

Meten van diffuse VOS emissies in de industriesector

Wetgeving,
meetmethodes en
praktische info

Linus De Roo

29/5/26



Inhoud

- Doel van dit document
- Definities
- Europese norm 17628
 - Introductie
 - Methodes
 - Aandachtspunten
- Nieuwe ontwikkelingen
- Algemene aanpak diffuse VOS monitoring
- Conclusies



Doel van dit document

Tool voor het bepalen van industriële diffuse VOS emissies

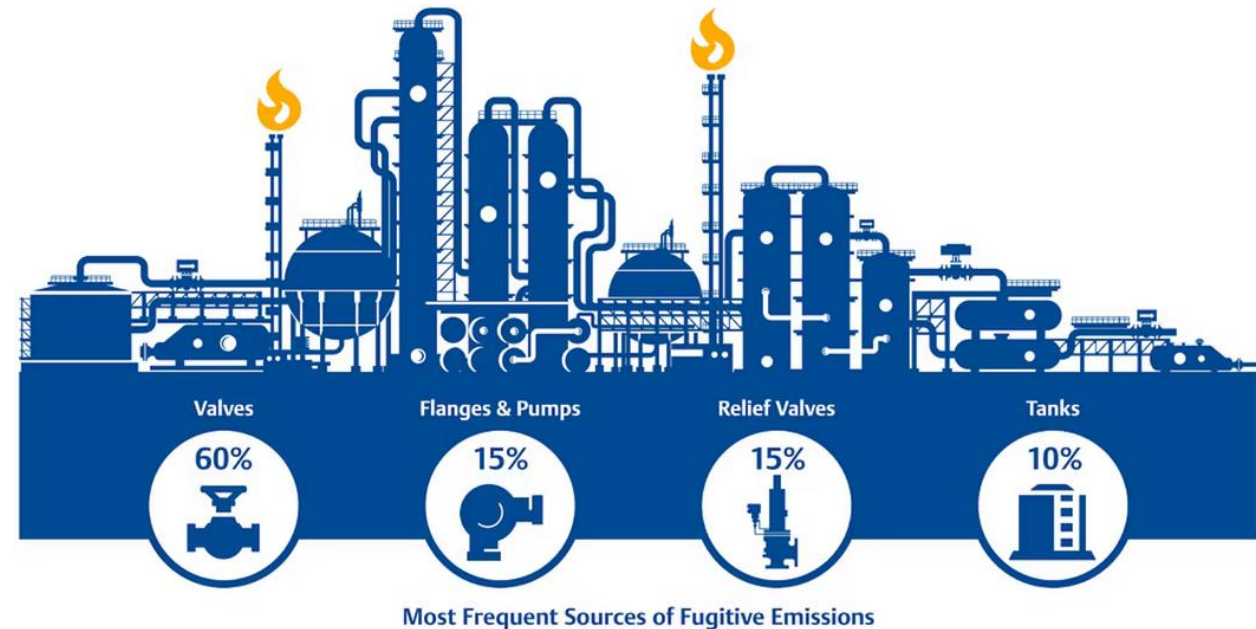
Dit document geeft een framework voor het meten van industriële diffuse VOS emissies volgens een top-down benadering*. In de eerste plaats focust het op de Europese norm 17628, welke methaan buiten beschouwing laat, maar geeft nadien ook een stand van zaken rond de Europese methaan wetgeving. Daarnaast beschrijft het innovatieve technieken en geeft het een overzicht van de praktische ervaringen die we binnen VITO hebben met de implementatie en uitvoering ervan. Concreet komt het volgende aan bod:

- Overzicht van wetgeving
- Beschrijving van meetmethoden
- Stappenplan goede praktijk
- Lessons learned van cases in Vlaanderen

* Dit in tegenstelling tot een bottom-up methode zoals LDAR waarbij alle inspectiepunten samengeteld worden om tot een emissiecijfer te komen

Definities

- **Volatiele Organische Stoffen (VOS):** een organische verbinding die bij 293,15 K een dampspanning van 0,01 kPa of meer of onder de specifieke gebruiksomstandigheden een vergelijkbare vluchtigheid heeft. Vaak wordt methaan buiten beschouwing gelaten en spreekt men van NMVOS.
- **Diffuse emissie:** niet-geleide emissie naar de lucht. Diffuse emissies kunnen afkomstig zijn van puntbronnen of oppervlaktebronnen en omvatten fugatieve en niet-fugatieve emissies:
 - **Fugatieve emissie:** niet-geleide emissies naar de lucht als gevolg van verminderde dichtheid van apparatuur die is ontworpen of gemonteerd om dicht te zijn. Deze komen vooral voor aan draaiende onderdelen zoals assen van pompen, afsluitkranen en kleppen, maar ook aan o.a. flens-verbindingen.
 - **Niet-fugatieve emissie:** andere diffuse emissie dan fugatieve emissie. Een niet-fugatieve emissie kan bijvoorbeeld voortvloeien uit atmosferische ventilatie-openingen, bulkopslag, laad- en lossystemen, vaten en tanks, open goten, bemonsteringssystemen, tankontluchting, afval, riolering en afvalwater-zuiveringsinstallaties.



EN 17628 - Introductie

EN 17628 - Introductie

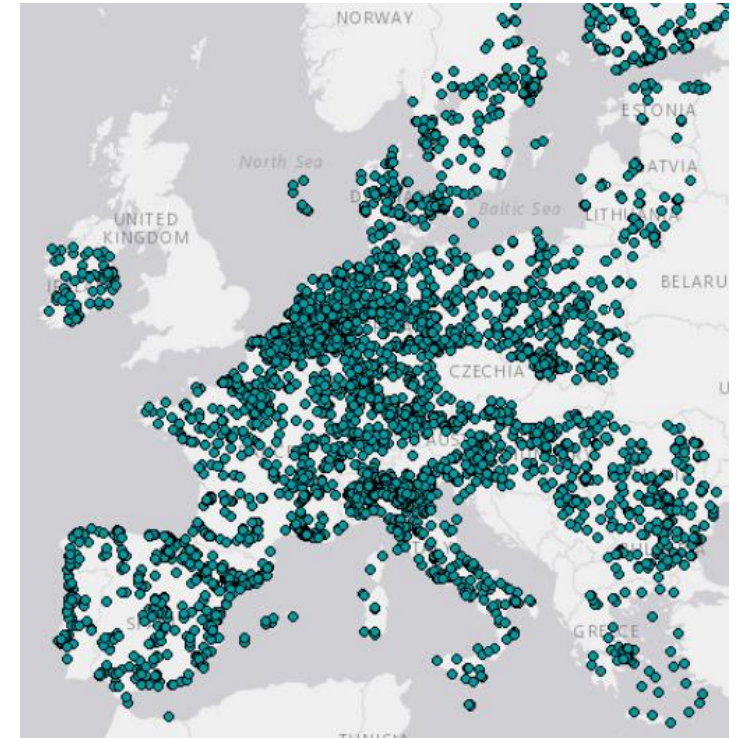
Achtergrond en context

- EN 17628: “Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors - Standard method to determine diffuse emissions of volatile organic compounds into the atmosphere”
- Framework voor detecteren, identificeren en kwantificeren van fugitieve en diffuse emissies naar lucht van niet-methaan volatiele organische stoffen (nmVOS)
- Focus op bepaalde industriële sectoren: oa. olie- en gasector, (petro)chemie
- Kadert binnen het Industrial Emissions Directive (2010/75/EU) en is complementair met EN15446, de standaard methode voor bepalen VOS emissies binnen een Leak Detection and Repair (LDAR) programma
- Beschrijft 5 methodes voor bepalen van VOS-emissies tijdens meetperiode; geen extrapolatie van resultaten naar langere tijdsperiodes (bvb. jaaremmissies)
- Beschreven methodes zijn gevalideerd voor nmVOS maar zijn in principe ook toepasbaar voor methaan en andere gassen, voor methaan wordt een aparte norm verwacht de volgende jaren.

