





PIO Toolset Luchtvervuiling

Toolset om blootstelling van de burger aan luchtvervuiling
in kaart te brengen

Eindverslag

Programma	
Aanbestedende diensten	VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ  DEPARTEMENT OMGEVING  DEPARTEMENT ECONOMIE WETENSCHAP & INNOVATIE
Externe begeleider	

Inhoudstabel

Executive Summary	3
1 Objectieven en werkingskader	4
1.1 Achtergrond en doelstellingen	4
1.2 Deelnemende partners.....	5
2 Samenvatting.....	7
3 Positioneren en definiëren.....	8
3.1 De projectinitiators.....	8
3.1.1 Het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO)	8
3.1.2 Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM)	8
3.1.3 Vlaams Planbureau Omgeving (VPO)	9
3.2 Centrale vraagstelling van het project	10
4. Bepalen van noden vanuit de vraagzijde.....	11
4.1 Bepalen van de verschillende doelgroepen	11
4.2 Opstellen van de gebruikersvereisten.....	13
4.3 Inschatting van het innovatiepotentieel	18
5. Inschatting van het innovatiepotentieel vanuit technologische invalshoek.....	20
5.1 Bepalen opzet van de meetcampagne	20
5.2 Opstellen van de referentie architectuur.....	26
5.3 Inschatting van het technologische risico	29
5.4 Algemene opmerkingen van de markt	34
6 Synthese: het te volgen commercieel traject.....	36
6.1 Waarde-risico analyse	36
6.2 Opzet verder commercieel traject	39
ANNEX A: Personas voor de geïdentificeerde doelgroepen	40
ANNEX B: Lijst van spelers onderzocht tijdens de marktanalyse	47

Executive Summary

This document is the final report of the preparatory phase leading to an innovative procurement of a toolset to measure the exposure of civilians to air pollution. The preparatory phase ran from January to July 2020 with Addestino as external attendant. The report contains all results and outlines the innovative potential of the envisioned solution from user and technology point. It also gives an advise on the next steps in the procurement trajectory.

The program of Innovative Procurement, in collaboration with the Flemish Environmental Agency and the Flemish Planning Office for Environment, wish to develop a mobile toolset to validate the existing models on air pollution exposure. Today the agency has many accurate models outlining the air pollution per location validated by stationary sensors. To obtain a correct image of the pollution civilians are exposed to, movements during the day should be taken into account. Experimental data is needed to validate models that include this aspect. The mobile toolset will enable this.

First conclusion: To obtain a successful measurement campaign both the requirements of the research institutions and those of the end-users should be taken into account. The analysis of the needs identified a number of high innovative use cases for research institutions. Many improving the current research in dynamic pollution exposure, helping these institutions to better advise policy makers. The analysis of the different user groups targeted by the project identified other needs related to user experience, ease of handling, information, compensation and assistance. The set-up of the experiment will be an important factor to meet with these requirements.

Second conclusion: Most technological risk is identified in combining multiple sensors for different pollutants in a compact, light and user friendly device. While the industry outlined some challenges in measuring pollutants in a mobile context (notably when measuring under varying weather conditions and measuring for a long period without calibration), most use cases are feasible on their own. This is not the case when multiple sensors are combined on a single device that should remain compact, light and easy to handle. Multiple sensors contain moving elements, need an open air inlet and require a large battery to withstand a reasonable time without calibration. When multiple sensors are combined on a single device a limited form factor is almost impossible.

Third conclusion: To bridge the challenge of combining an acceptable form factor with measuring in a mobile context, an innovative experiment will be needed with multiple iterations where every time different pollutants are measured by different user groups. Instead of solving the challenge by developing own technology, it is advised to invest in an innovative measuring setup. In each iteration a different existing sensor is coupled to a standard platform and provided with a housing adapted to the needs of the sensor and the user group. This approach is adjusted in each iteration and leads to an innovative and focused approach that scores high on user experience and ability to validate existing air pollution models.

1 Objectieven en werkingskader

1.1 Achtergrond en doelstellingen

Dit eindverslag beschrijft alle stappen van het voortraject leidend naar een innovatieve aanbesteding voor de 'Toolset Luchtvervuiling' en presenteert de synthese van de resultaten. De doelstelling van dit eindverslag is het vormen van een basis voor het opmaken van een pre-commercieel en/of commercieel bestek. Hiertoe worden op de marktconsultatie de verschillende projectstakeholders samengebracht met als doel het verzamelen van kennis, inzichten en concrete voorstellen vanuit verschillende invalshoeken.

Dit eindverslag formuleert een antwoord op de volgende vragen:

- Wat behelst het project 'Toolset Luchtvervuiling'?
- Waar ligt het innovatiepotentieel van dit project, zowel vanuit gebruikerstandpunt als vanuit technologische invalshoek?
- Wat is de te volgen weg voor een commerciële aanbesteding in het kader van innovatief aanbesteden?

Addestino Innovation Management werd door de projecteigenaars, met name het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO) in samenwerking met de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM) en het Vlaams Planbureau voor Omgeving (VPO) aangesteld om het voortraject van 'Toolset Luchtvervuiling', in het kader van het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten, te faciliteren. Addestino heeft als missie om innovatie te leveren aan zijn klanten, *end-to-end*, vanaf het idee tot het eindresultaat. Deze missie wordt volbracht dankzij drie centrale pijlers:

- Addestino omvat een multidisciplinair team dat in staat is om innoverende doorbraken te realiseren doorheen business, strategie, technologie en gebruikerservaring.
- Addestino beheerst een iteratieve *end-to-end* methodologie waarmee risico gereduceerd wordt en product- en dienstontwikkeling succesvol versneld wordt.
- Addestino bezit een diepgaande technologische kennis en past die pragmatisch toe in verscheidende industriesectoren (telecom, gezondheidszorg, energie, transport, elektronica, enz.) en in verscheidene omgevingen (startups, kmo's, multinationals, universiteiten en overheidsinstellingen).

Tijdens het voortraject van 'Toolset Luchtvervuiling' neemt Addestino de rol op van externe begeleider. Als externe begeleider faciliteert en coördineert Addestino het voortraject, begeleidt en modereert de workshops en stimuleert de nodige wisselwerking tussen de verschillende partijen. Als externe begeleider treedt Addestino steeds op in het algemeen belang, met als taak om de deelnemers aan de marktconsultatie resultaatgericht en op één lijn te krijgen. Daarnaast verschaft Addestino het nodige inzicht en de nodige ervaring in het innovatiegebeuren, mede door het aanwenden van een weldoordacht plan van aanpak van het voortraject en een methodologie voor de inhoudelijke discussies en denkprocessen tijdens de werksessies.

Dit eindverslag is aldus het resultaat van een gestructureerd proces om het innovatiepotentieel van 'Toolset Luchtvervuiling' te bepalen met als doel de vraagstelling naar aanbodzijde te verfijnen in het kader van een pre-commercieel of een commercieel bestek.

Het voortraject van ‘Toolset Luchtvervuiling’ liep van Januari tot Juni 2020 en beslaat het volgende proces:

1. **‘Scoping’ werksessie met medewerkers van de projectinitiatoren** waarbij getracht wordt de verschillende probleemstellingen in kaart te brengen en een eerste oplossing te schetsen voor elke probleemstelling. Tegelijk wordt bekeken hoe elke probleemstelling kadert binnen de verwachtingen van het programma innovatief ondernemen en laat deze sessie toe een eerste maal de maatschappelijke waarde en het innovatiepotentieel van elke probleemstelling in kaart te brengen. Uit deze sessie volgt de centrale vraagstelling van het project.
2. **Werkessies met een aantal gebruikersgroepen** om het noden van de vraagzijde te belichten. Deze sessie laat toe het innovatiepotentieel vanuit gebruikersstandpunt verder uit te werken, in het bijzonder de gebruikersnoden en de naar toegevoegde waarde geprioriteerde use cases.

Na de scoping sessie werd duidelijk dat de vraagzijde twee groepen met verschillende noden omvat. Enerzijds zijn er de gebruikersgroepen die aan de slag gaan met de data gemeten door de toolset. Deze groepen zijn gekend en omvatten onder andere de projectinitiatoren. Anderzijds zijn er de gebruikersgroepen die zullen deelnemen aan de meetcampagnes opgezet door de eerste groep en de toolset zullen gebruiken. Gezien de twee verschillende invalshoeken is de bevraging van de vraagzijde voor dit project twee keer doorlopen.

3. **Marktanalyse uitgevoerd door Addestino** om de use cases op te delen in modules naar gelijkaardige oplossingselementen en voor elke module een eerste referentiearchitectuur uit te tekenen door de stand van de technologie, belangrijke componenten en noodzakelijke koppelingen na te gaan.
4. **Marktconsultatie met geïnteresseerde industriepartners en kennisinstellingen** om de stand van de techniek verder te specificeren, een inschatting te maken van de risico’s en het innovatiepotentieel vanuit technologische invalshoek te bepalen.
5. **Eindverslag van de marktconsultatie** opgemaakt door Addestino op basis van alle vergaarde informatie tijdens de werksessies.

1.2 Deelnemende partners

In het kader van de transparantie en het open karakter van de marktconsultatie van ‘Toolset Luchtvervuiling’ worden hierbij de deelnemende bedrijven, overheidsdiensten en kennisinstellingen gelijst.

Vlaamse Milieumaatschappij
Vlaams Planbureau Omgeving
Afdeling Energie, Klimaat & Groene Economie (Departement Omgeving)
Vereniging van Vlaamse Steden & Gemeenten
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
Agentschap Zorg & Gezondheid
Stad Antwerpen
LinkedCar

Qweriu BV
Sentigrate
Verhaert New Products & Services
Deloitte
Chemcell
Comate bvba
Atmosafe bv
Airly
Universtiteit Gent
GeoSquare
AirQIS
Vrije Universiteit Brussel
Sciensano
Envea
Katholieke Universiteit Leuven
CM Oost-Vlaanderen
European tech services nv
Imec
Cegeka
ML2Grow
Universiteit Hasselt
AirQ DAO
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
ENT Studios
Bpost
Hogere Zeevaartschool
Honeywell
MyCSN nv
Witteveen + Bos
NotAnotherOne inc
Civity bv
Earthsense Systems

2 Samenvatting

Dit document is het eindverslag van het voortraject leidend naar de innovatieve aanbesteding voor een toestel om de blootstelling van de burger aan luchtvervuiling in kaart te brengen. Het traject liep van januari tot juli 2020 waarbij Addestino optrad als externe begeleider voor PIO. Het bevat de volledig uitgewerkte resultaten van het traject en schetst het innovatiepotentieel van de beoogde oplossing vanuit zowel gebruikers- als technologisch standpunt. Tevens geeft het advies in het bepalen van de vervolgstappen.

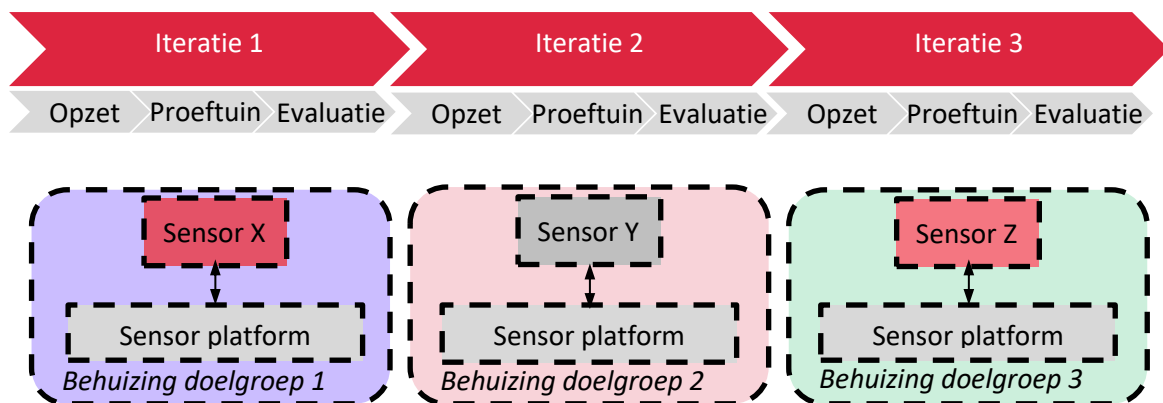
Het Programma Innovatief aanbesteden (PIO), in samenwerking met de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) en het Vlaams Planbureau Omgeving (VPO), wensen door het ontwikkelen van een mobiele toolset de huidige modellen rond blootstelling aan luchtvervuiling te valideren met betrekking tot het dynamisch inschatten van deze blootstelling. Vandaag beschikt de VMM over een aantal modellen die luchtvervuiling per locatie op een accurate manier in kaart brengen. Deze modellen zijn gevalideerd met stationaire sensoren. Om een correct beeld te schetsen van de blootstelling die een burger oploopt doorheen de dag, moet er rekening gehouden worden met diens verplaatsingen doorheen de dag. Om modellen hier rond te kunnen valideren is er experimentele data nodig. De mobiele toolset ontwikkeld in dit project moet dit faciliteren.

Als eerste conclusie : om een succesvolle meetcampagne te organiseren moet naast de noden van de onderzoekers ook rekening gehouden worden met de vereisten van de eindgebruikers. Uit de analyse van de vraagzijde volgen verschillende use cases die als sterk innovatief worden beoordeeld door de onderzoekers. Deze use cases laten toe het huidige onderzoek in dynamische blootstelling aan luchtvervuiling uit te breiden en daarmee nieuwe inzichten te verwerven voor beleidsmakers. Uit de noden van de verschillende doelgroepen die het project wenst te bereiken, komen er andere zaken naar boven die kaderen rond gebruiksgemak, geïnformeerd worden, compensatie en hulp bij problemen. De opzet van de campagne zal hier ook rekening mee moeten houden.

Als tweede conclusie: het technologisch risico zit vervat in het samenbrengen van meerdere sensoren voor verschillende pollutanten in een compacte, lichte en gebruiksvriendelijke sensor. Hoewel het meten van sommige pollutanten in een mobiele context door de industrie soms als uitdagend werd beoordeeld (vooral m.b.t het meten onder verschillende weersomstandigheden of gedurende een lange periode zonder kalibratie), zijn de meeste use cases van de onderzoekers op zichzelf doenbaar. Dit is niet meer het geval wanneer men meerdere sensoren wil combineren op één toestel en tegelijk inzetten op een compact, licht ontwerp dat gemakkelijk mee te dragen is. Verschillende sensoren bevatten bewegende onderdelen, hebben een open luchtinlaat nodig en vereisen een aanzienlijke batterij om een tijd zonder kalibratie te kunnen. Wanneer deze samen gecombineerd worden op één toestel is een beperkte vormfactor zo goed als onmogelijk.

Als derde conclusie: Om de uitdagende combinatie van vormfactor en het meten in een mobiele context te overbruggen, zal een innovatieve proeftuin nodig zijn waarbij in meerdere iteraties telkens verschillende pollutanten bij verschillende doelgroepen worden gemeten. In plaats van de fundamentele uitdaging te benaderen vanuit technologische hoek via eigen ontwikkeling, is het aangeraden te investeren in een innovatieve meetcampagne. In elke iteratie wordt telkens via slimme integratie een andere bestaande sensor gekoppeld op een standaard platform en wordt er een behuizing voorzien aangepast aan de noden van de sensor en de doelgroep. Deze aanpak wordt elke

iteratie bijgestuurd en leidt tot een innovatief doelgericht experiment dat hoog scoort op zowel gebruiksgemak als mogelijkheid om de bestaande luchtkwaliteitsmodellen te valideren.



