

Methaan emissiemetingen aan buiten gebruik gestelde olie- en gaswinningsputten

A. Hensen
W.C.M. van den Bulk
D. van Dinther

April 2017
ECN-E--18-032



Verantwoording

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) is een onafhankelijk onderzoeksinstituut op het gebied van vrijwel alle energie gerelateerde onderwerpen. Binnen dit instituut verricht de afdeling Environmental Assessment onderzoek aan klimaatgerelateerde emissies, luchtkwaliteit en circulaire economie.

In haar milieuprogramma ontwikkelt ECN kennis, technologie en oplossingen om onze leefomgeving gezond en omgang met grondstoffen duurzaam te maken. ECN werkt samen met het bedrijfsleven en de overheid. Met wetenschappelijke kennis als basis geeft ECN beleidsadvies aan overheden op lokaal, nationaal en internationaal niveau.

Dit rapport documenteert de resultaten van de opdracht van Staatstoezicht op de Mijnen om te zoeken naar mogelijke emissies van methaan (de hoofdcomponent van aardgas) uit buiten-gebruik-gestelde olie- en gaswinningsputten.

Abstract

In order to detect potential fugitive emissions from plugged and abandoned hydrocarbon wells, methane concentration measurements were carried out in six provinces in the Netherlands. Mobile measurements of ambient air methane concentration were carried out using a fast response Quantum Cascade Laser spectrometer mounted in a measurement van. At locations where elevated methane concentrations were detected, box measurements were carried out in order to determine the volume of methane emissions.

In total 185 of some 1.312 plugged and abandoned well locations in the Netherlands were measured in six campaigns. Two plugged and abandoned well locations showed clear anomalies in the methane concentration levels: in the village of Zwaag and near the municipality of Oldenzaal. In Zwaag methane isotope data strongly suggests that the emitted methane is caused by a leak in a wastewater transport line. In Oldenzaal the isotope measurements clearly showed that the source is natural gas, which turned out to be due to a low pressure gas pipeline, which was not related to the plugged and abandoned well. It is concluded that plugged and abandoned hydrocarbon wells, which were measured in this campaign, did not show any relevant methane emissions above the detection limit.

“Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.”

Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
2	Meetmethode	9
3	Resultaten	14
3.1	Metingen in Zuid-Holland	14
3.2	Metingen in Noord-Holland	18
3.3	Metingen in Friesland	24
3.4	Metingen in Drenthe	27
3.5	Metingen in Groningen	32
3.6	Metingen in Overijssel	38
3.7	Boxmetingen in Zwaag	45
3.8	Boxmetingen nabij Oldenzaal	49
4	Conclusies en aanbevelingen	51

Samenvatting

In opdracht van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) zijn in zes provincies in Nederland metingen uitgevoerd aan de diffuse methaanemissies naar lucht vanuit buiten gebruik gestelde putten. Deze putten dienden voorheen voor de winning van koolwaterstoffen (olie en/of gas). Voorts zijn er op de route naar de buiten gebruik gestelde putten ook enkele metingen uitgevoerd aan mijnbouw gerelateerde objecten, zoals bestaande olie/gas-behandellocaties, putten die in het verleden zijn gefracked en thans buiten gebruik gesteld zijn, bestaande putten waar restproductiewater in wordt geïnjecteerd en enkele bestaande putten waarvan bekend is dat er gasbelletjes in de putkelder opborrelen. Daarnaast zijn op de route eveneens metingen verricht aan niet-mijnbouwgerelateerde objecten zoals boerderijen, afvalstortplaatsen en warmtekrachtkoppeling(wkk)-installaties.

De metingen werden uitgevoerd door benedenwinds van buiten gebruik gestelde putten te rijden met een meetwagen waarin een Quantum Cascade Laserspectrometer (QCL) is geplaatst. De QCL meet elke halve seconde met een hoge resolutie de concentratie van methaangas (CH_4) en lachgas (N_2O) in de buitenlucht. Wanneer een locatie benedenwinds slecht bereikbaar was, is er gebruik gemaakt van gaszakken of een aanzuigslang om de concentratie te bepalen. Ook werd op een groot aantal locaties een meetbox gebruikt. Deze boxmetingen werden ook ingezet op locaties waar de pluimmeting een daadwerkelijke methaanemissie naar de lucht liet zien (door middel van verhoogde methaanconcentraties).

In totaal is bij 185 van de 1.312 buiten gebruik gestelde putten in Nederland gemeten. Dit is 14,1% van het totaal. Hierbij is op twee locaties in de buurt van putten een methaananomalie geconstateerd. Nabij een buitengebruikgestelde put in het dorp Zwaag (Noord-Holland) werd een emissie van methaan gevonden. Met methaan isotoopmetingen is duidelijk geworden dat het daarbij met grote waarschijnlijkheid gaat om een lek in een drukleiding van het persriool in de nabijheid van de put.

Bij Oldenzaal werd eveneens een methaanemissie gevonden. Daar laten dezelfde isotoopmetingen duidelijk zien dat het wel om aardgas gaat. Het lek zit onder een grote boom op ongeveer 40 meter van de locatie waar de buiten gebruik gestelde put zit. De kamermetingen laten zien dat er boven de put en op het stuk tussen de put en de boom

geen methaanemissie plaatsvindt. Inmiddels is ook duidelijk geworden dat het lek is ontstaan doordat boomwortels de lagedruk pvc-gasdistributieleiding beschadigd hebben. Binnen 48 uur na duiding van het lek is dit stuk leiding vervangen door de netbeheerder.

De resultaten laten zien dat bij de gemeten set putten, die zijn afgesloten en buiten gebruik gesteld, geen relevante methaanemissie is geconstateerd.

Tabel 1: Dekkingsgraad van de gemeten putten opgedeeld per categorie.

	Putten buiten gebruik gesteld op land					Putten in gebruik op land ¹		Olie/gas behandel locaties
	Oliewinning	Gaswinning	Olie & gaswinning	Niet econ. winbaar	Waarvan gefracked	Vertonen gasbelletjes in putkelder	Water injectie	
Zuid-Holland	38	3	14	11	0	5	0	1
Noord-Holland	0	6	0	11	0	0	0	3
Overijssel	0	2	0	14	0	0	2	2
Groningen	0	14	1	9	1	0	0	5
Friesland	0	6	0	8	0	0	0	2
Drenthe	30	10	0	8	1	4	0	5
Totaal gemeten	68	41	15	61	2	9	2	18
Totaal Nederland	642	119	50	501	13 ²	11	41	283
Percentage gemeten	10,6%	34,5%	30,0%	12,2%	15,4%	81,8%	4,9%	6,4%

1: Er zijn in totaal in Nederland op dit moment ongeveer 1.200 putten in gebruik op land voor de winning van koolwaterstoffen.

2: De 13 putten die gefracked zijn, produceerde voorheen olie of gas en behoren tot het arsenaal van de 1.312 buiten gebruik gestelde putten.

1

Inleiding

In de periode van maart 2016 tot en met maart 2017 zijn er metingen verricht om eventuele methaanemissies vast te stellen bij afgesloten putten, die voorheen werden gebruikt voor de winning van koolwaterstoffen (gas of olie). Als er diffuse methaan emissies aanwezig zijn, kan dit duiden op lekkage van methaan uit deze afgesloten en buiten gebruik gestelde putten. De metingen zijn verricht door de afdeling Environmental Assessment van ECN in opdracht van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Er zijn in totaal 185 putten bemeten die onder toezicht staan van SodM.

Doel van de metingen is om in beeld te krijgen of er wel of geen emissie van methaangas uit buitengebruik gestelde putten plaatsvindt. Daarnaast zijn er ook enkele andere bijzondere locaties bemeten, zoals bestaande gasproductielocaties die in het verleden gefracked en thans buitengebruik gesteld zijn, bestaande putten waar productiewater in wordt geïnjecteerd en bestaande putten waar gasbelletjes zijn waargenomen. Indien er in de omgeving van de buitengebruik gestelde putten een relevante methaanemissie werd gevonden, is een schatting van de bijbehorende bronsterkte gemaakt.

Tijdens het rondrijden om de putten te bemeten, is ook een aantal olie-/gasbehandelinginstallaties bemeten. Met de gemeten gegevens kan een indicatie gegeven worden van het emissieniveau van deze brongebieden. Die berekeningen worden in een vervolg op dit project gerapporteerd.

De metingen werden uitgevoerd door benedenwinds van een locatie te rijden met de ECN-meetwagen waarin een Quantum Cascade Laserspectrometer (QCL) is geplaatst. De QCL meet elke halve seconde met een hoge resolutie de concentratieniveaus van methaangas (CH_4) en lachgas (N_2O) in de buitenlucht. Wanneer de buiten gebruik gestelde put benedenwinds slecht bereikbaar was, is er gebruik gemaakt van een aanzuigslang en/of box. Eén en ander wordt nader toegelicht in hoofdstuk 2.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de verschillende campagnes nader beschreven, inclusief de additionele metingen op de locaties in Zwaag en nabij Oldenzaal waar verhoogde methaanconcentraties zijn waargenomen.

2

Meetmethode

De metingen worden verricht met een Quantum Cascade Laserspectrometer (fabrikant Aerodyne Billerica VS, dual laser pulsed QCL system), die in staat is zeer snel (tot 10 metingen per seconde) en nauwkeurig de methaanconcentratie te meten (5 ppb resolutie bij 1 meting per seconde voor CH₄). Het hoge tijdsoplossend vermogen van de QCL is nodig om mobiele metingen uit te kunnen voeren.

De methode om voor een groot aantal locaties op één dag de methaanemissie te evalueren kent drie stappen:

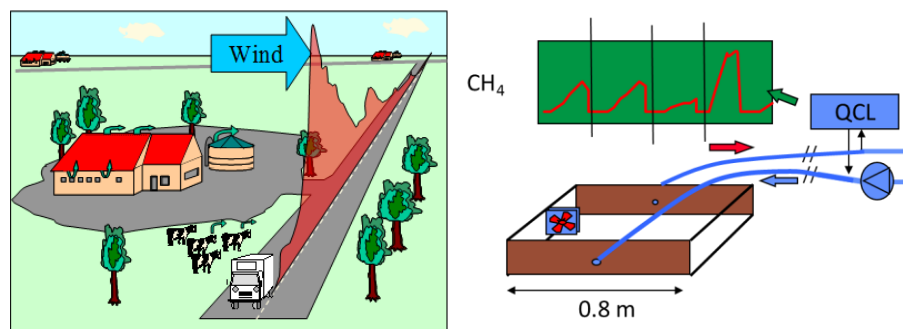
1. Met de meetwagen wordt benedenwinds van de locatie gereden om te zien of er een pluim van verhoogde methaanconcentraties waarneembaar is. Indien dit het geval is en de pluim voldoende hoog is worden de metingen herhaald;
2. Indien er geen pluim waarneembaar is wordt er, afhankelijk van toegankelijkheid van het terrein, nog een test direct boven de putlocatie uitgevoerd, waarbij met een aanzuigslang op ongeveer 20 cm boven het oppervlak wordt gemeten;
3. Indien mogelijk wordt met nog hogere gevoeligheid gemeten door het plaatsen van een box/meetkamer.

Wanneer ergens een emissie van methaan plaatsvindt, zal benedenwinds van de bron een verhoogde methaanconcentratie worden waargenomen in een onzichtbare pluim. Zo'n pluim zal, net als een rookpluim uit een schoorsteen, met de wind mee bewegen. (zie **Figuur 1**) Om te kunnen detecteren of er wel of geen methaanemissies plaatsvinden, is het voldoende om te constateren of er wel of geen pluim wordt gemeten. Indien er geen pluim wordt gemeten, is de emissie op dat moment in ieder geval beneden de detectielimiet van de meetmethode (zie hieronder). Is er wel een pluim waarneembaar dan kan de emissiesterkte worden berekend.

Soms is het niet mogelijk om met de meetwagen benedenwinds van de buiten gebruik gestelde put te meten. In deze gevallen wordt, indien te voet toegankelijk, met een lange aanzuigslang (75 m) alsnog lucht bemonsterd op een transect benedenwinds van de locatie. Wanneer de afstand te groot is, wordt er gebruik gemaakt van gaszakken. Deze gaszakken worden eerst vacuüm gezogen, waarna ze benedenwinds van de buiten gebruik gestelde put worden gevuld. Vervolgens wordt de lucht in de gaszakken geanalyseerd met de QCL. In **Figuur 2** is te zien hoe de verschillende meetopties er in de praktijk uit zien.

Om een gaspluim te kunnen meten zijn ook de meteorologische omstandigheden van belang. Wanneer er weinig wind is (windsnelheid lager dan 2 m/s) wordt de pluim niet meegevoerd met de wind en blijft als het ware hangen. Dit maakt de methode van langs rijden om op één dag meerdere locaties door te kunnen meten minder geschikt. Naast heel lage windsnelheden zijn ook hoge windsnelheden niet wenselijk. In dat geval verdunt de pluim snel en zijn pluimen in de regel smaller. Dat maakt, dat bij hoge windsnelheden, een pluim tijdens de metingen gemist kan worden. De meetdagen werden uitgevoerd wanneer de weervoorspelling aangaf dat de verwachte windsnelheid tussen de 2 tot 4 m/s zou liggen. Op sommige plekken of op delen van een meetdag kan de wind hoger of lager zijn, maar gemiddeld is aan deze condities steeds voldaan. De windrichting is ook van belang, aangezien deze bepaalt waar de gaspluim naartoe beweegt. Voor sommige locaties is een bepaalde windrichting cruciaal om de pluim op de openbare weg te kunnen meten.

Wanneer er een methaanpluim wordt gevonden, kan met een atmosferisch verspreidingsmodel de emissie berekend worden. Het model gebruikt de gemeten concentratiewaarden in combinatie met windsnelheid- en windrichtinggegevens. Op de locaties waar pluimen worden gemeten, is het relevant dat er een actieve installatie is, waarvan bekend is dat er methaanemissie optreedt, of dat de methaanemissie niet verwacht werd. In het laatste geval wordt de plek waar gas uit de bodem ontsnapt nader bepaald met zogenaamde boxmetingen. Hierbij wordt er een box (meetkamer) op de grond geplaatst die aan de onderkant open is en eventueel ontsnappend gas opvangt. De box is in een gesloten circuit verbonden met de QCL. Hierdoor vindt er alleen uitwisseling plaats tussen de aarde en de lucht in de box. Indien er methaanemissie plaatsvindt, zal de methaanconcentratie in de box oplopen. Uit de snelheid waarmee de concentratie oploopt wordt de emissie binnen de box berekend.



Figuur 1: Concept van de twee verschillende meetmethoden. Links de pluimmeting, waarbij met de meetwagen langs een bron wordt gereden. Rechts de box die op de grond geplaatst wordt en het uit de bodem ontsnappend methaan opvangt.

