

eNose project Moerdijk 2013 – 2014



Auteur: Simon Bootsma

5-12-2014

Projectgroep

Sjef van Loon	-	Provincie Noord-Brabant
Johan de Pee	-	Gemeente Strijen
Henk de Bruijn	-	Gemeente Moerdijk
Jacco Rentrop	-	Havenschap Moerdijk
Adri van der Hoeven	-	Rijkswaterstaat
Jacques de Jong	-	ATM
Oskar van der Berg	-	ATM
Gerard Mei	-	Shell Moerdijk
Arian van Weerden	-	OMWB, voorzitter
Theo Visser	-	OMWB
Kees Simons	-	OMWB
Bianca Milan	-	DCMR
André van Boheemen	-	Witteveen en Bos
Simon Bootsma	-	Comon Invent

Datum

24 november 2014

Verantwoording

Dit rapport is namens de projectgroep opgemaakt door Simon Bootsma en is door de projectgroep goedgekeurd.

Doel rapportage

Dit is een tussenrapportage over de voortgang van het onderzoek naar de haalbaarheid en wenselijkheid van een permanent eNose netwerk op en rondom het industriegebied Moerdijk.

Verspreiding

De tussenrapportage wordt alleen onder de leden van de projectgroep verspreid.

Samenvatting

Dit document is een tussenrapportage van het eNose project Moerdijk 2013/2014. Een doel van het project is het opdoen van kennis en het onderzoeken of en zo ja, onder welke voorwaarden een permanent eNose netwerk haalbaar en wenselijk is. eNoses registreren kwalitatieve veranderingen in de omgevingslucht. De veranderingen zijn een indicatie van de opkomst en verspreiding van gasemissies die kunnen leiden tot hinder, luchtverontreiniging of een ander aan gas gerelateerd risico. Aan het project nemen zowel overheden als bedrijven deel. Het betreft een publiek-privaat project. De Provincie Noord-Brabant, gemeente Strijen, gemeente Moerdijk, Rijkswaterstaat, Havenschap Moerdijk, ATMen Shell Moerdijk bekostigen gezamenlijk de inhuur en plaatsing van de eNoses en specifieke expertise. De projectleiding van het project wordt uitgevoerd door de Omgevingsdienst Midden en West Brabant (OMWB) en maakt deel uit van de Provinciale opdracht aan de OMWB. Data analyse en interpretatie zijn uitgevoerd door Comon Invent in opdracht van de projectgroep. Dit rapport bevat onder andere een verslag van deze analyse.

Tijdens het project zijn er circa 30 eNoses op het industriegebied Moerdijk en de omliggende woonkernen geplaatst. De eNoses registreren 24/7 kwalitatieve veranderingen in de omgevingslucht en kunnen online worden uitgelezen via een speciale website. Op deze website wordt de positie van de eNoses grafisch weergegeven door een gekleurde stip. De kleur van de stip is een indicatie van de luchtsituatie in de omgeving van de eNose en is variabel op een kleurschaal van groen, via geel en oranje naar rood. Is de stip groen, dan is er sprake van een normale toestand. Is de stip rood, dan is er sprake van een sterke afwijking van de normale toestand.

Het vinden van de optimale alarminstellingen is een belangrijk onderdeel van het onderzoek. Zijn de instellingen te laag, dan geeft het systeem teveel valse alarmen. Zijn ze te hoog, dan wordt het systeem te ongevoelig. Bij de start van het project zijn dezelfde instellingen gekozen die worden toegepast voor de eNoses die sinds 2010 staan opgesteld in de regio Rijnmond.

Tijdens het project zijn de eNose data vergeleken met andere informatiebronnen, te weten:

1. Zintuiglijke waarnemingen van projectdeelnemers tijdens veldinspecties met een mobiele eNose;
2. Klachten van omwonenden gemeld aan de OMWB;
3. Meetreeksen van de luchtmeetstations van de Provincie Noord-Brabant in het gebied;
4. Meteorologische data.

De tussentijdse resultaten van het onderzoek geven indicaties dat:

1. de eNoses reageren op emissiebronnen op het Industriegebied Moerdijk;
2. de eNoses reageren op emissiebronnen van buiten het industriegebied Moerdijk;
3. de eNoses reageren op (benzeenrijke) scheepsontgassing;
4. de veldonderzoeken met de mobiele eNose overeenkomsten tonen met de zintuiglijke geurwaarneming;
5. de resultaten bijdragen aan het vinden van overeenkomsten van de eNose waarnemingen met meetresultaten van het bestaande luchtmeetnetwerk en met klachten uit het dorp/industrieterrein Moerdijk.
6. de eNoses in Moerdijk Dorp reageren tijdens klachtensituaties. Echter, in veel gevallen lijken de eNoses een slechts beperkte verhoging te registreren. Dit betekent dat de kleur van de eNoses in Moerdijk dikwijls groen blijven tijdens klachtensituaties. Dit is een opvallend verschil met de situatie in de regio Rijnmond. Omdat de grenswaarden voor de verkleuringen van de eNoses zijn gebaseerd op de situatie in de regio Rijnmond, was een sterkere correlatie tussen de klachten en de eNoses verwacht. Omdat er geen aanwijzingen zijn dat er technische oorzaken zijn waarom de eNoses zich anders gedragen, is nader onderzoek wenselijk om de verschillen te verklaren;

7. de eNoses in Moerdijk Dorp, iets gevoeliger zouden kunnen worden afgesteld. Dit betekent dan wel dat het aantal valse alarmen toeneemt. Het plaatsen van (extra) eNoses dichterbij de brongebieden op het Industrieterein lijkt passender;
8. De projectgroep heeft vastgesteld dat de operationele meerwaarde tot nu toe onvoldoende wordt benut. Het door het ontbreken van een 24/7 meldkamer wordt hiervoor als knelpunt beschouwd. Momenteel wordt de dienstdoende OMWB medewerker via SMS en e-mail geïnformeerd zodra een of meerdere eNoses 'in alarm' gaan. De eNoses worden nu dus reactief gebruikt, terwijl de eNoses juist geschikt zijn pro-actief. Een optimale implementatie van het eNose netwerk een koppeling met een 24/7 operationele meldkamer is wenselijk;
9. ATM in 2014 ook een drietal eNoses aangeschaft. Deze eNoses worden samen met de overige eNose online gepresenteerd op een computerscherm in de controlekamer van het bedrijf. De operators anticiperen op de eNose signaleringen. Bij ATM wordt de proactieve functionaliteit wel benut. ATM operators anticiperen direct op alarm signaleringen van de eNoses door te onderzoeken wat de reden van het alarm is.

Een bijvangst van het onderzoek is dat de eNoses ook informatie heeft opgeleverd over de recente brand bij Shell Moerdijk. Uit de eNose data kon worden opgemaakt dat, o.a. door de gunstige weersomstandigheden, tijdens de brand geen sterke afwijkingen van de normale situatie door de eNoses zijn geregistreerd. Dit is een indicatie dat de brand weinig invloed heeft gehad op de luchtkwaliteit in de regio. Deze bevinding wordt ondersteund door de overige indicatoren. Een uitwerking van dit voorval is weergegeven in de bijlage C.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	5
1. Achtergrond en context van het eNose project Moerdijk.	6
<i>Aanleiding</i>	6
<i>Context</i>	7
<i>Industriële gasemissies</i>	7
2. De online eNose	8
<i>Online</i>	8
<i>Meerwaarde eNoses als online detectiesysteem</i>	9
<i>Instelling van de drempelwaarden eNose signalering</i>	11
<i>Ontsluiting van de eNose data</i>	13
<i>Data-analyse en duiding</i>	13
3. Veldonderzoek met de mobiele eNose	14
4. eNose en geurklachten	17
<i>Klachtendata</i>	17
<i>'De praktijk' Uitwerking van geurhinder in Moerdijk op 1 december 2013</i>	19
<i>Samenvatting van overige onderzoeken</i>	24
<i>Conclusie</i>	32
5. Windrozen	33
<i>Windrozen 2013</i>	35
<i>Resultaat: ATM installeert zelf eNose op het terrein.</i>	36
<i>Overige windrozen</i>	37
6. eNose en benzeen	40
<i>Tijdelijke luchtmeetstations op het industriegebied</i>	41
7. Conclusies	42
<i>Resultaten van het onderzoek</i>	42
<i>Meerwaarde eNose</i>	42
BIJLAGE A – Verslag correlatieonderzoek eNose en benzeenpieken	44
BIJLAGE B – Ontgassend schip gedetecteerd met eNoses en GC	64
BIJLAGE C – Respons van het eNose netwerk tijdens brand Shell Moerdijk op 3 juni 2014	68

1. Achtergrond en context van het eNose project Moerdijk.

Aanleiding

Kort na de brand in 2011 is in opdracht van de gemeente Moerdijk een luchtkwaliteit meetcampagne uitgevoerd rondom het terrein van Chemie-Pack. Bij deze meetcampagne zijn naast de bestaande luchtmeetstations in Klundert en Moerdijk extra GC's geplaatst in de buurt van Chemiepack. Naast GC's werden ook eNoses ingezet. Een GC (gaschromatograaf) is een instrument waarmee de concentratie van een aantal chemische stoffen in de lucht wordt gemeten. Het betreft stoffen op basis waarvan een uitspraak over de luchtkwaliteit kan worden gedaan. eNoses registreren veranderingen in de omgevingsluchtsamenstelling. Het betreft hierbij kwalitatieve informatie. De eNose informatie is geschikt voor het detecteren van situaties waarbij er kans is op geurhinder of een ander aan gas gerelateerd risico. Het combineren van GC's en eNoses biedt meerwaarde bij het verkrijgen van een goed beeld van gasemissies. Tegen deze achtergrond is in 2011 gekozen voor de gecombineerde inzet van GC's en eNoses bij de nazorg van de brand bij Chemie-Pack.

De Provincie heeft in 2012 deze GC's en de eNoses van DCMR overgenomen en extra GC's in het gebied geplaatst. Daarnaast heeft zij een project geëntameerd om samen met de andere partijen te onderzoeken of een eNose netwerk op en rond het Industriegebied Moerdijk een meerwaarde heeft bij de informatievoorziening over de opkomst en verspreiding van gasemissies die kunnen leiden tot geuroverlast of een ander aan lucht gerelateerd risico.

Aan het project nemen zowel overheden als bedrijven deel. De participanten in het publieke-private project zijn: de Provincie Noord-Brabant, gemeente Strijen, gemeente Moerdijk, Rijkswaterstaat, Havenschap Moerdijk, ATMen Shell Moerdijk. Deze partijen bekostigen gezamenlijk de inhuur en plaatsing van de eNoses en specifieke expertise. De projectleiding van het project wordt uitgevoerd door de Omgevingsdienst Midden en West Brabant (OMWB) en maakt deel uit van de Provinciale opdracht aan de OMWB.

Bedrijven beseffen dat zij overlast kunnen veroorzaken. Bedrijven willen een goede buur zijn en zien met de eNose kansen voor informatievoorziening om gericht maatregelen te nemen om overlast tot een minimum te beperken. Overheden en bedrijven willen dat overlast wordt weggenomen.

Een doel van het project is het opdoen van kennis en het onderzoeken of en zo ja, onder welke voorwaarden een eNose netwerk haalbaar en wenselijk is. Voor dit project is sinds 2013 een netwerk van circa 30 eNoses operationeel. Aan het begin van het project zijn de volgende inhoudelijke doelstellingen geformuleerd: *'In de eerste plaats gaat het om het verkrijgen van extra informatie voor het opsporen of uitsluiten van bronnen voor koolwaterstoffen zoals benzeen. Tevens dient het als hulpmiddel bij onderzoek van geurklachten.'*

De eNose is niet bedoeld voor handhavingsdoeleinden. De eNose is te vergelijken met de snelheidsmeter in de auto. Deze geeft de bestuurder een indicatie over de snelheid. De politie voert de controles uit met geijkte apparatuur. Net als de snelheidsmeter is de eNose een indicator en geen flitspaal. Opgemerkt wordt dat de eNose geen absolute waarden meet en derhalve geen bewijs vormt voor overtreding van vergunningvoorschriften en overige wet- en regelgeving.

Werkwijze

Bij de start van het project is een projectgroep gevormd. Hierin zitten naast de deelnemende organisaties ook de OMWB (projectleiding), de kennisleverancier van de eNose technologie (Comon-Invent), eNose-deskundigen (Comon Invent, DCMR) en geurdeskundigen (Witteveen & Bos). De projectgroep komt circa 6x per jaar bijeen.

Context

Uitgangspunt van het project is dat zowel overheden als bedrijven inzicht krijgen in de mogelijkheden voor het monitoren van de opkomst en verspreiding van gasvormige emissies met eNoses. Dit in het kader het terugdringen van geurhinder. De eNoses leveren een bijdrage in bronopsporing en objectivering van geurklachten.

Gasemissies, al dan niet geurend, kunnen zich over een groot gebied verspreiden. De verspreiding stopt niet bij een bedrijfsgrens. Een fijnmazig eNose netwerk dient als hulpmiddel en geeft gedetailleerde informatie over de opkomst en verspreiding van gasemissies. De projectpartners verwachten dat het delen van eNose informatie een bijdrage kan leveren aan vroegtijdige signalering van gasemissies met als doel informatieverstrekking aan het publiek en indien mogelijk het nemen van maatregelen om de eventuele overlast te beheersen.

Industriële gasemissies

Industriële emissie van gasvormige stoffen naar de lucht is een breed begrip. Het kan gaan om de uitstoot van:

1. stoffen waaraan menselijke blootstelling onder een bepaalde grenswaarde moeten blijven in verband met de kans op nadelige gevolgen voor de gezondheid van werknemers en de burger;
2. stoffen die geurend zijn en kunnen leiden tot hinder en overlast.
3. broeikasgassen;

De eNose is vooral geschikt voor online detectie van de opkomst en de verspreiding van industriële gasemissies die kunnen leiden tot hinder, overlast en aan gasveiligheid gerelateerde risico's.

Het menselijk brein reageert sterk op geuren. Dit geldt voor zowel prettige als onprettige geuren. Elke geurwaarneming leidt tot lichamelijke reacties, zoals prikkels die de eetlust of juist gevoelens van walging opwekken. Veel industriële geuren worden geassocieerd met veiligheid en gezondheid. Veel mensen beseffen dat bedrijven hun best doen om geuremissies te beheersen en accepteren incidentele geurbelasting. Als geuremissies worden ervaren als hardnekkig en veelvoorkomend, kan hinder overgaan in structurele overlast. Bedrijven kunnen worden gedwongen vergaande maatregelen te nemen om structurele overlast te verminderen. De eNose kan een bedrijf inzicht geven over de eigen (geur)emissies en ook over de verspreiding van (geur)stoffen die het bedrijfsterrein passeren en gebieden benedenwinds belasten.

eNoses kunnen een bijdrage leveren aan een informatievoorziening. De eNose verzamelt een enorme hoeveelheid data. De data krijgt pas betekenis wanneer deze kan worden omgezet in informatie. Hiervoor is analyse nodig. De signalen van de eNoses worden vergeleken met andere informatiebronnen die als referentie kunnen worden aangewend. In dit project worden de data van de eNoses vergeleken met:

- meetgegevens van GC's die in het gebied staan opgesteld;
- klachten van omwonenden;
- geurwaarnemingen door medewerkers van de projectpartners;
- informatie over schepen;
- informatie over de windrichting.

2. De online eNose

Een eNose is een instrument met sensoren die gevoelig zijn voor bepaalde stoffen in de lucht. De sensorsignalen vormen een bepaald patroon wanneer deze worden blootgesteld aan bepaalde gassen. Dit patroon wordt de 'fingerprint' van de eNose voor dat gas genoemd.

De eNose detecteert afwijkingen ten opzichte van de normale samenstelling van de omgevingslucht. Een dergelijke afwijking wordt een anomalie genoemd. Een gedetecteerde anomalie betekent dat de eNose een afwijking van de normale luchtsamenstelling signaleert. De eNose ruikt 'iets'.

Indien er aanvullende informatie beschikbaar is over het gas dat de respons van de eNose veroorzaakte, dan kan deze informatie een referentie vormen voor de *fingerprint* van de eNose voor dat specifieke gas of gasmengsel. Een referentie gekoppeld aan een fingerprint is een referentie-fingerprint die kan worden opgeslagen in een database.

Bij de patroonherkenning wordt een actuele fingerprint van een eNose vergeleken met de bestaande set referentie-fingerprints. Als de fingerprint exact overeenkomt met een van de referentie-fingerprints, dan 'ruikt' de eNose exact hetzelfde gas als op het moment dat die fingerprint werd bepaald. In de praktijk is die kans zeer klein. Daarom wordt bij de vergelijking referentie-fingerprint die het meest overeenkomt aan de actuele waarde toegekend. Het opbouwen van een database met referentie-fingerprints wordt het *trainen* van de eNoses genoemd. Dit trainen kan gebeuren door gerichte actie, zoals het aanbieden van een bekende concentratie van een bepaald gas aan de eNose in een testopstelling in een laboratorium. Het trainen kan ook door het analyseren van datasets met eNose data die in tijd en plaats worden vergeleken met andere beschikbare informatiebronnen, zoals klachten van bewoners, waarnemingen van onderzoekers en andere luchtmetingen.

Een eNose geeft geen meetwaarde die kan worden uitgedrukt in bijvoorbeeld $\text{OU}_\text{E}/\text{m}^3$, $\text{OU}_\text{E}/\text{s}$ of $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De eNose registreert de relatieve afwijking van de actuele luchtsamenstelling ten opzichte van de luchtsamenstelling die voor die locatie gebruikelijk is (normale achtergrond concentratie). Het is dus een verhouding tussen normaal en afwijkend.

De essentie van elektronische neuzen is dus het aanleren en herkennen van patronen met als doel het detecteren van veranderingen in de luchtsamenstelling die een indicatie zijn voor situaties die kunnen leiden tot geurhinder of een ander gas gerelateerd risico.

Online

De eNose staat permanent aan. Iedere eNose heeft een geïntegreerd modem (GSM/GPRS). Met behulp van dit modem worden met een intervaltijd van 1 minuut de actuele sensorsignalen van elke eNose draadloos naar een centrale computer verzonden. Elke binnenkomende waarneming wordt getoetst. Deze toetsing bestaat uit het controleren of de ingestelde drempelwaarde van de sensorsignalen is overschreden. Dit wordt verderop in het document toegelicht. Als dit het geval is, dan neemt de eNose een anomalie waar. Vervolgens wordt dan het patroon vergeleken met de set met referentiepatronen en wordt er melding gemaakt van de gedetecteerde anomalie. De melding kan bestaan uit een optische en eventueel akoestische signalering op een beeldscherm van een vaste computer, smartphone of tablet.



Bovenstaande afbeelding toont een van de eNoses in Moerdijk. eNoses registreren veranderingen in de omgevingslucht. Door een netwerk van eNoses op te stellen wordt het mogelijk om de opkomst en verspreiding van gasemissies te monitoren.

Meerwaarde eNoses als online detectiesysteem

Het eNose netwerk in Moerdijk is onderdeel van een onderzoeksprogramma. Vertegenwoordigers van de diverse partijen op en rond het industriegebied Moerdijk werken hierin samen bij het onderzoeken van de mogelijkheden van een eNose netwerk. De eNose is een hulpmiddel voor een snelle en adequate informatievoorziening tijdens voorvallen en incidenten waarbij gassen vrijkomen die een reden zijn voor hinder, overlast, onrust en gevoel van onveiligheid. Doormiddel van kleursignalering geven eNoses 24/7 elke minuut informatie of de omgevingslucht afwijkt van de normale toestand. De eNose registraties kunnen worden gebruikt voor informatievoorziening en om te anticiperen op voorvallen waarbij de kans op geurhinder of een ander aan luchtkwaliteit gerelateerd effect niet geheel kan worden uitgesloten.

Doordat het systeem in Moerdijk zich nog in een onderzoeksfase bevindt, zijn er nog geen afspraken over een gestructureerde werkwijze en toepassing van het systeem bij (crisis)management tijdens voorvallen. In de regio Rijnmond wordt al langer met de eNoses gewerkt en zijn de ontwikkelingen voor een gestructureerde werkwijze verder gevorderd. De OMWB heeft een protocol voor opvolging van eNose alarmen opgesteld. In 2015 wordt dit verder uitgebreid.

De hierna volgende afbeeldingen tonen een weergave van het huidige eNose netwerk van Moerdijk (waarvan de opstelling tussentijds is gewijzigd) en een combinatie weergave van het eNose netwerk Moerdijk met het eNose netwerk in de regio Rijnmond. Het bundelen van kennis en het maken van afspraken over samenwerking en het koppelen van de eNose netwerken in Rotterdam en

The map displays the Rotterdam area with various locations marked by green dots and labeled with names. The locations are distributed across the map, with some clustered in the center and others more isolated. The map also shows water bodies like Hollands Diep, Aalskreek, and Schie, and roads like A16, A17, and A18. The labels are in a white box with black text, and the dots are green. The map is oriented with North at the top.

Locations marked on the map include:

- ST_Randweg Wielweg
- SS_Mariapolder
- SS_Haven
- MD_Haven
- MDI Appelweg_N
- MDI Appelweg_M_LP17
- MDI Oostelijke Randweg_Vlasweg
- MDI Oostelijke Randweg_Zuid
- MDI Zuid Randweg/Orionweg
- MDI Zuid Randweg_LP62
- MDI West/Zuid Randweg
- MDI West Randweg_LP77
- MDI Middenweg_Z_LP38
- MDI Middenweg_M_LP46
- MDI Middenweg_N_LP57
- MDI Sassenplaat
- MDI baggerdepot
- SS_Leidingstraat
- NS_jachthaven_Z
- KL_Niervaartweg
- KLundert

10

Instelling van de drempelwaarden eNose signalering

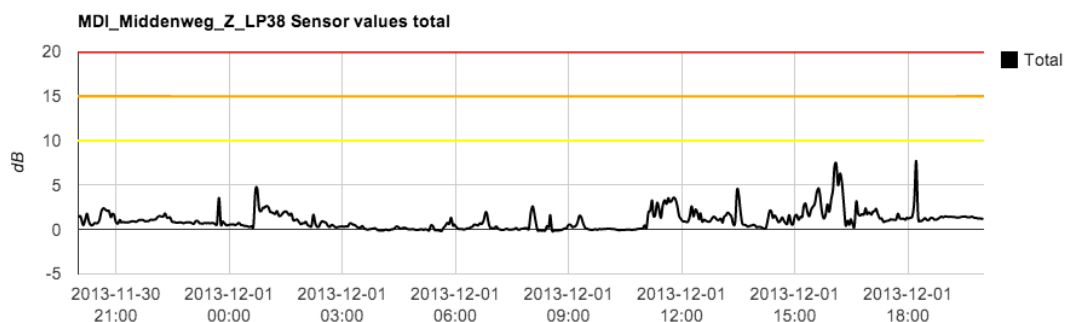
Het eNose signaal drukt de verhouding uit van de actuele luchtsamenstelling ten opzichte van de normale achtergrond situatie. Dit is een dimensieloos signaal. De eNose geeft op ieder moment aan of de luchtsamenstelling normaal of afwijkend is.

Een aantal eNoses staat opgesteld in het industriegebied Moerdijk en het aangrenzende Hollandsch Diep. Daarnaast is een aantal opgesteld in de omliggende dorpen (Moerdijk, Klundert, Strijen-Sas en Strijen). Voor de naamgeving van de eNoses is gekozen voor een typologie die start met een codering van de plaats (MD = Moerdijk, ST = Strijen, SS = Strijensas, KL = Klundert en NS = Noordschans). Voor de eNoses die op het industriegebied staan wordt achter de plaatscode een I gezet. In dit geval begint de naam van de eNoses op het industriegebied met de afkorting: 'MDI' (Moerdijk Industrie).

Bij de instellingen van de drempelwaarden wordt onderscheid gemaakt tussen eNoses die op het industriegebied staan en eNoses in de woonomgevingen. In het algemeen is een industriegebied niet bewoond en daarom gelden er hogere grenswaarden voor eNoses op een industriegebied.

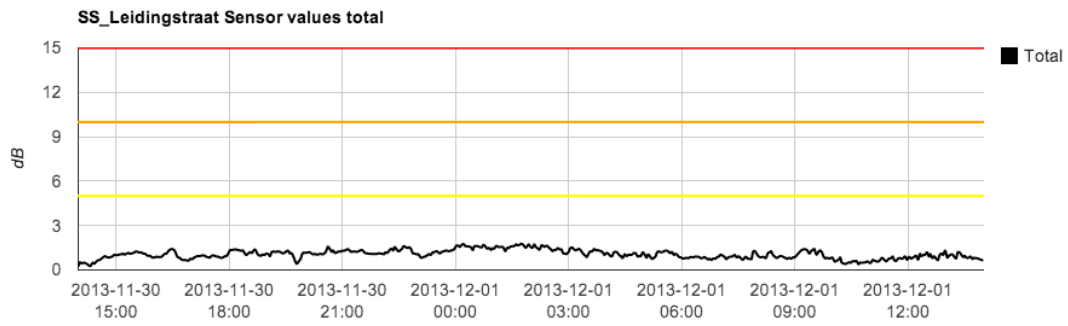
De grenswaarden voor de eNoses in het industriegebied zijn ingesteld op :

Luchtsamenstelling	Kleur eNose	Grenswaarde
Normaal	Groen	
Lichte verhoging	Geel	10 dB
Duidelijke verhoging	Oranje	15 dB
Sterke verhoging	Rood	20 dB



De grenswaarden voor de eNoses in de woonomgeving zijn ingesteld op :

Luchtsamenstelling	Kleur eNose	Grenswaarde
Normaal	Groen	
Lichte verhoging	Geel	5 dB
Duidelijke verhoging	Oranje	10 dB
Sterke verhoging	Rood	15 dB



Sinds 2008 wordt deze eNose technologie in de regio Rijnmond toegepast. De instellingen van de drempelwaarden van de signalering is daar door de jarenlange ervaring tot stand gekomen. Bij de start van het project werd aangenomen dat situatie in Moerdijk ongeveer gelijk is aan de situatie in de regio Rijnmond. Daarom zijn voor het project Moerdijk dezelfde instellingen gekozen.

Ontsluiting van de eNose data

De data van de eNoses zijn live beschikbaar voor de projectpartners. De presentatie van de eNoses gebeurt via een website waar de projectpartners op kunnen inloggen. Dit betekent dat de medewerkers van de OMWB, provincie Noord-Brabant, gemeente Strijen, gemeente Moerdijk, het Havenschap Moerdijk, Shell Moerdijk en ATMallemaal toegang hebben tot dezelfde informatie. In de projectgroep is afgesproken dat de data van het eNose-project alleen met de participanten worden gedeeld.

