

Ventilatie en ander maatregelen op basis van een locatiespecifieke risico analyse

Wouter van den Bos, Lorenzo Botto, Fulvio Scarano, David Engler Faleiros TU Delft

Uiteindelijk zijn vaccins en medicijnen de beste remedie tegen een nieuwe uitbraak van het COVID virus of tegen een eventueel nieuw opkomend virus, maar als, zoals in het geval van COVID-19, dit bij uitbraak nog niet beschikbaar is, kunnen alleen maatregelen die infectierisico beperken zoals ventilatie, mondkapjes, beperking menselijke interactie, afstand houden etc, de verspreiding van een virus inperken.

Bij de start van de huidige pandemie was er weinig bekend over de impact en effectiviteit van verschillende maatregelen en dat betekende dat de regering beslissingen moest nemen zonder de gevolgen goed in te kunnen schatten.

Inmiddels is er in de wetenschappelijke wereld veel onderzoek verricht op het gebied van het verspreiden van droplets en aerosolen die virusdeeltjes bevatten en hoe deze zich op luchtstromen door de ruimte bewegen. Hieruit blijkt dat zowel de kans op infectie afhankelijk is van de locatie en ook de mogelijkheden tot het verminderen van het risico overall anders is. Ook is aangetoond dat de CO2 en de aerosolen uit adem op dezelfde manier door de ruimte bewegen. Het meten van een hoog CO2 gehalte is daarom een aanwijzing dat de ventilatie niet optimaal is en dat de kans op infectie door ophoping van aerosolen groter is. Computer simulatiemodellen kunnen de verspreiding van aerosolen door de ruimte goed voorspellen en kunnen ingezet worden om de infectierisico's in verschillende locaties in kaart te brengen. In dit position paper wordt ingegaan op 2 typen simulatie.

Om betere beslissingen te kunnen maken moet naast het infectierisico ook het gevolg van infectie worden meegenomen. De persoonlijke gevolgen van infectie voor ouderen of zieken of de maatschappelijke gevolgen voor cruciale infrastructuur als ziekenhuizen zijn immers groot en bij gelijk risiconiveau zou gebruik van een risicomatrix kunnen helpen bij het bepalen van de te nemen maatregelen. Bij een bepaald geaccepteerd risico (in de voorbeeld tabel hieronder afgebeeld als een getal van 1 tot 11) betekent een groter gevolg van infectie, een lagere toelaatbare kans op infectie en meer te nemen maatregelen.

	Kans op infectie					
	Klein			Groot		
Gevolg infectie Groot ---- Klein	1	2	3	4	5	6
	2	3	4	5	6	7
	3	4	5	6	7	8
	4	5	6	7	8	9
	5	6	7	8	9	10
	6	7	8	9	10	11

Voorbeeld Riscicomatrix

Dit betekent dan dat de geaccepteerde kans op infectie bij heel hoog gevolg locaties als een operatieruimte veel kleiner moet zijn dan elders. Naast mondkapjes voor het operatiepersoneel zal ook de luchtcirculatie zodanig ingericht moeten worden dat aerosolen zich niet kunnen verspreiden en direct afgezogen worden.

Met deze benadering kunnen maatregelen afgestemd worden op de locatie zodat het risico van een virusuitbraak geminimaliseerd wordt, terwijl de gevolgen van de maatregelen zo beperkt mogelijk zijn.

InfectieRisico berekening: Verspreiding van aerosolen in een 3D omgeving (TU Delft COVID App)

Tijdens de COVID pandemie hebben wij als TU Delft team een simulatietool ontwikkeld die het infectierisico voor COVID-19 kan bepalen, waarbij de focus ligt op de verspreiding van aerosolen direct rondom een geïnfecteerde patient.

