



Burgermeetproject 2019

Resultaten van jubileum meetproject



Burgermeetproject 2019

Resultaten van jubileum meetproject

Kwaliteitstoets <i>Paraaf</i>  Naam: Johan Voerman	Autorisatie <i>Paraaf</i>  Naam Klaas Groot Functie Bureauhoofd Lucht en Energie
---	--

Auteur(s) : Peter van Breugel, Sef van den Elshout
Met medewerking van Ed van der Gaag, Emre Özdemir
Afdeling : Reguleren en Advies
Documentnummer : 22285973
Datum : 18 november 2020

Inhoud

DEEL1 - Publiekssamenvatting	5
DEEL 2 - Rapport	10
1 Inleiding	11
1.1 Project in het kort enkele kentallen	11
1.2 Meetresultaten in het kort	11
1.3 Leeswijzer	13
2 Technische achtergronden meetdata	14
2.1 Meetdata en bewerkte data	14
2.2 Fijnstof	15
3 Meetresultaten en duiding	18
3.1 Gemiddelde meetresultaten per gemeente	18
3.2 Wat betekenen de concentraties?	19
4 Meten en rekenen, hoe goed zijn de modellen?	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Model en meetresultaten 2019	24
4.3 Grotere afwijkingen nader bekeken	27
5 Resultaten enquêtes	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Slotenquête, enkele bevindingen	29
5.3 Conclusie enquêtes	30
6 Conclusies	31
Bijlage 1 Resultaten per deelnemer	32
Bijlage 2 Geschat jaargemiddelde voor PM₁₀ en PM_{2,5} voor elke deelnemer	37
Bijlage 3 Bewerking van de metingen	40
B3.1 Kalibratie van de metingen	40
B3.2 Gatenvullen/imputatie	41
Bijlage 4 Vragen van deelnemers	42
Bijlage 5 Kaarten in verschillende seizoenen	44

DEEL1 - Publiekssamenvatting

Deel 1 legt kort uit wat er gedaan is en bevat een korte samenvatting van de resultaten en de betekenis ervan.

Deel 2 bevat de resultaten in veel meer detail en is een technische verantwoording van wat er allemaal gedaan is.

Ook de relatie tussen stikstofdioxide (dat gemeten werd) en fijnstof wordt in deel 2 toegelicht.

Alle meetresultaten van alle deelnemers staan nogmaals samengevat in Bijlage 1.

Antwoorden op via de enquêtes veel gestelde vragen zijn te vinden in Bijlage 4.

Inleiding

In het kader van het 50-jarig bestaan van het DCMR luchtmeetnet, is er in 2019 een groot burgermeetproject uitgevoerd om de luchtkwaliteit door burgers zelf te laten meten. Het project werd gefinancierd door de provincie Zuid-Holland en enkele deelnemende gemeenten in het Rijnmondgebied. De werving en selectie van de deelnemers aan het project werd door de deelnemende gemeenten uitgevoerd.

In totaal is er op 239 locaties door deelnemende burgers een jaar lang met behulp van Palmesbuisjes de NO₂-concentratie gemeten op een plek naar hun eigen keuze. Het merendeel van de deelnemers hing het buisje op in de eigen voor- of achtertuin. De deelnemers kregen de buisjes iedere vier weken per post toegestuurd, en verstuurden deze na afloop van de meting weer terug naar de DCMR, die het door een laboratorium lieten analyseren. Helaas gingen er tijdens het project soms buisjes verloren bij het versturen ervan per post. Voor het bepalen van de jaargemiddelde concentraties heeft dat echter niet tot onoverkomelijke problemen geleid.

Gedurende het project is er op twee momenten een enquête gestuurd naar de deelnemers over hun beleving van het project en de luchtkwaliteit in hun omgeving. De respons op de enquêtes was hoog.

Verwerking van gegevens

De resultaten van de deelnemers werden verwerkt door de metingen te ijken aan referentiemetingen en missende waarden in de reeksen te schatten. Tijdens het project werden op vijf vaste meetlocaties van de DCMR gedurende het jaar Palmesbuisjes gehangen om de buisjemetingen te ijken aan de referentieapparatuur. Voor het grootste deel van het Rijnmondgebied werden de meetresultaten van de deelnemers gemiddeld over het jaar met 2% verhoogd. Alleen in Hoek van Holland werd een afwijkende kalibratiefactor gevonden. De meetresultaten van deze deelnemers werden gemiddeld over het jaar met 28% verlaagd. Waarschijnlijk zorgen de gemiddeld hogere windsnelheden voor beïnvloeding van de metingen.

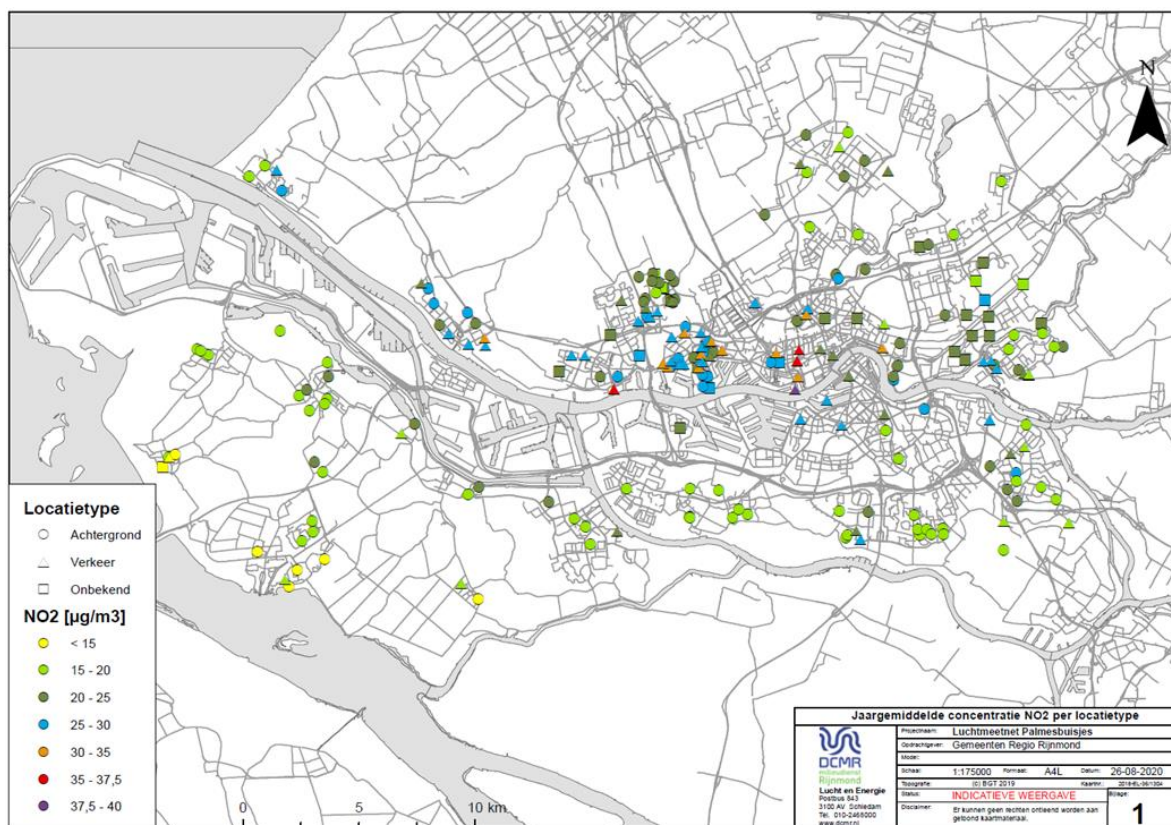
De missende waarden in de meetreeksen werden geschat. De hiermee verkregen meetreeksen is de beste schatting van de jaargemiddelde concentraties.

De dataverwerking wordt verder toegelicht in hoofdstuk 2.1 in Deel 2.

Meetresultaten

De hoogste jaargemiddelde concentratie NO₂ die door deelnemers is gemeten, is 38 µg/m³. De jaargemiddelde Europese grenswaarde voor NO₂ is 40 µg/m³; de grenswaarde is dus nergens overschreden.

De vastgestelde concentraties zijn hoger landinwaarts en in dichter bevolkte gebieden. Lagere concentraties aan de kust worden veroorzaakt doordat er van die kant vooral vrij schone zee-wind komt aan waaien. Daarnaast zijn ze hoger ten noorden van het havenindustriegebied dan in het zuiden. Dit komt omdat de windrichting meestal uit het zuidwesten is en de uitstoot van haven en industrie met zich mee voert naar het noordoosten. De kaart laat de west-oost en zuid-noord verdeling goed zien.



Kaart van de jaargemiddelde bewerkte meetwaarden van alle deelnemers

De gemeten concentraties verschillen door het jaar heen, met in de zomer lagere concentraties dan in de winter. Dit is verklaarbaar doordat er in de winter meer uitgestoten wordt, maar ook omdat in de zomer NO₂ meer wordt afgebroken in de lucht. Ook kunnen er tussen opeenvolgende meetperiodes verschillen in concentraties ontstaan door veranderingen in windrichting, temperatuur en regen.

Luchtkwaliteit en gezondheid

Met de huidige kennis van de gezondheidseffecten van luchtvervuiling wordt verwacht dat die grotendeels worden veroorzaakt door fijnstof en roet maar ook stikstofdioxide heeft gezondheidseffecten. Over fijnstof is er meer informatie in sectie 2.2 in Deel 2.

Van luchtvervuiling weten we dat die bij alle concentraties van hoog tot laag gezondheidseffecten kan veroorzaken. We voldoen vrijwel overal aan de wettelijke normen (voor de deelnemers: ze voldoen allemaal aan de wettelijke normen). Er hoeven dus geen extra maatregelen genomen te worden, toch zijn overheden (landelijk, provinciaal en meestal ook gemeentelijk) bezig de luchtkwaliteit verder te verbeteren, want: minder vervuiling is beter/gezonder en luchtvervuiling in Nederland is volgens een recent rapport van de Gezondheidsraad nog steeds verantwoordelijk voor een flink deel van de ziektelast.¹ De overheden in Nederland gaan daarom door met het verbeteren van de luchtkwaliteit ook al is de wettelijke plicht er in 2020 niet meer.

- *Als er geen grens is voor goede of slechte luchtkwaliteit hoe kan ik dan beoordelen hoe het bij mij is?*
Om toch een indruk te krijgen is het mogelijk de eigen metingen te vergelijken met de luchtkwaliteit op andere plaatsen. Hiermee is te zien of u op een verhoudingsgewijs schonere of minder schone plaats woont. In de tabel geven we wat resultaten over 2018, waarmee de eigen meetwaarde vergeleken kan worden. De schoonste plek in Nederland voor

¹ www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2018/01/23/gezondheidswinst-door-schonere-lucht

NO₂ zijn de Waddeneilanden. (Voor fijnstof zullen de Wadden ook tot de schoonste behoren. Voor ozon echter niet!).

Gemodelleerde NO₂-concentraties in Nederland en de Rijnmond op woonadressen

De gemodelleerde NO ₂ -concentratie in 2018 in:	
De Waddeneilanden	6 - 10 µg/m ³
De gemiddelde achtergrond in de vier grote steden	23 µg/m ³
Gemiddeld in Rijnmond (alle woonadressen)	25 µg/m ³
De 10% minst belaste woonadressen in de Rijnmond	Minder dan 20 µg/m ³
De 25 % minst belaste woonadressen in de Rijnmond	Minder dan 23 µg/m ³
De 25 % meest belaste woonadressen in de Rijnmond	Meer dan 28 µg/m ³
De 10 % meest belaste woonadressen in de Rijnmond	Meer dan 30 µg/m ³
De 1% meest belaste woonadressen in de Rijnmond	Meer dan 35 µg/m ³
Woonadres in de Rijnmond met de hoogste concentratie	42 µg/m ³

- *Ik zie alleen maar jaargemiddelden of maandgemiddelden, hoe zit het met de pieken?*
Op www.luchtmeetnet.nl is de luchtkwaliteit op alle meetpunten in de Rijnmond en de rest van Nederland te zien. Daar zijn af en toe best hoge uurlijkse concentraties voor NO₂ te zien bijvoorbeeld in de winter langs een drukke weg in de ochtendspits (tot ca. 100 µg/m³). Op andere momenten zijn de concentraties meestal lager (zomer, zondagmiddag). Bij de huidige kennis over gezondheidseffecten weten we dat langdurige blootstelling, zelfs aan lagere concentraties veel meer effect heeft dan korte pieken, hoewel die, zeker voor mensen met gevoelige luchtwegen, (zeer) hinderlijk kunnen zijn. Omdat de meeste effecten van langdurige blootstelling te verwachten zijn is het beleid er op gericht die blootstelling te verminderen, en monitoren we vooral de jaargemiddelde concentraties. Gevaarlijke pieken van NO₂ zijn er in de Rijnmond al decennia niet meer geweest.

Uitkomst enquêtes

De enquêtes aan het begin en aan het eind van het project werden door veel deelnemers ingevuld. Volgens de antwoorden op de laatste enquête zijn de belevingen van de deelnemers overwegend positief: Twee derde van de deelnemers was tevreden en een kwart zelfs zeer tevreden. Ook over de communicatie tijdens het project was men over het algemeen tevreden.

Het lijkt of de meetresultaten, in elk geval een deel van de deelnemers enigszins heeft gerust gesteld. Meer dan de helft van de deelnemers (55%) geeft aan dat het meetresultaat meevalt, en 46% geeft aan dat door de metingen hun beeld van de luchtkwaliteit beter of veel beter is geworden. Een minderheid (15%) vindt dat het meetresultaten tegenvalt en 10% geeft aan dat het beeld van de eigen luchtkwaliteit nu slechter is. Zie verder Hoofdstuk 5 in Deel 2.

Metingen en modelberekeningen

De metingen zijn vergeleken met twee verschillende modellen die in Nederland gebruikt worden om de luchtkwaliteit te berekenen. Er wordt vooral vergeleken met de zogenaamde monitoringstool. Voor de vergelijking tussen metingen en berekeningen zijn alleen meetreeksen gebruikt die vrijwel compleet zijn, dus met negen of meer periodes met data.

Met het model van de monitoringstool is voor 2019 een berekening gemaakt voor elk huisadres. Deze resultaten kunnen worden vergeleken met de metingen. Bij de helft van de metingen waren de verschillen met de berekeningen kleiner dan 10%; bij ruim 80% van de metingen was het verschil minder dan 20%. Al met al bevestigen de metingen dat het model van de monitoringstool het ook in de Rijnmond goed doet.

De plekken waar de metingen hoger zijn dan het model liggen vooral aan de noordkant van het Havenindustriegebied. Dat vermoeden bestond al op basis van de paar DCMR-meetpunten aan de noordkant en wordt met deze metingen uitgebreid bevestigd. DCMR vermoedt dat uitstoot van de zeescheepvaart iets onderschat wordt, al valt niet uit te sluiten dat de glastuinbouw net ten noorden van de Rijnmond ook een rol speelt in Hoek van Holland en Maassluis. Dit wordt nog verder uitgezocht.

De plekken waar de modelberekening hoger is dan de meting, zitten met name aan de zuidkant. Dit kan komen door een te hoge uitstoot in de modelinvoer maar ook door buisjes die op grote hoogte en/of in achtertuinen hingen, in toch iets meer afgeschermdde omgeving dan verondersteld door het model. Ook daar wordt nog verder naar gekeken. Een van de situaties met een overschatting was een meting aan een balkon op de 14e verdieping.

De afwijkende gevallen worden nog nader bekeken. Als er geen voor de hand liggende verklaring is, worden eventueel extra metingen uitgevoerd. Dat gaan we dan aan de betrokken deelnemers vertellen. De structurele afwijking aan de noordkant van het gebied wordt nog verder onderzocht (scheepvaart, glastuinbouw, beide) en wordt met het RIVM besproken.

Beleving van de DCMR bij het meetproject

Samen meten samen met veel anderen was voor DCMR een nieuwe ervaring. We zijn tevreden met het resultaat en met de betrokkenheid van alle deelnemers die we hebben gezien. We zijn ook blij dat het samen meten in een duidelijke behoefte voorzag. Samen kunnen goede en nuttige metingen gedaan worden.

Daarnaast hebben we met het project een grotere set meetreeksen verzameld dan de 10-15 meetpunten van ons vaste meetnet. Met al deze gegevens kunnen de modellen verbeterd worden. We zien dat bijvoorbeeld dat de afwijking van het model die we in het noorden meenden te zien, er ook echt is. Ook is het fijn om te zien dat de modellen, ook in ons gebied, al best goed zijn.

