



wtcb.be
cstc

Ventilatie en gezondheidscrisis : hoe kan ik mijn mechanisch ventilatiesysteem optimaal beheren

Bruxeo – 28/06/2021

Samuel Caillou

Labo Verwarming en Ventilatie

Luchtkwaliteit en Ventilatie

Inleiding

Waarom en hoe?

Waarom is luchtkwaliteit (IAQ) van belang?

- Impact **comfort**
 - Percieved Indoor Air
 - Geuren
- Impact op **cognitieve prestaties**
 - Werksnelheid
 - Concentratie
- Impact op **gezondheid**
 - Toxisch polluenten op korte termijn (acute)
 - Toxisch polluenten op lange termijn (chronic)
 - Kankerverwekkende polluenten

Belangrijkste bronnen van binnenpolluenten

+ Coronavirus



- **Bioeffluenten**

- Afgegeven door mensen (CO₂ is een goed indicator)

- **Vocht** (risico op schimmels) en geur

- Personen, activiteiten, sanitaire, reiniging, enz.



- **Emissies van materialen**

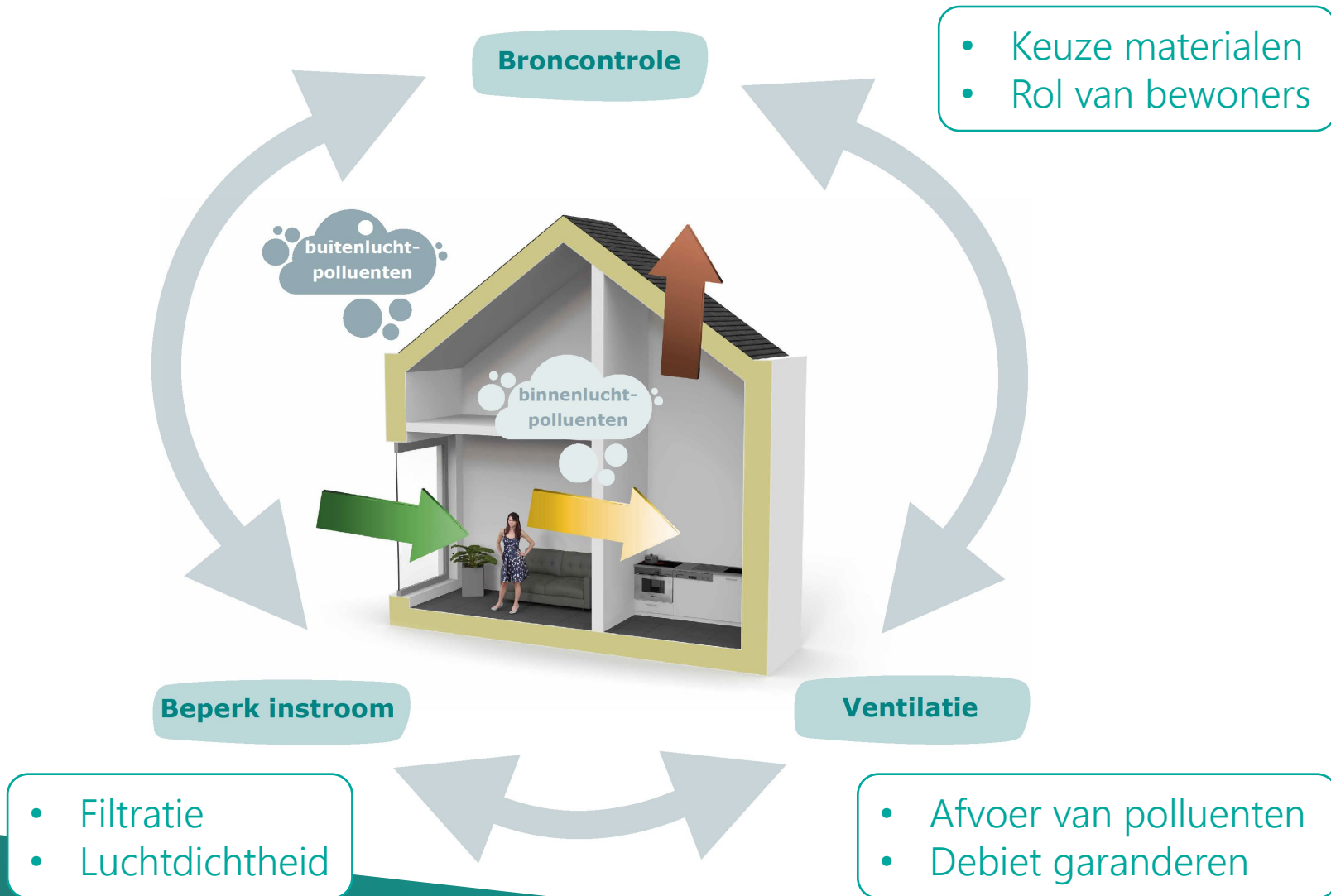
- Bouwmaterialen en meubilair



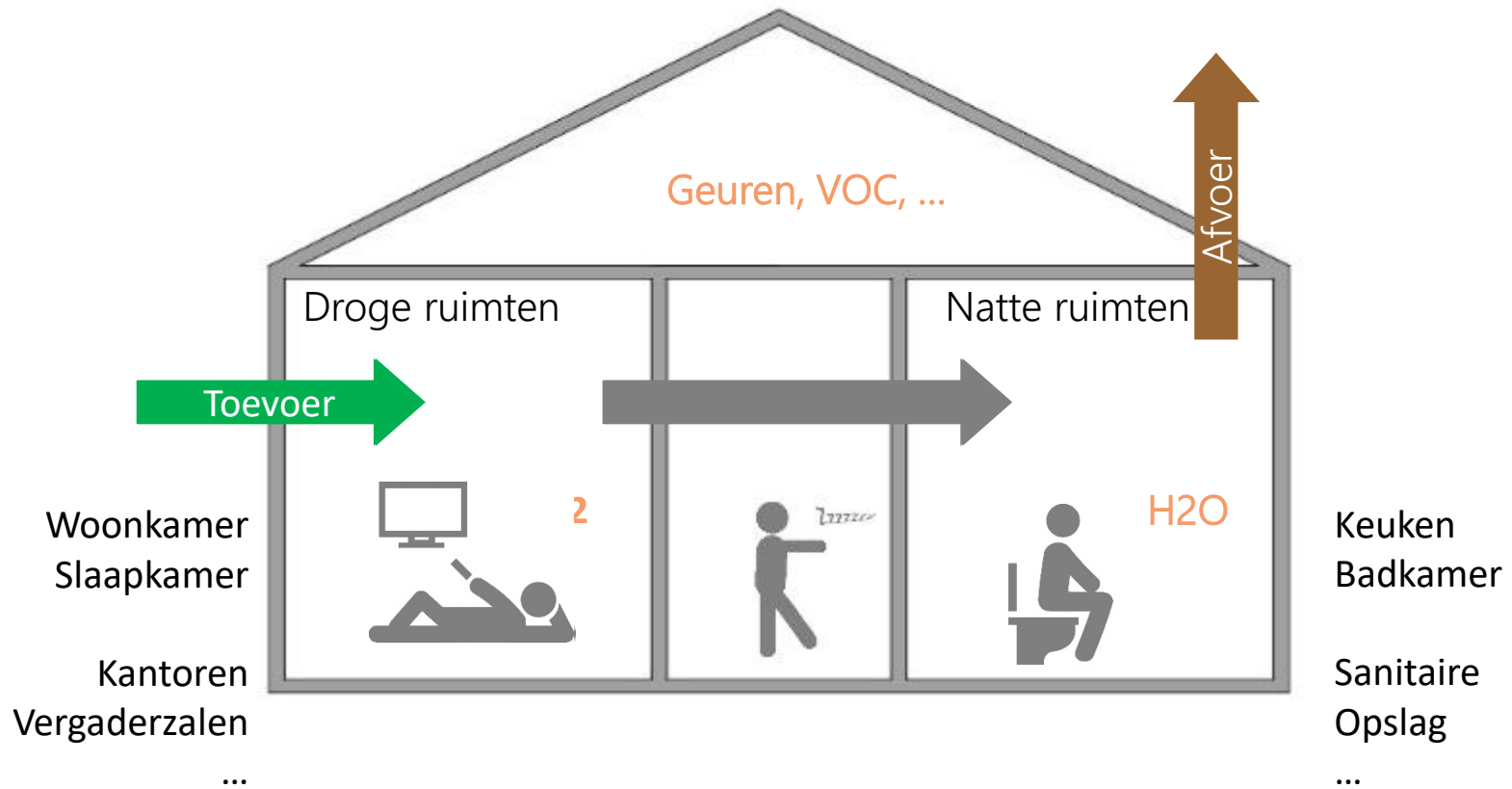
- **Andere specifieke pollutanten**

- Radon, CO, tabakrook, PM (keuken, kaarsen, ...), enz.

De globale aanpak voor een goede IAQ berust op 3 pijlers



Ventilatie zorgt voor frisse lucht in de ruimte en verwijdert verontreinigende stoffen



EPB: Ventilatie is verplicht bij nieuwbouwen

- Debiet per persoon: 22 m³/h.pers.
 - Minimale bezettingsgraad
- Voorbeelden

Tableau 1 : Valeurs minimales à appliquer pour la détermination de l'occupation nécessaire au calcul du débit de consommation minimal dans les espaces destinés à l'occupation humaine (voir texte)

	Surface au sol par personne (m ² /personne)
Bureaux	
restaurants, cafétéria, buffet rapide, cantine, bars, cocktail bars	1,5
Cuisines, kitchenettes	10
Hôtels, motels, centres de vacances	
chambres à coucher d'hôtel, de motel, de centre de vacances,	10
centres de centres de vacances	5
lobby, hall d'entrée	2
salle de réunions, espace de rencontre, salle polyvalente	2
Immeubles de bureaux	
bureau	15
locaux de réception, réception, salles de réunions	3,5
entrée principale	10
Niveaux publics	
hall des départs, salle d'attente	1
bibliothèque	10
Niveaux de rassemblement publics	
écoles et autres bâtiments religieux, bâtiments gouvernementaux, salles d'audience, musées et galeries	2,5
Commerce de détail	
local de vente, magasin (sauf centres commerciaux)	7
centre commercial	2,5
salon de coiffure, institut de beauté	4
magasin de meubles, tapis, textiles,	20
supermarché, grand magasin, magasin spécialisé pour animaux	10
laverie automatique	5
Sports et loisirs	
hall de sports, stade (salle de jeu), salle de gymnastique	3,5
vestiaires	2
espace des spectateurs, tribunes	1
discothèque / dancing	1
club sportif : salles d'échecs, salle de ritmes, club de bowling	10

Type ruimte	EPB eis	Voorbeelden		
		Oppervl. (m ²)	Aantal personen	Debiet (m ³ /h)
	Oppervl. per persoon (m ² /pers.)	Oppervl. (m ²)	Aantal personen	Debiet (m ³ /h)
Kantoor	15	60	4	88
Vergaderzaal	3,5	70	20	440

Tableau 1 : Valeurs minimales à appliquer pour la détermination de l'occupation nécessaire au calcul du débit de conception minimal dans les espaces destinés à l'occupation humaine (voir texte)

	Surface au sol par personne [m ² /personne]
Horeca	
restaurants, cafétéria, buffet rapide, cantine, bars, cocktail bars	1.5
cuisines, kitchenettes	10
Hôtels, motels, centres de vacances	
chambres à coucher d'hôtel, de motel, de centre de vacances, ...	10
dortoirs de centres de vacances	5
lobby, hall d'entrée	2
salle de réunions, espace de rencontre, salle polyvalente	2
Immeubles de bureaux	
bureau	15
locaux de réception, réception, salles de réunions	3.5
entrée principale	10
Lieux publics	
hall des départs, salle d'attente	1
bibliothèque	10
Lieux de rassemblement publics	
églises et autres bâtiments religieux, bâtiments gouvernementaux, salles d'audience, musées et galeries	2.5
Commerce de détail	
local de vente, magasin (sauf centres commerciaux)	7
centre commercial	2.5
salon de coiffure, institut de beauté	4
magasins de meubles, tapis, textiles...	20
supermarché, grand magasin, magasin spécialisé pour animaux	10
Laverie automatique	5
Sports et loisirs	
hall de sports, stades (salle de jeu), salle de gymnastique	3.5
vestiaires	2
espace des spectateurs, tribunes	1
discothèque / dancing	1
club sportif : salles d'aérobic, salle de fitness, club de bowling	10

