

Systembeskrivning

Egenkontroll Metanemissioner

En beskrivning av systemet för inventering och reducering av metanemissioner från samrötningsanläggningar, avloppsreningsverk och biogasuppgraderingsanläggningar

EgMet rapport nr 1:2025

Förord

Både vid produktion av biogas (rågas) och uppgradering av biogas kan det ske utsläpp av framför allt metan. Eftersom metan är en kraftig växthusgas är det viktigt att så långt som möjligt minimera metanutsläppen. Det är givetvis också viktigt för anläggningarna att minimera utsläppen eftersom biogasen (metanet) genererar en inkomst. Ur tillståndssynpunkt finns det också ett intresse av att mäta och minimera utsläpp eftersom det blivit praxis att ange gränsvärde för utsläpp av metan, ofta kopplat till procent av produktionen.

Redan 2007 startade Avfall Sveriges medlemmar upp ett frivilligt system för att inventera utsläpp av metan från biogas- och uppgraderingsanläggningar (rapport U2007:02 i Avfall Sveriges rapportserie). Systemet fick god spridning bland samrötningsanläggningarna. I syfte att bredda systemet och få med betydligt fler avloppsreningsverk så har Avfall Sverige och Svenskt Vatten ingått avtal om samägande av systemet från och med 2018. I samband med detta publicerades en uppdaterad systembeskrivning ("Egenkontroll metanemissioner", Avfall Sveriges utvecklingssatsning 2019) som anpassats bl a för att bättre passa även avloppsreningsverk samt även bättre beskriva hur systemet med metanutsläppsmätning förhåller sig till de något snävare systemgränserna i hållbarhetskriterierna.

Denna nya utgåva av systembeskrivningen innehåller mindre justeringar och förtydliganden och utgör den första rapporten i en egen EgMet rapportserie.

Magnus Holmgren

EgMet Kansli

Juni 2025

Sammanfattning

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

Metan är den brännbara komponenten i biogas och gasen utgör huvuddelen av innehållet, ca 55-75 vol-%. Metan är en växthusgas med 34 gånger större växthuspåverkan än koldioxid. Detta tillsammans med säkerhetsaspekter och även ekonomi gör att utsläppen av metan från ett biogassystem ska reduceras. Det ska dock hållas i minnet att genom rötning av t.ex. stallgödsel eller slam från avloppsreningsverk så reduceras metanutsläpp som annars hade inträffat. Beroende på vilket substrat som rötas och vad gasen används till kan utsläppen av metan från biogassystem vara betydande innan växthuspåverkan blir likvärdig med ett referenssystem med fossila bränslen.

Avfall Sverige införde år 2007 ett frivilligt åtagande där anslutna anläggningar förbinder sig till att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska sina utsläpp. Från och med 2018 drivs systemet i samarbete mellan Avfall Sverige och Svenskt Vatten under namnet Egenkontroll metanemissioner (EgMet).

Denna rapport beskriver hur systemet är utformat för samrötningsanläggningar, avloppsreningsverk och uppgraderingsanläggningar. Vidare ges exempel på hur man kan åtgärda eventuella utsläpp.

Deltagande anläggningar ska upprätta en skiss över anläggningen där olika möjliga utsläppskällor med systematiska utsläpp markeras. Metanutsläppen ska sedan mätas och beräknas i dessa punkter av en oberoende mätkonsult. Deltagande anläggningar ska även systematiskt arbeta med läcksökning.

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	3
Bilagor	5
1. Inledning.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Gaser som omfattas av Egenkontroll Metanemissioner.....	7
1.3 Miljönyttan av biogassystem	8
1.4 Hållbarhetskriterier (HBK)	9
1.5 Syfte och mål	9
1.6 Ordlista/definitioner.....	10
1.7 Avgränsningar	12
1.8 Utförande	12
1.9 Införande av systemet.....	13
1.10 Kontinuerlig förbättring.....	14
2. Beskrivning av systemet med Egenkontroll Metanemissioner	15
2.1 Systemgränser	15
2.1.1 Samrötningsanläggning.....	15
2.1.2 Avloppsreningsverk.....	17
2.1.3 Uppgraderingsanläggning	18
2.2 Utsläppsobjekt	19
2.2.1 Samrötningsanläggning och avloppsreningsverk	19
2.2.2 Uppgraderingsanläggning	21
3. Läcksökning	22
3.1 Metoder och instrument	22
4. Mätning och beräkning av utsläpp.....	24
5. Metoder för åtgärdande av utsläpp	25
5.1 Metoder för att minska utsläpp från biogasanläggningar	25
5.2 Metoder för att minska utsläpp från uppgraderingsanläggningar	27
Referenser	30

Bilagor

Bilaga 1. Läcksökningsprotokoll – samrötningsanläggning och avloppsreningsverk (excel)

Bilaga 2. Läcksökningsprotokoll – uppgraderingsanläggning (excel)

Bilaga 3. Anslutningsblankett – samrötningsanläggning och avloppsreningsverk

Bilaga 4. Anslutningsblankett – uppgraderingsanläggning

Bilaga 5. Blankett för utträde

1. Inledning

1.1 Bakgrund

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



Säkerhetsaspekter

Biogas består i huvudsak av metan, CH_4 , vilken är en brännbar och explosiv gas. Vid en halt av ca 4-16 vol-% metan i luft kan gasblandningen antändas.



Förhindra utsläpp av växthusgaser

Metan ger 34 gånger¹ högre bidrag till växthuseffekten än koldioxid. I ett biogassystem kan det även förekomma små halter av dikväveoxid, N_2O , även kallat lustgas. Denna gas bidrar ca 300 ggr mer till växthuseffekten än koldioxid (Myhre, 2013).



Luktproblem

Metan är i sig en luktfri gas. Dock är det troligt att anta att läckage av metan sannolikt även innebär utsläpp av andra, eventuellt illaluktande gaser. Dessa utsläpp kan därmed orsaka luktproblem, vilket drabbar anställda och närboende.



Ekonomi

Anläggningen säljer gas eller använder gasen internt, förluster genom utsläpp kan bli kostsamt.

I en studie genomförd av SwedPower under 2004 genomfördes mätningar av utsläpp på ett antal biogas- och uppgraderingsanläggningar (Gunnarsson et.al, 2005). I studien konstateras att i de anläggningar som undersöktes förekom små utsläpp i ett antal delar av anläggningarna. Det har även tidigare genomförts mätningar på utsläpp från

¹ Enligt den senaste IPCC-rapporten är värdet 34. Tidigare versioner har angivit värdet till 25 respektive 21, och dessa äldre värden lever ibland kvar i gällande lagstiftning.

uppgraderingsanläggningar, vilket visat att anläggningarna inte alltid lever upp till de nivåer på utsläpp som leverantörerna garanterat (Persson, 2003).

Med detta som bakgrund införde Avfall Sverige år 2007 ett frivilligt åtagande för biogasanläggningar, där de förbinder sig till att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska sina utsläpp. En del av det frivilliga åtagandet är att återkommande genomföra utsläppsmätningar vid anläggningen för att bestämma metanutsläpp och metanförlust. En annan del av det frivilliga åtagandet är att regelbundet och systematiskt genomföra läcksökning vid anläggningen. Systemet har beskrivits i två olika rapporter utarbetade respektive reviderade av Svenskt Gastekniskt Center AB, BioMil AB och Vattenfall Power Consultant AB (Persson et.al, 2007) (Holmgren M., 2009).

I början av 2018 tecknade Avfall Sverige och Svenskt Vatten en avsiktsförklaring att gemensamt driva systemet vidare under det nya namnet Egenkontroll Metanemissioner, fortsättningsvis kallat EgMet i denna rapport. En ny utgåva av systembeskrivningen publicerades 2019 innehållande ytterligare revideringar och anpassningar till bl.a. avloppsreningsverkens biogasprocesser. Denna nya utgåva av systembeskrivningen innehåller mindre justeringar och förtydliganden och utgör den första rapporten i en egen EgMet rapportserie.