Gevoeligheid van de verschillende methoden

De tabel hieronder geeft een indruk van wat een typisch niveau is voor methaanemissie uit verschillende bronnen.

Daaronder is een overzicht gegeven met de indicatie van de gevoeligheid van de drie verschillende meetmethoden.

Van de drie meetmethode, pluim, slang, box is de boxmeting het gevoeligst, omdat deze het accumulerend gas meet. De detectielimiet ligt voor 1 minuut meten met de kamer rond de 0,001 g CH₄/uur. De detectielimiet voor de pluimmeting hangt af van de afstand tot de bron en de windsnelheid, beide bepalen immers de verdunning van het gas.

Typische emissies niveaus voor verschillende type bronnen (indicatief).

Brontype	gCH ₄ /s	gCH ₄ /uur	Ton CH ₄ /jaar	(*1.000) m ³ CH ₄ /jaar
Stortplaats	10-100	>30.000	300-3.000	400-4.000
Boerderij	0,2-1,2	700-4.000	6-30	9-50
Mestopslag	0,15	500	4,7	7
Groepje 10 koeien	0,03	100	1	1,3
Vuile sloot (m ²)	0,003	10	0,1	0,1
Schone sloot (m)	0,000003	0,01		

Indicatie van detectielimiet

Pluim (gCH ₄ /uur)	Afstand [m]			
Windsnelheid [m/s]	2	10	20	50
1	0,2	1	3	10
3	0,5	2	10	50
6	1	4	20	100

Slang of gaszak	gCH ₄ /s	gCH ₄ /uur
	0,00006	0,2

Kamermeting	gCH ₄ /s	gCH ₄ /uur
Meet 1 tijd minuut	0,0000003	0,001



Figuur 2: De drie verschillende meetmethoden: mobiel (boven), met een slang (linksonder) of de kamermeting (midden en rechtsonder).

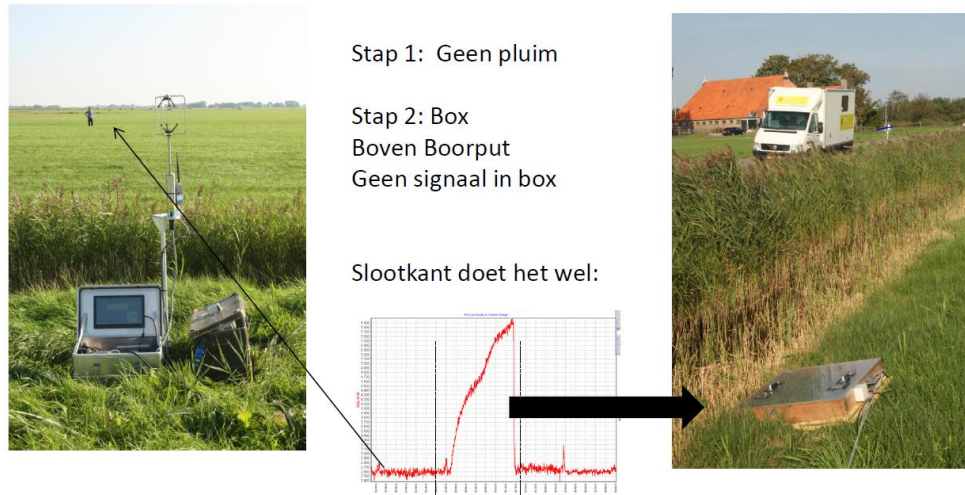
Wanneer de buiten gebruik gestelde put een afgedichte put op een weiland, akker of in het bos betrof, is, waar mogelijk, gebruik gemaakt van de boxmethode.

Metingen in perspectief

In het landschap zijn verschillende methaanbronnen te vinden. Bijvoorbeeld een WKK-installatie voor de tuinbouw, een stortplaats, een vergistingsinstallatie bij een boerderij, groepen koeien, boerderijen zelf of slootjes waarin anaerobe condities optreden. In **Figuur 3** zien we een voorbeeld van een meting waarbij de pluimmethode geen emissiepiek ziet (het platte stuk van de rode lijn): als we in plaats van

pluimmetingen met de kamermeting testen zien we wel een duidelijke emissie optreden.

In de volgende hoofdstukken is bij verschillende locaties aangegeven hoeveel ppb (part per billion) er aan methaan gemeten werd in de pluim. Het gaat daarbij om de verhoging benedenwinds van het object, bovenop een (fluctuerende) achtergrondconcentratie die in Nederland in de orde van 2.000-3.000 ppb ligt. Dit getal geeft dus de additionele hoeveelheid methaan in de lucht (de concentratie). Dat is een **indirecte** maat voor de hoeveel gas die er los gelaten wordt vanuit de bron (de emissie). Om de emissie echt uit de gemeten concentratie te herleiden moet het verspreidingsmodel gebruikt worden.



Figuur 3: Voorbeeld van methaanemissiemetingen bij een sloot en boven een put.

3

Resultaten

3.1 Metingen in Zuid-Holland

De eerste meetdag vond plaats op 24 maart 2016 in de provincie Zuid-Holland. De wind was zuidwest met een relatief lage windsnelheid in de ochtend, circa 1,5 m/s in de loop van de dag aantrekkend tot 3,5 m/s. Op deze meetdag werden pluim- en slangmetingen uitgevoerd. De meetkamer werd op deze dag nog niet gebruikt omdat de inschatting was dat dit te lang zou duren. Bij de volgende campagnedagen is dit wel gedaan. Het meettraject is weergegeven in **Figuur 4** met inzoom bij de Lier en Ridderkerk in **Figuur 5** en **Figuur 6**.

Metingen aan actieve en buiten gebruik gestelde putten

Het Westland is een dichtbebouwd gebied vol met allerlei activiteiten en emissies. Bij ongeveer tweederde van de in totaal 66 putten waren de metingen goed uitvoerbaar. Bij eenderde was de afstand relatief groot of werden er pluimen (karakteristiek 100-300 ppb) gemeten die zeer waarschijnlijk afkomstig waren van WKK-installaties die in de glastuinbouw worden gebruikt. Zie **Tabel 2** voor een overzicht van alle locaties en metingen.

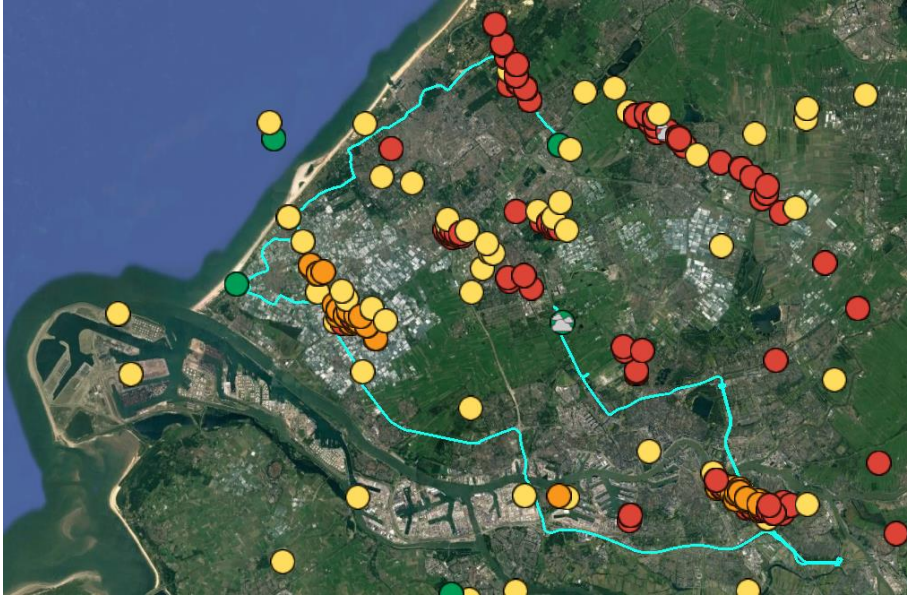
Bij de put Oude Leede-01 worden regulier gasbelletjes waargenomen in putkelder. Hier werd uitgebreid gemeten met de slang- en gaszakmethode. Op het moment van de metingen werd daarmee geen emissie waargenomen. Indicatief (zie **Tabel 1**) zal de emissie derhalve lager dan 0,2 gCH₄/uur zijn.

Metingen aan olie/gas behandel locaties

De metingen rondom de gaswinning en gasbehandellocatie Gaag-01 in Maasland lieten geen methaanemissie zien. Dit is opmerkelijk omdat uit ervaring blijkt dat een installatie van dergelijke omvang altijd wel iets emitteert. De metingen rondom behandelingslocatie Gaag zijn op 22 april 2016 herhaald en wederom werd er geen methaanpluim (<30ppb) en dus geen emissie waargenomen. In een vervolgrapport zal een gevoeligheidsanalyse aangeven wat de detectielimiet was voor dit object. Om een indruk te geven kan gesteld worden dat de emissie duidelijk onder die van een boerderij met zo'n 100 koeien zal liggen.

Andere bronnen

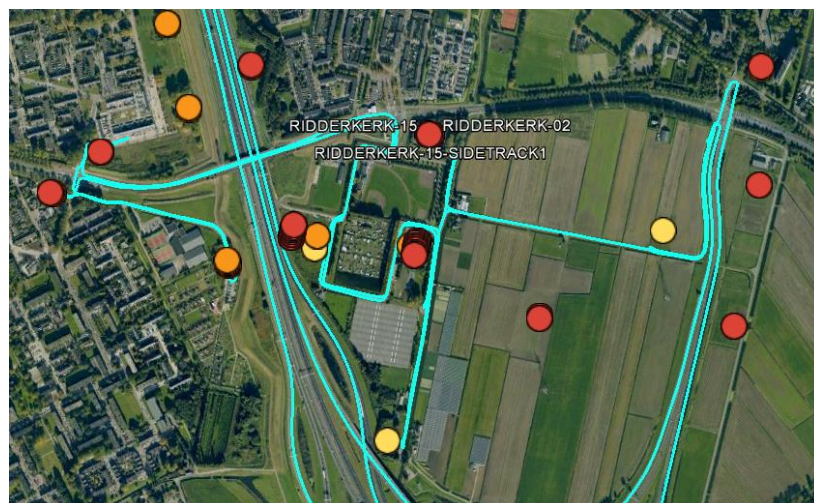
In het Westland worden veel WKK-installaties gebruikt voor verwarming van kassen. Uit deze installaties zien we duidelijk methaangas ontsnappen (100-300 ppb). Indien een WKK-installatie bovenwinds van een te bemeten put ligt, is de emissie van die put veel moeilijker te bepalen. Daarnaast werden methaanpieken gemeten nabij het Congrescentrum (± 200 ppb) en een tuincentrum in Den Haag (± 100 ppb) zie ook **Figuur 7**.



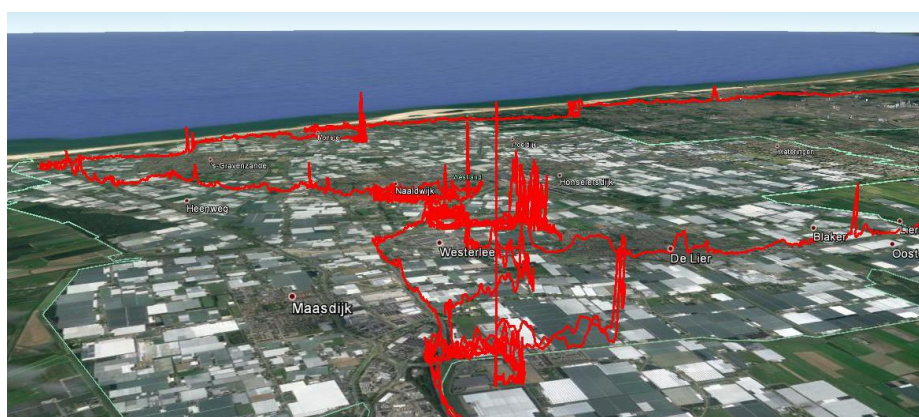
Figuur 4: Meettraject van 24 maart 2016.



Figuur 5: Meettraject ingezoomd rondom De Lier.



Figuur 6: Meettraject ingezoomd rondom Ridderkerk.



Figuur 7: Overzicht van gemeten pieken in het Westland. Het piekje bovenin rechts is de methaanpiek bij het Congresgebouw. De andere pieken zijn vrijwel allemaal van WKK-installaties of boerderijen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten voor de meetdag in Zuid Holland. Hieruit blijkt dat er bij geen van de putlocaties methaanemissie werd gevonden die boven de detectielimiet van het meetsysteem ligt (20 pbb methaan).

Tabel 2: Resultaten van de emissiemetingen in Zuid-Holland op 24 maart 2016.

Code	Locatie	Boorputtype	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
A	Leidschendam-02	Gas	Geen Emissie	Pluim	Gasput, meting op circa 75 meter.
B	Wassenaar-02, 08, 10 & 12	1x Niet econ. winbaar 6x Olie	Geen emissie		
C	Wassenaar-03 & Wassenaar-09-Sidetrack1	1x Niet econ. winbaar 2x Olie	Geen emissie	Pluim	Pluimmeting op 140 meter.
D	Monster-01, Monster-02 & Monster-02-Sidetrack1	1x Olie & gas 1x Niet econ. winbaar 1x Gas	Geen emissie	Pluim	Pluimmeting op 30 en 45 meter.
E	De Lier-24 De Lier-24-Sidetrack1	Olie & gas Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	
F	De Lier-36-Sidetrack1	Olie & gas	Geen emissie	Pluim	Onder huizenblok Turrestraat
G	De Lier-05 & 40	2x Olie & gas	Geen emissie	Pluim	Put onder zandlichaam viaduct
H	De Lier-01-Sidetrack3	Olie Actief	Geen emissie	Pluim	X-mas Tree, mogelijk een klein piekje.
I	De Lier-04 & 06	2x Olie & gas Actief	Geen emissie	Pluim	Moeilijk meetbaar door WKK-installaties tuinbouw.
J	Gaag-01	Niet econ. winbaar Actief	Geen emissie	Pluim	Een relatief grote nieuwe installatie.
K	Ridderkerk-18	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	
L	Ridderkerk-04, 12,14,17, 19, 23 t/m 25 & 30	1x Olie & gas 18x Olie 1x Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Meting op 45 meter. Enkele vertonen gasbelletjes in putkelder.
M	Ridderkerk-31 & 32	4x Niet econ. winbaar 1x Olie & gas	Geen emissie	Pluim	Meting op 30 meter.
N	IJsselmonde-12	4x Olie 2x Olie & gas	Geen emissie	Pluim	
O	IJsselmonde-37, 47 & 48	3x Olie	Geen emissie	Pluim	Onder huizenblok
P	IJsselmonde-42, 43, 49 & 52	4x Olie 3x Olie & gas	Geen emissie	Pluim	Meting op 10 meter
Q	Oude Leede-01	Gas	Geen emissie	Pluim & gaszak	Gasbelletjes in putkelder. Pluimmeting rondom de put, binnen de hekken van de site.