Locaux de travail	
studio de photographie, chambre noire...	10
pharmacie (local de préparation)	10
salle des guichets dans les banques / salle des coffres destinée au public	20
local de photocopie / local des imprimantes	10
local informatique (sans local des imprimantes)	25
Etablissements d'enseignement	
salles de cours	4
salle polyvalente	1
Soins de santé	
salle commune	10
salles de traitement et d'examen	5
salles d'opération et d'accouchement, salle de réveil et soins intensifs, salle de kinésithérapie, de physiothérapie	5
Etablissements pénitentiaires	
cellules, salle commune	4
postes de surveillance	7
inscription / enregistrement / salle de garde	2
Autres espaces	
magasin de stockage	100
autres espaces	15

https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/annexe_xvi_fr.pdf

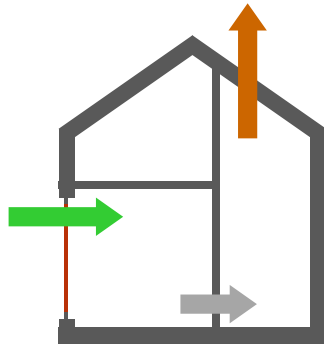
https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/user_files/annexe_xvi_nl.pdf

CODEX over het welzijn op het werk: eisen **verluchting** en **luchtkwaliteit**

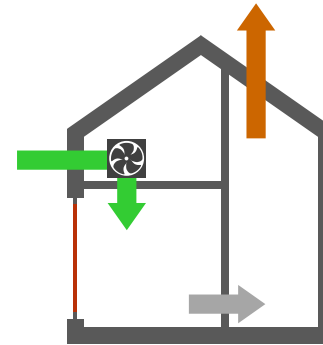
- I. Algemene beginselen
- II. Organisatorische structuren en sociaal overleg
- **III. Arbeidsplaatsen**
 - **Titel 1 Basiseisen betreffende arbeidsplaatsen**
 - **Hoofdstuk IV. Verluchting**
- IV. Arbeidsmiddelen
- V. Omgevingsfactoren en fysische agentia
- VI. Chemische, kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische agentia
- VII. Biologische agentia
- VIII. Ergonomische belasting
- IX. Collectieve bescherming en individuele uitrusting
- X. Werkorganisatie en bijzondere werknemerscategorieën

Afhankelijk van of de ventilatie natuurlijk of mechanisch is, zijn er 4 soorten systemen

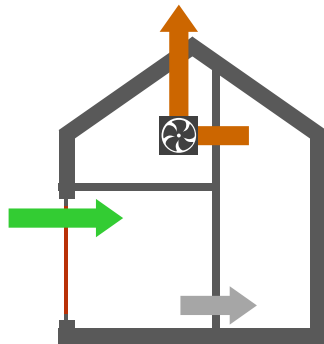
A: Natuurlijke toevoer en afvoer



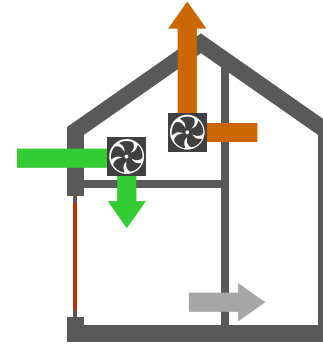
B: Mechanische toevoer + natuurlijke afvoer



C: Natuurlijke toevoer + mechanische afvoer



D: Mechanische toevoer en afvoer

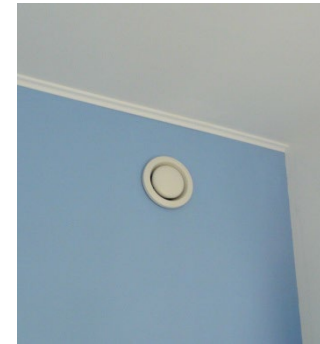


Grote diversiteit van gebouwen...



... en diversiteit van ventilatiesystemen

- « Kleine » installaties
 - Gelijk aan woningen
 - Ontwerp
 - door de architect
 - + installateur



- « Grote » installaties
 - Tertiair type
 - Ontwerp
 - door studiebureau HVAC

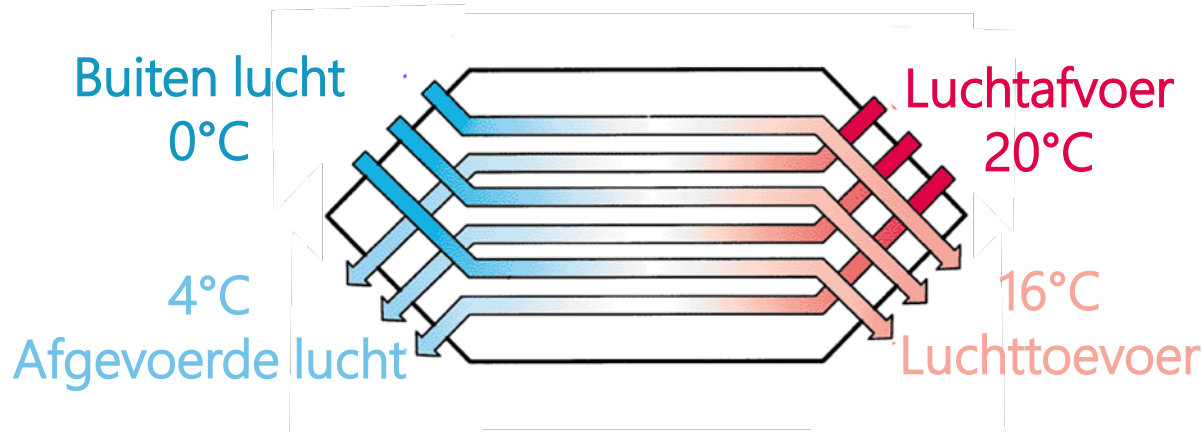


Ventilatie kost energie, maar mogelijk om de impact ervan te beperken

- Verwarming/koeling (ventilatieverliezen)
 - Warmteterugwinning (systeem D)
 - Vraaggestuurde ventilatie / debietsregeling
- Elektriciteit (mechanische ventilatie)
 - Ontwerp van netwerk (drukverliezen)
 - Keuze ventilator

Warmteterugwinning met systeem D

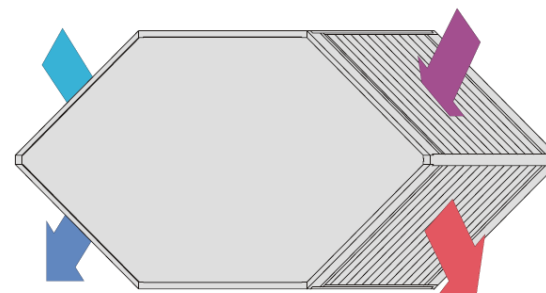
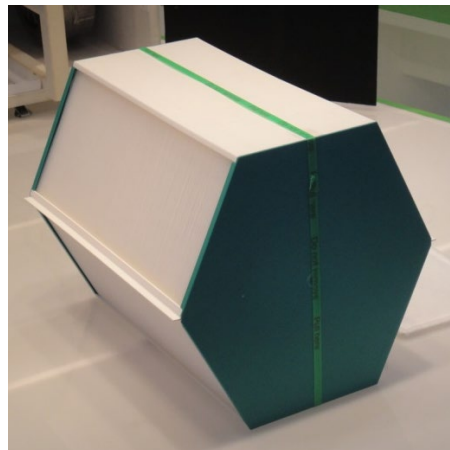
- Principe:
 - Warmteterugwinning op luchtafvoer
 - Om de luchttoevoer voor te verwarmen



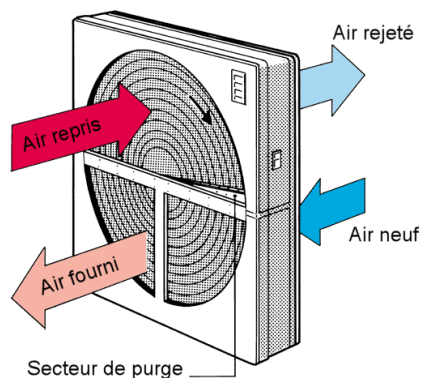
- Het reële besparingspotentieel hangt af van:
 - Netto verwarmingsbehoefte
 - Efficiëntie van het verwarmingssysteem

Verschillende soorten warmtewisselaars

- Platen



- Wiel



Vraaggestuurde ventilatie: detectie van de behoeften

- (Kloksturing)
- Ruimte bestemd voor menselijke bezetting
 - CO₂ sensoren
 - Aanwezigheidsdetector
- Het reële besparingspotentieel hangt af van:
 - Beroepsprofielen: variabel of niet
 - Efficiëntie van het verwarmingssysteem

Vraaggestuurde ventilatie: debietsregeling

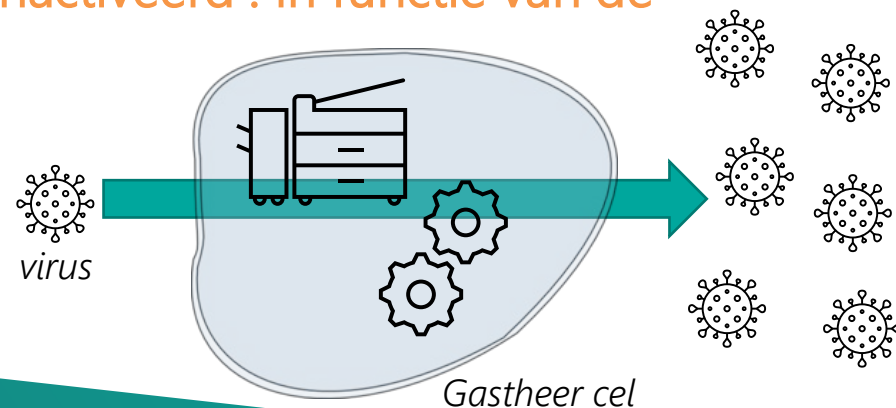
- Decentrale systemen:
 - Onafhankelijk regeling lokaal per lokaal
- Centrale regeling
 - Alle gebouwen tegelijkertijd
 - Variatie van ventilatorsnelheid
 - Vb. op uurbasis of sensoren
- Lokale regeling (centrale systemen)
 - Vereist kleppen voor verschillende ruimten



Ventilatie in de Covid-19 context

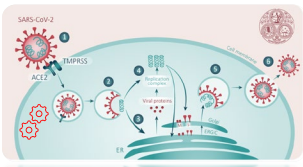
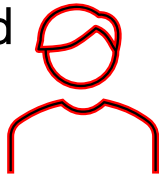
Wat is een virus?

- Extreem kleine (20nm-400nm) ziekteverwekkende organismen
- Doel = zich vermenigvuldigen
- **Maar** kunnen dit niet zonder hulp
 - hebben een **gastheer** nodig
 - gebruiken « machinerie » van de gastheer om zichzelf te kopiëren
 - **Virussen vermeerden niet buiten het lichaam van de gastheer!**
- Geproduceerde virussen worden dan vrijgegeven door de gastheer
 - Ze kunnen andere gastheren infecteren
 - **Geleidelijk aan worden ze geïnactiveerd : in functie van de omgevingscondities**



Het infectieproces van een virus

Geïnfecteerd
persoon

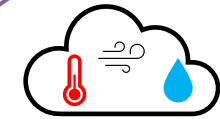


Productie

Aanmaak
nieuwe
viruspartikels

Emissie

Vrijzetting in de
omgeving



Omgeving



Transmissie

Eén of
meerdere
routes, uniek
voor ieder virus

Nog niet
geïnfecteerd
persoon



Contact

Contact
gevoelige
cellen met
virus



Infectie

Contact =
infectie?
Afhankelijk van:

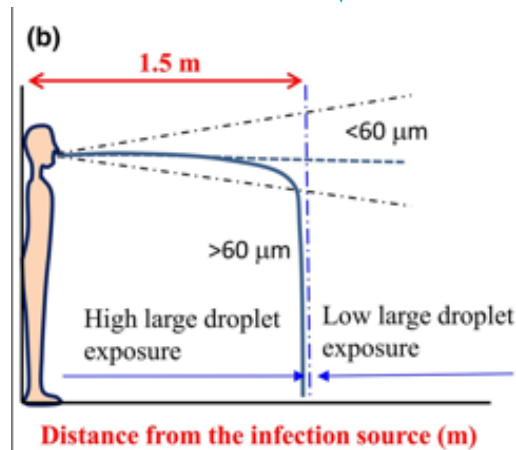
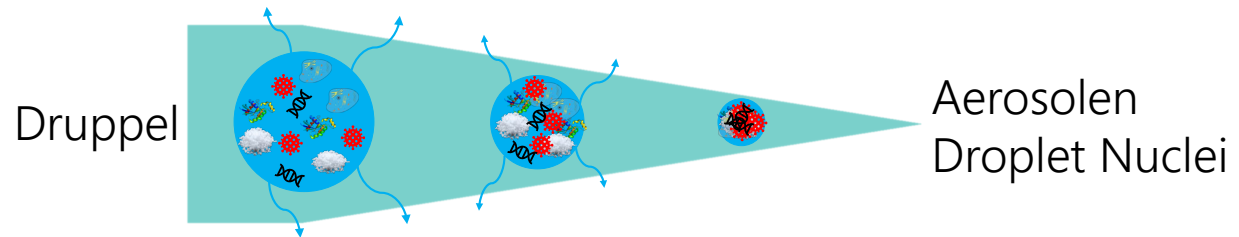
- Blootstelling
- Gezondheid
- Vaccinatie
- ...

