

Sammanställning av data  
från metanmätningar  
enligt Egenkontroll  
metanemissioner åren  
2019 - 2021

samt jämförelse med tidigare år



## 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 femte mätomgången (åren 2019–2021) inom EgMet och att publicera dessa i en 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 sammanställts av Anders Magnusson på Nitoves AB och Johan Yngvesson på Industrinytta Norden. Projektet har finansierats av Avfall Sveriges utvecklingsatsning för biologisk återvinning.

## Sammanfattning

På biogasanläggningar, där det sker biologisk behandling av organiskt material genom anaerob (syrefri) nedbrytning, 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 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 samägs 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
- År 2019 – 2021, Mätomgång 5

Denna rapport presenterar resultaten från mätomgång fem. För omgång fyra finns en likvärdig rapport (Avfall Sverige, 2022). De anläggningar som deltar i EgMet i omgång fem, och som inkluderas i detta statistikunderlag, representerar omkring 50 procent av den svenska biogasproduktionen år 2021. För uppgraderingsanläggningarna är siffran också ca 50 procent. Detta innebär en stor ökning av anslutning sedan tidigare mätomgång då motsvarande siffror var 35% för produktionsanläggningar och 38% för uppgraderingsanläggningar.

De 29 produktionsanläggningar som deltog i EgMet i omgång fem, mellan 2019 – 2021, producerade tillsammans 96 miljoner Nm<sup>3</sup> metan per år. Utsläppen uppgick till 1,5 procent (viktat medelvärde) av produktionen, totalt 1,4 miljoner Nm<sup>3</sup> metan per år. Det motsvarar 49 000 ton CO<sub>2</sub>-ekv. Den största utsläppskällan var rötresthanteringen, som bland annat omfattar biogödsellager respektive slamlager på anläggningarna samt avvattningsutrustning. Dessa delprocesser bidrog med drygt 80 procent av utsläppen. Onormala utsläpp, som framför allt utgörs av gasläckage från processerna, stod samtidigt för mindre än 7 procent av utsläppen.

Utsläppen från uppgraderingsanläggningar uppgick totalt 0,47 miljoner Nm<sup>3</sup> metan per år, motsvarande 16 000 ton CO<sub>2</sub>-ekv. Det utgör 0,50 procent (viktat medelvärde) av den totala behandlade volymen som var 95 miljoner Nm<sup>3</sup>. Den största utsläppskällan var restgasen, som utgjorde 77 procent av utsläppen medan resterande andel huvudsakligen härleds till läckage i processutrustning, som i sin tur uppmätts som samlade utsläpp i ventilationsluften från

processrum. Lägst utsläpp från restgaser hade uppgraderingsanläggningar av typen kemisk skrubber och uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO. Hos dessa teknik kategorier utgjorde läckage från processutrustning de största utsläppen.

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 var bland annat att det ska leda till att fler biogasproducerande avloppsreningsverk ansluter sig. Under perioden som rapporten avser har 5 avloppsreningsverk anslutit sig till systemet. 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 minimized. 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, measurements have been carried out within five measurement periods between 2007 – 2021. The latest period of measurements, between 2019-2021, are the results of which are presented in this report. 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.

The latest period included 29 participating production plants. The annual production from these biogas production plants amounted to 95 million Nm<sup>3</sup> methane. Measured emissions from production plants were 1.4 million Nm<sup>3</sup>, which is 1.5 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 which represent 80 per cent of the total emissions. The rest comes from substrate handling, 12 per cent, and other-than-normal emissions, including leakages from gas equipment, 7 per cent of the total emissions.

For the 31 upgrading plants the emission factors are calculated as a percentage of treated methane (volume flow into to the facility). Together these plants treated 95 million Nm<sup>3</sup> methane annually. Emissions amounted to 0.48 million Nm<sup>3</sup> methane. from these plants, or 0.50 per cent (weighted average) of the treated volume. The biggest source of emissions from upgrading plants was the offgas. However, for best available technology, including amin scrubber and upgrading units complemented with RTO (Regenerative Thermal Oxidation), these emissions were very low. Instead, the largest emission source was measured as ventilation air and originated from gas leaks in the equipment.

The methane emission self-monitoring program has had a major impact on the Swedish biogas industry and contributed to the improvement and reductions on its methane emissions since 2007. The program produces 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 it also acquired international interest from biogas organizations in other European countries.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>7</b>
1.1	<i>Syfte och mål .....</i>	8
1.2	<i>Metod .....</i>	8
<b>2</b>	<b>Definitioner.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Bakgrund.....</b>	<b>12</b>
3.1	<i>Biogas.....</i>	12
3.2	<i>Metan, CH<sub>4</sub>.....</i>	13
3.3	<i>Rötning.....</i>	13
3.4	<i>Uppgradering .....</i>	13
3.5	<i>Egenkontroll metanemissioner (EgMet).....</i>	14
3.6	<i>Utsläppspunkter.....</i>	16
3.7	<i>Genomförande.....</i>	16
<b>4</b>	<b>Deltagande anläggningar .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Resultat .....</b>	<b>20</b>
5.1	<i>Produktionsanläggningar för rågas .....</i>	20
5.2	<i>Utsläppskällor på produktionsanläggningar .....</i>	22
5.3	<i>Kapacitet och utsläpp.....</i>	24
5.4	<i>Jämförelse mot tidigare mätomgångar på produktionsanläggningar.....</i>	24
5.5	<i>Uppgraderingsanläggningar .....</i>	26
5.6	<i>Utsläppskällor på uppgraderingsanläggningar.....</i>	28
5.7	<i>Utsläpp och kapacitet .....</i>	29
5.8	<i>Jämförelse mot tidigare mätomgångar.....</i>	30
<b>6</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>34</b>

# 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, CH<sub>4</sub>, 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, N<sub>2</sub>O, även kallat lustgas. Denna gas ger 296 gånger högre bidrag till växthuseffekten än koldioxid (IPCC, 2021).
- 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 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. Systemet benämns Egenkontroll metanemissioner (förkortat EgMet) och beskrivs i sin helhet 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 systemet inkluderar ett åtagande om systematisk läcksökning, vilket genomförs inom ramen för anläggningens egenkontroll, samt att deltagande anläggning återkommande genomför emissionsmätningar för att kvantifiera metanutsläppen vid anläggningen. Mätningar utförs i regel en gång per tre år av en oberoende part. Mät- och beräkningsmetoder för att bestämma metanutsläpp har publicerats i en separat rapport *Handbok metanmätningar* (Avfall Sverige, 2016).

Mätningar och beräkningar har genomförts vid deltagande anläggningar under fem treårsperioder, se Figur 1. I denna rapport sammanställs resultaten av emissionsmätningar hos deltagande anläggningar från den femte treårsperioden, åren 2019 - 2022. Resultaten jämförs även mot utsläppsdata från tidigare års publicerade sammanställningar (Avfall Sverige, 2022).



Figur 1. Genomförda mätperioder inom systemet.

## 1.1 Syfte och mål

Målet med projektet har varit att sammanställa och utvärdera mätdata från den femte mätomgången (åren 2019–2021) inom systemet Egenkontroll metanemissioner och att publicera dessa i en 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 anläggningen har tillhandahållit. Rapporterna samlas in av ett kansli som även sköter administrationen av EgMet på uppdrag av systemägarna.

### 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 framför allt 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 destruktions av restgasen i en RTO (Regenerativ termisk oxidation). Den senare är inte en uppgraderingsteknik i sig utan utgörs av en uppgradering kompletterad med en metanreducerande enhet på restgasflödet.

Ytterligare beskrivningar av anläggningarna och deras ingående processdelar står att finna under kapitel 0. Där beskrivs även de gränsdragningar som utgör EgMet systemet.

### Indelning i delprocesser

Utsläppsvärdena har i möjligaste mån delats in i anläggningarnas olika delprocesser. Till hjälp för detta har författarna även använt sig av kompletterande dokumentation samt erfarenheter från utförda mätningar, då rapporterna inte alltid haft den nödvändiga detaljnivån. Vissa kompletterande uppgifter om anläggningarna har även behövt insamlats via kontakt med



representanter för anläggningarna. De delprocesser på produktionsanläggningar som tillämpats är:

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

För uppgraderingarna är utsläppen indelade i:

- ventilationsutsläpp,
- restgas och
- övriga utsläppskällor.

