

Fijnstofmetingen in IJmond in het najaar van 2021

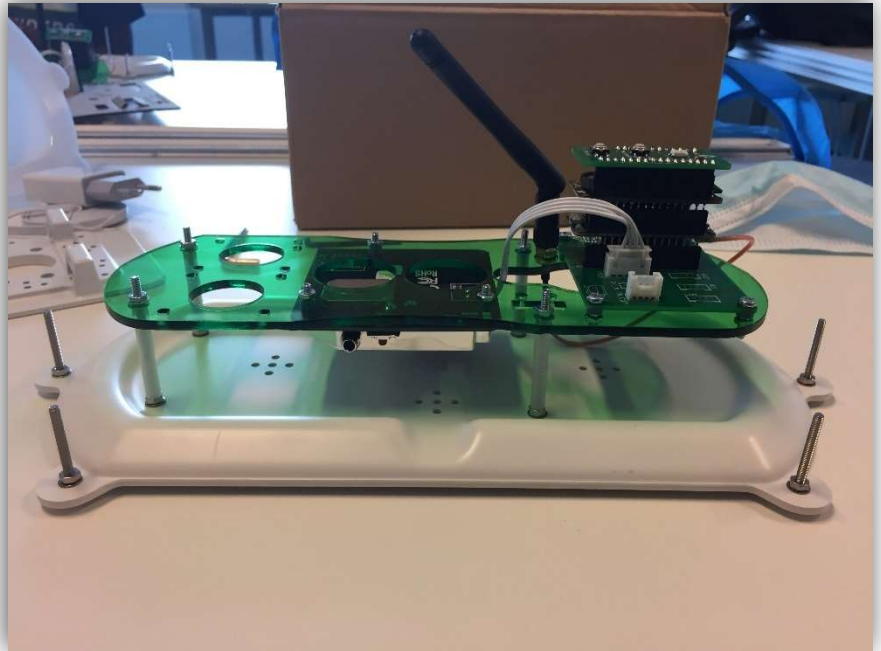


Thijs Kramer
Ot van der Wolf
Anpagan Gnanarajah
Klas: H5B

Voorwoord

Wij hebben gekozen voor het onderwerp fijnstof. Deze keuze hebben we gemaakt, omdat we hadden vernomen dat er iemand is die sensoren ontwikkeld om fijnstof mee te meten. Dhr. van Zelst ontwikkelt deze sensoren ook speciaal voor leerlingen die onderzoek willen doen met fijnstofmetingen. Dit sprak ons erg aan, aangezien dit nog niet eerder gedaan is met een profielwerkstuk, of een ander soort schoolonderzoek. Het is dus een hartstikke origineel onderzoek. Het sprak ons ook aan omdat

het onderwerp heel actueel is. We wonen dichtbij een staalfabriek die natuurlijk veel fijnstof uitstoot. Hierdoor is het heel actueel om dit te gaan onderzoeken en kunnen we zo ook veel te weten komen over wat voor effecten het fijnstof met zich meebrengt op bijvoorbeeld de gezondheid of de luchtkwaliteit. We zien vaak zwart stof op bijvoorbeeld de raamkozijnen en we vroegen ons vaak af waar die vandaan kwamen en wat nou precies is. We vinden het ook fijn om met dit onderzoek door te geven aan andere mensen wat de effecten van het fijnstof in de lucht is. We kunnen namelijk vanaf een website de metingen aflezen en deze publiceren aan anderen. Hierdoor kunnen er misschien bepaalde maatregelen of iets in die richting worden opgericht. Wij vinden dit dus een leuk en interessant onderwerp om te gaan onderzoeken, omdat het ons aansprak dat er iemand is die sensoren voor het meten van fijnstof ontwikkeld voor onderzoeksdoeleinden op scholen, omdat het heel origineel en actueel is en omdat we er ook nog eens wat mee kunnen betekenen en een belangrijke boodschap kunnen overdragen.



Inhoudsopgave

Inleiding.....	p 4 t/m 11
- Fijnstof.....	p 4, 5
- Sensoren.....	p 6, 7, 8
- Locaties.....	p 9
- Luchtvochtigheid.....	p 10
- Hoofd- en deelvragen.....	p 11
- Doel.....	p 11
Resultaten.....	p 12 t/m 15
Conclusie.....	p 16
Discussie.....	p 17, 18
Bronvermelding.....	p 19
Bijlagen.....	p 20
Logboek.....	p 21 t/m 28

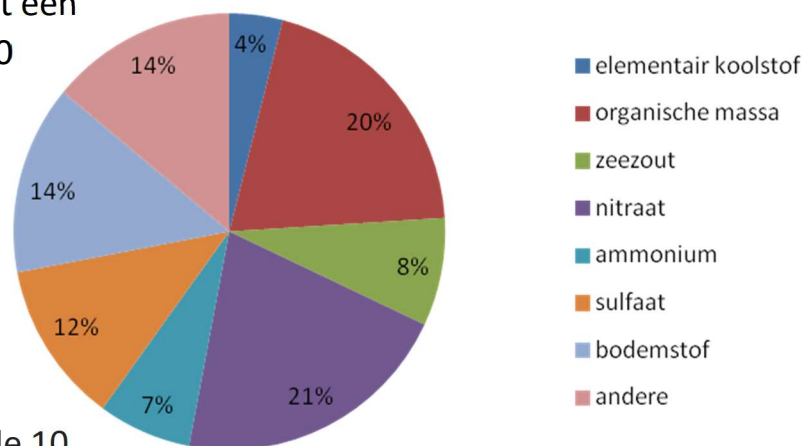
Inleiding

Wij, Anpagan, Thijs en Ot hebben als onderwerp van ons PWS fijnstof. We hebben voor dit onderwerp gekozen door een suggestie van onze PWS begeleider Koen van der Sluijs. In onze omgeving hebben we veel last van milieuproblemen. Dit komt voornamelijk door Tata Steel, een staalfabriek in de omgeving. Deze fabriek stoot veel afvalstoffen uit en zorgt er dus voor dat de lucht vervuult raakt. Hierdoor ontstaan er milieuproblemen en gezondheidsproblemen, omdat mensen de vervuulende deeltjes inademen. Dit kan vooral op de lange termijn grote gevolgen hebben. Een deel van deze vervuulende deeltjes is fijnstof.

Fijnstof

Maar wat houdt fijnstof nou precies in? Fijnstof is praktisch gezien alle deeltjes die door de lucht zweven. Met een maximale grote van 10 micrometer (10 PM). Deze deeltjes bestaan vooral uit zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) (zie het cirkeldiagram voor meer informatie over de samenstelling van de fijnstofdeeltjes. De twee maten die worden gebruikt zijn 10PM en 2,5PM. PM staat voor particulate matter. En de 10 en 2,5 staan voor de grootte van de deeltjes in micrometer.

