

Circular Economy & EnvironmentPrincetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nl

T +31 88 866 42 56

TNO-rapport**TNO 2018 R10714****Ultrafijn stof rond Rotterdam The Hague
Airport**

Datum	29 juni 2018
Auteur(s)	Jan Duyzer Marcel Moerman
Aantal pagina's	36 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Rotterdam The Hague Airport (RTHA) Rotterdam
Projectnaam	RTHA fijn stof
Projectnummer	060.30137

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

Samenvatting

De laatste jaren is er veel aandacht voor ultra kleine deeltjes stof in lucht. Dit ultrafijn stof (naar het Engels: Ultrafine Particles: UFP) bestaat, volgens de gebruikelijke definitie, uit deeltjes met een diameter kleiner dan 100 nm. Deze deeltjes fractie zou nadelige effecten kunnen hebben op de gezondheid. In welke mate is echter nog niet bekend. Er lopen op dit moment onderzoeken van het RIVM rondom Schiphol om meer inzicht in dit onderwerp te krijgen.

Ultrafijn stof is voornamelijk afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen zoals benzine, diesel en kerosine. De aandacht voor ultrafijn stof neemt ook in Nederland toe. Metingen rondom de luchthaven Schiphol hebben verhoogde concentraties van ultrafijn stof laten zien bij wind uit de richting van de luchthaven. Deze worden veroorzaakt door emissies van vliegtuigmotoren tijdens starten, landen en taxiën.

Ook rondom de luchthaven Rotterdam The Hague Airport (RTHA) is aandacht voor de emissies van ultrafijn stof door vliegtuigen en het voorkomen van deze kleine deeltjes in de lucht in de omgeving. De directie van RTHA heeft TNO gevraagd onderzoek te doen naar de aanwezigheid van ultrafijn stof rondom de luchthaven.

Het doel van het onderzoek is omschreven als: *Het oriënterend, aan de hand van metingen ter plaatse, in kaart brengen van de concentratie ultrafijn stof rondom (met name de woonkernen) de luchthaven RTHA met bijzondere aandacht voor de bijdrage van het vliegverkeer op de luchthaven vergeleken met de heersende achtergrond concentratie.*

Activiteiten

In de periode van 11 november tot 4 december 2017 werden metingen van ultrafijne stofdeeltjes (UFP) verricht op 3 posities nabij de luchthaven RTHA. Meetlocaties werden ingericht op het terrein van de luchthaven aan weerszijden van de startbaan en één meetlocatie werd ingericht aan de Veldkersweg in Schiebroek. Op 14 en 15 november werden grote onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd aan de startbaan en was er vrijwel geen vliegverkeer. De rest van de perioden werd er op reguliere wijze gevlogen.

Resultaten

De meetresultaten zijn uitgebreid geanalyseerd waarbij de volgende conclusies zijn getrokken:

- De meetresultaten verkregen tijdens de onderhoudsperiode bleken niet geschikt voor analyse van perioden zonder vliegverkeer. De concentratie van UFP was door emissies van de gebruikte werktuigen (waaronder diesel aangedreven vrachtwagens) en de productie van asfalt hoger dan de concentratie tijdens de periode met regulier vliegverkeer.
- De concentratie UFP aan weerszijden van de startbaan op de luchthaven RTHA bedraagt gemiddeld gedurende de meetperiode (exclusief de onderhoudsperiode) ca. 13000 #/cm³. Het vliegverkeer draagt ca. 10-14% aan deze concentratie bij.
- De concentratie gemeten aan de Veldkersweg in Schiebroek (een woonkern op 2 km afstand van de startbaan) bedraagt ca. 8000 #/cm³. De bijdrage van het vliegverkeer aan de concentratie is daar ca. 10%.

Schatting van het jaargemiddelde

Op de gemeten concentraties werden correcties uitgevoerd voor:

- De gedurende een normaal jaar voorkomende windrichtingen op het vliegveld.
- Het gedurende een normaal jaar voorkomend aantal vliegbewegingen. De metingen werden uitgevoerd in een relatief rustige periode van het jaar. Als de intensiteit van het vliegverkeer gedurende de meetperiode omgerekend wordt naar een jaar dan zou dat ongeveer 17 000 vliegbewegingen betekenen. Voor RTHA wordt uitgegaan van ongeveer 26 400 vliegbewegingen per jaar (gegevens van RTHA).

Alle correcties samen leiden tot de volgende resultaten:

- De concentratie UFP aan weerszijden van de startbaan op RTHA is jaargemiddeld 12500 tot 13000 $\#/cm^3$ met 16 tot 20% bijdrage van het vliegverkeer.
- Aan de Veldkersweg is de concentratie na correctie, jaargemiddeld ca. 7400 $\#/cm^3$ (met een bijdrage van 15% van het vliegverkeer).

De resultaten van de metingen omgerekend naar een meer realistische, jaargemiddelde, intensiteit en windrichting komen redelijk overeen met de resultaten van eerder voor RTHA uitgevoerde modelberekeningen (Erbrink, 2016). Voor de locatie Veldkersweg wordt een jaargemiddelde bijdrage van het vliegverkeer berekend van 2000 - 2500 $\#/cm^3$ terwijl de uit de metingen afgeleide bijdrage ongeveer 1100 $\#/cm^3$ bedraagt. De huidige schatting op basis van de metingen is daarmee ruwweg een factor twee lager.

Nauwkeurigheid

Ten aanzien van de nauwkeurigheid van de hier gegeven schattingen is het volgende van belang:

- De onzekerheden in de jaargemiddelde concentratie hangen samen met de onzekerheden in correcties naar jaargemiddelde intensiteit, de representativiteit van de meetlocaties enz.
- Door verschillende onzekerheden is het niet zeker of het verschil tussen de huidige schattingen en de uitkomsten van modelberekeningen significant is. Meer metingen in de omgeving zouden kunnen helpen de onzekerheden in de huidige schattingen te verkleinen.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding en achtergrond.....	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Werkwijze	9
1.3	Instrumenten.....	10
1.4	Meetstrategie	11
2	Resultaten	12
2.1	Vorbereiding	12
2.2	Beschrijving van de omstandigheden gedurende de meetperiode	13
2.3	Metingen gedurende de onderhoudsperiode en daarbuiten	15
2.4	De bijdrage van emissies vanaf de luchthaven RTHA aan de concentratie UFP op de meetstations tijdens de meetperioden.....	24
2.5	Schatting van jaargemiddelde bijdragen aan de concentraties.....	26
2.6	Vergelijking met schattingen op basis van modelberekeningen	29
3	Conclusies.....	31
4	Dankwoord	33
5	Referenties	34
6	Bijlagen	35
7	Ondertekening	36

1 Inleiding en achtergrond

De laatste jaren is er veel aandacht voor ultra kleine deeltjes stof in lucht. Dit ultrafijn stof (naar het Engels: Ultrafine Particles: UFP) bestaat, volgens de gebruikelijke definitie, uit deeltjes met een diameter kleiner dan 100 nm. Deze deeltjes fractie zou nadelige effecten kunnen hebben op de gezondheid. In welke mate is nog niet bekend. Er lopen op dit moment onderzoeken van het RIVM rondom Schiphol om meer inzicht in dit onderwerp te krijgen¹².

Ultrafijn stof is voornamelijk afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen zoals benzine, diesel en kerosine. De aandacht voor ultrafijn stof neemt ook in Nederland toe. Metingen rondom de luchthaven Schiphol hebben verhoogde concentraties van ultrafijn stof laten zien bij wind uit de richting van de luchthaven. Deze worden veroorzaakt door emissies van vliegtuigmotoren tijdens starten, landen en taxiën.

Ook rondom de luchthaven Rotterdam The Hague Airport (RTHA) is aandacht voor de emissies van ultrafijn stof door vliegtuigen en het voorkomen van deze kleine deeltjes in de lucht in de omgeving. De directie van RTHA heeft TNO gevraagd onderzoek te doen naar de aanwezigheid van ultrafijn stof rondom de luchthaven.

Het doel van het onderzoek is omschreven als: *Het oriënterend, aan de hand van metingen ter plaatse, in kaart brengen van de concentratie ultrafijn stof rondom (met name de woonkernen) de luchthaven RTHA met bijzondere aandacht voor de bijdrage van het vliegverkeer op de luchthaven vergeleken met de heersende achtergrond concentratie.*

In het rapport worden de uitgevoerde werkzaamheden, de meetresultaten en de conclusies van het TNO onderzoek beschreven.

1.1 Achtergrond

Fijn stof komt in de lucht door verschillende bronnen van natuurlijke oorsprong (denk aan zeezout) maar ook door bronnen die samenhangen met menselijk activiteiten (zoals industrie en wegverkeer). Teneinde gezondheidsschade te beperken zijn er grenzen (normen) gesteld aan de maximale concentratie fijn stof in lucht. Dit geldt bij voorbeeld voor PM10 (in lucht zwevende deeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm) en PM2.5 (in lucht zwevende deeltjes met een diameter kleiner dan 2.5 µm). De normen zijn gericht op de massaconcentratie van stoffen in lucht. Zo mag op dit moment de jaargemiddelde concentratie van PM10 een waarde van 40 µg/m³ niet overschrijden. Andere normen zijn gericht op het maximaal aantal dagen met een concentratie hoger dan een vaste waarde. In Nederland worden genoemde grenswaarden nog op enkele plaatsen overschreden. Ultrafijne stof deeltjes hebben een veel kleinere massa per deeltje. Zij worden in belangrijke mate geëmitteerd door het wegverkeer en het vliegverkeer. Door hun kleine massa per deeltje hebben zij, ondanks de soms grote aantallen waarin ze voorkomen, een verwaarloosbare bijdrage aan de PM10 concentratie.

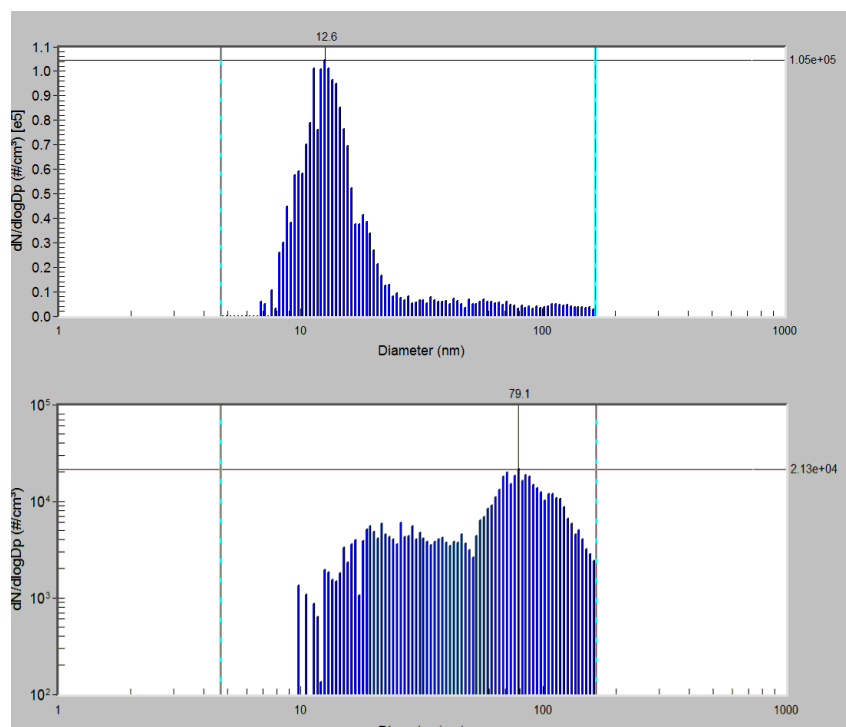
¹https://www.rivm.nl/Onderwerpen/F/Fijn_stof/Ultrafijn_stof/Onderzoek_Gezondheid_srisicos_Schiphol

² zie ook Janssen et al., (2016) voor een recent oriënterend onderzoek over de relatie tussen gezondheidsklachten en UFP

Over de schadelijke eigenschappen van fijn stof, in het algemeen, is veel bekend. Over UFP is echter nog slechts heel weinig bekend.

