



# Metanemission fra danske biogasanlæg

Håndbog

Identificering og reparation af lækager

# Metanemission fra danske biogasanlæg

Håndbog

Identificering og reparation af lækager

**Kasper Stefanek, Martin Nørregaard Hansen og Søren Gustav Rasmussen**  
**AgroTech**

## INDHOLD

---

1. Forord .....	4
2. Introduktion .....	4
3. Forskellige kategorier af lækager .....	4
4. Lækager ved samlinger.....	5
5. Lækager ved sikkerhedsventiler.....	8
6. Øvrige lækager.....	11
7. Vedligeholdelsesprocedurer .....	15
8. ANBEFALINGER.....	15
Anbefalinger vedrørende lækagemåling på nyetablerede biogasanlæg .....	15
Anbefalinger vedrørende lækagemåling på eksisterende biogasanlæg.....	15
Anbefalinger vedrørende kvantificering og vurdering af lækagernes omfang.....	16
Anbefalinger vedrørende udbedring af lækager og utætheder.....	16
9. Sammenfatning .....	16

## 1. FORORD

---

Denne rapport om reparation af metanlækager på biogasanlæg er udarbejdet som en del af projektet: "Metanemission fra danske biogasanlæg". Projektet er støttet af ForskEL-ordningen under Energinet.dk og har to overordnede formål:

- Udvikling af en enkel og operationel metode til måling af metanemission fra danske biogasanlæg.
- Kortlægning af de hyppigste lækagetyper samt metanemission fra 10 danske biogasanlæg.

Projektet er udført i perioden 1. april 2013 til 31. juni 2015. Agrotech har været projektleder og Dansk Gasteknisk Center har deltaget som partner.

Et af formålene med projektet var at udarbejde en vedligeholdelses håndbog målrettet driftsledere. Formålet med håndbogen er en beskrivelse af de mest generelle lækagetyper og deres reparation med henblik på at forbedre vedligeholdelsen på biogasanlæg. Håndbogen er derfor målrettet driftsledere på de enkelte anlæg.

## 2. INTRODUKTION

---

Et biogasanlæg består af en stor og kompleks bygnings-, lagrings- og rørføringsmasse. Der er derfor mulighed for, at der løbende kan opstå utætheder (lækager) på anlæggene. Traditionelt har lækagesøgning på mange biogasanlæg været foretaget med håndholdte metankoncentrationsmålere og læksøger spray. Metoderne er besværlige at anvende, og ofte kan samtlige lækager ikke identificeres med disse metoder.

Med udviklingen af optiske IR (infrarøde) gaskameraer er det blevet muligt at få viden om omfanget af lækager på biogasanlæg i Danmark. I dette projekt er der udvalgt 10 biogasanlæg, som efterfølgende er scannet med et optisk IR gaskamera.

Efter den første scanning er de fleste lækager udbedret af driftspersonalet på biogasanlæggene, og efterfølgende er biogasanlæggene scannet igen for at vurdere effekten af reparationerne. I forbindelse med scanningerne er metanemissionen fra de enkelte lækager blevet målt, således at det har været muligt at kvantificere effekterne af reparationerne.

Efter målingerne på biogasanlæggene er der opsamlet erfaringer med, hvordan de forskellige typer lækager er repareret, samt effekten og økonomien ved de forskellige typer reparationer. Disse erfaringer er opsamlet i denne håndbog. Har du brug for yderligere information er du velkommen til at kontakte AgroTech.

## 3. FORSKELLIGE KATEGORIER AF LÆKAGER

---

De identificerede lækager på de undersøgte biogasanlæg kunne opdeles i tre kategorier, "lækager ved samlinger", "lækager ved sikkerhedsventiler", samt "øvrige lækager" (Tabel 1).

**Tabel 1. Identificerede lækager på de undersøgte biogasanlæg. Lækagerne er fordelt på kategorier, og den totale emission og gennemsnit per lækage er vist før og efter lækagereparation.**

Lækagetype	Antal	Emission før reparation [Nm <sup>3</sup> metan pr. år]		Emission efter reparation [Nm <sup>3</sup> metan pr. år]	
		Total	Gns.	Total	Gns.
Lækager ved samlinger	19 (+7 nye ved 2. målerunde)	13.547	713	26.285	1.011
Lækager ved sikkerhedsventiler	15 (+3 nye ved 2. målerunde)	113.158	7.544	22.523	1.251
Øvrige lækager	18 (+ 4 nye ved 2. målerunde)	454.433	25.246	39.311	2.184
<b>Total</b>	<b>52 (+14)</b>	<b>581.138</b>		<b>88.119</b>	

De laveste metanemissioner blev målt fra "lækager ved samlinger", i gennemsnit 713 m<sup>3</sup>/år, hvorimod der fra kategorierne "lækager ved sikkerhedsventiler" og "øvrige lækager" blev målt en gennemsnitlig emission pr. lækage på henholdsvis 7.544 og 25.246 m<sup>3</sup>/år.

Til gengæld blev emissionerne reduceret med over henholdsvis 80 og 90 % fra kategorierne "lækager ved sikkerhedsventiler" og "øvrige lækager" efter reparation af lækagerne. Derimod blev der ikke målt emissionsreduktion fra kategorien "lækager ved samlinger". Tværtimod steg den totale målte emission fra denne kategori, hvilket primært skyldtes, at en del lækager i ny-etablerede overdækninger på eksisterende efterafgasningstanke ikke indgik i kategorien i forbindelse med målingerne i 1. målerunde, men i stedet indgik i kategorien "øvrige lækager".

