

Bioforsk Rapport

Vol. 6 Nr. 60 2010

Eksempler på biogassanlegg

Rapport fra studietur til biogassanlegg i Norge, Sverige og Danmark oktober 2009



Anne-Kristin Løes
Bioforsk Økologisk, Tingvoll

Framsida: Biogassanlegg for svinegjødsel og ulike typer matavfall på gården Over Løjstrup, Langå, Jylland. Foto Kristin Sørheim.

Eksempler på biogassanlegg. Rapport fra studietur til biogassanlegg i Norge, Sverige og Danmark oktober 2009.

Forfattere:

Anne-Kristin Løes

<i>Dato:</i> 20.03.2010	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr:</i>	<i>Arkiv Nr:</i>
<i>Rapport nr:</i> 5(60) 2010	<i>ISBN:</i> 978-82-17-00637-4	<i>Antall sider:</i> 18	<i>Antall vedlegg:</i> 4

<i>Oppdragsgiver:</i> Tingvoll kommune, småsamfunnsatsinga ved Kristin Sørheim	<i>Kontaktperson:</i> Anne-Kristin Løes, Bioforsk Økologisk anne-kristin.loes@bioforsk.no
---	--

<i>Nøkkelord:</i> Biogass, bioenergi, bleikejord, fiskeolje, matavfall, organisk avfall, økologisk landbruk	<i>Fagområde:</i> Økologisk landbruk, bioenergi
--	--

Sammendrag: Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll vurderer å bygge et biogassanlegg til behandling av husdyrgjødsel fra økologisk melkeproduksjon. Bioforsk Økologisk er engasjert i prosessen for å bidra med kompetanse på blant annet gjødsling. Rapporten beskriver kort en del anlegg som ble besøkt på en studietur som skulle øke kompetansen om slik avfallshåndtering og energiproduksjon blant deltakerne.

Godkjent Forskningsjef Bioforsk Økologisk Atle Wibe	Prosjektleder Kristin Sørheim
---	--------------------------------------

Forord

Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK) eier Tingvoll gard, hvor Bioforsk Økologisk leier kontorlokaler. En ny driftsbygning til økologisk melkeproduksjon er under oppføring. Tingvoll kommune, sammen med lokal energileverandør Nordmøre energi AS (NEAS) planlegger et flisfyringsanlegg som vil bli plassert ganske nær den nye fjøstomta. Samtidig er Tingvoll pekt ut til å være vertskommune for Møre og Romsdal fylke sin satsing på sol og bioenergi, mens et senter for vindkraft skal etableres på Smøla og et for bølgekraft på Runde. Prosjektet "Småsamfunnssatsinga" i Tingvoll, ledet av Kristin Sørheim, koordinerer satsingen på sol- og bioenergi i Tingvoll. Småsamfunnssatsinga samarbeider med NORSØK om å bruke Tingvoll gard og den gamle driftsbygningen til et opplevelsessenter for økologisk mat, miljø og energi. Det nye fjøset, og et eventuelt biogassanlegg i tilknytning til dette, vil derfor få en viktig oppgave som demonstrasjonsanlegg for gårdbrukere og andre. Nærheten til Bioforsk gjør det også aktuelt å utnytte disse anleggene til forsknings- og utviklingsoppgaver.

Forholdene som er nevnt over har gjort det aktuelt å vurdere å etablere et biogassanlegg i tilknytning til det nye fjøset. Anlegget vil håndtere blautgjødning fra ca 30 melkekyr, og eventuelt talle fra kalver og ungdyr. Dette er en liten mengde gjødning i forhold til kostnadene som er knyttet til et biogassanlegg. Det er derfor svært aktuelt å tilsette energirikt avfallsstoff fra lokal fiskeoljeindustri for å øke gassutbyttet.

Tingvoll kommune oppfordrer til hjemmekompostering, og abonnenter som ikke vil gjøre dette har sortert ut matavfall i egne beholdere siden 1990. Per i dag leveres dette til Romsdal interkommunale renovasjon (RIR) og sendes til Sverige for kompostering. Dette er både kostbart og lite miljøvennlig. En lokal løsning, for eksempel som tilsetning til biogass, er interessant å vurdere.

Avløpssystemet ved Tingvoll gard, inkludert fire boliger, kontorbygg og driftsbygning med eventuelt opplevelsessenter, er ikke tilfredsstillende, og nye løsninger planlegges. Det kan være interessant å bruke et eventuelt biogassanlegg til å håndtere avløps slam, eventuelt både fast og flytende del.

Siden Tingvoll gard drives økologisk etter retningslinjene fra EU og Debio, må eventuelle løsninger for biogassproduksjon ikke komme i konflikt med at bioresten kan godkjennes til bruk i økologisk dyrking.

Med disse forholdene i mente reiste følgende delegasjon på studietur til relevante anlegg:

- Kristin Sørheim, styreleder i NORSØK og prosjektleder for Småsamfunnssatsinga i Tingvoll kommune
- Liv Birkeland, Småsamfunnssatsinga
- Ketil Valde, Småsamfunnssatsinga
- Øyvind Ramberg, GC Rieber industrier (fiskeolje)
- Per Henning Hammes, Rieber
- Arne Pedersen, NEAS
- Lena Strömberg, NEAS
- Jens Måge, BioWaz (leverandør av gårdsbaserte biogassanlegg)
- Stellan Dahlberg, BioWaz
- Anne-Kristin Løes, Bioforsk Økologisk.

Kun Løes og Sørheim deltok på hele turens biogassprogram.

Denne rapporten oppsummerer besøk på til sammen seks kommersielle anlegg og tre anlegg med formål forskning/utvikling/undervisning. Inntrykk vi fikk og diskusjoner underveis er beskrevet med tanke på at rapporten kan bistå NORSØK sitt styre i beslutningene om et eventuelt biogassanlegg, og den videre planleggingen av dette. Samtidig vil rapporten forhåpentlig være nyttig som en huskeliste for dem som deltok, og for interesserte som ikke kunne delta. Siden Holum gård var det første anlegget vi besøkte, og siden BioWaz er aktuell som leverandør av et eventuelt anlegg på Tingvoll gard, er beskrivelsen fra Holum mer fylldig enn for de øvrige anleggene.

