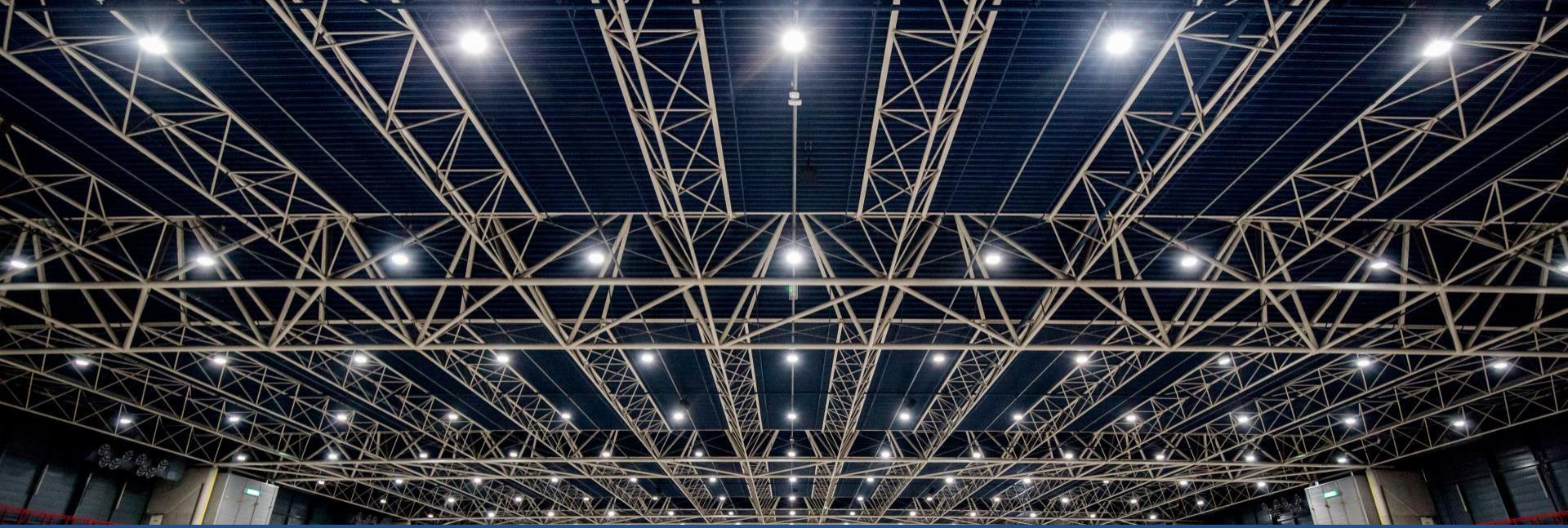


FACTSHEET VENTILATIE FIELDLAB EVENT - EventSummit Jaarbeurs - Hal 9

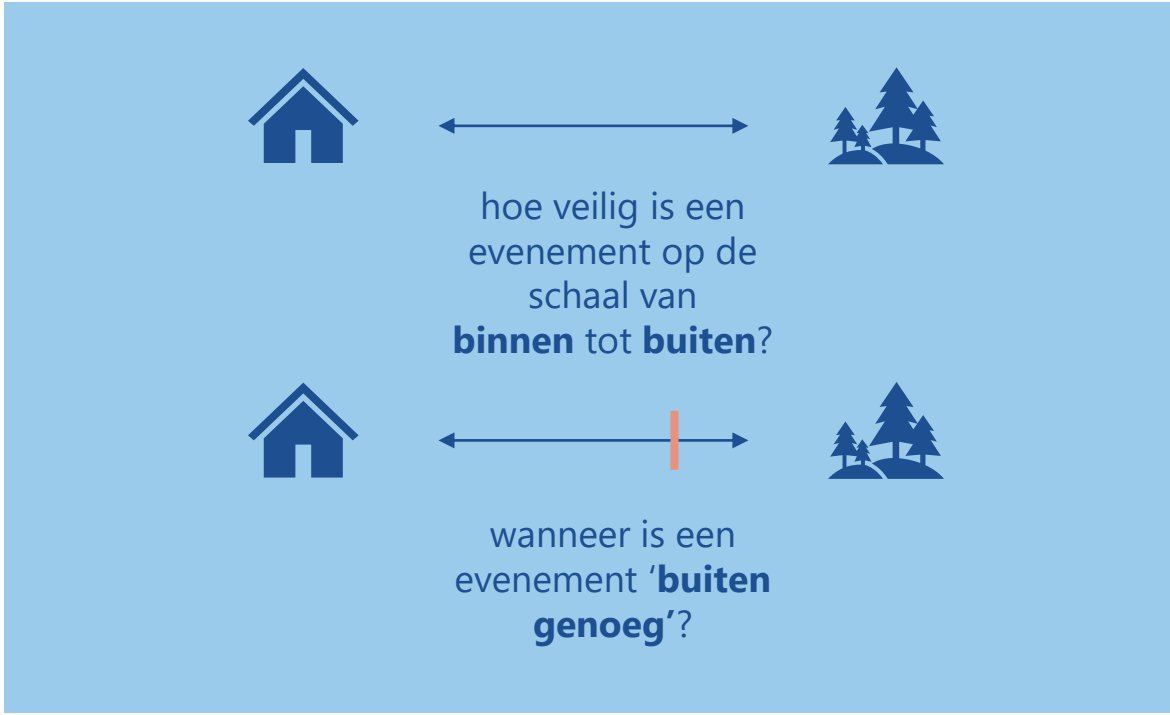
ir. Tim Beuker, Harm van Dijk, dr. ir. Atze Boerstra
Contactinformatie: 088 222 94949, tb-bba@binnenmilieu.nl

bba binnenmilieu
building health & comfort

1.1 Introductie

Als het gaat om de relatie tussen COVID-19 en ventilatie wordt vaak verwezen naar het verschil tussen het aantal besmettingen dat herleid kan worden naar binnen situaties versus buitensituaties. Hoe 'buiten' moet de ventilatie van een evenement zijn om de kans op besmettingen tot een minimum te beperken?

Tijdens de Fieldlab experimenten heeft bba binnenmilieu onderzoek gedaan naar de relatie tussen ventilatie / luchtkwaliteit enerzijds en de kans op overdracht van het coronavirus via de lucht over afstanden groter dan 1,5m (via de zogenaamde 'aerosolroute') anderzijds. In een voortraject is hiervoor een Ventilatierichtlijn Evenementen (zie bijlage A) opgesteld. In de richtlijn is de relatie tussen ventilatie en de kans op overdracht van het coronavirus onderzocht en is een voorstel gedaan voor een minimum ventilatie-eis (grens die hoort bij 'buiten genoeg'). Verder zijn in de richtlijn bepalingsmethodes gegeven om voorafgaand en tijdens een evenement te bepalen of er voldaan wordt aan de ventilatie-eis. Tijdens de pilot evenementen is de methode uit de richtlijn toegepast en is aan de hand daarvan bekeken of een evenement 'buiten genoeg' is.



1.2 Doel onderzoek

Het onderzoek had tot doel om de volgende vragen te beantwoorden:

1. Werd er **voorafgaand** aan het Fieldlab event op 21 mei 2021 in Hal 9 in de Jaarbeurs te Utrecht voldaan aan de verse luchttoevoer eis uit de Ventilatierichtlijn Evenementen (zie bijlage A)?

2. Welke **lessen** zijn er verder te trekken t.a.v. de aspecten ventilatie en luchtkwaliteit tijdens grote events? En welke implicaties heeft dit voor de richtlijn (zie bijlage A)?