#### 4. LÆKAGER VED SAMLINGER

Lækager ved forskellige samlinger på reaktorer eller efterafgasningstanke opstår typisk mellem betonvæg og membran, mellem to betonfag på en betonoverdækning eller ved slangegennemføringer (Figur 1).



**Figur 1. Eksempler på lækager ved samlinger. Til venstre ses lækage ved slangegennemføring. Til højre ses lækage ved samling mellem betonvæg og membran på efterafgasningstank**

Der blev generelt målt forholdsvis lave emissioner fra lækager ved samlinger. I undersøgelsen blev der målt mellem 61 og 2.356 Nm<sup>3</sup> metan/år (Tabel 2).

**Tabel 2. Metanemission fra lækager ved samlinger. Emissionen er bestemt henholdsvis før (1. måling) og efter (2. måling) lækageidentifikation.**

ID Nummer	Beskrivelse af lækage	Målt metanemission Nm <sup>3</sup> metan/år	
		1. måling	2. måling
1	Sprække mellem side og betondæk, efterafgasningstank syd	2.171	168
2	Tagpap ved tankkant, efterafgasningstank syd	211	25
3	Midt på efterafgasningstank nord	1.140	5.231
4	Punktlæk, efterafgasningstank nord	2.162	2.451
5	Efterlagertank, platform ved sikkerhedsventil	0	129
6	Efterlagertank, platform ved sikkerhedsventil	0	222
7	Efterlagertank, platform ved sikkerhedsventil	0	1273
8	Efterlagertank, platform ved sikkerhedsventil	0	6.677
9	Læk ved radar	0	285
10	Læk ved fyldetud	0	435
11	Læk ved sort dæksel	0	1.525
12	kabel + samling v dæksel, efterafgasning	579	579 <sup>a</sup>
13	5. samling tv for platform	1.590	1.590 <sup>a</sup>
14	6. samling tv for platform	415	415 <sup>a</sup>
15	4. samling tv for platform	740	740 <sup>a</sup>
16	Samling 1	106	106 <sup>a</sup>
17	Samling 2	265	265 <sup>a</sup>
18	Samling 3	279	279 <sup>a</sup>
19	Samling 4 - læk mindre end 25 ppm	61	61 <sup>a</sup>
20	Samling 5 - læk mindre end 25 ppm	61	61 <sup>a</sup>
21	Samling 6 - læk mindre end 25 ppm	73	73 <sup>a</sup>
22	Samling 7 - læk mindre end 25 ppm	61	61 <sup>a</sup>
23	Samling 8	65	65 <sup>a</sup>
24	Slanger v platform	294	294 <sup>a</sup>
25	Tætning ved kabler på platform, efterafgasningstank	919	919 <sup>a</sup>
26	Samling til venstre for 3. læk	2356	2356 <sup>a</sup>
	<b>Total</b>	<b>13.547</b>	<b>26.285</b>

<sup>a</sup> Der er ikke målt på lækagen i 2. målerunde, da lækagen ikke var forsøgt repareret. Emissionen skønnes derfor, at være lig med emissionen fra lækagen i 1. målerunde.

Lækager i forbindelse med samlinger er generelt vanskelige at udbedre, og kombineret med den relativt lave emission fra de fleste af denne type lækager, er der ofte ikke en stor miljømæssig eller økonomisk gevinst ved at udbedre lækagerne. Disse lækagetyper er derfor typisk ikke blevet repareret før anden målerunde. Det gælder for lækagerne 12-26 i Tabel 2.

De identificerede lækager var langt overvejende samlinger mellem betolvæg og membran (Figur 1). Der er ikke umiddelbart nogen nem teknisk løsning til reparation af disse typer lækager. Disse lækager er derfor generelt ikke blevet repareret af biogasanlæggene og som følge heraf er der ikke målt på disse lækager i 2. målerunde. Metanemissionen fra disse ikke reparerede lækager antages derfor at være lig med emissionen målt i 1. målerunde.

Lækagerne 5-11 i ovenstående tabel var lækager identificeret på tre nyetablerede duge på efterafgasningstank (Figur 2). Resultaterne af den 1. undersøgelse blev i enkelte tilfælde brugt af biogasanlæggene til at få leverandøren til at udbedre identificerede lækager. Det er også erfaringen fra andre målinger (ikke inkluderet i dette projekt), at der kan være lækager på ny

opførte reaktorer og efterafgasningstanke, og at det derfor kan være en god ide, at få disse gennemgået med et IR gaskamera umiddelbart efter levering.



*Figur 2. Eksempler på lækager ved samlinger på nyetablerede duge på efterafgasningstanke. Alle lækager blev detekteret i 2. målerunde, og der er således ikke registreret hvilke løsninger, der er anvendt til udbedring af lækagerne.*

Lækagerne 1-4 i Tabel 2 skyldtes alle sprækker mellem betonfag på et efterafgasningslager med fast top. Lækage 1 (Figur 3, midt.) skyldtes sprækker mellem væg og top, som blev repareret med fugemasse, hvorved emissionen blev reduceret med mere end 90 %.