Data-analyse en duiding

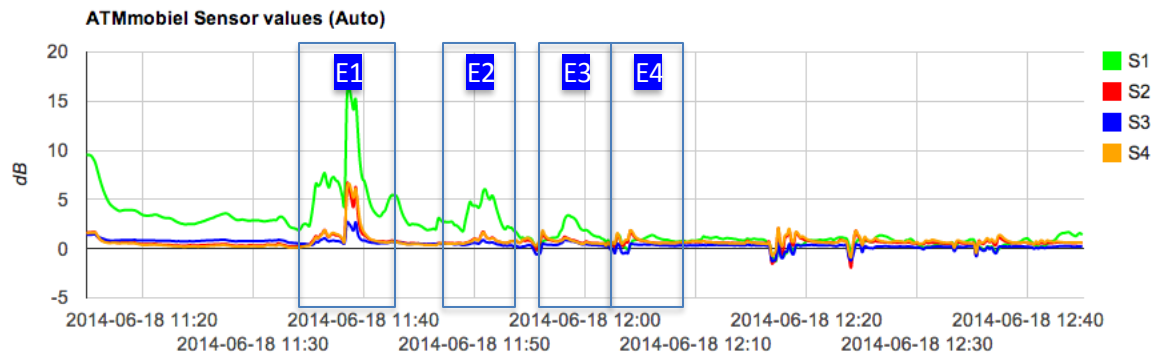
De eNoses genereren veel ruwe data. Om deze op te werken tot relevante informatie worden de data nader geanalyseerd. Voor dit project is de analyse door Comon Invent uitgevoerd. Bij de analyse worden de ruwe eNose data vergeleken met andere beschikbare informatiebronnen met betrekking tot luchtkwaliteit en geuroverlast. Hierbij zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Uitvoeren van veldonderzoek met een mobiele eNose;
Projectmedewerkers hebben geurondes uitgevoerd met een mobiele eNose. Zij hebben hun zintuigelijke waarnemingen ingevoerd met een app. Zodoende ontstaat een dataset bestaande uit ruwe data van de mobiele eNose, geurwaarnemingen van de onderzoekers en GPS coördinaten.
- Inventarisatie en analyse van geurhinderklachten en eNose registraties;
De OMWB heeft een bestand met de geregistreerde geurklachten uit 2013 in geanonimiseerde vorm aangeleverd. Voor dit onderzoek is gezocht naar tijd en plaats correlaties tussen de klachten in Moerdijk Dorp en de vaste eNoses.
- Windroos analyse;
Voor de opsporing van brongebieden van gasemissies is gebruik gemaakt van windroos analyse.
- Vergelijking eNose data met benzeenmetingen via GC's.
Pieken in de benzeenconcentraties gemeten door de GC's in Klundert, Strijensas en Moerdijk Dorp zijn vergeleken met eNose data en andere informatiebronnen met als doel het achterhalen van de bronnen die deze benzeenpieken hebben veroorzaakt. Daarnaast staat een aantal GC's opgesteld rondom het terrein van Chemiepack. Bij een aantal van deze meetstations staat ook een eNose opgesteld. In het kader van dit project is geen structureel onderzoek naar de relatie tussen de benzeenconcentraties van deze GC's en de eNoses verricht.

3. Veldonderzoek met de mobiele eNose

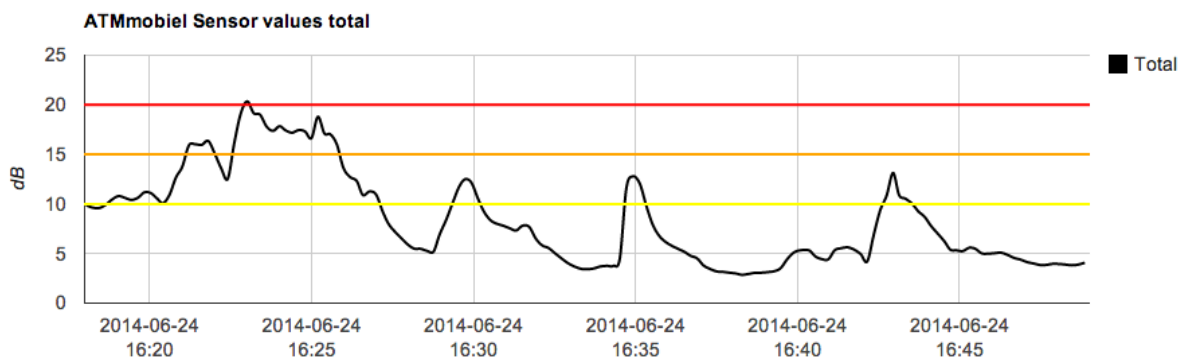
Naast vaste eNoses worden bij het onderzoek ook mobiele eNoses ingezet. Dit instrument kan worden meegenomen tijdens veldonderzoek. Bij iedere waarneming wordt ook de geografische locatie (GIS-coördinaten) opgeslagen. Hierdoor kan een helder beeld worden verkregen van de eNose waarnemingen tijdens het veldonderzoek. Wanneer tevens de menselijke waarnemingen nauwkeurig worden geregistreerd tijdens het onderzoek, wordt het mogelijk om de signalen van de mobiele eNose te koppelen aan de menselijke waarnemingen. Dit hoofdstuk is een uitwerking van een veldonderzoek waarbij de mobiele eNose is ingezet.





De bovenstaande afbeelding toont de grafiek van de mobiele eNose tijdens een geurronde die is uitgevoerd door een medewerker van ATM en een medewerker van Comon Invent. Tijdens het onderzoek werd op het ATM terrein een aantal geuren waargenomen. Een van de geuren op het terrein betrof een rotte koolachtige geur. Deze geur werd ook op de Graanweg waargenomen, deze geurpluim is weergegeven in de ellips nummer 1 (E1). Ellips nummer 2 (E2) betreft de huisgeur van het bedrijf Woodflame. Ellips 3 (E3) betreft de lucht van eetbare olie (lijkt op afgewerkt frituurvet) die werd waargenomen bij een vetveredelingsbedrijf op de Appelweg. De vierde en laatste geur die tijdens dit onderzoek werd waargenomen betrof de geur van een openhaard of allesbrander in het centrum van het dorp Moerdijk, te zien in ellips 4 (E4). In de grafiek zijn ook een aantal negatieve pieken zichtbaar. Deze zijn veroorzaakt doordat de eNose tijdens het onderzoek op het dak van een auto is geplaatst. Wanneer er te snel wordt gereden kunnen de eNose signalen worden verstoord. Dit leidt doorgaans tot negatieve signalen. Opgemerkt wordt dat het feitelijke geuronderzoek met de mobiele eNose gebeurt wanneer het voertuig stilstaat. De onderzoekers halen de eNose vervolgens van het voertuig en verrichten hun onderzoek te voet. Ook kan het zijn dat de eNose wel op het dak staat maar dat het voertuig stapvoets rijdt en de onderzoekers via de geopende ramen hun geurwaarneming doen.

In hoofdstuk 2 is een toelichting gegeven op instellingen van de grenswaarden van de eNoses. Uit de geurrondes met de mobiele eNose blijkt dat deze instellingen toepasbaar zijn voor de situatie in Moerdijk. Dit wordt toegelicht aan de hand van de uitwerking van een andere geurronde door een ATM medewerker.



Waarnemingen kunnen via een smartphone of tablet worden ingevoerd. De tabel toont de waarnemingen ingevoerd door de ATM-medewerker.

Entries for mobile eNose 20921:

2014-06-24 16:18:58,	Zwakke geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:19:17,	Zwakke geur,	SOVI
2014-06-24 16:21:12,	Zwakke geur,	Zuur
2014-06-24 16:23:03,	Duidelijke geur,	Anders
2014-06-24 16:24:12,	Sterke geur,	Anders
2014-06-24 16:26:26,	Zwakke geur,	MBR
2014-06-24 16:27:23,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:28:44,	Zwakke geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:30:52,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:31:34,	Zeer zwakke geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:32:27,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:33:44,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:35:10,	Duidelijke geur,	Olie
2014-06-24 16:36:12,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:37:04,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:37:53,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:38:35,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:39:36,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:40:42,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:41:37,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:41:42,	Geen geur,	Ongedefinieerd
2014-06-24 16:42:59,	Duidelijke geur,	Pyro
2014-06-24 16:45:02,	Zwakke geur,	Pyro
2014-06-24 16:46:51,	Geen geur,	Ongedefinieerd

Uit de vergelijking van de grafiek met de invoertabel volgt dat de waarnemer aangeeft tussen 16:18 en 16:21 een zwakke geur te ruiken. De kleur van de mobiele eNose zit dan op het grensvlak tussen groen en geel, dus variërend tussen geen en lichte geur. Op 16:23 en 16:24 voert de waarnemer een duidelijke en sterke geur in. De eNose zit dan hoofdzakelijk in het oranje gebied en piekt licht in het rood: het niveau van duidelijke tot sterke geur. Om 16:28 heeft de waarnemer weer een lichte geur waargenomen. De eNose piekt dan heel kort in het gele gebied. Vervolgens is er nog een tweetal geurwaarnemingen gerapporteerd, te weten op 16:35 en 16:42. In beide gevallen correspondeert de uitslag van het eNose signaal met die van menselijke waarneming. Dit resultaat toont een goede correlatie tussen de huidige instellingen van de drempelwaarden van de eNose en de zintuiglijke waarneming door een ATM-medewerker.

De OMWB beschikt ook over een mobiele eNose. Beide partijen kunnen dus onafhankelijk van elkaar geurrondes uitvoeren. Ook staan voor 2014 een aantal geurrondes gepland die door medewerkers van ATM en OMWB samen worden uitgevoerd.

4. eNose en geurklachten

Het resultaat van de geurronde met de mobiele eNose geeft aan dat de huidige instellingen van de kleurschaal een goed uitgangspunt biedt voor de eNoses op het industriegebied. De ingevoerde geurbeleving op de *odour entry app* komt goed overeen met de kleurschaal van de eNose. In hoofdstuk 2 is vermeld dat de grenswaarden voor de kleurschaal van de eNoses in de bebouwde omgeving wat lager is ingesteld. Op een bedrijfsterrein kan de sterkte van een bepaalde geur als licht worden beschouwd, maar deze geur met dezelfde sterkte kan in de bebouwde omgeving als hinderlijk worden beleefd. Wanneer geurvlagen frequent voorkomen, dan daalt de acceptatie van de omwonenden en zullen zij de blootstelling aan de geuren als belastend ervaren.

Aan de hand van de klachten gerapporteerd aan de OMWB, is een analyse gemaakt van de relatie tussen de eNoses en de klachten.

Klachtendata

De OMWB heeft een bestand aangeleverd met geurklachten die in 2013 zijn gemeld door bewoners. Met deze informatie is een analyse mogelijk waarbij klachten zijn vergeleken met de eNose data. Het betreft geurklachten uit het hele werkgebied van de OMWB. Niet al deze klachten hebben betrekking op geurhinder die is veroorzaakt door bronnen op en rond het Industriegebied Moerdijk. Om de relevantie met de eNoses te onderzoeken moet de informatie worden gefilterd.

Voor het zoeken naar correlaties tussen geurklachten en eNose waarnemingen is voor deze rapportage gefocust op de situatie in Moerdijk. Onderstaand figuur toont een cirkel met een straal van 700 m met als middelpunt de eNose MD_Dorp. Deze cirkel omvat het grootste deel van de klachten die uit het dorp Moerdijk worden gemeld.



Het onderzoeken van de klachten uit Moerdijk is in deze paragraaf verder uitgewerkt. De eerste stap is het bepalen van het aantal dagen in 2013 dat er klachten zijn geweest. In 2013 zijn er 59 dagen waarbij er 1 of meer klachten zijn gemeld aan de OMWB door bewoners van Moerdijk-Dorp.

dagen met klachten	aantal	
25	1	25
9	2	18
9	3	27
3	4	12
2	5	10
3	6	18
1	7	7
1	8	8
4	9	36
1	12	12
1	23	23
59		196

Op 25 van de 59 dagen met klachten betrof het een dag waarbij 1 klacht werd gemeld. Op 9 dagen waren er 2 klachten en er waren 9 dagen met 3 klachten. Voor dit onderzoek is op de dagen waarbij er meer dan 3 klachten waren onderzocht of er een plausibele relatie tussen de eNose registraties en de klachten kan worden gelegd. Daarnaast is voor deze dagen onderzocht of eNose informatie voldoende aanknopingspunten geeft voor duiding of juist uitsluiting van emissiebron(gebieden).

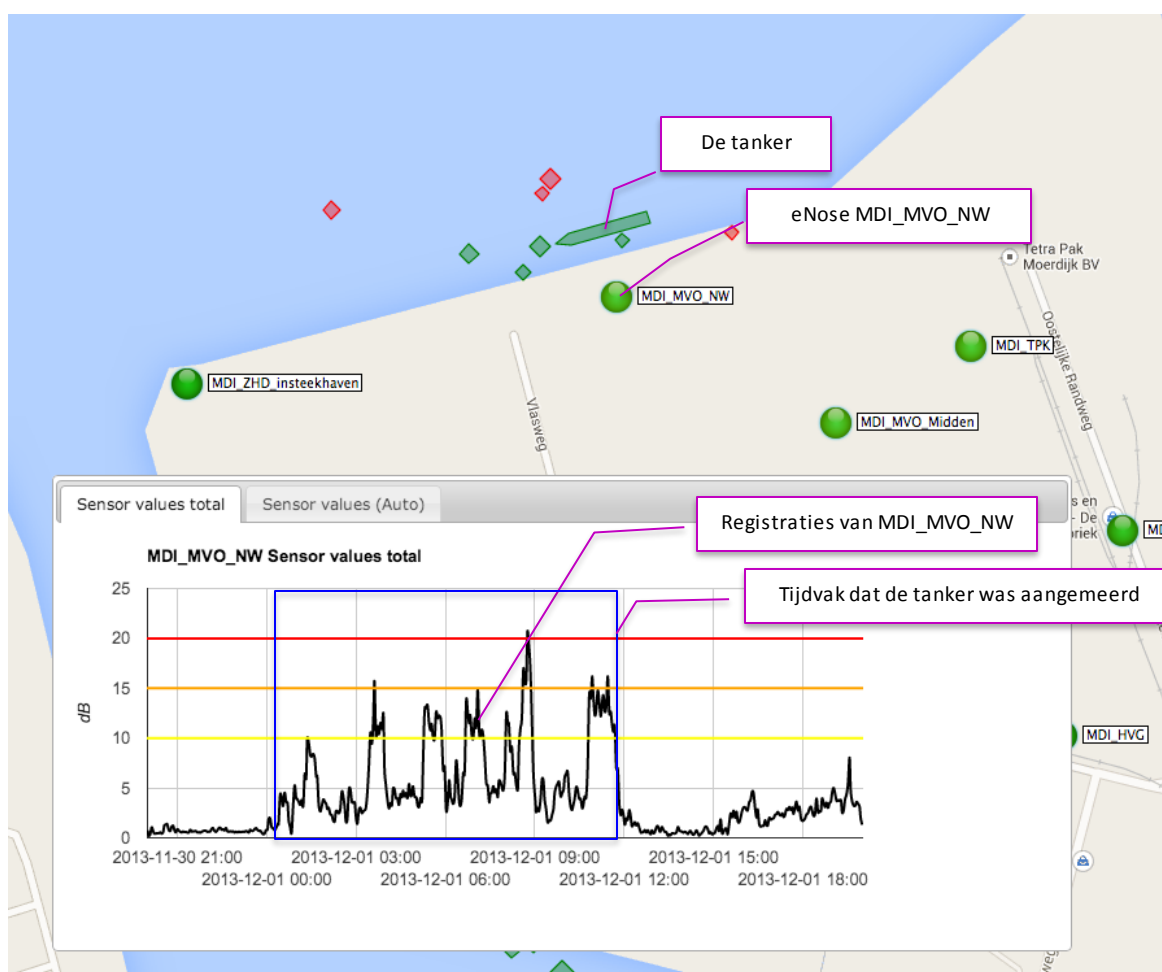
Het betreft een onderzoek over 16 dagen in 2013. In dit hoofdstuk wordt de werkwijze via de uitwerking van het onderzoek van 1 december 2013 toegelicht. Van de andere dagen is een samenvatting gemaakt.

‘De praktijk’ Uitwerking van geurhinder in Moerdijk op 1 december 2013

Op 1 december 2013 worden in de ochtend 7 geurklachten gemeld. 5 van deze klachten komen uit de dorpskern van Moerdijk. De twee overige klachten komen uit de richting van het iets verder gelegen Lage Zwaluwe.

Dit onderzoek naar de oorzaak van de hinder leidt naar een emissiebron in de buurt van eNose MDI_MVO_NW. Een emissie in relatie tot een verladingsactiviteit van een tanker die is aangemeerd aan de steigers van ATM is niet uit te sluiten. In deze paragraaf wordt deze hypothese toegelicht.

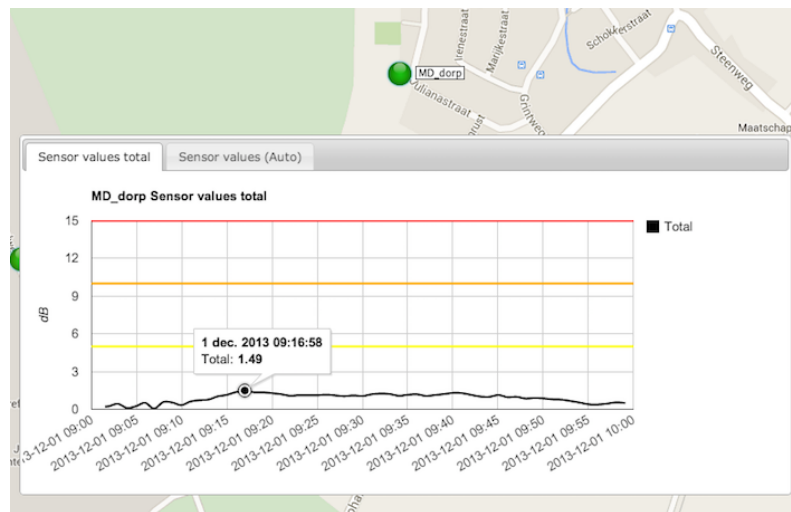
In de avond van 30 november 2013 registreert eNose MDI_MVO_NW geen verhogingen. Op 1 december 2013 kort na middernacht arriveert een tanker die afmeert bij de steigers van ATM. Om 11:45 vertrekt deze weer. Gedurende de hele periode dat de tanker is aangemeerd registreert eNose MDI_MVO_NW een aantal piekwaarden. De situatie is in onderstaande figuur afgebeeld. Ter informatie, ten tijde van dit voorval maakte eNoses MDI_MVO_Midden en MDI_TPK deel uit van het eNose netwerk. Na de herplaatsing hebben deze een andere positie op het industriegebied gekregen.



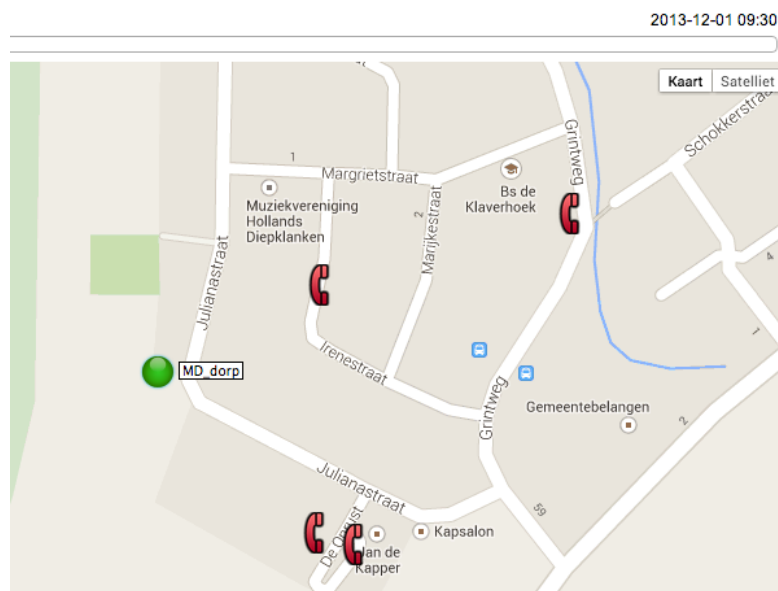
In de eNose registratie is een aantal pieken zichtbaar. De piek rond 8:45 reikt tot het rode signaleringsniveau. Tussen 8:00-10:00 was de gemiddelde windsnelheid $0,9 \text{ m.s}^{-1}$ en kwam de wind uit het westen. Met de heersende windsnelheid verplaatsen de stoffen zich 1 km per 20 minuten in

oostelijke richting. Dit betekent dat de stoffen in de lucht werden meegevoerd in de richting van Moerdijk.

De piekemissie van 8:45 zou met deze informatie rond 9:15 de eNose in Moerdijk-Dorp moeten passeren. Dit blijkt inderdaad het geval, zoals in onderstaande afbeelding is weergegeven.



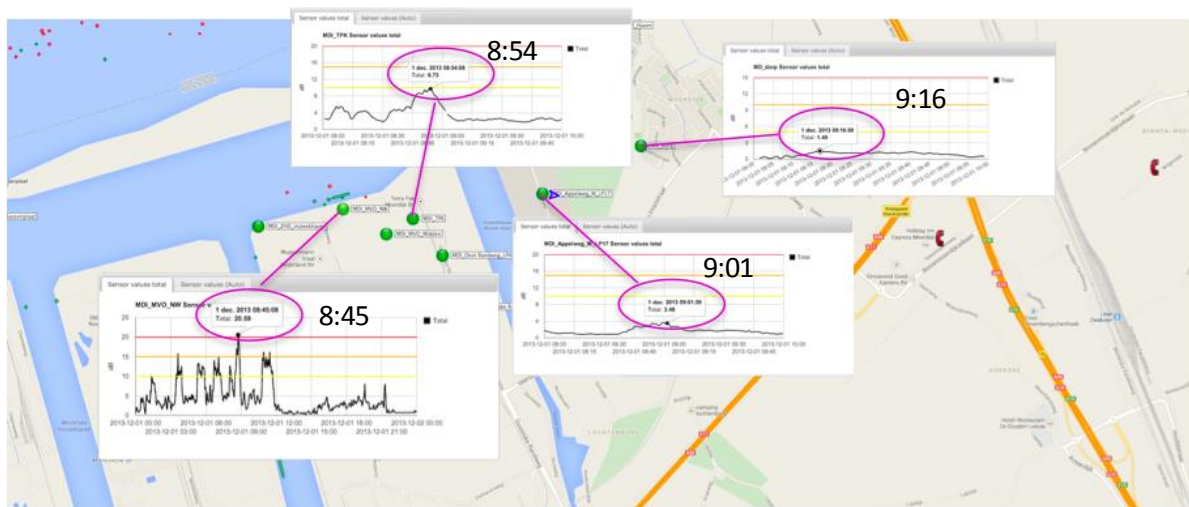
De eNose toont wel dat de geëmitteerde concentratie inmiddels sterk is verdund. Blijkbaar zitten in deze passerende wolk nog voldoende hinderlijke geurstoffen, omdat om 9:30 inmiddels 4 klachten in de buurt van deze eNose zijn gerapporteerd. Onderstaande afbeelding toont de situatie in Moerdijk op 1 december 2013 op 9:30. De telefoon symbolen komen overeen met de postcode locaties waar vandaan de klachten tussen 8:30-9:30 zijn gemeld.



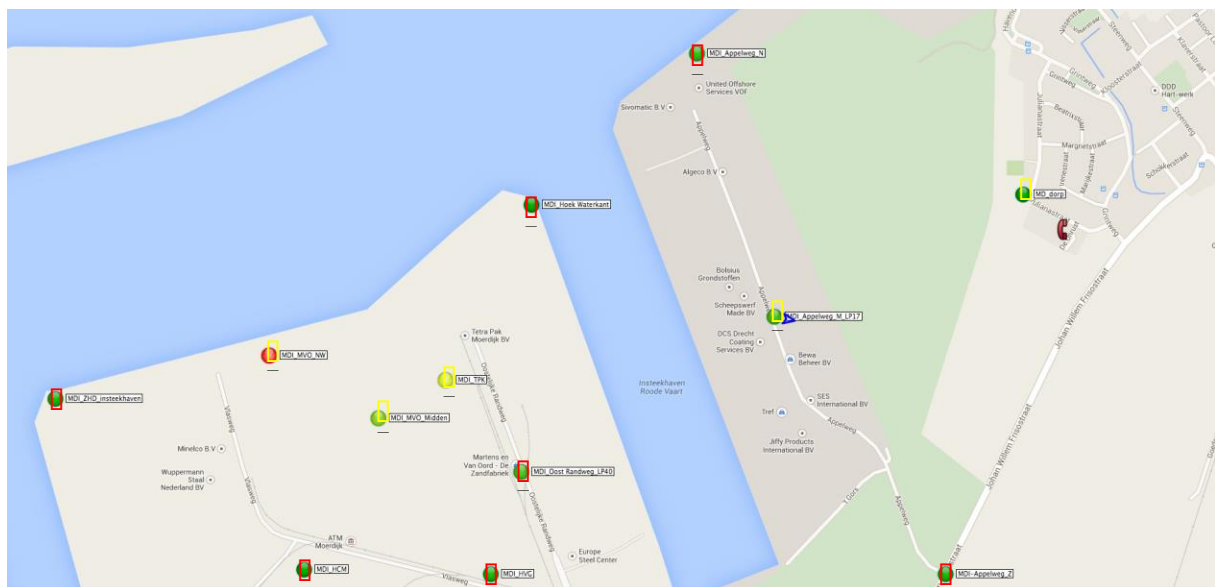
Uit deze observatie kan worden opgemaakt dat er een goede tijd en plaats correlatie bestaat tussen de klachten en de registraties van de eNose MD_Dorp.

Om de waarschijnlijkheid te verklaren waarom deze hinder wordt veroorzaakt door de piekwaarneming die om 8:45 door eNose MDI_MVO_NW is geregistreerd, zijn de verwachte aankomsttijden berekend op de eNoses die tussen de MDI_MVO_NW en MD_Dorp liggen. Het betreft hier de eNoses MDI_TPK en MDI_Appelweg_M_LP17. Hierbij is de gemiddelde snelheid van 0.9 m.s^{-1} gebruikt die is gemeten met de windsensor van de eNose MDI_Appelweg_M_LP17.

De verwachte aankomsttijden zijn 8:53 en 9:05. Dit is congruent met de werkelijke aankomsttijden, zoals weergegeven in onderstaande figuur.