Opmerking 1: ten aanzien van vraag 1 is voorafgaand aan het event bekeken wat de ventilatiecapaciteit zou zijn met de voor het event geplande instellingen.
Opmerking 2: in dit rapport wordt niet ingegaan op de onderbouwing van de ventilatie-eis of de rol van ventilatie / luchtkwaliteit bij de verspreiding van het coronavirus. Zie voor een uitgebreide toelichting hierop de Ventilatierichtlijn Evenementen en het bijbehorende Achtergronddocument (opvraagbaar bij Fieldlab Evenementen of bba binnenmilieu).

1.3 Methode

Het onderzoek bestond uit 3 stappen:

a. **Analyse gebouwdocumentatie**. Hierbij zijn principeschema's en installatietechnische tekeningen geanalyseerd om relevante gegevens van het ventilatiesysteem te verzamelen. Hierbij is de (opgegeven) ventilatiecapaciteit bepaald en is bekeken of er gebruik gemaakt wordt van recirculatie.

b. **Inspectie vooraf op locatie.** Hierbij is de situatie ter plekke in kaart gebracht, is onderzocht wat de instellingen van het ventilatiesysteem waren en is ter plekke onderzocht hoeveel verse lucht er daadwerkelijk door het toevoerkanaal stroomt.

c. **Analyse data**. De resultaten van het onderzoek zijn vergeleken met de grenswaarden uit de Ventilatierichtlijn Evenementen. Met de verzamelde data is de ventilatie in de zaal berekend.



2. Uitkomst inspectie ventilatiesysteem

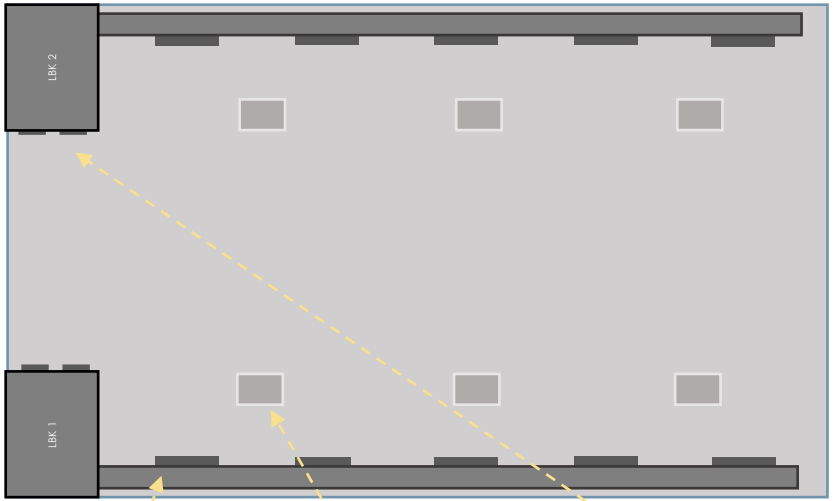
2.1 Omschrijving ventilatiesysteem

EventSummit was gepland in hal 9 van de Jaarbeurs in Utrecht. Deze hal wordt geventileerd door twee luchtbehandelingskasten (LBK's) die voorzien zijn van een recirculatieklep. De LBK's zijn verbonden met luchtkanalen die aan beide zijdes van de hal lopen, zie figuur 1. Op de luchtkanalen zijn nozzles gemonteerd die de toevoerlucht in de ruimte blazen, zie figuur 2. De verontreinigde lucht wordt bij de luchtbehandelingskasten afgezogen, zie figuur 3.

Zowel LBK 1 als LBK 2 hebben een maximaal opgegeven ventilatiecapaciteit van 55.000 m^3/uur wat op halniveau zorgt voor een maximale ventilatiecapaciteit **van 110.000 m^3/uur**.