Figuur 1 : Visualisatie van de voorgestelde iteratieve aanpak

3 Positioneren en definiëren

3.1 De projectinitiators

3.1.1 Het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO)

Het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO) van het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI) heeft als doel de omvangrijke koopkracht van de Vlaamse overheid (en de bredere publieke sector in Vlaanderen) meer strategisch in te zetten voor innovatie. Hiertoe wil het PIO overheidsorganisaties in Vlaanderen stimuleren en helpen om een deel van hun aankoopmiddelen te besteden aan innovatieve overheidsopdrachten, d.w.z. het (laten) ontwikkelen en/of aankopen van innovatieve producten en diensten waarmee ze hun eigen werking en publieke dienstverlening kunnen optimaliseren en beter kunnen inspelen op de vele maatschappelijke uitdagingen waarvoor ze staan. Op die manier wil het PIO bijdragen tot een performantere overheid, competitievere ondernemingen en oplossingen voor uitdagingen van maatschappelijk belang (gezondheid, milieu en energie, veiligheid, ...).

Het PIO biedt aan overheidsorganisaties in Vlaanderen begeleiding en cofinanciering bij de ontwikkeling en validering van innovatieve oplossingen. Dit kunnen nieuwe of sterk verbeterde producten of diensten zijn maar ook nieuwe manieren van werken en organiseren.

3.1.2 Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM)

De Vlaamse Milieumaatschappij is een intern verzelfstandigd agentschap binnen het Vlaams beleidsdomein omgeving, natuur en energie. Ze heeft een ruime waaier van verantwoordelijkheden gekoppeld aan water, lucht en klimaat. Zo meet en beheert ze de kwaliteit van watersystemen en int ze heffingen op watervervuiling, is ze verantwoordelijk voor het Milieurapport Vlaanderen en bewaakt ze de luchtkwaliteit in Vlaanderen onder andere door het inventariseren van luchtvervuiling.

Binnen het domein luchtkwaliteit beschikt de Vlaamse Milieumaatschappij over een netwerk van vaste meetplaatsen waar luchtkwaliteit wordt gemeten met een hoog kwaliteitsniveau. Via een near-realtime model (RIO-IFDM) dat de geografische verspreiding van luchtvervuiling in rekening brengt kan ook de luchtvervuiling op andere locaties in Vlaanderen ingeschat worden. Recent werd aan dit model het OSPM-model toegevoegd dat toelaat om luchtvervuiling tot op straatniveau in te schatten door ook het street canyon-effect in rekening te brengen (Atmo-street modelketen).

De eigenlijke blootstelling van burgers aan luchtvervuilende stoffen wordt berekend op basis van het RIO-IFDM (OSPM) model. Hierbij wordt uitgegaan van het thuisadres van de burgers, waardoor blootstelling tijdens verplaatsingen, op school of op het werk niet in rekening worden gebracht. Onderzoek door onder meer VITO en UHasselt heeft echter aangetoond dat net tijdens deze verplaatsingen de hoogste piekblootstellingen voorkomen. Bijgevolg kan de dynamische blootstelling, waarbij wel rekening wordt gehouden met verplaatsingen, afwijken van de statische blootstelling en een correcter beeld schetsen van de eigenlijke blootstelling van de burger aan vervuilende stoffen.

Naast de rekenmodellen voor luchtvervuiling op basis van vaste meetpunten en geografische informatie, kan de luchtvervuiling op straatniveau ook ingeschat worden door middel van mobiele meetsensoren. Momenteel heeft Bpost een proefproject lopen waarbij mobiele sensoren op 20 wagens in het Antwerpse gemonteerd zijn. Deze sensoren meten bepaalde vervuilende stoffen, weliswaar aan een lager kwaliteitsniveau dan de vaste meetplaatsen van de VMM.

Ook in burgeronderzoek beschikt de VMM over vorige ervaring. Tijdens het CurieuzeNeuzen project plaatsten 20.000 burgers een meettoestel bij hun eigen huis waardoor er een gedetailleerde kaart van de luchtkwaliteit in Vlaanderen bekomen werd. Hiermee konden bestaande luchtkwaliteitsmodellen voor statische blootstelling gevalideerd worden.

De Vlaamse Milieumaatschappij hoopt met dit project een gelijkaardig burgeronderzoek op te zetten waarbij ditmaal de dynamische blootstelling gemeten wordt rekening houdend met de luchtvervuiling waaraan burgers blootgesteld worden doorheen de dag. Met de resultaten van dit burgeronderzoek kunnen bestaande modellen rond dynamische blootstelling gevalideerd worden.

3.1.3 Vlaams Planbureau Omgeving (VPO)

Het Vlaams Planbureau Omgeving maakt deel uit van het Vlaams Departement Omgeving en coördineert verschillende initiatieven rond omgevingsonderzoek gerelateerd aan milieu en gezondheid, bodembescherming, natuurlijke rijkdommen en diepe ondergrond. Ze volgen beleidsindicatoren op, beheren verschillende dataplatformen gelinkt aan omgevingsbeleid en staan in voor de opmaak van het ruimte-rapport.

Het VPO staat tevens in voor het aansturen van onderzoek naar humane biomonitoring. Het VPO bezit referentiewaarden voor meer dan 50 verschillende biomarkers voor interne blootstelling aan allerlei pollutanten gaande van zware metalen tot black carbon. Burgers zijn rechtstreeks betrokken bij deze onderzoeken en het VPO bezit data van meer dan 5500 deelnemers verspreid over meer dan 15 jaar onderzoek.

Het VPO heeft interesse in het in kaart brengen van dynamische blootstelling aan luchtvervuiling om dit in een later stadium te koppelen aan interne blootstelling en gezondheidseffecten.

3.2 Centrale vraagstelling van het project

Het project komt voort uit een concrete nood bij de VMM om naast de statische blootstelling aan luchtvervuiling gekoppeld aan een thuisadres, waarvoor de VMM zowel meetplaatsen als modellen bezit, ook de dynamische blootstelling in kaart te brengen. In dat geval wordt er rekening gehouden met de blootstelling aan luchtvervuiling tijdens verplaatsingen, wat een correcter beeld schetst van de eigenlijke blootstelling aan vervuilende stoffen.

Het project dient tevens als een opportuniteit om te bekijken wat zo een toolset zou kunnen betekenen voor het informeren van burgers, waarbij de burger dus niet alleen optreedt als producent van data maar ook als consument, alsook voor het informeren van beleidsmakers. Binnen dit laatste luik is er vooral vanuit VPO interesse om burgers met een lagere socio-economische status te betrekken. Deze mensen wonen vaak op grotere nabijheid van vervuilingbronnen en zijn daardoor meer gevoelig aan veranderingen in de luchtkwaliteit.

De VMM vermoedt dat voor het informeren van burgers en beleidsmakers, een applicatie op basis van een model een grotere adoptie door eindgebruikers zal hebben dan een toestel om effectief metingen uit te voeren. Dit gaat echter wel uit van de veronderstelling dat men over een zinvol en voldoende gevalideerd model beschikt. De huidige modellen zijn grondig gevalideerd voor statische luchtvervuiling, maar er is geen benchmark vanuit dynamische metingen. Men mist een methode om te kijken of het model voor dynamische blootstelling werkt. Dit betekent dat men vroeg of laat op zoek moet naar een toestel en methode om dynamische metingen uit te voeren.

De centrale vraagstelling van het project kan dus als volgt gedefinieerd worden

- Hoe kan men door middel van meetdata de effectieve impact van luchtkwaliteit meten, rekening houdend met de dynamische bewegingen van individuen doorheen de dag en de verschillende doelgroepen?
- Hoe kan men deze meetdata gebruiken om bestaande modellen te valideren over verschillende locaties, tijdstippen en doelgroepen?
- Hoe kan men deze meetdata gebruiken voor het informeren van de eindgebruiker en/of beleidsmaker?

4. Bepalen van noden vanuit de vraagzijde

Bij het uitwerken van een burgeronderzoek valt de vraagzijde uiteen in twee delen. Langs de ene kant bevinden zich verschillende onderzoeksinstellingen en beleidsmakers. Hun noden liggen in lijn met de centrale vraagstelling, namelijk wat is er nodig om meetdata te bekomen om de bestaande luchtkwaliteitsmodellen te valideren. Vanuit de expertise van de projectinitiators werden enkele mensen uit verschillende onderzoeksinstellingen en beleidsmakers aangeduid die betrokken zijn bij de huidige experimenten of relevante ervaring hebben in het onderwerp.

Met deze groep werden de belangrijkste gebruikersvereisten in kaart gebracht vanuit de ervaring van de gebruikers zelf, aan de hand van een niet-exhaustieve lijst van use cases. Op deze manier kan men een eerste algemeen beeld schetsen van de geambieerde functionaliteiten van het project.

Langs de andere kant zijn er de burgers die deelnemen aan een meetcampagne. Hun noden komen vanuit een andere vraagstelling, namelijk wat is er nodig om succesvol deel te nemen aan een meetcampagne met minimale hinder en wat kan een meetcampagne bieden om eindgebruikers te motiveren om deel te nemen aan zo een campagne.

Om de noden van dit deel van de vraagzijde te bepalen, werden eerst de beoogde doelgroepen in kaart gebracht. Hiervoor werd bekeken welke groepen van burgers men wenst te bereiken om een relevante spreiding te hebben in de verschillende indicatoren zoals type woon-werk verkeer, woonplek, socio-economische status etc. Voor elke doelgroep werd een voorbeeldpersona uitgewerkt. Vervolgens werden de belangrijkste gebruikersvereisten van deze personas in kaart gebracht en verwerkt in een tweede niet-exhaustieve lijst van use cases. Deze oefening werd uigevoerd op basis van verzamelde ervaring en inzichten van de projectleden en niet op basis van gebruikersinterviews, aangezien dit door covid-19 moeilijk te realiseren viel.

De combinatie van beide lijsten vormen de noden van de vraagzijde.

4.1 Bepalen van de verschillende doelgroepen

Langs de kant van de onderzoekers en beleidsinstellingen waren volgende partijen betrokken bij de werksessie voor het in kaart brengen van de gebruikersvereisten:

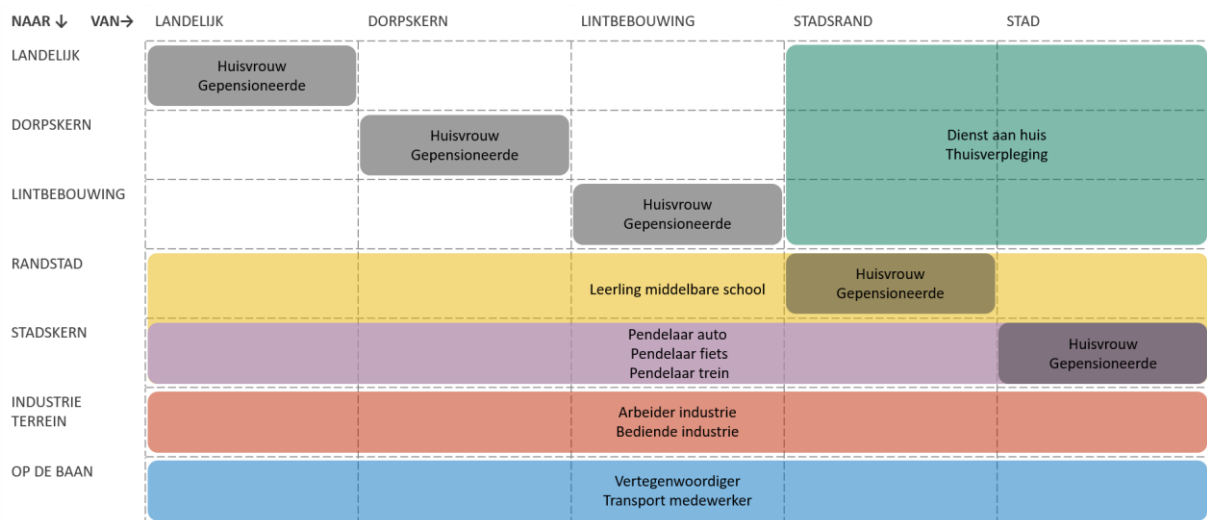
- Vlaams Planbureau voor omgeving & gezondheid (Departement Omgeving)
- Team luchtvervuiling binnen agentschap energie, klimaat en groene economie (Departement Omgeving)
- Vlaamse vereniging van steden en gemeenten
- Team luchtmodellen binnen Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek
- Team luchtvervuiling binnen agentschap zorg en gezondheid
- Stad Antwerpen
- Team luchtkwaliteit binnen Vlaamse Milieumaatschappij

Langs de kant van de burgers werd in eerste instantie gekeken naar de parameters waarop men wenst te differentiëren in de verschillende meetcampagnes. Volgende parameters werden door de projectinitiators als relevant aangehaald:

- Leeftijd (kinderen, adolescenten, werkende bevolking, gepensioneerden...)
- Verplaatsingsmodus (fiets, trein, tram, bus, auto, te voet...)

- Verplaatsingsprofiel (woon-werk verkeer, vrije tijd verplaatsingen, verplaatsing naar school...)
- Ruimtelijke typologie (stedelijk, landelijk, randstad, lintbebouwing, dorpskern, industriegebied...)
- Beroepsinvulling (landbouw, dienstensector, arbeider, bediende, transport medewerker...)
- Socio-economische Status
- Geslacht

Binnen deze parameters ligt de focus op de combinatie verplaatsingsprofiel, verplaatsingsmodus en ruimtelijke typologie van woonplaats en werkplaats. Hieruit volgt een segmentering via de combinatie <woonplaats> x <werkplek> x <verplaatsingsmodus>. Binnen elke doelgroep moet een ruime rekrutering een spreiding van leeftijd, beroepsinvulling en socio-economische status voorzien.



Figuur 1 : Bepaling van 12 doelgroepen uit segmentering op basis van woonplaats x werkplek x verplaatsingsmodus


In de bekomen segmentering werden door de projectinitiators twaalf verschillende doelgroepen gekozen. Deze doelgroepen omvatten vaak een spreiding over meerdere parameters (vb. middelbare scholier kan met fiets, auto of bus komen en afkomstig zijn uit een dorp, randstad, stad,...). Binnen elke doelgroep werd een persona opgesteld waarbij voor elke parameter een keuze werd gemaakt. Hierbij werd wel voldoende spreiding over de verschillende parameters voorzien.

Doelgroep	Persona	Leeftijd	Woonplaats	Werkplek	Modus
Gepensioneerde	Immelda	75	Dorpskern	Dorpskern	Auto
Huisvrouw	Katrien	60	Landelijk	Landelijk	Auto
Dienst aan huis	Wendy	43	Stadskern	Lintbebouwing	Brommer
Thuisverpleging	Jessie	55	Randstad	Dorpskern	Auto
Leerling middelbaar	Wout	14	Lintbebouwing	Stadskern	Bus
Pendelaar fiets	Hanne	30	Stadskern	Stadskern	Fiets
Pendelaar auto	Joris	38	Lintbebouwing	Stadskern	Auto
Pendelaar trein	Cédric	25	Stadskern	Hoofdstad	Trein
Arbeider industrie	Marc	58	Dorpskern	Industrie zone	Auto
Bediende industrie	Sabine	50	Lintbebouwing	Industrie zone	Auto
Vertegenwoordiger	Chris	55	Stadskern	Op de baan	Auto
Transport medewerker	Niels	35	Lintbebouwing	Op de baan	Vrachtwagen

Voor elke persona werd in kaart gebracht hoe een ideaal meettoestel voor hem/haar er moet uitzien en hoe hij/zij dit zou gebruiken. Hieruit werden vervolgens de noden van de eindgebruikers gedestilleerd. Zie annex A voor een overzicht van alle uitgewerkte personas.