3.2 Metingen in Noord-Holland

De tweede meetdag vond plaats op woensdag 31 augustus 2016 in Noord-Holland. De wind kwam deze dag uit het zuidoosten en draaide in de middag naar het zuidwesten. De windsnelheid was in de ochtend 3 m/s en nam in de middag toe tot 5 m/s. Het meettraject is weergegeven in **Figuur 8**.

Bij de eerste meetdag in Zuid Holland werd duidelijk dat het direct uitvoeren van box metingen zou helpen om een beter beeld te geven van de potentiële emissie. Op deze meetdag zijn deze metingen dus ook uitgevoerd.

Metingen aan actieve en afgesloten putten

Er is bij in totaal 17 buiten gebruik gestelde putten gemeten. Zie **Tabel 3** voor een overzicht van alle locaties en metingen. In het dorpje Zwaag werd met de pluimmethode een methaanpluim waargenomen (± 200 ppb). De hotspot werd gevonden aan de voet van een dode boom langs een fietspad. De locatie van de bron werd bepaald met de slangmethode en uiteindelijk werd er een set verkennende boxmetingen uitgevoerd (zie **Figuur 9**). Omdat de box de lucht opsluit loopt de gemeten concentratie dan snel op (tot > 100.000 ppb) boven de achtergrondwaarde. Met vervolgonderzoek werd gekeken of de emissie mogelijk afkomstig was uit de afgesloten Zwaag-01 put of uit een rioolleiding. Op een extra meetdag (beschreven in paragraaf 3.7) werd het emissieveld rondom de gevonden hotspot doorgemeten met een serie boxmetingen. Daarmee is de grootte van deze bron in de betreffende episode van het jaar beschikbaar.

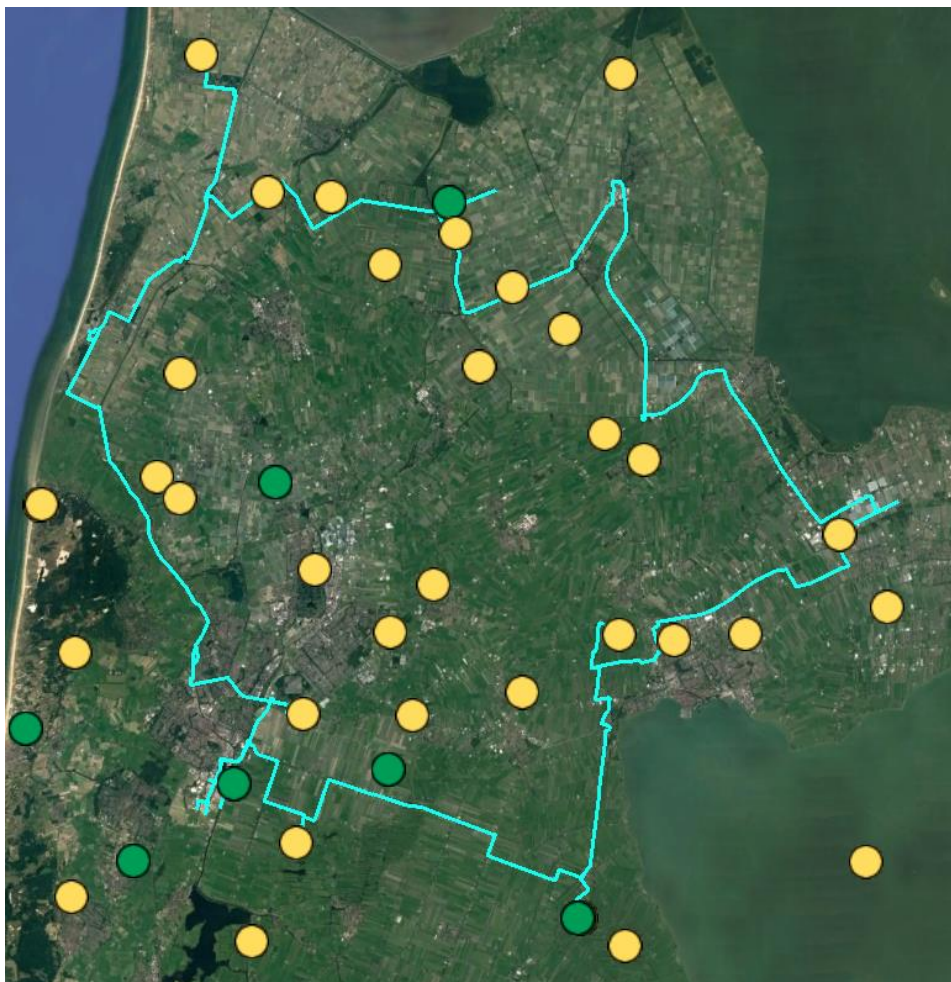
In Middelie (zie **Figuur 10**) werden methaanpieken (range 100-200 ppb) waargenomen benedenwinds van een set afgesloten putten. Het terrein lag vol drijfzand en was dus niet toegankelijk, zodat er niet gezocht kon worden naar precieze locatie en oorzaak van deze emissie.

Metingen aan olie/gas behandeling installaties

Aan het eind van de dag zijn metingen uitgevoerd bij Alkmaar aan twee gasbehandelingsstation. Hierbij is Bergermeer PGI en het compressorstations van de gasopslag Boekelermeer gemeten (zie **Figuur 11** en **Figuur 12**). Hier werden methaanpluimen in de ordegrootte van 100-200 ppb gemeten. Daarna werd een pluimmeting uitgevoerd aan de gaswinnings- en behandelingsinstallatie Koedijk (**Figuur 13**). Ook hier zien we een emissie van methaan die resulteert in een verhoging van de concentratie van 800-1.000 ppb in de gemeten pluim.

Andere bronnen

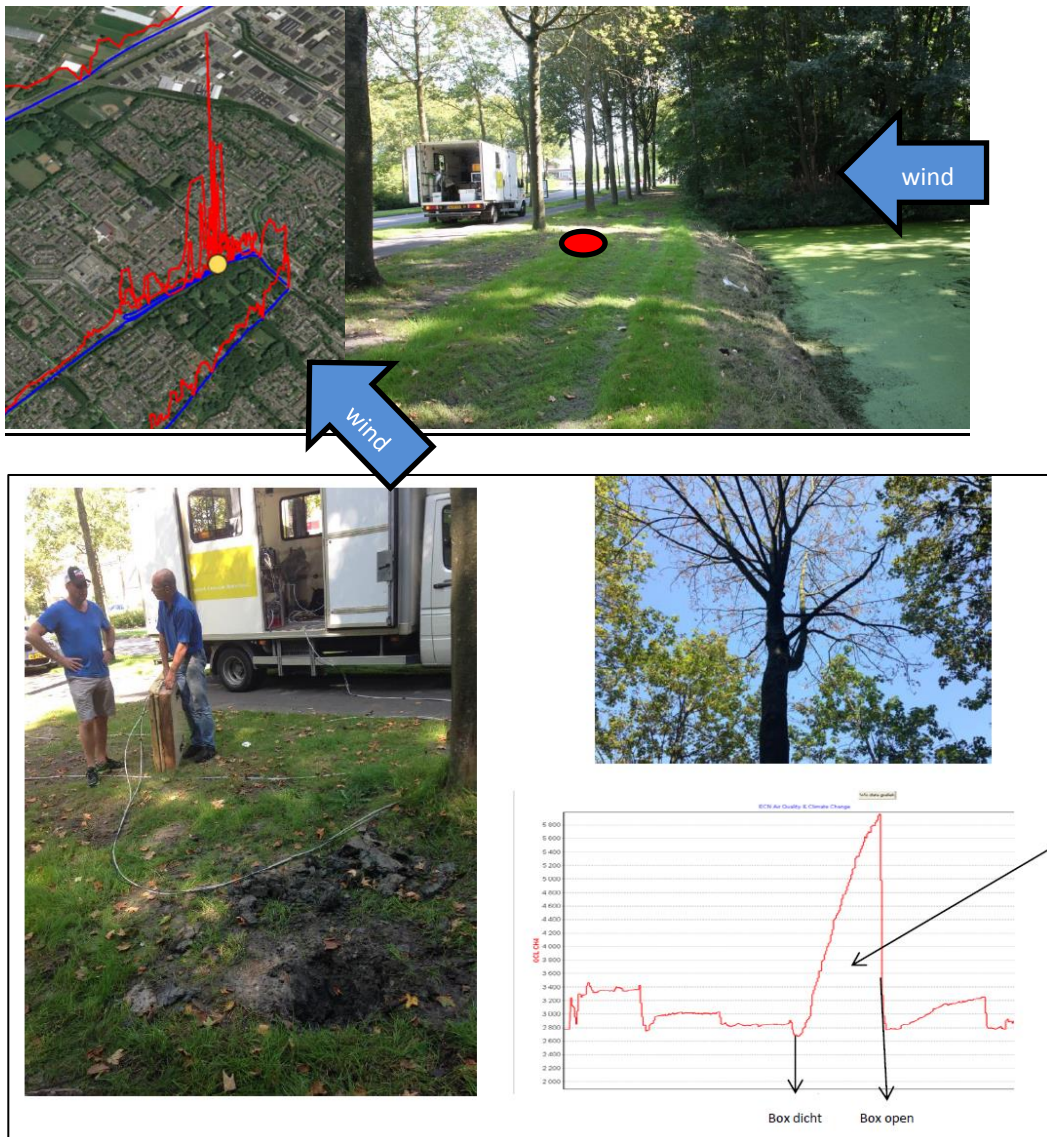
Tijdens deze meetdag zijn geen echt verrassende andere bronnen waargenomen. Bij de stortplaats ten zuiden van Alkmaar werd een duidelijke methaanpluim waargenomen (500-700 ppb). Ook benedenwinds van de afvalverbrandingsinstallatie bij Alkmaar werd een methaanpiek van rond de 500 ppb gemeten. Verschillende boerderijen langs het meettraject laten pieken zien die variëren tussen de 50-200 ppb



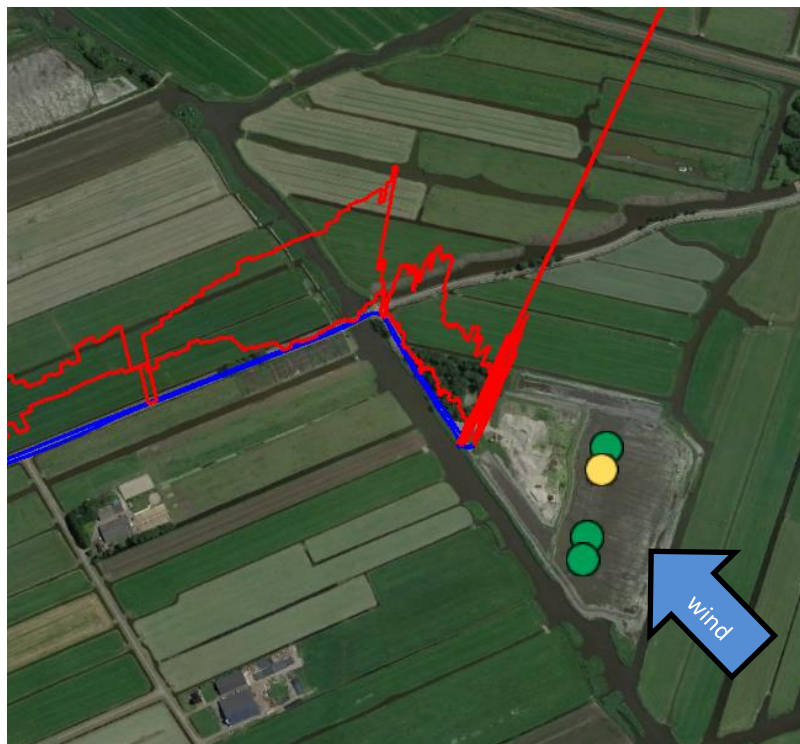
Figuur 8: Meettraject van 31 augustus 2016.

Tabel 3: Resultaten van de emissiemetingen in Noord-Holland van 24 maart 2016.

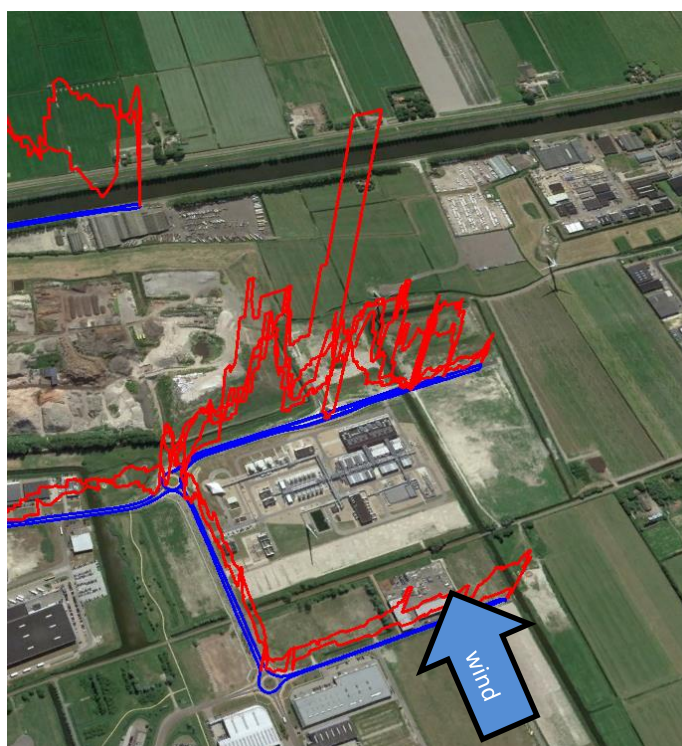
Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
A	Julianadorp-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Slang	Op kruising in woonwijk
B	Oudesluis-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Slang	In weiland
C	Slootdorp-05-sidetrack1	Gas Actief	Geen emissie	Slang	Mestsilo's Van de Stelt nog juist te scheiden van installatie.
D	Slootdorp-03	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Gaszak	Achter proefboerderij
E	Slootdorp_02	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Gaszak	In korenveld
F	Hoogkarspel-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim & Gaszak	Vlak langs weg naas slootje
G	Zwaag-01	Niet econ. winbaar	CH ₄ emissie	Pluim & box	Langs fietspad in de woonwijk. Methaanemissie waargenomen.
H	Lekerveer-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Slang	In weiland over een sloot.
I	Middelie-101 t/m 104	5x Gas 2x Niet econ. winbaar	CH ₄ emissie	Pluim	Wel CH ₄ pieken, geen toegang mogelijk: drijfzand!
J	Schermer-02	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	
K	Bergermeer PGI	Productie Actief	CH ₄ emissie	Pluim	Gas compressorstation
L	Boekerveer gasopslag	Productie	CH ₄ emissie	Pluim	Compressie/behandeling
M	Heerhugowaard-01-sidetrack1	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Gemeten op 20m van put.
N	Koedijk	Productie Actief	CH ₄ emissie	Pluim	Gas behandelingsinstallatie



