



5.1.2e

## **Risico inventarisatie kerken en koren** Aerosolen overdracht SARS-CoV-2

*Overleg 11 november 2020: GGD, RIVM, TU-Delft & bba binnenmilieu;*

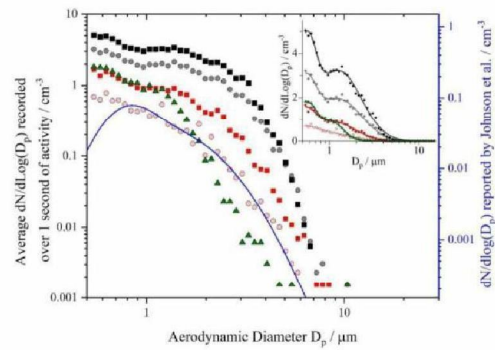
5.1.2e

5.1.2e

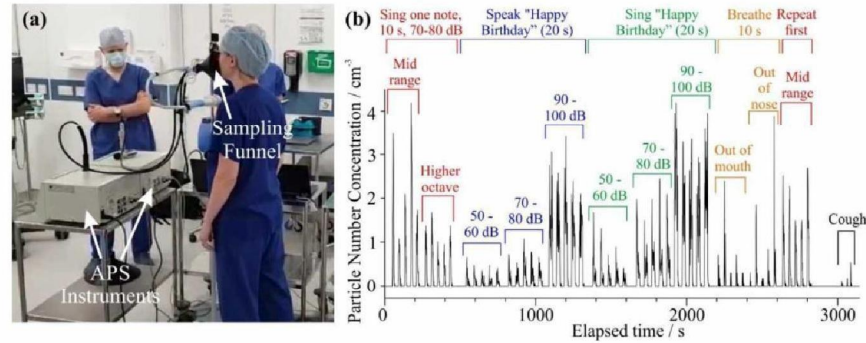
5.1.2e

5.1.2e

## Invloed zang(volume) op deeltjes productie



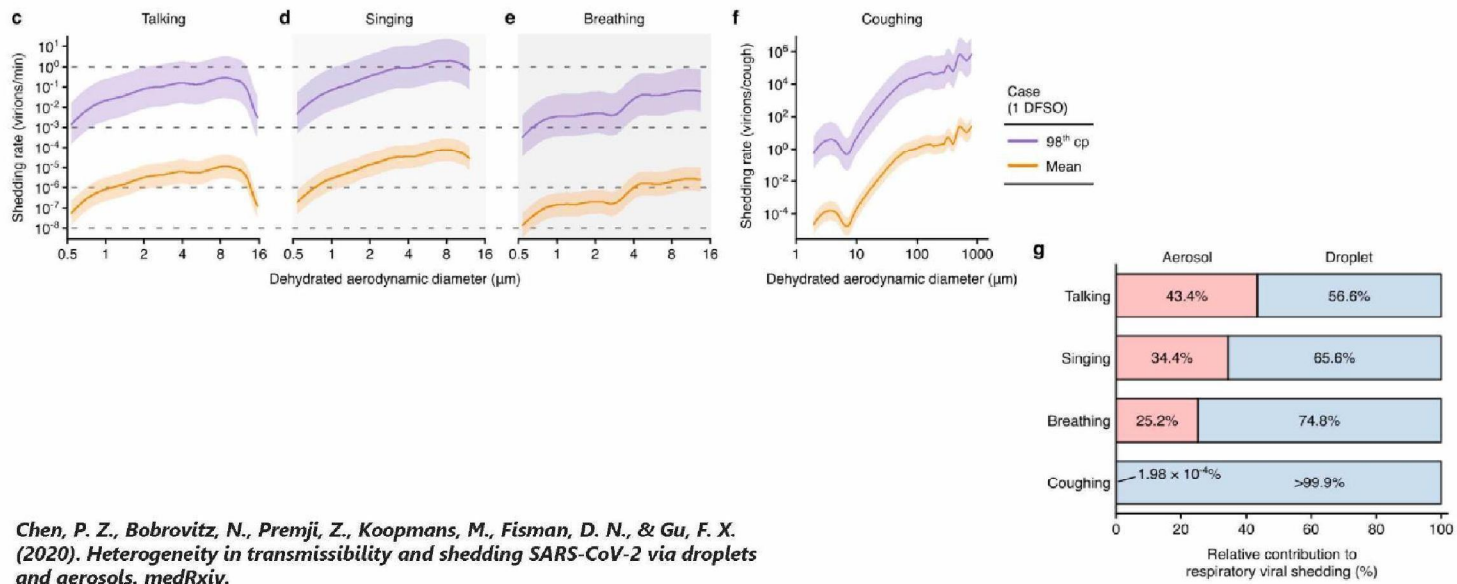
**Fig. 4:** Comparison of the size distributions from singing (squares) and speaking (circles) at different volumes (70-80 dB red; 90-100 dB grey/black) with breathing (green triangles). The size distribution reported for speaking by Johnson et al.<sup>5</sup> is shown by the blue line (right scale), data that should be most similar to the light red circles. The relative variations in concentrations represented by the two scales are equal. The inset figure compares the fitted size distributions with the experimental data with a linear scale, as reported in Extended Data Table 5.



