

**Ventilatie is een doeltreffend middel om het risico op een COVID-19-besmetting door aerosolen te verminderen.**

- Via de ademhaling komen er aerosolen vrij, die virussen bevatten als de persoon besmet is. Tegelijkertijd wordt er CO2 uitgeademd, een gas waarvan de concentratie in de lucht eenvoudig gemeten kan worden. De CO2-concentratie wordt daarom vaak gebruikt als indicator voor het ventilatie-debiet in ruimten waar personen in aanwezig zijn. Door het gebruik van mondmaskers zal men de verspreiding van aerosolen in de ruimte kunnen beperken bij een gelijkblijvende CO2-productie.
- Bij het uitademen, komt er CO2 vrij. Bij een rustige activiteit (1,2 MET) is dit ongeveer 20 l/uur.
- In een ruimte met een permanente bezetting is er een eenduidige relatie tussen het verschil in CO2-concentratie binnen en buiten en het ventilatie-debiet.
- Voor het risico op virusoverdracht via aerosolen bestaat er geen drempelwaarde voor het ventilatie-debiet, de luchtverversingsgraad of de CO2-concentratie waarmee men het risico op besmetting kan uitsluiten. Hoe meer ventilatie er voorzien wordt, hoe kleiner het risico wordt.
- Naast het ventilatie-debiet zijn er nog andere factoren die een grote invloed hebben op het risico op virusoverdracht, met name: het aantal blootgestelde personen in een ruimte, het aantal besmette personen in deze ruimte, de duur van de blootstelling, het stemgebruik (zingen, roepen) ...
- Om dit risico te beperken door middel van ventilatie, moet er in de eerste plaats gezorgd worden voor voldoende ventilatie in alle ruimten en moet er voorrang gegeven worden aan het nemen van corrigerende maatregelen in ruimten waar de ventilatie duidelijk onvoldoende is.
- Een CO2-concentratie die lager is dan 900 ppm, wordt beschouwd als een aanvaardbare waarde om op maatschappelijk vlak de verspreiding van het virus via aerosolen beperkt te houden. In de praktijk kan men het niet of zelden overschrijden van 900 ppm voor een volwassene die een rustige activiteit uitoefent min of meer garanderen bij een ventilatie-debiet van 40 m³/h.persoon. Dit minimale ventilatie-debiet zal hoger zijn bij intensieve activiteiten, aangezien er dan meer CO2 en dus ook meer aerosolen geproduceerd worden.
- Hoe lager de CO2-concentratie, hoe kleiner het risico op besmetting door aerosolen. Relatie tussen CO2-concentratie en ventilatie-debieten voor rustige activiteiten. CO2-toename t.o.v.buitenconcentratie Indien CO2 buiten 400 ppm Ventilatie-debiet (m³/h.persoon)

**Het meten van je ventilatie debiet?**

Indien er mechanische-ventilatiesystemen aanwezig zijn met luchttoevoer en/of -afvoer in dezelfde ruimte, is het zinvol om het ventilatie-debiet te bepalen. Men bepaalt bij voorkeur het ventilatie-debiet in de hoogste stand en eventueel ook de debieten in andere standen.

Op basis van deze debieten kan dan een nominale bezettingsgraad N900 bepaald worden. Dit is het aantal personen dat permanent in de ruimte mag verblijven zonder dat er een (belangrijke) overschrijding van de toelaatbare CO2-concentraties zal plaatsvinden en zonder de noodzaak om CO2-metingen uit te voeren op voorwaarde dat de ventilatie correct gebruikt wordt.

- Een bepaling van de ventilatie-debieten kan op meerdere manieren gebeuren:
1. indien er in het kader van de codex over het welzijn op het werk al een evaluatie uitgevoerd is, zal het debiet van de mechanische ventilatie normaal gezien gekend zijn.
  2. het is ook mogelijk om het debiet te meten met een debietmeter.
  3. een inschatting van het ventilatie-debiet kan ook gebeuren op basis van de evolutie van de CO2-

BELANGRIJK: De debieten dienen bepaald te worden bij gesloten ramen en deuren, inclusief binnendeuren.

**Tabel 1 Relatie tussen CO<sub>2</sub>-concentratie en ventilatie-debieten voor rustige activiteiten.**

CO <sub>2</sub> -toename t.o.v. buitenconcentratie	Indien CO <sub>2</sub> buiten 400 ppm	Ventilatie-debiet (m³/h.persoon)
200	600	100
400	800	50
500	900	40
800	1.200	24
1.100	1.500	18

**Bepaling debiet verse lucht via rechtstreekse debietmetingen**

De Qmech-debieten dienen minstens bepaald te worden in de maximale stand en eventueel ook bij andere regelstanden.