Bij 10PM spreken we meestal over stoffen die door mensen en natuur direct wordt veroorzaakt. Dit noemen ze ook wel de primaire fractie. Een paar voorbeelden waarvan mensen direct mee te maken hebben zijn de industrie, constructie, landbouw en het verkeer. En een paar voorbeelden waar de natuur direct mee te maken heeft zijn zeezout en opgewaaid zand. Bij de maat 2,5PM (secundaire fractie) gaat het meestal over zwaveldioxide, vluchtige organische stoffen, stikstofoxiden en ammoniak. Fijnstof komt in grote hoeveelheden voor in steden. Waar fijnstof niet zo veel voorkomt is boven zee. Dit is best logisch want in steden zijn er meer factoren die bijdragen aan een grote hoeveelheid fijnstof in de lucht. Eén daarvan zijn de inwoners van de stad zelf. Van mensen en huisdieren komt namelijk stof af, zoals huidschilfers of



haar. Het meeste valt op de grond, maar grote delen blijven in de lucht zweven. Daarnaast heb je ook nog de industrie en uitstoot van voertuigen. Hierover wordt veel gesproken in het nieuws. Een ander factor, waar indirect veel over wordt gesproken, zijn de stoffen die opwaaien van de grond. Dit kan komen door de wind, maar in de steden is de grootste oorzaak van het opwaaien van stoffen de industrie. In en boven de zee komt bijna al het fijnstof uit een factor: zeezout dat vrij komt wanneer het zeewater verdampt. Steden dicht bij de zee hebben hier ook last van. Dit is ook relevant voor de plaats waar wij gaan meten. Om de kwaliteit van de buitenlucht zo goed mogelijk te houden, zijn er wettelijke normen over de uitstoot van fijnstof. Voor het binnenmilieu heeft het RIVM gezondheidkundige advieswaarden bepaald. Deze worden gebruikt om de kwaliteit van het binnenmilieu te beoordelen. De advieswaarden voor PM10 fijnstof zijn 50 microgram per m^3 per dag en 20 microgram per m^3 als gemiddelde per jaar. Voor PM2,5 zijn deze waardes 25 microgram per m^3 per dag en 10 microgram per m^3 als gemiddelde per jaar. Er is ook nog ultra fijnstof (UFP), maar dit is zo klein dat er geen wettelijke grenswaarden voor bestaan. Dit komt omdat het nauwelijks tot geen problemen oplevert in tegenstelling tot PM2,5 en PM10. Tevens meten we UFP ook niet voor ons onderzoek. Voor alle soorten fijnstof geldt: hoe lager de concentratie fijnstof, hoe beter. Het is niet zeker dat gezondheidsschade altijd wordt voorkomen als de concentraties fijnstof onder de wettelijke normen of advieswaarden blijven, omdat er natuurlijk altijd fijnstof in de lucht blijft en er dus nooit voor kan worden gezorgd dat er nooit meer gezondheidsproblemen door fijnstof voorkomen. Maar waarom is fijnstof nou eigenlijk zo'n groot probleem? De deeltjes worden door mensen en dieren ingeademd en blijven in de keel en/of longen zitten. De grootste deeltjes van ca. 10 micrometer (PM10) blijven meestal in de keel hangen. Hierdoor kan het de slijmafvoer van de luchtwegen verstoren, ademhalingsklachten veroorzaken en de kans op luchtweginfecties verhogen. Met name het bestanddeel elementair koolstof (=grafiet), dat veel gebruikt wordt bij Tata Steel) kan longkanker veroorzaken. Dit kan uiteraard alleen gebeuren met de deeltjes die ook daadwerkelijk de longen bereiken (dus de kleinere deeltjes). Bij blootstelling aan hele hoge concentraties fijnstof tegelijk kan het ook de kans op een hartaanval vergroten. Hierom is het een probleem. Het is nog niet helemaal duidelijk waarom de fijnstofdeeltjes deze gezondheidsproblemen veroorzaken. Het belang van een gezonde leefomgeving wordt steeds evidentier. Het besef dat luchtkwaliteit hier een belangrijk rol in speelt groeit daarom snel.

Sensoren

Voor het meten van het fijnstof gebruiken we speciale sensoren die door het bedrijf 'Hollandse Luchten' zijn gemaakt en geleverd. Bij dit bedrijf werken mensen die allerlei verschillende experimenten doen op het gebied van fijnstof. Via pilots, burgermetingen en evenementen proberen ze de luchtkwaliteit van de leefomgeving in Noord-Holland in kaart te zetten en in actie te komen. Ze willen tot een oplossing komen met de metingen. Dit project noemen ze *citizen sensing*. Ze proberen een zo goed mogelijk mechanisme samen te stellen om fijnstof mee te meten door gebruik te maken van experimentele technologie.

En dat is aardig gelukt

met de sensoren die

ze nu maken. De

sensoren die daar

worden ontwikkeld

worden ook speciaal

ontwikkeld voor

onderzoek voor de

inwoners van Noord-

Holland. Ze hebben

mensen in dienst die

een les komen geven

over allerlei

informatie over de

sensoren. Eén van die

personen die daar

werkt is Gerard van

Zelst. We hebben

contact met hem

opgezocht, zodat we

de sensoren van

Hollandse luchten

kunnen gebruiken

voor ons PWS. Dat

was gelukt en een paar dagen later gaf meneer Van Zelst een les over de

sensoren aan ons op school. Hij vertelde onder andere over wat voor

verschillende soorten fijnstof en andere vervuilingselementen de sensor kan

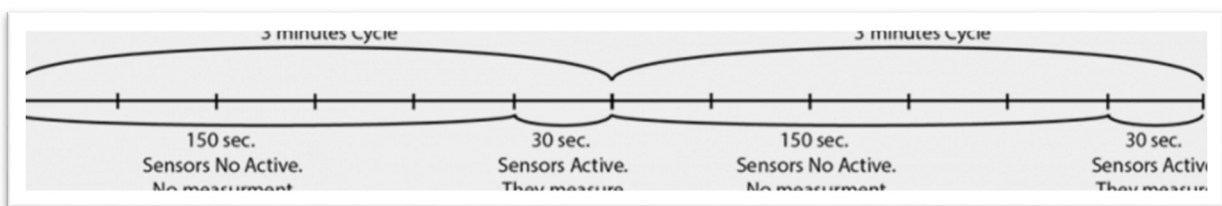
meten. Ook vertelde hij hoe de sensor in elkaar zit en hoe we de data van de

