

Svenska biogasanläggningar

– erfarenhetssammanställning och
rapporteringssystem

Åsa Svärd

Jes la Cour Jansen



VA-Forsk

VA-Forsk är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-Forsk initierades gemensamt av Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-Forsk styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Ola Burström, ordförande
Roger Bergström
Bengt Göran Hellström
Staffan Holmberg
Pär Jönsson
Peeter Maripuu
Stefan Marklund
Peter Stahre
Jan Söderström

Skellefteå
Svenskt Vatten AB
Stockholm Vatten AB
Haninge
Östersund
Vaxholm
Luleå
VA-verket Malmö
Sv kommunförbundet

Asle Aasen, adjungerad
Thomas Hellström, sekreterare

NORVAR, Norge
Svenskt Vatten AB

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Svenska biogasanläggningar – erfarenhetssammanställning och rapporteringssystem
Title of the report:	Biogas plants in Sweden – compilation of experiences and reporting system
Rapportens beteckning Nr i VA-Forsk-serien:	2003-14
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-89182-78-2
Författare:	Åsa Svärd och Jes la Cour Jansen, Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik, Lunds Tekniska Högskola
Utgivare:	Svenskt Vatten AB
VA-Forsk projekt nr:	99-126
Projektets namn:	Svenska biogasanläggningar – erfarenhetssammanställning, rapporteringssystem och forskningsbehov
Projektets finansiering:	VA-Forsk och Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik, Lunds Tekniska Högskola
Rapporten beställs från:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Rapportens omfattning Sidantal:	70
Format:	A4
Sökord:	Biogas, rötning, driftserfarenheter, gödsel, avfall, avloppsslam, samrötning, röt-kammare och metan
Keywords:	Biogas, digestion, operating experiences, manure, waste, sewage sludge, co-digestion, digester and methane
Sammandrag:	Rapporten redovisar en sammanställning av erfarenheter från svenska samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk med slamrötning. Ett förslag till rapporteringssystem ges och forskningsbehov inom området beskrivs kortfattat.
Abstract:	This report presents a compilation of experiences at Swedish co-digestion plants and wastewater treatment plants with sludge digestion. A reporting system is proposed and research needs in the area is briefly described.
Målgrupper:	Beslutsfattare, forskare, förvaltningar, miljömyndigheter
Utgivningsår:	2003
Omslagsbild:	Källsorterat hushållsavfall, Köpenhamn, Sjölanda avloppsreningsverk, Malmö, Röt-kammare, Sjölanda ARV, Malmö, Hygienisering, Laholms biogasanläggning

SAMMANFATTNING

Samrötning av olika typer av organiskt avfall har blivit populärt i Sverige. Ungefär 10 samrötningsanläggningar finns i drift år 2000. I flertalet anläggningar rötas lantbruksrester (gödsel) tillsammans med till exempel källsorterat hushållsavfall, slakteriavfall eller annat industriavfall. Alla anläggningarna är relativt nybyggda.

En studie av samrötningsanläggningarna och deras driftserfarenheter har gjorts. Förutom dessa har även ungefär lika många rötkammare belägna på kommunala avloppsreningsverk tagits med. Målet har varit att få en överblick av existerande system och driftserfarenheter och att föreslå en modell för rapporteringssystem. Ett delmål med projektet har varit att Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik, Lunds Tekniska Högskola skall kunna använda studien för att planera en framtida forskningsstrategi inom området.

Studien har baserat sig på enkäter med frågor till anläggningarna inom områdena: allmänt, avfallet, förbehandling, rötningsprocessen, gasen, rötresten, framtid och forskningsbehov.

Behovet av erfarenhetsutbyte är högt och viljan att dela med sig av egna erfarenheter är väldigt högt bland både samrötningsanläggningarna och avloppsreningsverken, även om entusiasmen i att delta är lite lägre för den senare gruppen. Båda grupperna tycker att ett utbyte skulle kunna innefatta alla aspekter utom ekonomi.

Operatörerna på avloppsreningsverken har endast nämnt några få forskningsområden som intressanta. Detta reflekterar troligen att teknik och driftsstrategier är väl implementerade. Däremot täcker förslagen från samrötningsanläggningarna flera olika områden, vilket tyder på att behovet av erfarenhetsutbyte är större på dessa anläggningar.

Projektet visar att det bland operatörerna finns ett behov och intresse för ett system med mer planmässig insamling, bearbetning och redovisning av erfarenheterna av rötning. Idag förekommer det ett antal aktiviteter för att inom Sverige utbyta erfarenheter mellan rötningsanläggningarna. Flera organisationer arbetar inom området men det finns inget formellt system.

Baserat på det behov och intresse som finns för ett mer regelbundet system för insamling, bearbetning och presentation presenteras ett förslag till rapporteringssystem och en plan för ytterligare utveckling av systemet. Förslaget baserar sig på en enkel Internet-lösning, där de deltagande anläggningarna varje månad fyller i ett formulär på en sida.

Erfarenheterna från biogasanläggningarna pekar på flera forskningsområden relaterade till rötning av organiskt avfall. Däremot pekade avloppsreningsverken endast ut några få forskningsområden som har direkt anknytning till rötning. Förslagen tillsammans med en litteraturoversikt och en översikt av pågående forskning inom området i Sverige gör att två områden framträder som speciellt intressanta för Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik på Lunds Tekniska Högskola.

- Karaktärisering av fast avfall och avloppsvattenströmmar som kan utnyttjas för rötning.
- Utvärdering av de möjligheter och problem som avloppsreningsverken står inför när nya slamhanteringsprocesser införs eller när fast avfall eller högkoncentrerade avloppsströmmar ämnas rötas tillsammans med överskottslam.

SUMMARY

In Sweden, co-digestion of different types of solid waste has become more popular. In 2000, about 10 plants are in operation. In most plants waste from agriculture is digested together with household waste, slaughterhouse waste or other types of industrial waste. All plants are quite new.

A survey of the plants and operation experience has been done. Beside the co-digestion plants, a similar numbers of digesters located at municipal wastewater treatment plants are included. The idea is to map the existing systems and the operational experience and to put forward a model for systematic reporting in the future. As a side effect of the project, the Department of Water and Environmental Engineering, Lund Institute of Technology will use the survey in the planning of the future research strategy within the area.

The study is based on questionnaires including the following topics: general, waste, pre-treatment, digestion process, gas, digested residue, future and research needs.

The need for exchange of operational experience and the willingness to distribute own experience is very high among both operators of co-digestion plants and operators of traditional digesters though the enthusiasm is smaller among the latter group. Both groups think that exchange can cover all aspects except economy.

The plant operators from the traditional digesters have only brought few research needs forward. This probably reflects that the techniques and operational strategies are well implemented. However, the suggestions from operators of co-digestion plants cover all aspects of the systems probably reflecting that the need for experience is higher.

The project show that among plant operators there is a need and interest in a system for more systematic collection, treatment and presentation of experience with digestion. Today some activities exist for in Sweden to establish exchange of experience for digestion plants. Several organisations work within the field but no formal system exists.

Based on the need and interest for a system for regularly collection, treatment and distribution of operational experience with digestion a formal reporting system and a plan for further development of the system is presented. The system is based on a simple Internet solution where the participating plants every month fill in one page of information.

The experience from the digestion plants raised several relevant research subjects related to digestion of solid waste. In contrast, the treatment plants only pointed out few research topics directly related to digestion of sludge. The proposals together with the literature review and an overview of the research in Sweden within the area seem to highlight two areas of future research relevance for the Department of Environmental Engineering, Lund Institute of Technology:

- Characterisation of solid waste and wastewater streams that could be digested.
- Evaluation of the possibilities and problems for wastewater treatment plants where new sludge handlings processes are implemented in order to improve sludge treatment or where solid waste or high concentrated wastewater streams is intended to be digested together with surplus sludge.

FÖRORD

Denna rapport redovisar VA-forskprojektet *Svenska Biogasanläggningar – Erfarenhetssammanställning, Rapporteringssystem och Forskningsbehov*. Arbetet har utförts under 2000 och 2001 av avdelningen för VA-teknik, Lunds Tekniska Högskola i samarbete med Svenska Biogasföreningen, Energistyrelsen i Danmark och ett antal utvalda kommuner med samrötningsanläggningar och rötning på reningsverk. Projektet har samfinansierats av VA-Forsk och avdelningen för Vattenförsörjnings och Avloppsteknik (Lunds Tekniska Högskola).

Förhoppningen är att rapporten skall kunna användas vid genomförandet av ett utvärderingssystem och att erfarenhetssammanställningen kan vara av intresse för dem som arbetar inom biogasområdet. Arbetets syfte har dessutom varit att utröna forskningsbehov inom området, med delsyfte att medverka till en lämplig forskningsstrategi för avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik.

Författarna vill tacka alla er som medverkat i projektet.

Åsa Svärd

Jes la Cour Jansen

INNEHÅLL

1.	INLEDNING	1
1.1.	Bakgrund	1
1.2.	Syfte	1
1.3.	Tillvägagångssätt	1
2.	ANLÄGGNINGARNA	2
2.1.	Allmänt	3
2.2.	Avfallssammansättning/råslamssammansättning	5
2.3.	Förbehandling	5
2.4.	Rötningsprocessen	6
2.5.	Biogas – produktion och hantering	8
2.6.	Rötrest-/Rötslamhantering	12
2.7.	Övriga driftserfarenheter	15
2.8.	Framtidsplanering och forskningsbehov för anläggningarna	15
2.9.	Intresse av informationsutbyte	16
3.	SVENSKA RAPPORTERINGSSYSTEMET IDAG	18
3.1.	Pågående aktiviteter	18
4.	DANSKA RAPPORTERINGSSYSTEMET FÖR SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGAR	19
4.1.	Bakgrund och utveckling	19
4.2.	Kostnader	20
4.3.	Utformning	21
4.4.	Tänkbara fördelar	21
4.5.	Tänkbara problem	21
5.	RAPPORTERINGSSYSTEM FÖR SVENSKA BIOGASPRODUCERANDE ANLÄGGNINGAR	22
5.1.	Lagring av data	22
5.2.	Publicering	22
5.3.	Administrering	22
5.4.	Förslag till utformning av ”rapporteringsformulär”	22
6.	FORSKNINGSBEHOV	25
6.1.	Aktuell forskning	25
6.2.	Litteraturöversikt	26
6.3.	Utvärdering av forskningsbehov	26
6.4.	Forskningsstrategi för Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik vid Lunds Tekniska Högskola	27
7.	SAMMANFATTANDE SLUTSATSER FÖR PROJEKTET	28
	REFERENSER	31
	BILAGA 1 - ENKÄT FÖR SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGAR	33
	BILAGA 2 - ENKÄT FÖR RENINGSVERK	39
	BILAGA 3A - SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAR FRÅN SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGARNA	44

BILAGA 3B - SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAR FRÅN AVLOPPSRENINGSVRKEN	51
BILAGA 4 A - EXEMPEL PÅ MÅNADSFORMULÄR FÖR VARJE ANLÄGGNING I DET DANSKA SYSTEMET	58
BILAGA 4 B - EXEMPEL PÅ EKONOMISK REDOVISNING FÖR EN ANLÄGGNING I DET DANSKA SYSTEMET	59
BILAGA 4 C - EXEMPEL PÅ REDOVISNING AV ANLÄGGNINGARNA I DET DANSKA SYSTEMET I TIDNINGEN BIOENERGI	61

1. INLEDNING

1.1. Bakgrund

I Sverige är det i dag stor aktivitet kring utbyggnad av biogasanläggningar för samrötning av till exempel, gödsel, industriavfall eller källsorterat hushållsavfall. Erfarenheterna från de svenska anläggningarna är hittills varierande och det görs inte någon samlad kontinuerlig utvärdering av de befintliga anläggningarna.

I Danmark har rötning av organiskt material varit mer utbrett under ett antal år.

Driftserfarenheterna är inte mindre varierande där, men ett mycket effektivt erfarenhetsutbyte och en uppbyggnad av erfarenheter finns eftersom biogasanläggningarna kontinuerligt rapporterar sina driftsresultat och driftserfarenheter till den danska Energistyrelsen, som varannan månad sammanställer resultaten och publicerar dem i tidskriften Bioenergi.

På svenska avloppsreningsverk har rötning av överskottsslam använts som slamstabiliseringsmetod sedan lång tid tillbaka. Det finns rötkammare som byggts redan i början av 1900-talet. Det finns sålunda mycket kunskap om drift av rötkammare i Sverige idag som skulle kunna utnyttjas vid de nyare anläggningar för samrötning som byggs. En samlad kontinuerlig utvärdering av reningsverkens rötning skulle därför kunna vara till nytta för dagens och framtidens samrötningsanläggningar, men naturligtvis även för reningsverken själva. Många kommuner står dessutom inför ett framtida beslut om sluthanteringen av slammet, vilket kan medföra ändringar i slambehandlingssteget, och därmed behov av utveckling av teknik och metoder även för traditionella rötningsanläggningar.

1.2. Syfte

Ett syfte med projektet har varit att sammanställa existerande erfarenheter från svenska biogasanläggningar och att utarbeta ett förslag till rapporteringssystem för att säkra en utväxling av driftserfarenheter mellan biogasanläggningar. Systemet skall vara så enkelt att det är lätt att delta i men samtidigt så omfattande att det uppnås en reell erfarenhetsuppbyggnad för de svenska biogasanläggningarna.

Projektet har inneburit kontakt med existerande svenska samrötningsanläggningar (2000) och har dessutom inkluderat tio kommunala avloppsreningsverk med rötning som slambehandlingsmetod.

Ett annat syfte har varit att skapa en överblick över forskningsbehovet inom biogasområdet med syfte att medverka till en lämplig forskningsstrategi för avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik.

1.3. Tillvägagångssätt

Projektet har utförts av avdelningen för VA-teknik på Lunds Tekniska Högskola med hjälp av kommuner med biogasanläggningar/reningsverksrötkammare, Svenska Biogasföreningen (SBGF) och den danska Energistyrelsen (som har ansvar för det danska systemet).

I projektet har gjorts en detaljerad genomgång av de existerande anläggningarna och de driftserfarenheter som redan finns. Med dessa erfarenheter som grund (och med hjälp av de danska erfarenheterna) har sedan ett förslag till system för rapportering byggts upp.

Information om de olika anläggningarna har främst erhållits via enkäter som sammanställts i en databas. De centrala delarna av uppgifterna från databasen presenteras i rapporten.

2. ANLÄGGNINGARNA

I detta kapitel har anläggningarna i studien sammanställts och väsentliga parametrar jämförs i diagrammen. Informationen om anläggningarna baserar sig främst på enkätsvaren som finns samlade i en databas. All data om anläggningarna finns i bilaga 3.

På en del anläggningar var det inte en och samma person som kunde svara på alla frågorna i enkäterna. Detta kan kräva viss samordning eller att en rutin används inom anläggningen vid en eventuell kontinuerlig rapportering.

Det har varit svårt att få svar på vissa frågor från samrötningsanläggningarna. Delvis beror detta nog på att en del anläggningar är så nya att inte representativa data finns. Reningsverken som har längre erfarenhet upplevs som mer erfarna vad det gäller att utnyttja standardbegrepp för uppgifter om gasutbyte, belastning mm.

Anläggningarna som finns med i sammanställningen presenteras i tabell 1 och 2. Tabell 1 visar samrötningsanläggningarna och tabell 2 visar reningsverken. Reningsverken har valts ut antingen för att ägarkommunen också deltar i studien med en samrötningsanläggning eller för att VA-teknik avdelningen redan har en etablerad kontakt med reningsverket i fråga.

Några anläggningar som kontaktats har inte svarat på enkäten och finns därför inte med i studien. Avfallsbehandlingsanläggningarna i Borås och Borlänge är huvudsakligen byggda för att röta källsorterat hushållsavfall men räknas ändå som samrötningsanläggningar i projektet. Ellingeverket i Eslöv är det enda som rötar både avfall och avloppsslam i samma rötkammare, men har här klassificerats som en reningsverksrötkammare eftersom rötningen görs på reningsverket. Kil som har en nystartad samrötningsanläggning använder sig inte av rötning som slamstabiliseringsmetod på det kommunala reningsverket och finns därför inte med i denna grupp. I Malmö kommun, som representeras av Sjölanda och Klagshamns avloppsreningsverk, finns för närvarande ingen samrötningsanläggning, vilket gör att denna kommun inte finns representerad bland samrötningsanläggningar.

Tabell 1. Medverkande samrötningsanläggningar

Samrötningsanläggning	Ägare
Borlänge	Borlänge Energi
Borås	Borås renhållningsverk
Helsingborg	Nordvästra Skånes Renhållnings AB
Kalmar	Kalmar Vatten och Renhållning AB
Kil	Kils Avfallshantering AB
Kristianstad	KRAB
Laholm	Laholms kommun, SHK, Vallberga lantmän
Linköping	Tekniska verken, LRF, Swedish Meats

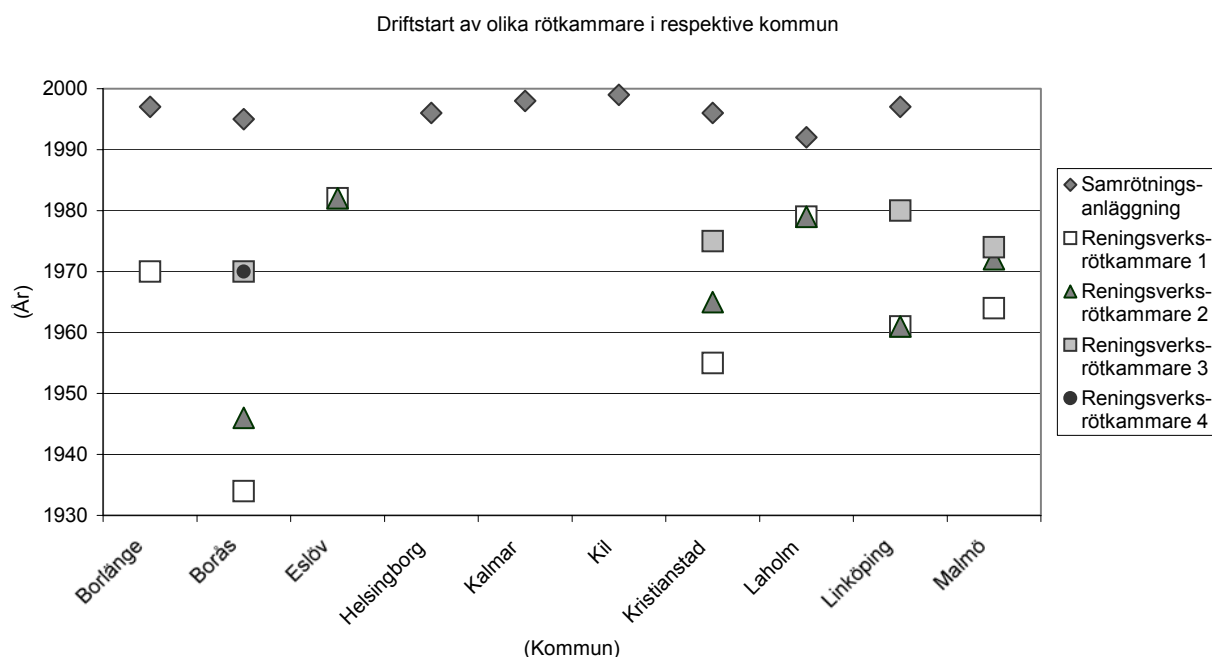
Tabell 2. Medverkande reningsverk med rötning som slambehandlingsmetod

Reningsverkets namn	Kommun
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Borlänge
Gässlösa Avloppsreningsverk	Borås
Ellingeverket	Eslöv
Öresundsverket	Helsingborg

Reningsverkets namn	Kommun
Kristianstads Centrala Reningsverk	Kristianstad
Ängstorps Avloppsreningsverk	Laholm
Hedhusets Avloppsreningsverk	Laholm
Nykvarnsverket	Linköping
Klagshamns Avloppsreningsverk	Malmö
Sjölanda Avloppsreningsverk	Malmö

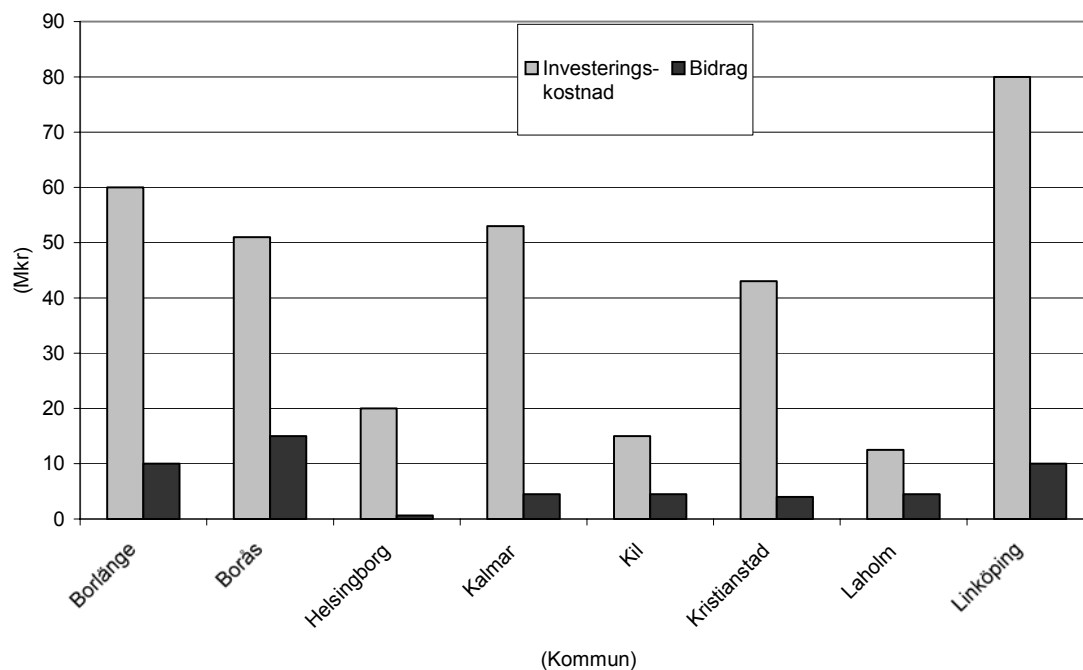
2.1. Allmänt

Ägare till samrötningsanläggningarna är oftast kommuner eller kommunala bolag, men i vissa fall konsortier med flera olika intressenter. Reningsverkens rötning är naturligtvis kommunalägd. Alla samrötningsanläggningarna är byggda under 1990-talet, medan reningsverkens rötkammare har sitt ursprung främst från 60- och 70-talet förutom några enstaka rötkammare som är äldre, se figur 1. De reningsverk som har flera reaktorer för sin rötning har benämnts som reningsverksrötkammare 1, 2, osv., eftersom dessa ofta tagits i drift vid olika tidpunkt.