Voor wat betreft de doorspoeling van de ruimte: de lucht wordt hoog in de ruimte toegevoerd over de hele lengte van de ruimte en aan beide zijdes. Verder heeft iedere set nozzles twee standen om bij zowel koeling als verwarming te zorgen dat de ingeblazen lucht ook lager in de ruimte voor doorspoeling zorgt. Dit alles zorgt ervoor dat bba een goede doorspoeling van de ruimte verwacht.

In het dak zitten 6 luiken die open gestuurd kunnen worden voor extra (natuurlijke) ventilatie. Deze luiken zijn in de beoordeling buiten beschouwing gelaten.



Figuur 1: plattegrond hal 9 met ventilatievoorzieningen



Figuur 2: toevoerkanaal vanuit LBK 2 met inblaasnozzles



Figuur 3: aanzuigrooster afzuiging

2.2 Instellingen ventilatiesysteem

Voorafgaand aan het pilot event is onderzocht op welke stand het ventilatiesysteem zou worden ingesteld voor het pilot event.
Bij deze controle op 18 mei bleek dat beide LBK's waren ingesteld op 90% van hun maximum capaciteit maar dat daarbij gebruik gemaakt werd van 50% recirculatie (er werd 50% verse buitenlucht aangevoerd en 50% lucht uit de ruimte gerecirculeerd). Bij deze instellingen gold een toevoerdruk van 75 Pa.

Idealiter wordt er geen gebruik gemaakt van recirculatie tijdens een (Fieldlab) evenement maar voor dit event is een uitzondering gemaakt omdat de LBK's geen andere vorm van warmteterugwinning hadden. Om te voorkomen dat de recirculatie de kans op virusoverdracht vergroot, is het wel belangrijk dat er minimaal 24 m^3/uur/pp verse lucht toegevoerd wordt tijdens het event (zie bijlage A).

Beide LBK's zijn ontworpen op een maximaal debiet van 15,28 m^3/s wat overeenkomt met een debiet van 55.000 m^3/uur. In tabel 1 is berekend hoeveel verse luchttoevoer beschikbaar was met de hierboven genoemde instellingen. In dit geval geldt dat er bij de geplande instellingen 24.750 m^3/uur per LBK dus **57.500 m^3/uur verse luchttoevoer** beschikbaar zou zijn met de geplande instellingen.

Tabel 1: Instellingen LBK 1 & 2

Instellingen per LBK	Ventilatiecapaciteit
Ingesteld debiet (90%)	49.500 m^3/uur
Verse lucht toevoer (50%)	**24.750 m^3/uur**
Recirculatie lucht toevoer (50%)	24.750 m^3/uur



Figuur 4: Specificaties LBK 1



Figuur 5: Luchtbehandelingskast 1

3.3. Resultaten debietmetingen

Om te bepalen of de opgegeven ventilatiehoeveelheid overeen kwam met de ventilatiehoeveelheid in de praktijk, heeft bba op 18 mei controlemetingen uitgevoerd. De debietmetingen zijn uitgevoerd met een TSI 9565 volgens de gelijke oppervlaktemethode op meetpunten A & B (zie figuur 6).
Hierbij is de gemiddelde luchtsnelheid over de doorsnede van het luchtkanaal gemeten aan de hand van, in dit geval, 30 punten. Tijdens de debietmeting was het ventilatiesysteem ingesteld op de stand zoals hiervoor beschreven: 50% buitenlucht en 50% recirculatie bij een totale ventilatorstand van 90%. Bij deze standen wordt per LBK een debiet van 49.500 m^3/uur geventileerd (waarvan 50% recirculatielucht is).

Op punt A is voor LBK 1 een debiet van 50.700 m^3/uur gemeten, 2,5% hoger dan het ingestelde debiet (zie tabel 2).
Op punt B is voor LBK 2 een debiet van 45.000 m^3/uur gemeten, 9% lager dan het ingestelde debiet (zie tabel 3).