EN 17628 - Introductie

Europese Unie

- Gothenburg Protocol, National Emission Ceilings Directive (2016/2284/EU)
 - Lidstaten moeten jaarlijkse emissies rapporteren
 - Sinds 2001: nationale reductiedoelen voor nmVOC (2001/81/EG)
- Industrial Emissions Directive (2010/75/EU & 2024/1785/EU)
 - Sectorale emissie standaarden
 - BBT-conclusies vormen de referentie voor het vaststellen van vergunningsvoorwaarden:
 - Mineral Oil and Gas Refineries (BBT6)
 - Common Waste Water and Waste Gas in the Chemical Sector (BBT5)
 - Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector (BBT22)



Gerapporteerde industriële emissies EU

EN 17628 - Introductie

Vlaanderen

- VLAREM in lijn gebracht met BBT 22 ‘afgasbehandeling chemische sector’
 - Vlarem II afdeling 4.4.6: Meten en beheersen van fugatieve VOS-emissies
 - Vlarem II afdeling 5.17.4.5: VOS-emissies uit bovengrondse vaste houders
 - Vlarem III 3.19.2.6.4 §2: Niet-fugatieve VOS-emissies worden jaarlijks gemonitord overeenkomstig EN 17628:2022:
 - Verplichting geldt vanaf overschrijding drempelwaarden 1 ton CMR 1A/1B of 5 ton andere VOS. Enkel voor relevante bronnen, afweging per installatie.
- CMR: **C**arcinogeen, **M**utageen, effect op **R**eproductie
 - 1A = bewijs van effect op mens
 - 1B = bewijs van effect op dier

BBT 22. De BBT is om diffuse VOS-emissies naar lucht met ten minste de onderstaande frequentie en overeenkomstig de EN-normen te monitoren. Indien er geen EN-normen beschikbaar zijn, is de BBT om ISO-, nationale of andere internationale normen te gebruiken die waarborgen dat er gegevens van gelijkwaardige wetenschappelijke kwaliteit worden aangeleverd.

Type bronnen van diffuse VOS-emissies ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Type VOS	Norm(en)	Minimale monitoringfrequentie
Bronnen van fugatieve emissies	VOS ingedeeld als CMR 1A of 1B	EN 15446 ⁽⁸⁾	Eenmaal per jaar ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
	VOS die niet zijn ingedeeld als CMR 1A of 1B		Eenmaal tijdens de looptijd van elk LDAR-programma (zie BBT 19, punt iii) ⁽⁶⁾
Bronnen van niet-fugatieve emissies	VOS ingedeeld als CMR 1A of 1B	EN 17628	Eenmaal per jaar
	VOS die niet zijn ingedeeld als CMR 1A of 1B		Eenmaal per jaar ⁽⁷⁾

- ⁽¹⁾ De monitoring is alleen van toepassing op emissiebronnen die in de inventaris van BBT 2 zijn aangemerkt als relevant.
- ⁽²⁾ De monitoring is niet van toepassing op apparatuur die werkt onder subatmosferische druk.
- ⁽³⁾ In het geval van ontoegankelijke bronnen van fugatieve VOS-emissies (bv. als de monitoring de verwijdering van isolatiemateriaal of het gebruik van steigers vereist), kan de monitoringfrequentie worden verlaagd tot eenmaal tijdens de looptijd van elk LDAR-programma (zie BBT 19, punt iii).
- ⁽⁴⁾ Voor de productie van pvc kan de minimale monitoringfrequentie worden verlaagd tot eenmaal per vijf jaar indien de installatie VCM-gasdetectoren gebruikt om de VCM-emissies continu te monitoren op een wijze die een gelijkwaardig detectieniveau van VCM-lekken mogelijk maakt.
- ⁽⁵⁾ In het geval van technisch dichte apparaten (zie BBT 23 b) die in contact komen met VOS die zijn ingedeeld als CMR 1A of 1B, kan een lagere minimale monitoringfrequentie worden vastgesteld, zij het niet lager dan om de vijf jaar.
- ⁽⁶⁾ In het geval van technisch dichte apparaten (zie BBT 23 b) die in contact komen met andere VOS dan die welke zijn ingedeeld als CMR 1A of 1B, kan een lagere minimale monitoringfrequentie worden vastgesteld, zij het niet lager dan om de acht jaar.
- ⁽⁷⁾ Indien de niet-fugatieve emissies door middel van metingen worden gekwantificeerd, kan de minimale monitoringfrequentie worden verlaagd tot eenmaal per vijf jaar.
- ⁽⁸⁾ Deze norm kan worden aangevuld met EN 17628.

EN 17628 - Introductie

Vlaanderen

- Meetverplichting van diffuse VOS volgens EN17628 wordt opgelegd via bijzondere voorwaarden in omgevingsvergunning petrochemische industrie
- Rechterkant: een typisch voorbeeld van een bijzondere voorwaarde voor een raffinaderij; andere bedrijven hebben soms een andere (beperkte) voorwaarde opgelegd gekregen
- Zie [Bijlage 1: Meetverplichtingen cf. EN17628](#) voor een uitgebreider overzicht (opgesteld door GOP)

5. Voor de diffuse VOS-emissies van de volledige raffinaderij wordt een meet- en reductieprogramma opgesteld en geïmplementeerd dat volgende punten omvat:
 - a. berekenen van alle diffuse VOS-emissies op basis van emissiefactoren, die periodiek gevalideerd worden door metingen met behulp van DIAL, SOF of tracer correlation (TC) in overeenstemming met de norm (pr)EN 17628, of met een door de afdeling GOP en VMM goedgekeurde gelijkwaardige meetmethode. De gevalideerde waarden worden gebruikt voor rapportage in het IMJV.

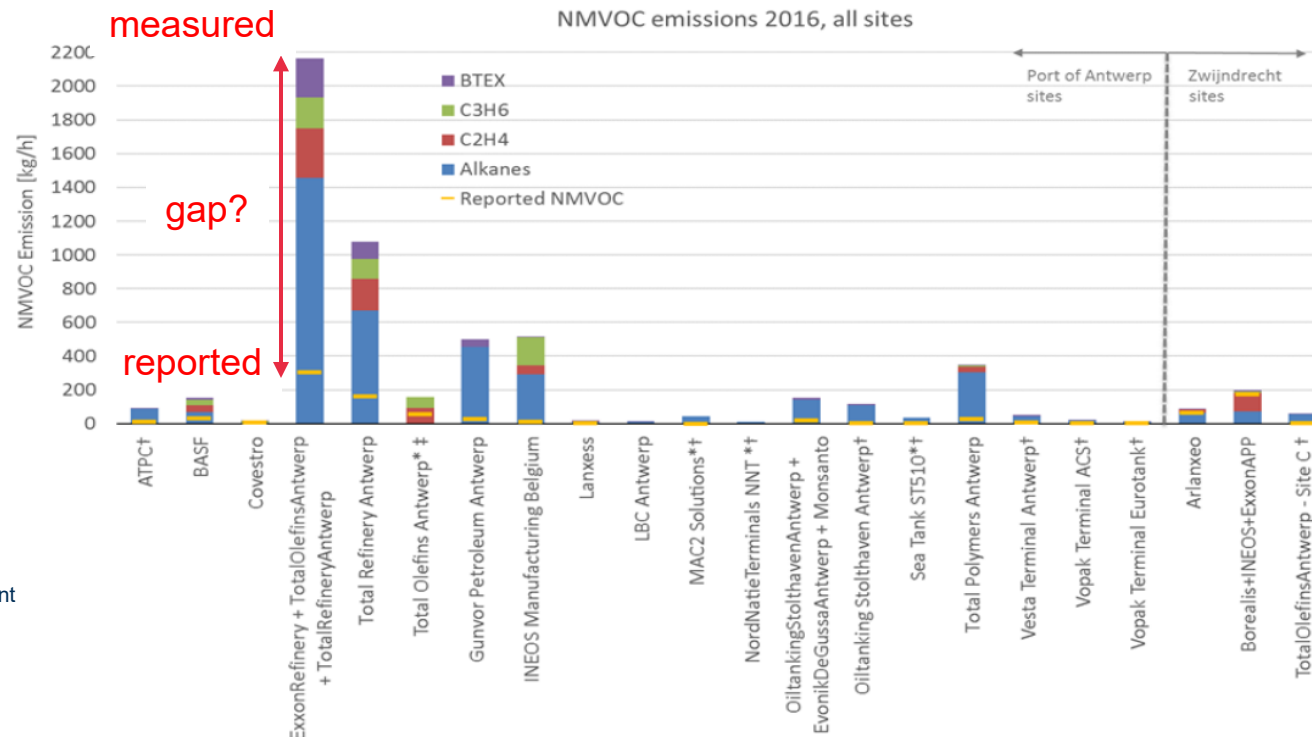
Een gedetailleerd plan van aanpak van de meetcampagne (inclusief overzicht van de te meten subsecties, stoffen en geplande meettijd) wordt voorafgaandelijk aan de uitvoering van de metingen ter goedkeuring voorgelegd aan de afdeling GOP en aan de VMM.