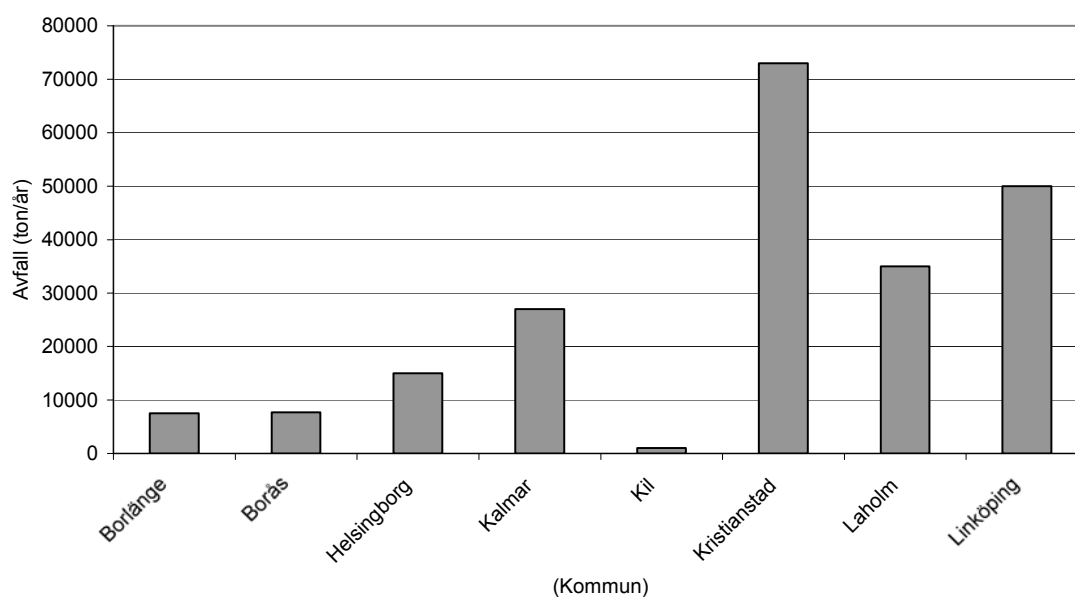


Figur 1. Driftstart för rötningsanläggningar i sammanställningen.

Investeringskostnad och bidragsandel för samrötningsanläggningarna visas i figur 2. De stora skillnaderna mellan olika anläggningar beror i vissa fall på stora skillnader i kapacitet (dvs. behandlingsbar mängd avfall i våtvikt) men också på stora skillnader i anläggningarnas uppbyggnad. Mängden behandlat avfall finns i figur 3. Investeringskostnaden för rötningsanläggningsdelen på reningsverken finns det inga uppgifter på.

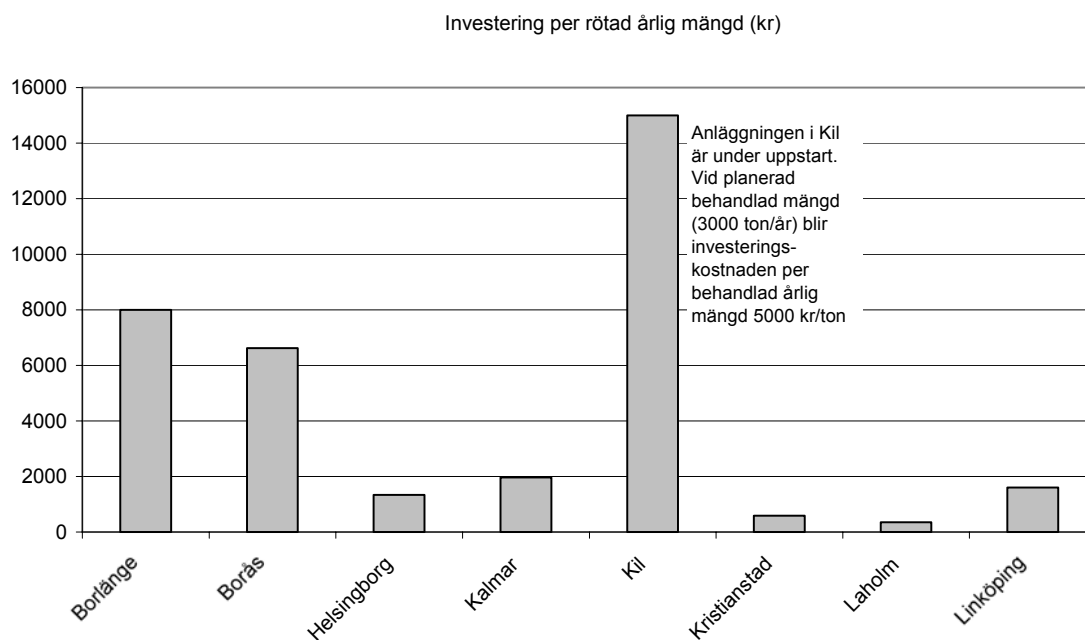


Figur 2. Investeringskostnad och bidragsandel för samrötningsanläggningarna.



Figur 3. Behandlad mängd avfall/substrat för varje samrötningsanläggning.

Eftersom både investeringskostnad och behandlad mängd avfall skiljer sig mycket mellan de olika anläggningarna har en investeringskostnad per årlig behandlad mängd avfall räknats ut och visas i figur 4. En del anläggningar utnyttjar emellertid inte hela sin kapacitet i dagens läge och därför kan jämförelsen till viss del inte bli helt rättvis. Tydligt från diagrammet är att de anläggningar som behandlar stor del källsorterat hushållsavfall har en högre investeringskostnad än övriga anläggningar. Detta behöver dock inte innebära att ekonomin för dessa anläggningar är sämre, eftersom behandlingen av hushållsavfall kan ge intäkter i form av behandlingsavgifter.



Figur 4. Investeringskostnad per årlig behandlad mängd på respektive samrötningsanläggning.

2.2. Avfallssammansättning/råslamssammansättning

Fyra av de undersökta samrötningsanläggningarna behandlar källsorterat köksavfall från hushåll. Två av dessa använder papper som emballage vid insamlingen och två använder plast. Annat som behandlas på samrötningsanläggningarna är matavfall från restaurang och handel, svin- och nötgödsel och olika typer av organiskt industriavfall, till exempel är slakteriavfall vanligt.

Alla reningsverken rötar blandslam bestående av kombinationerna primär- och/eller bioslam och/eller kemsam. De flesta anläggningarna rötar alla tre slamtyperna.

2.3. Förbehandling

Förbehandling brukar benämnas vara på de behandlingssteg som kommer innan själva rötningen på samrötningsanläggningar. Vanligt förekommande förbehandlingssteg på samrötningsanläggningar är:

- Neddelning mha. kvarn eller dylikt
- Separering av t.ex. metall och plast
- Vätsketillsats för spädning.

Anläggningarna anser att förbehandlingen fungerar bra eller mycket bra. Mest problem har orsakats av att inkommande avfall har innehållit mer ovidkommande material (t.ex. plast och främmande föremål) än förväntat, vilket påverkar exempelvis omrörning i tankar eller orsakar stopp i utrustning. Driftstoppsfrekvensen varierar från varje vecka till några gånger om året. Driftstopp pga. problem i förbehandlingen förekommer på flertalet anläggningar minst en gång varje månad.

Reningsverkens slamrötning föregås av en hel massa steg i form av avloppsvattenreningen som påverkar slammets karaktär.

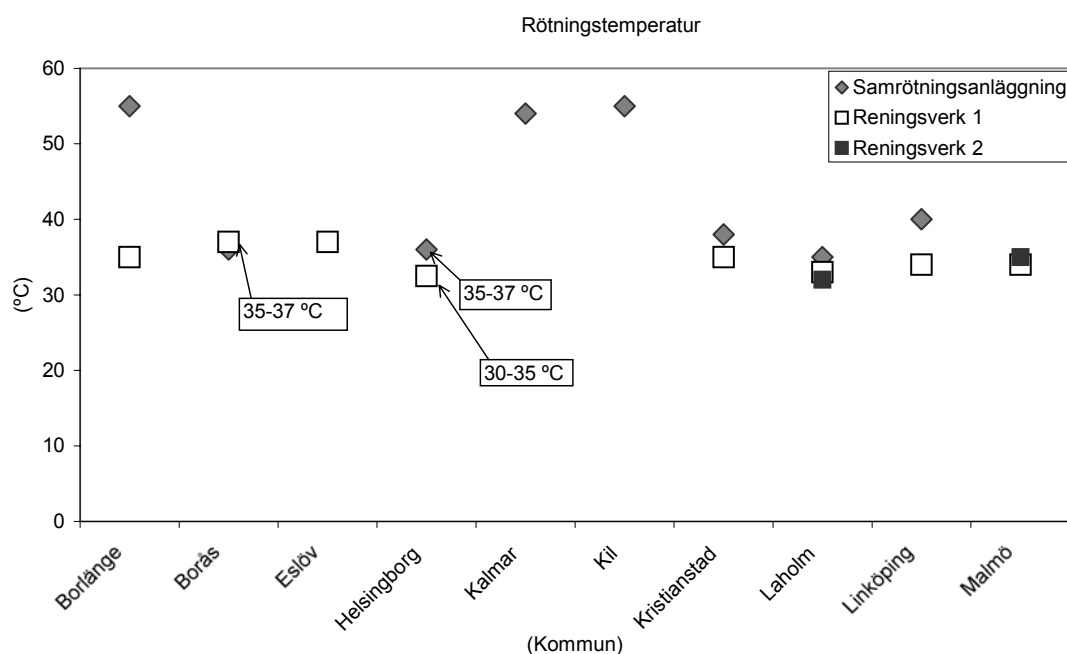
En förbehandling som till skillnad från samrötningsanläggningarna görs för att minska volymen till rötningen är att förtjocka slammet, t.ex. med en gravitationsförtjockare. Nästan alla de undersökta reningsverken har ett förtjockningssteg innan rötningen.

På reningsverken görs ingen neddelning eller separering eftersom större föremål normalt inte förekommer i slammet då de avskilts tidigare på verket.

2.4. Röttningsprocessen

Reningsverken använder sig alla av mesofil rötningstemperatur (omkring 35°C), medan en del av samrötningsanläggningarna rötter termofil (omkring 55°C), se figur 5. En tendens bland samrötningsanläggningarna är att bland nyare anläggningar är det vanligare med termofil rötning.

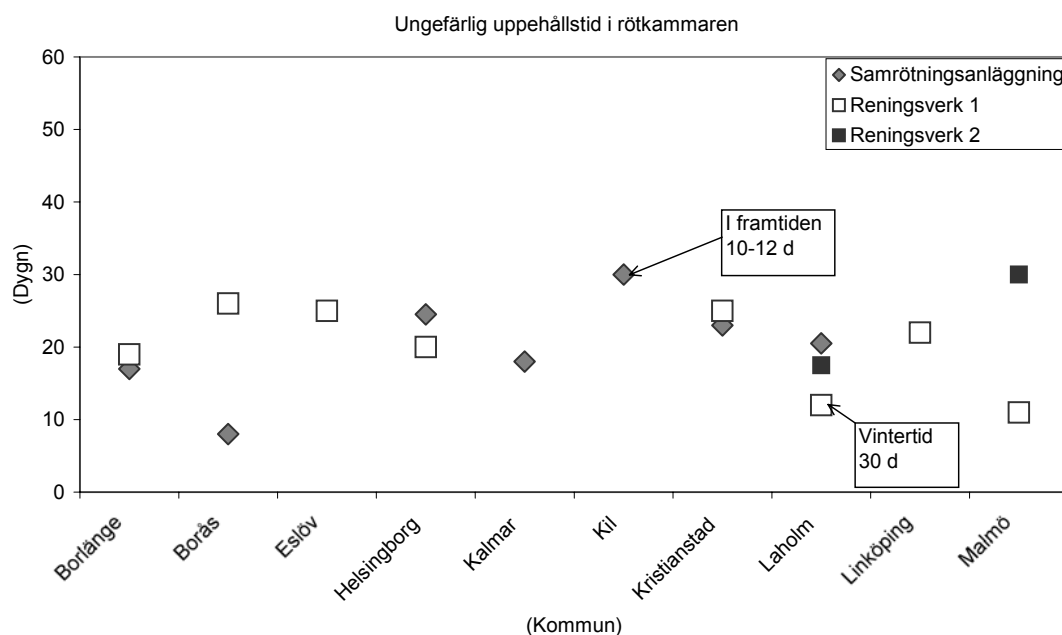
Alla samrötningsanläggningar har någon form av hygienisering för att reducera antalet smittämnen. Vanligast är att rötningen föregås av ett upphettningssteg där materialet hålls vid 70°C i minst en timme. Andra hygieniseringsmetoder som förekommer är att använda sig av termofil rötning eller att utnyttja den värmeutveckling som sker i en efterkompostering (>55°C kan förväntas). Ur vissa smittskyddsaspekter kan en temperatur på 55°C i 10 timmar jämföras med 70°C i 1 timme (Tafdrup et al, 1995).



Figur 5. Aktuell rötningstemperatur på respektive röttningsanläggning.

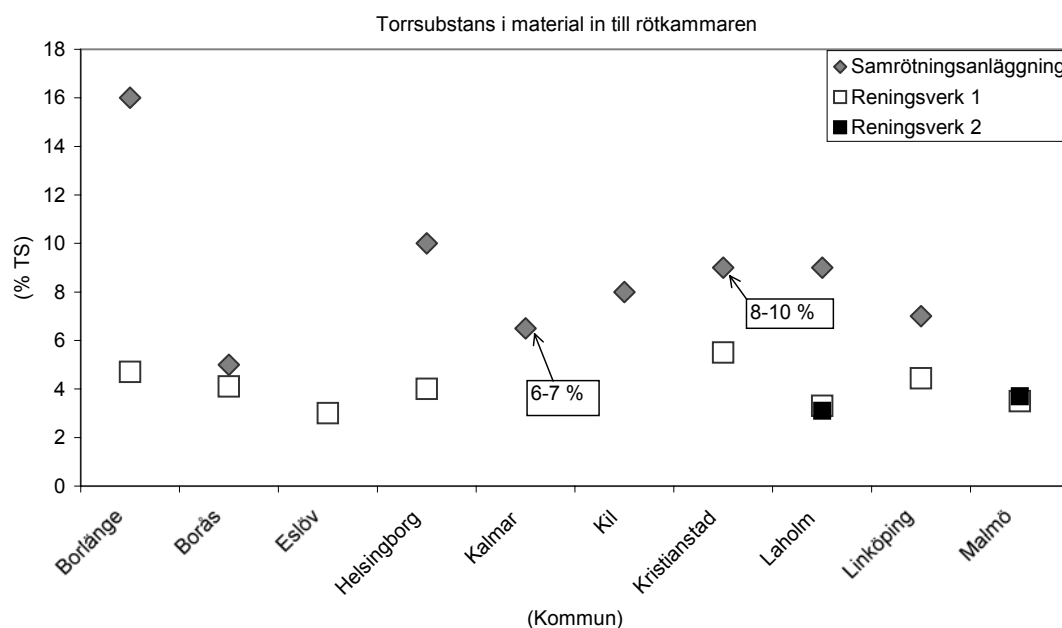
Uppehållstiden i röttningssteget skiljer sig en hel del bland anläggningarna (se figur 6). Även inom samma typ av anläggning är det stora skillnader. Borås samrötningsanläggning har den kortaste uppehållstiden, vilket kan förklaras av att en två-stegs röttningsprocess (hydrolys och metanbildning) används. Boråsanläggningen är dessutom den enda anläggning som gör en fasuppdelning i rötningen genom en avvattning efter hydrolysen, där endast vätskefasen utnyttjas för metanbildningen. Att Linköpings samrötningsanläggning har en väldigt lång

uppehållstid beror på att anläggningen endast utnyttjas till halva kapaciteten. Även anläggningen i Kil har lång uppehållstid genom att inte utnyttja full kapacitet.



Figur 6. Ungefärlig uppehållstid i rötkammaren på respektive anläggning.

Reningsverken rötar slam med lågt torrsubstansinnehåll, mellan 4-6 %. (Se figur 7.) Samrötningsanläggningarna strävar efter att ha en högre TS-halt i materialet in i rötkammaren. Genomsnittet för dessa ligger kring 8 % torrsubstans. Samrötningsanläggningen i Borlänge använder sig av en något torrare process, men ingen anläggning rötar med den torra process som definieras av en TS-halt över 25 %.



Figur 7. Torrsubstanshalt i material på väg in i rötkammaren.

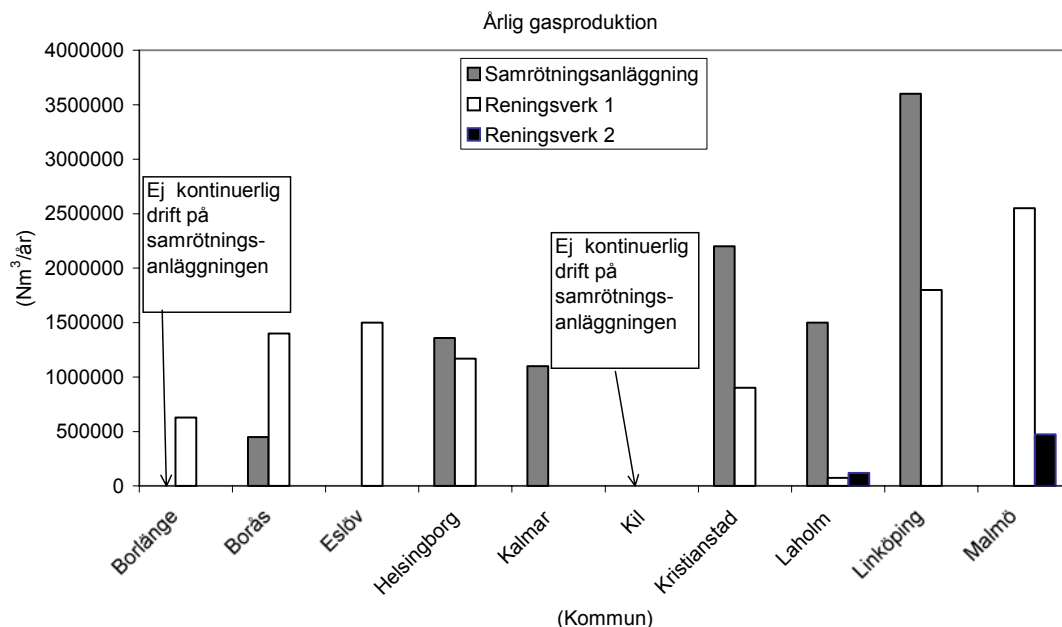
Det är vanligt att kontrollera rötningens funktion genom flera parametrar. Det kan vara on-line mätningar eller prover som tas med ett visst intervall. Det skiljer en hel del mellan olika anläggningars rutiner för dessa kontroller. Parametrar som är vanliga att mäta on-line är: pH, temperatur, tryck, nivå och gasflöde.

Alla anläggningar i studien har för avsikt att använda en totalomrörd process. Samrötningsanläggningarna har mekanisk omrörning med propeller. Det har även de flesta reningsverk. Några reningsverk använder komprimerad rötgas för att röra om.

Driftsbedömningen som anläggningarna gjort i enkäterna visar på att samrötningsanläggningarna tycker att själva rötningen på anläggningen fungerar bra eller i vissa fall mycket bra. De vanligaste problemen rör omrörning, men det förekommer även problem med diverse andra saker. Driftsstopp förekommer sällan i själva rötningen. Reningsverken har också gjort bedömningen att rötningen fungerar bra eller i vissa fall mycket bra. Rapporterade problem rör diverse saker som till exempel: omrörning, skumning, uppvärmning och igensättning av ledningar.

2.5. Biogas – produktion och hantering

Den årliga biogasproduktionen på respektive anläggning presenteras i diagrammet i figur 8. Några av samrötningsanläggningarna är i uppstartsfasen och har därför inte någon kontinuerlig drift, vilket gör att det för dessa inte finns några uppgifter om gasmängden.



