

Auteurs Dr.ir. M.G.L.C. (Marcel) Loomans [1], Dr.ir. T.A.J. (Twan) van Hooff [1], Dr.ing. A.A.L. (Roberto) Traversari MBA [2]

1. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven
2. TNO, Delft

Onderzoeken naar ventilatie in het kader van infectiepreventie

In Nederland is corona inmiddels iets van het verleden. Alle richtlijnen en beperkingen om besmettingen te voorkomen zijn (nagenoeg) opgeheven [1]. Dat betekent niet dat het virus niet meer onder ons is. Maar we hebben blijkbaar geaccepteerd dat mensen er ziek van worden. Het wordt min of meer als een griep beschouwd. Dit ondanks het feit dat sommige mensen er nog erg ziek van kunnen worden en dat men er ook langdurige klachten aan kan overhouden (long-COVID).

Het feit dat corona niet meer op de agenda staat betekent niet dat er geen aandacht voor is. Wat we hebben geleerd van die periode is dat we eigenlijk nog niet zoveel weten van hoe we met zo een pathogeen om moeten gaan in onze (huidige) gebouwde omgeving. De aandacht voor ventilatie is enorm toegenomen, en dat is een positieve uitkomst. Maar hoe en in welke mate ventilatie bijdraagt, en hoe we dit verder kunnen optimaliseren zijn vraagstukken die nog niet zijn beantwoord.

Om daaraan tegemoet te komen zijn inmiddels verschillende grotere onderzoekstrajecten en programma's gestart in Nederland. Het doel van deze onderzoeken is om kennis op te doen zodat we tijdens een mogelijke nieuwe pandemie beter en meer onderbouwd kunnen handelen. Daarnaast zal het in zijn algemeenheid hopelijk ook bijdragen aan een betere luchtkwaliteit in gebouwen, waarbij we dan ook energetisch beter kunnen optimaliseren.

In dit artikel wordt kort ingegaan op drie projecten/programma's waarin we in wisselende consortia complementair onderzoek uitvoeren:

- MIST (Mitigation Strategies for Airborne Infection Control,
- CLAIRE (Clean Air For Everyone), en
- P3Venti (Programma Pandemische Paraatheid met Ventilatie)

De onderwerpen waar in deze projecten/programma's aandacht voor is betreffen termen als ventilatie effectiviteit, prestatie van luchtreinigers en infectierisico. Maar het interessante aan deze projecten is dat zij multidisciplinair zijn. En dat is iets dat we daarvoor nog niet zo goed op waarde hebben geschat. Die multidisciplinariteit voegt kennis toe vanuit, o.a., de medische hoek, als het gaat om het gedrag van het virus en de infectiviteit, de epidemiologische hoek, als het gaat om risicomodellering, de fysische hoek, als het gaat om het gedrag van aerosolen in de lucht, en de psychologische hoek, als het gaat om de acceptatie van interventies om de luchtkwaliteit te verbeteren. Denk bij die laatste aan de acceptatie van het plaatsen van een luchtreiniger.

Het feit dat deze projecten nu pas starten ligt aan het feit dat er nu eenmaal een traject aan vooraf gaat waarin op basis van voorstellen subsidiegevers keuzes maken in de honorering. Dit gaat vaak in fases en daar gaat uiteindelijk de nodige tijd overheen. Daarom moeten we dit soort projecten niet specifiek als 'corona'-projecten beschouwen, maar als onderzoek dat in de breedte ervoor wil zorgen dat we een gezonder binnenmilieu, in dit geval met een focus op de luchtkwaliteit, kunnen realiseren. Dat is goed voor de gezondheid op de korte én op de lange termijn.

