

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
Fakultet for realfag og teknologi  
Seksjon for vann og miljø

2018

ISSN: 1503-9196

REALTEK rapport 61

# Følgeforskning Jæren Biogass AS -beskrivelse av konsept, anlegg og vurdering

Forfattere:

John Morken, NMBU  
Odd Jarle Skjelhaugen, NMBU





Morken, J. og Skjelhaugen, O.J. 2018. **Følgforskning Jæren Biogass AS**  
**-beskrivelse av konsept, anlegg og vurdering** - REALTEK Rapport 61, 20 s.

Ås/Oslo, desember 2018

ISSN: 1503-9196

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Innovasjon Norge

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Guri Hotvedt

FORSIDEBILDE

Foto: Odd Jarle Skjelhaugen

NØKKELOD

Biogass, UASB, ABR

KEY WORDS

Biogas, UASB, ABR

John Morken ([johnmo@nmbu.no](mailto:johnmo@nmbu.no)), Odd Jarle Skjelhaugen  
Fakultet for realfag og teknologi, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Postboks  
5003, NO-1432 Ås



## Forord

Følgforskningen er et samarbeid mellom NIBIO, SINTEF Tel-Tek, Østfoldforskning, NORSØK og NMBU (Fakultet for realfag og teknologi). Dette er det femte delprosjektet i følgeforskningsprogrammet som er finansiert av Innovasjon Norge. Vi ønsket i utgangspunktet å gjøre målinger og beregninger for masse- og energibalanser samt økonomiberegninger og klimanytteberegninger. På grunn av driftsproblemer har ikke dette vært mulig, og rapporten er derfor en beskrivelse av det forretningsmessige konseptet og beskrivelse av anlegget. Rapporten er utarbeidet i samarbeid mellom NMBU fakultetene MINA og REALTEK. REALTEK har hatt prosjektledelsen av prosjektet.

Ås 01.12.18

John Morken

## Sammendrag

Målsetningen med følgeforskningen var at man skulle dokumentere masse- og energibalanser, samt økonomi og klimanytte. Dette målet ble ikke nådd fordi det har vært driftsproblemer med anlegget.

Biogassanlegget forutsetter at gjødsla er separert slik at man får en fast- og en flytende gjødselfraksjon. Anlegget har derfor to separate håndteringslinjer - en håndteringslinje for håndtering av gjødsel med lavt tørrstoff, og en håndteringslinje for fast fraseparert gjødsel. I begge linjene tar man ut biogass. Den faste gjødsla blir først behandlet i tette containere i ca. en måned for deretter å kompostere i ca. 6 måneder. Dette kompostproduktet er en salgsvare både til økologisk landbruk, gartner- og drivhusnæring, samt til villaeiere. Linjen for fast gjødsel åpner for import av faste gjødselfraksjoner fra omliggende gårdsbruk, og anlegget kan derfor spille en rolle i å eksportere overskudd av fosfor fra disse brukene.

Linjen for den flytende gjødsla består av en granulbasert reaktor av typen ABR (Anaerobic baffle reactor). Etter behandlingen går gjødsla til et lager. Denne gjødselfraksjonen er lettflytende. Det meste av fosfor følger den faste gjødsla, mens det meste av nitrogenet følger den flytende gjødsla.

I rapporten trekkes følgende konklusjoner:

- Godt forretningskonsept
- God teknologisk egenkompetanse for bygging og drift
- Godt faglig nettverk i regionen
- Klimanytte: stort potensiale
- Energinytte: middels potensiale
- Økonomisk nytte: stort potensiale, men usikker teknologikostnad
- Teknologi: uprøvd på gårdens substrat (separert grisegjødsel)
- Videre: anleggets tørrlinje fungerer ikke, må bygge om

## **Abstract**

The goal of follow-up research was to document mass and energy balances, as well as economy and climate change. This goal was not reached because there were operational problems with the facility.

The biogas plant assumes that fertilizer is separated to give a solid and a liquid fertilizer fraction. The plant, therefore, has two separate handling lines - a handling line for handling low-fat fertilizer and a handling line for solid-separated fertilizer. In both lines, you take out biogas. The solid fertilizer is first treated in dense containers for approx. one month before composting for approx. 6 months. This compost product is a sales product for both organic farming, horticulture, and greenhouse nutrition, as well as homeowners. The solid fertilizer line allows for imports of solid fertilizer fragrance from surrounding farms, and the plant can, therefore, play a role in exporting excess phosphorus from these uses.

The liquid manure line consists of a granular-based reactor of the type ABR (Anaerobic baffle reactor). After processing, fertilizers go to a warehouse. This fertilizer fraction is easily flowing. Most phosphorus follows the solid fertilizer, while most of the nitrogen follows the liquid fertilizer salad.

The report draws the following conclusions:

- Good business concept
- Good technological competence for construction and operation
- Good professional network in the region
- Climate change: great potential
- Energy intake: medium potential
- Economic benefit: high potential but uncertain technology costs
- Technology: tested on the substrate of the farm (separated pig slurry)
- Further: the plant's dry line does not work, needs to be rebuilt

## Innhold

1. Innledning .....	5
2. Forretningsmodell.....	6
2.1. Gården .....	6
2.2. Eierskap og risiko .....	7
2.3. Regionen .....	8
3. Beskrivelse av anlegget.....	8
3.1. Separator.....	10
3.2. Håndteringslinje fast materiale.....	10
3.2.1. Hydrolysekontainere.....	11
3.2.2. Blandetank .....	11
3.2.3. USAB-reaktor.....	11
3.2.4. Styringsenheter og instrumenter.....	12
3.3. Håndteringslinje flytende materiale .....	12
3.3.1. ABR reactor .....	13
3.4. Gasslager .....	13
3.5. Lagring og håndtering av flytende og faste biorestfraksjoner .....	14
3.6. Fakkell .....	15
4. Økonominytte .....	15
5. Energi og klimanytte .....	17
6. Driftsutfordringer.....	18
7. Konklusjon.....	20



## 1. Innledning

Jæren biogass AS ble oppstartet av bonde Olav Røyland, og anlegget er bygget på gårdsbruket hans.