De derde fase van het onderzoek is het bepalen welke eNoses de verspreiding van deze emissie wel en niet hebben geregistreerd. Dit is in onderstaande afbeelding weergegeven. De eNoses gemarkeerd met de gele □ hebben de pluim wel geregistreerd en die met de rode □ niet.

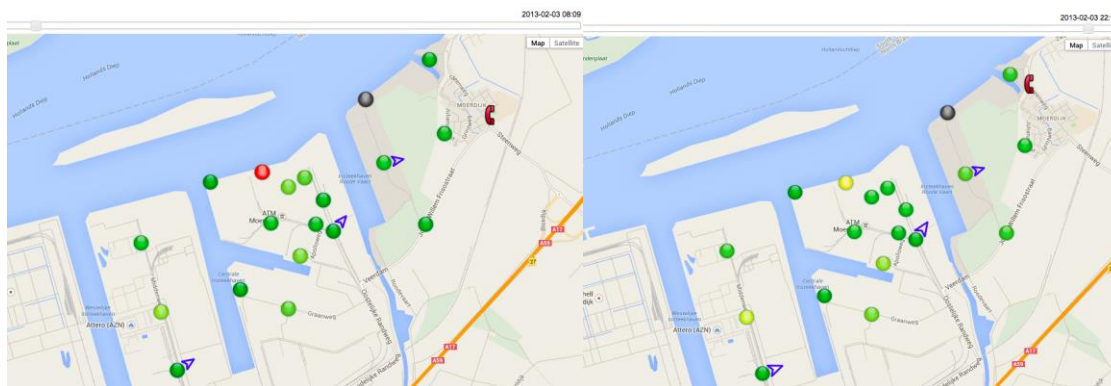


Tenslotte zijn voor dit onderzoek ook windrozen gemaakt. Het resultaat is hieronder weergegeven. In de windrozen van de diverse eNoses zijn pieken te onderscheiden die in de richting wijzen van het vermoedelijke brongebied. (N.B. hoofdstuk 5 gaat dieper in op het principe van windroos analyse en resultaten van het eNose project Moerdijk)



De analyse van dit voorval resulteert in diverse aanwijzingen die samen een duidelijk indicatie geven dat de hinder op 1 december 2013 is veroorzaakt door een emissie die rond 8:45 als eerste is gesignaleerd door de eNose MDI_MVO_NW. Omdat deze eNose vooral anomalieën detecteerde gedurende de periode dat er een schip was aangemeerd is het goed mogelijk dat de hinder is veroorzaakt door een korte piekemissie betreffende activiteiten rondom dit schip. De OMWB had de klachten aanvankelijk toegeschreven aan de TRI, dit is herzien nadat ATM aangaf dat er mogelijk geur was vrijgekomen bij de steiger.

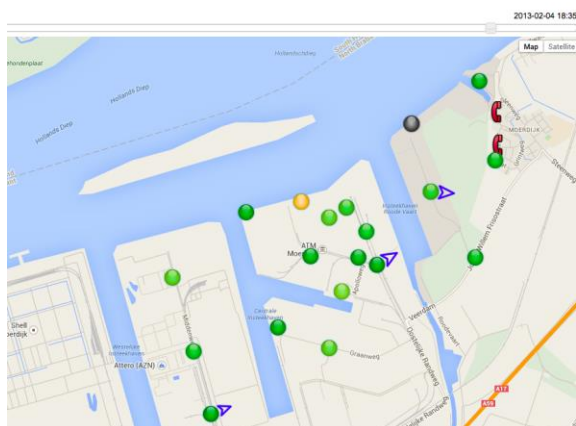
- eNose MDI_MVO_NW om 10:01
- eNose MDI_TPK om 10:04
- eNose MDI_Appelweg_M_LP17 om 10:08



4 februari 2013 – 6 klachten

Gedurende de dag worden 6 klachten gemeld. De situatie vertoont parallellen met die op 31 januari 2013 en 3 februari 2013. De eNose signalen in de buurt van de hinderzone zijn niet heel sterk, maar lijken wel degelijk te corresponderen met het patroon van de eNoses in het noordoostelijke deel van het industriegebied. Uit de vergelijking van de ruwe data van alle eNoses gedurende het hele etmaal zijn wederom wel sporen te vinden die duiden op emissies die hun oorsprong vinden op het noordoostelijke deel van het industriegebied.

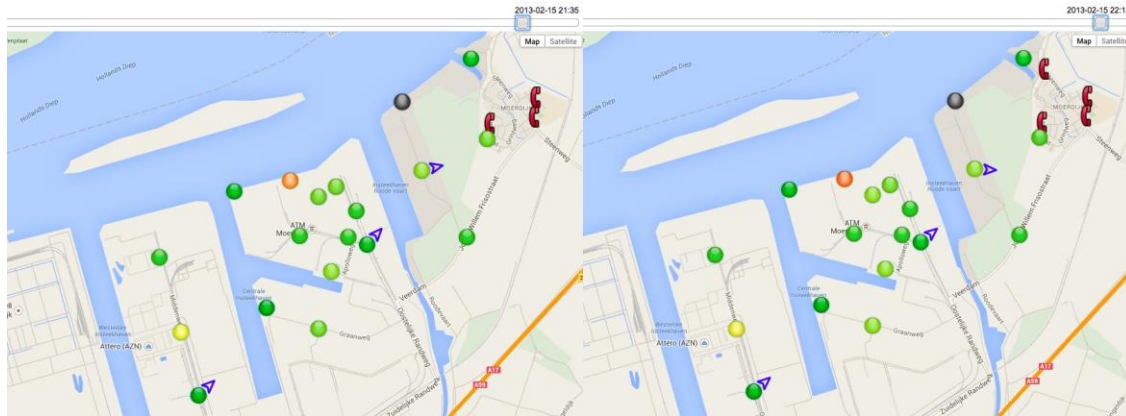
Een klager omschrijft de geur als weeïg. Mogelijk is dit een indicatie dat er ook sprake is van een geuremissie afkomstig van het vetveredelingsbedrijf op de Appelweg. Dit bedrijf ligt ten oosten van het eNose netwerk. Uit de geurrondes die zijn gemaakt is de huisgeur van dit bedrijf geclassificeerd als een 'eetbare olie' geur. Deze geur heeft een weeïg karakter. Een van de klagers op 31 januari 2013 maakt ook melding van een olie- en vetlucht. Het onderhavige bedrijf ligt op ruim 500 meter vanaf Moerdijk-Dorp. Het verdient aanbeveling om nader te onderzoeken of de geuremissies van dit bedrijf ook van invloed zijn op de geursituatie in Moerdijk.



15 februari 2013 - 9 klachten

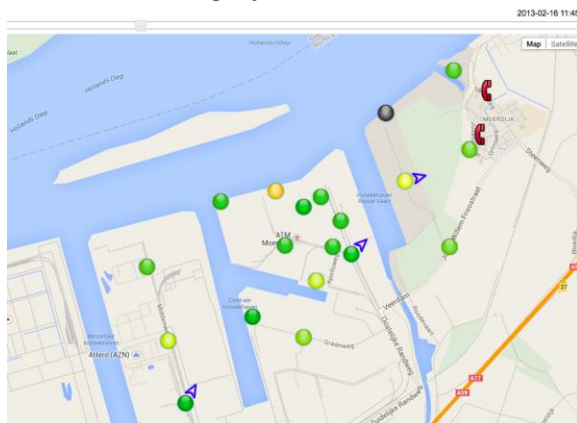
Tussen 6:00 en 23:00 zijn er indicaties van mogelijke geuremissies in waarnemingen van de eNoses op het industrieterrein en direct omliggende gebieden. Met een van noordwestelijke naar zuidwestelijke draaiende windrichting verspreiden deze geuremissies zich in zuid/noord oostelijke richting. Het is niet uit te sluiten dat er meerdere brongebieden zijn op zowel het ATM-terrein als in het westelijke deel van het industriegebied Moerdijk. Met de heersende windrichting gaat MDI_Middenweg_M_LP46 gedurende deze periode in de gele en oranje alarm levels. Dit duidt ook op een brongebied in het westelijke deel van het industriegebied.

Opvallend is dat het aantal klachten hoger is dan bij de vorige drie voorvallen. De eNoses in Moerdijk registreren ook sterkere signalen die leiden tot een signalering in het gele niveau.



16 februari 2013 – 4 klachten

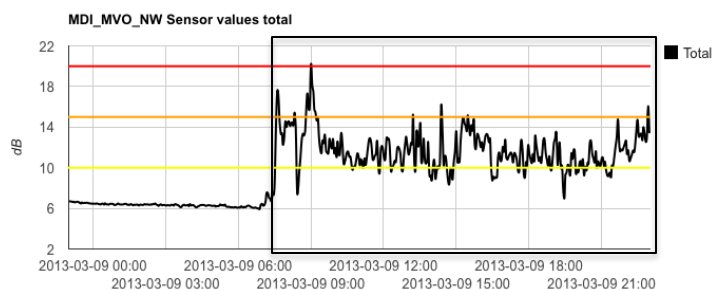
De situatie is vergelijkbaar met die van 15 februari 2013.



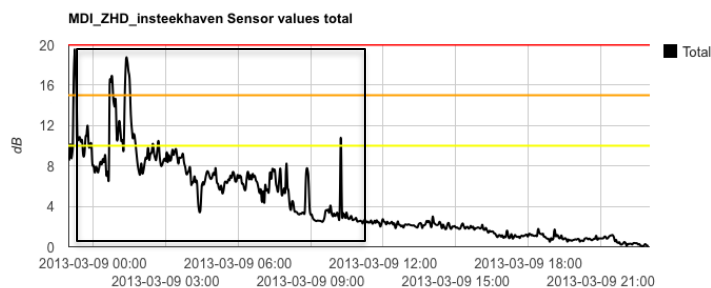
9 maart 2013 - 23 klachten

Dit is de dag in 2013 met de meeste klachten. Niet alle klachten zijn toe te schrijven aan één brongebied.

Tot 7:00 is er een oostelijk heersende windrichting. De wind draait ruimend naar westelijk vanaf 7:00. Nadat de wind is gedraaid worden er de gehele dag klachten gemeld vanuit Moerdijk Dorp. Vanaf dit moment worden er op eNose MDI_MVO_NW verhoogde waardes geregistreerd.



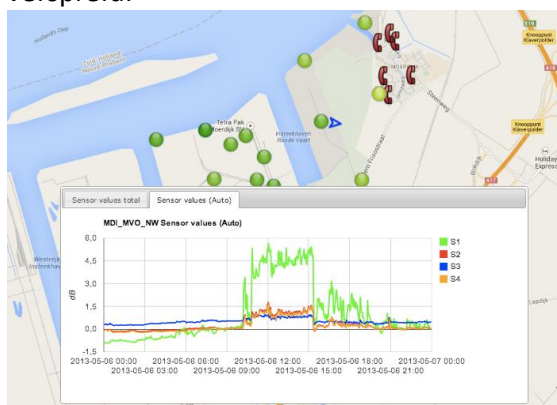
Dezelfde trend is te zien op eNoses in oostelijke richting tot aan Moerdijk Dorp. Een tegenovergestelde trend is te zien op eNose MDI_ZHD_Insteekhaven. Hieruit kan worden verondersteld dat zich een brongebied bevindt op ATM terrein.



Echter is het niet vast te stellen dat alle klachten op deze dag hierdoor worden veroorzaakt. De klachten lopen uiteen van olieachtige lucht tot chemische lucht en gasachtige lucht. Het is hierdoor aannemelijk dat er ook andere bronnen zijn op het westelijke deel van het industriegebied Moerdijk. eNoses MDI_Middenweg_M_LP46 en MDI_Graanweg_LP16 geven de indicaties die duiden op een brongebied in dezelfde richting.

6 mei 2013 – 6 klachten

Met inachtneming van de constant variërende windrichting is moeilijk vast te stellen waar zich een mogelijk brongebied bevindt. Mogelijk zijn deze klachten veroorzaakt door een ontgassend schip op het Hollandsch Diep. Het is echter ook mogelijk dat emissie pluimen zich langere tijd boven het industriegebied hebben opgehouden en uiteindelijk in de richting van Moerdijk Dorp hebben verspreid.



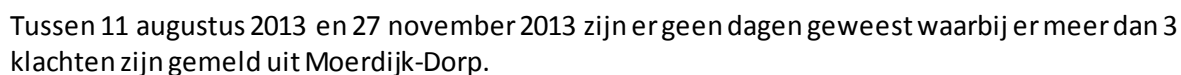
Tussen 6 mei 2013 en 1 juli 2013 zijn er geen dagen geweest waarbij meer dan 3 klachten zijn gemeld uit Moerdijk-Dorp.

1 juli 2013 – 5 klachten

Tussen 7:30 en 12:00 uur worden er 4 klachten gemeld uit Moerdijk. Bestudering van de eNoses maakt het aannemelijk dat er bronnen op zowel het zuidwestelijke deel van het industriegebied liggen als op/rond het noordoostelijke deel van het industriegebied. De vijfde klacht wordt gemeld om 19:10. De heersende windrichting is dan al enige uren noordwest. Er zijn onvoldoende aanwijzingen om aan te nemen dat deze klacht wordt veroorzaakt door een geuremissie vanaf het industriegebied.



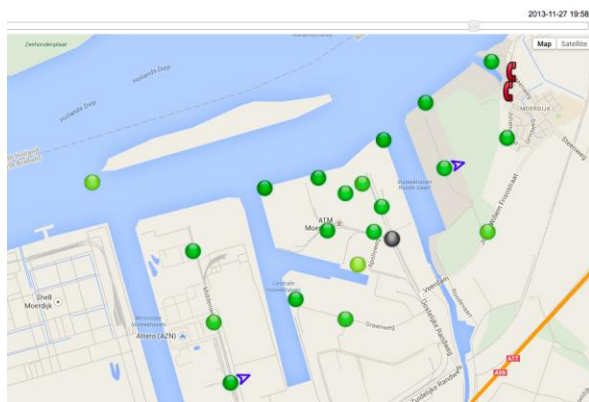
Tussen 17:30 en 20:00 worden meerdere klachten van geuroverlast gemeld vanuit Moerdijk-Dorp. Gedurende de gehele dag stond er een zuid/zuidwestelijke wind die laat op de dag richting een westelijke wind draaide. Aan de hand van eNose waarnemingen rondom ATM is het aannemelijk dat de geurklachten worden veroorzaakt door geuremissies vanaf het terrein van ATM.



27 november 2013 – 7 klachten

Op deze dag worden er in totaal 7 klachten gerapporteerd. Vijf hiervan met indicatie olie/dieselachtige geur. Deze klachten worden gemeld vanaf 17.31 maar de overlast is al de hele middag gaande. Er zijn duidelijke tijd/plaats correlaties gevonden tussen eNose waarnemingen en klachten. Er zijn duidelijke aanwijzingen van een bron in het zuidwestelijke deel van het industriegebied.

Om 22:13 wordt er nog 1 klacht gemeld vanuit Moerdijk Dorp met chemische aard. Hier zijn geen duidelijke tijd/plaats correlaties gevonden tussen eNose waarnemingen en de klacht.



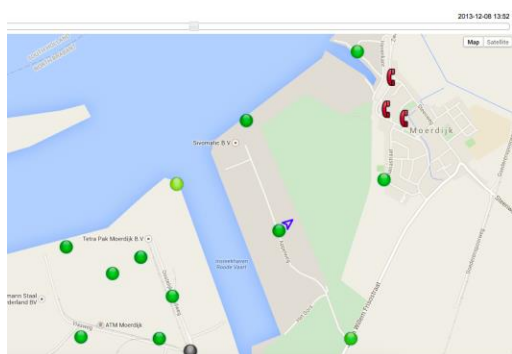
28 november 2013 – 7 klachten

Gedurende de hele dag worden er 5 klachten gemeld uit het industriegebied. Het is aannemelijk dat deze 5 klachten worden veroorzaakt door bron(nen) bij ATM. Later op de dag zijn er nog 2 klachten uit Moerdijk-Dorp. Het is aannemelijk dat deze worden veroorzaakt door emissies vanaf een ontgassend schip vanuit de vaarweg Hollandsch Diep.

8 december 2013 – 12 klachten

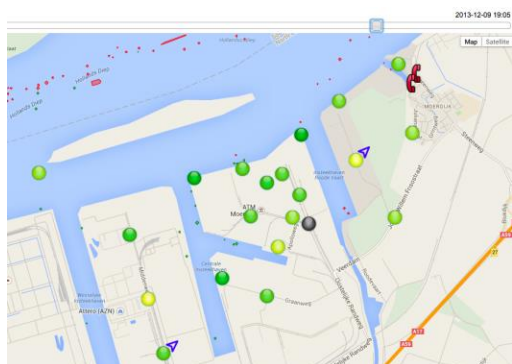
Naar aanleiding van de eNose waarnemingen op het industriegebied lijkt er sprake te zijn van meerdere geurbronnen op en rond het industriegebied die de gehele dag stankoverlast veroorzaken in Moerdijk Dorp. Klachten die vanaf 11:00 worden gemeld met aard chemische lucht lijken te zijn veroorzaakt door een bron ten westen van het industriegebied. Met de heersende windrichting trekken emissies in oostelijke richting over het industriegebied die worden waargenomen door meerdere eNoses.

Het vermoeden bestaat dat een andere emissiebron ook heeft geleid tot klachten in Moerdijk Dorp tussen 12:58 en 17:50. eNose waarnemingen in het noordoostelijke deel van het industriegebied geven aanleiding te veronderstellen dat er zich in dit gebied ook een emissiebron bevindt.



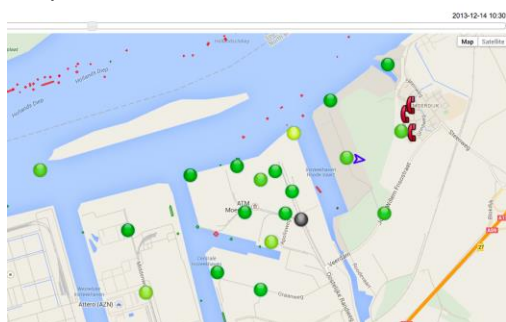
9 december 2013 – 8 klachten

Er lijkt sprake van meerdere geurbronnen op en rond het industriegebied.



14 december 2013 – 7 klachten

Er zijn duidelijke indicaties dat de hinder is veroorzaakt door emissies uit een bron op het Hollandsch Diep.



Conclusie

Het eNose netwerk heeft voor veel van de onderzochte hindersituaties een response gegeven met aanknopingspunten voor de detectie of uitsluiting van bronnen. De dichtheid van het netwerk, de positie van de eNoses en de instellingen van de alarmeringsgrenzen zijn nog niet optimaal om alle emissies op het industrieterrein en het Hollands Diep die mogelijk tot hinder leiden te detecteren.

Een mogelijkheid is om alarmgrenzen lager in te stellen. Het systeem wordt dan nerveuzer omdat de eNoses vaker alarmeren. Er komen dan ook meer valse alarmen en dat is niet wenselijk. Het verdichten van het eNose netwerk op het industriegebied, in het bijzonder rondom de vermeende bronnen, en de alarminstellingen van de signalering daarop te optimaliseren lijkt een zinnigere aanpak.

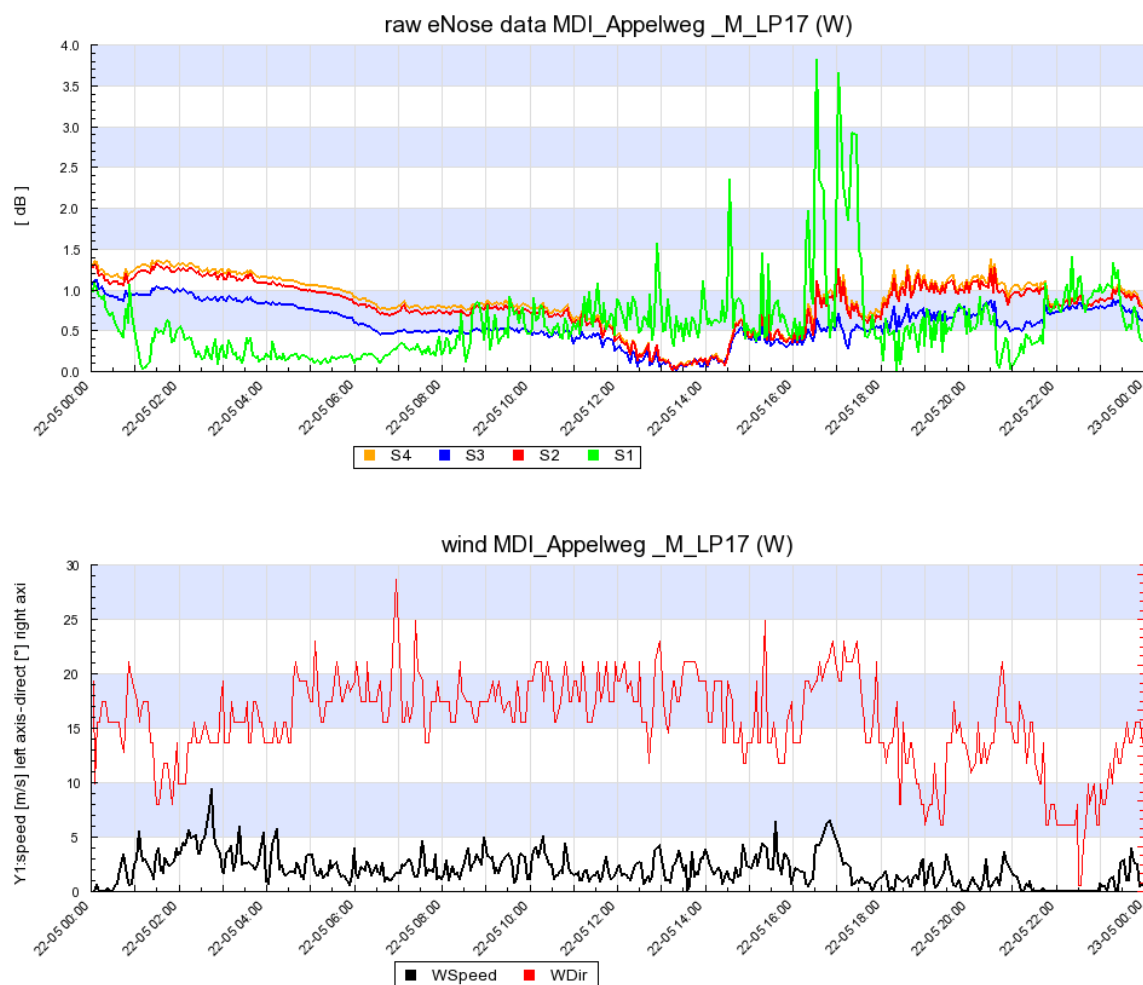
De alarmgrenzen van de eNoses in Moerdijk zijn net zo ingesteld als in de regio Rijnmond. Daar is in de afgelopen jaren gezocht naar een balans tussen alarmering en positieve, fout-positieve en fout-negatieve resultaten. Een positief resultaat is een gebeurtenis waarbij een correlatie tussen klachten en eNose alarm bestaat. Fout-positief is wel een eNose alarm, maar geen klacht. Fout-negatief is wel een klacht, maar geen eNose alarm.

In 2015 wordt verder onderzoek gedaan tussen de klachten en de eNose signalen om de alarminstellingen verder te optimaliseren.

De alarminstellingen van de eNose netwerken van Moerdijk en de regio Rijnmond zijn gelijk. Aanbevolen wordt om nader te onderzoeken of de relatie tussen eNose waarnemingen en de gerapporteerde geurklachten van beide netwerken vergelijkbaar zijn. De onderliggende reden hiervoor is dat in de regio Rijnmond meer eNoses staan opgesteld in de gebouwde omgeving dan in de omliggende woonkernen van industriegebied Moerdijk. Dit vergroot de vergelijkbaarheid van de eNose met menselijke geuroverlast.

5. Windrozen

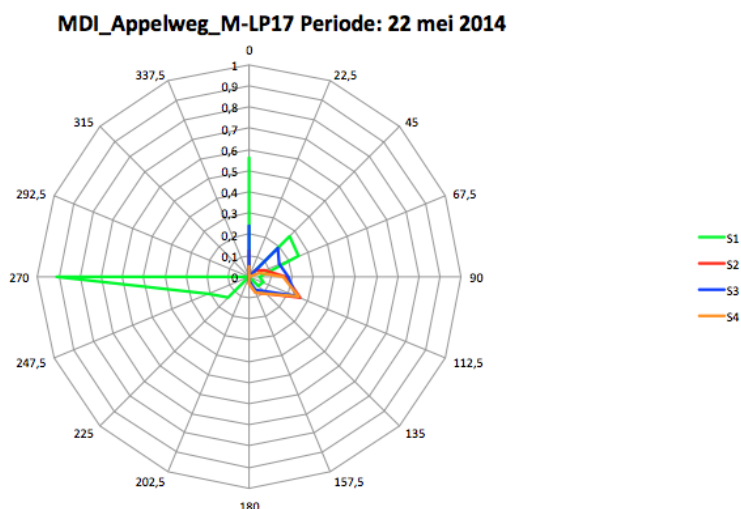
Tot nu toe zijn de eNose data vooral beschouwd als functie van de tijd. Elke minuut worden de vier sensorsignalen vastgelegd. In het eNose netwerk is ook een aantal eNoses voorzien van een windvaan. Hiermee worden de windsnelheid en –richting gemeten. Het vergelijken van de sensorsignalen van de eNoses in relatie met de windrichting is geschikt voor het traceren van specifieke emissiebronnen.



Bovenstaande grafieken tonen de waarnemingen van de eNose die aan een lantaarnpaal op de Appelweg is gemonteerd. Dit is een van de eNoses die van een windvaan is voorzien. De rode lijn in de onderste grafiek is de windrichting in graden van deze windvaan.

