

Miljøstyrelsen, Jord og Affald

BIOCOVER PILOTPROJEKTER

Udvikling og afprøvning af nye metoder ifm. biocover pilotprojekter på Køge Losseplads, Audebo Deponi og Horsens Deponeringsanlæg

9. juni 2016

Udarbejdet af MAF
Kontrolleret af JEL
Godkendt af IAF

1 INDLEDNING

Miljøstyrelsen har i sommeren 2015 forud for lanceringen af biocoverordningen igangsat pilotprojekter med udførelse af baselineundersøgelser samt potentielt projektering og etablering af biocoverløsninger på syv udvalgte deponier. Som led i den første del af pilotprojektet har NIRAS i samarbejde med DTU udført baselineundersøgelser af emissionen af metan fra tre deponier, henholdsvis Køge Losseplads, Audebo Deponi og Horsens Deponeringsanlæg. DTU har udført målinger af totalemissionen af metan, mens NIRAS har udført overfladescreeninger med FID-udstyr. I forbindelse med målingerne af totalemissionen har DTU udført målinger med fintfølende picarro-måleudstyr placeret i en bil. Ved picarro-målinger måles indholdet af metan i luften to meter over terræn, og resultaterne af målingerne repræsenterer derfor udsivning fra eventuelle opvinds kilder til metan.

For at optimere og forbedre resultaterne af overfladescreeningerne har NIRAS i forbindelse med pilotprojekterne udviklet og afprøvet nye metoder. Erfaringerne fra udviklingen og afprøvningen af metoderne er opsummeret nedenfor. For nærmere og mere sted-specifikke informationer henvises til baselinerapporterne /1,2,3/.

2 UDVIKLING AF FID-MÅLINGER MED TELESKOPSTANG

Formål

- Erfaringsmæssigt kan en stor del af metanemissionen fra deponier og lossepladser ske fra skråningerne, hvor risikoen for sætningsskader og sprækker i dæklaget er relativ stor. Det anses derfor for væsentligt i videst muligt omfang at screene disse områder i forbindelse med overfladescreeningen. Både på Audebo Deponi, Horsens Deponeringsanlæg og særligt Køge Losseplads er der skråninger, som på grund af tæt bevoksning og/eller stor hældning ikke er tilgængelige til fods med FID-udstyr. For at kunne foretage overfladescreening på en større del af skråningerne har NIRAS derfor i forbindelse med pilotprojekterne udviklet og afprøvet en metode til FID-målinger med en teleskopstang.

Udførte arbejder

- Udvikling af metode til overfladescreening af stejle og/eller tæt bevoksede skrån timer med forlængelse af FID-prøvetagningssonden (plasticslange) og montering af denne på 5 meter lang teleskopstang.
- Beregning og vurdering af nødvendig øget prøvetagningstid på grund af længere prøvetagningssonde.
- Udarbejdelse af simpel feltprocedure.
- Planlægning og udførelse af FID-målinger med teleskopstang på Køge Losseplads, Audebo Deponi og Horsens Deponeringsanlæg.
- Supplerende databearbejdning i forbindelse med udarbejdelse af oversigtskort med resultater. Dette skyldes, at GPS-enheden, der er tilknyttet FID-måleapparatet, ikke følger teleskopstangen, men er placeret stationært ved feltmedarbejderen i forbindelse med målingerne på skrån timerne. Det vil sige, at alle målepunkter opnået med teleskopstangen er tilknyttet de omtrent samme GPS-koordinater og derfor efterfølgende manuelt skal tildeles specifikke GPS-koordinater.
- Vurdering og rapportering af supplerende måleresultater.

Opnåede erfaringer

- Øget rækkevidde på ca. 5 meter fra henholdsvis toppen og bunden af skrån timerne. Det vil sige, at en større del af skrån timerne kan overfladescreenes. Afhængigt af højden af skrån timerne (> 10 meter) kan der dog stadig være områder på skrån timerne, der ikke kan screenes ved brug af teleskopstang.
- Der kan være forhold, der gør, at det ikke altid er muligt at udføre målinger med teleskopstangen både fra toppen og bunden af skrån timerne, f.eks. tæt bevoksning, hegn eller vandfyldte grøfter.
- Målinger med teleskopstang kan også anvendes til målinger i områder med tæt buskads.
- Metoden er forholdsvis tidskrævende i felten på grund af øget prøvetagningstid, flere kontrolmålinger undervejs (jf. feltprocedure) og håndtering af selve teleskopstangen, som skal foldes ud og ind eller føres frem og tilbage ved hver måling.
- Metoden er også forholdsvis tidskrævende på grund af øget tid til databearbejdning i forbindelse med udarbejdelse af oversigtskort med korrekt placering af målepunkter, jf. ovenstående.

3 ANVENDELSE AF PICARRO-MÅLINGER IFM. OVERFLADESCREENINGER

Formål

- Under hensyntagen til bl.a. tid og ressourcer er overfladescreeningerne med FID-udstyr som udgangspunkt udført i spor med en indbyrdes afstand på 5-10 meter. Da udsivningssteder kan være meget små, er der på trods af en moderat måletæthed risiko for, at væsentlige udsivningssteder kan blive overset. For at imødekomme denne problemstilling har NIRAS i forbindelse med pilotprojekterne aftalt med DTU at udføre supplerende picarro-målinger på farbare veje tæt omkring og internt på deponierne. Derefter har NIRAS sammenholdt resultaterne af FID-målingerne med DTU's picarro-målinger. Dette dels for at se, om der er overensstemmelse mellem målingerne, men også for at identificere eventuelle hotspots, hvor der er indikationer på væsentlig udsivning, som ikke har været mulige at måle med FID på grund af f.eks. begrænsede adgangsforhold. Dette gælder særligt Køge Losseplads.

Udførte arbejder

- Forberedelse og afholdelse af møde den 13. juli 2015 med DTU vedrørende undersøgelsesstrategi, herunder planlægning af nødvendige picarro-målinger.
- Løbende koordinering med DTU herunder indhentning af rådatafiler fra DTU's picarro-målinger.
- Udførelse af picarro-målinger på nærliggende/omkringsliggende og interne farbare veje på de tre deponier.
- Supplerende opsporing af gamle boringer (mulige kilder til udsivning) med FID på Køge Losseplads på baggrund af resultater fra picarro-målinger.
- Supplerende databearbejdning og udarbejdelse af bilag med resultater.
- Sammenstilling af picarro-målinger med FID-resultater, herunder vurdering og tolkning af data.
- Rapportering af picarro-måleresultater.

Opnåede erfaringer

- Godt værktøj til at vurdere, om der er indikationer på hotspots med væsentlig udsivning, som på grund af begrænsede adgangsforhold ikke er screenet i første omgang (særligt på Køge Losseplads).
- Det kan være vanskeligt at sammenligne picarro-målinger med helt specifikke FID-måleområder eller -strækninger, da picarro-målingerne kan være

forskudt dels på grund af luftturbulens på grund af bevoksning og skråninger på deponiet, dels på grund af små skift i vindretning, og dels fordi picarro-målingerne bliver udført med måleudstyr i bevægelse (dvs. at måleudstyret, som er placeret i en bil, bevæger sig i forhold til det punkt, hvor prøven bliver opsamlet).

- Metoden er forholdsvis tidskrævende på grund af øget tid til databearbejdning, udarbejdelse af bilag, vurdering og tolkning af data.
- Metoden er særlig anvendelig på deponier og lossepladser, hvor udførelsen af overfladescreeningen er udfordret af markant begrænsede adgangsforhold.

4 UDARBEJDELSE AF SNITTEGNINGER

Formål

- I forbindelse med pilotprojekterne har Miljøstyrelsen anmodet om, at der udarbejdes snittegninger for de enkelte deponier.

Udførte arbejder

- Der er udarbejdet to snittegninger pr. deponi på henholdsvis Køge Losseplads, Audebo Deponi og Horsens Deponeringsanlæg.

Opnåede erfaringer

- Giver god konceptuel forståelse for potentielle spredningsveje for metan.
- I projektforsløbet er snittegninger et vigtigt arbejdsredskab for rådgiver til at opnå en konceptuel forståelse for potentielle spredningsveje for metan. Snittegningerne udgør således en vigtig del af beslutningsgrundlaget ved planlægning og udførelse af overfladescreeninger og totalmålinger.
- Det er forholdsvis tidskrævende at udarbejde detaljerede og rentegnede snittegninger til anvendelse ved afrapportering. Snittegninger, der anvendes af rådgiver i projektforsløbet, er udarbejdet som arbejds-/håndskitser.

5 REFERENCER

- /1/ Afrapportering af baselineundersøgelse på Audebo Deponi. Udarbejdet af NIRAS for KARA/NOVEREN I/S. Marts 2016.
- /2/ Afrapportering af baselineundersøgelse på Køge Losseplads. Udarbejdet af NIRAS for Køge Kommune v. Det Grønne Hus. Marts 2016.
- /3/ Afrapportering af baselineundersøgelse på Horsens Deponeringsanlæg. Udarbejdet af NIRAS for Horsens Kommune. Marts 2016.

2. Afrapportering af baseline-undersøgelse

2.1 Stamdata og fysiske data

Deponeringsanlæggets navn	Køge Losseplads
Deponeringsanlæggets adresse	Tangmoseskoven beliggende vest for Værftsvej ved vejen Bådehavnen i Køge (postnummer 4600)
Deponeringsanlæggets ejer	Køge Kommune
Privat eller offentligt anlæg?	Offentligt [X] Privat []
Ansvarlig myndighed	Miljøstyrelsen [] eller Regionen [X]
Ansvarlig projektleder	Jacob Skjødts Nielsen, Leder af Det Grønne Hus Tlf.: 2328 0226 E-mail: jacob@detgroennehus.dk

2.2 Opsummering af resultater og måleforhold

Total metan-emission	19,9 ± 3,0 kg CH ₄ pr. time målt den 25. juli 2015 af DTU /1/. I en anden sammenhæng har DTU i marts 2015 målt den totale emission af metan fra lossepladsen til 14,4 ± 1,3 kg metan pr. time /2/. Gennemsnittet af de to målerunder er 17,2 kg metan pr. time. DTU har vurderet at ca. 80% af emissionen af metan målt den 25. juli 2015 kommer fra projektområdet.
Måleusikkerhed	± 15% (beregnet fra ovenstående)
Detektionsgrænse	1 kg CH ₄ pr. time /3/
Baggrunds-koncentration af metan	ca. 1,9 ppm ved måling af totalemission /1/
Tidsrum for foretagelse af overfladescreening	Overfladescreeninger er udført i 2015 på følgende dage: 13. juli 4. august 5. august 6. august 7. august 11. august 10. september 11. september 14. september
Tidsrum for måling af total-emission	25. juli 2015, kl. 09:48-13:54 /1/

Atmosfæretryk under måling af total metan-emission	ca. 1.002 hPa /1/
Lufttemperatur under måling af total metan-emission	16 °C /1/
Vindstyrke og -retning under måling af total metan-emission	1-3 m/s, skiftende retning mellem øst og nordøst /1/

2.2.1 Særligt vedrørende anvendelse af sporgasdispersionsmetoden

Sporgas anvendt	Acetylen (99%) Sporgas er frigivet fra fire steder på lossepladsen med et samlet flow på 1,4–2,0 kg pr. time /1/
Korrelation mellem sporgas- og metan-fane	$R^2 = 0,88$ (angivet for en typisk traversering) /1/

2.3 Afrapportering (bilag)

Bilag A Rapport fra NIRAS vedr. overfladescreening

Bilag B Rapport fra DTU vedr. totalmåling udført den 25. juli 2015

Bilag C Regnskab

2.4 Vedr. ansøgning om biocover-etablering

Såfremt den totale metan-emission overskrider 6 kg CH₄ pr. time udfyldes følgende:

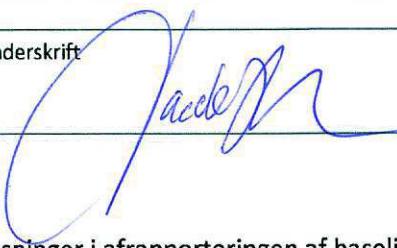
Forventet dato for ansøgning om biocover-etablering	Marts 2016
---	------------

Referencer

- /1/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Køge deponi. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, november 2015.
- /2/ Delre, A., Scheutz, C. (2015): Quantification of fugitive methane emissions from a landfill in Køge (DK). Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, august 2015.
- /3/ Mønster, J.G., 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 (2014), 1416-28.

Underskrift fra ejeren af deponeringsanlægget/lossepladsen

Jeg bekræfter hermed, at afrapporteringen af baselineundersøgelserne er udført på Køge Losseplads.

Dato 8/3-2016	Underskrift 	DetGroenneHus.dk Agenda 21 Center Vestergade 3 - C 4600 Køge Tlf. 56 67 60 70
------------------	--	---

Underskrift fra ansøger

Jeg bekræfter hermed, at oplysninger i afrapporteringen af baselineundersøgelserne på Køge Losseplads inklusiv regnskab er korrekt angivet.

Dato 24/2-2016	Underskrift 	NIRAS A/S Sortemosevej 19 · DK-3450 Allerød, Denmark Telefon +45 4810 4200 · Fax +45 4810 4300
-------------------	--	---

Køge Kommune ved Det Grønne Hus
BASELINEUNDERSØGELSE INDEN ETABLERING AF BIOCOVER
Overfladescreening på Køge Losseplads

24. februar 2016

Projekt nr. 221853
Udarbejdet af MAF
Kontrolleret af JEL/AGC
Godkendt af JEL

INDHOLD

1	Indledning	2
1.1	Baggrund	2
1.2	Formål	4
2	Udførte feltarbejder	5
2.1	Overfladescreening med FID	5
2.2	Picarro-målinger	7
3	Resultater	8
3.1	Områder relevante for biocover	8
4	Anbefalinger	11
5	Konklusion	12
6	Referencer	13

Bilag

Bilag 1	Oversigtskort
Bilag 2	Topografi
Bilag 3	FID-målepunkter
Bilag 4	FID-resultater
Bilag 5	Picarro-målinger
5.1	Picarro-målepunkter
5.2	Picarro-resultater (vind fra øst)
5.3	Picarro-resultater (vind fra syd)
5.4	Picarro-områder
Bilag 6	Vejrforhold i FID- og Picarro-måleperioder
Bilag 7	Tabeller med prioritering af udsivning fra hotspots og boringer
Bilag 8	Fotos
Bilag 9	Snittegninger
9.1	Oversigtskort med angivelse af profilsnit
9.2	Snit syd-nord (A-A')
9.3	Snit vest-øst (B-B')

1 INDLEDNING

Som en del af Folketingets klimaplan og med det formål at reducere udledningen af metan til atmosfæren fra danske lossepladser og deponier er der afsat ca. 180 mio. kr. i tilskudsmidler til etablering af biocoversystemer - den såkaldte biocoverordning.

Miljøstyrelsen har i sommeren 2015 forud for lanceringen af biocoverordningen igangsat et pilotprojekt med udførelse af baselineundersøgelser samt potentielt projektering og etablering af biocovers på syv udvalgte deponier, heriblandt Køge Losseplads.

I den forbindelse har Køge Kommune ved Det Grønne Hus anmodet NIRAS om at udføre baselineundersøgelser på Køge Losseplads.

NIRAS har udført overfladescreeninger af lossepladsen med FID-udstyr, mens Danmarks Tekniske Universitet (DTU) har udført målinger af totalemissionen af metan fra lossepladsen inkl. såkaldte picarro-målinger.

Totalemission af metan

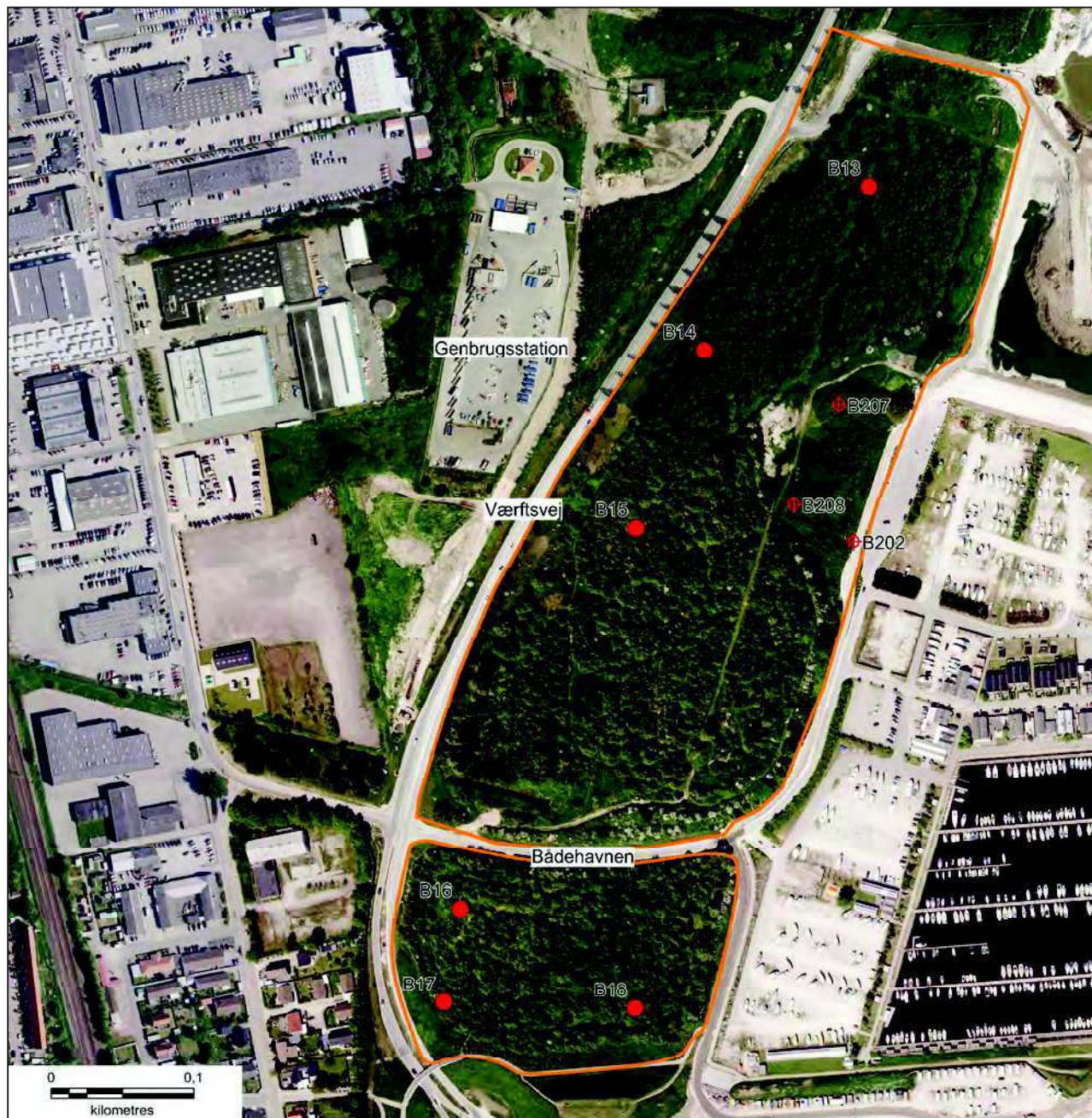
DTU's seneste målinger, som er udført den 25. juli 2015, viser, at der er en totalemission af metan fra Køge Losseplads på $19,9 \pm 3,0$ kg metan pr. time /1/. I en anden sammenhæng har DTU den 15. marts 2015 målt den totale emission af metan fra lossepladsen til $14,4 \pm 1,3$ kg metan pr. time /2/. Dette svarer til en gennemsnitlig emission af metan på 17,2 kg metan pr. time, hvilket er i den høje ende i forhold til totalemissioner af metan fra lossepladser, som tidligere er målt i Danmark /3/. Begge de målte totalemissioner fra Køge Losseplads er over den grænse på 6 kg metan pr. time, som Miljøstyrelsen har fastsat, der berettiger til udarbejdelse af projektansøgning vedrørende etablering af biocover.

Nærværende notat beskriver de udførte FID-målinger og resultaterne af disse. Der vil også blive refereret til resultaterne fra DTU's målinger, men for en beskrivelse af DTU's målemetode, feltarbejder og en detaljeret gennemgang af resultaterne henvises til DTU's rapporter /1,2/.

1.1 Baggrund

Projektområdet er afgrænset til en del af etape 1 på den tidligere Køge Losseplads /4/. Det relevante areal omfatter Tangmoseskoven øst for Værftsvej. Toppen af terrænet i Tangmoseskoven ligger i ca. kote +10 m, mens havneområdet mod øst ligger omkring kote +2 m. Det vil sige, at Tangmoseskoven i dag fremstår som en bakke i terrænet. Området er opdelt i en nordlig og en sydlig del af vejen "Bådehavnen". Udstrækningen af projektområdet er angivet i Figur 1 og bilag 1, mens områdets topografi fremgår af oversigtskortet i bilag 2 samt af snitte tegningerne i bilag 9.

Størstedelen af projektområdet er tæt bevokset med træer, krat og buskads mv. og der er enkelte ryddede stier. Området anvendes i dag som rekreativt areal.



Figur 1 Oversigtskort. Projektområdet er markeret med orange. Fyldte røde cirkler angiver placeringen af filtersatte boringer fra 1993, mens åbne røde cirkler angiver placeringen af filtersatte boringer fra 2014. Placeringen af borerne fra 1993 er omtrentlig. Kortet er gengivet fra bilag 1.

Lossepladsområdet vest
for Værftsvej

Der har også været losseplads vest for Værftsvej, men en stor del af de arealer er i dag bebygget med industri, genbrugsplads mv. Endvidere har DTU i november 2015 udført målinger i området, som indikerer, at der forekommer en mindre emission af metan fra området vest for Værftsvej (koncentreret i den nordlige del af genbrugspladsen); men at hovedparten af metanemissionen fra Køge Losseplads stammer fra Tangmoseskoven / lossepladsarealet øst for Værftsvej /1/. Adspurgt har DTU efterfølgende groft skønnet, at op til 90% af den samlede metanemission stammer fra projektområdet øst for Værftsvej. Det tidligere lossepladsområde vest for Værftsvej har ikke være omfattet af overfladescreeningerne med FID.

Lossepladsen er etableret uden bundmembran, perkolat- eller gasekstraktionsanlæg.

Tidligere filtersatte bo-
ringer på lossepladsen

Der er tidligere udført gasundersøgelser på Køge Losseplads. I projektområdet er der således udført gasundersøgelser i 1993, 2011 og 2014 /5,6,7/. I forbindelse med undersøgelserne i 1993 og 2014 er der indenfor projektområdet etableret 9 filtersatte boringer, som potentielt kan fungere som spredningsveje for metan fra lossepladsen til atmosfæren. Placeringen af boringerne fra 1993 og 2014 fremgår af Figur 1 og bilag 1.

Det fremgår af boreprofiler fra 1993 og 2014, at den øverste meter af lossepladsen generelt består af ler og leret sand/muld.

1.2 Formål

Formålet med overfladescreeningerne og DTU's målinger har været at kvantificere totalemissionen af metan og identificere eventuelle hotspots med udsivning af metan. Det har således været formålet med baselineundersøgelsen at kortlægge metanemissionen og afklare i hvilke områder, det vil være relevant at etablere biocoverløsninger.

2 UDFØRTE FELTARBEJDER

2.1 Overfladescreening med FID

Med henblik på at lokalisere kilder og hotspot områder med udsivning af metan er der den 13. juli, 4.-7. august, 10.-11. september og 14. september 2015 udført overfladescreening af de tilgængelige arealer og lokaliserbare borer indenfor projektområdet.

Overfladescreeningen er udført ved brug af håndholdt FID-måler af mærket TVA1000B inkl. GPS. En FID (flammeioniseringsdetektor) måler indholdet af organiske kulbrinter i luften, heriblandt metan. En FID-måler er således ikke specifik i forhold til metan, men ved målinger på en losseplads kan det almindeligvis antages, at de målte værdier primært repræsenterer metan. De målte værdier kan dog også i større eller mindre grad skyldes interferens fra andre kulbrinter, såsom oliestoffer.

Eventuelle indhold af kulbrinter (metan) i luften umiddelbart over terræn er målt ved at føre sonden fra FID-måleren få centimeter over jorden. Sonden er påmonteret en såkaldt "kop" for at opnå et afgrænset prøvolumen og for at skærme sonden mod vind og vejr, se Figur 2. De målte indhold er logget sammen med tilhørende GPS-koordinater.



Figur 2 Overfladescreening med FID-måler. Sonden er påmonteret en såkaldt "kop" for at opnå et afgrænset prøvolumen og for at skærme sonden mod vind og vejr.

Som udgangspunkt er overfladescreeningen udført langs spor med en indbyrdes afstand på 5-10 meter. På grund af stejle skrænter og tæt bevoksning har det på en stor del af området kun i begrænset omfang været muligt at gennemføre målingerne. Overfladescreeningen har således flere steder været begrænset til eksisterende stier og dyreveksler.

Måling på skrænter med stang

Med henblik på at screene en del af de skrænter, der ikke har været tilgængelige til fods, er der udført FID-målinger ved brug af en 5 meter lang teleskopstang. Med teleskopstangen og ved at forlænge sonden på FID-apparatet har det været muligt at udvide rækkevidden med ca. 5 meter. I det omfang det har været muligt, er der således udført målinger med stang fra toppen af skrænterne og ca. 5 meter ned og/eller fra bunden af skrænterne og ca. 5 meter op.

Screening af boringer

I det omfang det har været muligt at lokalisere boringerne, er der udført screening af boringerne placeret indenfor projektområdet. Screeningen af boringerne er udført ved at føre FID-sonden tæt hen over og omkring boringsafslutningerne (betonmufferør med betondæksel). For at undersøge de aktuelle udsivningsforhold er screeningen af boringerne udført uden at tage dæksler/proppe/hætter eller lignende af boringerne, ligesom der ikke er isat proppe/hætter i de filtre, som står åbne. I Tabel 1 er angivet hvilke boringer, der kunne lokaliseres og screenes.

Boring nr.	Etabl. år	Placering på losseplads (nord/syd)	Lokaliseret/screenet
B13	1993	Nord	NEJ
B14		Nord	JA
B15		Nord	JA
B16		Syd	NEJ
B17		Syd	NEJ
B18		Syd	NEJ
B202	2014	Nord	JA
B207		Nord	JA
B208		Nord	JA

Tabel 1 Oversigt over hvilke boringer indenfor projektområdet, der er lokaliseret og screenet med FID. Placeringen af boringerne fremgår af oversigtskortet i bilag 1.

Placeringen af alle FID-målepunkter fremgår af oversigtskortet i bilag 3.

Vejrforhold ved FID-målinger

Overfladescreeningen og screeningen af borerne med FID er så vidt muligt udført i perioder med stabilt eller faldende atmosfæretryk, hvor emissionen af metan fra lossepladsen forventes at være størst. Grafer med vejrdato for de enkelte måleperioder er vedlagt i bilag 6.

2.2 Picarro-målinger

DTU har den 15. marts, 25. juli, 17. august, 19. august og 3. november 2015 udført screening af metanindholdet i luften ca. 2 meter over terræn på interne og nærliggende køreveje. Screeningerne er udført ved brug af et fintfølede Picarro metan/acetylen analyseapparat (model G2203).

Picarro-målepunkter fremgår af oversigtskortet i bilag 5.1.

For flere oplysninger om Picarro-målingerne henvises til /1,2/.

3 RESULTATER

Resultaterne af FID-målingerne er angivet på oversigtskortet i bilag 4. Data er korrigeret for baggrundsniveau. For endvidere at tydeliggøre målinger, der indikerer markante udsivningsområder, er alene målte værdier på mere end 1 ppm over baggrundsniveau angivet på oversigtskortet. Ligeledes er små områder eller enkeltmålinger, hvor der kun er målt FID-udslag på 1-5 ppm over baggrundsniveau, ikke angivet.

Resultaterne af FID-målingerne er sammenholdt med DTU's picarro-målinger. Dette dels for at se, om der er overensstemmelse mellem målingerne, men også for at identificere eventuelle områder, hvor der er indikationer på væsentlig udsivning af metan, som ikke har været mulige at måle med FID på grund af de begrænsede adgangsforhold. Resultaterne af picarro-målingerne er illustreret i bilag 5.2-5.3, hvor værdier over baggrundsniveau er angivet.

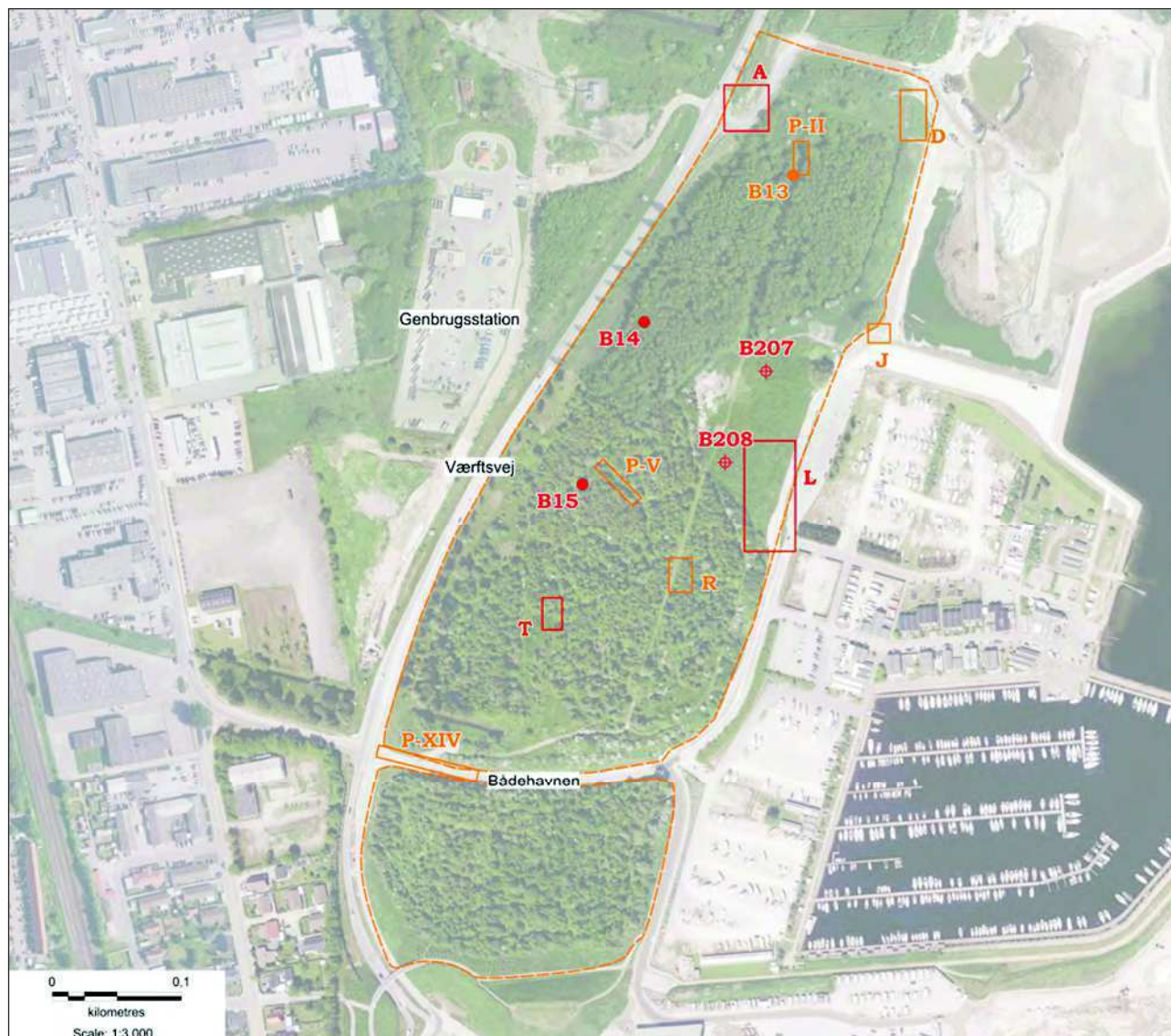
Sammenligningen er udført ved at sammenholde picarro-målingerne og tilhørende vindretninger med de målte FID-værdier. Det skal dog bemærkes, at det kan være vanskeligt at sammenligne picarro-målingerne med helt specifikke FID-måleområder eller -strækninger, da picarro-målingerne kan være forskudt dels på grund af luftturbulens på grund af træerne og skrænterne på lossepladsen, dels på grund af små skift i vindretning og dels fordi picarro-målingerne bliver udført med måleudstyr i bevægelse (dvs. at måleudstyret, som er placeret i en bil, bevæger sig i forhold til det punkt, hvor prøven bliver opsamlet).

Overordnet set viser resultaterne af FID-målingerne, at de højeste værdier er målt ved borerne (>1.000 ppm). Endvidere er der lokaliseret enkelte områder, hvor der er målt forholdsvis høje værdier (>100 ppm). Picarro-målingerne indikerer, at der kan være to eller flere områder med øget udsivning af metan, som på grund af begrænsede adgangsforhold ikke er blevet screenet i forbindelse med FID-målingerne. Endvidere indikerer picarro-målingerne, at der kan være en eller flere kloakbrønde i vejen Bådehavnen, hvorfra der sker væsentlig udsivning af metan. Ifølge kloakplaner for området ligger kloakledningerne dog formentlig under grundvandsspejlet, hvilket kan begrænse indtrængning af gas til systemet og dermed gør det mindre sandsynligt at kloakkerne fungerer som spredningsvej. Kloaktraceet er angivet på oversigtskortet i bilag 5.2.

3.1 Områder relevante for biocover

På baggrund af FID- og Picarro-målingerne er udsivningen fra de enkelte hotspots og borer prioriteret i fire farvekategorier (rød-orange-gul-grøn) i forhold til eventuelle videre tiltag og etablering af biocover. Prioriteringen er sket ud fra en vurdering af målte værdier, arealer og sammenhængen mellem FID- og picarro-

målingerne. Prioriteringen og vurderingen af udsivning fra hotspots og boringer er angivet i tabellerne i bilag 7, mens de væsentligste hotspots og boringer er angivet i Figur 3.



Figur 3 Prioritering af udsivning fra hotspots og boringer i forhold til eventuelle videre tiltag og etablering af biocover. I figuren er angivet områder og boringer med rød eller orange prioritet. For yderligere informationer om de enkelte områder og boringer samt informationer om områder og boringer med gul og grøn prioritet henvises til tabeller i bilag 7.

Røde bogstaver og tal angiver områder og boringer, som vurderes relevante for etablering af biocover.

Orange bogstaver og tal angiver områder, som vurderes eventuelt at kunne være relevante for etablering af biocover.

Umiddelbart vurderes det, at det vil være relevant at etablere biocover i de tre områder A, L og T samt omkring de fire boringer B14, B15, B207 og B208. Derudover vurderes det, at det eventuelt vil kunne være relevant med etablering af biocover i de tre områder D, J og R og i de tre picarro-områder P-II (inkl. boring B13), P-V og P-XIV.

4 ANBEFALINGER

Forud for projektering af biocoverløsningerne anbefales det, at udføre supplerende undersøgelser, henholdsvis opsporende/afgrænsende FID-målinger og fluxkammer-/sporgasmålinger.

Det anbefales at udføre supplerende FID-målinger for dels at afgrænse og fastlægge de præcise arealer med udsivning af metan, men også for at opspore eventuelle hotspots eller borer med væsentlig udsivning af metan på arealer, som på grund af de begrænsede adgangsforhold ikke er blevet screenet i første omgang. I den forbindelse vil det sandsynligvis være nødvendigt at rydde bevoksningen i baner/stier eller begrænsede arealer på lossepladsen. Ligeledes anbefales det at udføre supplerende undersøgelser af kloaksystemet i Bådehavnen for at undersøge, om kloakledningerne udgør en spredningsvej for lossepladsgas.

Det anbefales endvidere at udføre fluxkammermålinger (evt. sporgasmålinger ved borer) med henblik på at estimere emissionsbidraget fra de enkelte hotspots og borer (baseline) samt vurdere, om bidragene er væsentlige i forhold til den samlede metanemission fra lossepladsen. Fluxmålingerne vil dermed kunne bruges som designgrundlag for vurdering af nødvendige biocoverarealer; men også til bedre at kunne afgøre, hvad potentialet for at reducere den totale metanemission er, og om det omkostningsmæssigt fortsat vil være relevant at etablere biocover i alle de udpegede områder/borer. Dette er særligt relevant på Køge Losseplads, da det ikke har været muligt at screene hele arealet for potentielle udsivningsområder.

I tabellerne i bilag 7 er det angivet i hvilket omfang det anbefales at udføre supplerende undersøgelser i de forskellige områder/borer.

Dronebaserede metoder til screening af arealer med begrænsede adgangsforhold

NIRAS er i gang med et udviklingsprojekt i samarbejde med Region Sjælland med udvikling og afprøvning af en metan-specifik sensor monteret på en drone, som vil kunne anvendes til at screene udsivningen af helt specifikt metan fra lossepladser med begrænsede adgangsforhold. Fremadrettet bør det således overvejes om det vil være en mulighed at anvende en dronebaseret metode til screening af mere eller mindre utilgængelige lossepladsarealer for udsivning af metan.

5 KONKLUSION

Der er målt en totalemission af metan fra Køge Losseplads på henholdsvis $19,9 \pm 3,0$ kg metan pr. time og $14,4 \pm 1,3$ kg metan pr. time, svarende til en gennemsnitlig emission af metan på $17,2$ kg metan pr. time. Dette er i den høje ende i forhold til totalemissioner af metan fra lossepladser, som tidligere er målt i Danmark /3/. Op til 90% af emissionen af metan vurderes at stamme fra projektområdet. I de områder, hvor det har været muligt at udføre FID-målinger, er der identificeret tre hotspot områder samt fire eksisterende borer, hvorfra der vurderes at være potentiale for en markant udsivning af metan, og hvor det vurderes at være relevant at etablere biocover. Endvidere er der identificeret seks områder, hvor det vurderes eventuelt også at kunne være relevant at etablere biocover. Forud for projektering af biocoverløsningerne anbefales det at udføre supplerende undersøgelser i form af opsporende/afgrænsende FID-målinger og fluxkammer-/sporgasmålinger. Dette med henblik på dels at opnå en baseline for fluxen af metan fra de enkelte hotspots og borer og dels for at opnå et bedre designgrundlag for vurdering af nødvendige biocoverarealer. De supplerende undersøgelser bør endvidere udføres for bedre at kunne estimere potentialet for reduktion af metanemissionen samt vurdere, om det omkostningsmæssigt fortsat vil være relevant at etablere biocover i alle de udpegede områder/borer.

6 REFERENCER

- /1/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Køge deponi. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, november 2015.
- /2/ Delre, A., Scheutz, C. (2015): Quantification of fugitive methane emissions from a landfill in Køge (DK). Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, august 2015.
- /3/ Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Scheutz, C. (2015): Quantification of methane emissions from 15 Danish landfills using the mobile tracer dispersion method. Waste Management, 35 (2015), 177-186.
- /4/ Det Grønne Hus, NIRAS (2015): Ansøgning om baseline-undersøgelse mhp. biocover-etablering, fremsendt til Miljøstyrelsen den 31. juli 2015.
- /5/ N&R Consult A/S (1993): Undersøgelse af lossepladsgas. Affaldsdepot reg. Nr. 259-1, "Køge losseplads", Køge kommune, Udarbejdet for Roskilde Amt, december 1993.
- /6/ Krüger (2011): Undersøgelse af udsivning fra Køge gamle losseplads – gasmålinger, juni 2011.
- /7/ NIRAS (2015): Tangmoseskoven / Køge Marina, Screeningsundersøgelse. Udarbejdet for Køge Kommune, januar 2015.

Bilag 1
Oversigtskort



- Filtersat boring, 1993
- ⊕ Filtersat boring, 2014
- Projektområde

Note:

Bilag 1

Køge Losseplads

Oversigtskort

Rev.: 1
Dato: 1. december 2015
Udarb.: ANJ/NAJ
Kontrol: JEL
Sag nr.: 221853
Sørensenvej 19
3450 Allerød
www.mtas.dk

MTAS



- Filtersat boring, 1993
- ⊕ Filtersat boring, 2014
- ▭ Projektionsrude
- 12.5 Kote (DVR 90)
- Højdekurver

Note:

General reference:
Højdekurve 2007, GeoDatastyrelsen

Bilag 2

Køge Losseplads

Topografi

Rev.: 1
Dato: 1. december 2015
Udarb.: ANJ/MAJ
Kontrol: JEL
Tegnr.: 221853

NIRAS

Sørensøvej 19
3450 Allerød
www.niras.dk

Bilag 3
FID-målepunkter



- Filtersat boring, 1993
- ⊕ Filtersat boring, 2014
- ▭ Projektområde
- ▲ FID-målepunkt (boring)
- ◻ FID-målepunkt (overflade)

Note:

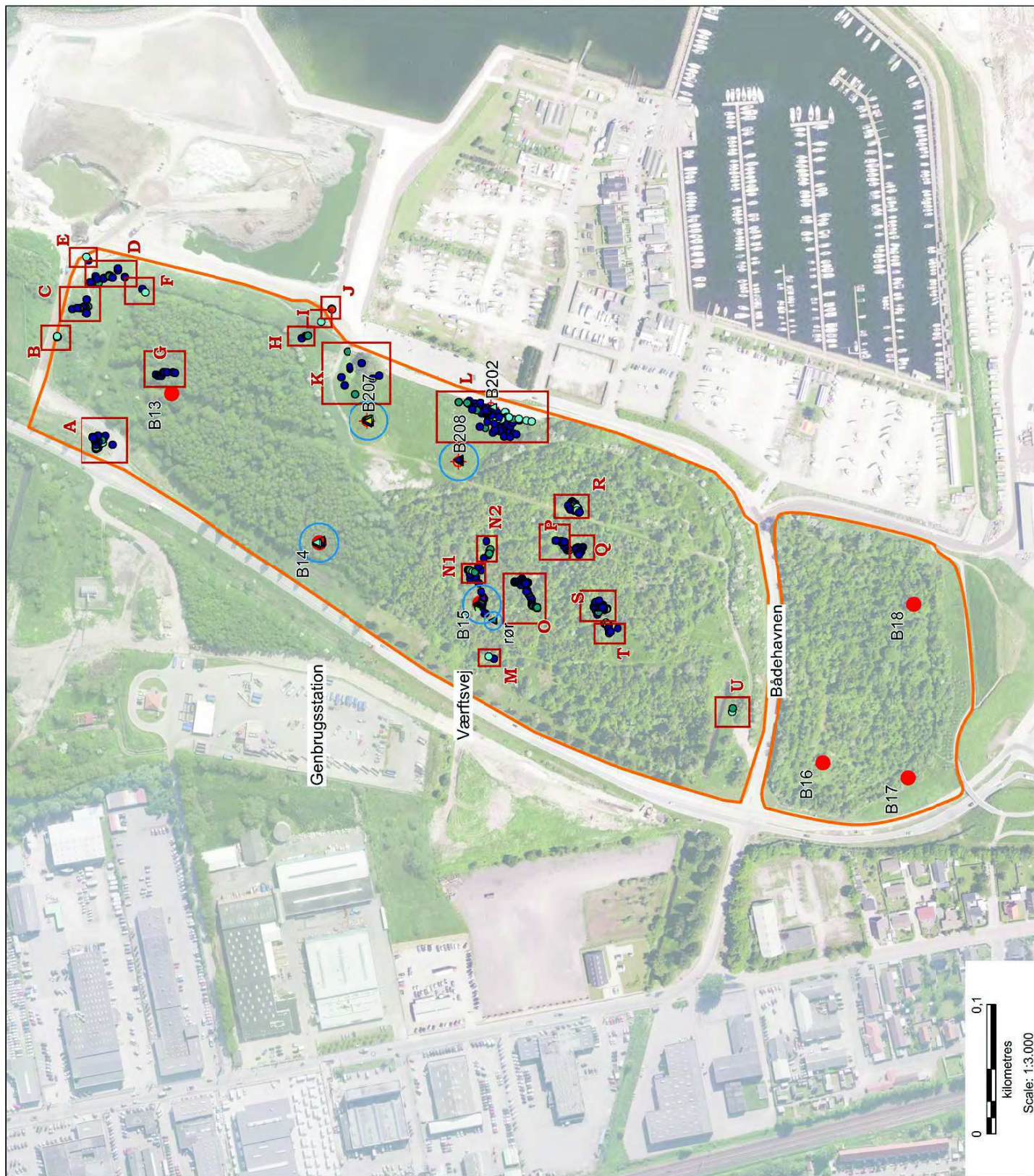
Bilag 3

Køge Losseplads

FID-målepunkter

Rev.: 1
Dato: 1. december 2015
Udarb.: ANJ/WAF
Kontrol: JEL
Sag nr.: 221853

NIRAS
Sortemosevej 19
3450 Allerød
www.niras.dk



- Filtersat boring, 1993
- ⊕ Filtersat boring, 2014
- ▭ Projektområde
- ▭ FID-område med indikation på udsivning af metan (se vurdering af hvert område i Bilag 7)
- ▭ Område omkring en brønd med indikation på udsivning af metan (se vurdering af hver brønd i Bilag 7)

FID, borer (ppm)

▲	10.000+
▲	5.000 - 10.000
▲	1.000 - 5.000
▲	500 - 1.000
▲	100 - 500
▲	50 - 100
▲	10 - 50
▲	5 - 10
▲	1 - 5

FID, overfladescreening (ppm)

●	500 - 1.000
●	100 - 500
●	50 - 100
●	10 - 50
●	5 - 10
●	1 - 5

Note: De angivne FID-koncentrationer er i ppm over baggrunds niveau. Kun koncentrationer på mere end 1 ppm over baggrunds niveau er vist.

