FACTSHEET VENTILATIE FIELDLAB EVENT BIDDINGHUIZEN

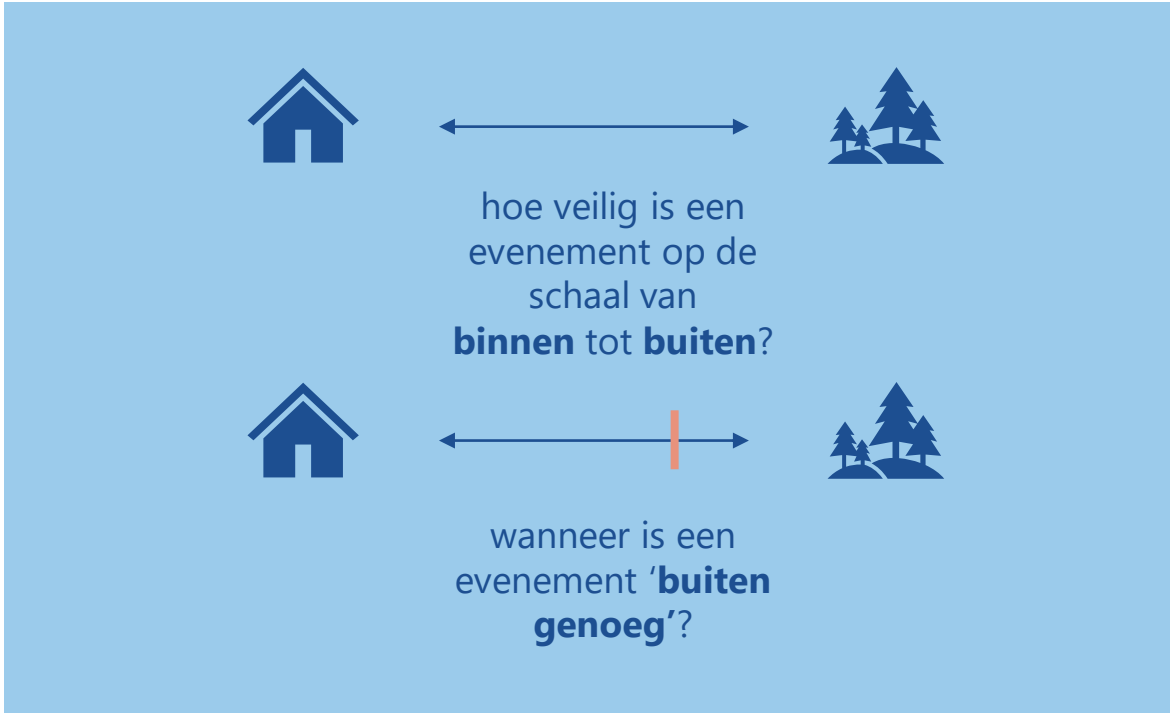
ir. Tim Beuker, ir. Stijn van der Horst, dr. ir. Atze Boerstra
Contactinformatie: 088 222 94949, tb-bba@binnenmilieu.nl

bba building health & comfort binnenmilieu

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 binnensituaties 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 de twee Fieldlab pilot events in Biddinghuizen voldaan aan de verse luchttoevoer eis uit de Ventilatierichtlijn Evenementen (zie bijlage A)?
2. Werd er **tijdens** de twee Fieldlab pilot events in Biddinghuizen aan de verse luchttoevoer eisen uit de Ventilatierichtlijn Evenementen voldaan?
3. 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?

Opmerking 1: ten aanzien van vraag 1 is voorafgaand aan het event bekeken wat de ventilatiecapaciteit zou zijn op basis van de afmetingen van de tentopeningen en aannames vooraf ten aanzien van de windsnelheid.
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).

2. Methode

Het onderzoek bestond uit 4 stappen:

a. **Analyse documentatie**. Op basis van tekeningen is voorafgaand aan het evenement geïnventariseerd hoe groot de (ventilatie)openingen van de tent waren. Via de formule uit bijlage 2 van het Achtergronddocument is berekend wat de ventilatiecapaciteit zou zijn uitgaande van verschillende windsnelheden.

b. **Inspectie vooraf op locatie.** Hierbij is de situatie ter plekke in kaart gebracht; er is gekeken of de vooraf ingeschatte tent-openingen daadwerkelijk aanwezig waren.

c. **Monitoring tijdens de evenementen**. Tijdens de evenementen is de hoeveelheid ventilatie gemonitord met CO_2-sensoren. Onderzoekers van bba hebben daarnaast relevante gebeurtenissen tijdens het evenement geregistreerd. De windsnelheid op 10 m hoogte boven het maaiveld is door organisator Mojo gemeten. bba heeft daarnaast de luchtsnelheid (op 1 m hoogte) in de tentopening periodiek gemeten met een TSI 9565-P.

d. **Analyse data**. De resultaten van het onderzoek zijn vergeleken met de grenswaarden uit de Ventilatierichtlijn Evenementen.

2.1 De meetopstelling

Een schematische weergave van het toegepaste sensornetwerk is hiernaast te zien; er is gewerkt met in totaal 10 sensoren.

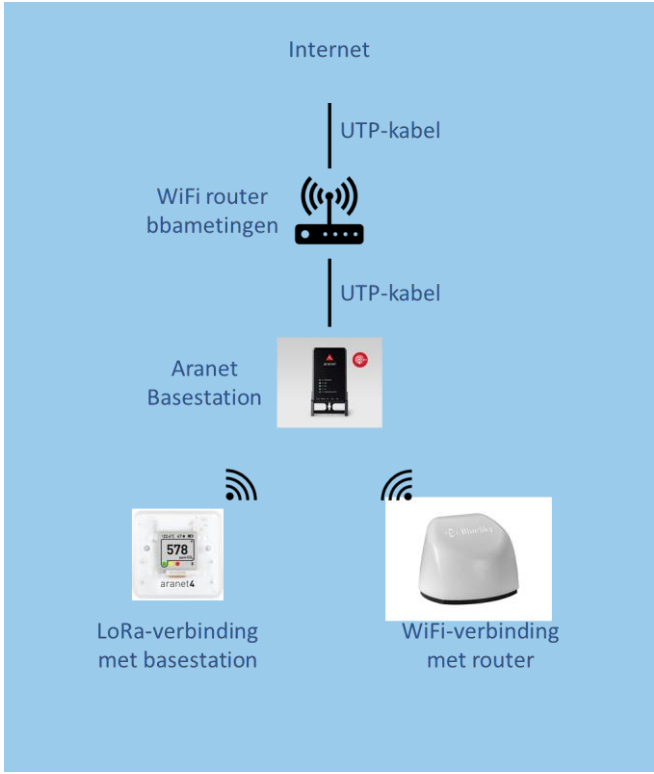
Elke sensorbox bevatte meerdere sensoren. De volgende grootheden zijn continu gemonitord gedurende de events (met rechts de bijbehorende meetnauwkeurigheid):

- Koolstofdioxide (CO_2) [ppm] - ±50 ppm
- Temperatuur [ºC] - ±0.3 °C
- Relatieve vochtigheid [%] - ±3%

Vooraf en na afloop van de events is de nauwkeurigheid van de sensoren gecontroleerd met behulp van gekalibreerde standaardapparatuur van bba.

Ook zijn er fijnstofconcentraties gemeten. Deze worden in een later stadium geanalyseerd & gerapporteerd.

Op de volgende 2 bladzijden is aangegeven waar de 10 sensorboxen waren gepositioneerd.

