

TNO 2019 R10332

Berekening van methaanemissie voor Staatstoezicht op de Mijnen





Berekening van methaanemissie voor Staatstoezicht op de Mijnen

Auteur(s)

Disclaimer

ECN inclusief de bijbehorende duurzame energieactiviteiten, medewerkers, faciliteiten en contracten, is sinds 1 april 2018 onderdeel van TNO. Hoewel de informatie in dit document afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan TNO 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 dit document en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn TNO, 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. Geen externe assurantie.

Verantwoording



Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)¹ is een onafhankelijk onderzoeksinstituut op het gebied van vrijwel alle energie gerelateerde onderwerpen. Binnen dit instituut verricht de afdeling Environmental Assessment onderzoek aan klimaat gerelateerde 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 de emissies van methaan (de hoofdcomponent van aardgas) op negen gaslocaties te bepalen. Op deze locaties vinden verschillende activiteiten plaats, waaronder gaswinning, -behandeling, -opslag en -compressie.

Dit rapport is eerder met rapportnummer ECN-X—18-069 als vertrouwelijk rapport uitgebracht.

¹ As of April 1st, 2018 ECN has joined forces with TNO and is now 'ECN part of TNO'. Our aim is to accelerate the energy transition in The Netherlands and beyond.

Abstract

Methane emission measurements were performed for nine different gas production or storage facilities. A first analyses was done using data at 12 installations from campaigns in 2016 that aimed to search for gas emissions from abandoned wells. In that project no emissions were found from the abandoned wells but emissions from other sources were registered. In 2018 a new set of experiments was carried out that aimed to better quantify the emissions at four of these locations. All experiments were carried out with a measurement trailer in which a laser spectrometer is installed that detects the methane plumes in the air downwind of the source. The concentration data are used in combination with spatial information (the location of the source and GPS data of the trailer) and meteorological data (windspeed, wind direction and atmospheric stability). A Gaussian plume model is used to calculate the emission level in g CH₄/second from the data. In 2016 the instrument used was a pulsed QCL laser spectrometer from Aerodyne, in the 2018 campaign a new continuous wave QCL/ICL instrument was deployed that can also detect ethane. Ethane is a very useful tracer to separate out methane plumes that originate from oil and gas activities (which also include ethane) and methane plumes that originate from other sources such as landfills, groups of cows, etc. During the 2018 campaign also a N₂O tracer is used, to be able to calibrate the plume calculations. The results are provided in this report for SodM and they will confront this information with the emission levels reported by the operators at these installations.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	8
2.	Meetmethode	9
3.	Resultaten	12
3.1	Eerste meetcampagne: negen locaties	12
3.1.1	Koedijk	12
3.1.2	Leens	14
3.1.3	Vierhuizen	15
3.1.4	Ten Boer	16
3.1.5	Coevorden	17
3.1.6	Grijpskerk	18
3.1.7	Wildervank	20
3.1.8	Zuidwending	22
3.1.9	Taqa	23
3.2	Tweede meetcampagne: vier locaties	24
3.2.1	Grijpskerk	25
3.2.2	Wildervank	27
3.2.3	Zuidwending	29
3.2.4	Taqa	32
4.	Conclusies	34

Samenvatting



Voor een negental gaslocaties zijn methaanconcentraties mobiel gemeten in het najaar van 2016. Dit zijn Koedijk, Leens, Vierhuizen, Ten boer, Coevorden, Grijpskerk, Wildervank, Zuidwending en Taqa. Met behulp van een pluimmodel is voor de negen gaslocaties de bijbehorende methaanemissie berekend (in g/s). Als atmosferisch verspreidingsmodel wordt een zogenaamd Gaussisch pluimmodel gebruikt. Dit model berekent op basis van windcondities (snelheid en richting), stabiliteit van de atmosfeer (een maat voor de hoeveelheid menging in de atmosfeer) en gegevens over de bron (sterkte en locatie) welke concentraties op een bepaalde afstand voorkomen. In het voorjaar van 2018 zijn een viertal locaties opnieuw bemeten: Grijpskerk, Wildervank, Zuidwending en Taqa. Deze nieuwe metingen zijn uitgevoerd met een N₂O tracer om de pluimberekeningen te kunnen kalibreren, zodat de emissies voor deze locaties nauwkeuriger berekend kunnen worden.

Koedijk is een actieve gasbehandelingsinstallatie en heeft in deze set de hoogste berekende methaanemissie van 8,3 g/s. Leens en Vierhuizen zijn actieve gaslocaties met lagere emissies van 0,09 en 0,01 g/s respectievelijk. Ten Boer is een gasput en Coevorden een gas-winlocatie en hebben emissies van 0,2 en 0,5 g/s respectievelijk.

Grijpskerk Noord is een gascompressiestation dat in 2016 en 2018 is gemeten, waarbij de emissie in 2018 bijna twee keer hoger is dan in 2016. Grijpskerk Zuid is alleen in de eerste meetcampagne gemeten met een emissie van 1,4 g/s. Voor Grijpskerk zijn voor de tweede meetcampagne de ethaan/methaan ratio's bepaald, waarmee onderscheid gemaakt kan worden tussen emissies afkomstig van verschillende delen van het terrein. Doordat naast methaan ook ethaan is gemeten, kan ook onderscheid gemaakt worden tussen methaanemissies afkomstig van gasproductie en boerderijen/ afvalstortplaatsen etc.

In Wildervank is alleen locatie 2 van de NAM tijdens de tweede meetcampagne meegenomen, welke drie keer zo laag uitkwam, t.o.v. de eerste meetcampagne (0,7 t.o.v. 2,4 g/s). Naast de NAM locatie ligt een Gasunie locatie. De emissie daar werd op basis van de 2016 hoger geschat dan die van de NAM locatie (13 versus 2,4 g/s). Voor de 2018 dataset zijn voor het Gasuniestation geen berekeningen uitgevoerd.

Bij Zuidwending was het in de eerste meetcampagne al lastig te meten, er was toen geen toegang tot het terrein zelf. Bij de tweede campagne was dat wel mogelijk maar de pluim was moeilijk detecteerbaar bij een lage windsnelheid. De emissie was toen maar een fractie van de eerste schatting (0,001 t.o.v. 0,7 g/s). Dus of de pluim die gemeten werd in 2016 kwam van een andere onbekende bron (de metingen zijn rijdend in een bos uitgevoerd , zonder een zichtlijn naar de locatie zelf), of de emissie die er in 2016 was, is inmiddels gestopt. Tijdens de tweede meetcampagne is Zuidwending Zuid meegenomen, met een emissieniveau van 2,1 g/s.

Taqa 1 en 1b zijn onderdeel van de PGI (piek gas installatie) en laten relatief lage emissies zien, zowel bij de eerste als tweede meetcampagne. Taqa 2, het gasbehandelingsstation, laat tijdens de eerste meetcampagne in 2016 een hogere emissie zien, bij de tweede meetcampagne in 2018 is de emissie gezakt van 3 naar 0,8 g/s.

Het is niet onlogisch dat er op verschillende meetdagen verschillende emissieniveaus worden gevonden. Bij Grijpskerk en Taqa wordt bijvoorbeeld in de zomerperiode gas geïnjecteerd en in de winter gas geproduceerd. Daarmee zijn er andere onderdelen van de installatie actief.

Buiten de scope van dit project kan er meer informatie uit de datasets gehaald worden. Voorbeeld is een nadere analyse van de ethaan/methaan ratio die uit de datasets van de tweede meetcampagne gehaald kan worden. Ook zijn er uit andere projecten datasets beschikbaar die gebruikt kunnen worden om de emissieniveaus bij de locaties Koedijk, Grijpskerk en Taqa uit te rekenen.

1. Inleiding

In de rapportage 'Methaanemissie metingen aan buiten gebruik gestelde olie- en gaswinningsputten' (ECN-X--17-037) zijn in zes verschillende gebieden methaanemissiemetingen uitgevoerd aan actieve en afgesloten olie- en gaslocaties. Tijdens deze metingen is gekeken of er al dan niet een methaanpluim en daarmee methaanemissies waarneembaar waren. In deze voorliggende rapportage wordt met behulp van een pluimmodel voor negen gaslocaties de bijbehorende methaanemissie berekend (in g/s). Als pluimmodel wordt een zogenaamd Gaussisch pluimmodel gebruikt. Dit model berekend op basis van windcondities (snelheid en richting), stabiliteit van de atmosfeer (een maat voor de hoeveelheid menging in de atmosfeer) en gegevens over de bron (sterkte en locatie) welke concentraties op een bepaalde afstand voorkomen. Doordat de methaanconcentraties mobiel gemeten zijn, kan de daarmee gemeten pluim gelinkt worden aan een bepaalde bronsterkte oftewel een emissie kan worden toegekend. De emissieberekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende locaties: Koedijk, Leens, Vierhuizen, Ten boer, Coevorden, Grijpskerk, Wildervank, Zuidwending en Taqa. Voor deze locaties is een Quantum Cascade Laserspectrometer (QCL, fabrikant Aerodyne, Billerica VS, dual laser pulsed system).

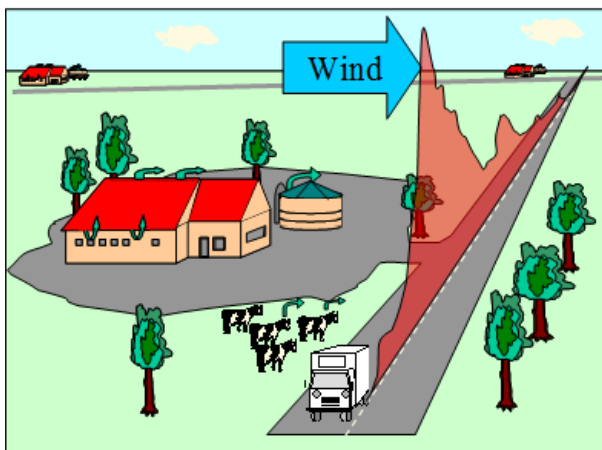
Op basis van de metingen in 2018 kunnen nauwkeuriger emissieschattingen worden bepaald. In die campagne werd niet alleen de methaanconcentratie bemeten, maar is er ook lachgas losgelaten als tracer. De lachgaspluim wordt gebruikt als kalibratie voor het Gaussisch pluim model. Bij de lachgaspluim is immers bekend wat de bronsterkte is.

De volgende locaties zijn opnieuw bemeten in het voorjaar van 2018 met behulp van een tracer: Grijpskerk, Wildervank, Zuidwending en Taqa. Voor deze locaties is een Quantum Cascade Laserspectrometer (QCL, fabrikant Aerodyne, Billerica VS, dual laser continuous wave system) gebruikt, die ook ethaan kan meten. Hierdoor kan onderscheid gemaakt worden tussen methaanemissies afkomstig van boerderijen, stortplaatsen of gasinstallaties.

2. Meetmethode

De metingen zijn verricht met een laser instrument, in 2016 met een Quantum Cascade Laserspectrometer (QCL, fabrikant Aerodyne, Billerica VS, dual laser pulsed system) en in 2018 met een vergelijkbaar continuous wave instrument. Beide zijn in staat is zeer snel (tot 10 metingen per seconde; 10 Hz) en met hoge resolutie de methaanconcentratie te meten (5 ppb resolutie bij 1 meting per seconde voor CH₄, 2016; 1 ppb resolutie voor CH₄ plus C₂H₆ metingen, 2018). Het hoge tijd oplossend vermogen van de QCL machines is nodig om mobiele metingen uit te kunnen voeren. De QCL bevindt zich in de meetwagen die benedenwinds van de locatie rijdt om te zien of er een pluim van verhoogde methaanconcentraties waarneembaar is. Als er een pluim waarneembaar is dan kan de emissie worden berekend.

Wanneer ergens een emissie van methaan plaatsvindt, kan 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 emissie worden berekend.



Figuur 1: Concept van de pluimmeting waarbij met een meetwagen langs de bron wordt gereden.

