



**Resultaten van het geuronderzoek
met elektronische neuzen in de omgeving
van Smurfit Kappa Parengo in Renkum,
oktober 2020 – april 2021**

Zaaknummer:

ODRA21AV0259

Locatie:

Renkum

Projectcode:

IM-21-11

Aan

██████████ – Omgevingsdienst

Regio Arnhem (ODRA), ██████████

(provincie Gelderland)

Kopie aan

Archief meten en advies

Datum

06 juli 2021

Auteur

████████████████████

Goedgekeurd door:

██████████

Coördinator meten en advies

Autorisatie:

██████████

Manager Uitvoering

Datum : 06 juli 2021

Paraaf :

██████████

Datum : 06 juli 2021

Paraaf :

████████████████████

Omgevingsdienst Regio Arnhem

Eusebiusbuitensingel 53

6828 HZ Arnhem

Postbus 3066

6802 DB Arnhem

T 026 – 377 1600

E postbus@odra.nl

www.odregioarnhem.nl

KvK 57137528

IBAN NL92BNGH0285158813

BTW NL 8524.52.998.B.01

INHOUD

Samenvatting	4
1. Inleiding	6
1.1 Algemeen.....	6
1.2 Doel van het onderzoek	7
2. Opzet van het onderzoek	7
2.1 Projectfasering	7
2.2 Afbakening	8
3. Uitvoering van het onderzoek	8
3.1 Rubix elektronische neuzen.....	8
3.2 Meetposities elektronische neuzen.....	9
3.3 Kalibratie elektronische neuzen voor geur	10
4. Meetresultaten	10
4.1 Dataverwerking.....	10
4.2 Meteorologische waarnemingen	11
4.3 Geurmetingen met de 4 metaaloxide sensoren	11
4.4 Individuele sensoren	13
4.5 Windrozen	15
4.6 Vergelijken resultaten elektronische neuzen tijdens snuffelploegmetingen.....	19
4.6.1 Snuffelploegmeting 8, 20 oktober 2020	19
4.6.2 Snuffelploegmeting 9, 2 november 2020	20
4.6.3 Snuffelploegmeting 10, 3 november 2020	21
4.7 Resultaten elektronische neuzen in situaties met meldingen hinder.....	21
4.7.1 Meldingen S@men van 19 tot 27 oktober 2020	21
4.7.2 Meldingen S@men van 17 tot 19 november 2020	22
4.7.3 Meldingen S@men van 2 en 3 december 2020	24
4.7.4 Meldingen S@men op 16 februari 2021	25
4.7.5 Meldingen S@men van 10 en 11 maart 2021	26
4.7.6 Meldingen S@men van 20 april 2021	27
4.8 Analyse door Rubix van de 2 klachtsituaties van februari en maart 2021	29



5. Conclusies

30

BIJLAGEN:

- Bijlage 1: Meetposities elektronische neuzen in Renkum
- Bijlage 2: Meetgegevens Ortelium (bron Olfasense)
- Bijlage 3: Correlatie figuren van de Cmos sensoren van de elektronische neuzen.
- Bijlage 4: Correlatie figuren van de chemische sensoren.
- Bijlage 5: Resultaten van de analyse van 2 klachtsituaties door Rubix, april 2021.

Samenvatting

Om een meer objectief inzicht te krijgen in de hinderbeleving vanuit de omgeving bij de vrijkomende emissies van geur afkomstig van papierfabriek SK Parenco is in juli 2020 gestart met het project 'objectivering geurhinder SK Parenco Renkum'.

Doel van het project is met de inzet van verschillende technieken trachten een relatie te leggen tussen de bedrijfsprocessen bij SK Parenco in relatie tot de geurhinder van uit de omgeving. Een afgeleid doel is om het aantal hinderklachten vanuit de omgeving door deze projectmatige aanpak te reduceren.

Het project bestond uit 3 onderdelen:

- de beleving van geurhinder door SK Parenco bij inwoners van Renkum en Heesum in beeld brengen met een geurapp en met vragenlijsten;
- het monitoren van de verandering van de luchtsamenstelling in Renkum met 10 elektronische neuzen;
- het uitvoeren van 10 snuffelploegmetingen in Renkum.

Vanaf 14 oktober 2020 is gestart met de metingen met 10 elektronische neuzen. Met deze elektronische neuzen is de verandering in luchtsamenstelling gemeten en is getracht om een relatie te leggen naar activiteiten (waarbij geur vrijkomt) bij SK Parenco.

Bij de analyse van de data zijn tevens de metingen met de 'canaries' betrokken. Een drietal sensoren, die de concentratie vluchtige organische stoffen (VOS) meet op 3 bronnen van papiermachine 2 van SK Parenco en zijn de resultaten van de metingen van windsnelheid en windrichting meegenomen in de beoordeling.

In dit rapport worden de resultaten samengevat van de metingen met de elektronische neuzen in Renkum in de periode van 14 oktober 2020 tot april 2021.

Uit de resultaten van de windrozen van de elektronische neuzen blijkt, dat ze geen eenduidig signaal geven bij windrichtingen uit het zuiden. De meeste neuzen laten een positieve bijdrage zijn bij windrichtingen van uit Renkum naar SK Parenco.

Uit de resultaten van de geursignalen van de 10 elektronische neuzen kan op 2 van de 10 neuzen een positieve respons worden waargenomen bij windrichtingen waarbij de lucht afkomstig is van de waterzuiveringsinstallatie van SK Parenco richting Renkum. Overigens is dit niet zoals verwacht bij de elektronische neus (WT1168), die in de nabijheid van de waterzuiveringsinstallatie ligt.

Bij de analyse van de resultaten van de drie chemische sensoren (H_2S , NH_3 , VOS) is met behulp van windrozen onderzocht of er een aanwijzing is dat de sensoren reageren op de uitstoot van lucht afkomstig van SK Parenco. Alleen uit de analyse van de H_2S sensoren kan worden aangenomen deze een verhoging geven te zien bij zuidoostenwind en lucht die afkomstig is uit de richting van de waterzuiveringsinstallatie van SK Parenco.

Bij de analyse van de meetdata van dagen met relatief veel overlast meldingen is er eveneens geen eenduidig beeld ontstaan. In oktober 2020 lijken de elektronische neuzen nog sterk te reageren op een verandering in luchtsamenstelling. Maar de gevoeligheid van de metaaloxide



sensoren (die samen het geursignaal bepalen) lijkt snel in de tijd af te nemen, gezien de matige of slechte respons in december 2020 en de maanden daarna.

Rubix heeft als leverancier van de elektronische neuzen een tweetal overlast situaties nader onderzocht. Uit de resultaten van deze analyse zijn er onvoldoende aanknopingspunten om de elektronische neuzen voor het gekozen doel (objectivering van geurhinder) in te kunnen zetten. De elektronische neuzen zullen als techniek niet langer worden ingezet.

Samengevat, uit de resultaten van 6 maanden monitoren met 10 elektronische neuzen in de nabijheid van SK Parenco in combinatie met de inzet van de 'canairies' is niet het gewenste inzicht ontstaan in de meldingen van overlast. De resultaten van de elektronische neuzen zijn teleurstellend en geven onvoldoende aanknopingspunten om verdere analyses te doen. Dat het stoppen en starten van papiermachine 2 meer geuremissie opleverde en meer overlast bij wind uit het zuiden was reeds bekend. Met de metingen met de canairies, de registratie van de windrichting en de meldingen in S@men is dit nogmaals bevestigd.

1. Inleiding

1.1 Algemeen

In augustus 2016 heeft papierfabriek Smurfit Kappa Parenco (hierna SK Parenco) papiermachine 2 (PM2) opnieuw in gebruik genomen. Deze machine is omgebouwd voor de productie van inpakpapier. PM2 heeft om economische reden 6 jaar stilgestaan.

Na de ingebruikname van de PM2 zijn er vanuit de omgeving van SK Parenco veel meldingen gekomen over geuroverlast.

In het kader van toezicht op de uitstoot van geur door SK Parenco zijn metingen uitgevoerd. Deze metingen zijn op verzoek van de toezichthouder onaangekondigd uitgevoerd door team meten en advies van de Omgevingsdienst Regio Arnhem (ODRA). Uit de resultaten van deze metingen bleek, dat de geuremissie van PM2 voldeed aan de gestelde eisen uit de omgevingsvergunning.

Ook zijn door de toezichthouder van de ODRA bij meldingen van geurhinder uit de omgeving de gehinderde en het SK Parenco bezocht om vast te stellen of hindermeldingen zijn toe te wijzen aan het bedrijf. En of er een relatie te leggen is tussen de bedrijfsvoering en de optredende hinder.

Handhaven op de uitstoot van geur is in het algemeen lastig. Klachten over geurhinder komen vaak momentaan voor. Daarnaast zijn geurwaarnemingen subjectief. Bij klachten over hinder bezoekt een toezichthouder met enige regelmaat de gehinderde en het bedrijf. Maar het komt vaak voor als we op bij de bedrijfslocatie zijn, dat de specifieke hinder al blijkt te zijn verdwenen.

Metingen van de geuruitstoot op de aanwezig emissiebronnen geven een beperkt inzicht in de fluctuaties in de vrijkomende geur in de tijd. Een meting is een steekproef, waarbij op een beperkt aantal bronnen de geuruitstoot van dat moment wordt vastgesteld. Er is geen apparatuur of meetmethode beschikbaar om de geuruitstoot van de aanwezige emissiebronnen continu te monitoren in de tijd. Hierdoor is het niet mogelijk om de geuruitstoot kwantitatief in de tijd te volgen. Ook weten we uit onderzoek dat er geen relatie is in de hoogte van de geuruitstoot en het meten van een alternatieve component (bijvoorbeeld de emissie van vluchtige organische stoffen (VOS)).

Bij SK Parenco is de geursituatie complex. Behalve dat op papiermachine 2 op 17 verschillende schoorstenen geur vrijkomt, is er ook een uitstoot van geur bij de papierproductie op papiermachine 1, bij wervelbed-oven K62 en de afvalwaterzuivering (AWZI).

Op basis van de huidige inzet (onaangekondigd geurmetingen en toezicht op het bedrijf) is het niet (of onvoldoende) mogelijk om geurmeldingen vanuit de omgeving te relateren aan bedrijfsomstandigheden. Dit maakt handhavend optreden n.a.v. deze meldingen lastig. Met het aantal meldingen van geurhinder van 20-40 per week is het de wens om de hinder in Renkum beter te objectiveren.

Om een meer objectief inzicht te krijgen in de beleving van overlast vanuit de omgeving bij de vrijkomende uitstoot van geur afkomstig van SK Parenco is van juli 2020 tot mei 2021 in

opdracht van provincie Gelderland en gemeente Renkum, in samenwerking met GGD Gelderland Midden en SK Parencó, het project 'objectivering geurhinder SK Parencó Renkum' uitgevoerd.

1.2 Doel van het onderzoek

Doel van het project is met de inzet van verschillende technieken trachten een relatie te leggen tussen de bedrijfsprocessen bij SK Parencó in relatie tot de geurhinder van uit de omgeving. Een afgeleid doel is om het aantal meldingen over geuroverlast vanuit de omgeving te reduceren door deze projectmatige aanpak.

2. Opzet van het onderzoek

2.1 Projectfasering

Om het projectdoel te bereiken zijn in overleg met het bedrijf SK Parencó, de bedrijfsadviseur (Odoro), de GGD Gelderland Midden, Provincie Gelderland, gemeente Renkum en Omgevingsdienst Regio Arnhem de volgende monitoringsstappen opgesteld.

Beleving van geurhinder door SK Parencó bij inwoners van Renkum en Heelsum

De GGD heeft met inwoners van Renkum en Heelsum de hinderbeleving door de geuruitstoot van SK Parencó in kaart gebracht met een geurapp en met vragenlijsten om een objectiever beeld van de geurhinder te verkrijgen: waar, wanneer en bij welke omstandigheden.

Deze inwoners namen deel aan het onderzoek met de inzet van een geurapp. Op bepaalde momenten werden de deelnemers gevraagd om hun geurhinderbeleving in deze app te omschrijven. De uitkomsten van de geurapp geven een indruk van de hinder op een bepaald moment. Daarnaast hebben de deelnemers twee vragenlijsten ingevuld gebaseerd op de GGD Richtlijn Geur en gezondheid. De eerste vragenlijst ging over de ervaringen met het gebruik van de geurapp en kenmerken van de deelnemers zelf, de tweede vragenlijst ging over de ervaren geurhinder in het afgelopen jaar en de mogelijke gezondheidsklachten die deelnemers in verband brengen met geurhinder.

De resultaten van de uitkomsten van de geurapp en vragenlijsten zijn samengevat in het GGD-rapport 'Beleving van geur van papierfabriek SK Parencó in Renkum en Heelsum - Rapportage van het onderzoek met een geurapp', d.d. juni 2021.

Geurbelasting op leefniveau bepalen met snuffelploegmetingen

Om de geur belasting op leefniveau te kunnen vaststellen zijn in opdracht van SK Parencó 10 snuffelploegmetingen uitgevoerd in de omgeving van Renkum. Door Odoro zijn deze snuffelmetingen uitgevoerd in de periode van 30 april tot 3 november 2020. Door Royal Haskoning/DHV zijn de resultaten van de snuffelploegmetingen gebruikt om achterwaartse modellering van verspreidingsberekeningen uit te voeren. De resultaten van deze modellering zijn samengevat in het RHDHV-rapport nr. BH6854: 'Geuronderzoek Parencó, Achterwaartse geurmodellering o.b.v. snuffelmetingen', d.d. 17 december 2020.

Het meten van de concentraties VOS (vluchtige organische stoffen) met canaries

SK Parenco heeft om zelf te kunnen meten aan de uitstoot van papiermachine 2 een drietal 'canaries' in gebruik genomen. Een 'canairy' is een PID (Photo Ionisatie Detector), die continu de aanwezige concentratie van vluchtige organische stoffen (VOS) meet in het afgas van een drietal schoorstenen van papiermachine 2. Met deze 'canaries' kan SK Parenco in de tijd de variaties in de uitstoot van de concentratie VOS volgen. De resultaten van deze canaries zijn betrokken in dit onderzoek.

Het meten van de verandering van de omgevingslucht met elektronische neuzen

Voor het continu monitoren van de verandering in luchtsamenstelling in de leefomgeving zijn elektronische neuzen ingezet. Met deze elektronische neuzen is het mogelijk om een kwalitatief beeld te krijgen van de luchtsamenstelling in de nabijheid van SK Parenco en op grotere afstand van het bedrijf. Met deze elektronische neuzen is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over een kwantitatieve luchtsamenstelling en of SK Parenco voldoet aan vergunde emissie-eisen.

Voor de metingen met de neuzen is gekozen voor de elektronische neuzen van de firma Rubix. De elektronische neuzen bestaan uit 4 metaaloxide sensoren, die afhankelijk van de verandering in luchtsamenstelling een signaal zullen geven. De neuzen meten daarnaast tevens de concentraties vluchtige organische stoffen (VOS), NH₃ en H₂S. De meetdata van de Rubix elektronische neuzen worden opgeslagen binnen het Ortelium platform van de firma Olfasense. Olfasense levert ook de technische ondersteuning voor de elektronische neuzen. De metingen met 10 elektronische neuzen zijn gestart op 14 oktober 2020 voor een periode van ca. 6 maanden. De resultaten van deze metingen zijn in dit rapport samengevat.

2.2 Afbakening

In dit rapport zijn de resultaten van de metingen met de elektronische neuzen beschreven. Er wordt waar mogelijk een vergelijking gemaakt met de resultaten van de snuffelploegmetingen of de 'canaries'. De vergelijking met de meldingen in de geurapp zijn apart gerapporteerd (zie rapport IM-21-11 Totaal).

3. Uitvoering van het onderzoek

3.1 Rubix elektronische neuzen

Om de verandering in luchtsamenstelling rondom SK Parenco te kunnen meten zijn er in Renkum 10 elektronische neuzen geplaatst van het type Rubix Watchtower 1.

De Rubix Watchtower 1 bestaat uit:

- 4 metaaloxide (MOX) gassensoren;
- 3 elektrochemische gassensoren (H₂S, PID (voor meting VOS) en NH₃);
- temperatuur-, vochtigheids- en geluidssensoren (die overigens niet geactiveerd zijn);
- ethernet-communicatie via modem GPRS / 3G / 4G;

- data wordt gelogd semi-continu via het Ortelium platform.

De energievoorziening van de neuzen is in samenwerking met gemeente Renkum geregeld door de ODRA. Om de elektronische neuzen van stroom te voorzien zijn deze opgehangen aan lantaarnpalen. In de nachtelijke uren wanneer de verlichting brandt wordt een batterij opgeladen. In de uren dat de verlichting uit staat, draait de elektronische neus op de energie van de batterij.

3.2 Meetposities elektronische neuzen

Op basis van de postcodes van meldingen over geuroverlast uit S@men en in afstemming met de geurdeskundigen van Olfasense en Odoro zijn samen met SK Parenco en gemeente Renkum 10 meetposities gekozen.