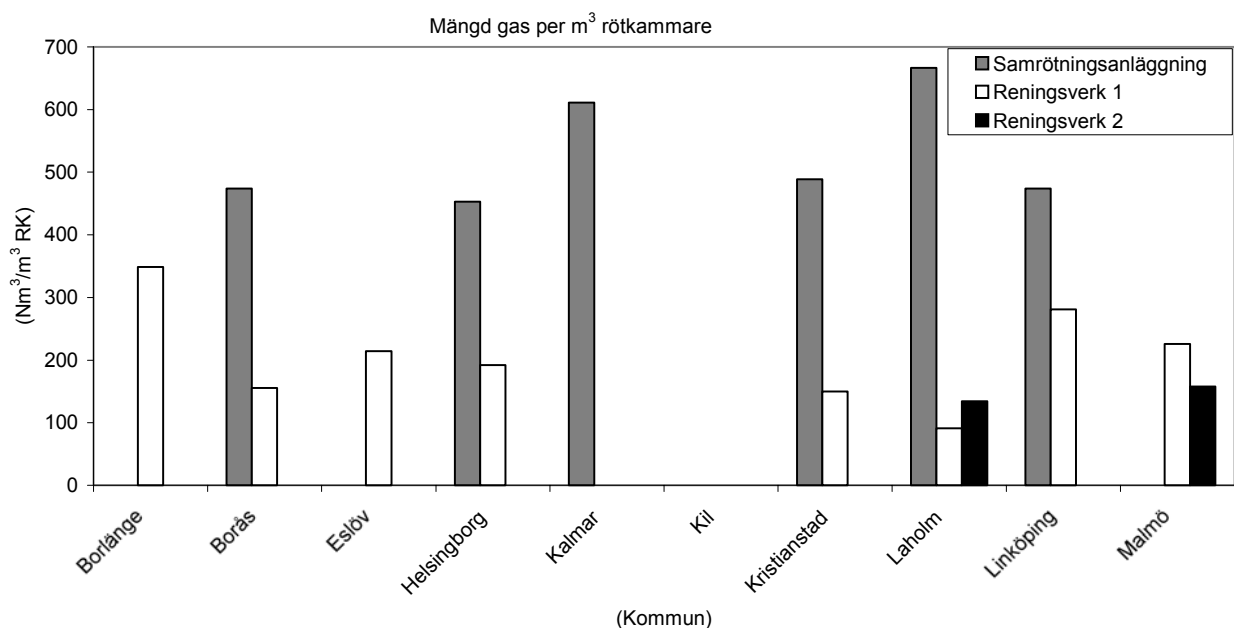
Figur 8. Årlig gasproduktion för respektive anläggning.

Det är svårt att jämföra de olika anläggningarnas förmåga att producera gas genom att titta på årsproduktionen eftersom förutsättningarna är väldigt olika. Uppgifter om gasutbytet i form av mängd gas per behandlad mängd avfall/slam (Nm³/ton) eller mängd gas per nedbruten

mängd organiskt material ($\text{Nm}^3/\text{ton VS}_{\text{nedbrutet}}$) har dessutom varit svårt att få svar på från anläggningarna. Istället har den årliga gasproduktionen och rötkammarvolymen använts för att ge ett mått på gasproduktionen per utnyttjad m^3 rötkammarvolym, se figur 9. Detta mått visar stora skillnader dels inom respektive typ av rötning och dels mellan de två typerna av rötning. Generellt sett ligger samrötningsanläggningarna högre, vilket tyder på att dessa utnyttjar rötkammarvolymen effektivare för att producera gas. Orsaken kan vara att samrötningsanläggningarna i genomsnitt använder sig av en nästan dubbelt så hög andel torrsubstans än vad reningsverken gör. Det vill säga mer organiskt material finns tillgängligt per volymenhet och kan omvandlas till gas i samrötningsanläggningarna.

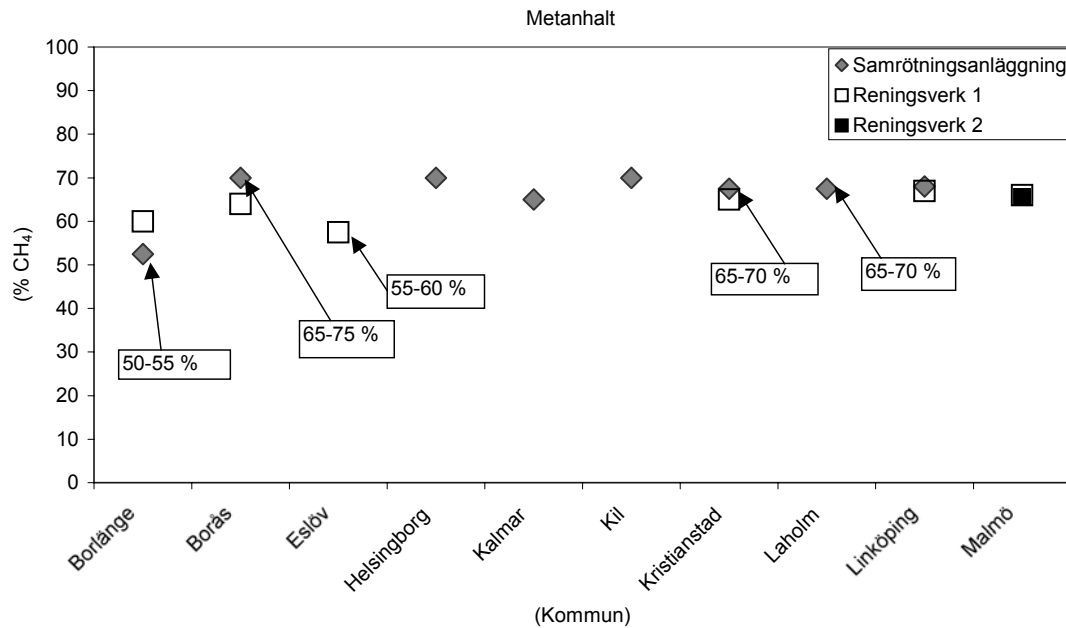
I en sådan här jämförelse spelar naturligtvis uppehållstiden och därmed utröttningsgraden roll för hur mycket gas som kan produceras. En längre uppehållstid kan ju medföra att mer organiskt material kan hinna omvandlas till gas. Enligt figur 6 som visar uppehållstiden är det emellertid inte möjligt att förklara samrötningsanläggningarnas högre gasproduktion per volymenhet med att de skulle ha längre utrötning, eftersom inga drastiska skillnader mellan de två typerna är tydlig.

Slutsatsen blir därför att avfallstyp och organiskt innehåll i dessa är avgörande för gasproduktionen, vilket kunde förväntas.



Figur 9. Producerad mängd gas per m^3 rötkammarvolym (beräknat utifrån anläggningarnas lämnade uppgifter).

Metanhalten i figur 10 visar inte på några större skillnader mellan de olika anläggningarna förutom för Borlänges samrötningsanläggning som ligger en markant bit lägre än övriga anläggningar. Denna anläggning har nyligen byggts om rejält och värdet på metanhalten får därför ses som ganska osäkert tills produktionen varit igång längre tid.



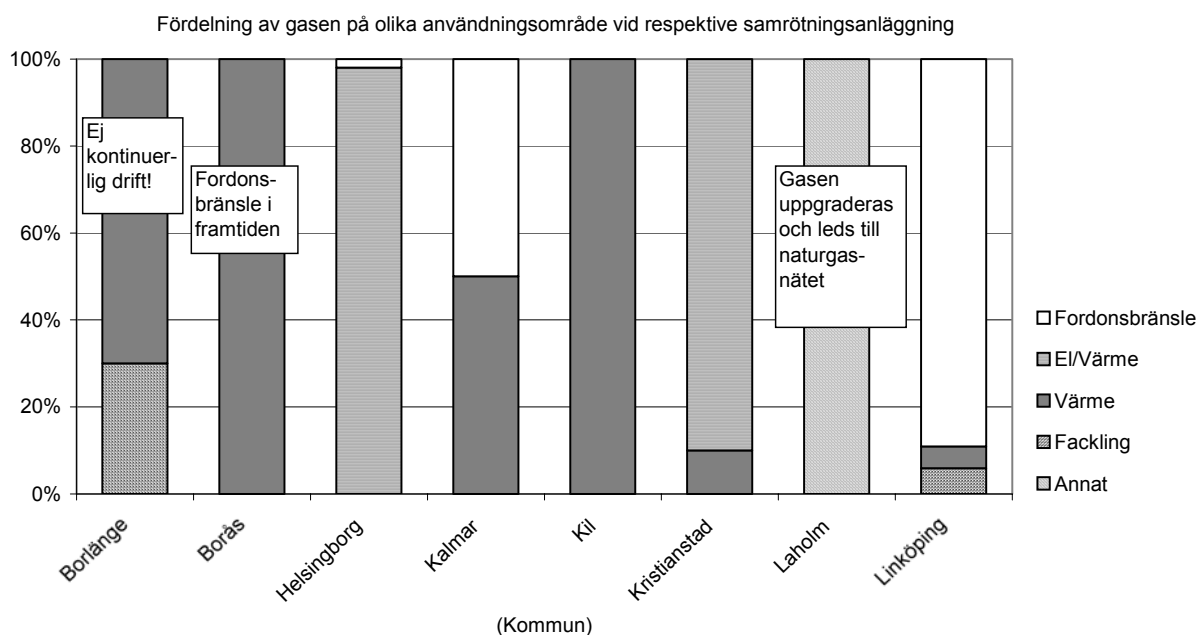
Figur 10. Den producerade gasens genomsnittliga metanhalt för respektive anläggning.

Gasbehandling förekommer i olika utsträckning beroende på gasens användningsområde. Förutom rening av olika slag (framförallt H₂S- och CO₂-rening) kan komprimering och kylning nämnas i sammanhanget.

Det finns tre stora användningsområden för biogas i Sverige:

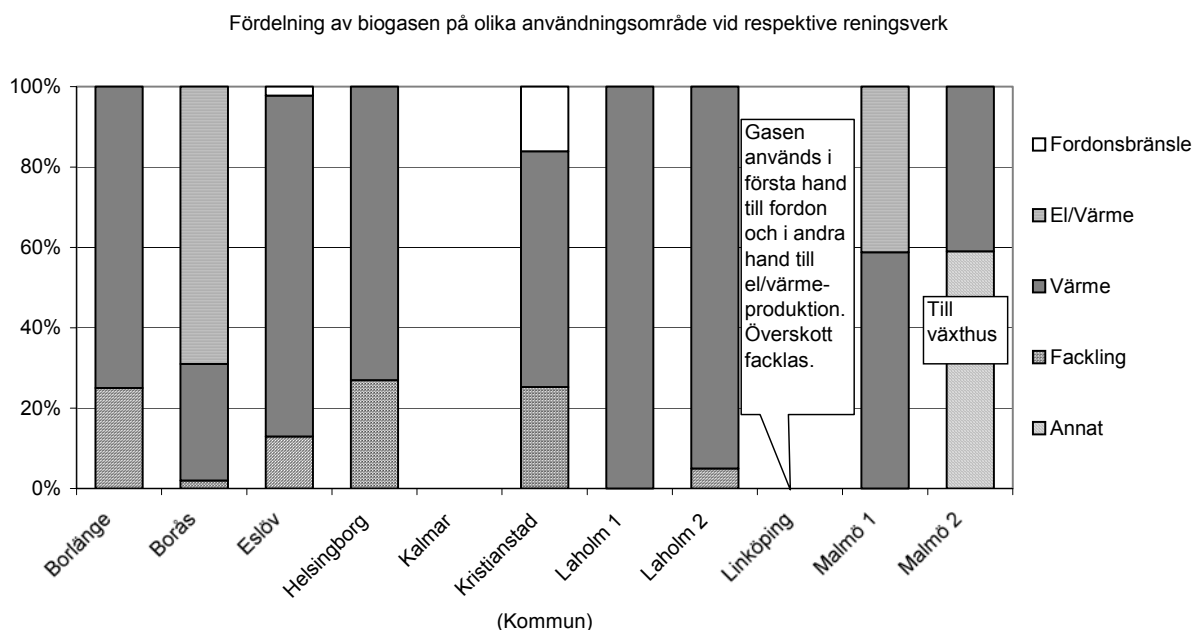
- Fordonsbränsle (efter rening)
- Produktion av el/värme
- Produktion av värme

Vanligast bland både samrötningsanläggningar och framförallt på reningsverken (se figur 11 och 12) är att producera värme. Biogas som uppgraderas (rening till >96 % CH₄) och används som drivmedel i fordon utgör en ganska liten del av den totala biogasanvändningen i Sverige. På de biogasproducerande anläggningar som satsar på biogas till fordon utgör detta användningsområde oftast en dominerande del. Flera anläggningar har framtida planer på biogas som fordonsbränsle och bland de som redan etablerat sådan verksamhet finns det planer på att utöka kapaciteten.

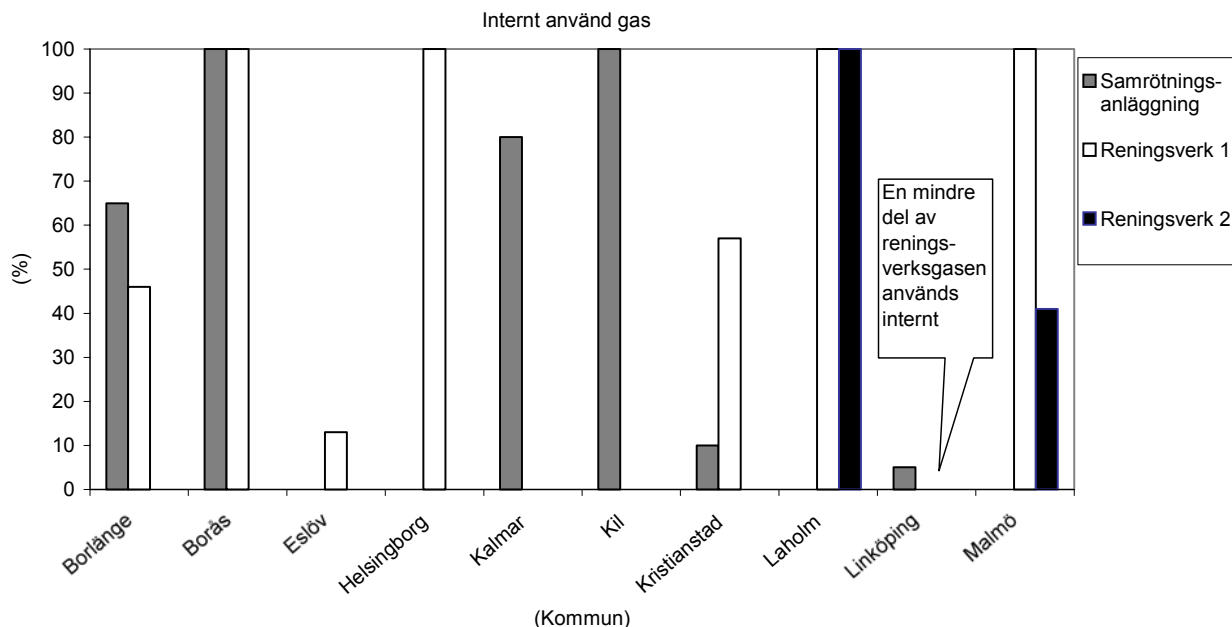


Figur 11. Användningen av biogas på samrötningsanläggningarna.

Fackling används mer eller mindre för att bränna av gas med lågt energiinnehåll och för att bränna av gas som inte behöver/kan utnyttjas för t.ex. värmeproduktion i vissa perioder. Framförallt reningsverken använder gasfackla för att göra av med gas. Detta beror troligen på att reningsverken inte har samma värmebehov året runt och därför får ett överskott av gas tidvis. De flesta reningsverk använder all gas internt (se figur 13) och är inte kopplade till annan alternativ användning av gasen som skulle kunna utnyttja överskottsgas vid behov.



Figur 12. Användningen av biogas på reningsverken.



Figur 13. Mängd internt använd biogas på respektive anläggning.

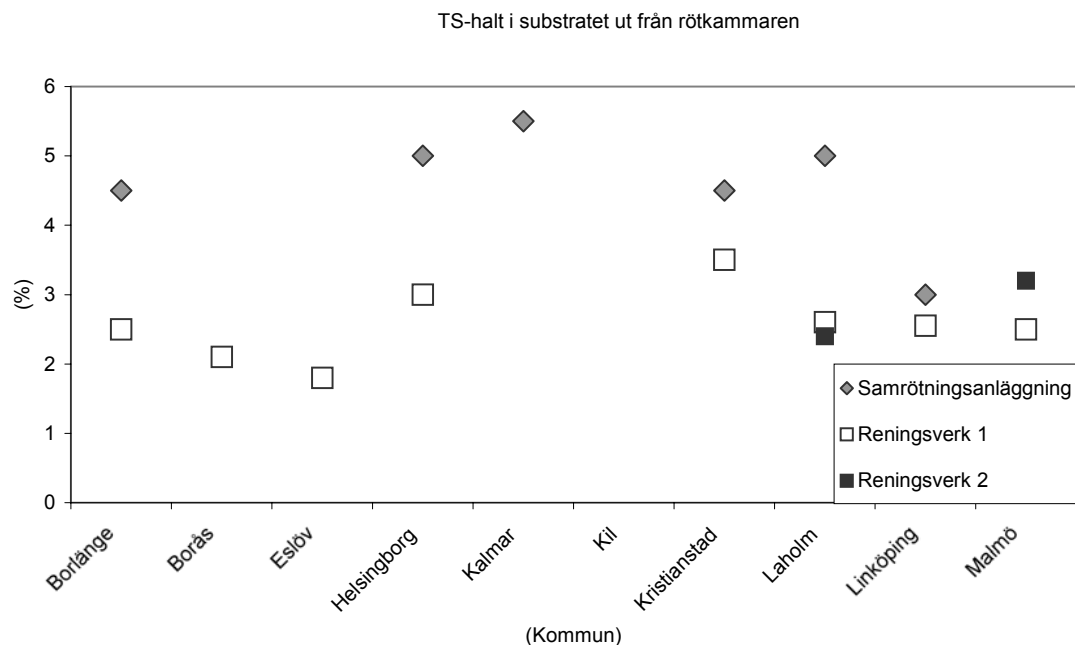
Koppling till annan metangas som back-up system görs på några anläggningar. Det är vanligare på samrötningsanläggningar än på reningsverk. Annan gas kan till exempel vara deponigas eller naturgas.

Av de undersökta anläggningarna är det tre reningsverk och tre samrötningsanläggningar som producerar fordonsgas. De fordon som utnyttjar gasen är främst bussar i stadstrafik men även en del personbilar och på några ställen sopbilar. Publika mackar finns i några kommuner. Vanligaste reningsmetoderna för att höja metanhalten i gasen är PSA (Pressure Swing Adsorption) och Vattenskrubbermetoden.

Reningsens funktion klassas av anläggningarna som mindre bra eller bra, medan själva användningen av renad biogas i fordonen har klassats som bra eller mycket bra.

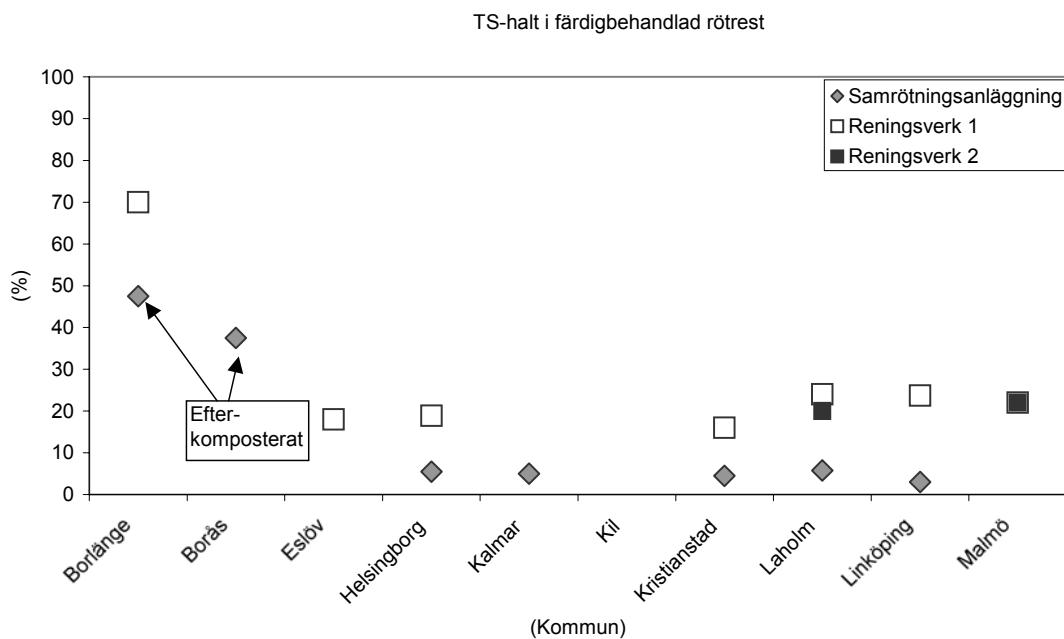
2.6. Rötrest-/Rötslamhantering

Efter rötningen på reningsverken sker avvattning, men någon mer efterbehandling är inte vanligt förutom mellanlagring. På samrötningsanläggningarna förekommer efterbehandling i form av t.ex.: avvattning, siktning, kompostering, kylning (för värmeåtervinning) och lagring. TS-halten efter rötning ligger generellt högre för samrötningsanläggningarna än för reningsverken (se figur 14), vilket är en följd av att TS-halten in till rötkammaren är högre för samrötningsanläggningarna (se figur 7).