Bilag 4

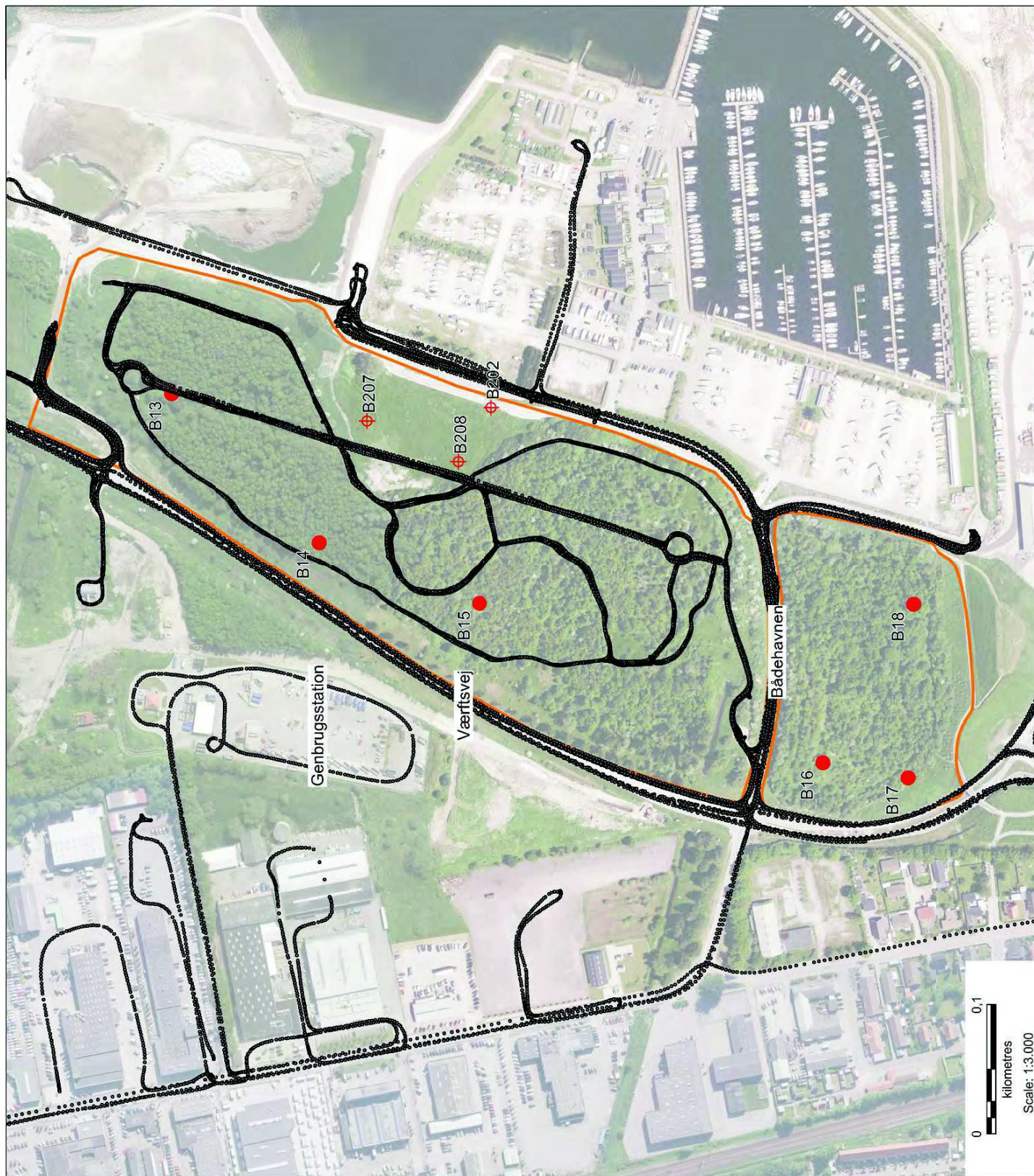
Køge Losseplads

FID-resultater

Rev.: 1
Dato: 1. december 2015
Udarb.: ANJ/WAF
Kontrol: JEL
Sag nr.: 221853
www.mtas.dk

MTAS
Sørmøsevej 19
3450 Allerød

Bilag 5
Picarro-målinger



- Filtersat boring, 1993
- Filtersat boring, 2014
- Projektområde
- Picarro-målepunkt

Note: Picarro-målepunkter repræsenterer målinger udført d.
 15. marts 2015,
 25. juli 2015,
 17. august 2015,
 19. august 2015,
 3. november 2015.

Bilag 5.1

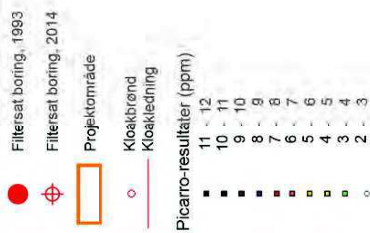
Køge Losseplads

Picarro-målepunkter

Rev. i: 1
 Dato: 1. december 2015
 Udarb.: ANJ/WAF
 Kontrol: JEL
 Tegnr.: 221853

NIRAS

Sørenskovvej 19
 3450 Allersø
 www.niras.dk



Note: Resultater af Picarro-målinger udført d.

15. marts 2015,
25. juli 2015,
17. august 2015,
19. august 2015
med vind fra østlig retning.
Kun resultater over 2 ppm er vist.

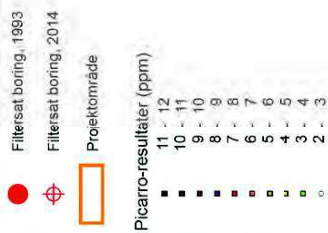
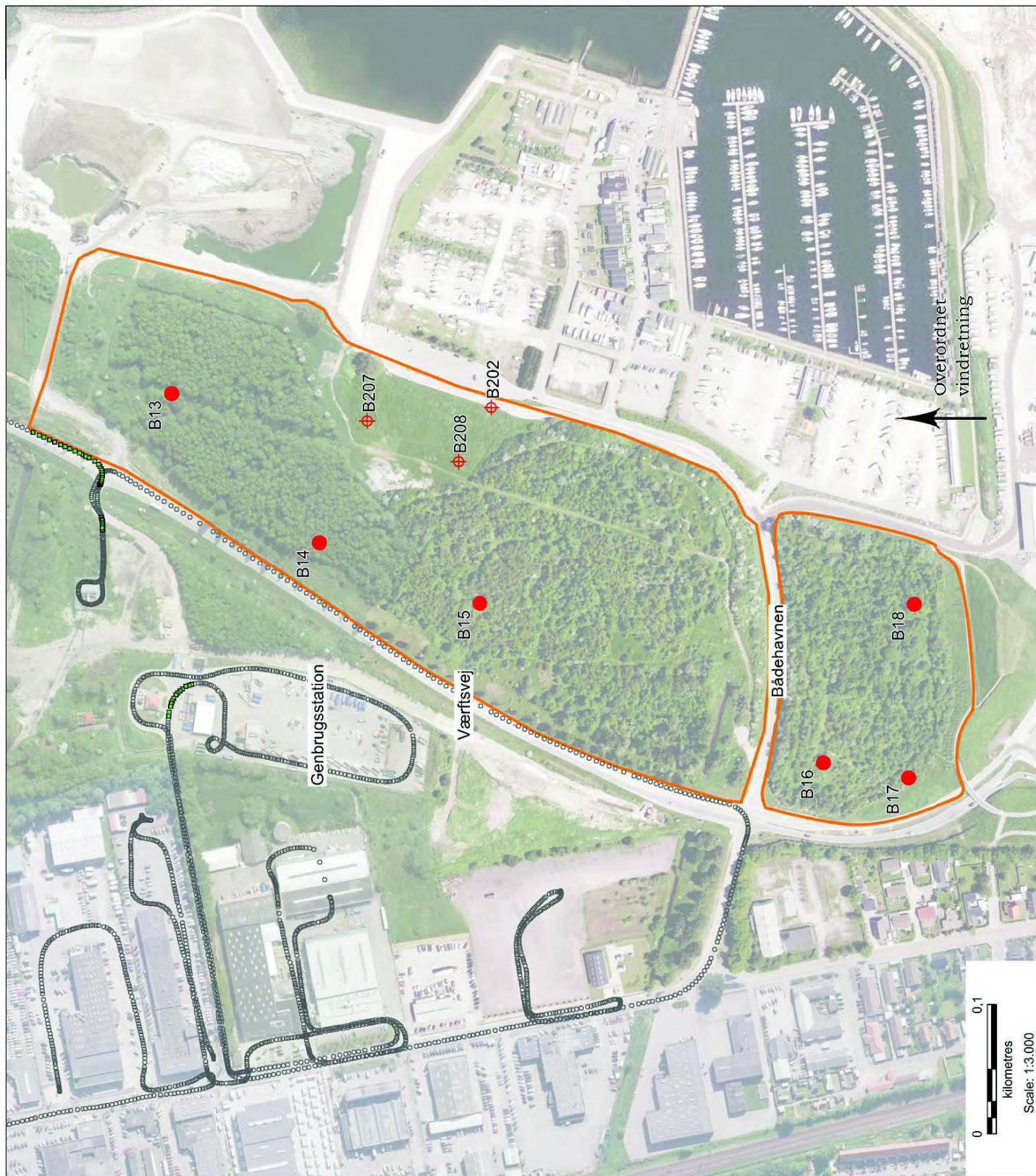
Bilag 5.2

Køge Losseplads

Picarro-resultater (vind fra øst)

Rev.: 1
 Dato: 1. december 2015
 Udarb.: ANJ/WAF
 Kontrol: JEL
 Tegnr.: 221853
 www.mtas.dk

NIRAS
 Sorrensoesvej 19
 3450 Allerød



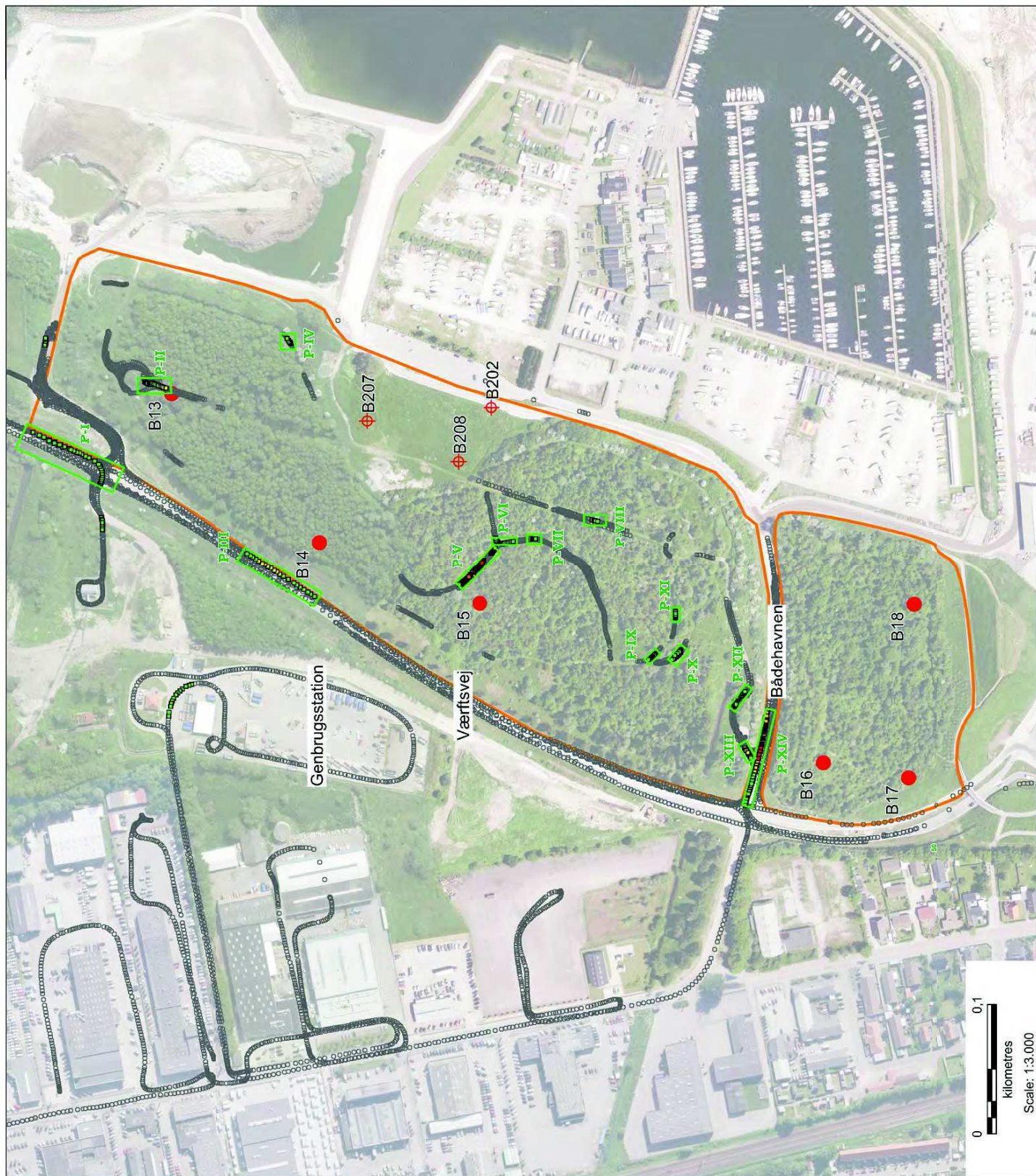
Note: Resultater af Picarro-målinger udført den 3. november 2015 med vind fra sydlig retning. Kun resultater over 2 ppm er vist.

Bilag 5.3

Køge Losseplads

Picarro-resultater (vind fra syd)

Rev.: 1
Dato: 1. december 2015
Udarb.: ANJ/WAF
Kontrol: JEL
Sagshjælper: 221853
www.mtas.dk



Filtersat boring, 1993

Filtersat boring, 2014

Projektområde

Picarro-resultater (ppm)

■	11 - 12
■	10 - 11
■	9 - 10
■	8 - 9
■	7 - 8
■	6 - 7
■	5 - 6
■	4 - 5
■	3 - 4
■	2 - 3

Picarro-område med indikation af nedvindsarealer med udsivning af metan (se vurdering af hvert område i Bilag 7)

P-I

Note: I alle områder er Picarro-målinger udført med vind fra østlig retning undtagen område P-I, hvor målingerne blev foretaget med vindretninger fra både øst og syd.

Bilag 5.4

Køge Losseplads

Picarro-områder

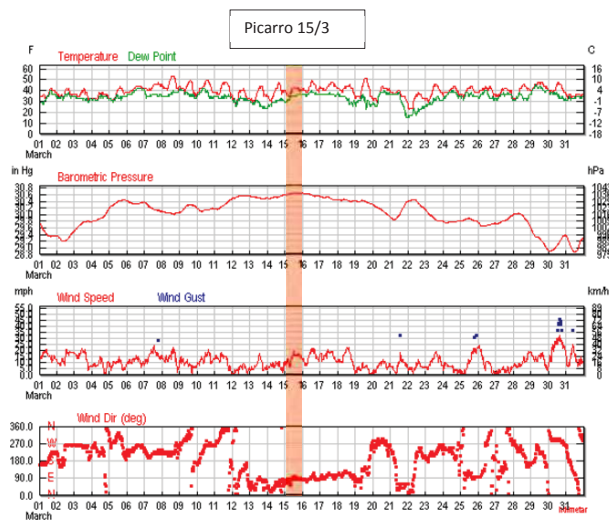
Rev. 1
Dato: 1. december 2015
Udarb.: ANJ/WAF
Kontrol: JEL
Tegnr.: 221853

NIRAS

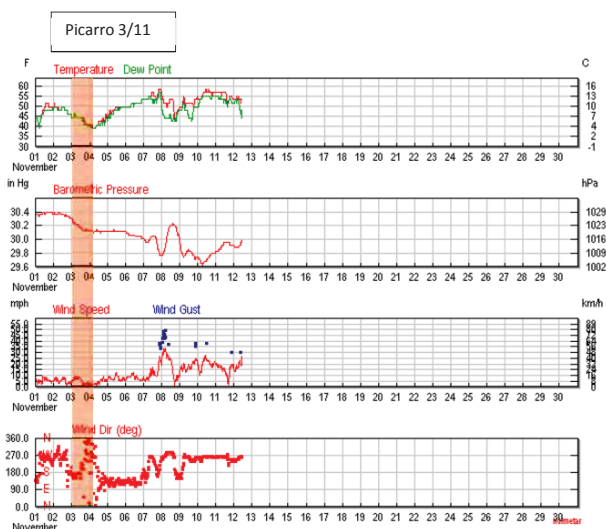
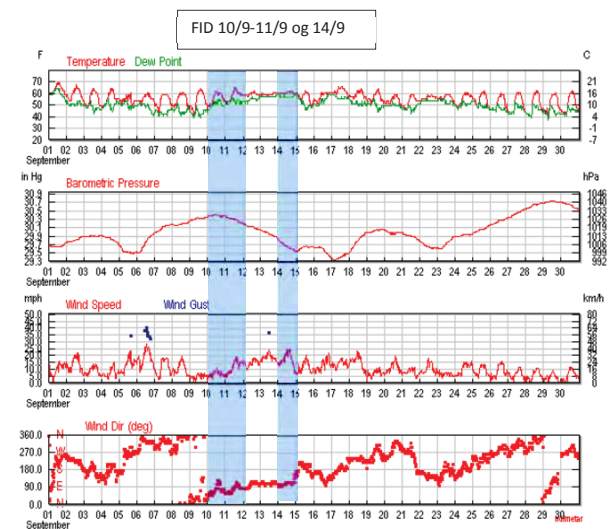
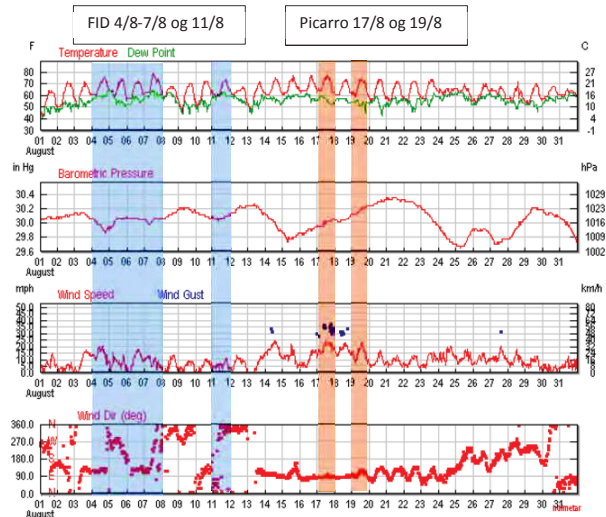
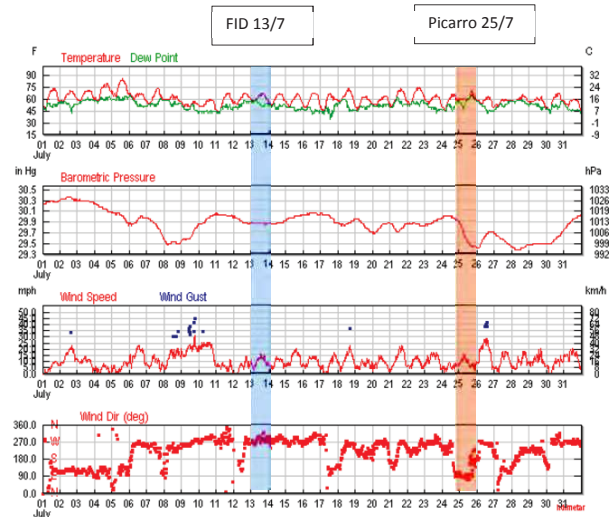
Søtorssøvej 19
3450 Allerød
www.niras.dk

Bilag 6
Vejrforhold i FID- og
Picarro-måleperioder

Vejrforhold ved FID-målinger og Picarro-målinger i 2015



FID måleperioder er angivet med blå søjlemarkeringer
Picarro måleperioder er angivet med orange søjlemarkeringer



Kilde: <http://www.wunderground.com>. Historiske vejrdata fra Roskilde Lufthavn beliggende ca. 15 km fra Køge Losseplads.

Bilag 7
Tabeller med prioritering
af udsivning fra hotspots
og boringer

PRIORITERING AF UDSIVNING FRA HOTSPOTS OG BORINGER I FHT. VIDERE TILTAG OG ETABLERING AF BIOCOVER

På baggrund af FID- og Picarro-målingerne er udsivningen fra de enkelte hotspots og borer prioriteret i fire farvekategorier (rød-orange-gul-grøn) i forhold til eventuelle videre tiltag og etablering af biocover. Prioriteringen er sket ud fra en vurdering af målte værdier, arealer og sammenhængen mellem FID- og picarro-målingerne.

Bilaget er delt op i tre tabeller med vurdering og prioritering af resultater fra:

Tabel 1: Overfladescreening

Tabel 2: Boringer

Tabel 3: Picarro-målinger

SIGNATURFORKLARING

Farvekode	Anbefalinger i forhold til kommende aktiviteter
	Områder eller borer, som vurderes relevante for etablering af biocover. Supplerende undersøgelser anbefales udført forud for etablering af biocover. I områderne udføres supplerende undersøgelser ved yderligere at afgrænse udsivningsområdet med FID-målinger og estimere udsivningen af metan med fluxkammermålinger. For boringer udføres supplerende undersøgelser med sporgas- eller fluxkammermålinger med det formål at estimere udsivningen af metan fra selve boringen samt kortlægge, i hvilken grad der sker udsivning af metan fra jorden omkring boringerne.
	Områder eller borer, som vurderes <u>eventuelt</u> at kunne være relevante for etablering af biocover. Supplerende afgrænsning/opsporende undersøgelser med FID-målinger og evt. fluxkammermålinger eller sporgasmålinger anbefales udført for at afklare eventuelt behov for biocover. Kan eventuelt afvente resultaterne fra områderne og borerne med de højest målte FID-udslag (markeret med rødt, jf. ovenstående), såfremt det estimerede bidrag af metan fra disse områder og borer ikke i tilstrækkelig grad kan godtgøre for den målte totale emission.
	Områder, som <u>ikke</u> umiddelbart vurderes at være relevante for etablering af biocover. Det anbefales eventuelt at udføre supplerende undersøgelser med FID-målinger for at afklare, om der alligevel kunne være et væsentligt bidrag af metan fra områderne. Kan eventuelt afvente resultaterne fra områderne og borerne med de højest målte FID-udslag (markeret med rødt og orange, jf. ovenstående), såfremt det estimerede bidrag af metan fra disse områder og borer ikke i tilstrækkelig grad kan godtgøre for den målte totale emission.
	Der anbefales ingen undersøgelses- eller biocoveraktiviteter.

TABEL 1: OVERFLADESCREENING

Område	Måle-dato 2015	Måleresultater (ppm over baggrunds-niveau)	Max. måleværdi over baggrunds-niveau (ppm)	Ca. areal (> 5 ppm)	Indledende vurdering i fht. biocover		Aktioner	
					Bemærkninger	Etablering af biocover	Yderligere afgrænsning/opsporing	Måling af flux
A	14/9	16 punkter over 10 ppm, heraf 4 punkter over 100 ppm. Stemmer godt overens med Picarro-målinger fra 3/11.	583 ppm	60 m ²	Område med gruset/stenet overflade med revner og misvækst. Se fotos i bilag 8. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.	JA	JA	JA
B	14/9	3 punkter over 10 ppm.	18 ppm	1-2 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
C	13/7 11/9	2 punkter over 10 ppm. Højeste værdier målt den 11/9.	16 ppm	25 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
D	13/7 11/9	5 punkter over 10 ppm. Højeste værdier målt den 11/9. Stemmer godt overens med Picarro-målinger fra 17/8.	48 ppm	75 m ² Heraf 1-2 m ² med punkter over 10 ppm.	Større areal/strækning med målinger over baggrunds-niveau. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA	JA
E	4/8	1 punkt over 10 ppm.	40 ppm	1 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal.	EVT.	EVT.	EVT.
F	13/7	1 punkt over 10 ppm.	31 ppm	1 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal.	EVT.	EVT.	EVT.
G	14/9	15 punkter over 1 ppm. I forbindelse med FID-målingerne er boring B13, som skulle være placeret i samme område, forgæves forsøgt lokaliseret.	2,8 ppm	15 m strækning	FID-målingerne vurderes ikke i sig selv at give anledning til etablering af biocover eller udførelse af supplerende undersøgelser. Picarro-målinger indikerer dog, at der kunne være øget udsivning øst for dette område (eventuelt fra boring B13).	Se boring B13 i tabel 2. Se picarro-område P-II i tabel 3.		
H	11/9	1 punkt over 5 ppm.	5,4 ppm	2 m strækning	Ikke relevant i forhold til biocover pga. lave koncentrationer og lille areal.	NEJ	NEJ	NEJ
I	4/8	Enkeltmåling.	10 ppm	-	Ikke relevant i forhold til biocover pga. lave koncentrationer og lille areal (enkelt punkt).	NEJ	NEJ	NEJ

J	11/9	2 punkter over 100 ppm. Målt ved knækket betondæksel øst for lossepladsen. Se foto i bilag 8.	593 ppm	Betondæksel	De målte koncentrationer vurderes muligvis at skyldes andre organiske stoffer i kloakken; men kan også skyldes spredning af gas fra lossepladsen. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover, idet kloakker/brønde kan udgøre en spredningsvej for metan og dermed bidrage til den totale metanemission.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA Evt. FID-målinger i flere kloakbrønde rundt om lossepladsen med henblik på at undersøge, om kloakkerne er en generel spredningsvej for losseplads-gas.	JA
K	4/8	2 punkter over 5 ppm	7,1 ppm	900 m ²	Ikke relevant i forhold til biocover pga. spredte lave koncentrationer.	NEJ	NEJ	NEJ
L	4/8 11/9	>20 punkter over 10 ppm. Heraf 2 punkter over 50 ppm. Højeste værdier målt den 11/9.	131 ppm	900 m ²	Åbent område med græs. Se foto i bilag 8. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. stort areal med moderate koncentrationsniveauer.	JA	JA	JA
M	13/7	1 punkt over 10 ppm.	40 ppm	1 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal.	EVT.	EVT.	EVT.
N1	13/7	3 punkter over 5 ppm. Heraf 1 punkt over 10 ppm	10 ppm	10 m ²	FID-målingerne vurderes ikke i sig selv at give anledning til etablering af biocover eller udførelse af supplerende undersøgelser. Picarro-målinger fra den 17/8-2015 indikerer dog, at der kunne være øget udsivning øst for området.	Se picarro-område P-V i tabel 3.		
N2	11/9	2 punkter over 5 ppm	5,4 ppm	4 m strækning				
O	10/9	4 punkter over 10 ppm.	24 ppm	4 m ² + 20 m strækning	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
P	14/9	6 punkter over 10 ppm.	16 ppm	10 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
Q	14/9	Alle punkter < 5 ppm.	2,8 ppm	25 m ²	Ikke relevant i forhold til biocover pga. lave koncentrationer og lille areal.	NEJ	NEJ	NEJ
R	11/9	17 punkter over 5 ppm. Heraf 8 punkter over 10 ppm.	47 ppm	50 m ² Heraf 10 m ² med punkter over 10 ppm.	Større areal/strækning med målinger over baggrunds niveau. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA	JA
S	11/9	10 punkter over 5 ppm. Heraf 4 punkter over 10 ppm.	12 ppm	40 m ²	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
T	14/9	9 punkter over 50 ppm. Heraf 7 punkter over 100 ppm	705 ppm	10 m ²	Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer. Se luftfoto i bilag 8.	JA	JA	JA
U	6/8	2 punkter over 5 ppm. Heraf 1 punkt over 10 ppm.	24 ppm	3 m strækning	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lille areal og moderate koncentrationer. Kan muligvis være skyldes udsivning af metan fra et kloakdæksel.	EVT.	EVT.	EVT.

TABEL 2: BORINGER

Boring	Boringsoplysninger	Måle-dato 2015	Måleresultater (ppm over baggrundsniveau)	Max. måleværdi over baggrundsniveau (ppm)	Indledende vurdering i fht. biocover		Aktioner	
					Bemærkninger	Etablering af biocover	Yderligere afgrænsning/ opsporing	Måling af flux
B13	Boring fra 1993 placeret på den nordlige del af lossepladsen. Forventet placering fremgår af /1/, men placering er meget usikker. Boringsdybde: 5 m u.t. Forventet filtersætning i tre dybder (ø 25 mm).	-	Kunne ikke lokaliseres i forbindelse med FID-målinger	-	Picarro-målinger fra 17/8-2015 indikerer, at der kunne være øget udsivning fra det område, hvor B13 ifølge undersøgelsesrapporten fra 1993 skulle være placeret /1/. Ved boringerne B14 og B15, som er etableret samtidig med B13, er der målt høje FID-udslag (> 1.000 ppm). Det vurderes derfor, at B13 også kan udgøre en væsentlig kilde for udsivning af metan. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA Det anbefales at rydde bevoksningen på en del af arealet og udføre supplerende opsporing af områder/ boring med udsivning af metan. Se også område P-II i tabel 3.	JA Såfremt boring kan lokaliseres.
B14	Boring fra 1993 placeret på den nordlige del af lossepladsen. Lokaliseret ca. 50 meter nord for forventet placering, jf. /1/. Filtersat i tre niveauer inden for 5 m u.t. (ø25 mm). 1 af 3 filtre var forsynet med prop med prøveudtag og klemme. Øvrige filter var uden prop. Se fotos i bilag 8.	10/9	5 punkter over 1.000 ppm. De højeste værdier er målt ved dækslet til boringen.	2.121 ppm	Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.	JA	JA	JA
B15	Boring fra 1993 placeret på den nordlige del af lossepladsen. Lokaliseret ca. 100 meter nord for forventet placering, jf. /1/. Filtersat i to eller tre niveauer inden for 5 m u.t. (ø25 mm). 1 af 2-3 filtre var forsynet med prop og åben prøvestuds. 1 af 2-3 filtre var uden prop. Se fotos i bilag 8.	11/9 14/9	6 punkter over 1.000 ppm. Højeste værdier er målt den 11/9. De højeste værdier er målt dels ved dækslet til boringen, men også langs kanten af betonmufferøret og over jorden inden for ca. 1 meters radius af boringen. Jorden fremstår med revner på grund af rødder fra et træ ved siden af boringen.	22.586 ppm	Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.	JA	JA	JA
B16- B18	Boring fra 1993 placeret på den sydlige del af lossepladsen. Forventet placering fremgår af /1/, men placering er meget usikker. Boringsdybde: 2 m u.t. Forventet filtersat i ét niveau.	-	Kunne ikke lokaliseres i forbindelse med FID-målingerne.	-	På baggrund af resultaterne fra DTUs totalmålinger og picarro-målinger vurderes det, at bidraget af metan fra den sydlige del af lossepladsen, hvor B16-B18 skulle være placeret, er relativt lille i forhold til bidraget fra den nordlige del af lossepladsen /2,3/. Det anbefales derfor ikke at bruge yderligere ressourcer på at lokalisere boringerne B16-B18.	NEJ	NEJ	NEJ

B202	Boring fra 2014 placeret i affald i den østlige kant af lossepladsen. Filtersat 0,7-2,7 m u.t. (ø63 mm). Filter er afsluttet med plastichætte.	11/9	1 punkt over 10 ppm	12 ppm	Ikke relevant i forhold til biocover pga. lave koncentrationer.	NEJ	NEJ	NEJ
B207	Boring fra 2014 placeret i affald inde på selve lossepladsen. Filtersat 2,7-4,7 m u.t. (ø63 mm). Filter er afsluttet med plastichætte. Se fotos i bilag 8.	10/9 11/9 14/9	5 punkter over 100 ppm. Højeste værdier er målt den 14/9. Generelt er de højeste værdier målt ved dækslet til boringen.	370 ppm	Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.	JA	JA	JA
B208	Boring fra 2014 placeret i affald inde på selve lossepladsen. Filtersat 3,0-4,0 m u.t. (ø63 mm). Filter er afsluttet med plastichætte. Betonmufferøret er beskadiget ved terræn. Se fotos i bilag 8.	10/9 14/9	8 punkter over 100 ppm. Heraf 1 punkt over 1.000 ppm. Højeste værdier er målt den 10/9. De højeste værdier er målt dels ved dækslet til boringen og dels ved brud på betonmufferøret.	3.948 ppm	Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.	JA	JA	JA
RØR	Sort plasticrør i jorden observeret i forbindelse med FID-målinger. Røret er mere end ca. 1 meter dybt og vandfyldt. Se foto i bilag 8.	14/9	1 punkt over 10 ppm.	13 ppm	Ikke relevant i forhold til biocover pga. lave koncentrationer.	NEJ	NEJ	NEJ

TABEL 3: PICARRO-MÅLINGER

Område	Måle-dato 2015	Overordnet vindretning	Max. måleværdi over baggrunds-niveau (ppm)	Omtrentlig strækning (> 3 ppm)	Indledende vurdering i fht. biocover		Aktioner	
					Bemærkninger	Etablering af biocover	Yderligere afgrænsning/ opsporing	Måling af flux
P-I	15/3	Østlig	3,6 ppm	14 m	Overordnet set stemmer picarro-målingerne overens med FID-målinger i område A, jf. tabel 1. Picarro-målingerne kan også indikere udsivning af metan fra den nordligste del af lossepladsen. Picarro-målingerne vurderes ikke i sig selv at give anledning til videre biocover tiltag.	NEJ Se dog område A i tabel 1.	NEJ Se dog område A i tabel 1.	NEJ Se dog område A i tabel 1.
	25/7	Østlig	3,6 ppm	16 m				
	3/11	Sydlig	3,7 ppm	65 m				
P-II	17/8	Østlig	4,5 ppm	18 m	Picarro-målingerne indikerer, at der kunne være øget udsivning øst for denne strækning (eventuelt fra boring B13). Et eventuelt område eller boring med udsivning af metan, som kan godtgøre de forhøjede picarro-målinger, vurderes ikke at være lokaliseret i forbindelse med de hidtil udførte FID-målinger. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA Det anbefales at rydde bevoksningen på en del af arealet og udføre supplerende opsporing af områder/ boring med udsivning af metan. Se også boring B13 i tabel 2.	JA Såfremt boring/ udsivnings-område kan lokaliseres.
P-III	25/7	Østlig	4,4 ppm	62 m	Overordnet set stemmer picarro-målingerne overens med FID-målinger ved boring B14, jf. tabel 2. Picarro-målingerne indikerer dog også, at der nord for boring B14 kan være et område med udsivning af metan, som ikke har været tilgængeligt for FID-målinger.	EVT.	EVT.	EVT.
P-IV	17/8	Østlig	3,2 ppm	5 m	Repræsenterer et mindre område af lossepladsen mod øst. Skrånterne øst for strækningen vurderes at være tilstrækkeligt dækket af FID-målingerne.	NEJ	NEJ	NEJ
P-V	17/8	Østlig	8,8 ppm	40 m	Picarro-målingerne indikerer, at der kunne være øget udsivning øst for områderne N1 og N2. Et eventuelt område med udsivning af metan, som kan godtgøre de forhøjede picarro-målinger, vurderes ikke at være lokaliseret i forbindelse med de hidtil udførte FID-målinger. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA Det anbefales at rydde bevoksningen på en del af arealet nedvinds strækningen og udføre supplerende opsporing af områder med udsivning af metan.	JA Såfremt udsivnings-område lokaliseres.
	19/8	Østlig	5,3 ppm	5 m				
P-VI	17/8	Østlig	3,4 ppm	15 m	Ikke relevant i forhold til biocover pga. relativ kort strækning med lave koncentrationer på lossepladsen.	NEJ	NEJ	NEJ
P-VII	17/8	Østlig	3,5	3 m	Ikke relevant i forhold til biocover pga. relativ kort strækning med lave koncentrationer på lossepladsen.	NEJ	NEJ	NEJ
P-VIII	17/8	Østlig	3,0 ppm	5 m	Ikke relevant i forhold til biocover pga. relativ kort strækning med lave koncentrationer på lossepladsen. Kan muligvis være relateret til FID-målingerne i område U, jf. tabel 1.	NEJ	NEJ	NEJ
P-IX	17/8	Østlig	4,2 ppm	8 m	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. kort strækning og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
P-X	17/8	Østlig	3,6 ppm	11 m	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. kort strækning og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
	19/8	Østlig	4,4 ppm					
P-XI	19/8	Østlig	3,4 ppm	4 m	Ikke relevant i forhold til biocover pga. relativ kort strækning med lave koncentrationer på lossepladsen.	NEJ	NEJ	NEJ
P-XII	19/8	Østlig	3,4 ppm	15 m	Ikke relevant i forhold til biocover pga. relativ kort strækning med lave koncentrationer på lossepladsen. Kan muligvis være relateret til FID-målingerne i område R, jf. tabel 1.	NEJ	NEJ	NEJ

P-XIII	17/8	Østlig	4,9 ppm	9 m	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. kort strækning og moderate koncentrationer.	EVT.	EVT.	EVT.
P-XIV	25/7	Østlig	11 ppm	75 m	Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer. Umiddelbart nedvinds strækningen er der en kloakbrønd, som er tilknyttet en kloakledning, der løber gennem et hjørne af lossepladsen. Det vurderes, at de forhøjede picarro-målinger muligvis kan skyldes udsivning gas fra et eller flere kloakdæksler som følge af indtrængning og spredning af lossepladsgas via kloakken. Ifølge kloakplaner for området ligger kloakledningerne dog formentlig under grundvandsspejlet, hvilket kan begrænse indtrængning af gas til systemet. Det anbefales at undersøge kloaksystemet nærmere med henblik på at afklare, om kloakledningerne udgør en spredningsvej for lossepladsgas og om der er potentiale for etablering af biocover.	EVT. Afhænger af resultaterne af supplerende undersøgelser	JA	JA

REFERENCER

- /1/ N&R Consult A/S (1993): Undersøgelse af lossepladsgas. Affaldsdepot reg. Nr. 259-1, "Køge losseplads", Køge kommune. Udarbejdet for Roskilde Amt, december 1993.
- /2/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Køge deponi. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, november 2015.
- /3/ Delre, A., Scheutz, C. (2015): Quantification of fugitive methane emissions from a landfill in Køge (DK). Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, august 2015.



Foto 1: Område A med misvækst og stenet/gruset dæklag.



Foto 2: Område A med misvækst og stenet/gruset dæklag.



Foto 3: Område L set fra nordøst



Foto 4: Område T (kilde: Google Earth)



Foto 5: Område J med knækket brønddæksel i forgrunden.



Foto 6: Sort plasticrør observeret på lossepladsarealet.



Foto 7: Måling af boring B14.



Foto 8: Indretning af boring B14.



Foto 9: Boring B15.



Foto 10: Indretning af boring B15.



Foto 11: Boring B207 set fra nord.



Foto 12: Boring B207 set fra vest.

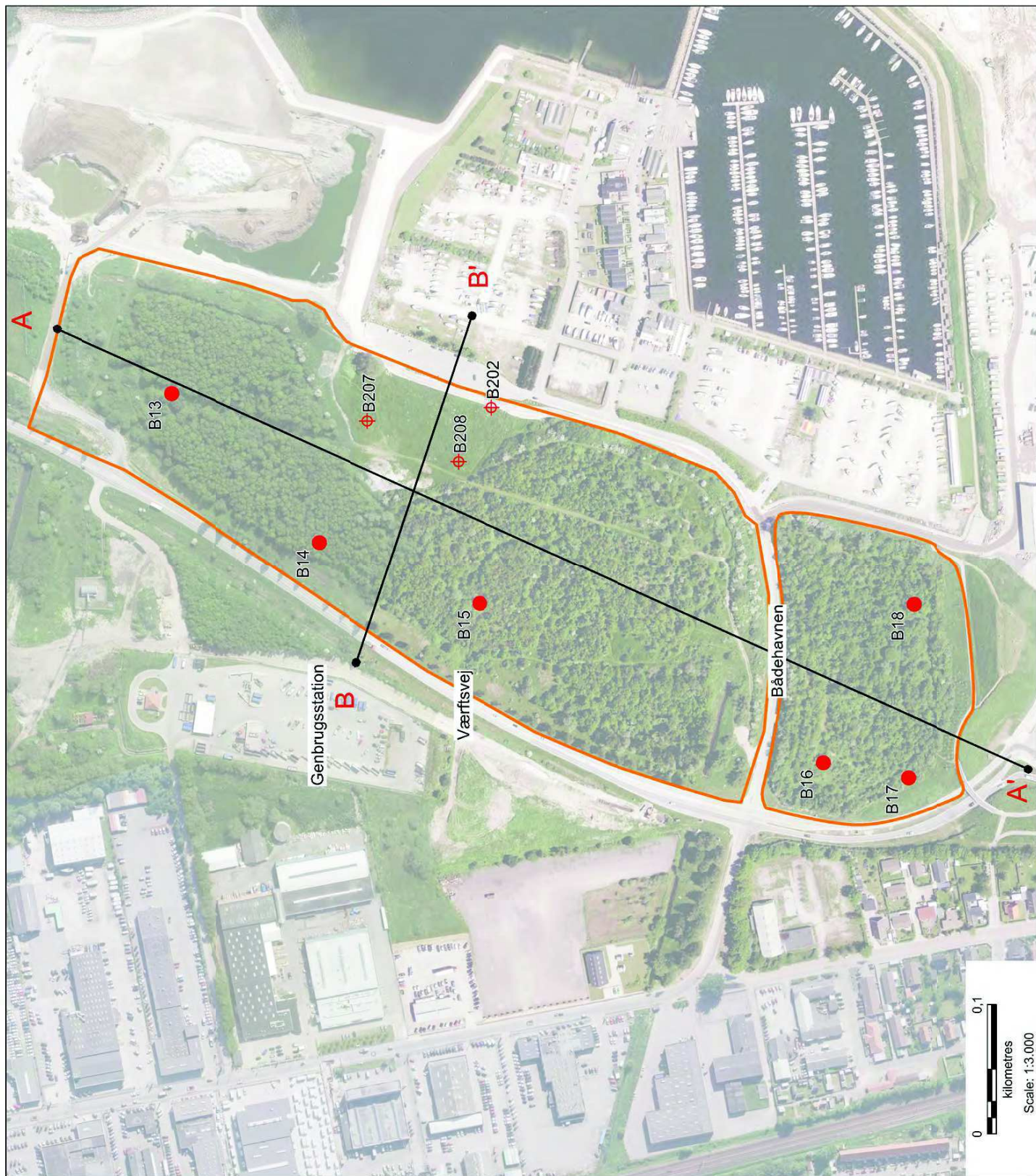


Foto 13: Brud på boring B208.



Foto 14: Brud på boring B208.

Bilag 9
Snittegninger

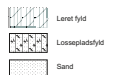
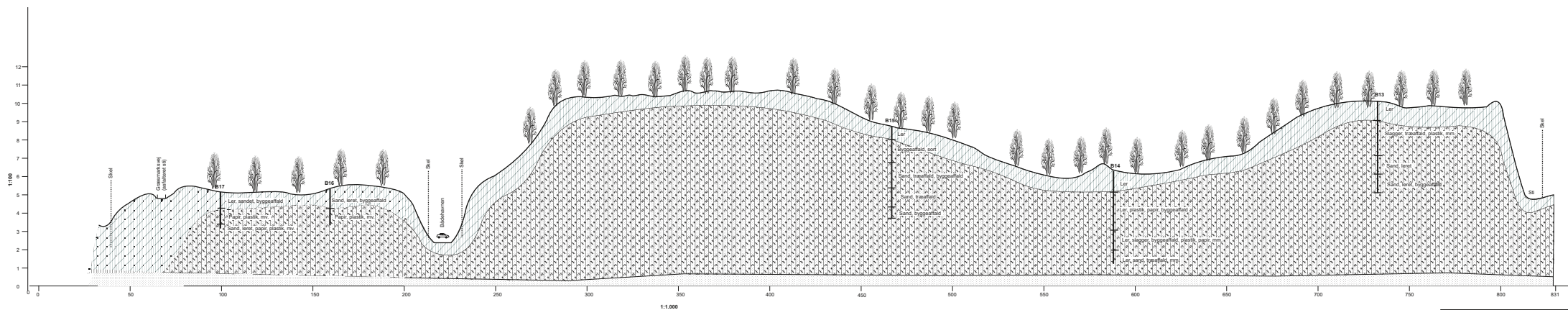


Syd

A

Nord

A'



Filtret sat boring, 1993

Tegningen er baseret på afløstgrubeaf
materiale og er ikke nødvendigvis målt

Bilag 9.2

Køge Losseplads
Snittegning

Snit A - A'

Rev. A
Dato: 2015
Udført: [blank]
Tegnet: [blank]
Rev. [blank]
Rev. [blank]

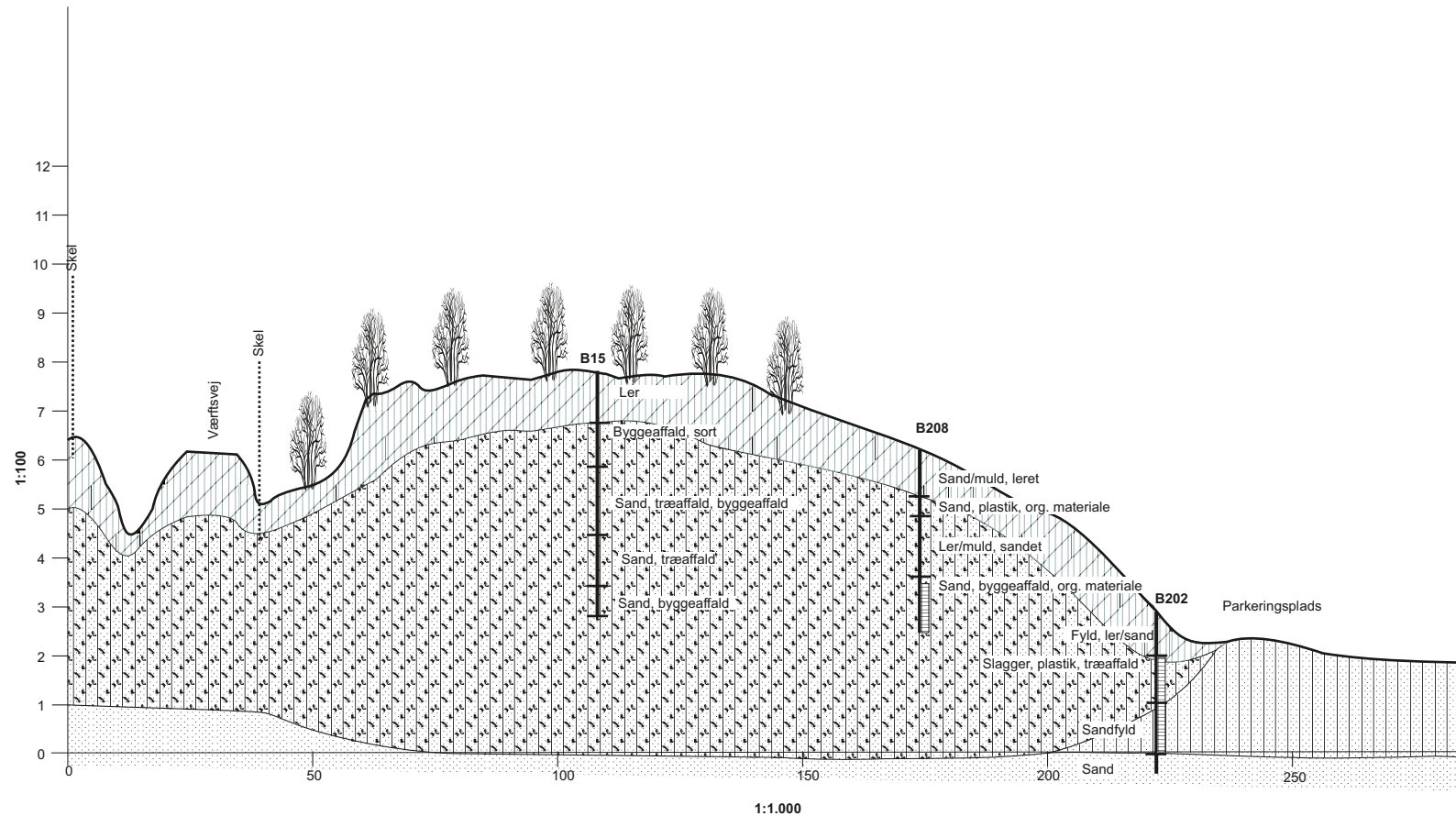
NIRAS
Sødråkkevej 19
4000 Roskilde
www.niras.dk

Vest

B

Øst

B'



Leret fyld



Lossepladsfyld



Sand



Sandfyld

Filtersat boring, 1993

Filtersat boring, 2014

Tegningen er baseret på affotograferet materiale og er ikke nødvendigvis målfast

Bilag 9.3

Køge Losseplads

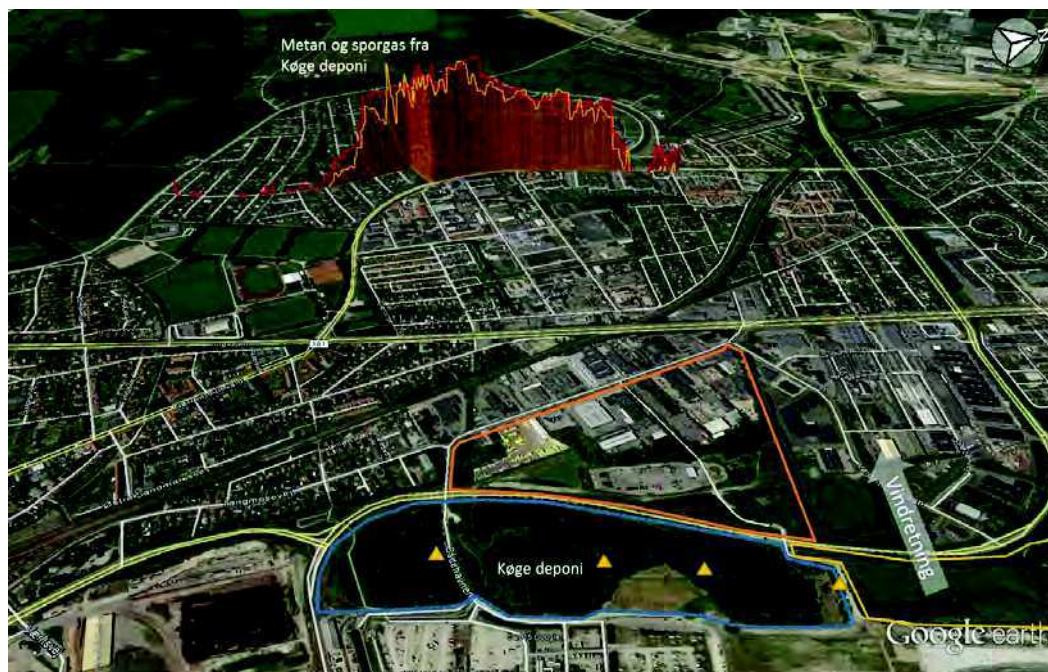
Snittegning

Snit B - B'

Rev.: a
Dato: December 2015
Udarb.: LHO
Kontrol: MAF
Sag nr.: 221853
Fil: tegn/snit b-b.cdr

NIRAS
Sortemosevej 19
3450 Allerød
www.niras.dk

Måling af den totale metanemission fra Køge deponi



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Køge deponi under måling af den totale metanemission den 25. juli, 2015. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,900 ppm) og er ganget med 8000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 150. De gule trekanten markerer, hvor der blev frigivet sporgas.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

November 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

$$f(x+\Delta x)=\sum_{i=0}^{\infty}\frac{(\Delta x)^i}{i!}f^{(i)}(x)$$
$$\Delta\int_a^b\Theta+\Omega\int\delta e^{i\pi}=-1$$
$$\infty=\{2.7182818284\}$$
$$\chi^2$$
$$\sum!$$
$$\gg$$
$$\approx$$
$$\lambda$$

υφέρτυθιοπισδφγηξκλ

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 drivhusgasemissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra Køge deponi beliggende ved Værftsvej og Køge Marina. Målingen af den totale metanemission blev udført 25. juli, 2015. Der er desuden blev udført screeninger af metankoncentrationer på deponiet 17. og 19. august, 2015 samt 3. november, 2015.

DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til opbygning af en mobil analyseplatform til udførsel af sporgasdispersionsmålinger, som har vist sig at være en velegnet metode til måling af totale metanemissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved at emissionerne sker fra diffuse og måske ukendte kilder fordelt på relativt store arealer.

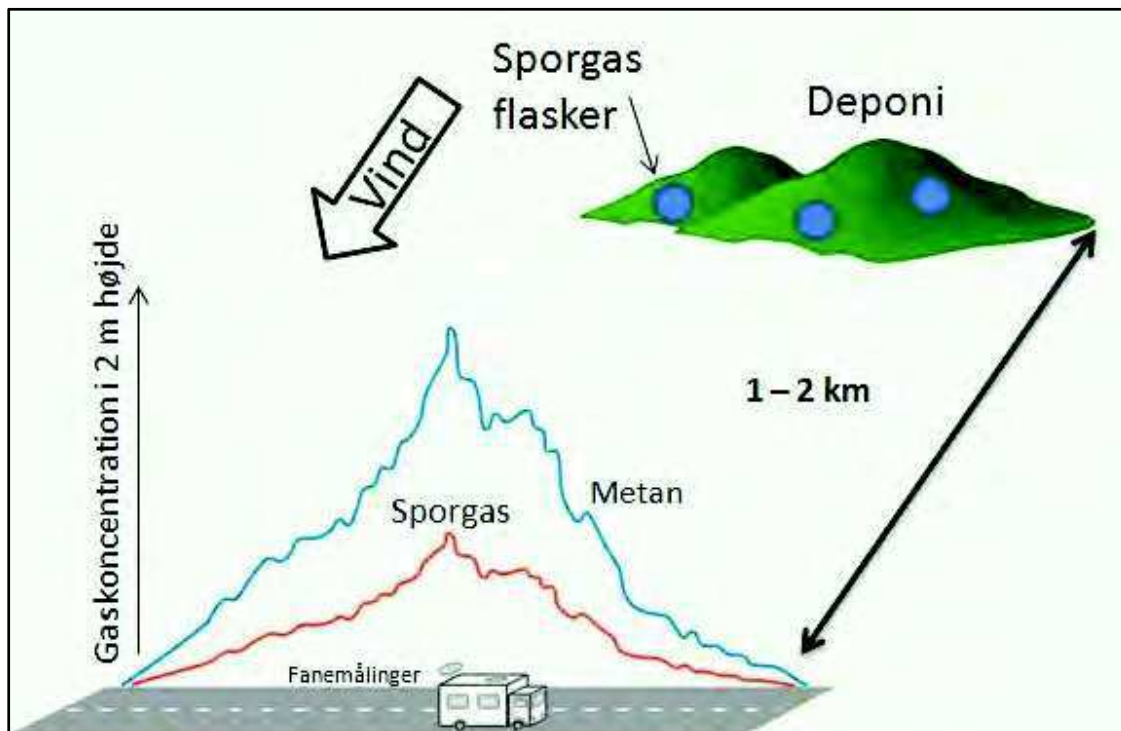
Sporgasdispersionsmetoden har været anvendt her til at måle den totale emission af metan fra det deponerede affald på anlægget. Der understreges, at målingen viser emissionen, som den var på det tidspunkt, hvor målingen blev udført, og at gasemissioner fra deponier varierer over tid - blandt andet under påvirkning af atmosfæriske forhold som trykstigninger og fald.

DTU Miljø har tidligere - i marts, 2015, målt den totale emission af metan fra Køge Deponi (Delre & Scheutz, 2015). Ved denne måling blev den totale metanemission fra deponiet målt til $14,4 \pm 1,3 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$. Målingen udført marts, 2015 blev udført på et tidspunkt, hvor det atmosfæriske tryk var faldende, hvilket kan have medført en forøget metanemission fra deponiet.

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 derefter beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrasket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas på deponiet. 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 tilfredsstillende 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 baggrundskoncentration 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 den samlede emission af metan 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. Baggrundkoncentrationen 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

Måling af den totale metanemission blev udført 25. juli, 2015 mellem ca. 6:30 og 14:00. De første ca. 1,5 time blev brugt på screeninger af metankoncentrationer i området, mens den resterende tid blev brugt på måling af totalemission af metan fra deponiet.

Ved måling af totalemission af metan blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra fire lokaliteter på deponiet. Der blev i alt frigivet mellem 1,4 og 2,0 kg acetylen i timen. Flowrater fra de enkelte sporgasflasker blev justeret undervejs i målingen, for at sikre bedst mulig simulering af metanemission fra deponiet. Dette blev monitoreret ved at vurdere sammenfald mellem forøgede koncentrationer af henholdsvis metan og sporgas nedvinds deponiet.

Temperaturen var 16 °C. Der var en svag vind, der skiftede i retning mellem øst og nordøst, der muliggjorde måling nedvinds deponiet på Ølbyvej, Agerskovvej/Stensbjergvej og Københavnsvej i en afstand på mellem ca. 450 m og 1,4 km fra deponiets rand. Vindens hastighed varierede i hastighed mellem ca. 1 og 3 m/s.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før, under og efter målingen målt på Roskilde Lufthavn ca. 15 km fra deponiet. Det fremgår af figuren at målingen er udført i en med faldende atmosfæretryk på ca. 1002 mbar.



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

Ud over måling af den totale metanemission fra deponiet udført d. 25. juli, 2015, blev der udført screeninger af metankoncentrationer på deponiets område d. 17. og 19. august, 2015, under østlig, svag vind, og stigende atmosfæretryk. Der blev forgæves forsøgt måling af totalemission af metan fra deponiet disse datoer. Dette blev måske forhindret af lav emission forårsaget af trykstigningen og/eller meget svag vind under målingen.

Der blev derudover udført en screening af metankoncentrationer den 3. november, 2015 på den del af deponiet, der ligger vest for Værftsvej, og som p.t. rummer genbrugsplads og industriområde. Under denne måling var der vind fra sydlig retning og faldende atmosfæretryk.

4. Resultater

4.1 Screening af metankoncentrationer 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.

Figur 3 viser screening af metankoncentrationer i deponiets omgivelser udført samme dag som måling af den totale metanemission fra deponiet – 25. juli, 2015. Deponiets omtrentlige grænser er markeret på figuren, hvor deponiet opdeles i tre områder ("område A, B og C"). I den tilgængelige del opvinds deponiet, blev der målt metankoncentrationer nær baggrundsniveau, der blev målt til 1,889 ppm. Dette var som forventet, da deponiet ved den vindretning, der var undermålingen, opvinds grænser mod Køge Bugt og Køge Marina, hvor der ikke forventes metanemissioner af betydning. Der antages derfor, at der ikke har været kilder til metanemissioner opvinds deponiet, der har influeret på måling af den totale metanemission. På vejen, der krydser område A (markeret (A) på Figur 3) blev der målt metanemissioner på op til ca. 3,5 ppm over baggrundsniveau, hvilket tyder på metanemission fra denne del af deponiet.



Figur 3. Screening af metankoncentrationer i deponiets omgivelser udført 25. juli, 2015. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrundsniveau (1,889 ppm) og er ganget med 200 for at være synlig på kortet.

Umiddelbart nedvinds område A markeret (B) og (C) på figuren blev der målt metankoncentrationer på op til henholdsvis 1,8 og 2,0 ppm over baggrundsniveau. Nedvinds område B (markeret (D) på figuren) blev der målt koncentrationer op til ca. 0,4 ppm over

baggrunds niveau på en mindre del af strækningen. Denne del af vejen ligger dog end del lavere end deponiet.

På to strækninger længere nedvinds deponiet blev der observeret forøgede metankoncentrationer, der ud fra vindretningen må antages at skyldes emissioner fra deponiet. Disse steder er markeret (A) og (B) på Figur 4. Ved Københavnsvej (A) blev der målt koncentrationer på op til 0,092 ppm over baggrunds niveau, mens der ved Agerskovvej/Stensbjergvej (B) blev målt koncentrationer op til 0,042 ppm over baggrunds niveau. Den svagt forøgede metankoncentration ved (C) skyldes muligvis emissioner fra industriområdet syd for deponiet.



Figur 4. Målte koncentrationer nedvinds deponiet observeret 25. juli, 2015. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,889 ppm) og er ganget med 4000 for at være synlig på kortet.

4.2 Screening af metankoncentrationer 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.

Figur 5 viser målte metankoncentrationer på område A og B. Screeningen af koncentrationer på område A blev udført 17. august, 2015, mens screeningen på område B og C blev udført 19. august 2015. Vejrforholdene var ens de to dage: østlig, svag vind og stigende atmosfæretryk.

I den sydlige del af område A blev der målt koncentrationer ved (A) på op til 0,9 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,900 ppm. I den centrale del af område A (markeret (B) på figuren) blev de højeste koncentrationer målt – op til 6,9 ppm over baggrunds niveau. I den nordlige del af område A, der er markeret (C) på figuren, blev der målt koncentrationer op til ca. 2,2 ppm over baggrunds niveau.

Der blev målt metankoncentrationer nær baggrunds niveau på område B, hvilket tyder på en lav emission fra denne del af deponiet.



Figur 5. Screening af metankoncentrationer på Køge deponi 17. august, 2015 (område A) og 19. august (område B og C). Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,900 ppm) og er ganget med 100 for at være synlig på kortet.

Der blev udført en screening af metankoncentrationer den 3. november, 2015, hvor der blev målt på område C. Denne screening blev udført med vind fra syd, og under faldende atmosfæretryk. Resultater af denne screening er vist i Figur 6. Generelt blev der målt metankoncentrationer nær baggrunds niveau, der her var 2,069 ppm. Der blev dog set forhøjede koncentrationer på genbrugspladsen markeret (A) på Figur 6 – op til 1,8 ppm over baggrunds niveau.



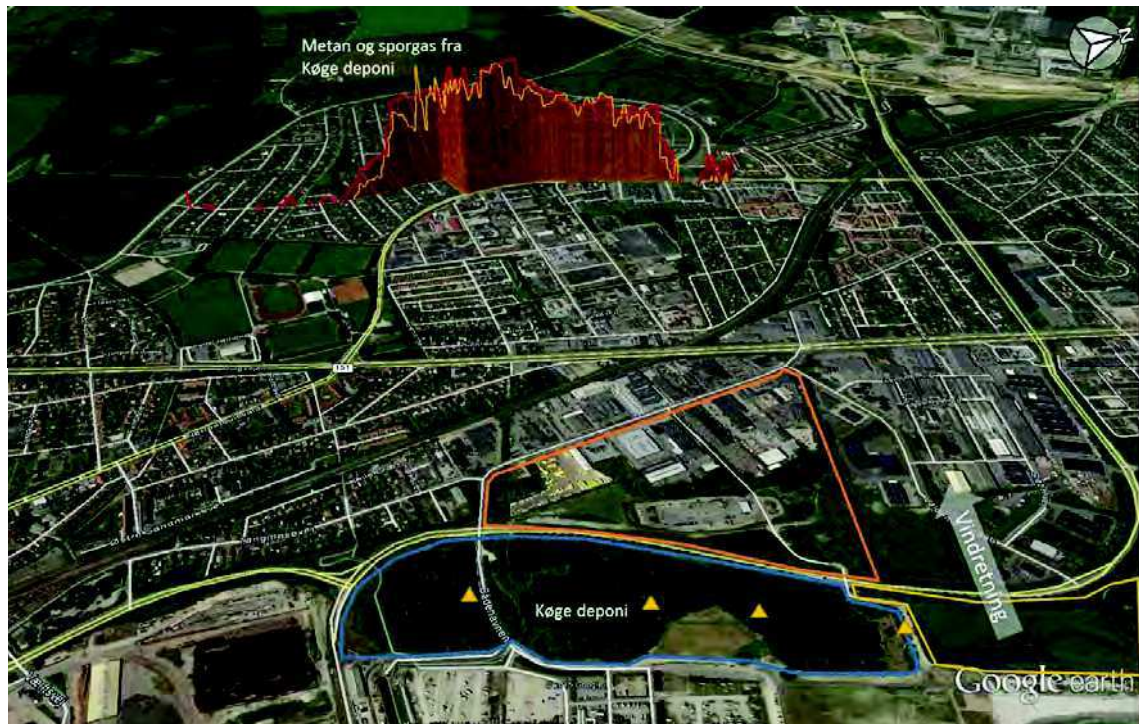
Figur 6. Screening af metankoncentrationer på Køge deponi (område C) 3. november, 2015. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrundsniveau (2,069 ppm) og er ganget med 100 for at være synlig på kortet.

Det samme blev set nær en mindre bygning ved (B) på figuren, hvor der blev målt koncentrationer op til 1,9 ppm over baggrundsniveau. De forhøjede koncentrationer målt ved (C) vurderes at skyldes emissioner fra område A. Der vurderes på denne baggrund, at der sker en mindre emission fra område C, koncentreret i den østlige del nær genbrugspladsen.

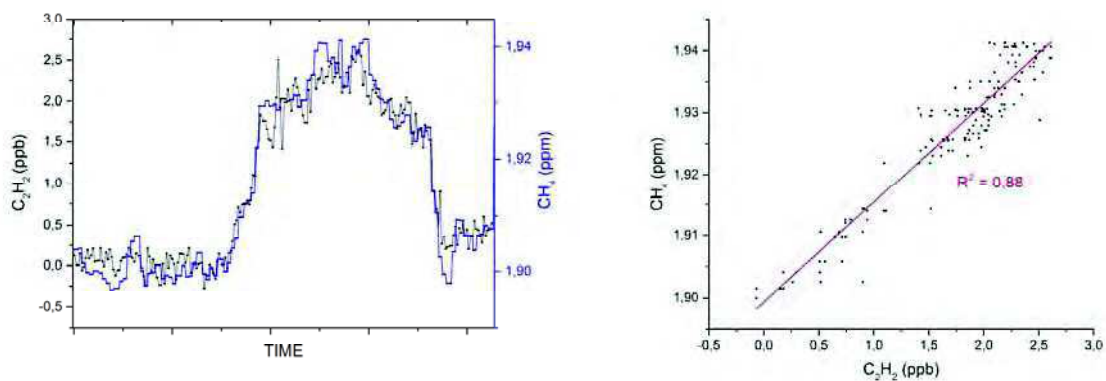
4.3 Måling af totalemission af metan fra deponiet

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 7 viser et eksempel måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Som nævnt ovenfor, blev der frigivet sporgas fra fire lokaliteter på deponiet, der alle var placeret i område A, hvor hovedparten af emissionen fra Køge deponi antages at ske. Som vist i Figur 8 blev der opnået en god korrelation mellem sporgas og metankoncentrationer, hvilket tyder på, at frigivelsen af sporgas har simuleret metanemissionen fra deponiet tilfredsstillende.



Figur 7. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet udført 13:36. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrundsniveau (1,900 ppm) og er ganget med 8000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 150. De gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporgas.



Figur 8. Venstre graf viser metan- og acetylenkoncentrationer fra samme traversering som illustreret i Figur 7. Faner fra hhv. deponi og komposteringsanlæg+biogasanlæg er fremhævede. Højre graf viser metan koncentrationer plottet mod sporgaskoncentrationer for fanen fra deponiet.

Tabel 1 viser målte totale emissioner fra Køge deponi. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $19,9 \pm 3,0 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger $\pm$ én standardafvigelse).

Tabel 1. Målte totalemissioner af metan fra Køge deponi 25. juli, 2015.

Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)	Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)
09:48	14,4	11:00	20,7
09:52	18,9	11:02	21,2
09:55	18,9	11:30	18,1
09:58	17,9	11:32	17,1
10:02	16,4	11:40	25,7
10:14	21,3	11:42	24,6
10:23	22,4	11:46	23,5
10:26	22,3	13:36	16,6
10:28	19,3	13:40	22,5
10:57	18,5	13:54	17,5

Gennemsnit	19,9 kg CH₄ h⁻¹
Standardafvigelse	3,0 kg CH₄ h⁻¹
Antal traverseringer	20

5. Konklusion

Der blev udført måling af den totale metanemission fra Køge deponi den 25. juli, 2015. Der blev udført 20 traverseringer. Temperaturen var 16 °C. Der var en svag vind (mellem ca. 1 og 3 m/s), der varierede i vindretning fra øst og nordøst. Målingen blev udført i en periode med faldende atmosfæretryk, der var ca. 1002 mbar under målingen.

Screening af metankoncentrationer på Køge deponi viste forhøjede metankoncentrationer på deponiet – særligt på den del der er angivet som "område A" i denne rapport. Screeningen på område A viste, at emissionen sker flere steder på denne del af deponiet. Screeninger på område B og område C viste, at der sandsynligvis også sker emissioner fra disse dele.

Der vurderes, at hovedparten af emissionen sker fra område A. Dette vurderes dels ud fra resultater af screeninger af metankoncentrationer, og dels ud fra, at frigivelse af sporgas fra område A gav en god korrelation af sporgas og metankoncentrationer nedvinds deponiet, der tyder på at sporgasfrigivelsen har simuleret emission af metan tilfredsstillende.

Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $19,9 \pm 3,0$ kg CH₄ time⁻¹, hvilket er lidt højere end ved målingen beskrevet i Delre & Scheutz, 2015, hvor emissionen blev målt til $14,4 \pm 1,3$ kg CH₄ time⁻¹.

6. Referencer

Delre, A., Scheutz, C. (2015). Quantification of fugitive emissions from a landfill in Køge (DK). Rapport. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, August 2015.

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

Skema til afrapportering af baselineundersøgelse

Stamdata

Sagsnummer hos Miljøstyrelsen	MST-729-00091
Deponeringsanlægget / lossepladsens navn	Audebo Deponi
Deponeringsanlæggets CVR nr.	CVR nr.: 13507406 P.nr.: 1014181969
Deponeringsanlæggets adresse	Hagesholmvej 7 4520 Svinninge
Deponeringsanlæggets ejer	KARA/NOVEREN I/S
Privat eller offentligt anlæg?	☒ Offentligt ☐ Privat
Ansvarlig myndighed	☒ Miljøstyrelsen. Evt. sagsbehandlers navn: Susanne Andreasen ☐ Region
Ansøger	Genbrugschef Finn Kjær, KARA/NOVEREN I/S Telefonnummer: 4634 7552 E-mail: FK@karanoveren.dk
Ekstern rådgiver	Firma navn: NIRAS A/S Kontaktperson: Malene Tørnqvist Front Telefonnummer: 6038 4206 E-mail: maf@niras.dk

Kortmateriale over deponeringsanlægget/lossepladsen

Kortmateriale af deponeringsanlægget/lossepladsen
Kortmateriale fremgår af notatet vedrørende den udførte overfladescreening, der er vedlagt som bilag A til dette skema.

Overfladescreening

Opsummering af måleforhold og resultater	
Målemetode og -udstyr	FID iht. Miljøstyrelsens retningslinjer. Håndholdt FID-måler af mærket TVA1000B inkl. GPS.
Metodens detektionsgrænse for metan	1,0 – 50.000 ppm /1/
Baggrundskoncentration af metan målt i forbindelse med overfladescreeningen	Ca. 2 ppm
Tidsrum for foretagelse af overfladescreening	Overfladescreeninger er udført i 2015 på følgende dage: 17. juli 20. juli 21. juli 24. juli 3. september 25. september 23. oktober
Gennemsnitligt atmosfæretryk under udførelsen af overfladescreeningen	Der er udført overfladescreeninger over flere dage. En graf med atmosfæretryk for de enkelte måledage fremgår af vedlagte notat vedr. overfladescreeningen i bilag A.
Gennemsnitlig lufttemperatur under udførelsen af overfladescreeningen	Der er udført overfladescreeninger over flere dage. En graf med temperaturdata for de enkelte måledage fremgår af vedlagte notat vedr. overfladescreeningen i bilag A.
Gennemsnitlig vindstyrke og dominerende vindretning under udførelsen af overfladescreeningen	Der er udført overfladescreeninger over flere dage. En graf med vindstyrke og vindretning for de enkelte måledage fremgår af vedlagte notat vedr. overfladescreeningen i bilag A.
Afrapportering af overfladescreeningen	
Et notat vedrørende den udførte overfladescreening er vedlagt som bilag A til dette skema.	

Totalmåling

Opsummering af resultater og måleforhold		
Generelt:	Måling I	Måling II
Målemetode og -udstyr	Dynamisk fane metode. Picarro metan/acetylen analyseapparat.	
Resultat af total metanemission	9,0 ± 1,7 kg CH₄ pr. time målt den 14. oktober 2015 /2/. I en anden sammenhæng har DTU i februar 2015 målt den totale emission af metan fra de afsluttede celler til 8,5 ± 2,3 kg metan pr. time /3/. Gennemsnittet af de to målerunder er 8,8 kg metan pr. time.	Der er kun udført én måling af den totale metanemission i forbindelse med pilotprojektet.
Måleusikkerhed	± 19% (beregnet fra ovenstående)	-
Areal, som emissionen stammer fra	Celle 1 = 1,7 ha Celle 2 = 1,7 ha <u>Celle 4 = 2,0 ha /4/</u> Total 5,4 ha (54.000 m²)	-
Emission	9,0 ± 1,7 kg CH ₄ pr. time	-
Metodens detektionsgrænse for metan	1 kg CH ₄ pr. time /5/	-
Baggrundskoncentration af metan under totalmåling	ca. 1,9 ppm /2/	-
Tidsrum for måling af total-emission	14. oktober 2015 kl. 14:25-15:35 /2/	-
Gennemsnitligt atmosfæretryk under udførelsen af totalmålingen	ca. 1.025 hPa /2/	-
Gennemsnitlig lufttemperatur under udførelsen af totalmålingen	8 °C /2/	-
Gennemsnitlig vindstyrke og dominerende vindretning under udførelsen af totalmålingen	3 m/s fra nordøst /2/	-

Udfyldes kun, hvis sporgas-dispersionsmetoden er anvendt:	Måling I	Måling II
Sporgas anvendt	Acetylen (99%)	-
Antal sporgas-frigivelsespunkter samt frigivelsesrate for hvert frigivelsespunkt	1) 0,7 kg sporgas pr. time Sporgassen var placeret centralt på den afsluttede del af deponiet. Til estimering af totalemissionen fra komposterings- og biogasanlægget på deponiet var der endvidere placeret en sporgaskilde i området disse anlæg. Her blev sporgas også frigivet med en rate på 0,7 kg pr. time.	-
Antal transekter	13	-
Korrelation mellem sporgas- og metanfane (fratrullet baggrund)	$R^2 = 0,80$ (angivet for en typisk traversering) /2/	-
Afrapportering af totalmålingerne		
DTU's rapport vedrørende totalmålingen udført den 14. oktober 2015 er vedlagt som bilag B til dette skema /2/.		

Regnskab for udførelse af baselineundersøgelsen

Samlet regnskab for udførelse af baselineundersøgelsen
Et regnskab for baselineundersøgelsen er vedlagt som bilag C til dette skema.

Planer for udarbejdelse og indsendelse af projektansøgning

Såfremt den totale metanemission (gennemsnittet af de to totalmålinger) er <u>højere</u> end 6 kg CH ₄ pr. time, hvornår forventes da indsendelse af projektansøgning med henblik på biocover-etablering?	Marts 2016
Såfremt den totale metanemission (gennemsnittet af de to totalmålinger) er <u>lavere</u> end 6 kg CH ₄ pr. time, vurderes det da, om det er muligt at etablere et omkostningseffektivt biocoversystem, og er der fortsat interesse for udarbejdelse af en projektansøgning med henblik på etablering af biocover. Miljøstyrelsen skal i så fald give tilladelse til udarbejdelse af projektansøgningen, førend udgifterne hertil kan afholdes.	
-	

Underskrift fra ejeren af deponeringsanlægget/lossepladsen

Jeg bekræfter hermed, at afrapporteringen af baselineundersøgelserne er udført på Audebo Deponi.

Dato 4/3-2016	Underskrift 
------------------	--

Underskrift fra ansøger

Jeg bekræfter hermed, at oplysninger i afrapporteringen af baselineundersøgelserne på Audebo Deponi inklusiv regnskab er korrekt angivet.

Dato 11/3-2016	Underskrift 
-------------------	--

Bilag

Bilag A Rapport fra NIRAS vedr. overfladescreening og målinger på gasekstraktionsanlæg

Bilag B Rapport fra DTU vedr. totalmåling udført den 14. oktober 2015

Bilag C Regnskab for baselineundersøgelse

Referencer

- /1/ Instruction Manual (2000): TVA-1000B Toxic Vapor Analyzer, instruction manual, P/N BK3500, 2000.
- /2/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Audebo Miljøcenter. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, oktober 2015.
- /3/ Delre, A., Mønster, J., Scheutz, C. (2015): Metanemission fra Audebo Losseplads. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, april 2015.
- /4/ NIRAS (2015): Deponerede affaldsmængder og sammensætning. Datablad udarbejdet for Miljøstyrelsen i forbindelse med Biocover initiativet, 2015.
- /5/ Mønster, J.G., 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 (2014), 1416-28.

4/3-2016 Mah RA

NIRAS A/S

Sortemosevej 19 · DK-3450 Allerød, Denmark
Telefon +45 4810 4200 · Fax +45 4810 4300

AUDEBO DEPONI v. KARA/NOVEREN I/S
BASELINEUNDERSØGELSE INDEN ETABLERING AF BIOCOVER
Overfladescreening og målinger på gasekstraktionsanlæg

4. marts 2016

Projekt nr. 221854
Udarbejdet af MAF
Kontrolleret af JEL/AGC
Godkendt af JEL

INDHOLD

1	Indledning	3
1.1	Baggrund	4
1.2	Formål	8
2	Udførte feltarbejder	9
2.1	Overfladescreening med FID	9
2.2	Picarro-målinger	11
2.3	Undersøgelser af gasekstraktionsanlægget	12
3	Resultater	14
3.1	Resultater af FID- og Picarro-målinger	14
3.2	Prioritering af områder, brønde og borer med udsivning	16
3.3	Resultater af undersøgelserne af gasekstraktionsanlægget	18
4	Anbefalinger	23
5	Konklusion	25
6	Referencer	26

Bilag

- Bilag 1 Oversigtskort
 - 1.1 Oversigtskort
 - 1.2 Projektområde
 - 1.3 Gasekstraktionsanlæg og perkolatsystem
 - 1.4 Gasekstraktionsanlæg og perkolatsystem i projektområdet
 - 1.5 Oversigtskort med angivelse af profilsnit
 - 1.6 Snit nordvest-sydøst (A-A')
 - 1.7 Snit nordøst-sydvest (B-B')
- Bilag 2 Topografi
- Bilag 3 FID-målepunkter
- Bilag 4 FID-resultater
 - 4.1 FID-resultater
 - 4.2 FID-resultater, sammenligning med resultater fra 2014
 - 4.3 Prioriterede hotspots i forhold til etablering af biocover
- Bilag 5 Picarro-målinger
 - 5.1 Picarro-målepunkter
 - 5.2 Picarro-resultater med vind fra nordøst
 - 5.3 Picarro-resultater med vind fra syd
- Bilag 6 IR-målinger på gasekstraktionsanlæg
 - 6.1 IR-målinger med gasekstraktionsanlæg i drift
 - 6.2 IR-målinger under passive forhold
- Bilag 7 Vejrforhold i FID-, Picarro- og IR-måleperioder
- Bilag 8 Tabeller med prioritering og vurdering af hotspots
- Bilag 9 Fotos
- Bilag 10 Udskrifter fra gasekstraktionsanlægget med driftstider og oppumpede gasmængder

1 INDLEDNING

Som en del af Folketingets klimaplan og med det formål at reducere udledningen af metan til atmosfæren fra danske lossepladser og deponier er der afsat ca. 180 mio. kr. i tilskudsmidler til etablering af biocoverløsninger - den såkaldte biocoverordning.

Miljøstyrelsen har i sommeren 2015 forud for lanceringen af biocoverordningen igangsat pilotprojekter med udførelse af baselineundersøgelser samt potentielt projektering og etablering af biocoverløsninger på syv udvalgte deponier, heriblandt Audebo Deponi.

I den forbindelse har KARA/NOVEREN I/S anmodet NIRAS om at udføre baselineundersøgelser på Audebo Deponi.

NIRAS har udført overfladescreeninger af den slutfærdigede del af deponiet med FID-udstyr, mens Danmarks Tekniske Universitet (DTU) har udført målinger af totalemissionen af metan fra deponiet inkl. såkaldte picarro-målinger. Herudover har NIRAS undersøgt og udført målinger på det eksisterende gasekstraktionsanlæg med henblik på at vurdere mulighederne for at udnytte anlægget i en biocoverløsning med et aktivt eller passivt biofilter /1/.

Totalemission af metan

DTU's seneste måling, som er udført den 14. oktober 2015, viser, at der er en totalemission af metan fra de slutfærdigede celler på Audebo Deponi på $9,0 \pm 1,7$ kg metan pr. time /2/. Totalmålingen er udført i en periode, hvor gasekstraktionsanlægget ikke har været i drift ca. en uge forinden. I en anden sammenhæng har DTU den 5. februar 2015 målt den totale emission af metan fra de slutfærdigede celler til $8,5 \pm 2,3$ kg metan pr. time /3/. Det vides ikke, om gasekstraktionsanlægget var i drift ved denne måling. Resultaterne af de to totalmålinger svarer til en gennemsnitlig emission af metan på 8,8 kg metan pr. time, hvilket er et moderat niveau i forhold til totalemissioner af metan fra lossepladser, som tidligere er målt i Danmark /4/. Begge de målte totalemissioner er over den grænse på 6 kg metan pr. time, som Miljøstyrelsen har fastsat, der berettiger til udarbejdelse af projektansøgning vedrørende etablering af en biocoverløsning.

Med henblik på at estimere produktionen af metan er der tidligere opstillet en revideret Afvalzorg-model for Audebo Deponi /5/. Denne viser, at produktionen af metan formentlig toppede omkring år 2002, og at produktionsraten for metan er aftagende. På baggrund af den reviderede Afvalzorg-model vurderes det, at produktionsraten for metan i 2015 er ca. 15 kg pr. time, dvs. større end den målte totalemission af metan fra projektområdet.

Nærværende notat beskriver de udførte overfladescreeninger og resultaterne af disse samt undersøgelsen af det eksisterende gasekstraktionsanlæg. Der vil også blive refereret til resultaterne fra DTU's målinger, men for en beskrivelse af DTU's målemetode, feltarbejder og en detaljeret gennemgang af resultaterne henvises til DTU's rapporter /2,3/.

1.1 Baggrund

Projektområdet er afgrænset til de slutfældede celler 1, 2 og 4 på Audebo Deponi /6/. Der er endnu ikke deponeret affald i celle 3, der i stedet anvendes som arbejdsområde for bl.a. neddeling af stort brændbart affald. Toppen af terrænet i celle 1, 2 og 4 er beliggende op til ca. kote +16 m, mens det omkringliggende terræn er beliggende omkring kote 0. Det vil sige, at de slutfældede celler fremstår som en mindre bakke i terrænet med skrånninger ned mod det omkringliggende terræn. Udstrækningen af projektområdet er angivet i Figur 1 samt bilag 1.1 og bilag 1.2, mens områdets topografi fremgår af oversigtskortet i bilag 2 samt af snitte tegningerne i bilag 1.6 og bilag 1.7.

Området er en del af et aktivt deponeringsanlæg/miljøcenter med bl.a. et område med neddeling af haveaffald. Endvidere er der et biogasanlæg, som ejes i fællesskab af Solum A/S, I/S Vestforbrænding og Kara/Noveren I/S.

Projektområdet er bevokset med højt græs, tidsler, buske og træer, hvilket sammen med skrænterne på lokaliteten betyder, at der nogle steder er svære adgangsforhold.

På toppen af celle 1 og 2 er der etableret et "affaldshegn" for at hindre, at affald fra aktive deponeringsceller flyver væk fra deponiet i forbindelse med deponeringen. Hegnet er etableret efter slutfældningen af cellerne 1 og 2. Det vil sige, at der i forbindelse med etableringen af hegstolperne er gravet igennem slutfældningen og ned til affaldet flere steder.

Skrånninger, der grænser op til den igangværende del af deponiet, dvs. til celler under opfyldning eller til celler, der skal opfyldes senere, vil med tiden blive indbygget i deponiet. Dette gælder den nordvestlige og nordøstlige skrånning på celle 4 samt den nordvestlige skrånning på celle 1. Når opfyldningen med affald på Audebo Deponi er afsluttet, vil det således fremstå som en samlet bakke i landskabet.



Figur 1 Oversigtskort. Projektområdet med celle 1, 2 og 4 er markeret med rød stiplede linje. Kortet er gengivet fra bilag 1.1.

Perkolatopsamling og grundvandsdrænsystem

Deponiet er etableret som et kontrolleret deponi med bundmembran og perkolatopsamlingssystem. Perkolatopsamlingssystemet består i hver celle af et net af drænrør lige over bundmembranen, hvor perkolat pumpes via en pumpestation til et perkolatbassin. Pumpestationen er placeret ud for det sydlige hjørne af deponiet/celle 2, mens perkolatbassinet er placeret ca. 500 meter nordvest for projektområdet. Der er endvidere et reserve-perkolatbassin placeret ca. 250 meter nord for projektområdet. Inden for hver af de slutfærdiggjorte celler er der en inspektionsbrønd og en samlebrønd tilknyttet perkolatsystemet, mens der på transportledningen fra hver celle til pumpestationen er tilknyttet et antal rensebrønde (1-3 stk.). I 2013 blev de eksisterende samle- og inspektionsbrønde for-

bedret med gastætte dæksler samt udskiftning af defekte brøndringe og betondæk /7/.

Under bundmembranen er der udlagt dræn til bortledning af grundvand, som ledes til en grøft uden for deponiet. Grundvandsdrænsystemet er ikke i kontakt med affald eller i forbindelse med perkolat- eller gasekstraktionsanlægget. Dette drænsystem vurderes derfor ikke at være relevant i forhold til spredning og emission af deponigas, herunder metan.

Gasekstraktionsanlæg

Ifølge /7/ blev der i 2000 etableret et gasopsamlings- og udnyttelsessystem (gasekstraktionsanlæg) bestående af 8 gasindvindingsboringer (PB1-PB8), en måle-, pumpe- og reguleringsenhed (MPR-enhed), transportledninger og en gasmotor/-generator til el- og varmeproduktion. Gasindvindingsboringerne er placeret i celle 1 og 2, mens MPR-enheden er placeret i en container på celle 1. Gasmotoren/-generatoren er placeret ca. 450 meter nordvest for projektområdet, men er ikke længere i drift. Det fremgår af /7/, at gasmotoren/-generatoren blev frakoblet, da det efterfølgende viste sig, at den opsamlede mængde af gas var for lille til at kunne drive gasmotoren, samtidig med at gasproduktionen i deponiet vurderedes generelt at være faldende. I stedet blev der opsat et affaklingsanlæg for at kunne brænde gassen af. Affaklingsanlægget er placeret ca. 450 meter nordvest for projektområdet ved siden af gasmotoren/-generatoren. Ifølge /7/ var gasmængden fra indvindingsboringerne i perioder for lille til at holde faklen tændt, og oftest var det nødvendigt med støttebrændsel^a. Op til vinteren 2013/2014 kørte gasekstraktionsanlægget 4 gange om dagen, hver gang med en driftsperiode på 1 time /8/.

Over vinteren 2013/2014 blev gasekstraktionsanlægget udbygget med to horisontale gasdræn placeret i celle 4 /7,8/. Samtidig blev alle eksisterende brønde over gasindvindingsboringer forsynet med dæksler med gummiringspakninger, hvor disse manglede /7/.

Optimering af gasekstraktionsanlægget i 2014

I foråret 2014 blev gasekstraktionsanlægget optimeret – formentlig for at undgå brug af støttebrændsel - ved igennem seks tests at regulere på ventilerne for de enkelte strenge til gasdræn og gasindvindingsboringer og optimere driftstiderne /7,8/. Ved optimeringen af systemet blev det bl.a. vurderet, at gasproduktionen i celle 4 er relativ lille, og at en drift med 3 kørsler i døgnet af en times varighed var omkring, hvad der maksimalt kunne trækkes fra de aktuelle gasdræn og gasindvindingsboringer for at opretholde et passende indhold af metan på over

^a Ifølge /8/ er affaklingsanlægget styret således, at der ved start af pumpen tilføres støttebrændsel (gas) i nogle minutter. Endvidere åbnes der for støttebrændslet nogle minutter ved udfald af flammen.

30% i den oppumpede gas (evt. med en udvidet driftsperiode for den første kørsel på 1,5 time, da anlægget ikke kører over natten) /8/. Ved den sidste test, som var tæt på optimale forhold, blev der således observeret et fald i det gennemsnitlige indhold af metan fra 34,4% til 32,3% efter knap en times drift. Gasflowet blev ikke målt ved denne test, så den oppumpede gasmængde ved optimale forhold kan ikke direkte beregnes. Ved den foregående test, hvor indstillingerne var næsten de samme, blev der med en håndholdt flowmåler målt et samlet flow fra strengene på ca. 186 m³/time. Ifølge /8/ er flowmålingerne imidlertid meget usikre og skal primært opfattes som en relativ størrelse mellem de enkelte strenge. På baggrund af enkelte udskrifter fra gasekstraktionsanlægget i 2012, 2013, 2014 og 2015 med oplysninger om driftstider og oppumpede gasmængder vurderes det, at der generelt bliver og er blevet pumpet med et flow på 30 m³/time. Udskrifterne er vedlagt i bilag 10. Under antagelse af, at der ved optimeringen af gasekstraktionsanlægget også blev pumpet med et flow på 30 m³/time, vil der ved optimal drift med et metanindhold i den oppumpede gas på 30-35% og en driftsperiode på 3-3,5 timer/dag kunne oppumpes ca. 18-25 kg metan pr. dag, svarende til 0,8-1 kg/time. Til sammenligning svarer det til 9-11% af den målte totalemission af metan fra projektområdet (celle 1, 2 og 4).

Ifølge /7/ blev gasekstraktionsanlægget indstillet på en optimal drift med 3 kørsler pr. dag med en samlet driftstid på ca. 3,5 time. Det var ikke længere nødvendigt med støttebrændsel til faklen, og støttebrændslet blev derfor frakoblet /7,8/. På udskrifter fra den 7.-14. september 2014 fremgår en samlet driftstid pr. dag på 3 timer med oppumpning af 90 m³ gas pr. dag.

I et tilsynsnotat fra Miljøstyrelsen Virksomheder vedrørende et tilsyn udført på Audebo Deponi den 11. februar 2015, fremgår det, at "vilkår til gasanlæg fjernes", og der henvises til Biocover-projektet og muligheden for at søge midler til at etablere afværge i form af en biocoverløsning som alternativ for det eksisterende gasanlæg /9/.

Nyeste driftserfaringer vedrørende gasekstraktionsanlægget

De nyeste driftserfaringer viser, at gasekstraktionsanlægget ikke kører optimalt. Adspurgt har KARA/NOVEREN oplyst, at gasekstraktionsanlægget har kørt med skiftende effektivitet i 2015. Udskrifter fra 24.-31. maj 2015 og 3.-10. september 2015 viser, at der kun blev oppumpet 0-5 m³ gas pr. dag med en samlet driftstid på op til 9 minutter pr. dag. Dette indikerer, at indholdet af metan i den oppumpede gas har været for lille til at holde faklen tændt, og at anlægget derfor i perioder sandsynligvis ikke har været i fuld drift. Det har derfor igen været nødvendigt at lukke op for tilførslen af støttebrændsel, og i dag er systemet sat op til at pumpe gas fra det deponerede affald i celle 1, 2 og 4 til faklen tre gange i dagtimerne á 1 times varighed. Udskrifter fra 15.-22. september 2015 viser, at der

bliver oppumpet 90 m³ gas pr. dag, mens udskrifter fra 30. september - 7. oktober 2015 viser, at driftstiden i denne periode er faldet til ca. 1-2,5 timer pr. dag med oppumpning af 33-75 m³ gas pr. dag. Det tyder således på, at faklen ikke kan holdes tændt i 3 timer om dagen, og at indholdet af metan i den oppumpede gas derfor er faldende.

Gamle verifikations- og kontrolboringer

I forbindelse med etableringen af gasekstraktionsanlægget er der i 1998 udført en prøvepumpning, hvor der blev prøvepumpet fra gasindvindingsboringen PB1 og etableret seks verifikationsboringer, hver filtersat i tre niveauer, samt en kontrolboring. Alle syv boringer er placeret indenfor projektområdet /10,11/. Ifølge /10,11/ har kontrol- og verifikationsboringerne ikke længere nogen funktion og kan nedlægges. I /11/ vurderes det, at de fleste af boringerne sandsynligvis er bortgået ved almindelig drift af anlægget.

De fysiske installationer (gasindvindingsboringer, perkolatbrønde, verifikationsboringer mv.) fremgår af oversigtskortene i bilag 1.3 og bilag 1.4.

FID-målinger i 2012 og 2014

Der er tidligere i anden sammenhæng udført overfladescreeninger (inkl. målinger på brønde og boringer) med FID-måleudstyr henholdsvis den 30.-31. juli 2012 og 4. september 2014. Målingerne i 2012 er udført før udbygning og optimering af gasekstraktionssystemet inkl. forbedring af eksisterende boringer og brønde med gastætte dæksler mv., mens målingerne i 2014 er udført efterfølgende. Målingerne i 2014 er udført, mens gasekstraktionsanlægget var i drift. For en nærmere beskrivelse af feltarbejder og resultater i 2012 og 2014 henvises til /7,10/.

1.2 Formål

Formålet med den gennemførte overfladescreening og DTU's måling har været at kvantificere totalemissionen af metan fra celle 1, 2 og 4 samt identificere eventuelle områder, brønde og boringer med udsivning af metan (fremadrettet benævnt hotspots). Det har således været formålet med baselineundersøgelsen at kortlægge metanemissionen og afklare, hvor det vil være relevant at etablere biocoverløsninger.

Endvidere har det været formålet med undersøgelserne af gasekstraktionsanlægget at afklare, i hvilket omfang det kan anvendes i en biocoverløsning.

2 UDFØRTE FELTARBEJDER

2.1 Overfladescreening med FID

Med henblik på at lokalisere udsivningsområder/-kilder for metan er der den 17. juli, 20.-21. juli, 24. juli, 3. september, 25. september og 23. oktober 2015 udført screening af de tilgængelige arealer indenfor projektområdet inkl. lokaliserbare fysiske installationer (boringer, brønde mv.).

Overfladescreeningen er udført ved brug af håndholdt FID-måler af mærket TVA1000B inkl. GPS. En FID (flammeioniseringsdetektor) måler indholdet af organiske kulbrinter i luften, heriblandt metan. En FID-måler er således ikke specifik i forhold til metan, men ved målinger på en losseplads kan det almindeligvis antages, at de målte værdier primært repræsenterer metan. De målte værdier kan dog også i større eller mindre grad skyldes interferens fra andre kulbrinter, såsom oliestoffer.

Eventuelle indhold af kulbrinter (metan) i luften umiddelbart over terræn er målt ved at føre sonden fra FID-måleren få centimeter over jorden. Sonden er påmonteret en såkaldt "kop" for at opnå et afgrænset prøvevolumen og for at skærme sonden mod vind og vejr, se Figur 2. De målte indhold er logget sammen med tilhørende GPS-koordinater.



Figur 2 Overfladescreening med FID-måler. Sonden er påmonteret en såkaldt "kop" for at opnå et afgrænset prøvevolumen og for at skærme sonden mod vind og vejr. Selve FID-apparatet bæres på ryggen.