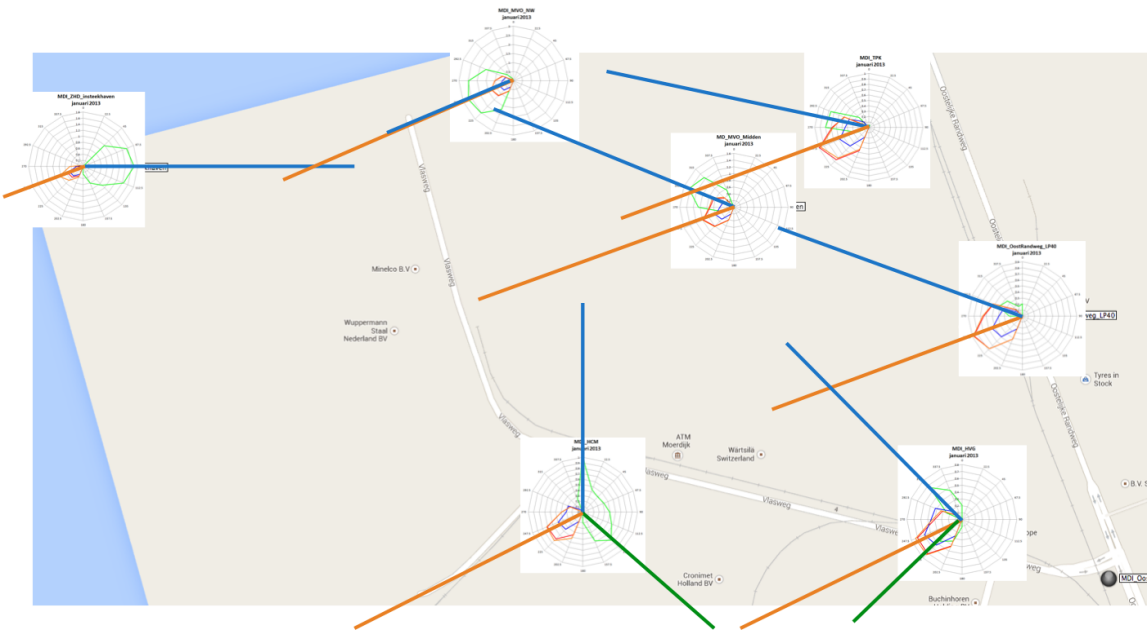
Uit de eNose data volgt dat er tussen 16:00 en 18:00 uur een aantal anomalieën is geregistreerd. Uit de registraties van de windvaan volgt dat de wind in deze periode uit westelijke en zuidwestelijke richting kwam. Dit betekent dus dat de eNose een pluim waarnam die is geëmitteerd uit een bron in westelijk tot zuidwestelijke richting ten opzichte van deze eNose.

Dit kan grafisch worden weergegeven door het maken van een zogenaamde windroos. Hierbij wordt over de hele periode de eNose uitslag per windhoek bepaald. Onderstaande figuur toont de windroos van deze eNose van 22 mei 2014.

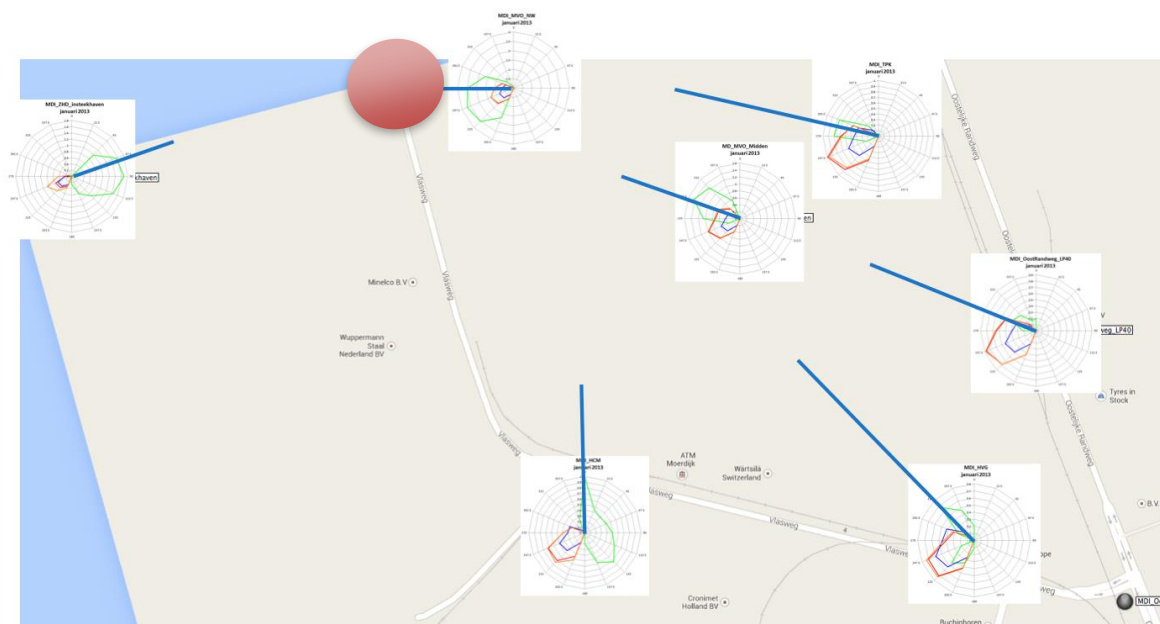


Uit de windroos volgt dat deze eNose op deze dag reageert op emissies uit verschillende richtingen.

Wat verder opvalt is dat de vorm van de pieken in de diverse richtingen anders is. Dit betekent dat de eNose reageert op emissies met een andere gassamenstelling. Met andere woorden, de fingerprint van de eNose voor het gasmengsel uit een bron ten noordoosten (45-67.5°) van deze eNose is anders dan de fingerprint van de eNose voor het gasmengsel uit een bron ten zuidoosten (112.5°) en weer anders dan die van de bron ten westen (270°) van de eNose.



De blauwe lijnen wijzen naar brongebieden die zich mogelijk aan de noordzijde van het ATM terrein bevinden. N.B. het rood omcirkelde is het vermoedelijke brongebied.

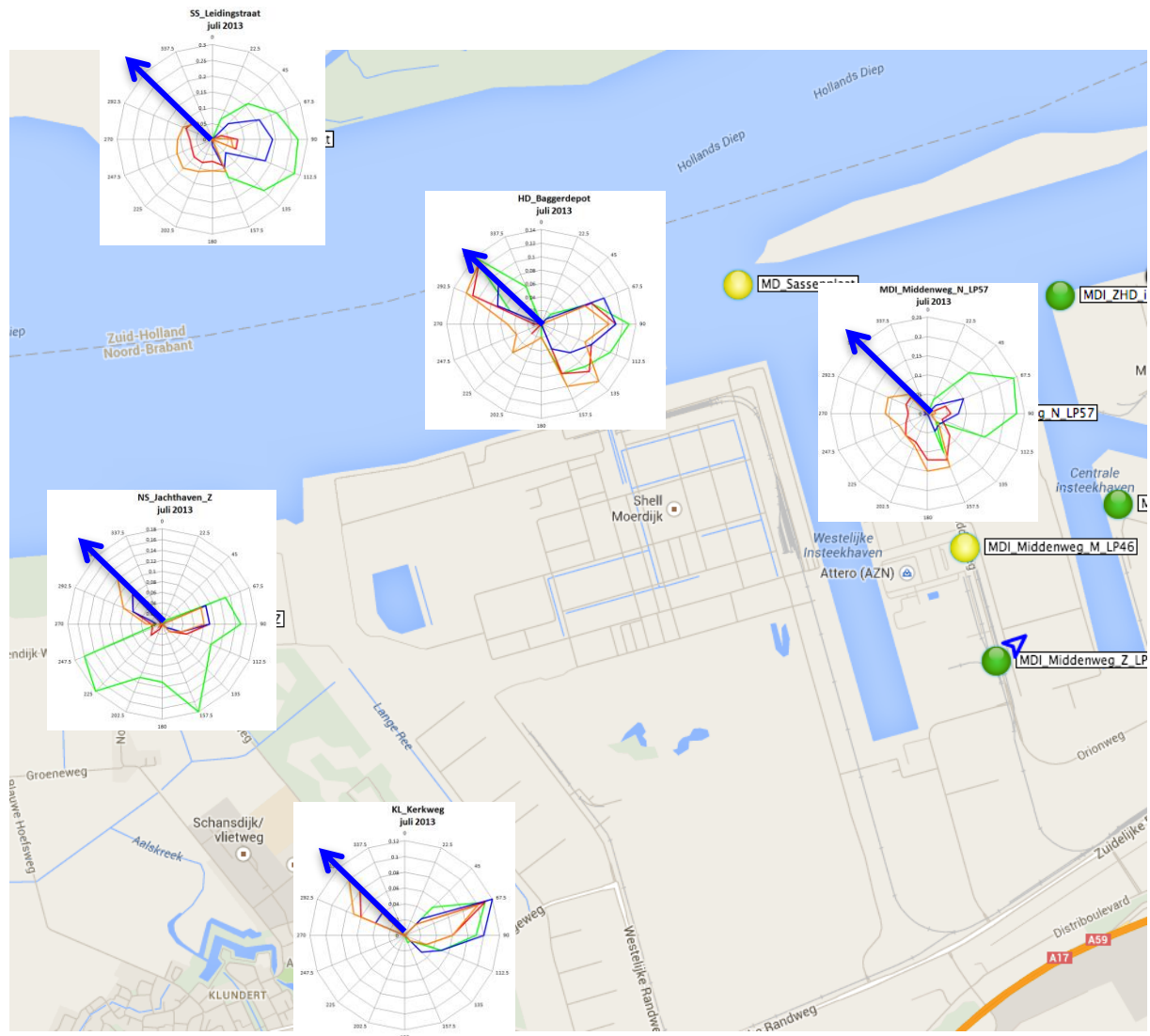


Resultaat: ATM installeert zelf eNose op het terrein.

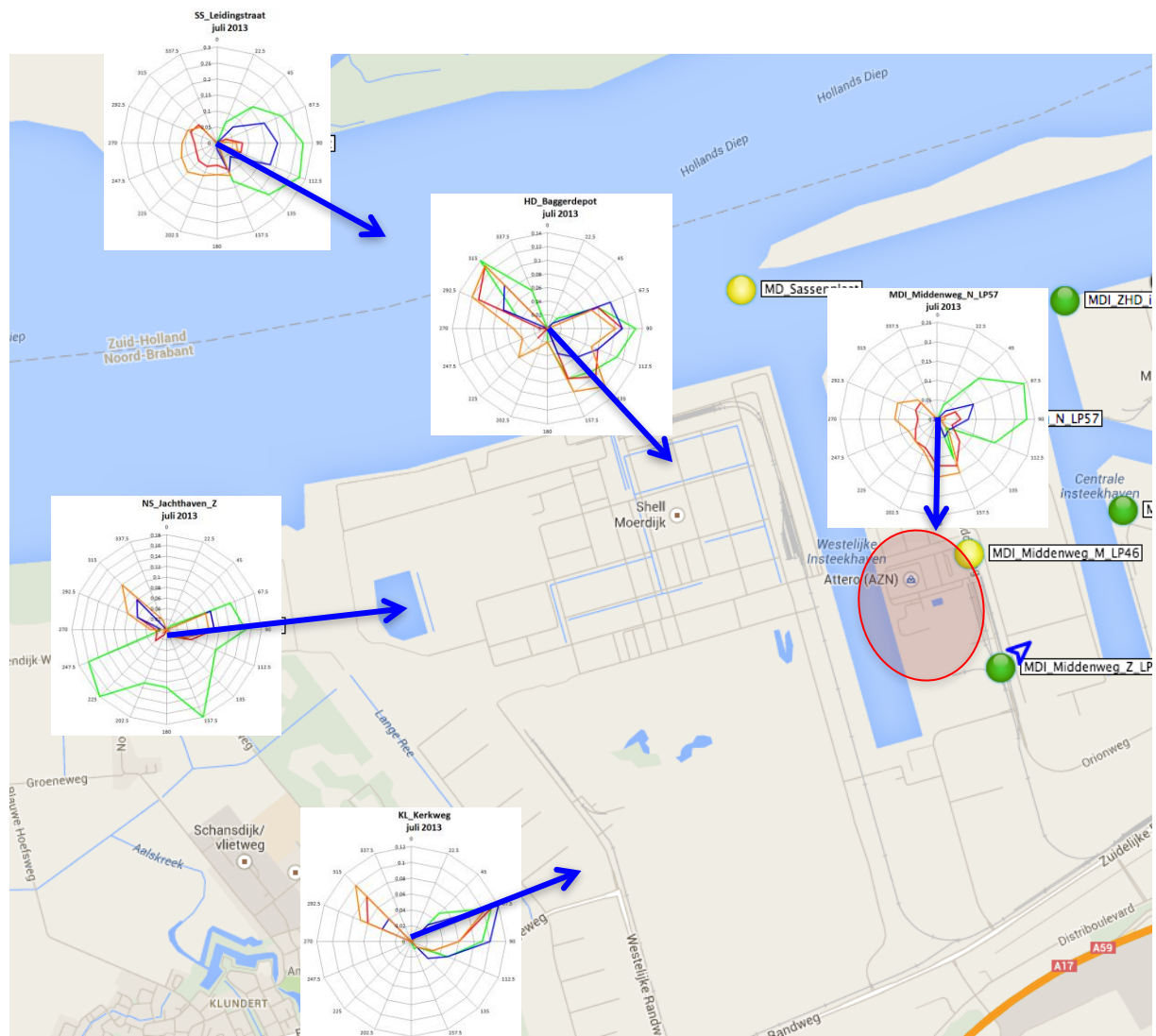
Deze eNoses zijn begin mei 2014 geplaatst in het vermeende brongebied. De waarnemingen van de eNoses worden real-time weergegeven in de controlekamer van ATM. De komende maanden wordt de instelling van de alarmgrenzen geoptimaliseerd zodat de operators beter kunnen anticiperen op gebeurtenissen die kunnen leiden tot piekconcentraties en geuroverlast.

Overige windrozen

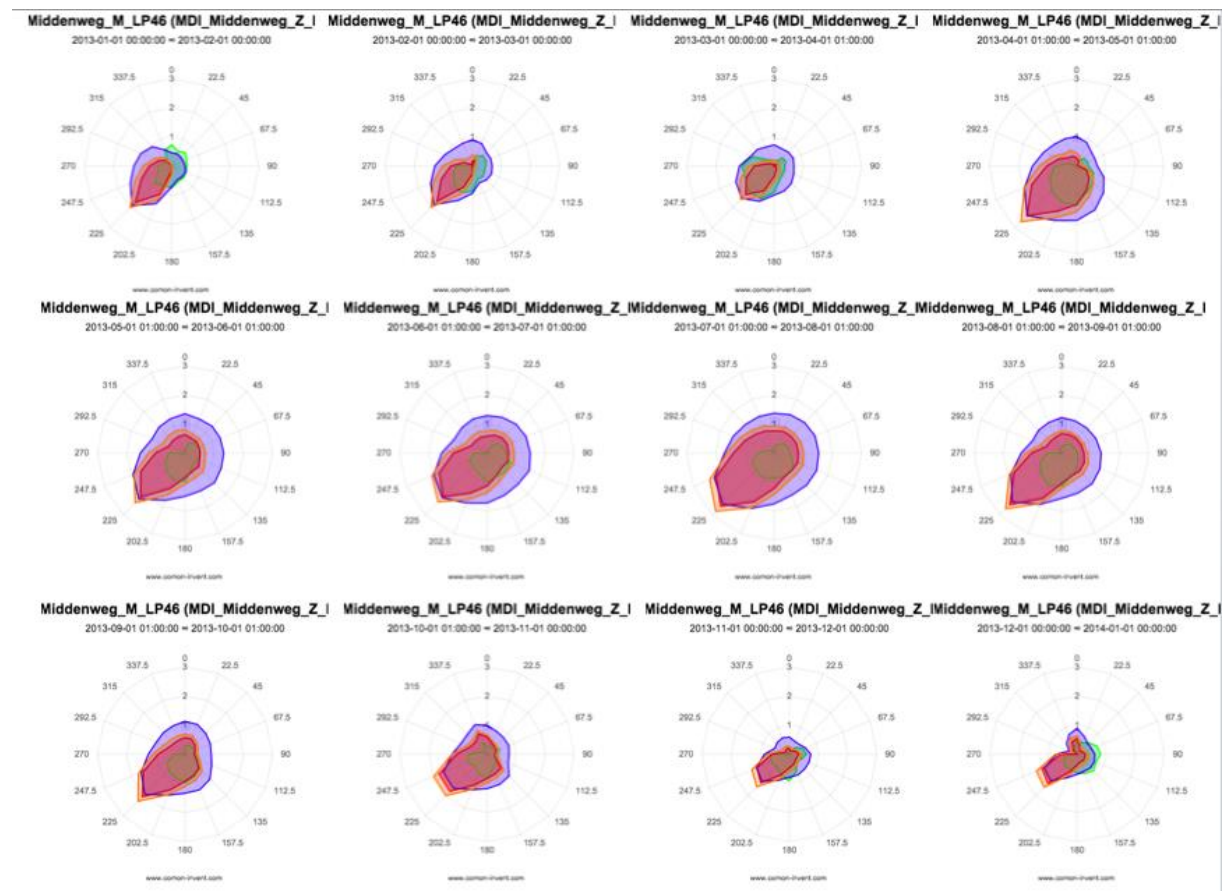
Onderstaande afbeelding toont een aantal windrozen over de periode juli 2013. De keuze voor juli 2013 is willekeurig gekozen. De windrozen in de overige maanden geven een soortgelijk beeld. Ter illustratie van het principe wordt hier het beeld van 1 maand weergegeven. Het betreft de drie eNoses aan de westzijde van het industriegebied Moerdijk, de eNose op het baggerdepot en aan de Middenweg-Noord. De pieken met de blauwe pijlen wijzen in noordwestelijke richting. Deze pijlen wijzen in de richting van de regio Rijnmond. Dit is een indicatie dat de eNoses ook sporen detecteren vanuit die richting.



De eNoses reageren ook duidelijk op een bron in de buurt van Attero aan de Middenweg. In de windrozen van de eNoses nabij ATM zijn ook aanwijzingen gevonden die duiden op deze bron. Het betreft die pieken met de oranje loodlijnen zoals weergegeven op pagina 30.



Uit de waarnemingen van een naburige eNose op de Middenweg kan worden opgemaakt dat dit een persistente emissiebron betreft. Dit wordt onderbouwd door onderstaande afbeeldingen van de windrozen in 2013 per maand van de eNose MDI_Middenweg_M_LP46. Het is niet uit te sluiten dat deze bron ook bijdraagt aan geurhinder in de omgeving. Geadviseerd wordt om dit nader te onderzoeken.



6. eNose en benzeen

In hoofdstuk 1 is beschreven dat de eNose **kwalitatieve** informatie geeft over veranderingen van de lucht in een brede zin. Om de luchtkwaliteit op een bepaalde locatie te kunnen vergelijken met andere locaties wordt doorgaans de concentratie van een aantal stoffen als referentie genomen. Deze referentiestoffen worden **kwantitatief** gemeten. Op die manier kan bijvoorbeeld een uitspraak worden gedaan over de jaargemiddelde benzeenconcentratie in Moerdijk en kan deze worden vergeleken met gemeten benzeenconcentraties in andere regio's.

eNoses zijn geen vervanging van, maar een toevoeging aan de kwantitatieve luchtmetingen. De provincie Noord-Brabant heeft hierover een duidelijke Internet publicatie uitgegeven waarin een goede indruk van de toepasbaarheid van de eNose bij luchtkwaliteit monitoring wordt gegeven.

Verder wordt in het artikel opgemerkt dat in de loop van 2012 tot juni 2013 de benzeenmonitoring is uitgevoerd door Bureau milieumetingen van de Provincie Noord-Brabant en vervolgens door Team Metingen en Onderzoek van de OMWB. Naast luchtmetingen met als doel de invloed van industriegebied Moerdijk op de luchtkwaliteit te bepalen, worden ook elders in de Provincie Noord-Brabant luchtmetingen verricht om de invloed van onder andere het industriegebied Antwerpen en Eindhoven Airport op de luchtkwaliteit te monitoren. Uit de analyse rapporten van de Provincie Noord-Brabant blijkt dat in 2012 de invloed gelijk gebleven is in vergelijking tot voorgaande jaren. In de rapporten zijn de concentraties van de stikstofdioxide (NO₂), fijnstof (PM₁₀) en benzeen geanalyseerd.

Bijlage A is een verslag van het onderzoek waarbij de eNose data zijn vergeleken met pieken in de benzeenconcentratie gemeten door de vaste luchtmeetstations van de OMWB in Klundert en Moerdijk Dorp. Hetzelfde is gebeurd voor de benzeenpieken die werden geregistreerd door een tijdelijk meetstation van de DCMR die in opdracht van de gemeente Strijen tussen 25 juli 2013 en 6 februari 2014 stond opgesteld op de Havenstraat in Strijensas. In de buurt van deze drie luchtmeetstations staan eNoses opgesteld waarvan de response tijdens piekconcentraties is geregistreerd. Onderhavige luchtmeetstations zijn bedoeld voor het registreren van de benzeenconcentraties in de gebouwde omgeving.

Uit dit onderzoek is gebleken dat in de periode tussen 25 juli 2013 en 6 februari 2014 in Strijensas 3 benzeenpieken (>20 ug/m³) zijn gemeten. In dezelfde periode zijn door de luchtmeetstations in Klundert eveneens 3 en in Moerdijk Dorp 13 benzeenpieken met een uurgemiddeldewaarde >20 ug/m³ gemeten. Voor het onderzoeken van de oorzaak van de benzeenpieken in Strijensas is gebruik gemaakt van eNose en AIS data. In twee van de drie voorvallen is het plausibel dat de verhoogde benzeenconcentratie kan worden toegeschreven aan een scheepsontgassing op de vaarweg Hollands Diep. De benzeenpieken op de luchtmeetstations in Klundert en Moerdijk Dorp zijn op dezelfde wijze onderzocht. De resultaten van de benzeenpiekonderzoeken in Klundert tonen aan dat het aannemelijk is dat 1 voorval hoogstwaarschijnlijk wordt veroorzaakt door een brongebied ten zuidwesten van Klundert. Het is plausibel dat de 2 andere voorvallen kunnen worden toegeschreven aan scheepsontgassing op de vaarweg Hollands Diep. Van de 13 benzeenpieken die in deze periode zijn gemeten door het luchtmeetstation in Moerdijk Dorp is aannemelijk dat 8 benzeenpieken zijn veroorzaakt door scheepsontgassing op de vaarweg Hollands Diep. Bij 3 van deze 13 benzeenpieken is een vermoedelijk brongebied gelegen in het noordoostelijke deel van het industriegebied Moerdijk. Bij de overige 2 benzeenpieken is een brongebied moeilijk of niet vast te stellen. Deze onderzoeken worden in Bijlage A nader toegelicht.

Tijdelijke luchtmeetstations op het industriegebied

Naast het eNose project Moerdijk 2013/2014 heeft de Provincie Noord-Brabant ook negen luchtmeetstations opgesteld in het Industriegebied Moerdijk. Bij 8 van deze meetstations staat ook een eNose opgesteld.

Een korte analyse van een opvallende gebeurtenis in het tijdvak dat de tijdelijke luchtmeetstations stonden opgesteld is nader uitgewerkt en weergegeven in Bijlage B.

7. Conclusies

Resultaten van het onderzoek

De resultaten van het onderzoek tonen aan dat:

1. de eNoses reageren op emissiebronnen op het Industriegebied Moerdijk;
2. de eNoses reageren op emissiebronnen vanuit buiten het industriegebied Moerdijk;
3. de eNoses reageren op (benzeenrijke) scheepsontgassing;en;
4. de veldonderzoeken met de mobiele eNose een goede overeenkomst tonen met de zintuiglijke geurwaarneming;
5. de resultaten bijdragen aan het vinden van overeenkomsten van de eNose waarnemingen met meetresultaten van het bestaande luchtmeetnetwerk en met klachten uit het dorp/industrieterrein Moerdijk.
6. de eNoses in Moerdijk Dorp reageren tijdens klachtensituaties. Echter, in veel gevallen lijken de eNoses een slechts beperkte verhoging te registreren. Dit betekent dat de kleur van de eNoses in Moerdijk dikwijls groen blijven tijdens klachtensituaties. Dit is een opvallend verschil met de situatie in de regio Rijnmond. Omdat de grenswaarden voor de verkleuringen van de eNoses zijn gebaseerd op de situatie in de regio Rijnmond, was een sterkere correlatie tussen de klachten en de eNoses verwacht. Omdat er geen aanwijzingen zijn dat er technische oorzaken zijn waarom de eNoses zich anders gedragen, is nader onderzoek wenselijk om de verschillen te verklaren;
7. de eNoses in Moerdijk Dorp iets gevoeliger zouden kunnen worden afgesteld. In deze omgeving wordt wellicht bij lagere concentraties geklaagd dan in referentiegebieden. Dit betekent dan wel dat het aantal valse alarmen toeneemt. Het plaatsen van eNoses dichtbij de brongebieden op het Industrieterrein lijkt geschikter;
8. voor een optimale implementatie van het eNose netwerk een koppeling met een 24/7 operationele meldkamer gewenst is.

Meerwaarde eNose

De resultaten tonen de volgende meerwaarde van een eNose netwerk in Moerdijk:

1. Dient als online detectie systeem (early warning) op basis waarvan vroegtijdig actie kan worden ondernomen bij situaties met kans op geurhinder of een ander aan gas gerelateerd risico;
2. Emissiebronnen in- of uitsluiten (is alleen mogelijk wanneer de bron is omzoomd door eNoses);
3. Overzicht van alle verkleuringen van eNoses in een gebied, waardoor de beweging van een voorval of incident is te volgen;
4. Vroegtijdig opsporen van emissiebronnen;
5. Door fingerprints snel de aard van de gebeurtenis achterhalen (in ontwikkeling);
6. Door de vorm van de piek en de windrichting en AIS data kan beoordeeld worden of er sprake is van een ontgassend schip of een andere emissiebron;

7. De situatie van 1 december 2013 toont aan dat de klachten aanlevering belangrijk is en wordt. De alarmen van de eNoses zouden direct opgevolgd moeten worden zodat ingespeeld kan worden bij te verwachten klachten.
8. De projectgroep heeft vastgesteld dat door het ontbreken van een 24/7 meldkamer een is de meerwaarde van het eNose systeem als early warning systeem onvoldoende is. Momenteel wordt de dienstdoende OMWB medewerker via SMS en e-mail geïnformeerd zodra een of meerdere eNoses 'in alarm' gaan. De eNoses worden nu dus reactief gebruikt, terwijl de eNoses juist geschikt zijn proactief.
9. ATM heeft in 2014 ook een drietal eNoses aangeschaft. Deze eNoses worden samen met de overige eNose online gepresenteerd op een computerscherm in de controlekamer van het bedrijf. De operators anticiperen op de eNose signaleringen. Bij ATM wordt de proactieve functionaliteit wel benut.

BIJLAGE A – Verslag correlatieonderzoek eNose en benzeenpieken

Informatie over benzeen¹

Wat is benzeen?

