

Rapport 2022:21

Avfall Sveriges Utvecklingssatsning
ISSN 1103-4092

SAMMANSTÄLLNING AV DATA FRÅN METANMÄTNINGAR ENLIGT EGENKONTROLL METAN- EMISSIONER ÅREN 2016 – 2018

– Samt jämförelse med tidigare år



AVFALL SVERIGE

Förord

Det är av en rad anledningar angeläget att reducera metanutsläpp till luft från biogasproduktion vid samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk. Med detta som bakgrund införde Avfall Sverige år 2007 ett 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, utförda av en oberoende part, vid anläggningen för att bestämma dess metanförluster. Systemet har under åren haft lite olika namn, men behållit samma syfte. Sedan 2019 samägs systemet mellan Avfall Sverige och Svenskt Vatten under namnet Egenkontroll metanemissioner (förkortat EgMet).

Målet med detta projekt har varit att sammanställa och utvärdera mätdata från den fjärde mätomgången (åren 2016-2018) inom EgMet och att publicera dessa i en Avfall Sverige rapport för bransch och myndighet att ta del av. För jämförelse skall så redovisas och kommenteras även data från de tidigare tre mätomgångarna.

Rapporten har författats av Johan Yngvesson på Industrinytta Norden. En referensgrupp har även hjälpt till och stöttat under projektet: Tore Sigurdsson (C4Energi/Kristianstads Biogas), Carl-Magnus Pettersson (Uppsala TeknikSupport), Caroline Steinwig och Terez Palffy, båda från Avfall Sverige. Projektet har finansierats av Avfall Sveriges utvecklingsatsning för biologisk återvinning.

Malmö i oktober 2022

Kjerstin Ekvall
Ordförande Avfall Sveriges
Utvecklingsatsning för biologisk återvinning

Tony Clark
Vd, Avfall Sverige

Sammanfattning

På biogasanläggningar, där det sker biologisk behandling av organiskt material genom anaerob (syrefri) nedbrytning, samt vid uppgradering av biogas till fordonsbränslekaritet, 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 (luktproblematik) och ekonomi.

Med detta som bakgrund införde Avfall Sverige år 2007 ett 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, utförda av en oberoende part, vid anläggningen för att bestämma dess metanförluster. Systemet har under åren haft lite olika namn, men behållit samma syfte. Sedan 2019 samögs systemet mellan Avfall Sverige och Svenskt Vatten under namnet Egenkontroll metanemissioner (förkortat EgMet).

Emissionsmätningar inom EgMet genomförs i regel en gång per tre år för deltagare inom det frivilliga systemet. Sedan starten 2007 har mätningar genomförts på deltagande anläggningar i perioder mellan:

- År 2007 – 2009, Mätomgång 1
- År 2010 - 2012, Mätomgång 2
- År 2013 – 2015, Mätomgång 3
- År 2016 – 2018, Mätomgång 4

Denna rapport presenterar resultaten från mätomgång fyra, medan tidigare mätomgångar rapporterats i Avfall Sveriges rapport 2016:18 (Avfall Sverige, 2016). De anläggningar som deltar i EgMet i omgång fyra, och som inkluderas i detta statistikunderlag, representerar omkring 35 procent av den svenska biogasproduktionen år 2018. För uppgraderingsanläggningarna är siffran 38 procent

För de 25 produktionsanläggningar och 30 uppgraderingsanläggningar som deltog i EgMet mellan 2016 – 2018 uppgick utsläppen till 1,3 procent (viktat medelvärde) av metanproduktionen, totalt 920 000 Nm³ metan (CH₄) per år. Det motsvarar 22 000 ton CO₂-eqv. Den största utsläppskällan var rötresthanteringen, som bl.a. omfattar biogödsellager respektive slamlager på anläggningarna samt avvattningsutrustning. Dessa delprocesser stod för 90 procent av utsläppen. Onormala utsläpp, som framförallt utgörs av gasläckage från processerna, stod samtidigt för mindre än 10 procent av utsläppen.

Utsläppen från uppgraderingsanläggningar uppgick till 0,68 procent (viktat medelvärde) av dessa anläggningars totala behandlade metanvolym (anläggningarnas inkommande mängd), eller totalt 482 000 Nm³ metan (CH₄) per år. Den största utsläppskällan var restgasen, som utgjorde 74 procent av utsläppen medan resterande andel huvudsakligen härleds till läckage i processutrustning, som i sin tur uppmätts som samlade utsläpp i ventilationsluften från processrum. I enskilda fall kan dock de samlade läckagen stå för det största utsläppet på uppgraderingen.

Systemet med frivilligt åtagande, EgMet, har haft ett stort genomslag i den svenska avfallsbranschen och det har även inkluderat flertalet avloppsreningsverk. Sedan 2019 delas ägarskapet av systemet med branschorganisationen Svenskt Vatten och förhoppningen är bland annat att det ska leda till att fler biogasproducerande avloppsreningsverk ansluter sig. Systemet har bidragit till att minska metanutsläppen från deltagande anläggningar och statistiken har även använts som schablonunderlag till beräkningar för hållbarhetsredovisning.

Summary

In biogas plants, where organic matter is biologically treated through anaerobic digestion, and when upgrading biogas to biomethane, emissions to air can occur in different parts of the system. In particular, there are four reasons why these emissions should be minimised. These are safety, environmental, health issues (odour problems) and the economy.

With this as a background, the Swedish Waste Management Association introduced in 2007 a voluntary program for monitoring methane emission for its biogas producing members, called Self-control methane emissions – Voluntary agreement. As a part of the agreement, biogas plants committed to systematically work on mapping and reducing their emissions. Another part of it included periodical emission measurements at the plant to determine its methane emissions.

These emission measurements are usually carried out once every three years for participants under the voluntary scheme. Since the start, measurement periods have been carried out between 2007 – 2009 (period 1), between 2010 – 2012 (period 2), between 2013 – 2015 (period 3) and between 2016 – 2018 (period 4). The latest period of measurements, the results of which are presented in this report, constitutes the final measurement period of the "old" voluntary agreement system, which after 2019 has been renamed. The new name is Self-inspection of methane emissions (in short called EgMet), and the ownership is now being shared with the Swedish Water Association. In the monitoring program, biogas plants are divided into production plants and upgrading plants respectively, and so the results in this report are concluded in the same way.

In the fourth measuring period, which this report concludes, 25 production plants and 30 upgrading plants participated. The annual production from the participating biogas production plants amounted to

72.6 Million Nm³ methane (CH₄) which correspond to 35 per cent of the total Swedish production of biogas in 2018. The measured emissions was 0.92 Million Nm³ methane (CH₄), or 1.3 per cent (weighted average) of the produced volume.

The largest source of emissions on site is open (non-gastight) storage of digestate and digestate dewatering equipment. These objects includes 90 per cent of the total emissions measured on the production plants, whilst un-normal emissions such as leakages from gas equipment represent less than 10 per cent of the total emissions.

For the 30 upgrading plants the emission factors are calculated as a percentage of treated methane (volume flow into to the facility). Together these plants treated 77.7 Million Nm³ methane (CH₄) annually, about 38 per cent of the Swedish biogas production in 2018. Emissions from these plants measured 0.68 per cent (weighted average) of the treated volume, or 0.48 Million Nm³ methane (CH₄). The biggest source of emissions from upgrading plants is the offgas. However, this depends a lot on the type of upgrading technology used were amin scrubber and upgrading units complemented with RTO (Regenerative Thermal Oxidation) consequently measure much lower emissions. Instead for these types of upgrading units the largest source is likely to be through ventilation air from leaks in the equipment.

The self monitoring programme have had a major impact on the Swedish biogas industry and have contributed to the improvement and reductions on its methane emissions since 2007. The programme have produced emission data for both benchmarking and permission guidance regarding newbuilds, and it is growing stronger in acceptance and number of participants by every period. In later years the programme also have acquired international interest as biogas organisations in other European countries as well as the European Commission gained an interest on its impact.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och mål.....	3
1.2	Metod	3
2	Definitioner	5
3	Bakgrund	8
3.1	Biogas.....	9
3.2	Metan, CH ₄	9
3.3	Rötning	10
3.4	Uppgradering.....	10
3.5	Egenkontroll metanemissioner (EgMet).....	10
3.6	Utsläppspunkter	12
3.7	Genomförande	12
4	Deltagande anläggningar	13
5	Resultat	16
5.1	Produktionsanläggningar för rågas.....	17
5.2	Utsläppskällor på produktionsanläggningar	19
5.3	Kapacitet och utsläpp	22
5.4	Jämförelse mot tidigare mätomgångar på produktionsanläggningar	23
5.5	Uppgraderingsanläggningar.....	25
5.6	Utsläppskällor på uppgraderingsanläggningar.....	27
5.7	Utsläpp och kapacitet	28
5.8	Jämförelse mot tidigare mätomgångar	29
6	Diskussion	31
7	Referenser	34

1

Inledning

Vid biologisk behandling av organiskt material genom anaerob (syrefri) nedbrytning, rötning, samt vid uppgradering av biogas till fordonsbränslekvalitet, kan det uppstå utsläpp till luft i olika delar av systemet. Det finns framför allt fyra skäl till varför dessa utsläpp bör 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 många fall en förlust av intäkt och kan ha stor påverkan på lönsamheten.

Avfall Sverige införde 2007 ett system för kontroll av metanemissioner, s k Frivilligt åtagande för biogasanläggningar, där anläggningar förbinder sig att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska sina utsläpp. Sedan 2019 sker samverkan och utveckling av systemet genom en avsiktsförklaring om deläggande med Svenskt Vatten. I och med samverkan så har systemet bytt namn till Egenkontroll metanemissioner (förkortat EgMet). Systemet beskrivs i rapporten Egenkontroll metanemissioner – En beskrivning av systemet för inventering och reducering av metanemissioner från samrötningsanläggningar, avloppsreningsverk och biogasuppgraderingsanläggningar (Avfall Sverige, 2019). Viktiga delar i åtagandet inkluderar systematisk läcksökning, vilket genomförs inom ramen för anläggningens egenkontroll, samt att återkommande genomföra emissionsmätningar av oberoende part för att kvantifiera metanutsläppen vid anläggningen. Mätningar utförs i regel en gång per tre år. Mät- och beräkningsmetoder för att bestämma metanutsläpp har publicerats i en separat Avfall Sverige-rapport 2016:17 Handbok metanmätningar (Avfall Sverige, 2016).

