

FjellVAR

Saneringsplan avløp for Litle Sotra, Bildøyna og Kolltveit

Delrapport 5 - Biogassanlegg

Forstudie

2012-11-28 Oppdragsnr.: 5114077



UTKAST

B01	28.11.2012	For kommentar hos oppdragsgiver	TIN	EBJO	WAG
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier. annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	5
2	Alternativer for slambehandling	6
3	Dimensjonerende belastninger	7
3.1	Kilder	7
3.2	Forutsetninger	8
3.3	alternativer	8
4	Gassproduksjon	10
5	Utnyttelse av biogassen	12
6	Prosessløsninger og behandlingskrav	14
6.1	Generelt om prosessløsninger	14
6.2	Krav til behandling for ulike råstoff	14
6.2.1	Biproduktforskriften	14
6.2.2	Gjødselvereforskriften	15
7	Anleggskonsept	16
7.1	Mulige anleggskonsepter avhengig av råstoff	16
7.2	Forbehandling av silslam og matavfall	17
7.3	Generell anleggsbeskrivelse	17
7.3.1	Konsept 1	17
7.3.2	Konsept 2	18
7.3.3	Konsept 3	18
8	Leverandører av biogassanlegg og kontrahering	19
9	Investering og kostnader	20
9.1	lokalt biogassanlegg i fjell kommune	20
9.1.1	Investeringskostnader	20
9.1.2	Driftskostnader	21
9.1.3	Inntekter22	
9.2	leveranse av avfall til andre anlegg	23

9.2.1	Investeringskostnader	23
9.2.2	Kostnader transport, leveringsgebyrer og omlastning	24
9.2.3	Driftskostnader	25
9.3	sammenligning av totaløkonomi i de alternative løsningene	26
10	Konklusjon	27

UTKAST

1 Innledning

FjellVAR bygger nytt renseanlegg på Litle Sotra for tilfredsstillelse av primærrensekravet. Renseanlegget vil medføre en betydelig økning i slamproduksjonen, og en vurdering av egnet løsning for sluttbehandling av avløpslammet er derfor påkrevet.

Denne rapporten er ment å fungere som et arbeidsverktøy for FjellVAR i arbeidet med vurdering av fremtidige løsninger for sluttbehandling av våtorganisk avfall og avløpsslam. I rapporten er de ulike kildene som kan forventes ført til et lokalt behandlingsanlegg eller til eksterne anlegg estimert.

FjellVAR har bestilt en vurdering av biogassanlegg som sluttbehandling av slam og avfall. Denne rapporten vurderer derfor kun biogassanlegg som lokalt behandlingsalternativ. Vår oppfatning er at dette er en fremtidsrettet tenkemåte.

Rapporten vil også presentere teknisk underlag, prosessbeskrivelse og kostnadsberegning for biogassanlegg bygget for håndtering av slam- og avfallsmengdene i Fjell kommune.

2 Alternativer for slambehandling

Som beskrevet over vil denne rapporten presentere vurdering og kalkyler av lokalt biogassanlegg og alternativ slambehandling som er levering av slam og avfall til eksterne mottakere

I vurderingen av biogassanlegg ved nye Fjell RA eller annet sted i kommunen er følgende vurdert.

- Dimensjonerende belastninger ut fra forskjellige avfallstyper og råstoffleverandører.
- Bruk av slam fra mindre renseanlegg i Fjell kommune og nabokommunene Sund og Øygarden samt matavfall fra de samme kommunene.
- Ulike anleggskonsepser med hensyn til anleggets oppbygning og prosessløsning.
- Krav til behandling av ulike råstoff og hvilke anlegg som er aktuelle for ulike avfallstyper.
- Forventet biogassproduksjon.
- Estimert av investerings- og driftskostnader.
- Kostnader for et oppgraderingsanlegg som renser biogass for salg.

Som alternativ til lokalt biogassanlegg er det forutsatt levering til eksterne mottakere. Følgende er lagt til grunn.

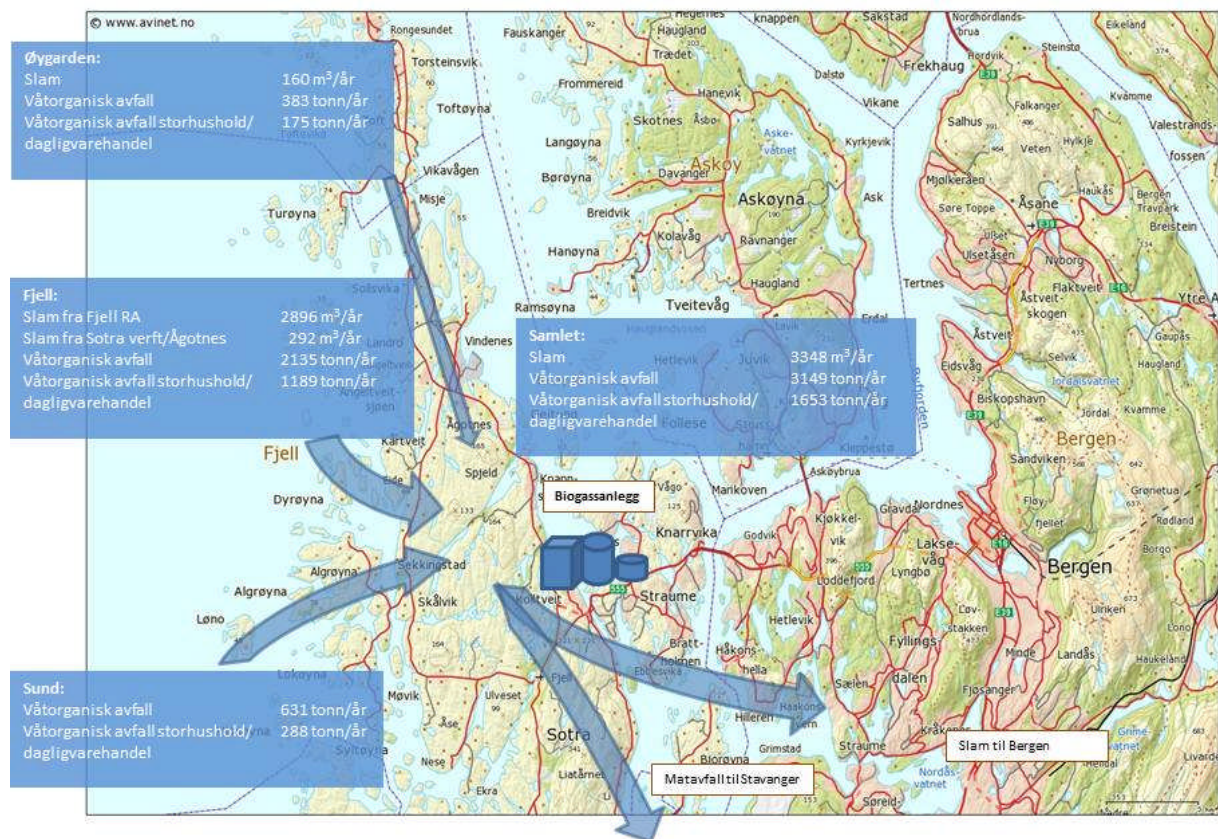
- Levering av avvannet slam til biogassanlegg i Bergen. Slambehandlingen ved hovedrenseanlegget vil da bestå av avvanning og utlastning i container
- Levering av matavfall fra husholdningene til biogassanlegg i Stavanger. .