De concentratie van UFP wordt vaak uitgedrukt in aantal deeltjes per cm^3 (ook wel uitgedrukt als $\#/ \text{cm}^3$). In Europese steden worden deeltjes aantallen concentraties gevonden die liggen tussen 10 000 en 80 000 deeltjes per cm^3 . Europees wordt een gemiddelde waarde gerapporteerd van zo'n 31 500 per cm^3 . In de grootste steden in Nederland worden kortstondig voorkomende waarden tot 40 000 $\#/ \text{cm}^3$ gerapporteerd. Achtergrondwaarden in Nederland lijken te variëren tussen 8000 en 22000³ deeltjes $/ \text{cm}^3$ (zie voor een overzicht en discussie Bezemer *et al.*, 2015). De waarden variëren tussen de verschillende plaatsen maar soms ook omdat: verschillende meettechnieken worden gebruikt en de afstand van het meetinstrument tot bronnen varieert enzovoort. Dichtbij belangrijke bronnen zoals snelwegen en vliegvelden zijn de concentraties van UFP namelijk sterk verhoogd. Het lijkt er op dat vliegvelden eigenlijk alleen lokaal een bijdrage hebben; aan het einde van de startbaan worden wel 150000 $\#/ \text{cm}^3$ gemeten. De bijdrage van vliegvelden wordt wel tot op 1 km afstand waargenomen (zie ook Peters *et al.*, 2016).

Voor deze studie is het nog belangrijk te vermelden dat er verschil blijkt tussen ultrafijne deeltjes geëmitteerd door vliegtuigen en door het wegverkeer. De gemiddelde diameter van achter vliegtuig motoren gemeten UFP ligt tussen 10 en 40 nm terwijl dieselmotoren gebruikt in het wegverkeer eerder een maximum concentratie vertonen tussen de 50 en 100 nm. Zie ook de figuur uit Peters *et al.*



Figuur 1 Aantal concentratie als functie van de deeltjesgrootte (SMPS-scan) van een vliegtuigmotor (top) en dieselmotor (onder) (gereproduceerd uit ACI Europe, 2012). Let op de verschillende schaal van de y-assen. (Peters *et al.*, 2016)

³ De waarde van 22000 $\#/ \text{cm}^3$ is onverwacht hoog. Een waarde van 9500 $\#/ \text{cm}^3$ lijkt realistischer.

Dit kenmerkend verschil in de diameter van de deeltjes die door de verschillende bronnen worden geëmitteerd kan worden gebruikt om de bijdrage van deze twee belangrijke bronnen op een bepaalde locatie te schatten. Op basis van berekeningen met modellen schat het RIVM (Bezemer *et al*, 2015 dat de bijdrage van de luchthaven Schiphol op een afstand tot 15 km nog wel 3000 deeltjes /cm³). Bij woonlocaties die het dichtst bij Schiphol zijn gelegen kan de jaargemiddelde-bijdrage oplopen tot circa 15 000 per cm³. Dit is vergelijkbaar met die van wegverkeer in verkeersbelaste straten in binnenstedelijk gebied. Over een geheel jaar genomen is in 5%⁴ van de tijd een bijdrage van meer dan 50 000 deeltjes per cm³ mogelijk. Door de auteurs wordt overigens opgemerkt dat de onzekerheid in de gemaakte schattingen wel een factor twee bedraagt.

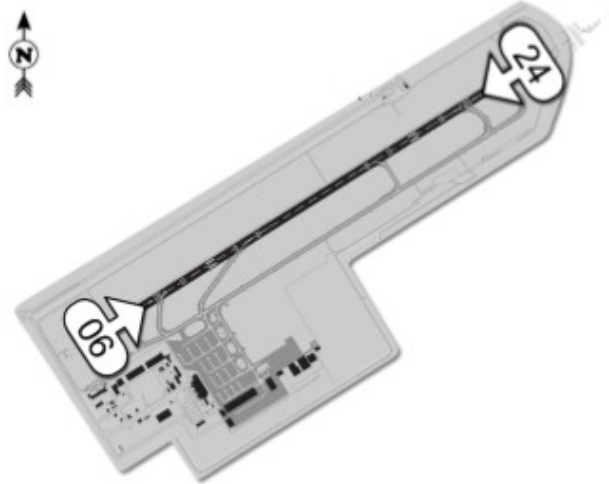
In dit onderzoek gaan we, aan de hand van gegevens zoals in Figuur 1, er van uit dat deeltjes gerelateerd aan emissies door vliegtuigen zich voornamelijk bevinden in de klasse van 10-20 nm en van het verkeer van 30 tot 100 nm. Er is echter zeker sprake van significante overlap. Vliegtuigen emitteren ook deeltjes met een grootte tussen 30 en 100 nm en het wegverkeer ook deeltjes tussen 10 en 20 nm.

⁴ Ofwel het 5 percentiel is 50000 deeltjes per cm³

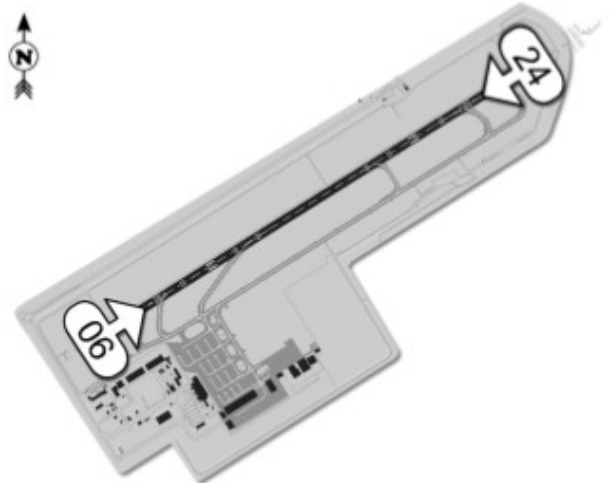
Vliegbewegingen op RTHA (uit To70 rapport)

Jaarlijks vinden op RTHA ruim 50.000 vliegbewegingen (starts of landingen) plaats. Ongeveer de helft daarvan is op basis van de ICAO wake vortex-classificatie te omschrijven als 'grote luchtvaart' (d.w.z. vliegtuigen met een gewicht van meer dan 7.000 kilo). Het overige verkeer is zogenaamd 'klein verkeer'.

Ter vergelijking, het aantal vliegbewegingen op de luchthaven Schiphol ligt eerder in de buurt van 500 0000 starts en landingen.



Figuur 2 laat de ligging van startbanen op RTHA zien terwijl Figuur 3 de vliegroutes vanaf en naar deze banen laat zien.



Figuur 2 De baanrichtingen en namen op RTHA (bron To70).



Figuur 2-8a Starten en landen in noordoostelijke richting (baan 06).



Figuur 2-8b Starten en landen in zuidwestelijke richting (baan 24).

Figuur 3 Vliegroutes rondom luchthaven RTTH (uit To70, 2014).^o

1.2 Werkwijze

Om de invloed van de luchthaven in kaart te brengen dienen op meerdere plaatsen metingen te worden uitgevoerd. Liefst zodanig dat op plaatsen tegelijkertijd de UFP concentratie gemeten kan worden *zonder* bijdrage van het vliegveld en *met* bijdrage van het vliegveld. De keuze van de locatie is daardoor belangrijk en tegelijkertijd een uitdaging, vooral nu het gaat om een relatief korte meetcampagne.

Aan meetlocaties worden echter eisen gesteld: zo zijn er liefst geen of weinig gebouwen in buurt om een enigszins vrije aanstroming van lucht te waarborgen, er dient een goede stroomvoorziening te zijn en het geheel dient enigszins veilig voor vandalisme te zijn. Een meetlocatie is daarom altijd een compromis tussen de verschillende eisen en de mogelijkheden.

Er werden drie geschikte locaties dicht bij de luchthaven gevonden. Deze zijn in Figuur 4 aangegeven.

Met metingen op deze locaties kon bij Zuidwestelijke wind goed onderzocht worden wat de bijdrage van de luchthaven in de woonwijk is. Bij Noordwestelijke wind kan de bijdrage van de rijksweg A13 worden waargenomen met en zonder de bijdrage van de luchthaven. Bij wind uit Zuidelijke richtingen de bijdrage van de woonwijk Overschie Oost en de rijksweg A12. Bij wind uit Noordwestelijke richtingen geeft de locatie bij de gebouwen van de luchthaven rechtstreeks de uitstoot van de stijgende of landende vliegtuigen. Bij Zuidoostelijke winden geldt dit voor het meetpunt aan de Doenkade.

Voor de locatie Veldkersweg (in de bewoonde omgeving) is van belang te melden dat deze, min of meer, in het verlengde van de startbaan ligt. Bij Zuidwestelijke windrichtingen ligt deze locatie dus precies wind afwaarts van de startbaan en leiden emissies van vliegtuigen die landen, opstijgen of stationair draaien direct tot verhoogde concentraties. Vliegtuigen die in Noordelijke richting opstijgen, draaien doorgaans in Zuidoostelijke richting weg. Wellicht komt een gedeelte van hun emissie vanaf die hoogte bij Zuidoostelijke wind ook in Veldkersweg terecht (zie ook Figuur 3).

De locatie Veldkersweg ligt op ongeveer 2 km; de pluim is daar waarschijnlijk (afhankelijk van onder andere het weer) ongeveer 50-500 m breed. Het duurt afhankelijk van de windsnelheid 5 tot 20 minuten voor een uitlaatwolk van een vliegtuig dat zich bevindt op RCTHA deze locatie heeft bereikt. In de gemeten concentraties zijn ook voorbeelden hiervan terug te vinden.



Figuur 4 De ligging van de meetlocaties op en nabij de luchthaven RCTHA: Veldkersweg, RCTHA Gebouwen (bij de Brasserie) en de Doenkade.

1.3 Instrumenten

Als meetinstrument zijn Scanning Mobility Particle Sizer's (kortweg SMPS-monitoren) gebruikt. Met deze deeltjes teller kan de concentratie (in aantallen per cm^3 lucht) van deeltjes met een diameter tussen 10 en 200 nm worden bepaald. Daarbij kan bovendien een zogenaamde deeltjesgrootteverdeling worden gemaakt.

Deze verdeling geeft niet alleen het totaal aantal deeltjes aan maar ook het aantal deeltjes van een bepaalde grootte (althans in het aangegeven groottebereik tussen 10 en 200 nm) . Dit is belangrijk omdat daarmee onderzocht kan worden van welke bron de gemeten deeltjes afkomstig zijn; deeltjes afkomstig van vliegtuigmotoren zijn doorgaans kleiner dan die afkomstig van automotoren.

Met deze apparatuur kan dus de concentratie van UFP in verschillende grootteklassen worden bepaald. In een eerste experiment zijn de verschillende meetinstrumenten (inclusief de door DCMR ter beschikking gestelde apparatuur) aan de Doenkade (één van de in te richten meetstations) met elkaar vergeleken teneinde een goede vergelijkbaarheid van de meetresultaten in de latere fasen op verschillende stations te borgen.

