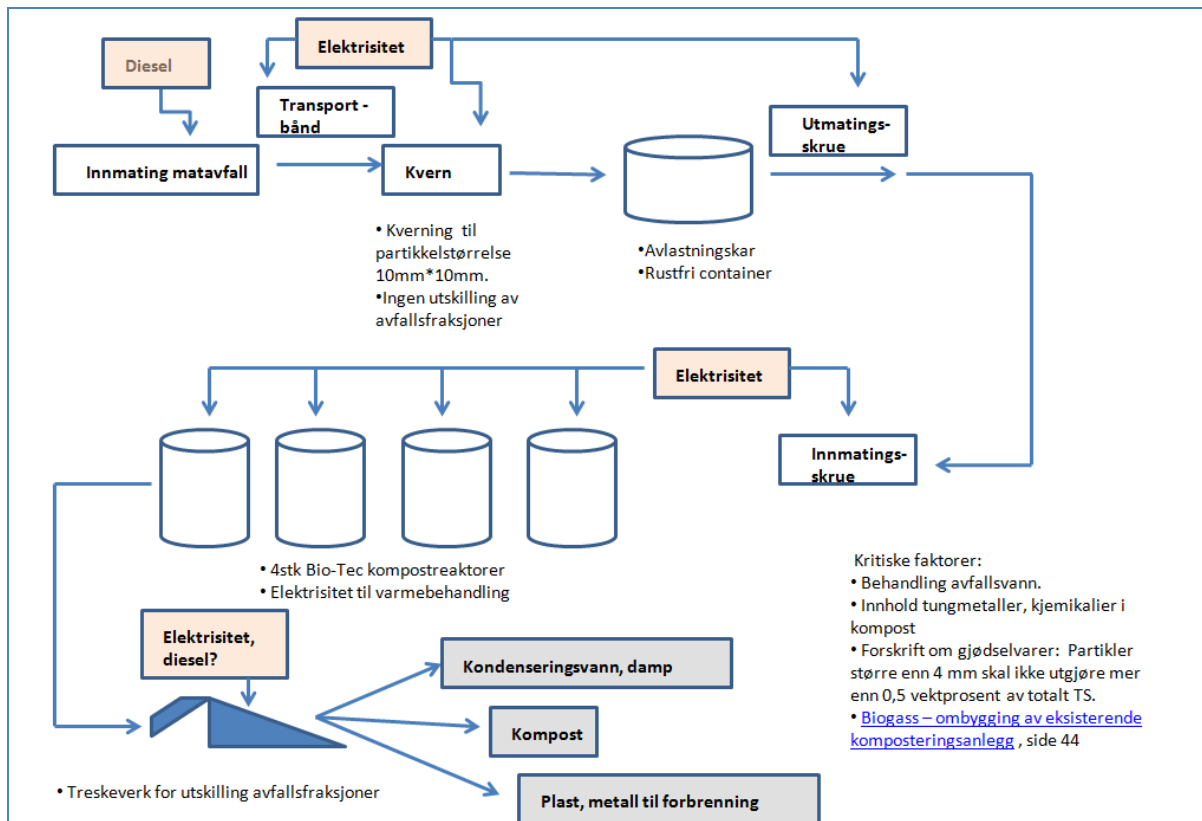
Kompostmaterialet behandles først i 2 timer ved en temperatur på 70° C. Deretter mates den foreløpige kompostjorden ut av BioTec maskinene til pippkasser. Derfra sendes utmatingen til et solleverk for å skille ut kompostjord fra plast og annet fremmedlegemer som er blitt med i prosessen.

⁵ Se <http://ecopro.no/informasjon>

⁶ Tilbud fra Alles datert 27 mai 2013

Kompostjorden etterkomposteres i 3-6 måneder. Deretter kan det komposterte materialet benyttes som jordforbedringsmiddel.

Figur 5 Biologisk forbehandling - flytskjema



Før etterkompostering har kompostmaterialet en pH på 4.5. Dette er for surt til at materialet kan brukes som jordforbedringsmiddel eller til videre prosessering til biogass. Etter perioden med etterkompostering er pH-verdien oppe på 7 og materialet gir fra seg næringsstoffer som nitrater og fosfor⁷.

Den samlede investeringskostnaden for fire BioTec maskiner med avfallskvern er på 10,4 millioner kroner.

Krav til kompost som gjødsel

Bruk av kompost eller biorest til gjødsel er regulert etter Gjødselvereforskriften som forvaltes av Mattilsynet. I Vedlegg 8 i forskriften blir det angitt kvalitetskriterier, dokumentasjonskrav og bruksbegrensninger.

- "All kompost som omsettes i Norge må tilfredstille strenge kvalitetskrav som må dokumenteres kjemisk og mikrobiologisk før produktene registreres hos Mattilsynet. Komposteringsanleggene er pålagt internkontroll og må kunne [dokumentere](#) for Mattilsynet at kompostkvaliteten er sikret. All registrert kompost har varedeklarasjon, og det er

⁷ Tilbud fra Alles Miljø AS datert 27 mai 2013.

produsenten som står ansvarlig for at opplysningene i deklarasjonen stemmer overens med det produktet faktisk inneholder”⁸.

- [Gjødselvareforskrift](#): §7 ”Prøvetaking skal foregå etter rutiner som fastsettes av Mattilsynet. Innholdet av plantenæringsstoffer og andre egenskaper angående produktkvalitet og -kvantum bestemmes etter metoder kvalifisert i henhold til gjeldende norske standarder. Der slike ikke finnes, nyttes andre anerkjente metoder.”
- [Gjødselvareforskrift](#) §10, Kvalitetskrav. Maksimumsgrenser for tungmetall. Gjødselvare deles inn i ulike klasser etter omfang av tungmetaller i komposten.
- [Gjødselvareforskrift](#) §10, Kvalitetskrav. Maksimumsgrenser for innslag av termotolerante koliforme bakterier, maks 2500 pr gram tørrstoff (hygienisering). Krav til [stabilisering](#) (§10.4). Stabilisering måles med [rottegrad](#) (etter tysk rotte=utråtning).
- [Gjødselvareforskrift](#) §10, Kvalitetskrav. Totalinnholdet av plast, glass eller metallbiter med partikkelstørrelse større enn 4 mm skal ikke utgjøre mer enn 0,5 vektprosent av totalt tørrstoff.
- [Gjødselvorskrift](#) §13: Merking og varedeklarasjon skal være i henhold til Norsk Standard NS-2890.
- [Gjødselvorskrift](#) §15: *Varedeklarasjon for organisk gjødsel og organisk-mineralsk gjødsel.* Næringsinnhold: a) -total-N-nitrat-N, b) ammonium-N, c)-fosfor (P-Al) og kalium (K-Al) (ammoniumlaktatløselig), d)ev. kalsium (Ca-Al) og magnesium (Mg-Al) (ammoniumlaktatløselig) e(ev. innhold av mikronæringsstoffer (totalinnhold).
- [Mikronæringsstoff](#): Jern, bor, mangan, sink, kobber, molybden, klor og nikkel. Disse trengs i vesentlig mindre grad enn [makronæringsstoff](#) som er nitrogen (N) , fosfor (P), svovel (S), kalium (K), kalsium (Ca) og magnesium (Mg).
- Varedeklarasjonen skal også inneholde opplysninger om fysiske egenskaper som tørrstoffinnhold og innhold av karbon. Det siste måles med [glødetap](#).
- [Gjødselvorskriften](#) Vedlegg 3 inneholder krav til minsteinnhold av sekundær – og mikronæringsstoff i gjødsel.

