

Utvärdering av storskaliga system
för kompostering och
rötning av källsorterat bioavfall

RVF Utveckling

2005:06

En rapport från BUS-projektet

BUS-projektet – uppföljning och utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall

Delprojekt 1: Utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall (RVF Utveckling rapport nr 2005:06)

Delprojekt 2: Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas (RVF Utveckling rapport nr 2005:07)

Delprojekt 3: Driftdatainsamling via webben (ingen rapport)

Delprojekt 4: Innsamling av bioavfall från flerbildningshus – lösningar og virkemidler for store fellesløsninger (RVF Utveckling rapport nr 2005:08)

Delprojekt 5: Tips och råd med kvalitetsarbetet vid insamling av källsorterat bioavfall (RVF Utveckling rapport nr 2005:09)

Delprojekt 6: Användning av biogödsel (RVF Utveckling rapport nr 2005:10)

Delprojekt 7: Smittspridning via kompost och biogödsel från behandling av organiskt avfall – litteratursammanställning och riskhantering (RVF Utveckling rapport nr 2005:11)

Delprojekt 8: Organiske forurensninger i kompost og biorest (RVF Utveckling rapport nr 2005:12)

Delprojekt 9: Emissioner fra kompostering (RVF Utveckling rapport nr 2005:13)

Delprojekt 10: Biologisk avfallsbehandling i Sverige och Norge: Vad fungerar bra och vad kan fungera bättre? En syntesstudie av de nio delprojekten (RVF Utveckling rapport nr 2005:14)

Projektet är finansierat av:

- RVF – Svenska Renhållningsverksförbundet
- Naturvårdsverket
- Energimyndigheten
- NRF – Norsk renholdsverksforening
- VA-Forsk
- Reforsk



RVF Utveckling2005:06
©RVF Service AB

Förord

Betydande investeringar i system för biologisk avfallsbehandling har gjorts under senare år. Samtidigt är tekniken som används vid anläggningarna ny och befinner sig i en utvecklingsfas. Det finns därför starka skäl för att utvärdera befintliga anläggningar. Genom att samla drifterfarenheter och göra dem tillgängliga, kan nya system konstrueras och byggas på ett säkrare och mer tillförlitligt sätt. Detta är huvudmotivet för den serie av utvärderingar som samlats under arbetsnamnet BUS. I dess första etapp har erfarenheter och driftdata från alla delar i kedjan avfallsinsamling, process och produktanvändning dokumenterats på ett enhetligt sätt i ett *utvärderingsprogram*. Föreliggande rapport utgör huvudrapport i projektserien. Samtliga delrapporter finns tillgängliga i elektronisk form. Hela ramprogrammet har sammanfattats i en avslutande syntesrapport. Projektserien har genomförts och finansierats i ett samarbete mellan Energimyndigheten, Norsk renholdsverksforening (NRF), Naturvårdsverket, RVF Utveckling, Stiftelsen Reforsk samt VA-Forsk.

April 2005

Håkan Rylander

Ordf. RVFs Utvecklingskommitté

Weine Wiqvist

VD RVF

Författarens förord

Denna utvärdering har genomförts på uppdrag av Naturvårdsverket och Svenska Renhållningsverksföreningen RVF. Studiens övergripande syfte har varit att klarlägga hur det senaste decenniets satsning på biologiska behandlingssystem i Sverige hittills har utfallit.

Studien ingår som ett delprojekt i Naturvårdsverkets pågående utvärdering av LIP-bidraget.

Studien utgör även den första etappen i RVFs pågående ramprogram för utvärdering och uppföljning av biologiska behandlingssystem, kallat BUS. BUS-programmet är framtaget i samarbete med en rad olika aktörer. Dessa finns representerade i programmens styrgrupp som också utgjort referensgrupp för denna studie. Finansiärer till BUS inkluderar Svenska Renhållningsverksföreningen, REFORSK, Naturvårdsverket, STEM, Norska Renholdsverksforeningen och VA-FORSK.

Vi vill rikta ett varmt tack till alla medverkande i de deltagande kommunerna som guidat oss vid sina anläggningar, låtit sig utsättas för telefonintervjuer, fyllt i otaliga enkätfrågor, och delgivit oss driftdata, informationsmaterial och synpunkter.

Rapportens innehåll och slutsatser är författarnas egna och är inte nödvändigtvis Naturvårdsverkets eller Renhållningsverksföreningens ståndpunkter.

Stockholm, maj 2005

Katarina Starberg

Innehåll

Förord	3
Innehåll	4
Sammanfattning	6
Summary	8
1 Bakgrund	10
2 Inledning	13
2.1 Utvärderingens syfte	13
2.2 Utvärderingens omfattning	13
2.3 Projektorganisation	14
3 Metodik och genomförande	16
3.1 Systemgränser	16
3.2 Övergripande tillvägagångssätt	17
3.3 Rapportupplägg och läsanvisning	17
3.4 Begrepp och definitioner	18
3.5 Urval och gruppering av anläggningar	18
3.5.1 Rötning	20
3.5.2 Kompostering	20
3.5.3 Anläggningarnas driftstatus	20
3.6 Metodik	22
3.6.1 Allmänt	22
3.6.2 Teknik	22
3.6.3 Miljö	23
3.6.4 LIP, ekonomi och styrmedel	25
3.6.5 Genomförandefrågor	25
3.6.6 Erhållna data och informationsinsamling	25
4 Resultat och analys	27
4.1 Teknik	27
4.1.1 Röttningsanläggningar	27
4.1.2 Gasuppgradering	35
4.1.3 Kompostering	39
4.2 Källsortering och insamling av avfall	45
4.2.1 System för källsortering och insamling	45
4.2.2 Obligatorisk respektive frivillig källsortering	46
4.2.3 Informationsinsatser	46
4.2.4 Kostnader	46
4.2.5 Miljöpåverkan	47
4.2.6 Sorteringsutbyte och kvalitet på insamlat avfall	47
4.2.7 Kvalitet på insamlat avfall	48
4.2.8 Samråd med behandlingsanläggningen vid val av insamlingssystem	49
4.2.9 Förändringar i insamlingssystemen relaterade till behandlingsmetod	49
4.2.10 LIP-bidrag	50

4.3	Miljöpåverkan	50
4.3.1	Nulägesanalys	51
4.3.2	Systemens framtida potential	55
4.4	LIP, ekonomi och styrmedel	56
4.4.1	Betydelsen av LIP för satsningar på storskaliga system för biologisk behandling av källsorterat organiskt avfall	56
4.4.2	LIP och miljöeffekter	59
4.4.3	Övriga effekter av LIP	62
4.5	Genomförandefrågor	65
4.5.1	Tidplan för genomförandet	65
4.5.2	Samverkan i projektgenomförande	65
4.5.3	Erfarenheter från genomförandet	66
4.5.4	Beslutsunderlag	67
4.5.5	Kostnadsökningar	68
4.5.6	Avfallsleverans	69
4.5.7	Avsättning för slutprodukter	71
5	Slutsatser	72
5.1	Anläggningarnas funktion och driftstatus	72
5.1.1	Rötningsanläggningar	72
5.1.2	Gasuppgradering	73
5.1.3	Kompostering	73
5.1.4	Källsortering och insamling	74
5.2	Uppnådda miljöeffekter och framtida potential	74
5.2.1	Miljöpåverkan	74
5.3	Drivkrafter, funktionen av LIP och andra styrmedel	77
5.4	Förutsättningar för driftstabla anläggningar	78
5.4.1	Teknik- och kunskapsinriktade åtgärder (forsknings- och utvecklingsbehov)	81
5.4.2	Bidragssystemets utformning	85
5.4.3	Ekonomisk uppföljning av statliga bidrag	86
5.4.4	Forum för erfarenhetsåterföring och –utbyte	87
6	Referenser	88

BILAGOR UTVÄRDERING

- Bilaga 1a – Teknisk utvärdering, rötningsanläggningar
- 1b – Teknisk utvärdering, gasuppgraderingsanläggningar
- 1c – Teknisk utvärdering, komposteringsanläggningar
- Bilaga 2 – Utvärdering av källsortering och insamling
- Bilaga 3 – Utvärdering av miljöeffekter
- Bilaga 4 – Utvärdering av anläggningarna med avseende på LIP-bidrag och projekt-
genomförande
- Bilaga 5 – Förslag till driftdatauppföljning

Sammanfattning

SWECO VIAK har på gemensamt uppdrag av Naturvårdsverket (NV) och Renhållningsverksföreningen (RVF) genomfört en utvärdering av storskaliga rötnings- och komposteringsystem i Sverige och Norge. Studien har omfattat ett 15-tal rötnings- och gasuppgraderingsanläggningar, ett 10-tal komposteringsanläggningar samt insamling och källsortering av organiskt hushållsavfall från de aktuella avfallslämnarna.

Huvuddelen av de utvärderade rötningsanläggningarna har erhållit ett statligt finansieringsstöd som beviljats för kommunernas lokala investeringsprogram, sk LIP-bidrag. Totalt har ca 170 miljoner kronor i investeringsstöd utbetalats till anläggningar för biologisk behandling av avfall.

Utvärderingen ingår i NVs större utvärdering av LIP-bidraget som stödform och utgör samtidigt det första delprojektet inom RVFs ramprogram för utvärdering av biologiska behandlingssystem (BUS). Studien har inkluderat teknik (anläggningsutformning och prestanda), bedömning av direkt och indirekt miljöpåverkan i nuläget och på sikt, LIP-bidragets inverkan och effektivitet samt projektens genomförande.

Sammanfattningsvis kan konstateras följande.

Rötningsanläggningarnas funktion i dagsläget beror till avgörande del på vilken typ av avfall som behandlas i anläggningen. De flesta anläggningar som är i drift idag fungerar i stort väl, i hög grad på grund av att avfallet är lätthanterligt. Mycket små mängder källsorterat organiskt hushållsavfall och andra mer komplicerade avfall behandlas ännu genom rötning.

Gasuppgraderingsanläggningar har de senaste åren genomgått en mycket positiv utveckling och uppvisar i dagsläget betydligt förbättrad funktion och prestanda än tidigare. För såväl rötnings- som komposteringsanläggningar finns dock utrymme för processoptimering och förbättringsåtgärder.

Komposteringsanläggningar behandlar större mängder hushållsavfall än rötningsanläggningar och har god driftstabilitet, men processkontroll och styrning behöver förbättras.

Anläggningarna har hittills bidragit i mycket liten utsträckning till de nationella miljö-kvalitetsmålen, framför allt beroende på att endast en liten andel av det rötnings- och komposterbara avfallet behandlas i anläggningarna. Rötningsanläggningarnas potential på sikt bedöms dock vara avsevärd, framför allt genom produktionen av fossilbränsleersättning med reducerade emissioner av koldioxid som följd.

LIP-bidragets effektivitet mätt som minskade koldioxidutsläpp per satsad LIP-krona har beräknats till ca 6 kg CO₂/kr i dagsläget, och uppskattas till ca 3 kg CO₂/kr vid full drift av samtliga LIP-finansierade rötningsanläggningar.

Som *enskilt* styrmedel har LIP-bidraget hittills inte haft någon avgörande påverkan på utvecklingen när det gäller biologisk behandling. Utvärderingen visar däremot att LIP-bidraget *tillsammans* med övriga styrmedel haft stor betydelse för anläggningarnas tillkomst. Bidraget har i stor utsträckning fungerat som ett teknikutvecklingsstöd.

Summary

Commissioned by the Swedish Environmental Protection Agency (NV) and the Swedish Waste Association (RVF), SWECO VIAK has carried out a national evaluation of large-scale anaerobic digestion (AD) and composting plants for treatment of organic waste in Sweden and Norway. The study evaluates 15 anaerobic digestion, 13 biogas upgrading plants, and 10 composting plants, and also includes source separation and collection of the organic waste from the different waste collection organisations. The majority of the evaluated digestion plants are municipal plants that in part have been funded through government grants awarded to Local Investment Programs for environmental projects in the municipalities (so called LIP grants). A total of 170 MSEK have so far been awarded plants for biological treatment of waste.

The evaluation is part of NV's larger evaluation of the LIP-grant as a financial support form at the same time as it constitutes the first project within RVF's program for evaluation of biological treatment (BUS). The study has included technology (plant design and performance), assessment of direct and indirect environmental impact today and in the future, the effects and the effectiveness of the LIP grant; and different aspects of the project implementation.

The function of the *AD plants* depends to a great extent on the type of waste that is treated at a given plant. Most of the plants that are in full operation today function relatively well, largely due to the manageability of the waste. Only very small amounts of source separated organic waste and other more complicated waste fractions are yet treated at the different plants.

Biogas upgrading plants have in recent years undergone a very positive development and display today significantly improved function and performance than earlier. However, both AD plants and upgrading plants can benefit from process improvement and system upgrading.

Composting plants treat larger amounts of source separated household waste than AD plants and show good operational stability, but are in need of improved process regulation and control.

To date, the plants have had very marginal impact on the national environmental goals and thus the effectiveness of the LIP grant measured as decreased emissions per awarded sum is yet limited. However, the potential of the AD plants in the future is estimated to be considerable, particularly through the replacement of fossil fuels, with subsequent reduction in carbon dioxide emissions.

The effectiveness of the government grant in terms of reduced amounts of carbon dioxide emissions per awarded SEK is – in the case of AD plants – estimated to ap-

proximately 6 kg CO₂/SEK at the present time, and is projected to about 3 kg CO₂/SEK when all the LIP financed AD plants have been taken into full operation.

The LIP grant *alone* has had very little impact on the development of biological treatment plants for organic waste. However, *together* with other regulatory incentives, it has contributed to a great extent to the establishment of the plants. The awarded sums have functioned largely as technical development support.

1 Bakgrund

Utvecklingen mot kretsloppsanpassad avfallshantering har under senare år drivits på av den svenska staten via olika styrmedel, bland annat genom deponiförbudet för organiskt avfall från och med 2005¹. Övergång till biologiska behandlingssystem för organiskt avfall reflekterar en i grunden förändrad syn på avfall jämfört med tidigare deponeringssystem och ger upphov till stora förändringar såväl i den kommunala avfallshanteringen som för enskilda hushåll.

Sedan början på 1990-talet har det skett en kraftig utbyggnad av storskaliga system för biologisk behandling (rötning, kompostering) av olika organiska avfallsfraktioner. Totalt har ca 800 miljoner kronor investerats i biogasanläggningar och ca 150-200 miljoner kronor i komposteringsanläggningar. Etableringen av anläggningar har sedan 1997 stöttats av regering och riksdag genom det statliga finansieringsstödet till kommunernas lokala investeringsprogram, sk LIP-bidrag. Av de totalt ca 6,2 miljarder kronor i bidrag som beviljats inom ramen för de lokala investeringsprogrammen har omkring 170 miljoner kronor beviljats anläggningar eller system för biologisk avfallsbehandling, huvudsakligen rötningsanläggningar men även i mindre omfattning storskaliga komposteringsanläggningar.

Etableringen av rötningsanläggningar har varit förenad med stora tekniska utmaningar och inneburit mycket utvecklingsarbete. Driftstörningar har varit och är vanliga vid många anläggningar, framför allt i de delar som berör materialhantering, men på senare tid har även processbetingelserna i själva rötningssteget aktualiserats. Vid komposteringsanläggningarna har de rent utrustningstekniska svårigheterna varit mindre, men där har man i stället brottats med luktproblematik. Branschen som helhet kan därför fortfarande sägas vara i ett utvecklingsskede och behovet av robusta och driftstabila system som fungerar för alla typer av organiskt material och som uppfyller stränga kvalitetskrav för produkterna är stort.

Utvecklingen av dessa system i Sverige är unik med avseende på den snabba takten, spridningen, mångfalden av olika tekniska lösningar och inte minst det statliga finansieringssystemet som i många fall möjliggjort uppförandet av anläggningar. De erfarenheter som har gjorts runtom i landet vid de olika behandlingsanläggningarna är därför synnerligen värdefulla – även i ett internationellt perspektiv – och avfallsbranschens olika aktörer har länge varit enade om behovet av att sammanställa och utnyttja dessa som en viktig källa för den fortsatta utvecklingen.

Systemens bidrag till de av riksdagen antagna miljökvalitetsmålen består bland annat av möjligheter till minskad deponering, ökad biologisk behandling av matavfall, ökad återföring av näringsämnen till jordbruket och ökad användning av förnyelsebara bränslen (minskning av koldioxidemissioner från förbränning av fossilt bränsle). Någon total bild av hur systemen uppfyller denna potential saknas i dagsläget.

¹ Avfallsförordning 2001:1063 och 2001:512

Tidigare systemstudier med livscykelmetodik² har visat att det är svårt att ur ett samhällsekonomiskt perspektiv avgöra vilken behandlingsmetod för avfall (t ex förbränning, rötning eller kompostering) som är mest fördelaktig. En sådan jämförelse ligger långt utanför ramarna för denna utvärdering och genomförs inte här. Denna typ av systemanalys baseras på ett mycket stort antal parametrar, med olika viktning och känslighet, där vissa värden tidigare med nödvändighet har antagits eftersom mätvärden saknats. I det fall de verkliga värdena avviker från de antagna kan resultat och slutsatser komma att påverkas. Uppföljning och utvärdering av befintliga anläggningar är således även ur detta perspektiv påkallat genom att driftdata och uppmätta värden minskar osäkerheter i slutsatser från systemanalyser. Därigenom kan framtida beslutsunderlag för såväl finansiella styrmedel som utveckling av tekniska system identifieras och förbättras.

Både Naturvårdsverket och Svenska Renhållningsverksföreningen, RVF, den svenska intresse- och branschorganisationen inom avfallshantering och återvinning, har därmed haft intresse av att utvärdera satsningen på biologiska behandlingssystem och beslöt att gemensamt finansiera denna studie. Studien ingår som en del i respektive organisations större utvärderingsprogram.

- Naturvårdsverket genomför för närvarande en omfattande och genomgripande utvärdering av LIP-bidraget som stödform, där syftet är att klarlägga bidragets effekter ur en rad aspekter alltifrån uppfyllande av miljökvalitetsmålen till inverkan på lokal miljösamverkan. Inom ramarna för detta program genomförs ett antal delstudier, bland annat i de olika sektorer som tilldelats LIP. Biogasanläggningar och i förlängningen även satsningar på distributionssystem och biogasdrivna fordon bedömdes av Naturvårdsverket tillhöra de områden där LIP sannolikt har haft en relativt stor inverkan på utvecklingen, varför detta område valdes ut som särskilt intressant. Behovet av kunskapsspridning och kunskapsåterföring till berörda aktörer utgjorde ytterligare ett motiv för att studera just detta område.
- RVF påbörjade år 2000 ett ramprogram för biologisk behandling kallat BUS – ”Uppföljning och utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall”. Programmets långsiktiga mål är att på sikt skapa driftstabla system med möjligheter till såväl kontinuerlig avsättning av produkter som uppföljning. Det övergripande syftet är även att tillgodose branschens behov av erfarenhetsutbyte och bred kunskapsspridning. BUS-programmet genomförs olika delar i samarbete med Norsk renholdsverksforening, NRF

På önskemål av RVF har också ett antal komposteringsanläggningar i Norge inkluderats i studien. Bakgrunden är att man i Norge har något längre och mer utbredd erfarenhet av kompostering av källsorterat hushållsavfall, vilket på olika

² t ex IVL Rapport B 1426: Hur skall hushållsavfallet tas om hand? Utvärdering av olika behandlingsmetoder. 2002.

sätt kunnat stärka utvärderingsunderlaget. Efter gemensamt intresse om deltagande från respektive anläggning samt NRF kunde finansiering erhållas genom det sk Orio-programmet.

I Norge varslade Statens forurensningstilsyn redan 1992 om deponiförbud av våtorganiskt avfall, vilket senare infördes 2001. I de flesta kommuner har lösningen för hushållsavfall inneburit insamling av källsorterat organiskt hushållsavfall följt av behandling i egna komposteringsanläggningar. Ett annat alternativ har varit att förbränna avfallet tillsammans med restavfall i förbränningsanläggningar. I synnerhet regioner utan förbränning av hushållsavfallet har satsat på biologisk behandling. 2003 hade 67 % av befolkningen i Norge källsortering av matavfall i hushållet.

Miljödepartementet har nu förvarnat om ett deponiförbud av nedbrytbart avfall från och med 2009, vilket då utökas från att gälla enbart våtorganiskt avfall till att även omfatta material såsom papp, papper, trä och liknande. Hur detta förbud kommer att påverka källsorteringen av matavfall och den biologiska avfallsbehandlingen i Norge är ännu osäkert.

Det finns för närvarande ingen uppdaterad översikt av antalet komposterings- och biogasanläggningar som behandlar källsorterat matavfall från hushåll i Norge. En översikt från NRF visar att det rör sig om 30-40-talet storskaliga anläggningar³. Någon samlad utvärdering av den norska satsningen på biologiska behandlingsanläggningar i Norge har inte genomförts. I likhet med svenska komposteringsanläggningar har de norska haft en hel del driftproblem sedan starten på mitten av nittio-talet⁴, såsom bristfällig förståelse av komposteringsprocessen, otillräcklig dimensionering samt process- och luktproblem.

³ Information från enkätundersökning 2001

⁴ Norgaard, E. og Sørheim, R. *Tiltak for sikre rask etablering av varmkompostering*. NRF-rapport 2/04

2 Inledning

2.1 Utvärderingens syfte

Uppdragets syfte är att utvärdera storskaliga system för kompostering och rötning med biogasframställning samt att lägga grunden för ett uppföljningsprogram.

Utvärderingen ska bidra till att processerna blir förutsägbara, styrbara och driftstabila samt att det finns varaktig avsättning för gas och behandlat material för att biologisk behandling ska kunna utgöra en länk i ett hållbart samhälle. Ett övergripande syfte är att utvärdering och kunskapsåterföring skall bidra till att underlätta arbetet med biologiska behandlingssystem i alla led.

Målgrupper för utvärderingen är aktörer i insamlings- och behandlingsledet, distributörer och slutanvändare av kompost/rötrest och biogas, myndigheter samt branschorganisationer som deltar i arbetet med biologiska behandlingssystem.

I utvärderingen ingår också att klarlägga vilken betydelse LIP haft för att satsningar på biologiska behandlingssystem kommit till stånd och hur bidragssystemet fungerat tillsammans med andra styrmedel.

Under projektets gång utökades utvärderingen till att också omfatta en undersökning inriktad mot källsortering och insamling av avfallet i de kommuner som lämnar avfall för behandling i de aktuella anläggningarna. Syftet med denna del av projektet är framför allt att klarställa hur valet av insamlingssystem samverkat med valet av behandlingsmetod, hur planeringsarbetet för respektive del har genomförts och vilka konsekvenser valet av insamlingssystemet har fått för processerna vid behandlingsanläggningarna samt för avsättningsmöjligheterna för rötrest och kompost.

2.2 Utvärderingens omfattning

I samråd med projektets styrgrupp gjordes inledningsvis ett urval av anläggningar som skulle ingå i utvärderingen. Under arbetets gång har av olika skäl antalet anläggningar och kommuner förändrats.

Det ursprungliga och slutliga urvalet av projekt/anläggningar beskrivs i Bilaga 1a. I det slutliga urvalet ingick 15 st rötningsanläggningar, 13 st gasuppgraderingsanläggningar samt 10 komposteringsanläggningar (varav 4 norska anläggningar). Dessutom omfattades 36 svenska och 12 norska kommuner samt 2 norska avfallsbolag med totalt 13 kommuner av undersökningen av källsortering och insamling (se Bilaga 2).

Nedan redovisas en förteckning av de anläggningar och kommuner som ingått i den slutliga utvärderingen.

Tabell 1 Anläggningar som utvärderats

ID	Rötningsanläggning	Gasuppgradering	Kompostering
1	Borlänge		Borlänge (Fågelmyra)
2	Helsingborg	X	
3	Kalmar	X	
4	Kil		
5	Kristianstad	X	
6	Laholm	X	
7	Linköping	X	
8	Uppsala	X	Uppsala (Hovgården)
9	Vänersborg	X (Trollhättans ARV)	
10	Älmhult		
11	Jönköping	X (Simsholmens ARV)	
12	Falköping		
13	Västerås		Västerås (Gryta) Sala (Isätra)
14	Skellefteå		
15	Borås	X	Borås (Sobacken)
16		Bromma (ARV)	
17		Henriksdal (ARV)	
18		Eslöv (ARV)	
19		Eskilstuna (ARV)	
20			Karlskrona (Bubbetorp)
21			Göteborg (Marieholm)
22			Kristiansand (Støleheia)
23			Bodø (Vikan)
24			Elverum (Hornmoen)
25			Stavanger (Hogstad)

2.3 Projektorganisation

SWECO VIAK har genomfört utvärderingen på gemensamt uppdrag av Naturvårdsverket och Renhållningsverksföreningen.

Beställarorganisationens representanter för studien har varit:

Hanna Hellström och Leif Nilsson, RVF

Lars Roth och Åsa Jönsson, Naturvårdsverket

Styrgruppen för RVFs ramprogram för utvärdering av biologisk behandling (BUS) har agerat styrgrupp även för detta projekt.

Styrgruppen består av följande medlemmar:

Bengt Andersson, Malmö Stad, VA forsk
Kaj Andersson, ordförande, Kretsloppskontoret Göteborg
Karin Eken Södergård, NSR
Hanna Hellström/Leif Nilsson, RVF projektledare
Owe Jönsson, Svenskt Gastekniskt Centrum
Anders Kihl, Ragnsells (REFORSK)
Simon Lundeberg, Naturvårdsverket
Henrik Lystad, NRF, Norsk renholdsverks-forening
Per-Erik Persson, VAFAB
Jan-Olov Sundqvist, IVL
Sigurd Tvedt, Renovasjonsselskapet for Kristiansandsregionen, RKR
Weine Wiqvist, RVF

Katarina Starberg, SWECO VIAK har varit projektledare för studien.

Birgitta Olofsson, Tyréns AB och Anders Rydberg, SWECO VIAK har svarat för den övergripande analysen av frågeställningar kring projektgenomförande (ekonomi, planering, LIP-bidragets inverkan, etc).

Åke Jorild, SWECO VIAK har genomfört studien av källsortering- och insamlingssystem.

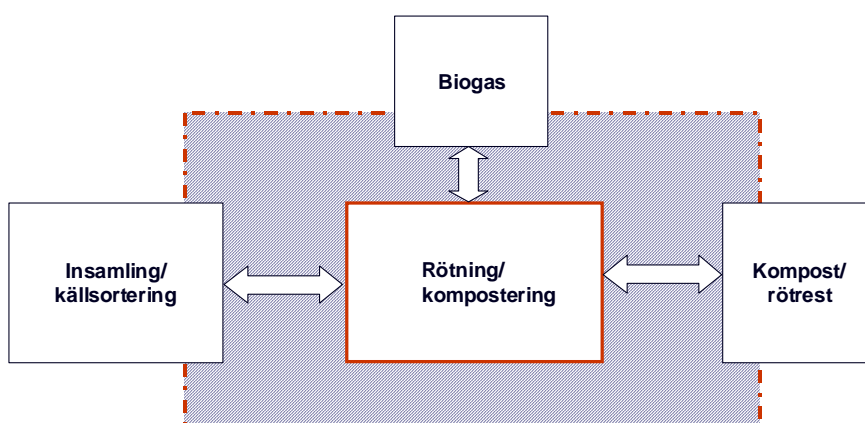
Övriga från SWECO VIAK som deltagit i projektarbetet inkluderar:

Lars Ljungkvist, komposteringssystem
Bernt Karlsson, rötnings- och gasuppgraderingssystem
Erik Norin, hygieniseringsfrågor
Katarina Södergren, datainsamling och projektadministration

3 Metodik och genomförande

3.1 Systemgränser

Det system som utvärderats i denna studie illustreras nedan. Centralt för utvärderingen har varit själva den biologiska behandlingsanläggningen, dess utformning, funktion och produktionsresultat. Dessutom har olika aspekter som på olika sätt påverkar anläggningen undersökts, såsom insamling och leverans av avfall samt användning av slutprodukterna rötrest, biogas och kompost.