**Fig. 1:** (a) An illustration of the sampling position of the performer, the sampling funnel and the aerosol instrumentation. (b) Continuous time series of data recorded from one participant completing 12 activities (5 repetitions of each). The zero-background is clearly apparent between measurements.

**Gent, N., & Reid, J. (2020). Comparing the Respirable Aerosol Concentrations and Particle Size Distributions Generated by Singing, Speaking and Breathing.**

## Praten – zingen – ademen - hoesten

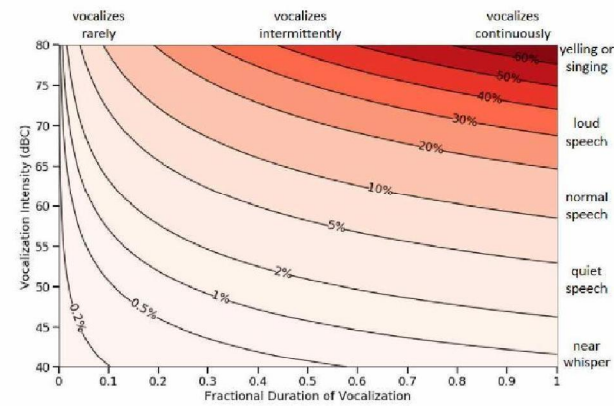


Chen, P. Z., Bobrovitz, N., Premji, Z., Koopmans, M., Fisman, D. N., & Gu, F. X. (2020). Heterogeneity in transmissibility and shedding SARS-CoV-2 via droplets and aerosols. medRxiv.

## Kans op overdracht SARS-CoV-2

Blootstellingsduur 1 uur  
Ventilatievoud 3

$$\mu = \frac{\eta q B}{Q} t,$$



**Figure 1** – Contour plot of transmission probability for 1 hour of exposure to a vocalizing individual infected with SARS-CoV-2, in a room with 3 ACH, versus the vocalization loudness (measured at 1 meter) and the fractional duration of vocalization ( $\phi$ ) by the infector during the hour-long exposure. Model parameters are listed in Table S1.

**Barreda, Santiago, et al.** "The Impact of Vocalization Loudness on COVID-19 Transmission in Indoor Spaces." *arXiv preprint arXiv:2009.04060* (2020).



## Wells Riley-model

- De risico-inschatting wordt gemaakt op basis van virusemissie in quanta (Wells 1955).
- Een quantum is een virtuele hoeveelheid virus die genoeg is om een gemiddeld gezonde persoon te infecteren met een waarschijnlijkheid van 63% (Wells, 1955), gebaseerd op epidemiologische relaties tussen het ventilatie-debiet en het aantal besmettingen.
- Uitgangspunt quanta-productie in berekening is de P95-waarde ("superspreader")

**Table 2** - ER<sub>q</sub> (quanta h<sup>-1</sup>) and log(ER<sub>q</sub>) statistics for SARS-CoV-2 as a function of the expiratory activity and activity level. The log-transformed ER<sub>q</sub> values follow a log-normal distribution; thus, the average and standard deviation values of the log<sub>10</sub>(ER<sub>q</sub>) are provided.