Mätningar och beräkningar har nu genomförts vid deltagande anläggningar under fyra treårsperioder, se Figur 1. I denna rapport sammanställs resultaten av emissionsmätningar hos deltagande anläggningar från den fjärde treårsperioden, åren 2016–2018. Resultaten jämförs även mot utsläppsdata från tidigare års publicerade sammanställningar i Avfall Sveriges rapport 2016:18 Rapportering av data från metanmätningar enligt egenkontroll metanutsläpp – Frivilligt åtagande 2007-2015 (Avfall Sverige, 2016).

Figur 1. Genomförda mätperioder inom systemet.



1.1 SYFTE OCH MÅL

Målet med projektet har varit att sammanställa och utvärdera mätdata från den fjärde mätomgången (åren 2016-2018) inom systemet Egenkontroll metanemissioner (förkortat EgMet) och att publicera dessa i en Avfall Sverige-rapport för bransch och myndighet att ta del av.

1.2 METOD

Utsläppsvärden från samtliga anläggningar som deltar i EgMet har sammanställts från de rapporter från oberoende mätningar som mätkonsulten eller anläggningen har tillhandahållit.

Indelning i anläggningstyp

Anläggningarna omfattar produktionsanläggningar och uppgraderingsanläggningar, som i sin tur indelas i olika typer. Produktionsanläggningarna delas in i antingen samrötningsanläggningar eller avloppsreningsverk, på samma sätt som skett i tidigare sammanställningar. Det främsta skälet till det är att de skiljer sig åt avseende vilka substrat som rötas, vilket i sin tur påverkar utformningen av delprocesser och olika utrustningar. På samrötningsanläggningarna sker produktionen av biogas i syfte att producera metan från inkommande material medan avloppsreningsverken producerar biogas, huvudsakligen från avloppsslam, i syfte att minska slammängden från reningsprocesserna. De olika verksamheterna påverkar framförallt utformningen av substratmottagning/förbehandling samt rötresthanteringen.

Uppgraderingsanläggningarna har delats in i fyra olika teknik-kategorier som representeras i EgMet under mätperiod fyra. Teknikerna är aminskrubber, vattenskrubber, PSA samt uppgradering med efterföljande destruktion av restgasen i en RTO (Regenerativ termisk oxidation). Den senare är inte en separat uppgraderingsteknik utan en kombination av uppgradering med efterföljande destruktionssteg för minimering av metanutsläpp via restgasen.

Ytterligare beskrivningar av anläggningarna och deras ingående processdelar står att finna under kapitel 3. Där beskrivs även de gränsdragningar som utgör EgMet systemet.

Indelning i delprocesser

Utsläppsvärdena har, i möjligaste mån utifrån underlaget, delats in i anläggningarnas olika delprocesser. Till hjälp för detta har författaren även använt sig av dokumentation från utförda mätningar, då mät rapporterna inte alltid haft den nödvändiga detaljnivån. Vissa kompletterande uppgifter om anläggningarna har även behövt insamlats via kontakt med representanter för anläggningarna. De delprocesser som tillämpats är:

- mottagning/substrathantering,
- rötningsprocessen och gashanteringen,
- samt rötresthanteringen.

För uppgraderingarna är utsläppen indelade i ventilations- och restgas-utsläpp.

Beräkning av utsläppsfaktorer

Utsläppsfaktorer för enskilda anläggningar liksom för summerade utsläpp från delprocesser har beräknats genom att dividera de beräknade utsläppen med total producerad mängd, på samma sätt som sker inom EgMet-rapporteringen, (Avfall Sverige, 2019). Delprocesser som ej ingått på enskilda anläggningar har ej tagits med i beräkningarna. Detta har inneburit att antalet anläggningar skiljer sig åt för delprocessen ”rötresthantering” på grund av att biogödseln inte alltid lagras på anläggningen och därmed inte alltid inkluderas i EgMet.

På uppgraderingsanläggningar beräknas utsläppsfaktorerna istället genom att utsläppen divideras med total inkommande mängd. Även detta i enlighet med EgMet-rapporteringen. I denna sammanställning har, för samtliga indelningar av anläggningarna, beräknats utsläppsfaktorer som medelvärde, median och övre kvartil samt som viktade medelvärden. Den övre kvartilen utgör det värde som 75 procent av anläggningarna understiger. I det viktade medelvärdet har stora anläggningar viktats högre medan mindre anläggningar har viktats lägre. Det viktade medelvärdet beräknas enligt följande formel:

$$\text{Viktat medelvärde} = \frac{v_1 x_1}{v_1} + \frac{v_2 x_2}{v_2} + \dots + \frac{v_n x_n}{v_n}$$

v = anläggningens producerade gasvolym

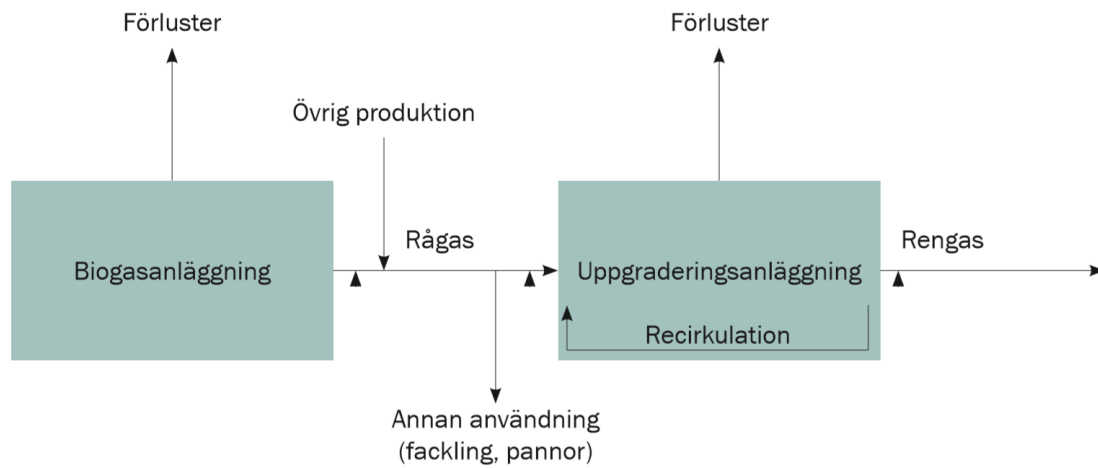
x = anläggningens utsläpp

2

Definitioner

Aminskrubber	Uppgraderingsteknik där koldioxiden separeras från biogasen med hjälp av en kemikalie, amin.
Avloppsreningsverk	Här: Benämning på biogasproducerande delprocess på ett avloppsreningsverk, med avloppsslam som hela eller del av substratmixen.
Biogödsel	Gödselmedel som bildas efter rötning av organiskt material från livsmedels- och/eller foderkedjan, t ex rena källsorterade avfallslag, stallgödsel, grödor, skörderester, samt rena fraktioner från dels vattenbruk, dels skördade örtartade växter från naturvårdande åtgärder.
HBK	Förkortning för hållbarhetskriterier för biobränslen och biodrivmedel, som utgör grund för hur produktens miljömässiga hållbarheten ska bedömas. (Energimyndigheten, 2021)
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.
Samröttningsanläggning	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 oftast.
Permeabilitet	Mått på ett genomtränglighet hos cellmembran avsett att innesluta metan.
PSA	Pressure swing adsorption är en uppgraderingsteknik där avskiljning av koldioxid sker i kolonner med t.ex. aktivt kol.
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.
Rengas	Benämning på biogas som har renats från koldioxid och som innehåller i huvudsak bara metan.
RTO	Regenerativ termisk oxidation är en teknik som oxiderar metan i halter långt under det brännbara området. Den används på uppgraderingsanläggningar för att reducera mängden metan i restgasen. RTO på engelska = Regenerative Thermal Oxidation
Rågas	Benämning på biogas från rötning som innehåller framförallt metan men även stora mängder koldioxid.
Rötrest	Ett samlingsnamn på biogödsel från samröttningsanläggningar och slam från avloppsreningsverk.
Substrat	Benämning på material som används som primär insatsvara för att producera biogas.
Slam	Benämning på olika typer av slam från avloppsrening. Används även som benämning på rötresten från biogasproduktion från avloppsslam.
Vattenskrubber	Uppgraderingsteknik där koldioxiden separeras från biogasen med hjälp av vatten.

Figur 2. Generellt flödesschema över biogasproduktion med uppgradering till fordongaskvalitet. *Trianglar indikerar vanliga mätpunkter för anläggningens instrument för gasflöde och metanhalt.*



3

Bakgrund

Biogasproduktion genom rötning av avfallsprodukter och andra substrat samt genom rötning av slam från avloppsreningsprocesser utgör en väsentlig del av omställningen till fossilfria och hållbara bränslen. Biogas består i huvudsak av mellan 55 - 70 procent metan och mellan 30 - 45 procent koldioxid. Men genom att avskilja koldioxiden kan man erhålla nästan ren metan, fordonsgas. Denna process kallas uppgradering.

I biogasproduktion och uppgradering av biogas till fordonsgas kan det dock uppstå utsläpp av metan till luft från olika delar av systemet. Metan är en potent växthusgas, 34 gånger kraftigare än koldioxid och det är därför angeläget att utsläppen begränsas för att inte försämra klimatnyttan hos det förnybara bränslet.

Sedan 2007 har därför Avfall Sverige drivit systemet "Frivilligt åtagande" som syftar till att öka kunskapen om de individuella utsläppen hos enskilda biogasanläggningar och skapa underlag för förbättringsarbete hos anläggningarna. Sedan 2019 heter systemet "Egenkontroll metanemissioner" (förkortat EgMet) och ägarskapet delas med branschorganisationen Svenskt Vatten. Syftet med det gemensamma ägandeskapet är att utveckla systemet till att bättre passa både samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk. Något som är viktigt eftersom avloppsreningsverk producerar omkring en tredjedel av all biogas i Sverige. Systemet innebär framförallt egenkontroll genom egen, systematisk, läcksökning på anläggningen samt en extern mätning av metanutsläppen vart tredje år, av en oberoende part.

Sedan starten av det frivilliga systemet för metanmätning år 2007 har det genomförts fyra mätomgångar om vardera tre år, där samtliga anläggningar i systemet har kvantifierats avseende sina metanutsläpp. Resultaten från mätningar för tidigare perioder har sammanställts i Avfall Sveriges rapport 2016:18 (Avfall Sverige, 2016).

