

Retouradres: Postbus 45, 2280 AA Rijswijk

Clean Air Furniture BV  
T.a.v. Dhr. C.J.J. Karsten  
Lindenlaan 38  
1701 GV HEERHUGOWAARD

**Onderwerp**

Rapport van de Evaluatie Clean Air Furniture Sokkel

Geachte heer Karsten,

Op verzoek van Clean Air Furniture b.v. heeft TNO haar luchtzuiveringssokkel geëvalueerd. De sokkel bestaat uit een ombouw, welke een stoffilter, een elektrostatisch filter, een HEPA 13 filter en een koolstoffilter bevat. De sokkel zuigt actief lucht aan uit de omgeving en verwijdert de aanwezige deeltjes door middel van filtratie. Om het effect op de aanwezigheid van microbiële materiaal in een ruimte te bepalen heeft Clean Air Furniture b.v. een sokkel ter evaluatie aan TNO Rijswijk ter beschikking gesteld.

De sokkel is in de aerosol testruimte van TNO blootgesteld aan een concentratie van *Escherichia coli*. De testruimte heeft een volume van 12 m<sup>3</sup>. De sokkel is volgens Clean Air Furniture in staat een circulatie van 500 m<sup>3</sup>/h te realiseren. De sokkel is door TNO afgesteld op een circulatie van 48 m<sup>3</sup>/h zodanig dat per uur 4 luchtcirculaties van het luchtvolume door de sokkel wordt behaald. De uitgevoerde test vergelijkt de afname aan biologisch aerosol in een goed gemengde ruimte door sedimentatie en een verversing van 36 m<sup>3</sup>/h met het effect van een sokkel van Clean Air Furniture, welke geëvalueerd is bij een circulatie van 48 m<sup>3</sup>/h.

**Meetopstelling**

De sokkel van Clean Air Furniture is geplaatst in een Aerosol Testkamer met afmetingen van 3m x 2m x 2m. In de kamer wordt met behulp van een ultrasone nozzle een biologisch aerosol in het inhaleerbare bereik, deeltjesgrootte 1-6 µm (Figuur 2), gemaakt. De concentratie van aanwezig aerosol in de kamer wordt vastgelegd met behulp van twee aerodynamische particle sizers (TSI, model 3321) en met behulp van twee slit-to-agar samplers (Amtech AMAS slit sampler). De aerodynamische particle sizer registreert alle deeltjes in het bereik van 0.5-20 µm. De slit-to-agar sampler registreert het aantal biologische deeltjes welke levensvatbaar zijn door middel van een overnacht kweek op agar. In Figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de locatie van de apparatuur in de testkamer.