	Resting, oral breathing	Heavy activity, oral breathing	Light activity, speaking	Light activity, singing (or speaking loudly)
ER <sub>q</sub>				
5 <sup>th</sup> percentile	2.5×10 <sup>-3</sup>	1.7×10 <sup>-1</sup>	3.4×10 <sup>-1</sup>	2.1×10 <sup>0</sup>
25 <sup>th</sup> percentile	1.2×10 <sup>-1</sup>	8.1×10 <sup>-1</sup>	1.6×10 <sup>0</sup>	1.0×10 <sup>1</sup>
50 <sup>th</sup> percentile	3.6×10 <sup>-1</sup>	2.4×10 <sup>0</sup>	4.9×10 <sup>0</sup>	3.1×10 <sup>1</sup>
75 <sup>th</sup> percentile	1.1×10 <sup>0</sup>	7.2×10 <sup>0</sup>	1.5×10 <sup>1</sup>	9.3×10 <sup>1</sup>
95 <sup>th</sup> percentile	5.2×10 <sup>0</sup>	3.0×10 <sup>1</sup>	7.1×10 <sup>1</sup>	4.5×10 <sup>2</sup>
99 <sup>th</sup> percentile	1.6×10 <sup>1</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	2.2×10 <sup>2</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>
log <sub>10</sub> (ER <sub>q</sub> )				
Average	-4.4×10 <sup>-1</sup>	3.9×10 <sup>-1</sup>	6.9×10 <sup>-1</sup>	1.5×10 <sup>0</sup>
Stand. dev	7.1×10 <sup>-1</sup>	7.1×10 <sup>-1</sup>	7.1×10 <sup>-1</sup>	7.1×10 <sup>-1</sup>

**Buonanno, G., Morawska, L., & Stabile, L. (2020). Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: prospective and retrospective applications. medRxiv.**

## Bepalen van de theoretische individuele besmettingskans

## Wells – Riley formule (dynamisch incl. ruimtevolumen)

De Wells Riley formule:

$$P(\text{inf}) = 1 - e^{-P \cdot t \cdot C_{\text{gem}}}$$

P(inf) =	besmettingskans (via aerosolroute)	[-]
I =	aanname aantal geïnfecteerde personen	[-]
P =	ademvolume	[m <sup>3</sup> /uur]
t =	blootstellingsduur	[uur]
C <sub>gem</sub> =	de gemiddelde virusconcentratie	[q/m <sup>3</sup> ]

$$C_{\text{gem}} = \frac{1}{T} \int_0^T C(t) dt = \frac{q}{Q} \left[ 1 - \frac{1}{Q/V \cdot T} (1 - e^{-Q/V \cdot T}) \right]$$

C<sub>gem</sub> is afhankelijk van:

q =	aanname virusemissie één geïnfecteerd persoon	[quanta/uur]
Q =	totale verse luchttoevoer in de ruimte	[m <sup>3</sup> /uur]
V =	volume van de ruimte	[m <sup>3</sup> ]
T =	aanwezigheidsduur geïnfecteerde personen	[uur]