Noen relevante opplysninger fra telefonsamtaler i forkant av studieturen er flettet inn.

Tingvoll oktober 2009, Anne-Kristin Løes.

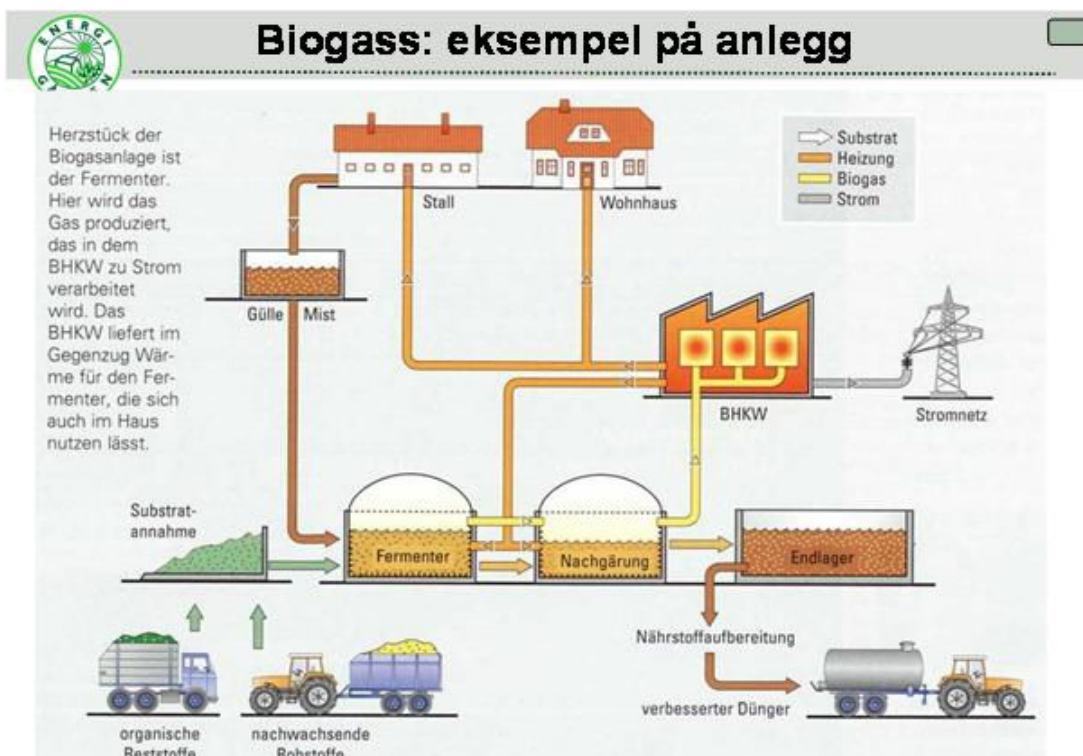
Innhold

1. Hva er et biogassanlegg?
2. Holum gård, Skjetten
3. Bioforsk Jord og miljø, Ås
4. Tomb landbruksskole, Råde
5. Plönninge naturbruksgymnas, Halland, Sverige
6. Sinding Ørre ved Herning, Danmark
7. Foulum forsøksgård og biogassanlegg, Danmark
8. "Green farm energy" - Over Løjstrup, Langå, Danmark

1. Hva er et biogassanlegg?

Biogass dannes når organisk materiale omdannes ved hjelp av mikroorganismer uten tilgang på luft. Bakteriene spalter det organiske materialet til en oksidert form (karbondioksid, CO₂) og en redusert form (metan, CH₄). Forholdet mellom CO₂ og CH₄ i biogassen varierer, men metaninnholdet i biogass ligger gjerne på 60-70 %. Biogassen må oppgraderes til ca 98 % metan for at den kan brukes til drivstoff for kjøretøy. Den kan imidlertid brennes uten omfattende oppgradering og produsere varme, eller strøm og varme.

Mange biogassanlegg er bygd for å håndtere organisk avfall som svart avløpsvann, kloakkslam eller matavfall, eventuelt kombinasjoner av dette. Ulike typer avfall fra næringsmiddelindustri kan også være aktuelle å tilsette, for eksempel glyserol (et fettrikt biprodukt fra produksjon av biodiesel). På gårdsnivå er det naturlig å bruke husdyrgjødsel og/eller energivekster som hovedsubstrat (Figur 1).



Figur 1. Prinsippsskisse for gårdsbasert biogassanlegg. Fra en samletank går husdyrgjødsel (Gülle, Mist) inn i en reaktor eller gjæringstank (Fermenter), og eventuelt videre inn i en ettergjæringstank (Nachgärung), deretter over i sluttlageret. Sluttlageret kan også dekket til, slik at biogass kan samles opp derfra. Biogass hentes ut fra de lukkede tankene (gule linjer) og brukes til produksjon av varme (orange linjer), eventuelt også strøm. Som supplement til husdyrgjødsel kan det tilsettes andre substrat, enten energivekster (nachwachsende Rohstoffe) eller avfallsprodukt, for eksempel fra næringsmiddelindustri (organische Reststoffe). Kilde: www.energigarden.no/.../proff/biogass.html

Sammenliknet med ubehandlet gjødsel blir husdyrgjødsel (biorest) etter gjæring til biogassproduksjon mer lettflytende, med mindre lukt. En del av tørrstoffet i gjødsel er nedbrutt, og sammenliknet med ubehandlet gjødsel vil en betydelig større del av nitrogenet være mineralisert (til ammonium, NH₄⁺) og dermed lettere tilgjengelig for plantene. Det er en risiko for at jordas humusinnhold kan synke med slik gjødsling fordi det tilføres mindre organisk materiale enn før. Dette kan motvirkes med at man øker andelen eng i vekstskiftet, stubber litt høyere, bruker grønn gjødsling og andre tiltak for å øke tilførselen av organisk materiale. Et hovedargument for å behandle husdyrgjødsel i biogassanlegg er at dette kan redusere landbrukets utslip av drivhusgasser, spesielt metan (fra gjødsellager) og lystgass (fra lager og ved gjødselspredning).