Tabel 3.2.1: Meetposities elektronische neuzen in Renkum.

naam	positie
WT1159	hoek Fabriekstraat – Dorpstraat, lantaarnpaal nr. 41
WT1160	hoek Dorpstraat – Nieuweweg, lantaarnpaal nr. 45
WT1161	Dorpstraat, ter hoogte van woning nr. 165, lantaarnpaal nr. 49
WT1162	hoek Onder de bomen – Dorpstraat, lantaarnpaal nr. 52
WT1163	Onder de bomen, ter hoogte van woning nr. 5, lantaarnpaal nr. 4
WT1164	Hoek Veldheimweg – Nieuweweg, lantaarnpaal nr. 8
WT1165	Overhoff, ter hoogte van woning 31, lantaarnpaal nr. 6
WT1166	hoek Leeuwenstraat – Achterdorpstraat, lantaarnpaal nr. 4
WT1167	hoek Achterdorpstraat – De Beyerstraat, lantaarnpaal nr. 6
WT1168	Van Riessenstraat – ter hoogte van de Wilgenpas, lantaarnpaal nr. 14

In bijlage 1 worden de meetposities op de kaart weergegeven. Naast de metingen met de elektronische neuzen wordt tevens de windrichting en windsnelheid lokaal gemeten. Bekend is dat bij windrichtingen uit het zuiden Renkum wordt belast met de uitstoot van de papierfabriek.

De data van de metingen van de elektronische neuzen worden gelogd binnen het Olfasense platform Ortelium en zijn op kaart in de tijd te volgen. In bijlage 2 wordt een voorbeeld gegeven van een online meting.

3.3 Kalibratie elektronische neuzen voor geur

Voordat de elektronische neuzen zijn opgehangen zijn de 4 metaaloxide sensoren van iedere neus gekalibreerd. Hiervoor zijn door ODRA team meten en advies geurmonsters (via verdunning met schone stikstof) genomen op de papiermachine 1, papiermachine 2 en de AWZI. In het geurlaboratorium van Olfasense in Amsterdam zijn conform de NEN-EN 13725 de geurconcentraties van deze monsters bepaald.

Vervolgens zijn verdunningen van deze monsters aangeboden aan alle 10 elektronische neuzen, waarna een kalibratiecurve (op basis van de respons van de 4 metaaloxide sensoren) in de elektronische neus werd vastgelegd. Op basis van deze kalibratiecurve is het mogelijk om de signalen van de 4 metaaloxide sensoren van iedere elektronische neus uit te drukken in een geursignaal (odoursignaal in OU_E/m^3). De overige sensoren van de elektronische neus (voor meting van VOS, H_2S en NH_3) zijn af fabriek gekalibreerd. De 10 elektronische neuzen zijn voorafgaande aan de start van de metingen niet meer in het veld naast elkaar gezet om voor onderlinge verschillen te corrigeren.

4. Meetresultaten

4.1 Dataverwerking

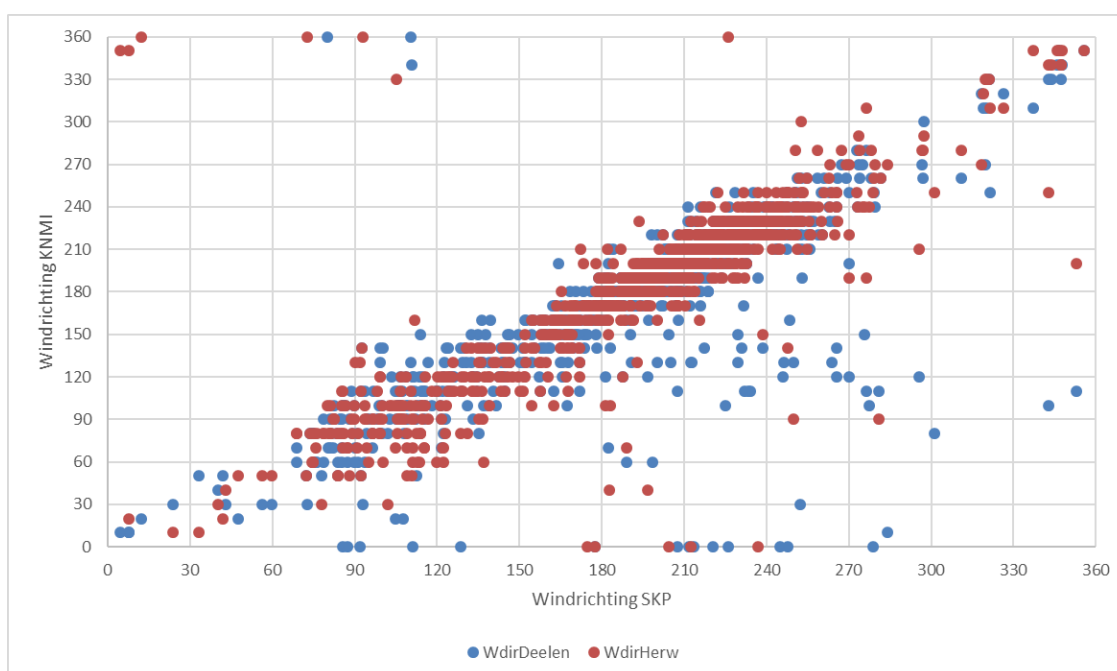
Voordat de data van de elektronische neuzen, de canairies sensoren, de meteorologische sensoren en data van derden zoals het KNMI kunnen worden geanalyseerd is de data in een Access database samengevoegd en gesynchroniseerd. De data van de verschillende sensoren hebben verschillende middelingstijden. De data uit de canairies hebben een middelingstijd van 1 minuut. De data uit de elektronische neuzen is aangeleverd als 5 minuut gemiddelden. Op de site van het KNMI staat de data van enkele hoofdstations als uurgemiddelde waarden. In de Access database kunnen doorsneden worden gemaakt van de data op verschillende tijdintervallen. Uit praktisch oogpunt is het 5 minuten interval van de elektronische neuzen als kleinste interval aangehouden.

De data van de canairies is gemiddeld naar 5 minuut waarden. Voor de meteorologische gegevens is gebruik gemaakt van de data van de KNMI-stations Deelen en Herwijnen. De data van deze stations, met name windsnelheid en windrichting, worden niet verstoord door lokale bebouwing waardoor voorkeursstroming evenwijdig aan bebouwing kan optreden (street canyon).

4.2 Meteorologische waarnemingen

Gedurende een korte tijd is er ook lokaal meteo data verzameld met een sonische anemometer. In figuur 4.1 is de gemeten windrichting in de KNMI-stations Herwijnen (Betuwe) en Deelen (Veluwe/ Arnhem Noord) uitgezet tegen de windrichting gemeten met de sonische anemometer op het terrein van SK Parengo.

Figuur 4.1: Windrichting gemeten in KNMI Deelen en Herwijnen tegen de windrichting gemeten bij SK PARENCO.



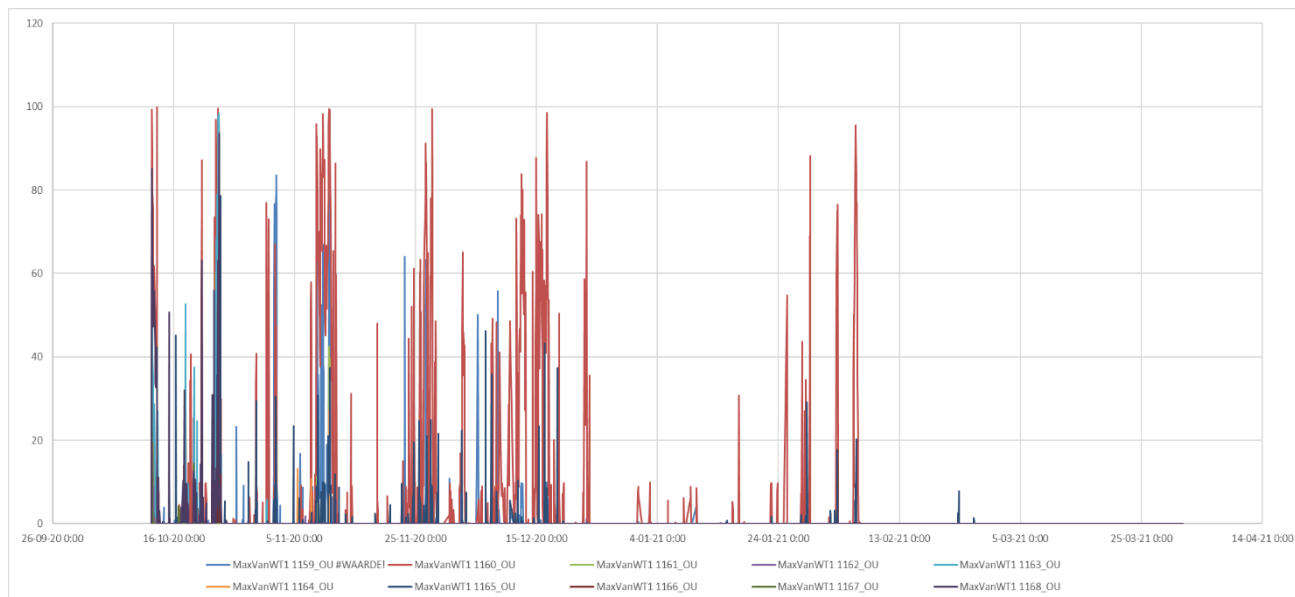
De lokaal gemeten windrichting komt goed overeen met de windrichting gemeten op de KNMI-stations. Omdat van het KNMI de data over de gehele periode beschikbaar is, en mag worden aangenomen dat de windrichting niet wordt beïnvloed door bebouwing is voor de verdere verwerking van de data van de sensoren waarbij de windrichting wordt gebruikt, de data van station Deelen gebruikt.

4.3 Geurmetingen met de 4 metaaloxide sensoren

Uit de combinatie van de 4 metaaloxide sensoren kan een "aangeleerde" waarneming voor geur uitgedrukt in Odour Units per kubieke meter (OU/m^3) worden berekend (zie hoofdstuk 3.3) In de Access database is bij verwerking van de geurwaarneming door de sensoren in combinatie met de uursgemiddelde windrichting van het KNMI niet het gemiddelde over dit uur gebruikt maar het maximum in dat uur waargenomen OU/m^3 om zo de kortdurende OU/m^3 pieken niet te veel uit te middelen.

In figuur 4.2 zijn de pieken van de OU/m^3 waarnemingen in de tijd opgenomen.

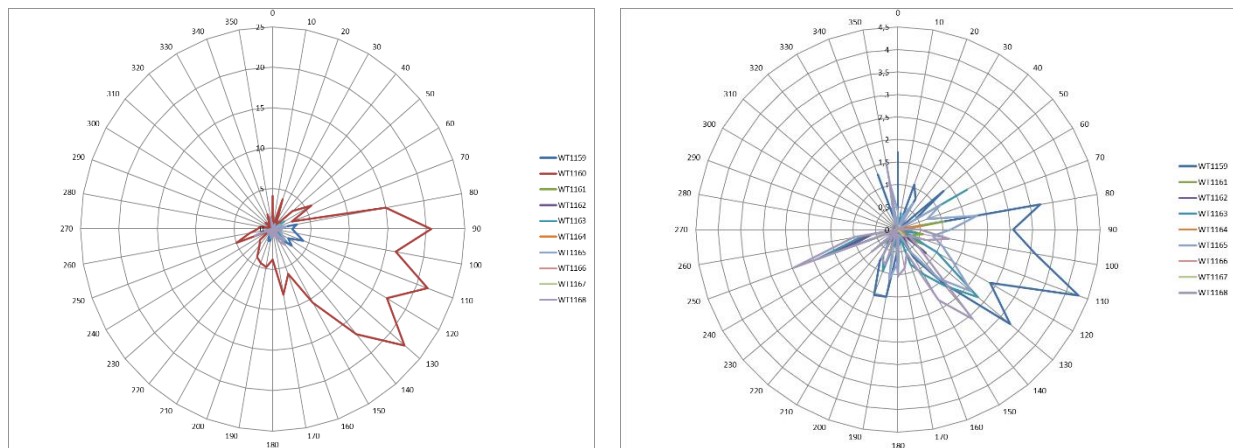
Figuur 4.2: Het voorkomen van geurpieken in de tijd (data tot en met maart 2021).



In deze figuur valt op dat tot en met half december de sensoren nog sterk lijken te reageren op geur. Het is goed mogelijk dat het niet meer reageren van de sensoren een gevolg is van het verloop van de sensoren. De OU/m³ waarden zijn een "aangeleerde" waarde met ook een aangeleerde geurdrempel. Wanneer de kwaliteit van de metaaloxide cellen afneemt neemt de gevoeligheid voor geur af en kan het zijn dat de waarneming niet meer boven de ingestelde geurdrempel komt. Dit is verder niet onderzocht.

Een methode om aan te tonen of de geur pieken optreden bij wind uit een bepaalde richting is door een windroos te bepalen van de geur. Hierbij wordt het de gemiddelde uitslag bepaald van de sensor voor de tijd dat de wind uit 1 richting waait. Bij dit project is de verwachting dat de sensoren een boven gemiddelde uitslag geven wanneer de wind komt uit richtingen van zuidoost tot zuidwest. In figuur 4.3 is de windroos gegeven van de geurwaarnemingen. In deze figuur wordt het beeld bepaald door sensor WT1160. Deze domineert met relatief hoge waarnemingen van geur. Bij het weglaten van WT1160 uit de figuur komt een gelijkvormig patroon voor WT1159 naar voren. Beide sensoren (die in de nabijheid liggen van papiermachine 2 van SK Parenco) geven een hogere waarde te zien in de oostzuidoost richting. In deze richting is de waterzuivering van SK PARENCO gesitueerd.

Figuur 4.3: Windrozen van de geurpieken berekend met de "aangeleerde" geurwaarneming.



Opvallend is dat deze verhoging alleen duidelijk te zien is bij WT1160 en WT1159. De andere sensoren geven nauwelijks respons. Analoog aan bovenstaande werkwijze zijn alle sensoren afzonderlijk ook geanalyseerd.

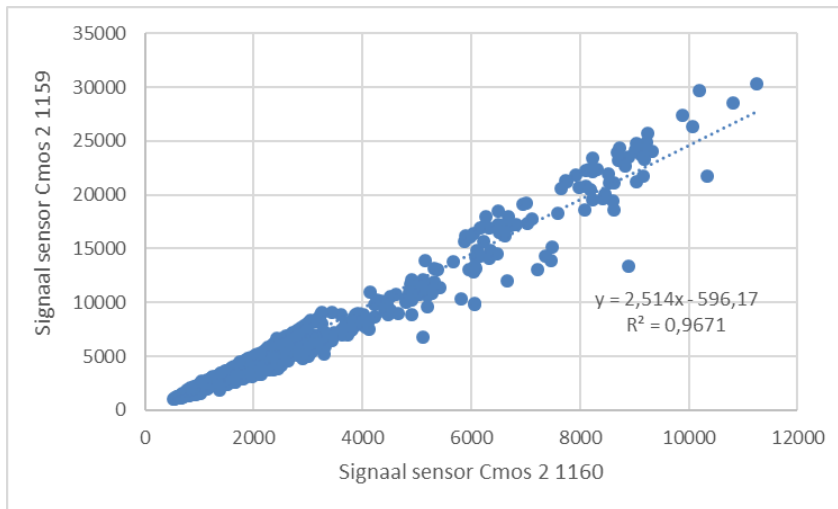
4.4 Individuele sensoren

Bij het uitzetten van een sensornetwerk worden doorgaans de sensoren eerst met elkaar vergeleken op een locatie waarbij de sensoren gelijk belast worden. De sensoren kunnen op deze manier aan elkaar gelijk gesteld worden. In combinatie met metingen met specifieke analyzers kan dan het netwerk ook nog absoluut gekalibreerd worden. Dit is in dit project niet gedaan. De geursensoren zijn op het laboratorium aan elkaar gelijkgesteld door het "aanleren" van de geur. Voor de sensoren voor ammoniak (NH_3) zwavelwaterstof (H_2S) vluchtige organische stoffen (VOS) zijn de kalibratiegetallen van de fabrikant ingevoerd. De algemene ervaring met sensoren is dat hierbij grote verschillen tussen de sensoren kunnen optreden. Bij een eerste analyse van de resultaten van de sensoren bleken verschillen op te treden van factoren.

Om een meer eenduidig signaal te verkrijgen van alle aanwezige sensoren zijn de signalen van de gelijke sensoren in de 10 verschillende neuzen genormeerd naar het signaal van 1 van de elektronische neuzen. Dit is gedaan voor de vier metaaloxide sensoren Cmos 1, Cmos2, Cmos3 en Cmos4, en de drie meer specifieke sensoren voor VOS, NH_3 en H_2S . Er is gekozen om de sensoren van de elektronische neus WT1160 als basis te gebruiken.

Bij het normeren wordt eerst bepaald of er een "lineair" verband is tussen sensoren. Met andere woorden reageren twee sensoren hetzelfde op veranderingen, en is er een verband tussen de hoogte van de verandering. Hiervoor worden getallenparen samengesteld en wordt met de kleinste kwadraat methode de correlatie tussen twee sensoren bepaald. Bij deze verwerking zijn alleen getallenparen meegenomen waarbij de wind komt uit de windrichtingen west via noord tot oost dus niet uit de richting van SK Parenco. In figuur 4.4 is de correlatie weergegeven tussen Cmos sensor 2 van de elektronische neuzen WT1159 en WT1160.

