

HOORZITTING 23-04-2021

VOORSTEL VAN RESOLUTIE OVER HET VERSTERKEN VAN DE INVESTERINGEN IN VENTILATIE IN HET KADER VAN
HET RELANCEPLAN VLAAMSE VEERKRACHT



BINNENLUCHTKWALITEIT EN VENTILATIE

Marianne Stranger, Indoor Air Quality, Health Unit, VITO



Maatregelen mbt ventileren en verluchten tijdens de corona-uitbraak in woning publiek toegankelijke gebouwen uitgezonderd ziekenhuizen en zorginstellingen: groepen besmette personen (cohorten) verblijven

1 INLEIDING

Om de lucht in een gebouw gezond te houden is het belangrijk om voortdurend te ventileren en te verluchten. De WHO en Sciensano benoemen ventilatie ook als om te voorkomen dat het virus dat COVID-19 veroorzaakt zich binnen kan verspreiden.



Luchtzuiveren van airborne

Auteur: Marianne Stranger,

Datum: 09/11/2020

SAMENVATTING

Luchtzuivering kan een aan binnenmilieu te beperken



Bescherm jezelf en anderen Elke maatregel heeft beperkingen. Meerdere maatregelen zijn nodig om de kans op besmetting zo klein mogelijk te maken.



Gebaseerd op 'The Swiss cheese model of accident causation', door James T. Reason, 1

Webinar over verluchten en ventileren op school

Hoe verspreidt het virus zich? Hoe pak je de screening van de binnenluchtkwaliteit aan? Waarom is het CO₂-gehalte in een klaslokaal belangrijk? Hoe kan je beter ventileren? Hoe gebruik je een CO₂-meter en waarmee hou je rekening bij de aankoop?

5 experts beantwoorden deze vragen en meer in de webinar over verluchten en ventileren.

Bekijk hun toelichting op YouTube Onderwijs Vlaanderen:

- **Hoe verspreidt het virus zich?**
 - Spreker: Koen Vanden Driessche, pediater en infectioloog in het Universitair Ziekenhuis Antwerpen.
 - [Transmissie en bescherming \(ppt_39 p.\) \(12.41 MB\)](#)
- **Binnenluchtkwaliteit op school**
 - Spreker: Marianne Stranger, senior researcher, Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
 - Inhoud: Zij geeft meer informatie over de binnenluchtkwaliteit op school, CO₂ als indicator, het belang van ventilatie en ze deelt ervaringen over natuurlijke en mechanische ventilatie op school.
 - [Binnenluchtkwaliteit op school \(pdf_27 p.\) \(2.66 MB\)](#)
- **Hoe begin je aan een eerste screening en welke bestaande instrumenten kunnen je hierbij helpen?**
 - Spreker: Mart Verlaek, onderzoeker, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving - team Omgeving en Gezondheid
 - Inhoud: Hij overloopt de bestaande instrumenten en geeft informatie over hoe je kunt controleren of de ventilatiesystemen goed werken.
 - [Hoe begin je aan een eerste screening \(pdf_17 p.\) \(1.39 MB\)](#)
- **Eenvoudige tips om het ventilatievoud te verhogen**
 - Spreker: Jelle Laverge, docent, Universiteit Gent, Vakgroep Architectuur en Stedenbouw, Onderzoeksgroep

het risico op lucht-ge dragen



CO₂ als indicator voor Covid-19 risico

Auteur: Marianne Stranger, VITO

Datum: 1/10/2020

Dit advies naar aanleiding van de vraag van AZG of het gebruik van een CO₂ meter in woonzorgcentra of in de wachtkamer van een (dokters)praktijk een zinvolle methode om de luchtverversingsgraad van de ruimte op te volgen.

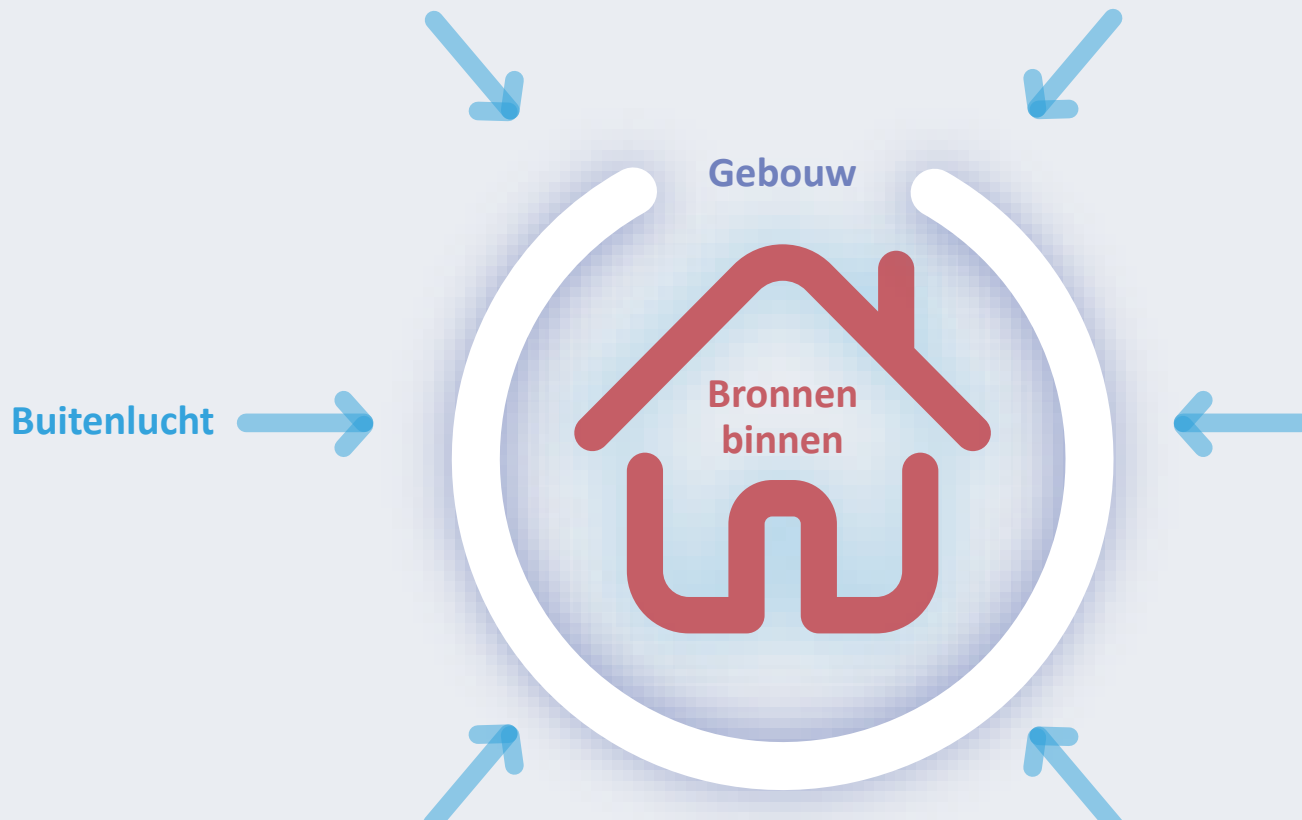
1. DE AANRIJKING VAN CO₂ IN EEN GESLOTEN OMGEVING