Persona : Immelda

Gepensioneerde



Naam : Immelda **Leeftijd :** 75 jaar **Beroep :** Gepensioneerd ambtenaar

Woonplaats : Tervuren (dorp) **Modus :** Auto **Werkplek :** -

- Werkte als ambtenaar bij Dienst Financiën in Brussel
- Nu vrijwilliger in Oxfam wereldwinkel, maar is dit aan het afbouwen
- Zorgt voor kleinkinderen van haar drie zonen die ook in Tervuren wonen
- Gaat wekelijks met de auto shoppen in winkels in Tervuren
- Gaat één keer maand naar Leuven voor dagje uit

Toestel & Omkadering

- Draagbare doos (vb. als extra handtas)
- Oplaadbaar via kabel – 24h batterijduur
- Groen status lichtje dat werking bevestigt
- Display met duidelijke fountboodschap
- Simpele handleiding
- Resultaten opgestuurd via post
- Geen QR codes, geen websites, geen hulplijnen

Gebruik

- Zoons helpen haar met opzetten toestel
- Neemt toestel plichtbewust overal mee
- Durft toestel vergeten & voelt zich dan schuldig
- Heeft schrik dat ze het verkeerd gaat doen
- Stelt heel veel vragen
- Vraagt hulp bij mensen die ze kent bij Oxfam
- Geeft toestel aan kleinzoon die er mee prutst

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP		🚗			
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAAN					

Draagbare doos met groen status lichtje en simpele handleiding + persoonlijke ondersteuning van mensen die ze kent

© Addestino 2020
15
addestino
INNOVATION DELIVERED

Figuur 2 : Voorbeeld van een persona (zie annex A voor overzicht van alle personas)

4.2 Opstellen van de gebruikersvereisten

Onderstaande lijst van 70 use cases brengt de gebruikersvereisten voor de toolset in kaart. Deze lijst bevat 35 use cases vanuit het standpunt van de onderzoekers en 35 use cases vanuit het standpunt van de burgers die deelnemen aan het experiment.

De use cases vanuit onderzoekerstandpunt werden opgesteld in een brainstormsessie met afgevaardigden van verschillende onderzoeks- en beleidsinstellingen. Vervolgens werden de deelnemers gevraagd om het innovatiepotentieel van elke use case te scoren. Om dit te modereren werd een planningspokertechniek gebruikt.

De use cases vanuit gebruikersstandpunt werden afgeleid uit de verschillende personas door de projectleden in een gezamenlijke werksessie. Vervolgens werd op dezelfde manier ook het innovatiepotentieel van de use cases bepaald.

De motivatie achter een bepaalde use case en de betekenis van de kolom ‘innovatiepotentieel’ en ‘technologisch risico’ worden verder toegelicht in sectie 4.3 en sectie 5.2.

	ALS EEN	KAN IK	ZODAT	INNOVATIE SCORE	TECHNOLOGISCH RISICO
ONDERZOEKERS & BELEIDSMAKERS					
UC-1.1	Als onderzoeker bij de VMM	kan ik een meettoestel uitdelen aan de burgers	zodat ik achteraf kan weten aan welke luchtvervuiling ze blootgesteld zijn	40	Campagne
UC-1.2	Als onderzoeker bij VPO	kan ik het meettoestel uitdelen aan mijn bestaande doelgroepen voor biomonitoring	zodat ik de interne belasting/gezondheidseffecten kan linken aan de externe belasting op een dynamische manier	8-13	Campagne
UC-1.3	Als onderzoeker	kan ik meten of een grenswaarde overschreden wordt op dagbasis (Europese norm, WGO advieswaarde...)	zodat ik dynamische blootstelling kan correleren met beleidswaarden	13-20	N/A
UC-1.4	Als onderzoeker	kan ik meten of een grenswaarde overschreden wordt op jaarbasis (Europese norm, WGO advieswaarde...)	zodat ik dynamische blootstelling kan correleren met beleidswaarden	5/13	N/A
UC-1.5	Als onderzoeker	kan ik meten of een grenswaarde overschreden wordt op uurbasis (Europese norm, WGO advieswaarde...)	zodat ik dynamische blootstelling kan correleren met beleidswaarden	20	N/A
UC-1.6	Als onderzoeker	kan ik per uur de absolute waarde meten voor vooraf gedefinieerde polluenten	zodat ik deze data kan gebruiken voor de validatie van bestaande modellen	20-40	N/A
UC-1.7	als onderzoeker	kan ik de dynamische blootstelling gemeten door het toestel correleren aan dynamische stres meting	zodat ik de gezondheidsimpact kan inschatten	0	N/A
UC-1.8	als onderzoeker	kan ik per seconde de absolute waarde meten voor vooraf gedefinieerde polluenten	zodat ik voldoende datapunten heb om een continu beeld van de blootstelling te verkrijgen	8/40/13	13
UC-1.9	als onderzoeker	kan ik op het einde van de proefperiode het meettoestel terugkrijgen	zodat ik de data eruit kan krijgen	40	Campagne
UC-1.10	als onderzoeker	kan ik tijdens de proefperiode opvolgen of het toestel effectief aan het meten is	zodat ik weet dat mijn meetcampagne effectief data oplevert	20-40	
UC-1.11	als onderzoeker	kan ik tijdens de proefperiode opvolgen of het toestel effectief gedragen wordt	zodat ik weet dat mijn meetcampagne effectief dynamische data oplevert	20-40	N/A
UC-1.12	als onderzoeker	kan ik mijn meetpunten correleren aan de GPS coördinaten waar de gebruiker is geweest	zodat ik nadien bij de luchtvervuiling kan koppelen aan de locatie	40	
UC-1.13	als onderzoeker	kan ik op regelmatige tijdstippen rekenen op de interne kalibratie van het toestel	zodat ik zeker ben dat het toestel juist meet	13-20	N/A
UC-1.14	als onderzoeker	kan ik rekenen op een autonomie van minstens 24u voor het toestel	zodat ik continue data heb over een voldoende lang tijdsraam onafhankelijk van de oplaadfrequentie	20	N/A
UC-1.15	als onderzoeker	kan ik rekenen dat mijn toestel een paar weken voldoende nauwkeurig meet zonder last te hebben van drift	zodat ik niet tussentijds moet kalibreren	20	
UC-1.16	als onderzoeker	kan ik de concentratie van fijn stof (PM ₁₀) meten	zodat ik modellen van deze pollutie kan valideren	13	20

UC-1.17	als onderzoeker	kan ik de concentratie van fijn stof (PM _{2,5}) meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	20	8
UC-1.18	als onderzoeker	kan ik de concentratie van Stikstofdioxide (NO ₂) meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	20-40	8
UC-1.19	als onderzoeker	kan ik de concentratie van Black carbon meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	20-40	13
UC-1.20	als onderzoeker	kan ik de concentratie van Ozon meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	13-20	13
UC-1.21	als onderzoeker	kan ik de concentratie van Ultrafijnstof (aantal deeltjes) meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	13-20	40
UC-1.22	als onderzoeker	kan ik de concentratie van Benzeen meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	8	N/A
UC-1.23	als onderzoeker	kan ik de concentratie van VOS meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	8	N/A
UC-1.24	als onderzoeker	kan ik de concentratie van PAKS (Houtverbranding) meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	8-13	N/A
UC-1.25	als onderzoeker	kan ik de concentratie van Zwaveldioxide (SO ₂) meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	8	N/A
UC-1.26	als onderzoeker	kan ik de waarde van Temperatuur (ambient) meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	8	N/A
UC-1.27	als onderzoeker	kan ik de waarde van Relatieve vochtigheid meten	zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren	5	N/A
UC-1.28	als onderzoeker	kan ik er op rekenen dat grenswaarden worden gemeten met zeker +-50% nauwkeurigheid	zodat de data achteraf bruikbaar is	20-40	N/A
UC-1.29	als onderzoeker	kan ik er op rekenen dat de nauwkeurigheid voldoet aan indicatief label van VMM (zie bestaande lijst van waarden)	zodat de data achteraf bruikbaar is	40	N/A
UC-1.30	als onderzoeker	kan ik het toestel koppelen aan de persoon bij de start van de proef	zodat ik dit achteraf kan koppelen aan gezondheidseffecten	13-20	N/A
UC-1.31	als onderzoeker	kan ik van elk meetpunt zien of het binnen of buiten genomen is	zodat ik meetwaarden correct kan interpreteren	40	20
UC-1.32	als burger	kan ik zelf data annotatie doen over mijn huidige activiteit (joggen, fietsen, auto...)	zodat mijn meetwaarden beter kunnen geïnterpreteerd worden	8	N/A
UC-1.33	als burger	kan ik zelf data annotatie doen over mijn huidige context (vrachtwagen met roet, roken...)	zodat mijn meetwaarden beter kunnen geïnterpreteerd worden	13-20	N/A
UC-1.34	als onderzoeker	kan ik dynamische geluidsmetingen toevoegen aan het toestel	zodat het toestel kan gebruikt worden voor verder onderzoek	5	N/A
UC-1.35	als onderzoeker	kan ik suggesties doen aan de burger om zich in bepaalde gebieden te gaan bewegen (bv. Lage emissie zone)	zodat ik blinde vlekken op mijn kaart kan wegwerken	0	N/A
BURGERS DIE DEELNEMEN AAN MEETCAMPAGNE					
UC-2.1	Als pendelaar fiets	kan ik mijzelf kandidaat stellen om deel te nemen aan het experiment	zodat ik niet afhankelijk ben van de steekproef trekking		Campagne
UC-2.2	Als pendelaar fiets	kan ik real-time op mijn smartphone een gemakkelijk interpreteerbare index zien van de blootstelling tijdens mijn traject	zodat ik mijn gedrag kan aanpassen	8	N/A

UC-2.3	Als pendelaar fiets	kan ik na elke traject op mijn smartphone een gemakkelijk interpreteerbare index zien van de blootstelling tijdens mijn traject	zodat ik mijn gedrag kan aanpassen	20-40	5
UC-2.4	Als pendelaar fiets	kan ik een signaal krijgen op mijn smartphone dat ik over een zelf ingestelde grenswaarde van blootstelling ga	zodat ik mijn gedrag kan aanpassen	13-20	13
UC-2.5	Als pendelaar fiets	kan ik het toestel dragen tijdens het sporten zonder dat het mij hindert (bv. Maximum gelijkaardig aan het meenemen van een smartphone qua afmetingen en gewicht)	zodat ik het tijdens elke sport activiteit kan dragen	20-40	40
UC-2.6	Als pendelaar fiets	kan ik mijn resultaten vergelijken met vrienden die deelnemen aan het experiment	zodat ik bevestiging heb dat ik een gezonde route volg	13	N/A
UC-2.7	Als pendelaar fiets	kan ik mijn toestel dagelijks op een gemakkelijke manier opladen (vb. Via USB)	zodat ik geen speciaal materiaal meesleuren om de batterij in stand te houden	20-40	5
UC-2.8	Als pendelaar fiets	kan ik er op rekenen dat het toestel binnen het half uur volledig opgeladen is	zodat ik geen tijd verlies met het wachten op het opladen van mijn toestel	13-20	5
UC-2.9	Als pendelaar fiets	kan ik er op rekenen dat het toestel 24u mee gaat zonder op te laden	zodat ik het toestel enkel snachts in de oplader moet steken en er voor de rest niet aan denken	20-40	N/A
UC-2.10	Als pendelaar fiets	kan ik het toestel blootstellen aan alle normale weersomstandigheden (vb. Wind, regen, hagel, koude en warme temperaturen)	zodat ik het steeds kan dragen bij al mijn verplaatsingen met de fiets	20	20
UC-2.11	Als pendelaar fiets	kan ik het toestel op verschillende objecten bevestigen (vb. Vastmaken aan fiets, hangen aan kleren) en gemakkelijk vast en los maken	zodat ik het bij elke verplaatsing op een comfortabele manier kan meenemen	13-20	20
UC-2.12	Als pendelaar fiets	Kan ik het toestel gemakkelijk vasthechten aan mijn kleren or arm	zodat ik het bij elke verplaatsing op een comfortabele manier kan meenemen	40	20
UC-2.13	Als dienst aan huis werker	kan ik er op rekenen dat ik vergoed word voor de 'last' van het experiment	zodat ik gemotiveerd ben en blijf om het toestel wel degelijk te gebruiken		Campagne
UC-2.14	Als gepensioneerde	kan ik via een simpel status lampje zien of het toestel werkt	zodat ik zeker ben dat ik juist bezig ben	20-40	1
UC-2.15	Als dienst aan huis werker	kan ik er op rekenen dat het toestel een week autonoom werkt	zodat ik het enkel wekelijks even moet binnen steken op de bureau	8	N/A
UC-2.16	Als gepensioneerde	kan ik deelnemen via een netwerk van vrijwilligersorganisaties die het toestel uitdelen en mij verder ondersteunen in het traject	zodat ik mij comfortabel voel bij de deelname aan het experiment		Campagne
UC-2.17	Als gepensioneerde	kan ik het toestel opladen via stopcontact	zodat ik geen nieuwe dingen moet uitproberen voor experiment	13-20	5

UC-2.18	Als gepensioneerde	kan ik na het doorlopen van het experiment een rapport krijgen met daarin enkele aanbevelingen	zodat ik mijn persoonlijke blootstelling kan verminderen	13	Campagne
UC-2.19	Als gepensioneerde	kan ik deelnemen aan een infoavond over het experiment waar alle verwachtingen en vervolgstappen gedeeld worden	zodat ik mij zelfzeker voel in deelname van het experiment		Campagne
UC-2.20	Als gepensioneerde	kan ik het toestel in mijn handtas steken zonder dat de kwaliteit van de meetdata daardoor vermindert	zodat ik het toestel gemakkelijk kan meenemen	40	40
UC-2.21	Als dienst aan huis werker	kan ik het toestel beveiligd vastmaken aan mijn brommer	zodat ik er zeker van ben dat andere mensen het niet kunnen stelen	20	N/A
UC-2.22	Als dienst aan huis werker	kan ik er op rekenen dat het toestel niet meet als ik in een binnen omgeving zit	zodat het toestel de privacy van mijzelf en mijn klanten niet schendt	13-20	20
UC-2.23	Als gepensioneerde	kan ik er voor kiezen of ook binnen de blootstelling te meten	zodat ik een accuraat beeld heb van mijn volledige blootstelling	13-20	N/A
UC-2.24	Als leerling	kan ik real-time de metingen zien op mijn smartphone	zodat ik er allerlei experimenten mee kan doen	8	N/A
UC-2.25	Als leerling	kan ik deelnemen aan een educatieve competitie met het toestel georganiseerd tijdens de STEM vakken en mijn positie in de competitie zien	zodat ik kan winnen	13	Campagne
UC-2.26	Als leerling	kan ik zelf aan de slag met de gemeten data	zodat ik deze kan gebruiken voor de STEM projecten waar ik in zit	8	N/A
UC-2.27	Als leerling	kan het toestel rond mijn pols dragen	zodat ik het gemakkelijk overal kan meenemen	40	20
UC-2.28	Als leerling middelbaar	kan ik via een lichtje op het toestel instant feedback van meetwaarde zien (indicator)	zodat ik dit kan tonen aan mijn vrienden	13-20	N/A
UC-2.29	Als leerling middelbaar	kan ik zelf de kleur en vorm van de behuizing/armband kiezen	zodat ik iets heb dat cool is	13	Campagne
UC-2.30	Als leerling middelbaar	kan ik een notificatie krijgen op mijn smartphone wanneer het toestel geen verbinding maakt	zodat ik het niet vergeet te gebruiken	20-40	1
UC-2.31	Als leerling middelbaar	kan ik er op rekenen dat het toestel bestand is tegen schokken en impact (vb. Gooien/ spelen met het toestel)	zodat ik niet per ongeluk kapot maak en mijn gedrag niet moet aanpassen	20-40	13
UC-2.32	Als transport medewerker	kan ik het toestel opladen in de auto via USB poort / cigarette lighter	zodat ik niet speciaal mijn transport moet stoppen om op te laden	13-20	5
UC-2.33	Als bediende industrie	kan ik bellen naar de helpdesk van het experiment die op de hoogte zijn van mijn deelname in het experiment	zodat ik geholpen word bij problemen of vragen		Campagne
UC-2.34	Als bediende industrie	kan ik een rapport digitaal krijgen van mijn resultaten en enkele aanbevelingen	zodat ik mijn blootstelling kan verminderen	13-20	Campagne
UC-2.35	Als bediende industrie	kan ik deelnemen aan het experiment via mijn werkgever waar ik het toestel kan afhalen	zodat ik eenvoudig kan deelnemen		Campagne

4.3 Inschatting van het innovatiepotentieel

Het innovatiepotentieel van elke use case wordt toegekend door middel van een *planning poker* techniek. De laagste waarde in de schaalverdeling is een 0 en betekent “totaal niet innovatief en waardevol voor de eindgebruiker”. Een waarde 20 en hoger dient dan weer geïnterpreteerd te worden als “uitermate innovatief voor de eindgebruiker en een significante verbetering tegenover vandaag”.