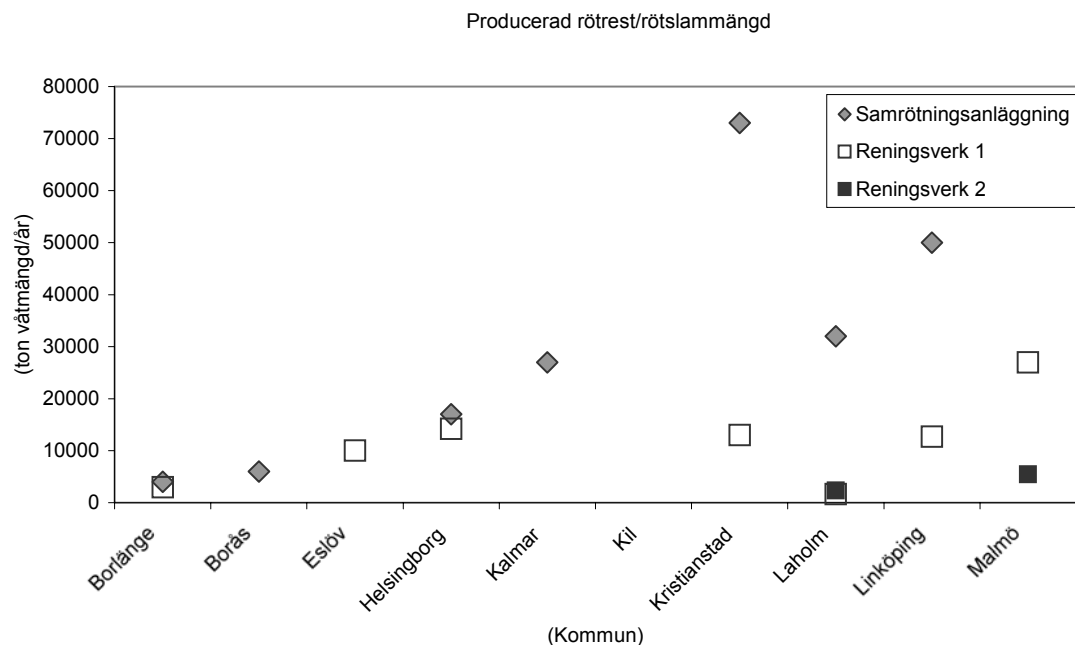
Figur 14. TS-halt i rötrest som tas ut från röt-kammaren

I figur 15 visas TS-halten i rötresten efter eventuell efterbehandling. Efterbehandling i form av avvattning och kompostering ger naturligtvis en hög TS-halt, upp emot 50 % torrsubstans.

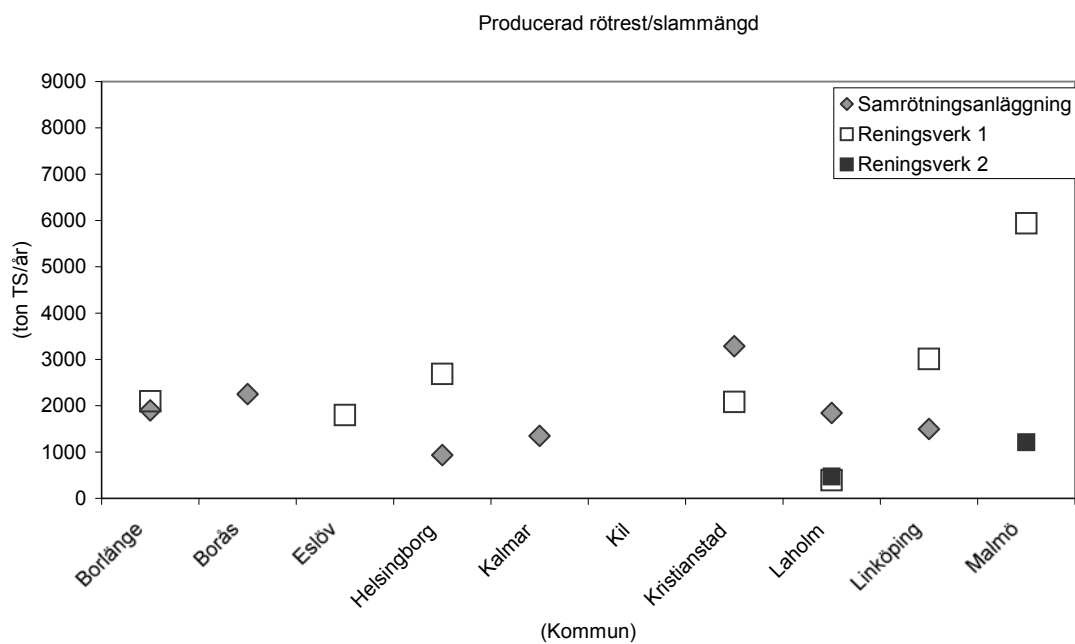


Figur 15. TS-halt i rötrest/kompost efter eventuell efterbehandling

Aktuella årsmängder av producerad rötrest eller rötslam finns i figur 16. Eftersom torrsubstanshalten skiljer sig mycket mellan olika anläggningar visas även producerad rötrest som torr mängd i figur 17.



Figur 16. Årlig mängd producerad rötrest/rötslam efter eventuell efterbehandling



Figur 17. Årligen producerad rötrest/rötslam som torr mängd

De flesta samrötningsanläggningarna samarbetar med lantbruket där rötresten används som gödselmedel. Rötrest som efterkomposterats används mer som jordförbättringsmedel i trädgårdar och parker. En del anläggningar anlitar någon för att förädla och marknadsföra restprodukten.

De flesta reningsverk har fram till helt nyligen haft samarbete med lantbrukare som utnyttjat slammet som gödselmedel på åkermark. Bland annat LRF: s rekommenderade slamstopp har

medfört att denna användning minskat rejält. Fortfarande utnyttjas en del slam som gödselmedel, men de flesta reningsverken i studien använder slammet till att återställa gamla deponier eller lägger det i tillfälliga lager i avvaktan på annan lösning (se tabell 2).

Tabell 2. Rötslamsanvändning idag och eventuella skillnader gentemot användningen helt nyligen

Namn	Slamanvändning idag	Slamanvändning nyligen
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Kompostering ==> anläggningsjord	Oförändrad
Gässlösa Avloppsreningsverk	Återställning av gammal deponi	Oförändrad
Hedhusets Avloppsreningsverk	Jordbruk + Mellanlagring	Jordbruksmark i Skåne (100 %)
Klagshamns Avloppsreningsverk	Jordbruk, tillfälliga lager, slamjordstillverkning	
Kristianstads Centrala Reningsverk	Maskkompost (försöksanläggning), tillfälliga lager, jordförbättring vid återställning av deponi	Jordbruk, Salixodling
Nykvarnsverket	Jordbruk (inkl energiskog) - 20 %, deponi - 10 %, tillfälliga lager - 70 %	Under 1999 gick 80 % till jordbruk.
Sjölunda Avloppsreningsverk	Tillfälliga lager Tillverkning av anläggningsjord (20 %)	Jordbruksmark (70 %); Anläggningsjord (30 %)
Ängstorps Avloppsreningsverk	Jordbruk + blandas med sand ==> golfbana Hbg	Jordbruksmark i Skåne
Öresundsverket	Jordförbättringsmedel för deponitäckning	Jordbruksmark (100 % fram till år 2000)

2.7. Övriga driftserfarenheter

En vanlig fråga angående samrötningsanläggningarna är huruvida det finns luktproblem.

Generellt sett anser sig anläggningarna inte ha problem med detta.

Alla samrötningsanläggningar har någon form av luftbehandling (kolfilter, kompostfilter eller dylikt). Det förekommer dock enstaka klagomål på några anläggningar.

Driftserfarenheter knutna till respektive steg på anläggningarna finns också under kapitlen om förbehandling, rötprocessen och gashantering.

2.8. Framtidsplanering och forskningsbehov för anläggningarna

Någon samrötningsanläggning jobbar på att få in mer avfall och flera anläggningar tänker i framtiden bygga ut för en större kapacitet. Några anläggningar skall bygga om i mottagningssteget.

Flera anläggningar bland såväl reningsverk som samrötningsanläggningar funderar på att i framtiden uppgradera biogasen för att kunna använda/sälja den som fordonsbränsle.

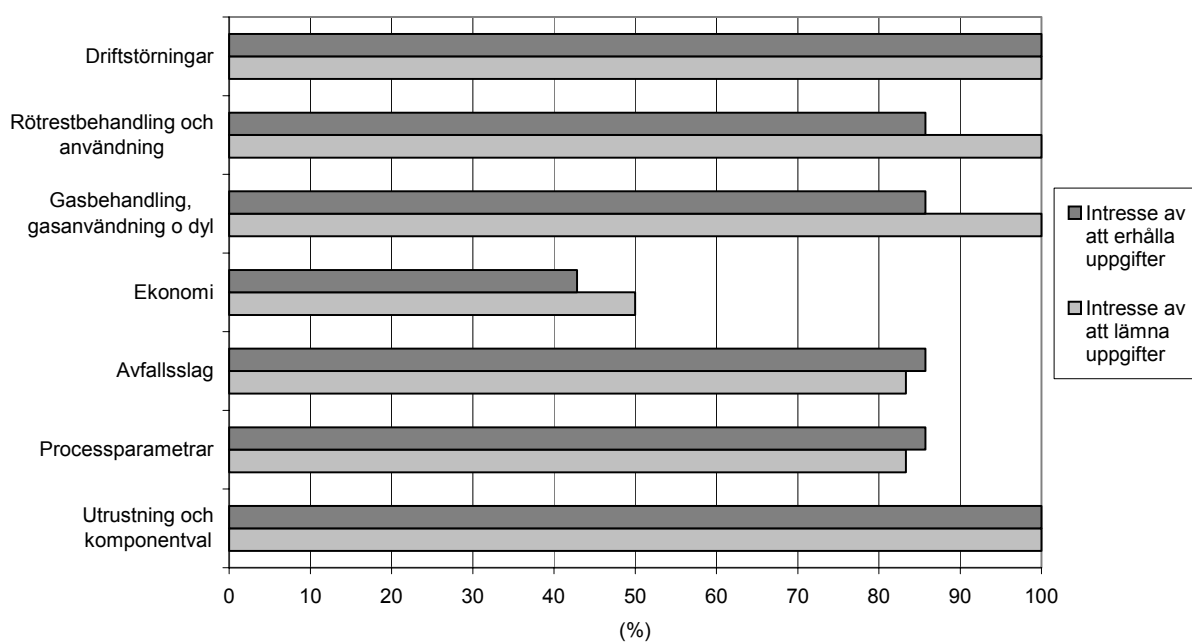
För reningsverken innebär framtiden val av avsättning av rötslammet och val av metoder för att möjliggöra avsättningen.

Väldigt få av reningsverken har svarat på frågan om det finns något speciellt område som har stort forskningsbehov.

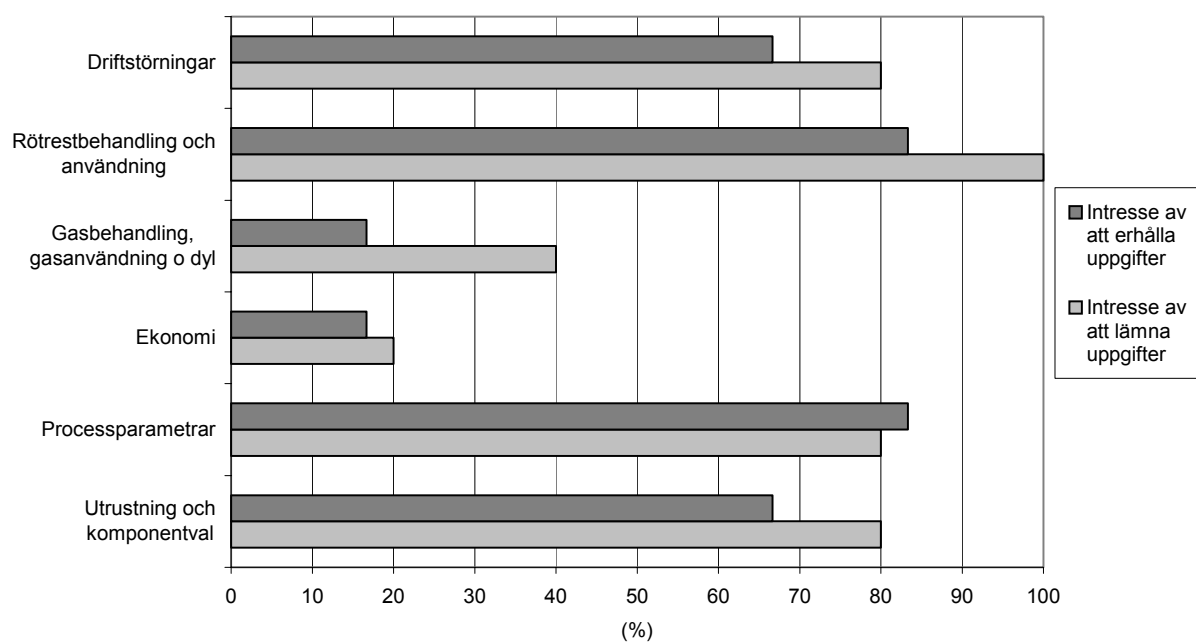
Samrötningsanläggningarna svarar ganska olika angående forskningsbehov. Egentligen täcker svaren in alla områden utom gashantering och möjligtvis själva röttningsprocessen.

2.9. Intresse av informationsutbyte

Samrötningsanläggningarna verkar intresserade av ett informationsutbyte. Många är redan med i Svenska biogasföreningens anläggningsägargrupp och utbyter information därigenom. Några av anläggningarna har samarbete med något företag eller universitet/högskola angående uppföljning. Anläggningarna verkar generellt intresserade av att utbyta information inom alla områden, utom ekonomi som en del verkar tveksamma till att lämna uppgifter om (se figur 18).



Figur 18. Samrötningsanläggningarnas intresse av att erhålla och lämna uppgifter inom olika områden



Figur 19. Reningsverkens intresse av att erhålla och lämna uppgifter inom olika områden

De flesta av reningsverken som svarat på frågan om de är intresserade av ett informationsutbyte har svarat ja. Något verk utbyter redan information med några andra reningsverk och något enstaka verk har samarbete med något företag eller universitet/högskola angående uppföljning av rötningen.

Reningsverken ger intryck av att vara allra mest intresserade av att utbyta information om processparametrar och om rötslamsbehandling och användning (se figur 19)

3. SVENSKA RAPPORTERINGSSYSTEMET IDAG

3.1. Pågående aktiviteter

Många kommuner planerar biogassatsningar inom en snar framtid. En hel del av dessa är understödda med statliga bidrag via LIP, Lokala investeringsprogrammet som administreras av Miljödepartementet. LIP-programmet kräver viss rapportering av kommunerna. De kommuner som genomfört sina program ska göra en slutlig redovisning av bl.a. de resultat och effekter som programmen lett till. Kommunerna ska dessutom göra en verksamhetsrapport som skickas till länsstyrelsen och till IEH (Statens Institut för Ekologisk hållbarhet). IEH:s viktigaste uppgift är att aktivt stödja kommunerna i arbetet med att ta fram och genomföra lokala investeringsprogram samt sprida erfarenheter från dessa program. Inom LIP-programmet kommer emellertid inte att rapporteras om driftserfarenheter från anläggningarna.

En del av branschorganisationerna har arbetsgrupper inom röttningsområdet, till exempel RVF: s biologiska behandlingsgrupp och ”driftsledargruppen” samt ”BIF-gruppen” (för biogasproducenterna) som sammankallas av Svenska Biogasföreningen.

Från och med 2000 finns det en arbetsgrupp för biogasteknik inrättad av svenskt gastekniskt center. I gruppen ingår representanter från gasdistributörer/producenter, avfallsbranschen, Biogasföreningen, Svenska Gasföreningen samt JTI (Institutet för jordbruks- och miljöteknik) och Hushållningssällskapet. (källa SGC hemsida/nyheter)

SGC har under 2000 startat upp ett utvärderingsprojekt för gasreningsanläggningar där följande områden kommer att dokumenteras:

- Anläggningsbeskrivning
- Teknik
- Ekonomi
- Komprimering av gas
- Instrumentering/Kvalitetssäkring av gas
- Systemutformning (back up möjligheter, avtal med kunder etc.)
- Upphandlingsformer

(Från RVF: s arbetsseminarium Skokloster maj 00)

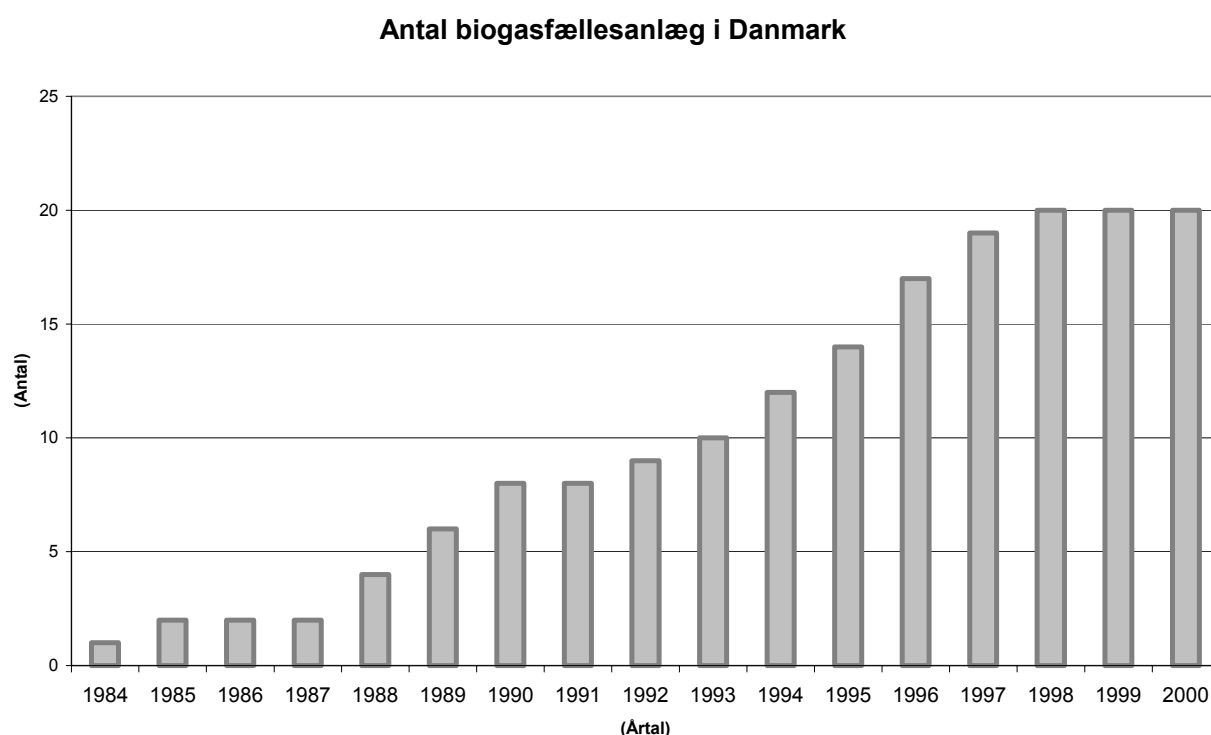
Det finns önskemål om ett sammanhållet nationellt utvärderingsprogram för storskalig biologisk behandling av organiska restprodukter. Ett programförslag har utarbetats av Svenska renhållningsverksföreningen, Svenska Biogasföreningen, Svenskt Gastekniskt Center samt Institutet för jordbruks- och miljöteknik (januari 2001). Syftet med programmet är att utvärdera storskaliga system för kompostering och biogasframställning samt att få till stånd ett uppföljningsprogram.

4. DANSKA RAPPORTERINGSSYSTEMET FÖR SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGAR

Det finns för närvarande inget system för rapportering av driftserfarenheter från rötning på reningsverken i Danmark. Däremot finns ett sedan flera år tillbaka etablerat system för samrötningsanläggningar, (eller på danska biogasfællesanlæg) vilket beskrivs nedan.

4.1. Bakgrund och utveckling

Under mitten av åttiotalet hade ett par danska samrötningsanläggningar etablerats och ett behov att följa upp utvecklingen för dessa samt framtida anläggningar fanns.



Figur 20. Utbyggnaden av biogasfællesanlæg i Danmark

På initiativ av Energiministeriet, Lantbrukministeriet och Miljöministeriet sattes ett s.k. Koordineringsudvalg samman 1986. ”Udvalget” bestod av representanter från statliga och kommunala myndigheter och olika intresseorganisationer. En sekretariatsfunktion togs om hand av Energistyrelsen. En handlingsplan genomfördes 1988-1991.

