

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 6 Nr. 92 2011

Gårdsanlegg for biogass, og aktuelle FoU-aktiviteter



Rapport fra studietur 24.-25. mai 2011, arrangert av nettverket "Gårdsgass Midt-Norge"

www.bioforsk.no



Tittel/Title:

Gårdsanlegg for biogass, og aktuelle FoU-aktiviteter

Forfatter(e)/Author(s):

Anne-Kristin Løes, Ingvar Kvande, Geir Fisknes og Arve Lian

Dato/Date:	Tilgjengelighet/Availability:	Prosjekt nr./Project No.:	Saknr./Archive No.:
22. august 2011	Åpen	2010173	
Rapport nr./Report No.:	ISBN-nr./ISBN-no:	Antall sider/Number of pages:	Antall vedlegg/Number of appendices:
92, 2011	978-82-17-00817-0	21	0

Oppdragsgiver/Employer:	Kontaktperson/Contact person:
Statens landbruksforvaltning, Fylkesmannens landbruksavd. Møre og Romsdal, Fylkesmannens landbruksavd. Nord-Trøndelag.	Anne-Kristin Løes, anne-kristin.loes@bioforsk.no

Stikkord/Keywords:	Fagområde/Field of work:
biogass, energi, husdyrgjødsel biogas, anaerobic digestion, animal manure	Bioenergi Renewable energy

Sammendrag:

Denne rapporten oppsummerer inntrykk fra en studietur til ulike biogassanlegg og forskningsmiljø på biogass på Østlandet i mai 2011, gjennomført av 14 deltakere fra nettverket Gårdsgass Midt-Norge. Rapporten refererer forfatterens inntrykk fra de stedene vi besøkte. Den er skrevet som en huskeliste for deltakerne på turen, men også med tanke på interesserte som ikke kunne delta.

Land/Country:	Norge
Fylke/County:	Møre og Romsdal
Kommune/Municipality:	Tingvoll
Sted/Lokalitet:	Tingvoll

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader




Atle Wibe

Anne-Kristin Løes

Forsidebilde: Deltakerne på turen. Fra venstre: Anne-Kristin Løes, Per Erik Sørås, Synnøve Valle, Arve Lian, Svetlana Tjervåg, Geir Fisknes, Arnar Lyche, Bernt Bye, Torgrim Daling, Frode Mørreaunet, Johan Chr. Mørkved, Gisle Bjerkan, Erik L. Moen og Ingvar Kvande. Foto: Knut Vasdal.

Forord

”Landbrukets klimamelding” (2010) satte fokus på biogass, med et mål om at 30 % av husdyrgjødsel skulle behandles i slike anlegg for å redusere utslipp av metan. Med dagens tilskuddsordninger og energipriser er det vanskelig å etablere lønnsom biogassproduksjon i Norge. En god del anlegg er vurdert og til dels godt planlagt, men få er realisert. I Midt-Norge er det flere fagmiljø og enkelte gårdbrukere som har stor interesse for temaet, og som har etablert nettverket ”Gårdsgass Midt-Norge”. Nettverket ble stiftet i mai 2010, og har mottatt økonomisk støtte fra Statens landbruksforvaltning og Fylkemannens landbruksavdelinger i Nord-Trøndelag og Møre og Romsdal. Etter tre nettverksmøter med fokus på planlagte og realiserte biogassanlegg i vår egen region var det på tide å reise ut og se hva som rører seg i andre landsdeler. 24. mai møttes fjorten personer fra nettverket på Gardermoen, fylte opp en minibuss og fulgte denne reiseruta:

Fra Holum gård på Skjetten, til UMB og Bioforsk på Ås. Deretter Tomb videregående skole, og planlagt fellesanlegg i Vestfold presentert på Gjennestad. Overnatting i Larvik, og 25. mai besøk på Høgskolen i Telemark i Porsgrunn, og Foss gård ved Skien. Retur til Gardermoen og vel hjem.

Delegasjonen besto av Geir Fisknes og Gisle Bjerkan, Mære landbruksskole; Johan Christian Mørkved, FMLA Nord-Trøndelag; Arve Lian og Torgrim Daling, Skjetlein videregående skole; Per Erik Sørås, Sør-Trøndelag fylkeskommune; Bernt Bye og Frode Mørreaunet, gårdbrukere i samdrift i Åfjord; Svetlana Tjervåg, Runde Miljøsentor; Synnøve Valle, FMLA Møre og Romsdal; Arnar Lyche, Landbruk Nordvest; Erik L. Moen, Norsk senter for økologisk landbruk; Ingvar Kvande og Anne-Kristin Løes, Bioforsk Økologisk.

Denne rapporten oppsummerer forfatterens inntrykk fra de stedene vi besøkte, og er skrevet som en huskeliste for deltakerne. Forhåpentlig kan den også ha interesse for andre som er interessert i å bruke husdyrgjødsel til biogass.

Tingvoll juli 2011, på vegne av forfatterne, Anne-Kristin Løes.

1. Innhold

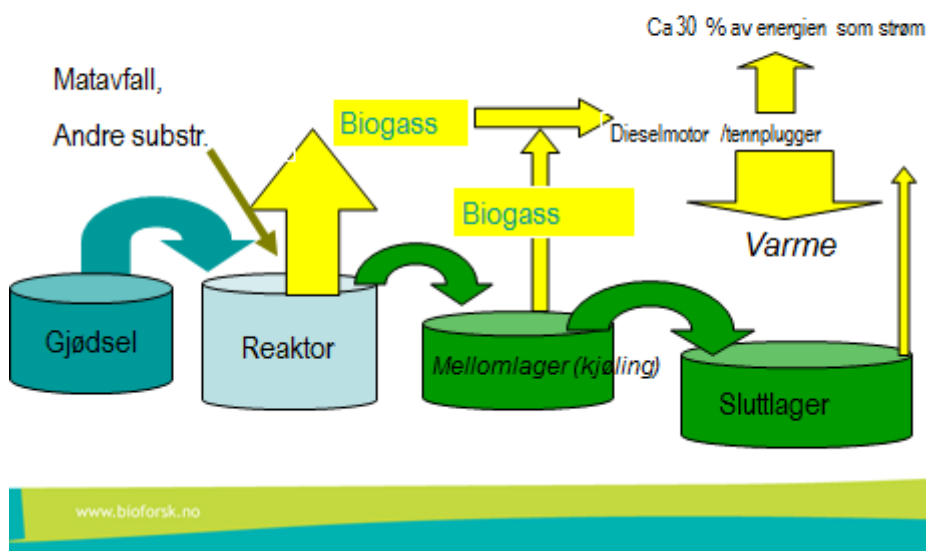
1. Hva er et biogassanlegg?
2. Holum gård, Skjetten (referent Ingvar Kvande)
3. Bioforsk Jord og miljø, Ås (referent Arve Lian)
4. Tomb landbruksskole, Råde (referent Geir Fisknes)
5. Fellesanlegg i Vestfold (referent Anne-Kristin Løes)
6. Høgskolen i Telemark, Porsgrunn (referent Ingvar Kvande)
7. Foss gård ved Skien (referent Anne-Kristin Løes)

1. Hva er et biogassanlegg?

Biogass dannes når organisk materiale brytes ned uten tilgang på luft. Ulike grupper av bakterier spalter det organiske materialet til en oksidert form (karbondioksid, CO_2) og en redusert form (metan, CH_4). Forholdet mellom CO_2 og CH_4 i biogassen varierer, men metaninnholdet i biogass ligger gjerne på 60-70 %. Slik biogass kan brennes uten oppgradering, og produsere varme eller kombinert varme og strøm (CHP). Biogass oppgraderes gjerne til ca 98 % metan for bruk som drivstoff for kjøretøy, men kan også brukes med noe dårligere rensing.

