

Overlast door houtrook; onderzoek naar het meten van fijn stof als hulpmiddel bij het beoordelen van klachten over houtstook

Groningen, oktober 2015

Frans Greven (GGD Groningen)

Wanda Reen (GGD Groningen)

Gerard Hoek (IRAS, Universiteit Utrecht)

Nellie Hagedoorn (GGD Groningen)

Martin Katoele (GGD Drenthe)

Nienke Vink (GGD Groningen)

Frans Duijm (GGD Groningen)



Academische Werkplaats
MILIEU EN GEZONDHEID

GGD Groningen in samenwerking met GGD Drenthe en GGD Fryslân

Postbus 584, 9700 AN Groningen milieu@ggd.groningen.nl

Voorwoord

Aan houtstook zijn intense emoties verbonden en houtrook kan heftige reacties oproepen zowel lichamelijk als psychosociaal. Maatschappelijk vormen houtkachels, vuurkorven, enzovoorts een heet hangijzer. Medisch milieukundigen van GGD'en spelen een rol bij het beoordelen van klachten over houtrook. Gemeenten hebben een taak in het beperken van overlast. De vereniging voor Milieuprofessionals (VVM) heeft een handreiking 'Houtstook door particulieren, hoe voorkom je overlast' ("Toolkit") opgesteld, waarin een aantal belangrijke punten staan beschreven over onder andere goed stookgedrag, betere communicatie tussen stoker en klager en het inzetten van juridische instrumenten. In deze handreiking wordt ook genoemd dat het meten van fijn stof als hulpmiddel gebruikt kan worden bij de beoordeling van houtrook. Ervaring met dit hulpmiddel was niet aanwezig bij GGD'en en gemeenten.

In het kader van de Academische Werkplaats Milieu & Gezondheid heeft de GGD Groningen begin november 2014 subsidie gekregen voor een deel van de kosten van een eerste verkennende studie om na te gaan hoe bruikbaar eenvoudige en betaalbare op de markt verkrijgbare meetapparaten zijn in het geval van klachten over houtrook van burens. Met de GGD'en in Drenthe en Friesland is afgesproken samen te werken in de uitvoering van het onderzoek. Het IRAS, Universiteit Utrecht (Gerard Hoek) heeft inhoudelijk geadviseerd. Handhavers van gemeenten in Noord Nederland hebben geadviseerd over de uitvoering van het project.

Eerst zijn een aantal meldingen van burgers binnengekomen die uit zichzelf een klacht indienden bij een gemeente in een van de drie noordelijke provincies. Dit aantal was echter te klein om voldoende geschikte gevallen voor het onderzoek te verkrijgen. Daarom is publiciteit gezocht via regionale media. Dit riep veel reacties op, waaronder veel meldingen. Maar ook bijvoorbeeld een *online* opiniepeiling door het Dagblad van het Noorden met 1 dag tijd om te reageren (13-14 februari 2015). Het aantal respondenten was opvallend groot: 1086 vergeleken met de aantallen respondenten op andere dagen. De stelling en de reacties luiden als volgt.

De GGD gaat onderzoek hoe de overlast van de rook van houtkachels te meten is.
Houtrook geeft gezelligheid in een woonwijk.
Eens 16%; oneens 84%.

De vraagstelling en sommige reacties duiden erop dat er niet weinig mensen zijn die houtrook positief vinden. Maar naast de meldingen uit de regio met veelal schrijnende verhalen, waren er zelfs van elders in het land nogal wat reacties van wanhopige burgers. De meeste van hen bleken niet op de hoogte van de mogelijkheden die genoemd zijn in de VVM-toolkit. Gezien hun verhalen zullen zij waarschijnlijk die mogelijkheden echter niet als echt bruikbaar ervaren. De meeste hadden al geen goede verstandhouding met de stoker en voor een juridische benadering schrokken zij terug.

In maart is het veldwerk begonnen. In tegenstelling tot sommige verwachtingen bleek het tot aan de zomer mogelijk om deelnemers te vinden die ondanks het mooie weer last hadden van rook van een houtkachel in de buurt. Het onderzoek liep enigszins anders dan beoogd doordat een van de onderzoekers door een gezondheidsprobleem langdurig niet beschikbaar was. Met een kleine vertraging is deze rapportage toch gereed gekomen.

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
Samenvatting.....	7
Inleiding.....	9
Houtstook.....	9
Gezondheidseffecten	10
Epidemiologisch onderzoek naar effecten van houtrook.....	14
<i>Experimentele blootstelling aan houtrook</i>	15
Fijn stof in houtrook.....	16
Fijn stof en toetswaarden.....	16
Fijn stof achtergrondgehalten.....	17
Regelgeving met betrekking tot hinder en schade	18
Toolkit.....	19
Beoordeling	20
Meetapparaten	20
Opzet, methoden en technieken.....	23
Opzet	23
Doelstelling.....	23
Vraagstelling.....	23
Uitvoering.....	23
Werving deelnemers	24
Selectieprocedure	25
Gegevensverzameling	25
Luchtkwaliteit.....	25
Conversie.....	26
Ijking.....	27
Overlast	27
Meteorologische gegevens	28
Statistiek.....	28
Resultaten	29
Populatie	29

Overlast	30
Atal: momentane metingen fijn stof (Atal)	32
Concentratie fijn stof (Dylos).....	32
Relatie uurgemiddelden PM2.5 en overlast.....	34
PM2.5-concentraties Pasen 2014.....	40
Relatie voortschrijdende 24-uursgemiddelden PM2.5 en overlast	41
Relatie PM2.5 windrichting	42
Relatie PM2.5 en luchtvochtigheid	42
Discussie	43
Atal: momentane metingen	44
Dylos: PM2.5 en overlast.....	44
Dylos: PM2,5 overschrijding advieswaarde.....	45
Atal en Dylos: duiding van concentraties	46
Conclusies.....	48
Implementatie.....	49
Aanbevelingen.....	49
Literatuur.....	50
Bijlage 1: Oproep voor deelname gericht aan gemeenten.	55
Bijlage 2: Toestemmingsformulier	56
Bijlage 3: Informatie over het onderzoek voor deelnemers	57
Bijlage 4: Protocol huisbezoeken	60
Bijlage 5: Overzicht recente publicaties met conversiemethodes.....	67
Bijlage 6: Logboek.....	69
Bijlage 7: Voortschrijdend 24-uursgemiddelde PM2.5, WHO-advieswaarde	76
Bijlage 8: Onderzoekspopulatie.....	79
Bijlage 9: Tekstfragmenten geknipt uit aantal aanmeldingen	81

Samenvatting

Houtrook in de woonomgeving veroorzaakt veel klachten. De stokers zijn het op veel locaties met de klagers niet eens over de ernst van het probleem. Over de beoordeling hebben ook overheden en rechters geen duidelijkheid. In de verkennende studie naar overlast van houtrook is onderzocht hoe bruikbaar eenvoudige en betaalbare op de markt verkrijgbare meetapparaten zijn in het geval van klachten over houtrook van burens. Daartoe zijn een Atal IAQ PM2.5 en een Dylos DC 1700 aangeschaft. Beide apparaten zijn bedoeld om de fractie PM2.5 in fijn stof te meten.

Het onderzoek bestond uit metingen van fijn stof (PM2.5), kortdurend (Atal) en gedurende een week (Dylos) in een open raam of onder een afdakje van het huis van klagers. De klagers hielden ook een logboek bij van de mate van overlast, zowel geurhinder als gezondheidsklachten. Ook hebben ze diverse vragenlijsten ingevuld.

Het onderzoek was gericht op de volgende vragen.

- Gaan hoge overlast-scores gepaard met hoge PM2.5-concentraties?
- Gaan hoge PM2.5-concentraties gepaard met hoge overlast-scores?
- Draagt het onderzochte gebruik van een Atal of Dylos PM2.5-meter bij aan een beter onderscheid tussen acceptabele en niet-acceptabele situaties?

Bij de onderzochte groep werd in het algemeen geen consistente samenhang gezien tussen de ervaren overlast en de fijn stof meetresultaten. In de individuele situatie met klachten over houtrook geeft een meting van PM2.5 gedurende een week met de Dylos geen informatie die meerwaarde heeft ten opzichte van een vragenlijst of logboek. Dit geldt ook voor een meting met een Atal IAQ PM2.5 tijdens een tevoren afgesproken huisbezoek. De metingen lijken nauwelijks een diagnostische, voorspellende waarde te hebben. In de gekozen opzet zijn de onderzochte meetapparaten niet zonder meer bruikbaar om te bepalen of een situatie waarover klachten bestaan wel of niet acceptabel is. Nader onderzoek in deze richting dient zich te richten op validatiewerk, want het lijkt erop dat de absolute waarden in het huidige onderzoek nog onvoldoende zeker zijn.

De met de Dylos gemeten en omgerekende concentraties PM2.5 zijn soms opvallend hoog met waarden tot ruim 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit kan ten dele liggen aan de omrekenfactor die aan de hoge kant was bij vergelijking met een gekalibreerd meetapparaat van Lighthouse. De factor die Dylos opgeeft om de gemeten aantallen deeltjes om te rekenen in het gewicht van die deeltjes is niet onderbouwd en is onderwerp van een wetenschappelijk discussie.

Als voortschrijdend 24-uursgemiddelde is de concentratie PM2.5 op sommige locaties regelmatig hoger dan de gezondheidkundige advieswaarde van de WHO. Ook al zijn de werkelijk concentraties wat lager dan de gemeten waarden, dan wijzen ze nog wel op een serieuze verontreiniging. Het is mogelijk dat de geconstateerde pieken afkomstig zijn van naburige houtkachels. De meetwaarden zijn wat hoger wanneer de windrichting gemeten op een KNMI-station zodanig is dat de woning van de klager benedenwinds ligt van de houtkachel waarover klachten bestaan.

Een nevenbevinding is de mate waarin veel mensen houtrook als een probleem ervaren. Verder blijkt dat velen vinden dat de overheid tekort schiet wanneer zij daar om hulp of maatregelen vragen. De juridische mogelijkheden die beschreven zijn in toolkit *'Houtstook door particulieren, hoe voorkom je overlast'* bieden kennelijk geen oplossing.

Gezien de hoge pieken met mogelijk grote overschrijdingen van de WHO-advieswaarde die op sommige locaties zijn gemeten, is het raadzaam nader onderzoek te richten op dit aspect. Het meetapparaat van Dylos lijkt daartoe geschikt maar dan zijn bovendien metingen nodig met een goed geijkt apparaat om een correcte omrekenfactor te bepalen, die geschikt is om in dergelijke situaties de door de Dylos DC 1700 getelde aantallen deeltjes om te rekenen naar het gewicht van die deeltjes. Daarbij is het van belang na te gaan of het ter plaatse gelijktijdig meten van de windrichting en windsterkte bijdraagt aan het vaststellen van welke bron de PM2.5-overschrijding afkomstig is.

Verder is het te overwegen de regelgeving zodanig aan te scherpen dat gemakkelijker maatregelen opgelegd kunnen worden in situaties van ernstige overlast.

Inleiding

Houtstook

Er zijn veel soorten houtkachels. De meeste houtkachels staan bij particulieren. Het aantal lijkt toe te nemen. Houtstook wordt vaak duurzaam genoemd. Soms steunt de overheid het plaatsen van houtkachels, bijvoorbeeld pellet-kachels in aardbevingsgebied in Groningen. Er bestaan veel klachten van omwonenden, vooral over kachels die frequent gestookt worden. De klachten hebben betrekking op stoffen die verspreid worden bij onvolledige verbranding.

Emissie en immissie

De uitstoot (*emissie*) van producten van onvolledige verbranding kan sterk verschillen tussen verschillende typen kachels en tussen gebruikers. Er is discussie over de standaard-emissie waarmee rekening moet worden gehouden. Dit maakt het lastig concentraties in de omgeving te voorspellen op basis van de standaard-emissie.

Volgens een berekening van ECN verspreidt houtstook vanuit woningen aanzienlijke hoeveelheden PM10, PM2.5, PAK, dioxinen en CO, die een tamelijk grote bijdrage aan de luchtverontreiniging leveren (Kroon en De Wilde, 2014). Die bijdrage kan in toekomst stijgen door toename van het aantal houtkachels en door afname van de uitstoot door andere bronnen. De bronsterkte kan op korte afstanden sterk uiteen lopen en dus ook de te verwachten concentraties in de leefomgeving (*immissie*).

Over de niveaus van blootstelling aan stoffen in houtrook is weinig bekend voor Nederlandse situaties. ECN heeft in Schoorl metingen gedaan waaruit blijkt dat van de $20,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 er $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ afkomstig is van lokale houtstook en $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van houtstook verder weg (Kos en Wijers, 2009). Van massaconcentratie PM10 in woonwijken waar sommigen hout stoken is door deze onderzoekers het aandeel van lokale houtrook geschat op 9% à 27%. Voor PM2.5 was dit aandeel 30% à 39%. Bij streng winterweer zou de procentuele bijdrage door houtrook groter kunnen zijn. Uit een verkennende studie in stedelijk gebied blijkt dat houtstook in de winter daar maar ongeveer 4% bijdraagt (Hagens et al., 2011).

Met het Nieuw Nationaal Model is berekend dat in een fictieve wijk met veel houtstook de concentratie PM2.5 gedurende 45 uur per jaar hoger kan zijn dan ca. $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, terwijl daar op sommige locaties een concentratie hoger dan $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ te verwachten is gedurende meer dan 8 uur (Verhees, 2014).

Voor Groningen is berekend dat een houtkachel benedenwinds op een afstand van ongeveer 50 meter de uurgemiddelde concentratie PM10 met $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kan verhogen (Blauw, 2011).

Veel eerder heeft een GGD modelberekeningen gedaan voor o.a. benzo[a]pyreen vanuit houtkachels (Groot, 1991). De uitkomst was dat de concentratie van deze stof, die behoort tot de polycyclische aromaten (PAK), bij naburige huizen vele malen groter kan zijn dan de grenswaarde (Groot & Van der Made, 1991).

Metingen bij buitenshuis geplaatste houtkachels bevestigen dat concentraties PM2.5 op 50 tot 400 meter hoger zijn dan op grotere afstand (Anonymous, 2013). Dit kan ook plaatsvinden zonder zichtbare rook-emissie en zonder klachten over stank. Kortdurende pieken met waarden hoger dan de 95-percentiel van de meetwaarden kwamen in de buurt van de houtkachel veel vaker voor dan op de regionale stations. De piekwaarden traden vooral op bij kalm weer.

Metingen in Vlaanderen wijzen erop dat houtstook de bron kan zijn van een aanzienlijk deel van de lokale concentratie fijn stof (Maenhout, 2012). De bijdrage aan PM10 loopt plaatselijk op tot 22% in de winter. Op deze plaats staan verscheidene huizen met een houtkachel in de nabijheid van het meetpunt. Niet de gemiddelde bijdrage maar ook de piekwaarden zijn er hoog. Op alle onderzochte locaties verschillende de concentraties sterk per dag. Dit geldt ook voor de concentraties levoglucosan, een stof die specifiek vrijkomt bij de verbranding van hout.

Houtrook dringt door in woningen. Binnen woningen in de buurt van buitenshuis opgestelde houtkachels is een vier maal hogere concentratie PM2.5 gemeten dan in controlewoningen (Brown 2014). De getelde aantallen deeltjes komen ongeveer overeen met een massaconcentratie van $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gezondheidseffecten

Blootstelling aan houtrook kan de gezondheid schaden op basis van drie soorten effecten:

1. verandering van processen in en functies van het lichaam door giftigheid, en gevolgen daarvan op korte termijn;

2. idem op lange termijn, zoals het toenemen van de kans op astma, COPD (chronic obstructive pulmonary disease) of longkanker.
3. geurwaarneming met daardoor eventueel stress en gevolgen daarvan;

Toxische effecten

De eerste twee hierboven genoemde effecten zijn het resultaat van de toxische (giftige) eigenschappen van de rook. Rook bevat zeer veel verschillende stoffen die giftig kunnen zijn. Rook bestaat voor een deel uit fijn stof (*particulate matter*, afgekort: PM). PM in buitenlucht is door het International Agency on Research of Cancer (IARC) geclassificeerd als kankerverwekkend (Loomis D, 2013; IARC (*in Press*)) net als benzo[a]pyreen en andere polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK).

De mate van giftigheid van rook en de kans op schadelijke effecten hangt van de aard van de stof en van de hoeveelheid af die iemand binnenkrijgt. Deze afhankelijkheid van de dosis geldt ook voor bestanddelen van rook waarvoor geen drempelwaarde bekend is waaronder geen effecten optreden.

Uit een literatuurstudie van het RIVM (Hagens et al., 2011) is het volgende af te leiden.

- Toxicologisch onderzoek laat zien dat fijn stof van houtrook even schadelijk of soms schadelijker is dan fijn stof van andere bronnen. Ook bevat houtrook verscheidene stoffen die kanker kunnen verwekken. Onderzoek met vrijwilligers die in experimenten enkele uren zijn blootgesteld aan houtrook, toont aan dat dit kan leiden tot gezondheidsschade.
- Epidemiologisch onderzoek kan aanwijzingen geven voor de mogelijke omvang van het probleem. Dergelijk onderzoek is echter lastig doordat de blootstelling wisselt in plaats en tijd, en omdat onbekend is in hoeverre onderzoek elders ook geldt voor de situatie in Nederland.
- Er zijn over effecten van rook van houtstook in de buurt minder publicaties te vinden dan over effecten van rook van houtkachels in de eigen woning.
- Blootstelling aan houtrook vertoont in sommige studies een relatie met luchtwegklachten, een slechtere longfunctie, luchtwegziekten of ziekenhuisopnames daarvoor, en hart- en vaataandoeningen. Andere studies laten geen relatie met gezondheidseffecten zien. Het RIVM vindt de resultaten van onderzoeken naar de relatie tussen het gebruik van houtkachels en gezondheidseffecten niet eenduidig.

- Een verband tussen houtrook in de omgeving en COPD of longkanker is niet onderzocht in een situatie die lijkt op de huidige situatie in Nederland (Hagens et al., 2011).

Een recent rapport van de WHO-Eu noemt de volgende gezondheidseffecten van houtrook (Chafe, 2015).

- Exacerbaties van aandoeningen van de luchtwegen, met name astma en *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD)
- Bronchiolitis; otitis media (middenoorontsteking) beginnend als luchtweginfectie
- Hart- en vaatziekten

Het rapport noemt onderzoek dat erop wijst dat PM in houtrook niet minder schadelijk voor de gezondheid is dan PM afkomstig van fossiele brandstoffen. In het verlengde daarvan vermeldt het rapport de volgende effecten die beschreven zijn bij rook van natuurbranden.

- Verhoogde aantallen bezoeken aan spoedeisende hulp en opnames in ziekenhuizen wegens luchtwegenproblemen
- Oogirritatie en luchtwegklachten zoals hoesten en piepende ademhaling bij kinderen
- Toename van gebruik van medicijnen tegen COPD en verminderde longfunctie
- Groeivertraging van kinderen tijdens de zwangerschap

Effecten ten gevolge van geur

Er is weinig bekend over de effecten van blootstelling aan specifieke stoffen in de omgeving van houtkachels. Houtrook bevat levoglucosan in de vorm van partikeltjes (Schauer et al., 2001). De verdeling van de deeltjesgrootte heeft een top bij 1 μm (citaat in Kos en Wijers, 2009). Levoglucosan ontstaat door thermische afbraak van cellulose en heeft de geur van schroeiend hout (Maekawa & Nohmi, 1998). Een belangrijke component van de geur van houtrook is ook guaiacol (2-methoxyfenol) (Czerny & Buettner, 2009). Hierin speelt de hydroxylgroep van fenol een sleutelrol, waarbij fenolen met een monoalkylgroep in de meta-positie een geurdrempel lager dan 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kunnen hebben (Czerny et al., 2011). Guaiacol komt meer voor in rook van naaldhout dan van loofhout; rook van loofhout bevat meer 2,6-dimethoxyfenol (Kjällstrand & Petersson, 2001a). Beide ontstaan uit lignine (Kjällstrand & Petersson, 2001b). Ze werken als antioxidant (Kjällstrand & Petersson, 2001a).

Levoglucosan en methoxyfenolen zijn ook aangetroffen in rook van een natuurbrand, naast vele andere stoffen (Alves et al., 2011). Levoglucosan en guaiacol-verbindingen zijn eveneens gevonden in de urine van blussers van natuurbranden (Neitzel et al., 2009). Hoewel levoglucosan bewezen nut heeft als biomarker van de verbranding van biomassa is volgens de WHO meer onderzoek

noodzakelijk om de kwantitatieve relatie tussen levoglucosan-niveaus en concentraties fijn stof te bepalen (Mazzoleni et al., 2007; Chafe et al., 2015).

In een experiment met verschillende houtsoorten in kachels is een relatie gevonden tussen emissies van geur en fijn stof in houtrook (Kistler et al., 2012). Het zijn waarschijnlijk de geurstoffen die samen met prikkelende stoffen (zoals aldehyden) in rook leiden tot de meeste klachten over houtkachels en dergelijke. Bij ruikbare gehalten zijn tijdens een blootstellingsexperiment weinig directe effecten op de gezondheid waargenomen (Riddervold et al., 2012).

In een GGD-enquête gaven meer omwonenden van een houtkachelstoker aan hinder te ondervinden van stank dan van rook (Van Brederode, 1997). Eén op de drie gehinderden schreef ook gezondheidsklachten toe aan de houtkachel. Bij de meesten van hen pasten deze klachten bij directe lichamelijke effecten door rook. Bij enkelen konden de klachten het gevolg zijn van stress veroorzaakt door stank.

Het Centraal Bureau voor de Statistiek(CBS) heeft in peilingen bij de Nederlandse bevolking gegevens verzameld over geurhinder. Vanaf 1994 tot 2012 zijn er gegevens over hinder door open haarden en/of allesbranders (Compendium voor de leefomgeving, 2013). Het aantal Nederlanders dat in de woonomgeving hinder ondervindt van geur is sterk afgenomen sinds het begin van de jaren negentig, maar van 1994 tot en met 2011 ligt het percentage volwassenen met hinder door geur van houtkachels rond de 10%.

Uit de gezondheidsenquête 2012 van de GGD Groningen blijkt dat ook hier houtkachels de bron van de meeste geurhinder in de woonomgeving zijn (Spijkers, 2013). Van de volwassen respondenten ondervond 6% hinder of enige hinder. Daarnaast is 1% van de respondenten ernstig gehinderd. Eén op de vijf Groningers gaf aan dat geur van open haarden en houtkachels van burens in huis ruikbaar is.

Houtrook kan op verschillende manieren mensen belasten. De last kan meer of minder dragelijk zijn. Om pragmatische redenen is in dit project gekozen voor de term overlast voor zowel psychische als somatische effecten. Mogelijke effecten op de gezondheid zijn min of meer te onderscheiden in geurhinder en giftigheid.

Geurhinder hangt af van de intensiteit, het type geur en de perceptie ervan. De intensiteit is afhankelijk van de frequentie, de duur en de mate van ruikbaarheid. Met andere woorden, de intensiteit van de geur hangt af van de blootstelling. De mate van ervaren hinder is ook afhankelijk van psychosociale en demografische factoren, zoals leeftijd, gezondheid en bezorgdheid. Zo kan geurhinder als gevolg van het langdurig ervaren van stress leiden tot lichamelijke klachten.

Zowel de hinder als de giftigheid is dus afhankelijk van de blootstelling. Blootstelling is een combinatie van concentratie en frequentie.

