

Burgermetingen stofhinder

Hinderonderzoek Hoek van Holland

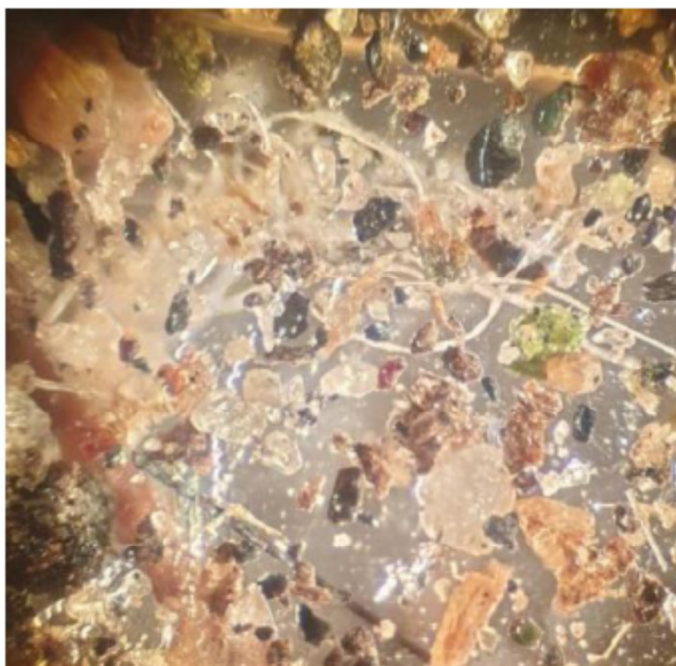


Foto omslag: stofmonster met kolendeeltjes onder de microscoop.

Burgermetingen stofhinder

Hinderonderzoek Hoek van Holland- deel 1
concept

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

Auteur(s) :Emre Özdemir, Sef van den Elshout
Afdeling :Reguleren en Advies
Documentnummer :22303075
Datum :30 september 2020

DCMR Milieudienst Rijnmond
Parallelweg 1
Postbus 843
3100 AV Schiedam
T 010 - 246 80 00
F 010 - 246 82 83
E info@dcmr.nl
W www.dcmr.nl

Inhoud

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	6
	2.1 Aanleiding onderzoek	6
3	Methode hinderonderzoek	7
	3.1 Burgeronderzoek, mogelijkheden en beperkingen	7
	3.2 Onderzoeksopzet en -vragen	9
	3.3 Deelname in kentallen	11
4	Resultaten	13
	4.1 Gerapporteerde hinder	13
	4.2 Het aandeel kolen- en ertsstof	16
	4.3 Mogelijke oplossingen?	20
5	Conclusies	21
6	Literatuur	22
	Bijlagen	23
	B1 Onderzoeksvoorstel stofwerkgroep	23
	B2 vragenlijst deelnemers	26
	B3 Gevoeligheidsanalyses	27

1 Samenvatting

Dit is deel 1 van een onderzoek naar stofhinder in Hoek van Holland, dat samen met een groep bewoners is uitgevoerd in de zomer van 2020. In dit onderzoek hebben inwoners van Hoek van Holland gedurende drie maanden stofhinder bijgehouden en stofmonsters genomen. De DCMR heeft de monsters geanalyseerd naar de samenstelling en hierop analyses verricht. Dit deelrapport beschrijft de onderzoeksaanpak en presenteert een eerste deel van de resultaten van de samenstelling van het stof.¹ In Deel 2 zal worden ingegaan op de relatie tussen hinder en windsnelheden, hinder en DCMR-stofmetingen: totaalstof, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2.5}) en roet, en de eventuele ruimtelijke variatie in de gerapporteerde hinder.

In deze fase van het onderzoek is, met medewerking van een dertigtal vrijwilligers, een groot aantal (meer dan 500) monsters verzameld, die inzicht geven in de samenstelling en de herkomst van het stof dat op verschillende plaatsten en verschillende momenten hinder veroorzaakt in Hoek van Holland. Deze hindermeting geeft aanvullend inzicht bovenop de klachtenmeldingen die DCMR registreert.

Er zijn zogenaemde plakmonsters genomen om de samenstelling van het stof te bepalen. Dit onderzoek geeft dus geen inzicht in de hoeveelheid stof die neerdaalt.

Het aangetroffen stof bevat gemiddeld 0 tot 40% kolenstof, met uitschieters (zoals tijdens de klachtengolf) tot 80% op sommige plaatsen. Ook tijdens de klachtengolven, op momenten dat er veel hinder is, zijn er mensen die geen hinder ervaren. Hinder is een subjectief begrip. Wat voor de een zeer hinderlijk is, is dat voor de ander misschien niet.

Ook op momenten dat de wind niet uit het zuidwesten komt wordt hinder ervaren. Soms al bij zeer kleine hoeveelheden stof (zoals blijkt uit de plakmonsters). In hoeverre de aandacht voor, en de commotie over stofoverlast hier een rol bij speelt is niet duidelijk.

Zelfs op momenten met veel kolenstof, is de meerderheid van het stof (gemiddeld) iets anders: zand en bodemstof, vuil, enz. Die samenstelling is te begrijpen uit het feit dat bij harde wind, al het losliggende materiaal (niet alleen kolen- en ertsstof) stuift.

Ook al is het stof donker van kleur, het aandeel kolenstof is vaak minder dan de helft (de periode met harde zuidwesten wind uitgezonderd). Ook bodemstof kan donker van kleur zijn, verder is er relatief weinig kolenstof nodig om een monster donker te laten kleuren.

Harde wind speelt een rol bij het merendeel van de overlast. Proactief reageren door de op- en overslagbedrijven bij harde zuidwestenwind kan mogelijk tot verbeteringen leiden.

Het feit dat ook zand en bodemstof bij harde wind een flink deel van het stof en de ervaren hinder uitmaken suggereert dat er naast maatregelen om het aandeel kolenstof terug te dringen mogelijk ook verbeteringen te verwachten zijn van bijvoorbeeld het inzaaien van braakliggend terrein.

¹ Ook het onderwerp samenstelling van het rapport is nog niet compleet, de derde onderzoeksperiode blijft buiten dit conceptrapport maar zal in het definitieve Deel1 worden opgenomen.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding onderzoek

De metingen van fijnstof en totaalstof in Hoek van Holland laten langzaam dalende concentraties zien [1]. Toch geven bewoners aan dat er de laatste jaren meer stofoverlast is en in elk geval is er meer onrust over overlast.

Kijkend naar de jaargemiddelde milieukwaliteit, is er geen relatie tussen de gemeten luchtvervuiling en het voorkomen van hinder. Hinder heeft vooral te maken met incidenten en vooral kortdurende weersomstandigheden waardoor stof verwaait. De hindermomenten hebben weinig te maken met de gemiddelde bedrijfsvoering of de gemiddeld heersende weersomstandigheden.

Naar aanleiding van een klachtenpiek in 2019 is een stofwerkgroep opgericht onder leiding van de gebiedscommissie en met deelname van een aantal gemeentelijke diensten (GGD, DCMR), de op- en overslagbedrijven in de regio, Deltalinqs en een aantal verontruste bewoners. De werkgroep heeft na een aantal overleggen besloten tot drie onderzoeken (zie onderzoeksvoorstel in Bijlage 1).

- *DCMR - luchtkwaliteitsmetingen*
De trends van totaalstof, fijnstof PM₁₀, PM_{2.5}, roet en metalen worden per windrichtingssector geanalyseerd. De resultaten staan in [1].
En aanvullend op de reguliere metingen worden gedurende één jaar extra metingen aan stof en metalen gedaan. De resultaten worden verwacht begin 2021.
- *Bedrijfsmetingen*
Meetcijfers van de meetnetten van EMO en EECV worden geanalyseerd om relaties te leggen tussen windsnelheid en windrichting enerzijds en op het bedrijf gemeten concentraties anderzijds. De metingen van de bedrijven worden ook gecorreleerd met de DCMR-metingen. De resultaten worden in de loop van 2021 verwacht als Deel 2 van dit rapport.
- *Burgermetingen van hinder*
Gedurende 3 maanden houden een aantal inwoners in Hoek van Holland systematisch bij of er hinder is, en zo ja, dan wordt het gevonden stof bemonsterd ('plakmonster' zie 3.2). De eerste deelresultaten worden beschreven in dit rapport.

Het onderzoek dat in dit rapport gepresenteerd wordt is erop gericht om 1) meer inzicht te krijgen in wanneer stofhinder ontstaat, 2) onder welke omstandigheden hinder optreedt en 3) wat de samenstelling van het stof is.

3 Methode hinderonderzoek

3.1 Burgeronderzoek, mogelijkheden en beperkingen

3.1.1 Waarom een extra hinderonderzoek

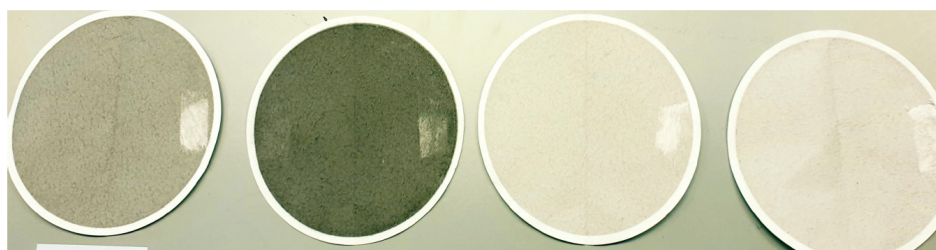
Uit de klachtenregistratie van DCMR is veel informatie beschikbaar over aard en herkomst van het stof en de omstandigheden waaronder hinderklachten optreden. Een verdiepingsslag is toch gewenst om ook gericht naar mogelijke oplossingen te kunnen kijken. Hinder is een subjectief begrip. Verschillende mensen ervaren hetzelfde stof anders en bovendien kan niet iedereen dezelfde hoeveelheid stof onderscheiden, en dat laatste wordt ook beïnvloed door de ondergrond. Tot slot zullen mensen in periodes met mooi weer als ze vaker buiten zijn gemakkelijker hinder ervaren dan in een natte periode waar men vooral binnen blijft. Bovendien geldt dat een klachtenregistratie positief en negatief beïnvloed kan worden door externe factoren zoals:

- Men wordt moedeloos van de situatie en houdt op te klagen - was er bijvoorbeeld op dagen dat er geen hinder werd gemeld inderdaad geen hinder?
- Activisme en gebruik van social media stimuleren mensen om juist veelvuldig te klagen.