Hierna worden de drie projecten/programma's kort samengevat:



Mitigation Strategies for Airborne Infection Control (MIST)

Dit door NWO Perspectief gefinancierde programma is begin dit jaar echt van start gegaan, na een lange aanloop die al in de eerste helft van 2021 begon. Getrokken door Universiteit Twente (prof.dr. Detlef Lohse) heeft dit project een focus op fundamenteel onderzoek. O.a. het deeltjesgedrag, maar ook ventilatieoplossingen die afwijken van de standaard zullen worden onderzocht, lokaal en op ruimteniveau en in combinatie met luchtreiniging. Daarnaast wordt ook ingezoomd op het fysische gedrag van aerosolen, de infectiviteit van virusdeeltjes en hoe aerosolen hieraan bijdragen. Echter, naast fundamenteel onderzoek zijn ook vele marktpartijen bij het project betrokken, van fabrikanten/leveranciers van luchtreinigers tot eindgebruikers van gebouwen en transport. Daarom zullen ook use cases worden onderzocht en hopen we aan het eind van het project meer onderbouwde richtlijnen te kunnen geven ten aanzien van ventilatie voor die cases. Dat komt tegemoet aan het grijze gebied waarin we moesten opereren aan het begin van corona toen adviezen voor de gebouwinstallaties werden gegeven op basis van expertise en 'educated guesses'. Zie daarvoor onder andere de FAQs van TVVL uit die tijd [2] of [3]. Echter, we hopen ook dat met de kennis die wordt opgedaan onze gebouwen beter bestand zullen zijn tegen een dergelijke situatie en gewoon open kunnen blijven. We hebben geleerd dat we lockdowns, zeker van scholen, zoveel mogelijk moeten zien te voorkomen in de toekomst.



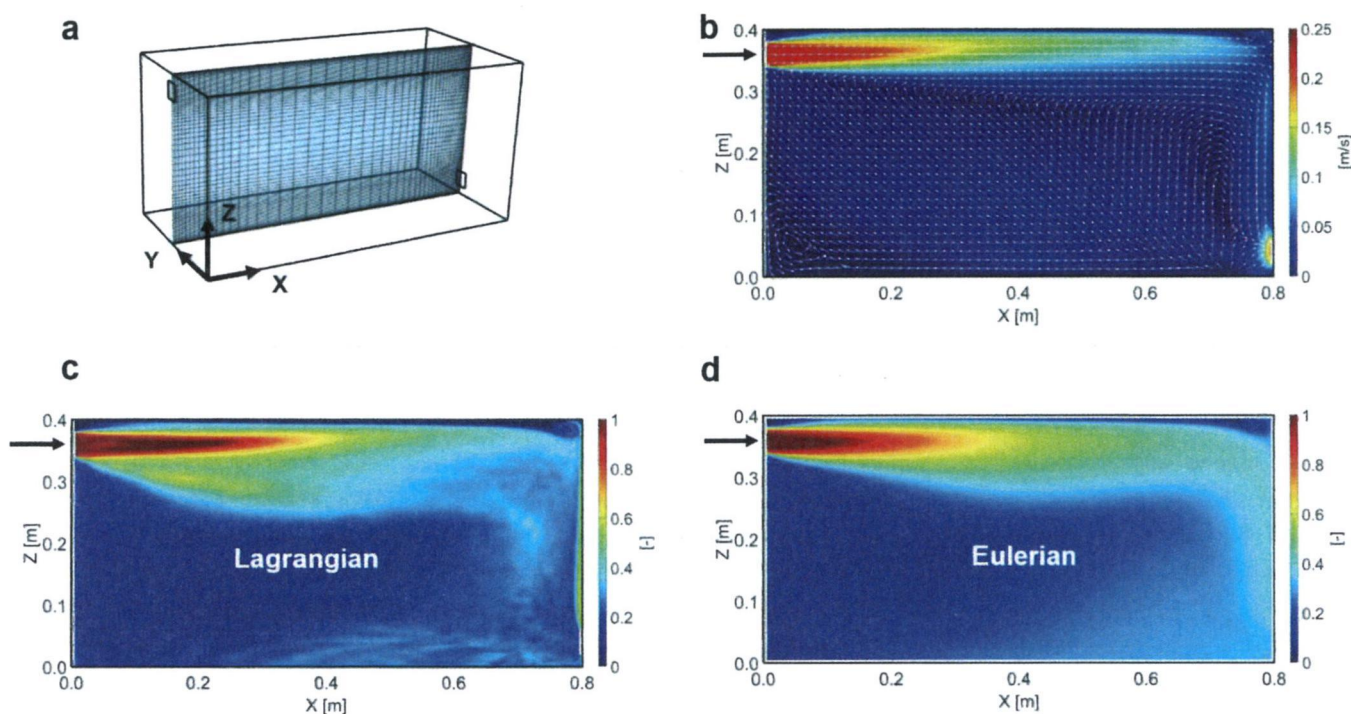
CLAIRE (Clean Air for Everyone)