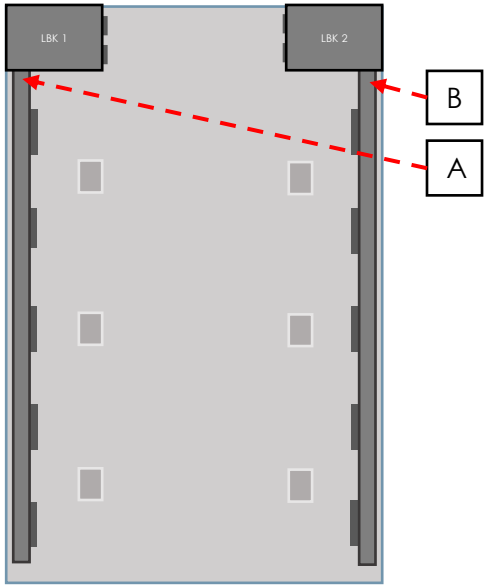
In totaal wordt er bij de beschreven instellingen **95.700 m^3/uur** lucht geventileerd (50.700 + 45.000). De LBK's draaien op 50% recirculatie en 50% verse lucht. Er wordt dus ≈**48.000 m^3/uur verse lucht toegevoerd.** In de verdere rapportage wordt uitgegaan van 48.000 m^3/uur verse lucht.

Tabel 2: Ingestelde toevoerlucht LBK 1 versus gemeten luchtdebiet in het toevoerkanaal

LBK 1	Ventilatiecapaciteit
Ingesteld debiet (90%)	49.500 m^3/uur
Gemiddeld gemeten luchtsnelheid	7,05 m/s
Gemeten druk	33 Pa
Gemeten debiet	50.700 m^3/uur
Verschil werkelijke luchttoevoer en ingestelde waarde	**+2,5%**

Tabel 3: Ingestelde toevoerlucht LBK 2 versus gemeten luchtdebiet in het toevoerkanaal

LBK 2	Ventilatiecapaciteit
Ingesteld debiet (90%)	49.500 m^3/uur
Gemiddeld gemeten luchtsnelheid	6,25 m/s
Gemeten druk	46,5 Pa
Gemeten debiet	45.000 m^3/uur
Verschil werkelijke luchttoevoer en ingestelde waarde	**-9%**



Figuur 6: Meetpunten voor debietmetingen in kanaal 1 en kanaal 2

3.
Beoordeling ventilatiecapaciteit

3.1 Vergelijking met Ventilatierichtlijn

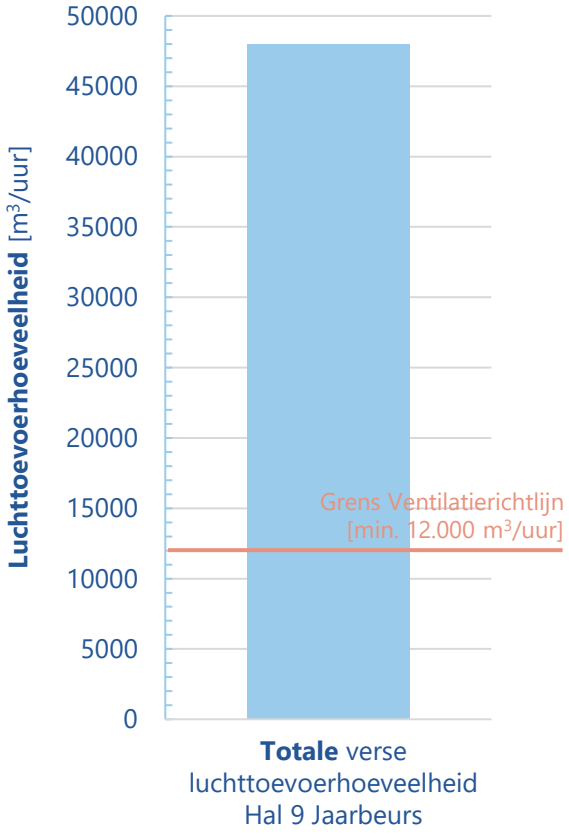
Op basis van de totaal beschikbare ventilatiecapaciteit is vooraf ingeschat wat de hoeveelheid verse luchttoevoer per persoon zou zijn tijdens het pilot event. Hierbij is uitgegaan van een bezetting van 2.000 personen (bezoekers & organisatie).