Een wat actiever en systematischer onderzoek naar hinder helpt om deindersituatie zoveel mogelijk te objectiveren waardoor preciezer naar oorzaken gekeken kan worden. Tevens wordt getracht in de onderzoeksperiode een relatie te leggen tussen luchtkwaliteitsmetingen (fijnstof, roet) en hinder. De luchtkwaliteitsmetingen zijn continu en over langere tijd beschikbaar en kunnen, als er een goede relatie te vinden is, mogelijk een belangrijke en objectievere bron van informatie worden. Dit specifieke onderdeel wordt behandeld in het later te verschijnen Deel 2.

Hinder, stofconcentraties, wind

Als het hard waait en er stof verwaait, verwacht je – in elk geval kortdurend – ook hogere concentraties op het meetpunt. De figuur laat vier filters zien (24-uurgemiddeld totaalstof (TSP)) met wisselende tinten grijs, dus verschillend belast met zwart/donkergrijs stof. De windrichting is in alle gevallen zuidwest. Onder de figuur zijn het aantal klachten van die dag, de windsnelheid en hoogste uurlijkse fijnstof (PM₁₀) concentratie gegeven. Er lijkt weinig verband; reden om dieper in het mechanisme van het ontstaan van stofhinder te duiken.



Klachten:	0	65	13	45
WS (m/s):	6	12-14	8-12	12-14
PM10 (µg/m ³)	20	42	32	16

Figuur 1 Vier TSP-filters op verschillende dagen, bij verschillende omstandigheden en hoeveelheden klachten.

3.1.2 Sterke kanten en beperkingen van het onderzoek

Sterke kanten

Hoewel het onderzoek in de tijd vertraagd is en de kans op (voorjaars)stormen kleiner was, zijn er een aantal momenten met (zeer) harde wind geweest. Dit is kenmerkend voor de hinderperiodes die tot klachtengolven hebben geleid. Ook is er een periode met vrij rustig weer geweest. De relevante weersituaties zijn goed gerepresenteerd.

Er is een redelijk constante groep deelnemers, die de hele onderzoeksperiode heeft meegedaan. Zie bijvoorbeeld Figuur 5. Er is daarmee een goede set waarnemingen. In de vakantieperiode is het aantal dagelijkse waarnemingen wel lager. De hoeveelheid waarnemingen is veel groter dan de paar monsters die bij klachten door de DCMR meldkamer worden genomen. De simpele methode met plakband en transparant werkte vrij goed behalve op momenten dat het test oppervlak nog nat was. Dan was een goede monsternamen niet mogelijk.

Het hinderonderzoek geeft ook informatie over de spreiding van de samenstelling van het stof. Treft iedereen op dezelfde dag hetzelfde materiaal aan? Verder zijn de monsters verspreid over Hoek van Holland genomen. Aan de hand van de adressen kan bepaald worden of bepaalde gebieden in Hoek van Holland meer stofoverlast ervaren dan elders.

Beperkingen

Hierboven is aangegeven dat enkel de klachtenregistratie onvoldoende inzicht geeft, omdat die meer invloedsfactoren kent dan dit gestructureerde onderzoek. Het huidige onderzoek is echter ook niet geheel vrij van invloeden van buitenaf. Het is denkbaar dat door de verhoogde aandacht voor dit onderwerp het 'bewustzijn' van de hinder actiever werd gemaakt, wat de hinderervaring kan beïnvloeden.

Vooraf in de eerste week waren er enkele deelnemers die uit frustratie afhaakten omdat de start van het onderzoek samenviel met een hinderincident. Anderzijds hebben emoties (over 'weer een hinderincident') die hoog opliepen geleid tot mobilisatie in Hoek van Holland (zie ook Figuur 2). De mogelijkheid bestaat dat de beleving van de hinder werd beïnvloed door de aandacht in de politiek en in de media voor het stof in Hoek van Holland.

Het verschil dat in de enquête was aangebracht tussen 'zie je stof?' en 'is dat hinderlijk?' lijkt hierdoor bij sommige deelnemers verloren te zijn gegaan. Ook de instructie 'alleen een plakmonster te nemen bij hinder' is niet door iedereen gevolgd: er kwamen van sommige deelnemers ook dagelijkse, en soms vrijwel lege plakmonsters binnen.² Het tegenovergestelde kwam ook voor: mensen die stof in zakjes, of opgeveegd met een tissue, meestuurd.



The image is a screenshot of a news article from the website AD (Algemeen Dagblad). The main headline reads: "Raadselachtige zwarte stof blijft neerdalen in Hoek van Holland: honderden klachten". Above the headline is a photograph of a hand with black dust on it. The news sidebar on the right shows a list of headlines and a section for "WATERWEG BEVRIJD" with a photo of a man.

Figuur 2 Onrust in Hoek van Holland haalt uitgebreid de pers

² Bij de interpretatie van de resultaten is hier wel aandacht aan besteed, zie sectie 113.2.4

Door de Corona-maatregelen was er geen snelle interactie mogelijk tussen de onderzoekers en de deelnemers en werd de beoordeling van de plakmonsters vertraagd. Tussentijds bijsturen was hierdoor niet mogelijk. Daarnaast werden de instructies voor het invullen van het schema niet altijd door ieder deelnemer even consistent opgevolgd. Zo is de testplaats bij een aantal deelnemers veelvuldig verplaatst tijdens de onderzoeksperiode.

Doordat het onderzoek heeft plaatsgevonden in de vakantieperiode is de respons niet altijd even hoog geweest. Dit bemoeilijkt het leggen van relaties in deze periode tussen hinder enerzijds en weersomstandigheden en luchtkwaliteitsmetingen anderzijds.

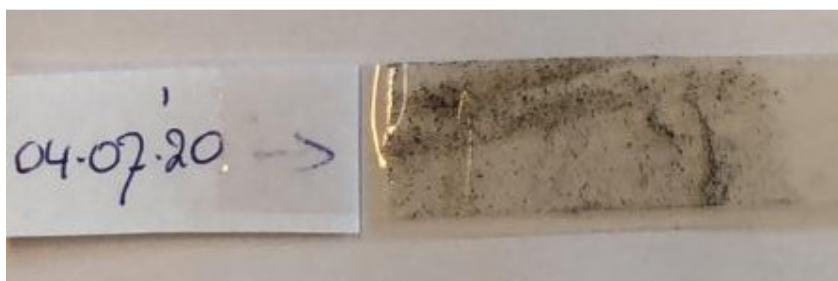
Samenvattend is het onderzoek dus niet in alle rust uitgevoerd. Echter, door het meer systematische karakter, en de redelijke uniforme uitvoering gedurende de hele periode, is het wel een belangrijke aanvulling op de klachtenregistratie. Bij klachten worden normaal gesproken maar één of enkele plakmonsters genomen en nu is er een flinke set dagelijkse informatie over de samenstelling van het stof.

3.2 Onderzoeksopzet en -vragen

3.2.1 Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet bestaat eruit dat een aantal vrijwilligers in Hoek van Holland dagelijks een testoppervlak (vensterbank, tuintafel, ...) bekijken en daarover rapporteren via een vragenlijst (zie bijlage 2).

Een plakmonster wordt genomen door een reepje plakband op het stoffige oppervlak te plakken, daarna weg te halen en dat op een transparant vel te plakken. Deze transparanten worden onder de microscoop beoordeeld door medewerkers van de DCMR. De plakmonstermethode is bij DCMR al jaren in gebruik om de herkomst van hinder of stof met behulp van een microscoop vast te stellen.



Figuur 3 Voorbeeld van een plakmonster.

Vrijwilligers werden via lokale media gezocht door de Gebiedscommissie. Er werd gestreefd naar een aantal van ten minste 30 vrijwilligers verspreid over Hoek van Holland. Dit zou een representatief beeld moeten opleveren van stofhinder in het gebied.

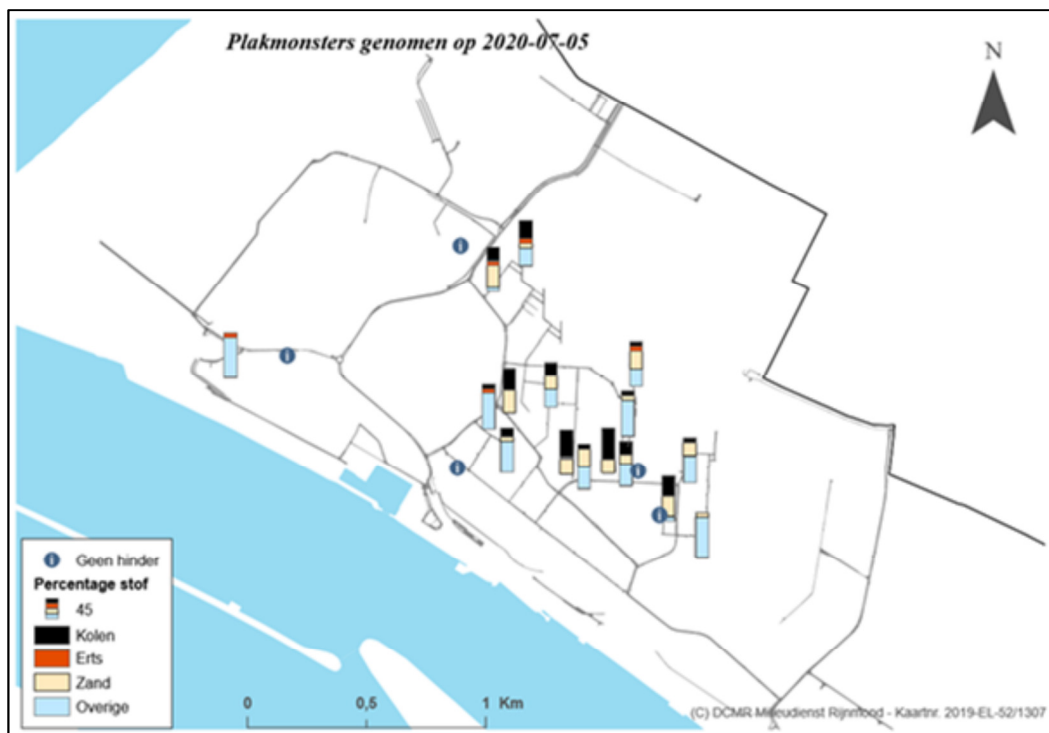
Er is gestart met ruim 30 deelnemers met in de eerste dagen al enkele afhakers en een aantal nieuwe aanmeldingen. De eerste dagen vielen samen met een nieuwe klachtengolf die voor een aantal mensen motiverend en voor andere dus demotiverend werkte. Het verzamelen van stof op een plakbandje maakte op sommige deelnemers een ' knullige indruk' en voldeed niet aan de verwachtingen die ze bij het woord onderzoek hadden (bepalen hoeveelheid stof, chemische analyses). Het saldo van aan- en afmeldingen in de eerste week was 33. Een klein aantal deelnemers heeft echter nooit hun vragenlijsten en plakmonsters geretourneerd.