3 Dimensjonerende belastninger

År 2030 velges som dimensjonerende år for biogassanlegg. Dimensjonerende tilknytninger er vist i figur 1.

3.1 KILDER

Figur 1 Slam- og avfallsmengder i Fjell, Sund og Øygarden



Tabell 1 Mengder råstoff til biogassanlegg

Kilder 2030	Type substrat	% TS	tonn TS/år		tonn TS/år	
Avløpsslam			m³/år	837		
Fjell RA	Slam fra primærrensaneanlegg	25,0 %	2 896	724		
Sotra Verft og Ågotnes	Silslam	25,0 %	292	73		
Øygarden	Slam fra slamavskillere	3,0 %	1 331	40		
Våtorg. hush.avfall			tonn/år	945	tonn/år	1 208
			70 kg/pe x år		90 kg/pe x år	
Fjell	Våtorganisk husholdningsavfall	30,0 %	2 135	641	2 745	824
Øygarden	Våtorganisk husholdningsavfall	30,0 %	383	115	471	141
Sund	Våtorganisk husholdningsavfall	30,0 %	631	189	811	243
Våtorg. storhush.avfall			tonn/år	413		
Fjell	Våtorg storhusholdningsavfall	25,0 %	1 189	297		
Øygarden	Våtorg storhusholdningsavfall	25,0 %	175	44		
Sund	Våtorg storhusholdningsavfall	25,0 %	288	72		
Sum			2 195		2 458	

3.2 FORUTSETNINGER

Slam- og avfallsproduksjon er beregnet utifra følgende forutsetninger:

- Dersom FjellVAR bygger et biogassanlegg ser vi ikke på det som naturlig at slam- og avfallsmengdene fra Sund og Øygarden skal utelates fra beregningen. Det er derfor ikke satt opp alternativberegninger for ulike sammensetninger av mengdene fra Fjell, Sund og Øygarden. I alle beregninger er mengdene fra disse kommunene sett under ett.
- 20 gSS/pe*d ved silanlegg/passende rensing
- Slamproduksjon for primærrensing er basert på kjemisk felling. Mengdene er beregnet i forbindelse med tidligere vurdering av avløpsrensaneanlegg
- Slamproduksjon for sekundærrensing basert på kjemisk/biologisk rensaneanlegg. Beregnet i vurdering av avløpsrensaneanlegg (2030)
- Ved beregning av matavfall fra husholdninger har vi tatt utgangspunkt i at våtorganisk avfall produsert i 2009 var 40 kg/pe*år. Den spesifikke avfallsproduksjonen vil fortsette å stige. I disse beregningene vil imidlertid en høy avfallsproduksjon gi et kanskje uriktig positivt bilde av substrattilgangen til et biogassanlegg. På bakgrunn av dette opereres det med et spenn mellom 70 og 90kg våtorganisk avfall/pe x år.
- For matavfall fra storhusholdninger og dagligvarehandel har man antatt en produksjon som tilsvarer 32 kg matavfall/pe*år og at dette holder seg tilnærmet konstant fram mot 2030.

3.3 ALTERNATIVER

Beregningene i rapporten er basert på følgende vurderinger rundt hvilke alternative løsninger FjellVAR står over for i vurderingen av bygging av biogassanlegg. Alternativene er som følger:

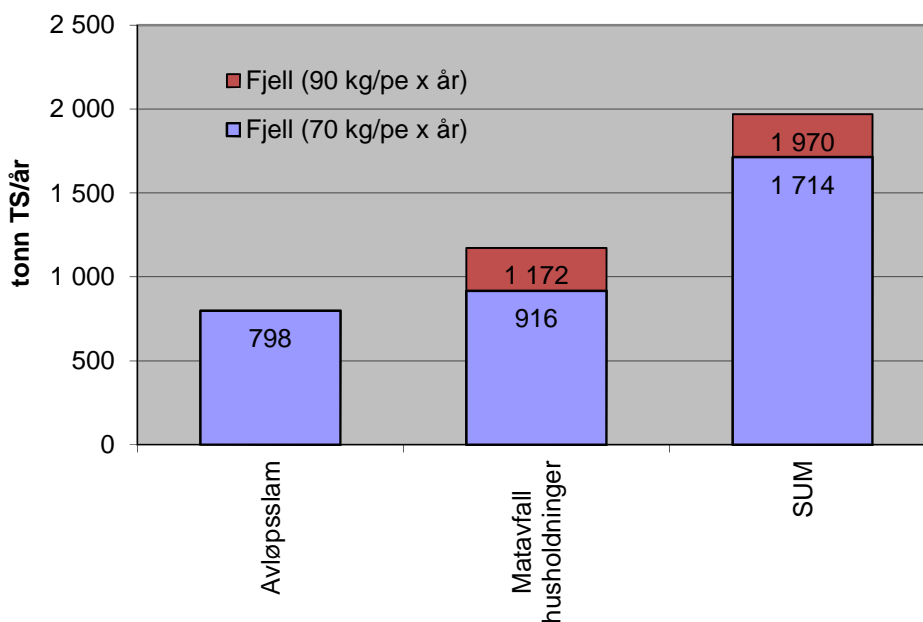
1. Alt slam leveres til Bergen og alt våtorganisk husholdnings- og storhusholdningsavfall leveres til Stavanger
2. FjellVAR bygger biogassanlegg som mottar avløpsslam og alt våtorganisk avfall.