sensor kunnen terugvinden. We moesten de sensor, de zogenaamde 'Holu-kit',



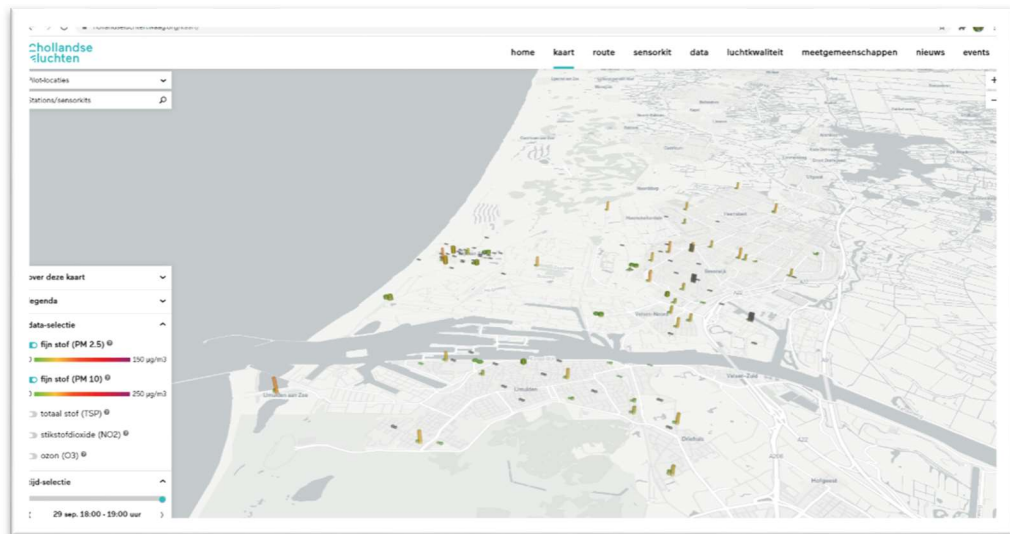
zelf in elkaar zetten op school. Hierbij leerden we hoe de sensor in elkaar zit en hoe hij werkt. De HoLu-sensorkit is een modulaire sensorkit ontwikkeld door Waag om de buitenluchtkwaliteit te meten. Het biedt de mogelijkheid aan inwoners en gemeenschappen om de omgeving beter te begrijpen door bepaalde stoffen in de lucht te meten. De kit is al geprogrammeerd, zodat we geen firmware hoeven te installeren. De gegevens worden gevisualiseerd. Om de drie minuten zijn de sensoren actief en meten ze gedurende 30 seconden. Aan het einde van de 30 seconden worden de waarden gemiddeld en verzonden. De meetcyclus wordt getoond in de onderstaande afbeelding.

De sensor werkt niet op batterijen en moet dus worden aangesloten op een stopcontact. Dit gebeurt via een normale USB-poort, net als van je mobiele telefoon en gaat via een stekker in het stopcontact. Er zit ook een back-up batterij in voor het geval dat de stroom uitvalt of iets dergelijks. De sensoren hangen allemaal op een hoogte van ongeveer 3 meter. Ze zijn ook voorzien van



een kap, zodat ze als het regent niet beschadigd kunnen raken. Er zijn naast onze sensoren, die alleen PM 2,5 en PM 10 meten, ook sensoren die stikstofoxide (NO₂), ozon (O₃) of het totaal aantal fijnstof (TSP) kunnen meten. Maar deze onderdelen zijn een stuk duurder dan de onderdelen die we gebruiken om PM 2,5 en PM 10 te meten. Tevens zijn de gehalten van deze andere stoffen niet van belang bij dit onderzoek. In de sensor zat oorspronkelijk ook nog een warmtemeter, zodat je bij de meting meteen kon zien hoe warm het was op welk tijdstip. Maar door de warmtemeter traden er problemen op met de apparatuur voor het meten van de fijnstofdeeltjes, dus die is later verwijderd. In de sensor zit een SD-kaart van 16GB waar de data in wordt opgeslagen. We hebben van meneer Van Zelst ook een adapter voor de SD-kaart gekregen, waarmee we hem in een PC kunnen stoppen en de data kunnen bekijken en analyseren. We kunnen dit ook op een andere manier doen. De sensor is namelijk verbonden met het netwerk van Hollandse Luchten. Dit gebeurt door middel van een zender die gemonteerd is op onze sensor. Via deze zender maakt de sensor contact met de ontvanger van het netwerk van Hollandse Luchten, die zich op een gebouw naast de school bevindt. Deze zender zit aan de sensor vast, onder de kap. Aan de sensor in

Heemskerk zit een grotere zender, omdat die met de oorspronkelijke zender geen contact kon maken met het netwerk. Deze grotere zender zit niet onder de kap, zoals de andere sensoren, maar staat op het dak van het schuurtje waar de



sensor aan hangt. De zender is natuurlijk wel met de sensor verbonden en hij kan tegen regen. Via het netwerk wordt de gemeten data opgeslagen op de website van Hollandse Luchten. Daar kan je een kaart bekijken waar alle actieve sensoren op staan (zie de afbeelding hiernaast). De sensoren zijn cirkeltjes die verschillende kleuren en hoogten kunnen hebben (groen is laag fijnstofgehalte, paars is hoog fijnstofgehalte en laag is laag fijnstofgehalte en hoog is hoog fijnstofgehalte). Als je op één van de sensoren klikt kun je de data bekijken en analyseren. De sensor beschikt ook over een LED-lampje, die wit, rood, groen of blauw kan zijn. Als het lampje wit is betekent het dat de sensor werkt; als het rood is, is het bezig met verbinding maken met het netwerk van Hollandse Luchten; als het groen is heeft het verbinding gemaakt met het netwerk; en als het blauw is betekent het dat er een SD-kaart is gedetecteerd. De sensor zelf is een soort kastje met een lasertje erin. De laser schijnt op lichtreceptoren aan de andere kant van de sensor. Via een klein buisje aan de voorkant van de sensor kunnen de fijnstofdeeltjes de sensor in. Als er een deeltje voor het lasertje komt ontvangen de lichtreceptoren aan de andere kant even geen licht van de laser. Hierdoor kan de sensor meten hoeveel fijnstof er in de lucht zit (hoe vaak er een deeltje voor de laser komt).

Locaties

Nadat wij de sensoren in elkaar hadden gezet, hadden we besloten dat we ze gingen opgehangen op drie verschillende locaties. Er hangt één sensor in het noorden van Beverwijk, één in het oosten van Beverwijk en één in het oosten van Heemskerk. Nadat de sensoren geplaatst werden, konden we gaan starten met de metingen. We namen de gedachtegang dat we op verschillende locaties rond Tata Steel en vlakbij zee, verschillende resultaten konden waarnemen van fijnstofdeeltjes in de lucht. De verschillende resultaten kunnen beïnvloed worden door verschillende omstandigheden. Een voorbeeld daarvan is dat Beverwijk een stuk dichtbij Tata Steel ligt dan Heemskerk. En Tata Steel kan een belangrijke rol spelen in onze metingen van ons profielwerkstuk, aangezien Tata Steel stoot namelijk ook veel fijnstofdeeltjes uit. We wilden bepalen hoe groot het verschil is qua fijnstofdeeltjes per locatie. De zee kan ook invloed hebben op de verplaatsing van de deeltjes. Omdat ons meetgebied dicht bij de zee is, worden de deeltjes het land op gewaaid door de aanlandige wind. Er varen ook veel vrachtschepen over het kanaal en er komen er ook een aantal aan in de haven van IJmuiden. Deze schepen stoten ook veel fijnstofdeeltjes uit die door de wind over het land gewaaid worden. Ons meetgebied ligt ook dichtbij de A9. De auto's die hier rijden stoten ook een aanzienlijk aantal deeltjes uit en die kunnen door de wind ook in ons meetgebied waaien en zo bij de sensoren komen. Tijdens de periode dat we aan het meten zijn, houden we de grafiek in de gaten, waardoor we weten wanneer er grote pieken aan fijnstof zijn. Hierdoor kunnen we ook meteen onderzoeken hoe de pieken fijnstof ontstaan.