*Figur 3. Eksempler på lækager mellem betonfag på efterafgasningstanke. De to billeder til venstre viser samme lækage mellem væg og overdækning, henholdsvis før og efter reparation med fugemasse. Nederste billede til venstre viser lækager mellem betonfag i overdækning på efterafgasningstanke.*

Emissionen fra lækage 4 var stort set ens ved 1 og 2 måling, mens emissionsniveauet fra lækage 2 og 3 henholdsvis var lavere og højere ved 2. måling sammenlignet med 1. måling. Den målte stigning i emissionsniveauet fra lækage 3 indikerer, at også trykforhold i tanke påvirker emissionsniveauet.

## 5. LÆKAGER VED SIKKERHEDSVENTILER

Sikkerhedsventiler er lovpligtige på alle biogasanlæg og sikrer, at der ikke opbygges for højt et gastryk i reaktor, efterafgasningstank eller gaslager. Derudover er der flere steder etableret klapventiler/overskumningsventiler, som åbner, hvis der opstår skumning i reaktorerne, som fylder hele reaktorvolumen.

Der blev registreret lækager fra flere forskellige typer sikkerhedsventiler, vandlås, tryk/vakuumentiler og klapventiler/skumningsventiler. I alt blev der målt lækager på sikkerhedsventiler (Figur 4) på 7 af de undersøgte biogasanlæg.

Den totale metanemission fra alle sikkerhedsventiler ved 1. måling var 113.158 m<sup>3</sup> metan/år (Tabel 3). Over halvdelen af dette tab var forårsaget af lækagen fra en enkelt vandlås (lækage 37 i Tabel 3). Gennemsnittet for de øvrige lækager er ca. 3000 m<sup>3</sup> metan/år. Efter reparation/vedligehold efter 1. måling blev den samlede emission via sikkerhedsventiler reduceret til fra 113.158 til 22.523 m<sup>3</sup> metan/år ved den 2. måling.

*Tabel 3. Metanemission fra lækager ved sikkerhedsventiler. Emissionen er bestemt henholdsvis før (1. måling) og efter (2. måling) lækageidentifikation. Lækager, som i 2. målerunde er markeret med "ikke målt" er lækager som ikke er forsøgt repareret før 2. målerunde. Disse lækager er derfor ikke målt i 2. målerunde. I stedet er det antaget at emissionen er lig med emissionen målt i 1. målerunde.*

ID Nummer	Beskrivelse af lækage	Målt metanemission Nm <sup>3</sup> metan/år	
		1. måling	2. måling
27	Gammel sikkerhedsventil, efterafgasningstank syd	984	19
28	Gammel sikkerhedsventil, efterafgasningstank nord	1.138	0
29	Dæksel på reaktor vest	2.288	5274
30	Sikkerhedsventil på gaslager	4.380	1921
31	Sikkerhedsventil (ingen lækage ved 1.måling)	0	750
32	Sikkerhedsventil (ingen lækage ved 1.måling)	0	40
33	Vandlås	0	0 <sup>a</sup>
34	Reaktor top (midterste reaktor)	9.805	0
35	Reaktor top (sydligste reaktor)	10.647	947
36	Reaktor top (nordligste reaktor)	5.791	0
37	Gaslager, vandovertryksventil, tom for vand	63.954	0
38	Reaktor top, utæt overtryksventil	600	0
39	Sikkerhedsventil, efterafgasning	1.226	1.226 <sup>b</sup>
40	Sikkerhedsventil ved platform	529	529 <sup>b</sup>
41	Ventil ved container	163	163 <sup>b</sup>
42	Sikkerhedsventil ved platform	2.461	2.461 <sup>b</sup>
43	Sikkerhedsventil uden platform	233	233 <sup>b</sup>
44	Klapventil, efterafgasningstank	8.959	8.959 <sup>b</sup>
	<b>Total</b>	<b>113.158</b>	<b>22.523</b>

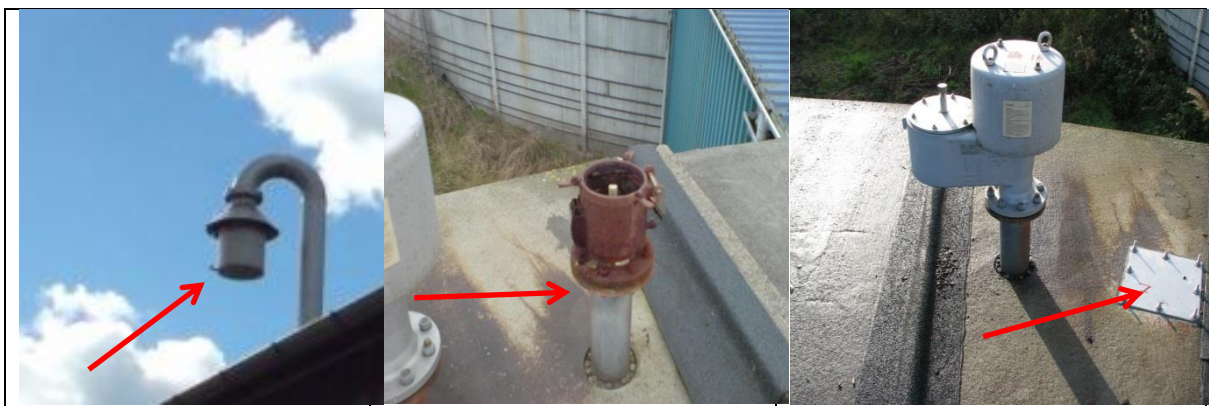
<sup>a</sup> Vandlås på reaktor, som blev opført efter målingerne i 1. målerunde. Ved målingerne i 2. målerunde blev der detekteret metanlækage fra vandlåsen, men vandlåsen blev fyldt op før emissionen blev kvantificeret. Det er vurderingen ud fra detektion med det optiske IR kamera, at der var tale om en betydelig emission før vandlåsen blev fyldt op.