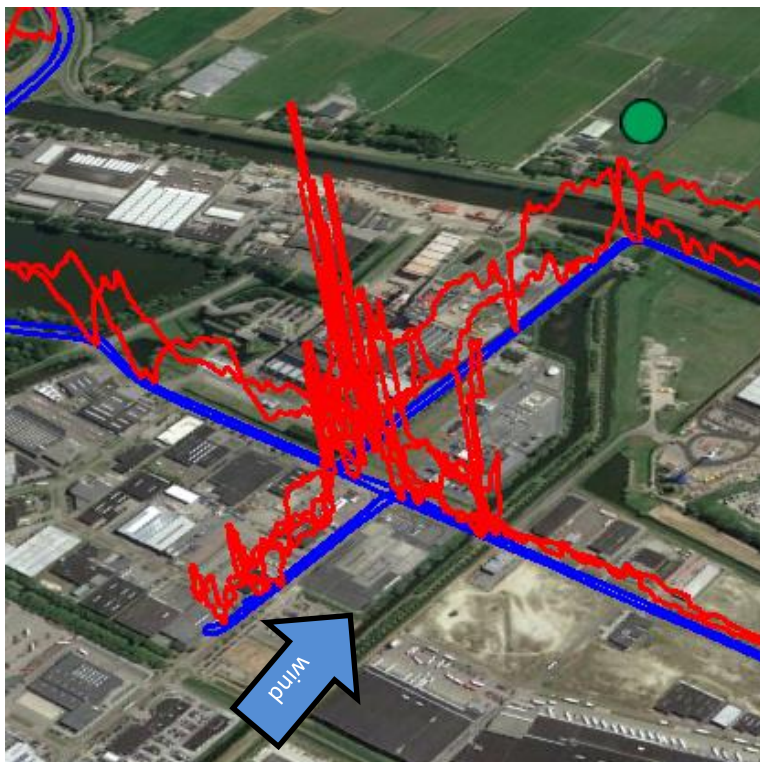
Figuur 9: Methaanemissiemeting bij Zwaag-01 met locatie foto. Boven: de locatie en meetwagen op het fietspad met indicatie van de emissielocatie (rode stip.) Onder links: gat gegraven op de plek met de hoge emissie. Onder rechts: emissiemetingen op verschillende locaties met een in de tijd snel toenemende concentratie als de box op een meter van het gat staat. De foto van de boom laat zien dat deze veel minder blad heeft dan de bomen links en rechts.



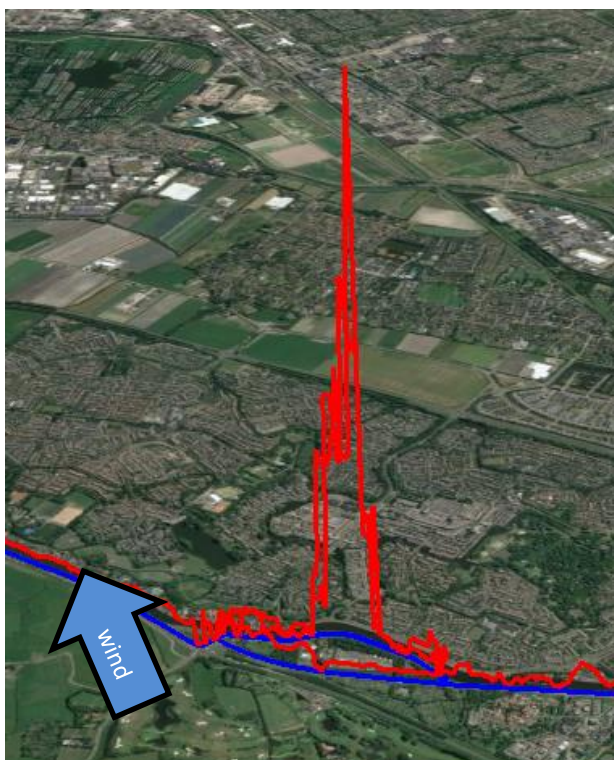
Figuur 10: Methaanemissie bij Middelie 101 t/m 104. We zien hier wel methaanpieken over waaien maar kunnen de locatie verder niet betreden in verband met drijfzand.



Figuur 11: Methaanemissie rondom gascompressor locatie Bergermeer in Alkmaar.



Figuur 12: Methaanemissie rondom gascompressorlocatie Bergermeer PGI in Alkmaar.



Figuur 13: Methaanemissie rondom gaswinning- en compressiestation Koedijk.

3.3 Metingen in Friesland

De derde meetdag vond plaats op woensdag 7 september 2016 in het gebied tussen de stad Groningen en de Friese IJsselmeerkust. De wind kwam uit het zuidwesten met een windsnelheid van 1 tot 3 m/s. Het meettraject is weergegeven in **Figuur 14**.

Metingen aan actieve en afgesloten putten

Er zijn metingen uitgevoerd bij 17 afgesloten putten maar hierbij zijn geen methaanemissies geconstateerd. Zie **Tabel 4**: voor een overzicht van alle locaties en metingen.

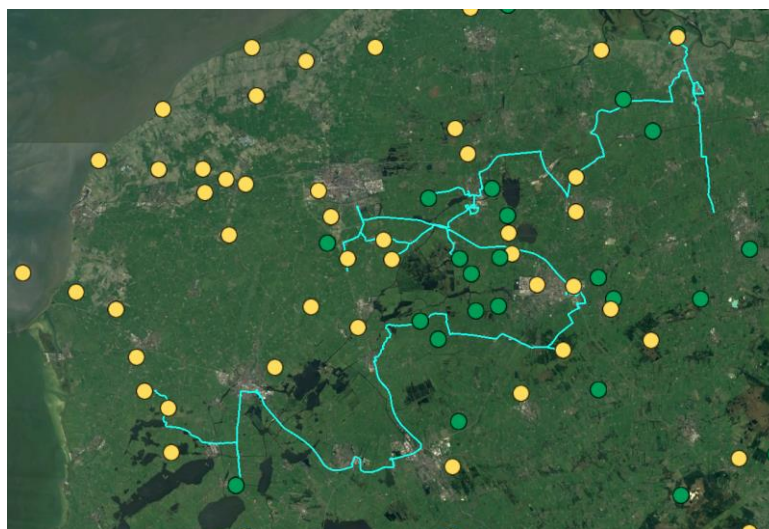
Metingen aan olie-/gasbehandelinginstallaties

Alleen het compressorstation van Grijpskerk liet methaanemissie zien (zie **Figuur 15**). Dat er bij Grijpskerk iets zou worden waargenomen, is volgens verwachting gezien de omvang van de installatie. Er zijn bij Grijpskerk verschillende installaties naast elkaar gelegen. De hoogte van de gemeten methaanconcentratie in de pluim ligt tussen de 1.000-1.500 ppb boven de achtergrondwaarde.

Lauwerzijl-01 is een actieve put met Kisskit (een kleine gasbehandelingsinstallatie), waarbij de metingen geen emissie konden detecteren. De verhoging van de methaanconcentratie benedenwinds was dus < 20 ppb.

Andere bronnen

Net ten zuiden van Nij Beets werd bij een zandwinlocatie een duidelijke methaanpluim van 100-300 ppb gemeten. Bij een boerderij ten noorden van Heeg werd een methaanpiek van 1.000-1.500 ppb gemeten en een niet geïdentificeerde bron tussen Drachten en Ureterp gaf een methaanpiek van >3.000 ppb.



Figuur 14: Meettraject van 7 september 2016

Tabel 4: Resultaten meetcampagne Friesland.

Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
A	Grijpskerk UGS	Productie Actief	CH ₄ emissie,	Pluim	Gasbehandelings locatie
B	Lauwerzijl-01	Actieve put	Geen Emissie	Pluim	Kisskit
C	Krabburen-01-Sidetrack3 Munnekezijl-02	Gas Actief	Geen Emissie	Pluim	
D	Tietjerkstradeel-701-sidtrack1	Niet econ. winbaar	---	---	Niet gemeten. Achter boerderij, niet bereikbaar.
E	Tietjerkstradeel-203	Gas Actief	Geen emissie	Pluim	Set actieve en gesloten putten
F	Suawoude-01	Gas	Geen emissie	Pluim	
G	Suawoude-200	Gasput / ge-abandoneerd	Geen emissie	Pluim	
H	Wirdum-02	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Meting op 60 meter bij 1 m/s
I	Warga-03	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Meting op 150 meter bij 1 m/s
J	Junction Z		Geen emissie	Pluim	Leechlan Wartena
K	Leeuwarden-06	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	In weiland op 60 meter bij 2.5 m/s.
L	Leeuwarden-09	Gas	Geen emissie	Pluim & box	Pluim op 50 meter
M	Tietjerkstradeel-1001	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	
N	Oudega-Akkrum-05	Niet econ. winbaar		Box	In het bos, op 50, 10 en 0 m afstand
O	Oudega-Akkrum-04	Gas	Geen emissie	Box	In open veld, bij 1-3 m/s variabele wind.
P	Woudsend-01	Gas	Geen emissie	Pluim	
Q	Westhem-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	In weiland



Figuur 15: Pluimmeting rondom gasbehandelingslocatie Grijpskerk. Boven: een compilatie van een aantal rondritten om de locatie. Onder: kaart van de locatie met GPS positie plus een tijdlijn van de gemeten concentratieniveaus. De metingen zijn in ppb CH₄.

3.4 Metingen in Drenthe

De vierde meetdag vond plaats op woensdag 21 september 2016 in het gebied tussen Zwolle en Schoonebeek. De wind was oost en de windsnelheid circa 2 m/s. **Figuur 16** geeft het meettraject weer. In **Figuur 17** is ingezoomd op het gebied rond Schoonebeek.

Metingen aan actieve en afgesloten putten

In dit gebied liggen de putten dicht bijeen, waardoor er op een dag veel locaties bezocht kunnen worden. Er werden metingen gedaan bij 48 putten: zie **Tabel 5** voor een overzicht van alle locaties en metingen.

De meeste putten lieten geen emissie zien. Bij een fracked put, bij Emmen-Nieuw Amsterdam-02, was de locatie niet bereikbaar met de meetbus vanwege een slagboom. De toegangssleutel zou nodig geweest zijn om met de slangmethode de locatie te meten. Er kon wel gebruik worden gemaakt van de gaszakmethode. Er is wel een methaanemissie waarneembaar, maar afkomstig uit de gasbehandelingsinstallatie bij de putten. Met concentratiewaarden die ongeveer 100 ppb verhoogd zijn op slechts 10 meter van de werkende installatie is de emissie niet heel hoog. Een aanvullende pluimmeting zou nodig zijn om een goede emissiebepaling te kunnen doen.

Nabij Schoonebeek zijn metingen uitgevoerd bij een aantal putten die gasbelletjes in de putkelder vertonen. Vanwege de windrichting moesten daar de metingen met de slangmethode worden uitgevoerd. In **Figuur 18** zijn de gemeten concentratiepieken weergegeven. Bij de combinatie Schoonebeek-184, 549 t/m 551, 593 zien we pieken van 1.000-5.000 ppb benedenwinds van de locatie (zie ook de foto in **Figuur 19**). Bij de locatie Schoonebeek-080-Sidetrack1 & 576 zien we vergelijkbare pieken (1.000-8.000 ppb), maar deze plek ligt aangrenzend aan een boerderij waarvan de pluimen uit de stal de metingen hebben beïnvloed. Daardoor is lastig uitsluitel te geven over de emissie van de putlocatie zelf. Bij westenwind zouden deze locaties veel beter te bemeten zijn.

Bij de sportvelden van Schoonebeek ligt Schoonebeek-169. Met de pluimmethode werden kleine methaanpieken gezien (30-100 ppb), maar nader onderzoek met de boxmethode recht boven de putlocatie liet geen emissie zien. Mogelijk waren enkele koeien verderop de oorzaak van de gaspluimpjes.

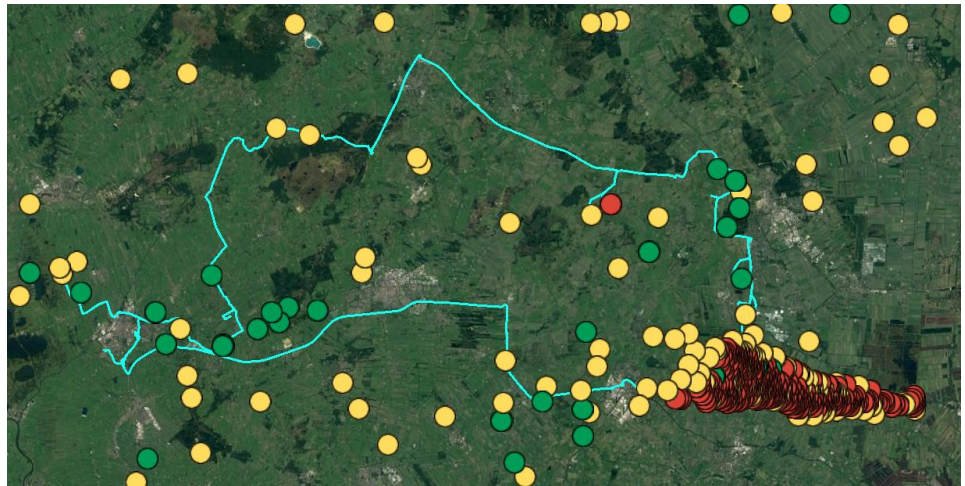
Metingen aan olie/gas behandeling installaties

Bij de productielocatie De Wijk-13 is wel gemeten, maar de windrichting was niet ideaal. De locatie zelf liet geen methaanpieken >20 ppb en daarmee geen emissie zien. De eventuele emissie vanuit de flare was door de windrichting niet in beeld te brengen.

Als laatste is gaswinlocatie Coevorden-05 gemeten. Er werden methaanpieken van 20-60 ppb gemeten, maar de windsnelheid was (rond 20:00u) intussen eigenlijk te laag voor betrouwbare pluimmetingen.

Andere bronnen

Bij Rogat werden zowel op de heen als terugweg methaanpieken gezien van 1.000-10.000 ppb, maar de oorsprong daarvan kon niet worden achterhaald (zie **Figuur 20**).



Figuur 16: Meettraject van 21 september 2016.