Figur 1 Systemgränser

En viktig avgränsning är här att ingen värdering har gjorts av användningarnas eventuella lämplighet, dvs miljöpåverkan från produktion och användning av olika slutprodukter har bedömts men inte ställts mot andra alternativ. Exempelvis har miljöpåverkan från nyttjande av biogas som fordonsbränsle inte jämförts med miljöpåverkan från användning av andra förnyelsebara drivmedel. Omfattningen och effekterna av användning av kompost och rötrest i jordbruket har klarlagts; dock har själva förfarandet inte ifrågasatts eller analyserats.

Någon värdering eller jämförelse har heller inte genomförts vare sig mellan kompostering och rötning eller mellan biologiska behandlingsmetoder och traditionell avfallshantering (deponering, förbränning). De skillnader som uppträder mellan kompostering och rötning i denna studie är dock naturligtvis värda att beakta, men endast begränsade slutsatser kan dras av dessa. Resultaten från denna studie är därmed inte avsedda att *ensamma* användas för att klarlägga vilken metod för avfallsbehandling som är mest fördelaktig. Däremot kan de inkluderas i framtida övergripande systemanalyser för avfallshantering och andra forskningssammanhang.

Ett antal norska komposteringsanläggningar har inkluderats i studien i syfte att stärka framför allt det tekniska utvärderingsunderlaget. Någon analys ur norskt perspektiv har inte ingått och någon fullständig jämförelse mellan Sverige och Norge har heller

inte genomförts. Redovisningen av dataunderlaget hålls dock delvis åtskilt och uppenbara skillnader och orsaksförklaringar har noterats och kommenteras.

3.2 Övergripande tillvägagångssätt

Utvärderingen påbörjades i januari 2003. Under perioden mars 2003-aug 2004 genomfördes datainsamling vid de deltagande rötnings- och komposteringsanläggningarna. Inledningsvis hölls en workshop med berörda anläggningar. Datainsamlingen genomfördes av respektive anläggningsägare. Eventuella mätningar som genomförts inom ramarna för utvärderingen har utförts och bekostats av respektive anläggning.

Insamling av data och information har genomförts i 4 huvuddelar:

- *Teknisk utvärdering av anläggningarna.* Anläggningsbeskrivningar samt analys av drift- och processdata har sammanställts i Bilaga 1 och sammanfattas i huvudtexten.
- *Källsortering och insamling av avfallet.* Denna del har genomförts i de kommuner som lämnar sitt avfall till respektive anläggning och således varierar antalet kommuner. Resultatet av delutredningen presenteras i Bilaga 2.
- *Utvärdering av miljöpåverkan.* Miljöpåverkan som anläggningarna ger upphov till har analyserats utifrån driftdata från anläggningarna. Resultaten presenteras i Bilaga 3.
- *Utvärdering av LIP-bidraget och projektgenomförande, mm.* I denna del av studien ingår frågeställningar kring ekonomi, organisation, planering, indirekta miljöeffekter mm som har utvärderats utifrån de resultat som inkommit i samband med enkätundersökningar kompletterade med intervjuer av de personer som respektive anläggnings huvudman utsett. Resultaten presenteras i Bilaga 4.

3.3 Rapportupplägg och läsanvisning

Vardera utvärderingsdelen ovan redovisas detaljerat i bifogade bilagor till huvudrapporten (Bilaga 1, 2, 3 och 4). I Bilaga 5 presenteras ett förslag till uppföljning av anläggningarna.

Den slutliga analysen redovisas i föreliggande huvudrapport. Analysen fokuserar på utredningens huvudfrågeställningar och integrerar de viktigaste resultaten och slutsatserna från de olika delarna. Huvudrapporten är avsedd att ge god överblick och vara tillgänglig för individer på olika nivå vad gäller t ex tekniskt detaljintresse och kunskande. I syfte att begränsa huvudrapportens omfattning har vi därför nödgats hålla resultatdelen relativt kortfattad och fullständig beräkningsgång och andra detaljer redovisas således inte här. För den som vill få en mer fullständig bild eller fördjupning

bör huvudrapporten läsas tillsammans med bilagorna, vilka naturligtvis även kan läsas fristående.

3.4 Begrepp och definitioner

Inom området biologisk behandling används en mängd olika begrepp, och en enhetlig nomenklatur som passar alla är svår att åstadkomma. Begreppet biogasanläggningar används till exempel i olika sammanhang för att benämna såväl rötningsanläggningar för avfall, gasuppgraderingsanläggningar och slamrötningsanläggningar vid avloppsreningsverk, beroende på perspektivet hos den som använder begreppet. I denna utvärdering har det varit nödvändigt att göra en tydlig avskiljning på detaljnivå mellan systemens olika delar, varför de mer *tekniska* begreppen genomgående har använts. Samma princip har tillämpats för restprodukterna från respektive process, liksom för inkommande avfallsfraktioner. De begrepp som använts har således valts för att de är ändamålsenliga för denna studie, men innebär inte någon rekommenderad, generell användning.

Tabell 2 Huvudsakliga begrepp och definitioner som använts vid utvärderingen

Rötningsanläggning	Anläggning/system för anaerob (syrefri/syrefattig) nedbrytning av organiskt material ("biogasanläggning")
Gasuppgraderingsanläggning	Anläggning/system för rening av biogas till "ren" metan ("uppgradering") genom avskiljning av koldioxid, mm
Rågas	Inkommande (ej renad) biogas till gasuppgradering
Rengas	Utgående renad gas från gasuppgradering
Komposteringsanläggning	Anläggning för aerob nedbrytning av organiskt material (nedbrytning i närvaro av syre)
Rötrest	Stabil restprodukt från rötning ("biomull", "biogödsel")
Kompost	Stabilt material (huvudprodukt) från kompostering ("biomull", "biogödsel")
Hushållsavfall	Utsorterat organiskt avfall (matavfall) från hushållen, insamlat och levererat i påse
Substrat	Mikrobiologisk term som här används i betydelsen organiskt material som rötas i röt-kammare
TS	Torrsubstans = summan av fasta och lösta ämnen i ett material, anges i % av totala mängden material
VS	Det organiska innehållet i TS, anges som andel (%) av TS. Mäts ofta som glödförlust.
Nm ³	Normalkubikmeter, mått på gasvolym vid normaltilståndet
Sorteringsutbyte	Mängd organiskt avfall i insamlad fraktion för organiskt avfall i förhållande till total mängd insamlat organiskt avfall. Organiskt avfall i fraktioner för t ex brännbart avfall ingår således i total mängd insamlat organiskt avfall. Organiskt avfall som hemkomposteras ingår ej i total mängd insamlat organiskt avfall.

3.5 Urval och gruppering av anläggningar

Ett ursprungligt urval av anläggningar/projekt gjordes inledningsvis, huvudsakligen baserat på de anläggningar som erhållit LIP-bidrag. Här ingick de flesta av de 15-tal befintliga avfallsrötningsanläggningar som uppförts i Sverige inklusive i förekom-

mande fall tillhörande gasuppgraderingsanläggningar, samt ett mindre antal komposteringsanläggningar.

Under projektets gång gjordes på begäran av beställare och projektets styrgrupp olika tillägg i syfte att komplettera informationen. Exempelvis inkluderades ett antal projekt där LIP-bidrag beviljats, men som ännu var i planeringsskedet. Kompletteringar har dock huvudsakligen gjorts för att inkludera olika typer av teknik/metoder. Den tekniska utvärderingen utökades genom att inkludera fyra komposteringsanläggningar i Norge, vilka valdes ut i samråd med Norsk renholdsverks-forening.

Utgångspunkten för urvalet är *storskalig avfallsbehandling*. Småskaliga system av typen gårdsanläggningar för gödselrötning/kompostering är ej inkluderade. Röttningsanläggningarna som ingår är (med ett enda undantag) större *avfallsröttnings-system*. Samrötning med avloppsslam är generellt inte inkluderat, eftersom avloppsrening i så många hänseenden har helt andra förutsättningar både tekniskt och ekonomiskt. Undantaget är ett avloppsreningsverk som avser ta emot hushållsavfall och där tekniken för förbehandling bedömdes intressant att utvärdera. Komposteringsanläggningar som enbart behandlar t ex park- och grönavfall ingår inte.

Gasuppgraderingsanläggningar inkluderade ursprungligen endast de som tillhörde avfallsröttningsanläggningar. För att få större underlag framför allt vad gäller driftfarenheter, men även mätdata, utökades studien till att inkludera även några av de anläggningar som är uppförda vid avloppsreningsverk.

Vid den inledande inventeringen av anläggningarnas status konstaterades att vissa anläggningar hade tagits ur drift och några projekt hade inte fullföljts. Ett antal anläggningar utgick därmed ur studien.

I ett tidigt skede i undersökningen visade det sig nödvändigt att dela in de olika anläggningarna i ett antal *typer* eller *kategorier* utifrån olika perspektiv och vissa genomförda beräkningar och analyser har baserats på dessa typer.

Indelningen i typanläggningar har genomförts och varit användbart av flera skäl:

- Olika typer av anläggningar har olika förutsättningar, vilket på så sätt har kunnat tydliggöras och förklaras vid kartläggningen.
- Genom indelningen i olika typer har fokus på helheten kunnat bibehållas
- Beroende på hur fullständiga data som erhållits från datainsamlingen, är en del slutsatser baserade på faktiska data för samtliga anläggningar, i andra fall där dataunderlaget varit bristfälligt har vi kunnat använda representativa data för typanläggningarna.

I vissa delfrågor har vi gjort ytterligare gruppering av underlaget för att kunna erhålla värdefulla slutsatser. Eftersom informationen i vissa fall varit ofullständig eller svår-

tolkad har det inte varit meningsfullt eller genomförbart att analysera hela materialet utifrån alla tänkbara infallsvinklar.

Följande anläggningstyper förekommer i rapporten.

3.5.1 Rötning

Typ R1. Anläggningar av typen ”gödselrötningsanläggningar” utformade för *pumpbart* avfall från industri och jordbruk (eventuellt med en mindre andel hushållsavfall eller pressat hushållsavfall). Avfallet är förbehandlat när det kommer till anläggningen och har lågt föroreningsinnehåll. Anläggningarna karaktäriseras av enkel teknik och hög kapacitet.

Typ R2. Anläggningar avsedda att ta emot och behandla *hushållsavfall* och annat fast avfall. Med hushållsavfall avses här källsorterat organiskt avfall i påse från hushållen. Denna typ innehåller tekniskt mer komplexa system och kräver förbehandling av avfallet på plats i form av finfördelning och utsortering av icke rötbart material.

Typ R3. Liksom Typ R2 är denna anläggningstyp avsedd att ta emot hushållsavfall och andra fasta avfall. Tekniken som valts är dock enkel och kapaciteten låg. Denna typ av anläggning har framförts som ett enkelt, billigt system för mindre kommuner.

3.5.2 Kompostering

Typ K1. Öppen kompostering utan styrd luftning

Denna typ representerar mycket enkel teknik där luftningen sker genom manuell vändning av materialet; huvudsakligen avses här strängkompostering med kompostvändare.

Typ K2. Kompostering med styrd luftning

Även denna typ är av enklare utformning men med styrd lufttillsats. Processen är öppen (t ex strängkompostering) eller sluten (t ex membrankompostering).

Typ K3. Sluten kompostering med styrd luftning

Denna typ av kompostering sker med mer komplex teknisk utformning. Processen sker slutet med automatisk omrörning och styrd luftinblåsning, och representeras av automatisk boxkompostering med styrd luftning.

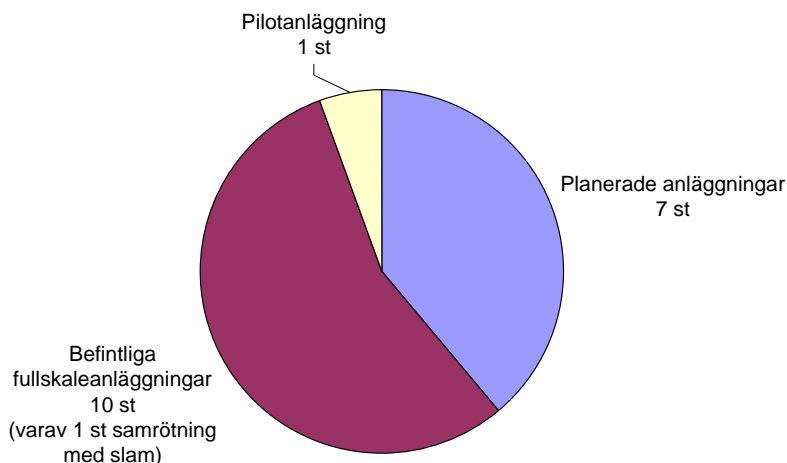
3.5.3 Anläggningarnas driftstatus

Anläggningarna som utvärderas genomgår kontinuerligt en utveckling. Om- eller tillbyggnader genomförs vid befintliga anläggningar. Planerade anläggningar projekteras,

byggs och tas i drift. Därför är nedanstående genomgång av driftstatus en ögonblicksbild som ständigt förändras.

Vid studiens inledning ingick ursprungligen 18 rötningsprojekt/anläggningar i studien, fördelade enligt följande:

- 11 st befintliga rötningsanläggningar, varav
 - 9 st avfallsrötningsanläggningar
 - 1 st samrötningsanläggning vid avloppsreningsverk
 - 1 st pilotanläggning
- 7 st planerade anläggningar



Figur 2 Rötningsanläggningar i utvärderingen

Av de 10 (vid studiens inledning) befintliga undersökta fullskaleanläggningarna för rötning är för närvarande (vid tiden för denna utvärdering/rapportering):

- 7 st i kontinuerlig drift varav 6 vid full belastning (2 av dessa är under utbyggnad), 1 vid minskad belastning (Kalmar)
- 1 st under intrimning (Älmhult)
- 1 st under omställning av driften (Kil)
- 1 st tagen ur drift (Borlänge)

Av de 7 planerade anläggningarna är för närvarande:

- 2 st under uppstart och intrimning (Borås, Falköping)
- 1 st under byggnation/idrifttagning (Västerås)
- 2 st under projektering (Jönköping, Skellefteå)
- 2 projekt nedlagda (Karlstad, Växjö)

Av de 10 komposteringsanläggningarna är:

- 1 st omställd till samkompostering av slam och park-/trädgårdsavfall (Västerås)
- 9 st i kontinuerlig drift, varav
 - 1 st under omställning till enbart park- och grönavfall (Uppsala)

3.6 Metodik

3.6.1 Allmänt

Det övergripande syftet har inte huvudsakligen varit att redogöra för enskilda anläggningars eventuella förtjänster och tillkortakommanden utan att identifiera olika mönster och utvärdera hur systemen fungerat som helhet. För att bibehålla fokus på helheten har anläggningarna i stor utsträckning anonymiserats. Utgångspunkten har i första hand varit att genomföra analysen ur ett *nulägesperspektiv* och någon utförlig utredning av historik kring anläggningarna (t ex tidigare system/anläggningar) har inte genomförts.

3.6.2 Teknik

Utgångspunkten för den tekniska utvärderingen har varit att få fram en helhetsbild av erfarenheter och teknikutvecklingsbehov genom uppgifter från enskilda anläggningar. Uppgifterna har huvudsakligen sökts från anläggningsägare och driftansvarig i form av enkätsvar, driftdata och muntlig information vid anläggningsbesök och per telefon. I vissa fall har dock kompletterande information inhämtats på andra håll för att fylla i luckor i materialet (t ex miljörapporter, publicerat material, hemsidor, tidigare undersökningar, mm).

Kartläggningen och utvärderingen har huvudsakligen inkluderat följande aspekter:

- a) Anläggning
 - i) Utformning och prestanda
 - ii) Praktiska drifterfarenheter
 - iii) Inkommande avfall, karaktär och leverans
- b) Nyttjande av biogas
- c) Nyttjande av rötrest/kompost

Driftdata som eftersökts inkluderar gängse parametrar som krävs för att kunna bedöma en anläggnings effektivitet, dvs resursförbrukning, processparametrar såsom produktion av biogas, nedbrytningsgrad, osv. Rådata har därefter sammanställts och bearbetats och redovisas i Bilaga 1a-c samt sammanfattas i huvudrapportens resultatdel.

Från uppgifterna (driftdata) har olika nyckeltal framräknats. Nyckeltalen har använts i flera syften: dels för att klarlägga vad olika typer av rötningsystem kan förväntas

prester, dels som underlag för att kvantifiera miljöpåverkan från anläggningarna (se nedan) och bedöma anläggningarnas framtida potential. De kan även utgöra underlag för enskilda anläggningars bedömningar av behovet av processoptimering.

Så långt som möjligt har uppmätta driftdata eftersträvat. Några anläggningsägare har dock under utvärderingens gång meddelat att de ej velat delta i studien eller endast delge begränsade uppgifter. Andra anläggningar som vid utvärderingens början befann sig i ett byggskede har under utvärderingsperioden påbörjat idrifttagning och intrimning.

Genom att anläggningarna befinner sig i olika driftskeden och har haft olika ambition och/eller möjlighet att mäta eller delge driftdata och information finns det stora skillnader i vilka parametrar som kunnat utvärderas och fullständigheten i data från de olika anläggningarna. Exempelvis har endast de anläggningar som varit i kontinuerlig drift varit aktuella för någon driftdatainsamling i traditionell mening. För de anläggningar som aldrig tagits i drift har i stället orsakerna till detta i korthet klarlagts.

3.6.3 Miljö

Miljöpåverkan som de utvärderade systemen ger upphov till har bedömts i förhållande till relevanta nationella miljö kvalitetsmål (6 st, se Tabell 3).

Tabell 3 Relevanta nationella miljö kvalitetsmål och delmål

Nationella miljö kvalitetsmål	Relevanta delmål
Nr.1. Begränsad klimatpåverkan	Minskade utsläpp av växthusgaser (CO ₂ , CH ₄ och N ₂ O)
Nr.2. Frisk luft	Minskade halter av SO ₂ , NO _x , och VOC (exklusive CH ₄) i utomhusluft
Nr.3. Bara naturlig försurning	Minskade utsläpp av SO ₂ och NO _x till luft
Nr.4. Giffri miljö	Uppfyllelse av riktvärden för miljö kvalitet (rötrest och kompost) – tungmetaller och komplexa organiska föreningar.
Nr 7. Ingen övergödning	Minskade vattenburna utsläpp av fosforföreningar Minskade vattenburna utsläpp av kväveföreningar Minskade utsläpp av ammoniak Minskade utsläpp av kväveoxider till luft
Nr.15. God bebyggd miljö	Minskning av deponerade avfallsmängder ¹⁾ Senast 2010 35 % av källsorterat matavfall skall behandlas biologiskt ²⁾ Användning av förnyelsebara energikällor Lukt/buller

¹⁾ delmålet "minskade deponerade mängder" är i praktiken inte längre relevant eftersom deponiförbud för organiskt avfall träder i kraft vid årsskiftet 04/05.

²⁾ delmålet tillkom under studiens gång och har ej utvärderats här

Miljöpåverkan har uppskattats utifrån insamlade driftdata från behandlingsanläggningarna som redovisats i Bilaga 1 tillsammans med schablonvärden för emissionsdata.

Viss påverkan (såsom lukt och buller) har utvärderats kvalitativt via enkät/intervjufrågor tillsammans med egna bedömningar. All miljöpåverkan har inte varit möjlig att utvärdera. De huvudsakliga vinsterna – minskade utsläpp av koldioxid och kväveoxider – har dock kunnat bedömas.

Miljöpåverkan har bedömts utifrån två perspektiv:

1. *Nulägesanalys*

Här klarläggs vilken faktisk miljöpåverkan som hittills har uppnåtts vid de utvärderade anläggningarna.

Bedömningen av anläggningarnas miljöpåverkan har kopplats till vilka faktiska mängder biogas, rötrest och kompost som producerats ur de avfallsmängder som behandlats och hur dessa produkter använts. Effekterna av biogasanvändningen i form av minskade emissioner till luft har därefter uppskattats baserat på schablonvärden för emissioner för förbränning och fordonsdrift. Även bedömningen av miljöpåverkan från rötrest och kompost har konkretiserats i form av faktisk mängd näring (kväve, fosfor) och mull som producerats ur det behandlade avfallet.

2. *Systemens framtida potential*

I detta scenario undersöks vilken miljöpåverkan som storskaliga biologiska behandlingssystem, baserat på resultatet av nulägesanalysen, har möjlighet att uppnå på sikt.

Potentialen för anläggningarna att uppfylla de nationella miljökvalitetsmålen har beräknats för de parametrar som *kvantifierats* i de relevanta miljökvalitetsmålen.

Utgångspunkten för att uppskatta potentialen för storskalig rötning och kompostering har varit de nationella avfallsmängder som är lämpliga att behandlas biologiskt. Följande två scenarier undersöks:

- a) Teoretisk potential: 100 % av den tillgängliga avfallsmängden av rötbart respektive komposterbart material inräknas
- b) Verklig potential: den teoretiska potentialen korrigeras för bortfall av organiskt material genom hemkompostering, sorteringsutbyte, mm.

Resultatet kommenteras slutligen med avseende på hur den verkliga potentialen kan ökas genom utveckling och förbättring av systemens prestanda.

3.6.4 LIP, ekonomi och styrmedel

Dessa frågeställningar har fångats upp i den enkät- och intervjuundersökning som fokuserat på projektets mer ”mjukare” parametrar. Huvudsyftet för denna del av uppdraget har dels varit att utvärdera indirekt miljöpåverkan från de aktuella projekten och dels att klarlägga LIP:s betydelse för att satsningar på storskaliga biologiska behandlingssystem kommit till stånd, samt hur bidragssystemet fungerat tillsammans med andra styrmedel. Resultatet redovisas i detalj i Bilaga 4.

Undersökningen omfattar ett stort antal frågor, i huvudrapportens resultatdel lyfts de viktigaste slutsatserna fram med inriktning mot projektets huvudsakliga frågeställningar. Här görs också kopplingar till projektets övriga delar, dels för att redovisa eventuella samband, dels för att få en så heltäckande beskrivning som möjligt.

3.6.5 Genomförandefrågor

Även dessa frågeställningar har fångats upp i den enkät- och intervjuundersökning som fokuserat på projektets mer ”mjukare” parametrar, se Bilaga 4. Syftet är att belysa hur projekten lyckats med avseende på information, dialog och samverkan mellan olika aktörer och allmänheten.

3.6.6 Erhållna data och informationsinsamling

Som nämnts tidigare har en del anläggningar ej velat delta i undersökningen. Skälen till denna skiftande benägenhet att delge information har inte undersökts i detalj men några sannolika förklaringar kan urskiljas:

- I vissa fall har de efterfrågade uppgifterna inte funnits tillgängliga; mätningar och driftdata saknas helt enkelt. Den planerade driftdatainsamlingen har upplevts som alltför tung och resurskrävande att ta sig an (trots den initiala ambitionen att göra så). I flera fall hade man fullt upp att lösa akuta haverier och driftproblem som råkat inträffa just under utvärderingsperioden.
- I några fall har man inte velat ge ut någon information med hänvisning till konkurrensutsättning. Speciellt ekonomiska uppgifter har i vissa fall upplevts som alltför känsliga. Vid flera av anläggningarna har man ansett uppgifter kring processen och processoptimeringen som konfidentiella.
- Många anläggningar har under lång tid erfarit olika typer av driftproblem, vilket naturligtvis kan upplevas som känsligt. På olika håll har man upplevt sig vara mycket påpassade i ett hårdnande politiskt klimat med negativ (och i många fall tillspetsad och/eller felaktig uppmärksamhet i media).
- Man kan även i vissa fall urskilja tendenser till en viss ”tävlingsinstinkt” och en vilja att lösa olika problem på egen hand.

Vi upplever att det bakom flera av argumenten ovan finns en mycket restriktiv syn på att delge information till utomstående. Om detta är rationellt ur konkurrenssynpunkt eller har andra orsaker är svårt för oss att bedöma och vi gör här heller ingen värdering av den inställningen. Däremot har detta sannolikt bidragit till att försvåra och försena utvecklingen på biogasområdet. I den närliggande VA-branschen delar man i betydligt större utsträckning med sig av drifterfarenheter. Den stora skillnaden är naturligtvis bristen på konkurrensutsättning i VA-branschen.

Samma jämförelse kan göras vad gäller insamling av data. Provtagning och analyser inom VA (vattenanalyser) är enklare, billigare och mindre resurskrävande att utföra än motsvarande analyser på fasta material. VA-branschen har under många år också successivt behövt uppfylla alltmer ökade krav både vad gäller redovisning och faktiska utsläppskrav. Här finns en stor vana att kontinuerligt mäta, analysera och öppet redovisa, vilket – på köpet – medfört att den egna kännedomen om processerna har ökat. Kraven tjänar därmed ett dubbelt syfte som underlag för tillsynsmyndigheterna och till egen driftoptimering. I avfallsbranschen är miljöredovisningskraven många gånger betydligt mildare och färre och regleras i större utsträckning genom frivillighet i form av certifieringssystem.

Rötnings- och komposteringsystem ställer, jämfört med tidigare deponering, högre krav på processtänkande. Detta kommer sannolikt att på sikt leda till ökad insikt om behovet av processtyrning och kontroll.

När det gäller insamling och källsortering har relativt många svar inkommit. Data är dock mycket bristfälliga, dvs uppgifterna finns helt enkelt inte i kommunerna. Det förefaller som att bristande resurser för den typen av uppföljning är det största skälet till detta.

4 Resultat och analys

I detta kapitel sammanfattas de viktigaste resultaten från utvärderingens olika delar. Detaljer och diskussion redovisas mer utförligt i Bilaga 1-4.

4.1 Teknik

4.1.1 Röttningsanläggningar

Kapitlet är en sammanfattning av de viktigaste resultaten. Anläggningsbeskrivning och fullständig resultatredovisning finns i Bilaga 1a.

4.1.1.1 ALLMÄNT

Karaktären och typen av avfall som behandlas vid anläggningen har stor betydelse för anläggningens resultat, av framför allt två anledningar. De mekaniska problem som har uppträtt i de olika anläggningarna har många gånger varit kopplade till förbehandlingen av avfallet, dvs finfördelningen av materialet före röttningssteget. Hushållsavfall har inte bara relativt hög TS-halt utan levereras normalt till anläggningen i påsar och riskerar innehålla en högre andel felsorterat material (oönskat material kan dock även förekomma i andra material och är inte på något sätt unikt för hushållsavfall).

Principiellt kan problematiken hanteras på två olika sätt:

- a) anläggningen utformas för flexibilitet avseende de typer av avfall som kan tas emot och utrustas för att hantera olika material,
- b) alternativt ställs höga leveranskrav på inkommande avfall där detta finfördelas och föroreningar utsorteras vid källan.

Det sistnämnda alternativet är attraktivt för anläggningen ur driftsynpunkt, men exkluderar å andra sidan många typer av avfall.

