



Rapport 2016:18

Avfall Sveriges utvecklingssatsning Biologisk återvinning

ISSN 1103-4092

**Rapportering av data från metanmätningar
enligt Egenkontroll metanutsläpp
– frivilligt åtagande 2007-2015**

FÖRORD

Det är av en rad anledningar angeläget att reducera metanutsläpp till luft från biologisk behandling och biogasuppgradering, och avfallsbranschen har sedan 2007 strävat efter att minska dessa inom programmet Egenkontroll metanutsläpp – Frivilligt åtagande. Som en del av programmet har emissionsmätningar genomförs i tre treårsperioder. Resultaten har rapporterats i slutet av varje period, men inte fullständigt. Vissa luckor i rapporteringen återstår. Därför behövs en sammanställning av samtliga resultat för att underlaget ska kunna anses vara komplett och lättillgängligt. Detta är också ett bra tillfälle att visa på programmets positiva långtidseffekter när det gäller att reducera klimatpåverkan.

Rapporten är sammaställd av Magnus Andreas Holmgren, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut och har finansierats av Avfall Sveriges utvecklingsatsning Biologisk återvinning.

Per-Erik Persson
Ordförande Avfall Sveriges
Utvecklingsatsning Biologisk återvinning

Weine Wiquist
VD Avfall Sverige

SAMMANFATTNING

I biogasanläggningar, där det sker biologisk behandling av organiskt material genom anaerob nedbrytning, samt vid uppgradering av biogas till fordonsbränslekvalitet, kan det uppstå utsläpp till luft i olika delar av systemet. Det finns framförallt fyra skäl till varför dessa utsläpp ska minimeras. Dessa är säkerhet, miljö, närmiljö och ekonomi.

Med detta som bakgrund införde Avfall Sverige år 2007 det s.k. Egenkontroll metanutsläpp – Frivilligt åtagande för biogasanläggningar, där anläggningar förbinder sig att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska sina utsläpp. En del av det frivilliga åtagandet är att återkommande genomföra emissionsmätningar vid anläggningen för att bestämma dess metanutsläpp och metanförlust.

Mätningar utförs i regel en gång per 3 år. Mätningar och beräkningar har nu genomförts vid deltagande anläggningar under tre stycken 3-årsperioder; 2007-2009, 2010-2012 och 2013-2015.

För samrötningsanläggningar och anläggningar för rötning av avloppsslam (produktionsanläggningar för rågas) har mättekniken för bestämmande av metanutsläpp utvecklats under åren. För omgång 3 (2013-2015) finns kompletta resultat där samtliga anläggningars utsläpp från rötrestlager har kunnat uppmätas. De totala metanförlusterna har då bestämts till 2,5 % för slamrötningsanläggningar (avloppsreningsverk) och 1,1 % för samrötningsanläggningar, i medeltal. Tidigare omgångars mätdata är av mycket varierande kvalitet, ibland baseras metanutsläppen från rötrestlager på grova matematiska uppskattningar. Det finns därför ingen anledning att göra några jämförelser mellan resultaten från de olika mätomgångarna.

För uppgraderingsanläggningar bestämdes metanförlusterna under omgång 1 2007-2009 till 2,7 % som medelvärde. Medelvärdet är relativt högt p.g.a. flera anläggningar med höga förluster i restgas och ventilation. Under denna tidsperiod (2007-2009) var det ännu ej heller vanligt med anläggningar med tekniken kemisk skrubber eller anläggningar med RTO-enheter (Regenerativ Termisk Oxidering) för destruktion av metan i restgasen. Medelvärden från omgång 2 och omgång 3 har stabiliserats på en låg nivå (0,99 % respektive 0,90 %). Det något lägre värdet för omgång 3 beror till stor del på en ökad förskjutning mot fler anläggningar med tekniken kemisk skrubber och med RTO-enheter i urvalet.

Systemet med frivilligt åtagande har haft ett stort genomslag i den svenska avfallsbranschen och bidrar till att metanutsläppen minskar från den sektorn. Antalet deltagande produktionsanläggningar har varit 18, 20 och 25 under de genomförda 3-årsperioderna, respektive 20, 28 och 28 deltagande uppgraderingsanläggningar. Dock står fortfarande ett antal aktörer inom avfallsbranschen utanför systemet. Sammantaget är dock kunskapen om metanutsläppen långt större i avfallsbranschen än bland övriga verksamheter i Sverige där produktion och uppgradering av biogas sker. Mätdata från frivilligt åtagande har använts för att bestämma de default-värden som anges i gasbranschens beräkningsverktyg för hållbarhetskriterier för biobränslen.

SUMMARY

In biogas plants, where biological treatment of organic matter by anaerobic digestion is performed, as well as in plants for upgrading of biogas to vehicle fuel quality, there might be emissions to air in different parts of the plants. There are mainly four reasons why these emissions should be minimized. These are safety reasons, global environment, local environment and economical reasons.

With this in mind, Swedish Waste Management (Avfall Sverige) introduced the Voluntary Agreement for biogas plants in the year 2007, where the participating plants commit to work systematically to identify and reduce their emissions of methane. One important part of the Voluntary Agreement is to have emission measurements performed at the plants to determine its methane emissions and losses. These measurements are generally performed once every 3 years. Measurements and calculations of methane losses have now been completed at participating plants over three consecutive three-year periods; 2007-2009, 2010-2012 and 2013-2015. This report presents the results from these measurements and give insight to development over time and highlights differences between different types of plants.

System boundaries are defined within the Voluntary Agreement system (Holmgren M. , 2009). Measurement and calculation methods are specified in a Methane Measurements Handbook (Holmgren M. A., Handbok metanmätningar, 2011). The handbook is currently being revised and the system description is also expected to be revised shortly, for use during the 4th measurement period 2016-2018 and onwards.

The number of participating biogas plants (production of raw gas) have been 18, 20 and 25 during the different three-year periods. Similarly, the number of participating upgrading plants has been 20, 28 and 28.

Results

Sewage sludge treatment and co-digestion plants (production of raw gas)

The results in Table A are expressed as percentage losses relative to the gas produced and measured in the plant. The results are reported both broken down into the different categories of plants, as well as the mean of all participating plants. The categorization has been made according to the type of plant and not according to the type of substrate, i.e. the category sludge treatment includes both dedicated wastewater treatment plants as well as plants with co-digestion of sludge and waste at a wastewater treatment plant facility.

Table A. Results biogas and co-digestion plants, period 3; years 2013-2015

Category	Mean (%)	Median (%)
Sewage sludge treatment	2.5	2.6
- of which digestate handling	1.8	1.3
Co-digestion plants ¹	1.1	0.9
- of which digestate handling	0.8	0.1
All plants	1.7	1.2
- of which digestate handling	1.2	0.9

¹ Co-digestion plants primarily treat different kinds of waste as well as energy crops. No substrate from wastewater treatment such as sewage sludge is treated in a co-digestion plant.

There is a large spread in the results in both categories. Methane losses are generally higher for plants within the sewage sludge treatment category than for plants in the other category. The proportion of the total losses coming from losses in digestate handling varies between significant and insignificant. In the third measurement period losses from digestate storage have in all cases been measured, but the different designs of the plants and systems (sometimes with storages off-site) impact the results. One of the major uncertainties in the measurement results come from when a single measurement is scaled up to correspond to the annual emissions from the plant, this is especially important for the digestate storages. A strong negative correlation has been found between the measured methane losses and the amount of methane produced annually, i.e. larger plants have lower relative losses.

The data from the two previous measurement periods are of very variable quality; sometimes the reported methane emissions from digestate storage are based on rough mathematical estimates. There is therefore no reason to make any comparisons between the different measurement periods.

Upgrading plants

The results in Table B are given as percentage losses relative to the amount of gas treated in the upgrading plant. The plants are categorized by the technique used for the separation of carbon dioxide, in the categories of chemical scrubbers, PSA and water scrubbers. RTO is another category that consists of the PSA and water scrubber plants that have been equipped with units that oxidize the methane emissions in the off gas, so-called Regenerative Thermal Oxidation units.

Table B. Results upgrading plants, period 3 years 2013-2015

Technique	Mean (%)	Median (%)
Chemical scrubber	0.17	0.12
- of which off gas	0.08	0.04
RTO	0.16	0.10
- of which off gas	0.02	0.02
PSA	0.97	0.97
- of which off gas	0.58	0.58
Water scrubber	1.7	1.3
- of which off gas	1.5	1.2
All plants	0.90	0.49
- of which off gas	0.75	0.34

Values of losses in the off gas are comparatively reliable because they can often be measured in a controlled manner, the uncertainties in the data are estimated at between $\pm 5-25\%$. Many older plants have been contracted for a maximum of 2% methane loss, newer installations usually have significantly lower losses.

Ventilation losses have been identified at several plants. Losses in the ventilation come from leakages in process equipment inside the ventilated area. The uncertainty in these measurements is large because the fan flow is very difficult to measure in the case of wall or ceiling fans without a ventilation duct. Default values have been used in some cases, which means that uncertainties can vary between $\pm 5-50\%$. Despite the large uncertainties, the results can be considered clear in one way because the loss is due to leaks that can be sealed, i.e. regardless of the fan flow the methane content can be very low inside process facilities (at approximately 10-20 ppm), and where there are significant leaks the levels inside may be as high as 500-5000 ppm.

For the results in Table C the plants are divided into two categories, A and B. Category A includes chemical scrubbers and plants equipped with an RTO unit. Category B includes water scrubber and PSA plants, with no RTO unit.

