

Waarom hebben we gekozen om met de SODAQ AIR te meten?

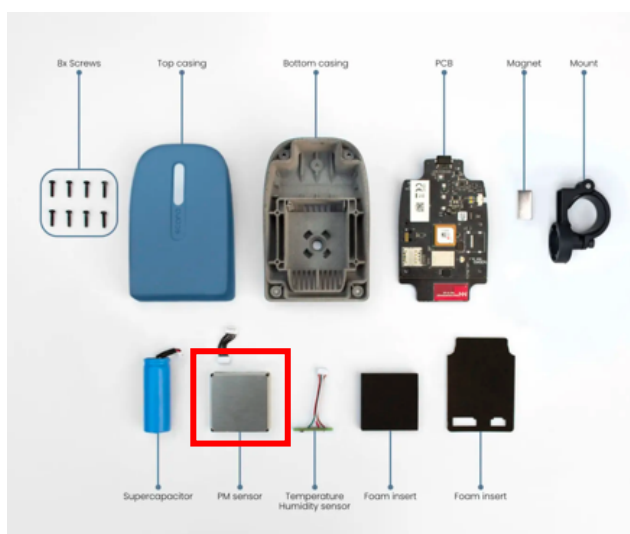
Introductie

In 2019 is de pilot van Hollandse Luchten gestart. Het doel van deze pilot was ervaring opdoen met het meten van luchtkwaliteit door middel van betaalbare en open-source technologie. Hierdoor konden inwoners van de meetgebieden gebruikmaken van de HoLu-kit om fijnstof in kaart te brengen. Inmiddels zijn we eind 2022 gestart met een nieuwe meetperiode waarin we meten met een ander apparaat: de SODAQ AIR. Waarom zijn we veranderd van meetapparatuur? En hoe is die keuze gemaakt?

Deze vragen bespreken we in dit verslag. We spraken Denis Costa, projectmanager van Hollandse Luchten bij Waag Futurelab. Als lid van de techniekwerkgroep is Denis betrokken geweest in de keuze voor een nieuwe sensorkit om de luchtkwaliteit mee te meten.

Wat is het verschil tussen sensorkit en sensor?

Er is een verschil tussen sensorkit en sensor. De sensorkit is het gehele apparaat waarmee gemeten wordt. In Hollandse Luchten was dit eerst de HoLu-kit en is dit nu de SODAQ AIR. Een sensorkit bestaat uit allerlei onderdelen, die ervoor zorgen dat het apparaat werkt en data kan versturen. De sensor is één van die onderdelen in de sensorkit: het onderdeel dat iets meet (zoals fijnstof). Bijvoorbeeld: De sensorkit SODAQ AIR meet fijnstof met de sensor Sensirion SPS-30.



Figuur 2: onderdelen van de sensorkit SODAQ AIR. De sensor is uitgelicht in rood.



Figuur 2: de sensor Sensirion SPS-30, die gebruikt wordt in de SODAQ AIR.

Met welke sensorkit werd eerst gemeten?

Eerst werd er gemeten met [de experimentele HoLu-kit](#). De HoLu-kit werd ontworpen en gebouwd door Waag Futurelab. Deze sensorkit is in 2019 in de pilots ingezet als prototype om ervaring op te doen met DIY (do it yourself), laagdrempelige en betaalbare technologie voor burgermetingen. Deelnemers ontvingen de HoLu-kit als bouw pakket en konden die zelf in elkaar zetten met behulp van een handleiding.

Waarom is besloten om van sensorkit te veranderen?

Oorspronkelijk was de HoLu-kit ontworpen om één jaar lang mee te meten. Door het enthousiasme van de deelnemers en de potentie die de provincie in Hollandse Luchten zag, werd besloten om de pilotfase voor langere tijd te verlengen. Er is toen veel tijd geïnvesteerd om de HoLu-kits en bijbehorende technische infrastructuur in de lucht te houden. Hierbij kwamen we een aantal uitdagingen tegen, die uiteindelijk hebben geleid tot de beslissing om een andere sensorkit te zoeken.

De grootste uitdaging was de netwerkverbinding. De HoLu-kit verzond de data over het LoRa-WAN netwerk van [The Things Network](#). LoRa-WAN staat voor Long Range Wide Area Network: een lange afstand netwerk. Het is een internetverbinding die geschikt is voor lange afstandscommunicatie, waarbij niet veel data tegelijkertijd verzonden kan worden. Voor een sensorkit die af en toe wat data verstuurt, zoals de HoLu-kit, zou dit dus een goed netwerk zijn.