Die scholen zijn het centrale punt van aandacht in dit vanuit TKI Health-Holland gefinancierde project CLAIRE. Hoewel er terzijde ook aandacht is voor de huisvesting voor de langdurige zorg. Dit project is in de tweede helft van het vorige jaar van start gegaan en wordt geleid door de Universiteit Utrecht (prof.dr.ir. Lidwien Smit). Het centrale thema binnen het project is interventie en de werkzaamheid en de acceptatie daarvan. Bij interventies moet gedacht worden aan aanpassingen op het niveau van het ventilatiesysteem, bijv. meer ventilatie of anders ontworpen. Maar met name is er ook aandacht voor luchtreinigers, als toevoeging op een bestaand ventilatiesysteem. Dat laatste betreft de effectiviteit van zulke reinigers bij het reduceren van de blootstelling aan aerogene pathogenen. Dit wordt onderzocht op het niveau van de effectiviteit van een systeem in het reduceren van het aantal aerosolen en de concentratie van biologische agentia in de lucht, waaronder bacteriën, schimmels en virussen. Maar ook in het gevolg, i.e. de afwezigheid (ziekte)cijfers in klassen waarbij wel of geen luchtreiniging gebruikt wordt. Daarnaast proberen we te achterhalen hoe dergelijke interventies worden gewaardeerd vanuit de gebruikers, en als we pathogenen willen meten, waar we dat het beste kunnen doen.