4.1.1.2 ANLÄGGNINGSGUTFORMNING OCH DRIFTSTABILITET

4.1.1.2.1 Typ R1-anläggningar för pumpbart avfall

Typ R1-anläggningar fungerar idag generellt sett mycket bra och har mycket goda förutsättningar att behandla flytande avfallsfraktioner.

Utformningen av systemen är etablerad och anläggningarna uppvisar få mekaniska driftproblem, dvs den maskinella utrustningen är i stort sett funktionell och väl fungerande. Avfallet som kommer in är rent, väl kontrollerat och skapar inga egentliga problem. Avsättningsmöjligheterna för rötresten är god och ett fungerande kretslopp av näringsämnen mellan stad och land uppnås. Driftdata följs generellt upp relativt väl.

De mekaniska problem som uppträtt i R1-anläggningar gäller *omrörare*, bland annat har axelbrott inträffat. Generellt är denna typ av problem tyvärr inte ovanliga vid rötning och kan inte anses unika för just avfallsrötningssystem. Däremot är riskerna för axelbrott och andra omrörarproblem förhöjda på grund av inkommande substratsammansättning (för R1-anläggningar framför allt mycket fettrikt material) samt graden av finfördelning. Problemen uppstår genom en kombination av strategiskaper och dimensionering/utformning av omrörarsystemet (ofta för klen dimensionerade för substratet ifråga, i syfte att hålla nere investeringskostnaden). En mängd aktörer finns på marknaden som kan leverera omrörningssystem, dock är det viktigt att själva konstruktionen utformas av kvalificerad expertis med erfarenhet av just avfallsrötningssystem. I vissa fall kan en kombination av toppmonterade propelleromrörare och gasomrörning krävas.

Så gott som samtliga Typ R1-anläggningar har erfarit stora problem med själva *rötningssprocessen*. Det rör sig i dessa fall oftast om överbelastning av rötkammaren med störningar av rötningssprocessen som följd (sk surjäsning). I förlängningen har driftproblemen ofta fått mycket stora och kostsamma konsekvenser för driften, då tömning och omstart av rötkammare är ett mycket omfattande arbete.

Överbelastningen härrör i många fall från felaktig substratsammansättning (blandningen av olika avfallsfraktioner), som är en nyckelfaktor i sammanhanget. De flesta anläggningar som tagit emot slakteriavfall har haft problem. Denna typ av avfall är mycket fettrikt och lätt att "överdosera". De anläggningar som aktivt arbetat med att optimera substratblandningen har fått mycket goda resultat i form av hög gasproduktion. Här balanserar man ofta dock på gränsen till överbelastning. Följande åtgärder kan vidtas för att förbättra situationen:

- Ökad kunskap om inkommande avfallsleveranser och hur dessa påverkar rötningssprocessen.
- Ökad processkunskap hos driftpersonal (rötning, nedbrytningsgrad, belastning, etc), tillsammans med ökad provtagnings- och uppföljningsfrekvens i rötkammaren så att eventuella störningar kan undvikas och/eller upptäckas i tid.
- Tillse en mycket god finfördelning av materialet och en god omrörningsteknik för att minska risken för ansamling av svämtäcken och sedimentering, som kan leda till dåligt gasutbyte och även större driftstörningar.
- Ökat samarbete mellan anläggningarna. Typ R1-anläggningarna är mycket lika i både utformning, drift och inkommande avfall, varför drifterfarenheter i många fall är direkt överförbara mellan anläggningarna.
- Säkra långsiktiga leveransavtal med avfallsleverantörer, och
- Säkerställ att tillräckligt stora buffertvolymmer finns vid anläggningen för att undvika snabba förändringar i substratsammansättning till rötkammaren.

4.1.1.2.2 Typ R2-anläggningar för hushållsavfall och fasta avfall

Denna anläggningstyp får sägas fortfarande befinna sig i ett utvecklingsskede i Sverige. Endast en Typ R2-anläggning behandlar idag större mängder hushållsavfall, medan övriga är i olika skeden av uppstart, intrimning eller byggnation. Den här typen av anläggningar har genomgående erfarit olika *mekaniska problem*, framför allt med materialhanteringen i förbehandlingssteget.

Tidigare svenska anläggningar (som nu är avställda) var generellt ofta byggda med alltför klen maskinell utrustning (dvs för svaga motoreffekter). Dagens Typ R2-anläggningar är i flera fall förbättrade i detta avseende. Även planerade nya anläggningar tenderar att inkludera robustare maskinell utrustning, vilket generellt är en positiv utveckling. Omrörarproblem har i likhet med Typ R1-anläggningarna inträffat. I fallet R2-anläggningar finns en speciell svårighet som är förknippad med plast. Om alltför stora plaststycken går in i rötkammaren kan dessa ansamlas på omrörarens propellerblad och orsaka obalanser eller tynga ned dessa. Det är mycket viktigt att dimensioneringen av omrörare görs med hänsyn till substratets egenskaper, samt att fördelningen av substratet är mycket långtgående.

De största drift- och intrimningsproblemen var- och är fortfarande – koncentrerade kring det processteg i anläggningen som har till funktion att avskilja föroreningar i inkommande material före rötkammaren. Svårigheten ligger bland annat i balansen mellan avskiljning av föroreningar och förlust av organiskt material. De problem som erfars idag kan sammanfattas enligt följande:

- Systemkomponenter som effektivt avskiljer föroreningar tar även bort alltför mycket organiskt material, med igensättningar och/eller stora förluster som följd.
- Otillräcklig avskiljning, speciellt av plast, vilket medför följdproblem i efterföljande rötning, bland annat risk för omrörarhaverier (se ovan samt även Typ R1-anläggningar).

Svårigheterna beror i vissa fall på att för ändamålet oprövad teknik har använts, vilket till viss del är oundvikligt i ett utvecklingsskede. Vissa uppenbart mindre lämpliga teknikval och felaktiga systemutformningar förekommer dock.

Ett annat område där man erfar olika problem är avvattningen av rötrest. I det fall avsättning för rötresten inte finns direkt i anslutning till anläggningen måste TS-halten i många fall höjas för att hålla nere transportkostnaderna. Här finns flera problemställningar som i dagsläget inte är helt lösta.

- Höga kvävehalter i rejektvattnet från avvattningen gör att detta inte alltid kan behandlas vid det lokala reningsverket utan en separat reningsanläggning krävs.

- I vissa fall kan polymeranvändning vid avvattningen vara ett hinder för möjligheterna till avsättning av rötresten till jordbruket, vilket kraftigt försvårar avvattningen och ställer extremt höga krav på avvattningstekniken.
- Ovanstående leder till alltför mycket suspenderat material i rejektvattnet, vilket i sin tur medför problem i efterföljande rejektvattenbehandling.

Även på detta område kan man i vissa fall se mindre lämpliga teknikval och systemlösningar. Här finns dock mycket generell erfarenhet och kunskap från avvattning av avloppsslam som kan utnyttjas (även om avvattningen där undantagslöst sker med polymertillsats). Allmänt vedertagna funktionskrav vid upphandling av avvattningsutrustning finns tillgängliga.

4.1.1.2.3 Typ R3-anläggningar för hushållsavfall

De anläggningar för hushållsavfall som ingår i denna kategori har byggts enligt principen ”små, enkla, billiga” i mindre kommuner och är avsedda för mindre mängder hushållsavfall. Samtliga anläggningarna är under intrimning och har ännu inte kunnat utvärderas helt med avseende på olika driftparametrar. En rad olika mekaniska problem har dock erfarits under intrimningsperioden och R3-anläggningarna bedöms i dagsläget ha små förutsättningar att klara att behandla hushållsavfall med nuvarande systemutformning. Olika ombyggnationer pågår också vid samtliga anläggningar.

Generellt kan man konstatera att man till viss del stött på samma typ av problem som erfarits i tidigare, större anläggningar. Många av svårigheterna rör sig om alltför klen dimensionerad maskinell utrustning, vilket lett till frekventa driftstopp och svårigheter att få igenom avfallet genom anläggningen. I vissa fall beror driftproblemen även på felaktig systemutformning eller driftsätt. Det som tidigare sagts för Typ R1 och R2-anläggningar avseende omrörning gäller även för Typ R3.

Befintliga anläggningar kan – med nuvarande utformning – sannolikt användas med relativt gott resultat för våta och mindre svårhanterliga material än hushållsavfall. Övriga kan byggas om eller kompletteras för att klara funktionskraven.

Sammanfattande kommentar avseende de olika anläggningstyperna

Sammantaget indikerar resultaten att Typ R2- och R3-anläggningar sannolikt skall dimensioneras enligt någon ”minimistorlek” på förbehandlingssteget (speciellt tillräcklig stora motoreffekter på den maskinella utrustningen) som inte bör underskridas, oavsett hur små mängder avfall som skall behandlas. Det skall nämnas att flera nya Typ R2-anläggningar är under uppförande med inslag av ny teknik för förbehandling som ännu inte utvärderats.

Typ R1-anläggningarnas säkrare drift i dagsläget innebär inte att någon rekommendation att endast uppföra anläggningar för pumpbart material kan eller skall göras. Huvudskälen är två:

- Det finns mycket stora vinster att göra genom att utveckla teknik för att hantera höga torrsbstanshalter i inkommande material. Höga torrsbstanshalter ställer höga krav på utformningen av systemen, men ger å andra sidan betydligt mer energieffektiva processer.
- En mycket stor mängd organiskt material (bland annat hushållsavfallet) riskerar då att exkluderas från biologisk behandling, eftersom Typ R1-anläggningarnas flexibilitet är begränsad. En stor del av denna potential riskerar därmed gå förlorad.

De olika aktörerna och leverantörerna av system som finns på marknaden har naturligtvis påverkat systemutformning och teknikutveckling (se kapitel 4.5.5.1).

4.1.1.3 ANLÄGGNINGARNAS PRESTANDA

Nedan redovisas den totala produktionen av biogas och rötrest vid de undersökta anläggningarna under undersökningsperioden (12 mån).

Tabell 4 Total produktion av biogas och rötrest vid de undersökta rötningsanläggningarna

Produkt	Produktion	Enhet
Biogas till värmeproduktion	12,2 ¹⁾	M Nm ³ /år
Biogas till drivmedel	7,5	M Nm ³ /år ²⁾
Biogas totalt	19,7	M Nm ³ /år
Rötrest	12 500	ton TS/år

¹⁾ 3,4 MNm³ av dessa uppgraderas och tillförs till naturgasnätet för fjärrvärmeproduktion och en mindre andel fordonsbränsle

²⁾ Endast gasuppgradering vid avfallsrötningsanläggningar ingår i summan, totalt vid samtliga utvärderade gasuppgraderingsanläggningar behandlas ca 13 MNm³ rågas/år

Anläggningarnas prestanda redovisas nedan i form av nyckeltal. De olika värdena är i praktiken representativa huvudsakligen för Typ R1-anläggningar eftersom endast dessa har varit i kontinuerlig drift vid full belastning under en längre period och därmed kunnat utgöra en bas för driftdatainsamling. Den Typ R2-anläggning som är i drift ingår dock också i dataunderlaget.

Tabell 5

Nyckeltal för rötningsanläggningar (begreppsförklaring, se kapitel 3.2)

	Driftdata ⁵⁾		
	(Min)	Medel	Max
Utrötningsgrad, % ¹⁾	53	61	77
Metanhalt, % CH ₄ ³⁾	65	67	75
Nm ³ biogas/ton avfall ²⁾	48	80	119
Nm ³ biogas/ton inkommande VS ³⁾	480	730	1150 ⁴⁾
Nm ³ CH ₄ /ton inkommande VS ³⁾	320	490	860 ⁴⁾
Nm ³ biogas/kg VS _{nedbr} ²⁾	0,7	1,3	1,5 ⁴⁾

¹⁾ Baserat på data från 5 anläggningar²⁾ Baserat på data från 9 anläggningar³⁾ Baserat på data från 7 anläggningar⁴⁾ Angivet gasutbyte är högre än vad som anses teoretiskt möjligt, sannolikt på grund av osäkerhet vid provtagningen (se kommentar nedan, samt diskussion i Bilaga 1a)⁵⁾ Min-, medel- och maxvärden korresponderar inte nödvändigtvis för de olika nyckeltalen utan anger variationen oberoende av varandra

Driftdata indikerar att en driftstabil, optimerad anläggning bör kunna uppnå i närheten av medelresultat enligt tabellen ovan, naturligtvis under förutsättning att rätt substratblandning finns tillgänglig (gasutbytet är ju primärt avhängigt av substratsammansättningen). Resultatet är relativt högt, vilket är ett resultat av att flera av de R1-anläggningar som är i stabil drift rötar en stor andel feta och energirika avfall, såsom slakteriavfall. Minimivärdena gäller huvudsakligen några anläggningar som i dagsläget inte är optimerade. Maxvärdena för gasutbyte som angetts eller beräknats utifrån angivna värden från anläggningarna är högre än vad som anses vara teoretiskt möjligt, vilket sannolikt beror på osäkerheter vid provtagning och analys (se diskussion Bilaga 1a). Att utrötningsgraden kan bli mycket hög är dock inte förvånande.

Rötrestens kväveinnehåll har rapporterats av några av Typ R1-anläggningarna, som anger totalkvävehalt till 10-11 % av TS. För Typ R2- och Typ R3-anläggningar kommer detta sannolikt att vara något lägre eftersom hushållsavfall generellt innehåller mindre kväve än de avfallsfraktioner som idag rötas i Typ-R1-anläggningarna. Omkring 70 % av kvävet föreligger som växttillgängligt ammoniumkväve. Rötrestens fosforinnehåll anges till 1,2-1,8 % av TS.

80 % av rötrestmängden avsätts till jordbruket och därigenom erhålls ett kretslopp av näringsämnen mellan stad och land. Rötrestens kvalitet är generellt mycket hög med lågt tungmetallinnehåll och säkerställs i många fall via certifiering. Plast kan dock vara ett kvalitetsproblem (se kapitel 4.1.1.2 ovan).

Anläggningarnas prestanda bedöms kunna förbättras genom olika processoptimerande åtgärder, bland annat:

- De flesta anläggningar har idag möjlighet att röta substrat med ca 10 % TS-halt, men många rötar betydligt lägre TS-halt. Genom att öka TS-halten förbättras värmeekonomin drastiskt, och gasproduktionen kan även öka. Även

en höjning av TS-halten med så litet som 1 % får positiva konsekvenser i form av signifikant minskad värmeförbrukning.

- Internvärmeåtgången är ganska låg relativt gasproduktionen (ca 10-30 %) i de flesta anläggningar, men genom ökad värmeåtervinning finns det utrymme att ytterligare sänka den. Värmeåtervinningen är ca 25-30 % och kan i många fall ökas till 40-50 % genom ökad rötrestkylning för att uppnå maximal biogasproduktion till extern försäljning. Då rötresten kyls ned till lägre temperatur minskar även metanavgången till luft.
- Flera anläggningar har idag gastäta mellanlager vilket reducerar metanförlusterna till så gott som noll vid anläggningen. Övriga är endast slutna och kan förbättras i detta avseende genom ombyggnation till gastäta lager.
- Typ R1-anläggningarna uppvisar relativt hög elförbrukning per ton TS (ca 200 kWh/ton TS), framför allt beroende på de många stora omrörare som krävs för att hålla materialet i suspension. Genom att öka finfördelningen av avfallet (minska viskositeten) skulle denna sannolikt kunna minskas.

4.1.1.4 ANLÄGGNINGSGUTFORMNINGENS INVERKAN PÅ MILJÖPÅVERKAN

Omfattningen och storleken av emissioner till luft och vatten är helt avhängigt av anläggningens utformning, drift och funktion. Det som framför allt påverkar är:

- Hantering av spol- och processvatten (framför allt kväve)
- Hantering av rötrest (metanavgång till luft)
- Rötrestens kvalitet (ev spridning av tungmetaller)

Allt process- och spolvatten vid anläggningarna omhändertas, leds tillbaka till processen eller behandlas i eget eller kommunalt avloppsreningsverk. Rötrestkvaliteten är mycket god med lågt tungmetallinnehåll och god uppfyllelse av krav för spridning på jordbruk. Miljöpåverkan i form av emissioner till mark och vatten bedöms därmed vara liten.

Hygienisering bedöms tillgodoses generellt sett mycket väl vid anläggningarna. Samtliga pastöriseras vid 70°C i 1 h med loggning av tid och temperatur och flera har efterföljande slutproduktkontroll. En anläggning som är under intrimning hygieniserar dock endast en del av inkommande avfallsfraktioner (inte hushållsavfallet). Samtliga rötningsanläggningar har enligt uppgift certifikat eller håller på att skaffa certifikat för slutprodukten och hygieniseringsmetoden.

Omfattningen av och storleken på emissioner till luft är vid de flesta anläggningar okända. Ingen av de undersökta rötningsanläggningarna har i egen regi utfört – eller offentliggjort – emissionsmätningar. I en nyligen avslutad BUS-rapport⁵ har dock mätningar genomförts vid ett par av rötningsanläggningarna i denna studie. Dessa

⁵ Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas, Swedpower, 2005. Delprojekt 2 inom RVFs BUS-program.

visade på metanförluster mellan 0,5-1 % vid rötningsanläggningarna. Emissionerna diskuteras vidare i kapitel 4.3 samt utförligt i Bilaga 3. Utvecklingen går dock mot att utforma helt gastäta anläggningar, vilka då medför mycket marginella utsläpp till luft av metan från själva rötningsanläggningarna (under förutsättning att rötresten inte avvattnas, vilket är ovanligt idag). Ungefär hälften av anläggningarna har idag gastät utformning av mellanlager och vid övriga finns möjligheter till ombyggnation.

Långtidslager är dock i de flesta fall öppna idag. Metanavgången från dessa beror på en rad faktorer, framför allt rötresttemperatur och utrötningsgrad men även tiden till spridning, vilken varierar kraftigt. Anläggningarna har ingen kontroll över denna tidsperiod utan det är slutanvändningen som avgör när rötresten skall spridas samt vilken spridningsteknik som används. Någon omedelbar nedmyllning av rötresten (vilket minskar metanavgången) sker normalt ej.

Metanavgången kan minimeras på följande sätt:

- En väl fungerande rötningsprocess med ett väl utrötat substrat.
- Kylning av rötresten med värmepump. Detta medför förutom minskad metanavgång även att andelen biogas för intern uppvärmning minimeras, dvs åstadkommer god värmeekonomi i anläggningen.
- Gastäta mellanlager där metan från lagret samlas upp tillsammans med övrig gas.
- Om långtidslager av praktiska skäl är svåra att utforma gastäta bör rötresten lagras så länge som möjligt i mellanlager; möjligheten att skapa större mellanlager med längre uppehållstid kan då undersökas.

Vid de anläggningar som har en väl fungerande rötningsprocess, ett väl utrötat material, en god värmeåtervinning med en väl kyld rötrest, samt gastäta lager bör metanförlusterna kunna hållas mycket små. Detta innebär naturligtvis också att en produktionsökning samtidigt erhålls.

4.1.1.5 DRIFTDATA OCH UPPFÖLJNING

Driftdatainsamling förefaller ske i relativt hög utsträckning vid de flesta av de undersökta rötningsanläggningarna. Det finns stora variationer och situationen kan med fördel ytterligare förbättras vid vissa anläggningar. Det är framför allt data och kontinuerlig kemisk analys i den egna rötningsprocessen som är mindre vanliga och som kan förbättras.

I Bilaga 5 redovisas ett förslag till driftdatauppföljning.

Provtagning och analys av rötresten sker regelbundet vid de flesta anläggningar, speciellt de som har avsättning till jordbruket och är certifierade (6 st). Enligt det svenska certifieringsorganet Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) kan dock osäkerheter i vissa analyser förekomma (se vidare Bilaga 1a).

4.1.2 Gasuppgradering

Kapitlet är en sammanfattning av de viktigaste resultaten. Anläggningsbeskrivning och fullständig resultatredovisning finns i Bilaga 1b.

4.1.2.1 ALLMÄNT

Ett mindre antal metoder finns tillgängliga för rening/uppgradering av biogas. Vid de utvärderade anläggningarna används huvudsakligen två olika tekniker: genomströmmande eller recirkulerande skrubbersystem (med eller utan kemikalieanvändning) samt sk Pressure Swing Adsorption (PSA). Tabell 6 nedan visar fördelningen.

Tabell 6 Tekniker för uppgradering av biogas vid de utvärderade anläggningarna

	Metod	Utformning av system	Absorptionsmedium	Antal anläggningar i utvärderingen
1	Skrubbersystem	Genomströmmande	Vatten	3
2	Skrubbersystem	Recirkulerande	Vatten	6
3	Skrubbersystem	Recirkulerande	Kemikalie	
			Selexol	1
			Coab (kemisorption)	1
4	PSA (Pressure Swing Adsorption)		Kol	2

Anläggningar som använder samma typ av teknik för gasuppgradering skiljer sig ofta relativt litet åt när gäller själva processen. Anläggningarnas prestanda och drifterfarenheter kan dock skilja sig åt beroende på komponentval, mm.

4.1.2.2 VAL AV ANLÄGGNING OCH KOSTNADER

Majoriteten (8 av 13) av anläggningar anger att aktuell teknik har valts på grund av investeringskostnad (oavsett teknik). Av dessa är det 4 st som anger att investering tillsammans med drift- och underhållskostnader ingått i bedömningen.

Kostnaden har alltså i de allra flesta fall varit helt avgörande för teknikvalet.

Analys av kostnaderna visar dock att skillnaderna i såväl investering som drift är ganska små mellan olika anläggningstyper (se Bilaga 1b). Investeringskostnaderna för en anläggning för med rågaskapacitet 300 Nm³/h ligger vanligtvis i storleksordningen 12-15 Mkr. Det som i dagsläget i praktiken är avgörande är underhållskostnaderna, som anges till mellan 10 000-50 000 kr/månad. Genomsnittliga underhållskostnaderna per Nm³ renad gas blir således mycket höga. Detta beror på dels på det låga kapacitetsutnyttjandet vid anläggningarna, dels på att flera anläggningar är under intrimning (då fler problem normalt uppstår än vid kontinuerlig drift). När kapaciteten utnyttjas fullt ut och anläggningarna optimerats kommer dessa kostnader med all sannolikhet att sjunka väsentligt.

4.1.2.3 DRIFTSTATUS OCH UTNYTTJAD KAPACITET

Endast ca 35 % av dimensionerad kapacitet vid gasreningsanläggningar som behandlar gas från avfallsrötning utnyttjas i dagsläget (13 M Nm³/år av total kapacitet 37 M Nm³/år).

Ungefär samma förhållande erhålls i det fall samtliga utvärderade gasreningsanläggningar tas med (32 % av dimensionerad kapacitet utnyttjas då).

Skälen till underutnyttjandet är flera. Huvudsaklig anledning anges som:

Problem med leverans av rågas på grund av problem vid produktionsanläggningen av rågas (avfallsrötning)	5 st (varav 1 pga utbyggnad)
Otillräcklig efterfrågan på biogas	2 st
Gasuppgraderingsanläggningen är under uppstart/intrimning	3 st
Gasuppgraderingsanläggningen har driftproblem (låg tillgänglighet)	3 st

Bristande leverans är således den största anledningen till det låga kapacitetsutnyttjandet. Driftproblemen vid själva gasuppgraderingsanläggningarna leder till försämrad tillgänglighet men kan i dagsläget inte generellt sägas bero på att fel gasreningsmetod har valts (mindre lyckade val av enskilda komponenter förekommer dock).

4.1.2.4 DRIFTSTABILITET OCH PRESTANDA

Anläggningarnas tillgänglighet är generellt god och rapporteras mellan 90-95 %. Ändå upplever man vid många anläggningar en hel del driftstörningar. Detta kan förklaras med att gasuppgraderingsanläggningar är komplexa anläggningar, försedda med en stor mängd givare och larm som gör dem relativt känsliga. I det fall något fel uppstår stoppas anläggningen för att förhindra skador och problem i systemets olika delar. Denna typ av driftstopp är dock normalt relativt korta men kräver ändå en hel del åtgärder.

När det gäller gasuppgraderingsanläggningar är drifttillgänglighet, prestanda och miljöpåverkan starkt kopplade varandra och till anläggningarnas utformning. Resultatet måste här ses i ett historiskt perspektiv. Vid så gott som samtliga tidiga anläggningar som byggdes erfors en mängd problem med den maskinella utrustningen som orsakade stora driftstörningar och en rad följdproblem inklusive stora metanförluster. Gasuppgraderingsanläggningarna har utvecklats mycket kraftigt de senaste åren och de fel som uppträdde i de tidigare anläggningarna förekommer inte alls i samma utsträckning vid de nyare.

Problemen vid de tidigare anläggningarna orsakades huvudsakligen av feldimensionering i kombination med felaktigt val av maskinell utrustning (komponenter). Framför allt har man erfarit en mängd problem med torkutrustning samt kompressorer (inklusive otillräcklig kylning).

Från dessa tidiga anläggningar har ett stort utvecklingsarbete skett och pågår fortfarande. Tidigare erfarenheter och ny kunskap har beaktats vid utformningen av senare skrubbersystem, där justeringar har gjorts på bland annat följande områden:

- Maskin- och komponentval har generellt förbättrats
- Mer *långsamtgående* maskiner används (t ex hydrauliska kompressorer i stället för kolvkompressorer), framför allt på systemens högtryckssida, vilket ger bättre driftstabilitet.
- Förbättrad kylning, vilket ökar systemens prestanda.
- Större lagertankar för den komprimerade gasen (i vissa fall med nya kompositmaterial) vilket kräver färre kopplingar och leder till minskad risk för läckage.
- Bättre systemutformning och processoptimering för att minimera metanförluster. För att eliminera metanförluster helt kan en tänkbar lösning vara att förbränna restgasen från reningsanläggningarna.

De driftproblem som anläggningarna erfar i dagsläget kan sammanfattas enligt följande (se Bilaga 1b för mer detaljerad beskrivning). Skrubberanläggningar är den vanligaste typen i Sverige och därför finns flest drifterfarenheter från dessa anläggningar.

Skrubberanläggningar

- Påväxt och avsättningar på fyllkropparna i skrubbertornen som leder till försämrat reningsresultat, igensättningar, förhöjda tryckfall och driftsstopp med höga underhållskostnader som följd. I synnerhet gäller detta genomströmmande skrubberanläggningar som använder renat avloppsvatten för absorptionen.
- Svårigheter att uppnå rätt metanhalt och daggpunkt i den renade gasen. I de flesta fall beror detta på att systemet är underdimensionerat eller att systemet endast körs intermittent. Problemet kan även vara en följd av att igensättningar i skrubberkolonnen vilket medför att vatten följer med i gasströmmen.

PSA-anläggningar

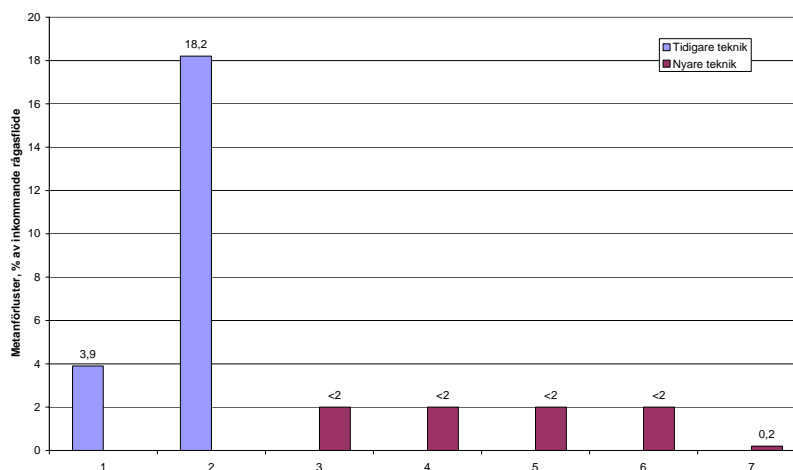
- PSA-anläggningarna i utvärderingen har båda erfarit problem med de pneumatiska ventilernas funktion. Den ena anläggningen har erfarit höga metanförluster, vilket dock sannolikt kan åtgärdas genom optimering av bl a PSA-cykeln drifttider och förbättrad systemutformning.