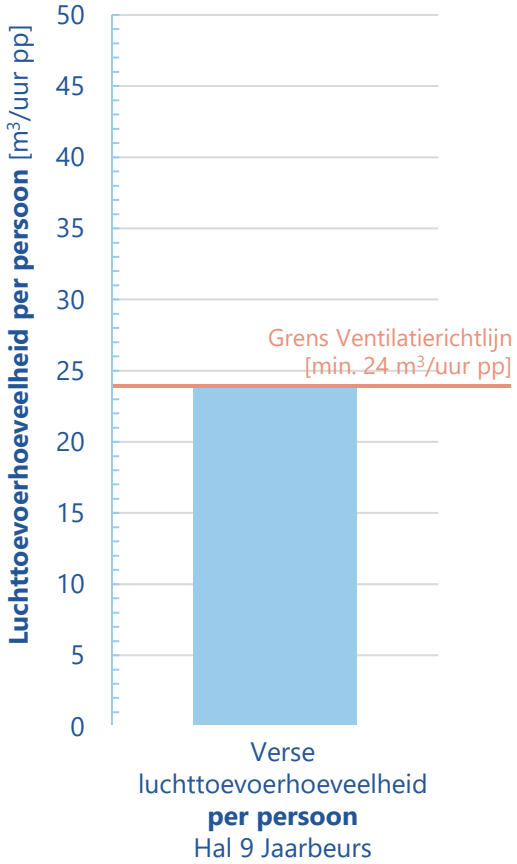
Zoals te zien is in tabel 4, is er op basis van de gemeten luchttoevoerhoeveelheid 48.000 m^3/uur verse luchttoevoer beschikbaar. Hiermee wordt voldaan aan de minimumeis uit de Ventilatierichtlijn voor tenminste 12.000 m^3/uur.

Vervolgens is bekeken of er ook aan de eis voor tenminste 24 m^3/uur per persoon verse luchttoevoer werd voldaan. Tabel 4 laat zien dat er in Hal 9 van de Jaarbeurs **24 m^3/uur per persoon** ventilatie beschikbaar zou zijn tijdens de EventSummit.

Tabel 4: schatting verse luchttoevoer per persoon voorafgaand aan EventSummit

Verse luchttoevoer	Aantal aanwezigen	Luchtoevoer per persoon
48.000 m^3/uur	2.000	24 m^3/uur/pp





3.2 CO_2-evenwichtsconcentratie

Het is mogelijk om met metingen van de CO_2-concentratie in een ruimte in realtime in de gaten te houden of er voldoende ventilatie is tijdens een evenement. Met het oog op toekomstige evenementen wordt hier daarom de CO_2-evenwichtsconcentratie gegeven. Hiermee kan de Jaarbeurs tijdens toekomstige evenementen met **maximaal 2.000 personen** zelf met CO_2-metingen controleren of er voldoende ventilatie is in Hal 9.

Bij CO_2-monitoring tijdens een evenement wordt gewerkt met de CO_2-evenwichtsconcentratie. Dit is de CO_2-concentratie waarbij de aanwezigen net zoveel CO_2 genereren als er wordt afgevoerd via het ventilatiesysteem. O.b.v. het aantal aanwezigen kan dan teruggerekend worden hoeveel ventilatie er is.

Op basis van de standaard massabalans formule uit o.a. NEN-EN 16798-2 is uit te rekenen wat de CO_2 evenwichtsconcentratie is:

$$C_{\text{binnen, steady state}} = \frac{G \times 10^6}{(Q/3{,}6)} + C_{\text{buiten}}$$

Hierbij staat G voor de gemiddelde CO_2-productie per individu (in l/s pp); Q staat voor de verse luchttoevoer per persoon (in m^3/uur) en C(buiten) staat voor de CO_2-achtergrondconcentratie in de buitenlucht.