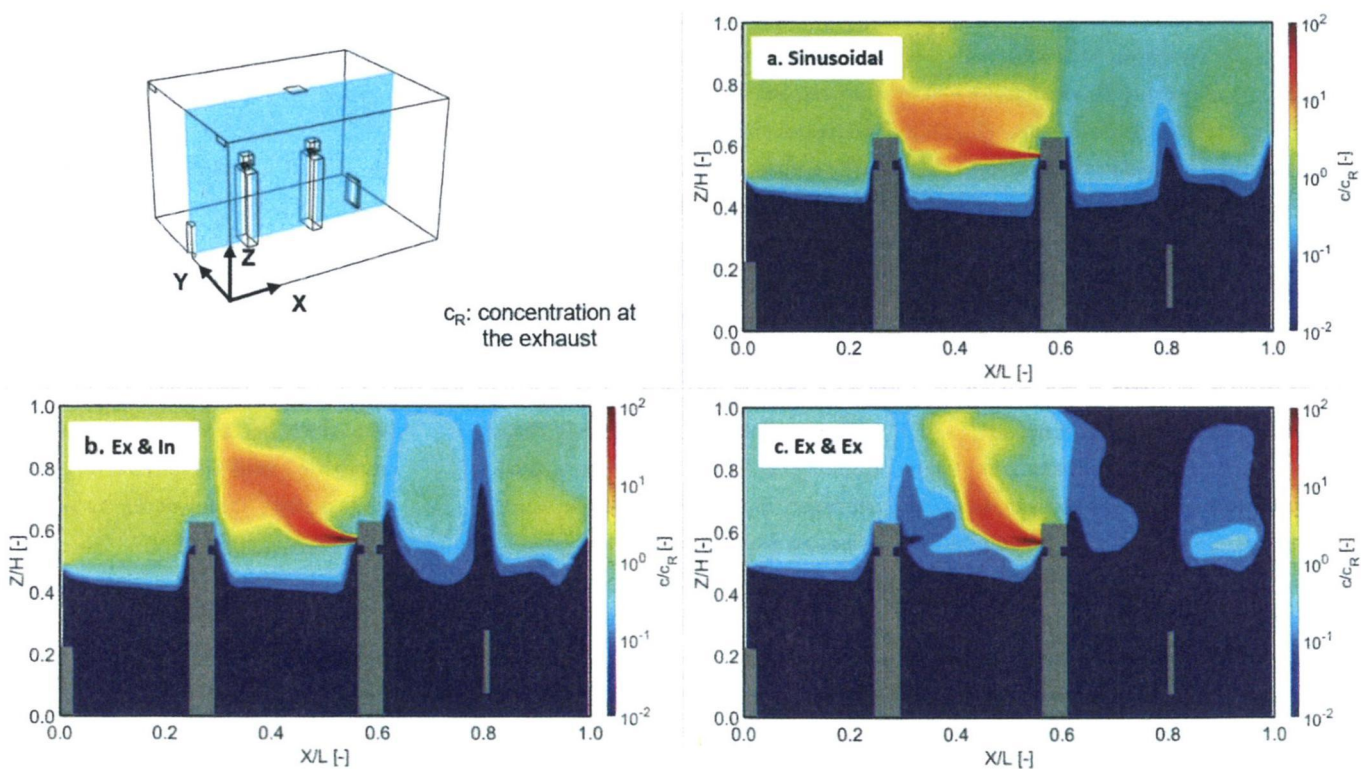


P3Venti (Programma Pandemische Paraatheid door Ventilatie)

Naast de gebruiker is natuurlijk ook de overheid geïnteresseerd hoe zij via beleid ervoor kan zorgen dat ventilatie en interventiemogelijkheden goed zijn georganiseerd zodat lockdowns bij een toekomstige pandemie, en die zal zeker weer een keer optreden, kunnen worden voorkomen. De proportionaliteit van maatregelen en kosten moeten hierbij in ogenschouw worden genomen. Dit soort onderwerpen worden in het project P3Venti behandeld. Dit programma wordt gefinancierd vanuit het ministerie van VWS en wordt geleid door TNO (ir. Lisette Reub [programmamanagement] en dr.ing. Roberto Traversari MBA [scientific leader]). Gezien het dramatische verloop van de pandemie in de huisvesting voor de langdurige zorg, zeker in het begin van de pandemie, is de focus binnen dit project met name op die toepassing gericht. Maar uiteindelijk is het hoofddoel ook hier om kennis te vergaren die in dit geval vertaald kan worden in direct bruikbare oplossingen. Voor alle projecten worden websites voorbereid, maar die van P3Venti is de enige die op dit moment al in de lucht is: <https://www.p3venti.nl/>



Figuur 1: Verdeling van de luchtsnelheid en de deeltjesconcentratie (PM10) in het middenvlak van de gesimuleerde ruimte. (a) Geometrie en rooster. (b) Snelheid en snelheidsvector. (c-d) Deeltjesconcentratie zonder dimensie: (c) Lagrangiaanse modelbenadering; (d) Euleriaanse modelbenadering (driftfluxmodel). [4]



Figuur 2: Verdeling van de dimensieloze concentratie van PM1 ($dp = 1 \mu m$) in het verticale middenvlak van de ruimte met verdringsventilatie. (a) Tijdgemiddelde resultaten van de sinusvormige ademhalingscyclus. (b) Uitademing met constante snelheid voor de bronpersoon en inademing met constante snelheid voor de ontvanger. (c) Zowel uitademing bij constante snelheid voor bronpersoon als ontvanger. [4]