CO₂ in het binnenmilieu wordt geproduceerd door de bewoners/gebougebruikers als metabool product van de uitademingen; de uiteindelijke concentratie in de binnenlucht is het resultaat van:

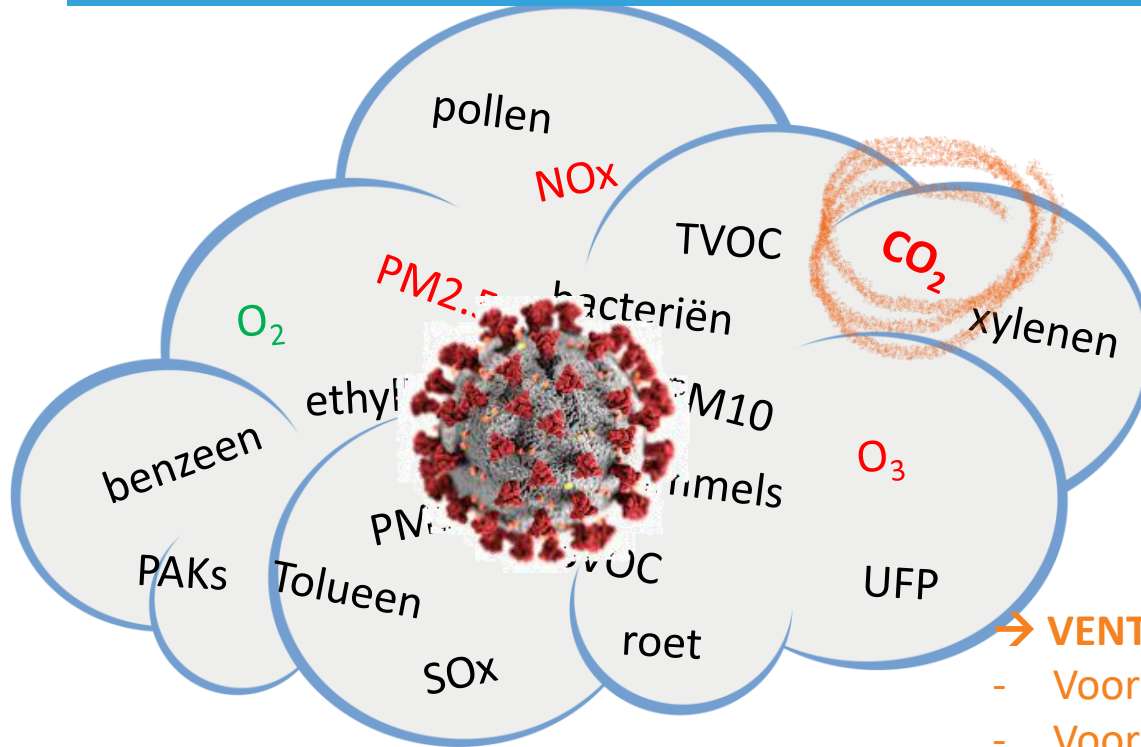
- het totale ventilatievoud van de ruimte,
- de hoeveelheid aanwezige personen,
- de grootte van de ruimte,

Verband ventilatie en binnenluchtkwaliteit?