Luchtvochtigheid

Wij hebben op deze manier gevonden dat iedere keer wanneer er een piek van fijnstof was, de luchtvochtigheid ook heel hoog was. De informatie over de luchtvochtigheid hebben we gevonden



op de website van buienradar. Hier konden wij een sensor selecteren die de temperatuur en de luchtvochtigheid meet in een bepaald gebied. De meest dichtstbijzijnde sensor die de luchtvochtigheid meet was degene in Wijk Aan Zee. Wij wilden in eerste instantie testen of grote hoeveelheden fijnstof in één keer met de temperatuur te maken hadden, maar toen we gingen kijken naar sensoren die de temperatuur meten, zagen we dat het vrijwel niks met de temperatuur te maken had. Wij hadden, terwijl we dat aan het onderzoeken waren, echter wel opgemerkt dat iedere keer toen er een piek van fijnstof was, er ook een hoge luchtvochtigheid was. Toen we dit hadden gevonden gingen we verder kijken op internet. Hier hadden wij gevonden dat veel water in de lucht en neerslag het fijnstof uit de atmosfeer spoelt. Dit proces begint al in de wolken wanneer de waterdruppels zich vormen rondom de deeltjes. De waterdamp, die zich in de wolken bevindt, hecht zich aan de fijnstofdeeltjes, waardoor zich druppels vormen. Hoe meer waterdamp de fijnstofdeeltjes opnemen, hoe groter ze worden. Dit verklaart ook waarom er bijna iedere keer als er een piek aan fijnstof is, er ook een zeer hoge luchtvochtigheid is. De luchtvochtigheid heeft dus een directe invloed op de hoeveelheid fijnstofdeeltjes en de grootte van de deeltjes en dus ook op de gezondheid van de mensen.

Hoofd- en deelvragen

Dit gegeven hebben we ook meegenomen in de hoofd- en deelvragen.

De hoofdvraag luidt: 'Wat is het verband tussen de luchtvochtigheid en de hoeveelheid fijnstof in de lucht op de drie verschillende locaties?'

Wij hebben, omdat we het op drie verschillende plaatsen meten, drie deelvragen.

Deze zijn:

1. Wat is het verband tussen de luchtvochtigheid en de hoeveelheid fijnstof in het zuidoosten van Heemskerk?'
2. 'Wat is het verband tussen de luchtvochtigheid en de hoeveelheid fijnstof in het noorden van Beverwijk?'
3. 'Wat is het verband tussen de luchtvochtigheid en de hoeveelheid fijnstof in het oosten van Beverwijk?'

Wij denken dat het verband bij alle drie de plaatsen zal zijn: als de luchtvochtigheid hoog is, is er gemiddeld meer fijnstof in de lucht dan als de luchtvochtigheid laag is. Wij denken dat het verschil tussen de verschillende plaatsen niet drastisch hoog zal zijn, omdat de plaatsen best wel in de buurt liggen van elkaar. Wij denken wel dat de metingen bij de sensor in Heemskerk een beetje kan verschillen met die van de sensoren in Beverwijk, aangezien die sensor vlakbij de snelweg zit.

Doel

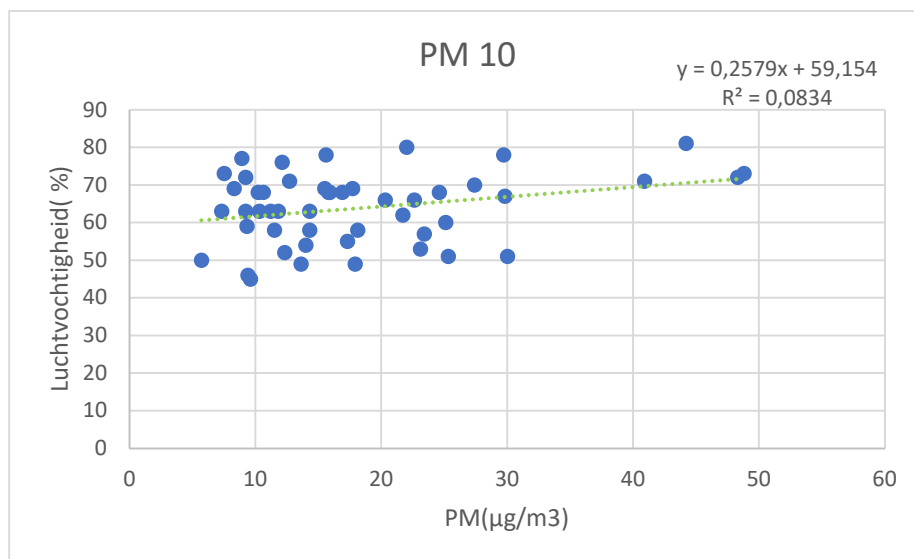
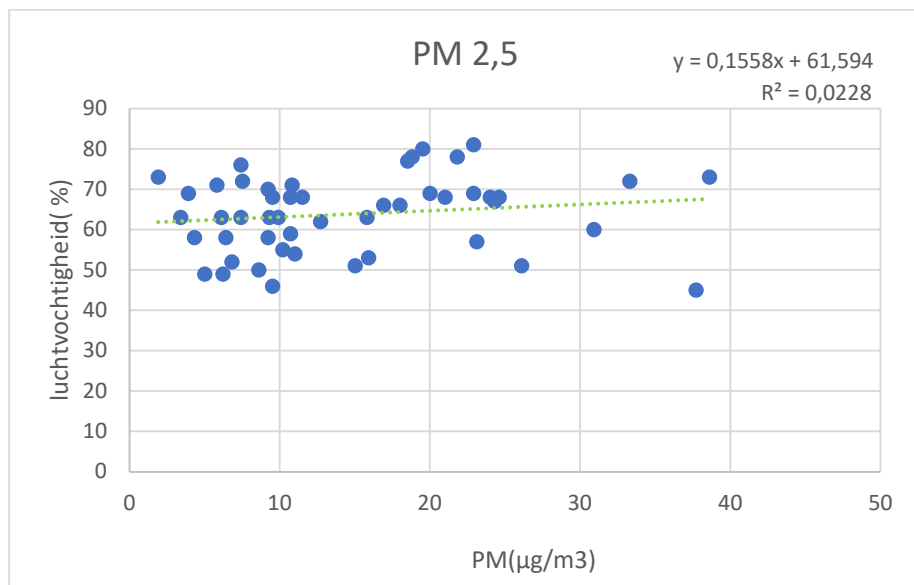
Dit project biedt kans om bewustwording over luchtkwaliteitsproblematiek te vergroten, in het bijzonder over de rol van de burger hierin.