Olieproducten zoals benzine en diesel zijn een mengsel van vele koolwaterstoffen. Benzeen is ook een koolwaterstof. In veel olieproducten zit een geringe hoeveelheid benzeen. Tijdens het produceren en verbruiken van olieproducten kan een deel verdampen. Dit betekent dat damp van benzeenhoudende producten ook een bepaalde concentratie benzeen bevat. Tijdens het tanken van de auto of via uitlaatgassen kan er benzeen in de lucht komen. In de industrie komt de stof onder andere vrij bij de op- en overslag van olieproducten.

Zit er benzeen in de lucht?

Door het gebruik van benzeenhoudende producten, waaronder diesel en benzine, is er in de buitenlucht altijd een kleine hoeveelheid benzeen aanwezig. De achtergrondconcentratie is in Nederland ongeveer 1 tot 4 microgram/m³ (microgram per kubieke meter lucht). Door bijvoorbeeld de aanwezigheid van industrie, druk verkeer, of ontgassende tankschepen, kan de hoeveelheid benzeen in de lucht in bepaalde gebieden soms hoger zijn dan deze gemiddelde achtergrondconcentratie.

Hoe wordt de aanwezigheid van benzeen in de lucht gemeten?

In Nederland is een Luchtmeetnet met GC-analyzers operationeel die continue een reeks metingen produceren. De meetwaarden van deze analyzers zijn de gemiddelde waarden over een uur berekend (uurgemiddelde waarde). Uit de metingen blijkt dat er soms verhoogde concentraties benzeen in de buitenlucht aanwezig zijn. Dit kun je zien aan de pieken in de uurgemiddelde grafieken op het Luchtmeetnet. Ondanks deze pieken blijven de gemeten benzeenconcentraties onder de maximale wettelijke grens. De wettelijke grenswaarde voor de gemiddelde benzeenconcentratie over een jaar gemeten (jaargemiddelde waarde) is 5 microgram/m³ (microgram per kubieke meter lucht). In Nederland is deze norm in de afgelopen jaren nergens overschreden.

Welke verplichting hebben bedrijven die benzeen uitstoten?

Bedrijven hebben voor benzeen een minimalisatieplicht omdat grote hoeveelheden benzeen kankerverwekkend kunnen zijn. De overheid meet daarom hoeveel benzeen er in de lucht is en doet onderzoek naar de mogelijke bronnen. Indien nodig, treedt de overheid handhavend op richting bedrijven waar te veel benzeen vrijkomt. Daarnaast stimuleert de overheid bedrijven om met de best beschikbare technieken benzeenemissies verder te minimaliseren.

Wat zijn de gezondheidseffecten van benzeen?

Het uitgangspunt van de GGD is dat blootstelling aan benzeen zoveel mogelijk voorkomen moet worden, omdat de stof kanker (leukemie) kan veroorzaken. Of je een gezondheidsrisico loopt, hangt echter wel af van de hoogte van de concentratie benzeen in de lucht die je inademt en de blootstellingsduur. Hoe hoger de concentratie en hoe langer de blootstellingsduur, hoe groter de kans is op het krijgen van kanker. De "Toelaatbare Concentratie in de Lucht" (TCL) voor benzeen is door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) vastgesteld op 20 microgram/m³.

¹ Bron: publicatie www.dcmr.nl

Wanneer de algemene bevolking levenslang aan deze waarde wordt blootgesteld, is de kans op het krijgen van kanker door benzeen 1 op de 10.000. Bij een benzeenconcentratie van hoger dan 20 microgram/m³ hoeft er geen gezondheidsrisico te zijn, wanneer de blootstellingsduur kort is. Slechts bij zeer hoge concentraties van meer dan 100.000 microgram/m³ kan een kortdurende blootstelling effecten op de gezondheid hebben, zoals vermoeidheid, hoofdpijn, slaperigheid, duizeligheid of in ernstige gevallen bewusteloosheid.

Het Luchtmeetnet registreert soms een hoge benzeenpiek in de lucht. Is zo'n piek schadelijk voor de gezondheid?

Of je een gezondheidsrisico loopt, hangt af van de hoogte van de concentratie waaraan je blootgesteld wordt en de blootstellingsduur. Kijkend naar de hoogte van de benzeenpieken en de duur van de verhoging (tot ongeveer 200 microgram/m³ gedurende 30 minuten) is het extra risico op het krijgen van kanker hiervan kleiner dan 1 op 100 miljoen. Dit kan als een verwaarloosbaar risico worden beschouwd. Effecten zoals vermoeidheid, hoofdpijn, slaperigheid, duizeligheid of bewusteloosheid treden pas op vanaf concentraties van meer dan 100.000 microgram/m³. Dat is 100.000 keer hoger dan de achtergrondconcentratie in Nederland van 1 tot 4 microgram/m³. De gemeten concentraties liggen daar ver onder. Ze waren ongeveer 30 tot 100 keer hoger dan de achtergrondconcentratie.

Moet ik ramen en deuren sluiten bij een benzeenpiek?

Nee, dat is in de meeste gevallen niet nodig. Het sluiten van ramen en deuren is een maatregel die bijvoorbeeld wel nodig kan zijn bij een ongeval waarbij een grote hoeveelheid benzeen vrij is gekomen. Dan gaat het over concentraties die 100.000 keer hoger zijn dan de achtergrondconcentratie.

Benzeen en stank

Soms bevatten dampen van olieproducten naast koolwaterstoffen ook nare geurstoffen, zoals H₂S dat de geur van rotte eieren heeft of mercaptanen die op een gasachtige lucht lijken. In dat geval kan de damp kan de damp als een hinderlijke olieachtige stank worden ervaren.

Omdat een dergelijke damp soms ook een benzeenconcentratie bevat die ook door het luchtmeetnet wordt gemeten, kan onrust ontstaan. Sommige mensen denken bij elke olieachtige stankgolf automatisch aan blootstelling aan benzeenpiekconcentraties.

Dat is niet noodzakelijkerwijs waar. De benzeenconcentratie in de dampen van olie producten is vaak dusdanig gering dat er nauwelijks een relatie tussen de geur en benzeenconcentratie kan worden gelegd.

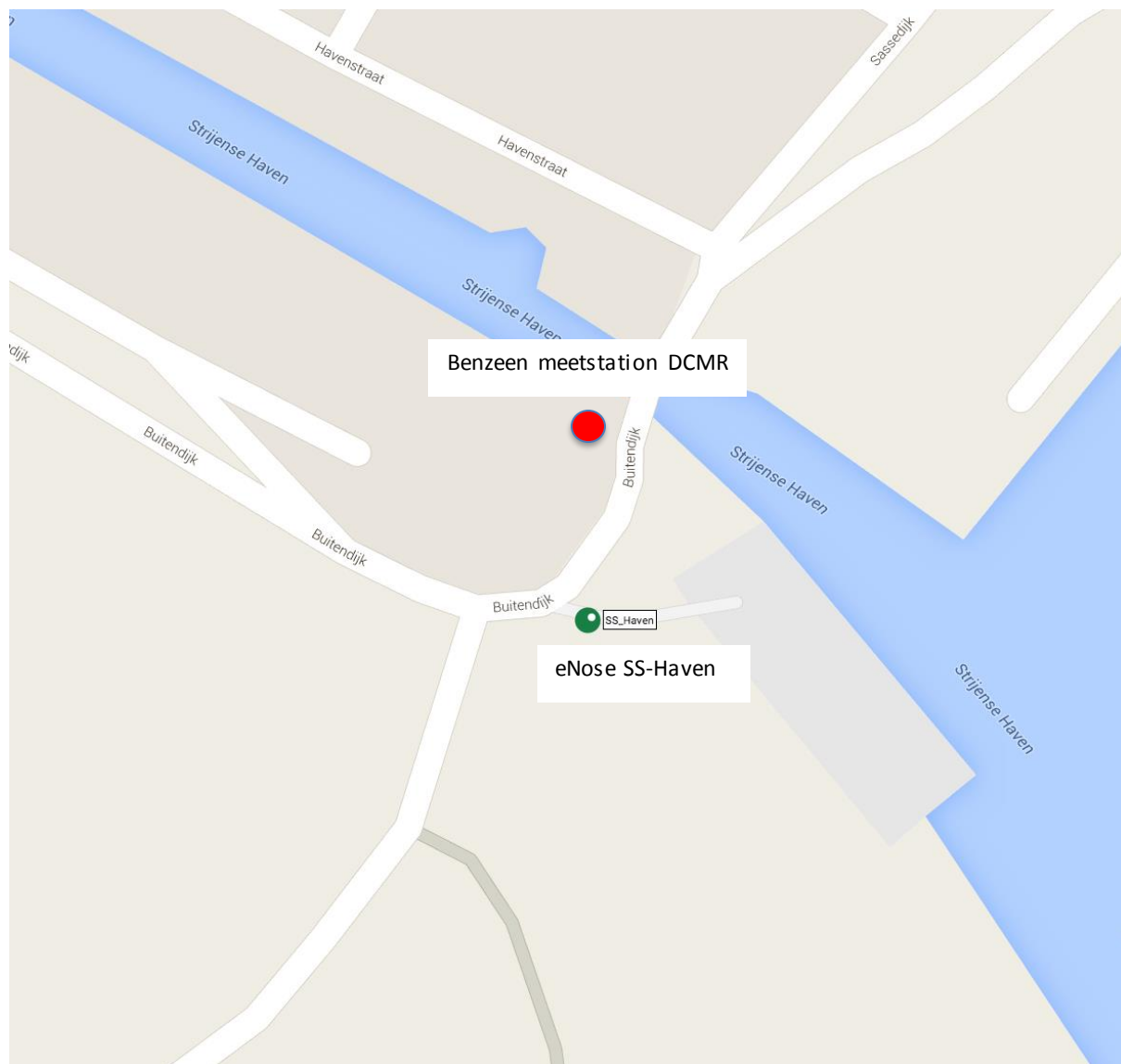
Wat is een piek in benzeenconcentraties?

Er is sprake van een piek in benzeenconcentratie als een meting 10maal hoger is dan de normale benzeenconcentratie. Omdat de normale achtergrondconcentratie is ongeveer 2 microgram per m³ lucht (µg/m³) bedraagt wordt uurgemiddelde benzeenconcentratie boven de 20 µg/m³ als een piek beschouwd.

Correlatieonderzoek eNose en benzeenpieken

Meetcampagne 2013 gemeente Strijen

Op verzoek van het gemeentebestuur van de gemeente Strijen is in de periode tussen 25 juli 2013 en 6 februari 2014 de benzeenconcentratie gemeten met een meetstation dat stond opgesteld aan de Havenstraat te Strijensas. Deze meting werd door de DCMR uitgevoerd. Op ongeveer 60 meter van dit meetstation staat ook een eNose opgesteld. Dit rapport is een verslag van de benzeenmetingen. Gekeken is naar de pieken in de benzeenconcentraties. Tevens is een vergelijking gemaakt tussen de eNose registraties en de pieken in de benzeenconcentraties.



Resultaten meetcampagne Strijensas

De gemiddelde benzeenconcentratie die in deze periode was:	0.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
De maximale piek in de uurgemiddelde benzeenconcentratie bedroeg:	22.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Het aantal pieken (uurgemiddelde > 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) bedroeg:	3

Vergelijking met deze resultaten van andere meetstations

De DCMR meet ook benzeenconcentraties op andere locaties in de regio Rijnmond. Ter illustratie zijn de waarnemingen van meetstations in Maassluis, Schiedam en Hoogvliet hieronder weergegeven.

Aantal benzeenpieken 2010 – 2011

	2010	2011
Maassluis	10	6
Schiedam	2	1
Hoogvliet	7	2

Hoogste uurgemiddelden in microgram per m³ 2010-2011

	2010	2011
Maassluis	43.7 µg/m ³	80.4 µg/m ³
Schiedam	26.7 µg/m ³	32.2 µg/m ³
Hoogvliet	97.0 µg/m ³	35.4 µg/m ³

Een verschil met de meetcampagne in Strijensas is dat hier niet gedurende een heel jaar is gemeten. Voor een betere vergelijking zijn de resultaten van de meetcampagne vergeleken met de metingen van het meetstation in Moerdijk en Klundert over exact dezelfde periode

Aantal benzeenpieken 25-7-2013 t/m 6-2-2014 (uurgemiddelde waarde ≥ 20 µg/m³)

Klundert	3
Moerdijk	13
Strijensas	3

Gemiddelde waarde en hoogste uurgemiddelde waarde 25-7-2013 t/m 6-2-2014

	Gemiddeld	Hoogste uurgemiddelde waarde
Klundert	2.0 µg/m ³	45.3 µg/m ³
Moerdijk	1.3 µg/m ³	55.7 µg/m ³
Strijensas	0.8 µg/m ³	22.7 µg/m ³

eNose-GC relatie en brongebied van de pieken

Hieronder zijn van de voorvallen met benzeenpieken hoger dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verder uitgewerkt. Bestaat er een relatie tussen eNose registraties en de gemeten waarden door de GC? Is de eNose in staat benzeenpieken waar te nemen? Is er aan de hand van deze informatie een mogelijk brongebied aan te wijzen? Hier wordt per voorval op ingegaan.

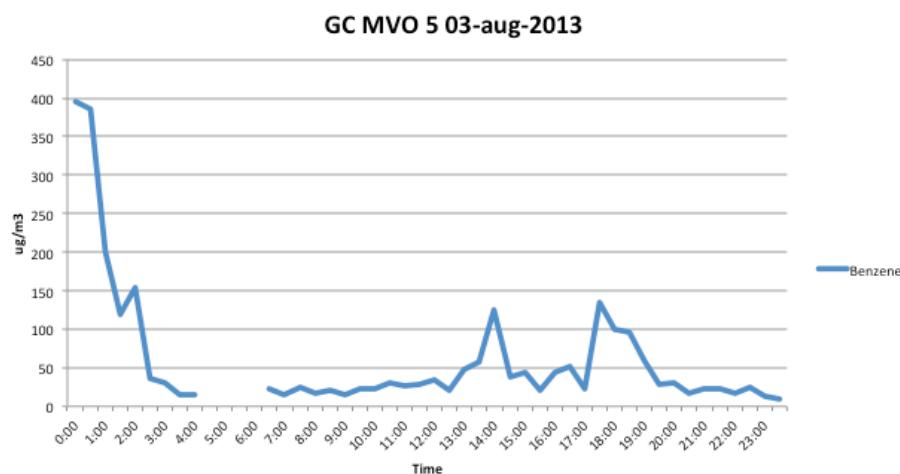
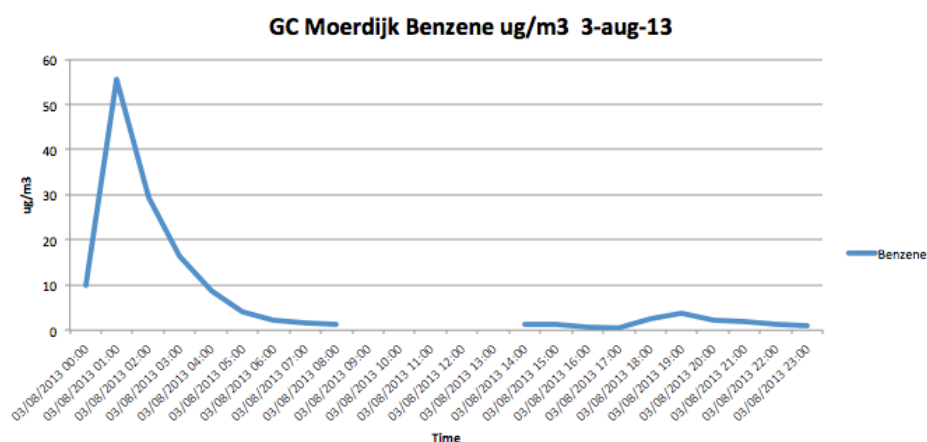
Er moet van te voren worden opgemerkt dat:

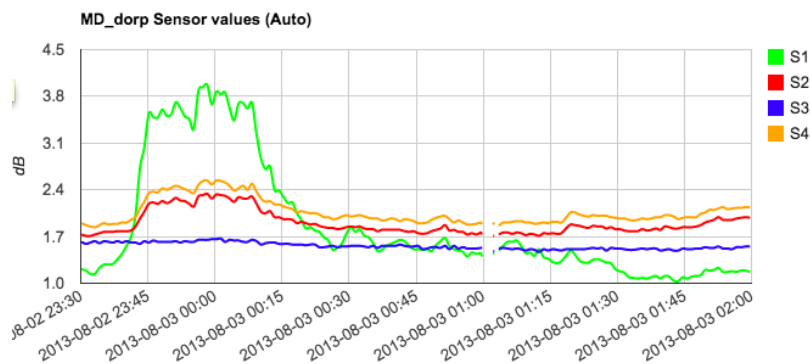
Een benzeenpiek gemeten door de GC met als tijdtabel van bijvoorbeeld 11:00 is geanalyseerd tussen 10:00 en 11:00 en dus bemonsterd tussen 09:00 en 10:00. De tijden zijn altijd in wintertijd. De GC waarde afgelezen uit de grafiek van bijvoorbeeld 11:00 in de winter komt overeen met het gemiddelde tussen kloktijd 09:00 en 10:00. De GC waarde afgelezen uit de grafiek van bijvoorbeeld 11:00 in de zomer komt overeen met het gemiddelde tussen kloktijd 10:00 en 11:00. Met dit tijdsverschil wordt rekening gehouden voor de vergelijking van GC data met eNose data. Verder dient er te worden gekeken naar de afzonderlijke sensor signalen in plaats van de gesommeerde signalen om de benzeenpieken terug te vinden in de eNose registraties.

Relatie tussen benzeenpieken geregistreerd door GC stations Moerdijk, Klundert en Strijensas en eNoses:

3 augustus 2013 (Mogelijke oorzaak – brongebied noordoostelijk deel industriegebied)

Er is een goede relatie tussen GC-Moerdijk metingen en eNose registraties. De 2 benzeenpieken gemeten door de GC-Moerdijk (af te lezen in de grafiek tussen 01:00-02:00) zijn goed terug te vinden in eNose MD_Dorp registraties in het tijdvak 23:30-00:30. De groene sensor (s1) slaat uit naar 4dB wat duidt op dezelfde benzeenpiek als gemeten door de GC-Moerdijk. Ook GC metingen van station Moerdijk MVO 5 op het industriegebied laten dezelfde piek zien. Hier wordt een waarde van $410 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten. Met de heersende westen wind is een mogelijke oorzaak te vinden bij een brongebied op het noordoostelijke deel van het industriegebied.

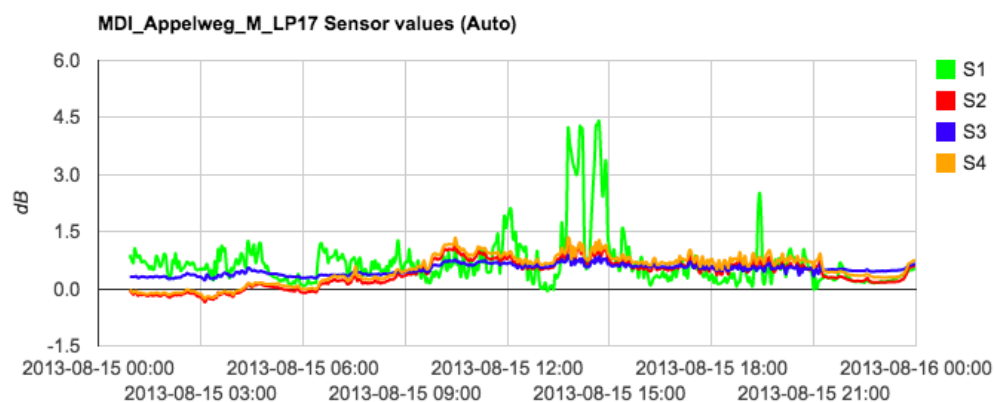
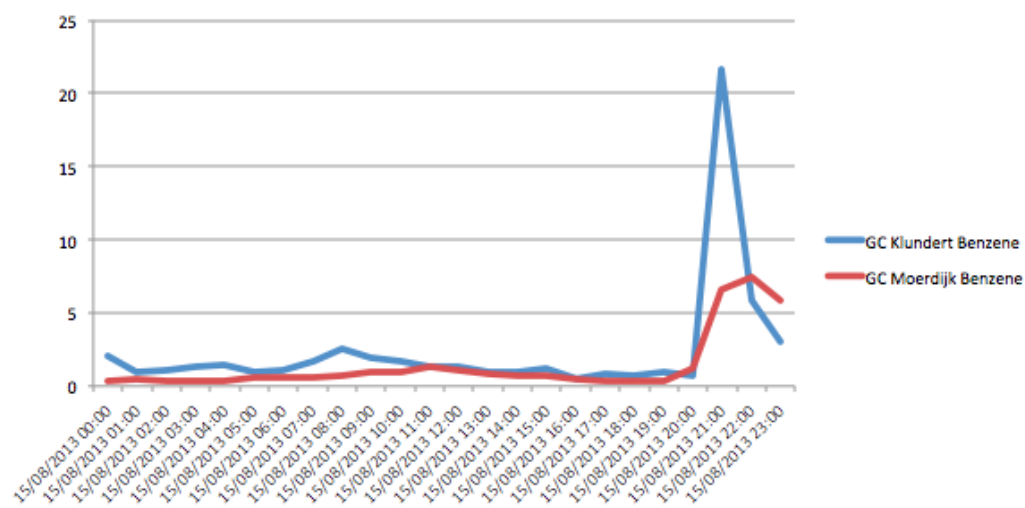


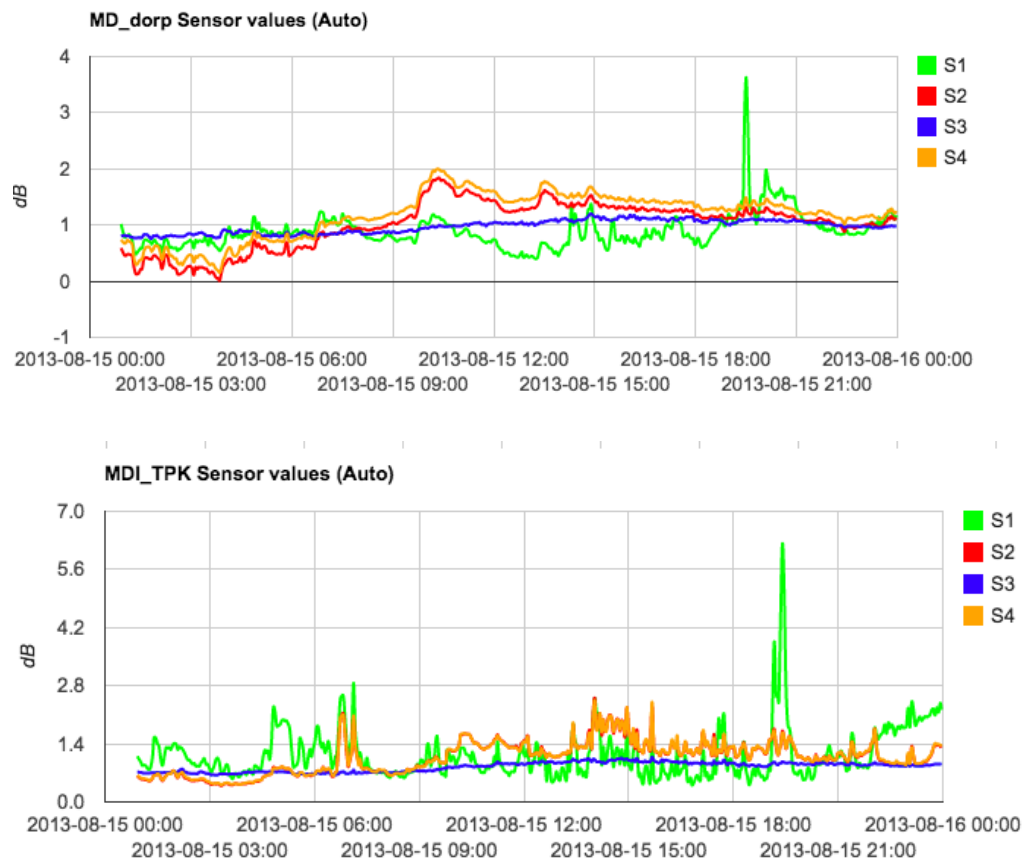


15 augustus 2013 (Mogelijke oorzaak – brongebied ten zuidwesten van Klundert)

Er is nauwelijks een relatie te vinden tussen eNose KL_Kerkweg en de benzeenpiek die door GC Klundert is gemeten. GC Moerdijk registreert ook een benzeenpiek in dit tijdvak. Weliswaar is de piek hier veel lager 7.4 ug/m³. eNoses rondom Moerdijk Dorp registreren wel duidelijke anomalieën die op dezelfde benzeenpiek duiden. Met de heersende windrichting zuidwest is de vermoedelijke oorzaak voor de benzeenpiek te vinden bij een bron buiten het industriegebied Moerdijk. Mogelijk bevindt deze zich ten zuidwesten van Klundert en zich in noordoostelijke richting verplaatst over het industriegebied Moerdijk en Moerdijk Dorp.