BINNENLUCHTKWALITEIT



BINNENLUCHTKWALITEIT



→ VENTILATIE IS NOODZAKELIJK

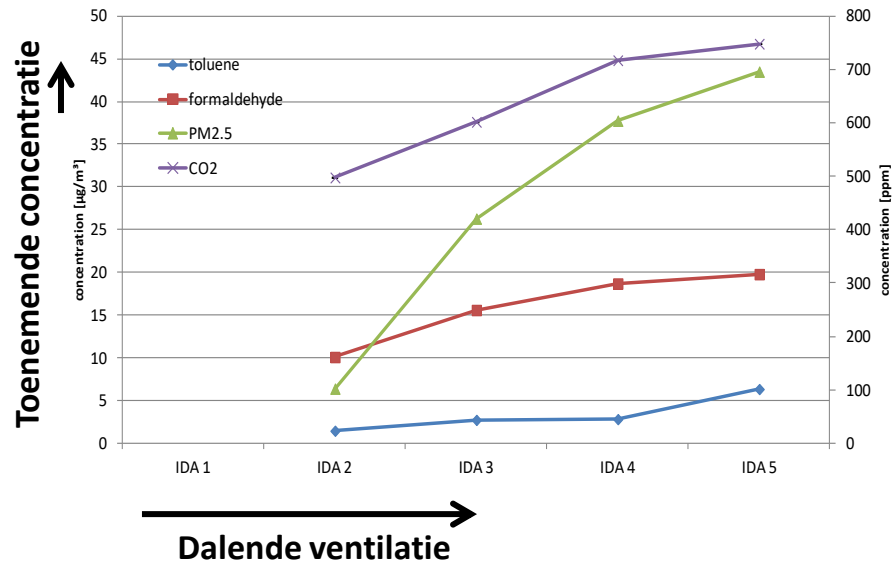
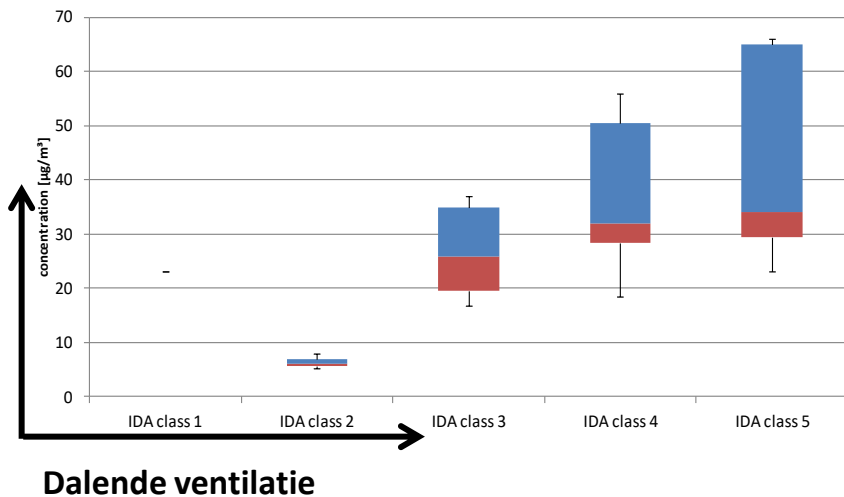
- Voor gezonde binnenluchtkwaliteit
- Voor beperking Covid-19-risico
- Voor de alertheid en prestatie van aanwezigen

1. VENTILEREN VOOR EEN GEZONDE BINNENLUCHT

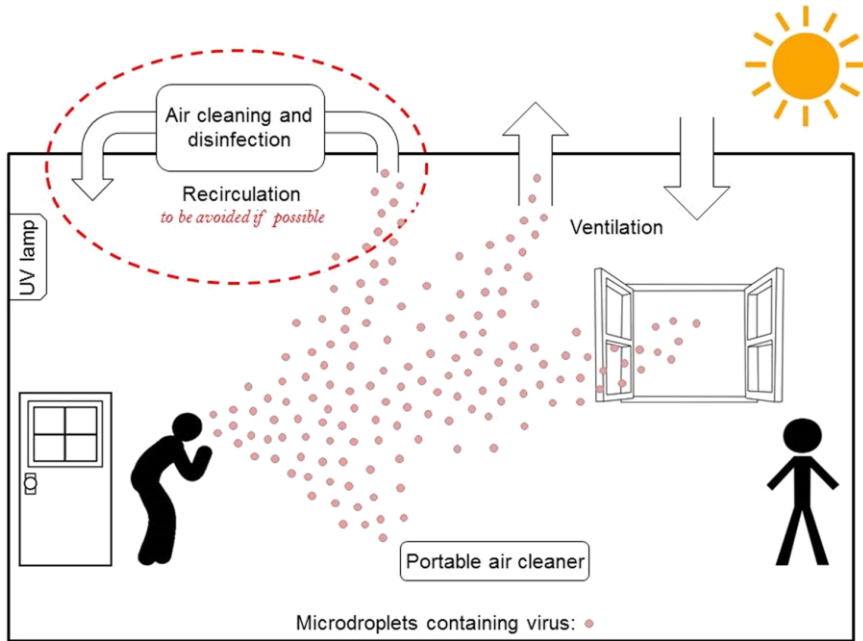
In ruimtes met hoge bezettingsgraad:



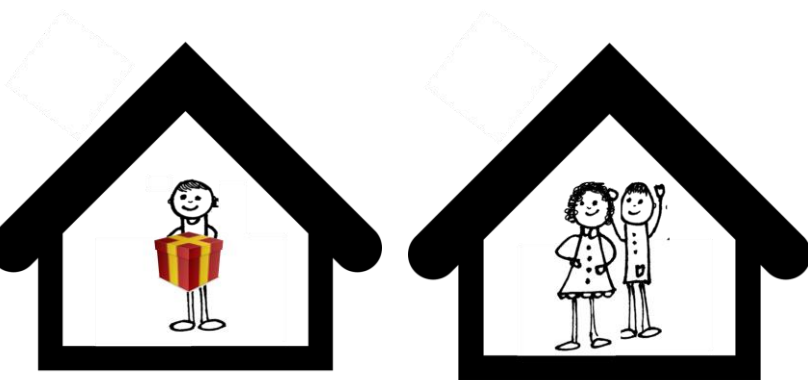
Indoor PM_{2.5} (grav.) classroom IDA class 1-5



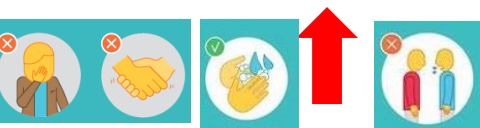
2. VENTILEREN ALS PREVENTIE TEGEN COVID-19