	Som udgangspunkt er overfladescreeningen udført langs spor med en indbyrdes afstand på 5-10 meter.
Måling på skrænt med stang	En del af den nordvestlige skrænt på celle 4 var ikke tilgængelig til fods, da den var for stejl. I stedet er der her udført FID-målinger ved brug af en 5 meter lang teleskopstang. Med teleskopstangen og ved at forlænge sonden på FID-apparatet har det været muligt at udvide rækkevidden med ca. 5 meter. Der er således udført målinger med stang fra toppen af skrænten og ca. 5 meter ned. På grund af en vandfyldt grøft ved bunden af skrænten var det ikke muligt at udføre stangmålinger nedefra.
Screening af gas-indvindingsboringer, verifikationsboringer samt samle-, inspektions- og rensebrønde	I det omfang det har været muligt at lokalisere brønde og boringer, er der udført screening af gasindvindingsboringer, verifikationsboringer, perkolat-samlebrønde og perkolat-inspektionsbrønde placeret indenfor projektområdet. Udenfor projektområdet er der endvidere udført screening af perkolat-rendebrønde tilknyttet cellerne 1, 2 og 4 (samt øvrige perkolat-rendebrønde placeret ud for cellerne 1, 2 og 4). Screeningen af brøndene og boringerne er udført ved at føre FID-sonden tæt hen over og omkring brønd- og boringsafslutningerne. For at undersøge de aktuelle udsivningsforhold, der også er gældende i forbindelse med den gennemførte totalmåling, er screeningen af brøndene og boringerne som udgangspunkt udført uden at tage dæksler/propper/hætter eller lignende af, ligesom der på den verifikationsboring, som er blevet lokaliseret og screenet, ikke er isat propper/hætter i de filtre, som står åbne. I Tabel 1 er angivet hvilke brønde og boringer i cellerne 1, 2 og 4, der kunne lokaliseres og screenes. Ved FID-screeningen den 23. oktober 2015 er dækslerne på brøndene over gasindvindingsboringerne taget af med henblik på at kunne vurdere virkningen af de gastætte dæksler.

Type	Lokaliseret/ screenet (antal)	Ikke lokaliseret/ screenet (antal)	Bemærkning
Gasindvindingsboringer	PB1-PB3 og PB5-PB8 (7 stk)	PB4 (1 stk)	-
Kontrol- og verifikationsboringer	VB1.6 (1 stk)	KB1.1 og VB1.1-VB1.5 (6 stk)	Kontrol- og verifikationsboringerne er etableret i forbindelse med en prøve-pumpning i gasindvindingsboring PB1.
Perkolat-inspektionsbrønde	I1, I2 og I4 (3 stk)	-	Inspektions- og samlebrønde er nummeret efter de celler, de er placeret i. Eksempelvis er I1 og S1 placeret i celle 1.
Perkolat-samlebrønde	S1, S2 og S4 (3 stk)	-	
Perkolat-rendebrønde	T1.1, T1.2, T1.3 (3 stk) T2.1 (1 stk) T4.1 (1 stk)	- - -	Rendebrønde er nummeret efter celle og placering på perkolat- transport-ledningen. Eksempelvis er T1.3 rendebrønd nr. 3 på perkolat-transport-ledningen fra celle 1. Der er kun en rendebrønd på hver af transport-ledningerne fra celle 2 og celle 4.

Tabel 1 Oversigt over hvilke boringer og brønde tilknyttet cellerne 1, 2 og 4, der er lokaliseret og screenet med FID. Placeringen af brøndene og boringerne fremgår af oversigtskortet i bilag 1.4.

Screening af øvrige fysiske installationer

Der er udført FID-målinger omkring containeren på celle 1, hvori MPR-enheden/ pumpen til gasekstraktionsanlægget er placeret, samt omkring pumpestationen for perkolatsystemet, som er placeret syd for projektområdet. Der er ikke udført FID-målinger ved affaklingsanlægget, perkolatbassinet eller øvrige installationer udenfor projektområdet, da eventuelle bidrag af metan fra disse installationer vurderes at være adskilt ved DTU's målinger af totalemissionen.

Ved FID-målingerne den 17. juli, 20.-21. juli, 24. juli og 23. oktober var gasekstraktionsanlægget lukket ned, mens anlægget var i drift ved FID-målingerne den 3. september og 25. september 2015. Den 3. september 2015 var anlægget sandsynligvis i begrænset drift, da der var lukket ned for tilførslen af støttebrændsel.

Placeringen af alle FID-målepunkter fremgår af oversigtskortet i bilag 3.

Vejrforhold ved FID-målinger

Screeningerne med FID er så vidt muligt udført i perioder med stabilt eller faldende atmosfæretryk, hvor emissionen af metan fra lossepladsen forventes at være størst. Grafer med vejrdata for de enkelte måleperioder er vedlagt i bilag 7.

2.2 Picarro-målinger

DTU har den 5. februar, 3. september og 14. oktober 2015 udført screening af metanindholdet i luften ca. 2 meter over terræn på interne køreveje. Screenin-

gerne er udført ved brug af et fintfølende Picarro metan/acetylen analyseapparat (model G2203).

Placeringen af Picarro-målepunkter fremgår af oversigtskortet i bilag 5.1.

For flere oplysninger om Picarro-målingerne henvises til /2,3/.

2.3 Undersøgelser af gasekstraktionsanlægget

Med henblik på at vurdere i hvilket omfang det eksisterende gasekstraktionsanlæg vil kunne anvendes i en biocoverløsning er der udført undersøgelser og målinger på anlægget, henholdsvis når det har været i drift, og når det ikke har været i drift (passive forhold).

Undersøgelser af gasekstraktionsanlægget i drift

For at kunne estimere, hvor stor en mængde metan, der pumpes til gasfaklen, når affaklings-/gasekstraktionsanlægget er i drift, er der den 11.-13. september 2015 foretaget målinger af metanindholdet i gassen. Således er indholdet af metan samt kuldioxid og ilt i den gas, der pumpes til affaklingsanlægget, blevet målt og registreret hvert kvarter med en IR-måler (Geotech GA5000). Undersøgelserne af gasekstraktionsanlægget i drift er udført i en periode med faldende atmosfæretryk. Dette kan have medført en ophobning af gas i anlægget i de perioder, hvor pumpen ikke var i drift. Grafer med vejrdata for måleperioden er vedlagt i bilag 7.

Kontrol af gasindvindingsboringer og strenge

Den 8. oktober 2015 er der foretaget undersøgelser af effektiviteten af gasekstraktionsanlægget under passive forhold foretaget kontrol af gasindvindingsboringerne og strengene mellem MPR-enheden og de enkelte gasindvindingsboringer. I den forbindelse er strengene fra MPR-enheden ud til boringerne "returskyllet" med luft. Dette dels for at fjerne eventuelt ophobet vand/perkolat i strengene og dels for at kontrollere, at der er forbindelse mellem boringerne og MPR-enheden. I et forsøg på at lokalisere gasindvindingsboringen PB4, som det ikke har været muligt at lokalisere fra terræn, er der i forbindelse med returskyllingen af strengen til denne boring anvendt farvet sporgas. Det lykkedes dog stadig ikke at lokalisere boringen. For at kontrollere om der står perkolat i gasindvindingsboringerne, som kan begrænse indvindingen af gas, er boringerne blevet pejlet og bundpejlet i det omfang det har været muligt.

Undersøgelser af gasekstraktionsanlægget under passive forhold

I forbindelse med kontrollen af gasindvindingsboringerne var pumpen i MPR-enheden blevet slukket, således at der ikke længere blev pumpet gas til affaklingsanlægget. Efter kontrollen af boringerne blev strengene fra de 8 gasindvindingsboringer og de to horisontale gasdræn samlet i en manifold med et samlet afkast, således at det samlede passive flow og det samlede indhold af metan ved den passive udsivning af gas fra boringerne og gasdræne kunne måles.

Den 8.-15. oktober 2015 er indholdet af metan samt kuldioxid og ilt i den passivt udsivende gas fra gasindvindingsboringerne målt og registreret hver halve time med en IR-måler (Geotech GA5000). I samme periode er det passive flow forsøgt målt med en Schlumberger flowmåler. Det passive flow var imidlertid så lavt og drivkraften fra gasproduktionen i deponiet og ændringer i atmosfæretrykket formentlig så lille, at det passive flow ikke kunne måles med flowmåleren. I stedet er det samlede passive flow estimeret ved en simpel "posemåling" på afkastet. Her er det registreret, hvor lang tid det tager at fylde en 90 liters pose. Metoden er ikke præcis, men giver et groft skøn over gasflowet under de givne atmosfæriske forhold. Ligeledes er det passive flow fra hver af gasindvindingsboringerne estimeret med "posemålinger" udført på selve boringsafslutningerne, i det omfang det har været muligt. "Posemålingerne" er udført den 23. oktober 2015.

IR-målingerne er udført i en periode med to dages stigende atmosfæretryk efterfulgt af fem dage med stabilt/svagt faldende atmosfæretryk. De målte indhold af metan, kuldioxid og ilt under passive forhold vurderes derfor at være repræsentative for den generelle passive udsivning af gas fra gasekstraktionsanlægget. "Posemålingerne" er udført på en dag med stigende tryk; men efter en periode på tre dage med faldende tryk. Dette betyder, at der formentlig har været et øget men aftagende flow af gas ud af boringerne og gasekstraktionsanlægget. Grafer med vejrdata for måleperioden er vedlagt i bilag 7.

Fotos fra undersøgelserne af gasekstraktionsanlægget er vedlagt i bilag 9.

3 RESULTATER

3.1 Resultater af FID- og Picarro-målinger

Resultaterne af FID-målingerne er angivet på oversigtskortet i bilag 4.1. Data er fratrullet baggrundsniveau. For endvidere at tydeliggøre målinger, der indikerer markante udsivningsområder, er alene målte værdier på mere end 1 ppm over baggrundsniveau angivet på oversigtskortet.

Resultater af FID-målinger

Overordnet set viser resultaterne af FID-målingerne, at de højeste værdier er målt langs den vestlige ende af affaldshegnet (op til > 50.000 ppm). I samme område er der registreret mislugt (deponigas) og observeret flere arealer med misvækst. De høje værdier langs affaldshegnet kan skyldes, at slutfærdigingen formentlig ikke er fuldkommen intakt efter etablering af hegnet, og at der således er potentiale for øget udsivning af metan.

Ved verifikationsboringen VB1.6 er der målt meget høje værdier (op til 18.500 ppm). Endvidere er der målt høje værdier (generelt >1.000 ppm) ved gasindvindingsboringerne PB1, PB3, PB5, PB7 og PB8, perkolat-inspektionsbrønden I2 samt perkolat-samlebrøndene S1 og S4. Ved målingerne den 23. oktober 2015, hvor dækslerne på brøndene over gasindvindingsboringerne blev taget af, blev der ved boringerne påvist markant højere værdier på op til 50.000 ppm. Dette kan indikere, at brøndene og de gastætte dæksler over gasindvindingsboringerne fungerer efter hensigten og i relativ høj grad reducerer udsivningen af gas.

På terræn er der lokaliseret flere områder, hvor der er målt forholdsvis høje værdier (>100 ppm).

Omkring containeren med MPR-enheden er der målt moderate værdier på op til 61 ppm.

Sammenligning af FID-målinger med Picarro-målinger

Resultaterne af FID-målingerne er sammenholdt med DTU's picarro-målinger for at se, om der er overensstemmelse mellem målingerne. Resultaterne af picarro-målingerne er angivet i bilag 5.2 og bilag 5.3, hvor værdier over baggrundsniveau (ca. 2 ppm) er angivet.

Sammenligningen er udført ved at sammenholde picarro-målingerne og tilhørende vindretninger med de målte FID-værdier. Det skal dog bemærkes, at det kan være vanskeligt at sammenligne picarro-målingerne med helt specifikke FID-områder, da picarro-målingerne kan være forskudt dels på grund af luftturbulens på grund af bevoksningen og skrænterne på deponiet, dels på grund af små skift i vindretning og dels fordi picarro-målingerne bliver udført med måleudstyr i be-

vægelse (dvs. at måleudstyret, som er placeret i en bil, bevæger sig i forhold til det punkt, hvor prøven bliver opsamlet).

Generelt vurderes det, at der er en god overensstemmelse mellem FID-målingerne og picarro-målingerne. Det vurderes således, at de højeste koncentrationer fra picarro-målingerne alle kan henføres til formodede udsivningsområder, –brønde og –boringer, der er lokaliseret med FID. For picarro-målingerne udført med vind fra nordøst (se bilag 5.2) vurderes det, at de højeste koncentrationer af metan i luften kan skyldes udsivning af metan fra perkolat-inspektionsbrønden I1, området omkring MPR-enheden og verifikationsboringen VB1.6 samt gasindvindingsboringen PB3. Ved picarro-målingerne udført med vind fra syd (se bilag 5.3) er der inden for selve projektområdet målt forholdsvis lave koncentrationer af metan (op til ca. 0,9 ppm over baggrund). Nord for celle 4, i et område der anvendes til neddeling af ”stort brændbart” affald, er der derimod målt markant forhøjede indhold af metan i luften (op til ca. 9 ppm over baggrund), som vurderes at kunne skyldes udsivning af metan fra perkolat-inspektionsbrøndene I1 og I2, gasindvindingsboringen PB7 og/eller udsivning af metan fra jorden langs den vestlige del af affaldshegnet (se bilag 5.3).

Sammenligning af FID-målinger med resultater fra 2014

For at vurdere resultaterne af nærværende FID-målinger i forhold til de FID-målinger, som blev udført i anden sammenhæng i 2014 /10/, er resultaterne fra begge undersøgelser angivet i bilag 4.2. Bemærk, at resultaterne er angivet med de koncentrationsintervaller, som blev anvendt ved undersøgelsen i 2014.

Sammenligningen viser, at FID-målingerne udført ved nærværende undersøgelse dækker omtrent de samme arealer, som blev screenet ved undersøgelsen i 2014. Derudover er det ved nærværende undersøgelse lykkedes at udføre målinger på deponiets skrænter og en stor del af de arealer med kraftig vækst, som ikke er screenet i 2014. Ligeledes er det lykkedes at lokalisere og screene samle- og inspektionsbrøndene S1, S2 og I4, som tilsyneladende ikke er screenet i 2014.

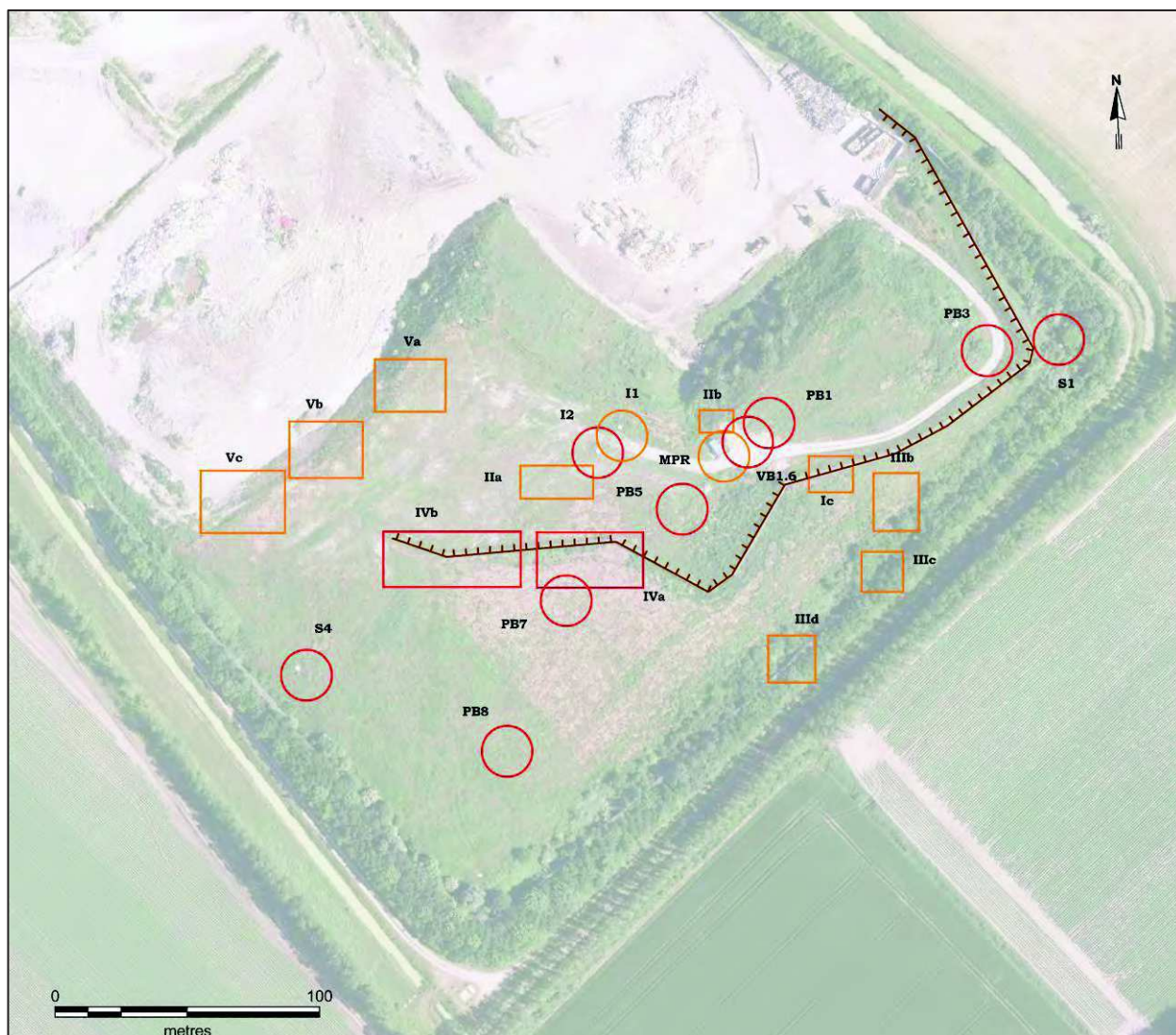
Overordnet set er der god overensstemmelse mellem FID-målingerne fra nærværende undersøgelse og undersøgelsen i 2014. Bl.a. er der ved begge undersøgelser målt markante koncentrationer langs den vestlige del af affaldshegnet og relativt høje koncentrationer ved samle- og inspektionsbrønde. Ligeledes er der ved begge undersøgelser ikke målt markante FID-udslag på overfladen på store dele af deponiet – særligt celle 2. Til gengæld er enkelte af de områder med koncentrationer på mere end 1.000 ppm, som blev lokaliseret ved undersøgelsen i 2014, ikke genfundet ved nærværende undersøgelse. Endvidere blev der stort set ikke målt koncentrationer ved brøndene over gasindvindingsboringerne i 2014, mens der ved nærværende undersøgelse er målt markante kon-

centrationer på mere end 1.000 ppm ved flere af brøndene over gasindvindingsboringerne.

3.2 Prioritering af områder, brønde og borer med udsivning

På baggrund af FID-målingerne er områder, brønde og borer med indikationer på markant udsivning (hotspots) prioriteret i tre farvekategorier (rød-orange-gul) i forhold til eventuelle videre tiltag og etablering af biocoverløsninger. Prioriteringen er sket ud fra en vurdering af udbredelse og målte koncentrationer (FID-værdier) samt sammenhængen med resultaterne fra den tidligere undersøgelse i september 2014. Prioriteringen og vurderingen af de enkelte hotspots er angivet i tabellerne i bilag 8 samt oversigtskortet i bilag 4.3. Det skal bemærkes, at for at tydeliggøre hotspots med de højeste måleværdier er måleværdier uden for de angivne områder som udgangspunkt ikke angivet i bilag 4.3. Alle målepunkter med værdier på mere end 1 ppm over baggrunds niveau kan i stedet ses på oversigtskortet i bilag 4.1. De hotspots, der vurderes at være relevante og muligvis relevante for etablering af biocoverløsninger (rød og orange kategori) er angivet i Figur 3.

Umiddelbart vurderes det, at det vil være relevant at etablere en biocoverløsning for de to områder IVa og IVb, gasindvindingsboringerne PB1, PB3, PB5, PB7 og PB8 (5 stk), perkolat-brøndene I2, S1 og S4 (3 stk.) og verifikationsboringen VB1.6 (1 stk). Derudover vurderes det, at det muligvis vil være relevant at etablere en biocoverløsning for de ni områder Ic, IIa-IIb, IIb-IIId og Va-Vc, perkolat-brønden I1 og ved opføringsrørene til containeren med MPR-enheden, såfremt denne bliver fjernet.

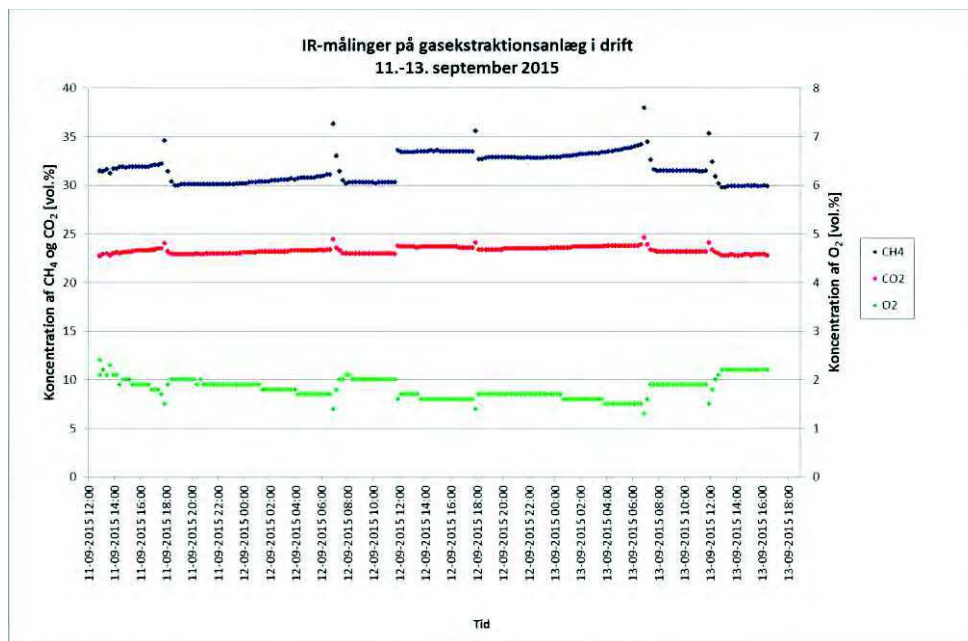


Figur 3 Prioritering af hotspots i forhold til eventuelle videre tiltag og etablering af biocoverløsninger. I figuren er angivet hotspots med rød eller orange prioritet. For yderligere informationer om de enkelte hotspots samt informationer om hotspots med gul prioritet henvises til tabellerne i bilag 8.

- Rød markering:** Hotspot, som vurderes at være relevant for etablering af en biocoverløsning.
- Orange markering:** Hotspot, som vurderes muligvis at være relevant for etablering af en biocoverløsning.
-  Overfladeområde.
-  Fysisk installation (brønd, boring eller opføringsrør ved MPR-enheden).

3.3 Resultater af undersøgelserne af gasekstraktionsanlægget

Resultaterne af IR-målingerne, som er udført henholdsvis med gasekstraktionsanlægget i drift og under passive forhold, er vedlagt som grafer i bilag 6.1 og bilag 6.2 og gengivet i Figur 4 og Figur 5.



Figur 4 Resultater af IR-målinger udført den 11.-13. september 2015 med gasekstraktionsanlægget i drift. Bemærk, at koncentrationerne af metan og kuldioxid er angivet på y-aksen til venstre, mens koncentrationen af ilt er angivet på y-aksen til højre. Grafen er gengivet fra bilag 6.1.

Resultater af IR-målinger med gasekstraktionsanlægget i drift

Det fremgår af resultaterne af IR-målingerne fra undersøgelserne med gasekstraktionsanlægget i drift, at pumpen kører tre gange i løbet af dagtimerne omkring kl. 7, kl. 12 og kl. 18 sandsynligvis svarende til pumpeperioder på kl. 6.50-7.50, kl. 11.50-12.50 og kl. 17.50-18.50, jf. /8/. I starten af disse pumpeperioder ses således først en markant stigning i koncentrationen af metan og kuldioxid, som derefter aftager indtil slutningen af pumpeperioden.

I måleperioden den 11.-13. september 2015 er der gennemsnitligt målt ca. 32% metan i gassen til affaklingsanlægget. Med en pumpeperiode på 90 m³ gas pr. dag og en massefylde for metan på 0,67 kg/m³ (ved 20 °C og 1 atm) svarer det til en oppumpning af metan til affaklingsanlægget på ca. 19 kg/dag eller 0,8 kg/time. Dette svarer omtrent til den forventede mængde metan, der kan oppumpes under optimale forhold, jf. /8/. Til sammenligning svarer det til knap 10% af den målte total-emission af metan fra projektområdet (celle 1, 2 og 4).

Resultaterne viser endvidere, at indholdet af metan og kuldioxid stiger fra den sidste pumpeperiode om dagen til den næste pumpeperiode den efterfølgende morgen. Dette indikerer, at der over natten, hvor pumpen ikke kører, sker en ophobning af gas i deponiet og gasekstraktionsanlæggets rørsystemer.



Figur 5 Resultater af IR-målinger udført den 8.-15. oktober 2015 under passive forhold, dvs. med gasekstraktionsanlægget ud af drift. Bemærk, at koncentrationerne af metan og kuldioxid er angivet på y-aksen til venstre, mens koncentrationen af ilt er angivet på y-aksen til højre. Grafen er gengivet fra bilag 6.2.

Resultater af IR-målinger på gasekstraktionsanlægget under passive forhold

I måleperioden den 8.-15. oktober 2015, hvor gasekstraktionsanlægget ikke var i drift, er der gennemsnitligt målt ca. 58% metan i gassen fra det samlede afkast fra gasindvindingsboringerne. Med en passiv flowrate på 0,5 m³ gas pr. time^b og en massefylde for metan på 0,67 kg/m³ (ved 20 °C og 1 atm) svarer det til en udsivning af metan på ca. 0,2 kg/time eller 4,7 kg/dag. Til sammenligning svarer det til godt 2% af den målte total-emission af metan fra projektområdet (celle 1, 2 og 4).

Ved undersøgelserne under passive forhold er der målt et markant højere gennemsnitligt indhold af metan i systemet (ca. 58%) end i måleperioden, hvor anlægget var i drift (ca. 32%), hvilket formentlig skyldes fortynding under drift, dvs.

^b Det samlede passive flow af gas fra gasindvindingsboringerne er groft skønnet på baggrund af "posemålinger" udført den 23. oktober 2015 (se Tabel 2).

	at der oppumpes mere, end der produceres i de aktuelle områder. Dette underbygges af de målte iltindhold, som indikerer, at der trækkes atmosfærisk luft eller luft fra områder med indhold af ilt ind i gasekstraktionsanlægget. Således er der under passive forhold stort set ikke målt indhold af ilt, mens der, når anlægget er i drift, er målt iltindhold på omkring 2%.
Resultater fra pejlinger, returskylning med luft og "posemålinger" på gasindvindingsboringer	Resultaterne fra kontrollen af gasindvindingsboringerne med pejlinger og returskylning med luft er opsummeret i Tabel 2 sammen med de estimerede passive flowrater målt på hver af boringerne. Ved pejlingerne blev der målt 0,4-5 meter perkolat over bund i boringerne. Endvidere kunne det ved returskylningerne med luft konstateres, at der er forbindelse mellem MPR-enheden og gasindvindingsboringerne PB1-PB3 og PB6, mens der ikke er forbindelse til boring PB5. Det var ikke muligt at udføre returskylninger og vurdere eventuel forbindelse til PB4, PB7 og PB8, da der ikke var adgang til disse boringer. Det samlede passive flow fra boringerne er groft skønnet til ca. 0,5 m³/time. Det største flow af gas direkte fra boringerne er observeret i PB3. På baggrund af undersøgelserne af gasindvindingsboringerne vurderes det umiddelbart, at funktionaliteten af boringerne PB1-PB3 og PB6 er nogenlunde, omend der står en del perkolat i boringerne, som formentlig reducerer den filterstrækning, hvorfra der kan sive eller trækkes gas ind i boringerne. Derimod vurderes det, at PB5 ikke har forbindelse med gasekstraktionsanlægget. Beskaffenheden og funktionaliteten af PB4, PB7 og PB8 er uvis. Det vurderes, at der på grund af sætninger i affaldet er risiko for, at der er eller kan opstå lunger eller brud på særligt de vandrette gasstrengene mellem boringerne og MPR-enheden. Dette kan begrænse funktionaliteten af boringerne i forhold til at anvende gasekstraktionsanlægget.
Samlet vurdering af muligheden for at anvende gasekstraktionsanlægget i en biocoverløsning med et aktivt eller passivt biofilter	Resultaterne af undersøgelserne af gasekstraktionsanlægget samt kontrollen af gasindvindingsboringerne og strengene viser, at potentialet for at udnytte de eksisterende installationer i en biocoverløsning med et aktivt eller passivt biofilter formentlig er begrænset. Det vurderes, at gasekstraktionsanlægget, som det kører i dag, ikke vil være egnet til anvendelse i en biocoverløsning med et aktivt biofilter. Bl.a. er der målt relativt høje koncentrationer ved flere af gasindvindingsboringerne, hvilket indikerer, at der sker udsivning af metan fra boringerne, selvom der pumpes tre gange i døgnet. Såfremt gasekstraktionsanlægget skal anvendes i en biocoverløsning med et aktivt biofilter, bør det optimeres til biocoverformål, dvs. pumpe med et forholdsvist lavt kontinuert flow. Dette bl.a. fordi opholdstiden i et biofilter er afgørende for at opnå den ønskede metanoxidation. Det er ikke afklaret ved nærvæ-

rende undersøgelse, hvorvidt det eksisterende gasekstraktionsanlæg vil kunne optimeres til at indgå i en biocoverløsning med et aktivt biofilter.

Boring	Perkolat-stand	Bund af boring	Perkolat i boring	Forbindelse mellem MPR-enhed og boring?	Estimeret passivt flow	Bemærkning
	m. u.t.	m. u.t.	meter	JA/NEJ	m ³ /time	
PB1	8,54	11,54	3,00	JA	Ikke målbart	-
PB2	4,80	9,85	5,05	JA	<0,09	Posemåling: 90 liters pose på boring var ikke fyldt efter 60 minutter.
PB3	6,02	7,58	1,56	JA	0,4	Posemåling: 90 liters pose på boring fyldt på 13 minutter.
PB4	-	-	-	-	-	Boring kunne ikke lokaliseres.
PB5	10,00	10,43	0,43	NEJ	Ikke målbart	På grund af modstand i rørføringerne, var det ikke muligt at foretage returskylning med luft. Det vurderes derfor, at der ikke umiddelbart er kontakt mellem MPR-enheden og boringen.
PB6	5,80	10,43	4,63	JA	Ikke målbart	-
PB7	-	-	-	-	-	Boringen er afsluttet ca. 2,3 meter under top af brønd ved terræn. Det var derfor ikke umiddelbart muligt at pejle perkolatstanden, returskylle med luft eller udføre flowmålinger med pose.
PB8	-	-	-	-	-	Boringen er afsluttet ca. 2,9 meter under top af brønd ved terræn. Det var derfor ikke umiddelbart mulig at pejle perkolatstanden, returskylle med luft eller udføre flowmålinger med pose.
Samlet afkast	-	-	-	-	0,5	Posemåling: 90 liters pose fyldt på 10 minutter fra det samlede afkast fra gasindvindingsboringerne.

Tabel 2 Resultater fra pejlinger, returskylning med luft og "posemålinger" på gasindvindingsboringerne under passive forhold. Det vil sige, at gasekstraktionsanlægget ikke var i drift.

På baggrund af de tidligere driftserfaringer vurderes det, at det formentlig ikke vil være muligt at oppumpe flere kilo metan via gasindvindingsboringerne og de to horisontale gasdræn end det hidtil har været muligt, dvs. omkring 0,8-1 kg/time ved optimal drift. Til sammenligning svarer det til 9-11% af den målte totalemission af metan fra celle 1, 2 og 4. Der er og vil fortsat være en del omkostninger og et vist ressourceforbrug forbundet med vedligeholdelse, tilsyn, drift, alarmsystemer mv. på anlægget, og det vurderes derfor umiddelbart, at det ikke vil være omkostningseffektivt, at anvende gasekstraktionsanlægget alene i en biocoverløsning med et aktivt biofilter. I stedet kan det overvejes at anvende gasekstraktionsanlægget i en biocoverløsning, hvor der også suges eller tilføres gas fra

andre hotspots, således at der i biofilteret bliver håndteret en større mængde metan, som ellers ville emittere til atmosfæren.

På baggrund af undersøgelserne med gasekstraktionsanlægget ude af drift, det vil sige under passive forhold, vurderes det umiddelbart, at det ikke vil være omkostningseffektivt eller have stor effekt at anvende anlægget i en biocoverløsning med et passivt biofilter. Dette skyldes, at den passive tilførsel af gas formentlig vil være meget lav, og at der sandsynligvis vil være en vis modstand i gasekstraktionsanlæggets rørsystemer, der har forholdsvis små rørdimensioner.

4 ANBEFALINGER

De tidligere driftserfaringer med først en gasmotor/-generator og dernæst et affaklingsanlæg viser, at anlæggene ikke har kørt optimalt og kun i begrænset omfang, da den opsamlede mængde af gas ellers har været for lille til at holde anlæggene i drift. Der er således indikationer på, at mængden af metan, der kan pumpes op fra deponiet, ikke er tilstrækkelig til at opretholde en produktion af energi eller afbrænding i en fakkell.

Supplerende undersøgelser af det eksisterende gas-ekstraktionsanlæg

På baggrund af resultaterne af baselineundersøgelsen og de undersøgelser, der er udført på det eksisterende gasekstraktionsanlæg, vurderes det umiddelbart, at anlægget ikke vil være egnet i en biocoverløsning med et passivt biofilter. I stedet kan det overvejes at undersøge mulighederne for at optimere gasekstraktionsanlægget, således at det kan anvendes i en biocoverløsning med et aktivt biofilter. Det anbefales derfor at udføre supplerende undersøgelser af anlægget for at teste, om det er muligt at pumpe med et kontinuert lavt flow og samtidig opnå en forholdsvis konstant høj koncentration af metan. Muligvis vil det i den forbindelse være nødvendigt at udskifte den eksisterende pumpe i MPR-enheden til en mere egnet pumpe. Af hensyn til omkostningseffektiviteten bør det endvidere overvejes, om gasekstraktionsanlægget kan anvendes i en biocoverløsning, hvor der også suges eller tilføres gas fra andre hotspots, således at der i biofilteret bliver håndteret en større mængde metan, som ellers ville emitte-re til atmosfæren.

Såfremt det eksisterende gasekstraktionsanlæg ikke bliver anvendt i en biocoverløsning, bør det nedlægges. Det vil sige, at containeren med MPR-enheden og affaklingsanlægget bør fjernes.

Supplerende undersøgelser i hotspots

Forud for projektering af biocoverløsningerne anbefales det at udføre supplerende undersøgelser, herunder opsporende/afgrænsende undersøgelser med FID eller et metan-specifikt apparat (f.eks. Picarro [REDACTED]) samt fluxkammer-/sporgasmålinger. I første omgang anbefales det at udføre supplerende undersøgelser i de hotspots, hvor udsivningen af metan vurderes at være størst, dvs. områder, brønde og boringer med rød eller orange prioritet, jf. Figur 3 og tabellerne i bilag 8.

Det anbefales at udføre supplerende målinger med FID eller et metan-specifikt apparat for at afgrænse og fastlægge de præcise arealer med udsivning af metan. Fordelen ved et metan-specifikt apparat er, at de målte koncentrationer med større sikkerhed repræsenterer indhold af metan. Herudover er responstiden og dermed undersøgelsestiden kortere end ved FID-måling. [REDACTED]

[REDACTED] Ligeledes anbefales det, at udføre supplerende undersøgelser, herunder

målinger med FID eller en metan-specifik lasermåler, i området for den eksisterende container/MPR-enhed, særligt såfremt denne bliver fjernet. Der er ført ti underjordiske strenge fra gasindvindingsboringerne og de horisontale gasdræn ind i containeren, ligesom der er en underjordisk transportledning fra containeren til affaklingsanlægget. Det vurderes, at der er en vis risiko for væsentlig gas-spredning langs disse rørføringer, og at der derfor kan være et potentiale for udsivning af metan fra området omkring og under containeren. Da det på grund af containeren og de tilhørende bokse med rørføringer ikke har været muligt indenfor rimelig tid at screene området i tilstrækkeligt omfang og for at kunne vurdere, om der er en væsentlig udsivning af metan fra området, anbefales det at udføre supplerende målinger i området, særligt såfremt containeren bliver fjernet.

Det anbefales at udføre fluxkammermålinger (evt. sporgasmålinger ved boringer) med henblik på at estimere emissionsbidraget fra de enkelte hotspots inden etablering af en biocoverløsning (baseline) samt vurdere, om bidragene er væsentlige i forhold til den målte totalemission fra projektområdet. Fluxmålingerne vil herudover kunne bruges som designgrundlag for vurdering af nødvendige biocoverarealer, men også til bedre at kunne afgøre, hvad potentialet for at reducere den totale metanemission er, og om det omkostningsmæssigt fortsat vil være relevant at etablere biocoverløsninger i alle de udpegede områder/brønde/boringer.

I tabellerne i bilag 8 er det angivet i hvilket omfang det anbefales at udføre supplerende undersøgelser i de forskellige hotspots.

Dronebaserede metoder til screening af deponier og lossepladser

NIRAS er i gang med et udviklingsprojekt i samarbejde med Region Sjælland med udvikling og afprøvning af en metan-specifik sensor monteret på en drone, som potentielt vil kunne anvendes til hurtigere og mere omkostningseffektivt at screene udsivningen af metan fra deponier og lossepladser. Fremadrettet bør det således overvejes om det vil være en mulighed at anvende en dronebaseret metode til screening af deponier og lossepladser for udsivning af metan.

5 KONKLUSION

Ved to målekampagner er der målt en totalemission af metan fra de slutfældede celler 1, 2 og 4 på Audebo Deponi på henholdsvis $9,0 \pm 1,7$ kg metan pr. time og $8,5 \pm 2,3$ kg metan pr. time, svarende til en gennemsnitlig emission af metan på 8,8 kg metan pr. time. Dette er et moderat niveau i forhold til totalemissioner af metan fra lossepladser, som tidligere er målt i Danmark /4/.

Der er identificeret to områder samt ni brønde og borer, hvorfra der vurderes at være potentiale for en markant udsivning af metan, og hvor det derfor vurderes at være relevant at etablere biocoverløsninger. Endvidere er der identificeret yderligere ni områder og en perkolat-inspektionsbrønd, hvor det eventuelt også kunne være relevant at etablere biocoverløsninger. Derudover vurderes det, at det muligvis vil være relevant med etablering af en biocoverløsning ved opføringsrørene til containeren med MPR-enheden, såfremt denne bliver fjernet.

Det vurderes umiddelbart, at det eksisterende gasekstraktionsanlæg ikke vil være egnet i en biocoverløsning med et passivt biofilter. Det anbefales eventuelt at udføre supplerende undersøgelser på gasekstraktionsanlægget med henblik på at undersøge mulighederne for at optimere anlægget, således at det kan anvendes i en biocoverløsning med et aktivt biofilter.

Forud for projektering af biocoverløsningerne anbefales det at udføre supplerende undersøgelser i form af opsporende/afgrænsende målinger med FID eller en metan-specifik gasmåler samt fluxkammer-/sporgasmålinger. Dette med henblik på dels at opnå en baseline for fluxen af metan fra de enkelte hotspots og dels for at opnå et bedre designgrundlag for vurdering af nødvendige biocoverarealer. De supplerende undersøgelser bør endvidere udføres for bedre at kunne estimere potentialet for reduktion af metanemissionen samt vurdere, om det omkostningsmæssigt fortsat vil være relevant at etablere biocoverløsninger i alle de udpegede hotspots.

6 REFERENCER

- /1/ Kjeldsen, P., Scheutz, C (2015): Håndbog i etablering og monitorering af biocoversystemer på deponeringsanlæg og gamle lossepladser. Udkast til Miljøprojekt, Miljøstyrelsen, 2015.
- /2/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Audebo Miljøcenter. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, oktober 2015.
- /3/ Delre, A., Mønster, J., Scheutz, C. (2015): Metanemission fra Audebo Losseplads. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, april 2015.
- /4/ Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Scheutz, C. (2015): Quantification of methane emissions from 15 Danish landfills using the mobile tracer dispersion method. Waste Management, 35 (2015), 177-186.
- /5/ Z. Mou (2014): Landfill gas generation and emission at Danish waste disposal sites receiving low-organic waste. PhD Thesis, DTU Environment, Danmarks Tekniske Universitet, Oktober 2014.
- /6/ KARA/NOVEREN I/S (2015): Ansøgning om baselineundersøgelse mhp. biocover-etablering. Udarbejdet af NIRAS og fremsendt til Miljøstyrelsen på vegne af KARA/NOVEREN I/S, 21. juli 2015.
- /7/ KARA/NOVEREN I/S (2012): Indledende gasundersøgelser på Audebo. Udført af COWI A/S på vegne af KARA/NOVEREN I/S, 12. september 2012.
- /8/ KARA/NOVEREN I/S (2014): Audebo Miljøcenter - Gasundersøgelser, Vurdering af indkøring af gasanlæg på Audebo Miljøcenter. Udført af COWI A/S på vegne af KARA/NOVEREN I/S, 20. juni 2014.
- /9/ Miljøstyrelsen Virksomheder (2015): Tilsynsrapport vedrørende tilsyn på Audebo Deponi den 11. februar 2015, 13. marts 2015.
- /10/ KARA/NOVEREN I/S (2014): Opfølgende gasundersøgelser på Audebo. Udført af COWI A/S på vegne af KARA/NOVEREN I/S, 29. september 2014.
- /11/ Houe, N.E. (2015): Mail fra Niels Erik Houe fra COWI vedr. monitoringsboringer på Audebo Deponi, 20. oktober 2015.



