



## Måling af den totale metanemission fra Klintholm I/S

Fredenslund, Anders Michael; Delre, Antonio; Scheutz, Charlotte

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Fredenslund, A. M., Delre, A., & Scheutz, C. (2015). *Måling af den totale metanemission fra Klintholm I/S*. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

---

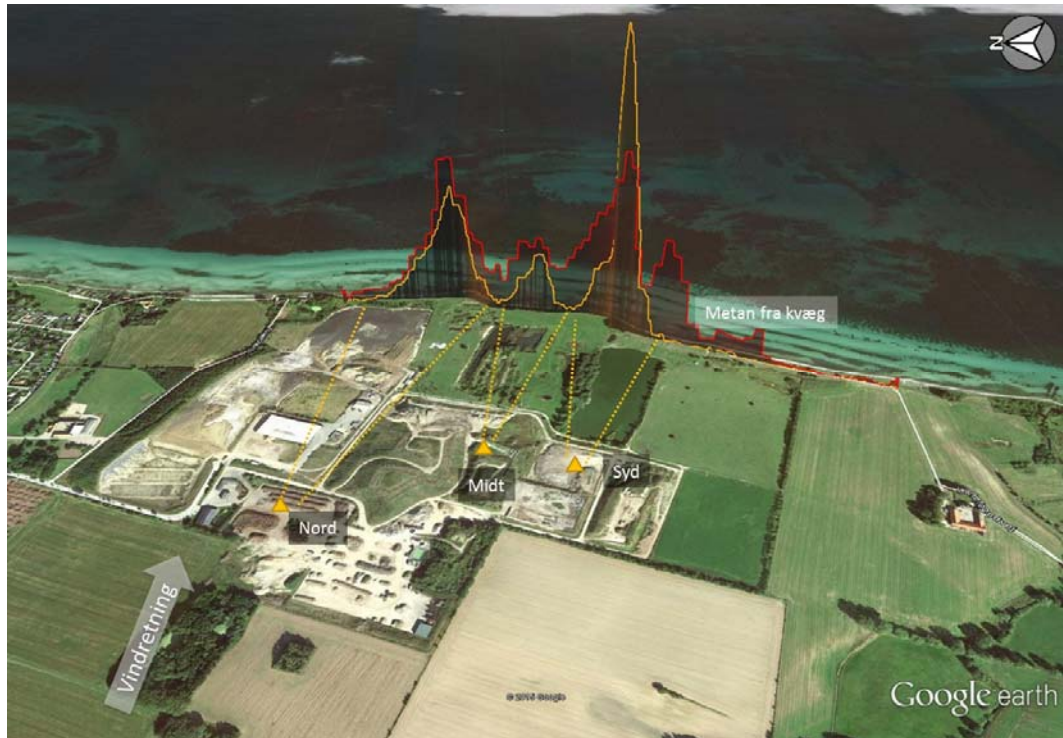
### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## Måling af total metanemission fra Klintholm I/S



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Klintholm I/S under måling af den totale metanemission fra deponiet 10. juli 2015. Metankoncentrationer er markeret med rød, mens sporgaskoncentrationer er markeret med gul. Baggrundskoncentrationen af metan på 1,874 ppm er fratrukket. Gule trekantede markerer, hvor der blev frigivet sporgas på deponiet. Der blev set metan fra græssende kvæg ved marken nær ved vejen, hvor der blev målt, men det var muligt at separere dette bidrag fra deponiets metanemission. Deponiets fysiske omgivelser gjorde, at det var nødvendigt at måle relativt tæt på anlægget.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