4.1.2.5 MILJÖPÅVERKAN VID GASUPPGRADERING

Huvudsaklig miljöpåverkan från gasuppgraderingsanläggningar rör sig om metanförluster till luft.

I Figur 3 nedan redovisas de metanförluster som angivits i enkätsvar. Variationen är stor mellan anläggningarna.

De allra flesta anläggningar (vattenskrubbersystem och PSA-system) uppförs i dagsläget med ett garantivärde på metanförlusterna på max 2 % av inkommande rågasflöde, vilket är vad som angivits i enkätsvaren. Dessa värden är alltså i de flesta fall inte verifierade genom mätningar.



Figur 3 Metanförluster vid utvärderade gasuppgraderingsanläggningar. (Angivna värden är inte uppmätta utan beräknade, alternativt av leverantören angivna garantivärden (< 2 %), se kapiteltext nedan).

Stora skillnader finns mellan nya och äldre anläggningar. Den anläggning som visar 18 % i tabellen ovan är en äldre anläggning med liten kapacitet som haft en mängd driftproblem. Denna anläggning är inte representativ för gasuppgraderingsanläggningar i stort och tekniken som används är inaktuell för nya system.

Endaste ett fåtal anläggningar har i egen regi genomfört några noggrannare mätningar av metanförluster.

Nedan redovisas en sammanställning över några olika mätningar av metanförluster från de utvärderade gasuppgraderingsanläggningar. Mätningarna har inte nödvändigtvis genomförts under utvärderingsperioden.

Tabell 7

Uppmätta metanförluster från några av de utvärderade anläggningarna¹⁾

Anläggning	Metanförluster, % av metan i inkommande rågas
Selexolskrubber	3-4
Vattenskrubber, recirkulerande ¹⁾	2,6
PSA-system ²⁾	2,1
PSA-system ³⁾	Ca 10

1) Se bilaga 1b för detaljer.

2) Intermittent drift

3) Ej full kapacitet

4) Förhöjt värde på grund av bl a konstruktionsfel som håller på att åtgärdas vid anläggningen

Parallellt med denna studie har inom ramarna för RVFs BUS-program genomförts mätningar vid tre svenska anläggningar⁶. Dessa mätningar visade på metanförluster i storleksordningen 1-4 % av metaninnehållet i inkommande rågas, vilket därmed överensstämmer relativt väl med storleksordningen på förlusterna vid andra mätningar (se Bilaga 1b).

Slutsatsen när det gäller metanförluster är att variationerna kan vara ganska stora, att exakta förhållanden i dagsläget till viss del är osäkra eller okända, men att stora förbättringar skett de senaste åren. Anläggningar som uppförs i dagsläget med ny, förbättrad teknik har betydligt större möjligheter att minimera metanförlusterna än tidigare system. Orsakerna till förbättringen är dels en ökad medvetenhet om metanförlusternas betydelse, vilket har resulterat i skärpta krav vid upphandling, dels en teknikutveckling som resulterar i kontinuerligt förbättrad utformning och drift av systemen.

4.1.3 Kompostering

Kapitlet är en sammanfattning av de viktigaste resultaten. Anläggningsbeskrivning och fullständig resultatredovisning finns i Bilaga 1c.

4.1.3.1 DRIFTSTABILITET

4.1.3.1.1 Mekanisk driftstabilitet

De undersökta komposteringsanläggningarna uppvisar med något undantag mycket god mekanisk driftstabilitet. De få problem som man erfar avser till stor del materialhantering i automatiserade system, dvs liknande problem som vid rötningsanläggningar såsom svårigheter med matning eller omrörning av materialet, igensättningar, osv. De flesta problemen bedöms kunna lösas genom intrimning och justering av systemet i fråga.

⁶ Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas, Swedpower, 2005. Delprojekt 2 inom RVFs BUS-program

Naturligtvis ökar riskerna för maskinella problem ju mer maskinintensiv teknik som används. En tidigare, automatiserad boxkomposteringsanläggning i Göteborg fick läggas ned och byggas om till enklare teknik på grund av stora driftproblem.

4.1.3.1.2 Processmässig driftstabilitet

De undersökta anläggningarna fungerar väl såtillvida att en stabil kompost normalt produceras kontinuerligt (med något undantag). Stabilitetstester (mognadsgrad) utförs på färdig kompost vilka ger god och ändamålsenlig praktisk information för driften (dvs för att uppnå stabil kompost), men är ett ganska grovt mått för processstyrning. Stabilitetstester ger inte tillräcklig information för att avgöra nedbrytningsgraden i komposten. Hur väl själva komposteringsprocessen, dvs den aeroba nedbrytningen, egentligen fungerar är således i de flesta fall svårt att med säkerhet uttala sig om i dagsläget (trots att stabil kompost produceras).

Nedbrytningsgrad $[(VS_{in} - VS_{ut}) / VS_{in}]$ per tidsenhet är förmodligen det mest tillförlitliga måttet på effektiviteten hos en komposteringsprocess, och detta värde skulle således kunna fungera som en referenspunkt för process- och energioptimering. Begreppet verkar dock inte allmänt utbrett. Endast vid en av de undersökta anläggningarna har man vid ett tillfälle uppmätt nedbrytningen (ett examensarbete) och vid en annan anläggning genomfördes mätningar under undersökningsperioden. Inte vid någon anläggning har man heller specificerat något mål avseende nedbrytningsgrad utan endast stabilitet (vilket är i linje med praxis för kompostering i dagsläget).

Detta gör det mycket svårt att styra och optimera processen på olika sätt (t ex luftningsbehov) och även att jämföra olika komposteringsmetoders effektivitet med varandra eftersom man inte kvantitativt kan mäta effekterna av olika åtgärder på något tillförlitligt sätt. *Processkontrollen vid komposteringsanläggningarna förefaller således i dagsläget funktionell ur rent praktisk driftsynpunkt men otillräcklig ur processhänseende.*

Automatiserade, slutna processer av boxkompostering är dyrast, men har sannolikt bäst förutsättningar att åstadkomma den mest effektiva komposteringsprocessen (dvs aerob nedbrytning). Om man jämför de angivna processtiderna för olika metoder är det dock tveksamt om effektiviteten mått som snabbhet i komposteringsprocessen kan motivera den större investeringen. Det är snarare potentiella miljövinster i form av mindre emissioner till luft (inklusive lukt) som utgör den stora vinsten med en automatiserad och helt sluten anläggning. Enligt uppgift⁷ är dock erfarenheten från många anläggningar i Mellaneuropa att drifttillgängligheten vid automatiserade anläggningar är låg, vilket också verkar bekräftas av den nu ombyggda anläggningen i Göteborg.

Strängkompostering med vändare bedöms ha sämre förutsättningar att uppnå tillräckligt goda aeroba förhållanden. I många fall finns det risk för att en del av nedbrytningen sker *anaerobt* i denna typ av anläggning, med ökad miljöpåverkan i form av bland

⁷ Personlig kommunikation, Per-Erik Persson, VAFAB

annat emissioner till luft från komposten. Bland annat en norsk undersökning har bekräftat detta⁸.

4.1.3.2 ANLÄGGNINGARNAS PRESTANDA

Nyckeltal för anläggningarna redovisas i Tabell 8 nedan. De undersökta anläggningarna har i de allra flesta fall behandlat huvudsakligen hushållsavfall (och få andra organiska avfallsfraktioner). Park- och grönavfall har använts i flera fall som strukturmateri-
rial.

Tabell 8 Nyckeltal för komposteringsanläggningar

	Driftdata		
	Min	Medel	Max
Nedbrytningsgrad, % ¹⁾	39	44	48
Mängd producerad kompost/total mängd behandlat avfall, kg/ton ²⁾	180	390	530
Mängd producerad kompost/ton behandlat hushållsavfall, kg/ton ³⁾	680	710	760
Mängd rejekt/ton behandlat avfall, kg/ton ⁴⁾	96	176	250
Mängd rejekt/ton behandlat hushållsavfall ³⁾	125	305	522
I papperspåse (2 anl)	125		270
I plastpåse (3 anl)	300		522

¹⁾ baserat på data från 2 anläggningar (membrantyp)

²⁾ baserat på data från 6 anläggningar, i mängden behandlat avfall ingår allt avfall inklusive strukturmateri-
al

³⁾ baserat på data från 4 anläggningar, mängden anges *inklusive* strukturmateri-
al

⁴⁾ baserat på data från 7 anläggningar

Mängden kompost som produceras per ton hushållsavfall varierar ganska litet och är i genomsnitt ca 700 kg per ton hushållsavfall.

Näringsinnehållet i kompost från 6 av de undersökta anläggningarna är omkring 1-3 % N-tot och 0,5-1 % P-tot. Mycket liten del av kvävet föreligger generellt som växttillgängligt ammoniumkväve.

Rejektmängderna deponeras huvudsakligen och ökar väsentligt i de fall avfallet tas emot i plastpåse (på sikt kommer deponeringen att behöva upphöra på grund av deponeringsförbudet). Flera av de anläggningar som tar emot hushållsavfall i plastpåsar rapporterar att de inte upplever någon negativ påverkan på möjligheterna att få avsättning för komposten. De stora mängderna plast begränsar dock återcirkulation av strukturmateri-
al och medför således en kostnadsökning.

⁸ Hauge, A. *Viftekjøring ved storrankekompostering – undersøkelser ved IRIS anlegg i Bodø*. Jordforsk rapport nr 69/01.

4.1.3.3 ANLÄGGNINGSUTFORMNINGENS INVERKAN PÅ MILJÖPÅVERKAN

Omfattningen av miljöpåverkan är helt avhängigt av anläggningens utformning, drift och funktion. Det som framför allt påverkar är:

- Hur väl komposteringsprocessen fungerar
 - påverkar emissioner av ammoniak, lustgas och metan till luft
 - påverkar emissioner av luktämnen
 - påverkar lakvattenbildning (utsläpp till vatten av närsalter, framför allt kväve)
- Hantering av spol- och processvatten (påverkar utsläpp till vatten av närsalter)
- Kompostens kvalitet (ev spridning av tungmetaller)

Den största potentiella påverkan bedöms huvudsakligen härröra från emissioner till luft. Övrig miljöpåverkan bedöms som ringa, baserat på inkomna driftdata.

Luktproblematiken är tveklöst det mest spridda problemet. De flesta anläggningar rapporterar att det luktar vid normal drift. En viss lukt är sannolikt ofrånkomlig vid kompostering. Anläggningens utformning och grad av slutenhet har stor betydelse när det gäller lukt till omgivningen varför öppna processer naturligtvis är sämre i detta avseende och slutna har större förutsättningar att ge en luktfri miljö för omkringboende. När det gäller dålig lukt från själva processen är problemet i de flesta fall orsakat av en dåligt fungerande komposteringsprocess. Strängkomposteringsanläggningar med vändning anger också flest luktproblem från processen.

Trots att anläggningsansvariga anger att det ofta förekommer lukt är det bara 1 av 7 som anger att *personalen* besväras av lukt ibland (boxkompostering). 6 av 7 anger att personalen aldrig eller endast i enstaka fall besväras av lukt. De flesta av dessa är inte överbyggda utan ligger fritt utomhus. Generellt finns det ofta ett motsägelselförhållande mellan reduktion av lukt till omgivningen och arbetsmiljön. Att sluta systemen ger bättre kontroll över luftflödena och ökar förutsättningarna att reducera lukt till omgivningen. Ju mer inbyggd komposteringen blir, desto mer riskerar dock personalen utsättas för lukt. Vid de system som är mycket slutna blir det av *arbetsmiljöskäl* därmed än mer viktigt att tillgodose god ventilation och tillräcklig behandling av ventilationsluften.

Avgång av metan och andra VOC, ammoniak och lustgas bedöms stå för den – relativt sett – största miljöpåverkan från de undersökta komposteringsanläggningarna (jämfört med t ex emissioner till vatten). Mätningar av emissioner till luft är ofta praktiskt relativt svåra att genomföra (vid öppna anläggningar) och har inte genomförts vid någon av de svenska anläggningarna. Mätningar av ammoniak har dock genomförts på från-

luften från huvudkomposteringssteget vid två av de slutna norska anläggningarna⁹ före och efter behandling i biofilter vilket visar på ett hyggligt resultat med avseende på reduktion, men också stor variation.

Resultaten från dessa mätningar samt resultaten från olika forskningsstudier är dock svåra att överföra till andra anläggningar. Det enda man med säkerhet idag kan säga är att *variationerna med avseende på emissioner till luft såväl under processens gång som mellan olika anläggningar är mycket stora* och beror i stor utsträckning på processförhållandena (ett stort antal olika faktorer) vid komposteringen.

I de undersökta slutna anläggningarna omhändertas och behandlas ventilationsluften (i skrubbersystem och/eller biofilter). I de öppna går emissionerna obehandlade till luften. Membrananläggningarna utgör något slags mellanting: här sker kondensation på undersidan av membranen och sannolikt övergår ammoniak på detta sätt till vattenfas och omhändertas genom att ledas tillbaka till processen alternativt till avlopp.

Vid samtliga undersökta anläggningar omhändertas allt lak-, spol-, och processvatten genom att det samlas upp och leds till avloppsreningsverk eller behandlas på plats. Miljöpåverkan till vatten bedöms därmed vara mycket ringa.

Sammantaget är en väl fungerande komposteringsprocess den viktigaste parametern när det gäller att minimera miljöpåverkan från kompostering. God aerob nedbrytning tillsammans med rätt förhållanden i komposten (C/N-kvot, pH, temperatur, etc) ger förutsättningar att minimera metan- och ammoniakavgång. Uppsamling och behandling av ventilationsluft, inklusive kylning och behandling i skrubber kan användas för omhändertagande av emissionerna.

Praktiska åtgärder när det gäller utformningen av komposteringsanläggningar för att minimera miljöpåverkan från kompostering inkluderar:

- Styrd lufttillsats, dvs luft skall tillföras via inblåsning och tillflödet mätas (vändning av kompost ger otillräckliga processtyrningsmöjligheter).
- God luftfördelning. För att erhålla en god spridning av luften bör luften fördelas *under* materialet innan den går upp genom massan. Vanligtvis kan detta ske genom kompostmassan får vila på ett lager flis eller singel som nyttjas för spridningen av luften.
- Materialet (avfall + strukturmaterial) skall vara så homogent som möjligt.
- Ventilationsluft skall samlas upp, kylas och behandlas i skrubber eller annat reningssystem (dvs emissionerna överförs till vattenfas).
- Begränsa lagringstider för komposten.

Generella råd för att minimera miljöpåverkan från kompostering finns även i Naturvårdsverkets allmänna råd¹⁰.

⁹ Se Bilaga 1c för detaljer.

Automatiserade anläggningar bedöms – ur processhänseende – ha bäst förutsättningar att uppfylla en god aerob process och därmed även miljökraven. För att detta skall kunna uppfyllas i praktiken gäller naturligtvis att drifttillgängligheten vid denna typ av anläggning är tillräckligt hög. Kostnadseffektiviteten för de utvärderade systemen kan dock inte bedömas idag på grund av avsaknad av data.

Diskussion

En mängd leverantörer av komposteringsystem finns att tillgå och konkurrensen är god. Generellt kan man urskilja en tendens att i Sverige – och till viss del även i Norge – traditionellt föredra enkla system av typen strängkompostering med vändning eller luftning. På senare år verkar intresset ha ökat för andra metoder i båda länderna där man i Norge infört automatiserade boxkomposteringsprocesser och i Sverige uppfört fem st membranläggningar (två har ingått i denna studie). Jämförelse med Finland har inte ingått i denna studie, men det är intressant att notera att automatiserade, överbyggda metoder där är mycket vanliga. Enligt uppgift förekommer dock maskinella problem och driftavbrott vid dessa anläggningar, med lägre tillgänglighet som följd (omfattningen har dock inte verifierats här).

Eftersom tillräckliga data för att avgöra funktion med avseende på aerob nedbrytningshastighet samt kostnadseffektivitet genomgående har saknats i studien riskerar även utvärdering av systemen vid upphandling blir bristfällig och endast fokuseras på investeringskostnad. Vid upprättande av funktionskrav kan viss vägledning fås internationellt. Förmågan att uppnå en tillfredsställande komposteringsprocess och därigenom även minimera miljöpåverkan bör naturligtvis även här ingå i utvärderingskriterierna. Detta kräver dock en omställning av fokus från materialhantering till ett mer tydligt processtänkande vid komposteringsanläggningar.

4.1.3.4 DRIFTDATA OCH UPPFÖLJNING

Som diskuterades ovan under driftstabilitet är driftdata avseende processen generellt otillräckliga för en kvantitativ jämförelse och bedömning av process- och miljöprestanda vid de utvärderade anläggningarna.

Mängden inrapporterade data är också begränsad. Personalen har genomgående visat stort intresse för att mäta och lämna uppgifter, men anger i många fall otillräckliga personalresurser för uppföljning som skäl till att relativt få faktiska data rapporterats. Vid sidan av resursproblematiken kan förklaringar *i vissa fall* även hittas i bristen på rutiner för kontinuerlig provtagning och uppföljning. Provtagning och uppföljning finns beskrivet i certifieringsreglerna. Kompost som slutprodukt är i de flesta fall dock inte certifierad i Sverige, däremot i Norge, där anläggningarna följer den norska sk ”gjødselforskriften”¹¹.

¹⁰ Metoder för lagring, rötning och kompostering av avfall, Handbok med allmänna råd till 2 kap. 3 § miljöbalken. Naturvårdsverket, Handbok 2003:4, nov 2003.

¹¹ FOR 2003-07-04 nr 951, Foreskrift om gjødselfarer m.v. av organisk opphav. (Erhåles via www.lovdato.no)

Provtagnings- och analysfrekvensen på färdig kompost vid de svenska anläggningarna är anmärkningsvärt lägre än motsvarande kontroller i Norge. De norska anläggningarna genomför ett betydligt större antal analyser på färdig kompost. Den uppenbara förklaringen är att anläggningarna följer den norska föreskriften som ställer krav på internkontroll, inklusive provtagning och analyser.

Intrycket efter anläggningsbesöken var att ansvariga och personal vid komposteringsanläggningarna i högre grad än vid rötningsanläggningarna ställer sig positiva till utökat samarbete och informationsutbyte. Det finns generellt ett tydligt uttalat behov av mer kunskap och information kring styrning och uppföljning av processen.

Komposten är en attraktiv råvara vid jordtillverkning och efterfrågan rapporteras som stor. Färdig kompost går i 8 fall av 9 till jordtillverkning (anläggningsjord samt i några fall kompostjord till rabatter etc) och endast undantagsvis till jordbruk. Endast 1 av de undersökta anläggningarna avsätter en del av sin kompost till jordbruket. Detta innebär att något kretslopp *av näring* mellan stad och land i dagsläget inte uppfylls via kompostering. Förutsättningarna för att ett sådant kretslopp skall uppnås på sikt bedöms som små på grund av låg efterfrågan (kompostens låga näringsinnehåll jämfört med mineralgödsel gör att stora mängder kompost krävs, vilket ökar hanteringskostnaderna).

En typ av kretslopp och/eller resursutnyttjande kan sägas erhållas även vid jordtillverkning eftersom kompostens näringsinnehåll ersätter mineralgödsel och mull på olika grönytor alternativt matjord i anläggningsarbeten. Kompost kan också utgöra ett gödselmedel i ekologiska jordbruk.

4.2 Källsortering och insamling av avfall

Resultatet från undersökningen av källsortering och insamling redovisas i detalj i Bilaga 2.

4.2.1 System för källsortering och insamling

Av de 26 kommuner i Sverige som har svarat på enkäten har 22 st system med separata behållare, dvs det organiska avfallet och brännbart avfall/restavfall läggs i separata behållare. I alla kommuner utom i en, där plastpåsar används, används papperspåsar. I ett par kommuner används, förutom papperspåsar, även sk ”biopåsar”, dvs påsar delvis tillverkade av stärkelse. 4 kommuner av dem som svarat på enkäten har system med plastpåsar, gemensamma kärl och optisk sortering av påsarna.

I Norge används system med separata behållare i samtliga de 4 kommuner och 2 bolag som har svarat på enkäten. De två bolagen ombesörjer avfallshämtning i totalt 13 kommuner.

4.2.2 Obligatorisk respektive frivillig källsortering

I ca 60 % av de undersökta svenska kommunerna är källsorteringen obligatorisk, för såväl hushåll som restauranger, storkök och butiker. I ca 40 % av kommunerna är källsorteringen frivillig. I Norge är källsorteringen obligatorisk för hushållen i samtliga de kommuner som ingår bland enkätsvaren. Enligt uppgift från NRF har 67 % av befolkningen i Norge obligatorisk källsortering.

Med obligatorisk källsortering menas i detta sammanhang att det är obligatoriskt att källsortera avfallet och att avfallsinnehavarna (hushåll, restauranger m m) kan välja mellan att hemkompostera det organiska avfallet eller att lämna avfallet till insamling.

Med frivillig källsortering menas att avfallsinnehavarna väljer mellan att hemkompostera det organiska avfallet, att lämna det sorterat till insamling eller inte sortera ut avfallet.

Kommunernas motiv för att välja obligatorisk eller frivillig källsortering redovisas i Bilaga 2, kap 5.

4.2.3 Informationsinsatser

I Sverige har distribution av skriftlig information på svenska genomförts i alla kommuner utom en och på andra språk i 15 kommuner. Besök i bostaden har gjorts i 18 kommuner, likaså har informationsmöten hållits i 18 kommuner.

I Norge har distribution av skriftlig information på norska genomförts i alla kommuner och på andra språk i 2 kommuner. Besök i bostaden har inte utförts i någon kommun, ej heller har informationsmöten hållits i någon kommun.

4.2.4 Kostnader

I enkäten efterfrågades *merkostnaderna* (kapital- och driftkostnader) för systemet med källsortering, insamling och transport av organiskt avfall jämfört med system utan källsortering av organiskt avfall.

Svar har endast inkommit från tre kommuner i Sverige: Borås, Göteborg och Västerås.

- Borås har ett system för hushållen där organiskt avfall och brännbart avfall läggs i olikfärgade plastpåsar. Påsarna läggs i gemensamma kärl och sorteras efter insamling i en optisk sorteringsanläggning. Merkostnaderna för systemet för källsortering, insamling och transport uppges vara 130 kr per år och hushåll.
- I Göteborg finns ett system för hushållen där organiskt avfall till största delen läggs i papperspåsar. Papperspåsarerna läggs huvudsakligen i säckställ med papperssäckar. Utifrån uppgifter om merkostnader för systemet samt uppgifter

om andel hushåll som lämnar organiskt avfall till insamling har kostnaden grovt uppskattats till ca 100-160 kr per hushåll och år.

- Västerås anger en merkostnad på 120 kr/ton, som avser introduktion/information, påsar, påshållare, kärl, ökade transporter samt behandling. Eftersom även såväl behandlingskostnader för avfallet som informationskostnader (50 kr/hushåll och år) ingår är inte denna siffra direkt jämförbar med de ovan nämnda merkostnaderna för de båda andra kommunerna.

Kostnader för informationsinsatser före och under införandet av insamlingssystemet av organiskt avfall anges till 13-53 kr per hushåll för de 5 svenska kommuner som lämnat uppgifter. Ett av de norska bolagen har uppgivit motsvarande kostnad till 8 norska kr per hushåll.

4.2.5 Miljöpåverkan

Miljöpåverkan från källsortering och insamling rör sig huvudsakligen om drivmedelsförbrukning, avgaser och buller från insamlingsfordon samt lukt från avfallet.

På frågan om vilken *verkliga* miljöpåverkan relaterade till insamling och transport av avfall från hushåll som *har konstaterats* med införandet av det nya insamlingssystemet för sortering av organiskt avfall har 4 konstaterat ökad drivmedelsförbrukning, 7 st oförändrad drivmedelsförbrukning och 1 kommun har konstaterat 30 % lägre drivmedelsförbrukning samt mindre buller.

4 kommuner i Dalarna som har övergått från plast- till papperspåsar har konstaterat att vikten på det organiska avfallet har minskat, beroende på en ökad vattenavdunstning. Den minskade vikten medför att transportarbetet blir mindre.

Ungefär två tredjedelar av de svenska kommuner som svarat och använder papperspåsar i hushållen har uppgivit att det förekommer klagomål på lukt. Av dem som svarat och använder eller har använt plastpåsar i hushållen har endast en av fem uppgivit att det förekommer eller har förekommit klagomål på lukt.

Man bör vara försiktig med att dra långtgående slutsatser av svaren, tendensen är dock att det verkar finnas en större risk att lukt uppkommer om det organiska avfallet läggs i papperspåsar än om det läggs i plastpåsar. I Norge har inte någon kommun eller något bolag uppgivit att klagomål förekommer på lukt och/eller buller.

4.2.6 Sorteringsutbyte och kvalitet på insamlat avfall

Med sorteringsutbyte avses mängden källsorterat och insamlat organiskt avfall i förhållande till total mängd insamlat organiskt avfall i alla hushåll som har erbjudits eller förelagts att delta i utsorteringen inom respektive område. Organiskt avfall som hemkomposteras ingår ej i total mängd organiskt avfall.

Uppgifterna om sorteringsutbytet är mycket begränsade. För att få fram sorteringsutbytet krävs plockanalyser av mängden organiskt avfall både i den källsorterade fraktionen med organiskt avfall och i övrigt avfall som samlas in.

I Sverige har detta genomförts i endast fem kommuner i Sverige och två kommuner i Norge. Dessutom har gemensamma sådana plockanalyser genomförts på avfall från fem kommuner, som lämnar avfall till TRAABs rötningsanläggning i Sverige. I vissa kommuner har plockanalyser genomförts på mängden källsorterat organiskt avfall, men ej på annat insamlat organiskt avfall.

Underlaget är för litet för att några slutsatser ska kunna dras om sorteringsutbytet. Det förefaller dock som om sorteringsutbytet i kommuner med obligatorisk källsortering kan ligga i storleksordningen 80-90 % för enfamiljshus och i storleksordningen 70-80 % för flerfamiljshus. En förutsättning torde vara att den information som lämnas i samband med införandet av källsorteringssystemet är tillräckligt omfattande och av god kvalitet.

Uppgifter om sorteringsutbyte från är än färre i kommuner med frivillig källsortering. Utifrån uppgifterna synes det som att sorteringsutbytet i kommuner med frivillig källsortering är något lägre eller betydligt lägre än sorteringsutbytet i kommuner med obligatorisk källsortering.

4.2.7 Kvalitet på insamlat avfall

Uppgifterna om kvalitet på det utsorterade organiska avfallet är relativt begränsade. För att få fram sorteringskvaliteten görs vanligen plockanalyser av det utsorterade organiska avfallet. Som ett mått på sorteringskvaliteten används i denna rapport andelen felsorterat material i det utsorterade organiska avfallet.

Underlaget är för litet för att några slutsatser ska kunna dras om sorteringskvaliteten. Det förefaller dock som om andelen felsorterat material för enfamiljshus ligger i storleksordningen 1-3 %, oavsett om källsorteringen är obligatorisk eller frivillig och oavsett vilka slag av påsar som används i hushållen. En förutsättning torde vara att den information som lämnas i samband med införandet av källsorteringssystemet är tillräckligt omfattande och av god kvalitet.