2. Holum gård, Skjetten

Type substrat, bruk av gassen, intern energibruk

På Holum er BioWaz i ferd med å avslutte byggingen av et anlegg som skal utnytte svinestjødse fra 7-800 slaktegris og hygienisert matavfall til biogassproduksjon. Matavfallet ble brukt til svinestjødse fram til et EU direktiv gjorde dette ulovlig i 2008. Det samles inn ved ulike restauranter og hoteller i Oslo, og kjøres per i dag til biogassanlegg i Danmark. Eieren av Holum ser derfor fram til at anlegget står klart slik at matavfallet kan brukes på gården igjen. Anlegget er Biowaz sitt andre pilotanlegg, og enkelte løsninger vil bli mer "elegante" seinere. Anleggsperioden har vart nesten et år, det blir vesentlig kortere senere når alt leveres "flatpakket" (1-2 uker hvis grunnarbeid er gjort). Biogassen som skal produseres på Holum skal gå til å varme opp matavfallet, som må hygieniseres ved 70 °C i en time. Det er dessuten et krav fra Mattilsynet ("Biproduktforordningen" Om animalske biprodukter) at partikkelstørrelsen skal være maks 12 mm. En gasskjele, der gassen brennes og varmer opp vann, er derfor en del av anlegget. Varmt vann trengs også til å varme opp substratet; BioWaz systemet er mesofilt og temperaturen i reaktorene skal være ca 35 °C.

Ca 15-20% av energien går med til å varme opp substratet. Det skjer ved at det legges rør med varmt vann i bunnen av reaktorene, eventuelt også i fortanken (på Tomb, ikke på Holum). I tillegg vil det gå med elektrisk energi til omrøring og pumping.

Komponenter i anlegget

Anlegget på Holum består av en teknikk-container (TC), fortank og tre reaktorer. En stor lagringstank (sluttlager) var allerede på stedet. Samme gjødsepumpe brukes til å pumpe gjødse inn i og ut av alle tanker, med unntak av transporten ut av sluttlager. Pumpa er plassert i TC sammen med en PC til overvåking, gassbrenneren og en buffertank for varmt vann. Grunnarbeidet til et anlegg består i å grave opp ei grop slik at reaktorene kan plasseres et stykke nede i bakken, med godt drenerte masser inn mot veggene, for å støtte opp reaktorveggene. Veggene kan stå maksimalt 1,5 m over bakken. I massen legges det rør mellom tanker og reaktorer til substrat og biorest, og gassrør. Det må også være en drenering som går til en beredskapskum i tilfelle lekkasjer. Selve TC veier ca 1200 kg, innholdet kommer i tillegg.

Å legge de rørene som trengs er en del av grunnarbeidet. Gjødse- og gassrør legges etter at reaktorene er montert og TC kommet, med ferdige stusser. Varmtvannsrør støpes under reaktor, tilsvarende gulvvarmerør i hus. Gassrørene må legges eller kontrolleres av en rørlegger eller gasstekniker med spesielt sertifikat for dette. På rørsystemet monteres en kondenseringsfelle; gassen vil felle ut H₂O når den kjøles ned og dette samles opp i denne fella og renner ut i bakken. BioWaz leverer denne.

Biogass vil inneholde varierende mengder H₂S. Svovelet må fjernes hvis gassen skal brukes til drivstoff eller brukes til strømproduksjon, men skaper ikke problemer i en gassbrenner til vannvarming. BioWaz har et integrert system for fjerning av svovelet i sin prosess, ved at det tilsettes små mengder O₂ ved hjelp av en akvariepumpe. Svovelet felles da som partikulært svovel og blir i bioresten. Dette er viktig for gjødseeffekten av bioresten, spesielt i økologisk landbruk.

Mer om reaktorene

BioWaz sine reaktorer leveres med 130 m³ som minste størrelse. Denne kan bygges på med en etasje til 170 m³. Elementer til reaktorene bygges i Kina, materialet er fiberforsterket plast (minner om glassfiber) med en 5 cm isolasjonskjerne. Göteborg Energi (eid av Göteborg kommune) vurderer Biowaz som leverandør, og de var veldig opptatt av at dette skulle være produsert på en etisk riktig måte (ikke barnarbeid). Dette er sjekket, og OK i følge Jens Måge, BioWaz. Underveis diskuterte vi om isolasjonsmaterialet kunne vært erstattet med noe mer miljøvennlig enn "skumplast", f eks trefiber. Vi ville også gjerne ha visst mer om hvordan man kvitter seg med rester av reaktorelementer på en miljømessig god måte.

Bunnen av reaktoren er isopor (standard 20cm), med varmtvannsrør (standard PEX) og et tynt støp av jordfuktet betong oppå. Inni reaktoren, oppå betongen, legges en kraftig PVC duk, som vil ha en levetid på 20-30 år. Mulighetene for gjenbruk av PVC er etter hvert blitt gode (3930 treff i google for "gjenbruk av PVC"). Fortanken er som en reaktor, men uten "lokk" på PVC duken (posen). "Lokket" på PVC posen er dobbelt og monteres over reaktoren. Øvre del er lagerballong for biogass. Hvis trykket øker over 5 mB slippes gassen ut av en overtrykksventil, uten antenning ("kaldfakling"). Undre del har

en vannlås som sørger for at systemet blir lufttett. Et vindu med "vindusvisker" på innsiden er montert i posen for inspeksjon.

Oppstart av anlegget

For å komme i gang med prosessen må substratet varmes opp til 35 °C. Det tar 3-4 uker avhengig av været. Den første porsjonen med substrat må varmes opp med vann som er varmet opp med strøm, inntil gassproduksjonen kommer i gang.

Daglig drift

Når anlegget er kommet i gang kan man regne med 10-20 minutters arbeid per dag til ettersyn og enklere vedlikehold, forutsatt at substratet er pumpbar bløtgjødsel. Tilsetning av andre substrat vil kreve tilleggsarbeid, f eks i form av å finsnitte talle og fôrrester.