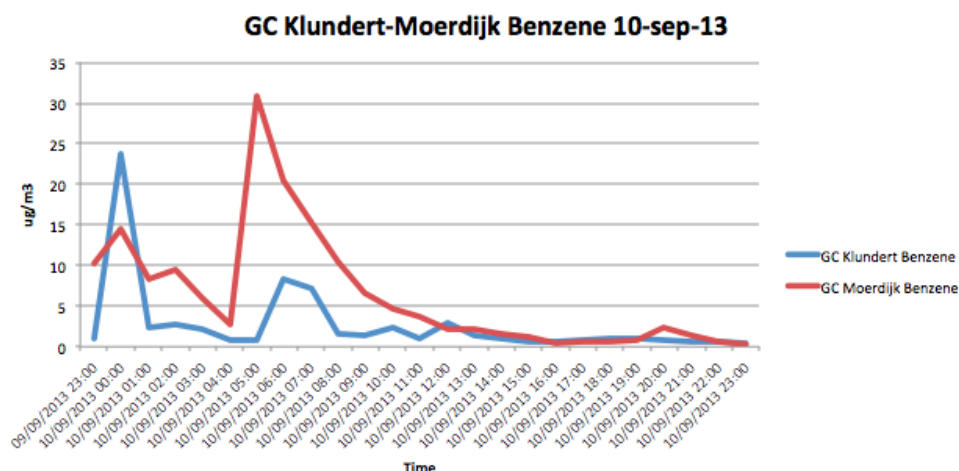
GC Klundert-Moerdijk Benzene ug/m³ 15-aug-13

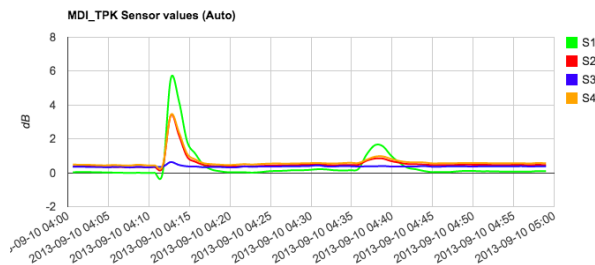
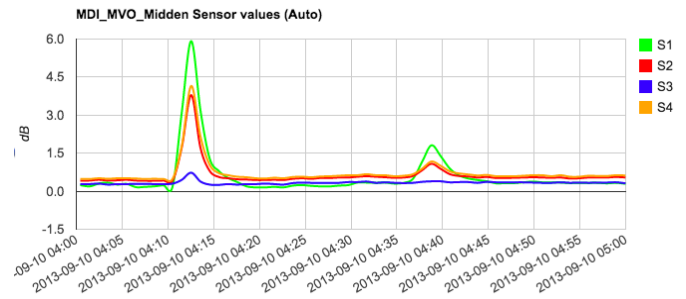
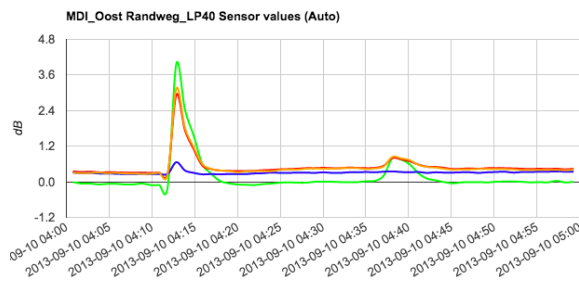




10 september 2013 (Mogelijke oorzaak –ontgassend schip op Hollands Diep)

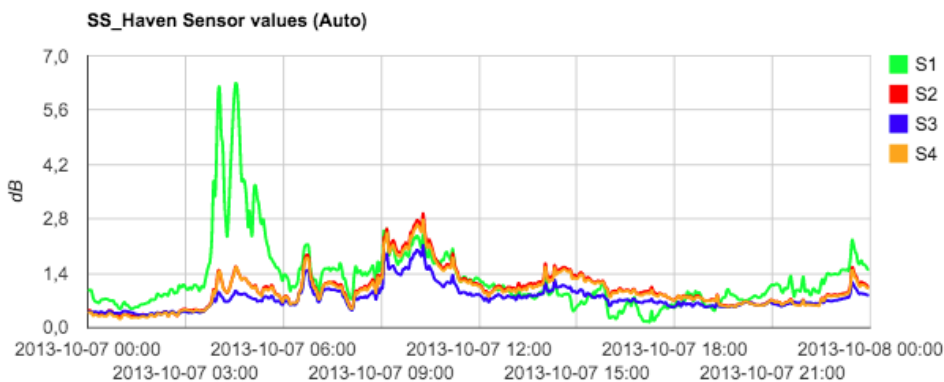
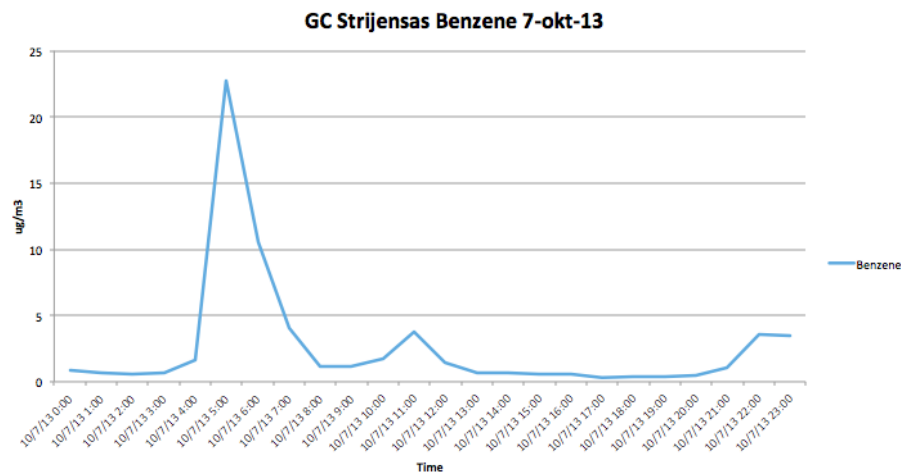
Hier is een duidelijke relatie te vinden tussen eNoses en de GC metingen. De GC piek van 5:00 op meetstation Moerdijk is terug te zien in registraties van eNoses tussen 4:00-5:00. Waarschijnlijk wordt deze piek veroorzaakt door een ontgassend schip varende in oostelijke richting op Hollands Diep. Ditzelfde schip ligt eerder die ochtend aangemeerd bij de aanlegsteiger van Shell Moerdijk. Zodra dit schip vertrekt en in oostelijke richting beweegt constateren GC Moerdijk en de eNoses in die richting de 2e benzeenpiek. Echter is voor de eerste benzeenpiek (in het tijdvak dat het schip nog ligt aangemeerd bij Shell Moerdijk) geen goede relatie te vinden tussen de GC metingen en eNose registraties.

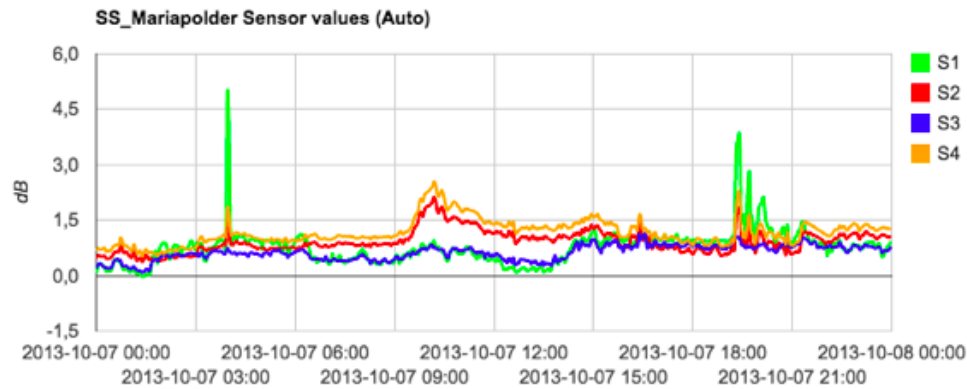




7 oktober 2013(mogelijke oorzaak –ontgassend schip vaarweg Hollands Diep)

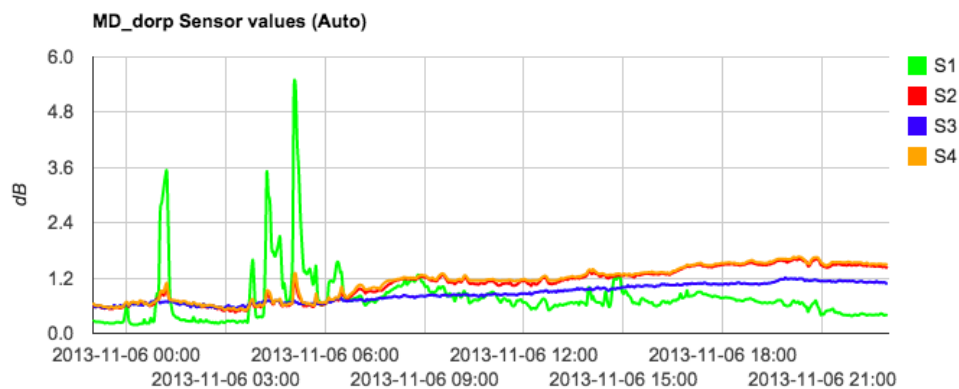
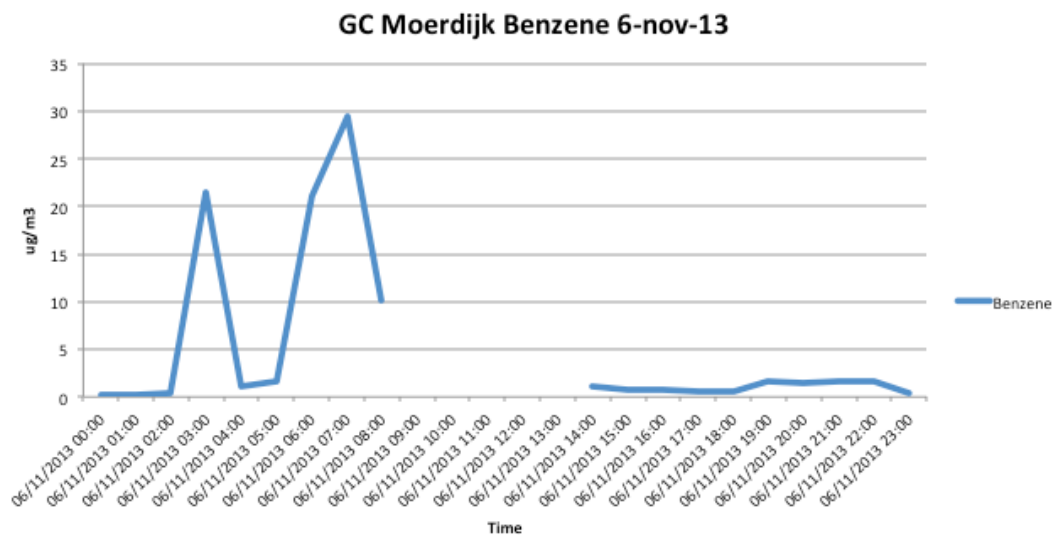
Er is een duidelijke relatie tussen GC metingen en eNose registraties rondom het meetstation in Strijensas. De mogelijke oorzaak van de benzeenpiek lijkt te liggen bij een scheepsontgassing op de vaarweg Hollands Diep. Een schip passeert eerst eNose SS_Mariapolder waar om 3:57 een anomalie wordt waargenomen. Drie minuten later wordt ook bij eNose SS_haven dezelfde anomalie waargenomen. Deze anomalieën corresponderen met de GC piek meting tussen 4:00-5:00.

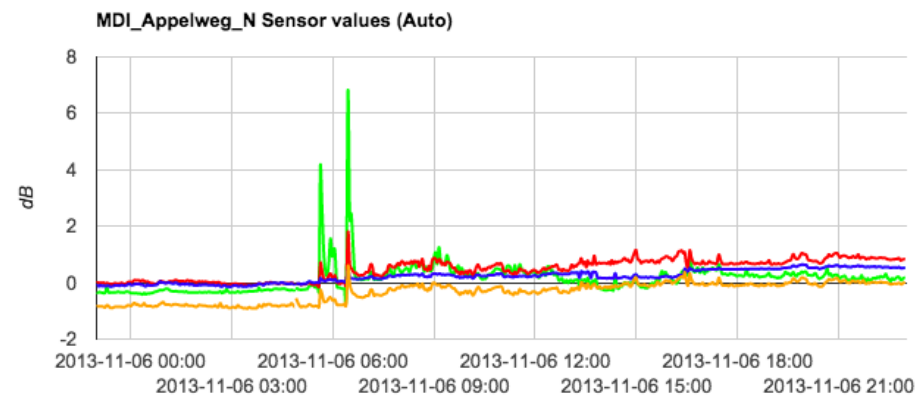
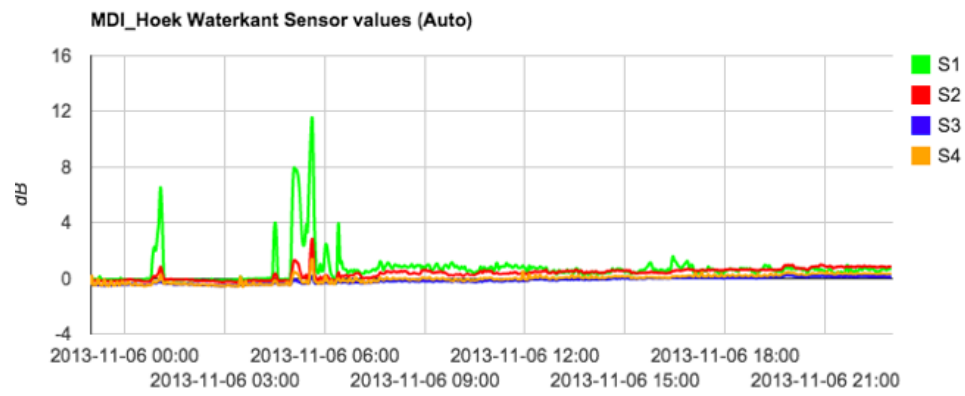




6 november 2013 (mogelijke oorzaak – brongebied Hollands Diep)

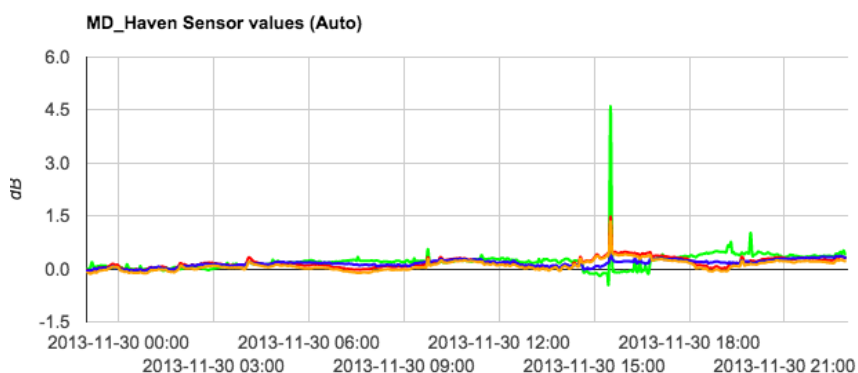
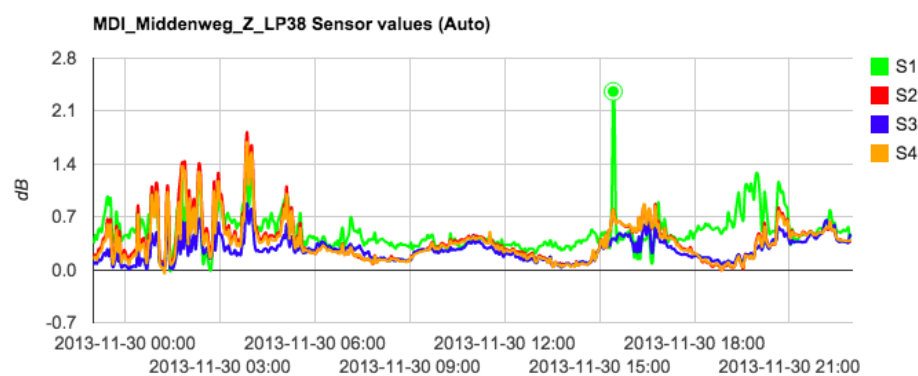
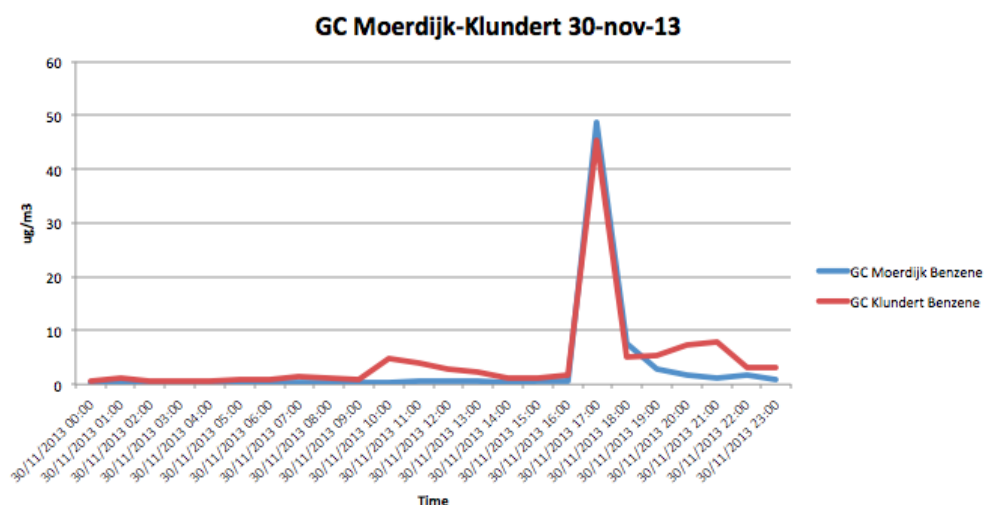
Een goede relatie is te vinden tussen de GC Moerdijk metingen en eNoses in het omliggende gebied. eNose MDI_Hoek Waterkant reageert het sterkst op de benzeenepiek. Hetzelfde patroon is zichtbaar op eNose MD_Dorp en MDI_Appelweg_N. De oorzaak lijkt vermoedelijk te liggen bij een brongebied komend van Hollands Diep. Het gaat hierbij mogelijk om een ontgassend schip dat zich verplaatst in westelijke richting over de vaarweg Hollands Diep.

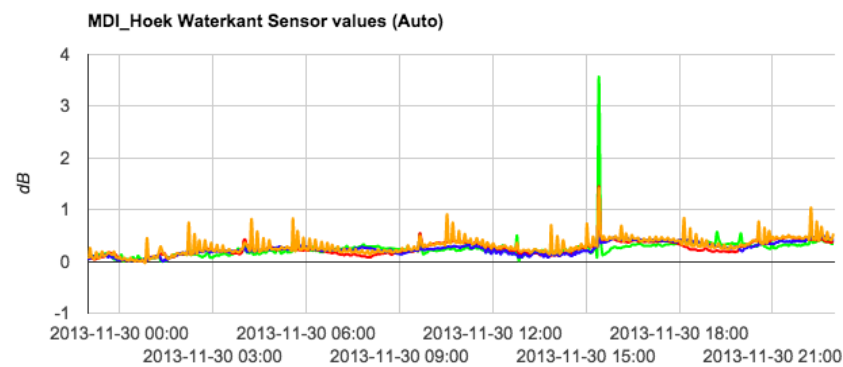
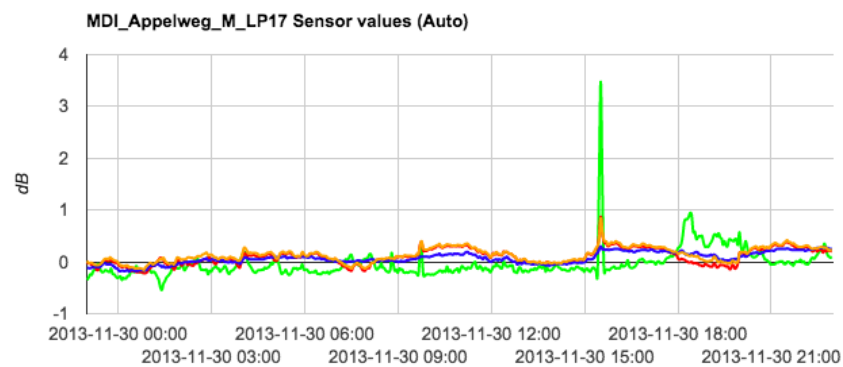
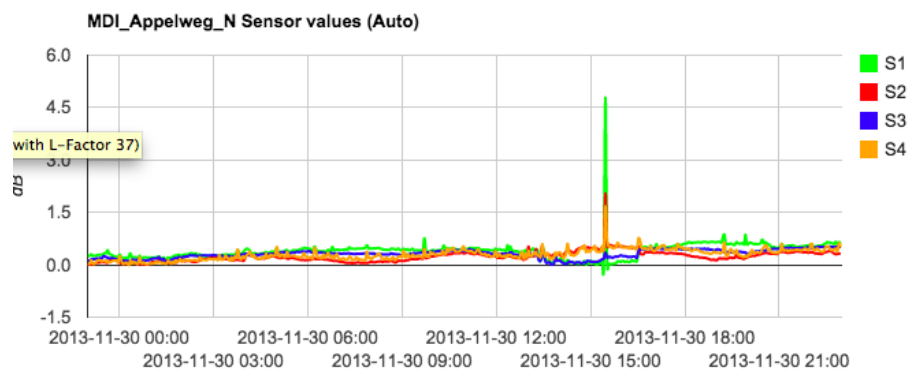




30 november 2013 (Mogelijke oorzaak – ontgassend schip Hollands Diep)

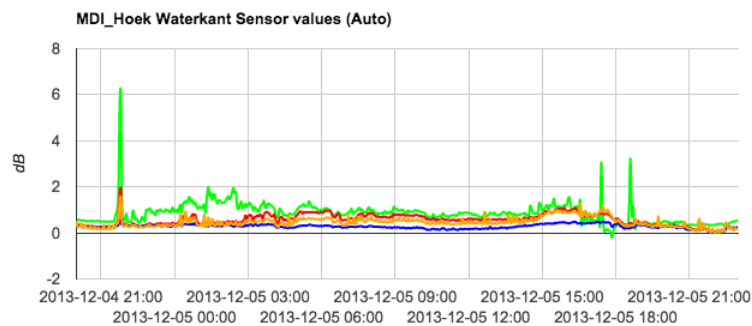
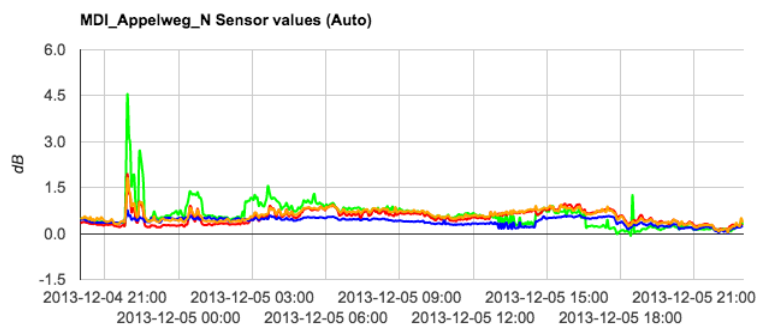
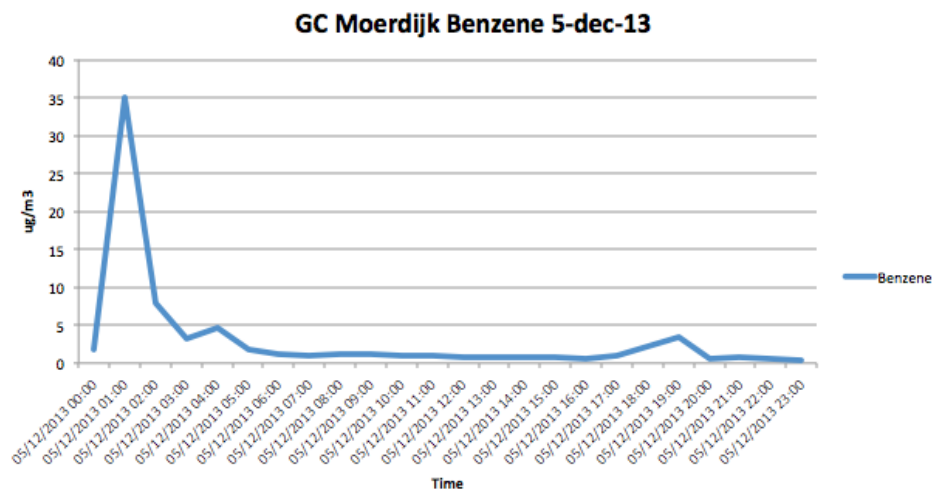
Er zijn geen duidelijke relaties tussen GC Klundert metingen en eNose KL_Kerkweg. Er is wel een duidelijke relatie met MDI_Middenweg_Z. Dezelfde benzeenpiek wordt gemeten door GC Moerdijk. eNoses MD_Haven, MDI_Appelweg_N, MDI_Appelweg_M en MDI_Hoek Waterkant in het omliggende gebied nemen de benzeenpiek goed waar. De waarschijnlijke oorzaak van de waargenomen benzeenpiek lijkt te liggen bij een ontgassend schip varende in oostelijke richting over de vaarweg Hollands Diep.

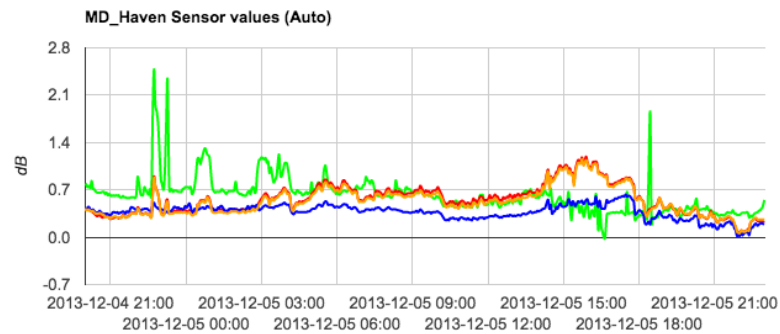




5 december 2013 (Mogelijke oorzaak – brongebied Hollands Diep)

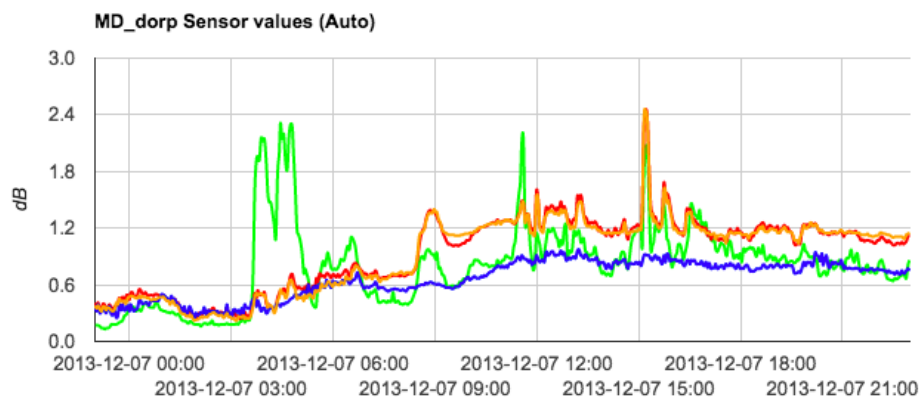
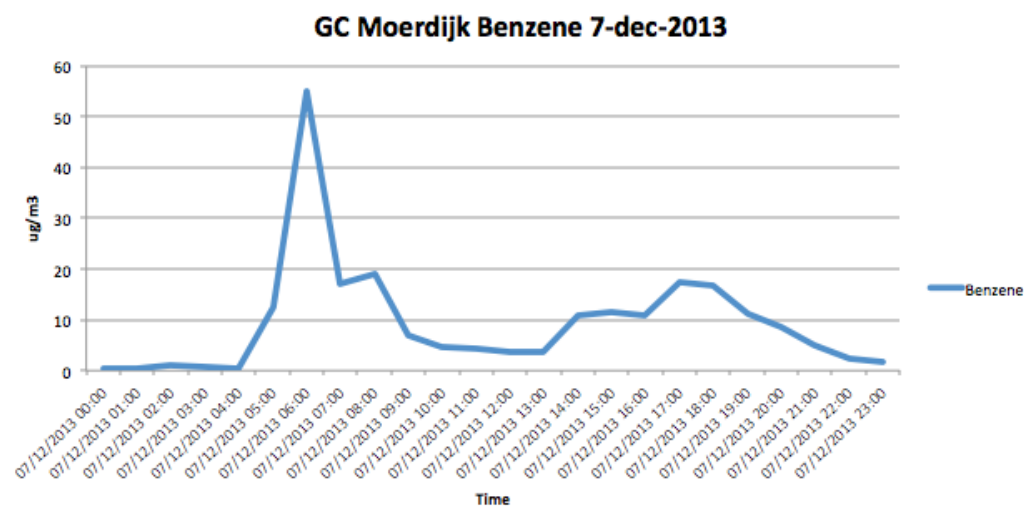
De benzeenpiek die door de GC in Moerdijk tussen 00:00-01:00 wordt geregistreerd is terug te vinden in de eNoses grafieken omstreeks 22:30. Dit toont aan dat er een goede relatie is tussen de GC meting en de eNoses in het omliggende gebied. De eNoses geven aanwijzingen dat de oorzaak van de benzeenpiek kan worden gezocht bij een brongebied uit de richting van Hollands Diep. Mogelijk een ontgassend schip varende in oostelijke richting langs het industriegebied Moerdijk en Moerdijk Dorp.