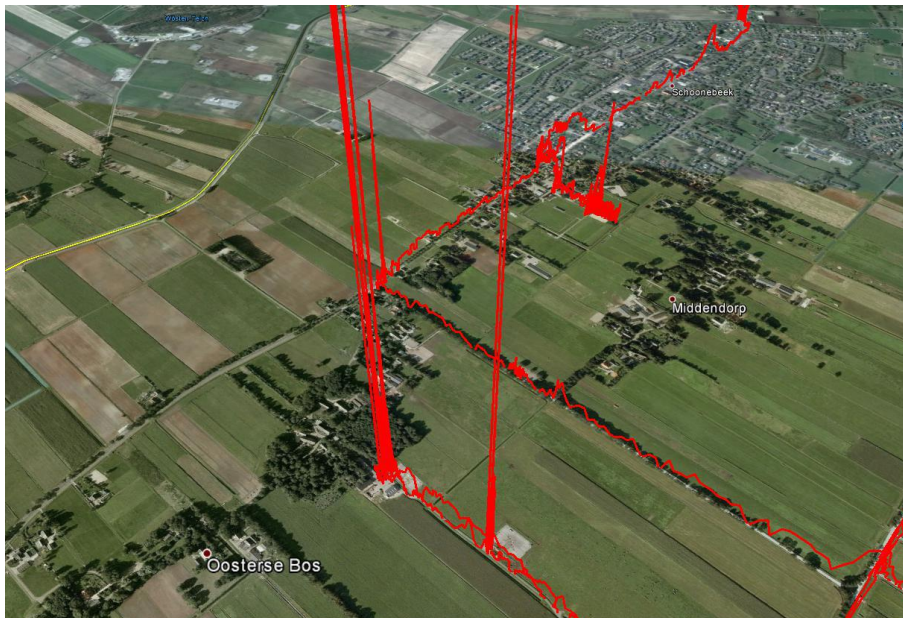
Figuur 17: Meettraject ingezoomd rondom Schoonebeek.

Tabel 5: Resultaten meetcampagne Drenthe.

Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
A	Wanneperveen-05	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Productielocatie
B	Giethoorn-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Put onder weitje.
C	De Wijk-01, 08 t/m 10 en 12	5x Gas Actief	Geen emissie	Pluim	Vijf putten locatie
D	De Wijk-13	Productie Actief	Geen emissie. Vanwege de windrichting is flare niet in beeld te brengen.	Pluim	Productie locatie met flare
E	Dwingelo-02	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Put op veldje
F	Dwingelo-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Put op 70 m afstand
G	Zweelo-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim & box	Geoogst aardappelveld. Pluimmeting op 42 m, boxmeting geen resultaat.
H	Sleen-04	Productie Actief	Geen emissie	Pluim	Productielocatie
I	Sleen-02 'Het Haantje'	Gas	Geen emissie	Box	Meting in bosjes rondom de put.
J	Emmen-06	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	Put op 15 meter.
K	Buma-01-Sidetrack1	Gas	----	----	Niet bereikbaar door werkzaamheden en kar op kavelpad.
L	Emmen-Nieuw Amsterdam-02 - Sidetrack1	1x Gas Actief 1x Niet econ. winbaar	CH ₄ emissie, 20 ppb bij ca. 1 m/s	Gaszak	Fracked locatie. Geen toegang vanwege slagboom.
M	Schoonebeek olie behandelingsinstallatie	Olie behandelingsinstallatie	Geen emissie	Pluim	
N	Schoonebeek-561 t/m 563	3x Olie	Geen emissie	Pluim	Pluim op 65 meter Wind 1 m/s.
O	Schoonebeek-520 & 521	2x Olie	Geen emissie	Pluim	Pluim op 60 meter Wind 1 m/s.
P	Schoonebeek-556 t/m 559	4x Olie	Geen emissie	Pluim	4 olieputten, Pluim op 60 meter.

Vervolg tabel 5: Resultaten meetcampagne Drenthe.

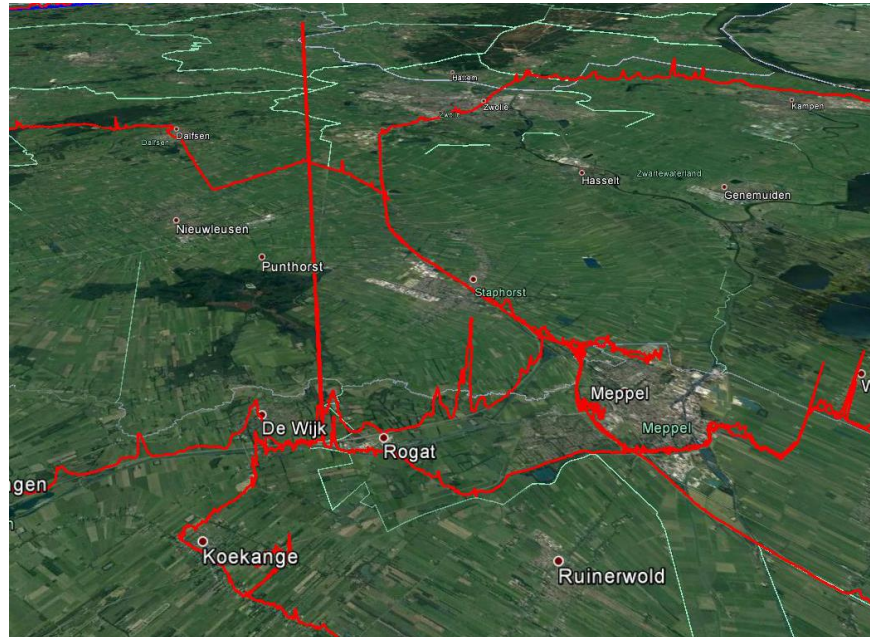
Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
Q	Schoonebeek-542 t/m 545	4x Olie	Geen emissie	Pluim	4 olieputten Pluim op 60 meter.
R	Schoonebeek-580	Gas	Geen emissie	Pluim	Gasput
S	Productie water pompstation Punt 789 en 790	2x Olie	Geen emissie	Pluim	Pluim op 80 meter. Wind intermitterend.
T	Schoonebeek-533	Olie	Geen emissie	Pluim	Olieput
U	Schoonebeek-184 Schoonebeek-549 t/m 551 Schoonebeek-593	5x Olie	Emissie slecht te bepalen door boerderij	Slang	Er zijn 3 putten met gasbelletjes in putkelder.
V	Schoonebeek-080-Sidetrack1 Schoonebeek-576	3x Olie	Emissie slecht te bepalen door boerderij	Slang	Er is 1 put met gasbelletjes in putkelder.
W	Schoonebeek-267	Olie	Geen emissie	Pluim & box	Afgesloten olieput. Pluim op 3 meter.
X	Schoonebeek-169	Olie	Kleine pluimen gezien, niet met boxmeting. CH ₄ van koeien verderop?	Pluim & box	Afgesloten olieput naast sportvelden. Pluim op 5 meter.
Y	Schoonebeek-166-Sidetrack1	2x Olie	Geen emissie	Pluim	Olieput in privé tuin. Pluim op 30 meter. Wind < 1 m/s.
Z	Schoonebeek-168	Olie	Geen emissie	Pluim	Pluim op 3 meter
AA	Noord-Nederland-08 (Coevorden)	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	In woonwijk onder bestrating. Pluim op 2 meter.
AB	Coevorden-05	Gas Productie Actief	CH ₄ emissie, Meting rondom locatie	Pluim	Gasput. Geen goed definieerbare windsnelheid. (< 1 m/s)



Figuur 18: Vooraan pieken bij Schoonebeek, de locaties U en V uit **Tabel 5**. De pieken zijn gemeten met een slang lopend aan de buitenkant van het hek. Bij de piek links is het niet duidelijk hoeveel we daar meten van de stal en wat er van de put af komt. Verder naar boven in de figuur zijn de (veel kleinere) pieken te zien die bij het voetbalveld (Schoonebeek-169) zijn gemeten.



Figuur 19: Foto van de locatie U in **Tabel 5** met Schoonebeek-184, Schoonebeek-549 t/m 551 en Schoonebeek-593. De emissie lijkt te komen uit de richting van de afsluiter (rechts) maar het terrein was niet toegankelijk op de meetdag.



Figuur 20: Hoge piek gemeten bij Rogat: op de heenweg heel hoge scherpe pieken, op de terugweg een bredere lage piek aan de overkant van het kanaal. De hoogste piek is ongeveer 10.000 ppb. Links twee pieken van 500 ppb bij boerderijen nabij de kolk.

3.5 Metingen in Groningen

De vijfde meetdag vond plaats op dinsdag 29 november 2016 in het gebied ten noorden en oosten van de stad Groningen. De wind kwam uit het zuidwesten met een windsnelheid van circa 3 m/s. De route van deze meetdag is weergegeven in **Figuur 21**.

Metingen aan actieve en afgesloten putten

In totaal zijn er in dit gebied 24 afgesloten putten bemeten. Zie **Tabel 6** voor een overzicht van alle locaties en metingen.

Bij de putten van Ten Boer-01-03 en gasbehandelingsinstallatie in **Figuur 22** werd een methaanpluim van rond de 100 ppb gemeten. De direct daarnaast gelegen boerderij gaf een methaanpiek die een ordegrootte hoger is (2.000-5.000 ppb).

De locatie 'Zuidwending-01 en 02' was afgesloten met een slagboom. Benedenwinds op ruim 400m afstand is er wel een duidelijke methaanpluim van rond de 200 ppb te zien (**Figuur 24**). De wind kwam uit zuidelijke richting door het bos. Het is niet zeker dat de pieken inderdaad van de locatie af kwamen.

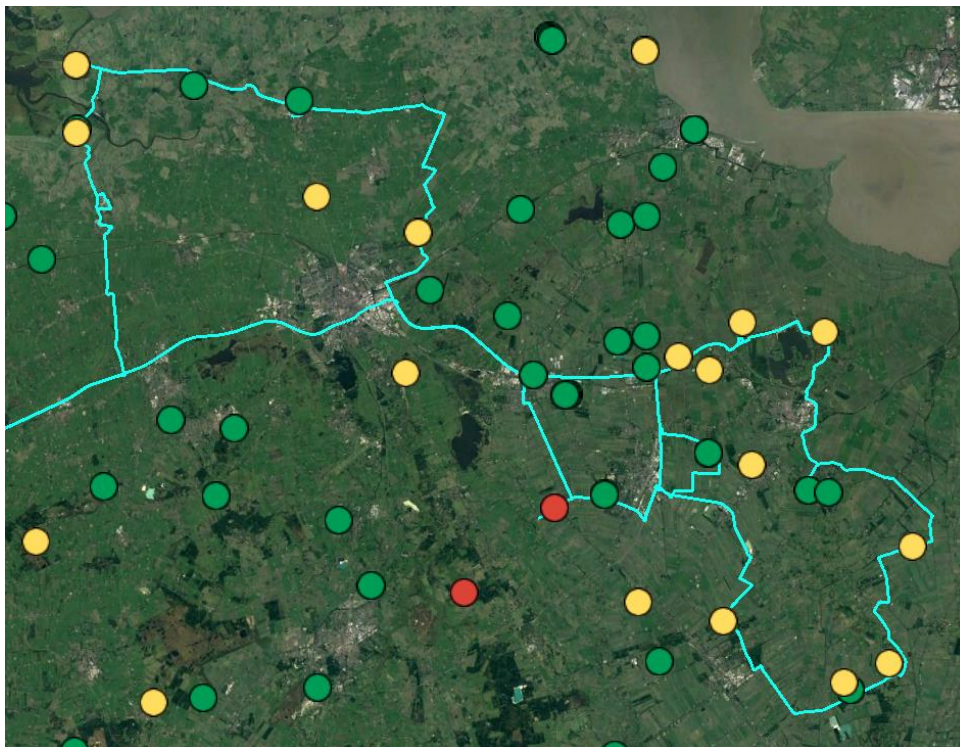
Ook de locatie bij Blijham-05 was met een slagboom afgesloten en dus niet toegankelijk. In **Figuur 25** zien we een brede piek op 1.200 meter benedenwinds van Sappemeer-01 t/m 06 & 14. De piek is ongeveer 200 ppb hoog. Deze locatie was niet als primair doel aangemerkt, dus we hebben geen metingen dichtbij uitgevoerd.

Metingen aan olie-/gasbehandelingsinstallaties

Tussen Annerveen en de Zuidwending (**Figuur 23**) liggen een tweetal gasbehandelingslocaties met methaanpluimen van respectievelijk 6.000 en 300 ppb. Bij de gaswinningslocatie Vierhuizen werd een pluim gemeten met de slang (300 ppb). Ook bij Leens werden metingen op deze manier gedaan (500 ppb).

Andere bronnen

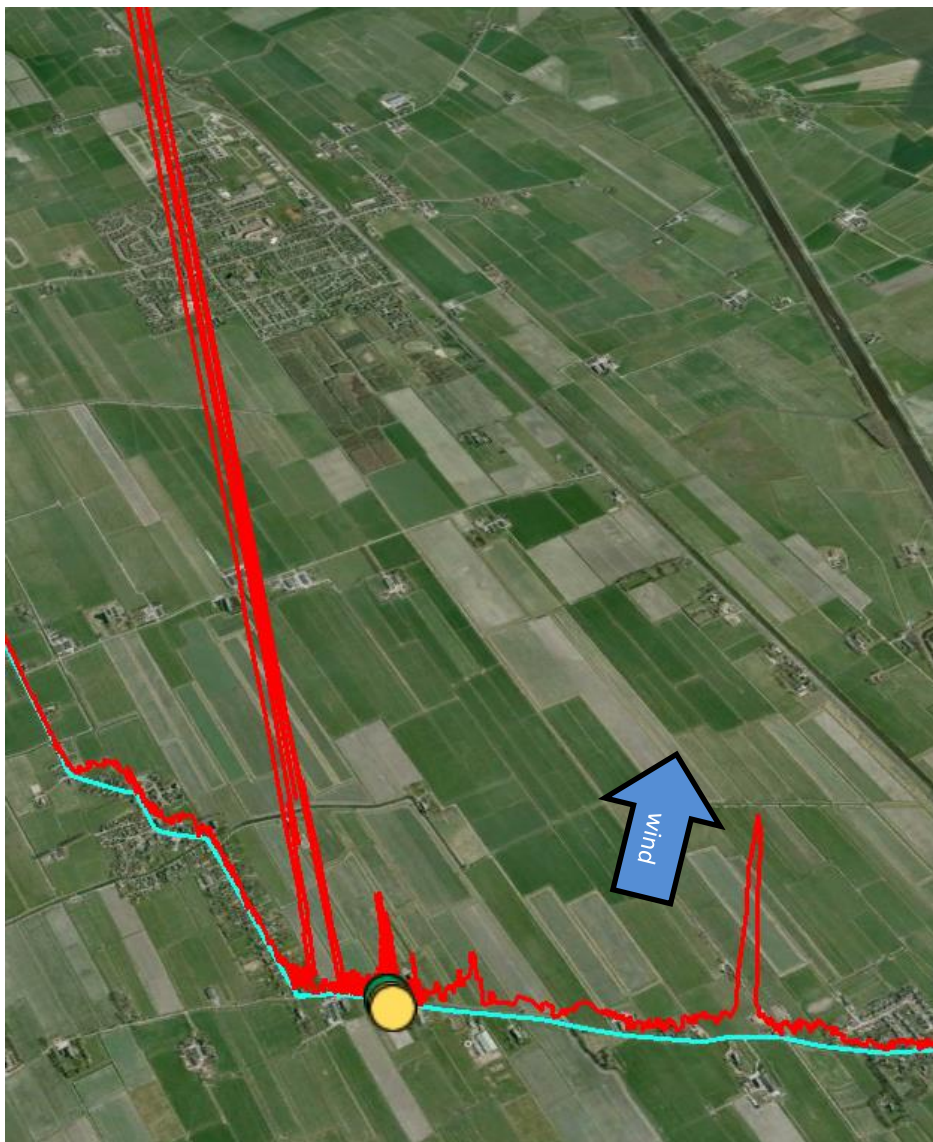
De stortplaats bij Groningen gaf op een afstand van een kilometer een piek van 500 ppb methaan. Net ten noorden van Blijham-05 ligt een composteringsinstallatie met een methaanpiek van >10.000 ppb op ongeveer 100 meter van de weg. Een mestopslag op 50 meter gaf een methaanpiek van ongeveer 1.000 ppb. Tevens zien we een hoge piek (9.000 ppb) net ten zuiden van Groningen, ten gevolge van de emissie van de bezinkvelden van de suikerfabriek. Daarnaast werden duidelijke methaanpluimen gemeten vanuit een mestvergistingsinstallatie in Veendam en de gemeentelijke afvalverwerking Stadskanaal.



