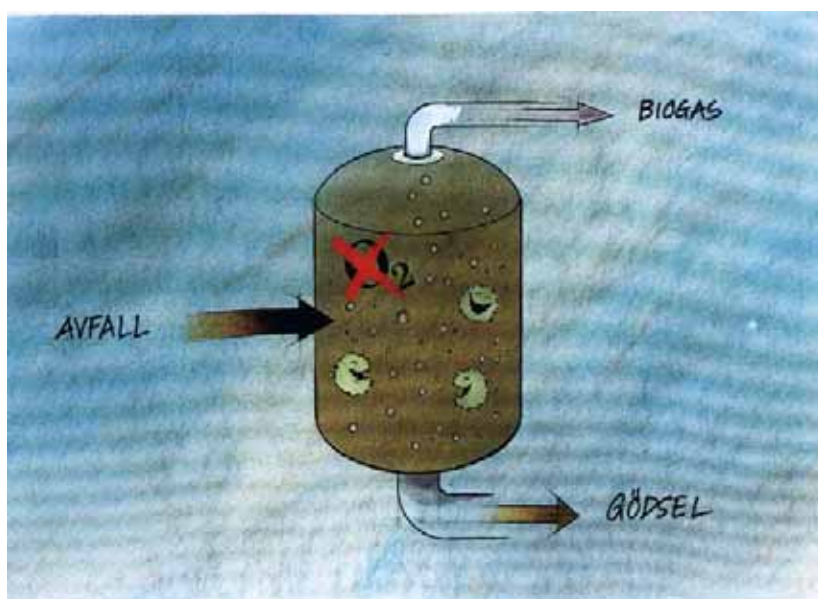


Gotlands kommun

RÖTNINGSANLÄGGNING FÖR AVFALL PÅ GOTLAND

Förstudie



Stockholm 2003-04-14
SWECO VIAK AB

Lars Brolin
Jenny Andersson

Uppdragsnummer 1157176000

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND OCH SYFTE	5
2	MÅL MED RÖTNING.....	6
3	HYGIENISERINGSKRAV	7
4	AVFALLSTYPER OCH MÄNGDER	10
4.1	HUSHÅLLSAVFALL	10
4.2	AVLOPPSRENINGSVVERKSSLAM	11
4.3	PARK- OCH TRÄDGÅRDSAVFALL SAMT RIVNINGSAVFALL	11
4.4	BIOLOGISKT VERKSAMHETSAVFALL.....	12
4.5	AVFALL LÄMPADE FÖR RÖTNING.....	15
5	INSAMLINGSSYSTEM FÖR AVFALL	16
5.1	INSAMLING AV BIOLOGISKT AVFALL FRÅN HUSHÅLL.....	16
5.2	INSAMLING AV BIOLOGISKT VERKSAMHETSAVFALL	17
6	FÖRBEHANDLING.....	18
7	RÖTNINGSMETODER	20
7.1	ALLMÄNT OM RÖTNING	20
7.2	OLIKA RÖTNINGSPROCESSER	22
8	UTFORMNING AV RÖTNINGSANLÄGGNING	24
9	MILJÖKONSEKVENSER.....	28
9.1	UTSLÄPP TILL VATTEN.....	28
9.2	UTSLÄPP TILL MARK	28
9.3	UTSLÄPP TILL LUFT	28
9.4	LUKT	29
9.5	DAMM OCH NEDSKRÄPNING	30
9.6	BULLER	30
9.7	FÅGLAR OCH SKADEDJUR	30
10	AVSÄTTNINGSMÖJLIGHETER FÖR RÖTRESTPRODUKT	30
11	AVSÄTTNINGSMÖJLIGHETER FÖR BIOGAS.....	32
12	LOKALISERING AV RÖTNINGSANLÄGGNING	37
13	EKONOMISKA KALKYLER	40
14	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	44

SAMMANFATTNING

Gotlands kommun håller på att se över sin avfallshantering för att bestämma hur hanteringen av avfall skall se ut efter att avtalet med Norrköping om förbränning av hushållsavfall har gått ut (gäller fram till 2005 med option om förlängning i 2 år).

En lösning för den biologiska delen i avfallet skulle kunna vara att röta det i en rötningsanläggning på Gotland.

Denna rapport innehåller en beskrivning av rötningstekniken samt övergripande miljökonsekvenser för föreslagen rötningsmetod för Gotland samt en investerings- och driftkalkyl för en rötningsanläggning.

Det är viktigt att klarställa målen för rötningen innan slutgiltigt val görs. Olika mål i olika kombinationer kan vara:

- | | |
|---|--|
| • billigaste avfallshanteringen | • minimera förbränning |
| • långsiktig lösning | • eliminera lukt |
| • säker avsättning av produkter | • låg miljöbelastning |
| • kretslopp på fosfor till åkermark eller nyttjas i samhället | • utnyttja känd teknik |
| • utnyttjande växtnäring kväve, fosfor, kalium etc. | • låga investeringar |
| • återföring av mullämnen till åkermark | • låga driftskostnader |
| • produktion av biogas för energiutvinning eller fordonsdrivmedel | • hantering på Gotland |
| • minimera transporter | • hantera främst avfall inom det kommunala ansvaret |
| | • hantera även avfallet utanför det kommunala ansvaret |

I denna rapport har utgångspunkten varit att finna en rötningsprocess som uppfyller nuvarande och framtida myndighetskrav samt ger en rimlig ekonomi och en i övrigt sund anläggning fokuserad på i första hand avfall inom det kommunala ansvaret.

Regelverket kring hygienisering av avfall vid rötning håller på att förändras inom EU och på nationell nivå. Det är idag klart vilka krav som skall gälla för animaliskt avfall, men inte vad som kommer att gälla för slam och biologiskt avfall från hushåll, restauranger etc.

Bedömningen är att ca 11 000 ton av det tillgängliga biologiska avfallet som finns på Gotland är lämpligt för rötning. Det rötbara avfallet utgörs

främst av den biologiska fraktionen i hushållsavfallet, matavfall från industrin samt animaliskt avfall som tillhör klass 3 material i förordningen för animaliska biprodukter samt de delar av gödsel samt mag- och tarminnehåll som klassas som klass 2 material men som kan hanteras som ett klass 3 material som är lämpligt att röta.

Rekommenderad rötningsmetod för Gotland är våtrötning, då en stor del av slakteriavfallet har ett högt vatteninnehåll och då våtrötning är en mer vanlig rötningsmetod i Europa jämfört med torrötning samt den enda etablerade metoden i Sverige.

Från miljösynpunkt är det främst risken för luktolägenheter vid hantering av avfall i processen som bör beaktas. Hanteringen bör i största möjliga omfattning vara sluten, t ex rening av luft i ett biofilter, för att förhindra luktolägenheter.

Vid rötning uppstår det en fast och en flytande näringsrik rötrestprodukt som kan nyttjas på olika sätt beroende på kvalité samt en gasprodukt, s.k. biogas, som kan nyttjas till värme- och energiproduktion samt fordonsbränsle. Det är viktigt att i ett tidigt stadium finna en avsättning för produkterna ur ekonomi- och miljösynpunkt.

De ekonomiska beräkningarna ger en behandlingskostnad för rötning av det biologiska avfallet på ca 885 kr per ton med förutsättningen att biogasen kan nyttjas till värmeproduktion. Om däremot biogasen kan nyttjas som fordonsbränsle kan behandlingskostnaden sänkas med ca 15% till ca 755 kr per ton. Det är därför viktigt att säkerställa att biogasen kan nyttjas på ett fördelaktigt sätt vid rötning av avfall för att minska behandlingskostnaderna.

Samlokalisering av en röttningsanläggning med annan lämplig verksamhet, till exempel till avloppsreningsverket, bör studeras för att sänka behandlingskostnaderna ytterligare.

Slutsatsen blir att en stor del av det biologiska avfallet kan rötas och att det är viktigt att i ett tidigt stadium finna lämpliga avsättningsmöjligheter för rötresten samt biogasen och att dessutom överväga tänkbara samordningsfördelar med annan verksamhet. Parallellt bevakas hur myndighetskraven utvecklas när det gäller hygienisering av avfall vid biologisk behandling.

1 Bakgrund och syfte

Gotlands kommun står inför ett avgörande vägval om framtidens avfallshantering. I dags läget har Gotland ingen möjlighet att ta hand om allt avfall som genereras på ön. Det gör att stora volymer avfall måste behandlas på fastlandet och därmed transporteras med båt och sedan på väg till godkänd mottagningsanläggning, vilket är en kostsam lösning. När det gäller hushållsavfallet transporteras den del som inte återvinns på ön till sophöjningsanläggning i Norrköping. Avfall som uppstår från verksamheter som t.ex. slakteri och värphönsproducenter måste till övervägande del också transporteras till fastlandet för slutmöjliggörande.

Gotlands kommun håller på att se över sin avfallshantering för att bestämma hur avfallshanteringen skall se ut efter att avtalet med Norrköping om förbränning av hushållsavfall har gått ut (gäller fram till 2005 med option om förlängning i 2 år).

En lösning för den biologiska delen i avfallet skulle kunna vara att röta det i en anläggning på ön. Därav har Tekniska Förvaltningen beslutat att genomföra en förstudie över relevanta metoder för rötning av avfall.