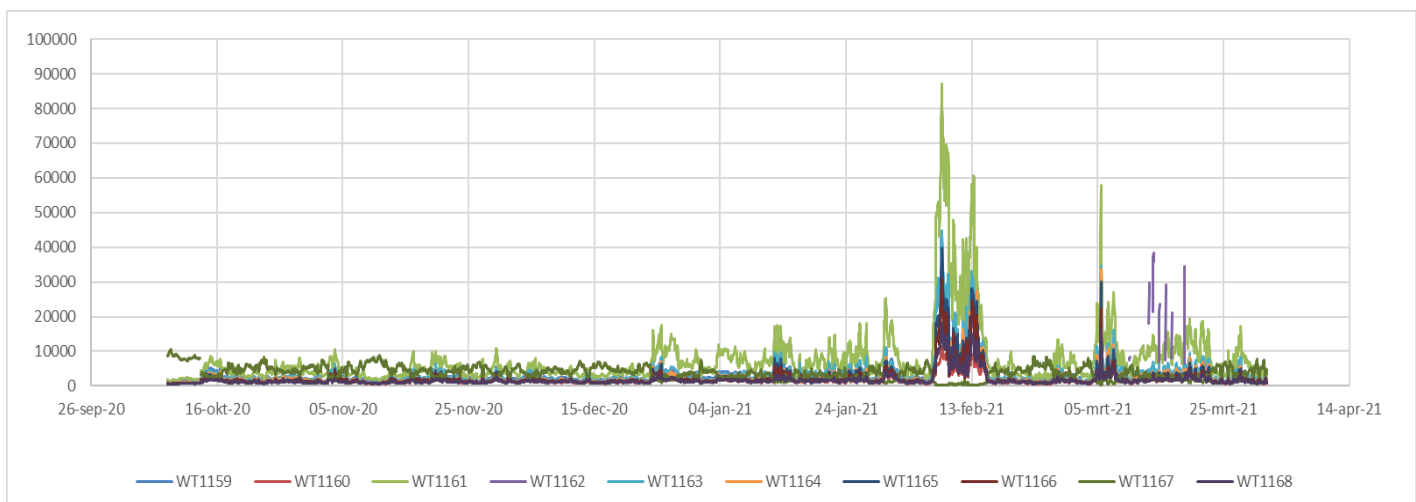
Figuur 4.4: Correlatie CMOS2 van de Rubix WT1159 en WT1160.



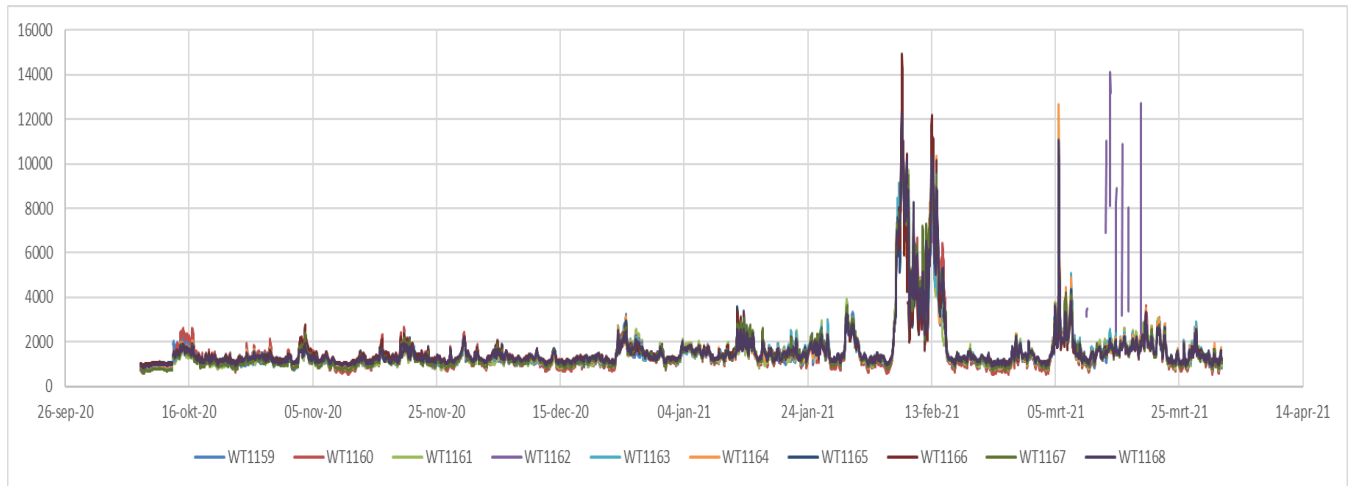
Met behulp van de lineaire functie zijn alle waarnemingen van de Cmos2 sensor van WT1159 genormeerd naar de Cmos2 sensor in WT1160. Op dezelfde wijze zijn de Cmos2 sensoren van de andere elektronische neuzen ook genormeerd naar de Cmos2 sensor van WT1160. In bijlage 3 zijn alle individuele regressie figuren weergegeven. In de bijlage is ook te zien dat deze bewerking niet voor alle sensoren uitvoerbaar is. Tussen de getallenparen moet wel een aantoonbare correlatie zijn. Op deze wijze wordt niet een absolute kalibratie uitgevoerd, maar geven wel alle sensoren een gelijke reactie op een aangeboden luchtsamenstelling.

In figuur 4.5 is het verloop van de signalen van de Cmos2 sensoren in de 10 afzonderlijke units weergegeven voor deze normering bewerking en in figuur 4.6 het verloop van de signalen van de Cmos2 sensoren na de normering naar de sensor in meetpunt WT1160.

Figuur 4.5: Het signaal in de tijd van Cmos2 sensoren voor de normering naar WT1160.



Figuur 4.6: Het signaal in de tijd van Cmos2 sensoren na normering naar het niveau van WT1160.



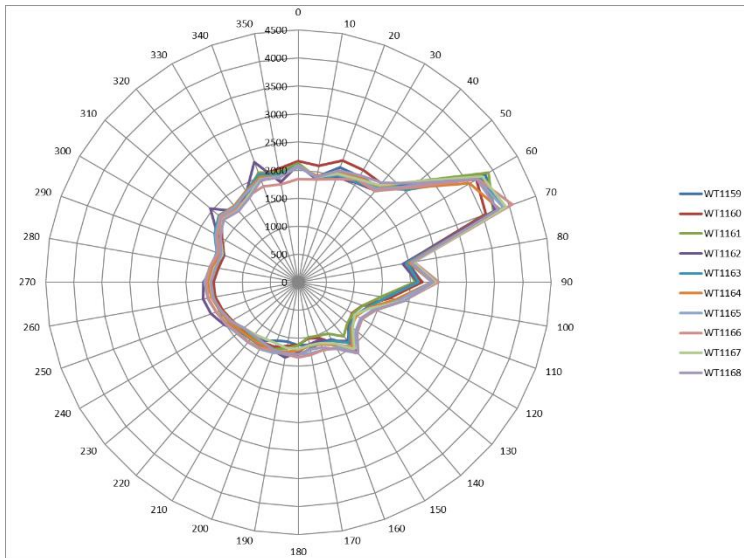
Op dezelfde wijze zijn de waarnemingen van de sensoren voor NH_3 , H_2S en VOS verwerkt. Deze sensoren zijn vanuit de fabriek gekalibreerd voor het waarnemen van de specifieke chemische stoffen. In theorie zou het signaal van de sensoren dan ook gelijk moeten zijn wanneer de wind uit dezelfde windrichting komt, waarbij moet worden aangenomen dat er geen grote bron voor de desbetreffende component aanwezig is. Eerst zijn de functies bepaald om de signalen van de drie specifieke sensoren te normeren naar het niveau van WT1160. Deze functies zijn weergegeven in bijlage 4. Voor de H_2S sensoren zijn correctie factoren bepaald tussen 0,65 en 1,3. Dit is heel gebruikelijk bij het onderling vergelijken van sensoren in het veld. Voor de NH_3 - en PID-sensoren was het niet mogelijk een normering uit te voeren. Hiervoor is een zeer uitgebreide analyse noodzakelijk wat niet valt binnen dit project.

4.5 Windrozen

Om te bepalen of de sensoren reageren op geur en/of verandering in luchtsamenstelling bij wind over het terrein van SK Parengo zijn voor alle sensoren afzonderlijk windrozen gemaakt. De resultaten van de sensoren zijn waar mogelijk genormeerd naar het niveau van WT1160.

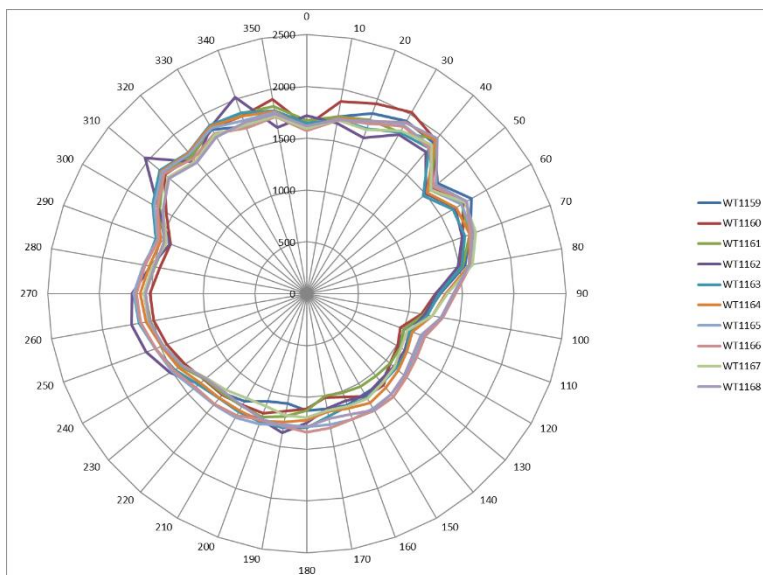
In figuur 4.7 is de windroos van de Cmos2 sensoren weergegeven.

Figuur 4.7: Windroos van de genormeerde resultaten van Cmos2.



Opvallend in deze windroos is dat alle sensoren pieken bij een windrichting tussen 50° en 90° windrichting. In figuur 4.6 is te zien dat tussen 6 en 15 februari 2021 alle sensoren veel pieken vertonen. In deze periode waren de buitentemperaturen onder 0°C en lag er sneeuw bij een oostelijke windrichting. Dit was niet een gebruikelijke situatie en bekend is dat sensoren niet gelijk reageren bij lage temperaturen. De windroos is opnieuw gemaakt waarbij deze periode is uitgesloten. De resultaten zijn weergegeven in figuur 4.8.

Figuur 4.8: Windroos van de genormeerde resultaten van Cmos2 met uitsluiting van de winterse periode van 6 tot en met 15 februari 2021.



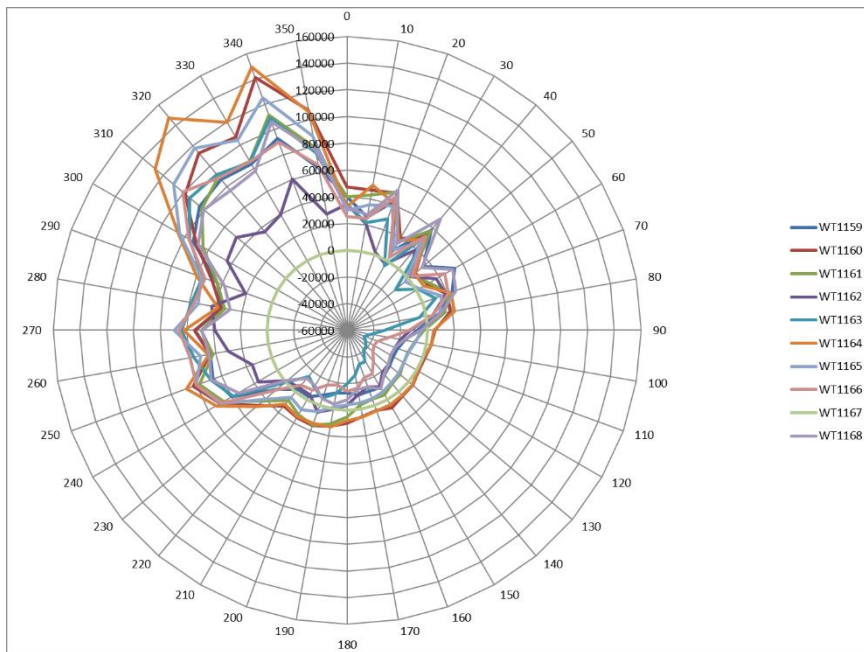
In figuur 4.8 is te zien dat de Cmos2 sensor de grootste uitslag geeft als de wind uit de bebouwde kom van Renkum komt. De laagste uitslag geven de Cmos 2 sensoren bij wind uit de richting van SK Parenco. Het is mogelijk dat er een negatieve respons kan worden



verwacht bij de sensoren. Dit is echter bij ons niet bekend omdat de kalibratiefuncties niet bekend zijn.

In figuur 4.9 is de windroos van de Cmos4 sensoren gegeven voor dezelfde periode.

Figuur 4.9: Windroos van de genormeerde resultaten van Cmos4 met uitsluiting van de winterse periode van 6 tot en met 15 februari 2021.

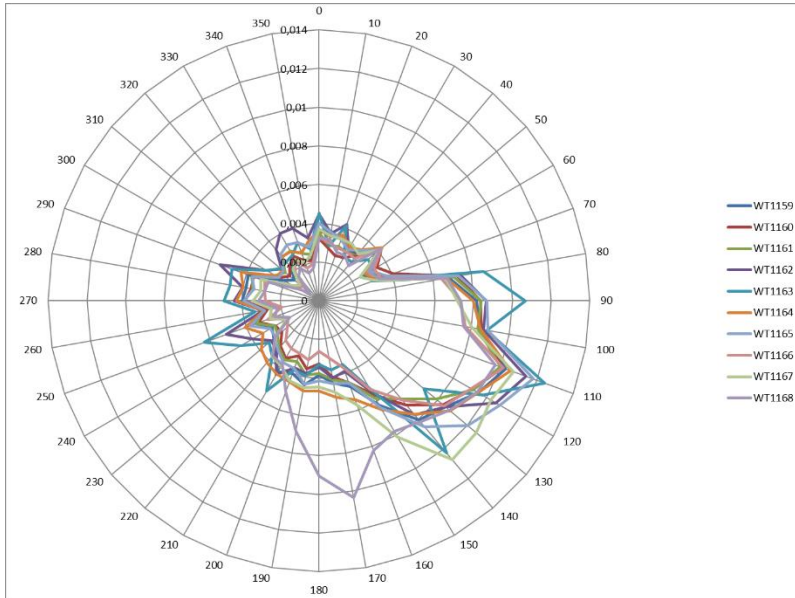


Ook figuur 4.9 is te zien dat de Cmos4 sensor de grootste uitslag geeft als de wind uit de bebouwde kom van Renkum komt. De laagste uitslag geven de Cmos4 sensoren bij wind uit de richting van SK Parenco. Het is mogelijk dat er een negatieve respons kan worden verwacht bij de sensoren. Ook van deze sensoren zijn de kalibratiefuncties niet bekend.

De normeringen voor sensor Cmos1 en Cmos3 zijn niet uitgevoerd. Voor deze sensoren zijn ook geen windrozen bepaald.

Voor de H₂S sensoren is de windroos bepaald. Bij de analyse is ook de winterse situatie van 6 tot en met 15 februari 2021 uitgesloten, maar dit had geen invloed op de uitkomst. In figuur 4.10 is de windroos voor de hele periode weergegeven.

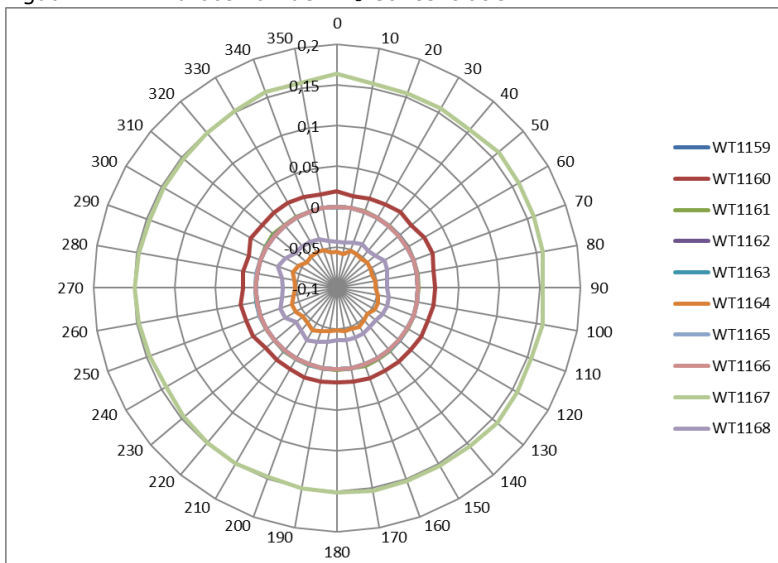
Figuur 4.10 Windroos van de concentratie van H₂S.