Strømmen av substrat fra fortank via reaktor til sluttlager er en "kontinuerlig" prosess. Det vil si at en viss mengde substrat pumpes inn i, og ut av, reaktoren med jevne mellomrom, f eks 5 minutters pumping hver halve time. Mindre mengde substrat gir lengre oppholdstid ved at pumpetiden reduseres og pumpeintervallene økes. Pumpa bør ikke tørke ut, derfor er det lite ønskelig å bruke samme anlegg til gassproduksjon på f eks økologisk og ikke-økologisk godkjente substrat om hverandre. En og samme pumpe kan muligens betjene to reaktorer med økologisk og ikke-økologisk godkjent gjødsel.

En sidemontert propellmikser, som ellers brukes i oljeindustrien til å pumpe slam ut av borebrønner, rører om i reaktoren ca. 10 minutter per time. En kuttende pumpe kan evt. i tillegg monteres for å findele forrester, halm etc. Den kan eventuelt leveres i skjærende utgave for å findele fôrrester etc., men dette vil ikke være nok til at man kan tilsette klumper av talle etc. rett i reaktoren. Det vil være fare for at det dannes flytelag i en reaktor hvis det brukes substrat med halm eller strå; hvis mikseren ikke klarer å røre vekk dette må reaktoren tømmes. Mer om dette i kapittel 6.

Støy og lukt

Lukt og støy er faktorer som kan redusere kvaliteten til et biogassanlegg. Biogassanlegg for gjødsel og bleikejord forventes å redusere lukt betydelig i forhold til konvensjonell åpen gjødsellagring /spredning. Dersom annet avfall tas i mot kan det i transport- og omlastingsleddet oppstå lukt. Støykildene er gjødselpumpa, motor til eventuell strømgenerator, kompressor til pneumatiske ventiler, samt vifte som øker gasstrykket slik at gassen i lagerballongen over reaktoren får et passe trykk til å bli brukt i gassbrenneren eller til transport i gassrør til annet forbrukspunkt. I lagerballongen er trykket 3-5 mB. På Holum var det foreløpig lite lukt siden anlegget ikke er i drift. Selve biogassen lukter ikke, men matavfall som substrat medfører en viss ubehagelig lukt (organiske syrer).

Vi snakket ikke med bonden på Holum. Ytterlige opplysninger og spørsmål kan rettes til Jens Måge, jens@biowaz.com eller Stellan Dahlberg, stellan@biowaz.com.



Bilder fra anlegget på Holum. Øverst til venstre: Liv Birkeland og Jens Måge på vei til å inspisere teknikk containeren. Øverst til høyre: Lagringstank for matavfall. Midten, til venstre: Nærbilde av vindu med innvendig skrape i PVC duken, til inspeksjon av forholdene i reaktoren. Midten, til høyre: Tre reaktortanker, alle kledd med PVC duker. Bak og lengst høyre sees sluttlageret i betong; fortanken ligger rett til høyre utenfor bildet. Merk i forkant av bildet gjødselrør med stakekum, under ligger varmerør isolert. Nederst i bildet til høyre inspeksjonskum for kondensfellen. Drenering fra fyllmasse, og fra reaktorene munner ut i en liknende kum plassert på laveste nivå i anlegget og føres videre til en samlegrøft. Foto: Ketil Valde. Nederst til venstre: Propellmikseren er montert og venter på noe å arbeide med. Gjødselelvået er stigende, og gassproduksjonen allerede synlig som bobler i den brune massen. Nederst til høyre: Tom reaktor sett rett ovenfra, med ferdig montert mikser. Merk dukens utforming i bunnen av tanken. Foto: Kristin Sørheim.

3. Bioforsk Jord og miljø, Ås

Roald Aasen (mikrobiolog og maskiningeniør - en god kombinasjon i biogass-sammenheng!) ga oss en orientering om Bioforsk Jord og miljø sitt engasjement innen biogass, og viste oss laboratoriet der de jobber praktisk med dette. Laboratoriet var gammelt og slitt, og et nytt er under etablering. På organisatorisk plan er Norsk bioenergiser (Bioforsk, UMB og SINTEF) under oppbygging. En vesentlig aktivitet i laboratoriet vil bli å måle gasspotensialet i ulike substrat i 1 liters beholdere på ristebord. En utfordring er hvor godt dette avspeiler situasjonen ute på praktiske anlegg.

Bioforsk Jord og miljø har ansvar for et prosjekt Norges Bondelag eier, "Biogass som del av landbrukets verdikjede". Flere masterstudenter og stipendiat(er) deltar her, det er et stort prosjekt der bl.a. TINE, Biowaz, Folloren, Oslo EGE og Norsk landbruksrådgivning deltar i tillegg til UMB og Bioforsk.

Vi diskuterte bruk av bleikejord, og Aasen nevnte at Leca (Enebakk) bruker bleikejord fra DeNoFa Lilleborg som forbrenningsmateriale.

Det er foreløpig få biogassanlegg på norske gårder, men Åna kretsfengsel i Rogaland har bygd et med dansk leverandør (Lundsgård; de er ikke interessert i å levere flere anlegg til Norge pga vanskelig å yte driftsservice). Det er ellers anlegg under bygging på en gård i Verdal med samme driftsopplegg som Holum og Tomb (gris + matavfall). Mære landbruksskole planlegger også et biogassanlegg for husdyrgjødsel.

Det finnes flere anlegg i avfallsbransjen, bl.a. deponianlegg i Oslo og Drammen, anlegg for matavfall på Hadeland og i Fredrikstad.

Aasen vektla at med nåværende norske energipriser og støtteordninger for bioenergi så må en utbygger legge stor vekt på effekten av å redusere landbrukets utslipp av klimagasser. Biogassanlegg er ikke interessante for pengenes skyld. Det bør likevel være bruk for gassen, og en god plan for denne bruken.

Aasen er interessert i et samarbeid med Bioforsk Økologisk m.fl. om biogass, og undersøker i første omgang hva som er publisert om biogassproduksjon med tilsetning av bleikejord. Aasen nevnte et prosjekt hos Bioforsk Nord, ledet av Christian Uhlig, der talle basert på lauvtrefflis og torv (lokale ressurser) brukes som utgangspunkt for biogassproduksjon.

Spørsmål kan rettes til Roald Aasen, roald.aasen@bioforsk.no .