SWECO VIAK har anlitats att sammanställa tekniken för relevanta rötningstekniker för Gotland samt föreslå en lämplig rötningsteknik. I förstudie ingår även att presentera en investerings- och driftskalkyl för den föreslagna metoden.



Figur 1 Vägval.

2 Mål med rötning

Målet för avfallshanteringen och därmed även för rötningen måste klarställas innan slutgiltigt val görs. Några entydiga svar finns idag inte utan kommer att tas fram i en interaktiv process vid den övergripande utvärderingen av avfallshanteringen.

Olika mål i olika kombinationer kan vara:

- billigaste avfallshanteringen
- långsiktig lösning
- säker avsättning av produkter
- kretslopp på fosfor till åkermark eller nyttjas i samhället
- utnyttjande växtnäring kväve, fosfor, kalium etc.
- återföring av mullämnen till åkermark
- produktion av biogas för energiutvinning eller fordonsdrivmedel
- minimera transporter
- minimera förbränning
- eliminera lukt
- låg miljöbelastning
- utnyttja känd teknik
- låga investeringar
- låga driftskostnader
- hantering på Gotland
- hantera främst avfall inom det kommunala ansvaret
- hantera även avfallet utanför det kommunala ansvaret

I denna rapport har utgångspunkten varit att finna en röttningsprocess som uppfyller nuvarande och framtida myndighetskrav samt ger en rimlig ekonomi och en i övrigt sund anläggning fokuserad på i första hand avfall inom det kommunala ansvaret.

Slutsatserna i rapporten kan behöva revideras beroende på vilka mål kommunen kommer fram till vid det fortsatta arbetet.

Det är viktigt att man har de uppsatta målen och en förväntningsmodell baserade på dessa helt klart för sig när man upphandlar, bygger och starta driften av en anläggning.

3 Hygieniseringskrav

Hygienisering innebär avdödning av sjukdomsalstrande mikroorganismer eller en reducering av dem under en specifik nivå (SS-EN 12832). Hygienisering av avfallet måste kunna säkras i en rötningsanläggning där syftet är att använda producerad rötrestprodukt som gödselmedel. Annars finns risk för smittspridning till växter, djur och människor. Behandlingen i sig måste också genomföras på ett sådant sätt att risk för smittspridning via skadedjur och driftpersonal minimeras. Detta har blivit mer och mer aktuellt under de senaste åren i Europa och även i Sverige genom vårt medlemskap i EU.

Idag arbetar man på tre håll med olika regelverk för hygienisering av följande biologiska avfall:

- Animaliskt avfall
- Matavfall
- Avloppsreningsverksslam

Animaliskt avfall

En ny EG-förordning för animaliskt avfall (EG nr 1774/2002) träder i kraft i Sverige den 1 maj 2003. Den reglerar hanteringen av allt avfall som har ett animaliskt ursprung. Avfallen delas upp i tre klasser med olika krav på hygieniseringsprocessen. Klass 3 har lägst krav på hygienisering. I denna klass är rötning upptagen som en godkänd bearbetningsmetod. I klass 3 återfinns flertalet slaktavfall som kommer från veterinärgodkända djur samt fisk, mjölk, äggskal mm.

I EG-förordningen anges bearbetningskrav vid rötning vilket bl.a. omfattar att avfallet ska behandlas i 70 °C i minst en timme och ha en partikelstorlek som understiger 12 mm, vilket är till för att garantera att kärnan i avfallet blir uppvärmt.

Därtill gäller en hel del krav på tvätt av fordon samt åtgärder för att förhindra återkontaminering av hygieniserat material. Kraven är inte särskilt svåra att tillämpa för röttningsprocesser.

Matavfall

Regler för matavfall från hushåll och restauranger omfattas av det animaliska direktivet som anges ovan, men nationell lagstiftning gäller

när matavfallet skall omvandlas i en biogasanläggning eller en komposteringsanläggning.

Med nationell lagstiftning avses prövning enligt miljöbalken. Naturvårdsverket planerar att våren 2003 ge ut allmänna råd angående metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall samt användning av kompost och rötrest för att vägleda tillståndsgivande myndighet i vilka krav som ska ställas på en anläggning. I förslaget till allmänna råd, som gick ut på remiss i september 2002, anges inte några krav på hygienisering, men enligt samtal med Naturvårdsverket är det troligt att hygieniseringskrav tillkommer som är likartade de som föreslagits för avloppsslam.

Inom EU har ett arbete påbörjats på ett direktiv för bioavfall inkl. matavfall. Arbetet med att ta fram ett förslag planeras vara klart i slutet av 2004. Efter att detta direktiv antagits inom EU kommer det att implementeras i svensk lagstiftning.

Vad som kommer att gälla för hygienisering av matavfall framöver är med vad som framgår av det pågående regelverksarbetet inte möjligt att förutsäga.

Tekniska behandlingslösningar där matavfallet hygieniseras vid 70 °C i en timme och avfallet har en partikelstorlek som understiger 12 mm kommer med mycket stor sannolikhet att klara kommande krav. Det bedöms även som troligt att andra hygieniseringssätt kan komma att accepteras, exempelvis behandling i 55 °C i 6 timmar.

Avloppsreningsverksslam

Idag finns inga lagkrav på att avloppsslam ska hygieniseras, men lagstiftning om detta förbereds för närvarande både vid Naturvårdsverket och vid Europeiska Kommissionen.

Vid Europeiska Kommissionens miljödirektorat förbereds ett nytt EG-direktiv om hantering av avloppsslam med kvalitetskrav på slam som ska användas för alla former av markanvändning, och inte som nu bara gälla jordbruksanvändning. Enligt tjänstemän vid miljödirektoratet ska ett officiellt förslag till nytt direktiv lämnas till Ministerrådet under 2003, troligen till våren/sommaren.

I ett arbetsdokument ("Working document on sludge" 3rd draft, Brussels, 27 April 2000) föreslås att allt slam som ska användas på mark ska vara stabiliserat och i vissa applikationer hygieniserat. Hygieniseringskrav

föreslås för allt slam som ska användas på grönytor eller på åkermark för odling av grönsaker och frukter, som kommer i kontakt med jorden och som ska skördas inom 1 – 2,5 år (beroende på typ av grödor). Förslaget innebär skärpta behandlingskrav jämfört med dagsläget.

Naturvårdsverket har föreslagit mer långtgående hygieniseringskrav än ovanstående. I december 2002 lämnade verket ett förslag till actionsplan och förordning om slam användningen till regeringen (Naturvårdsverket Rapport 5214). Naturvårdsverket vill att all slam användning på mark ska regleras i lagstiftningen och att nästan allt slam som används på mark ska hygieniseras. Hygieniseringskraven gäller för användning på grönytor där människor normalt vistas, på åkermark där grödor ska skördas, eller användas för bete inom två år samt i trädgårds- och krukodling. Regeringen har sänt förslaget på remiss. Remisstiden gick ut den 21 mars 2003.

Naturvårdsverket föreslår att nya regler ska börja gälla 2005 och kommer troligen före ett eventuellt nytt EG-direktiv. Efter det att förslaget till EG-direktiv presenterats för Ministerrådet vidtar förhandlingar mellan medlemsländerna. När direktiv väl är beslutade brukar det dröja 2 – 3 år innan de ska vara införda i den nationella lagstiftningen.

De hygieniseringskrav som föreslås av Naturvårdsverket och Kommissionens miljödirektorat bygger antingen på någon form av uppvärmning till 55 °C, eller högre (termisk torkning, pastörisering eller termofil behandling, t.ex. genom rötning), eller på kalkning till minst pH 12.

4 Avfallstyper och mängder

4.1 Hushållsavfall

Under år 2002 samlades cirka 11 800 ton sorterat hushållsavfall in via kärl och säckar från hushållen på Gotland. Av den mängden uppskattar Tekniska förvaltningen att 40% består av biologiskt avfall.

Fördelning av insamlat hushållsavfall under 2002 i kärl och säckar visas i diagram 1. Mängden producerat hushållsavfall ligger i snitt på cirka 800-900 ton per månad förutom under semester månaderna, juli och augusti, då det sker en markant ökning av avfallsproduktionen då många åker till Gotland för att semestra. De tillkommande avfallsmängderna under sommaren utgör dock endast cirka 10 % av avfallet under året.

Fördelning av insamlat kärl- och säckavfall under år 2002

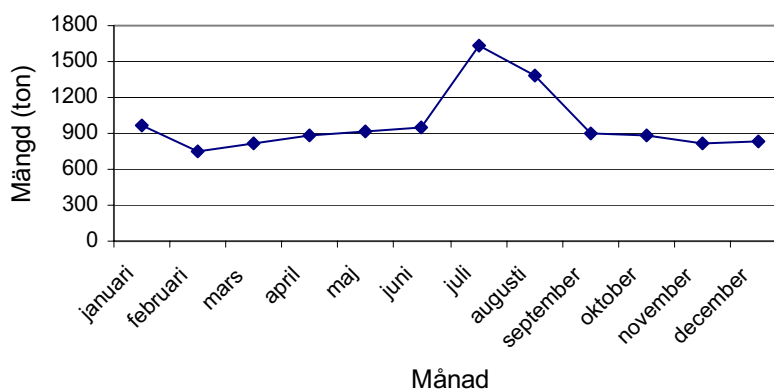


Diagram 1. Fördelning av insamlat kärl- och säckavfall per månad under år 2002.