1.2 Gaser som omfattas av Egenkontroll Metanemissioner

Ett biogassystem är komplext och det kan förekomma ett antal olika utsläpp från en rad olika delar av systemet. Fokus i EgMet ligger på att kontrollera och minimera utsläppen av växthusgaser, men indirekt fås även effekt avseende andra viktiga faktorer kring utsläpp som säkerhetsaspekter och ekonomi. Även luktproblematik inkluderas till viss del, då reduktion av utsläpp av metan även kan reducera utsläppen av luktämnen som svavelföreningar.

De växthusgaser som kan förekomma i ett biogassystem är koldioxid, metan och lustgas. EgMet omfattar endast utsläpp av metan. En beskrivning av de tre växthusgaserna i biogassystemet och en motivering till varför de inkluderas eller inte inkluderas i EgMet ges här.

Koldioxid, CO₂

Koldioxid är en av huvudkomponenterna i biogas. Vid förbränning av metan, den andra huvudkomponenten, bildas också koldioxid. Eftersom biogas är ett förnybart bränsle ger koldioxiden inte något nettobidrag till växthuseffekten, och den inkluderas därför inte i EgMet.

Metan, CH₄

På 100 års sikt har metan ca 34 gånger starkare påverkan på växthuseffekten än koldioxid (Myhre, 2013). Det finns stora kvantiteter metan i biogassystemet och då metan är en stark växthusgas är det av stor vikt att minimera utsläppen av metan. Med detta som bakgrund ingår metan i EgMet.

Lustgas (dikväveoxid), N₂O

Lustgas kan bildas vid lagring och spridning av rötrest. Baserat på det begränsade underlag som finns att tillgå i form av mätningar och litteratur kring utsläpp av lustgas från biogasanläggningar är lustgas för närvarande inte inkluderat i EgMet.

1.3 Miljönyttan av biogassystem

Förutom att biogasen ersätter fossila bränslen ger också den producerade rötresten minskade växthusgasutsläpp. När rötresten används som gödselmedel och ersätter mineralgödsel binds mer kol in i marken och dessutom undviks utsläpp från den energikrävande mineralgödselproduktionen. Genom produktion och användning av biogas utnyttjas samhällets resurser på ett effektivt sätt. Avfall från avlopp, matrester och stallgödsel, samt restprodukter från skog och industri tas om hand och blir samtidigt till värdefulla produkter, förnybar energi och gödningsmedel. En lokal cirkulär ekonomi kan gynnas, transporter kan minskas och importbehov av energi och gödning minskar.

De rötrester som uppstår vid biogasproduktion på samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk kan återföras till jordbruket som ett organiskt gödselmedel, förutsatt att det håller en god kvalitet. Viktiga näringsämnen återförs då till jordbruket och kretsloppet sluts. Behovet av mineralgödsel minskar, liksom uttaget av den ändliga resursen fosfor, som finns på EU:s lista över bristämnen. Biogödsel (rötrest från samrötningsanläggningar) som innehåller ekogodkända substrat kan dessutom användas som gödselmedel inom det ekologiska jordbruket, något som är viktigt för att kunna möta efterfrågan på ekolivsmedel och nå de uppsatta politiska målen i den nationella livsmedelsstrategin.

När olika biodrivmedel jämförs mot varandra faller biogas ut som ett av de absolut bästa och mest gröna alternativen (Börjesson, Tufvesson, & Lantz, 2010). Metanutsläpp i produktionen av biogas är den viktigaste parametern att arbeta med för att ytterligare förbättra biogasens klimatprestanda.

1.4 Hållbarhetskriterier (HBK)

Lag (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen ska säkerställa att biodrivmedel, t ex biogas som säljs som fordonsgas, uppfyller vissa krav på hållbarhet. Detta innebär bl.a. krav på växthusgasutsläppsminskning, samt att råvaran inte får produceras på vissa marker med hög biologisk mångfald och stora kollager.

Rapporteringsskyldig är den som är skattskyldig för biogas som säljs som drivmedel (fordonsgas). Företag som kan visa att deras biogas är hållbar erhåller skattebefrielse.

Som en del av redovisningen för HBK ingår att beräkna och redovisa metanutsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar i produktionskedjan. Från och med 2018 gäller att rötrest som används som gödningsmedel definieras som en samprodukt, vilket innebär att utsläpp från rötresthanteringen inte ingår i HBK-systemgränsen. De olika systemgränserna illustreras i figurer i kapitel 2.1.

1.5 Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att beskriva systemet med Egenkontroll Metanemissioner (EgMet) så att det får god tillämpning på både samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk och så att kopplingen till HBK är tydlig. Syftet uppnås genom att:

- beskriva systemet EgMet avseende dess administration och krav på deltagande anläggningar,
- beskriva hur kartläggning av utsläpp från samrötningsanläggningar, avloppsreningsverk och uppgraderingsanläggningar ska genomföras,
- ge exempel på metoder för att åtgärda eventuella utsläpp.

De övergripande målen med EgMet är att:

- ytterligare förbättra biogassystemets miljöprestanda,
- anläggningsägare får hjälp att strukturerat inventera sin anläggning för att upptäcka utsläpp,
- anläggningsägare får bättre kunskap om storleken på utsläppen från sin anläggning,
- eventuella utsläpp identifieras och reduceras,
- biogasbranschen får bättre underlag och därmed högre trovärdighet i frågan om utsläpp.

1.6 Ordlista/definitioner

Avloppsreningsverk	I systemet avses de avloppsreningsverk som primärt rötar avloppsslam vilket resulterar i minskad volym slam och biogasproduktion.
Biofilter	Ventilationsluft leds igenom filter bestående av jord, kompost, lecakulor och/eller bark. Föroreningar i luften absorberas i filtermaterialet och bryts ned av mikroorganismer. Kan även benämnas kompostfilter.
Biogödsel	Rötrest som producerats i en biogasanläggning som bara hanterar substrat från foder- eller livsmedelskedjan, dvs. en samrötningsanläggning. De flesta sådana anläggningar är certifierade enligt SPCR 120.
EgMet	Egenkontroll Metanemissioner. Det system som beskrivs i denna rapport.
HBK	Hållbarhetskriterier, se kapitel 1.4.
Kemisk absorption	Uppgraderingsteknik som liknar vattenskrubbertekniken men istället för vatten används kemikalier, lösta i vätska eller flytande, för avskiljning av koldioxiden.
Mineralgödsel	Mineralgödsel (konstgödsel, handelsgödsel, konstgödning) är gödsel framställt genom industriella processer.
Normalkubikmeter, Nm³	Volym vid 273,15 K (0 °C) och 1,01325 bar.
PSA (Pressure Swing Adsorption)	Uppgraderingsteknik som bygger på att koldioxid fastnar på aktivt kol under högt tryck och lossnar när trycket sänks.
Restgas	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) eller kemisk absorption för avskiljning av koldioxid är restgasen inte utspädd med luft.

Rötrest	Rötrest är ett samlingsnamn för biogödsel och det rötade slammet från ett avloppsreningsverk, dvs det material som återstår efter det att substratet rötats. Avloppsreningsverk kan certifieras enligt Revaq-systemet för att kunna använda rötresten för spridning på åkermark.
Samrötningsanläggning	Biogasanläggning som rötar olika typer av organiskt material, t.ex. källsorterat matavfall, slakteriavfall, stallgödsel och energigrödor, dock inte avloppsslam. Krav på hygienisering av substratet finns ofta.
Stallgödsel	Stallgödsel är ett samlingsbegrepp för träck, urin, vatten och strömedel i olika proportioner. Gödseln delas in i urin, flyt-, klet-, fast- och djupströgödsel beroende på dess konsistens. Flytgödsel och urin går att pumpa vilket inte fast-, klet- och djupströgödsel gör. Stallgödsel innehåller kväve, fosfor, kalium, svavel, mikronäringsämnen och organiskt material som hjälper till att bygga upp mullhalten i marken.
Substrat	Det biologiska material som används som råvara i rötningsprocessen och som bakterier omvandlar till biogas i processen.
Uppgraderingsanläggning	Anläggning för uppgradering av biogas till en metanhalt på minst 95 % (men oftast 97-98 %) för användning som fordonsbränsle och/eller injicering på gasnät. Vid uppgradering avskiljs koldioxid och andra föroreningar från den producerade biogasen (rågas).
Vattenskrubber	Uppgraderingsteknik som bygger på att koldioxid löser sig lättare i vatten än vad metan gör. Processen går ut på att trycksatt biogas leds in i botten på ett absorptionstorn samtidigt som vatten förs in via toppen av tornet. Vid mötet löser sig koldioxiden i vattnet.