### **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).

På uppgraderingsanläggningar beräknas utsläppsfaktorerna i stället 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:

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

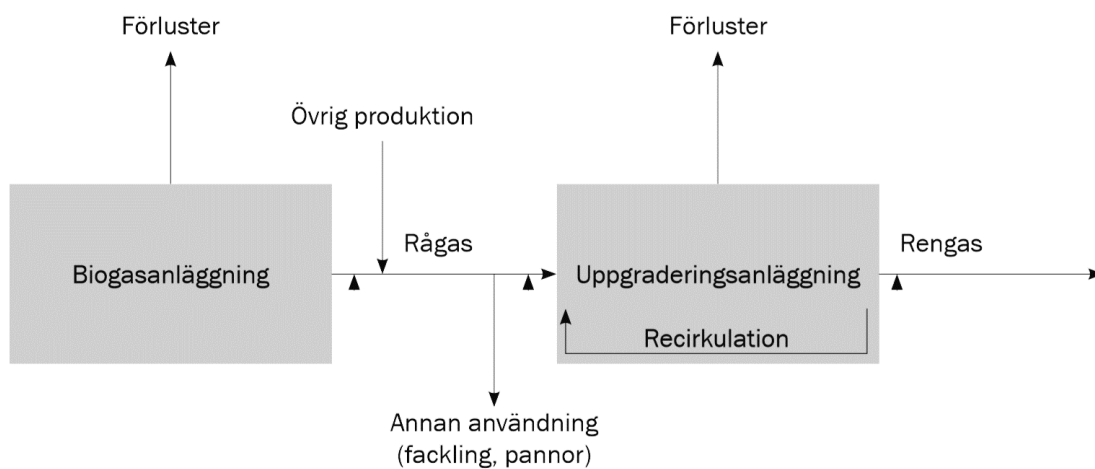
v = anläggningens producerade gasvolym

x = anläggningens utsläpp

## 2 Definitioner

Aminskrubber	Uppgraderingsteknik där koldioxiden separeras från biogasen med hjälp av en kemikalieamin.
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.
Emissionsfaktor, förkortat EF	Metanutsläpp som procentuell andel av produktionen
HBK	Förkortning för hållbarhetskriterier för biobränslen och biodrivmedel, som utgör grund för hur produktens miljömässiga hållbarhet ska bedömas. (Energimyndigheten, 2021)
Metanflöde	Metanhalt multiplicerat med totalt gasflöde, anges i Nm <sup>3</sup> /h eller Nm <sup>3</sup> /år.
Normalkubikmeter, Nm <sup>3</sup>	Volym vid 273,15 K (0 °C) och 1,01325 bar.
Samrötningsanläggning	Biogasanläggning som kan röta olika typer av organiskt material, till exempel källsorterat matavfall, slakteriavfall, gödsel och energigrödor, dock inte avloppsslam. Krav på hygienisering av substratet finns oftast.
PSA	Pressure swing adsorption är en uppgraderingsteknik där avskiljning av koldioxid sker i kolonner med till exempel 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 framför allt 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. Denna process kallas uppgradering. Den uppgraderade biogasen kan komprimeras och användas som fordonsgas, matas in på lokala eller nationellt gasnät eller utnyttjas för att producera flytande biogas, LBG.

I biogasproduktion och uppgradering av biogas 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 samröttningsanläggningar och avloppsreningsverk. Något som är viktigt eftersom avloppsreningsverk producerar omkring en tredjedel av all biogas i Sverige. Systemet innebär framför allt 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 fem 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 2021:11 (Avfall Sverige, 2022).

#### 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
<i>CH<sub>4</sub>, metan</i>	60–70 vol.-%	95–99 vol.-%
<i>CO<sub>2</sub>, koldioxid</i>	30–40 vol.-%	<5 vol.-%
<i>H<sub>2</sub>S, svavelväte</i>	0–4000 ppm	<1 ppm
<i>N<sub>2</sub>, kvävgas</i>	0,2 vol.-%	0,2 vol.-%
<i>NH<sub>3</sub>, ammoniak</i>	100 ppm	<1 ppm

### 3.2 Metan, CH<sub>4</sub>

På 100 års sikt har metan ca 34 gånger starkare påverkan på växthuseffekten än koldioxid (IPCC, 2021). Utsläpp av ett kilogram metan ger således lika stor påverkan på växthuseffekten som utsläpp av 34 kilogram koldioxid. Det finns stora kvantiteter metan i biogasset 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 rötchammare 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, till exempel 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 till exempel källsorterat matavfall, slakteriavfall och gödsel.

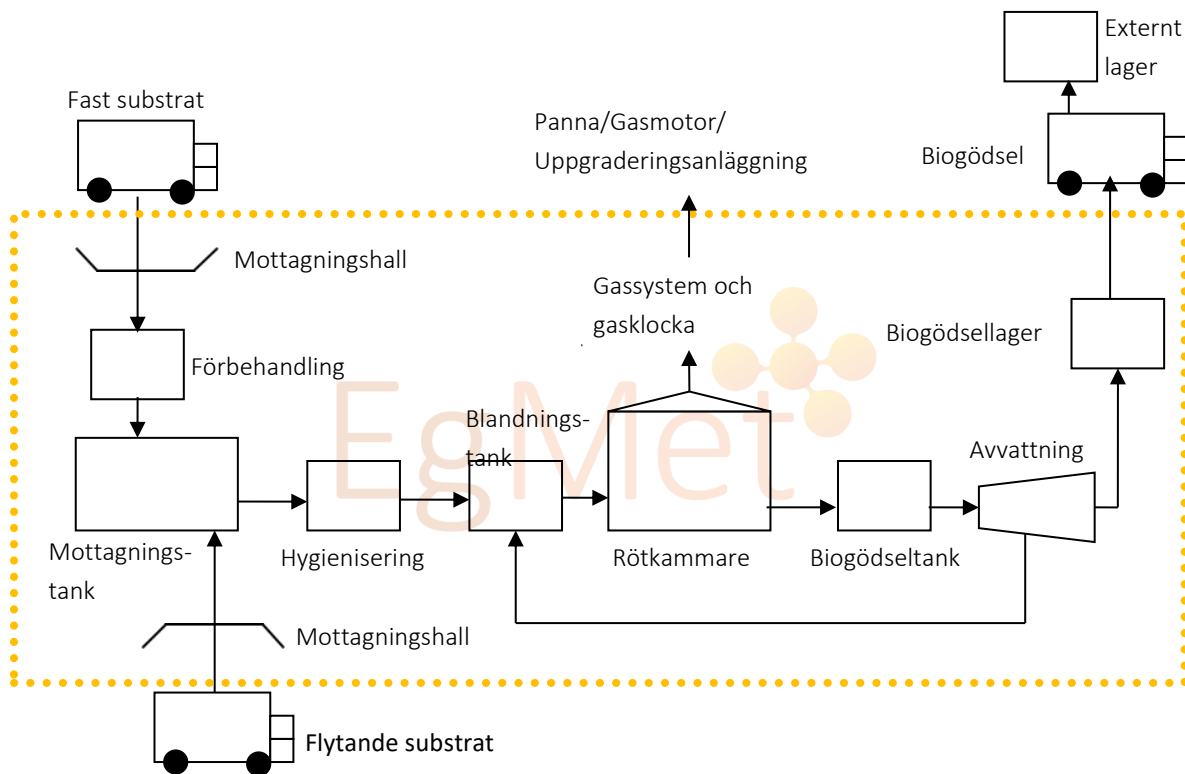
Rötning kan ske i två olika temperaturnivåer, antingen s.k. mesofil rötning vid ca 37 °C eller s.k. termofil rötning vid ca 55 °C.

