

I samarbeid med:

NORSK JORDFORBEDRING AS



**Biogass – ombygging av
eksisterende komposteringsanlegg
for kildesortert våtorganisk avfall**

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

INNHALDSFORTEGNELSE

1	BAKGRUNN	4
1.1	Bakgrunn for prosjektet	4
1.2	Målsetting	5
1.3	Prosjektets nytteverdi	5
1.4	Deltagere og organisering	6
2	KORT OM KOMPOSTERING OG UTRÅTNING	7
2.1	Biologiske avfallsbehandling	7
2.2	Kompostering	7
2.3	Utråtning	11
2.4	Valgt ombyggingsmodell	14
2.4.1	Bakgrunn	14
2.4.2	Forbehandling	14
2.4.3	(Anaerob) Utråtningstrinnet	15
3	AGDER RENOVASJON	17
3.1	Bakgrunn	17
3.1.1	Kompostering	17
3.1.2	Energiforhold	17
3.1.3	Dimensjoneringsgrunnlag	17
3.2	Prosess- og anleggsbeskrivelse	18
3.2.1	Bruk av eksisterende anlegg og utstyr	18
3.2.2	Prosessdesign	18
3.2.3	Prosessbeskrivelse og lay-out	20
3.3	Masse og Energibalanse	23
3.4	Økonomi	24
4	ØRAS	26
4.1	Bakgrunn	26
4.1.1	Kompostering	26
4.1.2	Energiforhold	26
4.1.3	Dimensjoneringsgrunnlag	26
4.2	Prosess- og anleggsbeskrivelse	26
4.2.1	Bruk av eksisterende anlegg og utstyr	26
4.2.2	Prosessdesign	27
4.2.3	Prosessbeskrivelse og lay-out	29
4.3	Masse og Energibalanse	31
4.4	Økonomi	32
5	HRA	33
5.1	Bakgrunn	33
5.1.1	Kompostering	33
5.1.2	Energiforhold	33
5.1.3	Dimensjoneringsgrunnlag	33
5.2	Prosess- og anleggsbeskrivelse	34
5.2.1	Bruk av eksisterende anlegg og utstyr	34
5.2.2	Prosessdesign	34
5.2.3	Prosessbeskrivelse og lay-out	36
5.3	Masse og Energibalanse	38
5.4	Økonomi	39
6	KOMPOST FRA MATAVFALL	41
6.1	Hvilke problemer og utfordringer knyttes til denne kompostkvaliteten?	41
6.2	Egenskaper som etterspørres	41

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

6.2.1	Kompost som jordforbedring	42
6.2.2	Kompost som jorddekke	42
6.2.3	Kompost som vekstmedium	42
7	ULIKE PRODUKTER FRA BIOGASSPROSESSER	46
7.1	Generelle krav i forhold til agronomiske behov	46
7.2	Undersøkelse av ulike produkter	48
7.2.1	Innledning	48
7.3	Resultater og diskusjon	49
7.3.1	Fiberrest fra utråtning av avløpsslam og matavfall	49
7.3.2	Konklusjon fiberrest slam / matavfall	54
7.3.3	Fiberrest fra matavfall	55
7.3.4	Konklusjon fiberrest matavfall	59
7.3.5	Kompost av fiberrest fra matavfall	60
7.3.6	Konklusjon kompost av utråtnet fiberrest fra matavfall	63
7.4	Anbefalinger – Jordprodukter	64
7.4.1	Fiberrest som erstatning for torv (og kompost) i jordprodukter	64
7.5	Anbefalinger – gjødsel og jordforbedring	66
8	MILJØFORHOLD	68
8.1	Innledning	68
8.2	Fugler og rotter	68
8.3	Lukt	68
8.3.1	Mottak av avfall	69
8.3.2	Biologisk behandling	69
8.3.3	Etterbehandling og lagring	69
8.4	Sigevann	69
9	HOVEDKONKLUSJONER	71
9.1	Teknisk	71
9.2	Økonomi	71
9.3	Miljø og Hygienisering	72
9.4	Fiberrest VS. Matavfallskompost	72
10	REFERENSER	73
11	VEDLEGG Nr. 1: Agder Renovasjon	74
12	VEDLEGG Nr. 2: ØRAS	76
13	VEDLEGG Nr. 3: HRA	78
14	VEDLEGG Nr. 4: Kvalitet i Råtnerest fra behandlingsanlegget i Saulekilen utenfor Arendal	80

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 4

1 BAKGRUNN

1.1 Bakgrunn for prosjektet

Det er i dag bygget en rekke anlegg som komposterer våtorganisk avfall og produserer jordforbedringsprodukter. Komposten fremstilles normalt som en ressurs med potensialer innenfor kommersiell utnyttelse, mens komposteringsprosessen ellers gir små muligheter for å utnytte energien som frigjøres under nedbrytningen.

Ved å bryte ned avfallet uten tilgang på oksygen (utråtning eller anaerob prosess) blir denne energien bundet som kjemisk energi (metan) som da videre kan omdannes til elektrisk og/eller termisk energi. Bruken av sluttproduktet fra utråtning av matavfall, som vi velger å kalle fiberresten, er langt mindre beskrevet.

Det har vist seg at kompostering av våtorganisk avfall medfører luktbelastning til omgivelsene.

Når EC 1774/2002; "Forordning om animalske biprodukter ikke egnet for humant konsum" implementeres i Norge, vil de aller fleste av dagens komposteringsanlegg få vanskeligheter med å tilfredsstille kravene som stilles (bl.a. om lukket eksponering ved 70°C i minimum 60 minutter og maksimal partikkelstørrelse på 12 mm).

Disse forhold vil være lettere å gjennomføre og kontrollere i et biogassanlegg.

I de fleste komposteringsanlegg er det investert i utstyr til forbehandling av avfallet i tillegg til kompostering og etterbehandling av kompost. Noe av dette utstyret i tillegg til grunnlagsinvesteringer som er gjort, kan fremdeles benyttes ved konvertering til en utråtningsprosess.

Med dette som grunnlag er det valgt ut tre komposteringsanlegg for denne mulighetsstudie.

De tre anleggene er forskjellig utformet og har varierende kapasitet, og representerer grovt sett de typene komposteringsanlegg som er bygget i Norge.

Øvre Romerike Avfallsselskap (ØRAS), Dal Skog

Det organiske avfallet kommer fra et Optibag sorteringsanlegg.

Kompostering skjer i åpne ranker med vendemaskin.

Dagens avfallsmengde er 1700 tonn/år.

Agder Renovasjon (Agder), Heftingdalen

Kildesortert våtorganisk avfall i papirposer. Avfallet forbehandles gjennom innblanding av hydratkalk (~ 15 % av TS)

Komposteringen skjer i åpne ranker under tak. Vending med sidestilt vendeinnretning.

Dagens avfallsmengde er 2000 tonn/år (gårdskompostering kommer i tillegg)

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 5

Hadeland og Ringerike Avfallsselskap (HRA), Jevnaker

Kildesortert våtorganisk avfall leveres hovedsakelig i papirposer og bioposer.

Reaktorkompostering (type BKS)

Dagens avfallsmengde er 5000 tonn/år som bortimot tilsvarer anleggets maksimale kapasitet

1.2 Målsetning

Målsetning for prosjektet er å:

Utføre mulighetsanalyser m.h.t. å konvertere anlegg for kompostering av våtorganisk avfall til anlegg for utråtning av samme råstoff.

Mulighetsanalysen skal:

- Klargjøre masse- og energi balanser i tillegg til tekniske, økonomiske og miljømessige forhold.
- Gi en vurdering av fiberrestens kvalitet og egnethet m.h.t. produksjon av jordprodukter.

1.3 Prosjektets nytteverdi

Prosjektets nytteverdi ligger i å utnytte energien i våtorganisk avfall (700 – 1 000 kWh pr. tonn avfall), og redusere luktbelastningen som har fremstått som et hovedproblem knyttet til kompostering av denne avfallstypen.

I tillegg muliggjør konvertering til en anaerob prosess at flere avfallstyper kan behandles i et slikt anlegg, for eksempel matavfall fra storhusholdninger, næringsmiddelindustriavfall og brukt frityrfett.

Anlegget kan også kombineres med mottak og behandling av husdyrgjødsel.

Det er også teknisk mulig å inkludere kloakkslam i behandlingen, men det kan medføre begrensninger med hensyn til bruk av fiberresten.

Det faktum at man kan inkludere flere avfallstyper bidrar til en mer helhetlig avfallsbehandlingsløsning i tillegg til økt energigjenvinning.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 6

1.4 Deltagere og organisering

Følgende har deltatt i prosjektet:

BioTek AS	Arne Hj. Knap (prosjektleder)
	Thomas Haugehåtveit
	Sverre Amrani
Norsk Jordforbedring AS	Erik Norgaard
ØRAS	Pål Torneby
Agder Renovasjon	Erik Andreassen
	Hilde Hvoslef
HRA	Amund Bø

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 7

2 KORT OM KOMPOSTERING OG UTRÅTNING

2.1 Biologisk avfallsbehandling

Biologisk avfallsbehandling benyttes hovedsakelig til behandling av avfallstyper med så høyt vanninnhold at avfallet ikke har noen positiv brennverdi, og dermed egner seg til forbrenning. I Norge er den største drivkraften for behandling av denne type avfall at det er nedlagt forbud mot deponering p.g.a. problemer med utslipp av sivevann og utslipp av drivhusgasser.

Gjennom den biologiske behandlingen brytes store deler av den organiske delen av avfallet ned, slik at man står igjen med et langt mer lagringsstabil produkt.

Det er to aktuelle biologiske prosesser. Kompostering og utråtning.

Direktiv for animalsk avfall i EC 1774/2002 og Biodirektiv under utarbeidelse (EU Working Document, Biological Treatment of Waste, 2nd draft) omtaler begge prosesser. Vi regner med at det vil bli en viss samordning mellom disse to dokumentene før de blir gjeldende for norske forhold. Når det gjelder anaerob prosess har vi tillatt oss å benytte de krav som Biodirektivet omtaler i forbindelse med design av anlegget, selv om det knytter seg en viss usikkerhet til dette.

2.2 Kompostering

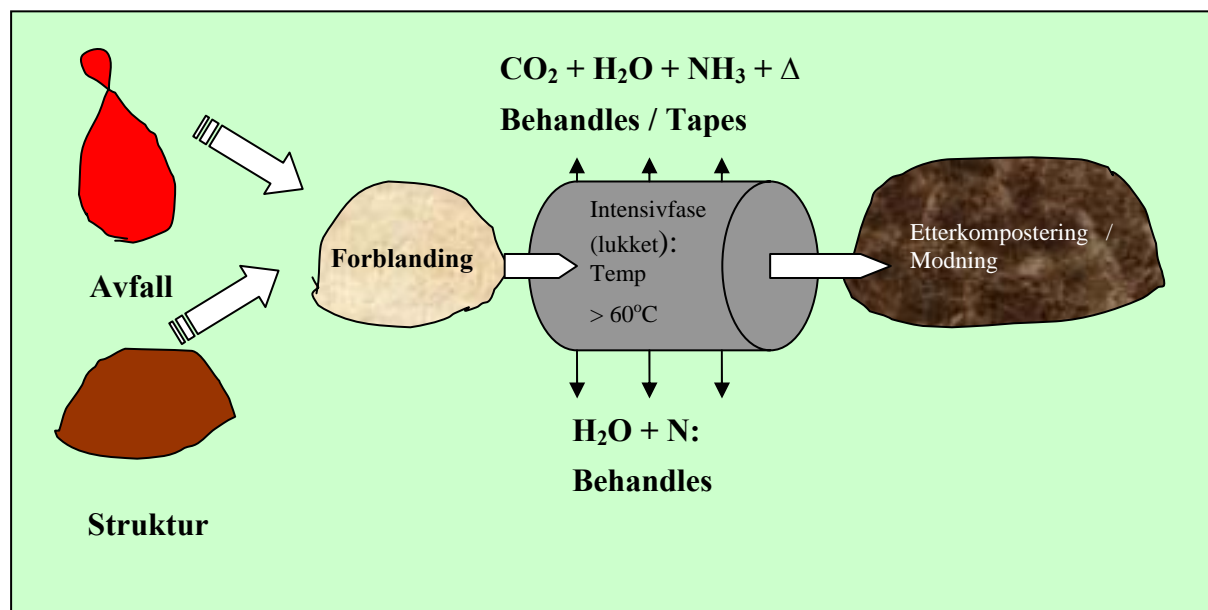
Kompostering defineres gjerne som en oksygenavhengig mikrobiell omdanning av organisk materiale. Definisjoner som bringer inn begrepene aerob og humus er ganske vanlige (se eksemplet nedenfor).

Kompostering er en biologisk nedbrytning av organisk stoff til et humusaktig stabilt produkt. Prosessen skjer under kontrollerte aerobe betingelser.

Figur 1 under beskriver det normale komposteringsforløpet der avfall blandes med tørr karbonrik struktur, før denne blandingen komposteres ved tilførsel av luft. I dag legges det ofte opp til en intensiv kompostering etterfulgt av en mer ekstensiv etterkompostering eller modning. I mange anlegg lukkes den første komposteringsfasen slik at avgasser og avrenning kan kontrolleres og behandles. Normalt vil tiden fra forbehandling til stabil kompost foreligge strekke seg over 4 – 6 måneder I etterkant modnes komposten over flere måneder.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Figur 1: Komposteringsforløp



Humus er et nøkkelelement i kompost

Kompostering av våtorganisk materiale, (som kildesortert matavfall), bør i størst mulig grad skje som et balansert forløp av flere prosesser.

- Mineralisering
- Humifisering (ny syntese av humus)
- Produksjon av biomasse

Gjennom komposteringsprosessen skjer det et skifte i energitilstanden for ulike organiske fraksjoner. Alle prosessene nevnt over fører til økning av **stabiliteten**, men betydningen av hver enkelt delprosess vil variere avhengig av prosessforholdene og faktorer som for eksempel avfallskvaliteten.

Et klart mål med kompostering som metode er å få til en tilstrekkelig reduksjon av **reaktiviteten** i det organiske materialet bl.a. for å unngå luktproblemer ved lagring eller disponering (krav i gjødselvereforskriften).

I jordblandinger og vekstmedier vil det også være behov for et modent produkt med et så høyt innhold av humusforbindelser som mulig. En utfordring for behandlingsanlegget, blir derfor å kunne møte både de agronomiske behovene hos brukeren av komposten (f.eks. produsenter av jordblandinger) og de krav miljøforvaltningen stiller i utslippstillatelser og konsesjoner.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 9

I forhold til at komposten skal møte 2 behov, kan kompostering **således** defineres både som en stabiliserings- og en **humifiseringsprosess**.

Begrepet "stabilitet" betyr i denne sammenheng **at** reaktiviteten i produktet er lav, samtidig som direkte plantetoksiske effekter som kan skyldes oppkonsentrering av tidlige metabolitter fra nedbrytningsprosessene, ikke lenger kan påvises. Denne "stabile kompostkvaliteten" karakteriseres gjennom mer eller mindre konstante nivåer av et knippe standard parametere som total organisk karbon (TOC eller gjerne glødetap), total nitrogen (Tot-N) og forholdet mellom disse parametrene (C/N-forholdet). Videre en lav respirasjonsaktivitet i produktet, målt indirekte som selvoppvarming av kompostmassen eller direkte som oksygenforbruk eller produksjon av CO₂.

Mens **kravet om** stabilitet primært er miljømessig **betinget**, vil innholdet av humusforbindelser representere en tilleggskvalitet forankret i agronomiske behov.

I et kompostprodukt vil vi kunne bestemme følgende organiske fraksjoner:

- Ekstraherbare humussyrer
- Ikke ekstraherbare humus syrer og andre forbindelser som er bundet til mineralske overflater
- Mikrobiell biomasse
- Inert organisk materiale

De nyttige agronomiske egenskaper i humusfraksjonene er ofte komplekse. Utover det rent plantefysiologiske aspektet har de positive effekter på jordstabilitet og struktur.

En god kompost vil kunne anvendes som et tiltak for å forhindre jorderosjon.

Humusfraksjonen vil stabilisere omsetningen av karbon og redusere tap av nitrogen ut av økosystemet.

Nedenfor er listet egenskaper som kompost tilfører jorda, og som for en stor del er et resultat av kompostens humusinnhold

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 10

Tabell 1: Oversikt over kvaliteter en god kompost tilfører jorda

FORANDRINGER I JORD

Fysiske	Kjemiske	Biologiske
Redusert tetthet	Øker innhold av næring	Generell økning av populasjoner med sopp, aktinomyceiter og bakterier
Økning av porøsitet	Øker innhold av fosfor, kalsium, magnesium og mange sporstoffer	Spesiell økning av cellulosedbrytende mikroorganismer og nitrogenfikserende bakterier
Stimulerer aggregering	Øker kationebytte kapasitet	Økning av mikrobiell biomasse gir en likevekt mellom tilgjengelige og bundne former av NPK
Forbedrer vertikale vekstforhold for planterøtter	Øker næringsopptak i planter	Generell økning i jordas enzymaktiviteter
Øker innhold av organisk stoff	Nøytraliserer pH	
Øker vannholdeegenskaper	Binder tungmetaller, pesticider, herbicider og hydrokarboner	
Bedrer dreneringsegenskaper		
Forhindrer erosjon		
Reduserer fordampning		

Det kan synes vanskelig å oppnå en **forutsigbar** komposteringsprosess som virkelig resulterer i en stabil, moden og humusrik kompost. Ulike forhold og forskjellige egenskaper rundt råvaren som skal komposteres påvirker oppførselen til det organiske materialet gjennom prosessen, og ved det også nydannelse av humus. Det synes bl.a. som om et minste kritisk nivå av spesielle mikrobielle kulturer og metabolske aktiviteter må være aktive for å oppnå et høyt humusinnhold. En teori hevder dessuten at overskudd av molekylært oksygen favoriserer

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 11

mineralisering, mens lavere O₂-nivåer med innslag av anaerobe forhold fremmer humifiseringen.

Organisk materiale og luft (oksygen) omsettes i komposteringsprosessen via diverse mellomprodukter til CO₂ og vann, og i tillegg utvikles det varmeenergi. Frigitt energi er ca. 4,5 kWh/kg tørrstoff omdannet. Til sammenligning er brennverdien på tørr granved på ca. 5 kWh/kg. Varmeutviklingen gjør at komposten kan øke i temperatur til over 65 °C og dermed hygieniseres. (Temperaturer over 65 °C i en uke tilfredsstiller de foreslåtte EU krav til hygienisering.)

I åpne komposteringsanlegg er det vanskelig å gjenvinne denne energien, mens det i lukkede komposteringsanlegg er mulig å varmeveksle ventilasjonsluften. Virkningsgraden for dette er som regel lav og denne type lavtemperaturrenergi har som regel begrenset anvendelse.