① Cellenummer
--- Projektområde-celler

Bilag 1.1

Audebo Deponi

Oversigtskort

Rev.: 1
Dato: 1. januar 2016
Udarbejdet af: MPR
Kontrollert af: MPR
Sag nr.: 221854
www.niras.dk



① Cellenummer
--- Projektområde-celler

Bilag 1.2

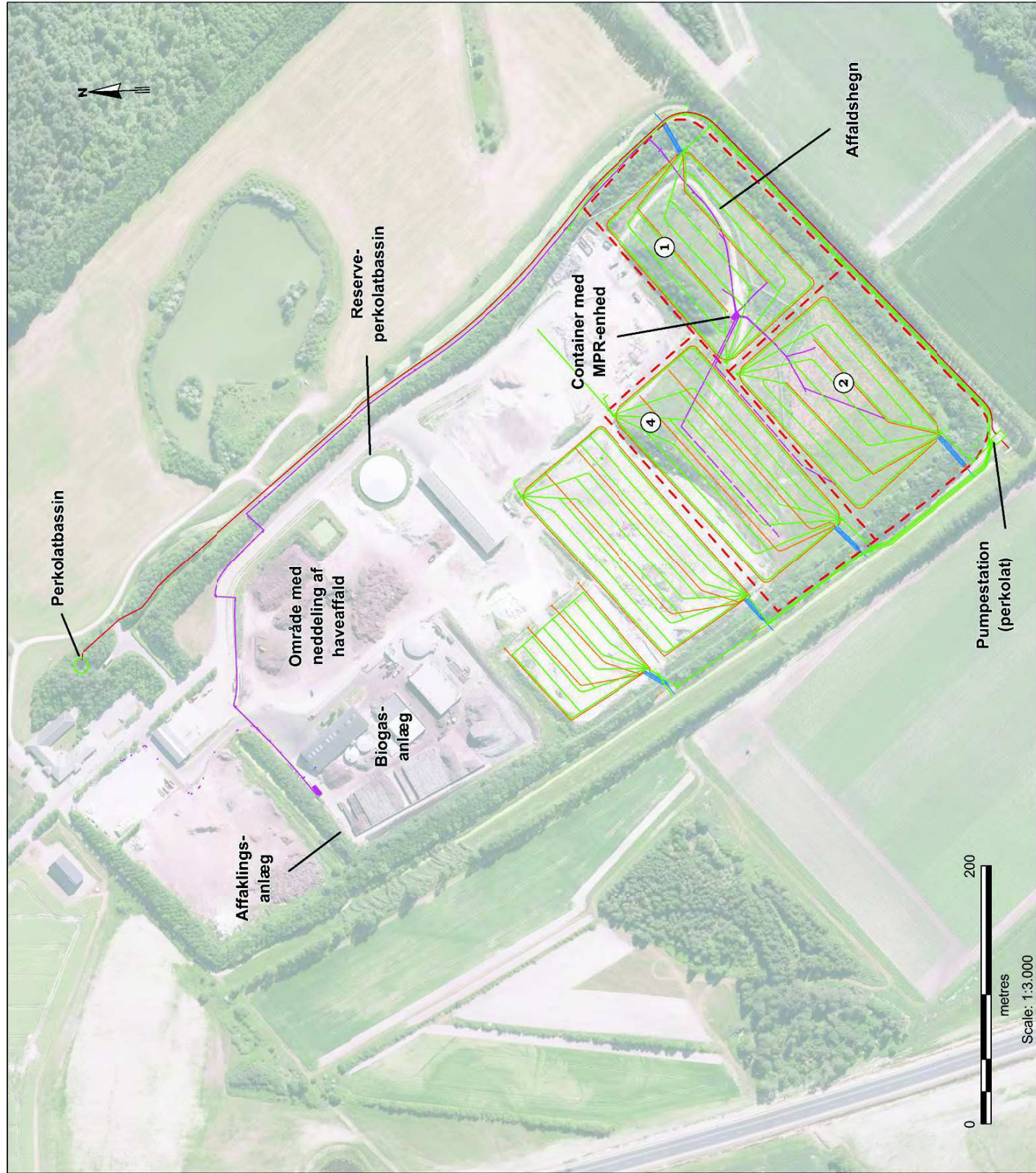
Audebo Deponi

Projektområde

Rev.: 1
Dato: 2016-01-20
Udarbejdet af: [navn]
Kontrolleret af: [navn]
Sag nr.: 221894

niras

Søstemoesvej 19
3450 Allred
www.niras.dk





Bilag 1.4

Audebo Deponi

Gasekstraktionsanlæg og perkolatsystem i projektområdet

Rev.: 1
 Dato: 1. januar 2016
 Udarbejdet af: [navn]
 Kontrolleret af: [navn]
 Tegnet af: [navn]
 Sag.nr.: 221894

niras

Søstrosvej 19
 3450 Allred
 www.niras.dk



- ① Cellenummer
- Projektområde/-celler
- Afledshegn
- Pumpestation
- Inspektions-, samle- eller lensebrønd (perkolat)
- Container med MPR-enhed
- Gasindvindingsboring
- Verifikations- eller kontrolboring
- Bræn under membran (grundvand)
- Bræn over membran (perkolat)
- Gravitationsledning (grundvand)
- Gasledning
- Gasdræn
- Trykledding (perkolat)
- Placering af geologisk profilnit vist i Bilag 1.6 og 1.7

Bilag 1.5

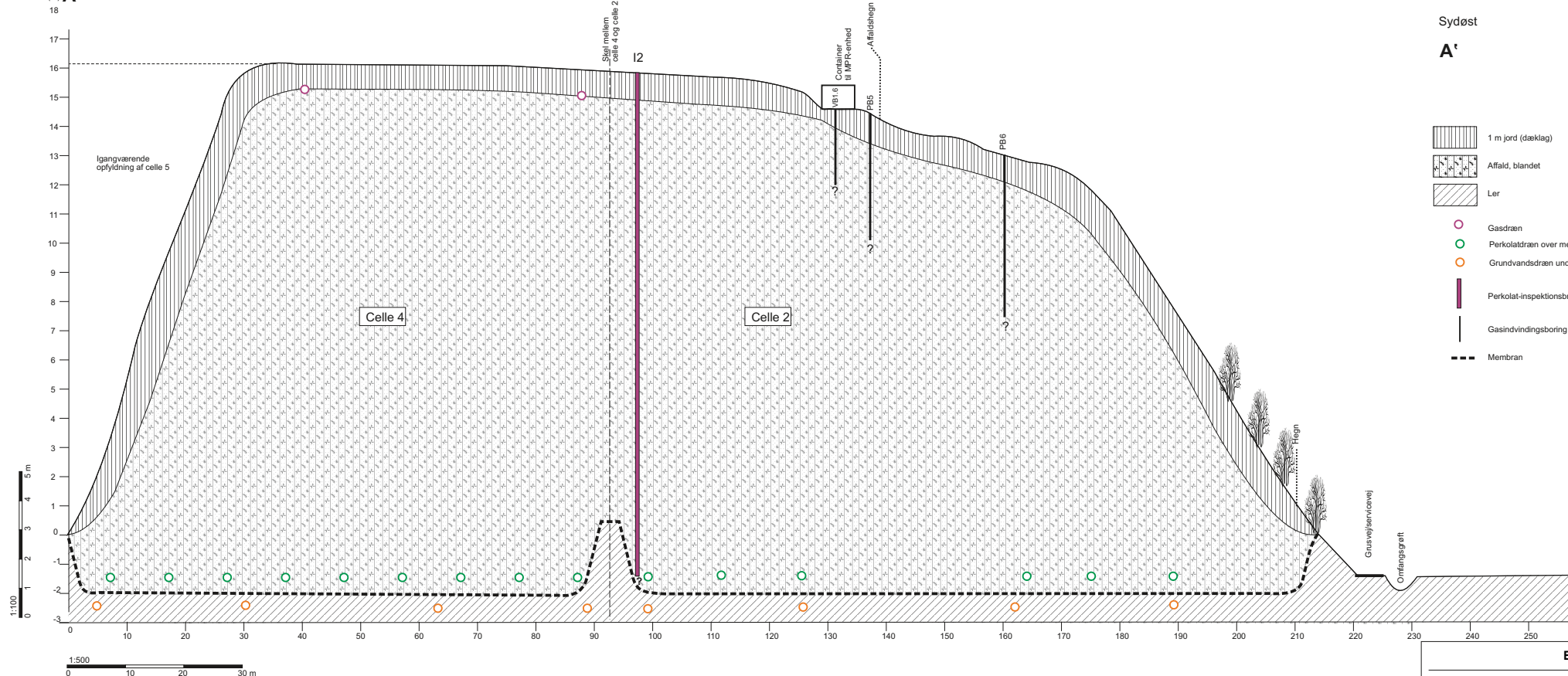
Audebo Deponi

Oversigtskort med angivelse af profilnit

Rev.: 1
 Dato: 1. januar 2016
 Udarbejdet af: M. H. H. H.
 Kontrolleret af: M. H. H. H.
 Tegnet af: 221894
 3450 Allred
 www.niras.dk

niras

Nordvest (m) **A**



Sydøst

A'

- 1 m jord (dæklag)
- Affald, blandet
- Ler
- Gasdræn
- Perkolatdræn over membran
- Grundvandsdræn under membran
- Perkolat-inspektionsbrønd
- Gasindvindingsboring
- Membran

Bilag 1.6

Audebo Deponi

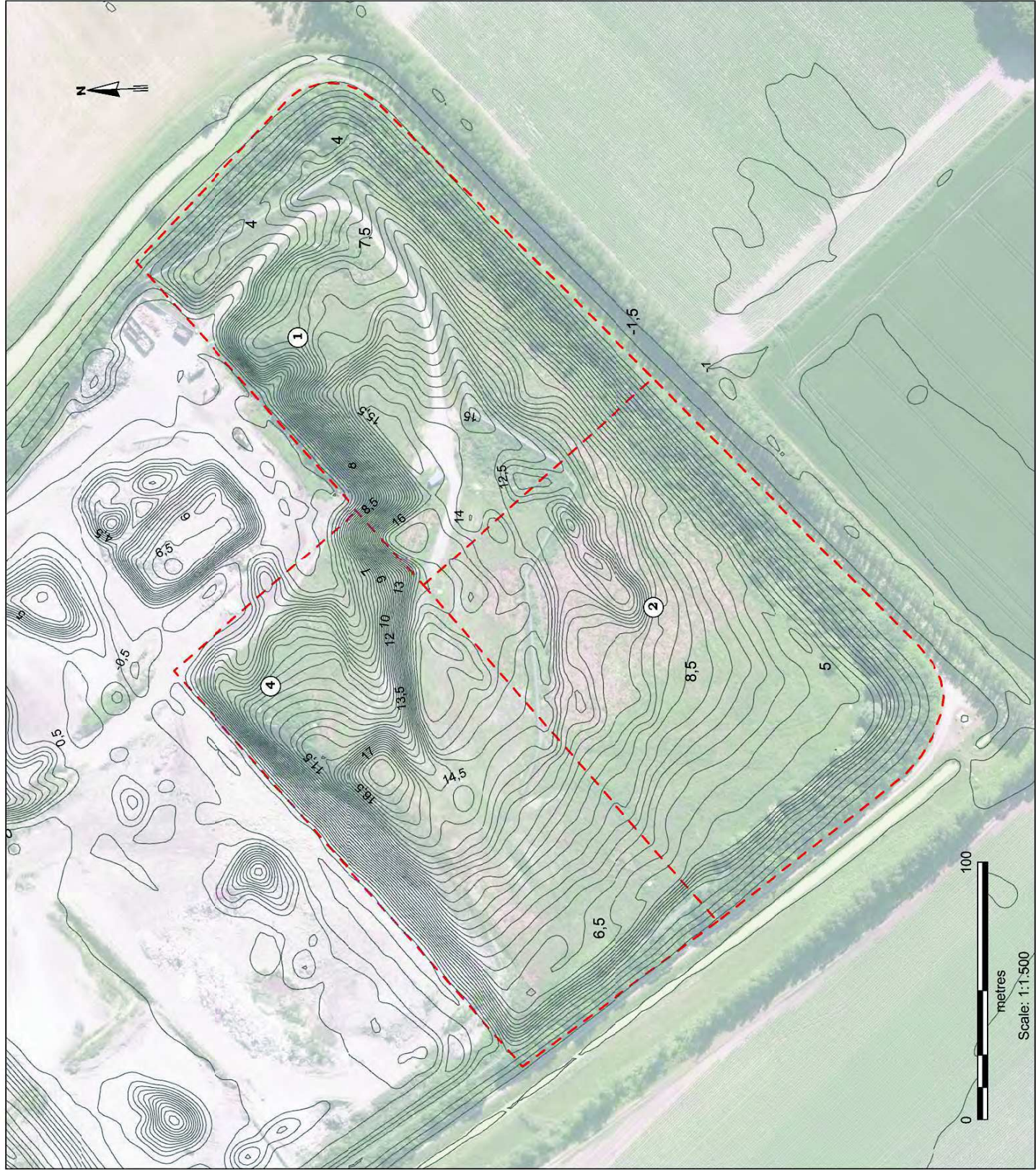
Snittegning

Snit A - A'

Rev.: 5
 Dato: Januar 2016
 Udarb.: LHO
 Kontrol: MAF
 Tegnet: 22/05/16
 Fil: tegning1-a-a.odt

NIRAS
 Søndermarkvej 19
 3450 Århus Ø
 www.niras.dk

Tegningen er baseret på affotografert materiale og er ikke nødvendigvis målfast



- 1 Cellnummer
- Projektområde/celler
- 8,5 Kote (DVR 90)
- Højdekurver

Generel reference:
Højdekurve 2007, GeoDatastyrelsen

Bilag 2

Audebo Deponi

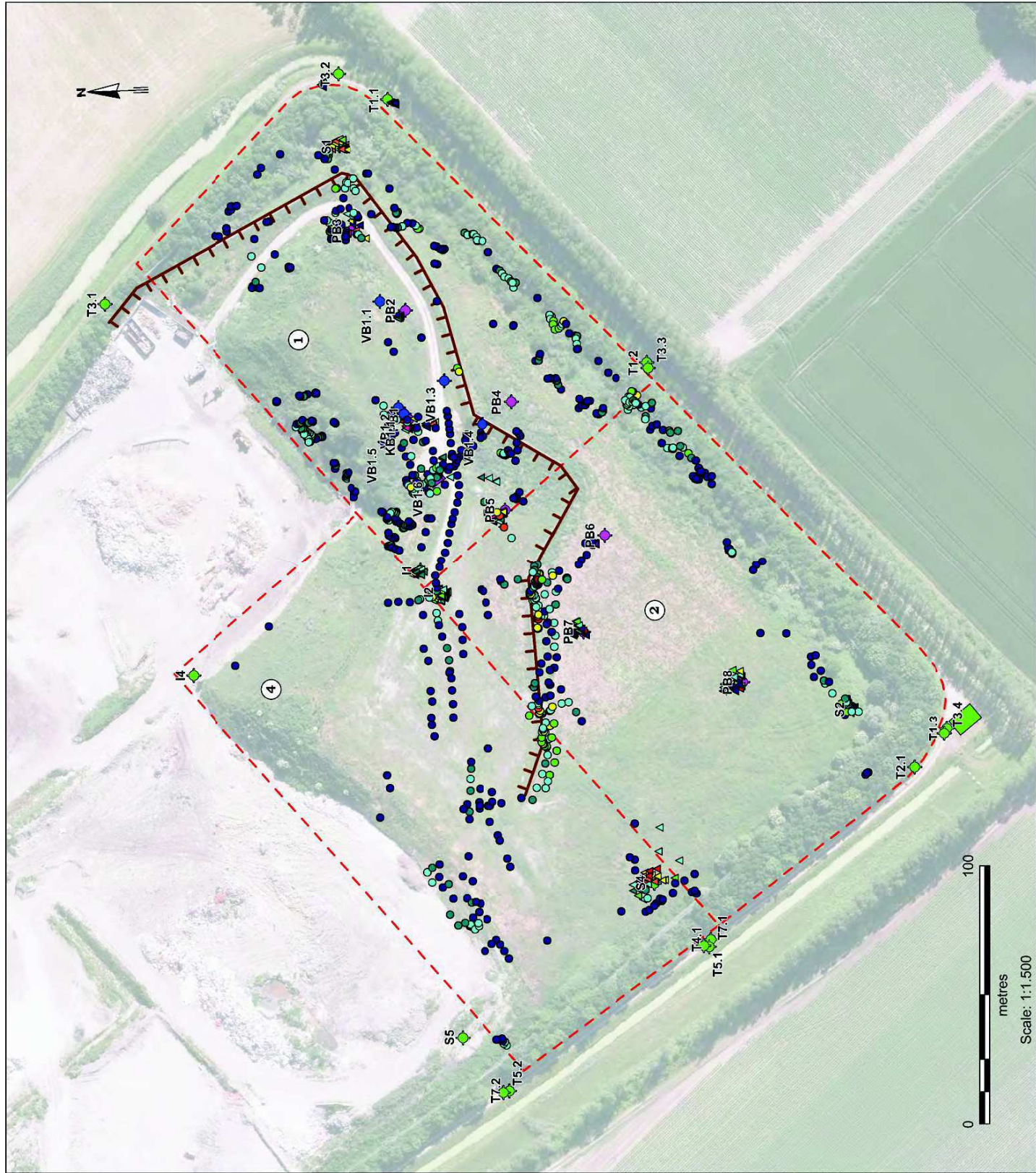
Topografi

Rev.: 1
Dato: 1. januar 2016
Udarbejdet af: M. H. H. H.
Kontrolleret af: M. H. H. H.
Sag nr.: 221894

niras

Sortemosevej 19
3450 Allred
www.niras.dk

Bilag 3
FID-målepunkter



- Cellenummer
Projektmåle/celler
Aftalshegn
Pumpestation
Inspektions-, samle- eller
rensebrønd (perkolat)
Container med MPR-enhed
Gasindvindingsboring
Verifikations- eller kontrolboring

FID, borer (ppm over baggrund)

- ▲ 10.000+
▲ 3.000 - 10.000
▲ 1.000 - 5.000
▲ 500 - 1.000
▲ 100 - 500
▲ 50 - 100
▲ 10 - 50
▲ 5 - 10
▲ 1 - 5

FID, overfladescrening (ppm over baggrund)

- 10.000+
● 500 - 1.000
● 100 - 500
● 50 - 100
● 10 - 50
● 5 - 10
● 1 - 5

Note: De angivne FID-koncentrationer er i ppm over baggrunds niveau. Kun koncentrationer på mere end 1 ppm over baggrunds niveau er vist.

Bilag 4.1

Audebo Deponi

FID-resultater

Rev.: 1
Dato: 1. januar 2016
Udarbejdet af: M. H. H. H.
Kontrol: M. H. H. H.
Signat.: 221894
Sorteringsvej 19
3450 Allred
www.niss.dk



- ① Cellenummer
- Projektområde/celler
- Affaldshegn
- Pumpestation
- ◆ Inspektions-, samle- eller rensebrønd (perkolat)
- Container med MPR-enhed
- ◆ Gasindvindingsboring
- ◆ Verifikations- eller kontrolboring

FID, borer og overfladescreening
(ppm over baggrund)

▲	1.000+
▲	100 - 1.000
▲	10 - 100
▲	1 - 10
●	0 - 1 (NIRAS)
●	0 - 1 (COWI)
▲	Boringer og brønde
▲	Overfladescreening
■	Overfladescreening (COWI)

Note: Baggrundskortet viser
resultater fra en tidligere
FID-undersøgelse udført den
4. september 2014 /10/.

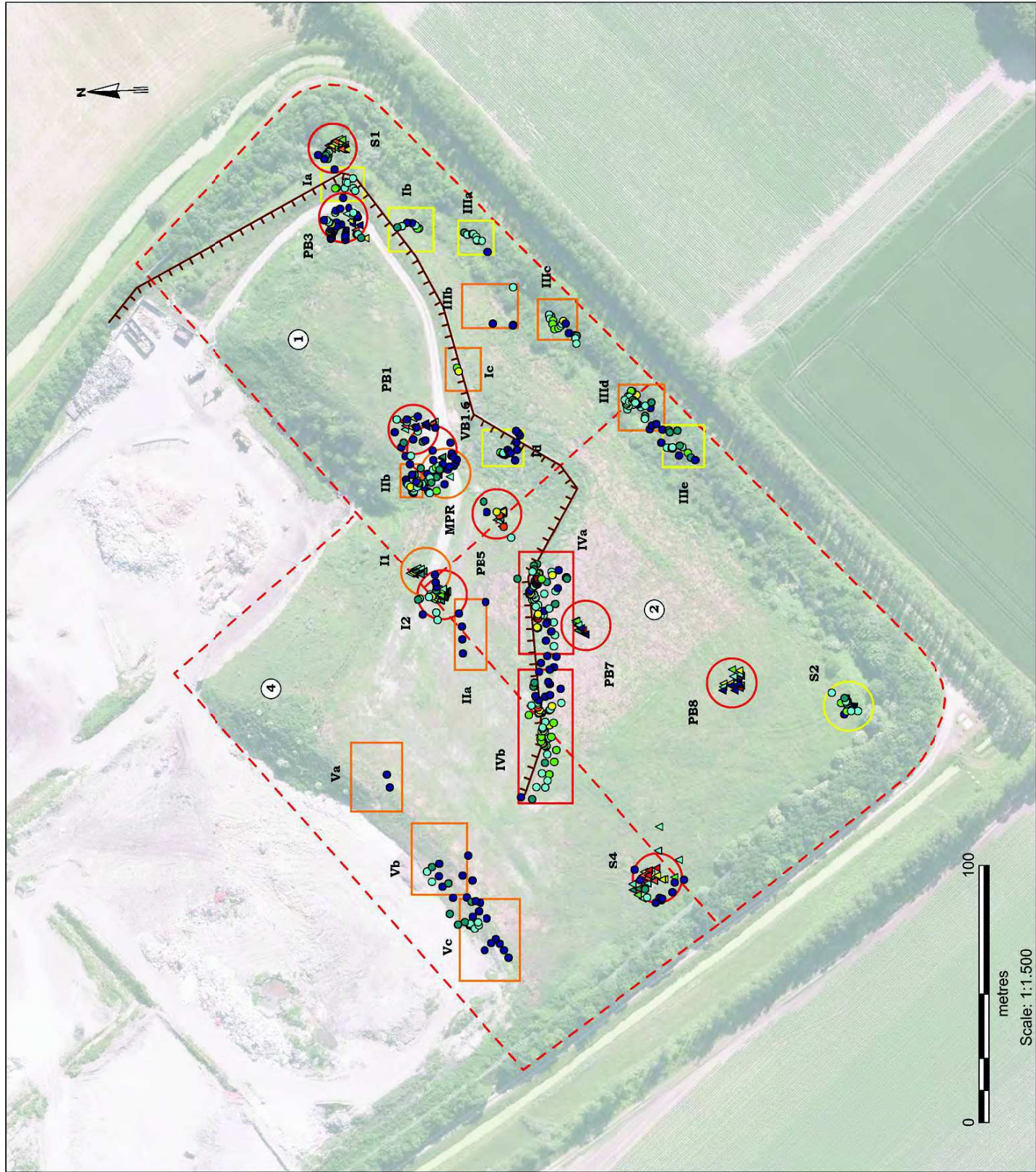
Bilag 4.2

Audebo Deponi

FID-resultater, sammenligning med resultater fra 2014

Rev.: 1
Dato: 1. januar 2016
Udført af: NIRAS
Kontrol: NIRAS
Signat.: 221894
Sorteringsvej 19
3450 Allred
www.niras.dk

0 100
metres
Scale: 1:1.500



Cellenummer
Projektområde/-celler
Affaldshegn

FID, borer (ppm over baggrund)

10.000+
5.000 - 10.000
1.000 - 5.000
500 - 1.000
100 - 500
50 - 100
10 - 50
5 - 10
1 - 5

FID, overfladescreening (ppm over baggrund)

1.000+
300 - 1.000
100 - 300
50 - 100
10 - 50
5 - 10
1 - 5

Brønd eller boring med indikation på udsivning af metan prioriteret i rød, orange eller gul kategori (se vurdering af hver brønd og boring i Bilag 8)

FID-område med indikation på udsivning af metan prioriteret i rød, orange eller gul kategori (se vurdering af hvert område i Bilag 8)

Note: De angivne FID-koncentrationer er i ppm over baggrunds niveau. Kun koncentrationer på mere end 1 ppm over baggrunds niveau er vist. Måleværdier uden for de angivne områder, brønde og borer er ikke angivet.

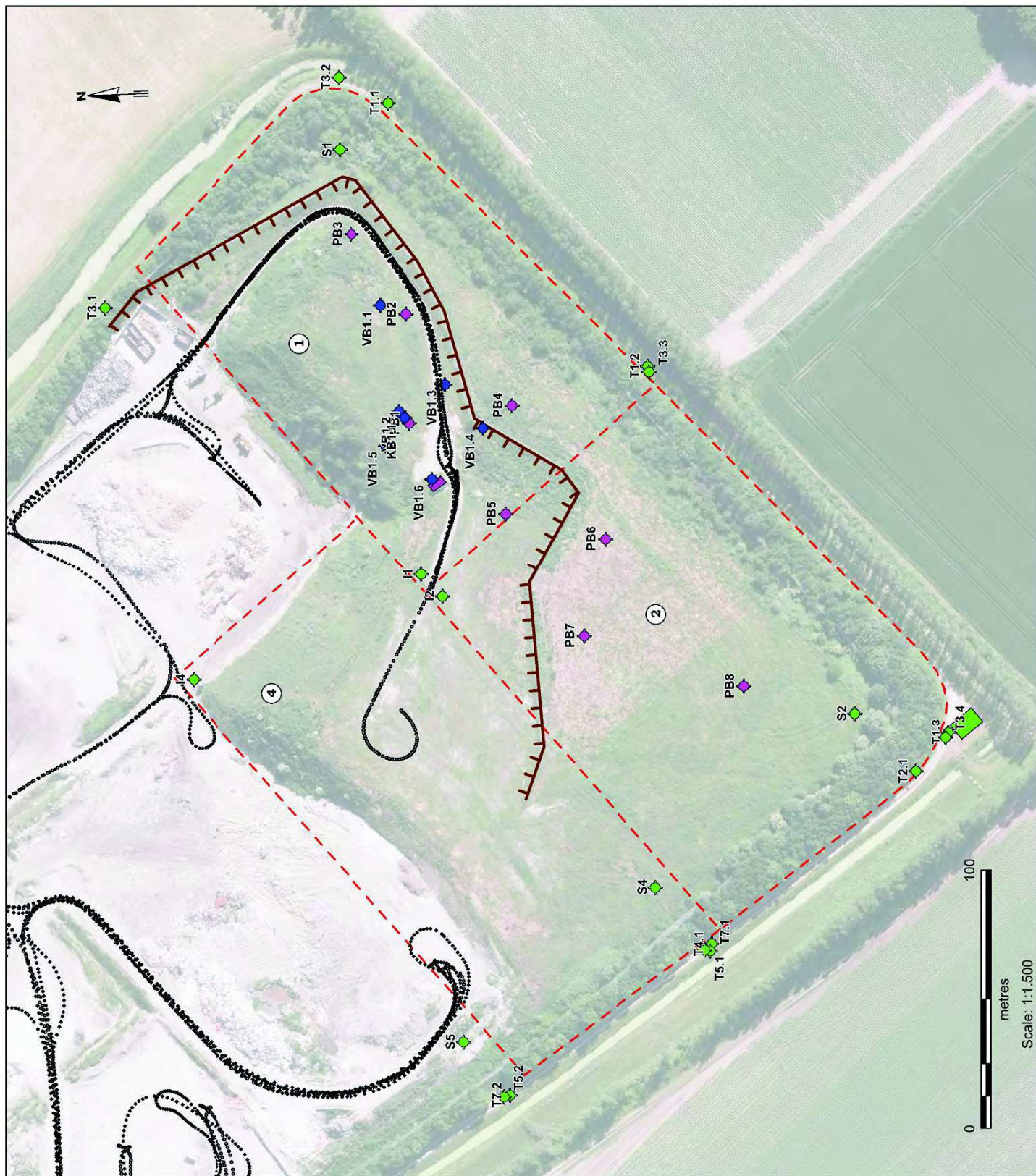
Bilag 4.3

Audebo Deponi

Prioriterede hotspots i forhold til etablering af biocover

Rev.: 1
Dato: 1. januar 2016
Udarbejdet af: M. H. H. H.
Kontrolleret af: M. H. H. H.
Signatur: 221894
www.niras.dk

Bilag 5
Picarro-målinger

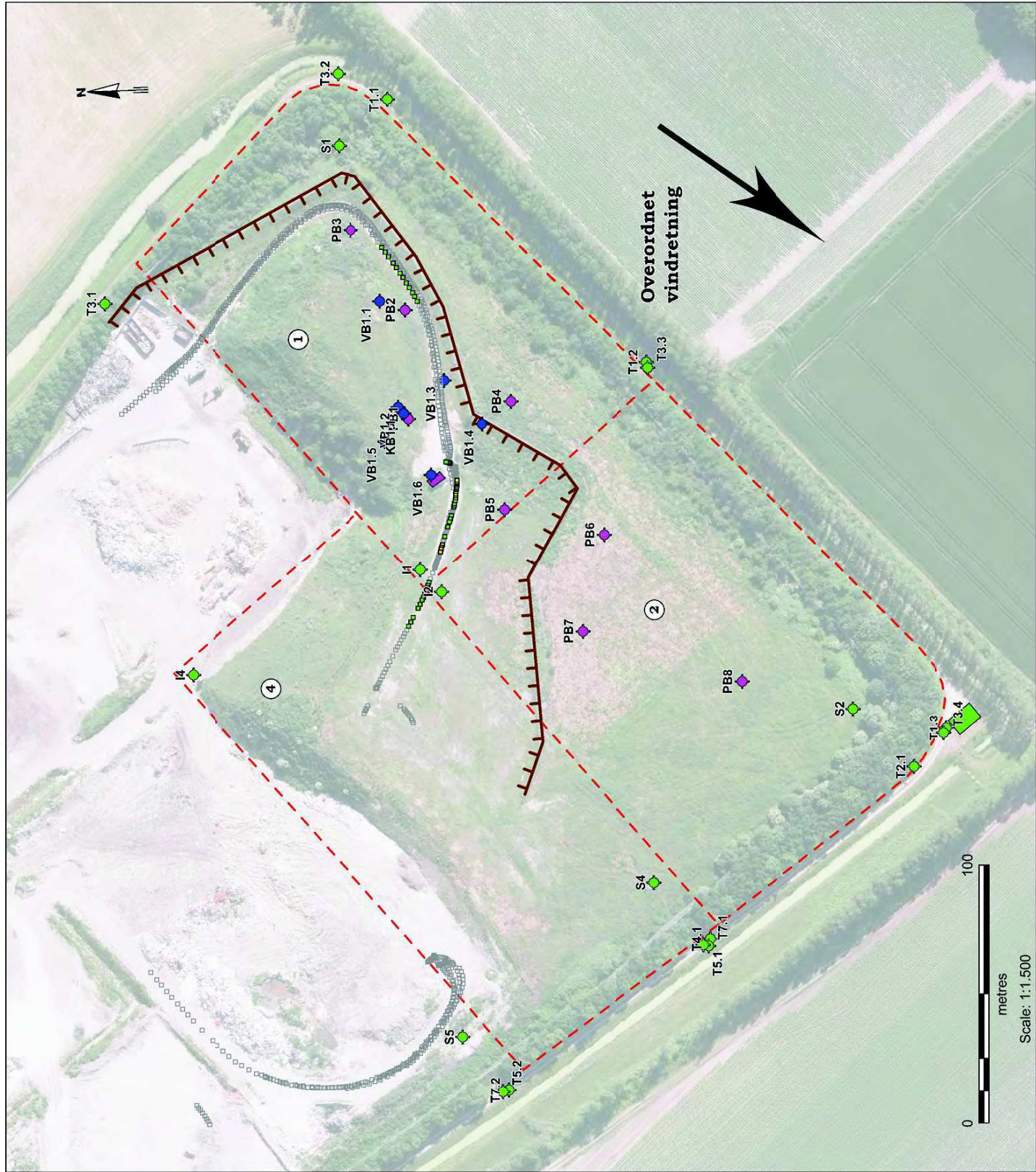


Bilag 5.1

Audebo Deponi

Picarro-målepunkter

Rev.: 1
 Dato: 1. januar 2016
 Udarbejdet af: M. H. H. H.
 Kontrolleret af: M. H. H. H.
 Sag.nr.: 221894
 www.niras.dk
 Sortemosevej 19
 3450 Allerslev

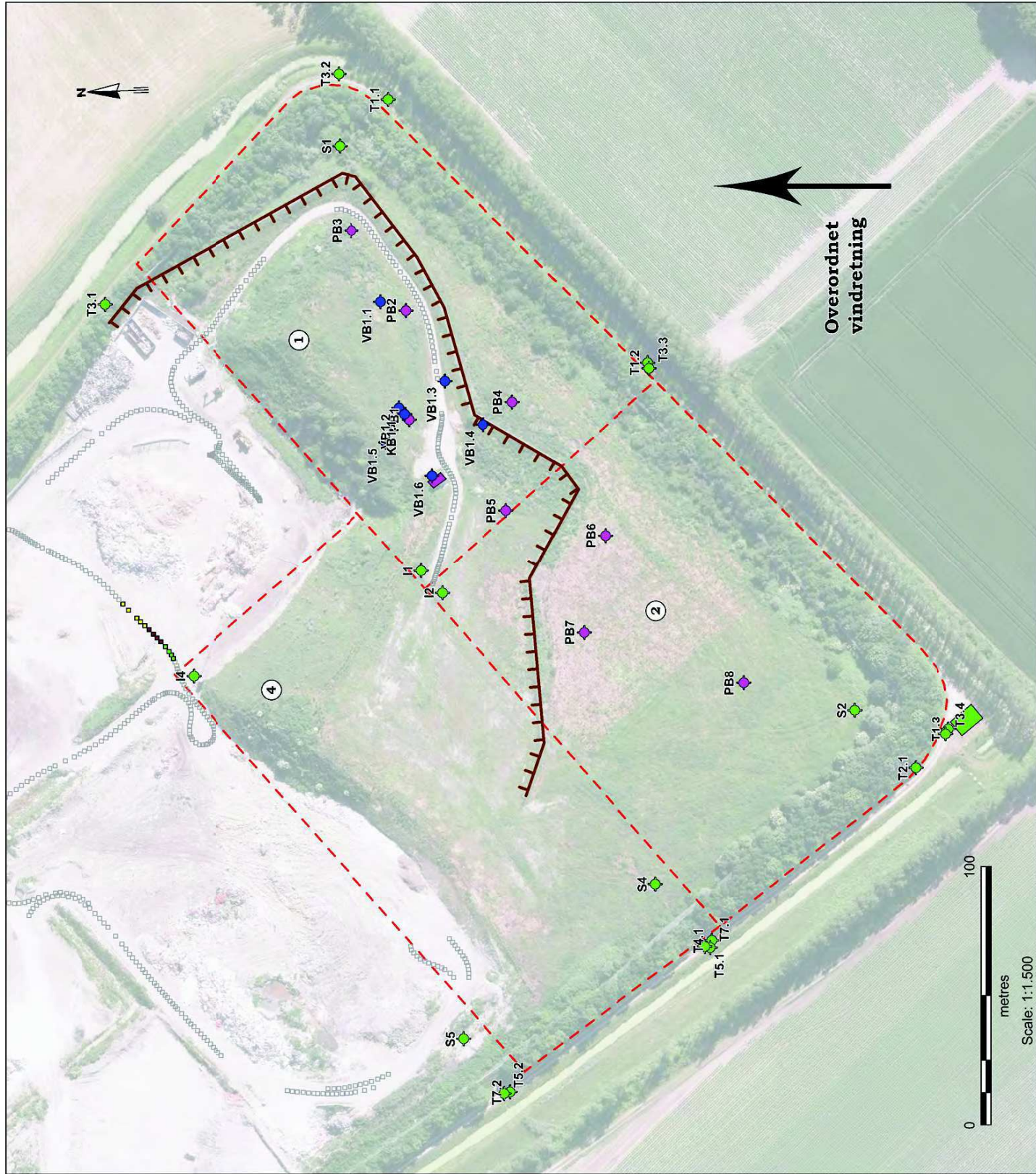


Bilag 5.2

Audebo Deponi

Picarro-resultater med vind fra nordøst

Rev.: 1
 Dato: 1. januar 2016
 Udført af: Niras
 Kontrol: Niras
 Sag nr.: 221894
 Skrevet af: 3450 Allred
 www.niras.dk



- Cellenummer
Projektområde/-celle
Afdelshegn
Pumpestation
Inspektions-, samle- eller
tensebrønd (perkolat)
Container med MPR-enhed
Gasindvindingsboring
Verifikations- eller kontrolboring

Picarro-resultater (ppm)

- 9 - 10
■ 4 - 5
■ 3 - 4
■ 2

Note: Picarro-målepunkter repræsenterer målinger udført d. 3. september 2015 med vind fra sydlig retning. Kun resultater over baggrund (ca. 2 ppm) er vist.

Bilag 5.3

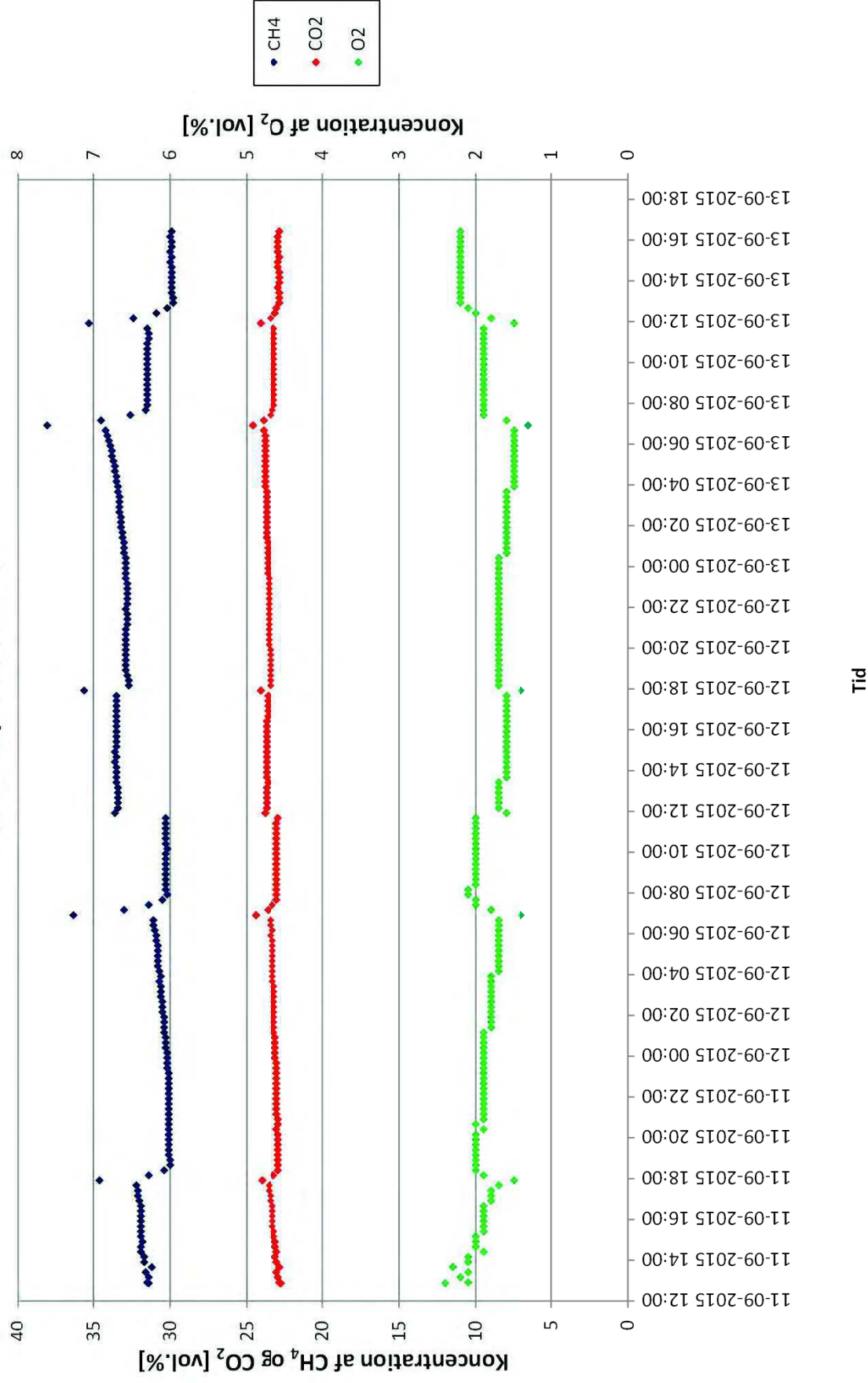
Audebo Deponi

Picarro-resultater med vind fra syd

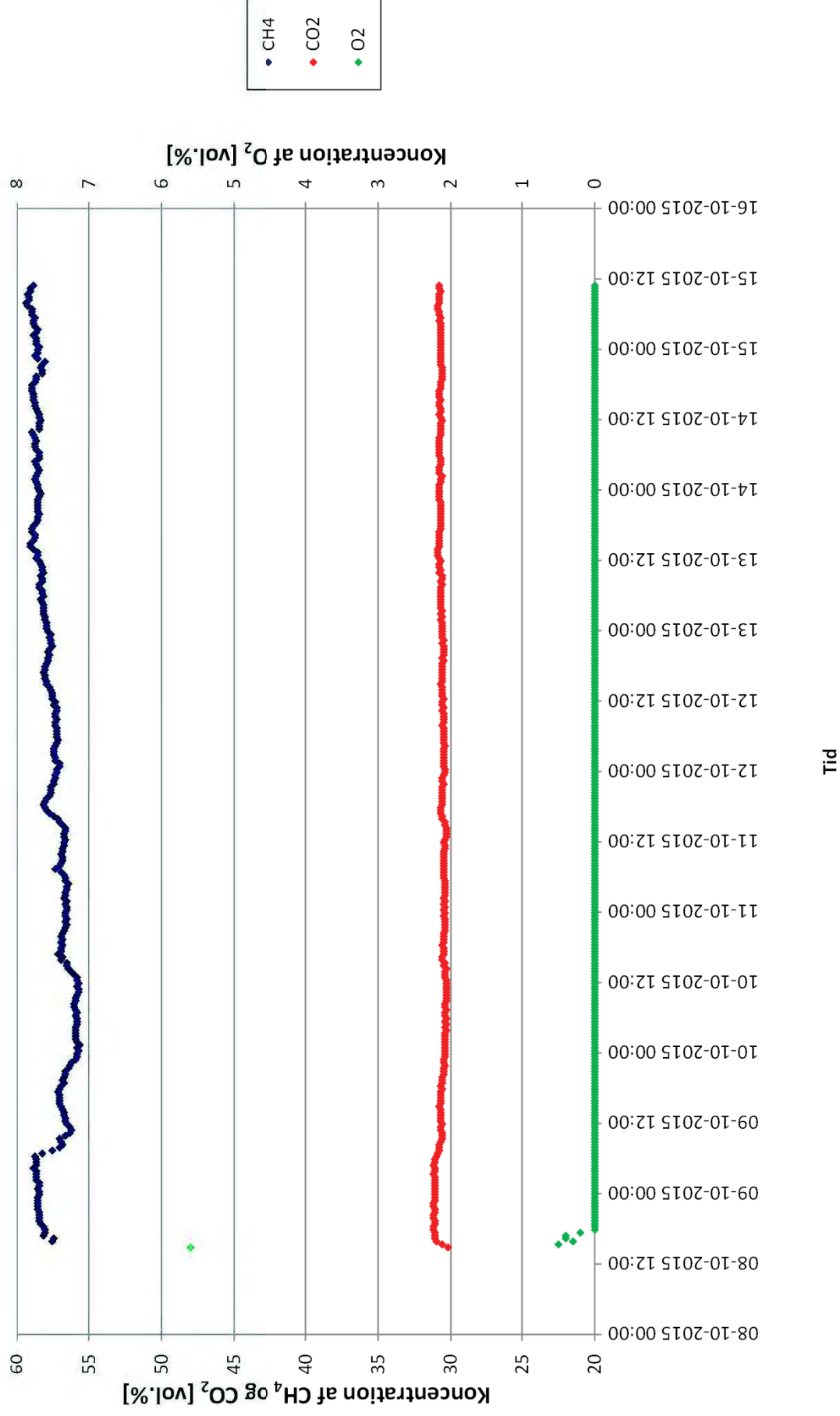
Rev.: 1
Dato: 3. september 2015
Udført af: Niras
Kontrol: Niras
Signat.: 221894
Sorteringsnr.: 3450 Allred
www.niras.dk

Bilag 6
IR-målinger på
gasekstraktionsanlæg

IR-målinger på gasekstraktionsanlæg i drift 11.-13. september 2015



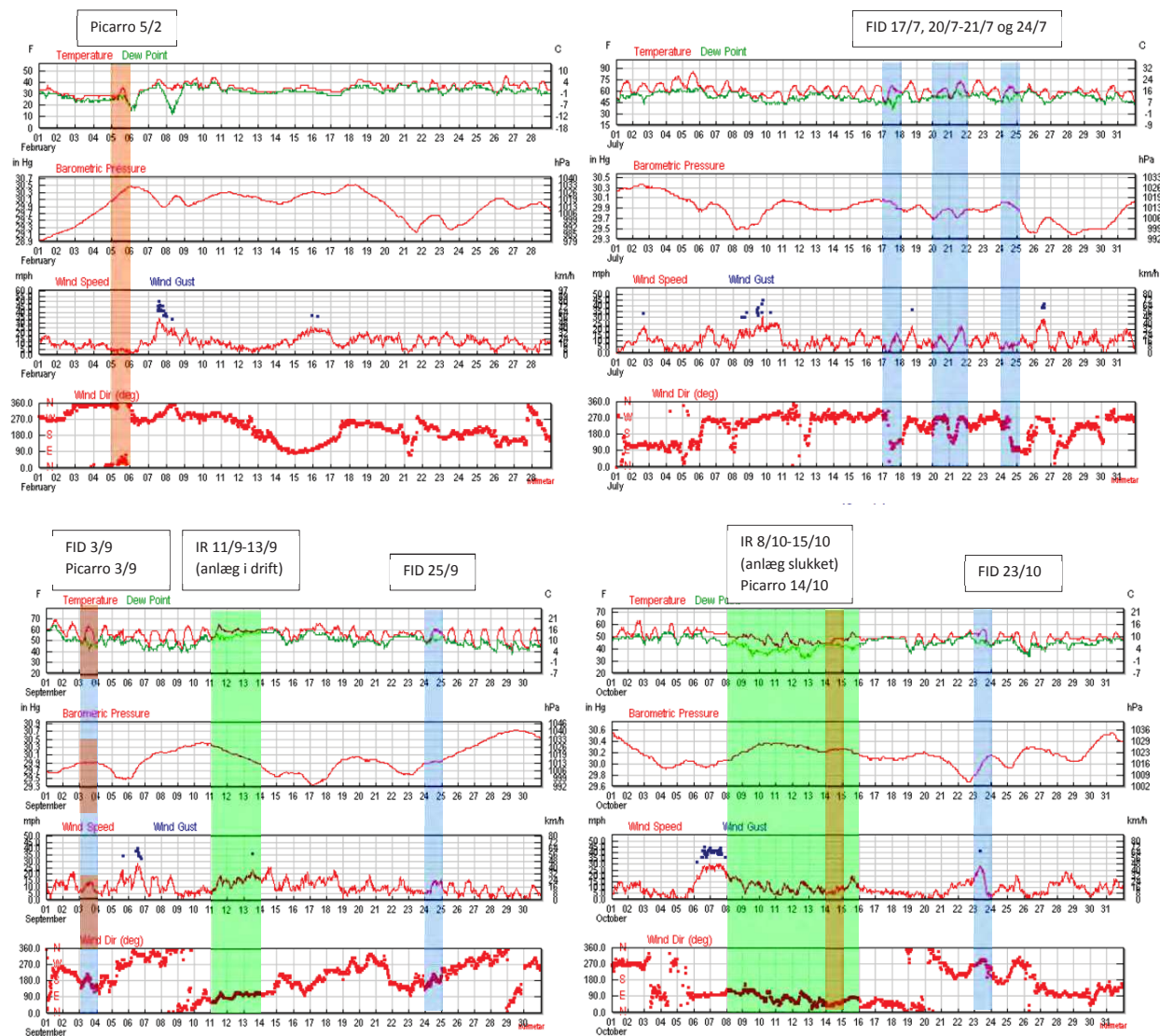
IR-målinger på gasekstraktionsanlæg under passive forhold 8.-15. oktober 2015



Bilag 7
Vejrforhold i FID-, Picarro-
og IR-måleperioder

Vejrforhold ved FID-målinger, Picarro-målinger og IR-målinger i 2015

FID måleperioder er angivet med **blå søjlemarkeringer**
 Picarro måleperioder er angivet med **orange søjlemarkeringer**
 IR måleperioder er angivet med **grønne søjlemarkeringer**



Kilde: <http://www.wunderground.com>. Historiske vejrdata fra Roskilde Lufthavn beliggende ca. 38 km fra Audebo Deponi.

Bilag 8
Tabeller med prioritering
og vurdering af hotspots

PRIORITERING OG VURDERING AF HOTSPOTS I FORHOLD TIL VIDERE TILTAG OG ETABLERING AF BIOCOVERLØSNINGER

På baggrund af FID-målingerne er forventede hotspots prioriteret i tre farvekategorier (rød-orange-gul) i forhold til eventuelle videre tiltag og etablering af biocover-løsninger. Prioriteringen er sket ud fra en vurdering af udbredelse og målte koncentrationer (FID-værdier) samt sammenhængen med resultaterne af tidligere udførte FID-målinger, jf. /10/. Bilaget er delt op i to tabeller med vurdering og prioritering af resultater af overfladescreening (Tabel 1) samt brønde og borerig (Tabel 2).

Signaturforklaring

Farvekode	Anbefalinger i forhold til kommende aktiviteter
	Områder, brønde eller borerig, som vurderes relevante for etablering af biocover. Supplerende undersøgelser anbefales udført forud for etablering af biocover. I områderne udføres supplerende undersøgelser ved yderligere at afgrænse udsivningsområdet ved målinger med f.eks. FID (metanspecifikt måleudstyr), og ved at estimere udsivningen af metan med fluxkammermålinger. For brønde og borerig udføres supplerende undersøgelser med sporgas- eller fluxkammermålinger med det formål at estimere udsivningen af metan fra selve boringen samt kortlægge, i hvilken grad der sker udsivning af metan fra jorden omkring borerigene.
	Områder, brønde eller borerig, som vurderes eventuelt at kunne være relevante for etablering af biocover. Supplerende afgrænsning/opsporende undersøgelser med FID og evt. fluxkammermålinger eller sporgasmålinger anbefales udført for at afklare eventuelt behov for biocover. Kan eventuelt afvente resultaterne fra ovennævnte områder, brønde og borerig, der er markeret med rødt, såfremt det estimerede bidrag af metan fra disse ikke i tilstrækkelig grad kan godtgøre for den målte totale emission.
	Områder, brønde og borerig, som ikke umiddelbart vurderes at være relevante for etablering af biocover. Det anbefales eventuelt at udføre supplerende undersøgelser med FID for at afklare, om der alligevel kunne være et væsentligt bidrag af metan fra disse. Kan eventuelt afvente resultaterne fra ovennævnte områder, brønde og borerig, der er markeret med rødt og orange, såfremt det estimerede bidrag af metan fra disse ikke i tilstrækkelig grad kan godtgøre for den målte totale emission.