1.7 Avgränsningar

Denna rapport beskriver inventering av utsläpp på samrötningsanläggningar, avloppsreningsverk och uppgraderingsanläggningar. I kapitel 2 definieras den yttre systemgränsen för inventeringen av utsläpp. Enbart utsläpp av metan ingår i systemet EgMet. Det gäller för alla typer av anläggningar som beskrivs i denna rapport.

1.8 Utförande

EgMet består av två huvudsakliga delar:

- Systematisk läcksökning och åtgärdande av funna läckor, utförs i första hand av anläggningens egen personal
- Utsläppsmätning i utsläppspunkter med systematiska utsläpp för att kvantifiera utsläppen och förlusterna, utförs av extern och oberoende anlitaad mätkonsult

Läcksökning

Deltagande anläggningar ska ha en rutin för regelbunden och systematisk läcksökning. En mer omfattande läcksökning ska genomföras årligen, då hela anläggningen systematiskt går igenom. Mindre omfattande kontroller, s.k. mellanliggande kontroller, ska utföras med ett tätare intervall, minst 1 ggr/månad, i ett antal definierade punkter på anläggningen. I kapitel 3 beskrivs de metoder som kan användas vid läcksökning samt hur själva arbetet ska utföras. För varje anläggning ska det tas fram ett läcksökningsprotokoll som används vid läcksökningen, exempelmallar för dessa protokoll finns i bilaga 1 och 2. Som ett alternativ så kan befintliga underhållssystem användas. Dokumentation och rutiner granskas av mätkonsult i samband med kvantifiering (se nedan).

Kvantifiering

En externt anlitaad mätkonsult genomför utsläppsmätningar och beräkningar för att kvantifiera utsläppen och förlusterna av metan. Mätkonsulten ska följa de mät- och beräkningsmetoder samt kvalitetskrav som finns beskrivna i aktuell version av Handbok metanmätningar. För varje utsläppspunkt som kvantifieras ska mätkonsulten upprätta en avvikelserapport, där det bland annat också ska ges förslag på åtgärd för att minska utsläppet. I kvantifieringsprotokollet summeras slutligen utsläppen för att ge ett värde på de totala metanförlusterna i anläggningen. Avvikelse rapporter och kvantifieringsprotokoll ingår i rapporteringen från det Excel-beräkningsverktyg som medföljer Handbok metanmätningar. Mätkonsulten levererar avvikelserapporter och kvantifieringsprotokoll till anläggningen. Det rekommenderas att rapporteringstiden avtalas med anlitaad mätkonsult, ex. senast 1 månad

efter mätningens genomförande. Det är viktigt med god framförhållning vid planering av mätningar, speciellt vid slutet av en mätomgång.

Rapportering till kansliet

Anläggningen kompletterar kvantifieringsprotokollet med planerade åtgärder för utsläppen. I kapitel 5 ges beskrivning av några metoder för åtgärdande av utsläpp. Slutligen ska det i kvantifieringsprotokollet anges vilken nivå på metanutsläpp som anläggningen har som mål, vilket ska relateras till de planerade åtgärderna. Anläggningen skickar därefter kvantifieringsprotokoll till EgMet kansli.

Kansliets roll

Kansliet tar emot kvantifieringsprotokoll från anläggningarna och granskar genomförd kvantifiering. Metanemissionerna från huvuddelarna i anläggningen; mottagning, gasbehandling och efterbehandling jämförs med sammanställning av resultat från tidigare mätomgång. I de fall anläggningen har högre utsläpp än angivet mål och anläggningen inte redogjort för förbättring efterfrågar kansliet komplettering. I de fall det framgår att det finns brister vid anläggningen gällande läcksökning och läcksökningsprotokoll erbjuder kansliet anläggningen stöd.

Statistik och kunskapsuppbyggnad

EgMet kansli genomför sammanställning av de resultat som framkommer och denna information publiceras till anläggningarna för kunskapsuppbyggnad. Information om genomsnittligt utsläpp från anläggningar i branschen kan även användas för information externt. All data som anläggningarna lämnar till kansliet behandlas konfidentiellt och det kommer därför aldrig att kunna utläsas enskilda anläggningar i det material som används för extern kommunikation.

1.9 Införande av systemet

Anslutning av anläggningar

Avtal ingås mellan Avfall Sverige/Svenskt Vatten (via det gemensamma kansliet) och anläggningsägaren. Dokument som ska användas finns i bilaga 3 och 4. Det är Avfall Sveriges respektive Svenskt Vattens uppgift att informera och tillfråga samtliga sina medlemmar om de vill ansluta sig till systemet. Avfall Sverige och Svenskt Vatten ska vidare aktivt arbeta för att sprida information om systemet till andra anläggningar, branschorgan och myndigheter. Det gemensamma kansliet stöttar branschorganisationerna i informationsarbetet.

Deltagaravgift

En årlig avgift tas ut av deltagande anläggningar för att bekosta det gemensamma kansliet.

Avgiftens storlek bestäms av Avfall Sverige och Svenskt Vatten och kommuniceras i god tid innan debitering sker.

Läcksökning, kvantifiering och rapportering till kansliet

Varje enskild anläggning upphandlar en mätkonsult som kan utföra mätningar och beräkningar enligt beskrivningen i Handbok metanmätningar. Avfall Sverige och Svenskt Vatten publicerar på sina respektive hemsidor en aktuell lista på de mätkonsulter som är aktiva i systemet. Anläggningsägaren ska upprätta rutiner för läcksökning på sin anläggning, enligt beskrivningen i denna rapport.

Dokumentation i form av kvantifieringsprotokoll skickas av anläggningsägaren till kansliet. Detta gör att Avfall Sverige och Svenskt Vatten får en återkoppling från EgMet samt får underlag för att utvärdera resultaten. Kansliet ska hantera dokumentationen från anläggningarna konfidentiellt. Utifrån materialet kan en sammanställning göras som beskriver hur situationen med utsläpp ser ut generellt för branscherna.

Kvantifiering av metanutsläpp ska göras vart tredje år. Inom tre månader från genomförandet ska dokumentation skickas till kansliet. Läcksökning ska genomföras regelbundet. Dokumentation från genomförd läcksökning ska arkiveras för kontroll av mätkonsulten i samband med kvantifieringen.

Kompetensutveckling

Avfall Sverige och Svenskt Vatten ska regelbundet anordna utbildningsinsatser om systemet EgMet för sina medlemmar. Utbildningsaktiviteten kan innehålla information om metanutsläpp generellt och dess påverkan på växthuseffekten, beskrivning av olika mätmetoder, beskrivning av läcksökning, kvantifiering av utsläpp, samt diskussion kring metoder för att minska utsläpp. Det är önskvärt att de personer som arbetar med läcksökning och deltar från anläggningens sida vid kvantifiering ska ha deltagit i relevant utbildning anordnad av Avfall Sverige och/eller Svenskt Vatten.

1.10 Kontinuerlig förbättring

Målsättningen är att det sker en kontinuerlig förbättring på deltagande anläggningar och att detta ska visa sig som sjunkande medelvärden över tid när resultaten från mätningarna sammanställs och analyseras.

2. Beskrivning av systemet med Egenkontroll Metanemissioner

2.1 Systemgränser

Systemgränsen anger den yttre gränsen för de utsläpp från en anläggning som omfattas av EgMet. Valet av systemgräns har gjorts med följande kriterier i åtanke:

- enbart delar som anläggningsägaren äger/har kontroll över och därmed har möjlighet att påverka ska ingå,
- enbart delar som rör produktion av biogas eller rening/uppgradering av gas ska ingå, utsläpp i samband med användning av gas eller rötrest, samt utsläpp i samband med transport av substrat, rötrest och gas innefattas inte av systemet.