De eerste set van use cases werd geprioriteerd met dezelfde groep van onderzoeksinstellingen en beleidsmakers als bij het opstellen van de use cases. Hieronder bevindt zich voor enkele use cases een motivatie bij de score. De tweede set van use cases werd geprioriteerd door de initiatoren op basis van de verschillende personas. Hierbij wordt verwezen naar annex A voor verdere motivatie.

Motivatie van de belangrijkste use cases

UC 1.2 tot 1.5 – Overschrijden grenswaarden

Lange termijn blootstelling is zeer belangrijk voor gezondheidseffecten. Vanuit die optiek is zelfs een jaargemiddelde zeer relevant. Voor de validatie van de bestaande modellen is data met een hogere temporele resolutie nodig.

UC-1.6 en 1.8 – Meetfrequentie

Betreffende de frequentie van metingen is er een duidelijk verschil tussen de dynamische blootstelling in kaart brengen en het mappen van de gemeten concentratie op een locatie. Voor het laatste is een meetfrequentie van één per minuut voldoende, terwijl voor het eerste een meetfrequentie van één per seconde nodig kan zijn. Je kan immers grote verplaatsingen maken binnen één seconde. In principe is een zo hoog mogelijk frequentie wenselijk, al mag dit niet ten kosten komen van de kwaliteit van de meting. Een frequentie lager dan één per minuut is sowieso onvoldoende

UC-1.16 tot 1.27 – Polluenten & grootheden om te meten

Over de gezondheidseffecten van $PM_{2.5}$ is er reeds het meest geweten en loont het zeker om ook de dynamische blootstelling in kaart te brengen. Al is er hier wel twijfel over de variatie in $PM_{2.5}$ bij verplaatsingen. Een statisch model is mogelijks voldoende.

Interesse in ultrafijnstof is eerder toekomstgericht. Mogelijks is dit een grotere boosdoener dan $PM_{2.5}$ voor gezondheidseffecten en hiervan de ruimtelijke resolutie in kaart brengen is zeer interessant. Er zijn echter geen modellen beschikbaar voor ultrafijnstof dus vanuit de centrale vraagstelling heeft deze pollutant een lagere prioriteit.

Het meten van Polycyclische-aromatische koolwaterstoffen (PAKS) heeft ook een hoog potentieel vanuit gezondheidseffecten. Vroeger werd dit vanuit voeding bekeken, maar de blootstelling aan PAKS via luchtverplaatsing wint aan belang. Echter bestaat ook hier net zoals bij ultrafijnstof nog geen model.

Ook voor SO_2 bestaat nog geen model met voldoende ruimtelijke resolutie en is de interesse eerder toekomstgericht. Van NO_2 en PM_{10} bestaan er wel modellen die kunnen gevalideerd worden. Vochtigheid en temperatuur zijn ondersteunende grootheden en helpen om beter pollutant metingen uit te lezen, maar voegen geen waarde toe op zichzelf.

Black carbon is een zeer interessante parameter gezien black carbon tot de fijnere PM-fracties behoort (PM₁) en een grotere ruimtelijke variatie kent (zoals NO₂).

UC-1.31 – Binnen en buiten meten

De te valideren modellen zijn gericht op outdoor blootstelling. Er zijn in het verleden wel al pogingen gedaan om via een binnen/buiten ratio de modellen te extrapoleren naar indoor blootstelling. Echter zijn er indoor blootstelling bronnen die zo niet meegenomen worden. Om de totale blootstelling te bepalen moeten beiden meegenomen worden. Het is daarom ook belangrijk om binnen en buiten metingen te kunnen onderscheiden.

UC-1.32-1.33 – Annotatie bij metingen

Dit helpt zeker bij het juist interpreteren van de meetdata, maar is geen strikte noodzaak. Eerder een leuke toevoeging.

5. Inschatting van het innovatiepotentieel vanuit technologische invalshoek

5.1 Bepalen opzet van de meetcampagne

Om tot de beoogde oplossing te komen voor de in kaart gebrachte use cases, dient er eerst nagedacht te worden over hoe de meetcampagne zal worden opgezet. Deze opzet bepaalt immers in grote mate met welk soort technologie er zal gewerkt worden.

Hiervoor werden vier extreme mogelijkheden uitgewerkt vanuit de centrale vraagstelling. Voor elke mogelijke opzet werd een beknopte marktanalyse gedaan om de state-of-the-art te bepalen. Vervolgens werd elke opzet geëvalueerd op verschillende dimensies om zo tot een “best of” scenario te komen.

Centrale vraagstelling

Hoe kan een consortium van de VMM en VPO een experiment met de burger organiseren waarbij de dynamische blootstelling aan bepaalde pollutanten wordt gemeten, door verschillende doelgroepen van burgers over een bepaalde tijdsperiode, om zo bestaande en toekomstige lucht kwaliteit modellen te valideren

Dimensies voor Evaluatie

Elk scenario wordt geëvalueerd op basis van 6 dimensies en krijgt een score van 1 tot 5. Zie onderstaande tabel voor de interpretatie van de verschillende scores.

Dimensie	1	2	3	4	5
Doorlooptijd	4 jaar	3 jaar	2 jaar	1 jaar	<1 jaar
Project investering	k€ 150	k€ 100	k€ 50	k€ 20	k€ 10
Nauwkeurigheid metingen	commercieel		indicatief voor labo		best in class
Relevantie validatie model	onbruikbaar		voldoende nuttig		100% validatie
Bereik doelgroepen	niche groep		redelijke spreiding		alle doelgroepen
Gebruikerservaring	niet te begrijpen		eenvoudig		wow ervaring!

Scenario 1: Iteratieve opzet van gerichte deelexperimenten

De meest relevante doelgroep-polluent combinaties worden bepaald voor validatie van de bestaande modellen (vb. filerijders in Kennedytunnel, schoolgaande jeugd op fiets, spelende kinderen op het Kiel). Voor elke combinatie wordt een gericht experiment uitgewerkt met aangepast toestel. Dit betekent dat een bestaande sensor zo verpakt wordt dat deze bijvoorbeeld gemakkelijk mee kan op de fiets. Deze experimenten worden iteratief doorlopen.

Voorbeelden uit de industrie¹ : Draagbare meettoestellen voor veldwerk

Cairsens van Envea

- Varianten voor meten verschillende pollutanten (NO₂, NH₃, SO₂, CO, O₃, VOS, PM)
- Kalibratievrij voor 1 jaar
- Accurate meting van concentratieniveaus per minuut
- Laag energieverbruik geschikt voor mobiele experimenten
- Extra toebehoren voor verschillende toepassingen
- Prijs ~ €1000



Aeroqual draagbare luchtkwaliteitsmonitors

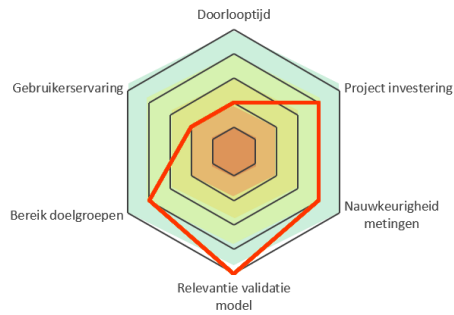
- Basistoestel werkt met assortiment sensoren voor allerlei pollutanten (NO₂, NH₃, SO₂, CO, O₃, VOS, PM₁₀, PM_{2.5})
- Gemaakt voor meten persoonlijke blootstelling of uitmeten van pollutant concentratie op sites
- Goedgekeurd door US EPA
- Eigen dataverwerking software en kalibratie unit
- Extra toebehoren voor verschillende toepassingen
- Prijs Kit ~ €2000



Implicaties van de opstelling

- De gebruikerservaring wordt grotendeels bepaald door de verpakking van bestaande sensoren aan te passen aan de noden van de doelgroep. Deze moet de specificiteit van elk deelexperiment ondersteunen.
- Iteratieve aanpak met bestaande sensoren laat toe snel te beginnen (beperkte O&O nodig) en na elk experiment bij te sturen op basis van de lessen uit het vorig experiment.
- De schaalbaarheid is beperkt doordat opzet telkens verschillend is. Dit heeft ook impact op de totale doorlooptijd van het experiment die gemakkelijk 2-3 jaar in beslag kan nemen.
- Experimenten hebben hoge waarde voor validatie model doordat ze zeer gericht ingezet kunnen worden.
- Echte meerwaarde voor gebruikers creëren vereist uitwerken feedback mechanisme (vb. mobiele applicatie die notificaties en suggesties geeft aan eindgebruiker.)
- Geschatte kost : 10 toestellen x €2.000 per toestel = €20 000

¹ Het betreft hier telkens presentaties geclaimd door de fabrikant. Deze werden niet gevalideerd door de VMM/VPO



Doorlooptijd	~3 jaar
Investering	€20.000
Nauwkeurigheid	4 : voldoende voor labo toepassingen
Relevantie validatie model	5 : maximale model validatie
Bereik doelgroepen	4 : groot potentieel om de meeste doelgroepen te bereiken
Gebruikerservaring	2 : standaard niet eenvoudig → zal extra investering vereisen

Conclusie : Iteratieve opzet deexperimenten levert snel relevante resultaten op, maar gebruikerservaring wordt bepaald door experiment-specifieke verpakking

Scenario 2: Willekeurige verdeling van meerdere 'wegwerp'-sensoren

De meetcampagne voorziet meerdere goedkope 'wegwerp'-sensoren die telkens focussen op het meten van één bepaalde pollutant. De sensoren worden in grote aantallen voorzien en willekeurig uitgedeeld aan burgers uit alle doelgroepen. Vervolgens wordt de totaliteit aan gemeten data gecapteerd en verwerkt ter validatie van het model.

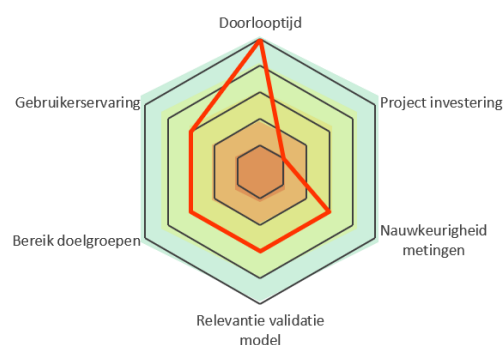
Voorbeeld uit industrie : Lage kost sensoren MIT voor metingen rond vulkaan

MIT gebruikte lage kost sensoren voor het meten van de luchtkwaliteit rond een actieve vulkaan in Hawaï. De onderzoekers stelden een grote hoeveelheid toolboxes samen uit goedkope sensoren en componenten. De boxen werden gebouwd en verspreid over het volledige eiland op twee weken tijd. De toolboxes werkten op zonne-energie en maten SO₂ en as. De data werd realtime verzonden via een 3G-verbinding naar de centrale database. Vervolgens werden de resultaten gepubliceerd op de MIT website.



Implicaties

- Gebruikerservaring wordt grotendeels bepaald door eenvoud van 'wegwerp' toolbox
- Ontwerp toolbox moet inzetten op 'massaproductie'
- Grote hoeveelheid gebruikers nodig om model te kunnen valideren
- Nood aan sterke logistiek om toestellen te verspreiden & platform voor datacollectie
- Meetresultaten bevatten geen vooroordeel door selectie doelgroepen, maar ook geen controle dat alle doelgroepen bereikt zijn
- Echte meerwaarde voor gebruiker creëren vereist uitwerken feedback mechanisme
- Geschatte kost : 100 toestellen x 10 pollutanten x €150 toestel = € 150 000



Doorlooptijd	<1 jaar
Investering	€150.000
Nauwkeurigheid	3 : indicatief voor labo toepassingen
Relevantie validatie model	3 : voldoende nuttig voor validatie
Bereik doelgroepen	3 : redelijke spreiding over doegroepen
Gebruikerservaring	3 : eenvoudig in gebruik, maar geen wow ervaring

Conclusie: Willekeurige verdeling 'wegwerp' sensoren vereist een sterk georganiseerde logistiek, maar laat toe tegen een redelijke kost een grote hoeveelheid data te capteren

Scenario 3: Uniforme opzet met eigen multifunctionele sensor

In dit geval ontwikkelen de onderzoekers een eigen mobiele toolset die alle relevante polluenten opmeet en bruikbaar is voor alle relevante doelgroepen. Tegelijk wordt een uniforme campagne uitgewerkt voor het experiment.

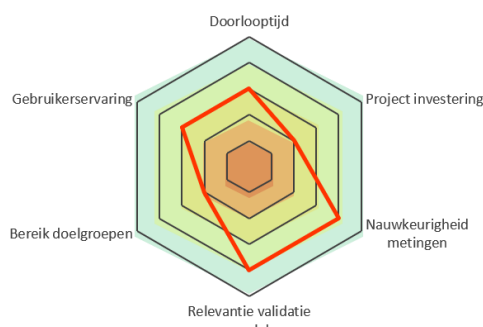
Voorbeeld uit industrie : Draagbaar meettoestel ontwikkeld door EPA

De Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) ontwikkelde een draagbare toolset genaamd AirMapper. Deze draagbare case die aan een fiets gemonteerd kan worden bevat een herlaadbare batterij, GPS en meerdere sensoren waaronder één voor het meten van deeltjesconcentratie. De toolset bevat een eigen interface bruikbaar voor onderzoekers en burgerwetenschappers. Tevens voorzorg de EPA een gratis data verkenningstool waar deelnemers de resultaten uit de verschillende experimenten kunnen waarnemen. De EPA deed een pilootproject met enkele scholen.



Implicaties:

- Een zelf ontwikkelde multifunctionele sensor toolbox wordt snel groot en lomp (Nood aan batterij, meerdere sensoren, user interface, connectiviteit, verpakking...)
- Lang ontwikkelingstraject nodig om ideale combinatie van pollutent metingen te verkrijgen
- Uitdaging blijft om ontwerp te vinden dat aanslaat bij grote hoeveelheid doelgroepen
- Meetresultaten zijn zeer relevant en toegespitst op noden voor de validatie van het model
- Toegevoegde waarde voor eindgebruiker is deel van het ontwikkelingstraject
- Geschatte kost : 20 toestellen x €5.000 per toestel = €100 000 + kost ontwikkeling toestellen



Doorlooptijd	~2 jaar
Investering	€100.000 (excl. kosten O&O)
Nauwkeurigheid	4 : voldoende voor labo toepassingen
Relevantie validatie model	4 : voldoende toegespitst op validatie van het model
Bereik doelgroepen	2 : beperkte groep waarvoor het toestel ontwikkeld is
Gebruikerservaring	3 : redelijk eenvoudig, maar wordt snel groot en lomp

Conclusie : Experiment met eigen multifunctionele sensor vereist lang ontwikkelingstraject, waarbij het creëren van toegevoegde waarde voor eindgebruiker de grote uitdaging vormt in dit traject

Scenario 4: Opzet experiment met bestaande commerciële sensor

In dit scenario brengen de projectinitiatoren de mogelijkheden en beperkingen van verschillende bestaande commerciële sensoren in kaart en werken ze een experiment op basis van één of meerdere commerciële sensoren die een significant gebruikersvoordeel omvatten.