3.1 BIOGAS

Ett biogassystem är komplext och det kan förekomma emissioner från en rad olika delar av systemet. Vid biogasanläggningen sker produktionen av biogas, s.k. rågas. Om biogasen ska användas som fordonsgas eller matas in på naturgasnätet behöver den först behandlas i en gasreningsanläggning, även kallad uppgraderingsanläggning, där koldioxiden avskiljs tillsammans med en del oönskade föroreningar, vilket ger s.k. rengas. Se Tabell 1 för karaktäristiska data för de två produkterna, rågas och rengas.

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 (IPCC, 2013). 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 vattenreningen 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. Samröttningsanläggningar är dedikerade biogasanläggningar för rötning av t.ex. källsorterat matavfall, slakteriavfall och gödsel.

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

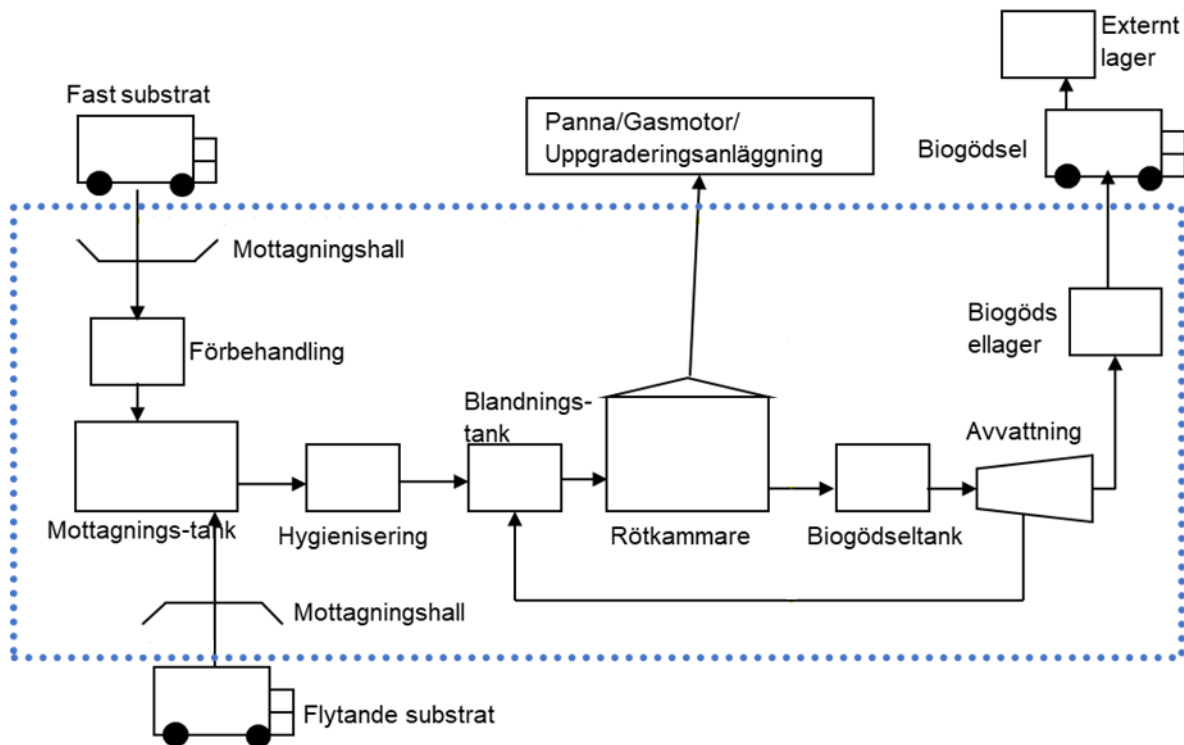
Om biogasen skall användas som fordonsgas eller matas in på naturgasnätet måste den uppgraderas, d.v.s. renas från koldioxid. En vanlig teknik är vattenskrubber, där gasen tvättas med trycksatt vatten. Kemisk skrubber är en annan vanlig

teknik, där absorption av koldioxiden sker till en aminbaserad 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. Samtliga uppgraderingstekniker genererar en restgasström av koldioxid med olika grad av metaninnehåll, beroende på teknik och prestanda. Utförligare information om uppgraderingstekniker finns att läsa i (Energiforsk, 2016).

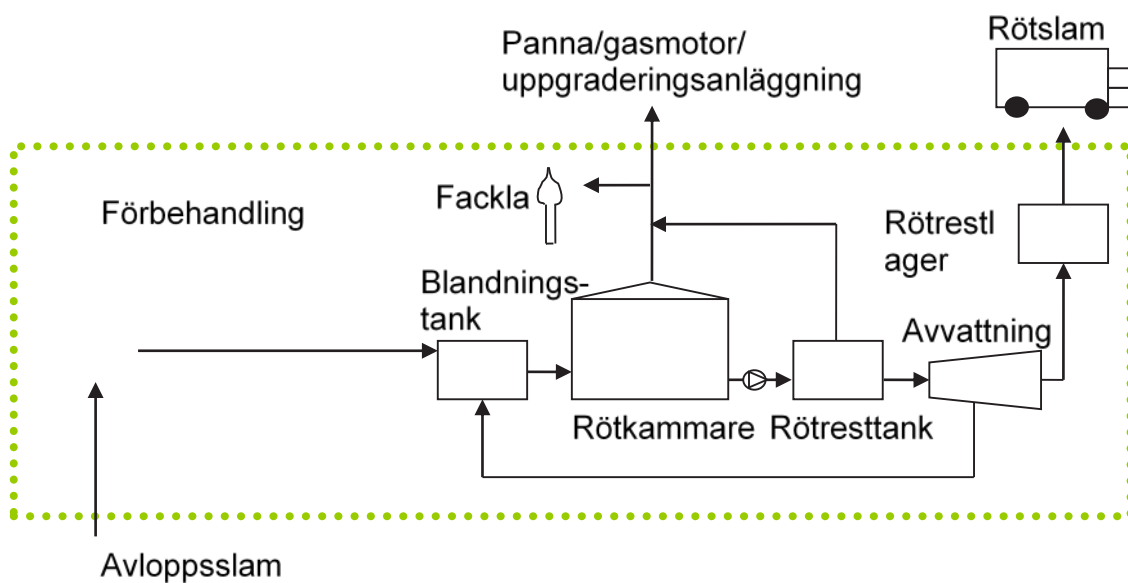
3.5 EGENKONTROLL METANEMISSIONER (EGMET)

Systemet EgMet beskrivs i detalj i rapporten Egenkontroll metanemissioner – En beskrivning av systemet för inventering och reducering av metanemissioner från samröttningsanläggningar, avloppsreningsverk och biogassuppgraderingsanläggningar (Avfall Sverige, 2019). I figurerna nedan visas systemgränserna för vardera samröttningsanläggning, avloppsreningsverk och uppgraderingsanläggning.

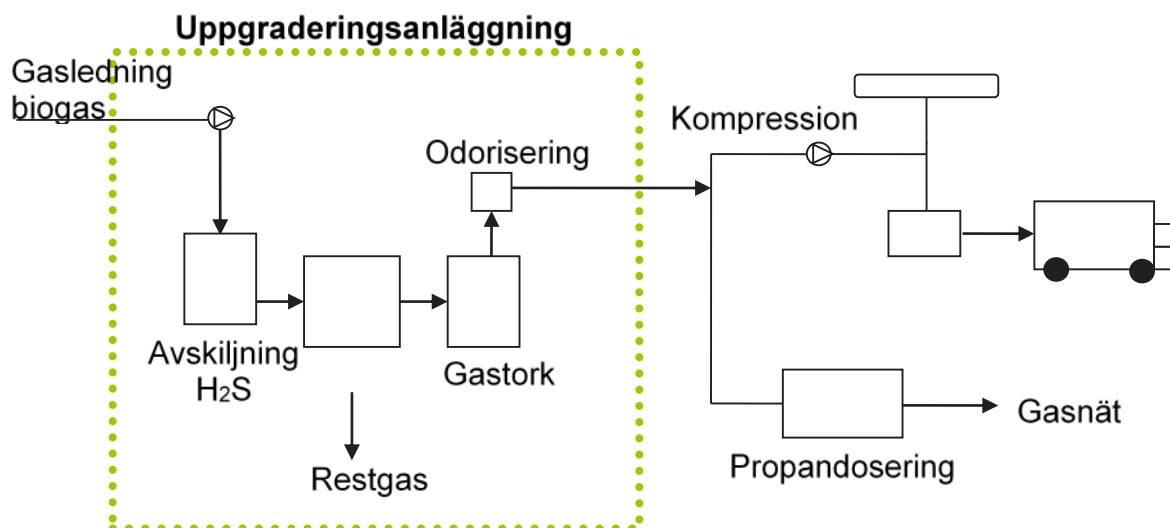
Figur 3 visar huvudkomponenterna på en generell samrötningsanläggning. Alla delar finns dock inte representerade vid alla anläggningar. Den streckade linjen utgör systemgräns för EgMet under 2016-2018.



Figur 4 visar huvudkomponenterna på ett generellt avloppsreningsverk. Den streckade linjen utgör systemgränsen för EgMet under 2016-2018.



Figur 5 visar huvudkomponenterna på uppgraderingsanläggningar. Den streckade linjen utgör systemgränsen för EgMet under 2016-2018.



3.6 UTSLÄPPSPUNKTER

De vanligaste utsläppspunkterna beskrivs i Avfall Sveriges rapport 2016:17 (Avfall Sverige, 2016). I korthet så rör det sig om olika typer av ventilationer samt rötrestlager på produktionsanläggningar (samrötning och avloppsreningsverk) medan det på uppgraderingsanläggningar är den avskilda koldioxiden (restgasen) som alltid innehåller viss mängd metan.

Utformningen och anläggningsdelar skiljer sig mycket åt varför både processer som genererar metan och möjligheter att mäta dessa utsläpp varierar mellan anläggningar.

3.7 GENOMFÖRANDE

Genomförandet av mätningar och beräkningar beskrivs i Avfall Sveriges rapport 2016:17 (Avfall Sverige, 2016). 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 mätning av rengas är mer tillförlitligt än mätning av rågas, varför mätvärden på rengas används (om tillgängligt) vid beräkning av resultat för uppgraderingsanläggningar.