3.2.2 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen voor deel 1 van het rapport zijn als volgt:

- Wat is de stofoverlast precies? Waar bestaat het stof dat overlast veroorzaakt uit? Gaat het bij overlast altijd om kolenstof? Of ook om andere stoffen?
- Hoe ontstaat stofoverlast? Onder welke omstandigheden (weer) ontstaat de overlast? Ontstaat stofoverlast door kortdurende hoge stofconcentraties ('pieken') of door langdurende lage stofconcentraties?
- Hoe is stofoverlast verspreid in Hoek van Holland? Verschilt dat en wat kan daarvan de verklaring zijn?

Deze conceptrapportage deel 1 gaat vooral in op de aangetroffen samenstelling van het stof. Voor een voorbeeld van de resultaten zie Figuur 4.



Figuur 4 Voorbeeld resultaten: samenstelling stof op plakmonsters genomen op 5-juli en locatie van respondenten

Zoals uit de onderzoeksvragen blijkt was het niet de bedoeling om vast te stellen hoeveel stof er nu feitelijk in Hoek van Holland neerdaalt. Daarvoor is een ander soort meting nodig. Dit onderzoek richt zich op de hinderbeleving en wat op hindermomenten de volumesamenstelling van het stof is.

3.2.3 Beoordelen plakmonsters

De plakmonsters zijn beoordeeld onder een microscoop met opvallend en doorvallend licht met een vergroting van 400x. Ter verificatie zijn ook monsters van het stof van de kolen van EECV en EMO onderzocht. Bij de beoordeling van de monsters is gebruik gemaakt van de volgende kenmerken.

- Kooldeeltjes die zich verspreiden bij een hogere windsnelheid hebben de grootte van zandkorrels of kleiner. Kenmerkend voor kolendeeltjes is dat deze met onderbelichting volledig ondoorzichtig zijn.

- Zwart organisch materiaal is in ieder geval aan de randen, maar meestal volledig doorschijnend. Vaak is ook aan de randen een celstructuur zichtbaar. Die celstructuur is kenmerkend voor organisch materiaal dat ook in veel monsters is aangetroffen.
- Van een monster van ijzererts is ook een monster onderzocht als voorbeeld. IJzerertsdeeltjes zijn erg zwaar en verspreiden zich zelfs met veel wind nauwelijks. De roodbruine roest die hierop aanwezig is kan wel verwaaien en is dan zichtbaar als heel kleine roestkleurige korreltjes.
- De grotere roestbruine deeltjes zijn zandkorrels. In de monsters zijn ook hele kleine witte korreltjes aangetroffen die afkomstig zijn uit de Sahara, die ook in deze periode hierheen zijn gewaaid.
- Koolstof ofwel roet als gevolg van verbranding is veel kleiner dan de deeltjes van kolen. Dit is niet waargenomen in de onderzochte monsters.
- Als overig is zand/bodemstof en straatvuil zoals plastic in de monsters aanwezig.

Een aantal monsters uit de beginperiode is onafhankelijk door drie medewerkers bekeken om tot een uniforme en zo exact mogelijke beoordeling te komen.

Op 12 juli, na een klachtengolf, is een veegmonster genomen in Hoek van Holland dat door TNO in meer detail geanalyseerd is, enerzijds met microscopie, zoals ook ingezet voor de plakmonsters, anderzijds met elektronenmicroscopie om de chemische samenstelling nader te bepalen [zie 2]. De conclusies van TNO over de samenstelling van het stof komen goed overeen met de bevindingen van DCMR uit de plakmonsters in die periode.

3.2.4 Acceptatie plakmonsters

Volgens het stramien van de enquête wordt alleen een plakmonster genomen als er hinder is vastgesteld. In principe worden alle ontvangen plakmonsters beoordeeld maar als de vraag of er hinder was negatief is beantwoord of onbeantwoord is gebleven, blijft het resultaat van het monster vooralsnog buiten de analyse.

Er zijn ook deelnemers die dagelijks hinder rapporteren en dagelijks een plakmonster nemen. Dit is onwaarschijnlijk, maar niet onmogelijk. Besloten is die monsters wel mee te nemen in de analyse (de deelnemer krijgt in dit geval het voordeel van de twijfel). Wel is besloten om monsters met zeer weinig stof – op momenten dat de onderzoekers op grond van het plakmonster moeten concluderen dat hinder onwaarschijnlijk is – apart te coderen. De interpretatie van deze monsters is immers ook erg lastig. Een leeg plakmonster met één korrel koolstof zou dan in theorie een score van 100% kunnen geven. Deze interpretatieproblemen beïnvloeden de uitkomsten op een onrealistische manier. Laag belaste en daardoor slecht te beoordelen monsters (30% van het totaal) zijn daarom in dit rapport meestal buiten de analyse gehouden. In de meerderheid van de gevallen zullen de resultaten gepresenteerd worden op basis van duidelijk beladen plakmonsters. Waar dat niet het geval is wordt dat apart gerapporteerd.

3.3 Deelname in kentallen

Het onderzoek is vertraagd uitgevoerd (t.o.v. de planning in Bijlage 1). Bij burgermetingen zijn bijeenkomsten voor instructie en motivatie van de deelnemers altijd belangrijk. Ook een controle kort na de start of de werkinstructies duidelijk zijn is wenselijk. Door de 'intelligente lockdown' als gevolg van het coronavirus waren bijeenkomsten niet mogelijk. In eerste instantie is gewacht of de situatie zich zou verbeteren en na enige tijd is besloten toch te starten en de interactie via post, email en telefoon te doen.

Door de vertraging is het onderzoek deels in de vakantieperiode uitgevoerd. Dat is een risico. In 2020 waren, door de omstandigheden, ook de vakanties uitzonderlijk en die periode heeft geen hele grote invloed gehad. De gebiedscommissie heeft nog een fysieke ronde langs alle deelnemers gemaakt om vragenlijsten te wisselen en de reacties onder de deelnemers te peilen. Dergelijk contact is goed voor de betrokkenheid.

Het stofonderzoek onder liep van 22 juni t/m 8 september 2020 en bestond uit drie perioden met totaal 79 observatiedagen.

Tabel 1 Onderzoek in kentallen

Periode	Respondenten	Observaties	Observaties met hinder	Observaties zonder hinder	Plakmonsters
22-6 / 9-7	27	384	197	187	150
10-7 / 9-8	24	569	248	321	169
10-8 / 8-9	23	489	245	244	185
Totaal		1442	690	752	504

4 Resultaten

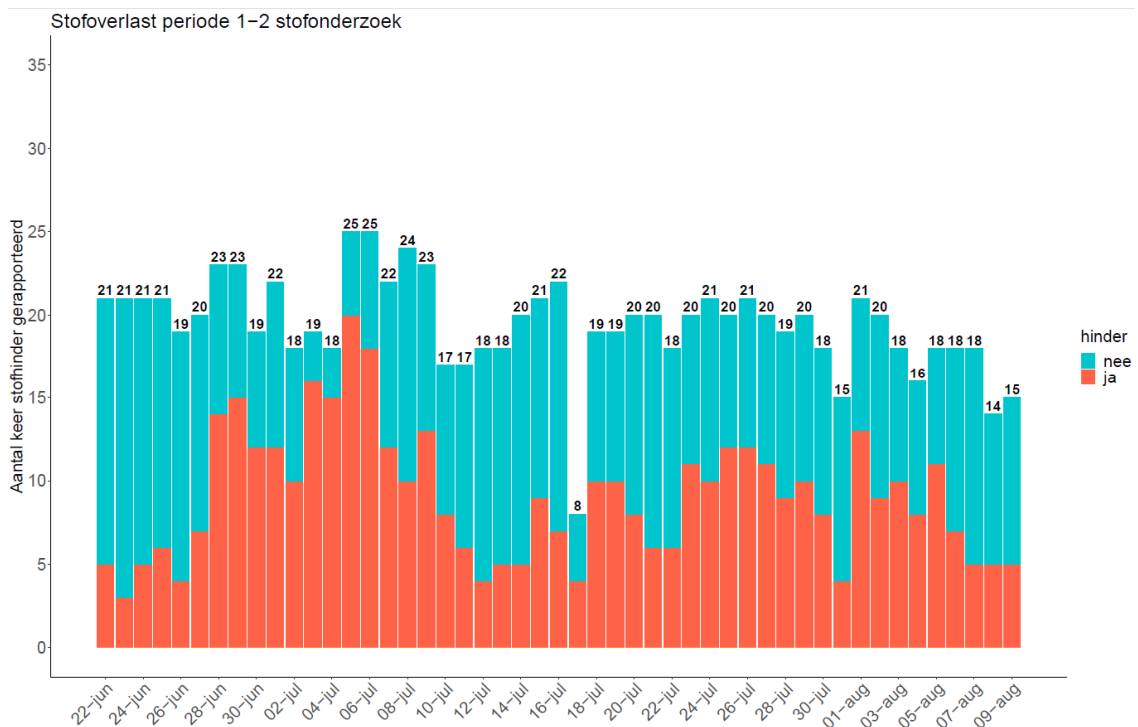
4.1 Gerapporteerde hinder

4.1.1 Hinder in het bewonersonderzoek

In Figuur 5 worden de enquêteresultaten gepresenteerd. Er is een vrij constante groep³ van ca 20 respondenten die de enquêtes invullen. In augustus daalt het enigszins vanwege vakantie en tijdens de klachtengolf begin juli is de deelnamemotivatie kennelijk iets hoger.

Uit de enquête blijkt dat er dagelijks wel iemand hinder ervaart, ook op dagen dat de wind niet uit de hoek van de op- en overslagbedrijven komt. Ook uit het trendonderzoek [1] blijkt dat er de afgelopen twintig jaren bij wind uit alle windrichtingen (niet alleen zuidwest) soms klachten zijn, maar het lijkt nu systematischer. Hoe dit komt is niet duidelijk, De politieke en media-aandacht zou een rol kunnen spelen (Zie ook de discussie in 3.1.2 en 3.2.4).

Ook blijkt dat op dagen met veel gerapporteerde hinder (bijvoorbeeld begin juli) waarop ook veel klachten werden ontvangen, er enkele respondenten zijn die geen hinder ervoeren. Dit toont dat hinder door iedereen anders ervaren wordt en dat de een eerder klachten ervaart dan de ander. De plaats van het gekozen testoppervlak kan hierbij ook nog een rol spelen.