In de windroos is te zien dat de concentratie van H₂S in de lucht duidelijk verhoogd is bij wind uit het oostzuidoosten tot het zuidzuidoosten. Bij deze windrichting komt de aangevoerde lucht over de waterzuiveringsinstallatie van SK Parenco. Het is aannemelijk dat bij de zuivering van afvalwater H₂S wordt geëmitteerd.

Voor de NH₃ sensor kon geen normering uitgevoerd worden (zie bijlage 4). Van de resultaten van de NH₃ metingen is de windroos bepaald en weergegeven in figuur 4.11.

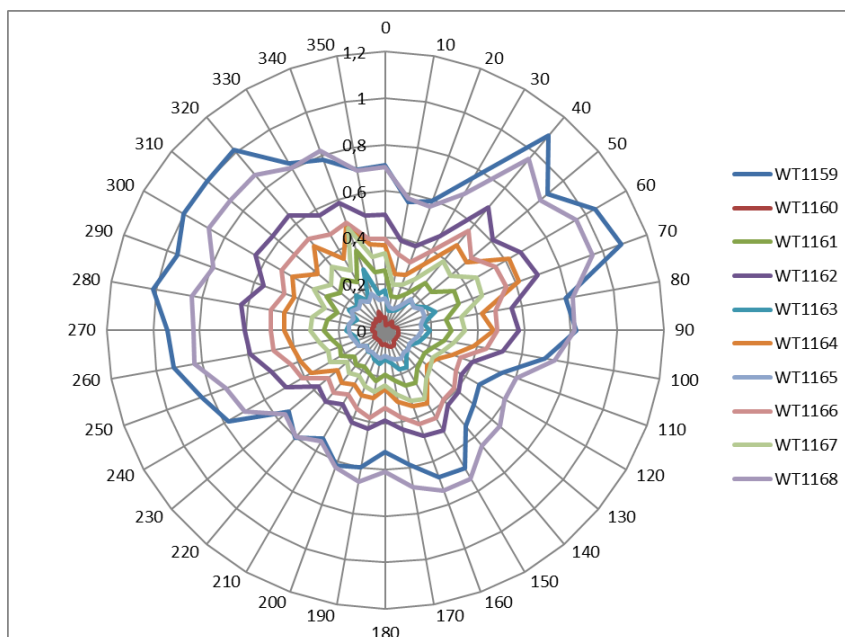
Figuur 4.11 Windroos van de NH₃ Concentratie.



De concentraties gemeten met de verschillende sensoren liggen te ver uit elkaar. Dit wijst erop dat de kalibratie van de sensoren niet juist is uitgevoerd. Er is geen duidelijk verschil tussen de concentraties NH₃ bij verschillende windrichtingen. Er is geen duidelijke bron voor NH₃.

Ook voor de VOS-sensor kon geen normering uitgevoerd worden (zie bijlage 4). Van de resultaten van de VOS-metingen is de windroos bepaald en weergegeven in figuur 4.12.

Figuur 4.12 Windroos van de VOS Concentratie.



De kalibratie van de VOS-sensoren is niet juist uitgevoerd. De concentraties VOS zijn hoger bij wind afkomstig van de bebouwde kom van Renkum. Wel pieken de sensoren in dezelfde richtingen.

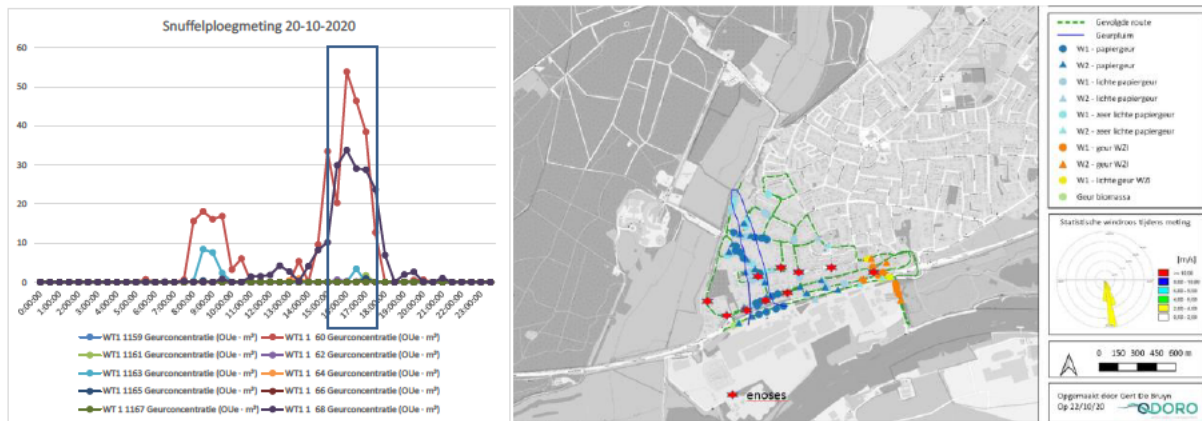
4.6 Vergelijken resultaten elektronische neuzen tijdens snuffelploegmetingen

Door Odoro zijn 10 snuffelploegmetingen uitgevoerd in de periode april tot november 2020. Tijdens de snuffelploegmetingen 8, 9 en 10 zijn de deelnemers van de geurapp gevraagd om hun bevindingen in app vast te leggen. De gegevens van de elektronische neuzen zijn vergeleken met de tijdstippen waarop de snuffelploegmetingen zijn uitgevoerd.

4.6.1 Snuffelploegmeting 8, 20 oktober 2020

In de onderstaande figuur 4.13 worden de resultaten van de snuffelploegmeting en de elektronische neuzen weergegeven van 20 oktober 2020.

Figuur 4.13: Geursignalen 20 oktober 2020 tijdens snuffelploegmeting 8.

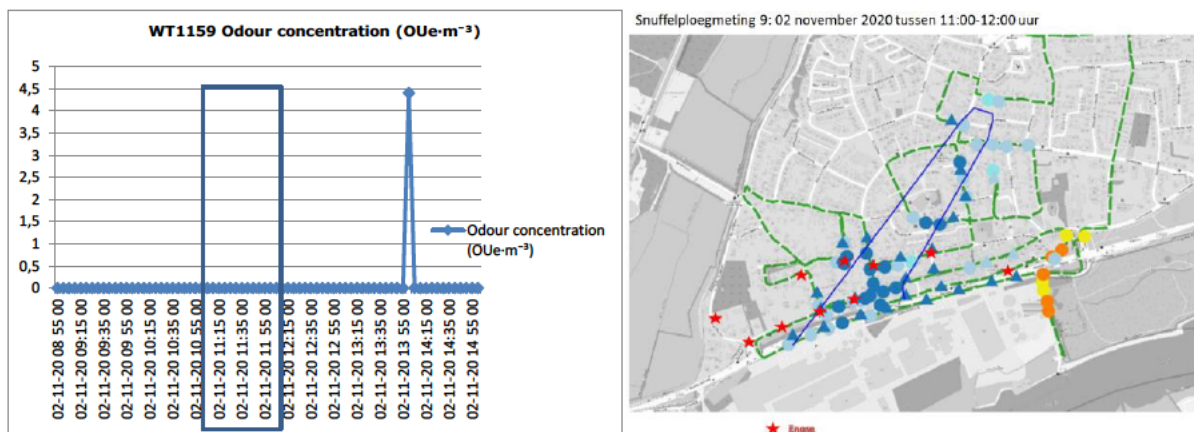


Uit de signalen van de elektronische neuzen, blijkt dat er een sterk geursignaal (in OUe/m^3) is op de WT1160 (in de pluim van de snuffelploegmeting in de nabijheid van SK Parenco) en de WT1168 (die buiten de geurpluim ligt van de snuffelploegmeting). Deze bijdrage op de WT1168 is waarschijnlijk afkomstig van de waterzuivering. De WT1164 die ook in de pluim ligt, maar verder van SK Parenco af, geeft geen meetbaar geursignaal. Dit zou je eigenlijk wel verwachten op basis van de snuffelploeg resultaten.

4.6.2 Snuffelploegmeting 9, 2 november 2020

In figuur 4.14 worden de resultaten van de snuffelploegmeting en de elektronische neuzen weergegeven van 2 november 2020.

Figuur 4.14: Geursignalen 2 november 2020 tijdens snuffelploegmeting 9.

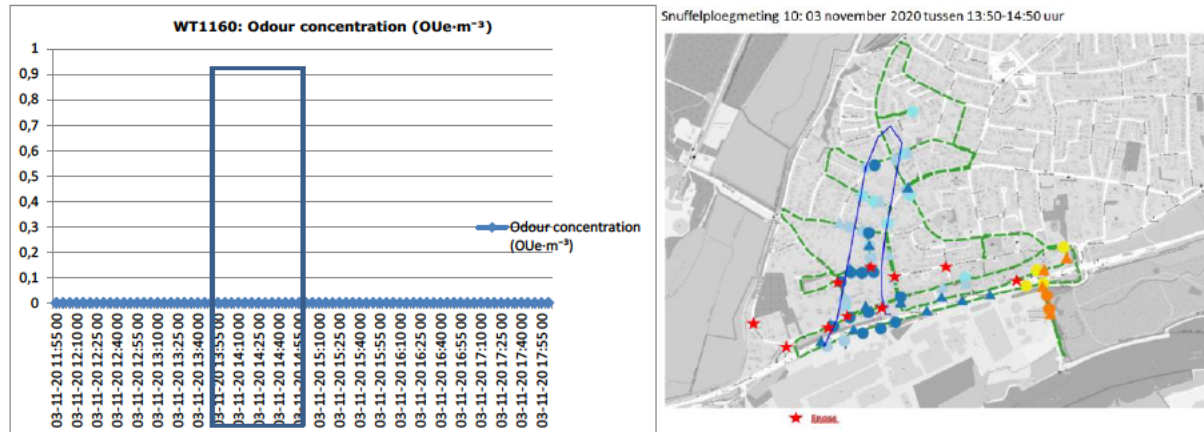


Op 2 november 2020 is de WT1159 de enige elektronische neus die een meetbaar geursignaal geeft. Gezien de windrichting verwacht je op de WT1159 ook een meetbare respons. Echter, de kortstondige verhoging ligt ruim buiten het tijdstip van de snuffelploegmeting. Bij de overige neuzen is op 2 november 2020 geen meetbaar geursignaal vastgesteld.

4.6.3 Snuffelploegmeting 10, 3 november 2020

In figuur 4.15 worden de resultaten van de snuffelploegmeting en de elektronische neuzen weergegeven van 3 november 2020.

Figuur 4.15: Geursignalen 3 november 2020 tijdens snuffelploegmeting 10.



Op 3 november 2020 tijdens snuffelploegmeting 10 zou je op de elektronische neus WT1160 een meetbaar geursignaal verwachten. Echter, geen van elektronische neuzen geeft een meetbaar geursignaal.

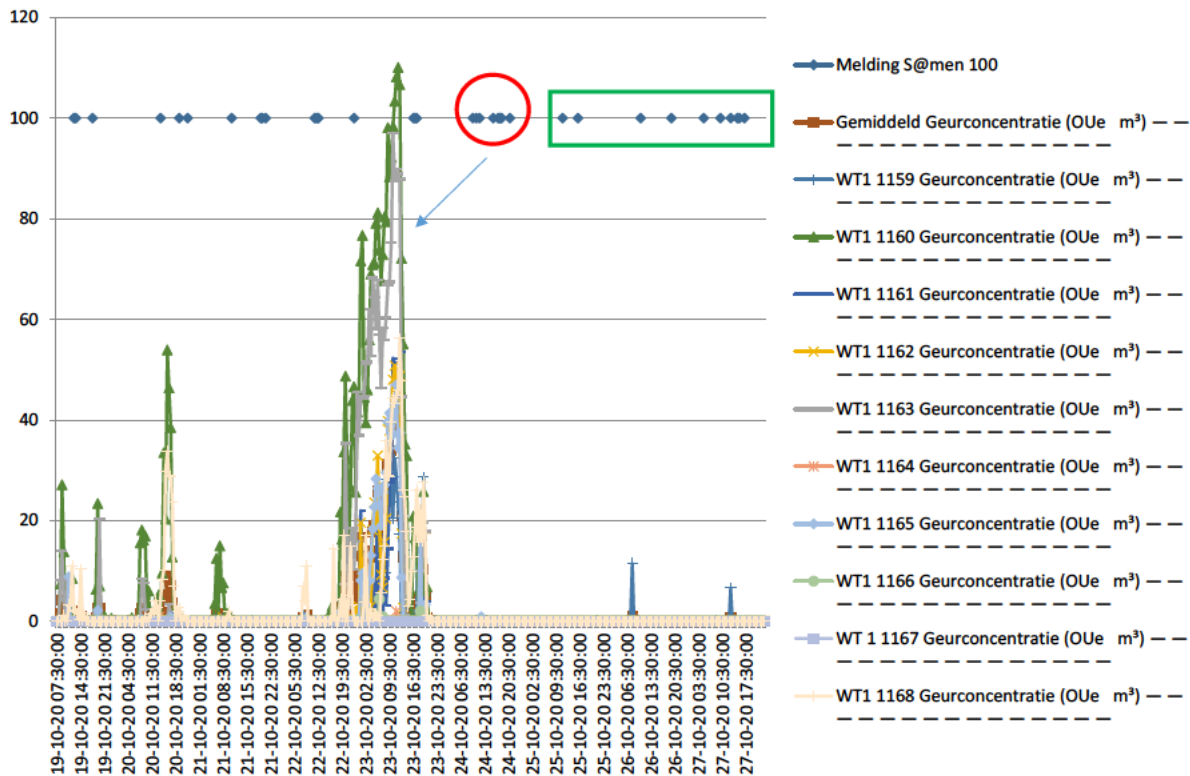
Teleurstellend, maar de resultaten van de elektronische neuzen geven geen tot weinig relatie met de uitgevoerde snuffelploegmetingen.

4.7 Resultaten elektronische neuzen in situaties met meldingen hinder

4.7.1 Meldingen S@men van 19 tot 27 oktober 2020

In de onderstaande figuur zijn de resultaten van de eerste volle week meten met de elektronische neuzen uitgezet tegen de meldingen in S@men (provincieloket).

Figuur 4.16: Resultaten geursignaal elektronische neuzen met hindermeldingen (blauwe stippen), 19-27 oktober 2020.



In een periode met wind van uit het zuidoosten tot zuidwesten is er vanaf 22 oktober 2020 om 19:00 uur een sterke respons op de elektronische neus WT1160 (deze ligt in de nabijheid van SK Parenco aan de Dorpstraat). De piek is ruim een etmaal breed tot 23 oktober 21:00 uur. Op 22 oktober 2020 is er 1 melding van hinder. En op 23 oktober 2020 zijn er 3 meldingen van 3 adressen in Renkum. De piek aan meldingen (8 in totaal in de rode cirkel) zijn op 24 oktober, waarbij de elektronische neuzen geen respons meer geven. Dit geldt eveneens voor de meldingen tussen 24 en 27 oktober 2020.

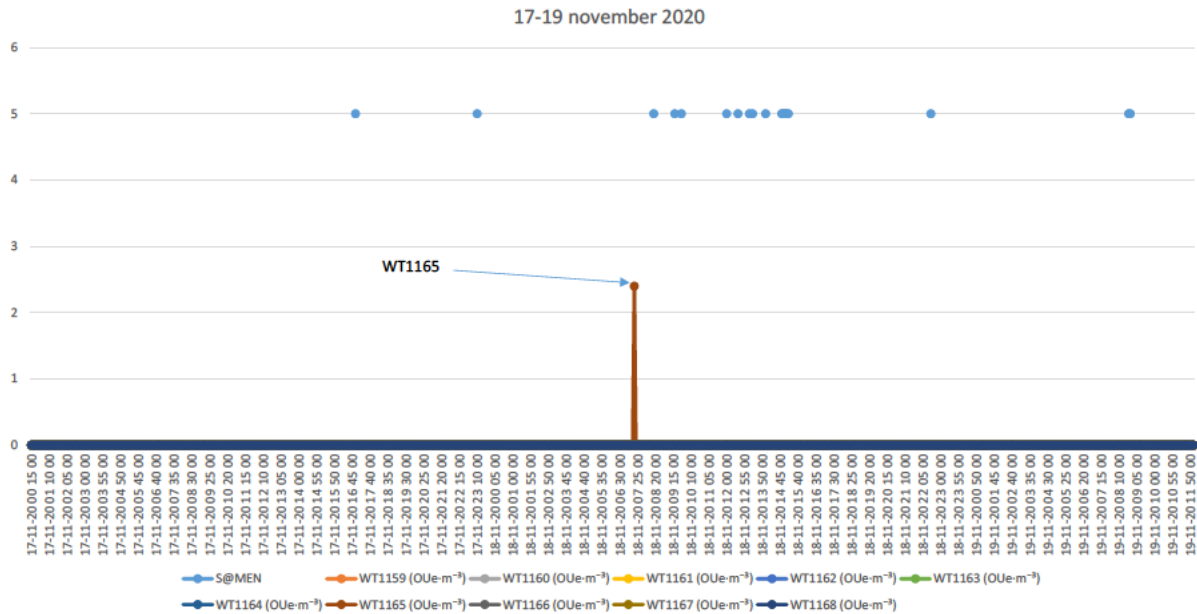
Opvallend is ook de sterke respons op de WT1163. Deze kan op basis van windrichting lastig gecombineerd worden met activiteiten bij SK Parenco. Een mogelijke conclusie is dat de respons van de elektronische neuzen niet door activiteiten van SK Parenco komen, maar mogelijk door weersveranderingen. Met name de relatieve luchtvochtigheid lijkt sterk van invloed te zijn op de resultaten van de elektronische neuzen.