- a. Våtorganisk avfall fra butikker krever sterilisering ved 133 °C og dermed et betydelig mer komplisert anlegg enn ved hygienisering iht validert metode.
- b. Et Cambianlegg vil kunne håndtere dette
3. FjellVAR bygger biogassanlegg som mottar alt våtorganisk husoldnings- og storhusoldningsavfall. Avløpsslam leveres til biogassanlegg i Bergen
 - a. Våtorganisk avfall fra storhusholdninger samles oftest inn sammen med våtorganisk avfall fra butikker. Dette gir en avfallsmiks som krever sterilisering ved 133 °C og dermed et betydelig mer komplisert anlegg enn ved hygienisering iht validert metode. (Se. pkt 6.2.1)
 - b. Et Cambianlegg vil kunne håndtere dette, men mengdene med matavfall blir trolig for små til at dette er lønnsomt. Denne vurderingen er basert på Cambis uttalelser ved FjellVARs befarung til Lindum, basert på slammengdene i Fjell.
4. FjellVAR bygger biogassanlegg som kun mottar våtorganisk avfall fra husholdninger. Våtorganisk avfall fra butikker og storhusholdninger kjøres til Stavanger, mens avløpsslam kjøres til Bergen
 - a. Et relativt lite anlegg med hensyn til investering og inntekter
5. FjellVAR bygger biogassanlegg som mottar avløpsslam. Alt våtorganisk avfall kjøres til Stavanger.
 - a. Et relativt lite anlegg med hensyn til investering og inntekter

Ut fra disse vurderingene beregnes og kalkuleres biogassanlegg for avløpsslam, for våtorganisk husholdningsavfall og for begge råstoffene, samt

Figur 2 Slammengder til biogassanlegg

Mengder til biogassanlegg 2030



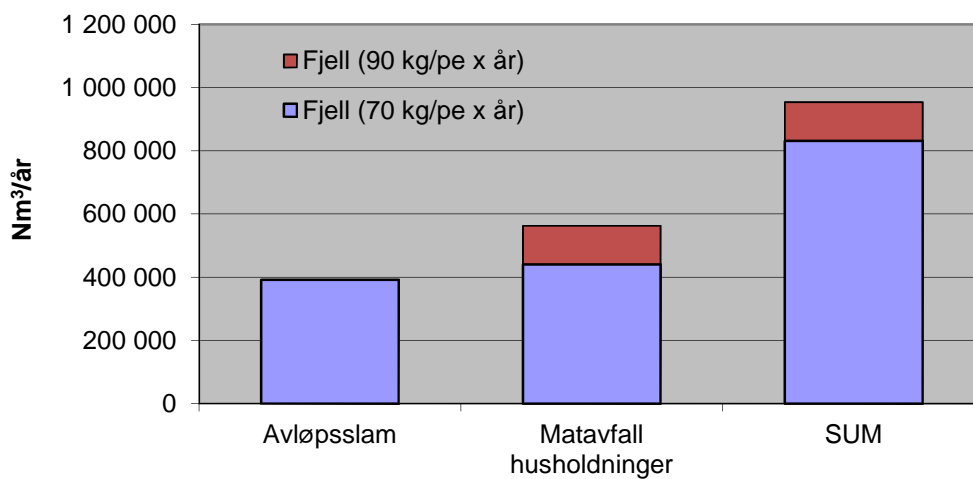
4 Gassproduksjon

Forventet biogassproduksjon og metanproduksjon er vist i Figur 3 og Figur 4 under. Beregningene er gjort med følgende hovedforutsetninger:

- 60% neybrytning av tilgjengelig COD i råtnetank
- Metanutbytte er 388 m³/tonn COD
- Energiinnhold er 9,97 Kwh/m³ metan
- Metanandel av total biogassproduksjon er 62%