DEEL 2 - Rapport

1 Inleiding

1.1 Project in het kort enkele kentallen

In een project tussen provincie, gemeenten, burgers en DCMR werd op veel plaatsen in het Rijnmondgebied een jaar lang de luchtkwaliteit gemeten met behulp van Palmesbuisjes. We zijn het project met 228 deelnemers begonnen, in juli zijn deelnemers uit Capelle nog aangehaakt. Vijftien deelnemers hebben zich afgemeld en een aantal deelnemers stuurde geen buisjes terug en reageerden ook niet meer op emailberichten. Aan het eind van het project waren er 207 deelnemers waarmee nog contact was. Het merendeel heeft alle of vrijwel alle periodes een geldig meetresultaat. Zie Tabel 1.

1.2 Meetresultaten in het kort

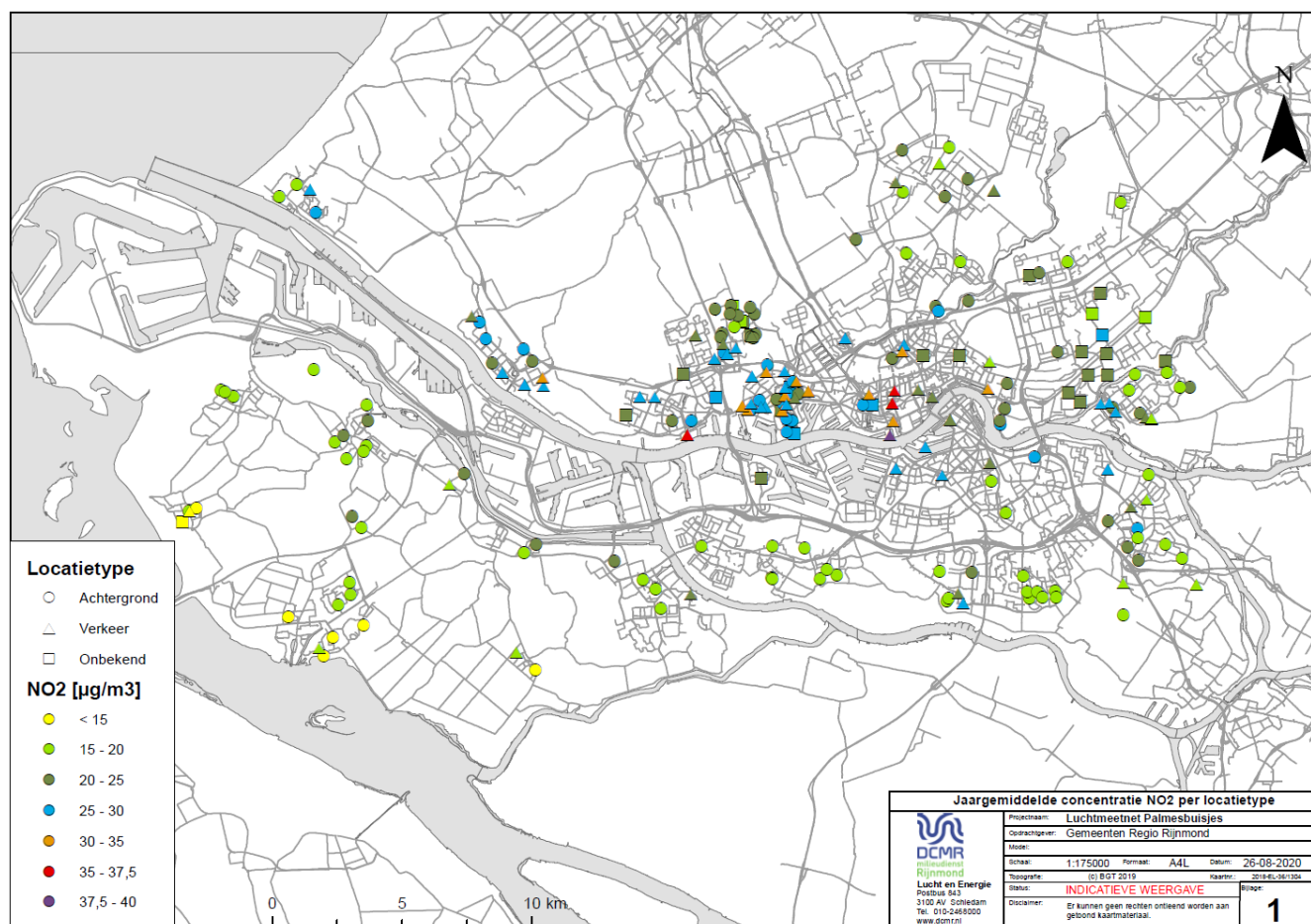
De meetresultaten staan in Figuur 1 en zijn samengevat per gemeente in Tabel 1. Dit zijn zogenoemde 'bewerkte meetresultaten'. Uitleg over die bewerking is te vinden in sectie 2.1. Dit is volgens DCMR het jaargemiddelde resultaat op alle meetpunten.

Tabel 1 Resultaten per gemeente

Gemeente	Gemiddeld aantal geldige metingen	Gemiddelde concentratie van beschikbare kale* metingen	Bewerkte* meetwaarde op basis van minimaal 9 geldige meetperiodes
Albrandswaard	12,6	17,8	17,7
Barendrecht	11,8	20,2	20,0
Brielle	12,5	18,9	18,9
Capelle a.d. IJssel	5,5	22,8	
Hellevoetsluis	10,8	16,2	15,4
Krimpen a.d. IJssel	11,2	21,5	20,5
Lansingerland	9,3	21,6	20,8
Maassluis	12,8	26,4	26,4
Nissewaard	11,7	18,2	17,6
Ridderkerk	11,5	21,4	20,9
Rotterdam	11,3	25,9	24,6
Schiedam	12,0	25,7	25,7
Vlaardingen	11,8	27,7	27,8
Westvoorne	11,8	15,7	15,7
Eindtotaal	11,3	23,1	22,7

* Voor uitleg over kale metingen en bewerkte meetwaarden, zie sectie 2.1.

De kolom met vetgedrukte waarden zijn de meest betrouwbare uitkomsten (geijkt, ontbrekende waarden aangevuld en gebaseerd op 9 of meer echte meetwaarden).



Figuur 1 Kaart van de jaargemiddelde bewerkte meetwaarden van alle deelnemers

Wat valt op:

- Er zijn geen overschrijdingen van de wettelijke normen. Op sommige plaatsen (met name in Rotterdam en Schiedam) liggen de concentraties wel in de buurt. De hoogste meting is $38,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Rotterdam.
- Concentraties zijn niet zonder meer vergelijkbaar. Langs drukke wegen zijn de concentraties altijd wat hoger dan op zogenaamde achtergrondlocaties. Overal waar buisjes in de achtertuin hangen is sprake van achtergrond. Mensen die wat hoger wonen en het buisje aan het balkon hebben hangen meten ook wat lagere concentraties.
 - Met dit in het achterhoofd zijn de concentraties aan de noordkant van de haven en de industrie wat hoger dan aan de zuidkant. Dat heeft te maken met de meest voorkomende windrichting (van zuidwest naar noordoost). Aan de noordkant is ook de bevolkingsdichtheid hoger (meer verkeer en meer bedrijvigheid), hierdoor zijn de concentraties ook weer hoger.
 - De laagste concentraties zijn aan de zuidkant en dan vooral richting de kust.
- De deelnemers mochten zelf kiezen waar de meting werd uitgevoerd en ze hebben vaak voor hun eigen omgeving gekozen (tuin, balkon) en minder vaak de straatkant. De concentraties zijn gemiddeld daardoor iets aan de lage kant.
- Het Rijnmond gemiddelde van deze metingen is $22,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2019 was de gemiddelde berekende concentratie voor alle inwoners (huisadres) $23,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelden komen dan goed overeen (meting en model)!
- De gemiddelden per gemeente staan in sectie 3.1 in Tabel 3.
- Als de metingen vergeleken worden met modelberekeningen blijken die in de helft van de gevallen heel goed te kloppen (dit wil zeggen de afwijking is minder dan 10%). Afwijkingen groter dan 20% zijn er in 38 van de 220 metingen en negen metingen wijken meer dan 30% af. Die worden nader bekeken.

- De gemiddelde *absolute*² afwijking is 12%. De gemiddelde afwijking is 0,3 µg/m³ (3%). De berekening is dus gemiddeld iets hoger dan de metingen.
- Er zijn meer modeloverschattingen dan onderschattingen. Dit komt waarschijnlijk door het feit dat het model aan de straatkant rekent en op een standaard hoogte van 2 m. Buisjes in de achtertuin of aan het balkon meten dan meestal lager dan het model.
- Aan de noordkant van de Waterweg zijn er wat onderschattingen, o.a. in Maassluis. Dat komt overeen met onze verwachting omdat we dat ook op de DCMR-meetpunten aan de noordkant zien.

Kaartjes van een aantal meetperiodes zijn opgenomen in Bijlage 5.

1.3 Leeswijzer

Deelnemer-specifieke informatie

- In bijlage 1 zijn per deelnemer alle details te vinden over de metingen. De maandgemiddelde metingen, het gemiddelde van alle meetwaarden en het bewerkte jaargemiddelde (na ijking, aanvulling missende waarden, enz.).
- In bijlage 2. Zijn de fijnstofconcentraties voor elke deelnemer te vinden. Die zijn niet gemeten, maar berekend uit de NO₂-meting.

Algemene informatie

- In hoofdstuk 2 staat technische informatie over de metingen, de bewerkingen die gedaan zijn en de relatie tussen stikstofdioxide en fijnstof.
- **In hoofdstuk 3 staan de meetresultaten.** Ze worden meestal per gemeente gepresenteerd. Ook de duiding, wat betekent een concentratie, is hier te vinden.
- In hoofdstuk 4 staat de vergelijking met de rekenmodellen.
- In hoofdstuk 5 bespreken we uitkomsten van de enquête.

² Als er positieve en negatieve verschillen zijn kunnen die elkaar compenseren. Om een indruk te krijgen hoe goed iets is wordt daarom vaak gekeken naar de 'absolute' afwijkingen. Alle verschillen worden dan eerst positief gemaakt.

2 Technische achtergronden meetdata

2.1 Meetdata en bewerkte data

De deelnemers hebben 13 periodes van vier weken gemeten. Na 13 periodes kan een jaargemiddelde bepaald worden. De directe resultaten van elke meting van vier weken noemen we in dit rapport een “kale meting”. Die kale metingen zijn ‘bewerkt’ door een kalibratie en een schatting van missende waarden in de reeks; dat noemen we in dit rapport de ‘meetwaarde’ of de bewerkte meetwaarde. De meetwaarde is de jaargemiddelde concentratie zoals DCMR die ook uit eigen buisjesmetingen zou afleiden en is de beste bepaling voor de werkelijke concentratie. De meetwaarde kan vergeleken worden met de jaargemiddelden zoals die uit modellen komen, of voor andere plaatsen in het land bepaald worden.

We hebben de kale metingen ‘bewerkt’ om de ‘meetwaarde’ van het jaargemiddelde te krijgen. Dat ‘bewerken’ bestaat uit twee stappen:

a) Ijken

Elke 4 weken heeft iedereen een meting gedaan. DCMR heeft elke 4 weken ook een meting gedaan op vijf DCMR meetpunten. Op die manier kunnen we de buisjesmeting vergelijken met de officiële meetmethode. De buisjes meting wordt dan geijkt aan de officiële metingen van DCMR en RIVM. Aan het eind van alle metingen weten we nu dat de buisjesmetingen in 2019 voor de meeste locaties iets te laag waren. Het officiële meetresultaat over een heel jaar is na ijking daarom ca 2% hoger. Behalve in Hoek van Holland, daar bleek een grote negatieve ijking nodig te zijn van -28%. Zie box 1.

Door de ijking is er ook voor mensen die alle 13 periodes gemeten hebben een klein verschil ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tussen het kale meetresultaat en wat DCMR beschouwt als de beste ‘meetwaarde’.

b) Gaten vullen

Soms is er een periode niet gemeten omdat het buisje zoek was geraakt in de post, of om andere redenen; soms vertrouwden we de uitslag niet (bijv. als er insecten in het buisje waren gekropen). Er ontbreekt dus af en toe een meting. Het jaargemiddelde kan dan:

- geschat worden uit alle metingen die op dat punt wel gedaan zijn;
- of er kan geprobeerd worden ‘de gaten op te vullen’.

De ervaring leert dat dat laatste beter werkt, zeker als er veel metingen die tegelijk worden uitgevoerd beschikbaar zijn. Dat is in dit experiment het geval.

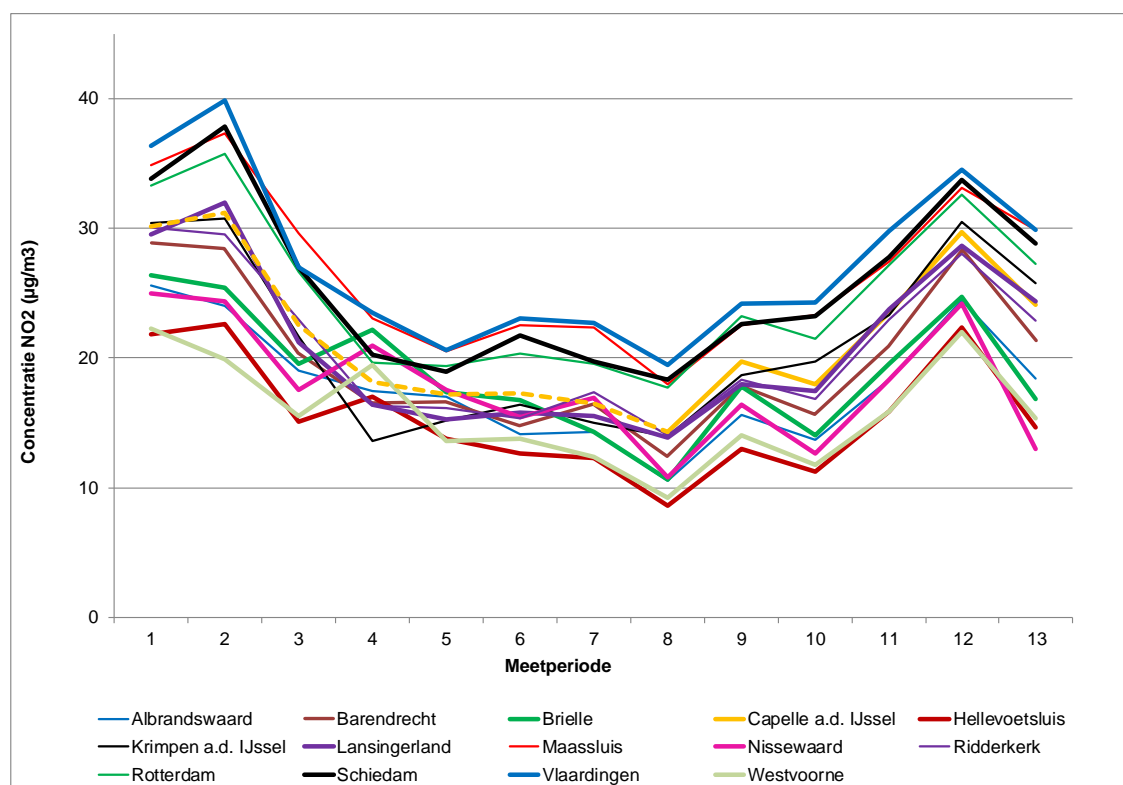
Een belangrijke reden om gaten te vullen is het feit dat de NO_2 -concentratie gedurende het jaar flink varieert (zie Figuur 2). De figuur laat zien dat de concentraties ‘s zomers soms maar de helft zijn van de wintermaanden. Als een van de seizoenen gemist wordt in de metingen is het jaargemiddelde zeer onbetrouwbaar.

Box1: De ijking in Hoek van Holland

In Hoek van Holland blijkt de ijking met het DCMR meetpunt anders uit te pakken dan op alle andere DCMR meetpunten. Dat resultaat was onverwacht. De exacte reden voor deze afwijking weten we nog niet. Wel hebben we van een collega-meetnet vergelijkbare ervaringen gehoord bij buisjesmetingen in Noord-Holland aan de kust.

Het vermoeden bestaat dat een combinatie van gemiddeld veel hardere wind en mogelijk een afwijkende samenstelling van de lucht (meer vocht, zeezout) een rol speelt. Of de ijking op het meetpunt (direct aan de Waterweg) dan ook representatief is voor de hele situatie in Hoek van Holland is nog niet duidelijk en wordt nog onderzocht.

De methode om gaten te vullen (officieel: imputatie) bepaalt het *seizoenspatroon*³ voor elke meetperiode uit alle metingen die gedaan zijn. Het *niveau van de meetlocatie* volgt uit de metingen op die locatie die er wel zijn: samen geeft dit dan een redelijk beeld van wat de echte meetwaarde had moeten zijn. In Tabel 8 in bijlage B3.2 is te zien dat het verschil tussen de kale metingen en de bewerkte meetwaarde, kleiner wordt naarmate er langer gemeten is. Gaten vullen werkt het best als er een of enkele metingen ontbreken. Als de helft of meer metingen ontbreken wordt de methode riskant. In het geval van Capelle is het toch toegepast om ook voor die deelnemers een jaargemiddelde te schatten. De onzekerheid is dan wel hoger.