### 3.4 Uppgradering

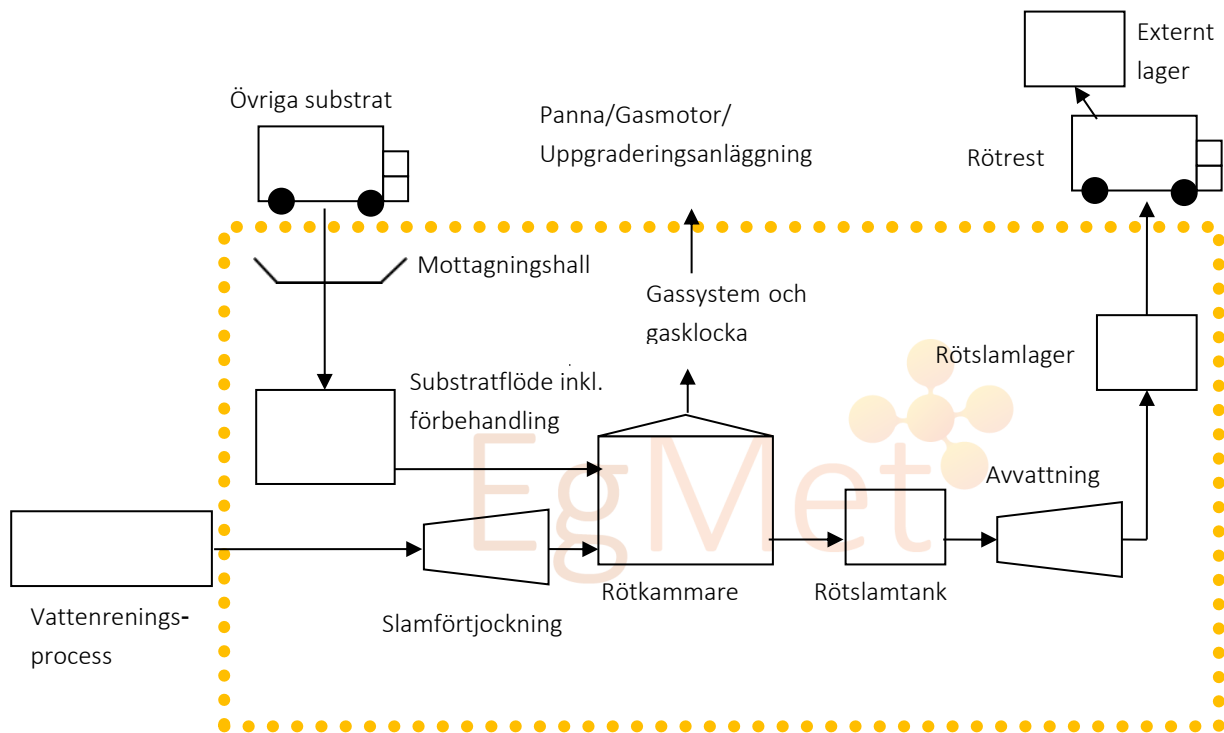
Om biogasen skall användas som fordonsgas eller matas in på naturgasnätet måste den uppgraderas, d.v.s. rensas från koldioxid. En vanlig teknik är vattenskrubber, där gasen tvättas med trycksatt vatten. Kemisk skrubber är en annan vanlig teknik, där absorption av koldioxiden sker till en aminbaserad kemikalie. I PSA-anläggningar adsorberas koldioxiden i kolonner fyllda med till exempel aktivt kol. En membranläggning innehåller membran som släpper igenom koldioxid men inte metan. Samtliga uppgraderingstekniker genererar en restgasström av koldioxid med olika grad av metan-innehåll, beroende på teknik och prestanda. Utförligare information om uppgraderingstekniker finns att läsa i (Energiforsk, 2016).

### 3.5 Egenkontroll metanemissioner (EgMet)

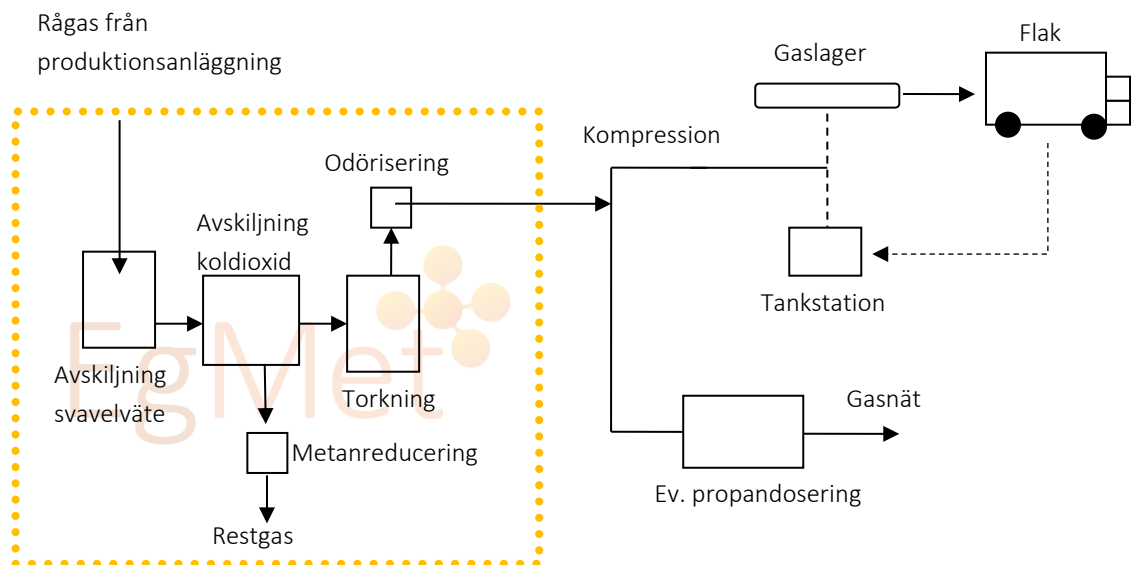
Systemet EgMet beskrivs i detalj i rapporten *Egenkontroll metanemissioner – En beskrivning av systemet för inventering och reducering av metanemissioner från samrättningsanläggningar, avloppsreningsverk och biogasuppgraderingsanläggningar* (Avfall Sverige, 2019). I figurerna nedan visas systemgränserna för de olika anläggningarna som ingår i systemet: samrättningsanläggning, avloppsreningsverk och uppgraderingsanläggning.



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



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



Figur 5 visar huvudkomponenterna på uppgraderingsanläggningar. Den streckade linjen utgör systemgränsen för EgMet.

### 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 rörestlager på produktionsanläggningar (samrötning och avloppsreningsverk) medan det på uppgraderingsanläggningar är den avskilda koldioxiden (restgasen) som oftast innehåller viss mängd metan när den släpps ut till atmosfär.

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 även de i ovan nämnda rapport (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.

Mätningar ska genomföras under de för anläggningen normala driftsförhållandena. 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 till exempel den normala situationen en intermittert 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 mätningarna innebär en ögonblicksbild av situationen på anläggningen.



## 4 Deltagande anläggningar

Tabell 2 och Tabell 3 nedan visar en sammanställning över anläggningar som bidragit till statistikunderlaget under fem genomförda och rapporterade mätperioder.

Tabell 2 visar deltagande produktionsanläggningar av biogas, samröttnings- och avloppsreningsverk. Totalt 29 produktionsanläggningar deltog i mätomgång 5.

Anläggning	Huvudman <sup>1</sup>	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3	Omgång 4	Omgång 5
		2007–2009	2010–2012	2013–2015	2016–2018	2019–2021
<i>Bjuv, Wrams Gunnarstorp</i>	St1 Biogas	X	X	X	X	
<i>Boden, ARV</i>	Bodens kommun	X	X	X		
<i>Borlänge ARV</i>	Borlänge kommun					X
<i>Borås, ARV</i>	Borås Energi & Miljö			X	X	
<i>Borås samrötning</i>	Borås Energi & Miljö	X	X	X	X	X
<i>Eskilstuna, ARV</i>	Eskilstuna Energi & Miljö	X	X	X	X	X
<i>Falkenberg samrötning</i>	Falkenbergs Biogas		X	X	X	X
<i>Falköping ARV+samrötning</i>	Falköpings kommun	X	X	X	X	X
<i>Halmstad ARV</i>	Laholmsbuktens VA					X
<i>Helsingborg samrötning</i>	Biond	X	X	X	X	X
<i>Himmerfjärden ARV</i>	Syvab					X
<i>Härnösand samrötning</i>	Hemab					X
<i>Huddinge samrötning</i>	Scandinavian Biogas				X	X
<i>Jordberga samrötning</i>	Gasum					X
<i>Jönköping samrötning</i>	HZI Jönköping Biogas	X	X	X	X	X
<i>Kalmar ARV</i>	Kalmar Vatten	X	X			
<i>Karlskoga samrötning</i>	Biogasbolaget i Mellansverige			X	X	X
<i>Karlstad, ARV</i>	Karlstads kommun		X	X	X	X
<i>Katrineholm</i>	Gasum			X	X	
<i>Kristianstad</i>	Kristianstad Biogas		X	X	X	
<i>Käppala ARV</i>	Käppalaförbundet					X
<i>Laholm ARV</i>	Laholmsbuktens VA					X
<i>Laholm samrötning</i>	Södra Halland Kraft	X	X	X	X	X

<i>Lidköping samrötning</i>	Gasum					X
<i>Linköping, ARV</i>	Tekniska verken i Linköping	X	X		X	X
<i>Linköping, samrötning</i>	Tekniska verken i Linköping	X	X	X	X	X
<i>Motala ARV</i>	Motala kommun					X
<i>Norrköping, Händelö</i>	Tekniska verken i Linköping	X	X			
<i>Skellefteå ARV+samrötning</i>	Skellefteå kommun	X	X	X		X
<i>Skövde, avfall</i>	Gasum		X	X	X	
<i>Skövde, ARV</i>	Skövde kommun	X				
<i>Uppsala Storvreta, ARV</i>	Uppsala Vatten och Avfall			X	X	X
<i>Sävsjö</i>	Biond		X	X	X	X
<i>Uppsala Kungsängsverket, ARV</i>	Uppsala Vatten och Avfall			X	X	X
<i>Uppsala samrötning</i>	Uppsala Vatten och Avfall	X	X	X	X	X
<i>Vadstena ARV</i>	Motala kommun					X
<i>Vänersborg, Heljestorp</i>	Ragn Sells	X				
<i>Västerås, ARV</i>	Mälarenergi			X	X	X
<i>Västerås samrötning</i>	VafabMiljö Kommunalförbund	X	X	X	X	X
<i>Västerås</i>	Gasum			X	X	X
<i>Örebro</i>	Gasum			X	X	
	<b>Antal anläggningar:</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

Tabell 3. Deltagande uppgraderingsanläggningar. Totalt 31 uppgraderingsanläggningar medverkade i mätomgång 5. Fler än ett X innebär att det finns mer än en uppgraderingsanläggning hos verksamhetsutövaren.