Soms is het niet mogelijk om met de meetwagen benedenwinds van de gaslocatie 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 (zie Figuur 2). Om een gaspluim te kunnen meten zijn ook de meteorologische omstandigheden van belang. Wanneer er weinig wind

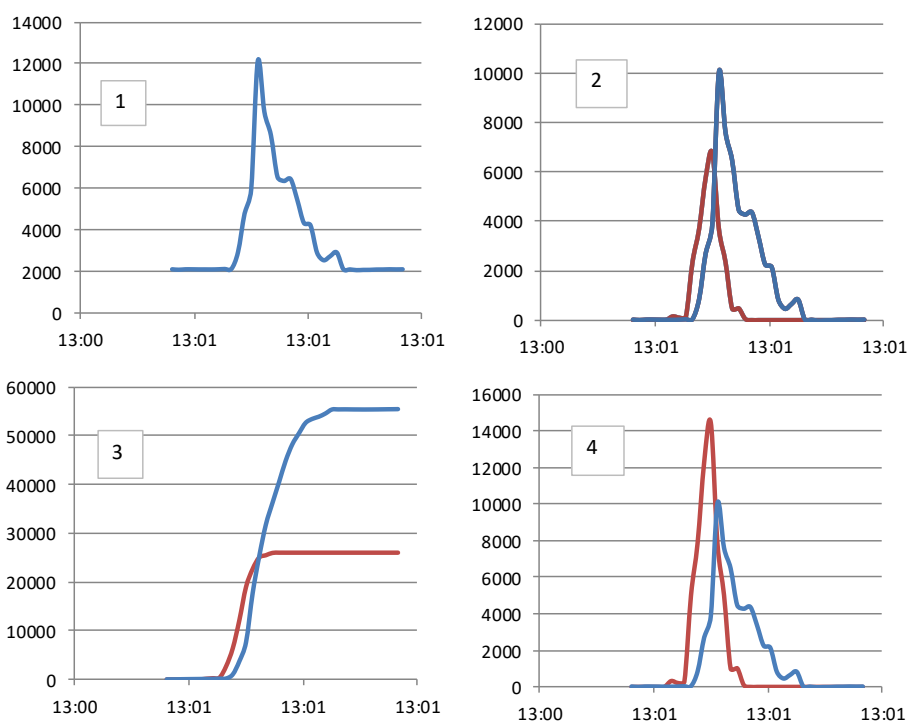
is (windsnelheid lager dan 2 m/s) wordt de pluim niet meegevoerd met de wind en beweegt dan alleen in verticale richting ten opzichte van de bron. Een mobiele meetmethode is bij dergelijke omstandigheden geen geschikte meetmethode. Naast heel lage windsnelheden zijn ook hoge windsnelheden niet wenselijk. 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 windsnelheid hoger of lager zijn, maar gemiddeld is aan deze condities steeds voldaan. De windrichting is ook van belang, aangezien deze de richting van de gaspluim bepaalt. Voor sommige locaties is een bepaalde windrichting cruciaal om de pluim op de openbare weg te kunnen meten.



Figuur 2: De twee verschillende meetmethoden: mobiel (boven) en stationair met een slang (onder).

Wanneer er een methaanpluim wordt gevonden, kan met een atmosferisch verspreidingsmodel de emissie berekend worden. In het centrum van de pluim is de concentratie maximaal. Met een atmosferisch verspreidingsmodel kan de verspreiding van het gas in de pluim berekend worden

voor verschillende bronsterkten. Met behulp van het atmosferisch verspreidingsmodel wordt de gemeten concentratie benaderd op basis van berekeningen. De berekende emissie, waarbij de gemeten en berekende concentraties dichtbij elkaar liggen, vormt de beste verklaring van de waarnemingen en is gerapporteerd. Dat is, zeker bij metingen dicht bij de bron nooit precies het geval. Een voorbeeld van de berekening van de emissie is weergegeven in Figuur 3. In het eerste grafiek staat een set metingen, de achtergrondconcentratie van methaan ligt in Nederland altijd boven de 1900 ppb. Boven deze achtergrondconcentratie ligt de bijdrage van de lokale bron, zichtbaar als een piek (zie de blauwe lijn). In het tweede grafiek is van de metingen een achtergrondconcentratie afgetrokken en een modelberekening toegevoegd. Voor deze modelberekening wordt een bronsterkte van 1g/s gebruikt. Het model voorspelt een methaanpluim vergelijkbaar met de metingen, maar vorm en plek zijn niet exact hetzelfde. In grafiek 3 zijn de twee pluimen (model en meting) geïntegreerd. De eindpunten van de curves in grafiek 3 geven de verhouding weer tussen de twee oppervlakken onder de pluimen in grafiek 2 en daarmee ook het verhouding tussen de hoeveelheid methaan die als bronsterkte in het model werd gebruikt (1g/s) en de hoeveelheid die feitelijk geëmitteerd wordt. Grafiek 4 geeft de gemodelleerde pluim weer wanneer de berekende bronsterkte als input voor het model wordt gebruikt.



Figuur 3: Fit van een pluimmeting, met in grafiek 1 de concentratiemeting, grafiek 2 de meting – achtergrond (blauw) en model (rood), grafiek 3 de integraal van de meting (blauw) en van het model (rood) en grafiek 4 de herschaalde pluim van het model (rood) en de meting (blauw).

Voor het kalibreren van het model is tijdens de tweede meetcampagne op elke locatie een gecontroleerde hoeveelheid lachgas (N_2O) losgelaten als tracer. Voor N_2O is bekend wat de bronsterkte is en daarmee kunnen deze metingen als kalibratie voor het model worden gebruikt.

3. Resultaten

3.1 Eerste meetcampagne: negen locaties

In Figuur 4 zijn de locaties waarvan de methaanemissie is berekend, aangegeven. In totaal zijn er van negen locaties de emissies bepaald. Er is een aantal locaties waar twee verschillende sites dichtbij elkaar liggen (Taqa, Grijskerk en Wildervank). Hoewel dichtbij elkaar gelegen sites de metingen kunnen compliceren, zijn voor de individuele sites de emissies berekend.



Figuur 4: Overzicht van de negen locaties waarvan de methaanemissie bepaald is.

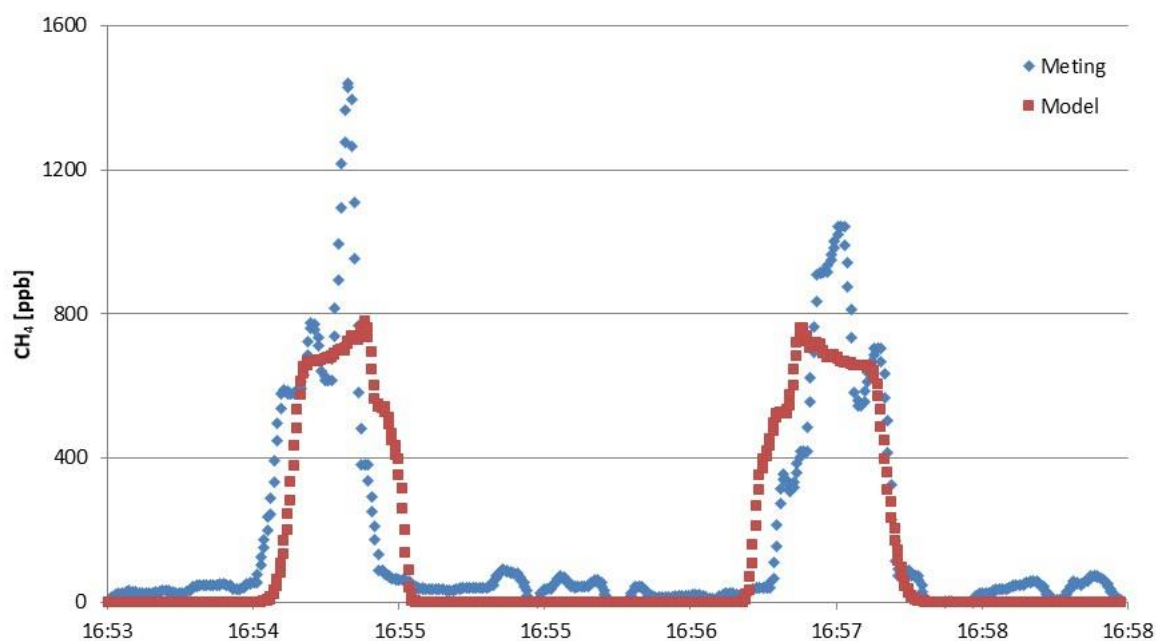
3.1.1 Koedijk

Koedijk ligt in de provincie Noord-Holland nabij Alkmaar (Figuur 5). Op deze locatie bevindt zich een actieve gasbehandelingsinstallatie, die op 31-8-2016 is bemeten. De windsnelheid lag rond de 5 m/s. De emissieberekeningen voor de twee gemeten pluimen komen uit op 8,8 en 7,7 g/s. Dit komt uit op een gemiddelde emissie van 8,3 g/s met een relatieve fout van 7%. In Figuur 6 zijn de gemeten methaanpluimen en de pluimen volgens het model wanneer de gemiddelde emissie gebruikt wordt, geplot. De gemeten en de gemodelleerde pluimen liggen nagenoeg op dezelfde plek. Als de gemeten windrichting een kleine afwijking heeft van de feitelijke windrichting dan liggen de gemodelleerde en gemeten pluim net naast elkaar. Dat zien we hier, eerste gemodelleerde pluim ligt net iets na de gemeten pluim en bij de tweede pluim is dit andersom.

Dit komt omdat de meetwagen eerst van de ene kant, en dan van de andere kant de pluim in rijdt. Voor de emissieberekening maakt dat overigens niet uit.



Figuur 5: Locatie Koedijk met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.



Figuur 6: Methaanconcentratiepluimen van de meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Koedijk.

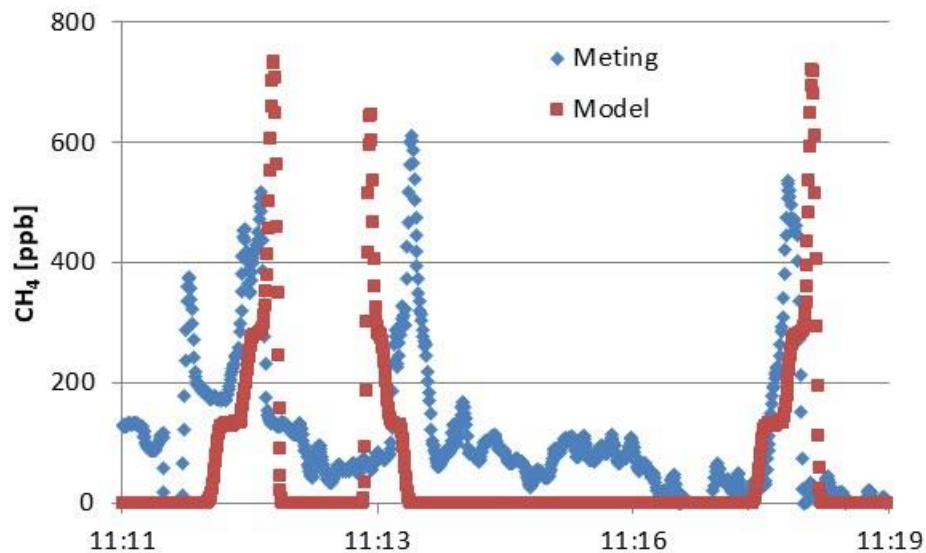
3.1.2 Leens

De locatie in Leens in Groningen is op 29-11-2016 bemeten bij een relatief lage windsnelheid (1 m/s). Het betreft hier een actieve gaslocatie. Deze locatie kon, vanwege zeer beperkte toegang, niet mobiel met de meetwagen doorgemeten worden (Figuur 7). De locatie is met een slang bemeten. Er zijn daarmee geen GPS-gegevens maar de posities zijn uitgerekend op basis van foto's en aantekeningen uit het logboek. Dit zorgt wel voor een grotere onzekerheid voor de emissieschatting (in de orde van 10-15%). In totaal zijn er vier pluimen gemeten. De laatste pluim was niet goed bruikbaar, door het wegvallen van de wind is weggevallen. De emissieschatting is dus gebaseerd op drie pluimen. De resultaten laten zien dat de methaanemissies in Leens relatief laag zijn vergeleken met de andere locaties uit deze serie, met emissies allemaal onder de 0,2 g/s. De gemiddelde emissieschatting in Leens komt uit op 0,09 g/s (variërend tussen 0,06 en 0,13 g/s) met een relatieve fout van 20%. De onzekerheid is deels het gevolg van het ontbreken van nauwkeurige GPS-gegevens zorgen maar met name door de lage en variabele windsnelheid.