Figuur 2 Seizoenspatroon van de metingen in 2019: 4-weeken gemiddelde concentratie per gemeente. Periode 1 is ongeveer januari, periode 13 ongeveer december).

De gemiddelde concentratie is in de ene gemeente hoger dan in de andere maar het patroon gedurende het jaar lijkt op elkaar. Dat patroon wordt voor een flink deel door het weer bepaald. Ook de achtergrond, afkomstig van luchtvervuiling van buiten de Rijnmond, die in het hele gebied vergelijkbaar is en door het jaar overal op vergelijkbare manier varieert, speelt een rol.

2.2 Fijnstof

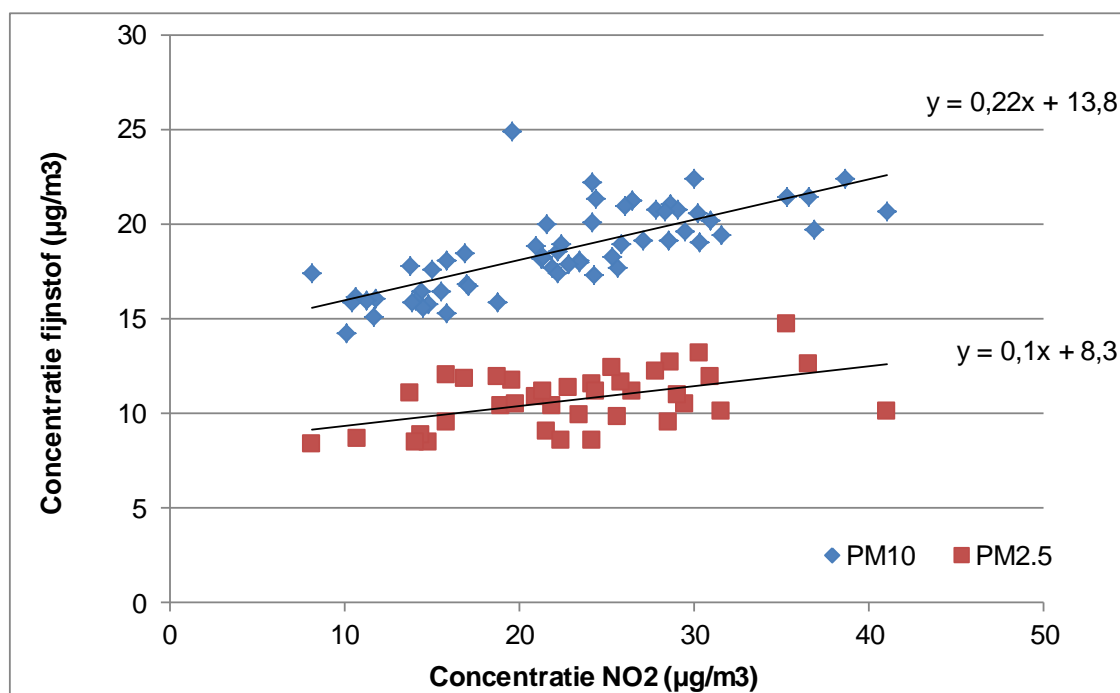
Veel deelnemers waren en zijn geïnteresseerd in fijnstof. Fijnstof is dat deel van de luchtvervuiling waaraan een groot deel van de gezondheidseffecten worden toegeschreven. DCMR heeft bij de start van het project gekozen voor stikstofdioxide metingen omdat:

- Er een vrij goede en goedkope methode beschikbaar was die met een grote groep mensen kon worden toegepast;
- Stikstofdioxide meer variatie van plaats tot plaats laat zien. Bij fijnstof hadden veel mensen vrijwel hetzelfde gemeten.

³ In Bijlage 5 staan een aantal kaartjes uit periodes met hoge en lage concentraties

2.2.1 Samenhang fijnstof-NO₂

Met de NO₂-metingen is ook wat te zeggen over fijnstof omdat die vervuiling voor een deel bij dezelfde processen ontstaat: het gebruik van brandstof (in voertuigen, huizen, de industrie). Er is dus een samenhang tussen die twee soorten luchtvervuiling. Op een plaats met heel specifiek een fijnstofbron (denk aan de op- en overslag van stuifgevoelig materiaal) zal die samenhang slecht zijn maar meestal is die best goed. In Figuur 3 wordt de samenhang op de meetpunten in Nederland (waaronder de Rijnmond) weergegeven. Vrijwel alle punten liggen redelijk bij de gemiddelde lijn: dat wil zeggen dat als er informatie is over stikstofdioxide is er ook een *indicatie* over fijnstof⁴.



Figuur 3 Relatie tussen stikstofdioxide en fijnstof in Nederland in 2019.

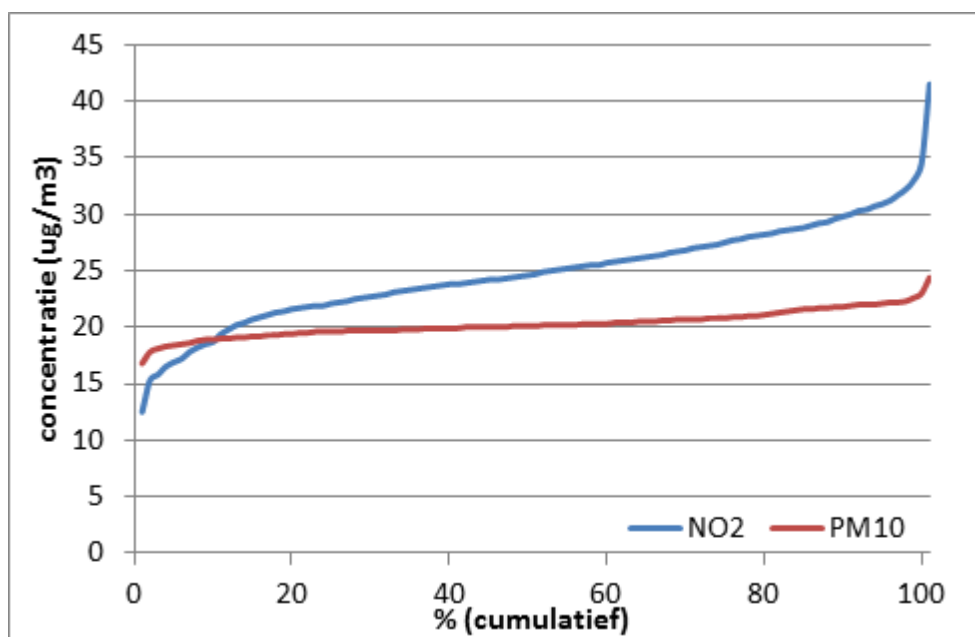
2.2.2 Spreiding fijnstof en NO₂

Zoals gezegd is de variatie in de concentraties NO₂ veel groter dan die van de concentraties fijnstof. Dat komt onder andere doordat fijnstof ontstaat door reacties in de lucht en door natuurlijke bronnen (bodemstof, zeezout). Er is daardoor eigenlijk overal al fijnstof of er nu specifiek uitstoot is of niet. De uitstoot voegt iets toe aan de 'deken' die al over het land ligt. In Figuur 4 zijn de concentraties fijnstof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂) te zien.

Er is voor het jaar 2018 voor elke inwoner (1,2 miljoen mensen) van de Rijnmond uitgerekend wat de concentraties fijnstof en stikstofdioxide op het huisadres zijn. Als die van hoog tot laag worden gerangschikt valt te zien dat de variatie in NO₂ inderdaad veel groter is dan die in fijnstof. Stikstofdioxide loopt van 12,5 tot 42 µg/m³ (een range van ca 30 µg/m³) en fijnstof van 17 tot 23 µg/m³ (een range van ca 6 µg/m³). Voor meer dan de helft van de bevolking is de variatie van de fijnstofconcentratie minder dan 1,5 µg/m³. Dit betekent dat:

- Als er in de stikstofdioxideconcentraties weinig verassingen zitten zal dat voor de fijnstofconcentraties ook zo zijn. Die variëren immers nog veel minder.
- Met de tien officiële fijnstofmeetpunten is er al een goed beeld van het hele gebied.
- Uit de gemeten NO₂-concentratie kan de fijnstofconcentratie geschat worden.

⁴ Dit klopt vrijwel overal in Nederland, behalve in situaties, heel dicht bij specifieke fijnstofbronnen. Bijvoorbeeld: heel dicht bij puinbrekers, op- en overslag van kolen, erts of zand, of vlakbij (minder dan 500 à 1000m) stallen zal de relatie minder goed zijn.



Figuur 4 Frequentieverdeling en spreiding van de berekende stikstofdioxide en de fijnstofconcentraties in de Rijnmond (alle woonadressen in 2018)

Conclusie: de stikstofdioxideconcentraties hebben weinig verrassingen op geleverd zie Hoofdstuk 4), de modellen geven de situatie redelijk goed weer. Er is daardoor weinig reden te twijfelen aan de modeluitkomsten voor fijnstof. Een afwijking van de NO₂-concentratie van 5 µg/m³ zal, op grond van de relatie in Figuur 3 een afwijking van ca. 1 µg/m³ in fijnstof geven.

Als service worden in bijlage 2 voor elke deelnemer de berekende fijnstofconcentraties gegeven. Voor het merendeel van de mensen liggen die rond de WHO-advieswaarden.

3 Meetresultaten en duiding

3.1 Gemiddelde meetresultaten per gemeente

3.1.1 Compleetheid van de metingen & kwaliteit

Hoe langer er echt gemeten is, hoe beter de meting; 'gaten vullen' blijft toch tweede keus. We kijken daarom vooral naar die meetpunten waar negen of meer geldige metingen beschikbaar zijn. Meestal is het verschil tussen de kale metingen en de bewerkte meetwaarden klein. Dat wil zeggen dat:

- de kale metingen al behoorlijk compleet en daardoor representatief zijn;
- als de metingen redelijk compleet zijn het 'gaten vullen' geen grote invloed heeft gehad.

Door het grote aantal vrijwel complete meetreeksen is de invloed van de niet-complete metingen op het totaal beperkt. Door het opvullen zijn de minder complete metingen meestal nog steeds redelijk bruikbaar (de onzekerheid is groter).

De resultaten staan in Tabel 2. De vet gedrukte kolom is de beste schatting (op basis van vrij complete meetdata en resterende 'gaten gevuld') van de gemiddelde concentratie voor die gemeente. Bij de analyses verder in dit document zullen alleen de meetwaarden worden gebruikt waarbij negen of meer metingen zijn gedaan. Er zijn 188 locaties waar dit voor geldt.

Tabel 2 Meetresultaten per gemeente

Gemeente	Gemiddeld aantal geldige metingen	Alle metingen - gemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			9 of meer periodes - gemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		kale metingen	bewerkte meetwaarde	Gemiddeld absoluut verschil	Bewerkte meetwaarde
Albrandswaard	12,6	17,8	17,7	0,2	17,7
Barendrecht	11,8	20,2	19,9	0,5	20,0
Brielle	12,5	18,9	18,9	0,4	18,9
Capelle a.d. IJssel	5,5	22,8	21,7	1,4	
Hellevoetsluis	10,8	16,2	15,5	1,2	15,4
Krimpen a.d. IJssel	11,2	21,5	21,1	1,0	20,5
Lansingerland	9,3	21,6	21,0	0,6	20,8
Maassluis	12,8	26,4	26,4	0,3	26,4
Nissewaard	11,7	18,2	17,9	0,6	17,6
Ridderkerk	11,5	21,4	20,8	0,8	20,9
Rotterdam	11,3	25,9	24,9	1,4	24,6
Schiedam	12,0	25,7	25,7	0,5	25,7
Vlaardingen	11,8	27,7	27,4	0,7	27,8
Westvoorne	11,8	15,7	15,8	0,7	15,7
Totaal	11,3	23,1	22,7	0,8	22,7

Tabel 2 laat zien dat er in de meeste gemeenten een behoorlijk hoog gemiddeld aantal geldige metingen is: 11,3 over de gehele Rijnmond, waarbij ook Capelle a.d. IJssel dat halverwege het project is ingestapt nog meeweegt.

3.1.2 Gemeentegemiddelde concentratie en de variatie

De gemiddelde concentratie per gemeente en andere statistieken staan in Tabel 3. Bij de meeste gemeenten is de variatie rondom het gemiddelde beperkt van 20 tot 50% voor het verschil tussen de hoogste en de laagste jaargemiddelde meting. In Barendrecht/Ridderkerk, Schiedam en met name Rotterdam zijn de verschillen het grootst. Dat kan te maken hebben

met de variatie in meetsituatie (achtergrond - verkeer) en wordt deels verklaard door de grootte van het gemeentelijk grondgebied waardoor ook meer variatie optreedt.

Veel mensen in dit project hebben aan de tuinkant gemeten en de concentraties zijn gemiddeld dan ook iets lager dan de berekende jaargemiddelden. Het Rijnmondgemiddelde van deze metingen is 22,7 µg/m³. In 2019, was de gemiddelde berekende concentratie voor alle inwoners (huisadres) 23,4 µg/m³. Dat komt zeer goed overeen.

Alle meetresultaten van elke deelnemer, zowel het gemiddelde van de kale metingen, als de bewerkte meetwaarde staan in bijlage 1.

Tabel 3 Statistieken per gemeenten

Gemeente	Aantal deelnemers	Gemiddeld aantal geldige metingen	Alle meetwaarden (µg/m ³)			Range % (max – min) / gem.
			Gemiddelde	Minimum	Maximum	
Albrandswaard	7	12,6	17,9	16,0	19,4	19%
Barendrecht	13	11,8	19,9	16,9	29,2	62%
Brielle	11	12,5	18,9	15,7	22,7	37%
Capelle a.d. IJssel	11	5,5	21,7	18,2	26,9	40%
Hellevoetsluis	8	10,8	15,5	14,2	17,8	23%
Krimpen a.d. IJssel	13	11,2	21,1	17,2	25,5	39%
Lansingerland	9	9,3	20,9	18,5	22,8	21%
Maassluis	10	12,8	26,5	23,9	30,5	25%
Nissewaard	9	11,7	17,9	14,2	20,8	37%
Ridderkerk	14	11,5	20,8	17,7	27,1	45%
Rotterdam	46	11,3	24,9	16,5	38,3	88%
Schiedam	51	12,0	25,7	18,8	34,8	62%
Vlaardingen	10	11,8	27,3	22,5	36,7	52%
Westvoorne	8	11,8	15,8	13,4	19,3	37%
Totaal	220	11,3	22,7	13,4	38,3	

3.2 Wat betekenen de concentraties?

3.2.1 Hoe hoog zijn de metingen

Er is in Nederland een grenswaarde voor NO₂ van 40 microgram/m³ **jaargemiddeld**. Op geen van de meetpunten zijn jaargemiddelde concentraties boven de grenswaarde gemeten. Alle plaatsen waar gemeten is **voldeden aan de juridische normen**. Op sommige plaatsen zaten de metingen wel in de buurt van de jaargemiddelde grenswaarde. De WHO-advieswaarde voor stikstofdioxide is gelijk aan de Nederlandse grenswaarde.⁵ Voor NO₂ zijn geen streefwaarden.

Met de huidige kennis van de gezondheidseffecten van luchtvervuiling wordt verwacht dat die grotendeels worden veroorzaakt door fijnstof en roet maar ook stikstofdioxide heeft gezondheidseffecten. Over fijnstof is er meer informatie in sectie 2.2.

Van luchtvervuiling weten we dat die bij alle concentraties van hoog tot laag gezondheidseffecten kan veroorzaken. We voldoen vrijwel overal aan de wettelijke normen (voor de deelnemers: ze voldoen allemaal aan de wettelijke normen). Er hoeven dus geen extra maatregelen genomen te worden, toch zijn overheden (landelijk, provinciaal en meestal ook gemeentelijk) bezig de luchtkwaliteit verder te verbeteren want: minder vervuiling is beter/gezonder en luchtvervuiling in Nederland is nog steeds verantwoordelijk voor een flink deel van de ziektelast. Zie bijvoorbeeld de publicaties van de Gezondheidsraad die veel informatie hebben verzameld over luchtkwaliteit en gezondheid in Nederland (zie website⁶). De overheden in Nederland gaan

⁵ Voor fijnstof geldt dat de WHO-advieswaarden veel strenger zijn dan de nationale grenswaarden.

⁶ www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2018/01/23/gezondheidswinst-door-schonere-lucht

daarom door met het verbeteren van de luchtkwaliteit ook al is de wettelijke plicht er in 2020 niet meer. Zie Box 2 over het Schone Lucht Akkoord.