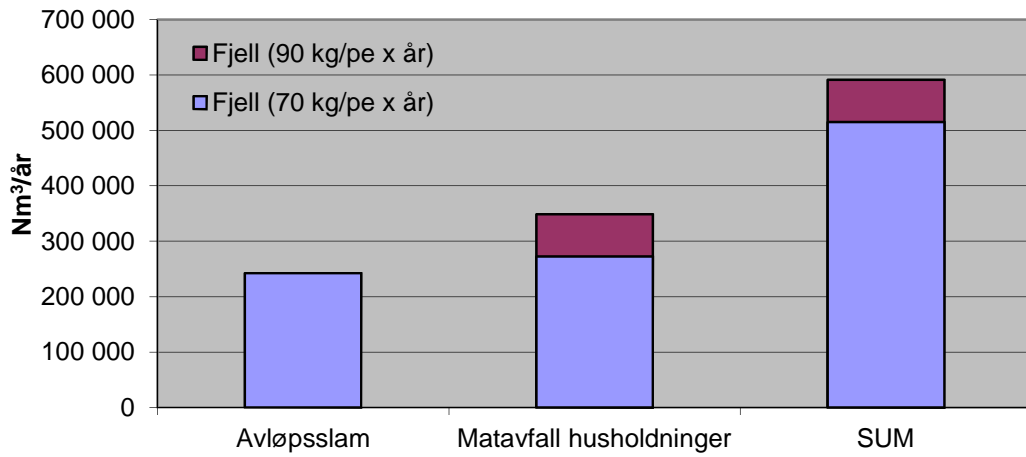
Figur 3 Beregnet biogassproduksjon

Biogassproduksjon 2030



Figur 4 Beregnet metanproduksjon

Metanproduksjon 2030



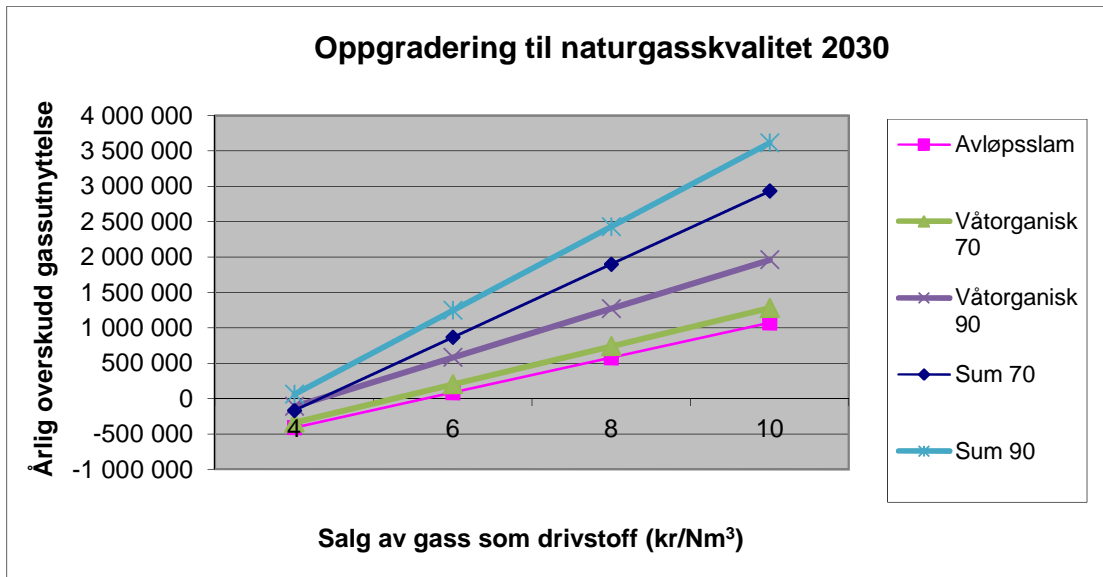
5 Utnyttelse av biogassen

Ved rensing av biogass til naturgass kan gassen utnyttes som drivstoff til kjøretøy. Det er gjort beregninger som tilsier at produsert gassmengde i år 2030 i Fjell kan rekke til drift av ca 15 busser. Denne beregningen er gjort på følgende forutsetninger

- Det produseres biogass av avløps slam og våtorganisk husholdningsavfall regnet med en produksjon på 70 kg/pe x år
- Det bygges et oppgraderingsanlegg som består av:
 - PSA-anlegg med kapasitet på ca 100 Nm³/h og lagring av oppgradert gass i lavtrykkstank (4 bar)
 - Evt. kan det bygges et membranlegg fra MemfoAct som sannsynligvis vil bli noe billigere. Anlegget er imidlertid fortsatt i pilotfase.
 - Fyllestasjon med 3-trinns-kompressor (maks. 240 bar), flaskelager, dispenser og betalingssystem
- Forbruk pr buss er ca 33 000 Nm³/år
- Fjell RA mottar silslam og matavfall fra Sotra og Øygarden

Økonomien vil avhenge av at det meste av gassen kan selges som drivstoff. I estimering av gasspris er det antatt at den ligger 20-35% under dieselprisen på grunn av høyere pris på gasskjøretøy. Dagens gasspris har blitt beregnet til å være ca 7 kr/Nm³. En framtidig økning i gasspris har stor betydning for hvor mye det lønner seg å utnytte biogass til drivstoffproduksjon. Dette er vist i figur 4 som illustrerer årlig overskudd gassutnyttelse som følge av en økning i gasspris.

Figur 5 Overskudd ved gassutnyttelse



Overskuddet som er vist i figuren er differansen mellom inntektene fra salg av biogass oppgradert til naturgasskvalitet og de totale årskostnadene til selve oppgraderingsanlegget. Den totale balansen mellom inntekter og utgifter fremkommer senere i rapporten.

6 Prosessløsninger og behandlingskrav

6.1 GENERELT OM PROSESSLØSNINGER

Det er flere ulike prosessløsninger for anaerob utråtning og biogassproduksjon. Hovedprosessene er termofil utråtning og mesofil utråtning. Forskjellen er i hvilket temperaturområde prosessen drives. Mens mesofil utråtning drives ved 38-40 °C drives termofil utråtning ved 55 °C. Avhengig av råstoff for utråtningen vil slammet kunne hygieniseres ved termofil utråtning, mens det ved mesofil utråtning kreves et separat hygieniseringstrinn.

I tillegg til de to hovedprosesstypene finnes det forskjellige løsninger for hygienisering og økt gassutbytte hvor slammet utsettes for høye trykk og temperaturer.

6.2 KRAV TIL BEHANDLING FOR ULIKE RÅSTOFF

6.2.1 Biproduktforskriften

EU-forordningen om animalske biprodukter er implementert i norsk lov ved *Forskrift om animalske biprodukter ikke beregnet for konsum* (biproduktforskriften). Denne forskriften angir de krav som må overholdes ved behandling av ulike typer råstoff i et biogassanlegg.