I følge Lystad & Vethe (Bioforsk Rapport nr 43/02, side 13) kan kompost deles inn tre klasser. Disse er a) organisk gjødsel, b) jordforbedringsmiddel, og c) jordblanding. Bruk av kompost i jordblanding forutsetter en stabilitet tilsvarende utråtningsgrad V⁹, det vil si at komposten er ferdig modnet og at kompostens evne til selv-oppvarming gir temperatur på mindre enn 30° C.

⁸ Henrik Lystad & Øistein Vethe, Fakta om biologisk avfallsbehandling – kompostering, Jordforsk Rapport nr 43/02, avsnitt 3.2

⁹ Rottegrad (tysk for utråtningsgrad) er et mål på kompostens modningsgrad. Denne graden blir bestemt gjennom materialets evne til selv-oppvarming under definerte betingelser i et laboratorium. Rottegrad I er råkompost med temperatur under 60°C, Rottegrad II er friskkompost med temperatur 50-60 °C, Rottegrad III er friskkompost med temperatur 40-50 °C, Rottegrad IV er ferdigkompost med en temperatur på 30-40 °C mens Rottegrad V er ferdigkompost med en temperatur på <30°C. Se http://www.backhus.com/7-0-Glossar-Kompostierung.html?slice_id=334&search=

Om komposten skal brukes som jordforbedringsmiddel må den ha minst utråtningsgrad IV (ferdig modnet kompost, selvoppvarmingsevne lik maksimum 40 ° C). Om komposten skal brukes som gjødsel må den ha minst utråtningsgrad II (selvoppvarmingsevne 50-60 ° C). Høyere utråtningsgrad gir mer stabilitet og mindre nitrogeninnhold i komposten. Høyere nitrogeninnhold betyr derfor en mer ustabil biomasse.

Dokumentasjon av kvalitet på kompostprodukt

Tabell 3 viser kvalitet på kompost fra ulike prosesser. For BioTec prosessen fra Alles er det tatt med to ulike prøver fra to matbutikker. Komposten fra ØRAS bygger på AgroNova prosessen. STP er et firma på Sunnmøre som leverer komposteringsutstyr.

Tabell 3 Kvalitet på ulike kompostprodukt

		Alles *					
		ØRAS-Fibral 1-3 Reaktor 1	ØRAS-Fibral 2-3 Reaktor 2	ØRAS &	Coop Bryne	Spar Tjøme §	STP #
Fysiske egenskaper	TS	46,4	41,3	36	70	70	93,1
	pH	4,9	4,6	7,2	4,25	5,6	
	Konduktivitet mS/m	290	310	160	1550	2150	
	Organisk innhold %	66	69,6	55	90	90	
	C/N			48	19,2	10,2	
Næringsinnhold α	TOT-N %			1,8	2,6	5,2	4,65
	Fosfor %			0,32	0,36	0,5	0,63
	Kalium %			0,54	0,93	0,94	0,509
	Magnesium %			0,17	0,13	0,08	
	Kalsium %			1,7	0,16	0,8	
Tungmetaller	Bly mg/kg			21,00			1,91
	Kadmium mg/kg			0,32			0,088
	Kobber mg/kg			53,00			19,6
	Krom mg/kg			11,00			10,3
	Kvikksølv mg/kg			0,03			0,057
	Nikkel mg/kg			9,40			6,79
	Zink mg/kg			220,00			78,7

Tabell 4 Forklaring på symboler

& http://www.oeras.no/getfile.php/Filer/Varedeklarasjon%20%C3%98RAS%20Hagejord%202013%20-%20Batch%202013.pdf
* Seminar Alles miljø, Stokke, Trond Knapp Haraldsen, Bioforsk Jord og Miljø
Kloakk
§ Generelt er variasjonsbredden større hos Spar Tjøme enn hos Coop Bryne
α %=g/100g

Tabell 5 Grenseverdier for pH, organisk materiale og næringsstoffer i kompost

Næringsstoffer	Nedre	Øvre
Organisk materiale, %	40	70
pH	7	8
Nitrogen (N-total) %	0,6	3,3
Fosfor (P-tot) %	0,2	0,6
Kalium (K-tot) %	0,4	1,8
Kalsium (Ca-tot) %	2	3,5
Magnesium (Mg-tot) %	0,2	1,1

Tabell 6 Grenseverdier for tungmetaller ¹⁰

Tungmetaller	Klasse				Middelverdier fra norske anlegg år 2000 (N=13)
	0	I	II	III	
Tungmetaller					
Kadmium - Cd	0,4	0,8	2	5	0,62
Bly - Pb	40	60	80	200	25
Kvikksølv - Hg	0,2	0,6	3	5	0,19
Nikkel - Ni	20	30	50	80	9,2
Zink - Zn	150	400	800	1500	282
Kobber - Cu	50	150	650	1000	66
Krom - Cr	50	60	100	150	22

Prøvene med uttak fra AgroNova- prosessen viser et surt materiale. Dette er tegn på lite stabilt produkt med ufullstendig nedbryting av organisk materiale (se <http://compost.css.cornell.edu/monitor/monitorph.html>)

STP-produktet har et veldig høyt tørrstoffinnhold. Det kan trolig skyldes at kloakk er benyttet som råstoff. Komposten har høyt innslag av fosfor. Nitrogeninnholdet hos STP er høyere enn akseptabel maksimal grenseverdi, dette skyldes igjen trolig at kloakk er benyttet som råstoff.

Alles-kompost har mye høyere ledningsevne som tilsier høyere innslag av oppløselig salt og mindre konsentrasjon av næringsstoffer (se http://eprints.hec.gov.pk/3764/1/POST_DOC_RESEARCH_REPORT.pdf , paragraf 2.4)

ØRAS-komposten har noe mer kalsium, magnesium, noe mindre nitrogen, fosfor, kalium. Denne komposten er den eneste som har akseptabel pH-verdi. ØRAS-komposten har høye zink-, og kobberverdier, tilhører klasse I.