In Figuur 6 is zien we dat het model de pluim niet altijd op dezelfde locatie voorspeld als de metingen (met name voor de tweede pluim is dit het geval). Dit is te verwachten aangezien de GPS-posities zijn geschat en de windrichting voor alle drie de pluimen hetzelfde is gehouden. Bij 1 m/s hoeft dat niet per se precies zo te zijn. Voor de bepaling van de emissiegetallen is de exacte locatie van de pluim niet van belang. De hoogte en breedte (of eigenlijk de integraal) van de pluim bepalen uiteindelijk welke emissie wordt toegekend aan de pluim. Deze hoogte en breedte komen wel goed met elkaar overeen in Figuur 8.



Figuur 7: Locatie Leens met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.



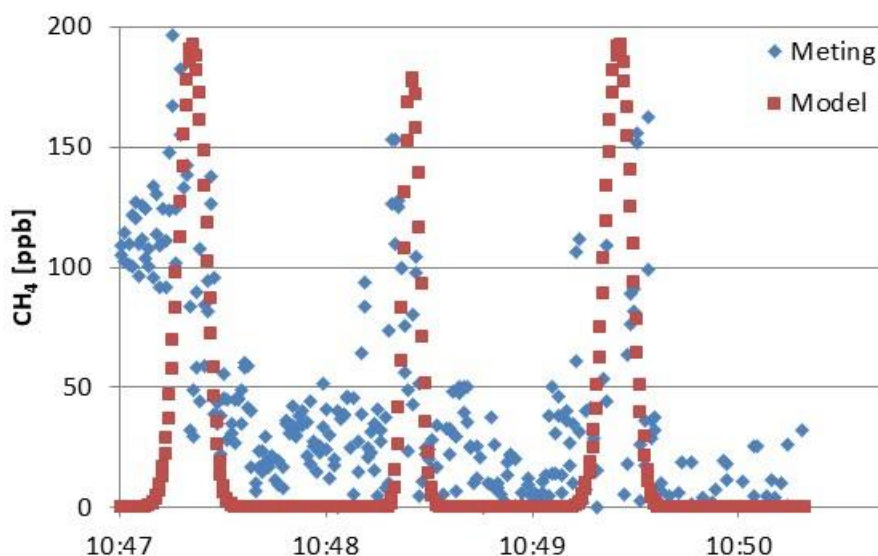
Figuur 8: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Leens.

3.1.3 Vierhuizen

Locatie Vierhuizen is net als Leens met de hand gemeten op 29-11-2016 (Figuur 9). Ook hier was de windsnelheid relatief laag met zo'n 1,5 m/s. Het betreft hier een actieve gaslocatie. Er zijn in totaal drie pluimen gemeten. Uit het model volgt een gemiddelde methaanemissie van 0,01 g/s met een relatieve fout van 16%. De gemeten en door het model berekende pluimen komen goed met elkaar overeen (zie Figuur 10).



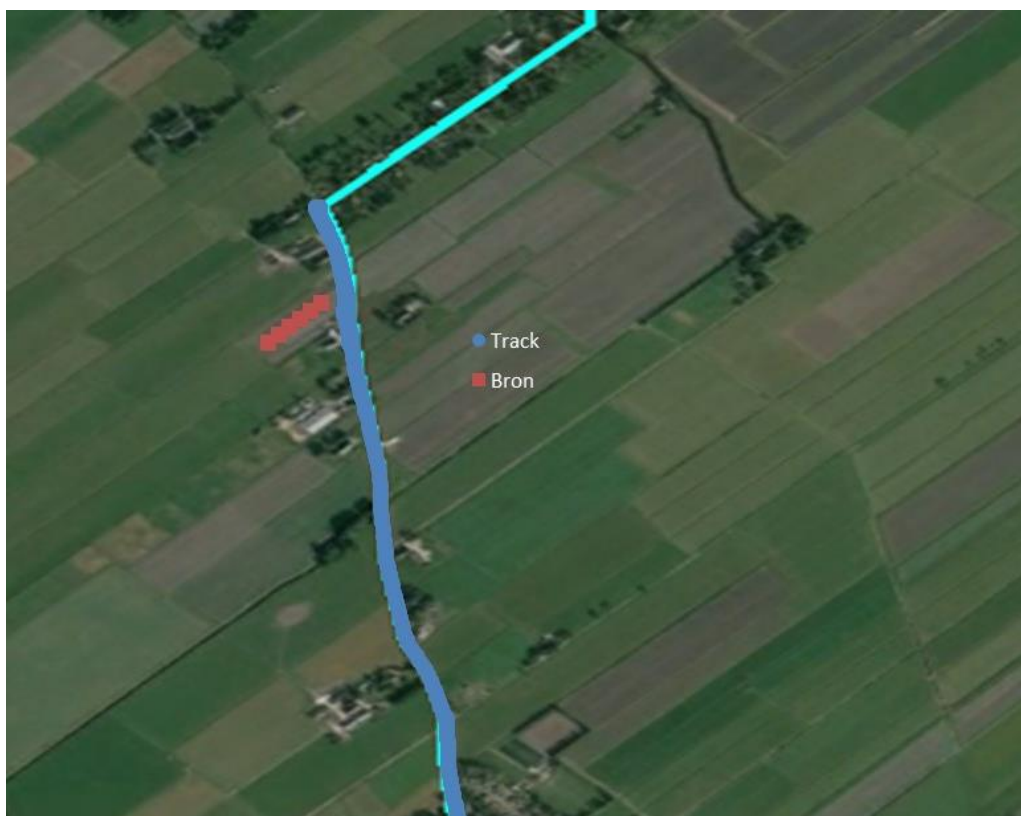
Figuur 9: Locatie Vierhuizen met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.



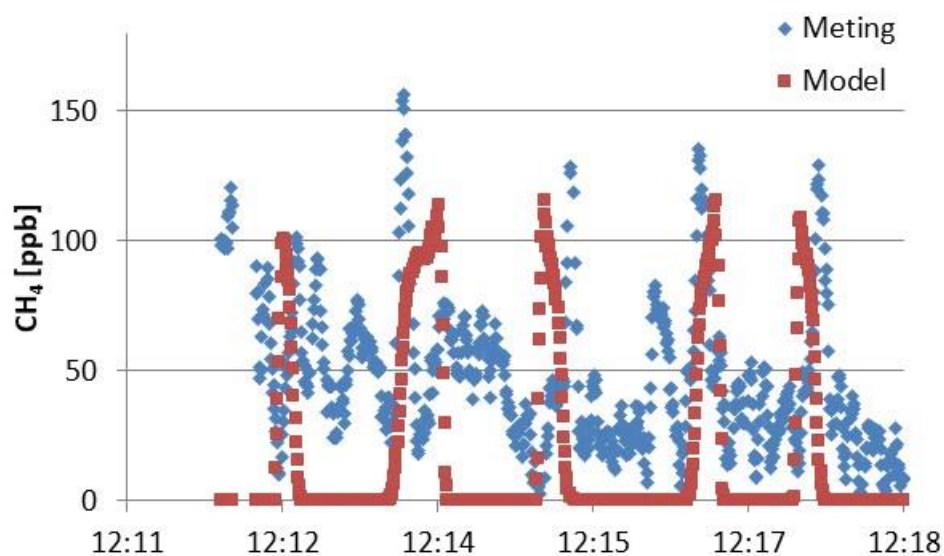
Figuur 10: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Vierhuizen.

3.1.4 Ten Boer

Op 29-11-2016 is ook langs een gasput in Ten Boer (Groningen) gereden (Figuur 11). Op deze locatie zijn vijf pluimen gemeten toen de windsnelheid 5 m/s was. De pluimen zijn in de metingen duidelijk zichtbaar (zie Figuur 12), maar er is duidelijk ook ruis zichtbaar in het signaal. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een fluctuerende achtergrondconcentratie (door twee boerderijen in de omgeving). De pluimen van de gasput steken duidelijk boven de metingen uit, dus het is wel mogelijk een emissieschatting te geven. Deze is gemiddeld over de vijf pluimen 0,2 g/s (variërend tussen 0,1 en 0,3 g/s) met een relatieve fout van 15%.



Figuur 11: Locatie Ten Boer met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.



Figuur 12: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Ten Boer.

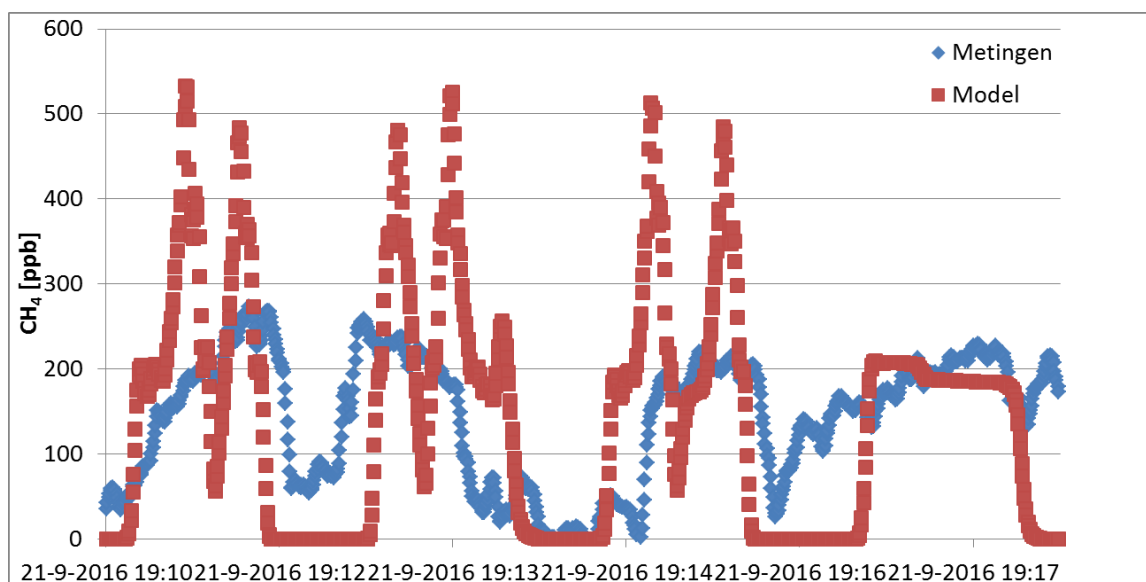
3.1.5 Coevorden

Op 21-9-2016 is bij een gas-winlocatie in Coevorden een methaanemissiemeting mobiel uitgevoerd (Figuur 13). Op het moment van langsrijden was de windsnelheid relatief laag met 1 m/s. Door de lage windsnelheid ontstaat er een grote onzekerheid in de emissieberekeningen; door de pluim acht keer te meten, is deze onzekerheid beperkt. De gemiddelde berekende emissie uit deze pluimen ligt op 0,5 g/s (minimum van 0,3 en maximum van 0,9 g/s). De relatieve fout is ondanks de lage windsnelheid relatief laag met 11%.

In Figuur 14 zijn de laatste vier gemeten en gemodelleerde methaanpluimen geplot. De eerste vier pluimen zagen er vergelijkbaar uit. De berekende methaanconcentraties voor het model laten duidelijker twee pieken zien dan de metingen. Het verschil in vorm kan verklaard worden door de lage windsnelheid, de verspreiding van de pluim is dan minder eenduidig.



Figuur 13: Locatie Coevorden met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.