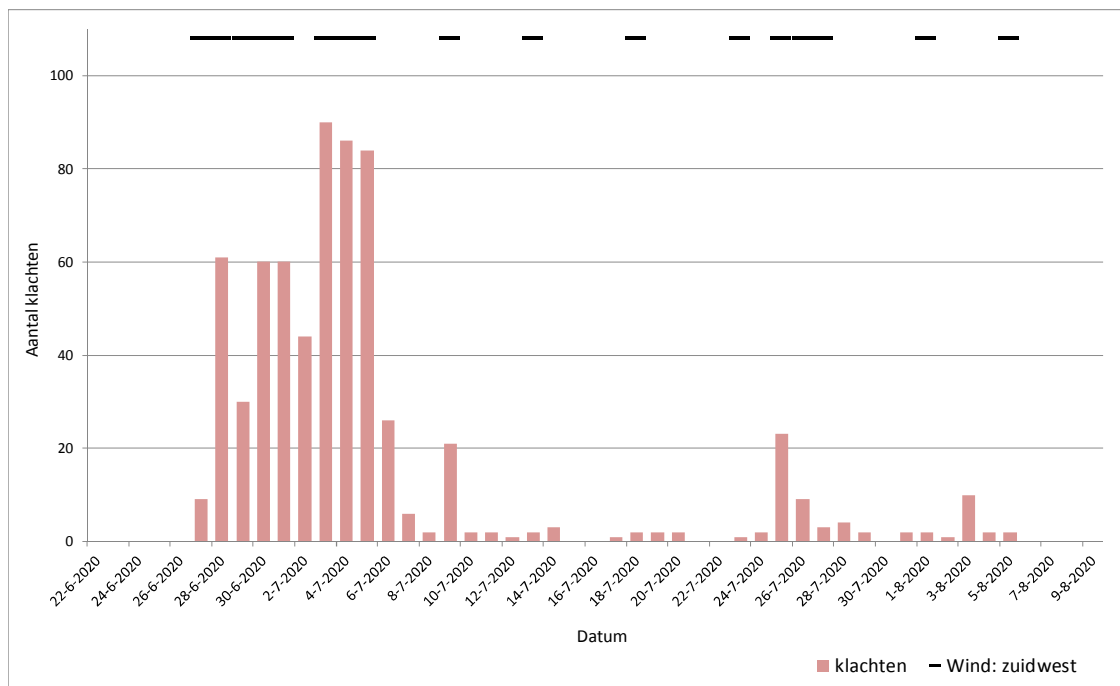


Figuur 5 Retour ontvangen enquêteresultaten (observaties per dag) en de frequentie van hinder

4.1.2 Klachten in deze periode

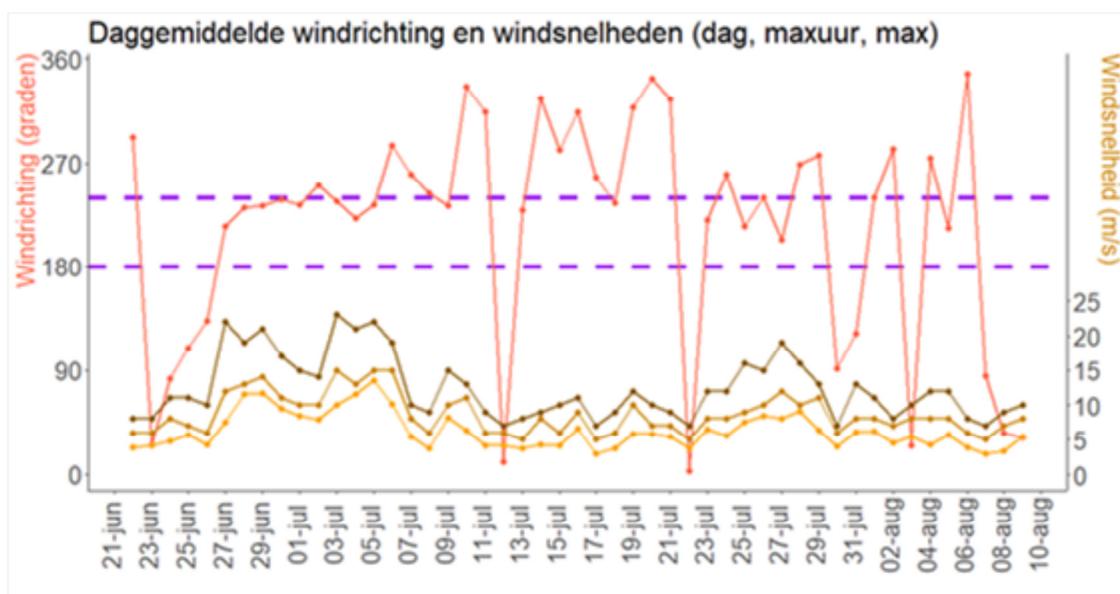
Het patroon in de gerapporteerde hinder volgt in grote lijnen het patroon van de klachten. Zie Figuur 6. De klachtengolf en de hinderpiek zijn te relateren aan de windrichting en de windsnelheid. In Figuur 6 is bovendien met zwarte horizontale strepen aangegeven wanneer de wind uit zuidwestelijke richting (180-240°) kwam.

³ De dip op 17 juli wordt veroorzaakt door het feit dat die dag, onbedoeld, in het enquêteformulier ontbrak. Enige deelnemers hebben die dag zelf aangevuld in de tabel en informatie verstrekt.



Figuur 6 Geregistreerde klachten in de onderzoeksperiode en dagen met kritische windhoek

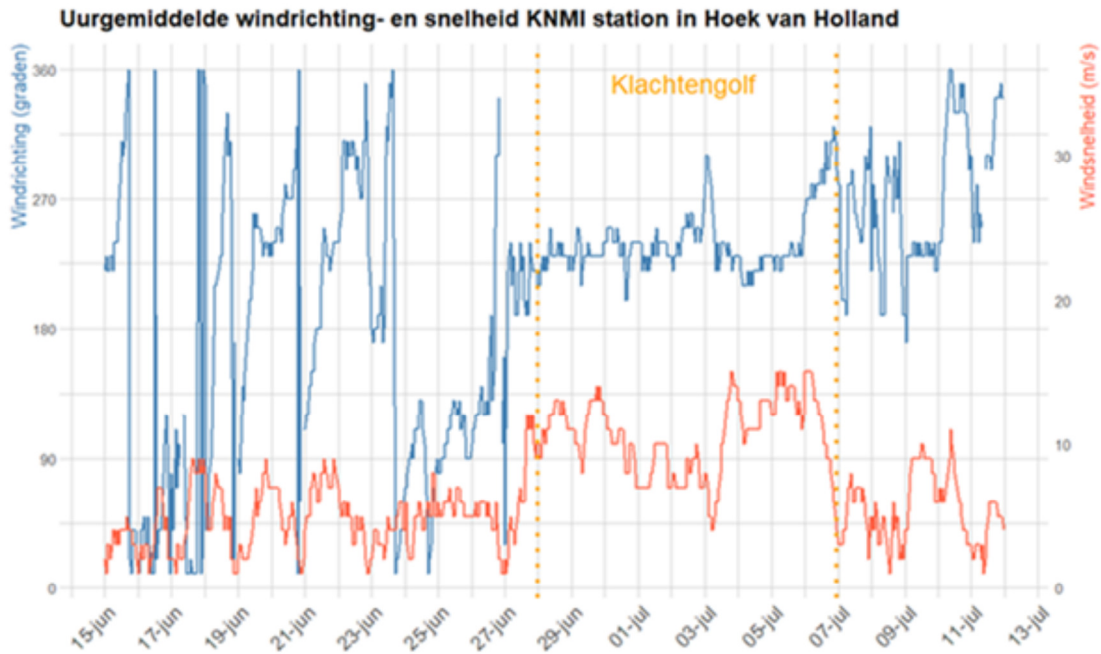
Ook uit de klachtenfiguur blijkt dat er in deze periode stofklachten zijn (weliswaar zeer weinig) als de wind niet afkomstig is uit zuidwestelijke richting. Er wordt ook vrijwel dagelijks wel een klacht geregistreerd. Onder de deelnemers, die bewuster met hinder bezig zijn, wordt buiten de klachtengolven net iets meer hinder geregistreerd.



Figuur 7 Windrichting en windsnelheid in de onderzoeksperiode, getoond wordt de maximale windstoot (bruin), de maximale uurgemiddelde windsnelheid (oranje), en de daggemiddelde windsnelheid (geel).

4.1.3 Windrichting en windsnelheid belangrijke factoren

De windrichting en windsnelheid zijn belangrijke factoren om het merendeel van de hinder en de klachten te verklaren. Dit ligt tamelijk voor de hand en het onderzoek zou juist ook inzicht moeten geven in de uitzonderingen op de regel om de mechanismen die hinder veroorzaken preciezer in beeld te brengen. Dat kan pas als het onderzoek volledig klaar is en alle data zijn geanalyseerd.



Figuur 8 Windrichting en windsnelheid tijdens de eerste klachtengolf in de studieperiode

Het voorlopige beeld staat in Figuur 7 en Figuur 8. In de eerste week van juli komt de wind vrij constant uit richting 245° en is de snelheid regelmatig hoger dan 10 m/s (windkracht 5). Vooral de maximale windsnelheid⁴ per dag loopt op tot 20 m/s (windkracht 8) terwijl de daggemiddelde windsnelheid maar iets hoger is dan 10 m/s.

De grafieken lijken erop te wijzen dat de maximale windstoot een betere voorspeller is dan de gemiddelde windsnelheid, en dat de oorzaak van de hinder dus in zeer korte tijd zou kunnen ontstaan. Dit wordt nader onderzocht door een grotere klachten- en meetreeks te analyseren en daar de meetcijfers bij te betrekken (Deel 2).

Het belang van de wind als oorzaak voor verwaaiend stof wordt ook duidelijk uit een tabel van het KNMI [3]. Zie Figuur 9. Vanaf windkracht 3 zal stof verwaaien en vanaf windkracht 5 is er hinder door opwaaiend stof. Bij de windsnelheden zoals tijdens de klachtengolf zal al het losliggend materiaal verwaaien. Het gaat dan om bodemstof, duinzand, zeetzoutspray uit de branding, vuil en organisch stof en kolen- en ertsstof waar dat aanwezig is.

- Het kolen- en ertsstof dat opgeslagen is bij de op- en overslagbedrijven wordt gefixeerd met korstvormers waardoor de stuifgevoeligheid belangrijk vermindert. Vanaf welke windkracht precies het materiaal alsnog gaat stuiven is onbekend.
- Strand en duinen (vrijwel onbeschermd zand) zullen stuiven maar braakliggend terrein kan beschermd worden door vegetatie (bodembedekkers).
- Tijdig ophouden met werkzaamheden bij verwachte hoge windsnelheden is zeer belangrijk omdat het materiaal tijdens werkzaamheden relatief onbeschermd is (meestal wordt er wel gespreoid).

⁴ De maximale windsnelheid per dag wordt uitgedrukt als een maximaal uurgemiddelde snelheid, of als de sterkste 'windstoot' van die dag – een korte hoge windsnelheid.