Voorbeelden uit de industrie: commerciële luchtkwaliteit sensoren

Flow van PlumeLabs

- PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, VOS, NO₂
- Luchtkwaliteitsstatus indicator LED
- Per minuut analyse pollutanten in mobiele app
- In-app suggesties voor schoonste route
- Prijs ~ € 200



Atmotube PRO

- PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, VOS, druk, luchtvochtigheid, temperatuur
- Notificaties bij vervuilde lucht
- Suggesties om kwaliteit te verbeteren
- Prijs ~ € 200



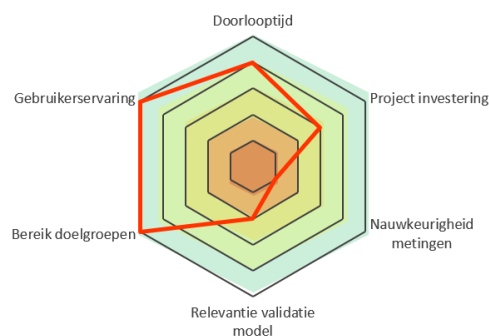
I-Blades Smartcase

- VOS, druk, luchtvochtigheid, temperatuur
- Notificaties bij vervuilde lucht
- Historiek van gemeten luchtkwaliteit
- Prijs ~ € 100



Implicaties

- Eén of meerdere samenwerkingen met leveranciers van commerciële sensoren nodig
- Relevantie gemeten pollutanten en kwaliteit meetdata is afhankelijk van potentieel sensor
- Fun factor voor eindgebruiker en gebruiksvriendelijk design is reeds aanwezig
- Experiment kan bestaande omkadering van leverancier gebruiken (vb. webshop)
- Mogelijkheid om veel doelgroepen te bereiken door gebruiksvriendelijkheid
- Geschatte kost: 200 toestellen x €200 per toestel = €40 000



Doorlooptijd	~1 jaar
Investering	€40.000
Nauwkeurigheid	1 : commerciële kwaliteit
Relevantie validatie model	2 : moeilijk bruikbaar
Bereik doelgroepen	5 : bereik van alle doelgroepen
Gebruikerservaring	5 : wow ervaring

Conclusie : Experiment op basis van bestaande commerciële sensor vereist samenwerking met de industrie. Grootste risico zit in relevantie van de metingen voor validatie het model en kwaliteit van de meetdata

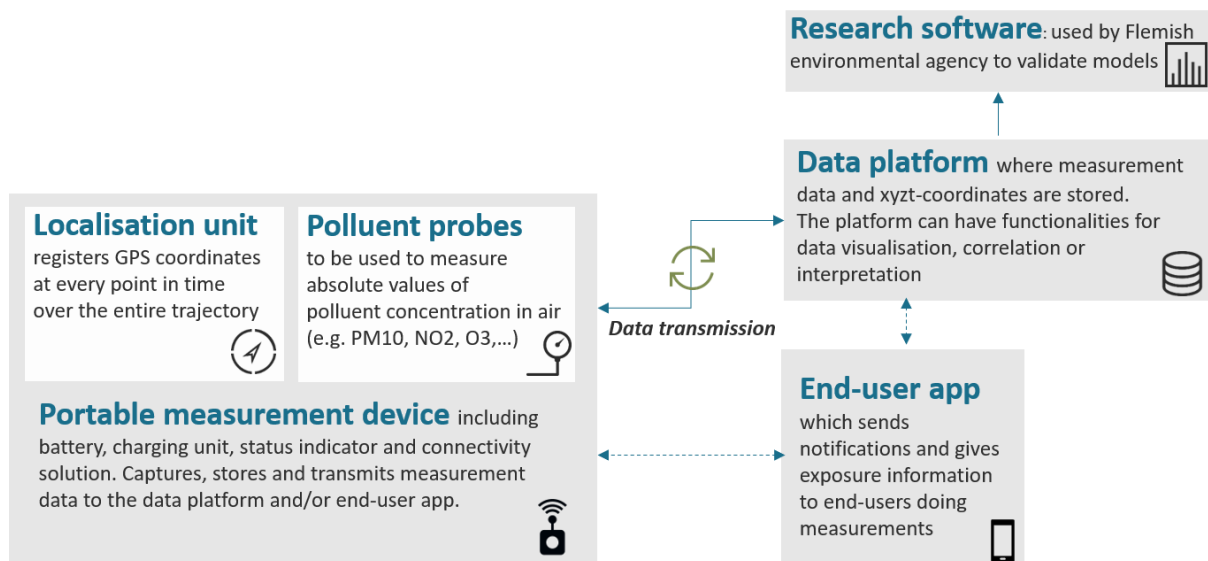
Conclusie

Samen met de projectinitiatoren is er gekozen voor de combinatie van scenario 1 en 3 of 4. Er wordt een iteratieve aanpak gevolgd, waarbij het experiment per doelgroep wordt opgezet rekening houdend met de noden van die doelgroep. De toolset wordt uitgewerkt via samenwerking met een leverancier van een commerciële sensor of door ontwikkeling samen met integrator. Deze keuze zal bepaald worden op basis van wat de verschillende leveranciers kunnen aanbieden in functie van gebruikersgemak en meet data kwaliteit tegenover de tijd nodig om een toolbox operationeel te krijgen. Binnen deze samenwerking kan het toestel in elke iteratie ook verder verbeterd worden met het oog op het volgende experiment.

5.2 Opstellen van de referentie architectuur

Om tot de beoogde oplossing te komen voor de geïdentificeerde use cases wordt volgende referentie architectuur opgesteld. Deze bestaat uit 6 functionele blokken:

- **Het draagbaar meettoestel** inclusief batterij, oplaadstation, status indicator en mobiele connectiviteit. Het toestel capteert data uit de verschillende pollutent sensoren, slaat deze op en verzendt deze naar het data platform en/of eindgebruiker applicaties.
- **De lokalisatie eenheid** registreert de gps-coördinaten op elk tijdstip tijdens het doorlopen van het traject.
- **Polluent probes** gebruikt om absolute waarden van pollutent concentraties in de lucht te meten (vb. PM₁₀, NO₂, SO₂, O₃...)
- **Data platform** waar de meetdata en xyz-coördinaten worden opgeslagen. De software biedt mogelijkheden voor data visualisatie, correlatie of interpretatie.
- **Eindgebruiker applicatie(s)** die notificaties verzendt en informatie weergeeft over de persoonlijke blootstelling van de eindgebruiker die de meetexperimenten uitvoert
- **Onderzoek software** gebruikt door de Vlaamse milieumaatschappij om de bestaande modellen voor luchtvervuiling te valideren met meetdata van de verschillende experimenten.



Figuur 3 : referentie architectuur voor de Toolset luchtvervuiling

Alle use cases gedefinieerd door de verschillende gebruikersgroepen kunnen geplaatst worden in één of meerdere functionele blokken van de referentie architectuur. Uit deze koppeling blijkt direct dat het merendeel van de use cases betrekking heeft op het meettoestel en de pollutent probes.

Bijgevolg is er tijdens de marktanalyse in eerste instantie gezocht naar leveranciers van een toolset of sensoren en niet naar bijvoorbeeld integratoren van meetcampagnes of dataverwerkingspecialisten. In annex B wordt een volledige lijst van de onderzochte spelers weergegeven. Voor een overzicht van de leveranciers, integratoren en kennisinstellingen die aanwezig waren op de marktconsultatie wordt verwezen naar sectie 1.2.

Naast de reeds aangehaalde voorbeelden uit de industrie, worden hieronder nog enkele opmerkelijke spelers uit de marktanalyse verder toegelicht:

Waspote Plug & Play van Libelium

- CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, NH₃, PM₁-PM_{2.5}-PM₁₀...
- GPS-module, externe batterij, zonnepaneel optie
- Eigen IoT cloud platform
- Ingebouwde WiFi transceiver
- 12x8x14cm + uitstekende probes



AirBox (Edimax)

- O₃, PM_x, NO₂, Temperatuur, Vochtigheid
- Real-time data opslag op cloud platform
- Mobiele app met push notificaties



AirSensEUR

- Open framework voor lucht kwaliteit metingen met lage kost sensoren
- Gebruikt sensoren van o.a. Alphasense, SGX SensorTech, City Technology & Membrapor
- Wifi connectie, GPS localisatie & remote data opslag



Smart Citizen Kit

- Sensor PM_x, VOS, CO₂, temperatuur, vochtigheid
- MicroSD opslag, USB Cable, Wifi transceiver
- Eigen smart citizen platform, deels gesubsidieerd door de Europese Unie
- Batterijduur van 12h (wifi & SD aan) tot 25 dagen
- Status LED, simpele bediening knoppen



5.3 Inschatting van het technologische risico

Het innovatiepotentieel vanuit technologisch standpunt wordt ingeschat door middel van planning poker. Hierbij schalen experts van industriële partners en kennisinstellingen de technologische risico's die vasthangen aan elke use case. De laagste waarde in de schaalverdeling is een 0 en betekent "totaal geen risico". De oplossing bestaat en kan zonder problemen worden toegepast. Een waarde van 8 dient de worden geïnterpreteerd als "een oplossing is mogelijk maar een inspanning is vereist om ze te bereiken". Waardes boven de 20 impliceren een kans dat een oplossing niet kan worden gevonden. De maximale waarde is 100 en houdt in dat fysieke grenzen dienen te worden verlegd om een oplossing te ontwikkelen.

Niet alle verzamelde use cases zijn bevestigd geweest tijdens de marktconsultatie en dit om twee redenen. Sommige use cases hebben niets te maken met de toolset zelf, maar eerder met de meetcampagne. Bij deze use cases werd "Campagne" toegevoegd aan de tabel in sectie 4. Andere use cases zijn niet bevestigd om het aantal use cases in de marktconsultatie te beperken. Door de covid-19 maatregelen is de marktconsultatie doorgedaan in een online formaat. In zo een set-up is het niet aangeraden meer dan 20 verschillende use cases te bevestigen. Samen met de projectinitiatoren werd bepaald welke use cases bevestigd zouden worden. Bij de uit de boot gevallen use cases werd "N/A" toegevoegd aan de tabel in sectie 4.

UC-1.8 – Als onderzoeker kan ik per seconde de absolute waarde meten voor vooraf gedefinieerde polluenten, zodat ik voldoende datapunten heb om een continu beeld van de blootstelling te verkrijgen

Er bestaan deeltjes sensoren die aan een per seconden frequentie metingen kunnen maken en de meetdata lokaal opslaan. Sensoren kunnen dit ondersteunen. De grootste onzekerheid zit in het real-time versturen van deze data, wat niet eenvoudig is over mobiele connectiviteit. Sommige marktspelers betwijfelen of dit zelf met een LORA netwerk mogelijk is. Anderen geven aan dat de sleutel ligt in datacompressie op het toestel en dat met de juiste data compressie verzending via 4G en Wifi perfect mogelijk is. Daarnaast zorgt de grote hoeveelheid data ook voor uitdagingen op het vlak van batterijlevensduur en data processing nadien. Het kan mogelijk interessant zijn om te kijken naar een opstelling waarin data alleen opgeslagen wordt en pas achteraf wordt verzonden wanneer het toestel op een vast data netwerk zit.

Technologisch risico : 13

UC-1.10 - Als onderzoeker kan ik tijdens de proefperiode opvolgen of het toestel effectief aan het meten is, zodat ik weet dat mijn meetcampagne effectief data oplevert

Devices kunnen getraceerd worden en toestellen die lang niet gemeten hebben geïdentificeerd. Grootste risico zit in de privacy regulering (GDPR). Deze toepassing heeft mogelijk gelijkaardige hindernissen te overwinnen als de covid-19 tracing app.

Technologisch risico : 5

UC-1.15 - Als onderzoeker kan ik rekenen dat mijn toestel een paar weken voldoende nauwkeurig meet zonder last te hebben van drift, zodat ik niet tussentijds moet kalibreren

Dit is niet eenvoudig voor sensoren die gas concentratie meten. In stationaire toepassingen kan een toestel voor enkele weken alleen worden gelaten, maar voor mobiele toepassingen is dit niet evident. Mobiele sensoren hebben altijd drift door de variërende stroomsterkte uit een batterij. Als men dit wil

oplossen moet een validatie model voorzien worden dat op basis van de gemeten data het toestel automatisch kalibreert tijdens het traject.

Technologisch risico : 13

UC-1.12 - Als onderzoeker kan ik mijn meetpunten correleren aan de GPS coördinaten waar de gebruiker is geweest, zodat ik nadien bij de luchtvervuiling kan koppelen aan de locatie

Dit vormt geen probleem.

Technologisch risico : 3

UC-1.16 & UC-1.17 - Als onderzoeker kan ik de concentratie van fijn stof (PM_{10} , $PM_{2.5}$) meten (met een maximale afwijking van 50% ten opzichte van de referentie waarde), zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren

Het meten van $PM_{2.5}$ is perfect haalbaar met optische sensoren die gebruikt maken van een referentie gas en lasers die het aantal deeltjes meten. Voor PM_{10} is dit moeilijker aangezien referentie gas deze deeltjes niet ziet en extrapolatie van 2.5 naar 10 geen correcte resultaten oplevert. Deze sensoren zijn vaak ook relatief groot en er moet voldoende inflow van lucht voorzien worden.

Technologisch risico : 8 ($PM_{2.5}$) – 20 (PM_{10})

UC-1.18 - Als onderzoeker kan ik de concentratie van Stikstofdioxide (NO_2) meten (met een maximale afwijking van 25% ten opzichte van de referentie waarde), zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren

NO_2 meten in een mobiele context is zeker doenbaar. Er bestaan volgens de geraadpleegde marktspelers verschillende sensoren met bijna referentiegraad precisie, vaak gecombineerd met modellen om de data te valideren. Belangrijk is om een goeie grenswaarde te selecteren en rekening te houden met de balans tussen temporele resolutie en betrouwbaarheid van de meting. Sommige spelers trekken wel in twijfel of het met een sensor kan en zouden eerder met passieve samplers werken.

Technologisch risico : 8

UC-1.19 - Als onderzoeker kan ik de concentratie van Black carbon meten, zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren

Hier wordt een filter gebruikt waarbij de concentratie op de filter de black carbon concentratie in de lucht weerspiegelt. Volgens sommige leveranciers haalbaar in een mobiele context en reeds gedaan, volgens anderen zeer moeilijk om een mobiele variant van te ontwikkelen (vast station bestaat). Sowieso zal een mobiele variant een grote impact hebben op de vorm factor en grootte van de sensor.

Technologisch risico : 13

UC-1.20 - Als onderzoeker kan ik de concentratie van Ozon meten (met een maximale afwijking van 30% ten opzichte van de referentie waarde), zodat ik modellen van deze pollutant kan valideren

Ozon is een instabiele molecule en dus moeilijk te meten. Metingen worden typisch gedaan samen met NO_2 en de foutenmarge kan vrij substantieel zijn door deze koppeling.