Handlingsplanen byggdes upp av :

- Ett **försöks- och demonstrationsprogram** som inkluderade existerande anläggningar och uppförandet av ett antal nya anläggningar (9 försöks- och demoanläggningar)
- Ett **uppföljningsprogram** för att belysa de lantbruksmässiga, miljömässiga och energimässiga fördelarna och nackdelarna för biogasfællesanlæg gentemot andra lösningar

- En rad **förmedlingsaktiviteter** som skulle säkra att erfarenheterna från genomförandet av handlingsplanen utväxlades mellan demonstrationsanläggningar, lantbrukare, lokala och regionala myndigheter, m.fl.
- **Försöks- och forskningsmässiga aktiviteter**

Handlingsplanen som genomfördes av ”Biogasgruppen” (Energistyrelsens rådgivande grupp inom biogasområdet, med medlemmar från olika center, institut och universitet) beslutades följas av ett nytt program 1992. Detta program hade som syfte (förutom fortsatt utveckling för att förbättra teknik och driftsekonomi) att analysera och demonstrera en rad nya områden där biogasen kunde spela en roll.

Bland annat:

- Behandling av källsorterat hushållsavfall i biogasanläggningar
- Kombination av användning av biogas och naturgas
- Hygieniseringseffekt, förbättrat utnyttjande av rötresten, volymreduktion, gas från lagertanken, ökat gasutbyte, luktreduktion

Under 1995 beslutades om ytterligare ett program med de viktigaste huvudpunkterna:

- Fortsatt driftsekonomisk framgång
- Gårdsbiogasanläggningar
- Biogas/naturgas
- Källsorterat hushållsavfall
- Effekt på växthusgaser
- Optimering av rötrestutnyttjandet
- Veterinära frågor

För tillfället pågår ett program (1998-2001) där det fokuseras på att utnyttja den tidigare uppföljningen för att förbättra ”state of the art” och det s.k. ”Dagens Anlæg”.

”Dagens Anlæg” är en slags tänkt referensanläggning med kända data som används för att testa olika tänkbara förändringar gällande avfallsmängd, avfallstyper, process osv.

Inom programperioden förbereds det också inför den fortsatta byggnationen av biogasanläggningar då utbyggnaden för tillfället upplevs som avvaktande. Det framgår också av figur 20 att det på senare år inte byggts nya anläggningar.

4.2. Kostnader

Handlingsplanen och uppföljningsprogrammen samfinansierades av Lantbruks-, Miljö-, och Energiministeriet. De första två perioderna, Handlingsplanen (1988-91) och

Uppföljningsprogrammet (1992-95), hade vardera en budget på 15 miljoner DKK.

De investeringsbidrag som lämnats till anläggningarna har kommit från Energistyrelsens tillskudsordningar. De flesta anläggningar har tidigare kunnat få bidrag med 30-40 % av investeringskostnaden, men på senare tid har bidragsdelen legat kring 20 %.

4.3. Utformning

Alla danska anläggningarna (20 st.) medverkar i uppföljningen och rapporterar driftserfarenheter månadsvis, vilket är ett villkor för att få investeringsbidrag. Rapporteringen förs via ett standardformulär som ifylles av driftsledare på respektive anläggning. I formuläret ges uppgifter om exempelvis behandlade avfallsmängder, gasproduktion, gasanvändning och speciella driftserfarenheter (Se bilaga B1).

Uppgifterna i formulären tas om hand av Energistyrelsen som presenterar dem i den s.k. Statusrapporten och i tidningen Bioenergi. Statusrapporten är egentligen en sammanläggning av alla anläggningarnas formulär och utkommer för två månader i taget (se exempel på månadsrapport för en anläggning i bilaga 4 a). I denna finns också kort information om danska gårdsbiogasanläggningar. Varje statusrapport innehåller ekonomiska översikter för 3-4 biogasanläggningar (se bilaga 4 b).

I tidningen Bioenergi som utkommer samtidigt som Statusrapporten presenteras en sammanfattning av varje anläggnings erfarenheter och bearbetade uppgifter från statusrapporten visas i form av tabeller och diagram (se bilaga 4 c).

Dessutom används statusrapportens insamlade data till olika rapporter inom respektive uppföljningsprogram.

4.4. Tänkbara fördelar

Fördelar med det danska systemet är:

- Det är enkelt uppbyggt
- Ekonomin redovisas för varje anläggning.
- Eftersom alla anläggningar lämnar uppgifter om samma parametrar är det lätt att jämföra anläggningarna
- Villkoret att anläggningarna skall vara med i uppföljningssystemet för att få investeringsbidrag tvingar anläggningarna att medverka i rapporteringen. Detta medför att inga resurser behöver läggas på att "övertala" anläggningarna att vara med.
- En oberoende part (Energistyrelsen) administrerar sammanställningen

4.5. Tänkbara problem

Med införandet av ett system liknande det danska kan följande problem/hinder vara tänkbara:

- Kvaliteten på inrapporteringen är osäker eftersom det inte görs någon kvalitetskontroll förutom den koll som fås i och med Energistyrelsens sammanställande av informationen.
- Konsulter, rådgivare och leverantörer av anläggningarna kan motsätta sig att "deras" anläggningars dåliga erfarenheter sprids. Samtidigt kan det emellertid vara nyttigt för andra anläggningar att sådana erfarenheter sprids.
- Om anläggningen har dåliga erfarenheter kan det påverka anläggningens rykte gentemot avfallsleverantörer och mottagare av restprodukt.
- Spridandet om gasutbyte och vilka avfallstyper som behandlas kan bidra till att konkurrens om "goda" avfallstyper uppstår.

5. RAPPORTERINGSSYSTEM FÖR SVENSKA BIOGASPRODUCERANDE ANLÄGGNINGAR

Ett tänkbart rapporteringssystem för de svenska biogasproducerande skulle kortfattat kunna göras så här:

De medverkande anläggningarna får lämna uppgifter varje månad genom att fylla i ett enkelt formulär, förslagsvis via Internet.

Efter att uppgifterna lämnats görs en standardiserad bearbetning och ett redovisbart material görs tillgängligt på Internet-platsen. Det skulle med ett sådant här system gå att begränsa vilka som får se informationen genom användarnamn och lösenord. Enklast vore emellertid om uppgifterna kan publiceras offentligt, vilket naturligtvis är en fråga för anläggningsägarna att bedöma.

5.1. Lagring av data

Uppgifterna som lämnas varje månad samlas i en databas som finns tillgänglig hos den som administrerar systemet. Databasen skulle sedan kunna användas för uppföljning och utvärdering av specifika områden och aspekter.

5.2. Publicering

Publicering kan enklast göras via Internet (ett nyhetsbrev skulle kunna skickas ut när nya rapporter finns tillgängliga) men den kan också göras på annat sätt, till exempel genom att sammanställa uppgifterna i någon form av månadsrapport, liknande det danska systemet.

Sammanfattning, diagram och tabeller skulle kunna publiceras i lämplig branschtidning, t.ex. i biogastidningen (som kommer ut med 4 nr per år) och eventuellt i nyhetsbrev via e-post.

En idé är att till varje månadsrapportering bifoga en liten faktaruta som för varje anläggning innehåller uppgifter om ålder, årlig mängd avfall, process (antal steg, temperatur, u-tid, fasuppdelning), hygienisering, gasbehandling, efterbehandling av rötrest mm.

5.3. Administrering

Lämpliga administratörer av systemet skulle kunna vara något branschorgan. Det bör vara en oberoende part med ekonomisk möjlighet att göra sammanställningen. Arbetsinsatsen beror naturligtvis på hur omfattande systemet skall vara. Förmodligen skulle det krävas en arbetsinsats på minst ett par dagar per månad.

5.4. Förslag till utformning av ”rapporteringsformulär”

Det fungerar förmodligen inte med samma formulär för samrötnings- och reningsverksrötkammare, men vissa uppgifter kan vara intressanta att sammanställa och jämföra för båda typerna (t.ex. gasproduktion).

Till exempel förbehandling är mer avancerat på samrötningsanläggningar och ger mer driftsproblem än vad reningsverken kan sägas ha av sin så kallade förbehandling. Uppgifter om ekonomi kan förmodligen inte förväntas ingå i rapporteringen för någon typ av anläggning, eftersom det finns väldigt lite intresse att lämna ut sådana uppgifter. Två förslag till väldigt enkla formulär har gjorts. Figur 21 visar ett förslag till formulär som skulle kunna användas för samrötningsanläggningarna och figur 22 visar ett förslag för reningsverken.

Anläggning	Anläggningen anläggningen		Kontaktperson	HH	
Aktuell månad	2001-01-01		Telefonnr	0123-45678	
Avfallstyp	Nötgödsel	400	ton	Total mängd avfall	820 ton
Avfallstyp	Källsorterat hushållsavfall	250	ton		
Avfallstyp	Slakteriavfall	170	ton		
Vätsketillsats	Färskvatten	400	m3		
Gasproduktion	35000	Nm3	Metanhalt	65	%
Värmeproduktion	100000	kWh	Värmeförbrukning	5000	kWh
Elproduktion	30000	kWh	Elförbrukning	10000	kWh
Fordonsbränsle	60000	kWh			
Annat (ange vad)		0	kWh		
Facklad mängd	0	kWh			
Rötrestproduktion	1220	ton			
Kompostproduktion	900	ton	Överskottsvätska	900	ton
Mängd till konsument	280	ton			
Driftserfarenheter under månaden	Omrörning av rk1 har varit dålig, vilket gett lägre gasproduktion än vanligt.				

Figur 21. Förslag till utformning av månadsformulär för rapportering av driften på samrötningsanläggning

Reningsverk		Kontaktperson	
Datum		Telefonnr	

Slamtyper som rötas:

Primärslam ☐
 Bioslam ☐
 Kemsam ☐

Gasproduktion		Nm3	Metanhalt		%
Värmeproduktion		kWh	Värmeförbrukning		kWh
Elproduktion		kWh	Elförbrukning		kWh
Fordonsbränsle		kWh			
Annat (ange vad)					
Facklad mängd					

Rötslammängd		ton	TS-halt		%
Rötslammängd avvattnat		ton	TS-halt:		%
Avyttrad mängd		ton			

Driftserfarenheter under perioden		
--------------------------------------	----------------------	---

Figur 22. Förslag till utformning av månadsformulär för rapportering av driften på samrötningsanläggning

6. FORSKNINGSBEHOV

Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik vid Lunds Tekniska Högskola förstärktes 1998 genom inrättandet av avdelningens första professur. Avdelningen har sedan dess etablerat ett större sammanhängande forskningsområde kring påverkan och hantering av koncentrerade avloppsvattenströmmar på kommunala reningsverk. Huvudinsatsen ligger på forskning inom processtekniska områden i riktning med avdelningens placering på Lunds Tekniska Högskola.

Det förväntas att anaerob rötning och anaeroba processer generellt kan spela en betydligt större roll än idag.

Slambehandling i form av rötning bidrar med betydande interna strömmar på ett reningsverk och den igångvarande slambojkotten tillsammans med det kommande deponeringsförbudet (gällande organiskt avfall) betyder att en rad nya slambehandlingsmetoder kan bli aktuella. Slamhydrolys och förbränning av slam är redan på gång och sådana behandlingsmetoder förväntas ställa nya krav och ge nya möjligheter för design och drift av kommunala reningsverk

Samtidigt betyder en högre grad av kretslopptänkande att anaeroba processer blir allt mer intressanta. Behandling av organiska avloppsvattenströmmar från industri och källsorterat organiskt hushållsavfall kan potentiellt sambehandlas med det vanliga överskottslammet i reningsverkens rötkammare således att det produceras biogas samtidigt som avloppsvattnet och avfallet behandlas. En sådan behandling kommer förhoppningsvis också kunna leda till en bättre återanvändning av närsalter och energi än idag.

Erfarenheterna från svenska biogasanläggningar och de identifierade forskningsbehov som samlas in i detta projekt skall bidra till etableringen av avdelningens forskningsstrategi inom området.

Som utgångspunkt för denna utvärdering har utöver anläggningarnas erkända behov även ett försök att värdera karaktären av pågående forskning inom Sverige gjorts.

6.1. Aktuell forskning

En väldigt enkel Internet-baserad sökning på de svenska högskolorna och universitetens hemsidor har gjorts för att se vad det görs för forskning inom biogasområdet idag. Forskning inom biogasområdet görs bland annat på följande universitet/högskolor: Göteborgs Universitet, Lunds Tekniska Högskola, Uppsala Universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet.

Förutom högskolornas och universitetens forskning görs det en hel del insatser på området på en del organisationer/företag med biogasanknytning. En del av dessa finns listade med tillhörande hemsidesadress:

Energimyndigheten

www.stem.se

Mistra (Stiftelsen för Miljöstrategisk Forskning)

www.mistra-research.se

RVF (Svenska Renhållningsverksföreningen)

www.rvf.se

SBGF (Svenska Biogasföreningen)	www.sbgf.org
SGC (Svenskt Gastekniskt Center)	www.sgc.se
SNV (Statens Naturvårdsverk) med AFN (Avfallsforskningsnämnden) (tidigare AFR (Avfallsforskningsrådet)	www.environ.se
SVEBIO (Svenska Bioenergiföreningen)	www.svebio.se
Svenska gasföreningen	www.gasforeningen.se
VAV (Vatten- och avloppsverksföreningen)	www.vav.se

6.2. Litteraturöversikt

Inom projektet har en sökning efter litteratur (som är tillgänglig på svenska bibliotek) inom biogasområdet gjorts. Resultatet finns sammanställt i en databas som finns tillgänglig på avdelningen för VA-teknik, Lunds Tekniska Högskola. Databasen kan sorteras efter författare, titel, årtal, rapportnummer, ort/förlag eller typ av litteratur.

Av den litteratur som hittats finns det mest inom området gashantering, gasrening, gasanvändning och dylikt. Det finns dessutom ganska mycket skrivet om lantbruksbaserad biogas.

I sökningen hittades en del äldre litteratur om reningsverkproducerad biogas, men inte så mycket nyare material.

Det som framförallt saknas är litteratur om förbehandling av olika avfall och olika avfalls påverkan på rötningsprocessen. Lite litteratur som behandlar provrötningar på olika substratblandningar har emellertid hittats.

6.3. Utvärdering av forskningsbehov

Erfarenhetssammanställningen för biogasanläggningarna har visat att det inte genom den etablerade driften kan identifieras betydande forskningsbehov som kan förväntas täckas av avdelningen för VA-teknik. Driften av samrötningsanläggningar är ännu så ny att det mest varit rent tekniska, ekonomiska och organisatoriska frågor som varit i fokus. På reningsverk med röt-kammare har erfarenheterna som samlats under lång tid efterhand säkrat en god drift och det har inte identifierats några omedelbara forskningsbehov i anknytning till det nuvarande driftssättet.

Översikten av den svenska forskningen inom biogasområdet visar att speciellt forskning kring rötning knutet till lantbruket och mer systemanalytisk forskning bedrivs på flera ställen medan de processtekniska aspekterna kring samrötning inte fått särskilt stor uppmärksamhet.

Litteraturgenomgången visar att det finns kunskap om rötprocessen, om gashantering, gasrening och gasanvändning samt om restprodukthantering. Kunskaper om hantering och förbehandling av de många ”nya” typerna av avfall som hanteras i samrötningsanläggningar verkar vara en brist. Det finns således ett behov för bättre karaktärisering av avfallet med hänsyn till att kunna bedöma dess lämplighet för rötning och för en mer allmän karaktärisering för att kunna bedöma hur hanteringen på anläggningen skall gå till.

6.4. Forskningsstrategi för Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik vid Lunds Tekniska Högskola

Erfarenhetsuppsamlingen på samrötningsanläggningar och reningsverk med rötkammare, genomgången av svensk forskning på området och litteratursammanställningen har visat att det finns ett behov för stärkt forskning inom två områden som även sammanfaller med avdelningens nuvarande insatsområde som är ”påverkan på och hantering av koncentrerade avloppsvattenströmmar på kommunala avloppsreningsverk”.

1. Det finns ett stort behov av bättre karaktärisering av avfall, avloppsvattenströmmar och liknande som kan utnyttjas för rötning i samrötningsanläggningar eller i avloppsreningsverkens rötkammare.

Karaktäriseringen skall inte enbart kartlägga vilken nedbrytning och därmed gasproduktion som kan förväntas utan i lika hög grad om olika avfallstyper ställer speciella krav på rötprocessens inriktning och styrning.

2. Det finns ett stort behov av utvärdering av de möjligheter och problem som avloppsreningsverken står inför när nya slamhanteringsprocesser införs för att förbättra slambehandlingen eller när fast avfall eller högkoncentrerade avloppsströmmar ämnas rötas tillsammans med överskottslam.

Nya processer och nya material att röta tillsammans med en potential för ökad gasproduktion medför nya utmatningar till rötningsprocessen och till hela anläggningen eftersom internt recirkulerade strömmar kan komma att ändras dramatiskt.

7. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER FÖR PROJEKTET

Allt som allt har 18 samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk deltagit i projektet. Samrötningsanläggningarna är byggda efter 1991, medan de flesta traditionella kommunala rötkammare uppförts under 60- och 70-talet.

Samrötningarnas storlek varierar. Behandlad mängd per år kan variera från ett par tusen ton avfall upp till 75 000 ton.

Reningsverkens rötkammare i studien är också varierande, eftersom det är olika storlek på de reningsverk som finns med. Den minsta rötkammarvolymen är på 830 m³ och den största på 11 000 m³.

Flertalet samrötningsanläggningar baserar rötningen på lantbruksrester i form av gödsel kombinerat med organiskt avfall av något slag. Fyra anläggningar behandlar källsorterat hushållsavfall, varav en anläggning enbart behandlar denna typ av avfall.

Alla samrötningsanläggningarna har innan rötningen någon form av förbehandling där exempelvis avfallet sönderdelas, plast separeras och metaller separeras. En del anläggningar tillsätter vatten för att späda ut avfallet till önskvärd konsistens.

Rötningen på avloppsreningsverken inkluderar i allmänhet ingen förbehandling, men de flesta verk använder någon typ av förtjockare för att öka torrsubstanshalten innan rötning.

Tre av samrötningsanläggningarna drivs termofilt, medan resten av samrötningsanläggningarna och reningsverkens rötkammare drivs mesofilt.

Det har i detta projekt inte varit möjligt att urskilja några direkta kopplingar mellan driftsresultat och driftsproblem och vilken temperatur som används.

De flesta anläggningar drivs med en uppehållstid på 15-20 dygn. Några få undantag finns beroende på att den aktuella belastningen skiljer sig mycket från den anläggningen dimensionerats för.

Alla samrötningsanläggningar utom en (som använder en lite torrare process med TS-halt på inkommande ~16 %) använder sig av en våt röttningsprocess med ett typiskt torrsubstansinnehåll i inkommande runt 6 -10 %. Rötkamrarna på reningsverken drivs med en TS-halt runt 4 % i inkommande slam till rötkammaren.

Det finns inte tillgänglig data för att kunna beräkna gasproduktionen per mängd reducerad torrsubstans eller reducerad organiskt mängd (volatile solids, VS).

Om gasproduktionen istället beräknas per volymenhet rötkammare ses att samrötningsanläggningarna ger den dubbla gasproduktionen jämfört med de traditionella reningsverksrötkamrarna, vilket förklaras av att samrötningsanläggningarna har en högre organiskt belastning.

Metanhalten i gasen ligger mellan 60 och 70 % oberoende av typen av anläggning.

Dominerande gasanvändningsområde är värmeproduktion. I en del fall, speciellt på samrötningsanläggningar, kombineras el- och värmeproduktion. I några fall uppgraderas biogasen för att användas som fordonsbränsle.

De traditionella rötkamrarna facklar bort en betydande del av gasen eftersom värmebehovet varierar. Bland samrötningsanläggningarna är det vanligt med en koppling till flera olika system som använder gasen, vilket gör att endast lågkvalitativ gas facklas bort.

De flesta samrötningsanläggningar samarbetar med lantbrukare angående användning av restprodukterna från behandlingen. I de flesta fall finns behov av vidarebearbetning efter rötningen, som t.ex. efterlagring, siktning och kompostering för att få en bättre kvalitet på restprodukten.

Alla reningsverken har problem med avyttring av rötslammet på grund av LRF:s rekommenderade ”slamstopp”, dvs. att slam från reningsverken inte får användas som gödselmedel på åkermark. Tidigare har nämligen det mest förekommande avyttringssättet varit att använda slammet på åkermark.

Många av samrötningsanläggningarna är nybyggda och har fortfarande en del praktiska problem relaterade till hanteringen av olika typer av fast avfall. Vissa avfall verkar leda till både driftsproblem i förbehandlingssteget och problem med den mekaniska omrörningen i rötkammaren.

Rötningen på reningsverken verkar köra utan betydande driftsproblem.

Behovet av erfarenhetsutbyte är högt och viljan att dela med sig av egna erfarenheter är väldigt högt bland samrötningsanläggningarna. I princip detsamma gäller för avloppsreningsverken, även om entusiasmen i att delta är lite lägre. Båda grupperna tycker att ett utbyte skulle kunna innefatta alla aspekter utom ekonomi. Operatörer av samrötningsanläggningar verkar mer intresserade av att utbyta erfarenheter angående gasbehandling och gasanvändning, vilket förmodligen reflekterar att gasproduktionen är en viktigare faktor för ekonomin här än på avloppsreningsverken.

Operatörerna på avloppsreningsverken har endast nämnt några få forskningsområden som intressanta. Detta reflekterar troligen att teknik och driftsstrategier är väl implementerade. Däremot täcker förslagen från samrötningsanläggningarna flera aspekter, vilket tyder på att behovet av erfarenheter är större på dessa anläggningar som är relativt nybyggda och som behandlar ”nya” typer av avfall och avfallskombinationer.