Gaan we uit van de inputparameters zoals vermeld op de vorige bladzijde en tabel 5, dan komen we bij een beurs met 2.000 personen op een **theoretische CO_2-evenwichtsconcentratie van 1177 ppm** in Hal 9.

Zo lang de CO_2-concentratie bij toekomstige beurzen in Hal 9 gelijk aan of lager is aan 1200 ppm, dan is er sprake van voldoende ventilatie voor het aantal aanwezigen. Wanneer er een evenement is waarbij personen zitten, dan mag de CO_2-concentratie niet boven de 1000 ppm komen.

Tabel 5: Uitgangspunten t.b.v. CO_2-evenwichts-concentratie berekeningen. Zie het Achtergronddocument Ventilatierichtlijn Evenementen voor een toelichting en onderbouwing van deze uitgangspunten.

Aspect	Aanname
Metabolisme staand persoon	1,5 met
CO_2-productie staand persoon	0,005 l/s pp
CO_2-concentratie buiten	420 ppm

4.
Overall conclusies & aanbevelingen

1

Werd er **voorafgaand** aan de pilot events voldaan aan de Ventilatierichtlijn Evenementen?

Onderzoeksvraag 1 was:

*Werd er **voorafgaand** aan het Fieldlab event in hal 9 van de Jaarbeurs voldaan aan de verse luchttoevoer eis uit de Ventilatierichtlijn Evenementen (zie bijlage A)?*

Antwoord:

Ja, uit de controle vooraf bleek dat het ventilatiesysteem net voldoende capaciteit had om te voldoen aan de eis voor verse luchttoevoer uit de Ventilatierichtlijn Evenementen.

Voor EventSummit was het ventilatiesysteem van Hal 9 ingesteld op 90% van de maximum capaciteit waarbij 50% van de luchttoevoerhoeveelheid uit gerecirculeerde lucht bestond. Bij deze instellingen werd 24 m^3/uur per persoon geventileerd, de minimale verse luchttoevoer voor een event volgens de Ventilatierichtlijn Evenementen.

2

Lessen en implicaties?

Onderzoeksvraag 2 was:

*Welke **lessen** zijn er verder te trekken t.a.v. de aspecten ventilatie en luchtkwaliteit tijdens grote events? En welke implicaties heeft dit voor de richtlijn (zie bijlage A)?*

Antwoord:

Het ventilatiesysteem van Hal 9 bij de Jaarbeurs heeft alleen recirculatie om warmte terug te winnen uit de afvoerlucht. Hierdoor wordt het gewenst of zelfs noodzakelijk om altijd met een aandeel recirculatie te werken, zeker als het buiten kouder wordt. Bij een dergelijke installatie is het extra belangrijk om voorafgaand aan ieder event te controleren of het ventilatiesysteem op de goede stand staat en er niet teveel gerecirculeerd wordt. Het is raadzaam om tijdens de events ook met CO_2-monitoring te werken zodat de organisatie een waarschuwing krijgt als er om wat voor reden dan ook te weinig ventilatie is (bijvoorbeeld doordat het ventilatiesysteem niet op de goede stand staat).

Voor de Ventilatierichtlijn betekent dit dat er aanbevelingen kunnen worden opgenomen voor die locaties waarbij het niet mogelijk is om de recirculatie uit te schakelen (uitschakelen van recirculatie is het basisuitgangspunt).