Het LoRa-WAN netwerk van de The Things Network was veelbelovend voor Hollandse Luchten: het was gemakkelijk te gebruiken (plug en play), kosteloos (we moesten alleen zelf de antennes installeren) en werd ondersteund door de community tak van The Things Network. Maar helaas werkte het netwerk niet altijd goed: de kwaliteit, stabiliteit en dekking waren niet optimaal. Verschillende factoren konden de verbinding instabiel maken, zoals het weer en werkzaamheden aan het netwerk. Ook werd er geen ondersteuning aangeboden door The Things Network. Deze ondersteuning is wel belangrijk voor het onderhoud, updates aan het Hollandse Luchten dataplatform, en de stack-upgrades van TTN zelf.

Daarnaast merkten we tijdens de pilot dat een aantal onderdelen van de HoLu-kit niet werkten zoals gehoopt. De HoLu-kit kon niet goed tegen vocht. Omdat de HoLu-kits buiten met veel vocht te maken hadden, kregen verschillende elektronische onderdelen in de sensorkit last van roest. Ze gingen daardoor minder lang mee dan gepland. Gedurende het jaar hadden de HoLu-kits steeds meer onderhoud nodig en er vielen steeds meer sensorkits uit. De kosten van het onderhoud en de vervanging van de elektronische onderdelen die nodig waren voor een goede kwaliteit data, waren helaas te hoog. Daarom is er uiteindelijk besloten om een nieuwe sensorkit te zoeken.

Naar welke aspecten is gekeken bij het kiezen van een nieuwe sensorkit?

Naar aanleiding van de lessen en ervaringen van de pilot van Hollandse Luchten, heeft de werkgroep techniek de belangrijkste wensen en behoeftes voor de nieuwe sensorkits opgesteld.

De eerste wens ging over de datakwaliteit: de nieuwe meetapparatuur moest aansluiten op de bestaande onderzoeksvragen van de meetgroepen. Ook moest de meetapparatuur aansluiten op de bestaande data infrastructuur van Hollandse Luchten. De data infrastructuur is de manier waarop data worden verzameld, verstuurd en verwerkt. Vanwege deze twee redenen is gekeken naar fijnstofsensoren.

Hiervoor is een lijst van het RIVM gebruikt met [beoordelingen van betaalbare fijnstofsensoren](#). Het meten van fijnstof is namelijk lastig. De Europese referentie methode vereist dat lucht door een filter wordt gezogen en wordt gewogen. De hoeveelheid fijnstof wordt dus gemeten in massa: microgram fijnstof per kubieke meter. De data van betaalbare fijnstofsensoren meten fijnstof niet in massa, maar tellen het aantal deeltjes. Afhankelijk van de sensor, kunnen ze deeltjes van bepaalde grootte tellen. De fijnstofsensoren uit de lijst van het RIVM zijn beoordeeld op de datakwaliteit en kunnen worden gecorrigeerd door het samen meten platform van het RIVM.

Na de ervaringen van de HoLu-kits die uitvielen, wilden we een sensorkit die robuust is, een hoge productkwaliteit heeft en geen DIY of prototypes is. Hierin waren betrouwbaarheid en levensduur belangrijke punten: de nieuwe apparaten moeten met weinig onderhoud in de buitenlucht kunnen hangen. Ook wat betreft het netwerk, wilden we dat de sensorkit een betrouwbaarder netwerk gebruikt dan voorheen. Hierbij wensten we een goede dekking in de meetgroepen, geen of minimale uitval (minder dan 5%) en gebruiksvriendelijkheid voor de gebruikers.

In het geval van problemen met de apparatuur of het netwerk, zijn ook een aantal wensen opgesteld op gebied van probleemoplossing. Hierbij was belangrijk dat de status en problemen van de sensorkit zowel op afstand als op de sensorkit zelf kon worden uitgelezen. Op die manier wordt het namelijk makkelijker om problemen met de verbinding of met de sensorkit op te lossen. Ook wilden we dat de leverancier professionele service en een helpdesk zou bieden.

Een ander belangrijke wens was openheid en transparantie. Zo wilden we dat er zoveel mogelijk openheid over de technologie en het ontwerp zou zijn. Ontwerpdocumenten, schema's en broncodes zouden beschikbaar moeten zijn. Ook zou de software open-source moeten zijn. De infrastructuur die nodig is om de data te verzamelen, te versturen, op te slaan, te analyseren en te visualiseren zou ook gebruik moeten maken van relevante open standaarden.