*Roald Aasen, Bioforsk Jord og miljø viste oss blant annet laboratoriet der de undersøker ulike substrat og metoder for biogassproduksjon.
Foto Kristin Sørheim.*

4. Tomb videregående skole, Råde

Også dette anlegget leveres av BioWaz, med to reaktorer (130 + 170 m³) til en gjødselmengde på 3500 m³ per år. Kugjødsel blir hovedsubstratet i første omgang, men på sikt skal det også brukes svinegjødsel og hygienisert matavfall fra et innsamlingsfirma, Kiserud. Hygieniseringen (koking) gjør at matavfallet brytes raskere ned i bioresten. Gassen skal brukes til vannbåren varme i skolens bygninger. TC var enda ikke på plass. Siden anlegget var kommet kortere, og ellers liknet mye på anlegget på Holum brukte vi ikke så lang tid her.

Vi snakket ikke med noen ansatte på Tomb. Ytterligere opplysninger og spørsmål kan rettes til Jens Måge, jens@biowaz.com eller Stellan Dahlberg, stellan@biowaz.com.



Bilder fra anlegget på Tomb. Til venstre: Detalj av reaktorelement ødelagt i transporten som viser tykkelsen på veggplatene og isolasjonskjernen. Isolasjonsevnen for et tankelement tilsvarer 60-80 mm isopor og er tilstrekkelig for å gi anlegget en god energiøkonomi. Til høyre: Reaktorer til venstre uten duk, og sluttlager i betong. Bygningen i bakgrunnen er fjøset. Paller med Leca står klar til å fylles inntil reaktorveggene. Det oransje røret midt på bildet skal brukes til en inspeksjonskum for drenering rundt fortanken. En tilsvarende inspeksjonskum finnes også ved reaktorene i bakgrunnen. Alle foto: Ketil Valde.

5.Plönninge naturbruksgymnasium, Halland, Sverige

Om Plönninge landbruksskole og biogassanlegget der

Plönninge er en landbruksskole som har vært drevet 100% økologisk siden 2000. Arealet er 240 ha og de har ca 90 melkekyr og 75 hester i tillegg til hester som elevene (270 stk) har med seg. Vår omviser var Lars Hollman, lars.hollman@regionhalland.se. Lars er opprinnelig samfunnsviter, og har også erfaring som bonde og leder i et samvirkeforetak. Han har drevet utviklingsarbeid i Bosnia, blant annet med å bygge opp et biogassanlegg der. Selv om Lars har vært ved Plönninge i 12 år, var biogassanlegget under planlegging allerede da han begynte i jobben. Anlegget ble innviet i mai 2004; Lars har vært driftsansvarlig siden 2003. Han arbeider ca 50% med biogassanlegget, inkludert omvisning for ca 5000 personer per år. Anlegget er omfattende, og godt tilrettelagt for undervisning og demonstrasjon. Alle elevene ved skolen har en praksisperiode her. Flere av investeringene som er foretatt har ikke vært økonomisk realistiske. Dette gjør at anlegget virker litt urealistisk, selv om det gjør nytte for seg både ved å levere varmt vann til skolens radiatorer, drivstoff til tre av skolens biler og dessuten strøm. Selve biogassanlegget (ikke oppgraderingsdelen for gassen) ble betalt 50% av et lokalt investeringsprogram fra Naturvårdsverket og 50% av Region Halland, som er en sammenslutning av kommunene i Halland fylke som ble etablert i 2003 for å bidra til fortsatt utvikling og vekst i området.

Type substrat, krav til biorest som gjødsel i økologisk landbruk

Hovedsubstratet er bløtgjødsel fra kyrne. Dette suppleres med uemballert frukt og grønt som samles inn på ICA i Halmstad. Skolen har 12 avfallsbeholdere a 190 liter som brukes til dette, og når avfallet skal tilsettes i anlegget tømmes fire fulle beholdere opp i en "hjemmelaget" kvern (laget av en lokal håndverker i Harplinge), og skrues ned i en fortank der avfallet blandes med gjødsel (se bilder). ICA betaler skolen 10 000 kr per år for arbeidet med å hente avfallet. Andre typer matavfall, f eks melrester fra lokal mølle og margarin utgått på dato, har også vært tilsatt, med godt resultat. Margarinen ble pakket ut (elevdugnad!), smeltet i en kalvedrikksvarmer og tilsatt i mengder på 200 liter av gangen, en porsjon per uke. Hvis bioresten ikke skulle ha vært brukt til gjødsel kunne Plönninge ha tatt i mot slakteriavfall fra et nærliggende slakteri. Dette går i stedet til Laholms biogassanlegg. Da dette biogassanlegget var nytt betalte slakteriet 200 000 kr per år for å bli kvitt avfallet, men i dag må anlegget betale for avfallet. Dette er typisk for utviklingen i avfallsbransjen. To Mc Donalds-kafeer i Halmstad produserer ca 1200 kg frityrfett årlig; dette gikk til Plönninge før, men nå bruker de det selv.

Som det evt. vil bli på Tingvoll er det en utfordring at tilgangen på gjødsel er mindre om sommeren når kuene er ute. Dette kompenseres med at de kjøper inn mislykkede kraftfôrprodukter som rapskake og rapsolje (pris ca 2 kr per kilo).

Med hensyn til substrat godtas alle planteprodukter, men ingen animalske. Stormeieriet Arla har stilt krav til sine leverandører om at ingen animalske produkter skal være brukt som gjødsel, av hensyn til risikoen for kugalskap.

Fra hestene blir det gjødsel med mye halm. Denne må finhakkes hvis den skal tilsettes i anlegget, ellers blir det problemer med flytedekke (se mer i kapittel 6!). Dette har vært problematisk, og gjødsla har derfor vært rankekompostert. Dette er imidlertid blitt forbudt i Sverige om man har mer enn fire hester. De vil nå prøve ut om fruktkverna kan findele hestegjødsel også. Før de fikk den lokalt produserte kverna prøvde de en BTL pumpe (russisk) til den nette sum av SEK 128 000. Men det var ikke mulig å få den til å fungere på frukt.

Av hensyn til frukt, eventuelt hestegjødsel og annet fast substrat er anlegget utstyrt med skjærende pumper og skjærende omrørere (horisontale propeller).