<b>Anläggning</b>	<b>Huvudman <sup>1</sup></b>	<b>Omgång 1</b>	<b>Omgång 2</b>	<b>Omgång 3</b>	<b>Omgång 4</b>	<b>Omgång 5</b>
		<b>2007–2009</b>	<b>2010–2012</b>	<b>2013–2015</b>	<b>2016–2018</b>	<b>2019–2021</b>
<i>Bjuv, Wrams Gunnarstorp</i>	St1 Biogas	X	X	X	X	X
<i>Boden, ARV</i>	Bodens kommun	X	X	X		
<i>Borås, ARV</i>	Borås Energi & Miljö	X	X	X	X	
<i>Borås samrötning</i>	Borås Energi & Miljö			X	X	X
<i>Bromma, ARV</i>	Scandinavian Biogas	X			X	XX

<i>Eskilstuna, ARV</i>	Eskilstuna Energi & Miljö	X	X	X	X	X
<i>Eslöv</i>	St1					X
<i>Falkenberg samrötning</i>	Falkenberg Biogas		X	X	X	X
<i>Falköping</i>	Göteborg Energi	X	X	X	X	X
<i>Göteborg</i>	Göteborg Energi	X	X	X	X	X
<i>Helsingborg (nr1, nr2)</i>	NSR	X	X	X		
<i>Helsingborg (nr3)</i>	Biond			X		
<i>Högbytorp</i>	ST1					X
<i>Jordberga</i>	Gasum					X
<i>Jönköping GR1</i>	Jönköping Energi	X	X			
<i>Jönköping GR2</i>	Jönköping Energi		X	X	X	
<i>Jönköping HZI samrötning</i>	HZI					X
<i>Kalmar ARV<sup>3</sup></i>	Kalmar Vatten		X			
<i>Karlskoga</i>	Biogasbolaget i Mellansverige			X	X	X
<i>Karlstad, ARV</i>	Karlstads kommun		X	X	X	X
<i>Katrineholm</i>	Gasum			X	X	
<i>Kristianstad GR1 &amp; GR2</i>	Kristianstad Biogas	X	XX	XX	XX	
<i>Käppala</i>	Käppalaförbundet					X
<i>Laholm</i>	St1 Biogas	X	X	X	X	X
<i>Lidköping</i>	Gasum					X
<i>Linköping (nr 4)</i>	Tekniska verken i Linköping	X	X			X
<i>Linköping (nr 5)</i>	Tekniska verken i Linköping		X	X	X	X
<i>Malmö, Sjölunda (ARV)</i>	St1 Biogas		X	X	X	X
<i>Motala ARV</i>	Motala kommun					X
<i>Norrköping, ARV</i>	St1 Biogas	X	X	X	X	X
<i>Norrköping, Händelö</i>	Tekniska verken i Linköping	X	X			
<i>Skellefteå</i>	Skellefteå kommun	X	X	X	-	X
<i>Skövde, avfall</i>	Gasum		X	X	X	
<i>Skövde, ARV+avfall</i>	Skövde kommun	X				
<i>Stockholm, Henriksdal ARV</i>	Scandinavian Biogas	X			XXX	XXX
<i>Sävsjö</i>	Biond		X	X	X	X
<i>Södertörn</i>	Scandinavian Biogas					X

<i>Uppsala, ARV</i>	Uppsala Vatten & Avfall	X	X	X	X	X
<i>Uppsala</i>	Uppsala Vatten & Avfall			X	X	X
<i>VBMA Mörrum</i>	VästBlekinge Miljö			-	X	
<i>Västerås</i>	VafabMiljö Kommunalförbund	X	X	X	X	XX
<i>Västerås</i>	Gasum			X	X	
<i>Växjö, ARV</i>	Växjö kommun				X	X
<i>Örebro</i>	Gasum			X	X	
<i>Östersund</i>	Östersunds kommun	X	X			
	<b>Antal anläggningar:</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>31</b>

## 5 Resultat

### 5.1 Produktionsanläggningar 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 5, (2019 – 2021)**

Totalt 29 anläggningar deltog i mätomgång fem, mellan åren 2019 – 2021. Av dessa är 14 avloppsreningsverk och 15 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 96 miljoner Nm<sup>3</sup> metan, eller 957 GWh, vilket representerar ca 50 procent av den biogas som producerades vid avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar i Sverige under 2021. Den totala produktionen av biogas vid svenska avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar var 1907 GWh under 2021 (Energimyndigheten, 2021). Utsläppen summeras till 1,44 miljoner Nm<sup>3</sup>/år vilket utgör 1,5 procent (viktat medelvärde) av produktionen. Det motsvarar ungefär 49 000 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. (beräknat med en faktor 34 ggr).

I tabell 4 redovisas resultaten från mätomgång fem, mellan åren 2019–2021. Beräknade utsläppsfaktorer presenteras som medelvärde, median, övre kvartil samt viktade medelvärden.

Utsläpp är uppdelade enligt följande:

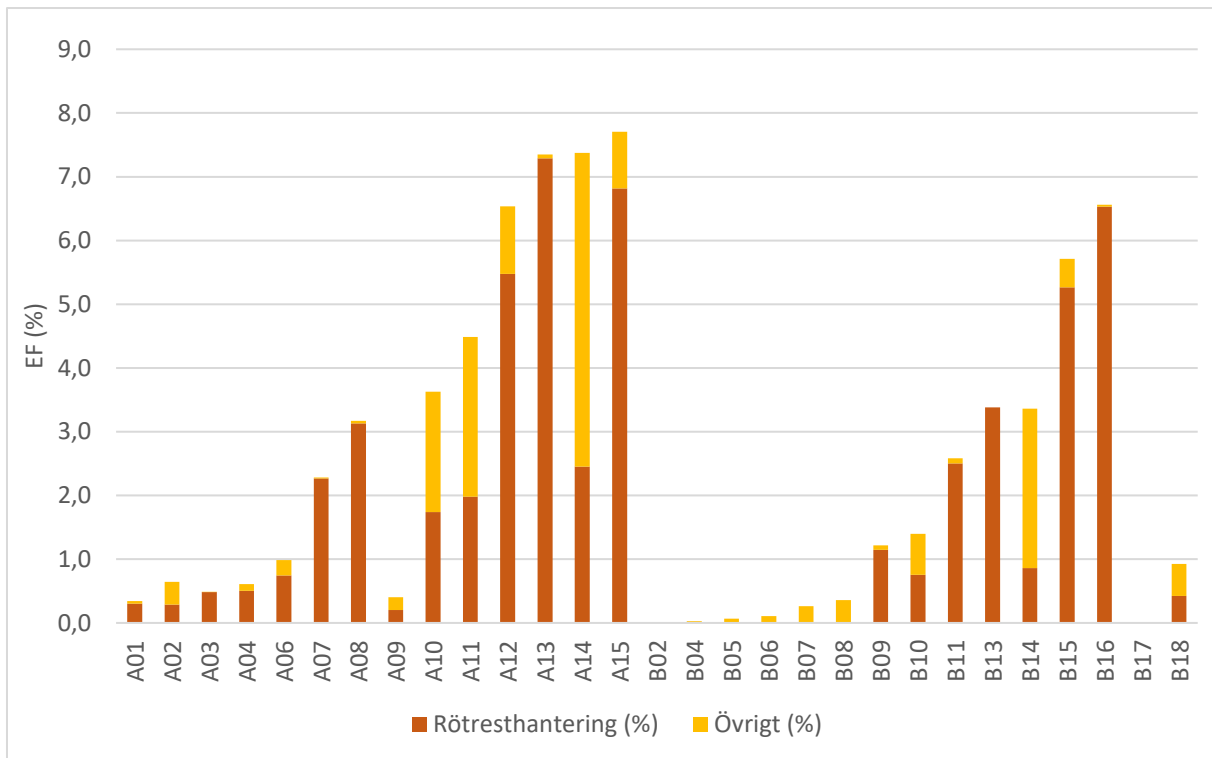
- Totala utsläpp
- Utsläpp från rötresthantering inom anläggningen som inkluderar rötrestlager och avvattning med kringutrustningar
- Utsläpp från övrig process som omfattar resterande delar av biogasproduktionen från mottagning, rötning och gasutrusningar men exklusive rötresthantering.