Table C. Results upgrading plants, period 3 years 2013-2015

Category	Mean (%)	Median (%)
A (chemical scrubber & RTO)	0.17	0.11
- of which off gas	0.05	0.03
B (water scrubber & PSA)	1.6	1.2
- of which off gas	1.5	1.1
All plants	0.90	0.49
- of which off gas	0.75	0.34

For category B a negative correlation is indicated between the measured methane losses in the off gas and the amount of methane produced annually, i.e. larger plants have lower relative losses.

Table D gives the results of the average of the measured methane losses from all three measurement periods performed, broken down by upgrading technique.

Table D. Results upgrading plants, periods 1-3

Technique	Mean losses (%)		
	Period 1 2007-2009	Period 2 2010-2012	Period 3 2013-2015
Chemical scrubber	0.36	0.21	0.17
RTO	1.7	0.42	0.16
PSA	2.5	1.1	0.97
Water scrubber	3.2	1.6	1.7
All plants	2.7	0.99	0.90

The methane losses during period 1 were 2.7% as mean value. This value is relatively high due to several plants with high losses in the off gas and in ventilations. During this period (2007-2009), it was still not common with chemical scrubber plants or plants equipped with RTO units. Mean values from period 2 and period 3 have stabilized at a lower level (0.99% and 0.90% respectively). The slightly lower value for period 3 is due in large part to an increased shift towards plants with chemical scrubber technique and RTO units in the studied plants.

The Voluntary Agreement system has had a major impact in the Swedish waste management sector and helps to reduce methane emissions from this sector. However, there are still a number of anaerobic digestion plants, primarily those treating sewage sludge, that have not joined the system. Overall, however, the knowledge of the methane emissions is far higher in the waste management sector than in other sectors in Sweden where production and upgrading of biogas takes place. Measurement data from Voluntary Agreement has been used to define default values given in the Swedish gas industry's calculation tool for sustainability criteria for biofuels.

INNEHÅLL

1	Inledning	1
1.1	Syfte och mål	2
1.2	Metod	2
2	Definitioner	3
3	Bakgrund	4
3.1	Biogas	4
3.2	Metan, CH ₄	4
3.3	Rötning	4
3.4	Uppgradering	5
3.5	Frivilligt åtagande	5
3.6	Utsläppspunkter	6
3.7	Genomförande	6
4	Deltagande anläggningar	7
5	Resultat	9
5.1	Produktionsanläggningar för rågas	9
5.1.1	Omgång 3 (år 2013-2015)	9
5.1.2	Omgång 2 (år 2010-2012)	11
5.1.3	Samtliga mätomgångar	12
5.2	Uppgraderingsanläggningar	12
5.2.1	Omgång 3 (år 2013-2015)	13
5.2.2	Omgång 2 (år 2010-2012)	15
5.2.3	Samtliga mätomgångar	16
5.3	Hållbarhetskriterier	17
6	Diskussion	18
7	Referenser	19

1 INLEDNING

Vid biologisk behandling av organiskt material genom anaerob nedbrytning, rötning, samt vid uppgradering av biogas till fordonsbränslekvalitet, kan det uppstå utsläpp till luft i olika delar av systemet. Det finns framförallt fyra skäl till varför dessa utsläpp skall minimeras. Dessa är:

- säkerhet Biogas består i huvudsak av metan, CH₄, vilken är en brännbar och explosiv gas. Vid en halt av ca 4-16 vol-% metan i luft kan gasblandningen antändas.
- miljö Metan ger 34 gånger högre bidrag till växthuseffekten än koldioxid. I ett biogassystem kan det även förekomma små halter av dikväveoxid, N₂O, även kallat lustgas. Denna gas ger 296 gånger högre bidrag till växthuseffekten än koldioxid (IPCC, 2013).
- närmiljö Utsläpp från biogassystem kan medföra luktproblem, vilket drabbar anställda och närboende.
- ekonomi Utsläpp av producerad gas utgör i de flesta fall en förlust av intäkt och kan ha stor påverkan på lönsamheten.

I en studie (Gunnarsson, von Hoffman, Holmgren, Kristensson, Liljemark, & Pettersson, 2005) genomförd av SwedPower under 2004 genomfördes mätningar av utsläpp på ett antal biogas- och uppgraderingsanläggningar. I studien konstateras att i de anläggningar som undersöktes förekom små utsläpp i ett antal delar av anläggningarna. Det hade även tidigare genomförts mätningar på utsläpp från uppgraderingsanläggningar (Persson, 2003) vilket visat att anläggningarna inte alltid lever upp till de nivåer på utsläpp som leverantörerna garanterat.

Med detta som bakgrund införde Avfall Sverige det s.k. Frivilligt åtagande för biogasanläggningar (Holmgren M. , 2009), där anläggningar förbinder sig att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska sina utsläpp. Systemet är vid denna rapports utarbetande under revidering och har också bytt namn till Egenkontroll metanutsläpp – Frivilligt åtagande. En del av det frivilliga åtagandet är att återkommande genomföra emissionsmätningar vid anläggningen för att bestämma metanutsläpp och metanförlust. En annan del av det frivilliga åtagandet är att regelbundet och systematiskt genomföra läcksökning vid anläggningen.

Mät- och beräkningsmetoder för att bestämma metanutsläpp har publicerats i en separat rapport (Holmgren M. A., Handbok metanmätningar, 2011). En reviderad mäthandbok publiceras i samband med denna rapports publicering, med några justeringar i mät- och beräkningsmetoder för kommande mätperioder.

Mätningar utförs i regel en gång per 3 år. Mätningar och beräkningar har nu genomförts vid deltagande anläggningar under tre stycken 3-årsperioder; 2007-2009, 2010-2012 och 2013-2015.

1.1 Syfte och mål

Projektet har som syfte att tillgängliggöra de mätdata och den kunskap som finns om metanutsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar och sprida detta både nationellt och internationellt.

Målet med projektet är sammanställa mätdata inom frivilligt åtagande från de tre mätomgångarna och att publicera dessa i en Avfall Sverige-rapport och vid konferensen European Biogas Conference i Gent, Belgien i september 2016.

1.2 Metod

All nödvändig data från de mätningar som har genomfört finns tillgängliga.

Resultaten presenteras i en skriftlig rapport, med liknande upplägg som Avfall Sveriges rapport U2012:15. Trender mellan de tre perioderna analyseras och kommenteras, där mindre vikt läggs vid period 1 p.g.a. mindre utvecklade mätmetoder under den perioden. Detta kommenteras också tydligt i rapporten.

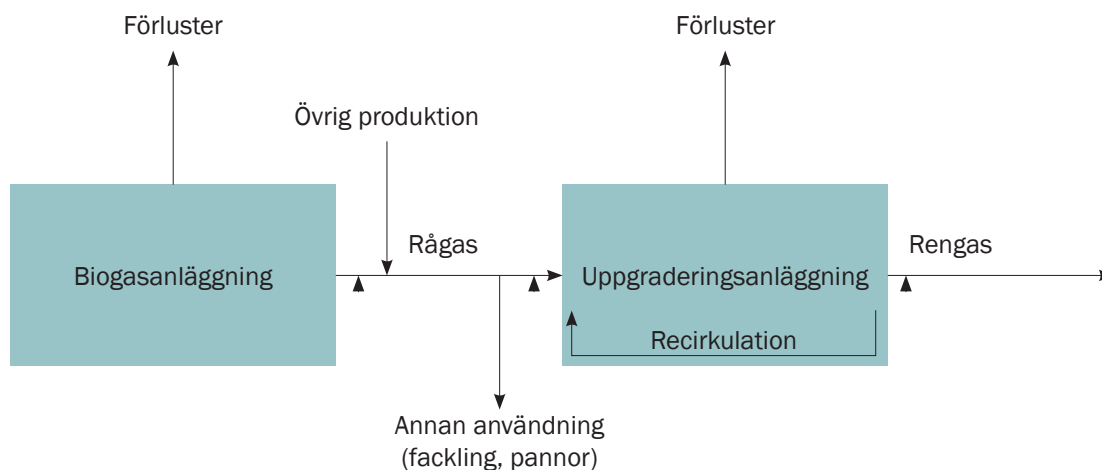
Rapporten ska innehålla en längre engelsk sammanfattning för att möjliggöra spridning av resultaten även utanför Sverige.

En referensgrupp har hjälpt författaren med projektet:

- Tore Sigurdsson (Kristianstads Biogas)
- Carl-Magnus Pettersson (Uppsala TeknikSupport)
- Caroline Steinwig (Avfall Sverige)
- Johan Yngvesson (SP Energi och bioekonomi)

2 DEFINITIONER

Andning	Utsläppspunkt (ex. ventilationsgaller) med varierande flödesriktning.
Biofilter, (kompostfilter)	Ventilationsluft leds igenom filter bestående av exempelvis jord, kompost, lecakulor eller bark. Föroreningar i luften absorberas i filtermaterialet och bryts ned av mikroorganismer.
Karburerad gas	För att rengas (renad och uppgraderad gas) ska få tillföras naturgasnätet krävs att värmevärdet i gasen höjs för att motsvara naturgasens värmevärde. Detta görs genom att propan blandas i rengasen. Blandningen benämns karburerad gas.
Metanflöde	Metanhalt multiplicerat med totalt gasflöde, anges i Nm ³ /h eller Nm ³ /år
Normalkubikmeter, Nm ³	Volym vid 273,15 K (0 °C) och 1,01325 bar.
Samrötningsanläggning	Biogasanläggning som kan röta olika typer av organiskt material, t.ex. källsorterat matavfall, slakteriavfall, gödsel och energigrödor, dock inte avloppsslam. Krav på hygienisering av substratet finns.
Restgas, (offgas, stripperluft)	Koldioxidrik gas som avskiljs från biogasen i uppgraderingsanläggningar. Gasen innehåller koldioxid och låga halter metan. Vid användning av recirkulerande vattenskrubber är restgasen utspädd i luft och vid enkelt genomströmmande vattenskrubber finns restgasen i det utgående vattnet. Används Pressure Swing Adsorption (PSA), membranteknik eller kemisk skrubber för avskiljning av koldioxid är restgasen inte utspädd med luft.