Tørrstoff (TS) innholdet i substratet er her ca 3%. Pumpene fungerer ikke med TS innhold over 10-12%. Det ville være ønskelig å kunne tilsette fast, findelt substrat som f eks rester av maissilo rett i reaktoren, men det er foreløpig ikke mulig.



Bilder fra anlegget på Plönninge. Øverst til venstre: Blå dunker for oppsamling av frukt og kvern for finmaling, produsert av lokal smed. Øverst til høyre: Kvernet frukt går til fortank (gravd ned i bakken) og blandes med gjødsel. Midten, til venstre: I forgrunnen lokk over fortank, bak til venstre sluttlager med grønn PVC duk som dessverre ikke er gasstett. Bak til høyre rød reaktor. Plasttanken i blå ramme ved fortanken inneholder jernklorid til utfelling av svovel; skal erstattes med billigere og mindre giftig jernoksid. Midten, til høyre: Lars Hollman viser fram pumpeanlegget for oppgradert biogass, til bruk for skolens tre oppgraderte biler. Nederst til venstre: Gasslager for biogass til biler. Nederst til høyre: Liv Birkeland inne i teknikk-huset. Sterling motor under hvitt deksel rett bak Liv. Til høyre kjele for gassbrenning til oppvarming av vann. Alle foto: Kristin Sørheim.

Elementer i anlegget

Basisen i anlegget er en reaktor (rötkammare) på 300 m³. Av dette må 25 m³ holdes åpent til gasslager. Reaktoren er bygd i emaljert stål med et isolasjonslag på 20 cm steinull. Prisen på reaktoren var 800 000 kr. Gjennomstrømningshastigheten er stor, oppholdstida er bare 20 dager i gjennomsnitt. Det skiftes ut 15 m³ per dag, med inn/utpumping av 0,3 m³ hvert 13. minutt. Det produseres ca med 300 m³ med rågass per døgn. For å øke gassutbyttet hadde det vært ønskelig med en større reaktor, f eks 450 m³. Ca 18 % av gassutbyttet går med til å varme opp substratene.

De har prøvd å lage tett lokk over sluttlageret (1600 m³) for å samle opp rest-gass i form av en PVC duk fra MPG Miljöprodukter. Det har imidlertid ikke vært mulig å få duken gasstett. Det var uheldig for duken kostet 250 000 kr, og skulle fungere som gasslager.

Rågassen inneholder en del svovel, typisk 400 ppm. I dette anlegget tilsettes jern manuelt i fortanken for å felle ut svovelet. Det var videre snakk om en vannskrubber som skulle fjerne S.

Det er nylig kjøpt inn en flott Sterling-motor som gjør om gassen til strøm (har notert tallet 32 kWh - maksimums effekt??), for 450 000 kr. Lars mener at dette er et eksempel på at anlegget mister læringseffekten fordi det blir urealistisk dyrt. Det hadde vært bedre å bygge om en gammel traktormotor til å gå på biogass i stedet for bensin, og la denne motoren drive et nødaggregat.

Oppgradering av gassen til drivstoff foregår i flere trinn. Ett trinn innebærer nedkjøling til 2-3 °C for å fjerne CO₂. Det skjer i en 10 m høy vannavkjølt kolonne fylt med plastruller der vann og CO₂ blir til kullsyre (H₂CO₃). Det var også nødvendig å bygge en gasslunge i en egen container for å sikre nok gassmengde til å drive oppgraderingen (som en buffer). En kompressor øker gasstrykket til 120 mB (80 mB er minimum for å drive gassbrenneren som varmer opp vannet). Oppgraderingsanlegget klarer å håndtere 10 m³ gass per time.

Informasjon om andre gårdsanlegg for biogass i Sverige: Götene gårdsanlegg, svinegjødsel. Bonde som bygde sitt eget anlegg, og også har levert anlegget på Sötåsen landbruksskole i Törreboda. Anlegget på Sötåsen kostet 6-7 mill. kr.

6. Sinding-Ørre ved Herning, Danmark

I Danmark er det en rekke biogassanlegg å velge mellom. Årsaken til at vi valgte akkurat dette anlegget er at det bruker bleikejord. Sinding Ørre er et av de eldste anleggene i Danmark, bygget i 1984. Driftsleder Olav Hald har vært med siden starten; oh@egjylland.dk (tlf 0045-97136114). Det tyder på en trivelig arbeidsplass. Olav er utdannet mekaniker. Det er et tilsvarende anlegg eid av Herning kommune ca 15 km unna; til sammen er det tre personer som passer på disse to anleggene. De har døgnvakt hver tredje dag. "Utrykning" er det ca 1 gang per uke og da kan det typisk være snakk om en halv times jobb. Sinding Ørre eies med 1/3 av Herning kommune og resten av Dong energi.

Reaktorene i Sinding er på 2100 m³ totalt (3 x 700), og gjennomstrømningen (fersk gjødsel inn - avgasset ut til sluttlager) er 130-140 m³ per dag. Det er en omrører i hver reaktor som trekker 7 kW. Anlegget er basert på kveg- og svinegylle fra bøndene i området. Mange av disse har mye leiejord, hvor det gjerne er plassert egne gjødseltanker. Bøndene setter pris på at arbeidet med å kjøre gjødsel ut til disse tankene skjer ved hjelp av lastebiler fra biogassanlegget. Derfor får anlegget gjødsel uten annen betaling enn at de henter gjødsel ute hos bøndene og bringer den ut igjen. I fortankene for gjødsel på anlegget brukes traktordrevne omrørere. Verken fortank eller sluttlager var overbygd, men det vil det komme krav om. Det var ingen lukt eller støy på anlegget under vårt besøk, men det var heller ingen gylleleveranse mens vi var der.