Konseptløsningen, som anlegget er designet etter, skiller seg ut fra tradisjonelle tenkemåter når det gjelder å utnytte husdyrgjødselen som ressurs for biogassproduksjon.

Jæren Biogass har forsøkt å kombinere småskalaproduksjon av biogass med industriell oppgradering av biogassen til drivstoffkvalitet gjennom å bruke rågassrørledningen til Klepp Energi, som går like ved gården, men dette forutsetter at denne ledningen knyttes til IVARs oppgraderingsanlegg. I tillegg ønsket Jæren Biogass også at konseptløsningen skulle ha gunstige virkninger for klimagassutslipp. Klimagassutslipp fra ikke kvotepliktig sektor vil innebære reduksjon av utslipp både i transportsektoren og landbrukssektoren.

For å understøtte satsingen på lokal småskala biogassproduksjon i landbruket, er det i Rogaland etablert et samarbeid på biogassområdet mellom de store aktørene på området, IVAR (Interkommunalt Vann Avløp og Renovasjonsverk - biogassproduksjon og oppgradering), Felleskjøpet Rogaland og Agder - driver i dag gjødsel fabrikk basert på hønsegjødsel, Lyse Neo AS (gassnett for fossil gass og gassfyllestasjoner, fornybart metan fra IVAR varmebehov i fjernvarmeanlegg) og Klepp Energi (rågassnett for fjernvarme) sammen med landbruksorganisasjonene.

I tradisjonelle biogassanlegg er det vanligvis høye investeringer i selve biogassanlegget, investeringer til lokalt gasslager og gasskjel/dieselmotor + elgenerator. Driftskostnadene for slike anlegg blir høye både pga vedlikehold av roterende utstyr (omrøringsutstyr, pumper og motorer/generator) og på grunn av energi som medgår til oppvarming, omrøring og pumping av mye vann. I sin begrunnelse for valg av konsept, la Jæren biogass vekt på at det i Norge er svært vanskelig å finne økonomisk grunnlag for å bygge og drive biogassanlegg i tradisjonell utførelse med omrøringsreaktorer basert på husdyrgjødsel som substrat uavhengig av om biogassproduksjonen skjer i storskalaanlegg eller småskalaanlegg med dagens støtteordninger og forventete energipriser på varme og elektrisitet.

Siktemålet med å realisere biogassanlegget var å få etablert et referanseanlegg for fullskalautprøving av ulike driftskonsepter og med forskjellige husdyrgjødseltyper med og uten innblanding av lokale tilleggs-substrater som kan gi erfaringsgrunnlag for en ny måte å integrere småskalabiogassproduksjon på gårdene i en industriell verdikjede. Utnyttelse av biorest som gjødsel i kombinasjon med muligheten for å styre og påvirke konsentrasjonen av fosfor/nitrogen i samsvar med jordbruksarealenes behov er også en viktig, kanskje den viktigste driver for å etablere småskala biogassproduksjon på Jæren.

For å få til lønnsom biogassproduksjon fra husdyrgjødsel, ønsket Jæren Biogass derfor at følgende forutsetninger skulle oppfylles:

- Det måtte lages rimeligere og mer effektive biogassreaktorer som reduserte investeringskostnadene vesentlig og som krevde lite tilsyn lite energi til oppvarming, pumping og omrøring. Dersom enkelt oppbyggede biogassreaktorer kunne kombineres med allerede bestående installasjoner og anlegg på gården, ville kostnadene kunne reduseres vesentlig.
- Transportkostnadene måtte også elimineres eller reduseres vesentlig, gjødsel og biorest måtte primært håndteres lokalt på gården. Dersom husdyrgjødselssubstrat skulle transporteres til sentrale biogassanlegg, måtte dette anrikes gjennom separering slik at det bare er den tørre energirike delen som ble transportert til sentrale biogassanlegg.
- Biogassen måtte oppgraderes til et høyverdig produkt (biometan) –noe som kunne teknisk/økonomisk være mulig få til på større anlegg/ integrerte systemer
- Biogassen måtte selges i det best betalende markedet dvs primært som
- Anlegget måtte være enkelt å drifte (automatisert med fjernovervåking) slik at bonden kunne konsentrere seg om gårdens kjernevirksomhet.

Basisen for biogassproduksjonen er svinegjødsel fra egen gård. Produksjonen er ca. 1400 slakegriser og i tillegg pucker og smågris.

## 2. Forretningsmodell

### 2.1. Gården

På gården Voll i Klepp kommune på Jæren produserer Olav Røysland med familie smågris, slaktegris og poteter samt noe gras og korn. I tillegg leier familien et stort veksthus der de produserer blomster. Gårdens areal er omtrent 200 dekar, og husdyrproduksjonen er på 1400 slaktegris. Slagordet til gårdens eiere og ansatte er 'Ressursbruk for fremtiden'. De er svært motiverte til å ta i bruk innovative løsninger som kan skape merverdi på og i tilknytning til gården.

Voll gård, gjennom selskapet Jæren Biogass AS, søkte og fikk innvilget ett av fem biogassanlegg under ordningen 'pilotanlegg for biogass' administrert av Innovasjon Norge i 2015.

Den viktigste grunnen til å bygge biogassanlegg på gården er å skape nye inntekter fra husdyrgjødsel, redusere kostnader til oppvarming og innkjøp av mineralgjødsel, og redusere gårdens direkte og indirekte klimagassutslipp. Forutsetningen er å ikke leie inn ekstra tjenester, men nytte gårdens egne ansatte til å drifte anlegget. Det blir ikke aktuelt å levere bioresten fra anlegget til andre bønder siden transporten blir lang og og lønnsomheten dårlig. Det er mer lønnsomt å bruke den til planteproduksjon i veksthus i egen regi utenfor gårdens dyrkings- og spredeareal.