- *Als er geen grens is voor goede of slechte luchtkwaliteit hoe kan ik dan beoordelen hoe het bij mij is?*

Om toch een indruk te krijgen is het mogelijk de eigen metingen te vergelijken met de luchtkwaliteit op andere plaatsen. Hiermee is te zien of u op een verhoudingsgewijs schone of minder schone plaats woont. In Tabel 4 geven we wat resultaten over 2018, waarmee de eigen meetwaarde vergeleken kan worden. De schoonste plek in Nederland voor NO₂ zijn de Waddeneilanden. (Voor fijnstof zullen de Wadden ook tot de schoonste behoren. Voor ozon echter niet!).

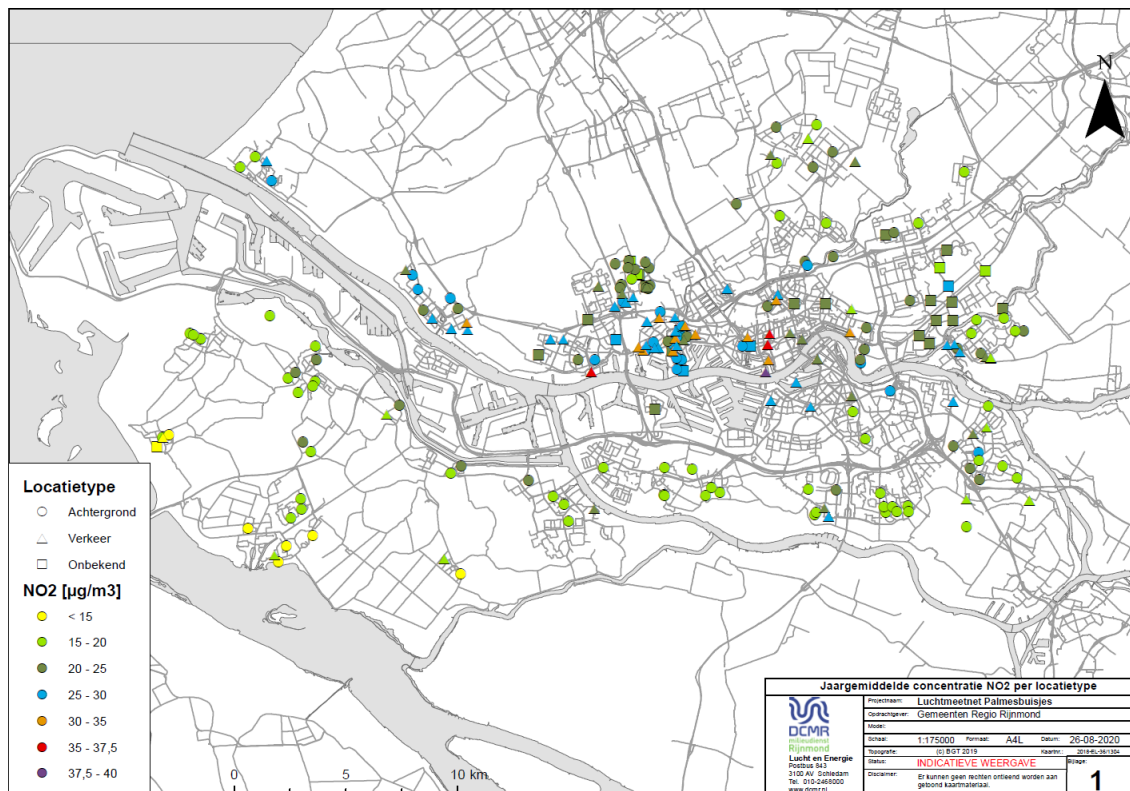
Tabel 4 Gemodelleerde NO₂-concentraties in Nederland en de Rijnmond op woonadressen

De gemodelleerde NO ₂ -concentratie in 2018 in:	
De Waddeneilanden	6 - 10 µg/m ³
De gemiddelde achtergrond in de vier grote steden	23 µg/m ³
Gemiddeld in Rijnmond (alle woonadressen)	25 µg/m ³
De 10% minst belaste woonadressen in de Rijnmond	Minder dan 20 µg/m ³
De 25 % minst belaste woonadressen in de Rijnmond	Minder dan 23 µg/m ³
De 25 % meest belaste woonadressen in de Rijnmond	Meer dan 28 µg/m ³
De 10 % meest belaste woonadressen in de Rijnmond	Meer dan 30 µg/m ³
De 1% meest belaste woonadressen in de Rijnmond	Meer dan 35 µg/m ³
Woonadres in de Rijnmond met de hoogste concentratie	42 µg/m ³

- *Ik zie alleen maar jaargemiddelden of maandgemiddelden, hoe zit het met de pieken?*
Op www.luchtmeetnet.nl is de luchtkwaliteit op alle meetpunten in de Rijnmond en de rest van Nederland te zien. Daar zijn af en toe best hoge uurlijkse concentraties voor NO₂ te zien bijvoorbeeld in de winter langs een drukke weg in de ochtendspits (tot ca. 100 µg/m³). Op andere momenten zijn de concentraties meestal lager (zomer, zondagmiddag). Bij de huidige kennis over gezondheidseffecten weten we dat langdurige blootstelling, zelfs aan lagere concentraties veel meer effect heeft dan korte pieken, hoewel die, zeker voor mensen met gevoelige luchtwegen, (zeer) hinderlijk kunnen zijn. Omdat de meeste effecten van langdurige blootstelling te verwachten zijn is het beleid erop gericht die blootstelling te verminderen, en monitoren we vooral de jaargemiddelde concentraties. Gevaarlijke pieken van NO₂ zijn er in de Rijnmond al decennia niet meer geweest.

Box2: Het Schone Lucht Akkoord

Het Schone Lucht Akkoord (SLA) is een overeenkomst uit 2020 tussen de verschillende overheden (gemeente, provincie, rijk) om de luchtkwaliteit in Nederland verder te verbeteren. Het SLA is de opvolger van het NSL, het landelijke programma dat van 2008 tot 2020 liep. De ambitie van het SLA is om de gezondheidseffecten in Nederland van luchtvervuiling afkomstig van Nederlandse bronnen te halveren in 2030 (ten opzichte van 2016). Zie <https://schoneluchtakkoord.nl>.



Figuur 5 Kaart van de jaargemiddelde bewerkte meetwaarden van alle deelnemers

3.2.2 Wat is het ruimtelijke beeld in het Rijnmond gebied

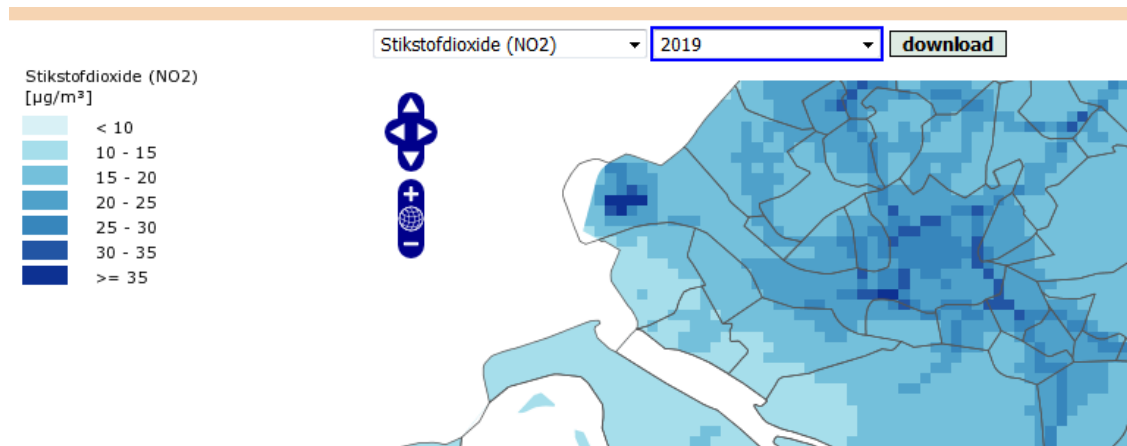
Aan de kaart in Figuur 7 en Tabel 3 valt al te zien dat die delen van de Rijnmond die dichter bevolkt zijn en ten noorden van de haven en de industrie liggen, gemiddeld hogere concentraties hebben dan plekken in het zuiden en het westen. Dit hangt samen met de meest voorkomende windrichting van zuidwest naar noordoost: de uitstoot van het havenindustriegebied waait naar de inwoners op de noordoever van de rivier.

Ook is er een verschil tussen west en oost: aan de westkant komt vooral vrij schone zeewind het gebied binnen en verder naar, verder naar het oosten neemt de invloed van de bevolkingsdichtheid en economische activiteit toe.

Het ruimtelijke beeld uit de metingen past bij de verwachtingen op basis van

- de eigen DCMR-metingen
- de modelberekeningen zoals in de kaarten die RIVM jaarlijks publiceert (GCN, zie Figuur 6; en NSL, zie <https://www.nsl-monitoring.nl/viewer/>)

Figuur 6 laat duidelijk zien waar de grootste NO₂-bronnen zitten: de snelwegen zijn goed te zien (de ruit); het stadscentrum van Rotterdam en Schiedam binnen de ruit met veel lokaal verkeer; verder wat donkerder kleuren in de Botlek, en opvallend (wellicht) op de Maasvlakte. De uitstoot op die plaatsen wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheden diesel-aangedreven machines bij de containerterminals en de op- en overslagbedrijven.



Figuur 6 GCN-kaart 2019 NO₂; bron: <https://geodata.rivm.nl/gcn/>

4 Meten en rekenen, hoe goed zijn de modellen?

4.1 Inleiding

4.1.1 Modellen

De luchtkwaliteit in Nederland wordt bepaald met een slimme combinatie van meten en rekenen. De modellen kunnen overal in Nederland (op elk adres) de luchtkwaliteit uitrekenen en die modellen worden dan gecontroleerd en geïkt met metingen op 50 tot 100 plaatsen in het hele land. Voor Rijnmond gebeurt dat op circa tien plaatsen (afhankelijk van de stof). Van eerdere studies van het RIVM⁷ is bekend dat de modellen het over het algemeen goed doen. Deze burgermeetcampagne stelt ons in staat specifiek in de Rijnmond een extra controle te doen op circa 200 plaatsen. In Nederland worden twee modellen veel gebruikt:

- a) het model dat het jaargemiddelde uitrekent voor de nationale Monitoringstool⁸;
- b) het model dat elk uur rekent voor de website/app.

Model a) wordt gebruikt door de Nederlandse overheden gebruikt voor hun luchtkwaliteitbeleid en voor de Nederlandse rapportage aan de EU. Het model berekent jaargemiddelde concentraties.

Model b) zorgt voor de berekende kaarten op www.luchtmeetnet.nl (website en app). Dat is een uurgemiddelde berekening. Het bestaat uit een combinatie van modellen, actueel weer en de berekening wordt geïkt aan actuele metingen. Van alle berekende uurwaarden van 2019 kan een jaargemiddelde bepaald worden dat ook vergeleken kan worden met het jaargemiddelde van de buisjesmetingen.

Het website-model kent grotere onzekerheden dan het eerste model. We kijken hier vooral naar model a) de monitoringstool. Een uitgebreidere technische vergelijking van beide modellen waarin meethoogte en type meting (verkeer/anders) worden betrokken, en het website model ook per maand wordt vergeleken, volgt op een later moment.

4.1.2 Metingen voor de vergelijking

Voor de vergelijking metingen en berekeningen zijn alleen meetreeksen gebruikt die vrijwel compleet zijn, dus 9 of meer periodes met data. Eventuele ontbrekende waarden zijn opgevuld. Er zijn dan 188 vergelijkingspunten over (en geen data voor Capelle). Per gemeente zijn dan de volgende data beschikbaar.

Gemiddeld voor het hele gebied lijken monitoringstool en meetwaarden erg goed op elkaar. Het website-model is iets minder, maar heeft nog steeds een gemiddelde afwijking van slechts ca 10%. Gemiddeld overschatten beide modellen, ze komen hoger uit dan de metingen: de situatie wordt niet mooier voorgedaan dan die is (althans in deze vergelijking). Er zijn wel verschillen per gemeente, waarbij vooral Maassluis en Vlaardingen (zie ook 4.3) opvallen, daar zijn de gemeten waarden hoger dan de modellen, de modellen onderschatten hier wel.

Modellen en metingen kennen beide flinke methodologische onzekerheden (15-30%). Zelfs de referentiemetingen kennen een meetonzekerheid van ca 10%. Verschillen tussen metingen en berekeningen zijn dus zonder meer verwacht en wijzen niet meteen op onjuistheden. Afwijkingen van meer dan 30% worden verder onderzocht. Maar ook kleinere afwijkingen kunnen belangrijke informatie geven als er een bepaald patroon in zit (alle lage of hoge metingen wijken af, de verschillen zitten vooral in bepaalde gebieden). Hier wordt in de volgende paragrafen verder op ingegaan.

⁷ RIVM heeft voor deze vergelijking geholpen met de beschikbaarheid van het monitoringstool model in een voor dit doel handige vorm en de modelresultaten van het website model.

⁸ <https://www.nsl-monitoring.nl/>

Tabel 5 Vergelijking metingen en berekeningen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), gemiddeld per gemeente; een negatief verschil betekent een onderschatting door het model (alleen deelnemers met meer dan 9 periodes metingen)

Gemeente	Beschikbare meetpunten	Gemiddelde meetwaarde	Gemiddelde monitoringstool model	Gemiddelde website-model	Gemiddeld verschil meting met:	
					Mon. tool	Website
Albrandswaard	7	17,9	21,3	24,9	3,4	7,0
Barendrecht	12	20,0	22,3	23,6	2,3	3,6
Brielle	11	18,9	17,3	20,1	-1,6	1,2
Capelle a.d. IJssel	-					
Hellevoetsluis	7	15,3	16,2	16,3	0,9	1,0
Krimpen a.d. IJssel	11	20,6	22,0	25,5	1,4	4,9
Lansingerland	6	20,8	20,5	19,2	-0,3	-1,7
Maassluis	10	26,5	21,4	21,6	-5,1	-4,9
Nissewaard	8	17,7	20,0	22,3	2,4	4,6
Ridderkerk	13	21,0	23,9	28,7	2,9	7,7
Rotterdam	39	24,6	26,0	27,9	1,4	3,3
Schiedam	48	25,7	24,8	26,5	-0,9	0,8
Vlaardingen	9	27,8	24,8	25,9	-3,0	-1,9
Westvoorne	7	15,8	15,5	14,8	-0,3	-1,0
Totaal	188	22,7	22,9	24,7	0,2	2,0

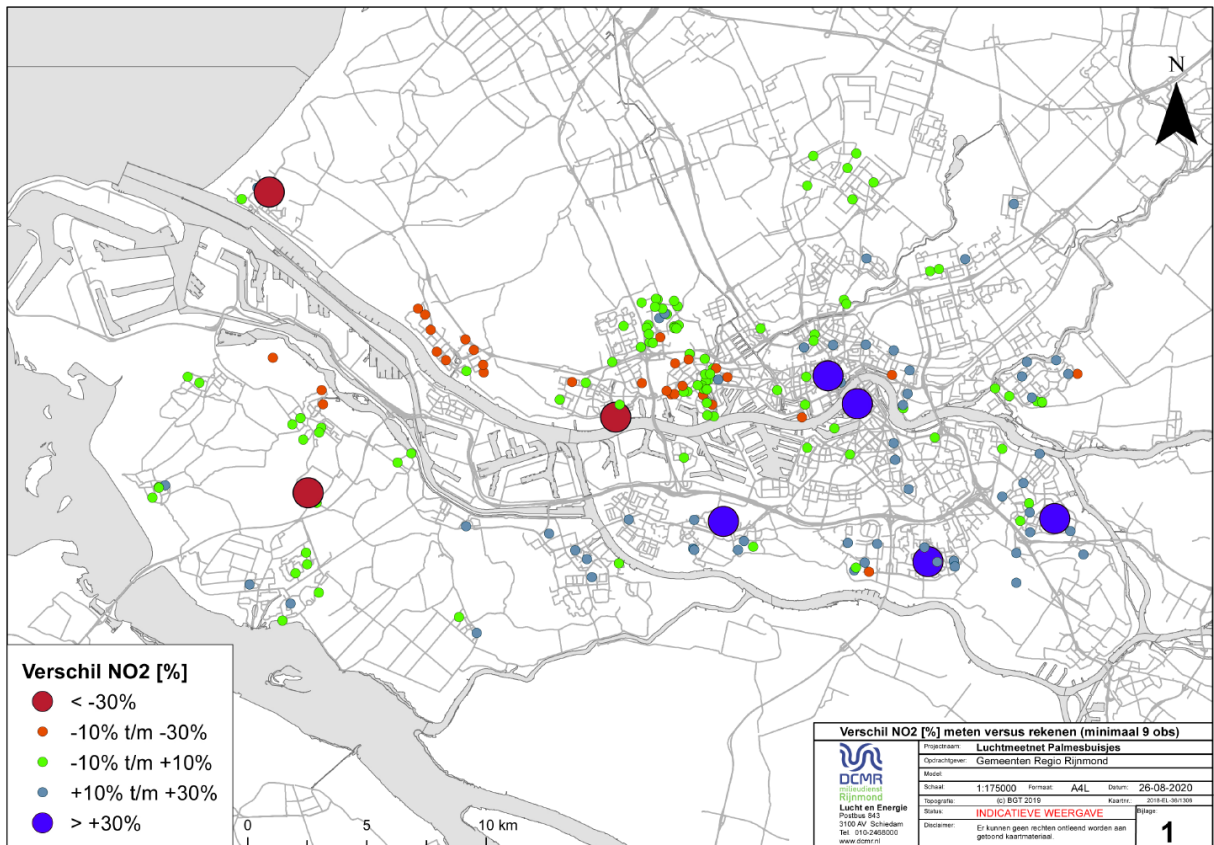
4.2 Model en meetresultaten 2019

4.2.1 Monitoringstool

Met het model van de monitoringstool is voor 2019 een berekening gemaakt voor elk huis-adres. Deze resultaten kunnen worden vergeleken met de metingen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de berekeningen heel precies op standaard locaties (bijvoorbeeld aan de voorgevel op een hoogte van circa 1,8 m) worden gedaan. De vergelijking met buisjes in de achtertuin, aan een balkon op hoogte, enz. is daarom niet helemaal correct en dat zal een deel van de gevonden afwijkingen en ruis verklaren. Een ruimtelijk beeld van de afwijkingen wordt gegeven in Figuur 7.