Kracht*	Benaming	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (m/sec)	Uitwerking boven land en bij mens
0	stil	0-0,2	rook stijgt recht of bijna recht omhoog
1	zwak	0,3-1,5	windrichting goed af te leiden uit rookpluimen
2	zwak	1,6-3,3	wind merkbaar in gezicht
3	matig	3,4-5,4	stof waait op
4	matig	5,5-7,9	haar in de war, kleding flappert
5	vrij krachtig	8,0-10,7	opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen, gekuifde golven op meren en kanalen en vuilcontainers waaien om
6	krachtig	10,8-13,8	paraplu's met moeite vast te houden
7	hard	13,9-17,1	lastig tegen de wind in te lopen of fietsen
8	stormachtig	17,2-20,7	voortbewegen zeer moeilijk
9	storm	20,8-24,4	schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg, kinderen waaien om
10	zware storm	24,5-28,4	grote schade aan gebouwen, volwassenen waaien om
11	zeer zware storm	28,5-32,6	enorme schade aan bossen
12	orkaan	>32,6	verwoestingen

Figuur 9 Windkracht, windsnelheid in m/s en de optredende effecten

4.2 Het aandeel kolen- en ertsstof

4.2.1 Selectie plakmonsters

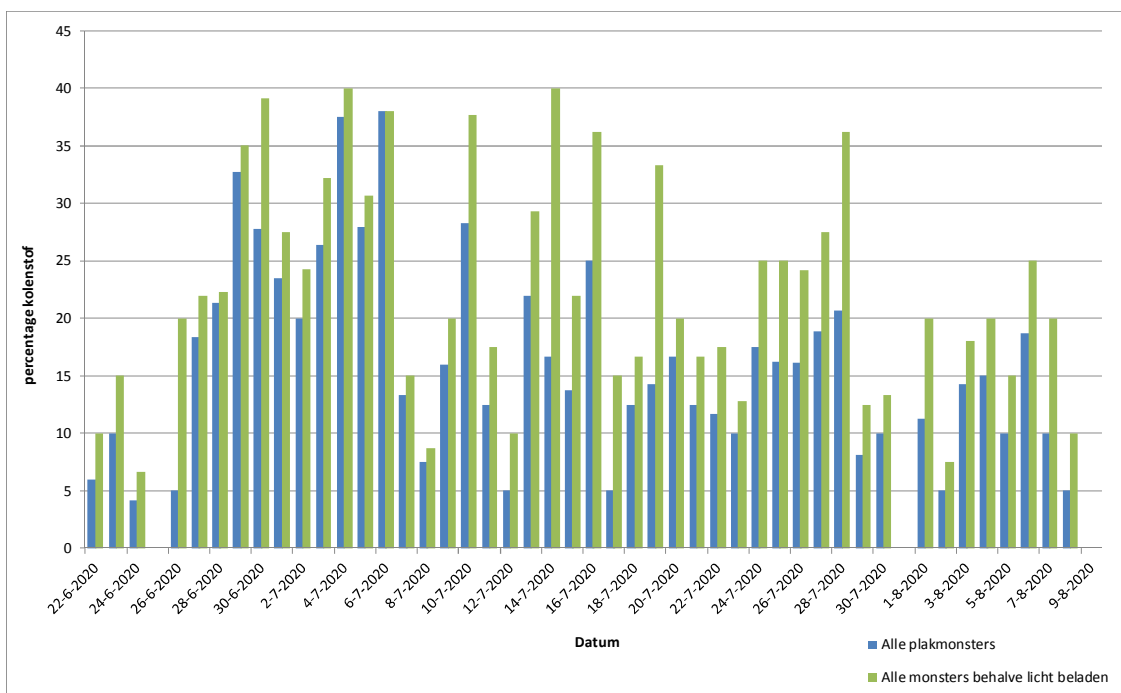
Op de plakmonsters is het aandeel kolen-, erts- en overig stof bepaald. Het gaat dan om deelnemers die én hinder hebben gemeld én een plakmonster hebben ingestuurd. Dat was de werkinstructie in de enquête. In 3.2.4 is besproken dat de interpretatie van sommige zeer licht beladen plakmonsters lastig is. In Figuur 10 wordt het aandeel kolenstof gepresenteerd voor de hele dataset en voor de data met uitsluiting van de nagenoeg lege plakmonsters.

Het wel of niet meenemen van de licht beladen plakmonsters maakt vooral uit op die dagen waar verhoudingsgewijs geen of weinig klachten waren. Tijdens de klachtengolven zijn er weinig licht beladen monsters en is het effect beperkt. Het weglaten van de licht beladen monsters (die desondanks als hinder werden gekarakteriseerd) verhoogt het gemiddelde gehalte kolenstof uiteraard iets (van 18 naar 24% in deze periode).

Verder in dit hoofdstuk worden de licht beladen filters genegeerd, die worden later betrokken bij het onderzoek naar het hindermechanisme (Deel 2).

4.2.2 Samenstelling plakmonsters

De gemiddelde geobserveerde samenstelling van de plakmonsters wordt getoond in Figuur 11. Het gemiddelde gehalte kolenstof in de monsters varieert van 0 tot 40%. Erts wordt veel minder aangetroffen. Dat is zwaarder en verwaait minder makkelijk. Er is een flink deel zand in alle monsters en een redelijk deel overig stof (bodemstof, organisch materiaal, zeezoutspray, vuil).



Figuur 10 Aandeel kolenstof in de plakmonsters: alle plakmonsters <-> alleen de monsters met gemiddelde of hoge belading.

De gevonden resultaten komen redelijk overeen:

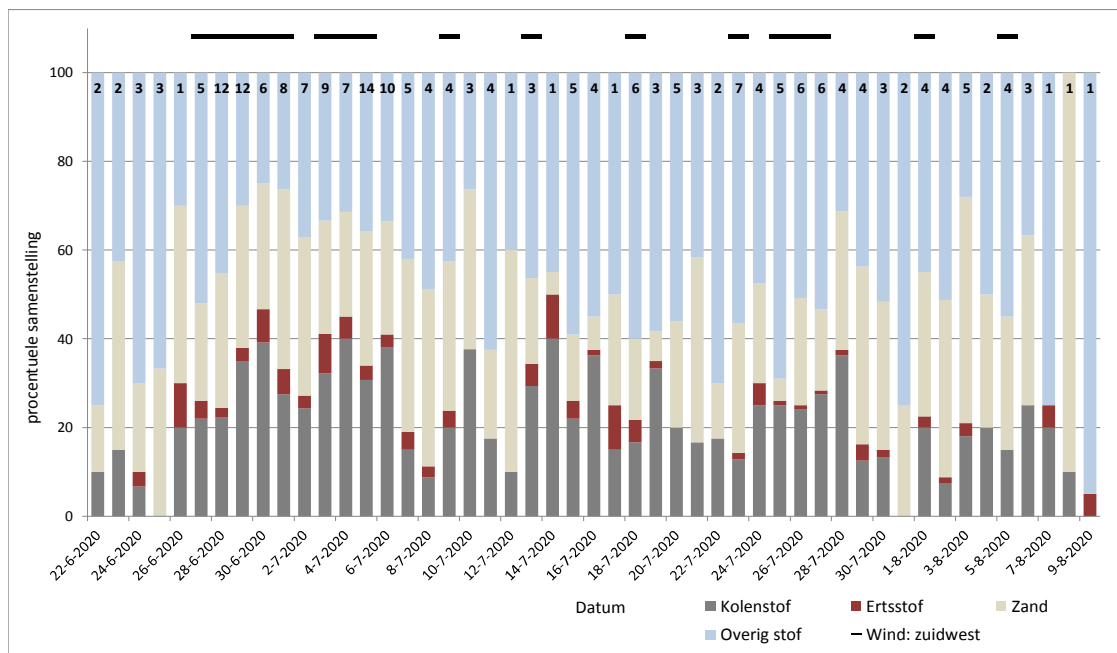
- met de verwachtingen (bij harde wind waait al het losliggende materiaal in omgeving Hoek van Holland); en
- met de chemische analyse die is uitgevoerd op een monster na de eerste klachtengolf (TNO [2]).⁵

In Figuur 11 wordt tevens aangegeven op hoeveel plakmonsters de waarnemingen gebaseerd zijn. Buiten de klachtengolf zijn dit soms weinig monsters. Als we alle dagen met minder dan vier monsters weglaten ontstaan er wat gaten in de reeks maar zeker op de dagen met wind uit het zuidwesten blijft het beeld vrijwel compleet (één missende dag). Zie bijlage B3 Gevoelighedsanalyses.

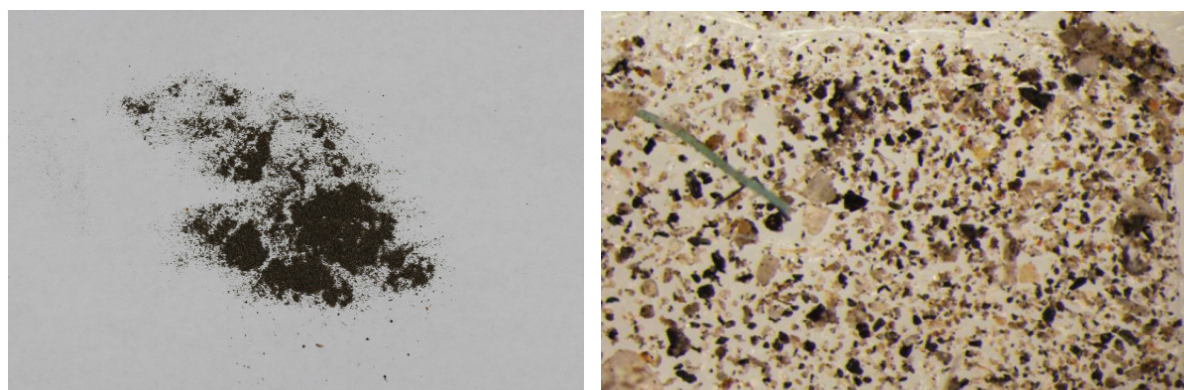
Het gehalte aan kolenstof varieert op elke dag. Of daar een systematische variatie in zit (verspreiding over het dorp, zie bijvoorbeeld Figuur 4) wordt nog onderzocht). De stofgehalten variëren van 0 tot 80%, zie Figuur 13. Hoge uitschieters treden met name op tijdens de dagen dat er ook veel klachten zijn.

Figuur 11 laat zien dat de meerderheid van het bemonsterde stof geen kolenstof is. Zand, bodemstof, organisch materiaal en vuil bepalen voor een groot deel het aangetroffen stof. Dat is ook consistent met de verwachtingen op basis van de kennis van weer en wind (zie 4.1.3) en het blijkt uit de metingen die de bedrijven zelf uitvoeren. Een ogenschijnlijk zwart ‘kolenstof’ monster uit Hoek van Holland blijkt onder de microscoop allerlei materiaal te bevatten. Zie Figuur 12.