Den nye inntekten fra husdyrgjødsel er knyttet til blomster- og jordbærproduksjon i et leid veksthus på 1500 m<sup>2</sup> som ligger 14 km fra gården. Siden veksthuset ikke er en del av gården, regnes bruk av gårdens gjødsel her som eksport. Bonden har også planer om å selge foredlet husdyrgjødsel som vekstmedium. Dette åpner for import, prosessering og bruk av husdyrgjødsel fra nabobruk siden importen da kan gjøres uavhengig av Voll gårds spredeareal. Inntekspotensialet fra foredling av tørr biorest til høyverdig vekstmedium for eget bruk og salg i hagebruksmarkedet er betydelig, og mye større enn fra bruk av biogassen til oppvarming.

Forretningsmodellen forutsetter at biogassanlegget har to produksjonslinjer; en for flytende og en for fast biomasse. Den flytende bioresten er rik på nitrogen og blir brukt som gjødsel, primært til korn- og grasproduksjon og til potetproduksjonen på egen jord og til planlagt jordbærproduksjon i leid veksthus. Den tørre bioresten er rik på fosfor og blir etter et komposteringstrinn, brukt som vekstmedium i blomster- og bærproduksjon i veksthus. Den vil også være en verdifull salgsvare som erstatning for veksttorv. Dette er begrunnelsen for valg av biogassteknologi.

Energien fra biogassanlegget skal brukes til oppvarming. Via et eksisterende nett for vannbåren varme og en ny gassbrenner varmes et smågrishus, et mindre veksthus og en bolig. Biogassen vil her erstatte elektrisitet og kommer i tillegg til energi som hentes via en væske-til-væske varmeveksler fra en liten elv som renner langs gården. Det innleide veksthuset varmes opp med fossil gass, som på sikt skal erstattes av biogass. På sikt vil biogassen også leveres inn på deponigass-rørledningsnettet til Klepp Energi som ligger 600 m fra gården. Denne gassen selges til fjernvarmeanlegg. Det er svært lite behov for oppvarming om sommeren. Anleggseieren vurderer derfor å begrense produksjonen eller finne andre anvendelser for biogassen i den perioden. Fakling av gassen blir ikke aktuelt.

Klimagassutslippene fra gårdens drift vil på kort sikt bli redusert som en følge av mindre innkjøp av mineralgjødsel og erstatning av veksttorv med egenprodusert torvfritt vekstmedium. På litt lengre sikt vil klimagevinsten ved å erstatt fossil gass til oppvarming av det store blomster-og bær-veksthuset bli betydelig. En eventuell bruk av biogassen som drivstoff, med tilhørende klimanytte, kan bli aktuelt dersom den kan leveres inn på rågassnettet til Klepp Energi og videre til IVARs planlagte biogassoppgraderingsanlegg på Grødalaland. Det er imidlertid lenge til det kan bli realisert.

## 2.2. Eierskap og risiko

Bygging, drift og eierskap av biogassanlegget er organisert som et eget aksjeselskap kalt Jæren Biogass AS. Selskapets eiere er Biogass konsortium AS (80%) og Olav Røysland (20%). Røysland er også daglig leder og styreleder. Denne måten å organisere anlegget på betyr at Voll gård ikke tar den økonomiske risikoen som et pilotanlegg for ny biogassteknologi innebærer.

Biogass Konsortium AS eies av Rogaland Fylkeskommune, IVAR Næring AS, Lyse Energi AS og Felleskjøpet Rogaland Agder Sa. Formålet er å ta eierskap i selskaper som driver med utvikling av konsepter og piloter for distribuert biogassproduksjon. Disse aktørene er tar dermed den økonomiske risikoen.

Planlagt produksjon av jordbær dyrket i innleid veksthus i vekstmedium fra biogassanlegget er del av enkeltmannsforetaket Olav Røysland, som kjøper vekstmedium fra Jæren Biogass AS.

Biogassanlegget er planlagt av bonde Olav Røysland og leverandør Seriq Biogas AB.

### 2.3. Gården og Regionen

Biogassanlegget kan nyttes til kompostering av husdyrgjødsel fra omkringliggende gårder. Gjødselseparatoren har kapasitet til å kunne separere gjødsel fra flere gårder. Regionen oppnår dermed de samme fordelene med hensyn til eksport av fosfor som selve gården. Dersom produsert biogass erstatter fossil energi, vil regionen få et redusert utslipp av drivhusgasser.

Bioresten fra biogassanleggets tørr-linje skal brukes som vekstmedium i egen virksomhet og som salgsvare til hagesentre o.l. For å få en kvalitet som er god nok for eget bruk og salg som vekstmedium komposteres bioresten i ranker utendørs eller innendørs, avhengig av været. Komposttemperaturen ligger i området 50-60°C, og kulde er ikke noe problem for prosessen. Komposten legges deretter under tak for å unngå innblanding av ugrasfrø. Den blir et stabilt produkt som ikke gir varmgang under videre lagring.

Komposten transporteres til et leid veksthus på 1500 m<sup>2</sup> 14 km fra gården og brukes der som vekstmedium i produksjon av blomster og jordbær. Blomsterproduksjonen har pågått i flere år med veksttorv som vekstmedium. Blomstene selges til tre hagesentre. Jordbærproduksjonen er i ferd med å starte opp.

Røysland har planer om å selge Debio-godkjent vekstmedium til Felleskjøpet i 2019. Å selge bioresten som et torvfritt Debio-godkjent vekstmedium vil være godt betalt, men det er en utfordring å få pakkingen rasjonell nok. De formelle Debio-kravene er oppfylt. Bioresten fra Jæren Biogass er per november 2018 godkjent som Debio-vekstmedium for økologisk planteproduksjon. Enkeltmannsforetaket Olav Røysland er godkjent som produsent og leverandør. Røysland kan også produsere bær for salg som økologiske produkter og dermed hente ut en høyere pris.

Separering av gjødsel i en tørr og flytende del gjør at det blir lettere å bruke husdyrgjødsel etter de ulike vekstenes næringsbehov og dermed redusere bruk av mineralgjødsel. Den våte bioresten blir brukt som gjødsel i jordbruket og i den planlagte jordbærproduksjonen i veksthus. Spredningen skjer en gang i året, om våren/forsommeren.