De transmissieroutes voor de covid



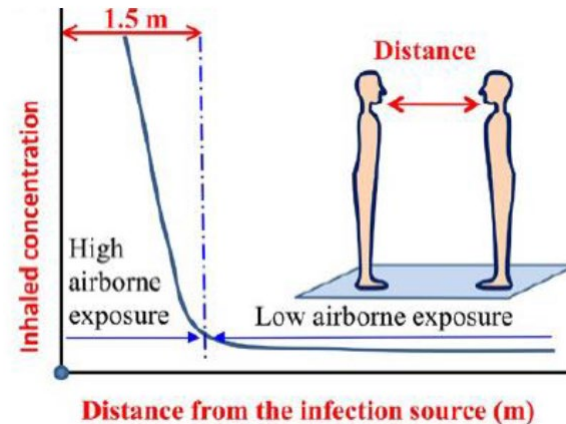
Vrijgeven van druppels:

- Niezen
- Hoesten
- Zingen
- Schreeuwen
- Spreken
- Ademen



Korte afstand (< 1.5 m):

- Transmissie door grote druppels en aerosolen
- Grote druppels vallen op de grond



Lange afstand (> 1.5 m):

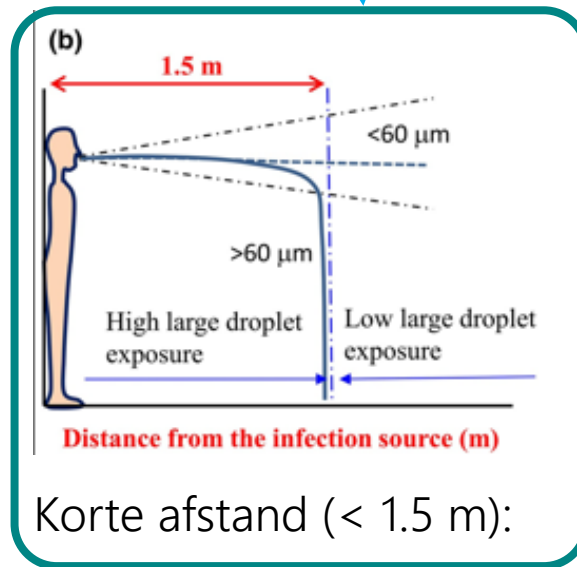
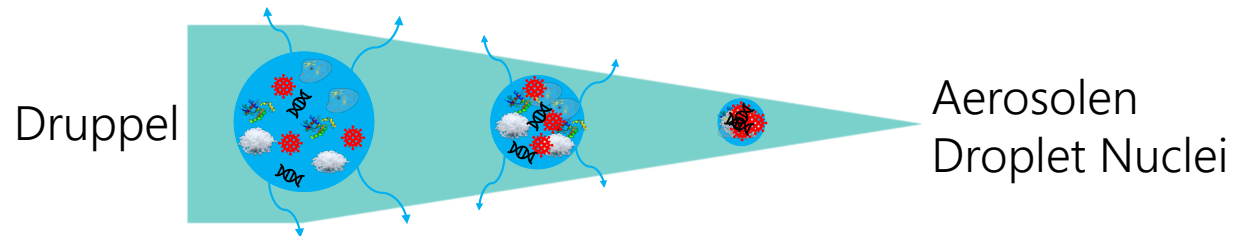
- Druppels verdampt snel
- Droplet Nuclei
- Aerosolen

De transmissieroutes voor de covid

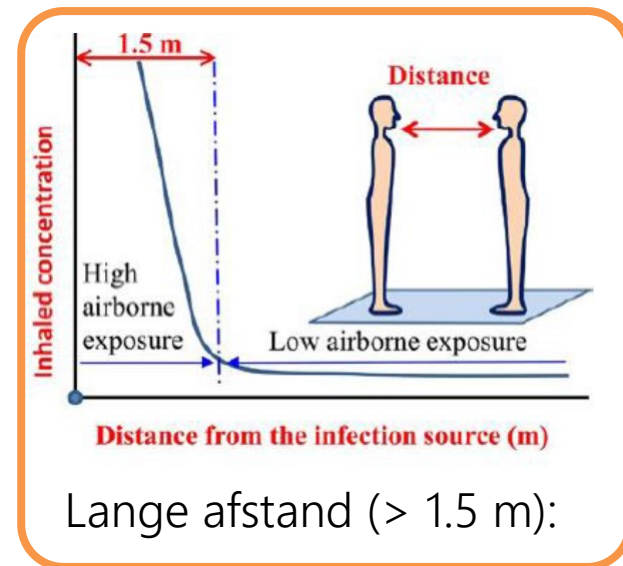


Vrijgeven van druppels:

- Niezen
- Hoesten
- Zingen
- Schreeuwen
- Spreken
- Ademen



→ Afstand houden
→ Maskers



→ Ventilatie
→ Luchtzuivering

Andere transmissieroutes:

- Fomites: handcontacten → desinfectie
- Fecale – orale

Vandaag worden aerosoltransmissie en de rol van ventilatie erkend

Protect yourself and others from COVID-19



If COVID-19 is spreading in your community, stay safe by taking some simple precautions, such as physical distancing, wearing a mask, keeping rooms well ventilated, avoiding crowds, cleaning your hands, and coughing into a bent elbow or tissue. Check local advice where you live and work. **Do it all!**

REHVA 3E COVID-19 GUIDANCE SCHOOL BUILDINGS

In many European countries ventilation of school buildings is a challenge. In times of COVID-19 the importance of a good indoor air quality is once more emphasized.

TRANSMISSION ROUTES

- #1 via microdroplets staying airborne for hours and can be transported long distances.
- #2 via droplets (when sneezing, coughing or talking).
- #3 via surface contact (hand-hand, hand-surface etc.).
- #4 via the faecal-oral route.

VENTILATION

- Secure ventilation of spaces with outdoor air
- Switch air handling units with central recirculation to 100% outdoor air.
- Ensure CO₂-controlled ventilation runs at maximum capacity during occupancy
- Switch on ventilation at least 2 hours before & after occupancy
- Install a CO₂ monitor with traffic light indication
- Instruct teachers & staff on proper use of ventilation facilities
- Open windows as much as possible during school hours & ensure closing during breaks
- Keep toilet ventilation 24/7 in operation and/or keep windows open

SANITARY FACILITIES

- Instructions to flush toilets with closed lid
- Install water taps with sensor for no touch use
- All water taps must be in operating condition with facilities to disinfect hands
- Flush all toilets, water taps and showers frequently
- Ensure that floor drains do not run dry to avoid open connection to the sewer

Vlaanderen is zorg

HET CORONAVIRUS

Hoe kan je een besmetting voorkomen?

Was je handen regelmatig en grondig met water en zeep.
Reken zo'n 40 à 60 seconden per wasbeurt.

Hoest of nies in een papieren zakdoekje of in de binnenkant van je elleboog.

Gebruik papieren zakdoekjes en gooi ze weg in een afsluitbare vuilbak.

Blijf zo veel mogelijk thuis.
Ziek? Blijf dan in isolatie.

Ventileer. Zorg voor een constante luchttoevoer door je huis.

Raak je gezicht zo weinig mogelijk aan met je handen.

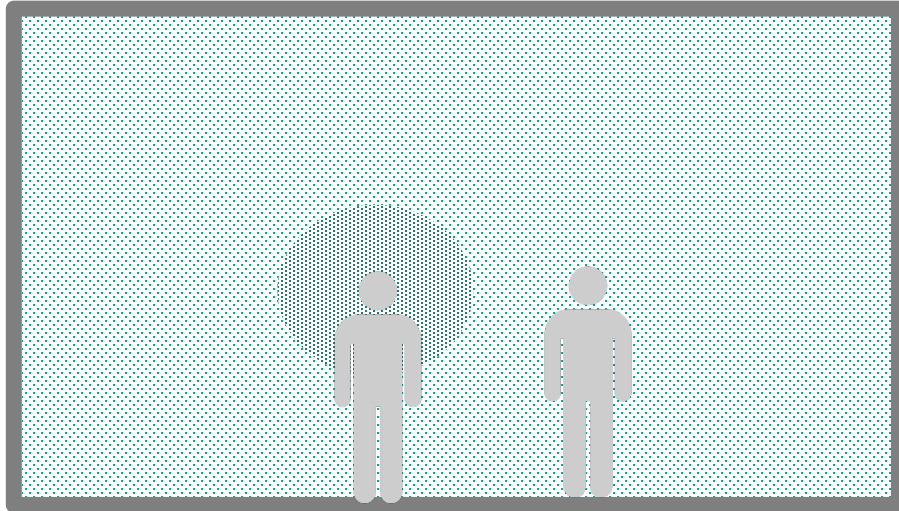
Vermijd handen geven.

Vermijd nauw contact.
Hou voldoende afstand (1,5 m).

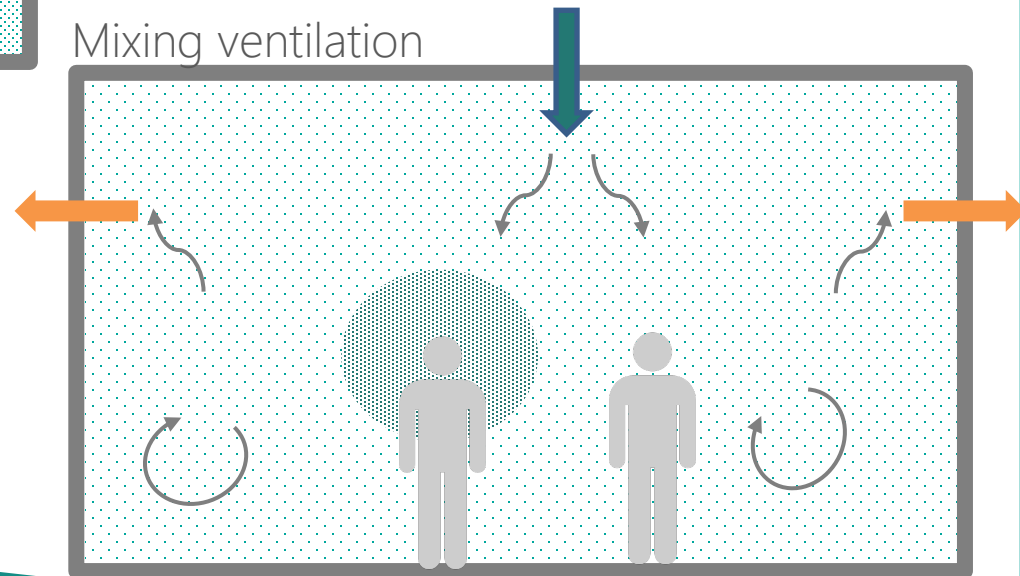
DRAAG ZORG VOOR JEZELF EN ZO OOK VOOR ANDEREN.