2. VENTILEREN ALS PREVENTIE TEGEN COVID-19 - TRANSMISSIEROUTES



1. Contact-transmissie



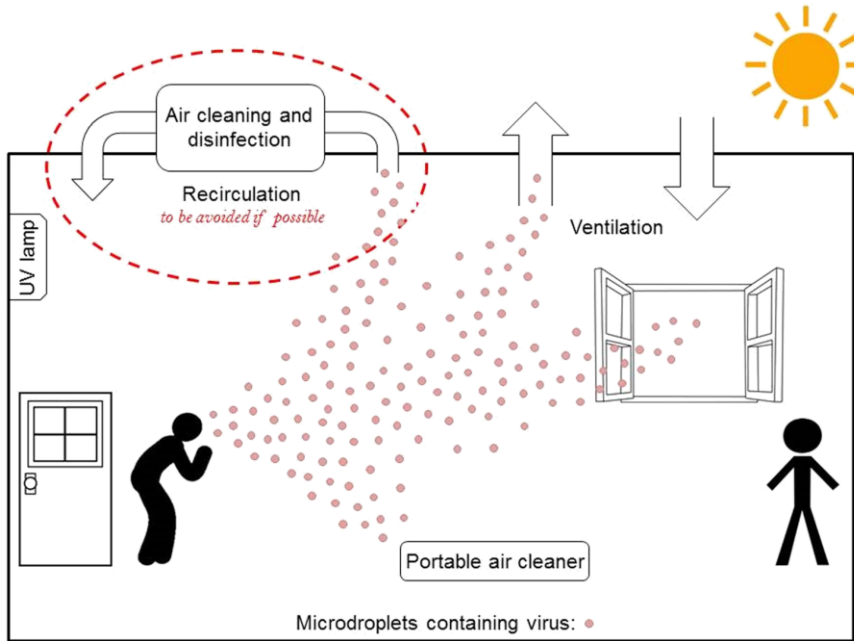
2. Druppeltransmissie



3. Lucht-gedragen transmissie



2. VENTILEREN ALS PREVENTIE TEGEN COVID-19

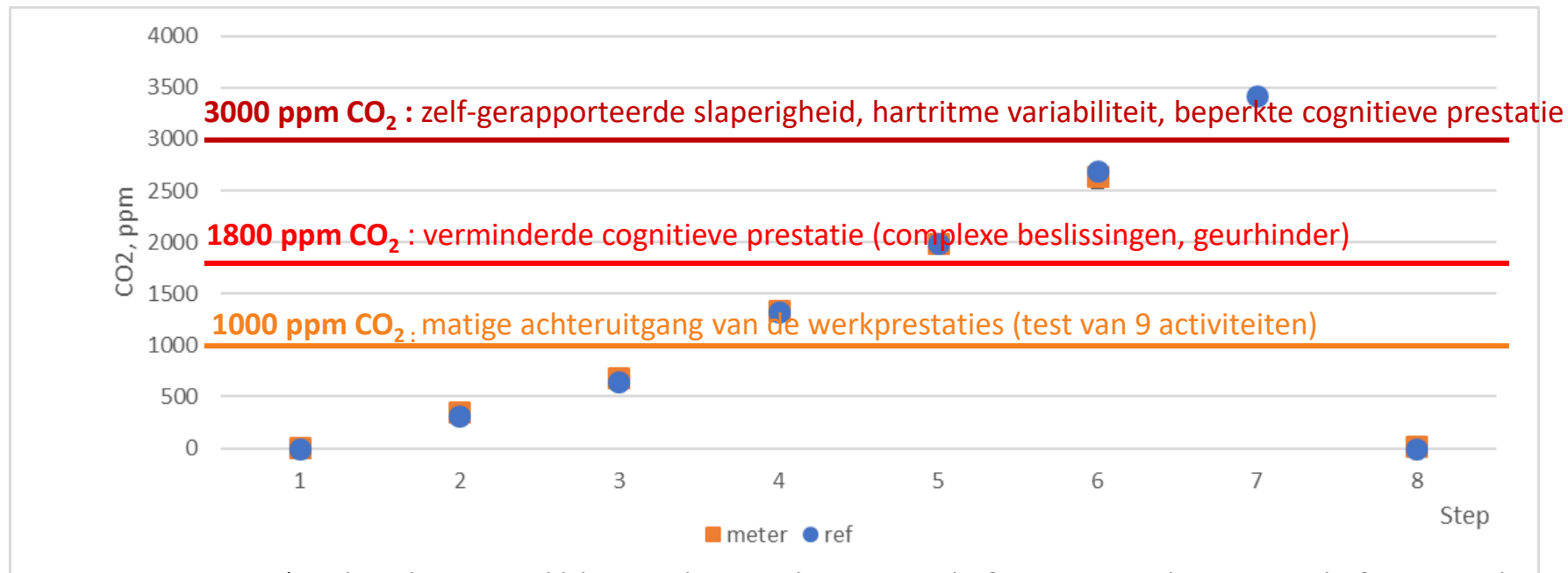


Morawska et al. [Environment International](#)
Volume 142, September 2020,

- Pas geïnfecteerd persoon ademt tot **10^5 virusdeeltjes/min** uit
Ma et al. 2020
 - Deeltjesgrootte varieert van **$0,01 \mu\text{m}$ - $100 \mu\text{m}$** , en groter
 - Kleinste deeltjes **tot 3h na uitstoot** in de lucht
- **Ventilatie / verluchting**
- afvoer binnenlucht naar buiten,
 - aanvoer verse lucht
 - lagere luchtconcentratie
 - kleinere kans op besmetting
- **Mondmasker**
- bescherm jezelf
 - bescherm anderen

3. VENTILEREN VOOR ALERTHEID EN PRESTATIE VAN AANWEZIGEN

In ruimtes met hoge bezettingsgraad:



(Satish et al. 2012, Maddalena, et al., 2015, Zhang, Wargocki, & Lian, 2016a; Zhang, Wargocki, & Lian, 2016b; Vehviläinen, et al., 2016; Strøm-Tejsen, Zukowska, Wargocki, & Wyon, 2016)

BASISPRINCIPES VOOR GEZONDE BINNENLUCHT

Een gezonde binnenlucht?



Bronreductie

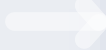
tracht zelf zoveel mogelijk 'bronnen' te beperken



Blootstellingsbeperking

ventileer en verlucht zoveel als nodig voor het gebouw/lokaalgebruik

Buitenlucht



Beleid in Vlaanderen?

