

METANUTSLÄPP



En kunskapssammanställning om utsläppskällor,
läcksökning och miljönytta på biogasanläggningar

- Med erfarenheter från Sverige, Danmark, Tyskland och Österrike

Anders Hjort • Daniel Tamm • Marita Linné • Alexandra Sandberg

BioMil AB
biogas, miljö och kretslopp

Innehåll

1	BAKGRUND	1
2	INTRODUKTION.....	2
3	DE VANLIGASTE UTSLÄPPSPUNKTERNA	3
3.1	Ventilationssystem	3
3.2	Förbehandling och lagring	4
3.3	Hygienisering.....	4
3.4	Blandningstank	4
3.5	Rötkammare	4
3.6	Avvattning.....	5
3.7	Biogödsellager (rörestlager).....	5
3.8	Gasklocka/gaslager	5
3.9	Gasfackla.....	5
3.10	Gasutrustningsrum	5
3.11	Kraftvärmeverk/gaspanna	5
3.12	Uppgradering.....	6
4	HUR FUNGERAR LÄCKSÖKNING	7
4.1	Utrustning för läcksökning	8
4.1.1	Läcksökningsspray och såpvatten	8
4.1.2	Sinneskontroll eller okulär- och luktkontroll	8
4.1.3	Handhållna mätare.....	8
4.1.4	Infrarödkamera	8
4.2	Handhållen laserspektrometer	9
4.3	Flamjoniseringsdetektor (FID).....	9
4.4	Gaskromatografi (GC)	9
5	BERÄKNING AV STORLEKEN PÅ METANUTSLÄPP	10
5.1	Tekniker för flödesmätning.....	10
5.1.1	Rörledning för ventilation, avgas etc.....	11
5.1.2	Vindtunnel.....	11
5.1.3	Täckta och otäta lager	11
5.1.4	Icke täckta lager	12
5.1.5	Uppsamling med plastpåse.....	12
5.1.6	Statistik bedömning enligt SS-EN 15446	12
5.1.7	Hela anläggningen	12
6	ÅTGÄRDER FÖR MINSKAT METANUTSLÄPP	13

6.1	Minskat metanutsläpp från biogödsellager (rötrestlager).....	13
6.2	Minskat metanutsläpp från gasmotor.....	13
6.3	Minskat metanutsläpp från uppgradering.....	14
6.4	Minskat metanutsläpp från de vanligaste utsläppspunkterna.....	14
6.5	Minskat metanutsläpp från (icke-systematiska) punktutsläpp.....	15
7	SÄKERSTÄLLA OCH BERÄKNA MILJÖNYTTAN.....	16
8	REFERENSER.....	18
Bilaga 1 –	ÖVERSIKT ÖVER NÅGRA EUROPEISKA LÄNDER.....	20
Bilaga 2 –	EU:s gemensamma lagstiftning.....	24
Bilaga 3 –	Bakgrundsdata vid beräkning av miljönyttan.....	26
Bilaga 4 –	Kraftvärmeproduktion (svensk elmix och olja).....	28
Bilaga 5 –	Kraftvärmeproduktion (nordisk elmix och olja).....	29
Bilaga 6 –	Kraftvärmeproduktion (naturgas och olja).....	30
Bilaga 7 –	Fordonsgasproduktion.....	31

Ordlista

Atmosfärstryck	Normalt atmosfärstryck vid havsytan. D.v.s. 273,15 K (0° C) och 1 atm (101,325 kPa).
BAT-slutsatser	BAT-slutsatser är kapitel i BREF (BAT Reference Document). Arbete pågår inom EU med att uppdatera samtliga BREF och förse dem med aktuella BAT-slutsatser.
Biogas	Ett gasformigt bränsle som framställts av biomassa och vars energiinnehåll till övervägande del kommer från metan.
Biogödsel	Rötningsprocessens slutprodukt från samrötningsanläggningar eller gårdsanläggningar. Kan också kallas för rötrest (se nedan för definition). Certifierad biogödsel är certifierad enligt SPCR120.
Diffusa utsläpp	Metanutsläpp som sker på en större yta, t.ex. ett membrantak eller öppet biogödsellager, till skillnad från punktutsläpp.
Fordonsgas	Gasblandning (huvudsakligen metan av fossilt och/eller förnybart ursprung) som används som drivmedel till metangasdrivna fordon. Fordonsgas består av biogas, naturgas eller kombinationer av båda och är ett avsevärt mycket renare bränsle än bensin och diesel. Biogas är förnybart och tillför inte någon ny koldioxid till atmosfären och naturgas är ett fossilt bränsle som medför en minskad miljöpåverkan jämfört med bensin och diesel.
Frivilligt åtagande	Avfall Sverige införde 2007 ett frivilligt åtagande för biogas- och uppgraderingsanläggningar där de förbinder sig till att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska sina utsläpp av metan.
Gårdsanläggning	Biogasanläggning som till största delen rötar gödsel och annat rötbart material från gården. Om maximalt tre gårdar levererar substrat till en och samma anläggning finns det inte krav på hygienisering av substratet.
Hygienisering	Värmebehandling/pastörisering för att reducera antalet smittsamma organismer i råvaran. Ett exempel på hygieniseringsmetod är att värma råvaran till 70 C i en timme före själva rötningsprocessen.
Koldioxid	Molekyl som består av en kolatom och två syreatomer, CO ₂ . Utgör typiskt ca 40 % av biogas.
Koldioxidekvivalenter	Utsläppen av olika växthusgaser kan med hjälp av gasernas mått på hur mycket de bidrar till växthuseffekten och den globala uppvärmningen (GWP-värden) räknas om till koldioxidekvivalenter. Räknat per utsläppt ton bidrar exempelvis metan 34 gånger mer till växthuseffekten än koldioxid, och ett metanutsläpp på 1 ton motsvarar därför 34 ton koldioxidekvivalenter [24].
Metan	Molekyl som består av en kolatom och fyra väteatomer, CH ₄ . Metan är huvudbeståndsdelen i biogas.

Metanutsläpp	Utsläpp av metan till atmosfären från produktion till och med förbränning. Kallas även metanläckage eller metanemissioner.
Miljönytta	Definieras i denna rapport som den förbättrande påverkan som sker på växthusgasbalansen. Andra miljöeffekter exempelvis påverkan på växtnäringsläckage, ammoniak ingår inte.
Naturgas	Gasblandning som till övervägande del innehåller metan med fossilt ursprung.
Punktutsläpp	Metanutsläpp som sker vid ett definierat ställe, t.ex. genom otätheter som hål eller läckande flänsförband, eller genom flöden till atmosfär så som ventilationsluft eller restgas. Motsats till diffusa utsläpp
Restgas	Den gas förutom fordonsgas som återstår vid uppgradering av biogas efter att koldioxid och andra icke önskvärda ämnen har separerats från biogas.
Rågas	Biogas som inte har uppgraderats till fordonsgas.
Rötning	Anaerob (syrefri) process där mikroorganismer bryter ned organiskt material till biogas som främst består av metan och koldioxid.
Rötrest	Produkt som bildas efter rötning av biomassa och som innehåller vatten, icke nedbrutet material, näringsämnen och mikroorganismer. Kan också kallas biogödsel (se ovan för definition).
Samrötningsanläggning	Biogasanläggning som blandar och rötar olika typer av organiskt material, dock inte avloppsslam som är exkluderat i certifieringsreglerna. Krav på hygienisering av substratet finns.
Substrat	Det organiska material som används för att producera biogas, exempelvis gödsel, matavfall, slakteriavfall, material från växtodling.
Systematiska utsläpp	Utsläpp som sker under den vanliga anläggningsdriften och som inte beror på någon felfunktion.
Uppgraderad biogas	Biogas som förädlats till fordonsgas.
Uppgradering	Genom att koldioxid och andra gaser renas bort från biogasen blir det möjligt att använda biogasen som fordonbränsle, vilket kräver en metanhalt på minst 95 %. Denna gasrening kallas uppgradering.
Växthusgaser	Vissa gaser i atmosfären gör så att värme behålls runt jorden som i ett växthus vilket gör så att växter, djur och människor kan överleva på jorden. Människans utsläpp av växthusgaser bidrar till att förstärka den naturliga växthuseffekten vilket leder till ett varmare klimat. De vanligaste växthusgaserna är vattenånga och koldioxid som finns naturligt i jordens atmosfär. Andra växthusgaser är metan, lustgas och fluorföreningar

Förkortningar

Atm	Atmosfär: Tryckenhet.
BAT	Best Available Technique: På svenska definierat som "bästa tillgängliga teknik". Infördes i Svensk lagstiftning genom införande av IPCC direktivet som nu har ersätts av det nya industriutsläppsdirektivet (IED). Defineras som "det mest effektiva och mest avancerade stadium vad gäller utveckling av verksamhet och tillverkningsmetoderna som anger en given tekniks praktiska lämplighet för att utgöra grunden för gränsvärden för utsläpp och andra tillståndsvillkor och som har till syfte att hindra och, när detta inte är möjligt, minska utsläpp och påverkan på miljön som helhet".
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz, tyska Miljöbalken
BREF	BAT Reference Document: Ett BREF-dokument är ett tekniskt dokument från EU-kommissionen. Det syftar till att fastställa bästa tillgängliga teknik för olika industrisektorer. Dokumenten identifierar också den miljöprestanda som kan uppnås om man använder bästa tillgängliga teknik Best Available Techniques (BAT) för den aktuella branschen.
CH ₄	Metan
CHP	Combined Heat and Power: Kraftvärme
CO ₂	Koldioxid
DGC	Dansk Gasteknisk Center a/s
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz, tyska lagstiftningen avseende förnybara energier.
EPMD	Ethylene Propylene Diene M-class, typ av syntetiskt gummi.
FID	Flame Ionization Detector, på svenska flamjoniseringsdetektor
GC	Gaskromatograf, utrustning för att mäta halten av komponenterna i ett gasprov.
GWP	Global warming potential (GWP) är ett mått på förmågan hos en växthusgas att bidra till växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Skalan är relativ och jämför den aktuella gasens klimatpåverkan med effekten av samma mängd koldioxid. Utsläppen av olika växthusgaser kan med hjälp av gasernas GWP-värden räknas om till koldioxidekvivalenter, vilket gör det lättare att jämföra dem med varandra.
IED	EU:s Industriutsläppsdirektiv, från engelskans Industrial Emissions Directive
IUF	Industriutsläppsförordningen
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change
LCA	Livscykelanalys
Nm ³	Gasvolym brukar anges i normalkubikmeter, Nm ³ , dvs. volymen vid 0° C och atmosfärstryck.

OML	”Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodeller” en dansk atmosfärisk spridningsmodell som används för att beräkna hur utsläpp sprids.
PBL	Plan- och bygglagen
PSA	Pressure Swing Adsorption: Tryckväxlingsadsorption, en teknik för att bl.a. uppgradera biogas till fordonsgas.
TA Luft	Tyska anvisningar för utsläpp till luft [16]
TDLAS	Tunable Diode Laser Spectrometer, på svenska laserspektrometer
VOC	Volatile Organic Compounds: Samlingsbegrepp för flyktiga kolväten såsom metan, propan.

SI-enheter

Storhet	Enheter	Omräkning
Effekt	W (Watt)	
Tid	s (sekunder), h (timmar)	1 h = 3600 s
Energi (effekt gånger tid)	J (Joule)	1 J = 1 W·s
	Wh (wattimmar)	1 kWh = 3 600 000 J

Prefix till SI-enheter

Prefix	Namn	Faktor	Omräkningsexempel
k	kilo	10^3 (1 000)	1 MWh = 1000 kWh
M	mega	10^6 (1 000 000)	1 GWh = 1000 MWh
G	giga	10^9 (1 000 000 000)	1 TWh = 1000 GWh
T	tera	10^{12}	1 TWh = 3,6 PJ
P	peta	10^{15}	1 PJ = 0,278 TWh
ppm	parts per million (miljondelar)	10^{-6}	1 % = 10 000 ppm

1 BAKGRUND

På regeringens uppdrag arbetar Jordbruksverket med att ta fram och betala ut ett produktionsstöd till biogasanläggningar som gör biogas av stallgödsel, det så kallade gödselgasstödet. För att få ta del av gödselgasstödet krävs det att anläggningsägarna genomför en årlig läcksökningsrutin i syfte att minimera utsläpp av metangas. Det är också angeläget att kontinuerligt minska metanutsläpp från så kallade systematiska utsläppspunkter. Metanutsläpp från lagring av biogödsel efter rötningen samt från förbränning av biogasen till el och värme i en gasmotor (kraftvärmeenhet) är exempel på systematiska utsläppspunkter.

Utsläpp av metan till atmosfären från produktion till och med förbränning benämns i denna rapport som metanutsläpp. Det kan även kallas för metanläckage eller metanemissioner.

För att ge anläggningsägarna inspiration till olika sätt att minska metanavgången från biogasanläggningar har konsultbolaget BioMil på uppdrag av Jordbruksverket genomfört en kunskapssammanställning av hur läcksökning och minskning av metanutsläpp sker på biogasanläggningar i Danmark, Tyskland och Österrike samt sammanställt erfarenheter i frågan om läcksökning och metanutsläpp från samrötningsanläggningar i Sverige.

I Sverige finns sedan 2007 ett program för Frivilligt Åtagande¹ som syftar till att anläggningar förbinder sig att kontinuerligt kontrollera sina anläggningar på metanutsläpp. Kontakt har tagits med respektive lands myndigheter, branschorganisationer etc. för att erhålla information. Nyligen genomförda mätningar som utförts på tolv biogasanläggningar i Danmark visar på förvånansvärt många större metanutsläpp, och i genomsnitt uppgick metanutsläppet till 4,6 % [4]. För jämförelse kan nämnas att mätningar på svenska anläggningar i enlighet med biogasbranschens *Frivilligt åtagande* visar på ett genomsnittligt metanutsläpp från biogasanläggningar på 1,8 % 2007-2012 [3].