Epidemiologisch onderzoek naar effecten van houtrook in de omgeving

Er is tot op heden weinig epidemiologisch onderzoek naar effecten van houtrook in de omgeving uitgevoerd. In gebieden met meer houtrook zijn bij kinderen meer astmablasten en beperkingen van de longfunctie gevonden dan in gebieden met minder houtrook (Browning et al., 1990; Koenig et al., 1993; Epton et al., 2008). Ook bij volwassenen zijn er aanwijzingen voor een dergelijk verband (Bui et al., 2013). Een belangrijke component van houtrook is fijn stof. Er zijn epidemiologische aanwijzingen dat PM2.5 in houtrook gerelateerd is aan hart- en vaatziekten, en luchtwegaandoeningen zoals bronchitis, astma en longontsteking (Naeher et al., 2005; Naeher et al., 2007). In een uitgebreid review over gezondheidseffecten van houtrook luidt een conclusie dat in de meeste omstandigheden fijn stof de beste maat is voor blootstelling aan houtrook (Naeher et al. 2005).

In een Canadese studie bij kinderen met astma zijn dagelijks zowel markers voor persoonlijke blootstelling aan houtrook (PM2.5, levoglucosan en roet) gemeten, als ook parameters voor longfunctie (FEV1, FVC, PEF en MEF) en luchtwegontsteking (FeNO) (Allen, 2008). FEV1 (het uitademingsvolume in 1 seconde) nam af bij een toenemende concentratie levoglucosan in de buitenlucht. PEF en MEF namen af met de concentratie PM2.5 in de buitenlucht en met name het deel hiervan dat verbranding afkomstig was. FeNO steeg bij een oplopende concentratie PM2.5 of roet in de eigen ademzone. Dit alles gold alleen voor de kinderen die geen corticosteroïden inhaleerden als middel tegen hun astma.

In een Finse studie zijn om de twee weken markers van ontsteking gemeten in het bloed van volwassenen met ischemische hartziekten (meestal door aderverkalking als chronische ontsteking waarbij fijn stof een rol kan spelen). Tegelijk is op een vast punt PM2.5 gemeten waarbij de herkomst is bepaald op basis van hierin gemeten bestanddelen. Sommige ontstekingsmarkers (IL-12, CPR en myeloperoxidase) namen toe in aansluiting op verhogingen van PM2.5 afkomstig van verbranding van biomassa, verkeer of bronnen op lange afstand (Siponen, 2015).

Op en na rokerige dagen door bosbranden was het sterftcijfer door aandoeningen van de luchtwegen tot 4% hoger per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ verhoogde concentratie PM10 (Faustini, 2015). Bij mannen

toonde PM2.5 van bosbranden een relatie met plotselinge hartstilstand buiten het ziekenhuis (Dennekamp, 2015).

Experimentele blootstelling aan houtrook

Bruikbare informatie over het verband tussen blootstelling op korte termijn is te ontleen aan een flink aantal experimenten in een proefopstelling. Vrijwilligers zijn onder gecontroleerde omstandigheden blootgesteld aan houtrook (Sällsten et al., 2006; Barregard et al., 2006; Barregard et al., 2008; Sehlstedt et al., 2010; Ghio et al., 2012; Forchhammer et al., 2012; Riddervold et al., 2012); Stockfelt, 2012; Stockfelt et al., 2013; Bønløkke et al. 2014). De meeste van deze studies tonen een relatie tussen de blootstelling en ontstekingsreacties van luchtwegen en in het lichaam in het algemeen. Verder is er een relatie beschreven met de functie van hart en slagaders, zoals die ook optreedt door verontreiniging van buitenlucht door verkeer, enz. (Unosson et al., 2013).

Sällsten et al. (2006) vonden bij blootstelling aan $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM1 gedurende 4 uur (dit komt overeen met een blootstelling aan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 24 uur) lichte symptomen naast duidelijke aanwijzingen voor ontstekingsreacties. Sehlstedt et al. (2010) vonden bij een concentratie fijn stof van $224 \pm 22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5 gedurende 3 uur een toename van symptomen van de luchtwegen, maar geen verandering van ontstekingsparameters en de longfunctie. Wel was er een verandering die de onderzoekers interpreteren als een beschermingsreactie van de luchtwegen. Ghio et al. (2012) vonden bij $485 \pm 84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wel aanwijzingen voor ontstekingsreacties maar geen verandering in longfunctie of toename van symptomen. Riddervold et al. (2011) vergeleken houtrook met concentraties fijn stof van circa 200 en $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met schone lucht. Ze vonden doorgaans lichte symptomen zonder statistisch verband met de blootstelling. Er was echter wel een duidelijk verband tussen de blootstelling en symptomen gegroepeerd in clusters, waar onder: irritatie van slijmvliezen van ogen, neus en/of keel; diverse effecten op slijmvliezen en/of huid; psychologische of neurologische klachten (misselijkheid, hoofdpijn, slaperigheid, vermogen tot concentreren, algeheel welbevinden). Het fijn stof in dit experiment bevatte PM2.5 in een gehalte van 165-303 en 205-662 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij de lage respectievelijk de hoge blootstelling.

Uit deze experimenten blijkt dat sommige vrijwilligers in een deel van de proefopstellingen aangeven dat ze symptomen hebben bij enkele uren blootstelling aan rook met fijn stofgehalten van enkele honderden $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij een blootstelling van dit niveau of iets hoger vinden andere onderzoekers ongewenste lichamelijke effecten.

De blootstelling in de diverse experimenten was tamelijk hoog: de concentratie fijn stof was ongeveer 200-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dergelijke concentraties treden door houtrook in de buitenlucht in de Verenigde Staten slechts op bij een zeer korte meetduur, bijvoorbeeld 1 seconde (Allen et al., 2011). Volgens dezelfde onderzoekers bevat een omgeving met veel houtstook nauwelijks gehalten hoger dan 100 of 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij middeling over 3 seconden respectievelijk 3 uur.

Fijn stof in houtrook

Luchtverontreiniging door verbrandingsproducten bevat onder meer fijn stof (*particulate matter* PM). Fijn stof vertoont een duidelijke samenhang met gezondheidsrisico's (zie ook onder Gezondheidseffecten). De belangrijkste effecten zijn die op de luchtwegen en de bloedvaten van hart en hersenen, soms gepaard gaand met voortijdige sterfte. Effecten zijn beschreven voor concentraties in tijdvensters van een aantal minuten tot jaren. Er is geen concentratie bekend waaronder fijn stof geen ongewenst gezondheidseffect heeft. Op zichzelf kan fijn stof schadelijk zijn voor de gezondheid maar het kan ook een indicator zijn voor andere schadelijke stoffen in de lucht. Fijn stof is een mengsel waarvan de samenstelling en effecten uiteen lopen, afhankelijk van de bronnen. De verhouding tussen de hoeveelheid fijn stof en andere schadelijke bestanddelen van houtrook kan variëren en is onder andere afhankelijk van de mate van volledigheid van het verbrandingsproces.

Volgens sommige onderzoekers leidt fijn stof van volledige verbranding per gram stof tot minder celschade (Kocbach Bolling et al., 2009). Volgens anderen leidt volledige verbranding van hout tot een afname van de emissie van fijn stof (Karlsson et al., 2006). Dit fijn stof veroorzaakt echter niet minder ontstekingsreacties en schade aan DNA.

Fijn stof en toetswaarden

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) stelt dat blootstelling aan PM_{2.5} schadelijker is dan blootstelling aan PM₁₀. De kleinere deeltjes van PM_{2.5} dringen dieper in de longen door (WHO, 2006; Brunekreef en Forsberg, 2005). In een Europese richtlijn voor luchtkwaliteit zijn daarom sinds 2008 grens- en richtwaarden voor PM_{2.5} opgenomen.

In Nederland zijn er wettelijke normen voor fijn stof in buitenlucht, afgeleid van de EU-richtlijn. De grenswaarde voor PM₁₀ is 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemiddeld per jaar en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemiddeld per etmaal. De

laatste waarde mag maximaal 35 maal per jaar overschreden worden. Het is denkbaar dat bij een combinatie van slecht stookgedrag en ongunstig weer (mist, weinig wind) en een hoge achtergrondconcentratie er in de directe omgeving van een woning met houtstook de etmaalgemiddelde concentratie PM10 hoger is dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en mogelijk zelfs op meer dan 35 dagen (Kroon en De Wilde, 2012).

Voor PM2.5 in buitenlucht is de wettelijke grenswaarde $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemiddeld per jaar (Wet Milieubeheer). Voor de periode vanaf 2020 geldt een "indicatieve waarde" van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld. Het idee van de wetgever is dat dit niveau in 2020 de grenswaarde kan worden.

De wettelijke grenswaarde is afgeleid van een Europese Richtlijn. In deze richtlijn staan ook andere normen, onder andere een norm voor de gemiddelde stedelijke achtergrondconcentratie PM2.5. Aan deze normen hoeft het lokale bevoegd gezag niet te toetsen bij het nemen van een besluit.

Het beleid is erop gericht om de grootschalige blootstelling aan PM2.5 op stedelijk niveau te verminderen. Daarom geldt er vanaf 2015 een blootstellingsconcentratieverplichting (BCV) van 20 microgram per kubieke meter voor de gemiddelde blootstellingsindex (GBI). De GBI is het over 3 jaar gemiddelde van de gemeten concentraties op stedelijke achtergrondlocaties in Nederland.

De grenswaarde, de indicatieve waarde en de BCV berusten mede op haalbaarheid. Om de gezondheid te beschermen adviseert de WHO $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld en maximaal 3 dagen per jaar met een etmaalgemiddelde niet hoger dan $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook zonder overschrijding van deze normen kan blootstelling aan fijn stof ongewenst effecten hebben: bij lagere concentratie en/of bij korter durende blootstelling. Daarbij geldt: hoe lager de blootstelling des te lager het risico.

Fijn stof is belangrijke marker voor gezondheidsrelevante luchtverontreiniging door verbrandingsproducten. Fijn stof is ook een belangrijke component van houtrook en er zijn aanwijzingen voor een relatie met de geur van houtrook.

Fijn stof achtergrondgehalten

Fijn stof is een verzamelbegrip en duidt op zwevende deeltjes in de lucht. PM2.5 bestaat uit deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer. PM2.5 bestaat uit een scala van stoffen uit verschillende bronnen. Afhankelijk van de bron verdeelt men fijn stof in een primaire en een secundaire fractie (Compendium, 2014).

- De primaire fractie bestaat uit deeltjes die direct in de lucht komen door uitstoot van onder meer verkeer, scheepvaart en industrie.

- De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische reacties tussen al aanwezige deeltjes en/of gassen (NH₃, NO_x, SO₂, vluchtige organische stoffen).

De gemeten achtergrondgehalten PM_{2.5} lagen in 2013 jaargemiddeld rond de 13 µg/m³ met spreiding van 10 - 15 µg/m³ (Compendium 2014). In stedelijke en verkeersbelaste gebieden waren deze rond de 14 µg/m³ (12 - 17 µg/m³). Op straatlocaties lagen de concentraties 0,5 µg/m³ hoger. In de buurt van industrie en gebieden met intensieve veehouderij zijn de lokale PM_{2.5}-bijdragen aanzienlijk kleiner dan die van PM₁₀. De achtergrondgehalten PM_{2.5} zijn in Zuid-Nederland beduidend hoger dan in het noorden; in Noord-Groningen en Noord-Friesland waren ze in 2013 lager dan 10 µg/m³ (Maas, 2015).

De achtergrondgehalten fijn stof tonen al jaren een daling ten gevolge van beleidsmaatregelen. De dalende trend bestaat ook bij PM_{2.5} (Maas, 2015). Deze daling geldt voor de meeste bronnen van primair PM_{2.5}, met uitzondering van houtstook in woningen en verbranding van landbouwafval. Iets dergelijks geldt voor de emissie van roet waarbij het aandeel van houtstook sterk is toegenomen. Volgens de prognoses zal houtstook in 2020 de belangrijkste bron van roet geworden zijn.

Regelgeving met betrekking tot hinder en schade

Artikel 7.22 van het Bouwbesluit 2012 verbiedt onder andere het verspreiden van:

- hinderlijke of schadelijke rook;
- hinderlijk of schadelijk roet;
- hinderlijke of schadelijke stank;
- hinderlijk of schadelijk irriterend materiaal.

Als dit toch gebeurt zijn gemeenten verplicht om dit te (laten) beëindigen. Burgemeester en wethouders hebben de taak om handhavend op te treden als artikel 7.22 wordt overtreden door de stoker van een houtkachel.

Als de veroorzaker van overlast in een huurwoning woont, kan de verhuurder worden aangesproken om maatregelen te treffen tegen deze veroorzaker. Het invoeren van de politie is lastig, maar kan nuttig zijn om proces verbaal op te maken over overlast in het kader van de dossiervorming. Het wetboek van strafrecht bevat geen specifieke bepaling tegen stank of rook, zoals die er wel in staat tegen "rumoer of burengerucht".

Verder is er het burengerucht. In boek 5 van het burgerlijk wetboek staat het volgende in artikel 37. "De eigenaar van een erf mag niet in een mate of op een wijze die volgens artikel 162 van Boek 6

onrechtmatig is, aan eigenaars van andere erven hinder toebrengen zoals door het verspreiden van rumoer, trillingen, stank, rook of gassen, door het onthouden van licht of lucht of door het ontnemen van steun.”

Toolkit

Voorafgaand aan de mogelijke maatregelen is het de vraag of er werkelijk hinder of schade optreedt door de betreffende rook. Om dit te beoordelen kan een medewerker van de gemeente op verschillende manieren proberen de mate van hinder of schade te beoordelen. Een aantal opties zijn genoemd in een toolkit die in 2014 gepubliceerd is door het Netwerk van milieuprofessionals (VVM) (Anzion, 2014). Deze toolkit ‘Houtstook door particulieren, hoe voorkom je overlast’ is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en bevat stappenplannen voor de stoker, de gehinderde burger, de gemeente en de GGD, en tevens stooktips, een checklist voor controles en achtergrondinformatie.

De toolkit onderscheidt 6 stappen in de gemeentelijke aanpak van overlast door houtstook.

1. Registratie van klacht en eventueel verzoek om handhaving.
2. Analyse van gegevens en verzamelen aanvullende informatie.
3. Quick scan door middel van bezoek aan de klager en eventueel aan de stoker.
4. Nader onderzoek door (semi)-kwantitatieve bepaling van emissie of immissie, verspreidingsberekening of geuronderzoek.
5. Vaststelling of de overlast onaanvaardbaar is.
6. Handhaven.

In stap 4 of 5 staat geen (semi)-kwantificerende beoordeling van de ernst van een situatie. Daardoor is de toolkit niet geschikt om een juridisch houdbaar onderscheid te maken tussen wel of niet aanvaardbare overlast, en wel of niet handhavend optreden. De toolkit is wel bruikbaar als informatiebron voor alle betrokkenen, of hulpmiddel voor adviezen van de gemeente of voor onderling overleg tussen klager en stoker.

De toolkit noemt bij stap 4 wel onder andere de mogelijkheid om fijn stof te meten. Daar staat als optie het volgende vermeld over metingen met een apparaat van Dylos.

“Een fijnstofmeter van bijvoorbeeld het type Dylos DC 1700 meet het aantal deeltjes in de lucht met behulp van een laser. Via een omrekenfactor wordt de concentratie fijn stof in de lucht berekend. Dit is een indicatie van de concentratie omdat de conversiefactor afhankelijk is van de samenstelling van de gemeten rook. Via ijking van de fijnstofmeter met een gravimetrische meetmethode kan de conversiefactor worden vastgesteld. De verhoging van de achtergrondconcentratie kan de bijdrage

van de houtkachel zijn, maar er kunnen ook nog andere bronnen zijn van deze verhoging zoals verkeer in de nabijheid.”

Beoordeling

In veel situaties blijken de voor gemeenten en GGD 'en beschikbare hulpmiddelen en adviezen niet te leiden tot een oplossing van door burgers ervaren knelpunten. Gemeenten en GGD 'en hebben moeite met het naar tevredenheid afhandelen van dergelijke klachten, omdat er geen harde gegevens zijn om te beoordelen in hoeverre er in een bepaalde situatie hinder of schade bestaat. Het zou gunstig zijn als gemeenten en GGD 'en als aanvulling op de recente toolkit kunnen beschikken over een eenvoudige en goedkope beoordelingsmethode die flexibel in te zetten is.

De medisch milieukundige invalshoek voor het kwantificeren van blootstelling biedt een nieuwe opening voor de praktijk. Een meetinstrument zou uitkomst kunnen bieden indien het een samenhang kan aanwijzen tussen de klachten en een vermeende bron. Zonder wetenschappelijke onderbouwing valt echter geen toepassing te verwachten van het beschikbare instrumentarium.

De toolkit noemt 3 opties voor eventueel te meten stoffen als indicator voor houtrook: levoglucosan, koolmonoxide of fijn stof. Het meten van levoglucosan is niet eenvoudig, goedkoop en flexibel inzetbaar. Voor het meten van koolmonoxide zijn wel eenvoudige, goedkope, flexibel inzetbare apparaten beschikbaar. Een medewerker van de Gemeente Kollumerland legde eerder al aan de GGD de vraag voor of die apparaten bruikbaar zijn voor het kwantificeren van blootstelling aan houtrook. Dergelijke apparaten meten echter op ppm-niveau. De uitkomst is pas betrouwbaar als de concentratie koolmonoxide hoger is dan 5 of 10 ppm. Dergelijke concentraties zijn op basis van modelberekeningen niet te verwachten in de omgevingslucht door het stoken van een houtkachel in een woning (Blauw, 2011).

Meetapparaten

PM2.5 is eenvoudig en goedkoop meetbaar. De te verwachten gehalten vallen binnen het bereik van eenvoudige meetapparaten. Het lijkt mogelijk daarmee de gehalten PM2.5 onder de wind van een houtkachel te onderscheiden van de gehalten boven de wind. Ook zijn er aanwijzingen dat het gemeten gehalte kan samenhangen met de sterkte van de waargenomen geur. Dit zou behulpzaam zijn bij het beoordelen van de situatie, maar het is niet bekend of dit in de praktijk op een verantwoorde wijze toepasbaar is.

Het laagst geprijsd is Atal IAQ PM2.5. Het is niet bedoeld voor gebruik buitenshuis. Over de betrouwbaarheid van de uitkomsten is geen informatie gevonden. Publicaties zijn er wel over een apparaat van Dylos dat verstrooiing van laserlicht meet op. In een vergelijkend onderzoek is beschreven dat de aantallen deeltjes zoals geteld door een Dylos 1700 hetzelfde patroon volgen als gelijktijdige metingen met andere meetinstrumenten waarbij de nauwkeurigheid (root mean square error $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) niet onderdoet voor andere apparaten (Holstius, 2014). Vergeleken met een β -verzwakkingmeter als gouden standaard had de Dylos een R^2 (coefficient of determination) van 0.58, wat niet minder was dan de andere onderzochte apparaten. Dit betekent dat de meetwaarden van de Dylos niet erg afwijken van de regressielijn die te trekken is door de meetwaarden Dylos af te zetten tegen de meetwaarden van de β -verzwakkingmeter. Een aantal onderzoekers heeft van hun vergelijking tussen een Dylos en een ander meetapparaat een regressievergelijking vermeld. Een overzicht hiervan staat in bijlage 5.

Een complicerende factor kan zijn dat de licht-verstrooiende eigenschappen van fijn stof toenemen met de relatieve luchtvochtigheid (Day, 2000). In vochtige lucht lijkt een bepaalde hoeveelheid fijn stof daardoor groter dan dezelfde concentratie in droge lucht. Dit verschil is het grootst als het fijn stof veel sulfaten bevat en het laagste als meer om bodemdeeltjes of organisch gebonden koolstof gaat. Dit laatste is te verwachten in houtrook. In theorie zou het in dit project kunnen leiden tot een overschatting in nachtelijke uren doordat de luchtvochtigheid dan doorgaans hoger is dan overdag.

Opzet, methoden en technieken

Opzet

Dit verkennende onderzoek richt zich op het koppelen van drie soorten gegevens:

1. de precieze gezondheidsklacht en de mate van overlast volgens de klager;
2. de mate van overlast van de rook volgens de onderzoeker;
3. de hoeveelheid fijn stof die meetbaar is in de rook.

Doelstelling

Het doel van het project is het ontwikkelen van een instrumentarium dat gemeentelijke handhavers kan helpen bij het beoordelen van klachten.

Vraagstelling

- Gaan hoge overlast-scores gepaard met hoge PM2.5-concentraties?
- Gaan hoge PM2.5-concentraties gepaard met hoge overlast-scores?
- Draagt het onderzochte gebruik van een Atal of Dylos PM2.5-meter bij aan een beter onderscheid tussen acceptabele en niet-acceptabele situaties?

Uitvoering

Het onderzoek is uitgevoerd in de drie noordelijke provincies: Friesland, Groningen en Drenthe. De metingen zijn uitgevoerd door medewerkers van GGD Groningen en Drenthe in de periode maart-juni 2015.

Werving deelnemers

Alle gemeenten in de provincies Drenthe, Groningen en Friesland zijn per e-mail (bijlage 1) geïnformeerd over het onderzoek en zijn gevraagd om meldingen van overlast door rook van houtkachels te verzamelen voor de GGD Groningen. Deze methode leverde onvoldoende deelnemers op. Vervolgens is publiciteit gezocht door het aanbieden van een persbericht aan regionale media met daarin een oproep voor deelname. Aanmeldingen voor deelname kwamen daarom op de volgende twee wijzen binnen:

1. Burgers melden zich bij hun gemeenten met overlast door rook van houtkachels. De gemeente informeerde de burger over het onderzoek van de GGD Groningen indien de overlastsituatie voldeed aan criteria voor deelname. Als de burger interesse had in deelname, heeft de gemeente toestemming en contactgegevens gevraagd voor eventuele deelname. Die gegevens zijn door de gemeente aangeboden aan de GGD Groningen.
2. Burgers melden zich rechtstreeks bij GGD Groningen aan, dan wel via de GGD Fryslân of Drenthe. De meeste meldingen kwamen per mail binnen. Aan telefonische aanmelders is gevraagd een mail te zenden.

De GGD Groningen heeft de aangemelde burgers hebben een standaardmail gestuurd waarin stond dat een selectie zou plaatsvinden, o.a. op basis van weersverwachtingen en dat ze nader nieuws zouden ontvangen of ze wel of niet voor deelname zouden worden uitgekozen.

Met de geselecteerde burgers heeft de GGD Groningen telefonisch contact opgenomen waarbij de overlastsituatie in kaart is gebracht op basis van criteria voor deelname en waarbij nadere informatie is gegeven over het project.

De burgers die nog steeds deelname overwogen, hebben een brief ontvangen met daarin uitgebreide informatie over het onderzoek met een toestemmingsformulier. Hierin stond beschreven hoe de GGD met de verzamelde gegevens zal omgaan (bijlagen 2 en 3).

Selectieprocedure

Aan de hand van de volgende selectie criteria is er een eerste grove selectie gemaakt:

- De melding betreft overlast (d.w.z. geurhinder of gezondheidsklachten) specifiek door rook van een houtkachel c.q. open haard of allesbrander;
- Er is regelmatig sprake van overlast: de geurhinder/gezondheidsklachten werden op ten minste 2 dagen in de afgelopen week door de melder ervaren.
- De melder heeft al contact gehad met de stoker over de overlast.
- Er is geen sprake al langdurige onenigheid met de stoker over houtrook of andere zaken.

Uit deze selectie is een nadere keuze gemaakt op basis van ernst van de klachten, frequentie van de overlast door houtrook en te verwachten windrichting. Ook de spreiding over de drie provincies heeft meegewogen, evenals de aanrijdtijd vanaf Groningen.

Gegevensverzameling

Per casus zijn twee huisbezoeken uitgevoerd door een of twee onderzoekers volgens opgesteld onderzoeksprotocol (bijlage 4). Tijdens de huisbezoeken zijn gegevens verzameld door middel van observaties, vragenlijsten en metingen. De metingen zijn tijdens het eerste huisbezoek uitgevoerd met een Atal IAQ PM2.5. Tevens is een Dylos DC 1700 geïnstalleerd die tijdens het tweede huisbezoek is opgehaald.