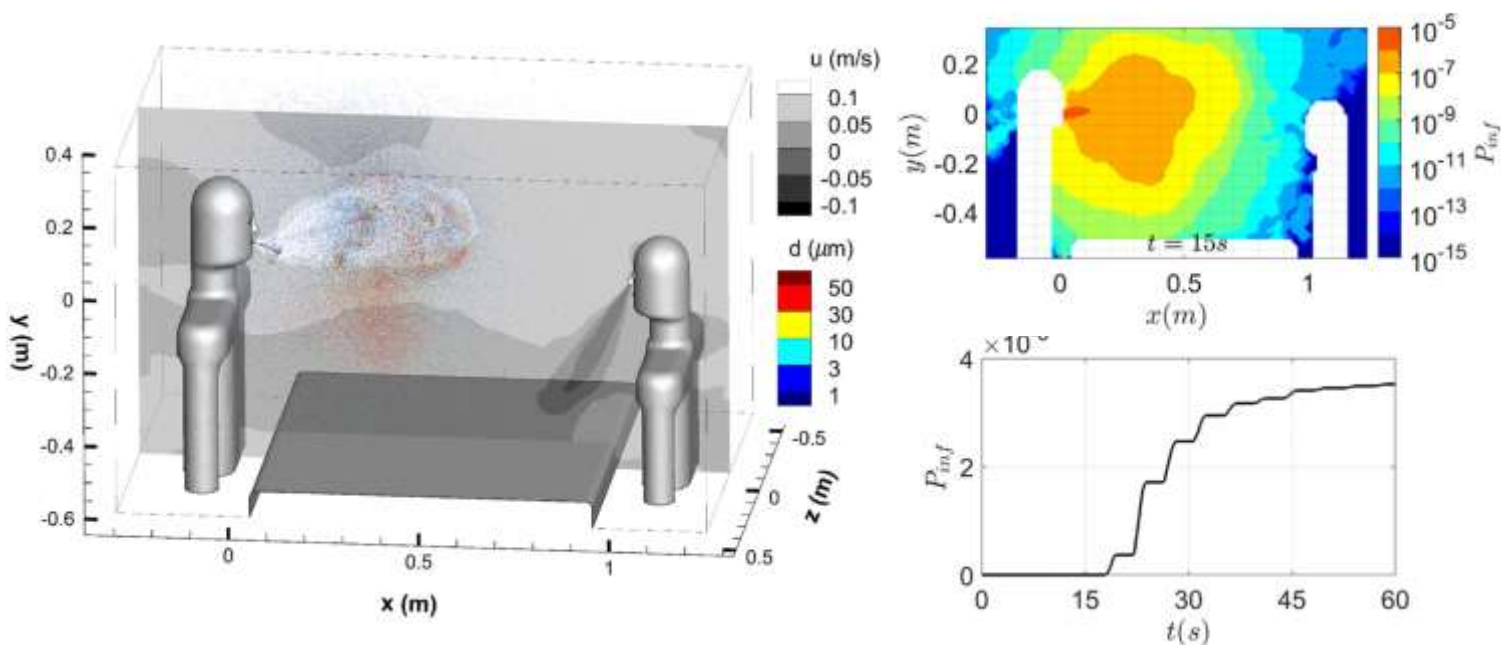
De complexe fysica van wat er gebeurt bij praten, ademen, hoesten of kuchen wordt aangeboden als standaard bouwblok binnen een CFD (Computation Fluid Dynamics) simulatieprogramma en beschikbaar gesteld als app.

Alle belangrijke parameters zoals longinhoud, in en uitadem snelheid en de resulterende luchtstromingen zijn gevalideerd met fysieke labtests. Voor het aantal droplets in de uitgeademde lucht, de verdeling van de grootte van de droplets, het aantal virusdeeltjes per droplet en de verspreiding hiervan in deze droplets of druppels zijn gebaseerd op de meest recente gepubliceerde resultaten in internationale tijdschriften. De app is nu ge-ent op het oorspronkelijke COVID-19 virus maar specifieke eigenschappen kunnen in het model worden aangepast aan een andere variant of zelfs aan een compleet andere infectieziekte.

Met het model kan in een gemodelleerde ruimte (klaslokaal, trein, aula, ...) het gedrag (niezen, kuchen, ademen, etc.) van een geïnfecteerd persoon gesimuleerd worden. De verspreiding van de grote droplets en aerosolen in elke ruimte wordt inzichtelijk gemaakt en de invloed van maatregelen als het raam open houden, airconditioning aan zetten etc. op de verspreiding van de wolk aerosolen, de aantal virusdeeltjes op contactoppervlakken en het infectie risico kan worden bepaald.