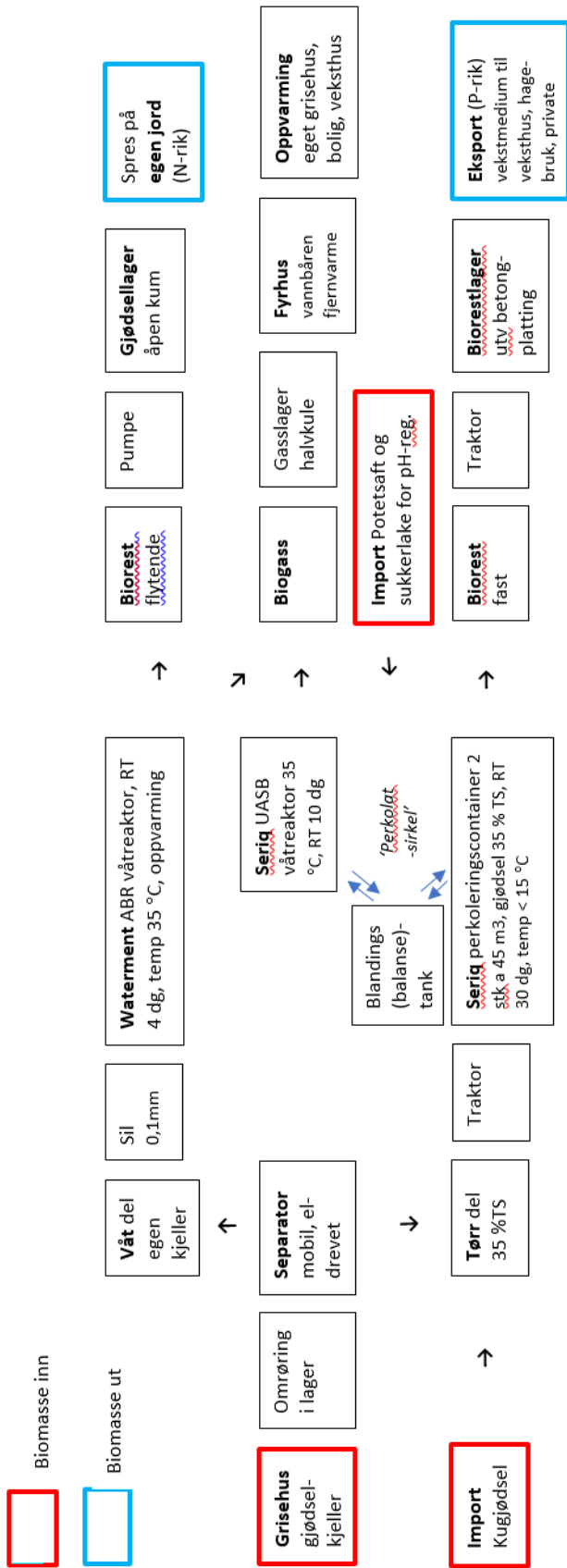
## 3. Beskrivelse av anlegget

Anlegget består av to biogassreaktorer.

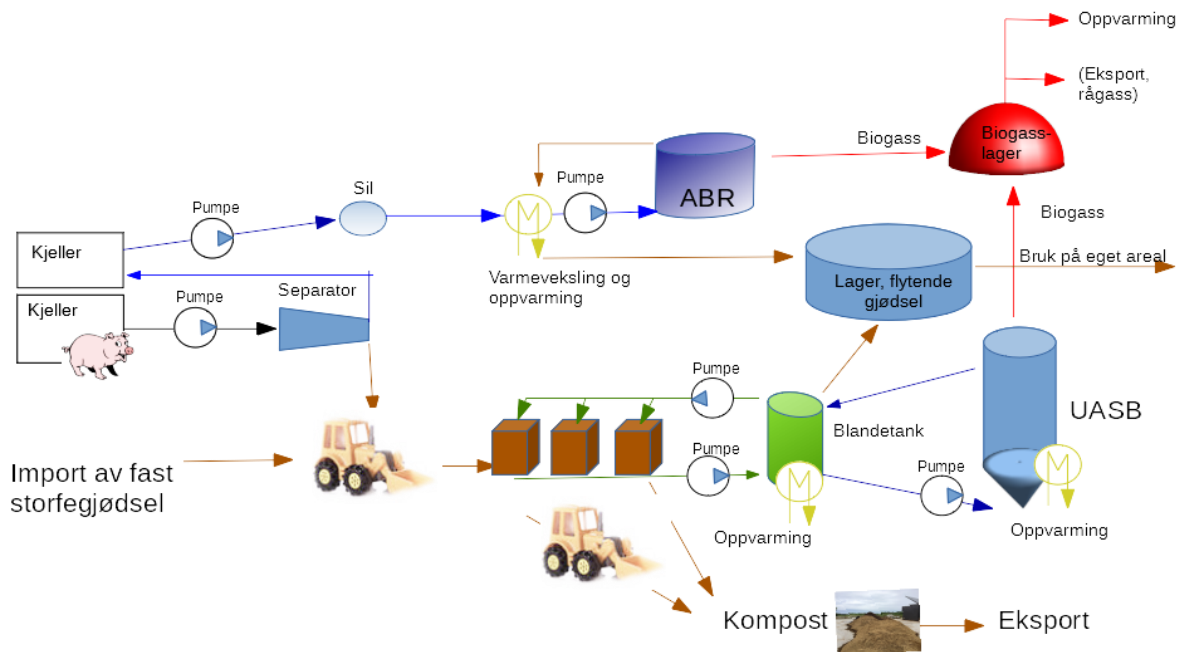
- a. ABR reaktor fra Waterment
- b. Tørrt biogassanlegg fra et svensk firma, Seriq

Figur 1 og 2 viser et flytskjema av anlegget. Første trinnet er separering av grisejødsel, hvor den flytende fraksjonen brukes i ABR-reaktoren, mens den tørre fraksjonen brukes i det tørre biogassanlegget (Seriq).

**Jæren Biogass as**  
**Flytskjema for komplett biogassanlegg**  
 OJS 30.mai 2018



Figur 1. Flytskjema.