<sup>b</sup> Der er ikke målt på lækagen i 2. målerunde, da lækagen ikke var forsøgt repareret. Emissionen skønnes at være lig med den målte emission fra lækagen i 1. målerunde.



Der forventes normalt ingen emission fra velfungerende vandlåse. Men er vandlåsene løbet tør for vand kan vandlåse føre til en meget høj emission. Der var ikke sensorer til registrering af for lavt vandindhold, eller til automatisk opfyldning på de vandlåse, der indgik i projektet. Systemer til dette findes i dag, og det kan være økonomisk fordelagtigt at etablere disse systemer, idet en utæt vandlås, i et enkelt tilfælde lækkede over 60.000 m<sup>3</sup> metan/år, svarende til en værdi på ca. 1.000 kr/døgn (Tabel 3, lækage 37).

Derudover blev der registreret en utæt vandlås i 2. målerunde på en nyetableret reaktortank (Tabel 3, lækage 33; Figur 4). Denne blev fyldt op før der kunne foretages målinger, og metantabet fra denne utætte vandlås indgår derfor ikke i opgørelsen. Det er dog vurderingen ud fra optagelserne med det optiske IR gaskamera, at emissionen var betydelig før vandopfyldningen.



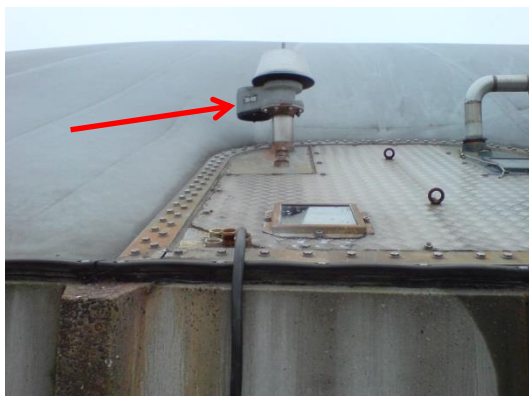
**Figur 4. Eksempler på sikkerhedsventiler på biogasanlæg. Billedet til venstre er en vandlås på gaslager. Det midterste billede viser en gammel inaktiv og utæt sikkerhedsventil, som på billedet til højre er afmonteret, hvorefter hullet er lukket med metalplade.**

Lækage 27 og 28 er to ældre sikkerhedsventiler på to efterafgasningstanke på det samme biogasanlæg (Figur 4). Sikkerhedsventilerne var ikke længere i drift, og der var ved målingerne etableret nye sikkerhedsventiler på efterafgasningstankene. Alligevel var der lækager fra de gamle ventiler. Løsningen blev at afmontere de gamle sikkerhedsventiler og lukke hullet i tanken med plader. Dette var en både nem og billig løsning, som af driftslederen blev anslået til under 1.000 kr. for løn- og materialeudgifter. Driftslederen vurderer desuden, at der ikke er behov for vedligeholdelse af reparationen fremover. Metanemissionen blev ved reparationerne reduceret fra ca. 1.000 m<sup>3</sup> metan/år til 0 m<sup>3</sup> metan/år.

Også nyere tryk/vakuum-ventiler kan være utætte. Der blev dog målt en forholdsvis begrænset emission fra disse (Figur 5, lækagerne 30, 31, 32, 38, 39, 40 og 42). Lækagerne vurderes at skyldes, at der har været skumning i tanken, eller at ventilerne kortvarigt åbner grundet for højt reaktortryk. Herved kan der sætte sig urenheder på tætningsfladerne i ventilen. Det er derfor nødvendigt at efterse og rense ventilerne med jævne mellemrum, og specielt i forbindelse med at skumning eller utilsigtet højt gastryk i reaktoren har fundet sted.

På mange af de undersøgte biogasanlæg blev der ikke foretaget vedligeholdelse af tryk/vakuum-ventilerne efter målingerne ved 1. måling. Derfor er der ikke foretaget yderligere målinger ved 2. gennemgang, da emissionen fra disse ventiler antages at være uændret.

På et af biogasanlæggene havde man tjekket tryk/vakuum ventilen og fundet at teflon pakningen var defekt. Prisen for indkøb og udskiftning af teflonpakningen blev vurderet af driftsledelsen til at være under 1000 kr. Fremover vil det samme anlæg ændre vedligeholdelsesproceduren og efterse tryk/vakuum-ventilerne med læksøger spray en gang pr. måned.



**Figur 5. Eksempel på lækage fra tryk/vakuumsikkerhedsventil.**

Lækage 29, 34, 35 og 36 er lækager i forbindelse med springplader (Figur 6). Der blev målt forholdsvis høje emissioner fra springpladerne, fra 2.288 til 10.647 m<sup>3</sup>/år. Efterfølgende blev lækagerne 34, 35 og 36 udbedret; lågene blev afmonteret, pakfladerne rensed og efterfølgende smurt med en pasta der kan tåle gaspåvirkningen. De samlede omkostninger blev af driftslederen vurderet til at udgøre under 1.000 kr. Driftslederen på anlægget vurderer derudover, at springpladerne skal efterses 1 gang pr. år, samt når de har været lettet.