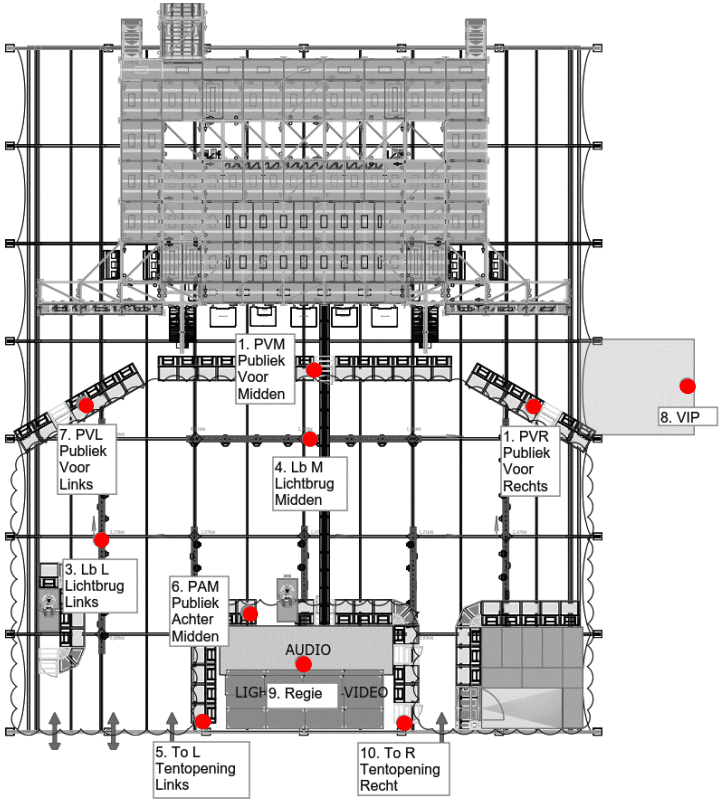


2.2 Locatie sensoren

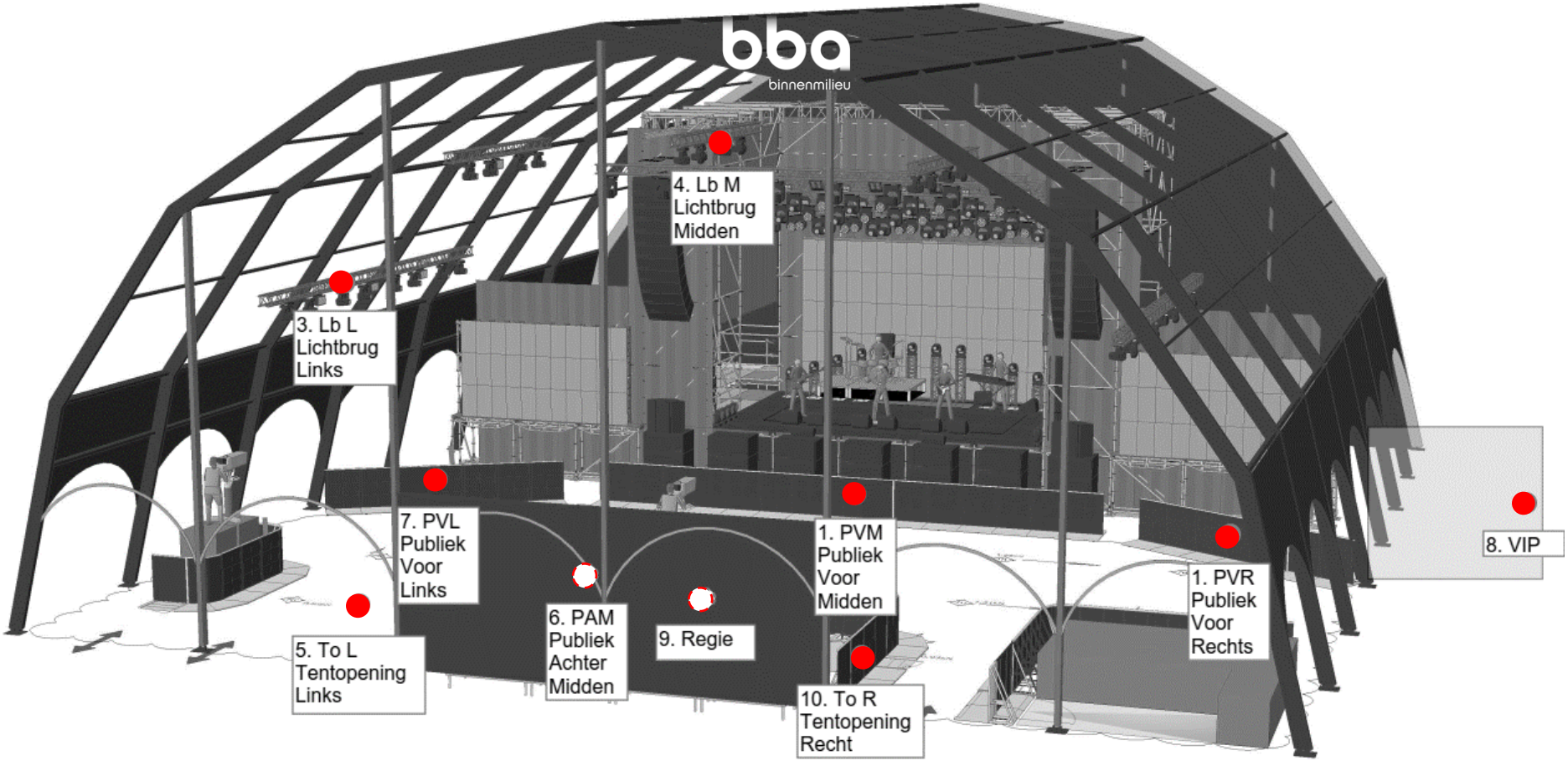
Op de plattegrond hiernaast is aangegeven waar de sensoren in de tent op het Lowlands terrein in Biddinghuizen waren geplaatst. Op de volgende bladzijde is in 3D afbeelding aangegeven waar de sensoren in de tent geplaatst waren.

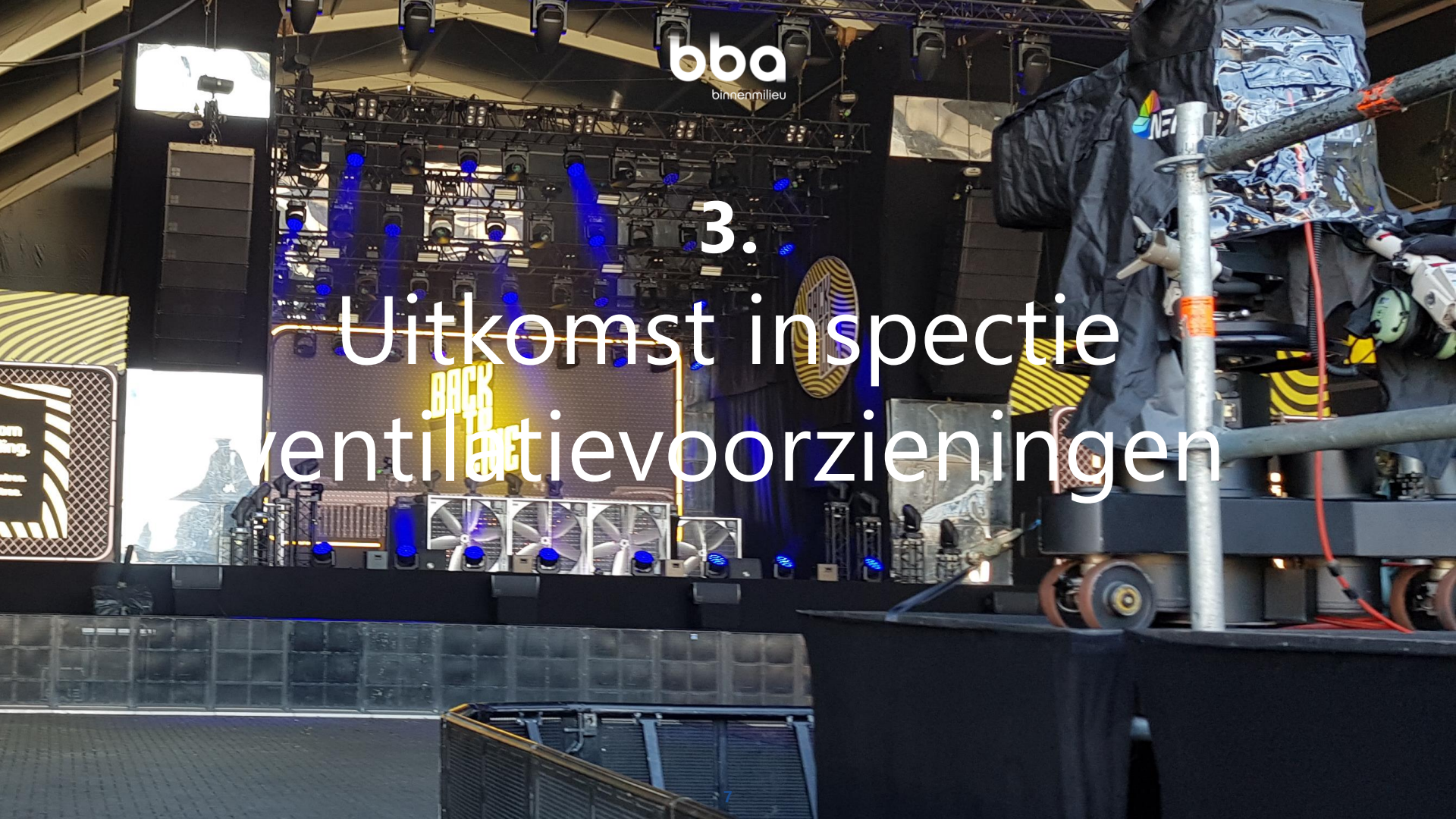
De sensoren 1, 2, 6, 7 en 8 waren tussen het publiek geplaatst. Sensoren 3 en 4 waren aan de lichtbrug bovenin de tent bevestigd. Sensoren 5 en 10 waren bij de tentopening op de camerapodia geplaatst en gaven daarmee een indicatie van de toevoerluchtkwaliteit. Sensor 9 was in bij de regie geplaatst. De laatste sensor, sensor 8 was in de VIP tent geplaatst.