Figuur 21: Meettraject van 29 november 2016.

Tabel 6: Resultaten meetcampagne Groningen.

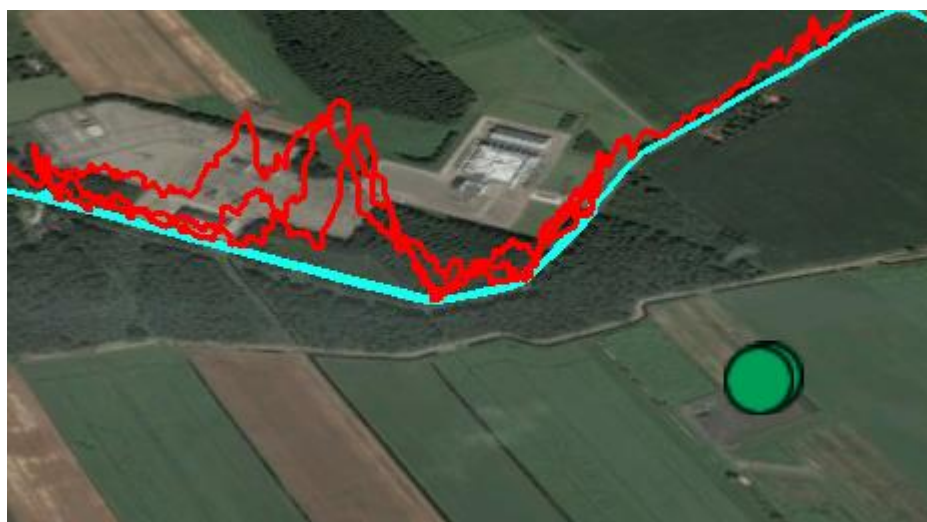
Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
A	Vierhuizen-02 & 03	2x Gas 2x Niet econ. Winbaar Actief	CH ₄ emissie, 300 ppb	Slang	Gaslocatie. Met slang goed te meten.
B	Leens-01	Gas Actief	CH ₄ emissie, 500 ppb	Slang	Gaslocatie. Met slang goed te meten.
C	Ten Boer-01 t/m 03	2x Niet econ. winbaar 1x Gas Actief	CH ₄ emissie, 300 ppb	Pluim	Gasput naast boerderij. CH ₄ pluimen goed te onderscheiden.
D	Slochteren-01	Gas	Geen emissie	Slang	Gasput
E	Annerveen-Anlo-01	Olie	Geen emissie Met box, wel of niet	Slang & box	Slangmeting gaf niets. Box meting deed twijfelen.
F	Locatie Wildervank. Gaswinnings- en behandellocatie.	Productie	CH ₄ emissie	Pluim	Hoge methaanpluim
G	Locatie Wildervank. Gaswinnings- en behandellocatie.	Productie	CH ₄ emissie	Pluim	Methaanpluim zichtbaar
H	Zuidwending-01 & 02	2x Gas Actief	CH ₄ emissie. Op afstand duidelijk te zien.	Pluim	Geen toegang i.v.m. gesloten hek. Pluimmeting op 425m afstand op noordelijke weg.
I	Sappermeer-01 t/m 06 & 14	7x Gas	CH ₄ emissie	Pluim	Pluim op 1.200 meter op provinciale weg.
J	Zuiderpolder-12	Niet econ. winbaar	Waarschijnlijk geen emissie.	Pluim	Pluim van boerderij of silo waait over de site heen. Site lijkt dicht! Kleine subsite wel een klein piekje.
K	Goldhorn-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	Fracked. Meetpunt in het bos.
L	Blijham-05- Sidetrack1 & 2 Blijham-06	2x Niet econ. winbaar 1x Gas	---	---	Geen toegang door afgesloten slagbomen. Er ligt een weg rondom de locatie.
M	Veelerveen-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	
N	Vlagtwedde-02 Vlagtwedde-03- Sidetrack5	2x Gas	Geen emissie	Box	
O	Vlagtwedde-01	Niet econ. winbaar	---	---	Geen toegang tot locatie.
P	Stadskanaal-01 en Stadskanaal-01- Sidetrack3	Niet econ. winbaar en Olie& gas	Geen emissie	Box	



Figuur 22: Methaanemissie van boerderij (links) en gaswinning locatie Ten Boer-01 t/m 03 (bij de ronde stippen en een kleinere boerderij (rechts).



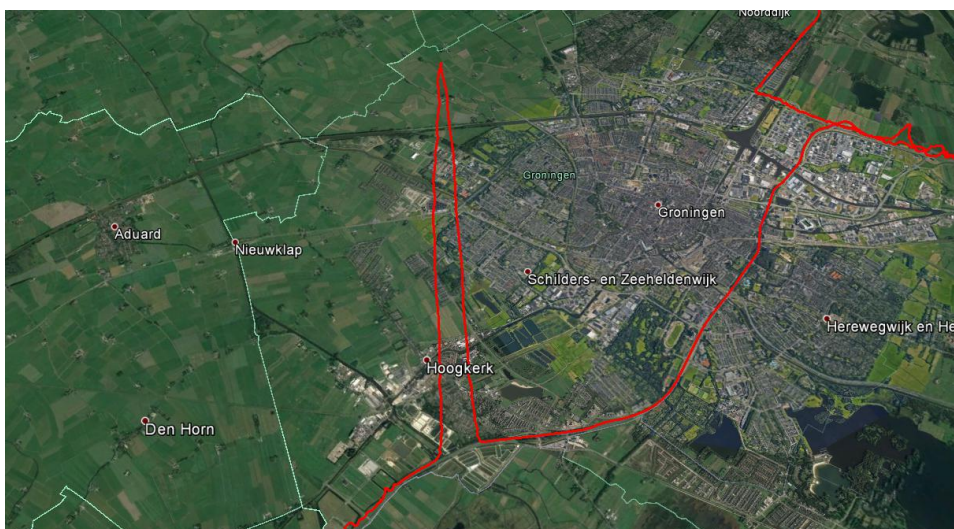
Figuur 23: Methaanemissie van de locatie Wildervank, een gaswinnings- en behandellocatie.



Figuur 24: Zuidwending-01 & 02.



Figuur 25: Op de snelweg A7 is de methaanpluim van Sappemeer-01 t/m 06 & 14 goed waarneembaar.



Figuur 26: Piek bij de suikerfabriek van de bezinkvelden ten zuiden van de snelweg (9.000ppb).

3.6 Metingen in Overijssel

De zesde meetdag vond plaats op dinsdag 14 februari 2017 en betrof 16 putten in het gebied ten oosten van Almelo. De wind kwam uit het zuiden met een windsnelheid van circa 1 tot 2 m/s. In **Figuur 27** is de route van deze meetdag weergegeven.

Metingen aan actieve en afgesloten putten

Er zijn in totaal 16 putlocaties bemeten. Zie **Tabel 7** voor een overzicht van alle locaties en metingen.

Bij Tubbergen-09-Sidetrack3 is een installatie waar productiewater wordt geïnjecteerd. **Figuur 28** laat de metingen zien rondom deze locatie. Er werd geen significante methaanpluim gevonden.

In de buurt van de Lutte-03 werd een heel scherpe methaanpiek gemeten (**Figuur 29**), wat duidt op een bron nabij de meetwagen. In een perkje naast de oprit van een woonhuis stond een 'groen kastje' dat naar wij vermoeden gas lekt. Mogelijk gaat het om een ventiel van een septic tank (zie **Figuur 30**). Benedenwinds van de de put zelf was geen methaanverhoging waarneembaar.

Bij Oldenzaal-01 werd wederom een zeer scherpe en hoge methaanpiek gezien (1.000 ppb, **Figuur 31**). Na het uitpeilen van de locatie langs de weg is met de boxmethode onderzocht (**Figuur 32**). In een serie boxmetingen, waarvan de resultaten zijn weergegeven in **Figuur 33**, werd een emissie hotspot gevonden met een bronsterkte van meer dan $10 \text{ mg CH}_4/\text{m}^2/\text{s}$ in de berm tussen de weg en het weiland. De figuur laat de emissies zien die zijn gemeten op verschillende plekken rondom de boom waar de hotspot zit. De as van de grafiek is logaritmisch, dus de emissie van de hotspot ligt een factor 100-1.000 hoger dan omliggende locaties op een paar meter afstand. In paragraaf 3.8 is op een vervolgemeetdag nader naar deze locatie gekeken.

Metingen aan olie/gas behandeling installaties

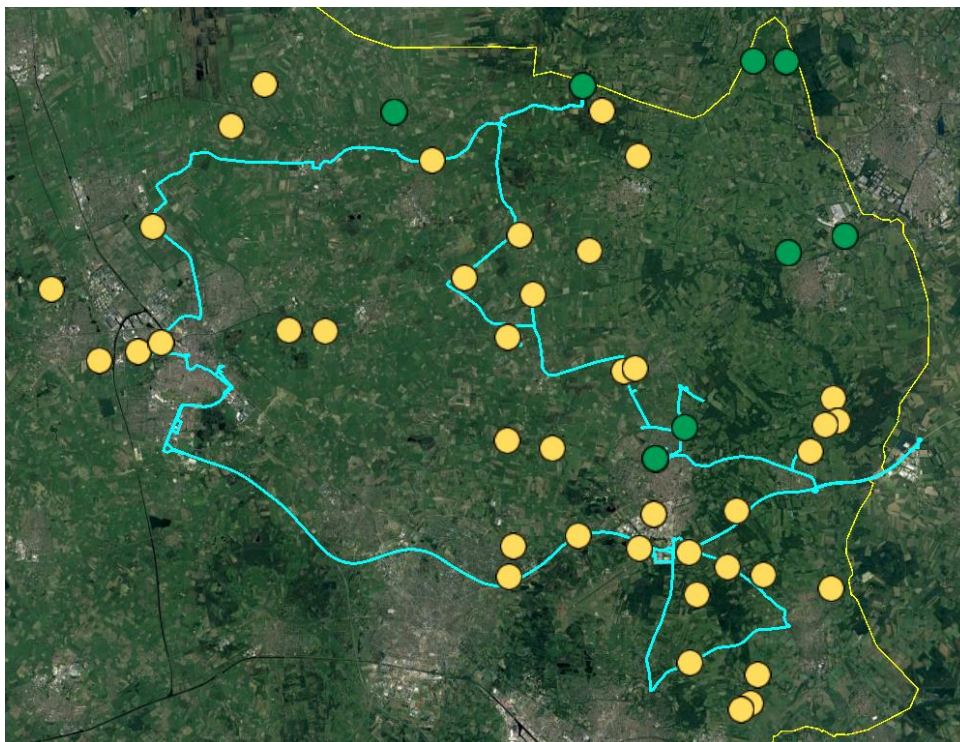
Er werden metingen gedaan bij twee locaties waar productiewater wordt geïnjecteerd, maar bij geen van beiden werd methaan gevonden.

Andere bronnen

Op de weg van Alkmaar naar Overijssel en terug zien we duidelijk verhoogde methaanconcentraties ten westen en oosten van de Veluwe.

Op de Veluwe zelf is de methaanconcentratie in de vroege ochtend ongeveer 1.000 ppb lager dan in de omringende landbouwgebieden. Bij twee stortplaatsen langs de snelweg in de buurt van Barneveld en voorbij Apeldoorn zien we pieken van 1.500-6.000 ppb.

In Overijssel zelf vonden we de hoge pieken bij een 'groen kastje', waarschijnlijk een uitlaat van een septic tank.



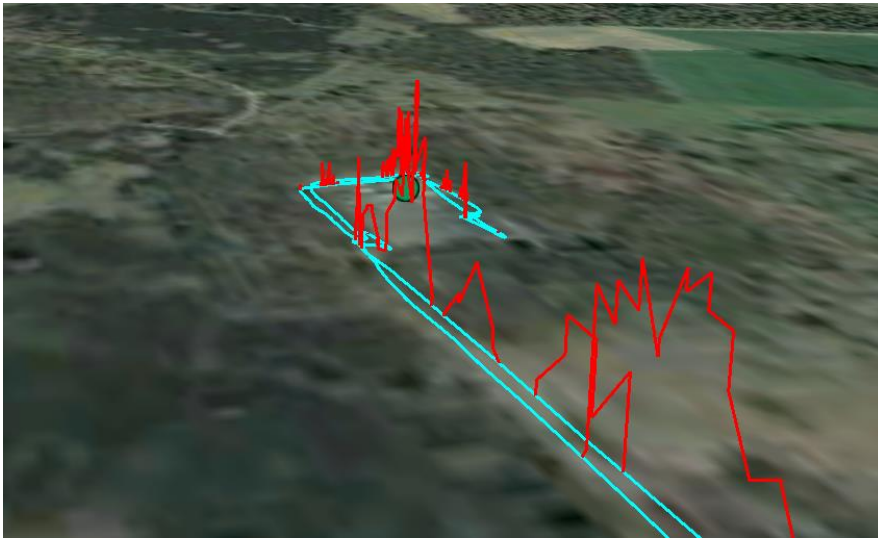
Figuur 27: Meettraject van 14 februari 2017.