⁵ Op 12 juli is een veegmonster genomen in Hoek van Holland en chemisch geanalyseerd. Het aangetroffen stof heeft zich waarschijnlijk op die plek verzameld in de voorliggende dagen.

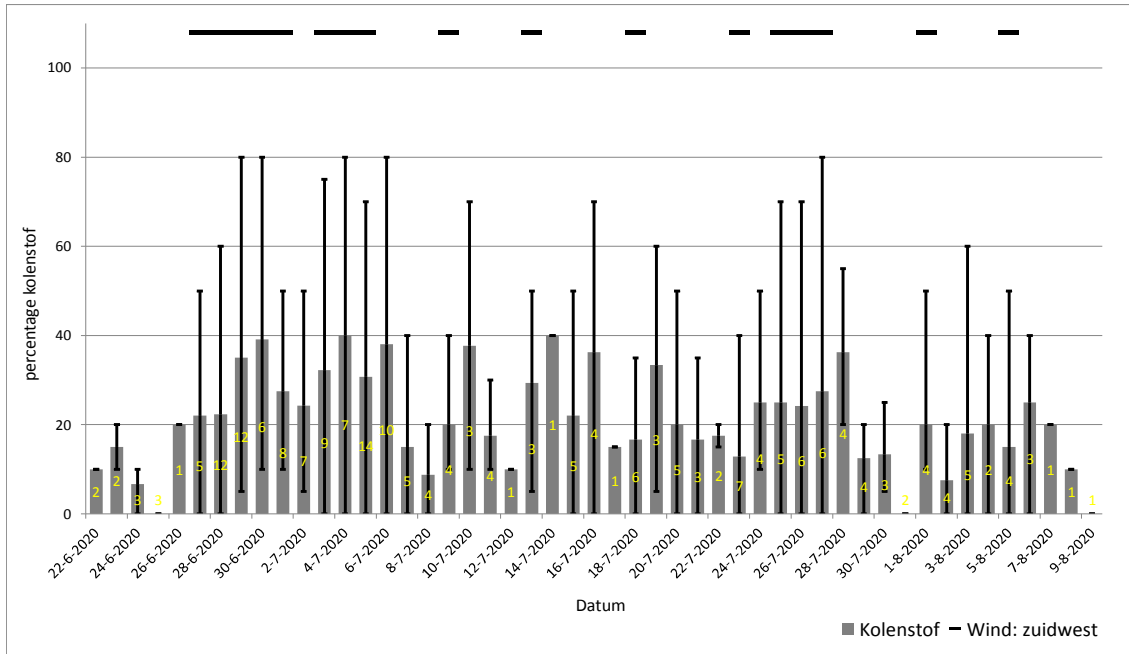


Figuur 11 Gemiddelde samenstelling stof op plakmonsters en dagen met kritische windrichting

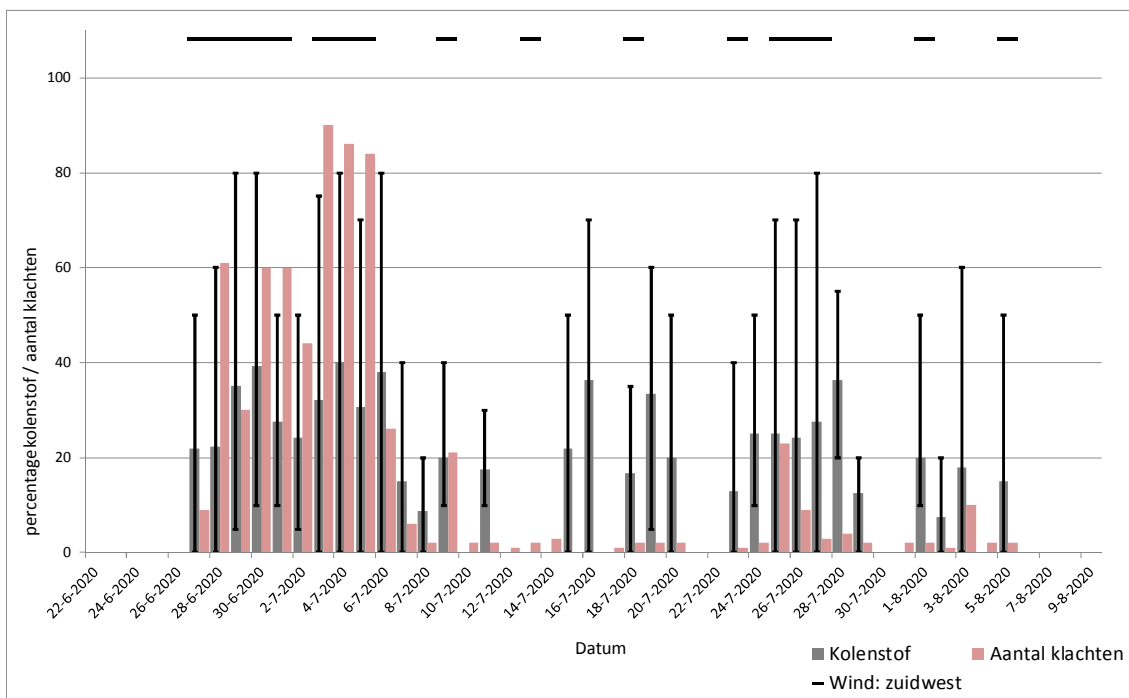


Figuur 12 Verwaaid zwart stof op een witte achtergrond en onder de microscoop (foto TNO [2])

Hoewel kolenstof niet de enige reden is voor hinder en klachten, nemen beide doorgaans wel toe als er meer kolenstof wordt aangetroffen. Zie Figuur 14. Maar gemiddeld is het grootste deel van het aangetroffen materiaal dus geen kolen- of ertsstof. De donkere kleur van kolen overheerst echter in het aangetroffen materiaal. Overigens kan bodemstof en vuil ook een donkere kleur hebben en bijdragen aan de impressie dat het volledig om kolenstof gaat. Roet van verbranding, dat eveneens voor donkere aanslag kan zorgen, draagt hier verder aan bij.



Figuur 13 Gehalte kolenstof en de dagelijkse variatie (min – max); dagen met een kritische windrichting; en aantal monsters waarop de waarneming gebaseerd is.



Figuur 14 Combinatie van klachten en percentage kolenstof, op dagen met meer dan 3 plakmonsters.

In bijlage B3 Gevoeligheidsanalyses worden versies van de grafieken getoond zonder en met de dagen met minder dan vier waarnemingen.

4.2.3 Wel kolenstof, geen wind uit de kritische hoek?

Op een aantal dagen wordt kolenstof aangetroffen terwijl de wind niet afkomstig is uit de windhoek van de op- en overslagbedrijven. Dit kan stof zijn dat de vorige of voorgaande dagen al is neergedaald, of zich eerder op een andere plaats verzameld heeft. Zoals een van de deelne-

mers opmerkt “zelfs met westenwind, van daken afkomstig?”. Bijvoorbeeld 15 en 16 juli zijn opvallende momenten (zie Figuur 14): er zijn meerdere waarnemingen, aanzienlijke gehalten kolenstof, en wind uit de ‘verkeerde’ hoek. Er zijn een aantal gevallen waar de deelnemers niet de vorige dagen hun testplek hebben bekeken (bijvoorbeeld door vakantie), maar er zijn ook een aantal gevallen waar dat wel zo was en waar de herkomst van het stof op die momenten daarmee onverwacht is. Meestal gaat het om lage percentages kolenstof waarvan de herkomst op die momenten niet duidelijk is. Dit behoeft meer aandacht als alle data compleet zijn.

4.3 Mogelijke oplossingen?

Hoewel nog niet alle materiaal uitputtend is onderzocht, zijn er een aantal aanwijzingen voor oplossingsrichtingen om de ervaren hinder te verminderen. We concentreren ons hier op hinderincidenten bij harde wind met windgedreven stof; daarover is op dit moment de meeste informatie.

- Een deel van het stof zal onvermijdelijk zijn (strand, branding) maar ander bodemstof kan mogelijk verminderd worden als in het havenindustriegebied zoveel mogelijk braak terrein wordt ingezaaid met bodembedekkers.
- Niet alle stof is kolen en erts, in de voorlichting kan een deel van de zorgen (niet van het ongemak!) mogelijk worden weggenomen met communicatie.
- Er is een duidelijke relatie tussen het aandeel kolenstof en de ervaren hinder. Het verder terugdringen van de stofemissies bij verwachte harde wind uit de kritische hoeken zal de hoeveelheid stof verminderen, en de beleving van de ernst van de situatie mogelijk verbeteren.

5 Conclusies

Het burgeronderzoek is onder lastige omstandigheden uitgevoerd en de begeleiding van de deelnemers was door de coronamaatregelen noodgedwongen extensief en op afstand.

Desondanks kon een groot aantal monsters worden verzameld die inzicht geven in de samenstelling en de herkomst van het stof dat op verschillende plaatsten en verschillende momenten hinder veroorzaakt in Hoek van Holland. Deze hindermeting geeft aanvullend inzicht boven op de klachten die DCMR registreert.

Het onderzoek geeft geen inzicht in de hoeveelheid stof die neerdaalt.

Het aangetroffen stof bevat gemiddeld 0 tot 40% kolenstof, met uitschieters (zoals tijdens de klachtengolf) tot 80% op sommige plaatsen. Ook tijdens de klachtengolven, op momenten dat er veel hinder is, zijn er mensen die geen hinder ervaren. Hinder is een subjectief begrip.

Ook op momenten dat de wind niet uit het zuidwesten komt wordt hinder ervaren. Soms al bij zeer kleine hoeveelheden stof (zoals blijkt uit de plakmonsters). In hoeverre de aandacht voor, de stofoverlast hier een rol bij speelt is niet duidelijk.

De kleur van het stof speelt een rol: donkergrijs of zwart stof draagt bij aan het hinderlijke karakter. Zelfs op momenten met veel kolenstof is het meeste stof (gemiddeld) iets anders: zand en bodemstof, vuil, en dergelijke. Die samenstelling is te begrijpen uit het feit dat bij harde wind, al het losliggende materiaal (niet alleen kolen- en ertsstof) stuift.

Ook al is het stof donker van kleur, het aandeel kolenstof is vaak minder dan de helft (de periode met harde zuidwestenwind uitgezonderd). Ook bodemstof kan donker van kleur zijn, verder is er relatief weinig kolenstof nodig om een monster donker te laten kleuren.

Harde wind speelt een rol bij het merendeel van de overlast. Proactief reageren door de op- en overslagbedrijven bij harde zuidwesten wind kan mogelijk tot verbeteringen leiden.