Het valt op dat de negatieve afwijkingen (model onderschat) vooral aan de noordkant van het Havenindustriegebied liggen. Dat vermoeden bestond al op basis van de paar DCMR-meetpunten aan de noordkant en wordt met deze metingen uitgebreid bevestigd. DCMR vermoedt dat de zeescheepvaart iets onderschat wordt, al valt niet uit te sluiten dat de glastuinbouw net ten noorden van de Rijnmond ook een rol speelt in Hoek van Holland en Maassluis. Dit wordt nog verder uitgezocht.

De overschattingen van het model zitten met name aan de zuidkant. Dit kan wijzen op te hoge uitstoot in de modelinvoer maar ook op buisjes die op hoogte en/of in achtertuinen hingen, in toch iets meer afgeschermdere omgeving dan verondersteld door het model. Ook daar wordt nog verder naar gekeken. Een flinke overschatting was bijvoorbeeld een meting aan een balkon op de 14e verdieping.

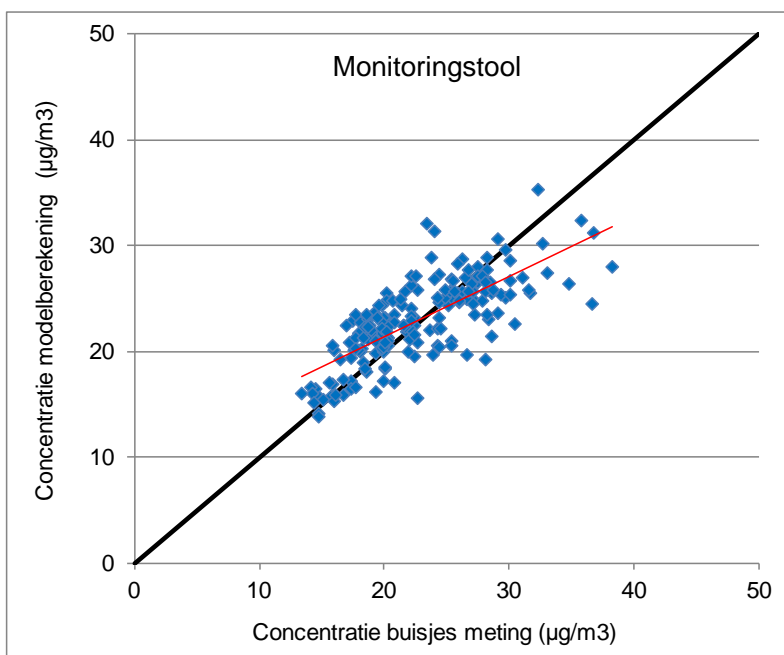


Figuur 7 Vergelijking buisjesmetingen en met modelberekeningen voor alle locaties met 9 of meer geldige meetperiodes

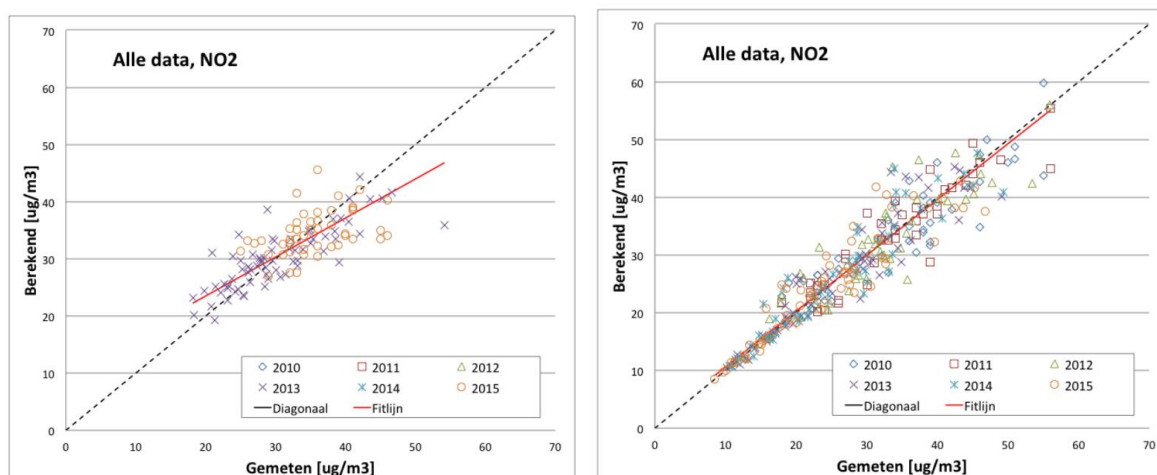
De een-op-een vergelijking van de meting met de bijbehorende berekening staat in Figuur 8. De resultaten liggen redelijk langs de 1:1 lijn maar vooral in de hogere concentraties (in dit geval $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is er sprake van enige onderschatting. Zoals blijkt uit de bespreking hiervoor van Figuur 7 zijn die afwijkingen in de hogere concentraties waarschijnlijk eerder een gevolg van geografische effecten dan van het feit dat het model deze concentraties minder goed berekend.

RIVM deed eerder onderzoek naar de kwaliteit van de gebruikte modellen door op grote schaal metingen en modelresultaten te vergelijken⁹. Figuur 8 uit dit project komt goed overeen met de resultaten van een Milieudefensie meetproject met burgers. Zie Figuur 9 links. De vergelijking van RIVM- en DCMR-metingen met modellen (Figuur 9 rechts) pakt gemiddeld iets beter uit (regressie dichter bij de diagonaal) vooral omdat die officiële meetpunten ook beter op de formele locaties staan waar gerekend wordt.

⁹ Gemeten en berekende concentraties stikstofdioxiden en fijnstof in de periode 2010 t/m 2015. RIVM-rapport Rapport 2016-0106



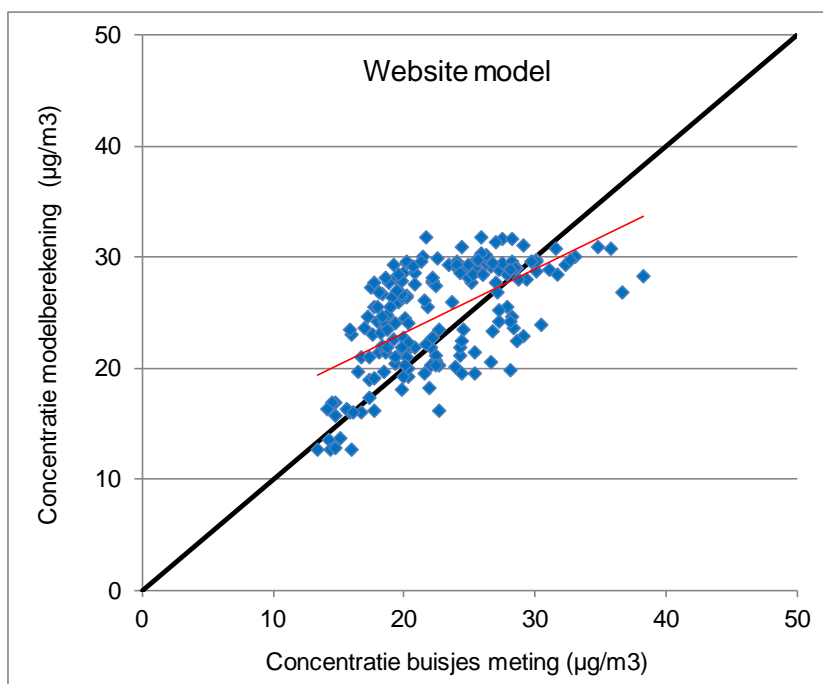
Figuur 8 Vergelijking jaargemiddelde meting – berekening monitoringstool (NO₂ 2019; minimaal 9 correcte meetwaarden); 1:1 lijn (zwart) en lineaire regressielijn (rood)



Figuur 9 Links: vergelijking buisjesmetingen Milieudefensie met model (2011, 2013); Rechts referentiemetingen RIVM & DCMR en buisjesmetingen RIVM vergeleken met modelberekeningen (bron www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0106.pdf)

4.2.2 Model op de website

Aan Figuur 10 is te zien dat het website-model gemiddeld iets minder goed presteert dan de monitoringstool. Dat is verwacht en bleek ook al uit Tabel 5. Het website-model geeft op iets meer plekken een overschatting dan het monitoringstool model. De ruimtelijke structuur van de afwijkingen en een controle op de 4-wekelijkse kwaliteit volgt nog in een nadere studie.



Figuur 10 Vergelijking van de berekening van het website model met de buisjesmetingen (NO₂ 2019; minimaal 9 correcte meetwaarden); 1:1 lijn (zwart) en lineaire regressielijn (rood)

4.3 Grotere afwijkingen nader bekeken

4.3.1 Situaties waarbij de modelberekening hoger is dan de meetwaarde

In Tabel 6 staan die gevallen waarbij de meetwaarde meer dan 20% lager/gunstiger was dan het rekenmodel. Dat zijn 38 gevallen (van de 188 beken meetreeksen). Situaties waarbij het model overschat kunnen ontstaan als met het model aan de straatkant van de woning wordt gerekend en de meting in de tuin werd uitgevoerd. Of als de meting niet op de standaardhoogte (ca 2 m) wordt uitgevoerd maar op een balkon waar de concentraties meestal lager zijn.

In een aantal van de gevallen hieronder wordt een wegbijdrage van enkele µg/m³ berekend in het monitoringstoolmodel. Als de buisjes dan niet exact op de rekenlocatie hangen verklaart dat het verschil.

Tabel 6 Model overschat 20% of meer

	Aantal	Meetwaarde (gem. µg/m ³)	Monitoringtool model (gem. µg/m ³)	Vershil (gem. µg/m ³)
Albrandswaard	4	17,5	22,1	4,7
Barendrecht	4	18,0	22,4	4,4
Krimpen a.d. IJssel	1	17,2	20,9	3,7
Nissewaard	2	16,8	20,9	4,1
Ridderkerk	5	19,1	23,9	4,8
Rotterdam	9	21,6	27,0	5,5
Westvoorne	1	13,4	16,0	2,6
Totaal	26	19,1	23,8	4,8

4.3.2 Situaties waarbij de meetwaarde hoger is dan de modelberekening

In Tabel 7 staan de situaties waarbij de meetwaarde meer dan 20% hoger is dan de modelberekening. Dit zijn situaties waar het model onderschat omdat:

- de invoer van de lokale uitstoot niet correct is;
- het model eigenlijk niet van toepassing is op die locatie.

Bedacht moet worden dat dit een landelijk monitoringsmodel is dat op zoveel mogelijk plaatsen goed moet voldoen maar er kunnen altijd situaties zijn waarop de rekenregels de werkelijke complexiteit van de situatie niet goed beoordelen. Dit lijkt in 8 situaties het geval.

Tabel 7 Model onderschat 20% of meer

	Aantal	Meetwaarde (gem. $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Monitoringtool model (gem. $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vershil (gem. $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Brielle	1	22,7	15,6	-7,1
Maassluis	3	28,6	21,2	-7,4
Rotterdam	2	33,2	23,6	-9,6
Schiedam	1	34,8	26,4	-8,5
Vlaardingen	1	36,7	24,5	-12,2
Totaal	8	30,8	22,2	-8,6

In Vlaardingen gaat het om één havenlocatie die sterk afwijkt en er voor zorgt dat de afwijking voor gehele gemeente opvalt. In Maassluis is de onderschatting wat structureler. Behalve Brielle gaat het allemaal om locaties ten noorden van het havenindustriegebied. Dat is iets wat de laatste jaren ook uit de eigen DCMR-metingen blijkt. We verwachten dat de noordoever gemiddeld enkele $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger zou moeten zijn. Daarnaast zijn er zeer lokale onderschattingen die er mogelijk nog bijkomen en op deze specifieke plekken tot verschillen tot $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ leiden.

- In Schiedam is er een locatie met een behoorlijke verkeersbijdrage waarbij verkeer voor de school mogelijk wordt onderschat.
- In Brielle speelt lokale glastuinbouw mogelijk een rol
- In Rotterdam is één locatie waar de afwijking waarschijnlijk door een of meer specifiek lokale bronnen wordt veroorzaakt (ingang parkeergarage, uitlaat werkplaats). Dit is een voorbeeld van een situatie waar het model dan eigenlijk niet van toepassing is.
- In Hoek van Holland (Rotterdam) is sprake van een hoge locatie, maar wel in de buurt van glastuinbouw. Bovendien speelt in Hoek van Holland een iets grotere onzekerheid vanwege de afwijkende ijking.

4.3.3 Conclusie vergelijking

De afwijkende gevallen worden nog nader bekeken. Als er geen voor de hand liggende verklaring is, worden eventueel extra metingen uitgevoerd. De betrokkenen zullen dan geïnformeerd worden. De structurele afwijking aan de noordkant wordt nog verder onderzocht (scheepvaart, glastuinbouw, beide) en wordt met het RIVM besproken.

Bij al deze metingen gaat het om woonlocaties. De resultaten gelden dus voor plaatsen waar mensen worden blootgesteld. Bij de helft van de metingen waren de verschillen met de berekeningen kleiner dan 10%; bij ruim 80% was het verschil minder dan 20%. Al met al bevestigen de metingen dat het model van de monitoringstool het ook in de Rijnmond goed doet.

In deze meetcampagne waren weinig specifieke op verkeer gerichte metingen. Van de eerdere vergelijkingscampagnes van het RIVM weten we dat het model ook in die situaties goed functioneert. Al met al heeft het onderzoek laten zien dat de rekenmodellen ook in een complex gebied als de Rijnmond behoorlijk functioneren, met de aantekening dat er in de emissies nog verbeteringen mogelijk zijn aan de noordkant van de Waterweg.

5 Resultaten enquêtes

5.1 Inleiding

Er zijn twee enquêtes gehouden onder de deelnemers van het meetproject; in het begin (april 2019) en aan het einde van de metingen (november 2019). Volgens de antwoorden op de laatste enquête zijn de ervaringen van de deelnemers overwegend positief: twee derde was tevreden en een kwart zeer tevreden.

Ook over de communicatie tijdens het project, de informatieavonden en de rekenhulp om gaande het project meetwaarden bij te houden en het eindresultaat te schatten was men over het algemeen tevreden. Maar voor een aantal mensen was de informatie niet duidelijk genoeg. Men kon bijvoorbeeld de eigen meetresultaten niet terugvinden in de kaarten en tabellen. Sommige mensen bekeken alle communicatie op hun telefoon en dan zijn kaarten en grote tabellen niet handig.

Rapportages uit beide enquêtes zijn te vinden op:

- www.dcmr.nl/publicaties/enquete-eind-buisjesproject-50-jaar-luchtmeetnet.html
- www.dcmr.nl/publicaties/enquete-start-buisjesproject-50-jaar-luchtmeetnet.html

Vragen van deelnemers naar aanleiding van open vragen in de slotenquête zijn, met reactie van DCMR, opgenomen in bijlage 4.

