

HANDLEIDING KOORZANG & VENTILATIE

Voor CLK koren
Versie 1.1
12 okt 2020

Henk B. Groen

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Welke norm?	3
2	RIVM – Bouwbesluit 2012	4
3	Klasse A ventilatie vergaderzalen 2018	4
4	Drank en Horecawet	5
5	EHBV norm	6
6	Ventilatie onbekend	7
6.1	Ventilatie bepalen op basis van de CO2 stijgtijd	7
6.2	Ventilatie bepalen met twee CO2 waarden	7
6.3	Doorluchttijd bepalen	8
7	Tabel: relatie CO2 waarde, aantal deelnemers en ventilatie	9

1 Inleiding

Vanwege het Corona virus zijn er normen voor samenzang, die zorgen voor een beperking van het risico op een besmetting. Deze handleiding laat zien hoe je kunt controleren of je wat betreft de ventilatie aan de gekozen norm voldoet. Er zijn uiteraard veel meer aspecten die van belang zijn om het risico te verminderen, dit document beperkt zich tot de ventilatie. Om de controle eenvoudig te houden zijn bij het kiezen van waarden - zoals bijvoorbeeld "CO2 productie per zanger" - gemiddelden gekozen.

1.1 Welke norm?

Er zijn 4 normen, die genoemd worden in de nog steeds voortgaande discussies:

1. RIVM (Bouwbesluit 2012, de formele norm van onze overheid)
2. Drank en Horecawet 2016 (De doelgroep "zangers" past goed bij deze norm)
3. Klasse A ventilatie vergaderzalen 2018 (ter vergelijking met de andere normen)
4. EHBV tool 2020 (deze norm is speciaal ontwikkeld voor gemeentezang in kerkgebouwen)

Praktisch gedrag is je te houden aan de formele RIVM norm, maar tegelijkertijd beseffen dat dit aller-, allerlaagste norm is! Doe alle moeite om hogere waarden te kiezen voor de ventilatie met als uiterste norm de EHBV norm.

Deze handleiding is in korte tijd gemaakt, op- en aanmerkingen zijn zeer welkom bij Henk Groen (h.b.groen@planet.nl).

2 RIVM – Bouwbesluit 2012

Gebruikelijk is de daarin vermelde ventilatie waarde voor algemene verblijfsruimte 23,4 m³/u per persoon te kiezen. Omdat de juiste categorie (“samenzang”) niet echt bestaat kiezen we in dit voorbeeld veiligheidshalve de allerhoogste norm in het Bouwbesluit 2012: 43,2 m³/uur (bedgebied, industrie, gevangenis, logiesgebouw). Na deze keuze kunnen we nu naar stap 1 van het proces:

STAP 1: Bepaal gewenste ventilatie = aantal deelnemers x 43,2 m³/uur.

In het voorbeeld kiezen we 30 deelnemers, daaruit volgt een ventilatie eis van 30 x 43,2 m³/uur = 1300 m³/uur.

STAP 2: Zoek in de tabel*) in de bijlage bij de kolom van 30 deelnemers de waarde van 1300 m³/uur.

Dat wordt 1309 (kies altijd de zwaarste eis) daarbij lezen we in de eerste kolom een CO₂ waarde van 950 ppm. Dit is de te meten waarde die tijdens zang niet overschreden mag worden.

STAP 3: In de zaal zelf: lucht de ruimte waarin gezongen wordt grondig, doortochten, niemand aanwezig.

Meet met de CO₂ meter of de waarde rondom 400 ppm ligt en niet meer verandert, dit is ongeveer de waarde van de buitenlucht (= CO₂verselucht).

STAP 4: Start met zingen, de gemeten CO₂ waarde zal stijgen vanwege de CO₂ productie door de zangers.

Als de waarde overtuigend groter wordt dan 950 ppm, dan moet het zingen worden gestopt, de zaal worden verlaten, opnieuw doorgetocht. Daarna kan weer worden gezongen en eventueel de ventilatie worden vergroot met bijvoorbeeld meer openingen naar de buitenlucht.

*)

Degene die goed met formules kan omgaan kan voor maatwerk de formule zelf gebruiken:

$$\text{CO}_2\text{max} = \text{CO}_2\text{verselucht} + (Z \times 24000)/V \quad [\text{ppm}]$$

(Bron: Lufttechnische Anlagen, Walter Wagner, ISBN 978-3-8343-3095-6)

Z = aantal zangers

V = Ventilatiecapaciteit (m³/uur)

CO₂ gemiddelde productie per zanger: 24 liter/uur (= 24x10⁻³ m³/uur)

CO₂verselucht = 400 ppm (~ waarde van de buitenlucht)

3 Klasse A ventilatie vergaderzalen 2018

De hoogste norm voor ventilatie in dit advies is 60 m³/u per persoon. Verder loopt het proces hetzelfde als hierboven bij het Bouwbesluit 2012, het verschil is dat een hogere waarde (60 m³/uur) voor de gewenste ventilatie wordt gekozen.