Raming van het debiet aan verse lucht op basis van gemeten CO2-concentraties Als men niet over de nodige meetapparatuur voor debietmetingen beschikt en/of indien het niet evident is om de debieten te meten (grote ruimten ...), kan er op basis van de CO2-concentratie in een stationair regime een inschatting gemaakt worden van het mechanische-ventilatie-debiet Qmech. Het is wel belangrijk dat de ramen en deuren gesloten zijn tijdens de meetperiode.

Indien de CO2-concentratie min of meer gestabiliseerd is bij bezetting, kan men het mechanische-ventilatie-debiet inschatten.

Voor rustige activiteiten is het mechanische-ventilatie-debiet Qmech = 20.000 \* N/(CO2,binnen - CO2,buiten) (m³/h), waarbij N het aantal aanwezigen is.

Deze formule geldt voor personen met een rustige activiteit (1,2 MET). Onderstaande tabel geeft voor het gemeten CO2-verschil tussen binnen en buiten het overeenkomstige ventilatie-debiet per persoon. De nominale bezetting van de ruimte is dan gelijk aan het aantal aanwezigen N tijdens de meting, vermenigvuldigd met de factor uit de tabel 2.

CO <sub>2</sub> binnen – CO <sub>2</sub> buiten	m³/h
300	67
400	50
500	40
600	33
700	29
800	25
900	22
1.000	20
1.100	18
1.200	17
1.300	15
1.400	14
1.500	13
1.600	13

- Belangrijke aandachtspunten en randvoorwaarden:
- een voldoende precieze Qmech-debietbepaling is alleen mogelijk indien het verschil in CO2-concentratie groter is dan 300 ppm
  - het is nodig om de evolutie van de CO2-concentratie regelmatig of voortdurend te monitoren, om te kunnen vaststellen of men effectief een stationair regime bereikt heeft. Indien er geen stationair regime bereikt wordt, kan deze methode NIET toegepast worden
  - het is belangrijk dat de analyse uitgevoerd wordt door een persoon met de nodige ervaring
  - indien men de keuze heeft tussen een rechtstreekse debietmeting (STAP 3.2) of een debietbepaling op basis van een CO2-meting (STAP 3.3), is de rechtstreekse debietmeting te verkiezen.

**Ramen en deuren openhouden**

Als men geen indicaties heeft over de ventilatie van de ruimte (geen debietmetingen bij mechanische ventilatie en geen meting van de CO2-concentraties), zijn de volgende stappen van cruciaal belang:

- maximaal inzetten op het openen van ramen en/of deuren en indien er mechanische ventilatie beschikbaar is, deze op de maximale stand zetten
- het beperken van de bezetting, waarbij de volgende vuistregel gehanteerd kan worden:

**o maximaal 4 personen per m² netto-opening van ramen**

**o maximaal 6 personen per m² netto-opening van buitendeuren**

**Bepalen van de nominale bezettingsgraad bij open ramen en buitendeuren**

Indien er geen informatie over de mechanische-ventilatie-debieten of over de CO2-concentraties beschikbaar is, mag men alleen rekenen op de ventilatie door het openen van ramen en/of buitendeuren.

Het ventilatie-debiet is functie van vele parameters, zoals o.a. de windsnelheid, de binnen- en buitentemperaturen, de grootte en de positie van deze openingen ...

In het kader van dit document is een inschatting gemaakt op basis van de Europese norm EN 15242 waarbij de volgende aannames gehanteerd worden:

- het temperatuurverschil tussen binnen en buiten bedraagt 3 °C
  - het is windstil weer
  - elk raam op zich wordt geëvalueerd in de veronderstelling van dat alle openingen zich in dezelfde gevel bevinden.
- De volgende formule kan dan gebruikt worden:

Debiet (m³/h) = Qopen = 1800 \* Aopen \* (0,0035 \* Hopen\* (Tbinnen - Tbuiten))0,5 met Tbinnen - Tbuiten = 3°C.

Debiet (m³/h)= Qopen = 184 \* Aopen \* Hopen 0,5.

De overeenstemmende nominale bezetting voor een rustige activiteit (1,2 MET) is:

N900 = N900,formule = 4,6 \* Aopen \* Hopen 0,5.

De volgende eenvoudige vuistregel kan gebruikt worden:

- geopende ramen: N900,vuistregel = 4 \* Aopen (dit komt overeen met een openingshoogte van 75 cm)
- geopende deuren: N900,vuistregel = 6 \* Aopen (dit komt overeen met een openingshoogte van ongeveer 2 meter).