Metan är det enklaste kolvätet, med den kemiska formeln CH_4 . Metan är en luktfri och färglös gas. Metan bildas vid nedbrytning av organiskt material i syrefattiga miljöer, till exempel botten på kärr, i vommen på en ko eller i kontrollerad form i en biogasanläggning. Metan är en växthusgas och bidrar därmed till växthuseffekten. Huvudbeståndsdelen i biogas är metan, och det är biogasens metaninnehåll som är den huvudsakliga energibäraren i biogas.

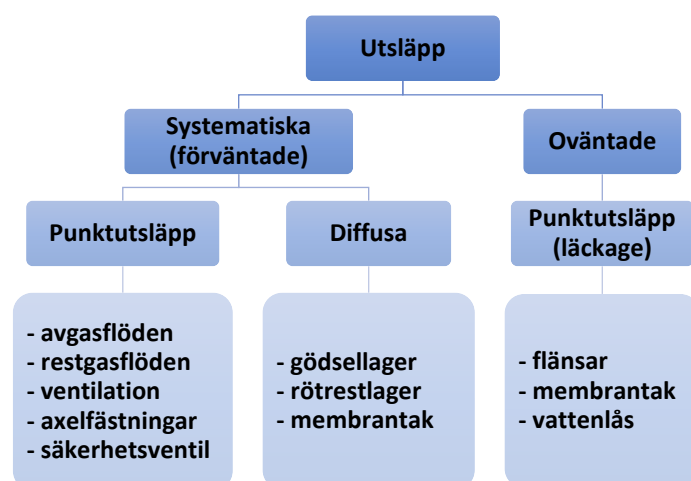
Utsläpp av metan har en direkt påverkan på miljön, men är också i stor utsträckning en ekonomisk fråga. Vid en stor biogasanläggning i Danmark uppmättes ett metanutsläpp på 276 000 m^3 , och med ett gaspris på 5 kr/ m^3 metan motsvarar detta nästan 1,4 miljoner kronor som bara släpps ut till ingen nytta [9]. Det är med andra ord betydande resurser som släpps via metanutsläpp, och som genom kunskap om den specifika anläggningen istället kan tas tillvara.

¹ Framtaget av branschorganisationen Avfall Sverige

2 INTRODUKTION

Utsläpp från biogasanläggningar kan allmänt delas upp i systematiska utsläpp och oväntade utsläpp. Systematiska utsläpp är normalt förekommande i vanlig drift och som kan förväntas. Denna typ av utsläpp kan komma både från punktkällor såsom metanutsläpp via t.ex. avgas- och restgasflöden, eller som diffusa utsläpp t.ex. från ytor på öppna lager eller diffusion genom membrantak. Väntade utsläpp på en biogasanläggning är alltid punktsläpp och innebär oftast att det finns en felfunktion i anläggningen. Exempel är läckage från specifika punkter såsom sprickor, lösa flänsar eller vattenlås som löser ut under normal drift.

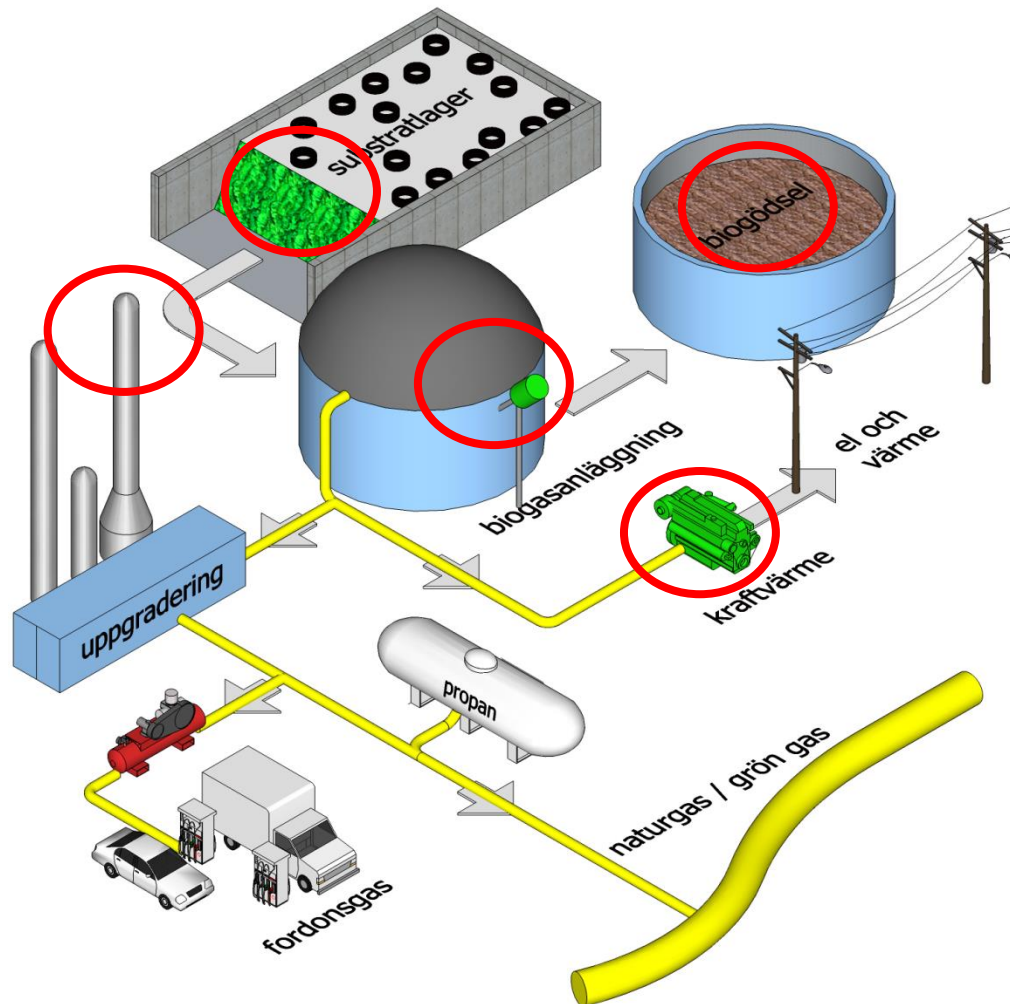
I och med att väntade utsläpp alltid beror på en felfunktion kan denna typ av utsläpp undvikas eller minimeras genom att ha goda drift- och underhållsrutiner. Det går sällan att helt undvika systematiska utsläpp, men genom optimering av driftparametrar samt investeringar i extra utrustning kan utsläppen oftast minskas.



Figur 1. Visar ett utsläppsträd för att kategorisera olika typer av utsläpp som kan uppstå på en biogasanläggning.

3 DE VANLIGASTE UTSLÄPPSPUNKTERNA

På en biogasanläggning finns det vissa anläggningsdelar som kan medföra ett metanutsläpp. Alla anläggningsdelar som beskrivs finns dock inte på alla biogasanläggningar beroende på att anläggningar har olika förutsättningar gällande storlek, lokalisering, inkommande substrat, gashantering etc. Läs de punkter som är av betydelse för dig!



Figur 2: Schema över biogaskedjan med olika gasanvändningar. Några vanliga utsläppspunkter är markerade i rött.

3.1 Ventilationssystem

De flesta större biogasanläggningar (oftast samrättningsanläggningar) hanterar substrat inomhus i en byggnad, som oftast är ventilerad och kopplad till ett ventilationssystem. Från mottagningshall, mottagningsstank, hygienisering samt eventuell förbehandling samlas vanligtvis ventilationsluft in. Ventilationssystemet består oftast av en efterbehandlingssenheter som har till uppgift att rena luften och därmed minska lukten. Mätningar i Tyskland (bl.a. i [12]) och i svenska Frivilligt Åtagande [2] har visat att luktreduceringsutrustning som baseras på biologisk rening eller aktivt kol inte har någon nämnvärd effekt på reduktion av metan i det behandlade luftflödet, och man kan därför utgå från att metan obehindrat passerar genom ventilationssystemet.

3.2 Förbehandling och lagring

Hantering av naturgödsel medför ett visst metanutsläpp, både vid mottagning och vid lagring. Erfarenheter från Danmark visar att en kort hanteringstid bör eftersträvas för att hålla nere metanutsläppet [4]. Det innebär att naturgödseln ska matas in i rötchammaren så snabbt som möjligt för att förhindra metanutsläpp från förbehandling och lagring. Medelförlusten av metan från ett inmatningssystem med skruvtransportör uppgår till cirka 0,008 % av inkommande metanmängd, och övrig matningsutrustning upp till cirka 0,16 %. En lagringstank för substrat medför i medeltal en förlust på mellan 0,005-0,31 % av inkommande metanmängd [1][12].

I Tyskland har undersökningar på ensilagelager visat att metanemissionerna är små i jämförelse med övriga utsläppskällor som kan uppstå på en anläggning [12]. Medelförlusten av metan från ett ensilagelager uppgår till cirka 0,00065 % av inkommande metanmängd [1][12].

3.3 Hygienisering

En biogasanläggning som hanterar animaliska biprodukter omfattas av ABP-förordningarna som ställer krav på hygienisering (pastörisering dvs. uppvärmning i 70 °C under 1 timme) i syfte att förhindra smittspridning. Det kan förekomma en viss metanproduktion i hygieniseringssteget. En hygieniseringsenhet är vanligtvis kopplad till anläggningens gas- eller ventilationssystem.

För de anläggningar vars hygieniseringsenhet är kopplad till gassystemet rekommenderas att kontinuerligt undersöka flänsförband, säkerhetsventiler och handventiler på gasledning vid hygieniseringen. Om hygieniseringsenheten istället är kopplat till ventilationssystemet ska luften till och från efterbehandlingsutrustningen undersökas.

3.4 Blandningstank

Om biogasanläggningen är försedd med en blandningstank efter hygieniseringen finns risk för okontrollerat metanutsläpp. Under ogynnsamma förhållanden såsom för lång uppehållstid i blandningstank eller vid återföring av processvätska för spädning i blandningstanken kan det ske metanproduktion. Kontroll kan företrädesvis ske i avluftningen till blandningstanken. Medelförlusten av metan från en blandningstank varierar mellan 0,01-0,3 % av inkommande metanmängd [12].

3.5 Rötchammare

I en rötchammare sker en syrefri nedbrytning av substrat och biogas produceras. Detsamma sker i en efterrötchammare som behandlar rötat material för att tillvarata ytterligare biogasproduktion. Den biogas som bildas under rötningsprocessen samlas upp i rötchammarens gasdel (även kallad gasdom) och leds sedan vidare genom anläggningens gassystem. Gasdomen är försedd med en säkerhetsventil som skyddar mot övertryck i rötchammaren. Om ventilens öppningstryck ligger för nära driftrycket i rötchammaren finns en uppenbar risk att säkerhetsventilen ofta öppnar, vilket kan leda till stora utsläpp av biogas. Från gasdomen leds biogasen vidare i gasledning, som i sin tur är ansluten till ett säkerhetssystem med vattenlås, där det kan förekomma ett metanutsläpp. Andra specifika utsläppsobjekt på en rötchammare och efterrötchammare är bräddavlopp, omrörarens axelfästning samt säkerhetssystemets utloppsledning.

De flesta rötchammare som har undersökts under de senaste åren både i Sverige och utomlands är helt täta. Detta gäller både gamla och nya anläggningar. I enstaka fall har

otätheter konstaterats på både dubbelmembrantak och betongtak som lett till utsläpp på mellan 0,006 och 0,076 % av metanproduktionen. [1][12]

3.6 Avvattning

På en del biogasanläggningar sker en avvattning av biogödselen innan vidare hantering. Inventering av metanutsläpp bör göras vid toppen på avvattningskolonnen eftersom det finns en risk att gasbildning fortfarande kan pågå i biogödselen. Även vid annan öppen hantering såsom vid siktning bör en inventering av metanutsläpp genomföras.

3.7 Biogödsellager (rötrestlager)

Lagring av biogödsel varierar mellan olika biogasanläggningar eftersom det förekommer både flytande och fast biogödsel som kräver olika hanteringssystem. Det förekommer också olika typer av behållare för lagring av flytande biogödsel. På en del biogasanläggningar är efterrötkammare och biogödsellager detsamma, och på andra anläggningar pumpas biogödselen från rötkammare via en biogödseltank och avvattning till biogödsellagret. Det förekommer metanproduktion även i lagerbehållare, varför det är viktigt med effektiv täckning eller anslutning till gassystem.

Medelförlusten av metan från biogödsellager som inte är anslutna till gassystemet varierar mellan 0,2 och 11 % av inkommande metanmängd, oavsett om lagret är täckt eller inte [1].

3.8 Gasklocka/gaslager

En gasklocka eller gaslager har till uppgift att fungera som ett buffertsystem och för att hålla tillräckligt systemtryck i biogasanläggningens gassystem. I Sverige förekommer främst flytande gasklocka eller en gasklocka med dubbelmembrantak. På en flytande gasklocka bör kanten mellan tak och vägg undersökas, eftersom det finns en stor risk att metanutsläpp sker den vägen. Är taket gjort av betong bör även taket undersökas för att säkerställa att det inte förekommer sprickor i betongen. På en gasklocka med dubbelmembrantak rekommenderas att kontrollera metanhalten i det utgående luftflödet vid upploppet.

3.9 Gasfackla

En gasfackla används för att förbränna överskottsgas, som kan uppstå om utrustningen för gasanvändningen är tillfälligt ur funktion eller om gasproduktionen periodvis överstiger gasanvändningen. Om förbränningen i gasfacklan är bristfällig på något sätt t.ex. vid dålig reglering av flödet, felaktig omblandning av gas och luft eller vid felinställd förbränningstemperatur finns det risk för metanutsläpp till atmosfären. Det rekommenderas att facklan trimmas in enligt tillverkarens anvisningar för att säkerställa minst möjliga utsläpp utifrån tillverkarens garantier.