1.4 **Meetstrategie**

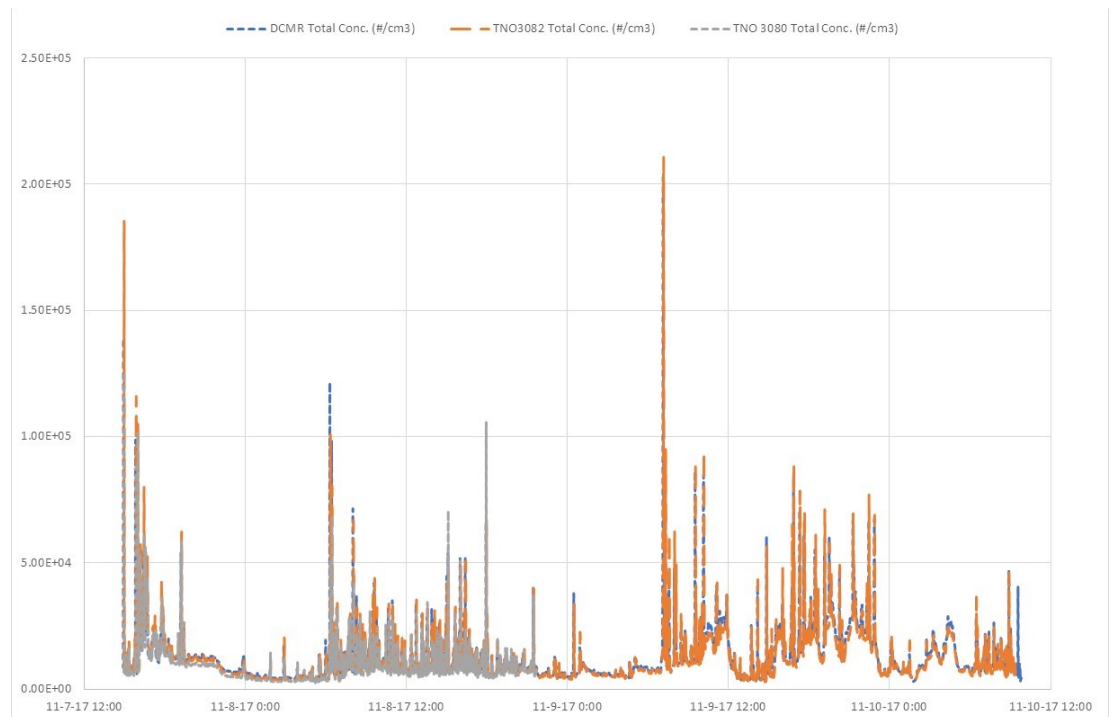
Metingen werden uitgevoerd in de periode van 14 november tot 4 december 2017. In de periode van 14 - 16 november werden op de landingsbaan verschillende werkzaamheden uitgevoerd (de onderhoudsperiode). Gedurende die periode werd er (op enkele helikoptervluchten na) niet gevlogen. In de periode van 17 november tot 4 december werd er op reguliere wijze gevlogen en werden metingen verricht.

2 Resultaten

2.1 Voorbereiding

Gedurende de periode van 7 tot en met 11 november 2017 werden, op de meetlocatie Doenkade, drie SMPS deeltjestellers naast elkaar geplaatst. Deze bemonsterden dezelfde buitenlucht zodat een goede vergelijking mogelijk werd. De monitoren werden aan de hand van deze vergelijking op elkaar "gekalibreerd" zodat de verschillende monitoren bij gelijke deeltjesconcentraties ook gelijke deeltjesaantallen aangeven.

Het totale aantal in alle klassen gemeten aantal deeltjes in die periode is te zien in Figuur 5; dit zijn de niet gekalibreerde waarden. De overeenkomst is zonder correctie al redelijk. Ook is de enorme range te zien waarin concentraties op die plaats kunnen variëren. De concentratie loopt tijdens het opstijgen en landen van vliegtuigen op van 7000 tot 200 000 deeltjes /cm³ als er vliegtuigen landen of opstijgen. De concentraties gemeten in de verschillende deeltjesgrootte klassen werden ook met elkaar vergeleken. Vervolgens zijn voor twee apparaten de deeltjesaantallen per grootteklasse gecorrigeerd, met behulp van omrekeningsfactor, op basis van TNO monitor 3082, die als referentie is gebruikt. Daardoor geven de drie verschillende apparaten in principe dezelfde grootteverdelingen.



Figuur 5 Totale concentratie (alle deeltjes in de grootte 10-200 nm diameter) ultrafijn stof gemeten met verschillende SMPS monitoren op RTHA met alle monitoren geplaatst op het meetstation nabij de Doenkade.

De tabel geeft de omrekeningsfactoren. Deze liggen in de range van waarden die ook gevonden worden in een andere vergelijkingen zoals in het kader van het onderzoek naar fijn stof in België (Peters *et al.*, 2016).

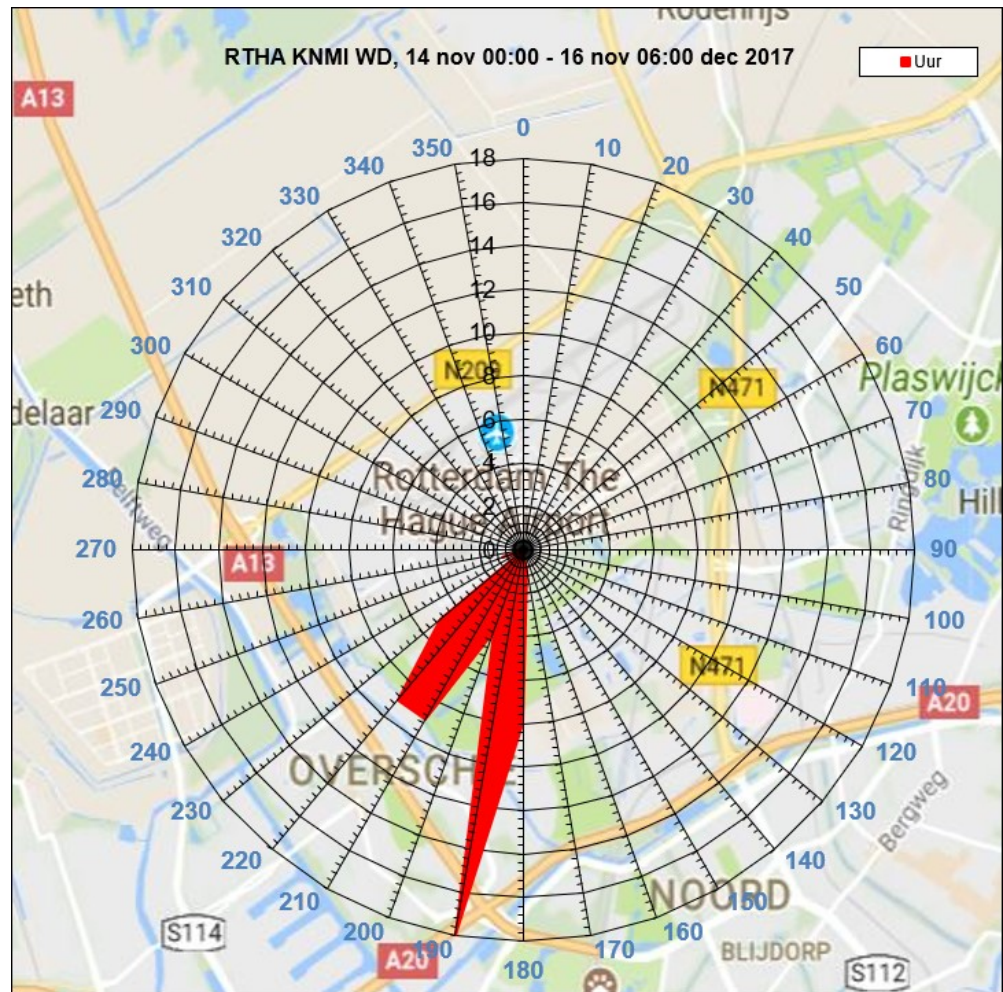
Daar werden voor verschillen tussen de monitoren waarden gevonden tussen 0.79 (ofwel 1.26) en 1. Ofwel zo'n 20%. De door ons hier gevonden en gerapporteerde waarden liggen tot 30 % uit elkaar. Dit geldt alleen voor de allerkleinste deeltjes. De andere verschillen zijn ook alle binnen de 20%.

Tabel 1 Correctie factoren gebruikt voor de verschillende monitoren en hun locatie later in het onderzoek.

Kanalen (nm)	TNO3082 (RTHA gebouwen)	TNO3080 (Doenkade)	DCMR (Veldkersweg)
6-10			Niet gebruikt
10-20	1.00	1.26	1.33
20-30	1.00	1.12	0.95
30-50	1.00	1.06	0.88
50-70	1.00	1.16	0.85
70-100	1.00	1.18	0.85
100-200	1.00	1.16	0.85

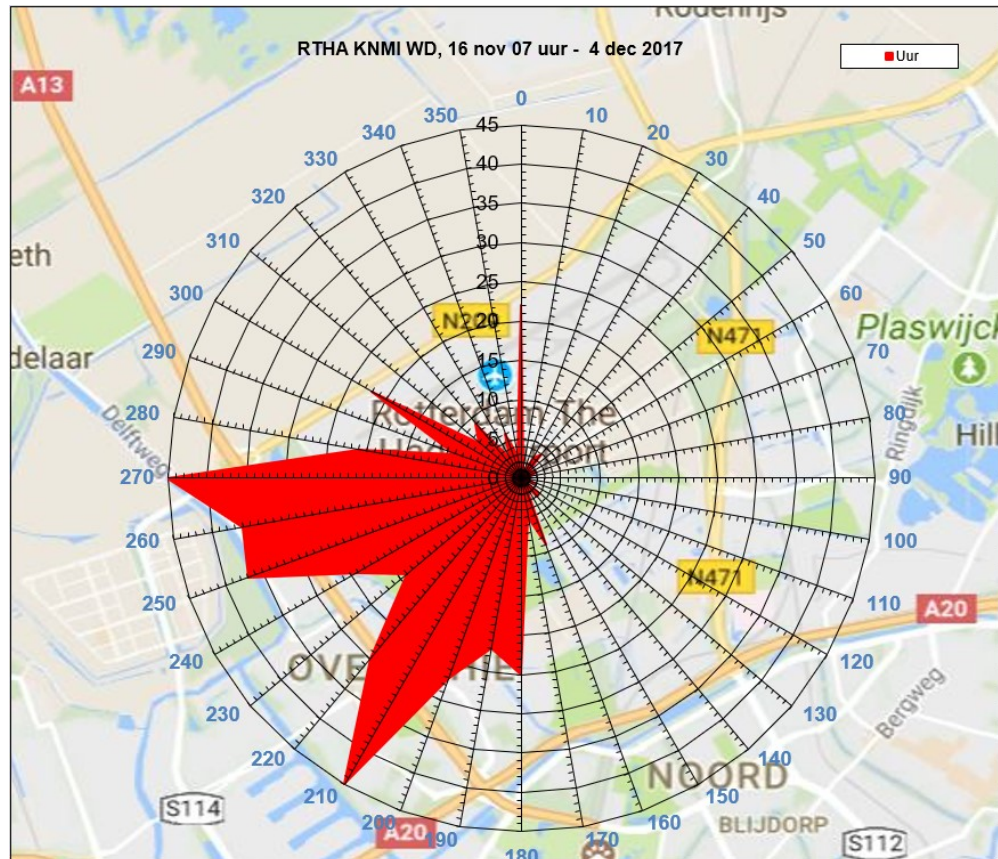
2.2 Beschrijving van de omstandigheden gedurende de meetperiode

De resultaten hier worden uitgesplitst in de onderhoudsperiode van 14 tot 16 november en de rest van de periode waarin het normale vliegverkeer weer was hersteld. Figuur 6 geeft het voorkomen van de verschillende windrichtingen aan gedurende de meetperioden. Eigenlijk komt de wind gedurende die periode voornamelijk uit Zuid-Zuidwest. Figuur 7 geeft de windrichting gedurende de rest van de periode. De wind komt voornamelijk uit de sector Zuidwest tot West en vrijwel niet uit andere richtingen. Figuur 15 (verderop in deze tekst) tenslotte geeft het voorkomen van de verschillende windrichtingen zoals die gemiddeld, gedurende de laatste jaren, voorkwam op de luchthaven. De dominante windrichting is dan ook wel Zuidwest maar er komen langere perioden voor met andere windrichtingen. De gegevens uit de laatste figuur zijn ook gebruikt om de waarnemingen te corrigeren om te komen tot een representatief gemiddelde.



Figuur 6 Aantal uren van een bepaalde windrichting inde onderhoudsperiode (Bron KNMI ⁵).

⁵ TNO had een eigen meteostation op de luchthaven geplaatst. De metingen bleken echter verstoord door gebouwen. Daarom zijn de door het KNMI op de luchthaven verzamelde gegevens gebruikt.



Figuur 7 Aantal uren met wind vanuit een bepaalde windrichting in de meetperiode buiten het onderhoud met normaal vliegverkeer (bron KNMI).

2.3 Metingen gedurende de onderhoudsperiode en daarbuiten

In deze paragraaf geven we een eerste indruk van de invloed van het vliegverkeer op de luchthaven in relatie tot de concentratie van ultrafijn stof op de meetstations. Daarbij worden eerst de resultaten van de metingen gedurende de hele periode besproken. Daarna wordt ingegaan op de meetresultaten buiten de onderhoudsperiode en daarna op de meetresultaten gedurende de onderhoudsperiode. Deze volgorde is gekozen met als doel eerste de ‘reguliere’ invloed van de emissies op de luchthaven aan te geven en pas daarna de invloed van emissies in de onderhoudsperiode.