Stora skillnader finns i resultaten för flerfamiljshus. I några kommuner ligger andelen felsorterat material på 1-3 %, dvs samma nivå som för enfamiljshus. Bland de kommunerna finns såväl obligatorisk som frivillig källsortering. I kommunerna används papperspåsar eller ”biopåsar”.

I andra kommuner är andelen felsorterat material för flerfamiljshus något eller betydligt högre. Det har i denna utvärdering inte varit möjligt att fastställa orsaken eller orsakerna till de högre talen med felsorterat material. Åtminstone tre orsaker är tänk-

bara: Materialet i påsarna, omfattningen och kvaliteten på informationsinsatserna samt karaktär på de bostadsområden som har ingått i undersökningarna.

För blandad bebyggelse, dvs bebyggelse med såväl enfamiljshus som flerfamiljshus, har gjorts undersökningar i 10 kommuner eller grupper av kommuner. Resultaten visar att andelen felsorterat material i alla de undersökta fallen, utom ett, låg på högst 3,6 %. I ett fall, en grupp kommuner obligatorisk källsortering och plastpåsar, låg andelen felsorterat betydligt högre, på 9 %.

Slag av material som har felsorterats varierar, men består ofta av plast, annat brännbart avfall eller deponirest. Farligt avfall har sällan påträffats och i sådana fall i mycket små mängder, som högst 0,1 %.

4.2.8 Samråd med behandlingsanläggningen vid val av insamlingssystem

I 23 av 26 svenska kommuner har representanter från behandlingsanläggningen deltagit i beslutsprocessen vid val av system för källsortering och insamling. Endast i 3 kommuner har samråd med representanter från behandlingsanläggningen inte skett. I en av dessa kommuner har detta förklarats med att insamlingssystemet infördes innan behandlingsanläggningen fanns. I Norge har i samtliga fall representanter från behandlingsanläggningen deltagit i beslutsprocessen vid val av system för källsortering och insamling.

Några kommuner uppgav att användandet av papperspåsar var ett krav från behandlingsanläggningen (en komposteringsanläggning).

Generellt verkar således samarbetet mellan de enheter i kommunen som har hand om insamling respektive behandling av avfallet fungera väl. De flesta insamlingssystem har införts samtidigt som behandlingsanläggningen planerats och uppförts.

4.2.9 Förändringar i insamlingssystemen relaterade till behandlingsmetod

Endast fyra av de undersökta kommunerna uppger att förändringar har gjorts i insamlingssystemet på grund av faktorer relaterade till behandlingsanläggningen, efter det att systemet för källsortering och insamling infördes.

Gemensamt för samtliga dessa kommuner var att plastpåsar ursprungligen valdes för förvaring av det organiska avfallet i köken. Under 2003-2004 har plastpåsarna bytts ut mot papperspåsar. Från kommunerna har uppgivits två orsaker till bytet. Dels förekom problem med att vid behandlingsanläggningarna få en tillräcklig bra avskiljning av plast från plastpåsarna och annan plast som las i påsarna. Dels bedömde kommunerna att insamling i papperspåsar ger ett renare organiskt avfall än insamling i plastpåsar.

4.2.10 LIP-bidrag

Endast en av kommunerna, Sala kommun, har erhållit LIP-bidrag för insamlingssystemet. Kommunen har uppgivit att insamlingssystemet inte hade införts lika tidigt eller snabbt om LIP-bidrag inte hade lämnats.

Övriga kommuner har således inte erhållit LIP-bidrag för insamlingssystemen. På en fråga om insamlingssystemet eller dess införande hade påverkats om LIP-bidrag hade erhållits, svarade 19 kommuner av 26 kommuner nej.

4.3 Miljöpåverkan

Miljöpåverkan som de utvärderade anläggningarna bedöms ge upphov till sammanfattas i detta kapitel. Metodik och bedömningsgrunder samt utförliga resultat redovisas i detalj i Bilaga 3.

I utvärderingen ingår att bedöma den miljöpåverkan som de utvärderade systemen ger upphov till i dagsläget i förhållande till relevanta nationella miljökvalitetsmål. De studerade anläggningarnas prestanda i nuläget har fått ligga till grund för bedömningen (redovisning i kapitel 4.1 samt i Bilaga 1).

Huvudfrågeställningarna har varit mycket konkreta och begränsade:

- Hur mycket ”nyttigheter” i form av fossilbränsleersättning och mineralgödselersättning har producerats från anläggningarna?
- Vilken miljöpåverkan har användningen av produkterna åstadkommit?
- Vilka emissioner sker vid anläggningarna och vilken miljöpåverkan har dessa fått?

Grunden för nulägesbedömningen utgörs av de faktiska mängder biogas, rötrest och kompost som dessa system producerat ur de avfallsmängder som behandlats. För biogasen har även gasens användning (värmeproduktion och fordonsbränsleanvändning inkluderats i bedömningen). Fordonsbränsleanvändningen baserar sig på uppgifter om antalet tunga och lätta gasfordon som nyttjar gasen från respektive anläggning.

Någon bedömning av miljöpåverkan från enskilda anläggningar har således inte ingått i utvärderingen. Som tidigare nämnts har någon jämförelse med alternativ avfallshantering inte heller genomförts här (se metodik, kapitel 3.1).

Baserat på nulägesanalysen har systemens potential att på sikt uppfylla de nationella miljökvalitetsmålen bedömts. Även här har frågeställningen konkretiserats på samma vis som för nuläget.

4.3.1 Nulägesanalys

4.3.1.1 EMISSIONER TILL LUFT FRÅN PRODUKTION OCH ANVÄNDNING AV BIOGAS FRÅN DE UTVÄRDERADE ANLÄGGNINGARNA

Nedan redovisas den *totala* mängden minskade emissioner till luft som *användningen* av biogas från de undersökta rötningsanläggningarna bedöms ha gett upphov till som ersättning av fossilbränsle under undersökningsperioden (12 mån). Här har antagits att biogasen har ersatt eldningsolja (Eo1) vid värmeproduktion samt diesel (Mk1) alternativt bensin vid användning som fordonsbränsle i tunga respektive lätta fordon.

Det skall poängteras att emissionsdata är osäkra (se diskussion Bilaga 3) och att behovet av uppdaterade emissionsdata för jämförelser av bränsleanvändning är mycket stort.

Tabell 9 Uppskattad total årlig mängd minskade emissioner till luft från användning av biogas från de utvärderade anläggningarna jämfört med användning av fossilbränsle – nuläge¹⁾

Biogasens användning	Biogasproduktion	Reduktion av emissioner till luft							
	Årlig mängd	Fossilt CO ₂ ton/år	NO _x ton/år	SO _x ton/år	CO ton/år	NM VOC ton/år	N ₂ O ton/år	CH ₄ ton/år	Stoft ton/år
Värmeproduktion	12,2 M Nm ³ /år	22 400	14,4	- ²⁾	1,5	0,6	0,0	0,12	-
Drivmedel	7,5 M Nm ³ /år	13 200	93,2	0,39	3,4	1,3	-	-5,5	1,6
Totalt (avrundat)	19,7 M Nm ³ /år	35 600	108	-	4,9	1,9	-	-5,4 ³⁾	-

1) Bedömt utifrån rapporterad produktion och användning av biogasen från de utvärderade anläggningarna (Tabell 4) samt emissionsdata från Uppenberg¹² respektive Blinge¹³ (se fotnot samt Bilaga 3).

2) - = uppgift saknas

3) mängd oförbränd metan vid förbränning (obs, skall ej förväxlas med direkta metanförluster från anläggningarna)

Som framgår av tabellen har, baserat på ovanstående beräkningsmetod, användningen av biogas från de utvärderade anläggningarna uppskattningsvis resulterat i en minskning av koldioxidemissioner som uppgår till ca 35 600 ton CO₂/år (exklusive metanförluster).

Metanförluster vid de utvärderade rötnings- och gasuppgraderingsanläggningarna påverkar resultatet ovan på två sätt: dels direkt via klimatpåverkan, dels indirekt ge-

¹² Uppenberg et al, Miljöfaktahandbok för bränslen, IVL-rapport B 1334-B, 2001

¹³ Blinge et al, Livscykelanalys av drivmedel – en studie med utgångspunkt från svenska förhållanden och bästa tillgängliga teknik, KFB-meddelande 5, CTH, 1997

nom att mängden fossilbränsleersättning som kan nyttjas minskar vilket medför att ”vinsten” som uppnås genom användning av biogasen minskar.

De totala metanförlusterna från produktion av biogas och uppgradering vid de undersökta anläggningarna sammanfattas i nedan. För att bedöma klimatpåverkan har förlusterna omvandlats till koldioxidekvivalenter.

Tabell 10 Uppskattade direkta metanförluster (produktionsförluster) vid de utvärderade rötnings- och gasuppgraderingsanläggningarna, total årlig mängd

Utvärderade anläggningar	Metanförluster ¹⁾ , ton CH ₄ /år	Koldioxidekvivalenter, ton CO ₂ /år ²⁾
Rötning	94	2 160
Gasuppgradering	154	3 540
Totalt	248	5 700

1) Omräkningsfaktorn 23 har använts för omvandling av metan till koldioxidekvivalenter

2) Genomsnittligt uppskattat värde för samtliga anläggningar, 1 % metanförluster vid rötningsanläggningarna, 3 % vid gasuppgraderingsanläggningar. Antagna värden är baserade dels på resultat från mätningar, dels på beräknade/uppskattade angivna värden från de utvärderade anläggningarna. Se Bilaga 3, kapitel 1.2.2.3 samt Tabell 12 och 13 för beräkningsunderlag.

Totala metanförluster vid *produktion* av biogas och fordonsbränsle vid de utvärderade anläggningarna bedöms alltså totalt sett uppgå till ca 5700 ton koldioxidekvivalenter/år i dagsläget. För att få en mer rättvis jämförelse måste även produktionsförlusterna vid produktion av fossilbränsle (olja, diesel och bensen) vägas in.

Den totala fossilbränsleersättningen samt förluster vid produktion och användning av biogas från de undersökta anläggningarna sammanfattas i Tabell 11 nedan (angivet som koldioxidekvivalenter).

Tabell 11 Sammanfattning av uppskattad total årlig mängd minskade emissioner till luft från användning av biogas från de utvärderade anläggningarna jämfört med användning av fossilbränsle, inklusive produktionsförluster

Produktion och förluster av metan	Koldioxidekvivalenter Ton CO ₂ /år
Producerad fossilbränsleersättning ¹⁾	35 600
Direkta metanförluster vid rötnings- och gasuppgraderingsanläggningar ²⁾	-5 700
Indirekta metanförluster (minskad mängd reducerade emissioner vid användning av biogas på grund av att mängden tillgänglig biogas minskar genom direkta metanförluster) ³⁾	-1 300
Förluster vid produktion av och distribution av fossilbränsle ³⁾	+2 300
Total	30 900

1) Från Tabell 9

2) Baserat på 1 % förluster vid de utvärderade rötningsanläggningarna, 3 % vid gasuppgraderingsanläggningarna.

3) Produktion som motsvarar energiinnehållet i nuvarande biogasproduktion vid de undersökta biogasanläggningarna enligt ovan ger då upphov till 2 300 ton CO₂/år¹⁴ som kan tillgodoräknas biogasen

Fossilbränsleersättningen *inklusive förluster* uppgår alltså till 30 900 ton CO₂/år.

Som Tabell 11 visar är de uppskattade metanförlusterna – mätt som koldioxidekvivalenter – i storleksordningen 20 % av producerad fossilbränsleersättning, vilket gör att det naturligtvis är angeläget att ytterligare minska förlusterna så långt som möjligt.

Miljöpåverkan som erhållits från de utvärderade anläggningarna i nuläget sammanfattas i Tabell 12 nedan och jämförts med de kvantifierade nationella miljökvalitetsmålen. redovisar resultatet av jämförelsen.

¹⁴ Detta värde innehåller även förluster vid distribution, varför jämförelsen inte stämmer fullt ut. Tillförlitliga emissionsdata saknas dock för en helt rättvis jämförelse mellan emissioner från användning av biogas respektive fossilbränsle.

Tabell 12 Jämförelse av miljöpåverkan från de utvärderade rötningsanläggningarna i nuläget med huvudsakliga nationella miljökvalitetsmål²⁾

Parameter	Kvantifierat delmål	Reduktion av emissioner i dagsläget		
CO ₂	Minska med 4 % ²⁾ = 2,8 M ton CO ₂ /år	30 900 – 35 600 ton/år ¹⁾		
		Användning		
		Värmeproduktion ton/år	Fordon ton/år	Summa ton/år
NO _x	Minska till 148 000 ton/år	14	88	102
SO _x	Minska till 60 000 ton/år	- ³⁾	0,36	-
NM VOC	Minska till 241 000 ton/år	0,6	1,2	1,8

1) Med och utan metanförluster, från Tabell 9 och 11. Jämförelsen har baserats på skillnad i emissioner till luft från användning av biogas och fossilbränslen (eldningsolja, diesel och bensin). Emissionsdata har hämtats från Bilaga 3, kapitel 1.2.2, Tabell 3 och Tabell 5.

2) Källa: Naturvårdsverket

3) - = uppgift saknas för bedömning

Som framgår av tabellen så har systemen på *nationell* basis hittills haft relativt begränsad effekt, motsvarande ca 1 % av koldioxidmålet (30 900 ton CO₂/år jämfört med 2,8 M ton CO₂). Miljöpåverkan för övriga parametrar är mycket liten på nationell basis. Det bör dock påpekas att de lokala effekterna t ex i stadskärnor med biogasbase-rad kollektivtrafik ändå kan vara mycket stora.

En översiktlig miljöekonomisk värdering av dessa emissionsminskningar har genomförs (se Bilaga 3, kapitel 2.4) och visar på ett miljöekonomiskt värde av ca 10-46 Mkr/år för CO₂ och 2-6 Mkr/år för NO_x.

4.3.1.2 PRODUKTION AV RÖTREST OCH KOMPOST

Mängden mull och näringsämnen som producerats vid de undersökta rötnings- och komposteringsanläggningarna redovisas nedan. Redovisade värden för näringsinnehåll är baserade på medelvärden från driftdatainsamlingen (se Bilaga 1a, 1c).

Tabell 13 Total mängd producerade näringsämnen vid de utvärderade anläggningarna i nuläget

	Mängd TS, ton/år	Mull % VS av TS	N _{tot} kg/ton TS ¹⁾	NH ₄ -N kg/ton TS ¹⁾	P kg/ton TS ¹⁾	N ton/år	NH ₄ ton/år	P ton/år	Mull ton VS/år	Andel som återförts till jordbruket %
Rötrest	12 500	65	100	70	15	1250	880	190	8 000	80 %
Kompost	35 000	60	20	0,1	6	700	35	210	21 000	8 %

1) Från Tabell 17, Bilaga 3. Baserat på uppgifter från driftdatainsamlingen, se Bilaga 1a och 1c. Variationen i data uppskattas till ca 15-20 %.

Rötresten avsätts till 80 % i jordbruket och därmed erhålls i mycket stor utsträckning ett fungerande kretslopp av näring via rötningsanläggningarna.

Komposten avsätts till över 90 % till jordtillverkning, vilket innebär att man uppnår ett resursutnyttjande genom råvaruersättning. I vilken utsträckning ett kretslopp av näring via komposten beror på hur kompostjorden används. Med undantag för en mindre andel av komposten som går till ekologiska jordbruk resulterar de undersökta komposteringsanläggningarna i ett begränsat kretslopp av näringsämnen. Halten av näringsämnen i komposten är i betydligt lägre än i rötresten, i genomsnitt är kompostens kväveinnehåll 20 % av rötrestens och fosforhalten i kompost är ca 40 % av fosforhalten i rötrest.

4.3.2 Systemens framtida potential

I detta avsnitt redovisas vilken miljöpåverkan som storskaliga biologiska behandlingssystem, baserat bland annat på resultatet av nulägesanalysen, har möjlighet att uppnå på sikt. Systemens potential i form av reducerade emissioner till luft (från minskad fossilbränsleanvändning) samt nyttjande av rötrest och kompost har jämförts med de kvantifierade relevanta miljökvalitetsmålen.

Två olika scenarier för potentialen har undersökts med utgångspunkt i 1) de totala avfallsmängderna rötbart och komposterbart material i Sverige, 2) de utvärderade biologiska behandlingssystemens prestanda. I Tabell 14 nedan redovisas sammanfattas resultatet från Scenario 2 som motsvarar den verkliga potential som vi bedömer att systemen skulle kunna ha på sikt. Detta framtidsscenario förutsätter god teknisk prestanda på så sätt att behandlingssystemen antas vara fullt utvecklade, driftstabila och optimerade, med marginella metanförluster.

Tabell 14 Jämförelse av rötningssystemens verkliga potential med avseende på minskade emissioner till luft med de nationella miljökvalitetsmålen (Scenario 2 – verklig potential)¹⁾

Parameter	Kvantifierat delmål	Verklig potential + förbättringsåtgärder		
		Minskade emissioner till luft		
CO ₂	Minska med 4 % = 2,8 M ton CO ₂ /år ²⁾	1,5 M ton/år		
		Användning		
		Värmeproduktion	Lätta fordon	Tunga fordon
		ton/år	ton/år	ton/år
NO _x	Minska till 148 000 ton	1050	150	12 000
SO _x	Minska till 60 000 ton	-	190	35
NM VOC	Minska till 241 000 ton/år	40	210	140

1) Från Tabell 30 i Bilaga 3. Minskningen av emissioner har baserats på jämförelse mellan användning av biogas och fossilbränsle för uppvärmning respektive drivmedel till fordon, se Tabell 3 och Tabell 5 i Bilaga 3.

2) Jämfört med 1990 års nivå för totala utsläpp av klimatpåverkande gaser 72 M ton CO₂-ekv

Tabellen ovan visar att rötningssystemen har mycket god potential att på sikt bidra till att koldioxidmålet uppnås om biogasen ersätter fossilbränslen. Potentialen i form av minskade koldioxidutsläpp motsvarar ca 50 % av det aktuella miljö kvalitetsmålet (2,8 Mton CO₂/år).

För NO_x-utsläppen blir effekten störst om biogasen används i tunga fordon. Potentialen motsvarar här ca 20 % av den minskning som krävs för att uppfylla målet. Om biogasen används i lätta fordon eller till uppvärmning erhålls en betydligt mindre effekt med avseende på NO_x.

I praktiken kommer biogasen att användas till övervägande del fordonsbränsle. Med en antagen fördelning av biogasen med 20 % till uppvärmning, 40 % till lätta fordon och 40 % till tunga fordon bedöms då NO_x-utsläppen minska med ca 4 900 ton/år, vilket motsvarar ca 8 % av den emissionsminskning som krävs för att uppfylla målet.

Systemens potential att uppfylla delmålen avseende SO_x och NMVOC är mycket små på en nationell nivå. Lokala effekter kan dock vara stora.

Återigen skall osäkerheten i emissionsdata betonas, i synnerhet vid olika framtidsscenarier, med tanke på den snabba tekniska utveckling som sker på fordonsområdet.

4.4 LIP, ekonomi och styrmedel

4.4.1 *Betydelsen av LIP för satsningar på storskaliga system för biologisk behandling av källsorterat organiskt avfall*

4.4.1.1 RÖTNING

För de anläggningar där vi kunnat jämföra kalkylerade kostnader med projektens faktiska kostnader framkommer en bild där rötningsanläggningarna totalt sett (och i genomsnitt) blivit 52 % dyrare än i de kalkyler som presenterats i samband med ansökan om LIP-bidrag (788 MSEK jämfört med 518 MSEK). Siffrorna avser tolv anläggningar.

Den totala bidragssumman för de elva anläggningar som uppger att de fått LIP-bidrag uppgår till 172 MSEK, vilket stämmer relativt väl överens med de uppgifter som återfinns i Naturvårdsverkets sammanställning över beviljade bidrag (161 MSEK) för motsvarande anläggningar. Däremot avviker bidragsbeloppen med mer än 20 % i närmare hälften av de enskilda fallen (fem av elva anläggningar, tre nedåt, två uppåt). Det kan finnas flera förklaringar till avvikelserna.

- Den sammanställning över LIP-projekt som Naturvårdsverket tillhandahållit i projektet är inte uppdaterad med avseende på beslutade förändringar i LIP-finansiering eller projektomfattning. Uppgifterna avser förhållanden vid ursprungligt beslut om LIP-finansiering. I de fall bidraget sänkts har inte dessa uppgifter uppdaterats, höjning av bidragen har aldrig skett.

- Det finns ett gränsdragningsproblem vid klassificering av varje bidrag, detaljeringsgraden vid beskrivning av projekt och delprojekt har påverkat klassificeringen.
- En annan förklaring till avvikelserna kan vara att de som svarat på enkäten inte alltid haft full insyn i projektekonomi, eller känt till projektavgränsningen enligt LIP.

Baserat på anläggningarnas egna uppgifter kan vi beräkna att LIP har utgjort ca 22% av investeringarna för de anläggningar som erhållit LIP. Till detta kommer tre röttningsanläggningar som byggts utan något LIP-bidrag.

En av studiens huvudfrågor är att undersöka vilken betydelse LIP har haft för att satsningar på biologiska behandlingssystem kommit till stånd.

- LIP-bidraget uppges inte haft någon påverkan vid valet av behandlingsmetod eller valet av anläggningstyp/teknik. Däremot har det gett ett bättre utrymme för förändrade (bättre) lösningar.
- De kostnadsökningar som skett ges primärt andra förklaringar än att LIP-bidraget skulle haft en avgörande betydelse. Kostnadsökningarna uppges bero på utdraget projektgenomförande, kostnadsutveckling, bristfälliga kalkyler/beslutsunderlag, brister i upphandling samt olika genomförandeproblem.

Delvis motsägelsefulla svar erhöles på frågan om olika styrmedels betydelse för att de aktuella anläggningarna kommit till stånd.

Tabell 15

Hade anläggningen kommit till stånd under nedanstående förutsättningar?	ja	nej	kanske
utan LIP-bidrag	3	2	6
utan deponiskatt	6	5	0
utan regeringsbeslut om förbud för deponering av utsorterat brännbart avfall och organiskt avfall	6	5	0
med enbart deponiskatt	1	4	4
med enbart deponeringsförbud	1	3	5
med enbart LIP-bidrag	2	5	3

Frågan har besvarats av 13 av 16 anläggningar.

Ungefär hälften av anläggningarna hävdar att anläggningen hade kommit till stånd utan vare sig *deponiskatten* eller *deponeringsförbudet* samtidigt som övriga anläggningar menar att anläggningen inte kommit till stånd utan just dessa båda faktorer. Åsikterna om *LIP-bidraget* som styrmedel är varierande, ungefär hälften svarar "kanske" på frågan, medan resterande anläggningar fördelar sig jämt mellan "ja" och "nej". Två av de som svarat menar att *samtliga* tre faktorer varit nödvändiga medan en menar att *ingen* av faktorerna haft avgörande betydelse.

Som enskilt styrmedel framstår inte något av de tre som särskilt betydelsefullt i förhållande till de övriga, om endast ett av styrmedlen hade funnits så bedöms det som tveksamt eller inte troligt att närmare hälften av anläggningarna byggts. Den sammanlagda verkan av styrmedlen förefaller däremot vara större, kombinationen tycks ha haft en betydande inverkan på förutsättningarna för anläggningarnas tillkomst.

För att få en bättre bild av vilka de viktigaste orsakerna varit till att anläggningarna byggts fick man i fritext besvara följande fråga:

Tabell 16

Varför har anläggningen kommit till stånd? Ange huvudsakliga skäl.	
	Antal svar
Miljöskäl	20
Regelverk	5
Ekonomi	5
Politiska skäl	2
Frågan har besvarats av 14 av 16 anläggningar.	

Totalt har 32 olika skäl redovisats. De flesta (20 stycken) har kunnat klassificeras som ”miljöskäl”. I gruppen ”miljöskäl” framträder tre ungefär lika stora undergrupper. En grupp med mer *allmänna miljöskäl* (7 st), en grupp som har en tydlig inriktning mot att *förbättra hanteringen av organiskt avfall* (8 st) och en tredje undergrupp (5 st) som uttrycker en tydlig *ambition att producera biogas, drivmedel eller rötrest för jordbruket*.

4.4.1.2 KOMPOSTERING

Komposteringsanläggningarna har inte varit LIP-finansierade i samma utsträckning som rötningsanläggningarna, endast en av de anläggningar som ingått i undersökningen har fått LIP-stöd. De norska anläggningar har inte haft tillgång till LIP och inte heller andra bidragsformer har varit aktuella enligt den information som samlats in.

Tabell 17

Hade anläggningen kommit till stånd under nedanstående förutsättningar. Siffrorna avser Svenska/Norska anläggningar.			
	ja	nej	kanske
utan LIP-bidrag	3/1	0/0	0/0
utan deponiskatt	2/2	0/0	1/0
utan regeringsbeslut om förbud för deponering av utsorterat brännbart avfall och organiskt avfall	2/0	0/0	1/2
med enbart deponiskatt	1/1	0/0	1/1
med enbart deponeringsförbud	1/1	0/0	1/1
med enbart LIP-bidrag	1/0	1/0	1/1
Frågan har besvarats av 3 av 7 svenska, respektive 2 av 4 norska anläggningar			

Om ett av de tre olika styrsystemen inte hade funnits, förefaller anläggningarna i de allra flesta fall ha kommit till stånd ändå, en viss osäkerhet förkommer om inte deponeringsförbudet funnits. Osäkerheten är emellertid påtagligt större för ca hälften av anläggningarna om enbart ett av styrsystemen funnits. Inget enskilt styrmedel skiljer ut sig i jämförelse med övriga.

Tabell 18

Varför har anläggningen kommit till stånd? Ange huvudsakliga skäl.	
	Antal svar
Förbättrad miljömässig hantering av organiskt avfall	3
Regelverk	5
Ekonomi	1

För komposteringsanläggningarna skiljer sig bilden jämfört med rötningsanläggningarna. Deponeringsförbudet, har en mycket större genomslagskraft för dessa anläggningar, och ett mer miljömässigt omhändertagande av avfallet förefaller vara de avgörande skälen till att anläggningarna byggts.

Slutsats

Strävan mot en miljömässigt förbättrad hantering av det organiska avfallet har varit en mycket stark drivkraft i arbetet med att åstadkomma de aktuella rötningsanläggningarna. LIP-bidraget ses inte som en lika nödvändig faktor, men förefaller ändå ha haft en viktig funktion för att få nödvändiga beslut fattade och fungerat som en katalysator för att få igång projekten. Det har också medgett visst ökat utrymme för ett bättre teknik/materialval.

Om inte LIP funnits, men däremot övriga styrmedel, bedömer man att endast en rötningsanläggning utöver de som byggts utan LIP hade kommit till stånd. För komposteringsanläggningarna uppges framförallt deponeringsförbudet haft avgörande betydelse för att anläggningarna byggts. Dessa anläggningar är i mindre grad beroende av LIP. I betydligt större utsträckning än för rötningsanläggningarna bedömer man att de aktuella anläggningarna skulle ha byggts utan något av de tre styrmedlen.