September 2015

## Institut for Vand og Miljøteknologi

Miljøvej

Bygning 113

2800 Kgs. Lyngby

Email: info@env.dtu.dk

Telefon: 45 25 16 00

Fax: 45 93 28 50

CVR-nr. 30 06 09 46

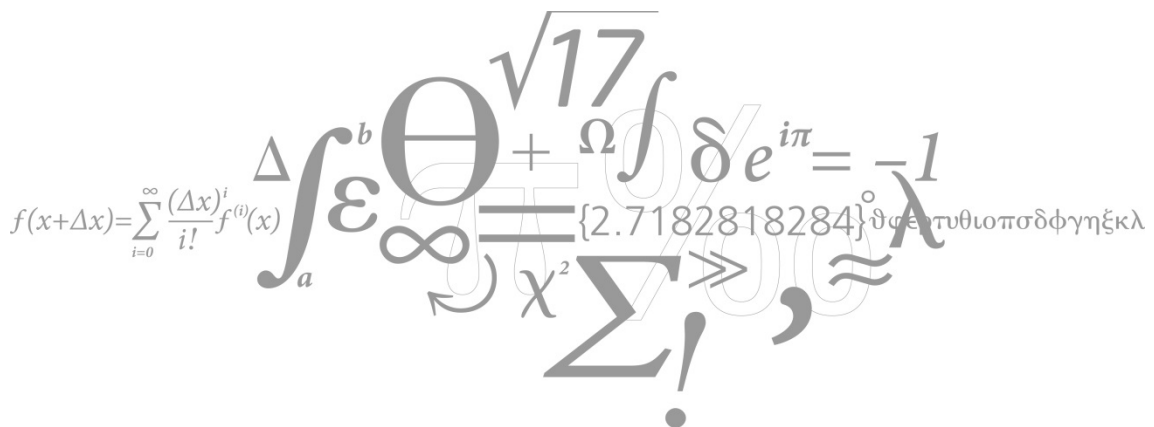
EAN-nr. 57 98 00 04 31 201

### Kontakt vedr. denne rapport:

*Anders M. Fredenslund*

Telefon: +45 45 25 15 91

E-mail: amfr@env.dtu.dk



# 1. Indledning og formål

Institut for Vand og Miljøteknologi (DTU Miljø) udfører for Miljøstyrelsen målinger af totale emissioner af metan fra en række danske deponier som led i etablering af biocovers til nedbringelse af drivhusgas emissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra deponiet Klintholm I/S beliggende Klintholmvej 50, 5874 Hesselager. Målingen blev udført 10. juli, 2015.

DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til sporstofmålinger, der vurderes velegnede til målinger af totale emissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved at emissioner sker fra diffuse, og måske ikke kendte kilder fordelt på relativt store arealer.

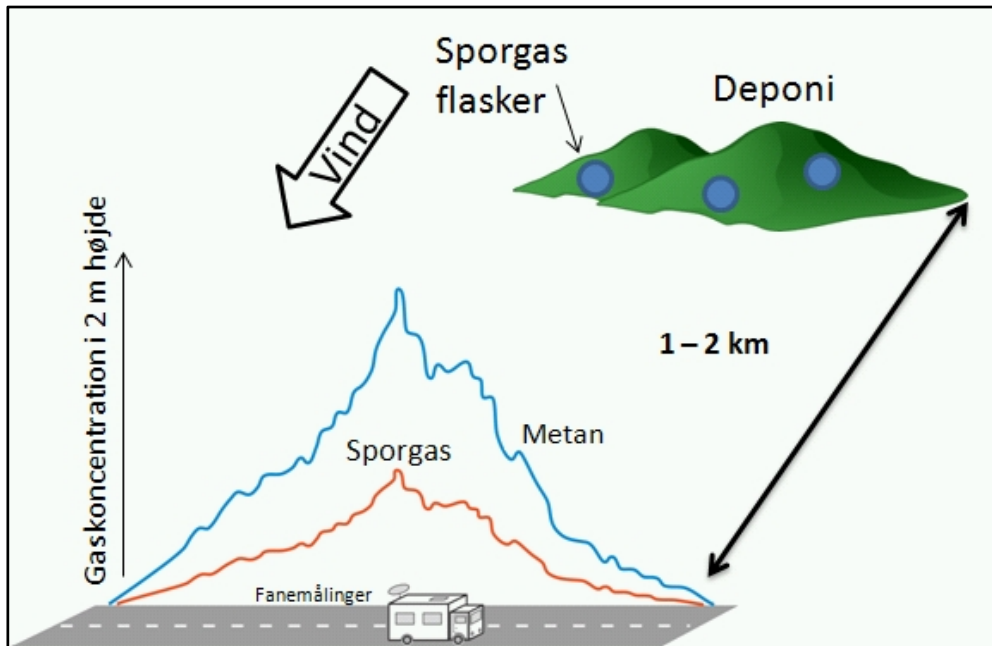
Denne metode har været anvendt her til primært at måle den totale emission af metan fra anlægget, og sekundært at måle emission fra den del af anlægget, hvor der komposteres haveaffald. Det var desuden et sekundært mål, at kvantificere metanemissioner fra visse perkolatbrønde på anlægget. Det sidste kunne ikke gøres, da der ikke blev registreret en emission fra brøndene.

Der understreges, at målingen viser emissionen, som den var på det tidspunkt, hvor målingen blev udført, og at gasemissioner fra deponier varierer over tid - blandt andet under påvirkning af atmosfæriske forhold som trykstigninger og -fald.

## 2. Metodebeskrivelse

Metoden, der blev anvendt til kvantitativ bestemmelse af den totale metanemission fra deponiet, kaldes den dynamiske sporgasdispersionsmetode, der blandt andet er beskrevet i Galle et al., 2001, Scheutz et al., 2011 og Mønster et al., 2014.

Teorien bag den benyttede målemetode er, at gasser med lang atmosfærisk levetid vil opføre sig ens i forhold til opblanding og transport i atmosfæren. Det er derfor muligt at udlede en kendt mængde af en sporgas tæt på metankilderne, måle koncentrationen af sporgas samt metan langt væk fra kilderne i vindens retning og beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrukket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas. Princippet i metoden er illustreret i Figur 1.