Forskriften deler biproduktene inn i 3 kategorier som i utgangspunktet krever følgende behandling:

- Kategori 1 – Krever destruksjon
 - Eksempel på avfall kategori 1 er ville dyr som er mistenkt for å være angrepet av sykdommer som kan overføres til mennesker eller dyr.
- Kategori 2 – Krever sterilisering ved 133 °C, min. 3 bar i 20 minutter
 - Eksempel på avfall kategori 2 er dyr som ikke er egnet for konsum samt husdyrgjødsel og innhold fra fordøyelseskanal.
- Kategori 3 – Krever hygienisering ved 70 °C i 60 minutter.
 - I Norge godkjennes også hygienisering med validert metode iht. Gjødselvarerforskriften med min 120 min ved 55 °C
 - Avfall i kategori 3 er eksempelvis kjøkken og matavfall og ellers ubehandlet organisk avfall som ikke inngår i kategori 1 eller 2. Deler av slaktede dyr egnet for konsum inngår eksempelvis i kategori 2. Det er verdt å merke seg at våtorganisk avfall fra storhusholdninger inngår i kategori 3, mens våtorganisk avfall fra detaljhandlere eller næringsmiddelbedrifter som produserer for detaljhandel ikke inngår i kategori 3.

Det er noen unntak fra disse generelle kravene:

Selvdød fisk er kategori 2, men kan foreløpig behandles etter nasjonale krav som tilsier kverning, oppvarming til 90 °C og ensilering før behandling i biogassanlegg. Selvdød fisk kan også benyttes i pelsdyrfôr.

Matavfall fra husholdninger og storhusholdninger, samt melkeprodukter, kan behandles etter nasjonale krav. *Matavfall fra storhusholdninger er næringsavfall og samles normalt inn sammen med matavfall fra dagligvarehandelen.*

Egg og foredlede matvarer fra dagligvarehandelen kan behandles etter nasjonale krav (EU-forordning som ennå ikke er gjeldende i Norge). *Ettersom butikkene vanskelig kan skille på foredlede matvarer og ikke-foredledede (i hovedsak rått kjøtt), betyr dette at det kreves separat hygieniseringstrinn for å ta i mot matavfall fra dagligvarehandelen.*

6.2.2 Gjødselevarsforakriften

Avløpsslam behandles i tråd med kravene i gjødselevarsforakriften. Slammet hygieniseres med såkalt validert prosess etter nasjonale krav hvor slammet skal ha 30 minutters oppholdstid ved 70 °C eller 2 timers oppholdstid ved 55 °C.

7 Anleggskonsept

7.1 MULIGE ANLEGGSKONSEPTER AVHENGIG AV RÅSTOFF

Ulike anleggskonsept for et biogassanlegg avhenger av råstoffmottak som ønskes i tillegg til egen slamproduksjon. Som vi har skrevet i kapittel 3 anser vi det som naturlig at slam og avfall fra Sund og Øygarden inkluderes i beregningene. Dette gjør at anlegget får følgende mottak i tillegg til avløpsslam:

- Fortykket eller avvannet slam fra evt. andre primærrensaneanlegg i kommunen eller nabokommunene
- Silslam eller silgods fra silanlegg med passende rensing
- Avvannet eller uavvannet slam fra slamavskillere og septiktanker
- Matavfall fra husholdningene i kommunen
- Matavfall fra storhusholdninger og dagligvarehandel i kommunen er mulig, men medfører som beskrevet i kapittel 3 og avsnitt 6.2.1 sterilisering og dermed et mer omfattende anlegg.

Ut fra biproduktforskriften kan en se for seg tre ulike hovedkonsept for et biogassanlegg ved Fjell RA. Ut fra vurderingene i avsnitt 3.3 er konsept 1 og 2 aktuelle for FjellVAR:

- Konsept 1 : Hygienisering etter nasjonale krav med validert prosess
- Konsept 2 : Separat hygieniseringstrinn for mottak av biprodukter kategori 3
- Konsept 3: Separat steriliseringstrinn for mottak av biprodukter kategori 2

Tabell 2 under beskriver de ulike anleggstypene som kreves ved de ulike råstoff sammensetningene.

Tabell 2 Konsepter for biogassproduksjon

Konsept	Råstoff	Mottak/forbehandling	Biogassprosess
1	Ubehandlet avløpsslam og matavfall fra husholdninger	Mottaksbinger BioSep el. lign Buffertank	Termofil utråtning (ca 60°C), innpumping hver 2. time
2	Ubehandlet avløpsslam og matavfall fra husholdninger, storhusholdninger og	Mottaksbinger BioSep el. Lign	Separat hygienisering iht. ABP, mesofil utråtning
3	Alle typer ubehandlet organisk avfall, inkl. kategori 2	Mottakstanker for pumpbart avfall, mottaksbinger BioSep el. Lign	Termisk hydrolyse (133°C), mesofil utråtning

7.2 FORBEHANDLING AV SILSLAM OG MATAVFALL

Silslam og matavfall krever forbehandling før det kan behandles i biogassanlegget.

Mottak av silslam ved biogassanlegget vil kunne være fordelaktig for de mindre renseanleggene. Det vil innebære at en ikke vil ha behov for å kjøre pressene ved de mindre renseanleggene hardt for å få et tørrest mulig slam, og rejektet vil dermed få lavere konsentrasjon av SS og BOF.

Mottak av silslam krever en forbehandlingseenhet ved biogassanlegget. Etter vurdering av mulige løsninger for nytt mottak ved Sentralrenseanlegg Nord-Jæren (eier IVAR IKS) ble det til slutt valgt en såkalt BioSep-maskin. For behandling av kun silslam vil det være behov for 1 stk maskin med hull på 8-10 mm i soldet.

Forbehandling av matavfall har vært en utfordring og mange behandlingsløsninger har vært benyttet. Erfaringene viser at det har gått dårlig der en har forsøkt seg med billige løsninger. De siste årene har BioSep-maskinen blitt installert ved flere anlegg med godt resultat, bl.a. hos Ecopro i Verdal. For mottak av matavfall kreves det bruk av BioSep-maskiner i to trinn, der første trinn har hull på 25 mm og trinn to hull på ca. 10 mm. Mellom trinnene kan det være sandavskilling. Kapasiteten i første trinn er 4-5 tonn/time matavfall. Det innebærer at det vil være tilstrekkelig med 1 stk maskin for å behandle matavfall til biogassanlegget i Fjell (ca 2 tonn/h ved 7,5 timer/dag).