Informatievoorziening over hoe te meten, de kwaliteit van de metingen en de interpretatie en betrouwbaarheid van data is hierbij van groot belang. Door de data uit het meten, in combinatie met een groeiende kennis over luchtkwaliteit, worden burgers een sterkere gesprekspartner voor de overheid, wat zorgt voor constructievere en slimmere oplossingen.

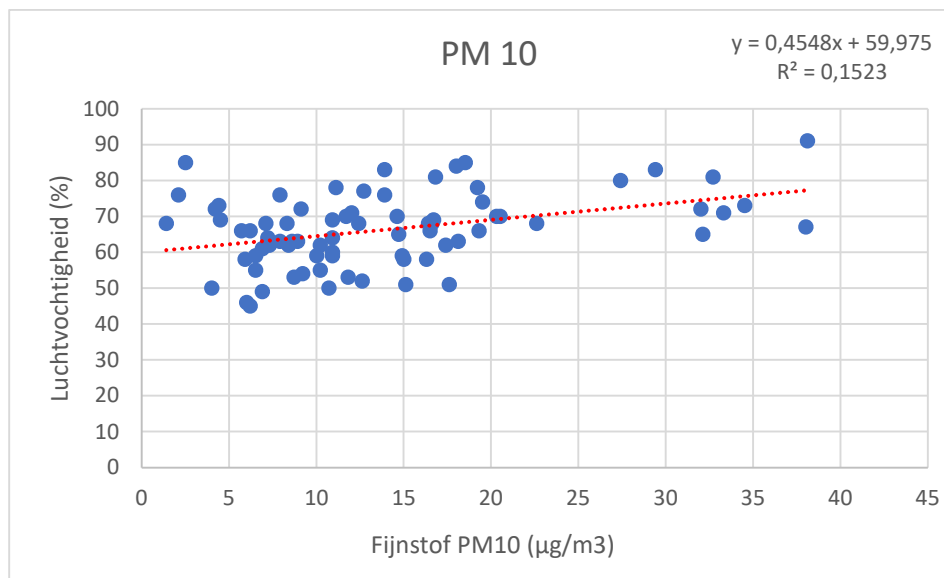
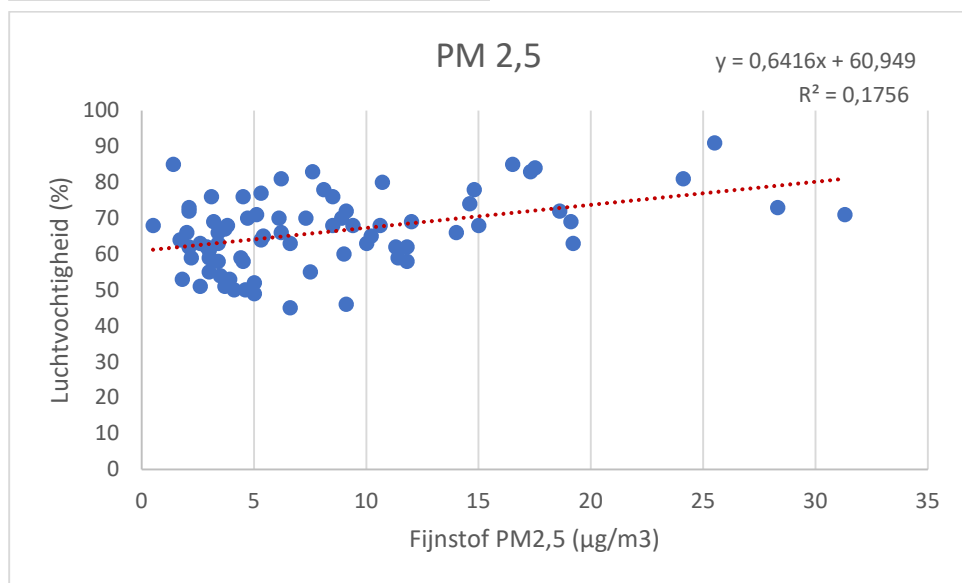
Resultaten