Luchtkwaliteit

Tijdens het eerste huisbezoek zijn er momentane metingen uitgevoerd met de Atal IAQ PM2.5 meter, zo mogelijk boven- en benedenwinds van de door de klager aangewezen bron van houtrook. Het meetapparaat telt in een IR-LED-cel met passieve diffusie het aantal deeltjes en berekent daaruit de gewichtsconcentratie PM2.5 per kubieke meter lucht. De display toont per seconde de concentratie in microgrammen per kubieke meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en vermeldt tevens de luchttemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid. Atal vermeldt niet wat het algoritme is waarmee het de aantalsconcentratie omrekent in de gewichtsconcentratie.

Bij het eerste huisbezoek is een Dylos DC 1700 bevestigd in een open raam of onder een afdak op zeer korte afstand van de gevel van de woning van de persoon met klachten. Om de concentratie PM2.5 in de buitenlucht vast te stellen is er een continue meting uitgevoerd. De Dylos heeft minimaal 6 opeenvolgende dagen het per minuut gemiddelde aantal deeltjes gelogd. De display van

de monitor is door de onderzoeker afgeplakt na het aanschakelen, opdat de bewoner de meetgegevens niet kon aflezen tijdens de metingen.

De Dylos DC1700 heeft een interne ventilator die lucht aanzuigt via een laser-sensor-systeem. Deze deeltjesteller geeft twee getallen als output. Volgens de gebruiksaanwijzing staat het ene getal voor het aantal 'kleine' deeltjes ($>0.5 \mu\text{m}$) en het andere getal voor het aantal 'grote' deeltjes ($>2.5 \mu\text{m}$) in aantallen per honderdste kubieke voet (0.01 ft^3). De aantalsconcentratie PM2.5 is volgens de gebruiksaanwijzing te verkrijgen door de waarde voor grote deeltjes af te trekken van die voor de kleine deeltjes.

Conversie

Op de Dylos staat een conversiemethode genoemd om de aantalsconcentraties om te rekenen in gewichtconcentraties (zie figuur 1). Dylos geeft voor deze methode geen onderbouwing. Binnen de gemeten ranges is de conversiefactor ongeveer 100 om aantallen deeltjes per 0.01 ft^3 om te rekenen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In de wetenschappelijke literatuur zijn diverse andere conversiefactoren en -methoden voorgesteld. In de wetenschappelijke literatuur zijn verscheidene publicaties te vinden over de conversiemethode. Ze berusten op vergelijkende metingen in diverse situaties met PM2.5 van verschillende soorten herkomst en met ijkpunten op uiteenlopende afstanden met verschillende meetsystemen als gouden standaard. In bijlage 5 zijn hierover nadere gegevens vermeld. Toepassing van deze conversiemethoden op de meetgegevens uit dit onderzoek leverde uitkomsten die niet in de te verwachten grootteorde lagen. Daarom is gebruik gemaakt van de omrekenfactor die Dylos zelf aangeeft. Deze keuze berust mede het doel van het onderzoek om na te gaan in welke mate de Dylos bruikbaar is voor handhavers. Mede omdat het in dit onderzoek niet gaat om exacte concentraties, is de output van de Dylos gedeeld door 100 om aantallen deeltjes per 0.01 ft^3 om te rekenen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

<u>Fijnstof: linker getal - rechter getal</u>	
> 7.000 = slecht	> 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5.000 - 7.000 = matig	40-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3.000 - 5.000 = acceptabel	25-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1.000 - 3.000 = goed	10-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
< 1.000 = zeer goed	< 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figuur 1: Informatie die Dylos verschaft bij het gemeten aantal deeltjes per kubieke voet

Ijking

De waarden die beide meetapparaten aangaven zijn voor en na het onderzoek enkele uren in een rustige kantoor situatie met gesloten deur en wijd open ramen vergeleken met de waarden aangegeven door een van het RIVM geleende deeltjesteller Lighthouse Handheld 3016-IAQ. Dit apparaat was kort tevoren gekalibreerd. De data van de vooraf-vergelijking van de drie apparaten zijn niet beschikbaar door langdurige ziekte van de betreffende medewerker. Bij de achteraf-vergelijking is de Lighthouse ingesteld op een *differential* meting van de *raw mass concentration* per m^3 per 4 minuten. Deze vergelijking is gedaan in gewichtsconcentraties omdat de Atal zelf de aantalsconcentraties omrekent. De Lighthouse geeft in de display wel stabiele waarde voor de gewichtsconcentratie maar niet voor de aantalsconcentraties. De conversiefactoren van aantals-naar gewichtsconcentraties zijn waarschijnlijk verschillend voor de drie apparaten, wat een deel van de verschillen in meetuitkomsten in gewichtsconcentraties kan verklaren. Het display van de Dylos DC 1700 toont per 10 seconden een *“running average of the particles counted in the past 10 seconds”*.

Terwijl de uitleeswaarden voor PM2.5-van de Lighthouse ongeveer $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ waren, varieerden die van de Atal rond $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en die van de Dylos omgerekend rond $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (900 tot 1200 deeltjes per 0.01ft^3).

Bij de ijking zijn ook metingen gedaan met een open deur in dezelfde kantoorruimte. De uitkomsten waren beduidend hoger, vermoedelijk doordat via de gang binnenlucht naar de open ramen stroomde. Maar de rangorde van de uitkomsten van de drie apparaten bleef gelijk. De Atal gaf waarden van ca. $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Dylos en de Lighthouse omgerekend ca. $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1300 tot 2000 deeltjes per 0.01ft^3).

Overlast

Om de overlast door houtrook in kaart te brengen is een logboek ontwikkeld waarin de deelnemers gedurende de meetperiode bijgehouden hebben wanneer er sprake was van overlast en de mate van overlast. Voor ieder uur is aangegeven of men thuis was en of er sprake was van overlast door houtrook met een cijfer van 0 t/m 10 (bijlage 6).

Bij het eerste huisbezoek is de bewoner gevraagd: Ik vind de lucht op dit moment als gevolg van de houtrook zeer onaangenaam, onaangenaam, neutraal, aangenaam of zeer aangenaam. De onderzoeker heeft dezelfde vraag beantwoord.

Meteorologische gegevens

De relatieve luchtvochtigheid en de windrichting voor de meetperiodes zijn verkregen van de website van het KNMI voor het dichtstbijzijnde meetstation (Eelde, Hoogeveen, Lauwersoog, Leeuwarden en Nieuw Beerta).

Statistiek

In aanvulling op de visuele analyse per individu van de relatie tussen PM2.5 en houtrook is ook een statistische analyse uitgevoerd om de relatie te kwantificeren. Daarbij is met behulp van regressieanalyse onderzocht of en hoe goed de hinderscore de gemeten PM2.5 concentratie voorspelde. De analyses zijn per persoon uitgevoerd en daarna zijn de berekende correlaties en regressie-coëfficiënten gecombineerd. Daarbij zijn een aantal varianten berekend:

1. PM2.5 als afhankelijke variabele en hinderscore als onafhankelijke variabele
2. PM2.5 als afhankelijke variabele en hinderscore als onafhankelijke variabele, voor de uren vanaf 7 uur (in nacht weinig overlast)
3. PM2.5 minus de mediane PM2.5 concentratie per dag als afhankelijke variabele en hinderscore als onafhankelijke variabele (PM2.5 varieert ook door weersomstandigheden zonder lokale broninvloed)
4. PM2.5 als afhankelijke variabele en hinder als afwezig/ aanwezig als onafhankelijke variabele

Verder is er een Pearsons productmoment-correlatietest uitgevoerd om de relatie tussen de variabelen PM2.5 en relatieve luchtvochtigheid te onderzoeken. Deze test is uitgevoerd met behulp van het statistische analyseprogramma R (R Project for Statistical Computing, <http://www.r-project.org/>).

Resultaten

Populatie

GGD Groningen heeft 75 aanmeldingen voor deelname ontvangen. Aan de hand van de selectiecriteria zijn 10 casussen geselecteerd (Tabel 1). De metingen zijn achtereenvolgens bij de bewoners thuis uitgevoerd in de periode maart-juni 2015. Alle woningen bevonden zich in een vergelijkbare omgeving: een woonwijk met vrijwel alleen maar laagbouw en waren verdeeld over de provincies Groningen (n=5), Friesland (n=2) en Drenthe (n=3).

Tabel 1: Studiepopulatie. Het aantal overlast-gevende houtkachels berust op de mening van de persoon met klachten. De afstand van de gevel van diens woning tot de uitmonding van de betreffende schoorstenen is geschat door de onderzoeker. *volgens bewoner door arts geconstateerd.

Casus	Gemeente (Provincie)	Aantal overlast-gevende houtkachels	Afstand tot de betreffende schoorsten(en) (in meters)	Astma/COPD*
ID01	Tynaarlo (D)	meerdere	10 – 50	Ja
ID02	Noordenveld (D)	meerdere	10 – 50	Ja
ID03	Ten Boer (G)	meerdere	10 – 50	Ja
ID04	Oldambt (G)	1	10 – 50	Ja
ID05	Hoogezand- Sappemeer (G)	1	< 10	Ja
ID06	Smallingerland (F)	1	< 10	Nee
ID07	Hoogezand- Sappemeer (G)	2	10 – 50	Ja
ID08	Oldambt (G)	1	<10	Nee
ID09	Westerveld (D)	1	10 – 50	Nee
ID10	Achtkarspelen (F)	1	<10	Ja

Overlast

De overlast-scores hebben betrekking op zowel de geurhinder als de lichamelijke klachten. De scores over een periode van een week varieerden bij de 10 respondenten als volgt. De score was 0-10 bij 5 bewoners, 0-8 bij 2 bewoners, 0-7 bij 1 bewoner, 0-6 bij 1 bewoner en 0-3 bij 1 bewoner (tabel 2). De hoogste overlast gerekend per bewoner duurde tussen aangegeven 0,7 % en 10,0 % van een meetperiode.

Daarnaast is aan de respondent gevraagd om tijdens het plaatsen van het meetapparaat op basis van een vijfpuntsschaal de buitenlucht op dat moment aangenaam of onaangenaam vond. De onderzoeker noteerde ook de door hem of haar zelf waargenomen (on)aangenaamheid. In 3 situaties gaf de bewoner een gunstiger oordeel aan dan de onderzoeker, in 1 situatie een ongunstiger oordeel en in 5 gevallen kwam het oordeel overeen. Het bleek tijdens de huisbezoeken voor sommige bewoners moeilijk om hun oordeel te beperken tot het moment zelf. De voorgeschiedenis bleek een rol te spelen. In tabel 2 zijn de oordelen aangenaam en zeer aangenaam samengevoegd tot aangenaam; de oordelen onaangenaam en zeer onaangenaam zijn samengevoegd tot onaangenaam.

Tabel 2: Per locatie de overlast-score gedurende de meetperiode (6-8 dagen) en het oordeel van bewoner en onderzoeker over de onaangenaamheid van de buitenlucht tijdens huisbezoek

Casus	Overlast-score (min-max)	Frequentie maximale overlast: aantal uren (%)	Oordeel bewoner over buitenlucht	Oordeel onderzoeker over buitenlucht
ID01	0 – 10	1 (0,7)	Aangenaam	Aangenaam
ID02	0 – 6	4 (3,0)	Aangenaam	Aangenaam
ID03	0 – 8	2 (1,7)	Neutraal	Zeer onaangenaam
ID04	0 – 8	1 (0,9)	Neutraal	Neutraal
ID05	0 – 10	6 (4,3)	Aangenaam	Aangenaam
ID06	0 – 10	5 (4,7)	Neutraal	Neutraal
ID07	0 – 7	3 (2,2)	Onaangenaam	Neutraal
ID08	0 – 3	1 (1,1)	Neutraal	Neutraal
ID09	0 – 10	8 (6,2)	Neutraal	Aangenaam
ID10	0 – 10	17 (10,0)	Onaangenaam	Aangenaam

Tabel 3: Rapportage van hinder per uur van de dag

Uur van de dag	Hinder rapportage	
	Nee	Ja
1	57	3
2	58	2
3	59	1
4	59	1
5	58	2
6	52	7
7	48	8
8	46	8
9	38	12
10	36	11
11	33	13
12	35	12
13	32	9
14	24	9
15	21	13
16	29	14
17	41	14
18	31	22
19	28	22
20	32	20
21	35	23
22	39	19
23	38	19
24	51	7
Totaal	980	271

Uit tabel 3 blijkt dat overlast door houtrook verspreid over de dag wordt gerapporteerd. Gedurende de avonduren (17-24 uur) wordt 54% van alle klachten gerapporteerd. Ook overdag wordt er door deze populatie regelmatig overlast gerapporteerd.

Atal: momentane metingen fijn stof (Atal)

De gemiddelde concentratie PM2.5 momentaan gemeten met de Atal IAQ PM2.5 in de deuropening was 29,8 (6,4-80,6) $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Aanvullend is bij 4 woningen PM2.5 gemeten. De waarden verschilden niet sterk. De waarden van de Atal waren bij de ijking aanzienlijk hoger dan die van de Lighthouse (zie Conversie in hoofdstuk Opzet, methoden en technieken). Op de afgesproken momenten van de meting bleek de stoker niet actief te zijn.

Tabel 4: *Momentane PM2.5-concentraties gemeten met Atal IAQ PM2.5 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).*

Casus	PM2.5 in deuropening	Atal PM2.5 bovenwinds
ID01	6,4	5,7
ID02	51,7	21
ID03	17,4	
ID04	7,5	7,5
ID05	10	
ID06	80,6	67,7
ID07	38	
ID08	51,2	
ID09	6,8	
ID10	28,7	

Concentratie fijn stof (Dylos)

Voor PM2.5 zijn de met de Dylos DC 1700 gemeten aantalsconcentraties per minuut eerst omgerekend in aantalsconcentraties per uur en vervolgens in gewichtconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per uur om te kunnen vergelijken met de wettelijke grenswaarde en de WHO-advieswaarde voor PM2.5 die beide zijn uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

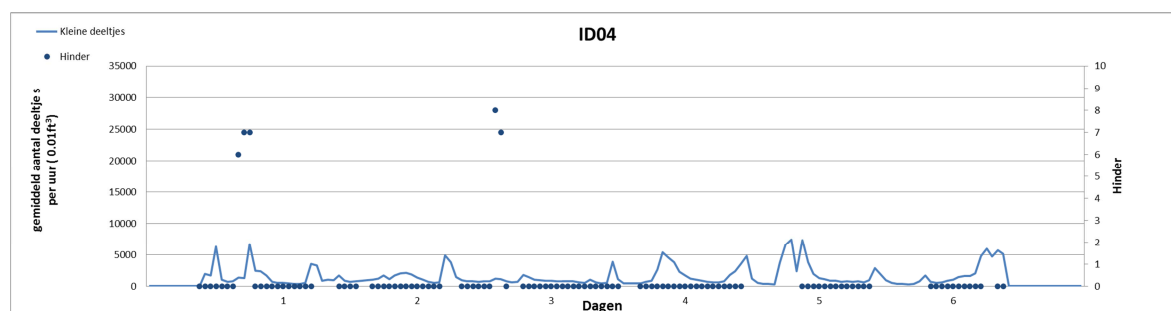
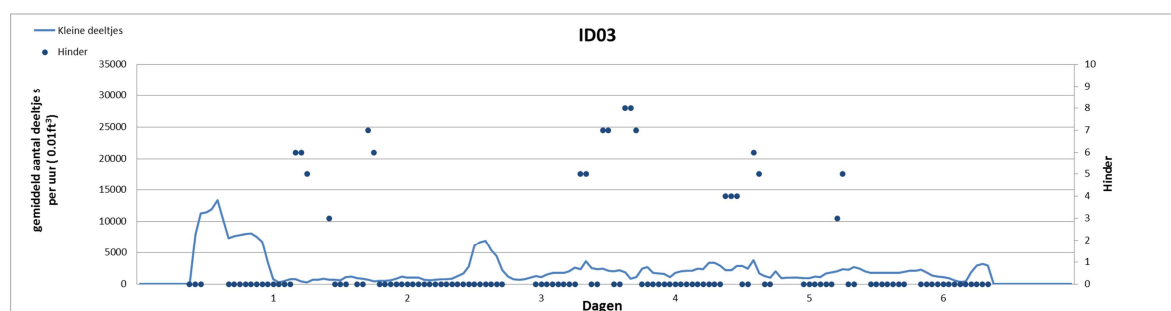
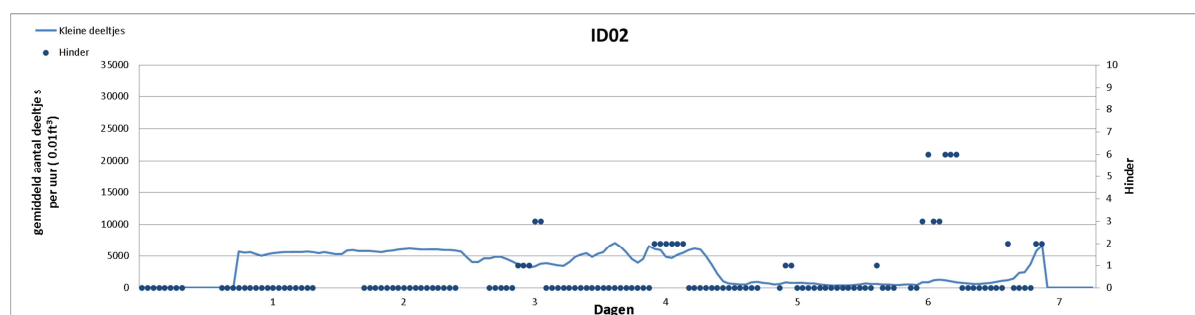
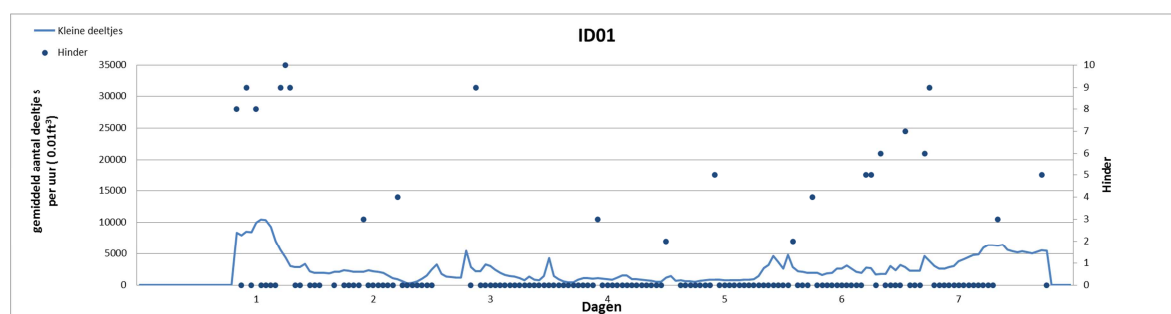
De concentratie PM2.5 gemiddeld per meetperiode lag gedurende tussen 13,1 en 59,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabel 5). De minimale uurwaarden lagen tussen 2,4 en 7,4 en de maximale uurwaarden tussen 66,0 en 302,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

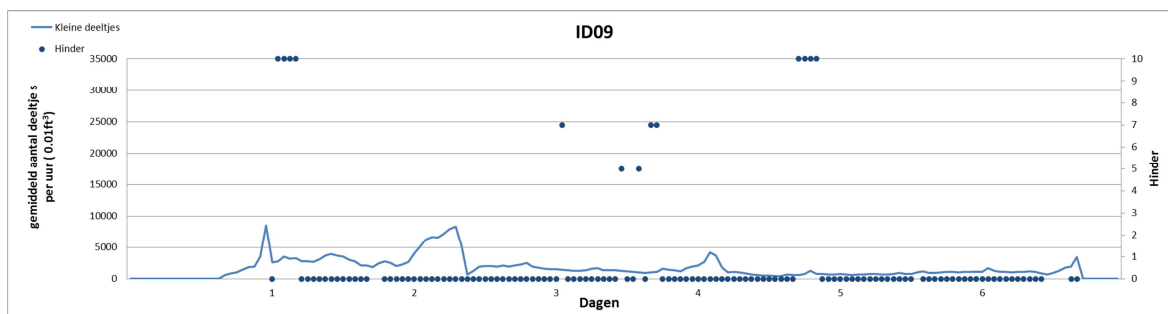
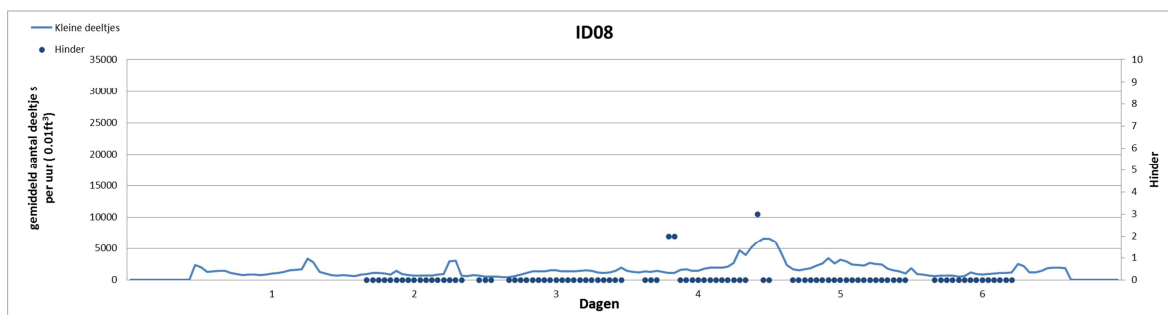
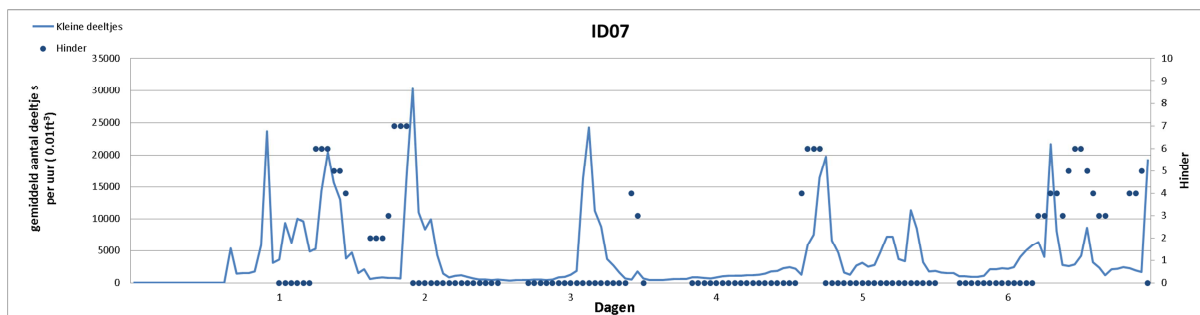
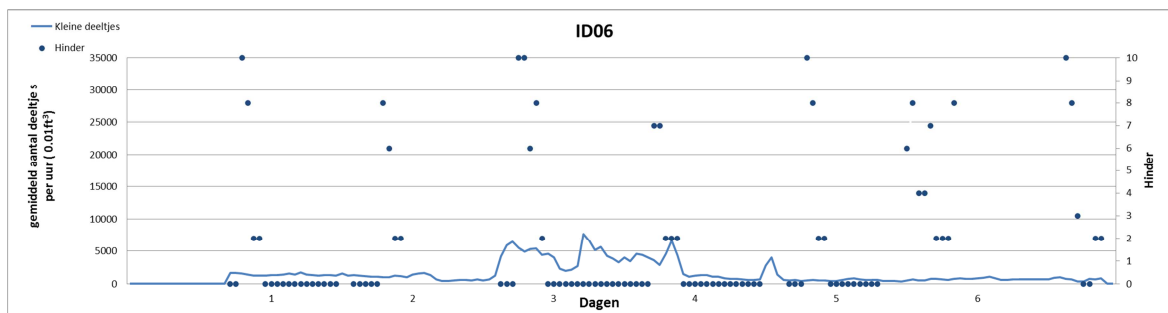
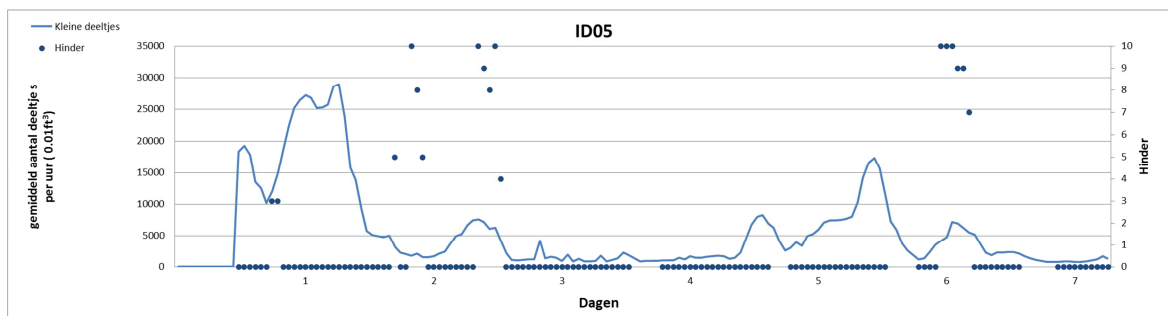
Tabel 5: Met de Dylos getelde en in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ omgerekende PM2.5– concentraties gedurende de meetperiode (6 – 8 dagen) in chronologische volgorde per locatie in de periode maart- juni 2015.