7.3 GENERELL ANLEGSBESKRIVELSE

7.3.1 Konsept 1

Ved mottak av ubehandlet slam og matavfall vil det være behov for følgende anleggsdeler:

- Mottaksbinge
- Skruetransportør til BioSep
- BioSep

- Råtnetank
- Buffertank for utråtnet slam
- Avvanningsanlegg
- Lagertank for rejektivann til fortynning
- Utlasting av slam
- Gasskjele for produksjon av varmt vann til oppvarming av bygg og råtnetank
- Slam/slam og slam/vann-varmevekslere

7.3.2 Konsept 2

Ved mottak av ubehandlet slam og matavfall fra husholdninger, storhusholdninger og dagligvarehandelen vil det være behov for følgende anleggsdeler i tillegg til konsept 1:

- Pasteuriseringsenhet
- Større gasskjele for produksjon av varmt vann
-

7.3.3 Konsept 3

Ved termisk hydrolyse benyttes damp som føres direkte inn i substratet. I stedet for pasteuriseringsenhet som i konsept 2, må en ha reaktorer for dette, samt gasskjele og dampgenerator.

Så langt er det kun Cambi som har levert anlegg i Norge med termisk hydrolyse. Deres THP-prosess benytter store reaktorer, som gjør at kapasiteten på anlegget blir mer enn 10.000 tonn tørrstoff/år, eller rundt 30.000 tonn matavfall og silslam.

Cambi har under utvikling en ny prosess som de kaller THP-B2. Denne benytter mindre reaktorer der en kan gå helt ned mot en kapasitet på 1.000 tonn TS/år. Hele anlegget skal kunne leveres ferdig i containere.

Krüger Kaldnes sitt morselskap, Veolia i Frankrike, har levert 4 anlegg med sin batch-prosess, BioThelys, med kapasitet fra 1.000 til 15.800 tonn TS/år. De har også en kontinuerlig prosess, Exelys, under utvikling.

8 Leverandører av biogassanlegg og kontrahering

Det finnes flere entreprenører i det norske markedet som kan levere biogassanlegg. De mest aktuelle er:

- BioTek
- Cambi
- Goodtech Environment (Finland)
- Krüger Kaldnes
- Nærenergi (samarbeider med østerriksk firma)
- Purac (Sverige)

Alle disse vil sannsynligvis kunne levere anlegg med pasteurisering eller annen hygienisering. Cambi og Krüger Kaldnes kan levere anlegg med termisk hydrolyse.

Biogassanlegg kan kontraheres både ved konvensjonell entreprise (NS 8405) beskrevet av rådgiver, ved totalentreprise (NS 8407) eller ved en kombinasjon der prosessanlegget leveres i totalentreprise og resten i konvensjonell entreprise.

9 Investering og kostnader

For investeringer og kostnader er følgende alternativer for slambehandling i Fjell sammenlignet:

- Alternativ 1: Bygging av lokalt biogassanlegg i Fjell kommune for slam fra RA
- Alternativ 2: Bygging av lokalt biogassanlegg i Fjell kommune for matavfall
- Alternativ 3: Bygging av lokalt biogassanlegg i Fjell kommune for både slam og matavfall
- Alternativ 4: Leveranse av slam og matavfall til andre anlegg

9.1 LOKALT BIOGASSANLEGG I FJELL KOMMUNE

Biogassanlegg for slam kalkuleres som et termofilt utråtningsanlegg. Hygienisering skjer da etter validert metode med 2 timers oppholdstid ved 55 °C.

9.1.1 Investeringskostnader

Beregning av investeringskostnad er delt inn i kostnader for bygg og installasjoner. I kalkylen av installasjonskostnader er det kun estimert for komponentene som er nødvendig for slambehandling og gassproduksjon (grensesnitt etter slamavskilling og fortykking).

9.1.1.1 Investeringskostnader

Tabell 3 Investeringskostnader for lokalt biogassanlegg

Alternativ 1, Lokalt biogassanlegg 2030	Alt 1 Slam	Alt 2 Våtorganisk	Alt 3 Slam og våtorganisk
	MNOK		
Investeringskostnader bygg	21,9	22,1	39,8
Investeringskostnader installasjoner	30,7	35,0	48,9
Prosessutstyr	16,4	19,4	27,3
EI-kraft/automasjon	4,1	4,9	6,8
VVS	2,7	3,2	4,6
Oppgraderingsanlegg	5,5	5,5	8,3
Fyllestasjon	2,0	2,0	2,0
Samlede investeringskostnader	52,7	57,1	88,7
Prosjektering	5 %	2,6	2,9
Administrasjon	5 %	2,6	2,9
Totalinvestering	58,0	62,8	97,6

9.1.1.2 Kapitalkostnader

Tabell 4 Kapitalkostnader lokalt biogassanlegg

Kapitalkostnad	Kalkulasjons- rente/ avskrivningstid	Alt 1 Slam	Alt 2 Våtorganisk	Alt 3 Slam og våtorganisk
Kalkulasjonsrente	5 %	MNOK		
Bygningsteknisk, nytt	20	1,94	1,95	3,51
Prosess/maskin	12	2,04	2,41	3,39
El.kraft/automasjon	10	0,58	0,69	0,97
VVS-teknisk	12	0,34	0,40	0,56
Sum kapitalkostnader		4,90	5,45	8,44

9.1.2 Driftskostnader

9.1.2.1 Energiforbruk

For estimering av energiforbruk er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Forbehandling av matavfall krever 45 kWh/tonn
- Forbruk i biogassanlegget er 4 kWh/m³ f
- Avvanning krever 5 kWh/m³
- Rensing av biogass krever 0,5 kWh/m³
- Forbruk for oppvarming av rejekt krever 4 kWh/m³