2.3 Utråtning

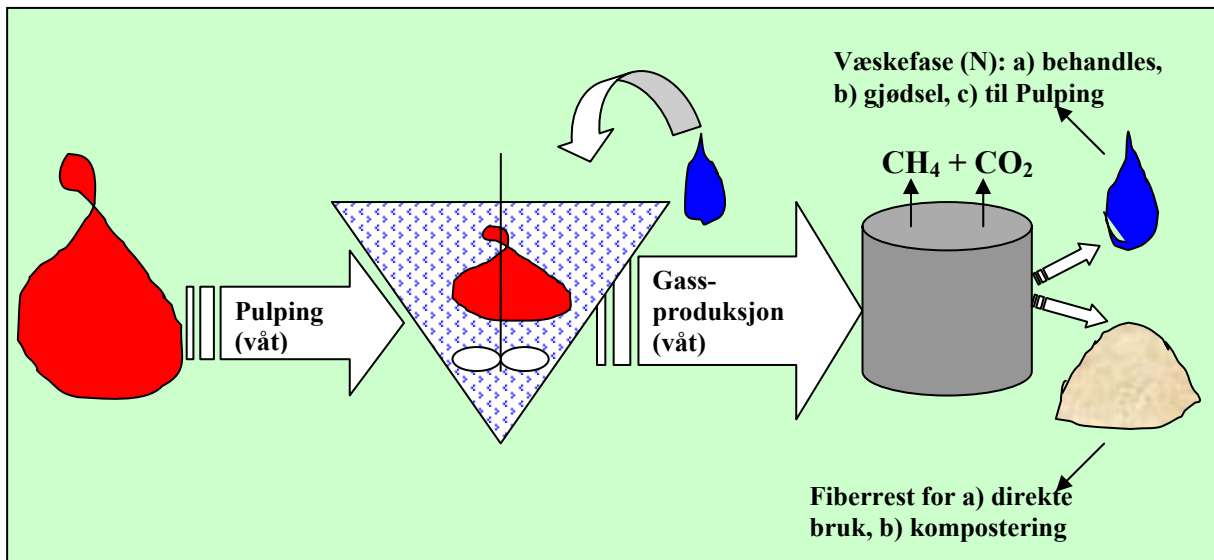
Ved anaerob utråtning legges forholdene til rette for nedbrytning av organisk materiale i fravær av luft. Gjennom anaerob utråtning oppnås tre hovedprodukter:

- * Metanholdig biogass som kan anvendes for å produsere varme eller elektrisitet*
- * Fiber som kan anvendes som næringsrik jordforbedring*
- * Rejektvann som kan anvendes som flytende gjødsel*

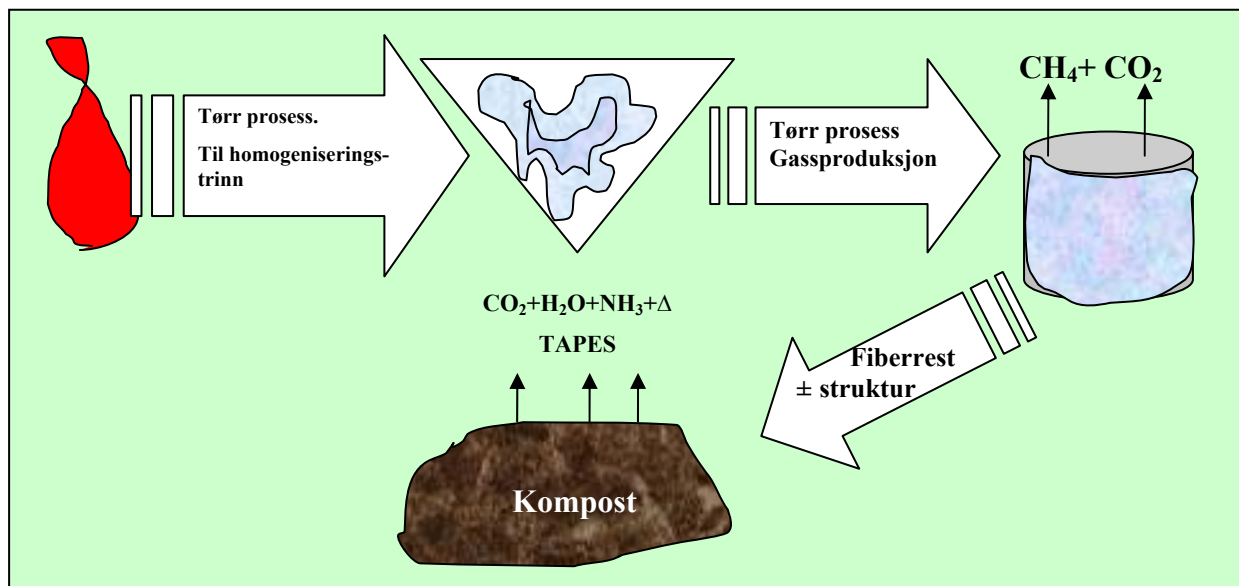
Figurene 2 – 4 viser skjematisk flyt gjennom 3 typiske prosesser som inkluderer biogassproduksjon som et hovedtrinn for å oppnå stabilisering av matavfallet, samt produkter fra disse. Sluttproduktene ut fra biogasslinjene er oftest en fiberrest og en væskefase ved siden av biogassen. Væskefasen er næringsrik og større deler av denne vil i de fleste tilfeller resirkuleres og / eller sluttbehandles, mens fiberresten har potensialer for direkte anvendelse som gjødselprodukt eller jordforbedring i landbruket eller den kan ha potensialer som organisk tilsats i jordblandinger og vekstmedier. Spørsmålet er om fiberresten behøver etterbehandling eller tilsetninger for å oppnå de egenskapene som et profesjonelt marked for jord krever.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Figur 2: Biogass produksjon fra matavfall. Våt prosess



Figur 3: Biogass produksjon fra matavfall. Tørr prosess



Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 13

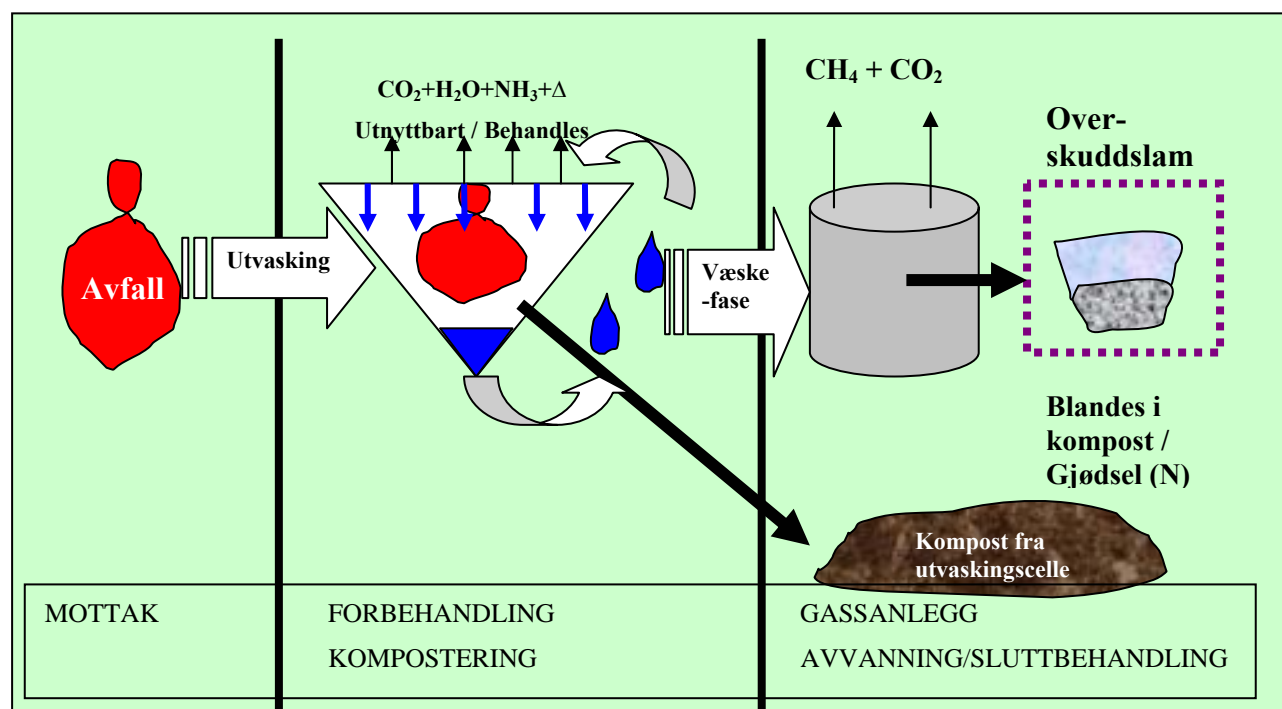
Avfallet forbehandles for å fjerne plast, metall og andre harde gjenstander.

Da den anaerobe utråtningen frigjør lite varmeenergi, ca. 0,2 kWh pr. kg tørrstoff omsatt), må "startblandingen" varmes opp til aktuell driftstemperatur som enten gir en mesofil utråtning 37-40 °C eller en termofil utråtning 52-57°. Det mesofile alternativet er mest benyttet til nå, mens det er godt dokumentert at termofil utråtning gir kortere oppholdstider. I tillegg vil biogassutbyttet ofte øke.

Hvis avfallet eksponeres for min. 55 °C over en periode på 24 timer (uten forstyrrelser) og den hydrauliske oppholdstiden i prosessstanken er min. 20 døgn, tilfredstilles kravene til hygienisering beskrevet i utkast til Biodirektiv. Et alternativ til en mesofil prosess (og kompostering) vil kunne være eksponering til 70 °C i eget pasteuriseringstrinn.

Utråtningen foregår gjennom flere nedbrytningstrinn i et lukket kammer. De viktigste trinnene er hydrolysen og metanogonesen. Rapporten går ikke nærmere inn på disse prosessene.

Figur 4: Biogass produksjon fra matavfall. Utvasking av organisk stoff til utråtningstank. Kompostering av restavfall (kombinert løsning).



Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Biogassen er en blanding av metan (CH₄), CO₂ og vann. For matavfall bør metanandelen ligge i området 55-65%, avhengig av avfallsets sammensetning. Høyt innhold av korte fettsyrer forskyver for eksempel forholdet i retning av CO₂.

Den faste resten benevnes "fiberrest". Den avvannes (tørkes) og har potensialer som gjødsel og jordforbedringsprodukt i landbruket (jfr. råtneresten fra behandling av avløpsslam). I hvilken grad fiberresten kan inngå innsatsfaktor i jordblandinger eller vekstmedier er usikkert.

Fiberresten utgjør sammen med fraseparert fraksjon etter forbehandling typisk 10 – 20 % av inngående avfallsmengde. Mengden avhenger både av kildesorteringen og av valgt forbehandlingsprosess.

2.4 Valgt ombyggingsmodell

2.4.1 Bakgrunn

Asplan Viak (ref 3) har vurdert samfunnsøkonomisk kostnad for forskjellige utråtnings behandlingskonsepter. Deponi med gassuttak er satt som "nullalternativ" og de forskjellige behandlingskonseptene er sammenlignet med dette.

Bioceller kommer best ut i denne sammenligningen p.g.a. lavt energibehov til selve behandlingsprosessen, mens våt utråtning er nest best.

BioTek AS har utviklet en våt utråtningsprosess som er utprøvd i Kongsberg. Denne prosessen er benyttet som grunnlag for ombyggingsmodellen.

2.4.2 Forbehandling

Forbehandlingen har følgende formål:

- fjerne komponenter i avfallet som kan lage driftsmessige problemer i det etterfølgende prosessanlegget
- fjerne komponenter som forringer råtnerestens verdi
- male opp avfallet finest mulig slik at mest mulig av avfallet er tilgjengelig for mikrobiologisk nedbrytning samt tilfredsstiller EU krav til maks. partikkelstørrelse.

De avfallskomponentene som kan gi driftsproblemer er:

- all hardplast og plastfolie (bæreposer) over en viss størrelse legger seg rundt pumpehjul/rotorer, tetter innløp, legger seg rundt røreverksaksel og akkumuleres som flyteslam i råtnetanken
- metallgjenstander kan ødelegge pumper og legger seg på bunn av råtnetanken
- harde komponenter som glass, porselen, benknokler (leddet) legger seg på bunnen av råtnetanken som en del av bunnslammet

Folieplast generelt forringer verdien av råtneresten og bør derfor fjernes. Dette kan for eksempel gjøres ved ettersikting.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

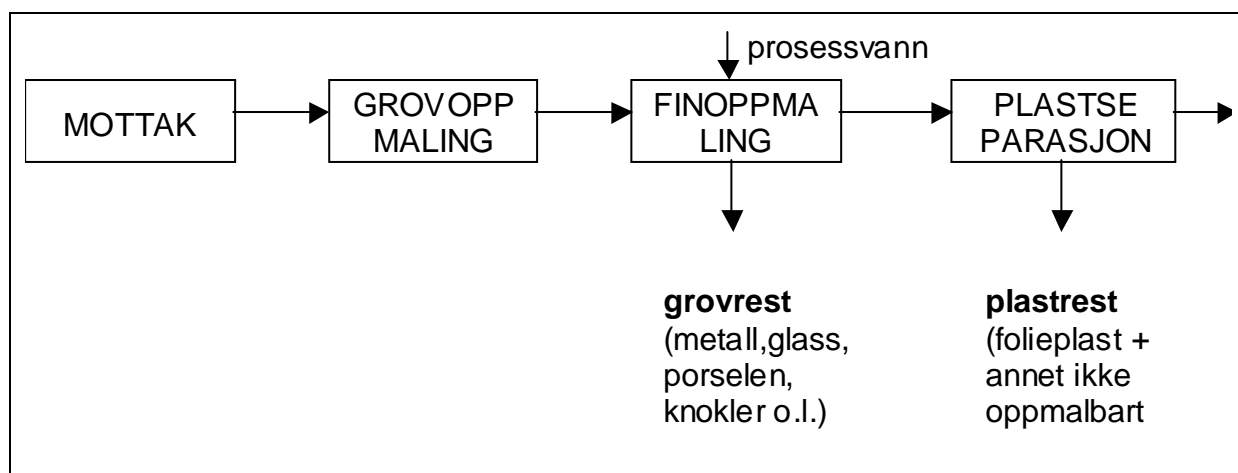
Side 15

I BioTek prosessen har det imidlertid vist seg at plast fjernes allerede i forbehandlingen.

Finoppmaling av avfallet er nødvendig for å få størst mulig overflate tilgjengelig. Men hvis de komponentene man ønsker å fjerne også finoppmales, kan de være vanskelig å skille fra. Konvensjonelle prosesser fjerner derfor plastfolie og metall i en tørrprosess før avfallet males opp. Ulempen med dette er at mye matavfall kan følge med folieplasten, slik at tapet og mengde restavfall blir høy.

BioTek prosessen er et alternativ som sikrer optimal neddeling uten for høy andel organisk avfall i restfraksjonen. Den typiske flyten gjennom forbehandlingstrinnet er vist i figur 5.

Figur 5 Forbehandlingsprosess



BioTek prosessen består av:

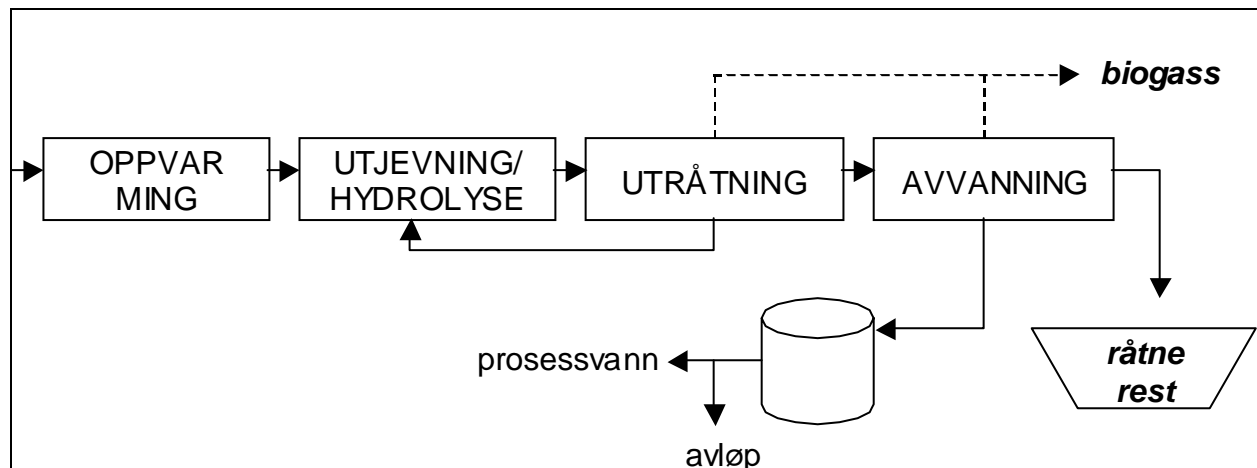
- mottak og lagring av avfall
- grovoppmaling
- finoppmaling
- fraskilling av metall og tyngre komponenter
- fraskilling av plast og ikke-oppmalbare komponenter

2.4.3 (Anaerob) utråtningstrinnet

For utråtningen er det valgt å bruke en to-trinns termofil prosess med slamretur fra 2. til 1. utråtningstrinn (figur 6). Erfaringene med en slik prosess i Kongsberg er positive bl.a. ved at prosessen er robust med godt gassutbytte og en relativt stabil råtnest.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Figur 6. Anaerob prosess



I BioTek prosessen varmes avfallet opp til 58°C med varmtvann (80 - 85 °C) i en ekstern spiralveksler og tilføres første trinn i utråtningsprosessen. Oppholdstiden gjennom dette utjevningstrinnet ligger på typisk ett døgn. Hydrolysering av avfallet vil normalt være aktiv i utjevningssiloen og dermed vil noe av gassproduksjon også starte her. Fra utjevningstrinnet doseres avfallsblandingen videre inn på hovedutråtningstanken hvor mesteparten av biogassen dannes. Begge enhetene har omrøring.

Mengden og måten dette doseres på er avhengig av avfallets sammensetning og biogassbehovet. Responstiden mellom endringer i mengde avfall dosert og biogass produsert er erfaringsmessig bare noen timer. Hvis det i perioder av døgnet er behov for mer biogass, kan leveransen til en viss grad styres gjennom å styre dosering av hydrolysert avfall inn på utråtningstanken. Dette styres automatisk via anleggets prosesskontrollanlegg.

Fra den store utråtningstanken doseres blandingen inn på en avvanningsenhet hvor faststoffet nå får betegnelsen "fiberrest" og vannfasen "prosessvann". Type avvanning vil avhenge av hva råtneresten skal benyttes til. Overskudd av prosessvann må i de fleste tilfeller renses før utslipp til resipient. Eventuelle behov for interne rensetrinn avhenger av konsesjonskravene ved de enkelte anlegg.

Prosessvannet har et høyt nitrogeninnhold og det er fra flere hold satt fokus på dette som potensielt flytende gjødsel. Denne anvendelsen vil ikke bli omtalt videre i rapporten.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 17

3 AGDER RENOVASJON

3.1 Bakgrunn

3.1.1 Kompostering

Agder Renovasjon driver et rankekomposteringsanlegg for våtorganisk avfall og slam i Heftingdalen utenfor Arendal. Avfall og slam komposteres i separate åpne ranker. Deler av det våtorganiske avfallet i regionen går til gårdskompostering, mens de selv i 2002 mottok ca. 2000 tonn for kompostering.

Avfallet gjennomgår en lett oppmaling før utlegging i ranker under tak. Rankene luftes ved vending (2-3 ganger pr. uke) med hjullaster. Etter ca. 3 uker legges avfallet i storranker ute som vendes hver 3.-4. uke i løpet av en 4 mnd. periode. Deretter siktes avfallet før salg.

Det er startet forsøk med innblanding av kalk (hydratkalk, Ca(OH)₂) og bark for å redusere lukt i forbindelse med komposteringsprosessen.

3.1.2 Energiforhold

Deponiet i Heftingdalen er avluftet og i 2002 ble 942.500 m³ biogass faklet (ca. 110 m³/h). Med et gjennomsnittlig metaninnhold på 55 %, tilsvarer dette en årlig energimengde på 5,4 GWh. Det foreligger planer om å installere gassmotor for produksjon av elektrisitet og varme.

3.1.3 Dimensjoneringsgrunnlag

Avfallsmengdene benyttet som dimensjoneringsgrunnlag for ombygging av anlegget fremkommer av tabell 2.

Tabell 2 Dimensjoneringsgrunnlag – Agder Renovasjon

AVFALLSTYPE	MENGDE, tonn/år
Kildesortert våtorganisk avfall, i papirposer	3000
Matavfall fra storhusholdninger, i plastsekker	500
Matavfall fra butikker, i plastposer	500
Organisk avfall fra næringsmiddelindustri	300

Maks. mengde avfall: 20 tonn/dag

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

3.2 Prosess- og anleggsbeskrivelse

3.2.1 Bruk av eksisterende anlegg og utstyr

Det er lite som kan benyttes av eksisterende utstyr bortsett fra den avvanningsenheten som i dag benyttes til avvanning av septikslam (Masku sol). Leverandøren opplyser at det er gjort positive avvanningsforsøk med både kjemisk og biologisk slam. Det er imidlertid tvil om enheten har kapasitet til både avvanning av råtnerest og inngående septikslam.

Rankekompostering foregår i dag på asfaltplate under tak. Dette arealet egner seg godt for plassering av forbehandlingslinjen, og det vil i tillegg være plass til råtnetank og gasslager like ved.

3.2.2 Prosessdesign

Følgende parameter er benyttet for design av anlegget:

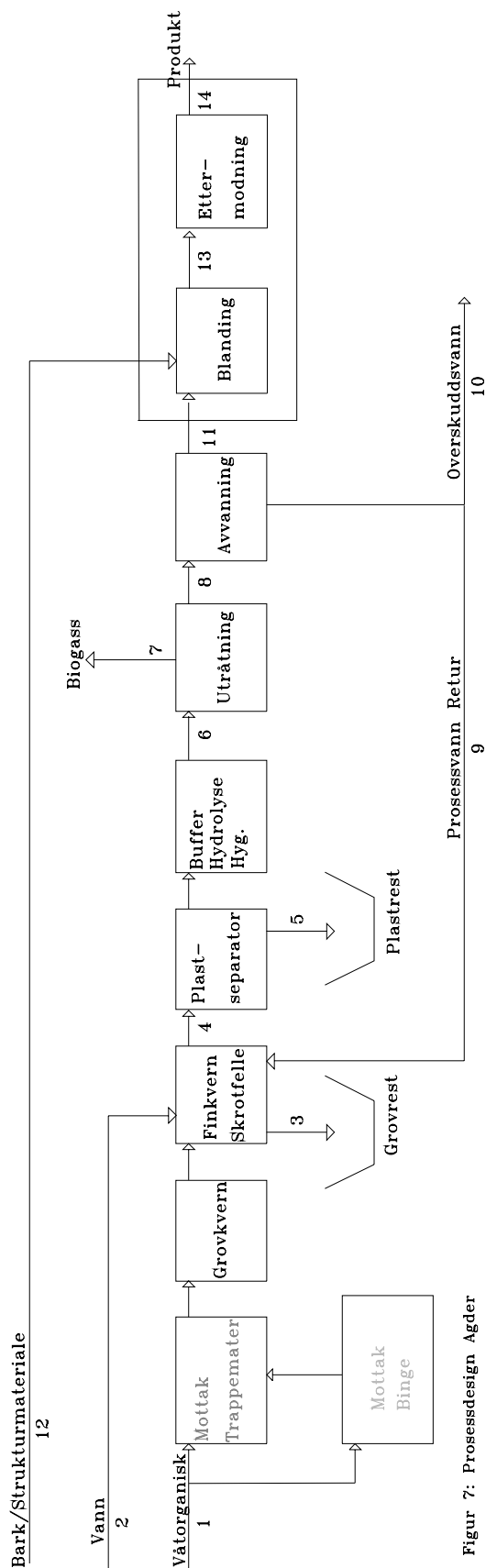
Mottak:	plass til maks. mengde tilført for en dag, dvs. 20 tonn eller 28,4 m ³ ¹			
Grovkvern:	operasjon 10 min. hver ½ time, del av automatisk sekvens			
Dissolver:	operasjon 20 min. hver ½ time, del av automatisk sekvens			
Plastseparator:	kontinuerlig operasjon			
Utjevning:	døgnutjevning			
Utråtning:	20 dagers hydraulisk oppholdstid, min. 55°C (utjevningstanken del av utråtningssystemet)			
Avvanning:	døgnkontinuerlig			
Luktfjerning:	barkfilter	dimensjonert	for 600 m ³ /h	fra punktavsug på forbehandlingsutrustning

Resultat av prosessdesign er vist på fig 7.

¹ (anslått vol. vekt: 0,7)

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 19



Figur 7: Prosessedesign Agder

Massebalanse		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Strøm	tonn/dag	18,5	0,0	0,2	63,5	1,3	62,2	---	59,6	45,2	6,5	7,9
	m ³ /dag							2254				

Data basert på beregninger:	
Volum mottak:	28,4 m ³
Kapasitet mottak/kvern	15,8 tonn/h
Volum dissolver	4,5 m ³
Kapasitet plastseparator	9,1 tonn/time
Volum utgjevningstank	56,5 m ³
Kapasitet pumpe til rånetank	2,6 tonn/time
Volum rånetank	784,4 m ³
Kapasitet avvanner	8,5 tonn/h
Volum gasslager	94 m ³
Gassproduksjon (60% CH ₄)	518321 m ³ /år
Energiproduksjon	3234 MWh/år

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

3.2.3 Prosessbeskrivelse og layout

Fig. 8 vedlagt viser hvordan biogassanlegget er tenkt plassert i den eksisterende bygningssmassen. Tekniske data på utstyret er gitt i vedlegg 1.

Mottak

Inngående avfall tippes opp i en mottakslomme plassert der hvor avfallet tippes på gulvet i dag. Renovatøren opererer selv luke som normalt holder mottakslomma stengt for å hindre utslipp av lukt.

Intern transport

Til intern transport av avfall benyttes lukkede senterløse skruer, nødvendig både for å kunne transportere avfallet i et lukket system og for effektiv drift av forbehandlingsanlegget.

Grovoppmaling og dissolver

Forbehandlingen drives satsvis automatisert v.h.a. instrumentering og en PLS. Hver sats tar 30 minutter. En bestemt mengde avfall (styrt av veicelle på mottaket) tilføres grovkvern. Avfallet går herfra direkte opp i dissolver hvor det tynnes ut til 8 – 10 % tørrstoff (tørrstoffet i matavfall: 32 – 36 %) før finoppmalingen starter opp. Til uttynning av avfallet benyttes filtrat (prosessvann) fra avvanning av råtnest. Dette innebærer at avfallet tidlig i prosessen blir podet med mikroorganismer.

I dissolveren blir avfallet malt opp til partikkelstørrelser hovedsakelig < 2 mm. Den prinsipielle oppbyggingen av grovkvern og dissolver sikrer en god differensiering i partikkelstørrelse mellom det som skal konverteres til biogass og de bestanddelene som ønskes fraskilt, for eksempel metall og plast. Metall og andre harde/tunge komponenter (for eksempel benknokler) blir skilt fra i dissolveren v.h.a. sedimentering.

Plastseparator

Fra dissolveren går massen over i en holdetank for tilførsel til plastseparatoren. Her skilles plast og komponenter over en viss partikkelstørrelse fra væskefasen som nå inneholder det organiske materialet som skal omdannes til biogass.

Til oppsamling av grovrest og plast rest er det benyttet konvensjonelle konteinere.

Utjevning/hydrolyse

Her blir massen varmet opp til over 55°C v.h.a. en ekstern varmeveksler og kontinuerlig tilført hovedråtnetanken. Hydrolyse av avfallet vil starte opp og noe biogass dannes.

Utråtning

Mesteparten av utråtningen skjer i hovedtanken. Her er det valgt å bruke en tank (betongelement) med overdekking (av syntetisk materiale) som fungerer som gasslager (Lundsby Industrier). Omrøring skjer v.h.a. en neddykket strømsetter. Noe slam pumpes satsvis tilbake til utjevnings/hydrolyse tanken for å opprettholde høy slamkonsentrasjon her.

Avvanning

Til avvanning av fiberrest kan forskjellig utstyr benyttes. Fiberresten fra blandinger mellom avløpsslam og matavfall har relativt gode avvanningsegenskaper og en dekanterentrifuge kan gi et tørrstoffinnhold på ca. 40 %. Da det kan være ønskelig å kunne ettermodne fiberresten sammen med oppmalt hageavfall, er det ikke nødvendig å avvanne fiberresten til mer enn 25-

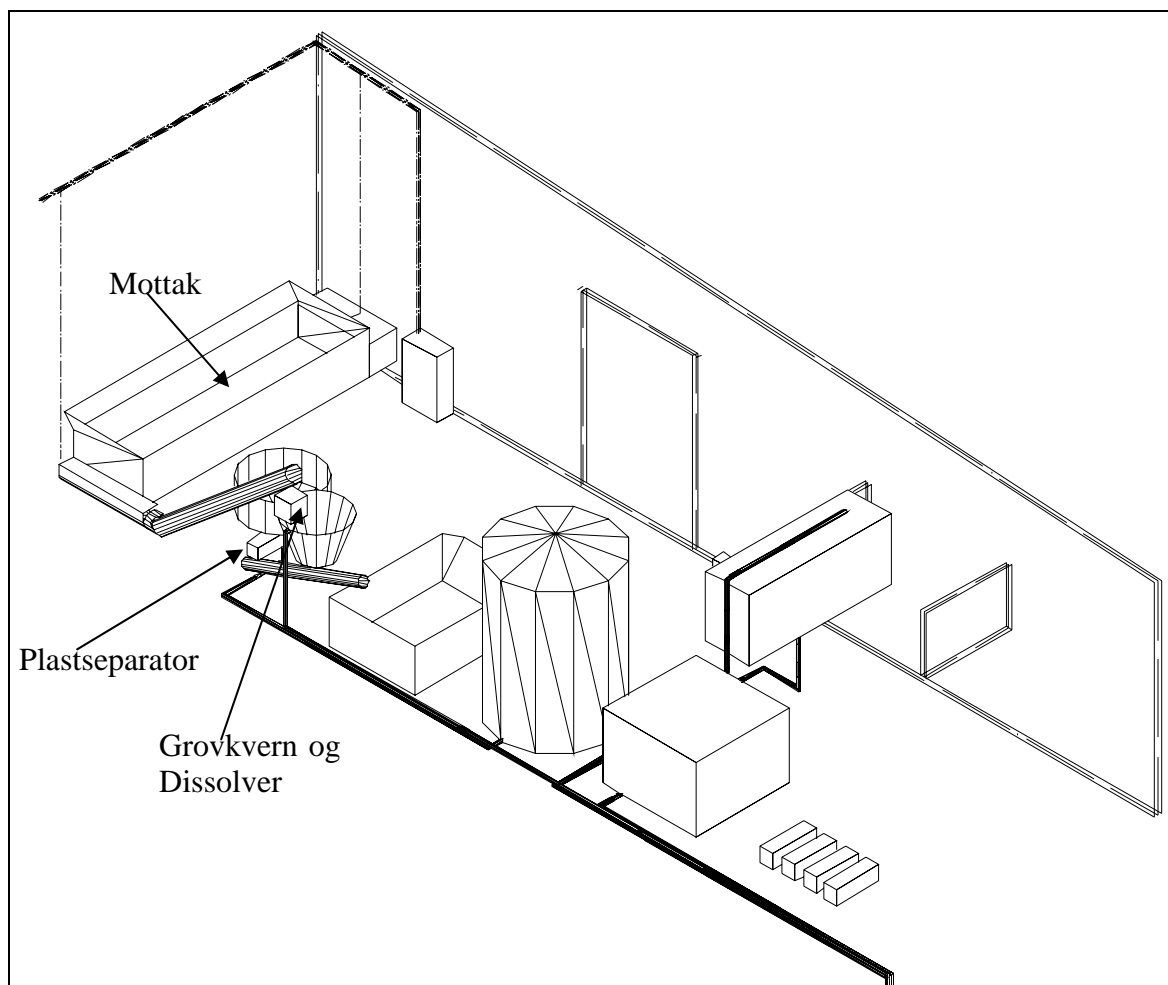
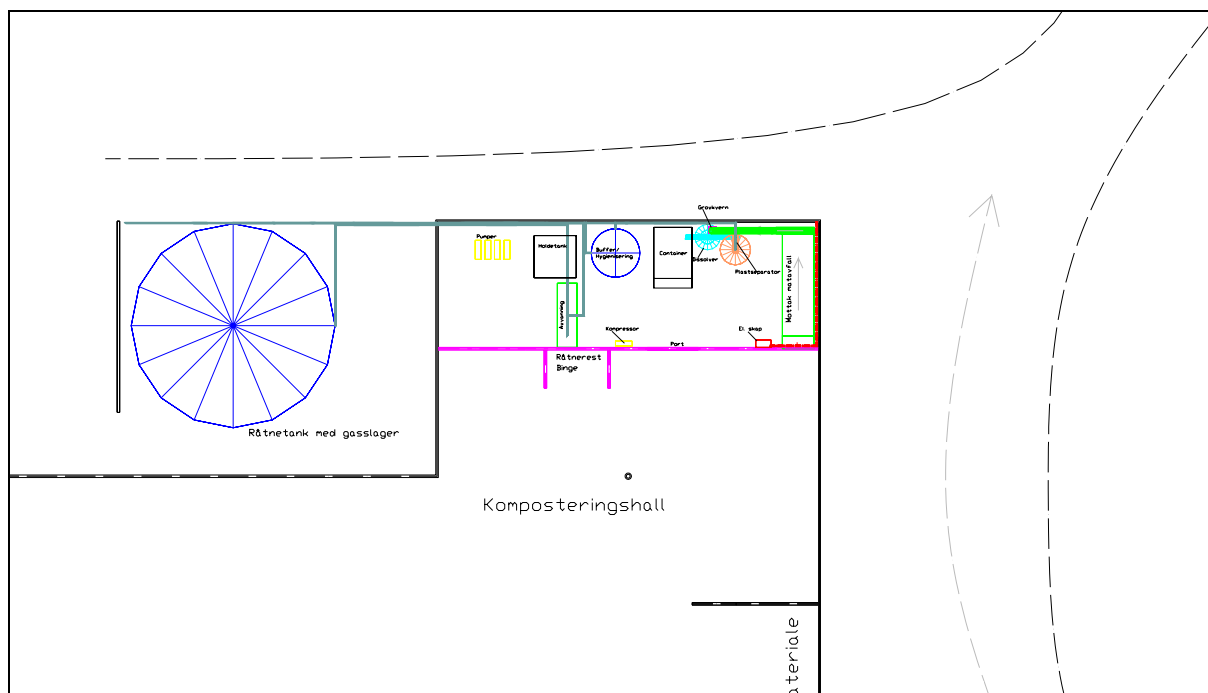
Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 21

30%. Den eksisterende Maso Soll enheten kan som nevnt utnyttes, men p.g.a. usikkerhet vedr. kapasitet har vi valgt å benytte en separat enhet. En Stigebrandt Avvanner bør være et kostnadseffektivt alternativ.

Avvannet fiberrest overføres en konteiner, mens filtratet pumpes til prosessvannstanken.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	



Figur 8: Lay-out Agder

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 23

3.3 Masse- og energibalanse

På årsbasis viser tabell 3 nøkkeltall det gjelder massebalansen:

Tabell 3 Massebalanse (nøkkeltall) AGDER

MASSESTRØM	MENGDE, tonn/år
Inngående avfall	4 300
Grovrest (30 % TS)	46
Plastrest (30 % TS)	299
Fiberrest (30 % TS)	1 817
Biogass (60 % metan)	518 321 m ³ /år

Biogassanlegget produserer energi, men forbruker også energi i form av elektrisitet og varme. Tabell 4 nedenfor angir et estimat av elektrisitetsforbruk og varmeforbruk under forskjellige årstider.

Tabell 4 Energiforbruk biogassprosess AGDER

ENHET	INST.EFFEKT	OP.TID/BATCH	TOTAL OP.TID/DAG	ENERGIFORBRUK	I FORH. TIL PROD.
	kW	mins.	mins.	kWh/år	%
Elektrisitet					
forbehandling					
Hydraulikkaggregat	18,5	15	210	11 914	
Skruemotor 1	7,5	5	70	1 006	
Skruemotor 2	30	5	70	4 025	
Grovkvern	30	10	140	12 880	
Dissolver	110	20	280	94 453	
Grovrest skruemotor	2,2	1	14	59	
Plastseparartor	3,5	60	840	6 762	
Pumpe mot utj. Tank	5	60	840	16 100	
Luftkompressor	5	10	140	2 147	
Pumpe prosessvann	5	5	70	805	
TOTALT FORBEHANDLING				150 151	4,6 %
utråtning/avvanning		(timer pr. døgn)			
Pumpe, varmeveksler	3	60	1440	13 140	
Røreverk utj.tank	5	10	240	5 840	
Røreverk råtnetank	7,5	10	240	8 760	
Pumpe, resirk./utpumping	3	60	1440	13 140	
TOTALT UTRÅTNING/AVVANING				40 880	1,3 %
varmvann (85 C)					
oppvarming for utråtning					
Vann i avfall (72,4% vanninnhold)				162 509	
Prosessvann (fra 50 - 55 C)				68 953	
TOTALT (EKS. SMELTING AV IS)				231 462	7,2 %
Tillegg for smelting av is 20% av året:					
Smelting av is- 10%				115 510	3,6 %
Smelting av is- 30%				346 531	10,7 %
Smelting av is- 60%				693 063	21,4 %
Smelting av is- 100%				1 155 105	35,7 %

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 24

Elektrisitetsforbruket utgjør 5,9 % av total energiproduksjon. Hvis det installeres en gassmotor (kogeneringsenhet) for produksjon av elektrisitet og varme, tilsvarer dette ca. 17,5 % av elektrisitet produsert. Oppvarmingsbehovet vil erfaringsmessig være svært avhengig av om avfallet er frosset eller ikke og hvor mye som er frosset. Varmtvannet fra gassmotoren utgjør ca. 11 % av varmeproduksjonen når avfallet ikke er frosset. Varmtvannet vil være en naturlig energikilde for opptining av frosset avfall.

Hvis 30 % av avfallet er frosset vil ca. 25 % av varmeproduksjonen gå med til å tine og varme opp avfallet.

3.4 Økonomi

Tabell 5 under viser endringer i produksjonskostnader hvis komposteringsanlegget bygges om til biogassanlegg. De forskjellige kostnadselementene er kommentert i tabellen.

Tabell 5. Kostnadsanalyse AGDER

AGDER - KOSTNADSANALYSE				
Økonomisk element	I dag	Etter ombygging	Besparelse/inntekt(-)/Økning(+)	Anmerking
OMBYGGINGSKOSTNAD				8 957 000
PRODUKSJONSKOSTNADER				
Kapitalkostnader	0	922 571	922 571	Annuitet, 6% p.a. over 15 år
Bemannning			0	ingen endring
Diesel til kjøretøy	108 400	81 300	-27 100	Totalt 271 000 kr/år, 40% allokeres til kompostering, reduseres med 25%
Vedlikehold eksisterende produksjonsapparat	224 400	201 960	-22 440	Totalt 680 000 kr/år, 33% allokeres til kompostering, reduseres med 10%
Vedlikehold nytt anlegg (biogass)	0	179 140	179 140	anslått til 2% av investeringskostnader
Oppvarming av matavfall og nyanlegg	0	0	0	braker spillvarme fra evt. kogenerering
Elektrisitet	325 000	362 745	37 745	kostnad 35 øre/kWh (totalt), økning p.g.a. forbehandling
Kjøp av kalk	215 000	21 500	-193 500	anslått 215 tonn/år, 1000 kr/tonn, 10% forbruk ved evt. driftstans
Kjøp av bark	132 308	0	-132 308	anslått 2150 tonn/år (3300 m ³), 40 kr/m ³
Kjøp av annet strukturmateriale			0	
Behandling av strukturmateriale			0	
Siktekostnader	81 700	40 850	-40 850	Anslått 35 kr/tonn kompost, 30% reduksjon
Deponering av restavfall	276 250	110 500	-165 750	reduseres fra 25 til 10% av inngående, 650 kr/tonn
Totale kostnader, kr/år			557 508	

Ombyggingen frigjør biogass med et totalt energiinnhold på 3,23 mill kWh pr. år. Hvilken verdi denne energien representerer vil alltid være et diskusjonstema bl.a. avhengig av eksisterende anlegg i forbindelse med deponi og mulige anvendelser. Utnyttelse av denne energien bør sees på i sammenheng med utnyttelse av deponigassen i Heftingdalen. Energien fra biogassen kan i en gassmotor gi en elektrisitetsproduksjon på ca. 1,1 GWh. Tar vi med kostnader til investeringer og drift av en slik motor, er det vanlig å regne med en netto avkastning på 5 øre/kWh eller 55 000 kr/år.

Agder renovasjon sender i dag 1600 tonn/år matavfall til gårdkompostering til en total kostnad på 840 kr/tonn, eller 1,34 mill kr/år. Ved ombygging av anlegget frigjøres det kapasitet til å kunne behandle dette avfallet i Heftingdalen.

Ombygging til biogass vil bedre på miljøforholdene i Heftingdalen. Hvilken verdi man skal sette på det vil være avhengig av lokale forhold og hvilke evt. fremtidige krav man kan få i denne sammenheng.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 25

Hvis man ser dette samlet burde det være god økonomi for Agder Renovasjon å bygge om anlegget til biogass hvis man kan få reforhandlet en gunstig avtale for gårdskomposteringen. Hvis/når nye EU krav blir innført i Norge vil gårdskomposteringen mest sannsynlig måtte opphøre.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

4 ØRAS

4.1 Bakgrunn

4.1.1 Kompostering

ØRAS driver et rankekomposteringsanlegg for våtorganisk avfall i Dal Skog.

Matavfallet sorteres ut fra blandet husholdningsavfall i et Optibag anlegg. Avfallet gjennomgår en lett oppmaling før utlegging i åpne ranker. Rankene luftes ved vending (2-3 ganger pr. uke) med vendemaskin. Etter ca. 3 uker legges avfallet i storranker ute som vendes hver 3.-4. uke i løpet av en 4 mnd. periode. Deretter siktes avfallet før salg.

Det har vært utført forsøk med innblanding av kalk (hydratkalk, Ca(OH)₂) og bark for å redusere lukt i forbindelse med komposteringsprosessen.

4.1.2 Energiforhold

Deponiet i Dal Skog er avluftet og det er anslått en total produksjon av deponigass tilsvarende 7,5 mill kWh/år. Av dette blir 3 mill kWh solgt til et nærliggende gartneri

Det foreligger planer om å installere gassmotor for produksjon av elektrisitet og varme.

4.1.3 Dimensjoneringsgrunnlag

Følgende avfallsmengder er benyttet som dimensjoneringsgrunnlag for ombygging av anlegget:

AVFALLSTYPE	MENGDE, tonn/år
Kildesortert våtorganisk avfall, i papirposer	1700

Maks. mengde avfall: 8,5 tonn/dag

4.2 Prosess- og anleggsbeskrivelse

4.2.1 Bruk av eksisterende anlegg og utstyr

Når det gjelder bruk av eksisterende utstyr betyr Optibaganlegget 100 % besparelser i forhold til behov for eget mottak og doseringsskrue. Fra Optibaganlegget kan avfallet doseres direkte til grovkvernen i forbehandlingsanlegget.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 27

Bygningen for Optibaganlegget egner seg godt til videre utvidelse av forbehandlingslinjen, og det er plass til råtnetank/gasslager like ved.

4.2.2 Prosessdesign

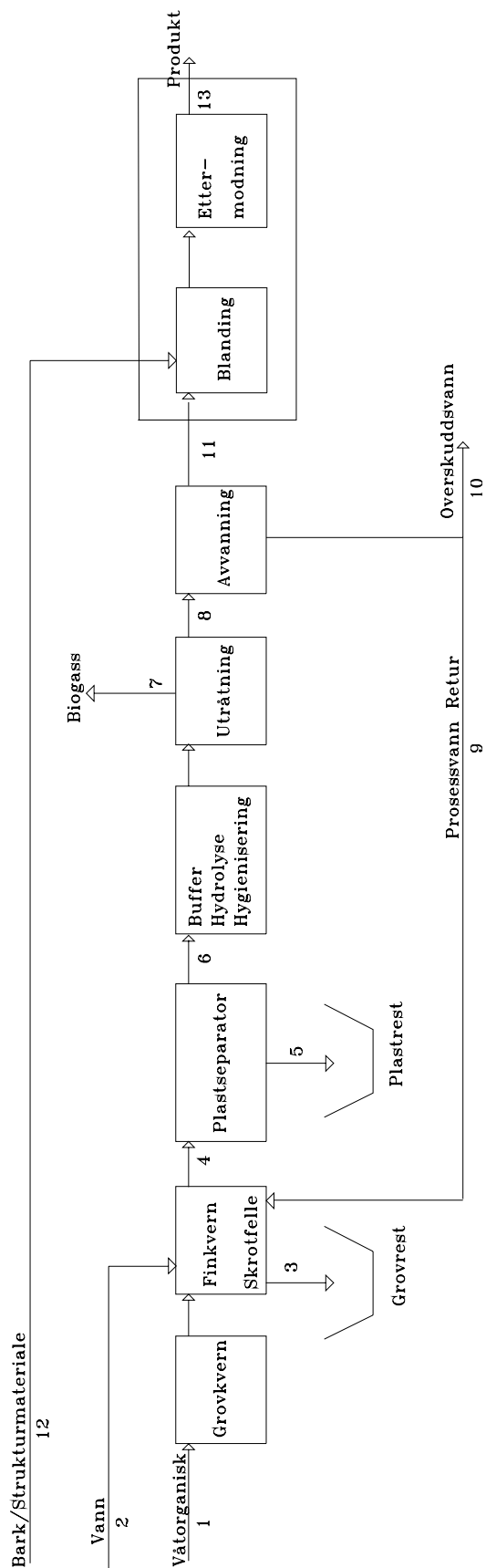
Følgende parametere er benyttet for design av anlegget:

Grovkvern:	operasjon 10 min. hver ½ time, del av automatisk sekvens
Dissolver:	operasjon 20 min. hver ½ time, del av automatisk sekvens
Plastseparator:	kontinuerlig operasjon
Utjevning:	døgnutjevning
Utråtning:	20 dagers hydraulisk oppholdstid, min. 55°C (utjevningstanken del av utråtningssystemet)
Avvanning:	døgnkontinuerlig
Luktfjerning:	barkfilter dimensjonert for 600 m ³ /h fra punktavsug på forbehandlingsutrustning

Resultat av prosessdesign er vist i fig 9.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 28



Massebalanse		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Strøm	tonn/dag	7,4	0,0	0,1	27,6	0,5	27,1	---	26,0	20,3	2,2	3,5
	m ³ /dag							904				

Data basert på beregninger:	
Volum mottak:	11,4 m ³
Kapasitet mottak/kvern	6,3 tonn/h
Volum dissolver	2,0 m ³
Kapasitet plastseparator	3,9 tonn/time
Volum utgjevningstank	24,7 m ³
Kapasitet pumpe til råtnetank	1,1 tonn/time
Volum råtnetank	341,0 m ³
Kapasitet avvanner	3,7 tonn/h
Volum gasslager	38 m ³
Gassproduksjon (60% CH ₄)	207967 m ³ /år
Energiproduksjon	1298 MWh/år

Figur 9: Prosessdesign Øiras

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

4.2.3 Prosessbeskrivelse og layout

Fig.10 viser hvordan biogassanlegget er tenkt plassert i den eksisterende bygningen tilhørende Optibaganlegget. Tekniske data på utstyret er gitt i vedlegg 2.