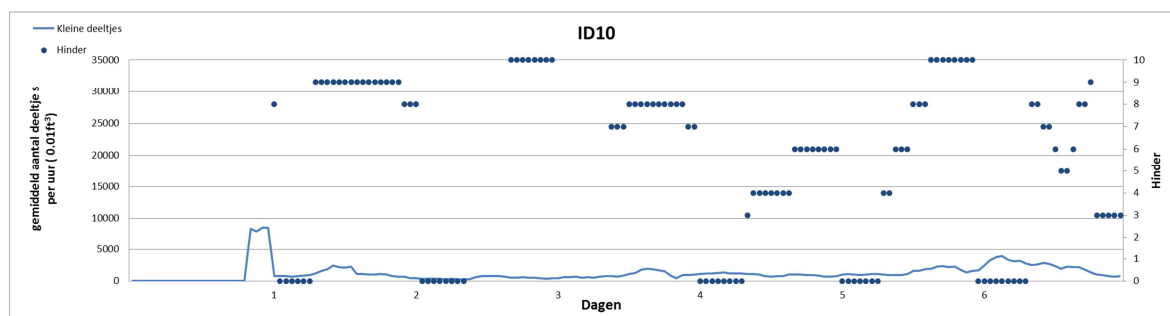
Casus	Gemiddeld per meetperiode (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Minimum uurgemiddelde (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum uurgemiddelde (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ID01	26,3	2,8	104,3
ID02	35,2	3,6	71,3
ID03	19,5	2,4	133,3
ID04	16,4	3,1	74,5
ID05	59,6	7,4	289,2
ID06	16,9	3,5	76,7
ID07	42,4	3,7	302,5
ID08	15,9	4,3	66,0
ID09	19,0	4,2	84,7
ID10	13,1	2,5	85,1

Relatie uurgemiddelden PM2.5 en overlast

De relatie tussen de aantallen getelde deeltjes PM2.5 per 0.01ft³ en de overlast is per onderzoek locatie in figuur 1 afgebeeld. Onder deze figuur is per locatie de relatie tussen aantalsconcentratie en overlast beschreven op basis van de zichtbare patronen. In die beschrijving is het aantal deeltjes per 0.01 ft³ gedeeld door 100 om de concentratie in µg/m³ te benaderen (zie *Conversie* in het hoofdstuk Opzet, methoden en technieken). Daarbij is vermeld hoe langdurig die concentratie hoger was dan 25 en 50 µg/m³, zijnde de advieswaarde van de WHO en de Nederlandse wettelijke grenswaarde voor de 24-uurs gemiddelde concentratie PM2.5.







Figuur 1: Overlast-score en aantal deeltjes per casus. Op de x-as staan de meetdagen per casus. De doorlopende lijn geeft de aantallen met de Dylors getelde deeltjes PM2.5 per 0.01 ft³ gemiddeld per uur, met de schaal op de linker y-as. Op de rechter y-as de mate van overlast van 0 (geen overlast) tot 10 (zeer veel overlast). De punten in de grafiek geven de door respondent per uur ingevulde overlast-scores aan. Geen overlast-score betekent afwezigheid van de respondent.

ID01: Tijdens de meetperiode zijn meerdere pieken PM2.5 gemeten. Verder was 37,7% van de tijd de concentratie PM2.5 hoger dan 25 µg/m³ en 15,0% van de tijd hoger dan 50 µg/m³. Gedurende de eerste piek liepen de concentraties op tot 104 µg/m³ en traden met een vertraging van enkele uren meerdere hoge overlast-scores (8-10) op. Een mogelijke verklaring voor deze vertraging is dat de PM2.5-piek het maximum bereikte in de nachtelijke uren, terwijl de maximale overlast is genoteerd gedurende de vroege ochtend. Ook na een andere kortdurende piek van 54 µg/m³ is ernstige overlast (9) genoteerd. Echter een duidelijk patroon trad bij deze casus niet op, omdat er op momenten met betrekkelijk lage concentraties (10 µg/m³) soms geen en soms wel overlast werd gescoord. Anderzijds is bij hogere concentraties (> 50 µg/m³) soms geen overlast gescoord. Hoewel er soms sprake van een relatie tussen PM2.5 en overlast leek te bestaan, was het beeld gedurende de meetperiode niet consistent.

ID02: De concentraties PM2.5 vertoonden eerst een meerdaags plateau van 32- 66 µg/m³ gevolgd door een langere episode met lage concentraties (7-12 µg/m³). De concentratie was 61,3% van de hoger dan 25 µg/m³ en 41,5% van de tijd hoger dan 50 µg/m³. Gedurende de relatief hoge concentraties werd nauwelijks overlast gemeld, terwijl aan de andere kant de overlast maximaal was tijdens de lagere concentraties. Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-score.

ID03: De meetperiode vertoonde verscheidene pieken fijn stof, waarvan de eerste het hoogste was (133 µg/m³). Verder was 23,8% van de tijd de concentratie PM2.5 hoger dan 25 µg/m³ en 11,9% van de tijd hoger dan 50 µg/m³. Op momenten van hoge concentraties PM2.5 werd geen overlast aangegeven, terwijl de maximale overlast is gemeld toen de PM2.5 concentratie lager was dan 20 µg/m³. Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores.

ID04: De meetperiode vertoonde meerdere kortdurende pieken PM2.5, die relatief laag waren (maximum 74,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De concentratie PM2.5 was 16,7% van de tijd hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 6,3% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij een kortdurende piek (67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) was de overlast-score tamelijk hoog (7), maar de overlast begon al toen de concentratie PM2.5 nog laag was. De hoogste overlast-score (8) is gemeld op een ander moment, terwijl toen de concentraties PM2.5 laag waren (7-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Op momenten van relatief hoge concentraties PM2.5 waren er overlast-scores gelijk aan nul. Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores.

ID05: De meetperiode vertoonde verscheidene langdurige pieken PM2.5, die relatief hoog waren (maximum 289,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Verder was 50,3% van de tijd de concentratie fijn stof PM2.5 hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 37,6% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Maximale overlast (10) viel soms samen met een aantal relatief hoge concentraties PM2.5 (41-76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), maar op een ander moment viel maximale overlast (10) samen met weinig PM2.5 (<20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Verder waren er langdurige episoden met nog hogere concentraties fPM2.5 (hoger dan 100 en zelfs bijna 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), terwijl er geen overlast werd gemeld. Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores.

ID06: De concentraties PM2.5 waren grotendeels laag met uitzondering van iets hogere concentraties gedurende meer dan een etmaal. De concentratie PM2.5 was 20,1% van de tijd hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 6,7% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De overlast-scores vertoonden een dagelijks patroon, waarbij veel overlast (7-10) aan het begin van de avond of eind van de middag optrad en in enkele uren afnam. Tijdens de overlast was de concentratie PM2.5 meestal lager dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Eén moment van overlast viel samen met een episode van hogere concentraties (50-55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores.

ID07: De meetperiode vertoonde meerdere langdurige pieken PM2.5, die hoog waren (maximum 302,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De concentratie PM2.5 was 40,5% van de tijd hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 25,0% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hoge overlast-scores vielen vaak samen met hoge concentraties PM2.5, terwijl lage scores optraden op momenten dat de lucht relatief schoon was. Toch zijn er ook momenten dat dit niet gebeurt, of momenten dat de overlast iets eerder leek op treden dan de pieken van PM2.5. In deze casus kan er mogelijk een verband bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores, maar het beeld is niet geheel consistent.

ID08: De concentraties PM2.5 waren meestal laag, met uitzondering van enkele relatief lage pieken (maximum 66,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De concentratie PM2.5 was 15,1% van de tijd hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 4,2% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Er is nauwelijks overlast gemeld, met bovendien het laagste maximum (3) van alle casussen. Deze hoogste overlast (score 3) valt in een periode van de hoogste

concentraties PM2.5, maar een ander moment van overlast (2 uren met een score van 2) valt niet in een periode van hoge concentraties fijn stof (10-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). In deze casus zou er mogelijk een verband tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scorers kunnen zijn maar het beeld is niet consistent.

ID09: De concentraties PM2.5 waren grotendeels laag met uitzondering van enkele relatief niet hoge pieken (maximum 84,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De concentratie PM2.5 was 22,1% van de tijd hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 6,2% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In één nacht was de overlast-score gedurende 4 uur maximaal (10) en varieerde de concentratie PM2.5 van 28-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In de loop van een andere nacht en de volgende ochtend was de overlast-score echter 0 terwijl de concentraties PM2.5 varieerden van 50-84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Verder is ook overlast aangegeven terwijl er weinig PM2.5 was (10-14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores.

ID10: De concentraties PM2.5 waren grotendeels laag met uitzondering van enkele relatief lage pieken (maximum 85,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De concentratie PM2.5 was 9,0% van de tijd hoger dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2,6% van de tijd hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tijdens de meetperiode is overlast gescoord gedurende 64% van de tijd. Maximale overlast (10) werd uitsluitend aangegeven als de concentratie PM2.5 lager dan 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ was en voor een periode van 7 aaneensluitende uren was de concentratie 4-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kortom, er leek hier geen relatie te bestaan tussen de concentraties PM2.5 en de overlast-scores.

De bemerkingen bij de visuele analyses worden ondersteund door de regressie-berekeningen (Tabel 6). Alleen voor ID1, ID7 en ID8 was er een significante relatie. De correlatie was ook voor deze drie personen laag, mogelijk omdat er andere redenen kunnen zijn dan houtrook voor pieken in de PM2.5 concentratie. Bij de maximaal gerapporteerde hinderscores voor deze 3 personen, is de PM2.5 concentratie ongeveer 20 – 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan zonder gerapporteerde hinder, een flinke toename. Gemiddeld over alle personen is er geen significante relatie tussen hinder en PM2.5.

Tabel 6: *Relatie tussen hinderscore en gemeten PM2.5 per persoon*

ID	Correlatie	Regressie helling ¹
1	0,31²	2,9
2	-0,16	-2,9
3	-0,13	-1,2
4	0,12	1,2
5	-0,04	-1,2
6	0,00	0,0
7	0,18	5,1
8	0,23	6,6
9	-0,03	-0,1
10	0,07	0,1
Gemiddelde	0,06	1,0

¹ Dit is de toename in PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) bij een toename van de hinderscore met 1 eenheid. Voor ID 1 betekent dit dat een maximale hinderscore van 10 samenhangt met $2,9 \cdot 10 = 29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hogere PM2.5 concentratie.

² Vetgedrukt betekent een significante relatie ($p < 0.05$)

De andere doorgerekende varianten gaven hetzelfde beeld te zien als weergegeven in tabel 6. Tabel 7 illustreert dit voor de analyse waarbij de nachtelijke uren zijn verwijderd uit de analyses.

Tabel 7: *Relatie tussen hinderscore en gemeten PM2.5 per persoon, vanaf 7 uur*

ID	Correlatie	Regressie helling ¹
1	0,37	2,7
2	-0,19	-2,9
3	-0,19	-1,9
4	0,10	0,9
5	-0,02	-0,3
6	-0,03	-0,2
7	0,29	7,6
8	0,24	6,4
9	-0,17	-1,0
10	0,15	0,3
Gemiddelde	0,06	1,2

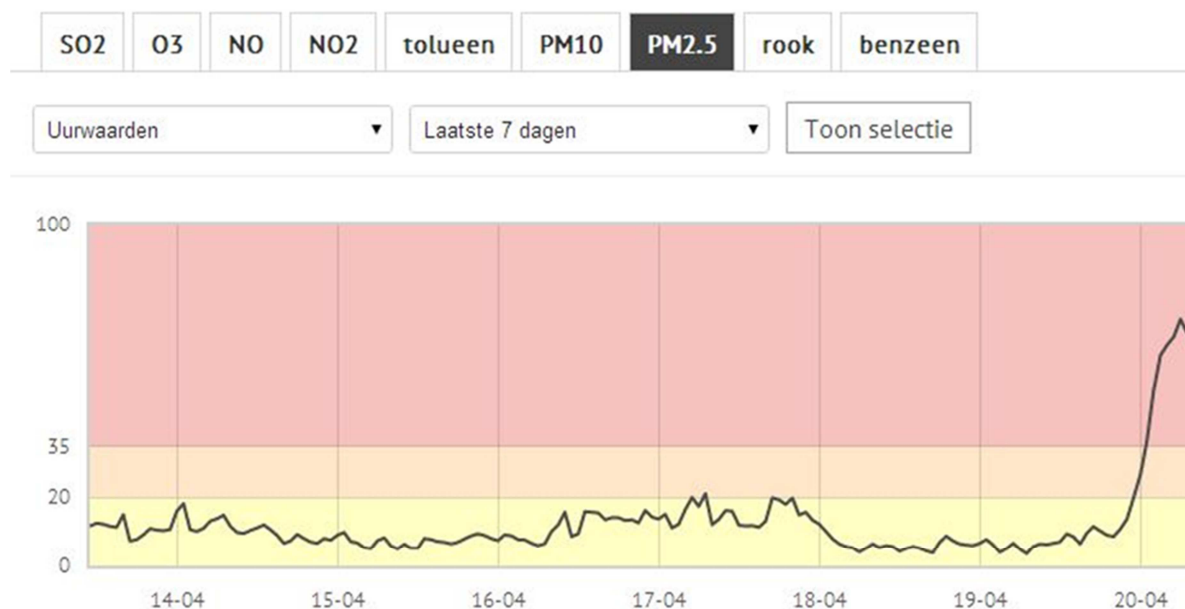
¹ Dit is de toename in PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) bij een toename van de hinderscore met 1 eenheid.

² Vetgedrukt betekent een significante relatie ($p < 0.05$).

Samenvattend bestond er een verschil in de ernst, de duur en de frequentie van de ervaren overlast. Dit varieerde van een casus met 2 overlastmomenten met een maximale score van 3 en een maximale duur van 2 uur tot een casus met 64% van de tijd overlast met langdurige overlastperiodes met maxima van 10. Bij 70% van de casussen was de maximale overlast 8 of hoger. Op sommige locaties waren er gedurende de meetperiode episoden met hoge concentraties PM2.5 en kwamen er eveneens hoge overlast-scores voor. Echter, in de meeste gevallen vielen episoden van hogere concentraties PM2.5 niet samen met hoge overlast-scores. In drie gevallen leek overlast soms met verhogingen van de concentraties fijn stof samen te vallen, maar dit beeld was niet consistent. In één geval (ID07) lijkt er een sterker verband te bestaan, maar ook hier is het beeld niet geheel consistent.

PM2.5-concentraties Pasen 2014

Ter illustratie hebben we de meetresultaten van het huidige onderzoek met die van een meetstation van DCMR in het Rijnmondgebied (figuur 2) vergeleken. In de dagen voorafgaand aan eerste paasdag op 20 april 2014 varieerden de concentraties PM2.5 nauwelijks, terwijl de wind uit verschillende richtingen kwam. In de nacht van zaterdag op zondag is een duidelijke toename van PM2.5 te zien ten gevolge van paasvuren in het oosten. Op zondagmorgen nam de piek af.



Figuur 2: De uurgemiddelde concentratie fijn stof (PM2.5 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemeten met één van de stations van DCMR in het Rijnmondgebied van 14 tot 20 april 2014 (website Vereniging voor Weerkunde en Klimatologie <http://www.vwkweb.nl/index.php?page=1103>).

Relatie voortschrijdende 24-uursgemiddelden PM2.5 en overlast

Aanvullend zijn de aantalsconcentraties omgerekend in voortschrijdende 24-uurs-gemiddelde gewichtconcentraties om de uitkomsten van de Dylos-metingen af te zetten tegen de WHO-advieswaarde voor PM2.5 van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 24-uurs-gemiddelden. Het aantal uren dat de voortschrijdende 24-uursgemiddelden hoger is dan $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ staat in tabel 8, evenals het percentages uren met een overschrijding per casus.

Tabel 8: Voortschrijdende 24-uursgemiddelden van PM2.5 gemeten met Dylos per casus (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Casus	Aantal 24-h-gemiddelden	Gemiddelde van de 24-gemiddelden	Minimumwaarde van een 24-h-gemiddelde	Maximumwaarde van een 24-h-gemiddelde	Aantal 24-h-gemiddelden $>25\mu\text{g}/\text{m}^3$	Percentage $>25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
ID01	172	23,3	3,48	50,39	58	33,72
ID02	151	32,26	3,38	58,27	88	58,28
ID03	158	21,64	3,29	53,66	30	18,99
ID04	158	14,37	0,812	23,41	0	0,00
ID05	157	58,89	7,64	194,64	119	75,80
ID06	151	16,2	0,7	45,29	34	22,52
ID07	176	40,12	2,23	80,19	145	82,39
ID08	157	14,57	0,95	34,02	24	15,29
ID09	152	17,54	0,25	40	41	26,97
ID10	172	12,47	3,48	15,15	3	1,74

Aantal 24-uursgemiddelden = binnen de meetduur per casus verkregen aantal 24-uursgemiddelden. Per casus de gemiddelde, laagste en hoogste waarde.

Aantal 24-uursgemiddelden $>25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ = per casus over de meetduur het aantal voortschrijdende 24-uursgemiddelden van PM2.5 hoger dan $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Percentage $>25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ = per casus over de meetduur het percentage voortschrijdende 24-uursgemiddelden PM2.5 hoger dan $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In bijlage 7 staan per onderzoek locatie de grafieken met daarin de voortschrijdende 24-uursgemiddelden afgebeeld samen met het niveau van de WHO-advieswaarde en met de overlast-score.

In het geval van casus 5, 7 en 8 lijkt er samenhang te zijn tussen voortschrijdende 24-uursgemiddelden PM2.5 en gerapporteerde overlast. Bij casussen 5 en 7 is het percentage 24-uursgemiddelden die de advieswaarde van het WHO ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overschrijden het hoogst (casus 5 = 75.8%, casus 7 = 82.39%). Voor casus 1, 3, 6 en 9 is de samenhang minder duidelijk. Voor deze vier casussen liggen de percentages voortschrijdende 24-uursgemiddelden die hoger zijn dan de advieswaarde van de WHO,

lager dan in casus 5 en 7. Bij casus 4 en 10 is er geen samenhang zichtbaar in de grafieken, hier zijn er (vrijwel) geen overschrijdingen van de advieswaarden (casus 10 = 1.7%, casus 4 = 0.0%).

De overlast-scores verschilden per casus sterk wat betreft de maximale overlast-scores. De meeste melders (70%) hebben een zeer hoge overlast-score (8,9 of 10) aangegeven. Daarnaast gaan wij er van uit dat de meeste mensen slapen gedurende de nacht, waardoor een bewuste waarneming van overlast niet mogelijk is.

Om te kijken of er een ander patroon ontstaat, hebben we de overlast-scores van alle casussen gelijk geschaald zijn (minimum bleef 0 en maximum werd 6) en hebben we de nachtelijke uren (uur 1 t/m 6) beschouwd als het afwezig zijn van de persoon. Dit had geen invloed op de samenhang tussen het aantal getelde deeltjes en overlast, noch voor de samenhang tussen de voortschrijdende 24-uursgemiddelden en overlast.

Relatie PM2.5 windrichting

Bijlage 8 bevat een tabel met daarin per casus de windrichting aangegeven, en de oriëntatie van de vermoedde bron(en) ten opzichte van het huis van de melder. Voor een aantal casussen geldt dat er duidelijk sprake is van een aantal verhoogde concentraties PM2.5 op dagen dat de woning benedenwinds staat van de vermeende stoker (casus 1, 2, 3 en 9). ID04 lag gedurende de meetperiode vrijwel de hele tijd benedenwinds van de vermeende stoker en hier zien we soms pieken optreden. Bij een aantal casussen is komen de pieken niet duidelijk overeen met de heersende windrichting (casus 5 en 7). Samenvattend lijkt er een zichtbaar verband te zijn tussen de gemiddelde aantallen PM2.5 per dag en of de wind uit de richting kwam van de bron(nen).

Relatie PM2.5 en luchtvochtigheid

Een Pearsons productmoment-correlatietest is uitgevoerd om de relatie tussen de variabelen PM2.5 en relatieve luchtvochtigheid te onderzoeken. De relatieve-luchtvochtigheidsdata zijn normaal verdeeld en na log-transformatie zijn ook de PM2.5-data normaal verdeeld. Er een significant effect met een zeer lage relatie tussen de variabelen PM2.5 en relatieve luchtvochtigheid ($r=0.14$, $n=1530$, $P<0.001$).

Discussie

Het onderzoek heeft opvallend veel losgemaakt. Houtrook blijkt een probleem voor veel gemeenten en veel burgers. In reacties, waarvan een aantal weergegeven in bijlage 9, laten sommige bewoners weten wanhopig te zijn. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu erkent dat het stoken van hout in houtkachels, haarden en open vuur lokaal leidt tot problemen met de luchtkwaliteit. Dit staat in een brief van 6 juli 2015 aan de Tweede Kamer. Daarin is ook het rijksbeleid omschreven, dat uit de volgende elementen bestaat.

- Nieuwe kachels mogen alleen met een typekeuring op de markt komen.
- Steun voor een platform van maatschappelijke sectoren om kennis te verzamelen en uit te wisselen over het beperken van de overlast door houtstook.
- Samen met het Platform informatiematerialen en adviezen ontwikkelen.

De hoofdlijn van beleid is dus dat bestaande kachels in gebruik mogen blijven en dat geen beperkende maatregelen worden genomen betreffende het stookgedrag. Ook zijn er geen plannen voor het aanpassen van de regelgeving.

Relevante regelgeving voor houtrook

- Een bewoner kan een beroep op het burendrecht. Burgerlijk Wetboek artikel 5.37 verbiedt het toebrengen van hinder door o.a. het verspreiden van stank of rook,
- Woningverhuurders moeten optreden tegen overlast veroorzaakt vanuit een woning die zij verhuren. - Op grond van de milieuregels is het verboden afval - dus iets anders dan schoon hout - te verbranden.
- Gemeenten moeten handhavend optreden tegen hinderlijke of schadelijke rook, roet en stank op basis van het Bouwbesluit artikel 7.22.

Het is opmerkelijk dat het Bouwbesluit wel een voorschrift bevat om te voorkomen dat teveel rook uit de schoorsteen de eigen woning binnenkomt maar dat geen regels gelden ter bescherming van buurwoningen. Het Wetboek van Strafrecht bevat geen specifieke bepaling tegen stank of rook, zoals die er wel in staat tegen “rumoer of burengerucht”. Een proces verbaal kan nuttig zijn in het kader van dossiervorming maar de politie zal aan stank of rook doorgaans een lage prioriteit geven.