Ved anlegget lå svart bleikejord i pulverform klar til å blandes inn i fortanken. Det skjer med frontleser på en traktor. Det er viktig å være oppmerksom på bleikejordlageret. Det blir lett selvantennelse i materialet. På Sinding var det brann i bleikejorda i sommer. Innblandingen skjer i en egen tank hvor varm, avgasset gylle ledes inn. Anlegget har en termofil prosess, 50 °C, men i blandetanken synker temperaturen ganske raskt. Det spiller liten rolle så lenge temperaturen på gyllen er minst 30-35°C i det bleikejorda tilsettes. Ferdig blandet gylle og bleikejord kan avkjøles etterpå, uten at disse materialene skiller seg igjen. Ved Sinding brukes det ved hver blanding ca 50 tonn gylle og 50 tonn bleikejord, og en slik blanding lages i stand tre ganger per uke. Temperaturen på blandingen kan komme ned i ca 8-10°C vinterstid. Fortankens volum er 80m³, og omrøreren i denne er en mikser som trekker 15 kW. Den rører 2 x 15 min per time.

Totalt brukes det ca 150 000 tonn gylle og 6-7000 tonn bleikejord årlig på dette anlegget, et vektmessig blandingsforhold på 3.8-4.5% (bleikejord i andel av totalmengden). Kontrollregning: 50 tonn x 3 x 52 uker = 7800 tonn.

De betaler nå 200-275 kr per tonn bleikejord, og det kommer fra Tyskland.

Vi spurte om de også hadde erfaring med såpe (soap stock) fra fiskeolje, men det hadde de ikke.

Andre anlegg i Danmark med erfaring med bleikejord:

- Lemvig, driftsleder Lars Kristensen (tlf 0045-97811499, lemvigbiogas@lemvigbiogas.dk), brukte mye bleikejord på 90-tallet, det gir stort gassutbytte. Kjøpte fra Tyskland og Frankrike. Prisen på bleikejorda har økt betydelig, til å begynne med fikk de betalt for å ta den i mot. Tilsetning av bleikejord øker gassutbyttet nesten momentant, og betydelig. Man kan gjerne bruke store mengder, så mye som anlegget klarer å røre opp i og pumpe ut, f eks 70% gylle og 30% bleikejord. Men det sliter veldig på utstyret, og krever at man har omrøringsutstyr med god kapasitet. Viktig å blande det inn i varm gylle.
- Vegger, driftsleder Rikard Verner (tlf 0045-98666502), brukte også mye bleikejord tidligere, men prisen er nå oppe i 400 kr per tonn og da mener de at det ikke lønner seg lenger. En pris på 150-200 kr per tonn ville være OK. Verners erfaring er at gylle fra kveg er spesielt godt egnet til å blande med bleikejord.

Ved Sinding brukes 40% av gassen til el-produksjon, resten til oppvarming, dels av anlegget og dels fjernvarme til boliger i Sinding og Herning. Motoren som lager strøm har et avkjølingssystem som gjør at varmen i eksosen utnyttes.

Vi diskuterte fjerning av S; ved Herning tilsettes jernklorid, eller jernoksyd, som de for øvrig får gratis fra vannverkene. O₂ tilsetning for S-felling i ståltank vil gi problemer med rust. Gassen i dette anlegget har stort sett et S innhold på 100 ppm.



Bilder fra anlegget ved Sinding. Øverst til venstre: Plansilo med bleikejord i pulverform. Driftsleder Olav Hald til venstre. Øverst til høyre: Nærbilde av blandekum for varm, avgasset gylle og bleikejord. Risten dekker kummen, men bidrar også til å fordele bleikejorda og knuse klumper. Under ser vi blandingen av gylle og bleikejord, med en karakteristisk, grå farge. Midten, til venstre: Nærbilde av overdekke og pumper til blandekummen. Midten, til høyre: Delegasjonen samlet foran bleikejordslageret, med de tre reaktorene i anlegget i bakgrunnen. Nederst til venstre: Via et styreprogram kan man se på skjermen hva temperaturen er i hver reaktor, sammensetningen av gassen etc. Nederst til høyre: Fortank med traktordrevet omrører. Alle foto: Kristin Sørheim.

7. Foulum forsøksgård og biogassanlegg, Danmark

På Foulum ble vi tatt i mot av postdoc stipendiat Alastair Ward (alastair.ward@agrsci.dk) fra Wales. Han viste oss et anlegg i kommersiell skala (1200 m³ reaktor) som produserer varme til bygningene på Folum, og et imponerende forsøksanlegg og laboratorium som var plassert vegg i vegg med det kommersielle anlegget. Dette var nok en gunstig plassering, for det er mye erfaring å hente i driften av et kommersielt anlegg. Da vi var der hadde de fått problemer med flytelag i reaktoren pga tilsetning av for mye "åmateriale". Dette er siv og gras som høstes i danske bekkedaler for å hindre at vannveiene gror igjen. Hele reaktoren måtte derfor tømmes. Den øverste propellen hadde brukket i forsøket på å røre om i flytelaget. Flytelaget var ca 1,5 m tykt og det var litt av en jobb å få det ut av reaktoren. Det er mange husdyr på Folum til ulike forsøk, og både gylle og tall for disse, samt fôrrester er aktuelle substrat til biogassproduksjon.

For å kverne opp åmateriale, talle og annet hadde de investert i en stor kvern fra leverandøren Vogelsang. Det er et problem med åmateriale at det inneholder en del stein, det er ikke bra for kverna. Det er en forreaktor i dette anlegget der substratet varmes opp til 50 °C før det pumpes inn i hovedreaktoren. Sluttlageret var overbygd og det ble samlet opp gass der også (?).

Svovelrensing var nødvendig, biogassen på Folum inneholdt ca 1200 ppm med S. De hadde et rensertårn med vann og gass som renses ut S i form av svovelsyre. En ulempe med denne metoden er jo at S forsvinner fra bioresten. Det er imidlertid mulig å lage ammoniumsulfat (kunstgjødsel) av svovelsyren.

Også på Folum ble det brukt fiskeolje som tilsetning. De kjøpte inn en blanding av fiskeolje og glyserol (restprodukt fra produksjon av biodiesel), til hele 600 kr per tonn. De kunne også kjøpe ren glyserol, til 900 kr per tonn, men problemet med den er at pH er så lav at det sliter på betongflater (pH < 5.5). Det er 4-5 firmaer i Danmark som driver med å ta i mot ulike typer avfall, lage blandinger og selge og levere til biogassanlegg.