¹⁰ Kilde for grenseverdier: Henrik Lystad & Øistein Vethe: Fakta om biologisk avfallsbehandling - kompostering Jordforsk rapport nr. 43/02

Alle registrerte magnesium- og kalsiumverdier er under nedre grenseverdi. Registrerte bly-, krom-, kvikksølv-, nikkel- og kadmiumverdier er alle under maksimum-grense klasse 0 for tungmetaller.

BioForsk presenterer følgende konklusjon om Alles produkt i Bioforsk Report Vol. 4 Nr. 42 2009:

"Sammenlignet med innholdet av næringsstoffer i dansk kildesortert husholdningsavfall (Christensen et al.2003), har det behandlede organiske avfallet med Bio-Tec komposteringsystem likt eller større innhold av nitrogen, likt eller større innhold av fosfor mens kaliuminnhold i gjennomsnitt er likt med de danske referansetallene. "

Lystad & Vethe¹¹ viser til at det særlig er innslaget av kadmium, zink og kobber som er kritisk for omfanget av tungmetaller i komposten fra BioTec. Innslaget av tungmetaller er et resultat av manglende utsortering av ikke-nedbrytbare fraksjoner og forurensning fra strukturmateriale brukt under komposteringen.

Biogass-produksjon

I en tidlig fase i prosjektet ble det vurdert en prosess for produksjon av biogass basert på Cambi-metoden med termisk hydrolyse. Denne prosessen er implementert i EcoPro sitt anlegg i Verdal. Til sammen har EcoPro investert 180 millioner kroner i anlegget. Selskapet mottar om lag 30 000 tonn våtorganisk avfall som brukes til produksjon av biogass¹².

Figur 6 viser flytskjema for produksjon av biogass med termisk hydrolyse.

I prosessen blir slam avvannet til 16-17% tørrstoffinnhold og ledet til en lagringssilo. Avvannet slam blir matet inn i pulper¹³ for å mikses og varmes opp med resirkulert damp fra reaktoren og fra flash tank. Gasser som oppstår i prosessen blir komprimert og brytes ned i råtnetank.

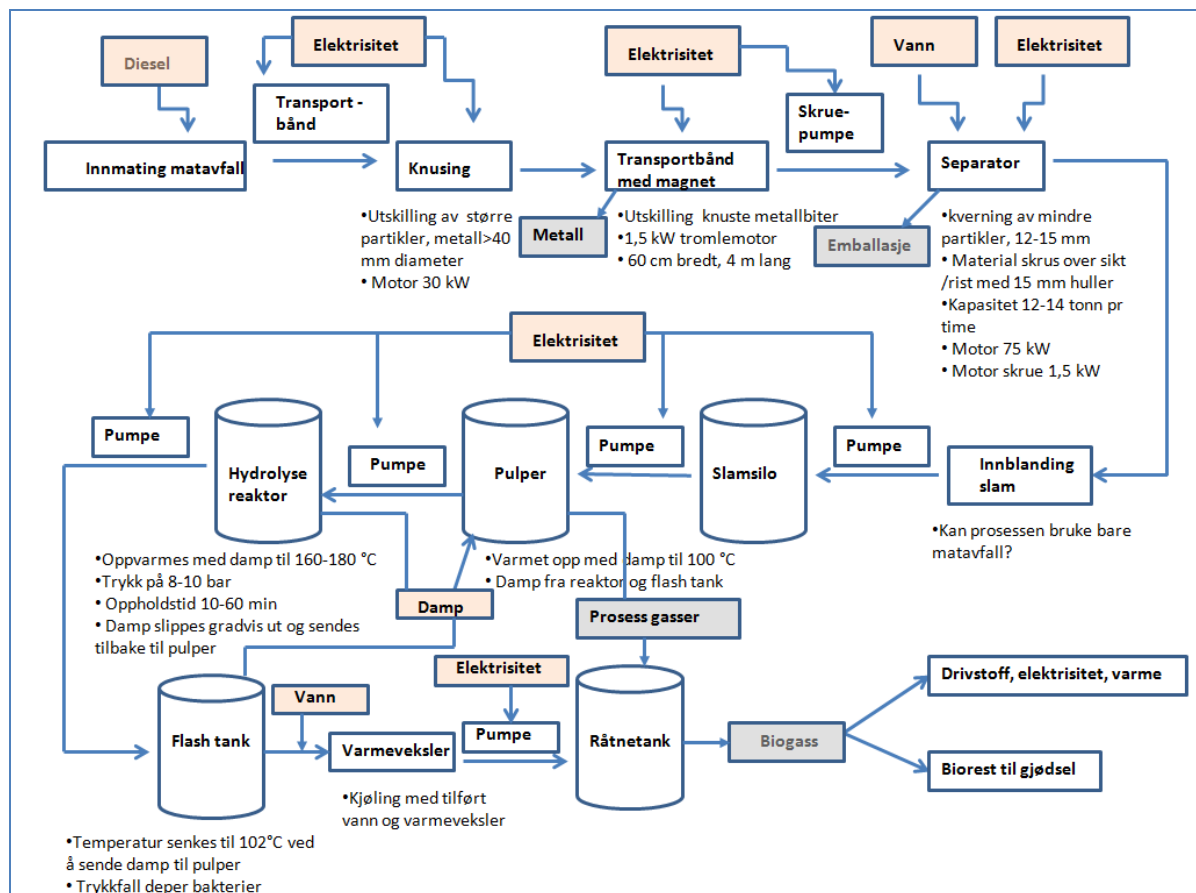
Termal hydrolyse finner sted i reaktoren ved 165°C i 20-30 minutter. Gass slippes ut gradvis og returneres til pulper. Det steriliserte slammet transporteres raskt til flash tank noe som resulterer i celle-destruksjon hos bakterier som følge av trykkfall. Temperaturen i flash tank reduseres til 102°C ved å sende gass tilbake til pulper. Deretter kjøles slammet ved å tilføre vann og ved bruk av varmevekslere.

¹¹ ibid., side 12

¹² <http://ecopro.no/informasjon>

¹³ En pulper er en maskin som mekanisk og kjemisk behandler fiber fra trevirke og organisk materiale og reduserer det til biologisk masse. Se <http://en.wikipedia.org/wiki/Pulper>

Figur 6 Produksjon av biogass med termisk hydrolyse - flytskjema



Termisk hydrolyse følges av forråtning i råtnetank som foregår ved at mikroorganismer bryter ned organisk materiale som omdannes til biogass. Biogassen inneholder om lag 65% metan (CH₄) og 35% karbon-dioksid (CO₂). Denne gassen kan brukes til produksjon av varme eller elektrisitet.