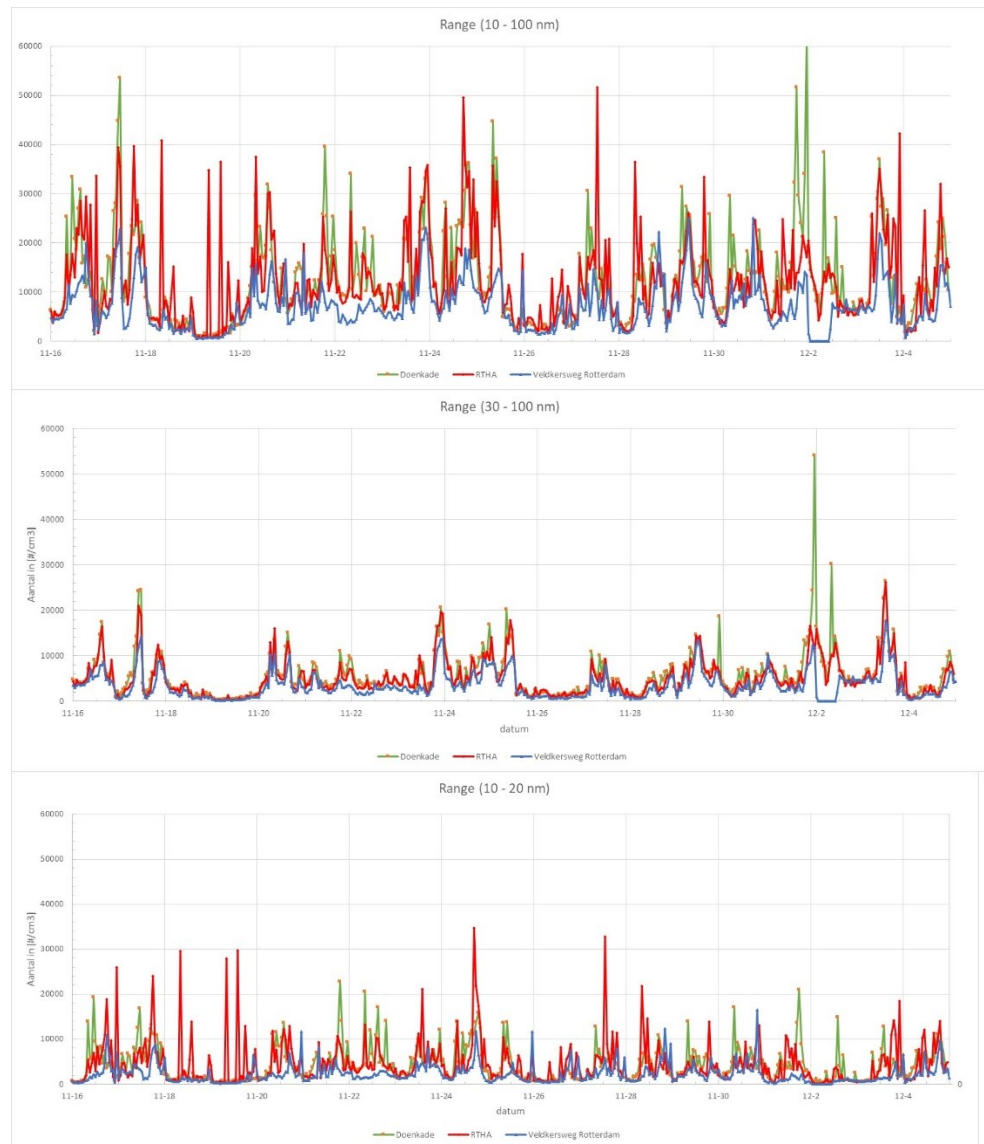
Figuur 8 geeft een eerste indruk van het totaal aantal deeltjes gemeten op de meetstations over de gehele meetperiode. Zoals te verwachten is de concentratie op de meetstations op de luchthaven het hoogst. De concentratie op het meetstation in Veldkersweg is flink lager. Twee andere figuren geven een indruk van de verdeling van de deeltjesaantallen concentratie over de verschillende soorten deeltjes. Daarbij is, gebaseerd op bovenstaande inleiding (Figuur 1), onderscheid gemaakt tussen deeltjes die vooral worden geëmitteerd door vliegverkeer en deeltjes geëmitteerd door het wegverkeer.

Daarbij valt op dat:

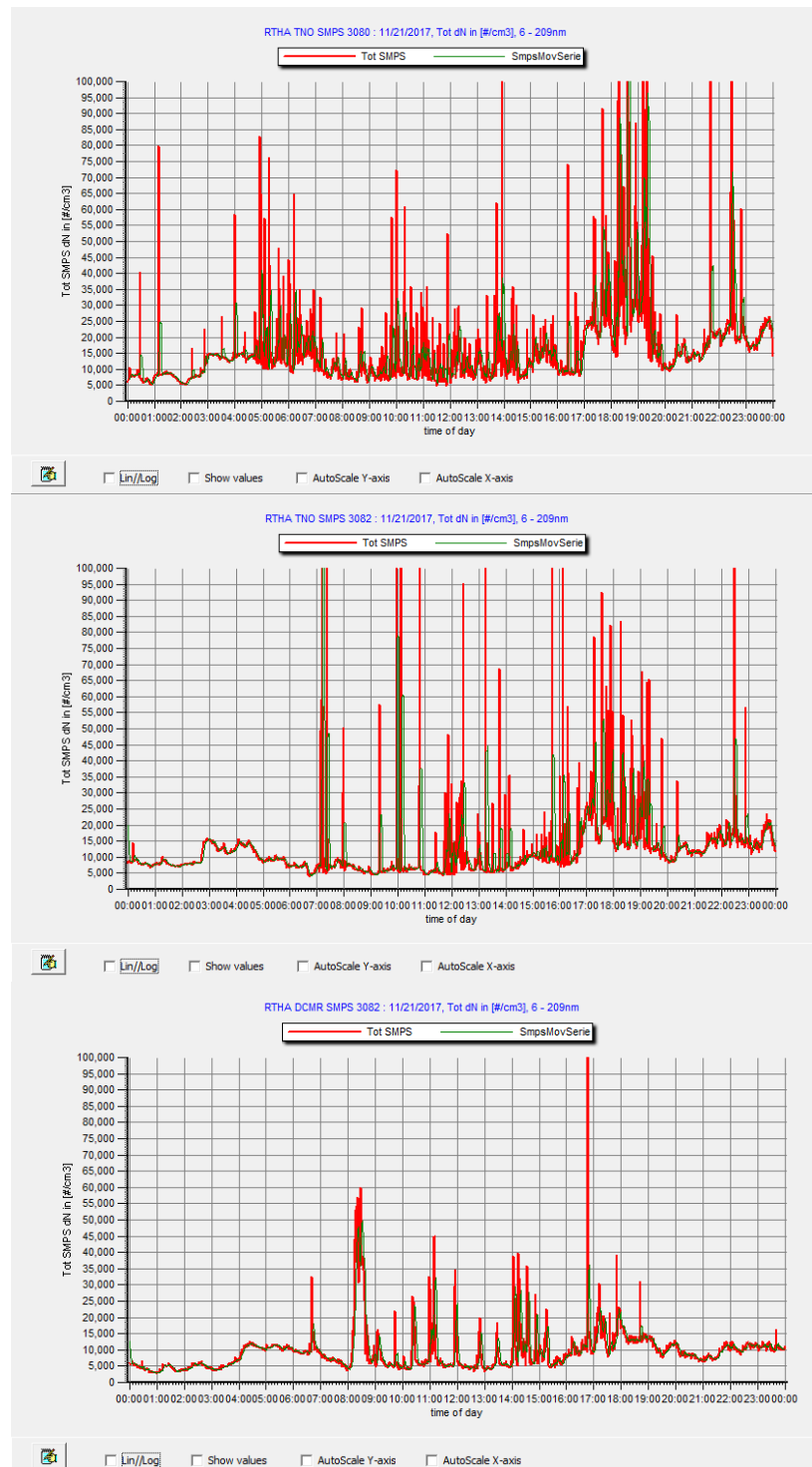
- De concentraties gemeten op de meetstations dichtbij de startbaan hoger zijn dan die aan de Veldkersweg.

- Vooral de concentratie van deeltjes gerelateerd aan het vliegverkeer hoger is op de stations langs de startbaan.
- Ook de concentratie van deeltjes gerelateerd aan het wegverkeer hoger is nabij de startbaan maar het verschil is kleiner.

Om de relatie met het vliegverkeer verder te onderzoeken is nog iets meer ingezoomd op de gemeten concentraties in de tijd. Daardoor wordt het mogelijk de relatie tussen vliegbewegingen en deeltjes concentraties te onderzoeken. Figuur 9 geeft een eerste indruk van het totaal aantal deeltjes in de range van 10-100 nm. Het gaat om het aantal deeltjes gemeten met een middelingstijd van één minuut op 21 november. Dit was een illustratieve en representatieve dag buiten de onderhoudsperiode. De windrichting gedurende die dag was Zuidwest. De windsnelheid ca. 5 m/s oplopend tot 9 m/s. Daarbij ligt het meetstation aan de Veldkersweg dus wind afwaarts; in het verlengde van de startbaan. De figuur laat zien dat de concentratie gemeten direct aan de startbaan onder invloed van de vliegtuigen oploopt tot 100 000 #/cm³. Aan de Veldkersweg, op ruwweg 2000 m van de startbaan is de invloed van opstijgende en landende vliegtuigen ook zichtbaar maar lopen de concentraties, op een enkele uitzondering na, minder hoog op. De piekwaarden blijven onder de 50 000 #/cm³.



Figuur 8 De concentratie van ultrafijn stof op de meetstations gedurende de meetperiode van 16 november 2017 tot 4 december 2017. Bovenste figuur totaal aantal deeltjes tussen 10 en 100 nm. Middelste figuur concentratie van deeltjes in de grootterange die overeenkomt met emissies van het wegverkeer. Onderste figuur concentratie van deeltjes die samenhangen met emissies uit het vliegverkeer.



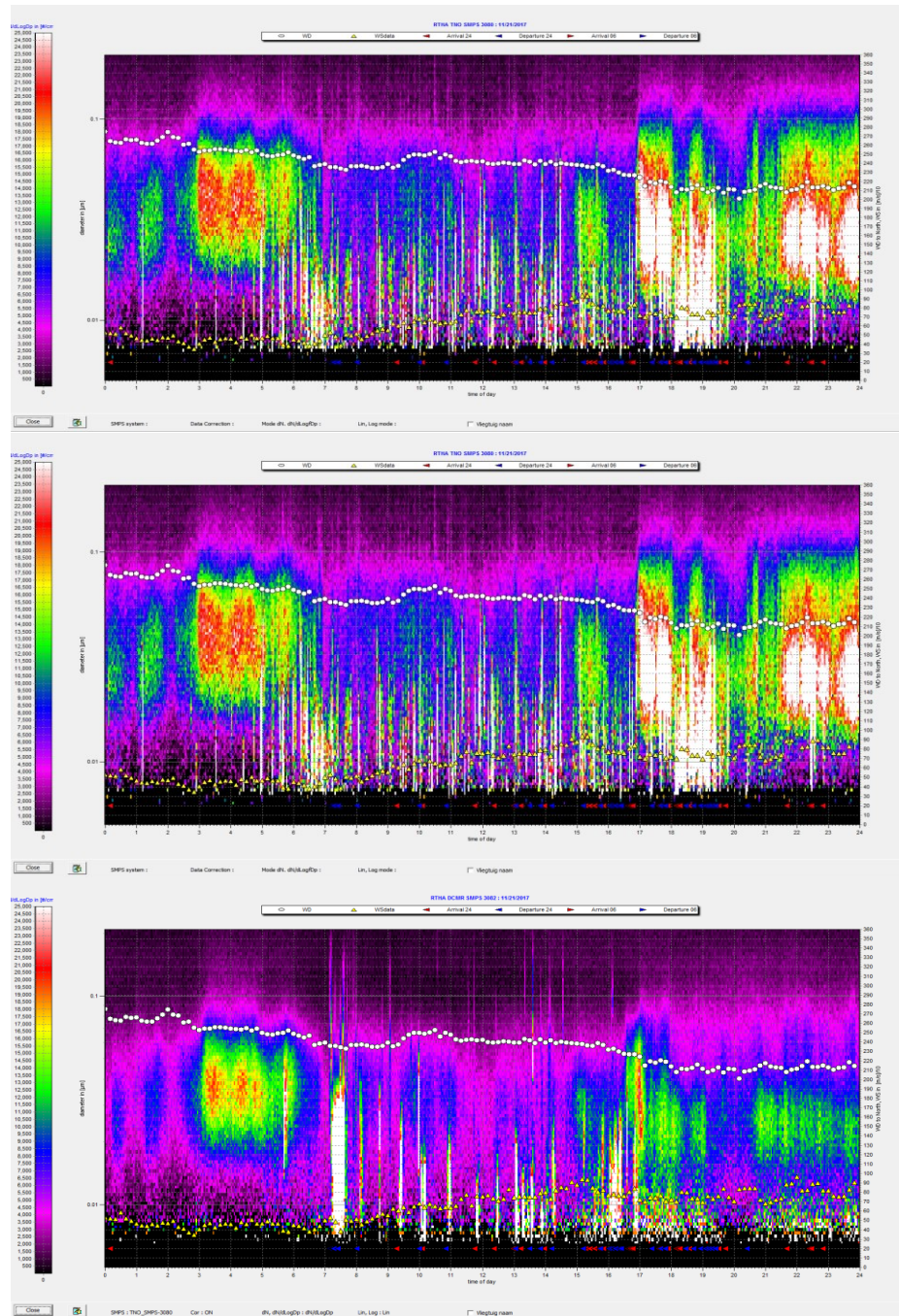
Figuur 9 De concentratie van alle deeltjes gemeten met de verschillende SMPS monitoren op de drie locaties rondom de luchthaven (bovenste figuur Doenkade, middelste figuur bij de Brasserie op RTHA en de onderste figuur aan de Veldkersweg) op 21 november 2018 (in groen het voortschrijdend gemiddelde).