Ventilatie vermindert de concentratie van aerosolen

No ventilation



Mixing ventilation

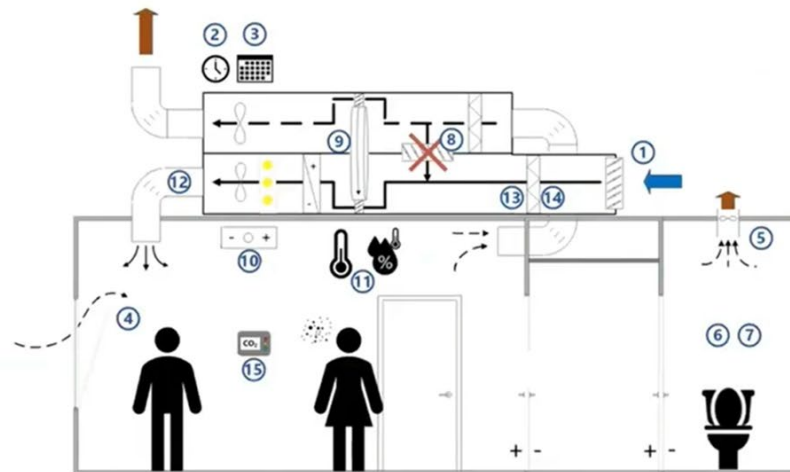


Richtlijnen van Rehva over ventilatie en aerosoltransmissie

9

Control of airborne transmission

1. Ventilation rates
2. Ventilation operation times
3. Continuous operation of ventilation
4. Window opening
5. Toilet ventilation
6. Windows in toilets
7. Flushing toilets
8. Recirculation
9. Heat recovery equipment
10. Fan coils and induction units
11. Heating, cooling and possible humidification setpoints
12. Duct cleaning
13. Outdoor air and extract air filters
14. Maintenance works
15. IAQ monitoring

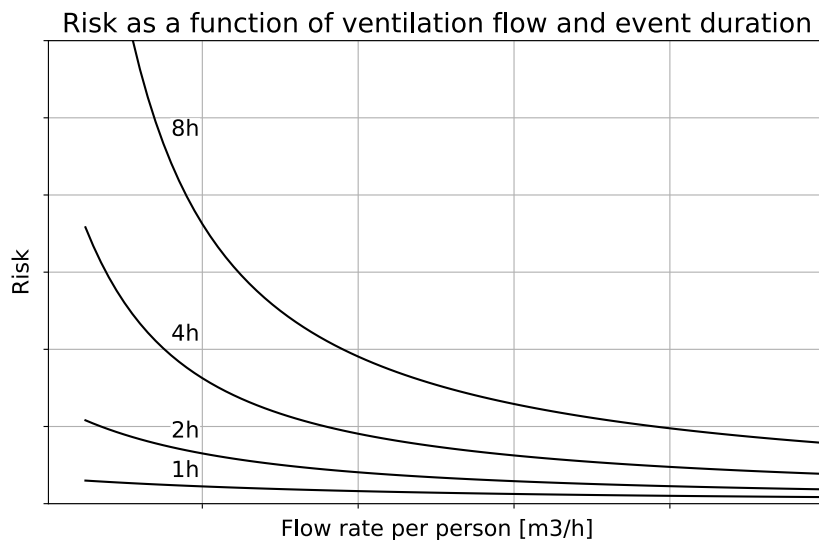


Ventilation solutions may be complemented with room air cleaners and UVGI in specific situations

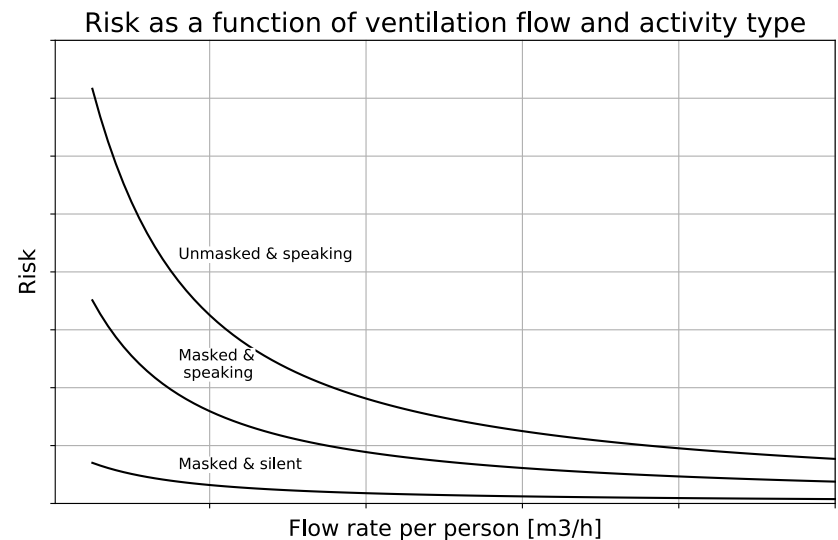
Naast ventilatie hebben ook andere factoren invloed op het risico

- Er zijn modellen waarmee het risico van verschillende situaties kan vergeleken worden
- Voorbeelden:

Tijd blootstelling

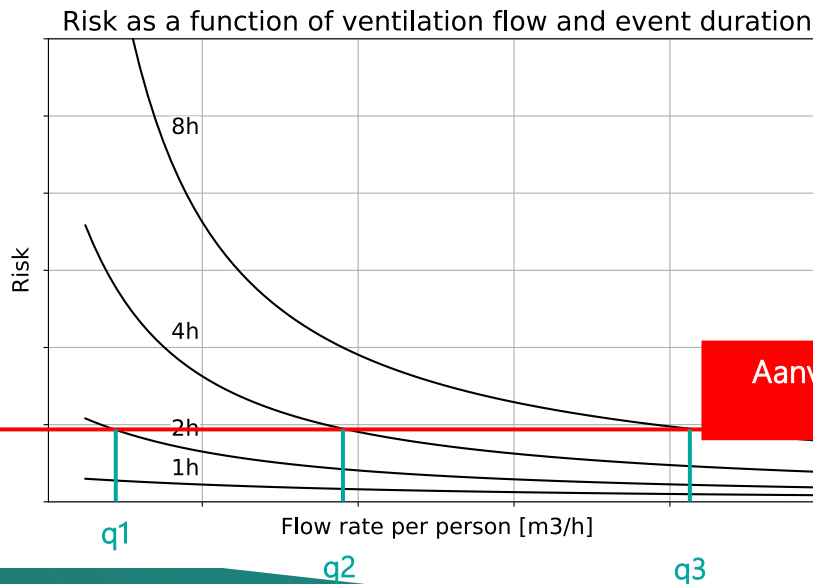


Activiteit en masker

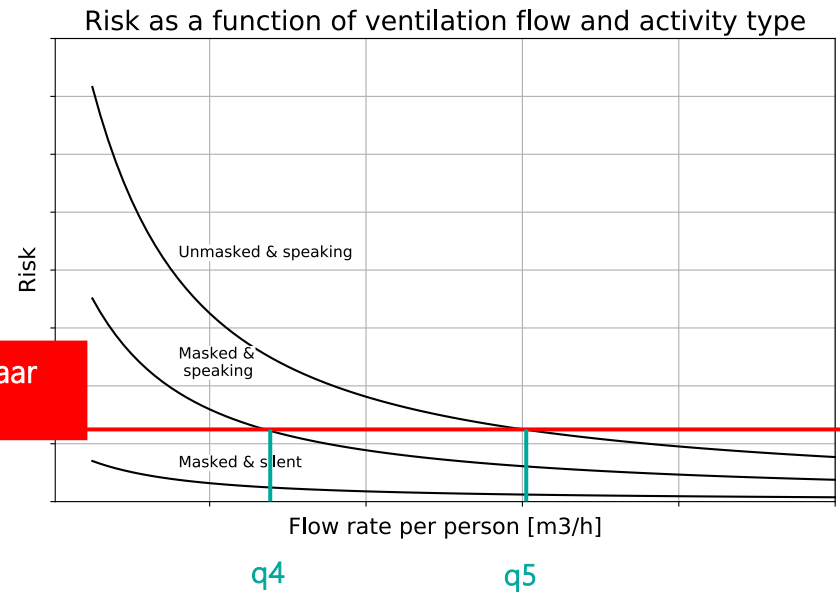


Wat is het debiet die het risico tot een aanvaardbaar niveau reduceert?

- Het risico neemt omgekeerd evenredig af met het debiet
- Verschillende situaties → verschillende debieten?
- Nooit 0 risico!

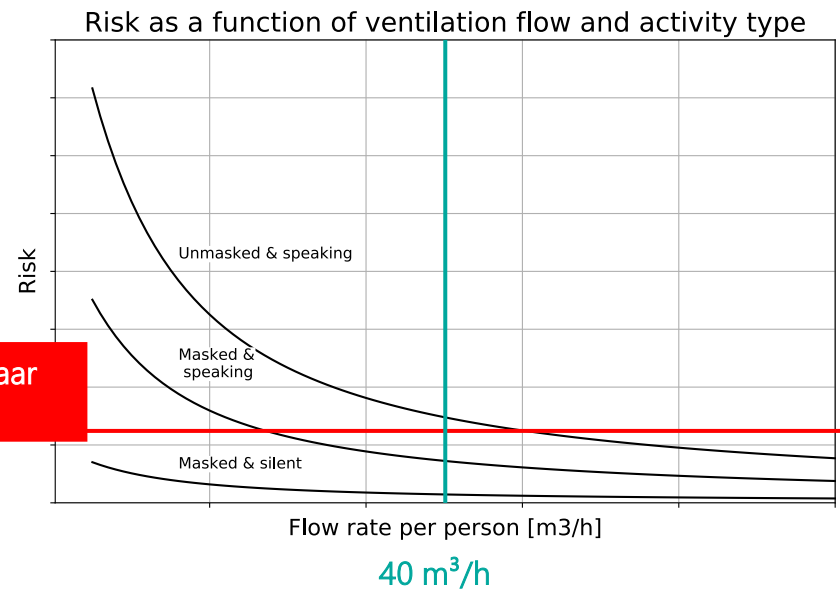
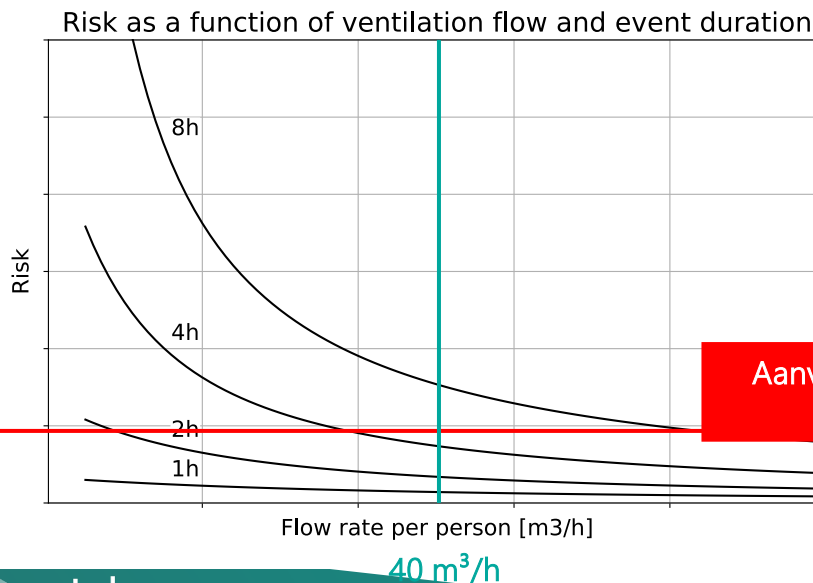


Aanvaardbaar
risico



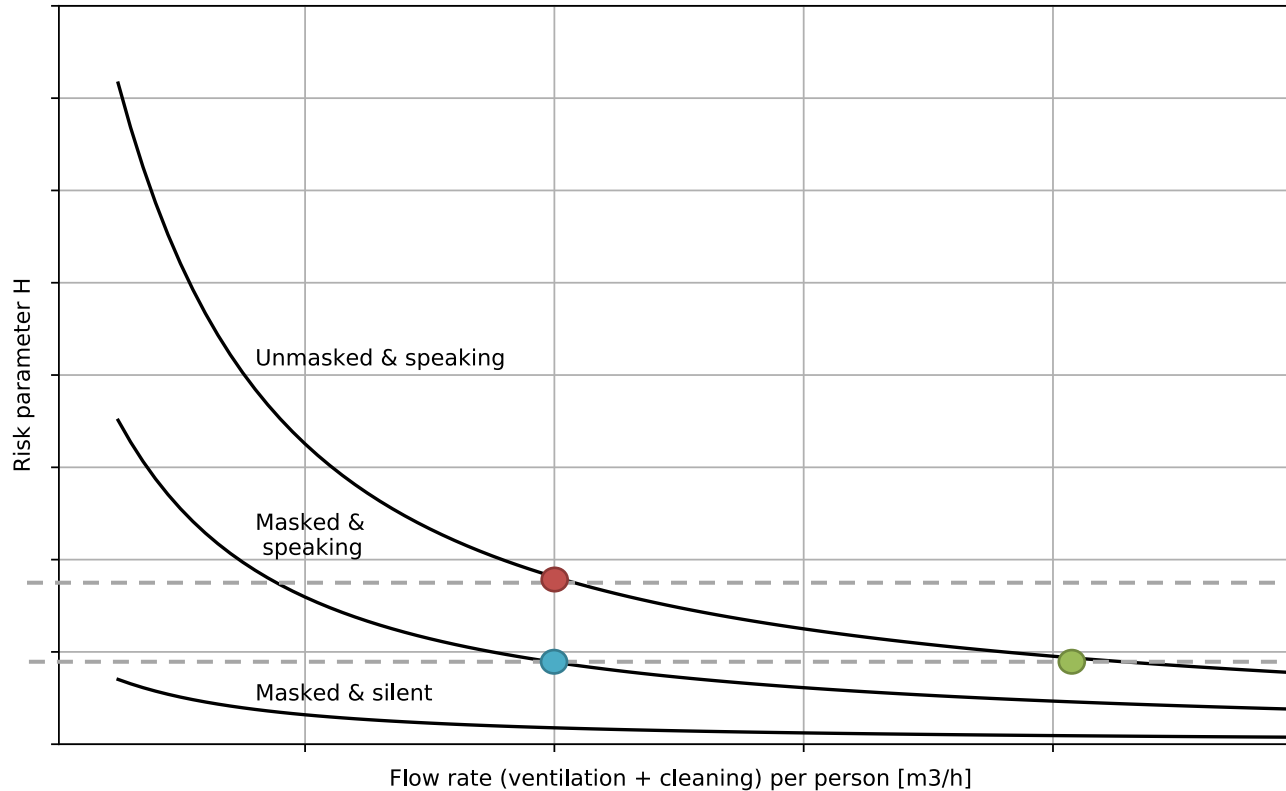
Wat is het **nodige** debiet?