Voor het uitvoeren van de metingen wordt volgende aanpak voorgesteld: De productiesite wordt opgedeeld in verschillende subsecties (minimaal opslag van ruwe olie, opslag producten, procesgebied, afvalwaterzuivering, belading van schepen, vrachtwagens, spoorwegwagons). Metingen worden uitgevoerd voor zowel de volledige site (meting langsheen de terreingrenzen) als voor de verschillende subsecties. Volgende stoffen worden hierbij minimaal afzonderlijk gekwantificeerd: alkanen (C2-C8 en C9-C15), alkenen (C2-C8 en C9-C15), aromaten (benzeen, toluen, xyleenisomeren, aromaten C8 -C11), cyclische koolwaterstoffen en methaan. Als richttijd voor het uitvoeren van een volledige meetcampagne geldt: 2 dagen voor de volledige site, 2-3 dagen voor de ruwe olie-opslag, 2-3 dagen voor de productopslag, 2-6 dagen voor het procesgebied, 2-3 dagen voor de waterzuivering en 2-3 dagen voor beladingsactiviteiten. Een meetdag omvat normaal minimaal 4 uur effectieve datacollectie. Afwijkingen van deze voorgestelde aanpak worden verantwoord in het gedetailleerd plan van aanpak.

EN 17628 - Introductie

Haven van Antwerpen: IMJV rapportage < Gemeten e/imissies

- Studie 2021: VMM imissie (samplers)*
- Studie 2016: FluxSense emissie (SOF)*
 - ➔ Nood aan metingen om rapportage te valideren en onbekende bronnen in kaart te brengen (gele streepjes hieronder zijn de gerapporteerde waarden)



FluxSense 2016
Resultaten diffuse
VOS meetcampagne
met SOF

* Zie referenties verder in dit document



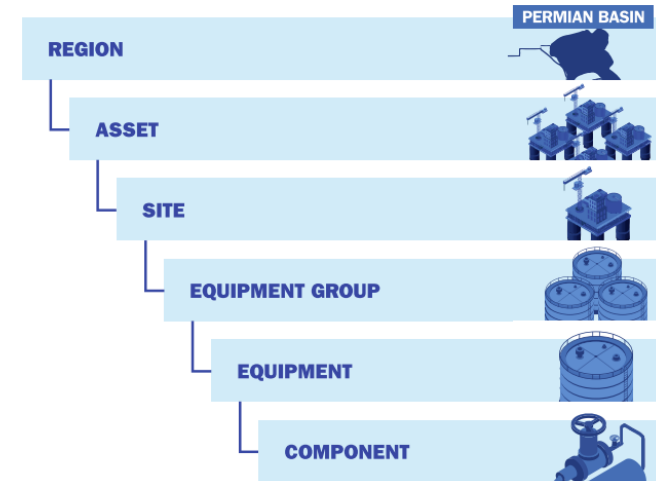
VMM 2021 Gemodelleerde
benzeenconcentraties obv.
IMJV- (boven) en samplerdata
(onder)

EN 17628 - Aanpak van een typische meetcampagne

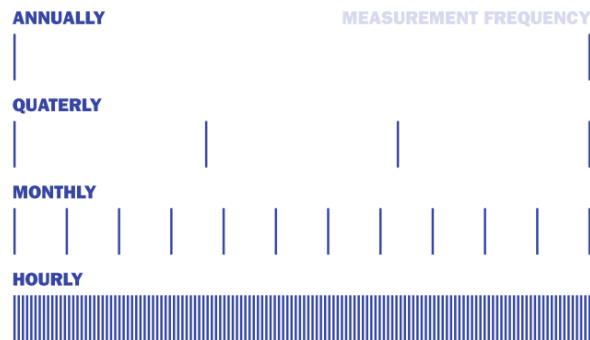
Overwegingen bij aanvang meetcampagne

Spatiale resolutie

- Regio, volledige bedrijfssite, een subsectie, individuele apparatuur of enkel lekkage-punt
- Top-down of bottom-up
- Grondniveau of op hoogte



Highwood emission management 2025



Highwood emission management 2025



Verwachte bronnen van emissies

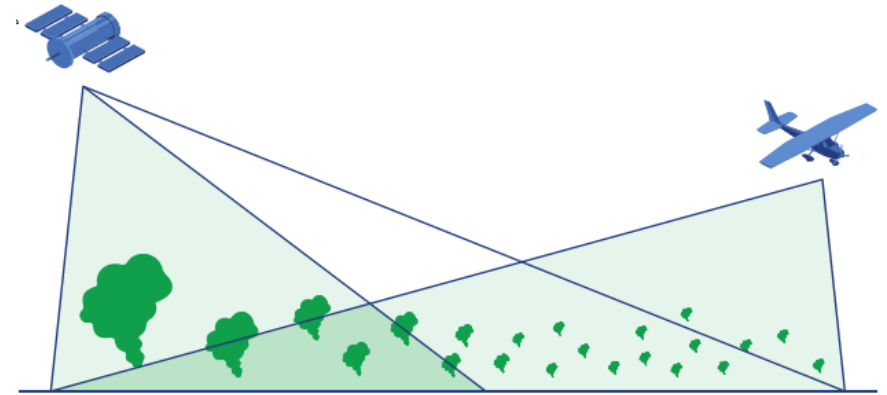
- Frequentie: Continue vs periodieke processen
- Welke componenten
- Emissiedebiet (kg/h)

EN 17628 - Aanpak van een typische meetcampagne

Overwegingen bij aanvang meetcampagne

Meettechniek/methode

- Lekdetectie, -lokalisatie en/of -kwantificatie
- Resolutie
- Toegang tot te meten infrastructuur
- Kost