Figur 1. Generellt flödesschema, trianglar indikerar mätpunkter för anläggningens instrument för flöde och metanhalt

3 BAKGRUND

I detta kapitel ges en mycket kort bakgrund till biogasområdet samt bakgrunden till de mätdata som sedan presenteras.

3.1 Biogas

Ett biogassystem är komplext och det kan förekomma ett antal olika emissioner från en rad olika delar av systemet. Vid biogasanläggningen sker produktionen av biogas, s.k. rågas (Figur 1). Om biogasen ska användas som fordonsgas eller matas in på naturgasnätet behöver den först behandlas i en gasreningsanläggning (eller uppgraderingsanläggning), där föroreningar och koldioxid avskiljs, vilket ger s.k. rengas (Figur 1). Se Tabell 1 för karaktäristiska data.

Tabell 1. Karaktäristiska data för rågas och rengas (SGC, 2005).

	Rågas	Rengas
CH ₄ , metan	60-70 vol-%	95-99 vol-%
CO ₂ , koldioxid	30-40 vol-%	<5 vol-%
H ₂ S, svavelväte	0-4000 ppm	<1 ppm
N ₂ , kvävgas	0,2 vol-%	0,2 vol-%
NH ₃ , ammoniak	100 ppm	<1 ppm

3.2 Metan, CH₄

På 100 års sikt har metan ca 34 gånger starkare påverkan på växthuseffekten än koldioxid. Utsläpp av ett kilogram metan ger således lika stor påverkan på växthuseffekten som utsläpp av 34 kilogram koldioxid. Det finns stora kvantiteter metan i biogassystemet och då metan är en stark växthusgas är det av stor vikt att minimera utsläppen av metan. Där det finns utsläpp i biogas- eller uppgraderingsanläggningar förekommer i princip alltid metan.

Metan bildas vid anaerob (syrefri) nedbrytning av organiskt material. Förutom i rötammare sker detta naturligt i andra syrefria miljöer som våtmarker och sjösediment. Utsläpp sker även från idisslande djur och vid gödselhantering. Utsläppen av metan från idisslare kan inte minskas, däremot kan utsläppen från gödsel reduceras, t.ex. genom att röta den.

3.3 Rötning

Traditionellt har rötning skett vid avloppsreningsverk där slam från reningsverk använts som substrat. Det huvudsakliga skälet till denna rötning har varit att stabilisera slammet. Biogasen har i mångt och mycket setts som en biprodukt från den processen. Under 1990- och 2000-talen har flera anläggningar byggts för rötning av biologiskt avfall. Anläggningar finns som hanterar i huvudsak industriellt avfall (ex. från livsmedelsproduktion eller slakteri) eller insamlat matavfall från hushåll. Även gödsel från kreatur kan rötas, ex. som samrötning med andra substrat.

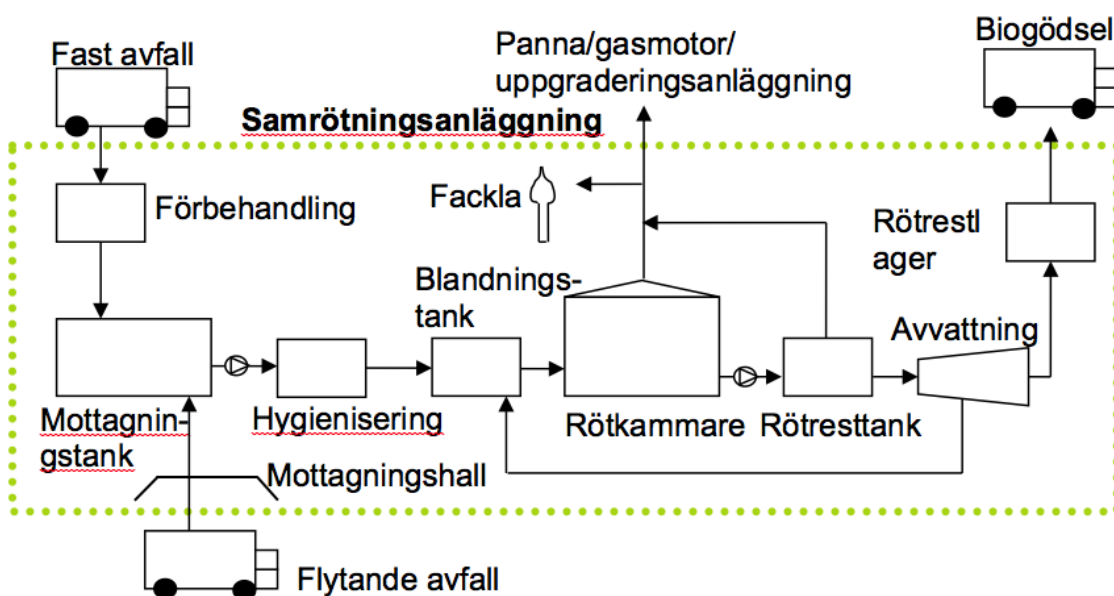
Rötning kan ske i två olika temperaturnivåer, antingen s.k. mesofil rötning vid ca 37 °C eller s.k. termofil rötning vid ca 55 °C.

3.4 Uppgradering

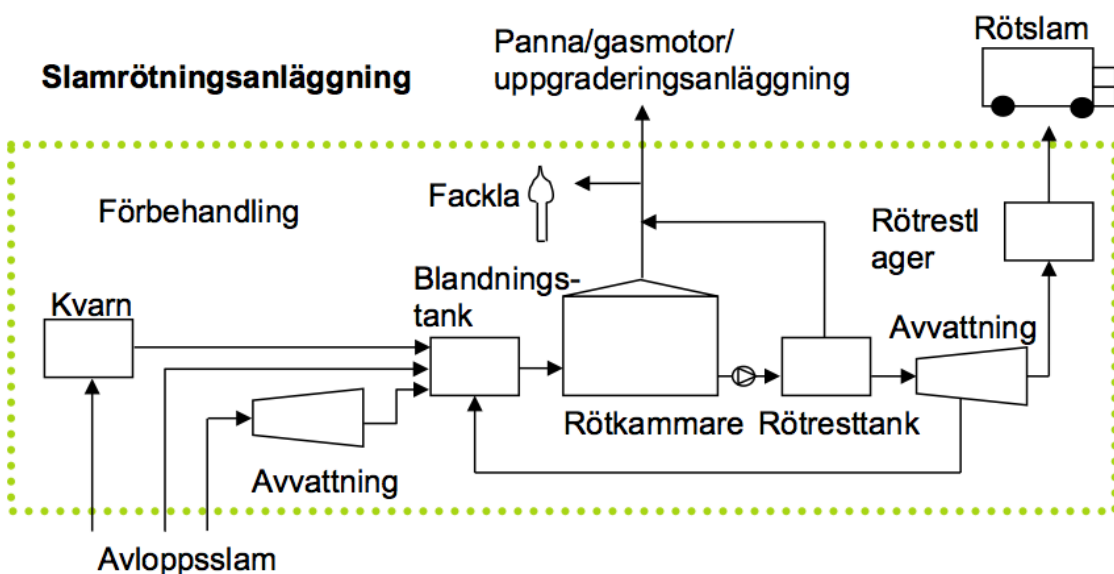
Om biogasen skall användas som fordonsgas eller matas in på naturgasnätet måste den uppgraderas, d.v.s. renas från koldioxid. Den vanligaste tekniken är vattenskrubber där gasen tvättas med trycksatt vatten. Kemisk skrubber är en annan vanlig teknik, där absorption av koldioxiden sker till en amin-baserad kemikalie. I PSA-anläggningar adsorberas koldioxiden i kolonner fyllda med t.ex. aktivt kol. En membranläggning innehåller membran som släpper igenom koldioxid men inte metan. En ny typ av uppgraderingsteknik är den kryogena tekniken där gasen renas genom att kylas till den temperatur där koldioxiden kondenserar eller sublimerar (d.v.s. går direkt från gasfas till fast fas).