Figuur 14: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Coevorden voor pluim 5 t/m 8.

3.1.6 Grijpskerk

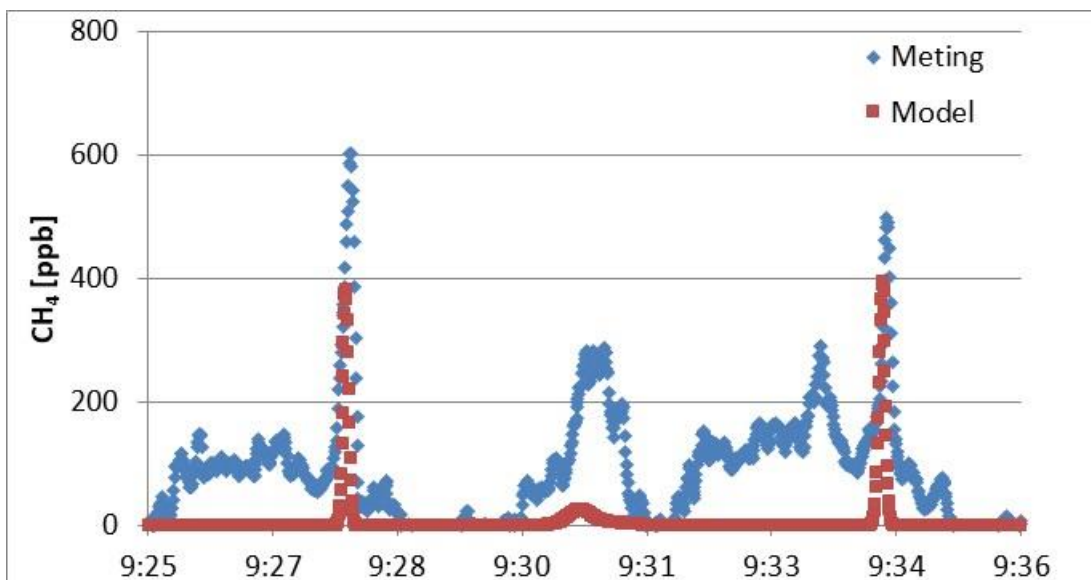
Op 7-9-2016 is het gascompressiestation in Grijpskerk doorgemeten. In USG (underground storage) Grijpskerk wordt van april tot oktober hoogcalorisch gas geïnjecteerd en van oktober tot maart wordt dit aardgas geproduceerd. De situatie in Grijpskerk is relatief complex met mogelijke methaanbronnen verspreid over het terrein (zie Figuur 15). De site is op te splitsen twee locaties (Zuid, Gasunie locatie en Noord, NAM). Tijdens de meting kwam de wind uit het zuiden met een snelheid van rond de 1 m/s. Hierdoor is het van belang als eerst de emissie voor het brongebied Zuid (Gasunie) te bepalen, aangezien de pluim van gebied Zuid ook over gebied Noord waait. Naast deze twee gebieden lijkt er ook nog een gebied ten Zuidwesten van het terrein te zijn dat bijdraagt aan de methaan emissies (zie gele cirkel in Figuur 15). De metingen duiden hierop, maar het is onduidelijk of dit gebied tot het Grijpskerk gascompressiestation hoort. De emissie van dit gebied is daarom niet bepaald.



Figuur 15: Grijpskerklocatie 1 (Zuid) en 2 (Noord) met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

Voor gebied Zuid in Grijpskerk zijn de in het model gebruikte bron locaties in rood aangegeven in Figuur 15. De methaanpluim is voor dit gebied drie keer bemeten. Uit het model volgt een gemiddelde methaanemissie van 1,4 g/s met een relatieve fout van 18%.

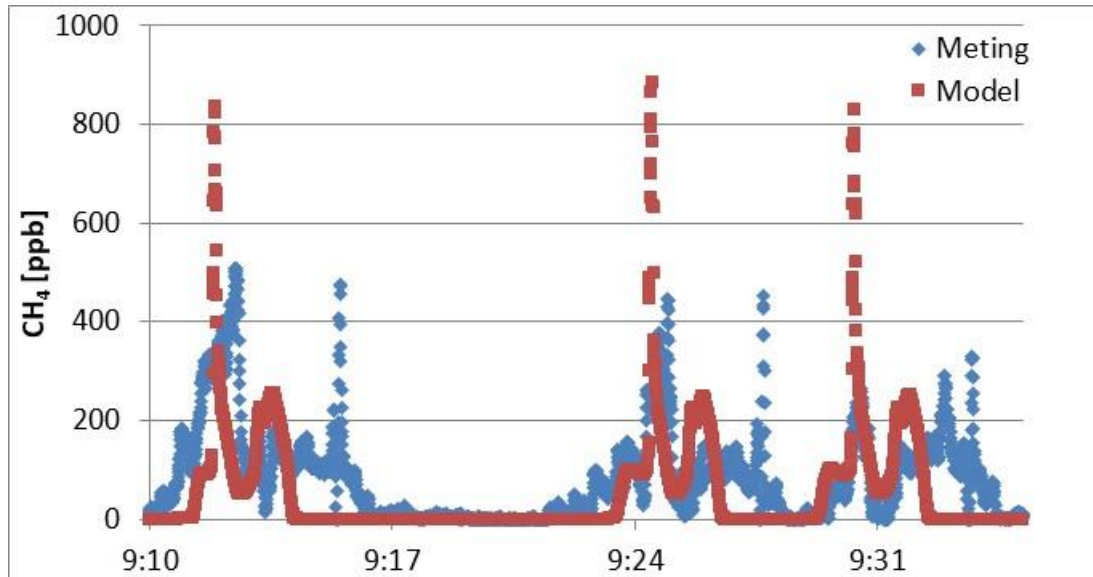
Twee van de gemeten en gemodelleerde methaanpluimen zijn zichtbaar in Figuur 16. Het is duidelijk dat in dit gebied niet alleen Grijpskerk Zuid voor een piek vormt, maar dat deze wel voor de meest scherpe piek zorgt. De locatie en vorm van de gemeten en gemodelleerde piek komen goed met elkaar overeen.



Figuur 16: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Grijpskerk Zuid voor pluim 2 en 3, met de gemodelleerde pluim (rood) voor het zuidelijk deel (Gasunie).

Voor gebied Noord zijn er verschillende bronlocaties (in de campagne in 2018 wordt hier meer in detail naar gekeken). Voor de modellering zijn er verschillende bronlocaties gebruikt om de optimale pluim te berekenen. De uiteindelijk gebruikte bronlocaties zijn zichtbaar in Figuur 15 in groen driehoeken. Voor locatie Grijpskerk Noord zijn drie pluimen gemeten. De gemiddelde berekende methaanemissie uit het model is 4,1 g/s, met een relatieve fout van 24%.

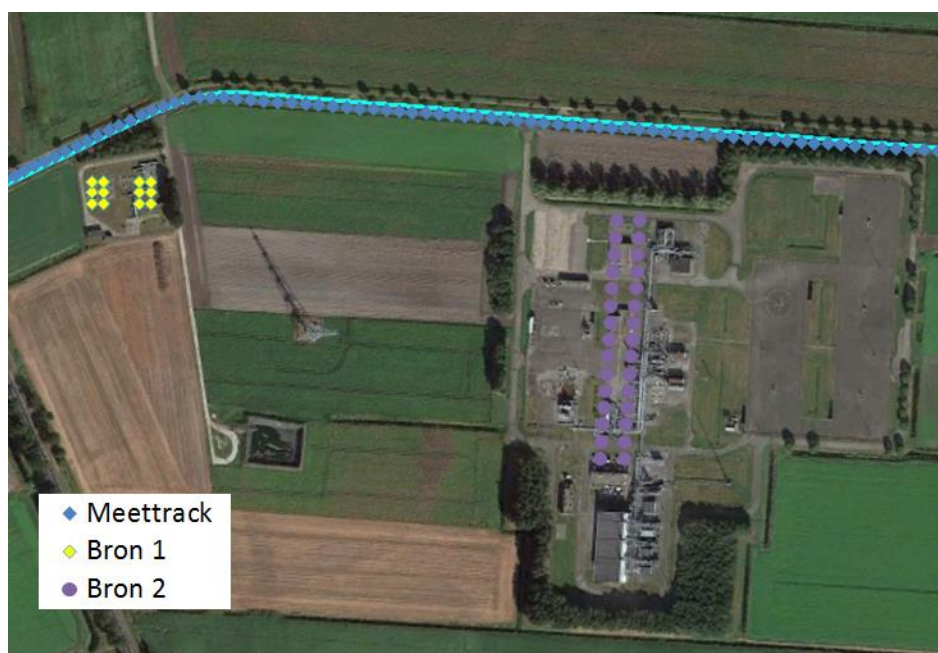
Deze fout is verhoudingsgewijs hoog, waarschijnlijk veroorzaakt door de complexe situatie van bronnen. Voor deze locatie wordt aangeraden mee te nemen in de tweede meetcampagne, om de meetstatistiek te verhogen en te meten met behulp van een tracergas. Ook al is er onzekerheid in de modelberekeningen, de gemeten en gemodelleerde pluimen hebben wel dezelfde vorm (zie Figuur 17).



Figuur 17: Methaanconcentratiepluimen van de meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en de modelberekening voor locatie Grijpskerk Noord.

3.1.7 Wildervank

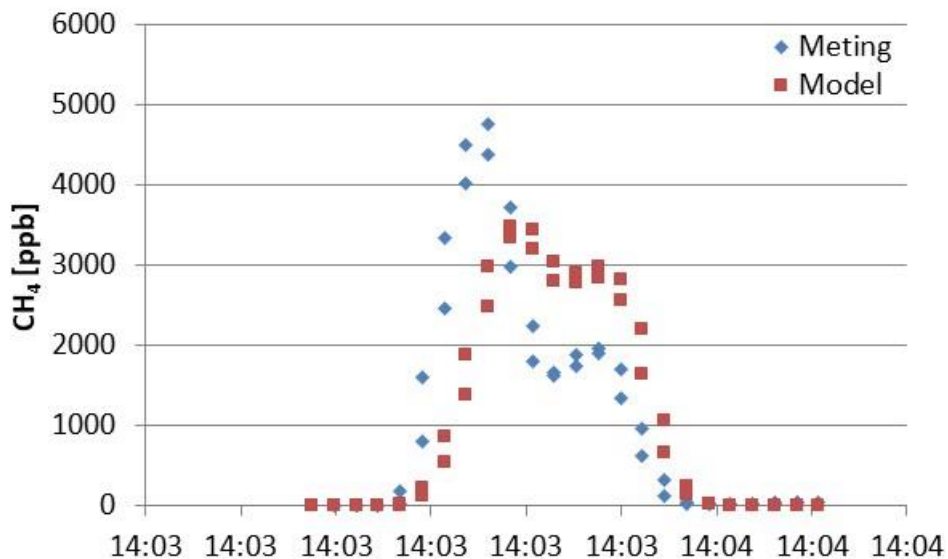
In Wildervank (Groningen) zijn er twee locaties vlak naast elkaar (zie Figuur 18). Beide zijn apart doorberekend in het model. Wildervank 1 is de meest westelijke (relatief kleine) locatie van de Gasunie en Wildervank 2 de grotere oostelijke locatie van de NAM. Locatie 2 is een gaswinnings- en behandlungsstation en in het zuidelijke gedeelte van de locatie is een compressorstation waar het gas op druk wordt gebracht om het af te kunnen leveren aan de Gasunie. De pluimen zijn gemeten op 29-11-2016 met een windsnelheid van 6 m/s.