4.7.2 Meldingen S@men van 17 tot 19 november 2020

Op 18 november 2020 zijn er 14 meldingen van geuroverlast. SK Parenco laat weten dat op 19 november 2020 de PM2 niet in bedrijf is van 09:30 -12:30 uur in verband met schoonmaak. Met een overwegend zuidenwind wordt de respons van de elektronische neuzen weergegeven in figuur 4.17.

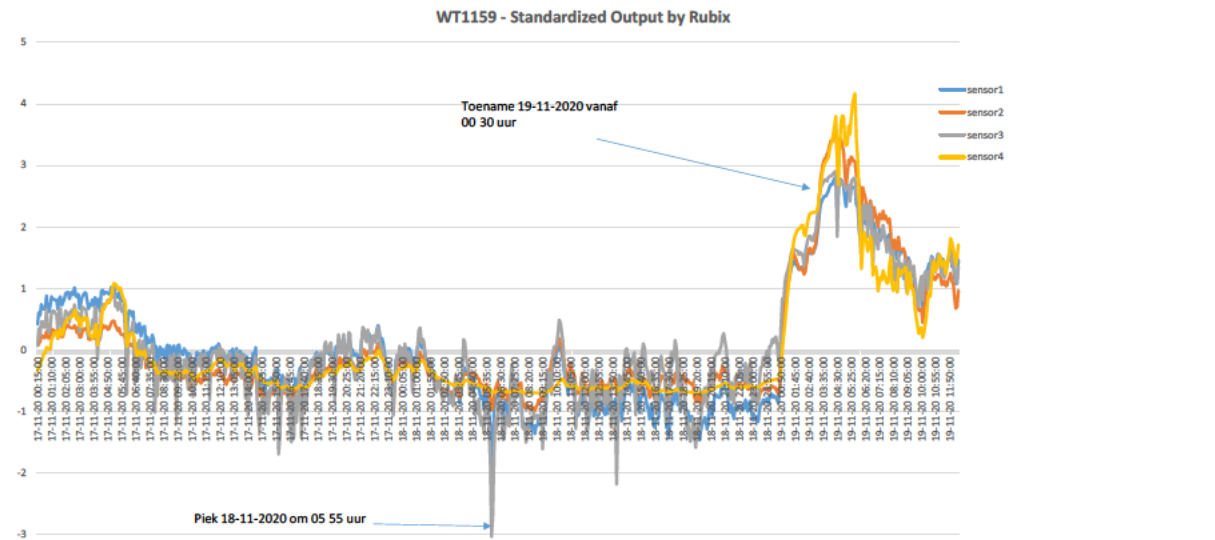


Figuur 4.17: Resultaten geursignaal elektronische neuzen met hindermeldingen S@men (blauwe stippen), 17-19 november 2020.



Omdat er weinig respons is op de elektronische neuzen (wat op basis van de meldingen met name op 18 november 2020 niet verwacht zou worden) is de leverancier van de elektronische neuzen (Rubix) gevraagd om de resultaten van de neuzen nader te beschouwen. Met name voor de elektronische neus WT1159 verwacht je op basis van de windrichting een positieve respons. Rubix heeft de resultaten voor deze neus opnieuw berekend, door te corrigeren voor het gemiddelde signaal van iedere sensor. Op deze wijze zijn signaal- of responswijzigingen van de sensoren t.o.v. het gemiddelde beter in beeld. Echter, ook na corrigeren met het gemiddelde signaal is er geen eenduidige respons op de elektronische neuzen op basis van de meldingen op 18 november 2020 (zie figuur 4.18 voor de WT1159). Wel is er een toename in het signaal op 19 november 2020 een aantal uren voor de stop op papiermachine 2.

Figuur 4.18: Gecorrigeerde resultaten elektronische neuzen met hindermeldingen, 17-19 november 2020.

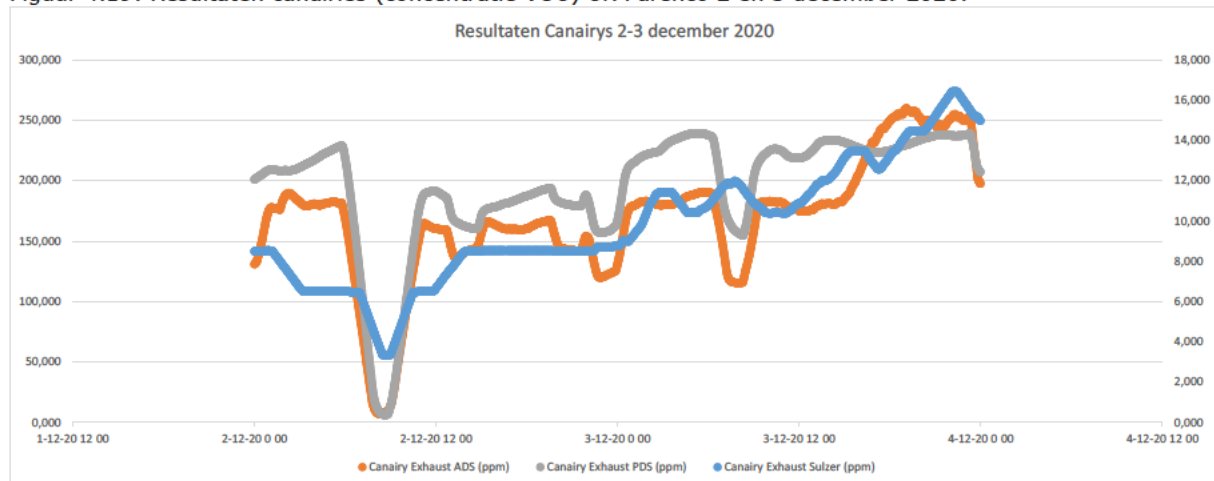


Met de hernieuwde berekening lijkt de WT1159 een positieve respons te geven op 19 november 2020. Mogelijk door vervuiling van de papiermachine, waardoor later op de morgen een stop noodzakelijk is. Maar de meldingen van de overlast zijn echter van een dag eerder.

4.7.3 Meldingen S@men van 2 en 3 december 2020

Vanaf eind november zijn ook de signalen van de canaries van SK Parenco zichtbaar in het Ortelium platform. In de onderstaande figuur de resultaten van de canaries van 2 en 3 december.

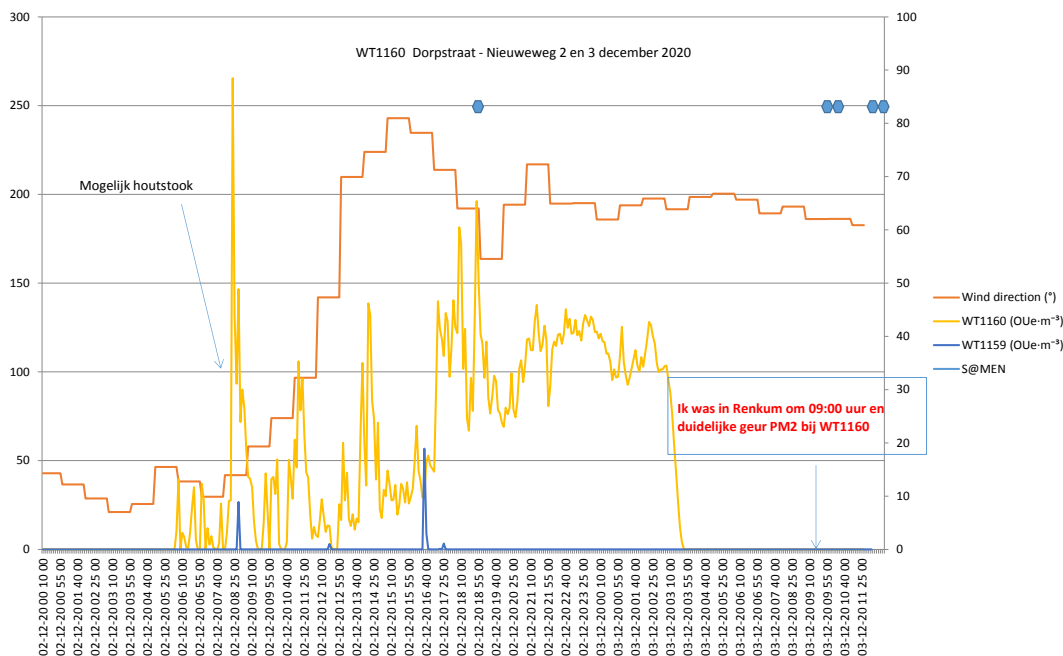
Figuur 4.19: Resultaten canaries (concentratie VOS) SK Parenco 2 en 3 december 2020.



Uit deze resultaten blijkt, dat papiermachine 2 op 2 december rond 06:00 uur stopt en weer start rond 08:45 uur.

In figuur 4.20 worden de resultaten van de elektronische neuzen WT1159 en WT1160 en de meldingen in S@men (blauwe stippen) weergegeven.

Figuur 4.20: Resultaten elektronische neuzen (WT1159 en WT1160) SK Parenco 2 en 3 december 2020.



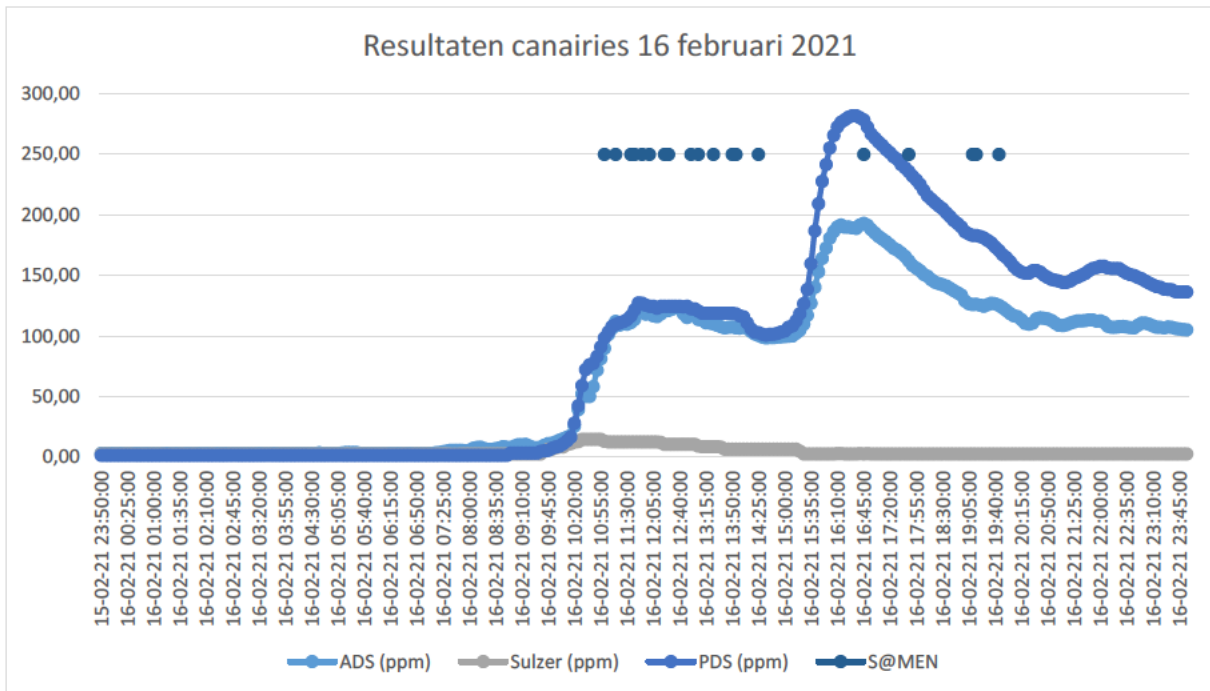
Op 2 december 2020 is de windrichting noord, noordoost en is op de elektronische neus WT1160 een duidelijk geursignaal te zien. Als de wind naar het zuiden draait loopt dit signaal op de WT1160 nog verder op. Alle overige neuzen geven geen meetbaar signaal. Uit de data van de canaries weten we, dat papiermachine 2 op 3 december relatief normaal in bedrijf is. De duidelijke respons op WT 1160 wordt mogelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van houtkachels in de directe omgeving. In de nachtelijke uren van 3 december zijn de kachels uitgebrand en daalt het signaal naar nul.

Opvallend, op 3 december 2020 zijn we zelf voor waarnemingen in Renkum geweest in de tijd dat er meldingen waren van hinder. Mede door de meteo-omstandigheden, wind uit het zuiden en dompig en mistig weer sloeg de pluim van papiermachine 2 direct achter de bedrijfshal op Renkum neer. Deze was visueel en organoleptisch goed te volgen ten hoogte van de WT1160. De WT1160 gaf echter geen meetbare geursignalen (3 december 2020, 09:00-10:30 uur).

4.7.4 Meldingen S@men op 16 februari 2021

In S@men werden op 16 februari 2021 tussen 12:00 uur en 20:00 19 meldingen ontvangen over geuroverlast.

Figuur 4.21: Resultaten canaries (concentratie VOS) SK Parenco en meldingen S@men (blauwe stippen), d.d. 16 februari 2021.



Uit de figuur is op te maken dat papiermachine 2 na stilstand (onderhoud door SK Parenco en enkele aangesloten weken met wind uit het noorden en oosten) weer is opgestart op 16 februari 2021. De opstartfase leidde tot veel meldingen van uit de omgeving over geuroverlast.

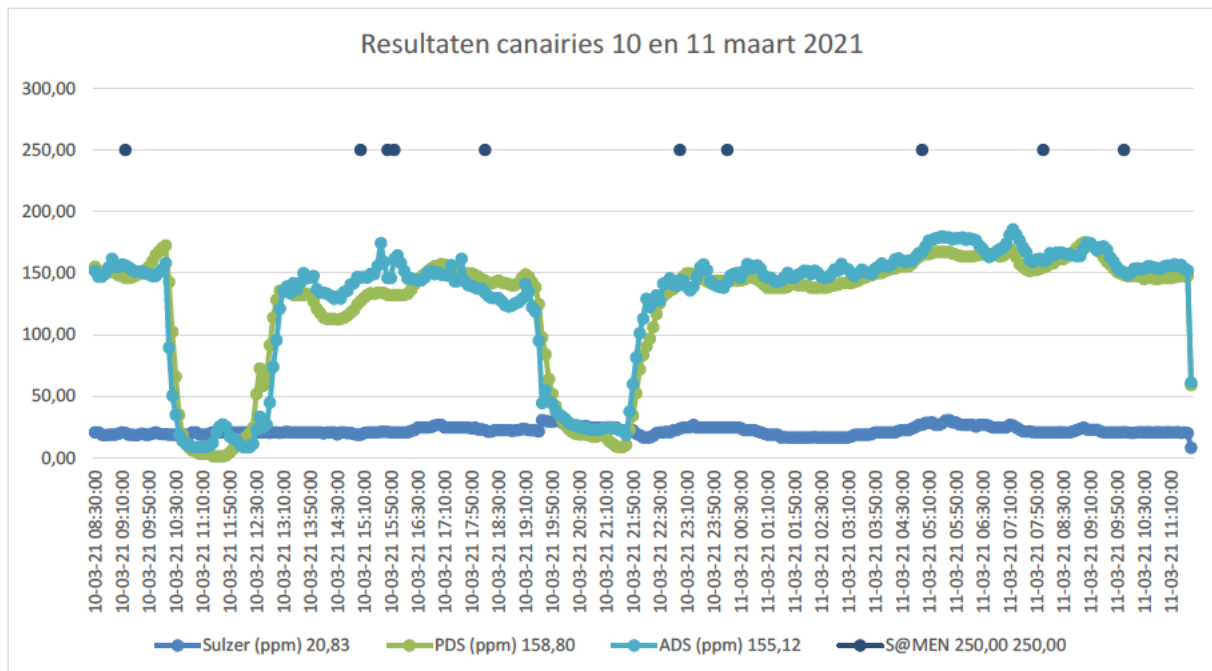
Op de elektronische neuzen is de opstartfase van papiermachine 2 niet terug te vinden. Wel is de weersverandering in de avonduren (regen en veel wind) op alle neuzen geregistreerd.

Aan Rubix is opnieuw gevraagd om de data van de periode 16 en 17 februari 2021 nader te analyseren. Zie hoofdstuk 4.8.1.

4.7.5 Meldingen S@men van 10 en 11 maart 2021

Op 10 en 11 maart 2021 werden via S@men 13 meldingen ontvangen over geuroverlast.

Figuur 4.22: Resultaten canaries (concentratie VOS) SK Parenco en meldingen S@men (blauwe stippen), d.d. 10 en 11 maart 2021.



Uit de figuur is op te maken dat in de periode van 10 en 11 maart 2021 papiermachine 2 tot 2 keer toe werd opgestart. Dit leverde enkele meldingen op over geurhinder, maar minder meldingen na de lange onderhoudsstop van februari 2021.