Tabel 1: Overfladescreening

Alle resultater er i ppm over baggrundsniveau.					
Område	Måledato (2015) (måledato med højeste målinger)	Måleresultater [ppm-interval]: antal målepunkter	Max. måleværdi [ppm]	Ca. areal (> 5 ppm) [m ²]	Bemærkninger
Ia	17/7, 24/7	[5; 100]: 9	75	100	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. moderate koncentrationer.
Ib	17/7, 24/7	[5; 100]: 11	83	70	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. moderate koncentrationer.
Ic	17/7, 24/7	[5; 100]: 1 [100; 500]: 1	125	30	To målepunkter med koncentrationer over 50 ppm langs affaldshegnet. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.
Id	20/7, 24/7	[5; 100]: 5	68	120	Vurderes umiddelbart ikke at være et væsentligt udsivningsområde pga. moderate koncentrationer.
IIa	17/7, 20/7	[5; 100]: –	3	240	FID-målinger ved nuværende undersøgelse vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Tidligere FID-undersøgelser udført af COWI i september 2014 har dog påvist koncentrationer over 1.000 ppm i dette område. Derfor anbefales der yderligere undersøgelser for at afklare, om området er relevant i forhold til etablering af biocover.
IIb	17/7, 20/7, 24/7	[5; 100]: 17 [100; 500]: 1	210	110	Større areal/strækning med forhøjede koncentrationer. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.
IIIa	21/7, 24/7	[5; 100]: 9	87	60	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. moderate koncentrationer.
IIIb	24/7	[5; 100]: 1	15	330	FID-målinger ved nuværende undersøgelse vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Tidligere FID-undersøgelser udført af COWI i september 2014 har dog påvist koncentrationer over 1.000 ppm i dette område. Derfor anbefales der yderligere undersøgelser for at afklare, om området er relevant i forhold til etablering af biocover.
IIIc	21/7, 24/7	[5; 100]: 11 [100; 500]: 1	113	110	Større areal/strækning med forhøjede koncentrationer. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.
IIId	21/7, 24/7, 3/9, 25/9	[5; 100]: 22 [100; 500]: 2	127	130	Større areal/strækning med forhøjede koncentrationer. Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.
IIIe	21/7, 24/7, 3/9, 25/9	[5; 100]: 12	54	120	Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. moderate koncentrationer.
IVa	17/7, 20/7, 24/7, 25/9	[5; 100]: 51 [100; 500]: 19 [500; 10 ³]: 6 [10 ³ ; 10 ⁴]: 5	1.830	590	Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 3/9 (vind fra syd). Område med misvækst. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. meget høje koncentrationer og stort areal/strækning.

Fortsettes på den næste side

Fortsat fra forrige side

Område	Måledato (2015) (måledato med højeste målinger)	Måleresultater [ppm-interval]: antal målepunkter	Max. måleværdi [ppm]	Ca. areal (> 5 ppm) [m ²]	Bemærkninger
IVb	20/7, 24/7, 25/9	[5; 100]: 47 [100; 500]: 18 [500; 10 ³]: 2 [10 ³ ; 10 ⁴]: 4 > 10 ⁴ : 3	> 50.000	680	Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 3/9 (vind fra syd). Målegrænse på 50.000 ppm opnået den 25/9. Område med misvækst. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. meget høje koncentrationer og stort areal/strækning.
Va	17/7, 20/7, 21/7	[5; 100]: –	4	170	FID-målingerne ved nuværende undersøgelse vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Tidligere FID-undersøgelser udført af COWI i september 2014 har dog påvist koncentrationer over 1.000 ppm i dette område. Derfor anbefales der yderligere undersøgelser for at afklare, om området er relevant i forhold til etablering af biocover.
Vb	20/7, 21/7	[5; 100]: 5	16	330	FID-målinger ved nuværende undersøgelse vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Tidligere FID-undersøgelser udført af COWI i september 2014 har dog påvist koncentrationer over 1.000 ppm i dette område. Derfor anbefales der yderligere undersøgelser for at afklare, om området er relevant i forhold til etablering af biocover.
Vc	20/7, 21/7	[5; 100]: 8	26	220	FID-målinger ved nuværende undersøgelse vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Tidligere FID-undersøgelser udført af COWI i september 2014 har dog påvist koncentrationer mellem 100 og 1.000 ppm i dette område. Derfor anbefales der yderligere undersøgelser for at afklare, om området er relevant i forhold til etablering af biocover.

Tabel 2: Brønde og borer

Alle resultater er i ppm over baggrundsniveau.

Boring	Måledato (2015) (måledato med højeste målinger)	Måleresultater [ppm-interval]: antal målepunkter	Max. måleværdi [ppm]	Bemærkninger
I1	21/7	[5; 100]: 11 [100; 500]: 5 [500; 10 ³]: 1	601	Type: Inspektionsbrønd (perkolat). Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 3/9 (vind fra syd) og den 14/10 (vind fra nordøst). Vurderes muligvis at være relevant i forhold til biocover.
I2	21/7, 3/9	[5; 100]: 29 [100; 500]: 5 [500; 10 ³]: – [10 ³ ; 10 ⁴]: 1	1.242	Type: Inspektionsbrønd (perkolat). Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 3/9 (vind fra syd). Ved overfladescreeningen er der også påvist enkelte punkter med høje koncentrationer fra jorden omkring brønden; den højeste var 388 ppm (målt den 17/7). Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
MPR	17/7, 20/7, 24/7	[5; 100]: 11	61	Type: Gasopføringsrør til container med MPR-enhed. Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 5/2 (vind fra nordøst). Fra jorden omkring containeren er der målt moderate koncentrationer på op til 61 ppm. Disse målinger vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Det vurderes dog, at der er et potentiale for udsivning af gas fra området under og umiddelbart omkring containeren, særligt omkring opføringen af gasrørene mellem gasindvindingsboringerne og containeren. Da det ikke har været muligt at undersøge området i tilstrækkeligt omfang, anbefales det at udføre supplerende undersøgelser, særligt såfremt containeren bliver fjernet.
PB1	21/7, 3/9	[5; 100]: 3 [100; 500]: 3 [500; 10 ³]: 2 [10 ³ ; 10 ⁴]: 1 > 10 ⁴ : –	1.094	Type: Gasindvindingsboring. Ved overfladescreeningen er der også påvist enkelte punkter med moderate koncentrationer fra jorden omkring boringen; den højeste var 38 ppm (målt den 17/7). Den 23/10 er der målt op til 33.422 ppm, når dæksel på brønden over gasindvindingsboringen er taget af. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
PB3	21/7, 3/9	[5; 100]: 2 [100; 500]: 3	902	Type: Gasindvindingsboring. Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 14/10 (vind fra nordøst). Ved overfladescreeningen er der også påvist mange punkter med høje koncentrationer fra jorden omkring boringen; den højeste var 131 ppm (målt den 24/7). Den 23/10 er der målt op til 33.991 ppm, når dæksel på brønden over gasindvindingsboringen er taget af. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
PB5	21/7	[5; 100]: 7 [100; 500]: 5 [500; 10 ³]: 3 [10 ³ ; 10 ⁴]: 3	1.841	Type: Gasindvindingsboring. Ved overfladescreeningen er der også påvist enkelte punkter med høje koncentrationer fra jorden omkring boringen; den højeste var 871 ppm (målt den 17/7). Den 23/10 er der målt op til 12.987 ppm, når dæksel på brønden over gasindvindingsboringen er taget af. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
PB7	21/7, 3/9	[5; 100]: 6 [100; 500]: 2 [500; 10 ³]: – [10 ³ ; 10 ⁴]: 1	2.820	Type: Gasindvindingsboring. Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 3/9 (vind fra syd). Den 23/10 er der målt op til 29.211 ppm, når dæksel på brønden over gasindvindingsboringen er taget af. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
PB8	21/7, 3/9	[5; 100]: 8 [100; 500]: 4 [500; 10 ³]: 1 [10 ³ ; 10 ⁴]: 2	4.307	Type: Gasindvindingsboring. Den 23/10 er der målt op til 31.508 ppm, når dæksel på brønden over gasindvindingsboringen er taget af. Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.

Fortsættes på den næste side

Fortsat fra forrige side

Boring	Måledato (2015) (måledato med højeste målinger)	Måleresultater [ppm-interval]: antal målepunkter	Max. måleværdi [ppm]	Bemærkninger
S1	3/9	[5; 100]: 6 [100; 500]: 10 [500; 10 ³]: 5 [10 ³ ; 10 ⁴]: 2	3.083	Type: Samlebrønd (perkolat). Ved overfladescreeningen er der også påvist enkelte punkter med moderate koncentrationer fra jorden omkring brønden; den højeste var 35 (målt den 24/7). Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
S2	3/9, 21/7	[5; 100]: 17	31	Type: Samlebrønd (perkolat). Umiddelbart over og omkring brønden er der målt koncentrationer på op til 31 ppm. Disse målinger vurderes ikke i sig selv at indikere væsentlig udsivning. Ved overfladescreeningen er der dog påvist mange punkter med moderate koncentrationer på op til 72 ppm (målt den 20/7) fra jorden omkring brønden. Vurderes ikke umiddelbart at være et væsentligt udsivningsområde pga. lave til moderate koncentrationer.
S4	21/7	[5; 100]: 15 [100; 500]: 8 [500; 10 ³]: 3 [10 ³ ; 10 ⁴]: 4	3.580	Type: Samlebrønd (perkolat). Ved overfladescreeningen er der også påvist 2 punkter med relativt lave koncentrationer fra jorden omkring brønden; den højeste var 22 (målt den 20/7). Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.
VB1.6	21/7, 25/9, 23/10	[5; 100]: 11 [100; 500]: 4 [500; 10 ³]: 2 [10 ³ ; 10 ⁴]: 9 > 10 ⁴ : 4	18.520	Type: Verifikationsboring. Boringen er filtersat i tre niveauer (dybder ukendt). I hvert filter sidder en prop med prøvetagningsslange (se fotos i Bilag 9). Slangerne er ikke klemte af, så det vurderes at der uhindret kan ske udsivning af gas fra boringen. Resultater stemmer godt overens med Picarro-målinger fra den 5/2 (vind fra nordøst). Ved overfladescreeningen er der påvist flere punkter med høje koncentrationer fra jorden omkring boringen; den højeste var 210 (målt den 24/7). Sandsynligvis egnet til etablering af biocover pga. høje koncentrationer.

Note 1 Gasindvindingsboringen PB4 kunne ikke lokaliseres.

Note 2 Brøndene/boringerne I4, PB2, PB6, T1.1, T1.2, T1.3, T2.1, og T4.1 vurderes ikke at være relevante i forhold til biocover pga. lave koncentrationer.

Bilag 9
Fotos



Foto 1: Container med MPR-enhed.



Foto 2: Verifikationsboring VB1.6 ved container.



Foto 3: Container med MPR-enhed.



Foto 4: Verifikationsboring VB1.6.



Foto 5: Eksempel på gasindvindingsboring.



Foto 6: Eksempel på gasindvindingsboring.



Foto 7: Gasindvindingsboring PB7.



Foto 8: Gasindvindingsboring PB7 afsluttet under terræn.



Foto 9: Gasindvindingsboring PB8.



Foto 10: Gasindvindingsboring PB8 afsluttet under terræn.



Foto 11: Affaklingsanlæg.



Foto 12: Affaklingsanlæg. Den gule gasflaske indeholder støttebrændsel.



Foto 13: Perkolat-inspektionsbrønd I4.

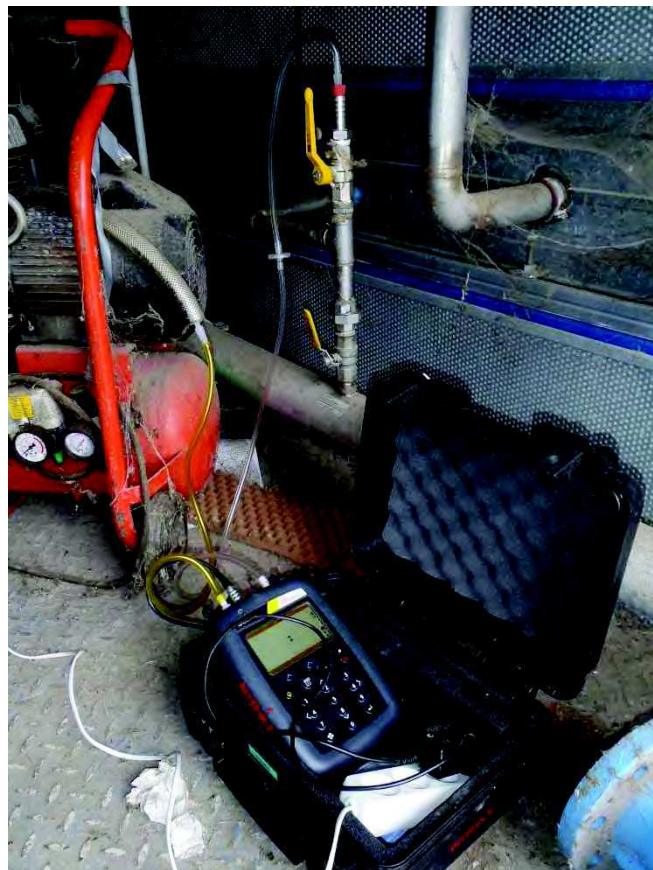


Foto 14: Tilslutning af IR-måler (sort boks) ved målinger med gasekstraktionssystemet i drift.



Foto 15: Manifold. Strengene fra de otte gasindvindingsboringer og de to horisontale gasdræn er samlet i en manifold med henblik på IR-målinger under passive forhold.



Foto 16: Tilslutning af IR-måler (sort boks) og flowmåler (grå boks) ved målinger under passive forhold.



Foto 17: Måling af gasflow fra en gasindvindingsboring ved en såkaldt "posemåling". Posemålingerne giver et groft skøn af gasflowet.



Foto 18: "Posemåling". 90 liters pose monteret på afslutningen af en gasindvindingsboring.



Foto 19: "Posemåling" på gasindvindingsboring med henblik på estimering af gasflow.



Foto 20: "Posemåling" på samlet afkast fra manifold under passive forhold.



Foto 21: Affaldshegn på celle 1 og celle 2.



Foto 22: Område ved affaldshegn med misvækst og lugt af deponigas.



Foto 23: Område umiddelbart syd for affaldshegn med misvækst.

Bilag 10
Udskrifter fra gasekstraktions-
anlægget med driftstider og
oppumpede gasmængder

Udskrifter fra gasekstraktionsanlæg med driftstider og oppumpede gasmængder

TILBAGE TIL HOVEDMENU TID / DATO 10 23 16 6 2 2012

TIME TÆLLER DRIFT KUBIKMETER TÆLLER TOTAL LOG TID TIME / MIN

00559 18 13 16779.0

TIME TÆLLER IDAG KUBIKMETER TÆLLER IDAG

04 33 13 136.5

PRINT DENNE SIDE

TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER.	TID	DATO
05	09	28	155	23 0 2	05 02 2012
05	10	01	155	23 0 0	04 02 2012
05	09	40	155	23 0 0	03 02 2012
05	10	19	155	23 0 0	02 02 2012
05	09	58	155	23 0 2	01 02 2012
05	10	14	155	23 0 2	31 01 2012
05	09	46	155	23 0 2	30 01 2012
05	10	13	155	23 0 2	29 01 2012

Udskrift vedr. 29. januar – 5. februar 2012

TIL HOVEDMENU TID / DATO 8 3 20 1 3 2013

TIME TÆLLER DRIFT KUBIKMETER TÆLLER TOTAL LOG TID TIME / MIN

02231 08 48 66934.0

TIME TÆLLER IDAG KUBIKMETER TÆLLER IDAG

00 00 48 000.0

PRINT DENNE SIDE

TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER.	TID	DATO
03	02	48	91	23 0 2	28 02 2013
02	05	54	63	23 0 2	27 02 2013
04	00	02	120	23 0 2	26 02 2013
03	33	55	107	23 0 2	25 02 2013
00	00	45	0	23 0 2	24 02 2013
00	00	45	0	23 0 2	23 02 2013
00	00	45	0	23 0 2	22 02 2013
00	00	45	0	23 0 0	21 02 2013

Udskrift vedr. 21. – 28. februar 2013

TILBAGE TIL HOVEDMENU TID / DATO 6 48 24 15 9 2014

LOG TID TIME / MIN

TIME TÆLLER DRIFT KUBIKMETER TÆLLER TOTAL

03910 16 43 117308,0

TIME TÆLLER IDAG KUBIKMETER TÆLLER IDAG

00 00 43 000,0

PRINT DENNE SIDE

TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER.	TID	DATO
03	00	20	90	23 0 2	14 09 2014
02	59	56	90	23 0 2	13 09 2014
02	59	32	90	23 0 2	12 09 2014
03	00	09	90	23 0 2	11 09 2014
02	59	47	90	23 0 2	10 09 2014
02	59	24	90	23 0 2	09 09 2014
03	00	02	90	23 0 2	08 09 2014
02	59	40	90	23 0 2	07 09 2014

Udskrift vedr. 7. – 14. september 2014

TILBAGE TIL HOVEDMENU TID / DATO 8 14 26 1 6 2015

LOG TID TIME / MIN

TIME TÆLLER DRIFT KUBIKMETER TÆLLER TOTAL

04188 10 24 125645.0

TIME TÆLLER IDAG KUBIKMETER TÆLLER IDAG

00 00 24 000,0

PRINT DENNE SIDE

TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER.	TID	DATO
00	01	02	1	23 0 2	31 05 2015
00	01	03	1	23 0 2	30 05 2015
00	01	11	1	23 0 2	29 05 2015
00	01	10	1	23 0 2	28 05 2015
00	01	10	1	23 0 2	27 05 2015
00	01	10	1	23 0 2	26 05 2015
00	00	29	0	23 0 2	25 05 2015
00	00	29	0	23 0 2	24 05 2015

Udskrift vedr. 24. – 31. maj 2015

TILBAGE TIL HOVEDMENU

TID / DATO 12 23 26 11 9 2015

TIME TÆLLER DRIFT KUBIKMETER TÆLLER TOTAL
04196 15 56 125887,5

LOG TID TIME / MIN

TIME TÆLLER IDAG KUBIKMETER TÆLLER IDAG
00 01 56 000,5

PRINT DENNE SIDE

TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER	TID	DATO
00	02	47	1	23 0 0	10 09 2015
00	02	53	1	23 0 2	09 09 2015
00	05	23	3	23 0 2	08 09 2015
00	06	28	3	23 0 0	07 09 2015
00	09	00	5	23 0 2	06 09 2015
00	02	45	1	23 0 2	05 09 2015
00	02	46	1	23 0 2	04 09 2015
00	02	37	1	23 0 2	03 09 2015

Display "SIDE 6"

Udskrift vedr. 3. – 10. september 2015

TID / DATO 10 26 14 23 9 2015

LOG TID TIME / MIN

TIME TÆLLER DRIFT KUBIKMETER TÆLLER TOTAL
04229 36 03 126888,0

TIME TÆLLER IDAG KUBIKMETER TÆLLER IDAG
01 00 03 030,0

PRINT DENNE SIDE

TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER	TID	DATO
02	59	20	90	23 0 2	22 09 2015
02	59	09	90	23 0 2	21 09 2015
03	00	00	90	23 0 0	20 09 2015
02	59	49	90	23 0 2	19 09 2015
02	59	40	90	23 0 2	18 09 2015
02	59	35	90	23 0 2	17 09 2015
02	59	26	90	23 0 2	16 09 2015
02	59	17	90	23 0 2	15 09 2015

Udskrift vedr. 15. – 22. september 2015

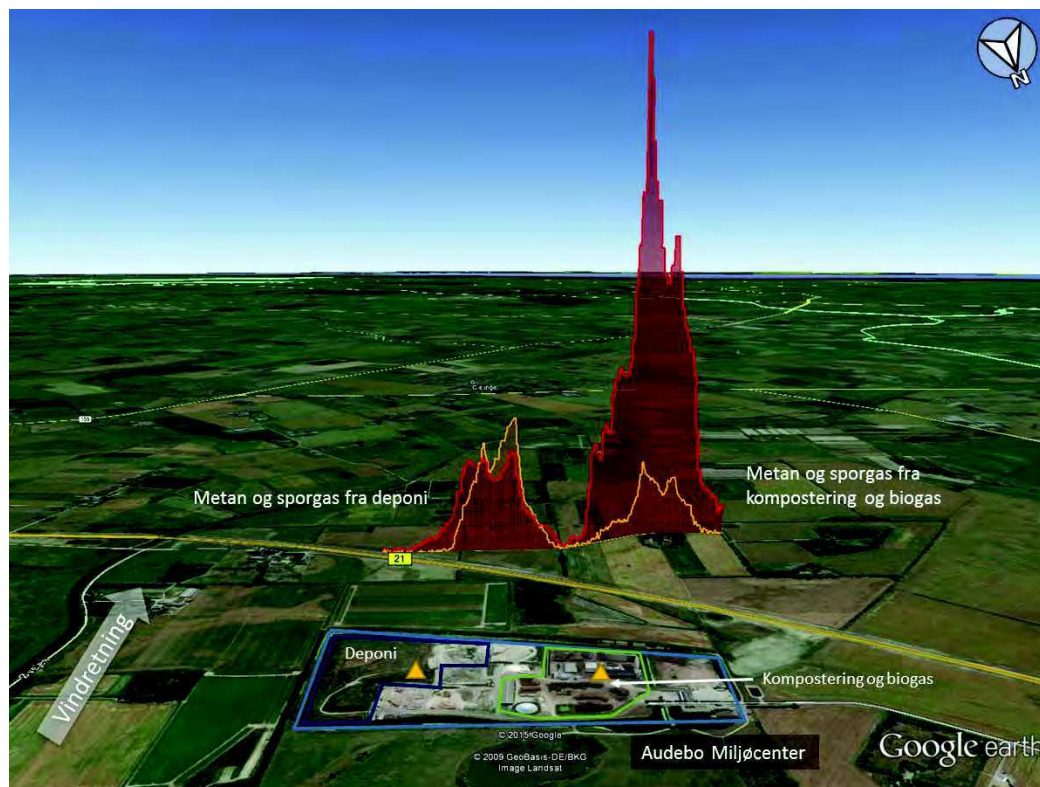
TIME TÆLLER DRIFT			KUBIKMETER TÆLLER TOTAL			LOG TID TIME / MIN		
04236 05 52			127082.5			23 00		
TIME TÆLLER IDAG			KUBIKMETER TÆLLER IDAG					
02 04 52			062.0					
TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER.	TID			DATO	
02	26	26	73	23	0	2	24	09 2015
02	59	29	90	23	0	2	23	09 2015
02	59	20	90	23	0	2	22	09 2015
02	59	09	90	23	0	2	21	09 2015
03	00	00	90	23	0	0	20	09 2015
02	59	49	90	23	0	2	19	09 2015
02	59	40	90	23	0	2	18	09 2015
02	59	35	90	23	0	2	17	09 2015

Udskrift vedr. 17. – 24. september 2015

TIME TÆLLER DRIFT			KUBIKMETER TÆLLER TOTAL			LOG TID TIME / MIN		
04261 58 58			127859.0					
TIME TÆLLER IDAG			KUBIKMETER TÆLLER IDAG					
00 59 58			029.5					
TIMER	MIN.	SEK.	KUBIK METER	TID			DATO	
02	18	17	69	23	0	2	07	10 2015
02	19	23	70	23	0	2	06	10 2015
01	29	13	45	23	0	2	05	10 2015
02	30	28	75	23	0	2	04	10 2015
01	37	29	49	23	0	2	03	10 2015
01	18	05	39	23	0	2	02	10 2015
01	05	51	33	23	0	2	01	10 2015
01	55	31	58	23	0	2	30	09 2015

Udskrift vedr. 30. september – 7. oktober 2015

Måling af den totale metanemission fra Audebo Miljøcenter



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Audebo Miljøcenter under måling af den totale metanemission fra deponiet 14. oktober, 2015. Baggrundskoncentrationen af metan på 1,940 ppm er fratrasket. Der blev set metanemission fra komposteringsanlæg og biogasanlæg under målingen, men det var muligt at separere disse emissioner fra deponiets.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

Oktober 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

$$f(x+\Delta x)=\sum_{i=0}^{\infty}\frac{(\Delta x)^i}{i!}f^{(i)}(x)$$
$$\Delta\int_a^b\Theta+\Omega\int\delta e^{i\pi}=-1$$
$$\infty=\{2.7182818284\}$$
$$\chi^2$$
$$\sum!$$
$$\gg$$
$$\approx$$
$$\lambda$$

υφέρτυθιοπισδφγηξκλ

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 drivhusgasemissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra deponiet Audebo Miljøcenter beliggende Hagesholmvej 7, 4520 Svinninge. Målingen af den totale metanemission blev udført 14. oktober, 2015.

DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til opbygning af en mobil analyseplatform til udførsel af sporgasdispersionsmålinger, som har vist sig at være en velegnet metode til måling af totale metanemissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved at emissionerne sker fra diffuse og måske ukendte kilder fordelt på relativt store arealer.

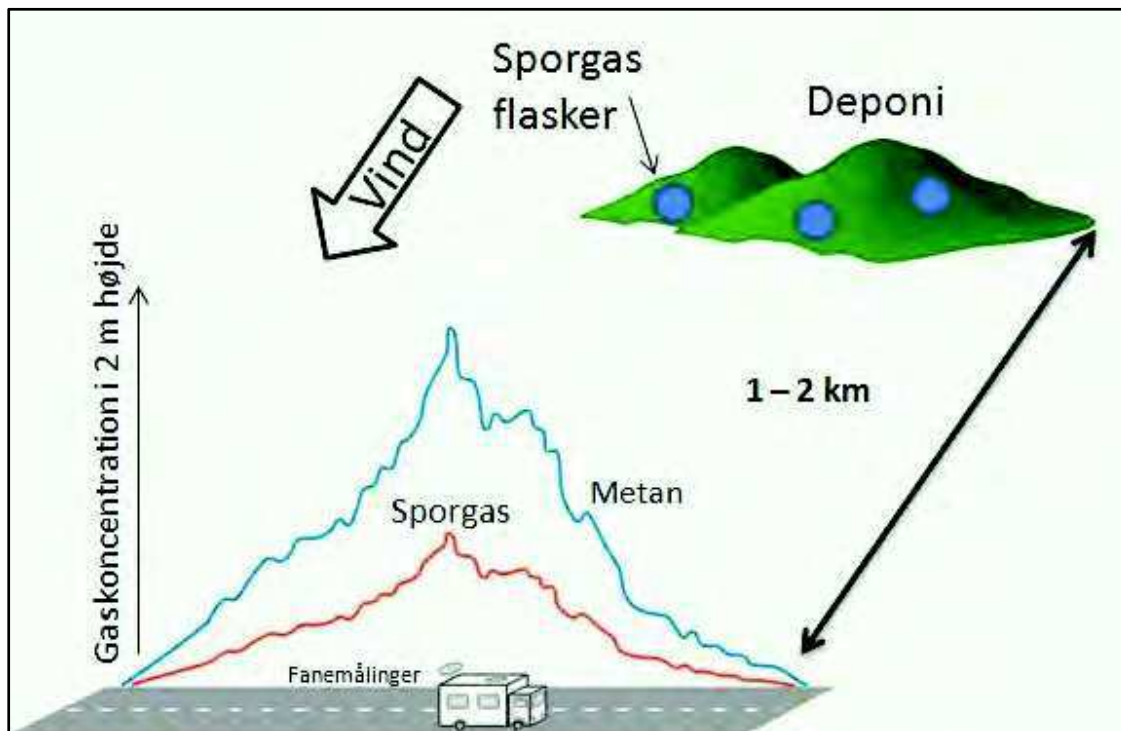
Sporgasdispersionsmetoden har været anvendt her til at måle den totale emission af metan fra det deponerede affald på anlægget. Det har været vigtigt, at kunne separere bidrag fra denne del af anlægget fra metanemissioner fra andre aktiviteter såsom kompostering af haveaffald og afgasning af organisk dagrenovation. 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.

DTU Miljø har tre gange tidligere - i oktober, 2011, april, 2012 og februar, 2015 målt den totale emission af metan fra Audebo Miljøcenter (Mønster et al., 2013, Delre et al., 2015). Ved målingen i 2011 var det ikke muligt at separere metanemission fra deponidelen fra de øvrige aktiviteter grundet vindforhold. I 2012 blev den totale metanemission fra deponeret affald målt til $18,5 \pm 5,8$ kg CH_4 time⁻¹. Denne måling blev dog angivet som relativt usikker. Ved målingen i februar, 2015 blev den totale metanemission fra deponeret affald målt til $8,5 \pm 2,3$ kg CH_4 time⁻¹. Ved begge målinger blev der målt væsentlige emissioner fra komposteringsanlæg og biogasanlæg, der oversteg metanemissioner fra deponidelen af anlægget.

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 derefter beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrasket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas på deponiet. 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 tilfredsstillende 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 den samlede emission af metan 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.

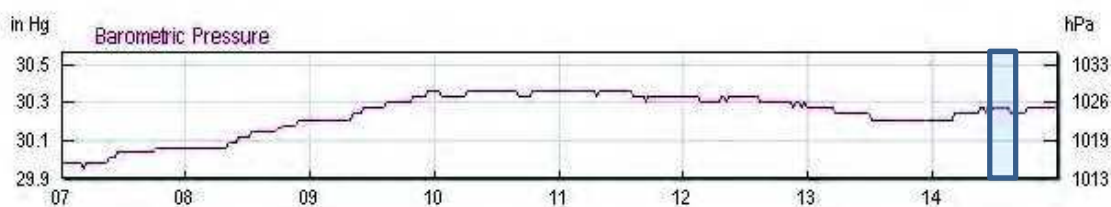
I starten og i slutningen af hver målekampagne måles baggrundskoncentrationerne af metan og sporgas opvinds fra deponiet, og det sikres, at der ikke er andre kilder imellem deponiet og den valgte målevej nedvinds fra deponiet, som kan bidrage til forhøjede koncentrationer af metan eller sporgas. Baggrundkoncentrationen 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

Måling af den totale metanemission blev udført 14. oktober 2015 mellem ca. 13:30 og 16:10. De første ca. 2 timer blev brugt på måling af totalemission af metan fra deponiet, mens den resterende tid blev brugt på screeninger af metankoncentrationer på deponiet og i deponiets omgivelser.

Ved måling af totalemission af metan blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra én lokalitet på deponiet og én lokalitet i området med komposteringsanlæg og biogasanlæg. Der blev frigivet 0,7 kg acetylen i timen fra hver af de to lokaliteter. Temperaturen var 8 °C. Der var en let vind fra nordøst (ca. 3 m/s), der muliggjorde måling nedvinds deponiet på Strandvejen i en afstand på 500-600 m fra deponiets rand.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før, under og efter målingen målt på Roskilde Lufthavn ca. 40 km fra deponiet. Det fremgår af figuren at målingen er udført i en periode et højt stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.



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

Der var inden målingen beskrevet i denne rapport forsøgt at måle totalemissioner fra deponiet 3. september, 2015 og 28. september, 2015 under vind fra hhv. sydlig og nordøstlig retning. Ved målingen d. 3 september var det ikke muligt at separere metanemission fra hhv. deponeret affald og kompostering og biogasanlæg grundet vindretning. Ved målingen d. 28. september var det ikke muligt at måle forhøjede koncentrationer af metan og sporgas nedvinds anlægget, hvilket vurderes at skyldtes en meget lav vindhastighed under målingen.

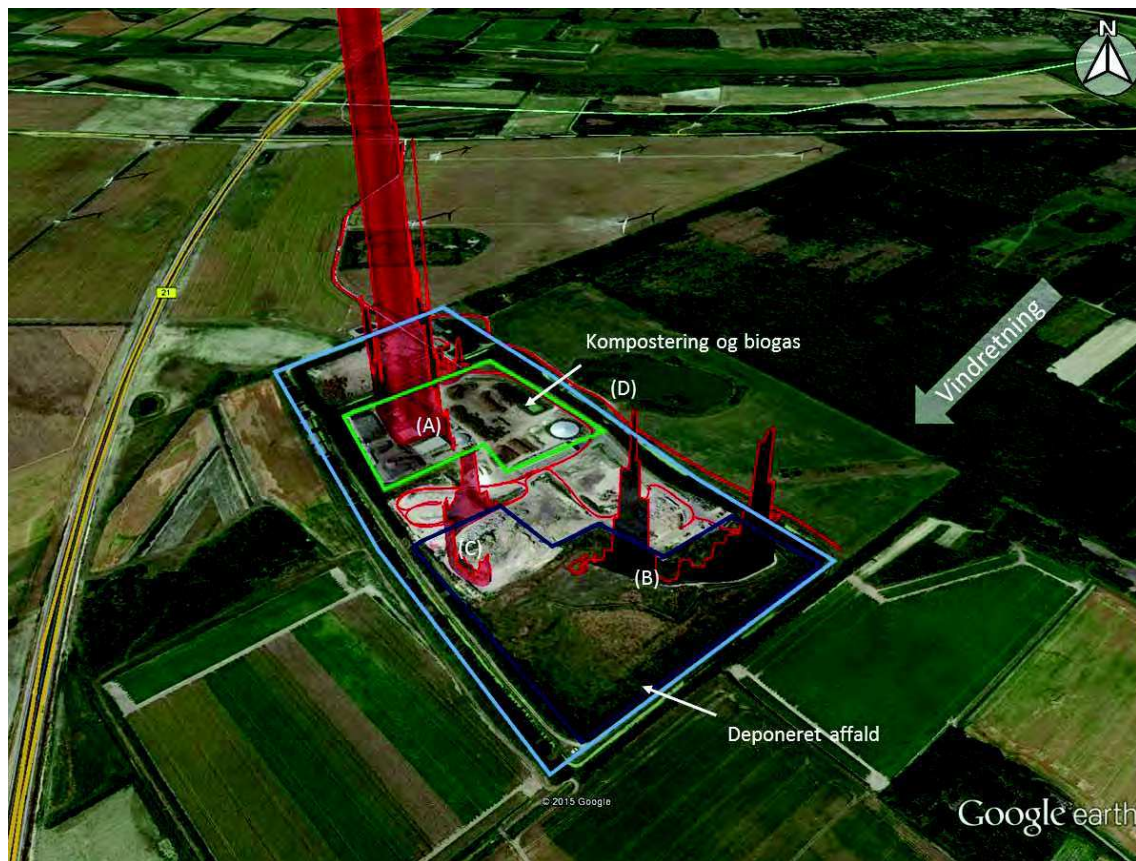
4. Resultater

4.1 Screening af metankoncentrationer

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.

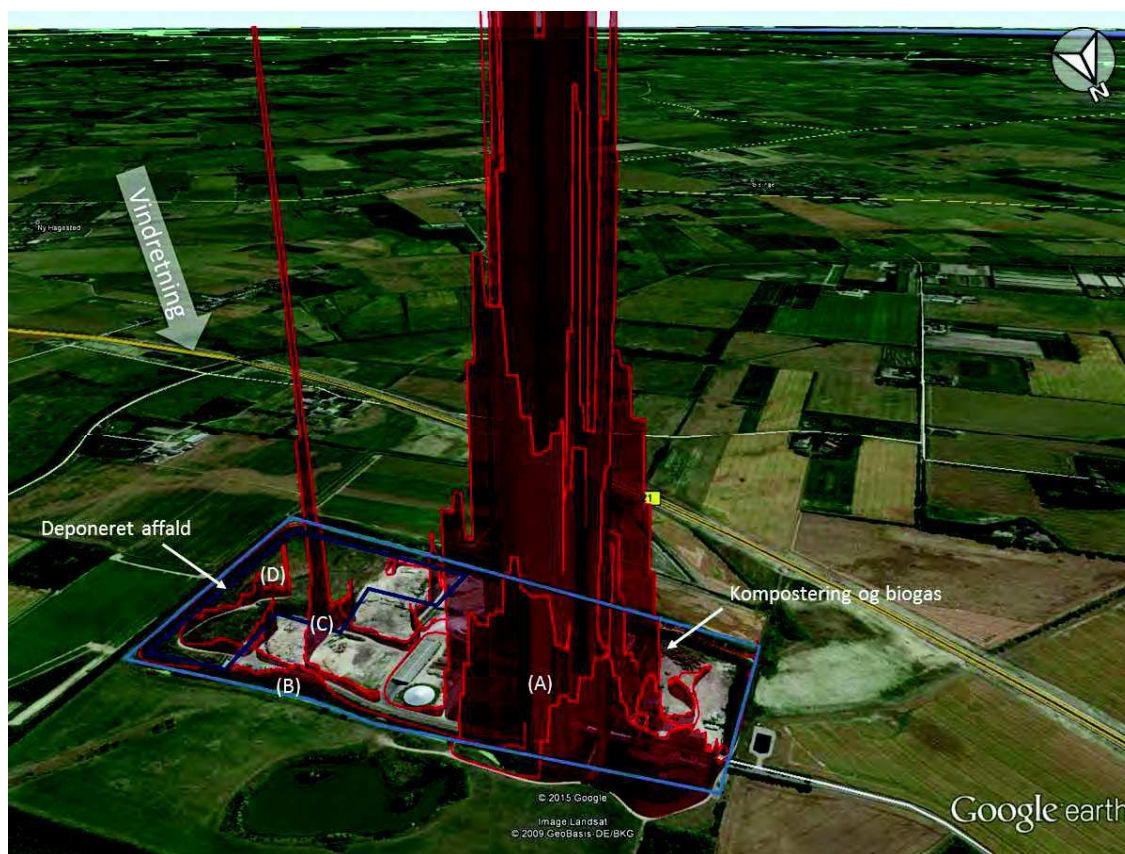
Figur 3 viser screeningen udført i forbindelse med måling af den totale metanemission fra anlægget 14. oktober, 2015. Højeste metankoncentration blev målt ved biogasanlægget nedvinds komposteringsanlægget markeret (A) i Figur 3. Her blev der målt metankoncentrationer op til ca. 8,5 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1.933 ppm. På det område på deponiet, der er

markeret (B) i figuren blev der målt koncentrationer op til ca. 2,5 ppm over baggrunds niveau. Ved den nyere del af deponiet markeret (C) på figuren blev der målt koncentrationer på op til ca. 1 ppm over baggrunds niveau. Måling opvinds anlægget – (D) på figuren, viste konstante koncentrationer på 1.933 ppm, hvilket tyder på, at der ikke var væsentlige kilder til metanemission opvinds.



Figur 3. Screening af metankoncentrationer på Audebo Miljøcenter 14. oktober, 2015 samt opvinds for anlægget. Områder med hhv. deponeret affald og kompostering/biogas er fremhævet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,933 ppm) og er ganget med 100 for at være synlig på kortet.

Figur 4 viser resultatet af screening af metankoncentrationer udført den 3. september, 2015. Ved denne dag var der vind fra sydlig retning, og det var ikke muligt at udføre måling af anlæggets totale metanemission, hvor emissioner fra hhv. deponeret affald og kompostering og biogas kunne separeres. Højeste koncentration af metan blev målt i nærheden af biogasanlægget markeret (A) på Figur 4. Her blev der målt metankoncentrationer på op til 19,5 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,925 ppm. Ved anlæggets grænse nedvinds deponiet – (B) på figuren, blev der målt op til 0,36 ppm over baggrunds niveau. Den højeste koncentration af metan nær deponiområdet blev målt ved (C): 7,1 ppm over baggrunds niveau. På toppen af det deponiet (D), blev der målt op til 0,9 ppm over baggrunds niveau.



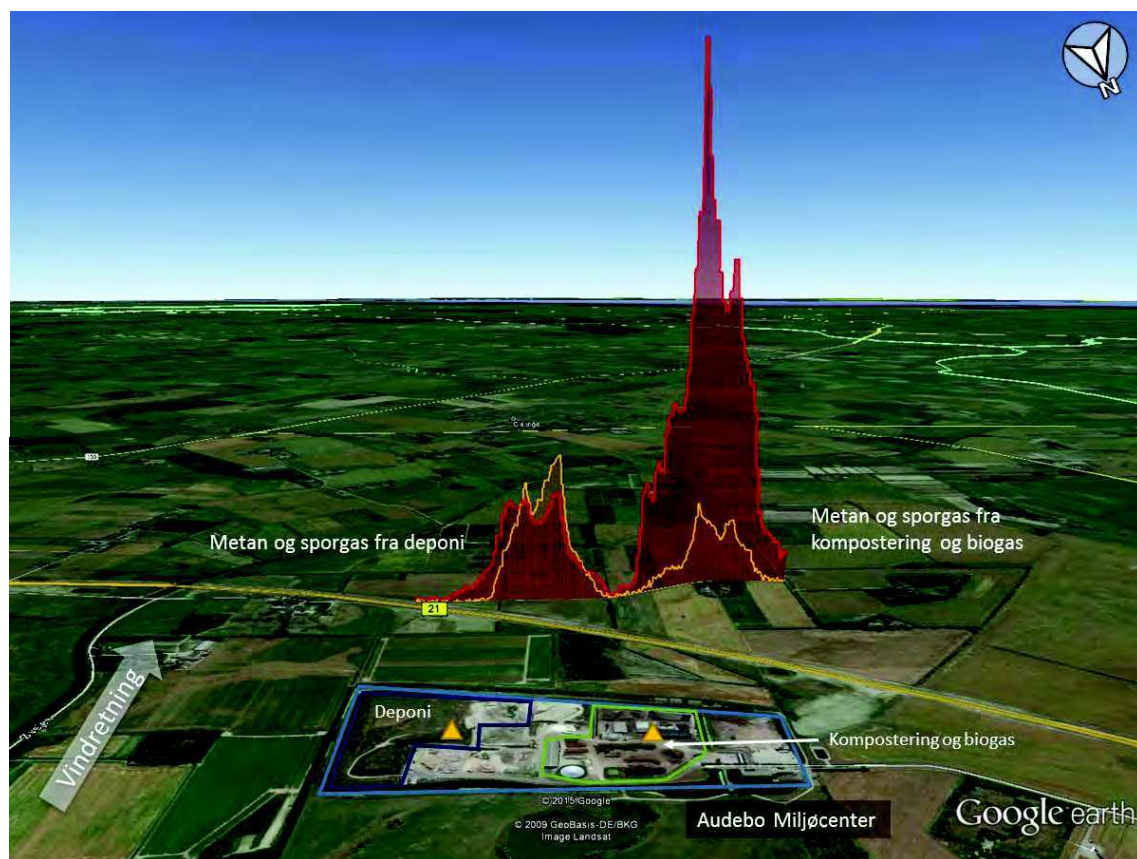
Figur 4. Screening af metankoncentrationer på Audebo Miljøcenter 3. september, 2015 samt opvindt af anlægget. Områder med hhv. deponeret affald og kompostering/biogas er fremhævet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,925 ppm) og er ganget med 100 for at være synlig på kortet.

4.2 Måling af totalemission af metan fra deponiet

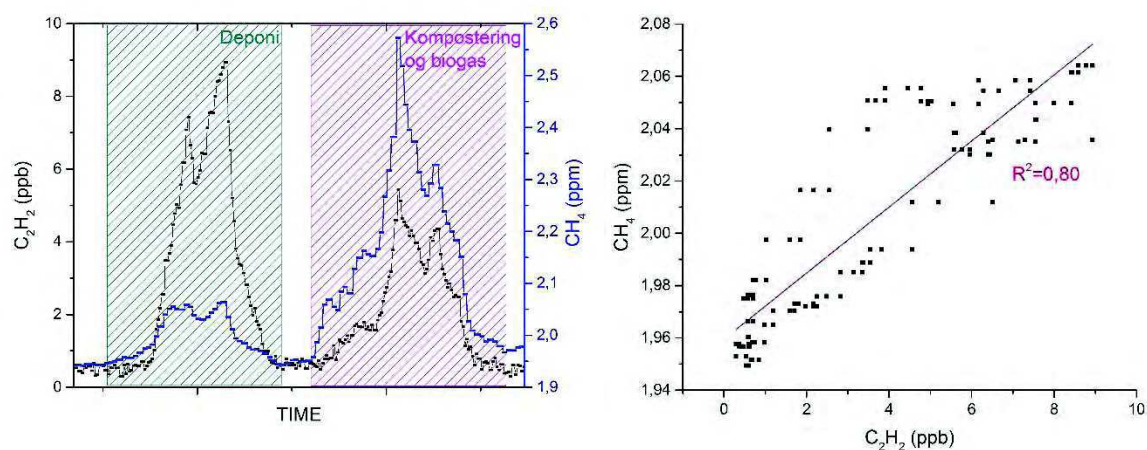
Metanemissionen er beregnet ud fra forholdet mellem metan- og sporgaskoncentrationerne i nedvindsfanen, hvor koncentrationerne er integreret for hver traversering af fanen. Der blev udført 13 succesfulde traverseringer for deponiet og 12 for komposteringsanlæg+biogasanlæg.

Figur 5 viser et eksempel måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Som nævnt ovenfor, blev der frigivet sporgas på én lokalitet på deponiet og én lokalitet på området til kompostering og biogasanlæg. Ved at måle emission fra anlægget under nordøstlig vindforhold var det muligt at separere metan og sporgas fra hhv. deponi og komposteringsanlæg/biogasanlæg.

Tabel 1 viser målte totale emissioner fra Audebo Miljøcenter opdelt i hhv. deponi og komposteringsanlæg+biogasanlæg. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $9,0 \pm 1,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger $\pm$ én standardafvigelse), mens den samlede emission fra komposteringsanlæg + biogasanlæg blev målt til $68,4 \pm 11,4 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$.



Figur 5. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet udført 15:14 – 15:16. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,940 ppm) og er ganget med 2000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 40. De to gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporstof. Den højeste metankoncentration i fanen fra deponiet blev målt til 0,124 ppm over baggrunds niveau.



Figur 6. Venstre graf viser metan- og acetylenkoncentrationer fra samme traversering som illustreret i Figur 5. Faner fra hhv. deponi og komposteringsanlæg+biogasanlæg er fremhævede. Højre graf viser metan koncentrationer plottet mod sporgaskoncentrationer for fanen fra deponiet markeret i venstre graf.

Tabel 1. Målte totalemissioner af metan fra Audebo Miljøcenter 14. oktober, 2015. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $9,0 \pm 1,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger $\pm$ én standardafvigelse), mens den samlede emission fra komposteringsanlæg + biogasanlæg blev målt til $68,4 \pm 11,4 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$

Total metanemission fra deponi		Total metanemission fra komposteringsanlæg + biogasanlæg	
Tidspunkt for måling	Målt metanemission ($\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$)	Tidspunkt for måling	Målt metanemission ($\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$)
14:25	14,6	14:29	67,1
14:28	11,0	14:36	55,7
14:32	12,7	14:45	58,1
14:42	11,3	14:51	59,7
14:46	10,7	14:53	70,8
14:58	12,2	15:01	76,1
15:06	10,7	15:09	67,2
15:12	11,3	15:10	60,3
15:14	11,6	15:23	88,9
15:20	11,7	15:26	82,4
15:22	10,2	15:32	80,4
15:33	10,5	15:36	54,0
15:35	10,4		
Gennemsnit	9,0 $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$	Gennemsnit	68,4 $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$
Standardafvigelse	1,7 $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$	Standardafvigelse	11,4 $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$
Antal traverseringer	13	Antal traverseringer	12

5. Konklusion

Der blev udført måling af den totale metanemission fra deponiet samt komposteringsanlæg+biogasanlæg på Audebo Miljøcenter 14. oktober, 2015. Temperaturen var ca. 8 grader, og der var en svag vind fra nordøst under målingen på ca. 3 m/s, og et stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.

Screening af metankoncentrationer på Audebo Miljøcenter viste forhøjede metankoncentrationer på deponiet, men noget højere koncentrationer på komposteringsanlægget og biogasanlægget nær det deponerede affald. Dette er i overensstemmelse med tidligere målinger beskrevet i Mønster et al., 2013 og Delre et al., 2015.

Da det i forhold til planlægning af biocover til behandling af metan på deponidelen af Audebo Miljøcenter er nødvendigt at vide, hvor meget metanemission der stammer fra det deponerede affald, har det været nødvendigt at måle under vindforhold, der muliggjorde separation af hhv. deponi og komposteringsanlæg+biogasanlæg. Dette lykkedes ved at måle under vind fra nordøst.

Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $9,0 \pm 1,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ hvilket svarer til målingen gjort februar, 2015 hvor emissionen fra deponiet blev målt til $8,5 \pm 2,3 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$

(Delre et al., 2015). Målingen i 2011 viste en noget højere emission ($18,5 \pm 2,3 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$), men denne måling blev vurderet til at være relativt usikker.

Ved målingen beskrevet i denne rapport blev der, ligesom tidligere, målt højere metanemissioner fra komposteringsanlæg og biogasanlæg sammenlignet med den totale metanemission fra deponiet. Det er derfor væsentligt ved fremtidige målinger i forbindelse med biocover projektet, at tilsvarende målinger udføres under vindforhold, der muliggør separering af de to kilder til metanemission.

6. Referencer

Delre, A., Mønster, J., Scheutz, C. (2015). Metanemission fra Audebo Losseplads. Notat. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, April 2015.

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

Mønster, J., Kjeldsen, P., Scheutz, C., (2013). Metanemissioner fra deponierne ved Glatved, Odense, Audebo og Avedøre. Rapport til DepoNet. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, Juni 2013.

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

Skema til afrapportering af baselineundersøgelse

Stamdata

Sagsnummer hos Miljøstyrelsen	MST-729-00093
Deponeringsanlægget / lossepladsens navn	Horsens Deponeringsanlæg
Deponeringsanlæggets CVR nr.	29189889
Deponeringsanlæggets adresse	Endelavevej 32 8700 Horsens
Deponeringsanlæggets ejer	Horsens Kommune
Privat eller offentligt anlæg?	☒ Offentligt ☐ Privat
Ansvarlig myndighed	☒ Miljøstyrelsen. Evt. sagsbehandlers navn: - ☐ Region
Ansøger	Afdelingschef Allan Lyng Hansen, Horsens Kommune 76 29 26 10 / 22 60 41 86 alyha@horsens.dk
Ekstern rådgiver	Firma navn: NIRAS A/S Kontaktperson: Malene Tørnqvist Front Telefonnummer: 6038 4206 E-mail: maf@niras.dk

Kortmateriale over deponeringsanlægget/lossepladsen

Kortmateriale af deponeringsanlægget/lossepladsen
Kortmateriale fremgår af notatet vedrørende den udførte overfladescreening, der er vedlagt som bilag A til dette skema.

Overfladescreening

Opsummering af måleforhold og resultater	
Målemetode og -udstyr	FID iht. Miljøstyrelsens retningslinjer. Håndholdt FID-måler af mærket TVA1000B inkl. GPS.
Metodens detektionsgrænse for metan	1,0 – 50.000 ppm /1/
Baggrundskoncentration af metan målt i forbindelse med overfladescreeningen	Ca. 2 ppm
Tidsrum for foretagelse af overfladescreening	Overfladescreeninger er udført i 2015 på følgende dage: 27. juli 28. juli 29. juli 13. august 14. august
Gennemsnitligt atmosfæretryk under udførelsen af overfladescreeningen	Der er udført overfladescreeninger over flere dage. En graf med atmosfæretryk for de enkelte måledage fremgår af vedlagte notat vedr. overfladescreeningen i bilag A.
Gennemsnitlig lufttemperatur under udførelsen af overfladescreeningen	Der er udført overfladescreeninger over flere dage. En graf med temperaturdata for de enkelte måledage fremgår af vedlagte notat vedr. overfladescreeningen i bilag A.
Gennemsnitlig vindstyrke og dominerende vindretning under udførelsen af overfladescreeningen	Der er udført overfladescreeninger over flere dage. En graf med vindstyrke og vindretning for de enkelte måledage fremgår af vedlagte notat vedr. overfladescreeningen i bilag A.
Afrapportering af overfladescreeningen	
Et notat vedrørende den udførte overfladescreening er vedlagt som bilag A til dette skema.	

Totalmåling

Opsummering af resultater og måleforhold		
Generelt:	Måling I	Måling II
Målemetode og -udstyr	Dynamisk fane metode. Picarro metan/acetylen analyseapparat.	
Resultat af total metanemission	3,1 ± 0,9 kg CH ₄ pr. time /2/.	Der er kun udført én måling af den totale metanemission i forbindelse med pilotprojektet.
Måleusikkerhed	± 29% (beregnet fra ovenstående)	-
Areal, som emissionen stammer fra	Ca. 14 hektar (ca. 140.000 m ²)	-
Emission	3,1 ± 0,9 kg CH ₄ pr. time /2/	-
Metodens detektionsgrænse for metan	1 kg CH ₄ pr. time /3/	-
Baggrundskoncentration af metan under totalmåling	ca. 1,9 ppm /2/	-
Tidsrum for måling af total-emission	13. oktober 2015 Kl. 11:23-16:33 /2/	-
Gennemsnitligt atmosfæretryk under udførelsen af totalmålingen	Ca. 1.025 hPa /2/	-
Gennemsnitlig lufttemperatur under udførelsen af totalmålingen	6-8 °C /2/	-
Gennemsnitlig vindstyrke og dominerende vindretning under udførelsen af totalmålingen	Ca. 3-4 m/s fra nordøst /2/	-
Udfyldes kun, hvis sporgas-dispersionsmetoden er anvendt:	Måling I	Måling II
Sporgas anvendt	Acetylen (99%)	-
Antal sporgas-frigivelsespunkter samt frigivelsesrate for hvert frigivelsespunkt	1) 0,5-0,6 kg sporgas pr. time 2) 0,5-0,6 kg sporgas pr. time /2/ Der er endvidere udført en måling af den totale emission af metan fra komposterings-anlægget, som er beliggende umiddelbart vest for projektområdet. Der blev frigivet sporgas fra ét sted på komposteringsanlægget /2/.	-

Antal transekter	14 stk. /2/ Der er endvidere udført 18 stk. traverseringer i forbindelse med målingen af den totale metanemission fra komposteringsanlægget /2/	-
Korrelation mellem sporgas- og metanfane (fratrullet baggrund)	$R^2 = 0,58$ (angivet for en typisk traversering) /2/	-
Afreportering af totalmålingerne		
DTU's rapport vedrørende totalmålingen udført den 13. oktober 2015 er vedlagt som bilag B til dette skema /2/.		

Regnskab for udførelse af baselineundersøgelsen

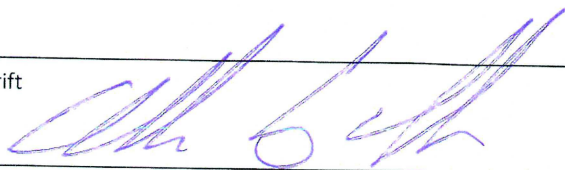
Samlet regnskab for udførelse af baselineundersøgelsen
Et regnskab for baselineundersøgelsen er vedlagt som bilag C til dette skema.

Planer for udarbejdelse og indsendelse af projektansøgning

Såfremt den totale metanemission (gennemsnittet af de to totalmålinger) er <u>højere</u> end 6 kg CH ₄ pr. time, hvornår forventes da indsendelse af projektansøgning med henblik på biocover-etablering?	-
Såfremt den totale metanemission (gennemsnittet af de to totalmålinger) er <u>lavere</u> end 6 kg CH ₄ pr. time, vurderes det da, om det er muligt at etablere et omkostningseffektivt biocoversystem, og er der fortsat interesse for udarbejdelse af en projektansøgning med henblik på etablering af biocover. Miljøstyrelsen skal i så fald give tilladelse til udarbejdelse af projektansøgningen, førend udgifterne hertil kan afholdes.	
Det vurderes, at den eksisterende slutfærdækning med kompost formentlig fungerer som et fuldt dækkende biocover og dermed er med til at reducere emissionen af metan fra overfladen. Det vurderes umiddelbart, at det ikke vil være omkostningseffektivt at etablere nye biocoverløsninger i form af biovinduer eller biofiltre. I stedet foreslås det at "lukke hullerne" i den eksisterende slutfærdækning. Herved udnyttes potentialet for at oxidere metan i kompostlaget ved at dirigere deponigassen til at sive gennem slutfærdækningen i stedet for via hullerne i slutfærdækningen. Det foreslås derfor at lokalisere og tætnes/afproppe eller sløjfe borerne indenfor projektområdet samt udføre en simpel udbedring af slutfærdækningen de enkelte steder, hvor der er målt forhøjede koncentrationer. Disse tiltag er relativt simple, og det vurderes umiddelbart, at de ikke vil kræve vedligeholdelse indenfor biocoverordningens rammer. I forbindelse med en eventuel udbedring af slutfærdækningen og tætning/sløjfning af borerne kan det overvejes at screene de områder, der endnu ikke er screenet (primært den østlige del af etape A), med FID eller alternativt et metan-specifikt apparat. Dette med henblik på at undersøge, om der her er tegn på hotspots med markant udsivning af metan, hvor slutfærdækningen også bør udbedres. På det foreliggende grundlag er det ikke muligt at vurdere, hvor stor en reduktion af metanemissionen ovenstående tiltag vil medføre. Idet en stor del af metanemissionen vurderes at stamme fra borerne (og enkelte overfladeområder) inden for projektområdet, er et groft skøn, at tiltagene vil medføre en reduktion på omkring 50% af den målte totale metanemission på 3,1 kg metan pr. time, dvs. omkring 1-2 kg metan pr. time. Overslagsmæssigt vurderes det, at den samlede udgift forbundet med ovenstående tiltag bliver omkring 350.000 kr. ekskl. moms. Et budgetoverslag er vedlagt som bilag 6 i bilag A til dette skema (rapport fra NIRAS vedr. overfladescreening). På baggrund af ovenstående ansøges hermed om tilladelse til udarbejdelse af projektansøgning.	

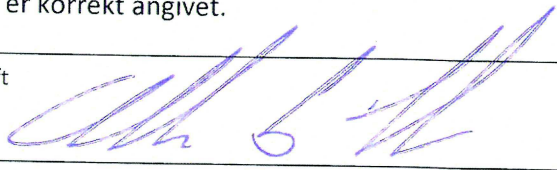
Underskrift fra ejeren af deponeringsanlægget/lossepladsen

Jeg bekræfter hermed, at baselineundersøgelserne er udført på Horsens Deponeringsanlæg.

Dato 9-3-2016	Underskrift 
------------------	---

Underskrift fra ansøger

Jeg bekræfter hermed, at oplysninger i afrapporteringen af baselineundersøgelserne på Horsens Deponeringsanlæg inklusiv regnskab er korrekt angivet.

Dato 9-3-2016	Underskrift 
------------------	---

15/3-2016

Mah Th

Bilag

Bilag A Rapport fra NIRAS vedr. overfladescreening

Bilag B Rapport fra DTU vedr. totalmåling udført den 13. oktober 2015

Bilag C Regnskab for baselineundersøgelse

NIRAS A/S

Sortemosevej 2 · DK-3450 Allerød, Denmark
Telefon +45 44 48 10 43 · Fax +45 48 10 4300

Referencer

- /1/ Instruction Manual (2000): TVA-1000B Toxic Vapor Analyzer, instruction manual, P/N BK3500, 2000.
- /2/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, november 2015.
- /3/ Mønster, J.G., 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 (2014), 1416-28.

Horsens Kommune

BASELINEUNDERSØGELSE INDEN ETABLERING AF BIOCOVER

Overfladescreening på Horsens Deponeringsanlæg

8. februar 2016

Projekt nr. 221852

Udarbejdet af MAF

Kontrolleret af JEL/AGC

Godkendt af JEL

INDHOLD

1	Indledning	2
1.1	Baggrund	2
1.2	Formål	6
2	Udførte feltarbejder	7
3	Resultater.....	9
4	Anbefalinger	11
5	Konklusion.....	12
6	Referencer	13

Bilag

Bilag 1	Oversigtskort
1.1	Oversigtskort
1.2	Projektområde
1.3	Snit vest-øst (A-A')
1.4	Snit syd-nord (B-B')
Bilag 2	Topografi
Bilag 3	FID-målepunkter
Bilag 4	FID-resultater
Bilag 5	Vejrforhold i FID-måleperioder
Bilag 6	Indledende budgetoverslag på projektansøgning mv.

1 INDLEDNING

Som en del af Folketingets klimaplan og med det formål at reducere udledningen af metan til atmosfæren fra danske lossepladser og deponier er der afsat ca. 180 mio. kr. i tilskudsmidler til etablering af biocoverløsninger - den såkaldte biocoverordning.

Miljøstyrelsen har i sommeren 2015 forud for lanceringen af biocoverordningen igangsat et pilotprojekt med udførelse af baselineundersøgelser samt potentielt projektering og etablering af biocoverløsninger på syv udvalgte deponier, heriblandt Horsens Deponeringsanlæg.

I den forbindelse har Horsens Kommune anmodet NIRAS om at udføre baselineundersøgelser på Horsens Deponeringsanlæg.

NIRAS har udført overfladescreeninger af den slutaftdækkede del af deponeringsanlægget med FID-udstyr, mens Danmarks Tekniske Universitet (DTU) har udført måling af totalemissionen af metan.

Totalemission af metan

DTU's måling, som er udført den 13. oktober 2015, viser, at der er en totalemission af metan på $3,1 \pm 0,9$ kg metan pr. time /1/. Dette er et forholdsvist lavt niveau i forhold til totalemissioner af metan fra lossepladser, som tidligere er målt i Danmark /2/. Der er tidligere opstillet en model for bl.a. emissionen af gas fra den miljøgodkendte del af Horsens Deponeringsanlæg /8/. Modellen estimerer en emission af metan i 2015 på ca. 30 kg pr. time. Dette er ca. 10 gange mere, end der er fundet ved DTU's totalmåling.

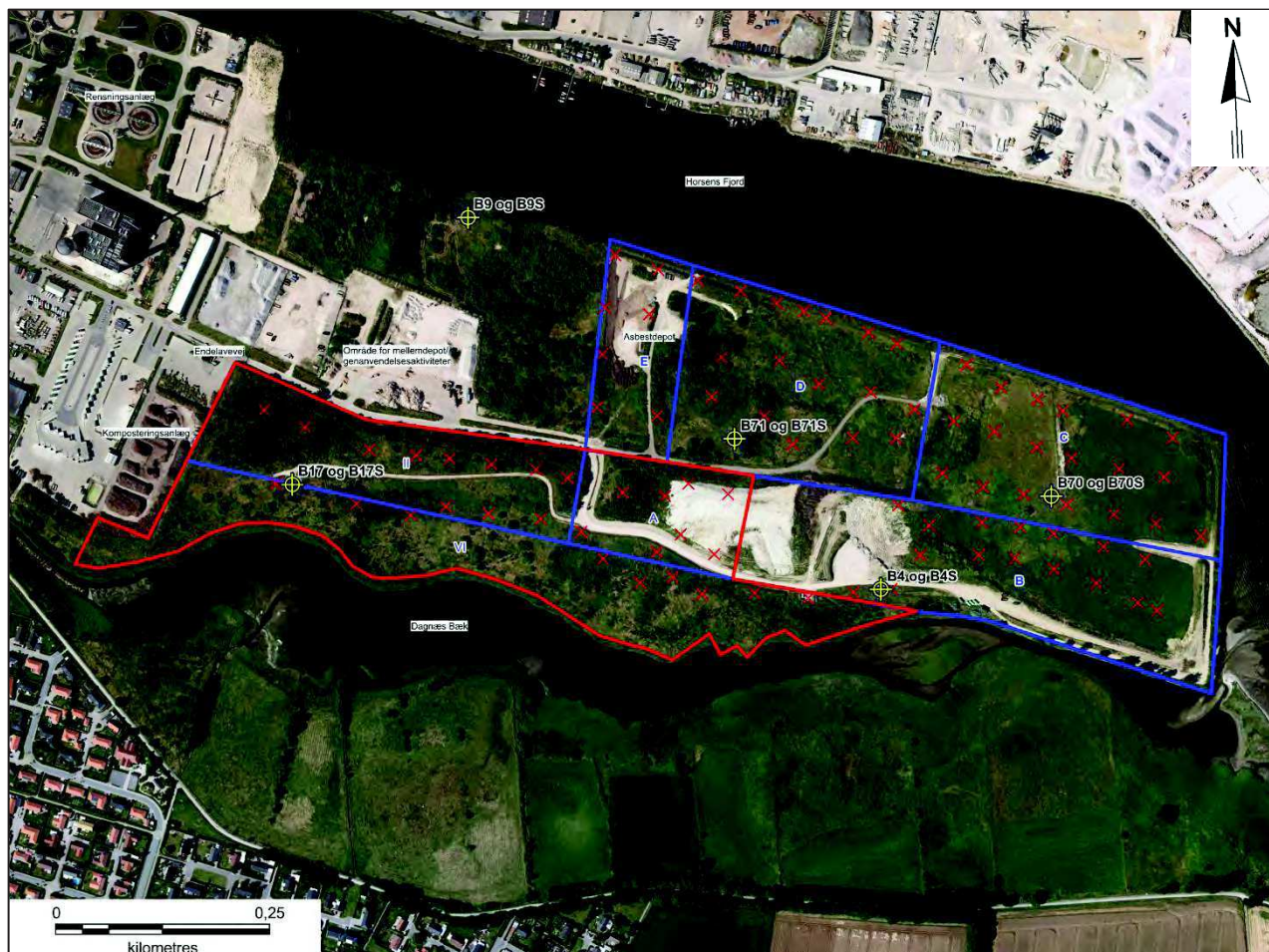
Den målte totalemission fra Horsens Deponeringsanlæg er under den grænse på 6 kg metan pr. time, som Miljøstyrelsen har fastsat for udarbejdelse af biocover projektansøgning uden forudgående tilladelse.

Nærværende notat beskriver de udførte overfladescreeninger ved FID-målinger og resultaterne af disse. Der vil også blive refereret til resultaterne fra DTU's totalmåling, men for en beskrivelse af DTU's målemetode, feltarbejder og en detaljeret gennemgang af resultaterne henvises til DTU's rapport /1/.

1.1 Baggrund

Horsens Deponeringsanlæg er beliggende som en opfyldt tange ud i Horsens Fjord mellem Bygholm Å og Dagnæs Bæk. Deponeringsanlægget er opdelt i 7 områder eller etaper (etape II, VI, A, B, C, D og E) /3/. Projektområdet for det aktuelle biocover-pilotprojekt omfatter de slutaftdækkede etaper II, VI og A, der er beliggende syd for Endelavevej, dvs. på den sydlige del af Horsens Depone-

ringsanlæg /4/. Udstrækningen af projektområdet er angivet i Figur 1 samt i bilag 1.1 og bilag 1.2.



Figur 1 Oversigtskort. **Rød linje:** Projektområde, **Blå linje:** Etapeinddeling (A, B, C, D, E, II og VI), **Røde krydser:** Målepunkter, gasundersøgelse 2009 /6/, **Gule cirkler:** Monitoringsboringer. Monitoringsboringer står parvis. Boringer navngivet med "S" er filtersat under affaldet, mens boringer navngivet uden "S" er filtersat i affaldet. Placeringen af boringer og målepunkter er omtrentlig. Kortet er gengivet fra bilag 1.1.

Projektområdet er en del af et aktivt deponeringsanlæg, og der bliver pt. fyldt affald op i etape B, der er beliggende umiddelbart øst for projektområdet. Etape C og D, der er beliggende nordøst for projektområdet, afventer opfyldning og er ikke slutfærdiget. Etape E, der er beliggende nord for projektområdet, er forbeholdt deponering af asbest og er under opfyldning /3/. Nord for projektområdet er der endvidere et område for mellemdepot/genanvendelsesaktiviteter. Vest for projektområdet er der et komposteringsanlæg og et rensningsanlæg.

Topografi	Mod nord i projektområdet skråner terrænet stejlt ned mod Endelavevej fra kote ca. +10/+12 m til kote ca. +3 m. På sigt er det planen, at der skal fyldes op med affald henover den østlige del af Endelavevej, således at den østlige del af skråningen med tiden vil blive bygget ind i deponiet. Mod syd skråner terrænet moderat ned mod Dagnæs Bæk. I den østlige del af etape A er der etableret en bakke til kote +16 m. Områdets topografi fremgår af oversigtskortet i bilag 2 samt af snittegningerne i bilag 1.2-1.4. Størstedelen af projektområdet er tæt bevokset med højt græs, brændenælder og lignende. I flere områder er der ligeledes tæt bevoksning med træer, krat og buskads. Deponeringsanlægget er etableret uden gasekstraktionsanlæg, bundmembran eller perkolat-opsamlingssystem /3/.
Slutafdekning	Etaperne i projektområdet er generelt slutafdækket med ca. 1-1,5 meter ler, sand eller muld og herefter 1-1,5 meter kompost henover /4/. Nogle områder, bl.a. bakken i etape A, er opfyldt med en større mængde jord under kompostlaget med henblik på at opnå den planlagte topografi for området.
Boringer fra 1987	I /5/ er der oplysninger om et stort antal filtersatte boringer, som er udført i 1987, heraf fire boringer indenfor projektområdet. Ved etableringen af boringerne lå terræn på hele deponeringsanlægget omkring kote +2/+4 m. Sløjfningsstatus for boringerne kendes ikke, men muligvis er nogle af boringerne udbygget og eksisterer stadig i dag som bl.a. monitoringsboringer.
Monitoringsboringer	Til kontrol af indholdet af forurenende stoffer i perkolatet fra affaldet bliver der udtaget vandprøver fra 12 boringer på deponeringsanlægget /3/. Seks af boringerne er filtersat i affaldet, mens 6 af boringerne er under affaldet /3,6/. To af boringerne, B17 og B17S (filtersat under affaldet), er placeret indenfor projektområdet.
Gasundersøgelser i 2009 og 2011	Der er herudover udført gasundersøgelser på Horsens Deponeringsanlæg i 2009 og 2011 /7,8/. I forbindelse med undersøgelsen i 2009 er der etableret 30 filtersatte boringer og 60 poreluftspyd, heraf 28 filtersatte boringer inden for projektområdet. Generelt er boringerne ført til 2,4-2,9 m u.t. og udbygget med ø25 mm pejlerør. Resultaterne fra undersøgelsen i 2009 er opsummeret i Tabel 1. Det fremgår af Tabel 1, at der ved undersøgelsen i 2009 blev målt indhold af metan på mere end 25% i etaperne A, D, E, II og VI. I etaperne B og C blev der generelt kun målt indhold af metan på op til 5%.

Methangas vol%	0-5	5-25	25-50	> 50	Ikke målbare
A	0	0	4	3	
B	4	1	0	0	13
C	12	0	0	0	7
D	8	2	3	4	
E	1	2	1	2	2
II	2	3	4	3	
VI	1	2		6	
I Alt	28	10	12	18	22

Tabel 1: Resultater af IR-målinger på borer og poreluftspyd på Horsens Deponeringsanlæg i 2009. Tabellen viser fordelingen af målte metan-indhold i de enkelte etaper. F.eks. er der i etape A målt indhold af metan på 25-50% i fire punkter. Tabellen er gengivet fra /7/.

Ved undersøgelsen i 2011 blev der udført gasmålinger i de filtersatte borer (og enkelte poreluftspyd) fra 2009, som kunne lokaliseres, samt i monitoringsboringerne på deponeringsanlægget. Indenfor det aktuelle projektområde blev der udført gasmålinger på 17 af borerne fra 2009^a samt på to filtre benævnt B17 (svarer formentlig til monitoringsboringerne B17 og B17S) og to borer benævnt B5 og B22. Sidstnævnte kan være to borer fra 1987. Indenfor projektområdet blev der målt indhold af metan (generelt 25-70%) i 14 ud af de 21 målepunkter. Endvidere er der målt indhold af metan i et enkelt målepunkt i etape D (68%), mens der ikke er målt indhold af metan i de øvrige målepunkter i etape D eller i etape B og C. Det skal dog bemærkes, at der kun er udført gasmålinger i et begrænset antal målepunkter – særligt i etape B, C og D – i forhold til undersøgelsen i 2009.

Placeringen af borer inden for projektområdet fremgår af Figur 1 og bilag 1.1. Endvidere fremgår monitoringsboringer samt målepunkter fra 2009 på den resterende del af deponiet. Det vides ikke, hvor mange af borerne og poreluftspyddene, der stadig eksisterer.

Det vurderes, at borerne og efterladte poreluftspyd på deponeringsanlægget potentielt kan fungere som spredningsveje for metan fra det deponerede affald til atmosfæren.

Udnyttelse af deponigas til energiformål

Ifølge /3/ har Horsens Kommune valgt ikke at indvinde og udnytte deponigassen på Horsens Deponeringsanlæg til energiformål, idet resultaterne af undersøgelsen i 2011 har vist, at det ikke vil være rentabelt.

^a To af målepunkterne er dog beskrevet som poreluftspyd til 1 m u.t. og er blevet navngivet med et "A" (11A og 14A), hvilket kan indikere, at de oprindelige borer ikke er blevet fundet, og at der i stedet er etableret gasmålepunkter med poreluftspyd.

1.2 Formål

Formålet med overfladescreeningerne og DTU's måling har været at kvantificere totalemissionen af metan og identificere eventuelle hotspots med udsivning af metan. Det har således været formålet med baselineundersøgelsen at kortlægge metanemissionen og afklare i hvilke områder, det eventuelt vil være relevant at etablere biocoverløsninger.

2 UDFØRTE FELTARBEJDER

Med henblik på at lokalisere hotspots med udsivning af metan er der den 27.-29. juli og 13.-14. august 2015 udført screening af de tilgængelige arealer indenfor projektområdet. Efter aftale med Horsens Kommune blev det østlige område af etape A ikke screenet i første omgang, da dette område netop var blevet slutaf-dækket med kompost og flere meter jord for at etablere en bakke i terrænet.

Screeningen af projektområdet er udført ved brug af håndholdt FID-måler af mærket TVA1000B inkl. GPS. En FID (flammeioniseringsdetektor) måler indholdet af organiske kulbrinter i luften, heriblandt metan. En FID-måler er således ikke specifik i forhold til metan, men ved målinger på en losseplads kan det almindeligvis antages, at de målte værdier primært repræsenterer metan. De målte værdier kan dog også i større eller mindre grad skyldes interferens fra andre kulbrinter, såsom oliestoffer.

Eventuelle indhold af kulbrinter (metan) i luften umiddelbart over terræn er målt ved at føre sonden fra FID-måleren få centimeter over jorden. Sonden er påmonteret en såkaldt "kop" for at opnå et afgrænset prøvevolumen og for at skærme sonden mod vind og vejr, se Figur 2. De målte indhold er logget sammen med tilhørende GPS-koordinater.

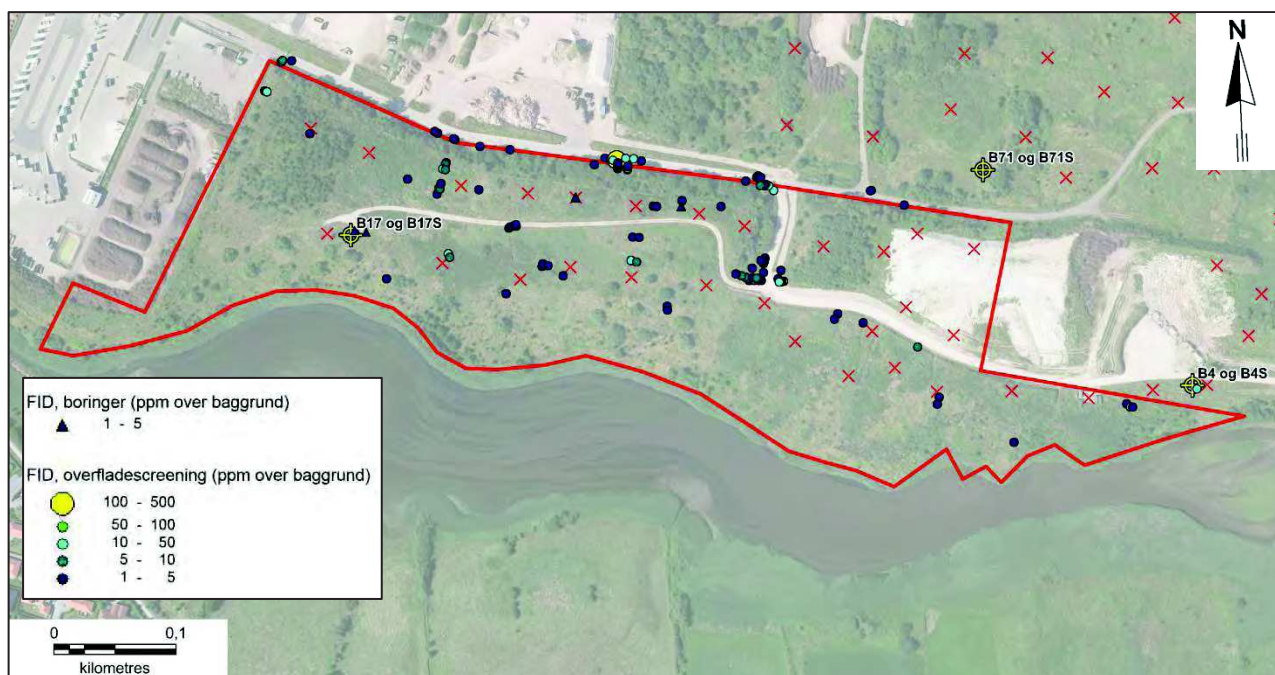


Figur 2 Overfladescreening med FID-måler. Sonden er påmonteret en såkaldt "kop" for at opnå et afgrænset prøvevolumen og for at skærme sonden mod vind og vejr. Selve FID-apparatet bæres på ryggen.

	Som udgangspunkt er overfladescreeningen udført langs spor med en indbyrdes afstand på 5-10 meter. På grund af stejle skrænter og tæt bevoksning har det på dele af projektområdet ikke været muligt at gennemføre målingerne.
Måling på skrænter med stang	Med henblik på at screene en del af de skrænter, der ikke har været tilgængelige til fods, er der udført FID-målinger ved brug af en 5 meter lang teleskopstang. Med teleskopstangen og ved at forlænge sonden på FID-apparatet har det været muligt at udvide rækkevidden med ca. 5 meter. I det omfang det har været muligt, er der således udført målinger med stang fra toppen af skrænterne og ca. 5 meter ned og/eller fra bunden af skrænterne og ca. 5 meter op.
Screening af boringer	I forbindelse med selve overfladescreeningen er der observeret enkelte nærliggende boringer, som også er blevet screenet. Således er monitoringsboringerne B17 og B17S samt fem af de filtersatte boringer fra 2009 blevet screenet i forbindelse med overfladescreeningen. Screeningen af boringerne er udført ved at føre FID-sonden tæt hen over og omkring boringsafslutningerne. For at undersøge de aktuelle udsivningsforhold er screeningen af boringerne udført uden at tage dæksler/propper/ hætter eller lignende af boringerne, ligesom der ikke er isat propper/hætter i de filtre, som står åbne. Næste skridt i arbejdsprocessen var at lokalisere og screene de resterende boringer indenfor projektområdet. På baggrund af DTU's indledende screeninger af deponeringsanlægget var der imidlertid indikationer på, at emissionen af metan var forholdsvis lille og formentlig under de 6 kg metan pr. time, som Miljøstyrelsen har fastsat som grænse for udarbejdelse af biocover projektansøgning uden forudgående tilladelse. Efter aftale med Miljøstyrelsen blev der derfor ikke foretaget videre eftersøgning og FID-måling af gamle filtersatte boringer, ligesom der ikke er gået videre med FID-screening af de arealer, som manglede at blive screenet. Placeringen af alle FID-målepunkter fremgår af oversigtskortet i bilag 3.
Vejrforhold ved FID-målinger	Overfladescreeningen og screeningen af boringerne med FID er så vidt muligt udført i perioder med stabilt eller faldende atmosfæretryk, hvor emissionen af metan fra lossepladsen forventes at være størst. Grafer med vejrdata for de enkelte måleperioder er vedlagt i bilag 5.

3 RESULTATER

Resultaterne af FID-målingerne er angivet i Figur 3 og på oversigtskortet i bilag 4. Målingerne er fratrasket baggrunds-niveau. For endvidere at tydeliggøre målinger, der kan indikere markante udsivningsområder, er alene målte værdier på mere end 1 ppm over baggrunds-niveau angivet.



Figur 3 Resultater af FID-målinger udført den 27.-29 juli og 13.-14. august 2015 på Horsens Deponeringsanlæg. Målingerne er fratrasket baggrunds-niveau. Kun måleværdier på mere end 1 ppm over baggrund er angivet. Rød linje: Projektområde, Røde krydser: Målepunkter, gasundersøgelse 2009 /6/, Gule cirkler: Monitoringsboringer. Figuren er gengivet fra bilag 4.

Resultaterne af FID-målingerne viser, at der i enkelte områder indenfor projektområdet er målt moderate koncentrationer på op til ca. 40 ppm på terræn. Ved den nordlige skrænt er der i et enkelt punkt målt koncentrationer på mere end 100 ppm (114 ppm).

Der er ikke målt koncentrationer over 5 ppm over og omkring de screenede boringer.

Der er målt en relativ lille totalemission af metan på 3,1 kg metan pr. time. Sammenholdt med resultaterne af FID-målingerne, der indikerer, at udsivningen af metan fra overfladen formentlig er begrænset, og oplysningerne om at etaperne i projektområdet er slutfærdiget med op til 1,5 meter kompost, vurderes det

umiddelbart, at slutafdækningen formentlig fungerer som et fuldt dækkende bio-cover og dermed er med til at reducere emissionen af metan fra overfladen. Dette kan også forklare forskellen på den modellerede emission på ca. 30 kg metan pr. time /8/ og den målte totalemission på 3,1 kg metan pr. time.

Der er ikke målt markante koncentrationer (FID-måleværdier) over og omkring de enkelte boringer, der er screenet ved den aktuelle undersøgelse. Erfaringer fra lignende undersøgelser på andre deponeringsanlæg og lossepladser viser imidlertid, at en stor del af metanemissionen typisk stammer fra fysiske installationer som boringer, brønde og lignende /9/. Der findes oplysninger om en del andre boringer i projektområdet, som ikke er blevet screenet, og det vurderes derfor fortsat, at disse potentielt kan fungere som spredningsveje for metan fra det deponerede affald til atmosfæren, idet boringerne virker som "huller" i slutafdækningen.

Umiddelbart vurderes det, at en stor del af den målte totalemission på 3,1 kg metan pr. time, kan stamme fra boringer i projektområdet. Dette fordi, der her er deponeret mest affald, og fordi der ved de tidligere undersøgelser i 2009 og 2011 er målt de højeste koncentrationer af metan i jorden/affaldet i samme område. De tidligere undersøgelser - særligt fra 2009 - indikerer, at der sandsynligvis også kan være et bidrag fra etape D og E, mens bidraget fra etaperne B og C vurderes at være begrænset. Det skal dog bemærkes, at de målte indhold af metan i affaldet ikke nødvendigvis kan relateres direkte til emission af metan fra overfladen, da omsætningsgraden af metan i overfladejorden ikke kendes.

4 ANBEFALINGER

På baggrund af resultaterne fra nærværende undersøgelse vurderes det umiddelbart, at det ikke vil være omkostningseffektivt at etablere biovinduer eller biofiltre på Horsens Deponeringsanlæg. I stedet foreslås det at "lukke hullerne" i den eksisterende slutaftdækning af jord og kompost og udnytte potentialet for at oxidere metan i kompostlaget ved herved at dirigere deponigassen til at sive gennem slutaftdækningen. Det foreslås derfor at lokalisere og tætnes/afproppe eller sløjfe alle borer indenfor projektområdet samt udføre simpel udbedring af slutaftdækningen de enkelte steder, hvor der er målt forhøjede koncentrationer. Disse tiltag er relativt simple, og det vurderes umiddelbart, at de ikke vil kræve fremtidig vedligeholdelse indenfor biocoverordningens rammer.

I forbindelse med en eventuel udbedring af slutaftdækningen og tætning/sløjfning af borerne kan det overvejes at screene de områder, der endnu ikke er screenet (primært den østlige del af etape A), med FID eller alternativt et metan-specifikt apparat. Dette med henblik på at undersøge, om der her er tegn på hotspots med udsivning af metan fra overfladen, hvor slutaftdækningen også bør udbedres.

På det foreliggende grundlag er det ikke muligt at vurdere, hvor stor en reduktion af metanemissionen ovenstående tiltag vil medføre. Idet en stor del af metanemissionen vurderes at stamme fra borer (og enkelte overfladeområder) inden for projektområdet, er et groft skøn dog, at tiltagene vil medføre en reduktion på omkring 50% af den målte totale metanemission på 3,1 kg metan pr. time, dvs. omkring 1-2 kg metan pr. time.

Overslagsmæssigt vurderes det, at den samlede udgift forbundet med ovenstående tiltag bliver omkring 350.000 kr. ekskl. moms, jf. vedlagte budgetoverslag i bilag 6.

På baggrund af ovenstående ansøges hermed om tilladelse til at udarbejde af en projektansøgning.

5 KONKLUSION

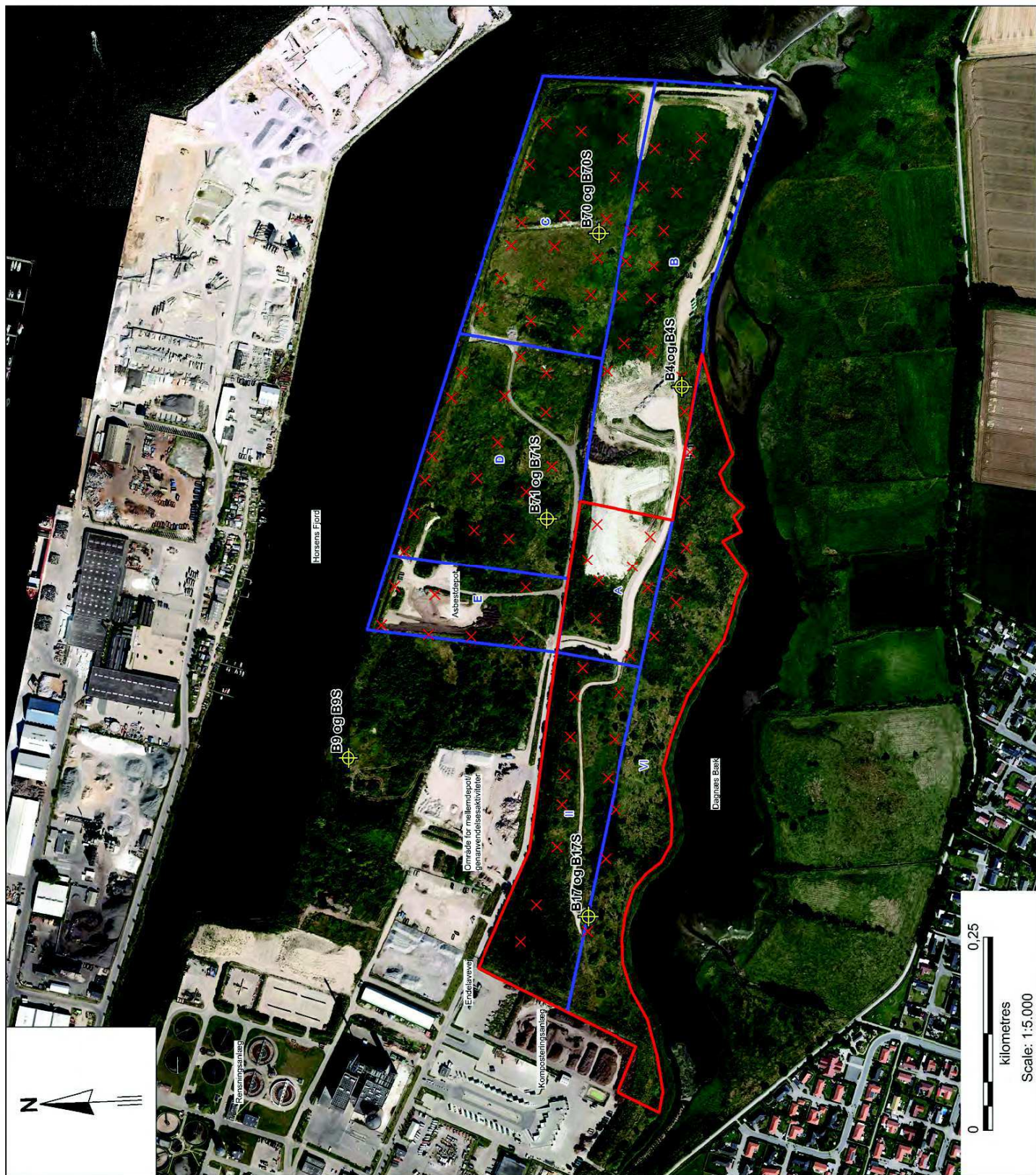
Der er målt en totalemission af metan på 3,1 kg metan pr. time, hvilket er under den grænse på 6 kg metan pr. time, som Miljøstyrelsen har fastsat for udarbejdelse af biocover projektansøgning uden forudgående tilladelse.

Det vurderes, at den eksisterende slutaftdækning med op til 1,5 meter kompost formentlig fungerer som et fuldt dækkende biocover og dermed er med til at reducere emissionen af metan fra overfladen. Imidlertid virker boringerne i projektområdet formentlig som "huller" eller spredningsveje for metan fra det deponerede affald til atmosfæren.

Det vurderes umiddelbart, at det ikke vil være omkostningseffektivt at etablere nye biocoverløsninger på Horsens Deponeringsanlæg. Med henblik på at udnytte potentialet for at oxidere metan i det eksisterende dæklag af kompost foreslås det i stedet at lokalisere og tætnes eller sløjfe alle boringer i projektområdet samt udbedre slutaftdækningen de enkelte steder, hvor der er indikationer på en markant udsivning af metan. I den forbindelse foreslås det endvidere at screene de områder, der endnu ikke er screenet (primært den østlige del af etape A), med FID eller alternativt et metan-specifikt apparat for at undersøge, om der er flere steder, hvor slutaftdækningen bør udbedres.

6 REFERENCER

- /1/ Fredenslund, A.M., Delre, A., Scheutz, C. (2015): Måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet, november 2015.
- /2/ Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Scheutz, C. (2015): Quantification of methane emissions from 15 Danish landfills using the mobile tracer dispersion method. Waste Management, 35 (2015), 177-186.
- /3/ Horsens Kommune (2014): Grønt regnskab 2014, Horsens Deponeringsanlæg. Horsens Kommune, Teknik og Miljø, 2014.
- /4/ Horsens Kommune, NIRAS (2015): Ansøgning om baseline-undersøgelse mhp. biocover-etablering, fremsendt til Miljøstyrelsen den 17. juli 2015.
- /5/ Horsens Kommune (1988): Horsens Kommunes Losseplads, påvirkning af miljøet i Horsens inderfjord, Fase 1. Udarbejdet af Krüger på vegne af Horsens Kommune, februar 1988.
- /6/ Horsens Kommune (2014): Horsens Deponeringsanlæg, Endelavevej 32, 8700 Horsens. Folder fra 2014 udleveret af Carsten Lund Nielsen fra Horsens Kommune.
- /7/ Horsens Kommune (2009): Monitering af gas på Horsens losseplads. Udarbejdet af DGE Group på vegne Horsens Kommune, 30. november 2009.
- /8/ Horsens Kommune (2012): Forundersøgelse for indvinding og energiudnyttelse af deponigas fra Horsens Deponeringsanlæg. Udarbejdet af LFG Consult på vegne af Horsens Kommune, 26. oktober 2012.
- /9/ Miljøstyrelsen (2015): Mødereferat fra møde om opstart af biocover-pilotfase, Miljøstyrelsen, Jord & Affald, 27. oktober 2015.