Damp som benyttes i prosess blir produsert i en kjele som bruker eksos-gass fra gass-motor som produserer elektrisitet og varme til prosessen. Alternativt kan biogass benyttes. Biorest avannes til 30-40% tørrstoffinnhold og benyttes til gjødsel.

I følge Jens Munck fra Cambi Danmark ¹⁴ har termisk forbehandling av slam i lengre tid vært en kjent metode for å hygienisere slam og for å forbedre slammets avvanningsegenskaper. Bioslam fra renselanlegg underkastes en temperatur på 160 – 180 °C ved termisk hydrolyse. Trykket er 8 - 10 bar i 30-60 minutter. Dette medfører at det cellebundne vann i bioslam frigjøres, videre at det organisk stoffet forsures og til slutt at organisk stoff oppløses i vannet. Etter filtrering produseres i følge Munck en filterkake med et tørrstoff på 35-60% TS og en reject-fraksjon med 50-100 kg COD/m³ som svarer til 50-100.000 mg COD/l ¹⁵. Dette materialet utnyttes videre i prosessen.

¹⁴ <http://www.cambi.no/photoalbum/view2/P3NpemU9b3JnJmlkPTIyMDA0NCZ0eXBIPTE>

¹⁵ COD=Chemical Oxygen Demand, det organiske materialets evne til å bli fordøyet av mikroorganismene i den anaerobe forråtning http://en.wikipedia.org/wiki/Anaerobic_digestion

Tabell 7 viser potensial for produksjon av varme, elektrisitet og drivstoff fra biogass med utgangspunkt i levert våtorganisk materiale til SIMAS 2012. Biometan er biogass som kan brukes som drivstoff i en forbrenningsmotor i personbiler eller busser. Biometan er oppgradert biogass med et høyere metan-innhold (opptil 98%) enn biogassen som kommer ut av biogass-reaktorene. Oppgraderingen skjer ved "scrubbing" eller vasking av biogassen¹⁶.

Tabell 7 viser potensial for produksjon av biogass hos SIMAS med mottatt matavfall 2012.

Tabell 7 Potensial for produksjon biogass SIMAS

Input	7307	tonn matavfall, brutto		6576,3	tonn matavfall, netto uten sikterest	
Output - produkt	Energi potensial MWh	Energibruk MWh	Utslipp tonn CO2-ekvivalenter (A)	Utslipp kg NOx	Sparte utslipp tonn CO2-ekvivalenter (B)	Netto utslipp tonn CO2-ekvivalenter (C=B+A)
Biogass-varme	3 451	496,9	127,1	4 727,50	-697,4	-570,3
Biogass varme og elektrisitet	4 601	496,9	121	4 727,50	-881	-760
Biogass drivstoff biometan	5 304	10 761,70	348,7	1 193,60	-1 760,50	-1 411,70
Av dette transport		331	87,7	658,1		

Kommentarer til tabellen:

- Transport eksklusive innmating.
- Energibruk for produksjon av biometan er trolig for høyt. Med en energibruksfaktor frå den tyske LCA-databasen ProBas ville estimatet vært på 4 830,1 MWh for produksjon av biometan med 6576 tonn matavfall som input.
- Utslepp av NOx kan være overvurdert siden noen estimat som er brukt bygger på en elektrisitmiks som inneholder mer kull og naturgass enn den nordiske.
- Energitensialet for biometan tilsvarer 530 146 liter diesel.

¹⁶ Se Biogas oppgradering, <http://en.wikipedia.org/wiki/Biogas>

Biorest

Restproduktet fra biogass-produksjonen kalles en biorest. I følge en rapport Norconsult har laget for fylkesmannen i Troms kan bioresten opptre i forskjellige varianter ¹⁷.

- **"Biogjødsel"** – Biorest rett fra biogassreaktor uten avvanning. Denne fraksjonen inneholder store mengder vann.
- **Fast biorest** (fiberrest) oppstår hvis biogjødselen avvannes. Denne fraksjonen kan brukes som kompost og i jordblandinger.
- **Flytende biorest** brukes som benevnelse på den flytende bioresten som er igjen etter avvanning. Denne fraksjonen brukes i dag ikke som gjødsel men behandles i renseanlegg.

Det stilles krav til hva slags materialer som kan brukes som gjødsel i Gjødselvereforskriften. Dette gjelder særlig biorest fra produksjon av biogass basert på slam. Biorest fra biogass-produksjon med matavfall som råvare kan blandes inn i vekstjord med en andel på inntil 30 %. Bioresten kan også blandes inn i torvprodukter. Norconsult peker på at ved termisk hydrolyse foregår en sterilisering som en del av tørkeprosessen. Dette øker anvendelsesmulighetene for bioresten. I tillegg vil transportkostnader reduseres siden bioresten har gjennomgått en tørkeprosess.

En studie gjort i Vestfold ¹⁸ antyder at gjødsel fra biorest etter biogassproduksjon vil ha størst betydning for gårder uten husdyrhold, med andre ord gårder som for det meste driver med korndyrking. I tillegg påpeker rapporten at de største gårdene vil ha størst mulig økonomisk gevinst.

Studien hevder også (side 7): "Gårder med kjeller under driftsbygning som må bygge lager for biorest greier ikke å finansiere investeringen før mengden husdyrgjødsel nærmer seg 3000 m³." Dette er et landbruk med en helt annen struktur og størrelse enn den en finner i SIMAS sitt nærrområde. Avsetning av biorest fra biogassproduksjon kan dermed bli et problem.

Studien fra Vestfold viser også til at dersom bioresten skal brukes til gjødsel må det være et visst areal tilgjengelig som kan bruke denne gjødselen. I Vestfold er et 64% av et slikt areal tilgjengelig innenfor en radius på 30 km. Begrunnelsen for å legge Oslo Kommunes biogassanlegg på Nes i Romerike var også at gjødsel fra biorest vil kunne brukes av landbruket i nærheten slik at transport av gjødsel minimeres. SIMAS sitt utgangspunkt er det motsatte: Selskapet må ha en stor transportradius for å få et tilgjengelig stort areal. Dette viser igjen at produksjon av biogass i Indre Sogn kan medføre et nytt avfallsproblem, nemlig håndtering av bioresten.