- Gebrek aan ventilatie / te laag debiet → altijd (veel) hoger risico
- $40 \text{ m}^3/\text{h.pers}$ (900 ppm CO_2) = compromis / consensus
- Het debiet verder verhogen
 - heeft minder impact
 - maar kan handig zijn om andere parameters te compenseren



Voorbeeld van compensatie

Risk as a function of ventilation flow and activity type



- Initiële situatie met een bepaald risiconiveau
- Mogelijke maatregel 1: het dragen van masker (met veronderstelde efficiëntie van 50%)
- Mogelijke maatregel 2: dubbele ventilatie

Welke andere parameters zijn belangrijk voor aerosoltransmissie?

- Bron
 - Aantal besmette personen / incidentie
 - Activiteit: zingen (30x) > schreeuwen > spreken (6x) > ademen
 - Masker (geïnfecteerde persoon)
- Blootstellingstijd
 - Direct proportioneel risico : $x^2 \rightarrow x^2$
- Aantal personen blootgesteld
 - Let op grote zalen, grote evenementen!
- Maskers voor iedereen

Samengevat...

- Ventilatie is **noodzakelijk** om aerosoltransmissie te beperken
- Debiet van $40 \text{ m}^3/\text{h.pers}$ is een compromis
- **Let op:** andere parameters op aerosolen
 - Incidence, activiteit, maskers, tijd, aantal pers.
- **Let op:** andere transmissieroutes
 - Korte afstand: druppels + aerosolen
 - Geen effect van ventilatie → masker / afsand

Laatste opmerkingen

- Buiten lucht
 - Beschouwd als niet besmet
 - Inactiveren van het virus (UV zon, tijd, enz.)
- Ventilatie
 - ≠ Bron
 - = Oplossing

CODEX welzijn op het werk Luchtkwaliteit

Risicoanalyse en flexibele eisen

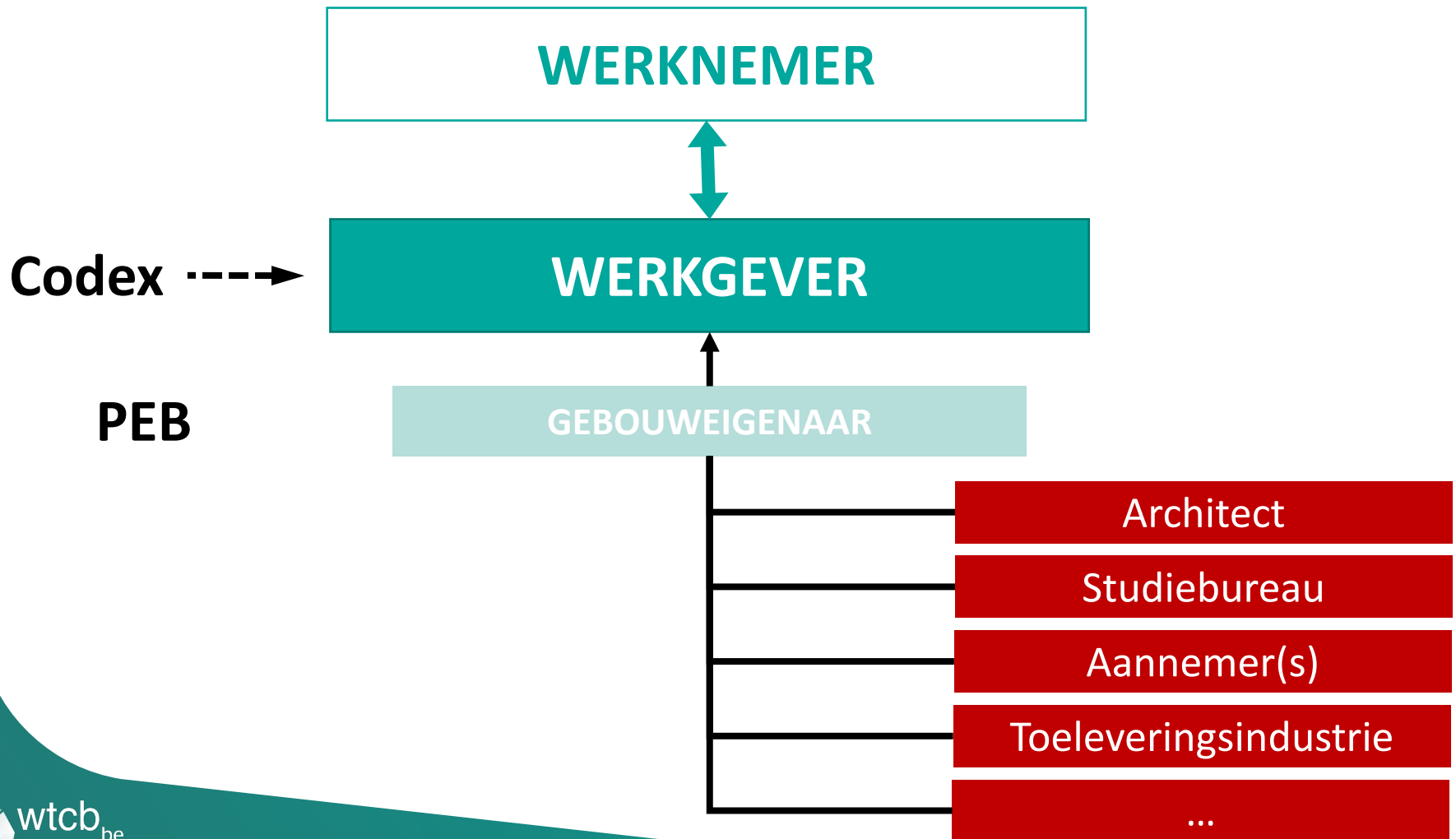
CODEX over het welzijn op het werk: eisen **verluchting** en **luchtkwaliteit**

- I. Algemene beginselen
- II. Organisatorische structuren en sociaal overleg
- **III. Arbeidsplaatsen**
 - **Titel 1 Basiseisen betreffende arbeidsplaatsen**
 - **Hoofdstuk IV. Verluchting**
- IV. Arbeidsmiddelen
- V. Omgevingsfactoren en fysische agentia
- VI. Chemische, kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische agentia
- VII. Biologische agentia
- VIII. Ergonomische belasting
- IX. Collectieve bescherming en in
- X. Werkorganisatie en bijzondere

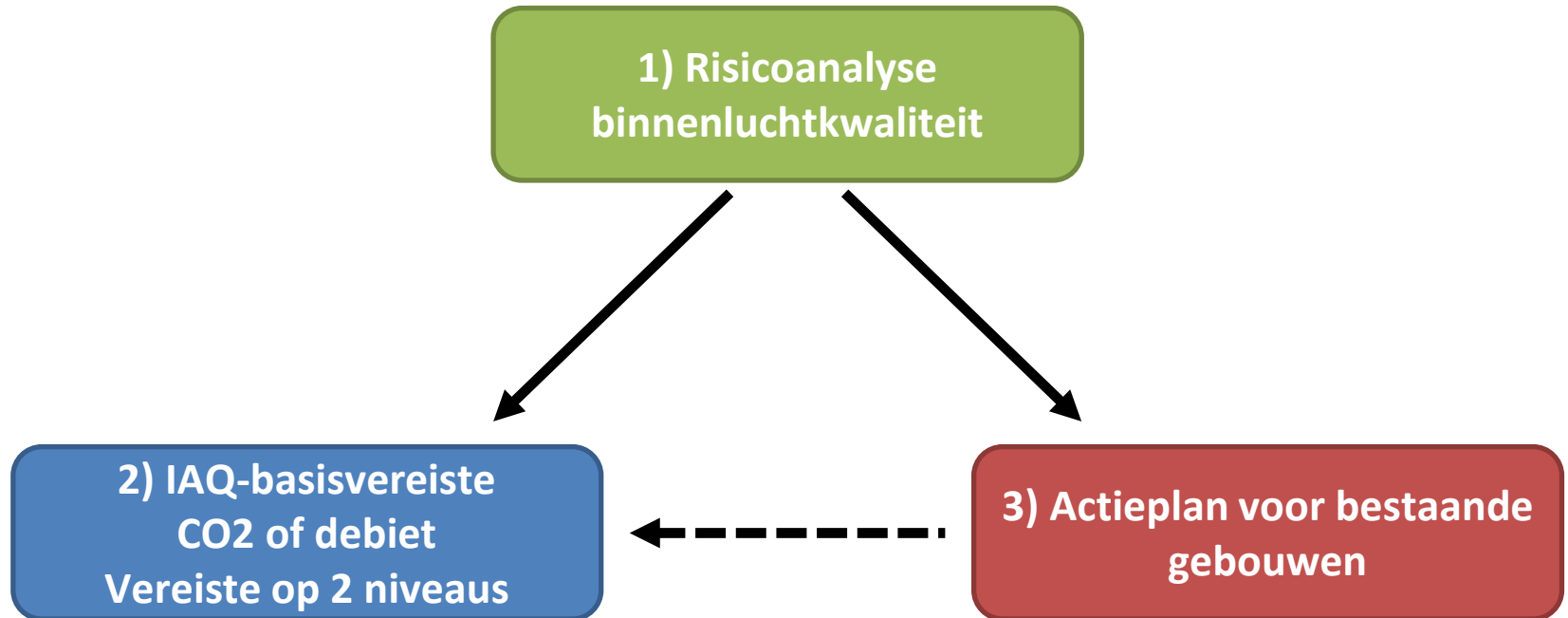
<http://www.emploi.belgique.be/moduleDefault.aspx?id=46071>

<http://www.werk.belgie.be/moduleDefault.aspx?id=46071>

De Codex richt zich rechtstreeks tot werkgevers... maar onrechtstreeks ook naar andere vakmensen