Mätningar ska genomföras under de för anläggningen normala driftförhållandena. Utsläppen som mäts extrapoleras sedan till årsvärden. Normala driftförhållanden gör att uppgifterna blir mer representativa. Vad som är normala driftförhållanden varierar dock mycket mellan olika anläggningar. För vissa anläggningar är t.ex. den normala situationen en intermitterande drift av uppgraderingsanläggningen. Många produktionsanläggningar kan ha variationer av gasflödet som en direkt följd av förändrade substratflöden under året. Det påverkar således resultaten när på året mätningen utförs. Man ska dock vara medveten om att mätningar alltid ger en ögonblicksbild av situationen på anläggningen.

4

**Deltagande
anläggningar**

Tabell 2 och Tabell 3 nedan visar en sammanställning över deltagande anläggningar under fyra genomförda och rapporterade mätperioder.

Tabell 2 visar deltagande produktionsanläggningar av biogas, samrötnings- och avloppsreningsverk. Totalt 25 produktionsanläggningar deltog i mätomgång 4. Deltagande anges med ett X, eller ett ”-” om anläggningen ej deltagit men varit i drift. (ARV=avloppsreningsverk).

Anläggning	Huvudman ¹	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3	Omgång 4
		2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
Bjuv, Wrams Gunnarstorp	St1 Biogas	X	X	X	X
Boden, ARV	Bodens kommun	X	X	X	-
Borås, ARV	Borås Energi & Miljö	-	-	X	X
Borås	Borås Energi & Miljö	X	X	X	X
Eskilstuna, ARV	Eskilstuna Energi & Miljö	X	X	X	X
Falkenberg	Falkenbergs Biogas		X	X	X
Falköping	Falköpings kommun	X	X	X	X
Helsingborg	Biond	X	X	X	X
Jönköping	HZI Jönköping Biogas	X	X	X	X
Kalmar ARV ³	Kalmar Vatten	X	X	-	-
Karlskoga	Biogasbolaget i Mellansverige			X	X
Karlstad, ARV	Karlstads kommun	-	X	X	X
Katrineholm	Gasum			X	X
Kristianstad	Kristianstad Biogas	-	X	X	X
Laholm	Södra Halland Kraft	X	X	X	X
Linköping, ARV	Tekniska verken i Linköping	X	X	-	X
Linköping, Åby	Tekniska verken i Linköping	X	X	X	X
Norrköping, Händelö ²	Tekniska verken i Linköping	X	X		
Skellefteå	Skellefteå kommun	X	X	X	-
Skövde, avfall	Gasum		X	X	X
Skövde, ARV ³	Skövde kommun	X	-	-	-
Storvreta, ARV	Uppsala Vatten och Avfall	-	-	X	X
Sävsjö	Biond		X	X	X
Uppsala, ARV	Uppsala Vatten och Avfall	-	-	X	X
Uppsala	Uppsala Vatten och Avfall	X	X	X	X
Vänersborg, Heljestorp ³	Ragn Sells	X	-		
Västerås, ARV	Mälarenergi	-	-	X	X
Västerås	VafabMiljö Kommunalförbund	X	X	X	X
Västerås	Gasum			X	X
Örebro	Gasum			X	X
Huddinge	Scandinavian Biogas	-	-	-	X
Antal anläggningar:		18	20	25	25

1) Anläggningens huvudman kan ha ändrats genom åren.

2) Anläggningen har tagits ur drift.

3) Anläggningen har lämnat systemet.

Tabell 3. Deltagande uppgraderingsanläggningar. Totalt 30 uppgraderingsanläggningar medverkade i mätomgång 4. Anläggningarnas deltagande anges med ett "X" för varje uppgraderingsanläggning och ett "-" om de ej deltagit men varit i drift. (ARV=uppgraderingsanläggningen finns vid ett avloppsreningsverk)

Anläggning	Huvudman ¹	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3	Omgång 4
		2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
Bjuv, Wrams Gunnarstorp	St1 Biogas	X	X	X	X
Boden, ARV	Bodens kommun	X	X	X	-
Borås, ARV	Borås Energi & Miljö	X	X	X	X
Borås	Borås Energi & Miljö			X	X
Bromma, ARV	Scandinavian Biogas	X	-	-	X
Eskilstuna, ARV	Eskilstuna Energi & Miljö	X	X	X	X
Falkenberg	Falkenberg Biogas		X	X	X
Falköping	Göteborg Energi	X	X	X	X
Göteborg, ARV	Göteborg Energi	X	X	X	X
Helsingborg (nr1, nr2) ²	NSR	X	X	X	-
Helsingborg (nr3)	Biond			X	-
Jönköping GR1 ²	Jönköping Energi	X	X		
Jönköping GR2	HZI Jönköping Biogas		X	X	X
Kalmar ARV ³	Kalmar Vatten		X	-	-
Karlskoga	Biogasbolaget i Mellansverige			X	X
Karlstad, ARV	Karlstads kommun		X	X	X
Katrineholm	Gasum			X	X
Kristianstad GR1 & GR2	Kristianstad Biogas	X	XX	XX	XX
Laholm	St1 Biogas	X	X	X	X
Linköping (nr 3 och nr 4) ²	Tekniska verken i Linköping	X	X		
Linköping (nr 5)	Tekniska verken i Linköping		X	X	X
Malmö, Sjölanda (ARV)	St1 Biogas		X	X	X
Norrköping, ARV	St1 Biogas	X	X	X	X
Norrköping, Händelö ²	Tekniska verken i Linköping	X	X		
Skellefteå	Skellefteå kommun	X	X	X	-
Skövde, avfall	Gasum		X	X	X
Skövde, ARV+avfall ²	Skövde kommun	X			
Stockholm, Henriksdal ARV	Scandinavian Biogas	X	-	-	XXX
Sävsjö	Biond		X	X	X
Uppsala, ARV	Uppsala Vatten & Avfall	X	X	X	X
Uppsala	Uppsala Vatten & Avfall			X	X
VMAB Mörrum	VästBlekinge Miljö			-	X
Västerås	VafabMiljö Kommunalförbund	X	X	X	X
Västerås	Gasum			X	X
Växjö, ARV	Växjö kommun	-	-	-	X
Örebro	Gasum			X	X
Östersund ³	Östersunds kommun	X	X	-	-
	Antal anläggningar:	20	28	28	30

1) Anläggningarnas huvudmän har ändrats genom åren.

2) Anläggningen har tagits ur drift.

3) Anläggningen har lämnat systemet.

5

Resultat

5.1 PRODUKTIONS- ANLÄGGNINGAR FÖR RÅGAS

Resultaten anges i procent utsläpp relativt den mängd rågas som produceras och uppmätts i anläggningen. Resultaten är uppdelade på typ av anläggning samt som viktade medelvärde av samtliga deltagande anläggningar.

Produktionsanläggningarna är inte uppdelade på typ av substrat. Ett avloppsreningsverk som rötar både slam och externt avfall, tex. matavfall, ligger kategoriserad som "avloppsreningsverk".

Produktionsanläggningar i mätomgång 4, (2016 – 2018)

Totalt 25 anläggningar deltog i mätomgång fyra, mellan åren 2016 – 2018. Av dessa är nio avloppsreningsverk och sexton är samrötningsanläggningar, baserade på substrat från källsorterat matavfall från hushåll, olika industriella avfallsflöden eller lantbruksbaserade substrat, inklusive gödsel.

Dessa biogasanläggningar stod för en gemensam årsproduktion om 72,6 miljoner Nm³, eller 724 GWh, vilket representerar ca 35 procent av Sveriges totala produktion av biogas under 2018, som uppgick till 2044 GWh (Energimyndigheten, 2019). Utsläppen summeras till 920 000 Nm³/år vilket utgör 1,3 procent (viktat medelvärde) av produktionen. Det motsvarar ungefär 22 000 ton CO₂ eqv.

I Tabell 4 redovisas resultaten från senast genomförda mätomgång 4, som genomfördes mellan år 2016 - 2018. Beräknade utsläppsfaktorer presenteras som medelvärde, median, övre kvartil samt viktade medelvärden.

Utsläpp är uppdelade enligt följande:

- Totala utsläpp
- Utsläpp från rötresthantering inom anläggningen som inkluderar rötrestlager och avvattning med kringutrustningar
- Utsläpp från övrig process som omfattar resterande delar av biogasproduktionen från mottagning, rötning och gasutrusningar men exklusive rötresthantering.

Metanutsläppen är generellt högre för biogasanläggningar vid avloppsreningsverk än för samrötningsanläggningar. Störst utsläpp härleds till rötresthanteringen.

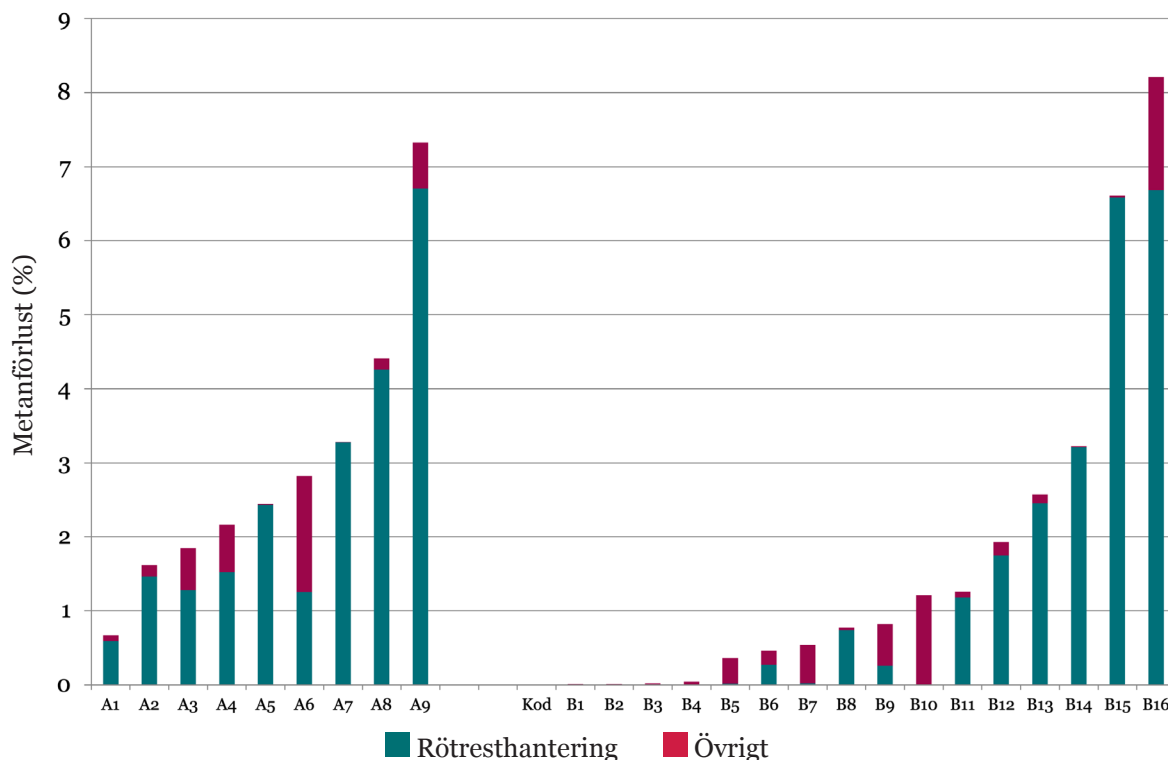
Tabell 4. Metanemissioner från samrötnings- och avloppsreningsverk i omgång 4, år 2016 2018. Tabellen anger förutom utsläppsfaktorer även antal uppmätta anläggningar av olika typ.