Handheld Devices



Aircraft



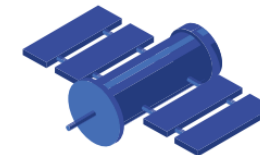
Drones / UAVs



Continuous Monitoring



Ground-Based Vehicles



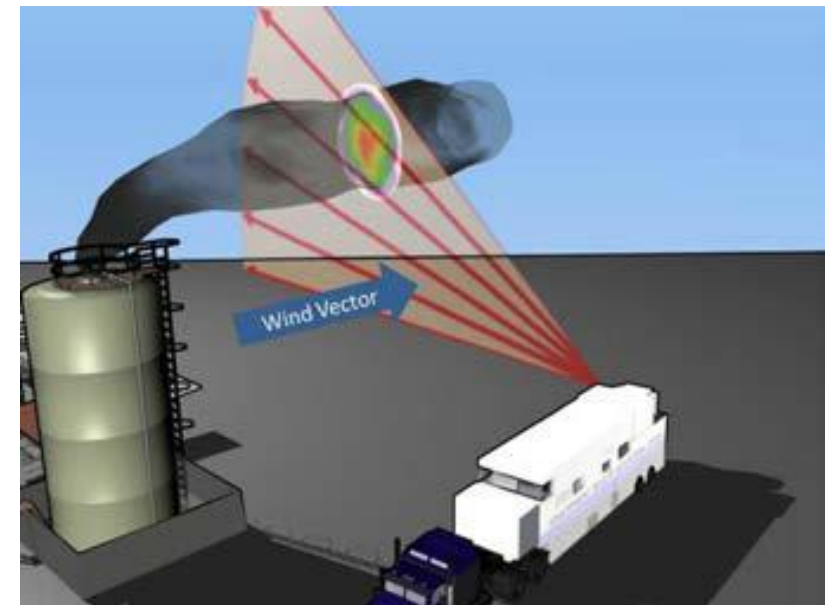
Satellites

Highwood emission management 2025

EN 17628 - Methodes

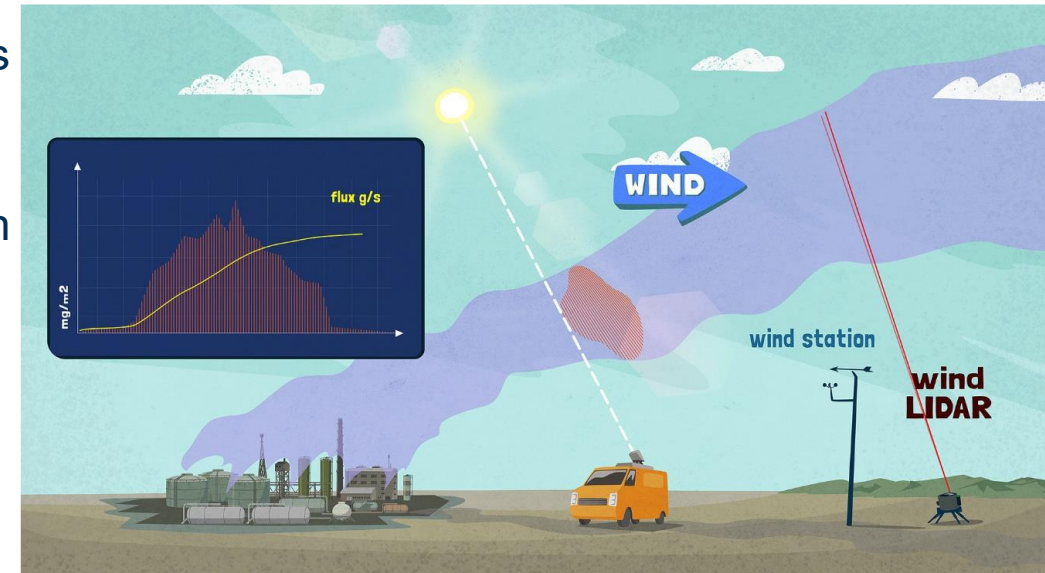
Differential Absorption Lidar (DIAL)

- **Techniek:**
 - differentiële absorptie-lidar (lichtdetectie en -peiling); pulserende laserbron; stationaire meting
 - terugverstrooiing van laserpulsen door atmosferische aerosolen + analyse van spectrale eigenschappen van het teruggezonden licht dat met een telescoop wordt opgevangen
 - meet concentratie + ruimtelijke verdeling over het verticale vlak
 - berekening emissie (concentratie + winddata)
- **Toepassingen + aandachtspunten**
 - kwantificatie van emissies van volledige site of subsecties
 - Bereik = enkele honderden meters
 - hoogteprofielen (2D), vorm van de pluim, resolutie ~ 3m
 - windopwaartse + windafwaartse metingen
 - pollutanten (absorptie UV tot mid IR, 2 componenten per meting):
 - UV: aromaten, SO₂, NO, NO₂,...
 - IR: alkanen, alkenen, HCl,...
 - speciatie nodig om verschillende koolwaterstoffen met gelijkaardige absorptie te onderscheiden
 - Aanbieder: National Physical Laboratory (NPL), Londen (Groot-Brittannië)



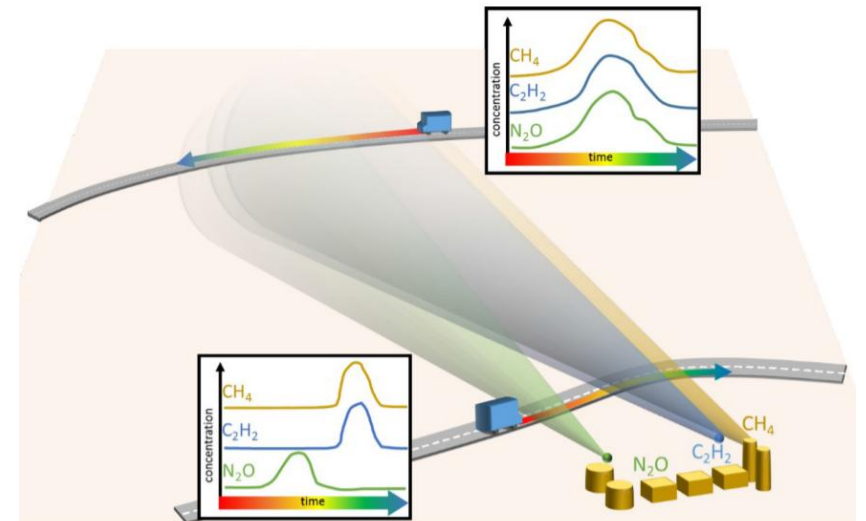
Solar Occultation Flux (SOF)

- **Techniek:**
 - maakt gebruik van de zon als stralingsbron + FTIR spectrometrie
 - Meet 'path-integrated' concentratie terwijl meetwagen rondrijdt
 - berekening emissie (concentratie + winddata)
- **Toepassingen + aandachtspunten**
 - kwantificatie van emissies van volledige sites of subsecties
 - minder complex dan DIAL, snellere metingen
 - geen hoogteprofielen (1D)
 - afhankelijk van meteo (april-oktober) en toegang tot wegen
 - windopwaartse + windafwaartse metingen
 - **polluenten:**
 - alkanen, alkenen, alcoholen, HCl,...
 - aromaten: via indirecte methode
 - speciatie nodig om aanwezige VOS te bepalen
 - Aanbieder: FluxSense (Zweden)



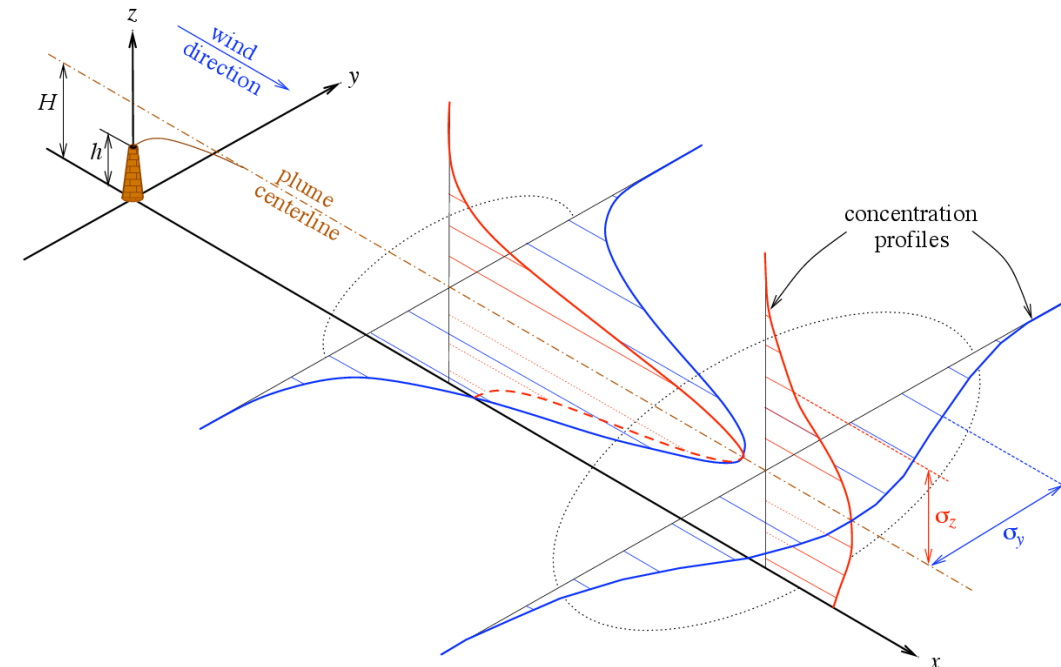
Tracer Correlation (TC)

- **Techniek:**
 - lozing van gekende hoeveelheid tracergas (bv. C_2H_2 of N_2O) thv. emissiebron
 - windafwaartse mobiele meting van concentratie van tracergas en VOS
 - berekening emissie op basis van gekende tracergas flow en gemeten concentraties
- **Toepassingen + aandachtspunten**
 - kwantificatie van emissies van gekende bronnen, dual tracer methode kan ook bronnen lokaliseren
 - niet voor volledige sites, grote subsecties of complexe bronnen
 - dispersie van tracer en VOS wordt verondersteld gelijk te zijn
 - geen toegang tot wegen rondom site: stationaire meetpunten
 - metingen op grondniveau; hoge bronnen worden niet gemeten
 - invloed windopwaartse bronnen
 - pollutanten: alkanen, alkenen, alcoholen, aldehyden, aromaten
 - data kan ook gebruikt worden voor RDM
 - Een aantal commerciële en wetenschappelijke aanbieders