5.2 Slotenquête, enkele bevindingen

- *Wil men doormeten?*

Vooraf gaf 39% van de mensen aan ongeacht de uitkomst door te willen meten. Na afloop zegt 88% weer mee te willen doen als er een 'interessant' vervolg komt. Een flink deel (62%) zegt zelfs iets te willen meebetalen. Opmerkelijk hierbij is dat 40% (2/3 van hen die eventueel willen bijdragen) aantekent alleen te willen betalen "als de gemeente dan ook iets met de resultaten gaat doen". Kennelijk is men daar niet gerust op. Het gemiddelde genoemde bedrag was ruim €30 (€25 en €50 waren veel genoemde bedragen).

Een aantal gemeentes in de Rijnmond heeft aangegeven op een of andere manier door te willen gaan. Rotterdam is hiermee het verst en was al met ideevorming gestart voor het einde van dit project. Provincie Zuid Holland heeft ook een aantal metende groepen los van het buisjesproject en is geïnteresseerd om een rol te spelen in het vervolg.

- *Wat moet er met de resultaten gebeuren?*

Vooraf gaf ruim 60% van de deelnemers aan dat men wilde dat 'de overheid het beeld op de luchtkwaliteit bijstelt op basis van de resultaten'. En 70% gaf aan dat ze hoopte dat de gemeente bewust wordt dat luchtkwaliteit een onderwerp is dat leeft bij burgers. Uit de slotenquête blijkt als motief voor deelname een mengeling van zorgen (62%) en nieuwsgierigheid (71%), en 69% die aangeeft dat ze, ongeacht eventuele zorgen over de luchtkwaliteit, wilden dat de luchtkwaliteit verbetert. De peilingen voor en na zijn daarmee redelijk consistent.

Gevraagd of mensen zelf de overheid willen benaderen over de resultaten gaf ruim 4% aan dat te willen doen. Een derde vond de resultaten niet zodanig dat dit nodig was en nog een derde vond dat de gemeente de deelnemers moest benaderen. Ook uit de eerste enquête bleek dat de deelnemers niet zozeer zelf aan de slag willen (dat wordt overigens ook genoemd!) maar naar de overheid kijken om in actie te komen.

Het lijkt of de meetresultaten, in elk geval een deel van de deelnemers enigszins heeft gerustgesteld. Meer dan de helft van de deelnemers (55%) geeft aan dat het meetresultaat meevalt, en 46% geeft aan dat door de metingen hun beeld van de luchtkwaliteit beter of veel beter is

geworden. Een minderheid (15%) vindt dat het meetresultaten tegenvalt en 10% geeft aan dat het beeld van de eigen luchtkwaliteit nu slechter is.

- Meten, informatie, vertrouwen

Meten zou je kunnen zien als een manier om informatie te verzamelen. Over luchtkwaliteit bestaat echter al veel kwalitatief goede actuele informatie via www.luchtmeetnet.nl en de bijbehorende app, via de NSL-monitoring (<https://www.nsl-monitoring.nl/viewer/>) en de rapporten die gemeentes en meetnetten maken. Ruim 30% van de deelnemers kende www.luchtmeetnet.nl en keek er wel eens naar. De meerderheid (62%), van mensen die toch overwegend betrokken zijn bij, en bezorgd zijn over de luchtkwaliteit, kende de website niet. Daar ligt dus nog een communicatie-uitdaging! Een flink deel (44%) van de deelnemers is tijdens het project naar aanvullende informatie gaan zoeken.

De website www.luchtmeetnet.nl bevat naast de officiële meetpunten ook gebiedsdekkende 'hybride' informatie, informatie gebaseerd op metingen in combinatie met berekeningen. Over het algemeen hebben metingen meer 'gezag' dan berekeningen en daar is op doorgevraagd.

- Over de stelling dat iemand zelf niet hoeft te meten als er goede andere informatie is zijn de meningen verdeeld: 35% oneens en 45% is het er mee eens.
- De voorkeur gaat echter uit naar meten: Met de stelling "Ook als er betrouwbare informatie is, wil ik nog steeds dat er op zoveel mogelijk plaatsen gemeten wordt" is 70% het eens.
- Over wie er dan precies moet meten is men minder uitgesproken, maar nog wel een flinke groep (28%) wil het liefst zelf meten, ook al is er betrouwbare informatie beschikbaar.
- Met de stelling dat burgers zelf voor hun informatievoorziening moeten zorgen is 42% het niet eens en 16% wel.

Een gebrek aan vertrouwen in de modellen lijkt er bij de burgers veel minder te zijn dan vermoed wordt. Als de vragen echter anders geformuleerd worden, wordt bovengenoemd dat beeld wel wat genuanceerd: Over metingen zegt men dat ook als er betrouwbare informatie is toch gemeten moet worden: (helemaal) eens zegt 70%; en als na afloop van het meetproject blijkt dat de berekeningen correct zijn, bent u dan tevreden met een berekening: 21% zegt 'nee, meten is echt beter'.

Als de Rijnmondburgers expliciet gevraagd worden naar het vertrouwen in de overheid (er wordt correct gemeten en berekend, de resultaten worden correct gecommuniceerd) is een kleine 70% het met die stelling eens. (Voor DCMR - als omgevingsdienst op enige afstand van het bestuur? - liggen deze percentages zelfs rond de 90%). Wantrouwen over de overheidsinformatie is er bij minder dan 10% van de respondenten.

Het lijkt erop dat het wantrouwen jegens de overheid niet zo zeer de data en de feiten betreft, maar vooral de bereidheid er de volgens de burgers gewenste actie op te ondernemen. Overigens vindt een kleine 90% van de deelnemers dat de samen meten projecten goed zijn voor het onderlinge vertrouwen burgers-overheid.

5.3 Conclusie enquêtes

Na een jaar meten, waarbij de resultaten de mensen overwegend meevielen is het beeld dat men wil dat er (door)gemeten wordt en vooral dat de overheid iets aan de luchtkwaliteit doet. Wantrouwen jegens de overheid in algemene zin lijkt geen grote rol te spelen in deze groep deelnemers. Er heerst vooral scepsis over de vraag of de overheid de luchtkwaliteit en de zorgen daarover, wel serieus neemt.

Het is goed gelukt om deelnemers een jaar betrokken te houden bij de buisjesmetingen. Interpretatie van de resultaten en uitleg over bronnen zijn zeer belangrijk. De goede (en kostbare) luchtkwaliteitinformatie die er vanuit de landelijke meetnetten is kan nog beter benut worden als het lukt de bekendheid daarover nog verder te vergroten.

6 Conclusies

Met het meetproject dat het 50 jaar bestaan van het automatische luchtkwaliteitsmeetnet van de DCMR markeerde is veel geleerd over meten van de luchtkwaliteit door burgers en over de vergelijking van metingen en modellen. De volgende conclusies zijn te trekken:

Project en metingen

Het merendeel van de deelnemers vond het een leuk en leerzaam project, waar ze met veel plezier aan hebben bijgedragen. Het project voorzorg voor de deelnemers in een behoefte om zelf te gaan meten. Het project heeft bij deelnemers geleid tot meer kennis over het onderwerp luchtkwaliteit en meer wederzijds begrip tussen overheden en burgers.

Voor DCMR is gebleken dat een grote groep deelnemers trouw de metingen heeft uitgevoerd en dat dit tot waardevolle metingen leidt. Ook geeft het project, door de onderlinge contacten, inzicht in de vragen en zorgen waar de deelnemers mee zitten. bijvoorbeeld

- Uit de enquêtes blijkt (bij deze deelnemers) geen uitgesproken wantrouwen jegens de overheid en de inzet van modellen. Wel vindt men dat hun zorgen over luchtkwaliteit, en de luchtkwaliteit te weinig aandacht krijgt en men is er niet gerust op dat de overheden daar meer aan gaan doen.
- De beschikbare luchtinformatie van de meetnetten (www.luchtmeetnet.nl) is slecht bekend ondanks dat het hier om bij het onderwerp betrokken deelnemers gaat; een punt dat verdere aandacht behoeft.

Meetwaarden

Er zijn met de metingen geen overschrijdingen van de jaargemiddelde NO₂-grenswaarde gevonden.

Vergelijking van de meest complete meetreeksen met het in Nederland gebruikte luchtkwaliteitsmodel leert dat het model ook in Rijnmond op bewoonde locaties, goed blijkt te voldoen. Van de 188 goeddeels complete meetwaarden vielen 94 modelberekeningen binnen de 10% en 155 binnen de 20%. Dat is al met al een zeer goede overeenkomst.

Alle situaties met meer dan 20% afwijking zijn nader bekeken. Als het model overschat, is dat minder erg dan een onderschatting; de blootstelling wordt immers niet beter voorgesteld dan die in werkelijkheid is. In 26 gevallen gaf het model een te hoge waarde vergeleken met de meting; in 8 gevallen gaf het model een te lage waarde, mogelijk worden daar bronnen van luchtvervuiling onderschat. De situaties waarin het model te lage waarden geeft, en waar de DCMR geen direct acceptabele verklaring voor weet, zullen mogelijk aanleiding geven tot extra metingen van de DCMR.

Een uitgebreidere vergelijking van beide modellen volgt op een later moment.

Bijlage 1 Resultaten per deelnemer

De tabel geeft alle kale meetwaarden. Dit zijn getallen in de witte cellen. De getallen in de gele cellen zijn zogenoemde geïmputeerde waarden. Dit zijn de metingen die ontbraken, waar het buisje beschadigd was, waar de meetperiode afweek van de officiële meetperiode, enz. De getallen in die cellen zijn geschat met de methode 'gaten vullen'.

De kolom 'meetwaarde jaar' is het gemiddelde van alle 13 kolommen. De kolom 'gemiddelde meting' is het gemiddelde van enkel de geldige kale metingen (de witte cellen).

Locatie code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Meetwaarde (jaar)	gemiddelde meting (jaar)
ABR-01	21	26	21	18	19	15	18	12	18	16	21	25	22	19	19
ABR-02	25	23	19	18	16	14	16	11	15	13	18	24	17	18	18
ABR-03	28	24	20	18	14	13	13	7	15	14	16	26	19	17	17
ABR-04	27	24	18	16	18	14	16	12	15	14	20	25	18	18	18
ABR-05	28	26	19	18	15	14	17	11	16	13	19	24	19	18	18
ABR-06	24	23	19	20	21	15	13	11	15	13	17	25	19	18	18
ABR-08	26	22	17	14	16	14	7	10	15	13	17	22	15	16	16
BAR-01	25	28	18	15	15	14	16	12	14	14	19	27	18	18	18
BAR-02	28	31	22	22	20	18	18	17	21	18	24	31	25	23	22
BAR-03	45	45	29	16	25	22	21	16	26	25	30	46	33	29	29
BAR-04	28	28	22	18	18	15	16	12	18	15	22	27	22	20	21
BAR-05	28	25	18	15	16	12	16	11	17	13	18	25	19	18	18
BAR-06	28	26	19	13	16	15	16	10	22	18	22	31	23	20	20
BAR-07	29	29	21	18	15	13	16	13	15	13	20	27	20	19	20
BAR-08	25	24	18	15	14	14	12	9	15	13	18	25	18	17	18
BAR-09	28	25	20	14	14	14	17	14	18	15	19	26	20	19	19
BAR-10	27	27	19	16	16	14	12	12	16	15	19	27	20	18	19
BAR-11	28	27	21	15	14	13	21	12	17	15	20	21	19	19	19
BAR-12	28	26	19	22	14	14	16	11	16	14	20	26	20	19	22
BAR-13	29	29	19	16	19	14	17	12	17	16	21	30	21	20	20
BRI-01	29	28	23	23	22	16	18	12	20	16	21	25	18	21	21
BRI-02	27	24	20	25	16	15	16	11	16	13	19	24	16	19	19
BRI-03	25	25	20	18	16	14	13	4	15	12	20	25	19	17	18
BRI-04	27	25	18	21	15	12	13	9	15	12	18	24	16	17	17
BRI-05	25	24	17	19	16	14	11	8	15	12	18	23	15	17	17
BRI-06	23	22	18	14	14	14	10	9	14	12	16	23	15	16	16
BRI-07	25	27	20	25	15	19	16	12	20	16	21	27	18	20	20
BRI-09	32	28	24	25	20	23	10	18	23	17	22	25	28	23	23
BRI-10	27	26	21	23	20	19	16	13	19	14	19	25	17	20	20
BRI-11	25	25	17	24	19	16	18	10	19	15	19	25	7	18	19
BRI-12	25	26	17	27	18	22	16	11	20	15	22	26	16	20	20
CAP-01	28	26	19	16	14	16	13	12	15	14	19	26	18	18	18
CAP-02	30	31	22	14	16	16	15	14	18	18	24	30	25	21	23
CAP-03	32	34	23	18	18	15	17	14	19	19	26	32	26	23	24
CAP-04	29	28	21	18	16	15	16	13	20	16	20	29	22	20	21
CAP-05	34	38	30	23	21	23	22	18	27	25	28	33	28	27	28
CAP-06	28	29	21	16	15	15	15	13	17	17	21	29	25	20	23
CAP-07	32	34	23	20	20	20	18	16	22	20	26	32	23	24	24
CAP-08	30	31	23	16	16	18	16	14	18	17	23	29	26	21	23
CAP-09	29	30	23	22	20	19	18	15	23	16	24	28	23	22	20
CAP-10	29	28	20	18	15	14	15	13	18	16	22	28	24	20	21
CAP-11	31	34	23	19	18	19	16	15	20	20	25	31	25	23	27

Locatie code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Meetwaarde (jaar)	gemiddelde meting (jaar)
HLS-01	21	22	14	16	16	10	12	10	9	11	15	22	13	15	14
HLS-02	22	24	16	20	12	12	12	7	12	11	17	24	17	16	16
HLS-03	21	22	14	15	12	13	12	9	13	11	15	21	14	15	15
HLS-04	19	22	14	15	13	13	12	6	13	11	15	21	14	14	15
HLS-05	20	21	14	16	12	12	10	8	14	10	14	20	13	14	15
HLS-06	26	26	17	20	18	15	15	9	15	12	18	24	16	18	18
HLS-09	24	21	17	16	14	13	13	10	15	13	17	24	16	16	22
HLS-10	22	23	15	18	13	13	12	10	13	11	16	23	14	16	16
KAS-01	31	31	18	11	12	15	12	14	18	18	23	31	25	20	20
KAS-02	31	32	24	21	18	20	18	16	21	19	26	29	25	23	29
KAS-04	28	27	18	10	12	23	16	10	14	44	18	41	31	22	20
KAS-05	26	33	21	12	13	15	9	14	17	18	23	29	24	20	19
KAS-06	28	29	19	11	11	12	13	8	15	14	20	26	20	17	17
KAS-07	33	32	26	12	22	20	20	18	26	24	32	36	31	26	24
KAS-08	31	29	21	13	14	15	10	16	18	17	23	30	25	20	21
KAS-09	34	36	28	20	19	19	20	19	26	22	27	34	27	25	25
KAS-10	32	26	21	13	16	15	15	12	17	16	23	31	26	20	20
KAS-11	37	39	27	18	21	16	18	16	22	20	27	33	33	25	25
KAS-13	28	31	20	12	14	14	16	14	18	16	23	27	24	20	21
KAS-14	29	28	21	13	12	15	15	13	16	15	19	27	24	19	19
KAS-15	27	27	18	11	13	14	13	11	15	13	19	23	20	17	17
LSL-01	30	32	23	20	16	19	17	15	19	18	23	29	24	22	23
LSL-02	27	29	19	14	13	14	15	12	16	15	20	26	21	19	19
LSL-04	33	36	24	19	16	18	17	14	19	19	26	30	25	23	25
LSL-05	30	30	21	14	14	15	11	13	16	16	23	30	24	20	20
LSL-06	29	33	21	14	16	13	12	14	17	18	24	28	25	20	21
LSL-07	30	35	22	15	14	21	16	15	19	20	24	29	25	22	22
LSL-08	27	29	19	20	16	15	15	13	18	17	24	28	24	20	20
LSL-09	31	33	22	18	18	15	22	15	20	18	27	31	25	23	25
LSL-10	29	31	20	14	14	12	15	14	18	16	23	27	26	20	20
MSL-01	31	33	28	19	20	25	21	17	20	20	23	28	26	24	24
MSL-02	34	33	27	24	18	21	18	16	21	21	25	31	27	24	24
MSL-03	36	44	30	23	20	24	20	21	23	27	31	39	34	29	29
MSL-04	40	40	27	25	25	25	23	19	23	25	29	35	33	28	28
MSL-05	36	39	31	27	25	26	29	25	29	27	33	34	36	31	31
MSL-06	35	36	30	25	21	16	24	18	16	22	26	32	30	25	25
MSL-07	33	36	29	20	19	19	18	16	20	21	27	32	28	24	24
MSL-08	32	37	31	28	23	25	26	18	27	24	27	32	25	27	27
MSL-09	37	41	32	19	14	22	23	14	24	25	28	36	31	27	27
MSL-10	35	34	31	21	20	22	22	16	22	21	25	32	29	25	25
NIS-02	27	25	21	33	20	14	22	12	20	14	19	26	17	21	21
NIS-03	29	28	20	22	18	16	18	12	20	15	22	27	18	20	20
NIS-04	23	24	17	19	15	20	17	9	16	12	18	25	15	18	17
NIS-05	25	25	19	26	23	19	20	14	19	14	20	25	14	20	23
NIS-06	20	20	14	14	14	12	11	6	12	11	16	21	14	14	14
NIS-07	26	21	16	18	18	13	16	10	15	12	18	23	1	16	16
NIS-08	30	25	18	18	16	15	20	12	18	12	17	26	17	19	19
NIS-09	24	23	19	24	20	16	13	14	15	12	20	22	17	18	18
NIS-10	21	28	14	15	14	14	15	8	13	12	15	23	4	15	15