De systemgränser som anges i HBK är delvis avvikande från systemgränserna i EgMet, båda systemgränserna anges därför i nedanstående figurer.

2.1.1 Samrötningsanläggning

Systemgränsen för en samrötningsanläggning sätts från leveranspunkt av substrat till och med biogödsellager inom anläggningen. För substrat går den inkommande gränsen för fast material vid att materialet tippas i tippficka och för flytande material vid inkoppling av lastbil för tömning. Utsläpp i samband med transport av substrat till anläggningen ingår inte. Den utgående gränsen för biogödsel går vid att biogödseln pumpas från anläggningen till lastbil eller in i biogödselpipeline. Utsläpp i samband med transport av biogödsel, lagring hos lantbrukare eller spridning av biogödsel på åkermark ingår inte. Samrötningsanläggningar kan utformas olika beroende av ex. vilka substrat som rötas och val av förbehandlingsmetod. Oberoende av exakt vilka delar som finns i anläggningen så ingår hela processen från att materialet inkommit, förbehandlats, rötats och efterlagrats i systemet. För biogasen går den utgående gränsen vid att biogasen lämnar rötkammaren och leds till applikation för användning t.ex. i form av gaspanna, gasmotor eller att gasen leds till uppgraderingsanläggning. Hela gassystemet på samrötningsanläggningen, inklusive gaslager, ingår.

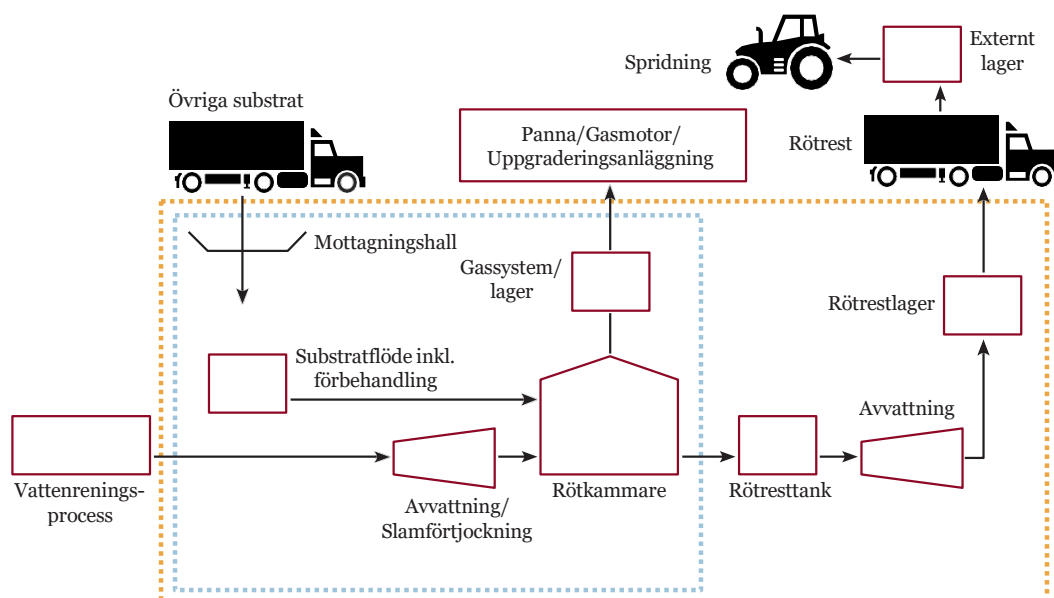
I figur 1 framgår huvudkomponenterna i en samrötningsanläggning. Den blåa linjen i figuren utgör systemgräns för HBK. Den orangea linjen utgör systemgräns för EgMet. Skiljelinjen mellan de båda systemgränserna går vid den första delen i processen som inte är ansluten till

2.1.2 Avloppsreningsverk

Systemgränsen för en biogasprocess vid ett avloppsreningsverk sätts från den punkt där rötslam flödar in i rötammaren, eller den punkt där inkommande rötslam behandlas före rötning (t.ex. kvarnar och centrifuger), till och med rötrestlager inom anläggningen. Utsläpp i samband med vattenreningsprocessen ingår inte. I de fall som övriga substrat ingår i det material som rötas så ingår all hantering från och med leveranspunkt av substrat (jämför systemgränsen för samrötningsanläggning). Den utgående gränsen för rötrest går vid att rötresten lämnar anläggningen med lastbil. Utsläpp i samband med transport, extern lagring eller spridning av rötrest ingår inte. För biogasen går den utgående gränsen vid att biogasen lämnar rötammaren och leds till applikation för användning t.ex. i form av gaspanna, gasmotor eller att gasen leds till uppgraderingsanläggning. Hela gassystemet på avloppsreningsverket, inklusive gaslager, ingår.

I figur 2 framgår huvudkomponenterna i en biogasprocess vid ett avloppsreningsverk. Den blåa linjen i figuren utgör systemgräns för HBK. Den orangea linjen utgör systemgräns för EgMet³. Skiljelinjen mellan de båda systemgränserna går vid den första delen i processen som inte är ansluten till gassystemet⁴. Exempel: Efterrötammare som är ansluten till gassystemet hanteras som en rötammare och eventuella utsläpp av gas ingår i både HBK och EgMet systemgränser.

Figur 2: Systemgränser vid ett avloppsreningsverk



³ Lagring och hantering av rötrest görs på olika sätt på olika anläggningar och det kan ibland vara en tolkningsfråga vilka delar av hanteringen och lagringen som ska ingå i EgMet systemgräns.

⁴ Inom HBK gäller att i de fall rötresten används som gödselmedel i jordbruket betraktas rötrest som en samprodukt till producerad biogas. Det innebär att alla utsläpp efter rötammare eller rötresttång som är anslutna till gassystemet, allokeras till samprodukten dvs till rötresten.

2.1.3 Uppgraderingsanläggning

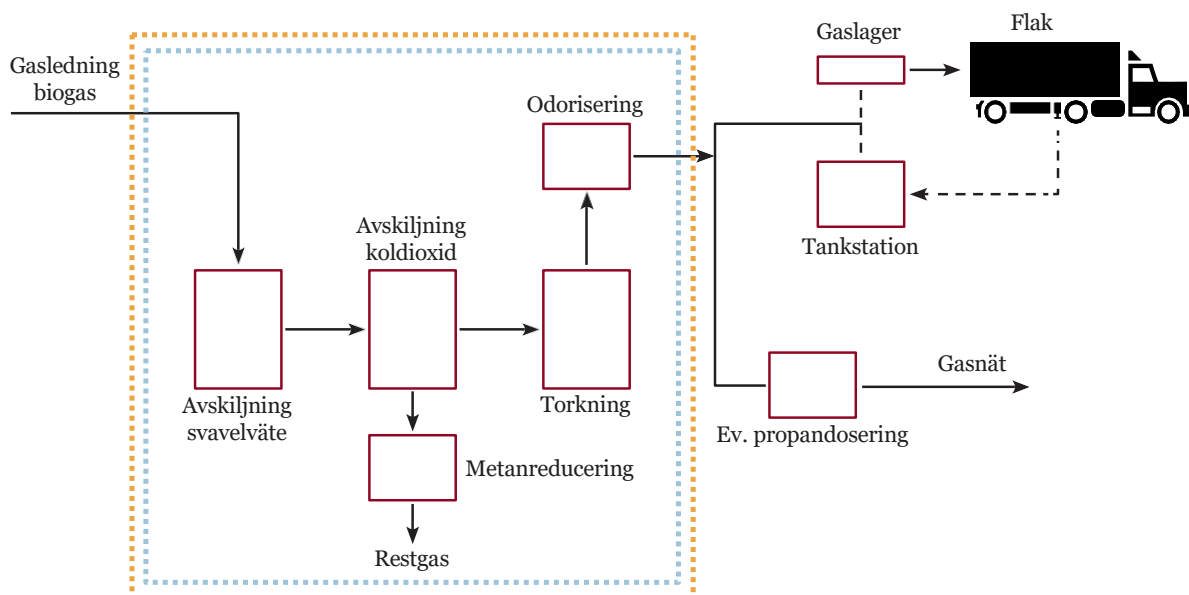
För uppgraderingsanläggningar sätts systemgränsen från det att rågasen tillförs processen (inkommande ledning till byggnaden) till och med att renad, torkad och odoriserad gas lämnar anläggningen (byggnaden).