3.5 Frivilligt åtagande

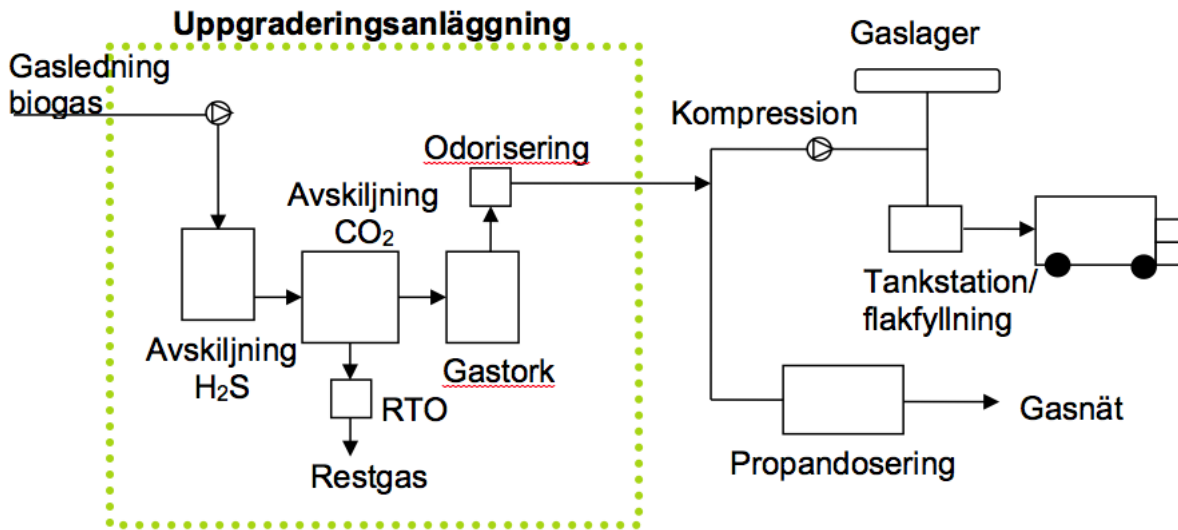
Systemet Frivilligt åtagande beskrivs detaljerat i rapporten Frivilligt åtagande – inventering av utsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar (Holmgren M. , 2009). Systemet är under revidering vid denna rapportens publicering. Det är viktigt att poängtera att kvantifieringen av metanförluster endast görs i systematiska utsläppskällor, och att det åligger anläggningens personal att regelbundet utföra läckagekontroll i gasutrustning etc. Vidare är systemgränserna viktiga som underlag vid tolkningen av mätresultaten, varför de tål att upprepas här, se Figur 2 - 4.



Figur 2. Grön streckad linje visar systemgräns för frivilligt åtagande vid samrötningsanläggning



Figur 3. Grön streckad linje visar systemgräns för frivilligt åtagande vid slamrötningsanläggning



Figur 4. Grön streckad linje visar systemgräns för frivilligt åtagande vid uppgraderingsanläggning

3.6 Utsläppspunkter

De vanliga utsläppspunkterna beskrivs i Handbok metanmätningar, kapitel 5 (Holmgren M. A., Handbok metanmätningar, 2011). I korthet så rör det sig ofta om olika typer av ventilationer samt rötrestlager och på uppgraderingsanläggningar är det den avskilda koldioxiden (restgas) som alltid innehåller lite metan.

Utformningen av anläggningsdelar skiljer sig mycket åt varför både processer som generar metan och möjligheter att mäta dessa utsläpp varierar.

3.7 Genomförande

Genomförandet av mätningar och beräkningar beskrivs i Handbok metanmätningar, kapitel 6 och 7 (Holmgren M. A., Handbok metanmätningar, 2011).

Värt att notera är att den relativa metanförlusten som beräknas relaterar till anläggningarnas uppmätta flöden och halter av metangas. Dessa värden har varierande osäkerhet från anläggning till anläggning. Generellt kan dock sägas att mätningar på rengas är mer tillförlitliga än rågasmätning, varför resultaten från rengas används (om tillgängligt) vid redovisning av resultat för uppgraderingsanläggningar.

Mätningar ska genomföras under de för anläggningen normala driftförhållandena för att utsläppen som mäts sedan ska kunna extrapoleras till årsbasis. Normala driftförhållanden gör att uppgifterna blir mer representativa. Vad som är normala driftförhållanden varierar mycket mellan olika anläggningar, för vissa anläggningar är t.ex. den normala situationen en intermittent drift av uppgraderingsanläggningen. Man ska dock vara medveten om att mätningar alltid ger en ögonblicksbild av situationen på anläggningen.

4 DELTAGANDE ANLÄGGNINGAR

I Tabell 2 och Tabell 3 finns en sammanställning över deltagande anläggningar under de tre genomförda mätperioderna.

Tabell 2. Deltagande samrötningsanläggningar och slamrötningsanläggningar

Anläggning	Huvudman ¹	Omgång 1 2007-2009	Omgång 2 2010-2012	Omgång 3 2013-2015
Bjuv, Wrams Gunnarstorp	E.on Gas Sverige	X	X	X
Boden	Bodens kommun	X	X	X
Borås, Gässtösa ARV	Borås Energi & Miljö	-	-	X
Borås, Sobacken	Borås Energi & Miljö	X	X	X
Eskilstuna	Eskilstuna Energi & Miljö	X	X	X
Falkenberg	Falkenbergs Biogas		X	X
Falköping	Falköpings kommun	X	X	X
Helsingborg	NSR Återvinning	X	X	X
Jönköping	Jönköpings kommun	X	X	X
Kalmar ³	Kalmar Vatten	X	X	-
Karlskoga	Biogasbolaget i Mellansverige			X
Karlstad, ARV	Karlstads kommun		X	X
Katrineholm	SBI			X
Kristianstad	Kristianstad Biogas	⁴	X	X
Laholm	Laholms Biogas	X	X	X
Linköping, ARV ³	Tekniska Verken i Linköping	X	X	-
Linköping, Åby	Svensk Biogas, Linköping	X	X	X
Norrköping, Händelö ²	Svensk Biogas, Linköping	X	X	
Skellefteå	Skellefteå kommun	X	X	X
Skövde, avfall	Skövde Biogas		X	X
Skövde, avfall ²	Skövde kommun	X		
Skövde, ARV ³	Skövde kommun	X	-	-
Storvreta, ARV	Uppsala Vatten och Avfall	-	-	X
Sävsjö	Sävsjö Biogas		X	X
Uppsala, ARV	Uppsala Vatten och Avfall	-	-	X
Uppsala, Kungsängen	Uppsala Vatten och Avfall	X	X	X
Vänersborg, Heljestorp ³	Ragn Sells	X	-	-
Västerås, ARV	Mälarenergi	-	-	X
Västerås	Svensk Växtkraft	X	X	X
Västerås	SBI			X
Örebro	SBI			X
Antal deltagande anläggningar		18	20	25

X anger deltagande

- anger att anläggningen ej deltagit (men varit i drift)

¹ Anläggningarnas huvudmän har i många fall ändrats under åren

² Anläggningen har tagits ur drift

³ Anläggningen har lämnat systemet

⁴ Anläggningen fick dispens från deltagande

Tabell 3. Deltagande uppgraderingsanläggningar

Anläggning	Huvudman ¹	Omgång 1 2007-2009	Omgång 2 2010-2012	Omgång 3 2013-2015
Bjuv, Wrams Gunnarstorp	E.on Gas Sverige	X	X	X
Boden	Bodens kommun	X	X	X
Borås, Gässlösa ARV	Borås Energi & Miljö	X	X	X
Borås, Sobacken	Borås Energi & Miljö			X
Bromma ³	Scandinavian Biogas	X	-	-
Eskilstuna	Eskilstuna Energi & Miljö	X	X	X
Falkenberg	Falkenberg Biogas		X	X
Falköping	Göteborgs Energi	X	X	X
Göteborg, Arendal	Göteborgs Energi	X	X	X
Helsingborg (GR1) ²	NSR Återvinning	X	X	
Helsingborg (GR2)	NSR Återvinning		X	X
Helsingborg (GR3)	NSR Återvinning			X
Jönköping GR1 ²	Jönköping Energi	X	X	
Jönköping GR2	Jönköping Energi		X	X
Kalmar ³	Kalmar Vatten		X	-
Karlskoga	Biogasbolaget i Mellansverige			X
Karlstad, ARV	Karlstads kommun		X	X
Katrineholm	SBI			X
Kristianstad GR1 & GR2	Kristianstad Biogas	⁴	XX	XX
Laholm	E.on Gas Sverige	X	X	X
Linköping (nr 3 och nr 4) ²	Svensk Biogas i Linköping	XX	XX	
Linköping (nr 5)	Svensk Biogas i Linköping		X	X
Malmö, Sjölanda	E.on Gas Sverige		X	X
Norrköping, ARV	E.on Gas Sverige	X	X	X
Norrköping, Händelö ²	Svensk Biogas i Linköping	X	X	
Skellefteå	Skellefteå kommun	X	X	X
Skövde, avfall	Skövde Biogas		X	X
Skövde, ARV+avfall ²	Skövde kommun	X		
Stockholm, Henriksdal ³	Scandinavian Biogas	X	-	-
Sävsjö	Sävsjö Biogas		X	X
Uppsala, ARV	Uppsala Vatten & Avfall	X	X	X
Uppsala, Kungsängen	Uppsala Vatten & Avfall			X
Västerås	Svensk Växtkraft	X	X	X
Västerås	SBI			X
Örebro	SBI			X
Östersund ³	Vatten Östersund	X	X	-
Antal deltagande anläggningar		20	28	28

X anger deltagande

- anger att anläggningen ej deltagit (men varit i drift)