Merk op dat de afkorting verwijst naar de locatie van de sensor.



Figuur 2: Plattegrond van de tent met de meetlocaties van de sensoren aangegeven.


bba
binnenmilieu
4. Lb M
Lichtbrug
Midden
3. Lb L
Lichtbrug
Links
7. PVL
Publiek
Voor
Links
1. PVM
Publiek
Voor
Midden
8. VIP
1. PVR
Publiek
Voor
Rechts
5. To L
Tentopening
Links
6. PAM
Publiek
Achter
Midden
9. Regie
10. To R
Tentopening
Recht



3.

Uitkomst inspectie ventilatievoorzieningen

3.1 Omschrijving ventilatievoorzieningen

De tent waar de twee events van Biddinghuizen werden gehouden, was volledig natuurlijk geventileerd. Dit betekent dat de ventilatie van de tent tot stand kwam onder invloed van wind en / of de warmte van de bezoekers.

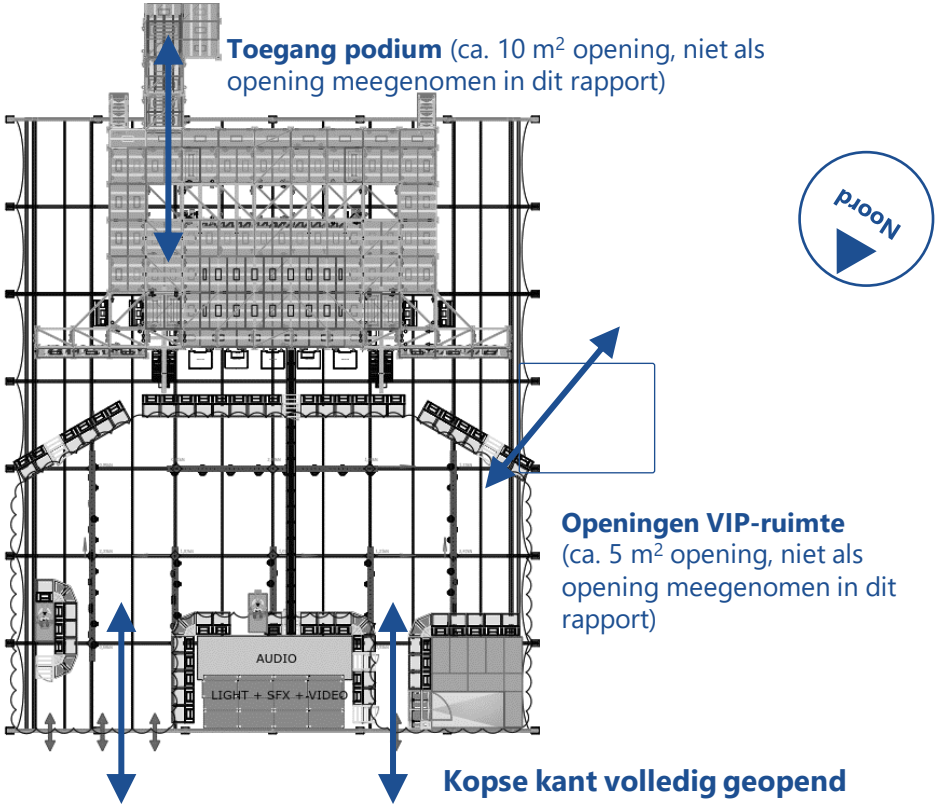
Om een indruk te krijgen van de ventilatie die bij verschillende windsnelheden verwacht kan worden, is in kaart gebracht hoe groot de openingen van de tent zijn en op welke locaties de openingen zich bevinden.

Bij de tent van de events in Biddinghuizen was de kopse kant van de tent volledig open (zie hiernaast). Deze grote opening bevond zich aan de noordwestzijde van de tent.

Naast de grote opening aan de kopse kant waren er ook twee kleinere openingen:

- De opening voor toegang tot het podium
- De opening via de VIP-tent die naast de hoofdtent stond

Vanwege de beperkte openingen bij het podium en de VIP-tent ten opzichte van de opening aan de kopse kant, is in het rapport verder gerekend met alleen de opening aan de kopse kant (conservatieve aanname).



Figuur 2: Ventilatieopeningen tent Biddinghuizen

3.2 Inschatting ventilatiecapaciteit

Voorafgaand aan de pilot events in Biddinghuizen is gecontroleerd of de aanwezige ventilatiecapaciteit voldeed aan de eis uit de Ventilatierichtlijn Evenementen (zie bijlage A). Hiervoor is gebruik gemaakt van de berekeningsmethode voor natuurlijke ventilatie op basis van alleen wind (excl. thermische trek) uit bijlage 2 van het Achtergronddocument:

$$Q_{wind} = 0{,}65 \cdot A \cdot u \cdot 3600$$

Hierbij is Q(wind) de hoeveelheid (natuurlijke) ventilatie in de tent (in m^3/uur). De oppervlakte van de ventilatieopening is "A" (in m^2) en "u" is de windsnelheid op 10m hoogte in (m/s). De correctiefactor 0,65 is bedoeld om de windsnelheid van 10 m hoogte om te rekenen naar een windsnelheid op 1-2 m hoogte.

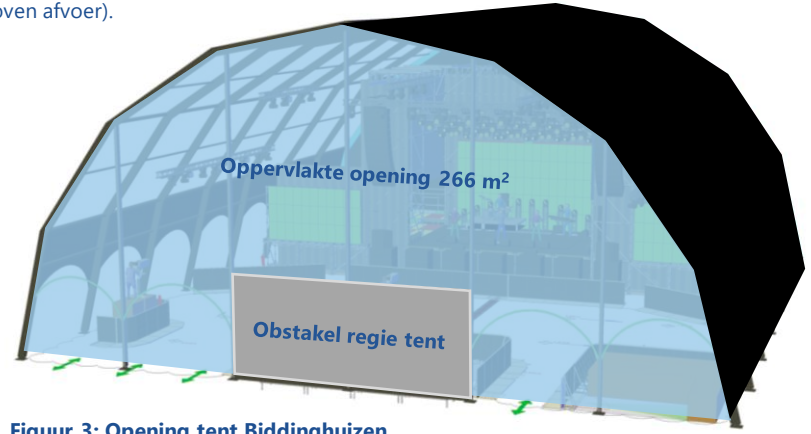
Opmerking: bij een eenzijdige luchttoevoeropening kan de windrichting ook een invloed hebben op de ventilatiecapaciteit (of de wind wel of niet in de opening blaast maakt dan uit). Daar zou aanvullend voor gecorrigeerd moeten worden. In het geval van Biddinghuizen liet de weersverwachting enkele dagen van tevoren zien dat er noorden- / noordwestenwind werd verwacht (de wind zou recht de tent inblazen) en hoefde er niet gecorrigeerd te worden voor de windrichting. Voor toekomstige evenementen is het beter om standaard uit te gaan voor tenminste twee ventilatieopeningen in verschillende wand- / dakvlakken van de tent zodat de ventilatiecapaciteit minder afhankelijk is van de windrichting dan het geval is bij ventilatie via één opening.