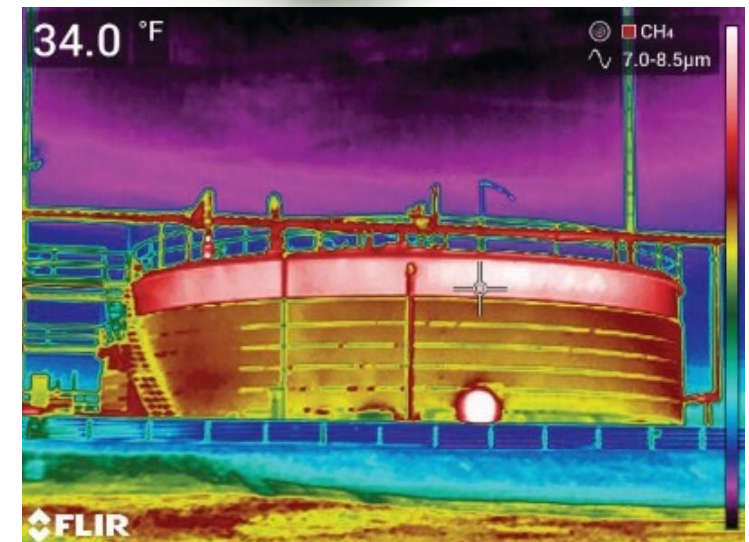
Reverse Dispersion Modelling (RDM)

- **Techniek:**
 - dispersieberekening met 'fictieve' emissie (= berekening van concentraties met dispersiemodel)
 - meten van concentraties op (grond)niveau, minstens 7 meetpunten in de pluim
 - modelleren van reële emissie door aanpassing fictieve emissie tot berekende en gemeten concentraties gelijk zijn
 - zie ook EN 15445 voor fugatieve stofemissies
- **Toepassingen + aandachtspunten**
 - kwantificatie van gekende bronnen
 - niet voor volledige site
 - geschikt dispersiemodel + windmodel = tijdrovend
 - invloed gebouwen
 - invloed windopwaartse bronnen (klein of correctie)
 - commerciële en wetenschappelijke aanbieders



Optical Gas Imaging (OGI)

- Lekdetectie
 - in kaart brengen van emissies met IR warmtecamera
 - visualisatie van VOS-lekken
 - nuttig tijdens LDAR-campagne (EN 15446)
- Toepassingen + aandachtspunten
 - detectie van lekken + identificatie van bronnen
 - geen kwantificatie van de emissie (wel in ontwikkeling)
 - Arbeidsintensief
 - nuttig in combinatie met bovenstaande technieken en LDAR voor bepaling exacte bronlocatie
 - Verschillende commerciële aanbieders



EN 17628 - aandachtspunten

Overzicht van toepasbaarheid

- Toepassingsgebied per techniek
 - Grootte/type te onderzoeken gebied
 - Doel van de meting: detectie, lokalisatie en kwantificatie vd bron

■ Legende

- D = detectie
- L1 = precieze lokalisatie
- L2 = lokalisatie bij benadering
- Q = kwantificatie
- **Vet** = voornaamste toepassing

Emission type	Area type	Examples	Average scale (m × m)	Emission source determination techniques				
				Differential Absorption lidar (DIAL)	Solar occultation Flux (SOF)	Tracer Correlation (TC)	Optical Gas Imaging (OGI)	Reverse Dispersion Modelling (RDM)
Fugitive	Component	Pumps, valves, flanges, fittings, seals, sampling points or other part of a pipework system	N/A	-	-	-	D/L1	-
Others diffuse	Main equipment	Individual storage tank, individual basin, compressor, API separator, distillation tower	50 × 50	D/Q/L2	D/Q/L2	D/Q/L2	D/L1	D/Q
		Flare	N/A	D/Q/L1	D/Q/L1	-	-	-
	Section	Group of storage tanks, process unit	300 × 300	D/Q/L2	D/Q/L2	-	D/L1 ^a	D/Q
		Loading/unloading facility	100 × 50	D/Q/L2	D/Q/L2	D/Q/L2	D/L1 ^a	D/Q
		Waste water treatment plant and other area sources	100 × 100	D/Q/L2	D/Q/L2	D/Q	-	D/Q
	Site	Industrial site, full scale industrial unit, storage facility	> 500 × > 500	D/Q/L2	D/Q/L2	-	D/L1 ^a	-

Performantie per methode

Validatietest rond raffinaderij

- Resultaten validatie campagne
- Duidelijke verschillen:
 - Toepassingsgebied
 - Performantie

Emission source	DIAL	OGI	RDM	SOF	TC
Full site (>500 m × > 500 m)	D/L2/ΣQ	Not tested	Not tested	D/L2/Q	D
Section (50 – 300 m) × (50 – 300 m)	D/L2/Q	Not tested	D/Q	D/L2/Q	D
Main equipment (5 m – 50 m) × (5 m – 50 m)	D/L2/Q	Not tested	Q	D/L2/Q	D/L2/Q
Component	Not tested	L1	Not tested	Not tested	Not tested
Typical demonstrated performance characteristics ^a					
Lower limit of quantification, in kg/h	0,5 to 1	Not applicable	1 to 5	1 to 5	1 to 5
Uncertainty, at 95 % level of confidence, in %	5 to 25	Not applicable	30 ^b	20 to 50	20 to 60
Time period to achieve required uncertainty, in h	1 per section/ main equipment	Not applicable	3 per section/ main equipment	Measurement periods of 1 repeated over 3 days	1 on 3 occasions

- ΣQ = som van resultaten per sectie

Performantiecriteri

- In de norm vastgelegde kwaliteitsvereisten ifv. de spatiale resolutie

	Site (> 500 x > 500m)	Sectie (50 m × 50 m) tot (300 m × 300 m)	Apparatuur (10 m × 10 m) tot (50 m × 50 m)	Lekkage-punt
Onzekerheid	30 %	40 %	40 %	
Detectielimiet	20 kg/h	15 kg/h	10 kg/h	30 g/h
Spatiale resolutie	50 m	25 m	5 - 10 m	< 1 m

Limitaties

- DIAL
 - Duidelijk onderscheid tussen pluim en achtergrond is essentieel: meetafstand is afweging tussen voldoende 'mixing' en beperkte verdunning van de pluim
 - Metingen gebeuren dus op gemiddelde afstand waardoor site-level bepalingen meestal een som van discrete sectie/apparatuur metingen zijn
- SOF
 - Meetwagen heeft toegang tot wegen wind op/afwaarts van bron nodig en voldoende zonneinstraling
 - Slechte windrichting, bewolking en andere schaduwbronnen kunnen meting dus blokkeren
 - Resulteert in 'path-integrated' concentratie wat lokalisatie van individuele bronnen bemoeilijkt

Limitaties

- TC
 - Meetwagen heeft toegang tot wegen wind afwaarts van bron nodig
 - Meet enkel op grondniveau dus verhoogde bronnen worden mogelijk niet gedetecteerd
 - Exacte bronlocatie moet gekend zijn zodat tracer gecollocerd kan worden, 'dual tracer' kan dit verhelpen
- RDM
 - Exacte bronlocatie moet gekend zijn zodat deze correct in model geplaatst kunnen worden
 - Wordt gekalibreerd met concentratiemetingen op grondniveau
- OGI
 - Visualisatie van VOS pluimen vereist een hoge concentratie en geschikte achtergrond
 - Goed voor puntbronnen maar niet toepasbaar op grotere schaal of oppervlakte waar de pluim teveel verdund wordt

EN 17628 - Weerdata

- Kwantitatieve bepaling van emissiebronnen wordt sterk beïnvloed door winddata
- Belangrijke aanname = **windrichting en snelheid constant** tijdens meting
- Essentieel om dit te valideren volgens meteorologische standaard:
 - Minstens 1 windmast van 10m hoog op relevante locatie ifv. emissiebron
 - Gecertificeerde en gekalibreerde sensoren
 - Bij analyse moet rekening gehouden worden met nabijgelegen structuren die wind kunnen beïnvloeden
 - Wind 'persistence' geeft indicatie van stabiliteit
 - Onzekerheid in winddata moet doorgerekend worden in onzekerheid van emissiemeting
- Aannames en vereisten zijn techniekspecifiek

EN 17628 - Rapportage

Minimumvereisten

- Beschrijving van bestudeerde site, sectie of apparatuur, incl. bedrijfsvoering tijdens meting
- Tijd, duur, locatie en aantal herhalingen van de meting
- Windgegevens + eventuele andere relevante meteorologische observaties
- QA/QC criteria
- Meetdata op een kaart met beschrijving van de pluim(en) en emissiebron(en)
 - Vorm, dimensies van de pluim
 - Type bron: continu/periodiek, eventueel extra onderzoek met OGI
 - Emissies (kg/h) + onzekerheid: totaal + per op voorhand geselecteerde subsectie
 - Eventueel maatregelen tot reductie
- Extrapolatie: op basis van welke data, voldoende herhalingen van meetcampagnes?