Tabel 7: Resultaten meetcampagne Overijssel.

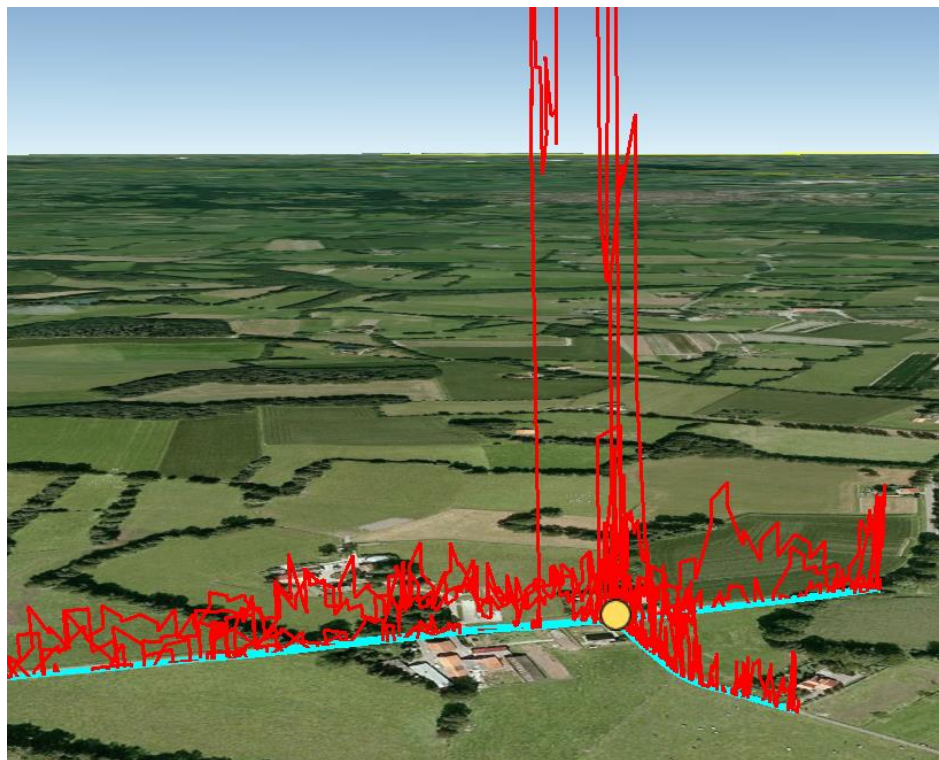
Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
A	Almelo-02	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Slang & Pluim	Zowel bij slang- als boxmeting was geen emissie te zien.
B	Almelo-03	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Pluim	
C	Vriezenveen-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Slang	Met slang benedenwinds van put gemeten.
D	Tubbergen-03	Niet econ. winbaar	x	Box	Geen emissie
E	Tubbergen-09-Sidetrack3	Gas	Geen pluim	Pluim	Leeg gasveld met productiewaterinjectie.
F	Reutum-01	Niet econ. winbaar	Methaanpluim op 80m	Pluim	Niet duidelijk te zien of er een kleine methaanemissie zou zijn.
G	Tubbergen-02	Niet econ. winbaar	Methaanpluim op 80m	Pluim	Piek komt net boven achtergrond uit.

Vervolg tabel 7: Resultaten meetcampagne Overijssel.

Code	Locatie	Boorput type	Conclusie	Manier van meten	Opmerking
H	Weerselo-01	Niet econ. winbaar	Geen pluim van boerderij te onderscheiden. Waarschijnlijk geen pluim.	Pluim	Put op 20 m naast stal en meststalo op boerderij. Om strategische reden niet op erf boerderij gemeten.
I	Tubbergen-01-Sidetrack1	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	Meting op weiland
J	Rossum-Weerselo-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie te zien op 30 m afstand.	Pluim	
K	Rossum-Weerselo leidingenknooppunt tbv waterinjectie	n.v.t.	Geen emissie Meting langs het hek.	Pluim	Locatie ligt 800 zuidelijk van Rossum-weerselo-01
L	Rossum-Weerselo-07- Sidetrack1	Gas	Geen emissie	Pluim	Pluimmeting over weiland dieet achter de locatie. Productiewater injectie.
M	Oldenzaal-08-Sidetrack1	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	Op parkeerplaats in woonwijk
N	Oldenzaal-07	Gas	Geen emissie	Box	In plantsoen in woonwijk
O	De Lutte -03	Niet econ. winbaar	Methaan emissie, op 5m afstand.	Pluim	In perkje tussen weggetje en oprit. Met groen kastje met stikker 'niet roken'.
P	Oldenzaal-03	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	Weiland
Q	Enschede-01	Niet econ. winbaar	Geen emissie	Box	Bossage naast weg. (Privé-terrein)
R	Oldenzaal-01	Niet econ. winbaar	Hoge methaan emissie rond boom in berm.	Pluim & box	Pluimmeting gecombineerd met 28 box metingen.



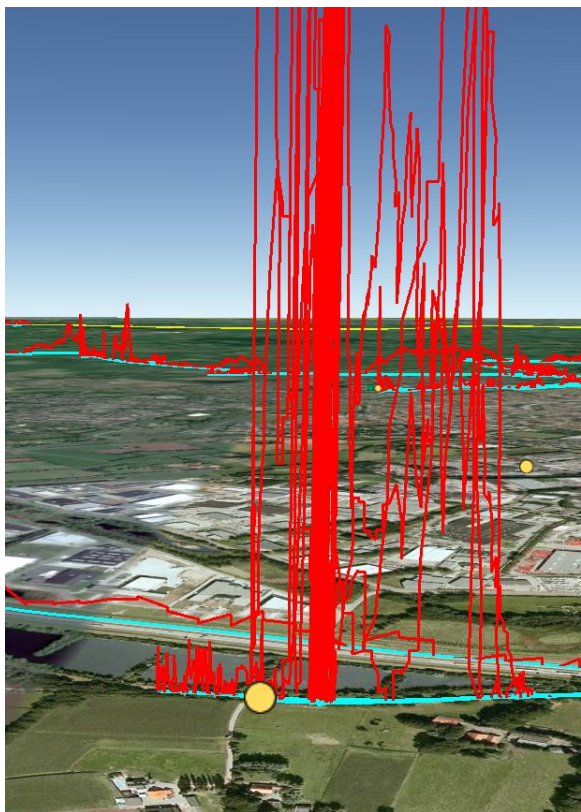
Figuur 28: Geen emissie bij Tubbergen-09-Sidetrack3, een leeg gasveld met productiewaterinjectie.



Figuur 29: Hoge methaan emissie bij De Lutte-03. Waarschijnlijk niet veroorzaakt door gasput zelf maar door onduidelijke installatie op de oprit woonhuis.



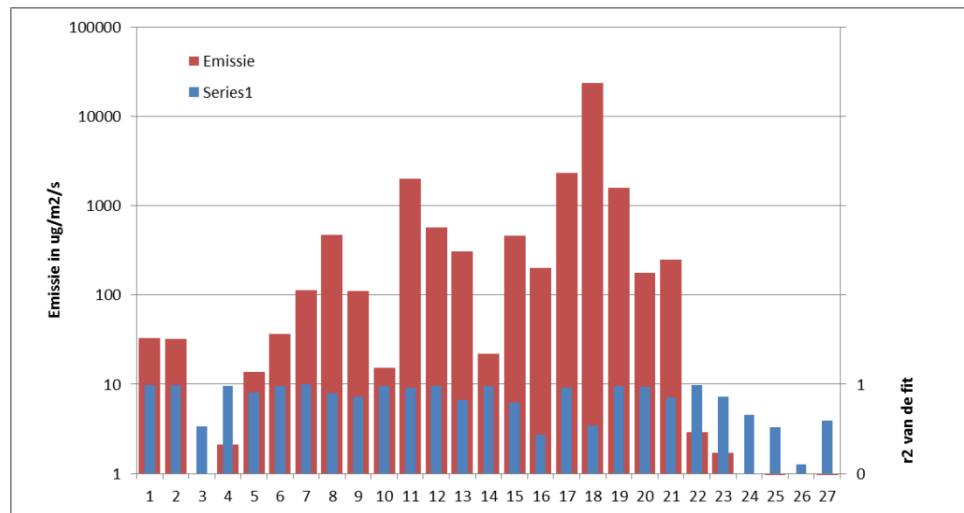
Figuur 30: Foto van het 'onbekende groene kastje' naast de oprit.



Figuur 31: Duidelijk meetbare methaanemissie nabij gasput Oldenzaal-01.



Figuur 32: Zoeken van de bronlocatie met de box nabij gasput Oldenzaal-01.



Figuur 33: Resultaten van de verkennende boxmetingen met de hoogste emissie, gemeten nabij de boom.



Figuur 34: Het gebied waarin de boxmetingen van de methaanemissie bij Oldenzaal-01 gedaan zijn. De hotspot is circa 40 meter meer van de put.

3.7 Boxmetingen in Zwaag

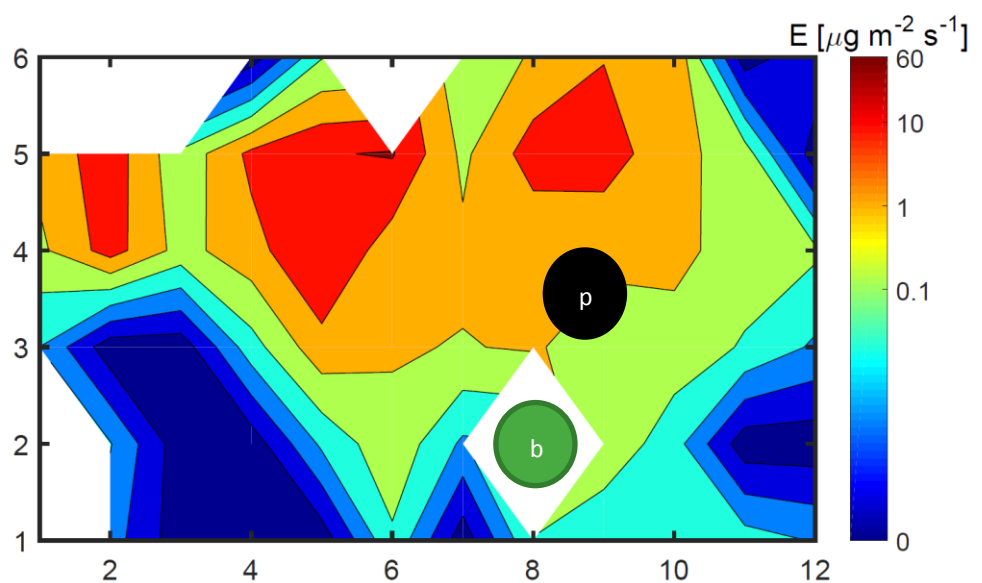
Bij de metingen in Noord-Holland van 31 augustus 2016 werden er verhoogde methaanconcentraties gevonden nabij een in 1964 afgedichte, niet economisch winbare olie-/gasput in Zwaag. Rond deze locatie zijn er daarom op 28 november additionele metingen gedaan. Het ging hierbij om zogenaamde boxmetingen, waarbij de bodem wordt afgedekt met een box (zie **Figuur 35**: Overzicht van het gemeten gebied (links) en boxmetingen nabij de sloot (rechts)). Binnen deze box zal de methaanconcentratie oplopen wanneer er zich hieronder een emissiebron van methaan bevindt. De snelheid waarmee deze concentratie oploopt is een maat voor de emissie.



Figuur 35: Overzicht van het gemeten gebied (links) en boxmetingen nabij de sloot (rechts).

Rondom de Zwaag-01 put is een raster uitgezet van 12 x 6 meter in vakken van 1 x 1 m. (zie **Figuur 36**). Op elk rasterpunt is met een boxmeting de methaanemissie gemeten. De afgedichte put bevindt zich op punt 9,4 in de figuur. Op punt 8,2 stond de inmiddels afgezaagde dode boom (zie **Figuur 9**), waardoor er op dit punt geen boxmetingen gedaan konden worden. Het figuur laat de methaanemissie op een logaritmische schaal zien. De emissie nabij het fietspad ($y=1$) neemt snel af naar nul. Op basis van die metingen is gekozen om geen boxmetingen uit te voeren aan de andere kant van het fietspad. De methaanemissies zijn vooral hoog rond $y=4$ en 5. De hoogste methaanemissies ($5 \text{ g/m}^2/\text{dag}$) worden gemeten op het punt $x=6$ en $y=5$.

Op de plek van de zwarte stip met de indicatie P (recht boven de put) werd een gat in de bovenste kleilaag gemaakt (+50 cm). Indien de box over het gat wordt geplaatst lopen de methaanconcentraties extreem snel op. De bronsterkte is dan $15 \text{ gCH}_4/\text{m}^2/\text{dag}$. Onder normale omstandigheden zal de kleilaag een afdichtende werking hebben en de methaanemissie zich meer verspreiden over een groter oppervlak.



Figuur 36: Boven: Time Lapse camera still van het meetgrid. Onder: Overzicht van de gemeten methaanemissies rond de afgedichte gasboorput in Zwaag. Afstanden op x en y-as in meters.

Uit een klikmelding (**Figuur 37**) is duidelijk geworden dat er langs het fietspad een persleiding van de drukriolering ligt. Daarin bevindt zich ook methaangas. Om te kunnen bepalen of het methaan afkomstig is uit de riolering of uit de afgedichte gasboorput zijn er drie opeenvolgende tests gedaan:

1. Op 7 februari 2017 (voorafgaand aan boven beschreven meetdag) werden twee sampleflessen gevuld met lucht vanuit de boxen. De samples konden in het kader van een samenwerkingsproject geanalyseerd worden met een PTRMS in het French National Institute for Agricultural Research (INRA) in Thiverval-Grignon, Frankrijk. Maar helaas kon deze meting toch niet bepalen wat de herkomst van het methaan was.
2. Op dinsdag 7 maart 2017 zijn er metingen uitgevoerd langs een groter stuk van de persriool. Met de slangmethode werd het tracé gevolgd over een lengte van 400 meter (**Figuur 37**). Er zijn kleine methaanpieken te zien (waarvan sommige ook afkomstig kunnen zijn van langsrijdende auto's), maar rond de put stijgt de methaanconcentratie in de omgevingslucht op 20 cm boven het maaiveld tot 100

ppb boven de achtergrond. Aan het andere uiteinde van het tracé zien we boven de afsluiter van het persriool concentraties tot 3.000 ppb boven achtergrond. Met de boxmethode werden monsters verzameld. Er zijn 2 samples genomen op de hotspot bij de put en 1 sample op de afsluiter van het persriool. Bij ECN werden de gaszakken gemeten op een gaschromatograaf met FPD gevoelig voor zwavel verbindingen: onder andere H_2S en COS . Alle componenten werden niet boven de detectiegrens van 20 ppb waargenomen. De CH_4 -concentratie in de gaszak was circa 7.000 ppb. Helaas kon met deze analyses ook niet aangetoond worden dat het om rioolgas zou gaan.