Voor "A" is in dit geval 266 / 2 = 133 m^2 aangehouden. Reden hiervoor is dat dezelfde opening gelijktijdig voor luchttoevoer en luchtafvoer wordt gebruikt. Het is dan gebruikelijk om de helft van het oppervlak toe te rekenen aan de toevoer van lucht en de andere helft aan de afvoer van lucht (beneden toevoer, boven afvoer).

Bij de inschatting vooraf is voor de windsnelheid 2 m/s aangehouden wat een windsnelheid is die volgens NEN 1087 85% van de tijd wordt overschreden in Nederland.

De totale verse luchttoevoer van de tent zou ongeveer: **622.000 m^3/uur zijn** zo lang de windsnelheid 2 m/s of hoger zou zijn. Dit komt overeen met een ventilatievoud van ca. 55 (volume van de tent is ca. 11.400 m^3).

Stel dat de windsnelheid slechts 1 m/s zou zijn (windkracht 1), dan zou er tijdens de pilot events ongeveer 311.000 m^3/uur ventilatie beschikbaar zijn (= nog steeds een ventilatievoud van ca. 26).



Figuur 3: Opening tent Biddinghuizen

3.3 Luchttoevoer per persoon

Op basis van de totaal beschikbare ventilatiecapaciteit is vooraf ingeschat wat de hoeveelheid verse luchttoevoer per persoon zou zijn tijdens de beide events. Hierbij is uitgegaan van een totaal aantal personen van ca. 1.500 personen (bezoekers & organisatie).

Zoals te zien is in tabel 1, zou er 414 m^3/uur per persoon ventilatie beschikbaar zijn tijdens de pilot events in Biddinghuizen bij een windsnelheid van 2 m/s of hoger. Hiermee zou de ventilatiehoeveelheid in beide gevallen heel ruim **boven de minimum waarde van 24 m^3/uur/pp** liggen die in de concept richtlijn staat (zie bijlage A). Merk op dat tabel 1 ook laat zien dat er voldoende ventilatiecapaciteit is om aan de absolute ondergrens van 12.000 m^3/uur per ruimte van de Ventilatie Richtlijn te voldoen (eis ondergrens totale hoeveelheid bij ACTIEVE evenementen).

Op basis van de genoemde waardes (luchttoevoer per persoon) is vervolgens vooraf bepaald wat de theoretische CO_2 'evenwichtsconcentratie' zou worden. Dit is de CO_2-concentratie waarbij de aanwezigen net zoveel CO_2 genereren als er wordt afgevoerd via natuurlijke ventilatie. O.b.v. de CO_2-concentratie en het aantal aanwezigen kan dan teruggerekend worden hoeveel ventilatie er is.

3.4 CO_2 evenwichtsconcentratie

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

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

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

Gaan we uit van de inputparameters zoals vermeld in tabel 1 en 2 dan komen we tot de **theoretische CO_2 evenwichtsconcentratie van 510 ppm** voor de pilot evenementen in Biddinghuizen.

Tabel 1: schatting verse luchttoevoer per persoon voorafgaand aan de events

Verse luchttoevoer	Aantal aanwezigen	Luchtoevoer per persoon
622.000 m^3/uur	1.500	414 m^3/uur/pp

Tabel 2: overige aannames t.b.v. CO_2 evenwichtsconcentratie berekeningen. Zie het Achtergronddocument Ventilatierichtlijn Evenementen voor een toelichting op en onderbouwing van deze uitgangspunten.

Aspect	Aanname
Metabolisme	3 met
CO_2 productie dansend persoon	0,010 l/s pp
CO_2 concentratie buiten	420 ppm

4.
Resultaten duurmetingen
Dance Event

4.1 Wind in de praktijk

Tijdens het Dance Event was er sprake van een wind met windkracht 3 (met windsnelheden van ca. 3,5-5 m/s) uit het westen - noordwesten. Dit betekent dat de wind rechtstreeks de opening van de tent, die op het noordwesten lag, in blies. Merk verder op dat de werkelijke windsnelheid tijdens het Dance Event hoger was dan het conservatieve uitgangspunt van 2 m/s in de berekeningen vooraf.

Op verschillende momenten heeft bba de actuele meetwaarde van de Stageco windmeter afgelezen en vergeleken met de door bba gemeten luchtsnelheid op 1m hoogte in de tentopening. In tabel 3 wordt ter illustratie een voorbeeld gegeven van zo'n vergelijking. Grofweg lag de luchtsnelheid in de tentopening 60-70% lager dan de windsnelheid die de windmeter op 10m hoogte heeft gemeten. Merk op dat de wind in dit geval rechtstreeks in de opening blies en er slechts aan één zijde van de tent een opening was. Het is goed mogelijk dat de verhouding tussen de windsnelheid op 10m hoogte en de windsnelheid in de tentopening (de ventilatiecapaciteit) anders zou zijn als de wind niet recht in de opening had geblazen maar onder een hoek in de tent had geblazen.

Op basis van de gemeten luchtsnelheid in de tentopening is de werkelijke ventilatiecapaciteit berekend. Op basis van de gemiddeld gemeten luchtsnelheid in de tentopening (op 1 m hoogte) van 1,2 m/s was de ventilatiecapaciteit in **de praktijk** 574.000 m^3/uur. Hiermee is de ventilatiecapaciteit in de praktijk vergelijkbaar met de vooraf berekende ventilatiecapaciteit bij 2 m/s wind (622.000 m^3/uur) ondanks dat de windsnelheid in de praktijk 2 keer zo hoog was (en dus was verwacht dat de ventilatiecapaciteit in de praktijk ca. 2 keer zo hoog was als vooraf berekend).

Tabel 3: Vergelijking windsnelheid windmeter op 10m hoogte en de luchtsnelheid op 1 m hoogte in de tentopening.

Tijd	Windsnelheid windmeter op 10m hoogte	Luchtsnelheid op 1m hoogte	Correctiewaarde windsnelheid windmeter naar werkelijke luchtsnelheid op 1m hoogte
15:11	3,8 m/s	1,2 m/s	0,31