Grovoppmaling og dissolver

Foran grovkverna er det anordnet en liten mottakstrakt som mellomlager da avfallet fra Optibaganlegget leveres kontinuerlig og forbehandlingsprosessen opereres satsvis.

Forbehandlingen opereres automatisert v.h.a. instrumentering og en PLS. Hver sats tar 30 minutter. En bestemt mengde avfall (styrt av veiecelle på mottaket) tilføres grovkvern. Avfallet går herfra direkte opp i dissolver hvor det tynnes ut til 8-10 % tørrstoff før finoppmalingen starter opp. Til uttynning av avfallet benyttes filtrat (prosessvann) fra avvanning av råtnerest. Dette innebærer at avfallet tidlig i prosessen blir podet med mikroorganismer.

I dissolveren blir avfallet opp til en partikkelstørrelse hovedsakelig < 2 mm. Den prinsipielle oppbyggingen av grovkvern og dissolver gjør at man får en god differensiering i partikkelstørrelse mellom det som skal omdannes til biogass og de bestanddelene man ønsker fraskilt, for eksempel metall og plast. Metall og andre harde/tunge komponenter (for eksempel beinknokler) blir skilt fra i dissolveren v.h.a. sedimentering.

Plastseparator

Fra dissolveren går massen over i en holdetank for tilførsel til plastseparatoren. Her skilles plast og komponenter over en viss partikkelstørrelse fra væskefasen som nå inneholder det organiske materialet som skal omdannes til biogass.

Til oppsamling av grovrest og plast rest er det benyttet konvensjonelle containere.

Utjevning/hydrolyse

Her blir massen varmet opp til over 55°C v.h.a. en ekstern varmeveksler og kontinuerlig tilført hovedråtnetanken. Hydrolyse av avfallet vil starte opp og noe biogass dannes.

Utråtning

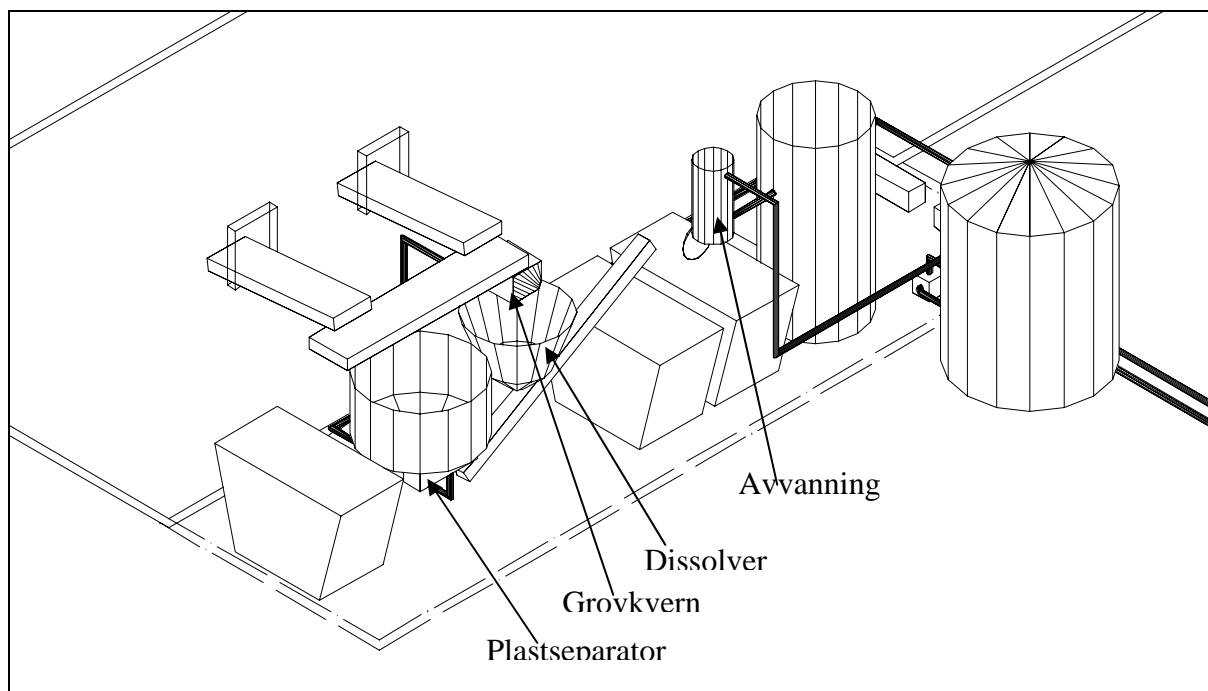
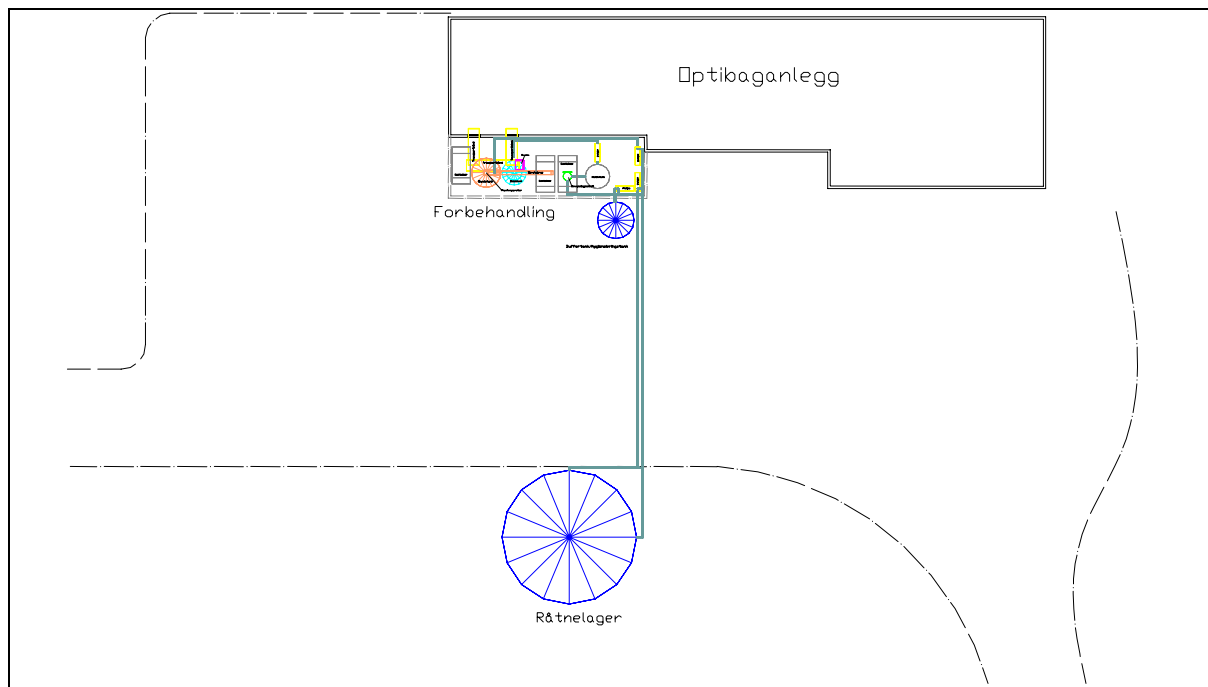
Mesteparten av utråtningen skjer i hovedtanken. Her er det valgt å bruke en betongelement tank med overdekking (av syntetisk materiale) som fungerer som gasslager (Lundsby Industrier). Omrøring skjer v.h.a. en neddykket strømsetter. Noe slam pumpes satsvis tilbake til utjevning/hydrolyse tanken for å opprettholde høy slamkonsentrasjon her.

Avvanning

Til avvanning av råtnerest kan forskjellig utstyr benyttes. Erfaringsmessig har fiberresten fra utråtning av avløpslam og matavfall gode avvanningsegenskaper og en dekantercentrifuge kan gi et tørrstoffinnhold på ca. 40 %. Da det kan være ønskelig å kunne ettermodne råtneresten sammen med oppmalt hageavfall, kan avvanning til rundt 25 % være tilstrekkelig. En Stigebrandt avvanner (vedlegg 2) bør være et kostnadseffektivt alternativ.

Avvannet råtnerest overføres en konteiner mens filtratet pumpes til prosessvannstanken.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	



Figur 10: Lay out ØRAS.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 31

4.3 Masse- og energibalanse

Tabell 6 under viser massestrømmene i anlegget.

Tabell 6. Massebalanse (nøkkeltall) ØRAS

MASSESTRØM	MENGDE, tonn/år
Inngående avfall	1 700
Grovrest (30 % TS)	23
Plastrest (30 % TS)	115
Råtnerest (30 % TS)	805
Biogass (60 % metan)	208 000 m ³ /år
Energipotensiale i biogass	1 298 000 kWh/år

Biogassanlegget produserer energi, men forbruker også energi i form av elektrisitet og varme. Tabell 7 nedenfor angir et estimat av elektrisitetsforbruk og varmeforbruk under forskjellige årstider.

Tabell 7. Energiforbruk i biogassanlegget ØRAS

ENHET	INST.EFFEKT	OP.TID/BATCH	TOTAL OP.TID/DAG	ENERGIFORBRUK	I FORH. TIL PROD.
	kW	mins.	mins.	kWh/år	%
Elektrisitet					
forbehandling					
Grovkvern	22	10	140	9 445	
Dissolver	22	20	280	18 891	
Grovrest skruemotor	22	1	14	590	
Plastseparator	3,5	60	840	6 762	
Pumpe mot utj. Tank	5	60	840	16 100	
Luftkompressor	5	10	140	2 147	
Pumpe prosessvann	5	5	70	805	
TOTALT FORBEHANDLING				54 740	4,2 %
utråtning/avvanning					
		(timer pr. døgn)			
Pumpe, varmeveksler	3	60	1440	13 140	
Røreverk utj.tank	5	10	240	5 840	
Røreverk rånetank	7,5	10	240	8 760	
Pumpe, resirk./utpumping	3	60	1440	13 140	
TOTALT UTRÅTNING/AVVANNING				40 880	3,1 %
varmtvann (85 C)					
oppvarming for utråtning					
Vann i avfall (72,4% vanninnhold)				60 343	
Prosessvann (fra 50 - 55 C)				15 100	
TOTALT (EKS. SMELTING AV IS)				75 443	5,8 %
Tillegg for smelting av is 20% av året:					
Smeltevarme for is, kWh/kg				1,63	
Smelting av is- 10%				37 686	2,9 %
Smelting av is- 30%				113 057	8,7 %
Smelting av is- 60%				226 114	17,4 %
Smelting av is- 100%				376 856	29,0 %

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 32

Elektrisitetsforbruket utgjør 7,3 % av total energiproduksjon. Hvis det installeres en gassmotor for produksjon av elektrisitet og varme, tilsvarer dette ca. 21 % av elektrisitet produsert. Oppvarmingsbehovet er avhengig av om avfallet er frosset eller ikke.

4.4 Økonomi

Tabell 8 under viser endringer i produksjonskostnader hvis komposteringsanlegget bygges om til biogassanlegg. De forskjellige kostnadselementene er kommentert i tabellen.

Tabell 8. Kostnadsanalyse ØRAS

Økonomisk element	I dag	Etter ombygging	Endring	Anmerking
OMBYGGINGSKOSTNAD				6 776 000
Kapitalkostnader	0	697 928	697 928	Annuitet, 6% p.a. over 15 år
Bemannning			0	ingen endring
Diesel til kjøretøy	103 600	51 800	-51 800	Totalt 259.000 kr/år (40% til kompostering)
Vedlikehold eksisterende produksjonsapparat	224 400	112 200	-112 200	680 000 kr/år, 33% til kompostering ,reduseres med 50%
Vedlikehold nytt anlegg (biogass)	0	135 520	135 520	2% av investering
Oppvarming av matavfall og nyanlegg	0	0	0	braker varme fra gassmotor
Elektrisitet	301 500	334 967	33 467	kostnad 35 øre/kWh , økning p.g.a. forbehandling
Kjøp av annet strukturmateriale			0	Kjøper ikke noe i dag
Oppmaling/dehandling av strukturmateriale	68 000	68 000	0	2/5 av avfall, 100 kr/tonn,må fortsatt behandle hage/parkavfall
Siktekostnader	80 750	40 375	-40 375	50 kr/tonn produkt
Deponering av restavfall	276 250	110 500	-165 750	reduseres fra 25 til 10% av inngående, 650 kr/tonn
Totale kostnader, kr/år			496 790	

På inntektssiden vil man kunne tilføre biogass til en evt. gassmotor installert på deponigassen. Energien fra biogassen kan i en gassmotor gi en elektrisitetsproduksjon på ca. 0,44 GWh. Tar vi med kostnader til investeringer og drift av en slik motor, er det vanlig å regne med en netto avkastning på 5 øre/kWh eller 22 000 kr/år.

Ombygging til biogass vil frigjøre kapasitet på komposteringssiden, men begrensede faktor for anlegget i Dal Skog er allikevel Optibaganlegget. Her har man fra før av ledig kapasitet. For ØRAS vedkommende må det derfor være luktbegrensning og/eller nye EU krav til hygienisering som gjør at man bygger om komposteringsanlegget.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

5 HRA

5.1 Bakgrunn

5.1.1 Kompostering

HRA driver et reaktorkomposteringsanlegg (celleanlegg av type BKS) for våtorganisk avfall på Trollmyra i Jevnaker.

Avfallet doseres gjennom en pose/sekkeriver og videre til en sikt hvor en grovfraksjon, vesentlig bestående av folieplast, blir skilt fra. Avfallet passerer en magnetseparator før det iblandes strukturmateriale bestående av oppmalt hageavfall og trevirke (paller).

I reaktordelen blåses det luft gjennom avfallet samtidig som vendes ved visse tidsintervaller. Total oppholdstid i reaktoren er 35 dager. Herfra blir massen overført til en hall for innendørs ettermodning (ved luftinnblåsing) i ca. 35 dager. Deretter blir komposten kjørt ut til utelager hvor den siktes før salg.

Ventilasjonsluften fra komposteringsanlegget (ca. 20.000 m³/time) renses i en lutscribber og et biofilter (bark) før utslipp til luft.

5.1.2 Energiforhold

Deponiet på Trollmyra er avluftet og det er anslått en total produksjon av deponigass tilsvarende 7,7 mill kWh/år, 170 m³ deponigass/time. Deler av deponigassen blir fyrte i en egen kjele for oppvarming av kontorer i tillegg til en varmeslynge i mottaksbingen.

Det er nå besluttet å installere gassmotor for produksjon av elektrisitet og varme.

5.1.3 Dimensjoneringsgrunnlag

Følgende avfallsmengder er benyttet som dimensjoneringsgrunnlag for ombygging av anlegget er angitt i tabell 9.

Tabell 9. Dimensjoneringsgrunnlag for HRA

AVFALLSTYPE	MENGDE, tonn/år
Kildesortert våtorganisk avfall	8 000
Matavfall fra storhusholdninger	800

Maks. mengde avfall: 23 tonn/dag

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 34

Komposteringsanlegget har en kapasitet på 5 000 tonn/år i dag, men en ombygging til anaerob utråtning vil kunne øke kapasiteten på hele anlegget til 8 – 10 000 tonn/år. Et tilsvarende kombinasjonsanlegg anaerob utråtning/kompostering er i drift i Borlänge i Sverige. Dette anlegget er basert på en enkel tørr utråtningssprosess før etterkompostering.

5.2 Prosess- og anleggsbeskrivelse

5.2.1 Bruk av eksisterende anlegg og utstyr

Den eksisterende forbehandlingshallen er stor nok til å kunne huse et nytt forbehandlingssanlegg. Eksisterende mottaksbinge og doseringsskrue benyttes. Poseåpneren fjernes og avfallet doseres direkte opp i grovkverna.

Mottaksbinge for strukturmateriale beholdes sammen med transportskrue og blandeskrue for avfall og struktur. I det nye oppsettet blandes avvannet råtnest med struktur før det tilsettes reaktorkomposteringsanlegget.

5.2.2 Prosessdesign

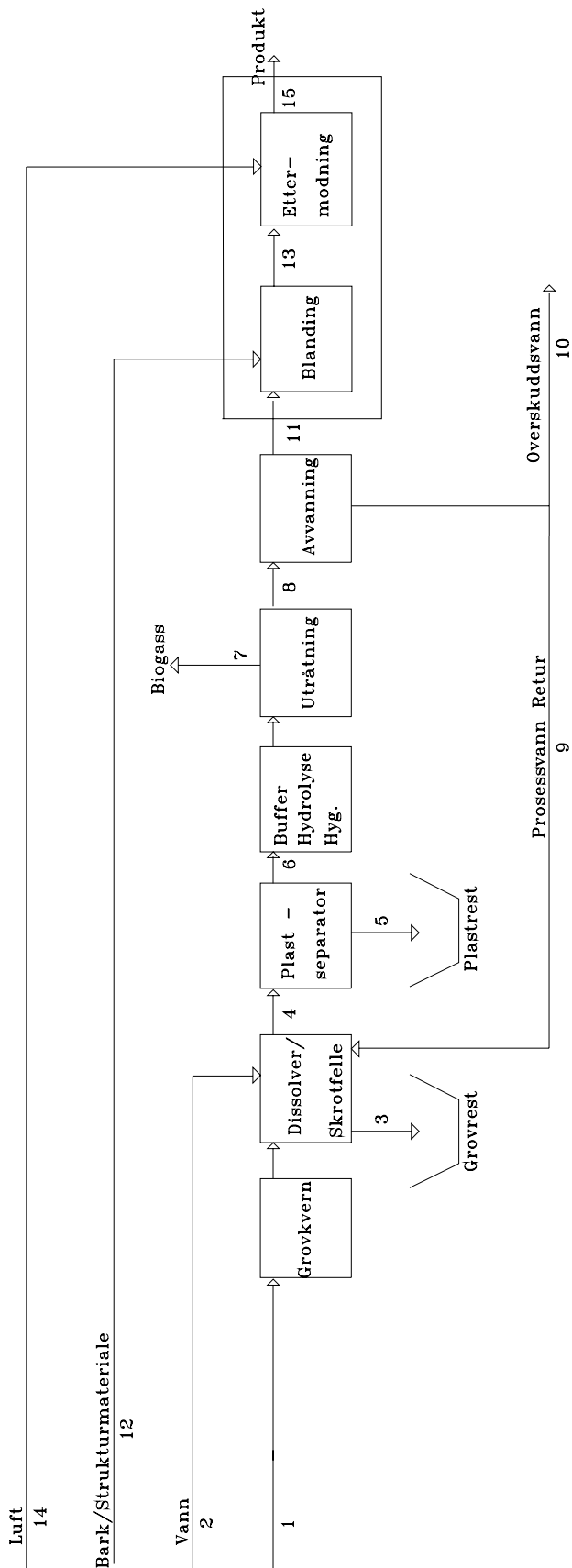
Følgende parametere er benyttet for design av anlegget:

Grovkvern	operasjon 10 min. hver ½ time, del av automatisk sekvens
Dissolver	operasjon 20 min. hver ½ time, del av automatisk sekvens
Plastseparator	kontinuerlig operasjon
Utjevning	døgnutjevning
Utråtning	20 dagers hydraulisk oppholdstid, min. 55°C (utjevningstanken del av utråtningssystemet)
Avvanning	døgnkontinuerlig
Luktfjerning	eksisterende biofilter (bark) benyttes

Resultat av prosessdesign er vist på fig. 11

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 35



Massebalanse		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Strøm		38,3	0,0	0,4	139,7	2,7	137,1		131,4	101,9	2754,6	17,5
tonn/dag												
m ³ /dag								4678				

Data basert på beregninger:			
Volum mottak:		m ³	
Kapasitet mottak/kvern	32,8	tonn/h	
Volum dissolver	10,0	m ³	
Kapasitet plastseparator	20,0	tonn/time	
Volum utgjevningstank	124,6	m ³	
Kapasitet pumpe til råtnetank	5,7	tonn/time	
Volum råtnetank	1724,7	m ³	
Kapasitet avvanner	18,8	tonn/h	
Volum gasslager	195	m ³	
Gassproduksjon (60% CH ₄)	1075973	m ³ /år	
Energiproduksjon	6714	MWh/år	

Figur 11: Prosessdesign HRA

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

5.2.3 Prosessbeskrivelse og layout

Fig. 12 vedlagt viser hvordan vi tenker oss biogassanlegget plassert i den eksisterende bygningen tilhørende komposteringsanlegget. Tekniske data på utstyret er gitt i vedlegg 2.