¹ Anläggningarnas huvudmän har i många fall ändrats under åren

² Anläggningen har tagits ur drift

³ Anläggningen har lämnat systemet

⁴ Anläggningen fick dispens från deltagande

5 RESULTAT

5.1 Produktionsanläggningar för rågas

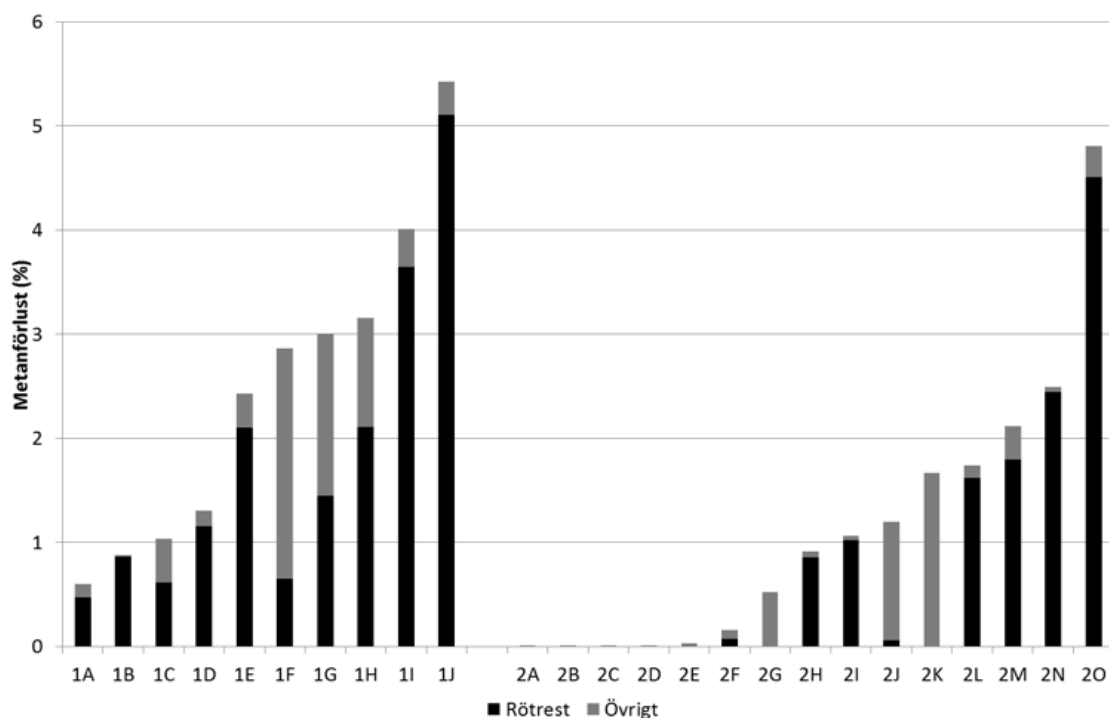
Samtliga resultat anges som procentuell förlust relativt den rågas som produceras och uppmäts i anläggningen. Resultaten redovisas dels uppdelat på de olika typerna av anläggning, dels som medelvärde av samtliga deltagande anläggningar. Kategoriseringen har gjorts efter typen av anläggning och inte efter det substrat som rötas, d.v.s. till kategorin slamrötningsanläggningar hör både rena avloppsreningsverk och verksamhet där både slam och externt avfall (t.ex. matavfall) rötas .

5.1.1 Omgång 3 (år 2013-2015)

I Tabell 4 redovisas resultaten från den senast genomförda mätomgången, omgång 3 år 2013-2015. Resultaten illustreras också i form av ett diagram i Figur 5.

Tabell 4. Resultat för samrötnings- och slamrötningsanläggningar, omgång 3 år 2013-2015

Kategori	Medel (%)	Median (%)
Slamrötningsanläggningar (ARV)	2,5	2,6
- Varav rötresthantering	1,8	1,3
Samrötningsanläggningar	1,1	0,9
- Varav rötresthantering	0,8	0,1
Samtliga anläggningar	1,7	1,2
- Varav rötresthantering	1,2	0,9



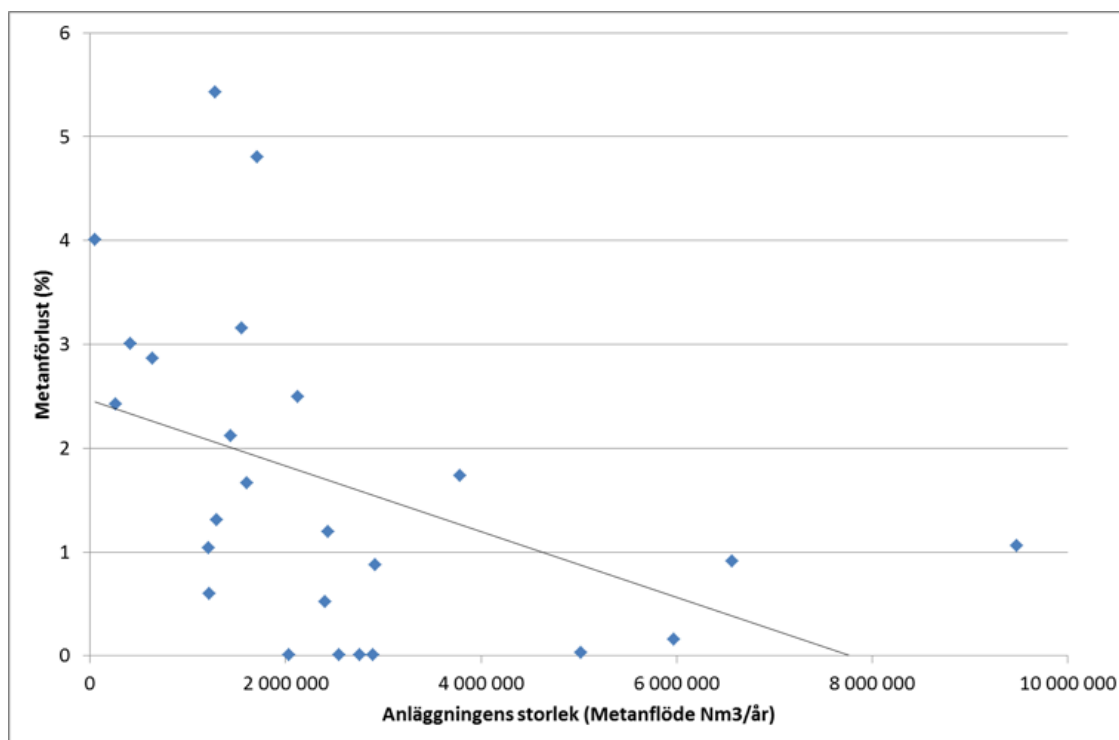
Figur 5. Produktionsanläggningar - resultat från omgång 3 år 2013-2015. Slamrötningsanläggningar-avloppsreningsverk (1) samrötningsanläggningar (2).

Resultaten i Figur 5 illustrerar flera saker. Det är en stor spridning bland resultaten inom båda kategorier. Metanförlusterna är generellt högre för anläggningar inom kategori 1 (avloppsreningsverk) än för anläggningar inom kategori 2, vilket också återspeglas av att medelvärdena skiljer sig åt (Tabell 4).

Andelen av de totala förlusterna som kommer från förluster i rötresthantering markeras med en mörkare färg i figuren. Andelen varierar mellan betydande och försumbar. Under omgång 3 har förlusterna i samtliga fall kunnat uppmätas, men anläggningarnas utformning och att lagring i somliga fall sker utanför anläggningen påverkar. I de fall som mätningar har genomförts så bedöms osäkerheterna ligga på $\pm 25-100\%$.

Tillika finns stora osäkerheter i hur mätresultat från en enstaka mätning ska skalas upp till att motsvara årliga utsläpp från anläggningen. Mätning genomförs av praktiska skäl under vår/sommar/höst, varför de årliga utsläppen generellt sätt förmodligen överskattas något vid direkt uppskalning eftersom avkylning på vintern ger väsentligt lägre utsläpp.

I Figur 6 illustreras de uppmätta metanförlusterna relativt anläggningarnas storlek (metanproduktion). Det råder ett starkt negativt samband, d.v.s. större anläggningar har mindre relativa förluster.



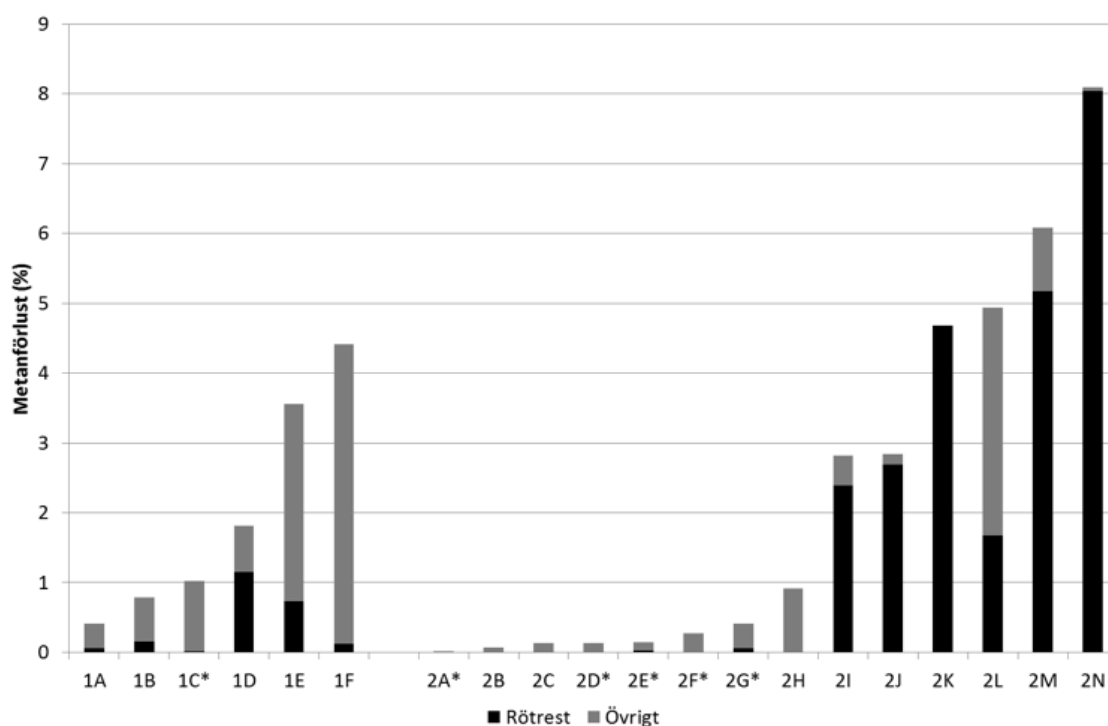
Figur 6. Metanförlust relativt anläggningens storlek (metanproduktion), resultat från omgång 3 år 2013-2015.