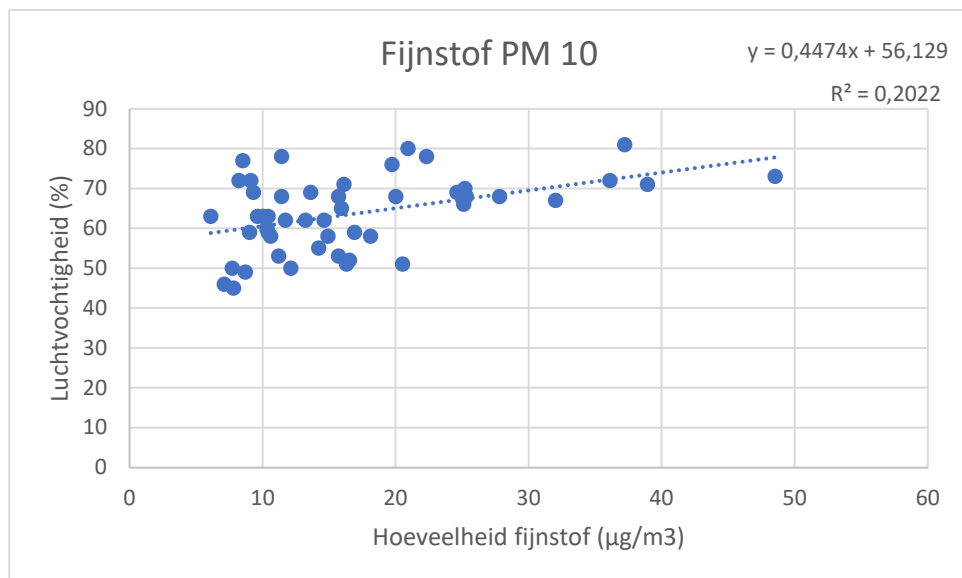
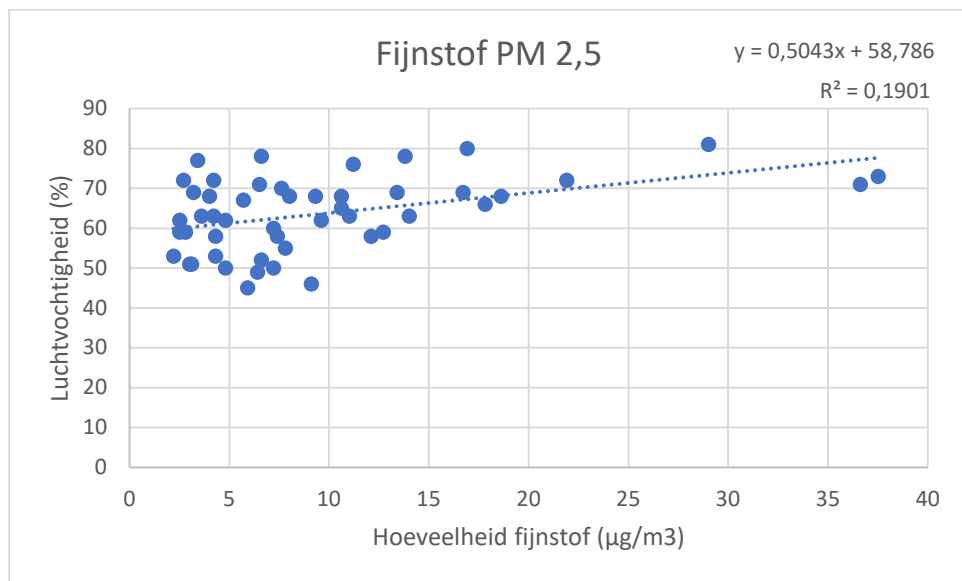
Wij hebben voor de resultaten de meetgegevens van 13 september tot en met 31 oktober gebruikt. Dit is dus een periode van ongeveer anderhalve maand. Wij zijn voor iedere dag uitgegaan van de laagste luchtvochtigheid op die dag, omdat we op die manier het verband het beste konden weergeven. Wij hebben, zoals eerder is vermeld, via de website van buienradar iedere keer de laagste luchtvochtigheid van de dag in Wijk aan Zee (omdat deze weersensor het dichtst bij ons meetgebied ligt) afgeleid. Via deze grafiek keken we naar het tijdstip waarop de luchtvochtigheid het laagst was op de dag en op hetzelfde tijdstip keken we op de website van Hollandse Luchten naar de hoeveelheid fijnstof die er op dat tijdstip in de lucht was. Dit deden we voor alle drie de sensoren en voor zowel PM_{2,5} als PM₁₀-deeltjes. Deze gegevens gingen we vervolgens verwerken in een Excel tabel. In deze tabel hadden wij de volgende waarnemingen gezet: datum, fijnstof (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), luchtvochtigheid (in procenten) en het tijdstip waarvan we de meetgegevens hadden verzameld. Voor iedere sensor zijn er dus twee tabellen: één voor PM_{2,5} en één voor PM₁₀. Vervolgens hebben we met deze tabellen een spreidingsgrafiek gemaakt waarin de meetgegevens worden weergegeven in puntjes. Hierdoor kun je goed zien bij welke hoeveelheid fijnstof, welke luchtvochtigheid hoort. Tenslotte hebben wij een trendlijn in de grafiek toegevoegd met de functie van de trendlijn erbij. Uit deze grafieken kun een verband halen. Dit kun je zien aan de trendlijn die in alle grafieken stijgt. Later berekende wij de R^2 in de grafieken. Dit geeft aan hoe sterk het verband is. Als de R^2 1 is, is het verband perfect. Als de R^2 tussen de 0,8 en 0,5 ligt, is er een middelmatig tot zwak verband en als het lager is dan 0,5 is er sprake van een zeer zwak verband of is er überhaupt geen verband. Hieronder staan de grafieken met de meetgegevens die we hebben verzameld.

Beverwijk-Noord



Beverwijk-Oost





Conclusie

Uit de verzamelde gegevens in de tabellen en grafieken kan geconcludeerd worden dat de hoeveelheid fijnstof in de lucht wel degelijk met de luchtvochtigheid te maken heeft. Van de grafieken is af te lezen dat ieder punt in de grafiek dat rechts staat ook redelijk hoog staat. Oftewel, iedere keer als er een hoge hoeveelheid fijnstof in de lucht zit (ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{2,5} en ca. $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM₁₀), is de luchtvochtigheid ook tamelijk hoog (65% of hoger). Ditzelfde geldt ook voor de punten die links staan. De meeste punten die links in de grafiek staan – waar dus een laag fijnstofgehalte in de lucht is (minder dan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{2,5} en minder dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM₁₀) – staan ook laag – de luchtvochtigheid is dan dus ook laag (minder dan 60%). Het is in onze grafieken te zien dat de advieswaarden voor de hoeveelheid fijnstof in de lucht die we eerder hebben genoemd voor PM_{2,5} al 3 keer worden overschreden en van PM₁₀ ook bijna 1 keer. Wij zijn echter, zoals al eerder is vermeld, bij ieder gegeven uitgegaan van de laagste luchtvochtigheid op de betreffende dag om een zo goed mogelijk verband te kunnen weergeven. Het is dus aannemelijk dat de advieswaarden veel vaker overschreden worden. Aan de trendlijn in de grafieken is af te lezen dat er een lineair verband bestaat tussen de luchtvochtigheid en de hoeveelheid fijnstof in de lucht. Het is namelijk een stijgende, rechte lijn. Dit verband hebben wij ook aangegeven door de formule van de trendlijn bij de grafiek te zetten ($y = ax + b$). Deze formule hoort bij een lineair verband. Aan de grafiek is te zien dat de gegevens van de PM_{2,5} deeltjes over het algemeen minder sterk het verband aangeven dan de gegevens van de PM₁₀ deeltjes. Dit komt doordat de waarden van de PM₁₀ deeltjes dichter bij elkaar liggen dan de waarden van de PM_{2,5} deeltjes. De PM_{2,5} deeltjes hebben bovendien ook meer uitschieters. Over het algemeen geldt dus het verband: hoe hoger de luchtvochtigheid, hoe hoger het fijnstofgehalte in de lucht. Hoewel het verband van de hoeveelheid fijnstofdeeltjes in de lucht en de luchtvochtigheid redelijk is af te leiden uit de grafiek, liet de R^2 zien dat het verband zeer zwak is. Met name bij de sensor in Beverwijk-Noord is er volgens de R^2 bijna niet eens van een verband te spreken. Toch zie je daarin terug dat de punten waarbij de hoeveelheid fijnstof heel hoog is ook een hoge luchtvochtigheid heeft. Hoe komt het dan dat het verband zo zwak is?