4 Drank en Horecawet

“Een horeca lokaliteit is voorzien van een rechtstreeks met de buitenlucht in verbinding staande goed werkende mechanische ventilatie-inrichting met een luchtverversingscapaciteit van $3,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (= 13,68 m³/u) per m² vloeroppervlakte.” De Drank en Horecawet heeft dus een norm per oppervlakte en niet per persoon. Bepaal de oppervlakte van de zaal in m². We nemen als voorbeeld een zaal van 120 m². In deze zaal kunnen met de 1,5 meter regel circa 25 zangers inclusief dirigent. Die waarde kiezen we.

We kunnen nu naar stap 1 van het proces:

STAP 1: Bepaal gewenste ventilatie = oppervlakte in m² x 13,68 m³/uur.

In het voorbeeld kiezen we 120 m², daaruit volgt een ventilatie eis van $120 \times 13,68 = 1700 \text{ m}^3/\text{uur}$ (afroonden naar boven, altijd zwaarste eis kiezen).

STAP 2: Zoek in de tabel*) in de bijlage bij de kolom van 25 deelnemers de waarde van 1700 m³/uur.

Dat wordt 1714 (kies altijd de zwaarste eis) daarbij lezen we in de eerste kolom een CO₂ waarde van 750 ppm. Dit is de te meten waarde die tijdens zang niet overschreden mag worden.

STAP 3: In de zaal zelf: lucht de ruimte waarin gezongen wordt grondig, doortochten, niemand aanwezig.

Meet met de CO₂ meter of de waarde rondom 400 ppm ligt en niet meer verandert, dit is ongeveer de waarde van de buitenlucht (= CO₂verselucht).

STAP 4: Start met zingen, de gemeten CO₂ waarde zal stijgen vanwege de CO₂ productie door de zangers.

Als de waarde overtuigend groter wordt dan 750 ppm, dan moet het zingen worden gestopt, de zaal worden verlaten, opnieuw doorgetocht. Daarna kan opnieuw worden gezongen en eventueel de ventilatie worden vergroot met bijvoorbeeld meer openingen naar de buitenlucht.

*)

Degene die goed met formules kan omgaan kan voor maatwerk de formule zelf gebruiken:

$$\text{CO}_2\text{max} = \text{CO}_2\text{verselucht} + (Z \times 24000)/V \quad [\text{ppm}]$$

(Bron: Lufttechnische Anlagen, Walter Wagner, ISBN 978-3-8343-3095-6)

Z = aantal zangers

V = Ventilatiecapaciteit (m³/uur)

CO₂ gemiddelde productie per zanger: 24 liter/uur (= $24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{uur}$)

CO₂verselucht = 400 ppm (~ waarde van de buitenlucht)

5 EHBV norm

Deze norm werkt anders dan de vorige: een aantal eigenschappen van de situatie moet worden ingevuld (<https://eerstehulpbijventilatie.nl/ruimte-berekening-co2/>) en het resultaat verschijnt in de vorm van 2 verkeerslichten: een voor het besmettingsrisico BR en de ander voor het reproductiegetal R0, dat kleiner moet zijn dan 1. Welke waarden moeten worden ingevuld?

- Aantal personen
- Inhoud van de zaal [m3]
- Capaciteit mechanische ventilatie [m3/u]
- Tijdsduur van de samenkomst [uur, deze norm is speciaal voor gemeentezang, maximum waarde is 1 uur]
- Tijdsduur van de actieve zang [minuten, altijd lager of gelijk aan de tijdsduur van de samenkomst]
- Ouderdom van het gebouw, dit geeft aan hoe groot de natuurlijke ventilatie is:
 - < 1945: elke uur de inhoud van de zaal.
 - < 1990: elke 2 uur de inhoud van de zaal.
 - > 1990: elke 5 uur de inhoud van de zaal.

Als deze waarden bekend zijn en de ventilatie alleen bepaald wordt door de mechanische en de natuurlijke ventilatie heeft men geen waarden meer nodig. Kan dan toch de CO2 meter worden gebruikt? Ja, een voorbeeld:

Aantal personen:	25
Capaciteit mechanische ventilatie:	4000 m3/uur
Inhoud kerkzaal:	2000 m3
Ouderdom < 1945, dus:	
Capaciteit Natuurlijke ventilatie:	2000 m3/uur

We kunnen nu naar stap 1 van het proces:

STAP 1: Bepaal totale ventilatie = mechanische + natuurlijke = 4000 + 2000 = 6000 m3/uur.