Figur 1. Princippet i den dynamiske sporgasdispersionsmetode til bestemmelse af metanemissionen fra et affaldsdeponi. På figuren ses et match mellem stigninger og fald i koncentrationer af sporgas og metan målt på tværs nedvinds et deponi. Dette indikerer, at sporgasfrigivelsen på tilfædsstillende vis simulerer frigivelsen af metan.

Målingerne blev foretaget med et Picarro metan/acetylen analyseapparat (model G2203), som kan måle meget små koncentrationsforskelle trods den relativt høje baggrunds-koncentration af metan i atmosfæren. En GPS var tilsluttet udstyret for at registrere den præcise geografiske position under målingerne, og en vejstation målte temperatur, atmosfærisk tryk, vindstyrke og retning. For at få en god simulering af metankilderne er det nødvendigt at frigive sporgas de steder på deponiet, hvor hovedparten af metanen emitteres. Dette sikres ved, at der inden den egentlige måling udføres en screening af metankoncentrationer ved at måle tilgængelige steder på deponiet.

I starten og i slutningen af hver målekampagne måles baggrundskoncentrationerne af metan og sporgas opvinds fra deponiet, og det sikres, at der ikke er andre kilder imellem deponiet og den valgte målevej nedvinds fra deponiet, som kan bidrage til forhøjede koncentrationer af metan eller sporgas. Baggrundskoncentrationen kan stige eller falde i løbet af en målekampagne, hvilket ofte vil skyldes en ændring i lokale atmosfæriske forhold. For at undgå indflydelse fra en stigende eller faldende baggrundskoncentration blev den målte koncentration i enden af hver fanemåling brugt som baggrundskoncentration i emissionsberegningerne i de tilfælde, hvor de atmosfæriske forhold ændrede sig under målekampagnen. Baggrundskoncentrationen af sporgassen acetylen ændrer sig dog ikke som følge af lokale atmosfæriske ændringer på samme måde som metan, da der ikke er så mange lokale emissionskilder.

### 3. Beskrivelse af udførte målinger

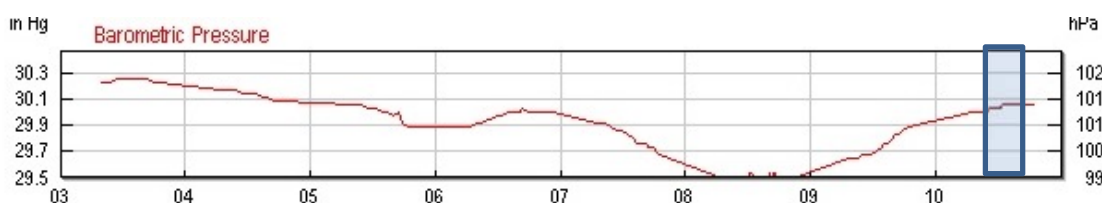
Målingen blev udført 10. juli 2015 mellem ca. 16:00 og 21:20. Den første ca. 2,5 time blev brugt på screeninger af metankoncentrationer på deponiet og i deponiets omgivelser. Derefter blev der

målt metanemissioner fra areal anvendt til kompostering, hvilket tog i alt ca. 40 minutter. Den resterende tid blev brugt på måling af totalemission af metan fra deponiet. Totalemissionsmålingen blev forsøgt gentaget dagen efter, men måtte opgives på grund af for svag vind.

Ved måling af totalemission af metan blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra tre lokaliteter på deponiet. Der blev i alt frigivet 1,7 kg acetylen i timen. Der blev anvendt forskellige frigivelsesrater fra de tre lokaliteter. Målingerne blev udført i en periode med et atmosfæretryk, der blev målt til ca. 1017 mbar. Temperaturen var 14 °C. Der var en let vind fra vest (ca. 1-4 m/s), der muliggjorde måling nedvinds deponiet på en mindre vej i umiddelbar nærhed af kysten øst for deponiet. Vindretningen varierede noget under målingen. Der blev anvendt flere placeringer af sporstoffrigivelse, indtil der blev set en tilfredsstillende sammenhæng mellem koncentrationer af sporgas og metan nedvinds, der indikerer at sporgasfrigivelsen simulerer emissionen af metan fra deponiet.

For måling fra komposteringen alene blev der ligeledes anvendt flere placeringer af sporgasfrigivelse, ligesom der blev brugt flere flowrater af sporgas inden, der blev fundet en god sammenhæng mellem sporgas og metan.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før og under målingen observeret på Hans Christian Andersen Lufthavn nær Odense. Det fremgår af figuren, at trykket var stigende under målingen.



Figur 2. Atmosfæretryk i perioden for målingen målt ved Hans Christian Andersen Lufthavn nær Odense. Ca. tidspunkt for målingen er fremhævet i figuren. (Kilde: <http://www.wunderground.com>).

## 4. Resultater

### 4.1 Screening af metan i deponiets omgivelser

Der blev målt metankoncentrationer i deponiets omgivelser for at identificere nærliggende kilder til metanudledninger, der vil kunne influere på resultatet af totalmålingen samt for at identificere mulige steder for at måle emissionen fra deponiet.