Alastair hadde tilgang til fire testreaktorer med volum 10-30 m³. Pågående forsøk handlet om å utsette svinegjødsel for ulike typer behandling for å teste hvordan dette påvirket utbyttet av biogass. Aktuelle behandlinger var tilsetning av enzymer, trykk, temperatur, oksidering, ultralyd med videre. Alastair holdt også på å utvikle en NIR (nær infra rød) måling av fettsyrer i bioresten; en slik metode ville forenkle analysene av bioresten vesentlig. Et annet interessant forsøk var i samarbeid med en indisk dr.grads student, Chitra Rasue. Hun undersøkte sammenhengene mellom biogasspotensial i ulike materialer og andre egenskaper ved materialet som er lette å måle, f.eks innholdet av NDF (non detergent fibre). Måling av biogasspotensial er per i dag svært tidkrevende; det skjer i 1 liters flasker som inkuberes i 90 dager og det må gå ca 30 dager før man kan gjøre en første indikasjonmåling. Dagen før vi kom hadde en av forsøksreaktorene hatt en utblåsning under tilsetning av fiskeavfall. Lokket før av og vegger og tak ble dekket av substrat. "Shit happens..."

I laboratoriet hadde et kommersielt selskap. Xergi, leid seg inn. Det var i prinsippet åpent for alle kommersielle selskap å gjøre det, men ingen andre hadde gjort det. Alastair anbefalte et nettsamfunn, "Digestion-Digest" som er å finne på http://listserv.repp.org/mailman/listinfo/digestion_listserv.repp.org



Bilder fra anlegget på Folum. Øverst til venstre: Vogelsang kvern for oppmaling av "åmateriale", talle etc. Øverst til høyre: Oppsamlingsbeholder med transportskrue for fôrrester etc. Midten, til venstre: Nærbilde av utstyr for å ta ut prøver av bioest til NIR analyse. Midten, til høyre: Alastair Ward (til venstre) foran en av forsøksreaktorene. Nederst til venstre: Dr. Henrik Møller på vei til reaktoren for å åpne stakeluka litt til, for å få fjernet et uheldig flytelag og reparert omrøreren. Nederst til høyre: Sluttlager med gasstett tak og oppsamling av restgass. Til venstre utstyr for faking ved overskuddsproduksjon av gass. Alle foto: Kristin Sørheim.

8. "Green farm energy" - Over Løjstrup, Langå, Danmark

Det siste anlegget vi var innom var nytt, og mye moderne teknologi var tatt i bruk for å maksimere gassutbyttet. Skulle anlegget vært bygget nå i 2009 ville det ha kostet ca 85 mill kr. Vi ble vist rundt av ingeniør og medeier Svend Hoff (dea.con@mail.dk) og en person til, som jeg dessverre ikke fikk notert navnet på. En av ideene var at anlegget skulle kunne håndtere alle typer organisk avfall, også kategori 1 (jfr Mattilsynet, "biproduktforskriften"), for eksempel slakteriavfall. Det krever hygienisering under trykk, 6 bar og ved 140 °C i minst 30 minutter. Det var imidlertid ikke bare risikoavfall som ble behandlet i trykkokeren. For å øke nedbrytningsgraden i avfallet, og dermed gassutbyttet, ble alt avfall, inkludert svinegyllen, kjørt gjennom trykkokeren. Dette åpner cellestrukturen i det organiske materialet og gjør spesielt lignin lettere tilgjengelig for nedbrytning. Trykkokeren har en kapasitet på 50 tonn per dag, dette skal nå dobles. Kokeren varmes opp av damp som produseres av biogassen (dampen er et biprodukt fra strømgeneratorene, to Elbacher motorer). Ca 42% av produsert biogass konverteres til strøm.

Ideen med anlegget er at alt organisk avfall som ikke kan brukes til fôr skal kunne utnyttes fullt ut her, og konverteres til energi, gjødselprodukter og rent vann. Økonomisk sett baserer de seg på en mottaksavgift for avfall, og salg av gjødsel.

Svinegylle fra to gårder, Over Løjstrup og en nabogård 1 km unna, er grunnsubstratet. Dessuten mottar de avvannet gjødsel fra åtte bønder (mest svinegjødsel), den som er lengst unna har 120 km transportavstand. Gjødsel sendes ikke tilbake til disse gårdene, men selges i stedet til andre bønder med færre husdyr. Dette gjør at disse bøndene får redusert dyretettheten på gården. I tillegg til risikoavfall (da vi var der kom det for eksempel en bil med fiskesilo fra Norge) mottar de masse forskjellig organisk avfall, fra andetalle til avfall fra fôrindustrien. Det er viktig å ha et godt bufferlager for avfall, for husdyrgjødselmengden de mottar kan variere litt. I september og i mars-april er det ingen bønder som har tid til å levere gjødsel.

En interessant detalj ved anlegget er de biologiske filtrene de bruker for å redusere lukt (det var likevel en god del lukt). Filtrene er lagd av sagflis fra røtter og stubber, og må skiftes ut når de er nedbrutt.

Svovelrensingen foregikk mikrobiologisk, i en beholder der bakteriene lever på små plastbiter og gjødsles med andre næringsstoff enn S.

Anlegget har en termofil prosess i reaktorene, og en mesofil i sluttlageret (med oppsamling av gass). Sluttmaterialet separeres. Den flytende delen brukes til gjødsel i nærområdet, etter en ultrafiltrering. Fiberdelen er rik på organisk N og P, og populær i gartnerbransjen. Den selges for 200 kr per tonn. Det kan være et problem i slikt materiale med utfelling av struvitt (kalsiumfosfat).



Bilder fra anlegget på Over Løjstrup. Øverst til venstre: Overbygd sluttlager med gasslagringstank. Til venstre, plansilo for oppsamling av tørt organisk avfall. Her korn av for dårlig kvalitet for fôrindustrien. Øverst til høyre: Jens Måge og Stellan Dahlberg fra BioWaz foran tømmegropa for våtorganisk avfall. Herfra pumpes avfallet inn i trykkokeren. Nederst til venstre og høyre: Kvern for findeling av fast organisk materiale, som leveres i containere a la den røde vi ser på bildet. Nederst til høyre se vi rensårnet for svovel. Alle foto: Kristin Sørheim.