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

Tabell 4. Metanemissioner från avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar i mätomgång 5. Tabellen anger förutom utsläppsfaktorer även antal uppmätta anläggningar av olika typer.

Anläggningstyp	n=	Medelvärde	Median	Övre kvartil	Viktat medelvärde
		(%)	(%)	(%)	(%)
<i>Avloppsreningsverk</i>	14	3,3	2,7	6,0	2,3
<i>varav rötresthantering</i>	14	2,4	1,9	3,0	2,0
<i>varav övrig process</i>	14	0,88	0,22	1,0	0,29
<i>Samrötningsanläggningar</i>	15	1,7	0,93	3,0	1,3
<i>varav rötresthantering</i>	15	1,4	0,42	1,8	0,99
<i>varav övrig process</i>	15	0,34	0,082	0,40	0,29
<i>Samtliga anläggningar</i>	29	2,5	1,2	3,6	1,5
<i>varav rötresthantering</i>	29	1,9	0,76	2,5	1,2
<i>varav övrig process</i>	29	0,60	0,11	0,50	0,29

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 blå 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. Detta är orsaken till att anläggningarna B02 till B08 inte har några utsläpp från rötresthantering enligt Figur 6.



Figur 6. Figuren visar utsläpp från medverkande produktionsanläggningar i EgMet, omgång 5, år 2019 – 2022. Avloppsreningsverk (A) och samrötningsanläggningar (B).

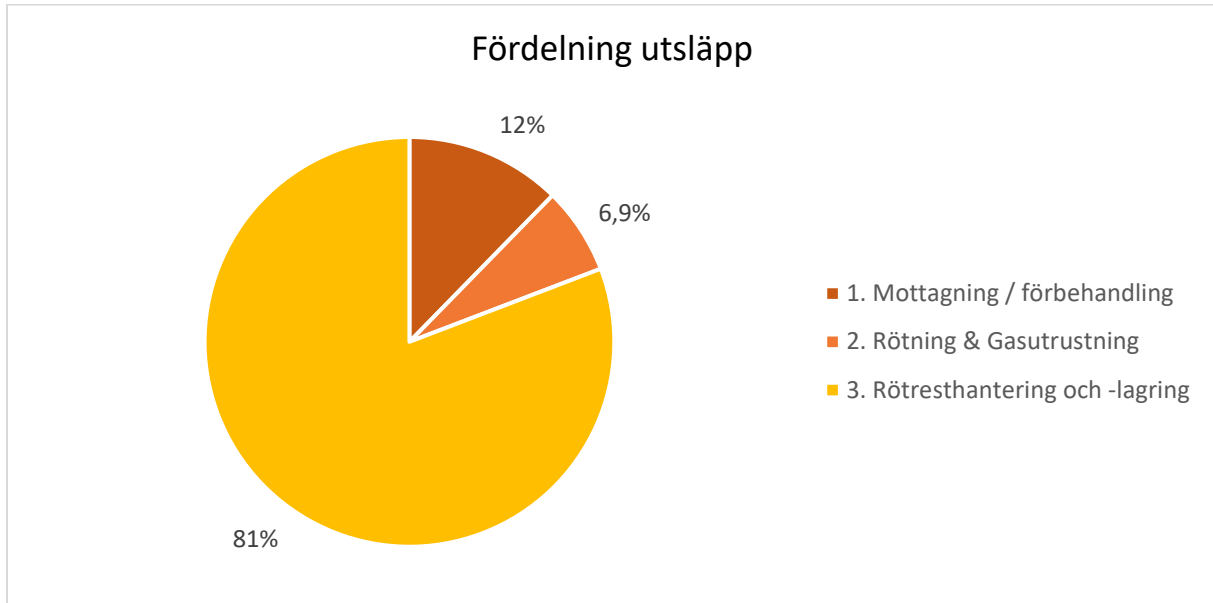
## 5.2 Utsläppskällor på produktionsanläggningar

De utsläpp som har uppmätts på anläggningarna har i efterhand definierats som antingen *systematiska utsläpp*, eller *onormala utsläpp*. I

Figur 5 nedan presenteras utsläppen efter var i processen de uppstått. De indelas, utöver det, även som systematiska utsläpp från processen eller som onormala utsläpp orsakade av till exempel 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 93 procent av de totala utsläppen på produktionsanläggningarna och summeras till 1,35 miljoner Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per år. Mottagningen står för 12 procent och rötresthantering står för 81 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 rötkammare, läckage på gasledningar, tryckhöjande gasfläktar, kondensfällor och säkerhetsventiler med mera. Även läckage från gaslager som inte härrör från permeabiliteten på membranväggarna kan räknas in i denna kategori. Totalt 37 uppmätta utsläpp har i

sammanställningen definierats som onormala. I praktiken utgör dock underlaget av betydligt fler utsläpp, men på grund av EgMet-rapporteringens utformning och hanteringen av dess data har flera utsläpp ibland klumpats ihop. De onormala utsläppen omfattar tillsammans ungefär 95 000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> och utgör knappt 7 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.

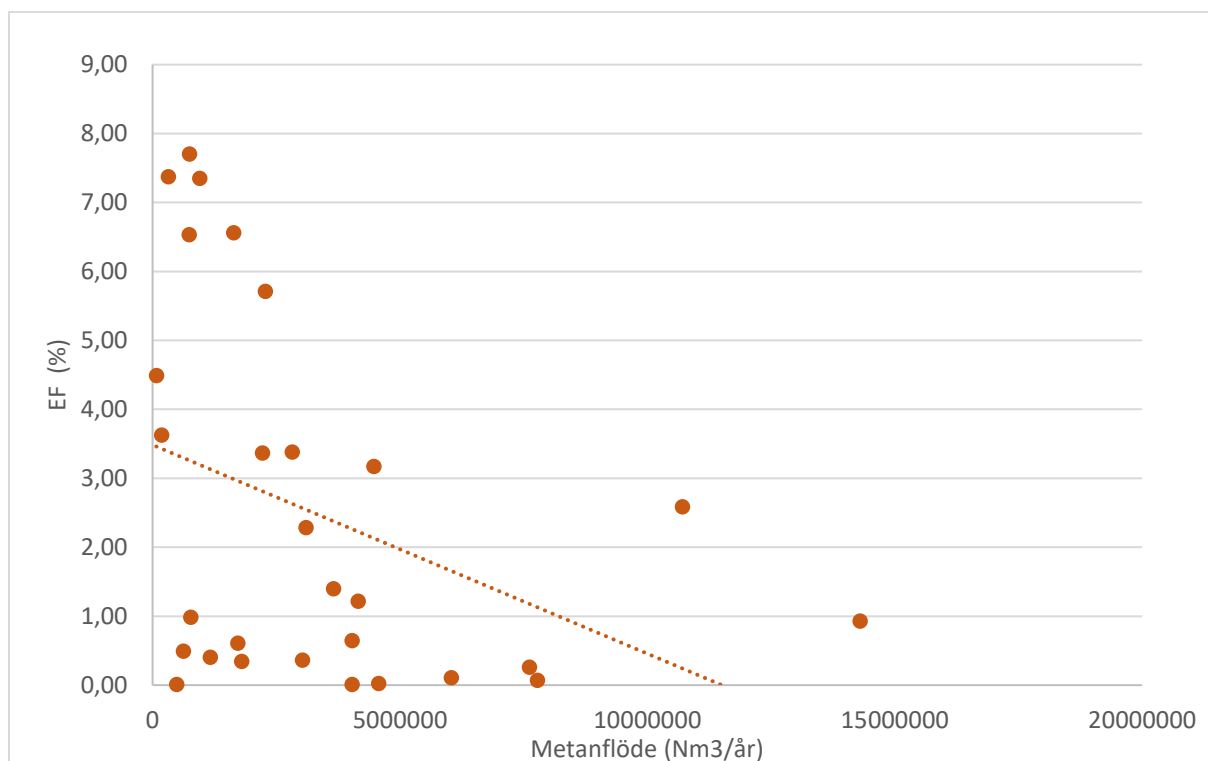
I tabell 5 nedan finns en sammanställning av utsläppsfaktorer och summerade metanutsläpp för de olika delprocesserna samt dess ingående objekt.

Tabell 5 visar en sammanställning av utsläppsfaktorer och summerade metanutsläpp för de olika delprocesserna samt dess ingående objekt. I tidigare rapporter har gasklockan benämnts gaslager vilket leder tankarna fel utifrån komponentens funktion i anläggningen.