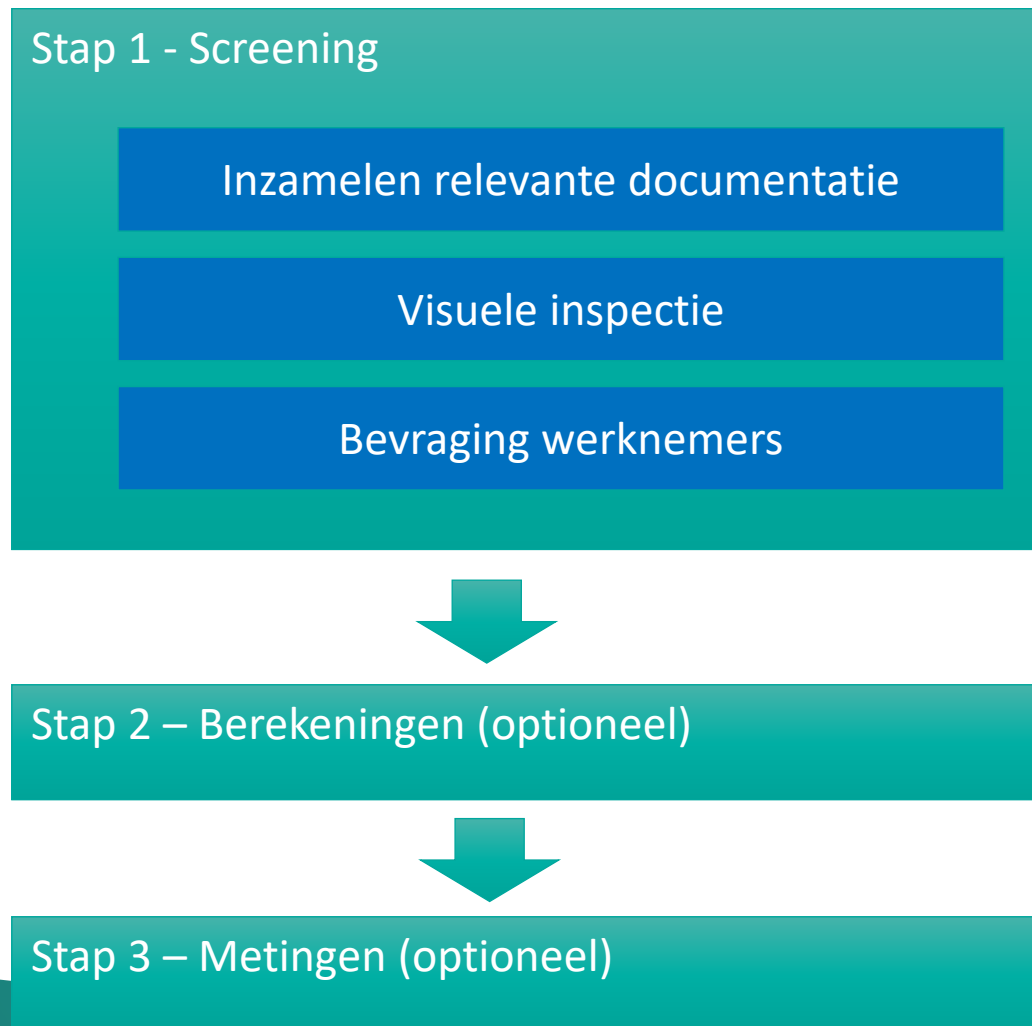
De nieuwe Codex (2019) bevat 3 luiken met IAQ vereisten



Risicoanalyse: de risico's vast te stellen die aan IAQ in werklokalen verbonden zijn

- Bronnen van pollutanten te bekijken
 - Aanwezigheid, activiteit van personen (bioeffluenten, CO₂)
 - Producten en materialen (bouw, meubilair, ...)
 - Onderhoud, herstelling en schoonmaak van lokalen
 - Impact infiltraties en ventilatie (buitenlucht, onderhoud HVAC, ...)
- Opmerking:
 - Risicoanalyse is ook verplicht voor andere agentia
 - Fysisch (stralingen, ...)
 - Chemisch (gebruikte producten, ...)
 - Biologisch

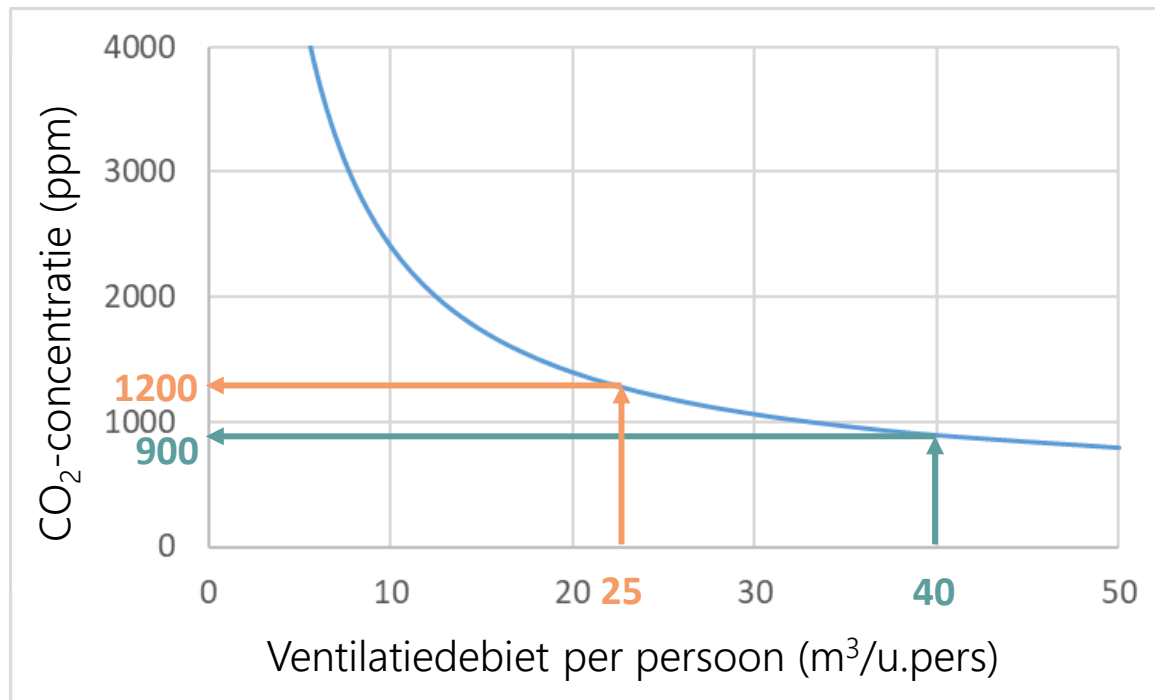
De risicoanalyse is gebaseerd op een snelle screening en (facultatieve) berekeningen en metingen



In de IAQ-vereiste wordt rekening gehouden met bioeffluenten en emissie van materialen

- IAQ-basiseis
 - Ofwel maximum **900 ppm CO₂**
 - Ofwel minimale ventilatiedebiet van **40 m³/h.pers**
- Afwijking
 - Ofwel maximum **1200 ppm CO₂**
 - Ofwel minimale ventilatiedebiet van **25 m³/h.pers**
- Voorwaarden
 - De risicoanalyse toont aan dat de vervuilingbronnen beperkt zijn (bv. laag emissie materialen)
 - Voorafgaand advies van de preventieadviseur en het comité

CO₂ = indicator van IAQ: het komt direct overeen met een ventilatiedebiet



Geldig voor:

- Emissiegraad CO₂ van 20 l/h.pers
- Buiten [CO₂] van 400 ppm

Afwijking: indien het lokaal lage emissie is, is de eis minder strict

- Principe
 - Indien lage emissie → debiet 25 m³/h.pers (bioeffluenten)
 - Anders → verhoogd debiet om de andere pollutanten af te voeren
- Huidige voorwaard (richtlijn 2019)
 - Lage emissie vloerbedekkingen
 - Conform Koninklijk Besluit van 8 mei 2014 C-2014/24239
 - Of natuursteen, keramiek, onbehandeld glas, staal
- Evolutie van de richtlijn in de toekomst
 - Rekening houden van andere pollutanten
 - Andere materialen, meubilair, toestellen, ...

Ontwerpfases van een nieuw gebouw/systeem

Vastleggen nominale bezetting per lokaal



Controle of voldaan aan voorwaarde van emissiearme lokalen



Installatie ontwerpen die vereiste debieten mogelijk maken



Installatie oplevering



Nieuwe risico analyse uitvoeren bij belangrijke wijzigingen in inrichting en gebruik

Type lokaal,
oppervlakte,...

Welke vloerbedekking is er aanwezig of zal worden geïnstalleerd

Debiet per persoon
→ Totaal debiet
→ Dimensionnering

Debietmeting

Zie procedure voor bestaande gebouwen

Geval van bestaande gebouwen

- Het realiseren van de IAQ eis is een uitdaging
 - Geen ventilatie in bepaalde gebouwen
 - Economische beperkingen, timing van renovatie, ...

→ Pragmatische aanpak met een actieplan

- De werkgever moet een actieplan opstellen
 - In overleg met: preventieadviseur, comité
 - Maatregelen: technisch en organisatorisch
 - Tijdschema: korte, middellange en lange termijn

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

Technische maatregelen

Vastleggen van
tijdsplan

Technische maatregelen: meest doeltreffend maar implementatie in de tijd

- Technische maatregelen = gebouw + technische installaties
- De vervuilingsbronnen beperken
 - Vervangen van bepaalde afwerkingsmaterialen
- Het bestaande ventilatiesysteem verbeteren
 - De nominale bezetting van het lokaal aanpassen
 - Controle en herstellingen
 - Regeling van debieten
 - Onderhoud
- Installatie van een nieuw ventilatiesysteem
 - Te voorzien bij een renovatie of op het einde van de bezettingsperiode
 - Idem ontwerp nieuw gebouw

Organisatorische maatregelen: minder doeltreffend maar IAQ verbeteren op korte termijn

- Permanente organisatorische maatregelen
 - De pollutanten beperken:
 - Meubilair, onderhoudsproducten, printers, enz.
 - Nominale bezettingspercentage van een ruimte respecteren
 - Correct gebruik van de technische installaties
- Corrigerende organisatorische maatregelen
 - Beperking van het aantal aanwezige personen
 - Verluchting via de vensters
 - Buiten de verwarmingsperiodes : +/- OK
 - In verwarmingsperiodes: compromis te vinden
 - Draagbare CO2-sensoren
 - Verluchten tijdens de pauzes

Referenties

- Codex welzijn op het werk
 - <http://www.emploi.belgique.be/moduleDefault.aspx?id=46071>
 - <http://www.werk.belgie.be/moduleDefault.aspx?id=46071>
- Koninklijk besluit ventilatie van werkplekken (2019)
 - http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2019050226&table_name=loi
 - http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2019050226&table_name=wet
- Koninklijk besluit vloerbekledingen
 - http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2014050877&table_name=loi
 - http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2014050877&table_name=wet
- Praktische richtlijnen
 - <http://www.emploi.belgique.be/defaultNews.aspx?id=48360>
 - <http://www.werk.belgie.be/defaultNews.aspx?id=48360>
- CO2-berekeningstool (BSOH)
 - <https://www.bsoh.be/?q=nl/node/384>
- Meting van de ventilatiesnelheden (CSTC)
 - <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact35&art=543>
 - <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact35&art=543>

Implementatie en metingen: aanwezigheid van een ventilatiesysteem



Aanbevelingen voor de praktische implementatie en bewaking van ventilatie en binnenluchtkwaliteit in het kader van COVID-19

Taskforce Ventilatie
Version 1.0 – 27 april 2021



0 Ramen bij voorkeur openen wanneer geen hinder

1 Informatie over de activiteiten

2 Is er een mechanisch ventilatiesysteem

3 Analyse van de ventilatie
1 Of documentatie CODEX
2 inclusief debietsmetingen
3 Inklusief CO₂ metingen

4 Bezetting kleiner dan nominale capaciteit?

5 Is een CO₂ meter beschikbaar?

6 Minstens één CO₂-meter per lokaal?

7 Permanente CO₂ meting

8 CO₂ OK?

OK 14

9 Maatregelen

Actieplan zo snel mogelijk!