Discussie

Dit komt door de uitzonderingen. Zoals punten die een lage hoeveelheid fijnstof in de lucht hebben, maar wel een luchtvochtigheid van boven de 65% hebben. Dit komt vooral veel voor in Beverwijk-Noord. Dit soort uitzonderingen zien we over het algemeen meer gebeuren bij punten met een lage hoeveelheid fijnstof in de lucht dan met punten met een hoge hoeveelheid fijnstof in de lucht. Dit komt doordat de hoeveelheid fijnstof in de lucht natuurlijk niet alleen maar afhankelijk is van de luchtvochtigheid. Dit is de reden waarom het verband volgens de R^2 zo zwak is, terwijl er wel kan worden afgelezen dat er iedere keer bij een hoge hoeveelheid fijnstof in de lucht er ook een hoge luchtvochtigheid is.

Er zijn natuurlijk andere factoren die ook een rol kunnen spelen. Denk bijvoorbeeld aan de temperatuur. Toen wij gingen onderzoeken waar de hoeveelheid fijnstof in de lucht mee te maken had, kwamen wij erachter dat de temperatuur niet heel veel invloed heeft op de hoeveelheid fijnstof. Maar als we in de tabel met alle meetgegevens gaan kijken zien we dat de laagste hoeveelheid fijnstof op een dag verreweg de meeste van alle waarden tussen 12 uur en 17 uur zitten, oftewel: in de middag. Het is aannemelijk dat dit komt door de temperatuur. De temperatuur is meestal namelijk op dit tijdsbestek het hoogst. Dit kan dus betekenen dat de hoeveelheid fijnstof in de lucht toch een beetje wordt beïnvloed door de temperatuur. Tata Steel kan ook een rol spelen. We weten natuurlijk dat Tata Steel veel fijnstof in de lucht uitstoot, maar het kan natuurlijk zijn dat Tata Steel op bepaalde dagen in de maand bijvoorbeeld in één keer heel veel stoffen loodst. Dit kan betekenen dat de hoeveelheid fijnstof in de lucht voor 1 of 2 dagen heel groot is, terwijl de luchtvochtigheid dat meestal niet is. Wij hebben helaas nergens kunnen vinden of dit ook daadwerkelijk het geval is. Wij zien in onze grafiek niet heel vaak gebeuren dat de hoeveelheid fijnstof heel hoog is terwijl de luchtvochtigheid dat niet is, maar voor de keren dat het gebeurt is dit misschien wel een verklaring. Dit kan ook komen doordat er bijvoorbeeld een barbecuefeestje is in de tuin. Het is aannemelijk dat dit niet het geval is, aangezien wij in het einde van de zomer en begin van de herfst hebben gemeten en het dus niet uitermate warm was in die periode en ook niet heel best weer. Bij de sensor in Heemskerk ligt de A9 er zo'n 200 meter vanaf. Als de wind naar de sensor staat kan het dus zijn dat de hoeveelheid fijnstof in de lucht dan hoger is dan normaal, terwijl de luchtvochtigheid dat niet is. Dit kan alleen gebeuren als de wind uit het zuidoosten komt – waar dus de snelweg ligt – maar dit komt niet vaak voor. We zien dit in de grafiek van de sensor in Heemskerk dan ook

nauwelijks terugkomen. Over het algemeen is de data die wij hebben verzameld, en dus de sensoren, zeer betrouwbaar aangezien dat ook wordt aangegeven door Hollandse Luchten. Het kan natuurlijk zijn dat de meetgegevens af en toe niet kloppen, maar we gaan er vanuit dat de waarden die worden gemeten altijd kloppen met de werkelijkheid. Wij denken dat we met dit onderzoek een goed beeld van de hoeveelheid fijnstof geven, maar om dit beeld perfect te geven zouden we het hele jaar moeten meten en die tijd hebben we niet. De luchtvochtigheid en andere factoren schommelen namelijk best veel in de loop van 1 jaar.

Bronvermelding

- P, Borm (2008) Fijnstof, hoe houden we het hoofd koel?
https://ildcare.nl/Downloads/ildcaretoday/10_Borm_ild_care_today_2008.pdf
- RIVM (2011) Fijnstof.
<https://www.rivm.nl/fijn-stof>
- Waarzitwatin (jaartal onbekend) Fijnstof
https://waarzitwatin.nl/stoffen/fijnstof?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=dsa_website&utm_keyword=&utm_content=64830450410
- Gezondheidsraad (2019) Fijnstof
<https://www.atlasleefomgeving.nl/thema/lucht/fijnstof>
- W, Groot (2019) Waarom is fijnstof zo'n groot probleem?
<https://npokennis.nl/longread/7750/waarom-is-fijnstof-zo-n-groot-probleem>
- NEMO Kennislink (2001) Neerslag spoelt fijnstof uit de atmosfeer
<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/neerslag-spoelt-fijn-stof-uit-atmosfeer/>
- TNO innovation for life (2021) Effect van fijnstof op gezondheid
<https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/circulaire-economie-milieu/roadmaps/milieu-en-klimaat/milieu-en-gezondheid/effect-van-fijnstof-op-gezondheid/>
- Buienradar (2021) Sensor luchtvochtigheid en temperatuur Wijk Aan Ze
<https://www.buienradar.nl/nederland/weerbericht/weergrafieken/6257>
- irceline (2021) Waaruit is fijnstof samengesteld?
<https://www.irceline.be/nl/documentatie/faq/wat-is-de-chemische-samenstelling-van-fijnstof>
- irceline (2021) Wat is PM 10 en PM 2,5?
<https://www.irceline.be/nl/documentatie/faq/wat-is-fijnstof>
- RIVM (2016) Welke stoffen vervuilen de lucht?
<https://www.samenmetenaanluchtkwaliteit.nl/stoffen>
- Noordhollands Dagblad (2021) Tata Steel moet vergroenen of sluiten
https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20210902_67201225?utm_source=google&utm_medium=organic
- Tata Steel (2021) Respect voor en bescherming van het milieu is een fundamenteel principe van alle bedrijven van de Tata Group
<https://www.tatasteeleurope.com/nl/duurzaamheid/milieu>

Bijlagen

- G, Van Zelst (2021) Hollandse luchten Beverwijk en Heemskerk
https://svok-my.sharepoint.com/:p:/r/personal/ot_vanderwolf_kennemercollege_nl/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B4D42EDCF-86F5-4CA9-8A56-63594D245C2B%7D&file=Hollandse%20Luchten%20voor%20Kennemer%20College.pptx&action=edit&mobileredirect=true
- A, Gnanarajah (2021) Excel bestand met meetgegevens (sensor Beverwijk-Noord)
https://svok-my.sharepoint.com/:x:/r/personal/anpaqan_gnanarajah_kennemercollege_nl/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7BA26B8585-EF4E-4BD5-86ED-265717E67960%7D&file=Fijnstoffen%20Beverwijk%20Noord.xlsx&action=default&mobileredirect=true&DefaultItemOpen=1&ct=1640351189880&wdOrigin=OFFICECOM-WEB.START.OTHER&cid=a52c6ad5-a2d9-42e5-9168-3fd1b7cc912f
- O, van der Wolf (2021) Excel bestand met meetgegevens (sensor Heemskerk-Oost)
<https://onedrive.live.com/view.aspx?resid=C31F50838D7F013B!2580&ithint=file%2cxlsx&authkey=!ADOfH08IBzX4EMk>
- T, Kramer (2021) Excel bestand met meetgegevens (sensor Beverwijk-Oost)
https://svok-my.sharepoint.com/:x:/r/personal/ot_vanderwolf_kennemercollege_nl/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B4C8653BD-94C1-4C31-9DB6-2C78E489BF2E%7D&file=PWS_fase_3_grafiek_thijs%20klaar.xlsx&action=default&mobileredirect=true