Under 2002 källsorterades dessutom tidningar och förpackningar från hushåll och företag till en mängd av 8 300 ton.

Bedömning av lämplighet för rötning

Den biologiska delen av hushållsavfallet lämpar sig väl för rötning. För att nå en tillräckligt god kvalitet på den slutliga rötrestprodukten krävs det att det är en källsorterad biologisk fraktion som ska rötas. De framtida myndighetskraven för rötning av matavfall är oklara men ett val av metod för hygienisering där avfallet behandlas vid 70 °C i en timme kommer att var en accepterad metod.

4.2 Avloppsreningsverksslam

Under år 2002 uppstod 4 700 ton avloppsreningsverksslam varav 3 500 ton var rötat (28 % TS-halt) i rötgaskammaren i Visby avloppsreningsverk och 1 200 ton enbart avvattnat (20% TS-halt) i Klintehamns och Visbys avloppsreningsverk.

Bedömning av lämplighet för rötning

Avloppsreningsverksslammet bör inte blandas med t.ex. den biologiska delen i hushållsavfallet vid rötning då det då kan vara svårt att få avsättning för rötrestprodukten m.h.t. LRF:s, livsmedelsindustrins och miljörelsens stora motstånd mot avloppsreningsverksslam. Vidare går det inte att miljömärka med EU:s miljömärke för jordförbättringsmedel eller RVF-certifiera en rötrestprodukt som innehåller avloppsreningsverksslam. Det går heller inte att använda sådan rötrest i ekologisk odling inom EU. Gällande EG-förordning om ekologisk jordbruksproduktion förbjuder användning av avloppsslam, men godkänner vissa typer av rötrest.

Rötat avloppsslam finns det ingen anledning att föra till en ny anläggning för att röta. Om utrötningen idag inte är tillräcklig bör åtgärder vidtas vid den nuvarande anläggningen.

Orötat avloppsslam är mycket lämpligt att röta men bör behandlas på det ställe där den uppkommer eller föras till annan befintlig slamrötningsanläggning. Att bygga en ny röttningsanläggning på annan plats kan inte anses vara försvarbart.

Att förlägga en avfallsrötningslinje tillsammans med en avloppsslamsrötningslinje kan vara en intressant möjlighet om de platsaktuella förutsättningarna är rätt med hänsyn till lokalisering, befintlig infrastruktur och utrymmen samt befintlig personal, avsättning för gas etc. (Att undersöka dessa möjligheter ligger inte inom ramen för denna utredning).

4.3 Park- och trädgårdsavfall samt rivningsavfall

Tekniska förvaltningen hanterar ca 2 000 – 3 000 ton park- och trädgårdsavfall per år som inte är flisbart och består av jord, växtdelar, gräs, löv och ris. Avfallet kommer dels från återvinningscentraler där hushåll får lämna park- och trädgårdsavfall, dels från kommunens parkförvaltning.

Därutöver tillkommer ca 1 700 ton flisbart park- och trädgårdsavfall per år utgörande av grenar och ungefär lika stor mängd flisbart rivningsavfall. Efter flisning förbränns avfallet i dag i en biobränsleanläggning.

Bedömning av lämplighet för rötning

Ingen del av park-, trädgårds- och rivningsavfallet lämpar sig för rötning utan bör förbrännas eller behandlas i en grönkompost.

4.4 Biologiskt verksamhetsavfall

Från Swedish Meats verksamheter uppstår slakteriavfall utgörande av mjukdelar, ben, blod och slam. I tabell 1 redovisas mängder och typer av slakteriavfall som genererades från Swedish Meats verksamheter 2000.

TS-halten för slakteriavfallet ligger runt 0,09-0,28 viktsprocent enligt den biogasrapport som genomfördes av Tekniska förvaltningen i juni 2002.

Tabell 1. Mängd slakteriavfall från Swedish Meats verksamhet, enligt Swedish Meats miljörapport 2000.

Slakteriavfall, Swedish Meats AB	Mängd 2000	Omhändertagande
Slakteriavfall (slam), 12% TS	2191 m ³	Visbys avloppsreningsverk
Spillblod, 9% TS	960 m ³	Visbys avloppsreningsverk
Papper, trä, köksavfall, salt, hår, hud	80 ton	Slite deponi
Ister, talg	533 ton	Ellco food
Magar, tarmar	500 ton	Företag
Gödsel	2 000	
Kasserade helfall	1076 ton	Svensk Lantbrukstjänst
Konverteringsråvara	3554 ton	Foderframställning
Minkmat	536 ton	
Hudar, skinn	917 ton	Stenstorp

Förutom slakteriavfallet genereras andra typer av biologiskt verksamhetsavfall som skulle kunna vara aktuellt för rötning, vilket visas i tabell 2.

Tabell 2. Mängduppgifter för några biologiska avfallstyper genererat på Gotland.
Uppgifter hämtade från Tekniska förvaltningens biogasrapport, 2002.

Avfallsproducent	Typ av avfall	Ton/år	TS-halt
Mejeri/Arla, Visby	Slam och fett	50	8
Rökeri/Gotlandia, Dalhem	Fiskrens	200	27
Konservfabrik/Foodmark, Klintehamn	Rödbetssallad	40	30

Dessutom uppkommer avfall från värphöns- och äggproducenter på Gotland. Enligt uppgifter från företaget Austersgårds, som är äggproducent, finns det cirka 250 000 st. värphöns på ön. En värphöna väger ca 1,5 kg vilket ger cirka 375 ton uttjänta värphöns per år. Planerna är att utöka antalet värphöns till 300 000 st, vilket skulle ge cirka 450 ton uttjänta värphöns per år.

Bedömning av lämplighet för rötning

Slakteriavfallet utgörs av en rad olika fraktioner med olika egenskaper och krav på hantering. Nedanstående bedömning är översiktligt gjord utifrån tillgängliga uppgifter. Den del av slakteriavfallet som klassas som klass 3 material i förordningen för animaliska biprodukter är lämpligt att röta samt de delar av gödsel samt mag- och tarminnehåll som klassas som klass 2 material men som kan hanteras som ett klass 3 material.

Slakteriavfallsslammet samt blod som idag rötas vid Visbys avloppsreningsverk lämpar sig väl för rötning.

Papper, trä, hudar, skinn, hår, salt lämpar sig inte för rötning p.g.a. dess struktur.

Mag- och tarminnehåll samt gödsel lämpar sig för rötning.

"Kasserat helfall" är inte intressant för rötning då det utgörs av självdöda djur mm som utgör klass 1 eller 2 material.

"Konverteringsråvara" utgörs av mjukdelar såsom juver, organ mm samt olika typer av benfraktioner. De mjuka delarna passar bra för rötning medan avfall med stora ben inte lämpar sig för rötning.

Ister, talg och minkmat kan med fördel rötas. Det slakteriavfall som idag nyttjas som råvara i någon annan produktion bör göra det även i fortsättningen, då det generellt brukar vara ett ur avfallshanterings-synpunkt bra sätt. Avsättningen som minkfoder är på sikt osäker.

Slammet från Arla lämpar sig mycket väl för rötning.

Fiskrenset lämpar sig mycket väl för rötning, men kan vara luktbenäget.

”Rödbetssallad” från Scanfood lämpar sig väl för rötning.

De uttjänta värphönsen slaktas inte under veterinärbesiktning och är därmed ett klass 2 avfall som måste steriliseras. I denna studie förutsätts att avfall som skall behandlas i rötningsanläggningen inte behöver steriliseras.

4.5 Avfall lämpade för rötning

Mängden tillgängligt avfall på Gotland som lämpar sig för rötning är ca 11 000 ton per år och består av följande avfallslag:

Avfall	Mängd (ton)	TS-halt (%)
Biologiskt hushållsavfall	3 700 ¹⁾	30
Slam från slakteri	2 200	12
Spillblod	960	9
Mag- och tarm samt gödsel	2 500	15
Mjukdelar (inkl, minkmat)	1 300	25
Slam och fett från Arla	50	8
Fiskrens	200	27
Rödbetssallad	40	30
Summa	10 950	

¹⁾ Mängden 3 700 ton baserar sig på att ca 40% av den totala mängden osorterat hushållsavfall, 11 800 ton, uppskattas vara biologiskt och att en insamlingsgrad på 80% uppnås.

5 Insamlingssystem för avfall

Viktigt att tänka på vid val av insamlingssystem är att se till hela systemet för källsortering, transport samt förbehandling av avfallet innan rötning och även efterbehandling av rötrestprodukten.

Vid rötning är det av stor vikt att det avfall som levereras till anläggningen är så fritt från plast, glas, metaller etc. som möjligt. Dessa fraktioner kan orsaka skada genom igensättning eller slitage i anläggningen och kan även äventyra rötrestens kvalitet och måste därför avskiljas.

Det är dessutom viktigt att farliga ämnen inte kommer in i röttningsprocessen utan att de avskiljs redan vid källan.

Det är viktigt att tänka på hur systemet kvalitetssäkras d.v.s. hur resultatet ska kunna bli så bra som möjligt och att anmärkningsvärda fel inte inträffar. Det är viktigt för certifiering av rötresten och för att få rötresten godkänd och accepterad.

5.1 Insamling av biologiskt avfall från hushåll

Det biologiska avfallet som ska rötas ska avskiljas redan i hushållet genom källsortering. Till den biologiska fraktionen ska föras matrester, skal, brödrester, kaffesump, servetter etc.