STAP 2: Zoek in de tabel*) in de bijlage bij de kolom van 25 deelnemers de waarde van 6000 m3/uur.

Dat wordt 6000, daarbij lezen we in de eerste kolom een CO2 waarde van 500 ppm. Dit is de te meten waarde die tijdens zang niet overschreden mag worden.

STAP 3: In de zaal zelf: lucht de ruimte waarin gezongen wordt grondig, doortochten, niemand aanwezig.

Meet met de CO2 meter of de waarde rondom 400 ppm ligt en niet meer verandert, dit is ongeveer de waarde van de buitenlucht (= CO2verselucht).

STAP 4: Start met zingen, de gemeten CO2 waarde zal stijgen vanwege de CO2 productie door de zangers.

Als de waarde overtuigend groter wordt dan 500 ppm, dan moet het zingen worden gestopt, de zaal worden verlaten, opnieuw doorgetocht. Daarna kan worden gezongen en eventueel de ventilatie worden vergroot met bijvoorbeeld meer openingen naar de buitenlucht.

*)

Degene die goed met formules kan omgaan kan voor maatwerk de formule zelf gebruiken:

$$\text{CO2max} = \text{CO2verselucht} + (\text{Z} \times 24000) / \text{V} \quad [\text{ppm}]$$

(Bron: Lufttechnische Anlagen, Walter Wagner, ISBN 978-3-8343-3095-6)

Z = aantal zangers

V = Ventilatiecapaciteit [m3/uur]

CO2 gemiddelde productie per zanger: 24 liter/uur (= 24x10⁻³ m3/uur)

CO2verselucht = 400 ppm (~ waarde van de buitenlucht)

6 Ventilatie onbekend

6.1 Ventilatie bepalen op basis van de CO2 stijgtijd

Omdat de CO2 hoeveelheid in de zaal veel kleiner is dan de hoeveelheid andere lucht, kan het volgende proces worden gebruikt:

STAP 1: In de zaal zelf: lucht de ruimte waarin gezongen wordt grondig, doortochten, niemand aanwezig.

Meet met de CO2 meter of de waarde rondom 400 ppm ligt en niet meer verandert, dit is ongeveer de waarde van de buitenlucht (= CO2verselucht).

STAP 2: Start op tijdstip 1 met zingen, leg het tijdstip vast, de gemeten CO2 waarde zal stijgen vanwege de CO2 productie door de zangers.

STAP 3: Op een gegeven moment zal de waarde niet meer stijgen. Leg dit tijdstip 2 vast.

Bepaal de stijgtijd T in uur tussen de twee tijdstippen. Pas vervolgens de volgende formule toe:

$$V = I / T \quad [\text{m}^3/\text{uur}]$$

V = Ventilatiecapaciteit [m³/uur].

T = Tijdsduur [uur] tussen het starten van de zangrepetitie, dat is dus het begin van de stijging van het CO2 gehalte, zoals af te lezen op de CO2 meter en het stabilisatie moment: de CO2 meter stijgt niet meer.

I = Inhoud van de zaal [m³].

6.2 Ventilatie bepalen met twee CO2 waarden

Ook het volgende proces kan gebruikt worden:

STAP 1: In de zaal zelf: lucht de ruimte waarin gezongen wordt grondig, doortochten, niemand aanwezig.

Meet met de CO2 meter of de waarde rondom 400 ppm ligt en niet meer verandert, dit is ongeveer de waarde van de buitenlucht (= CO2verselucht).

STAP 2: Start met zingen, de gemeten CO2 waarde zal stijgen vanwege de CO2 productie door de zangers.

STAP 3: Op een gegeven moment zal de waarde niet meer stijgen. lees die waarde af = CO2max.

Vul die waarde (= CO2max), het aantal aanwezigen Z, en de beginwaarde (= CO2verselucht) in in de formule:

$$V = Z \times 24000 / (\text{CO2max} - \text{CO2verselucht}) \quad [\text{m}^3/\text{u}]$$

(Bron: Luftechnische Anlagen, Walter Wagner, ISBN 978-3-8343-3095-6):

Voorbeeld:

Z: 25
CO2max: 500 ppm
CO2verselucht: 400 ppm

Ventilatie is dus 6000 m³/uur, uiteraard de waarde uit het voorbeeld in Hoofdstuk 5.