Projektet visar att det bland operatörerna finns ett behov och intresse för ett system med mer planmässig insamling, bearbetning och redovisning av erfarenheterna av rötning. Idag förekommer det ett antal aktiviteter för att inom Sverige utbyta erfarenheter mellan samrötningsanläggningarna.

Flera organisationer arbetar inom området men det finns inget formellt system.

För rötning på avloppsreningsverk förekommer erfarenhetsutbyte vid de allmänna mötena om avloppsvattenrening men det finns inget system som täcker basinformation inom röttningsområdet.

I Danmark däremot finns ett etablerat system för erfarenhetsutbyte mellan samrötningsanläggningar. För mer än 10 år sedan infördes ett system som innebär att de anläggningar som beviljats investeringsbidrag för byggnationen av anläggningen förbinder sig att varje månad rapportera uppgifter om belastning, driftsförhållanden och driftsproblem. Idag deltar 20 anläggningar i systemet och informationen sammanställs varannan månad i en dansk tidskrift.

Baserat på det behov och intresse som finns för ett mer regelbundet system för insamling, bearbetning och presentation har ett förslag till rapporteringssystem och en plan för ytterligare utveckling av systemet presenterats i kapitel 5. Förslaget baserar sig på en enkel Internet-lösning, där de deltagande anläggningarna varje månad fyller i ett formulär på en sida. När informationen fyllts i görs en standardiserad bearbetning av data och resultaten från den aktuella anläggningen och sammanlagd information blir tillgänglig för deltagarna.

Det föreslås att systemet startas upp med alla samrötningsanläggningar och ett begränsat antal avloppsreningsverk med slamrötning för att introducera och stämma av systemet med ett begränsat antal deltagare.

Erfarenheterna från biogasanläggningarna lyfter blicken mot flera relevanta forskningsområden inom hela spektrat av ämnen relaterade till rötning av organiskt avfall. Däremot pekade avloppsreningsverken endast ut några få forskningsområden som har direkt anknytning till rötning av slam. Förslagen tillsammans med en litteraturöversikt och en översikt av pågående forskning inom området i Sverige gör att två områden framträder speciellt för Avdelningen för Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik på Lunds Tekniska Högskola.

Det finns ett stort behov av bättre karaktärisering av fast avfall och avloppsvattenströmmar som kan utnyttjas för rötning i samrötningsanläggningar eller på avloppsreningsverkens rötning. Fokuseringen skulle kunna ligga på nedbrytningspotential för organiskt material vilket skulle leda till en bättre uppskattning av den potentiella gasproduktionen men fokuseringen kan också ligga på de speciella egenskaper som kräver uppmärksamhet vid driften av anläggningen.

Det finns ett stort behov av utvärdering av de möjligheter och problem som avloppsreningsverken står inför när nya slamhanteringsprocesser införs för att förbättra slambehandlingen eller när fast avfall eller högkoncentrerade avloppsströmmar ämnas rötas tillsammans med överskottslam.

Nya processer och nya material att röta tillsammans med en potential för ökad gasproduktion medför nya utmaningar till rötningsprocessen och till hela anläggningen eftersom internt recirkulerade strömmar kan komma att ändras dramatiskt.

REFERENSER

Bjurling, Karl och Svärd, Åsa, Samrötning av organiskt avfall - En studie av svenska biogasanläggningar, Lund, augusti 1998

Holm-Nielsen et al, Biogasfællesanlæg – Landbrugsmæssige nytteværdier – omsætningsforhold af N, P og K, Energistyrelsen, København, mars 1993

Lindberg, Anna, Biogasanläggningar i Sverige, VA-Forsk rapport 1997:4, Stockholm, september 1996

Miljø & Energiministeriet, Biogas-månedssstatus (januari 1999 – juni 2001)

Renhållningsverksföreningen, System för hantering av biologiskt nedbrytbart avfall – Uppföljning och utvärdering av storskaliga komposterings- och biogasanläggningar – Etapp 1, programförslag 2001-01-10

Tafdrup et al, Biogasfællesanlæg fra idé til realitet, Energistyrelsen, November 1995, København

Personliga meddelanden

Tafdrup, Søren. Energistyrelsen, København.

Kontaktpersoner – anläggningarna

Borlänge biogasanläggning

Borlänge avloppsreningsverk (Fagersta By)

Borås biogasanläggning + reningsverk

Eslövs biogasanläggning

Helsingborgs biogasanläggning

Kalmar biogasanläggning

Kils biogasanläggning

Kristianstads biogasanläggning

C4 teknik, Kristianstad

Laholms biogasanläggning

Laholms kommun, Tekniska kontoret VA-avdelningen

Linköpings biogasanläggning + reningsverk

Öresundsverket, Helsingborg

Sjölunda avloppsreningsverk, Malmö

Klagshamns avloppsreningsverk, Malmö

Bo Arvidsson

Bengt Lindholm

Anders Åberg

Jöran Eriksson

Katarina Hansson

Karin Eken-Södergård

Håkan Andersson

Liselott Eriksson

Teo Nordin

Christer Johansson

Kjell Andersson

Arne Hammar

Alf Nilsson

Bo Brink

Birgitta Strandberg

Bertil Sandberg

Niklas Hanner

Gunbritt Dittmer

BILAGOR

BILAGA 1 - ENKÄT FÖR SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGAR

BILAGA 2 - ENKÄT FÖR RENINGSVERK

BILAGA 3 - SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAR

**BILAGA 4 A - EXEMPEL PÅ MÅNADSFORMULÄR FÖR VARJE
ANLÄGGNING I DET DANSKA SYSTEMET**

**BILAGA 4 B - EXEMPEL PÅ EKONOMISK REDOVISNING FÖR EN
ANLÄGGNING I DET DANSKA SYSTEMET**

**BILAGA 4 C - EXEMPEL PÅ REDOVISNING AV ANLÄGGNINGARNA I
DET DANSKA SYSTEMET I TIDNINGEN BIOENERGI**

BILAGA 1 - ENKÄT FÖR SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGAR

Frågor angående biogasanläggning

Biogasanläggningens namn _____

Ägare _____

Allmänt:

Startår? _____

Vem har ritat och byggt anläggningen? _____

Investeringskostnad? _____

Eventuellt bidrag (belopp och bidragsgivare) _____

Luftbehandling/luftspridningsförhindring? _____

Har anläggningen problem med lukt? _____

Avfallet:

Behandlad årlig mängd avfall _____ ton/år

Avfallstyper _____

Emballage (för hushållsavfall: papper, plast...) _____

TS på avfallsblandningen (%) _____

Förbehandling:

Görs någon form av sortering på anläggningen? _____

Vilken typ av neddelning görs?

Vilken typ av separering görs? _____

Görs någon väsketillsats? _____ Om JA, vad används?

☐ Färskvatten ☐ Regnvatten ☐ Recirkulerat obehandlat processvatten

☐ Recirkulerat behandlat processvatten ☐ Annat _____

Hur väl anser ni att driften av förbehandlingen fungerar?

☐ Dåligt

☐ Mindre bra

☐ Bra

☐ Mycket bra

Vad har ställt till med mest problem under drifttiden av förbehandlingen?

Hur ofta inträffar driftstopp i förbehandlingen?

☐ varje vecka

☐ varje månad

☐ några gånger om året

☐ sällan

Angående rötningsprocessen:

Hur sker hygienisering? (tid, u-tid, separat tank) _____

Är den anaeroba processen uppdelad i flera steg? _____

Görs fasuppdelning någon gång i processen? _____

Vilken temperatur körs rötningen vid? _____ °C

Hur lång är uppehållstiden? _____ dygn

Vilken uppvärmningsmetod används? _____

Vad är:

TS_{in} (%) _____ TS_{ut} (%) _____

VS_{in} (%) _____ VS_{ut} (%) _____

Hur stor är den organiska belastningen (kg VS/m³_{rötk}×dygn)

Hur sker in- och utmatning?

☐ Kontinuerligt

☐ Semi-kontinuerligt

☐ Satsvis

Hur sker omrörning av tanken/tankarna?

☐ Mekaniska omrörare

☐ Komprimerad gas

☐ Annat _____

Vilka kontroller görs av processen? Vad mäts och analyseras och hur ofta görs detta?

Hur väl anser ni att driften av rötningen fungerar?

☐ Dåligt

☐ Mindre bra

☐ Bra

☐ Mycket bra

Vad har ställt till med mest problem under drifttiden? (överbelastning, omrörning, uppvärmning, svårnedbrytbart avfall, förgiftning o. dyl.) _____

Hur ofta inträffar driftstopp i rötningsprocessen?

☐ varje vecka ☐ varje månad ☐ några gånger om året ☐ sällan

Angående gasen:

Hur mycket gas produceras? _____ Nm³/år _____ Nm³/kg VS_{nedbr}

Vilken är den genomsnittliga metanhalt i gasen? _____ %

Hur används gasen? (Ange gärna hur stor del i %)

Fackling _____

Värmeproduktion (MWh/år) _____

El/värmeproduktion (MWh/år) _____

Drivmedelsproduktion (Nm³/år eller bensinliterekvivalent/år) _____

Annat, nämligen _____

Hur stor del av gasen används internt? _____

Hur stor del av det interna el/värmebehovet täcks genom utnyttjande av gasen? _____

Kopplas den producerade gasen samman med annan gas, till exempel deponigas, biogas från avloppsreningsverk eller naturgas? _____

Görs det någon behandling av gasen innan den används? I så fall, vad görs? _____

Om gasen renas till en hög metanhalt och används som fordonsbränsle:

Vilka slags fordon och hur många använder gasen? _____

Finns det publika mackar för biogastankning? _____

Vilken typ av reningsmetod används för att höja metanhalten? _____

Hur anser ni att reningsutrustningen fungerar?

☐ Dåligt ☐ Mindre bra ☐ Bra ☐ Mycket bra

Hur anser ni att gasen fungerar som fordonsbränsle?

☐ Dåligt ☐ Mindre bra ☐ Bra ☐ Mycket bra

Angående rötresten

Vilken typ av efterbehandling görs av rötresten? _____

Hur används rötresten i dagsläget?

☐ Jordbruk

☐ Deponi

☐ Förbränning: Vad görs i så fall med restprodukterna (askan)? _____

☐ Kompostering: Hur används i så fall kompostmaterialet? _____

☐ Tillfälliga lager: Vad är i så fall den slutliga användningen? _____

☐ Annat, nämligen: _____

Om rötresten används på olika sätt: Hur mycket rötrest går till respektive användningsområde per år? _____

Är det troligt att användningen av rötrest/kompost kommer att förändras i framtiden? I så fall hur? _____

Hur stor mängd rötrest/kompost produceras årligen? _____ ton/år

Vilken TS-halt har rötresten/komposten? _____%

Vilka parametrar mäts och analyseras angående rötresten/komposten? Hur ofta görs det?

Framtiden:

Vad finns det för planer angående förändringar av biogasanläggningen i framtiden? _____

Kommer gasanvändningen att förändras i framtiden? Planeras till exempel uppgradering av gasen till fordonsbränslekvalitet? _____

Finns det något speciellt område kring rötning som ni anser har ett stort forskningsbehov?

Samarbetar ni med något företag eller universitet/högskola angående uppföljningen av anläggningen? _____

Skulle det vara av intresse för er att kontinuerligt utbyta information med andra biogasanläggningar avseende rötning och biogas? _____

Vilka typer av uppgifter skulle i så fall vara intressanta att erhålla?

- ☐ Uppgifter om utrustning och komponentval
- ☐ Processparametrar
- ☐ Uppgifter om avfallsslag
- ☐ Uppgifter om ekonomi
- ☐ Gasbehandling, gasanvändning o dyl.
- ☐ Rötrestbehandling och användning
- ☐ Driftstörningar
- ☐ Annat, nämligen: _____

Vilka typer av uppgifter skulle ni vara villiga att lämna ut för utbyte av information?

- ☐ Uppgifter om utrustning och komponentval
- ☐ Uppgifter om avfallsslag
- ☐ Processparametrar
- ☐ Uppgifter om ekonomi
- ☐ Gasbehandling, gasanvändning o dyl.
- ☐ Rötrestbehandling och användning
- ☐ Driftstörningar
- ☐ Annat, nämligen: _____

Svarsadress:

Åsa Svärd
VA-teknik, LTH
Box 118
221 00 Lund

Telefonnr: 046-222 89 98

Faxnr: 046-222 42 24

BILAGA 2 - ENKÄT FÖR RENINGSVERK

Frågor angående rötning på avloppsreningsverk

Reningsverkets namn _____

Kommun _____

Allmänt:

Hur gammal är rötkammaren på verket? _____

Hur många rötkammare finns? _____

Hur är de kopplade?

☐ Seriekopplade

☐ Parallellkopplade

Hur stor volym har den/de? _____ m³

Vilken form har den/de och vilket material är den/de tillverkade av? _____

Angående rötningsprocessen:

Vilka typer av slam rötas (primärslam, bioslam, kemsam)? _____

Behandlas slammet på något sätt innan rötningen? (t.ex. förtjockning) _____

Vilken röttemperatur körs processen vid? _____ °C

Hur sker uppvärmning? _____

Vilken TS-halt är det i:

Ingående slam? _____ %

Utgående slam? _____ %

Vilken VS-halt är det i:

Ingående slam? _____ %

Utgående slam? _____ %

Vilken uppehållstid? _____ dygn

Organisk belastning? _____ kg VS/m³ rötkammare · dygn

Hur sker in- och utmatning?

☐ Kontinuerligt

☐ Semi-kontinuerligt

☐ Satsvis

Hur sker omrörning av tanken/tankarna?

☐ Mekaniska omrörare ☐ Komprimerad gas ☐ Annat _____

Vilka kontroller görs av processen? Vad mäts och analyseras och hur ofta görs detta?

Angående gasen:

Hur mycket gas produceras? _____ Nm³/år _____ Nm³/kg VS_{nedbrutet}

Vilken är den genomsnittliga metanhalt i gasen? _____ %

Hur används gasen? (Ange gärna hur stor del i %)

Fackling _____

Värmeproduktion (MWh/år) _____

El/värmeproduktion (MWh/år) _____

Drivmedelsproduktion (Nm³/år eller bensinliterekvivalent/år) _____

Annat, nämligen _____

Hur stor del av gasen används internt? _____

Hur stor del av det interna el/värmebehovet täcks genom utnyttjande av gasen? _____

Kopplas den producerade gasen samman med annan gas, till exempel deponigas, biogas från samrötningsanläggning, biogas producerad på annat avloppsreningsverk eller naturgas? _____

Görs det någon behandling av gasen innan den används? I så fall, vad görs? _____

Om gasen renas till en hög metanhalt och används som fordonsbränsle:

Vilka slags fordon och hur många använder gasen? _____

Finns det publika mackar för biogastankning? _____

Vilken typ av reningsmetod används för att höja metanhalt? _____

Hur anser ni att reningsutrustningen fungerar?

☐ Dåligt

☐ Mindre bra

☐ Bra

☐ Mycket bra

Hur anser ni att gasen fungerar som fordonsbränsle?

☐ Dåligt

☐ Mindre bra

☐ Bra

☐ Mycket bra

Angående det rötade slammet:

Med LRF:s slambojkott i dagsläget är det förmodligen inte mycket avloppsslam som går ut på jordbruksmark. Vi är dock intresserade av såväl användningen innan bojkotten, aktuella hanteringen som eventuella framtida planer.

Vilken typ av efterbehandling görs av det rötade slammet?

☐ Förtjockning

☐ Avvattning

☐ Torkning

☐ Pelletering

☐ Granulering

☐ Termisk hydrolys

☐ Ingen

☐ Annat, nämligen _____

Hur används det obehandlade/behandlade slammet i dagsläget (med LRF:s slambojkott)?

☐ Jordbruk

☐ Deponi

☐ Förbränning: Vad görs i så fall med restprodukterna (askan)? _____

☐ Kompostering: Hur används i så fall kompostmaterialet? _____

☐ Tillfälliga lager: Vad är i så fall den slutliga användningen? _____

☐ Annat, nämligen: _____

Har slammet nyligen använts på annat sätt (t.ex. på jordbruksmark innan slambojkotten)? _____

Om slammet används på olika sätt: Hur mycket slam går till respektive användningsområde per år? _____

Vilka parametrar mäts och analyseras angående rötslammet? Hur ofta görs det? _____

Driftserfarenheter:

Hur väl anser ni att driften av rötammaren fungerar?

☐ Dåligt

☐ Mindre bra

☐ Bra

☐ Mycket bra

Vad har ställt till med mest problem under drifttiden? (överbelastning, omrörning, uppvärmning, svårnedbrytbart slam, förgiftning o. dyl.) _____

Hur ofta inträffar driftstopp i rötningsprocessen?

☐ varje vecka

☐ varje månad

☐ varannan månad

☐ sällan

Framtiden:

Vad finns det för planer angående förändringar av slambehandlingen på verket? _____

Vilka planer finns för behandlingen och användningen av rötslammet i framtiden? _____

Kommer gasanvändningen att förändras i framtiden? Planeras till exempel uppgradering av gasen till fordonsbränslekvalitet? _____

Finns det något speciellt område kring rötning som ni anser har ett stort forskningsbehov?

Samarbetar ni med något företag eller universitet/högskola angående uppföljningen av rötningen på reningsverket? _____

Skulle det vara av intresse för er att kontinuerligt utbyta information med andra reningsverk avseende rötning och biogas? _____

Vilka typer av uppgifter skulle i så fall vara intressanta att erhålla?

- ☐ Uppgifter om utrustning och komponentval
- ☐ Processparametrar
- ☐ Uppgifter om ekonomi
- ☐ Gasbehandling, gasanvändning o dyl.
- ☐ Rötslamsbehandling och användning
- ☐ Driftstörningar
- ☐ Annat, nämligen: _____

Vilka typer av uppgifter skulle ni vara villiga att lämna ut för utbyte av information?

- ☐ Uppgifter om utrustning och komponentval
- ☐ Processparametrar
- ☐ Uppgifter om ekonomi
- ☐ Gasbehandling, gasanvändning o dyl.
- ☐ Rötslamsbehandling och användning
- ☐ Driftstörningar
- ☐ Annat, nämligen: _____

Svarsadress:

Åsa Svärd
VA-teknik, LTH
Box 118
221 00 Lund

Telefonnr: 046-222 89 98
Faxnr: 046-222 42 24

BILAGA 3A - SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAR FRÅN SAMRÖTNINGSANLÄGGNINGARNA

ALLMÄNT

Anläggning	Ägare	Startår	System	Invkostnad mkr	Bidrag	Luftbehandling	Luktproblem
Borlänge	Borlänge Energi	1997	S&H BRV (BKS Nordic)	~60	10 mkr från SNV	Biofiltertorn	Nej
Borås	Borås renhållningsverk	1995	YIT VMT	51	~15 mkr (+ 19,5 i framtida LIP-inv.)	Biotorn	Från komposteringen och vattenlåsen
Helsingborg	Nordvästra Skånes Renhållnings AB	1996	Eget (meso, våt)	20	625 000 kr från NUTEK	Kompostfilter (järnklorid i mottagntank)	Nej
Kalmar	Kalmar Vatten och Renhållning AB	1998	Eget (term, våt)	53	4,5 mkr från NUTEK	Kompostfilter	Generellt nej (1 klagomål i aug)
Kil	Kils Avfallshantering AB	1999	WAASA	15	4,5 (SNV + NUTEK)	Barkfilter	-
Kristianstad	KRAB	1996	Krüger	43	4 mkr från SNV	Kolfilter	Nej
Laholm	Laholms kommun, SHK, Vallberga lantmän	1992	Krüger	12,5	4,5 mkr	Kolfilter + järnspån	Utreds f.n.
Linköping	Tekniska verken, LRF, Swedish meats	1997	Purac (våt, enstegs, meso)	80	6 mkr från KFB + 4 mkr från "Gröna jobb"	Kompostfilter	Ja

AVFALLET

Anläggning	Avfallstyper	Mängd (ton/år)	TS (%)	Emballage
Borlänge	Källs. hushållsavfall, matavfall från verksamheter	7000-7500	35-36	Plastkassar
Borås	Källs. hushållsavfall, restaurangavf.	7700 (+3000 direkt till komp.)	~35	Färgade plastpåsar
Helsingborg	Livmd.industriavfall +svingödsel	15000	10	-
Kalmar	Gödsel, slakteriavfall	27000	6-7	-
Kil	Källs. hushållsavfall	1000 (4000 kap.)	30-40	Papper
Kristianstad	Gödsel, källs. hush, slaktavfall, indavfall	73000	9	Papper (hush)
Laholm	Gödsel, slaktavfall, indavfall	35000	8-10	-
Linköping	Gödsel, slaktavfall, mycel, steriliserat högriskavfall, processvatten, fettslam	50000	7	-

FÖRBEHANDLING

Anläggning	Sortering	Neddelning	Separering	Vätsketillsats	Drifts- bedömning
Borlänge	Nej	Kvarn	Spiralsikt + magnetavskiljare	Färskvatten (12-14 m ³ /dygn)	Bra
Borås	Optisk	Påsöppnare	Trumsikt + magnetavskiljare	Ja (rec. +regnv. + färskv.)	Bra
Helsingborg	Nej	Skärande pump	Nej	Vatten +regnvatten +rec	Bra
Kalmar	Nej	Macerator + skruvar	Pulper	Lite färskvatten	Bra
Kil	Nej	Skruvar + kvarn	Mix separator	Ja (rec.+ färskvatten)	Mindre bra
Kristianstad	Nej	Kvarnar	Magnet	Nej	Bra
Laholm	Nej	Kvarn	Nej	Nej	Bra
Linköping	Nej	Macerator	Nej	Nej	Bra