¹⁷ Se Norconsult: Biogass i Tromsø, <http://www.tromsfylke.no/Portals/0/Vedlegg/N%C3%A6ring/Prosjekter/Norconsult%2019%2009%202012%20anlegg%20eier%20rest.pdf>

¹⁸ Sørby, I. : Biogass i Vestfold- Et 12K-prosjekt. Industriell biogassproduksjon i Vestfold. Klimagassreduksjon ved å inkludere landbruket. Vestfold Bondelag. <http://www.biogassostfold.org/wp-content/uploads/Hovedrapport-14.11.2011.-Biogass-i-Vestfold.-Landbruksdelen.pdf>

Investeringer

Type	Stk	Mill kr	Mottatt tonn avfall	Kilde	Merknad	Produkt
BioSep	3	15	40 000	EcoPro, Verdal	Total investering i hele anlegget 170 mill kr (inkl produksjon biogass)	Biosubstrat
OptiBag	3	17,5	30 000	ØRAS	Produserer 3000 tonn kompost i året. Mottatt avfall fra årsberetning 2011.	Biosubstrat
BioTec	4	10,4	5000		Inkluderer kvern, sjakt for mating m/hjullaster, container med utmatingskrue, mateskrue til komposteringsmaskin, fjernstyring med alarmer.	Kompost
					Eksklusive elektrisk anlegg, rør, bygningsmessige endringer	

Tekniske spesifikasjoner av biogassanlegg i Norge

Vedlegg 1 viser tekniske spesifikasjoner for noen biogass-anlegg i Norge.

Søknad til Regionalt Forskningsfond Vestlandet

Prosjektet ble avsluttet med et seminar den 22 august i Festingedalen med representanter fra EcoPro, Lindum, Alles og STP. Seminaret gjennomgikk en del sentrale spørsmål omkring forbehandling av våtorganisk avfall, kompostering og produksjon av biogass.

Etter at prosjektet ble avsluttet ba SIMAS Vestlandsforskning om å utarbeide en søknad til Regionalt Forskningsfond Vestlandet basert på biogassproduksjon i Indre Sogn. Søknaden skulle fokusere på muligheter for avsetning av biogass og muligheten for å kombinere våtorganisk matavfall med trevirke for å produsere biogass. Søknaden legges ved dette dokumentet som vedlegg 2.

Vedlegg 1 - Tekniske spesifikasjoner for noen biogass-anlegg i Norge

		Agder Renovasjon	ØRAS	HRA
Mottatt avfall pr år, tonn	Kildesortert matavfall i papirposer	3000	1700	8000
	Matavfall fra storhusholdninger, i plastsekker	500		800
	Matavfall fra butikker, i plastposer	500		
	Organisk avfall fra næringsmiddelindustri	300		
	Sum	4300	1700	8800
Mottakslomme og trappemater	Type	Trappemater	Del av Optibag	Del av eksisterende komposteringsanlegg
	Leverandør	Agder Maskin		
	Antall	1		
	Kapasitet m3	30		
	Installert effekt (kW), hydraulikk aggregat	11		
Transportskruer	Antall	2		1
	Leverandør	Agder Maskin		Agder Maskin
	Merknad			senterløs skrue
	Kapasitet m3/time	25		50
	Installert effekt, kW, kvern 1	7,5		20
	Installert effekt, kW, kvern 2	30		
Grovkvern	Antall	1	1	1
	Leverandør	Ide Con AS	Ide Con AS	Ide Con AS
	Merknad		Spesialkvern	Spesialkvern
	Kapasitet m3/time	25	10	50
	Installert effekt kW	30	22	55
Dissolver (finkvern)	Antall	1	1	1
	Leverandør	Ide Con AS	Ide Con AS	Ide Con AS

	Kapasitet m3	6	2	10
	Installert effekt kW	55	22	90
Plastseparator	Antall	2	1	3
	Leverandør	Reime Econ	Reime Econ	Reime Econ
	Kapasitet m3/time	12	6	20
	Installert effekt, kW	3,5	1,8	5,5
Utjevningstank	Antall	1	1	1
	Leverandør	GRP	GRP	GRP
	Merknad	Glassfiberarmert polyester?	Glassfiberarmert polyester?	Glassfiberarmert polyester?
	Kapasitet m3	60	30	125
	Installert effekt (kW) , røreverkk	7,5	5	7,5
Utråtningstank	Antall	1	1	1
	Leverandør	Lundsby Industrier	Lundsby Industrier	
	Type	Betongelement	Betongelement	Sylindrisk isolert tank, svartstål
	Kapasitet m3	800	300	1725
	Installert effekt kW (strømsetter)	7,5	7,5	15
	Merknad			Toppmontert røreverkk
Gasslager	Funksjon	Bufferlager for gassmotor	Bufferlager for gassmotor	Bufferlager for gassmotor
	Antall	1	1	1
	Leverandør	Del av utråtningstank	Del av utråtningstank	Schanflex
	Merknad			m/overbygg
	Kapasitet m3	100	60	100
	Kapasitet, trykk mbar	3	3	3
Avvanningsenhet	Funksjon	Avvanne råtnerest	Avvanne råtnerest	Avvanne råtnerest
	Antall	1	1	2
	Leverandør	Stigebrandt (SAV)	Stigebrandt (SAV)	Stigebrandt (SAV)
	Merknad	Lavtrykksfilter	Lavtrykksfilter	Lavtrykksfilter

		m/polymerenhet	m/polymerenhet	m/polymerenhet
	Kapasitet m3/dag	60	26	130
	Installert effekt kW, pumpe	3	3	5
Ombyggingskostnad	Mill NOK. Eksklusive forbehandling?	8 957 000	6 776 000	10 939 000
	Vedlikeholdskostnad Mill NOK/år	0,179	0,136	0,219
Energibruk MWh/år	Forbehandling	150,2	54,7	54,7
	Utråtning	40,9	40,9	40,9
	Oppvarming vann før utråtning *	231,5	75,4	75,4
	Totalt	422,5	171,1	171,1
	Energibruk kWh/levert tonn avfall	98,3	100,6	19,4

Vedlegg 2 Søknad til Regionalt Forskningsfond Vestlandet

Søker [Institusjon/bedrift]:	SIMAS
Angi tema/innsatsområde(r) i utlysningen:	Biogass, energigjenvinning, marine drivstoff

Biogass som marint drivstoff

Innledning

SIMAS (Sogn Interkommunale Miljø- og Avfallsselskap) produserer i dag kompost fra levert matavfall fra husholdningene. Anlegget som brukes i dag er gammelt og nedslitt og må skiftes ut. Komposten som produseres i dag blir stort sett gitt vekk, kvaliteten er for dårlig til at den kan brukes som erstatning for kunstgjødsel i landbruket. SIMAS må i løpet av nærmeste framtid ta en beslutning om investering i nytt anlegg for behandling av sortert våtorganisk avfall. Alternativet er å sende alt våtorganisk avfall videre til behandling hos andre aktører utenfor fylket slik det i dag gjøres med restavfallet som sendes til Sverige.