Het uitblijven van nieuw beleid ten aanzien van regelgeving betekent dat er voor burgers om een probleem op te lossen slechts twee mogelijkheden zijn: onderling oplossen of een beroep doen op de bestaande regelgeving. Het onderzoeksproject sluit hierbij aan door na te gaan of op de markt beschikbare meetapparaten voor fijn stof bruikbaar zijn in situaties waarin klachten bestaan over rook van houtkachels. Technisch gezien hebben beide *optical scattering* meetapparaten, zowel die

van Atal als die van Dylos, goed gefunctioneerd. Ook de gehanteerde vragenlijsten waren bruikbaar, zowel naar het oordeel van de onderzoekers als in de evaluatie van de respondenten.

Atal: momentane metingen

Het meten met de Atal IAQ PM2.5 heeft weinig opgeleverd. Het apparaat is bedoeld voor directe uitlezing binnenshuis en kan de meetgegevens niet opslaan. De waarden die het apparaat aangeeft zijn aanzienlijk hoger dan die van het apparaat dat gebruikt is om te ijken (zie Conversie in hoofdstuk Opzet, methoden en technieken). De meting tijdens het huisbezoek had geen meerwaarde om de concentratie PM2.5 aan de gevel te vergelijken met de concentratie PM2.5 bovenwinds van de overlast-gevende stoker, omdat op de klager afgesproken tijdstippen de stoker niet actief was. De methode van een incidenteel huisbezoek op afspraak bleek hiermee onbruikbaar.

Dylos: PM2.5 en overlast

Wegens het geringe budget en de begrensde doorlooptijd is het onderzoek beperkt tot tien locaties. Het is verkennend van karakter. Het onderzoek is uitgevoerd bij personen met tamelijk ernstige klachten over houtrook. Een score van overlast omvat geurhinder en lichamelijke klachten. Deze overlast-scores blijken bij de meeste van hen geen duidelijk verband te tonen met de curves van PM2.5. Dit betekent niet dat de klachten niet reëel zijn. Het betekent dat de PM2.5-meters geen goede indicatoren in de gekozen opzet: kortdurend meten op een vooraf afgesproken tijdstip of het gedurende een week achterlaten van een meetapparaat in een open raam of onder een afdak bij het huis van de klager. Dat in deze opzet meestal geen verband te zien is tussen PM2.5 concentraties en klachten kan verscheidene oorzaken hebben.

- PM2.5 is in tegenstelling tot bijvoorbeeld levoglucosan geen specifieke maat voor houtstook. Er kunnen ook andere bronnen zijn die variatie in PM2.5 kunnen verklaren. Tenslotte zijn de weersomstandigheden bij gelijke bronsterkte een zeer belangrijke factor voor de hoogte van de concentratie.
- In een raamopening kan de luchtstroom van buiten naar binnen gericht zijn, maar ook van binnen naar buiten. Deze beide stromen kunnen afwisselend en zelfs tegelijkertijd in één opening optreden. Hierdoor kan een deel van de tijd PM2.5 in binnenlucht zijn gemeten. In binnenlucht zit PM2.5 dat met de buitenlucht naar binnen is gekomen en binnen weinig precipiteert of adsorbeert. Maar binnen zijn er bronnen die af en toe PM2.5 toevoegen zoals verbrandingsprocessen bijvoorbeeld een gasfornuis. Deze bronnen kunnen piekwaarden

veroorzaken in een omgeving met een laag achtergrondgehalte van PM2.5. Bij de hogere gemeten PM2.5-concentraties speelt dit echter nauwelijks een rol.

- Mogelijk hebben sommige respondenten het overlast-logboek niet elk uur ingevuld maar retrospectief over langere perioden. Dit kan leiden tot een verschuiving van een hoge overlast-score naar een tijdstip dat dat vooraf gaat aan of volgt op een piek in de PM2.5-concentratie, terwijl de overlast en de piek in werkelijkheid gelijktijdig aanwezig zijn geweest.
- De overlast-score kan misschien getriggerd worden door lage geurconcentraties die gepaard gaan met lage PM2.5-concentraties. Dan zou te verwachten zijn dat een hoge overlast gepaard gaat met tenminste een geringe verhoging van de PM2.5-concentratie. Dit is echter niet gevonden in de analyses.

Vanwege het kleine aantal locaties is de mogelijkheid van statische toetsing op groepsniveau beperkt. Vanwege het grote aantal observaties per casus was het op individueel niveau wel mogelijk om een correlatie regressie te berekenen. De resultaten bevestigden onze kwalitatieve analyses. Omdat op de meeste van de onderzocht locaties een hoge PM2.5-concentratie niet gepaard gaat met een hoge overlast-score, heeft de meting nauwelijks voorspellende waarde voor het optreden van overlast. Ook het omgekeerd geldt: veel overlast voorspelt geen hoge concentratie PM2.5. Daarmee is het meetapparaat in deze opzet geen goed diagnostisch hulpmiddel. Hiermee is niet gezegd dat er geen verband bestaat tussen PM2.5 en overlast.

Dylos: PM2,5 overschrijding advieswaarde

De PM2.5-meetgegevens zijn ook vergeleken met de WHO-advieswaarde van 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 24-uursgemiddelden. Deze waarde is opvallend vaak overschreden. Dit stemt overeen met modelberekeningen (Blauw, 2011; Verhees 2014). In dit onderzoeksproject liggen de hoogst gemeten uurwaarden per locatie tussen 66,0 en 302,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De overschrijding biedt mogelijk wel aanknopingspunten voor het beoordelen van lokale situaties. Met name het meetapparaat van Dylos kan geschikt zijn, omdat het tegen lage kosten eenvoudig langere tijd kan meten of de toetswaarde wordt overschreden. Tevoren dient dan bepaald te worden welke conversiefactor moet gelden om de aantalsconcentraties die het apparaat meet om te rekenen in gewichtconcentraties. Om pragmatische redenen is in dit onderzoeksproject gekozen voor de conversiefactor die op het meetapparaat staat, maar de wetenschappelijke literatuur geeft aan dat die factor discutabel is (bijlage 5). Dit is mogelijk mede een gevolg van verschillende deeltjesgrootteverdelingen in houtrook

van verschillende herkomst. Het onderzoek geeft ook een andere indicatie dat het meetapparaat van Dylos geschikt kan zijn. De PM2.5-concentraties zijn vaak wat hoger wanneer de wind uit de richting van de bronnen komt. Een reden dat dit niet heel consistent is dat het onzeker is of de op een KNMI-station gemeten windrichting overkomt met de windrichting ter plekke van de onderzochte woning.

Ook de luchtvochtigheid kan misschien een rol spelen. Dit vraagt om een degelijk validatieonderzoek voor houtrook in de omstreken situaties.

Verder kan een beoordeling aan impact winnen als de advieswaarde wordt verankerd in afspraken, jurisprudentie of regelgeving. Te denken valt bijvoorbeeld aan een kwaliteitsnorm voor bepaalde woongebieden die gemeenten kunnen aanwijzen in het kader van de komende Omgevingswet.

Atal en Dylos: duiding van concentraties

Een valkuil als leken de onderzocht meetapparaten gebruiken, is de duiding die de fabrikanten geven aan de meetwaarden (Zie tabel 9).

Atal IAQ PM2.5	
<i>Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	<i>Kwalificatie volgens Atal</i>
0-35	"erg goed"
36-75	"goed"
76-115	"lichte vervuiling"
116-150	"middelmatige vervuiling"
151-250	"hoge vervuiling"
> 251	"serieuze vervuiling"

Dylos DC 1700 user manual	
<i>Small Count Reading</i>	<i>Air Quality Chart</i>
0-75	"excellent"
75-150	"very good"
150-300	"good"
300-1050	"fair"
1050-3000	"poor"
> 3000	"very poor"

Tabel 9: Voorbeelden van duiding meetwaarden door fabrikanten

De *user manual* van Dylos geeft de in de tabel genoemde Air Quality Chart. Deze getallen en kwalificaties verschillen van die op de sticker op het meetapparaat (zie figuur 1 in hoofdstuk Opzet, methoden).

Al deze getallen zijn geen waarden waarboven schade optreedt en terwijl dit onder deze waarde niet het geval zou zijn. Bovendien zeggen de getallen niets zonder het definiëren van het tijdvenster waarover de concentratie gemiddeld wordt. Het risico van PM2.5 hangt immers niet alleen af van de hoeveelheid op een moment, maar ook van het gemiddelde over langere tijd. De WHO geeft 2

advieswaarden voor het beperken van PM2.5 in de buitenlucht: etmaalgemiddeld 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en jaargemiddeld 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In de opzet was de beoordeling van de lucht door een getrainde medewerker opgenomen. Het reukvermogen van de GGD-medewerker is voor het veldwerk getest in een geurlab. Echter doordat deze medewerker kort na de start van het onderzoek helaas niet inzetbaar was, is dit aspect van het onderzoek weliswaar overgenomen door andere medewerkers, maar zijn de resultaten van hun beoordeling minder betrouwbaar.

Conclusies

Houtrook wordt door veel mensen als een groot probleem ervaren. De indruk bestond dat meerdere bewoners het tijdens het eerste huisbezoek lastig vonden een oordeel over de momentane situatie te geven zonder het oordeel over de voorafgaande tijd mee te laten wegen. Bij enkele van de bewoners lijkt er mogelijk een verband te zijn tussen de mate van overlast die ze aangeven in de loop van een meetweek en het beloop van de concentratie PM2.5 in die week. Bij de onderzochte groep is echter in het algemeen geen consistente samenhang te zien tussen de overlast en de meetresultaten van een Dylos DC1700. In de individuele situatie met klachten over houtrook geeft een meting van PM2.5 gedurende een week met de Dylos geen informatie die meerwaarde heeft ten opzichte van een vragenlijst of logboek. Dit geldt ook voor een meting met een Atal IAQ PM2.5 tijdens een tevoren afgesproken huisbezoek. De metingen lijken nauwelijks een diagnostische, voorspellende waarde te hebben. In de gekozen opzet zijn de onderzochte meetapparaten niet zonder meer bruikbaar om te bepalen of een situatie waarover klachten bestaan wel of niet acceptabel is. Nader onderzoek in deze richting dient zich te richten op validatiewerk, want het lijkt erop dat de absolute waarden in het huidige onderzoek nog onvoldoende zeker zijn.

De met de Dylos gemeten en omgerekende concentraties PM2.5 zijn soms opvallend hoog met waarden tot bijna 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit kan ten dele liggen aan de omrekenfactor die aan de hoge kant was bij vergelijking met een gekalibreerd meetapparaat van Lighthouse. De factor die Dylos opgeeft om de gemeten aantallen deeltjes om te rekenen in het gewicht van die deeltjes is echter niet onderbouwd en is onderwerp van een wetenschappelijk discussie.

Ook al zijn de werkelijk concentraties wat lager dan de gemeten waarden, dan wijzen ze nog wel op een serieuze verontreiniging. Het is mogelijk dat de geconstateerde pieken afkomstig zijn van naburige houtkachels. De meetwaarden zijn wat hoger wanneer de windrichting gemeten op een KNMI-station zodanig is dat de woning van de klager benedenwinds ligt van de houtkachel waarover klachten bestaan.

Als voortschrijdend 24-uursgemiddelde is de concentratie PM2.5 op sommige locaties regelmatig hoger dan de gezondheidkundige advieswaarde van de WHO.

Implementatie

Aanbevelingen

1. Validatie en overschrijdingsmetingen

Het is raadzaam te onderzoeken of er in situaties met klachten over houtrook van burens een conversiefactor is om de door de Dylos DC 1700 gemeten aantallen deeltjes op valide wijze om te rekenen naar het gewicht van die deeltjes. In een dergelijk onderzoek kan meteen worden gezien of de Dylos met die conversiefactor geschikt is om vast te stellen of er een overschrijding is van de WHO-advieswaarde voor het 24-uursgemiddelde voor PM2.5. Tevens is het van belang na te gaan of het ter plaatse gelijktijdig meten van de windrichting en windsterkte bijdraagt aan het vaststellen van welke bron de PM2.5-overschrijding afkomstig is.

2. Regelgeving

Het is raadzaam te overwegen de regelgeving zodanig aan te scherpen dat gemakkelijker maatregelen opgelegd kunnen worden in situaties van ernstige overlast. Te denken valt aan de volgende mogelijkheden.

- Het uitbreiden van de bouwregelgeving (de zogeheten *verdunningsfactor*) voor afstand tussen schoorsteenmond en ventilatieopeningen van het eigen pand naar ook naburige panden.
- Stoken niet of minder toestaan bij ongunstige weersomstandigheden, zoals mist of windstil weer.
- In het kader van de Omgevingswet voor bepaalde woonwijken:
 - aanwijzen houtrookvrije buurten;
 - de WHO-advieswaarden voor PM2.5 als luchtkwaliteitsnorm vastleggen;
 - verplichten van effectieve katalytische rookreiniging in schoorstenen van nieuwe houtkachels.
- Het strafbaar stellen van rook en stank, analoog aan de bepaling in het Wetboek van Strafrecht tegen rumoer en burengerucht.

Literatuur

- Allen RW, Mar T, Koenig J, Liu LJ, Gould T, Simpson C, Larson T. *Changes in lung function and airway inflammation among asthmatic children in a woodsmoke-impacted urban area*. *Inhal Toxicol* 2008;20:423-33.
- Allen GA, Miller PJ, Rector LJ, Brauwer M, Su JG. *Characterization of valley winter woodsmoke concentrations in northern NY using highly time-resolved measurements*. *Aerosol Air Qual Res* 2011;11:519-30.
- Alves CA, Vicente A, Monteiro C, Gonçalves C, Evtugina M, Pio C. *Emission of trace gases and organic compounds in smoke particles from wildfire in a mixed-evergreen forest in Portugal*. *Sci Total Environ* 2011;409:1466-75.
- Anonymous. *Fine particulate matter concentrations in outdoor air near outdoor wood-fired boilers*. New York State Department of Health Bureau of Toxic Substances, report, 2013.
- Anzion C, Dönszelmann E. Toolkit 'Houtstook door particulieren, hoe voorkom je overlast?'. Netwerk van milieuprofessionals (VVM), 2014.
- Barregard L, Sällsten G, Gustafson P, Andersson L, Johansson L, Basu S, Stigendal L. *Experimental exposure to wood-smoke particles in healthy humans: effects on markers of inflammation, coagulation, and lipid peroxidation*. *Inhal Toxicol* 2006;18:845-53.
- Barregard L, Sällsten G, Andersson L, Almstrand AC, Gustafson P, Andersson M, Olin AC. *Experimental exposure to wood smoke: effects on airway inflammation and oxidative stress*. *Occup Environ Med* 2008;65:319-24.
- Bønløkke JH, Riddervold IS, Grønborg TK, Skogstrand K, Hougaard DM, Barregard L, Sigsgaard T. *Systemic effects of wood smoke in a short-term experimental exposure study of atopic volunteers*. *J Occup Environ Med* 2014;56:177-83.
- Blauw. *Effecten luchtemissies houtkachels; vervolgonderzoek op basis van recente meetgegevens*. Rapportnummer: BL2011.5359.01-V03. Wageningen, Buro Blauw, 2011
- Bouwbesluit 2012, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2012
- Browning, K.G., J.Q. Koenig, H. Checkoway, T.V. Larson en W.E. Pierson. *A questionnaire study of respiratory health in areas of high and low ambient wood smoke pollution*. *Pediat. Asthma Allergy Immunol* 1990;4:183-91.
- Brown DR, Alderman N, Weinberger B, Lewis C, Bradley J, Curtis L. *Outdoor wood furnaces create significant indoor particulate pollution in neighbouring homes*. *Inhal Toxicol* 2014;26:626-35.
- Brunekreef B, Forsberg B. *Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health*. *Eur Respir J*. 2005 Aug;26(2):309-18. Review.

Bui DS, Burgess JA, Matheson MC, Erbas B, Perret J, Morrison S, Giles GG, Hopper JL, Thomas PS, Markos J, Abramson MJ, Walters EH, Dharmage SC. *Ambient wood smoke, traffic pollution and adult asthma prevalence and severity*. *Respirology* 2013;18:1101-7.

Chafe Z, Brauer M, Héroux M-E, Klimont Z, Lanki T, Salonen R, Smith K. *Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America*. Copenhagen, WHO Europe, 2015.

Compendium voor de leefomgeving, 2013. *Geurhinder per bron, 1990-2011*.

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0290-Geurhinder-per-bron.html?i=13-45>

Compendium voor de leefomgeving, 2014. *Concentraties van de fijnere fractie van fijn stof (PM_{2,5}), 2009-2013*. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0532-Fijnere-fractie-van-fijn-stof-%28PM-2.5%29.html?i=14-66>

CBS, 2012. *Milieuhinder, milieugedrag en milieubesef van personen: persoonskenmerken*.

<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=03783&D1=0,6-10,12&D2=0-2&D3=a&HDR=T&STB=G1,G2&VW=T>

Czerny M, Buettner A. *Odor-active compounds in cardboard*. *J Agric Food Chem*. 2009 Nov 11;57(21):9979-84.

Czerny M, Brueckner R, Kirchhoff E, Schmitt R, Buettner A. *The influence of molecular structure on odor qualities and odor detection thresholds of volatile alkylated phenols*. *Chem Sense* 2011;36:539-53.

Day DE, Malm WC, Kreidenweis SM. *Aerosol light scattering measurements as a function of relative humidity*. *J Air Waste Manag Assoc* 2000;50:710-6.

Dennekamp M, Straney LD, Erbas B, Abramson MJ, Keywood M, Smith K, Sim MR, Glass DC, Del Monaco A, Haikerwal A, Tonkin AM. *Forest Fire Smoke Exposures and Out-of-Hospital Cardiac Arrests in Melbourne, Australia: A Case-Crossover Study*. *Environ Health Perspect*. 2015 Mar 20.

Epton MJ, Dawson RD, Brooks WM, Kingham S, Aberkane T, Cavanagh JA, Frampton CM, Hewitt T, Cook JM, McLeod S, McCartin F, Trought K, Brown L. *The effect of ambient air pollution on respiratory health of school children: a panel study*. *Environ Health* 2008;7:16. [11 pag]

Faustini A, Alessandrini ER, Pey J, Perez N, Samoli E, Querol X, Cadum E, Perrino C, Ostro B, Ranzi A, Sunyer J, Stafoggia M, Forastiere F; MED-PARTICLES study group. *Short-term effects of particulate matter on mortality during forest fires in Southern Europe: results of the MED-PARTICLES Project*. *Occup Environ Med*. 2015 May;72(5):323-9.

Forchhammer L, Møller P, Riddervold IS, Bønløkke J, Massling A, Sigsgaard T, Loft S. *Controlled human wood smoke exposure: oxidative stress, inflammation and microvascular function*. *Part Fibre Toxicol* 2012;9:7. [11 pag]

Ghio AJ, Soukup JM, Case M, Dailey LA, Richards J, Berntsen J, Devlin RB, Stone S, Rappold A. *Exposure to wood smoke particles produces inflammation in healthy volunteers*. *Occup Environ Med* 2012;69:170-5.

- Groot BJA, Van der Made MCM. *Allesbranders een bron van ellende*. Breda, Vereniging van Directeuren van Basisgezondheidsdiensten afdeling Noord-Brabant, Regionale Inspectie Milieuhygiëne Noord-Brabant, 1991.
- Hagens WI, Van Overveld AJP, Fischer PH, Gerlofs-Nijland ME, Cassee FR. *Gezondheidseffecten van houtrook; een literatuurstudie*. Bilthoven, RIVM-rapport 609300027, 2011.
- Holstius DM, Pillarisetti A, Smith KR, Seto E. *Field calibrations of a low-cost aerosol sensor at a regulatory monitoring site in California*. *Atmos Tech* 2014;7:1121-31.
- IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *Volume 109, Outdoor Air Pollution*. Lyon: IARC (in Press).
- Karlsson HL, Ljungman AG, Lindbom J, Möller L. *Comparison of genotoxic and inflammatory effects of particles generated by wood combustion, a road simulator and collected from street and subway*. *Toxicol Lett* 2006;165:203-11.
- Kistler M, Schmidt C, Padouvas E, Gieble H, Lohninger J, Ellinger R, Bauer H, Puxbaum H. *Odor, gaseous and PM10 emissions from small scale combustion of wood types indigenous to Central Europa*. *Atmos Environ* 2012;51:86-93.
- Kjällstrand J, Petersson G (a). *Phenolic antioxidants in wood smoke*. *Sci Total Environ* 2001;177:69-75.
- Kjällstrand J, Petersson G (b). *Phenols and aromatic hydrocarbons in chimney emissions from traditional and modern residential wood burning*. *Environ Technol* 2001;22:391-5.
- Kocbach Bolling A, Pagels J, Yttri KE, Barregard L, Sallsten G, Schwarze PE, Boman C. *Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties*. *Particle Fibre Toxicol* 2009;6:29 [20 pag].
- Koenig JQ, Larson TV, Hanley QS, Rebolledo V, Dumler K, Checkoway H, Wang SZ, Lin D, Pierson WE. *Pulmonary function changes in children associated with fine particulate matter*. *Environ Res*. 1993 Oct;63(1):26-38.
- Kos GPA, Weijers EP. *De bijdrage van houtverbranding aan P10 en PM2,5 in een winterperiode in Schoorl*. Petten, ECN-E--09-083, 2009.
- Kroon P, De Wilde HPJ. *Emissies van houtstook door huishoudens*. Petten, ECN-E—12-011, 2012.
- Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Baan R, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group IARC. *The carcinogenicity of outdoor air pollution*. *The Lancet Oncology*. 2013; 14:1262-3. World Health Organization International Agency for Research on Cancer.
- Maas R, Fischer P, Wesseling J, Houthuijs D, Cassee F. *Luchtkwaliteit en gezondheidswinst*. Bilthoven, RIVM, 2015.
- Maenhaut W, Vermeylen R, Claeys M, Vercauteren J, Matheeußen C, Roekens E. *Assessment of the contribution from wood burning to the PM10 aerosol in Flanders, Belgium*. *Sci Total Environ* 2012;437:226-36.

Maekawa M, Nohmi T. Thermal Decomposition of Cellulose and It's Roasted Odor. JMSSJ On-line, Vol. 46 (1998) No. 4, pp. 308-316.

Mazzoleni LR, Zielinska B, Moosmuller H (2007). *Emissions of levoglucosan, methoxy phenols, and organic acids from prescribed burns, laboratory combustion of wildland fuels, and residential wood combustion*. Environ Sci Technol. 41(7):2115–2122.

Neitzel R, Naeher LP, Paulsen M, Dunn K, Stock A, Simpson CD. *Biological monitoring of smoke exposure among wildland firefighters: a pilot study comparing urinary methoxyphenols with personal exposures to carbon monoxide, particulate matter, and levoglucosan*. J Expo Sci Environ Epidemiol 2009;19:349-58.

Naeher LP, Smith KR, Brauer M, Chowdhury Z, Simpson C, Koenig JQ, Lipsett M, Zelikoff JT. *Critical review of the health effects of woodsmoke*. 2005:
[http://ehs.sph.berkeley.edu/krsmith/publications/2005%20pubs/HC%20woodsmoke%20report%20Mar%2031%2005%20\(rev\).pdf](http://ehs.sph.berkeley.edu/krsmith/publications/2005%20pubs/HC%20woodsmoke%20report%20Mar%2031%2005%20(rev).pdf)

Naeher LP, Brauer M, Lipsett M, Zelikoff JT, Simpson CD, Koenig JQ, Smith KR. *Woodsmoke health effects: a review*. Inhal Toxicol. 2007 Jan;19(1):67-106.