Moniteringsboring



Projektområde

Målepunkt, gasundersøgelse 2009 (7/)



Etappeindelning (A, B, C, D, E, II og VI)



Bilag 1.1

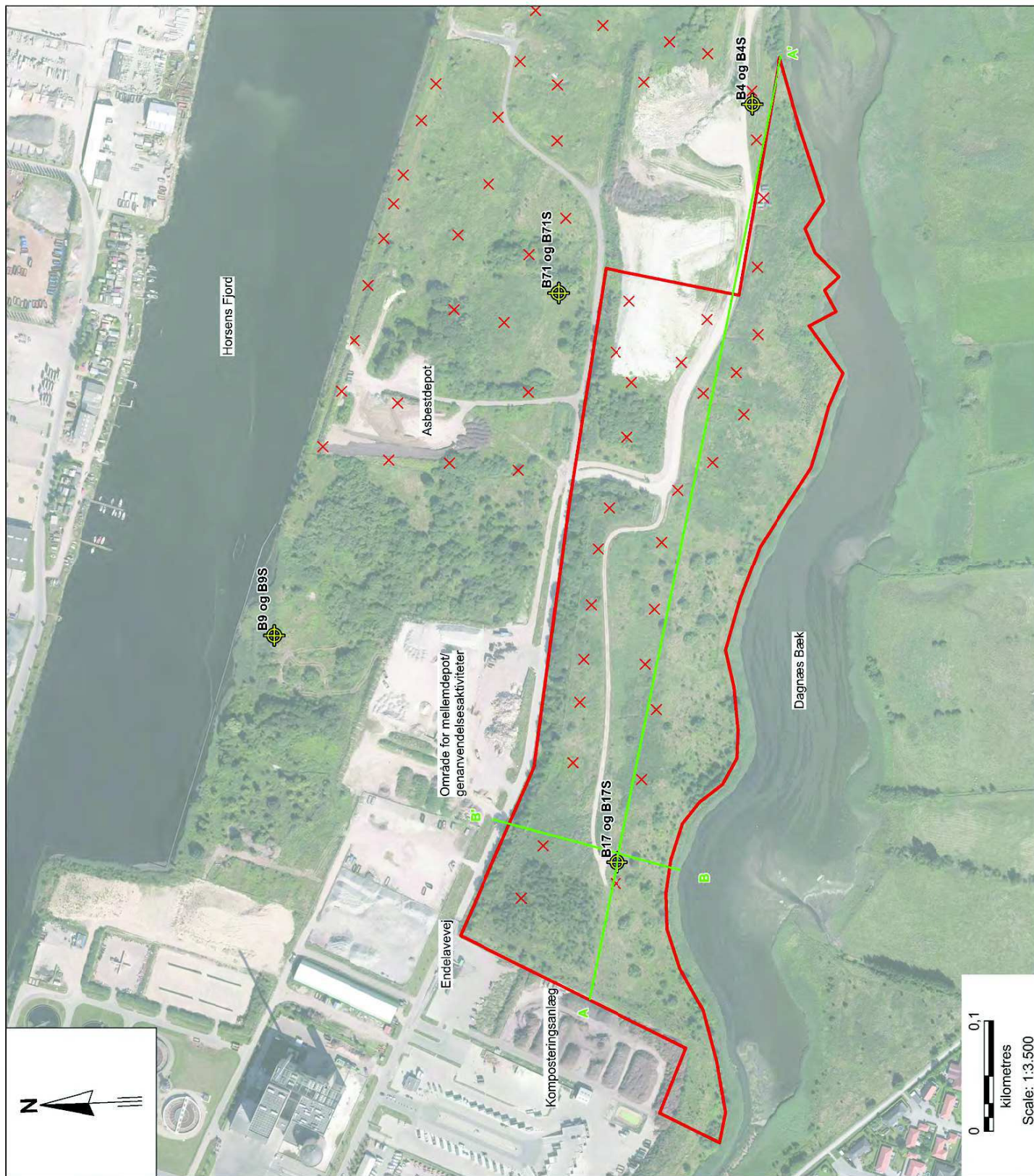
Horsens Deponeringsanlæg

Oversigtskort

Rev.: 1
Dato: Februar 2016
Udarb.: AJH/MÅF
Kontrol: JEL
Sag/Nr.: 221852



Sønderosevej 19
3450 Allervad
www.niras.dk



Moniteringsboring



Projektområde



Målepunkt, gasundersøgelse 2009 7/1



Placering af profilsnit
vist i bilag 1.3 og 1.4



Bilag 1.2

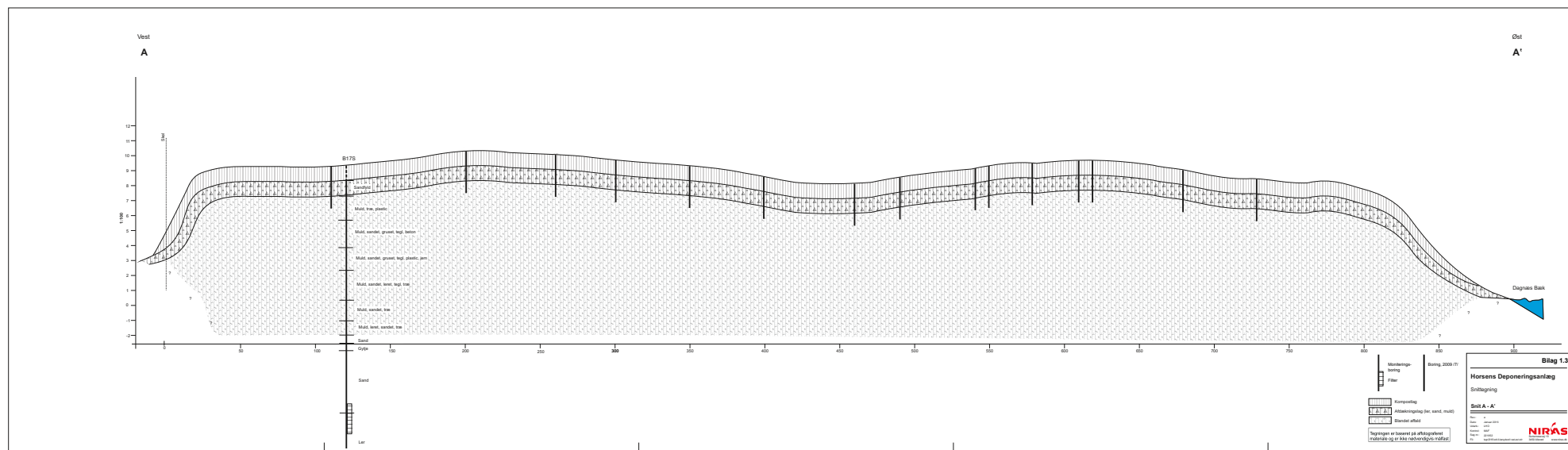
Horsens Deponeringsanlæg

Projektområde

Rev.: 1
Dato: Februar 2016
Udarb.: AJH/NAF
Kontrol: JEL
SagsNr.: 221852



Søndermosevej 19
3450 Allersø
www.niras.dk

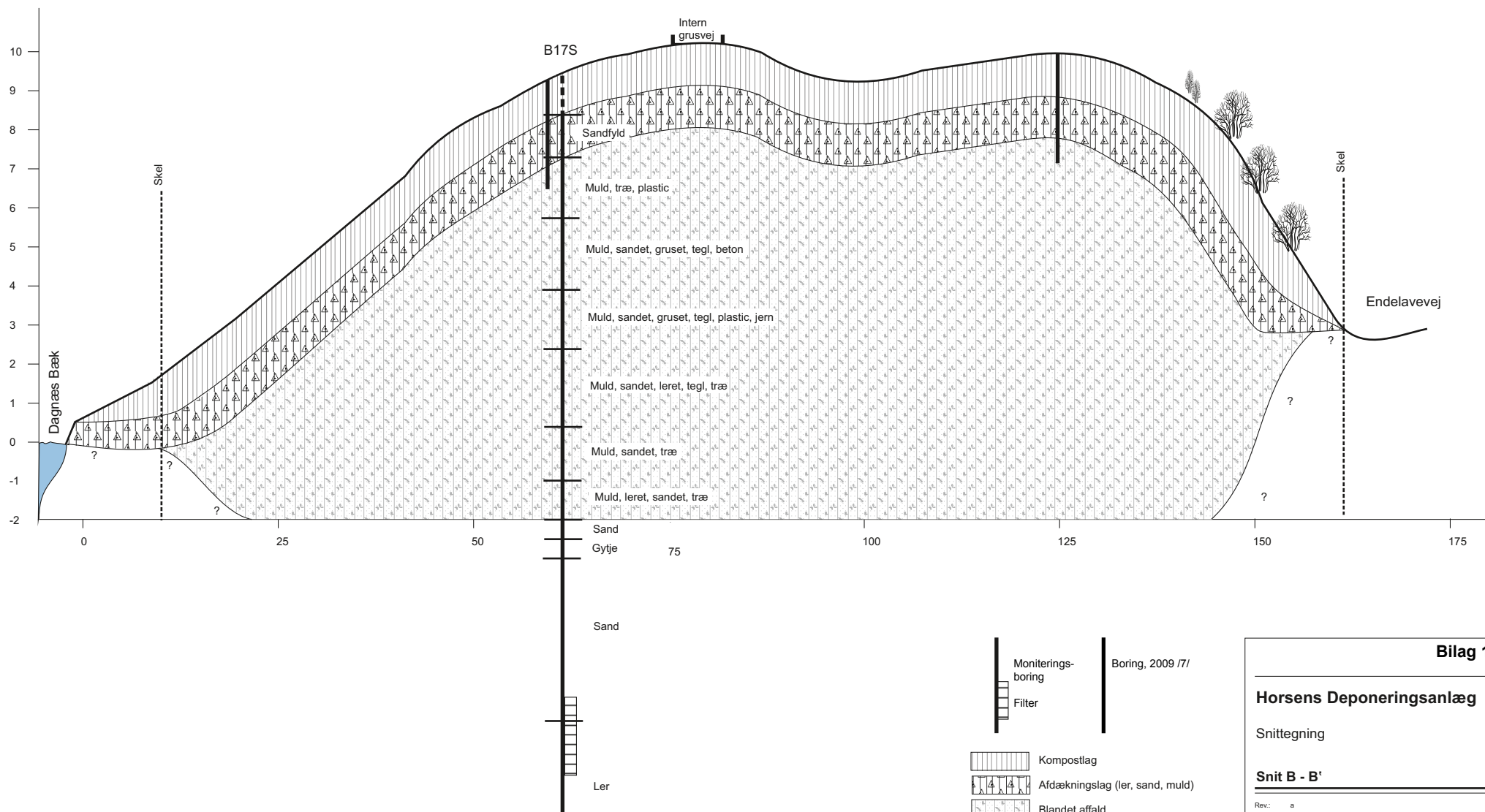


Syd

Nord

B

B'



Tegningen er baseret på affotograferet materiale og er ikke nødvendigvis målfast

Bilag 1.4

Horsens Deponeringsanlæg

Snittegning

Snit B - B'

Rev.: a
Dato: Januar 2016
Udarb.: LHO
Kontrol: MAF
Sag nr.: 221852
Fil: tegn2016/snit B tværsnit nord-syd.dwg

NIRAS
Sortemosevej 19
3450 Allersø
www.niras.dk



— Projektområde
— Højdekurver, koter i DVR90

Generel reference:
Højdekurver 2007, GeoDatastyrelsen

Bilag 2

Horsens Deponeringsanlæg

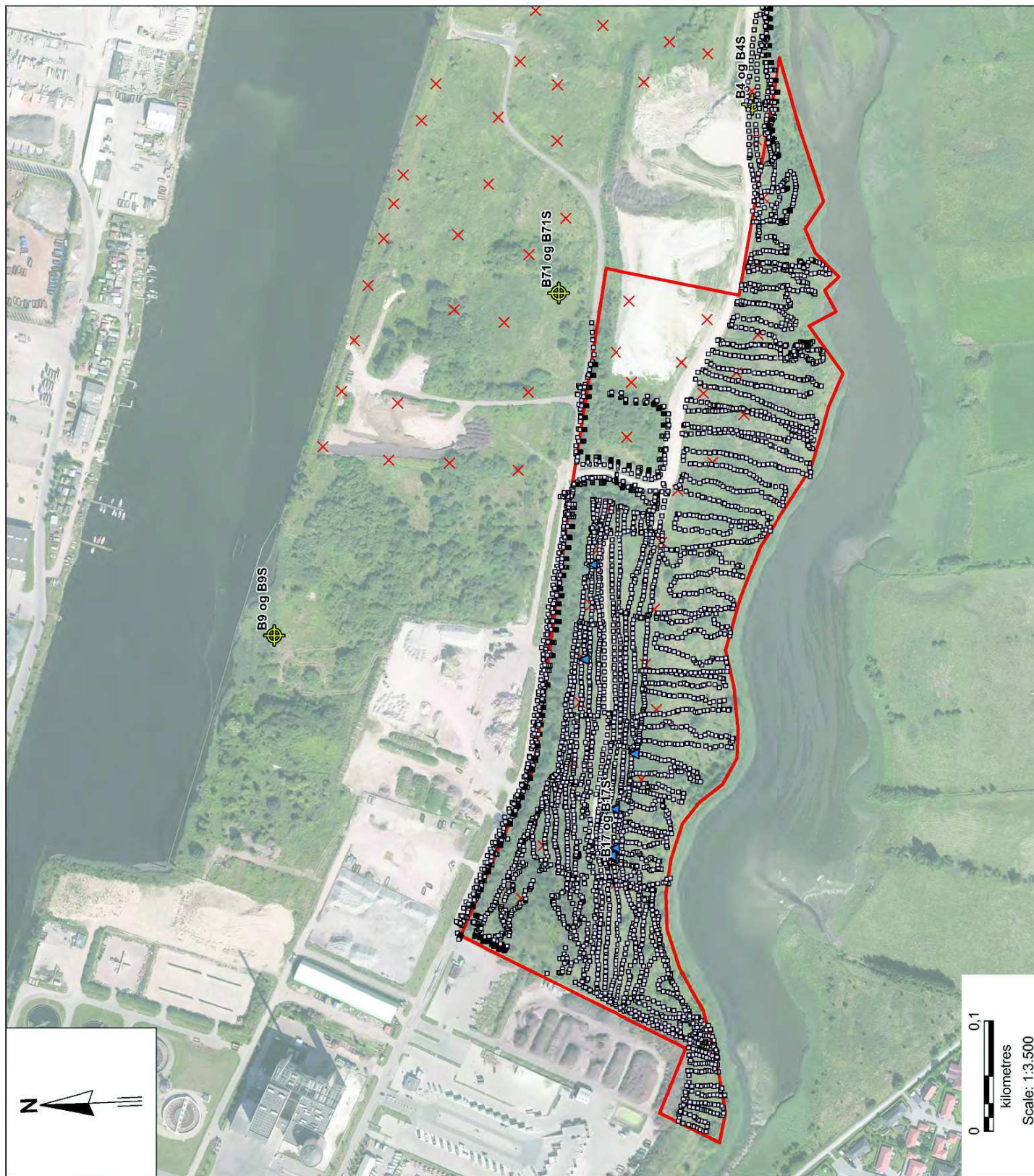
Topografi

Rev.: 1
Dato: Februar 2016
Udarb.: AJH/MAF
Kontrol: JEL
SagsNr.: 221852

NIRAS

Sortemosevej 19
3450 Allersød
www.niras.dk

Bilag 3
FID-målepunkter



Moniteringsboring

Projektområde

Målepunkter, gasundersøgelse 2009 (7)

FID målepunkt (boring)

FID målepunkt (overflade)

Bilag 3

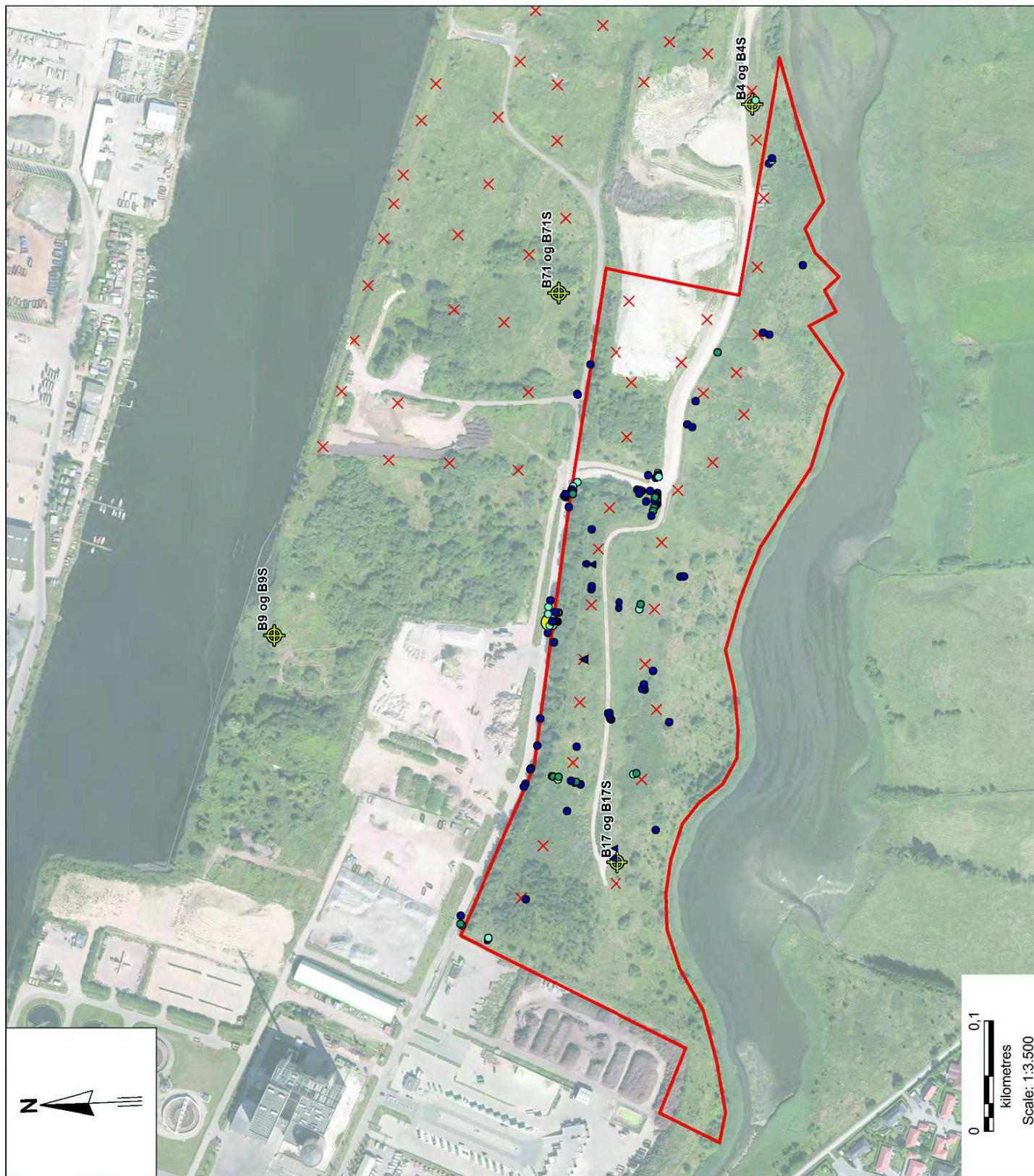
Horsens Deponeringsanlæg

FID-målepunkter

Rev.: 1
Dato: Februar 2016
Udarb.: AJH/NAF
Kontrol: JEL
SagsNr.: 221852

NIRAS

Sørensenvej 19
3450 Allersø
www.niras.dk



Bilag 4

Horsens Deponeringsanlæg

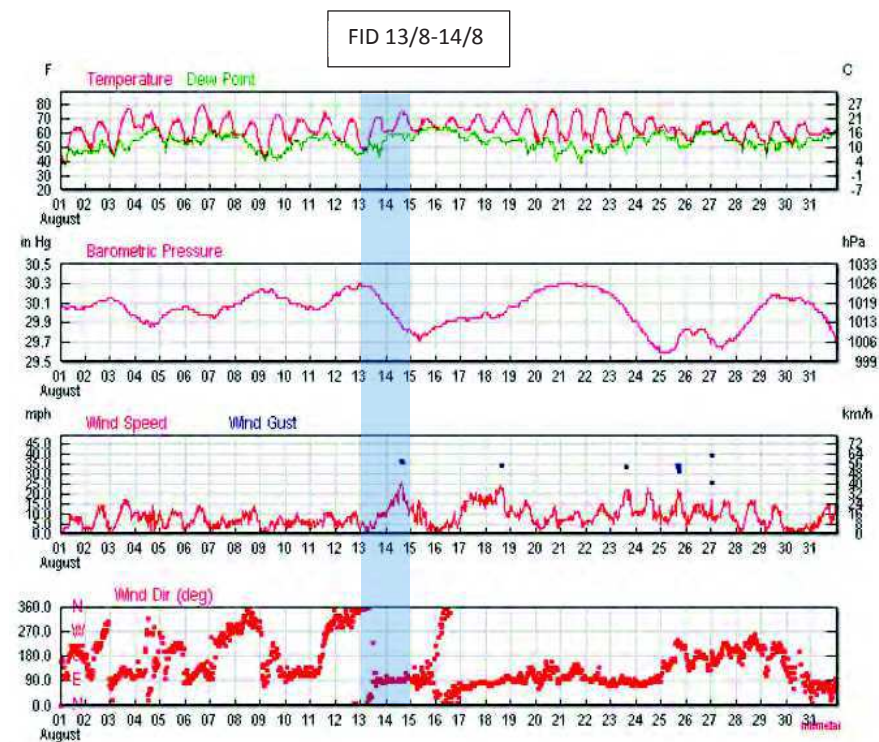
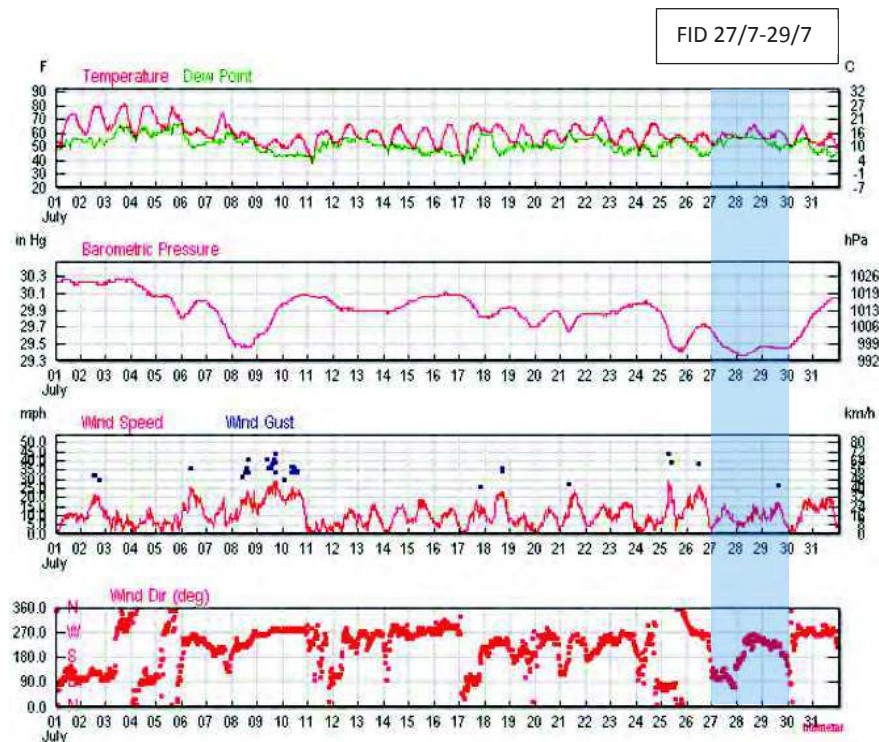
FID-resultater

Rev.:	1
Dato:	Februar 2016
Udarb.:	AJH/Maf
Kontrol:	JEL
SagsNr.:	221852
	Scandinaevvej 19
	3450 Allersød
	NIRAS
	www.niras.dk

Bilag 5
Vejrforhold i FID-måleperioder

Vejrforhold ved FID-målinger i 2015

FID måleperioder er angivet med blå søjlemarkeringer



Kilde: <http://www.wunderground.com>.

Historiske vejrdata fra Billund Lufthavn beliggende ca. 46 km fra Horsens Deponeringsanlæg.

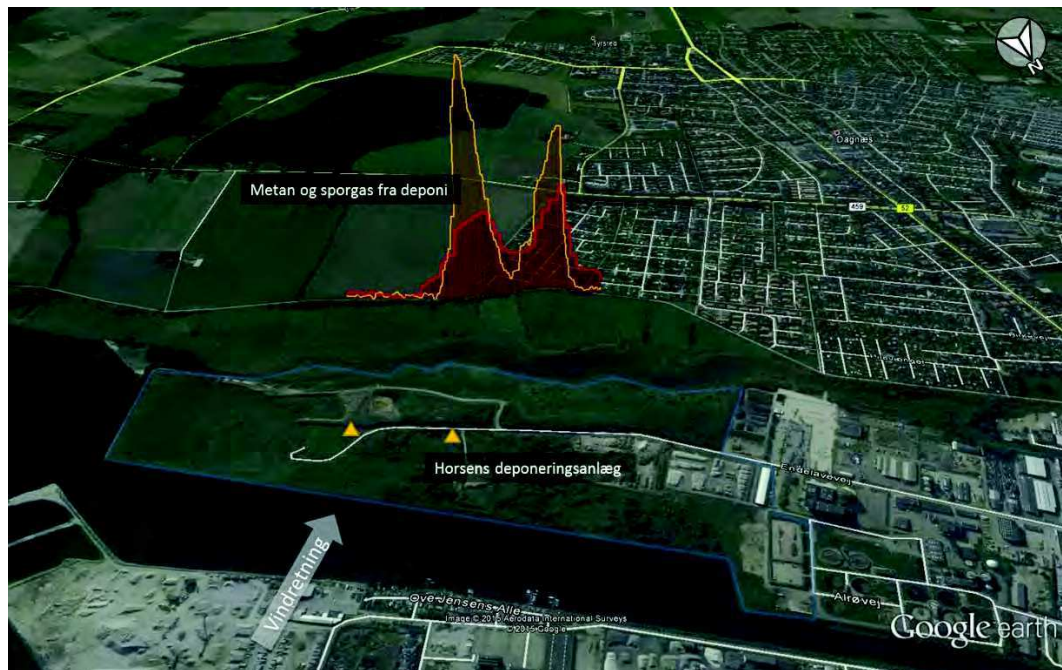
Bilag 6
Indledende budgetoverslag på
projektansøgning mv.

BILAG 6

HORSENS DEPONERINGSANLÆG - HORSENS KOMMUNE			
Indledende budgetoverslag på projektansøgning og gennemførelse af biocoverløsning			
	Honorar	Udlæg	I alt
Aktivitet	[kr.]	[kr.]	[kr.]
Udarbejdelse af projektansøgning	10.000	-	10.000
Projektering og planlægning	25.000	-	25.000
Supplerende overfladescreening	10.000	3.000	13.000
Sløjfning/tætning af boringer	-	25.000	25.000
Udbedring af slutaftdækning	-	35.000	35.000
Opfølgende totalmåling	-	35.000	35.000
Af rapportering af udførte aktiviteter (skemaer fra mst.dk)	20.000	1.000	21.000
Monitering, totalmålinger 2 gange om året i 2 år	-	140.000	140.000
Indberetning af måleresultater fra monitering via mst.dk	5.000	-	5.000
Sags- og økonomistyring	10.000	1.000	11.000
Uforudsete aktiviteter ~10%	-	-	30.000
I alt			350.000

Priser er angivet ekskl. moms

Måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Horsens Deponeringsanlæg under måling af den totale metanemission 13. oktober, 2015. Baggrundskoncentrationen af metan på 1,914 ppm er fratrasket. Der blev set metanemission fra det nærliggende komposteringsanlæg, men det var muligt at separere disse emissioner fra deponiets.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

November 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

$$f(x+\Delta x)=\sum_{i=0}^{\infty}\frac{(\Delta x)^i}{i!}f^{(i)}(x)$$
$$\Delta\int_a^b\Theta+\Omega\int\delta e^{i\pi}=-1$$
$$\infty=\{2.7182818284\}$$
$$\chi^2$$
$$\sum!$$
$$\gg$$
$$\approx$$
$$\lambda$$

υφέρτυθιοπισδφγηξκλ

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 drivhusgasemissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra deponiet Horsens Deponeringsanlæg beliggende på Endelavevej 32, 8700 Horsens. Målingen af den totale metanemission blev udført 13. oktober, 2015.

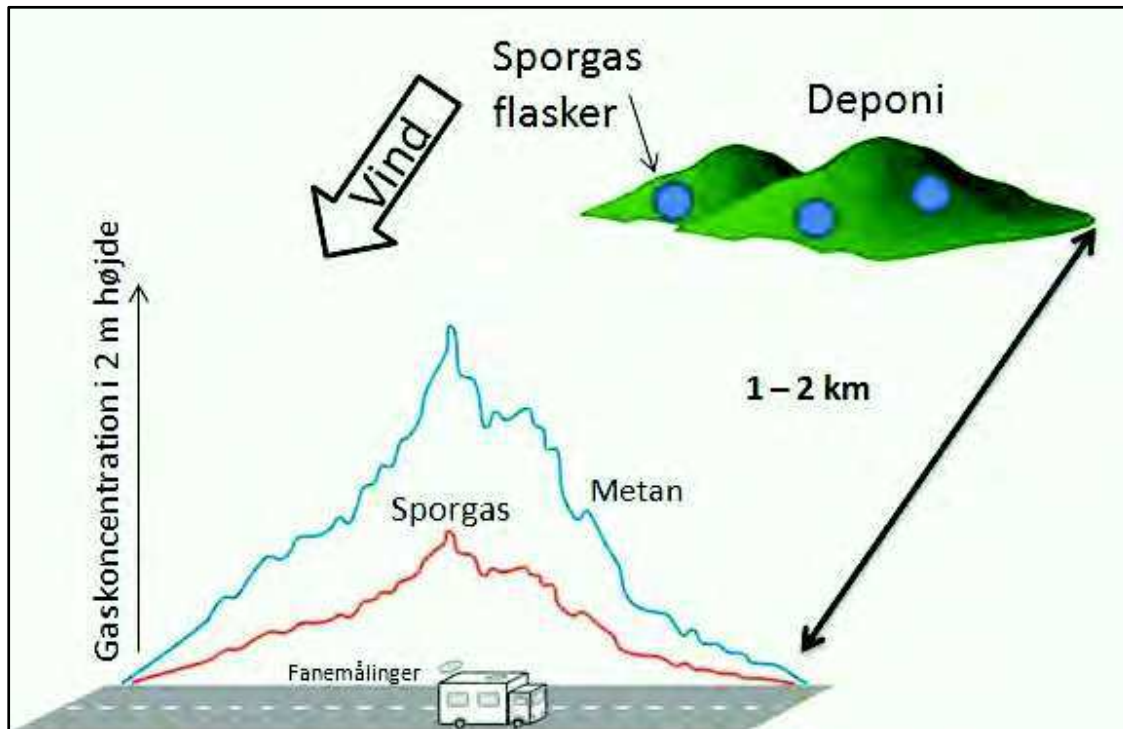
DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til opbygning af en mobil analyseplatform til udførsel af sporgasdispersionsmålinger, som har vist sig at være en velegnet metode til måling af totale metanemissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved at emissionerne sker fra diffuse og måske ukendte kilder fordelt på relativt store arealer.

Sporgasdispersionsmetoden har været anvendt her til at måle den totale emission af metan fra det deponerede affald på anlægget. Det har været vigtigt, at kunne separere bidrag fra denne del af anlægget fra metanemissioner fra andre aktiviteter såsom kompostering af haveaffald. 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 derefter beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrasket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas på deponiet. 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 tilfredsstillende 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 den samlede emission af metan 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. Baggrundkoncentrationen 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.

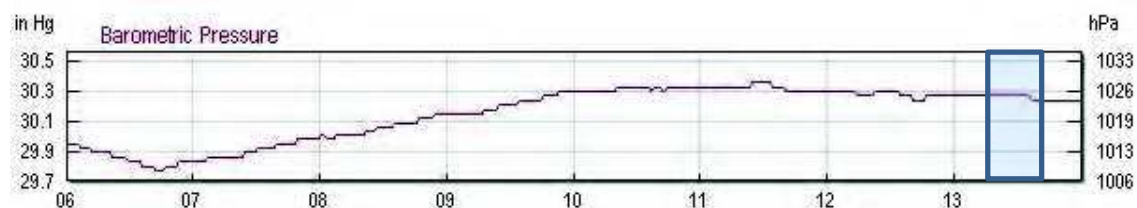
3. Beskrivelse af udførte målinger

Måling af den totale metanemission blev udført 13. oktober, 2015 mellem ca. 07:00 og 17:00. De første ca. 2 timer blev brugt på screeninger af metankoncentrationer på deponiet og i deponiets omgivelser, mens den resterende tid blev brugt på måling af den totale metanemission fra deponiet og fra komposteringsanlægget.

Ved måling af den totale metanemission fra deponiet blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra to lokaliteter på deponiet. Der blev først frigivet 0,5 kg acetylen i timen fra hver af de to lokaliteter, mens der senere blev der frigivet 0,6 kg acetylen i timen fra hver lokalitet. Denne justering blev gjort for at opnå et bedre signal/støj forhold for målinger af forhøjede sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Placering af sporgasfrigivelsen blev justeret, indtil det blev observeret, at sporgasfrigivelsen på tilfredsstillende vis simulerede emission af metan fra deponiet. Dette blev konstateret ved sammenfald mellem hhv. forhøjede sporgaskoncentrationer og forhøjede metankoncentrationer nedvinds deponiet.

Temperaturen var 6-8 °C. Der var en let vind fra nordøst (ca. 3-4 m/s), der muliggjorde måling nedvinds deponiet på en cykelrute i en afstand på 300-400 m fra deponiets rand.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før, under og efter målingen målt på Billund Lufthavn ca. 40 km fra deponiet. Det fremgår af figuren, at målingen er udført i en periode et højt stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.



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

Der var inden målingen af den totale metanemission fra deponiet udført screeninger på deponiet, og i deponiets omgivelser d. 6.-8. august, 2015. Vindretningen var ikke egnet til måling af den totale metanemission fra deponiet i denne periode. Der blev på dette tidspunkt desuden screenet for forhøjede metankoncentrationer ved det mindre deponi lidt vest for Horsens Deponeringsanlæg afgrænset af Vibevej, Rypevej, Lollandsgade og Bremers Allé.

4. Resultater

4.1 Screening af metankoncentrationer

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.

Figur 3 viser screeningen udført i forbindelse med måling af den totale metanemission fra anlægget 13. oktober, 2015. Der blev målt svagt forøgede metankoncentrationer i anlæggets nordvestlige hjørne markeret (A) på Figur 3 – op til ca. 0,4 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,975 ppm. Ved deponiets centrale, del markeret (B) på figuren, blev der målt koncentrationer på op til 0,8 ppm over baggrunds niveau. Den højeste metankoncentration på deponiet blev målt ved (C) – op til 2,8 ppm over baggrunds niveau. Ved området længere mod øst på deponiet ((D) på figuren) blev der målt forøgede koncentrationer på op til ca. 0,8 ppm over baggrunds niveau. Disse målinger tyder på, at metanemissionen fra deponiet især sker fra anlæggets centrale del. Der var dog store dele af deponiet, hvor det ikke var muligt at køre med måleudstyret, hvilket skyldtes våde forhold på tidspunktet for målingen.

Ved komposteringsanlægget blev der målt metankoncentrationer, der var væsentligt højere end der blev målt på deponiet. Ved (E) på Figur 3 blev der målt koncentrationer på op til 10,1 ppm over baggrunds niveau.



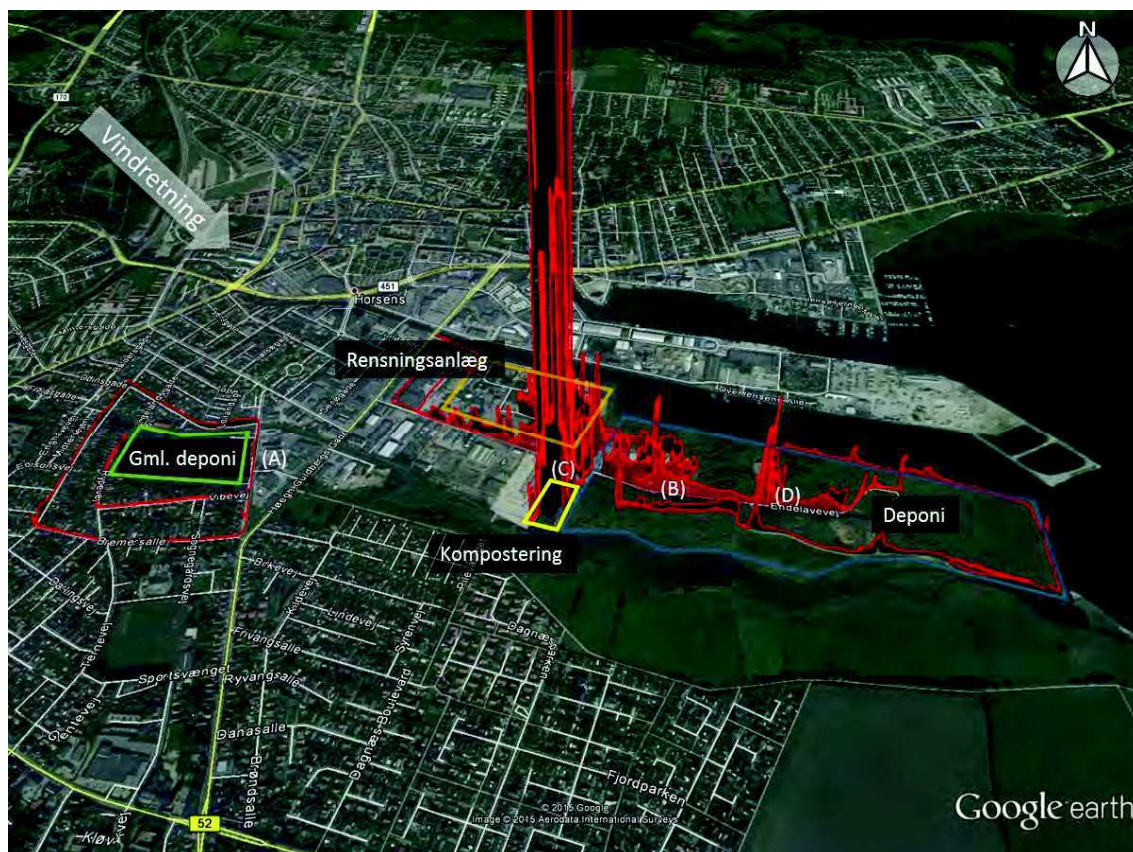
Figur 3. Screening af metankoncentrationer på Horsens Deponeringsanlæg 13. oktober, 2015. Deponiet og området til kompostering er fremhævet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,975 ppm) og er ganget med 200 for at være synlig på kortet.

Figur 4 viser resultatet af screening af metankoncentrationer udført den 8. august, 2015. På denne dag var der vind fra vestlig retning, og det var her muligt at køre på flere områder på anlægget sammenlignet med screeningen vist i Figur 3. Der blev her også screenet for metankoncentrationer nær det ældre deponi vest for Horsens Deponeringsanlæg.

Screeningen af metankoncentrationer nær det ældre deponi, markeret (A) i Figur 4 viste ikke forhøjede metankoncentrationer. Det var ikke muligt at køre på selve deponiet. Der vurderes, at metanemissionen fra det gamle deponi er minimal.

Ligesom ved screeningen udført den 13. oktober blev der målt forhøjede metankoncentrationer i deponiets centrale del. Ved stederne markeret (B) og (D) i Figur 4 blev der målt op til hhv. 0,2 ppm og 0,4 ppm over baggrunds niveau (1,925 ppm). På komposteringsområdet der er markeret (C) i figuren, blev der også her målt væsentligt forhøjede metankoncentrationer – op til 4,7 ppm over baggrunds niveau.

Målte metankoncentrationer ved rensningsanlægget viste desuden forhøjede metankoncentrationer, der tyder på metanemissioner fra dette anlæg.



Figur 4. Screening af metankoncentrationer på Horsens deponeringsanlæg 8. august, 2015. Deponiet, det ældre deponi vest for Horsens Deponeringsanlæg, rensningsanlægget nordvest for Horsens Deponeringsanlæg og komposteringsanlægget er fremhævet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,925 ppm) og er ganget med 100 for at være synlig på kortet.

Sammenfattende vurderes det ud fra screeningerne, at der sker metanemission fra deponiets centrale del. Der understreges dog, at screeningerne ikke dækker hele deponiets areal. Metanemissioner fra komposteringsanlæg og rensningsanlæg gør, at det er nødvendigt at foretage sporgasmålinger under vindforhold, der muliggør separation af de forskellige kilder, hvis missionen fra deponeret affald alene skal bestemmes. Der blev vurderet, at den bedst egnede vindretning for dette var vind fra nordøstlig retning.

4.2 Måling af den samlede metanemission

Metankoncentrationer blev målt nedvinds Horsens deponeringsanlæg for at bestemme, hvor det bedst kunne lade sig gøre at måle emissioner. Det blev fundet nødvendigt, at måle relativt tæt på deponiet, da emissioner fra hhv. deponi og komposteringsplads ellers ikke vil kunne separeres. Figur 5 viser en screening, hvor der blev frigivet sporgas fra deponiet, for at bestemme, hvor forøgede metankoncentrationer fra deponiet kunne observeres. Der blev observeret noget højere metankoncentrationer nedvinds komposteringsanlægget (op til 0,89 ppm over baggrunds niveau), end der blev målt nedvinds deponiet (op til 0,06 ppm over baggrunds niveau). Dette skyldtes nok til dels, at komposteringsanlægget var beliggende nærmere den vej, hvor målingen blev foretaget.

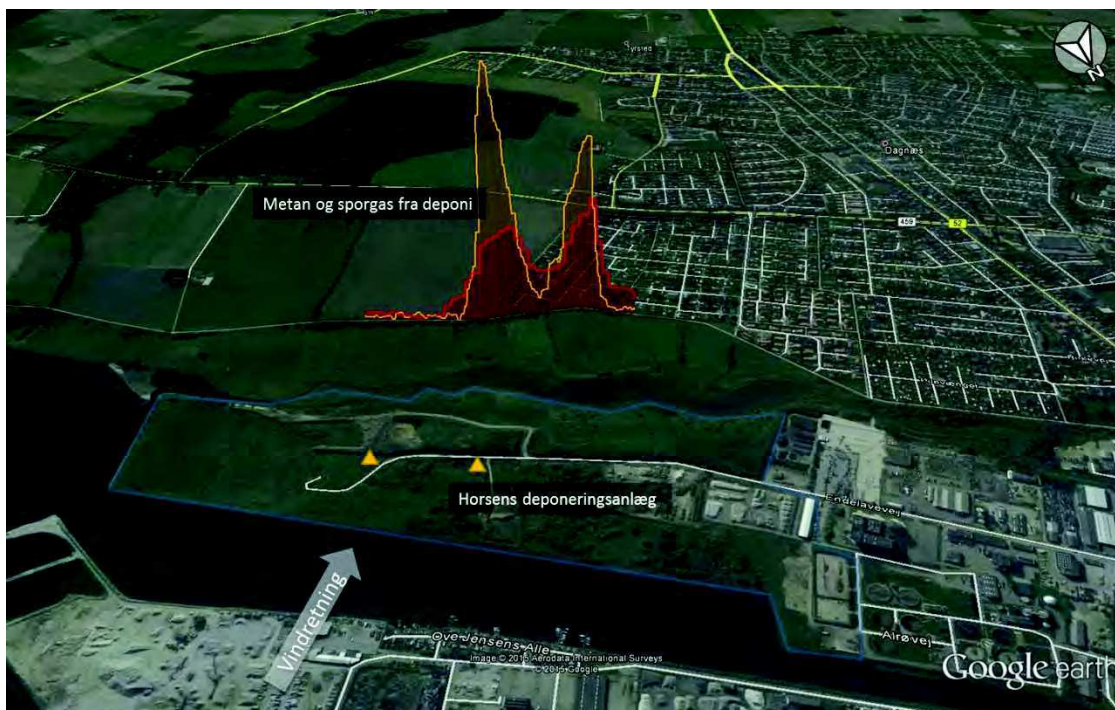


Figur 5. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,910 ppm) og er ganget med 6000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 40. De to gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporgas.

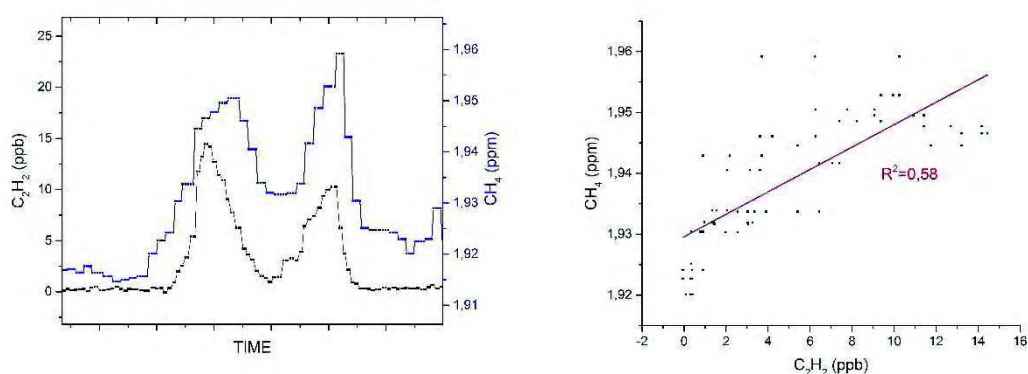
Metanemissionen er beregnet ud fra forholdet mellem metan- og sporgaskoncentrationerne i nedvindsfanen, hvor koncentrationerne er integreret for hver traversering af fanen. Der blev udført 14 succesfulde traverseringer for deponiet og 18 for komposteringsanlægget. De 14 traverseringer for deponiet blev valgt ud af et større antal. De valgte målinger inkluderer målinger hvor vindforhold under traverseringerne har medført de bedste betingelser for at adskille metanemission fra hhv. deponi og komposteringsanlæg.

Figur 6 viser et eksempel måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet for en traversering. Der blev frigivet sporgas på to lokaliteter fra den centrale del af deponiet. Der blev ved denne traversering ikke målt nedvinds komposteringsanlægget i modsætning til målingen vist i Figur 5. Ved traverseringen af fanen blev der målt metankoncentrationer op til 0,045 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,914 ppm.

Der blev som nævnt justeret på placeringen af frigivelse af sporgas, indtil der blev observeret en tilfredsstillende korrelation mellem hhv. forhøjede metankoncentrationer og sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Den bedste korrelation blev fundet ved at frigive sporgas relativt centralt på anlægget. Dette tyder på, at metanemissionen fra deponiet hovedsageligt sker fra den centrale del, hvilket er i overensstemmelse med screeninger af metankoncentrationer på deponiet beskrevet i afsnit 4.1.



Figur 6. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet under måling af den totale metanemission fra deponiet 16:04. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,914 ppm) og er ganget med 6000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 40. De to gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporgas.



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

Ved måling af den totale metanemission fra komposteringsanlægget blev der frigivet sporgas fra en lokalitet. Figur 8 viser et eksempel på en måling. Der blev her målt metankoncentrationer på op til 1,10 ppm over baggrunds niveau (1,935 ppm), hvilket var en del højere, end der blev målt nedvinds for deponiet. På figuren er placering af rensningsanlægget markeret. Ud fra vindretningen vurderes det, at emissioner fra rensningsanlægget ikke har påvirket måling af metanemission fra komposteringsanlægget.



Figur 8. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for komposteringsanlægget under måling af den totale metanemission 13:56. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,935 ppm) og er ganget med 300 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 15. Den gule trekant markerer, hvor der blev frigivet sporgas.

Tabel 1 viser målte totale metanemissioner fra Horsens Deponeringsanlæg samt komposteringsanlægget. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $3,1 \pm 0,9 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger $\pm$ én standardafvigelse), mens den samlede emission fra komposteringsanlægget blev målt til $14,2 \pm 3,5 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$. Der blev udført 14 succesfulde traverseringer for deponiet og 18 for komposteringsanlægget.

Tabel 1. Målte totalemissioner af metan fra Horsens Deponeringsanlæg og nærliggende komposteringsanlæg udført 13. oktober, 2015.

Total metanemission fra deponi		Total metanemission fra komposteringsanlæg	
Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)	Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)
11:23	3,9	12:50	11,6
11:30	2,9	12:52	7,7
11:34	2,3	12:53	10,0
11:36	2,7	12:55	9,7
11:39	2,1	12:57	12,3
11:42	3,0	12:59	16,2
11:45	2,2	13:01	15,0
11:47	2,5	13:03	10,4
16:01	5,1	13:56	15,7
16:04	3,8	13:58	17,6
16:06	2,9	14:00	13,3
16:22	4,2	14:02	14,1
16:31	2,8	14:03	15,0
16:33	2,9	14:05	15,8
		14:06	20,3
		14:08	18,6
		14:10	17,6
		14:11	14,5
Gennemsnit	3,1 kg CH₄ h⁻¹	Gennemsnit	14,2 kg CH₄ h⁻¹
Standardafvigelse	0,9 kg CH₄ h⁻¹	Standardafvigelse	3,5 kg CH₄ h⁻¹
Antal traverseringer	14	Antal traverseringer	18

5. Konklusion

Der blev udført måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg samt komposteringsanlægget den 13. oktober, 2015. Temperaturen var 6-8 °C. Der var en let vind fra nordøst under målingen på ca. 3-4 m/s, og et stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.

Screening af metankoncentrationer på Horsens Deponeringsanlæg viste forhøjede metankoncentrationer på deponiet – især i den centrale del. Der blev målt noget højere koncentrationer på komposteringsanlægget beliggende umiddelbart vest for deponiet. Dette blev observeret både ved screeningen den 13. oktober og screening udført 8. august.

Metanscreening nær ældre deponi vest for Horsens deponeringsanlæg tyder på, at emissionen af metan er minimal fra det ældre deponi.

Ved måling af den totale metanemission fra deponiet blev der udført 14 traverseringer, hvor det var muligt at separere emission fra hhv. deponiet og det nærliggende komposteringsanlæg. Der blev frigivet sporgas fra to lokaliteter på anlægget. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $3,1 \pm 0,9 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$. Der blev udført 14 succesfulde traverseringer.

Der blev desuden målt total metanemission fra komposteringsanlægget. Denne emission var noget højere end emissionen fra deponiet. Det er derfor væsentligt ved fremtidige målinger i forbindelse med biocover projektet, at tilsvarende målinger udføres under vindforhold, der muliggør separering af de to kilder til metanemission. Dette lykkedes altså her, hvor der var vind fra nordøstlig retning.

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