Våtorganisk avfall er en ressurs som kan brukes til å produsere fornybar energi i form av av biogass. Denne gassen kan brukes til produksjon av elektrisitet, til produksjon av fjernvarme eller den kan oppgraderes til drivstoff. I tillegg til matavfall kan slam og avfallsprodukter fra næringsindustri som slakteri, meieri eller fiskeoppdrettsanlegg også brukes som råstoff til produksjon av biogass.

Trevirke kan også brukes til produksjon av biologisk drivstoff. Mens biogass fra våtorganisk matavfall produseres via en biologisk prosess med anaerobisk nedbryting av biomasse er produksjon av syntetisk biogass (Bio-SNG) fra trevirke en termisk- kjemisk prosess¹⁹.

Forprosjektet vil utrede mulighetene for økt lokal ressursutnyttelse ved å bruke matavfall, slam og trevirke som råstoff for produksjon av biogass. Sentrale problemstillinger er avsetning av biogass, tilgang til råstoff og kvalitetssikring av råstoffet (f eks trevirke).

Forprosjektet vil spesielt analysere mulighetene for å bruke biogass som marint drivstoff. SIMAS sitt anlegg i Festingedalen ligger bare noen kilometer fra Manheller fergjekai. Korte avstander betyr mindre energibruk og utgifter til transport siden gassen ikke må nedkjøles. Analysen skal avklare om gass kan brukes direkte som drivstoff på fergestrekningen Manheller-Fodnes. Det skal også utredes muligheter for å bygge en terminal for lagring og videre transport av gass med båt eller lastebil til andre mottakere av biogass.

Miljøkravene til marint drivstoff er i endring, særlig gjelder dette skjerpede krav til svovelinnhold i drivstoffet i årene framover. Utslipp av svoveloksider, SO_x, bidrar til dannelse av sur nedbør og fine luftpartikler, sulfat-aerosoler, som er helseskadelige. Utslipp av NO_x fra tungolje bidrar til dannelse av

¹⁹ Thrän, T, Seiffert, M., Müller-Langer F., Plättner, A., Vogel, A.: *Möglichkeiten einer europäischen Biogaseinspeisungsstrategie*, Eine studie im Auftrag den Bundestagsfraktion Bündnis90/Die Grünen, Institut für Energietechnik und Umwelt, Januar 2007, http://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/archivintern/biogass_kann_erdgas_in_der_eu_ersetzen/europaeische_biogaseinspeisestrategie_st.pdf

smog eller bakkenært ozonlag. Cruise skip i havn bidrar med betydelige lokale utslipp av både SO_x og NO_x.

FN's internasjonale skipsfartsorganisasjon IMO har utarbeidet en konvensjon for forebygging av forurensning fra skip (MARPOL). I Annex VI i denne konvensjonen ble den øvre grense for svovelinnholdet i marine drivstoff satt til 4,5% i 2005. Grensen ble senket til 3,5% fra januar 2012. Det er definert fire såkalte ECA (Emission Control Areas) globalt. Disse er Østersjøen, Nordsjøen, Nord-Amerika og amerikanske områder i det Karibiske hav. I disse områdene er den øvre grense for svovelinnholdet satt til 1% fra juli 2010 med en planlagt øvre grense på 0,1% i 2015²⁰.

Det er planlagt en global innføring av øvre grense for svovelinnhold i marine drivstoff på 0,5% fra 2020. Innføringen er avhengig av en tilgjengelighetsstudie av lav-svovel drivstoff som IMO vil fullføre i 2018. Om denne studien viser at tilgjengeligheten ikke er tilfredsstillende vil innføringen av grensen bli utsatt til 2025.

Gass er et alternativt drivstoff for skipsfarten. Gass har et betydelig mindre svovelinnhold enn konvensjonelle drivstoff²¹. Utslipp av NO_x ved forbrenning av naturgass er også mindre enn ved forbrenning av tungolje eller marin dieselolje pr energienhet²². Forprosjektet vil analysere om biogass kan være et alternativt til marint drivstoff på like linje med naturgass. Biogass er i motsetning til naturgass et klimanøytralt drivstoff siden råstoffene binder CO₂ fra forbrenning av biogassen i fotosyntesen. I motsetning til naturgass vil biogass dermed gi et bidrag til reduksjon av klimagassutslipp i tillegg til reduserte lokale utslipp av SO_x og NO_x.

Prosjekt mål

Prosjektet har to mål, økt produksjon av fornybar energi og åpning av nye markeder for avsetning av den produserte energien.

Bidra til økt lokal ressursutnyttelse ved å bruke matavfall, slam og trevirke som råstoff for produksjon av biogass. Undersøke muligheter for anvendelse av biogass som marint drivstoff.

- Gjennomføre en mulighetsstudie om trevirke fra Sogn og Fjordane kan brukes til produksjon av syntetisk biogass.
- Kartlegge tilgjengelig råstoff i form av våtorganisk avfall og trevirke.
- Gjennomføre en mulighetsstudie om biogass kan brukes som marint drivstoff.
- Gjennomføre en mulighetsstudie om biogass kan brukes som drivstoff i gassturbiner til produksjon av elektrisitet på cruise-skip ved opphold i havn. Cruise-skip trenger elektrisitet til varmt vann, belysning, klimaanlegg og hjelpesystem ved havneopphold. Denne elektrisiteten får skipene i dag ved forbrenning av oljebasert drivstoff i generatorer. Erstatning av oljebaserte drivstoff med biogass vil bidra til en reduksjon av lokale utslipp av SO_x og NO_x.
- Gjennomføre en miljøanalyse av virkningen av å bruke biogass som marint drivstoff.

Forskningsinnhold

Problemstillinger:

²⁰ Adamchak, F., Adede, A.: *LNG As Marine Fuel*, Poten & Partners,

http://www.gastechnology.org/Training/Documents/LNG17-proceedings/7-1-Frederick_Adamchak.pdf

²¹ Diesel har 0,05% svovel vektbasert, til sammenlikning har naturgass 0,0005% svovel. Kilde: US Energy Information Administration: *Natural Gas And The Environment*,

http://www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/analysis_publications/natural_gas_1998_issues_trends/pdf/chapter2.pdf

²² Nauralgas.org, *Natural Gas And The Environment*, <http://www.naturalgas.org/environment/naturalgas.asp>

- P₁ Hvilke produksjonstiltak ²³ må til for å produsere biogass fra trevirke?
- P₂ Har trevirke i Sogn og Fjordane den nødvendige kvalitet som råstoff for produksjon av biogass?
- P₃ Hvor stort er potensialet for biogassproduksjon fra våtorganisk avfall og trevirke i Sogn?
- P₄ Kan biogass erstatte naturgass som marint drivstoff?
- P₅ Kan biogass brukes til produksjon av elektrisitet i gassturbiner for cruise-skip ved opphold i havn?
- P₆ Hva er miljøeffekten av å bruke biogass som marint drivstoff? Analysen gjennomføres som en LCA-analyse med vekt på energikjeder i hvert ledd i prosessen, fra produksjon av biogass til anvendelse av gassen i en forbrenningsmotor.