Delprocess	Ingående objekt	Utsläppsfaktor
Mottagning & förbehandling	Mottagningsutrustning substrat	ca 12 % av totala utsläpp
	Ventilerad mottagningstank	
	Ventilationsluft till/via luktreduktion	
	Övrig mottagning	
Rötning & gasutrustning	Analysinstrument	0,3 % av totala utsläpp
	Gasklocka	
Rötresthantering & lagring	Rötrestlager/biogödsellager	ca 81% av totala utsläpp
	Avvattning	
	Slamficka/utlastning	
	Övrig slamhantering	
Antal räknade utsläpp		n=98
Summerade utsläpp		1 347 100 Nm <sup>3</sup>

### 5.3 Kapacitet och utsläpp

I figur 8 illustreras de uppmätta metanförlusterna relativt anläggningarnas storlek (produktionsvolym). Det råder ett starkt samband mellan utsläppens storlek och anläggningens gasproduktion. Trendlinjen visar på att större anläggningar har mindre relativa förluster vilket är helt i linje med resultat från tidigare mätomgångar



Figur 8 visar förhållandet mellan metanemissionerna i form av emissionsfaktor (EF) och anläggningens produktion i mätomgång fem.

### 5.4 Jämförelse mot tidigare mätomgångar på produktionsanläggningar

Eftersom EgMet-systemet har funnits sedan 2007 finns resultat från de fyra tidigare mätomgångarna publicerade (Avfall Sverige, 2022). För jämförelse har de sammanställts tillsammans med resultaten från mätomgång fem. 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.

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 femte mätomgången.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, medelvärde (%)				
	Omgång 1 2007–2009	Omgång 2 2012–2012	Omgång 3 2013–2015	Omgång 4 2016–2018	Omgång 5 2019–2021
<i>Avloppsreningsverk</i>	2,7	2,0	2,5	3,0 (n=9)	3,3 (n=14)
<i>varav rötresthantering</i>			1,8	2,5 (n=9)	2,4 (n=14)
<i>Samrötningsanläggningar</i>	0,8	2,3	1,1	1,8 (n=16)	1,7 (n=15)
<i>varav rötresthantering</i>			0,8	2,1 (n=11)	1,4 (n=15)
<i>Samtliga anläggningar</i>	1,6	2,2	1,7	2,2 (n=25)	2,5 (n=29)
<i>varav rötresthantering</i>			1,2	2,3 (n=20)	1,9 (n=29)

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

Tabell 7 visar den övre kvartilen från omgång tre till fem.

Kategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, övre kvartil (%)				
			Omgång 3 2013–2015	Omgång 4 2016–2018	Omgång 5 2019–2021
<i>Avloppsreningsverk</i>			3,1	3,3 (n=9)	6,0 (n=14)
<i>varav rötresthantering</i>			2,1	3,3 (n=9)	3,0 (n=14)
<i>Samrötningsanläggningar</i>			1,7	2,1 (n=16)	3,0 (n=15)
<i>varav rötresthantering</i>			1,3	2,8 (n=11)	1,8 (n=15)
<i>Samtliga anläggningar</i>			2,5	2,8 (n=25)	3,6 (n=29)
<i>varav rötresthantering</i>			1,8	3,2 (n=20)	2,5 (n=29)

I tabell 8 jämförs de viktade medelvärdet mellan omgång tre, fyra och fem. 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, övre kvartil (%)				
			Omgång 3 2013–2015	Omgång 4 2016–2018	Omgång 5 2019–2021
<i>Avloppsreningsverk</i>			2,0	2,2 (n=9)	2,3 (n=14)
<i>varav rötresthantering</i>			1,6	1,8 (n=9)	2,0 (n=14)
<i>Samrötningsanläggningar</i>			0,90	1,2 (n=16)	1,3 (n=15)
<i>varav rötresthantering</i>			0,71	1,2 (n=11)	0,99 (n=15)
<i>Samtliga anläggningar</i>			1,1	1,3 (n=25)	1,5 (n=29)
<i>varav rötresthantering</i>			0,86	1,3 (n=20)	1,2 (n=29)

## 5.5 Uppgraderingsanläggningar

Uppgraderingsanläggningarna i denna rapport kategoriseras utifrån den teknik som används för avskiljning av koldioxid. Kategorierna som beskrivs är kemisk skrubber, PSA, vattenskrubber och uppgradering med efterföljande destruktion av restgasen i en RTO. Den senare är ingen egen uppgraderingsteknik utan omfattar i den här sammanställning uppgraderingsanläggningar 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 upgradering – 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 i stället utförda mot uppmätt mängd inkommande rågas till anläggningen.

### ***Uppgraderingsanläggningar i mätomgång 5 (2019–2021)***

Totalt 31 anläggningar deltog i mätomgång fem, mellan åren 2019–2021. Av dessa var 8 av typen kemisk skrubber, 11 var uppgraderingar med restgasdestruktion, och 11 var av typen vattenskrubber. En PSA-anläggning fanns representerad under mätomgång 5.

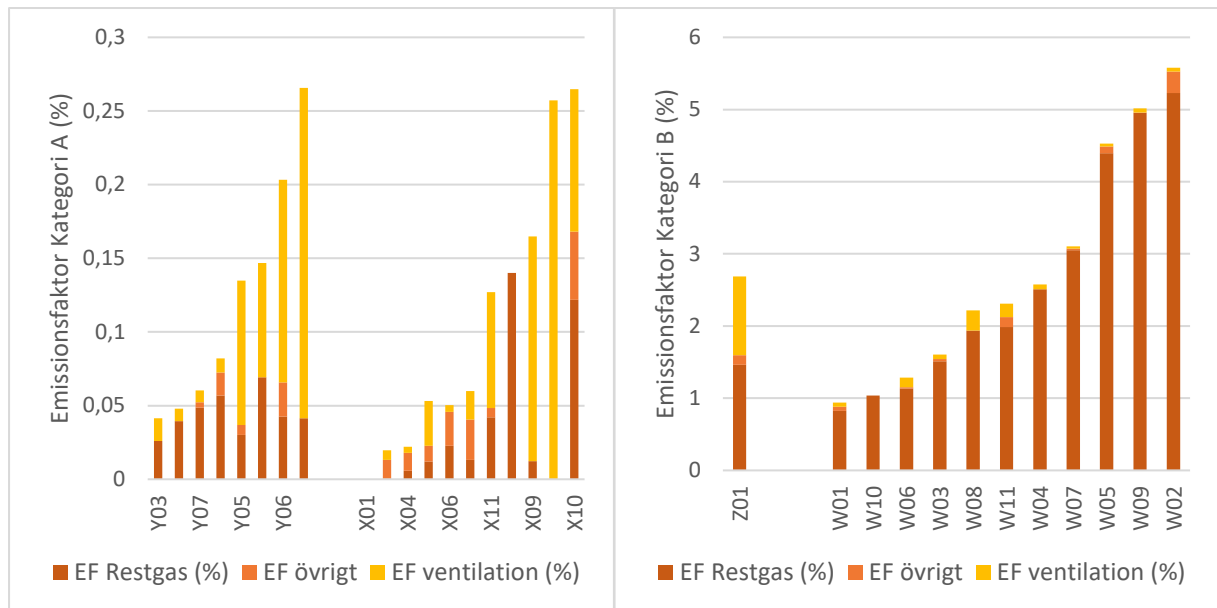
Den totala volymen metan som behandlades i anläggningarna uppgick till drygt 95,4 miljoner Nm<sup>3</sup>, eller 951 GWh, vilket representerar ca 50 procent av Sveriges totala produktion av biometan från avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar under 2021, som uppgick till 1907 GWh (Energimyndigheten, 2021). Utsläppen summeras till 468 000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per år, vilket omfattar 0,5 procent (viktat medelvärde) av behandlad mängd metan i anläggningarna. Det motsvarar ungefär 16 000 ton CO<sub>2</sub> eqv. (beräknat med faktor 34 ggr)

I tabell 9 presenteras utsläppen för respektive teknikgrupp av anläggningar. Utsläppen är uppdelade i totala utsläpp och restgasutsläpp. Tabellen redovisas resultaten som medelvärde, median, övre kvartil samt viktade medelvärden.

Tabell 9. Metanemissioner från uppgraderingsanläggningar i mätomgång 5, år 2019 – 2021.