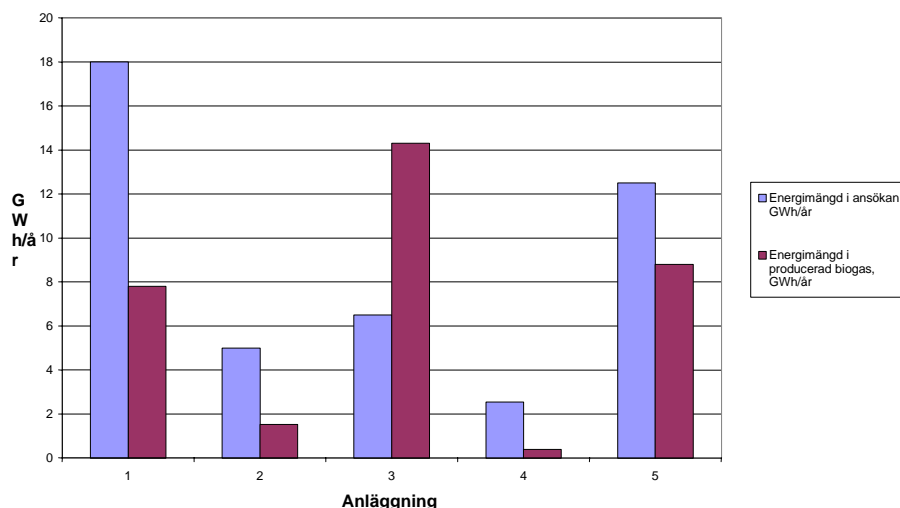
4.4.2 LIP och miljöeffekter

I kommunernas ansökningar om investeringsstöd skall bland annat den planerade investeringens förväntade miljöpåverkan kvantifieras. I detta avsnitt har utvärderats i vilken grad de LIP-finansierade anläggningarna uppfyllt de mål som angavs i ansökningarna. LIP-bidragets kostnadseffektivitet med avseende på den "miljönytta" som uppnåtts har också uppskattats. Nedan sammanfattas de viktigaste resultaten från analysen av måluppfyllelse och bidragseffektivitet. Fullständig redovisning och diskussion återfinns i Bilaga 4, kapitel 4.4.3.

4.4.2.1 LIP-FINANSIERADE ANLÄGGNINGARS MÅLUPPFYLLELSE

4.4.2.1.1 Rötning och gasuppgradering

Av de rötningsanläggningar i studien som beviljats LIP-bidrag (varav 1 för en tillhörande uppgraderingsanläggning) har det här varit möjligt att kvantitativt bedöma 5 st, och då med avseende på parametern ”producerad energimängd”. Två projekt som erhållit LIP-bidrag lades ned redan i planeringsskedet.



Figur 4 Angivna och uppnådda mål för 5 st LIP-finansierade rötningsanläggningar med avseende på producerad energimängd

Som Figur 4 ovan visar varierar måluppfyllelsen för de fem anläggningarna mellan 15 och 220 %, med ett genomsnittligt värde av 74 %. Resultatet gäller för den aktuella utvärderingsperioden och ändras kontinuerligt allteftersom fler anläggningarna som beviljats LIP-bidrag tas i drift.

Samtliga utvärderade anläggningarna uppgett olika antal och olika typer av miljöeffekter i sina ansökningshandlingar (14 st!) och använt olika beräkningsmodeller. I många ansökningshandlingar (speciellt från tidigare år) saknas en fullständig redogörelse för hur uppgifterna beräknats. Det finns således en uppenbar brist på enhetlig information i ansökningshandlingarna som försvårar bedömningen av måluppfyllelse, i synnerhet som de olika kommunerna har gjort olika bedömningar av vilka förväntade effekter som man kommer att uppnå från mycket liknande åtgärder.

4.4.2.1.2 Kompostering

Endast en av de två komposteringsanläggningar som har erhållit LIP-bidrag har kunnat utvärderas. Måluppfyllelsen för olika parametrar varierar mellan ca 20 och 175 %, med de högsta värdena för minskade deponerade mängder samt näringsärsättning i form av fosfor och kväve.

4.4.2.2 LIP-BIDRAGETS EFFEKTIVITET MED AVSEENDE PÅ UPPNÅDDA MILJÖEFFEKTER

För att bedöma LIP-bidragets effektivitet har beviljade bidrag för de utvärderade anläggningar jämförts med uppnådda miljöeffekter¹⁵ och med det miljöekonomiska värdet av dessa uppnådda effekter.

4.4.2.2.1 Rötning

Svårigheten att med säkerhet koppla en viss andel av LIP-bidraget till en viss effekt (se kapitel 4.4.1.1.) ovan, har gjort en individuell bedömning av enskilda anläggningar mycket osäker. Bidragseffektiviteten har därför bedömts utifrån de totala effekterna från de LIP-finansierade anläggningarna och jämförts med det totalt beviljade bidraget för dessa anläggningar. Jämförelsen har gjorts på årsbasis och i ett 15-årsperspektiv.

Bidragseffektiviteten har på detta sätt beräknats för befintliga respektive befintliga + planerade LIP-finansierade anläggningar.

Som redovisas i kapitel 4.4.1 har LIP-bidraget alls inte ensamt stått för de uppnådda ”miljöeffekterna”. Bidragseffektiviteten som den beräknats här *bortser från övrig finansiering och uttrycker enbart vilken total effekt (över 15 år) som en satsad LIP-krona ger.*

LIP-bidragets effektivitet är störst när det gäller emissioner av koldioxid, följt av emissioner av kväveoxider. I ett 15-årsperspektiv blir bidragseffektiviteten för LIP med avseende på koldioxid då i runda tal ca 6 kg CO₂ per LIP-krona, motsvarande ett miljöekonomiskt värde av ca 2-10 kr/LIP-krona. Alternativt kan detta uttryckas som att ca 0,15 kr i bidrag ger en reduktion på 1 kg CO₂-utsläpp.

När samtliga LIP-finansierade anläggningar i utvärderingen har tagits i drift innebär detta en samlad miljöekonomisk vinst för perioden på mellan ca 1-5 kr/LIP-krona, relaterade till minskade koldioxidutsläpp (motsvarande ca 0,3 LIP-kr/kg CO₂). Att bidragseffektiviteten sjunker beror på att de LIP-anläggningar som planerats har beviljats betydligt högre andel LIP-bidrag än de tidigare anläggningarna medan gasutbytet kan förväntas vara detsamma, vilket gör att LIP-bidragets effektivitet – mätt på detta sätt – minskar.

För NO_x-emissionerna ger varje satsad LIP-krona såväl i dagsläget som efter idrifttagning av planerade LIP-finansierade anläggningar omkring 0,02 kg/LIP-kr (= 50 LIP-kr/kg NO_x) motsvarande ca 0,3-1 kr/LIP-kr (= 1-3 LIP-kr/kr) i miljöekonomisk vinst under en 15-årsperiod.

¹⁵ I LIP-ansökningarna används genomgående termen ”miljöeffekter” med vilken man avser den miljöpåverkan som förväntas genom att införandet av en viss åtgärd, varför denna term har använts i detta avsnitt.

LIP-bidragets effektivitet för NMVOC¹⁶ är mycket begränsad (som tidigare konstaterats i Bilaga 3).

Vid sidan av bidragseffektivitet har även kostnadseffektiviteten beräknats baserad på anläggningarnas investeringskostnad och denna uppgår till 1/7 av bidragseffektiviteten för befintliga LIP-finansierade anläggningar. Sett till *samtliga* LIP-finansierade anläggningar kommer kostnadseffektiviteten jämfört med bidragseffektiviteten att öka till ca 1/5, fastän planerade anläggningar har högre investeringskostnad än befintliga. Detta beror på att de planerade anläggningarna har fått större andel LIP-bidrag än de befintliga.

4.4.2.2 Kompostering

LIP-bidragets effektivitet för den komposteringsanläggning som har erhållit LIP-bidrag har uppskattats till 0,4 kg TS kompost per satsad LIP-krona. På samma sätt som för rötning bortser bidragseffektiviteten här från övrig finansiering och uttrycker enbart vilken total effekt (över 15 år) som en satsad LIP-krona ger (i detta fall står kommunen för ca 50 % av investeringen).

Under antagande att komposteringsanläggningen har en livslängd av ca 15 år och producerar samma mängd kompost årligen fås en total samhällsekonomisk vinst av 27 Mkr. LIP-investeringens effektivitet blir då 6 kr/LIP-krona, dvs för varje satsad LIP-krona fås (tillsammans med varje satsad kommunal krona) 6 kr tillbaka i samhällsekonomisk vinst (eller omvänt 0,4 LIP-kr/kr miljöekonomisk vinst). Det samhällsekonomiska värdet som beräkningen baserats på är hämtat från en norsk studie¹⁷ och är här endast en approximering för svenska förhållanden. Den skall här ses som en fingervisning om storleksordning för vad det samhällsekonomiska värdet här skulle kunna vara och LIP-bidragets effektivitet.

4.4.3 Övriga effekter av LIP

4.4.3.1 INDIREKT MILJÖPÅVERKAN (ATTITYDFRÅGOR OCH MILJÖARBETE)

En fråga i undersökningen har handlat om planering och byggnation av de aktuella anläggningarna påverkat kommuners syn på miljö- och avfallsplanering och avfallsbehandling.

För röttningsanläggningarna besvaras frågorna i lika utsträckning med såväl ja som nej, och man ger i regel samma svar på båda frågeställningarna. Vi tolkar svaren som en bekräftelse på att besluts- och byggprocess i hög utsträckning sker i samspel med planeringsprocessen, och att det är svårt att säga om vilka beslut/åtgärder som eventuellt påverkat andra beslut/åtgärder. Flera som svarat nej poängterar att den aktuella

¹⁶ NMVOC = "non-methane volatile organic carbon", flyktiga organiska ämnen exklusive metan.

¹⁷ Lystad et al, Samfunnsøkonomisk nytte ved anvendelse av produkter fra biologisk nedbrytbart avfall i jord, Jordforsk rapport nr 4/03.

anläggningen är en naturlig konsekvens av tidigare fattade politiska beslut och uttalade ambitioner (exempelvis i avfallsplanen).

För komposteringsanläggningarna ser man en tydligare koppling mellan anläggningen och dess påverkan på *kommunens* syn på miljöarbete, avfallsplanering och avfallsbehandling än i svaren från rötningsanläggningarna. För de svenska anläggningarna är bilden dock inte lika tydlig som för de norska.

Enkäten ställde även två frågor om de svarande anser att den biologiska behandlingsanläggningen påverkat *allmänhetens* respektive *övriga aktörers* kontakter med avfallsverksamheten, arbetsinsats, miljöintresse och syn på avfallshanteringen

Svaren från *rötningsanläggningarna* tyder på att såväl *allmänhetens* som *övriga aktörers* engagemang upplevs som *större* eller *oförändrat* i flertalet fall.

Genomgående upplever man vid *komposteringsanläggningarna* att *allmänhetens* och *övriga aktörers* kontakter med avfallsverksamheten, arbetsinsatserna, miljöintresset och synen på avfallshanteringen påverkats och blivit *större*. Dessa erfarenheter är betydligt mer enhetliga än för rötningsanläggningarna. Eftersom dessa anläggningar i större utsträckning behandlar hushållsavfall så är det naturligt att ett större engagemang krävs och behöver upprätthållas genom kontinuerliga kontakter, information, dialog, etc än för rötningsanläggningar som i huvudsak behandlar avfall från ett mindre antal leverantörer som dessutom i betydande utsträckning varit involverade i själva planeringsarbetet, och har ett stort engagemang redan från början.

Slutsats

Från komposteringsanläggningarnas sida är bilden tydlig. En effekt av anläggningarna är att man upplever att kommunernas syn på miljö- och avfallsplanering och avfallsbehandling påverkats. På motsvarande sätt har även kontakter med avfallsverksamheten, arbetsinsatser (källsortering, mm), miljöintresse och synen på avfallshantering ökat såväl hos allmänheten som hos övriga aktörer.

För rötningsanläggningarna, och i viss mån de svenska komposteringsanläggningarna är bilden inte fullt lika tydlig. Sannolikt beror det på att besluts- byggprocess i hög utsträckning sker i samspel med planeringsprocessen, och att det är svårt att säga vilka beslut/åtgärder som eventuellt påverkat andra beslut/åtgärder.

4.4.3.2 SYSSELSÄTTNING

Rötnings- och komposteringsanläggningarna har haft en viss påverkan på arbetsmarknaden men den förefaller vara liten. Flertalet svaranden uppger mellan 1-3 tillkommande varaktiga arbetstillfällen, samt tillfälliga arbeten. Ingen anläggning har resulterat i försvunna arbetstillfällen.

4.4.3.3 SYNPUNKTER PÅ LIP

För att få en bättre bild av hur man från anläggningsägarnas sida uppfattar LIP-bidraget ställdes följande frågor

Vad anser Ni är bra respektive dåligt med LIP-bidraget som styrmedel för byggande av röttnings- och komposteringsanläggningar?

Ge exempel på styrmedel som skulle varit mer effektiva än LIP-bidraget för byggande av röttnings- och komposteringsanläggningar.

Sammanfattningsvis erhöles följande synpunkter:

- LIP-bidraget har en viktig funktion som katalysator för projekten, det bidrar till att nödvändiga beslut fattas och att man går från ord till handling.
- Själva bidragsprocessen upplevs som resurskrävande och forcerad, samt många gånger administrativt arbetsam. Andra ser emellertid bidragsprocessen som positiv då den kräver engagemang och samordning.
- Bidragets syfte upplevs av flera svarande som oklart, liksom bidragsgivarens uppfattning om vad som önskvärt när det gäller långsiktiga miljöeffekter. Grunderna för beslut om beviljande av LIP-stöd eller inte, liksom varför bidragsandelen varierar mellan olika anläggningar upplevs som otydliga.
- Projekten är komplexa och genomförandetiden lång, vilket bidragsformen upplevs vara dåligt anpassad till.

De förbättringsförslag som framkommer i undersökningen är i huvudsak följande:

- Större marginaler behövs i medelstillsdelningen för att kunna kompensera för osäkerheter och kostnadsökningar.
- Ökad rättvisa skulle kunna uppnås genom att upprätta förutbestämda krav på anläggningarna och lämna generella (och likvärdiga) bidrag till alla med tekniska lösningar som uppfyller kraven.
- Prestationsbetingat driftstöd bedöms av några som sannolikt mer effektivt än ett rent investeringsstöd
- Bidraget bör anpassas för att bättre kunna tillåta längre tidplanering/ genomförandetid.
- Skattepålägg för deponering har varit mer effektivt än LIP-bidraget. Motsvarande på förbränning hade sannolikt gett ytterligare effekt för att få biologiska behandlingsanläggningar att komma till stånd.
- Genom att rikta ett ökat stöd mot FoU-sidan kan ett ökat samarbete mellan forskare och anläggningar stimuleras.

Komposteringsanläggningarna har huvudsakligen byggts utan LIP-stöd, och de enstaka synpunkter som erhållits har inkluderats i sammanställningen ovan.

Diskussion

Det finns exempel på att bidragsfinansierade anläggningar har upprepat och upplevt samma ”fel” som andra anläggningar redan lagt stora resurser på att lösa. I och med att tekniken ännu inte är fullt utvecklad får vi ett intryck av att bidraget i stor utsträckning kommit att fungerat som ett FoU stöd, men utan styrning och samordning.

Vidare har vi i samband med utvärdering kunnat konstatera att det varit krångligt och/eller mödosamt att reda ut vilka förväntade (miljö)effekter som de olika anläggningarna förväntas uppfylla. Detta har sin orsak i att effekterna i LIP-ansökningarna inte angetts på ett enhetligt sätt, hur miljöeffekter beräknats framgår inte alltid.

Det finns inte instruktioner/krav på hur uppnådda effekter ska redovisas. Krav på redovisning finns överhuvudtaget inte utöver en uppskattning av hur de miljöeffekter som man själv angivit uppfyllts. Vi menar att det bör vara ett grundläggande krav att det skall finnas en rapporteringsskyldighet när man erhåller finansiering från offentliga myndigheter. Det bör även övervägas om inte bidragsgivaren bör ha möjlighet att göra oanmälda inspektioner/revisioner för att säkerställa hur medlen används.

Det finns mycket som talar för att bidragssystem som fungerar stimulerande både i investeringsskedet och i driftskedet skulle ha bättre förutsättningar att resultera i ett större miljöekonomiskt värde. Flera anläggningsägare har en tydlig uppfattning om att LIP tillsammans med andra styrmedel haft avgörande betydelse för att projekten har kommit loss. Däremot är den hittills uppnådda ”miljönyttan” ännu förhållandevis liten. En slutsats är att bidraget forcerat fram byggandet av anläggningar, men att det saknats tillräckligt starka incitament för att få goda driftresultat. Flera svaranden menar att ett prestationsbetingat driftstöd, exempelvis kopplat till mängden producerad mängd biogas som ersätter fossilt bränsle eller faktisk mängd rötrest/kompost som används inom jordbruket, skulle få en positiv påverkan på hela projektgenomförandet från planeringsfas till drift av färdig anläggning.

4.5 Genomförandefrågor

4.5.1 Tidplan för genomförandet

Genomförandetiden räknat från att utrednings- och planeringsarbete påbörjades tills att anläggningarna togs i drift varierar för rötningsanläggningarna mellan 3-8 år och för komposteringsanläggningarna mellan 1-6 år. Flera rötningsanläggningar var ännu inte i full drift vid undersökningstillfället, varför tidsspannet kan antas var något större.

4.5.2 Samverkan i projektgenomförande

Samtliga rötningsanläggningar uppger att den egna organisationen, eller dess föregångare har deltagit i planeringsarbetet. Av dessa uppger 11 (av 15) att också övriga intressenter deltagit. Rollfördelningen framgår emellertid dåligt av enkätsvaren. No-

terbart är att av de 5 anläggningar som uppgivit att (icke kommunala) avfallsleverantörer varit delaktiga i planeringsarbetet så tillhör 4 den typkategorin R1 ("gödselröttningsanläggningar").

Endast en av komposteringsanläggningarna uppger att övriga intressenter deltagit i planeringsarbetet, för övriga 6 som svarat uppges enbart den egna organisationen eller dess ägare ha deltagit.

Ingen av komposteringsanläggningarna har rapporterat att vare sig produktanvändare eller intresseföreningar deltog i planeringsarbetet. Detta skiljer sig betydligt från situationen för rötningsanläggningarna, där produktanvändare deltog i 66 % av fallen och intresseföreningar 31 %. I de flesta fall (6 av 10) som har definierat produktanvändarna avses lantbrukare och deras organisationer, och i 4 fall kollektivtrafikbolag följt av energibolag i 2 fall.

Slutsats

Samverkan i planeringsskedet har i betydligt större utsträckning skett för rötningsanläggningarna. Komposteringsanläggningarna förefaller ha hanterats som en kommunal angelägenhet, med lite samverkan med utomstående parter/intressenter.

4.5.3 Erfarenheter från genomförandet

De som deltagit i undersökningen har ombetts svara på frågan om vad som är de tre viktigaste sakerna att tänka på om ni en gång till skulle planera och bygga en rötnings- eller komposteringsanläggning. Frågan besvarades på följande sätt.

Tabell 19

Om Ni en gång till skulle planera och bygga en rötnings- eller komposteringsanläggning vad är de tre viktigaste sakerna att tänka på?				
Rötningsanläggningar	Prioritet 1	Prioritet 2	Prioritet 3	Summa
Planering	8	3	3	14
Genomförande	4	4	1	9
Avsättning	2	2	3	7
Ekonomi	3	3	1	7
Övrigt	2	1	2	5
Antal svar	19	13	10	42
Komposteringsanläggningar¹⁾	Prioritet 1	Prioritet 2	Prioritet 3	Summa
Planering	1/2	3/1	1/1	5/4
Genomförande	1/0	0/0	0/0	1/0
Avsättning	0/0	0/0	1/0	1/0
Teknik	1/1	0/1	1/1	2/3
Övrigt	1/0	0/1	0/1	1/2
Antal svar (Sv/No)	4/3	3/3	3/3	10/9

1) enkätsvar Sverige/Norge

Tabellen ovan är en bearbetad sammanställning av de svar som inkommit. Frågan har besvarats av 14 av 16 rötningsanläggningar, samt av 3 av 7 respektive 3 av 4 komposteringsanläggningar i Sverige och Norge.

De vanligaste svaren är för såväl rötnings- som komposteringsanläggningarna på olika sätt relaterade till bättre planering. Typiska svar under ”planering” är större/bättre samordning och mer genomarbetade beslutsunderlag (exempelvis bättre kunskap om inkommande avfall (sammansättning och tryggad leverans)) och en mer realistisk tidplanering. För komposteringsanläggningarna ingår här också frågor som lokalisering (för att förhindra olägenhet från lukt) och tillräckliga ytor, samt ordentligt klarlagda förutsättningar.

Därefter följer för rötningsanläggningarna genomförandefrågor, vilka innefattar just genomförandet i allmänhet, men också mer specifikt tidsaspekter och upphandlingsfrågor.

För komposteringsanläggningarna är teknikrelaterade frågor den näst viktigaste erfarenhetsfrågan. Teknikrelaterade frågor avser tekniska erfarenheter som sortering, förbehandling, etablerad och robust teknik, fokusera mer på den biologiska processen framför teknik. De synpunkter som förts fram avseende teknik har för rötningsanläggningarna genomgående varit starkare relaterade till planerings- eller upphandlingsskedet där svårigheten att välja och handla upp teknik som är under utveckling lyfts fram.

Slutsats

De erhållna svaren visar att planering och byggande av rötningsanläggningar är en typ av projekt som innehåller många faktorer och moment som kan gå fel. Tekniken är under utveckling i Sverige och egenskaperna hos materialet (sorterat hushållsavfall) som skall behandlas är svårbedömda på förhand samtidigt som erfarenheter från andra anläggningar dels är begränsade (på grund av det ringa antalet anläggningar) dels inte generella (förutsättningarna är i stor utsträckning unika för varje enskild anläggning). Dessutom är erfarenheterna dåligt dokumenterade. Denna undersökning visar att god planering är den faktor som de flesta rötningsanläggningar ser som viktig för att genomföra ett lyckat projekt, följt av genomföranderelaterade frågor.

Komposteringsanläggningar anser också att bra planering är viktigast, men är mer konkreta i sina synpunkter. Tekniken är mer mogen och projektgenomförandet mer etablerat. Man förefaller uppleva mer detaljtekniskt relaterade problem.

4.5.4 Beslutsunderlag

En återkommande synpunkt är att utredningsarbetet skett under tidspress och att kostnads kalkyler har baserats på ett alltför osäkert underlag. Detta avspeglas till viss del av de kostnadsökningar som projekten många gånger drabbats av. Från anläggningarna uppger man i flera fall att förstudiearbetet har forcerats pga LIP-systemets tidplane-

ring. Vanliga kommentarer handlar om att förarbetena i planeringsskedet måste få ta sin tid, och att kostnads kalkylerna måste vara bättre.

4.5.5 Kostnadsökningar

De kostnadsökningar som uppkommit framförallt för rötningsanläggningarna uppges vara en följd av flera samverkande faktorer, dels har, som tidigare påpekats, tidiga kostnads kalkyler inte alltid varit tillräckligt genomarbetade, dels är projektens genomförandetid relativt lång varför prisförändringar får relativt sett stor betydelse. Kostnads kalkyler i förstudier och beslutsunderlag hinner bli inaktuella innan beslut om upphandling fattas och slutligen genomförs. Till det kommer de osäkerheter som följer av att tekniken inte är färdigutvecklad, och att anläggningarna många gånger drabbats av driftproblem och delar har behövt byggas om. För komposteringsanläggningar där tekniken är enklare och mer etablerad rapporteras inte samma kostnadsavvikelser.

4.5.5.1 UPPHANDLING OCH KONKURRENS

Ett antal olika synpunkter och erfarenheter förknippade med upphandling av anläggningar och komponenter har framkommit.

Många av rötningsanläggningarna har upplevt det svårt att på ett bra sätt handla upp teknik som inte är färdigutvecklad. I de flesta fall kan driftproblem och tekniska svårigheter i anläggningarna som tillhör kategori R2 till viss del hänföras till bristande kunskap hos samtliga inblandade aktörer, dvs beställare, konsult och entreprenör, vid upphandlingen av systemet ifråga. Framför allt verkar detta ha visat sig vid utvärderingen av tekniska delarna av anbud.

Vidare verkar det ringa antalet aktörer på den svenska marknaden i flera fall bidragit till en otydlig rollfördelning i projekten. Leverantörer har ”kommit överens” med beställare/konsulter om vilka lösningar som skall anses vara tillfredsställande, vilket gjort att man i ett senare skede inte kunnat klarlägga var ansvaret legat för en lösning med dålig funktion.

Diskussion

I dagsläget finns det betydligt fler leverantörer/konstruktörer av typ R1-anläggningar än av typ R2- och R3-anläggningar på den svenska marknaden. Tekniken är i det första fallet både enklare och mer etablerad. Leverantörer av R2-system är få till antalet. Orsakerna till detta är flera.

Även i andra länder är systemen för biologisk behandling i stor utsträckning under utveckling. Ett flertal europeiska aktörer för uppförande av rötningsanläggningar för matavfall finns dock etablerade på marknaden. Det är däremot ingen som ännu kan uppvisa referensanläggningar för *hushållsavfall i påse* (dvs Typ R2-anläggningar, enligt vår definition i denna studie).

Prisläget i Europa för biologiska behandlingssystem är hittills betydligt högre än i Sverige, sannolikt för att avgifterna för att behandla avfall generellt ligger på en högre nivå. Den högre kostnaden är troligtvis det främsta skälet till att dessa system inte ännu etablerats i någon större utsträckning på den svenska marknaden. Många bygger även sin teknik på en stor del manuell hantering (utsortering av föroreningar) vilket i Sverige på de flesta ställen inte är acceptabelt av arbetsmiljöskalet. Kostnadsläget går även i Sverige mot ökade investeringskostnader, vilket, om denna trend håller i sig, gör att fler europeiska aktörer på sikt kan komma att intressera sig för den svenska marknaden.

Bristande konkurrens i kombination med att flera rötningsanläggningar planerats och handlats upp under samma tidsperiod har gjort att ny teknik och processer i ett system inte hunnit utvärderas före uppförande av nästa system. Detta har i vissa fall medfört att en viss typ av intrimningsproblem och/eller konstruktionsfel upprepats. Det begränsade antalet aktörer har bidragit till denna problematik eftersom endast ett fåtal tekniska lösningar har funnits att tillgå. Dessutom har de svenska entreprenörerna som idag levererar system för avfallsrötning traditionellt ägnat sig åt VA-system (t ex slamrötningsanläggningar). Erfarenheterna av materialhantering utöver vatten och slam har därför ofta varit begränsad, vilket sannolikt varit en bidragande orsak till att svårigheterna med förbehandling av avfall underskattats.

Upphandling av den här typen av system ställer högre krav på kunskapsnivån i projektorganisationen än vad upphandling av etablerad teknik gör, eftersom man ofta tvingas bedöma oprövade tekniska lösningar. Det är också mycket svårt att upprätta en tillräckligt heltäckande kravspecifikation för systemet relaterad till det avfall som skall behandlas i anläggningen. I flera fall har olika tvister uppkommit av detta skäl. Bristande karaktärisering av avfallet gör det mycket svårt för beställaren att ställa funktionskrav på upphandlad utrustning. Karaktärisering av materialet är generellt mycket svårt pga dess heterogenitet och någon tillräckligt exakt standard existerar inte i dagsläget.