Nieuwe ontwikkelingen

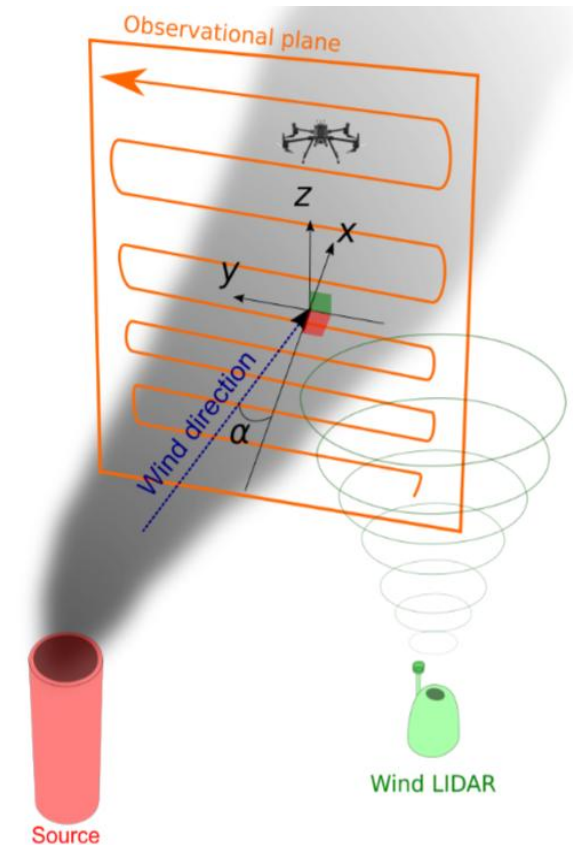
Innovatieve en experimentele technieken

- De EN16728 beperkt zich tot de strikte toepassing van 4 technieken (DIAL, SOF, RDM en TC)
- Ondertussen zijn er echter al andere technieken in ontwikkeling die (vermoedelijk) evenwaardige resultaten kunnen opleveren maar niet in de norm opgenomen zijn
 - massabalans metingen met drones
 - RDM mbv stationaire sensornetwerken: mogelijkheid tot continue emissie monitoring
- Daarnaast zijn er ook meer experimentele technieken in ontwikkeling welke nog extra validatie campagnes vereisen
 - Open pad spectroscopie + reflectoren
 - Satelliet monitoring: op bedrijfsschaal, monitoring op regionale schaal is in wetenschappelijke kringen al meer ingeburgerd
- Als onderdeel van de nieuwe methaanwetgeving (zie [lager](#)) wordt in 2026 een uitgebreid overzicht verwacht van innovatieve technieken, die ook voor VOS kunnen ingezet worden

Innovatieve technieken

Drones + sensor/analyzer

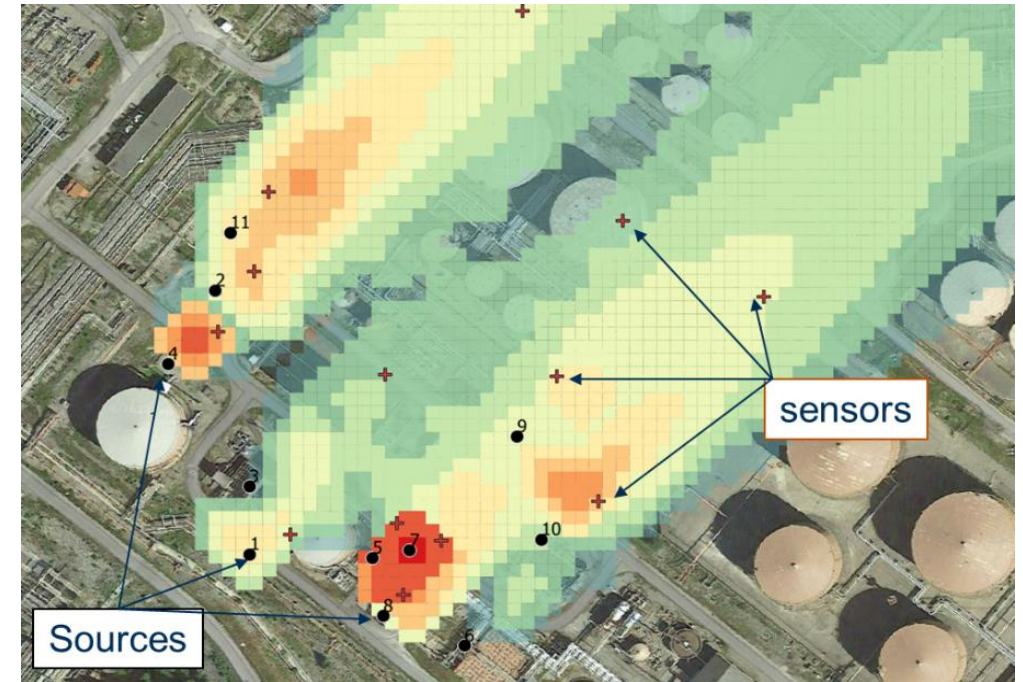
- Techniek
 - Drone vliegt doorheen pluim: 2D concentratie profiel
 - Berekening emissie (concentratie + winddata obv. Massabalans/RDM)
- Toepassingen + aandachtspunten
 - Detectie/kwantificatie van emissies van individuele installaties
 - Niet afhankelijk van toegang tot wegen rond site
 - Vliegbeperking: hoogte (<100m), vergunning, ATEX-zones, ...
 - Nauwkeurige winddata essentieel (bvb. Wind LIDAR)
 - Polluenten:
 - CH₄, CO₂: drone specifieke analyzers (bvb. ABB OA-ICOS)
 - Andere: nog in ontwikkeling
 - Sensoren: TVOC + speciatie
 - Verschillende commerciële aanbieders