Het feit dat ook zand en bodemstof bij harde wind een flink deel van het stof en de ervaren hinder uitmaken suggereert dat er naast maatregelen om het aandeel kolenstof terug te dringen mogelijk ook verbeteringen te verwachten zijn van bijvoorbeeld het inzaaien van braakliggend terrein.

6 Literatuur

1. Özdemir, Emre en anderen. 2020. Trend luchtkwaliteit Hoek van Holland - Hinder en langdurige blootstelling. DCMR/GGD.
2. TNO. 2020. Bepaling van de samenstelling van zwart gekleurd stof afkomstig uit Hoek van Holland en vergelijk met kolen en ijzerertsreferentiemateriaal. TNO-rapport TR 2020-0064.
3. KNMI. Definities van windkrachten met de Beaufortschaal. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/windschaal-van-beaufort> (bezoekt 2-10-2020).

Bijlagen

B1 Onderzoeksvoorstel stofwerkgroep



Notitie

Aan

Werkgroep stofhinder

Kopie aan

Frank Faber, Emre Ozdemir

Datum	Documentnummer	Project	Autour
3 maart 2020	22284329		Sef van den Elshout

Onderwerp

Stofhinder onderzoek Hoek van Holland – v2

Aanleiding

De fijnstofmetingen in Hoek van Holland laten langzaam dalende concentraties zien. Toch geven bewoners aan dat er de laatste jaren meer stofoverlast is en in elk geval is er meer onrust over overlast.

Hinder en grof stof

Overlast is een subjectief begrip. Dat wil zeggen dat een zelfde hoeveelheid stof, bij de een tot hinder kan leiden en bij een ander onopgemerkt blijft. Daar komt bij dat niet iedereen dezelfde hoeveelheid stof kan waarnemen (de gemiddelde waarnemingsdrempel is 0,1 g/m²) en dat de zichtbaarheid van stof onder andere afhankelijk is van de ondergrond.

Stofoverlast wordt over het algemeen veroorzaakt door het grovere zichtbare stof. Fijnstof is normaal gesproken niet zichtbaar. Als fijnstof of roet neerslaat met bijv. regen of mist (of langs de kust, met spray uit de branding) kan het tot zwarte (vettige) aanslag leiden. Op die manier wordt fijnstof zichtbaar en kan dan bijdragen aan de ervaren overlast.

Wat meet DCMR

Het luchtmeet van DCMR is vooral georiënteerd op fijnstof, zoals vastgelegd in de luchtkwaliteitwetgeving. Dit heeft twee redenen:

- Fijnstof is wettelijk genormeerd en moet gemonitord worden;
- Fijnstof kan verder doordringen in het lichaam en effect op de gezondheid hebben.

Vanuit de luchtkwaliteitwetgeving is er meer aandacht voor gezondheid dan voor hinder.

Naast de continue fijnstofmonitoring, heeft DCMR van (1995) tot en met 2015 in Hoek van Holland totaalstof (dat bevat naast fijnstof ook het iets grovere materiaal) en zware metalen gemeten. Deze metingen zijn gestaakt, omdat bedrijven en zeevaart een aantal maatregelen genomen hadden en de metalenconcentraties al jaren laag waren en de kosten hoog.

Hinder is om genoemde redenen (subjectiviteit, oriëntatie op gezondheid) nooit 'gemeten' zoals fijnstof wel gemeten wordt. In de vergunningen van diverse bedrijven zijn voorschriften opgenomen om de hinder zoveel mogelijk te beperken. Klachten worden bij DCMR geregistreerd als maat voor hinder en overlast. Klachten over stofoverlast zijn de afgelopen jaren (behalve bij het incident op 10 augustus 2019) nauwelijks aan de DCMR gemeld (zie bijlage 1 voor een overzicht). Hierdoor gaf de klachtenregistratie van de DCMR geen aanleiding te denken dat stofhinder een probleem was. Als bestaande hinder in die periode echter niet gemeld is, is de klachtenregistratie uiteraard niet goed bruikbaar als maat voor hinder.

Klachten over stoffinder (of andere milieuklachten) kunnen altijd bij DCMR gemeld worden, **ook tijdens de duur van dit onderzoek**. Zoals hiervoor gezegd, de klachtenregistratie is voor DCMR een belangrijke informatiebron.

Wat is de overlast

In augustus 2019 is er ernstige hinder door zwart stof gemeld bij DCMR. Er was sprake van een uitzonderlijke sterke wind.. DCMR heeft toen vastgesteld dat er sprake was van kolenstof. In de bespreking van dit incident kwam naar voren dat er vaker sprake is van zwart stof, soms ook van vettig stof dat met zeep verwijderd moest worden. Als het stof vettig is, is het onwaarschijnlijk dat dat (alleen) kolenstof is; roet van verbrandingsprocessen/uitlaatgassen is dan de waarschijnlijke bron en/of speelt dan ook een rol. In het algemeen gaat het dus om zwart stof waarvan de herkomst niet altijd bekend is.

Welke hinderstoffen verwachten we in HvH in de lucht en hoe kunnen we dit meten?

- kolen, erts, agribulk, (duin)zand, vliegias
- roet (raffinaderij, schepen, mobiele werktuigen in de haven, lokaal verkeer)
- pollen (in het voorjaar)

Er zijn verschillende manieren om stof te analyseren. Plakmonsters kunnen beoordeeld worden onder een microscoop om te bepalen of er erts, kolen, zand, enz. in zit. Veegmonsters kunnen eventueel chemisch geanalyseerd worden. Beide methodes werken het beste als er één of enkele uitgesproken bronnen zijn. In Hoek van Holland is sprake van een complexe situatie met veel bronnen, met deels dezelfde chemische samenstelling. Het is onwaarschijnlijk dat analyses eenduidige bronnen aanwijzen.

Onderzoeksvoorstel

Doel van het onderzoek: *inzicht in de hoeveelheid neerdalend stof, de samenstelling van het stof en de ervaren hinder door de bewoners van Hoek van Holland*

Om zo goed mogelijk beeld te krijgen is een combinatie van drie onderzoeken nodig.

1. DCMR-metingen

Aanvullend op de reguliere metingen in Hoek van Holland worden de volgende metingen uitgevoerd:

- Er wordt weer een jaar totaalstof gemeten om te onderzoeken of de dalende trends uit het verleden zich hebben voortgezet.
- Ook worden de metalenanalyses nogmaals voor een jaar herhaald.
- De trends van totaalstof, fijnstof PM10, PM2.5, roet en metalen worden per windrichting sector geanalyseerd.

Hiermee kan vastgesteld worden uit welke windrichtingen de hoogste concentraties en de hoogste metaalbijdragen kwamen en komen.

2. Bedrijfsmetingen

Meetcijfers van de meetnetten van EMO en EECV worden geanalyseerd om relaties te leggen tussen windsnelheid en windrichting enerzijds en op het bedrijf gemeten concentraties anderzijds. De metingen van de bedrijven worden ook gecorreleerd met de DCMR-metingen.

3. Burgermetingen van hinder

Zoals eerder aangegeven is hinder niet objectief vast te stellen. Een bepaalde hoeveelheid stof staat niet gelijk aan een bepaalde hoeveelheid hinder. De enige manier om zicht te krijgen op de ervaren hinder, is door het bijhouden van waarnemingen en klachten op een structurele manier. Hiervoor wordt aan circa 20 inwoners (15 is het minimum; we starten met maximaal 30 deelnemers om bij eventuele uitval voldoende deelnemers over te houden) van Hoek van Holland gevraagd om een dagboek bij te houden gedurende 3 maanden. Om zo systematisch mogelijk informatie te verzamelen wordt een vast waarnemings-/schoonmaakschema voorgesteld voor alle deelnemers. Zie bijlage 2.

De deelnemers worden gerekruteerd door de gebiedscommissie. DCMR zorgt voor publiciteit (o.a. Hoekse Krant, WOS).

Tijdpad

Ervaringen uit het verleden leren dat de periode maart-april een geschikte meetperiode is voor de hinder metingen. Er is dan af en toe nog steeds harde wind, maar mensen komen ook regelmatig buiten en ondervinden hinder (ervaringen uit het verleden bij Tata Steel). In Hoek van Holland werd gesuggereerd dit vooral 's zomers te doen als mensen veel buiten zijn.

In overleg is besloten de meetperiode van medio april tot de vakantieperiode in juli te laten lopen.

Deelonderzoeken

- DCMR heeft nog enige tijd nodig om de uitgebruik gehaalde apparatuur weer operationeel te krijgen maar eerste helft maart lijkt een haalbaar startmoment.
- Bedrijven hebben aangegeven data in principe op te slaan maar hebben nog geen export module om de data op geschikte wijze te exporteren. Dit zou voor begin maart te realiseren moeten zijn?
- Hinder metingen, starten medio april en worden in de loop van het onderzoek geëvalueerd. De minimumduur is drie maanden, metingen worden eventueel na de zomer weer hervat, als meer informatie nodig blijkt.

Producten en communicatie

DCMR analyseert beschikbare data en koppelt het terug aan de werkgroep stofoverlast en verzorgt een of meer voorlichtingsavonden voor de bewoners in de loop van 2020. Afhankelijk van de uitkomsten worden eventuele vervolgstappen geïdentificeerd. Met het oog op de betrokkenheid van de burgermeters worden zeker in de begin fase een aantal bijeenkomsten georganiseerd.

Voorstel:

Bij de start	Voor meetgroep: Introductie en uitleg over het doel, de dagboekjes en manier waarop het materiaal weer verzameld wordt
Na 2 weken	Voor meetgroep: Bespreken dagboekjes tot dan toe. Is alles duidelijk, krijgt DCMR wat men verwacht, enz.
Na 4 weken	Voor meetgroep en anderen: Publieksavond over de luchtkwaliteit in Hoek van Holland door de jaren heen Voor werkgroep stofoverlast: Voortgangsbespreking, eventuele aanpassingen
Na 10 weken	Voor meetgroep: Eerste resultaten Voor werkgroep stofoverlast: Voortgangsbespreking besluit over afronding (week 12) hindermetingen of vervolg
Na zomervakantie	Voor meetgroep en anderen: Publieksavond over de resultaten van het project Voor werkgroep stofoverlast: Conclusies trekken

Er wordt contact gelegd met de wethouder om bij een bijeenkomst aanwezig te zijn.