4.5.6 *Avfallsleverans*

4.5.6.1 AVFALLSLÄMNARE

Intresset för att leverera avfall till rötningsanläggningarna uppges i nuläget vara stort från restauranger, storkök och livsmedelsindustrier, samt för hushållsavfall och från kommuner. När det gäller framtida intresserade avfallsleverantörer förefaller intresset var högre för hushållsavfall/avfall från grannkommuner än från de övriga kategorierna. Vi har tolkat detta som att man besvarat frågeställningen utifrån framtida *tillkommande* avfallsleverantörer och att svaret speglar en situation där livsmedelsindustrier, restauranger och storkök i högre utsträckning redan i dag levererar avfall till anläggningarna medan det organiska hushållsavfallet ännu inte i lika stor utsträckning behandlas i anläggningarna. Det är viktigt att poängtera att detta bara indikerar antalet

typer av intresserade avfallslämnare, det går inte att dra några slutsatser om förväntad utveckling när det gäller avfallsmängder.

För komposteringsanläggningarna finns/bedöms det största intresset att leverera avfall till anläggningarna finnas hos den egna och andra kommuner för behandling av hushållsavfall, detta följs av avfall från restauranger och storkök. Intresset att leverera avfall från industrin förefaller emellertid vara betydligt mindre än för rötningsanläggningarna.

Uppsamlingsområdena utgörs antingen av enbart den egna kommunen eller den egna kommunen plus 3 eller fler kommuner, men förhållandevis få upptagningsområden förekommer i mellanstorlekarna (egen kommun + 1 till 2 kommuner). Bilden är densamma för både rötnings- och komposteringsanläggningar. Orsaken till detta är inte närmare klarlagd. Bakgrundsförhållanden som exempelvis storleken på kommunen (respektive grannkommuner) har inte analyserats, och det går därför inte att dra några slutsatser om uppsamlingsområdenas storlek.

4.5.6.2 MOTTAGNINGSAVGIFTER OCH KONKURRENS

Elva av tretton rötningsanläggningar (85 %) uppger att de upplever konkurrens från någon annan behandlingsanläggning. Majoriteten (9 st) upplever konkurrens från förbränningsanläggningar. Ungefär hälften av dessa upplever samtidigt konkurrens från någon ytterligare behandlingsanläggning (komposterings- eller annan rötningsanläggning). Två säger sig inte uppleva någon konkurrens alls. Konkurrens upplevs både i planeringsskedet och när anläggningarna är färdiga.

Alla komposteringsanläggningar utom en upplever någon form av konkurrens. Ingen särskild behandlingsmetod kan ses som den generellt sett största eller vanligaste konkurrenten till de aktuella anläggningarna.

Majoriteten av de svarande uppger att intäkterna motsvarar de förväntade och att avgifterna är konkurrenskraftiga. En svarar både ja och nej, gamla mottagningskontrakt är underprissatta, men detta ändras vid nytecknande. Kunskapen om konkurrenssituation och avgiftsnivåer uppges av några svaranden vara begränsad, "det är inget man pratar om".

Slutsats

Det upplevs i dagsläget finnas ett stort intresse att leverera avfall till rötnings- och komposteringsanläggningarna från industrier och kommuner/hushåll. På sikt finns intresset för kommunalt hushållsavfall kvar på samma nivå, medan det minskar för industriavfallet. Sannolikt levereras det industriella avfallet redan i stor utsträckning till många anläggningar, medan hushållsavfallet ännu inte tas om hand, varför man ser det som ett "tillkommande" avfall i framtiden.

Med något undantag upplever samtliga anläggningar konkurrens från en eller flera andra behandlingsanläggningar. Samtidigt så uppger man sig inte ha allvarigare problem med vare sig för höga mottagningsavgifter eller för låga intäkter. Närmare förklaringar till detta saknas. Det kan vara känsligt att diskutera dessa frågor alltför öppet och en möjlig förklaring kan vara att det kommunala ägarintresset är starkt i dessa anläggningar vilket kan förklara att man levererar avfall till "sin" anläggning till den kostnad som krävs.

4.5.7 Avsättning för slutprodukter

4.5.7.1 RÖTREST

För de flesta rötningsanläggningarna fanns intresserade mottagare för rötresten redan före byggstart. Rötningsanläggningar (speciellt de som inte avvattnar rötresten) är i dagsläget ofta helt beroende av att få leverera till närliggande jordbruk vilket naturligtvis motiverar kontakter med olika intresseföreningar. Jordbruk är således den dominerande avsättningsformen, 10 anläggningar levererar (eller avser att leverera) till jordbruk, 6 av dessa uppger att avsättningen är enkel, 2 att den är svår. 3 anläggningar uppger fler än ett avsättningsområde. I likhet med nuvarande situation tycks anläggningarna inte göra bedömningen att den framtida avsättningen är något större problem, då enbart två uppger att det förväntas bli svårt. I kommentarer till frågan framförs bl.a. slamdebatt och lantbrukskooperationens ställningstagande som avgörande för avsättningen i framtiden, några lyfter fram kvaliteten på produkten som avgörande för avsättningen.

4.5.7.2 KOMPOST

Svaren från komposteringsanläggningarna visar på ett mindre intresse, eller ett i mindre utsträckning identifierat intresse, hos mottagarna före byggstart än vad som redovisats för rötningsanläggningarna. För de som besvarat enkäten är det anläggningsjord som är den dominerande avsättningsformen. I flertalet fall upplever man det som enkelt att få avsättning för komposten. Av svaren att döma så ser man från komposteringsanläggningarna inga större svårigheter att finna avsättning för komposten i framtiden. De framtida användningsområdena uppges inte komma att förändras på något avgörande vis.

4.5.7.3 BIOGAS

I likhet med motsvarande fråga för rötrest/kompost fanns i de flesta fall intresserade mottagare för biogasen före byggstart. Uppvärmning och drivmedel är de vanligaste avsättningsformerna men fjärrvärme är också vanligt. Andra avsättningsområden som angetts är naturgasnät, deponigasnät och industriell användning. Avsättningen klassas i flertalet fall som lätt. De som anger att avsättningen är "svår" avser drivmedel. Förklaringen är att en ökad avsättning kräver en ökad fordonsflotta, vilket tar tid om den i stor utsträckning utgörs av personbilar.

5 Slutsatser

5.1 Anläggningarnas funktion och driftstatus

5.1.1 Röttningsanläggningar

Typ R1-anläggningar för pumpbart avfall är väl etablerade och fungerar generellt sett mycket bra. Anläggningarna är mindre flexibla genom att begränsningar finns för vilka avfallsslag som kan tas emot. Den mest sårbara delen i den här typen av system är själva röttningsprocessen och här bör man fokusera på processoptimering, inklusive ökad styrning av röttningsprocessen samt ökade kunskaper hos driftpersonalen.

Typ R2-anläggningar för hushållsavfall är fortfarande i ett utvecklingsskede. Rätt utformade ger denna anläggningstyp större förutsättningar för ett högt energiutbyte/hög energieffektivitet. Generellt sett är det samtidigt svårare att få anläggningarna att fungera bra ju större andel hushållsavfall som behandlas. R2-anläggningarna uppvisar också betydligt fler tekniska driftproblem. Utvecklingsarbetet bör även här fokuseras kring förbehandlingssteget (avskiljning av icke-rötbart material), omrörningsteknik, och även rötresthantering (inklusive vidareförädling).

Även Typ R3-anläggningar (mindre system för hushållsavfall) har relativt nyligen tagits i drift och är under intrimning. Anläggningarna har erfarit en hel del driftproblem och förutsättningarna för att erhålla en tillfredsställande drift med nuvarande utformning bedöms generellt som relativt små. Systemen är under ombyggnation och intrimning och fullständig utvärdering kan ske när kontinuerlig drift uppnåtts.

Typ R1-anläggningarnas säkrare drift i dagsläget innebär inte att någon rekommendation att endast uppföra anläggningar för pumpbart material kan eller skall göras, av två skäl:

- Det finns mycket stora vinster att göra genom att utveckla teknik för att hantera höga torrsustanshalter i inkommande material. Höga torrsustanshalter ställer höga krav på utformningen av systemen, men ger å andra sidan betydligt mer energieffektiva processer.
- En mycket stor mängd organiskt material (bland annat hushållsavfallet) riskerar då att exkluderas från biologisk behandling, eftersom Typ R1-anläggningarnas flexibilitet är begränsad. En stor del av denna potential riskerar därmed gå förlorad.

5.1.2 Gasuppgradering

Gasuppgraderingssystemen har genomgått en snabb utveckling de senaste åren och de nya systemen uppvisar betydligt bättre driftstabilitet och prestanda än äldre anläggningar. Vissa driftproblem förekommer fortfarande men dessa är generellt av betydligt lindrigare karaktär än tidigare. Det är tydligt att tidigare erfarenheter i kombination med ökade beställarkrav har påverkat de nya systemens utformning i positiv riktning och lett till en konstruktiv, pågående teknikutveckling.

Metanförluster i systemen hänger ihop med systemens prestanda och här sker en utveckling mot allt lägre metanförluster. Av de utvärderade anläggningarna uppvisar de tidigare systemen med inaktuell teknik uppskattningsvis i genomsnitt över dubbelt så höga metanförluster som system som uppförs i dagsläget. Teknikutvecklingen bör även fortsättningsvis inriktas mot att reducera (eliminera) metanförluster genom val av rätt komponenter och tillämpning/utveckling av metoder för destruktion av restmetan.

Endast 35 % av de utvärderade gasuppgraderingsanläggningarnas kapacitet utnyttjas i dagsläget, huvudsakligen på grund av brist på biogas (rågas) från rötningsanläggningen.

5.1.3 Kompostering

De utvärderade komposteringsanläggningarna är sammanfattningsvis generellt sett mekaniskt driftstabila och uppvisar inga större mekaniska/tekniska problem med avseende på materialhantering.

Ändamålsenliga data samlas in vid anläggningarna med fokus på drift, uppfyllande av miljökrav samt produktion av stabil kompost. Data avseende själva komposteringsprocessen är dock i de allra flesta fall i dagsläget otillräckliga för att på ett tillfredsställande sätt kunna bedöma, utvärdera och jämföra kostnadseffektivitet och miljöpåverkan mellan olika anläggningar eller typer av anläggningar.

Emissioner till luft är generellt dåligt klarlagda vid anläggningarna och kunskap saknas kring sambandet mellan komposteringsprocessen och emissionsmängderna, dvs under vilka förutsättningar som olika emissioner bildas och i vilka mängder. Lukt är ett utbrett problem vid de flesta av de undersökta anläggningarna (ej alla). Luktproblematiken bedöms härröra från icke-optimala komposteringsprocesser med framför allt otillräcklig luftning, vilket i förlängningen även riskerar leda till ökade emissioner, framför allt till luft.

Utvecklingen av komposteringsanläggningar bör fokuseras på att öka och utveckla processtyrningen och då framför allt kopplat till begreppet nedbrytningsgrad för det organiska materialet som behandlas i anläggningen. Likaså bör lämplig utformning av anläggningarna för att minimera olika emissioner och tillgodose hygieniseringskrav ägnas uppmärksamhet.

5.1.4 Källsortering och insamling

Val av påsmaterial (plast/papper/stärkelse) vid insamling av källsorterat organiskt hushållsavfall får effekter i efterföljande behandlingsanläggning. Baserat på insamlade data finns det en förhöjd risk för mer felsorterat material i plastpåse jämfört med papperspåse. Det är dock inte med nödvändighet som insamling i plastpåse resulterar i ökade mängder felsorterat (informationsinsatser har t ex avgörande betydelse). Mängden felsorterat är heller inte med nödvändighet ett stort problem vid behandlingsanläggningen.

Det är framför allt de stora mängderna plast vid insamling av källsorterat, organiskt material i plastpåse från hushållen som kan orsaka problem. Rötningsanläggningar är generellt mer tekniskt sårbara för stora mängder plast än komposteringsanläggningar eftersom det är svårt att undvika att plast följer med in till rötkammaren, med risk för drift- och processproblem samt försämrade avsättningsmöjligheter för rötresten.

Vid komposteringsanläggningar orsakar plasten få driftproblem, men leder till ökade driftkostnader.

5.2 Uppnådda miljöeffekter och framtida potential

Inte oväntat har befintliga system hittills haft mycket liten effekt på de nationella miljökvalitetsmålen (endast ca 0,04 % av koldioxidmålet). Det huvudsakliga skälet till detta är att en mycket liten del av de röt- och komposterbara avfallsmängderna ännu behandlas i de aktuella anläggningarna.

Systemens potential att på sikt uppfylla vissa av miljökvalitetsmålen bedöms som mycket stor, framför allt genom produktionen av förnyelsebar energi. Potentialen för minskade koldioxidutsläpp ger avsevärda effekter i ett samhällsekonomiskt perspektiv.

5.2.1 Miljöpåverkan

5.2.1.1 MINSKAD KLIMATPÅVERKAN

Rötningssystem för avfall bedöms på sikt kunna bidra till:

- Minskning av koldioxidutsläppen med ca 1,5 M ton koldioxid/år. Detta motsvarar ca 50 % av målet att minska koldioxidutsläppen med totalt 4 % av 1990 års nivå (motsvarande 2,8 M ton CO₂-ekv). I samhällsekonomiska termer uppskattas värdet av minskningen till mellan 600 och 2200 Mkr/år.

- Minskning av NO_x-utsläppen. Störst blir reduktionen om biogasen uteslutande används för att ersätta diesel i tunga fordon: ca 12 000 ton NO_x/år, vilket motsvarar ca 6 % av dagens utsläpp och 1/5 av den reduktion som krävs för att uppnå det aktuella miljökvalitetsmålet. I det fall biogasen istället används i lätta fordon eller för uppvärmningsändamål blir reduktionen mindre: ca 0,1 % respektive 0,7 % reduktion av dagens utsläpp.
I praktiken kommer biogasen att användas till samtliga dessa ändamål, på sikt till övervägande del fordonsbränsle. I genomsnitt bedöms då NO_x-utsläppen minska med ca 5000 ton/år, vilket motsvarar omkring 4 % av dagens utsläpp. Det miljöekonomiska värdet av reduktionen uppskattas i runda tal till ca 100-300 Mkr/år.
- Systemens potential att uppfylla delmålen avseende SO_x och NMVOC bedöms som små i ett nationellt perspektiv.

5.2.1.2 RESURsutNYTTJANDE OCH KRETSLOPP

Röttningsanläggningarna har stora förutsättningar att uppfylla mer allmänt formulerade miljömål för resursutnyttjande och återföring av näringsämnen till jordbruket (ersättning av konstgödsel). I dagsläget går ca 80 % av rötresten från de utvärderade anläggningarna tillbaka till jordbruket vilket innebär att ett väl fungerande kretslopp mellan stad och land i de flesta fall erhålls.

På sikt har rötningssystemen potential att ersätta omkring 45 000 ton kväve/år och 14 000 ton fosfor/år. Mullinnehållet i rötresten uppskattas till 540 000 ton/år.

Komposteringsystemens bidrag till miljökvalitetsmålen är huvudsakligen resursutnyttjande i form av ersättning av matjord och till viss del konstgödsel. Kompost är en mycket eftertraktad råvara för jordtillverkning med goda avsättningsmöjligheter. Förutsättningarna för avsättning av kompost till jordbruket bedöms som små på grund av den generellt låga efterfrågan, vilket gör att möjligheterna till kretslopp mellan stad och land är begränsade via kompostutnyttjande (användning i ekologiska jordbruk är dock möjlig).

På sikt har komposteringsystem för hushållsavfall potential att ersätta omkring 200 000 ton mull/år. Näringsinnehållet i komposten uppskattas till totalt ca 3 000 ton kväve/år och 1500 ton fosfor.

Systemens potential som beskrivits ovan är baserad på antaganden om väl fungerande anläggningar med optimerade processer. Det verkliga utfallet beror på vilka faktiska brister som systemen kommer att ha. Dessa är svårbedömda idag eftersom mätdata saknas nästan helt. Det finns dock många tecken på att dessa brister kommer att kunna elimineras på sikt.

5.2.1.3 RÖTNINGSANLÄGGNINGAR OCH GASUPPGRADERINGSANLÄGGNINGAR

Miljöpåverkan från anläggningarna består främst av emissioner till luft från hantering av rötresten. Vattenburna emissioner omhändertas generellt på ett bra sätt och bedöms ha mycket liten miljöpåverkan.

Vid rötningsanläggningarna saknas tillförlitliga emissionsdata för bedömning av NH_3 , N_2O , NMVOC och SO_x . Även metanförlusterna är svårbedömda, men kan ändå grovt uppskattas baserat på olika studier.

Den viktigaste slutsatsen är att omfattningen av emissionerna är helt avhängiga av anläggningarnas utformning samt hur väl processerna fungerar. Metanförluster och andra emissioner till luft som idag sker vid vissa anläggningar kan minimeras till mycket nära noll genom rätt utformning av anläggningarnas olika delar samt process-optimering. Metanförluster kan bland annat minimeras på följande sätt:

- En väl fungerande rötningsprocess med ett väl utrötat substrat.
- Ökad kylning av rötresten, eventuellt med värmepump. Detta medför förutom minskad metanavgång även att andelen biogas för intern uppvärmning minimeras, dvs åstadkommer god värmeekonomi i anläggningen.
- Gastäta mellanlager där metan från lagret samlas upp tillsammans med övrig gas.
- Om långtidslager av praktiska skäl är svåra att utforma gastäta bör rötresten lagras så länge som möjligt i mellanlager; möjligheten att skapa större mellanlager med längre uppehållstid kan då undersökas.

Vid de anläggningar som har en väl fungerande rötningsprocess, ett väl utrötat material, en god värmeåtervinning med en väl kyld rötrest, samt gastäta lager bör metanförlusterna kunna hållas mycket små. Detta innebär naturligtvis också att en gasproduktionsökning samtidigt erhålls.

Nya anläggningar uppförs generellt på ett betydligt bättre sätt än de tidigare anläggningarna (för ca 10 år sedan). Medvetenheten och kunskapen har ökat väsentligt och utveckling mot gastäta system sker snabbt. Risken för att emissionerna till luft skulle uppväga systemens miljönytta bedöms som mycket liten.

Huruvida metanförluster och andra emissioner från rötresten egentligen överhuvudtaget skall ingå i en bedömning av systemens totala miljönytta är inte helt självklart eftersom detta beror på vad som är alternativet till rötningen. Vid tidigare avfallshantering där avfallet deponerades bildades stora mängder metan som fritt gick ut till luften. Genom rötning samlas istället detta metan upp och utnyttjas som förnyelsebar energikälla och vid fordonsbränsleanvändning får man ytterligare fördelar i form av minskade emissioner av skadliga utsläpp.

Om avfallet i stället komposteras kommer nedbrytningen (under förutsättning att fullständigt aeroba förhållanden erhålls) att ske helt till koldioxid utan metanbildning vilket skulle vara mer fördelaktigt jämfört med metanläckaget vid rötning. Å andra sidan skulle då inte något förnyelsebart bränsle produceras och kunna utnyttjas. I denna utvärdering ingår inga jämförelser med alternativa behandlingsmetoder för avfall, men ovanstående bör påpekas för att rätt perspektiv skall behållas i diskussionerna kring miljönytta.

5.2.1.4 KOMPOSTERINGSANLÄGGNINGAR

Data för att bedöma emissioner till luft från komposteringsanläggningar saknas i stor utsträckning (några mätdata har erhållits i denna studie). En del forskningsresultat finns, men är ofullständiga och även vanskliga att överföra till förhållanden vid verkliga anläggningar och resultatet riskerar att bli missvisande.

Rätt utformning och processoptimering är även i fallet kompostering helt avgörande för att minimera emissionernas omfattning.

I komposteringsanläggningar minimeras emissioner till luft av metan och VOC, ammoniak, och lukt huvudsakligen genom att säkerställa en väl fungerande komposteringsprocess. Automatiserade och slutna komposteringsprocesser (Typ K3) har bäst förutsättningar i detta avseende. Öppna och enkla komposteringsanläggningar av Typ K1 är mindre lämpliga ur miljösynpunkt.

Konkreta åtgärder för att minimera miljöpåverkan från kompostering omfattar framför allt åtgärder för att optimera komposteringsprocessen, genom:

- Styrd lufttillsats, dvs luft skall tillföras via inblåsning och tillflödet mätas (vändning av kompost ger otillräckliga processtyrningsmöjligheter).
- God luftfördelning. För att erhålla en god spridning av luften bör luften fördelas *under* materialet innan den går upp genom massan. Vanligtvis kan detta ske genom kompostmassan får vila på ett lager flis eller singel som nyttjas för spridningen av luften.
- Materialet (avfall + strukturmateriel) skall vara så homogent som möjligt.
- Ventilationsluft skall samlas upp, kylas och behandlas i skrubber eller annat reningssystem (dvs emissionerna överförs till vattenfas).
- Lagringstiderna för komposten bör minimeras.

5.3 Drivkrafter, funktionen av LIP och andra styrmedel

Det är inte möjligt att identifiera någon enskild stark drivkraft som förklarar varför flertalet anläggningar kommit till stånd. I stället är det ett flertal olika drivkrafter som i

kombination med varandra har lett fram till beslut om att uppföra de aktuella anläggningarna.

Miljöskäl uppges vara den starkaste enskilda drivkraften för rötningsanläggningarna, men begreppet innefattar flera olika typer av överväganden. Den vanligaste är strävan mot en förbättrad hantering av det organiska avfallet, men mer allmänna miljöskäl är av likartad storleksordning, strax följt av produktion av nyttigheter (biogas/drivmedel och rötrest/kompost). Därutöver finns det drivkrafter av jämförbar storlek som regelverk (deponeringsförbud) och ekonomiska skäl. De svarande har haft möjlighet att lämna fler svar, vilket också stärker bilden av att de olika drivkrafterna samverkar.

Som enskilt styrmedel har LIP-bidraget haft stor betydelse för rötningsanläggningarna, med undantag för Typ R1-anläggningar som i huvudsak kommit till utan hjälp av LIP-bidrag.

Komposteringsanläggningarna uppges, när man fått svara fritt, i stor utsträckning ha tillkommit till följd av deponeringsförbudet vilket inte framkommer lika tydligt i de frågeställningar som fokuserar mer specifikt på LIP och andra styrmedel. LIP-bidraget har endast haft begränsad betydelse för tillkomsten av de komposteringsanläggningar som ingått i utvärderingen (för de norska anläggningarna har ingen motsvarighet till LIP varit aktuell). Den sammanlagda effekten av de olika styrsystemen, deponiförbud, deponiskatt och LIP-bidrag (i de fall det varit aktuellt) har i likhet med rötningsanläggningarna haft avgörande betydelse för att i stort sett samtliga komposteringsanläggningar kommit till stånd.

För de anläggningar som erhållit LIP-stöd har, enligt våra slutsatser, bidraget i praktiken i stor utsträckning kommit att fungera som

- Dels en katalysator eller starthjälp för att få nödvändiga beslut fattade för att få projekten att komma igång.
- Dels som ett bidrag för att bedriva forskning och utveckling av ny teknik i full skala.

Man kan också konstatera att merparten av det utbetalade LIP-stödet har gått till rötningsanläggningar av Typ R2 och R3 där man ännu inte nått upp till de förväntade målsättningarna. Dessa anläggningar är som tidigare påtalats ännu inte, eller helt nyligen, tagna i drift varför det fortfarande är för tidigt att dra slutsatser om måluppfyllelse.

5.4 Förutsättningar för driftstabila anläggningar

När det gäller utformning av olika anläggningar har det i utvärderingen blivit tydligt att olika problem eller misstag i vissa fall upprepats vid olika anläggningar. Ett flertal faktorer har bidragit till att olika tekniska lösningar ofta inte alltid varit väl anpassade till de aktuella förutsättningarna. Dessa faktorer har sammanfattningsvis kunnat härle-

das till kunskapsbrist, begränsad konkurrens i branschen (leverantörer, entreprenörer, konsulter), liten benägenhet att dela med sig av erfarenheter, bristfälliga beslutsunderlag, oklar rollfördelning i genomförandet och en svårbemästrad upphandlingssituation. Starkt forcerade tidplaner, bland annat till följd av LIP-bidragsprocessen, har också bidragit till att olika moment i projektgenomförandet inte kunnat genomföras på ett tillfredsställande vis, i vissa fall för att anläggningar "tvingats" byggas innan andra liknande anläggningar uppförts och utvärderats.

Ovanstående är en generell problembeskrivning av ett antal framträdande faktorer, givetvis har inte samtliga dessa brister varit aktuella för samtliga projekt. Många projekt som lidit av begränsade ekonomiska förutsättningar, har sannolikt drabbats av detta just till följd av något eller några av ovan nämnda brister. Det skall också poängteras att i ett flertal fall har starkt engagerade enskilda individer och driftpersonal varit helt avgörande för att anläggningen trots ovanstående problem kommit till stånd och tagits i drift.

Bristerna som identifierats här skall ses mot bakgrund av att tekniken till viss del varit oprövad och relativt ny, vilket naturligtvis är en försvårande omständighet. Samtidigt är en del av problemen inte direkt förknippade specifikt med biologisk behandling utan med mer generella delmoment i anläggningsprojekt t ex upphandlingsförfarandet. Genom att tekniken och frågeställningarna är relativt komplexa blir det än mer viktigt att olika delar av projektgenomförandet utförs på ett konsekvent sätt. Vid denna utvärdering framträder en bild av att insikten och förståelsen för vidden av de tekniska utmaningarna vid dessa system ibland har saknats (detta gäller då samtliga de olika aktörerna i projekten, dvs både beställare och utförare). Det som är unikt för dessa anläggningar är dels det inkommande materialet som skall behandlas, hur det karakteriseras och hur processerna fungerar, samt tekniken som ännu inte är färdigutvecklad. Därtill kommer tolkning och tillämpning av ny nationell och europeisk miljölagerstiftning. Större insikt om detta, en ökad processkunskap och en större respekt för konsekvenserna av felaktiga projektutformningar skulle sannolikt kunna minska problemen avsevärt.

I dagsläget förefaller det inte rimligt att förvänta sig att alla kommuner ska kunna ha rätt kompetens för att hantera ett stort anläggningsprojekt som kräver ny teknik på ett område med hög komplexitet. Mindre kommuner är naturligtvis speciellt utsatta på grund av resursbrist. Ett större investeringsprojekt av den här typen kan ju vara något som enskilda individer i olika förvaltningar kanske är involverade i en enda gång under sitt arbetsliv och det är därför lätt att underskatta svårigheterna.

God planering är den faktor som de flesta rötningsanläggningar ser som viktig för att genomföra ett lyckat projekt, följt av genomföranderelaterade frågor. Komposteringsanläggningar anser också att bra planering är viktigast, dock med inriktning på detalj-tekniska frågor.

Andra centrala förutsättningar för att ett kretslopp skall erhållas är att anläggningarna planeras i samarbete med industri/jordbruk (avfallsleverantörer och slutproduktanvändare), och att på detta säkerställa framtida avfallsleveranser och användning av slutprodukter. Erfarenheterna hittills är att anläggningar som präglats av detta också i högre grad fungerar väl (Typ R1). Konkurrens om avfallet kan få ödesdigra konsekvenser för en enskild anläggning i det fall avfallsleverans plötsligt upphör och går till annan anläggning, liksom i det fall möjligheterna till avsättning upphör. Certifiering är ett effektivt verktyg att säkerställa slutprodukternas kvalitet och på så vis en ökad trygghet för slutanvändaren och en långsiktigt mer stabil avsättning.

Många vi talat med vittnar om driftpersonalens betydelse. Hög kunskapsnivå och starkt engagemang hos driftpersonalen är i många fall helt avgörande för att skapa driftstabilitet, optimala processer och god slutproduktkvalitet vid den här typen av anläggningar och påskyndar teknikutvecklingen.