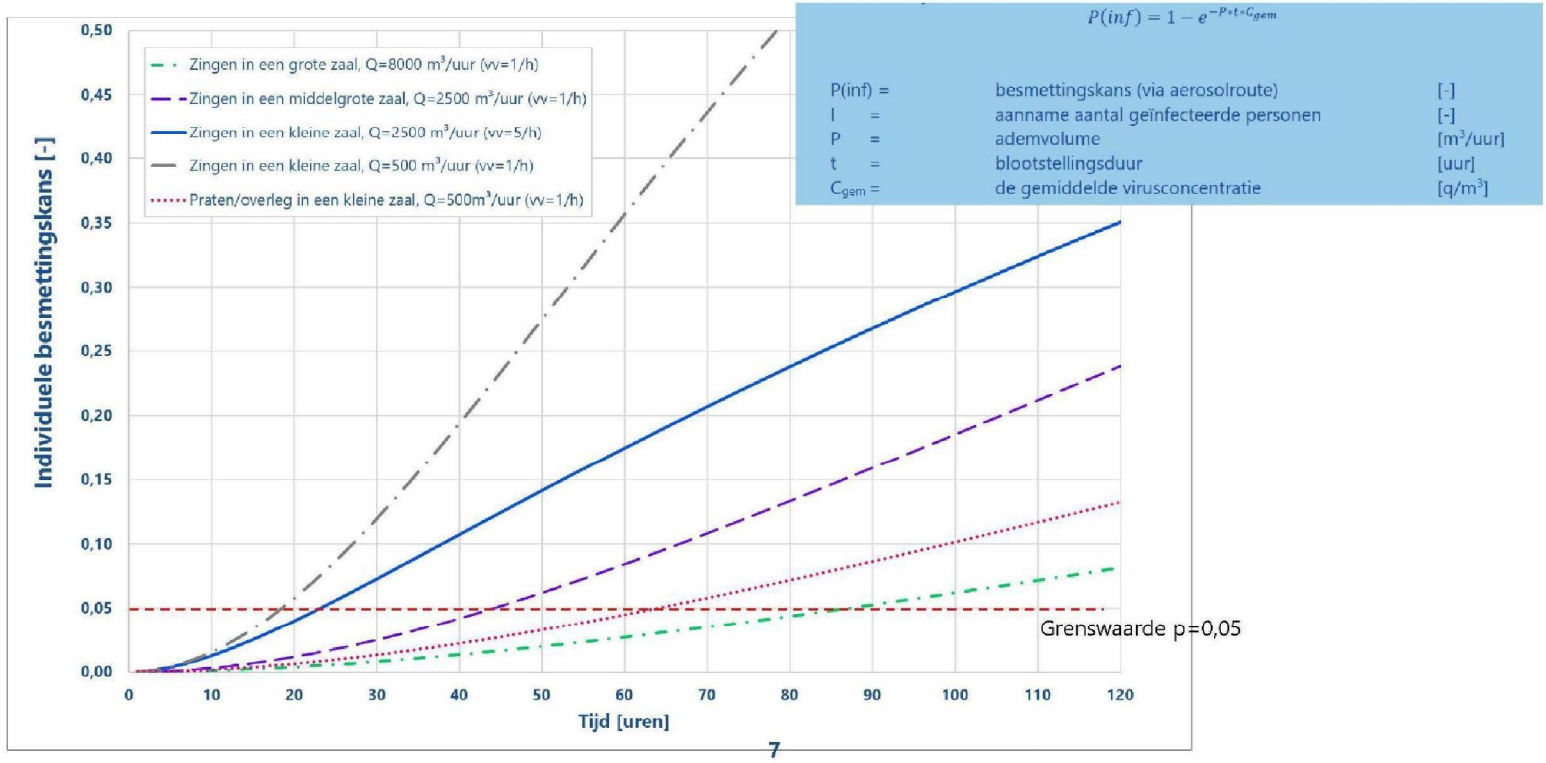
### Aannames:

- De lucht in de ruimte is volledig gemixt (virusconcentratie gelijk verdeeld over de ruimte)
- Het ademvolume en de gevoeligheid van om het virus op te lopen is voor alle personen in de ruimte gelijk (Beggs et al. 2003).

Door uit te gaan van volledig mixen van de lucht, wordt het werkelijke risico voor sommige personen in de ruimte mogelijk onderschat en in andere situatie mogelijk overschat.

Miller, S. L., Nazaroff, W. W., Jimenez, J. L., Boerstra, A., Buonanno, G., Dancer, S. J., ... & Noakes, C. (2020). Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. *Indoor air*.

## Wells – Riley formule (voorbeelden)



## Repetitie koor in Leiden

### Repetitie koor Leiden

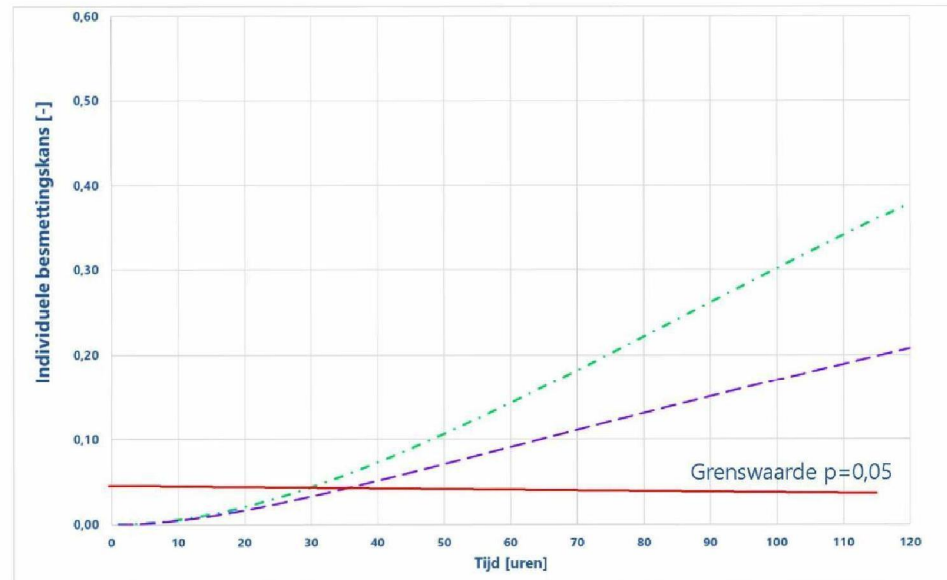
- 2 uur
- 2/3 van de tijd zingen
- 1 van de aanwezigen is infectueus
- Ventilatievoud 1