6.3 Doorluchttijd bepalen

Hoe lang duurt het voordat de ruimte volledig is ververs met buitenlucht? Bij volledige verversing is de CO2 waarde binnen gelijk aan de CO2 waarde buiten (circa 400 ppm). Stappen:

1. Alle personen verwijderen uit de zaal, tijdstip T1.
2. Alle ramen, deuren en bovenlichten openzetten, hoe meer tocht hoe beter, immers de buitenlucht krijgt dan alle ruimte, letterlijk en figuurlijk !
3. Wacht tot de CO2 meter nagenoeg gelijk is aan de waarde van de buitenlucht, in de orde van 400 ppm. Dit wordt tijdstip T2.

Dan weet je de tijdsduur T van het doortochten, luchten. Ook weet je dan welke ventilatiecapaciteit je hebt tijdens het volledig doortochten:

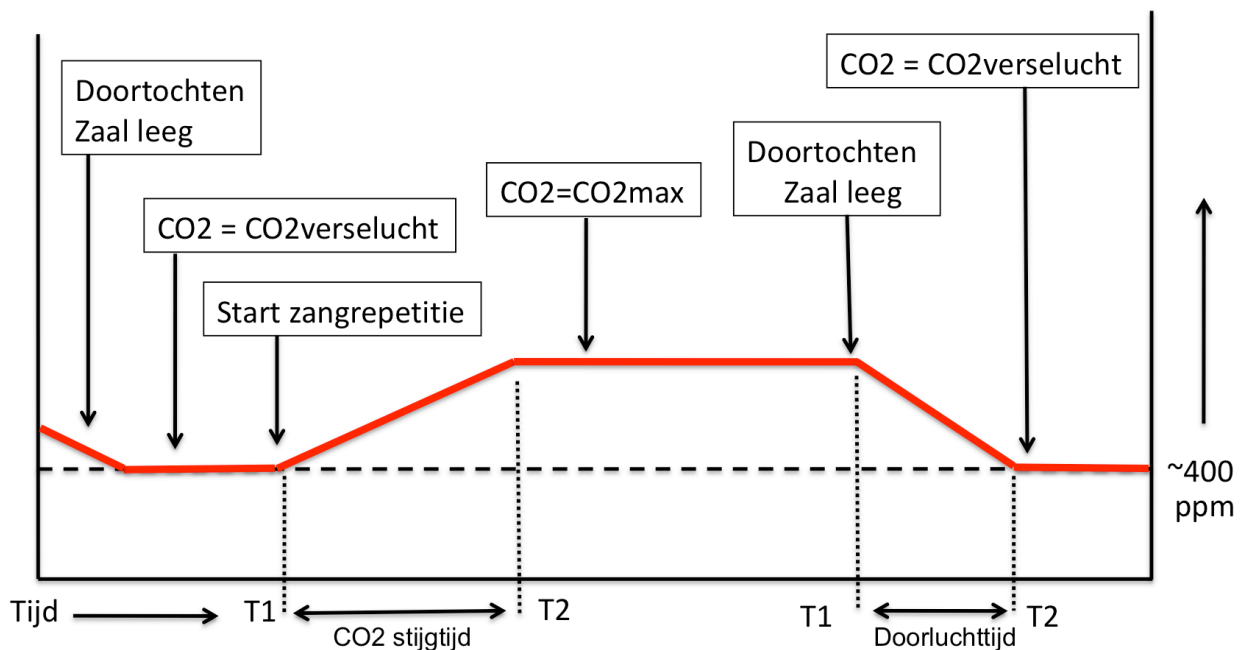
$$V = I / T$$

V = Ventilatie capaciteit bij volledig doortochten [m³/uur]

I = Inhoud van de zaal [m³]

T = Tijdsduur tussen tijdstip T1 en tijdstip T2.