Emissionerne fra de tre eftersete springplader blev reduceret fra totalt 26.243 m<sup>3</sup> til 947 m<sup>3</sup> metan/år. Emissionen fra den springplade, som ikke blev efterset steg fra 2.288 til 5.274 m<sup>3</sup> metan/år. Dette indikerer en løbende forøgelse af metanemissionen fra den aktuelle springplade. Forøgelsen kan dog også skyldes, at emissionstabet også afhænger af de aktuelle trykforhold i reaktor eller lagringstanke.



**Figur 6. Eksemplar på springplader: Til venstre ses en ældre springplademodel, hvor tætningspladen holdes nede af forspændte fjedre. Til højre ses en simpel anordning til tryksikring, hvor flangen tætnet mod røråbning og kan løfte sig ved overtryk eller skumning**

Der blev registreret lækager fra tre klapventiler (lækage 41, 43 og 44). Alle klapventiler er af samme type (Figur 7).



Figur 7. Eksempler på lækager i forbindelse med klapventiler.

## 6. ØVRIGE LÆKAGER

Kategorien "øvrige lækager" dækker over alle de typer lækager, som ikke er inkluderet i de to kategorier "sikkerhedsventiler" eller "samlinger". Lækagerne er mangeartede og omfatter alt fra pakdåser ved omrørere til deciderede huller i efterafgasningstanke.

Den samlede målte emission fra denne kategoritype udgør 452.077 m<sup>3</sup> metan/år, og emissionen fra denne kategoritype er derfor markant højere end emissionen fra de andre kategorier af lækager, både totalt og i gennemsnit pr. lækage (Tabel 4). Men efter reparationer og vedligeholdelse blev den samlede emission fra øvrige lækager reduceret med over 90 % til 37.065 m<sup>3</sup> metan/år.

Tabel 4. Metanemission fra øvrige lækager. Emissionen er bestemt henholdsvis før (1. måling) og efter (2. måling) lækageidentifikation.

ID Nummer	Beskrivelse af lækager	Målt metanemission Nm <sup>3</sup> metan/år	
		1. måling	2. måling
45	Ø20 mm hul i betondæk, efterafgasningstank syd	1.829	137
46	Ny kasse, sydlige omrører, efterafgasningstank syd	68.207	0
47	Ny kasse, nordlige omrører, efterafgasningstank syd	30.628	664
48	Gammel kasse, sydlige omrører, efterafgasningstank N	77.272	7.067
49	Gammel kasse, nordlige omrører, efterafgasningstank N	18.342	1.853
50	Pakdåse ved omrører, reaktor øst	65.691	1.105
51	Hul i efterafgasningstank (ingen lækage ved 1.måling)	0	26.239
52	Skorsten, efterafgasningstank syd	4.017	0
53	Skorsten, efterafgasningstank nord	3.667	0
54	Hul ved platform	129.208	0
55	Mesofil reaktor, Gaffa svejsning med emhætte	35.370	0
56	Mesofil reaktor, Gaffa svejsning med emhætte, kl 3	5.726	0
57	Mesofil reaktor, Rød studs, syd med murespand	886	0
58	Mesofil reaktor, Rød studs, øst med murespand	3.022	0
59	Mesofil reaktor, Hul ved påsvejset sort lukning	369	0
60	Mesofil reaktor, Hul 2 ved påsvejset sort lukning	1.808	0
61	Mesofil reaktor, Hul 1 ved svejsning, med gaffe	662	0
62	Mesofil reaktor, Hul 2 ved svejsning uden gaffa	5.373	0
	<b>Total</b>	<b>452.077</b>	<b>37.065</b>

De højeste metanemissioner blev målt i forbindelse med lækager fra fire metalkasser, som var monteret på toppen af to efterafgasningstanke med henblik på at sikre adgang til omrørerne i tankene (lækager 46-49 og Figur 8). Lækagerne fandtes imellem kassernes sider og låg. To af de fire metalkasser var nye, mens de to andre var ældre, men emissionen var næsten ens fra de to nye kasser sammenlignet med de to ældre kasser. Det skal nævnes, at de nye kasser ved den 1. måling ikke var færdigmonteret, bl.a. var flere bolte ikke spændt. Ved 2. måling var de gamle kasser skiftet til nye, og alle kasser var færdigmonterede, hvilket reducerede emissionen med ca. 95 % til 9.584 m<sup>3</sup> metan/år.

At skabe adgang til neddykkede omrøresystemer, og samtidig sikre at adgangen efterfølgende kan lukkes gastæt, kan være en udfordring. Den i (figur 8) viste konstruktion er ikke optimal. Der er for få boltbespændinger langs kanterne, og der mangler boltbespændinger i hjørnerne. Den store afstand mellem boltene gør at materialet kan give sig og derved ikke tætnes tilstrækkeligt.



**Figur 8. Metalkasser på toppen af efterafgasningstanke, som sikrer adgang til omrører. Til venstre en ældre kasse, som på billedet til højre er udskiftet med en ny.**

Lækagerne 52, 53 og 55-62 (Tabel 4) blev alle observeret i forbindelse med membraner på efterafgasningstanke, formentlig som følge af ældning. Lækagerne 52 og 53 var ved to tætninger omkring centermasten i tanken (Figur 9, øverste billeder). Allerede før 1. måling var det besluttet, at disse membraner skulle udskiftes. Udskiftningen af membraner betød at den samlede emission steg fra 7.684 til 8.301 m<sup>3</sup> metan/år. Den højere målte emission efter monteringen af de nye membraner skyldtes 4 lækager ved samlinger (nr. 5, 6, 7 og 8 i Tabel 2, samt Figur 2). Driftslederen brugte efterfølgende videooptagelserne af lækagerne til at få leverandøren af membraner til at efterse lækagerne.