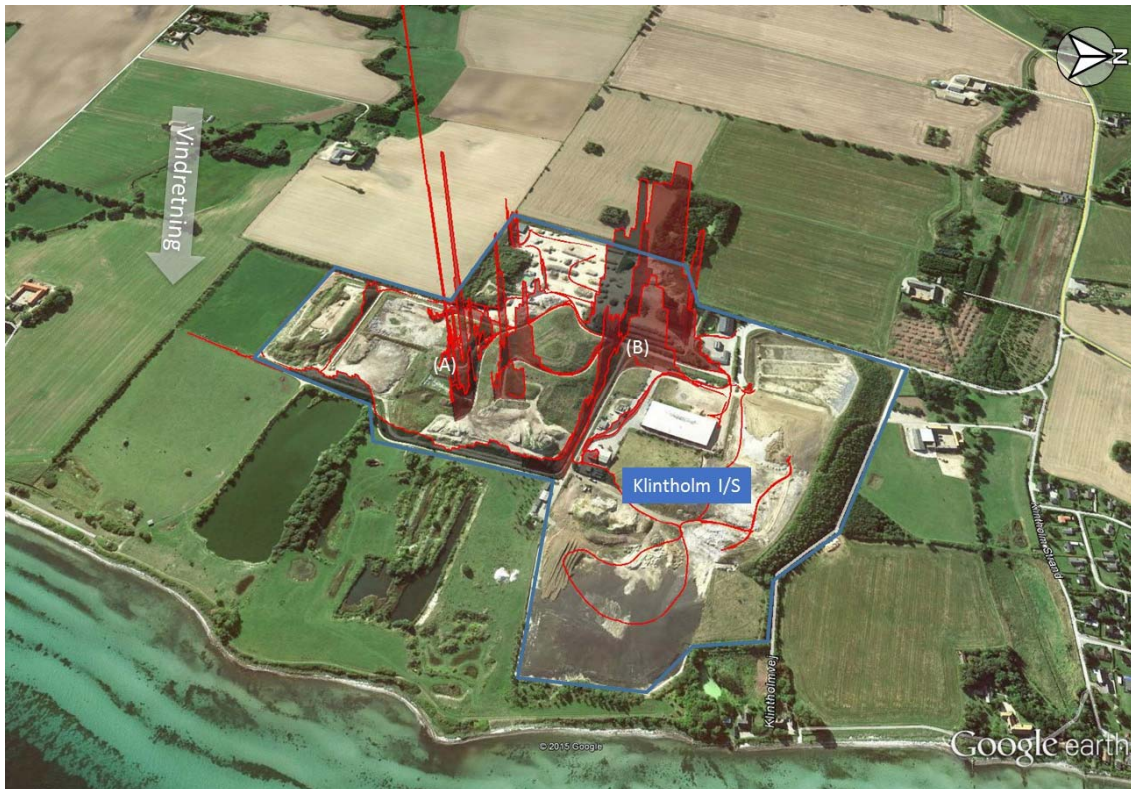
Der blev fundet svagt (få ppb) forhøjede koncentrationer nær nogle bebyggelser i området, samt nær en mindre gruppe græssende kvæg. Der blev ikke set andre kilder til metanemissioner, der vurderedes at kunne påvirke målinger af emissioner fra deponiet væsentligt. Det var dog kun i begrænset omfang muligt at måle nær deponiet opvinds.

### 4.2 Screening af metan på deponiets område

Måling af totalemission fra deponiet med sporgasdispersionsmetoden kræver, at frigivelsen af sporstof så vidt muligt sker samme sted som frigivelsen af metan, som beskrevet i afsnit 2. Dette

blev gjort ved at måle de steder på deponiet, hvor det var muligt at køre med det anvendte måleudstyr.