Insamlingssystemet bör ge en hög insamlingsgrad av det biologiska avfallet. I etablerade system bör det vara rimligt att nå en utsorteringsgrad av > 80 %.

Insamlingssystemet ska ge en biologisk fraktion med hög renhet d.v.s. lågt innehåll av icke önskat material. I etablerade system bör det vara rimligt att andelen av icke önskvärt avfall understiger 5 %.

För att nå en hög insamlingsgrad samt en hög renhet är det viktigt hur källsorterings- och insamlingssystemet utformas samt hur information och uppföljning görs.

Insamlingssystemet måste dessutom upprätthålla en god hygienisk standard, vara lätt för hushållen att tillämpa, rationellt och kostnadseffektivt.

Valet av storlek och typ av påse för insamlingen är av stor betydelse för hanteringen och för rötningsanläggningens utformning.

Storleken på påsen anses ha betydelse för renheten på det biologiska avfallet. En liten påse försvårar att annat avfall än den biologiska fraktionen läggs i påsen, då det normalt är lättare att lägga i den andra påsen som ska brännas. Små påsar av papper, 7 l, har använts av VAFAB med gott resultat under flera år.

Insamlingspåsar kan vara av papper eller plast. Det finns nu även biologisk nedbrytbara plastpåsar att köpa på marknaden. En papperspåse har efter att den kommit till rötningsanläggningen ett antal fördelar framför den konventionella plastpåsen. Papperspåsen luftar avfallet så att en del av fukten dunstar bort. Detta anses förhindra att lukt uppstår. Papperspåsen kan med fördel malas ned och ingå i rötningsprocessen där den till stor del kommer att brytas ned och bidra till biogasproduktionen samt mullhalten i rötresten.

En ej nedbrytbar plastpåse måste avskiljas före rötningsprocessen då en stor mängd plastpåsar kan störa processen fysiskt. En nackdel med att avskilja påsen är att man förlorar mängd biologiskt avfall till rötningsprocessen. Bortfallet kan beräknas uppgå till 5 – 10 % av den totala avfallsmängden.

Plastpåsar av nedbrytbar plast kan tillåtas följa med i rötningsprocessen och behöver inte sorteras ut, men sådana påsar av nedbrytbar plast är mycket dyrare än andra plastpåsar.

Papperspåsar är tekniskt att föredra för rötningsprocessen men är inte lämpade för insamlingssystem baserat på optisk sortering, vilket ofta förefaller vara en praktisk och ekonomisk fördelaktig metod för sortering. Optiska sorteringssystem finns i Borås, Vänersborg, Södertälje och Falun. I ett optiskt sorteringssystem förloras 1-3 % av det biologiska materialet p.g.a. trasiga och felsorterade påsar.

5.2 Insamling av biologiskt verksamhetsavfall

Verksamhetsavfall hämtas normalt i säckar, slutna containrar eller tankbil beroende på avfallens egenskaper.

Avfallslämnaren bör se till att avfallet är fritt från icke önskvärda fraktioner.

Ofta kan det vara lämpligt att avfallslämnaren förbehandlar avfallet exempelvis genom att sönderdela, hygienisera och späda det. Vad som är lämpligt måste dock övervägas från fall till fall med hänsyn till vad som är bäst ur praktisk- och kostnadssynpunkt.

För animaliskt avfall är det viktigt att fordonen och tankar o dyl rengörs efter varje leverans.

6 Förbehandling

Med förbehandling avses här den hantering/behandling som krävs vid rötningsanläggningen före själva rötningsprocessen. I många fall brukar en del av dessa moment räknas till rötningsprocessen, exempelvis blandning och hygienisering. Förbehandlingen anpassas till de aktuella avfallsslagen. Den förbehandling som kan vara aktuell är:

Sortering av påsar

Om insamlingssystemet baseras på olikfärgade påsar i ett gemensamt kärl krävs en optisk sorteringsanläggning för utsorteringen, se figur 2 och 3. Systemet ska utformas så att en hög utsorteringsgrad av påsen med den biologiska fraktionen erhålls med ett litet antal felsorterade påsar. Moderna system har en sådan uppbyggnad.

Även felsorterade påsar i andra insamlingssystem bör sorteras bort så att kvalitén blir så bra som möjligt på det material som ska komposteras. Utsorteringen kan göras med en plockkran i en mottagningsficka, efter att avfallet lagts ut på ett golv eller på ett transportband. Detta kan krångla till en i andra avseenden enkel anläggning och fördelar får vägas mot nackdelar vid utformningen av en anläggning.



Figur 2. Färgade soppåsar på sorteringsband i optisk sorteringsanläggning. Foto: SWECO VIAK.



Figur 3. Avslagare i optisk sorteringsanläggning. Foto: SWECO VIAK.

Öppning och avskiljning av påsar

Plastpåsar måste öppnas och avskiljas före rötningsprocessen, men förlusterna av biologiskt material kan bli betydande då avfallet kladdar fast på påsarna som avskiljs.

Exempel på påsöppnare visa i figur 4. I denna öppnas påsen som sedan avskiljs i en efterkommande trum- eller skivsikt.



Figur 4. Påsavskiljare. Foto: SWECO VIAK.

Sönderdelning

Inkommande avfall måste sönderdelas till lämplig storlek. För animalsikt avfall gäller det att det ska ha en partikelstorlek som understiger 12 mm. För övriga avfallsslag finns idag inget krav men lämpligtvis sönderdelas allt avfall till under 12 mm.

Avskiljning av magnetiskt material

Det kan vara en fördel att avskilja magnetiskt material före rötningen med exempelvis en överbandsmagnet. Metoden är relativt enkel förutsatt att materialet transporteras på ett band.

Blandning och tillsättande av vatten

Efter att avfallet har malts ner till lämplig storlek blandas det ut med flytande avfall och vatten till en torrsubstanshalt kring 10-12 % i en stor blandningstank.

Hygienisering

I hygieniseringsenheten upphettas avfallet för att organismer som kan sprida smitta till växter, djur eller människor ska avdödas. För animaliskt avfall krävs att hygienisering sker vid minst 70°C i minst en timme. Det är praktiskt lämpligt att låta allt avfall passera hygieniseringen. Värmen tas tillvara vidare i processen. Eventuellt kan egenproducerad biogas eller fjärrvärme utnyttjas för uppvärmningen.

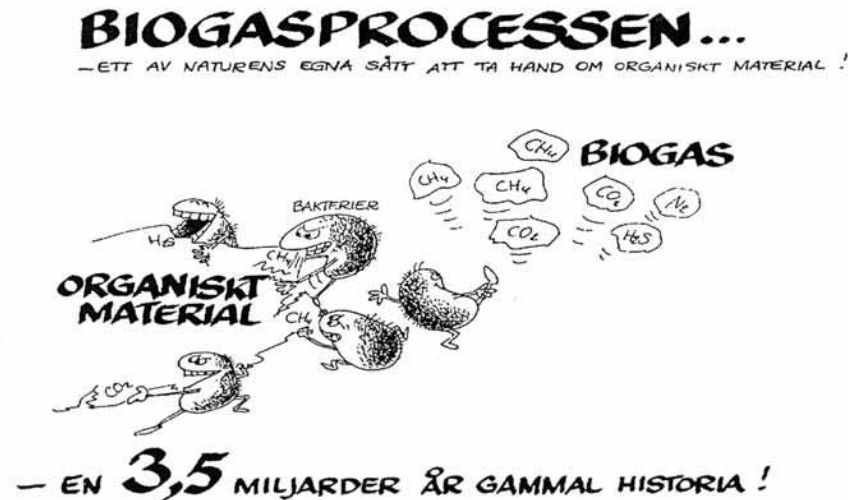
Ett flertal leverantörer av förbehandlingsutrustning finns på marknaden. Dessa tillhandahåller olika systemlösningar som anpassas till aktuell avfallssammansättning och de krav som ställs på behandlingsresultat.

7 RÖTNINGSMETODER

7.1 Allmänt om rötning

Rötning är benämningen på de mikrobiologiska processerna där organiskt material utan tillgång till syre bryts ned till metan och koldioxid, s.k. biogas. Rötningprocessen är en naturlig företeelse som sker spontant i jord och vatten i syrefria miljöer såsom sjöbottnar, torvmarker och soptippar. Efter nedbrytningen kvarstår en rötrest som kan liknas vid kompostjord och som är rik på mull- och växtnäringsämnen.

Biogasen som bildas vid rötning består av mellan 50 och 70 procent metan och resten koldioxid. Energiinnehållet är beroende av metaninnehållet och varierar mellan 5-7 kWh/m³ biogas.



Figur 5. Biogas uppstår från bakteriell nedbrytning av organiskt material.