Mange biogassanlegg er bygd for å håndtere svart avløpsvann, kloakkslam og/eller matavfall. 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).

Komponenter i et biogassanlegg



Figur 1. Komponenter i et biogassanlegg. Gjødsel og annet organisk materiale tilsettes en reaktor, hvor biogass dannes under anaerobe forhold. I et mellomlager og fra sluttlageret kan evt. mer gass samles opp. Gassen kan brukes til produksjon av strøm og varme, eventuelt også til drivstoff for transport.

Etter gjæring til biogassproduksjon blir husdyrgjødsel mer lettflytende, med mindre lukt. En del av tørrstoffet i gjødsla er nedbrutt, og sammenliknet med ubehandlet gjødsel vil en større del av nitrogenet være mineralisert (til ammonium, NH_4^+) og dermed lettere tilgjengelig for plantene. Et viktig argument 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

Holum Gård var første stopp på studieturen. Her ble vi møtt av gårdbruker Ola Morten Haug. Øyvind Halvorsen og Olav Ingebjørn Moe fra Innovasjon Norge møtte oss her, og var også med oss til UMB og Tomb. Vi tok en kort prat med Haug, før han viste oss anlegget. Mange spørsmål ble stilt, anlegget kommentert og bilder ble tatt. Haug delte velvillig av erfaringene og informasjonen han satt inne med. Leverandøren BioWaz gikk nylig konkurs og anlegget var ikke kommet i drift. Det er mange utfordringer for å få dette anlegget til å fungere.



Venstre bilde: Driftsbygningen på Holum gård, med matavfallssubstrat-tank. I bakgrunnen til høyre ser vi det nye grisefjøset. Høyre bilde: Tre reaktorer med grå toppduk og begynnende gassproduksjon. Reaktor 4 (tanken dekket med grønn plast) var ikke i bruk ved besøket. Et større sluttlager i betong sees til høyre. Bakerst i bildet skimtes en fortank til gjødsel, støpt i betong. Foto S. Tjervåg.

Bakgrunn, delvis hentet fra tidligere rapport (Løes, 2010¹):

Holum gård driver med oppdrett av slaktesvin (2400 gris per år), og har nettopp bygd nytt grisefjøs. Gjennom mange år har de tatt i mot matavfall fra restauranter og storhusholdninger i Oslo, som har blitt hygienisert og gitt til grisene. Fra og med 2008 er det ikke lenger tillatt å bruke matavfallet til fôr. Haug forfulgte dermed ideen om å lage biogass av avfallet samt husdyrgjødsel. Han tar i mot ca 2000 m³ matavfall årlig. Det blir stadig hardere konkurranse om dette avfallet.

Høsten 2008 startet byggingen av et BioWaz-anlegg på Holum. Det ble forutsatt at 15-20 % av energien ville gå med til oppvarming av gjødsla. Biogassen brennes i en gasskjel, varmen overføres så til vann som blir ført tilbake i rør til bunnen av reaktorene. Anlegget er planlagt for en mesofil prosess, temperaturen i reaktorene skal være om lag 35 °C. Produsert energi skal brukes til å varme opp grisefjøset, og til erstatning for fyringsoljen som går med til hygienisering av matavfallet. Matavfallet sorteres manuelt. Det må kvernes opp til 12 mm partikkelstørrelse og hygieniseres før det brukes som biogass-substrat. På Holum varmes det opp til 120 °C (vanndamp), og Haug bruker ca 50 m³ fyringsolje årlig til dette.

¹ Løes, AK 2010. Eksempler på biogassanlegg. Rapport fra studietur til biogassanlegg i Norge, Sverige og Danmark oktober 2009. Bioforsk Rapport Vol 6 No 60, 2010. Bioforsk Økologisk, Tingvoll.

Løes et al. Bioforsk Rapport vol. 6 nr. 92 2011

Komponenter og drift:

Anlegget på Holum består av en teknikk-kontainer, fortank, fire reaktorer og to sluttlager. BioWaz sin forretningsidé var å bruke enkle komponenter og løsninger for å minimere kostnadene. Reaktorene er på 130 eller 170 m³. Elementene ble bygget i Kina og består av fiberforsterket plast med en 5 cm isolasjonskjerne ("sandwich"-element). Den mulige negative miljø-effekten av slike elementer (produksjon, materiale, avhending) har blitt diskutert ved tidligere besøk. Bunnen av reaktoren består av isopor (standard 20 cm), med varmtvannsrør (standard PEX) og et tynt støp av jordfuktet betong oppå. Inni reaktoren, oppå betongen er det lagt en kraftig PVC duk. Levetiden for denne ble av BioWaz oppgitt til 20-30 år. "Lokket" på PVC posen er dobbelt og monteres over reaktoren. Systemet har en vannlås som kan justeres fra 5mbar til 30mbar, avhengig av høyden på vannsøylen. Hvis trykket fra den produserte gassen øker over trykket i vannlåsen slippes gassen ut, uten antenning ("kaldfakling"). Et vindu med "vindusvisker" på innsiden er montert i posen for inspeksjon. 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.

Samme gjødselpumpe (dreiestempelpumpe) brukes til å pumpe gjødsel inn i og ut av alle tanker, med unntak av transporten ut av sluttlager. Pumpa er plassert i teknikk-kontaineren sammen med en PC til overvåking, gassbrenneren, og en buffertank for varmt vann. Det er nedgravd rør mellom tanker og reaktorer til substrat og biorest, og gassrør.

En kondensasjonsfelle skal ta ut H₂O fra biogassen. BioWaz leverte dette systemet sammen med en integrert prosess for fjerning av svovel, som bl.a. innebærer at det skal pumpes inn litt luft over et flytelag i reaktoren. Svoelet må fjernes hvis gassen skal brukes til drivstoff eller brukes til strømproduksjon, men skaper ikke problemer i en gassbrenner til vannvarming. Haug er foreløpig litt usikker på hvordan svovelrensingen egentlig er lagt opp og har ikke startet denne prosessen enda.