Als laatste was privacy een belangrijk punt: de verzamelde gegevens van de sensorkits mogen niet gekoppeld zijn aan persoonlijke gegevens van de deelnemende bewoners. De persoonsgegevens van deelnemende bewoners worden behandeld volgens de huidige privacyregels (AVG).

Op basis van deze wensen is een keuze gemaakt voor een geschikte sensorkit voor Hollandse Luchten.

Welke sensorkit is er uiteindelijk gekozen?

Op basis van de wensen die de techniekwerkgroep heeft opgesteld, is gekozen voor de sensorkit [SODAQ AIR](#) die fijnstof meet met de fijnstofsensor Sensirion SPS-30. We hebben deze

sensorkit gekozen, omdat hij aan veel van de wensen voldeed. Daarnaast is de SODAQ AIR de enige fijnstofsensorkit die als kant-en-klaar product beschikbaar is op de markt. Er zijn wel andere mogelijkheden, maar dat zijn allemaal 'do-it-yourself' kits die door mensen zelf gebouwd zijn. Andere bewoner initiatieven zoals Meet.Community (voorheen Lufdaten) gebruiken zelfgemaakte apparaten. Deze zelfgemaakte apparaten hebben vergelijkbare hardware als de HoLu-kit. Helaas bieden deze opties geen garantie dat ze aan de wensen blijven voldoen en de sensorkits goed werkzaam blijven over een lange periode.

Aan welke wensen is met de SODAQ AIR niet voldaan?

Aan de wens van open-source en transparantie is niet helemaal voldaan. Op papier is de SODAQ AIR een open-source sensorkit, maar in praktijk is dat niet helemaal het geval. Het ontwerp en de firmware (de software die zorgt dat het apparaat werkt) is namelijk niet open-source. SODAQ is namelijk een bedrijf met een commercieel belang. Ze willen niet dat hun product door anderen wordt veranderd of nagemaakt kan worden. Helaas botst dat met de publieke waarden van Hollandse Luchten, maar op dit moment is er geen beter alternatief.

Op gebied van de service en helpdesk is niet helemaal voldaan, omdat SODAQ momenteel niet het personeel heeft om op deze schaal een professionele helpdesk te bieden. Hopelijk biedt SODAQ op korte termijn een passende oplossing.

Daarnaast zijn we tijdens de eerste weken van de huidige meetperiode (2022-2023) tegen twee onverwachte problemen met de SODAQ AIR aangelopen: een hardwareprobleem en een netwerkprobleem. Het hardwareprobleem was dat de SODAQ AIR niet waterbestendig bleek te zijn als die stationair gebruikt wordt (dus constant buiten hangt en aangesloten is aan de stroom). Vanwege een netwerkprobleem kwamen diverse SODAQ AIRs aan het begin van de huidige meetperiode niet online. We hebben daarom tientallen SODAQ AIRs moeten vervangen. Hopelijk wordt het probleem opgelost met de huidige firmware-update. Zie hierover het nieuwsbericht [Belangrijk bericht: Software Update v0.5.0SODAQ AIR](#).

Zijn die wensen op een andere manier ingevuld? Of is er een andere oplossing gevonden?

De SODAQ AIR verzamelt data van fijnstof van verschillende grootte: PM1, PM2,5 en PM10. De kwaliteit van de data van PM1 en PM10 zijn helaas niet zo goed volgens [de beoordeling van het RIVM](#). Daarom gebruiken we deze data niet in Hollandse Luchten. Daarentegen is de kwaliteit van de data die de Sensirion SPS-30 verzamelt over fijnstof PM2.5 wel erg goed voor een relatief goedkoop apparaat.

Natuurlijk is de kwaliteit wel een stuk lager dan die van officiële meetstations van het RIVM en van GGD Amsterdam. Daar wordt namelijk gemeten met apparaten die duizenden euro's kosten, in vergelijking met de sensor Sensirion SPS-30 die een paar tientjes kost. Ondanks dat de SODAQ AIR niet aan al onze wensen kon voldoen, is de SODAQ AIR vanwege de relatief goede datakwaliteit en het gebruiksgemak, over het algemeen een goed apparaat voor burgerwetenschapsprojecten.

Wat is het verschil tussen de HoLu-kit en de SODAQ AIR?

Er zijn een aantal grote verschillen tussen de HoLu-kit en de SODAQ AIR. Een belangrijk aspect hiervan is de context waarin de twee sensorkits zijn gebouwd.