Processen påverkas av en rad parametrar där de viktigaste är:

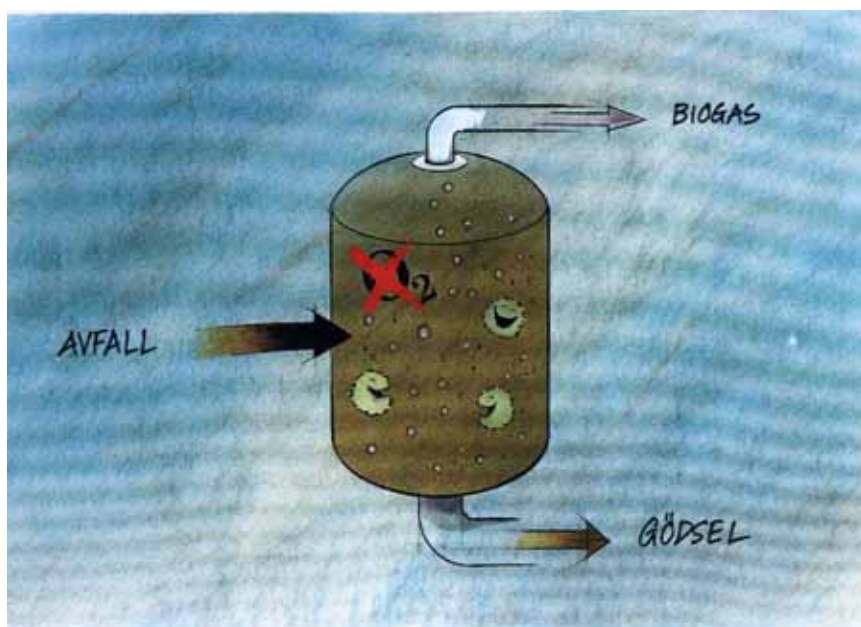
- Vatteninnehåll (normalt 65 alternativt 95 %)
- Näringsinnehåll (kväve, fosfor, mikronäringsämnen mm)
- Temperatur
- pH
- Behandlingstid

Processens nedbrytningshastighet är beroende av att ovan nämnda processparametrar hålls inom lämpliga intervall.

Rötningsprocessen kan styras och påskyndas under mer eller mindre kontrollerade former. En mindre kontrollerad form av rötning sker i avfallsupplag. I det traditionella avfallsupplaget bryts det biologiska materialet ned långsamt och processen fortlöper i upp till 100 år eller längre. Huvuddelen av gasen kan samlas upp med ett deponigassystem.

Rötningsprocessen har i en mer kontrollerad form använts av samhället i flera år för rötning av slam vid avloppsreningsverk, men även för rötning av gödsel och under senare år även för behandling av biologiskt avfall i ett växande antal anläggningar. För att helt kontrollera och styra processen kan den utföras i en s.k. röt-kammare. I röt-kammaren anpassas miljön för mikroorganismerna så att förutsättningarna för nedbrytningen blir mycket goda. Det ger en snabb nedbrytning av det

organiska materialet under kontrollerade former med en behandlingstid på 2-4 veckor.



Figur 6. Kontrollerad rötning i rötchammare.

7.2 Olika rötningsprocesser

Genom olika tekniska lösningar och varierande krav på nedbrytningsprodukter har ett antal processtekniker utvecklats. Nedan följer en kort översikt av de vanligaste processteknikerna.

Mesofil respektive termofil process: syftar på att rötningen sker vid olika behandlingstemperatur. En mesofil process bryter ned avfallet i temperaturintervallet 30-40 °C under 20-25 dagar, medan nedbrytning i temperaturintervallet 50-60 °C under 15-18 dagar kallas termofil process. Den termofila processen har fördelen att nedbrytningen sker snabbare varför en mindre rötchammarevolym kan användas. Däremot är den termofila processen känsligare för processtörningar samt anses vara dyrare i drift än den mesofila, då den kräver mycket mer energi för uppvärmning till den höga temperaturen. Skillnaderna är dock relativt små och valet görs normalt sett vid upphandling då olika leverantörer föreslår olika lösningar.

Torrötning respektive våtrötning: är en uppdelning efter vilken torrsubstans det ingående materialet har. Vid torrötning ligger torrsubstanshalten på 25-30 % och vid våtrötningen är torrsubstanshalten mindre än 10 %. Mängden utvunnen biogas är något

lägre i torrrotning jämfört med våtrotning. Fördelarna vid torrrotning är att processen är mindre känslig för felsorterat material och att mindre vätska finns i systemet som ska värmas, avskiljas och renas.

Våtrotning är en mer vanlig rötningsmetod i Europa jämfört med torrrotning och den enda etablerade metoden i Sverige. Den höga vattenhalten gör att materialet blir väl omblandat och vattenhalten fungerar också som en viktig transportör av mikroorganismer, värme, salter och näringsämnen. Torrrotning är en relativt ny teknik jämfört med våtrotning. Det har tagit omkring 15-20 år att utveckla tekniken. Torrrotning lämpar sig för avfallsslag med en lägre vattenhalt.

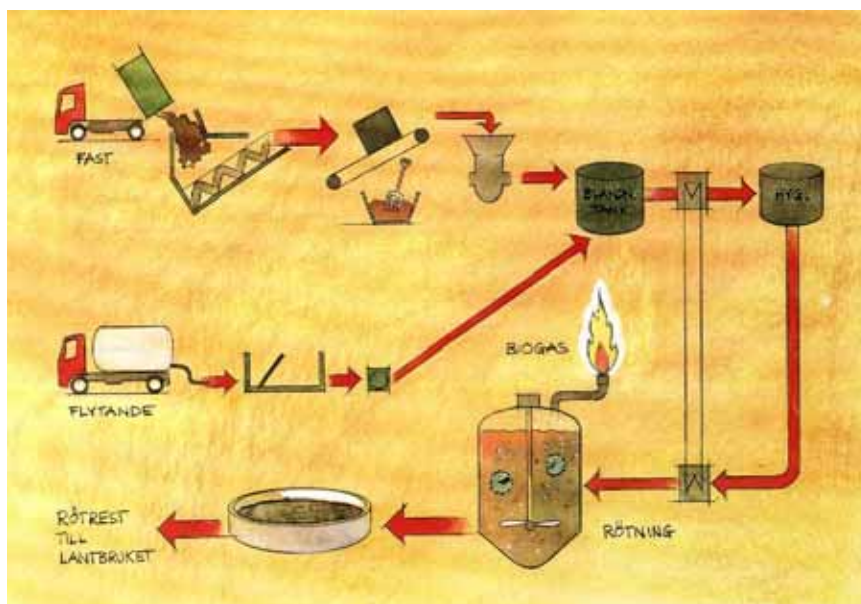
För Gotlands del torde våtrotning vara den mest lämpliga metoden då en stor del av avfallet från slakterier har högt vatteninnehåll och några uppenbara fördelar men en torrrotning finns inte.

8 Utformning av rötningsanläggning

Följande beskrivning behandlar rötningsanläggningens processfunktioner och omfattar i huvudsak följande delar:

- Mottagning
- Förbehandling (finfördelning samt avskiljning av oönskade föremål)
- Blandning
- Hygienisering (uppvärmning och värmebehandling vid 70 °C i 1 timme)
- Rötning
- Efterbehandling

I korthet blandas de två avfallen i mottagningsfickan och finfördelas i förbehandlingen, där också oönskade föremål i avfallet avskiljs. Därefter hygieniseras materialblandningen för att minska risken för smittspridning, varefter materialet stabiliseras genom termofil rötning. Den erhållna rötresten avvattnas om den exempelvis skall användas som gödselmedel. Biogasen kan samlas upp och användas som fordonsbränsle.



Figur 7. Olika förlopp i en rötningsprocess.

Mottagning

I mottagningsdelen tas fast respektive flytande avfall emot i tippfickor och bufferttankar för vidare matning till förbehandlingsenheten. Det är viktigt att en kvalitetssäkring kan göras av materialet d.v.s. att typ och mängd registreras samt att kvalitén kan kontrolleras. Mottagning görs inomhus i undertrycksventilerade behållare för att minimera risken för luktspridning till omgivningen.



Figur 8. Mottagning i tippficka för fastavfall. Foto. SWECO VIAK

Förbehandling

Syften med förbehandlingen är att avskilja oönskade avfallskomponenter såsom t.ex. plast och metall samt att sönderdela avfallet till under 12 mm storlek. Förbehandlingen kan göras på olika sätt med integrerade system med t.ex. kvarn, sikt och magnet. Ett sådant system kan exemplifieras med en hydropulper enligt figur 9.



Figur 9. Bilder på en hydropulper, exteriör och interiör. Foto: SWECO VIAK.

Blandning

Från sönderdelningen i pulprarna pumpas materialet vidare till en omrörarförsedd bufferttank på ca 200 m³. I blandningstanken blandas de olika avfallsslagen ut tillsammans med recirkulerad processvätska samt vatten till önskad torrsubstanshalt cirka 12%.

Hygienisering

Från bufferttanken pumpas avfallet vidare till hygieniseringen.

Hygieniseringen sker i hygieniseringstankar om vardera 20 m³ och upphållstiden i varje tank är 60 minuter.

I hygieniseringssteget värms materialet upp till 70°C under 1 timme vilket medför att patogener i materialet avdödas.



Figur 10. Hygieniseringstankar där hygieniseringen av avfallet sker.
Foto: SWECO VIAK.

Rötning

Det förbehandlade, nermalda och upphettade materialet pumpas till en isolerad rötkammare med en volym på cirka 1 400 m³. I denna bryts huvuddelen av det biologiska materialet ner i en biologisk process under syrefria förhållanden. Processen kan lämpligtvis drivas vid en temperatur på 37°C (termofil rötning) och en uppehållstid i rötkammaren på cirka 22 dygn.