<b>Teknikkategori</b>	<b>n=</b>	<b>Medelvärde (%)</b>	<b>Median (%)</b>	<b>Övre kvartil (%)</b>	<b>Viktat medelvärde (%)</b>
<i>Kemisk skrubber</i>	8	0,12	0,11	0,16	0,14
<i>varav restgas</i>	8	0,044	0,042	0,051	0,041
<i>Uppgradering med efterföljande RTO</i>	11	0,10	0,060	0,15	0,082
<i>varav restgas</i>	11	0,034	0,012	0,032	0,019
<i>PSA</i>	1	2,7	2,7	2,7	2,7
<i>varav restgas</i>	1	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Vattenskrubber</i>	11	2,7	2,3	3,8	2,2
<i>varav restgas</i>	11	2,6	2,0	3,7	2,1
<b><i>Samtliga anläggningar</i></b>	<b>31</b>	<b>1,1</b>	<b>0,20</b>	<b>1,9</b>	<b>0,49</b>
<i>varav restgas</i>	31	0,99	0,057	1,5	0,38

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 och fördelningen av utsläppen mellan restgasen, ventilation samt övriga utsläpp. I figuren nedan redovisas de tekniker som har lägst restgasemissioner, det vill säga kemisk skrubber och uppgraderingsanläggningar med efterföljande restgasdestruktion (RTO) som kategori A. De tekniker som har högre restgasemissioner redovisas som kategori B. Till denna grupp hör PSA-anläggningar och vattenskrubbar utan restgasdestruktion (RTO). Diagrammen visar tydligt att ventilationen bidrar med det mesta av utsläppen i kategori A, medan restgasen utgör den största källan till utsläpp hos kategori B.

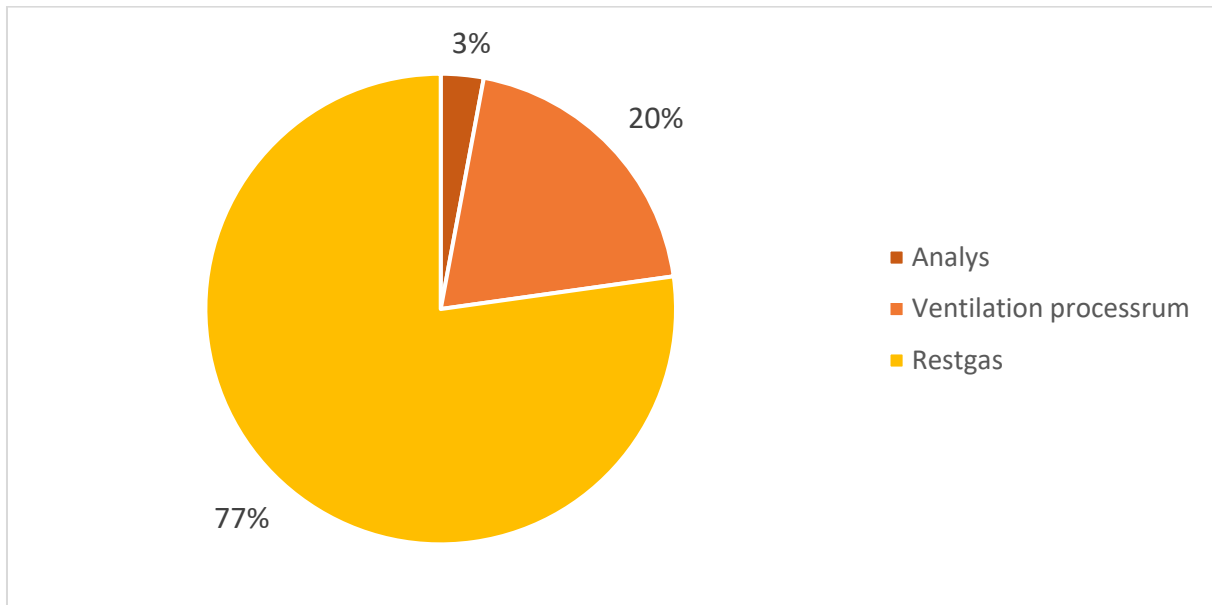


Figur 9. Uppgraderingsanläggningar – resultat från mätomgång 5, år 2019 - 2022. Resultaten presenteras i kategorierna: Kemisk skrubber (Y), uppgradering med efterföljande RTO (X), Vattenskrubber (W) och PSA (Z). Utsläppen är uppdelade utifrån var i processen de uppmäts: i restgasen, i ventilationen från 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 fem uppgår till sammanlagt 375 000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per år och utgör 80 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 93 000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per år vilket utgör 20 procent av utsläppen från uppgraderingsanläggningar.



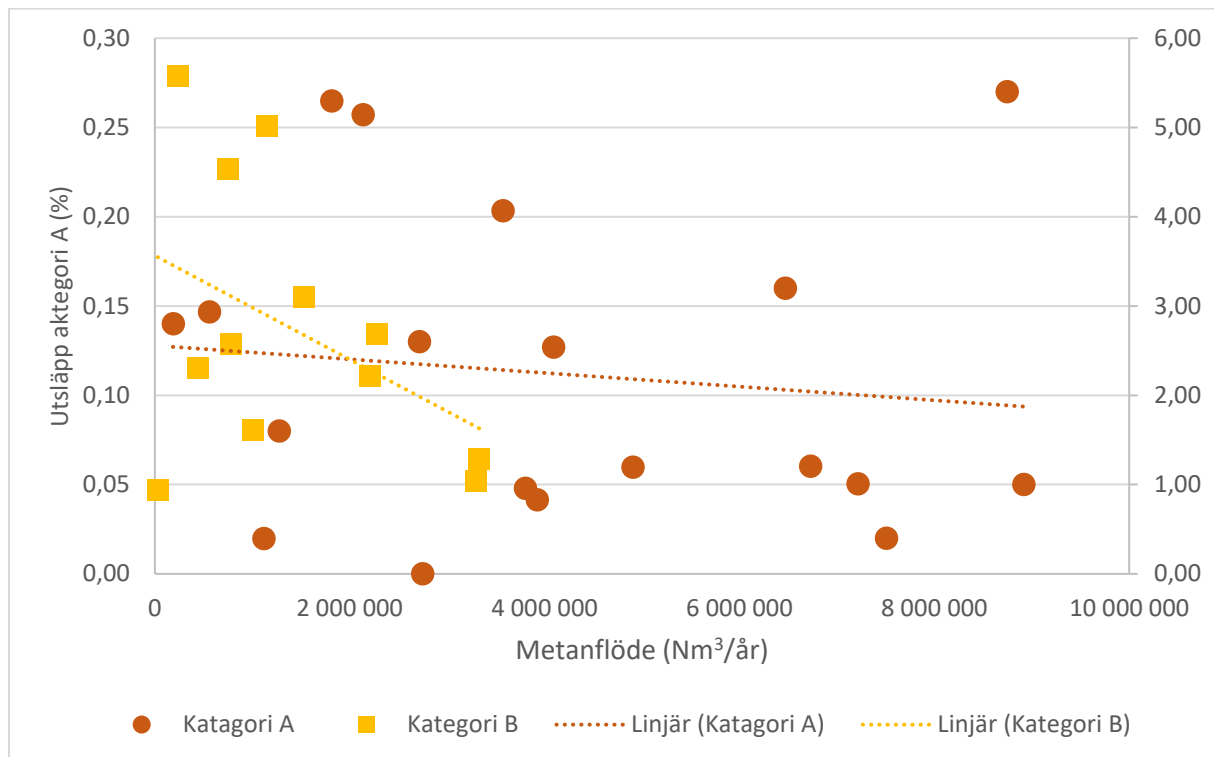
Figur 10 visar fördelningen av utsläpp från uppgraderingsanläggningar.

Även om restgasen volymmässigt utgör den största utsläppskällan hos uppgraderingsanläggningar, gäller inte det för kemisk skrubber eller för uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO. För dessa tekniker är det i stället ventilationen från processlokalerna som oftast bidrar med de högsta utsläppen vilket tydligt påvisas i Figur 9. 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 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 presenteras detta för de två kategorierna A) kemiska skrubbrar och uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO samt B) vattenskrubbrar och PSA-teknik. Trendlinjen uppvisar lägre metanutsläpp för större anläggningar. Sambandet framgår tydligast för vattenskrubbrar, men gäller även för kemiska skrubbrar och uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO. Resultaten är i paritet med resultaten från tidigare mätomgångar.



Figur 11 Uppgraderingsanläggningar – Resultat från mätomgång 5, år 2019 – 2021. Metanförlust relativt anläggningens storlek.

## 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 från de tidigaste mätomgångarna.

Uppgraderingsanläggningar med efterföljande RTO har även de haft en minskande trend av utsläpp, även om omgång fyra avviker från den. I de tidigare mätomgångarna ett, två och fyra härledds högre utsläpp via ventilationen hos några få anläggningar, orsakat av läckage i 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 och fem.