Ska gasen användas som fordonsbränsle leds den därefter till högtryckskompressor, lager och slutligen tankstation. Ska gasen istället matas ut på gasnätet så förs den ibland först till en anläggning för propandosering, för att öka gasens energiinnehåll så att det motsvarar naturgasen. Högtryckskomprimering av biogasen, propandosering, gaslager och tankstation ingår inte i systemet EgMet. Skälet till denna avgränsning är att dessa anläggningar ofta har en annan huvudman än uppgraderingsanläggningen⁵. Det är givetvis lämpligt att införa motsvarande läcksökningsrutiner även på sådana anläggningar.

I figur 3 framgår huvudkomponenterna i en typisk uppgraderingsanläggning. Den blåa linjen i figuren utgör systemgräns för HBK. Den orangea linjen utgör systemgräns för EgMet. De båda systemgränserna är identiska för en uppgraderingsanläggning.

Restgasen innehåller förutom koldioxid som avskilts även små mängder metan. Utsläpp av metan i restgasen, efter ev. behandling för att reducera halten metan, ingår i EgMet.

Figur 3. Systemgräns vid en uppgraderingsanläggning



⁵ Ibland är det svårt att skilja utsläppen i de olika delarna åt eftersom exempelvis högtryckskompressorn kan stå i samma lokal som uppgraderingsanläggningen.

2.2 Utsläppsobjekt

I systemet EgMet har anläggningens personal till uppgift att identifiera möjliga utsläppsobjekt med systematiska utsläpp vid sin anläggning, och att markera dem på en skiss eller ritning över anläggningen. För att genomföra detta krävs god kunskap om den specifika anläggningen. Driftpersonal har ofta erfarenhet av vilka delar i anläggningen där utsläpp kan förekomma eller förväntas förekomma. Anläggningens klassningsplaner kan vara bra att utgå ifrån (se nedan). Skissen eller ritningen går igenom tillsammans med mätkonsulten, så att hen kan sätta sig in i anläggningens utformning, samt påpeka om något möjligt utsläppsobjekt av vikt saknas. I detta kapitel beskrivs vanliga utsläppsobjekt i anläggningar och informationen här kan användas som stöd vid upprättande av skissen.

Vid identifiering av möjliga utsläppsobjekt som listas i 2.3.1 och 2.3.2 har hänsyn tagits till en anläggnings klassningsplan. Klassning är en metod som används för att analysera och bedöma områden där en explosiv gasblandning kan förekomma under normala driftsförhållanden (SEK, 2023). Valet att tillämpa klassningsplanen för en biogasanläggning är att man snabbt får en överblick över de områden på biogasanläggningen där explosiva gasblandningar kan förekomma. Vid de tillfällen då gas förekommer i ett icke klassat område bör anläggningsägaren överväga att revidera klassningsplanen.

2.2.1 Samrötningsanläggning och avloppsreningsverk

Utsläppsobjekt som anläggningen bör överväga att inkludera i skissen över anläggningen och vad som bör uppmärksammas vid respektive utsläppsobjekt framgår nedan.

Ventilation

Vissa anläggningar har ett enda stort ventilationssystem där flera delflöden samlas för någon form av luktbehandling, andra anläggningar har flera enskilda ventilationssystem i lokalerna och processutrustningen. För samtliga system gäller att det är utsläppen, efter eventuell behandling, som ska bestämmas. Ofta är såväl förbehandling, efterbehandling som rötrestlager ventilerade. Även gasutrustningsrum är ventilerade, som regel enskilt. Såväl mekaniskt ventilerade objekt som självdragsventilation ska ingå.

Blandningstank

Vid en del anläggningar finns en blandningstank före rötkammaren. Under ogynnsamma förhållanden såsom för lång uppehållstid i blandningstank eller vid återföring av processvätska för spädning påbörjas metanbildningsprocessen i blandningstanken. Om stallgödsel är en del

av substratmixen sker vanligtvis också metanavgång från blandningstanken. Mätning av eventuellt metan ska göras i avluftningen.

Rötkammare

De utsläppsobjekt på rötkammare som kan förväntas ha systematiska utsläpp är bräddavloppen, som i vissa fall öppnas regelbundet och i andra fall står helt öppna. Även efterrötkammare (utan aktiv uppvärmning) ingår i denna objektgrupp, så länge som producerad gas tas om hand i gassystemet.

Rötresttank

Efter uppehållstiden i rötkammaren pumpas rötresten vidare till en rötresttank där definitionsmässigt den efterproducerade gasen ej tas om hand i gassystemet. Denna tank kan stå för en betydande del av anläggningens totala metanutsläpp. Om den producerade gasen tas om hand så är det inte en rötresttank enligt denna rapports definition utan en efterrötkammare (se ovan).

Avvattning/förtjockning

I somliga fall är avvattningen ansluten till separat eller gemensamt ventilationssystem och eventuella utsläpp av metan samlas då upp och kan bestämmas där. I andra fall leds eventuella metanutsläpp ut i lokalernas allmänventilation. Avvattningsutrustning är sällan i kontinuerlig drift varför det kan vara nödvändigt att bestämma utsläppen med och utan drift och beräkna totala årsutsläpp baserat på drifttider.

Rötrestlager

Lagring av rötrest varierar mellan olika anläggningar, eftersom en del endast har flytande rötrest och andra anläggningar har både en flytande och fast rötrest. Även behållaren för lagring av flytande rötrest varierar. På en del anläggningar är rötresttank och rötrestlager detsamma, och på andra anläggningar pumpas rötresten från rötkammare via rötresttank och avvattning till rötrestlagret.

Fast rötrest lagras vanligen i en öppen container eller på öppna ytor, men det förekommer även lagring i silo som kan vara mekaniskt ventilerad eller utrustad med avluftning i toppen. Precis som för flytande rötrest är det tänkbart att efterproduktion av metan även sker i fast rötrest. Lager för fast rötrest ingår därför i omfattningen av EgMet.

Analysinstrument

Genom anläggningens gasanalysinstrument passerar kontinuerligt ett gasflöde. Metanhalten i denna gas är känd och flödet kan vanligen avläsas på rotametrar som finns monterade invid instrumenten (vanliga enheter är lpm (liter/min) eller l/h). Ofta kan det finnas olika delflöden genom separata analysinstrument.

2.2.2 Uppgraderingsanläggning

Den viktigaste punkten ur utsläppssynpunkt på en uppgraderingsanläggning är restgasen. Via restgasen sker ett kontinuerligt metanutsläpp och det är därför viktigt att kvantifiera den. Utsläppet beror på att vatten eller kemikalien vid skrubberteknik, samt det aktiva kolet vid PSA, förutom koldioxid alltid också adsorberar en viss mängd metan.

Utsläppsobjekt för de flesta typer av anläggningar är i punkten innan restgasen leds till atmosfär. Restgasen kan ibland ledas till en behandlingsanläggning innan den leds till atmosfär och det korrekta är då att mäta utsläppet från behandlingsanläggningen. För genomströmmande vattenskrubbar är utgående skrubbevatten det aktuella utsläppsobjektet. Kvantifiering av metan i restgas är ibland komplicerad, framförallt för PSA och enkelt genomströmmande vattenskrubbar (se Handbok metanmätningar).

Eftersom restgasen utgör en känd källa för metanutsläpp är en möjlighet att installera en mätare för kontinuerlig mätning av metanhalten. Detta medför att metanutsläppet kan övervakas med övriga parametrar i anläggningen och driften optimeras för lågt metanutsläpp, se även kapitel 5. Förutom restgasen ska även uppgraderingsanläggningens ventilation ingå, då samtliga läckor och diffusa utsläpp i anläggningen samlas upp här. Vanligtvis finns också ett flertal analysinstrument monterade i anläggningen och flödena genom dessa ska då också ingå i kvantifieringen.