Efterbehandling

Efter rötningen sker en avvattning av det rötade materialet så att en fast och en flytande fraktion erhålls. Den flytande fraktionen återanvänds för att späda inkommande avfall till viss del. Resterande del av den flytande fasen lagras upp i cisterner. Den fasta fraktionen lagras i container på anläggningen. Både fast och flytande fas transporteras sedan ut till lämplig långtidslager i avvaktan på spridningstillfälle.

I Gotlands fall, med ca 11 000 ton rötbart avfall, beräknas det produceras cirka 10 000 ton rötrest utgörande av cirka 3 000 ton fast rötrest med en ts-hjalt på cirka 30 % och 7 000 ton flytande rejektvatten.

Biogashantering

Gassystemet samlar upp den producerade biogasen från röt-kammaren. Gasens temperatur, mängd och metanhalt mäts. I Gotlands fall beräknas det produceras cirka 1 000 000 m³ biogas per år med ett energiinnehåll på cirka 6 500 MWh, vilket motsvarar ett energiinnehållet på cirka 650 m³ eldningsolja.

9 Miljökonsekvenser

Från miljösynpunkt är det främst risken för luktolägenheter vid hantering av avfall i processen som bör beaktas. Hanteringen bör i största möjliga omfattning vara sluten, t ex rening av luft i ett biofilter, för att förhindra luktolägenheter. Dessutom är det viktigt att hantera det utrotade materialet rätt så att risken för ammoniakförluster minimeras under eftermognad, lagring och spridning.

Beskrivning av miljökonsekvenserna nedan gäller för en våtrötningsanläggning och avser miljökonsekvenser för själva anläggningen. Alla ytor inom anläggningen där avfall hanteras förutsätts vara tätade så att lakvatten kan samlas upp.

9.1 Utsläpp till vatten

Vid anläggningen produceras inga processavloppsvatten och heller inget lakvatten från upplagsytor. Spolvatten används för rengöring av golv och tankar och maskinell utrustning. Detta avloppsvatten kan ledas till kommunalt avlopp.

9.2 Utsläpp till mark

Alla ytor där avfall hanteras är hårdgjorda och förlagda inomhus. Lagring av fast rötrest sker på hårdgjord yta under tak och flytande rötrest lagras i cisterner på anläggningen. Några utsläpp till mark ska normalt inte förekomma.

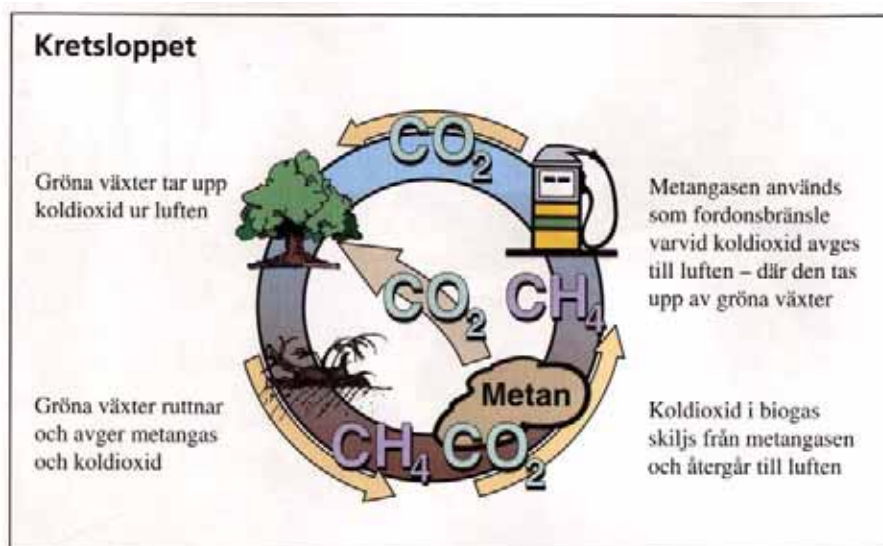
9.3 Utsläpp till luft

Utsläpp till luft sker i form av emissioner från arbetsmaskiner, t.ex. hjullastare, på anläggningen och avfallstransporter till och från anläggningen.

För uppvärmning av processen kan biogas, flis, olja eller ved användas vilket ger upphov till utsläpp till luft i form av bl.a. koldioxid.

Själva rötningsprocessen är i princip sluten och ventilationsluft behandlas i kompostfilter innan det släpps ut.

Den biogas som produceras i rötningsprocessen samlas in och kan utnyttjas för att ersätta andra bränslen eller drivmedel vilket generellt ger lägre utsläpp än vid traditionella alternativ. Ersätter gasen bensin och diesel så kan man räkna med en halvering av utsläppen av kväveoxider och koloxid samt en markant reduktion av partikelutsläppen. Den viktigaste aspekten är att biogas är ett biobaserat drivmedel/bränsle som inte bidrar till växthuseffekten.



Figur 11. Biogas är ett biobaserat drivmedel/bränsle som inte bidrar till växthuseffekten.

9.4 Lukt

Hantering av avfall sker inomhus och rötningsprocessen är sluten. Luktande ämnen som uppstår hanteras i anläggningen genom att samla upp luften genom en effektiv ventilerings av byggnader, behållare och tankar och leda frånluften via ett biofilter eller liknande för luktreduktion. En anläggning är dock inte helt luktfri och en ökad risk för luktproblem föreligger vid driftstörningar.

9.5 Damm och nedskräpning

Damning kan uppstå vid avfallstransporter till och från anläggningen. Nedskräpning i omgivningen ska inte förekomma vid en rätt utformad anläggning då all verksamhet är förlagd inomhus.

9.6 Buller

Störande buller från rötningsanläggningen kommer främst från avfallstransporter till och från anläggningen samt från fläktar och ventilation. Mottagning av avfall sker ofta utomhus under tak. All maskinell utrustning är placerad inomhus.

9.7 Fåglar och skadedjur

Hantering av avfall sker inomhus och avfallet förs direkt till rötningsanläggningen. Risk för fåglar och skadedjur finns främst där sortering och öppning av soppåsar sker. Om anläggningen i övrigt hålls rent från spill, är risken för fåglar och skadedjur liten.

10 Avsättningsmöjligheter för rötrestprodukt

Vid val av rötning av biologiskt avfall är det viktigt att se över vilka möjligheter som finns och är lämpliga för användning av rötrestprodukten. Användningsområdena avgörs till stor del av kvalitén på rötresten.

Tänkbara avsättningsmöjligheter kan vara att använda rötrestprodukten till:

- Sluttäcknings- eller mellantäckningsmaterial för deponi: kvalitén på rötresten behöver inte vara så hög.
- Täckmaterial i vägkanter: en bra kvalitet på rötresten är en förutsättning då den skall spridas i naturen.
- Anläggningsjord för t.ex. parker och grönytor: en bra kvalitet på rötresten är en förutsättning då den skall spridas i naturen.
- Jordtillverkning för försäljning till konsument: mycket höga krav ställs på rötrestens kvalitet. Rötresten blandas ut med sand, torv eller jord för att få rätt blandning på slutprodukten beroende på

användningsområde t.ex. trädgårdsodling, gräsmattejord, jordförbättringsmull.

- Jordförbättring till åkermark: mycket höga krav ställ på rötrestens kvalitet om den skall kunna spridas på åkermark.

En rötningsanläggning som tar in ett väl sorterat avfall av hög kvalitet producerar en rötrest med hög kvalitet och mycket näringsämnen. Målet för en sådan rötrestprodukt, s.k. biogödsel, bör vara att återföra näringsämnena till jordbruks- och trädgårdsnäringen. Spridning av gödsel till åkermark får endast ske under växtsäsongen från april till oktober. Sveriges Provning- och Forskningsinstitut och RVF har tagit fram regler och krav för att kunna certifiera en rötrest gjord på vissa rena källsorterade organiska avfallsslag såsom t.ex. matavfall. Certifieringen är frivillig men rekommenderas då det kan vara en fördel för att få förtroende för produkten.

Om Gotlands kommun bestämmer sig för att röta biologiskt avfall bör kontakt tas i ett tidigt stadium med de organisationer och industrier, som t.ex. LRF, livsmedelsindustrin och miljörelser för att tillsammans finna en tänkbar lösning för avsättningen.

10.1.1 Användning av biogödsel

Rötresten utgörs av en fast och en flytande fraktion vilka separeras i centrifugen efter röt-kammarsteget. Genom uppdelningen kan de olika delarnas egenskaper tillvaratas och hanteringsproblem med sedimentation och lager undvikas. Den fasta rötresten, som beräknas uppgå till cirka 3 000 ton per år för Gotlands del, har jordförbättrande egenskaper med en hög mull halt. Den kan utnyttjas direkt på åkermark eller för annat ändamål eller som en ingrediens i jordtillverkning. Den flytande fasen, som uppskattas till cirka 7 000 ton år, innehåller mycket näringsämnen, främst kväve, och ska spridas på jordbruksmark.

Lagring och spridning av biogödsel omfattas av samma krav enligt jordbruksverkets föreskrifter som gäller för annan stallgödsel. Lagring ska ske i täckta behållare och det ska finnas lagringskapacitet för 8-10 månaders produktion.

Genom att placera lagret i närheten av spridningsarealen kan transportbehovet utjämnas över året och spridningskapaciteten öka och spridningskostnaderna hålls nere.

Transport av flytande rötrest sker normalt med tankbil på 15-35 m³ eller genom rördistribution i närområdet.