Technologisch risico : 13

UC-1.21 - Als onderzoeker kan ik de concentratie van ultrafijnstof (aantal deeltjes) meten, zodat ik modellen van deze pollutie kan valideren

Niet mogelijk op dit moment.

Technologisch risico : 40

UC-1.31 - Als onderzoeker kan ik van elk meetpunt zien of het binnen of buiten genomen is, zodat ik meetwaarden correct kan interpreteren

Op basis van de meetwaarde is het onderscheid moeilijk te maken. De verhouding tussen de concentraties binnen en buiten is zeer variabel en moeilijk te voorspellen.

De use case kan ook gezien worden als een geolocatie probleem. Hierbij zijn de nauwkeurigheid van de GPS en de accuraatheid van de kaart van belang. Mogelijks kan men de snelheid van verplaatsen als proxy gebruiken om binnen- en buitenverplaatsingen te onderscheiden. Het netwerk waarbij een gebruiker zijn smartphone geconnecteerd is, kan een andere proxy zijn. Een hedendaagse smartphone heeft verschillende mogelijkheden om deze detectie te doen.

Technologisch risico : 20

UC-2.3 - Als fietsend pendelaar kan ik na elke traject op mijn smartphone een gemakkelijk interpreteerbare index zien van de blootstelling tijdens mijn traject, zodat ik mijn gedrag kan aanpassen

Technisch is dit vrij eenvoudig te realiseren. Er moet een algoritme uitgewerkt worden dat de data nearly real-time omzet in een indicatief label van de blootstelling. De bruikbaarheid kan men wel in twijfel trekken. De concentratie kan immers elke dag anders zijn en het is dus niet aan te raden om conclusies te trekken uit deze data.

Technologisch risico : 5

UC-2.4 - Als fietsend pendelaar kan ik een signaal krijgen op mijn smartphone dat ik over een zelf ingestelde grenswaarde van blootstelling ga, zodat ik mijn gedrag kan aanpassen

Ofwel moet de smartphone zelf de meetwaarde van de sensor interpreteren of de data moet verzonden worden naar een cloud service die deze interpreteert. In beide gevallen moet de meetdata gesampeld worden en is er real-time communicatie nodig tussen de verschillende onderdelen.

Deze use case opzetten op basis van real-time metingen is zeer moeilijk. Er wordt best gewerkt met een model waarbij sensordata van verschillende sensoren wordt opgehaald en er op basis van predictieve algoritmes notificaties worden getriggerd.

Sommige spelers geven wel aan dat ze reeds gelijkaardige projecten hebben opgezet (vb. Flamenco project). Het is aan de applicatiebouwer om dit performant te krijgen en latentie te beperken.

Technologisch risico : 13

UC-2.5 - Als fietsend pendelaar kan ik het toestel dragen tijdens het sporten zonder dat het mij hindert (bvb. Maximum gelijkaardig aan het meenemen van een smartphone qua afmetingen en gewicht), zodat ik het tijdens elke sportactiviteit kan dragen

Dit is absoluut niet evident. Verschillende sensoren maken gebruik van een luchtinlaat, mechanische onderdelen en lasers, die niet zo eenvoudig compact kunnen gemaakt worden. Tegelijk vergt ook een

GPS sensor en een batterij die enkele weken mee gaat ook ruimte. Hoogstwaarschijnlijk moet ook met een ventilator verwerkt worden in de toolset, aangezien verschillende sensoren niet met een nano-ventilator kunnen worden gebouwd.

Er bestaan oplossingen voor sommige sensoren, maar niet voor alle types sensoren en zeker niet wanneer deze allemaal verwerkt zijn in één toolset. Indien de afmetingen van het toestel doorslaggevend zijn, moeten er keuzes gemaakt worden in de te meten polluenten.

Technologisch risico : 40

UC-2.7, UC-2.8, UC-2.17, UC-2.32 - Als pendelaar met de auto kan ik mijn toestel dagelijks op een gemakkelijke manier opladen (vb. Via USB, via stopcontact, via contact in de auto + volledig opgeladen binnen 30 minuten), zodat ik geen speciaal materiaal moet meesleuren om de batterij in stand te houden

Dit is reeds gedaan in een VLAIO project waarbij er sensoren aangesloten zijn op het USB contact in de auto. De sensoren kregen een relatief stabiele stroomtoevoer. Deze stroomstabiliteit kan mogelijk een risico vormen aangezien dit een effect heeft op de drift in de sensor.

Technologisch risico : 5

UC-2.10 - Als fietsend pendelaar kan ik het toestel blootstellen aan alle normale weersomstandigheden (vb. Wind, regen, hagel, koude en warme temperaturen), zodat ik het steeds kan dragen bij al mijn verplaatsingen met de fiets

Voor deze use case verschillen de meningen. Mogelijke risico's worden gezien in sensoren die filters gebruiken (deeltjes sensoren), sensoren die niet goed om kunnen met grote veranderingen in omgevingsfactoren en het feit dat veel sensoren een constant influx van lucht nodig hebben.

Andere partijen beweren dit reeds gedaan te hebben in burgerexperimenten met meer dan 700 sensoren met een luchtinlaat aan de onderkant. In het experiment werden luchtvochtigheid, temperatuur, snelheid, GPS, PM₁₀, PM_{2.5} en Vluchtige Organische Stoffen gemeten om de 10 seconden. Enkel het meten van NO₂ werd lastig bij extreme veranderingen in weercondities.

Technologisch risico : 20

UC-2.11, UC-2.27 - Als leerling middelbaar kan het toestel gemakkelijk aan mijn kleren of rond mijn pols dragen, zodat ik het gemakkelijk overal kan meenemen

Deze use cases hebben dezelfde complexiteit als use case 2.5 gerelateerd aan de grootte van de sensor. Voor sommige sensoren zoals VOS sensoren is dit eenvoudig, voor alle deeltjes of elektrochemische sensoren is dit moeilijk. Opnieuw zal er een keuze moeten gemaakt worden in wat men wil meten.

Technologisch risico : 20

UC-2.14 - Als gepensioneerde kan ik via een simpel status lampje zien of het toestel werkt, zodat ik zeker ben dat ik juist bezig ben

Geen enkel risico. Het is wel belangrijk om de user experience scherp te krijgen. Een lampje alleen zal de use case niet oplossen.

Technologisch risico : 1

UC-2.20 - Als gepensioneerde kan ik het toestel in mijn handtas steken zonder dat de kwaliteit van de meetdata daardoor vermindert, zodat ik het toestel gemakkelijk kan meenemen

Quasi alle sensoren vereisen een constante influx van lucht. Dit voorzien vanuit een afgesloten omgeving is zeer moeilijk en vormt een enorme beperking bij de ontwikkeling van de toolset. Het zou ene optie zijn om met een slangetje naar buiten te werken, maar het effect hiervan op de meetresultaten moet onderzocht worden.

Technologisch risico : 40

UC-2.22 - Als dienst aan huis medewerker kan ik er op rekenen dat het toestel niet meet als ik in een binnen omgeving zit, zodat het toestel de privacy van mijzelf en mijn klanten niet schendt

Deze use case volledig automatisch realiseren waarbij de gebruiker nooit zelf data moet invoeren en de identificatie van binnen versus buiten waterdicht is, wordt als onmogelijk gezien. Verschillende proxys kunnen gebruikt worden (bewegingssnelheid, lichtinval, wifi aanwezigheid, correlatie met kaarten, ...), maar in alle realisaties zal de gebruiker bepaalde configuraties moeten doen of bepaalde interpretaties van het algoritme valideren.

Anderzijds door verschillende proxys te combineren en het algoritme langzaam te realiseren kan men de accuraatheid enorm verhogen. Op die manier wordt het een engineering probleem en geen technologisch probleem.

Technologisch risico : 20

UC-2.30 - Als leerling middelbaar kan ik een notificatie krijgen op mijn smartphone wanneer het toestel geen verbinding maakt, zodat ik het niet vergeet te gebruiken

Dit is perfect haalbaar, alleen moet je bij het bouwen van de logica opletten van gebruikers niet te veel notificaties te sturen.

Technologisch risico : 1

UC-2.31 - Als leerling middelbaar kan ik er op rekenen dat het toestel bestand is tegen schokken en impact (vb. Gooien met toestel, spelen met toestel, tegen de muur vliegen, per ongeluk tegen de tafel vliegen...), zodat ik niet per ongeluk kapot maak en mijn gedrag niet moet aanpassen

Voor vaste stof sensoren is dit eenvoudig. Zodra sensoren mechanische onderdelen hebben die moeten gealigneerd blijven of een ventilator die een constante luchtstroom moet garanderen (deeltjes sensoren), is het niet eenvoudig om deze schokbestendig te maken.

Sowieso zijn de meeste onderdelen zeer kwetsbaar en is een goede sterke casing vereist waar schokdempers in verwerkt zijn.

Technologisch risico : 13

5.4 Algemene opmerkingen van de markt

Uit de feedback van de markt volgen volgende conclusies

- Het ontwikkelen van een mobiele toolset voor het meten van dynamische blootstelling aan luchtvervuiling is zeker haalbaar, weliswaar onder bepaalde voorwaarden in de keuze van de sensoren. Het is aangeraden vaste stof sensoren te gebruiken waar mogelijk en niet te veel verschillende sensoren te combineren
- Kalibratie van de sensoren zal steeds nodig zijn, maar kan op verschillende manieren gebeuren
- Een sterk niet-functioneel design (grootte, gewicht, schokresistent,...) is absoluut cruciaal voor de gebruikersadoptie. Hier is het aangeraden duidelijk een bepaalde richting te kiezen en het design niet te overbelasten met te veel conflicterende vereisten

Ook werden er nog enkele algemene opmerkingen meegegeven door de spelers uit de industrie.

- Deeltjessensoren tellen steeds het aantal deeltjes, maar het is altijd mogelijk dat een bepaalde vervuilende stof niet wordt meegeteld.
- De grootte van de sensor is de moeilijkst combineerbare factor met resistentie tegen weersomstandigheden en schokken
- Bij het gebruiken van goedkopere sensoren moet de beperkte nauwkeurigheid gecompenseerd worden met resultaten van modellen op basis van artificiële intelligentie
- Gebruikers verwachten veel van dit soort experimenten. Het is cruciaal de verwachtingen op tijd juist te stellen en gebruikers op te leiden de sensor juist te gebruiken.
- Tijdstip van meten gedurende de dag is belangrijk. De concentratie van vervuilende deeltjes is hier sterk afhankelijk van (vb. piekuur verkeer). Alle metingen moeten voorzien worden van een tijdstempel.

Ten slotte werd een alternatieve aanpak gesuggereerd. Hierbij worden er geen toestellen meegegeven aan gebruikers, maar investeert de VMM in een netwerk van vaste sensoren verspreid over een groot gebied. Deze sensoren pikken op wanneer gebruikers in de buurt zijn en door de data van deze verschillende sensoren samen te leggen kunnen er conclusies over de dynamische blootstelling worden getrokken.

De VMM gelooft minder in deze aanpak aangezien het een grote hoeveelheid sensoren vereist (budget) en de focus beperkt tot outdoor blootstelling, tenzij je mensen kan overtuigen ook sensoren in de huizen/gebouwen te plaatsen. Echter moeten mensen ook akkoord gaan om een device mee te nemen. Wanneer de validatie van de modellen niet zou slagen met mobiele metingen (bvb. wanneer een voldoende temporele resolutie niet kan gerealiseerd worden), kan deze alternatieve aanpak met een groot, maar budgetair haalbaar, aantal sensoren wel een valabel alternatief vormen.

Extra opmerking van de VMM :

- Use Case 1.16 en 1.17 vermelden niet expliciet dat het over een mobiele meting gaat. Hoewel er expliciet mondeling vermeld is tijdens de marktconsultatie dat elke use case in een mobiele context moet bekeken worden, vreest de VMM dat specifiek bij het inschatten van deze use cases het risico door de mobiele context hier door de markt onderschat is.
- De VMM is niet akkoord met de risico inschatting van use case 1.19. Dit risico is te laag in verhouding met het risico gegeven aan het meten van PM10.

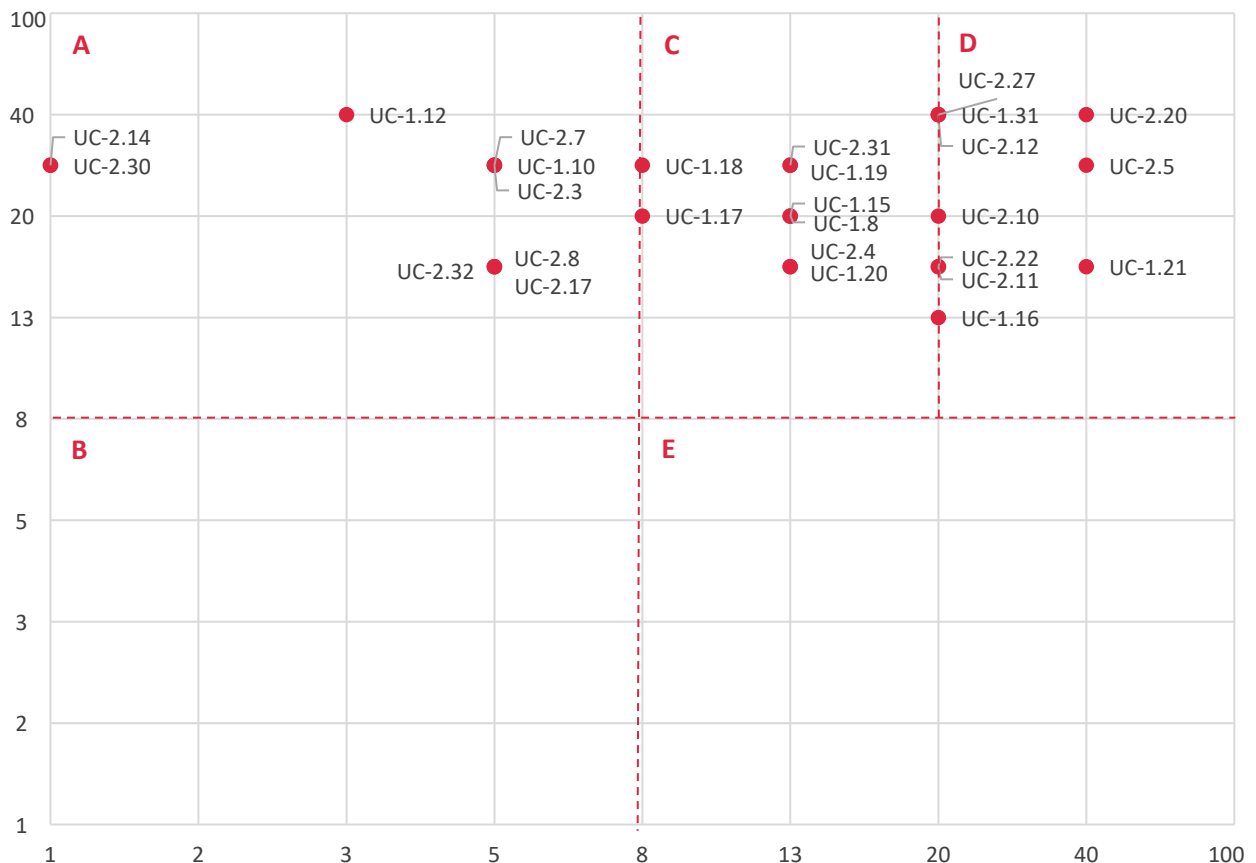
- VMM meent dat het risico van use case 1.20 door de gekoppelde metingen van Ozon aan NO2 eigenlijk gelijk moet zijn aan het risico van het meten van NO2
-

6 Synthese: het te volgen commercieel traject

6.1 Waarde-risico analyse

Onderstaande figuur toont de waarde versus risico matrix van de vooropgestelde use cases. Op de verticale as bevindt zich het innovatiepotentieel zoals ervaren door de gebruikersgroepen. Dit werd bepaald door middel van een planning poker sessie met enkele eindgebruikers (zie sectie 4.2). De horizontale as toont het geschatte technologisch risico. Dit werd bepaald door de use cases voor te leggen aan industriespelers en kennisinstellingen met ervaring in de toepassing en hen de cases te laten scoren via planning poker (zie sectie 5.2).