Grovoppmaling og dissolver

Den tverrstilte doseringsskruen foran grovkverna er anordnet med veiecelle slik at forbehandlingsprosessen opereres satsvis.

Forbehandlingen drives automatisert v.h.a. instrumentering og en PLS. Hver sats tar 30 minutter. En bestemt mengde avfall (styrt av veiecelle) tilføres grovkvern. Avfallet går herfra direkte opp i dissolver hvor det tynnes ut til 8-10 % tørrstoff før finoppmalingen starter opp. Til uttynning av avfallet benyttes filtrat (prosessvann) fra avvanning av råtnest. Dette innebærer at avfallet tidlig i prosessen blir podet med mikroorganismer.

I dissolveren blir den delen som er biologisk nedbrytbart malt opp til en partikkelstørrelse hovedsakelig under 2 mm. Den prinsipielle oppbyggingen av grovkvern og dissolver gjør at man får en god differensiering i partikkelstørrelse mellom det som skal omdannes til biogass og de bestanddelene man ønsker fraskilt, for eksempel metall og plast. Metall og andre harde/tunge komponenter (for eksempel benknokler) blir skilt fra i dissolveren v.h.a. sedimentering.

Plastseparator

Fra dissolveren går massen over i en holdetank for tilførsel til plastseparatoren. Her skilles plast og komponenter over en viss partikkelstørrelse fra væskefasen som nå inneholder det organiske materialet som skal konverteres videre til biogass.

Til oppsamling av grovrest og plastrest er det benyttet konvensjonelle containere på utsiden av bygget.

Utjevning/hydrolyse

Her blir massen varmet opp til over 55°C v.h.a. en ekstern varmeveksler og kontinuerlig tilført hovedråtnetanken. Hydrolyse av avfallet vil starte opp og noe biogass oppstår.

Utråtning

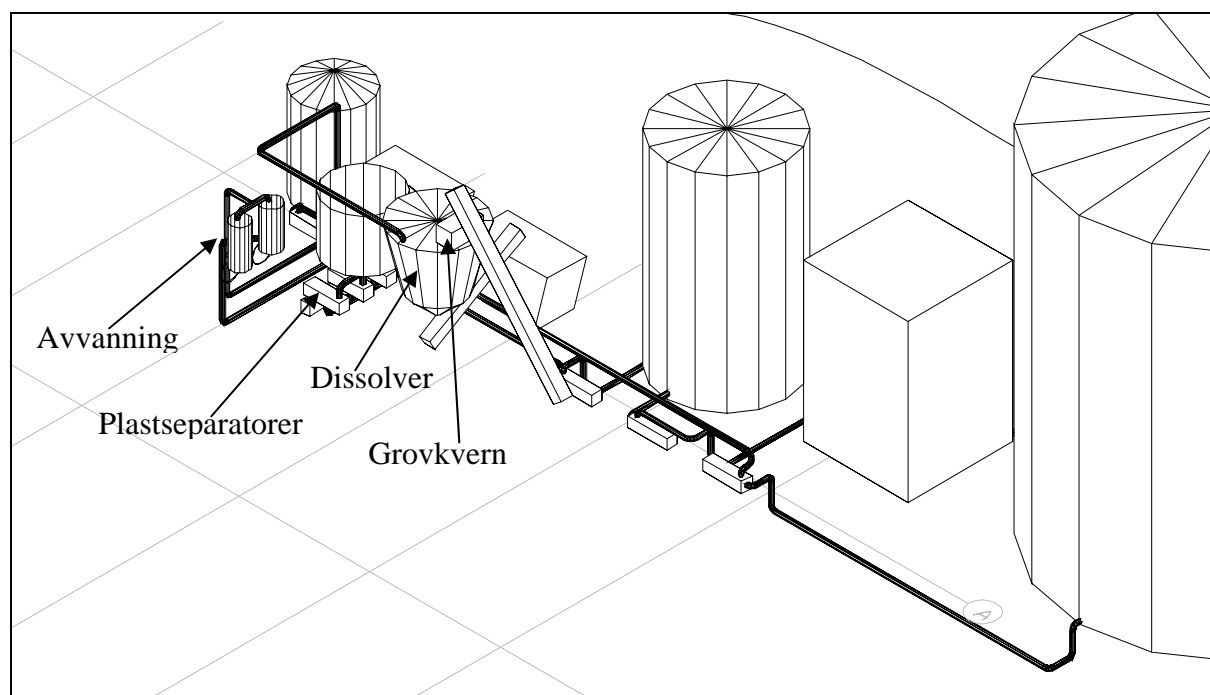
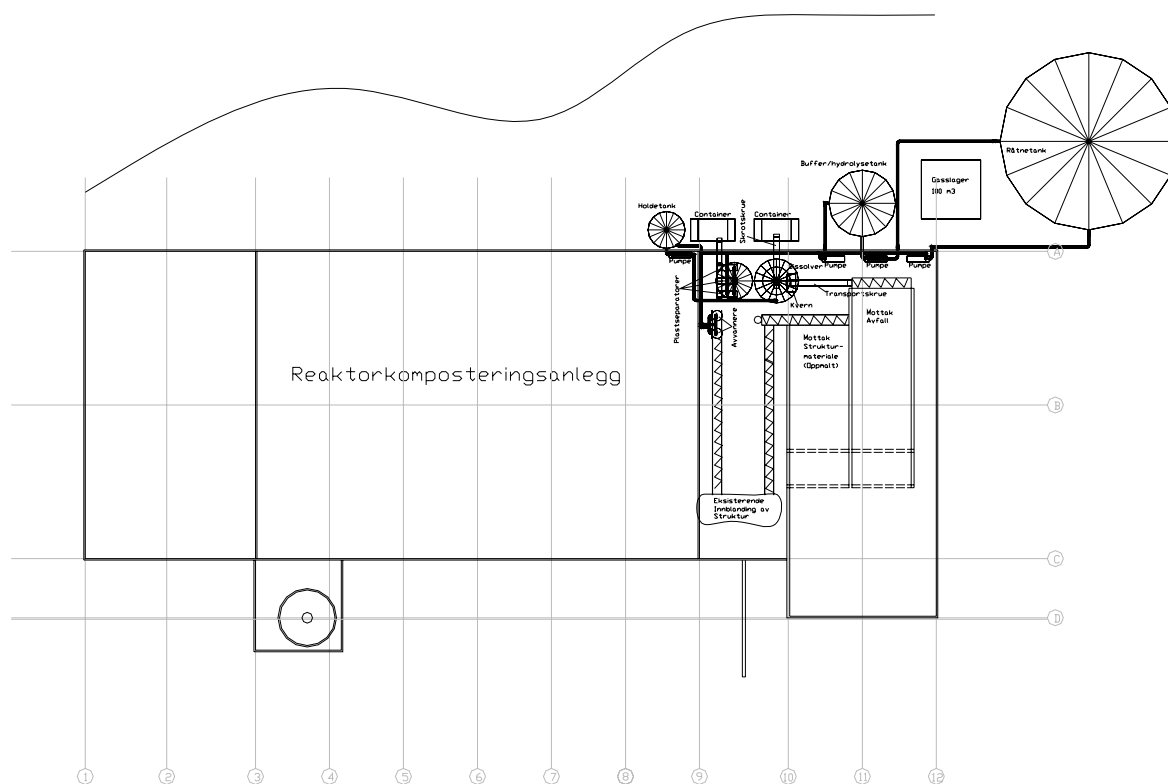
Mesteparten av utråtningen skjer i hovedtanken. Her er det p.g.a. plassproblemer valgt å bruke en sylindrisk ståltank. Erfaring fra en rekke biogassanlegg i Danmark tilsier at man ikke har behov for rustfritt materiale i råtnetanken da pH ligger i et nøytralt område. I hydrolysetanken er forholdene normalt sure noe som krever rustfritt materiale.

Noe slam pumpes satsvis tilbake fra utråtningstank til utjevnings/hydrolyse tanken for å opprettholde høy slamkonsentrasjon her.

Gasslager

Det settes opp et separat gasslager som buffer foran evt. gassmotor.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	



Figur 12. Lay out HRA

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 38

Avvanning

Til avvanning av råtnerest kan forskjellig utstyr benyttes. Fiberresten har relativt gode avvanningsegenskaper og avvanning med en dekantersentrifuge kan gi et tørrstoffinnhold opp mot og over 30 % (i Sellikdalen der fiberresten inkluderer utrånnet avløpsslam ligger tørrstoffinnholdet på > 40 %). Da det er ønskelig å kunne ettermodne råtneresten sammen med oppmalt hageavfall, er det ikke nødvendig å avvanne råtneresten til mer enn 25-30%. En Stigebrandt avvanner (vedlegg 3) kan være kostnadseffektiv i denne sammenheng.

Avvannet fiberrest blir pumpet direkte til komposteringsanlegget for videre behandling

5.3 Masse- og energibalanse

Tabell 10. Masseballanse (nøkkeltall) HRA

MASSESTRØM	MENGDE, tonn/år
Inngående avfall	8 800
Grovrest (30 % TS)	92
Plastrest (30 % TS)	621
Råtnerest (30 % TS)	
Biogass (60 % metan)	1 075 973 m ³ /år
Energipotensiale i biogass	6,714 GWh/år

Biogassanlegget produserer energi, men forbruker også energi i form av elektrisitet og varme. Tabell 11 nedenfor angir et estimat av elektrisitetsforbruk og varmeforbruk under forskjellige årstider.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 39

Tabell 11. Energiforbruk i biogassanlegget på HRA

ENHET	INST.EFFEKT	OP.TID/BATCH	TOTAL OP.TID/DAG	ENERGIFORBRUK	I FORH. TIL PROD.
	kW	mins.	mins.	kWh/år	%
Elektrisitet					
forbehandling					
Grovkvern	22	10	140	9 445	
Dissolver	22	20	280	18 891	
Grovrest skruemotor	22	1	14	590	
Plastseparator	3,5	60	840	6 762	
Pumpe mot utj. Tank	5	60	840	16 100	
Luftkompressor	5	10	140	2 147	
Pumpe prosessvann	5	5	70	805	
TOTALT FORBEHANDLING				54 740	4,2 %
utråtning/avvanning					
		(timer pr. døgn)			
Pumpe, varmeveksler	3	60	1440	13 140	
Røreverk utj.tank	5	10	240	5 840	
Røreverk råtnetank	7,5	10	240	8 760	
Pumpe, resirk./utpumping	3	60	1440	13 140	
TOTALT UTRÅTNING/AVVANNING				40 880	3,1 %
varmtvann (85 C)					
oppvarming for utråtning					
Vann i avfall (72,4% vanninnhold)				60 343	
Prosessvann (fra 50 - 55 C)				15 100	
TOTALT (EKS. SMELTING AV IS)				75 443	5,8 %
Tillegg for smelting av is 20% av året:					
Smeltevarme for is, kWh/kg				1,63	
Smelting av is- 10%				37 686	2,9 %
Smelting av is- 30%				113 057	8,7 %
Smelting av is- 60%				226 114	17,4 %
Smelting av is- 100%				376 856	29,0 %

Elektrisitetsforbruket utgjør 7,3 % av total energiproduksjon. Hvis det installeres en gassmotor for produksjon av elektrisitet og varme, tilsvarer dette ca. 21 % av elektrisitet produsert. Oppvarmingsbehovet er avhengig av om avfallet er frosset eller ikke.

5.4 Økonomi

Tabell 12 under viser endringer i produksjonskostnader hvis komposteringsanlegget bygges om til biogassanlegg. De forskjellige kostnadselementene er kommentert i tabellen.

Tabell 12. Kostnadsanalyse HRA

Økonomisk element	I dag	Etter ombygging	Endring	Anmerking
OMBYGGINGSKOSTNAD				10 939 000
PRODUKSJONSKOSTNADER				
Kapitalkostnader	0	1 126 717	1 126 717	Annuitet, 6% p.a. over 15 år
Bemannning			0	ingen endring
Diesel til kjøretøy	150 000	150 000	0	Ingen endring p.g.a. høyere kapasitet
Vedlikehold eksisterende anlegg	300 000	300 000	0	Ingen endring p.g.a. høyere kapasitet
Vedlikehold nytt anlegg (biogass)	0	218 780	218 780	anslått til 2% av investeringskostnader
Oppvarming av matavfall og nyanlegg	0	0	0	bruker egenprodusert varme fra gassmotor
Elektrisitet, komposteringsanlegg	325 000	243 750	-81 250	
Fobruk elektrisitet biogassanlegg		67 115	67 115	35 øre/kWh
Kjøp av kalk			0	Benyttes ikke i dag
Kjøp av bark			0	Benyttes ikke i dag
Kjøp av annet strukturmateriale			0	Ingen endring
Behandling av strukturmateriale			0	Ingen endring
Siktekostnader	220 000	110 000	-110 000	Anslått 50 kr/tonn kompost, reduseres med 50%
Deponering av restavfall	375 000	440 000	65 000	økning i avfallsmengde inn gir netto økning, 500 kr/tonn
Totalt, kr/år			1 286 362	

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 40

Ombyggingen frigjør biogass med et totalt energiinnhold på 6,714 GWh pr. år. Hvilken verdi denne energien representerer vil alltid være et diskusjonstema bl.a. avhengig av eksisterende anlegg i forbindelse med deponi og mulige anvendelser. Utnyttelse av denne energien bør sees på i sammenheng med utnyttelse av deponigassen på Trollmyra. Energien fra biogassen kan i en gassmotor gi en elektrisitetsproduksjon på ca. 2,3 GWh. Tar vi med kostnader til investeringer og drift av en slik motor, er det vanlig å regne med en netto avkastning på 5 øre/kWh eller i dette tilfellet 115 000 kr/år.

Ombygging av komposteringsanlegget til biogass vil bortimot doble kapasiteten på anlegget totalt sett, og en økning på 3 800 tonn er benyttet i denne analysen. Dette vil gi en merinntekt på 2,28 mill kr/år hvis man regner en inntekt på 600 kr/tonn.

Ombygging til biogass må forventes å bedre miljøforholdene på Trollmyra. Hvilken verdi man skal sette på denne miljøgevinsten, vil være avhengig av lokale forhold og hvilke evt. fremtidige krav man kan få i denne sammenheng.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

6 KOMPOST FRA MATAVFALL

6.1 Hvilke problemer og utfordringer knyttes til denne kompostkvaliteten?

Kompost fra matavfall fremhever seg ved å være relativt rik på fosfor, magnesium, kalium og kalsium, men fattigere på plantetilgjengelig nitrogen. Matavfallskompost er dessuten generelt rik på sporstoff. Disse kvalitetene gjør at matavfallskomposten tilfører jordproduktene mer enn bare struktur og humusinnhold.

Sammenliknet med torv som er ”steril” i en biologisk forstand, vil bruk av kompost i jordproduktene ha en mer varig karakter. Det modne kompostproduktet brytes ikke ned og forsvinner så raskt som torvprodukter gjør.

Det er imidlertid klare utfordringer knyttet til matavfallskomposten som anvendelig produkt i jordblandinger og vekstmedier. Nedenfor en oppstilling av slike problemstillinger og utfordringer.

- Erfaringsmessig tar det lang tid å fremstille en stabil og moden kompost fra matavfall. Dette gjør at kvaliteten kan variere relativt mye, og bl.a. kan spirehemming være et resultat av at komposten som anvendes er for fersk. Det er derfor viktig med nøye oppfølging av kjemiske / fysiske kvaliteter i produktene.
- Innslagene av fremmedlegemer, spesielt plast, kan være høye. Dette stiller strenge krav til forbehandling og foredling av komposten før anvendelse i jordprodukter.
- Kvaliteten i råvaren varierer over årstid, men er definitivt preget av å ha gjennomgått gjæringsprosesser ved kilden og senere gjennom transport og mellomlagring. Disse kvalitetsaspektene gjør komposteringsprosessen utfordrende og kan komme i konflikt med kravet om forutsigbarhet som alltid vil være førende hos en jordprodusent.

6.2 Egenskaper som etterspørres

Det er flere måter å bruke kompost på. Nedenfor gjennomgås kort følgende:

- Kompost som jordforbedring, enten for innblanding i eksisterende jord eller som del av designede jordblandinger
- Kompost som jorddekke
- Kompost i vekstmedier, -pottemedier

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

6.2.1 Kompost som jordforbedring

Kompost brukes primært for å øke innholdet av organisk materiale i jorda. Organisk stoff er ofte en kritisk faktor for planteutvikling, spesielt i skrinne / sandige områder.

Det er den modne komposten som skal brukes som jordforbedring. I designede jordprodukter lages blandinger før sålding som sikrer et ”humusinnhold” i sluttproduktet i området 5 – 6 % (målt som glødetap).

Komposten kan alternativt brukes direkte, og tilføres da i lag på ca. 5 cm før innblanding ned i de øverste 10 – 15 cm av jorda.

Ved bruk av fersk kompost vil mange plantesorter stresses, noe som viser seg i form av hemmet vekst og/eller missfarging. En forklaring (av mange) knyttes til konkurransen om nitrogen hvor en aktiv bakterieflora i en ustabil kompost har alle fordeler i forhold til planten.

6.2.2 Kompost som jorddekke

Grovsåldet kompost (eller godt definert sikkerest) tilføres i ganske tykke lag, 5 – 10 cm (og mer) direkte på overflaten av jorda. Over tid løses næringssalter ut i jorda uten at det oppstår konkurranse om nitrogenet. Jorddekker av kompost gir mange fordeler:

- Bevarer fuktigheten i jorda
- Isolerer jorda fra ”ekstreme temperaturer”
- Brytes ned og bidrar med næring og humus til oppbygging av jordstrukturen

Bruk av kompost som jorddekke gir normalt ingen effekter mot ugras, snarere tvert i mot, spesielt dersom andelen med finstoff i produktet er høy. Et alternativ, som ofte brukes, er imidlertid tildekking av kompostlaget med et tilsvarende lag med flis eller bark.

6.2.3 Kompost som vekstmedium

Moden kompost kan anvendes som bestanddel i førsteklases vekstjord i det den gir god vannholdekapasitet i tillegg til næring og sporstoff. Et godt vekstmedium skal holde på fuktighet og samtidig drenere bort overflødig vann. Generelt må kvalitetsfokus rettes mot følgende.

- Forutsigbarhet (i forhold til deklarasjon)

Brukeren av et profesjonelt jordprodukt skal være sikker på at kvaliteten i et spesifikt (skreddersydd) produkt er ensartet. Dette gjelder for så vel kjemisk sammensetning som fysisk/mekaniske og biologiske forhold.

Norsk Jordforbedring deklarerer sine jordprodukter i forhold til flere parametere (se eksempler som gjelder en spesiell allbruksjord (Hage – Mix) basert på siltig sand, myrjord og kompostert matavfall i tabell 13.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 43

Tabell 13: Eksempel på deklarasjon av næringsinnhold, ledningsevne og pH i det matavfallskompostbaserte produktet Hage-Mix.

NÆRINGSSTOFFER, Ledningsevne og surhetsgrad

P-Al	mg / 100 g	20	Ledningstill	mS/m	123
K-Al	mg / 100 g	28	N _{min} - (NH ₄ / NO ₃ , NO ₂)	g/m ³	841 ^a
Mg-Al	mg / 100 g	16	Fosfor	g/m ³	57
Ca-AL	mg / 100 g	265	Kalium	g/m ³	91
Cu	g / m ³	1,9	Magnesium	g/m ³	76
pH		6,9	Kalsium	g/m ³	1145

a Nitrogen kan utelates i deklarasjoner.

- Struktur

Jordprodukter skal være porøse og lett håndterbare. Dette oppnås gjennom sålding på egnede lysåpninger og bruk av modne og luftige komposter med hensiktsmessige forhold mellom finstoff og grovere partikler. Finstoffet i komposten er rik på næringsstoffer, sporstoffer, ekstraherbar humus og mikroorganismer, mens reststruktur tilbyr overflater og mekaniske egenskaper som gjør jorda vital og luftig.

Strukturen er også viktig for å bedre vannholdeegenskapene i jorda. Komposten kan således både brukes som tiltak for å (for)bedre dreneringsevne (f.eks. i kompakt leirholdig jord) og for å bedre vannbalansen (f.eks. i sandige jordtyper)

Når komposten brukes alene som erosjonsbarriere eller pryddekke er strukturen avgjørende for god funksjonalitet.

- Næringssalter, sporstoff og ledningsevne

Komposten som inngår i jordproduktene er primært leverandør av alle næringssalter (inkludert sporstoff). Normalt er det komposten som bidrar med næringssaltene i jordprodukter. Det er således viktig at matavfallskomposten varierer minst mulig i kjemisk sammensetning (jfr. krav til forutsigbarhet).

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

- pH

pH i jordprodukter skal normalt ligge på svakt sur side av pH skalaen. pH i en moden kompost av matavfall ligger i det alkaliske området, med verdier i intervallet 7,5 – 8,5. Det vil normalt stilles krav til at kompostens bufferevne i dette området ikke er for høy.

- Mikroflora

Til forskjell fra torv tilfører komposten en vital mikroflora til jordblandingen og vekstmediet. Argumentet for innblanding av kompost vil ofte være at komposteringsfloraen er satt sammen av en ideell blanding av arter tilpasset så vel aerobe som anoksiske forhold som igjen sikrer at næringsalter og sporstoff holdes i omløp, at fildannelse unngås samt at det foregår en kontinuerlig nydannelse av humus i jorda.