Energiforbruk for biogassanlegg er vist i Tabell 5

Tabell 5 Totalt energiforbruk lokalt biogassanlegg

El.forbruk totalt	Alternativ 1 Slam	Alternativ 2 Våtorganisk	Alternativ 3 Slam og våtorganisk
	kWh/år		
El. forbruk forbehandling	20 328	141 706	162 033
El. forbruk biogassanlegg	13 392	12 596	25 988
El. forbruk avvanning	16 572	15 271	31 842
El. forbruk oppgradering	112 341	126 324	238 665
El. forbruk oppvarming	148 656	161 915	265 006
El.forbruk totalt	311 288	457 812	723 535

9.1.2.2 Drift og vedlikehold

Et estimat av driftskostnader er gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Totale driftskostnader for lokalt biogassanlegg

Driftsøkonomi	Alternativ 1 Slam	Alternativ 2 Våtorganisk	Alternativ 3 Slam og våtorganisk
	kr/år		
Vann	36 000	72 000	108 000
Elektrisitet	311 288	457 812	723 535
Vedlikehold installasjoner	574 000	679 000	955 500
Vedlikehold bygg	175 572	176 772	318 487
Forsikring inst+bygg	298 227	327 267	518 045
Analysekostnader	120 000	120 000	120 000
Avsetning sand	40 177	37 788	77 965
Avsetning rejekt	27 014	75 897	102 910
Polymer	108 511	123 693	232 204
Sum driftsutgifter	1 690 789	2 070 229	3 156 647
Sum bemanning	1 110 000	1 110 000	2 070 000
Sum driftskostnader	2 800 789	3 180 229	5 226 647

9.1.3 Inntekter

Inntekter kommer fra salg av metan som drivstoff og inntekter fra leveringsgebyrer. Biorest vil bli disponeres til jordbruk, hagebruk etc. Det regnes ikke med inntekter fra bioresten.

9.1.3.1 Oppgradering av biogass til drivstoff

Inntekter og kostnader for oppgradering av biogass til metan som drivstoff er beregnet ut fra følgende forutsetninger:

- 20% av varmebehovet dekkes av biogass og 80% av varmpumpe, dvs at ca 6% av produsert gassmengde brukes internt
- Resterende mengde (94%) selges som drivstoff for 7,00 kr/Nm³

Beregninger for oppgraderingsanlegg og salg av gass er vist i Tabell 7 under.

Tabell 7 Inntekter av gassalg

Oppgraderingsanlegg biogass		Alt 1 Slam	Alt 2 Våtorganisk	Alt 3 Slam og våtorganisk
Gassproduksjon biogass	Nm ³ /h	45	50	95
Produsert drivstoffgass pr år	Nm ³ /år	224 682	252 647	477 329
Investeringskostnad oppgraderingsanlegg	kr	8 000 000	8 000 000	12 000 000
Kapitalkostnad oppgraderingsanlegg	kr/år	960 325	960 325	1 440 488
Driftskostnader	kr/år	424 682	452 647	777 329
Sum årskostnader	kr/år	1 385 007	1 412 973	2 217 817
Gasspris	7 kr/Nm ³			
Inntekter av gassalg	kr/år	1 646 883	1 851 866	3 498 749
Årlig overskudd oppgraderingsanlegg	kr/år	261 876	438 893	1 280 932

9.1.3.2 Inntekter fra leveringsgebyrer

Inntekter fra leveringsgebyrer kommer fra matavfall og silslam fra Sund og Øygarden samt matavfall fra storhusholdninger i Fjell kommune. Leveringsgebyr for slam og matavfall er satt til 600 kr/tonn for både Øygarden, Sund og Fjell kommuner. Inntekter fra leveringsgebyr er vist i Tabell 8.

Tabell 8 Inntekter fra leveringsgebyrer lokalt biogassanlegg

Alternativ 1, lokalt biogassanlegg 2030		Alt. 1 Slam	Alt. 2 Våtorganisk	Alt. 3 Slam og våtorganisk
Leveringsgebyr	kr/tonn	600	600	600
Matafall husholdninger	tonn/år		3 149	3 149
Matafall storhusholdninger/dagligvarer	tonn/år	0	0	0
Slam	tonn/år	3 348	0	3 348
Sum inntekt leveringsgebyr	kr/år	2 008 845	1 889 412	3 898 257

9.2 LEVERANSE AV AVFALL TIL ANDRE ANLEGG

Som alternativ til bygging av eget biogassanlegg er det vurdert kostnader og inntekter i forbindelse med å sende slam til biogassanlegg i Bergen og matavfall til biogassanlegg i Stavanger. Behandling av slam ved hovedavløpsrensaneanlegget i Fjell vil da bestå av avvanning og utlasting i container.

9.2.1 Investeringskostnader

Beregning av investeringskostnad er delt inn i investering bygg og investering installasjoner. For investeringskostnader for teknisk utstyr er det kun sett på komponentene nødvendig for avvanning og utlastning (grensesnitt etter sedimentering og fortykking). Avvanning i sentrifuger har blitt valgt som grunnlag for beregningene.

9.2.1.1 Investeringskostnader slamavvanning renseanlegg

Tabell 9 Investeringskostnader ved leveranse av slam til annet biogassanlegg

Alternativ 2, Levering til eksterne anlegg 2030. Investeringskostnader	Slam	Våtorganisk avfall	Slam og avfall
	NOK		
Bygg avvanning	1 200 000		1 200 000
Investeringer installasjoner	4 200 000		4 200 000
Avvanning/sentrifuger	2 200 000		2 200 000
Containere/utlasting	600 000		600 000
El-kraft/automasjon	840 000		840 000
VVS	560 000		560 000
Sum	5 400 000	0	5 400 000
Prosjektering	5 %	270 000	270 000
Adminstrasjon, byggeledelse	5 %	270 000	270 000
Total investering	5 940 000	0	5 940 000

9.2.1.2 Kapitalkostnader

Tabell 10 kapitalkostnader ved levering til annet biogassanlegg

Alternativ 2, Levering til eksterne anlegg 2030. Kapitalkostnad	Kalkulasjons-rente/avskrivningstid	Slam	Våtorganisk avfall	Slam og avfall
		NOK		
Kalkulasjonsrente	5 %			
Bygningsteknisk, nytt	20	105 920	0	105 920
Prosess/maskin	12	347 502	0	347 502
El.kraft/automasjon	10	119 662	0	119 662
VVS-teknisk	12	69 500	0	69 500
Sum	kr	642 585	0	642 585

9.2.2 Kostnader transport, leveringsgebyrer og omlastning

Estimering av kostnader til transport og leveringsgebyrer er gjort på følgende forutsetninger:

- Leveringsgebyr for slam til Bergen er 700 kr/tonn
- Leveringsgebyr for matavfall til Stavanger er 700 kr/tonn
- Transportkostnader slam til Bergen er 3,0 kr/tonn*km
- Transportkostnader matavfall til Stavanger 1,5 kr/tonn*km
- Omlastningskostnader for matavfall er 100 kr/tonn

Kostnader til transport og leveringsgebyrer er vist i tabell Tabell 11.