Riddervold IS, Bønløkke JH, Mølhav L, Massling A, Jensen B, Grønberg TK, Bossi R, Forchhammer L, Kjærgaard SK, Sigsgaard T. *Wood smoke in a controlled experiment with human volunteers*. Inhal Toxicol 2011;23:277-88.

Riddervold IS, Bønløkke JH, Olin AC, Grønberg TK, Schlünssen V, Skogstrand K, Hougaard D, Massling A, Sigsgaard T. *Effects of wood smoke particles from wood-burning stoves on the respiratory health of atopic humans*. Part Fibre Toxicol. 2012;9:12 [13 pag].

Sällsten G, Gustafson P, Johansson L, Johannesson S, Molnár P, Strandberg B, Tullin C, Barregard L. *Experimental wood smoke exposure in humans*. Inhal Toxicol 2006;18:855-64.

Schauer J, Kleeman M, Cass G, Simoneit B. *Measurement of emissions from air pollution sources*. 3. C1-C29 organic compounds from fireplace combustion of wood. Environ Sci Technol. 2001 May 1;35(9):1716-28.

Sehlstedt M, Dove R, Boman C, Pagels J, Swietlicki E, Löndahl J, Westerholm R, Bosson J, Barath S, Behndig AF, Pourazar J, Sandström T, Mudway IS, Blomberg A. *Antioxidant airway responses following experimental exposure to wood smoke in man*. Part Fibre Toxicol. 2010;7:21 [11 pag].

Siponen T, Yli-Tuomi T, Aurela M, Dufva H, Hillamo R, Hirvonen MR, Huttunen K, Pekkanen J, Pennanen A, Salonen I, Tiittanen P, Salonen RO, Lanki T. *Source-specific fine particulate air pollution and systemic inflammation in ischaemic heart disease patients*. Occup Environ Med. 2015 Apr;72(4):277-83.

Spijkers E, Broer J, Kuiper J. *Rapport Milieu-, geluids-, geur- en Lichthinder 2012; aanvullende analyses gezondheidsenquête 2012 provincie Groningen*. Groningen, GGD, 2013

Stockfelt L, Sällsten G, Olin AC, Almerud P, Samuelsson L, Johannesson S, Molnar P, Strandberg B, Almstrand AC, Bergemalm-Rynell K, Barregard L. *Effects on airways of short-term exposure to two kinds of wood smoke in a chamber study of healthy humans*. Inhal Toxicol. 2012;24:47-59.

Stockfelt L, Sallsten G, Almerud P, Basu S, Barregard L. *Short-term chamber exposure to low doses of two kinds of wood smoke does not induce systemic inflammation, coagulation or oxidative stress in healthy humans*. *Inhal Toxicol*. 2013 Jul;25(8):417-25. doi: 10.3109/08958378.2013.798387. Epub 2013 Jul 1.

Van Brederode NE. *Onderzoek naar hinder door de houtkachel van Dwarsweg 21 te Heukelum, Gemeente Lingewaal*. Tiel, GGD Rivierenland, 1997.

Unosson J, Blomberg A, Sandström T, Muala A, Boman C, Nyström R, Westerholm R, Mills NL, Newby DE, Langrish JP, Bosson JA. *Exposure to wood smoke increases arterial stiffness and decreases heart rate variability in humans*. *Part Fibre Toxicol*. 2013 Jun 6;10:20. doi: 10.1186/1743-8977-10-20.

Verhees (DGMR). *Verspreidingsberekeningen met het Nieuw Nationaal Model*. Congres houtstook en gezondheid, 23 mei 2014, RIVM Bithoven

WHO Regional Office for Europe (2006). *WHO air quality guidelines*:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>

Bijlage 1: Oproep voor deelname gericht aan gemeenten.

Overlast door rook van houtkachels

Gezocht: meldingen voor onderzoek door GGD

Om een beoordelingsinstrument voor gemeenten te ontwikkelen, zoekt de GGD burgers die bij gemeenten klagen over rook van houtkachels.

Gemeenten krijgen geregeld klachten wegens overlast door rook uit houtkachels van burens. De overlast kan leiden tot gezondheidsproblemen en kan de kwaliteit van leven aanzienlijk aantasten. Bij de behandeling van meldingen lopen gemeenten aan tegen een gebrek aan bruikbare wet en – regelgeving. Recent heeft de VVM een *toolkit* gepubliceerd na overleg met het RIVM en in opdracht van het ministerie van I+M. Maar er is nog geen goede methode om tot een inschatting te komen over of er sprake is van een wel of niet acceptabele blootstelling aan rook. Dit draagt bij aan onvrede over de afhandeling bij zowel gemeenten als burgers.

Doel van het onderzoek

De GGD'en willen met het verkennende onderzoek een stap zetten in de ontwikkeling van een hulpmiddel dat gemeenten kunnen toepassen bij het beoordelen van meldingen van overlast door rook van houtkachels.

Opzet van het onderzoek

In het project *Overlast door rook van houtkachels* werken de GGD'en van Drenthe, Friesland en Groningen samen de Universiteit Utrecht. Het project heeft een subsidie van de landelijke Academische Werkplaats Milieu en Gezondheid.

Een GGD-onderzoeker verzamelt op locatie gegevens over het volgende.

- De mate van ervaren hinder.
- Gezondheidsklachten.
- Waarnemingen van de onderzoeker.
- De aantallen deeltjes fijn stof (PM_{2,5}) aan de gevel en bovenwinds van de vermoedelijke bron.

Metingen van fijn stof vinden plaats met een apparaat dat direct een waarde geeft. Een tweede apparaat blijft achter om de aantallen deeltjes gedurende een week te registreren. De metingen vinden plaats tussen eind januari tot begin april. De bewoners krijgen een verslagje met de bevindingen, zonder een oordeel over de situatie.

Aan de hand van de uitkomsten stelt de GGD een geanonimiseerd rapport op voor de deelnemende gemeenten. Een concept daarvan willen we graag bespreken met een aantal van u.

Vraag aan u als medewerker van een gemeente

De projectgroep heeft nu uw hulp nodig voor het vinden van deelnemers voor het onderzoek. Wij zijn op zoek naar personen die voldoen aan een aantal criteria zoals beschreven in de bijlage 'Procedure aanmeldingen'. In de tweede bijlage staat informatie die bestemd is voor personen die volgens u aan de criteria voldoen.

Wij hopen op uw medewerking voor het aanmelden van deelnemers!

Contact

Voor vragen kunt u telefonisch contact opnemen met de Nellie Hagedoorn, GGD Groningen, afdeling milieu & gezondheid, telefoonnummer: 050 3674000 of door uw vraag te sturen naar:

houtrook@ggd.groningen.nl

Bijlage 2: Toestemmingsformulier

Onderzoek: 'Overlast door rook van houtkachels'

FORMULIER voor TOESTEMMING

Ik heb de informatiebrief voor de deelnemers gelezen. Ik kon aanvullende vragen stellen. Mijn vragen zijn genoeg beantwoord. Ik had genoeg tijd om te beslissen of ik meedoe. Ik weet dat meedoen vrijwillig is. Ik weet dat ik op ieder moment kan beslissen om toch niet mee te doen. Daarvoor hoef ik geen reden te geven.

Ik wil meedoen aan dit onderzoek.

Ik geef toestemming om mijn gegevens te gebruiken voor de doelen die hierboven in de INFORMATIE staan.

Ik geef toestemming om mijn onderzoeksgegevens 15 jaar na afloop van dit onderzoek te bewaren.

Ik geef ook toestemming om mijn onderzoeksgegevens 15 jaar na afloop van dit onderzoek te bewaren, zodat dit in de toekomst misschien kan worden gebruikt voor aanvullend onderzoek binnen het houtrookonderzoek. Als mijn onderzoeksgegevens gebruikt kunnen worden voor onderzoek dat niet onderdeel is van het houtrookonderzoek, mag ik opnieuw benaderd worden voor toestemming van het gebruik van mijn onderzoeksgegevens voor dit doeleinde.

Naam proefpersoon:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Ik verklaar hierbij dat ik deze proefpersoon volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Als er tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de proefpersoon zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik hem/haar daarvan tijdig op de hoogte.

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Bijlage 3: Informatie over het onderzoek voor deelnemers

Onderzoek 'Overlast door rook van houtkachels'

INFORMATIE

U beslist zelf of u wilt meedoen aan dit wetenschappelijke onderzoek van overlast door rook van houtkachels. Voordat u de beslissing neemt, is het belangrijk om meer te weten over het onderzoek. Lees daarom deze informatie rustig door. Voor algemene informatie over houtstoken en gezondheidsklachten door rook kunt u kijken op website van de GGD Groningen www.ggd.groningen.nl.

1. Wat is het doel van het onderzoek?

De GGD'en van Friesland, Drenthe en Groningen willen met het verkennende onderzoek naar houtrook een stap zetten in de ontwikkeling van een hulpmiddel dat gemeenten kunnen toepassen bij het beoordelen van meldingen van overlast door rook van houtkachels, en de communicatie daarover.

Het onderzoek wil twee soorten informatie verzamelen:

- is eenvoudige meetapparatuur voor fijn stof bruikbaar in situaties waarin klachten bestaan over rook van houtkachels;
- is er een verband tussen de metingen, de geurwaarneming door de melder en de geurwaarneming door de onderzoeker.

Op basis van de uitkomsten zal de GGD Groningen beschrijven of hiermee de beoordeling van situaties en afhandeling van klachten te verbeteren is. De GGD werkt hierbij nauw samen met gemeenten om aan te sluiten bij hun praktijk.

2. Hoe wordt het onderzoek uitgevoerd?

Om te beginnen verzamelen en selecteren gemeenten de meldingen van overlast door rook van houtkachels. Uw gemeente heeft u gevraagd of zij uw contactgegevens aan de GGD Groningen mochten geven. De GGD heeft contact met u opgenomen en u ingelicht over het onderzoek. Naar aanleiding van dat contact heeft u deze informatie ontvangen en kunt u beslissen of u deel wilt nemen.

Als u besluit dat u wilt deelnemen, kunt dit melden bij de GGD via het onderstaande email-adres of telefoonnummer. Dan neemt een onderzoeker van de GGD contact met u op. Hij kan nadere informatie geven over het onderzoek. U kan dan alsnog beslissen of u mee wilt doen. De GGD-onderzoeker kan een afspraak met u te maken om twee keer bij u langs kan komen met een week tussentijd.

Vlak voor de eerste datum zal hij u opnieuw bellen om te bespreken of het weersverwachting geschikt is om metingen te gaan doen. Als er veel wind of regen wordt verwacht, kan er een nieuwe afspraak gemaakt worden.

Tijdens het eerste huisbezoek doet de GGD-onderzoeker metingen van fijnstof en hij schetst de omgeving van de uw woning. U krijgt een korte vragenlijst om gegevens in te vullen over uw klachten. Vervolgens hangt hij een meetapparaat aan uw gevel op een plek die hij en u geschikt vinden. Dat apparaat meet 7 dagen lang continu de hoeveelheid fijnstof. U krijgt papieren om in te vullen wanneer u thuis bent en hoeveel last u heeft van rook in die week. U hoeft tijdens de meetdagen nergens rekening mee te houden. U kunt uw gewone dagelijkse bezigheden uitvoeren.

Tijdens het tweede huisbezoek komt de GGD-onderzoeker het meetapparaat ophalen. Hij zal u vragen nog een vragenlijst in te vullen over hoeveel last u hebt gehad van de rook in de week van de metingen.

3. Wat wordt er van u verwacht?

Als u meedoet aan het houtrook onderzoek moet u bereid zijn om:

- tijdens 2 huisbezoeken enkele vragenlijsten in te vullen over hinder, gezondheidsklachten en effecten door houtrook.
- voor de duur van 7 dagen een fijnstof-meter aan uw gevel te laten bevestigen.
- gedurende 7 dagen in te vullen wanneer u thuis bent en hoeveel last die u dan heeft houtrook.

Tijdens de metingen kunt u uw dagelijkse activiteiten (zoals werken, reizen, boodschappen doen, enz.) gewoon uitvoeren. Wij willen namelijk gegevens verzamelen over uw 'normale' dagelijkse situatie.

4. Wat zijn mogelijke voor- en nadelen van deelname aan dit onderzoek?

Het onderzoek zal geen directe oplossing bieden in uw persoonlijke situatie. Het onderzoek is gericht op het combineren van de gegevens van alle deelnemers tezamen. Wel krijgt u van de GGD een brief met de uitkomsten van de metingen bij uw huis. Deze uitkomsten kunt u gebruiken in overleg met een stoker van een houtkachel of in overleg met de gemeente.

De GGD verwerkt alle gegevens geheel anoniem in een rapport over alle onderzochte situaties.

Niemand kan uit het rapport afleiden wat uw klachten waren of uw adres of de uitkomsten van de metingen bij uw huis.

5. Wat gebeurt er als u niet wilt deelnemen aan dit onderzoek?

U beslist zelf of u meedoet aan het houtrookonderzoek. Als u besluit niet mee te doen, hoeft u verder niets te doen. U hoeft niets te tekenen en u hoeft ook niet aan te geven waarom u niet wilt meedoen.

Als u wel meedoet, kunt u zich altijd bedenken en gedurende het onderzoek stoppen.

6. Wat gebeurt er als het onderzoek is afgelopen?

Nadat alle metingen zijn gedaan, krijgt van de GGD een brief met de uitkomsten van de metingen bij uw huis.

Na afloop van het gehele onderzoek 'Overlast door rook van houtkachels' kunt u het onderzoeksverslag met de resultaten vinden op de site van de GGD Groningen

www.ggd.groningen.nl. Het onderzoeksverslag is openbaar, alle informatie in het verslag is geheel anoniem.

7. Kan er schade optreden door het onderzoek en is de GGD verzekerd?

Er is geen schade te verwachten. Ook het ophangen van een meetapparaat buiten aan het huis zal gebeuren zonder schroeven of spijkers. Als er op onvoorziene wijze toch schade optreedt door het onderzoek, dan heeft de GGD een verzekering. De GGD Groningen heeft de eindverantwoordelijkheid voor het onderzoek.

8. Wat gebeurt er met uw gegevens?

De GGD bewaart uw gegevens met een code op beveiligde computers. Persoonlijke gegevens (zoals uw naam en adres) en meetresultaten zullen apart van elkaar bewaard worden. De GGD is verplicht uw onderzoeksgegevens 15 jaar te bewaren. Daarvoor geeft u toestemming als u meedoet aan dit onderzoek. Als u dat niet wilt, kunt u niet meedoen aan dit onderzoek.

9. Is er een vergoeding wanneer u besluit aan dit onderzoek mee te doen?

Helaas kan de GGD u geen vergoeding geven voor deelname.

10. Wilt u graag een onafhankelijk advies over meedoen aan dit onderzoek?

Voor een onafhankelijk advies dan kunt u terecht bij een deskundige die op de hoogte is van het onderzoeksplan. Dit is dr. G. Hoek, wetenschapper bij het instituut IRAS van de Universiteit Utrecht. U kunt hem bereiken via telefoon 030 – 253 94 98.

11. Heeft u een klacht over werkzaamheden in dit onderzoek?

Als u een klacht hebt over het onderzoek of de onderzoeker, dan kunt u contact opnemen met de GGD Groningen via telefoon 050 56 74 000 of een klachtenformulier invullen op de website: <http://ggd.groningen.nl/over-ggd-groningen/klacht-of-suggestie> .

12. Wilt u verder nog iets weten?

Wilt u meer informatie over dit onderzoek? Dan kunt u contact opnemen met de GGD via het onderstaande email-adres of telefoonnummer.

Bijlage 4: Protocol huisbezoeken

Onderzoek 'Overlast door rook van houtkachels'

PROTOCOL HUISBEZOEKEN

INHOUD

VOORBEREIDING

Afspraak plannen huisbezoek 1 en 2

HUISBEZOEK 1

- Checklist benodigdheden huisbezoek 1
- Protocol ter plekke huisbezoek 1

HUISBEZOEK 2 (na 6 dagen) 2

- Checklist benodigdheden huisbezoek 2
- Protocol ter plekke huisbezoek 2

UITSLAG

GEBRUIKSAANWIJZING ATAL

GEBRUIKSAANWIJZING DYLOS

VOORBEREIDING

OPMERKING

Het is erg belangrijk dat iedere meting op gelijke wijze wordt uitgevoerd volgens onderstaand protocol.

Wanneer er toch afgeweken wordt van het protocol noteer dan direct wat er anders is gedaan en waarom en voeg dit toe aan het dossier.

1. Voor iedere nieuw meetonderzoek printen pdf bestand: ‘**onderzoekspakket**’ = dossier per casus.
Printer instellingen: **eenzijdig afdrukken** en **in kleur.**

Inhoud onderzoekspakket

- Voorblad dossier
 - Formulier voor toestemming
 - Checklist situatie “in de deuropening”
 - Vragenlijst 1 “In de deuropening”
 - Vragenlijst 1 “In de deuropening”
 - Vragenlijst 2 Overlast
 - Vragenlijst 3 “Overlast door houtrook in de afgelopen week”
 - Vragenlijst 4 Evaluatie
 - Logboek
2. Invullen voorblad dossier: NAW gegevens melder.
 3. Noteer bovenaan alle bladen van het onderzoekspakket het **ID nummer** = casus nummer. De 1^e casus krijgt ID nummer 1, de 2^e casus ID nummer 2 enzovoorts.

Afspraak plannen huisbezoek 1 en 2

Bij de planning huisbezoek 1 rekeninghouden met de volgende criteria:

- Windrichting (i.v.m. de oriëntatie van deur ten opzichte van bron)
- Windkracht: windstil tot maximaal 4Bf
- Droog weer
- Géén mist

Weersverwachting check: www.weeronline.nl

Belangrijk: Is het tweede huisbezoek mogelijk na 6 dagen?

Noteer de data en tijden voor huisbezoek 1 en 2 + eventuele opmerkingen op voorblad dossier.

HUISBEZOEK 1

Checklist benodigheden huisbezoek 1

- Protocol huisbezoeken (dit document)
- **Onderzoek pakket** = dossier casus
- Pen en papier
- Tiewraps
- Computer met Dylosprogramma
- Telefoon met internet en meteo-app of www.buienradar.nl
- Telefoon met internet en kompas/kompas
- Verlengsnoer met regenwaterdichte aansluiting
- Koffer voor Dylos
- Gereedschap voor bevestiging Dylos: tie-wrap, plakband
- Slot voor bevestiging Dylos
- Statief
- Meter: Atal
- Opgeladen powerbank GP 551
- Meter: Dylos

Protocol ter plekke huisbezoek 1

1. Informeren melder over de procedure in hoofdlijnen

Wetenschappelijk onderzoek naar probleem in het algemeen

GGD zet geen stappen naar de bron van de rook

Melder krijgt van GGD wel de uitkomsten van de metingen

Melder kan contact houden met gemeente over benadering houtstoker

2. Melder laten tekenen voor instemming met onderzoek

Toestemmingsformulier

3. Vragenlijst 1 invullen

Uitleg vragenlijst 1 aan melder

Invullen vragenlijst 1 door melder

Tegelijk zelf ook vragenlijst invullen

4. Metingen

Meting 1: Atal “in deuropening”

Voor juiste uitvoering: zie gebruikersprotocol Atal

Uitkomsten en meteogegevens noteren in checklist

Meting 2: Atal bovenwinds van verdachte bron

Uitkomsten en meteogegevens noteren in checklist

Situatie beschrijving

Beschrijving situatie noteren in checklist

Meteo Eelde: <http://www.buienradar.nl/weer/eeldepaterswolde/nl/2756408#nu>

Situatieschets maken in checklist

Vragenlijst 2 door melder laten invullen

Uitleg vragenlijst

Evt. tijdens installatie Dylos laten invullen

Bevestigen Dylos meter aan gevel

Voor juiste uitvoering: zie gebruikersprotocol Dylos

Plaats: aan een veilige kant, zo mogelijk aan de kant van de bron, binnen bereik van verlengsnoer.

Bevestiging (tie-wrap en ‘regenkap’)

5. Afspraak maken voor het tweede huisbezoek na 6 dagen

Afspraak noteren op voorblad dossier

HUISBEZOEK 2 (na 6 dagen)

Checklist benodigdheden huisbezoek 2

- Protocol huisbezoeken (dit document)
- **Onderzoekspakket** = dossier casus
- Pen, papier
- Gefrankeerde en geadresseerde envelop GGD Groningen
- Gereedschap voor verwijdering Dylos (mesje, schaar)
- Koffer Dylos
- Sleutel voor slot Dylos

Protocol ter plekke huisbezoek 2

- 1. Dylos meter en bevestigingsmaterialen verwijderen**
- 2. In laten vullen: Vragenlijst 3 over de afgelopen week**
Uitleg vragenlijst 3
- 3. Achterlaten: Vragenlijst 4 evaluatie ervaring onderzoek + enveloppe GGD**
Uitleg vragenlijst
Achterlaten vragenlijst + enveloppe
- 4. Informeren**
Vervolg: resultaten/uitslag
Rol GGD herhalen

UITSLAG

Informeren van de melder over de uitslag van de metingen en vervolg d.m.v. formulier

Toesturen formulier met uitslag en informeren over de uitslag.

GEBRUIKSAANWIJZING ATAL

Atal IAQ PM2,5

1. Steek de stekker in de Atal IAQ PM2,5 in het stopcontact. De Atal heeft geen interne accu. Voor het meten bovenwinds kan er gebruik worden gemaakt van de externe accu powerbank gp511.
2. Nu volgt een self-check, en het apparaat warmt op. Dit duurt 1 minuut en het display verandert steeds van kleur.
3. Na de opwarmtijd geeft het display de volgende waarden aan:
 - Temperatuur
 - Relatieve luchtvochtigheid
 - Pm 2,5 (momentaan) = bovenste waarde op het display
 - Pm 2,5 (gemiddelde over 1 uur) = onderste waarde op het display
4. De kleur van het display verandert ter indicatie:

○ Groen	niveau 1	(erg goed)	0-35 u/m ³
○ Geel	niveau 2	(goed)	36-75 u/m ³
○ Oranje	niveau 3	(lichte vervuiling)	76-115 u/m ³
○ Rood	niveau 4	((middelmatische vervuiling)	116-150 u/m ³
○ Paars	niveau 5	(hoge vervuiling)	151-250 u/m ³
○ Rood/bruin	niveau 6	(serieuze vervuiling)	> 251

Noteer de waarde van de PM2,5 (momentaan) bovenwinds en benedenwinds, de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in de checklist voor beide metingen.

NB: Atal IAQ 2,5 kan meetgegevens **niet** opslaan!!

GEBRUIKSAANWIJZING DYLOS

Dylos DC 1700 (deeltjesteller per 0.01 “cubic foot”)

1. Steek de stekker in de Dylos en in het stopcontact. *De Dylos heeft een interne accu, maar voor een weekmeting is dat niet voldoende!*
2. Aan-uit knop indrukken. *De Dylos begint te meten na de self-check.*
3. Voor het uitvoeren van een weekmeting eerst het geheugen leeg maken. Ga met de “menuknop” op de Dylos in het keuzemenu naar “history clear”. Druk daarna op de “setknop”.
4. Kies vervolgens in het keuze menu de meetstand: continu meting

Keuze uit: Continu meting

Elke minuut wordt een meting uitgevoerd en opgeslagen. De Dylos heeft een opslagcapaciteit van 10000 metingen= ongeveer 7 dagen in de continuodus.

Monitormeting

Ieder uur wordt er een meting uitgevoerd.

Je ziet nu twee getallen: linker getal (A) geeft de deeltjes > 0,5 micrometer aan en het rechter getal (B) geeft de deeltjes >2,5 micrometer aan.

De uitkomst (A-B) zijn de deeltjes tot 2,5 micrometer.

De waarde komt overeen met de deeltjesconcentratie in circa 0,01 “cubic foot”.

Na de meting: Dylos geheugen laden via het Dylosprogramma in de computer.