HET HUIDIGE BELEIDSKADER

Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu (citeeropschrift: "het Binnenmilieubesluit")

Datum 11/06/2004

INHOUDSTAFEL

HOOFDSTUK I DEFINITIES

69218

BEL



Flanders
State of the Art

**maanden januari, februari, maart, april, oktober, november en december
***maanden mei, juni, juli, augustus en september
****blootstelling 1-14 dagen;

koolstofdioxide

< 500 ppm boven de
buitenluchtconcentra-
tie

INHOUD

HOOFDSTUK I

Artikel 1. (0)

stof/factor	richtwaarde	interventie-
zichtbare schimmel omvang beschimmeld oppervlak aanwezigheid van <i>Stachybotrys</i> chartarum aanwezigheid van schimmelmijten ongedierte	<0,3 m ² /kamer 0/gebouw 0/gebouw	-

2° de fysieke factoren, de richt- en interventiewaarden in blootstellingsduur waarop die waarden van toepassing

	+ chrysotiel [vezels/m ³] 28 [vezels/m ³]	+ chrysotiel [vezels/m ³] 280 [vezels/m ³]	
benzeen	≤ 1	≤ 1	0,4 µg/m ³ **
C ₄ -C ₁₁ -aldehydes	650 µg/m ³	1600 µg/m ³	chronisch*
C ₉ -C ₁₄ -alkanen	250 µg/m ³	490 µg/m ³	chronisch*
formaldehyde	100 µg/m ³	100 µg/m ³	chronisch*
koolstofdioxide	<500 ppm boven de buitenluchtconcentra- tie	-	-
koolstofmonoxide	8 mg/m ³	8 mg/m ³	24 uur
metallisch kwik (damp)	0,05 µg/m ³	0,6 µg/m ³	chronisch*
naftaleen	3 µg/m ³	31 µg/m ³	chronisch*
nicotine	0,1 µg/m ³	-	-
ozon	40 µg/m ³	78 µg/m ³	8 uur
polycyclische aromatische koolwaterstoffen	0,012 ng/m ³	0,1 ng/m ³	chronisch*

Codex over het welzijn op het werk



Federale Overheidsdienst
Werkgelegenheid,
Arbeid en Sociaal Overleg

TERUG NAAR WELZIJN OP HET
WERK

INHOUD REGELGEVING MEER INFORMATIE

Op deze pagina

Codex over het welzijn op het werk

Boek III.- Arbeidsplaatsen

Titel 1.- Basiseisen betreffende arbeidsplaatsen

§ 3. De werkgever neemt de nodige technische en/of organisatorische maatregelen om ervoor te zorgen dat de CO₂-concentratie in de werklokalen gewoonlijk lager is dan 900 ppm of dat een minimum ventilatie-debiet van 40 m³/u per aanwezige persoon wordt gerespecteerd.

In afwijking van het eerste lid, neemt de werkgever de nodige technische en/of organisatorische maatregelen om ervoor te zorgen dat de CO₂-concentratie in de werklokalen gewoonlijk lager is dan 1200 ppm of dat er een minimum ventilatie-debiet van 25 m³/u per aanwezige persoon wordt gerespecteerd, op voorwaarde dat de volgende voorwaarden vervuld zijn:

- de werkgever kan op basis van de resultaten van de risicoanalyse aantonen dat de werknemers een gelijkwaardig of beter beschermingsniveau genieten wat de binnenluchtqualiteit betreft, doordat de verontreinigingsbronnen bedoeld in § 2, 2° tot 4° werden uitgeschakeld of aanzienlijk werden verminderd, bijvoorbeeld door het gebruik van emissiearme materialen;
- de werkgever heeft hierover voorafgaand het advies gevraagd van de bevoegde preventieadviseur en van het comité.

ACTIES TER ONDERSTEUNING VAN HET BELEID IN HET VELD – PRE COVID



Opmaak digitale tool gezond binnen school en technische fiche voor school over ventilatiesystemen in scholen

Eindrapport

DEPARTEMENT
OMGEVING



VLAAMS INSTITUUT GEZOND LEVEN	BEWONER	AFDELING	VOORZIENING	OMGEVING BUITEN WOONZORGCENTRUM
EDUCATIE			informatie over het nut van ventileren en verluchten	communicatie met families/bezoekers met aangepast verluchtingsbeleid
OMGEVINGSINTERVENTIES			werking conform richtlijnen	
AFSPRAKEN EN REGELS		afspraken V&V	afspraken poortdienst ruisen ventilatie-roosters/sprinklers	
ZORG EN BEGELEIDING			Minipunt problemen (ACQ/V&V) kamers of lokalen	

© VLAAMS INSTITUUT GEZOND LEVEN 2018



Hoe is de situatie in Vlaanderen?

HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN?

- Woningen
- Scholen
- Kinderdagverblijven
- Kinderopvang
- Woonzorgcentra
- Sporthallen
- Cultuurcentra
- Wachtzalen
- Ziekenhuizen
- Dokterspraktijken
- Revalidatiecentra
- Bibliotheken
- Winkelcentra
- Horeca
- Sportcentra
- Zwembaden
- Sauna en wellness
- Winkels
- Openbaar Vervoer
- Stations
- ...

HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN?