### Repetitieruimte

- Opp: 143m<sup>2</sup>;
- Hoogte: 5 m (gemiddeld)
- Ventilatievoud onbekend (niet op locatie geweest): Aanname: 1 & 3

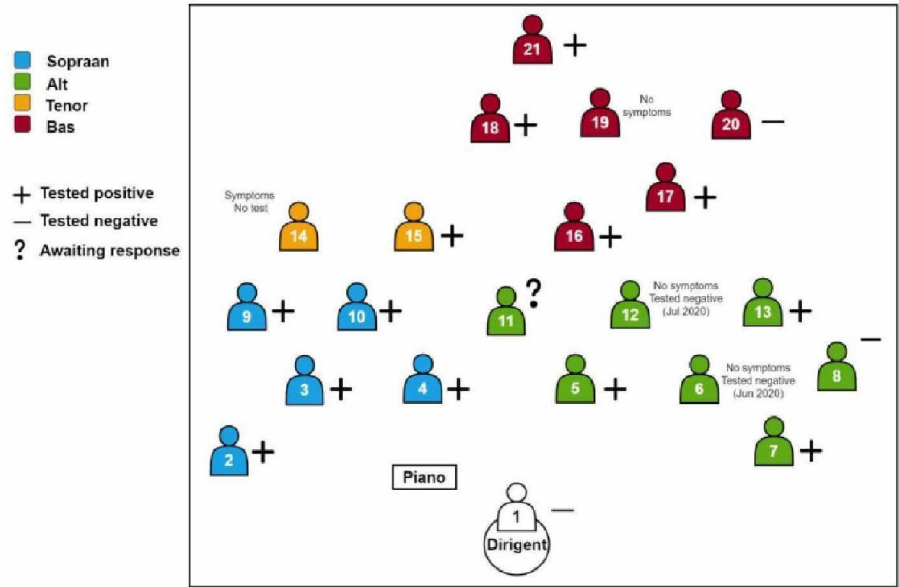
**Ventilatievoud = 1 → P=38%**

**Ventilatievoud = 3 → P=21%**



*P=Theoretische individuele besmettingskans*

## Besmettingen



Bron: GGD

### Repetitieruimte

- Totaal aantal aanwezigen: 21
- 13 personen positief getest
- 1 bron?
- 12/20 besmet = **60%**

### Verwachting aantal besmettingen via aerosolen o.b.v. Wells Riley-model:

VV= 1:  $20 \times 38\% = 7-8$  besmettingen

VV= 3:  $20 \times 21\% = 4-5$  besmettingen



## Disclaimer

In dit document hebben we gekeken naar de kans dat een individuele bezoeker (met gemiddelde gezondheid) besmet raakt via de aerosolroute; dit staat los van eventuele besmettingen die ontstaan als mensen langere tijd op korte afstand (binnen 1,5 m) van elkaar recht in elkaars gezicht praten of zingen (ook afstand houden blijft een aandachtspunt). En ook los van besmettingen die op kunnen treden via direct contact (handhygiëne etc. blijft belangrijk).

Het Corona virus (SARS-CoV-2) is een nieuw virus. Er is nog veel onbekend; dit geldt zeker in relatie tot bv. besmettingskansen en virusoverdracht mechanismes. bba binnenmilieu heeft de Wells Riley-berekeningen zo goed mogelijk uitgevoerd, rekening houdend met de laatste stand van de (internationale) wetenschap. Met name in grotere ruimten kunnen ventilatie efficiency en luchtstromingen leiden tot meer variatie. In die zin geldt dus ook enig voorbehoud ten aanzien van de gepresenteerde berekeningsuitkomsten en conclusies.