- Tungmetaller og fremmedlegemer

Jord som omsettes i et kommersielt marked skal deklarerer. Det er viktig at kompostfraksjonen overholder de krav som settes til innhold av tungmetaller og at konsentrasjonene holdes lavest mulig.

Innhold av plast, glass og metall må selvfølgelig holdes på et lavest mulig nivå og ideelt sett unngås.

Kravene som er satt til maksimalt innhold av plast, glass og metallbiter i **Forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav F-1029** er at:

' -partikkelstørrelser større enn 4 mm ikke skal utgjøre mer enn 0,5 vektprosent av totalt tørrstoff i en representativ prøve.-'

- Hygiene

Komposten skal overholde krav til hygiene. Intern Kontroll systemet hos leverandøren av matavfallskompost skal sikre at risikoen for overtredelser er godt kjent og at den holdes på et absolutt minimum. I **Forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav F-1029** fremgår følgende krav til et hygienisert produkt:

'- Produktene skal ikke inneholde salmonellabakterier eller infektive parasittegg og innhold av termotolerente koliforme bakterier (TKB) skal vær mindre enn 2 500 pr. gram tørrstoff (TS).-'

Normalt oppnås hygienisering av kompost ved sammenhengende eksponering til høye temperaturer for hele kompostmassen over definerte tidsperioder; - for eksempel 2 uker ved > 55°C eller 2 timer ved 70°C. Når det gjelder prosesskrav for komposteringsanlegg som behandler matavfall vil EC 1774/2002; - **Forordning om animalske biprodukter ikke egnet**

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 45

til humant konsum, og varslet Biodirektiv gir kraftige innskjerpinger. Foreløpig har kompostering av matavfall dispensasjon fra regelverket og følger nasjonale forskrifter.

- Farge

I de aller fleste markeder ønskes svarte jordblandinger. Ofte er det innslaget kompost som regulerer fargetonen ned i mørke fargeleier. Dersom kompost anvendes ren, for eksempel som erosjonsbarriere eller som pryddække er det en forutsetning at fargen er jevn og ofte i relativt et mørkt leie.

- Lukt

Kompost som anvendes alene eller som tilsetning i produkter for kommersielle markeder skal ha en nøytral eller jordaktig lukt. Lukten må uansett ikke oppleves som sjenerende av brukeren. I spesielle markeder, så som jordbruket, kan avvik med hensyn på luktbildet være fullt ut akseptabelt.

- Spirehemming

En avgjørende forutsetning for å levere produkter inn i kommersielle markeder ligger i sikkerheten for å profilere jordblandingen eller komposten som vekstfremmende for plantene. Det vil si at kompostkvaliteten som brukes i blandinger ikke skal gi spirehemming eller andre mangelsymptomer.

I denne sammenheng er det naturlig å legge til at noen kompostkvaliteter synes å ha plantesykdomshemmende effekter. Mye av forskningen innen kompostering og anvendelse av kompost har nettopp som formål å avdekke virkningsmekanismene for denne type effekter.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 46

7 ULIKE PRODUKTER FRA BIOGASSPROSESSER









































7.1 Generelle krav i forhold til agronomiske behov

Tabell 14 gir vurderinger av ulike kvalitetsaspekter i matavfallskompost og fiberrester fra utråtning av matavfall, avløpsslam og en blanding av disse.

Vurderingen i tabell 14 gjennomgås senere i rapporten på ny for hvert enkelt produkt. Denne reviderte vurderingen gjøres i forbindelse med gjennomgang av erfaringer med kvalitet og resultater fra analyser og tester. På denne måten får vi frem i hvilken grad antagelsene i tabell 14 ”stemmer med realitetene”.

I tabell 15 presenteres et regneark som beregner ”kvaliteten” i fiberresten fra utråtning av matavfall. Avfalls kvaliteten er basert på dokumentasjon gjort ved Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala, SLU (Smårs, 2002). Som det fremgår, må matavfallets innhold av lignin, hemicellulose og til en viss grad cellulose forventes å gi sluttproduktet en fiberrik kvalitet som i tillegg vil være relativt rikt på nitrogen og fosfor. En relativt stor ukjent fraksjon (32 % av organisk materiale) representerer et usikkerhetsmoment.

Tabell 14: Sammenlikning mellom kompost av matavfall og ulike fiberrest kvaliteter fra kjente biogassprosesser i Norge. Fiberrest fra utråtning av slam tas med som referanse.

PRODUKT	FORUTSIG-BARHET	STRUKTUR	NPK SPORSTOFF ¹	pH	FLORA	MILJØ	HYGIENE ²	FARGE	LUKT ³	SPIRE-HEMMING ⁴
KOMPOST AV MATAVFALL										
FIBERREST SLAM										
FIBERREST SLAM / MATAVFALL										
FIBERREST MATAVFALL										

¹ I uavannet fiberrest vil gjødselpotensialet være til dels svært høyt. Etter avvanning og for eksempel tørking vil gjødsleegenskapene reduseres og mye av ressursene vil finnes i rejektvannet. Det må antas at gjødsleegenskapene i fiberrest fra matavfall ligger på et lavere nivå enn tilsvarende i slamholdig produkt.

² Det forutsettes at komposteringsprosessen gir eksponering til temperaturer over 60°C i nødvendig tid. Biogassanlegg kan drives termisk, men det finnes lite informasjon vedrørende anaerob hygienisering ved typisk 55°C.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 47

Etterfølgende kompostering kan være et alternativ for å møte krav til hygienisering. Alternativt et pasteuriseringstrinn i forkant eller etterkant av biogasstrinn.

³ Anvendelse av uavvannet eller avvannet fiberslam må forventes å gi luktproblemer. En ferdig modnet kompost skal lukte nøytralt eller av jord / skogsbunn.

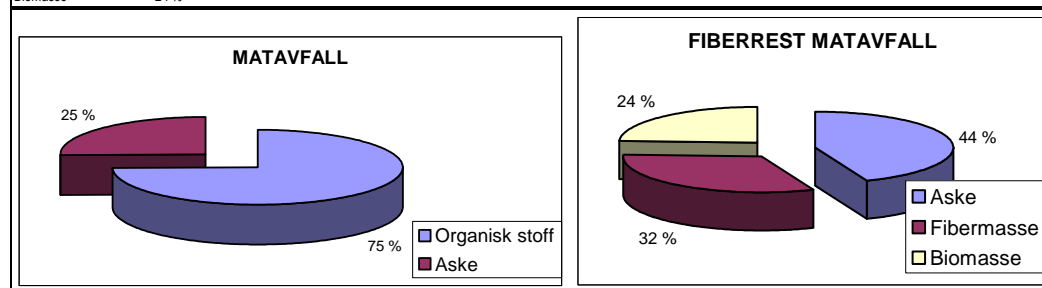
⁴ Antar at anoksisk slam med forhøyede konsentrasjoner av ammonium og sulfider virker toksisk eller spirehemmende på planter

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 48

Tabell 15: Beregnet kvalitet i fiberrest fra utrånnet matavfall (modell basert på: Smårs, 2002)

		Sukker	Stivelse	Fett	Cellulose	Hemicellulose	Lignin	Protein	LAC	ACET	Etanol	Ukjent	KONTROLL
		% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	% av organisk	
Organisk stoff	25,60 %	1,60 %	13,20 %	15 %	15,60 %	3,20 %	9,90 %	6,40 %	1,50 %	0,60 %	0,50 %	32,50 %	100,00 %
Aske	8,60 %	0,41 %	3,38 %	3,84 %	3,99 %	0,82 %	2,53 %	1,64 %	0,38 %	0,15 %	0,13 %	8,32 %	25,60 %
Gassutbytte		90 %	90 %	90 %	5 %	0 %	0 %	90 %	100 %	100 %	100 %	50 %	
Biomasse+Fiberrest		10 %	10 %	10 %	95 %	100 %	100 %	10 %	0 %	0 %	0 %	50 %	
Fiberrest		0,00 %	0,00 %	20,00 %	75,00 %	80,00 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	25,00 %	
Biomasse		100,00 %	100,00 %	80,00 %	25,00 %	20,00 %	0,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	75,00 %	
	Mengde												
	tonn												
Avfall	1												
Vann	0,658												
Organisk stoff	0,256												
Aske	0,086												
Biomasse	0,051	0,000	0,003	0,003	0,009	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,031	0,051
Fibermasse	0,072	0,000	0,000	0,001	0,028	0,007	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,072
Restslam	0,208												
Reduksjon	39 %												
Aske	41 %												
Fibermasse	34 %												
Biomasse	24 %												



7.2 Undersøkelse av ulike produkter

7.2.1 Innledning

Nedenfor gjennomgås resultater fra relevante analyser og undersøkelser som er gjennomført i regi av prosjektet. Følgende produkter fra norske anlegg har inngått i undersøkelsene:

1. Avvannet fiberrest fra utrånning av en blanding av avløpsslam (2/3-deler) og kildesortert matavfall (1/3-del)
 - **Kilde: Sellikdalen Renseanlegg i Kongsberg kommune**
2. Avvannet fiberrest fra utrånning av kildesortert matavfall (FM)
 - **Kilde: GLØRs behandlingsanlegg i Lillehammer kommune- CAMBI prosessen**
3. Kompostert produkt fra FM
 - **Kilde: FM fra GLØRs behandlingsanlegg i Lillehammer kommune samkompostert med Hage Park avfall**
4. Kjemisk sammensetning i avvannet produkt fra utrånning av avløpsslam (= råtnere) gis en kort vurdering i vedlegg 4
 - **Kilde: Utnes renseanlegg i Arendal kommune)**

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Produktene vurderes ut ifra følgende kvalitetsgrupper eller kriterier:

1. Forutsigbarhet
2. Struktur
3. NPK
4. pH
5. Flora
6. Miljø
7. Hygiene
8. Farge
9. Lukt
10. Spirehemming

7.3 Resultater og diskusjon

7.3.1 Fiberrest fra utråting av avløpsslam og matavfall

- Forutsigbarhet

Kvaliteten i fiberresten fremkommer som ensartet, både med hensyn til struktur, farge og lukt. Det må regnes som sikkert at variasjoner i forholdet mellom matavfall og slam vil påvirke sluttkvaliteten i fiberresten.

Andel matavfall ligger i dag på ca. 33 %.

I forhold til kompost av matavfall må denne fiberresten betegnes som et mer forutsigbart produkt. Dette er en fordel i forhold til profesjonell bruk.

- Struktur

Produktet har en jordaktig konsistens med innslag av korte organiske fibrer. Glødetapet i prøven er relativt lavt; 40,3 %. Prøven som ble mottatt inneholdt en god del klumper som er kandidater for sikteresten ved sålding på 10 – 20 mm.

En jordaktig konsistens og et tørrstoff på hele 40,9 %, favoriserer direkte anvendelse av produktet i jordblandinger.

Produktet kan inngå som del av jordblandinger, men ikke som erstatning for kompostens struktur og mikroflora.

En høy askeandel og et relativt effektivt vannopptak (utsagn basert på kvalitative observasjoner) gjør at produktet kan vurderes som et alternativ til siltige / leirholdige fraksjoner i spesialprodukter.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 50

- NPK

Tabell 16. Kjemisk sammensetning i fiberrest fra utrånnet matavfall og avløps slam.

Parameter	Enhet	Fiberrest utrånnet matavfall / slam
Ledningstall	mS/m	462
Organisk C	g/100 g TS	8,2
Kjeldahl-N	g/100 g TS	1,51
C/N		5,43
NH ₄ -N	mg/100g TS	170
NO ₃ /NO ₂ -N	mg/100g TS	< 0,7
Fosfor	g/100 g TS	2,28
Kalium	g/100 g TS	0,091
Kalsium	g/100 g TS	0,938
Magnesium	g/100 g TS	0,161
Natrium	mg/Kg TS	276
Svovel	mg/Kg TS	7550
Bor	mg/Kg TS	< 3,0
Kobolt	mg/Kg TS	< 1,5
Jern	mg/Kg TS	262000
Mangan	mg/Kg TS	124
Molybden	mg/Kg TS	< 3,0

Produktet bærer preg av den høye andelen med jernfelt utrånnet avløps slam (Fe > 25 %) og relativt høyt innhold av fosfor. Det høye tørrstoffet er nok årsaken til at produktet er ”fattigere” med hensyn på kalium, kalsium og magnesium ved siden av viktige sporstoff som bor (B), kobolt (Co) og molybden (Mo).

Ammoniumkonsentrasjon på 170 mg/kg TS og fravær av nitrat er typisk for anaerobt og godt avvannet slam. Nitrogenmengden er lav, men C/N forholdet på 5,43 vil normalt bety høy plantetilgjengelighet.

Innholdet av kalium er som forventet lavt p.g.a. effektiv avvanning (TS = 40,9 %).

Det lave kaliumnivået sammen med et svovelinnhold på 0,75 % gir fiberresten av utrånnet matavfall og avløps slam en særegen ”gjødselsprofil”.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 51

Tabell 17 nedenfor gir en veiledende gjødselvurdering for fiberresten.

Nitrogentilgjengeligheten 1. år (Ekeberg, 1996) settes til 10 % av det totale nitrogen – innholdet (Tot-N), eksklusive ammonium + 80 % av ammonium, mens nitrogentilgjengelighet 2. år settes til 10 % av gjenværende Tot-N.

Tabell 17: Beregnet første års gjødselvirking av 1 tonn avvannet fiberrest fra utrånnet matavfall og avløpsslam.

GJØDSELVIRKNING AV FIBERREST FRA UTRÅTNET MATAVFALL OG AVLØPSSLAM.

GJØDSELVERDI AV 1 tonn TS., FØRSTE ÅR.

	Innhold pr tonn TS (%)	Beregnet tilgj. 1 år (kg)	Beregnet tilgj. 2 år (kg)	Anslag gjødselverdi 1 år (pr. daa.)
Nitrogen	1,51	2,7	1,2	N i kalksalpeter: Kr. 23
Fosfor	2,28	2,3		P i Hydro-P: Kr. 47
Kalium	0,091	0,9		-
Svovel	0,76	2,5		-
Totalt				N og P Kr. 70

- pH

pH i avvannet fiberrest fra utrånnet matavfall og avløpsslam er svakt sur, 5,18. Dette skyldes innslaget av jernfelt avløpsslam (feller ved svakt sur pH). Lav pH er normalt en fordel i tilsetninger til jordblandinger som inkluderer moden kompost eller kalkholdig kompost, da disse ofte trekker pH opp i områder som kan gi redusert plantetilgjengelighet av sporstoffer og fosfor. I dag er det torv som gir muligheter for å justere pH ned

Diskuteres under kapittel om Anbefalinger.

- Flora

Floraen i fiberrest fra utrånnet matavfall og avløpsslam er tilpasset anaerobe forhold. Den har neppe samme verdi som vitaliseringsfaktor for jorda som kompost har.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 52

Floraen representerer imidlertid et forråd av næringssalter som frigis som gjødsel. Dette gir produktet en tilleggsværdi som substitutt for torv, som er en netto forbruker av fritt nitrogen og andre næringssalter.

- Tungmetaller og fremmedlegemer

Tabell 18: Innhold av tungmetaller i fiberrest fra utrånnet matavfall og avløpsslam. Kvalitetsklassene m.h.p. tungmetaller, hentet fra forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav inngår som referanse.

Parameter	Enhet	Sellikdal	Klasse 0	Klasse I	Klasse II	Klasse III
Sink	mg/kg TS	367	150	400	800	1500
Bly	mg/kg TS	46,9	40	60	80	200
Nikkel	mg/kg TS	39,7	20	30	50	80
Kobber	mg/kg TS	950	50	150	650	1000
Kadmium	mg/kg TS	1,8	0,4	0,8	2	5
Krom	mg/kg TS	46,6	50	60	100	150
Kvikksølv	mg/kg TS	1,3	0,2	0,6	3	5

Denne spesifikke fiberresten har sitt hovedproblem knyttet til høyt kobberinnhold. Årsaken er mest sannsynlig utlekking fra drikkevannsnettet.

Selv om Cu-nivået her kan være et lokalt problem, er det allikevel erfaringsgrunnlag for å hevde at forhøyede tungmetallnivåer i råtnerester fra avløpsslam er et generelt problem. Høye nivåer av nikkel, kadmium og kvikksølv i tabell 8 er med å bekrefte dette.

Blanding av slam og matavfall innebærer følgelig en viss risiko for at hele fiberresten kan ende som deponiprodukt.

Fiberresten synes å være totalt fri for fremmedlegemer som er meget gunstig for jordprodusenter.

- Hygiene

Det er ikke gjort analyser for TKB, *Salmonella* og Ascaris-egg i den aktuelle prøven. Det vil uansett være mulig å etablere denne type behandling med et rent pasteuriseringstrinn dersom det viser seg at lang oppholdstid ved 55 -60°C ikke er tilstrekkelig for å oppnå hygienisering av produktet.

Et viktig spørsmål for jordprodusenter, er overlevelsesnivået for **tomatfrø** ved denne type behandling.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

- Farge

Produktet har en rødlig farge som kan minne om mold. Fargen skyldes jernsaltet som anvendes som fellingskjemikalium for fjerning av fosfor.

Iblandet sand og kompost i en jordblanding vil rødfargen tones ned.

- Lukt

Produktet har en behagelig kjelleraktig lukt som ikke synes å endre seg under lukket lagring (plastpose). Noen av klumpene (beskrevet under kapittel om struktur) hadde en sort kjerne med svovelaktig lukt (sulfider). Det må således vises forsiktighet ved åpen lagring av større volumer.

Produktet kan vurderes som moderat stabilt. Maksimalt oksygenforbruk er målt til:

- 0,45 mg/g TS x time

En kompost betraktes som stabil når SOUR nivå ligger fra 0,2 mg O₂/g TS x time og lavere.

Det høye askenivået, gjør at stabilitet målt i forhold til innhold av organisk stoff ligger på ~1 mg O₂/g VOC² x time. I en del faglitteratur bedømmes stabilitet ut i fra denne benevningen.

Kravene for stabile produkter varierer, men ligger sjelden over 0,2 mg O₂/g VOC x time

- Spirehemming

Fiberresten fra utrånnet matavfall og avløpsslam er testet for spirehemming i kulturer av vårbygg. Slammet er blandet med K-jord i forhold 25 % og 50 %. K-jorda inngår også som referanse i testen.

For at komposten skal være plantetolerant, og kunne anbefales til jordforbedring skal:

- det ikke observeres klorose eller nekrose i 25 % - blandinga
- avlingen fra 25 % - blandinga være minst 90 % av avlingen fra standard jorda.

Hvis i tillegg avlingen fra 50 % - blandinga er minst 90 % av avlingen fra standard-jorda, kan komposten anbefales til innblanding i dyrkningsmedier.

Blandingsforhold vil ellers avhenge av saltinnhold, næringsinnhold (særlig kalium), pH, og kultur.

Tabell 19 nedenfor viser at fiberresten er plantetolerent, og at den også kan anbefales som ingrediens i dyrkningsmedier.

TP²PT VOC er i denne sammenheng identisk med prøvens glødetap.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 54

Tabell 19: Spirehemming av fiberslam fra utrånnet matavfall og avløpsslam. Resultater fra test med vårbygg

K-JORD (referanse)	Våt vekt (g)	SELLIKDALEN 25%	Våt vekt (g)	SELLIKDALEN 50%	Våt vekt (g)
Gjentak 1	11,96	Gjentak 1	13,88	Gjentak 1	12,91
Gjentak 2	12,02	Gjentak 2	12,9	Gjentak 2	11,52
Gjentak 3	13,23	Gjentak 3	12,48	Gjentak 3	11,46
SNITT	12,4		13,1		12,0
AVVIK	0,6		0,6		0,7
Andel kontroll			106 %	Andel kontroll	
				96 %	

7.3.2 Konklusjon fiberrest/slam og matavfall

Vurderingen av fiberrest fra utrånnet matavfall og avløpsslam i tabell 20 viser at denne type produkter (med innblanding av avløpsslam) kan ha utfordringer (i forhold til agronomisk bruk) knyttet til forhøyede innhold av tungmetaller. Utover anvendelsen som gjødsel kan fiberresten også ha potensialer som erstatning for silt og / eller torv i spesielle jordprodukter. Med forbehold om prøvens representativitet synes videre foredling utover avvanning til ca. 40 % ikke å være absolutt nødvendig. Klumpdannelse kan gi muligheter for anaerobe forhold, sulfiddannelse og høyere sikterest. Det er spesielt 2 faktorer som kan endre ovenfor stående konklusjon:

- Forhold matavfall/slam. Økning fra nåværende 33 % vil kunne endre stabilitet og avvanningsegenskapene i fiberresten.
- Større mengder jern eller aluminium vil redusere tilgjengeligheten av fosfor. Normalt vil jern være å foretrekke fremfor aluminium når sluttproduktet skal brukes i planteproduksjon.

Tabell 20: Vurdering i av ulike kvaliteter i fiberrest fra utrånnet matavfall og avløpsslam.

PRODUKT	FORUTSIG-BARHET	STRUKTUR	NPK SPORSTOFF ¹	pH	FLORA	MILJØ	HYGIENE ²	FARGE	LUKT ³	SPIRE-HEMMING ⁴
KOMPOST AV MATAVFALL										
FIBERREST SLAM / MATAVFALL										
REVIDERT VURDERING ³										

3 Revisjon av vurderingen fra tabell 14 i kapittel 7.1 baseres på resultater fra uttesting / analyser samt en visuell vurdering av produktet

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

7.3.3 Fiberrest fra matavfall

- Forutsigbarhet

Fiberrest fra matavfall må regnes som forutsigbar.