Innovatieve technieken

Stationaire metingen + RDM

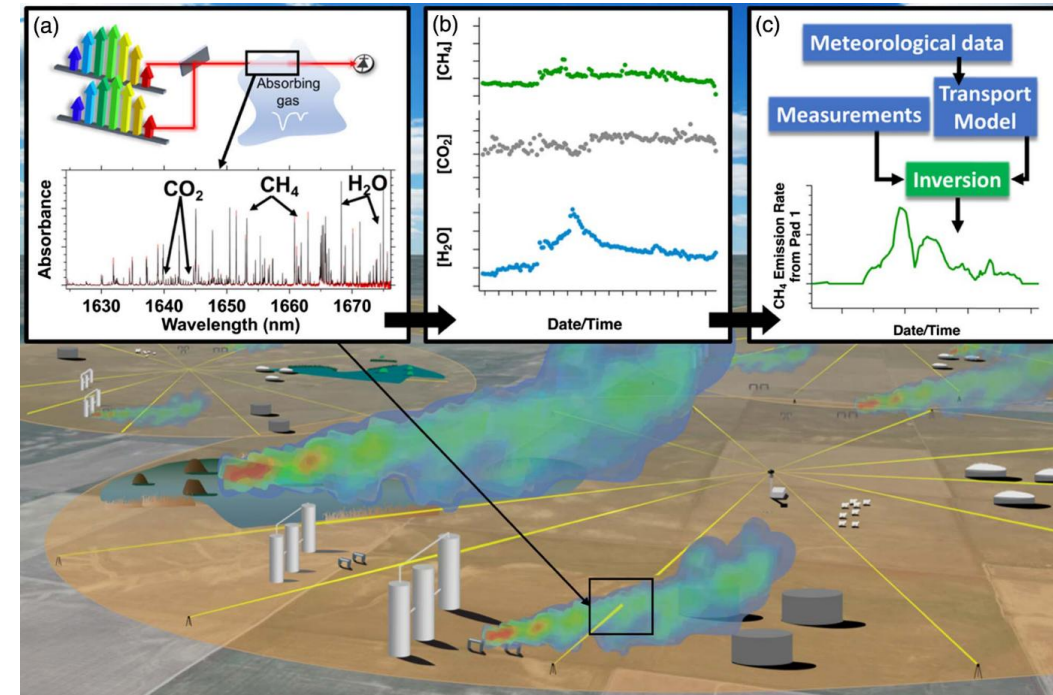
- Techniek
 - Zelfde als [RDM zoals beschreven in EN17628](#)
- stationaire vs. mobiele metingen
 - Voordelen:
 - Meerdere simultane meetpunten
 - Continue emissiemetingen
 - Relatief eenvoudiger model
 - Nadelen:
 - Meerdere sensoren = grotere investering
 - Beperkte gevoeligheid sensoren
- Potentieel als Continue Emissie Monitoring Systemen (CEMS)
- Meerdere aanbieders



Experimentele technieken

Dual-comb spectroscopy + reflectoren

- Techniek
 - Stationaire laser-bron + reflectoren
 - Meet 'path-integrated' concentratie, plaatsing reflectoren ~ bronnen
 - berekening emissie (concentratie + winddata)
- Toepassingen + aandachtspunten
 - Detectie/kwantificatie van emissies van volledige sites of subsecties
 - Groot bereik (1km)
 - Geen hoogteprofielen (1D)
 - Detectie hogere emissies met reflector op drone
 - Polluenten:
 - CH₄, CO₂
 - Andere: uitbreiding naar mid-infrared nog in ontwikkeling
 - Potentieel inzetbaar als continue monitoring
 - Verschillende commerciële aanbieders

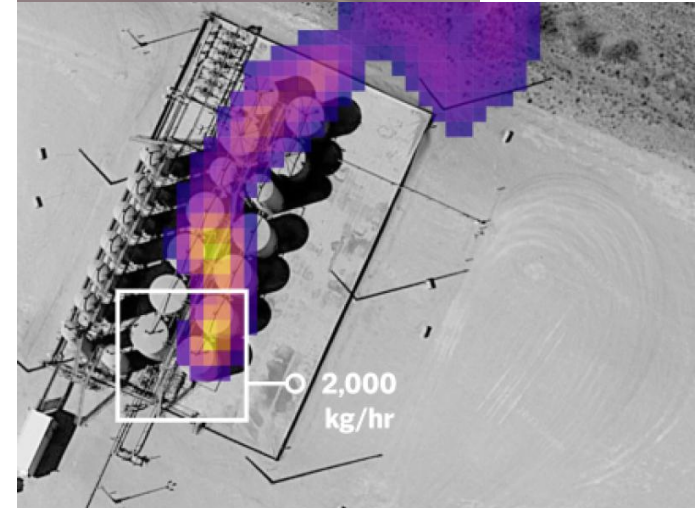


From Cossel et al. 2018

Zeer experimentele technieken

Satelliet monitoring

- Techniek
 - Hyperspectral imaging, range 400-2500 nm
 - Point sources: 30 m resolution, DL > 100 kg/h
 - Area mapping: 1 km² resolution, DL > 400 kg/h/km²
 - Meet 'path-integrated' concentratie in verticale richting
 - berekening emissie (concentratie + winddata)
- Toepassingen + aandachtspunten
 - Voor grote sites, indiv. installaties enkel als emissie voldoende hoog is
 - Top-down reconciliation (~OGMP level 5 reporting)
 - Autonome monitoring: early warning system bij grote emissies
 - Polluenten: CH₄, andere in ontwikkeling
 - Afhankelijk van heldere hemel, baan rond de aarde
 - Aanbieders: MethaneSAT, Carbon Mapper, GHGSat, Copernicus

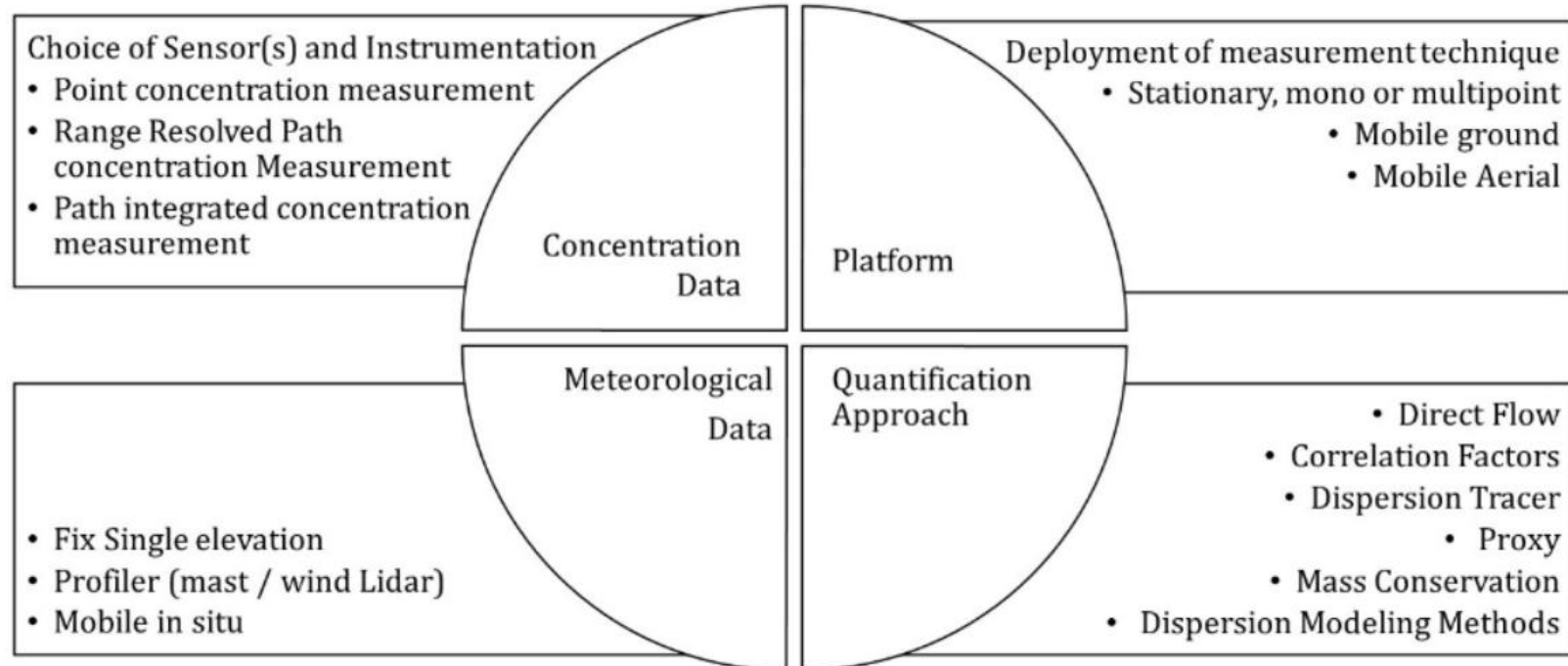


Carbon mapper

Europese CEN werkgroep 38

Technical Specification voor meetmethodes in opmaak

- Uitgebreider dan EN17628 en technieken ook inzetbaar voor diffuse VOS metingen
 - Sensor/instrumentatie-keuze
 - Meetplatform
 - Kwantificatie
 - Meteo data