- Aan-uitknop Dylos indrukken
- Verlengsnoer afkoppelen
- Computer starten
- Dylos aansluiten op computer en Dylosprogramma starten
- Maak eerst een directory aan met de naam van de meting bijvoorbeeld “assen 1”.
- Downloaden gegevens via de “button”
- Gegevens opslaan

Bijlage 5: Overzicht recente publicaties met conversiemethodes

Overzicht van publicaties waarin het aantal door een Dylos getelde deeltjes PM2.5 per 0.01ft³ is afgezet tegen de massa in µg/m³ gemeten met verschillende meetapparatuur, waaruit regressievergelijkingen volgen om van aantalsconcentratie om te rekenen naar gewichtconcentratie voor verschillende situaties en verschillende soorten deeltjes. In de tabel staat tevens waarop het onderzoek zich heeft gericht en waar de metingen zijn uitgevoerd, het type DYLOS en met welk apparaat de output van de DYLOS is vergeleken. Hierna staat aangegeven wat de middelingsduur is van het apparaat waarmee de DYLOS output is vergeleken gevolgd door de regressievergelijking en de daarbij horende R² in het betreffende onderzoek. Dylos output = x; output van vergelijkingsapparaat =y.

Publicatie	Omgeving	Soort Deeltjes	DYLOS type	Vergeleken met	Middelingsduur	Regressievergelijking (en) en R ²
Northcross, Amanda L., et al. "A low-cost particle counter as a realtime fine-particle mass monitor." Environmental Science: Processes & Impacts 15.2 (2013): 433-439.	Buiten & in experiment kamer	*Houtrook *0.5mm polystyrene latex spheres *Ammonium sulphate (crystalline) *Buitenlucht	DYLOS (type?)	TSI DustTrak 8520 (TSI Inc., Shoreview, Minnesota, USA)	minuut	<i>Minuut tot minuut basis</i> Woodsmoke A $y=0.018x - 81.14$ $R^2=0.97$ Woodsmoke B $y=0.019x - 46.80$ $R^2=0.99$ PSL Spheres $y=0.018x - 2.93$ $R^2=0.99$ NH4(SO4)2 $y=0.052x - 8.70$ $R^2=0.98$ <i>Buitenlucht 24uurs basis</i> Jan27-29 $y=0.57x + 0.027$ $R^2=0.81$ Feb10-11 $y=1.049x + 0.0052$ $R^2=0.98$ Feb17-18 $y=0.51x + 0.008$ $R^2=0.98$
Brown, David R., et al. "Outdoor wood furnaces create significant indoor particulate pollution in neighboring homes." Inhalation toxicology 26.10 (2014): 628-635.	Binnenshuis	Houtrook (buiten kachels van burens)	DYLOS 1100 pro	Meetstation: Connecticut Air Monitoring PM2.5 op 400m afstand	?	$y = 0.4074x + 1.9048$ $R^2=0.894$
Steinle, Susanne, et al. "Personal exposure monitoring of PM 2.5 in indoor and outdoor microenvironments." Science of the Total Environment 508 (2015): 383-394.	Buiten & binnenshuis	Algemene luchtverontreiniging (individuele dagelijkse blootstelling)	Dylos DC1700	TEOM-FDMS (Thermo Fisher Scientific Inc., USA)	uur	Outdoor rural: $PM2.5 = 1.29 + 1.11 \times 10^{-5} \times [PNC]$ $R^2=0.9$ Outdoor urban: $PM2.5 = 4.75 + 2.8 \times 10^{-5} \times [PNC]$ $R^2=0.7$
Semple, Sean, et al. "Using a new, low-cost air quality sensor to quantify second-hand smoke (SHS) levels in homes." Tobacco control (2013): tobaccocontrol-	Binnenshuis	Tabaksrook (meeroken)	Dylos DC1700	TSI Sidepak AM510 Personal Aerosol Monitor (TSI Inc., Shoreview, Minnesota, USA)	minuut	Sidepak PM2.5 = $0.65 + 4.16 \times 10^{-5}$ [Dylos particles] + 1.57×10^{-11} [Dylos particles] ² $R^2 = 0.86$

2013.

Simple S, Apsley A, MacCalman L. An inexpensive particle monitor for smoker behaviour modification in homes. Tob Control. 2012; Sep 26. [Epub ahead of print]	Experiment in gecontroleerde ruimte.	Tabaksrook	Dylos DC1700	TSI Sidepak Personal Aerosol Monitor AM510 (TSI Inc., Shoreview, Minnesota, USA)	minuut	$y=2 \times 10^{-7} x^2 + 0.00049x + 11.7$ $R^2 = 0.90$.
---	--------------------------------------	------------	--------------	--	--------	---

GGD FryslânGGD DrentheGGD
Groningen

Bijlage 6: Logboek

Onderzoek 'Overlast door rook van houtkachels'

LOGBOEK

Doel

In dit logboek kunt u op de volgende bladzijden aangeven hoe veel last u heeft van rook van houtkachels.

Periode

Het gaat om de overlast (hinder en/of gezondheidsklachten) gedurende de periode dat er fijn stof bij uw huis gemeten wordt.

Voorbeeld

Op de volgende bladzijde staat een voorbeeld voor het invullen van het logboek.

Gegevens

Graag hieronder uw gegevens invullen zodat wij de papieren niet per ongeluk kunnen verwisselen.

De GGD zal alle gegevens anoniem verwerken.

Naam: _____
Adres: _____
Telefoon nummer.: _____
E-mail adres (eventueel): _____

Voor vragen kunt u contact opnemen met



GGD Drenthe



Via telefoonnummer:

Via e-mail:

Voorbeeld

1. Welke uren van de dag was u thuis?

Met een **kruisje** geeft u aan welke uren u thuis was. Indien u niet thuis was hoeft u niets te noteren.

2. Welke uren had u overlast door houtrook?

Met een **cijfer** tussen de 1 en de 10 geeft u aan hoe veel overlast u had.

Als u in een uur geen overlast had, dan vult u hier niets in of een nul.

Als u in een uur heel erge overlast had, dan vult u een 10 in.

Als uw wel overlast had maar niet heel erge overlast, dan vult u een cijfer van 1 tot 9 in: **hoe meer overlast hoe hoger het cijfer**.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Thuis	x	x	x	x	x	x	x	x										x	x	x	x	x	x	x	x
Overlast																		3	4	4	6	6			

Thuis en géén overlast (aan de uren 4-8)
Thuis met overlast (aan de uren 18-24)

We verzoeken u om het ingevulde logboek te bewaren.

De GGD-onderzoeker neemt dit weer mee, wanneer hij de meter op komt halen.

Wij danken u hartelijk voor uw medewerking.



LOGBOEK

Datum start, dag 1: _____dag, __ - __ - 2015

Geef hieronder per dag aan welke uren u thuis was en welke uren u overlast heeft ervaren door houtrook.

DAG 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Thuis																									
Overlast																									

DAG 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Thuis																									
Overlast																									

DAG 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Thuis																									
Overlast																									

Geef hieronder per dag aan welke uren u thuis was en welke uren u overlast heeft ervaren door houtrook.

DAG 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

DAG 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

DAG 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

Geef hieronder per dag aan welke uren u thuis was en welke uren u overlast heeft ervaren door houtrook.

DAG 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

DAG 8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

DAG 9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

DAG 10

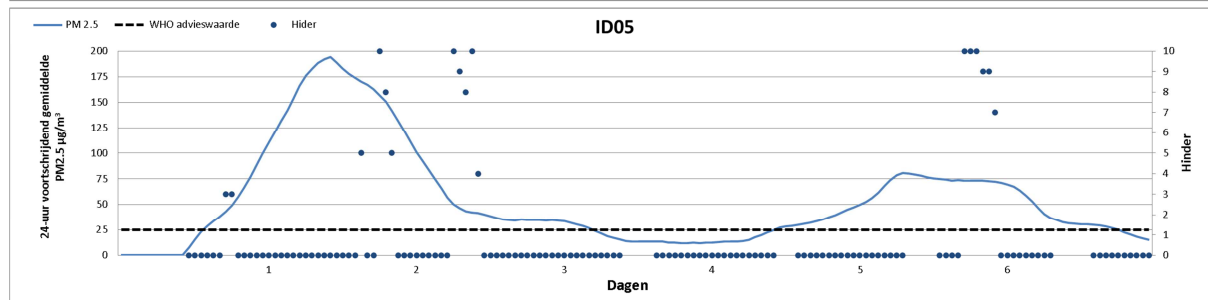
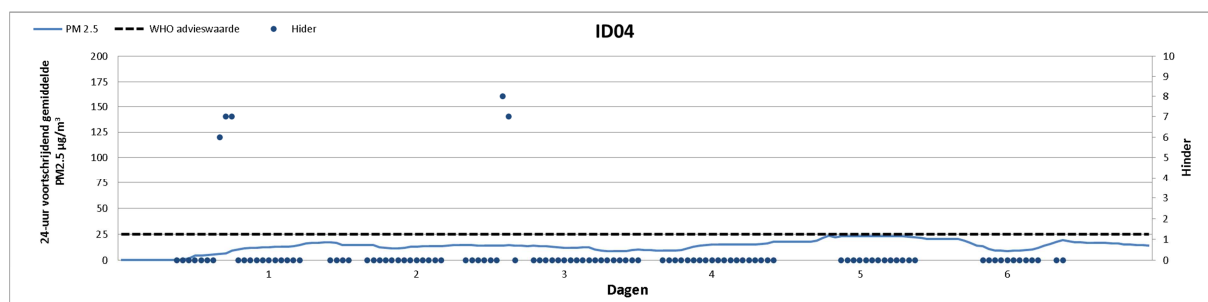
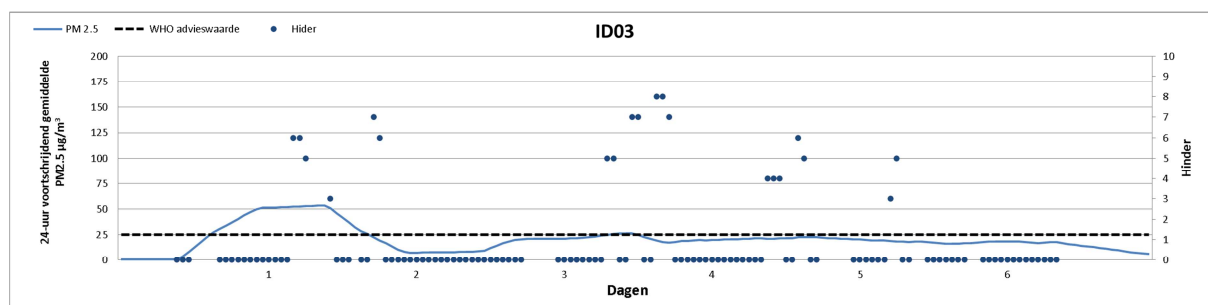
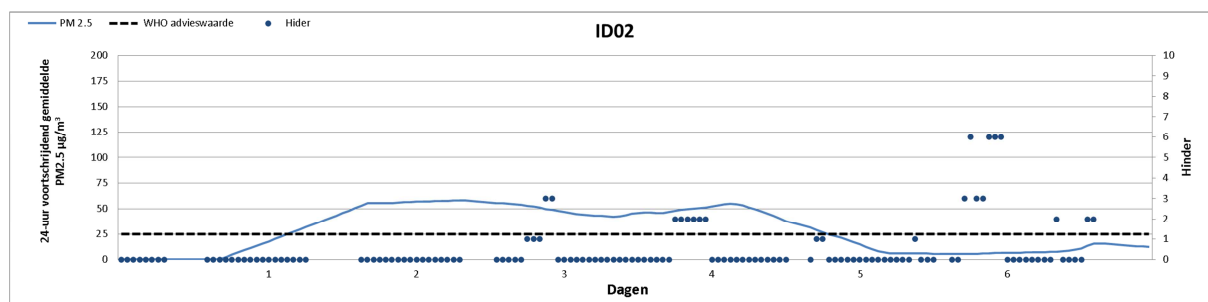
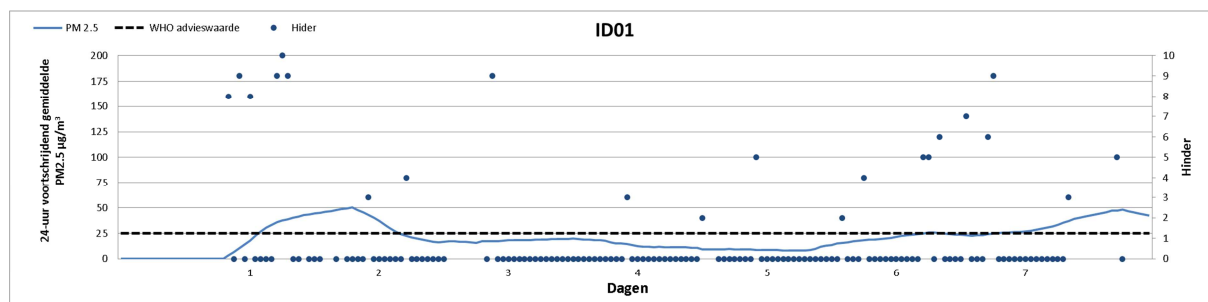
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Thuis																								
Overlast																								

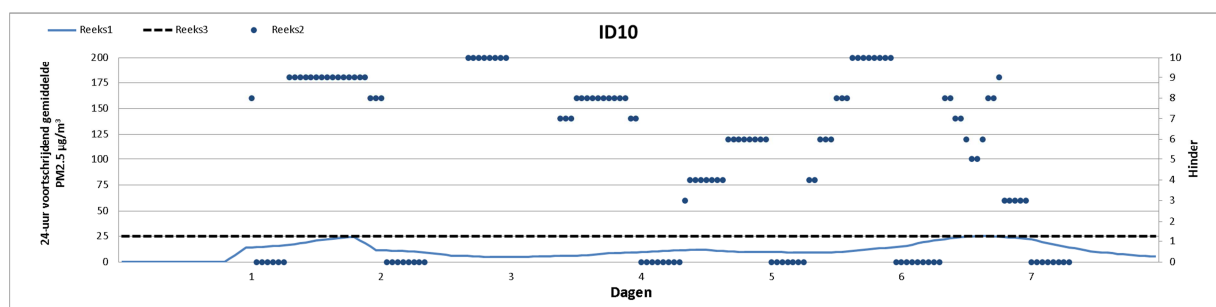
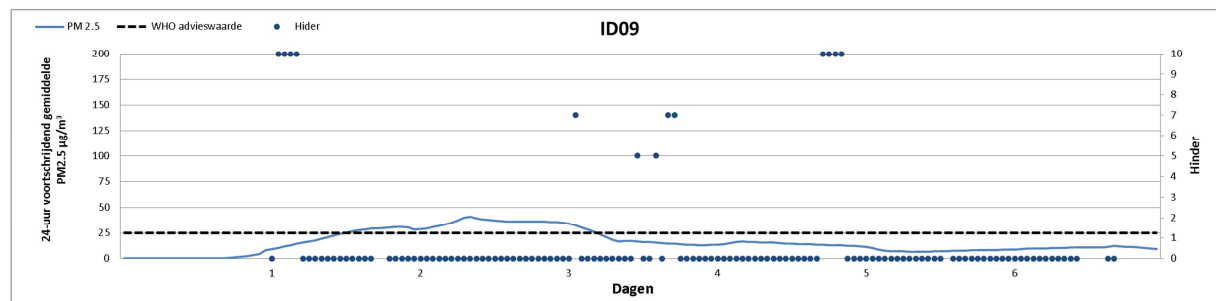
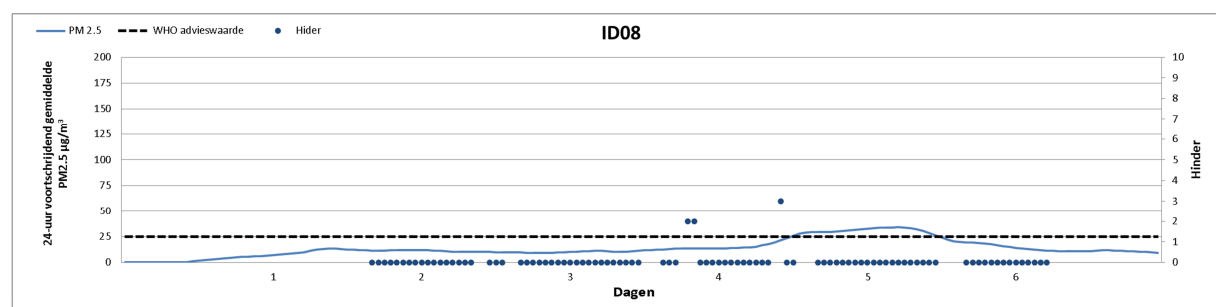
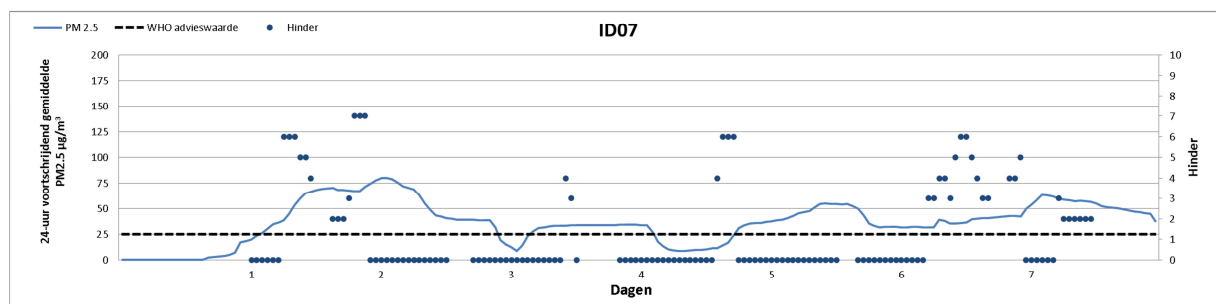
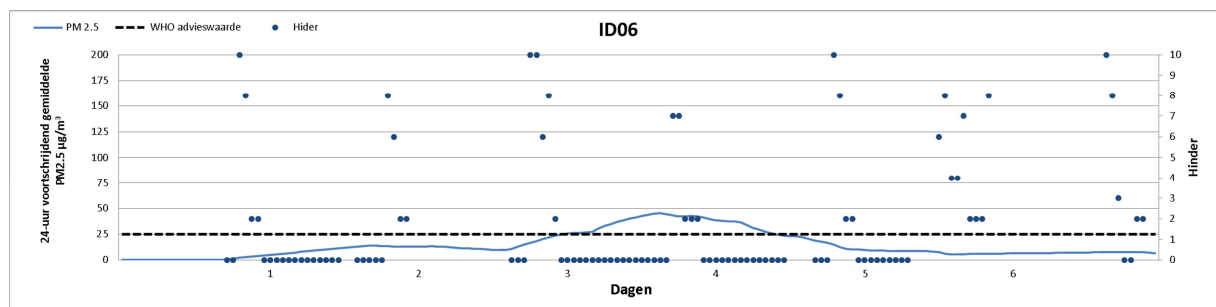
GGD Fryslân

GGD Drenthe

GGD Groningen

Bijlage 7: Voortschrijdend 24-uursgemiddelde PM2.5, WHO-advieswaarde en hinderscores





Overlast-score en voortschrijdend gemiddelde PM2.5 per casus. Op de x-as staan de meetdagen per casus. De doorlopende lijn geeft de 24- uur voortschrijdende gemiddelden PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). De ruwe Dylos output (getelde deeltjes) is hiervoor omgerekend naar massa (conversie methode: ruwe output Dylos /100), met de schaal op de linker y-as. Op de rechter y-as de mate van overlast van 0 (geen overlast) tot 10 (zeer veel overlast). De punten in de grafiek geven de door respondent per

uur ingevulde overlast-scores aan. Geen overlast-score betekent afwezigheid van de respondent. De onderbroken lijn geeft de WHO advieswaarde $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM2.5 met een maximale overschrijding van 3 dagen per jaar.

Bijlage 8: Onderzoekspopulatie

Casus	Periode	Bron(nen)					Windrichting per dag*								Opstel- hoogte Dylos
		Locatie	n	Afstand (m)	Hoogte (m)	overige	1	2	3	4	5	6	7	8	
ID01	9-16/3	Z / ZO	>1	10 -50	5	Nee	Z/ZW	W/NW	N/NO	O/ZO	O/NO	NO/O	O/NO	O	
ID02	17-23/3	N/NW	>1	10 -50	7	Nee	O/NO	NW	N	NW	N	O	ZW	ZW/Z	BG
ID03	25-31/3	N/NW	>1	10 -50	9	Nee	NW/W	ZW/Z	W/NW	Z/ZW	ZW/W	W	W	W/NW	
ID04	1-7/4	NW	1	10 - 50		Nee	W/NW	NW/W	NW/N	N	NW	N/NO	W	NW	1 ^e
ID05	10-16/4	NW	1	< 10	7	Nee	ZO	ZW/W	ZW/W	W	ZW/W	W	N	N	BG
ID06	20-26/4	???	1	< 10	1,5	Nee	N/NO	N	N	N	ZW	ZW	NO/N	N/NW	
ID07	29/4-6/5	Z/ZW	2	10 - 50	3-4	Nee	ZW/W	ZW	NW	NO/N	ZO/Z	ZW	Z/ZW	ZW/Z	
ID08	12-18/5	???	1	<10		Doorgaande weg	W/ZW	W/NW	N/NW	N/NW	ZW/W	W/ZW	Z/ZW	ZW/Z	
ID09	21-27/5	ZW	1	10 - 50	5	Restaurant; weg	W	ZW/W	N	W/ZW	NW	NW	ZW/W	W/ZW	Schuurtje
ID10	28/5- 4/6	???	1	<10	3,5	Nee	W/ZW	ZW	W	ZW/Z	ZW	ZW/Z	W	O	

Karakteristieken van de onderzoekspopulatie. *Windrichting is bepaald op het dichtstbijzijnde KNMI meetstation.



Bijlage 9: Tekstfragmenten geknipt uit aantal meldingen

Wij vernamen dat u onderzoek gaat doen naar gezondheidsklachten bij houtrook. Wij hebben al jaren erg vaak last van houtrook en hebben beide astma.

.....

Wij wonen in Xxxxx en zitten hier rondom in de houtkachelstank. Zelf heb ik last van astma en gebruik ik dagelijks medicijnen daarvoor. Belangrijk is het om goed je huis te ventileren, helaas gaat dat bij ons niet lukken i.v.m. de stankoverlast van alle houtkachels hier in de buurt. In de zomer hebben ze hier i.p.v. de houtkachels vuurkorven aan! Wij ondervinden erg veel hinder hiervan.

.....

Hebben al een aantal jaren last van de kachel van de buren hier ook al van alles aan gedaan, gesprekken gevoerd, hun uitgenodigd te komen ruiken uiteindelijk gemeente ingelicht die hebben meerdere brieven gestuurd. Die hebben ook een brief gestuurd aan de buren met stookregels maar ook dat het is bewezen dat ze overlast bij ons veroorzaken dat dat is bewezen.

Ik ben ernstig ziek en kan geen ramen meer open hebben terwijl dat voor mijn longproblemen noodzakelijk is. Ze trekken zich hier echter niets van aan. Als ik met een ambulance ben afgevoerd vragen ze mijn man wat er aan de hand was. Na uitleg over mijn long- en hartproblemen steken ze de volgende dag doodleuk de kachel weer aan hoewel ze zelf toegeven het inderdaad wel erg stinkt en zelf buiten staan te roken.

Maar er komen in de buurt steeds meer kachels bij wij voelen ons nu haast genoodzaakt ons huis te verkopen dit kan toch niet de bedoeling zijn. In de wereld waarin we nu leven met auto's die extra schoon moeten zijn i.v.m. milieuvervuiling mag dit wel. Als ik de voordeur opendoe krijg ik het al zo benauwd en dan ook nog in je eigen huis geen adem kan halen is toch te gek voor woorden.

.....

Onze buren stoken dagelijks (in de wintermaanden). En we ondervinden hier best wel wat hinder van, nog nooit met hun over gehad.