5.1.2 Omgång 2 (år 2010-2012)

Mätresultaten från mätomgång 2 år 2010-2012 har tidigare delvis redovisats (Holmgren M. A., 2012). I Tabell 5 redovisas de kompletta resultaten från mätomgång 2 år 2010-2012. Resultaten illustreras också i form av ett diagram i Figur 7.

Tabell 5. Resultat för samrötnings- och slamrötningsanläggningar, omgång 2 år 2010-2012

Kategori	Medel (%)	Median (%)
Slamrötningsanläggningar (ARV)	2,0	1,4
- Varav rötresthantering	0,4	0,1
Samrötningsanläggningar	2,3	0,7
- Varav rötresthantering	1,8	0,04
Samtliga anläggningar	2,2	1,0
- Varav rötresthantering	1,3	0,09



Figur 7. Produktionsanläggningar - resultat från omgång 2 år 2010-2012.

Slamrötningsanläggningar-avloppsreningsverk (1) och samrötningsanläggningar (2).

* indikerar att utsläpp från rötrestlager ej var möjliga att mäta p.g.a. tekniska begränsningar.

Metanförbrukningarna underskattades på flera anläggningar under omgång 2 (och omgång 1) p.g.a. att den mätteknik som krävs för att kunna bestämma utsläppen från öppna lager ännu ej var tagen i drift. De anläggningar där mätning ej var möjlig att genomföra eller där rötrestlager ligger utanför systemgränsen (utanför staketet) markeras med en stjärna (*) i Figur 7. Ibland saknas värde helt på förbrukningarna i dessa fall, vid senare mätningar har en matematisk modell tillämpats för att grovt uppskatta förbrukningarna.

5.1.3 Samtliga mätomgångar

I Tabell 6 redovisas resultaten i medeltal för uppmätta metanförluster i samtliga tre mätomgångar, redovisade per anläggningskategori.

Tabell 6. Resultat fördelade på typ av anläggning, medelvärden

Kategori	Förlust medel (%)		
	Omgång 1 2007-2009	Omgång 2 2010-2012	Omgång 3 2013-2015
Slamrötningsanläggningar	(2,7)	(2,0)	2,5
Samrötningsanläggningar	(0,8)	(2,3)	1,1
Samtliga anläggningar	(1,6)	(2,2)	1,7

Resultaten i Tabell 6 ska inte övertolkas och kräver en del förklaringar.

Det mest centrala problemet är att mättekniken för att bestämma utsläppen från rötrestlager har utvecklats under åren och det är först under mätomgång 3 som samtliga anläggningars utsläpp från rötrestlager och övrig rötresthantering har kunnat uppmätas. Värden för utsläpp från rötresthantering bygger inte sällan på grova matematiska uppskattningar (i enlighet med då gällande Handbok metanmätningar (Holmgren M. A., 2011)) eller saknas helt från mätomgång 1 och 2. Detta är i regel den mest betydande utsläpsskällan från produktionsanläggningar för rågas. Av detta skäl så sätts värden från omgång 1 och omgång 2 inom parentes i Tabell 6.

Från och med omgång 3 finns data på utsläpp från rötresthantering tillgängligt och resultaten kan anses vara mer tillförlitliga. Fortfarande finns dock stora osäkerheter i hur mätresultat från en enstaka mätning ska skalas upp till att motsvara årliga utsläpp från anläggningen. Mätning genomförs av praktiska skäl under vår/sommar/höst, varför de årliga utsläppen generellt sätt förmodligen överskattas något vid direkt uppskalning eftersom avkylning på vintern ger väsentligt lägre utsläpp.

5.2 Uppgraderingsanläggningar

Resultaten anges som procentuell förlust relativt den mängd gas som behandlas i uppgraderingsanläggningen. I möjligaste mån beräknas denna mängd utifrån uppmätt rengasproduktion, i några enstaka fall är beräkningarna istället utförda mot uppmätt mängd rågas in till anläggningen. Anläggningarna kategoriseras efter den teknik som används för avskiljning av koldioxid, inom kategorierna kemisk skrubber, PSA och vattenskrubber. RTO är ytterligare en kategori som innehåller de PSA- och vattenskrubberanläggningar som har installerat utrustning för att destruera metanutsläpp i restgasen (CO₂), s.k. Regenerativ Termisk Oxidering.

5.2.1 Omgång 3 (år 2013-2015)

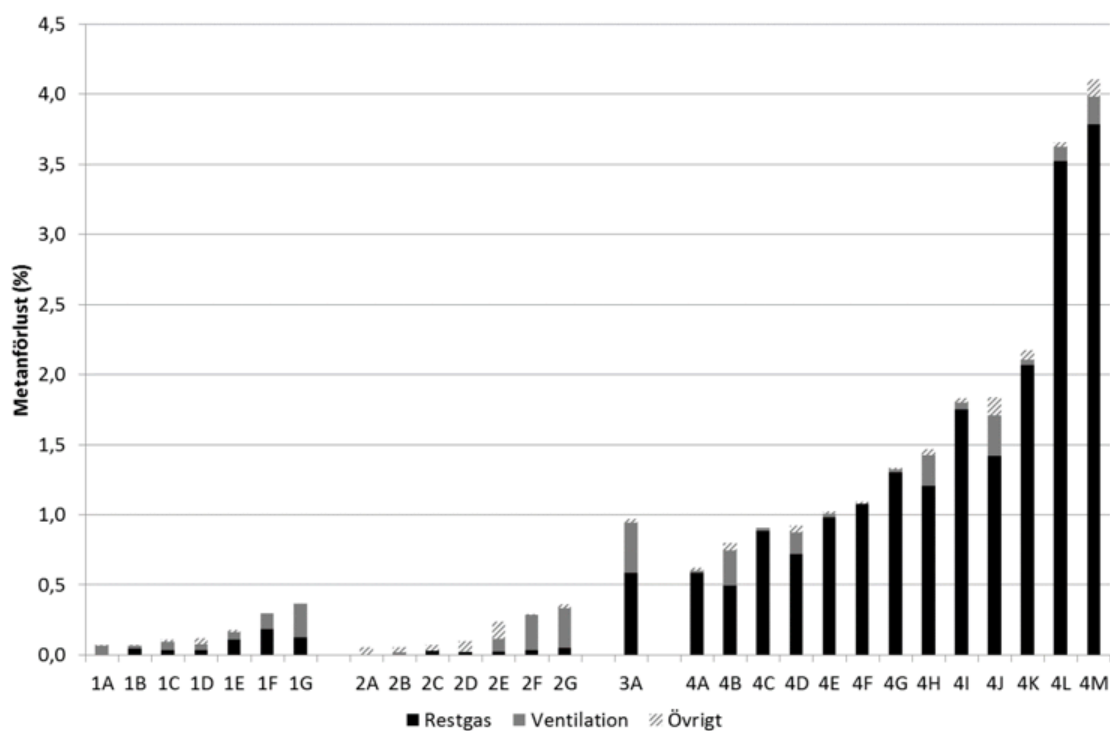
I Tabell 7 redovisas resultaten från den senast genomförda mätomgången, omgång 3 år 2013-2015. Resultaten illustreras också i form av ett diagram i Figur 8.

Tabell 7. Resultat metanförlust för uppgraderingsanläggningar, omgång 3 år 2013-2015

Teknik	Medel (%)	Median (%)
Kemisk skrubber	0,17	0,12
- Varav restgas	0,08	0,04
RTO	0,16	0,10
- Varav restgas	0,02	0,02
PSA	0,97	0,97
- Varav restgas	0,58	0,58
Vattenskrubber	1,7	1,3
- Varav restgas	1,5	1,2
Samtliga anläggningar	0,90	0,49
- Varav restgas	0,75	0,34

Värden på förluster i restgas är jämförelsevis tillförlitliga eftersom de oftast kan mätas på ett kontrollerat sätt, osäkerheten i siffrorna bedöms variera mellan $\pm 5-25$ %. Många äldre anläggningar har byggts med kontrakt på max 2 % metanförlust, nya anläggningar har vanligen betydligt lägre förluster (Bauer, Hulteberg, Persson, & Tamm, 2013).