3.10 Gasutrustningsrum

Den biogas som producerats i rötkammaren leds vid gasledning till gasutrustningsrummet. I gasutrustningsrummet finns komponenter såsom säkerhetskärl, slamfälla, gasfilter, kondensfällor före och efter gasfläkt, kompressor, ventiler, flänsförband samt analysutrustning. Det kan förekomma metanutsläpp från samtliga komponenter varpå dessa regelbundet bör kontrolleras.

3.11 Kraftvärmeverk/gaspanna

När biogas förbränns i ett kraftvärmeaggregat (gasmotor, gasturbin etc.) sker det normalt ett metanutsläpp på cirka 0,8 % av ingående metan, med enstaka fall där upp till knappt 3 % har

uppmätts [12]. I en dansk undersökning [7] påpekas att gasflamman kan slås ut mot en kall vägg vid uppstart en gasmotor, eftersom utrustningen är kall och därmed slutar brinna. När gasflödet in till motorn är igång utan att det sker en förbränning, sker istället ett metanutsläpp. Det är viktigt att kontrollera förbränningen under uppstart av motor. Detsamma gäller för en gaspanna.

I Danmark påvisas också att metanutsläpp kan uppstå genom att gasen gömmer sig i hålrum vid kolvringar och tändstift i en gasmotor. I oljesmorda gasmotorer kan metan fångas in i en oljefilm pga. högre tryck före förbränningen och frigöras som ett metanutsläpp när oljetrycket sedan sjunker.

3.12 Uppgradering

På en uppgraderingsanläggning förekommer tre ställen där metanutsläpp kan uppstå. Dessa är rörliga delar, icke rörliga delar samt i utgående restgas till atmosfär. Exempel på rörliga delar är ventiler som regelbundet ändrar läge, lager av roterande utrustning, skakande kompressorer och gasledning med förband i anslutning till kompressorerna. Icke rörliga delar är komponenter som i normaldrift inte rör sig t.ex. handventiler, flänsförband och säkerhetsventiler på orörlig gasledning. I vanliga fall utgör restgasen den i särklass största utsläppskällan vid en uppgraderingsanläggning. I och med att det inte är fysikaliskt möjligt att hundra procentigt separera gasens beståndsdelar följer alltid en viss mängd metan med i restgasen, samt en viss koldioxid i den uppgraderade gasen. Mängden av denna "förorening" beror på processvalet och driftparametrarna. Aminskrubbrar har ett garanterat maximalt utsläpp på 0,1 %. Membrananläggningars utsläpp beror på konfigurationen och ligger oftast mellan under 0,5 % och upp till 2 %. Moderna vattenskrubbrars utsläpp ligger omkring 1 %, och utsläppen från Pressure Swing Absorption- anläggningar (PSA) på närmast 2 %. Organiska fysikaliska skrubbrar har högre metanutsläpp men restgasen används för att producera värme till processen [32].

I det tyska regelverket för förnybara energier (EEG) [14] anges förutsättningar för att få olika bonusar. Vid uppgradering av biogas för inmatning på naturgasnätet gäller att maximalt 0,2 % metanutsläpp får förekomma i uppgraderingsanläggningen för att ta del av "Gasaufbereitungs-Bonus" (tidigare även kallad "Technologie-Bonus") på mellan 1 och 3 ¢/kWh. Även den tyska förordningen för inmatning av biogas i naturgasnätet (GasNZV [13]) ställer samma krav på max 0,2 % metanutsläpp i gasuppgraderingen som en förutsättning för drifttillståndet för anläggningar som matar in gasen i naturgasnätet.

I Österrike begränsas metanutsläppet från uppgraderingsanläggning till 0,5 % av den producerade biogasmängden, genom krav för att få ersättning enligt österrikiska intagningstarifferna [26].

4 HUR FUNGERAR LÄCKSÖKNING

För att ta reda om du har några metanutsläpp på din biogasanläggning ska du genomföra en systematisk läcksökning genom att gå igenom anläggningen enligt ett förutbestämt schema (även kallat rondering). En mycket omfattande beskrivning av metoder och tekniker som används i Tyskland finns i rapport [12] där specifika tillvägagångssätt beskrivs för hur utsläpp kan lokaliseras och storlek på utsläpp beräknas på olika anläggningsdelar. I svenska programmet för Frivilligt Åtagande rekommenderas metoder och tekniker som finns beskrivna i rapporterna [5] och [6]. Enligt Frivilligt Åtagande [2] kan läcksökningen begränsas till de anläggningsdelar som är ex-klassade dvs. där brännbara gasblandningar kan förekomma. Det har visat sig att rutiner och beskrivningar för läcksökning är landsberoende eftersom att leverantörer av teknik för läcksökning levererar sina produkter oberoende vilket land köparen har sin biogasanläggning.

Om du tidigare aldrig har gjort en läcksökning på din biogasanläggning gäller generellt att börja läcksökningen i stora drag och jobba inåt mot specifika utsläppspunkter. Börja med en övergripande genomgång av anläggningen med en handhållen gasmätare för att identifiera områden med förhöjd metanhalt. Kontrollera också ventilationsluft från anläggningsdelar eftersom detta kan ge en fingervisning över var utsläpp kan förväntas. Vid mer svåråtkomliga ställen utomhus rekommenderas att använda mer avancerad utrustning såsom kamera för att mäta metanhalten på distans. Börja därefter arbeta inåt i syfte att lokalisera utsläppspunkterna genom att långsamt sondera anläggningen med hjälp av avsedd utrustning såsom gasmätare, läcksökningspray och sinneskontroll.

För lokalisering och beräkning av metanutsläpp kan en rad olika tekniker användas. Generellt kan teknikerna delas in läcksökning, mätning av metanhalt och beräkning av storlek på metanutsläpp. För beräkning av storlek på metanutsläpp behövs, utöver metanhalten, även kännedom om flödesmängderna. Se kapitel 5 för beräkning av metanutsläpp. Tabell 1 nedan visar en sammanställning över tekniker som går igenom gällande om de är lämpade för läcksökning och eller mätning och beräkning av storlek på metanutsläpp.

Tabell 1. Visar en sammanställning över teknikerna och när de kan användas.

	Läcksökning	Mätning och beräkning av storlek på metanutsläpp
Läcksökningspray	X	
Sinneskontroll	X	
Handhållen mätare	X	X
Infrarödkamera	X	
Handhållen laserspektrometer	X	X
Flamjoniseringsdetektor		X
Gaskromatografi		X

4.1 Utrustning för läcksökning

4.1.1 Läcksökningsspray och såpvatten

Läcksökningsspray eller såpvatten sprutas på potentiella punktkällor såsom flänsförband och skarvar som finns på fasta underlag. Läckaget visas genom att det bubblar på den sprayade ytan. Metoden har vissa begränsningar eftersom det främst fungerar i ett visst flödesområde, exempelvis riskerar större läckor att inte upptäckas eftersom gasen kan pysa igenom vätskehinnan på en större yta utan att bubbelbindning sker. Det kan också vara svårt att identifiera mycket små läckor med denna metod. I takt med att den tekniska utrustningen blir allt mer tillförlitligt och lättanvänd, avråds det allt oftare ifrån att använda läcksökningsspray eller såpvatten. Läcksökningsspray finns att köpa på sprayburk och såpvatten kan blandas hemma. [2][4]

4.1.2 Sinneskontroll eller okulär- och luktkontroll

Sinneskontroll sker genom att driftpersonalen kontrollerar status på anläggningen genom deras syn- och luktsinne, s.k. okulär- och luktkontroll. Generellt gäller att utsläpp av fuktig gas ger en fuktig fläck på komponenten och vid utsläpp av kall gas sker en påfrysning på komponenten. Efter regn är det fördelaktigt att kontrollera plana ytor såsom betongtak, manluckor samt omrörarens axelfästning. En bubbelbildning i det ansamlade regnvattnet visar tecken på otätheter och eventuellt metanutsläpp [2][5].

Rågas (icke behandlad biogas) har oftast en svag lukt som härrör från innehållet av svavelväte i biogasen. Det är således möjligt att även lukta sig till vissa utsläpp.

I Danmark finns det förslag på att ställa krav på luktreducering i anläggningarnas miljötillstånd. Motivet är att metanutsläpp oftast uppkommer samtidigt som ett luktsläpp och genom att aktivt arbeta för luktreduktion minskas också metanutsläppen från anläggningen [4].

4.1.3 Handhållna mätare

En handhållen gasmätare kan användas för att lokalisera läckor i ett avgränsat område. Det är viktigt att skilja mellan gasdetektorer för gaslarm och handhållna läcksökningssinstrument. Gaslarm ger en signal (ljus eller ljud) när gaskoncentrationen överstiger ett tröskelvärde och kan inte användas för att lokalisera läckaget. Läcksökningssinstrument ska ange mätvärdet på en display och är försedd med pump och sensor, vilket möjliggör att se förändringen av koncentrationen när man närmar sig utsläppspunkten.

Instrumenten kan vara baserade på olika mätmetoder. Allmänna tekniker är halvledare eller katalytiska sensorer. En halvledarsensor består av metalloxider som värms upp till en förutbestämd temperatur utifrån vilket ämne som ska mätas. När sensorn registrerar gasen utlöses en signal på instrumentet. Ju mer gas som registreras desto större signal ger sensorn. Ett läcksökningssinstrument med katalytisk sensor bygger på att gasen som kommer i kontakt med sensorn oxideras t.ex. på en uppvärmd spiraltråd, och den ström som går genom sensorn är ett mått för gaskoncentrationen [2][4]. Instrument med en separat sond gör det lättare att mäta närmre en potentiell läcka.

4.1.4 Infrarödkamera

Det finns speciella kameror som använder det infraröda spektrumet för att optiskt scanna av områden för utsläpp av kolväten. Tekniken är känslig och kan exempelvis inte skilja mellan metan och propan, vilket dock inte är ett problem på en vanlig biogasanläggning. Läckage kan upptäckas i realtid då utsläppet direkt syns på bilden som ett rökmoln runt utsläppspunkten. I och med att bilden är rörlig så kan även små läckor upptäckas, som vanligtvis är svåra att upptäcka på statiska bilder. Tekniken lämpar sig bra för att hitta både

systematiska och icke-systematiska utsläpp, och är ett bra komplement till läcksökning med handhållen mätare. En infrarödkamera är ett bra verktyg för att detektera utsläppskällor på svårtillgängliga ställen.

I ett danskt projekt har infrarödkamera används för allmän läcksökning på biogasanläggningar [31]. Resultat från den danska studien visar att ett flertal förhållanden och parametrar påverkar mätresultaten: metanhalt, gas- och luftflödet, temperatur, fuktighet, vindförhållanden, trycksvängningar i röt-kammare samt längden på mätperioden.

4.2 Handhållen laserspektrometer

I Tyskland har teknik med handhållen laserspektrometer² använts och utvärderats för läcksökning och beräkning av de totala utsläppen från hela biogasanläggningen [4][12][20]. Resultaten indikerar att den är svår att använda för läcksökning, men väl fungerande för beräkning av storlek på kända utsläpp.

Mätaren bygger på att infraröd absorptionspektroskopi med användning av en halvledarlaser för detektion av metan. Den integrerade koncentrationen av metan mellan mätaren och målpunkten mäts genom att sända en laserstråle på en reflekterande målpunkt såsom gasrör, tak, vägg, golv och därefter mäta den diffust reflekterade strålen från målet. Mätvärdet motsvarar då metanhalt gånger avståndet. När strålen passerar genom ett metanutsläpp visas metandensitet i mätarens display.

4.3 Flamjoniseringsdetektor (FID)

Vid kontinuerlig mätning av metanhalt på en biogasanläggning rekommenderas i en svensk rapport [5] att man i första hand ska använda en flamjoniseringsdetektor³ med ett tilläggsinstrument⁴ som sin tur filtrerar bort alla kolväten som inte är metan. Metoden bygger på att ett gasprov leds in i en vätgaslåga där provet genererar joner som sedan fångas upp av en elektrod. FID-instrumentet ger ett omedelbart provsvar och med tillhörande datalogg kan variationer av metanhalt följas under en längre tid. Kolväten bl.a. metanhalt detekteras inom intervallet 0,05 ppm till cirka 20 %. Vid mätning av koldioxidrika flöden måste hänsyn tas till eventuell störning som koldioxid orsakar. Instrumentet är stationärt och kräver elförsörjning, kalibreringsgas, vätgasförsörjning och uppstartstid [2].

4.4 Gaskromatografi (GC)

I vissa fall kan inte mätning av metanhalt göras på plats. Ett alternativ för att beräkna utsläpp är att ta gasprover och sedan göra analysen på ett laboratorium. Gasprover kan tas med särskilda gaspåsar eller gaspipetter i glas. Därefter analyseras gasprovet med hjälp av en gaskromatograf (GC). Gaskromatografi bygger på att ämnena i gasprovet separeras från varandra och identifieras genom att registreras i ett upplösningsspektrum där varje topp är ämnesspecifik, vilket innebär att metan alltid särskiljs från andra kolväten. Fördelen med analys på laboratorium är att hela koncentrationsintervallet från några enstaka ppm upp till rengaskvalitet på 95-98 % metan kan analyseras. Nackdelen är att metoden endast ger ett ögonblicksvärde som enbart motsvarar metanhalt vid själva provtagningstillfället. [2]

² TDLAS - Tunable Diode Laser Spectrometer

³ FID - Flame Ionization Detector

⁴ Cutter

5 BERÄKNING AV STORLEKEN PÅ METANUTSLÄPP

Det kan i vissa fall vara viktigt att få fram hur stora metanutsläppen är. t.ex. för att beräkna det ekonomiska värdet av metanutsläppet.