Spridning av biogödsel på åkermark får ske endast under växtsäsongen från april till oktober. Spridning av flytande rötrest görs lämpligtvis med slangar s.k. släpslangspridare, se figur 12, varvid spridning kan ske med små försluter av kväve. Fast rötrest kan spridas med traditionell gödselspridare.



Figur 12. Släpslangspridare sprider växtnäring från rötningsanläggning Foto: JTI.

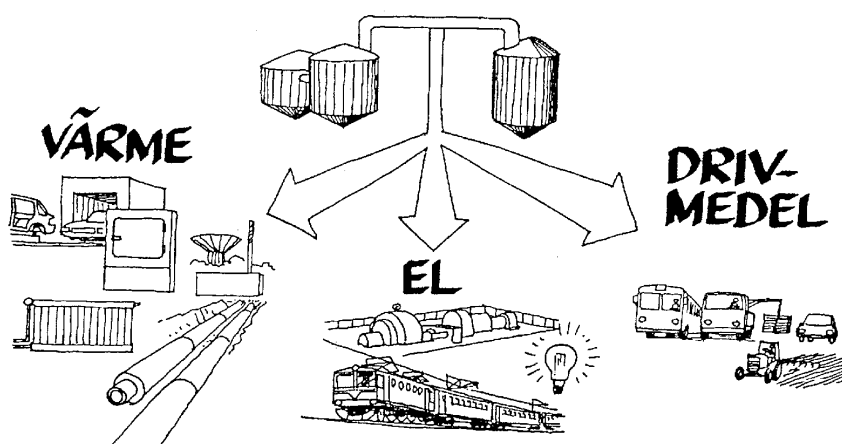
Vid spridning av biogödsel från storskaliga rötningsanläggningar är det av stor praktisk och ekonomisk betydelse att kunna utnyttja en så stor del av vegetationsperioden som möjligt för spridning.

11 Avsättningsmöjligheter för biogas

Gasen som bildas i röt-kammaren samlas upp via ett gassystem. Gasens temperatur, mängd och metanhalt mäts. För att inte några utsläpp av biogas till luft skall ske skall det alltid finnas en gasfackla vid anläggningen.

Biogasen har stora likheter med naturgas och kan användas för:

- Värmeproduktion
- El-/kraftvärmeproduktion
- Drivmedel för fordon



Figur 13. Olika sätt att nyttja biogas.

Utnyttjande av biogasen kan ofta innebära minskad oljeförbrukning med minskade emissioner som följd. Anläggningar för att utnyttja biogas finns i alla storlekar från gårdsaggregat för elproduktion och gasbrännare för pannor till stora anläggningar för produktion av fordonsbränsle.

11.1.1 Biogas för värmeproduktion

Energin i biogasen kan tas till vara i när- eller fjärrvärmenät eller i processer med värmebehov t.ex. inom livsmedelsindustrin. Energin kan också tas till vara internt i rötningsanläggningen t.e.x. användas för att hygienisera avfallet och/eller värma upp röt-kammaren.

Värmeproduktionen med den producerade gasen i Gotlands fall kan uppgå till cirka 6 500 MWh, motsvarande energiinnehållet i cirka 650 m³ eldningsolja.



Figur 14. Biogaspanna för värmeproduktion. Foto: SWECO VIAK.

Ersättningen för energi som levereras till fjärrvärmenät ligger i Sverige på i storleksordningen 0,10-0,20 kr/kWh.

11.1.2 Biogas för kraftvärmeproduktion

Biogasen kan utnyttjas i en gasmotor för att producera elektricitet. Gasmotorns verkningsgrad är cirka 30 %, vilket innebär att cirka 30 % av energin i förbränd gas blir till elektricitet och resten blir värme, som måste ledas bort för att t.ex. användas för uppvärmning eller kylas bort.

El- och värmeproduktionen med den producerade gasen kan uppgå till cirka 2 000 MWh_{el} och 4 MWh_{värme}

Sverige har, vid en internationell jämförelse, låga elpriser vilket gör att det i dagsläget inte är ekonomiskt intressant att nyinvestera i gasmotorer.



Figur 15. Gasmotor för elproduktion från biogas. Foto: SWECO VIAK.

Ersättningen för elektricitet som levereras till nätet ligger kring 0,10-0,24 kr/kWh. Elpriserna i Europa är högre och trenden i Sverige är att elpriset stiger.

11.1.3 Biogas som fordonsbränsle

För användning av biogas som fordonsbränsle krävs en uppgradering av gasens kvalitet. Rågasen renas från vatten, partiklar, koldioxid, svavelväte och andra ämnen så att slutprodukten består av > 97 % ren metan.

Den producerade mängden drivmedel kan uppgå till cirka 500 000 m³ motsvarande exempelvis 560 000 liter bensin. Detta bygger på att 80% av gasen nyttjas som drivmedel och 20% används för uppvärmning.



Figur 16. Exempel på en mindre gasreningssystem, typ PSA.
Foto: SWECO VIAK.

På marknaden finns idag ett flertal etablerade tekniker för rening av rågasen. Sverige har som enda land i världen en kvalitetsstandard för biogas för fordonsdrift som används på samtliga anläggningar.

Efter rening distribueras gasen till en tankningsstation, vilket kan göras på två sätt. Det ena sättet är via gasledningar. Det andra sättet är med transport med gastrailer, se figur 17, och det sker under högt tryck för att minska volymen. Att distribuera gas via gasledning förenklar och ger en säkrare hantering av gas. Det eliminerar också behovet att investera i gastrailers samt effektiviserar utformningen av tankningsutrustning. Om gasen skall levereras till annan ort är gastrailer lämpligare.



Figur 17. Hydraulisk gastrailer.

En tankningsstation utgörs av högtryckskompressorer, gaslager samt dispenser (=tankningspump). Anläggningen arbetar en stor del av dygnet med att fylla lager och fordon. Gaslagret brukar dimensioneras för ett dygns behov av gas. Att tanka en buss tar idag ca 3-5 minuter och den

lämpar sig även för tankning av t.ex. taxibilar, sopbilar liksom av vanliga personbilar.



Figur 18. Tankningsstation i Stockholm för bl.a. biogas.
Foto: SWECO VIAK.



Figur 19. Biogasfordon. Foto: SWECO VIAK.

Biogasen kan försörja 500-1000 bilar med drivmedel alternativt ca 20-30 bussar.

Ersättningen för renad biogas, exklusive distribution, som fordonbränsle varierar mellan ca 0,45-0,80 kr/kWh.

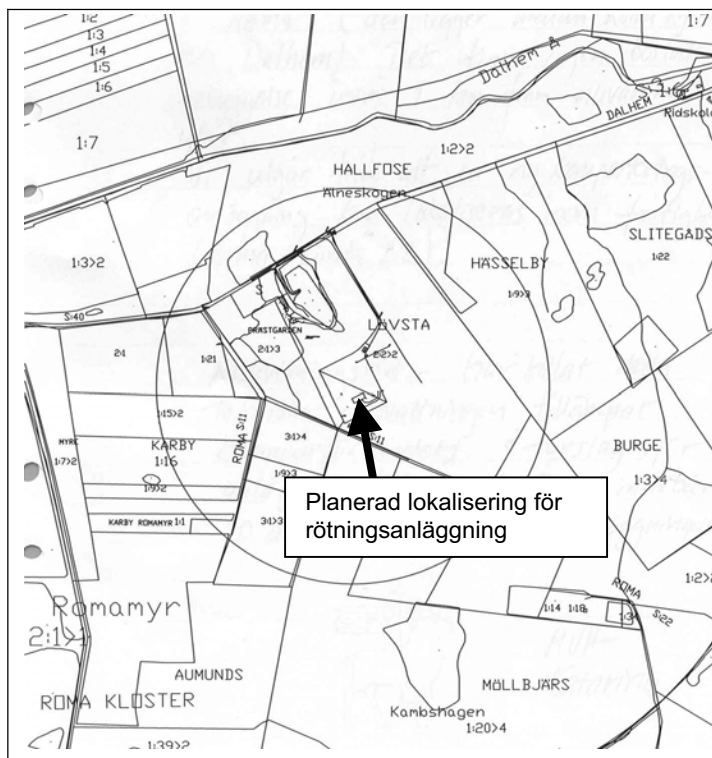
12 Lokalisering av rötningsanläggning

En möjlig och lämplig plats för en eventuell rötningsanläggning för biologiskt avfall på Gotland är fastighet Lövsta 2:2 i Roma, mellan Roma Kyrkby och Dalhem, se figur 20. På fastigheten finns idag en omlastningsstation för hushållsavfall, se figur 21.

Fastigheten omges av tät barrskog. Den närmaste bostadsbebyggelsen ligger på ca 1 km avstånd från platsen, vilket minimerar risken för störning från buller och troligen även lukt.

Terrängen är förhållandevis platt och det idag ianspråktagna området för omlastningsstation och balningsutrustning är hårdgjort och inhägnat. Området är generellt lämpligt för etablering av en rötningsanläggning.

Förutsättningarna på platsen har legat till grund för de ekonomiska kalkylerna i följande kapitel.



Figur 20. Planerad lokalisering för en eventuell rötningsanläggning för avfall är fastighet Lövsta 2:2 i Roma.