Denne konklusjonen baseres på informasjon om stabil kvalitet i råvaren (matavfallet), hydrauliske oppholdstider gjennom anleggets prosessstrinn og ikke minst forbehandling gjennom termisk hydrolyse.

- Struktur

Produktet er ikke helt ulik blaut og sterkt omdannet myrjord, med en klinete konsistens dominert av fibere av organisk opprinnelse. Glødetapet er bemerkelsesverdig høyt, 67,9 % (jfr. fiberrestmodell i tabell 5 med beregnet glødetap = 56 %).

Fiberresten som den foreligger nå kan ikke siktes på standard såld (10 – 20 mm).

Tørrstoffet i slamprøven lå på 24,2 % som må anses høyt for biologisk slam.

Produktet kan ikke inngå direkte i jordblandinger, men anvendes direkte som gjødsel / jordforbedringsprodukt i jordbruket. Spreddeegenskapene i produktet vurderes som OK.

Ved tørking (> 80 % TS) oppnår produktet lagringsstabilitet og kan anvendes i et bredere gjødselmarked. Avhengig av konsistens etter tørking (alternativ utnyttelse av biogass), kan produktet også tenkes anvendt i spesielle jordprodukter (jfr. konsistens i fiberrest fra utråtning av en blanding av avløpsslam og kildesortert matavfall).

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 56

- NPK

Tabell 21: Kjemisk sammensetning i fiberrest fra matavfall.

Parameter	Enhet	Fiberrest Matavfall
Ledningstall	mS/m	759
Organisk C	g/100 g TS	27,7
Kjeldahl-N	g/100 g TS	4,08
C/N		6,79
NH ₄ -N	mg/100g TS	667
NO ₃ /NO ₂ -N	mg/100g TS	1,4
Fosfor	g/100 g TS	1,06
Kalium	g/100 g TS	0,708
Kalsium	g/100 g TS	7,45
Magnesium	g/100 g TS	0,402
Natrium	mg/Kg TS	3340
Svovel	mg/Kg TS	4330
Bor	mg/Kg TS	42
Kobolt	mg/Kg TS	3,5
Jern	mg/Kg TS	3500
Mangan	mg/Kg TS	639
Molybden	mg/Kg TS	< 3,0

Produktet er rikt på nitrogen med et totalt nitrogeninnhold på 4,1 %, hvorav den mineralske fraksjonen utgjør hele 16,3 % (667 mg NH₄-N / 1,4 mg NO₃-N), se tabell 21. Et høyt vanninnhold gir generelt høy ledningsevne og høye verdier for flere av de viktigste sporstoffene. Det kan imidlertid være en fare for at direkte anvendelse som gjødsel / jordforbedring kan gi spirehemmende effekter eller andre skadevirkninger (se eget kapittel).

Innhold av fosfor er relativt lavt (1,06 g P/ 100 g TS), men det kan antas at tilgjengeligheten er langt høyere enn det som påvises fra metallfelte slamkvaliteter.

Innholdet av kalium og magnesium er moderat, mens kalsiumnivået er svært høyt, 7,45 %. Det høye kalsiumnivået gir høyst sannsynlig fiberresten en viss kalkeffekt.

Høyt innhold av svovel anses som positivt for plantevekst. Det knytter seg usikkerhet til frigjøringen av dette elementet.

Tabell 22 nedenfor gir en veiledende gjødselvurdering for fiberrest fra matavfall.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 57

Av mangel på data bruker vi erfaringer med utråtnet slam som vil si at nitrogentilgjengeligheten 1. år (Ekeberg, 1996) settes til 10 % av Tot-N eksklusive ammonium + 80 % av ammonium, mens nitrogentilgjengelighet 2. år settes til 10 % av gjenværende Tot-N.

Tabell 22: Beregnet første års gjødselvirkning av 1 tonn fiberrest fra utråtnet matavfall.

GJØDSELVIRKNING AV FIBERREST FRA UTRÅTNET MATAV FALL,
(PR TONN TS. Første år.)

	Innhold pr tonn TS (%)	Beregnet tilgj. 1 år (kg)	Beregnet ilgj. 2 år (kg)	Anslag gjødselverdi 1 år (pr. daa.)
Nitrogen	4,08	8,7	3,1	N i kalksalpeter: Kr. 73.-
Fosfor	1,06	3,5		P i Hydro-P: Kr. 57.-
Kalium	0,708	5,7		K i Kali-sulfat Kr. 28
Totalt				NPK 9-4-6 Kr. 158

- pH

pH i fiberrest fra utråtnet matavfall er høy, 8,36. Brukt som bestanddel i vanlige jordblandinger er høye pH-verdier mindre gunstige. Spesielt ikke siden årsaken høyst sannsynlig ligger i et høyt innhold av kalsiumkarbonat (CaCO₃).

For gjødsel og jordforbedringsprodukt vil en eventuell høy kalkandel bare være av det positive.

- Flora

Floraen i produktet er tilpasset anaerobe forhold. Den har neppe samme verdi som vitaliseringsfaktor for jorda som kompost har.

Floraen representerer imidlertid et forråd av næringsalter som frigis som gjødsel.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 58

- Tungmetaller og fremmedlegemer

Tabell 23: Innhold av tungmetaller i fiberrest fra utrånnet matavfall. Kvalitetsklassene m.h.p. tungmetaller, hentet fra forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav inngår som referanse.

Parameter	Enhet	GLØR slam	Klasse 0	Klasse I	Klasse II	Klasse III
Sink	mg/kg TS	277	150	400	800	1500
Bly	mg/kg TS	17,7	40	60	80	200
Nikkel	mg/kg TS	17,2	20	30	50	80
Kobber	mg/kg TS	82,6	50	150	650	1000
Kadmium	mg/kg TS	0,51	04	0,8	2	5
Krom	mg/kg TS	21,9	50	60	100	150
Kvikksølv	mg/kg TS	0,09	0,2	0,6	3	5

Fiberrest fra utrånnet matavfall må anses som problemfritt i forhold til tungmetallnivåer.

- Hygiene

GLØR prosessen inkluderer trinn med termisk hydrolyse. 30 minutters eksponering ved høyt trykk og > 130°C vurderes å være 100 % effektivt som hygieniseringstrinn, uansett valg av indikator organisme.

- Farge

Produktet er mørkt, nesten sort. Siden direkte anvendelse som bestanddel i jordblandinger anses som lite aktuell, er fargen av mindre betydning..

- Lukt

Produktet har en karakteristisk lukt av ”mitting”.

Det bør tas hensyn til denne lukten ved planlegging av mellomlagerplass eller eventuelt også i forbindelse med bruk (spredning på jordbruksareal).

Fiberresten fra matavfall er ustabil, med et maksimalt oksygenforbruk på:

- 2,65 mg/g TS x time (maks verdi)
- 2,05 mg / g TS x time (snitt₁₀)

En kompost betraktes som stabil når oksygenforbruket ligger fra 0,2 mg O₂ / g TS x time og lavere.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 59

Med bakgrunn i lavt tørrstoff, klinete konsistens, lukt og lav stabilitet vil et foredlingstrinn være absolutt nødvendig før anvendelse i jordblandinger og / eller vekstmedier.

- Spirehemming

Fiberresten fra utrånnet matavfall er testet for spirehemming i kulturer av vårbygg. Slammet er blandet inn i forhold 25 % og 50 % med K-jord som også inngår som referanse i testen.

For at komposten skal være plantetolerant, og kunne anbefales til jordforbedring skal:

- det ikke være noen klorose eller nekrose i 25 % -blandinga
- avling fra 25 - % -blandinga være minst 90 % av avlingen fra standard jorda.

Hvis avlingen fra 50 % -blandinga er minst 90 % av avlingen fra standard-jorda, kan komposten i tillegg anbefales til innblanding i dyrkningsmedier.

Blandingsforhold vil ellers avhenge av saltinnhold, næringsinnhold (særlig kalium), pH, og kultur.

Tabell 24 nedenfor viser at fiberrest fra utrånnet matavfall gir kraftig spirehemmende effekt ved 50 % innblanding i K-jorda. En signifikant økning av utbyttet i 25 % blandingen viser imidlertid at produktet har potensialer som gjødsel.

Det skal imidlertid vises forsiktighet ved anvendelse av produktet i høye doser.

Tabell 24: Spirehemming av fiberslam fra utrånnet matavfall. Resultater fra test med vårbygg.

K-JORD (referanse)	Våt vekt (g)	GLØR slam 25 %	Våt vekt (g)	GLØR slam 50%	Våt vekt (g)
Gjentak 1	11,96	Gjentak 1	15	Gjentak 1	1,14
Gjentak 2	12,02	Gjentak 2	15,94	Gjentak 2	4,31
Gjentak 3	13,23	Gjentak 3	15,21	Gjentak 3	6,72
SNITT	12,4		15,4		4,1
AVVIK	0,6		0,4		2,3
		Andel kontroll	124 %	Andel kontroll	33 %































7.3.4 Konklusjon fiberrest fra utrånnet matavfall

Vurderingen av fiberrest fra utrånnet matavfall i tabell 25 underbygger at denne type produkter (100 % matavfallsbaserte) er uegnet for direkte anvendelse i jordprodukter. Dette skyldes lav stabilitet og klinete konsistens. Etterkompostering med hage park avfall må forventes å gi en aktiv prosess (høyt nitrogen innhold) og et interessant sluttprodukt, selv om bruk av bark og / eller flis som struktur i enda større grad vil ta vare på forutsigbarheten i råstoffet.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 60

Tabell 25: Ny vurdering i av ulike kvaliteter i fiberrest fra utrånnet matavfall.

PRODUKT	FORUTSIGBARHET	STRUKTUR	NPK SPORSTOFF ¹	pH	FLORA	MILJØ	HYGIENE ²	FARGE	LUKT ³	SPIREHEMMING ⁴
KOMPOST AV MATAV FALL										
FIBERREST MATAV FALL										
REVIDERT VURDERING										

Fiberresten er ellers en åpenbar ressurs som gjødsel og jordforbedringsmiddel i jordbruket. Signifikant spirehemming ved 50 % innblanding i K-jord skyldes trolig at produktet er ustabil og har høy ledningsevne (høyt saltnivå).

7.3.5 Kompost av fiberrest fra matavfall

- Forutsigbarhet

Kompostert fiberslam fra utrånnet matavfall må regnes som forutsigbart sammenliknet med matavfallskompost. Dette fordi komposten baseres på fiberslam med jevn kvalitet og hageparkavfall som strukturgiver. Kvaliteten i sistnevnte fraksjon vil imidlertid variere en del over året, og dermed redusere forutsigbarheten.

Innføring av bark eller flis gir muligheter for høyere forutsigbarhet og skreddersydd kompost, men vil også bety økede kostnader.

- Struktur

Produktet har en porøs konsistens med høy andel finstoff. Et bemerkelsesverdig lavt glødetap og tilsvarende karboninnhold forteller om en moden kompost, selv om oppgitt alder er 10 – 12 måneder. Det er tydelig at omdanningen av hageparkfraksjonen (strukturmateriale) har vært spesielt effektiv. Dette kan forklares med nitrogen effekten som fiberresten gir.

Tørrstoffet i komposten lå på 47,9 % som er vanlig for denne type produkter.

Produktet vurderes å ha høy kvalitet, og vil kunne anvendes som innsatsfaktor i jordblandinger og / eller vekstmedier.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 61

- NPK

Tabell 26. Kjemisk sammensetning i kompostert fiberrest fra utrånnet matavfall..

Parameter	Enhet	Kompostert fiberrest MATAVFALL
Ledningstall	mS/m	398
Organisk C	g/100 g TS	13,9
Kjeldahl-N	g/100 g TS	2,03
C/N		6,85
NH ₄ -N	mg/100g TS	2,7
NO ₃ /NO ₂ -N	mg/100g TS	51,5
Fosfor	g/100 g TS	0,53
Kalium	g/100 g TS	0,489
Kalsium	g/100 g TS	2,31
Magnesium	g/100 g TS	0,474
Natrium	mg/Kg TS	593
Svovel	mg/Kg TS	1940
Bor	mg/Kg TS	20,7
Kobolt	mg/Kg TS	17,3
Jern	mg/Kg TS	13900
Mangan	mg/Kg TS	459
Molybden	mg/Kg TS	< 3,0

Produktets lave karboninnhold (lavt glødetap) er slående sett med bakgrunn i tilsvarende for fiberresten. Nitrogennivået er normalt for en biokompost (~ 2 %), men det lave glødetapet og ditto C/N forhold (6,85) tilsier høyere grad av plantetilgjengelighet enn tilsvarende for matavfallskompost. Nitratmengden på 51,5 mg/100 g TS forteller at produktet er modent med en aktiv nitrifikasjon. Asdal et al., (2002) oppgir at kompost med > 10 mg NO₃-N pr 100 g TS må regnes for stabil (moden).

Innhold av fosfor, kalium, kalsium og magnesium ligger innenfor hva som kan kalles for et normalområde i matavfallskomposter.

Sammenliknet med kompostert matavfall har antagelig kompostert fiberrest fra utrånnet matavfall høyere nitrogen verdi. Produktets gjødselverdi vil imidlertid først og fremst knyttes til innhold av fosfor, kalium, kalsium, magnesium, jern, svovel og ikke minst sporstoff. Et

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

side 62

borinnhold (typisk indikator på matavfallsopprinnelse) på 20,7 mg / kg TS er for eksempel mer enn nok til å dekke behovet hos planter.

- pH

Komposten er svakt alkalisk, pH =7,95. Dette er en normal pH i modne kompostprodukter.

- Flora

Produktet forventes å inneholde en normal komposteringsflora (moden kompost) som er en av flere positive effekter som markedsføres ved bruk av kompost i jordforbedringssammenheng.

- Tungmetaller og fremmedlegemer

Tabell 27: Innhold av tungmetaller i kompostert fiberrest av utrånnet matavfall.. Kvalitetsklassene m.h.p. tungmetaller, hentet fra forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav inngår som referanse.

Parameter	Enhet	GLØR slam	Klasse 0	Klasse I	Klasse II	Klasse III
Sink	mg/kg TS	217	150	400	800	1500
Bly	mg/kg TS	25,8	40	60	80	200
Nikkel	mg/kg TS	29,9	20	30	50	80
Kobber	mg/kg TS	56	50	150	650	1000
Kadmium	mg/kg TS	0,6	04	0,8	2	5
Krom	mg/kg TS	33,8	50	60	100	150
Kvikksølv	mg/kg TS	0,09	0,2	0,6	3	5

Med unntak for nikkel må denne komposten anses som problemfri. Tungmetallnivåene må kunne regnes som lave sett i forhold til kompostens mineralske kvalitet. I tillegg til nikkel kan det se ut som om mulighetene for å oppnå klasse 0 er tilstede. Sinknivået kan skyldes bleier i det opprinnelige avfallet.

- Hygiene

Det er ikke foretatt hygieneundersøkelser, men det antas at kravene i forhold til TKB, *Salmonella* og *Ascaris* egg overholdes dersom rankekomposteringen sikrer tilstrekkelig antall vendinger (minimum 5) og tilstrekkelig lange tidsperioder med høye temperaturer i massen.

Hygienekravene gjelder for strukturen ("Hage-park kompost"), for fiberresten sin del har den termiske hydrolysen sikret leveranse av en hygienisert råvare.

- Farge

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 63

Produktet er mørkebrunt, nærmest sort av farge, noe som er ideelt for anvendelse i jordprodukter.

- Lukt

Produktet har en tiltalende lukt av jord / jordbunn. Luktbilde beskriver et modent kompostprodukt

- Spirehemming

Kompostert fiberrest av utrånnet matavfall er testet for spirehemming i kulturer av vårbygg. Slammet er blandet inn i forhold 25 % og 50 % med K-jord som også inngår som referanse i testen.

For at komposten skal være plantetolerant, og kunne anbefales til jordforbedring skal:

- det ikke være noen klorose eller nekrose i 25 - % -blandinga
- avling fra 25 - % -blandinga være minst 90 % av avlingen fra standard jorda.

Hvis i tillegg avlingen fra 50 - % -blandinga er minst 90 % av avlingen fra standard-jorda, kan komposten anbefales til blanding i dyrkningsmedier. Blandingsforhold vil ellers avhenge av saltinnhold, næringsinnhold (særlig kalium), pH, og kultur.

Tabell 28 nedenfor viser at kompostert fiberrest av utrånnet matavfall ikke gir spirehemmende effekter, noe som gir grunnlag for å kunne anbefale produktet til jordforbedring og som innsatsfaktor i jordblandinger.

Forskjellen mellom utbytter i 25 % og 50 % blandinger og nedgang i utbyttet ved anvendelse av 50 % innblanding, kan være en indikasjon på at produktet inneholder stabile organiske komponenter med fytotoksisk virkning. Det kan være aktuelt å vurdere fiberresten i forhold til denne type komponenter.

Tabell 28: Spirehemming av kompostert fiberslam fra utrånnet matavfall. Resultater fra test med vårbygg

K-JORD (referanse)	Våt vekt (g)	KOMPOST GLØR 25%	Våt vekt (g)	KOMPOST GLØR 50%	Våt vekt (g)
Gjentak 1	11,96	Gjentak 1	16,45	Gjentak 1	10,89
Gjentak 2	12,02	Gjentak 2	13,27	Gjentak 2	12,96
Gjentak 3	13,23	Gjentak 3	12,98	Gjentak 3	10,5
SNITT	12,4		14,2		11,5
AVVIK	0,6		1,6		1,1
Andel Kontroll			115 %	Andel kontroll	92 %

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 64































7.3.6 Konklusjon kompost av utråtnet fiberrest fra matavfall

Revidert vurdering av kompostert fiberrest fra utråtnet matavfall i tabell 29 underbygger at denne type produkter er meget vel egnet for direkte anvendelse i jordblandinger og / eller vekstmedier. Kompostering, ekstensiv i åpne ranker, må derfor kunne anbefales som en vel egnet etterbehandling av fiberresten.

Siden fiberrest fra utråtnet matavfall også har mulighet for direkte anvendelse som gjødsel og jordforbedring vil behovet for etterkompostering være avhengig av markedenes inntjeningspotensialer. I denne sammenheng er det viktig å inkludere investeringer /driftskostnader knyttet til behov for langtidslagring av fiberresten.

Fiberrest fra utråtnet matavfall som ikke har vært utsatt for høyt trykk og temperatur (=termisk hydrolyse) kan vise seg å ha til dels betydelige kvalitetsavvik fra det aktuelle produktet. Det tas derfor forbehold om at konklusjonene over ikke fullt ut dekker det ”konvensjonelle” alternativet

Tabell 29: Ny vurdering i av ulike kvaliteter i kompostert fiberslam fra utråtnet matavfall

PRODUKT	FORUTSIG-BARHET	STRUKTUR	NPK SPORSTOFF ¹	pH	FLORA	MILJØ	HYGIENE ²	FARGE	LUKT ³	SPIRE-HEMMING ⁴
KOMPOST AV MATAVFALL										
KOMPOSTERT FIBERREST MATAVFALL										
NY VURDERING										

7.4 Anbefalinger - jordprodukter

7.4.1 Fiberrest som erstatning for torv (og kompost) i jordprodukter

Profesjonelle jordblandinger skal være forutsigbare produkter oftest baserte på at dokumentert sand tilføres humus som torv og kompost. I tillegg kan andre fraksjoner tilføres så som leire eller silt.

Kompost gir jorda struktur (erosjonsbestandighet), porøsitet, næringsstoffer og en rik flora, mens torva forbedrer vannhusholdningen (øker vannholdeegenskapene) i tillegg til å gi produktet porøsitet og redusert pH.

Kommersiell torv er et forutsigbart, men kostbart produkt. I tillegg vil det komme stadig flere restriksjoner på uttak av torv siden det ikke regnes å være en fornybar ressurs.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 65

Kompost kan variere en del i kvalitet, og vil på den måten redusere forutsigbarheten i jordproduktet. Med kvalitet regnes både kjemisk / fysisk / biologiske parametere så vel som estetiske karakterer som innhold av fremmedlegemer og lukt.

Med dette som grunnlag ved siden av observasjoner, tester og resultater fra analyser av fiberrester anbefales følgende.

Fiberresten bør ut i fra kunnskap tilegnet pr. i dag, vurderes som erstatning for torv. Anvendelsen forutsetter imidlertid at tørket fiberrest innehar de hovedfunksjonene i et jordprodukt som kommersiell torv tilbyr; - d.v.s. forbedret vannhusholdning og porøsitet. Dette må undersøkes i relevante tester. Videre må nivåer av tungmetaller, fremmedlegemer og valgte indikatorer for dokumentasjon av hygiene holdes innenfor relevante grenseverdier satt i gjødselvereforskriften:

- for tungmetaller normalt klasse I / (klasse 0)
 - Sink: 400 (150) mg Zn/kg TS
 - Bly: 60 (40) mg Pb/kg TS
 - Nikkel: 30 (20) mg Ni/kg TS
 - Kobber: 150 (50) mg Cu/kg TS
 - Kadmium: 0,8 (0,4) mg Cd/kg TS
 - Krom: 60 (50) mg Cr/kg TS
 - Kvikksølv: 0,6 (0,2) mg Hg/kg TS
- Fremmedlegemer
 - < 0,5 % (vekt) med partikler > 4 mm.
- Hygiene
 - *Salmonella*: skal ikke påvises
 - TKB: < 2 500 / g TS
 - Infektive parasittegg: skal ikke påvises

Fiberrest som skal erstatte torv (og kompost) direkte i jordblandinger bør ha:

1. Stabilitet, målt som oksygenforbruk i vandig slurry (SOUR),
< 0,5 g O₂ / kg TS x time

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 66

2. Tørrstoff (TS) > 40 %. Eksakt grense for TS avhenger av struktur / konsistens. Det er et mål å redusere sikeresten etter jordproduksjon på 10 mm såld til et absolutt minimum.