Figur 2. Forenklet flytskjema.

### 3.1. Separator

Gjødsel fra gjødselkjelleren under grisehuset blir pumpet inn i en skrueseparator (fabrikat Bøger) hvor væske med små partikler blir skilt fra de større partiklene. En skrue roterer i en perforert sylinder. Perforeringen gir maksimal partikkelstørrelse som slipper gjennom. I denne type separator vil tørrstoffinnholdet i den tørre fraksjonen variere mellom 25 og 35 % avhengig av hvordan operatør forhåndsinnstiller separatoren. Separatoren er forhåndsinnstilt på 35 % t.s. i den faste fraksjonen. Separatoren har en kapasitet på 30-40m<sup>3</sup> pr time, avhengig av råvaren.

Den flytende fraksjonen blir ytterligere separert gjennom en sil. Silen er en vibrerende sikt av merket Vibro Screen. Den har to filter hvor det første er på 0,5 mm, og det andre på 0,1 mm. Kapasiteten er fra fabrikanten oppgitt til 5 m<sup>3</sup>/time, men erfaringer tyder på at den er oppimot 20 m<sup>3</sup> pr/time.

### 3.2. Håndteringslinje fast materiale

Det faste materialet, som vanligvis utgjør 75 – 80 % av totalmassevekt, blir transportert med traktor og frontlaster til en av de tre kontainerne. Ekstra materiale fra separering av husdyrgjødsel fra omkringliggende gårder blir også brukt.

### 3.2.1. Hydrolysekontainere

Hver av kontainerne er på 40 m<sup>3</sup>. Taket utgjøres av luke som åpnes og man tømmer gjødsla oppi kontaineren. Når kontaineren er fylt, lukkes luken starter man perkuleringen. Væske blir spylt over massen som ligger i kontaineren. Hensikten med kontaineren er at bakterier som produserer enzymer får levevilkår og at hele volumet i kontaineren blir «podet». Enzymene vil løse opp fast organisk materiale, slik at dette blir vasket ut med perkuleringsvannet. Kontainerne fungerer som hydrolysekammer hvor partikulært materiale blir løst opp i væsken. Siden det ikke foregår biogassproduksjon her, er det ikke nødvendig at kontainerne skal være helt gasstette. Tyngre nedbrytbart organisk materiale vil bli igjen, og etter ca. 30 dager tas materialet ut fra kontaineren til kompostering slik at man får et salgsprodukt. En dreneringsledning fra hver kontainer er knyttet opp til en blandetank. Væsken fra dreneringen går til blandetanken blir pumpet tilbake til kontainerne fra blandetanken. Et dysesystem sørger for at væske blir fordelt i hele volumet av kontainerne. Temperaturen på perkulatet er 37 grader når det pumpes til kontainerne. Væsknivået i kontainerne er høyere enn nivået på fast materiale. Væskemengden som pumpes til kontainerne varierer med tiden og med egenskapene til det faste materialet, og kan varieres opptil 3 m<sup>3</sup>/h.



Figur 3. Hydrolysekontainerne, 3 stk., hver på 40 m<sup>3</sup>. (Foto: John Morken)

### 3.2.2. Blandetank

Perkulasjonsvannet blir samlet opp i bunnen kontainerne. Dette blir pumpet til en blandetank på 10 m<sup>3</sup>. Denne blir oppvarmet slik at væsken holder 37 grader. Oppvarmingen skjer ved at den har doble vegger der varmt vann sirkuleres i rommet mellom ytter- og innervegg.

### 3.2.3. USAB-reaktor

Det løste organiske materialet blir pumpet fra blandetanken inn i en biogassreaktor som er av typen UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket). Materialet blir oppvarmet til ca. 37 grader. Reaktoren varmes ved at varmtvannslanger er montert innvendig på periferien av tanken. Materialet blir pumpet inn i bunnen av reaktoren. Reaktoren er fylt med såkalte granuler som består av mikroorganismer som omdanner løst organisk materialet til metan og karbondioksid. Materialet tas ut på toppen av reaktoren og strømmer tilbake til blandetanken. Reaktoren er på 21 m<sup>3</sup>. Ca. 14 m<sup>3</sup> av reaktoren er fylt med granuler. Pumpen gir ca. 1,5-3 m<sup>3</sup>/h. Denne styres av hvor stor løftekraft granulene trenger, noe som varierer med alder på granuler og egenskapene til materialet.



Figur 4. UASB-reaktor (blå reaktor). Bildet viser også plassering av styringskontainer til UASB/perkulering (grønn kontainer til venstre for UASB) og ABR (svart reaktor til høyre for UASB). (Foto: Odd Jarle Skjelhaugen).

#### 3.2.4. Styringsenheter og instrumenter

Styringsenheter for perkulering/UASB er av typen Siemens 7-1200 plc og for ABR Siemens LOGO. Til ABR er det egen instrumentkontainer med pls og en Comet 16 kanals datalogger for å logge temperatur, oppvarmingen samt temperatur i komposteringen. I Komposten brukes også USB loggere for å dokumentere temperaturen. I styringskontaineren til perkulering/UASB er det pH følere for å ha kontroll på pH, og prøve å unngå struvit utfelling.

Det er 2 gassmålere, en belgmåler og en elektronisk. Belgmåleren ble fort ødelagt og det er vist et kjent problem at biogassen tærer hull på belgene, slik at den elektroniske brukes.

#### 3.3. Håndteringslinje flytende materiale

Flytende materiale fra separatoren går først til en sil hvor kun partikler med diameter under 0,1 mm slipper gjennom. Materialet pumpes videre til reaktoren.



### 3.3.1. ABR reaktor

4. ABR betyr anaerobic Anaerobic Baffle Reactor. Reaktoren baserer seg på granuler som væsken strømmer forbi slik som i USAB reaktoren. Innvendig er reaktoren delt opp i flere celler annenhver gang nedstrøms og oppstrøms. Dermed unngår man å bygge reaktoren i høyden for å få tilstrekkelig volum på granulene. Reaktoren er på  $10 \text{ m}^3$ . Det pumpes ca.  $2 \text{ m}^3$  gjødsel per døgn gjennom reaktoren. Gjennomstrømningen skjer i pulser og det tar ca. 40 min. mellom hver puls. Temperaturen i reaktoren er 35 grader. Materialet som strømmer ut av reaktoren blir varmevekslet med nytt materiale for å redusere varmebehovet. Oppholdstiden er ca. 5 døgn.