Lange Kleiweg 137  
2288 GJ Rijswijk  
Postbus 45  
2280 AA Rijswijk

www.tno.nl

T +31 88 866 80 00

**Datum**

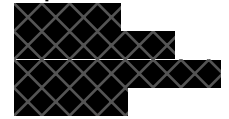
27 mei 2021

**Onze referentie**

RW-2021-CBRN-100339802

**E-mail****Doorkiesnummer****Projectnummer**

060.49284

**Kopie aan**

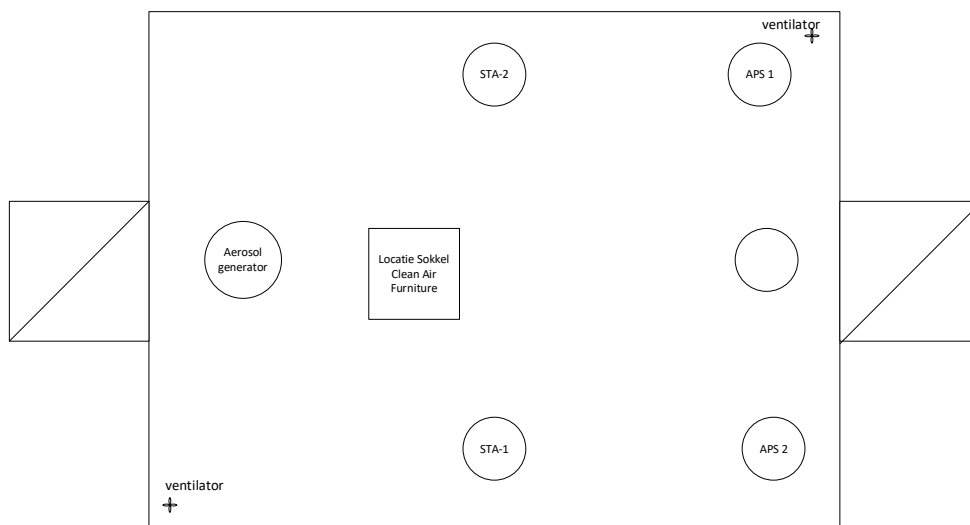
Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponneerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op [www.tno.nl](http://www.tno.nl).

Op verzoek zenden wij u deze toe.

**Datum**  
27 mei 2021

**Onze referentie**  
RW-2021-CBRN-100339802

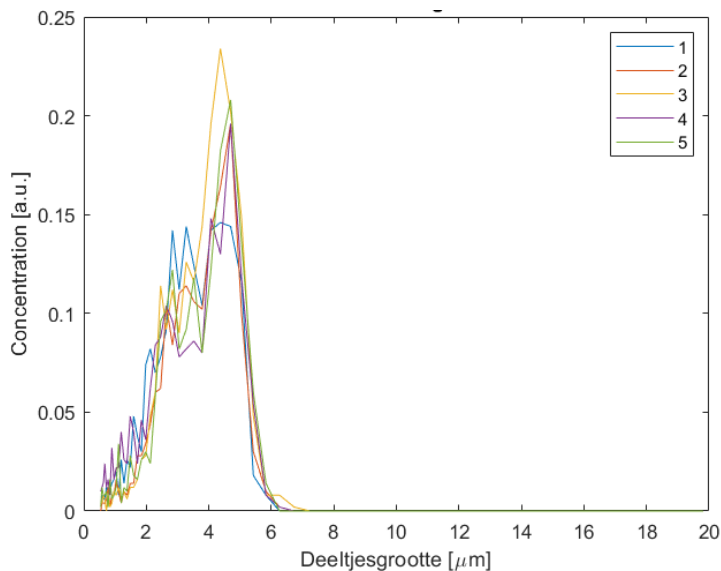
**Blad**  
2/7



*Figuur 1: Overzicht tekening systeemevaluatie Clean Air Furniture Sokkel. APS = aerodynamic particle sizer; STA = slit-to-agar sampler.*

## Resultaten

Voor het bepalen van de effectiviteit van de sokkel is een aerosol in het inhaleerbare bereik gegenereerd. De grootteverdeling van dit aerosol is weergegeven in Figuur 2.



*Figuur 2: Deeltjesgrootteverdeling aerosol t.b.v. evaluatie Clean Air Furniture Sokkel.*

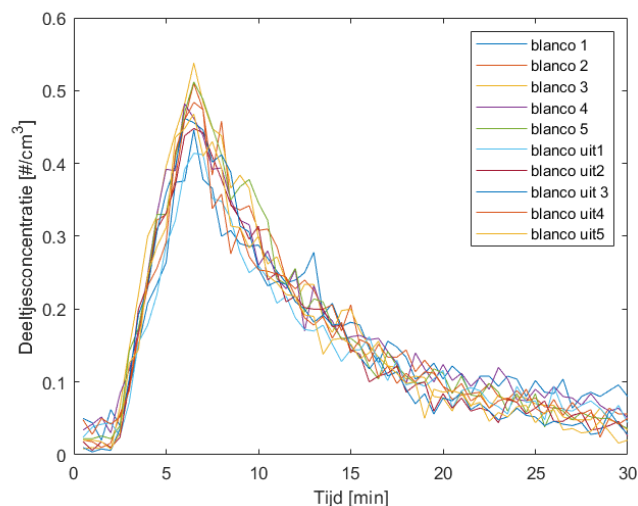
De gevonden deeltjesgrootteverdeling is representatief voor een biologisch aerosol zoals dit voor door de lucht overdraagbare ziektes kan worden verwacht.