Haug ville i dag langt heller ha bygget en stor reaktor enn flere små, og han ville ha støpt dem i betong.

Driftserfaringer:

Det har vært og er store utfordringer med å få dette anlegget til å fungere. Installasjonen har tatt lengre tid en antatt, nye løsninger har kommet til underveis og noen løsninger fungerer ikke optimalt og/eller vil by på store utfordringer. For å kompensere for trykket som grunnen utøver på reaktoren måtte man installere en stålramme inni reaktorene og forsterke med stålplater utvendig. Dette innebar en betydelig ekstrakostnad og mye arbeid.

Under vårt besøk ble gassen "kaldfaklet". Haug hadde sett seg nødt til å bygge inn vannlåsen med innramminger av tre for å stabilisere vannsøylen på samme nivå (vannsøylen var ikke lik for hele reaktoren) og dermed samme trykk.



Øverste bilde til venstre: En solid treinnramming var nødvendig for å stabilisere vannlåsen. Øverste bilde til høyre: Vannslanger (hvite) hvor varmtvann kjøres for å holde vannlåsen isfri om vinteren. Sort slange frakter gass fra lageret i toppduken til gassbrenneren. Nederste bilde til venstre: Nærbilde av inspeksjonsvindu (med slange for å spyle inspeksjonsvinduet rent med vann). Nederste bilde til høyre: Nærbilde av miksepumpe i reaktoren, som er i ferd med å fylles med gjødsel (oktober 2009). Foto AK Løes.

Anlegget var fortsatt ikke kommet i drift da leverandøren gikk konkurs ved juletid i 2010. Overføring av anlegget fra kjøper av konkursboet til Haug var underveis. I tillegg til utlegg på ca 1 million har Haug hadde lagt inn betydelig egeninnsats gjennom lang tid. Han var i ferd med å kjøre i gang reaktorene da vi kom på besøk. Oppvarmingen av den første reaktoren var startet for 6 uker siden (oljefyr). Planen var å sette i gang oppvarming av de to andre med varme fra biogass (gasskjel) produsert i reaktor 1. Reaktor 1 hadde nådd en temperatur på 32 °C da vi kom. Gassproduksjonen var i gang (duken var oppblåst), gassen var ren nok til å brenne, men produksjonen ikke stor nok til å tenne kjelen enda. Oppvarming av de to andre reaktorene var dermed også satt i gang ved hjelp av oljefyr.

Diskusjonen gikk raskt inn mot hva forholdene vinterstid har å si for hvordan anlegget vil fungere. PVC-duken er direkte eksponert for vær og vind. Med kontinuerlig gassproduksjon kan PVC-duken holdes is- og snøfri, og Haug sa at han så det som nødvendig å få til dette. Det var og er en felles skepsis innad i nettverket for om et slikt opplegg vil fungere over lengre tid uten tak over reaktoren for å beskytte PVC-duken.

Vannlåsen går i ytterkant av hele reaktoren og en betydelig vann-overflate er eksponert direkte til luft. Det betydelige varmebehovet (varmetapet) for å holde vannlåsen isfri er et stort minus med dette anlegget.

Haug fortalte om noen problemer med propellmikserne (sidemontert) som hadde blitt utbedret. Strømgeneratoren (importert fra Kina) hadde enda ikke vært i drift ved det tidspunktet vi var på besøk. Teksturen på gjødsla hadde endret seg noe i forbindelse med skifte fra sagflis til torvstrø. Flere var spente på hva dette ville ha å si for pH i reaktoren og bakteriekulturen.

3. UMB og Bioforsk Jord og miljø, Ås

Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) og Bioforsk Jord og miljø har et felles laboratorium for biogass. Foreløpig er det plassert i et gammelt bygg ("Sus scrofa", som betyr villsvin), men nytt anlegg er under bygging på Vollebekk. Nye teknikker med DNA-metoder til å identifisere bakterier åpner muligheter til å skaffe mer presis kunnskap, men krever bedre fasiliteter. Vi fikk en orientering i det gamle laboratoriet ved Roald Aasen, Tormod Briseid, Roald Sørheim og John Morken, deretter et besøk på et anlegg for dampekspløsjon i Meieribygget.

Labforsøk med biogass

Kommersielle biogassanlegg behandler store volum, og det er viktig å kunne etterprøve prosesser og teste ut nye substrat og blandingsforhold i liten skala under kontrollerte betingelser. I en biogasslab foregår testingen som regel i "batchforsøk" i glassflasker på ca 1.5 liter, eller forsøksreaktorer på 10-12 liter som i større grad gjenspeiler forholdene i en fullskala reaktor.

Prøveflaskene inkuberes gjerne i 6-7 uker ved 37°C eller høyere, opp til 45°C. Hensikten er som regel å teste biogasspotensialet i ulike typer substrat og blandinger. Eventuelle temperaturøkninger må skje langsomt, slik at bakteriekulturen får tid til å tilpasse seg. Målet med å øke temperaturen er å få opp konsentrasjonen av metanogene bakterier. Disse konkurrerer mot andre, "uønskede" bakterier i nedbrytningen av det organiske materialet som er substrat. Oppholdstiden i flaskene varierer med ulike substrater og blandinger. Det foretas gasstesting av blant annet metan og CO₂.



Fra venstre: Roald Aasen viser fram en "batch"-flaske. I midten: Flere av forsøksreaktorene er bygget på stedet. Til høyre: Forsøksreaktorer i drift, med ulike substrat. Foto AK Løes, AK Løes og S. Tjervåg.

Vi ble vist en figur av hvordan biogassproduksjonen økte over tid. I en periode på 90 dager økte produksjonen jevnt fram til dag 50, i rein storfegjødsel tilsatt inokulum (startkultur). Fra dag 50 til 90 var produksjonen omtrent konstant. Når det ble blandet inn fiskeensilasje økte produksjonen fram til dag 65, og det samlede gassutbyttet økte. Matavfall hadde enda høyere biogasspotensial enn fiskeensilasje. Biogasspotensial måles som mengde metan produsert per g "volatile solids" i substratet ved hver måling. "Volatile solids" er den mengden organisk materiale som fordamper ved en glødetapsmåling (550 °C). Etter gløding er alt organisk materiale oksidert vekk, mens askeinnholdet er igjen.

I forsøksreaktorene testes prosessene mer grundig. Hver reaktor tar 6 liter + 4 liter oppsamlet gass. Det er foreløpig 14 reaktorer, som er isolert for å holde jevn temperatur.

Her måles blant annet temperatur, pH, CO₂, CH₄ og endring i volum, og man registrer dataene hyppig via tilkoblet PC. Reaktorene tilføres jevnlig nytt substrat, slik det skjer i et realistisk anlegg. Man registrerer tilførte mengder, og måler effekter.