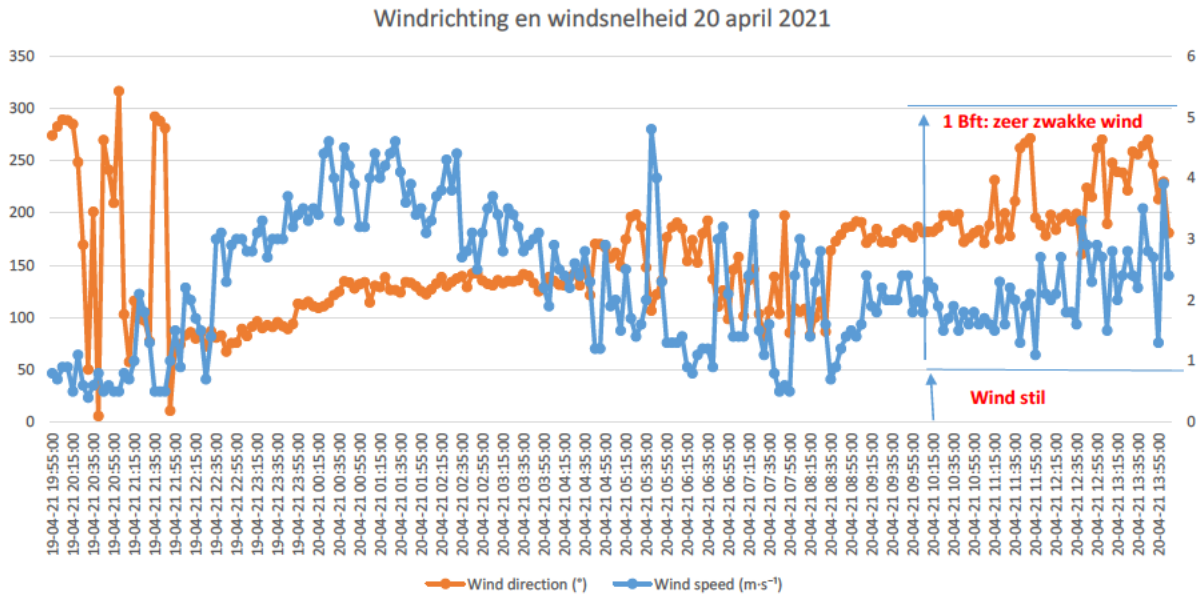
Op de elektronische neuzen zijn deze stop- en start van papiermachine 2 niet terug te vinden. Aan Rubix is gevraagd om de data van deze periode eveneens nader te analyseren. Zie hoofdstuk 4.8.1.

4.7.6 Meldingen S@men van 20 april 2021

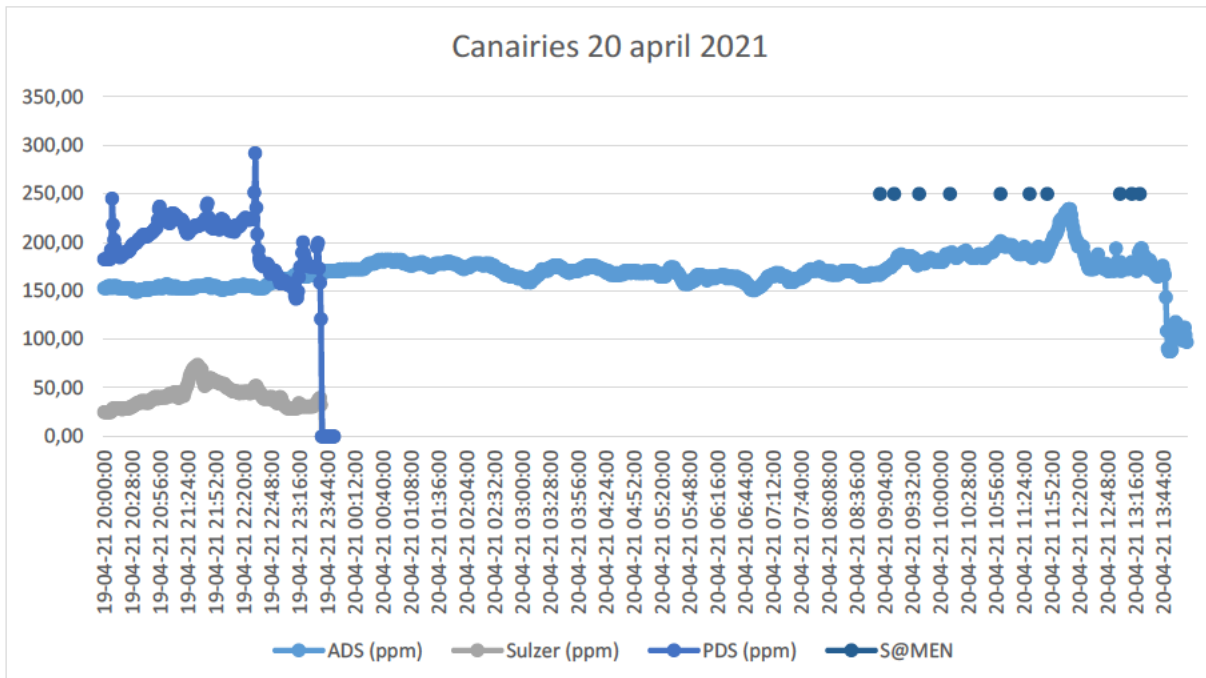
Op 20 april 2021 werden via S@men 10 meldingen ontvangen over geuroverlast. Dit is opvallend. Uit de windrichting blijkt, dat de wind de meeste tijd niet van uit het zuiden richting Renkum staat. Echter de windsnelheid is zeer laag, waardoor mogelijk geur van SK Parenco in Renkum toch goed waarneembaar is.



Figuur 4.23: Windrichting en -snelheid, d.d. 20 april 2021.

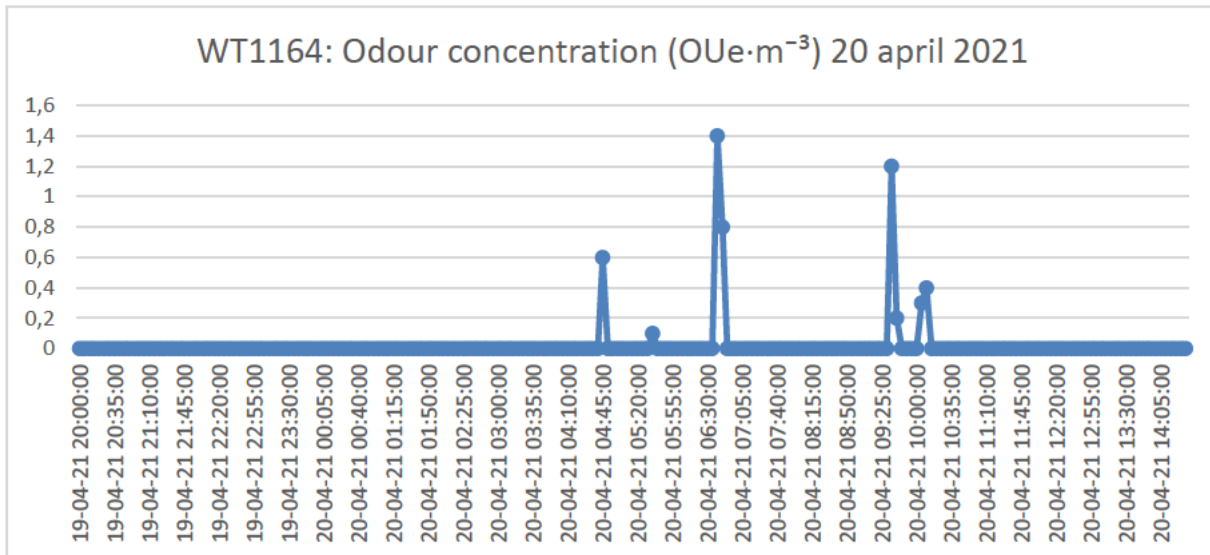


Figuur 4.24: Resultaten canaries (concentratie VOS) en meldingen S@men (blauwe stippen), d.d. 20 april 2021.



De resultaten van 2 van de canaries zijn niet in Ortelium beschikbaar. Maar op basis van de ADS canary lijkt papiermachine 2 representatief in bedrijf. Uit de resultaten van de elektronische neuzen blijkt, dat er alleen op de elektronische neus WT1164 een signaal zichtbaar is.

Figuur 4.25: Resultaten geursignaal WT1164, d.d. 20 april 2021.



Gezien de lage windsnelheden verwacht je eerder op de elektronische neuzen WT1159 en WT1160 een geursignaal te zien. De resultaten van de WT1164 kunnen niet verklaard worden met activiteiten bij SK Parenco.

Opvallend is dat een van de meldingen van geurhinder uit Wageningen komt (afstand 2,5 kilometer ten westen van papiermachine 2). Het lijkt ons gezien de windsnelheden niet aannemelijk, dat de papiermachine 2 daar is waar te nemen.

Overigens wordt ook een aantal keren verbrandingslucht genoemd en gewezen op de mee-verbrandingsinstallatie K62. Of de vrijkomende lucht (op 65 meter hoogte) als verbrandingslucht is waar te nemen lijkt ons eveneens niet aannemelijk. Mogelijk wordt deze verbrandingslucht met de lage windsnelheden veroorzaakt door andere activiteiten in Renkum.

4.8 Analyse door Rubix van de 2 klachtsituaties van februari en maart 2021

Omdat we uit onze analyse van de data van de klachtsituaties februari en maart 2021 onvoldoende aanknopingspunten zagen voor verdere analyse van de meetresultaten is Rubix (als leverancier van de elektronische neuzen) gevraagd om een tweetal klachtsituaties (16-17 februari 2021 en 10-11 maart 2021) nader te beschouwen. In bijlage 5 wordt het rapport van Rubix weergegeven.

De conclusies op basis van de analyse van Rubix zijn:

De analyse toont het vermogen van onze reeks elektronische neuzen aan om:

- objectief omgevingsgebeurtenissen detecteren op basis van variaties in MOX-sensoren;
- klachten van bewoners in kaart brengen op volgorde van gebeurtenissen die consistente gassignaturen vertonen.

Deze analyse suggereert verder dat multi-sensorische patronen geregistreerd op elektronische neuzen kunnen worden gebruikt om de waarschijnlijkheid te voorspellen dat een gebeurtenis een klacht oproept. Betrouwbare alarmering vereist echter pluimverspreidingsmodellering om mogelijke hinder die op de elektronische neuzen is

gedetecteerd, kruiselings te valideren om valse alarmen te filteren (d.w.z. mogelijke geurinvloeden die niet afkomstig zijn van de Parenco-papierfabriek).

Rubix verwacht dat de elektronische neuzen als virtuele monitoren inzetbaar zijn om geuroverlast te kunnen voorspellen. Hiervoor is nodig een kalibratie van de monitoren in het veld en het gebruik van pluim dispersie model. Een mogelijk vervolg van de inzet van elektronische neuzen valt buiten de projectopzet. De ODRA is minder optimistisch over de geschiktheid van deze elektronische neuzen in dit project en zal deze neuzen niet voor vervolg metingen gaan inzetten.

5. Conclusies

Om een meer objectief inzicht te krijgen in de hinderbeleving vanuit de omgeving bij de vrijkomende emissies van geur afkomstig van papierfabriek SK Parenco is in juli 2020 gestart met het project 'objectivering geurhinder SK Parenco Renkum'.

Doel van het project is met de inzet van verschillende technieken trachten een relatie te leggen tussen de bedrijfsprocessen bij SK Parenco in relatie tot de geurhinder van uit de omgeving. Een afgeleid doel is om het aantal hinderklachten vanuit de omgeving door deze projectmatige aanpak te reduceren.

Het project bestond uit 3 onderdelen:

- de beleving van geurhinder door SK Parenco bij inwoners van Renkum en Heesum in beeld brengen;
- het monitoren van de verandering van de luchtsamenstelling in Renkum met 10 elektronische neuzen;
- het uitvoeren van 10 snuffelploegmetingen in Renkum.

Vanaf 14 oktober 2020 is gestart met de metingen met 10 elektronische neuzen. Met deze elektronische neuzen is de verandering in luchtsamenstelling gemeten en is getracht om een relatie te leggen naar activiteiten (waarbij geur vrijkomt) bij SK Parenco.

Bij de analyse van de data zijn tevens de metingen met de canaries betrokken. Een drietal sensoren, die de concentratie vluchtige organische stoffen (VOS) meet op drie bronnen van papiermachine 2 en zijn de resultaten van de meting van windsnelheid en windrichting meegenomen in de beoordeling.

Uit de resultaten van de windrozen van de elektronische neuzen blijkt, dat ze geen eenduidig signaal geven bij windrichtingen uit het zuiden. De meeste neuzen laten een positieve bijdrage zijn bij windrichtingen van uit Renkum naar SK Parenco.

Uit de resultaten van de geursignalen van de 10 elektronische neuzen kan op 2 van de 10 neuzen een positieve respons worden waargenomen bij windrichtingen waarbij de lucht afkomstig is van de waterzuiveringsinstallatie van SK Parenco richting Renkum. Overigens is dit niet zoals verwacht bij de elektronische neus WT1168, die in de nabijheid van de waterzuiveringsinstallatie ligt.



Bij de analyse van de resultaten van de drie chemische sensoren (H_2S , NH_3 , VOS) is met behulp van windrozen onderzocht of er een aanwijzing is dat de sensoren reageren op de uitstoot van lucht afkomstig van SK Parencó. Alleen uit de analyse van de H_2S sensoren kan worden aangenomen deze een verhoging geven te zien bij zuidoostenwind en lucht die afkomstig is uit de richting van de waterzuiveringsinstallatie van SK Parencó.

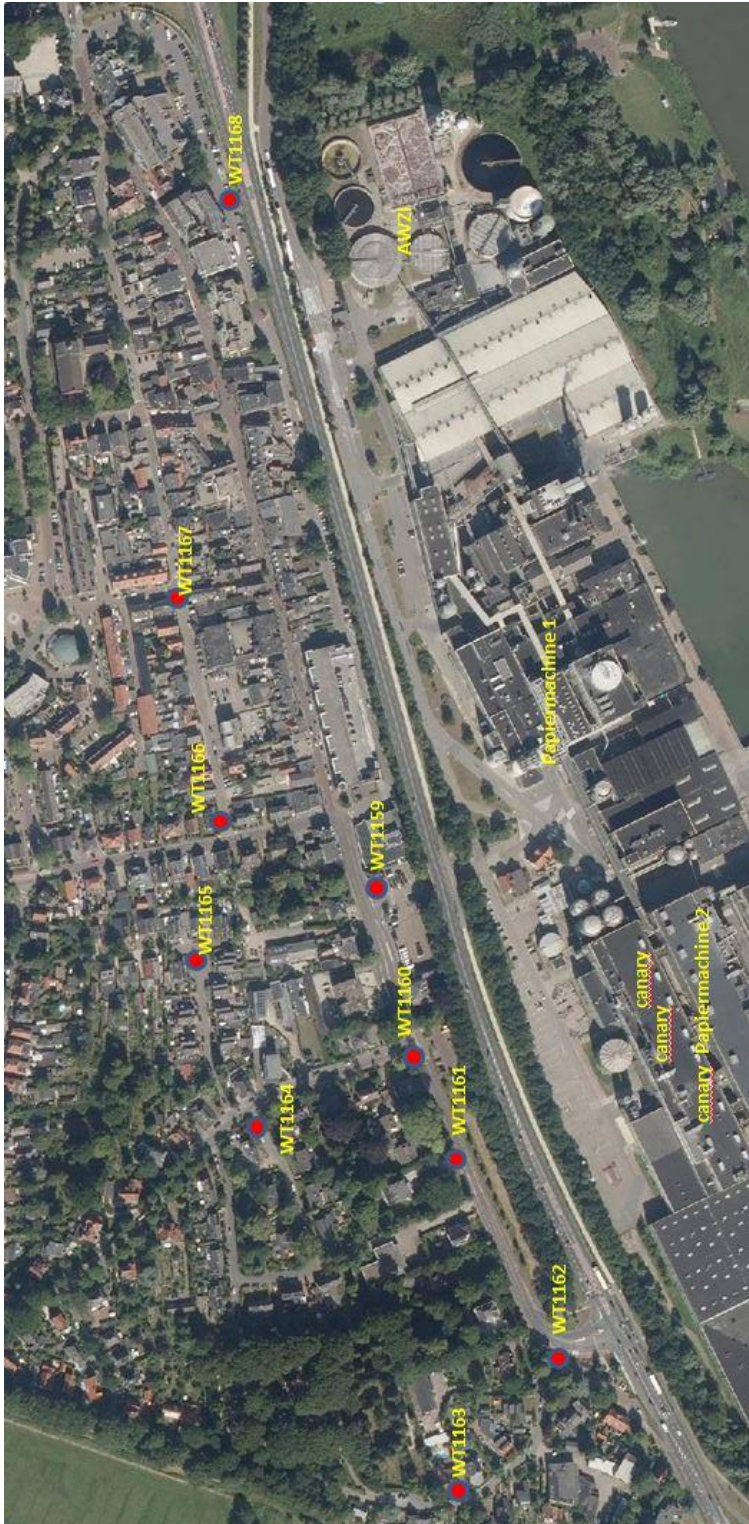
Bij de analyse van de meetdata van dagen met relatief veel overlast meldingen is er eveneens geen eenduidig beeld ontstaan. In oktober 2020 lijken de elektronische neuzen nog sterk te reageren op een verandering in luchtsamenstelling. Maar de gevoeligheid van de metaaloxide sensoren (die samen het geursignaal bepalen) lijkt snel in de tijd af te nemen, gezien de matige of slechte respons in december 2020 en de maanden daarna.