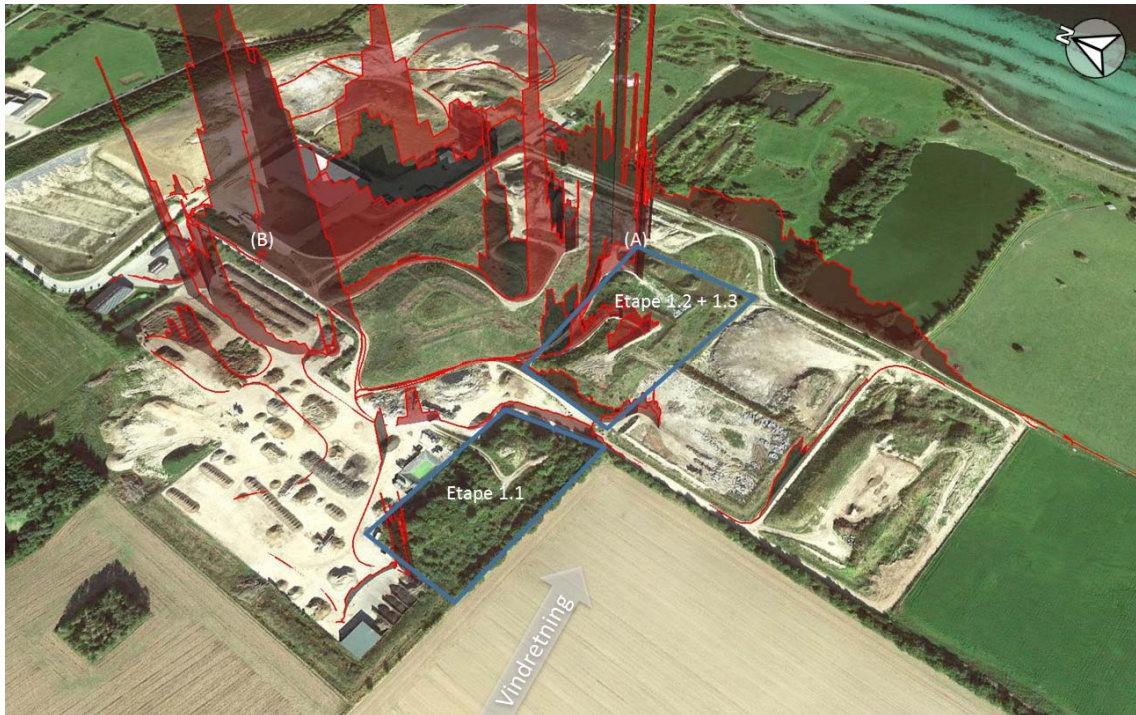
Ved screeningen blev der observeret forøgede metankoncentrationer i dele af deponiet – se Figur 3. Højeste målte koncentration var ca. 3,2 ppm over baggrund, der blev målt til 1,870 ppm. Dette blev målt i en central del af deponiet, hvor der generelt blev målt relativt høje koncentrationer (se Figur 4). I den del af anlæggets vestlige halvdel, hvor der komposteres have/parkaffald blev der registreret forøgede koncentrationer på op til ca. 0,820 ppm over baggrunds niveau.



Figur 3. Screening af metankoncentrationer inden for deponiets område. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,870 ppm) og er ganget med 400 for at være synlig på kortet. Den højeste målte metankoncentration markeret (A) i figuren var ca. 3,2 ppm over baggrundskoncentrationen. Der blev målt op til ca. 0,820 ppm over baggrundskoncentrationen ved komposteringsområdet markeret (B) i figuren.

På deponiets nordlige del, hvor der er deponeret uorganisk affald blev der ikke målt metanemissioner væsentligt over baggrunds niveau.

Det var som nævnt hensigten, at måle metanemissioner fra enkelte perkolatbrønde på deponiet. Disse var to brønde i den østlige del af etape 1.1 (se Figur 4). Der blev midlertidigt ikke målt væsentligt forøgede koncentrationer nær disse brønde, hvorfor det ikke var muligt at kvantificere emissioner fra disse potentielle kilder.



Figur 4. Samme screening af metankoncentrationer som vist i Figur 3, blot vist fra en anden vinkel. Dele af deponiet (etape 1.1 og etape 1.2+1.3) er markeret på figuren.