Figur 5. ABR med styringskontainer. (Foto: John Morken)

### 4.1. Gasslager

Siden massen til ABR-reaktoren blir tilført i pulser, blir biogassproduksjonen også pulsvise, og det er behov for et lager til kunne gi en jevn biogass-strøm ut fra anlegget. UASB-reaktoren har heller ingen lagerenhet, og lageret er vil kunne gi en jevnere gass-strøm ut fra denne reaktoren. Gasslageret er på  $100 \text{ m}^3$  (Figur 6).

Ut fra søknaden, la man mest vekt på eksport av rågass inn på nettet til Klepp Energi. I stedet blir gassen brukt i egen gassbrenner i fyrhus for vannbåren fjernvarme. Denne brukes til oppvarming av grisehus, bolig og veksthus på gården.



Figur 6. Gasslager. (Foto: Odd Jarle Skjelhaugen).

#### 4.2. Lagring og håndtering av flytende og faste biorestfraksjoner

Det er to kilder til flytende masse. Hovedkilden er ABR-reaktoren. Den andre kilden er blandetanken hvor ca. 1 m<sup>3</sup> av innholdet blir byttet ut når man skifter masse i kontainerne. Lageret er på 2200 m<sup>3</sup>.

Den faste fraksjonen blir lagret på en betongplattning med oppsamling av sigevann. Denne blir kompostert i 6 måneder før den blir eksportert ut fra gården.



Figur 7. Kompostranke. (Foto: John Morken)

### 4.3. Fakkell

I perioder der produksjonen av biogass er høyere enn forbruket, må gassen brennes av i en fakkell for at metan ikke skal bli en klimagass.

## 5. Økonominytte

Målet med å produsere biogass av husdyrgjødsel er å skape nye inntekter gjennom salg av nye produkter og redusere kostnader til innkjøp av driftsmidler. Her følger en oversikt over potensielle utgifter og inntekter. Det er ikke gjort samlet beregning da det er uklart hvor stor biogassproduksjonen blir.

### Utgifter knyttet til biogassanlegget

#### - Finansiering

Biogassanlegget er finansiert med tilskudd fra Innovasjon Norge og Biotek Rogaland, lån fra bank samt egen midler. Driften er finansiert av Olav Røysland sitt enkeltmannsforetak (gårdsbruket) og ulønnet arbeid.

#### - Investering

Investeringskostnaden var på omtrent 8 millioner kr inkludert en avansert separator med lukket spesialtilhenger. Det meste av investeringen er avskrevet gjennom tilskuddene slik av bokført verdi i 2018 er omtrent 1 million kr.

#### - Drift

Driftskostnadene er lave, omtrent 100.000 kr/år. Postene er: Litt elektrisitet, litt betalt arbeid og maskiner, og mye ulønnet arbeid. Behovet for innkjøp av tjenester er svært lavt siden Røysland er teknisk kyndig og tar hånd om problemer som oppstår. Det gir muligheter for gevinst senere.

### Inntekter og reduserte kostnader knyttet til produkter fra biogassanlegget

#### - Bruk av foredlet tørr biorest som vekstmedium

Familien produserer blomster i leid veksthus for omtrent 1 million kr i året. Innkjøp av veksttorv til denne produksjonen utgjør 88 m<sup>3</sup> til en kostnad på 56.000 kr. Fra 2019 vil ny jordbærproduksjon øke behovet for veksttorv til 220 m<sup>3</sup> og innkjøpskostnaden til 140.000 kr. Denne mengden kan erstattes av egenprodusert vekstmedium ved å bruke ca 20 % av biogassanleggets årlige produksjonskapasitet av tørr biorest på (1.200 m<sup>3</sup>). Den økonomiske gevinsten ved å bruke egenprodusert vekstmedium er betydelig.

- Salg av foredlet tørr biorest som torvfritt vekstmedium

Røysland vil selge bioresten som et torvfritt og Debio-godkjent vekstmedium fra 2019. Dette produktet vil være godt betalt. Debio-merket vil nok føre til økt pris på produktet. Produktet kan gi en betydelig inntekt, men det er en utfordring å få pakkingen rasjonell nok.

- Redusert forbruk av mineralgjødning

Gården kjøper årlig mineralgjødning for ca. 500 kr/dekar. Med et areal på 200 dekar utgjør det 100.000 kr/år. Flytende biorest vil erstatte en god del dette, særlig til eng, korn og den planlagte jordbærproduksjonen.

- Tilskudd for levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg

For å stimulere til biogassproduksjon fra husdyrgjødsel gir Landbruksdirektoratet et årlig tilskudd på 34 kr per slaktegris og 340 kr per avlsgris. Dette tilskuddet utgjør en betydelig inntektspost.

- Salg av biogass til Klepp Energi

Jæren Biogass AS har inngått en intensjonsavtale med Klepp Energi om levering av biogass til fjernvarmenettet. Prisen er satt til 40 øre/kWh. Klepp Energi betaler også for legging av 600 m rørledning som må til for å koble biogassanlegget til røرنettet. Dette er en god avtale.

- Bruk av biogass til oppvarming av bygninger på gården

Biogassen skal erstatte innkjøpt elektrisitet til oppvarming av et stor smågrishus, en bolig og et mindre veksthus på gården, via gassbrenner og vannbårent varmenett. Prisen for denne gassen settes lik el-prisen, 70-80 øre/kWh internt.