Rubix heeft als leverancier van de elektronische neuzen een tweetal overlast situaties nader onderzocht. Uit de resultaten van deze analyse zijn er onvoldoende aanknopingspunten om de elektronische neuzen voor het gekozen doel (objectivering van geurhinder) in te kunnen zetten. De elektronische neuzen zullen als techniek niet langer worden ingezet.

Samengevat, uit de resultaten van 6 maanden monitoren met 10 elektronische neuzen in de nabijheid van SK Parencó in combinatie met de inzet van de 'canairies' is niet het gewenste inzicht ontstaan in de meldingen van overlast. De resultaten van de elektronische neuzen zijn teleurstellend en geven onvoldoende aanknopingspunten om verdere analyses te doen. Dat het stoppen en starten van papiermachine 2 meer geuremissie opleverde en meer overlast bij wind uit het zuiden was reeds bekend. Met de metingen met de canairies, de registratie van de windrichting en de meldingen in S@men is dit nogmaals bevestigd.

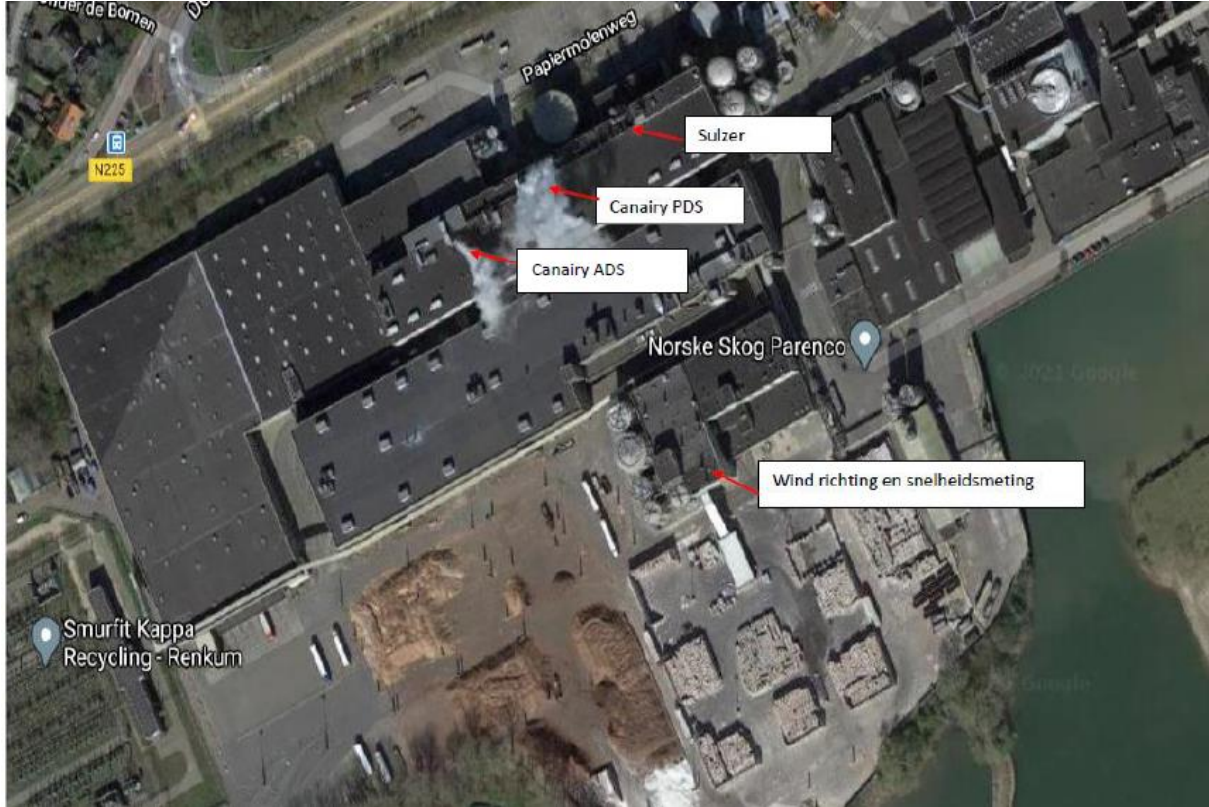


Bijlage 1: Meetposities elektronische neuzen in Renkum





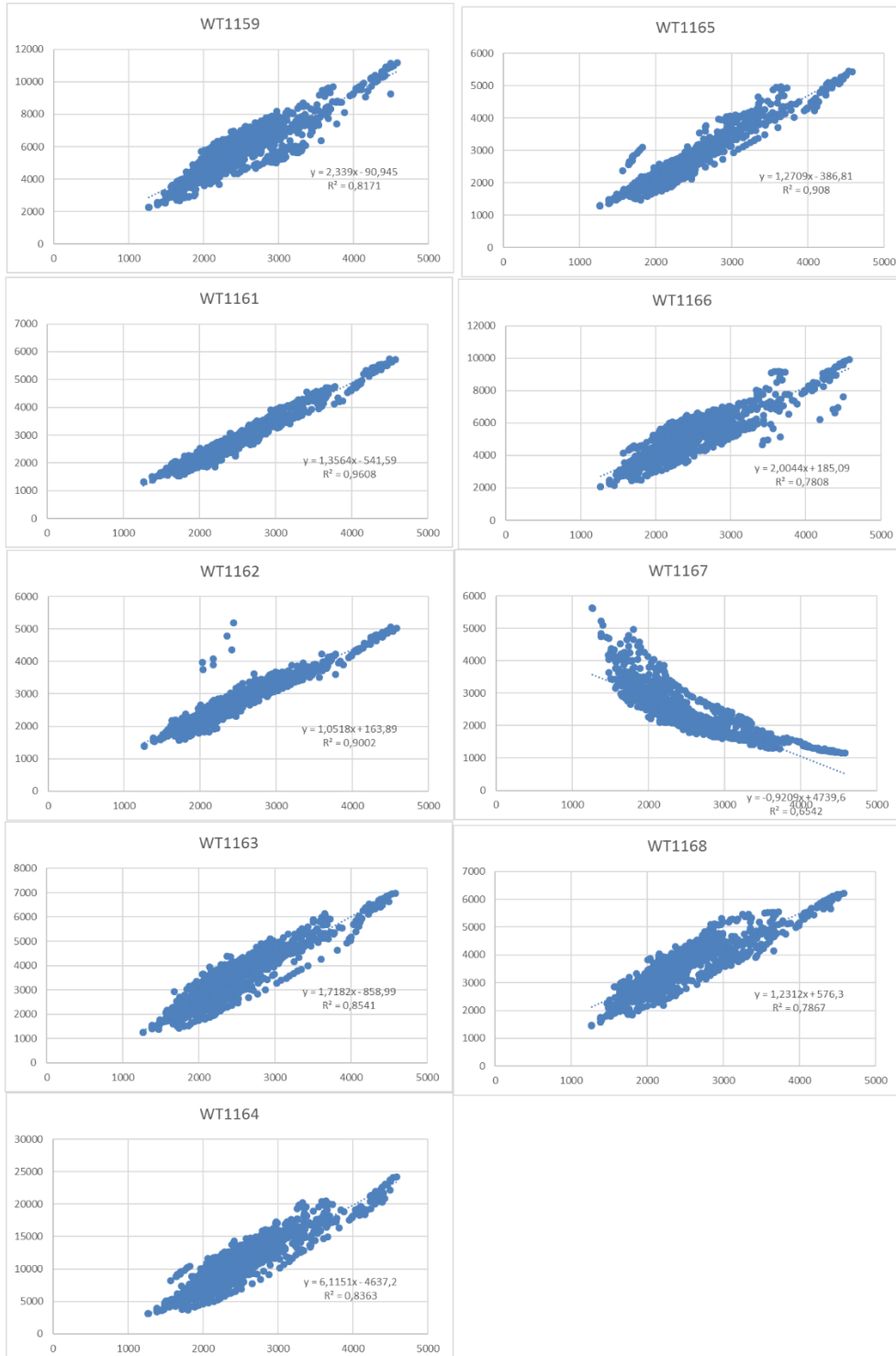
Positie Canairies papiermachine 2 SK Parenco Renkum.





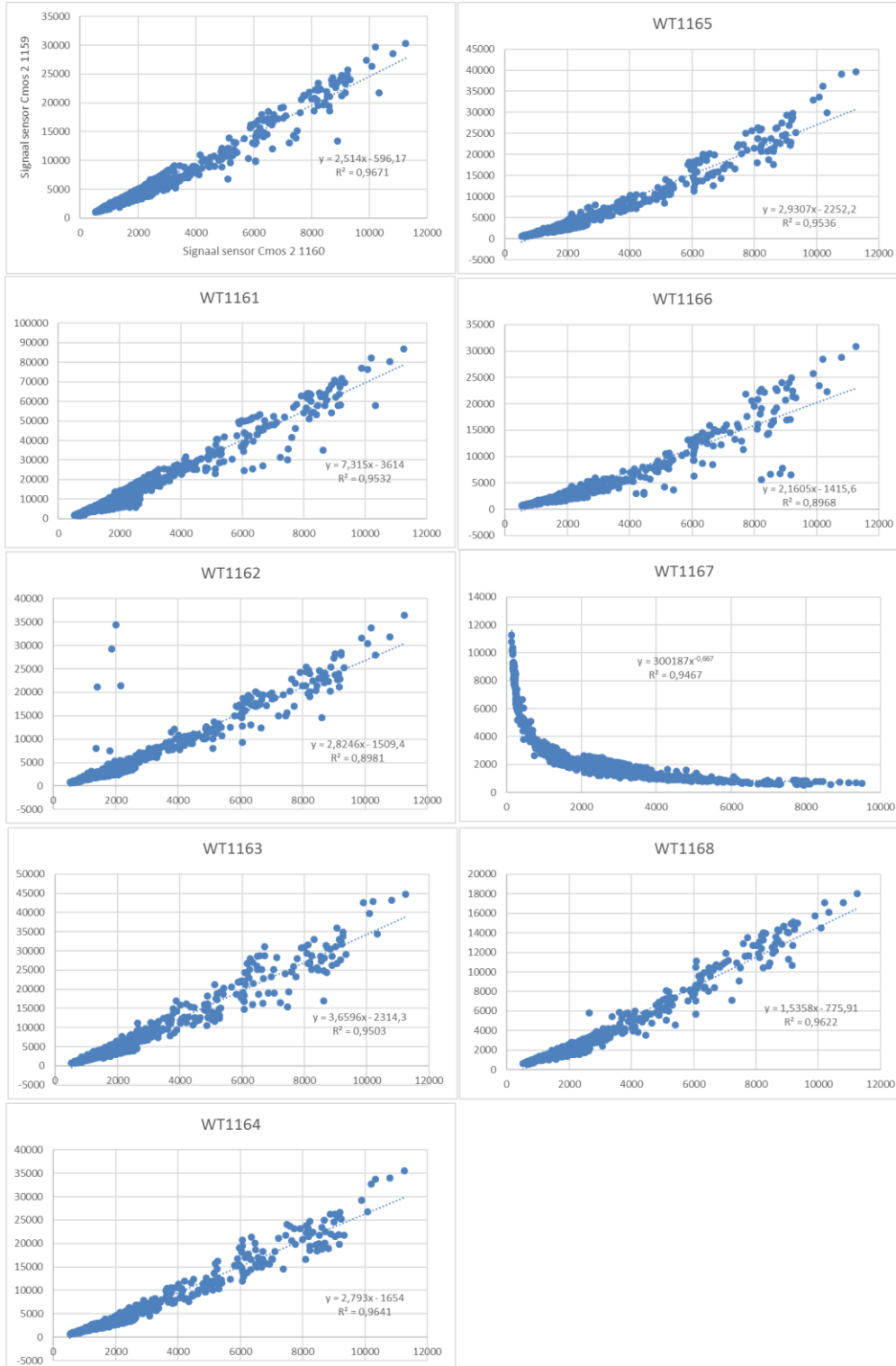
Bijlage 3: Correlatie figuren van de Cmos sensoren van de elektronische neuzen.