Prosjektgjennomføring

Informasjonsinnhenting/datainnsamling

Informasjon som brukes i *mulighetsstudiene* skal hentes fra litteraturen og fra bransjeorganisasjoner/bedrifter som produserer biogass fra våtorganisk materiale og fra trevirke. Data til *miljøanalysene* skal hentes fra litteraturen og fra online databaser om den tyske ProBas, et samarbeidsprosjekt mellom det tyske miljøverndepartementet og forskningsinstituttet Öko-Insitut ²⁴.

Analyse av data

Miljøanalysene (LCA-analysene) vil bestå av flytdiagram for ulike produksjonsprosesser hvor det tallfestes input og output i hvert steg i prosessene. Miljøanalysen skal også synliggjøre den samlede miljøvirkningen av en prosess. Vestlandsforskning har tidligere utarbeidet et miljøregnskap for SIMAS, se <http://vfp1.vestforsk.no/sip/simas/index.html>. Dette er et eksempel på en tilsvarende type analyse.

Mulighetsstudien for bruk av trevirke til produksjon av biogass vil bestå av en gjennomgang av ulike typer produksjonsprosesser, krav til type trevirke i prosessene samt tallfesting av forventet energiutbytte fra en gitt mengde trevirke med ulike prosesser. Mulighetsstudien vil bestå av en matrise hvor det stilles opp resultat av analysen som taler for og mot bruk av trevirke basert på ulike vurderingskriterier som økonomi, miljø, kvalitet, tilgang til råstoff osv. Vestlandsforskning har tidligere utarbeidet slike mulighetsstudier for SIMAS, se <http://vfp1.vestforsk.no/sip/simas/Presentasjon3Mai2013.pdf> og <http://vfp1.vestforsk.no/sip/simas/Konseptmatrise.pdf>.

Mulighetsstudien for bruk av biogass som marint drivstoff vil være en oppstilling av hvilke krav som stilles til gass generelt som marint drivstoff, erfaringer med bruk av gass som drivstoff samt relevante forskjeller på naturgass og biogass. Mulighetsstudien vil bestå av en matrise hvor det stilles opp resultat av analysen som taler for og mot bruk av biogass som marint drivstoff målt med kriterier som økonomi, miljøvirkninger, sikkerhet, tilgang til drivstoff, lagring og tanking.

Mulighetsstudien for bruk av biogass som drivstoff til gassturbiner i cruise-skip vil være en oppstilling av type gassturbiner som benyttes i cruise-skip, hvilke krav som stilles til drivstoff i ulike typer gassturbiner (gassform, flytende, kjemiske egenskaper) samt krav til transport og lagring av drivstoff for tanking i havn. . Mulighetsstudien vil bestå av en matrise hvor det stilles opp resultat av analysen som taler for og mot bruk av biogass i gassturbiner basert på ulike vurderingskriterier som økonomi, miljø, sikkerhet, kvalitet, lagring og tanking.

²³ I motsetning til biogass fra trevirke anses biogass fra våtorganisk avfall å være en kjent og utprøvd teknologi.

²⁴ Se <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

Miljøanalysene skal omfatte energibruk og utslipp forbundet med transport av våtorganisk avfall og trevirke til produksjonsanlegg for henholdsvis biogass og bio-SNG. Analyser av energibruk og utslipp fra transport skal gjennomføres som en LCA-studie som omfatter hele kjeden for produksjon av transporttjenester inklusive indirekte energibruk og utslipp forbundet med produksjon av transportmidler og infrastruktur. For produksjon av bio-SNG må analysen også omfatte energibruk og utslipp knyttet til uttak av trevirke og til produksjon av maskiner som brukes i denne prosessen. Vestlandsforskning har tidligere anvendt denne tilnærmingen til en sammenliknende analyse av energibruk og utslipp fra ulike system for gods- og passasjertransport i Norge ²⁵.

Miljøanalysen av biogass som marint drivstoff skal omfatte energibruk og utslipp knyttet til framstilling og distribusjon av drivstoffet samt energibruk og utslipp forbundet med bruk av drivstoffet til framdrift.

Det vil bli lagt vekt på triangulering i analysene. Det innebærer å hente inn samme informasjon fra flere forskjellige kilder. Informasjonens kvalitet vil bli vurdert ved å sette disse ulike kilder opp mot hverandre. En slik triangulering bidrar også til en implisitt sjekk av systemgrenser som benyttes i analysene.

Prosjektgruppe

Analysene skal gjennomføres av forsker Morten Simonsen ved Vestlandsforskning. Det vil bli nedsatt en prosjektgruppe som består av daglig leder Hallvard Thomassen, SIMAS og Lars Petter Nesse, SIMAS. SIMAS bidrar med kompetanse i mekanisk og biologisk behandling av matavfall. Prosjektgruppen vil være diskusjonspartner i sentrale problemstillinger knyttet til teknisk gjennomføring av produksjonsprosesser.

Det vil også bli opprettet kontakt med sentrale aktører innenfor avfallsbransjen i Norge. SIMAS og Vestlandsforskning hadde i august 2013 en workshop om ulike muligheter for behandling av matavfall. Deltakerne på workshopen (Elles Miljø AS, Lindum, EcoPro) vil være aktuelle diskusjonspartnere i gjennomføringen av prosjektet.