Lækagerne 55-62 (Tabel 4) var alle fra samme membran på en efterafgasningstank (Figur 9). Flere af lækagerne havde allerede været forsøgt lappet af driftspersonalet på anlægget, bl.a. med gaffatape, som dog ikke holdt tæt. Det var også allerede besluttet, at membranen skulle udskiftes. Den samlede emission før udskiftning af membran udgjorde 88.586 m<sup>3</sup> metan/år, og efter udskiftningen 2.245 m<sup>3</sup> metan/år.

Emissionen efter monteringen af den nye membran skyldtes 3 lækager (nr. 9, 10 og 11 i Tabel 2). Omkostningerne ved udskiftning af membranen på efterafgasningstanken udgjorde ca. 250.000 kr., men set i forhold til at metanemissionen blev reduceret med 86.341 m<sup>3</sup> metan/år er tilbagebetalingstiden forholdsvis kort. Hvis værdien for 1 m<sup>3</sup> metan sættes til 5 kr., beløber den reducerede emission sig til 431.705 kr./år.

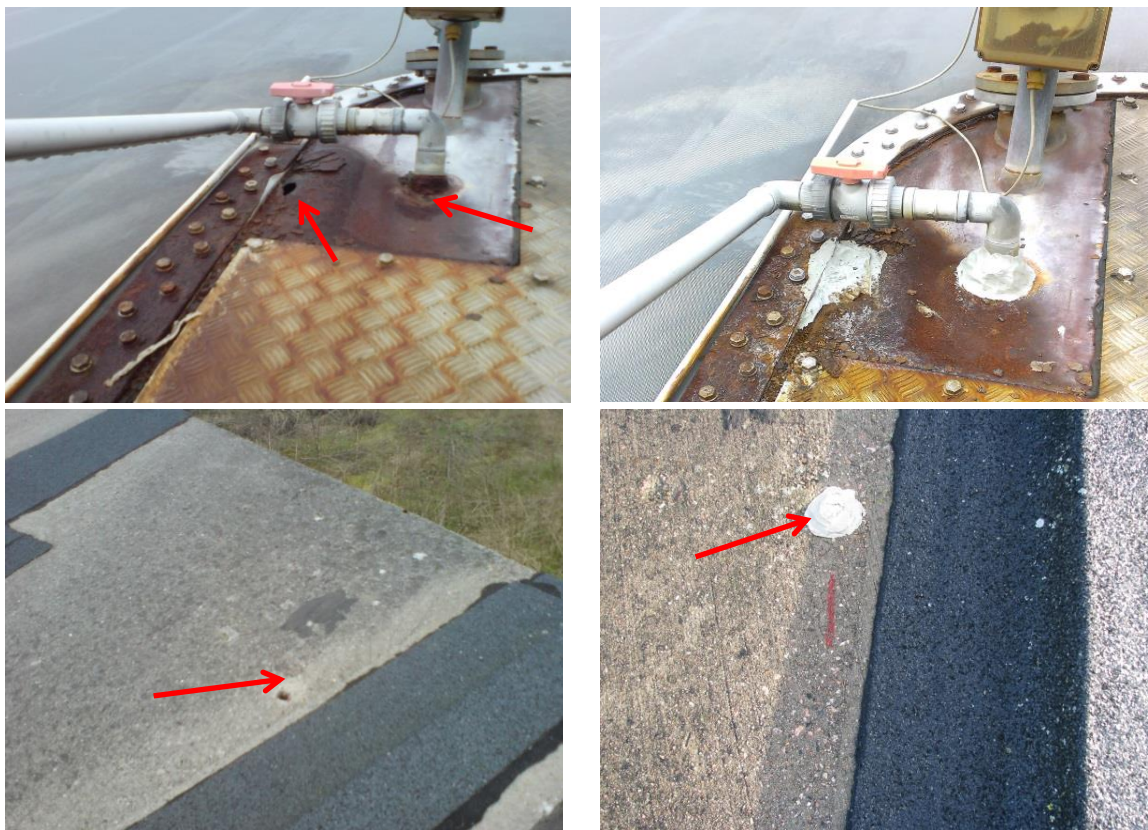
Bemærk, at lækagerne 52, 53 og 55-62 før udskiftning af membraner er af lækagetyper, som hører til i kategorien "øvrige lækager", mens de efter udskiftning af membraner er lækagetyper (lækagerne 5-11 i Tabel 2) hørende til i kategorien "lækager ved samlinger".



**Figur 9. Eksempler på øvrige lækager og deres reparation. Øverste til venstre: Lækage ved mastetop på efterafgasningstank. Øverst til højre: Samme efterafgasningstank, men med ny membran. Nederst til venstre: Lækage i membran på efterafgasningstank. Membranen er forsøgt lappet med gaffatape. Nederst til højre: Samme efterafgasningstank, men med ny membran**

I to tilfælde var de identificerede lækager direkte huller i beton- og metaldele af efterafgasningstanke (lækagerne henholdsvis 45 og 54). Lækagen i metaldelen af en overdækning på en efterafgasningstank (Figur 10, øverste billeder) havde en forholdsvis høj emission på 129.208 m<sup>3</sup> metan/år. Lækagen blev umiddelbart efter målingen lukket med fugemasse, og senere blev hele overdækningen på efterafgasningstanken udskiftet.