13 Ramen en/of deuren altijd open bij aanwezigheid (EN beperking bezetting)

10 Steekproef CO₂ metingen

11 CO₂ laag?

12 Maatregelen

16 Luchtzuivering

15 Verbeteren van de ventilatievoorzieningen

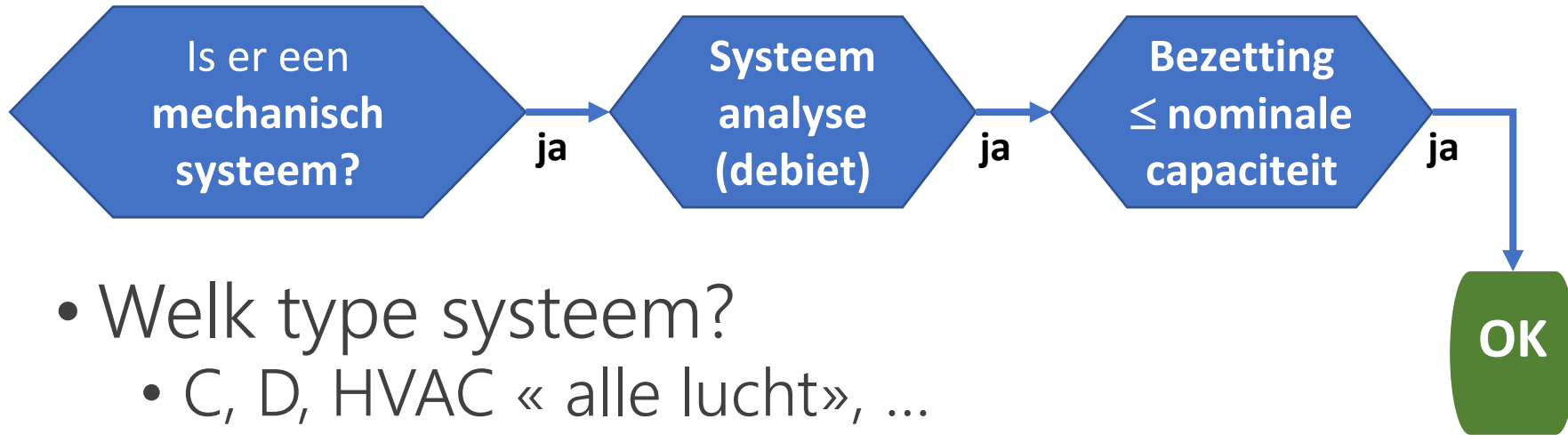
Het type activiteit bepaalt de nodige debiet per persoon

- Standaard activiteit: zittende en rustige positie
 - $40 \text{ m}^3/\text{h.pers} \rightarrow 900 \text{ ppm CO}_2$
- Zwaardere activiteit: sport, fysieke werk, ...
 - Hogere debiet per persoon
 - Zie implementatieplan

Klasse	Met	CO ₂ -productie(*) (l/h)	V ₉₀₀ (m ³ /h)	V ₁₂₀₀ (m ³ /h)	Voorbeelden
Rustig zittend	1.5	18	37	23	Bioscoop, theater, concertzaal, toeschouwer in sporthal, leslokaal (**), religieuze dienst
Standaard	1.65	20	40	25	Minimum standaard voor werklokalen (Codex), secretariaats- en kantoorwerk
Licht	1.8	22	44	28	Werklokalen voor licht zittend handwerk, restaurant, café, haar- of schoonheids-salon, museum
Middelmatig	3.0	37	74	46	Gestadig werken met armen en handen, winkelen, indoor bowling
Zwaar	4.1	50	101	63	Intense arbeid met de armen en de romp
Zeer zwaar	5.2	64	128	80	Zeer intense en snelle arbeid, sportlokaal (badminton, turnen), fitness, zwembadhal, klimzaal
Intensief	7.3	90	180	112	Schaatshal, boksclub, discotheek, cyclinglokaal, squashzaal, tennishal

- Herhaling: CODEX, twee debieten: 40 of $25 \text{ m}^3/\text{h}$

Systeem aanwezig: bepalen de capaciteit op basis van systeem analyse



- Welk type systeem?
 - C, D, HVAC « alle lucht », ...
- Debiet lokaal & debiet / pers. → capaciteit
 - Documentatie (CODEX, ...)?
 - Nieuwe debietmeting?
 - Schatting op basis van CO₂

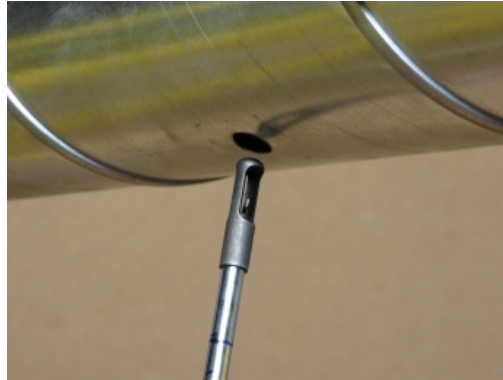
Debieten: meetmethodes

Norm NBN EN 16211

- Meting in kanalen
 - Secundair kanaal naar het lokaal
- Meting op niveau van ventielen en diffusors
 - "kleine" installaties
- Meting dankzij drukgevend orgaan
- Schatting op niveau van de groep
 - Indien groep voor één enkel lokaal

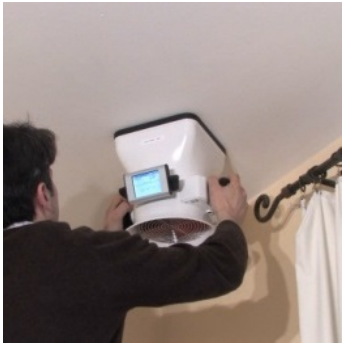


Meting in kanalen

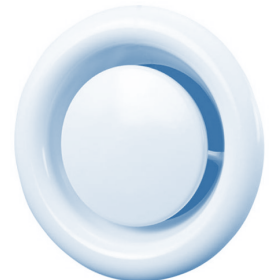


- + Nauwkeurig (10-15% afwijking)
- Toegankelijkheid, lengte rechte stuk, berekeningen
Meerdere meetpunten (zie norm)

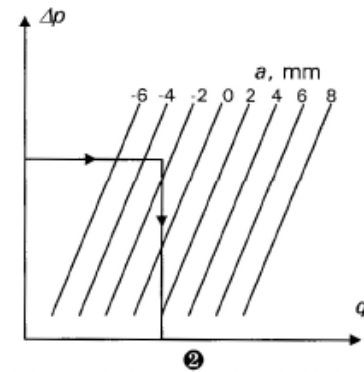
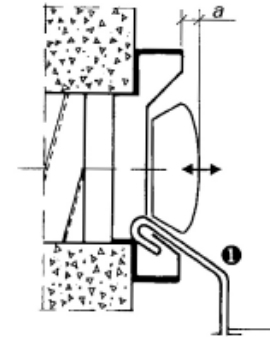
Op niveau van ventielen en diffusors



- + Praktisch en wijdverbreid
 - Risico op fouten onder bepaalde voorwaarden
- Meetbare diffusors

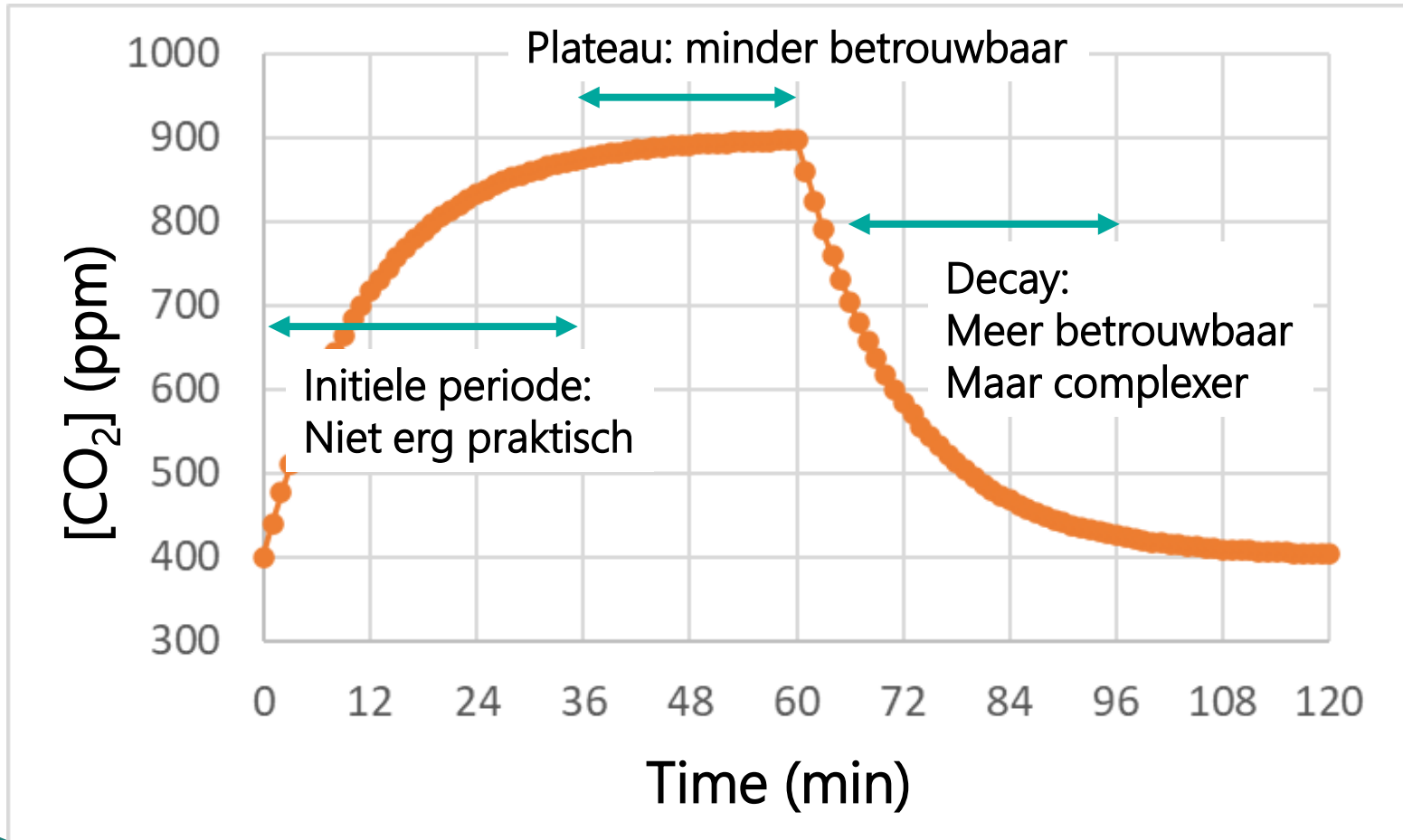


Drukverschil op een vaste drukgevende component



- + Veelbelovend en in theorie betrouwbaar
- Betrouwbaarheid hangt af van de grafieken
- Vereist permanent orgaan

Schatting van het debiet op basis van een CO₂ meting

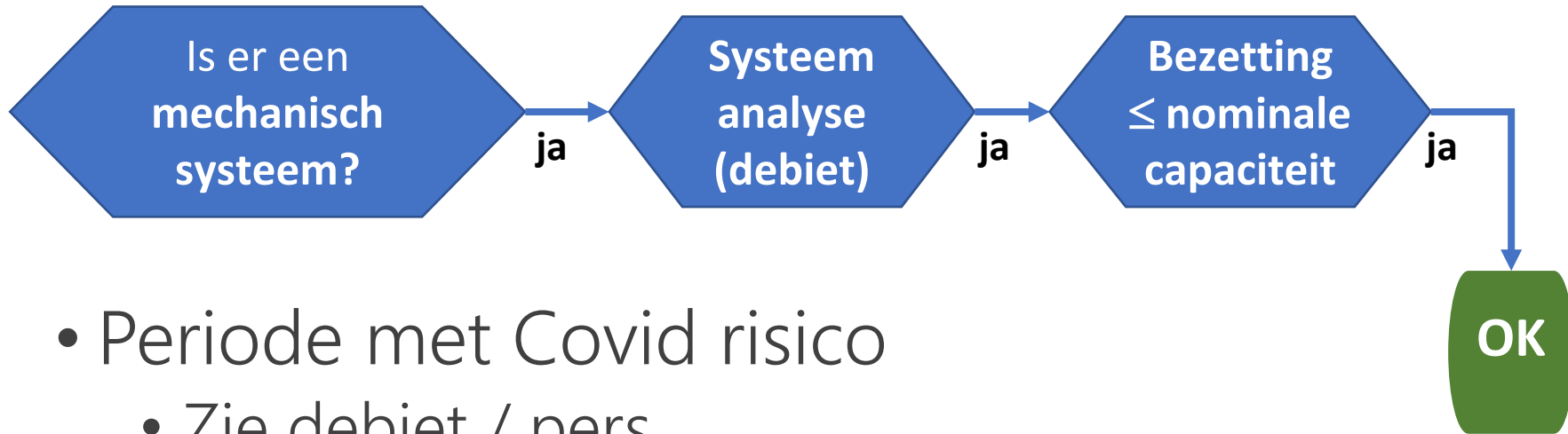


Schatting van het debiet op basis van een CO₂ meting: Decay methode

- Voorwaarden
 - Ruimte volledig zonder bewoners
 - Vensters en deuren gesloten
- Formule → ventilatievoud
- & volume van het lokaal → totaal debiet