På sikt finns förutsättningar att betydelsen av dessa system kommer att öka. Vi menar att de olika anläggningarna har goda förutsättningar att fungera väl, men att det behövs en viss tid att komma till rätta med deras respektive problem. Om några år är sannolikt kunskaperna om avfallsrötningstekniken så pass goda och väl fungerande anläggningar kan byggas i större omfattning om dessa kunskaper finns spridda hos de olika aktörerna i branschen.

Under de närmsta åren kommer ett flertal Typ R2-anläggningar för hushållsavfall att uppföras och tas i drift, bland annat i Västerås, Uppsala (utbyggnad) och Jönköping. Tillsammans med anläggningarna Trollhättan och Borås kommer därmed flera distinkt olika anläggningar att finnas representerade för behandling av hushållsavfall. Dessa anläggningar har valt olika tekniska lösningar, inklusive en ny utländsk aktör och även kostnadsbilderna skiljer sig åt. Det kommer därför att bli mycket intressant att följa utvecklingen och värdefullt att utvärdera dessa anläggningar närmare om 2-3 år.

På gasuppgraderingssidan kommer även ett flertal gasuppgraderingsanläggningar med modern teknik att inom kort tas i drift, bland annat en stor anläggning vid Henriksdals ARV, Stockholm. Denna anläggning representerar den senaste skrubbertekniken och hela anläggningens kapacitet kommer att utnyttjas direkt. Dessutom förses anläggningen med rågas från ett driftstabil avloppsreningsverk vilket gör att dess prestanda bättre kan isoleras från produktionsanläggningens. Även i Borås har en gasuppgraderingsanläggning med en i Sverige ny typ av skrubberteknik tagits i drift som enligt leverantören skall ge mycket små metanförbruket. När denna varit i drift en längre period vid full kapacitet kommer det att bli mycket intressant att utvärdera resultatet.

För att tillkommande anläggningar ska bli lyckade är det emellertid nödvändigt att de erfarenheter som erhållits vid de anläggningar som redan byggts, tagits i drift eller är under uppstart verkligen leder till en teknikutveckling, ökad kompetens och en god kunskapsspridning i branschen, samt att bidragssystemet utformas på ett sådant sätt att onödiga misstag inte upprepas. Risken med nuvarande bidragsform är att många an-

läggningar byggs utan att fungera tillfredsställande och därmed får tekniken dåligt rykte, vilket leder till att utbyggnaden riskerar att stanna av helt.

Under den närmaste tiden bör man överväga att inte genomföra nya projekt med mindre än att man på något sätt säkerställer att de erfarenheter som gjorts verkligen också beaktas. För att detta ska vara möjligt ser vi att följande huvudfrågor behöver prioriteras:

- Färdigställande av redan påbörjade anläggningar samt förbättring och optimering av processen i befintliga anläggningar genom tillämpning av de kunskaper som bland annat framkommit i denna utvärdering. Tänkbara förbättringsåtgärder redovisas i kap 4.1.1.3. Även fortsatt utvärdering av de nya anläggningarna som idag är under uppförande är viktigt eftersom dessa bygger på teknik som inte använts i Sverige tidigare.
- En ökad satsning på forskning och utveckling inom området. Ett förslag på vilken inriktning framtida FoU-satsningar skall ha presenteras nedan under kapitel 5.4.1, Teknik- och kunskapsinriktade åtgärder.
- En förbättrad teknisk uppföljning av driftdata vid anläggningarna. Grunderna för ett förslag till program för teknisk uppföljning presenteras i Bilaga 5.
- Större krav från bidragsgivare och offentliga projektfinansiärer att resultat redovisas på enhetligt vis, och att bidragsgivare ges rätt att på plats utföra uppföljning och inspektion. Förslag till förändringar av bidragsform och tillhörande villkor för de aktuella anläggningstyperna presenteras i följande textavsnitt.
- Alla delar i projektets genomförandekedja, från förstudie till projektering, upphandling och genomförande, måste ges tillräckliga resurser och personer med rätt kompetens måste knytas till projekten.

5.4.1 Teknik- och kunskapsinriktade åtgärder (forsknings- och utvecklingsbehov)

Olika områden för utveckling, forskning och ökad kunskap för att underlätta den fortsatta etableringen av biologiska behandlingssystem har identifierats baserat på resultatet av utvärderingen och presenteras nedan.

5.4.1.1 TEKNISKA UTVECKLINGSBEHOV

Övergripande behov

- Avfallskaraktärisering. En återkommande svårighet vid upphandlingar är att kunna ställa funktionskrav som är relaterade till inkommande avfall, framför allt för rötningsanläggningar. Utveckling av system för karaktärisering av de avfallsfraktioner som skall behandlas biologiskt skulle leda till bättre upphandlingar och ökade möjligheter för beställaren att ställa krav på leverantö-

ren av utrustning och även ge ökade möjligheter för leverantör/entreprenör att bättre förstå de tekniska krav som skall uppfyllas.

- Någon typ av centraliserad uppföljning och sammanställning av driftdata är nödvändig för att effektivisera och påskynda teknikutvecklingen och även ge möjlighet att bedöma systemens miljönytta. Vilken typ av rapporteringssystem som har möjlighet att ge det bästa utfallet får undersökas i samråd med anläggningarna. Erfarenheterna från denna utvärdering överensstämmer med andra studier som visar på vissa svårigheter att få in driftdata. Sannolikt handlar det om något digitalt eller webbaserat system för att förenkla och automatisera så långt som möjligt. Oavsett vilket rapporteringssystem som väljs bör detta sannolikt introduceras under ett antal år och successivt utökas med avseende på antalet parametrar. Ett förslag till lämpliga parametrar för driftdatainsamling presenteras i Bilaga 5. Förslaget ligger till grund för ett pågående arbete inom RVF där det redan börjat bearbetas i en arbetsgrupp för att så småningom mynna ut i en slutgiltig uppföljningsmodell.

Rötningsanläggningar

- Förbehandlingssteget i Typ R2-anläggningarna, specifikt avskiljning av föroreningar i inkommande material (hushållsavfall). Avskiljning bör ske med minimala förluster av organiskt material och minimal spädning för att bibehålla systemets prestanda.
- Hantering av rötresten. För de anläggningar som inte ligger i anslutning till jordbruk dit rötresten transporteras blir avvattning nödvändigt. Kvävet föreligger dock huvudsakligen i vattenfasen och en stor andel kan därmed gå förlorat. Här bör övervägas tekniker för att på ett kostnadseffektivt sätt utvinna näringsämnen ur rötresten. Sådan teknik skulle också göra anläggningarna mer oberoende av lantbruket som mottagare av rötresten.
- Mätningar av metanavgång från långtidslager för rötrest, relaterat till utröttningsgrad, rötresttemperatur, tid och andra relevanta parametrar.
- Utveckling av avancerade metoder att optimera rötningsprocessen.
- Energioptimering för ökat externt gasutnyttjande, speciellt utformningen av maskinell utrustning. Hög TS-halt i rötresten i kombination med termofila temperaturer ställer speciella krav på utformningen av maskinell utrustning, speciellt värmeväxlare, för att kunna öka värmeåtervinningen.

Gasuppgraderingsanläggningar

- Fortsatt utveckling mot allt lägre metanförluster med målsättningen att på sikt skapa ”nollutsläpp”. Här ingår även tillämpning av olika metoder att omhänderta eventuella läckage, t ex genom destruktion av restgasen.
- Fortsatt optimering av skrubbersystem är väsentlig då dessa är de vanligaste systemen i Sverige. Metoder för att hantera igensättningar i skrubbertornen bör utvecklas vidare genom t ex materialval, tvätteknik- och kemikalier, driftteknik, mm. Utveckling av vattenskrubbersystem bör företrädesvis fokusera på recirkulerande system, som har större förutsättningar att såväl mäta som minimera metanförluster till omgivningen jämfört med genomströmmande system.
- Skall genomströmmande system användas måste lämpliga mätmetoder för metanförluster utvecklas.

Kompostering

- Teknik för förbättrad styrning och kontroll av komposteringsprocessen vid fullskaleanläggningar.
- Mätningar behöver genomföras och modeller upprättas för avgång av emissioner till luft som kan tillämpas för att relatera till verkliga driftförhållanden vid fullskaleanläggningar.

5.4.1.2 KUNSKAPSBEHOV

Röttnings- och gasuppgraderingsanläggningar

- Drift- och processoptimering (i dagsläget främst för Typ R1-anläggningar). För att optimera driften och undvika kostsamma driftstopp orsakade av överbelastade rötkammare behöver driftpersonalens kunskap om själva röttningsprocessen öka, hur inkommande substrat påverkar rötningen, belastning på rötkammaren, etc. Dessa frågor verkar inte behandlas i någon av de befintliga samverkansgrupperna.
- Seminarier och workshops med rubriker av typen ”att tänka på inför uppförande av biogasanläggning” kan vara ett sätt att lyfta de olika vägval och problemställningar som måste behandlas i planeringsskedet. Planering och projektgenomförande: olika upphandlingsmodeller, olika tekniska lösningar, utvärderingsmodeller, tidigare erfarenheter, etc. Någon typ av checklistor skulle kunna användas här, gärna kopplade till RVFs certifieringssystem.

- Många rötningsanläggningar vid avloppsreningsverk genomgår för närvarande genomgripande förbättringsåtgärder, framför allt vad gäller energiop-
timering. Här finns mycket kunskap om grundläggande systemutformning,
till exempel värmeåtervinning, som kan utnyttjas även vid avfallsrötning,
speciellt för processoptimering. Ett utökat samarbete med VA-branschen bör
eftersträvas då detta utbyte kan vara fördelaktigt för båda parter.
- Hur utformningen av en anläggning kan genomföras för att minimera me-
tanavgång. En rad åtgärder finns tillgängliga för att minimera metanförluster
från anläggningen (se kap 4.1.1.4). Ökad kunskap ger möjlighet att ställa
krav på rätt utformning vid upphandlingar.

Komposteringsanläggningar

- Öka kunskapsnivån när det gäller själva komposteringsprocessen: speciellt
förstärkning av processtänkandet och starkare etablering av begreppet ned-
brytningsgrad kopplat till driften av anläggningarna. Nedbrytningsgraden är
väsentlig för att kunna optimera komposteringsprocessen och jämföra olika
komposteringsmetoders effektivitet, inte minst med avseende på kostnader.
- Ambitionsnivån vid svenska anläggningar bör generellt ökas när det gäller
provtagning och analys och här kan sannolikt de norska anläggningarna vara
förebild. RVF kan även genom certifieringsmodellen påverka rutinerna.
Slutproduktcertifiering har visat sig effektiv i detta hänseende vid rötning
och kan vara en väg att gå. Man skulle även kunna överväga att utnyttja cer-
tifieringsmodellen mot ett ännu starkare processfokus utöver säkerställande
av hygienisering.

Insamling och källsortering

För att ge ett bra beslutsunderlag för kommuner som planerar att införa källsorterings-
system för organiskt avfall och för att ge underlag till förbättringar i systemen krävs
ökad kunskap inom följande områden:

- Förbrukning av drivmedel för och emissioner från olika slag av insamlingssy-
stem.
- Sorteringsutbyte i kommuner med obligatorisk respektive frivillig källsortering
av organiskt avfall.
- Kvalitet på sorterat organiskt avfall och vilken påverkan faktorer som obligato-
risk respektive frivillig källsortering, material på påsar, informationsinsatser, typ
av bostadsområden mm har på sorteringskvaliteten.
- Kostnaderna för olika slag av system för källsortering och insamling av organiskt
avfall.

5.4.2 Bidragssystemets utformning

Det finns anledning att ifrågasätta om LIP-bidraget är utformat på ett optimalt sätt, med tanke på de speciella förutsättningar som råder för biologiska behandlingssystem för avfall. Många av de misstag som kunnat konstateras i de olika projekten hade sannolikt kunnat undvikas om man hade styrt medlen till ett mindre antal utvecklingsprojekt. På det sättet hade större resurser kunnat avsättas till samtliga delar i genomförandedekedjan.

Skall bidrag utbetalas kan det vara lämpligt att företrädesvis satsa på kommuner som på något sätt kan visa att de långsiktigt arbetat med frågor kring omställning av avfallshantering och utvecklat den nödvändiga kompetens på området som är en förutsättning för att projektet skall bli kunna genomföras på ett bra sätt. Det garanterar inte att ett anläggningsprojekt blir lyckat, men ökar chanserna genom att medvetenheten om grundläggande och viktiga frågeställningar redan är utvecklad. Det finns således skäl att ifrågasätta om LIP-bidraget är en lämplig bidragsform.

Bidragsgivaren bör i sitt beslut om finansiering beakta följande:

- Har den aktuella organisationen tillräcklig kompetens, långsiktigt engagemang och tillräckliga resurser för att bemanna projektet, eller vidtagit tillräckliga åtgärder för att säkerställa detta under hela projektets genomförande.
- Är förutsättningarna för den nya anläggningen säkerställda på ett tillfredsställande vis? Finns utredningar med avseende på exempelvis inkommande avfallsslag, tryggad inleverans och avsättning, finns tillräcklig kompetens för att utvärdera lämplig teknik, definieras anläggningens syfte (lösa avfallsproblem, producera biogas, rötrest eller kompost) och konkretiseras målen med behandlingsanläggningen (behandlade mängder, producerade nyttigheter, etc)?
- Säkerställa att tillräckliga medel avsatts för att kunna framställa tillräckligt genomarbetade beslutsunderlag och genomföra en korrekt upphandling.
- Knyta en expertgrupp till projektet för att säkerställa att erfarenheter från andra anläggningar beaktas på ett relevant sätt.

Vidare bör bidragsformen anpassas för de mål man vill uppnå. Dels blir signalerna tydligare mot de anläggningar som söker bidraget, dels blir uppföljning enklare och kvaliteten på informationen bättre. Ett rent investeringsbidrag som nuvarande LIP-bidraget har visat sig ha viktig funktion att initiera och få igång projekt, däremot har den faktiska miljönyttan ännu inte kunnat påvisas på ett tydligt sätt. Det bör övervägas om bidrag för denna typ av anläggningar bör kompletteras med en mer prestationsbetingad bidragskomponent, dvs att bidrag utgår per producerad/uppnådd miljönytta. Detta kan exempelvis vara producerad mängd biogas som ersätter fossilt bränsle eller faktisk mängd rötrest/kompost som används inom jordbruket.

- Villkoren för bidraget bör vara tydligare och mer konkreta än nuvarande system. Vilka effekter förväntas anläggningen uppnå?
- Beräkningsprinciper för miljöeffekter och andra prestanda måste vara enhetliga för bidragsformen och konkretiseras redan i villkor för bidragsansökans utformning.
- Högre krav bör ställas på insyn i bidragsfinansierade projekt, liksom enhetliga krav på kontinuerlig rapportering och uppföljning med tydliga redovisningskrav.
- Bidraget bör anpassas för att bättre kunna tillåta längre tid för planering och genomförande.
- Större marginaler behövs i medelstilledningen för att kunna kompensera för osäkerheter och kostnadsökningar

5.4.3 Ekonomisk uppföljning av statliga bidrag

Uppföljning av användningen av statliga bidrag är en helt annan fråga än kontinuerlig uppföljning av driftresultat. I detta fall anser vi det rimligt att en anläggning som till övervägande del finansieras med offentliga medel (kommunala och statliga) också bör ha en skyldighet att lämna de uppgifter som finansiären begär. Därmed inte sagt att dessa uppgifter skall offentliggöras.

Dagens uppföljning ("slutrapportering") av LIP-projekt grundas helt på jämförelse med vad anläggningen angivit i bidragsansökan. Variationerna är stora och varje ansökan har ofta använt helt olika beräkningsmodeller. Den här "egenkontrollen" är i många stycken otillräcklig i så mån att den inte alltid ger en bra bild av projektgenomförandet och/eller projektstatus. Olika typer av uppgifter redovisas i olika slutrapporter. Vilken typ av uppgifter som skall redovisas och hur dessa skall beräknas bör i stället klarläggas av bidragsgivaren (NV) redan i villkoren för att söka bidrag liksom att kraven på uppföljning tydliggörs i beslutet om bidragsfinansiering.

Tänkbara modeller som kan övervägas för skärpt uppföljning inkluderar:

- En del av bidraget öronmärks för uppföljning
- Utbetalning av bidraget sker efter det att anläggningen uppförts och konstaterats i drift på ett tillfredsställande sätt av oberoende teknisk expert
- Uppföljning och revision sker i form av "flygande inspektioner" utförda av oberoende expert under olika faser i projektet

En skärpning av den ekonomiska uppföljningen skulle sannolikt bidra till att sälla bort många anläggningar med begränsade förutsättningar att klara av ett projekt på ett bra sätt. Bidragen kan därmed fokuseras på de kommuner som har störst möjlighet att åstadkomma ett lyckat projektgenomförande. När de värsta initialproblemen bemästrats kan den erhållna kunskapen komma andra kommuner och anläggningsprojekt till del och effektivisera genomförandet och minimera kostnaderna.

5.4.4 Forum för erfarenhetsåterföring och –utbyte

En fråga som är central i sammanhanget är vilket forum som är naturligt för erfarenhetsåterföring från de olika typerna av anläggningar. I dag finns för rötningsanläggningarna två etablerade nationella fora i Sverige, RVFs arbetsgrupper och Svenska Biogasföreningen. En viktig fråga för dessa organisationer är att identifiera varför den samlade kännedomen om deras verksamhet är liten i branschen, och hur arbetet ska bedrivas för att öka deltagandet från landets olika anläggningar så att begreppet ”branschen” på ett trovärdigt sätt blir synliggjord och representerad i olika sammanhang. Ett utökat samarbete med Svenskt Vatten kan ge många ömsesidiga fördelar. VA-branschens långa erfarenhet av rötning kan ha ett stort värde för avfallssektorn liksom avfallssektorns erfarenhet från kompostering kan komma VA-sektorn tillgodo.

Vi har också i denna utvärdering fått en bild av att forskningsverksamhet inom avfallsrötning bedrivs på ett flertal olika platser men med bristande samordning och informationsutbyte mellan olika regioner. Det är önskvärt att forskningsinsatser samordnas bättre mellan olika forskargrupper liksom att forskningen i högre grad sker i samarbete med anläggningsägare och konstruktörer.

Ett sätt att realisera ett sådant samarbete och möjliggöra snabbare teknikutveckling skulle kunna vara någon form av nationellt centrum med en större testanläggning som uppförs i anslutning till en fullskaleanläggning och med närhet till högskola. I en sådan anläggning skulle t ex nya maskinkomponenter kunna utprovas och processoptimering utvecklas i mer representativa sammanhang än laboratorieskala och utan att störa olika fullskaleprocesser.

När det gäller kompostering är arbetsgrupperna inom RVF samt inom NRF kända för det absoluta flertalet anläggningsägare, och här är således de nationella aktörerna väl etablerade fora för erfarenhetsåterföring. Det förefaller naturligt att i stor utsträckning utnyttja dessa organisationers kunskap och kontaktnät, samt involvera dem i det fortsatta arbetet med att vidareutveckla komposteringstekniken.

Sammanfattningsvis är en bättre samordning och ett ökat informationsutbyte mellan de olika aktörerna och branschorganisationerna nödvändigt för att den samlade kunskapsnivån skall kunna höjas på ett effektivt sätt.

Detta gäller framförallt rötningsanläggningarna, där upprepningar av kostsamma misstag torde kunna undvikas. Men en ökad kunskap inom komposteringsområdet kommer sannolikt att innebära att kunskapen ändrar karaktär från en mer driftorienterad syn baserad på hanteringspraktiska erfarenheter till en mer processororienterad kunskap som tagit steget från forskarmiljön till processoptimering av fullskaleanläggningar i drift. Ska denna ändrade/ökade kunskap kunna spridas och tas emot på ett effektivt sätt ställs ökade och förändrade krav på branschorganen att kunna kommunicera och vägleda de enskilda anläggningsägarna.

6 Referenser

Aandahl, T-J. *Storrankekompostering – erfaringen fra Orio-prosjektet kompostering i storranke*. Jordforsk rapport nr 80/02.

Assarsson, A, Hult, J, 1998. *Styrning och källsortering av avfall i Borås*. Naturvårdsverket rapport 4865.

Beck-Friis, Smårs, S., Jönsson, H., Eklind, Y. & Kirchmann, H. 2003. *Composting of source-separated organic household waste at different oxygen levels: Gaining an understanding of the emission dynamics*. Compost Science & Utilization, 11(1): 41-50.

Eklind, Y. et al. 2003. *Turnover of carbon constituents during composting of source-separated organic household waste at different oxygen levels*. Proceedings of the Fourth International Conference ORBIT 2003 on Biological Processing of Organics: Advances for a Sustainable Society. Perth, Australia, 30 April -2 May 2003. Part 2, P6-P9.

Sundberg, C. and Jönsson, H. 2003. *Down-scaling a large composting plant to pilot-scale for systematic research*. Proceedings of the Fourth International Conference ORBIT 2003 on Biological Processing of Organics: Advances for a Sustainable Society. Perth, Australia, 30 April 2 May 2003, Part 1, pp. 388-397.

Jönsson, H. et al. 2003. *Samhällets organiska avfall - en resurs i kretsloppet (The organic waste in society - a resource in the circulation; In Swedish)*. Fakta Jordbruk - No 1-2, SLU, Swedish University of Agricultural Sciences. Sweden.

Sundberg, C., Smårs, S. & Jönsson, H. 2004. *Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting*. Bioresource Technology.

Biogas för värme, el- och drivmedelsproduktion. Vattenfall utveckling 1991.

Bjurling K och Svärd Å. *Samrötning av organiskt avfall – en studie av svenska biogas-anläggningar*. Examensarbete vid Lunds Tekniska Högskola, juli 1998.

Blinge et al. *Livscykelanalys av drivmedel – en studie med utgångspunkt från svenska förhållanden och bästa tillgängliga teknik*, KFB-meddelande 5, CTH, 1997

Brolin et al. *Flöden av organiskt avfall. Underlagsrapport till Aktionsplan Avfall*. Naturvårdsverket Rapport 4611, 1996.

Christensen, T. *Metanemission fra lagring av bioforgasset organisk dagrenovation*. Danska Miljøstyrelsen, 2003.

Dickinson J. *Samhällsnytta av biogas och etanol i Stockholms busstrafik*. 2002-11-28

Edelmann W. et al, *Ökobilanz der Stromgewinnung aus landwirtschaftlichem Biogas*. Bundesamt für Energie, Bern. 2001.

Gunnarsson, I. , *Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas*. Delprojekt 2 inom BUS-programmet. RVF rapport 2005.

Göteborgs Stads Kretsloppskontor, ej daterad. *Hushållsavfall i olika system – mängd, kvalitet och kostnad*.

Hauge, A. *Viftekjøring ved storrankekompostering – undersøkelser ved IRIS anlegg i Bodø*. Jordforsk rapport nr 69/01.

Jordforsk, 2002. *Søppelsortering ved IRIS´s kompostanlegg 12.06.02*. PM 2002.06-13.

JTI, 2002. Plocksortering av hushållsavfall som kommer till TRAABs optiska sorteringsanläggning (sammanfattning).

Lystad H et al, *Samfunnsøkonomisk nytte ved anvendelse av produkter fra biologisk nedbrytbart avfall i jord*. Jordforsk rapport nr. 4/03.

Mattsson, C, Berg, PEO, 2000. *Hushållsavfall i Borlänge kommun – Analyser av material en- och flerfamiljshus*.

Mattsson, C, Berg, PEO, ej daterad. *Hushållsavfall i Falu kommun – Analyser av material en- och flerfamiljshus*.

Metcalf & Eddy. 1979. Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse. 2nd ed. McGraw-Hill, Boston 1979.

Naturvårdsverket 2003. *Metoder för lagring, rötning och kompostering av avfall*. Handbok 2003:4 utgåva 2 november 2003.

Naturvårdsverket, RVF, 1993. *Karakterisering av avfallsfraktioner från källsortering*. Delrapport. Naturvårdsverket rapport 4194, RVF rapport 1993:2:4.

Naturvårdsverket, RVF, 1993. *Källsorterat hushållsavfall – kompostering och förbränning*. Huvudrapport. Naturvårdsverket rapport 4185, RVF rapport 1993:2.

Norin Erik, et al, *Hygienisering vid biogasanläggningar*. RVF Utveckling. Rapport 01:2.

Norgaard, E. og Sørheim, R. 2004. *Tiltak for sikre rask etablering av varmkompostering*. NRF-rapport 2/04

Persson, Margareta, *Utvärdering av gasuppgraderingstekniker*. Examensarbete vid Lunds Tekniska Högskola. Rapport SGC 142, nov 2003.

Rehnlund, Blinge et al. 2004. *Framtida möjligheter med nya drivmedel – en utvärdering av LIP-finansierade åtgärder inom alternativa drivmedel*. Naturvårdsverket rapport nr 5405, 2004.

Roediger, H. 1967. Die anaerobe alkalische Schlammfaulung. 3. Auflage, Schriftenreihe GWF Wasser – Abwasser, Heft 1. R Oldenburg Verlag, München 1967.

RKR. 2004. *Sorteringsundersøkelse av husholdningsavfall i Agder*. Gjennomført av Renovasjonsselskapet for Kristiansandsregionen, oktober-desember 2003.

Segeberg, B. 2001. *Plockanalys av hushållsavfall i Borås kommun våren 2000*.

Slamhantering vid kommunala avloppsreningsverk. VAV P51, apr 1984.

Sorteringsundersøkelsen 2001. Renovasjonsselskapet for Kristiansandregionen (RKR) 2001.

Sundqvist, J-O et al, IVL Svenska Miljöinstitutet AB. *Hur skall hushållsavfallet tas om hand? Utvärdering av olika behandlingsmetoder*. IVL Rapport B1462, 2002.

Sundqvist, J-O. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. *Systemanalyser för biologisk avfallshandtering*. PM till RVFs styrgrupp för biologisk behandling.

Sveriges Provnings och forskningsinstitut. *Certifieringsregler för biogödsel. SPCR 120*. November 2004.

Svärd Å., Svenska biogasanläggningar – erfarenhetssammanställning och rapporteringssystem. VA-Forskrappport nr 14, mars 2003.

Statens Jordbruksverk. *Föreskrift om ändring i Statens Jordbruksvers föreskrift (SJVFS 1998:34) om djurkadaver och andra animaliska biprodukter*. SJVFS 2003:58.

Uppenberg et al, *Miljöfaktahandbok för bränslen*, IVL-rapport B 1334-2A och B, 2001

Vafab, ej daterad. *Sammanställning (fysikalisk kvalitet) på utsorterat komposterbart avfall från hushåll i Västmanlands län och Enköpings kommun*.

Wågdahl K. Chalmers Tekniska Högskola. *Distribution av biogas i Naturgasnätet*. Rapport SGC 101. 1999.

Västerås kommuns Renhållningsverk, Vafab, 2001. *Sammanställning av plockanalysresultat*. PM 2001-03-13.

Rapporter från RVF 2005

- 2005:01** Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen
- 2005:02** Avfall blir värme och el. En rapport om avfallsförbränning
- 2005:03** IT-verktyg för kundservice, entreprenörsuppföljning och fakturering
- 2005:04** Effektivitet av fordonsdesinfektion för transport av biogödsel
- 2005:05** Trender och variationer i hushållsavfallets sammansättning
Plockanalys av hushållens säck- och kärlavfall i sju svenska kommuner
- 2005:06** Utvärdering av storskaliga system för kompostering och rötning av källsorterat bioavfall
En rapport från BUS-projektet