Vi ble også vist en figur som sammenliknet biogassproduksjon i de samme tre substratene basert på målinger i forsøksreaktorer. Her var kurvene mye mer ”springende” enn kurvene som var basert på flasker og med langt færre målinger. Dette gjenspeiler nok i større grad forholdene i praksis, der mange forhold påvirker den biologiske prosessen.

Utenom laboratoriet er det på Ås en større forsøksreaktor på 6 m³, produsert av Cambi.

Gjennom prosjektet ”Biogass som del av landbrukets verdikjede” har Bioforsk vært involvert i mange vekstforsøk med restprodukter, både i felt og i regulert klima. Det er vanskelig å påvise sikre og store effekter, men det er klart at prosessen gjennom en reaktor ikke foringer gjødseleffekten f eks av husdyrgjødsel.

Anlegg for dampekspløsjon

Svein Horn ga oss en omvisning her. Findelt organisk materiale (ca 1 cm) forbehandles med varm damp (inntil 230 °C), med en oppholdstid på 5 - 20 minutter. Deretter justeres trykket på kort tid fra høyt til lavt. Dette medfører at cellene sprenses, og energien blir lettere tilgjengelig for eksempel for metandannende bakterier i et biogassanlegg. Systemet er utviklet av Cambi, som også produserer biogassanlegg. Metoden ble opprinnelig utviklet som et forsøk på å fjerne tungmetaller fra kloakkslam, noe den ikke var særlig godt egnet til. Økt energiutbytte viste seg imidlertid å være et godt ”biprodukt”. Flere av biogassanleggene som er bygd for å håndtere matavfall og kloakkslam i Norge, som GLØR ved Lillehammer og EkoPro i Verdal, har et forbehandlingstrinn med dampekspløsjon, og det planlagte anlegget i Oslo vil også kjøre en slik prosess. Prosessen kan fordoble biogassutbyttet, og gir også en god hygienisering. Det går med noe energi til dampekspløsjonen, men økningen i energiutbytte er mange ganger høyere. Behandlingstemperaturen for kloakkslam er 160-170 °C. Dampekspløsjon er også godt egnet som forbehandling av substrat til bioetanol. Det har skjedd mye på dette området i senere tid, spesielt med å bruke enzymer til nedbrytning av organisk materiale i treflis.



Svein Horn (t.v.) forklarer om dampekspløsjon. Foto S. Tjervåg.

3. Tomb videregående skole

På Tomb videregående skole ble vi tatt godt imot av Knut Huseby, som orienterte oss om skolen og biogassanlegget. Han er underviser i ca 50 % av sin stilling og har for øvrig ansvar for bygningsmassen og biogassanlegget. Tomb videregående skole er en privatskole som eies og drives av Normisjon. De har 220 elever, fordelt på 150 elever på naturbruk og resten på de øvrige to studieretningene bilfag og byggfag. Skolen har 60 ansatte, der om lag 35 er knyttet direkte til undervisning. I fjøset er det 1,5 ansatte, det er en 75 % stilling i grisehuset, og en full stilling i jordbruksarbeid. Skolen tar inn elever fra hele landet, og 130 bor på skolens internat. Jordbruksarealet er på om lag 1100 daa dyrka jord, der halvparten nyttes til grovfôr. Husdyrbruket omfatter både storfe- og svineproduksjon, og det er i alt 35 elevhester på skolen.



Til venstre: Flott skilt på tanken som rommer matavfall. Til høyre: Oversikt over anlegget, med to reaktorer og tank for matavfall. Anlegget er gjerdet inn. Foto: A. Lyche.



Til venstre: Halve reisefølget samlet ved en oppsamlingstank for biorest som pumpes over til sluttlager. Foto A. Lyche. Til høyre: Når gasslageret ikke har faste vegger kan det samle seg vann (og snø og is) i duken når gasstrykket er lavt. På Tomb 24. mai 2011 måtte vann fjernes med hevert. Foto AK Læs.

Internkontroll for Biogassanlegget.

Sjekkpunkt	Daglig	Ukentlig	Månedlig	Ved behov	Årlig	Ansvarlig
1 Notater om drift til loggbok om sjekkpunkter	x					Knut Huseby
2 Vannlås rundt reaktor	x					"
3 Varmeproduksjon	x					"
4 Gassproduksjon	x					"
5 Automatikk og pumping	x					"
6 Gassalarm i konteiner	x					"
7 Låsning av port og dør i gjerde	x					"
8 Nivå i reaktor visuelt		x				"
9 Varedeklarasjon av hvert lass biomasse		x				"
10 Sjekk av drenering/ lekkasje til grunn			x			"
11 Kontroll av blandeforhold biomasse og kumøkk			x			"
12 Uttak av TS, VS og pH prøver før reaktor og i reaktor				x	x	"
13 Uttak av gjødsleprøver i sluttlager				x	x	"
14 Skadedyravtale				x		"
15 Kontroll av gjerde					x	"
16 EI-tilsyn					x	"
17 Brann-tilsyn					x	"
18 Avlesning av energimåler					x	"

Vedlegg angir detaljer i internkontrollen.

Ansvarlig for Biogassanlegget sørger for opplæring av driftspersonell, og at det til enhver tid er driftspersonell som følger opp anlegget minst en gang daglig fysisk. Og at driftspersonell har tilgang til fjernkontroll av anlegget via Pc.

Driftsansvarlig: *Knut Huseby*

Dato: *1/2 2011*

Vedlegg til internkontrollen, denne er å regne som instruks for driftspersonell:

1	Alle endringer og avvik føres i datologgen.
2	Nivåkontroll, ca 10 cm over "leppe" i vannlåsen, etterfylle ved behov. Frostkontroll i vinterhalvåret.
3	Sjekk at brenneren går og at temperatur er ca 80 grader. Trykk på vannsløyfe ca 1,5 bar.
4	Gasstrykket bør ikke være under minus 2 og over 8 i lengre tid.
5	Nivå i reaktorer har max nivå på 100 % og temperatur på 37 grader
6	Nullstille og feilsøke
7	Anlegget skal til enhver tid være avlåst.
8	Automatikk viser 100 % i reaktor når det er ca 50 cm igjen til toppen i reaktoren. Er det over 100 % må det pumpes ut manuelt.
9	Ved mottak av biomasse skal instruks for inn pumping følges, og varedeklarasjon settes i permen.
10	Ta ut vannprøver av inspeksjonskummer for drenering rundt anlegget. Ved mistanke om lekkasje skal prøver sendes inn for analyse.
11	Mål mengde møkk i døgnet, og kontroller mot mengde biomasse i døgnet. <i>ca 10 m³ døgnet møkk (2 x 5000 + 10000)</i>
12	Prøver som tas ut analyseres av UMB, Eurofins eller lignende
13	Tas ut i mars. Sluttlager må røres opp før prøvetaking. Analyseres For N,P,K, TS, Salmonella, E-coli
14	Anlegges sikres mot skadedyr, dette er en del av hele Tomb sin avtale hos skadedyr firma.
15	Sjekk at gjerder er hele og at porter dører lar seg låse.
16	EI-tilsyn gjennomføres i henhold til avtale som Tomb har med ekstern kontrollør.
17	Energi produksjon totalt for anlegget, og energi mengde som er levert noteres og leveres til regnskaps avdeling.