För tekniken vattenskrubber har medelvärdet av förlusterna tidigare varit minskande för att åter se ut att öka i omgång fyra och fem. En viktig orsak som kan ha en påverkan på utsläppen från vattenskrubbar är att det inte tillkommit några nya anläggningar genom åren (dessa är i förekommande fall kompletterade med en RTO) vilket innebär att samtliga anläggningar i denna teknik-kategori är av äldre modell i statistikunderlaget.

Tabell 10 Resultat av utsläppsfaktorer för uppgraderingsanläggningar från samtliga mätomgångar

Teknik	Utsläpp som andel av behandlad mängd metan, medelvärde (%)				
	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3	Omgång 4	Omgång 5
	2007–2009	2010–2012	2013–2015	2016–2018	2019–2021
<i>Kemisk skrubber</i>	0,36	0,21	0,17	0,18	0,12
<i>Uppgradering med efterföljande RTO</i>	1,7	0,42	0,16	0,4	0,10
<i>PSA</i>	2,5	1,1	0,97	1,6	2,7
<i>Vattenskrubber</i>	3,2	1,6	1,7	2,1	2,7
<b><i>Samtliga anläggningar</i></b>	<b>2,7</b>	<b>0,99</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>

För att se hur de flesta uppgraderingsanläggningar presterar kan man titta på den övre kvartilen, se tabell 8. Den anger vilka utsläpp som 75 procent av anläggningarna understiger. I tabellen indelas anläggningarna 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 ännu lägre än tidigare år medan kategori B uppvisar ökade metanförluster. Det senare tyder på att anläggningar med höga utsläpp i kategori B har blivit sämre.

Tabell 11 Utsläpp för den övre kvartilen från de tre senaste mätomgångarna.

Teknikkategori	Utsläpp som andel av producerad mängd metan, övre kvartil (%)			
		Omgång 3	Omgång 4	Omgång 5
<i>A (kemisk skrubber och anläggning med RTO)</i>		0,13	0,22	0,15
<i>varav restgas</i>		0,047	0,074	0,046
<i>B (vattenskrubber och PSA)</i>		1,8	1,8	3,5
<i>varav restgas</i>		1,7	1,6	3,4
<b><i>Samtliga anläggningar</i></b>		1,2	1,5	1,9
<i>varav restgas</i>		1,1	1,2	1,5

Med anledning av det omnämnda sambandet mellan metanutsläpp och uppgraderad mängd gas i tabell 11 kan viktade medelvärden bättre spegla de faktiska förlusterna från uppgraderingsanläggningarna. I tabell 12 har därför 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 tre senaste mätomgångarna.

<b>Teknikkategori</b>	<b>Utsläpp som andel av producerad mängd metan, viktade medelvärden (%)</b>				
			Omgång 3	Omgång 4	Omgång 5
<i>A (kemisk skrubber och anläggning med RTO)</i>			0,13	0,22	0,11
<i>varav restgas</i>			0,037	0,064	0,028
<i>B (vattenskrubber och PSA)</i>			1,4	1,7	2,3
<i>varav restgas</i>			1,2	1,5	2,0
<b>Samtliga anläggningar</b>			0,56	0,62	0,49
<i>varav restgas</i>			0,44	0,46	0,38

Den totala behandlade volymen för alla deltagande uppgraderingsanläggningar uppgick till nästan 95 400 000 Nm<sup>3</sup> metan i omgång fem, och 77 700 000 Nm<sup>3</sup> i omgång fyra. Utsläppen summeras till totalt 468 000 Nm<sup>3</sup> per år i omgång fem jämfört med 482 000 Nm<sup>3</sup> per år föregående omgång.

## 6 Diskussion

Den senaste mätomgången omfattade 29 produktionsanläggningar för biogas, samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk, och 31 uppgraderingsanläggningar. Det innebär en tillväxt med ca 10 % mot föregående period. Utgår man i stället från representerad mängd gasproduktion i EgMet så inkluderas cirka hälften av den producerade biogasen från motsvarande anläggningar i Sverige i omgång fem, vilket innebär en ökning på över 20 % mot föregående period. Det är framför allt större anläggningar som gått med i systemet medan majoriteten av avloppsreningsverk inte medverkar ännu i EgMet. Det bör dock påpekas att alla avloppsreningsverk inte producerar biogas och därför inte är aktuella för EgMet.

### Produktionsanläggningar

Från och med mätomgång tre finns faktiska mätdata på utsläpp från rötresthantering tillgängliga och dessa resultat anses därför vara mer jämförbara med senare resultat. Det finns dock fortfarande stora osäkerheter när mätresultat från enskilda mätningar skalas upp till att motsvara årliga utsläpp. Utsläppsmätningarna genomförs huvudsakligen under vår/sommar/höst, varför de årliga utsläppen förmodligen överskattas något eftersom avkylningens effekt på utsläpp från rötrestlager inte tas med i beräkningen. För att kompensera för det behöver beräkningsmodellerna för kvantifiering av utsläpp i EgMet systemet utvecklas.

För de producerande anläggningarna ser utsläppen ut att ha ökat något sedan föregående mätomgång. Det förklaras delvis med att omgång fem inkluderar flera anläggningar som ej tidigare varit med i EgMet. För dessa återstår samma förbättringsarbete som många av de tidigare medverkande anläggningarna genomgått. Så länge fler anläggningar ansluter sig till systemet är det inte självklart att de genomsnittliga utsläppsfaktorerna minskar. Däremot bör det gå att utvärdera hur anläggningar som deltagit minst en mätperiod har förbättrats.



## Uppgraderingsanläggningar

Hos uppgraderingsanläggningarna är det en minskning av utsläppen totalt sett samtidigt som enskilda anläggningar tycks bli allt sämre. För kategori A anläggningar, kemisk skrubber och anläggningar med restgasdestruktion, redovisar dessa något lägre förluster jämfört med föregående mätomgångar. Utsläppen kommer huvudsakligen från läckage i gasutrustning (vilket mäts som metan i ventilationsluften). Återkommande läcksökningar, med åtgärdande underhåll vid upptäckt läckage, är därmed effektfulla förbättringsaktiviteter. Vattenskrubber och PSA redovisar högre utsläpp än tidigare perioder. Utsläppen hos dessa tekniker återfinns främst i restgasen. Försämringen i utsläpp kan vara en konsekvens av bristande processoptimering eller funktion, vilket i sin tur kan bero på gammal utrustning med högt underhållsbehov. Ett antagande som görs är att det är ett symptom på en åldrande teknikpark, då de flesta nya anläggningar som byggs ingår i kategori A (BAT).

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. I stället beror utsläppen i restgasen till stor del på hur väl underhållen och intrimmad anläggningen är. I det perspektivet bidrar mätningarna inom EgMet med underlag för planering av underhållsinsatser. Det bör här omnämnas att flera av anläggningarna med höga utsläpp har genomfört åtgärder för att minska dessa, vilket således kan betraktas som en effekt av deltagandet i EgMet. Omfattningen eller utfallen av dessa åtgärder framgår dock inte i underlaget för sammanställningen.

## Systemet EgMet

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, så blir det allt svårare att minska utsläppen ytterligare. Samtidigt får enskilda utsläpp allt större påverkan på medeltalen. Vad resultaten framför allt 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. Redan under tidsperioden för denna mätomgång har 5 avloppsreningsverk anslutit sig till systemet. På senare år har systemet även uppmärksammats internationellt. Genom ett nyligen avslutat europeiskt samarbetsprojekt har EgMet översatts till engelska och inspirerat flera andra länder i Europa att införa liknande system eller andra metanreducerande åtgärder (Avfall Sverige, 2022).

I Sverige bidrar EgMet med värdefull statistik till branschen när det ska investeras i teknik eller förbättringsåtgärder. Systemet bidrar även med realistiska standardvärden i det beräkningsverktyg för biogasens hållbarhetsegenskaper som tillämpas inom ramen för Hållbarhetslagen. Från och med 2024 kommer EgMet dessutom att bidra med data till den nationella statistiken.

## 7 Referenser

- Avfall Sverige. (2016). *Handbok Metanmätningar*. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2019). *Egenkontroll metanemissioner*. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2022). *Sammanställning av data från metanmätningar enligt Egenkontroll metanemissioner åren 2016-2018*. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2022). *Utvärdering och minskning av metanutsläpp från olika Europeiska biogasanläggningskoncept*. Malmö: Avfall Sverige.
- Energiforsk. (2016). *Biogas uppgradering - Technical Review*. Stockholm: Energiforsk.
- Energimyndigheten. (2021). *Produktion av biogas och rötrestes år 2021*. 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.
- Persson, M. (2003). *Utvärdering av uppgraderingstekniker för biogas*. Malmö: SGC Rapport 142.
- SGC. (2005). *Energigas och miljö*. Malmö: SGC.
- IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change