Tabell 11 Kostnader for transport og leveringsgebyr til andre biogassanlegg

Alternativ 2, Leveranse avfall 2030		Slam til Bergen	Våtorganisk avfall til Stavanger	Samlet
Mengde	tonn/år	2 896	2 135	5 031
Leveringsgebyr				
Enhetspris	kr/tonn	700	700	
Kostnad leveringsgebyr	kr/år	2 027 445	1 494 549	3 521 994
Omlasting				
Enhetspris	kr/tonn		100	
Kostnad omlastning	kr/år	0	213 507	213 507
Transport				
Enhetspris	kr/tonn*km	3	2	
Lengde	km	30	220	
Enhetspris	kr/tonn	90	330	
Kostnader transport	kr/år	260 672	704 573	965 245
Sum total	kr/år	2 288 117	2 412 629	4 700 746

9.2.3 Driftskostnader

Et estimat av driftskostnader ved leveranse av slam til eksterne mottakere er gitt i Tabell 12.

Tabell 12 Driftskostnader ved levering til andre biogassanlegg

Driftsutgifter	Slam	Våtorganisk avfall	Samlet
	Kr/år		
Vedlikehold installasjoner	98 000	98 000	196 000
Forsikring inst+bygg	35 640	35 640	71 280
Polymer	162 920	0	162 920
Sum driftsutgifter	296 560	133 640	430 200

9.3 SAMMENLIGNING AV TOTALØKONOMI I DE ALTERNATIVE LØSNINGENE

En oversikt over totaløkonomi for de to alternativene er vist i Tabell 13.

Tabell 13 Sammenligning av totalkostnader for bygging av lokalt biogassanlegg og levering til andre biogassanlegg

Totalkostnader behandling av slam og våtorganisk avfall 2030	Lokalt biogassanlegg			Ekstern mottaker		
	Alternativ 1 Slam	Alternativ 2 Våtorganisk	Alternativ 3 Slam og våtorganisk	Slam til Bergen	Våtorganisk til Stavanger	
Kapitalkostnader	kr/år	4 896 642	5 451 101	8 439 789	642 585	0
Driftskostnader	kr/år	2 800 789	3 180 229	5 226 647	296 560	133 640
Omlasting	kr/år	0	118 912	118 912	0	332 419
Transport	kr/år	0	392 410	392 410	260 672	1 096 983
Leveringsgebyr	kr/år	0	832 384	832 384	2 027 445	2 326 933
Sum kostnader	kr/år	7 697 431	9 975 036	15 010 142	3 227 262	3 889 975
Inntekt leveringsgebyr	kr/år	2 008 845	1 889 412	3 898 257	0	0
Energiinntekt	kr/år	1 646 883	1 851 866	3 498 749	0	0
Salg biorest	kr/år	0	0	0	0	0
Nettokostnad	kr/år	4 041 703	6 233 758	7 613 136	3 227 262	3 889 975
Spesifikk kostnad	kr/tonn	1 207	1 980	1 172	1 114	1 822

Samlede årskostnader for alternativer for disponering av slam	Kr/år
Alternativ 1: Bygging av lokalt biogassanlegg i Fjell kommune for slam fra RA	7 931 677
Alternativ 2: Bygging av lokalt biogassanlegg i Fjell kommune for matavfall	9 461 020
Alternativ 3: Bygging av lokalt biogassanlegg i Fjell kommune for slam og matavfall	7 613 136
Alternativ 4: Leveranse av slam og matavfall til andre anlegg	7 117 236

Omlastings-, transport- og leveringskostnadene i alternativene med lokalt biogassanlegg er kostnadene for eksternt mottak av våtorganisk avfall fra storhusholdninger og butikker. Dette vil måtte leveres til eksternt mottak så lenge det lokale biogassanlegget ikke er bygget med termisk hydrolyse.

10 Konklusjon

Forstudien viser at bygging av biogassanlegg for Fjell er et interessant alternativ i forhold til leveranse av avfall til andre anlegg. Kalkylene viser imidlertid at det bør bygges et anlegg for mottak av både slam og våtorganisk avfall for beste mulige økonomi. For å realisere et lokalt biogassanlegg bør slam og våtorganisk avfall fra nabokommuner også leveres til anlegget.

Det understrekes at denne rapporten slik den foreligger ikke viser alle aktuelle sammensetninger av råstoffkilder. Rapporten består imidlertid av et sett av beregninger som enkelt kan oppdateres med de råstoffmengder og kostnadsforutsetninger som er ønskelig for å kalkulere ytterligere alternativer enn de som er vist i rapporten.

Grunnlaget for kalkylene i denne rapporten er estimerte slam- og avfallsmengder i 2030. De lavere mengdene i tiden frem til dette vil gi ytterligere større forskjeller mellom kostnadene for lokalt anlegg og levering til eksterne mottakere.

Basert på kalkylene i denne rapporten anbefaler vi at FjellVAR i den kommende tiden arbeider for å finne gode eksterne løsninger for mottak av både avløpslam og våtorganisk avfall. Dersom FjellVAR skal bygge et lokalt biogassanlegg bør dette gjøres i samarbeid med nabokommunene for å maksimere råstoffmengdene til anlegget.