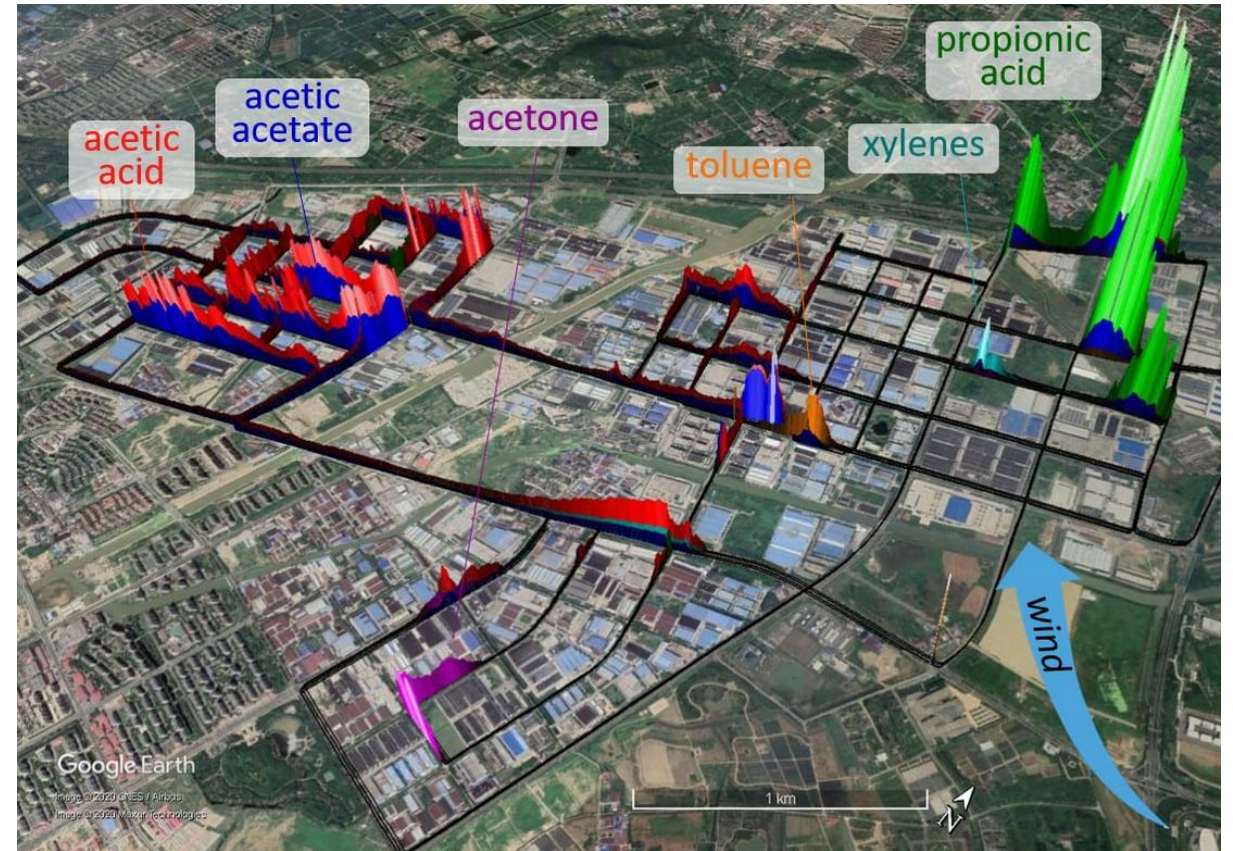
Algemene aanpak diffuse VOS monitoring:

- vanuit de EN17628
- alternatieven

Algemene aanpak diffuse VOS monitoring

1. Bedrijfs- en omgevingsanalyse

- Prospectie
 - bronbepaling
 - locaties/componenten
 - omgevingsstudie
- Methodes
 - LDAR/OGI-campagne
 - Metingen met passieve samplers of canisters
 - Mobiele screening: mobiele meting rondom bedrijfssite
- Resultaat = selectie van subsecties die gedetailleerde meting vereisen



© Tofwerk

Algemene aanpak diffuse VOS monitoring

2. Meetcampagnes bij verschillende types van installaties/activiteiten

- Meetcampagne
 - Selectie meettechniek: in functie van de componenten, type installaties en spatiale resolutie
 - Planning en uitvoering: tijdens relevante bedrijfsvoering, focus op subsecties die niet gemeten worden met LDAR en op hotspots vastgesteld tijdens fenceline screening
- Belangrijke subsecties
 - Procesunit(s)
 - Tankopslag
 - Overslagzone
 - Waterzuivering

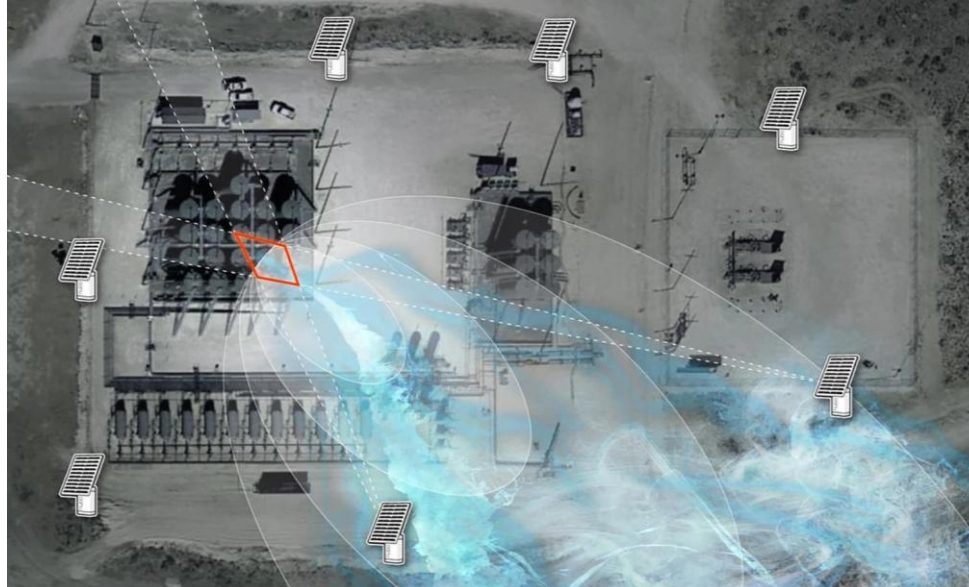


© Aeromon

Algemene aanpak diffuse VOS monitoring

3. Extrapolatie naar jaaremissies

- Buiten de scope van EN17628
- Momentane emissies x productie-uren -> jaaremissie
- Seizoens of productie-variatie uitsluiten door meerdere campagnes doorheen het jaar
- Mogelijke oplossing: continue emissie monitoringssystemen (CEMS)



© Sensirion

Conclusies

Lessons learned - Algemene ervaringen

- Nood aan metingen
- Aanbevelingen
 - Snelle innovatie in meettechnieken: EN17628 + gelijkwaardige methoden
 - Momentane metingen <-> jaaremissies: richtlijnen voor extrapolatie nodig
- Combinatie van technieken levert extra inzichten op
 - Sensoren: hoge tijds- en spatiale resolutie
 - Analyzers: brede range aan componenten
 - Samplers/canisters: speciatie van totaal VOS
 - Stationair (grond) + mobiel (grond en vliegend)
- Continu monitoring systeem:
 - Integratie van verschillende meetcampagnes, bedrijfsinfo en weerdata
 - Continue monitoring met sensoren en/of samplers
 - Validatie met campagnes volgens EN17628

Nuttige documenten en links

- EN17628-2022 'Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors - Standard method to determine diffuse emissions of volatile organic compounds into the atmosphere'
- Guidance for diffuse VOC emission determination following EN 17628:2022, [Concawe report nr 1/23](#)
- EN15446-2008 'Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors - Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks'
- Meettechniek selectietool voor methaan (maar meestal ook voor andere VOS): [Methane detection and quantification technology filtering tool | IOGP](#)
- Highwood emissions management/Environmental Defense Fund 2025, [Leveraging Technology to Tackle Methane Emissions](#)
- Toward Effective Monitoring of Diffuse VOC Emissions: A Critical Discussion and Review of the Applications of EN 17628:2022, Carrera L., Sironi S. and Invernizzi M., 2025, Sensors
- VMM 2023, Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven: [jaarrapport 2021](#)
- FluxSense 2016, [Emissions monitoring in the Port of Antwerp and Zwiendrecht industrial areas](#)

Dank u. Vragen?

Linus De Roo
Onderzoeker Team AQMS
linus.deroo@vito.be