Het is belangrijk op te merken dat deze matrix enkel de use cases bevat die gescoord zijn door zowel de vraagzijde als door spelers uit de industrie. Slechts een subset van de use cases is gepresenteerd aan de industrie en hierbij is er bewust gekozen voor de use cases met de hoogste toegevoegde waarde voor de vraagzijde. Hierdoor liggen de datapunten in de matrix hoger in verhouding tot gelijkaardige waarde-risico matrices bij andere projecten.



Figuur 4 : waarde versus risico matrix (bevat enkel use cases die ook gescoord zijn door de industrie)

Binnen deze matrix worden een aantal zones onderscheiden. In zone A bevinden zich de kritische functionaliteiten met een hoge toegevoegde gebruikerswaarde, maar waarvan het risico beperkt is. Hiervoor geeft de markt aan dat “off-the-shelf” oplossingen bestaan of gelijkaardige use cases reeds gerealiseerd zijn met gevestigde technologie.

Het gaat hier voornamelijk om rand-functionaliteiten in de toolset die kritisch zijn voor de gebruikerservaring zoals het versturen van notificaties bij niet dragen, een status lichtje, verbinding met de GSM, opladen op verschillende manieren alsook de ingebouwde GPS lokalisatie eenheid.

Rechtsboven (zone C & D) situeren zich de functionaliteiten met een hoge toegevoegde waarde voor de eindgebruiker die tevens een aanzienlijk risico omvatten. Dit is verder opgesplitst in twee zones.

In zone C met risico 8-20 geeft de markt aan dat er samen met de klant een oplossing moet gezocht worden voor de specifieke behoeften van de klant en dat dit mogelijks een validatie met een proof of concept zal vereisen.

Hier gaat het meer om de kern-functionaliteiten van de toolset nodig voor het meten van blootstelling aan verschillende pollutanten. Het meten van elke pollutant in een mobiele context kent zijn uitdagingen. Volgens de marktspelers zijn deze uitdagingen beperkter voor NO₂ en PM_{2.5} dan voor Ozon en Black Carbon die moeilijker rechtstreeks te meten zijn². Vooral de combinatie met de vereiste hoge sample frequentie en de nood om zo weinig mogelijk te moeten kalibreren, maakt de metingen een complexer vraagstuk.

In zone D met risico 20+ geeft de markt aan dat er fundamentele nieuwe ontwikkelingen nodig zijn en dat het volbrengen van de use case in sommige gevallen afhangt van wetenschappelijk onderzoek.

Het meten van PM₁₀ en Ultrafijnstof in een mobiele context wordt als niet mogelijk met de huidige technologie bestempeld. Het automatisch onderscheiden van binnen en buiten metingen en het meten vanuit een handtas/rugzak vormen complexe ontwerp uitdagingen die een stevig ontwikkelingstraject vereisen.

Verrassend genoeg werden ook de use cases om het toestel voldoende compact te maken (te vergelijken met grootte en gewicht van een smartphone) zodat het gemakkelijk kan meegedragen worden op verschillende manieren en het toestel resistent te maken tegen alle weersomstandigheden beiden een zeer hoog risico toegekend. Deze use cases zijn cruciaal voor de gebruikerservaring en om het experiment te doen slagen.

De complexiteit kent hier twee oorzaken. Het meten van sommige pollutanten zoals PM_{2.5} gaat moeilijk met een vaste stof sensor en vereist een sensor met mechanische onderdelen, lasers en sensoren die correct moeten gealigneerd zijn en een constante inlaat van lucht vereisen. Het gebruik van dit soort sensoren beperkt de mogelijkheden voor een compact en gebruiksvriendelijk ontwerp. Het combineren van meerdere sensoren in één toolset vormt een tweede hindernis. Meerdere sensoren die langdurig autonoom kunnen meten en data versturen naar een centraal platform vereisen meer plaats en ook een grote batterij-eenheid. Ook dit beperkt de mogelijkheden voor een compact ontwerp.

Gezien het belang van de use cases rond compact design voor de gebruikerservaring en de conflicterende eisen tussen het hebben van een compact design en andere sensorgerelateerde vereisten, ligt in dit aspect de fundamentele uitdaging van het project.

² De VMM is hier iets meer sceptisch over en volgens hen zit PM_{2.5} dichtbij een Proof Of Concept stadium en vereisen de andere nog onderzoek en ontwikkeling. NO₂ en Ozon om de kwaliteit van de metingen goed te krijgen en Black Carbon om vormfactor te matchen met een mobiele context.

Voor de volledigheid zijn er ook nog de zones onderaan. De use cases links onder (B) zijn de details van de oplossing. Zij hebben minder toegevoegde waarde voor de gebruiker, maar omvatten geen hoog risico. Rechtsonder (E) bevinden zich use cases die weinig toegevoegde waarde leveren en toch een hoog risico inhouden. Deze zijn voor het eindproduct niet belangrijk. Aangezien enkel de use cases met hoge toegevoegde waarde zijn gepresenteerd aan de industrie zijn deze zones in de matrix leeg.

6.2 Opzet verder commercieel traject

Zoals reeds gesteld zit de fundamentele uitdaging in het project in het meten van meerdere polluenten in een mobiele context met een toestel dat tegelijk een aanvaardbare vormfactor heeft om de bruikbaarheid niet in de weg te staan.

Dit probleem kan benaderd worden vanuit de technologie, waarbij de technologische limieten van elke sensor worden opgezocht om zo een multifunctionele sensor te ontwikkelen die tevens voldoet aan de basisvereisten van gebruikers. Deze innovatieve aanpak is gezien de beperkte schaal van het project niet aan te raden. Het beperkt aantal devices nodig in combinatie met het feit dat naast de ontwikkeling nadien ook een op maat gemaakt onderhoud & dienstverlening moet voorzien worden door de ontwikkelaar, zorgt ervoor dat deze piste zowel qua tijd als qua budget niet te verkiezen is.

Het probleem kan ook benaderd worden vanuit een innovatieve opzet van het experiment. Het is immers aangegeven door de markt dat het meten van één enkele polluent in een mobiele context met een toestel met aanvaardbare vormfactor wel haalbaar is.

In dat geval wordt er een standaard integratieplatform aangekocht. Dit platform bevat alle ondersteunende functies voor het uitvoeren van metingen, zoals de data processing, de GPS eenheid, de mobiele verbinding, software om de data te capteren etc. Vervolgens wordt er samen met een integratiepartner een iteratieve aanpak opgezet.

Tijdens elke iteratie worden enkele polluenten gekozen die gemeten moeten worden, alsook een doelgroep geselecteerd die de metingen zal uitvoeren. De partner integreert één bestaande sensor voor een bepaalde polluent op het platform en voorziet een behuizing die aangepast is aan de sensor, maar ook aan de vereisten van de doelgroep. Aangezien het telkens om standaardcomponenten gaat kan ook de dienstverlening en de data captatie achteraf vlot voorzien worden.

Het kan zijn dat er in sommige gevallen toch twee of drie polluenten samen gemeten worden op één toestel omdat deze standaard samen gemeten worden door een sensor of omdat er een sterke functionele nood is om gekoppelde metingen te hebben. Dit is echter niet de basis opzet en zulke use cases worden best pas betrokken na enkele iteraties wanneer er voldoende ervaring met de basis is.

Dit betekent dat de innovatie in dit project niet zit in het verder uitbouwen van de technologie door middel van technologisch onderzoek en ontwikkeling, maar in de opzet van de campagne. Door middel van slim bestaande componenten te integreren (rekening houdend met de technologische beperkingen) en telkens een ontwerp te voorzien dat aangepast is aan de noden van de doelgroep, kan men innovatieve meetcampagnes opzetten die hoog scoren op bruikbaarheid voor de eindgebruiker als ook relevantie in het valideren van bestaande luchtkwaliteitmodellen.

Desalniettemin zal er ook in deze opzet een beperkte hoeveelheid onderzoek & ontwikkeling nodig te zijn om te garanderen dat de sensoren voor de verschillende polluenten werken in een mobiele context voor experimenten van een voldoende lange looptijd onder verschillende weersomstandigheden.

ANNEX A: Personas voor de geïdentificeerde doelgroepen

Persona : Immelda

Gepensioneerde



Naam : Immelda **Leeftijd :** 75 jaar **Beroep :** Gepensioneerde ambtenaar
Woonplaats : Tervuren (dorp) **Modus :** Auto **Werkplek :** -

- Werkte als ambtenaar bij Dienst Financiën in Brussel
- Nu vrijwilliger in Oxfam wereldwinkel, maar is dit aan het afbouwen
- Zorgt voor kleinkinderen van haar drie zonen die ook in Tervuren wonen
- Gaat wekelijks met de auto shoppen in winkels in Tervuren
- Gaat één keer maand naar Leuven voor dagje uit

Toestel & Omkadering

- Draagbare doos (vb. als extra handtas)
- Oplaadbaar via kabel – 24h batterijduur
- Groen status lichtje dat werking bevestigt
- Display met duidelijke foutboodschap
- Simpele handleiding
- Resultaten opgestuurd via post
- Geen QR codes, geen websites, geen hulplijnen

Gebruik

- Zoons helpen haar met opzetten toestel
- Neemt toestel plichtbewust overal mee
- Durft toestel vergeten & voelt zich dan schuldig
- Heeft schrik dat ze het verkeerd gaat doen
- Stelt heel veel vragen
- Vraagt hulp bij mensen die ze kunt bij Oxfam
- Geeft toestel aan kleinzoon die ermee prutst

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP		🚗			
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Draagbare doos met groen status lichtje en simpele handleiding + persoonlijke ondersteuning van mensen die ze kent

© Addestino 2020

15

addestino
INNOVATIEVE WERKPLEK

Persona : Katrien

Huisvrouw



Naam : Katrien **Leeftijd :** 60 jaar **Beroep :** Huisvrouw
Woonplaats : Watervliet (villa) **Modus :** Auto **Werkplek :** -

- Woont samen met haar man in grote gerenoveerde boerderij tussen de velden
- Bezit enkele panden in Gent waar hun kinderen op kot zitten
- Heeft sinds de kinderen het huis uit zijn veel vrije tijd die ze spendeert in het onderhouden van de panden in Gent
- Doet alle verplaatsingen met de bedrijfswagen van haar man
- Klaagt dat ze sinds invoering circulatie plan niet meer gemakkelijk in Gent geraakt

Toestel & Omkadering

- Draagbaar toestel dat in handtas past
- Metingen vanuit de handtas
- Gewicht max 200g
- Oplaadbaar via kabel – 24h batterijduur
- Draadloze connectie naar data platform
- Online handleiding & telefonische helpdesk
- Resultaten online raadplegen

Gebruik

- Schrijft zelf in als ze voordelen ervan in ziet
- Vraagt hulp bij opzet aan man en zonen
- Wil dat toestel niet opvalt als het in handtas zit
- Gaat proactief luchtkwaliteit meten in al haar panden
- Raadpleegt alle documentatie en resultaten online
- Belt geregeld naar helpdesk als ze fouten ontdekt

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND	🚗				
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Lichte & compacte doos die in handtas past + voldoende informatie & resultaten raadpleegbaar online

© Addestino 2020

16

addestino
INNOVATIEVE WERKPLEK

Persona : Wendy

Dienst aan huis



Naam : Wendy **Leeftijd :** 43 jaar **Beroep :** Schoonmaakster
Woonplaats : Aalter (stad) **Modus :** Brommer **Werkplek :** Gemeenten rond Aalter

- Woont met haar nieuwe vriend en twee kinderen uit vorig huwelijk in rijhuis te Aalter
- Verplaatst zich met haar brommer tot bij haar klanten in omliggende gemeenten
- Vindt haar job lastig doordat ze continu in beweging is en apprecieert waardering van klanten/werkgever
- Steekt veel tijd in huishouden en in de opvoeding van haar twee zoons
- Heeft een weinig stabiele gezinssituatie en meldt zich geregeld ziek als er complicaties zijn in haar privé leven

Toestel & Omkadering

- Licht toestel (max 100 gram)
- Compact, past in brommer en in werkschort
- 3 weken batterijduur
- Geen opzet of onderhoud werk

Gebruik

- Krijgt volledig opgesteld toestel van haar werk mee
- Zal bij problemen of hinder toestel laten liggen
- Is niet geïnteresseerd in resultaten van het onderzoek
- Verwacht verloning/compensatie voor 'last' experiment

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Licht toestel dat in werkschort past en meerdere weken autonoom werkt

© Addestino 2020

17

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Jessie

Thuisverpleging



Naam : Jessie **Leeftijd :** 55 jaar **Beroep :** Verpleegster wit-geel kruis
Woonplaats : Woonwijk Oostakker **Modus :** Auto wit-geel kruis **Werkplek :** Gemeenten 30km rond woonplaats

- Woont samen met haar man (buschauffeur) in woonwijk Oostakker
- Doet ronde van huisbezoeken en krijgt maar 30m per huisbezoek
- Legt korte verplaatsingen met haar auto af (15-20min) en heeft weinig last van file
- Gebruikt zelfde auto voor privé en werk
- Stopt tijdens haar ronde tussendoor voor winkelbezoeken in steenwegketens

Toestel & Omkadering

- Metingen vanuit auto
- Opladbaar via USB poort in auto
- Lichtje dat aangeeft wanneer batterij leeg is
- Ligt uit de weg
- Geen opzet of onderhoud werk

Gebruik

- Krijgt volledig opgesteld toestel van haar werk mee
- Neemt toestel door tijdsdruk niet mee naar binnen
- Komt zo min mogelijk aan toestel ("dat is technologie")
- Gelooft niet dat haar ronde zal wijzigen door resultaten

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Autonoom toestel dat permanent in de auto oplaadt

© Addestino 2020

18

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Joris



Naam : Joris **Leeftijd :** 38 jaar **Beroep :** Bedrijf trainer (IT)
Woonplaats : Steenweg Izegem **Modus :** Auto **Werkplek :** Waregem

- Woont samen met vrouw en kinderen in halfopen bebouwing op steenweg in Izegem
- Werkt als bedrijf trainer op IT afdeling van distributiebedrijf in Waregem
- Zet elke ochtend kinderen af aan school met bedrijfswagen en rijdt vervolgens door naar het werk
- Moet geregeld naar filialen over heel België om training te geven
- Laat zware laptop op kantoor als hij geen training moet geven
- Voert in het weekend zijn kinderen rond naar allerlei vrijetijdsbestedingen

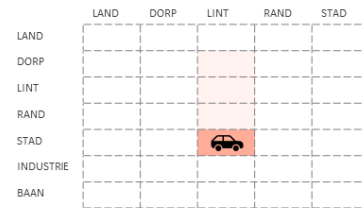
Toestel & Omkadering

- Compacte zwarte doos
- Past in boekentas
- Opladbaar via USB
- Data connectie met PC
- Resultaten zelf raadpleegbaar

Gebruik

- Heeft voorttrekkende rol in meetcampagne van bedrijf
- Steekt toestel in boekentas
- Vergeet toestel geregeld in oplader of in auto
- Zet gemeten data op PC en toont deze aan collega's