Voor alle projecten geldt dat metingen, bij voorkeur in werkelijke situaties, en stromingssimulaties (Computational Fluid Dynamics [CFD]) een belangrijke rol spelen. Dit omdat we niet meer kunnen en willen uitgaan van een ruimte waarin de toegevoegde lucht theoretisch optimaal gemixt wordt verondersteld. We weten dat dit een incorrecte en te eenvoudige aanname is, zeker bij aerogene pathogenen, waarbij er een lokale bron in de ruimte is. Combineren we dit met een lokaal geplaatste luchtreiniger dan neemt de complexiteit verder toe. Gezien het aantal parameters dat de ventilatie effectiviteit beïnvloedt nemen we in de analyse ook nieuwe ontwikkelingen op simulatiegebied mee. Daarmee proberen we uit een beperkt aantal simulaties zoveel mogelijk informatie te halen, of juist door vereenvoudiging meer varianten te kunnen simuleren.

Een voorbeeld van een resultaat van een dergelijke vereenvoudiging (uit het P3Venti project) is het modelleren van deeltjes volgens de Euler methode (als een zogenaamde scalaire grootheid, maar met het effect van de zwaartekracht daarin verdisconteerd – drift flux model genaamd) in plaats van de Lagrangiaanse methode (waarin de deeltjes afzonderlijk worden gemodelleerd) (zie Figuur 1), of het ademen van een geïnfecteerd persoon in een ruimte (volgens een sinus, of stationair) (zie Figuur 2).

Verder zien we ook in alle projecten/programma's de intentie om beter inzicht te krijgen in de relatie tussen aerosolverbreiding en infectierisico. Hier is het de intentie om de risicomodellering verder te ontwikkelen vanaf de tot nu toe vaak toegepaste Wells-Riley aanpak of aanverwante ontwikkelingen daarin.

In alle gevallen geldt dat het belangrijk is dat er op hoofdlijnen uitwisseling van informatie tussen de projecten/programma's plaats vindt en dat is zeker ook de bedoeling. Het is jammer dat we een coronapandemie nodig hadden om het belang van een goede luchtkwaliteit, en maatregelen om infecties te voorkomen, voor het voetlicht te krijgen. Met de genoemde projecten/programma's, en natuurlijk ook al het onderzoek dat wereldwijd op dit terrein wordt uitgevoerd, hopen we dat we straks veel beter voorbereid zijn, en daarmee in staat om een pandemie beter het hoofd te bieden. Een investering die de moeite waard is en die straks ook voor de installatiewereld mogelijkheden biedt om met verdere innovaties te komen.

Afsluitend

In dit overzicht ontbreekt nog een project waarbij de auteurs niet betrokken zijn, het project "Predicting, measuring and quantifying airborne virus transmission" onder het **PDPC (Pandemic And Disaster Preparedness Centre);** <https://convergence.nl/pandemic-disaster-preparedness/frontrunner-projects/predicting-measuring-and-quantifying-airborne-virus-transmissionclimate-change-and-vectorborne-virus-outbreaks-2/>). Hier geldt dat een aantal andere betrokkenen binnen de genoemde projecten/programma's wel bij het PDPC aangesloten zijn. Dus ook hier bestaan verbanden.

We zijn de subsidiegevers zoals genoemd in het artikel zeer erkentelijk voor het mogelijk maken van de genoemde onderzoeken. Daarnaast spreken we onze grote waardering uit naar alle partijen die middels (in-kind) bijdragen aan het MIST en CLAIRE project deze projecten mogelijk hebben gemaakt.

Referenties

1. <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19> (laatst bezocht 4 april 2023)
2. <https://tvvlconnect.nl/faq> (laatst bezocht 4 april 2023)
3. Morawska, L., et al. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environment International*, 142, [105832]. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>
4. Kang, L., Loomans, M., van Hooff, T., 2023. Assessment of numerical approaches for the prediction of airborne transmission of human respiratory particles in an indoor environment, conferentie paper: Healthy Buildings Asia 2023. Tianjin, China. (geaccepteerd).