Cmos 1



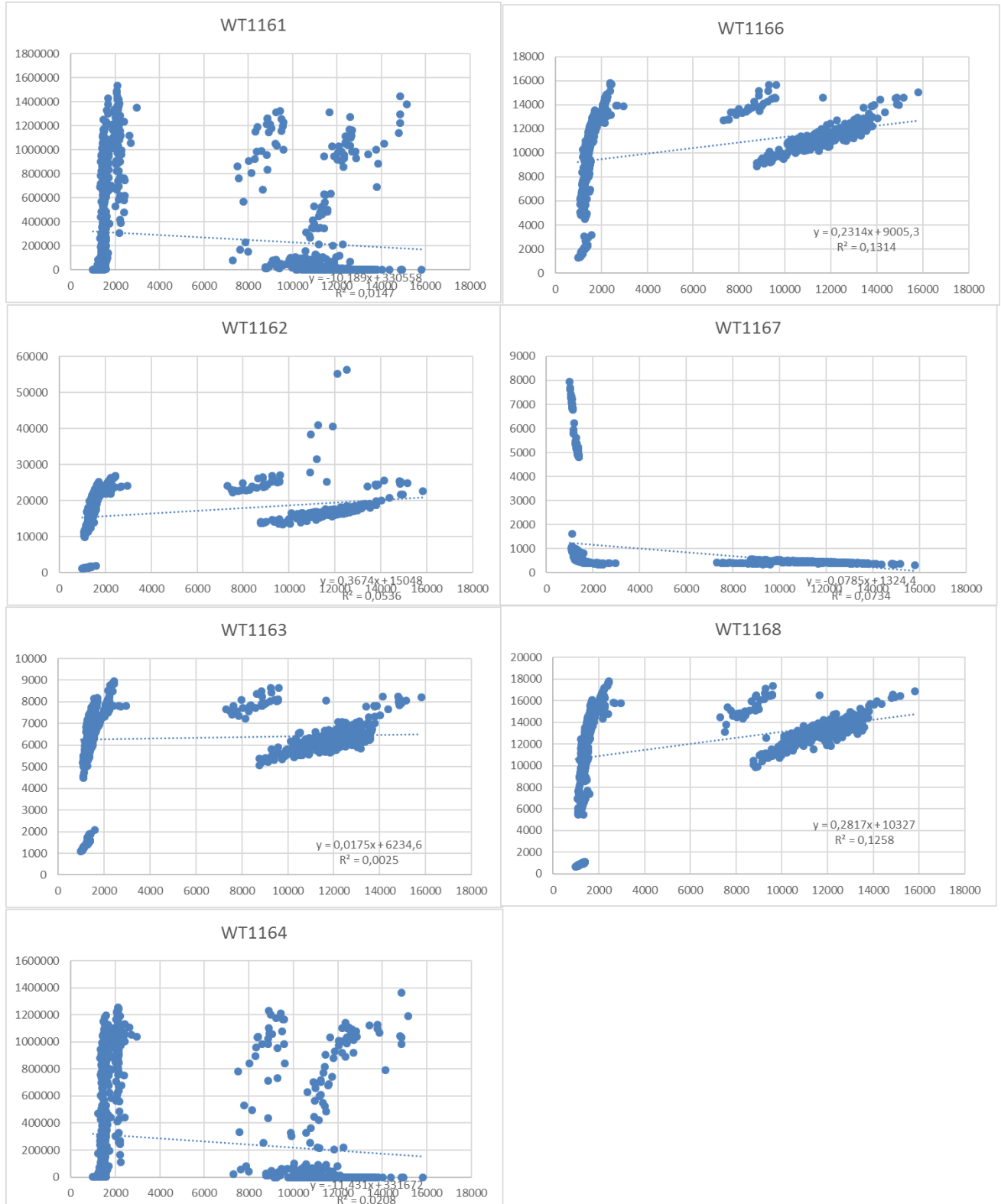


Cmos 2





Cmos3





Cmos4





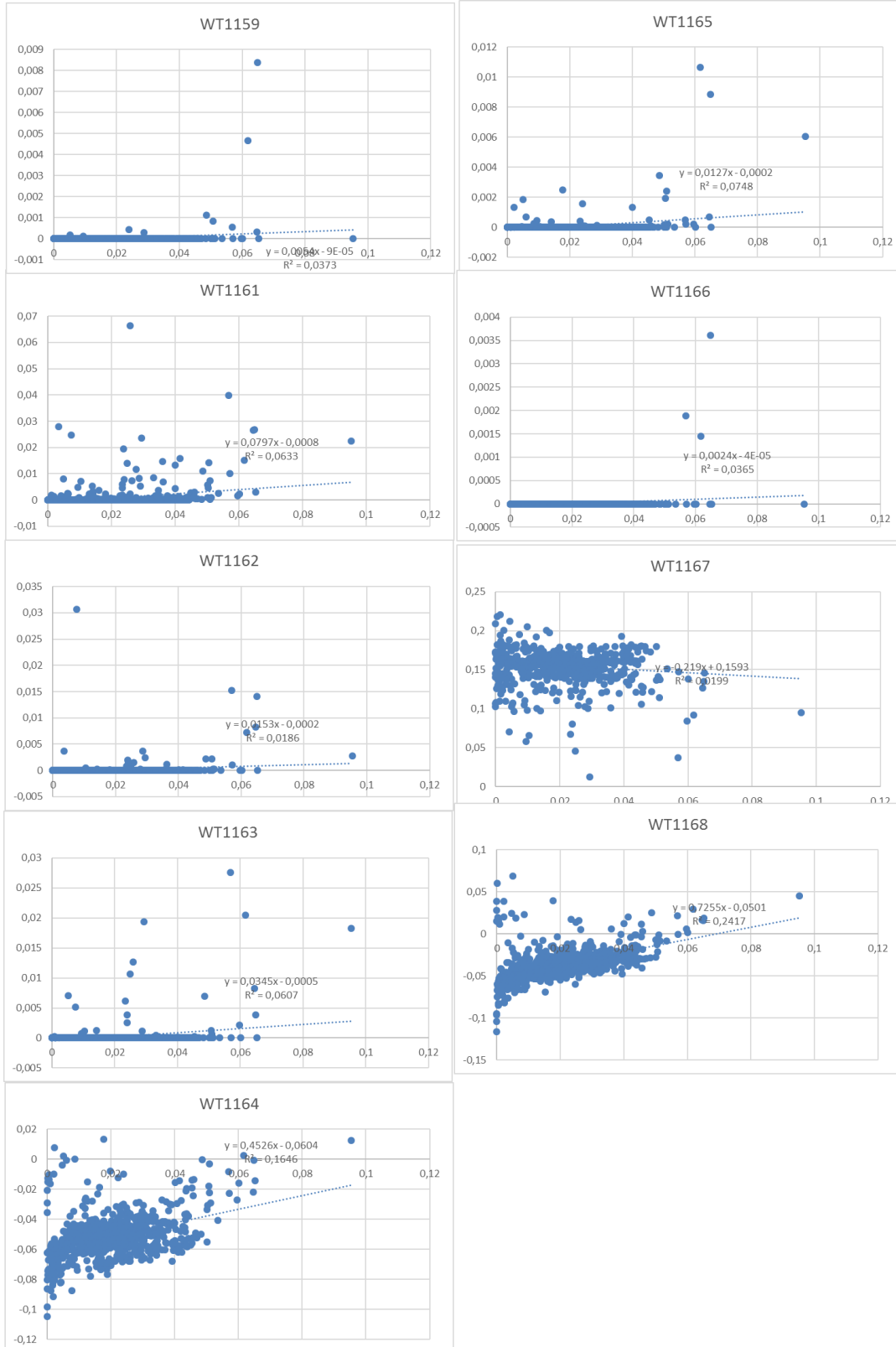
Bijlage 4: Correlatie figuren van de chemische sensoren.

H₂S





NH₃





VOS





Bijlage 5: Resultaten van de analyse van 2 klachtsituaties door Rubix, april 2021.



Analysis Report

Parenco paper factory



Recipients :

[redacted] Odra

[redacted] Olfasense

Authors :

[redacted]@rubixsi.com

[redacted]@rubixsi.com

Date : April 15th, 2021

Abstract

This report provides an evaluation of the ability of Rubix e-Nose WT-1 to monitor odor impact in the vicinity of a paper factory operated by Parenco in Renkum, Netherlands.

We demonstrate that our network of WT-1s can track patterns of odor impacts consistent with odor nuisance feedback from the residents.

Introduction

Ten WT-1 were installed on lampposts scattered along residential area zones to measure odor nuisance caused by paper factory emissions.

Real-time data is acquired through Rubix cloud and served to the Ortelium platform by Olfasense for online visualization and monitoring (Figure 1). This interface centralizes several additional data feeds including wind direction information and Volatile Organic Compounds (VOC) measurements near the most southern source of emission.



Figure 1 : View of the system setup and Ortelium platform interface showing nine of the ten WT-1 monitoring stations (yellow insets), the three VOC sensors installed near the most southern source of pollution (orange insets), and the wind data feed (blue arrow). Sources of emission are depicted

The WT-1s are equipped with three different sensor technologies :

- Two electrochemical sensors sensitive to ammonia (NH₃) and hydrogen sulfide (H₂S)



- Four Metal Oxide (MOX) sensors. These sensors have a broad sensitivity to several chemical components and are therefore extremely sensitive to even subtle change in atmospheric gaseous composition.
- One photoionization detector (PID), sensitive to VOCs.

More details about these environmental parameters are outlined in the following chart :

Table 1 : Environmental parameters monitored by Rubix WT1.

Gaz	Anthropic source	Health impact	Olfactory thresholds
NH ₃	Ammonia has three main origins : chemical industry, urine and fecal decomposition, and livestock manure.	Irritant (stinky odor at low dose, lung and eye burning at higher concentrations.	Extremely variable between individuals (from tenth of a ppm to up to 50 ppm). Mean detection threshold : 2.6 ppm (Smeets <i>et al.</i> , 2007)
H ₂ S	Hydrogen sulfide is found in human and animals excrement and in storage sites of organic matter.	Foul odor at low concentrations. Higher concentrations can lead to irritation of mucous membrane, painful cough, and short breath.	Minimal detection threshold : 0.02 ppm. <i>Source</i> : INERIS)
VOCs	Volatile organic compound are organic chemicals with high vapor pressure.	Transient releases are responsible for odors. Prolonged exposition to high concentrations can have long-term detrimental health effects.	Depends on the nature of the VOC

Results

To prove that the WT-1 system can objectify odor nuisances reported by residents in the vicinity of the paper plant, Renkum municipality provided records of resident complaints registered in February and March 2021 (Table 2).



LocatieStraat	LocatieHuisnummer	LocatiePostcode	LocatiePlaats	DatumTijdOverlast
Nieuwe Weg	1-11	6871CA	RENKUM	16/02/2021 16:44
Ds. Gewinweg	50-60	6871XK	RENKUM	16/02/2021 14:27
Dorpsstraat	160-170	6871AJ	RENKUM	16/02/2021 13:53
Zwanebloemstraat	20-30	6871WN	RENKUM	16/02/2021 13:51
Molenweg	1-10	6871CW	RENKUM	16/02/2021 13:25
Nieuweweg	20-3-	6871CA	RENKUM	16/02/2021 13:05
Veldheimweg	30-40	6871CD	RENKUM	16/02/2021 12:54
Overhoff	1-10	6871CZ	RENKUM	16/02/2021 12:25
Nieuweweg	1-10		RENKUM	16/02/2021 12:19
Nieuweweg	1-10	6871CA	RENKUM	16/02/2021 12:02
Veldheimweg	1-10	6871CC	RENKUM	16/02/2021 11:42
Overhoff	1-10	6871CZ	RENKUM	16/02/2021 11:50
Beukenlaan	10-20	6871CK	RENKUM	16/02/2021 11:36
Beukenlaan			RENKUM	16/02/2021 11:00
Beukenlaan			RENKUM	14/02/2021 19:26

Table 2 : Example of complaints that were filled out on February 16th.

Cooccurrences between WT-1 signals and resident complaints

The goal of our in-depth analysis was to identify correlations between WT-1 sensor signals and the odor nuisances reported.

As a first screening method, we identified significant MOX sensor signals (Figure 1) in the periods of interest. This first step allows for the segregation and characterization of "environmental event signatures" (see Figure 3 for additional details).

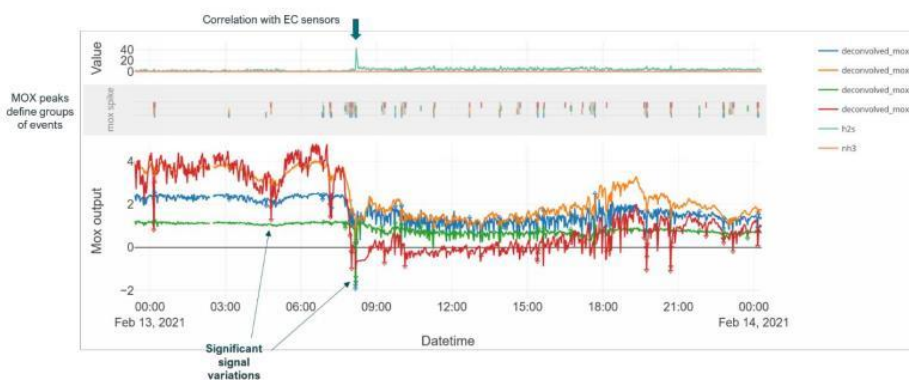


Figure 2 : Example results of the algorithm used to identify significant MOX variations on WT1-1159. Contiguous MOX peaks define “environmental events” whose electrochemical sensor signatures can be extracted (arrow).

The probability of these event signatures can then be computed relative to the whole distribution and used to identify rare events. Figure 3 highlights a group of such rare events identified on WT-1 1159.

These rare signatures are good candidates of events associated with a higher risk of odor nuisance.

Multi-sensory signatures of example events on WT-1 1159

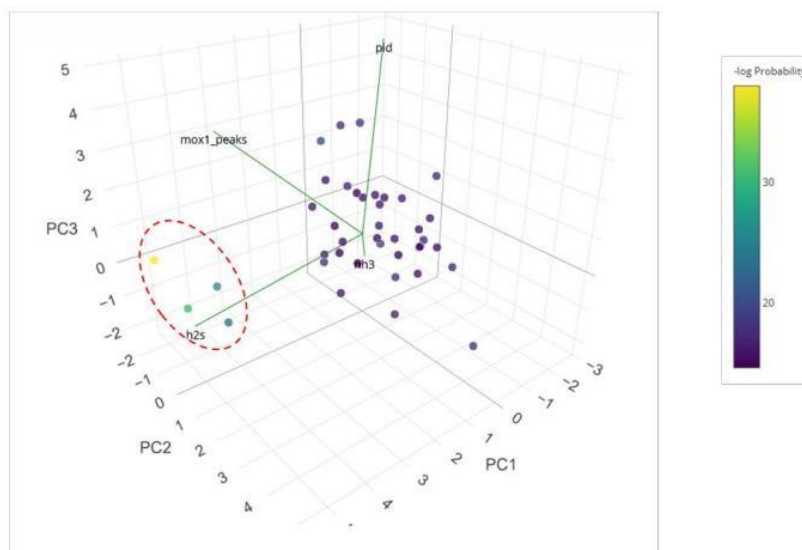


Figure 3 : Multi-sensory signatures of example events recorded on WT-1 1159, plotted in principal components space. Events are color-coded according to the probability of the pattern (a yellow color indicates a rarer signature). The dash red circle highlights a group of rare events characterized by relatively strong H₂S and NH₃ signals and a relatively low PID signal.

Using this approach, we found that in 93 % of the cases, an anomalous “event signature” could be detected in a three hour time window preceding the complaint (Table 3).

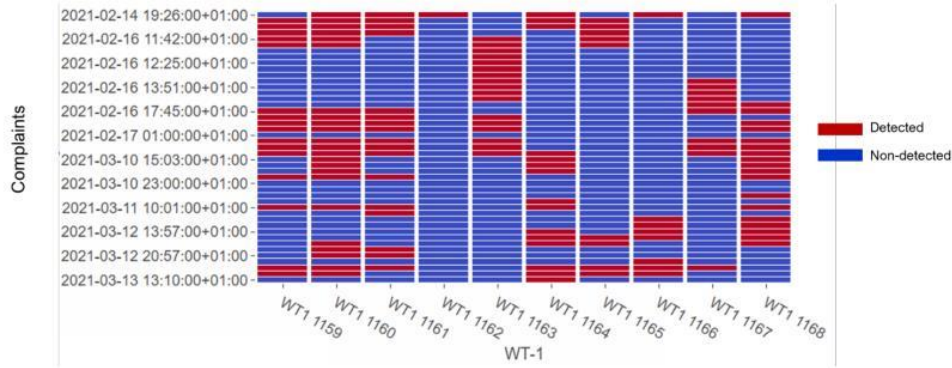


Table 3 : Co-occurrence of complaints and anomalous sensor signature on WT-1. A complaint is deemed detected on a device if an “anomalous” signature was recorded at most 3 hours before the complaint was filled out in the system.

Analysis of a sequence of events detected on WT-1s on February 16th 2021

To investigate if these cooccurrences are consistent with the topographic settings and wind dynamics on the site, we investigated a series of events recorded in the late-afternoon and evening of February 16th.

These series of events led to a first complaint filled out from a resident of the street of *Veldheimweg* (**Figure 4**).

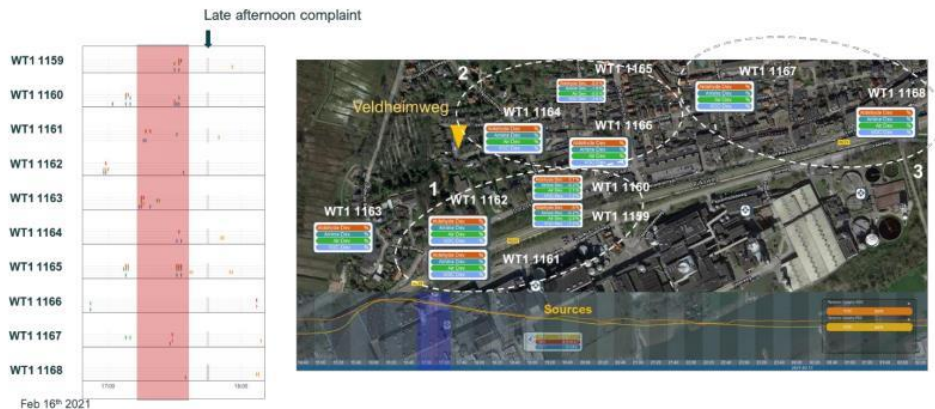


Figure 4 : Analysis of the sequence of events preceding a complaint filled out on February 16th by a resident of *Veldheimweg*. Left panel : significant MOX peaks are depicted on a timeline and the complaint superimposed in grey. Right panel : VOC concentration measured at the source and wind direction information are superimposed over the map of the site. Note the long-lasting emission of VOC measured at the source from 15:30 onwards.

Given the layout of WT-1s and wind direction at the time, we predicted the following turn of events :

- The emission would first be detected by the group of WT-1s closest to the source (group 1).
- Only then would it reach the second group of devices closer to the neighborhood from where the complaint was registered (group 2).
- Finally it may optionally be peaked up by devices monitoring more distant neighborhood (group 3).

The sequence of events recorded on the installation before the complaint indeed comply to this pattern (Figure 5). Interestingly, the gas signature of these events (relatively strong in H₂S signal) is consistent except on one distant device (WT1 1167) exhibiting a dissonant signature, which likely characterizes gas emission from another source.

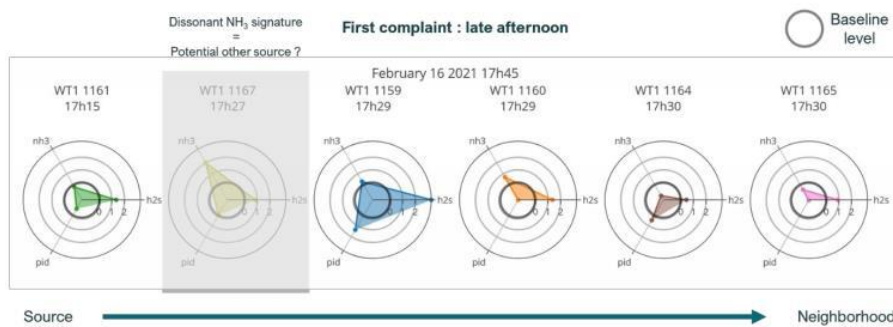


Figure 5 : Gas signature of events recorded on WT-1s before the first complaint of the day was filled out. Radar plots quantify the relative amount of each gas sensor relative to its baseline (i.e., the standardized mean signal across all significant events identified on the device during the period of study, grey circle). Note the dissonant signature identified on the WT1 1167, which does not match the pattern of dispersion expected.



As predicted, this distinct gas signature was eventually detected on a distant device (WT1 1168), just minutes before a complaint was filled out in the evening from the distant neighborhood of *Kerkstraat*, situated north-east of the device.



Figure 6 : Gas signature of events recorded on WT-1s before the complaint filled out from *Kerkstraat* at 19h15.

Thus, detailed analysis outlines a course of events consistent with wind dynamics and odor impacts reported on site by the residents.

Conclusion and perspectives

Our analysis demonstrates the ability of our array of WT-1s to :

- detect objectively environmental events based on MOX sensor variations.
- map resident complaints onto sequence of events exhibiting consistent gas signatures.

This analysis further suggests that multi-sensory patterns recorded on WT-1 can be used to predict the probability of an event to elicit a complaint. Reliable alerting however, will require plume dispersion modelling to cross-validate potential nuisances detected on the WT-1s, in order to filter false alarms (i.e., potential odor impacts not originating from Parengo paper plant).