**Symbolen, eenheden en definities**

- N900: nominale bezettingsgraad die permanent aangehouden kan worden indien de streefwaarde voor de CO2-concentratie 900 ppm bedraagt (500 ppm boven de buitenconcentratie)
- N1200: nominale bezettingsgraad in het kader van de codex over het welzijn op het werk in situaties waar de limietwaarde 1.200 ppm bedraagt
- Neff: effectieve bezettingsgraad van de ruimte
- Qmech: debiet van de mechanische ventilatie (m³/h)
- Aopen: de netto-oppervlakte van de openingen tussen de ruimte en de buitenomgeving [m²]
- klassiek opengaande ramen: lengte \* breedte
- kipramen, klapramen ...: netto-afmetingen van de openingen
- indien insectengaas: slechts 50 % van de oppervlakte in rekening brengen
- openingen met lamellen: productgegevens gebruiken
- Hopen: de nettohoogte van het opengaande deel van een raam of opening [m]
- MET: indicator met betrekking tot de metabolische activiteit (Metabool Equivalent)
- Rustige activiteit: een activiteit die overeenstemt met een MET-waarde van 1,2
- Natuurlijke ventilatie: alle vormen van ventilatie die geen gebruikmaken van mechanische ventilatie (infiltratie, ventilatieroosters, opengaande ramen en deuren)
- Permanente CO2-metingen: er gebeurt altijd een continue CO2-meting in de ruimte
- Steekproefsgewijze CO2-metingen: er wordt slechts gedurende bepaalde perioden een CO2-meting uitgevoerd. Dit kan zowel gaan om korte perioden voor ogenblikkelijke metingen of om metingen gedurende één of meerdere dagen.
- CADR: Clean Air Delivery Rate van een toestel voor luchtzuivering. De CADR geeft voor een bepaalde pollutie (meestal fijnstof) het debiet aan gezuiverde lucht weer dat het toestel inblaast. Dit komt overeen met het debiet aan buitenlucht (in m³/h) dat nodig zou zijn om dezelfde hoeveelheid pollutanten af te voeren als het luchtzuiveringstoestel.

**SOURCE: [https://werk.belgie.be/sites/default/files/content/documents/Coronavirus/Implementatieplan\\_ventilatie.pdf](https://werk.belgie.be/sites/default/files/content/documents/Coronavirus/Implementatieplan_ventilatie.pdf)**

**Basis voor het streven naar zoveel mogelijke luchtwisselingen per uur (ACH) van buitenluchtventilatie + draagbare luchtreiniger**

1. Bijvoorbeeld het doel is in totaal 5 luchtwisselingen per uur
2. 5 luchtwisselingen per uur betekent dat de lucht binnen gemiddeld 5 keer per uur wordt uitgewisseld met schone lucht
3. En het duurt (1/5) \* 60 \* 3 = 36 minuten om de lucht volledig van vervuiling te ontdoen
4. De ontwerpnorm voor minimale ventilatie in klaslokalen is ongeveer 3 ACH (zie hieronder)
5. De effecten van ventilatie en luchtreiniging zijn additief (bijv. Ventilatie van 3 ACH + luchtreiniging van 2 ACH = 5 ACH)
6. U kunt meerdere luchtreinigers aan een kamer toevoegen om een hogere ACH te bereiken (als u bijvoorbeeld twee apparaten installeert, elk met 2 ACH, is dit gelijk aan 4 ACH in totaal)

**Vb: DOEL IS TEN MINSTE 5 TOTALE LUCHTVERANDERINGEN PER UUR**

	Ideal (6 ACH)
	Excellent (5-6 ACH)
	Good (4-5 ACH)
	Bare minimum (3-4 ACH)
	Low (<3 ACH)

**HOEVEEL BUITENLUCHT VENTILATIE HEEFT U?**

Hoe is de ventilatie in mijn onderneming?		Voorbeeld scholen
Good ventilation	3 ACH	Dit is de geschatte minimale luchtversingssnelheid waarvoor scholen zouden moeten worden ontworpen, maar de meeste niet bereiken
Enhanced ventilation	4 ACH	Selecteer dit alleen als uw school het heeft gemaakt verbeteringen die verder gaan dan code-minima
Typical school	1,5 ACH	Dit is een geschatte gemiddelde luchtwisselcoëfficiënt op veel scholen op basis van onderzoeksstudies
Low ventilation	1 ACH	Selecteer deze optie als uw school slecht geventileerd is of je weet het niet zeker (ter referentie, een typisch huis in de VS is 0,5 ACH)