Figuur 18: Wildervanklocatie 1 (West) en 2 (Oost) met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

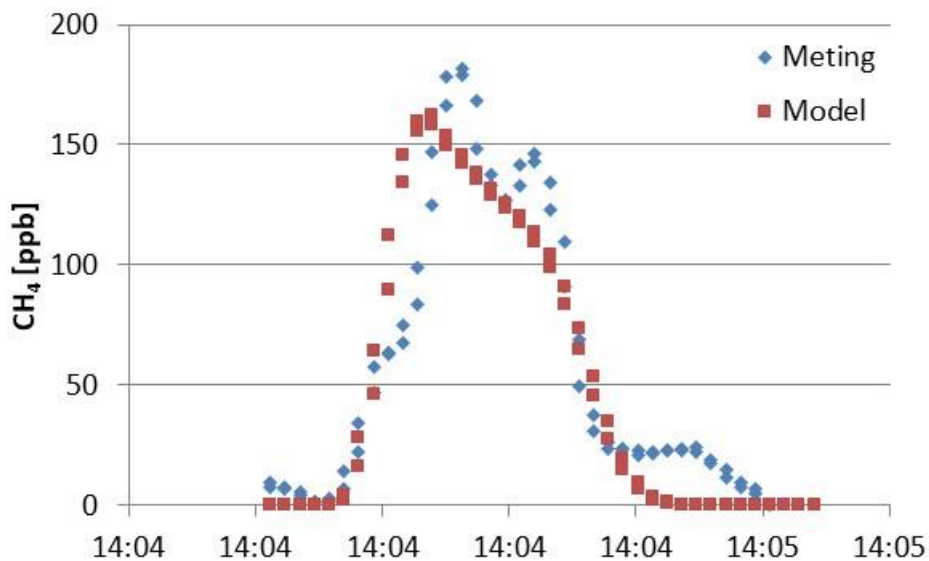
De locaties in Wildervank zijn slechts één keer (mobiel) bemeten in verband met de beschikbare tijd. Het is dan ook niet mogelijk een relatieve fout aan de emissieberekeningen toe te kennen. Hierdoor is het lastig in te schatten hoe robuust de gevonden emissiegetallen zijn.

Wildervank 1 geeft een relatief hoge methaanpiek (tot 5000 ppb boven de achtergrondconcentratie). Dit leidt tot een methaanemissie van 13 g/s voor deze locatie (zie Figuur 19). Kanttekening is dat deze pluim slechts één keer gemeten, de afstand van de bron tot de openbare weg waar de metingen zijn uitgevoerd is 30-50 meter, dat is ook een reden voor de hoge piek in de concentratie.



Figuur 19: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Wildervank 1.

Ook de gemodelleerde pluim voor Wildervank 2 komt goed overeen met de gemeten pluim (zie Figuur 20). Het model komt voor deze locatie uit op een methaanemissie van 2,4 g/s.



Figuur 20: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Wildervank 2.

3.1.8 Zuidwending

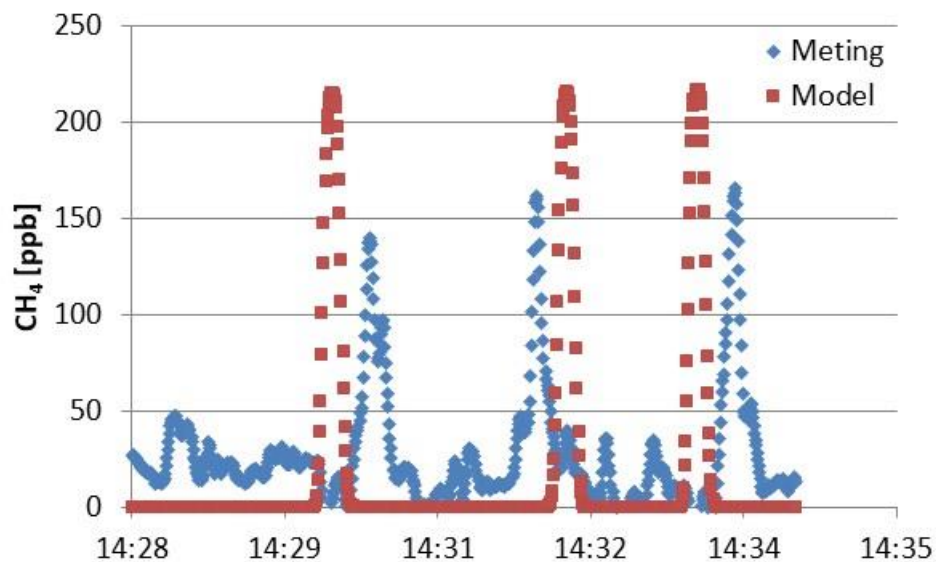
Locatie Zuidwending is net als Vierhuizen en Leens gemeten op 29-11-2016. Voor Zuidwending (actieve gaswinningslocatie) zijn drie methaanpluimen gevonden. De prominente pluim van de boerderij (aangegeven met een blauwe pijl in Figuur 21) geeft aan dat de wind op het moment van meten uit het Zuiden kwam. Als de pluim in het bos van de gaswinningslocatie afkomt moet de wind meer uit het Zuidwesten komen. We hebben visueel geen logische bron waargenomen naast de gaslocatie. Dus we gaan we ervan uit dat de drie pluimen gemeten in het bos worden veroorzaakt door de gaswinning. Deze metingen zijn gebruikt voor de verdere analyse van methaanemissie. De windsnelheid was rond de 3 m/s tijdens de metingen.



Figuur 21: Gemeten methaanconcentraties nabij de gaswinningslocatie in Zuidwending (aangegeven in geel).

De methaanemissies berekend uit de drie pluim-metingen liggen zeer dichtbij elkaar (0,64, 0,73 en 0,63 g/s). De gemiddelde methaanemissie voor de site in Zuidwending is 0,7 g/s met een relatieve fout van 5%.

In Figuur 22 zijn de gemeten en gemodelleerde methaanpluimen te zien. De onzekerheid in de windrichting maakt dat de gemodelleerde en gemeten pluimen niet exact met elkaar overeen komen. De pluimen berekend door het model zijn verder nog wat smaller zijn dan de gemodelleerde pluimen. Met andere model settings is dat wel te corrigeren (blijkbaar werkt het bos meer als een diffusor dan nu in het model wordt gesimuleerd) maar voor de integraal en dus de emissieschatting maakt het eigenlijk niet uit.



Figuur 22: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Zuidwending.

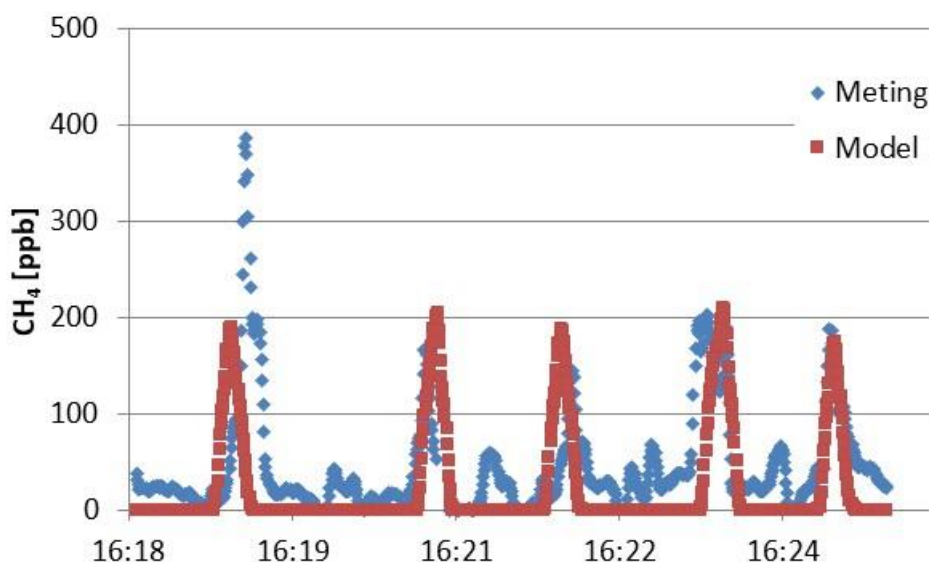
3.1.9 Taqa

Op 31-8-2016 is het compressie- en behandlingsstation in de Boekelermeer in Alkmaar (Taqa) bemeten ten aanzien van methaan emissies. Dit station is verspreid over twee locaties (zie Figuur 23). Beide locaties zijn apart meegenomen in het model (Taqa 1 is de Noordelijke site; piek gas installatie/opslag (PGI) en Taqa 2 de Zuidelijke site; compressie- en behandlingslocatie). De windsnelheid lag ten tijde van de metingen rond de 4 m/s.



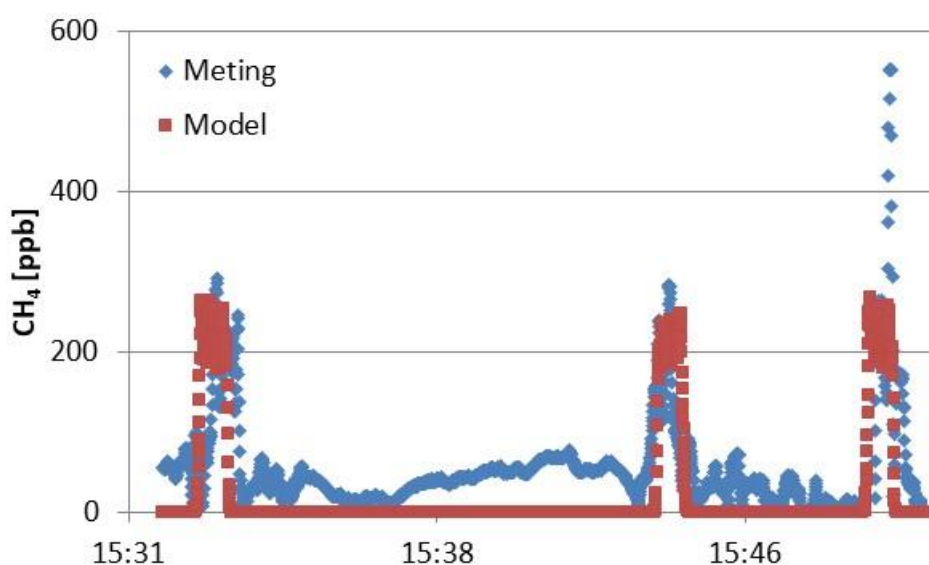
Figuur 23: Taqa locatie 1 (Noord) en 2 (Zuid) met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

De meetwagen is zes maal langs Taqa 1 gereden. Voor één van deze pluimmetingen was er echter een artefact in de meting, deze kon dus niet worden meegenomen om de methaanemissie te bepalen. De overige vijf pluimmetingen kwamen uit op een gemiddelde methaanemissie van 0,6 g/s (variërend tussen 0,4 en 0,9 g/s) met een relatieve fout van 16%. In Figuur 24 is zichtbaar dat de gemodelleerd pluimen goed overeenkomen met de gemeten pluimen.



Figuur 24: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Taqa 1.

Bij Taqa 2 is vier keer langsgereden en daarmee vier pluimen zichtbaar. Voor deze pluimen is de gemiddeld berekende methaanemissie 3,2 g/s (variërend tussen 2,7 en 3,7 g/s) met een relatieve fout van 6%. In Figuur 25 is zichtbaar dat de gemodelleerde pluim en gemeten pluim goed met elkaar overeenkomen (de vierde pluim is niet geplot, aangezien deze een later in de tijd is gemeten).



Figuur 25: Methaanconcentratiepluimen van meting (gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie) en uit het model voor locatie Taqa 2.