Logboek

Wie	Wat	Waar	Datum	Tijd
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	14-6-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	15-6-2021	5 min.
Allemaal	Uitleg PWS met begeleideer	School	21-6-2021	35 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	22-6-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	26-6-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	28-6-2021	5 min.
Ot en Anpagan	Beginnen fase 1.	Thuis	29-6-2021	40 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	30-6-2021	5 min.
Ot	Werkplan en bronnenlijst maken.	Thuis	30-6-2021	15 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	1-7-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	2-7-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	3-7-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	23-8-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	24-8-2021	5 min.
Allemaal	Uitleg sensoren + sensoren bouwen	School	24-8-2021	130 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	28-8-2021	5 min.
Ot	Fase 1 afronden	Thuis	28-8-2021	75 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	30-8-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	31-8-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	1-9-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	6-9-2021	5 min.

Allemaal	Uitleg over extra onderwerp	School	7-9-2021	15 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	13-9-2021	5 min.
Allemaal	Extra onderwerp aankondigen	School	14-9-2021	10 min.
Ot en Anpagan	Meetgegevens analyseren	School	15-9-2021	40 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	15-9-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	16-9-2021	5 min.
Allemaal	Beginnen fase 2	Thuis	18-9-2021	60 min.
Allemaal	Gesprek fase 2	School	21-9-2021	15 min.
Thijs en Ot	Titelpagina, voorwoord en inhoudsopgave maken + begin maken aan inleiding (deel fijnstof en sensoren)	Thuis	23-9-2021	115 min.
Anpagan	Meetgebieden en informatie over het onderwerp zoeken	Thuis	23-9-2021	115 min
Ot	Meetgegevens analyseren	School	24-9-2021	15 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	26-9-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	27-9-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	28-9-2021	5 min.

Ot	Meetgegevens analyseren	School	28-9-2021	15 min.
Ot en Anpagan	Meetgegevens analyseren	School	29-9-2021	15 min.
Allemaal	Verder aan fase 2 (Inleiding)	Thuis	29-9-2021	90 min.
Ot	Meetgegevens bekijken en analyseren	School	1-10-2021	15 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	3-10-2021	5 min.
Thijs	Verder aan fase 2 (Inleiding)	Thuis	4-10-2021	20 min.
Ot en Anpagan	Verder aan fase 2 (inleiding)	Thuis	4-10-2021	105 min
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	5-10-2021	5 min.
Allemaal	Alles nalezen, veranderen en verbeteren	Thuis	7-10-2021	115 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	8-10-2021	5 min.

Ot	Meetgegevens bekijken/analyseren	School	8-10-2021	30 min.
Ot	Nieuwe informatie aan fase 2 toevoegen	School	8-10-2021	30 min.
Ot	Nieuwe informatie aan fase 2 toevoegen + alle delen op de goeie plek zetten (één goedlopende tekst maken)	Thuis	8-10-2021	85 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	9-10-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	10-10-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	11-10-2021	5 min.
Allemaal	Gesprek begeleider over fase 3	School	13-10-2021	20 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	14-10-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	9-11-2021	5 min.
Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (maandagen)	Thuis	10-11-2021	15 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	10-11-2021	5 min.
Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (dinsdagen)	Thuis	11-11-2021	15 min.

Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (woensdagen)	Thuis	12-11-2021	15 min.
Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (donderdagdagen)	Thuis	13-11-2021	15 min.
Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (vrijdagen)	Thuis	14-11-2021	15 min.
Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (zaterdagdagen)	Thuis	15-11-2021	15 min.
Ot	Eerste 38 dagen in Excel tabel verwerken (zondagen)	Thuis	16-11-2021	15 min.
Allemaal	Gesprek begeleider fase 3	School	24-11-2021	20 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	24-11-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	26-11-2021	5 min.
Allemaal	Beginnen aan fase 3	Thuis	27-11-2021	50 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	27-11-2021	5 min.
Ot	Verder met fase 3	Thuis	29-11-2021	30 min.
Allemaal	Gesprek begeleider gegevens verwerken	School	30-11-2021	15 min.

Allemaal	Appen over PWS	Thuis	30-11-2021	5 min.
Ot	Data in Excel tabel verwerken voor de eerste 19 dagen (PM2,5 en PM10)	Thuis	1-12-2021	40 min.
Ot	Data in Excel tabel verwerken voor de tweede 19 dagen (PM2,5 en PM10)	Thuis	8-12-2021	75 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	8-12-2021	5 min.
Ot	Data in Excel tabel verwerken voor derde 19 dagen (PM2,5 en PM10)	Thuis	10-12-2021	40 min.
Anpagan	Gegevens verwerken in de tabellen	Thuis	11-12-2021	95 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	11-12-2021	5 min.
Anpagan	Verbeteren en verder met het verwerken van de gegevens van de sensoren	Thuis	12-12-2021	125 min.
Thijs	Het verwerken van de gegevens van de sensor.	Thuis	12-12-2021	360 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	12-12-2021	5 min.

Allemaal	Appen over PWS	Thuis	13-12-2021	5 min.
Anpagan	Het afmaken van de grafieken.	Thuis	14-12-2021	120 min.
Ot	Grafiek afmaken, conclusie maken en feedback verwerken.	Thuis	14-12-2021	60 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	14-12-2021	5 min.
Ot	Discussie maken.	School	15-12-2021	75 min.
Anpagan en Thijs	Aan de resultaten werken.	Thuis	15-12-2021	95 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	15-12-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	16-12-2021	5 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	18-12-2021	5 min.
Anpagan	Verder uitwerken van het pws .	Thuis	20-12-2021	25 min.

Allemaal	Appen over PWS	Thuis	20-12-2021	5 min.
Anpagan en Thijs	Gesprek begeleider over R^2	School	22-12-2021	15 min.
Anpagan	Verder met het uitwerken.	Thuis	22-12-2021	25 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	22-12-2021	
Ot	Conclusie en discussie aanpassen.	Thuis	23-12-2021	20 min.
Anpagan	Controleren en aanpassen	Thuis	24-12-2021	15 min.
Ot	Fase 3 afronden en inleveren.	Thuis	24-12-2021	85 min.
Allemaal	Appen over PWS	Thuis	24-12-2021	5 min.

Anpagan Gnanarajah, Thijs Kramer en Ot van der Wolf
H5B