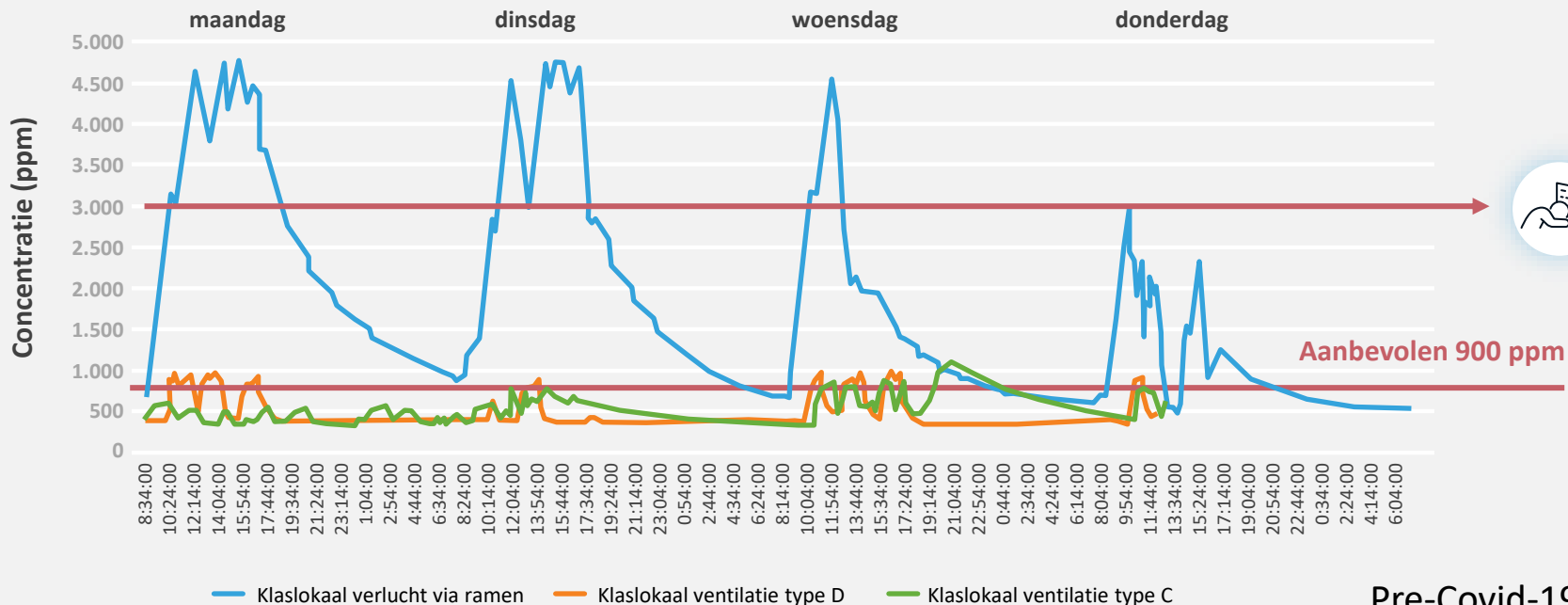
- **Woningen**
- **Scholen**
- Kinderdagverblijven
- Kinderopvang
- Woonzorgcentra
- Sporthallen
- Cultuurcentra
- Wachtzalen
- Ziekenhuizen
- Dokterspraktijken
- Revalidatiecentra

- Bibliotheken
- Winkelcentra
- Horeca
- Sportcentra
- Zwembaden
- Sauna en wellness
- Winkels
- Openbaar Vervoer
- Stations

- ...
 - Indoor Air Quality and human biomonitoring, related to the indoor use of stoves - Flemish Government – 2017-2019*
 - Enhancing Air Quality in Qatari Indoor Environments – Qatar National Research Foundation – 2016-2019*
 - My Healthy Home – Flemish Government – 2016-2020*
 - Development of Indoor@box for indoor sensing – 2016-2019*
 - Indoor use of stoves and its impact on IAQ and human biomarkers – 2017-2020*
 - Indoor Air Quality in ship environments – 2019-2021*
 - Sinphonie – European Commission DG Sanco - 2010-2014*
 - Renovair - Flemish Government - 2013 - 2016*
 - Clean Air Low Energy - Flemish Government - 2010-2012*
 - BiBa – IAQ in schools – Flemish Government - 2008-2010*

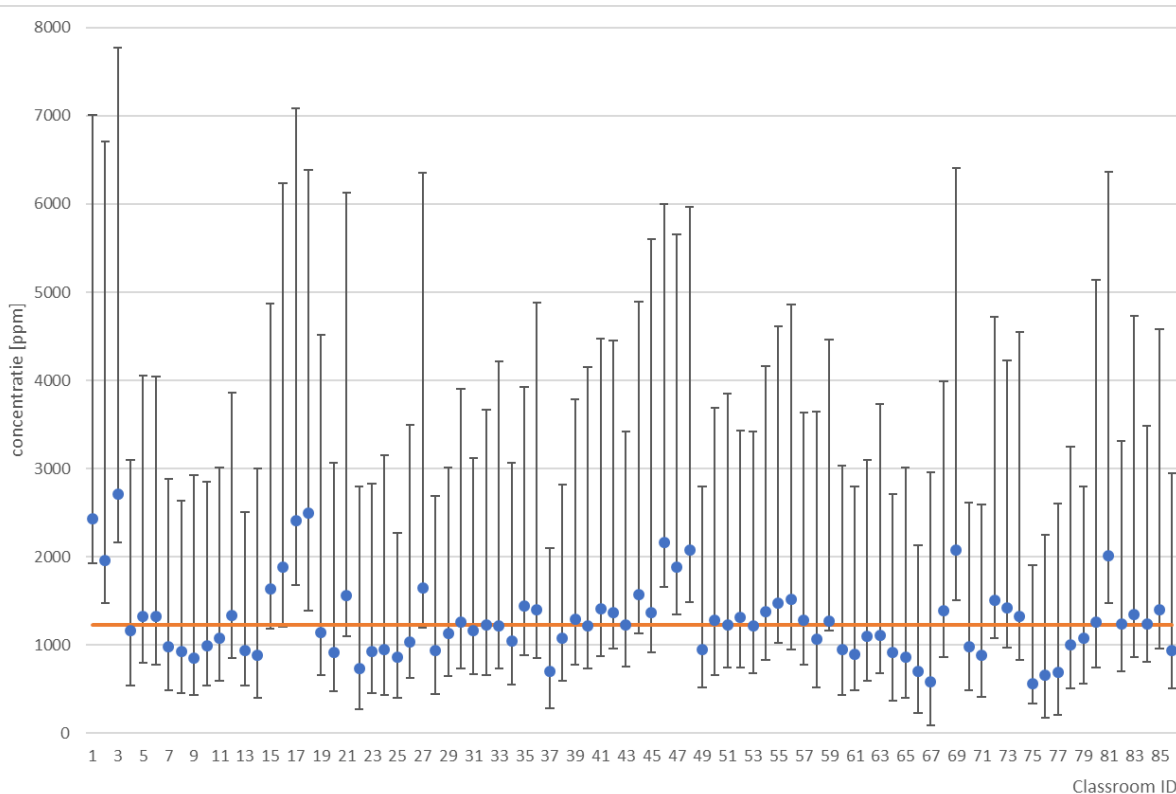
HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN: CO₂ ALS INDICATOR VOOR VENTILATIE

CO₂ tijdsprofielen – manuele en mechanische ventilatie in klaslokalen



Pre-Covid-19

HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN? BIJ MANUEEL VERLUCHTEN VAN KLASLOKALEN



HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN? WAT CO₂ BETEKENT VOOR KANS OP INFECTIE

- Besmettingsrisico bij 900, 1200 ppm of 5000 ppm CO₂?
 - Rebreath fraction (RF)

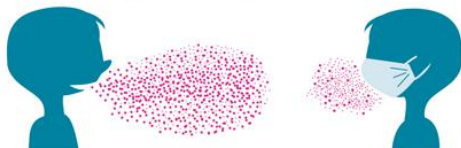
$$RF = (CO_{2in} - CO_{2out}) / CO_{2breath}$$

Bij 5000 ppm binnen → RF = 0,13

13% van de ingeademde lucht komt uit een andere persoon

Efficiënte mondklappers kunnen de waarschijnlijkheid op infectie verder doen dalen!