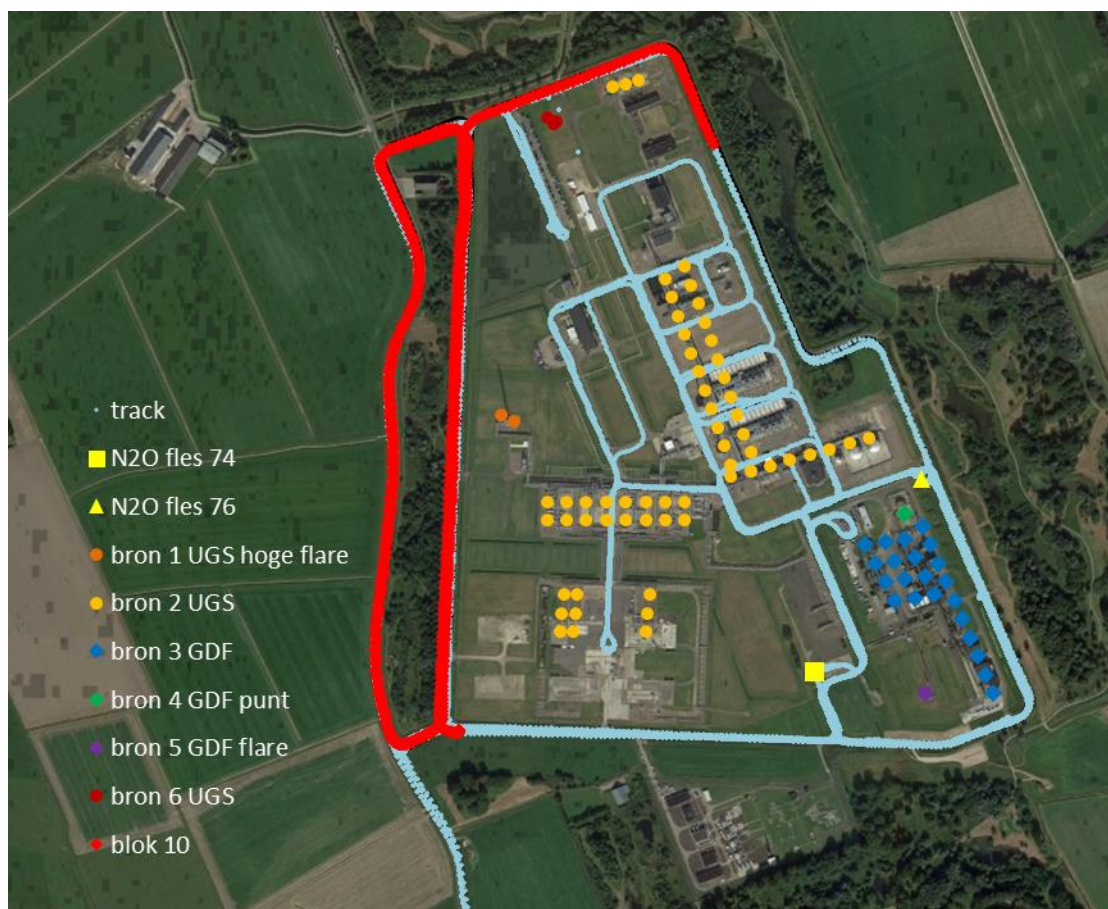
3.2 Tweede meetcampagne: vier locaties

In het eerste kwartaal van 2018 zijn Grijpskerk, Wildervank, Zuidwendig en Taqa opnieuw bemeaten. Bij deze campagne was een nieuwe laser spectrometer beschikbaar en werd er op elke locatie lachgas (N_2O) als tracer losgelaten. Daarbij is ook een meteomast geplaatst om op de locatie de windrichting en snelheid per minuut te bepalen.

3.2.1 Grijpskerk

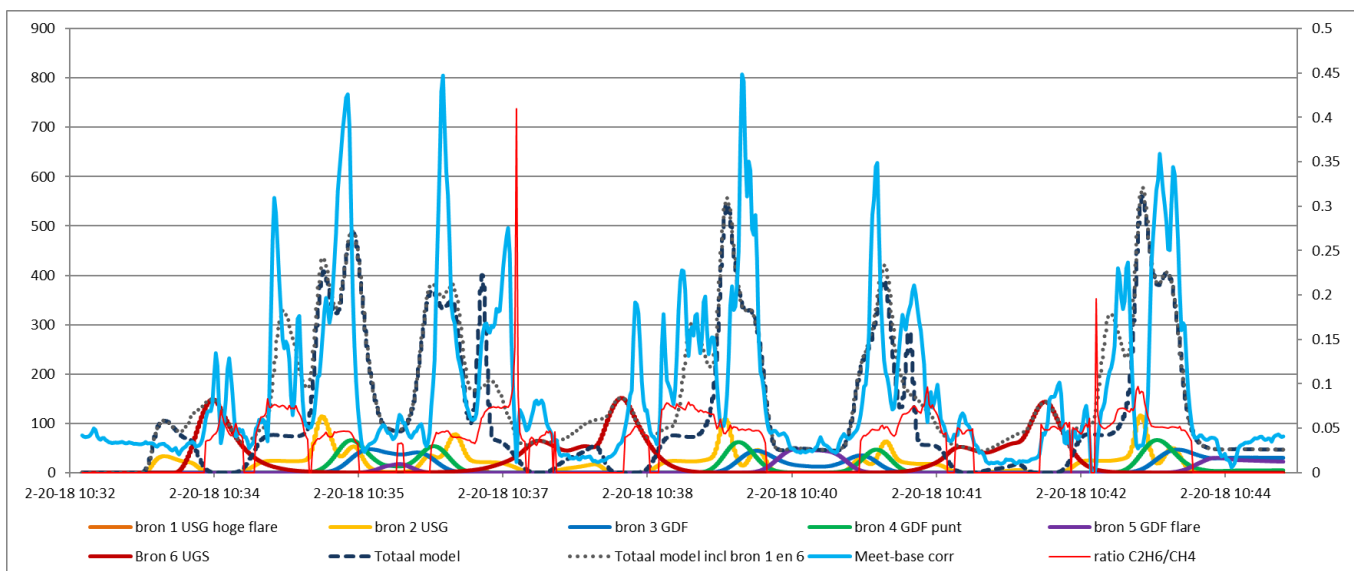
Op 20-2-2018 is het gascompressiestation in Grijpskerk voor de tweede keer doorgemeten. De situatie in Grijpskerk is relatief complex met diverse mogelijke methaanbronnen verspreid over het terrein (zie Figuur 15). Deze keer is ook op het terrein zelf gemeten, waardoor het mogelijk was, de bronnen specifiek te duiden. De wind kwam op de meetdag uit het oosten en draaide richting noordoost met een gemiddelde snelheid van 1,5 m/s. Vanwege de oosten wind, zijn locatie 1 en de mogelijke bron die in Figuur 15 zijn aangegeven, niet meegenomen.

Voor het kalibreren van het model is op 2 locaties lachgas (N_2O) losgelaten als tracer (Figuur 26, gele punten). Van deze N_2O -pluimen is de bronsterkte bekend en zijn daarmee gebruikt als ijking van het model. Daarnaast is er een kalibratie uitgevoerd voor CH_4 met een bekende hoeveelheid kalibratiegas (CH_4).



Figuur 26: Grijpskerk locatie 2 (Noord) met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

Voor de modellering zijn verschillende bronlocaties gebruikt om de optimale pluim te berekenen. De uiteindelijk gebruikte bronlocaties zijn weergegeven in Figuur 26. De bronnen zijn onderverdeeld in een UGS deel en een GDF deel. De totale gemiddelde methaanemissie uit de modelberekeningen is 7,8 g/s, met een relatieve fout van 65%. Deze fout is hoog, veroorzaakt door de complexe situatie van bronnen. Aangezien dit emissieniveau uit gemiddeld 25 pluimen is bepaald, komt de onzekerheid uit op 13% ($65\%/\sqrt{25} = 13\%$). De berekende emissies voor de verschillende bronnen zijn weergegeven in Tabel 1. De meetdag is verdeeld in verschillende blokken, om de bijdrage van de verschillende bronnen beter te kunnen onderscheiden. Figuur 27 laat de gemeten en gemodelleerde data van blok 10 zien. Door de gemodelleerde data te vergelijken met de meting, bleek dat er nog een bron miste, dus is bron 6 toegevoegd. De meting liet namelijk een piek zien, die in het model niet terugkwam. Door het toevoegen van bron 6 (donkerrood), is deze piek te verklaren (Figuur 27).

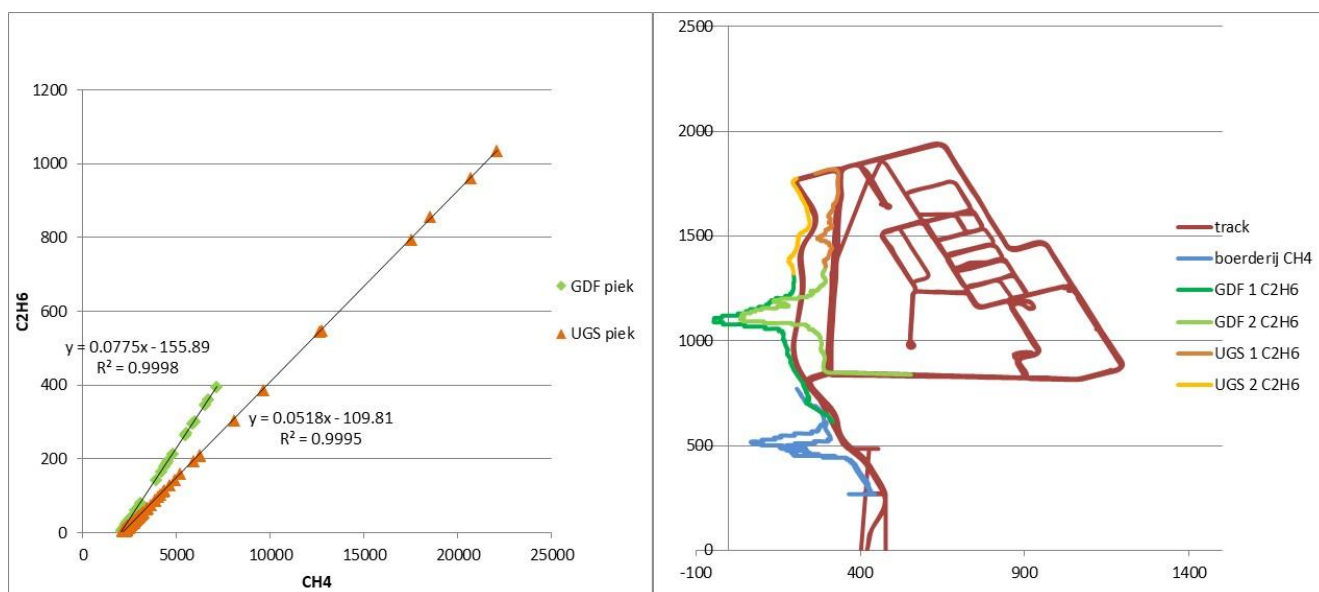


Figuur 27. Methaanconcentratiepluimen van meting (lichtblauw) en uit het model voor Grijpskerk locatie 2, blok 10. De verschillende bronnen zijn weergegeven, naast het totaal model.

Tabel 1: Emissies van Grijpskerk locatie 2.

bron	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Totaal	
	UGS hoge flare	UGS	GDF	GDF punt	GDF flare	UGS extra		eenheid
emissie	1,1	1,7	1,8	1,3	1,1	0,8	7,8	g/s
stdev	0,4	1,6	2,9	1,6	2,4	0,3	4,4	
# pluimen	5	32	26	27	27	5		
rel. err	16%	17%	31%	24%	44%	16%	65%	
							246	ton CH ₄ /jaar

Naast de emissie van methaan, is er ook gekeken naar de ethaan-methaan ratio (C_2H_6/CH_4 ratio). In Figuur 22 is de C_2H_6/CH_4 ratio opgenomen. Daarin is te zien dat er delen zijn waar de ratio 7% is en delen waar de ratio 5 % is. In Figuur 28 is links de C_2H_6/CH_4 ratio weergegeven voor een piek afkomstig van het UGS deel (correspondeert met oranje deel in rechter afbeelding) en een piek afkomstig uit het GDF deel (correspondeert met groene piek in rechter afbeelding). Door naast methaan ook ethaan te meten, kan onderscheid gemaakt worden tussen emissies van gasproductie en de naastgelegen boerderij (blauwe methaanpiek in rechter afbeelding).



Figuur 28. Links: C_2H_6/CH_4 ratio voor GDF en UGS pieken. Rechts: C_2H_6 pieken van het GDF en UGS deel en een CH_4 piek van een boerderij, waar geen C_2H_6 is gemeten.