RÖTNINGSPROCESSEN

Anläggning	Volym (m ³)	Process	Omrörning	Temp	Hygienisering	U-tid (dygn)	Uppvärmning	Matning	Fasuppdelning
Borlänge	430	1-stegs termofil	Mekaniska omrörare	55°C	I efterkompost- eringen (70°C)	16-18 dygn	Förvärmning innan röttanken (40 °C) med vattenburen värme (gas/olja)	Kontinuerlig	Nej
Borås	650+300	2-stegs mesofil	Endast i hydrolyssteget	35-37°C	55°C vid efter- komposteringen	3-4 dygn + 4-5 dygn	Vvxl	Satsvis	Ja efter hydrolys
Helsingborg	2 x 3000	1-stegs mesofil	Mekaniska omrörare	35-37°C	Satsvis 1 h 70°C	3-4 veckor	Värmeväxlare	Kontinuerlig	Nej
Kalmar	1800	1-stegs termofil	Mekaniska omrörare	54°C	Satsvis 1 h 70°C	ca 18 dygn	Vvxl	Semikontinuerlig	Nej
Kil	850	1-stegs termofil	Totalomblandad, propeller	55°C	10 h 55°C vid rötningen	30 d (vid full- drift 10-12 d)	Ånga	Semikont in; Kont ut	Nej
Kristianstad	4500	1-stegs mesofil	Totalomblandad, propeller	38°C	Satsvis 1 h 70°C	22-24 dygn	Vvxl	Semikontinuerlig	Nej
Laholm	2250	1-stegs mesofil	Mekaniska omrörare	35°C	Separat hygienisering 1 h 70°C	20-21 dygn	Vvxl + panna	Kontinuerlig	Nej
Linköping	2 x 3800	1-stegs mesofil	Mekaniska omrörare	40°C	Satsvis 1 h 70°C	50	ånga, vvxl, värmepumpar	Semi-kontinuerligt	Nej

RÖTNINGSPROCESSEN, forts

Anläggning	Organisk belastning (kg VS/m ³ ×dygn)	TS _{in} (%)	TS _{ut} (%)	VS _{in} (%)	VS _{ut} (%)	Kontroller	Drifts-bedömning	Problem	Driftstopps-frekvens
Borlänge	Ej kontinuerlig drift	16	4-5	64	60	TS, VS, pH, NH ₄ -N, VFA, konduktivitet (1g/v)	Ej kont. drift	Omrörning och att hitta lagom inmatning till tanken	Ej kont. Drift
Borås		5 (Hydr) 3-4(Met)				Gas prod, CH ₄ , metaninnehåll, temp	Bra	Omrörning + slitage av pumpar, skruvar och ventiler	Sällan
Helsingborg	1,08 kg VS/m ³ RK	10	5	70	40	Temp,tryck, nivå (kont); VFA, ättiksyra (varje vecka); Biogasprover (varje månad)	Bra	Skumning och igensättning av pumpar, rör och vvxl pga. fasta partiklar	Sällan
Kalmar		6-7	5-6			pH, TS, GF, NH ₄ -N, N, P, C/N, Zn, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg, K, Ca, Mg (1g/v saml.prov) Salmonella, Listeria, Ecoli, fekala streptocock	Bra	Sand i botten på rötammaren. Ca 1 m ³ måste tömmas 2-3g/v	Sällan
Kil		8				-	Mycket bra	-	Sällan
Kristianstad		9	4-5			Gasprod., temp, tanknivå, pH	Bra	Omrörning	Några gånger om året
Laholm	3-4	8-10	4-6			Temp, pH, gasprod.	Mycket bra	Ovidkommande föremål i gödsel	Sällan
Linköping	~1,2	7	3,1	82	58	Temp (kont); pH, TS, VS, NH ₄ -N, VFA, Alk (några gånger per vecka)	Bra	Överbelastning, svärnedbrytbart avfall, igensättningar	Några gånger om året

RÖTRESTEN

Anläggning	Efterbehandling	TS (%)	Mängd (ton/år)	Användning	Analyser
Borlänge	Komposteringsboxar (med strukturmtl (25-30 dygn)	45-55	~4000	Grovfraktion förbränns Finfraktion förädlas till kompostprodukt	TS, pH
Borås	Avvattnig: Torr: kompostering 12-16 v Våt: flotation + biotorn + rec	35-40 (kompost)	6000 (kompost)	Till jordförbättring (trädgårdar och golfbanor)	TS, GF, pH, Lt, N, NO3-N, NO4-N, P, K, SO4-S, Ca, Mg, Mn, Na, B, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn (2-3 g/år)
Helsingborg	Ingen	5-6	17000	Jordbruket (100 %)	pH, TS, GF, NH4-N, totN, PAL, Ca, K, MG, NA, S, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, Hg, Ag (1g/mån); PCB, PAH, Nonylfenol (2g/år)
Kalmar	Endast lagring	5	27000	Till lantbruket som gödselmedel/försäljning	H, TS, GF, NH4-N, N, P, C/N, Zn, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg, K, Ca, Mg (1g/v saml.prov) Salmonella, Listeria, Ecoli, fekala streptococker
Kil	Sedimentationsdammar (i framtiden avvattnig alt. lagring oavvattnad hos bönder)		Ej kont.drift	Tillfälliga lager ==> jordbruket	-
Kristianstad	Siktning	4-5	~73000	våt fraktion: gödselmedel torr fraktion: deponi/rec.	Veckoprover analyseras 6g/år:
Laholm	Ingen (försök med separering)	5,5-6	32000	Till lantbruket som gödselmedel	N, P, K, TS, Tungmetaller, Smittämnen enl. SVA (3g/år)
Linköping	Ingen	3	50000	Till lantbruket som gödselmedel (95 %) + till energiskogsodling (5 %)	Mikrobioanalys, TS, växtnäring o tungmetaller (provtagning varje dag ger månadssamlingprov). Organiska ämnen (1 månadssamlingsprov)

BIOGASEN

Anläggning	Produktion (Nm ³ /år)	Produktion (Nm ³ /kg VS)	CH ₄ halt (%)	Facklat (m ³ /år)	Värme (m ³ /år)	El/Värme (m ³ /år)	Drivmedel (m ³ /år)	Annat (m ³ /år)	Intern användning (%)	Intern täckning (%)
Borlänge	Ej kont. drift	~200 Nm ³ /ton avfall	50-55	30 %	Ej kont. Drift				Idag 60-70 %	100 % vid fulldrift
Borås	~450 000	200 Nm ³ /ton TS	65-75	0	100	0	I framtiden	0	100 %	80 % av värmebehovet
Helsingborg	1359000	1,21 Nm ³ /kg VS	70	-	-	98 %	2 %		0	0 (deponigasutnyttjandet ger 100 % täckning)
Kalmar	1100000		65	0	50	0	50	0	80 % (uppvärmning + fordonsbränsle)	-
Kil	Ej kont. drift	~100 m ³ /ton	~70	Ingen	100 %	0	0	0	100 % idag (ej fullskala)	100 %
Kristianstad	2,2 milj. Nm ³ /år	370 Nm ³ /ton (~35 Nm ³ /ton biomassa)	65-70	Ingen uppgift	10 %	90 %	I framtiden	0	10 %	100 % av värmebehovet
Laholm	1,5 milj. Nm ³ /år		65-70	-	-	-	-	Uppgraderas till NG-nätet	-	-
Linköping	3600000	~1 Nm ³ /kg VS	68	6 %	5 %	0	90 %	0	5 %	0 % av elbehovet och 5 % av värmebehovet

BIOGASEN

Anläggning	Koppling till annan gas	Gas-behandling	Gasfordon	Publika mackar	Renings-metod	Reningsens funktion	Fordonsbränsle funktion
Borlänge	Nej	Nej	-	-	-	-	-
Borås	Nej (I framtiden med ARV)	Kylning	I framtiden	I framtiden			
Helsingborg	Deponigasnätet	Uppgradering till fordonsbränsle via PSA anl.	Ja (8 sopbilar, 4 lb, 30 pb, 1 truck)	Ja	Pressure swing adsorption	Bra	Mycket bra
Kalmar	Gas från reningsverket	En del uppggraderas till fordonsbränsle	Kommunala fordon + externa fordon	Ja	Vattenscrubber	Mindre bra	Bra
Kil	Nej, men deponigas ska användas i separat system senare	Ingen behandling	-	-	-	-	-
Kristianstad	Deponigas finns kommunalt	Kylning +lufttillsats	Nej	-	-	-	-
Laholm	Naturgasnätet	Koldioxidborttagning för att få NG-kvalitet			Absorptionskolonn	Bra	
Linköping	Reningsverket och LNG	Uppgradering till fordonsbränsle	60 bussar och 50 pb (inkl renvgasen)	Nej (dispenser)	Vattenscrubber	Dåligt	Mycket bra

FRAMTIDEN MM

Anläggning	Förändringar	Rötresten	Gasanvändningen	Forsknings- behov	Samarbete med högskola/företag angående uppföljning	Intresse informations utbyte
Borlänge	Utbyggnad av kompostdelen är tänkbar	Ev. köpa en kompostvårdare	Inga beslut tagna	-	Nej	Ja
Borås	Ombyggnad för att ta emot mer avfall, bla från industrin	Nej	Uppgradering till fordonsbränsle 2001	Processvattenrening	Nej	Ja
Helsingborg	Ny hygienisering Ny mottagning	Ev. pumpning till lantbrukare	Ytterligare gasuppgradering, 100 % till fordonsbränsle	Uppföljning av befintliga anläggningar	Nej	Ja (Görs i SBGF:s anläggnings ägargrupp)
Kalmar	Inga direkta förändringar. Målsättning att få in mer avfall från slakterier o dyl.	Nej	Ingen utbyggnad inom kortare perspektiv.	Tekniken till och från rötammaren.	Ja, högskolan i Kalmar	Ja
Kil	Installation av föravskiljare för textil och plast mm.	Till jordbruk oavvattnad	Om småskalig uppgraderingsutrustning blir ekonomiskt alternativ	-	JTI, RVF, Biogasföreningen. Deltar i anläggningsgruppens möten	
Kristianstad	Utökning från 73000 till 150000 ton/år	Certifiering kan ge godkänt för kravodling med rötrest som gödselmedel	Uppgradering av fordonsbränsle, men av C4.	Nej	Ja, SBGFs uppföljning	Görs redan via SBGF
Laholm	Utökning till dubbel kapacitet	Om forskning ger nya möjligheter	-	Teknik för luktbehandling Rötrestanvändning	-	Ja
Linköping	Utbyggnad av ny gasreningsanläggning och en publik mack med driftstart sommar 2001.	Inga förändringar	Inga förändringar förutom utbyggnad av rening och ny mack	Vet ej	Tema vatten vid Linköpings Universitet	Ja

INTRESSE AV ATT LÄMNA EGNA UPPPGIFTER OCH ERHÅLLA ANDRAS UPPPGIFTER

Anläggning		Utrustning och komponentval,	Process- parametrar	Uppgifter om avfallsslag	Uppgifter om ekonomi	Gasbehandling, gasanvändning o dyl.,	Rötrestbehandling och användning,	Driftstörningar
Borlänge	Erhålla	X	X	X		X	X	X
	Lämna	X		X		X	X	X
Borås	Erhålla	X	X	X		X	X	X
	Lämna	X	X	X		X	X	X
Helsingborg	Erhålla	X	X	X	X	X	X	X
	Lämna	X	X	X	X *	X	X	X
Kalmar	Erhålla	X		X				X
	Lämna							
Kil	Erhålla	X	X	X	X	X	X	X
	Lämna	X	X	X	X	X	X	X
Kristianstad	Erhålla							
	Lämna							
Laholm	Erhålla						X**	
	Lämna	***	***	***	***	***	***	***
Linköping	Erhålla	X	X			X	X	X
	Lämna	X	X			X	X	X

* Ej kundavtal

** Främst rötrestbehandling och användning, men alla uppgifter är intressanta om det är möjligt utan för stor byråkrati

*** Alla uppgifter är intressanta om det är möjligt utan för stor byråkrati

BILAGA 3B - SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAR FRÅN AVLOPPSRENINGSVRKEN

ALLMÄNT							
Anläggning	Kommun	Ålder	Antal RK	Koppling	Volym (m ³)	Form	Mtrl
Ellinge Avloppsreningsverk	Eslöv	1982	2	Serie	2 x 3500	Cylinderformade	Betong
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Borlänge	1970	2		1800	Cylinderformade	Betong
Gässlösa Avloppsreningsverk	Borås	1934, 1946, 1970, 1970	4	Serie alt Parallell	4 x 1500	VAV P42 fig. 8b	Betong
Hedhusets Avloppsreningsverk	Laholm	1979	1		830	Rektangulär	Betong
Klagshamns avloppsreningsverk	Malmö	1974	2	Serie	2 x 1500	Cylinderformade	Betong
Kristianstads Centrala Reningsverk	Kristianstad	1955, 1965, 1975	3	Serie	2500, 2500, 1000	Cylinderformade	Betong
Kungsängsverket	Uppsala						
Nykvarnsverket	Linköping	1980, 1961, 1961	3	Serie	3000 + 2 x 1700	Cylinderformade	2 st betong + 1 st syrafast stål
Sjölunda Avloppsreningsverk	Malmö	1964, 1972	4	Seriekopplade två och två	11300	Cylinderformade	Betong
xxVERKET	Kalmar						
Ängstorps Avloppsreningsverk	Laholm	1979	1		900	VAV P42 fig. 8b	Betong
Öresundsverket	Helsingborg		2	Serie	2 x 3050	Cylinderformade	Betong

RÖTNINGSPROCESSEN

Anläggning	Slamtyper	Förbehandling	Omrörning	Temperatur (°C)	Uppvärmning	Matning
Ellinge Avloppsreningsverk	Prim+Bio+Kem samt slam från potatis o grönsaksindustri		Mekaniska omrörare	37	Vvxl slam/slam och gaspanna	Satsvis
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Prim+Bio+Kem	Gravitationsförtjockning	Mekaniska omrörare	35	Värmeväxlare	Semi-kontinuerlig
Gässlösa Avloppsreningsverk	Prim+Bio+Kem	Förtjockning	Mekaniska omrörare	37	Vvxl Slam/Slam Vvxl Slam/Vatten	Kontinuerlig
Hedhusets Avloppsreningsverk	Prim+Bio	Blandslamsförtjockning	Mekaniska omrörare	33	Olje- och gasuppv.	Satsvis
Klagshamns Avloppsreningsverk	Prim+Bio+Kem	Förtjockning	Komprimerad gas	35	Värmeväxlare	Satsvis
Kristianstads Centrala Reningsverk	Prim+Bio+Kem	Avvattnings med trumavvattnare "slask"	Gas + Pumpning	35	Vvxl Slam/Vatten	Satsvis
Nykvarnsverket		Nej	Mekaniska omrörare	33-35	Vvxl	Semi-kontinuerligt
Sjölunda Avloppsreningsverk	Prim+Bio	Förtjockning	Mekaniskt + Komprimerad gas	34	Vvxl Slam/Slam	Kontinuerlig
Ängstorps Avloppsreningsverk	Prim+Kem	Gravitationsförtjockare	Mekaniska omrörare	32	Olje- och gasuppv.	Semi-kontinuerlig
Öresundsverket	Prim+Bio+Kem	Gravitationsförtjockare	Mekaniska omrörare	30-35	Tubvxl slam/vatten	Kontinuerlig

RÖTNINGSPROCESSEN forts.

Anläggning	TSin (%)	TSut (%)	VSin (%)	VSut (%)	U-tid (dygn)	Driftsbedömning	Problem	Driftstopps-frekvens
Ellinge Avloppsreningsverk	3	1,8	74,8	62,7	20-30	Bra		Sällan
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	4,7	2,5	70	53	18-20	Mycket bra	Viss igensättning av värmeväxlare	Sällan
Gässlösa Avloppsreningsverk	4,1	2,1	78	60	26	Mycket bra	-	Sällan
Hedhusets Avloppsreningsverk	3,3	2,6	72	63	12/30 (sommar/ vinter)	Mycket bra	-	Sällan
Klagshamns Avloppsreningsverk	3,7	3,2	-	61	30	Mycket bra	Omrörning	Sällan
Kristianstads Centrala Reningsverk	5,5	3-4	75	61,8	25	Bra	Skumning	Sällan
Nykvarnsverket	4,44	2,55	75,3	61	22	Bra	Omrörning och uppvärmning (ledningsigensättning)	Sällan
Sjölunda Avloppsreningsverk	3,5	2,5	73	60	~11	Bra	Överbelastning (kort u-tid)	Sällan
Ängstorps Avloppsreningsverk	3,2	2,4	69	62	15-20	Bra	Periodvis skumning, röt-kammarformen, liten tryckutjämningsvolym	Sällan
Öresundsverket	4	3	-	65	20	Mindre bra	Uppvärmning	Sällan

BIOGASEN

Anläggning	Produktion (Nm ³ /år)	Metanhalt (%)	Facklad mängd (m ³ /år)	Värme (m ³ /år)	El/Värme (m ³ /år)	Drivmedel (m ³ /år)	Annat (m ³ /år)	Intern användning (%)	Intern täckning (%)
Ellinge Avloppsreningsverk	1500000	55-60	13 %	72 %	0	2,2 %	13 % (uppv RK)	13 %	100 % av biogasanl. värmebehov
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	627800	60	25 %	75 % (2260 MWh)	0	0	0	46 %	100 % av värmebehovet
Gässlösa Avloppsreningsverk	1400000	63-65	2 % (28000)	29 % (390000)	69 % (965000)	0	0	100	100 % av värmeb. och 40 % av elb.
Hedhusets Avloppsreningsverk	75600		En del sommartid vid högbelastning	100 % (75600)	0	0	0	100	
Klagshamns Avloppsreningsverk	473000	66	-	2500 MWh/år	-	-	Växthus 3600 MWh/år	2500 MWh/år (41 %)	
Kristianstads Centrala Reningsverk	900000	65	220000	510000	0	140000	0	57	95 % av värmebehovet
Nykvarnsverket	1800000	~67	Överskott	-	I andra hand	I första hand	0	Mindre del	100 % av värme och 60 % av el
Sjölunda Avloppsreningsverk	2550000	66	-	9400 MWh/år	6600 MWh/år	-	-	100	50 % av elbehovet
Ängstorps Avloppsreningsverk	120700		5 %	95 %	0	0	0	100	
Öresundsverket	1170000		1800 MWh/år (27 %)	4800 MWh/år (73 %)	0	0	0	100 %	100 % av värmebehovet

BIOGASEN, forts

Anläggning	Koppling till annan gas	Gasbehandling	Gasfordon	Publika mackar	Reningsmetod	Reningens funktion	Fordonsbränsle-funktion
Ellinge Avloppsreningsverk	Naturgas kan ersätta fordonsgas	Till värme - ingen	Bussar, bilar	Ja	Skrubber	Mycket bra	Mycket bra
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Nej	Nej	-	-	-	-	-
Gässlösa Avloppsreningsverk	Nej	Nej	-	-	-	-	-
Hedhusets Avloppsreningsverk	Nej	Nej	-	-	-	-	-
Klagshamns Avloppsreningsverk	Naturgas	Nej	-	-	-	-	-
Kristianstads Centrala Reningsverk	Nej	Rening till 98 % metan + komprimering	5-7 bussar + 10 pb	Ja	Absorptionskolonn	Bra	Bra
Nykvarnsverket	Ja (biogasanl +LNG)	Rening till fordonsgas	Bussar och bilar	Nej (dispenser)	Vattenskrubber	Dåligt	Mycket bra
Sjölunda Avloppsreningsverk	Nej	Komprimering	-	-	-	-	-
Ängstorps Avloppsreningsverk	Nej	Nej	-	-	-	-	-
Öresundsverket	Nej	Nej	-	-	-	-	-