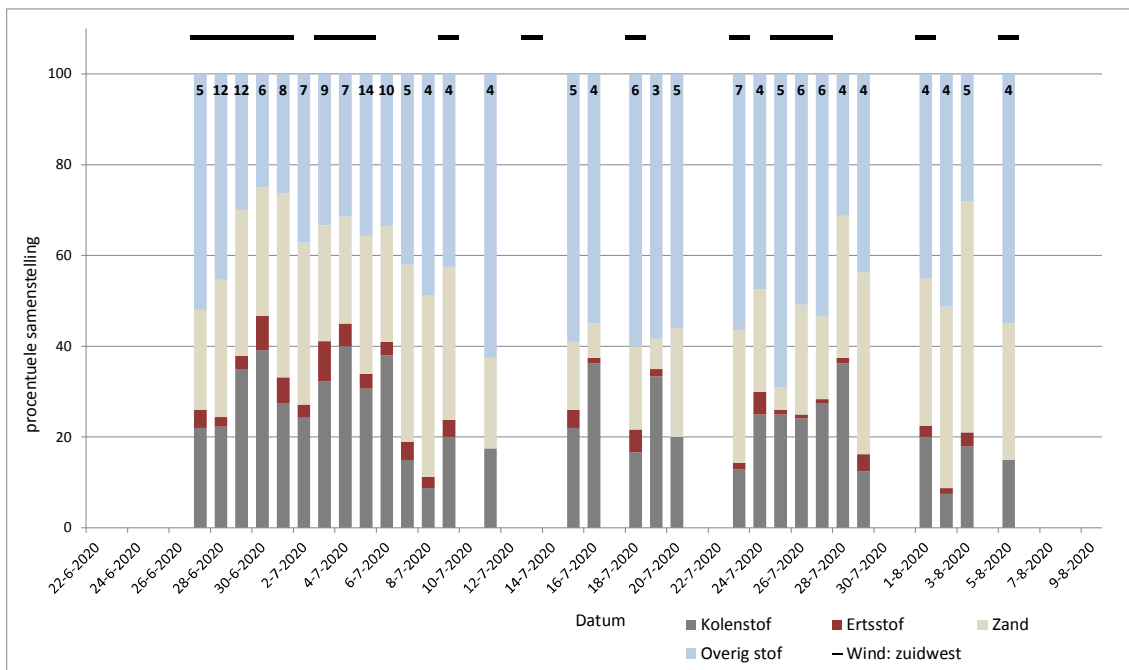
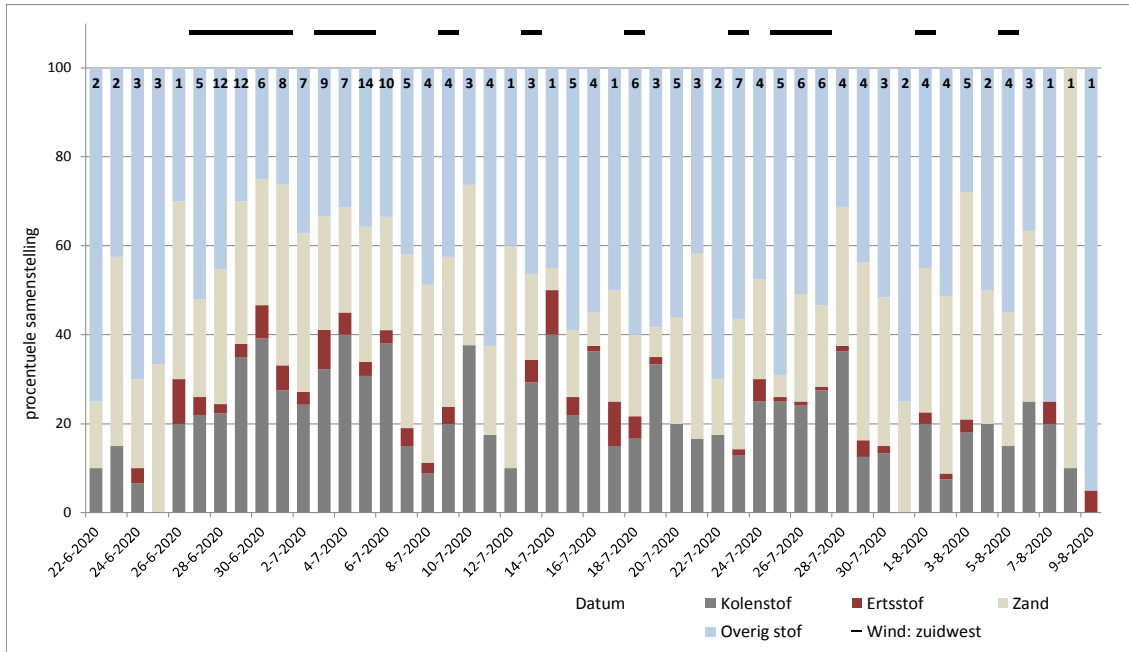
B2 vragenlijst deelnemers

Invulschema stofonderzoek..... Deelnemersnummer

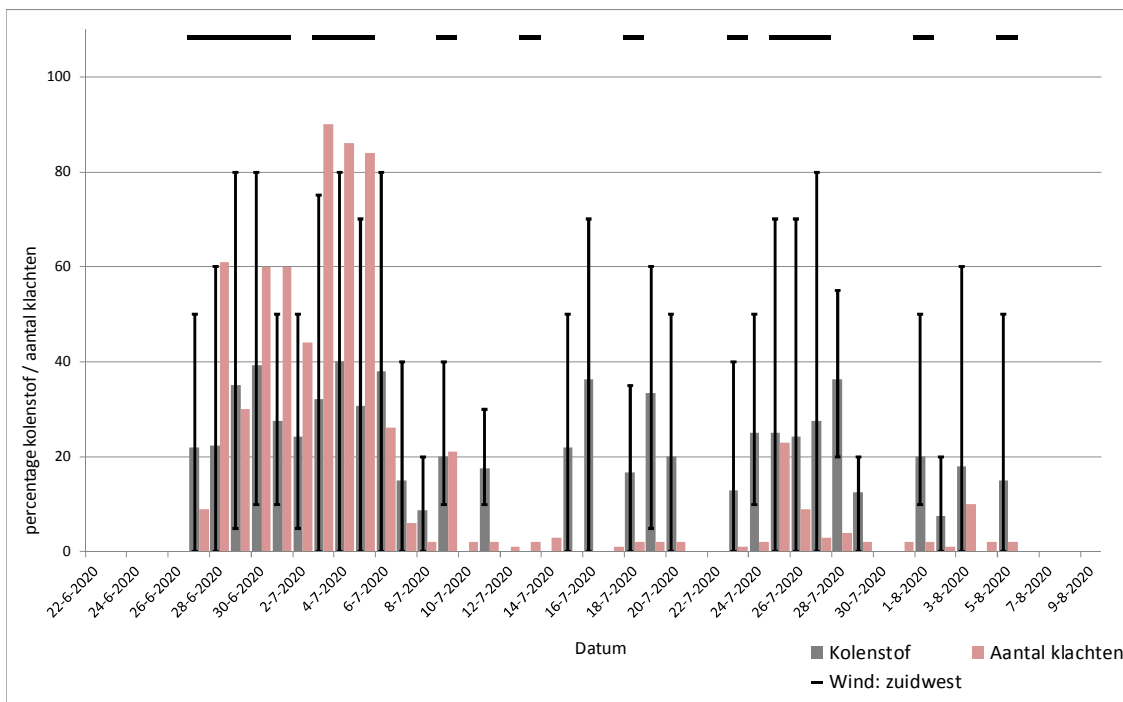
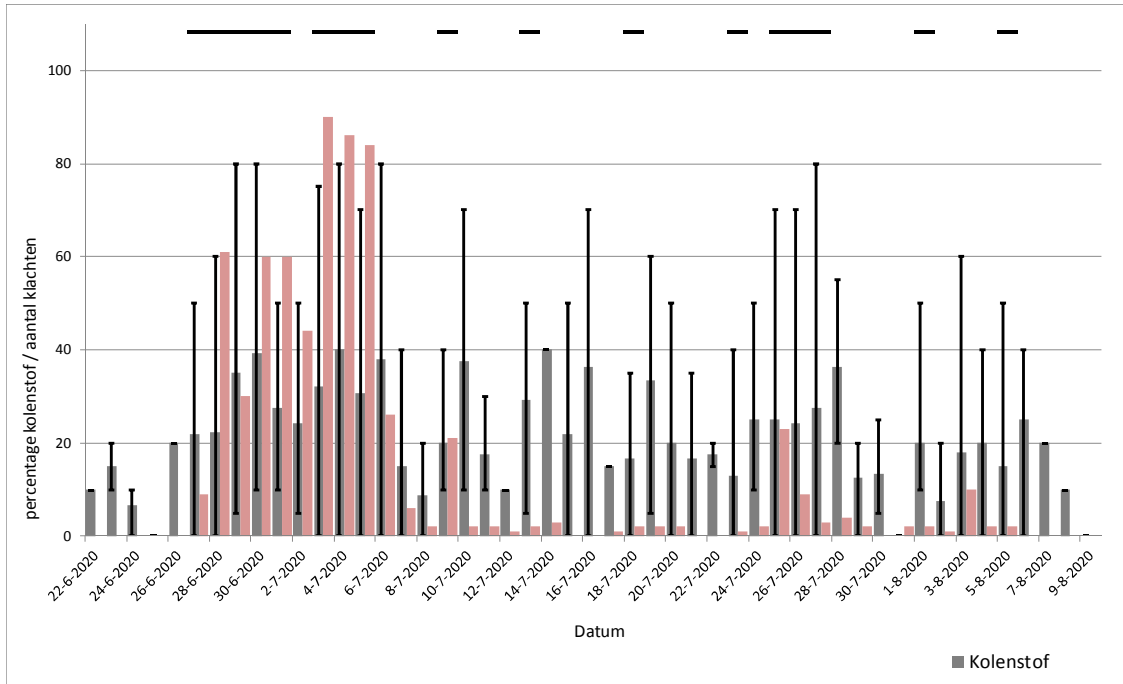
Streep door wat niet van toepassing is.

Datum	Stap 4				Stap 5 Alleen als er stof zichtbaar is!		Stap 6 Alleen bij hinder!		Opmerkingen. (Probeer zo specifiek mogelijk te zijn!)
	Testopper- vlak beke- ken?	Tijd	Heeft het geregend sinds de vorige keer dat u keek?	Is er zicht- baar stof op het testop- pervlak?	Welke kleur heeft het stof?	Vindt u het stof hinder- lijk?	Is het stof plak- kerig of vettig?	Plakmon- ster geno- men?	
10-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
11-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
12-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
13-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
14-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
15-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
16-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
17-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
18-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	
19-08-2020	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee		Ja / Nee	Ja / Nee / weet ik niet	Ja / Nee	

B3 Gevoeligheidsanalyses



Figuur 11 Gemiddelde samenstelling stof op plakmonsters en dagen met kritische windrichting - boven; en selectie dagen met meer dan 3 plakmonsters - onder.



Figuur 14 Combinatie van klachten en percentage kolenstof, alle dagen - boven; selectie dagen met meer dan 3 plakmonsters – onder.