- Nytt veksthus som varmes med biogass i stedet for fossil gass

Veksthuset på 1500 m<sup>2</sup> som Røysland leier for å produsere blomster og jordbær er gammelt, dårlig isolert og ligger langt unna. Det varmes opp med fossil gass tilsvarende 150.000 kWh/år til en kostnad på ca 90.000 kr. Planen er å bygge et moderne og godt isolert veksthus på gården, i nærheten av biogassanlegget. Da kan fossil gass erstattes med egenprodusert biogass til oppvarmingen, med stor effekt på økonomi- og klimanytte som resultat. Det er usikkert om biogassanlegget klarer å produsere tilstrekkelig mengde fra husdyrgjødsel alene. Andre og mer fettholdige substrater kan nyttes for å øke produksjonen.

## 6. Energi og klimanytte

Dersom et anlegg medfører en reduksjon i utslipp av klimagasser, kan man vurdere anlegget å gi en klimanytte. Det er minst fire bidrag til klimanytte.

Det ene er redusert utslipp fra lagring av husdyrgjødsel. Gjødsel som er behandlet i biogassanlegg har redusert utslipp i forhold til ubehandlet gjødsel.

Det andre bidraget er kompost som kan erstatte uttak av veksttorv. Veksttorv er langtidslagret karbon som ved uttak og bruk gir utslipp karbondioksid. Utslipp av karbondioksid fra kompost er utslipp av fornybart karbondioksid, og gir ikke økt konsentrasjon av karbondioksid i atmosfæren. I tillegg vil en del av karbonet bli langtidslagret i komposten, slik at kompost gir en netto klimagevinst.

Dersom husdyrgjødsel erstatter mineralgjødsel, vil man unngå utslipp av drivhusgasser fra produksjon av mineralgjødsel. Dette utgjør et tredje bidrag.

Den fjerde komponenten i klimanytten er det klimagassutslippet som erstattet energi gir. Dersom man erstatter fossil energi, gir det en klimanytte, mens erstatning av elektrisk energi fra vannkraft gir nesten 0 i klimanytte. Dersom biogass erstatter olje til oppvarming, får man derfor en klimanytte. Det samme gjelder dersom biogass oppgraderes til kjøretøydrivstoff.

En spesiell klimanytte: La torva ligge

Å erstatte veksttorv med vekstmedium fra biogassanlegget vil ha en betydelig klimaeffekt ved at torva blir liggende urørt. Men full utnyttning av bioanleggets kapasitet vil i størrelsesorden 1200 m<sup>3</sup> veksttorv bli erstattet med husdyrgjødselbasert vekstmedium.

Anlegget til Jæren Biogass AS har flere alternativer til utnyttning av energien i gassen:

- Erstatte el til oppvarming

Energien fra biogassanlegget brukes til oppvarming. Via et eksisterende nett for vannbåren varme og en ny gassbrenner varmes et smågrishus, en bolig og et mindre veksthus opp med biogass.

I tillegg hentes energien via en væske-til-væske varmeveksler fra en liten elv som renner langs gården. I forbindelse med bygging av biogassanlegget ble det lagt et vannvarmerør langs rørledningen som leder flytende varm biorest til sluttlageret. På denne måten utnyttes også noe av varmen fra biogassanlegget via en ekstra væske-til-væske varmeveksler. Begge varmevekslerne er knyttet til en 10 m<sup>3</sup> vanntank som fungerer som bufferlager for varmen. Det vannbårne varmenettet henter varmen fra dette bufferlageret. Med unntak av leid veksthus 14 km unna bruker ikke gården fossil olje eller gass til oppvarming. Denne energibruken gir primært en økonomisk gevinst.

- Til fjernvarme via rågassnett

600 m unna Voll gård ligger rørledningsnettet til Klepp Energi som leverer biogass fra avfallsdeponi til fjernvarmeanlegg. Gassen er urensset, såkalt rågass, og egner seg ikke som drivstoff. Jæren Biogass kan levere biogassen som gården ikke selv trenger til dette gassnettet, dersom det legges gassledning dit. Klepp Energi har forpliktet seg til å bekoste den når biogassanlegget er kommet i produksjon. Leveransen er begrenset til fyringssesongen, dvs ca 8 måneder i året. Leveransen vil

indirekte redusere forbruk av fossil gass hos konsumentene og tilhørende klimagassutslipp ved at Klepp Energis fjernvarmekunder ikke bidrar til bruk av fossil gass.

- Ikke til drivstoff foreløpig

I samme grøft som rågassnettet til Klepp Energi ligger også fossilgassnettet (metan) til Lyse Energi, som leverer drivstoffkvalitet til fyllestasjoner for drivstoff i regionen. Dersom gassen fra Jæren Biogass oppgraderes til ren metan kan den leveres dit hele året til en bedre pris enn en rågassen. Men oppgraderingskostnaden blir for høy for bare et enkelt biogassanlegg. Eneste alternativ er å levere via rågassnettet til Klepp Energi dersom det bygges fram til IVARs planlagte biogassoppgraderings-anlegg på Grødal en gang i framtiden.

- Erstatte fossil gass til oppvarming av veksthus

Dersom planen om å bygge et stort veksthus for blomster- og bærproduksjon på gården som erstatning for det innleide gamle som ligger langt unna, vil det endre energi- og klimaeffekten betydelig. Da kan biogass erstatte omtrent 150.000 kWh fossil gass årlig og gi stor uttelling i klimagassregnskapet.

- Ikke drift om sommeren

På kort sikt er det ikke behov for biogass til oppvarming i sommerhalvåret. Det er dermed sannsynlig at biogassanlegget bør kjøres på tomgang. Gassen kan evt brukes til andre formål, som for eksempel tørkeprosesser. Gassen skal ikke fakles.

## 7. Driftsutfordringer

Det er ikke foretatt dokumentasjon av anleggets prestasjoner pga av driftsproblemer. I løpet av de siste 1,5 årene har problemene vært:

- Tilstopping av ABR-reaktor
  - Det har vist seg at reaktoren er svært følsom for partikler i væsken. Flere siler har vært prøvd, og silen som har vært brukt fra høsten 2018 med hulldiameter på 0,1 mm synes å fungere, slik at ABR-reaktoren er i drift, men denne kom i drift for sent til at vi fikk satt i gang dokumentasjon
- Stopp i biogassproduksjon fra UASB reaktor
  - Reaktoren stoppet opp våren 2017. Det første man gjorde var å bytte ut granulene, men dette hjelpe ikke. Ved måling av pH viste det seg at pH på perkulat-vannet var høy (ca. 8-9). Ved å tilsette lettløselig sukkerlake og potetsaft, ble produksjonen opprettet igjen.
  - På forsommeren 2018 fikk man tilstopping av rør, havari på pumper. Dette har man konkludert med har sin årsak i utfelling av struvitt, som er et salt bestående av magnesium, ammonium og fosfat (figur 8.). På slutten av 2018 er ikke anlegget i drift igjen.