Ventilationsförluster har uppmätts på flertalet anläggningar. Förluster i ventilationen härrör från läckage i processutrustningen i det ventilerade utrymmet. Osäkerheten i denna mätning är stor eftersom fläktflödet är mycket svårt att mäta i de fall som det sitter en vägg- eller takfläkt utan ventilationskanal. Schabloner har ibland tillämpats, vilket gör att osäkerheterna bedöms variera mellan $\pm 5-50$ %. Trots de stora osäkerheterna kan resultaten anses vara tydliga eftersom förlusterna har sin grund i läckage som går att tätas, d.v.s. oavsett ventilationsflödets storlek så ska metanhalt kunna vara mycket låg inne i processlokaler (storleksordningen 10-20 ppm), och där betydande läckor finns kan halterna vara så stora som 500-5000 ppm.



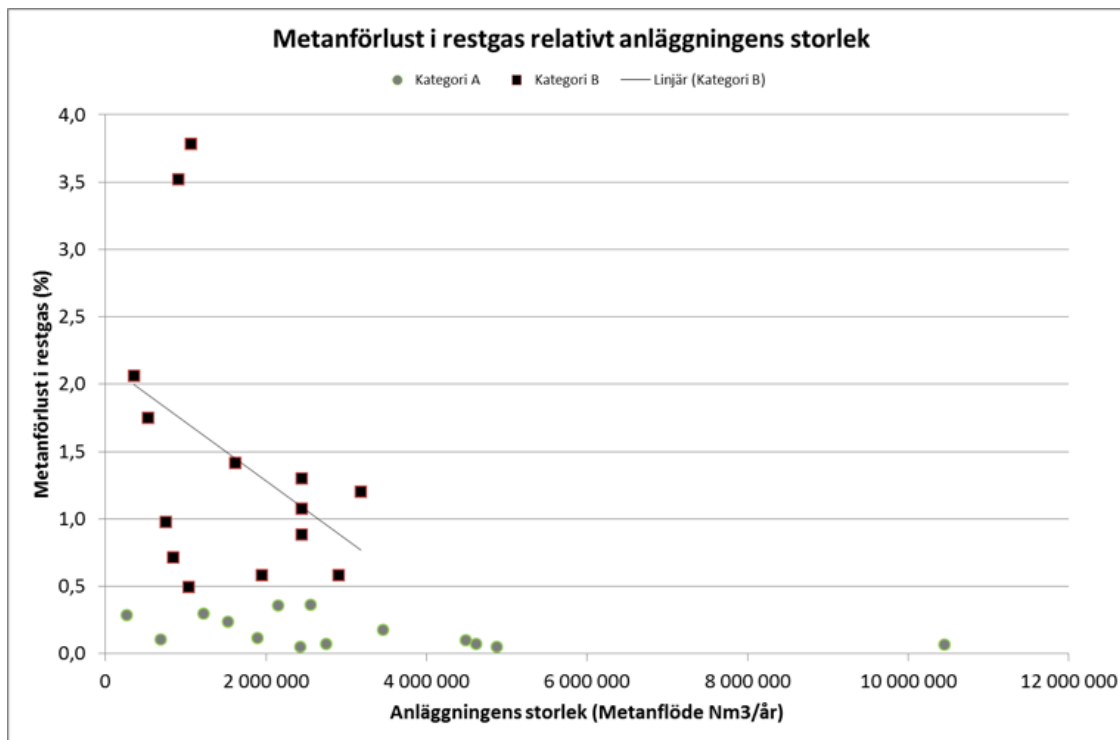
Figur 8. Uppgraderingsanläggningar - resultat från omgång 3 år 2013-2015. Kemisk skrubber (1), RTO (2), PSA (3) och vattenskrubber (4).

I Tabell 8 redovisas resultaten uppdelade i två kategorier, A och B. I kategori A finns anläggningar med uppgraderingstekniken kemisk skrubber samt anläggningar utrustade med en RTO-enhet för destruktion av metanförlusten i restgasen. I kategori B finns anläggningar med uppgraderingsteknikerna vattenskrubber och PSA, utan RTO-enhet för metandestruktion.

Tabell 8. Resultat metanförlust för uppgraderingsanläggningar, omgång 3 år 2013-2015

Kategori	Medel (%)	Median (%)
A (kemisk skrubber & RTO)	0,17	0,11
- Varav restgas	0,05	0,03
B (vattenskrubber & PSA)	1,6	1,2
- Varav restgas	1,5	1,1
Samtliga anläggningar	0,90	0,49
- Varav restgas	0,75	0,34

I Figur 9 relateras metanförlusterna för anläggningar i kategori B till anläggningarnas storlek. Linjära anpassningar av resultaten indikerar minskande relativ metanförlust med större anläggningar. Anläggningar i kategori A finns också med i figuren, men för den gruppen finns inget samband mellan metanförluster och storlek på anläggning.



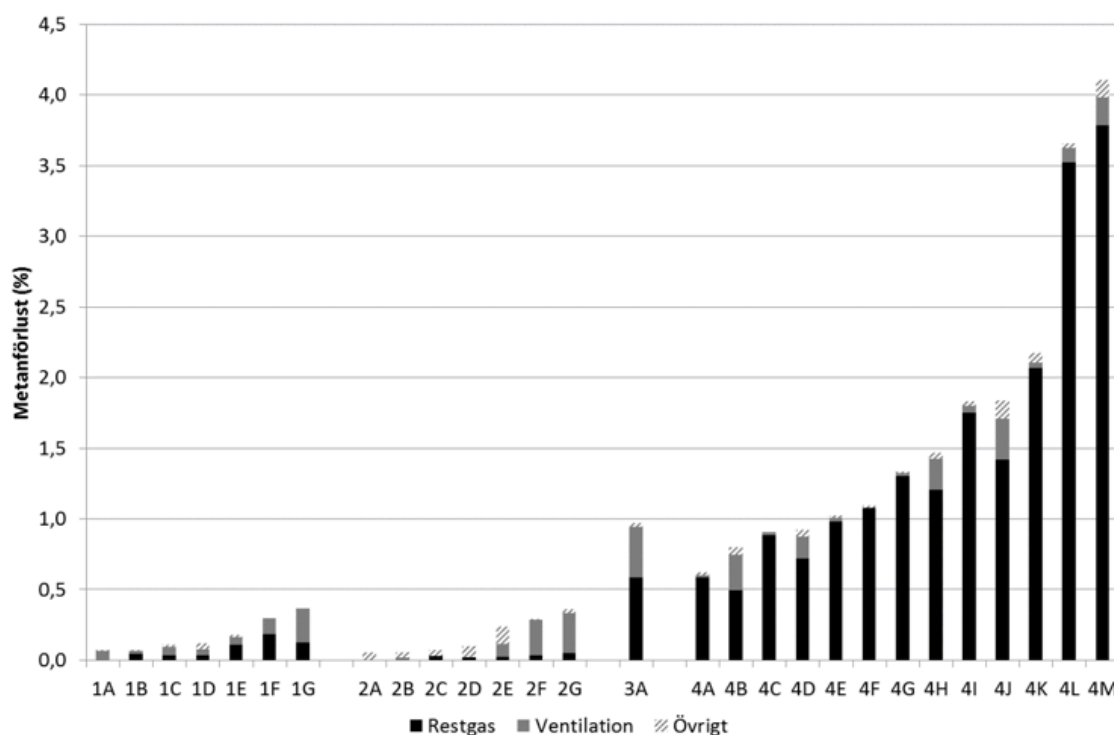
Figur 9. Uppgraderingsanläggningar - resultat från omgång 3 år 2013-2015. Metanförlust relativt anläggningens storlek (metanflöde Nm³/år).

5.2.2 Omgång 2 (år 2010-2012)

Mätresultaten från mätomgång 2 år 2010-2012 har tidigare delvis redovisats (Holmgren M. A., 2012). I Tabell 9 redovisas de kompletta resultaten från mätomgång 2 år 2010-2012. Resultaten illustreras också i form av ett diagram i Figur 10.

Tabell 9. Resultat metanförlust för uppgraderingsanläggningar, omgång 2 år 2010-2012

Teknik	Medel (%)	Median (%)
Kemisk skrubber	0,21	0,21
- Varav restgas	0,05	0,04
RTO	0,42	0,33
- Varav restgas	0,28	0,18
PSA	1,1	1,1
- Varav restgas	1,1	1,1
Vattenskrubber	1,6	1,6
- Varav restgas	1,4	1,2
Samtliga anläggningar	0,99	0,82
- Varav restgas	0,82	0,72



Figur 10. Uppgraderingsanläggningar - resultat från omgång 2 år 2010-2012. Kemisk skrubber (1), RTO (2), PSA (3) och vattenskrubber (4).

5.2.3 Samtliga mätomgångar

I Tabell 10 redovisas resultaten i medeltal för uppmätta metanförbrukningar i samtliga tre mätomgångar, redovisade per uppgraderingsteknik.

Tabell 10. Resultat metanförbrukning för uppgraderingsanläggningar, omgång 1-3

Teknik	Förlust medel (%)		
	Omgång 1 2007-2009	Omgång 2 2010-2012	Omgång 3 2013-2015
Kemisk skrubber	0,36	0,21	0,17
RTO	1,7	0,42	0,16
PSA	2,5	1,1	0,97
Vattenskrubber	3,2	1,6	1,7
Samtliga	2,7	0,99	0,90

Det höga värdet för RTO i omgång 1 beror på en anläggning med mycket stora förluster i ventilationen. De förhöjda värdena för RTO i omgång 2 beror delvis också på problem med ventilationsförluster men även på dålig verkningsgrad i ett par RTO-enheter.

Det höga värdet för PSA i omgång 1 beror på en liten anläggning med stora förluster i restgasen som drar upp medelvärdet.