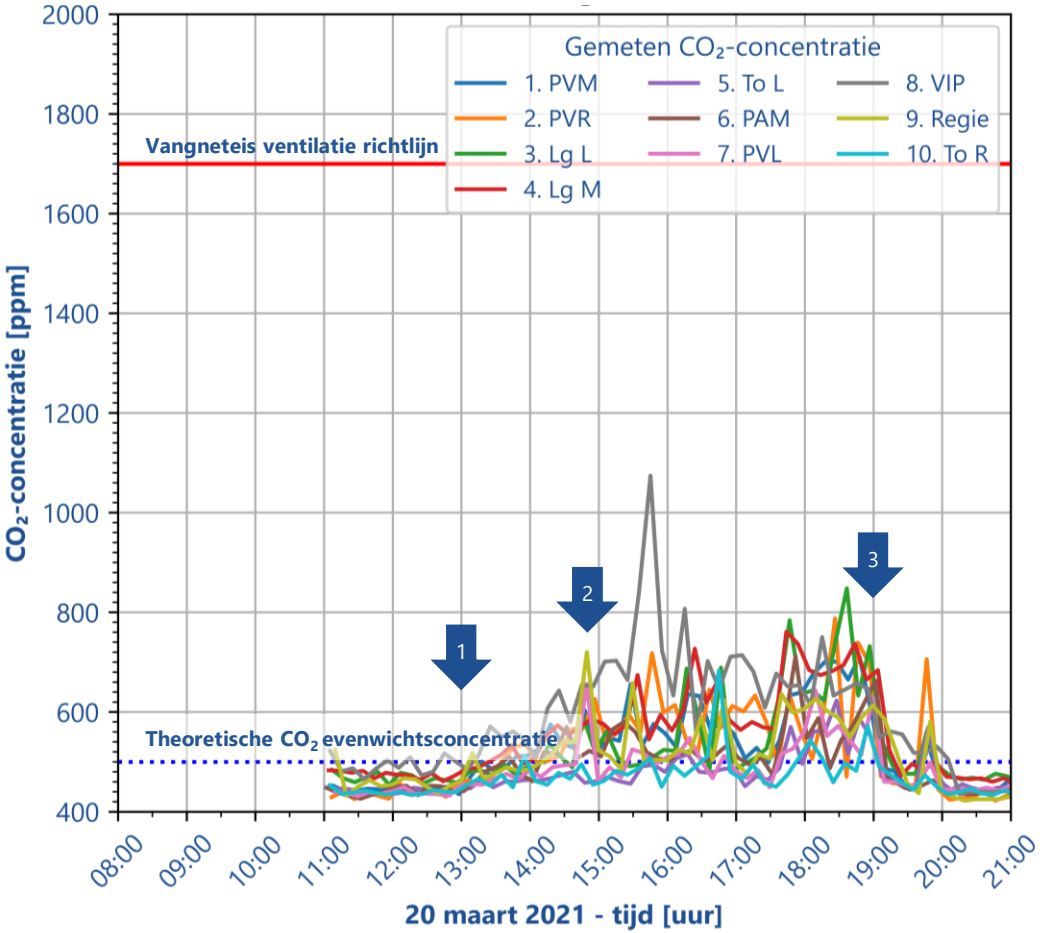
4.2 Verloop CO_2-concentratie in de tijd

Hiernaast wordt de gemeten CO_2-concentratie voor alle sensoren weergegeven en vergeleken met de vooraf verwachtte CO_2-evenwichtsconcentratie en de grenswaarde uit de Ventilatierichtlijn. In tabel 4 worden de relevante gebeurtenissen tijdens het event weergegeven. De nummers van de gebeurtenissen verwijzen naar de genummerde pijlen in figuur 5.

De gemeten CO_2-concentratie laat soms pieken zien. Deze pieken zijn te verklaren doordat er gedurende het event meerdere malen met CO_2-kanonnen CO_2 de tent in is geblazen.

Tabel 4: Relevante gebeurtenissen tijdens het Dance Event.

	Tijd	Gebeurtenis
1.	13:00	Start Dance Event
2.	14:50	Eerste waarneming gebruik CO_2 kanonnen
3.	19:00	Einde Dance Event



Figuur 5: Verloop CO_2-concentratie tijdens het Dance Event in Biddinghuizen. Merk op dat de beide referentiewaarden niet zijn gecorrigeerd voor het gebruik van CO_2-kanonnen.

4.3 Werkelijke CO_2-concentratie vs. voorspelde CO_2-evenwichtsconcentratie

In de tabel hiernaast is te zien dat als we kijken naar de gemiddelde waarde gemeten over alle sensorlocaties dat tijdens het Dance Event de **gemiddeld gemeten P50, respectievelijk de P95 waarde 534 / 757 ppm bedroeg.**

Dit is aan de hoge kant als we het vergelijken met **de vooraf berekende CO_2 evenwichtsconcentratie van 510 ppm.** Het ligt voor de hand dat de gemeten CO_2-concentratie bij alle sensoren beïnvloed is door het gebruik van de CO_2-kanonnen; dat is de meest waarschijnlijke verklaring voor het verschil.

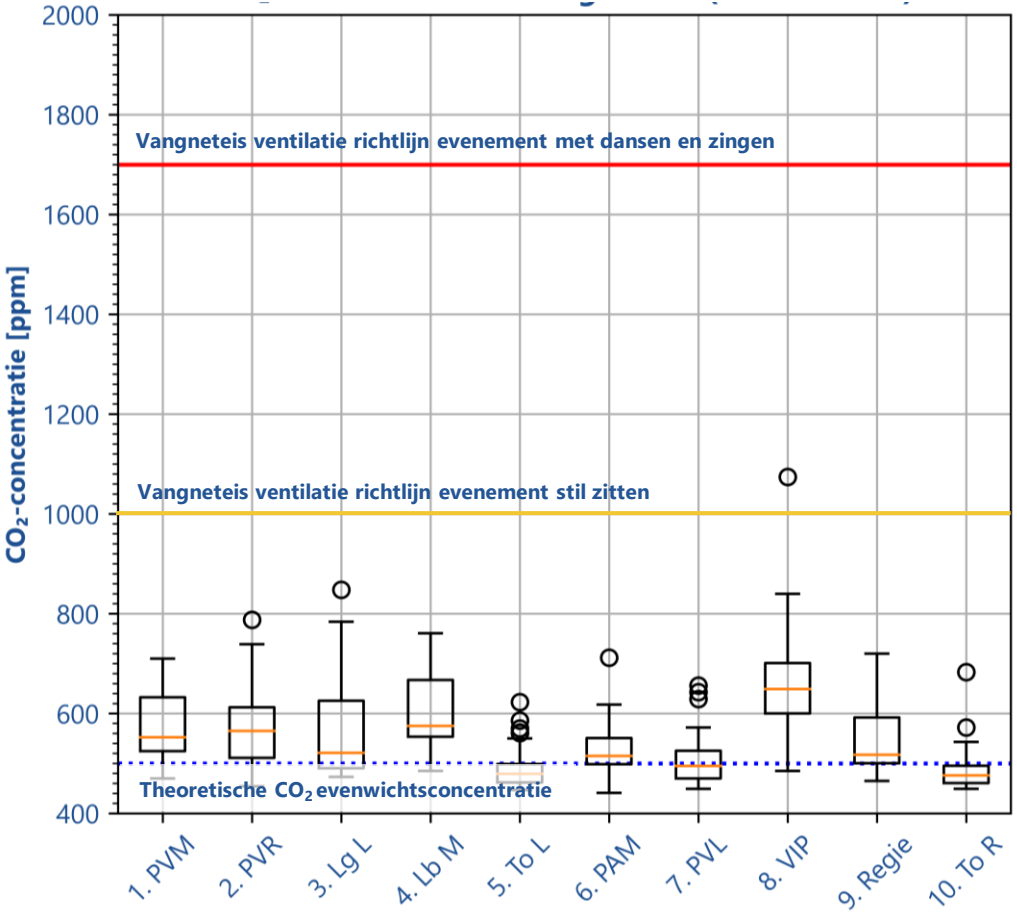
Tabel 4: samenvatting gemeten waarden per sensor (periode 13.00 – 19.00 uur) tijdens het Dance Event in Biddinghuizen. Merk op dat de CO_2-waardes sterk zijn beinvloed door het gebruik van CO_2-kanonnen.

	1. PVM	2. PVR	3. Lichtbrug Links	4. Lichtbrug Midden	5. To Links	6. PAM	7. PVL	8. VIP	9. Regie	10. To Rechts	Overall Gemiddeld
Gem.	571	572	566	598	491	525	509	654	543	486	551
P50	552	565	521	575	479	515	495	649	517	476	534
P95	701	723	751	737	574	595	632	815	641	550	672
Max	710	788	848	761	623	712	656	1074	720	683	757

4.4 Boxplot weergave

De door iedere sensor gemeten CO_2-concentratie tijdens het Dance Event is hiernaast weergegeven in een boxplot. Dit geeft een duidelijker beeld van de spreiding van de meetwaarden per sensor. In de grafiek is ter referentie ook de verwachte evenwichtsconcentratie (blauwe lijn) en de vangneteis uit de Ventilatierichtlijn (rode lijn) weergegeven.

Hier zien we hier ook terug dat de gemeten CO_2-concentratie over de hele linie wat boven de vooraf berekende evenwichtsconcentratie lag. De meest waarschijnlijke verklaring is dat het gebruik van de CO_2-kanonnen voor een hogere CO_2-concentratie heeft gezorgd dan er puur op basis van het aantal personen verwacht was.