Dersom lav stabilitet, lavt tørrstoff eller spesielle forhold rundt konsistens, tilsier det at fiberrester fra utråtning av matavfall må gjennomgå en kompostering før anvendelsen i jordprodukter.

Kompostert fiberrest fra utråtning av matavfall med hage park avfall som strukturgiver holder en høy kvalitet og kan anbefales brukt i jordblandinger og vekstmedier.

Dersom fiberresten ikke møter kravene til funksjonalitet i jordproduksjon; - d.v.s. krav til forbedret vannhusholdning, porøsitet og stabilitet, bør anvendelse i jordprodukter muliggjøres etter en etterkomposteringsfase. Kompostering av fiberrest fra utråtnet matavfall langt mindre bruk av arbeidskraft og maskinkraft enn tilsvarende for direkte kompostering av matavfall. Komposteringstid avhenger av valgte vendefrekvenser og rankestørrelser. Det opplyses for eksempel fra GLØR anlegget at stabil kompost er oppnåelig etter 4 – 5 uker med intensiv kompostering i småranker.

Flis og bark som struktur øker forutsigeligheten i sluttproduktet sammenliknet med hage park avfall.

Det henvises ellers til tabell 30 vedrørende en del sentrale kvaliteter som fiberresten må bedømmes opp i mot ved bruk i jordblandinger og vekstmedier, og i hvilken grad direkte sammenlikning med torv og kompost forventes å falle ut.

Figur 30: En del kvalitetsaspekter som er relevante dersom kompostert fiberslam skal erstatte torv (kompost) som humus.

Kvalitet i jord	FIBERREST	TORV	KOMPOST
Vannhusholdning	**	***	*
Porøsitet (porevolum) generell jord (bulk)	*	**	***
Porøsitet (porevolum)	***	***	**
Næringsstoffer	***	-	**
Stabilitet / omdanning	**	-	***
Flora	-	-	***
Forutsigbarhet	**	***	*
Kostnad	*	***	**
Andre elementer			
• Farge	***	**	***
• Erosjon	*	-	***
• pH	*	***	*

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 67

7.5 Anbefalinger – gjødsel og jordforbedring

Fiberrest fra utrånnet matavfall kan anvendes som gjødsel og jordforbedring i landbruket. Basert på kjemiske data, erfaringer fra bl.a. spiretester og data i litteraturen kan produktet regnes å ha tilnærmet samme gjødselverdi som utrånnet slam.

Det vil selvfølgelig være avgjørende at produktene møter kravene som forvaltningen til enhver tid setter.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

8 MILJØFORHOLD

8.1 Innledning

En av hensiktene med å bygge om et eksisterende komposteringsanlegg til kombinasjon utråtning/kompostering, er å bedre de lokale og regionale miljøforholdene på anlegget. Når det gjelder globale miljøforhold (i denne sammenheng utslipp av klimagasser som metan og CO₂) vil vi ikke komme nærmere inn på dette i denne sammenheng.

Når det gjelder lokale og regionale miljøforhold tenker vi på:

- fugler og rotter
- sjenerende lukt
- sigevann

I denne sammenheng vil det kun innenfor prosjektets ramme bli gjort kvalitative sammenligninger og kommentarer. En kvantitativ sammenligning vil måtte involvere kompliserte metodikker som for eksempel livsløpsanalyser (LCA).

Kvalitative sammenligninger kan lett angripes for å være subjektive, men for å underbygge de påstandene som settes fram vil vi henvise til en rapport utarbeidet av Jordbrukstekniska Institutet i Uppsala i 2001: "Undersökning av luktreducerande system och deras effekter i storskaliga biogas- og komposteringsanläggningar i Europa".

8.2 Fugler og rotter

I konvensjonelle rankekomposteringsanlegg (Agder og ØRAS) blir det organiske avfallet bare lett oppmalt i forbindelse med forbehandling og innblanding av strukturmateriale. Når avfallet legges i ranker kan matvarer som for eksempel frukt og kjøttvarer lett bli eksponert og tiltrekke seg både fugler og rotter. Det samme skjer når rankene vendes.

I lukkede komposteringsanlegg (HRA) vil ikke dette være et problem.

Åpne mottak for avfall kan også tiltrekke seg fugler og rotter.

Ved ombygging til utråttingsanlegg medfører forbehandling og den lukkede råtneprosessen at dette ikke vil være noe problem. Det er heller ikke rapportert problemer med fugler og rotter i forbindelse med lagring og/eller bruk av råtnest.

Problemer med åpne mottak må unngås og har ikke noe med prosessvalget å gjøre.

Siden de aller fleste komposteringsanleggene ligger i nærhet av deponier skal det i denne sammenheng tas med at problemer knyttet til fugl og rotter for en stor del skyldes driften av disse.

8.3 Lukt

Rapporten fra Uppsala konkluderte at samtlige av de anlegg for biologisk avfallsbehandling (kompostering eller utråtning) man hadde besøkt eller kontaktet hadde problemer med lukt i større eller mindre grad.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

8.3.1 Mottak av avfall

I det organiske avfallet finnes komponenter som veldig fort omsettes biologisk og brytes ned til flyktige illeluktende stoffer. Mottaket for det organiske avfallet kan derfor lett gi opphav til luktemisjoner.

Agder har åpent mottak, ØRAS har åpne containere for organisk avfall på Optibaganlegget og HRA har åpent bufferlager som alle kan gi opphav til luktemisjoner. Denne kilden vil være uavhengig av prosessvalget.

8.3.2 Biologisk behandling

Under komposteringen må luft tilføres enten ved "naturlig trekk" ved at rankene er porøse eller ved vending av rankene, eller at luft tilføres avfallet ved hjelp av en vifte. Luftbehovet kan variere, men for et anlegg som behandler 15.000 m³ avfall og strukturmateriale pr. år, kan forbruk av tilført luft ligge på rundt 10.000 m³/h.

Under komposteringen avgis luktforbindelser av ulike typer som for eksempel flyktige organiske syrer, organiske svovelforbindelser, hydrogensulfid og ammoniakk. Hvis avgassen slippes direkte ut, vil problemer med lukt til omgivelsene lett bli resultatet.

Luften med luktkomponentene kan renses effektivt for eksempel i et biofilter, men det kan være snakk om store luftmengder som skal renses. I lukkede komposteringsanlegg (HRA) er det mulig å fange opp den forurensede luften, mens det i åpne rankekomposteringsanlegg er aktuelt å tilpasse driften de til enhver tid eksisterende meteorologiske forhold.

Tilsetning av kjemikalier som en del av forbehandling eller ved mottak (for eksempel lesket kalk), har vist å kunne redusere luktulempene.

Ved utråkning av avfallet skjer den biologiske prosessen i et oksygenfritt lukket rom, og luktemisjonene fra selve prosessen bør derfor være minimal. Lukt kan selvsagt oppstå ved lekkasjer, såkalt "kaldfakling" eller under vedlikeholdsarbeide.

8.3.3 Etterbehandling og lagring

Reaktorkomposteringsanlegg kan få problemer med lukt ved sikting og ettermodning av komposten hvis den biologiske stabiliseringen ikke har vært tilstrekkelig. Lukt kan også oppstå ved behandling (avvanning) og lagring av råtnerest fra utråkningsprosessen hvis den anaerobe biologiske nedbrytningen ikke har vært tilstrekkelig god nok eller simpelthen fordi fraksjonen inneholder små mengder med hydrogensulfid eller andre svovelforbindelser. Ellers bør det også påpekes at lukt fra denne type anlegg kan spores tilbake til for eksempel et deponi i nærheten av behandlingsanlegget.

8.4 **Sigevann**

I komposteringsanlegg oppstår sigevann både ved at matavfallet "slipper vann" under komprimering og lagring, og ved at åpne ranker eksponeres for nedbør. Noe av vannet fordampes igjen p.g.a. den energien som frigjøres under den aerobe nedbrytningen.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 70

Behovet for lagringsareal for råtnerest reduseres p.g.a. redusert eller ingen behov for tilsetning av strukturmateriale. Sigevannsmengden bør derfor reduseres av denne årsak.

Men gjennom hele prosessforløpet for anaerob utråtning oppstår det akkumulering av vann. 1000 kg avfall inneholder ca. 300 kg tørrstoff og 700 kg vann. Under utråtningprosessen konverteres ca. halvparten av tørrstoffet til biogass. Hvis råtneresten avvannes til 30 % tørrstoff, forstår vi at vi har et overskudd på 350 kg vann i systemet vårt.

Til tross for at betegnelsen ”gjødselpotensiale” ofte heftes ved denne væskefraksjonen (ref 2), vil nok realitetene oftest være at overgang til anaerob utråtning øker behovet for avløpsbehandling og dessuten øker vannmengdene som må behandles.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 71

9 HOVEDKONKLUSJONER

9.1 Teknisk

- Det er fullt ut teknisk mulig å konvertere de tre komposteringsanleggene til biogassanlegg med ettermodning av fiberrest.
- Et biogassanlegg vil kunne etableres innenfor allerede eksisterende bygningsmasse og utareal
- Avhengig av komposteringsanleggets kompleksitet kan eksisterende teknisk utstyr mer eller mindre utnyttes
-

9.2 Økonomi

- Ombyggingskostnaden i forhold til å bygge et helt nytt biogassanlegg er redusert p.g.a. besparelser på mottaksanlegg, bygg og grunnlagsinvesteringer (vei, vann, avløp)
- Spesifikk ombyggingskostnad influeres av hvor mye som kan benyttes av eksisterende anlegg, men mest av avfallsmengde:

Anlegg	Mengde, tonn/år	Investering, mill. kr	Spesifikk investering, kr/tonn	Spesifikk kapitalkostnad (6 %, 15 år), kr/tonn
ØRAS	1 700	6,776	3 985	410,5
AGDER	4 300	8,957	2 083	214,5
HRA	8 800	10,939	1 243	128,0

- Inntekter fra utnyttelse av biogass som energi er begrenset med dagens energipriser (kjøp) hvis ikke all energien kan utnyttes.
- Alle tre komposteringsanlegg har et nærliggende deponi hvor man har besluttet/har planer om å utnytte deponigass til produksjon av elektrisitet. I tilknytning til dette kan biogassen fra matavfallet være et nyttig tilskudd.
- Det største inntekspotensialet ved ombyggingen er for to av anleggene at man kan utvide den totale behandlingskapasitet og dermed få et netto positivt resultat ved en evt. ombygging.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 72

9.3 Miljø og hygienisering

- Ombygging av et eksisterende komposteringsanlegg for våtorganisk avfall til anaerob utråtning/kompostering må forventes å bedre miljøforholdene på anlegget samlet sett.
- Fugler og rotter vil få mindre ”nedslagsfelt” gjennom lavere tilgjengelighet.
- Luktemisjoner er lettere å håndtere fordi den biologiske prosessen er lukket. Mottak og forbehandling krever fortsatt ventilasjon og behandling av luft, men i en mye mindre skala enn ved behandling av komposteringsventilasjonsluft.
- Sigevann/avløp må fortsatt behandles, og vannmengden må forventes å øke.
- Ombyggingen fører til at anleggene kan innfri fremtidige EU krav til partikkelstørrelse og hygienisering.

9.4 Fiberrest vs. matavfallskompost

- To forskjellige fiberrester fra forskjellige behandlingsanlegg er undersøkt. Begge fiberrester har positive agronomiske egenskaper
- Fiberresten må vurderes å ha høyere verdi som gjødsel enn tilsvarende for matavfallskomposter
- Kjemisk kvalitet i fiberresten fra utråtning av matavfall og kompost av samme fiberrest synes langt mer forutsigbar enn tilsvarende for matavfallskomposter
- Fiberrestens struktur og konsistens kan minne om den vi finner i godt omsatt myrjord. Anvendelser i vekstmedier og jordblandinger som substitutt for torv og / eller silt bør således kunne vurderes seriøst. Denne type ”direkte anvendelse” forutsetter at stabilitet, tørrstoff og konsistens kan tilpasses ulike produkter ved bruk av enkle foredlingsstrategier.
- Fiberrestens kvalitet med hensyn på tungmetaller og fremmedstoffer er dagens matavfallskompost overlegen. Dette forutsetter at utråtnet avløpsslam ikke inngår i produktet. Sist nevnte vil også redusere anvendelsesområder.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 73

10 REFERANSER

Asdal Å., Breland T. A., Herrero M. L. og Norgaard E., 2002, Kompostkvalitet - Dokumentasjon og anbefalinger. Planteforsk Grønn forskning 16/2002. ISBN 83-479-0310-5 ISSN 0809-1757

Krogstad T., Sogn T. A., Asdal Å og Sæbø A., 2003. Recycling of phosphorus in sewage sludge. Innlegg ved seminaret Biosolids 2003, Waste water sludge as a resource, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 23-25 June, 2003.

Smårs, S., 2002. Influence of different temperature and aeration regulation strategies on respiration in composting of organic household waste. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala 2002. ISSN 1401-6249 / ISBN 91-576-6158-8.

Ugland T. N., Ekeberg E. og Krogstad T. 1998, Bruk av avløpsslam i jordbruket. Planteforsk. Grønn Forskning 04/98

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 74

11 VEDLEGG 1: AGDER RENOVASJON

A.1 TEKNISKE DATA

Mottakslomme og trappematermater

Service	:	mottak av kildesortert våtorganisk avfall
Antall	:	1 stk.
Type	:	Agder maskin Trappemater
Kapasitet	:	30 m ³
Installert effekt	:	11 kW (hydraulikk aggregat)

Transportskruer

Service	:	føde grovkvern
Antall	:	2 stk.
Type	:	Agder Maskin, senterløs skrue
Kapasitet	:	25 m ³ /time
Installert effekt	:	7,5 og 30 kW

Grovkvern

Service	:	grovoppmaling
Antall	:	1stk.
Type	:	Ide Con AS, spesialkvern
Kapasitet	:	25 m ³ /time
Installert effekt	:	30 kW

Dissolver

Service	:	finoppmaling/pulping
Antall	:	1 stk.
Type	:	Ide Con AS
Kapasitet	:	6 m ³
Installert effekt	:	55 kW

Plastseparator

Service	:	fjerne plast og annet "oversize"
Antall	:	2 stk.
Type	:	Reime Econ,
Kapasitet	:	12 m ³ /time
Installert effekt	:	3,5 kW

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 75

Utjevningstank

Service	:	utjevning før utråtning, hydrolyse (start)
Antall	:	1 stk.
Type	:	GRP
Kapasitet	:	60 m ³
Installert effekt	:	7,5 kW (røreverk)

Utråtningstank

Service	:	produsere biogass ved utråtning
Antall	:	1 stk.
Type	:	Lundsby Industri A/S, betongelement
Kapasitet	:	800 m ³
Installert effekt	:	7,5 kW (strømsetter)

Gasslager

Service	:	Bufferlager for gassmotor
Antall	:	1 stk.
Type	:	Del av utråtningstank (overdekking)
Kapasitet	:	100 m ³ , 3 mbar

Avvanningsenhet

Service	:	avvanne råtnerest
Antall	:	1 stk.
Type	:	Stigebrandt (SAV), lavtrykksfilter m/polymerenhet
Kapasitet	:	60 m ³ /dag
Installert effekt	:	3 kW (pumpe)

Pumper og ventiler er angitt i egen maskin- og IO liste.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 76

12 VEDLEGG 2: ØRAS

A.2 TEKNISKE DATA

Mottakslomme og trappematermater

Del av Optibag anlegg.

Grovkvern m/buffertrakt

Service	:	grovoppmaling
Antall	:	1stk.
Type	:	Ide Con AS, spesialkvern
Kapasitet	:	10 m ³ /time Buffertrakt (6 m ³)
Installert effekt	:	22 kW

Dissolver

Service	:	finoppmaling/pulping
Antall	:	1 stk.
Type	:	Ide Con AS
Kapasitet	:	2 m ³
Installert effekt	:	22 kW

Plastseparator

Service	:	fjerne plast og annet "oversize"
Antall	:	1 stk.
Type	:	Reime Econ,
Kapasitet	:	6 m ³ /time
Installert effekt	:	1,8 kW

Utjevningstank

Service	:	utjevning før utråtning, hydrolyse (start)
Antall	:	1 stk.
Type	:	GRP
Kapasitet	:	30 m ³
Installert effekt	:	5 kW (røreverk)

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 77

Utråtningstank

Service	:	produsere biogass ved utråtning
Antall	:	1 stk.
Type	:	Lundsby Industri A/S, betongelement
Kapasitet	:	300 m ³
Installert effekt	:	7,5 kW (strømsetter)

Gasslager

Service	:	Bufferlager for gassmotor
Antall	:	1 stk.
Type	:	Del av utråtningstank (overdekking)
Kapasitet	:	60 m ³ , 3 mbar

Avvanningsenhet

Service	:	avvanne råtnerest
Antall	:	1 stk.
Type	:	Stigebrandt (SAV), lavtrykksfilter m/polymerenhet
Kapasitet	:	26 m ³ /dag
Installert effekt	:	3 kW (pumpe)

Pumper og ventiler er angitt i egen maskin- og IO liste.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 78

13 VEDLEGG 3: HRA

A.3 TEKNISKE DATA

Mottakslomme og trappematermater

Del av eksisterende komposteringsanlegg

Transportskruer

Service	:	føde grovkvern
Antall	:	1 stk.
Type	:	Agder Maskin, senterløs skrue
Kapasitet	:	50 m ³ /hr
Installert effekt	:	20 kW

Grovkvern

Service	:	grovoppmaling
Antall	:	1stk.
Type	:	Ide Con AS, spesialkvern
Kapasitet	:	50 m ³ /time
Installert effekt	:	55 kW

Dissolver

Service	:	finoppmaling/pulping
Antall	:	1 stk.
Type	:	Ide Con AS
Kapasitet	:	10 m ³
Installert effekt	:	90 kW

Plastseparator

Service	:	fjerne plast og annet "oversize"
Antall	:	3 stk.
Type	:	Reime Econ,
Kapasitet	:	20 m ³ /time
Installert effekt	:	5,5 kW

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 79

Utjevningstank

Service	:	utjevning før utråtning, hydrolyse (start)
Antall	:	1 stk.
Type	:	GRP
Kapasitet	:	125 m ³
Installert effekt	:	7,5 kW (røreverk)

Utråtningstank

Service	:	produsere biogass ved utråtning
Antall	:	1 stk.
Type	:	Sylindrisk isolert tank, svartstål
Kapasitet	:	1725 m ³
Installert effekt	:	15 kW (toppmontert røreverk)

Gasslager

Service	:	Bufferlager for gassmotor
Antall	:	1 stk.
Type	:	Schanflex m/overbygg
Kapasitet	:	100 m ³ , 30 mbar

Avvanningsenhet

Service	:	avvanne råtnerest
Antall	:	2 stk.
Type	:	Stigebrandt (SAV), lavtrykksfilter m/polymerenhet
Kapasitet	:	130 m ³ /dag (totalt)
Installert effekt	:	5 kW (pumpe)

Pumper og ventiler er angitt i egen maskin- og IO liste.

Prosjektnummer	Prosjektnavn	Disiplin	Filnavn	SIDE
1120	ORIO - Biogass		Orio Sluttrapport	
Forfatter	Dato for opprettelse	Revisjonsdato	Godkjent av	
A.Hj.Knap/E. Norgaard		11.03.2004	B. Rydtun	

Side 80

14 VEDLEGG 4. KVALITET I RÅTNEREST FRA BEHANDLINGSANLEGGET I SAULEKILEN UTENFOR ARENDAL

Kvalitet i avvannet råtnereest fra behandlingsanlegget i Saulekilen utenfor Arendal.

Tabell A: Kvalitet avvannet råtnereest fra behandlingsanlegget i Saulekilen utenfor Arendal.

Tungmetaller	Enhet	Snitt (n=3)	STADV	Klasse 0	Klasse I	Klasse II	Klasse 111
Cd	mg/kg TS	1,3	0,1	0,4	0,8	2,1	5
Hg	mg/kg TS	1,0	0,1	0,2	0,6	3	5
Pb	mg/kg TS	17,7	0,5	40	60	80	200
Ni	mg/kg TS	15,7	1,3	20	30	50	80
Cr	mg/kg TS	21,7	1,3	50	60	100	150
Zn	mg/kg TS	386,7	19,4	150	400	800	1500
Cu	mg/kg TS	131,3	3,7	50	150	650	1000
		Snitt (n=3)	STADV				
TS	%	0,2	0,0				
pH		7,6	0,1				
Glødetrinn	%	0,4	0,0				
Tot-N	g/kg TS	39,3	2,6				
Ammonium-N	g/kg TS	2,7	0,4				
Nitrat-N	mg/kg TS	0,9	0,9				
Tot-P	g/kg TS	15,8	8,1				
Kalium	g/kg TS	1,1	0,6				
Kalsium	g/kg TS	13,0	0,8				

Tabellen beskriver en typisk kvalitet for avvannet råtnereest. Høyt nitrogen nivå (~ 4 %) med ammonium andel i overkant av 5 %. Fosfor innholdet på 1,6 % er som forventet i kjemisk felt slam, men det vil stilles spørsmål ved tilgjengeligheten (jfr. Krogstad et al., 2003).

Kaliuminnholdet er som vanlig for avløpslam svært lavt, mens de divalente kalsiumionene er langt mindre mobile.

Askenivået og pH er normalt for denne type produkter.

Når det gjelder tungmetallinnholdet holder produktet en høy kvalitet sammenliknet med tilsvarende produkter. For samtlige metaller holder slammet en Klasse II kvalitet eller bedre.

Produktet har avgjort potensialer som gjødsel. Det stilles imidlertid spørsmål ved effekten som tørking har på nitrogeninnholdet og i hvilken grad fosforinnholdet er tilgjengelig.