### 4.3 Måling af metanemission fra komposteringsanlæg

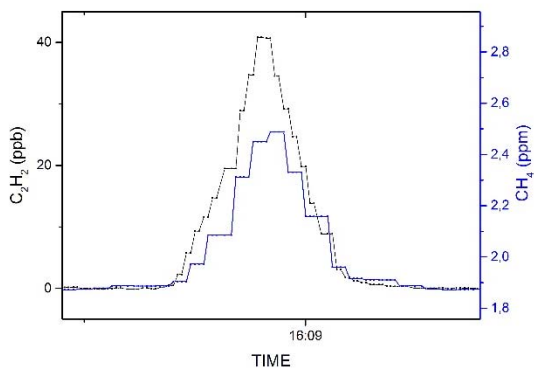
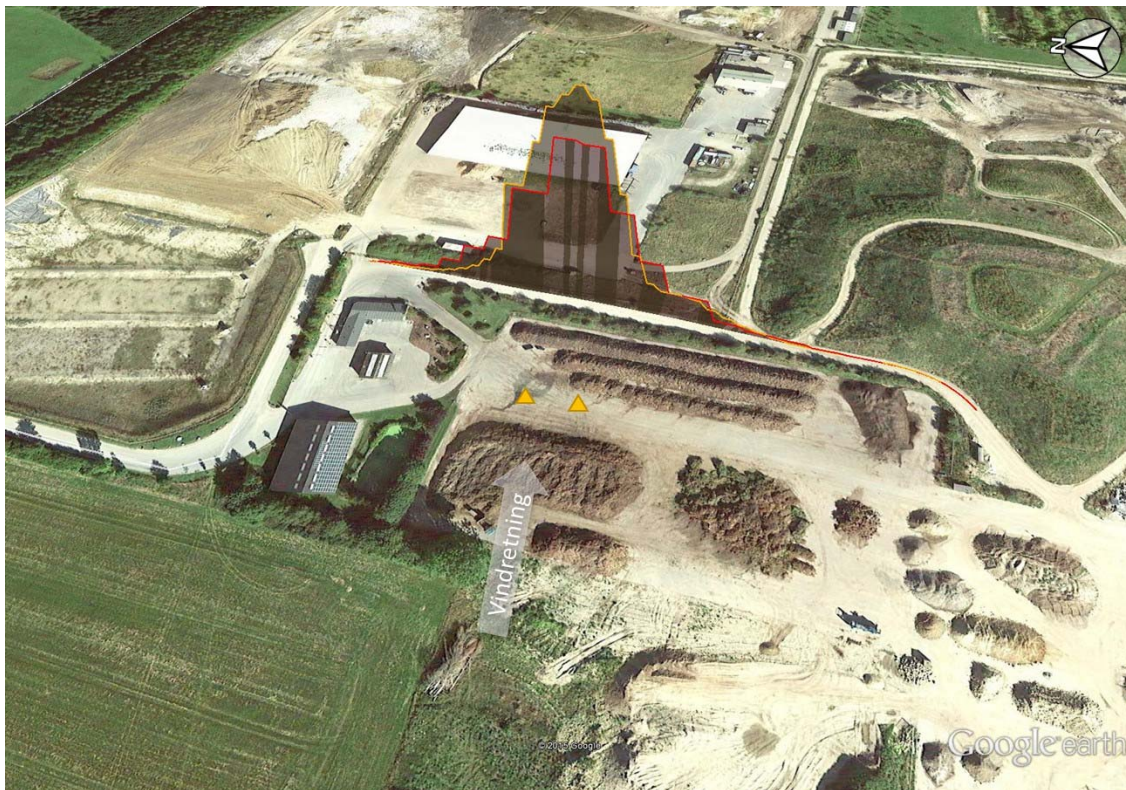
Der blev målt emission af metan fra komposteringen ved at frigive sporstof derfra, og måle koncentrationer af metan og sporstof nedvinds relativt tæt på anlægget. Figur 5 viser et eksempel på en af målingerne, og Tabel 1 viser måleresultater. I alt 16 af disse målinger blev udført. Den samlede emission fra komposteringsområdet blev målt til  $4,6 \text{ kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$ . Det er muligt, at emissionen er overestimeret, da målingerne er udført meget tæt på komposteringsanlægget.

Tabel 1. Målte metanemissioner fra komposteringsanlæg.

Tidspunkt for måling	Målt metanemission ( $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$ )	Tidspunkt for måling	Målt metanemission ( $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$ )
18:18	4,7	18:43	4,6
18:20	4,0	18:44	4,3
18:21	3,6	18:45	4,1
18:27	3,1	18:46	4,9
18:31	4,3	18:47	4,8
18:32	5,3	18:48	4,2
18:33	4,2	18:49	5,4
18:38	5,1	18:50	5,1
18:40	4,4	18:52	5,3
18:41	5,9	18:56	6,0
18:42	3,3		

Gennemsnit	$4,6 \text{ kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$
Standardafvigelse	$0,8 \text{ kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$
Antal traverseringer	21