Figuur 10 geeft de dezelfde informatie maar dan uitgesplitst naar deeltjes grootte (zie legenda). De drie figuren zijn onder elkaar, op één pagina, geplaatst met als doel de vergelijkingen tussen de drie stations beter te kunnen maken. Figuur 11 geeft ter illustratie meer detail van de Veldkersweg. Opvallend is de relatie tussen het opstijgen en landen van vliegtuigen en de concentratie van deeltjes in de kleinste klassen. Zie bijvoorbeeld 's morgens tussen 7 en 8 uur. Voor die tijd lijken er al hoge concentraties op de luchthaven op te treden. Waarschijnlijk als gevolg van startende en taxiënde toestellen.

Ook vlak voor en vlak na 12:00 uur lijkt op de Veldkersweg een duidelijk verband tussen de landende vliegtuigen en de concentratie van de kleinste deeltjes (10-30 nm). De hoge concentratie is te zien aan de witte vlakken in de grafiek. Tussen 17:00 en 18:00 uur loopt de concentratie van de grotere deeltjes tussen 20-200 nm op. Dit is wellicht het gevolg van emissies van deze categorie deeltjes door het wegverkeer op de A13 in de spits.

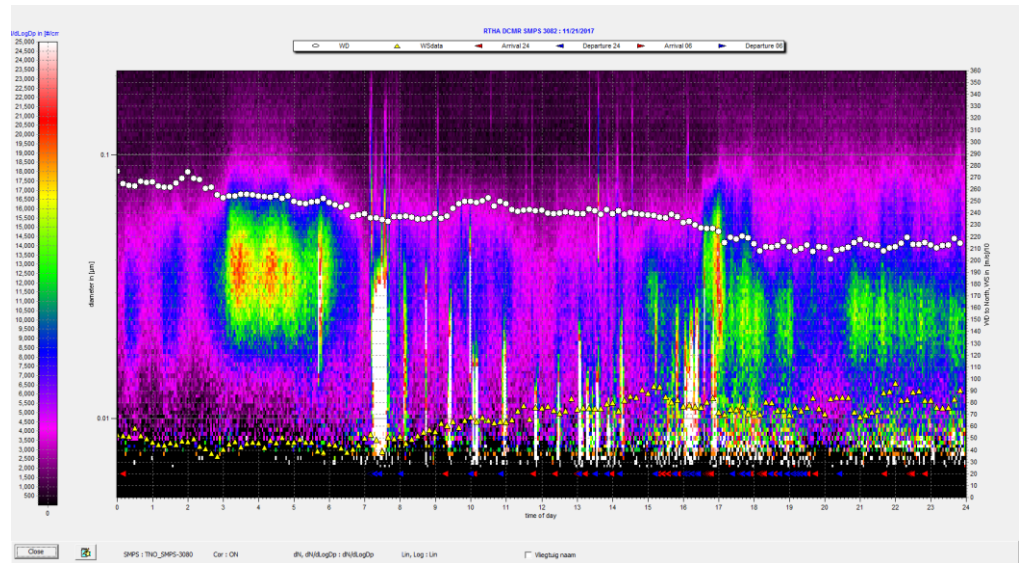
Uit deze analyse worden de volgende conclusies getrokken:

- Vliegverkeer leidt tot verhoging van de concentraties van deeltjes met een grootte van 10 tot 20 nm.
- Deeltjes concentratie op de drie stations zijn verhoogd door emissies van het vliegverkeer
 - o meest op de luchthaven
 - o minst op Veldkersweg
- Op alle drie de stations worden midden in de nacht gedurende enkele uren (wanneer er geen vliegverkeer is) hoge concentraties ultrafijn stof aangetroffen in de diameter range tussen 30 en 80 nm. Deze situatie treedt regelmatig op bij Zuidwestelijke wind. Bij wind uit andere richtingen treedt het verschijnsel niet op. Het fenomeen treedt op de drie stations in gelijke mate op. Dit wijst op een verderweg gelegen bron.



Figuur 10 Verloop⁶ van de concentratie van ultrafijnstof op de 21^e november 2017 gemeten aan de Doenkade (boven), bij de Brasserie (midden) en aan de Veldkersweg. Op de x-as het tijdstip van de dag en op de linkse y-as de diameter. De kleuren geven de concentratie aan in verschillende kleuren waarbij **wit** de hoogste concentratie is (25000 #/cm³ en meer) en **paars** de laagste (1000 #/cm³). Onder de x-as staan vertrektijd en landingstijd van vliegtuigen weergegeven met gekleurde driehoekjes. De windrichting (aangegeven op de rechter y-as) gedurende de dag was overwegend Zuidwest (tussen 260° 's morgens en 220° einde van de dag). De windsnelheid (rechter Y-as de snelheid gedeeld door een factor 10) liep midden op de op tot 8 m/s en varieerde de rest van de dag rondom de 5 m/s.

⁶ De figuren zijn relatief klein maar onder elkaar geplaatst om het verband tussen de metingen op de verschillende locaties (of het gebrek daaraan) te laten zien



Figuur 11 Metingen als Figuur 10 Veldkeweg. Verloop van de concentratie van ultrafijnstof op de 21^e november 2017 gemeten aan de Veldkeweg. Op de x-as het tijdstip van de dag en op de linkse y-as de diameter. De kleuren geven de concentratie aan in verschillende kleuren waarbij **wit** de hoogste concentratie is (25000 #/cm³ en meer) en **paars** de laagste (1000 #/cm³). Onder de x-as staan vertrektijd en landingstijd van vliegtuigen weergegeven. De windrichting (aangegeven op de rechter y-as) gedurende de dag was overwegend Zuidwest (tussen 260° 's morgens en 220° einde van de dag) De windsnelheid (rechter Y-as de snelheid gedeeld door een factor 10) liep midden op de op tot 8 m/s en varieerde de rest van de dag rondom de 5 m/s.

Gemiddelde resultaten voor de meetstations

Tabel 2 geeft aan in welke concentraties, de verschillende deeltjesgrootteklassen, gedurende de meetperiode werden aangetroffen. De tabel laat een aantal aspecten zien:

- De concentratie van alle gemeten UFP op de Veldkeweg is ongeveer 40% lager van die op de twee andere stations.
- De concentratie van de vliegverkeer gerelateerde deeltjes (10-20 nm) op de Veldkeweg is ruwweg 50% van die op de meetstations op de luchthaven.
- De concentratie van wegverkeer gerelateerde deeltjes op de Veldkeweg is ongeveer 65% van die op de meetstations op de luchthaven. Dit hangt waarschijnlijk simpelweg samen met de locatie van de meetstations op de luchthaven die dicht bij de snelweg staan.
- De concentratie van vliegverkeer gerelateerde deeltjes is op alle locaties ongeveer 30 % van het totaal aantal deeltjes.
- De concentratie wegverkeer gerelateerde deeltjes is op alle stations bijna 50 % van de concentratie van alle deeltjes tussen 10 en 100 nm.
- Het aantal deeltjes tussen 30 en 100 nm vormt op Veldkeweg een grotere fractie van het totaal aantal deeltjes dan op het vliegveld. Dit zou het gevolg kunnen zijn van de groei (agglomeratie) van kleine deeltjes gedurende het transport van de luchthaven naar Veldkeweg. Het verschil is echter, in het licht van alle onnauwkeurigheden, slechts klein.

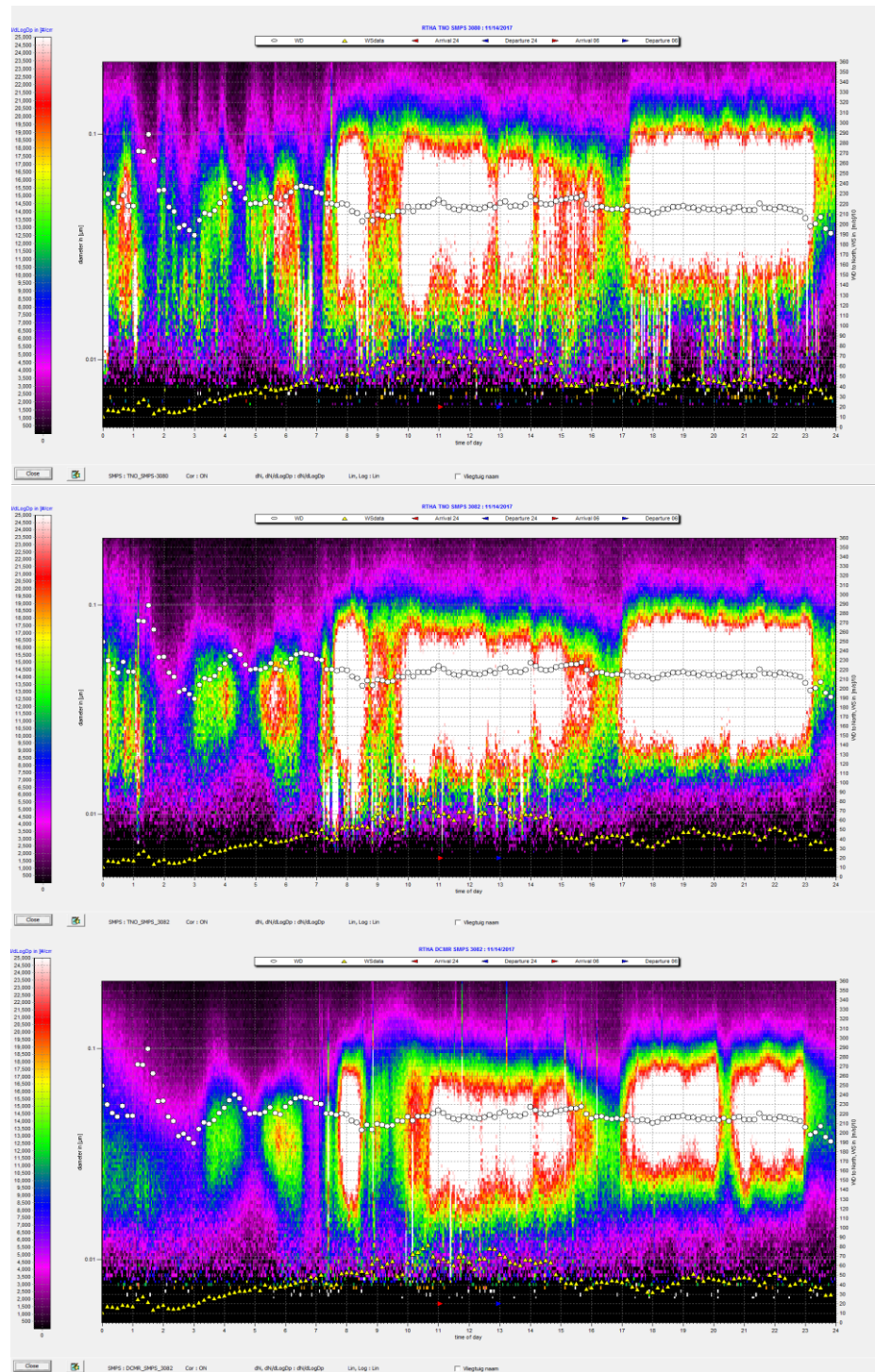
Tabel 2 Gemiddelde concentraties van ultrafijn stof in de verschillende deeltjesgrootten op de drie meetlocaties. Daaronder is voor elk van de locaties aangegeven welke fractie van de deeltjes zich bevindt en de voor vliegverkeer kenmerkende deeltjesgrootteklasse en welke zich bevindt in de voor het wegverkeer kenmerkende. Alle gegevens uit de periode van 16 november - 4 december (dus buiten de onderhoudsperiode).