Anläggningstyp	n=	Medelvärde (%)	Median (%)	Övre kvartil (%)	Viktat medelvärde (%)
Avloppsreningsverk	9	3,0	2,4	3,3	2,2
varav rötresthantering	9	2,5	1,5	3,3	1,8
varav övrig process	9	0,42	0,15	0,62	0,39
Samrötningsanläggningar	16	1,8	0,80	2,1	1,2
varav rötresthantering*	11	2,1	1,2	2,8	1,2
varav övrig process	16	0,31	0,097	0,39	0,24
Samtliga anläggningar	25	2,2	1,6	2,8	1,3
varav rötresthantering*	20	2,3	1,5	3,2	1,3
varav övrig process	25	0,35	0,15	0,56	0,26

* Flera samrötningsanläggningar saknar rötrestlager/biogödsellager på anläggningen och har därmed inte några värden att delta med till beräkningen av utsläppsfaktorn.

I Figur 6 presenteras ett diagram över de enskilda anläggningarnas utsläpp som andel av produktionen. Även här är utsläppen och anläggningarna uppdelade enligt ovan. Typ "A" är avloppsreningsverk och typ "B" är samrötningsanläggningar. Andelen av de totala utsläppen som kommer från rötresthantering markeras med en mörkare färg i figuren. Med få undantag är detta de största utsläppen på anläggningarna. Värdena påverkas mycket av anläggningarnas utformning, om de har öppna eller gastäta rötrestlager. I en del fall sker lagringen av biogödsel utanför anläggningens verksamhetsområde och då ingår inte lagret inom gränsdragningen för EgMet-mätningar. I figuren är det tre anläggningar vars rötresthantering avviker kraftigt mot de övriga, A9, B15 och B16.

Figur 6 visar utsläpp från medverkande produktionsanläggningar i EgMet, omgång 4, år 2016 – 2018. Avloppsreningsverk (A) och samrötningsanläggningar (B).



5.2 UTSLÄPPSKÄLLOR PÅ PRODUKTIONSANLÄGGNINGAR

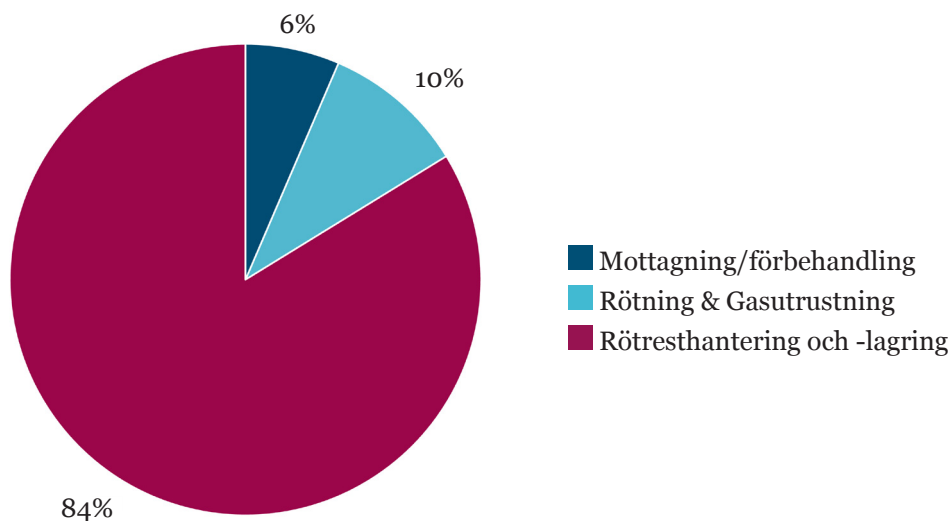
De utsläpp som har uppmätts på anläggningarna har i efterhand definierats som antingen systematiska utsläpp, eller onormala utsläpp. I Figur 7 nedan presenteras utsläppen efter var i processen de uppstår. De indelas, utöver det, även som systematiska utsläpp från processen eller som onormala utsläpp orsakade av t.ex. läckage från komponenter som hanterar gasen.

- 1) I huvudsak utgör systematiska utsläpp sådana källor som härleds till substratmottagning respektive rötresthantering. Det handlar till exempel om ventilerade / öppna slamlager, avvattningsbyggnader och biogödsellager. De systematiska utsläppen utgör 90 procent av de totala utsläppen på produktionsanläggningarna och summeras till 834 400 Nm³ CH₄ per år. Mottagningen står för 6 procent och rötresthantering står för 84 procent av utsläppen på anläggningarna. Endast en mycket liten del av de systematiska utsläppen kommer från analysinstrumentering samt från gaslagrens normalt låga permeabilitet.

2) Onormala utsläpp är sådana som härrör ifrån utrustningar och delprocesser som förväntas innesluta biogasen. Det kan handla om läckage från gastäta membrantak eller betongtak på rötchammare, läckage på gasledningar, tryckhöjande gasfläktar, kondensfällor och säkerhetsventiler m.m. Även läckage från gaslager som inte härrör från permeabiliteten på membranväggarna kan räknas in i denna kategori, men några sådana läckage har inte kvantifierats under denna mätomgång. Totalt 28 utsläpp har i sammanställningen definierats som onormala.

I praktiken utgör dock underlaget betydligt fler utsläppsmätningar, men på grund av EgMet-rapporteringens utformning och i samband med sammanställningen av dess data har flera utsläpp ibland klumpats ihop. Det har ofta varit svårt att knyta dessa utsläpp till en specifik källa men uppskattningsvis kan 18 härledas till ventilationsluft från byggnader med tryckhöjande gasfläktar eller annan rörlig gasutrustning. De onormala utsläppen omfattar tillsammans ungefär 85 800 Nm³ CH₄ och utgör knappt 10 procent av de totala utsläppen från anläggningarna.

Figur 7 visar fördelningen mellan uppmätta utsläppskällor. Den röda tårtbiten utgörs av i huvudsak onormala utsläpp som ofta härrör från någon slags gasläckage i utrustningar.



I tabell 5 nedan sammanställs utsläppen under systematiska respektive onormala utsläpp.

Tabell 5 visar en sammanställning av utsläppsfaktorer och summerade metanutsläpp för de olika delprocesserna samt dess ingående objekt.

Systematiska utsläpp

Delprocess	Ingående objekt	Utsläppsfaktor
Mottagning & förbehandling	Mottagningsutrustning substrat	ca 6 % av totala utsläpp
	Ventilerad mottagningstank	
	Ventilationsluft till biofilter	
	Övrigt mottagning	
Rötning & gasutrustning	Analysinstrument	< 0,5 % av totala utsläpp
	Gaslager	
Rötresthantering och lagring	Rötrestlager/biogödsesellager	ca 84 % av totala utsläpp
	Avvattning	
	Slamficka/utlastning	
	Övrigt slamhantering	
Antal räknade utsläpp*		n=68
Summerade utsläpp		834 400 Nm ³ /år

Onormala utsläpp

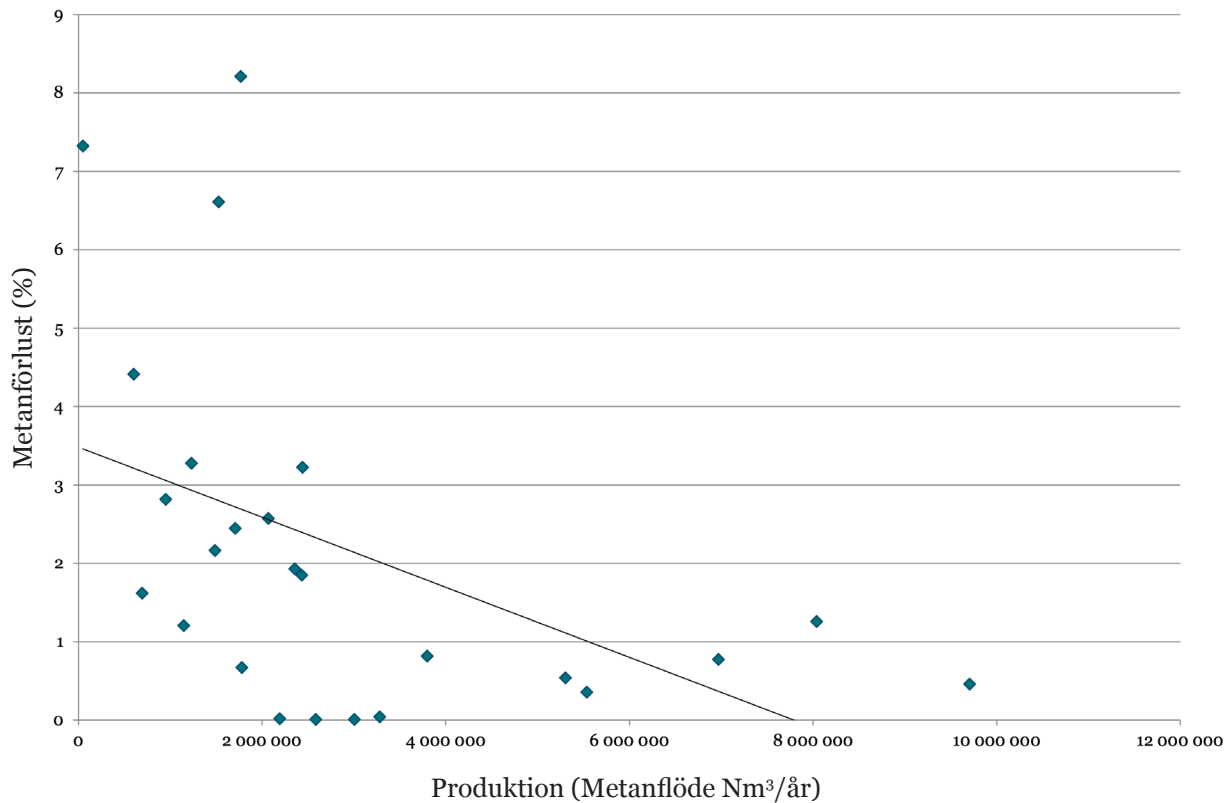
Delprocess	Ingående objekt	Utsläppsfaktor
Rötning och gasutrustning	Rötkammartopp	ca 10 % av totala utsläpp
	Vattenlås	
	Kondensfällor/avtappning	
	Gashus	
	Gaslager	
	Gasfläkt/tryckhöjare	
	Övrigt gasproduktion	
Antal räknade utsläpp*		n=28
Summerade utsläpp		85 800 Nm ³ /år

*Antalet utsläpp som uppmätts i EgMet under perioden utgörs i själva verket av fler utsläppspunkter, men dessa har i vissa fall klumpats ihop om de har kunnat härledas till samma objekt eller delprocess.