Figuur 6: Boxplot CO_2-concentratie per sensor tijdens het Dance Event in Biddinghuizen

bba binnenmilieu

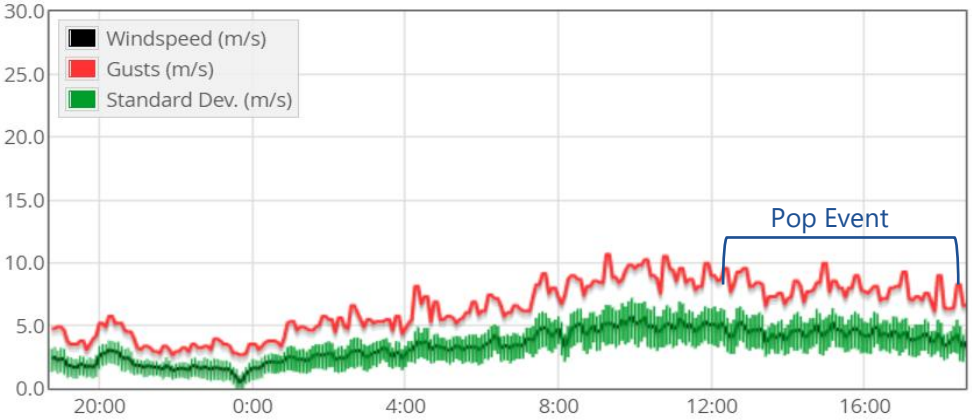
5.
Resultaten duurmetingen
Pop Event

5.1 Wind in de praktijk

Hiernaast wordt de windsnelheid weergegeven die de windmeter van Stageco op het festivalterrein heeft gemeten. Tijdens het Pop Event was er sprake van een wind met windkracht 3 (ca. 3,5-5 m/s) uit het noordwesten. Dit betekent dat de wind rechtstreeks de opening van de tent, die op het noordwesten lag, in blies. Merk verder op dat de windsnelheid tijdens het Pop Event hoger was dan het conservatieve uitgangspunt van 2 m/s in de berekeningen vooraf.

Op verschillende momenten heeft bba de actuele meetwaarde van de windmeter afgelezen en vergeleken met de door bba gemeten luchtsnelheid op 1m hoogte in de tentopening. In tabel 5 worden de meetwaarden van de windmeter en de luchtsnelheid in de tentopening vergeleken. Grofweg lag de luchtsnelheid in de tentopening 60-70% lager dan de windsnelheid die de windmeter op 10m hoogte heeft gemeten.

Op basis van de gemeten luchtsnelheid in de tentopening is de werkelijke ventilatiecapaciteit berekend. Op basis van een luchtsnelheid in de tentopening van 1,5 m/s was de ventilatiecapaciteit **in de praktijk** 718.000 m^3/uur. Hiermee was er in de praktijk 15% meer ventilatie dan vooraf was aangenomen op basis van 2 m/s wind.



Figuur 7: Werkelijke windsnelheid tijdens het Pop Event op 10m hoogte op het festivalterrein van Lowlands (bron: Stageco). De ruwe data was niet beschikbaar voor analyse.

Tabel 5: Vergelijking windsnelheid windmeter op 10m hoogte en de luchtsnelheid op 1 m hoogte in de tentopening.

Tijd	Windsnelheid windmeter op 10m hoogte	Luchtsnelheid op 1m hoogte	Correctiewaarde windsnelheid windmeter naar werkelijke luchtsnelheid op 1m hoogte
13:10	4,4 m/s	1,6 m/s	0,36
15:04	4,4 m/s	1,5 m/s	0,34

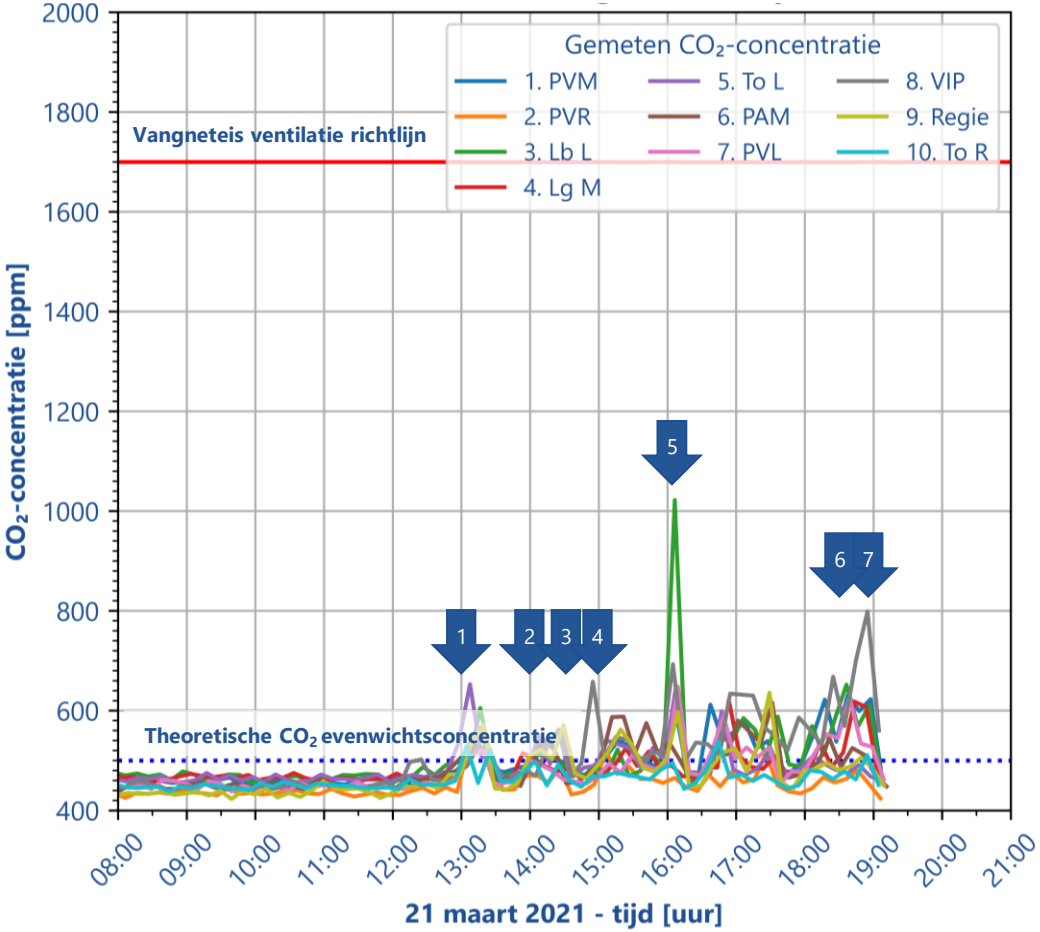
5.2 Gemeten CO_2-concentratie

Hiernaast wordt de gemeten CO_2-concentratie voor alle sensoren weergegeven en vergeleken met de verwachtte CO_2-evenwichtsconcentratie en de grenswaarde uit de Ventilatierichtlijn. In tabel 6 worden de relevante gebeurtenissen tijdens het event weergegeven. Deze zijn gemarkeerd met de genummerde pijlen in figuur 8.

De grafiek laat zien dat de CO_2-concentratie snel toe nam na gebruik van CO_2-kanonnen en het vuurkanon.

Tabel 6: Relevante gebeurtenissen tijdens het Pop Event.

	Tijd	Gebeurtenis
1.	13:00	Start Pop Event
2.	13:56	Gebruik rookmachines
3.	14:29	Optreden afgelopen, tent stroomt leeg
4.	15:00	Optreden begint, tent vol
5.	16:05	CO_2-kanonnen aan
6.	18:39	Vuurkanon aan
7.	19:00	Einde Pop Event



Figuur 8: Verloop CO_2 concentratie tijdens het het Pop Event in Biddinghuizen.