Grootte->		10 - 20 nm	30 - 100 nm	10 - 100 nm
locatie		(# /cm3)	(# /cm3)	(# /cm3)
Doenkade		4199	5666	12420
RTHA gebouwen (Brasserie)		4401	4993	12235
Veldkersweg		2245	3461	7145
percentage ten opzichte van totaal aantal deeltjes				
Doenkade		34%	46%	100%
RTHA		36%	41%	100%
Veldkersweg		31%	48%	100%

Metingen tijdens de onderhoudsperiode

Figuur 12 geeft de concentratie van deeltjes gemeten gedurende de onderhoudsperiode. Ook gedurende deze meetperiode kwam de wind uit het Zuidwesten. De grote witte vlakken geven echter aan dat de concentratie van deeltjes is echter aanzienlijk hoger dan in de meetperiode buiten de onderhoudsperiode. Dit hangt samen met de onderhoudsactiviteiten op luchthaven (zie Bijlagen).

Daarbij werden waarschijnlijk veel activiteiten ontplooid waarbij ultrafijn stof vrij kwam. Onder andere werden diesel-aangedreven voertuigen (dichtbij de meetinstrumenten) ingezet en werd asfalt geproduceerd waarbij waarschijnlijk ook ultrafijn stof werd geproduceerd. In Figuur 12 is te zien dat de concentratie van deeltjes in de range van 20-200 nm sterk verhoogd is. Dit geldt ook voor de concentratie van deeltjes aan de Veldkersweg. De concentratie van deeltjes die samenhangen met het vliegverkeer (10-30 nm) is veel minder verhoogd. Doordat de invloed van de werkzaamheden op de concentratie van ultrafijn stof op alle stations groot is, zijn de resultaten van de metingen gedurende deze periode niet goed te gebruiken om de achtergrond aan deeltjes vast te stellen tijdens perioden zonder vliegverkeer. Dit plan is daarom verlaten.



Figuur 12 Verloop van de concentratie van ultrafijnstof op de 14^e november 2017 gemeten aan de Doenkade (boven), bij de Brasserie op RTHA (midden) en aan de Veldkersweg (onder). Op de x-as het tijdstip van de dag en op de linkse y-as de diameter. De kleuren geven de concentratie aan in verschillende kleuren waarbij **wit** de hoogste concentratie is ($25000 \#/\text{cm}^3$ en meer) en **paars** de laagste ($1000 \#/\text{cm}^3$). Onder de x-as staan vertrektijd en landingstijd van vliegtuigen weergegeven. De windrichting (aangegeven op de rechter y-as) gedurende de dag was overwegend Zuidwest (rondom 220°). De windsnelheid (rechter Y-as de snelheid gedeeld door een factor 10) liep midden op de op tot 6 m/s en was de rest van de dag vrij laag beneden de 5 m/s .

2.4 De bijdrage van emissies vanaf de luchthaven RTHA aan de concentratie UFP op de meetstations tijdens de meetperioden.

Het is van belang te onderzoeken wat de bijdrage is van emissies vanaf de luchthaven aan de concentraties ultra fijn stof in het woongebied nabij het meetstation Veldkersweg. Er is op twee manieren geprobeerd deze bijdrage te schatten:

Op basis van kenmerkende deeltjesgrootteverdelingen

Emissies gerelateerd aan de luchthaven bereiken het meetstation Veldkersweg bij wind uit de Zuidwest hoek. Dit is een windrichting van ongeveer 225°.

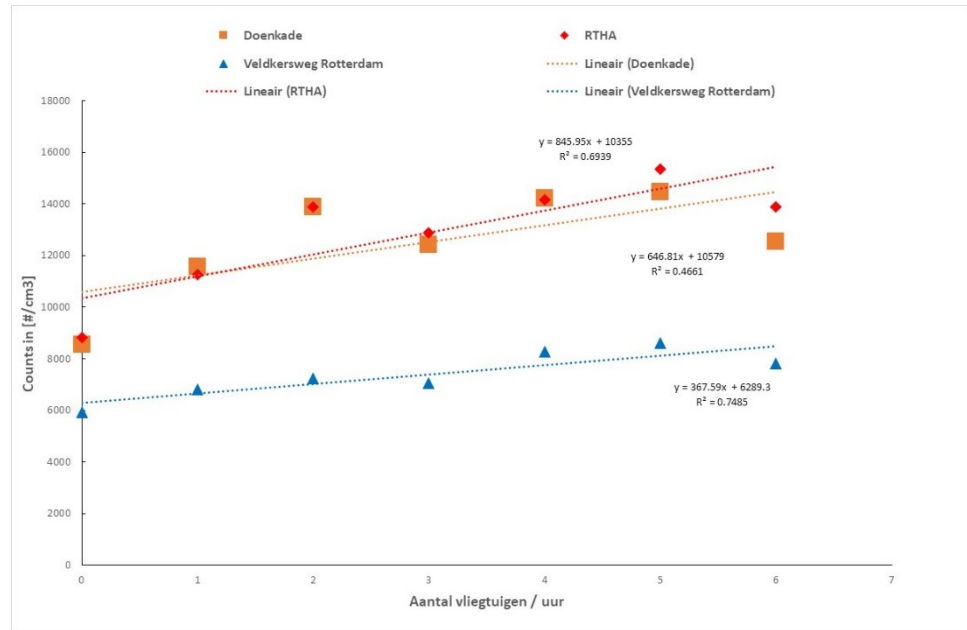
Uit Figuur 3, met de vliegroutes, blijkt dat de locatie Veldkersweg ook belast kan worden bij andere windrichtingen. Emissies van vliegtuigen op nog lage hoogte in de aanvliegroute zouden ook het meetstation kunnen bereiken bij bijvoorbeeld Zuidoostelijke wind. Deze bijdrage is, ook met behulp van modellen, op dit moment lastig in kaart te brengen.

Er zijn verschillende manieren om toch een indruk te krijgen van de bijdrage van de luchthaven aan de concentratie aan de Veldkersweg. Tabel 2 gaf al een indruk van de bijdrage van de deeltjes in de kleinste, gemeten, deeltjesgrootte (in de range van 10-20 nm). Deze zijn voor een belangrijk gedeelte afkomstig van het vliegverkeer. Een eerste grove schatting zou zijn dat ongeveer 30% van de ultrafijne deeltjes in Veldkersweg afkomstig zijn van het vliegverkeer. Deze verhouding is gebaseerd op de bijdrage van het aantal deeltjes tussen 10 en 20 nm ten opzichte van het totaal aantal deeltjes tussen de 10 en 100 nm. Figuur 1 laat echter zien dat er ook nog wel een overlap is met het door het *wegverkeer* geëmitteerde ultrafijn stof. Het vliegverkeer lijkt ook nog wel deeltjes tussen 100 en 200 nm te emitteren en het wegverkeer ook wel deeltjes tussen 10 en 20 nm. Daarnaast is er blijkbaar ook nog een aanzienlijke achtergrond (zoals de regelmatig optredende hoge concentraties midden in de nacht, zie hierboven). Deze schatting lijkt daarom niet voldoende nauwkeurig en blijft hier verder buiten beschouwing.

Op basis van de relatie tussen de concentratie en het aantal vliegbewegingen

Een andere manier is om puur fenomenologisch te kijken naar de invloed van de emissies vanaf de luchthaven op de deeltjes aantallen. Dit kan door de relatie te onderzoeken tussen het aantal vliegbewegingen en de gemeten concentratie. Er blijkt namelijk een duidelijk verband tussen het aantal vliegbewegingen en de concentratie ultrafijne deeltjes (in de verschillende ranges 10-200 nm). Gegevens over het aantal vliegbewegingen werden verkregen van RTHA. Het gaat om de grotere commerciële vliegtuigen.

Figuur 13 laat de invloed van het aantal vliegbewegingen op de concentratie van het totaal aantal deeltjes zien. Daarbij zijn alleen de periodes van nul tot zes vliegbewegingen per uur meegenomen. Om de onzekerheid te beperken zijn de enkele gevallen met meer dan zes vliegtuigen per uur niet meegenomen. Meer dan 6, 7 en 8 vliegbewegingen per uur kwamen in de meetperiode slechts gedurende minder dan 10 uur voor. De andere gevallen kwamen tussen 13 en 18 uur voor.



Figuur 13 Het totaal aantal deeltjes (tussen 10 en 100 nm) uitgezet tegen het aantal vliegbewegingen ⁷op de luchthaven. Bij nul vliegbewegingen bedraagt de gemiddelde concentratie van deeltjes op het meetstation Veldkersweg 6402, aan de Doenkade 9314, en bij de Brasserie 9392 #/cm³

Tabel 3 Invloed van het aantal vliegtuigen per uur op de concentratie in de periode 16 november tot 4 december 2018. De bijdragen zijn berekend aan de hand van resultaten van de lineaire regressie zoals in Figuur 13 (voor het gemiddeld aantal vliegtuigen gedurende de meetperiode). Het onderste gedeelte van de tabel geeft de fractie van het totaal aantal deeltjes in de klasse veroorzaakt door het vliegverkeer. Gerekend is met een gemiddeld aantal vliegtuigen van 2 per uur.

	gemiddelde concentratie		
	10 - 20 nm (# /cm3)	30 - 100 nm (# /cm3)	10 - 100 nm (# /cm3)
Doenkade	4199	5666	12420
Gebouwen RTHA (Brasserie)	4401	4993	12235
Veldkersweg	2245	3461	7145
	gemiddelde bijdrage door vliegverkeer (bij 2.02 vliegbewegingen per uur)		
	(# /cm3)	(# /cm3)	(# /cm3)
Doenkade	908	234	1370
Gebouwen RTHA (Brasserie)	1140	244	1753
Veldkersweg	299	367	803
	gemiddelde bijdrage door vliegverkeer (bij 2.02 vliegbewegingen per uur)		
Doenkade	22%	4%	11%
Gebouwen RTHA (Brasserie)	26%	5%	14%
Veldkersweg	13%	13%	11%

⁷ Op basis van gegevens verstrekt door RTHA

Uit de berekende lineaire regressie (in Figuur 13) blijkt dat aan de Veldkersweg elke vliegbeweging gemiddeld ongeveer 370^8 deeltjes/cm³ toevoegt. Tabel 3 laat de resultaten ook zien voor de andere deeltjesgrootteklassen. Bij een gemiddeld aantal vliegtuigen in de meetperiode van 2 per uur is de gemiddelde bijdrage aan het totaal aantal deeltjes dus ongeveer 740 deeltjes/cm³.

De tabel laat ook zien dat het vliegverkeer vooral in de kleinste deeltjes klasse een belangrijke bijdrage heeft, namelijk zo'n 20% op de meetstations op het vliegveld en 13 % op de Veldkersweg. Het vliegverkeer heeft op het vliegveld slechts een kleine bijdrage van zo'n 4 % aan de concentratie van deeltjes gerelateerd aan het wegverkeer. De grotere deeltjes dragen relatief meer bij op Veldkersweg.