Figur 8. Stuvittutfelling i rørledning. (Foto: Odd Jarle Skjelhaugen).

Selve konseptet synes interessant. Dersom man vedtar at vekstjord basert på torv skal forbys, må denne erstattes, og det er nærliggende å tro at kompost vil kunne erstatte torv. Landbruket kan ved å lage og selge slik kompost skaffe seg en ekstra inntektskilde. Sett i lys av dette representerer konseptet en metode til å skaffe komposten, samtidig med at landbruket kan produsere fornybar energi.

En dokumentasjon av anlegget kunne sagt oss hvor mye energi som brukes til produksjon av komposten, hvilke næringsstoffer som eksporteres, kapasiteter og energiutbytter. Sammenholdt med økonomi (investeringer og drift), kunne dette gitt oss bedre informasjon om klimanytte.

Som nevnt har det vært flere problemer med driften av anlegget. Trolig skyldes mye av dette at teknologien er ny, og vi mangler kunnskap om hvordan de skal løses. Spesielt gjelder dette perkulasjonsanlegget. Samtaler med forskere i Sverige tyder på at de har erfart det samme som Jæren Biogass. Anleggene fungerer fint en periode, men deretter får man problemer. Vi trenger trolig flere systematiske undersøkelser til finne gode løsninger på driftsstanser.

Ifølge Jæren Biogass AS (Olav Røysland) er det som har skapt mest problem faste partikler i form av bunnfelling i reaktorer, blandetank, tilstopping av rør osv. Waterment (ABR reaktor) oppga at det skulle holde med en sil med 2 mm nett, men det viste seg at det var mye for grovt og det har vært litt det samme med Seriq sitt anlegg, der kommer for store partikler inn i rørene, og det skaper problemer etter hvert.

pH-verdien i blandetanken har vært så høy at biogassproduksjon fra UASB reaktoren stoppet opp. Man tilsatte derfor en blanding av potetsaft og sukkerlake for å justere ned pH-verdien, slik at UASB-reaktoren produserte biogass.

Olav Røysland opplyser også at det andre store problemet har vært struvit-utfellingen. Det ødelegger pumper, rør, ventiler og det kommer gradvis så det er litt vanskelig å oppdage.

Problemene med struvitt-utfelling øker med økende pH. Når man har brukt husdyrgjødsel så har man startet med forholdsvis høy pH (ca 7,5 i tørrstoffet) og pH verdien har økt når man kjører perkulasjon. En tilleggsforklaring på struvitt-utfellingen kan være at en del mineraler akkumuleres ved at man resirkulerer perkulatet.

## 8. Konklusjon

Denne typen biogassanlegg som Jæren Biogass har investert i, er det første av denne typen i Norge. Den forretningsmessige idéen bygger på at verdien av gjødsla økes gjennom å lage kompostprodukt, samtidig med at man lager fornybar energi som reduserer innkjøp av alternativ energi. Gjødselegenskapene til den gjenværende gjødsla på gården bedres, slik at bruksegenskapene øker, og man reduserer behovet for innkjøp av mineralgjødsl.

Anlegget er noe komplisert da det inneholder en håndteringslinje for gjødsl med lavt tørrstoff, og en håndteringslinje for fast fraseparert gjødsl. I begge linjene tar man ut biogass. Den faste gjødsla blir først behandlet i tette containere i ca. en måned for deretter å kompostere i ca. 6 måneder. Dette kompostproduktet er en salgsvare til økologisk landbruk, gartner- og drivhusnæring, samt til villaeiere. Linjen for fast gjødsl åpner for import av faste gjødselfraksjoner fra omliggende gårdsbruk, og anlegget kan derfor spille en rolle i å eksportere overskudd av fosfor fra disse brukene.

Målsetningen med følgeforskningen var at vi skulle dokumentere masse- og energibalanser, samt økonomi og klimanytte. Dette målet ble ikke nådd fordi det har vært driftsproblemer med anlegget. Håndteringslinjen for flytende gjødsl baserer seg på såkalt ABR-teknologi (Anaerobic baffle tank Reactor) som er videreutviklet slik at man også nytter granuler. Skal teknologien fungere, kan ikke gjødsla inneholde for store partikler. Ifølge leverandør skulle reaktoren fungere med partikler opptil 2 mm diameter. Dette tilsvarer hull diameteren på separatoren. Partiklene resulterte i tilstopping i reaktoren. Ulike løsninger har vært forsøkt og på forsommeren, 2018 kom man fram til en løsning som fungerer. Dette innebærer at man silte den flytende gjødsla gjennom en sil med hull diameter 0,1 mm. Linje for flytende gjødsl fungerer nå.

Fram til våren 2017 fungerte linjen for fast materiale godt, men så stoppet biogasproduksjonen i UASB-reaktoren opp grunnet høy pH-verdi i væska. Ved å tilsette potetvann og sukkerlake, ble pH-verdien justert slik at produksjonen kom i gang igjen. På forsommeren 2018 fikk man gjengroing av rør og pumper. Årsaken er trolig utfelling av det krystalliske saltet struvitt, og man må finne en løsning slik at dette problemet ikke vedvarer.

På spørsmål til Olav Røysland om det er noen lærdom å trekke fram så langt, så sier han:

«Produksjon av biogass fra husdyrgjødsel er jo framtida. Dette anlegget har stort potensiale, men det er foreløpig egnet for spesielt interesserte. Teknologien er ikke godt nok tilpasset grisegjødsel som råvare. Vent med å kjøpe til den er mer moden.»