Voor de evaluatie wordt het volgende concentratieprofiel aangeboden. Op de eerste 2 minuten wordt een achtergrondmonster genomen om te bepalen dat de kamer schoon is. Op tijdstip 2-6 minuten wordt de voor de evaluatie benodigde aerosol concentratie gegenereerd om een significant verschil in de afname aan aerosolconcentratie over de tijd als functie van de aanwezigheid van het systeem

**Datum**  
27 mei 2021

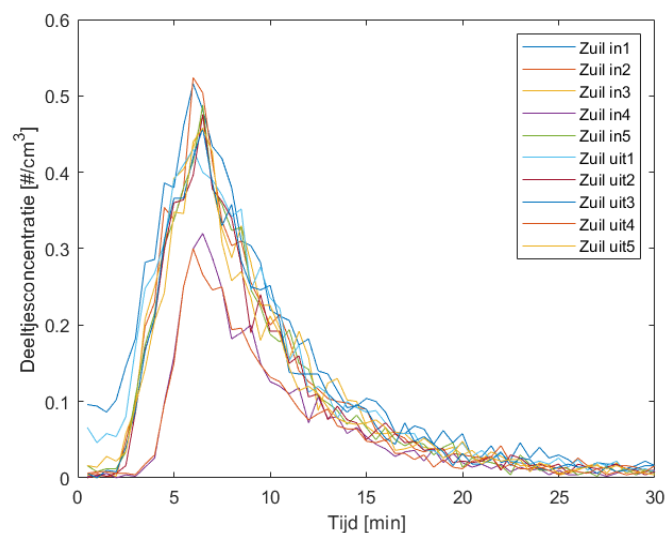
**Onze referentie**  
RW-2021-CBRN-100339802  
**Blad**  
3/7

te kunnen bepalen. Na een verloop van 25 minuten na genereren is het systeem bijna terug op de uitgangskoncentratie van de aerosol testkamer.



*Figuur 3: Concentratieverloop aantal aerosol deeltjes in de testkamer t.b.v. Clean Air Furniture evaluatie zonder actieve Clean Air Furniture sokkel.*

Vervolgens is bovenstaande blootstelling nogmaals herhaald met hierbij de sokkel actief aanzuigend. De gemiddelde blootstelling/vervalkarakteristiek is hiervoor weergegeven in Figuur 4.



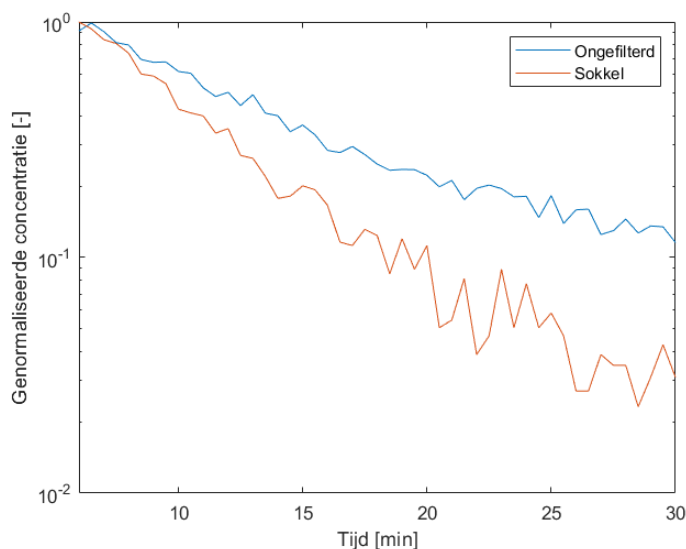
*Figuur 4: Concentratieverloop aantal deeltjes in de testkamer t.b.v. Clean Air Furniture evaluatie bij een ingeschakelde sokkel.*