Tidsplan og milepæler

Nr.	Mål og leveranser for hovedaktiviteten	Start	Slutt	Varighet
1	Mulighetsstudie for anvendelse av biogass som marint drivstoff	Januar 2014	Mars 2014	3 mnd
2	Mulighetsstudie for produksjon av bio-SNG basert på tilgjengelig trevirke	Mars 2014	Juni 2014	4 mnd
3	Mulighetsstudie anvendelse av biogass som drivstoff i gassturbiner i cruise-skip	Mars 2014	August 2014	6 mnd
4	Miljøanalyser	Januar 2014	August 2014	8 mnd

²⁵ Se <http://transport.vestforsk.no/>

Budsjett og finansieringsplan

Nr.	Mål og leveranser for hovedaktiviteten	Kostnad (A)	Egeninnsats (B)
1	Mulighetsstudie for anvendelse av biogass som marint drivstoff	50 000	15 000
3	Mulighetsstudie for produksjon av bio-SNG basert på tilgjengelig trevirke	50 000	15 000
4	Kartlegge omfang av tilgjengelig trevirke som råstoff	26 000	7 800
5	Mulighetsstudie biogass som drivstoff for gassturbiner på cruise skip	50 000	15 000
6	Miljøanalyser produksjon biogass og bio-SNG	55 000	16 500
7	Miljøanalyser av biogass som marint drivstoff	55 000	16 500
Sum		286 000	85 800
	Søknadssum (A-B)	200 000	

Egeninnsats er timer brukt av Vestlandsforskning og SIMAS.

Videreføring og utnyttelse av resultatene

SIMAS vil foreta en investeringsbeslutning om videre behandling av matavfall basert på resultatene av analysen.

- Om mulighetsstudien viser at trevirke er aktuelt råstoff for produksjon av biogass vil det bli tatt kontakt med partnere i skogsbruksnæringen i Sogn og Fjordane. I en eventuell videreføring av prosjektet vil disse partnere bidra i planlegging og utforming av et biogassanlegg.
- Om studiene viser at biogass er anvendelig som marint drivstoff vil det bli opprettet kontakt med et transportselskap som partner i en eventuell videreføring prosjektet.
- Om studien viser at biogass kan brukes i gassturbiner i cruise-skip vil det bli opprettet kontakt med en aktør i cruise-bransjen med samme formål.
- Det vil bli arbeidet med å skaffe en industriell partner til planlegging, investering, bygging og drift av produksjonsanlegg for biogass i Sogn. Aktuelle partnere vil være sentrale aktører i avfallsbransjen i Norge eller internasjonalt.
- Et hovedprosjekt vil være rettet mot teknisk planlegging og gjennomføring av investeringsbeslutninger tatt på bakgrunn av resultatene av forprosjektet.

For SIMAS vil resultatene av forprosjektet være viktig med tanke på utvikling av nye produkt og utvikling av nye markeder. SIMAS sin videre satsing er viktig for lokal ressursutnyttelse og for lokal kompetanseutvikling i regionen.

De kommersielle mulighetene for bruk av biogass er gode. Miljøverndepartementet presenterte en nasjonal avfallsstrategi den 5/8/2013. Den norske politikken på området er forankret i EU's avfallshierarki. Her er virkemidlene ombruk, materialgjenvinning, energigjenvinning og deponering i prioritert rekkefølge. Dette er også i henhold til EU's rammedirektiv om avfall. Målet i avfallsstrategien er redusert forurensning og økt ressursutnyttelse ved å følge avfallshierarkiet. Økt produksjon av biogass passer inn i denne tilnærmingen. Det vil også medføre en økning i produksjon av fornybar energi. Etter Tysklands utfasing av atomkraft vil etterspørselen etter fornybar energi ventelig tilta.

Det vil bli stilt strengere krav til marine drivstoff i framtida. Gass har en stor fordel framfor oljebaserte drivstoff på grunn av lavere svovelinnhold og lavere utslipp av NOx pr energienhet. Biogass vil ha en enda sterkere fordel enn naturgass siden biogass i tillegg er klimanøytralt. Dersom forurenser må betale for utslipp av ikke-klimanøytrale utslipp av CO₂-ekvivalenter vil biogass få en ytterligere økonomisk fordel.

Det vil også bli stilt sterkere krav til utslipp fra cruise-skip i havn. Elektrifisering fra land har vært diskutert. Biogass som drivstoff til gasturbiner kan være et alternativ til elektrifisering fra land samtidig som cruise skip vil benytte fornybar energi med lavere utslipp ved opphold i havn.

Mulighetsstudiene skal publiseres i form av en rapport fra Vestlandsforskning. I tillegg vil det bli lagt vekt på å publisere kortfattede sammendrag som SIMAS kan bruke i sine beslutningsprosesser. Eksempler på slike sammendrag finner her <http://vfp1.vestforsk.no/sip/simas/index.html>

Referanser

- Statens Forurensningstilsyn: *Energipotensial i nedbrytbart avfall i Norge*, Rapport 2475/2009, <http://www.klif.no/publikasjoner/2475/ta2475.pdf>
- Moriarty, K.: *Feasibility Study of Anaerobic Digestion of Food Waste in St. Bernard, Louisiana*, NREL Technical Report NREL/TP-7A30-57082, January 2013.
- Lerche Raadal, H., Modahl, I.S, Lyng, K-A.: *Klimaregnskap for avfallshåndtering*, AvfallNorge, Rapport 5/2009, http://avfallnorge.web123.no/article_docs/Avfall%20Norge%20Rapport%205-09%20klimaregnskap%20avfall%20%20Fase%201-2.pdf
- Fornybar.no: *Produksjon av syntetisk biogass (gassifisering)* <http://www.fornybar.no/bioenergi/biobrensler/gassformige-biobrensler/produksjon-av-syntetisk-biogass-gassifisering>
- Adamchak, F., Adede, A.: *LNG As Marine Fuel*, Poten & Partners, <http://www.gastechology.org/Training/Documents/LNG17-proceedings/7-1-Frederick Adamchak.pdf>
- Einang, P.M.: *NOx gassdrift og alternative drivstoff*, Marintek, http://www.ivt.ntnu.no/docs/marine/marintekniskedager/mtd07ntnu skipsfartutslipp_marintek_einang.pdf
- ingenieur.de: *Mehr Bioabfälle für mehr Biogas* <http://www.ingenieur.de/Themen/Erneuerbare-Energien/Mehr-Bioabfaelle-fuer-Biogas>
- Naturalgas.org, *Natural Gas And The Environment*, <http://www.naturalgas.org/environment/naturalgas.asp>
- US Energy Information Administration: *Natural Gas And The Environment*, http://www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/analysis_publications/natural_gas_1998_issues_trends/pdf/chapter2.pdf
- Thrän, T, Seiffert, M., Müller-Langer F., Plättner, A., Vogel, A.: *Möglichkeiten einer europäischen Biogaseinspeisungsstrategie*, Eine studie im Auftrag den Bundestagsfraktion Bündnis90/Die Grünen, Institut für Energietechnik und Umwelt, Januar 2007, http://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/_archivintern/biogass_kann_erdgas_in_der_eu_ersetzen/europaeische_biogaseinspeisestrategie_st.pdf

- Tidligere samarbeidsprosjekt mellom SIMAS og Vestlandsforskning,
<http://vfp1.vestforsk.no/sip/simas/index.html>