Det er orden i sakene på Tomb. Oppgavelistene for internkontrollen gir et nyttig innblikk i de daglige arbeidsoppgavene knyttet til drifta av anlegget. Foto AK Løes.

Storfe gjødsel og matavfall

I 2010 ble det bygd biogassanlegg levert av Biowaz, i første omgang for å behandle storfe gjødsel, som utgjør en mengde på ca 2500 tonn per år. På sikt er det mulig å ta inn grisegjødsel i tillegg, men det er planer om å flytte grisefjøset. Anlegget består av to reaktorer på 170 m³, som også tar unna en del matavfall som blandes i sammen med gjødsel. Dette gir mer fart i prosessen og gassproduksjonen økes betraktelig. Matavfallet hentes ferdig hygienisert og pumpes inn i en egen tank før det blandes med husdyrgjødsel. Matavfallet holder en temperatur på ca 45 °C ved ankomst, og inneholder om lag 12,5 % tørrstoff. Det likner tomatsuppe, og lukter ikke ubehagelig. Det er nødvendig å røre om i matavfallstanken, ellers legger det seg et fettlag øverst og det blir også bunnfall. Skolen betaler kr 65 per tonn for matavfallet, ferdig tilkjørt. Det vil ikke lønne seg å bruke matavfall hvis prisen skal bli høyere enn dette. Matavfallet har en ganske stabil sammensetning fordi bonden som produserer det blander flere typer avfall i en stor samletank.

Energiproduksjon

Anlegget var beregnet til å ha en kapasitet på opp mot 1 mill kWh per år, men det har vært vanskelig å få stabil drift i anlegget og det har vært mange "barnesykdommer". I perioder har man klart å produsere gass nok til en beregnet energiproduksjon på opp mot 700 000 kWh årlig. Erfaringer fra første driftsår har vist en produksjon på opp mot 80 kW/t, med et snitt på ca 50. For å kunne følge prosessen bedre burde det vært montert flere energimålere i anlegget. Etter en del utprøving ligger nå blandingsforholdet på innpumping av gjødsel i reaktor på 8 ganger per døgn, mens matavfall pumpes inn 3 ganger per døgn. I mengde utgjorde matavfallet i vinter om lag 25 % av total substratmengde pr døgn; ca 10m³ gjødsel og 1-2 m³ matavfall.

Bruk av energien

Gassen som produseres brennes av og brukes til oppvarming av varmtvann som fraktes i kulvert til oppvarming av internatet på skolen og undervisningsbygget. Vanntemperaturen ligger på 90-95 °C. Hastigheten på vatnet i vannkulverten (hvor fort det kjøles av) virker inn på gassbehovet. Dersom gassproduksjonen er for liten trengs i tillegg annen energikilde, eks. el-brenner. Når gasstrykket blir for lavt så ballongen synker sammen, må de bremse hastigheten på vannkulverten og evt. bruke tileggsenergi. Gassbrenneren står i container ved anlegget slik at varmtvannet må fraktes til varmeveksler ved internatet. Det ville blitt betydelig mindre varmetap ved å frakte gassen til internatet og hatt brenneren stående der, men av sikkerhetshensyn ble ikke dette gjort. Det var også lettere å legge ned egeninnsats i graving av fjernvarmerør enn gassrør, der det kreves spesielle sertifikat slik at tjenesten blir dyr.

Om sommeren kjøres anlegget kun på husdyrgjødsel. Matavfallet blandes i om vinteren når varmebehovet er størst, og de mottar da 1-2 lastebillass per uke. Gjennomsnittlig oppholdstid for substratet i reaktoren er 24 døgn, og temperaturen ligger på om lag 25 °C. 20 % av energien som produseres går med til å holde prosessen i anlegget i gang. Varmerørene som overfører varme for å holde biogassprosessen i gang ligger i botn av reaktoren. Dersom det blir mye bunnfall i reaktoren kan dette isolere slik at oppvarminga hemmes.

Utfordringer

Røreverket i reaktorene har fungert godt, men det har vært en del problemer med røreverket i fortanken, der gjødsel og matavfall blandes før det pumpes inn i reaktorene. Det stoppet flere ganger, men ble bedre da et deksel ble fjernet. Ellers er det av og til problem med ventiler som henger seg opp. I en reaktor var inn- og utpumpingen nylig kommet i ubalanse, og den var derfor midlertidig ute av drift. Det er ikke tak over reaktorene, noe som gir snø- og frostproblemer om vinteren og over tid vil slite hardt på

plastduken. Det blir hull i den, som må lappes. At duken skal tettes med vannlås krever energi til å holde vannet flytende form i kalde perioder. Det er mulig å tilsette salt, eller frostvæske, men det krever uansett alt for mye arbeid. Det har vært en del tekniske problem med kondensfellene som feller ut vann fra biogassen (montert på rør i bakken). Det er ønske om å bygge hus over reaktorene og blandetanken. Montering av varmeveksler som kan ta ut varmen fra bioresten før den pumpes til sluttlager ville gitt bedre energiøkonomisering i anlegget samt unngå så stor gassproduksjon i sluttlageret.

Det er mulig å fjernstyre anlegget over nettet, og det kommer alarm til mobiltelefon hvis det skjer noe med vitale deler av anlegget. Men det hadde vært ønskelig med mer utstyr til å overvåke prosessene i anlegget og kartlegge produksjonen.

Kostnader og arbeidsforbruk

Anlegget har kostet ca 3 mill kr. inkl. 500 m med varmerør til internatet. Innovasjon Norge har gitt 40 % støtte til anlegget. Egeninnsatsen har vært betydelig for å få summen såpass lav. Ekstra arbeid kom til spesielt for å kople sammen den nye varmforsyningen med eksisterende anlegg.

Når alt fungerer er det ca en halv times arbeid morgen og kveld å passe anlegget. Men det var mye arbeid denne første vinteren med å passe vannlåser, stelle toppduken (fjerne snø etc.) og styre vannkulverten, som burde hatt en automatisk styring. Bare det å bli kjent med et slikt anlegg krever mye tid.

Gjødsling

Ved gjødsling har de brukt samme mengde ved bruk av biorest som gjødsel som ved bruk av vanlig bløtgjødsel. Det er behov for å finne sikrere tall for næringsinnholdet i ulike typer biorest. Tørrstoffinnholdet i bioresten ligger på ca 5,5 %. Til sammenlikning har gjødsla ca 8 % TS, og matavfallet 12,5 %. De har erfart at bioresten er tilnærmet luktfri ved spredning.