5.3 KAPACITET OCH UTSLÄPP

I Figur 8 illustreras de uppmätta metanförlusterna relativt anläggningarnas storlek (produktionsvolym). Det råder ett starkt negativt samband mellan utsläppens storlek och anläggningens gasproduktion. Trendlinjen visar på att större anläggningar har mindre relativa förluster.

Figur 8 visar förhållandet mellan metanemissionerna och anläggningens produktion i mätomgång fyra.



5.4 JÄMFÖRELSE MOT TIDIGARE MÄTOMGÅNGAR PÅ PRODUKTIONSANLÄGGNINGAR

Eftersom EgMet-systemet har funnits sedan 2007 finns resultat från de tre tidigare mätomgångarna publicerade (Avfall Sverige, 2016). För jämförelse har de sammanställts tillsammans med resultaten från mätomgång fyra. Jämförelsen är intressant att göra för att identifiera ökning eller minskningar från föregående mätperioder. Det är dock viktigt att känna till att mättekniken för att kvantifiera utsläppen har utvecklats genom åren. Det är till exempel först från och med mätomgång tre som utsläppen från rötresthantering har kunnat uppmätas. I de två första mätomgångarna bygger

värden från rötresthantering inte sällan på grova matematiska uppskattningar i enlighet med då gällande handbok för metanmätningar (Avfall Sverige, 2016), eller så saknas de helt. I mätomgång fyra har utvärderingen uteslutit nollvärden från de anläggningar som inte har rötresthantering inom anläggningen, dvs där rötresthanteringen ligger utanför systemavgränsningen. Detta verkar inte ha varit fallet i tidigare utvärderingar.

Tabell 6 anger medelvärden för utsläppen i procent av producerad biogas, uppdelade i två anläggningskategorier. Tabellen anger även utsläppsfaktorer för delprocess rötresthantering, då den utgör den mest betydande delen av produktionsanläggningarnas utsläpp.

Tabell 6. Medelvärden av metanutsläpp från första till och med fjärde mätomgången.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, medelvärde (%)			
	Omgång 1 2007-2009	Omgång 2 2010-2012	Omgång 3 2013-2015	Omgång 4 2016-2018
Avloppsreningsverk	2,7	2,0	2,5	3,0 (n=9)
-varav rötresthantering			1,8	2,5 (n=9)
Samrötningsanläggningar	0,8	2,3	1,1	1,8 (n=16)
-varav rötresthantering			0,8	2,1 (n=11)*
Samtliga anläggningar	1,6	2,2	1,7	2,2 (n=25)
-varav rötresthantering			1,2	2,3 (n=20)*

*Notera att antalet rötresthanteringar är färre än antalet anläggningar.

För att se hur de flesta produktionsanläggningar presterar kan man titta på den övre kvartilen, som anger utsläppsfaktorn som 75 procent av anläggningarna understiger, se Tabell 7.

Tabell 7 visar den övre kvartilen från omgång tre och fyra.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, övre kvartil (%)	
	Omgång 3 2013-2015	Omgång 4 2016-2018
Avloppsreningsverk	3,1	3,3 (n=9)
-varav rötresthantering	2,1	3,3 (n=9)
Samrötningsanläggningar	1,7	2,1 (n=16)
-varav rötresthantering	1,3	2,8 (n=11)*
Samtliga anläggningar	2,5	2,8 (n=25)
-varav rötresthantering	1,8	3,2 (n=20)*

*Notera att antalet rötresthanteringar är färre än antalet anläggningar.

I Tabell 8 jämförs de viktade medelvärden mellan omgång tre och fyra. I dessa utsläppsvärden har större anläggningar viktats högre medan mindre anläggningar viktats lägre i medelvärdet. Det

viktade medelvärdet för samtliga anläggningar är den faktiska andelen förluster relativt den sammanlagda årsproduktionen för de deltagande anläggningarna.

Tabell 8 visar viktade medelvärden från omgång tre och fyra.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, viktade medelvärden (%)	
	Omgång 3 2013-2015	Omgång 4 2016-2018
Avloppsreningsverk	2,0	2,2 (n=9)
-varav rötresthantering	1,6	1,8 (n=9)
Samrötningsanläggningar	0,90	1,2 (n=16)
-varav rötresthantering	0,71	1,2 (n=11)*
Samtliga anläggningar	1,1	1,3 (n=25)
-varav rötresthantering	0,86	1,3 (n=20)*

*Notera att antalet rötresthanteringar är färre än antalet anläggningar.

5.5 UPPGRADERINGS-ANLÄGGNINGAR

Uppgraderingsanläggningarna i denna rapport kategoriseras utifrån den teknik som används för avskiljning av koldioxid. Kategorierna som beskrivs är kemisk skrubber, PSA (pressure-swing-adsorption), vattenskrubber och uppgradering med efterföljande destruktion av restgasen i en RTO. Den senare är ingen egen uppgraderingsteknik utan omfattar i den här sammanställning uppgraderingsanläggningar (PSA-eller vattenskrubber) som har blivit kompletterade med en utrustning för destruktion av restgasens metan, så kallad Regenerativ Termisk Oxidering. Teknikerna beskrivs, tillsammans med andra uppgraderingstekniker, i rapporten Biogas upprådning – Technical review (Energiforsk, 2016).

Resultaten anges som procentuella utsläpp relativt den mängd gas som behandlas i uppgraderingsanläggningen. I möjligaste mån har dessa utsläpp beräknats i mätrapporten utifrån uppmätt rengasproduktion. Men i enstaka fall är beräkningarna istället utförda mot uppmätt mängd inkommande rågas till anläggningen.

Uppgraderingsanläggningar i mätomgång 4 (2016-2018)

Totalt 30 anläggningar deltog i mätomgång fyra, mellan åren 2016 – 2018. Av dessa var sju av typen kemisk skrubber, åtta var uppgraderingar med RTO, en var en PSA-anläggning och fjorton var av typen vattenskrubber.

Den totala volymen rågas som renades i anläggningarna uppgick till 77,7 miljoner Nm³, eller 775 GWh, vilket representerar ca 38 procent av Sveriges totala produktion av biogas under 2018, som uppgick till 2044 GWh (Energimyndigheten, 2019).

Utsläppen summeras till 482 000 Nm³ CH₄ per år, vilket omfattar 0,62 procent (viktat medelvärde) av behandlad mängd metan i anläggningarna. Det motsvarar ungefär 12 000 ton CO₂ eqv.

I Tabell 9 redovisas resultaten från mätomgång fyra som genomfördes mellan år 2016 - 2018. Medelvärde, median, övre kvartil samt viktade medelvärden för utsläppen presenteras i tabellen för respektive teknikgrupp av anläggningar. Utsläppen är uppdelade i totala utsläpp och restgasutsläpp.

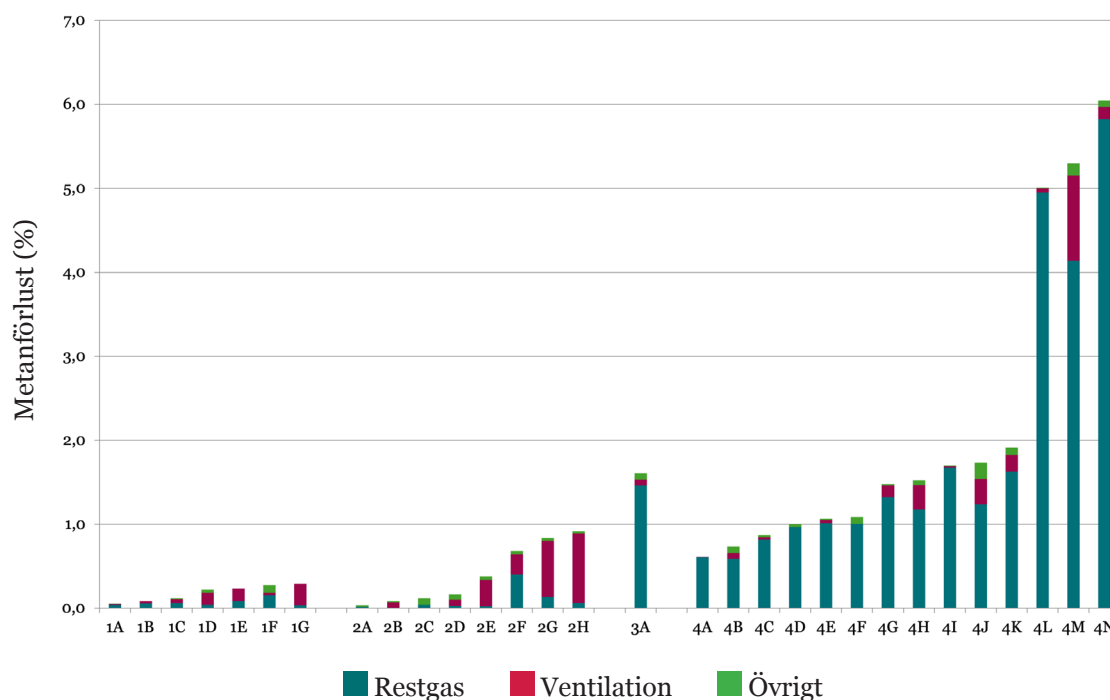
Tabell 9. Metanemissioner från uppgraderingsanläggningar i mätomgång 4, år 2016 – 2018.