Positionering



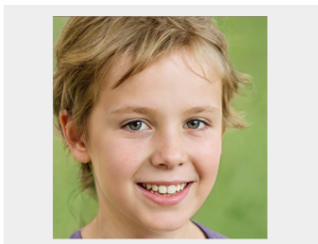
Toestel dat in boekentas past met opties om zelf gemeten data te raadplegen en visualiseren

© Addestino 2020

20

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Wout



Naam : Wout **Leeftijd :** 14 jaar **Beroep :** Leerling
Woonplaats : Zaventem **Modus :** Bus **School :** Leuven

- Woont in rijhuis in Zaventem dorp
- Pendelt elke dag zelfstandig met de bus naar school in Leuven
- Experimenteert graag met technische dingen
- Is gewend dat alle informatie real-time op zijn GSM toekomt

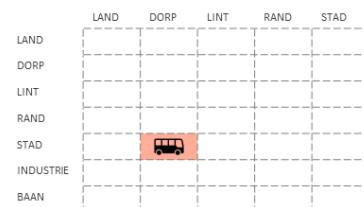
Toestel & Omkadering

- Armband met toestel in
- Bestand tegen gooien, spelen, warmte...
- 24h batterijduur
- Kleur led die instant feedback geeft
- Draadloze connectie naar platform of smartphone
- Eigen mobiele app met competitie-element
- Notificaties voor herinnering

Gebruik

- Doet mee als onderdeel van project op school
- Neemt toestel overall mee om competitie te winnen
- Doet allerlei experimenten met toestel om te zien wat effect is (vb. voor haardvuur houden)
- Verwacht instant feedback om te zien of hij kan winnen

Positionering



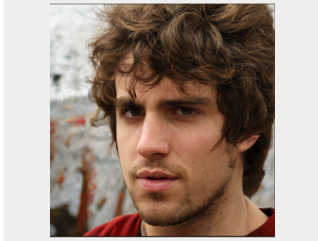
'Kid-proof' armband met status lichtje en companion app + betrokken in competitie op school

© Addestino 2020

19

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Cédric



Naam : Cédric **Leeftijd :** 25 jaar **Beroep :** Doctoraatstudent
Woonplaats : Gent **Modus :** Trein **Werkplek :** Schaarbeek (Brussel)

- Kan zich eigen appartement veroorloven, maar doet aan co-housing in Gent voor sociaal contact
- Heeft bureau job bij hoofdzetel ziekenfonds in Brussel en werkt vaak samen met vrijwilligers
- Pendelt elke dag tussen Gent en Brussel en moet telkens in Brussel de metro nemen en 10 minuten wandelen
- Neemt laptop mee in rugzak op de trein
- Heeft eigen auto maar gebruikt die enkel voor grote boodschappen
- Verplaatst zich binnen Gent zoveel mogelijk met de fiets

Toestel & Omkadering

- Compacte doos die in rugzak past
- Gewicht van max 200 gram
- 3 weken batterijduur
- USB poort voor optionele data connectie
- Resultaten raadpleegbaar online na experiment

Gebruik

- Krijgt toestel mee via campagne op het werk
- Bereid mee te doen als hij geen moeite moet in steken
- Moet in rugzak passen waar laptop in zit
- Gebruikt resultaten om te zien hoe zijn pendel scoort
- Zou mogelijks connecteren met PC als daar voordeel in zit

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Zeer compact en autonoom toestel dat naast laptop in rugzak past

© Addestino 2020

22

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Hanne



Naam : Hanne **Leeftijd :** 30 jaar **Beroep :** Doctoraatstudent
Woonplaats : Gent **Modus :** Race fiets **Werkplek :** Zwijnaarde (stadsrand)

- Kocht recent klein rijhuis met haar vriend in Gent
- Fiets elke dag 10 km naar kantoor met race fiets
- Draagt daarbij zware rugzak met laptop in
- Kleedt zich om van sport kleren naar werkoutfit wanneer ze toekomt op kantoor
- Fiets 3 dagen per week naar sportclub waar ze trainer is
- Is bewust bezig met milieu en daarom recent vegetariër geworden

Toestel & Omkadering

- Clip die aan rugzak kan
- Gewicht van max 100 gram
- 24h batterijduur, oplaadbaar via USB
- Draadloze connectie naar platform of smartphone
- Resultaten raadpleegbaar in mobiele app
- Eenvoudige handleiding

Gebruik

- Doet mee via sportclub waar ze trainer is
- Hangt clip aan rugzak die ze overal mee neemt
- Probeert meerdere routes uit met fiets om te vergelijken
- Gebruikt extra veel de fiets tijdens testperiode
- Wil mobiele app installeren als ze daar resultaten ziet

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

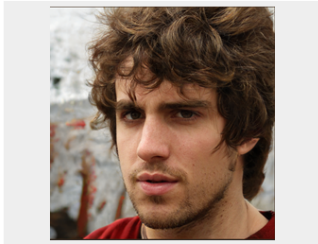
Clip aan rugzak met draadloze connectie + mobiele app om blootstelling tijdens routes te vergelijken

© Addestino 2020

21

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Cédric



Naam : Cédric **Leeftijd :** 25 jaar **Beroep :** Doctoraatstudent
Woonplaats : Gent **Modus :** Trein **Werkplek :** Schaarbeek (Brussel)

- Kan zich eigen appartement veroorloven, maar doet aan co-housing in Gent voor sociaal contact
- Heeft bureau job bij hoofdzetel ziekenfonds in Brussel en werkt vaak samen met vrijwilligers
- Pendelt elke dag tussen Gent en Brussel en moet telkens in Brussel de metro nemen en 10 minuten wandelen
- Neemt laptop mee in rugzak op de trein
- Heeft eigen auto maar gebruikt die enkel voor grote boodschappen
- Verplaatst zich binnen Gent zoveel mogelijk met de fiets

Toestel & Omkadering

- Compacte doos die in rugzak past
- Gewicht van max 200 gram
- 3 weken batterijduur
- USB poort voor optionele data connectie
- Resultaten raadpleegbaar online na experiment

Gebruik

- Krijgt toestel mee via campagne op het werk
- Bereid mee te doen als hij geen moeite moet in steken
- Moet in rugzak passen waar laptop in zit
- Gebruikt resultaten om te zien hoe zijn pendel scoort
- Zou mogelijks connecteren met PC als daar voordeel in zit

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Zeer compact en autonoom toestel dat naast laptop in rugzak past

© Addestino 2020

22

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Chris



Naam : Chris **Leeftijd :** 55 jaar **Beroep :** Verkoop ceremoniële gewaden
Woonplaats : Brugge **Modus :** Auto **Werkplek :** Benelux, Duistland, Frankrijk

- Woont in klein rijhuis in hartje Brugge samen met vrouw die op brugpensioen is
- Verkoopt ceremoniële gewaden aan geestelijken en levensbeschouwelijke organisaties
- Is alle dagen op baan voor zijn werk en verblijft geregeld op hotel in buurlanden
- Is volbloed verkoper die elke dag iets interessant te vertellen heeft en graag praatjes slaat met zijn klanten
- Gaat in het weekend te voet naar de markt in Brugge
- Kent weinig van technologie maar bezit wel graag de nieuwste gadgets

Toestel & Omkadering

- Klein toestelletje dat in hand past
- Scherm, status lampjes en enkele knoppen
- Oplaadbaar in auto
- Handleiding beschrijft allerlei opties
- Interactief
- Resultaten online raadpleegbaar

Gebruik

- Volgt nauwgezet handleiding en test alle opties
- Toont toestel aan klanten om indruk mee te maken
- Neemt deel via Brugse buurtwerking
- Laadt toestel continu op in auto
- Deelt resultaten op sociale media

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Toestel dat in hand past met allerlei interactieve opties + handleiding

© Addestino 2020

25

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Marc



Naam : Marc **Leeftijd :** 58 jaar **Beroep :** Arbeider Volvo
Woonplaats : Destelbergen (dorp) **Modus :** Auto **Werkplek :** Haven Gent

- Woont in rijhuis vlak bij autosnelweg en is gevoelig aan de geluidshinder
- Werkt in ploegen bij Volvo Gent
- Leaset tegen goedkoper tarief een Volvo van zijn werk
- Is via zijn vrouw heel actief in verenigingsleven
- Vervoert allerlei materiaal in zijn camionette voor het opzetten van evenementen in de gemeente
- Wisselt meermaals per dag van kleren doordat hij speciale veiligheidskledij draagt op werk

Toestel & Omkadering

- Licht toestel dat aan kleren kan hangen (max 100g)
- Voldoet aan veiligheid en kledij voorschriften
- 3 weken batterijduur
- Draadloze verbinding met smartphone
- Resultaten op companion app op smartphone
- Herinnering notificaties op smartphone

Gebruik

- Doet mee via campagne werk of vereniging
- Wil dat het toestel hem minimaal hindert in werk
- Verhangt het toestel meerder malen tussen outfits
- Rekent op herinnering notificaties als hij het niet aan heeft
- Installeert compagnon app op smartphone
- Bekijkt af en toe resultaten maar is er niet bekommerd om
- Verwacht goede fles wijn als beloning

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Lichte kleeheranger die voldoet aan veiligheidsvoorschriften in fabriek + herinnering notificaties bij niet dragen

© Addestino 2020

23

addestino
INNOVATION DELIVERED

Persona : Niels



Naam : Niels **Leeftijd :** 35 jaar **Beroep :** Vrachtwagen chauffeur
Woonplaats : Zomergem **Modus :** Vrachtwagen **Werkplek :** Benelux, Duistland, Frankrijk

- Woont met vrouw en kinderen in losstaand huis op steenweg
- Is chauffeur voor transportbedrijf in Aalter en is heel de week onder baan
- Laadt in het weekend vrachtwagen op oprit staan
- Is vrijwilliger bij de lokale brandweer
- Spendeert weekends met het gezin, bij de brandweer of in de lokale cafés

Toestel & Omkadering

- Zwarte doos
- Oplaadbaar in vrachtwagen
- Zit niet in weg van sigaret aansteker of gsm lader
- Ligt niet in de weg
- Lampje dat batterij status weergeeft
- Geen opzet of onderhoud werk

Gebruik

- Neemt toestel mee in vrachtwagen omdat moet van werk
- Doet geen extra moeite buiten wat verplicht is
- Verwacht financiële tegemoetkoming bij correcte deelname
- Wil nog steeds kunnen roken & gsm opladen in vrachtwagen
- Weet dat hij waarschijnlijk hoge blootstelling heeft maar verwacht niet dat hier iets gaat aan veranderen
- Is niet geïnteresseerd in resultaten

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Zwarte doos gemakkelijk opbergbaar en oplaadbaar in vrachtwagen

© Addestino 2020

26

addestino
INNOVATION DELIVERED

Arbeider industrie

Transport medewerker

Persona : Sabine

Bediende industrie



Naam : Sabine

Leeftijd : 50 jaar

Beroep : Verantwoordelijke klantendienst

Woonplaats : Kuurne

Modus : Auto

Werkplek : Distributiecentrum Mouscron

- Woont met haar man in rijhuis in Kuurne
- Werkt al heel haar leven in logistiek centrum van de firma en staat dag en nacht paraat
- Heeft haar onregelmatige uren afgestemd met haar man die ook in logistieke sector werkt
- Weet van aanpakken en is graag bezig met het verbeteren van de werking binnen haar team

Toestel & Omkadering

- Draagbare doos met handvat
- Schermpje dat correcte werking aangeeft
- Oplaadbaar via USB (12u batterijduur)
- Handleiding
- Resultaten achteraf opgestuurd via mail

Gebruik

- Neemt toestel plichtbewust overal mee (vb. trip met auto, bezoek kantine...)
- Is ambassadeur in campagne bedrijf
- Motiveert rest van het team om mee te doen
- Verwacht dat IT het toestel komt installeren
- Is zeer kritisch en belt naar IT bij elk probleem
- Wil resultaten gebruiken om situatie team te verbeteren

Positionering

	LAND	DORP	LINT	RAND	STAD
LAND					
DORP					
LINT					
RAND					
STAD					
INDUSTRIE					
BAAN					

Draagbare doos met handvat en scherm + ondersteuning van IT afdeling in bedrijf

ANNEX B: Lijst van spelers onderzocht tijdens de marktanalyse

Leverancier	Locatie	Contactgegevens	Type leverancier	Website URL
Aequal	NZ – Distributeur in FR, UK, DE	Contact formulier +64 9 623 3013	Leverancier draagbare lab sensor	<a href="https://www.aer
oqual.com/">https://www.aer oqual.com/
ENVEA Cairpol	Paris, FR	info@envea.global +33 (0) 1 39 22 38 00	Leverancier draagbare lab sensor	<a href="http://cairpol.co
m/en/home/">http://cairpol.co m/en/home/
Plume labs	Paris, FR	orders@plumelabs.com	Leverancier commerciële sensor	<a href="https://plumelabs
.com/en/flow/">https://plumelabs .com/en/flow/
Atmotube NotAnother One	San Fransisco, US Sint- Petersburg, RU	info@atmotube.com	Leverancier commerciële sensor Product design huis Atmotube	<a href="https://atmotube
.de/">https://atmotube .de/ <a href="https://notanoth
erone.com/">https://notanoth erone.com/
I-Blades	Chigaco, US	hello@i-blades.com	Leverancier commerciële sensor	<a href="https://i-
blades.com/">https://i- blades.com/
GreenIOT – Universiteit Uppsala	Uppsala, SE	edith.ngai@it.uu.se	Onderzoeksinstelling	<a href="http://user.it.uu.s
e/~eding810/Gre
enIoT/">http://user.it.uu.s e/~eding810/Gre enIoT/
Libelium	Zaragoza, ES	Contact formulier +34 976 54 74 92	Leverancier mobiele lab sensor	<a href="https://www.libel
ium.com/">https://www.libel ium.com/
Honeywell	North Carolina, US	Contact formulier	Leverancier industriële sensoren	<a href="https://www.hon
eywell.com/">https://www.hon eywell.com/
Fresh Air Solutions B.V.	Vught, NL	info@fijnstofmeter.com	Distributeur sensoren	<a href="https://www.fijns
tofmeter.com/">https://www.fijns tofmeter.com/
SGX, SensorTech	Corcelles, CH	Contact formulier +41 (0) 32 732 16 70	Leverancier industriële sensoren	<a href="https://www.sgxs
ensortech.com/">https://www.sgxs ensortech.com/
DigiKey	HQ in US - Sateliet in NL	eu.support@digkey.com +31 53 484 9584	Distributeur sensoren	<a href="https://www.digi
key.com/">https://www.digi key.com/
Edimax	HQ in Taiwan – Sateliet in NL	sales@edimax.nl +31-40 250 1200	Leverancier draagbare lab sensor	<a href="https://www.edi
max.com/">https://www.edi max.com/
AirenSenseEU R	EU (?)	Contact formulier	Open platform voor sensor integratie	<a href="https://airsenseur
.org/">https://airsenseur .org/
AlphaSense Air	Essex, UK	sensors@alphasense.com +44 (0) 1376 556 700	Leverancier industriële sensoren	<a href="http://www.alph
asense.com/">http://www.alph asense.com/
City Technology	London, UK (valt onder Honeywell)	Contact formulier	Leverancier industriële sensoren	<a href="https://www.cityt
ech.com/en-gb/">https://www.cityt ech.com/en-gb/
Membrapor	Wallisellen, CH	info@membrapor.ch	Leverancier industriële sensoren	<a href="https://www.me
mbrapor.ch/">https://www.me mbrapor.ch/
Smart Citizen	EU	support@smartcitizen.me	Modulaire sensor kit Doet mee in smart citizen projecten (EU Funded)	<a href="https://smartcitz
en.me/">https://smartcitz en.me/