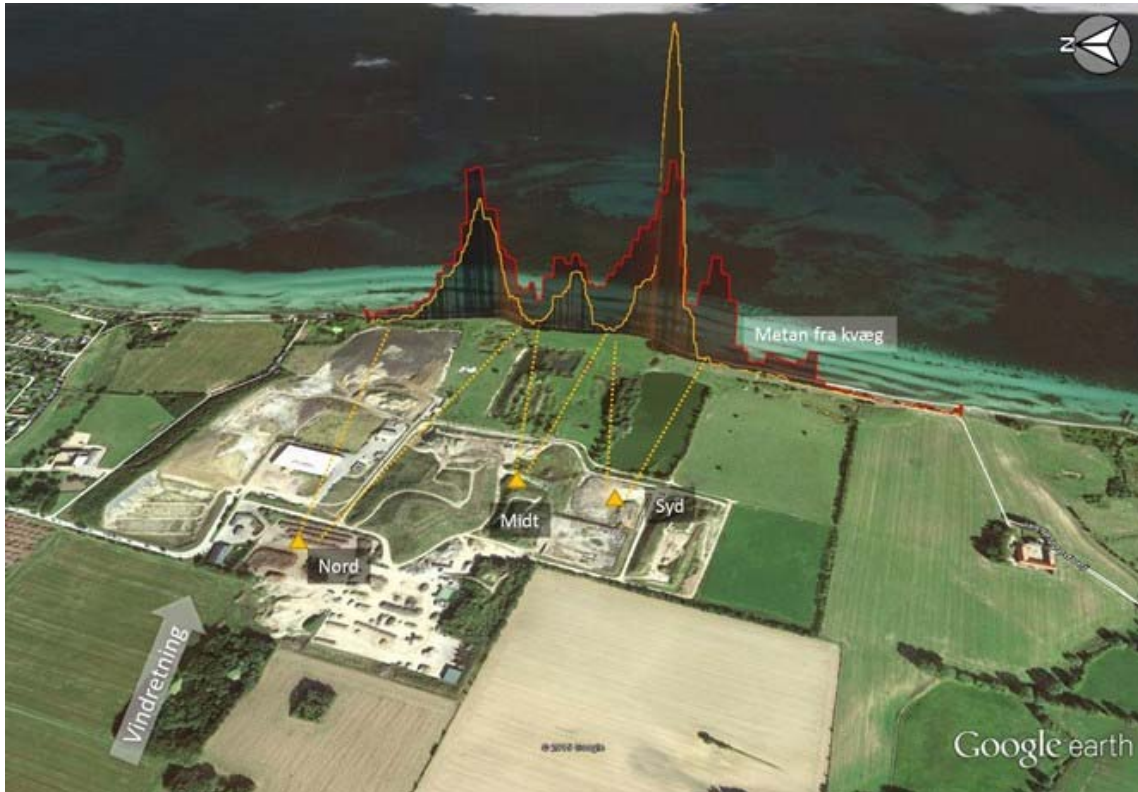


Figur 5. Sporgasmåling fra komposteringsanlæg. Øverst ses eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,874 ppm) og er ganget med 80 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen), og er ganget med 1. De gule trekanten markerer, hvor der blev frigivet sporstof. Nederst tv. ses koncentrationer afbildet på graf. Nederst th. ses hvorledes, der udledes sporgas ved komposten. Placering af sporgasflasker blev justeret, indtil der blev fundet en god sammenhæng mellem metan og sporgas.

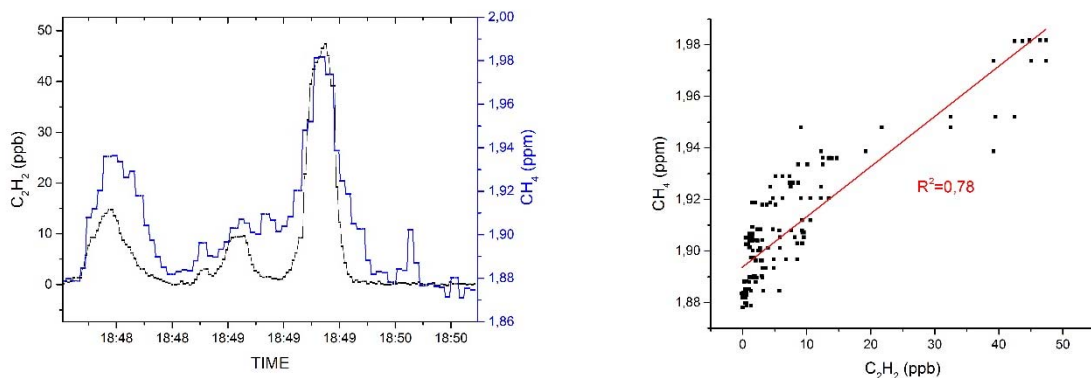
Det bemærkes, at komposten ikke var placeret samme sted som afbildet på foto fra Google Earth i Figur 5.

#### 4.4 Måling af totalemission af metan fra deponiet

Metanemissionen er beregnet ud fra forholdet mellem metan- og sporgaskoncentrationerne i nedvindsfanen, hvor koncentrationerne er integreret for hver traversering af fanen. Der blev udført 20 traverseringer.



Figur 6. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrundsniveau (1,874 ppm) og er ganget med 4000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 15. De gule trekantede markerer, hvor der blev frigivet sporstof. Den højeste metankoncentration i fanen fra deponiet blev målt til 0,108 ppm over baggrund ved denne måling. De stiplede gule linjer markerer, hvordan de tre punkter for frigivelse af metan har givet anledning til de tre områder med forøgede sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Omtrentlig vindretning er angivet.



Figur 7. Venstre graf viser metan- og acetylenkoncentrationer fra samme traversering som illustreret i Figur 6. Højre graf viser metan koncentrationer plottet mod sporgaskoncentrationer.

Der blev som nævnt udledt sporgas fra tre steder på deponiet. Disse steder er markeret i Figur 6, og angives "nord", "midt" og "syd". Der blev set tre områder ("toppe") med forøgede koncentrationer af sporgas nedvinds deponiet, svarende til tre lokaliteter for udledning. Der blev set fire områder med forøgede koncentrationer af metan. Der er i beregningerne af metanemission fra deponiet antaget, at dette fjerde område skyldtes en større besætning græssende kvæg på marken umiddelbart op til den vej, hvor målingerne blev foretaget.

I Tabel 2 listes måleresultater. Der angives emissioner fra de tre områder svarende til de tre lokaliteter, hvor der udledtes sporgas.