Het vliegverkeer in de onderzochte periode draagt op de Veldkersweg voor ongeveer 13 % bij aan het totaal aantal deeltjes. Dit is uiteraard alleen geldig bij de, gedurende de meetperiode, lage intensiteit van het vliegverkeer. Zoals vermeld bedraagt deze in de onderzochte periode ongeveer twee vliegtuigen per uur. Hierna zal nog worden ingegaan op de verwachte bijdrage van het vliegverkeer op de jaargemiddelde concentratie.

Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de methode gebaseerd op de relatie tussen de concentratie ultrafijn stof en het aantal vliegbewegingen lijkt hoger dan de hierboven gegeven percentages gebaseerd op kenmerkende deeltjes grootte klassen. De concentratie tijdens perioden zonder vliegbewegingen wordt onafhankelijk van de resultaten gedurende de perioden met vliegbewegingen bepaald. De kwaliteit van de berekende lineaire regressie is goed, al is de nauwkeurigheid van de uitkomst niet hoog. Dit hangt samen met het relatief gering aantal perioden met meer dan enkele vliegbewegingen per uur. In een drukker periode zou een hogere nauwkeurigheid kunnen worden bereikt.

2.5 **Schatting van jaargemiddelde bijdragen aan de concentraties**

Er zijn twee belangrijke factoren die een rol spelen bij het maken van een schatting van de jaargemiddelde bijdrage van emissies door het vliegverkeer op RTHA.

Correctie voor jaargemiddelde meteorologische condities

De bijdragen van het vliegverkeer aan de concentratie in de omgeving van de luchthaven hangen uiteraard af van de windrichting tijdens het starten en dalen. De concentratie is hoger op locaties benedenwinds van bronnen. De toevallige windrichting tijdens de meetperiode bepaalt dus tot op zekere hoogte de voorkomende concentraties. Figuur 14 laat zien hoe rondom RTHA de concentratie samenhangt met de windrichting. De totale concentratie aan deeltjes is het hoogst bij wind uit Zuidoostelijke richting wanneer emissies vanuit de richting Overschie met daarvoor de A12 bepalend zijn. De concentratie van de kleinste deeltjes (de vliegtuig gerelateerde fractie) is op de Doenkade het hoogste bij Zuidoostelijke wind en bij de Brasserie op RTHA het hoogst bij Noordwestelijke richtingen. Dit is uiteraard volgens verwachting. Het meest interessant is natuurlijk de concentratie aan de Veldkersweg. De concentratie van de kleinste deeltjes lijkt, (zoals verwacht) het hoogst bij wind uit de richting van de startbaan.

⁸ Het aantal gegeven cijfers weerspiegelt niet de nauwkeurigheid van het getal.



Figuur 14 De gemiddelde concentraties in de verschillende deeltjesgrootte klassen gemeten bij de verschillende windrichtingen. Groen (10-20 nm), rood (30-200 nm) en blauw (10-200 nm).

De meteorologische condities in de korte meetperiode in november wijken af van wat gemiddeld genomen voorkomt in deze omgeving. Een correctie voor deze afwijking kan eenvoudig plaatsvinden op basis van de representatieve windroos voor deze locatie zoals weergegeven in Figuur 15. Hierin de langjarige gemiddelde voorkomende windrichtingen.

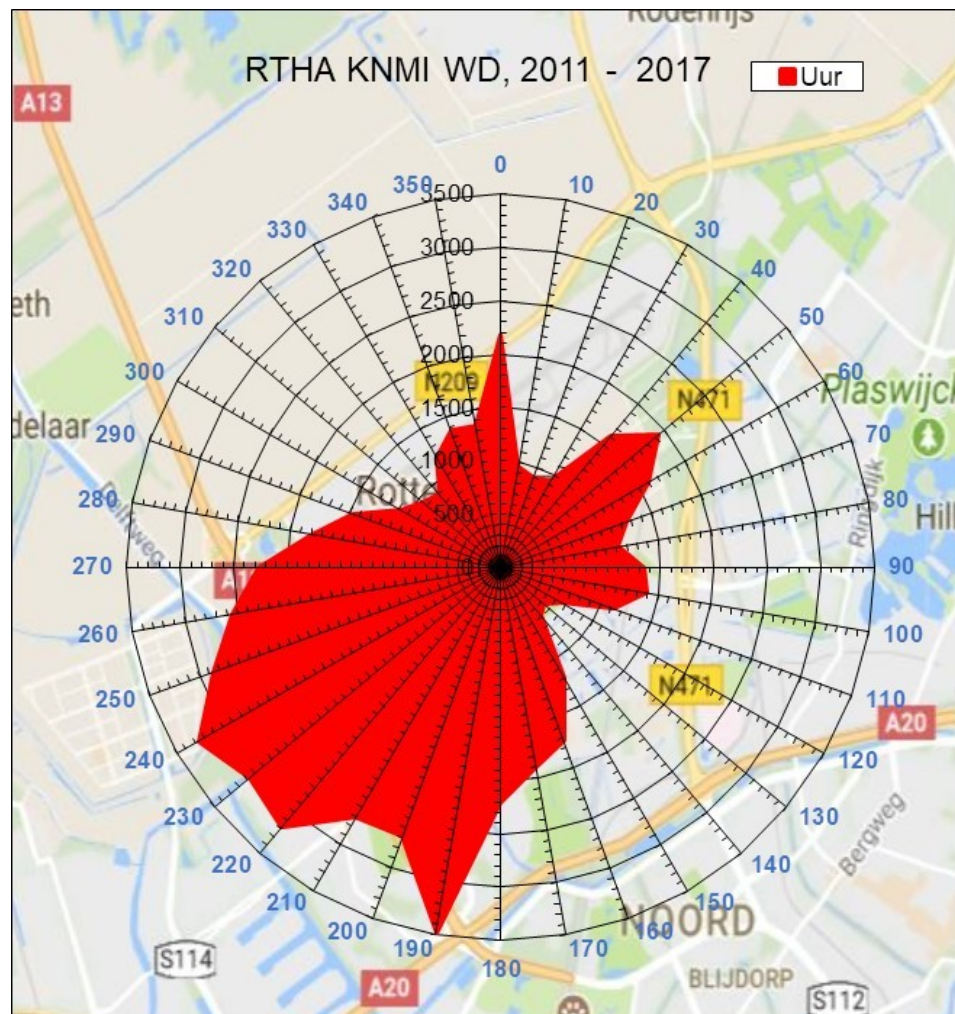
Uiteraard bepaalt ook de windsnelheid in hoge mate de concentratie. Daarvoor is hier op dit moment op basis van verschillende overwegingen niet voor gecorrigeerd. De correctie voor windrichting is eenduidiger en wellicht ook dominant.

De gemiddelde concentraties in dit onderzoek gemeten tijdens de periode met een bepaalde windrichting werd berekend voor elk van de 36 klassen van 10 graden. De gemiddelde concentratie bij die windrichting werd gewogen met het gemiddeld over meerdere jaren voorkomen van deze windrichting zoals weergegeven in Figuur 15. De jaargemiddelde concentratie voor een gemiddeld jaar kan dan worden berekend.

De correcties zijn berekend en weergegeven in de Tabel 4. De invloed van het vliegveld was in de meetperiode iets groter dan deze jaargemiddeld zou zijn. Dat hangt samen met de heersende windrichting in de meetperiode die vaker dan normaal Zuidwestelijk was. Dit effect is het sterkst voor de deeltjes gerelateerd aan vliegbewegingen. Voor het totaal aantal deeltjes is het effect vooral op de Veldkersweg gering. Dit komt omdat daar de invloed van de aangepaste windroos op het wegverkeer gerelateerde deeltje precies andersom is.

Tabel 4 Op basis van windroosanalyse berekende gemiddelde concentratie in de drie beschouwde deeltjes grootteklassen op de verschillende locaties. Een correctie waarde van -7% betekent dat de gemeten concentratie 7 % hoger was dan de gecorrigeerde. 6% betekent dat de gemeten concentratie 6% lager was/

	10 - 20 nm	30 - 100 nm	10 - 100 nm
	(# /cm3)	(# /cm3)	(# /cm3)
Doenkade	3907	6013	12501
Brasserie	3825	5158	11648
Veldkersweg	1967	3738	7088
correctiewaarde			
Doenkade	-7%	6%	1%
Brasserie	-13%	3%	-5%
Veldkersweg	-12%	8%	-1%



Figuur 15 Aantal uren vanuit een bepaalde windrichting gemeten in de periode 2010- 2017 op Zestienhoven. Bron KNMI.

Correctie voor het aantal vliegbewegingen

De, gedurende de meetperiode voorkomende, intensiteit van het vliegverkeer zou omgerekend neerkomen op ruwweg 17600 vliegbewegingen per jaar als deze intensiteit het hele jaar zou gelden. De verwachting voor RTHA is ongeveer 26 400 vliegbewegingen⁹ per jaar ofwel bijna een factor 1.5 hoger.

Wanneer rekening wordt gehouden met deze correctie dan ontstaat het volgende beeld:

Tabel 5 Geschatte bijdrage emissies vanaf RTHA aan de concentratie op de verschillende locaties.

Met:

C0 = de concentratie op de meetlocaties in periodes zonder vliegverkeer. Geëxtrapoleerd uit lineaire regressie grafiek naar situatie zonder vliegtuigen.

Bijdrage (#/cm³) = bijdrage van het vliegverkeer in #/cm³ rekening houdende met een jaargemiddelde intensiteit van het vliegverkeer bijna een factor 1.5 hoger dan die tijdens de meetperiode Cplus= C0 + de VV bijdrage

Bijdrage (%) = de relatieve bijdrage van het vliegverkeer aan de totale concentratie

	C0	bijdrage	Cplus	bijdrage
	10 - 100 nm	10 - 100 nm	10 - 100 nm	10 - 100 nm
	(#/cm ³)	(#/cm ³)	(#/cm ³)	
Doenkade	10579	1944	12523	16%
Brasserie	10355	2542	12897	20%
Veldkersweg	6289	1104	7393	15%

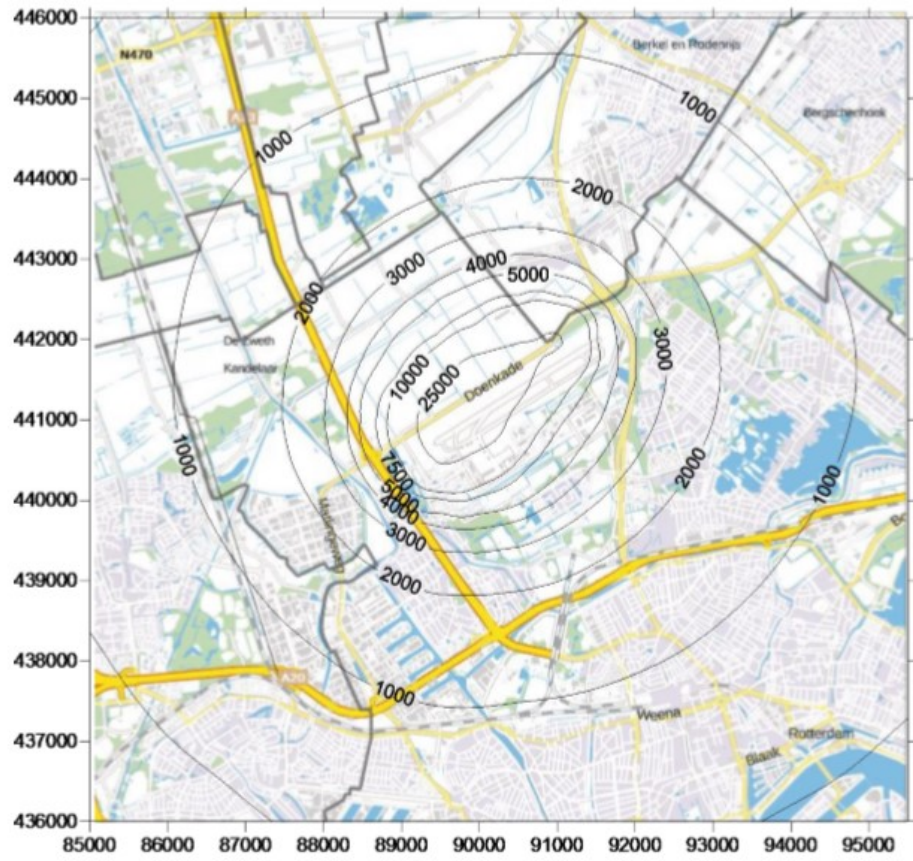
2.6 Vergelijking met schattingen op basis van modelberekeningen

Door Erbrink (2016) zijn voor het jaar 2015 schattingen gemaakt van de bijdrage van de emissies van RTHA aan de concentraties in de omgeving. Daarbij is aan de hand van modelberekeningen en gedetailleerde vluchtgegevens, een schatting gemaakt. Het totaal aantal vliegbewegingen is daarbij ongeveer 29 000¹⁰ Het is niet duidelijk in hoeverre dat afwijkt van de hier gebruikte 26 400 vliegbewegingen. Er wordt namelijk rekening gehouden met het soort vliegtuigen. En exacte vergelijking is daarom op dit moment niet mogelijk.