För att beräkna storleken på ett metanutsläpp krävs information om både metanhalt och flöde i ett känt utsläpp. Metanhalten (också benämnt koncentrationen i litteraturen) innebär mängden metan som finns i den gas/luft som läcker ut och flödet anger volymen som läcker ut under ett givet tidsintervall. Ett stort flöde med låg metanhalt kan ha samma miljöpåverkan som ett litet flöde med stor metanhalt. Beroende på utsläppets form och placering kan det vara enklare eller svårare att bedöma metanutsläppet.

Utsläppsmängden av metan beräknas med hjälp av metanhalten och gas/luftflödet (Q), och kan anges i antingen $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ per timme eller $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ per år. (Nm^3 uttalas normalkubikmeter, dvs. volymen vid 0°C och atmosfärstryck). Eftersom gasvolymen är föränderlig med varierande temperatur och tryck, kan det ibland föreligga behov om högre noggrannhet vid beräkning när exempelvis flödet i normalkubikmeter ska användas (formler för detta hittas bland annat i referens [20]).

I exemplet nedan beräknas det årliga metanutsläppet i ett flöde på $4000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ med en uppmätt metanhalt på **30 ppm**:

$$Q_{\text{CH}_4/\text{h}} = 30 \text{ ppm CH}_4 \cdot 4000 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} = 30 \cdot 10^{-6} \cdot 4000 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} = 0,12 \frac{\text{Nm}^3 \text{CH}_4}{\text{h}}$$

vid multiplikation med $8760 \frac{\text{h}}{\text{år}}$ ges den årliga utsläppsmängden av metan

$$Q_{\text{CH}_4/\text{år}} = Q_{\text{CH}_4/\text{h}} \left(\frac{\text{Nm}^3 \text{CH}_4}{\text{h}} \right) \cdot 8760 \text{ h} = 0,12 \frac{\text{Nm}^3 \text{CH}_4}{\text{h}} \cdot 8760 \text{ h} = 1051 \frac{\text{Nm}^3 \text{CH}_4}{\text{år}}$$

Beräkning av antal timmar per år

$$24 \text{ h/dygn} \cdot 365 \text{ dygn/år} = 8760 \text{ h/år}$$

När storleken på metanutsläppen är beräknade kan anläggningens totala metanutsläpp beräknas i %, och därefter kan biogasproduktionens miljönytta bedömas (se vidare kapitel 7). Beräkning av metanutsläppet i % görs enligt följande formel:

$$\text{Metanutsläpp (\%)} = \frac{\text{metanutsläpp} \left(\frac{\text{Nm}^3 \text{CH}_4}{\text{år}} \right)}{\text{anläggningens metanproduktion inklusive metanutsläpp} \left(\frac{\text{Nm}^3 \text{CH}_4}{\text{år}} \right)} \cdot 100$$

5.1 Tekniker för flödesmätning

Hur gör man då för att mäta flödet vid en identifierad utsläppskälla? Beroende av var på anläggningen utsläppet finns tillämpas olika tekniker. Platsbunden flödesmätning är nödvändig för att beräkna systematiska utsläpp som finns i rörledningar för ventilation, restgas och avgaser. Nästan alla mättekniker är beroende på flödesfördelningen i rörledningen. För att undvika mätfel på grund av turbulens och avvikelser i flödet är det

viktigt att mätningen utförs på en raksträcka som sträcker sig minst 5 rördiametrar uppströms och minst 2 rördiametrar nedströms.

Det finns olika typer av mätinstrument för flödesmätning. I Sverige rekommenderas att använda ett speciellt rör (pitotrör) som har till uppgift att mäta tryckskillnaden mellan två mätpunkter som utsätts för gasflödet på olika sätt [5]. Mätning av fuktiga gaser kan vara problematiska att mäta, och det rekommenderas istället att använda varmtrådsgivare [5]. I tyska rapporter om mätprogram för metanutsläpp nämns oftast vinghjulsanemometrar som liknar vindsnurror (bl.a. i [12]).

5.1.1 Rörledning för ventilation, avgas etc.

På en rörledning är det relativt lätt att bestämma flödet. Det samlade metanutsläppet som kan ske genom ventilationssystemet kan bestämmas genom mätning av metanhalt och flöde i frånluften. Den stora fördelen med metoden är att den kan ge en helhetsbild av utsläppet i området utan att i förväg behöva identifiera alla enskilda utsläppskällor. Om större mängder metan upptäcks i frånluften kan sedan andra metoder användas för att lokalisera, beräkna storleken och åtgärda utsläppskällan. När denna metod används är det viktigt att säkerställa att all frånluft faktiskt passerar genom ventilationssystemet och att inte större luftmängder samtidigt kan ske genom öppningar i portar, dörrar.

Även storleken på utsläpp från andra flöden i rörledningar såsom avgaser från pannor, kraftvärme- och gasuppgraderingsanläggningar samt frånluften från dubbelmembrantak [12] kan bestämmas genom direkt mätning av metanhalt och flöde i rörledningen. Vissa processdelar kan också ge upphov till snabba ändringar i både flöde och koncentration, dock är detta främst förekommande på uppgraderingsanläggningar med PSA-teknik.

5.1.2 Vindtunnel

För att beräkna specifika punktutsläpp från ytor såsom sprickor bör mätning sker med hjälp av en vindtunnel. Metoden har utvecklats i Tyskland och beskrivs utförligt i rapporterna [12] och [20]. Tekniken bygger på att man med hjälp av plastfolie bygger en vindtunnel över utsläppspunkten i syfte att försluta flödet. Tätningen behöver inte stå emot något nämnvärt över- eller undertryck. Därefter leds ett friskluftflöde in i tunneln från ena änden och släpps ut i andra änden. I utloppet mäts metanhalten och flödet med lämplig mätutrustning. Fläkten placeras normalt på sugsidan av utloppet, och bör justeras så att metanhalten stannar under 25 % av under explosionsgränsen. Fördelen med den här metoden är att hela utsläppet kan fångas in utan att trycket vid utsläppspunkten ändras i för stor omfattning. I Tyskland har metoden även använts för att mäta utsläpp från ensilagelager där vindtunneln monterades på en bestämd snittyta på lagret samt på inmatningssystem för fasta substrat där inmatningssluckan försetts med ett tillfälligt folietak för att skapa en vindtunnel [12].

5.1.3 Täckta och otäta lager

Det är en utmaning att beräkna metanutsläppet från ett täckt lager utan gasuppsamling, eftersom ingen av de tidigare redovisade teknikerna kan användas. Ett sätt är att uppskatta mängden är att lufta gasutrymmet, antingen genom att blåsa in friskluft eller genom att suga ut luften [5][20]. Metanhalten kommer då att sjunka från det mättade vanliga tillståndet till ett jämnviktsläge där koncentrationen i frånluften blir konstant. För beskrivning av beräkningsmetoden hänvisas till rapport [5] (sidan 4) och förenklat i referens [20].

För biogödsellager kan metanproduktionen även uppskattas med hjälp av följande formel [5]:

$$E_{CH_4} = 0,0004 \cdot e^{1,159 \cdot T}$$

E_{CH_4}	metanproduktion i Nm ³ /(ton våtvikt · h)
T	temperatur i °C

Faktorer som i huvudsak påverkar denna mätmetod är driftrelaterade såsom lagrets fyllnadsnivå av biogödsel, förändring av fyllnadsnivå under mätningen samt aktuella vind- och väderförhållanden. Eftersom dessa faktorer varierar över året, kan man normalt inte dra några generella slutsatser från en enskild mätning.

5.1.4 Icke täckta lager

För beräkningen av utsläpp från icke-täckta lager (både gödsel och biogödsel) används i princip samma teknik som med vindtunneln där en flytande ventilerad huv med definierad yta läggs på lagrets yta. Tekniken beskrivs mer ingående i rapporterna [5] och [12]. Även mätningar med slutna, ej-ventilerade huvar där påsprov tas vid förutbestämda tider kan göras [12].

5.1.5 Uppsamling med plastpåse

Det finns också en möjlighet att med hjälp av plastpåse samla upp gasutsläpp från sprickor eller håligheter [2]. Den svårighet som föreligger är dock att få anläggningsytan helt gastät mellan påse och objekt, vilket i sig har stor betydelse för resultatet. Det rekommenderas därför att använda metod med vindtunnel istället.

5.1.6 Statistik bedömning enligt SS-EN 15446

Vid avsaknad av annan flödesinformation kan utsläppsmängden uppskattas genom statistiska erfarenhetsvärden för olika objekt. Metoden beskrivs i standarden SS-EN 15446–2008. Referenserna [2] och [5] återger också i tillämpliga delar av standarden.

5.1.7 Hela anläggningen

För att beräkna hela anläggningens metanutsläpp används resultat från optisk distansmätutrustning såsom TDLAS utförd på läsidan av anläggningen tillsammans med väderdata. Detta görs genom att mata in mätdata från TDLAS-mätningarna samt väderdata i en särskild simulationsprogramvara på dator. Programmet simulerar sedan med hjälp av antaganden och sannolikheter enligt förutbestämda erfarenhetsvärden utsläppen som sker uppströms mätlinjen. För beräkningar i ett tyskt projekt [20] har ett gratisprogram som heter Windtrax från kanadensiska ThunderBeachScientific använts. Fördelen med metoden är att hela anläggningens utsläpp kan kartläggas utan behov av att identifiera de enskilda utsläppskällorna, vilket medför att även diffusa svårupptäckta utsläpp ingår. En svårighet är dock att hitta lämpliga mätsträckor för mätningen där inte de geologiska förhållandena påverkar resultatet t.ex. genom turbulens från skog, bebyggelse etc. Mätsträckan bör också ligga i rät vinkel mot vindriktningen för att så lite av utsläppen som möjligt ska slinka förbi mätningen. Detta innebär ibland att mätning måste ske även på annans mark, vilket medför att tillstånd måste inhämtas från tredje part. [20]

6 ÅTGÄRDER FÖR MINSKAT METANUTSLÄPP

Vad kan du göra för att minska metanutsläppen? Förslagsvis kan du:

1. fokusera på att minska de utsläppskällor som ger upphov till de största systematiska utsläppen såsom biogödsellager (se avsnitt 6.1), gasmotorer (se avsnitt 6.2) och uppgraderingsanläggning (se avsnitt 6.3).
2. fokusera på de övriga vanligaste utsläppspunkterna (se avsnitt 6.4)
3. fånga upp övriga punktutsläpp från (icke-systematiska) läckage (se avsnitt 6.5).

6.1 Minskat metanutsläpp från biogödsellager (rötrestlager)

För att minska metanutsläppet från ett biogödsellager är det viktigt att det finns ett stabilt svämtäcke eller att den biogas som produceras i lagret samlas upp under kontrollerade former genom att lagerbehållaren förses med ett gastätt tak. Den uppsamlade gasen från lagerbehållaren ansluts i sin tur till gassystemet.

Ett gastätt tak ökar visserligen investeringen, men betalas av relativt snabbt genom den ökade gasproduktionen. Utformningen av ett gastätt tak kan ske på olika sätt; olika former av betongtak eller med enkel- respektive dubbelmembrantak. Det är viktigt att välja rätt material på membranet eftersom ett enkelmembran av EPDM⁵ släpper ut 10 gånger mer gas än ett dubbelmembran vars innermembran är tillverkat av polyeten [1]. Vanligtvis är dubbelmembrantak att föredra eftersom de oftast är mer kostnadseffektiva, och kan samtidigt fungera som gaslager.

En helt annan aspekt som diskuterats i Tyskland är att en lägre organisk belastning i själva röt-kammaren kan leda till en lägre restgaspotential och därmed lägre metanutsläpp [12], dock blir utnyttjandet av röt-kammarvolym och därmed anläggningsekonomi betydligt sämre.

6.2 Minskat metanutsläpp från gasmotor

De möjligheter som finns för att minska metanutsläppet från en gårdsbaserad gasmotor är att använda biogas med så hög metanhalt som möjligt [1]. Elproduktion från biogas är stort i Tyskland, och där har man också identifierat att regelbunden service, underhåll och justering av motorn har stor betydelse för minskat metanutsläpp [12]. Därtill är det betydelsefullt med optimerad utformning av brännkammaren på nya motorer, samt att kolvarna kontinuerligt byts ut [7][12].

Omvärldsbevakning

I Österrike finns det krav på att biogödsellager på nya anläggningar ska vara täckta, vilket sker både genom svämtäcke eller med gastätt tak. (27)

I Tyskland finns det krav på att substratet måste ha en minsta uppehållstid på 150 dygn i den delen av anläggningen där gasen samlas upp, vilket omfattar såväl röt-kammare, efferröt-kammare och biogödsellager. Tanken med den långa uppehållstiden är att öka utrottningsgraden samtidigt som restgaspotentialen sänks, vilket i sig leder till minskat metanutsläpp från lagring och spridning av biogödsel. Detta krav har lett till att samtliga nyare biogödsellager i Tyskland har försetts med gastätt tak och gasuppsamling. (12)

⁵ Typ av syntetiskt gummi.

Ett ytterligare sätt som tillämpas i Tyskland för att minska metanutsläppet från gasmotorn är efterbehandling av avgaserna antingen genom användning av en oxidationskatalysator eller genom termisk förbränning⁶. Detta har främst installerats på gasmotorer över 500 kW_{el}, och används idag på cirka 28 % av de tyska biogasanläggningarna. Efterbehandlingen är dock kostnadskrävande, och det bedöms vara mer energieffektivt att optimera gasmotorn för minskat metanutsläpp.

I Österrike finns det inga specifika krav på metanutsläpp från gasmotorer, dock förekommer krav på andra kolväten [28]. I Österrike finns det däremot krav på att det ska finnas en sekundär utrustning för förbränning av hela gasmängden ifall den primära utrustningen inte skulle fungera [27]. Den sekundära utrustningen ska också gå in innan övertrycksventilen på röt-kammaren löser ut. Det finns också krav på att seriekopplade röt-kammare och gaslager ska ha förbikopplade ledningar för att möjliggöra underhåll på kammare och lager utan att släppa ut gas. Vidare finns det i Österrike krav på membrantakets täthet, som maximalt får släppa ut 1000 ml metan/kvadratmeter material per dag med 1 bars tryck (1000 ml/m²·d·bar) [27].

6.3 Minskat metanutsläpp från uppgradering

På en uppgraderingsanläggning sker ett metanutsläpp som inte helt kan undvikas, men det kan minimeras genom justering av driftparametrar och teknikval. Den mest förekommande uppgraderingstekniken är vattenskrubber (absorption i vatten) där ett minskat tryck i flashtanken⁷ leder till den största minskningen av metanutsläpp, dock med en något högre elförbrukning som följd. Andra driftparametrar som kan påverka utsläppen är till exempel vattentemperatur och vattenflöde. I PSA-anläggningar⁸ kan utsläppen minskas genom optimering av tider och trycknivåer. Vid användning av membran-teknik är det, förutom anläggningens design, främst trycknivåer, flöden och temperatur som påverkar utsläppsnivån.

Olika uppgraderingstekniker ger upphov till olika stora utsläpp, exempelvis har aminskrubbern mycket låga metanutsläpp i jämförelse med andra uppgraderingstekniker. Dock kan investerings- och driftkostnaden tala emot aminskrubbertekniken om inte en billig värmekälla finns tillgänglig. Uppgraderingsteknik med vattenskrubber, membran eller PSA ger upphov till ett restgasflöde som bl.a. innehåller metan. För att behandla restgasen kan ett efterbehandlingssteg installeras, exempelvis regenerativ termisk oxidation (RTO) eller katalytisk förbränning⁹. Investeringskostnaden kan dock vara oförsvarbart hög för mindre anläggningar.

6.4 Minskat metanutsläpp från de vanligaste utsläppspunkterna

För att minimera metanutsläppen från övriga vanliga, systematiska utsläppspunkter (se kapitel 3) är det första steget att ha bra underhållsrutiner och en strukturerad uppföljning:

- Utför regelbundna kontroller med läcksökningsutrustning i närheten av utsläppspunkterna.

⁶ En oxidationskatalysator underlättar omvandling av metan till koldioxid även vid låg temperatur. Termisk förbränning innebär förbränning vid hög temperatur.

⁷ En tank där vattnet passerar för att återvinna metan som har lösts i vattnet.

⁸ PSA – Pressure Swing Adsorption, en process där koldioxidmolekylerna fastnar på aktivt kol (adsorptionsmaterialet) under högt tryck.

⁹ Regenerativ termisk oxidation (RTO) är en förbränning av gas med låg metanhalt vid hög temperatur. Katalytisk förbränning är en förbränning där reaktionerna sker på en katalytiskt aktiv yta på en lägre temperatur.

- Notera resultaten av läcksökningen på ett överskådligt sätt, exempelvis i tabellform.
- Följ upp mätningarna regelbundet genom att ta fram statistik samt visualisera data i diagramform för att kunna upptäcka trender och avvikelser. Var extra vaksam på ökande värden.
- Vid avvikelser, förfina din läcksökning (se kapitel 4) för att se var problemet ligger.
- Läs i kapitel 3 under respektive avsnitt för mer information om vad du bör tänka på och hur metanläckaget kan minskas.

6.5 Minskat metanutsläpp från (icke-systematiska) punktutsläpp

Det ligger i sakens natur att icke-systematiska punktutsläpp är svårare att identifiera än övriga utsläpp, eftersom man inte i förväg vet var de finns. Ett sätt att hitta dessa läckor är att utföra regelbunden läcksökning och notera resultaten för att kunna följa upp dem (på samma sätt som beskrivits i avsnitt 6.4).

För att även få med icke-systematiska läckor bör du utföra läcksökning vid anläggningsdelar där inga systematiska utsläpp (se kapitel 3) kan förväntas. För läcksökning utomhus är det extra intressant att använda optiska metoder som exempelvis infrarödkamera.

Hur ett icke-systematiskt utsläpp kan åtgärdas varierar beroende på var utsläppet förekommer. Det kan handla om att byta ut slitna komponenter, dra åt flänsar eller andra infästningar, täta med olika material eller bygga om någon del av anläggningen.

7 SÄKERSTÄLLA OCH BERÄKNA MILJÖNYTTAN

Miljönyttan i ett biogassystem säkerställs genom flera delar:

- Biogas ersätter fossilt bränsle.
- Metanutsläpp från lagring av öröad gödsel försvinner (under förutsättning att det inte sker någon långtidslagring av gödsel före biogasanläggningen).
- Metanutsläpp från biogasanläggningen hålls på lägsta möjliga nivå.

Miljönyttan¹⁰ innebär i detta sammanhang att växthusgasbalansen påverkas positivt. Vid förbränning av förnybara bränslen är utsläpp av koldioxid med fossilt ursprung lika med noll. Vid produktion av det förnybara bränslet kan det dock släppas ut koldioxid med fossilt ursprung när exempelvis substrat transporteras med en dieseldriven lastbil till biogasanläggningen. I en så kallad livscykelanalys (LCA) tar man hänsyn till alla de utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser som sker i hela kedjan från produktion och transport till avsättning.

För att kunna jämföra påverkan på växthuseffekten från olika växthusgaser används begreppet Global warming potential (GWP). Genom att räkna om den aktuella gasens klimatpåverkan med dess GWP-faktor kan den jämföras med koldioxidens klimatpåverkan. Naturvårdsverket anger att GWP-faktorn för metan uppgår till 25. Den senaste forskningen inom IPCC visar dock att GWP-faktorn för metan istället bör vara 34, där hänsyn även tagits till de återkopplingseffekter (climate-carbon feedback) som en förändring av klimatet kan medföra. Utsläppet anges i vikenhet och benämns koldioxidekvivalenter (CO₂-ekvivalenter).

För att kunna beräkna miljönyttan måste först utsläppets storlek bestämmas, vilket oftast anges i % av biogasproduktionen (Se kapitel 5 för mer information om hur metanutsläppet beräknas). När en biogasanläggningens metanutsläpp har bestämts kan man med hjälp av figurerna på nästa sida bestämma biogasanläggningens miljönytta. Miljönyttan varierar beroende på biogasens avsättnings- och ersättningsområden (för gårdsanläggningar är det mest intressant att titta på vilken typ av elmix som ersätts).

Beräkningsexempel: I en biogasanläggning där biogasen används för kraftvärmeproduktion och där all värmen kan avsättas, har man beräknat storleken på ett metanutsläpp över hela anläggningen inklusive kraftvärmeenheten på 2 %.

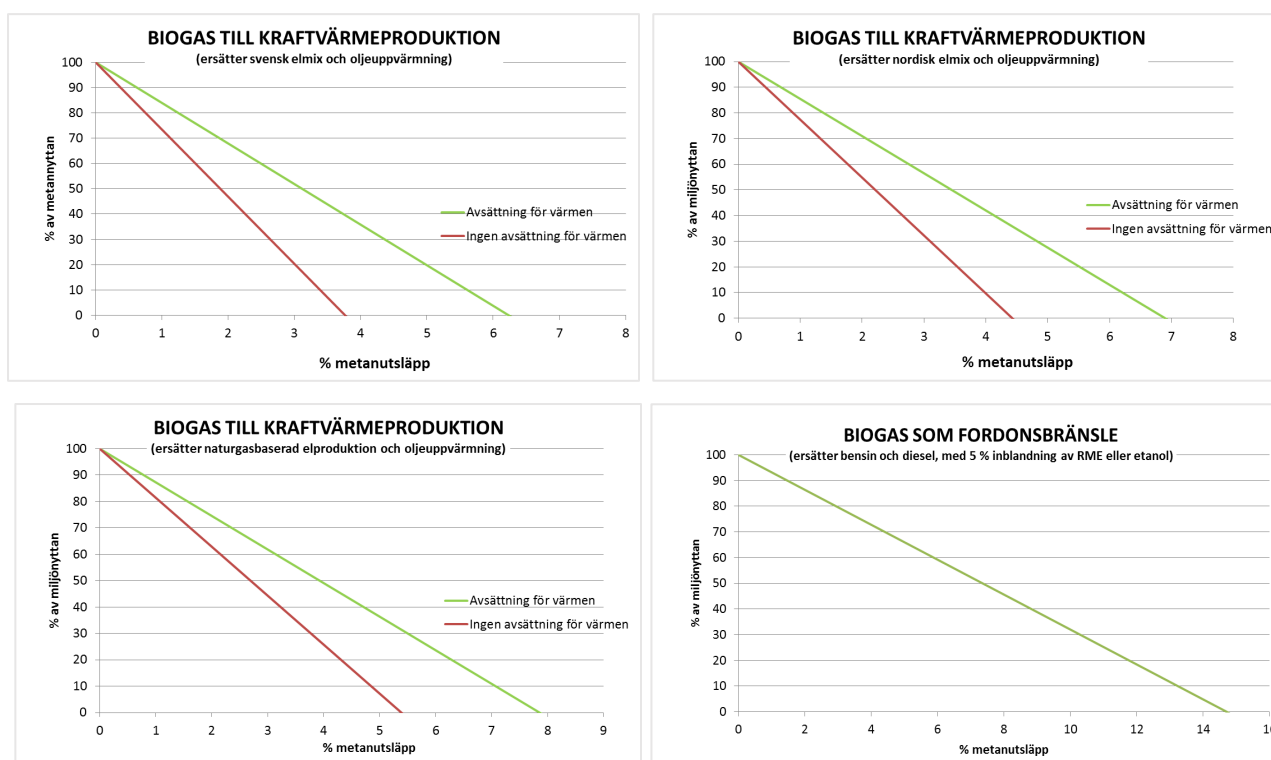
Den el som produceras antas ersätta el från svensk elmix och värmen ersätter olja.

Då går man in i aktuell figur (figuren längst upp till vänster) på nästa sida (eller i bilagorna för en större version) och drar en linje från 2 % i metanutsläpp på x-axeln (liggande axel) upptill den gröna linjen i diagrammet och avläser värdet på miljönyttan på y-axeln (stående axel). Miljönyttan i detta exempel uppgår till cirka 68 % av den totala miljönyttan som biogassystemet kan medföra.

¹⁰ Andra miljöeffekter exempelvis påverkan på växtnärläckage, ammoniakutsläpp mm ingår ej i detta fall.

Så här gör du:

- ✓ Samla ihop information om anläggningens metanutsläpp och räkna fram andelen i % utifrån anläggningens metanproduktion enligt kapitel 5.
- ✓ Bestäm om biogasen ska ersätta elproduktion med svensk elmix, nordisk elmix eller naturgaseldad el eller om biogasen ska ersätta bensin och diesel i transportsektorn.
- ✓ Välj figur nedan efter vad biogasen ska användas till (i bilaga 4-7 finns större versioner).
- ✓ Dra en linje från metanutsläppets värde på x-axeln (liggande axel) upp till den gröna eller röda (om ingen avsättning för värme finns) linjen i diagrammet.
- ✓ Läs av värdet av miljönyttan på y-axeln.



Figur 3. Miljönytta när biogasen används till kraftvärmeproduktion eller ersätter fossila drivmedel. Den gröna linjen gäller när all värme som produceras kan användas och ersätta olja eller när biogas används som fordonsbränsle. Den röda linjen gäller om det inte finns någon avsättning för värmen förutom till biogasens interna behov. Vid noll i utsläpp är miljönyttan 100 %. Se Bilaga 3-7 för ytterligare information och större versioner av figurerna.

8 REFERENSER

- [1] Kap.11 Methane emissions in biogas production In: Wellinger, A., Murphy, J., Baxter, D., The Biogas Handbook. Woodhead Publishing, sid 248-266, 2013 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23508164>
- [2] Frivilligt åtagande – inventering av utsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar. Rapport U2007:02, ISSN 1103-4092, Avfall Sverige
- [3] Sammanställning av mätningar inom frivilligt åtagande 2007-2012. Rapport U2012:15, ISSN 1103-4092, Avfall Sverige
- [4] Emissioner fra biogasanlæg. Energistyrelsen Danmark/COWI, februari 2015
- [5] Holmgren, M., Handbok metanmätningar. SGC-rapport 227, 2011
- [6] Yngvesson, J., Holmgren, M., Mätmetod för att bestämma metanutsläpp från täckta biogödsellager. Rapport U2014:12, Avfall Sverige 2014
- [7] Måling af biogas - NO_x og CH₄ afgifter. Per G. Kristensen, Dansk Gasteknisk Center a/s, presentation från SEGES-konferens mars 2015
- [8] <http://www.energinet.dk>
- [9] Når biogasanlægget lækker gas, Skøtt, T., FiB nr. 50 december 2014
- [10] Energistyrelsen 2015 http://www.ens.dk/info/nyheder/nyhedsarkiv/frivilligt-maaleprogram-mindske-metanudslip-biogasanlaeg_haemt_maj_2015
- [11] Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, tyska regeringen 2010-09-28. <http://bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?blob=publicationFile&v=5>
- [12] Liebetrau m.fl.: Emissionsanalyse und Quantifizierung von Stoffflüssen durch Biogasanlagen im Hinblick auf die ökologische Bewertung der landwirtschaftlichen Biogasgewinnung und Inventarisierung der deutschen Landwirtschaft. DBFZ 2232004, 2011
- [13] Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetzzugangsverordnung - GasNZV), 2010
- [14] Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2014)
- [15] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), 1974
- [16] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2002. <http://www.taluft.com/>
- [17] Prof. Dr.-Ing. Frank Scholwin, personlig information
- [18] Klimapolitik der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit BMUB: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima->

- [energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimapolitik-der-bundesregierung/](#)
hämtat 2015-05-22
- [19] Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit BMUB: <http://www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/aktionsprogramm-klimaschutz-2020/> hämtat 2015-05-22
- [20] Tanja Westerkamp, Torsten Reinelt, Katja Oehmichen, Jens Ponitka, Karin Naumann: KlimaCH4 - Klimaeffekte von Biomethan. DBFZ-rapport Nr. 20, 2014. <https://www.dbfz.de/referenzen/publikationen/dbfz-reports.html>
- [21] Miljönytta och samhällsekonomiskt värde vid produktion av biogas från gödsel, Tufvesson, L., Lantz, M., Björnsson, L., Rapport nr 86 Miljö- och energisystem, Lunds Universitet, 2013
- [22] Miljöfaktahandboken 2011, Gode, J., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A., Höglund, J., Palm, D., Värmeforsk
- [23] Emissionsfaktor för nordisk elproduktionsmix, Martinsson, F., Gode, J., Arnell, J., Höglund, J IVL B2118 2012
- [24] Climate Change 2013 – The Physical Science Basis. Tabell 8.7, sida 714. IPCC 2013
- [25] Döhler, H., Niebaum, A., Roth, U., Amon, T., Balsari, P., Friedl, G. (2009): Greenhouse gas emissions mitigation costs in two European biogas plants. In: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (Eds.), Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, p. 399-401. http://efern.boku.ac.at/fis/suchen/publikationen_uni_autoren?sprache_in=en&menu_id_in=400&id_in=&publikation_id_in=71589
- [26] Personligt telefonsamtal med Franz Krichmeyer, ARGE Kompost Biogas, Österrike. krichmeyer@kompost-biogas.info
- [27] Technische Grundlage für die Beurteilung von Biogasanlagen. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österrike. 2012
- [28] Technische Grundlage für die Beurteilung von Emissionen aus Stationärmotoren. Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Österrike. 2001.
- [29] Umweltbundesamt Österrike, <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase/> hämtat 2015-06-01
- [30] Zehnter Umweltkontrollbericht – Klimaschutz. Umweltbundesamt Österrike. REP-0410, Wien 2013
- [31] Lars Jørgensen: Methane Emission from Danish Biogas Plants. Föredrag på IBBA-workshop Methane Emissions 2014-09-04. DGC och AgroTech 2014
- [32] Bauer, F., Hulteberg, C., Persson, T., Tamm, D.: Biogas upgrading – Review of commercial technologies. SGC-rapport 2013:270.
- [33] Per G. Kristensen, Dansk Gastekniskt Center. Personlig kommunikation, 2015

Bilaga 1 – ÖVERSIKT ÖVER NÅGRA EUROPEISKA LÄNDER

Danmark

I Danmark finns en nationell målsättning "Energiaftalen af 22. marts 2012" om utbyggnad av biogasproduktionen samt målsättningar om att använda gödsel för energiändamål och att ersätta naturgasen med icke-fossila bränslen. Danmark har i med energiavtalet antagit en målsättning om en ambitiös utbyggnad av biogasproduktionen i Danmark. 2013 producerades totalt 4,6 PJ (1,3 TWh) biogas från olika typer av substrat inklusive gödsel. Målsättningen är produktionen av biogas enbart från gödsel år 2020 uppgår till cirka 12 PJ (3,3 TWh) per år [8]. Nationella mål i Danmark som berör rötning av gödsel är följande:

- Folketinget har beslutat att 50 % av gödsel från stallgödsel ska användas för energiändamål 2020.
- Energi- och Klimatministeren uppmanar till att ersätta naturgasen med icke-fossila bränslen.
- Regeringen har målsättningen att CO₂-emissionen ska minska med 40 % till 2020.

De danska regelverk som är viktiga i biogassammanhang handlar om utsläpp till luft, krav i anläggningarnas miljötillstånd samt avgift på biogasmotorer. Utsläpp till luft regleras av Miljøstyrelsens Luftvejledning (Miljøstyrelsen 2001). I vägledningen fastställs gränsvärden s.k. B-värden. Vanligen används den danska atmosfäriska spridningsmodellen "Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodeller" (OML) för att fastställa om verksamheten uppfyller gällande gränsvärden. Metanutsläpp regleras inte i vägledningen d.v.s. det finns inget fastställt B-värde för metan. Diffusa utsläpp från exempelvis läckor regleras inte heller i vägledningen utan ska istället regleras genom krav på verksamheternas drift och utformning.

Sedan många år tillbaks sker omfattande forskning och utveckling inom biogasområdet. Just nu pågår ett tvåårigt projekt inom området metanutsläpp från biogasanläggningar som omfattar mätning, utvärdering och åtgärder avseende utsläpp från danska biogasanläggningar. Projektets syfte är att minska växthusgasemissioner från biogasanläggningar genom att minska metanutsläppen och därmed säkerställa en hållbar biogasproduktion. Projektet genomförs av AgroTech (www.agrotech.dk), i samarbete med Dansk Gastekniskt Center och projektperioden pågår mellan 2013-2015. Inom projektet ska mätningar och åtgärder genomföras på 10-15 biogasanläggningar. För att uppnå detta ska en enkel, billig, flexibel och noggrann metod tas fram för att identifiera och beräkna storleken på metanutsläpp/förluster från biogasanläggningar. Metoden ska kunna användas som en del av drift- och underhållsrutinerna på anläggningen. Förväntade resultat från projektet är:

- Fastlägga emissionsfaktorer (gram metan per GJ) för biogasanläggningar i Danmark.
- Ett dokument som beskriver generella problem med utsläpp, deras signifikans och hur de repareras.
- Förbättrad lönsamhet för biogasanläggningar på grund av minskade förluster av biogasproduktionen.

I fas 2 har läckorna rapporterats till biogasanläggningarna som i sin tur åtgärdar problemen. Många av felen var relativt enkla och lätta att åtgärda exempelvis vattenlås som var torra och smårevor som kan tätas med fogmassa. Därefter har nya mätningar genomförts på nio anläggningar. Resultaten visar att de genomsnittliga utsläppen har minskat från 4,6 % till

0,6 % [9]. Dessa mätningar ligger till grund för beräkning av emissionsfaktorer och en manual för drift- och underhåll. Slutrapporten beräknas bli publicerad i slutet av juni 2015 [33].

Dansk Gasteknisk Center a/s (DGC) är specialiserade på teknisk serviceverksamhet inom gasanvändningsområdet och utför rådgivning, utveckling, provning, försöksverksamhet samt mätningar inom området. DGC har nyligen (våren 2015) tagit fram ett produktblad som riktar sig till biogasanläggningar. Här erbjuder de biogasanläggningarna hjälp med att kontrollera om anläggningen är tät eller om det finns metanutsläpp. För de biogasanläggningar som inte är samrötningsanläggningar (s.k. fællesanæg) finns det möjlighet att få bidrag för den energibesparing som det innebär att anläggningen tätas. Åtgärderna sker i tre steg:

- Steg 1 Anläggningens täthet kontrolleras med en kamera som detekterar metan och andra kolväten. Resultaten redovisas kortfattat bl. a. med bilder som visar var det behövs service, t ex byte av packningar, för att tätas läckor.
- Steg 2 Bestämning av storleken på utsläppen. För att få bidrag för energibesparingen är det krav på dokumentering av utsläppen. Efter steg 1 så kan DGC hjälpa till med att värdera om det är lönsamt att genomföra steg 2.
- Steg 3 Kontroll av att utsläppet har åtgärdats. Om anläggningen söker stöd så är det ett krav att det finns dokumentation som visar att utsläppen har stoppats innan utbetalningen kan ske.

Mot bakgrund av den nya rapporten [4] har Energistyrelsens¹¹ Biogas Taskforce och danska biogasbranschen enats om att etablera ett frivilligt mätprogram för metanutsläpp från biogasanläggningar. Mätprogrammet ska förbättra kunskapsunderlaget och hjälpa anläggningarna med information om hur de konkret kan reducera metanutsläppen.

Vidare har det i Danmark under flera år funnits en CH₄-avgift (lag nr 722 från 2010) på biogasmotorer som innebär att 1,1 kr/GJ biogas tillfört (4 kr/MWh) för motorer med installerad effekt över 1 MW tillfört. Standardemissionsfaktor har här angivits till 323 g metan/GJ. [7]

Tyskland

För att begränsa den globala uppvärmningen till maximalt 2 °C har Tyskland inom ramen för Kyoto-protokollet satt som mål att minska utsläppen av växthusgaser med 40 % fram till 2020 jämfört med 1990 års nivå, och med 80-95 % fram till 2050 [11]. Utsläppsminskningen ska åstadkommas framförallt genom utbyggnaden av förnybar energi och energieffektivisering. Ett delmål om en minskning på 21 % för åren 2008-2012 jämfört med 1990 har uppfyllts med råge. Däremot riskerar målet om 40 % minskning till 2020 att missas, då styrmedlen fram till 2014 beräknas leda till en minskning med ca 33 % [18]. Den tyska regeringen har därför beslutat om "Aktionsprogram Klimaschutz 2020" [19] för att säkerställa att målen till 2020 kan nås.

I Tyskland finns olika regelverk som begränsar metanutsläpp i biogasanläggningar, vilka främst reglerar rätten till vissa ekonomiska förmåner för anläggningar som begränsar sina metanutsläpp. Vid uppförandet av anläggningar ges tillstånd antingen enligt Baurecht (tyska plan- och bygglagen) eller enligt BImSchG [15] (tyska miljöbalken). I tillstånd enligt BImSchG sätts normalt villkor enligt TA Luft [16] som innehåller gränsvärden för maximala utsläpp av

¹¹ Motsvarande Energimyndigheten i Sverige

flyktiga kolväten (VOC) från hela anläggningen motsvarande 93 ppm metan, samt en maximal gräns per anläggning på motsvarande 0,7 Nm³/h. Dock är det ingen som följer detta gränsvärde i praktiken. I tillstånd enligt Baurecht, som finns för mindre anläggningar i anslutning till befintlig lantbruksverksamhet, finns normalt inga direkta villkor. Dock krävs oftast utrustning enligt Best Available Technique (BAT), vilket brukar tolkas som TA Luft. Därför gäller formellt reglerna enligt TA Luft för alla anläggningar. Beroende på anläggningsstorlek och i förekommande fall gasuppgraderingsteknik är dessa gränsvärden mycket svåra till omöjliga att uppfylla för en biogasanläggning.

Vid användning av gasen som drivmedel gäller BioKraftQuG (Biokraftstoffquotengesetz), som innehåller regler liknande de svenska hållbarhetskriterierna. Mekanismerna är dock mer liknande koldioxidcertifikaten med ett bonus-malus-system: Det sker en handel med certifikat, där mängden tilldelade certifikat beror på reduktionen av växthusgaserna enligt livscykelanalys jämfört med fossila alternativ. Det innebär att det inte finns några hårda krav på hållbarhet och därmed metanutsläpp, men att drivmedel med låga metanutsläpp premieras gentemot mindre hållbara alternativ.

I Tyskland finns flera starka branschorganisationer och institut som bedriver forskning och utveckling inom biogasbranschen, framförallt FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe), DBFZ (Deutschen Biomasse-Forschungszentrum) samt Fachverband Biogas e.V. I ett projekt som avslutats 2011 har DBFZ analyserat och beräknat storleken på utsläppen från flera anläggningar [12]. I samarbete med VTI och gewitra har metoder tagits fram och beskrivits för att hitta och beräkna storleken på metanutsläpp från olika sorters utsläppskällor. Ytterligare ett projekt hos DBFZ [20] som har pågått till 2014 har undersökt klimateffekterna framförallt på större anläggningar med gasuppgradering och inmatning i naturgasnätet samt på tankstationer.

En framtida åtgärd är att ett antal företag som tillhandahåller tjänster för att hitta, beräkna storleken och åtgärda metanutsläpp från biogasanläggningar har etablerat sig på den tyska marknaden. Syftet med dessa mätningar är inte i första hand att minska klimatpåverkan, framförallt då tyska myndigheter än så länge inte efterfrågar dessa mätningar. Istället tjänar mätningarna till att förbättra anläggningsekonomin genom att minska metanutsläppen och höja mängden nyttiggjord energi.

Österrike

Österrikes klimatstrategi baseras huvudsakligen på Kyotoprotokollet och EU:s klimatmål som innebär att växthusgasemissionerna skulle sänkas med 13 % för åren 2008-2012, jämfört med 1990. Mellan 1990 och 2013 har utsläppen i Österrike istället ökat med ca 1,2 % [29]. Detta gör Österrike sämst i EU på växthusgasreduktion, och beror bl.a. på att åtgärderna inte var tillräckligt kraftfulla och att de enskilda länen inte stod bakom Österrikes Klimatstrategi 2007. Bara en tredjedel av de planerade åtgärderna genomfördes i sin helhet, vilket bl.a. har sin orsak i bristande ansvarsfördelning. Utan nya ansträngningar kommer Österrike missa det nya Kyoto-målet om 16 % minskning av växthusgaser jämfört med 2005 fram till år 2020. [30] Ett omfattande regelverk har därför införlivats i österrikisk lagstiftning under senaste åren.

Metanutsläpp från biogasanläggningar i Österrike regleras i olika regelverk och har överlag fokus på utsläpp från biogödsellager och gasmotorer och annan förbränning av gasen. Reglerna kan skilja sig mellan Österrikes olika Bundesländer (län) och är ofta formulerade som Allmänna Råd ("Technische Grundlage") som ämnar ge enhetliga rekommendationer till experter vid sättande av tillståndsrelaterade villkor. Technische Grundlage utarbetas av en expertgrupp och utgör inte i sig några bindande regler så länge de inte åberopas i

anläggningens tillstånd. För övrigt är det frekvent förekommande att regelverk från grannländer såsom Schweiz och Tyskland åberopas i Österrike. Detta gäller t.ex. för regler kring kraftvärmeanläggningar som delvis hämtats från Schweiz. I "Technische Grundlage für die Beurteilung von Biogasanlagen 2012" [27] hänvisas till att en biogasanläggning ska utrustas enligt BAT.

Vad gäller forskning och utveckling pågår det relativt lite aktivitet kopplat till metanutsläpp i Österrike. I ett avslutat projekt som pågick fram till 2009 på Universität fur Bodenkultur Wien (BOKU) har utsläpp från två anläggningar utvärderats, där de totala metanutsläppen har funnits ligga mellan 1,5-2 %, varav hälften kom från kraftvarmeenheterna. [25]

Bilaga 2 – EU:s gemensamma lagstiftning

EU:s industriutsläppsdirektiv (IED)

Inom Europeiska Unionen (EU) gäller industriutsläppsdirektivet (IED) som reglerar tillståndsplikten för stora industri- och förbränningsanläggningar. Även biogasanläggningar berörs av detta direktiv. IED ska tillämpas fr.o.m. den 7 januari 2013. IED är ett s.k. minimidirektiv, vilket innebär att medlemsländerna har rätt att införa eller behålla strängare, men inte mildare, krav, än de som följer av direktivet.

En biogasanläggning där den tillförda mängden avfall är större än 25 000 ton per kalenderår omfattas av IED. Eftersom gödsel räknas som avfall omfattas därmed biogasanläggningar som hanterar gödselmängder som överstiger denna nivå. I Sverige gäller IED för anläggningar med verksamhetskod 90.406 i miljöprövningsförordningen (2013:251) vilket innebär att verksamheten ska använda bästa tillgängliga teknik (Best Available Techniques, BAT). Så kallade BAT-slutsatser blir bindande krav som ska följas. I industriutsläppsförordningen (IUF) anges när och hur BAT-slutsatser ska följas. BAT-slutsatserna gäller parallellt med de villkor och krav som fastställs vid en tillståndsprövning. Detta innebär att verksamhetsutövaren måste följa både villkoren i sitt tillstånd och de krav som följer av BAT-slutsatserna. I en tillståndsansökan måste prövningsmyndigheten alltid överväga om den ska besluta om strängare begränsningsvärden än de utsläppsvärden som anges i BAT-slutsatserna.

Inom EU tas så kallade "BAT Reference Documents" (BREF) fram vilka beskriver vad som anses vara bästa tillgängliga teknik inom området vid publiceringstillfället. För biogasanläggningar är BREF-dokumentet för Avfallshanteringsindustrin (publicerad augusti 2006) närmast applicerbart. Detta BREF-dokument innehåller inga specifika BAT-tekniker för att begränsa diffusa metanutsläpp men det finns allmänna avsnitt exempelvis avseende läcksökning och emissioner från biologisk behandling som kan vara relevanta för biogasanläggningar. I BREF-dokumentet ges även rekommendationer på BAT-tekniker för att begränsa metanutsläpp vid biogasproduktion och vid användning av biogas som bränsle som kan vara relevanta för biogasanläggningar som rötar gödsel såsom att maximera biogasproduktionen, använda termisk oxidation som rökgasbehandling samt filtrering av rökgaser med aktivt kol. Framtagande av nya BREF-dokument för avfallsbehandling pågår inom EU.

EU:s direktiv om främjande av förnybar energi, RED

Enligt EU-direktiv 2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor (Renewable Energy Directive (RED)) ska EU-länderna tillsammans öka andelen förnybar energi, till att år 2020 utgöra 20 % av den totala energianvändningen. Enligt målsättningen ska även växthusgasutsläppen minska med 20 % och det ska ske en energieffektivisering på 20 %. Direktivet innehåller bindande nationella mål för medlemsstaterna om att öka användningen av energi från förnybara energikällor. Senast år 2020 ska 49 % av den svenska bruttoenergianvändningen tillgodoses med förnybar energi enligt direktivet, och för transporter ska andelen uppgå till minst 10 %.

I förnybarhetsdirektivet fastställs så kallade hållbarhetskriterier för flytande biobränslen och biodrivmedel som gäller för medlemsländerna. Medlemsländerna har möjlighet att själva välja hur detta ska implementeras i den nationella lagstiftningen. Direktivet har genomförts i svensk lagstiftning bland annat genom lagen om hållbarhetskriterier (2010:598) för biodrivmedel och flytande biobränslen och den ska säkerställa att biodrivmedel och flytande

biobränslen som används i Sverige uppfyller de fastställda kraven på hållbarhet. För att bränslen ska betraktas som hållbara ska det i hela produktionskedjan, från råvaruproduktion till slutanvändning, kunna styrkas att ett antal kriterier för hållbarhet är uppfyllda. Biogas som säljs som fordonsgas, d.v.s. drivmedel, omfattas av hållbarhetskriterierna.

Enligt direktivet måste hållbarhetskriterierna vara uppfyllda för att användningen av biodrivmedel och flytande biobränsle ska kunna räknas med för att uppnå de bindande målen. Dessutom får endast biodrivmedel och flytande biobränsle som uppfyller kriterierna beaktas vid uppfyllande av kvoter för förnybar energi eller för att vara berättigade till statligt finansiellt stöd för användning av dessa bränslen.

För att säkerställa att biobränslena leder till minskade växthusgasutsläpp innehåller hållbarhetskriterierna krav på att utsläppen av växthusgaser från bränslets livscykel, d.v.s. hela produktionsprocessen från odling till slutanvändning, ska vara minst 35 % lägre jämfört med fossila bränslen. De växthusgaser som omfattas är koldioxid, metan och lustgas. Kravet på växthusgasminskning skärps ytterligare år 2017. Det finns också omfattande bestämmelser om hur denna växthusgasminskning ska beräknas.

Bilaga 3 – Bakgrundsdata vid beräkning av miljönyttan

I denna bilaga redovisas hur miljönyttan har beräknats i kapitel 7 för att få fram resultatet som visas i figur 3 i kapitel 7. Som framgår av resultatet av beräkningarna (figur 3 i kapitel 7) beror miljönyttan till stor del på vad biogasen ersätter för energislag (elmix, värme, bensin- och eller diesel). Detta beror på att utsläppsminskningen när biogas ersätter ett annat energislag varierar. Vid beräkning har emissionsfaktorer använts vilket visas i tabell 2 nedan. Exempelvis så är miljönyttan 274 g CO₂ ekvivalenter/kWh biogas när fordonsgas (enbart uppgraderad biogas) ersätter bensin med 5 % etanol. Medan miljönyttan är 101 g CO₂ ekvivalenter/kWh när el och värme producerad från biogas ersätter svensk elmix och olja.

Bränsle som ersätts	Emissionsfaktor (g CO ₂ ekvivalenter/kWh biogas)
Bensin med 5 % etanol [21], lätta fordon	274
Diesel med 5 % RME [21], tunga fordon	273
Olja (EO1) [22]	287
Kraftvärme, svensk elmix[21]/olja	101
Kraftvärme, nordisk elmix [23]/olja	117
Kraftvärme, el från naturgas [21]/olja	141

Tabell 2. Miljönyttan i form av utsläppsminskning av koldioxid när biogas ersätter bensin, diesel, olja och kraftvärme¹². Observera att dessa emissionsfaktorer är exklusive reduktionen av koldioxidekvivalenter när utsläpp från örötad gödsel minskar. Uppgifterna bygger på LCA-data.

Miljönyttan har därför beräknats för två olika användningssätt av biogasen:

- Biogasen ersätter fordonsbränsle. Här antas uppvärmning av röt-kammaren ske med biobränsle som inte orsakar utsläpp av fossil koldioxid vid förbränningen.
- Biogasen ersätter el och värme genom att den används i en kraftvärmeenhet. Beräkningarna görs för tre antaganden avseende vilken el som ersätts, svensk elmix, nordisk elmix samt el från ett naturgaseldat kraftvärmeverk. Värmeproduktionen antas ersätta olja. Värmen från kraftvärmeenheten används för biogasanläggningens interna värmebehov. Åtgången antas vara 20 % av producerad biogas. Resterande värmemängd antas ersätta olja och två olika beräkningsfall redovisas, ett fall där all värmen kan användas och ett fall där inget av värmen kan användas.

I resultatet (som visas som diagram i figur 3 i kapitel 7) tas även hänsyn till minskad klimatpåverkan då utsläppen från örötad gödsel minskar. Detta för att lagring av gödsel medför utsläpp av bland annat metan. Utsläppets storlek beror på olika faktorer såsom:

- Gödselns sammansättning.
- Hur gödseln lagras och hanteras.
- Vid vilken temperatur som lagringen sker.

¹² Antagande att verkningsgraden är 30 % el och 55 % värme.

Metanutsläpp vid lagring av gödsel har beräknats enligt en metod som anges av IPCC¹³. I metoden används följande parametrar för att beräkna metanutsläppet:

- Mängden VS (volatile solids) i gödseln.
- Teoretiska maximala metanutbytet (B_0).
- Metankonverteringsfaktorn (MCF).

Teoretiska maximala metanutbytet (B_0) anges till 0,225 respektive 0,421 m³ metan/kg VS för nötgödsel respektive svinggödsel [21]. Metankonverteringsfaktorn (MCF) anges av Naturvårdsverket till 3,5 % för all flytgödsel [21]. MCF är andelen av det teoretiskt maximala metanutbytet som bildas under lagring av gödsel för svenska temperaturförhållanden

Metanutsläppet från lagringen av gödsel beräknas enligt följande formel:

$$\text{metanutsläpp (kg metan)} = VS \text{ (kg VS)} \cdot B_0 \left(\frac{\text{m}^3 \text{ metan}}{\text{kg VS}} \right) \cdot MCF \text{ (\%)} \cdot 0.72 \left(\frac{\text{kg metan}}{\text{m}^3} \right)$$

Observera att densiteten¹⁴ på metan (0,72 kg/m³) används för att beräkna metanutsläppet från m³ till kg som sen kan beräknas om till koldioxidekvivalenter med hjälp av GWP faktorn (34).

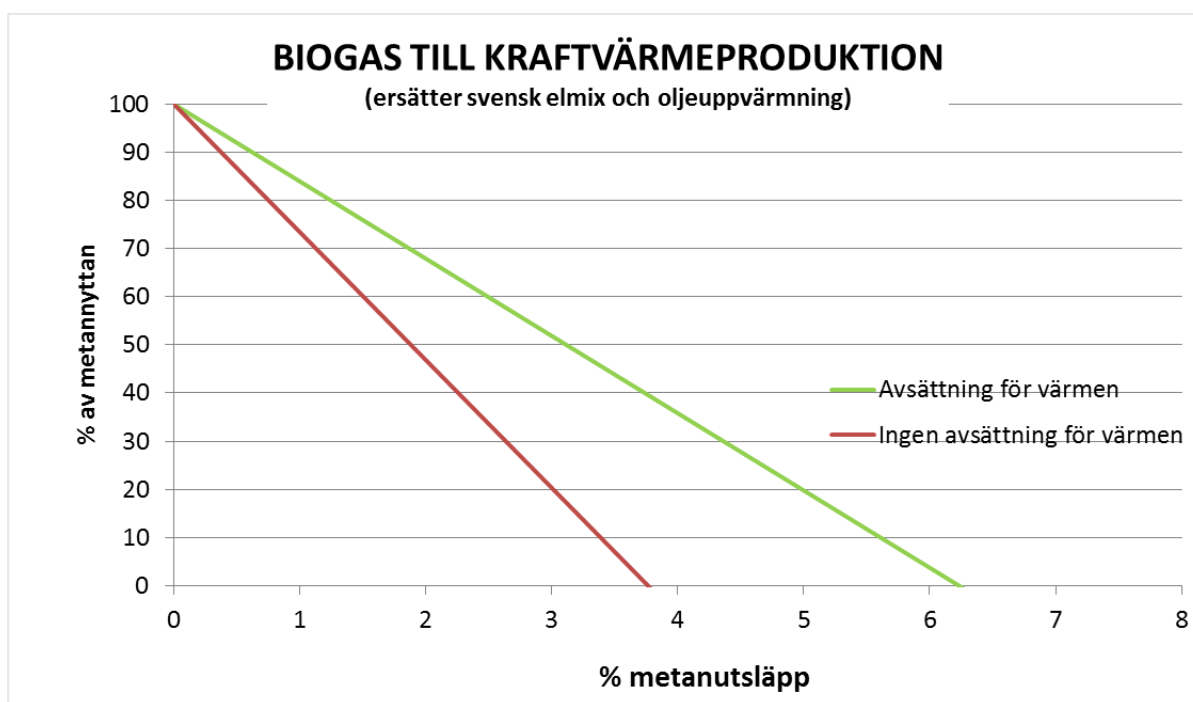
¹³ Intergovernmental Panel on Climate Change.

¹⁴ Ett mått på ett ämnes täthet. Ju högre densitet desto större massa per volymenhet.

Bilaga 4 – Kraftvärmeproduktion (svensk elmix och olja)

Så här gör du:

- ✓ Samla ihop information om anläggningens metanutsläpp och räkna fram andelen i % utifrån anläggningens metanproduktion enligt kapitel 5.
- ✓ Dra en linje från metanutsläppets värde på x-axeln (liggande axel) upp till den röda eller gröna eller röda linjen i diagrammet.
- ✓ Läs av värdet av miljönyttan på y-axeln.



Figur 4. Miljönytta när biogasen används till kraftvärmeproduktion. Den producerade elen antas ersätta el som annars hade varit svensk elmix. Den gröna linjen gäller när all värme som produceras i kraftvärmeenheten kan användas och ersätta olja. Den röda linjen gäller om det inte finns någon avsättning för värmen förutom till biogasanläggningens interna behov. Vid noll i utsläpp är miljönyttan 100 %. Vid 3,8 % i metanutsläpp eller mer blir miljönyttan negativ då biogasen används till kraftvärme utan avsättning för den producerade värmen. Om det finns avsättning för värmen blir miljönyttan negativ vid ett metanutsläpp som är mer än 6,3 %.

Beräkningsexempel: I en biogasanläggning där biogasen används för kraftvärmeproduktion och där all värmen kan avsättas, har man beräknat storleken på ett metanutsläpp över hela anläggningen inklusive kraftvärmeenheten på 2 %.

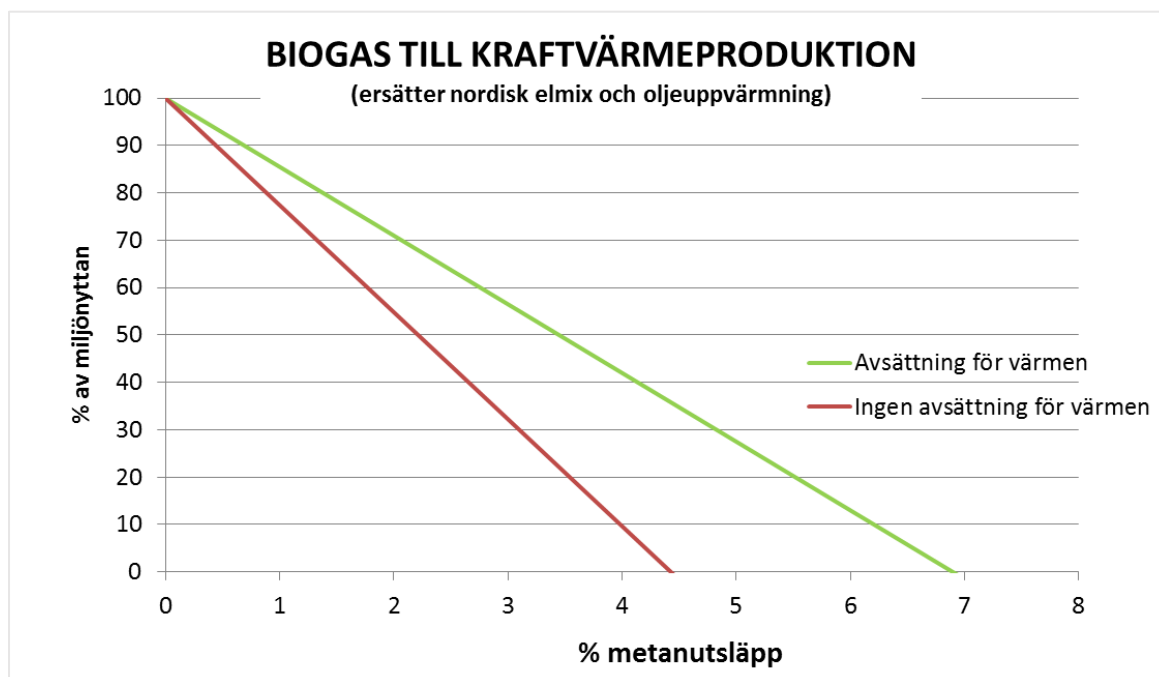
Den el som produceras antas ersätt el från svensk elmix och värmen ersätter olja.

Då går man in i figuren och drar en linje från 2 % i metanutsläpp på x-axeln (liggande axel) upp till den gröna linjen i diagrammet och avläser värdet på miljönyttan på y-axeln (stående axel). Miljönyttan i detta exempel uppgår till cirka 68 % av den totala miljönyttan som biogassystemet kan medföra.

Bilaga 5 – Kraftvärmeproduktion (nordisk elmix och olja)

Så här gör du:

- ✓ Samla ihop information om anläggningens metanutsläpp och räkna fram andelen i % utifrån anläggningens metanproduktion enligt kapitel 5.
- ✓ Dra en linje från metanutsläppets värde på x-axeln (liggande axel) upp till den röda eller gröna linjen i diagrammet.
- ✓ Läs av värdet av miljönyttan på y-axeln.



Figur 5. Miljönytta när biogasen används till kraftvärmeproduktion. Den producerade elen antas ersätta el som annars hade varit nordisk elmix. Den gröna linjen gäller när all värme som produceras i kraftvärmeenheten kan användas och ersätta olja. Den röda linjen gäller om det inte finns någon avsättning för värmen förutom till biogasanläggningens interna behov. Vid noll i utsläpp är miljönyttan 100 %. Vid 4,4 % i metanutsläpp eller mer blir miljönyttan negativ då biogasen används till kraftvärme utan avsättning för den producerade värmen. Om det finns avsättning för värmen blir miljönyttan negativ vid ett metanutsläpp som är mer än 6,8 %.

Beräkningsexempel: I en biogasanläggning där biogasen används för kraftvärmeproduktion och där all värmen kan avsättas, har man beräknat storleken på ett metanutsläpp över hela anläggningen inklusive kraftvärmeenheten på 2 %.

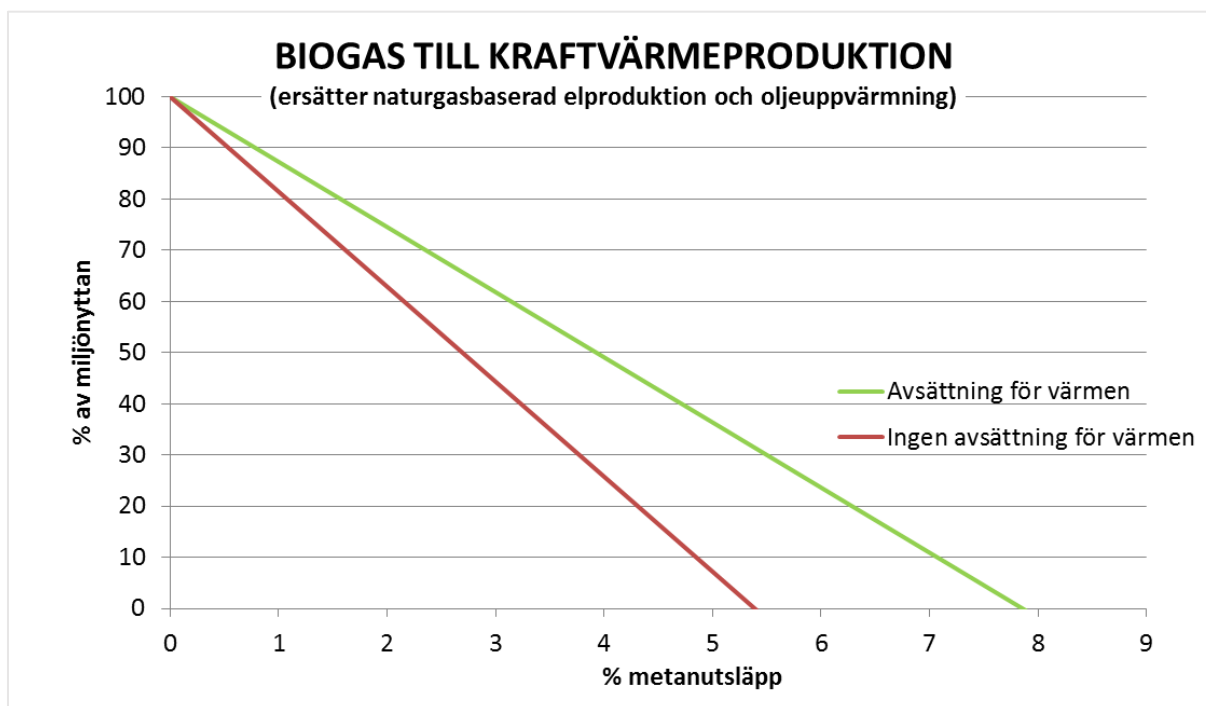
Den el som produceras antas ersätt el från nordisk elmix och värmen ersätter olja.

Då går man in i figuren och drar en linje från 2 % i metanutsläpp på x-axeln (liggande axel) upp till den gröna linjen i diagrammet och avläser värdet på miljönyttan på y-axeln (stående axel). Miljönyttan i detta exempel uppgår till cirka 71 % av den totala miljönyttan som biogassystemet kan medföra.

Bilaga 6 – Kraftvärmeproduktion (naturgas och olja)

Så här gör du:

- ✓ Samla ihop information om anläggningens metanutsläpp och räkna fram andelen i % utifrån anläggningens metanproduktion enligt kapitel 5.
- ✓ Dra en linje från metanutsläppets värde på x-axeln (liggande axel) upp till den röda eller gröna linjen i diagrammet.
- ✓ Läs av värdet av miljönyttan på y-axeln.



Figur 6. Miljönytta när biogasen används till kraftvärmeproduktion. Den producerade elen antas ersätta el som annars hade produceras i naturgaseldad kraftvärme. Den gröna linjen gäller när all värme som produceras i kraftvärmeenheten kan användas och ersätta olja. Den röda linjen gäller om det inte finns någon avsättning för värmen förutom till biogasanläggningens interna behov. Vid noll i utsläpp är miljönyttan 100 %. Vid 5,4 % i metanutsläpp eller mer blir miljönyttan negativ då biogasen används till kraftvärme utan avsättning för den producerade värmen. Om det finns avsättning för värmen blir miljönyttan negativ vid ett metanutsläpp som är mer än 7,8 %.

Beräkningsexempel: I en biogasanläggning där biogasen används för kraftvärmeproduktion och där all värmen kan avsättas, har man beräknat storleken på ett metanutsläpp över hela anläggningen inklusive kraftvärmeenheten på 2 %.

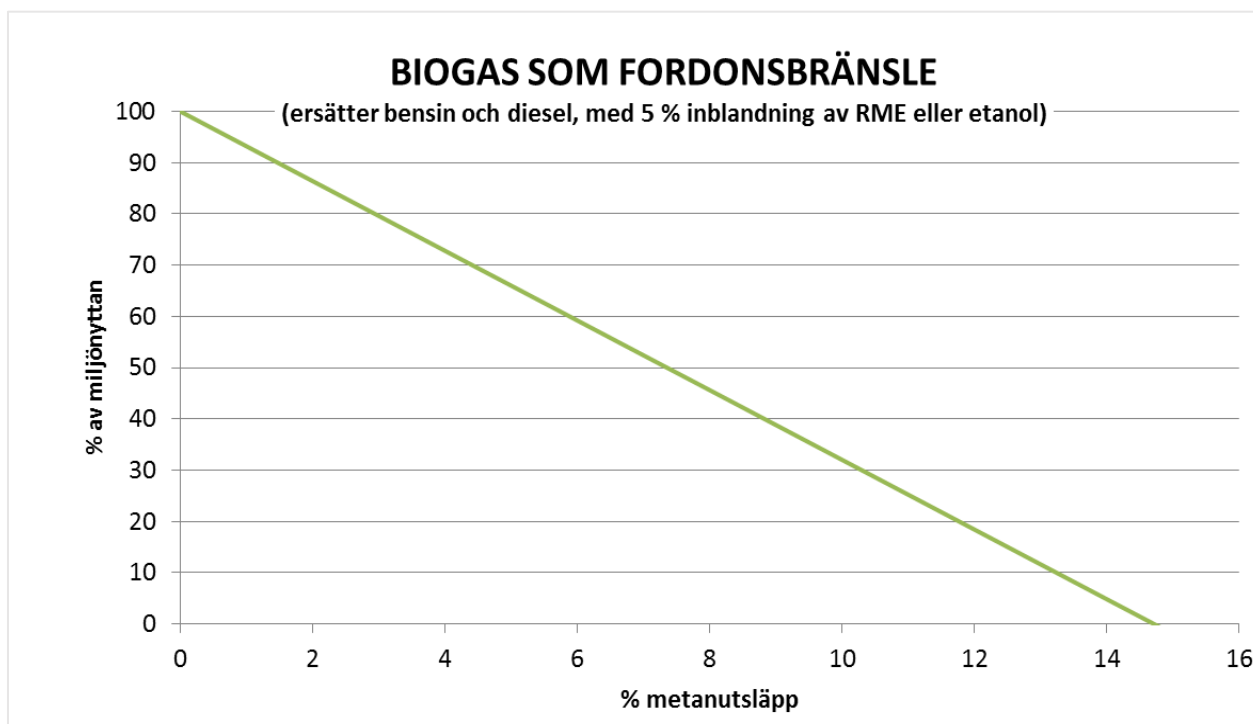
Den el som produceras antas ersätt el från naturgas och värmen ersätter olja.

Då går man in i figuren och drar en linje från 2 % i metanutsläpp på x-axeln (liggande axel) upp till den gröna linjen i diagrammet och avläser värdet på miljönyttan på y-axeln (stående axel). Miljönyttan i detta exempel uppgår till cirka 75 % av den totala miljönyttan som biogassystemet kan medföra.

Bilaga 7 – Fordonsgasproduktion

Så här gör du:

- ✓ Samla ihop information om anläggningens metanutsläpp och räkna fram andelen i % utifrån anläggningens metanproduktion enligt kapitel 5.
- ✓ Dra en linje från metanutsläppets värde på x-axeln (liggande axel) upp till den gröna linjen i diagrammet.
- ✓ Läs av värdet av miljönyttan på y-axeln.



Figur 7. Miljönytta när biogasen ersätter fossila drivmedel antingen diesel med 5 % inblandning av RME eller bensin med 5 % inblandning av etanol. Vid noll i utsläpp är miljönyttan 100 %. Vid 14,6 % utsläpp eller mer blir miljönyttan negativ då gasen ersätter fossila drivmedel.

Beräkningsexempel: I en biogasanläggning där biogasen används för fordonsgasproduktion har man beräknat ett metanutsläpp över hela anläggningen inklusive kraftvärmeenheter på 2 %.

Den fordonsgas som produceras antas ersätt bensin och diesel.

Då går man in i figuren och drar en linje från 2 % i metanutsläpp på x-axeln (liggande axel) upp till den gröna linjen i diagrammet och avläser värdet på miljönyttan på y-axeln (stående axel). Miljönyttan i detta exempel uppgår till cirka 87 % av den totala miljönyttan som biogassystemet kan medföra.