Van beide curves is vervolgens de gemiddelde waarde genomen als functie van de tijd. Deze is weergegeven in Figuur 5. De blauwe lijn geeft de gemiddelde waarde voor afname van de concentratie in de kamer weer door de ventilatie van de kamer, welke staat voor 5% verversing van de lucht per minuut, zonder actieve sokkel. Deze verversing is noodzakelijk om aan de containment eisen te voldoen in het geval een biologisch aerosol wordt gegenereerd. De rode lijn is de afname in de concentratie als gevolg van toepassing van de filtersokkel.

**Datum**  
27 mei 2021

**Onze referentie**  
RW-2021-CBRN-100339802

**Blad**  
4/7



*Figuur 5: Genormaliseerde afname in de deeltjesconcentratie als functie van verversing van de kamer (blauwe lijn) en door toedoen van de sokkel van Clean air Furniture (rode lijn).*

Op basis van de analyse van het aantal aerosoldeeltjes welke na generatie in de kamer verblijft valt op te maken, dat de sokkel een positief effect heeft op de reductie van het aantal aerosoldeeltjes in de lucht. Uit Figuur 5 valt op te maken, dat bij een ventilatievoud van 4/uur<sup>1</sup> de sokkel het milieu aanzienlijk verbetert. In Tabel 1 staan de effecten van de sokkel weergegeven. In het geval van de aanwezige aerosolen in de testruimte leidt de aanwezigheid van de sokkel tot grofweg een halvering van de tijd nodig om de concentratie in de ruimte te halveren. In verband met het werkingsprincipe van de Clean Air Furniture sokkel ligt het in de lijn der verwachting, dat de afname in concentratie in een ruimte zich lineair met de ventilatievoud zal laten schalen.

*Tabel 1 Overzicht van de halveringswaardes van het aerosol door verversing van de kamer en door de combinatie van de sokkel van Clean Air Furniture (Ventilatievoud: 4/uur) met de kamer.*

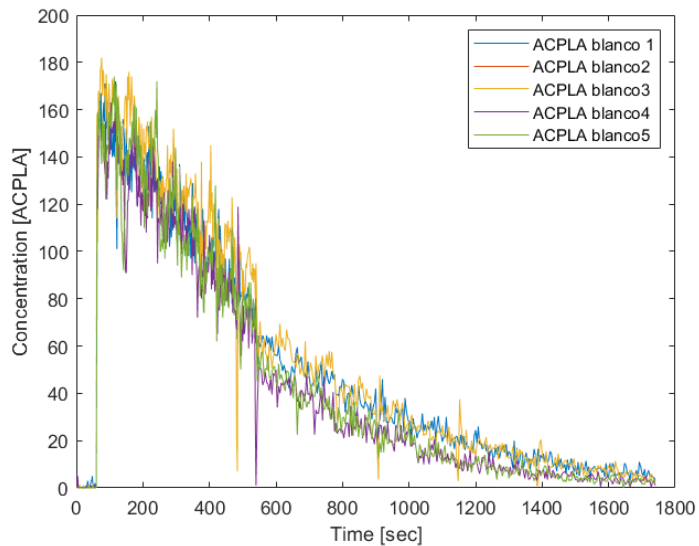
Genormaliseerde reductie	Reductie kamer (zonder actieve sokkel) (min)	Reductie kamer (met actieve sokkel) (min)
50%	5,6	2,7
75%	13,3	6,8
87.5%	21,1	11

Bovenstaande analyse is ook in vijfvoud uitgevoerd op kweekbasis, als maat voor de levensvatbaarheid van de micro-organismen in de testruimte. In Figuur 6 wordt de concentratiegrafiek weergegeven zonder actieve sokkel.