Locatie code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Meetwaarde (jaar)	gemiddelde meting (jaar)
RID-01	33	34	29	19	19	20	20	17	22	20	26	32	26	24	25
RID-02	25	25	19	14	13	13	15	12	16	14	20	25	19	18	18
RID-03	32	35	23	14	16	16	17	15	17	18	23	32	24	22	22
RID-04	26	26	26	18	14	16	15	13	15	14	19	24	22	19	20
RID-05	29	24	19	16	16	14	16	12	17	13	20	26	19	19	25
RID-07	32	30	20	16	14	14	13	13	13	16	24	29	25	20	20
RID-08	30	27	20	16	15	13	16	12	17	16	21	27	21	19	20
RID-09	34	37	27	18	22	19	22	17	23	22	29	34	27	25	24
RID-10	29	29	22	18	14	12	18	13	21	16	25	19	21	20	20
RID-11	28	27	18	14	15	15	16	13	18	15	22	27	22	19	19
RID-12	24	24	20	16	15	13	20	11	15	14	18	26	18	18	18
RID-13	30	28	23	14	15	15	17	13	18	18	21	27	23	20	20
RID-14	36	37	31	21	22	24	23	20	25	23	28	34	28	27	28
RID-15	33	31	24	15	16	11	15	15	20	17	25	31	25	21	22
ROT-01	31	33	27	21	19	22	15	17	24	22	27	30	22	24	24
ROT-02	55	54	38	27	26	18	29	29	38	37	48	53	46	38	39
ROT-03	34	41	29	21	22	23	26	19	26	25	28	35	29	28	27
ROT-04	43	46	37	31	30	35	37	33	34	34	36	43	38	37	39
ROT-05	44	50	37	31	30	32	29	23	35	31	40	45	38	36	36
ROT-06	37	38	31	21	23	22	23	17	24	23	31	37	30	27	27
ROT-07	28	26	22	16	14	16	16	15	19	17	20	29	24	20	20
ROT-08	31	31	22	15	18	20	17	14	22	19	25	29	25	22	22
ROT-09	26	26	20	19	18	16	15	11	18	14	19	25	18	19	19
ROT-10	43	45	37	21	32	28	33	26	34	28	32	41	30	33	33
ROT-11	38	38	35	26	27	30	29	29	32	29	37	37	33	32	34
ROT-12	30	30	23	16	18	20	18	15	20	19	25	30	24	22	22
ROT-14	29	29	20	12	14	14	16	13	16	15	20	26	23	19	19
ROT-15	31	30	22	14	15	18	11	17	19	17	25	29	23	21	21
ROT-16	31	36	23	18	16	19	18	16	22	21	27	30	27	23	25
ROT-17	38	45	32	23	25	22	26	21	29	27	32	38	33	30	31
ROT-18	39	41	30	15	22	23	16	21	28	24	32	35	29	27	28
ROT-19	29	31	22	14	14	12	15	13	17	17	22	28	24	20	21
ROT-20	29	29	21	16	16	16	15	12	18	17	22	28	22	20	30
ROT-21	31	29	24	33	15	16	18	14	20	17	23	28	25	23	23
ROT-22	27	29	14	12	15	13	13	9	14	13	19	26	17	17	18
ROT-23	33	36	22	16	11	20	17	16	21	20	28	27	25	22	23
ROT-24	36	42	27	19	21	20	18	19	24	25	29	37	30	27	27
ROT-26	31	46	30	24	16	26	21	19	22	25	28	33	32	27	28
ROT-27	22	30	17	15	10	14	10	12	15	13	19	19	18	16	23
ROT-28	35	35	27	18	19	20	16	16	22	22	26	33	28	24	24
ROT-30	35	49	31	25	19	19	22	20	25	24	30	34	33	28	28
ROT-31	24	32	22	15	13	18	13	14	11	15	22	22	19	18	26
ROT-32	38	39	29	20	20	23	21	20	24	25	29	37	31	27	40
ROT-33	34	36	36	19	18	25	20	17	26	22	26	34	28	26	26
ROT-34	42	49	38	27	29	33	28	29	33	31	35	42	36	35	37
ROT-35	26	32	32	26	22	19	17	15	25	22	26	33	29	25	25
ROT-36	30	34	22	15	16	19	17	15	22	19	25	30	24	22	22
ROT-37	28	29	21	15	16	18	17	15	19	17	22	28	24	21	21
ROT-39	27	27	18	13	13	11	15	11	16	12	21	27	19	18	18
ROT-40	28	29	19	12	14	16	17	13	17	17	22	27	22	19	20
ROT-41	32	34	22	19	18	24	22	20	20	18	27	32	24	24	24
ROT-42	34	32	28	27	26	22	24	16	24	19	26	33	25	26	26
ROT-43	28	25	19	14	18	12	16	13	17	15	18	25	21	19	19
ROT-44	33	38	31	20	21	23	17	16	22	20	27	32	28	25	25
ROT-45	30	30	22	14	15	7	9	14	19	17	24	30	24	20	20
ROT-47	31	31	22	18	18	14	16	14	21	16	23	30	23	21	20
ROT-49	37	30	29	19	19	21	17	18	26	27	34	40	34	27	27
ROT-50	38	39	32	22	25	26	24	18	29	26	31	37	31	29	29
ROT-51	33	37	27	15	13	18	20	16	25	22	27	32	29	24	22
ROT-52	43	48	36	35	32	34	30	33	33	33	37	45	39	37	36

Locatie code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Meetwaarde (jaar)	gemiddelde meting (jaar)
SDM-01	43	45	29	24	21	23	24	21	26	27	32	38	34	30	30
SDM-02	29	29	21	16	14	16	16	13	18	16	24	29	23	20	21
SDM-04	38	39	28	21	21	24	21	10	26	26	30	35	32	27	27
SDM-05	31	36	23	18	12	19	18	14	19	19	27	30	26	22	22
SDM-06	34	36	27	16	16	20	16	16	20	20	27	30	29	24	24
SDM-07	30	34	22	18	14	14	15	14	16	19	27	31	29	22	22
SDM-08	26	31	19	14	13	15	15	12	15	16	23	29	24	19	20
SDM-09	33	36	22	21	14	21	18	16	16	20	27	30	13	22	22
SDM-10	32	38	28	22	22	25	23	19	26	23	27	33	27	27	26
SDM-11	30	29	21	10	14	12	12	13	16	17	20	27	23	19	19
SDM-12	40	47	34	25	20	32	15	30	28	30	34	40	38	32	32
SDM-13	36	43	29	23	22	22	22	17	28	25	30	38	32	28	28
SDM-14	42	39	36	27	26	30	29	26	32	29	33	43	33	33	33
SDM-15	26	31	21	14	13	14	15	13	16	17	23	28	26	20	20
SDM-16	29	35	29	19	20	24	20	17	22	22	26	30	29	25	24
SDM-17	40	46	32	24	21	28	24	21	22	28	32	38	36	30	30
SDM-18	32	39	27	21	20	23	26	24	30	24	28	33	31	28	27
SDM-19	36	43	31	20	22	28	22	27	27	28	29	36	32	29	29
SDM-20	32	38	27	19	20	18	21	17	22	20	27	32	25	24	24
SDM-21	33	35	23	19	18	19	18	16	16	21	25	31	14	22	22
SDM-22	34	38	28	23	21	20	22	17	24	23	29	34	29	26	26
SDM-23	30	39	27	20	19	23	21	19	25	23	27	32	27	26	25
SDM-24	28	32	19	15	14	16	16	12	16	18	24	28	24	20	20
SDM-25	35	39	29	23	19	22	13	19	28	27	28	35	31	27	27
SDM-26	28	32	22	16	15	40	13	14	13	17	24	28	24	22	22
SDM-27	34	40	27	20	18	19	20	18	19	21	27	32	28	25	26
SDM-28	36	48	27	19	19	20	20	19	21	25	28	35	31	27	27
SDM-29	37	44	32	27	32	28	30	26	27	26	31	38	33	32	31
SDM-30	45	48	37	27	29	28	30	39	28	31	34	42	35	35	34
SDM-31	34	39	27	22	23	23	11	17	25	25	29	35	27	26	26
SDM-32	39	43	30	21	16	22	23	25	28	29	25	36	31	28	28
SDM-33	31	39	29	15	22	23	24	21	24	24	27	32	28	26	26
SDM-34	38	42	31	24	23	29	22	26	30	31	34	39	36	31	31
SDM-35	35	41	31	18	22	20	11	18	25	21	27	33	31	26	23
SDM-36	37	38	30	23	21	23	23	20	25	25	29	35	31	28	32
SDM-37	37	33	31	24	22	24	22	20	27	27	28	37	31	28	26
SDM-38	31	32	23	19	14	16	13	14	18	18	24	31	27	22	22
SDM-39	27	38	20	13	16	19	17	12	19	22	27	31	28	22	22
SDM-40	32	35	24	20	18	19	20	16	22	21	28	32	28	24	24
SDM-41	36	41	31	24	23	22	21	22	26	27	30	37	32	29	27
SDM-42	34	34	28	23	14	21	20	16	15	20	28	29	30	24	24
SDM-43	32	43	24	19	18	15	20	16	19	22	29	32	29	24	24
SDM-44	32	14	27	26	20	23	26	23	27	26	28	37	30	26	26
SDM-45	31	33	22	18	14	15	18	14	17	18	25	31	26	22	22
SDM-46	30	33	23	15	12	18	17	13	18	20	25	29	27	22	22
SDM-47	41	48	30	24	22	22	21	16	29	29	32	41	37	30	30
SDM-48	36	42	32	21	22	26	23	22	24	26	28	38	30	28	28
SDM-49	33	45	29	23	20	25	22	19	26	25	31	35	29	28	28
SDM-50	28	33	21	13	13	14	18	15	14	22	20	29	21	20	20
SDM-51	37	33	32	25	25	25	21	14	27	24	30	38	34	28	28
SDM-52	36	41	27	22	19	20	20	18	25	26	31	37	32	27	27

Locatie code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Meetwaarde (jaar)	gemiddelde meting (jaar)
VLD-01	37	42	35	22	28	24	27	22	31	26	29	35	29	30	30
VLD-02	39	44	29	23	21	23	26	19	22	25	29	36	31	28	28
VLD-03	32	38	26	21	18	22	20	17	20	21	27	30	27	25	24
VLD-04	35	41	27	25	22	24	23	20	26	25	30	37	30	28	29
VLD-05	43	49	35	40	27	35	32	29	35	34	39	42	37	37	36
VLD-06	34	34	23	21	16	20	20	18	17	23	29	32	29	24	25
VLD-07	38	40	27	26	21	26	23	20	26	26	33	34	33	29	30
VLD-08	37	41	24	27	20	24	20	19	24	23	29	34	30	27	27
VLD-09	37	31	24	16	18	18	18	16	21	20	27	33	27	24	25
VLD-10	32	39	20	14	15	15	18	15	20	20	26	32	26	22	23
WEV-01	24	21	17	20	15	15	13	10	15	12	18	23	15	17	18
WEV-02	28	28	18	23	18	16	12	13	14	15	19	27	20	19	19
WEV-03	22	23	16	19	13	14	15	6	14	12	16	22	16	16	16
WEV-05	23	19	15	20	14	13	17	14	14	11	15	21	14	16	16
WEV-06	19	8	14	16	12	12	12	8	13	11	14	21	14	13	14
WEV-07	20	18	14	19	12	13	12	7	14	11	14	19	14	14	14
WEV-08	20	21	14	19	12	13	13	7	14	10	14	20	14	15	15
WEV-10	22	21	16	20	13	14	5	9	14	12	17	23	16	16	13

Bijlage 2 Geschat jaargemiddelde voor PM₁₀ en PM_{2.5} voor elke deelnemer

Concentraties NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} in µg/m³.

Deelnemer	NO ₂ -meting	Schatting uit meting		Deelnemer	NO ₂ -meting	Schatting uit meting	
		PM ₁₀	PM _{2.5}			PM ₁₀	PM _{2.5}
ABR-01	19	18	10	HLS-01	15	17	10
ABR-02	18	18	10	HLS-02	16	17	10
ABR-03	17	18	10	HLS-03	15	17	10
ABR-04	18	18	10	HLS-04	14	17	10
ABR-05	18	18	10	HLS-05	14	17	10
ABR-06	18	18	10	HLS-06	18	18	10
ABR-08	16	17	10	HLS-09	16	17	10
BAR-01	18	18	10	HLS-10	16	17	10
BAR-02	23	19	11	KAS-01	20	18	10
BAR-03	29	20	11	KAS-02	23	19	11
BAR-04	20	18	10	KAS-04	22	19	11
BAR-05	18	18	10	KAS-05	20	18	10
BAR-06	20	18	10	KAS-06	17	18	10
BAR-07	19	18	10	KAS-07	26	19	11
BAR-08	17	18	10	KAS-08	20	18	10
BAR-09	19	18	10	KAS-09	25	19	11
BAR-10	18	18	10	KAS-10	20	18	10
BAR-11	19	18	10	KAS-11	25	19	11
BAR-12	19	18	10	KAS-13	20	18	10
BAR-13	20	18	10	KAS-14	19	18	10
BRI-01	21	18	10	KAS-15	17	18	10
BRI-02	19	18	10	LSL-01	22	19	10
BRI-03	17	18	10	LSL-02	19	18	10
BRI-04	17	18	10	LSL-04	23	19	11
BRI-05	17	17	10	LSL-05	20	18	10
BRI-06	16	17	10	LSL-06	20	18	10
BRI-07	20	18	10	LSL-07	22	19	10
BRI-09	23	19	11	LSL-08	20	18	10
BRI-10	20	18	10	LSL-09	23	19	11
BRI-11	18	18	10	LSL-10	20	18	10
BRI-12	20	18	10	MSL-01	24	19	11
CAP-01	18	18	10	MSL-02	24	19	11
CAP-02	21	18	10	MSL-03	29	20	11
CAP-03	23	19	11	MSL-04	28	20	11
CAP-04	20	18	10	MSL-05	31	21	11
CAP-05	27	20	11	MSL-06	25	19	11
CAP-06	20	18	10	MSL-07	24	19	11
CAP-07	24	19	11	MSL-08	27	20	11
CAP-08	21	18	10	MSL-09	27	20	11
CAP-09	22	19	11	MSL-10	25	19	11
CAP-10	20	18	10	NIS-02	21	18	10
CAP-11	23	19	11	NIS-03	20	18	10
				NIS-04	18	18	10
				NIS-05	20	18	10
				NIS-06	14	17	10
				NIS-07	16	17	10
				NIS-08	19	18	10
				NIS-09	18	18	10
				NIS-10	15	17	10