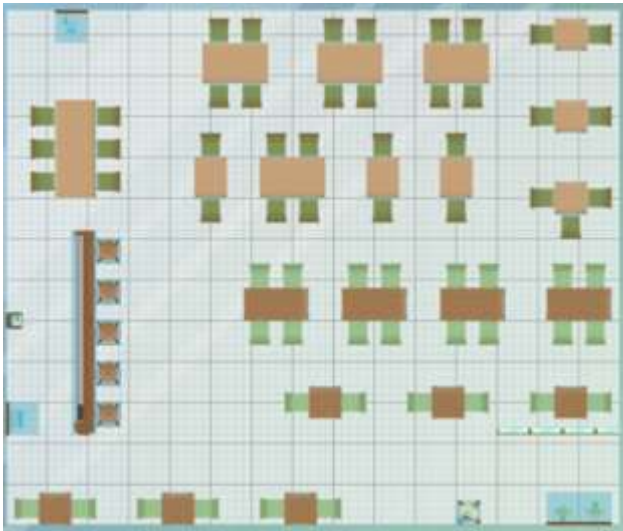
De figuur links laat de CFD simulatie met de aerosolen en de luchtsnelheden zien, de plaatjes rechts geven het resulterende infectie risico weer in de ruimte (boven) en in de tijd (onder) van de persoon aan de andere kant van de tafel.

Voor meer informatie over de TU Delft COVID-App zie <https://sdcverifier.com/software/tu-delft-covid-app/>



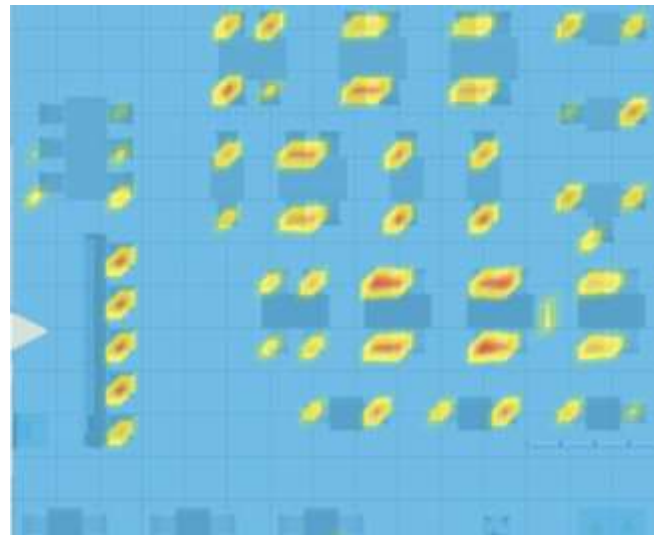
SamenSlimOpen tool 2D simulatie inclusief verplaatsing van personen

De samenslimopen tool maakt gebruik van de plattegrond van een locatie inclusief tafels stoelen en personen. De bewegingen van de voetgangers worden voorspeld met het NOMAD-model van de TU-Delft en aan de hand van openingstijden, het bezoekschema, gebruikte maatregelen zoals montkapjes, ventilatie en het schoonmaken van het meubilair wordt de blootstelling aan aerosolen en het risico van besmet contact oppervlak berekend voor alle bezoekers van de locatie. Het epidemiologische model QVEmod van de Universiteit van Wageningen bepaald de kans op infectie voor de verschillende aanwezigen, zie onderstaand plaatje ter verduidelijking:



Bovenaanzicht locatie

Zie ook <https://www.samenslimopen.nl/de-tool/>



Risico per locatie

Omdat de luchtbewegingen in dit model sterk zijn vereenvoudigd zijn, is de rekentijd beperkt en kunnen ook uitgebreide menigten in grote (open) ruimtes gesimuleerd worden.

De focus van beide computermodellen is anders. Het CFD model gaat diep in op de luchtverplaatsingen maar is door de nauwkeurigheid niet snel genoeg voor bewegingen van personen en lange tijdsimulaties. Het samenslimopen model legt de nadruk op de bewegingen van mensen in de ruimte en de invloed daarvan op het infectierisico maar neemt luchtbewegingen niet specifiek mee.

Er wordt nu gewerkt aan samenvoeging van beide modellen. Dit moet leiden tot een simulatieomgeving met beperkte rekentijd die zowel verplaatsingen van personen als ook de verplaatsing van de lucht en de aerosolen nauwkeurig genoeg kan berekenen. Aanpassingen aan het type virus kunnen direct meegenomen worden en risico's voor allerlei locaties kunnen dan opnieuw worden berekend.

Met een database van typische locaties voor verschillende functies (winkels, restaurants, discotheken, scholen etc.) kan het risico voor een virusvariant bij verschillende te nemen maatregelen direct doorgerekend worden zodat gerichte maatregelen genomen kunnen worden.