Effect mondklapper
bij aerosolenproductie



(voor 1 besmet persoon, bij 135 q/h)

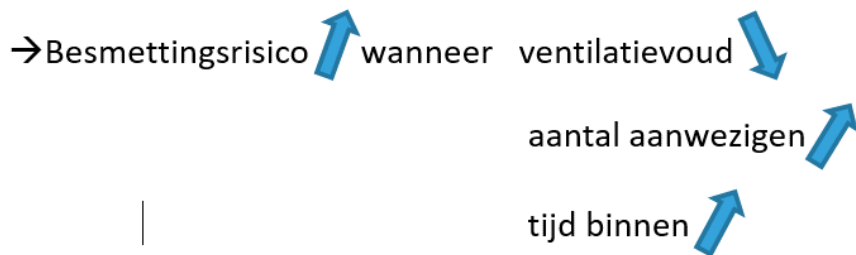
CO ₂ concentratie	Rebreath fraction	Waarschijnlijkheid voor infectie
1200 ppm	2,1%	29%
900 ppm	1,3%	18%
600 ppm	0,4%	5%

Model van Rudnick en Milton (2003)

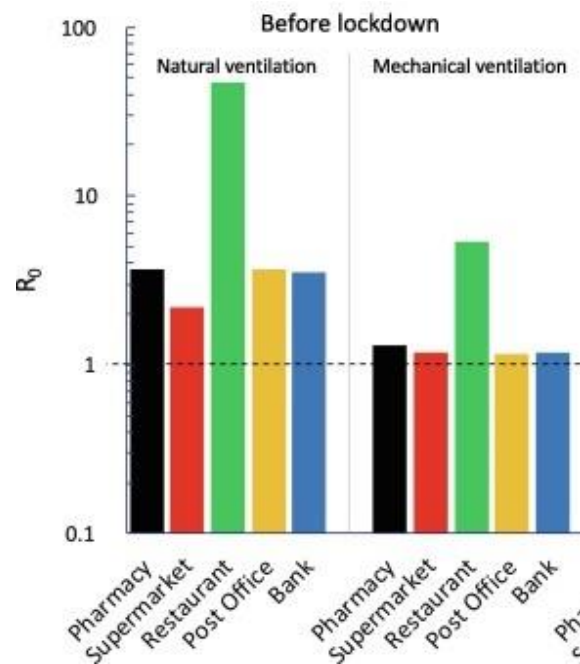
<https://safeairspaces.com/safeairspaces-estimator>

HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN? WAT CO₂ BETEKENT VOOR KANS OP INFECTIE

→ Model van Wells-Riley (1978) → mazelen



- 142 quanta/h
- populatie in lichte beweging of staand
- natuurlijke ventilatie = 0,3/h



Buonanno et al (2020)

HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN TIJDENS DE PANDEMIE?



4. WELKE MAATREGELEN WERKEN?

Op basis van de verkregen meetresultaten blijkt dat in lokalen waar een geschakelde ventilatie mogelijk is een aantal maatregelen werken:

- Deur open en meerdere ramen volledig open;
- Deur open en meerdere ramen op kiepstand;
- Enkel ramen volledig open (dit wordt niet beschouwd als geschakelde ventilatie en is minder doeltreffend).

Het volledig openen van deur en ramen of enkel ramen wordt best slechts kortstondig toegepast om het energieverlies en comfortverlies te beperken in koude periodes. Wanneer deze maatregel wordt toegepast daalt de temperatuur regelmatig onder de richtwaarde van het Binnenmilieubesluit (20-24°C) en kan zelfs dalen onder de aanbeveling van 15°C van het Vlaams Instituut Gezond Leven.

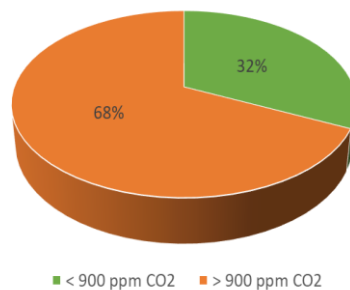
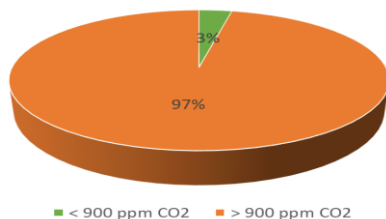
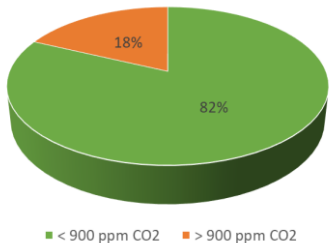
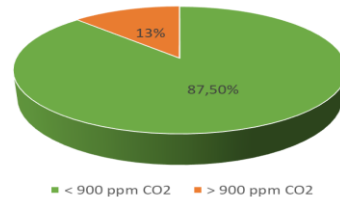
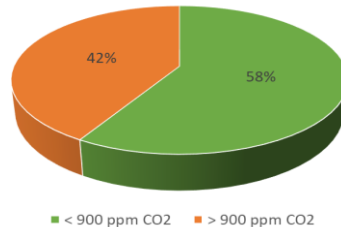
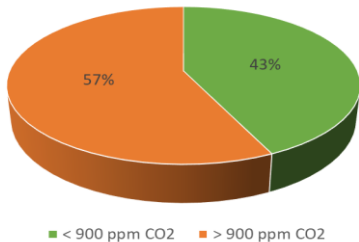
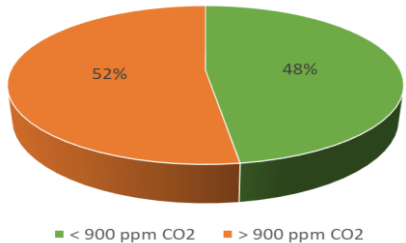


**VENTILATIE OP SCHOOL IN KOUDERE PERIODES
TIJDENS EEN PANDEMIE ZOALS COVID-19**

 Eindrapport

HOE IS DE SITUATIE IN VLAANDEREN TIJDENS DE PANDEMIE?