3. Läcksökning

I systemet EgMet krävs att anläggningarna ska ha en rutin för regelbunden och systematisk läcksökning. En noggrann läcksökning ska genomföras årligen, då hela anläggningen systematiskt går igenom. Mellanliggande kontroller ska utföras med ett tätare intervall, lämpligen 1 ggr/månad, i ett antal definierade punkter på anläggningen. Den metodik för läcksökning som beskrivs i Handbok metanmätningar ska användas.

För att utföra läcksökningen krävs god kunskap om de instrument som används (hur de ska användas, begränsningar, vad de mäter m.m.). Det är önskvärt att de personer som deltar vid läcksökningen ska ha genomgått utbildning om EgMet. För extern kontroll finns möjligheten att uppdra åt en mätkonsult att genomföra den noggranna läcksökningen, t.ex. i samband med utsläppsmätningarna vart tredje år. Då ett utsläpp upptäcks ska i största möjliga mån den exakta källan lokaliseras och om möjligt ska läckan åtgärdas direkt.

För varje anläggning som ingår i EgMet ska en checklista eller motsvarande upprättas för läcksökningen. I bilaga 1 och 2 finns exempelmallar för checklistor som kan anpassas för varje anläggning. Checklisten används som ett protokoll vid genomförandet av läcksökningen och arkiveras sedan för kontroll av en mätkonsult i samband med efterföljande utsläppsmätningar. Checklisten kan lämpligen inkluderas i underhållssystemet och synkroniseras med anläggningens underhållsplan.

3.1 Metoder och instrument

Vid läcksökning ska metoder användas som ger en kvalitativ bedömning av anläggningens skick och som snabbt detekterar utsläpp. Vanliga metoder är traditionella läcksökningsinstrument (för brännbar gas), läcksökningspray, samt okulär och luktkontroll. För EgMet krävs läcksökningsrutiner baserade på läcksökningsinstrument. Läcksökningspray kan vara ett värdefullt komplement främst vid underhållsarbeten.

Läcksökningsinstrument för detektion av metan kan baseras på olika mätmetoder. Vanliga metoder är halvledarsensorer eller katalytiska sensorer. Det är viktigt att skilja på läcksökningsinstrument och gasvarnare. Läcksökningsinstrument ska ange mätresultat som en halt på en display. Vidare ska instrumentet kunna förses med mätsond, för kontroll av svåråtkomliga utrymmen. Detektionsgränsen för metan ska vara 5 ppm eller lägre för att godtas inom systemet EgMet.

Läcksökningspray eller vanligt såpvatten används främst för täthetskontroll av flänsförband och andra skarvar. Vid användning sprutas läcksökningspray t.ex. på ett flänsförband. Om

flänsförbandet är otätt börjar det att bubbla i det sprayade lagret. Okulär- och/eller luktkontroll innebär att utsläpp upptäcks genom personalens ögon och näsa. Vid utsläpp av varm gas finns en fuktig fläck på komponenten och vid utsläpp av kall gas sker en påfrysning på komponenten. Efter regn är det fördelaktigt att kontrollera platta ytor, t.ex. betongtak, liggande manluckor samt omrörarens axelfästning. Om otätheter förekommer syns detta genom bubblor i regnvattnet.

Mer avancerade läcksökningsinstrument som blivit vanligare är s.k. OGI-kameror (Optical Gas Imaging), vilket är IR-kameror som anpassats för att kunna visa metanutsläpp på skärmen. Med en sådan kamera är det möjligt att relativt snabbt läcksöka stora anläggningar och identifiera de betydande läckagen. OGI-kameror kan vara en värdefull metod vid den årliga noggranna läcksökningen. Mellanliggande kontroller bör i första hand baseras på traditionella läcksökningsinstrument.



Noggrann läcksökning ska genomföras minst 1 ggr/år, då hela anläggningen systematiskt går igenom. Läcksökningen ska genomföras i enlighet med en för varje anläggning anpassad checklista/protokoll, baserad på de mallar som finns tillgängliga i denna rapport. Den noggranna läcksökningen ska kompletteras med mellanliggande kontroller i ett antal definierade punkter, lämpligen 1 ggr/månad. Den metodik för läcksökning som beskrivs i Handbok metanmätningar ska användas.

Läcksökningsinstrumentet ska ange mätresultatet som en halt på en display.

Instrumentet bör kunna förses med mätsond och ska ha en detektionsgräns för metan på 5 ppm eller lägre.

4. Mätning och beräkning av utsläpp

I systemet EgMet krävs att anläggningarna ska genomföra kvantifiering av metanutsläpp minst 1 ggr / 3 år. Den metodik för mätning och beräkning av utsläpp som beskrivs i *Handbok metanmätningar* ska användas. Mätningen ska genomföras av en oberoende mätkonsult. Omfattningen av rapporteringen ska minst motsvara det som ges vid rapportering enligt den Excel-mall som medföljer *Handbok metanmätningar*. Vid mätningens genomförande ska mätkonsulten också kontrollera att rutiner och genomförda läcksökningar finns dokumenterade enligt kapitel 3. Denna kontroll ska dokumenteras i mätkonsultens rapport.

Det är värt att poängtera utmaningen i att bestämma årliga utsläpp från biogödsellager/rötrestlager. Dels kan det ofta vara en mätteknisk utmaning att bestämma ett representativt momentant värde i samband med mätningarnas genomförande. För helt öppna lager krävs mätningar i tillräckligt antal punkter för att få ett representativt medelvärde. Hänsyn kan också behöva tas till olika åldrar på det lagrade materialet. Vidare ligger det stora osäkerheter i hur momentana data extrapoleras till årliga utsläpp. Påverkansfaktorer kan vara årstid, substrat, omsättning i lagret etc. Det finns ett utvecklingsbehov kring dessa frågor.



Kvantifiering av metanutsläpp ska genomföras minst 1 ggr/ 3år. Den metodik för mätning och beräkning av utsläpp som beskrivs i *Handbok metanmätningar* ska användas.

5. Metoder för åtgärdande av utsläpp

Det förekommer kontinuerligt utsläpp av metan på biogas- och uppgraderingsanläggningar. För att minska utsläppen ska utsläpp åtgärdas inom rimlig tid med rimliga resurser. Nedan presenteras förslag på vanliga åtgärder.

5.1 Metoder för att minska utsläpp från biogasanläggningar

På biogasanläggningar är ventiler, framförallt rörliga ventiler, samt säkerhetsventiler på rötkammare och efterrötningslager, ofta ett problem ur utsläppssynpunkt. Önskat utsläpp från ventiler åtgärdas genom att packning och/eller spindeln byts ut. Tätning runt manluckor och omrörarens axelfästning ska lagas vid behov. I samband med fullständig tömning av rötkammaren finns möjlighet att byta tätningen.



De mest kritiska utsläppsobjekten på en biogasanläggning är de delar som inte är kopplade till anläggningens gassystem, men som ändå kan ha ett metanutsläpp. Nedan ges några exempel:

Metanbildning före rötkammare

Mottagningstankar och bufferttankar för färskt substrat dimensioneras normalt för mottagning och lagring av substrat för att möjliggöra kontinuerlig drift över exempelvis veckoslut och längre helger. Det betyder att mottagningssystemet har en uppehållstid på flera dygn. Om anläggningen drivs med låg kapacitet kan uppehållstiden i mottagningstankar bli så lång att metanbildning startar. Detta gäller i synnerhet sommartid med hög temperatur.

Om metanbildning uppstår i mottagningstankar, ger detta ett direkt utsläpp av metan från tankarna. Vidare pumpas substrat normalt från mottagningssystemet till hygieniseringstankar där det värms upp och rörs om med omrörare. Detta innebär att metan frigörs även i hygieniseringstankarna.

Från hygieniseringen pumpas substratet till rötkammaren, i vissa fall mellanlandar substratet i en buffert- eller blandningstank som är förbunden med anläggningens ventilationssystem. Under ogynnsamma förhållanden, såsom för lång uppehållstid i blandningstank eller vid återföring av processvätska för spädning, kan metanbildningsprocessen påbörjas i blandningstanken. För att minska metanförlusten bör temperaturen i blandningstanken vara konstant låg, under 17°C, lägre än vad metanbildarna kräver. Även spädning med processvätska med högt innehåll av mikroorganismer bör undvikas.