5.3 Werkelijke CO_2-concentratie vs. voorspelde CO_2-evenwichtsconcentratie

In de tabel hiernaast is te zien dat als we kijken naar de gemiddelde waarde gemeten over alle sensorlocaties dat tijdens het Pop Event de **gemiddeld gemeten P50, respectievelijk de P95 waarde 495 / 673 ppm bedroeg.**

Dit is **redelijk goed in lijn met** de op basis van de gemeten luchtsnelheid in de tentopening **berekende CO_2-evenwichtsconcentratie van 500 ppm.**

Wat opvalt is dat de hoogste gemeten waarde is gemeten door de sensor aan de lichtbrug. Waarschijnlijk werd deze het meeste 'geraakt' door de CO_2 uit de CO_2-kanonnen. Omdat er tijdens het Pop Event veel minder gebruik is gemaakt van de CO_2-kanonnen dan bij het Dance Event, zien we over de hele linie wel lagere CO_2-concentraties.

Verder valt op dat de sensor in de VIP-ruimte gemiddeld genomen hogere waardes heeft gemeten dan de andere sensoren. Nader onderzoek tijdens het event heeft uitgewezen dat er in de VIP-ruimte een gasgestookte terrasheater stond. Bij verbranding van het gas in de heater komt CO_2 vrij en dit heeft de meting van sensor 8 waarschijnlijk beïnvloed.

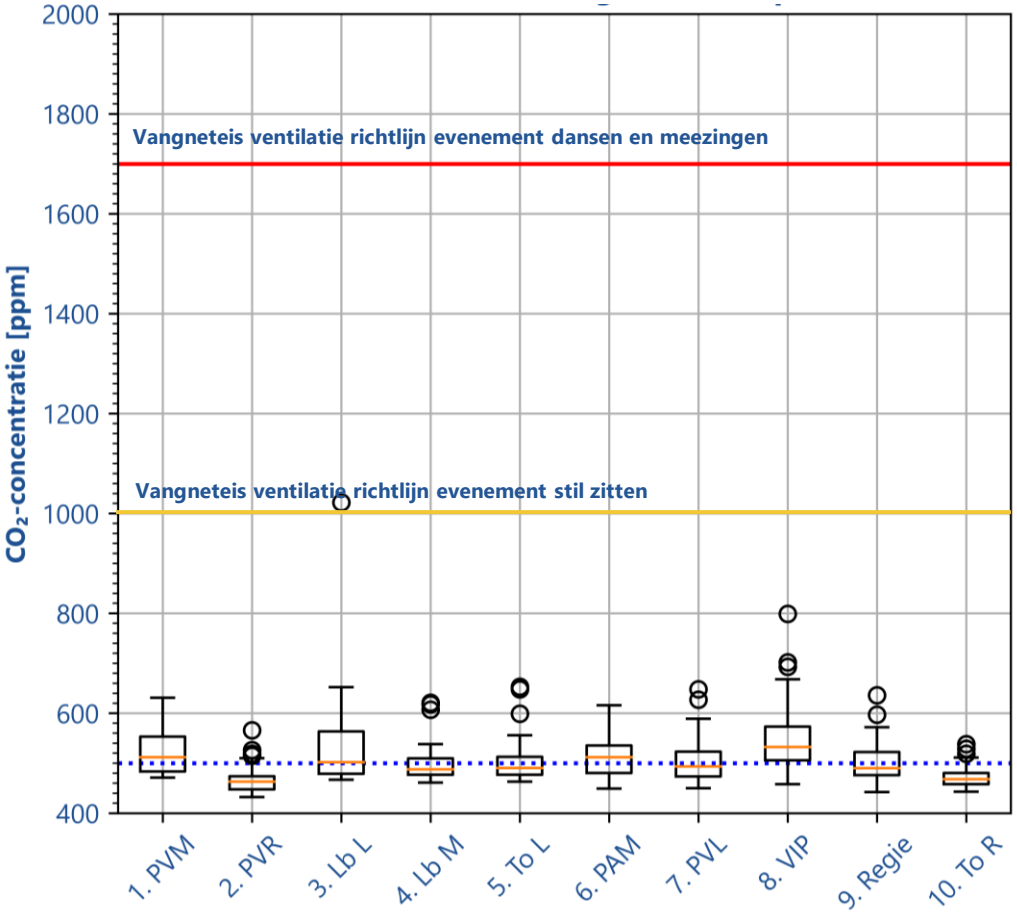
Tabel 6: samenvatting gemeten waarden per sensor (periode 13.00 – 19.00 uur) gedurende het Pop Event in Biddinghuizen.

	1. PVM	2. PVR	3. Lichtbrug Links	4. Lichtbrug Midden	5. To links	6. PAM	7. PVL	8. VIP	9. Regie	10. To R	Overall Gemiddeld
Gem.	526	467	533	501	506	512	504	555	501	473	508
P50	512	463	502	487	490	512	493	532	490	468	495
P95	622	521	620	610	611	587	599	695	578	522	596
Max	631	566	1022	621	653	616	648	799	636	538	673

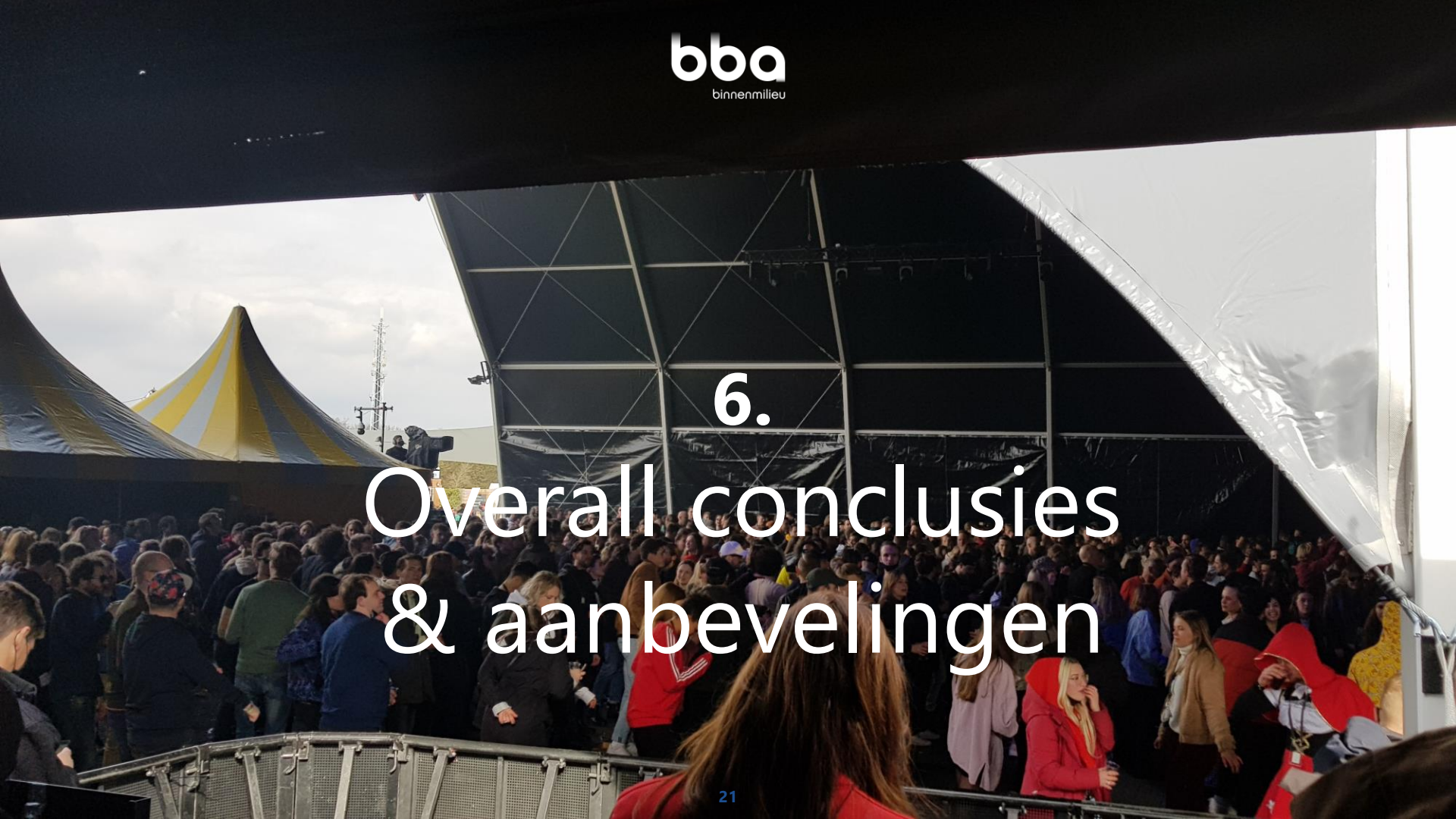
5.4 Boxplot weergave

De door iedere sensor gemeten CO_2-concentratie tijdens het Pop Event is hiernaast weergegeven in een boxplot. Dit geeft een duidelijker beeld van de spreiding van de meetwaarden per sensor. In de grafiek is ter referentie ook de verwachte evenwichtsconcentratie (blauwe lijn) en de vangneteis uit de Ventilatierichtlijn (rode lijn) weergegeven.