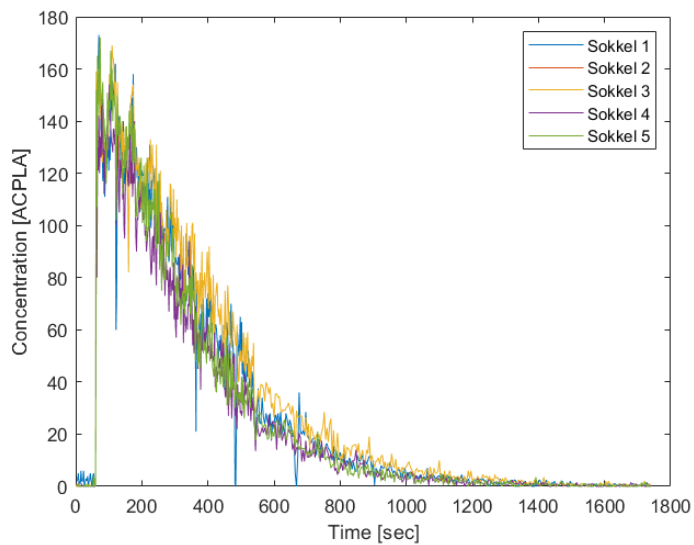
<sup>1</sup> Onder een ventilatievoud van 4/h dient te worden verstaan dat per uur 4 x het luchtvolume van de te ventileren ruimte door de sokkel is afgezogen.

**Datum**  
27 mei 2021

**Onze referentie**  
RW-2021-CBRN-100339802  
**Blad**  
5/7



*Figuur 6: Aanwezige microbiële concentratie in de testkamer als functie van de tijd bij een verversingsgraad van 5%/min.*



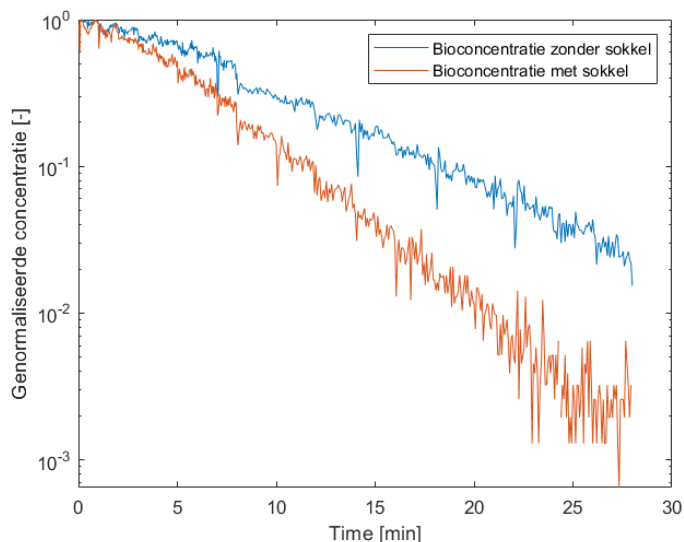
*Figuur 7: Aanwezige microbiële concentratie in de testkamer als functie van de tijd bij een verversingsgraad van 5% en een actieve sokkel.*

In Figuur 7 wordt de concentratiegrafiek van microbiële deeltjes bepaald door middel van kweek weergegeven met actieve sokkel. In Figuur 8 zijn de gemiddelde concentratieafnames voor beide situaties weergegeven.

**Datum**  
27 mei 2021

**Onze referentie**  
RW-2021-CBRN-100339802

**Blad**  
6/7



Figuur 8: Genormaliseerde afname in de levensvatbare bioaerosol-concentratie als functie van verversing van de kamer (blauwe lijn) en door toedoen van de sokkel van Clean air Furniture (rode lijn).