Eventuella utsläpp av metan från processdelarna som beskrivs ovan bör behandlas i ventilationsluft (t.ex. genom förbränning). Att koppla luftströmmarna till anläggningens gassystem kan ej rekommenderas ur gassäkerhetssynpunkt.

Rötkammare

Säkerhetsventilen på rötkammarens topp ska öppna vid övertryck i rötkammaren. Om säkerhetsventilen öppnar ofta kan det bero på att ventilen är felinställd (för låg vätskenivå i säkerhetskärlet). Det kan även bero på variationer i gasproduktionen om substratet som pumpas in i rötkammaren har ojämn kvalitet så att rötningsprocessen ”kommer i olag”.

På äldre rötkammare vid avloppsreningsverk är det vanligt förekommande att bräddningarna är avluftade. Metanutsläppen i sådana avluftningar kan vara betydande och uppgå till flera procent av gasproduktionen. En enkel åtgärd för att undvika dessa utsläpp är att montera vattenlås eller liknande anordning.

Rötrestart

Efter rötkammaren fortsätter metanbildningsprocessen i rötrestarten. Det lämpligaste sättet att ta hand om gasen från rötrestarten är att hålla den i ett tätt efterrötningslager som är kopplat till gassystemet. Här låter man rötrestarten svalna alternativt kylas och bildad metan tas om hand.

För de anläggningar som har en öppen hantering av rötrestart, både fast och flytande, finns två metoder för utsläppsminskning. Ett alternativ är att bygga in hanteringen i ett slutet utrymme samt koppla denna till anläggningens gassystem (enligt ovan). Om möjligheter inte finns till sluten hantering kan rötrestartens uppehållstid i efterrötningslagret ökas, under förutsättning av lagret är gastät.

Ett sätt att säkerställa att metanproduktionen i rötrestarten har avtagit är att sänka rötrestartens temperatur, eftersom metanproduktion avtar under 17°C. Detta kan ske genom värmeväxling/värmepump eller genom inblandning av en kall materialmängd.

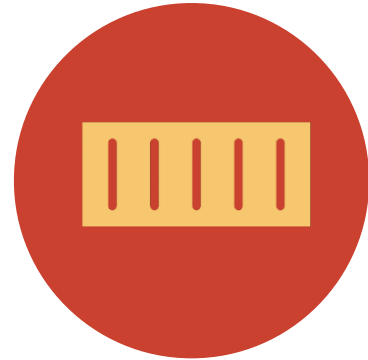
Metanbildningsprocessen kan även hämmas genom tillsats av syre t.ex. genom regelbunden omrörning i lagret. Efterhygienisering, dvs. hygienisering av rötrestart/biogödsel, är en annan effektiv metod för att undvika metanproduktion i rötrestarten.

Fackling

För att få lägsta möjliga utsläpp vid fackling av överskottsgas rekommenderas en högtemperaturfackla (ca 1100 °C). Ytterligare ett sätt att minska metanutsläpp vid fackling är att utnyttja en reglerbar fackla så att onödigt mängd gas inte facklas. Metanutsläpp kan också uppstå om omblandningen mellan gas och luft är felaktig.

5.2 Metoder för att minska utsläpp från uppgraderingsanläggningar

Även på uppgraderingsanläggningar är ventilerna ett återkommande utsläppsobjekt. Flänsförband som sitter på rör med viss rörlighet ska spännas regelbundet. Vad gäller kompressorer är det viktigt med regelbundet underhåll för att minska metanutsläppen.



Om mätningar vid en uppgraderingsanläggning visar på höga metanförluster genom restgasen från anläggningen bör det primära vara att försöka justera anläggningen, se avsnittet nedan.

Om inte det ger tillräckligt bra resultat kan metoder för destruering av restgasen övervägas.

Justering av anläggning

I en uppgraderingsanläggning med vattenskrubberteknik avskiljs koldioxid genom tryckvattenabsorption. Principen bygger på att koldioxid har högre löslighet i vatten än vad metan har. Avskiljningen sker genom att trycksatt rågas tillförs botten av en absorptionskolonn och möter motströms vatten som pumpas in från toppen. Metan har viss löslighet i vatten och genom att inte driva absorptionen av koldioxid i skrubbertornet för långt kommer också en mindre mängd metan att absorberas i vattnet. Ur ett metanförlustperspektiv är det därmed mer fördelaktigt att uppgradera till 96 % metan än 98 % i rengasen.

Beroende på typ av vattenskrubberanläggning skiljer sig sedan resterande moment åt. För en recirkulerande vattenskrubber fortsätter vattnet till en desorptionskolonn. Vid hög metanförlust i utgående restgas från desorptionskolonnen bör trycket i flashtanken sänkas. Om detta inte är tillräckligt bör anläggningens inställningar ses över så att dessa stämmer med dimensioneringen. För en enkel genomströmmande vattenskrubberanläggning går vattnet till recipient eller avlopp. Vid hög metanförlust i utgående vatten gäller samma åtgärder som för en recirkulerande vattenskrubber.

I en PSA-anläggning avskiljs koldioxid genom adsorption på aktivt kol eller zeoliter. Processen består vanligtvis av sex trycksatta kolonner som arbetar cykliskt i förhållande till varandra. Växling mellan cyklens olika förlopp, adsorption och desorption (undertryck, tryckutjämning och utblåsning) sker med hjälp av ett tidsinställt ventilsystem. Kolonnerna regenereras genom stegvis trycksänkning, där de adsorberande molekylerna släpper från adsorptionsmaterialet. De adsorberande molekylerna är huvudsakligen koldioxid samt en liten mängd metan. Slutregenerering sker med vakuumpump och restgasen från detta steg innehåller en mindre mängd metan, varför antalet slutregenereringstillfällen bör minskas. Genom att justera

anläggningens tidsinställda ventilsystem och därmed öka mättnadsgraden i adsorptionskolonnerna så kan antalet slutregenereringstillfällen minskas.

I en uppgraderingsanläggning med kemisk absorption är metanförlusten i normaldrift redan liten eftersom absorbenten är selektiv för bl.a. koldioxid samt det låga arbetstrycket. Kemisk absorption medför att koldioxidavskiljning förbättras i förhållande till förutnämnda uppgraderingstekniker. Genom att anläggningens inställningar överensstämmer med dimensionering bör metanförlusten hållas fortsatt låg.

Destruering av restgas

För uppgraderingstekniker som erhåller restgasen i en gasström finns möjlighet att oxidera och på så sätt destruera metanet. Eftersom metanhalten i restgasen är låg kan inte en självuppehållande förbränning äga rum i en konventionell gaspanna, med enbart restgasen som bränsle. För metan är den undre explosionsgränsen, det vill säga den undre gränsen för antändning och självuppehållande förbränning, 5,3 vol-% i luft. Om restgasen ska förbrännas i en vanlig gaspanna krävs stödbränsle, exempelvis biogas. I recirkulerande vattenskrubberanläggningar finns restgasen utspädd i en stor luftvolym. En möjlighet är att använda denna luft som förbränningsluft till en gaspanna. Problematiken här ligger ofta i att restgasen har större flöden än vad som krävs som förbränningsluft till pannan för uppvärmning av biogasanläggningen, varmed detta i realiteten inte är aktuellt. Förbränning av restgasen från PSA-anläggningar i gaspanna lämpar sig bättre, då restgasen här inte är utspädd med luft.

Förutom en konventionell panna så finns även andra metoder för att oxidera metanet, oxideringen kan antingen ske termiskt eller katalytiskt. Det finns några exempel på termisk destruering av metanet i restgasen från uppgraderingsanläggningar i Sverige. Metoder för att oxidera metan genom termisk oxidation, flamlös oxidation och katalytisk oxidation beskrivs här. Samtliga av dessa metoder är relativt kostsamma och investeringskostnaden ligger i storleksordningen av en halv till en miljon kronor.