*Figur 21. Befintlig omlastningsstationen på fastighet Lövsta 2:2.
Foto: SWECO VIAK.*

13 Ekonomiska kalkyler

Nedan redovisas ekonomiska kalkyler för lämplig rötningsanläggning för Gotlands kommun med alternativen att sälja biogasen till värmeproduktion eller att sälja gasen som drivmedel till fordon.

Beräkningarna avser genomsnittlig behandlingskostnaderna per ton avfall på anläggningen. Beräkningarna har gjorts som annuitetsberäkningar med en realränta på 5% samt med en genomsnittlig avskrivningsperiod på 15 år för maskiner, mark och bygg.

Kostnadskalkylerna grundar sig från uppgifter från befintliga anläggningar och budgetpriser från ett fåtal leverantörer och inkluderar 10% oförutsett. Angivna kostnadsnivåer bör betraktas som mer generella med en noggrannhet på +/- 20 %. Kalkylerna har räknats med kostnadsnivå för år 2003.

De årliga driftkostnaderna utgörs av kostnader för personal samt olika typer av förbrukningsmaterial såsom el, värme, vatten etc.

Kalkylen har inte belastats med insamlings och transportkostnader till anläggningen. Kostnaderna för transport av komposten har belastat kalkylen med 50 kr per ton. Eventuell förädling och spridning av färdig produkt har förutsatts kunna ske utan kostnad.

Följande priser har använts:

- En heltidsanställd personal kostar 500 000 kr/år (lön + arb. avg)
- Årligt underhållsbehov är i genomsnitt 3 % av investering.
- Elektricitet kostar 0,45 kr/kWh.
- Vatten 5 kr/m³
- Drivmedel inom behandlingsanläggningen kostar ca 10 kr/ton.
- Försäkring kostar som schablon 0,83 % av anläggningsinvestering och maskinpark.
- Markarbeten som ej ingått i budgetoffert 500 kr/m² (asfaltering).
- Lakvatten/rejektvatten antas behandlas i befintlig anläggning.
- Gas försåld till värme 0,15 kr/kWh = 9,75 kr/m³.
- Gas försåld som drivmedel = 0,55 kr per kWh.

Alternativ 1. Biogas säljs till värmeproduktion.

Investering för 11 000 ton/år

1. Projektering och upphandling	2,0	milj kr
2. Markarbeten (1,5 ha asfalt)	1,5	milj kr
3. Infrastruktur (kompletterande vägar, energiförsörjning, VA)	1,5	milj kr
4. Maskinutrustning	32	milj kr
5. Anläggning inkl byggnader	21	milj kr
6. Tillkommande uppsamling av lakvatten	0,2	milj kr
Total investering		58,2 milj kr
Övrigt oförutsett: ca 10 % av investering	5,8	milj kr
Total investering inkl oförutsett ca 10 %		64,0 milj kr

Driftskostnader per år:

• <i>Annuitet (15 år, 5 % realränta)</i>	6,17	milj kr
• <i>Personal (2 heltid)</i>	1,00	milj kr
• <i>Elektricitet (ca 0,35 GWh/år)</i>	0,15	milj kr
• <i>Strukturmaterial (0 ton flis)</i>	0,00	milj kr
• <i>Drivmedel</i>	0,025	milj kr
• <i>Vatten 1000 m³/år</i>	0,005	milj kr
• <i>Försäkring (0,83 % av investering)</i>	0,53	milj kr
• <i>Underhåll (3% av investering)</i>	1,90	milj kr
• <i>Transport av kompostrest</i>	0,50	milj kr
• <i>Lakvattenbehandling</i>	0,10	milj kr
• <i>Oförutsett drift</i>	0,20	milj kr
• <i>Intäkt biogas ¹⁾</i>	-0,85	milj kr

Årskostnad (annuitet + drift) 9,7 milj kr

1) 80% av gasen säljs till värmeproduktion för 15 öre/kWh resterande används internt.

Prel behandlingsavgift (årskostnad/antal ton) 885 kr/ton

Av behandlingsavgiften utgör kapitalkostnaden 65 % av den årliga kostnaden.

Mängd kompostprodukt ca 3 000 ton fast

Arealbehov + 7000 ton flytande
2,5 ha

Alternativ 2. Biogas säljs som drivmedel.

Investering för 11 000 ton/år

1. Projektering och upphandling	2,5	milj kr	
2. Markarbeten (1,5 ha asfalt)	1,5	milj kr	
3. Infrastruktur (kompletterande vägar, energiförsörjning, VA)	1,5	milj kr	
4. Maskinutrustning	38	milj kr	
5. Anläggning inkl byggnader	25	milj kr	
6. Tillkommande uppsamling av lakvatten	0,2	milj kr	
Total investering			68,7 milj kr
Övrigt oförutsett: ca 10 % av investering	6,8	milj kr	
Total investering inkl oförutsett ca 10 %			75,5 milj kr

Driftskostnader per år:

• <i>Annuitet (15 år, 5 % realränta)</i>	7,27	milj kr
• <i>Personal (2 heltid)</i>	1,00	milj kr
• <i>Elektricitet (ca 0,70 GWh/år)</i>	0,30	milj kr
• <i>Strukturmaterial (0 ton flis)</i>	0,00	milj kr
• <i>Drivmedel</i>	0,025	milj kr
• <i>Vatten 1000 m³/år</i>	0,005	milj kr
• <i>Försäkring (0,83 % av investering)</i>	0,62	milj kr
• <i>Underhåll (3% av investering)</i>	2,27	milj kr
• <i>Transport av kompostrest</i>	0,50	milj kr
• <i>Lakvattenbehandling</i>	0,10	milj kr
• <i>Oförutsett drift</i>	0,40	milj kr
• <i>Intäkt biogas ¹⁾</i>	-3,10	milj kr

Årskostnad (annuitet + drift) 9,4 milj kr

1) 75% av gasen säljs som drivmedel för 55 öre/kWh resterande används internt.

Prel behandlingsavgift (årskostnad/antal ton)	855 kr/ton
Av behandlingsavgiften utgör kapitalkostnaden 75 % av den årliga kostnaden.	
Mängd kompostprodukt	ca 3 000 ton fast + 7000 ton flytande
Arealbehov	2,5 ha

Känslighetsanalys

Om ersättning för biogas drivmedlet är lika med dagens bensinpris innebär det ett högre gaspris på 75 öre per kWh. Detta ger jämfört med kalkylen ovan en inkomst på 4,2 milj, d.v.s. 1,1 milj mer, vilket i sin tur ger en motsvarande behandlingskostnad på 755 kr/ton.

14 Slutsatser och Rekommendationer

Av tillgängligt avfall på Gotland är det främst den biologiska fraktionen i hushållsavfallet, matavfall från industrin samt animaliskt avfall som tillhör klass 3 material i förordningen för animaliska biprodukter samt de delar av gödsel samt mag- och tarminnehåll som klassas som klass 2 material men som kan hanteras som ett klass 3 material som är lämpligt att röta.

Däremot är det inte lämpligt att röta park- och trädgårdsavfall och rivningsavfall. Avloppsreningsverksslammet är lämpligt för rötning, men det bör inte samrötas med t.ex. den biologiska delen i hushållsavfallet då det då kan vara svårt att få avsättning för rötrestprodukten.

Av aktuellt tillgängligt biologiskt avfall på Gotland är bedömningen att ca 11 000 ton skulle kunna föras till en rötningsanläggning.

Myndigheternas regelverk för vilka krav som ska ställas på en rötningsanläggning bl a med avseende på hygienisering håller på att förändras och strängare krav kommer att införas. Vad som kommer att gälla för animaliskt avfall är i dag klart, men inte vad som kommer att gälla för slam och biologiskt avfall från hushåll, restauranger etc. En del klarläggande kommer från Naturvårdsverket under våren 2003. Inom EU pågår arbetet med ett nytt direktiv som ska presenteras år 2004.

Rekommenderad rötningsmetod för Gotland är våtrötning, då en stor del av slakteriavfallet har ett högt vatteninnehåll och då våtrötning är en mer vanlig rötningsmetod i Europa jämfört med torrötning samt den enda etablerade metoden i Sverige.

Behandlingskostnaden för att röta det biologiska avfallet ligger på ca 885 kr per ton med förutsättningen att biogasen kan nyttjas till värmeproduktion. Om däremot biogasen kan nyttjas som fordonsbränsle kan behandlingskostnaden sänkas med ca 15% till ca 755 kr per ton. Det är därför viktigt att säkerställa att biogasen kan nyttjas på ett fördelaktigt sätt vid rötning av avfall för att minska behandlingskostnaderna.

Samlokalisering av en rötningsanläggning med annan lämplig verksamhet, till exempel till avloppsreningsverket, bör studeras för att sänka behandlingskostnaderna ytterligare.

Dessutom bör Gotlands kommun i ett tidigt stadium kontakta organisationer och industrier, som t.ex. LRF, livsmedelsindustrin och miljörelser, för att tillsammans finna en tänkbar lösning för

avsättningen av rötrestprodukten då den med fördel kan användas som biogödsel under förutsättningen att den håller en hög kvalitet.

Slutsatsen blir att en stor del av det biologiska avfallet kan rötas och rekommendationen är att det är viktigt att i ett tidigt stadium finna lämpliga avsättningsmöjligheter för rötresten samt biogasen och att dessutom överväga tänkbara samordningsfördelar med annan verksamhet. Parallellt bevakas hur myndighetskraven utvecklas när det gäller hygienisering av avfall vid biologisk behandling.