■ Testen onderwijsinspectie



Wat is er nodig?

Hoe kan de situatie verbeteren?

WAT IS ER NODIG? HOE KAN DE SITUATIE VERBETEREN?

Inzetten op verschillende strategieniveaus

Prioritering locaties & settings

Via

- screening
- monitoring,
- risicoanalyses,
- en risico-matrices

Omgevingsinterventies

- Voorzien ventilatie-
infrastructuur
- Duurzame
oplossingen
- Oplossingen op maat

Afspraken en regels

- Verantwoordelijkheid
- Controle,
- Verificatie,
- ...

Zorg & Begeleiding

- Sensibiliseren,
- Opleiden,
- Informeren,
- ...

WAT IS ER NODIG? HOE KAN DE SITUATIE VERBETEREN?

Inzetten op verschillende strategieniveaus

HOE AANPAKKEN

Praktijkrichtlijn
"Binnenluchtqualiteit in werklokalen"

Versie 3-0-2015

Inhoudsopgave	
1 Inleiding	2
1.1 Doel van de praktijkrichtlijn	2
1.2 Fysische, chemische en biologische stoffen	3
1.3 Gedrag van de praktijkrichtlijn	3
1.4 Regelgeving	3
1.5 Waarom is binnenluchtqualiteit belangrijk?	4
1.6 Inhoud van de praktijkrichtlijn	4
1.7 Juridische toelichting	5
1.8 Evaluatie en actualisering	5
2 Risico aspecten van de binnenluchtqualiteit	5
2.1 Voorzetsel in het werklokal	6
2.2 Verontreiniging door de aanwezige personen	7
2.3 Verontreiniging door aanwezige materialen en toestellen	8
2.4 Verontreiniging gelinkt aan onderhoud van de werklokalen	9
2.5 Verontreiniging afkomstig van het ventilatie-, luchtbehandelings- en verwarmingsstelsel	10
2.6 Realiteit van de ingeschatte binnenlucht	10
3 Procedure voor het uitvoeren van een risicoanalyse	10
3.1 Stap 1: Screening	11
3.1.1 Verzamen van relevante documentatie over het gebouw, de installaties en hun gebruik	11
3.1.2 Visuele inspectie van de werklokalen	12
3.1.3 Bevraging van de werknemers	12
3.2 Stap 2: NODIG: Beoordelingen	13
3.3 Stap 3: NODIG: Metingen	13
3.3.1 Maken van ventilatieberekeningen	13
3.3.2 CO-metingen	14
3.3.3 Luchtvochtigheid	15
3.3.4 Vastleggen organische stoffen	15

RISICO ANALYSE

Stap 1 - Screening

Inzamelen relevante documentatie

Visuele inspectie

Bevraging werknemers

Stap 2 – Berekeningen (optioneel)

Stap 3 – Metingen (optioneel)



INDIEN NODIG: ACTIEPLAN

Organisatorische maatregelen

Vastleggen van
tijdsplan

Technische maatregelen

	INDIVIDU, PRIORITAIRE / RISICOGROEPEN	FUNCTIONEEL / GEOGRAFISCHE / AFGEBAKENDE GROEPEN	VOLLEDIGE DOELGROEP EN HAAR LEEFOMGEVING BINNEN DE SETTING	FYSIEKE EN SOCIALE OMGEVING BUITEN DE SETTING
TIJDS				
PLAATS				
OMGEVING				

© VLAAMS INSTITUUT GEZOND LEVEN 2018

MARIANNE.STRANGER@VITO.BE

LUCHTKWALITEITSMETINGEN – INDOOR AIR
HEALTH UNIT
VITO

INDOOR AIR @ VITO

• Binnenmilieu studies (**Impact studies**)

- Indoor Air Quality and human biomonitoring, related to the indoor use of stoves - Flemish Government – 2017-2019
- Enhancing Air Quality in Qatari Indoor Environments – Qatar National Research Foundation – 2016-2019
- My Healthy Home – Flemish Government – 2016-2020
- Development of Indoor@box for indoor sensing – 2016-2019
- Indoor use of stoves and its impact on IAQ and human biomarkers – 2017-2020
- Indoor Air Quality in ship environments – 2019-2021
- Sinphonie – European Commission DG Sanco - 2010-2014
- Renovair - Flemish Government - 2013 - 2016
- Clean Air Low Energy - Flemish Government - 2010-2012
- BiBa – IAQ in schools – Flemish Government - 2008-2010



indoor  box

INFLAME



• Klachtenbehandeling, bronidentificatie en emissiebeperking (**Abatement**)

- Onderzoek naar de mogelijkheden om a.d.h.v. filters luchtverontreiniging en geurcomponenten uit de inkomende lucht te verwijderen - 2020-2021
- Huislabo klachtenbehandeling – Flemish Government 2005 – present
- OFFICAIR – European Commission FP7 – 2011-2014
- EPHECT – European Commission DG Sanco – 2010-2013
- DO-IT Houtbouw – Federale Overheid – 2014 – 2016



• Beleidsondersteuning (**Policy**)

- Ontwikkeling van een digitale tool voor scholenbouw – 2017-2020
- ET'Air – 2017-2021
- Beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking binnenlucht op school – 2018-2020
- Bouw Gezond - Flemish Government – 2010-2011



• Meetmethoden (**Method Development**)

- Inflamm – European Commission Marie Curie ITN programme – 201C

22/04/2021

© VITO – Not for Rapid Air Sampler – Gradko



www.vito.be/indoor_air