Lækagen i betonoverdækningen var et borehul, muligvis fra dengang betonfagene blev løftet på plads og monteret (Figur 10, nederste billeder). Der blev observeret mange borehuller i betonoverdækningen, men de resterende var proppet til, og der blev ikke detekteret lækager fra disse. Lækagen blev lukket med fugemasse, og emissionen før og efter denne reparation var henholdsvis 1.829 m<sup>3</sup> metan/år og 137 m<sup>3</sup> metan/år.



**Figur 10.** Øverst til venstre: Lækage i efterafgasningstank. Øverst til højre: Samme lækage lappet med fugemasse. Nederst til venstre: Lækage i top af efterafgasningstank: Nederst til højre: samme lækage lappet med fugemasse.

Lækager omkring omrørere har tidligere været omtalt som en potentiel kilde til emission. Dette er til dels forsøgt afhjulpet ved at udskifte en ofte traditionel pakdåse (paksnor og pakbrille), med en labyrinttætning. Der blev således kun identificeret én lækage af denne type (lækage 50 i Tabel 4). Emissionen herfra var 65.691 m<sup>3</sup> metan/år. Da der efterfølgende blev skiftet paksnor, blev emissionen efterfølgende bestemt til 1.105 m<sup>3</sup> metan/år. Omkostningerne til reparationen var under 1.000 kr. og driftslederen nævner, at vedligeholdelse fremover vil bestå af et ugentligt tilsyn og smøring, samt efterspænding hver 2. måned.



**Figur 11.** Til venstre: Pakdåse ved omrører. Til højre: hul i efterafgasningstak. Biogasanlægget var bekendt med hullet, og det var planlagt, at der snarest skulle monteres en metalplade til afdækning.

Lækage 51 (Tabel 4) var et hul i en efterafgasningstank efter en afmonteret ventil eller anden anordning. Driftslederen på biogasanlægget var klar over lækagen, og den var midlertidigt af-

dækket med en metalkasse med vægt i form af sten, og det var planlagt at lækagen snarest skulle afdækkes permanent med en metalplade. Lækagen blev ikke observeret ved 1. måling, men ved 2. måling blev emissionen bestemt til 26.239 m<sup>3</sup> metan/år.

## 7. VEDLIGEHOLDELSESPROCEDURER

---

Efter emissionsmålingerne var foretaget, blev driftslederne interviewet, om projektet havde givet anledning til ændrede vedligeholdelsesprocedurer på anlæggene. Flere peger på, at en årlig scanning af anlæggene med et optisk IR gaskamera vil være en del af deres vedligeholdelsesprocedure fremover, mens en enkelt nævner en hyppigere gennemgang af anlægget med læksøger spray. En driftsleder gav udtryk for, at de fremover vil foretage hyppigere eftersyn af membraner i sikkerhedsventiler, mens en anden besluttede at foretage flere manuelle aflæsninger af målere, som ellers kunne foretages online. Sidstnævnte med den begrundelse, at driftspersonalet kommer rundt på anlægget og kan observere eventuelle lækager.

## 8. ANBEFALINGER

---

Med baggrund i de gennemførte målinger og observationer på de undersøgte biogasanlæg har projektet udarbejdet anbefalinger til hvor ofte det vil være fornuftigt at gennemføre undersøgelser af lækagetabet på biogasanlæg. Anbefalingerne er udarbejdet således at de dækker henholdsvis nyetablerede anlæg og eksisterende biogasanlæg.

### **Anbefalinger vedrørende lækagemåling på nyetablerede biogasanlæg**

I forbindelse med etablering af et nyt biogasanlæg anbefales det, at der ved overdragelsen fra leverandør til ejer iværksættes en efterprøvning og dokumentation af, at anlæggets gassystem (tanke, rør, ventiler, gaslager mv.) er gastætte for at forhindre emission af metan. Afleveringsforretningen vil typisk omfatte trykprøvning af tanke før anlægget sættes i drift – dvs. inden der produceres biogas/metan på anlægget. Men lækager og andre utætheder vil kunne forekomme andre steder end fra de tanke der trykprøves. Der anbefales derfor en gennemgang af anlægget med IR-metan kamera og evt. efterfølgende kvantificering af metantabet f. eks. efter en måneds drift – dvs. så man sikrer at anlægget i en måned har produceret biogas og denne er blevet "forbrugt", enten ved afbrænding på anlægget eller den er eksporteret fra anlægget via rørsystem eller lignende. På den måde sikrer man, at der har været biogas gennem hele systemet, og at trykforholdene i gassystemet under drift muliggør at eventuelle lækager og utætheder kan identificeres.

Næste lækagetjek anbefales gennemført i forbindelse med 1 års afleveringen. Herefter anbefales årlige lækagetjek som beskrevet under afsnittet eksisterende anlæg.

Vandlåse og lignende installationer skal dog naturligvis tjekkes lige så ofte på nye anlæg som på eksisterende og ældre anlæg.