BIJLAGE A: SAMENVATTING INHOUD CONCEPT RICHTLIJN

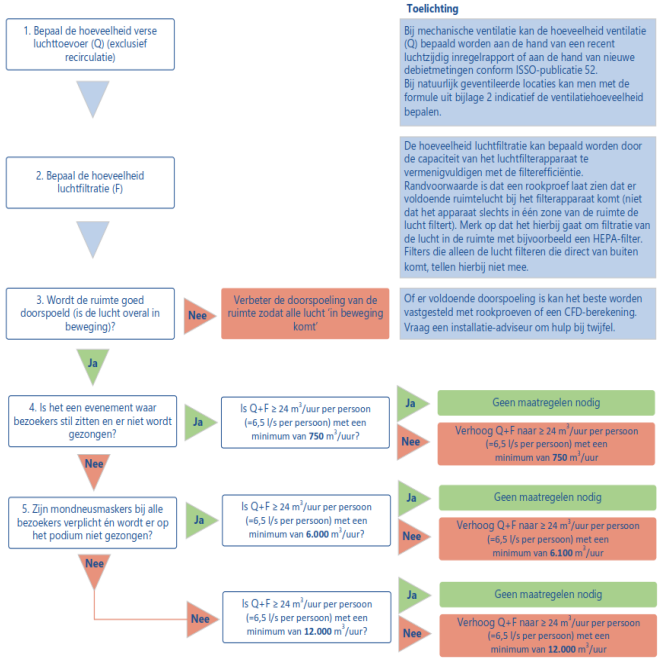
In opdracht van Mojo heeft bba binnenmilieu eind 2020 - begin 2021 een concept richtlijn ontwikkeld betreffende 'covid-proof' ventilatie bij evenementen. Het document (getiteld 'Ventilatierichtlijn Evenementen') is o.a. gebaseerd op een analyse van bestaande eisen uit het Bouwbesluit, een literatuursurvey en indicatieve berekeningen m.b.v. de Wells-Riley methode.
De richtlijn omschrijft een methode waarmee vooraf én tijdens een evenement gecontroleerd kan worden of de verse luchttoevoer voldoende is.
De insteek is dat wanneer er aan de ventilatierichtlijn wordt voldaan, dat de kans om besmet te raken via de 'aerosolroute' op een acceptabel laag niveau ligt. Wanneer er in een situatie niet voldaan wordt aan de eisen vermeld in de richtlijn, dan is er sprake van een verhoogde kans op overdracht via de lucht.

Met de richtlijn is het mogelijk om onderscheid te maken tussen risicovolle en minder risicovolle situaties, specifiek kijkend naar ventilatie.
De richtlijn stelt dat de verse luchttoevoer minimaal 24 m^3/h per persoon dient te zijn.

Zie het ook het stroomdiagram rechts.
Basisuitgangspunt hierbij is dat er niet meer dan 1 besmet persoon per 666 bezoekers aanwezig; iets dat ofwel gewaarborgd is door het gebruik van (snel)testen hetzij doordat de momentane, landelijke besmettingsgraad onder de 150:100.000 ligt.

Controleren of aan genoemde minimum luchttoevoer eis voldaan wordt dat kan men doen door ofwel vooraf luchtdebieten te meten (werkt alleen bij mechanische ventilatiesystemen) en die te relateren aan het aantal verwachte personen, ofwel door tijdens het event de CO_2 evenwichts-concentratie te bepalen en die terug te rekenen naar de verse luchttoevoer per persoon.
In de concept richtlijn staat verder ook nog een vangnet-eis omschreven t.a.v. de maximaal aanvaardbare CO_2 concentratie (respectievelijk 1000 ppm bij passieve, zittende activiteiten en 1700 ppm bij actieve, staande actviteiten).

Meer informatie:
- Boerstra & Beuker, 2021. Voorstel Ventilatierichtlijn Evenementen.
- Boerstra & Beuker, 2021. Achtergrond voorstel Ventilatierichtlijn Evenementen.



Stroomdiagram uit de richtlijn; bedoeld om voorafgaand aan een evenement te bepalen of er sprake is van voldoende ventilatie.