Deelnemer	NO ₂ - meting	Schatting uit meting		Deelnemer	NO ₂ - meting	Schatting uit meting	
		PM ₁₀	PM _{2.5}			PM ₁₀	PM _{2.5}
ROT-01	24	19	11	SDM-01	30	20	11
ROT-02	38	22	12	SDM-02	20	18	10
ROT-03	28	20	11	SDM-04	27	20	11
ROT-04	37	22	12	SDM-05	22	19	11
ROT-05	36	22	12	SDM-06	24	19	11
ROT-06	27	20	11	SDM-07	22	19	10
ROT-07	20	18	10	SDM-08	19	18	10
ROT-08	22	19	11	SDM-09	22	19	11
ROT-09	19	18	10	SDM-10	27	20	11
ROT-10	33	21	12	SDM-11	19	18	10
ROT-11	32	21	12	SDM-12	32	21	11
ROT-12	22	19	11	SDM-13	28	20	11
ROT-14	19	18	10	SDM-14	33	21	12
ROT-15	21	18	10	SDM-15	20	18	10
ROT-16	23	19	11	SDM-16	25	19	11
ROT-17	30	20	11	SDM-17	30	20	11
ROT-18	27	20	11	SDM-18	28	20	11
ROT-19	20	18	10	SDM-19	29	20	11
ROT-20	20	18	10	SDM-20	24	19	11
ROT-21	23	19	11	SDM-21	22	19	11
ROT-22	17	18	10	SDM-22	26	20	11
ROT-23	22	19	11	SDM-23	26	19	11
ROT-24	27	20	11	SDM-24	20	18	10
ROT-26	27	20	11	SDM-25	27	20	11
ROT-27	16	17	10	SDM-26	22	19	11
ROT-28	24	19	11	SDM-27	25	19	11
ROT-30	28	20	11	SDM-28	27	20	11
ROT-31	18	18	10	SDM-29	32	21	11
ROT-32	27	20	11	SDM-30	35	21	12
ROT-33	26	20	11	SDM-31	26	20	11
ROT-34	35	21	12	SDM-32	28	20	11
ROT-35	25	19	11	SDM-33	26	20	11
ROT-36	22	19	11	SDM-34	31	21	11
ROT-37	21	18	10	SDM-35	26	19	11
ROT-39	18	18	10	SDM-36	28	20	11
ROT-40	19	18	10	SDM-37	28	20	11
ROT-41	24	19	11	SDM-38	22	19	10
ROT-42	26	19	11	SDM-39	22	19	11
ROT-43	19	18	10	SDM-40	24	19	11
ROT-44	25	19	11	SDM-41	29	20	11
ROT-45	20	18	10	SDM-42	24	19	11
ROT-47	21	18	10	SDM-43	24	19	11
ROT-49	27	20	11	SDM-44	26	20	11
ROT-50	29	20	11	SDM-45	22	19	10
ROT-51	24	19	11	SDM-46	22	19	10
ROT-52	37	22	12	SDM-47	30	20	11
				SDM-48	28	20	11
				SDM-49	28	20	11
				SDM-50	20	18	10
				SDM-51	28	20	11
				SDM-52	27	20	11

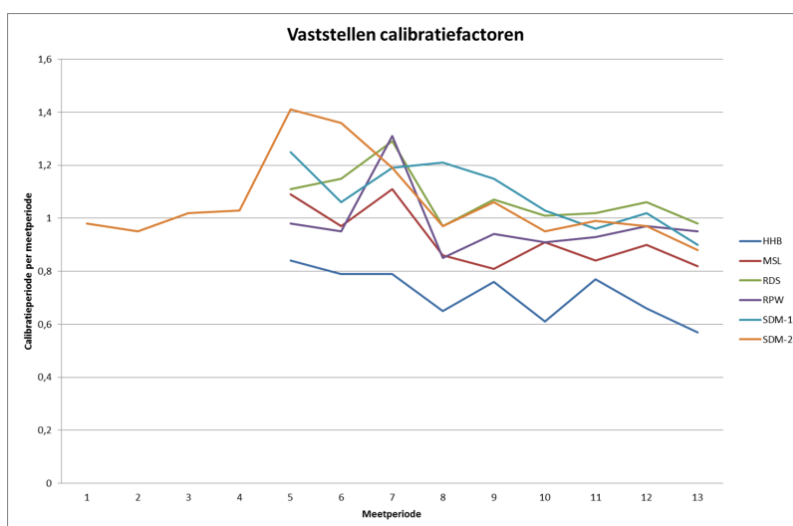
Deelnemer	NO ₂ - meting	Schatting uit meting		Deelnemer	NO ₂ - meting	Schatting uit meting	
		PM ₁₀	PM _{2,5}			PM ₁₀	PM _{2,5}
RID-01	24	19	11	VLD-01	30	20	11
RID-02	18	18	10	VLD-02	28	20	11
RID-03	22	19	10	VLD-03	25	19	11
RID-04	19	18	10	VLD-04	28	20	11
RID-05	19	18	10	VLD-05	37	22	12
RID-07	20	18	10	VLD-06	24	19	11
RID-08	19	18	10	VLD-07	29	20	11
RID-09	25	19	11	VLD-08	27	20	11
RID-10	20	18	10	VLD-09	24	19	11
RID-11	19	18	10	VLD-10	22	19	11
RID-12	18	18	10	WEV-01	17	17	10
RID-13	20	18	10	WEV-02	19	18	10
RID-14	27	20	11	WEV-03	16	17	10
RID-15	21	19	10	WEV-05	16	17	10
				WEV-06	13	17	10
				WEV-07	14	17	10
				WEV-08	15	17	10
				WEV-10	16	17	10

Bijlage 3 Bewerking van de metingen

B3.1 Kalibratie van de metingen

Tijdens het project zijn Palmesbuisjes geplaatst bij een vijftal luchtmeetstations van de DCMR¹⁰; de buisjes werden op dezelfde dagen als bij de deelnemers in het project gewisseld. Hiermee konden de Palmesbuisjesmetingen worden vergeleken met de metingen van de referentie-apparatuur voor NO₂ en kon per periode van vier weken een correctiefactor voor de Palmesbuisjes worden bepaald.

Een verhouding tussen Palmesbuisjesresultaat en de meting in het meetstation van precies 1 betekent dat de twee meetmethoden precies dezelfde waarden opleveren. Bij een getal lager dan 1 meten de Palmesbuisjes hogere concentraties dan de officiële metingen en moeten de meetresultaten van de buisjes naar beneden worden bijgesteld; bij een getal groter dan 1 moeten de Palmesbuisjes naar boven toe worden bijgesteld.



Voor de meeste locaties en perioden ligt de verhouding tussen de meetmethoden in de buurt van de 1, met een wat hogere factor in de zomer.

In Hoek van Holland blijkt de ijking met het DCMR meetpunt anders uit te pakken dan op de overige DCMR meetpunten. Dat resultaat was onverwacht. Hierover hebben we overlegd met collega's van een ander meetnet waar veel metingen met Palmesbuisjes worden uitgevoerd. Zij hadden vergelijkbare ervaringen gehad bij buisjesmetingen in Noord-Holland aan de kust. Het vermoeden bestaat dat een combinatie van gemiddeld veel hardere wind en mogelijk een afwijkende samenstelling van de lucht (meer vocht, zeezout) een rol speelt bij de metingen met Palmesbuisjes. Er is daarom voor gekozen om voor metingen in Hoek van Holland een andere factor te gebruiken dan voor metingen uit de rest van het gebied. De factor voor Hoek van Holland is bepaald uit de kalibratie op die locatie; voor de eerste vier perioden (toen er nog niet in Hoek van Holland werd vergeleken) is de factor geschat uit het verloop van de overige stations.

Voor overige locaties in het Rijnmondgebied is het gemiddelde genomen van de factor op die locaties. Daarmee werden de correctiefactoren voor de Palmesbuisjesmetingen voor iedere periode vastgesteld.

¹⁰ DCMR meetstations Hoek van Holland, Maassluis, Rotterdam Statenweg, Rotterdam Pleinweg en twee sets buisjes in Schiedam.

B3.2 Gatenvullen/imputatie

Het "gatenvullen" is op hoofdlijnen beschreven in Meetdata en bewerkte data2.1. De officiële benaming van de methode is 'imputatie'. Hier is zogenaamde meervoudige imputatie gebruikt, met de MICE-methode van het software pakket R. Twintig datasets zijn geïmputeerd met 20 iteraties per dataset met de 'predictive mean matching' optie. Voor meer informatie zie: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v045i03>.

In de tabel is te zien dat het geschatte (geïmputeerde) jaargemiddelde steeds dichterbij de kale meting komt te liggen naar mate de meting completer is. Dat zelfs complete kale metingen nog iets ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) afwijken van de bewerkte meetwaarde komt door de hiervoor beschreven kalibratie en wordt niet veroorzaakt door de imputatie.

In het buisjesproject waren er verhoudingsgewijs wat meer ontbrekende data in de zomer (vakantie?) en de gemeente Capelle stapte op een moment in (vanaf periode 8).

Tabel 8 relatie tussen meetduur en de afwijking t.o.v. het verwachte jaargemiddelde

gemeten periodes*	Aantal deelnemers	Gemiddeld absoluut verschil kale meting – bewerkte meetwaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	2	8,0
2	3	6,5
3	1	5,7
4	3	3,3
5	7	2,3
6	10	0,7
7	2	0,4
8	4	2,1
9	4	1,7
10	3	1,0
11	21	0,7
12	49	0,4
13	111	0,4
Eindtotaal	221	0,8

* De deelnemers met weinig metingen in deze tabel zijn degenen die vroeg zijn opgehouden en deelnemers uit Capelle die pas in de tweede helft zijn ingestapt.

Bijlage 4 Vragen van deelnemers

In de slotenquête konden deelnemers vragen stellen over het project en hun meetresultaat. Een selectie wordt hieronder kort behandeld.

Kunt u meer analyse / uitleg van resultaten geven? Is het goed/slecht? Relatie met andere plekken? Zijn er dankzij het project hotspots ontdekt? Zijn de resultaten verrassend of juist voorspelbaar?

De metingen van de deelnemers hebben geen overschrijding van de grenswaarde opgeleverd ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Enkele jaren geleden werd die grenswaarde wel overschreden. De metingen bevestigen dat het beter gaat met de luchtkwaliteit. In hoofdstuk 3.2 worden de resultaten verder geëvalueerd. De meeste resultaten waren voorspelbaar, en dat is goed om te weten!

Kunt u meer vertellen over de mogelijkheden om de meetwaarden c.q. luchtverontreiniging te verlagen? Kan ik zelf nog iets kan doen ter verbetering van de luchtkwaliteit in mijn wijk?

Luchtverontreiniging ontstaat vooral bij gebruik van brandstoffen, zoals bij wegverkeer, energieproductie, verwarming van huizen en gebouwen, scheepvaart en industrie. Het wegverkeer heeft een forse invloed omdat de uitstoot gebeurt op dezelfde hoogte en dichtbij waar mensen verblijven. Een fabriek heeft een schoorsteen op grote hoogte en deze uitstoot wordt verdund voor hij op leefniveau komt. Fabrieken hebben wel een invloed in een veel groter gebied. NO_2 -concentraties in een gebied zijn door bewoners zelf te beïnvloeden door bijvoorbeeld minder auto te rijden en in de winter zuiniger het huis te verwarmen.

Wat gaat er concreet met de meetwaarden gebeuren?

Deze rapportage wordt aan de gemeenten gestuurd en op onze website geplaatst. Het is aan burgers en gemeenten zelf om hier al of niet een vervolg aan te geven. DCMR heeft de meetwaarden gebruikt om meer inzicht te krijgen in de kwaliteit van de modellen. Dat doen we samen met het RIVM. We weten nu beter waar de modellen wel en niet werken en wat we moeten doen om de beoordeling van de luchtkwaliteit nog beter te maken. Ook zijn er vervolgprojecten aan het ontstaan van gemeentes, maar ook verder zoekwerk door DCMR.

Waarom kunnen op korte afstand zulke verschillen in meetresultaat bestaan?

Dit verschilt per stof. Voor NO_2 zijn de verschillen groter dan voor fijnstof of ozon. Wij hebben in dit project voor NO_2 -metingen gekozen juist om te voorkomen dat iedereen vrijwel hetzelfde zou meten. Voor NO_2 is de afstand tot de bron van vervuiling erg belangrijk. Bijvoorbeeld hoe dicht je bij een drukke weg of snelweg bent. En het kan dan dus al verschil maken of er in de voortuin of in de achtertuin gemeten wordt.

Wat waren de heersende windrichtingen per maand?

De heersende windrichting varieert natuurlijk per dag, soms per uur. In Nederland komt de wind meestal (een kwart van de tijd) uit het zuidwesten. Historische gegevens per dag zijn te vinden op <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>.

Ik zou willen weten hoe de locatie en de meetresultaten zich tot elkaar verhouden. Bv een woning langs de snelweg, daar zou je verwachten dat de lucht een hogere concentratie laat zien.

Dat klopt, nabij een drukke weg zijn de concentraties hoger, jaargemiddeld soms meer dan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan bij een achtergrondlocatie. In dit project hebben veel deelnemers hun buisje opgehangen daar waar ze nieuwsgierig over waren. Daardoor zijn er veel metingen in achtertuinen en op balkons. Een uitgebreidere analyse van specifiek dit soort aspecten volgt nog bij de uitgebreide modelvergelijking.

Wat zijn de effecten die kunnen worden verwacht bij oplopende concentraties NO_2 . Zijn er schadelijke concentraties gemeten?

Luchtvervuiling heeft bij alle niveaus gezondheidseffecten. Er zijn dus geen 'schadelijke' en 'onschadelijke' concentraties. Minder is beter. NO_2 komt veel voor samen met fijnstof en roet.

Het is dan lastig te bepalen welke stof welk effect veroorzaakt. RIVM schrijft: 'De Gezondheidsraad acht een relatie tussen blootstelling aan NO₂ en gezondheidseffecten (waarschijnlijk) bewezen voor de prevalentie van luchtwegklachten in kinderen en mortaliteit.' En: 'In 2015 berekende het RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu dat het levensduurverlies door (langdurige) luchtverontreiniging in Nederland gemiddeld 13 maanden is, waarvan ongeveer vier maanden door blootstelling aan mengsels vertegenwoordigd door NO₂ en negen maanden door fijn stof (PM₁₀). wordt dit waarschijnlijk gedeeltelijk verklaard door het effect van NO₂, en gedeeltelijk door andere verkeersgerelateerde stoffen, waarvoor NO₂ een indicator is.'

<https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/gezondheidseffecten-luchtverontreiniging/luchtkwaliteit-stikstofdioxide>

Wij zitten Hoek van Holland op een jaargemiddelde van 34 eenheden. Dat is redelijk hoog. Waarom zijn de balletjes in de rapporten/kaarten dan toch altijd groen gebleven?

In Hoek van Holland is achteraf een flinke correctie nodig gebleken (zie de uitleg in 142.1 en Bijlage B3.1). Desondanks, de kleuren van de meting in Hoek van Holland verschillen door het jaar behoorlijk. Zie bijvoorbeeld de kaarten in Bijlage 5.

Ik woon hoog (17e verdieping). Ben benieuwd naar analyse van metingen op deze hoogte in vergelijking met lagere metingen.

Metingen op grotere hoogte geven doorgaans wat lagere concentraties dan bij de begane grond. Dat is in uw metingen van dit project ook terug te zien. De meetresultaten zijn een stuk lager dan de gemodelleerde meetconcentratie op de begane grond bij uw adres.

Moet de berekende DCMR waarde niet gecorrigeerd worden naar de gemiddelde meetwaarde van het project?

De gevonden afwijkingen variëren per plaats en zijn meestal klein, correcties zijn niet nodig. Van een paar plekken wordt de oorzaak onderzocht en dat zal mogelijk tot correcties leiden.

Kunnen er contouren in het gebied van waarden per maand worden gemaakt?

Om contouren te maken moet je eigenlijk metingen in een regelmatig raster hebben (ook waar geen deelnemers zijn). En het moeten allemaal hetzelfde type metingen. Dus niet de een op hoogte, de ander in de tuin, een derde langs een drukke straat, enz..

Valt er nog wat te verbeteren aan de luchtkwaliteit of moeten we het hiermee doen in deze omgeving?

De luchtkwaliteit zal nog verder verbeteren, onder meer door de opkomst van schoner wegverkeer (bijvoorbeeld elektrische auto's) en schonere energieproductie (zonnepanelen en windenergie). Er is ook nog steeds nationaal beleid om de luchtkwaliteit te verbeteren. Zie: www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/gezondheidsschade-door-luchtvervuiling-halveren

Er is een hoop te doen rondom stikstof(depositie). In welke mate passen de metingen in de Rijnmond bij het landelijk beeld?

Stikstofdepositie wordt veroorzaakt door NO₂ en vooral door ammoniak. De metingen laten zien dat in elk geval de NO₂-berekeningen vrij goed kloppen en dus ook dat dat deel van de depositie vrij goed bekend is.

Wat is de relatie tussen NO₂- en fijnstof-concentratie?

Dit onderwerp wordt in hoofdstuk 2.2 van dit rapport verder toegelicht.

Zouden jullie een overzicht kunnen maken over hoe alle metingen zich verhouden tot de berekende referentiewaardes voor dezelfde locatie? Voor de grootste drie afwijkingen een klein onderzoek wat de waarschijnlijke oorzaak is?

De verschillen tussen metingen en modellen worden in hoofdstuk 4 besproken. Onderzoek naar de oorzaak en mogelijke verbeteringen gaat nog verder en daar zal ook weer over gerapporteerd worden. De locaties met de grootste afwijkingen tussen meting en model worden niet in detail in dit rapport besproken vanwege privacyoverwegingen.

Bijlage 5 Kaarten in verschillende seizoenen

Kaarten van de meetwaarden op verschillende momenten in het jaar laten zien dat de metingen in de winter (voorbeeld hier periode 2 en periode 13) veel hoger zijn dan in de zomer (bijvoorbeeld periode 5 en 8).

Let op: dit zijn de resultaten na het opvullen van de gaten. Voor Capelle a.d. IJssel zijn periode 2 en 5 dus geschatte waarden. De kaarten voor periode 8 en 13 (volgende pagina) zijn wel op de metingen in die periode gebaseerd.