Mijn zoontje heeft luchtwegproblemen en ik zelf heb ook sinds kort luchtwegproblemen, longontsteking, bronchitis. Wij zouden graag weten of dit ook schadelijk is voor ons.

.....

Wij hebben al jaren last van houtkachels en er komen nog steeds meer bij in onze buurt. Wij kunnen geen ramen open hebben, niet eerder dan na middernacht, soms pas om 2.00 á 3.00 uur. Zomers de vuurkorven of zoals de trend terraskachels. Wij hebben geen woonplezier meer hier. Ik heb last van COPD in erge mate + allergie op de slijmvliezen.

.....

Bij ons zijn er mensen die hebben een aanbouw gemaakt. Dat is dus niet zo hoog en daar is een houtkachel geplaatst dus de rook blijft laag. nu kunnen we geen ramen meer open of de was buiten drogen bij goed weer. slapen nu weer met ramen dicht. mijn man is vorige week meer malen wakker geworden en dan hoesten niet normaal meer. dus de ramen nu s nachts dicht ... we begrijpen niet dat een rook pijp zo laag mag ... de mevrouw van het de houtkachel werkt bij de gemeente. zal dat van invloed zijn dat er niks gebeurt?

.....

Als astma patiënt heb ik enorm veel last van de houtrook van de kachels van mijn burens.

Alles hebben we er al aan gedaan, tot de Raad van State aan toe. Maar bestuurlijk Nederland wil er niet aan, dat het een levens bedreigend probleem is.

Voor mij betekent het, dat ik maar heel zelden een raam kan open zetten om te luchten, wat in huis dan weer meer vocht geeft, en dat is ook weer slecht voor de luchtwegen.

Buiten werken is nagenoeg niet mogelijk, als ik naar de schuur moet, loop ik op een drafje en houdt mijn adem in. Was ophangen in de stank en alle fijnstof die de verbranding van hout meebrengt, is niet te doen. Als het winter is, doet het onder in mijn longen gewoon zeer en kan ik niet diep doorademen.

Kortom, mijn leven en gezondheid, mijn doen en laten worden sterk beperkt doordat burens zo nodig geld willen uitsparen op gas en laten daarbij ons als burens letterlijk stikken.

EN DE NEDERLANDSE OVERHEID LAAT DIT GEBEUREN! HOE SCHANDALIG!!!!

Vorige week heb ik weer een kuurtje gehad voor een luchtweginfectie, de longen pruttelden weer zo erg, dat ik er niet van kon slapen.

Alle hulp is welkom! Het wordt de hoogste tijd dat er spijkers met koppen worden geslagen.

.....

Ik ben blij dat er eindelijk aandacht voor dit probleem komt en meldt mij graag aan om mee te doen aan het onderzoek. Wij zitten al jaren met dit verschrikkelijke probleem.

Mijn burens vinden dat ze het recht hebben om ons met hun kankerverwekkende rook te bestoken.

Ze hebben geen verwarming meer, want de houtkachel is veel goedkoper. Dat ze daarbij ons zoveel overlast bezorgen maakt ze niks uit.

We kunnen nergens meer terecht, we hebben zelfs de buurtbemiddeling er bij gehad via onze "wijkagent" echter deze mensen werden gewoon de deur gewezen. De wijkagent wilde niet met onze burens praten, dat had toch geen zin???? Volgens de buurtbemiddeling laat hij hun de "vuile" karweitjes opknappen maar onderneem zelf nooit iets???

De gemeente is ook langs geweest en onderkent ons probleem, omdat onze daken een helling van meer dan 120 graden heeft rolt de rook gewoon recht naar beneden ... bij ons. De gemeente kan echter ook niets doen, de enige regel is dat de schoorsteen een halve meter boven het huis moet uitsteken.

Van de 4 gezinsleden hebben er 3 astma. We kunnen s 'winters geen ramen open hebben.

De wind is bijna altijd onze kant op (west ,zuidwest , noord ..). Alleen bij een oostenwind hebben we geen overlast.

Dat we onze burens een keer aanvliegen is slechts nog een kwestie van tijd.

.....

Wij hebben zelf al lange tijd onduidelijke klachten maar worden benauwd als onze burens hout/olie stoken. Ons rook alarm is afgelopen weken in de bijkeuken al meerdere keren afgegaan terwijl wij zelf op gas stoken. Graag vernemen wij wanneer u meetapparatuur zou willen plaatsen.

.....

Sinds anderhalf jaar stoken mijn burens alleen nog maar met hun houtkachel en hebben wij hier veel last van, geuroverlast, vocht in huis door dichte ventilatie-roosters en al maanden een vervelende hoest.

.....

Wij hebben al zolang de overbuurman een hout kachel heeft en gebruikt, wanneer de wind uit richtingen van Zuid West tot en met Zuid Oost komt last van deze hout rook, wat resulteert dat we bijna niet in de achtertuin kunnen zijn en dat de ramen heel beperkt open kunnen om te ventileren. Ook hebben mijn vrouw en ik afgelopen najaar en deze winter al meerdere keren achter elkaar last van de luchtwegen gehad (bronchitis) waarvoor we door de huisarts een medicijnenkuur hebben

gekregen. Nu wil ik niet beweren dat dit komt door de bewuste houtkachel, maar ik weet wel dat wanneer we de rook die deze kachel produceert inademen benauwd worden.

.....

We wonen in Xxxxx, ik heb astma en kan soms in ons eigen huis niet eens meer goed ademen door de vele houtkachels in onze omgeving. Meerdere straten staan soms blauw van de rook. Ook mijn vrouw kan soms niet meer ophouden met hoesten en slaat het bij haar ook nog eens op de ogen, wat voor haar extra gevolgen heeft, doordat ze bijna blind is.

.....

Ik ben licht astmatisch en heb daardoor last van mijn luchtwegen als burens hun houtkachel aan hebben. De ramen gaan dan dicht en ik blijf binnen.

.....

Wij wonen in Xxxx en zitten hier rondom in de houtkachelstank. Zelf heb ik last van astma en gebruik ik dagelijks medicijnen daarvoor. Belangrijk is het om goed je huis te ventileren, helaas gaat dat bij ons niet lukken i.v.m. de stankoverlast van alle houtkachels hier in de buurt. In de zomer hebben ze hier ipv de houtkachels vuurkorven aan! Wij ondervinden erg veel hinder hiervan.

.....

Onze woning staat of aan de voorzijde, of aan de achterzijde of zelfs aan beide zijden vrijwel dagelijks in de gevaarlijke stoffen van houtrook.

Inmiddels heeft dit bij mij geleid tot zowel lichamelijke klachten (waarvoor ik reeds enkelen malen bij de huisarts ben geweest) als psychische problemen. Ik sta er mee op en ga er mee naar bed. Een dag bestaat voornamelijk uit het in de gaten houden aan welke zijde van de woning en wanneer de kachels weer aangaan. Alles moet dan potdicht worden afgesloten om je nog een beetje fit te voelen. Echter onze woning heeft mechanische ventilatie en moet (heb navraag bij installateur gedaan) continue blijven draaien waardoor je dus de houtrook de woning intrekt. Installateur is zelf postcommandant bij de plaatselijke brandweer en is zelf ook zeer verbaasd dat de kachels zo'n ongezonde lucht in woonwijken mogen veroorzaken. Als mijn vrouw 's avonds van sporten terug komt kan zij zich niet douchen omdat rondom de woning vol staat met houtrook. Terwijl de de GGD zelf aangeeft dat goed ventileren zeer belangrijk is.

Kachels staan in diverse woningen in onze woonomgeving waardoor het onmogelijk is om mensen op de overlast aan te spreken. Ik heb wel een poging gedaan maar men stookt goed hout, droog hout,

schoorsteenveger zei pijp is schoon dus goede verbranding, hebben de kachel niet aan enz. enz. zodat je dus niets opschiet. Inmiddels heeft e.e.a. zijn weerslag gehad op de relatie met de buren. Gezien de reacties die ik her en der gelezen heb heeft klagen bij de gemeente geen zin. Er wordt gewoon geen actie ondernemen, waarbij ik weet dat diegene die de klacht in behandeling moet nemen zelf een fanatieke kachelbrander is.

.....

Wij ondervinden veel overlast van het stook gedrag van onze buren aan beide zijde van onze woning.

Op 16 febr. 2015 in de avond was het zo erg dat binnen vergingen wij van de stank en mijn dochter die astma heeft extra medicijnen moest nemen en veel hoofdpijn had, zelf was ik erg misselijk en had ik hoofdpijn. Het was wind stil en die dag helder weer, bij het licht van de zaklamp zag ik dat er zwarte rook uit hun schoorsteen kwam.

Er wordt vaak gestook in de maanden okt. tot april en daarnaast is er ook nog ca 5 dagen in de week overlast van houthakken en de aanvoer er van. Ook al woon je vlak bij zee in de wintermaanden is er geen frisse lucht in te ademen doordat er in heel het dorp veel houtkachels zijn en niet iedereen zich houdt aan regels wat je wel en niet mag verbranden in de houtkachel. In gesprek gaan met mijn buren is niet mogelijk want zij vinden dat zij milieu vriendelijk bezig zijn.

wij wonen in Xxx en daar zijn ze ervan overtuigd dat je milieu vriendelijk bezig bent als je als hoofdverwarming een houtkachel hebt.

Als vast een vraag: bestaan er woonwijken waar je geen houtkachels mag hebben en gebruiken, wij gaan nl. verhuizen en willen niet in de zelfde problemen terecht komen.

.....

Al jaren erger ik mij aan mijn onmacht iets effectiefs te doen aan dit probleem. Een probleem is het want ik ben ook longpatiënt (longemfyseem) en al op leeftijd (82). Ik gun ieder zijn pleziertje maar er zijn grenzen en die zijn helaas niet duidelijk. Soms kan ik na 12 uur niet gaan slapen omdat de avondlucht vergeven is met rook en men blijkbaar snachts ook nog even doorgaat met stoken. Wij slapen met de ramen open voor de frisse lucht.

Wij wonen in een nieuwbouwwijk (3 jaar) in deze wijk is geen gas aanwezig en moest volgens strenge en extra maatregelen worden gebouwd. Hierdoor zijn er veel openhaarden geplaatst waardoor er met regelmaat overlast is.

Over het algemeen kunnen we dit prima oplossen met de omliggende woningen maar niet met onze naaste buren(Waar veel over wordt geklaagd). Hun schoorsteen komt niet boven het dak uit, waardoor volgens ons de rook vaak neerslaat tussen de huizen. Dit gebeurt meestal als het mistig is en of er nagenoeg geen wind is(anderen houden hier meestal rekening mee).

In ons huis zit een wtw, (ivm. de aanvullende maatregels) de aanzuig van frisse lucht hebben we tijdens onze bouw bewust aan de andere zijde van het dak gedaan omdat we wisten dat hun een hout kachel kregen.

.....

Met regelmaat hebben wij last van de stank en ook irritatie van de ogen en luchtwegen. Hiervoor zijn we ook langs geweest bij de buren, maar het enige wat ze ervan zeiden was dat ze het sneu vonden dat onze installatie dan niet goed werkte.

Met de buren valt er niet over te praten en dus heb ik de vraag bij de gemeente neergelegd. Mijn vraag naar hun toe is geweest of er wel toezicht wordt gehouden op de aanleg van rookafvoer (volgens mij minimaal 50cm boven nok). De gemeente is wel langs geweest maar kan er weinig aan doen???. Ik weet dat ze een vergunning hebben afgegeven bij 1 van de woningen die de afvoer ook niet boven zijn dak laat uitkomen en dat de gemeente daar eigenlijk een fout heeft gemaakt die ze dan ook moeten terug draaien. Ook heb ik het idee dat de ze niet te veel gedoe met de buren willen hebben (is al het een en ander tussen de gemeente en hun geweest). Maar het kan toch niet zo zijn dat wij daar de dupe van worden.

Ik ben van mening dat wijken met wtw en houtkachels niet samen gaat als er geen toezicht op is.

Hebben een zoon van 8 jaar die hier in op moet groeien en daar zijn we nog niet erg gerust over, aangezien ik zelf ook astma heb en hij daar ook de aanleg voor heeft.

.....

Ik woon in Xxxxx en wanneer de wind verkeerd staat of wanneer het niet waait heb ik erge overlast van de houtgestookte verwarming van de zorgboerderij. Hierover heb ik contact gehad met de Gemeente Xxxxx en dan komt er iemand die wat snuift en niets ruikt. Terwijl ik er bij herhaling luchtwegklachten door heb.

.....

Klachten die ik heb zijn regelmatig verstopte keel- en voorhoofdsholtes die nu wel chronisch zijn te noemen. Er heeft ook al een operatie aan plaats gevonden, maar klachten blijven en oorzaak is onbekend. Dit gaat gepaard met hoofdpijn, veel niezen en vrijkomend slijm, ook van bovenin de luchtpijp.

Mijn vrouw heeft minder last, maar wel soms irritatie van de luchtweg achter in de neus met vorming van korstjes.

Een ander verschijnsel is dat de rookmelder op onze slaapkamer bij het ventileren soms zonder oegenschijnlijke reden afgaat. Of dit samenhangt met kachelrook kan ik niet beoordelen.

.....

Onze directe buren hebben een houtkachel. Evenzo overburen, waarschijnlijk twee woningen. Dan 2 huizen verder van onze andere buren die hebben ook een houtkachel. Tot overmaat van ramp zijn er twee achterburen die óók een houtkachel hebben.

Zodra de wind zuid / zuidwest is, is het mis. Dan waait de rook voor mijn gevoel rechtstreeks onze slaapkamer binnen. Het ergste is als wij s'ochtends uitslapen, ik dan wakker word met een rauwe keel en zware brandlucht in de slaapkamer.

Vreselijk vind ik dit en doodeng. Kanker komt in de familie voor, mijn vader had longkanker. Ik ben dan ook erg bang voor eventueel rook schadelijke gevolgen.

.....

Al sinds ik hier woon heb ik overlast van buurmans houtkachel. Nu ruim zes jaar. Meerdere malen bij hem aangegeven dat ik overlast ondervind van zijn kachel, hij stookt zijn huis er permanent mee warm vanwege kostenbesparing op het gas. Het is dus iedere dag raak.

Wrs. zou het al veel helpen als meneer de pijp verlengd, zodat deze boven de nok uit gaat komen. Nu is dat niet het geval waardoor de rook over het dak heen kruipt om vervolgens aan mijn kant naar beneden te zakken, met alle gevolgen van dien.. Buurman heeft drie keer beloofd maatregelen te nemen, maar daar komt niets van terecht. Ik kan hierdoor mijn huis niet goed ventileren en ondervind daar last van, vaak migraine en ook van luchtwegen.

Ook heb ik de Gemeente gebeld en gevraagd of ik een klacht kan indienen, maar die gaven nul op 't rekest. Geen schijn van kans, omdat ik de enige ben die er last van heeft. Logisch, want ik woon in een twee-onder-een kap...

Het zou fantastisch zijn als er nu eens wetgeving komt, want het is ronduit een ongezonde plaag, die houtkachels.

.....

Ik houd van de gezelligheid van een openhaard in huis maar ik heb helaas last een openhaard of houtkachel van mijn buurman! Ik vind het ook vervelend om hem daar op aan te spreken met de mogelijkheid dat hij mij een zeur vind en het relatie met m'n buurman verpest. Hij heeft, zins hij een

nieuwe vriendin heeft, regelmatig 's avond de houtkachel aan. Zijn niet al te hoge schoorsteen zit op het noord westen van mijn dak, de rook waait dan ook meestal de richting van mijn dakvlak uit.

Helaas heb ik aan die kant van het dak onder de pannen een opening voor de aanzuiging van mijn hete lucht verwarming zitten. Het filter dat er voor zit wordt regelmatig schoon gemaakt en vervangen maar is dan ook bij de opening van het dakvlak snel zwart van de roet. Tevens hangt er dan in mijn gehele woning een rooklucht door die hete luchtverwarming, verspreid wordt.

Ik rook zelf niet maar heb 's morgens vroeg regelmatig een rokers hoestje en slijmvorming in mijn bovenste luchtwegen hetgeen wel na een paar uurtjes weer weg gaat.

In hoeverre is dit ongezond en wat zou ik er mogelijk wijzer tegen kunnen doen om dit ongezonde effect te voorkomen, betere filters, ruzie met de buurman maken met de vraag of dat niet het tegenover gestelde bewerkstelligt?

.....

Wij hebben al drieënehalf jaar last van de houtkachel van de buurman. We wonen twee onder een kap met de buurman in een oude woning uit 1948. Sinds de buurman is begonnen te stoken, slaat alle rook naar beneden over het dak. De stank hier van slaat door de open deuren en ramen, vandaar dat we alles zo veel mogelijk dicht houden.

Beide woningen zijn van huurdersvereniging Xxxx in Yyyy. We hebben brieven met handtekeningen van 18 bewoners uit onze straat naar Xxxxx en de Gemeente Zzzzz gestuurd maar ze kunnen er eigenlijk niks aan doen, zeggen ze. De buurman stookt door het afvoerkanaal wat bedoeld is als afvoer voor een gaskachel. Na 8 maanden herhaaldelijk bij Xxxxx in Yyyyy onze bezorgdheid hierover geuit te hebben (Stank, Brandgevaar) is er in opdracht van hun een buisje in het afvoerkanaal geplaatst. Er is sindsdien helemaal niks veranderd. De stank is verschrikkelijk, om nog maar niet over gezondheid te praten. Over bouwbesluiten en certificaten van veiligheid en gezondheid geeft niemand van alle instanties een bevredigend antwoord. Woongenot kan Xxxx Wonen ons niet garanderen. Niemand neemt zijn verandwoording. We moeten er maar mee leren leven is hun antwoord.

.....

Onze klacht is dat we last hebben van de rook van de burens. We hebben een warmte terug win installatie die "schone" lucht hoort aan te zuigen, maar dat gaat niet.

.....

Wij hebben niet alleen hinder van de rook maar ook van de roet die uit de pijp komt. Zodra de wind uit het westen komt, kunnen wij ramen en deuren gesloten houden.



Bij de gemeente al meerdere malen mail gestuurd incl. foto's, en telefonisch contact gezocht maar geen reactie.

.....

Hieronder een brief van mij aan de stoker. Daarin staat de hele situatie beschreven, inclusief mijn gezondheidsklachten.

Dag X en Y,

Ik heb al anderhalf jaar veel last van jullie haardrook. Wij hebben elkaar hierover een aantal keren gesproken. Met deze brief breng ik de situatie nogmaals onder jullie aandacht.

1. Jullie stoken minstens acht maanden in het jaar. Jullie stoken dan bijna elke dag. Als de wind uit het westen komt (of het nu zuidwest, noordwest of west is), zelfs als de wind uit het zuiden komt, waait jullie rook door de trek rond de huizen bij mij naar binnen. Omdat dat de heersende windrichtingen zijn krijg ik gedurende acht maanden van het jaar de meeste dagen rook in mijn huis.
2. Ondanks al mijn pogingen om mijn huis tegen de rook te isoleren (wat overigens slecht is voor het binnenmilieu), blijf ik rook in mijn huis krijgen. Het is ook niet mogelijk de rook buiten te houden: de houtrook komt via het dak, de zoldering, de luchtschachten, de ventilatieroosters en de kieren naar binnen. Vooral in de hal voor, het berghok en de grote kamer voor/boven stinkt het. De rook gaat in gordijnen, vloerbedekking, deurmat, jassen etc. zitten en is moeilijk weg te krijgen.
3. Als je rook ruikt kun je er zeker van zijn dat er tal van schadelijke stoffen inzitten. De schadelijke stoffen van de rook kunnen trouwens ook zonder dat je de rook ruikt aanwezig zijn.
4. Er is geen misverstand over mogelijk dat de rook bij jullie vandaan komt. Dat is na te gaan aan de hand van de windrichting, de rookpluim en de plekken waar het buiten stinkt. Ik heb dat herhaaldelijk gecontroleerd. Ik ben er zeker van dat de rook van jullie komt.
5. Ik heb Milieudefensie Groningen gevraagd om fijnstofmetingen te verrichten. De metingen zijn voor en achter tegen de gevel uitgevoerd. Gebleken is dat als jullie stoken de fijnstofwaarden direct sterk omhoog gaan. In de meeste gevallen verdient, als jullie stoken, de fijnstof luchtkwaliteit bij mijn huis de volgens de normen van het apparaat van Milieudefensie minst gunstige kwalificatie: "slecht". Een aantal keren zijn gedurende enkele uren aanhoudend extreem hoge waarden gemeten: een vertien- tot -tweintigvoudiging van de hoeveelheid fijnstof.

Fijnstof is overigens maar één van de vele schadelijke stoffen die in houtrook zit.

6. Ik heb een longziekte: COPD. Ik val in de op één na zwaarste categorie: ernstig COPD. De ziekte is niet te genezen, de longfunctie zal verder achteruit gaan.

Vier jaar geleden had ik nog matig COPD. Veel rek heb ik niet meer; ik moet er ernstig rekening mee houden dat ik binnen afzienbare tijd invalide kan worden. Ik wil dat tijdstip koste wat het kost uitstellen; ik wil zo lang mogelijk in mijn eigen huis kunnen blijven wonen.

Verder ben ik hartpatiënt. Ik heb een hartinfarct gehad. Mijn hart werkt nog maar voor 75%.

Houtrook is in zijn algemeenheid gevaarlijk voor de gezondheid, dat weten jullie ook want jullie hebben om die reden een pijp door de schoorsteen laten trekken. Houtrook bevat een groot aantal luchtverontreinigende stoffen die kanker en andere gezondheidsproblemen kunnen veroorzaken. Voor kwetsbaren, zoals mensen die lijden aan astma, COPD en hart- en vaatziekten is houtrook in het bijzonder schadelijk. Zelfs kortdurende blootstelling kan voor hen gevaarlijk zijn.

7. Dat ondervind ik in de praktijk ook: als ik me een paar minuten in de hal bij de deur, het berghok, of de grote kamer boven/voor bevind of in andere ruimten, als de wind zo staat dat de rook ook in die andere ruimten naar binnen geblazen wordt, krijg ik last van benauwdheid, piepende ademhaling en hoesten. Dit zijn de korte termijn effecten; op lange termijn kan de rook leiden tot vermindering van de longfunctie. Ik moet die ruimten daarom zoveel mogelijk mijden.

8. Het is niet alleen zo dat jullie frequent en langdurig stoken, jullie rook stinkt ook erg. Alleen die stank al zou voor mij voldoende reden zijn om me te beklagen. Ik vind ontzettend vervelend om die stank in en om mijn huis te hebben. Ik woon in een nette buitenwijk, maar op een industrieterrein ruikt het frisser. De overlast speelt zich niet in het verborgene af, achter gesloten deuren. Integendeel, hij is makkelijk te constateren. De rook komt meestal aan de voorkant. Je kunt de rook op mijn stoep ruiken. Ik neem aan dat niemand zulke stank op zijn stoep, laat staan in zijn huis wil hebben, jullie ook niet.

9. Samengevat: ik ondervind korte termijn gezondheidsklachten, ik loop lange termijn gezondheidsfrisco's en mijn woongenot wordt aangetast. Ik ben niet vrij en niet veilig in mijn eigen huis en tuin. Deze situatie duurt nu al anderhalf jaar.

Ik heb een aantal malen met jullie hierover gesproken. Jullie hebben begrip getoond, maar ik blijf overlast ondervinden.

Ik wil dat jullie nu structurele maatregelen nemen om de overlast te voorkomen. Ik zou graag binnen twee weken van jullie welke die maatregelen zijn.

Gezien onze goede relatie ga ik ervan uit dat we er wel uitkomen, maar mocht de overlast blijven aanhouden dan ga ik mij beraden op andere stappen. Dat heeft niet mijn voorkeur, maar dan heb ik geen andere keuze want de gevolgen van jullie stoken zijn voor mij ernstig.

.....