Tabel 2. Målte totalemissioner af metan fra Klintholm I/S, 10. juli, 2015. Den samlede emission blev beregnet til  $4,6 \pm 1,0$  kg CH<sub>4</sub> time<sup>-1</sup> (gennemsnit af målinger  $\pm$  én standardafvigelse). Emissionen angives desuden opdelt i tre, svarende til de tre områder, hvor der blev målt forhøjede koncentrationer af metan nedvinds deponiet. Det var ikke muligt at beregne emissioner fra alle dele af deponiet i samtlige 20 traverseringer.

Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH <sub>4</sub> h <sup>-1</sup> )			
	Total	Syd	Midt	Nord
19:41	5,7	2,0	-	3,1
20:08	-	-	-	2,8
20:11	5,1	1,5	1,4	2,7
20:15	-	-	-	2,8
20:15	-	2,6	-	2,4
20:25	6,2	1,9	2,1	2,5
20:25	-	1,3	-	2,1
20:31	4,9	1,9	0,9	2,1
20:34	5,8	2,8	0,9	2,4
20:37	3,4	1,1	-	1,8
20:40	-	1,3	-	2,1
20:55	5,1	1,7	1,5	2,4
20:58	4,2	1,4	1,1	2,1
21:01	4,7	1,5	1,1	2,1
21:03	4,0	1,1	0,9	2,6
21:06	-	-	-	2,0
21:09	3,4	1,1	-	2,1
21:13	3,7	1,3	0,6	2,1
21:15	-	1,2	-	2,0
21:18	3,6	1,2	0,7	2,2
<b>Gennemsnit</b>	4,6	1,6	1,1	2,3
<b>Standardafvigelse</b>	1,0	0,5	0,4	0,3
<b>Antal traverseringer</b>	13	17	10	20

## 5. Konklusion

Screening af metankoncentrationer på deponiet indikerede, at der sker metanemission fra det deponerede affald på den centrale og sydlige del af deponiet, samt fra komposteringen på anlægget. I den nordlige del af deponiet, hvor der er deponeret uorganisk affald, blev der målt koncentrationer af metan nær baggrundsniveau. Det var kun i begrænset omfang muligt at måle metankoncentrationer i deponiets omgivelser. Det vurderes dog rimeligt at antage, at der ikke var andre væsentlige kilder til metanemissioner i anlæggets nærhed, da der vest for anlægget, og dermed opvinds, ligger marker og spredt bebyggelse. Deponiets fysiske omgivelser gjorde, at det var nødvendigt at måle relativt tæt på anlægget ved bestemmelse af anlæggets totale metanemission.

Den totale metanemission fra Klintholm I/S blev beregnet til  $4,6 \pm 1,0$  kg CH<sub>4</sub> time<sup>-1</sup> ( $\pm$  én standardafvigelse). Emissionen blev målt opdelt i tre dele, svarende til tre områder nedvinds, hvor der blev set forhøjede koncentrationer af metan og sporgas. Det er nok ikke muligt at skelne helt, hvor emissionerne fra disse tre steder skete, men det vurderes rimeligt at antage, at den emission der angives "nord" i Tabel 2, indeholder emission fra komposteringsarealet, mens "midt" og "syd" repræsenterer dele af deponiet, der er placeret syd for deponiets ældste del (etape 0), hvor emissionen angivet "midt" i tabellen mest stammer fra etaperne 1.1 og 1.2+1.3. En del af emissionen angivet "syd" kan også være fra etaperne 1.1 og 1.2+1.3. Screeningen indikerede, at der var en væsentligt højere emission af metan fra etape 1.2+1.3 sammenlignet med etape 1.1.

Metanemission fra komposteringsarealet blev beregnet til  $4,6 \pm 0,8$  kg CH<sub>4</sub> time<sup>-1</sup> ( $\pm$  én standardafvigelse). Det er muligt, at emissionen er overestimeret, da målingerne er udført meget tæt på komposteringsanlægget. Emissionen fra forskellige områder af deponiet blev målt til mellem 1,1 og 2,3 kg CH<sub>4</sub> t<sup>-1</sup>.

At det atmosfæriske tryk var stigende under målingen har sandsynligvis gjort, at den målte totale emission af metan er lavere en gennemsnittet fra anlægget.

## 6. Referencer

Galle, B., Samuelsson, J., Svensson, B.H., Börjesson, G. (2001). Measurements of methane emissions from landfills using a time correlation tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. *Environmental Science & Technology*, 35 (1), 21-25

Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Rella, C.W., Scheutz, C., (2014). Quantifying methane emission from fugitive sources by combining tracer release and downwind measurements - a sensitivity analysis based on multiple field surveys. *Waste Management*. 34, 1416–28

Scheutz, C., Samuelsson, J., Fredenslund, A. M., and Kjeldsen, P. (2011). Quantification of multiple methane emission sources at landfills using a double tracer technique. *Waste Management*, 31(5), 1009-1017.