Teknikkategori	n=	Medelvärde (%)	Median (%)	Övre kvartil (%)	Viktat medelvärde (%)
Kemisk skrubber	7	0,18	0,22	0,26	0,16
Varav restgas		0,069	0,055	0,074	0,068
Uppgradering med efterföljande RTO	8	0,40	0,27	0,72	0,28
Varav restgas		0,089	0,035	0,078	0,059
PSA	1	1,6	1,6	1,6	1,6
Varav restgas		1,5	1,5	1,5	1,5
Vattenskrubber	14	2,1	1,5	1,5	1,7
Varav restgas		1,9	1,2	1,7	1,5
Samtliga anläggningar	30	1,2	0,79	1,5	0,62
Varav restgas	30	0,99	0,49	1,2	0,46

Resultaten från enskilda anläggningar illustreras i form av ett diagram i Figur 9 nedan. Där framgår förutom skillnaden mellan olika typer av uppgraderingar, även variationen inom de olika teknikerna. Lägst utsläpp återfinns hos

kemisk skrubber (typ 1) och uppgradering med efterföljande RTO (typ 2). Samtidigt har då PSA (typ 3) och vattenskrubber (typ 4) de högsta utsläppen. I figuren framgår att tre vattenskrubber har haft onormalt höga utsläpp.

Figur 9. Uppgraderingsanläggningar – resultat från mätomgång 4, år 2016 – 2018. Resultaten presenteras i kategorierna: Kemisk skrubber (1), uppgradering med efterföljande RTO (2), PSA (3) och Vattenskrubber (4). Utsläppen är uppdelade utifrån var i processen de uppmäts: i restgasen, i ventilationen från processutrymmen eller övriga källor.

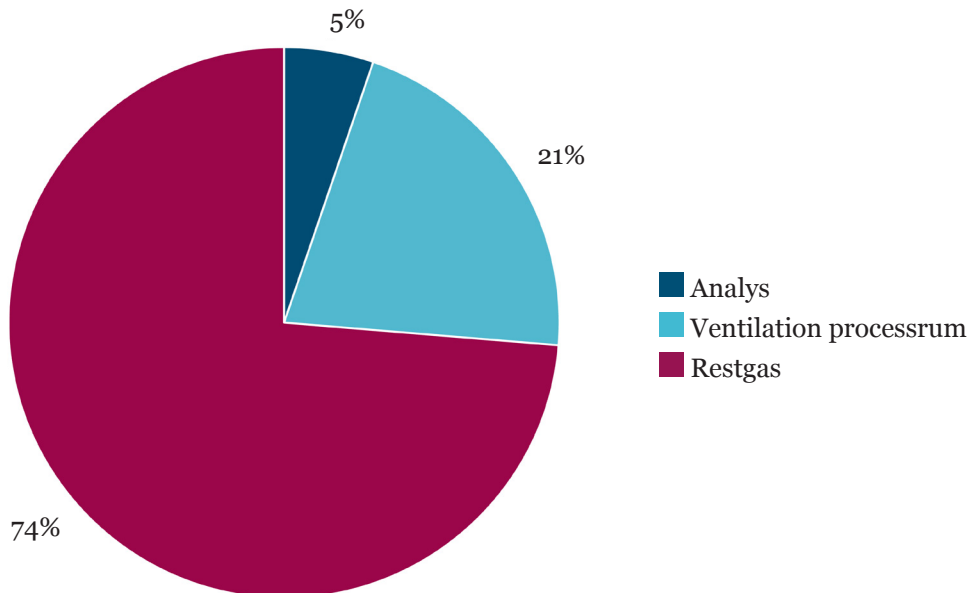


5.6 UTSLÄPPSKÄLLOR PÅ UPPGRADERINGSANLÄGGNINGAR

Utsläppen från uppgraderingsanläggningar har indelats i två typer av utsläpp, systematiska utsläpp respektive onormala utsläpp. Fördelningen mellan utsläppskällor från uppgraderingsanläggningar presenteras i Figur 10.

- Systematiska utsläpp utgörs av uppmätta mängder metan i restgasen samt, i mycket liten utsträckning, flödet genom uppgraderingens analysinstrument. Systematiska utsläpp i omgång fyra uppgår till sammanlagt 380 000 Nm³ CH₄ per år och utgör 79 procent av utsläppen på uppgraderingsanläggningar.
- Onormala utsläpp uppmäts i de allra flesta fall i ventilationsluften som samlar alla läckage från utrustningen i processlokalen. Metanhalten i ventilationen bör således vara nära noll oavsett valet av teknik. Onormala utsläpp uppgår till nära 102 000 Nm³ CH₄ per år vilket utgör 21 procent av utsläppen från uppgraderingsanläggningar.

Figur 10 visar fördelningen av utsläpp från uppgraderingsanläggningar. Den röda tårtbiten utgör onormala utsläpp som antas komma från läckage i processutrustning.



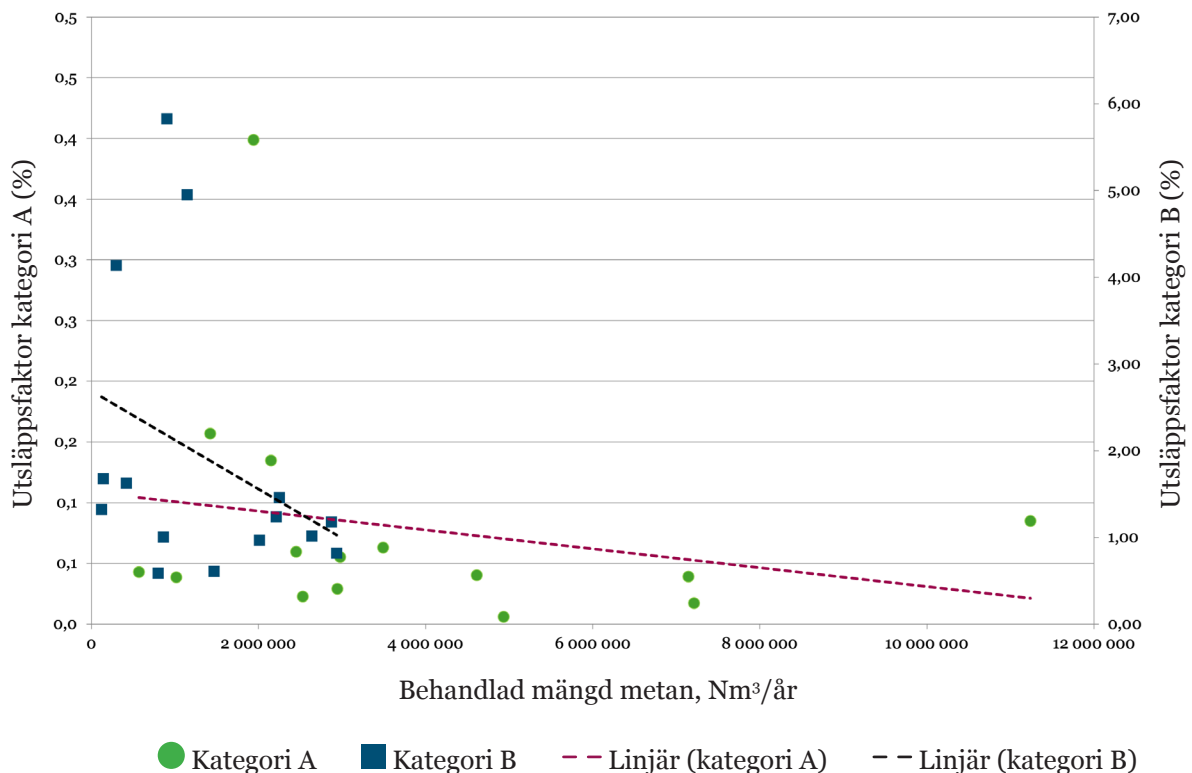
Även om restgasen volymmässigt utgör den största utsläppskällan hos uppgraderingsanläggningar, gäller inte det för kemiska skrubber eller för uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO. För dessa tekniker är det istället ventilationen från processlokalerna som oftast bidrar med de högsta utsläppsnivåerna. Metanutsläpp via ventilationer har uppmätts på merparten av anläggningarna vilket tyder på att processutrustningen ofta har olika grad av läckage. Fläktflödet kan vara svårt att mäta i de fall som det sitter en vägg- eller takfläkt utan ventilationskanal, varför schabloner över luftflödet har ibland har tillämpats i beräkningarna.

För teknikerna vattenskrubber och PSA står restgasen för den största utsläppskällan. Det betyder dock inte att utsläppen via ventilationen alltid är låga.

5.7 UTSLÄPP OCH KAPACITET

Även för uppgraderingsanläggningar går det att se en korrelation mellan anläggningens utsläpp och dess storlek. I Figur 11 Fel! Hittar inte referensskälla. presenteras detta för de två kategorierna A) kemiska skrubbrar och uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO samt B) vattenskrubber och PSA-teknik. Trendlinjen pekar tydligt mot lägre metanutsläpp för större anläggningar. Sambandet framgår tydligast för vattenskrubber, men det gäller även för kemiska skrubbrar och uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO.

Figur 11 Uppgraderingsanläggningar – Resultat från mätomgång 4, år 2016 – 2018. Metanförlust relativt anläggningens storlek (metanflöde $\text{Nm}^3/\text{år}$).



5.8 JÄMFÖRELSE MOT TIDIGARE MÄTOMGÅNGAR

I Tabell 10 presenteras medelvärden från samtliga genomförda mätomgångar, redovisade utifrån uppgraderingsteknik. Kemisk skrubber presterar väl och har en minskande trend av utsläpp, som dock ser ut att plana ut i mätomgång fyra. Den lilla ökningen i omgång fyra härleds till ökade förluster i såväl restgasen som ventilationsförluster på några få anläggningar.

uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO har även de haft en minskande trend av utsläpp som dock ser ut att ha brutits i den fjärde mätomgången. I mätomgång ett, två och fyra härleds högre utsläpp till ventilationen hos några få anläggningar, orsakat av läckage från processutrustningen, samt till enstaka anläggningar där RTO-enheten haft dålig verkningsgrad.

PSA-tekniken representeras av endast några få anläggningar per mätomgång, och endast en anläggning i omgång fyra, vilket medför stor påverkan på värdena mellan varje mätomgång.