RÖTSLAMMET

Namn	Årlig mängd	Efter-behandling	Slamanvändning idag	Slamanvändning nyligen	Fördelning olika användning	Analyser
Ellinge Avloppsreningsverk	10000 m ³ (tshalt=18 %)	Avvattnings	Tillfälliga lager (utreder olika alternativ)	Ja	-	TS, GF, N, P, metaller, org. ämnen (samlingsprov 1g/mån)
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	3000 ton (ts-halt 70 %)	Avvattnings	Kompostering ==> anläggningsjord	Oförändrad		pH, TS, GR, GF (1g/2v) VFA (1g/v)
Gässlösa Avloppsreningsverk		Avvattnings	Återställning av gammal deponi	Oförändrad	-	TS, GF (1g/v); Metaller, PCB, PAH, nonylfenol, nonylfenoletexylat, toluen, näringsämnen (1g/mån)
Hedhusets Avloppsreningsverk	1635 m ³ (24 % ts-halt)	Avvattnings + mellanlagring ett år	Jordbruk + Mellanlagring	Jordbruksmark i Skåne (100 %)		pH, TS, GF, N-tot, P-tot, NH4-N, Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn, Nonylfenol, PAH, PCB, Toluen (4ggr/år)
Klagshamns Avloppsreningsverk	5500 m ³ (ts-halt 22 %)	Avvattnings	Jordbruk, tillfälliga lager, slamjordstillverkning		70 % jordbruk, 30 % slamjord	pH, TS, GF, Amm-N, KJ-N, tot-P, Al, Pb, Fe, Cd, Ca, K, Co, Cu, Cr, Hg, Mg, Mn, Ni, Ag, Sn, Zn, As, Vanadin, Toluen, 4-Nonylfenol
Kristianstads Centrala Reningsverk	13000 m ³ (ts-halt 16 %)	Förtjockning + avvattnings	Maskkompost (provanl) Tillfälliga lager + Jordförbättring vid återställning av deponi	Jordbruk, Salixodling		1 g/mån: TS, GF,pH, totN, NH4, P, K, Mg, b,Cd,Cu,Cr,Hg,Ni,Zn 1g/kvartal: Fenol, PAH, PCB
Nykvarnsverket	12700 m ³ (tshalt= 23,7 %)	Avvattnings	Jordbruk (inkl energiskog) -20 %, deponi - 10 %, tillfälliga lager - 70 %	Största delen till jordbruk. Under 1999 gick 80 % till jordbruk.	20 % jordbruk, 10 % deponi, 70 % tillf. lager	varje månad: pH, TS, GF, metaller, näringsämnen och priority pollutants
Sjölunda Avloppsreningsverk	27000 ton (ts-halt 22 %)	Avvattnings	Tillfälliga lager + Tillverkning av anläggningsjord (20 %)	Jordbruksmark (70 %); Anläggningsjord (30 %)	Tillfälliga lager (80 %); Anläggningsjord (20 %)	1g/mån: TS, Tot-P, Tot-N, Ag, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, ni, Pb, Zn, org. indikatorämnen enl. slamöverenskommelsen.
Ängstorps Avloppsreningsverk	2364 m ³ (20 % ts-halt)	Avvattnings + mellanlagring ett år	Jordbruk + blandas med sand ==> golfbana Hbg	Jordbruksmark i Skåne		pH, TS, GF, N-tot, P-tot, NH4-N, Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ag, Ni, Zn, Nonylfenol, PAH, PCB, Toluen, Cyanid (4ggr/år)
Öresundsverket	14213 ton (ts-halt 18,9%)	Avvattnings	Jordförbättringsmedel för deponitäckning	Jordbruksmark(100 % fram till år 2000)		TS, GF (varje dag) tungmetalldeklaration (1g/mån)

FRAMTIDEN MM						
Anläggning	Slambehandlingen	Rötslammet	Gasanvändningen	Forskningsbehov	Har samarbete angående uppföljning	Intresse informationsutbyte
Ellinge Avloppsreningsverk		Jordbruksanv (ev. torkning för bredare användningsområde)		Kontinuerlig driftövervakning för att tidigt se störningar	Ja, LTH	Ja
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Ev. slam/slam vvxl	Oklart beroende på lagar och förordningar	Eventuellt fordonsbränsle	-	Ja	Ja
Gässlösa Avloppsreningsverk	Bättre förtjockning och avvattning	Aterställning och sluttäckning av gammal deponi i ca 6-8 år	Uppgradering till fordonsbränsle kvalite from 2001-04	-	Nej	Ja
Hedhusets Avloppsreningsverk		Samarbetar med andra kommuner i Halland för att hitta lämplig avsättning				
Klaghamns Avloppsreningsverk	Planerar för Krepro- metoden					Ja
Kristianstads Centrala Reningsverk	Slam/Slam vvxlare				Nej	Ja
Nykvarnsverket	Ny slamavvattning	Funderar kring förbränning, jordbruksanv och tillverkning av anläggningsjord		Nej	Ja, Tema Vatten LiU	Ja (möjligheten finns redan)
Sjölunda Avloppsreningsverk	-	Införande av metodik av typ KREPRO	Förändring planeras (fordonsgas)	Rejektvatten från slambehandling	Nej	Har utbyte med Sthlm, Gbg, Malmö
Ängstorps Avloppsreningsverk		Samarbetar med andra kommuner i Halland för att hitta lämplig avsättning				
Öresundsverket	Framtidens alternativ beskrivna i slamutredning från maj 2000	Framtidens alternativ beskrivna i slamutredning från maj 2000	Framtidens alternativ beskrivna i slamutredning från maj 2000	Framtidens alternativ beskrivna i slamutredning från maj 2000	Nej	Inte i dagsläget. Beroende på hur slamutredningen påverkar politikerna.

INTRESSE AV ATT LÄMNA EGNA UPPPGIFTER OCH ERHÅLLA ANDRAS UPPPGIFTER

Anläggning		Utrustning och komponentval,	Process- parametrar	Uppgifter om ekonomi	Gasbehandling, gasanvändning o dyl.,	Rötslamsbehandling och användning,	Driftstörningar
Ellinge Avloppsreningsverk	Erhålla		X				
	Lämna						
Fagersta by, Borlänge Avloppsreningsverk	Erhålla	X	X	X	X	X	X
	Lämna	X	X	X	X	X	X
Gässlösa Avloppsreningsverk	Erhålla	X	X			X	X
	Lämna	X	X			X	X
Hedhusets Avloppsreningsverk	Erhålla						
	Lämna						
Klaghamns Avloppsreningsverk	Erhålla		X			X	
	Lämna		X			X	
Kristianstads Centrala Reningsverk	Erhålla	X	X			X	X
	Lämna	X	X		X	X	X
Nykvarnsverket	Erhålla	X	X			X	X
	Lämna	X				X	X
Sjölunda Avloppsreningsverk	Erhålla						
	Lämna						
Ängstorps Avloppsreningsverk	Erhålla						
	Lämna						
Öresundsverket	Erhålla						
	Lämna						

BILAGA 4 A - EKSEMPEL PÅ MÅNADSFORMULÄR FÖR VARJE ANLÄGGNING I DET DANSKA SYSTEMET

VAARST-FJELLERAD Driftstatus for september 2000		Status
		Afsnit 5.21
		Side

Gasproduktion	346.000 Nm ³ , 126% af budgetteret produktion
Elproduktion	128.485 kWh (på biogasanlæggets KV-anlæg)
E-salg, biogas	487.000 kr., 132% af budgetteret salg

Biomasse	Kvæggylle	1132 tons
	Svinegylle	799 tons
	Mavetarmindhold, svineslagteri	168 tons
	Mavetarmindhold, kvægslagteri	321 tons
	Flotationsslam, kvægslagteri	220 tons
	Fedtslam fra fedtudskillere	235 tons
	Foderrester	10 tons
	Fiskeensilage (Norge)	278 tons
	Mejeri, kass. mælk	162 tons
	Laktose	0 tons
	Gærfløde	0 tons
	Konc. fedt fra NLM	68 tons
	Mucosa (tarmaffald fra LKF)	448 tons
	Kildesorteret husholdningsaffald	27 tons

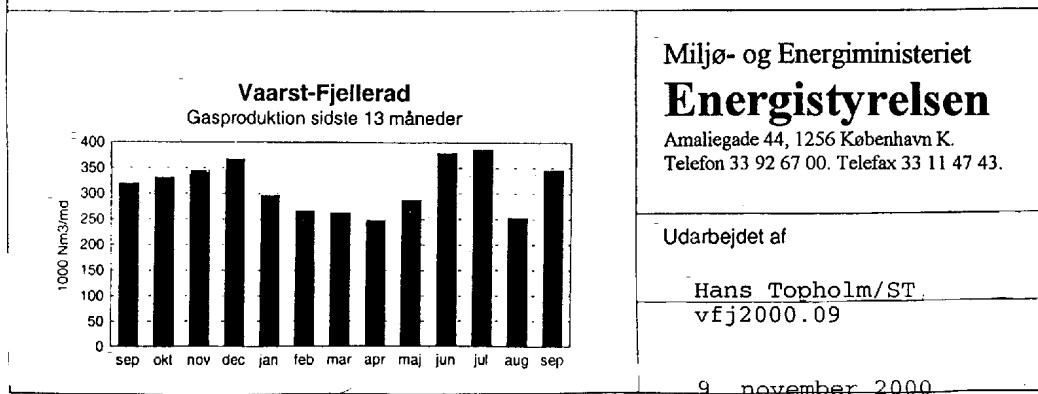
Tilført/indvejet mængde ialt	3868 tons
Indpumpet mængde ifølge flowmåler	- tons
Gns. opholdstid i 1900 m ³ akt. vol.	15 dage

Gasudbytte	I f.t. biomasse mængde	90 Nm ³ /m ³ biom.
	Gasproduktion fra lagertank måles ikke separat.	

Varmeforbrug	Ikke oplyst	
El-forbrug	I alt (inkl. gaskompresion)	99,8 MWh

Supplerende oplysninger

Der har været omrøringsproblemer i begge reaktorer, og det har været nødvendigt at reducere den indpumpede mængde til reaktor 1 som følge af tendens til skumning.



Källa: Biogas-månedssstatus for september-oktober 2000, Energistyrelsen 2000

BILAGA 4 B - EKSEMPEL PÅ ØKONOMISK REDOVISNING FÖR EN ANLÄGGNING I DET DANSKA SYSTEMET

Vaarst-Fjellerad Biogasselskab A.m.b.a. Regnskabsåret 1999	Status
	Afsnit 5.21
	Side 1

ØKONOMIOVERSIGT							1998	1999
Omsætning i alt							4436 ¹⁾	4711
Driftsudgifter i alt							2520	2817
Personaleudgifter i alt							463	573
Løbende indtjening							1453	1321
Indtjening efter renter							240	232

1) inkl. driftabsersstatning

I første halvdel af 1999 kom en brækket omrøreraksel til at sætte sit præg på driften og dermed på gasproduktionen. Den uheldsramte reaktortank blev holdt delvist i produktion ved pumpeomrøring. Senere, efter at en ny omrører var monteret, var der en periode med procesproblemer, som også medførte lavere produktion. Men fra juli måned havde gasproduktionen nået det forventede niveau, og lå i den resterende del af året mellem 20 og 30 % over det budgetterede produktionsniveau.

Af tabellen nedenfor fremgår det, at der, på trods af de nævnte driftsforstyrrelser, som gennemsnit er opnået gasudbytte på 70 m³ biogas pr. m³ biomasse behandlet, hvilket er ret højt set i forhold til de gasudbytte der opnås på andre nyere biogassælesanlæg.

Den gode periode i slutningen af året kunne dog ikke helt opveje den manglende produktion i årets første halvdel. Samlet set blev energisælget ca. 350 000 kr. lavere end budgetteret.

Samtidig blev en række driftsudgifter større end forventet. Det drejede sig især om udgifter til reparation og vedligeholdelse af biogasanlæg og transportmateriel, samt udgifter til kørsel med biomasse.

Den løbende indtjening blev således på godt 1,3 mio. kr. hvilket er ca. 860.000 kr. mindre end budgetteret.

Den løbende indtjening blev således på godt 1,5 mio. kr. i 2000 og på 1,3 mio. kr. i 1999.

Nøgletal for anlægget	1000 kr
Løbende indtjening i aktuelt regnskabsår	1321
Budgetteret løbende indtjening	2182
Restgæld anlægskreditter	21028
Saldo driftskreditter	5137
	1999
Biomasse behandlet, m ³	46082
Gasproduktion, m ³	3232000
Gasudbytte, m ³ /m ³ biomasse	70
Indtægter/m ³ biomasse	102
Udgifter/m ³ biomasse	74

**Opfølgningsprogrammet
for biogassælesanlæg**

Statens Jordbrugs & Fiskeriøk. Inst.
Gl. Køge Landevej 1-3, 2500 Valby

Tlf.: 36 44 20 80

Udarbejdet d.
3. juli 2000 af
Kurt Hjort-Gregersen

ØKONOMIOVERSIGT		VAARST-FJELLERAD BIOGASSELSKAB amba	
Hele 1000 kr		Regnskabsåret	1999
	Realiseret	Budget	
-Salg af gas	3141	3416	
-Salg af elektricitet	870	946	
-Modtagegebyr	701	730	
-Lagerleje	0	0	
-Øvrige indtægter	0	0	
OMSÆTNING I ALT	4711	5092	
-	0	0	
-Køb el og fyringsolie	443	960	
-Køb motorbrændstof	106	0	
-Øvrige forbrugsstoffer	397	0	
Forbrugsstoffer i alt	946	960	
-Rep. transportmateriel	94	36	
-Rep. biogasanlæg	374	204	
-Rep anl. til beh. af hush. affald	7	0	
-Rep. gasbehandlingsanlæg	215	108	
-Rep. gasomsætningsanlæg	54	180	
-Rep. fælleslager	0	0	
-Øvrige udgifter til rep. og vedl.	31	36	
Reparation og vedligehold i alt	775	564	
-Kørsel af biomasse	232	120	
-Forsikringer	157	157	
-Andre eksterne udgifter	542	468	
Andre udgifter i alt	931	745	
-Løn anlægspersonale	563	540	
-Øvrige løn og personaleudgifter	10	0	
Personaleudgifter i alt	573	540	
-Administrationsudgifter	139	101	
-Diverse udgifter	26	0	
Administration og diverse i alt	165	101	
DRIFTSUDGIFTER I ALT	3390	2910	
LØBENDE IND TJENING	1321	2182	
-Ekstraordinære indtægter	0	0	
-Ekstraordinære udgifter	47	0	
IND TJENING FØR FINANSIERING	1274	2182	
-Renteindtægter	0	0	
-Renteudgifter	1042	1085	
	0	0	
IND TJENING EFTER RENTER	232	1097	
-Afdrag anlægsgæld, kreditforening	863		
-Afdrag øvrig anlægsgæld	0		
TIL INVESTERING OG OPSPARING	-631		

Årets investeringer:

-Transportmateriel	0
-Biogasanlæg	257
-Andre Investeringer	0
-Anlægs/miljøtilskud mv	0

Finansieringsbehov i året	888
----------------------------------	------------

BILAGA 4 C - EKSEMPEL PÅ REDOVISNING AV ANLÄGGNINGARNA I DET DANSKA SYSTEMET I TIDNINGEN BIOENERGI

BIO-STATISTIK

Nyt om biogasfællesanlæg

Flere af anlæggene har haft tekniske problemer lidt ud over det sædvanlige. De fleste har dog formået at nå den budgetterede produktion alligevel. I Fangel og Lintrup skrider om- og udbygningerne frem som planlagt. I Filskov har man netop afsluttet en mindre udbygning med en fortank til modtagelse af fast biomasse.

Blåhøj

Sidst i januar måtte reaktorerne tømmes, således at belægningerne (påbrænding) på varmerørene kunne fjernes. Det overvejes nu nærmere, hvordan fremtidig påbrænding kan undgås.

Filskov

Den nye fortank til modtagelse af fast biomasse er nu taget i brug. Det har muliggjort en højere produktion.

Hashøj

Anlægget har fortsat en produktion, der ligger 40-50 procent over budgettet, hvilket hænger sammen med den meget energirige biomasse.

Lemvig

Selskabet har problemer med de nye regler for administration af afgasset gylle til andelshavere og andre aftagere af afgasset gylle. Vanskelighederne består blandt andet i, at selskabet ikke råder over de krævede oplysninger om kvælstoffet på det tidspunkt, hvor Plantedirektoratet kræver dem indberettet.

Lintrup

Gasmotoren blev ramt af et alvorligt uheld i februar. En

vandkølet udstødningsmanifold blev utæt og vand lækkede ind i cylindrene. Uheldet medførte, at motoren var ude af drift i 10 døgn.

Nysted

Den budgetterede produktion for regnskabsåret 1999 er øget til cirka 7.500 m³ biogas pr. dag. Det er 10 procent mere end tidligere.

Ribe

Selskabet budgetterer med cirka 10 procent lavere pro-

duktion i januar på grund mindre mængder industriaffald. Lige som sidste år er det imidlertid lykkedes i år at opretholde en høj - faktisk øget - produktion i januar.

Vaarst-Fjellerad

Den ene reaktor var i februar delvist ude af drift på grund af en brækket aksel til omrøreren. På trods heraf lykkedes det at opretholde normal produktion, blandt andet ved brug af pumpeomrøring.

Vester Hjermitzlev

De seneste måneder har leverancerne af industriaffald været væsentligt mindre end tidligere. Gasproduktionen er som følge heraf faldet betydeligt.

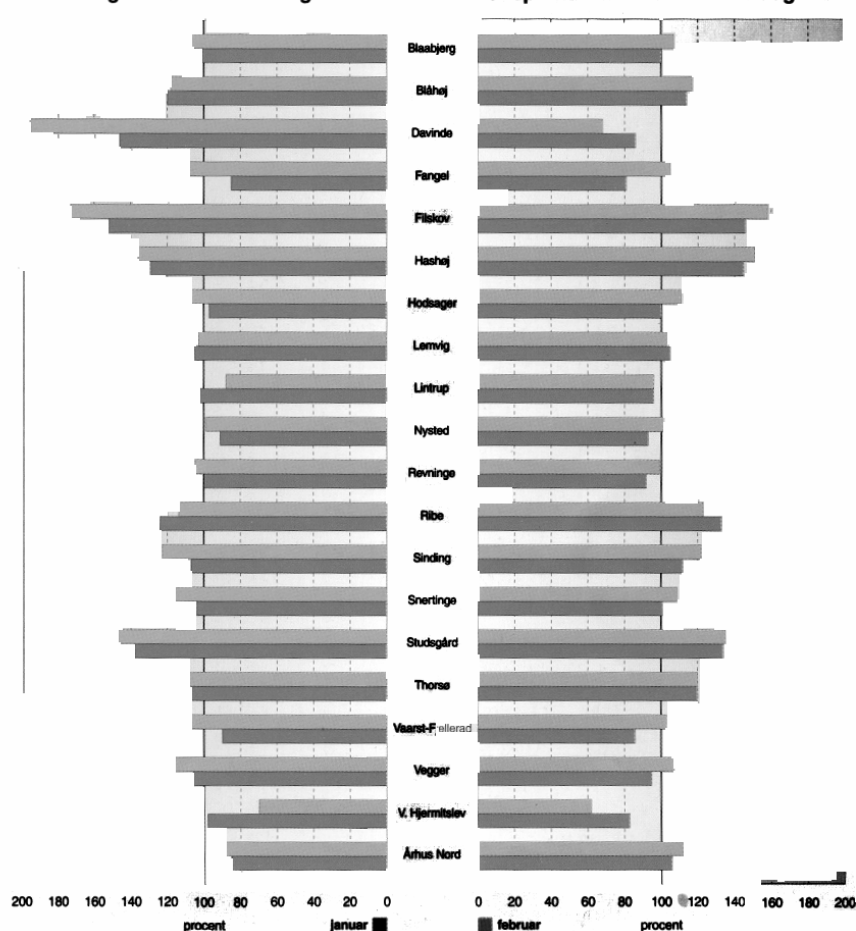
Århus

Anlægget har fortsat i januar og februar haft tekniske problemer med tilstopning af varmevekslere.

Ingen særlige bemærkninger til de øvrige fællesanlæg.

Indtægter i forhold til budgettet

Gasproduktion i forhold til budgettet



Indtægter og gasproduktion i forhold til budgettet for fællesanlæggene

Biogasfællesanlæg i februar 1999

Fællesanlæg	Reaktor- størrelse	Gylle	Anden biomasse	Opholds- tid	Gaspro- duktion	Gas/ biomasse	Elpro- duktion	Energi- salg
	m ³	m ³	m ³	dage	m ³	m ³ /m ³	kWh	kroner
Revninge	540	732	212	16	30.000	31,5	9.770	67.000 ²
Davinde	750	775	28	26	18.000	22,6		71.420 ³
Vegger	800	1.118	635	13	173.000	99,0	388.307 ¹	347.000 ⁴
Hodsager	880	902	642	16	56.000	36,2	107.035	143.000 ⁴
Filskov	880	1.364	970	11	119.000	51,2	226.113	250.000 ⁴
V. Hjermitsev	1.500	1.075	532	26	97.600	60,7	222.700 ¹	196.625 ⁴
Vaarst-Fjellerad	1.900	1.491	1.903	17	263.000	77,6	108.205	369.000
Sinding	2.100	2.918	1.008	15	254.385	64,8		456.148 ⁵
Snertinge	2.800	2.083	1.255	24	135.000	40,5	247.231	317.000 ⁴
Blåhøj	2.800	1.814	541	14	104.000	44,3	234.500	231.000 ⁵
Hashøj	2.900	2.127	1.764	21	243.000	62,6	470.400	318.000 ⁵
Fangel	3.200	3.415	953	21	206.000	47,1	317.792	397.000 ⁴
Thorsø	4.600	7.456	1.670	14	280.000	30,7	711.000	380.582 ²
Ribe	4.656	8.825	3.596	11	421.000	33,9	937.200	602.000 ⁵
Blaabjerg	5.000	7.169	1.840	16	254.000	28,2	ikke oplyst	470.000 ⁴
Nysted	5.000	4.234	571	29	447.000	44,1	478.170	447.000
Studsgård	6.000	6.726	1.020	22	504.640	65,1	-	891.644 ⁵
Lintrup	6.900	7.838	3.474	19	274.000	24,2	374.000	411.703 ⁵
Lemvig	7.000	9.553	2.828	16	420.000	33,9	935.000	685.092 ⁵
Århus Nord	7.570	9.484	1.861	19	299.000	26,3	515.830	398.000 ⁴
I alt	67.776	81.099	27.303	-	4.598.625	-	6.283.253	7.449.214

Bemærkninger

1. Omfatter ikke elproduktionen fra vindmøllen.
2. Salg af biogas og el.
3. Salg af varme (kun fra biogasanlægget).
4. Salg af varme og el.
5. Salg af biogas.



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08-506 002 00

Fax 08-506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se