Algemeen CO2 verloop



7 Tabel: relatie CO2 waarde, aantal deelnemers en ventilatie

Z	1	10	15	20	25	30	35	40	45	50
CO2max	(ppm)									
1200	30	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500
1190	30	304	456	608	759	911	1063	1215	1367	1519
1180	31	308	462	615	769	923	1077	1231	1385	1538
1170	31	312	468	623	779	935	1091	1247	1403	1558
1160	32	316	474	632	789	947	1105	1263	1421	1579
1150	32	320	480	640	800	960	1120	1280	1440	1600
1140	32	324	486	649	811	973	1135	1297	1459	1622
1130	33	329	493	658	822	986	1151	1315	1479	1644
1120	33	333	500	667	833	1000	1167	1333	1500	1667
1110	34	338	507	676	845	1014	1183	1352	1521	1690
1100	34	343	514	686	857	1029	1200	1371	1543	1714
1090	35	348	522	696	870	1043	1217	1391	1565	1739
1080	35	353	529	706	882	1059	1235	1412	1588	1765
1070	36	358	537	716	896	1075	1254	1433	1612	1791
1060	36	364	545	727	909	1091	1273	1455	1636	1818
1050	37	369	554	738	923	1108	1292	1477	1662	1846
1040	38	375	563	750	938	1125	1313	1500	1688	1875
1030	38	381	571	762	952	1143	1333	1524	1714	1905
1020	39	387	581	774	968	1161	1355	1548	1742	1935
1010	39	393	590	787	984	1180	1377	1574	1770	1967
1000	40	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
990	41	407	610	814	1017	1220	1424	1627	1831	2034
980	41	414	621	828	1034	1241	1448	1655	1862	2069
970	42	421	632	842	1053	1263	1474	1684	1895	2105
960	43	429	643	857	1071	1286	1500	1714	1929	2143
950	44	436	655	873	1091	1309	1527	1745	1964	2182
940	44	444	667	889	1111	1333	1556	1778	2000	2222
930	45	453	679	906	1132	1358	1585	1811	2038	2264
920	46	462	692	923	1154	1385	1615	1846	2077	2308
910	47	471	706	941	1176	1412	1647	1882	2118	2353
900	48	480	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400
890	49	490	735	980	1224	1469	1714	1959	2204	2449
880	50	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
870	51	511	766	1021	1277	1532	1787	2043	2298	2553
860	52	522	783	1043	1304	1565	1826	2087	2348	2609
850	53	533	800	1067	1333	1600	1867	2133	2400	2667
840	55	545	818	1091	1364	1636	1909	2182	2455	2727
830	56	558	837	1116	1395	1674	1953	2233	2512	2791
820	57	571	857	1143	1429	1714	2000	2286	2571	2857
810	59	585	878	1171	1463	1756	2049	2341	2634	2927
800	60	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000

Z=	1	10	15	20	25	30	35	40	45	50
CO2max	(ppm)									
800	60	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
790	62	615	923	1231	1538	1846	2154	2462	2769	3077
780	63	632	947	1263	1579	1895	2211	2526	2842	3158
770	65	649	973	1297	1622	1946	2270	2595	2919	3243
760	67	667	1000	1333	1667	2000	2333	2667	3000	3333
750	69	686	1029	1371	1714	2057	2400	2743	3086	3429
740	71	706	1059	1412	1765	2118	2471	2824	3176	3529
730	73	727	1091	1455	1818	2182	2545	2909	3273	3636
720	75	750	1125	1500	1875	2250	2625	3000	3375	3750
710	77	774	1161	1548	1935	2323	2710	3097	3484	3871
700	80	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
690	83	828	1241	1655	2069	2483	2897	3310	3724	4138
680	86	857	1286	1714	2143	2571	3000	3429	3857	4286
670	89	889	1333	1778	2222	2667	3111	3556	4000	4444
660	92	923	1385	1846	2308	2769	3231	3692	4154	4615
650	96	960	1440	1920	2400	2880	3360	3840	4320	4800
640	100	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
630	104	1043	1565	2087	2609	3130	3652	4174	4696	5217
620	109	1091	1636	2182	2727	3273	3818	4364	4909	5455
610	114	1143	1714	2286	2857	3429	4000	4571	5143	5714
600	120	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000
590	126	1263	1895	2526	3158	3789	4421	5053	5684	6316
580	133	1333	2000	2667	3333	4000	4667	5333	6000	6667
570	141	1412	2118	2824	3529	4235	4941	5647	6353	7059
560	150	1500	2250	3000	3750	4500	5250	6000	6750	7500
550	160	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000
540	171	1714	2571	3429	4286	5143	6000	6857	7714	8571
530	185	1846	2769	3692	4615	5538	6462	7385	8308	9231
520	200	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
510	218	2182	3273	4364	5455	6545	7636	8727	9818	10909
500	240	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9600	10800	12000
490	267	2667	4000	5333	6667	8000	9333	10667	12000	13333
480	300	3000	4500	6000	7500	9000	10500	12000	13500	15000
470	343	3429	5143	6857	8571	10286	12000	13714	15429	17143
460	400	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000
450	480	4800	7200	9600	12000	14400	16800	19200	21600	24000
440	600	6000	9000	12000	15000	18000	21000	24000	27000	30000
430	800	8000	12000	16000	20000	24000	28000	32000	36000	40000
420	1200	12000	18000	24000	30000	36000	42000	48000	54000	60000
410	2400	24000	36000	48000	60000	72000	84000	96000	108000	120000