Voor een locatie als de Veldkersweg wordt een bijdrage van het vliegverkeer berekend tussen 2000 en 2500 # cm³ terwijl nu ruim 1100 # cm³ wordt berekend. In het licht van alle onzekerheden in deze vergelijking (aantal vliegbewegingen en soorten vliegtuigen, invloed meteorologische factoren) lijkt de overeenkomst niet heel slecht. De huidige schatting komt een ongeveer een factor twee lager uit. Voor de Doenkade wordt door Erbrink een veel hogere concentratie (> 25000 #cm³) berekend dan uit de metingen is afgeleid. Een verklaring hiervoor ontbreekt vooralsnog. Wel is het zo dat dichtbij bronnen afwijkingen tussen gemeten en berekende concentraties snel groot kunnen zijn. Dit komt doordat dichtbij bronnen de ruimtelijke variatie erg groot kan zijn en de exacte positie van het meetinstrument zeer bepalend kan zijn.

⁹ Schatting verkregen van RTHA. Het gaat om de vluchten van de grotere commerciële vliegtuigen exclusief de rondvluchten en helivluchten.

¹⁰ Ook hier geldt de discussie over welke vluchten worden meegeteld. in dit geval gaat het om de vluchten inclusief de rondvluchten en heli vluchten



Figuur 16 Jaargemiddelde iso-contouren van de bijdrage van RTHA aan de concentratie van UFP in $\#/cm^3$ voor het jaar 2015. Voor de luchthaven Zestienhoven (RTHA) is nagegaan welke UFP niveaus daar verwacht kunnen worden, uitgaand van de werkelijk gerealiseerde vluchten in 2015 (dat maakt dat deze waarden vergeleken kunnen worden met de gerapporteerde waarden rond Schiphol). Uit Erbrink (2016).

3 Conclusies

In de periode van 11 november tot 4 december 2017 werden metingen van ultrafijne stofdeeltjes (UFP) verricht op 3 posities nabij de luchthaven RTHA. Meetlocaties werden ingericht op het terrein van de luchthaven aan weerszijden van de startbaan en één meetlocatie werd ingericht aan de Veldkersweg in Schiebroek. Op 14 en 15 november werden grote onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd aan de startbaan en was er vrijwel geen vliegverkeer. De rest van de perioden werd er op reguliere wijze gevlogen.

De meetresultaten zijn uitgebreid geanalyseerd waarbij de volgende conclusies zijn getrokken:

- De meetresultaten verkregen tijdens de onderhoudsperiode bleken niet geschikt voor analyse van perioden zonder vliegverkeer. De concentratie van UFP was door emissies van de gebruikte werktuigen (waaronder diesel aangedreven vrachtwagens) en de productie van asfalt hoger dan de concentratie tijdens de periode met regulier vliegverkeer.
- De concentratie UFP aan weerszijden van de startbaan op de luchthaven RTHA bedraagt gemiddeld gedurende de meetperiode (exclusief de onderhoudsperiode) ca. 13000 #/cm³. Het vliegverkeer draagt ca. 10-14% aan deze concentratie bij.
- De concentratie gemeten aan de Veldkersweg in Schiebroek (een woonkern op 2 km afstand van de startbaan) bedraagt ca. 8000 #/cm³. De bijdrage van het vliegverkeer aan de concentratie is daar ca. 10%.

Op de gemeten concentraties werden correcties uitgevoerd voor:

- De gedurende een normaal jaar voorkomende windrichtingen op het vliegveld. Dit leidde tot concentraties kleiner en groter dan de gemeten concentraties. De correcties bleven echter beperkt tot minder dan plus en min 13% afhankelijk van de locatie. De bijdrage van de vliegverkeer gerelateerde grootteklassen was relatief hoog gedurende de meetperiode. De correctie leidde dus tot een lagere bijdrage in het jaargemiddelde.
- Het gedurende een normaal jaar voorkomend aantal vliegbewegingen normaal voorkomende. De metingen werden uitgevoerd in een relatief rustige periode van het jaar. Als de intensiteit van het vliegverkeer gedurende de meetperiode omgerekend wordt naar een jaar dan zou dat ongeveer 17 000 vliegbewegingen betekenen. Voor RTHA wordt uitgegaan van ongeveer 26 400 vliegbewegingen per jaar¹¹. Alle correcties samen leidden tot de volgende resultaten:
 - o De concentratie UFP aan weerszijden van de startbaan op RTHA is jaargemiddeld 12500 tot 13000 #/cm³ met 16 tot 20% bijdrage van het vliegverkeer.
 - o Aan de Veldkersweg is de concentratie na correctie, jaargemiddeld ca. 7400 #/cm³ (met een bijdrage van 15% van het vliegverkeer).

De resultaten van de metingen, gecorrigeerd voor een meer realistische, jaargemiddelde intensiteit, komen redelijk overeen met de resultaten van eerder voor RTHA uitgevoerde modelberekeningen.

¹¹ Op basis van de opgave door RTHA

Voor de locatie Veldkersweg wordt een jaargemiddelde bijdrage van het vliegverkeer berekend van 2000 - 2500 #/cm³ terwijl de uit de metingen afgeleide bijdrage ongeveer 1100 #/cm³ bedraagt. De huidige schatting is daarmee ruwweg een factor twee lager.

Ten aanzien van de nauwkeurigheid van de hier gegeven schattingen is het volgende van belang:

- Voor de meteorologische condities gedurende de meetperiode is gecorrigeerd. De correcties zijn niet erg groot en lijken daardoor niet sterk bij te dragen aan de onzekerheid in het eindresultaat.
- Veldkersweg is een enkele locatie in een woonkern. Eerder gemaakte modelberekeningen van ESC laten zien dat in andere nabijgelegen woonkernen de concentratie hoger of lager kan zijn. Aanvullende metingen in andere woonkernen zouden daarin meer inzicht kunnen geven.
- De huidige correctie (met een factor 1.5) is gebaseerd op een omrekening op basis van het totaal aantal vliegbewegingen van grote commerciële vliegtuigen in een jaar vergeleken met het aantal vliegbewegingen gedurende de meetperiode.
- Het verschil tussen de thans uit de metingen afgeleide concentratie in een woonkern in de omgeving en de met modellen berekende concentratie bedraagt ruwweg een factor twee. Daarbij is de omrekening naar het jaargemiddelde relatief onzeker. Verder is de representativiteit van een enkele meting in een woonkern in de omgeving van RTHA onzeker.
- Door verschillende onzekerheden is het niet zeker of het verschil tussen de huidige schattingen en de uitkomsten van modelberekeningen significant is. Meer metingen in de omgeving zouden kunnen helpen de onzekerheden in de huidige schattingen te verkleinen.

Het is van belang op te merken dat het RIVM momenteel (voorjaar 2018) onderzoek uitvoert naar de effecten van blootstelling aan ultrafijn stof op de gezondheid van inwoners in de omgeving van Schiphol. Zie daarvoor ¹²:

¹²

https://www.rivm.nl/Onderwerpen/F/Fijn_stof/Ultrafijn_stof/Onderzoek_Gezondheidsrisicos_Schiphol

4 Dankwoord

De DCMR Milieudienst Rijnmond (Peter van Breugel en collega's) droeg bij aan het onderzoek door een bijdrage aan de ontwikkeling van de meetstrategie en het ter beschikking stellen van een SMPS monitor.

5 Referenties

Janssen et al. (2016)

Verkenning gezondheidsrisico's ultrafijnstof luchtvaart rond Schiphol en voorstel vervolgonderzoek, RIVM Briefrapport 2016-0050 N. Janssen et al.

Bezemer et al. (2015)

Nader verkennend onderzoek ultrafijnstof rond Schiphol, RIVM, Rapport 2015-0110

Peters, P. Berghmans, J. Van Laer, E. Frijns (2016)

UFP- en BC-metingen rondom de luchthaven van Zaventem
VITO 2016/MRG/R/0493

To70 (2014)

Vliegpatronen en vliegedrag Rotterdam The Hague Airport Huidige vliegpatronen en verwachtingen ten aanzien van toekomstige vliegpatronen
To70 Postbus 85818 2508 CM Den Haag

Erbrink (2016)

Vertrouwelijk rapport

Referentie: UFP concentraties RTHA Middelenbestedingsnummer: 5200000705-5
Oosterbeek, 17 februari 2016

6 Bijlagen

De werkzaamheden aan de startbaan gedurende de onderhoudsperiode op 14 -15 november 2017.

Hierbij een beknopte opsomming van de werkzaamheden.

Vooraf gaande weken

- Vervangen en leveren van 80 stuks putdeksel t.b.v. de baanverlichting , tevens aanbrengen stelringen waar nodig zodat ze binnen de marges van ons profiel vielen (max 2,5%- min 1 %).

Week 45 (4 nachten van 2400 tot 0530 uur), *waren 6 nachten gereserveerd en we hebben er 4 daadwerkelijk gebruikt*

- Verwijderen 2000 stuks stelconplaten en deze opslaan in depot (3 nachten).
- Ca 5 putten herzetten i.v.m. te veel afwijking , onder toezicht van Ben van Schoor i.v.m. de vrij te schakelen baanverlichting (1 nachten).
- Ca 10 putten verwijderen die kwamen te vervallen (1 nacht) middels vrij zuigen met een zuigwagen.
- Maken proefsleuf middels een zuigwagen (1 nacht).
- Herstellen goot, goot was/is zeer slecht (1 nacht).
- Profielfrezen bestaande shoulders , 16000 m2 (2 nachten met 2x K2100).
- Diverse werkzaamheden t.h.v. de aansluitende intersecties , kolken ophogen/lampen verlengen/kolken afdekken etc.

Week 46 , afsluiting van maandag 2300 uur tot donderdagmorgen 0600 uur

- Verwijderen stelconplaten bij putten ca 250 st
- Ontgraven teelaarde ca 3000 m3
- Leveren en aanbrengen zand in cunet 3000 m3
- Profileren zandbaan en verdichten 18000 m2
- Uitvullen bestaande shoulders met 150 ton menggranulaat
- Aanbrengen asfalt in 2 lagen (95 en 45) 9000 ton
- Aanbrengen bitumenvulling goot/asfalt ca 4000 ml

De inzet van machines in week 46 was globaal:

- 6 stuks mobiel kraan
- 2 stuks rupskraan
- 6 stuks tractor met grondkar
- 1 stuk shovel
- 2 stuks wegdekreiniger
- 2 stuks walsen
- 2 stuks tractor met kilverbak
- 1 stuks knijperauto
- 2 stuks asfaltsets tbv onderlaag
- 2 stuks shuttlebuggy's tbv onderlaag
- 4 stuks asfaltmachine tbv deklaag
- 2 stuks shuttlebuggy tbv deklaag
- 21 stuks trailers tbv asfalt aanvoer vanuit APM
- 10 stuks vrachtauto tbv asfalt aanvoer vanuit ACR

7 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever
Rotterdam The Hague Airport (RTHA)
Attn.: Ir. Steven van der Kleij
Rotterdam Airportplein 60
3004 GA Rotterdam

Naam en functies medewerkers
Marcel Moerman

Experimenteel veldwerker

Periode waarin het onderzoek plaatsvond
November 2017-juni 2018

Naam en paraaf tweede lezer



Peter Tromp

Ondertekening



Auteur
Jan Duyzer

Autorisatie vrijgave



Research Manager
Dr. Bart Bos