Het is duidelijk te zien dat de gemeten waarden dicht bij de berekende CO_2-evenwichtsconcentratie liggen. Dit geeft aan dat de ventilatie tijdens het evenement goed overeen kwam met de op basis van de luchtsnelheid in de tentopening (zie sheet 16) berekende ventilatiecapaciteit.



Figuur 9: Boxplot CO_2-concentratie per sensor tijdens het Pop Event in Biddinghuizen



6.
Overall conclusies & aanbevelingen

1

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

Onderzoeksvraag 1 was:

*Werd er **voorafgaand** aan de twee Fieldlab pilot events in Biddinghuizen voldaan aan de verse luchttoevoer eis uit de Ventilatierichtlijn Evenementen (zie bijlage A)?*

Antwoord:

Ja, uit de controle vooraf bleek dat via de ventilatieopening van de tent bij een windsnelheid van 2 m/s ruimschoots werd voldaan aan de eis uit de Ventilatierichtlijn Evenementen.

Toelichting:

- Volgens de concept richtlijn moet de verse luchttoevoer minimaal 24 m^3/uur per persoon bedragen.
- De tent had één opening van 266 m^2, goed voor 622.000 m^3/uur ventilatie bij 2 m/s windsnelheid (een windsnelheid die 85% van de tijd wordt overschreden in Nederland). Randvoorwaarde hierbij is dat de wind rechtstreeks de opening van de tent in zou stromen wat op basis van de weersvoorwachting inderdaad verwacht werd. Uitgaande van 1.500 bezoekers zou er dan 400 m^3/uur per persoon beschikbaar zijn, een factor 20 meer ventilatie dan vereist.

2

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

Onderzoeksvraag 2 was:

*Werd er **tijdens** de twee Fieldlab pilot events in Biddinghuizen aan de verse luchttoevoer eisen uit de Ventilatierichtlijn Evenementen voldaan (zie bijlage A)?*

Antwoord:

Ja. Tijdens beide events lag de mediaan van de gemeten CO_2-concentratie rond de vooraf berekende evenwichtsconcentratie. Dit wil zeggen dat de ventilatie tijdens het event te vergelijken was met de vooraf berekende ventilatiecapaciteit bij 2 m/s wind. Merk op dat de ventilatiecapaciteit daarmee in de praktijk een factor 20 hoger lag dan de eis voor verse luchttoevoer uit de Ventilatierichtlijn Evenementen.

Toelichting:

Of de werkelijke verse luchttoevoer tijdens de events daadwerkelijk was zoals vooraf aangenomen, is gecontroleerd met behulp van CO_2-duurmetingen. Hierbij werd gebruik gemaakt van een cloudbased sensornetwerk met 10 sensoren. De gemeten CO_2-concentratie is vergeleken met de evenwichts-concentratie die van tevoren, op basis van het aantal aanwezigen en de ventilatiecapaciteit, werd verwacht.

3

Lessen en implicaties?

Onderzoeksvraag 3 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:

De twee pilot events in Biddinghuizen laten zien dat de beoordelingsmethode uit de Ventilatierichtlijn Evenementen ook geschikt is om toe te passen bij *natuurlijk geventileerde* evenementen. Wel met de volgende kanttekeningen ten aanzien van de berekeningsmethode voor natuurlijk geventileerde evenementenlocaties uit het Achtergronddocument bij de Ventilatierichtlijn:

- De berekening gaat uit van een tent met ventilatieopeningen in twee vlakken (twee wanden of wand + dak). Bij een tent met maar één ventilatie-opening zou de ventilatiecapaciteit voor de windrichting gecorrigeerd moeten worden.
- De berekening gaat er vanuit dat de luchtsnelheid ter hoogte van ventilatieopeningen op 1 m hoogte ca. 65% is van de windsnelheid op 10m hoogte. In de praktijk blijkt dit slechts 30-40% te zijn. door het gebruik van CO_2-kanonnen (net als bv bij de Ziggo Dome events).

Aanbevelingen t.a.v. toekomstige evenementen in het algemeen en de Ventilatierichtlijn Evenementen:

- Zorg dat voorafgaand aan het evenement wordt gecontroleerd of de openingen van de tent (minimaal openingen in 2 verschillende gevelvlakken) dusdanig groot zijn dat voldoende ventilatiecapaciteit gegarandeerd is (uitgaande van een minimum-wind scenario en een realistische windrichting aanname) om aan de eisen van de Ventilatierichtlijn Evenementen te voldoen. Leg vervolgens vast welk oppervlak tentopening minimaal beschikbaar moet zijn (niet mag worden afgesloten) en *vanaf* welke windsnelheid het evenement door kan gaan.
- Maak tijdens het event gebruik van monitoring op basis van CO_2-metingen eventueel aangevuld met metingen van de windsnelheid en / of luchtsnelheid in de tentopening om de ventilatiecapaciteit realtime te monitoren.
- Voeg een veiligheidsfactor 0,5 toe aan de formule voor het berekenen van de ventilatiecapaciteit t.g.v. wind uit bijlage 2 van het Achtergronddocument. Formule wordt dan: $Q_{wind} = 0{,}65 \cdot A \cdot u \cdot 3600 \cdot 0{,}5$

BIJLAGE A: SAMENVATTING INHOUD CONCEPT RICHTLIJN

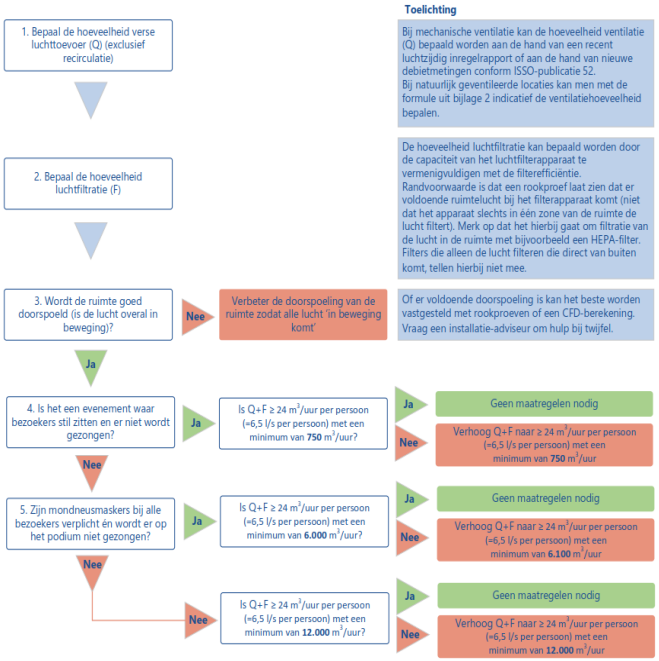
In opdracht van Mojo heeft bba binnenmilieu eind 2020 - begin 2021 een concept richtlijn ontwikkeld betreffende 'covid-proof' ventilatie bij evenementen. Het document (getiteld 'Ventilatierichtlijn Evenementen') is o.a. gebaseerd op een analyse van bestaande eisen uit het Bouwbesluit, een literatuursurvey 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.