4. Fellesanlegg i Vestfold

Ivar Sørby fra Vestfold Bondelag tok i mot oss på Gjennestad i Stokke. Han holdt et engasjerende innlegg for oss om et godt planlagt, og svært omfattende prosjekt. 12 av totalt 14 kommuner i Vestfold samarbeider om avfallssystem, og innbyggerne er gode på sortering. Innsamlet organisk husholdningsavfall går i dag til Elverum (Villa Vekst) for kompostering. Det er enighet om å bruke offentlig-privat samarbeid til å bygge en biogassfabrikk i Vestfold til å ta seg av kloakkslam, matavfall og en del av husdyrgjødsel. Sju kommuner i Grenland, og Drammen (25000 tonn per år) vurderer også å slutte seg til. Målet er å produsere biogass som kan dekke en god del av energibehovet til bussene i Vestfold og Telemark. Det går med 4 mill. liter diesel per år, og man planlegger ut fra at biogass kan erstatte ca 50 % av dette. Ivar Sørby er ansatt i Vestfold Bondelag for å arbeide med dette prosjektet og sørge for at det tilpasses best mulig til landbrukets interesser. Bønder er viktige i dette prosjektet både som leverandører av husdyrgjødsel og som mottakere av bioresten.

Lokalisering: Sentralt, med spredeareal

Anlegget vil bli plassert i Sem mellom Re og Stokke, i et industriområde. Her er det nærhet til 50 000 daa med mulig spredeareal. Det er allerede et hygieniseringsanlegg for matavfall her (Kategori II, dvs. håndterer alt unntatt risikoavfall som hjerne og ryggmarg fra slakt). En gang per uke går en tankbåt fra anlegget til Lemvig biogassanlegg i Danmark. Det leveres også en god del til biogassanlegget i Fredrikstad.

Vestfold er i et område som vil omfattes når vanddirektivet (EU) skal implementeres. Dette gjør det ønskelig at biogassanlegget kan avvanne deler av bioresten, slik at bønder med høye fosforverdier i jorda (P-AL) kan bruke biorest med høyere N/P forhold (mesteparten av P følger den faste delen).

Økonomiske forutsetninger

Hvis bøndene i Vestfold skal være interessert i å bidra til å realisere prosjektet, må det betales en leie for gjødsellager for biorest som er høy nok til å forsvare bygging av nye lagre. Lagrene tenkes bygd som laguner kledd med duk. For eksisterende lager bør leia kunne dekke bygging av tak, både med tanke på miljøprofilen og for å holde nedbør ute. Lagunene kan dekkes med duk som flyter oppå bioresten. Bondelaget forutsetter at biogassanlegget må betale kostnadene med transport og lagring.

Bondelaget arbeider med kontrakter for både levering av husdyrgjødsel og mottak av biorest. Fordelingen av bioresten til egnet spredeareal inngår i disse kontraktene.

Prosjektet har fått finansiering fra SLF over Program for klimatiltak i landbruket. En omtale av prosjektet hentet fra nettsidene til FMLA i Vestfold er vist på neste side. Du kan også lese mer om prosjektet ved å følge denne lenken:

<https://www.slf.dep.no/no/miljo-og-okologisk/klima/klimaprojekter/biogass/Industriell+biogassproduksjon+i+Vestfold.13220.cms>

Forprosjekt industriell biogassproduksjon i Vestfold - Klimagassreduksjon ved å inkludere landbruket

Det er tatt et initiativ fra 12-kommunesamarbeidet i Vestfold (12K) som ønsker å ha med landbruket som en ressurs i et stort industrielt biogassanlegg ved å bidra med råvarer til anlegget og ta imot og bruke bioresten som en innsatsfaktor i planteproduksjon. Landbrukets bidrag øker biogassanleggets klimaeffekt betydelig. Landbruket er utfordret til å delta og bør utrede hva det vil innebære. Landbrukets forprosjekt blir et delprosjekt i det store forprosjektet.

Biogassanlegget er estimert til å produsere mellom 10 og 12 millioner Nm³ biogass. Det er mest interessant å produsere drivstoff som vil tilsvare 7,9 millioner liter diesel. Potensialet i klimagassreduksjon er beregnet til 24200 tonn CO₂; forutsatt at landbruket deltar. Råstoffgrunnlaget for anlegget er husholdningsavfall og annet organisk avfall, men det er interesse for å få med husdyrgjødsel og annet organisk materiale fra landbruket. Investeringskostnaden for anlegget er anslått til 250-350 millioner kroner.



Industriell biogassproduksjon i Vestfold - foto fra studietur til Lemvig i Danmark i 2008.
Foto: Vestfold Energiforum

Forprosjektet utreder hva det vil innebære å inkludere landbruket. Forprosjektet skal forberede landbruket på deltakelse gjennom å informere bøndene, finne konkrete løsninger på gårdsnivå og lage intensjonsavtaler med bøndene.

Planlagte utredninger er:

1. Råstofftilgang fra landbruket
2. Bruk av bioresten i landbruket
3. Økonomi
4. Utslippsreduksjon av klimagasser - landbrukets bidrag

Vestfold Bondelag er prosjekteier.

5. Høgskolen i Telemark, Porsgrunn

Ved Høgskolen i Telemark ble vi tatt godt imot av Professor Rune Bakke og John Hovland fra Tel-Tek. Bakke holdt en interessant forelesning for oss, der han bl.a. vektla betydningen av hydrolysen som foregår før selve metandannelsen. Det er mulig å tenke seg at disse prosessene skjer på ulike steder. Bakke refererte også til erfaringene fra biogassanlegget ved Åna krets fengsel i Rogaland, der en reaktor holder 37 °C med en oppholdstid på 3 uker. Der skjer 65 % av gassproduksjonen. Den andre holder 18-20 °C med en oppholdstid på 3 måneder, og der skjer 35 % av gassproduksjonen.

Ved HiT har de utviklet en prosess for biogass-produksjon basert på separasjon, og at den flytende delen av gjødsla (som inneholder det lettest tilgjengelige karbonet) tilføres i reaktoren, som kalles en UASB reaktor (upflow anaerobic sludge blanket digestion). Dette er nå et sentralt FoU-tema ved HiT med støtte fra SLF, IN, HiT og UMB. Samarbeid er opprettet med NTNU (May-Britt Hägg, Kjetil Østgård) UMB og UiS i tillegg til med partnere i Sverige, Danmark, Sri Lanka, Nepal og India.