Regenerativ termisk oxidation (RTO)

Vid regenerativ termisk oxidation av metan används en bädd med keramiskt material. För att starta processen värms bäddens mitt upp till 950 °C med elvärmare. Restgasen leds därefter in i bädden. Gasen värms upp av det keramiska materialet och metan oxideras med syre till koldioxid och vatten. När avgaserna leds ut ur bädden avger de värme till det keramiska materialet. Den varmaste zonen i bädden förskjuts i flödets riktning. För få hög verkningsgrad på värmeutbytet och inte överhettat materialet vänds flödet åt andra hållet efter en tid. Detta är den regenerativa principen; att energi från avgaserna lagras i materialet för att sedan användas för att värma inkommande gasström.

Systemet möjliggör reducering av metan med 98 %. Uppvärmning med el krävs för att starta systemet. För att processen därefter ska vara självgående krävs en metanhalt på 0,1-0,2 vol-%. Sjunker metanhalten under detta värde krävs tillskott av energi i form av el eller gas. Metanhalten får max vara 25 % av undre explosionsgränsen det vill säga ca 1,3 vol-% metan. Finns det risk för att metanhalten överskrider denna gräns vid vissa tillfällen kan gasen spädas med luft. Tillsats av luft krävs alltid om restgasen inte innehåller luft (t.ex. restgas från PSA). Finns svavelväte i restgasen oxideras det till svaveldioxid, SO_2 .

Metoden med regenerativ termisk oxidation är välkänd och används bland annat inom industri för oxidering av flyktiga organiska kolväten (VOC) i processluft, eller för oxidering av metan vid utvinning av kol i gruvor. I dessa processer handlar det vanligtvis om stora volymflöden som 1000 till 110 000 Nm^3 per timme. Metoden kan dock även användas för mindre flöden.

Flamlös oxidation (FLOX)

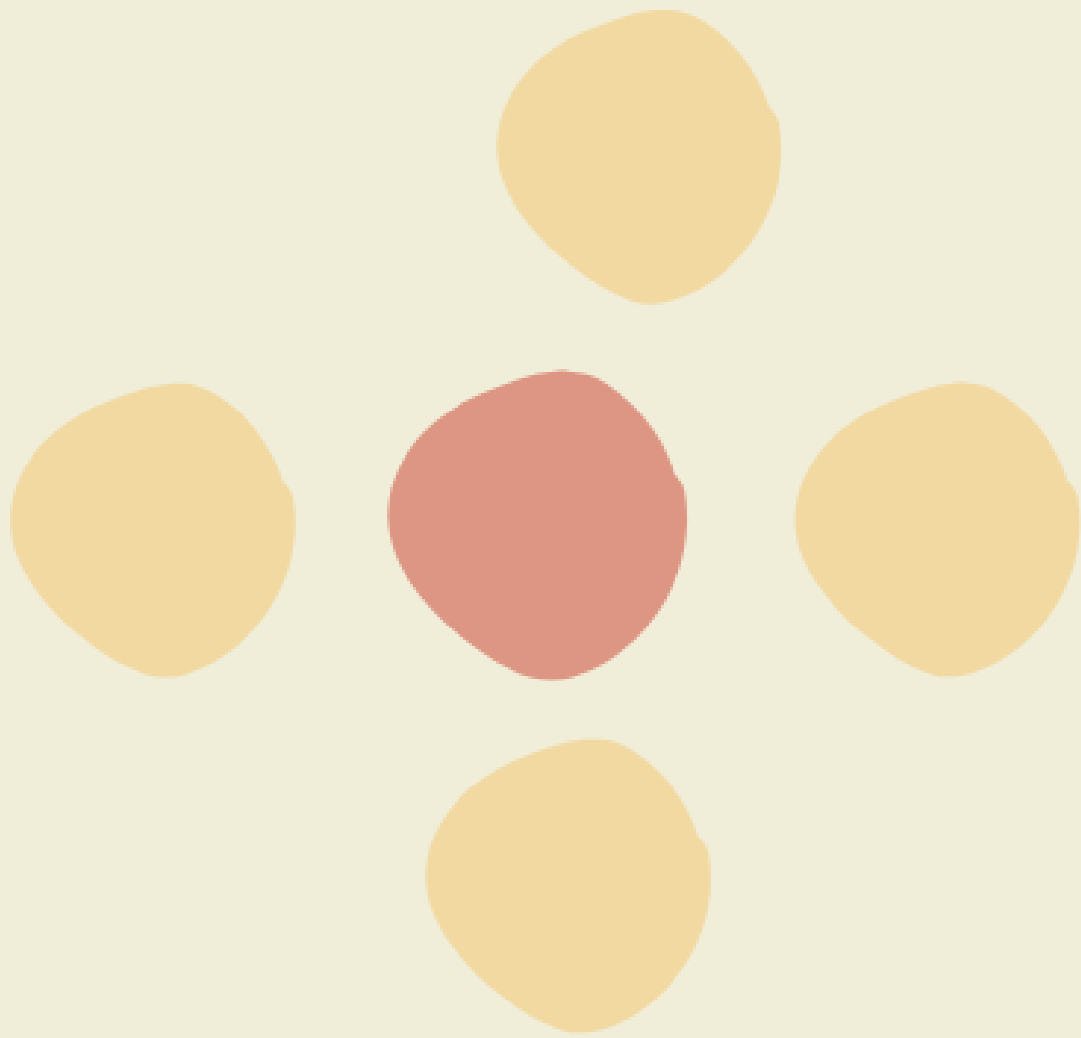
Flamlös oxidation bygger på att förbränningsluften värmeväxlas mot avgaserna via ett keramiskt material. I det keramiska materialet passerar omväxlande luft och avgaser, vilket ger regenerativ värmeväxling. Den kraftiga förvärmningen av förbränningsluften gör att självuppehållande förbränning kan fås med ett bränsle med lägre värmevärde än vad som annars är möjligt. Biogas används för att starta brännaren med flamma. När tillräcklig temperatur uppnås övergår brännaren i FLOX-läge och restgasen förbränns tillsammans med luft vid 950 °C. Biogas används enbart till att starta brännaren, i övrigt ska förbränningen fungera enbart med restgas. I princip all metan som finns i restgasen oxideras i brännaren. Avgaserna kan användas för att värma vatten som kan användas som en del av uppvärmningen av biogasanläggningen.

Katalytisk oxidation

Ett annat sätt som kan användas för att destruera metanet i restgasen är katalytisk oxidation, där oxidering av metan sker på katalysatorns yta. Katalysatorn sänker reaktionens aktiveringsenergi. Detta medför att metan kan oxidera vid lägre temperatur och att därmed lägre halt metan krävs för en självuppehållande förbränning. Det aktiva ämnet i katalysatorn kan bestå av platina (Pt), palladium (Pd) eller koboltoxid. Precis som för tidigare beskrivna metoder krävs tillskott av energi i form av el eller stödbränsle för att uppnå initiala förhållanden. För att processen därefter ska vara självgående krävs en metanhalt på 0,25 vol%. Materialet kan skadas av svavelväte, vilket måste beaktas. Den katalytiska oxideringen reducerar halten metan med över 90-95 %, beroende på mängden katalysator.

Referenser

- Börjesson, P., Tufvesson, L., & Lantz, M. (2010). *Livscykelanalys av svenska biodrivmedel*. Lund: Environmental and Energy Systems Studies, Lund university.
- Gunnarsson, I., von Hoffmann, 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 2009.
- Myhre, G. D.-M.-F. (2013). *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Persson, M. (2003). *Utvärdering av uppgraderingstekniker för biogas*. Malmö: SGC rapport 142.
- Persson, M., Jönsson, O., Ekstrandh, A., & Dahl, A. (2007). *Frivilligt åtagande - inventering av utsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar*. Malmö: Avfall Sverige rapport U2007:02.
- SEK. (2023). *Klassning av explosionsfarliga områden*. Kista: SEK Svensk Elstandard Handbok 426.



2025

Författare

Magnus Holmgren, EgMet Kansli



AVFALL SVERIGE

Svenskt Vatten