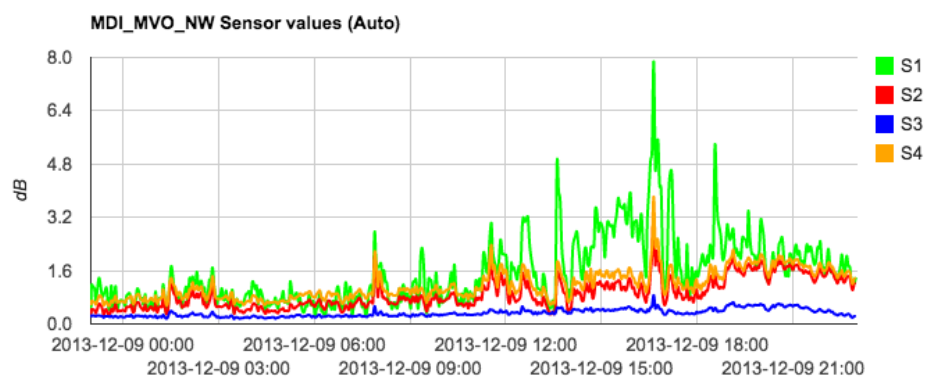
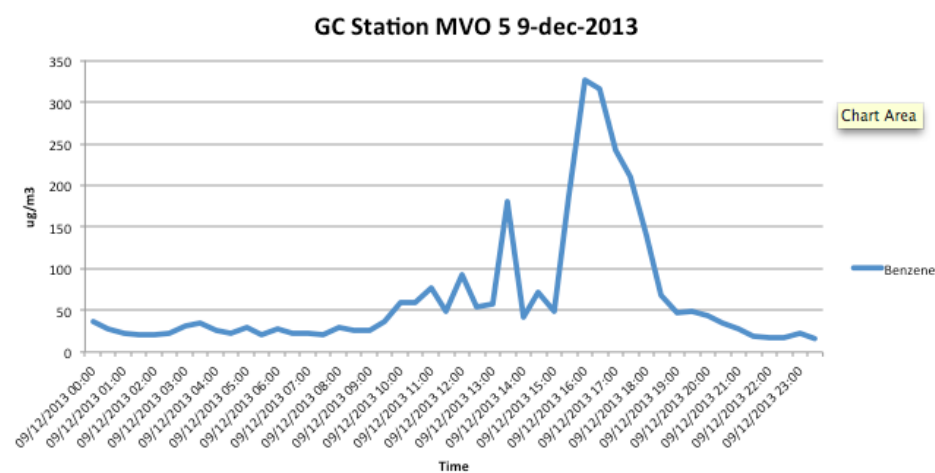
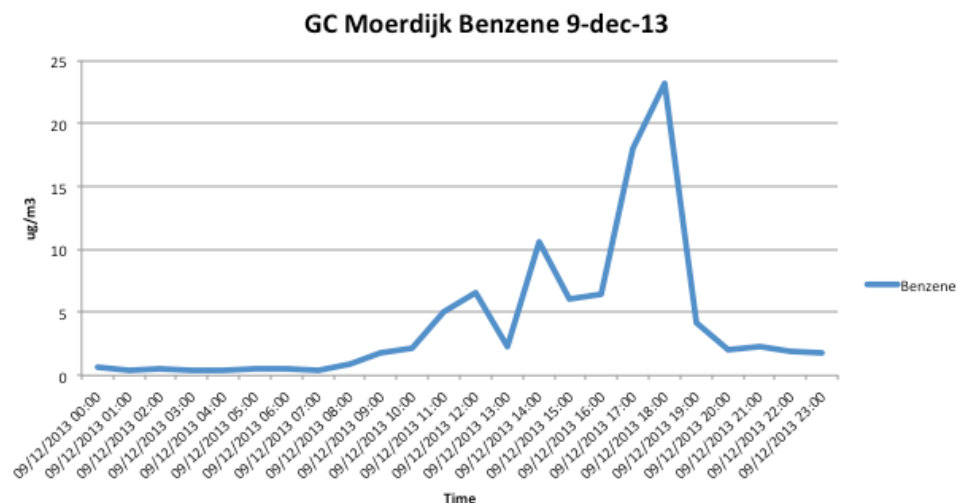
7 december 2013 (Mogelijke oorzaak –onbekend)

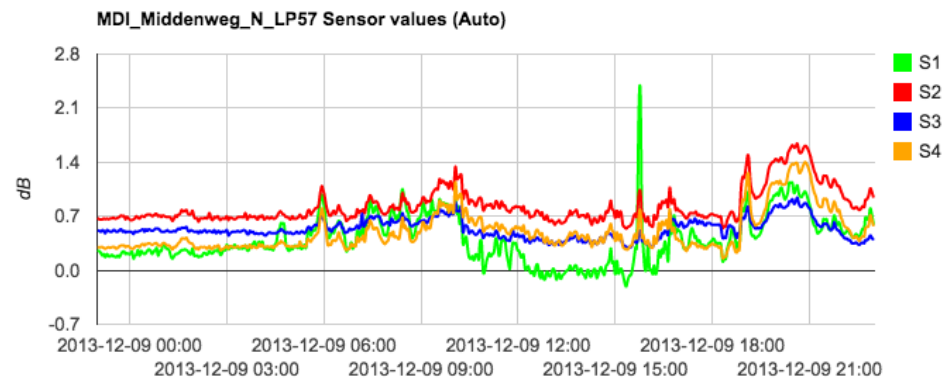
Hoewel er een goede relatie tussen de GC Moerdijk benzeenpiekmeting en eNose MD_Dorp registraties wordt gevonden, is er geen eenduidig brongebied vast te stellen. Er lijken zich meerdere bronnen op het industriegebied te bevinden die hebben kunnen leiden tot de geregistreerde benzeenpiek.



9 december 2013 (Mogelijke oorzaak – brongebied industriegebied)

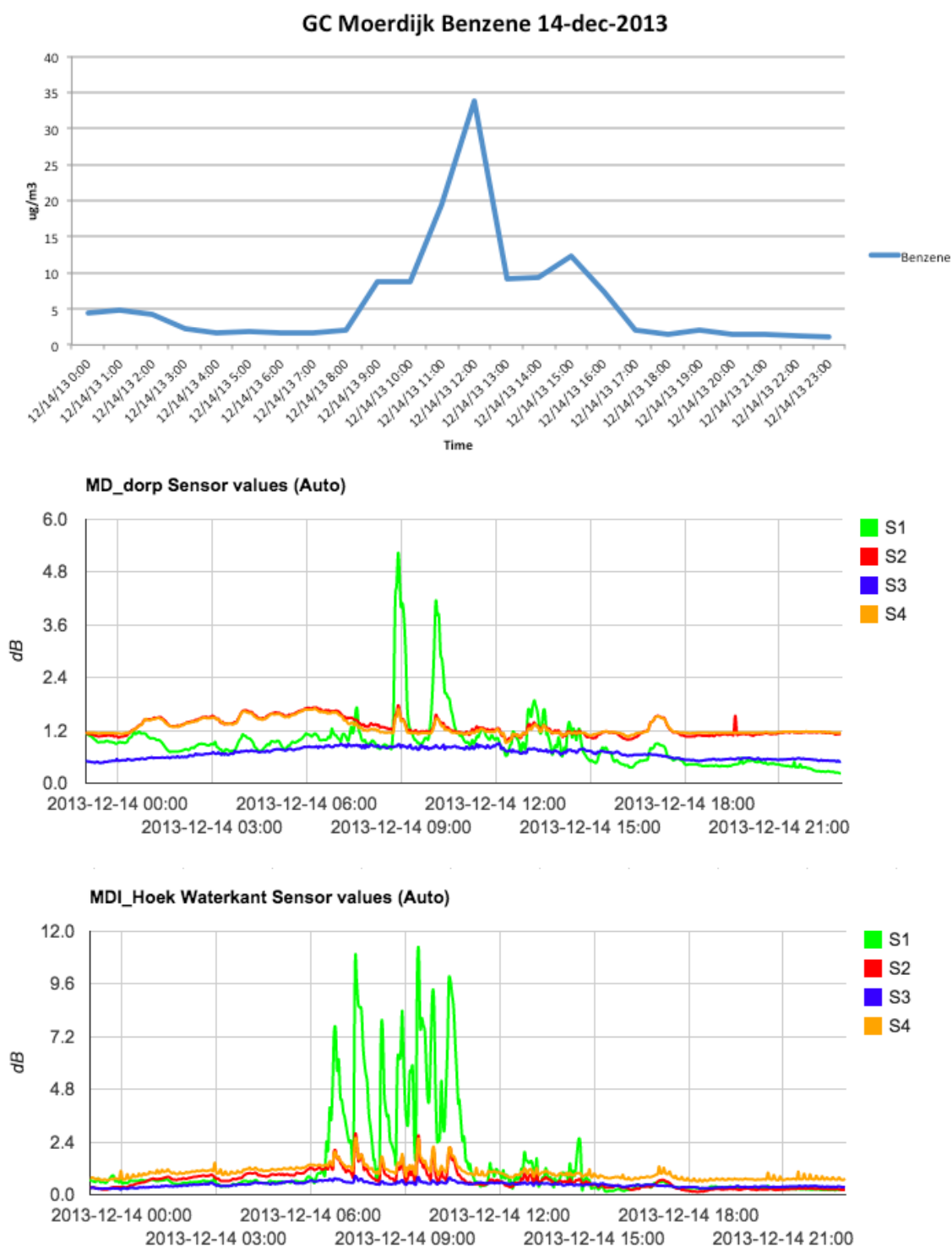
Er is bij dit voorval geen goede relatie te vinden tussen de GC metingen en eNose MD_Dorp in de directe omgeving van het meetstation. eNoses die staan op het industriegebied nemen wel anomalieën waar die mogelijk duiden op dezelfde benzeenpiek. Ook het meetstation GC Moerdijk MVO 5 op het industriegebied meet dezelfde benzeenpiek. Hier wordt een waarde van 325,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten. Dit samen zijn indicaties dat er zich een brongebied bevindt op het industriegebied.





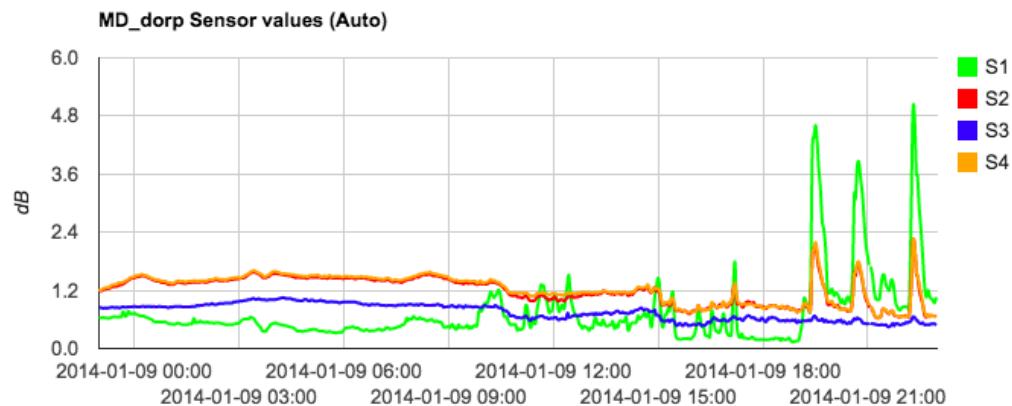
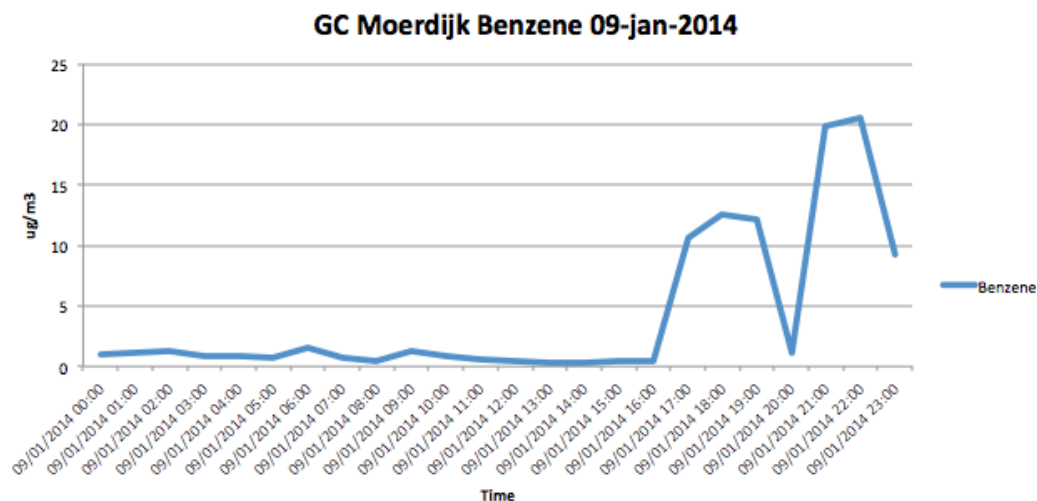
14 december 2013 (Mogelijke oorzaak – Hollands Diep)

Er is een goede relatie tussen de GC Moerdijk metingen en eNoses MD_Dorp en MDI_Hoek Waterkant. eNose MDI_Hoek Waterkant reageert sterker dan MD_Dorp. Met de heersende windrichting vanuit het westen is de vermoedelijke oorzaak te vinden bij een brongebied in de richting van Hollands Diep. Er is niet goed vast te stellen of het om een ontgassend schip gaat.

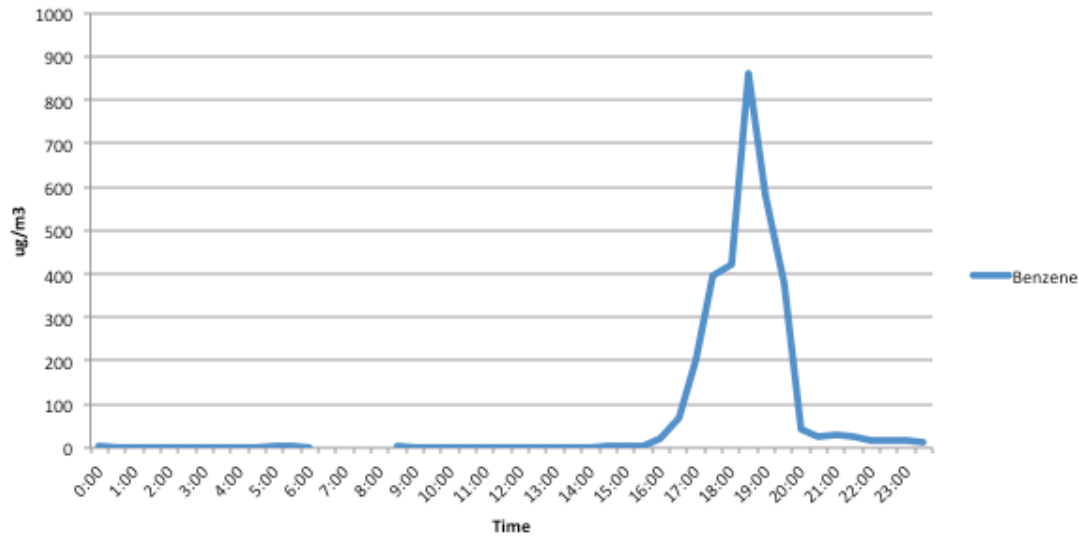


9 januari 2014 (Mogelijke oorzaak – noordoostelijke deel industriegebied)

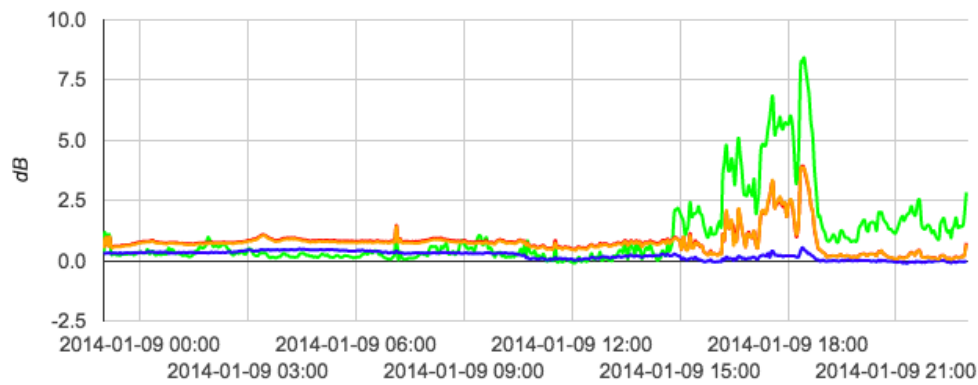
Een goede relatie tussen de GC metingen en eNose is te zien in onderstaande grafieken. Vooral de 2^e benzeenpiek die wordt gemeten door de GC Moerdijk is goed terug te zien op de waarnemingen van eNose MD_Dorp. De eerste benzeenpiek wordt geregistreerd door eNoses op het industriegebied in de buurt van de mogelijke bron. Te weten, MDI_TPK, MDI_MVO_midden en MDI_Oost Randweg. Dezelfde piek wordt gemeten door GC station Moerdijk 5 MVO 858 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en GC station Moerdijk 3 TPK 891 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze stations bevinden zich op dezelfde locaties als eNose MDI_MVO_midden en MDI_TPK. Hieruit is te concluderen dat de mogelijke oorzaak van deze benzeenpieken moet worden gezocht op het noordoostelijke deel van het industriegebied.



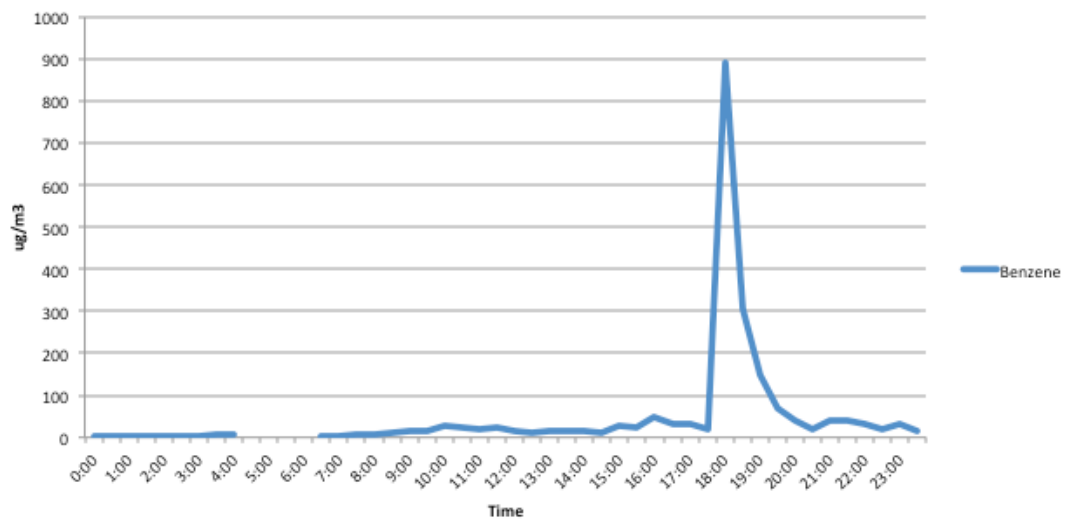
GC Station TPK Benzene 09-jan-2014

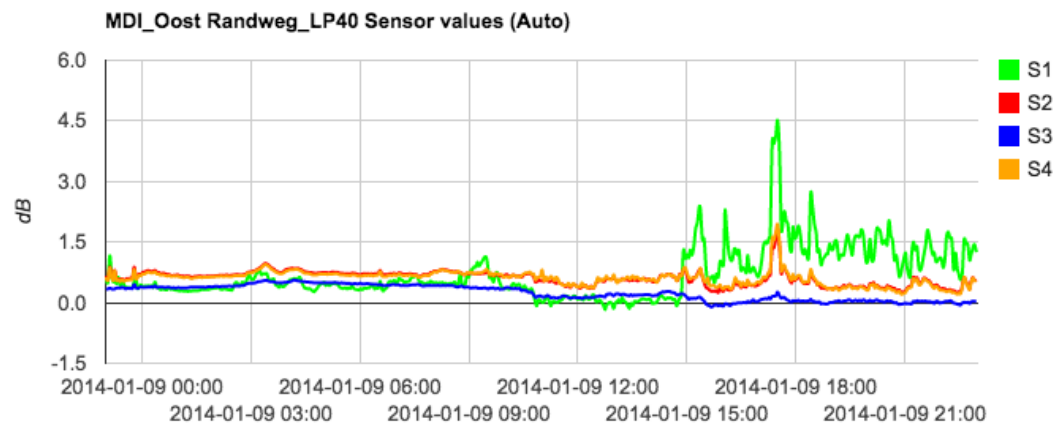
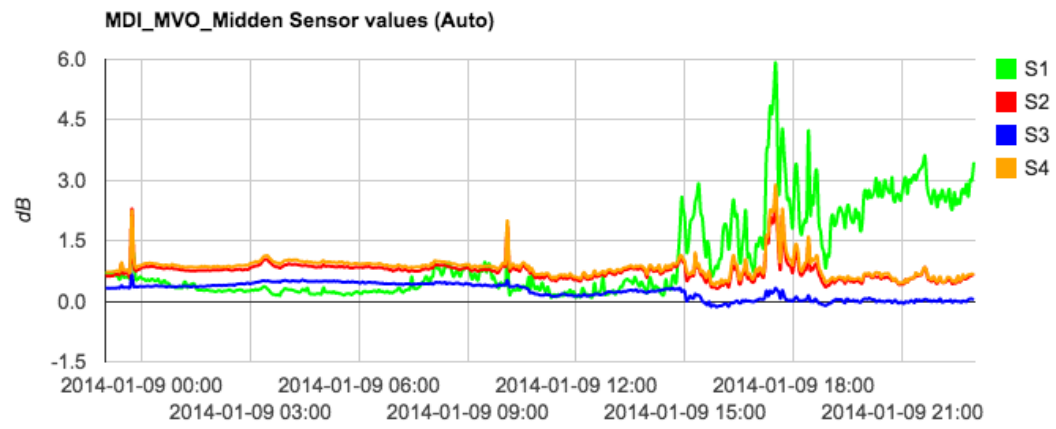


MDI_TPK Sensor values (Auto)



GC station MVO 5 Benzene 9-jan-2014

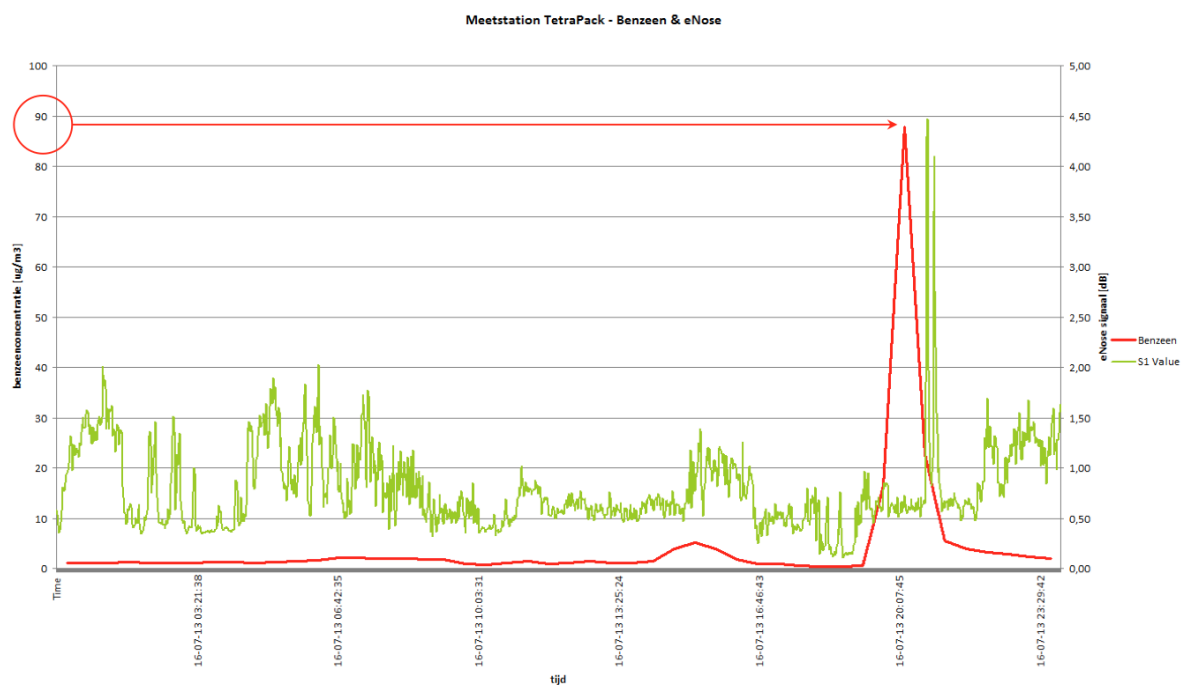




BIJLAGE B – Ontgassend schip gedetecteerd met eNoses en GC

Een opvallende gebeurtenis die een goede illustratie toont tussen de eNose waarnemingen en de luchtmeetstations metingen heeft plaatsgevonden op 16 juli 2013 is hieronder uitgewerkt. Het meetstation Tetrapack meet een uurgemiddeldewaarde van $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De eNose op dezelfde locatie registreert in hetzelfde tijdvak een duidelijke anomalie, het groene eNose sensor signaal blijft echter wel onder de eerste drempelwaarde. Dit zorgt ervoor dat de eNose geen alarm geeft. Onderstaande grafiek toont de registraties van de eNose (groene lijn) en de benzeenconcentratie (rode lijn).

eNoses en benzeenpieken



Ook andere meetstations en eNoses in de buurt hebben een verhoogde waarneming geregistreerd. Onderstaande afbeelding toont de registraties van de 4 meetstations die een verhoogde benzeen concentratie hebben gemeten. Er is een duidelijk verband tussen benzeenpiek registraties door GC's en eNose waarnemingen. Echter dient er gekeken te worden naar de afzonderlijke eNose sensor signalen in plaats van de gesommeerde eNose signalen om de benzeenpieken te kunnen waarnemen. De groene sensor reageert het best op benzeen.