För tekniken vattenskrubber har medelvärdet av förlusterna varit minskande för att åter se ut att öka i omgång fyra. I omgång ett härleds det höga utsläppsvärdet framförallt till en anläggning med mycket stora förluster i restgasen. I omgång fyra är det framförallt tre anläggningar som har dragit upp medelvärdet genom höga förluster i restgasen alternativt i ventilationen, se Figur 9 i kapitel 5.5. Ovan nämnda öknings av utsläppen på enskilda anläggningar gör även att det beräknade medelvärdet för samtliga uppgraderingsanläggningar har ökat.

Tabell 10. Resultat av utsläppsfaktorer för uppgraderingsanläggningar från samtliga mätomgångar.

Teknik	Utsläpp som andel av behandlad mängd metan, medelvärde (%)			
	Omgång 1 2007-2009	Omgång 2 2010-2012	Omgång 3 2013-2015	Omgång 4 2016-2018
Kemisk skrubber	0,36	0,21	0,17	0,18
Uppgradering med efterföljande RTO	1,7	0,42	0,16	0,40
PSA	2,5	1,1	0,97	1,6
Vattenskrubber	3,2	1,6	1,7	2,1
Samtliga anläggningar	2,7	0,99	0,90	1,2

För att se hur de flesta uppgraderingsanläggningar presterar kan man titta på den övre kvartilen, se Tabell 11. Den anger vilka utsläpp som 75 procent av anläggningarna understiger. I tabellen indelas anläggningarna, till skillnad från tidigare tabeller, i en kategori A som inkluderar kemisk skrubber och uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO, respektive en kategori B som inkluderar vattenskrubber och PSA-teknik. För kategori A är utsläppen högre än tidigare, dock fortfarande på låga nivåer. Det tyder på att de sämsta

anläggningarna i denna kategori har blivit sämre. Ökningen härleds som nämnts ovan till utsläpp via ventilationen och dålig verkningsgrad på enstaka RTO-anläggningar.

Kategori B (vattenskrubber och PSA) uppvisar oförändrade förluster och till och med en marginell förbättring i restgasen hos 75 procent av anläggningarna.

Tabell 11 utsläpp för den övre kvartilen från de två senaste mätomgångarna.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, övre kvartil (%)	
	Omgång 3	Omgång 4
A) kemisk skrubber & anläggningar med RTO	0,27	0,33
varav restgas	0,047	0,074
B) vattenskrubber & PSA	1,8	1,8
varav restgas	1,7	1,6
Samtliga anläggningar	1,2	1,5
varav restgas	1,1	1,2

Med anledning av det omnämnda sambandet mellan metanutsläpp och uppgraderad mängd gas i Figur 11. kan viktade medelvärden bättre spegla de faktiska förlusterna från uppgraderingsanläggningarna. I Tabell 12 har större anläggningar viktats högre och mindre anläggningar viktats lägre i medelvärdet. Det viktade medelvärdet för samtliga anläggningar är den faktiska andelen förluster relativt den sammanlagda årsproduktionen för de deltagande anläggningarna.

Tabell 12 Förluster som viktade medelvärden från de två senaste mätomgångarna.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, viktade medelvärden (%)	
	Omgång 3	Omgång 4
A (kemisk skrubber & anläggningar med RTO)	0,13	0,22
varav restgas	0,037	0,064
B (vattenskrubber & PSA)	1,4	1,7
varav restgas	1,2	1,5
Samtliga anläggningar	0,56	0,62
varav restgas	0,44	0,46

Summerad behandlad volym för alla deltagande uppgraderingsanläggningar uppgick till 77 700 000 Nm³ metan i omgång fyra, och 65 800 000 Nm³ i omgång tre. Utsläppen har beräknats till totalt 482 000 Nm³ per år i omgång fyra jämfört med 367 000 Nm³ per år dessförinnan. Det innebär en ökning av metanutsläppen under mätomgång fyra med lite drygt 2 000 ton CO₂-ekv.

6

Diskussion

Den senaste mätomgången omfattade 25 produktionsanläggningar för biogas (samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk) och 30 uppgraderingsanläggningar. Många av samrötningsanläggningarna deltar redan i systemet och det tillkommer inte så ofta nya anläggningar. Detta beror sannolikt på att de flesta samrötningsanläggningar redan ingår i systemet och att det under denna period inte byggts så många nya anläggningar.

Från och med mätomgång tre finns mätdata på utsläpp från rötresthantering tillgängliga och resultaten kan anses vara mer tillförlitliga och jämförbara. Fortfarande finns dock stora osäkerheter i hur mätresultat från enskilda mätningar ska skalas upp till att motsvara årliga utsläpp. Utsläppsmätningarna genomförs huvudsakligen under vår/sommar/höst, varför de årliga utsläppen förmodligen överskattas något vid direkt uppskalning eftersom avkylningens effekt på utsläpp från rötrestlager inte tas med i beräkningen.

För de producerande anläggningarna ser utsläppen ut att ha ökat något sedan föregående mätomgång. Det ser framförallt ut så när man tittar på utsläppsfaktorer som medelvärden. Högre utsläppsfaktorer på produktionsanläggningarna i omgång fyra förklaras delvis av höga utsläpp från rötresthanteringen ett fåtal enskilda anläggningar.

Orsakerna till detta framgår inte i de mätrapporter som utgjort underlag till sammanställningen, men en förklaring kan vara försämrad grad av utrötning i mätomgång fyra. Fluktationer i utrötningen förekommer på anläggningarna och ju lägre utsläppen är, desto större påverkan får enskilda försämringar på utsläppsfaktorerna. En annan viktig förklaring till ökningen är att utsläppsfaktorn för rötresthantering i omgång fyra har beräknats på ett lite annat sätt än tidigare. De anläggningar som saknat uppmätta utsläpp på biogödsellager (där dessa ej funnits) har inte heller ingått i beräkningen av utsläppsfaktorn, vilket ansetts vara mer korrekt..

Även för uppgraderingsanläggningarna ser det ut som om förbättringstrenden från föregående mätomgång har brutits. Det är bara kemisk skrubber som redovisar förluster i nivå med föregående mätomgång. För övriga tekniker visar medelvärdena högre utsläpp än tidigare. För anläggningar med efterföljande RTO är det höga förluster i ventilationen som utgör lejonparten av utsläppen. Dessa kommer från läckage i utrustningen (i första hand processrum med uppgraderingsutrustning). För vattenskrubber beror istället de höga utsläppen på höga halter metan i restgasen, vilket är en konsekvens av bristande processoptimering eller funktion.

Även om utsläpp via restgasen kategoriseras som systematiska och inte onormala utsläpp betyder det inte att dessa utsläpp alltid är normala utifrån anläggningens specifikationer och nominella prestanda. Istället beror utsläppen i restgasen till stor del på hur väl underhållen och intrimmad och underhållen anläggningen är. I det perspektivet bidrar mätningarna inom EgMet med underlag för planering av underhållsinsatser. Det bör även nämnas att på flera av anläggningarna med höga utsläpp har det sedan dess genomförts åtgärder för att minska dessa. Dock framgår inte omfattningen eller utfallen av sådana åtgärder i underlaget för den här sammanställningen.

Som lyfts fram i inledningen av denna rapport och även i tidigare sammanställningar av statistik inom EgMet, så baseras utsläppsfaktorerna på mätningar som utförs med tre års mellanrum.

När utsläppen blir allt lägre genom teknikbyte och andra förbättringsåtgärder kommer det att bli allt svårare för anläggningarna att minska utsläppen ytterligare. Samtidigt får enskilda utsläpp allt större påverkan på medeltalen. Vad resultaten framförallt pekar på är att branschen tar utsläppen på allvar och att det sker ett systematiskt förbättringsarbete parallellt med teknikutvecklingen på området.

Systemet med EgMet har fått stort genomslag i den svenska avfallsbranschen och i och med att branschorganisationen Svenskt Vatten sedan 2019 valt att samäga systemet tillsammans med Avfall Sverige väntas en allt större andel avloppsreningsverk ansluta sig. På senare år har systemet även rönt allt mer uppmärksamhet internationellt. I Danmark har man infört ett liknande system, inspirerat av det svenska EgMet, och i ett nyligen avslutat europeiskt samarbetsprojekt har ytterligare länder i Europa valt att införa liknande egenkontrollsystem (Avfall Sverige, 2022).

I Sverige har EgMet bidragit med värdefull statistik för branschen när det ska investeras i teknik eller förbättringsåtgärder. Systemet har även bidragit med realistiska standardvärden i det beräkningsverktyg för biogasens hållbarhetsegenskaper, inom ramen för Hållbarhetslagen.

7

Referenser

- Avfall Sverige. (2016). Handbok Metanmätningar. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2016). Rapportering av data från metanmätningar enligt egenkontroll metanutsläpp - Frivilligt åtagande 2007 - 2015. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2019). Egenkontroll metanemissioner. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2022). Utvärdering och minskning av metanutsläpp från olika Europeiska biogasanläggningskoncept. Malmö: Avfall Sverige.
- Energiforsk. (2016). Biogas upgradering - Technical Review. Stockholm: Energiforsk.
- Energimyndigheten. (2019). ER 2019:23 Produktion och användning av biogas och rötresten år 2018. Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (2021). STEMFS 2021:7 Statens energimyndighets föreskrifter om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och biobränslen. Energimyndigheten.
- 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.
- Holmgren, M. (2009). Frivilligt åtagande – inventering av utsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar. Malmö: Avfall Sverige rapport U2007:02 Rev.
- Holmgren, M. A. (2011). Handbok metanmätningar. Malmö: SGC rapport 227.
- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working. Cambridge: Cambridge.
- Persson, M. (2003). Utvärdering av uppgraderingstekniker för biogas. Malmö: SGC Rapport 142.
- SGC. (2005). Energigas och miljö. Malmö: SGC.

Avfall Sverige är kommunernas branschorganisation inom avfallshantering. Det är Avfall Sveriges medlemmar som ser till att avfall tas om hand och återvinns i landets alla 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, att mer återanvänds och att det avfall som uppstår återvinns och tas om hand på bästa sätt. Kommunen och deras bolag är ambassadör, katalysator och garant för denna omställning.



Avfall Sverige Utveckling 2022:21

ISSN 1103-4092

©Avfall Sverige AB

Adress Baltzarsgatan 25, 211 36 Malmö
Telefon 040-35 66 00
E-post info@avfallsverige.se
Hemsida www.avfallsverige.se