3.2.2 Wildervank

Op 19-2-2018 is het gaswinnings-, gasbehandel- en compressorstation Wildervank aan de Woortmanslaan voor de tweede keer bemeten. Locatie 1, de meest westelijke (relatief kleine) locatie is van de Gasunie en niet meegenomen in de modelberekeningen. Locatie 2, de grotere oostelijke locatie is van de NAM (Figuur 29). Locatie 2 is een gaswinnings- en behandlingsstation en in het zuidelijke gedeelte van de locatie is een compressorstation waar het gas op druk wordt gebracht om het af te kunnen leveren aan Gasunie.

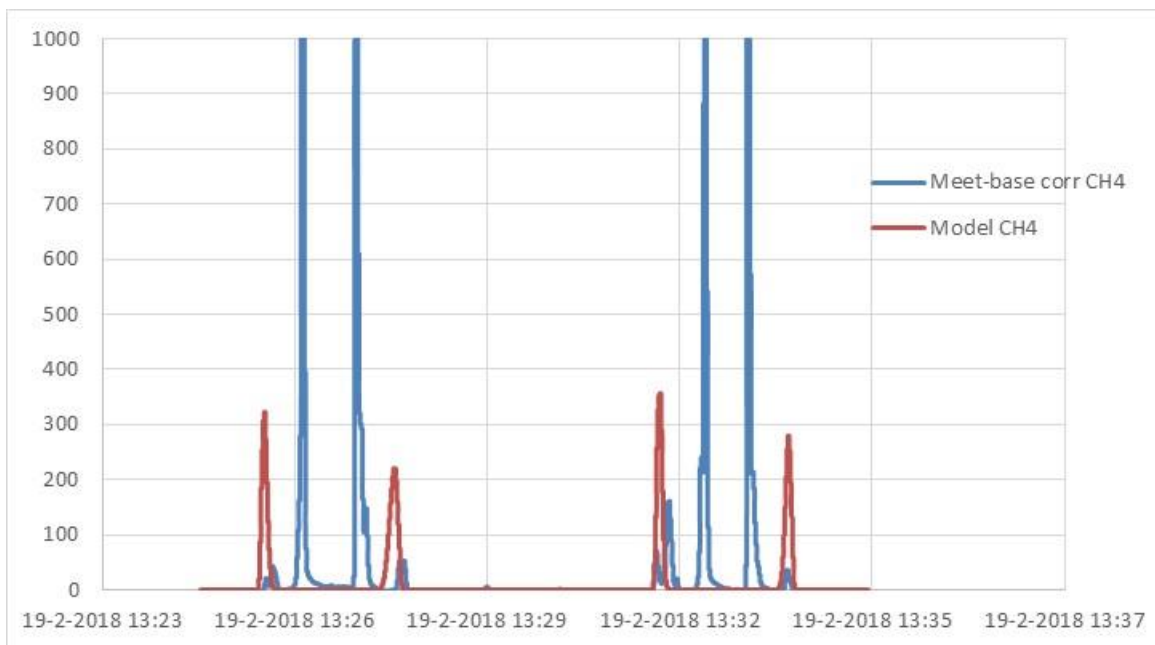
De wind kwam op de meetdag uit het zuiden met een snelheid van gemiddeld 2,9 m/s. Voor het kalibreren van het model is lachgas (N_2O) losgelaten als tracer (Figuur 29, gele punt). Bij N_2O -pluimen is de bronsterkte bekend en daarmee gebruikt als ijking van het model. Daarnaast is er een kalibratie uitgevoerd voor methaan met een bekende hoeveelheid kalibratiegas (CH_4).

De gemodelleerde pluimen voor Wildervank locatie 2 komen goed overeen met de gemeten pluimen (Figuur 30). De hoge gemeten pluimen zijn van locatie 1 en niet in het model meegenomen. De totale gemiddelde berekende methaanemissie uit het model is 0,73 g/s, met een relatieve fout van 23%.

Naast de emissie van methaan, is het mogelijk om de ethaan-methaan ratio (C_2H_6/CH_4 ratio) te bepalen. Hiermee is het mogelijk om verschillen in samenstelling van specifieke locatie te bepalen. Dit valt echter buiten de scope van dit project.



Figuur 29. Locatie Wildervank met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.



Figuur 30. Methaanconcentratiepluimen van meting (blauw) en uit het model voor Wildervank.

3.2.3 Zuidwending

Op 19-2-2018 is Zuidwending voor de tweede keer bemeten. Nu is naast Zuidwending (Noord) ook Zuidwending Zuid (Annerveen – Veendam 1) meegenomen (Figuur 31). Beide locaties zijn volgens de website van de NAM inactief. Echter wordt Zuidwending Zuid gebruikt door EnergyStock B.V. (een 100% dochter van Gasunie) en daarmee wel actief. Er ligt een aardgasopslag in ondergrondse zoutlagen. EnergyStock B.V. heeft hier vijf cavernes en een bovengrondse installatie in gebruik.



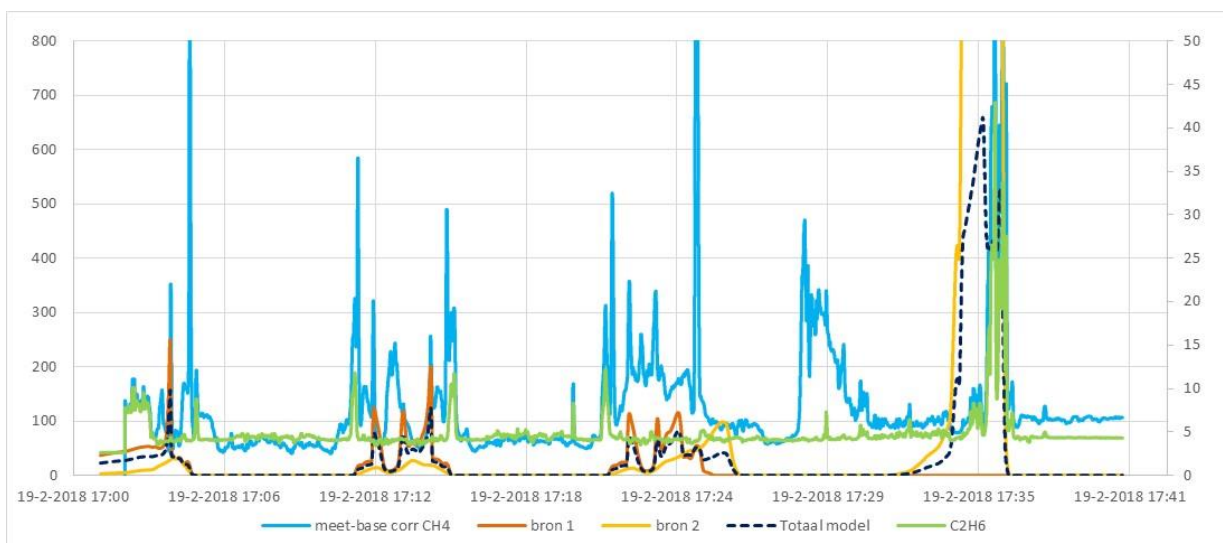
Figuur 31. Zuidwending, locatie Noord en Zuid.



Figuur 32. Locatie Zuidwending Zuid met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

De wind kwam op de meetdag uit het zuiden met een snelheid van gemiddeld 0,9 m/s. Voor het kalibreren van het model is lachgas (N_2O) losgelaten als tracer (Figuur 32, gele punt). Bij die pluimen is de bronsterkte bekend en daarmee gebruikt ijking voor het model. Daarnaast is er een kalibratie uitgevoerd voor methaan met een bekende hoeveelheid kalibratiegas (CH_4).

De gemodelleerde pluimen voor Zuidwending Zuid komen goed overeen met de gemeten pluimen (Figuur 33). De totale gemiddelde berekende methaanemissie uit het model is 2,13 g/s, met een relatieve fout van 28%. De emissie voor de afzonderlijke bronnen zijn weergegeven in Tabel 2. De afzonderlijke bronnen komen iets hoger uit.



Figuur 33. Methaanconcentratiepluimen van meting (lichtblauw) en uit het model voor Zuidwending Zuid. De verschillende bronnen zijn weergegeven, naast het totaal model.

Tabel 2: Emissies van Zuidwending Zuid.

bron	Q1	Q2	Q1+Q2	Totaal model	eenheid
emissie	1,30	2,28	3,58	2,13	g/s
stdev	1,48	2,14	2,60	2,82	
# pluimen	16	11	27	23	
rel err	28%	28%	14%	28%	
emissie	40,9	71,9	112,8	67,0	ton CH ₄ per jaar



Figuur 34. Locatie Zuidwending Noord met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

De wind kwam op de meetdag uit het zuidwesten met een snelheid van gemiddeld 0,5 m/s. Voor het kalibreren van het model is een lachgas (N₂O) correctie voor locatie Zuid gebruikt (Figuur 32, gele punt). De pluimen van de bron waren op de weg ten oosten en noorden niet zichtbaar vanwege de lage windsnelheid. Er is een modelberekening gedaan, direct om de bron heen, met als resultaat een methaanemissie van 0,0011 g/s, met een relatieve fout van 40%, wat neerkomt op een methaan emissie van 0,035 ton CH₄ per jaar. Deze emissie is aanzienlijk lager dan de schatting die we hadden uit de vorige campagne (ECN-X--17-037) Bij deze meting konden we op het terrein van de locatie komen, dat maakt deze set betrouwbaarder dan de vorige set met metingen in het bos (2016), waarbij twijfel was over de windrichting. Een mogelijkheid is dat een lek dat er de vorige campagne was, nu dicht is, ander optie is dat er toch een andere bron geweest is die in de vorige campagne de gemeten pieken in het bos veroorzaakte.

3.2.4 Taqa

Op 7-3-2018 zijn de compressie- en behandelingsstations van Taqa in de Boekelermeer in Alkmaar voor de tweede keer bemeten. De bronnen zijn verdeeld over 3 locaties (zie Figuur 35). Bij alle locaties is niet alleen om het terrein heen gereden, maar ook op het terrein zelf is gemeten. In de ochtend kwam de wind uit het oosten met een snelheid van gemiddeld 2,5 m/s. Locatie 1 en 1b (PGI) zijn in de ochtend gemeten. Locatie 1b is in 2016 niet meegenomen. Halverwege de middag is de wind gedraaid naar het westen en zakte de windsnelheid naar 2 m/s.

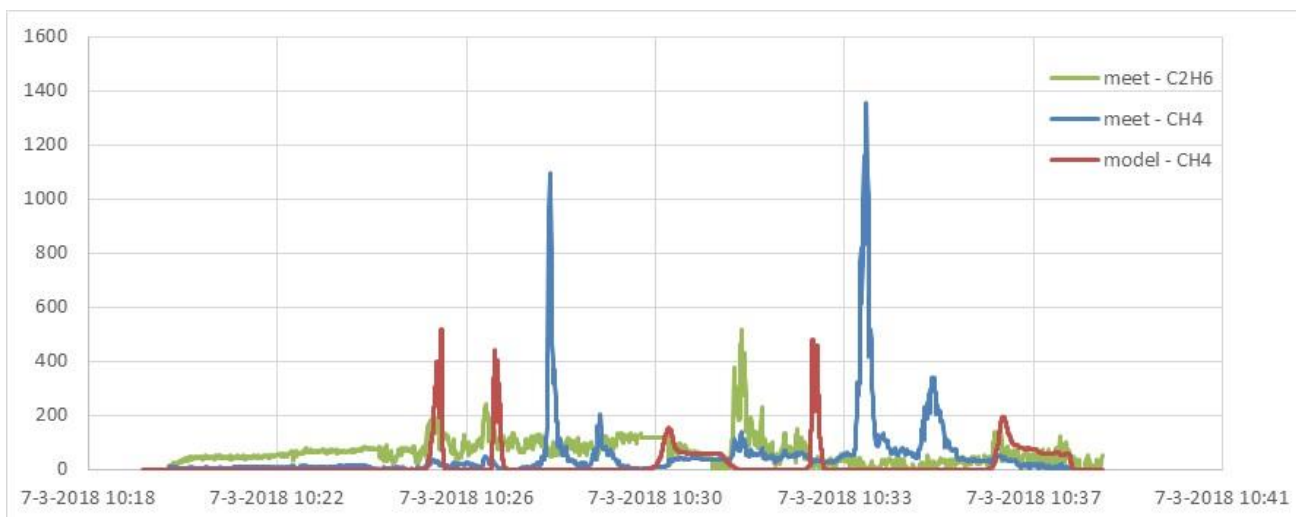


Figuur 35. Locatie Taqa met hierin aangegeven de bronnen gebruikt voor het model.