### **Anbefalinger vedrørende lækagemåling på eksisterende biogasanlæg**

På eksisterende biogasanlæg anbefales en årlig gennemgang af anlægget for at identificere lækager og reducere metantabet. Ved gennemgangen bør der især fokuseres på:

- Vandlåse og ventiler i gassystemet
- Dæksler og samlinger
- Overgange mellem metal/beton/pvc

- Samtlige gasbærende systemer

Udover den årlige gennemgang anbefales det, at anlæggets driftspersonel gennemfører 14-dages kontrol af mekaniske sikkerhedsventiler. Desuden anbefales det, at vandlåsebaserede sikkerhedsventiler udstyres med skueglas, så det er muligt at tjekke væskestanden dagligt.

### **Anbefalinger vedrørende kvantificering og vurdering af lækagernes omfang**

Hvis der konstateres én (eller flere) lækage(r) eller utæthed(er) med metanudslip vil det oftest være relevant at få bestemt, hvor stor lækagen er – dvs. hvor meget biogas/metan slipper ud pr tidsenhed. Biogasanlægget kan naturligvis vælge at udbedre lækagen uden at kende mængden af tabt biogas/metan, men hvis det skønnes at der kunne blive tale om betydelige udgifter til udbedring, er det relevant at få et præcist billede af lækagetabets omfang, således at der kan vælges løsninger, der tager hensyn til forholdet mellem ekstra indtægter (ved sparet biogastab) og udgifterne til udbedring.

I nogle tilfælde – f. eks. hvis det konstateres at en vandlås er tom – er kvantificering naturligvis ikke nødvendig; her skal vandlåsen blot straks efterfyldes.

Bestemmelse af en lækages omfang kræver, at man i forbindelse med målingen overdækker den fundne lækage, således at man kan opsamle og måle mængden af metan, der siver ud.

### **Anbefalinger vedrørende udbedring af lækager og utætheder**

Mange af de identificerede lækager på anlæggene kan relativt nemt og hurtigt afhjælpes. Der er ofte tale om lækager ved flangesamlinger i gasbærende rør, som bare behøver efterspænding eller udskiftning af en pakning. Lækager ved dæksler, eks. til afdækning af nedsænkede omrørere eller andet, kan ligeledes ofte udbedres ved efterspænding eller udskiftning af pakning. Er der tale om en lækage fra en tætning mellem beton og et stål dæksel, vil det ofte være nødvendigt at afmontere dækslet og påføre ny tætnings/fugemasse for at få en effektiv tætning.

Mekaniske tryk/vakuumb ventiler kan efter aktivering blive utætte, da den udblæste gas kan bringe smuds(biomasse) med, som sætter sig på pakfladerne. Det er ofte tilstrækkelig at rengøre pakfladerne igen med en fugtig klud.

Vandlåsebaserede sikkerhedsventiler er som udgangspunkt tætte, hvis de er fyldte med væske til korrekt væskestand. De fleste vandlåse er dog konstrueret til opgaven, og korrekt væskestand opnås ved overløb. Det anbefales at have automatisk påfyldning af vand til vandlås og et skueglas, der tydeligt viser den aktuelle væskestand.

Ved revner i gastætte overdækninger, tæringer i tanktoppe og rørgennemføringer mm. er det ofte nødvendigt at gennemføre større reparationer, hvor området der skal tætnes først tømmes for gas og sikres for eksplosionsfare før reparationer kan gennemføres. Det anbefales at rådføre sig med leverandører eller virksomheder der har erfaring i arbejde i atexzoner.

## **9. SAMMENFATNING**

---

Der blev ved den 1. måling samlet detekteret 52 lækager på 9 danske biogasanlæg. Den samlede emission fra disse lækager blev bestemt til at udgøre en samlet metanemission på 581.138 Nm<sup>3</sup> metan/år. Herefter blev de fleste lækager udbedret, hvorefter den samlede metanemission var reduceret med 85 % til 88.119 Nm<sup>3</sup> metan/år.



Lækagerne kunne opdeles i tre kategorier: "Lækager ved samlinger", "lækager ved sikkerhedsventiler", samt "øvrige lækager", med henholdsvis 19, 15 og 18 lækager i hver kategori.

Den samlede emission fra "lækager ved samlinger" udgjorde 13.547 m<sup>3</sup> metan/år og udgjorde dermed kun ca. 2 % af den samlede emission fra alle lækager. Til gengæld var lækager ved samlinger svære og/eller dyre at reparere, og der var ofte kun begrænset økonomiske gevinst ved at foretage reparationer af disse.

Emissionen fra "lækager ved sikkerhedsventiler" var lidt højere, 113.158 m<sup>3</sup> metan/år. Det vurderes, at lækagerne delvis kan forebygges med hyppige eftersyn, eller eventuelt ved udskiftning til vandlåse, der er helt tætte, hvis de vel at mærke er tilstrækkeligt vandfyldte. Netop manglende opfyldning af disse gav anledning til et par lækager med høje emissioner. Denne type lækagetab kan eventuelt forhindres, hvis der installeres sensorer på vandlåsene, som giver alarm eller opfylder automatisk ved lav væskestand.

Langt den højeste emission blev målt fra lækagekategorien "øvrige lækager". I alt blev der på de undersøgte biogasanlæg målet et samlet metantab denne lækagekategori på 454.433 m<sup>3</sup>/år. Lækagerne var mangeartede og omfatter alt fra utætte pakdåser ved omrører til deciderede huller i efterafgasningstanke. Langt de fleste af disse lækager er relativt billige at reparere. Derfor er der i mange tilfælde udsigt til en stor økonomisk gevinst ved at udbedre lækagerne.