Op basis van de analyse van het aantal getelde levensvatbare aerosoldeeltjes welke na generatie in de kamer verblijft valt op te maken, dat de sokkel een positief effect heeft op de reductie van het aantal biologische aerosoldeeltjes in de lucht. Uit Tabel 2 valt op te maken, dat bij een ventilatievoud van 4/uur de sokkel het milieu aanzienlijk verbetert. In Tabel 2 staan de effecten van de sokkel op biologische aerosol deeltjes weergegeven. In het geval van de aanwezige biologische aerosolen in de testruimte leidt de aanwezigheid van de sokkel tot grofweg een 40% afname van de tijd nodig om de concentratie in de ruimte te halveren. In verband met het werkingsprincipe van de Clean Air Furniture sokkel ligt het in de lijn der verwachting, dat de afname in concentratie in een ruimte zich lineair met de ventilatievoud zal laten schalen. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met het feit, dat de test is uitgevoerd in een goed gemengde ruimte, waardoor de concentratie aan aerosol in de ruimte homogeen is verdeeld.

Tabel 2 Overzicht van de halveringswaardes van het biologische aerosol door verversing van de kamer en door de combinatie van de verversing en de werking van de Clean Air Furniture sokkel (Ventilatievoud: 4/uur).

Genormaliseerde reductie	Reductie kamer (zonder actieve sokkel) (min)	Reductie kamer (met actieve sokkel) (min)
50%	6.5	4.3
75%	11.5	7.2
87.5%	16.5	10.0

#### Clean Air Delivery Rate

Om de capaciteit van luchtreinigers met elkaar te kunnen vergelijken is de Clean Air Delivery Rate ontwikkeld. Deze waarde geeft aan hoeveel schone lucht er per tijdseenheid wordt gegenereerd. De waarde houdt rekening met de grootte van de deeltjes, het percentage van deze deeltjesgrootte welke uit de lucht worden

**Datum**  
27 mei 2021

**Onze referentie**  
RW-2021-CBRN-100339802  
**Blad**  
7/7

gefilterd en het totale volume van de luchtstroom dat door de luchtreiniger passeert. In de Clean Air Furniture sokkel zijn de volgende filters ingebouwd, een stoffilter, een elektrostatisch filter, een HEPA13 filter en een koolstoffilter. Van het HEPA 13 filter is bekend dat deze tot 0.05% deeltjes van 100 nm doorlaat. Vanwege de beperkte ruimte in de aerosol testkamer is het systeem getest bij 48m<sup>3</sup>/h, maar het heeft de mogelijkheid om bij een airflow van 500 m<sup>3</sup>/h te functioneren. Op basis van het ontwerp criterium is de verwachting dat dit systeem een CADR van ~500 m<sup>3</sup>/h zal behalen. Het toegepaste meetprincipe van de CADR is echter niet geschikt voor het beoordelen van systemen met HEPA filters, waartoe de apparatuur van Clean Air Furniture behoort.

#### Conclusie

De door Clean Air Furniture geleverde sokkel, welke geëvalueerd is in een 12 m<sup>3</sup> aerosol testkamer bij een sampleflow van 48 m<sup>3</sup>/h levert een aanzienlijke reductie van de aanwezige concentratie aerosol in het algemeen en bioaerosol in het bijzonder. De positieve werking van het filtratievermogen van de sokkel is in het uitgevoerde onderzoek bewezen. De werking wordt veroorzaakt door het filteren van de met biologisch materiaal vervuilde lucht en deze lucht vervolgens weer in de oorspronkelijke ruimte te retourneren.

In het geval van de aanwezige biologische aerosolen in de testruimte leidt de aanwezigheid van de sokkel tot grofweg een 40% afname van de tijd nodig om de concentratie in de ruimte te halveren. In verband met het werkingsprincipe van de Clean Air Furniture sokkel ligt het in de lijn der verwachting, dat de afname in concentratie in een ruimte zich lineair met de ventilatievoud zal laten schalen. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met het feit, dat de test is uitgevoerd in een goed gemengde ruimte, waardoor de concentratie aan aerosol in de ruimte homogeen is verdeeld.

Hoogachtend,



HJ Lander  
Project manager