Voor het kalibreren van het model is op 3 locaties lachgas (N_2O) losgelaten als tracer (Figuur 35, gele punten). Bij deze N_2O -pluimen is de bronsterkte bekend en daarmee gebruikt als ijking van het model. Daarnaast is er een kalibratie uitgevoerd voor methaan met een bekende hoeveelheid kalibratiegas (CH_4). Op locatie 2 is de lachgasfles halverwege verplaatst omdat de wind toen draaide.

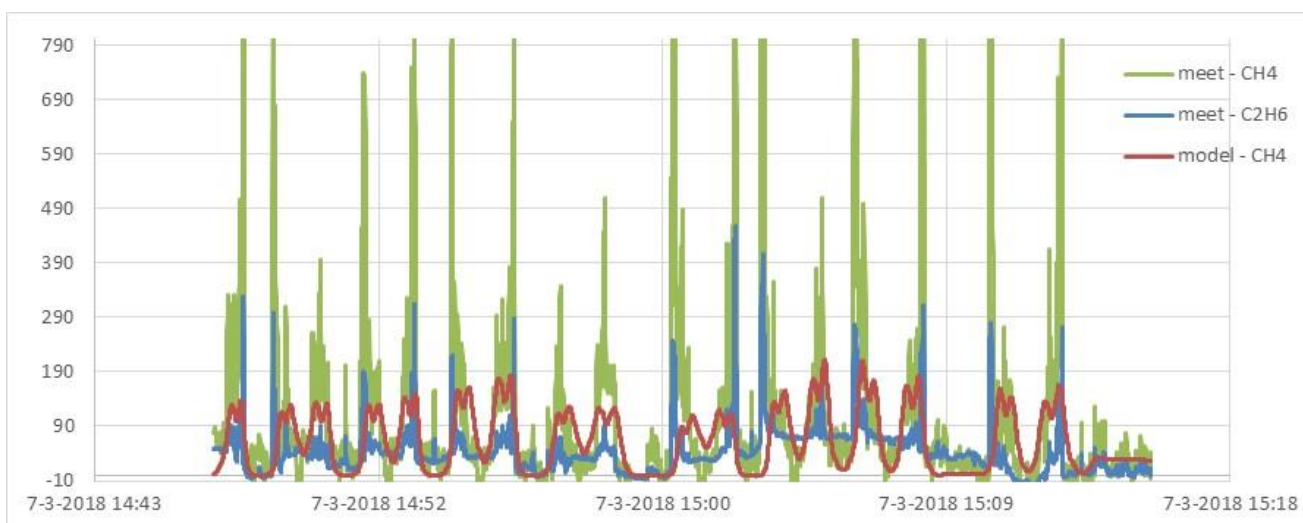
Tabel 3. Emissies van Taqa.

bron	Q1+1b	Q2	eenheid
emissie	0,32	0,84	g/s
stdev	0,25	0,25	
# pluimen	15	12	
rel. err	20%	9%	
emissie	10,1	26,6	ton CH_4 per jaar



Figuur 36. Methaanconcentratiepluimen van meting (blauw) en uit het model (rood) voor Taqa locatie 1b. Ethaan is weergegeven in groen.

In Figuur 36 is te zien dat de modelpluimen goed overeenkomen met de meetpluimen. Dit deel van de meting laat emissies van locatie 1b zien. Doordat naast methaan ook ethaan is gemeten, is het mogelijk om de methaanpluimen van de naastgelegen stortplaats te onderscheiden van de methaanpluimen afkomstig van de Taqa locaties. Bij de hoge blauwe pieken zijn geen ethaanpieken zichtbaar, deze pieken zijn afkomstig van de stortplaats en niet van Taqa.



Figuur 37. Methaanconcentratiepluimen van meting (blauw) en uit het model (rood) voor Taqa locatie 2. Ethaan is weergegeven in groen.

Ook voor locatie 2 komen de modelpluimen goed overeen met de meetpluimen en ethaan volgt de methaanpluimen (Figuur 37).

4. Conclusies



De metingen op negen locaties zijn gebruikt voor het bepalen van een totaal CH₄ emissie over de locaties. De hier gerapporteerde waarden geven een representatieve waarde voor de dag van de metingen. Bij de gemiddelde waarde die wordt afgeleid uit een of meerdere metingen rapporteren we een onzekerheid. Dat is hier de standaard deviatie van de set van emissiebepalingen gedeeld door de wortel uit het aantal gemeten pluimen. Over een jaar kan de variatie in emissie uiteraard groter zijn en het is dus niet raar als metingen op twee verschillende dagen een factor 2-5 verschillen. De kans dat we een factor 10 verschil aantreffen tussen meetdagen is klein en dat betekent dat er 'iets aan de hand is'. Een uitzonderlijke situatie in het brongebied of een andere bron die de metingen heeft verstoord zijn dan opties.

Voor de negen locaties zijn de methaanemissies berekend met behulp van een atmosferisch verspreidingsmodel

(Tabel 4):

- Koedijk is een actieve gasbehandelingsinstallatie met een methaanemissie van 8,3 g/s. Leens en Vierhuizen zijn actieve gaslocaties met emissies van 0,09 en 0,01 g/s respectievelijk. Ten Boer is een gasput en Coevorden een gas-winlocatie en hebben emissies van 0,2 en 0,5 g/s respectievelijk.
- Grijpskerk Noord is een gascompressiestation dat in 2016 en 2018 is gemeten, waarbij de emissie in 2018 bijna twee keer hoger is dan in 2016. Een verklaring voor dit verschil kan de periode van het jaar zijn, aangezien het gas van april tot oktober wordt geïnjecteerd en van oktober tot maart wordt geproduceerd. Het lijkt erop dat de productie van gas tot hogere emissies leidt dan het injecteren van gas.
- Grijpskerk Zuid (Gasunie) is alleen in de eerste meetcampagne gemeten met een emissie van 1,4 g/s. Voor Grijpskerk zijn de ethaan/methaan ratio's bepaald, waarmee onderscheid gemaakt kan worden tussen emissies afkomstig van het UGS en GDF deel. Doordat naast methaan ook ethaan is gemeten, kan ook onderscheid gemaakt worden tussen methaan afkomstig van gasproductie en de naastgelegen boerderij.
- In Wildervank is alleen locatie 2 van de NAM tijdens de tweede meetcampagne doorgerekend. De emissiekwam drie keer zo laag uitkwam, t.o.v. de eerste meetcampagne (0,7 t.o.v. 2,4 g/s). De emissies van de Gasunie locatie (Wildervank 1) zijn hoger dan die van de NAM locatie (Wildervank 2). Wildervank 2 is een gaswinnings-, behandelings- en compressorstation, waarvan de emissies vergelijkbaar zijn met die van gas-winlocatie Coevorden, terwijl de actieve gasbehandelingsinstallatie in Koedijk veel hogere emissies laat zien.

- Zuidwending was in de eerste meetcampagne al lastig te meten, vanwege de windrichting en ook bij de tweede campagne was het niet eenvoudig, vanwege de relatief lage windsnelheid en lage emissies. Tijdens de tweede meetcampagne is Zuidwending Zuid (Energy Stock bufferinstallatie) meegenomen. Daar werd een emissieniveau van 2,1 g/s bepaald, de bulk van die emissie komt vanaf de behandelingsinstallatie.
- Taqa 1 en 1b zijn onderdeel van de PGI (piek gas installatie) en laten een relatief lage emissie zien, zowel bij de eerste als tweede meetcampagne. Taqa 2, het gasbehandelingsstation laat tijdens de eerste meetcampagne een hogere emissie zien dan bij de tweede meetcampagne. Een verklaring voor het verschil tussen de eerste en tweede meetcampagne kan ook hier de periode van het jaar zijn. Ook is bekend dat er ten tijde van de eerste metingen nog werkzaamheden aan de installatie in aanbouw werden uitgevoerd terwijl de installatie bij de tweede campagne klaar was.

Tabel 4. Overzicht van emissies bij de verschillende locaties.

Locatie	Emissie [g/s]	Rel. fout [%]	Windsnelheid [m/s]	Meet campagne	Datum campagne
Koedijk	8,3	7 (n=2)	5	1	31-8-2016
Leens	0,09	20 (n=3)	1	1	29-11-2016
Vierhuizen	0,01	16 (n=3)	1,5	1	29-11-2016
Ten Boer	0,2	15 (n=5)	5	1	29-11-2016
Coevorden	0,5	11 (n=8)	1	1	21-9-2016
Grijpskerk 1 (Noord)	4,1	24 (n=3)	1	1	7-9-2016
	7,8	65 (n=32)	1,5	2	20-2-2018
Grijpskerk 2 (Zuid)	1,4	18 (n=3)	1	1	7-9-2016
Wildervank 1 (Gasunie)	13	- (n=1)	6	1	29-11-2016
Wildervank 2 (NAM)	2,4	- (n=1)	6	1	29-11-2016
	0,7	23 (n=14)	3	2	19-2-2018
Zuidwending	0,7	5 (n=3)	3	1	29-11-2016
	0,0011	40 (n=9)	1	2	19-2-2018
Zuidwending Zuid	2,1	28 (n=23)	1	2	19-2-2018
Taqa 1 (Noord)	0,6	16 (n=5)	4	1	31-8-2016
Taqa 1+1b	0,3	20 (n=15)	2,5	2	7-3-2018
Taqa 2 (Zuid)	3,2	6 (n=4)	4	1	31-8-2016
	0,8	9 (n=12)	2	2	7-3-2018

Aanbevelingen

Naast de methaan emissies die volgens opdracht van SodM in dit rapport zijn weergegeven, is het mogelijk om met de data nauwkeuriger in te gaan op de verschillende bronnen en activiteiten.

Met de data uit de tweede meetcampagne is het ook mogelijk om de ethaan/methaan ratio voor de locaties die tijdens de tweede meetcampagne zijn gemeten, te bepalen, zoals dat voor Grijpskerk is gedaan. Deze ratio is niet voor alle bronnen en activiteiten hetzelfde. Door de ratio te bepalen, kunnen verschillende bronnen beter worden onderscheiden. Dit kan al worden bepaald met de data die uit de tweede meetcampagne is verkregen voor de overige 3 locaties.

Door de data in kleinere trajecten op te splitsen, kunnen de bronnen nauwkeuriger worden onderscheiden. Dit in combinatie met de ethaan/methaan ratio, kan de verschillende activiteiten van elkaar onderscheiden. Bijvoorbeeld de emissies van een lekkende klep, zoals bij Taqa zichtbaar werd, kunnen verder worden uitgewerkt.

Vanuit een aantal andere projecten zijn nog een aantal datasets beschikbaar, voor een aantal locaties. Voor Koedijk is een extra dataset beschikbaar vanuit het MEMO project (februari 2018), voor Grijpskerk is een extra dataset beschikbaar vanuit een meetproject (mei 2018) en voor Taqa is een extra dataset beschikbaar vanuit een QCL testrit (januari 2018). Deze data kunnen worden gebruikt om extra emissie berekeningen te kunnen doen. Verder zijn de data van de Gasunie locatie in Wildervank van de tweede meetcampagne beschikbaar om daar emissie berekeningen te kunnen uitvoeren.

ECN part of TNO
Postbus 1
1755 ZG PETTEN

Contact