Konseptet gjør at reaktoren kan gjøres betraktelig mindre enn i tradisjonelle anlegg, ca. 10 m³. Enklere transport, montering og lavere reaktorkostnad vil redusere investeringskostnadene betraktelig sammenlignet med tradisjonelle biogass-anlegg og gjøre konseptet til et mulig alternativ for enhver gårdbruker. En pris << 500 000 NOK ble forespeilet. Et slikt anlegg vil kunne produsere i størrelsesorden 200 000 kWh pr år, som er konsesjonsgrensa for små kraftverk. Til dette trengs ca 1500-2000 m³ med husdyrgjødsel, om dette skal være eneste substrat. For at teknologien skal være så tilgjengelig som mulig så er den ikke patentert, men resultater av betydning publiseres for å beskytte oppfinnelsen. En bevisst strategi er at teknologien utvikles i samarbeid med lokale bedrifter og aktører. ØPD gruppen i Bamble (<http://www.opd.no/oepd-group>) er aktuell som produsent.

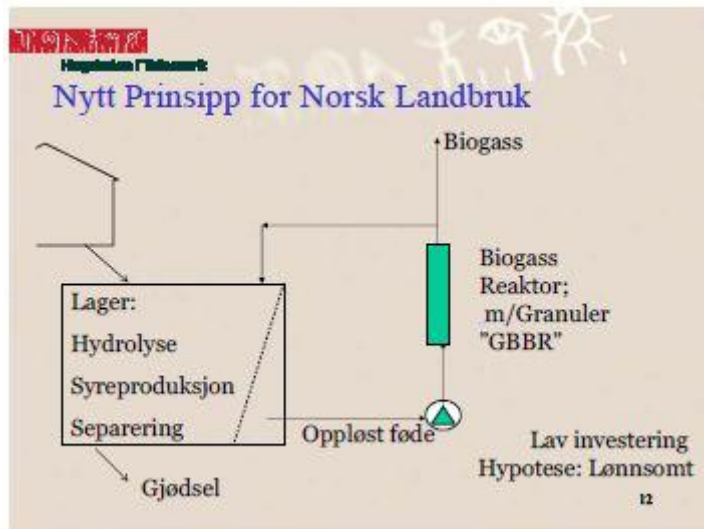
Ved utvikling av konseptet er tanken at det skal være så enkelt som mulig. R. Bakke innledet derfor med å vise hvordan man i Asia (Kina spesielt) har utviklet en manual og kompetanse som muliggjør at enhver familie kan utnytte gjødsel fra husdyr. For eksempel kan et lite anlegg med gjødsel fra 6 griser og familien være nok til å holde familien med gass til en brenner for å tilberede mat 2 ganger daglig. Det finnes > 30 millioner slike "mikro-anlegg" i Asia. R. Bakke viste også eksempler fra prosjekt-samarbeid med Sri Lanka hvor biogass direkte fra en kantine ble anvendt som drivstoff for mopeder (tuk-tuk), uten rensing eller annen form for oppgradering. Dette er fullt mulig, men effektiviteten blir selvsagt bedre når man fjerner vann og CO₂.

Bakke var tydelig på at vi i hovedsak burde se på biogass-anlegg som en metode for å bli kvitt et avfallsproblem, og i mindre grad en metode for produksjon av fornybar energi. Forbedret gjødselkvalitet kan være innfallsporten til gårdbrukeren.

Nærmere forklaring av konseptet:

Første nedbrytning (hydrolyse) skjer i fortanken og gjødsla separeres. Grisegjødsel som står i en slik fortank, som gjerne kan være bondes gjødsellager, vil naturlig skille seg i et flytelag på toppen, en væskefase i midten og et bunnsediment. Dette muliggjør enkel tilgang til væskefasen som kan kjøres inn på biogass-reaktoren. Etter at væsken har vært gjennom reaktoren kan den pumpes den tilbake i gjødsellageret, og bidra til at det hydrolyseres ut mer letttilgjengelig C fra sediment og flytelag til væskefasen. HiT har nylig fått midler til å prøve ut en reaktor i praksis hos en grisebonde i nærheten av Porsgrunn.

Kugjødning skiller seg ikke like lett, og dette har inntil nylig utgjort en stor utfordring for anvendelse av denne teknologien. Samarbeid med gårdbrukeren Knut Vasdal har imidlertid gitt gode driftserfaringer også for slik gjødning. Da HiT ga opp å separere kugjødsla så var det Vasdal som kom opp med en løsning. Mer om dette i referatet fra besøket hos Vasdal. Den flytende delen av gjødsla sirkuleres gjennom reaktoren, som er fylt av granuler (se figur). Væsken tilføres i bunnen av reaktoren, og presses opp gjennom laget av granuler. På toppen renner rensset væske ut til avløp, eller en ny runde gjennom fortanken.



Prinsippkisse for Biogass-konsept utviklet ved HiT (Fra PPT, "Ny prosess for lønnsom biogassproduksjon i landbruket" av Rune Bakke, Høgskolen i Telemark)

Reaktoren og fødesystemet er designet slik at ved å styre fødehastigheten så vil bakteriene etterhvert danne sine egne granuler (som er naturlige, selvregulerende biologiske katalysatorer). Granulene likner kaffegrut, og kaffegrut kan faktisk være et bra startmateriale for bakteriene å vokse på. Granulene vil vokse og dele seg, og størrelsen varierer fra 0,1 til 7 mm i diameter. Små granuler har større spesifikk overflate og er mer effektive. Den svarte fargen får de pga jernutfelling. Størrelsen på granulene og hvordan de blander seg kan reguleres gjennom væskestrømmen. Det vil bli en balanse i reaktoren der noen granulere vokser, mens andre dør og løses opp. Konseptet ble opprinnelig utviklet sent på 70-tallet av Dr. Gatzke Lettinga og hans kolleger ved Wageningen Universitet for bruk ved behandling av avløpsvann, og er i praktisk bruk for eksempel ved Saugbrugs i Halden. Denne papirfabrikken rensset ut organisk materiale av sitt avløpsvann og produserer biogass.

En stor fordel med denne typen reaktor er at bakteriene i stor grad vil sitte fast på granulene, og ikke bli med bioresten ut av reaktoren. Konvensjonelle reaktorer er store for å påse lang nok oppholdstid og nok CH_4 -produserende bakterier, da en god del av bakteriene følger med bioresten ut. Med konseptet utviklet ved HiT kan oppholdstiden reduseres betydelig for substratet, og reaktorstørrelsen og investeringskostnadene kan dermed reduseres. Konseptet ble oppgitt å være > 50 ganger så effektivt som et konvensjonelt anlegg. Foruten fordelene med å holde på kulturen, så gir konseptet bedre kontroll med tilførsel av næring og produksjonen kan i større grad styres etter behov. At prosessen går og kulturen opprettholdes påses gjennom å måle konsentrasjonen av hydrogengass (H_2). Dette kan gjøres optisk, og er mye enklere enn å måle pH. En høyere H_2 -konsentrasjon er indikasjon på lavere pH (høyere syreinnhold). For å unngå forsuring og at de metanogene bakteriene dør så blir dermed inn-pumpingen redusert. Avanserte simulering- og styringsverktøy har blitt utviklet parallelt med reaktor-konseptet. pH i reaktoren skal ligge mellom 6,5 og 8.

Ytterligere en fordel med denne reaktoren er at bakteriene trenger høy temperatur mens granulene bygges (37 °C). Deretter kan reaktoren godt kjøles ned, f.eks. til 20 °C, uten at gassproduksjonen avtar.

Som en følge av reaktorkonseptet med forholdsvis høy væskegjennomstrømning så vil mer CO₂ bli vasket ut (CO₂ er vannløselig!) og metaninnholdet vil bli høyere enn i en konvensjonell biogass-reaktor, gjerne over 70 %. Muligheten for å forbedre konseptet slik at biogassen kan brukes til drivstoff uten ytterligere rensing foreligger. At en motor kan fungere like godt eller bedre med større innhold av CO₂ i biogassen bare svovelholdig gass er fjernet, ble også kommentert. Behovet for raskere etterfylling av drivstoff er naturligvis en ulempe.

En fordel med granul-konseptet er at anleggene blir mindre sårbare for ammoniakk (NH₃) enn konvensjonelle anlegg. Det forskes (ved SLU, HiT og NTNU) på hvorfor og i hvilken grad granuler er så robuste mot NH₃. SLU har vist at ammoniakktolerante organismer vokser langsomt, slik at de er avhengige av høy slamalder i prosessen.

Etter gjennomgang av teknologien ble vi vist rundt på laboratoriene. Bruk av enkle løsninger og bruk og oppgradering av gammelt utstyr var en gjennomgangsmelodi. De hadde utviklet en særlig elegant og enkel måte for testing av biogass-potensialet til ulike råstoff: Engangssprøyter med tydelige mål og stempel. En viss mengde råstoff, f.eks. husdyrgjødsel blir tatt inn i en slik sprøyte og en gummipropp blir satt på for å lukke systemet. De metanogene bakteriene vil ved gassproduksjon presse stempelet ut og mengden gass kan avleses. Ny tilførsel av råstoff kontrolleres ved først å ta ut den samme mengden (i ml) som senere tilføres. Utvikling av dette forsøksoppsettet har gitt god repeterbarhet og etterprøvbare resultater. Det er det første studentene lærer når de begynner på laben.

Bakke viste oss også et pilotanlegg med en UASB-reaktor på 200 dm³. Råstoffet her er rester fra eplemost, noe som er en utfordring siden det har en pH verdi på ca 4 og lav bufferkapasitet. Likevel ble det en liten, men stabil biogassproduksjon av dette materialet. Flere løsninger var "hjemmelagde" og til dels var arvet utstyr fra aktiviteten på Herøya brukt. I samlokasjon med piloten var et imponerende økosystem bestående av planter og et system for vannrensing.



Øverst til venstre: Professor Rune Bakke viser fram sprøyter med ulike substrat for enkel måling av biogasspotensial. Øverst til høyre: Nærbilde av en slik sprøyte. Nederst til venstre: Bakke ved tanken som brukes til gjæring av eplerester. Nederst til høyre: UASB-reaktoren. Foto A.K. Løes.



*Øverst: Knut Vasdal viser fram de to fraksjonene som trommelseparatoren produserer.
Nederst: God skumming i nitrifiserings-reaktoren. Foto: AK Løes.*

6. Foss gård ved Skien, Knut Vasdal

Siste stopp på programmet var Foss gård ved Skien, der Knut Vasdal driver økologisk melkeproduksjon med 60 kyr og en gjødselmengde på 2200 m³ per år. Knut er engasjert i en samdrift, med til sammen 1200 daa dyrka jord og beiter. Alle dyr som inngår i samdriften er på Foss gård om vinteren.

Husdyrgjødsel må være et kvalitetsprodukt!

Knut sin innfallsvinkel til biogass er ikke primært å produsere energi, men å øke kvaliteten på husdyrgjødsel. Han har aldri vært fornøyd med tradisjonell bløtgjødsel, og spekulert mye på hvordan man kunne komme over til en effektiv form for skilling av fast og flytende gjødsel. Biogass-satsingen ved HiT var derfor noe han ble svært interessert i, og han samarbeider nå nært med flere stipendiater ved HiT i tillegg til Rune Bakke. Knut stiller gjødsel, plass og tid til rådighet, og arbeider som forsøksmekniker for HiT i prosjekt som foregår på gården. Et stort problem med kugjødsel som substrat for UASB-reaktorer er at den ikke skiller seg i flytelag og væskefase slik som svinegjødsel. Hvordan kan man separere den effektivt? Dette grublet Knut på i flere år.

Et teknisk gjennombrudd: Trommelseparator

Knut hadde konstruert en effektiv trommelseparator, ikke større enn en rull toalettpapir, som minnet om et luftfilter. Stille og rolig, drevet av en gammel vakuumpumpe fra et melkeanlegg, separerte denne lille trommelen bløtgjødsel til en tyntflytende, vannaktig væske (ca 2/3 av volumet) og en fiberrik, fast del som egner seg ypperlig til kompost (ca 1/3 av volumet). Vakuumpumpa sugde gjødsel fra et gammelt melkespann (spannmelkingsanlegg) gjennom trommelen, og den faste delen kom ut til overflaten og falt ned i en haug mens den flytende delen rant ned i ei bøtte gjennom en slange. Uten driftsforstyrrelsen og ved kontinuerlig drift kan den lille trommelen separere all gjødsel på gården, men Knut må først finne en god løsning for lagring av de to fraksjonene. Han ønsker også å avvente utprøvingen av UASB-reaktoren hos grisebonden i Porsgrunn som HiT nå skal sette i gang. Knut driver et kontinuerlig utviklingsarbeid på denne separasjonsteknologien, med støtte fra IN. Han håper å kunne starte byggingen av et fullskala separasjonsanlegg om ca 1 år. Foreløpig brukes trommelrenseren til demonstrasjonsformål, og til å lage væskefase (føde) til en UASB-reaktor av samme type som vi så hos Rune Bakke. Knut Vasdal ønsker også å nitrifisere den flytende gjødsel, slik at den kan spres på tørr jord og i varmt vær, slik det ofte er ved gjødsling av grasmark på Østlandet om sommeren.

Ved utbygging av biogassanlegg på Foss er det aktuelt å legge fjernvarme til et boligfelt med 12-15 boliger, som Knut er i ferd med å regulere areal til.

Vi oppholdt oss lenge i et rom i driftsbygningen der Knut hadde installert trommelseparatoren, en UASB-reaktor og nitrifiseringsreaktoren. Det boblet godt i nitrifiseringsreaktoren. Ved nitrifisering er det avgjørende å holde pH stabil mellom 6 og 6,5.

Nitrifisert flytende gjødsel kan være aktuelt som et salgsprodukt til veksthus, og kompost kan også være et aktuelt salgsprodukt i tillegg til at god kompost er fin gjødsel til varig grasmark.