De HoLu-kit is gebouwd om 1 jaar lang mee te meten in de pilot van Hollandse Luchten. Deze sensorkit was zelfgebouwd en een prototype, dus een apparaat dat nog in ontwikkeling was. Het ontwerpen en bouwen van de HoLu-kit was een onderzoeksproject binnen de pilot. De SODAQ AIR is een product dat ontworpen is door het hardware bedrijf SODAQ. Het is geen prototype, maar een getest, kant-en-klaar product. Hierdoor is er een focus op privacy en gebruiksgemak.

Een ander verschil is de sensor waarmee de sensorkits meten. De HoLu-kit maakte gebruik van een fijnstofsensor SPS011, waarmee fijnstof PM2,5 en PM10 werden gemeten. Deze sensor leverde data van verschillende kwaliteit, omdat hij heel gevoelig was voor vocht. Soms werden hoge waardes gemeten, omdat de sensor SPS011 ook vochtdeeltjes meetelde. De SODAQ AIR maakt gebruik van de fijnstofsensor Sensirion SPS-30. De Sensirion SPS-30 geeft volgens het RIVM relatief betrouwbare metingen op fijnstof PM2,5.

Verder werd met de uitgebreide versie van de HoLu-kit, de HoLu-extended, ook stikstofdioxide (NO₂) gemeten. De HoLu-extended mat stikstofdioxide (NO₂) met stikstofdioxidesensor [Alphasense NO2-B4xF](#). De SODAQ AIR kan geen stikstofdioxide meten. Daarom is ervoor gekozen om Palmesbuisjes in te zetten voor het meten van stikstofdioxide (NO₂).



De HoLu-kit



De SODAQ AIR

Prototype (geen product)	Product ontworpen en getest door een hardware bedrijf
Gebouwd om 1 jaar te meten	Minimaal twee jaar
Focus: HoLu-kit ontworpen als onderzoeksproject	Focus: Privacy, laagdrempeligheid en gebruiksgemak
Fijnstofsensor SPS011	Fijnstofsensor Sensirion SPS-30
Meet fijnstof PM2.5 en PM10. De HoLu-extended versie meet ook stikstofdioxide (NO₂)	Meet fijnstof PM1, PM2,5 en PM10. Maar geeft alleen goede metingen van PM2,5.
Wisselende datakwaliteit	Goede datakwaliteit van fijnstof PM2,5
Netwerk: LoRa-WAN van TTN	Netwerk: LTE /Narrowband (NB) IoT van T-Mobile
Waterbestendig	Niet geheel waterbestendig: de stroomaanvoer is niet waterdicht. Stationair moet hij onder een afdak hangen.
Hollandse Luchten is zelf de service en helpdesk	Service en helpdesk van SODAQ AIR (maar kan en moet beter)

Een overzicht van de verschillen tussen de HoLu-kit en de SODAQ AIR.

In de pilot van Hollandse Luchten werd dus ook stikstofdioxide (NO₂) gemeten?

Ja dat klopt, maar deze data was niet zo betrouwbaar. De stikstofdioxidesensoren in de HoLu-kit ([Alphasense NO2-B4xF](#)) bleken erg gevoelig te zijn. De belangrijkste problemen waren: gevoeligheid voor luchtvochtigheid en ozon, verandering in gevoeligheid na verloop van tijd, verschillen tussen de metingen van sensoren (ook als ze naast elkaar hangen) en willekeurige fouten waarbij de sensor hele hoge of lage waardes gaf. Daardoor was het lastig te zien of er echt meer stikstofdioxide in de lucht zat of dat de sensor een fout maakte.

Omdat stikstofdioxide een belangrijke indicator van de luchtkwaliteit is, is gezocht naar mogelijkheden om deze data ook te betrekken in de huidige meetperiode van Hollandse Luchten (2022-2023).

Er is gekozen om stikstofdioxide (NO₂) te meten met Palmesbuisjes. De locaties waarop gemeten wordt met de Palmesbuisjes, worden gekozen door de meetgroepen. De GGD Amsterdam hangt ze op de aangewezen plekken op. Na 4 weken worden ze weer door de GGD Amsterdam opgehaald en vervangen. Op basis van een chemische analyse wordt dan afgelezen hoeveel stikstofdioxide (NO₂) er gemiddeld tijdens deze 4 weken in de lucht zat. We ontvangen dus geen 'live-data' meer: het is dus niet mogelijk om per minuut te bekijken hoeveel stikstofdioxide (NO₂) er in de lucht zit. Maar de Palmesbuisjes zijn wel een betrouwbare manier van meten en relatief betaalbaar.

De metingen van stikstofdioxide (NO₂) met de Palmesbuisjes kun je bekijken op de NO₂-kaart van de GGD. Binnenkort zullen deze ook zichtbaar zijn op de Hollandse Luchten kaart.