3. De gaszak samples zijn daarom (samen met die uit Oldenzaal (zie hieronder)) aangeboden aan het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht (IMAU), onderdeel van de Universiteit Utrecht. Daar is een ^{13}C methaananalyse uitgevoerd. Aan de hand van de bronspecifieke $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -verhouding zou het ook mogelijk moeten zijn om de methaanemissie te duiden. Nederlands gas zit op een $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van ongeveer -35 permille en rioolwater bezit een $\delta^{13}\text{C}$ waarde van circa -50 permille. In Zwaag werd in de gaszakken van de bodememissie respectievelijk -54.74 en -50.41 permille gevonden. De $\delta^{13}\text{C}$ waarde voor de emissie op de riool afsluiter kwam op -49.82 permille. Dit geeft aan dat de methaanemissie niet van de afgesloten put Zwaag-01 afkomstig is, maar wordt veroorzaakt door een lekkage van het persriool ter plaatsen.



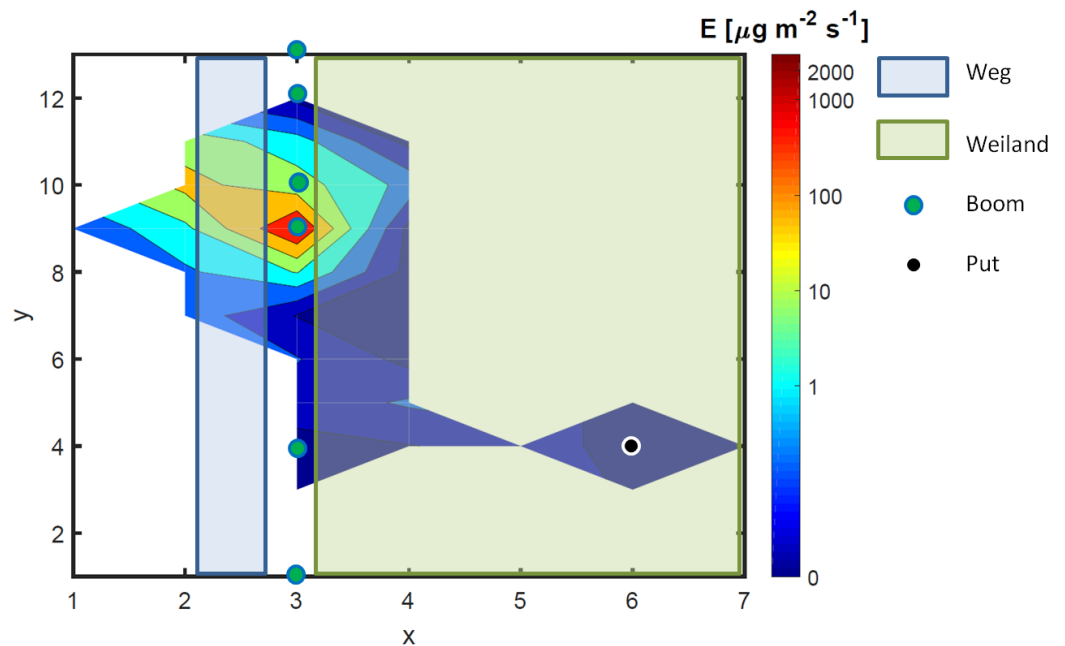
Figuur 37: Slangmeting over het tracé van het persriool: hoge emissie op de putpositie. Links zeer hoge emissie op lekkende afsluiters van het persriool. De basislijn laat bij dit voorbeeld een brede piek zien. Dat is een methaanbron vederop. (andere metingen laten dit niet zien).

0 0 1 1 0 0

0

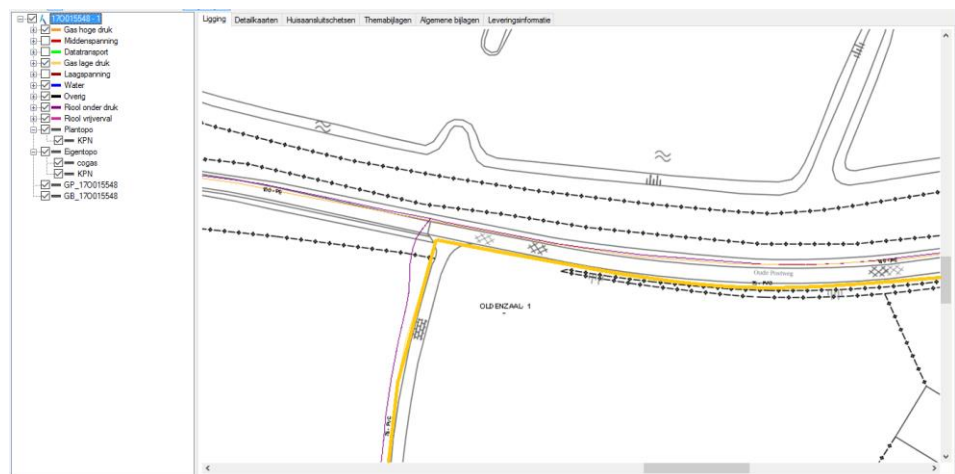
9 9

0 0 , 0 0



Figuur 39: Emissiekaart Oldenzaal lekkende lagedruk gasleiding.

In de berm aan de overzijde van de zijweg naar de boerderij bleek een paaltje van een gasnetwerkbeheerder te staan. Navraag door SodM leverde onderstaand kaartje van de Klick-melding (**Figuur 40**).



Figuur 40: Klick-melding van gasdistributieleiding aan de Oude Postweg in Oldenzaal.

Van de methaanbron zijn een tweetal gaszaksamples bemonsterd. Ook deze samples zijn bij het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht (IMAU) aangeboden voor ^{13}C -analyse. In de gaszakken werden d^{13}C -waarden van -34.34 en -33.23 permille gevonden. Nederlands aardgas heeft een d^{13}C -waarde van ongeveer -35 permille en rioolwater een d^{13}C -waarde van circa -50 permille. De conclusie is dus dat het methaan afkomstig is uit een lek in het lagedruk aardgasdistributienetwerk.

Inmiddels is duidelijk geworden dat het lek inderdaad aanwezig was en was ontstaan doordat boomwortels de lagedruk pvc-gasdistributieleiding hadden beschadigd. Binnen 48 uur na duiding van het lek is dit stuk leiding vervangen door de netbeheerder.

4

Conclusies en aanbevelingen

Algemeen

In totaal zijn 185 van de 1.312 buiten gebruik gestelde gaswinputten in Nederland gemeten op methaanemissie. Dit is 14,1% van het totale aantal putten. Het overzicht van de gemeten putten per meetdag is weergegeven in **Tabel 8**.

Tabel 8: Dekkingsgraad van de gemeten putten opgedeeld per categorie.

	Putten buiten gebruik gesteld op land					Putten in gebruik op land ¹		Olie/gas behandel locaties
	Oliewinning	Gaswinning	Olie & gaswinning	Niet econ. winbaar	Waarvan gefracked	Vertonen gasbelletjes in putkelder	Water injectie	
Zuid-Holland	38	3	14	11	0	5	0	1
Noord-Holland	0	6	0	11	0	0	0	3
Overijssel	0	2	0	14	0	0	2	2
Groningen	0	14	1	9	1	0	0	5
Friesland	0	6	0	8	0	0	0	2
Drenthe	30	10	0	8	1	4	0	5
Totaal gemeten	68	41	15	61	2	9	2	18
Totaal Nederland	642	119	50	501	13 ²	11	41	283
Percentage gemeten	10,6%	34,5%	30,0%	12,2%	15,4%	81,8%	4,9%	6,4%

1: Er zijn in totaal in Nederland op dit moment ongeveer 1.200 putten in gebruik op land voor de winning van koolwaterstoffen.

2: De 13 putten die gefracked zijn, produceerde voorheen olie of gas en behoren tot het arsenaal van de 1.312 buiten gebruik gestelde putten.

Methode

De eerste meetcampagne werd uitgevoerd in Zuid Holland. Daar werd alleen met de pluimmetmethode gewerkt. Het idee hierachter was om eerst een 'quickscan' te doen en daarna bij verdachte locaties terug te keren. Omdat blijkt dat de reistijden tussen geselecteerde meetlocaties een flink deel van de meetdag gebruiken is het efficiënter de 'scan' en 'detail'-metingen te combineren. In alle andere campagnes is dat dus gedaan.

In Zuid-Holland zien we duidelijk een groot aantal pieken van WKK-installaties. Op sommige plekken maken die pluimen het bepalen van een potentiële emissie uit een putlocatie onmogelijk. In andere provincies speelde een zelfde probleem indien de put heel dicht bij een boerderij ligt. Daar hebben we dat probleem grotendeels kunnen omzeilen door met de boxmethode metingen boven de put uit te voeren, behalve bij Schoonebeek, waar wel een pluim, veroorzaakt door de emissie van een boerderij, over de locatie waaide en er geen toegang was voor de boxmetingen.

Bij Middelie hebben we bij een locatie wel methaanpieken gezien, maar kon de bron daarvan niet worden geïdentificeerd omdat er drijfzand op het terrein ligt. Ook in de andere provincies waren verschillende locaties niet toegankelijk: bijvoorbeeld in Groningen, Zuidwending & Blijham. Daar had veel beter gemeten kunnen worden indien het terrein toegankelijk geweest zou zijn. Op een groot aantal locaties ligt een grote asfaltplaat waarop meerdere installatie en/of putten liggen. We hebben in dit project niet gemeten binnen dit soort omheinde locaties.

Andere bronnen

Op de route langs de geselecteerde putten komen we heel veel andere olie- en gasinstallaties tegen en een uitgebreid spectrum aan andere bronnen, zoals boerderijen, afvalbehandelingsinstallaties, et cetera. Voor elke meetdag is gekozen om de putten, de olie- en gasinstallaties en de andere bronnen te benoemen. De totale set van metingen helpt om de emissie die ergens gevonden wordt, te kunnen wegen ten opzichte van andere bronnen. In dit rapport zijn, behalve bij de twee lekken bij Oldenzaal en Zwaag, geen bronsterkten uitgerekend (in gram/seconde). Voor een subset van alle gemeten pluimen is dat voorzien in een vervolg rapport.

Op een aantal plekken zijn methaanpluimen waargenomen die we niet hebben kunnen duiden. In Zuid-Holland zien we een piek nabij het Congrescentrum in Den Haag en ook in de andere provincies komen we dat soort pieken tegen.

Opmerkelijk

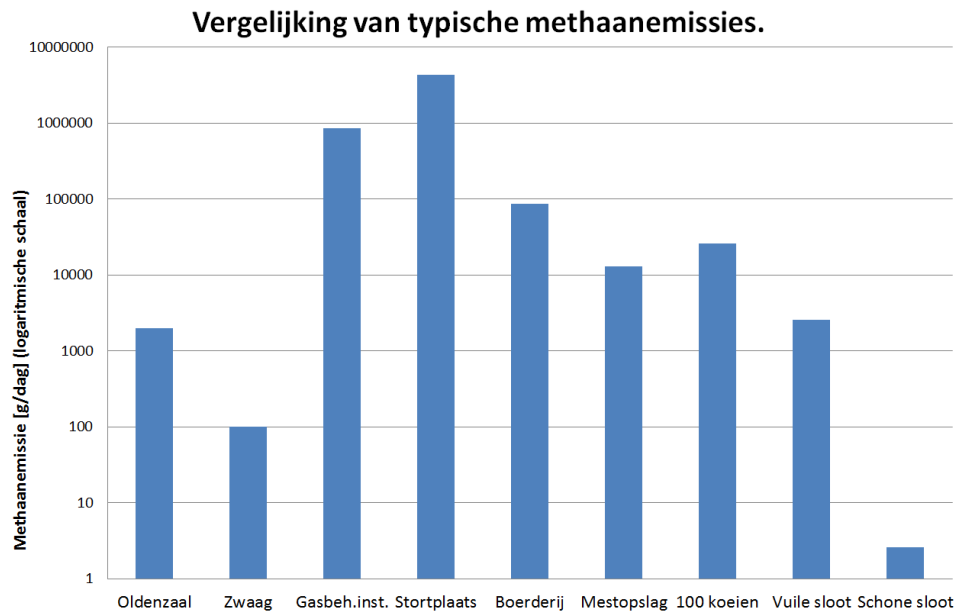
Een merkwaardig geval was de locatie Gaag_01, waar een flinke gasbehandelingsinstallatie staat, maar waar we op twee verschillende meetdagen toch geen enkele methaanpluim hebben gevonden. Ook bij de twee locaties in Drenthe waar proceswater wordt geïnjecteerd zien we geen methaanpluim. Op nagenoeg alle andere locaties met een significante technische installatie zagen we wel methaanpluimen.

Twee emissie locaties

In Noord Holland hebben we uitgebreid gekeken bij Zwaag-01. We zagen een pluim met de meetwagen, hebben die met de slangmeting in ruimte beperkt en met de kamermeting gekwantificeerd. Er zijn op twee dagen nadere metingen uitgevoerd en uiteindelijk konden we met een isotoopanalyse aantonen dat het gas uit een rioolpersleiding moet komen.

In Overijssel hebben we een aardgaslek gevonden. Net als in Zwaag, hebben we daar een extra meetsessie uitgevoerd om het methaanlek in kaart te brengen. Met isotoopanalyse zien we dat het bij dit lek inderdaad om aardgas gaat. SodM heeft contact opgenomen met de netbeheerder en het lek is gerepareerd.

In **Figuur 41** zijn de emissies zoals we die gevonden hebben in Oldenzaal en Zwaag in een figuur geplaatst met andere typische emissieniveaus.



Figuur 41: Vergelijking van typische methaan emissies t.o.v. de emissie van Zwaag en Oldenzaal.

Conclusie

Met de voorgestelde meetmethode is het mogelijk een groot aantal locaties te bemeten op één dag. De looptijd van het project was relatief lang, omdat bij al de campagnedagen zowel het weer als de agenda's van ECN gunstig moesten zijn en SodM ruimte moesten hebben. Indien dit soort metingen als regulier instrument ingezet gaat worden, kan één en ander in een korte doorlooptijd worden uitgevoerd. Het zou de interpretatie van de metingen vereenvoudigen, indien naast methaan ook ethaan gemeten kan worden. ECN heeft reeds een instrument aangeschaft dat die mogelijkheden biedt.

De resultaten laten zien dat, bij de gemeten set putten die afgesloten en buiten gebruik gesteld zijn, geen relevante methaanemissie is geconstateerd.

ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 ZG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl