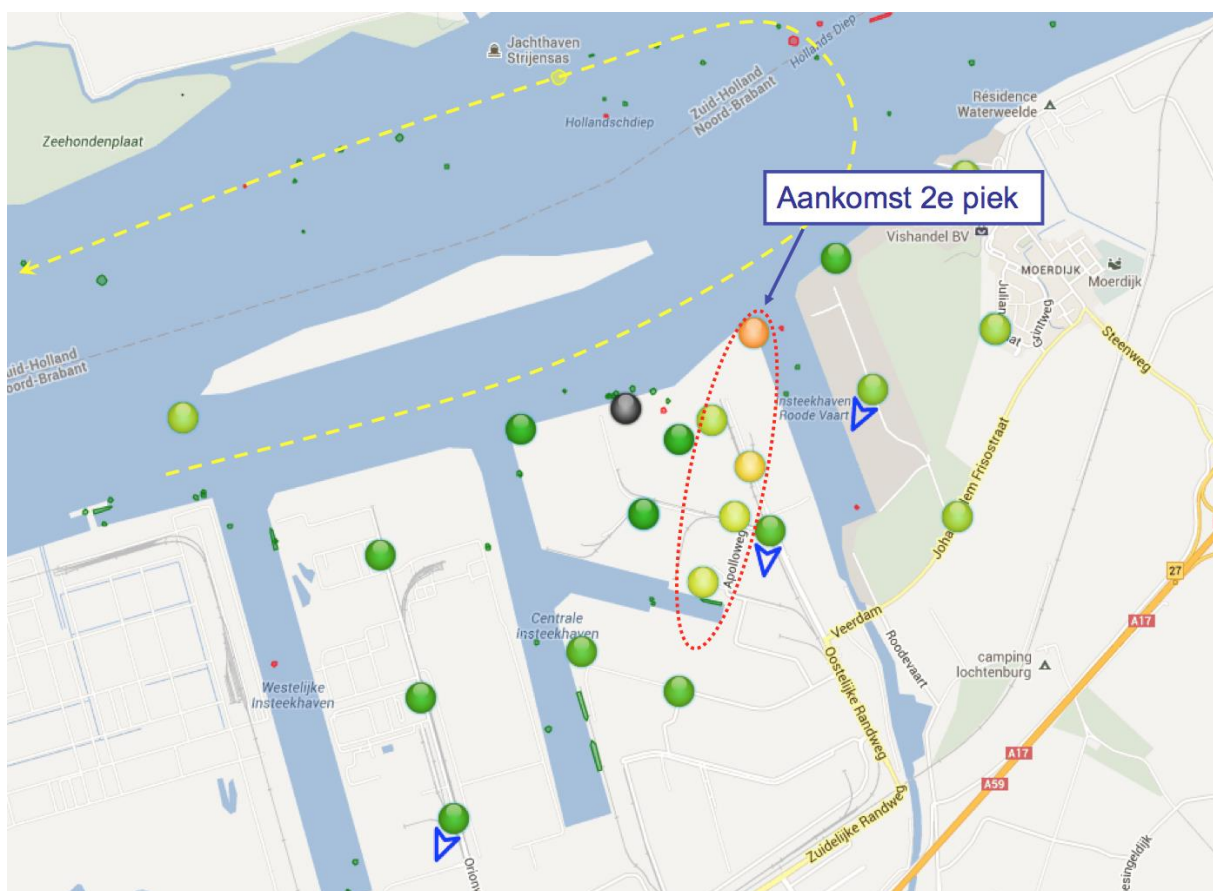
Uit een analyse van de eNose data blijkt dat de benzeenpiek is veroorzaakt door een ontgassend schip op het Hollandsch Diep.



Voor de analyse is naast de eNose data ook gebruik gemaakt van Automatic Identification System of afgekort AIS. AIS is een systeem gebaseerd op transponder-technologie voor de scheepvaart. Het is bedoeld om overzicht en informatie te bieden via interactie tussen de schepen onderling en met instanties aan de wal. Elk vaartuig is voorzien van een transponder die regelmatig de actuele positie gegevens uitzendt. Opgemerkt wordt dat voor dit project de AIS data zijn geanonimiseerd. Dit betekent dat de actuele locatie van de schepen wel zichtbaar is, maar zonder identificatie van de onderhavige schepen.

Het gele bolletje op de vaarweg Hollands Diep, op onderstaande afbeelding, is het schip dat heeft ontgast. De gele stippellijn toont de koers van het schip. Uit de vergelijking van de AIS, eNose en GC-data zijn de bron van de emissie en effectgebied in kaart gebracht. Het systeem heeft aangetoond dat de schipper zich aan de regels heeft gehouden. Ook heeft het eNose systeem aangetoond dat de benzeenpiek geen effect heeft gehad op de luchtkwaliteit in de omliggende woonkernen. Verder kan het volgende worden opgemerkt:

- De eNoses tonen dat de benzeenverhoging niet oostelijker dan de insteekhaven Roode Vaart is geweest: de eNoses op de Appelweg en Moerdijk hebben geen verhoging geregistreerd.
- De eNoses op de Graanweg hebben geen verhoging waargenomen. Dit betekent dat de benzeenconcentratie op het Industrierrein Moerdijk al dusdanig is verdund dat de benzeenconcentratie buiten het industriegebied beneden de eerste drempelwaarde is gebleven.



Dit voorbeeld en de resultaten van de voorvallen uit Bijlage A tonen de meerwaarde van de eNose om in combinatie met luchtmeetstations een goede onderbouwing te geven van verstoringen in de omgevingslucht en de effecten daarvan op de luchtkwaliteit in de leefomgeving.

BIJLAGE C – Respons van het eNose netwerk tijdens brand Shell Moerdijk op 3 juni 2014

Delft, 6 juni 2014 – Simon Bootsma

In 2013/2014 loopt een samenwerkingsproject waarbij mogelijkheden worden onderzocht van een online eNose netwerk op en rond het industriegebied Moerdijk. De partners in dit project zijn: de Provincie Noord-Brabant, de Omgevingsdienst Midden en West Brabant (OMWB), Gemeente Moerdijk, Gemeente Strijen, Havenschap Moerdijk, Rijkswaterstaat, ATM en Shell Chemie Moerdijk.

Deze notitie geeft een impressie van de eNose registraties tijdens het incident op 3 juni 2014 waarbij brand ontstond na twee explosies van een reactor in de MSPO-2 installatie op het terrein van Shell Moerdijk.

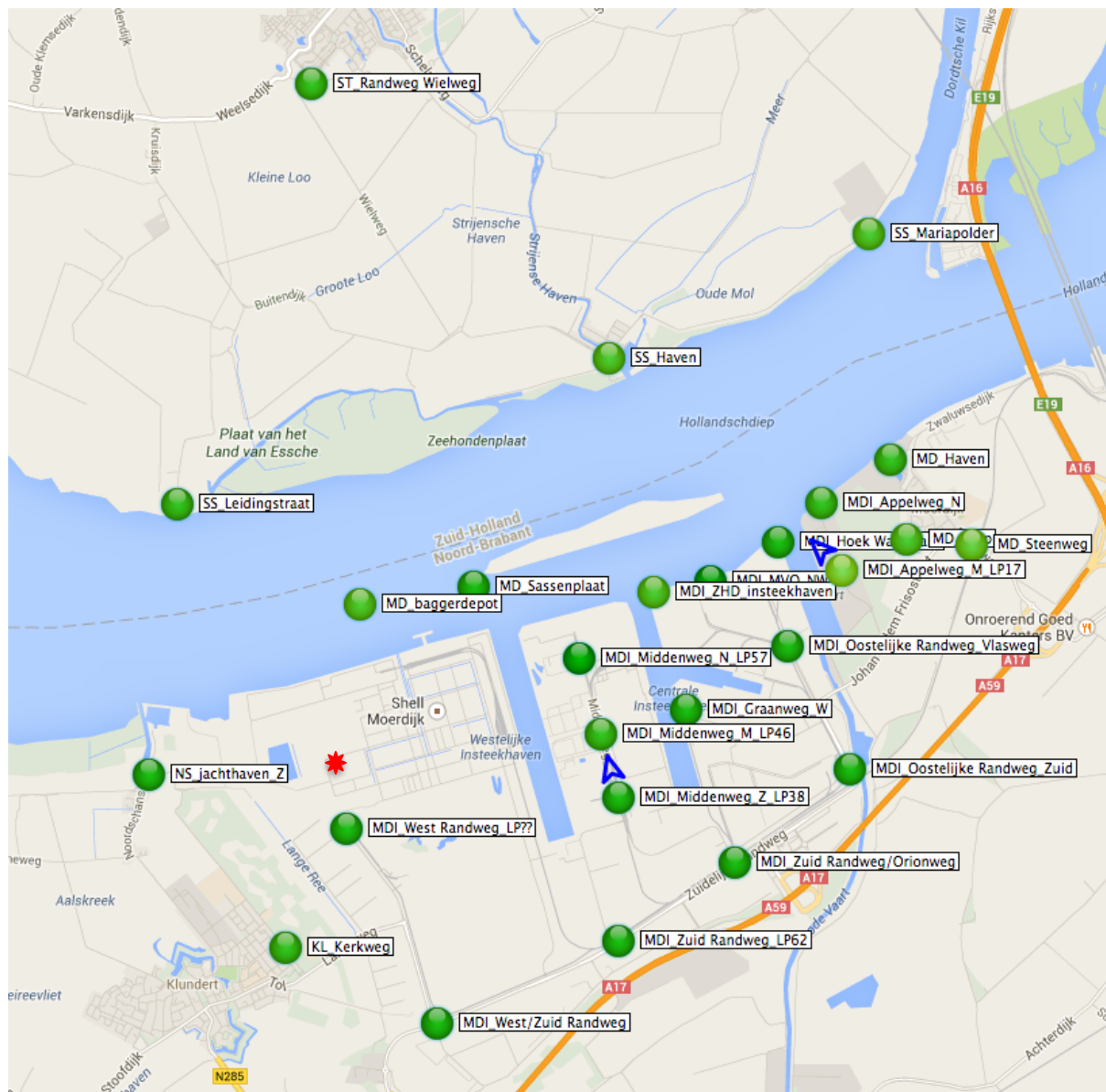
Een resultaat van de analyse is dat de eNose data informatie bevat over de effecten van het incident op de omgevingslucht op leefniveau. Hierbij wordt benadrukt dat het minutieuze sporen betreft. Geconcludeerd wordt dat de eNoses een indicatie geven dat de brand in de MSPO-2 installatie nauwelijks effect heeft gehad op de luchtkwaliteit in de regio. Deze veronderstelling wordt ondersteund door andere referenties die tijdens het voorval beschikbaar waren, zoals de metingen uitgevoerd door RIVM tijdens de brand. De meteorologische toestand tijdens de brand was gunstig.



Rookpluim gefotografeerd door een particulier te Stampersgat (bron Internet). De pluim heeft de karakteristieke vorm die 'lofting' wordt genoemd.

Het eNose netwerk in Moerdijk

Onderstaande afbeelding is een situatieschets. De gekleurde stippen zijn de posities van de eNoses. De benaming van de eNoses is afgebeeld in de naastliggende tekstbalken. De twee blauwe pijlen tonen de verspreidingsrichting van stoffen in de lucht. De rode ster is de locatie van de brandhaard.



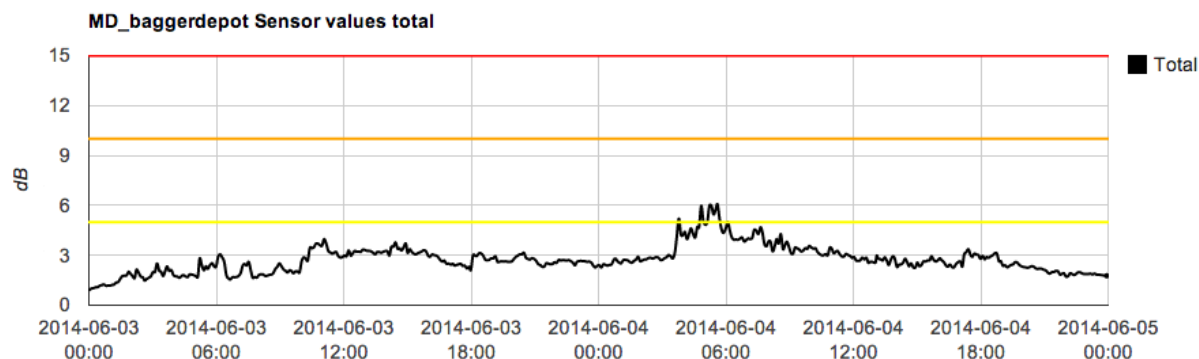


De eNose is een compact instrument waarin een aantal gassensoren is verwerkt. Bovenstaande foto is een eNose die op een hoogte van 4 meter boven de grond is gemonteerd aan een lantaarnpaal. De constructie met de schaaldelen zorgt ervoor dat de sensoren in de eNose permanent zijn blootgesteld aan de omgevingslucht.

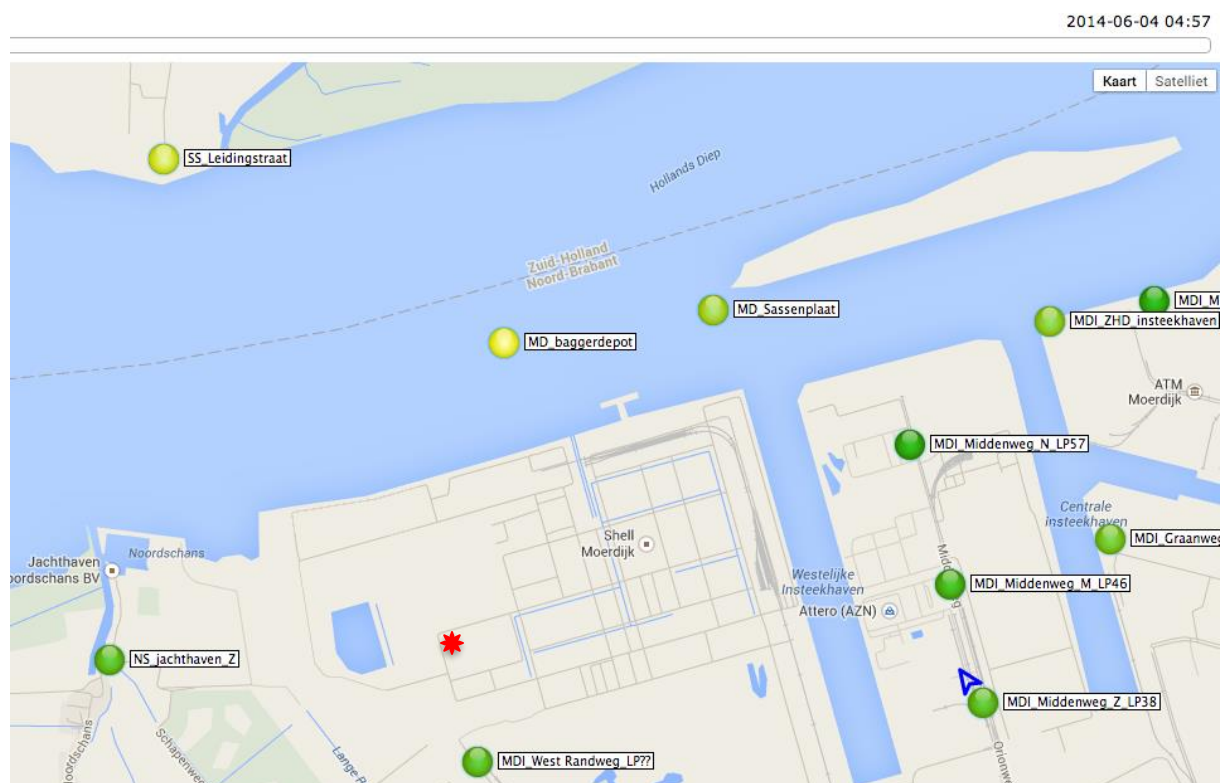
De eNoses in Moerdijk bevatten vier gassensoren. Deze sensoren reageren op bepaalde gassen in de lucht. De sensoren zijn gevoelig voor alle reactieve gasvormige deeltjes. Alle geuren zijn reactieve gassen, maar niet alle reactieve gassen zijn geurend. De eNose is dus in staat om geuren te detecteren, maar reageert ook op geurloze gassen, zoals koolmonoxide en methaan.

Verbrandingsgassen bevatten ook componenten waar de eNoses op reageren. Een eNose meet geen specifieke stoffen, maar reageert op de totale hoeveelheid reactieve gassen in de lucht. In de omgevingslucht zit een continu variërende concentratie aan stoffen waar de eNose op reageert. De bandbreedte van deze concentratie die onder normale omstandigheden in de lucht zit is de achtergrondconcentratie. De eNose detecteert afwijkingen in de achtergrondconcentratie. Via een verkleuring van de stippen van de eNoses, wordt de mate van afwijking van de actuele concentratie in de buurt van de eNose ten opzichte van de achtergrondconcentratie weergegeven. Groen betekent een normale situatie, geel lichte afwijking, oranje duidelijke afwijking en rood een grote afwijking.

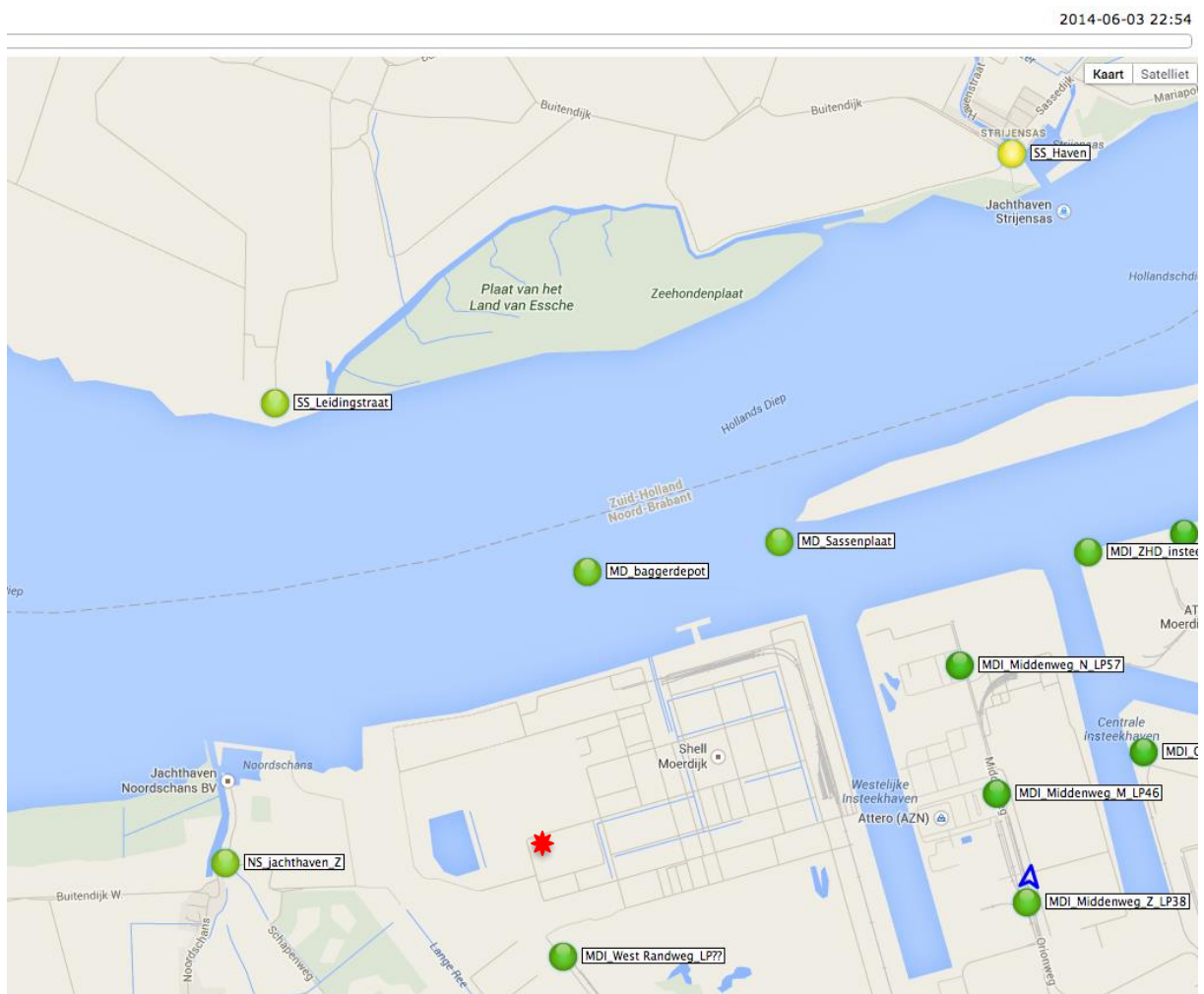
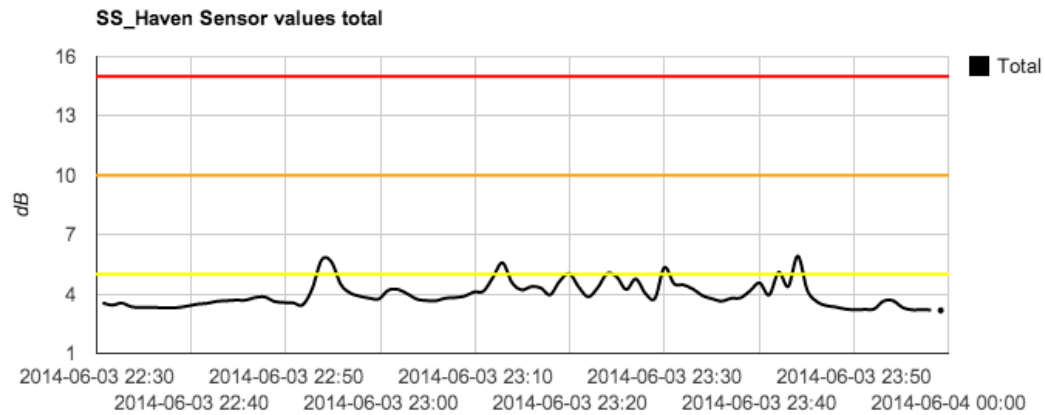
Onderstaande grafiek toont de registraties van de eNose op het signaal van de eNose MD_Baggerdepot in de periode van 3 – 5 juni 2014. Gedurende deze periode registreert deze eNose enkele pieken in het gele niveau.



Deze pieken zijn geregistreerd tijdens het voorval. Met inachtneming van de heersende windrichting is het mogelijk dat deze pieken zijn te relateren aan het voorval. Dit is in de onderstaande afbeelding weergegeven. Het betreft hier een screenshot van het eNose systeem op 4 juni 2014 om 4:57. De benedenwindse eNoses (SS_Leidingstraat en MD_Baggerdepot) zijn dan geel. De andere omliggende eNoses zijn groen. Dit betekent dat de eNoses benedenwinds van de brandhaard een lichte afwijking van de achtergrondconcentratie registreren. Een correlatie met de emissies van de brand lijkt niet uitgesloten.



Een andere situatie waarbij een eNose waarneming mogelijk is gecorreleerd aan effecten door gasemissies van het incident, zijn de registraties van de eNose in Strijensas (SS_Haven). Deze eNose staat op een afstand van ruim 4 km van de bron. Deze eNose registreert kort na de start van het incident, tussen 22:55 en 23:35 een aantal lichte piekverhogingen. Met inachtneming van de heersende windrichting is het goed mogelijk dat deze pieken worden veroorzaakt door vrijgekomen gassen.



Deze twee gebeurtenissen zijn een indicatie dat de gassen die zijn vrijgekomen tijdens het incident door de eNoses die in het verspreidingsgebied staan zijn waargenomen. De geregistreerde signalen duiden op een geringe afwijking van de normale achtergrondconcentratie.

Hypotheses

Wat opvalt is dat de pieken die zijn waargenomen vooral aan het begin en tegen het einde van het voorval zijn waargenomen. Dit lijkt verband te houden met het verloop van het incident. Voor zover nu bekend is de brand ontstaan na twee explosies. De brand was hevig. Een voordeel hiervan is dat vrijkomende gassen volledig verbranden. Door de hoge temperaturen in de brandhaard worden de vrijkomende stoffen flink opgestuwd. Omdat er zeer weinig wind was steeg de rookpluim aanvankelijk recht omhoog. Op enige hoogte neemt warmte-inhoud van de stijgende pluim af en buigt deze in een horizontale richting waarbij de stoffen met de luchtstroming worden meegenomen. Uit onderstaande foto wordt duidelijk dat de pluim niet daalt. 's-Nachts koelen de onderste luchtlagen vaak sneller af dan de wat hogere lagen. Hierdoor kan een zogenaamde grondinversielaag ontstaan. Deze inversielaag zorgt ervoor dat de lichte (gasvormige) fracties van de stoffen in de pluim niet op het aardoppervlak terecht komen, maar in de hogere luchtlagen verspreiden. Dit fenomeen heet 'lofting'. Door de zwaartekracht zullen deeltjes op een gegeven moment wel door de inversielaag vallen en een depositielaag op het aardoppervlak vormen. Bij het horizontale transport zullen de zwaardere (vaste) deeltjes eerder uit de pluim zakken dan de lichtere gasvormige componenten.



Een brand moet altijd 'op gang komen', dit betekent dat verbranding van de gassen in het begin minder volledig is en dat de warmte-inhoud wat kleiner is dan wanneer de brand in volle gang is. Wanneer de brand afneemt wordt de volledige verbranding minder en neemt de warmte-inhoud van de pluim af. Gesteld kan worden dat concentratie van gassen in de lucht waar de eNoses op reageren in het begin en het eind van de brand juist het hoogst is.

De eNose waarnemingen lijken door deze hypothese te worden ondersteund.