Det höga värdet för vattenskrubber i omgång 1 beror till stor del på en anläggning med mycket stora förluster i restgasen, medelvärdet är 2,4 % på övriga anläggningar.

Det totala medelvärdet för omgång 1 var högt (2,7 %) beroende på flera faktorer som redogjorts för här ovan. Resultaten för omgång 2 och 3 ser ut att ha stabiliserat sig på en betydligt lägre nivå. Det något lägre värdet för omgång 3 beror till stor del på en ökad förskjutning mot fler anläggningar med tekniken kemisk skrubber och med RTO-enheter i urvalet.

5.3 Hållbarhetskriterier

Till det beräkningsverktyg för biogasanläggningar, som togs fram av den svenska gasbranschen kring årsskiftet 2011/2012, fanns behov av s.k. default-värden gällande metanförluster för de anläggningar som ej genomfört egna mätningar. För att premiera anläggningar som genomfört mätningar, men för att också ha relevanta default-värden, valdes tredje kvartilen av de rullande medelvärden som då fanns tillgängliga (Holmgren M. A., 2012). Dessa värden var 2,5 % för samrötnings- och slamrötningsanläggningar samt 2,1 % för uppgraderingsanläggningar.

Vid årsskiftet 2015/2016 uppdaterades detta beräkningsverktyg. För att bättre spegla de variationer som finns så definierades separata default-värden för slamrötningsanläggningar (avloppsreningsverk) och samrötningsanläggningar, samt för kategori A och B (enligt definition i kapitel 5.2.1 ovan) gällande uppgraderingsanläggningar. Default-värdena baserades liksom tidigare på den tredje kvartilen och dataunderlaget är det samma som det som återges i denna rapport för omgång 3, med komplement av mätresultat från omgång 2 från anläggningar som sedan lämnat systemet. Värdena på metanförlust har också volymjusterats för att relatera till anläggningarnas storlek, så att inte mycket små anläggningar med stora procentuella förluster påverkar så mycket. Default-värden anges i Tabell 11 (Pettersson, 2016).

Tabell 11. Default-värden i HBK-Biogasredovisning 2016.

Anläggningstyp	Defaultvärde (%)
Produktionsanläggningar	
Avloppsreningsverk och avloppsreningsverk som tar in andra substrat, d.v.s. anläggningar som ursprungligen är byggda för rening av avloppsvatten	1,9
Samrötningsanläggningar som rötar matavfall, avfall från livsmedelsindustri, gödsel och andra substrat som uppfyller kraven i hållbarhetskriterierna	1,6
Uppgraderingsanläggningar	
Aminskrubber samt annan uppgraderingsteknik kompletterad med RTO för förbränning av metan i restgas från uppgraderingen	0,18
Vattenskrubber, PSA samt anläggningar av membrantyp utan efterbehandling av restgasen	2,0

6 DISKUSSION

Systemet med Egenkontroll metanutsläpp – Frivilligt åtagande har fått ett stort genomslag i den svenska avfallsbranschen, och under de år som gått har vi också sett ett ökat fokus på frågan om metanförluster från såväl branschen som från myndigheter och forskare. Frågan har blivit högaktuell i Sverige i och med hållbarhetskriterierna och Energimyndigheten har som sagt accepterat att mätresultaten används som default-värden vid redovisning. Vidare så har Jordbruksverket infört krav på läcksökning för de anläggningar som omfattas av gödselgasstödet.

Trenden är tydlig, metanförlusterna från befintliga svenska anläggningar minskar i och med kunskap om rådande utsläpp samt kunskap om åtgärder för att minska utsläppen, och där har systemet med Egenkontroll metanutsläpp – Frivilligt åtagande spelat en avgörande roll. Vid upphandling och tillståndsgivning för nya anläggningar får också metanförluster en stor vikt, vilket borgar för fortsatt låga metanutsläpp från svenska biogasanläggningar som hanterar avfallssubstrat. Minskningen är faktiskt kraftigare än vad siffrorna i denna rapport visar eftersom det under årens lopp utvecklats och förfinats mätteknik för att kunna bestämma utsläppen från fler utsläppspunkter än vad som tidigare var möjligt. Dock tål att påpekas att resultaten baseras på enskilda mätningar utförda med 3 års mellanrum.

För uppgraderingsanläggningar är trenden tydlig, nya anläggningar är ofta av typen kemisk skrubber eller utrustade med RTO-enhet för destruktion av metan i utsläppen, och detta visar sig också genom att medelvärdena minskar från mätomgång till mätomgång.

Dock är det fortsatt så att inte alla berörda svenska anläggningar som rötar avfall deltar i systemet, det är ett antal anläggningar som står utanför systemet och dessa drivs i både kommunal och privat regi.

Sammantaget är kunskapen om metanutsläppen långt större i avfallsbranschen än bland de ca 130 svenska reningsverk som producerar biogas eller bland de många småskaliga gårdsanläggningar som byggts och planeras för runtom i Sverige.

Under de senaste åren har intresset för frågan ökat markant internationellt och vi har sett nationella initiativ och diskussioner kring frågan i Tyskland, Danmark, Storbritannien och Österrike m.fl. länder. Ett SGC/Energiforsk-projekt som genomfördes år 2014-2015 samlade tillgänglig information kring frågan i Europa och det genomfördes också jämförande mätningar med totalt 6 olika mät-team vid Tekniska verkens anläggning i Linköping. ERA-NET projektet MetHarmo inleddes under 2016 och syftar till att harmonisera mätmetoder i Europa. Från Sverige deltar Avfall Sverige och Energiforsk i projektet tillsammans med SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut som utförare.

7 REFERENSER

1. Bauer, F., Hulteberg, C., Persson, T., & Tamm, D. (2013). *Biogasuppgradering - Granskning av kommersiella tekniker*. Malmö: SGC rapport 270.
2. Gunnarsson, I., von Hoffman, V., Holmgren, M., Kristensson, I., Liljemark, S., & Pettersson, A. (2005). *Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas*. Malmö: RVF Utveckling 2005:07.
3. Holmgren, M. (2009). *Frivilligt åtagande – inventering av utsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar*. Malmö: Avfall Sverige rapport U2007:02 Rev.
4. Holmgren, M. A. (2011). *Handbok metanmätningar*. Malmö: SGC rapport 227.
5. Holmgren, M. A. (2012). *Sammanställning av mätningar inom frivilligt åtagande 2007-2012*. Malmö: Avfall Sverige U2012:15.
6. IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working*. Cambridge: Cambridge.
7. Persson, M. (2003). *Utvärdering av uppgraderingstekniker för biogas*. Malmö: SGC Rapport 142.
8. Pettersson, C.-M. (2016). *Metanförluster från biogasanläggningar och uppgraderingsanläggningar - underlag för uppdatering av defaultvärde i 2016 års version av HBK-Biogasredovisning*. Uppsala: Uppsala TeknikSupport.
9. SGC. (2005). *Energigas och miljö*. Malmö: SGC.

RAPPORTER FRÅN AVFALL SVERIGE 2016

- 2016:01 Trender för avfallsanläggningar med deponi. Statistik 2008-2014
- 2016:02 Uppföljning av tekniker för ökad växtnäringskoncentration i biogödsel
- 2016:03 Insamling av matavfall i flerbostadshus.
Goda exempel från kommuner och allmännyttiga bostadsföretag
- 2016:04 Kritisk utvärdering av metoder för faroklassificering av avfalls
ekotoxiska egenskaper (HP14)
- 2016:05 Metodjämförelse av dioxinprovtagning SRM-AMESA
- 2016:06 Omvärldsbevakning deponering/avfallsanläggningar. Studieresa Tyskland 2014
- 2016:07 Hållbart kretslopp av små avlopp
- 2016:08 Handbok för tillämpning av SS-EN 14181, utgåva 2,
Kvalitetssäkring av automatiska mätsystem
- 2016:09 Råd och tips vid utbrott av salmonella på biogasanläggningar
- Erfarenheter från en drabbad anläggning
- 2016:10 Långväga transport av avfallsbränsle. Kunskaper och erfarenheter
- 2016:11 Luftade dammar. Optimerat utnyttjande av befintliga resurser för
lakvattenbehandling vid deponier
- 2016:12 Tömning av slamavskiljare. Jämförande studie av heltömning,
mobil avvattning och deltömning
- 2016:13 Kapacitetsutredning 2016 – Avfallsförbränning och avfallsmängder till år 2020
- 2016:14 Luftning av biogödsel för att reducera metanemissionerna
- 2016:15 Validering av hygieniseringsmetod för torrötning. Förstudie
- 2016:16 Biogas upgradering – Technical Review
- 2016:17 Handbok metanmätningar. Revidering 2016
- 2016:18 Rapportering av data från metanmätningar enligt
Egenkontroll metanutsläpp – frivilligt åtagande 2007-2015

Avfall Sverige är expertorganisationen inom avfallshantering och återvinning. Det är Avfall Sveriges medlemmar som ser till att avfall tas om hand och återvinns i alla landets kommuner. Vi gör det på samhällets uppdrag: miljösäkert, hållbart och långsiktigt. Vår vision är "Det finns inget avfall". Vi verkar för att förebygga att avfall uppstår och att mer återanvänds. Kommunerna och deras bolag är motorn och garanten för denna omställning.



Avfall Sverige Utveckling 2016:18

ISSN 1103-4092

©Avfall Sverige AB

Adress Prostgatan 2, 211 25 Malmö
Telefon 040-35 66 00
Fax 040-35 66 26
E-post info@avfallsverige.se
Hemsida www.avfallsverige.se