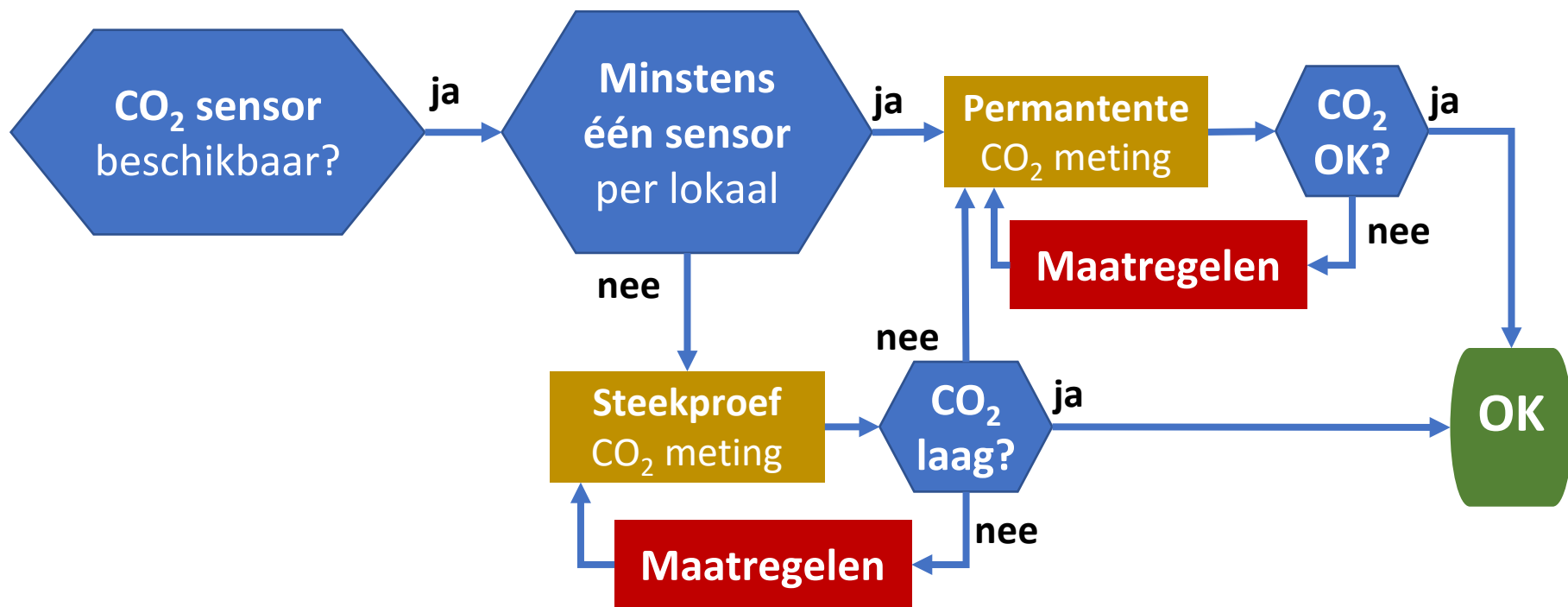
- Tool BSOH
 - <https://www.bsoh.be/?q=nl/co2ana>

Welk debiet? Op welk moment?



- Periode met Covid risico
 - Zie debiet / pers.
 - Debiet zo hoog mogelijk? Vensters, enz.
 - Afwezigheidsperiodes: lagere debiet ok
 - Ofwel wel bepaald → klokprogrammatie
 - Ofwel CO₂ meting
 - Ofwel continu werking

Tijdens gebruik, controle van ventilatie op basis van de CO₂ meting

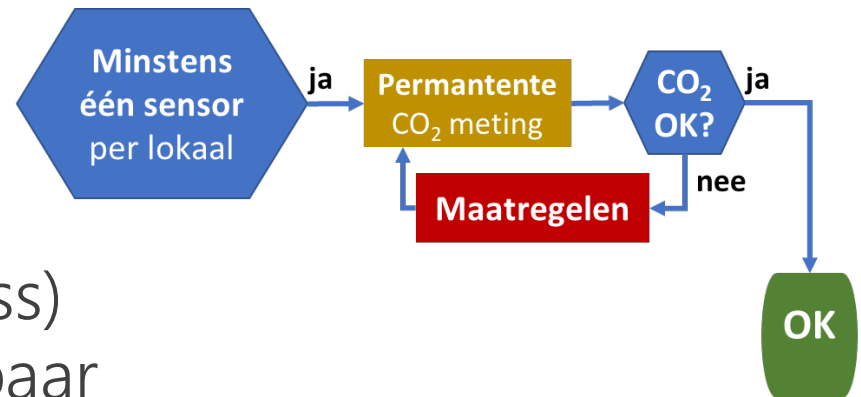


CO₂ sensoren kunnen verschillende functies hebben

- Directe weergave
 - Directe meting
 - Bewonersinformatie
- Gegevensregistratie
 - De evolutie visualiseren/interpreteren
 - De maatregelen aanpassen
- Kleurindicator of alarm
 - Informatie van overschrijdingen
 - Onmiddellijke maatregelen



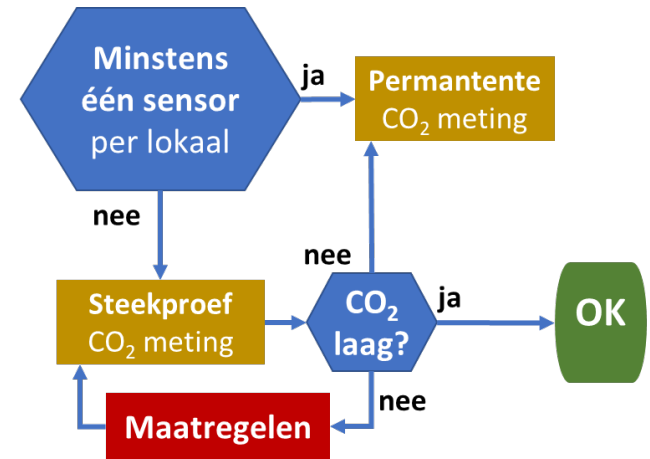
Permanente CO₂ meting



- Wanneer
 - Als verplicht (bv. fitness)
 - Als sensoren beschikbaar
 - Als variabele bezetting of condities
- Welke functies
 - Weergave of alarm
 - Gegevensregistratie → volgen
- Maatregelen
 - Ventilatie of bezetting aanpassen
 - Openen van vensters, luchtzuivering

Steekproef CO₂ meting

- Wanneer
 - Als GEEN voldoende sensoren beschikbaar zijn
 - Vaste bezetting en condities
- Welke functies
 - Korte meting → weergave
 - Lange meting → gegevensregistratie
- Maatregelen
 - Ventilatie of bezetting aanpassen
 - Permanente CO₂ meting
 - Openen van vensters, luchtzuivering



Herhaling: er is immers geen 100% veilige debietswaarde!



- Andere parameters: tijd, maskers, ...
- Andere maatregelen: afstand, maskers, vaccinatie, ...

Luchtzuivering en Ventilatie

Waarom luchtzuivering in het kader van Covid?

- Luchtzuivering vermindert de hoeveelheid virus in de lucht van een lokaal
- Voorwaarden van luchtzuivering
 - Mobiele toestellen
 - Plug & Play
 - Geen kanalen, geen luchttoevoeropeningen
 - Gemakkelijker te installeren dan ventilatie

Two categories of air purification have an impact on Covid

- Captatie / filtratie
 - Deeltjes (met virus) worden in het apparaat vastgehouden en uit de lucht verwijderd
 - Bv. HEPA filters, elektrostatische precipitatie
- Inactivatie
 - Virusdeeltjes zijn beschadigd en kunnen de ziekte niet meer overdragen
 - Bv. UV-C, koude plasma

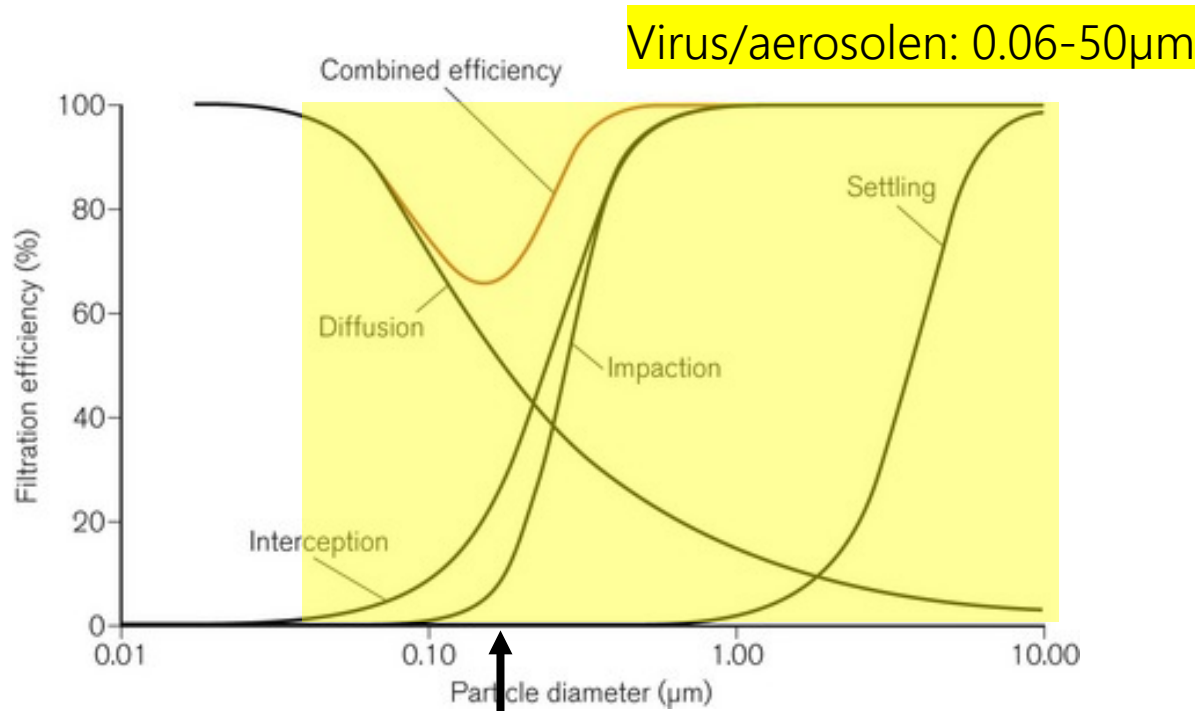
De globale efficiëntie van luchtzuiveringstoestel wordt door de CADR gegeven

- CADR = Clean Air Deelivery Rate
 - Luchtdebiet x efficiëntie (voor een bepaalde pollutant)
= hoeveelheid gezuiverde lucht geleverd (m^3/h) rekening houdend met de effectiviteit
- Geen internationaal gestandaardiseerde testmethode (ISO of EN)
 - Methode in USA: **ANSI/AHAM AC-1-2015**
 - Tabakrook ($0.1\text{-}1\mu\text{m}$), stoffen ($0.5\text{-}3\mu\text{m}$), pollen ($5\text{-}11\mu\text{m}$)
 - Methode in Frankrijk: **NF-B44-200:2016**
 - 5 Gas, 1 bacterie + 1 schimmel, allergeen, PM $0.3\text{-}5\mu\text{m}$

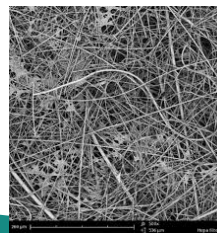
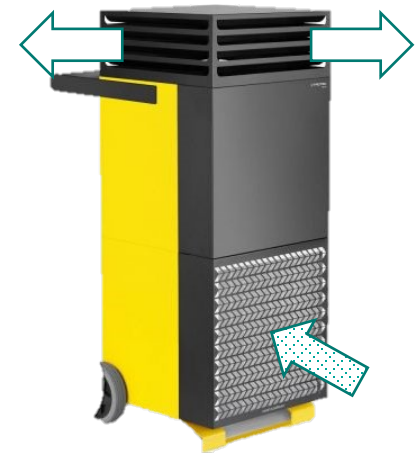
De efficiëntie van zuivering door **captatie** meten?

- Principe
 - Het virus is aanwezig in aerosolen
 - Als we de aerosolen opvangen, vangen we het virus op
- Directe meting van de CADR
 - Mogelijk in principe (methode USA of Frankrijk)
 - Maar moeten de afmetingen van de geteste deeltjes aangepast worden (virus/aerosolen: 0.06-5 μ m)
- Indirecte meting van de filtratieefficiëntie
 - Norm EN 1822-1:2019
 - Filters HEPA klassen: H13 of H14

Captatie: HEPA filters

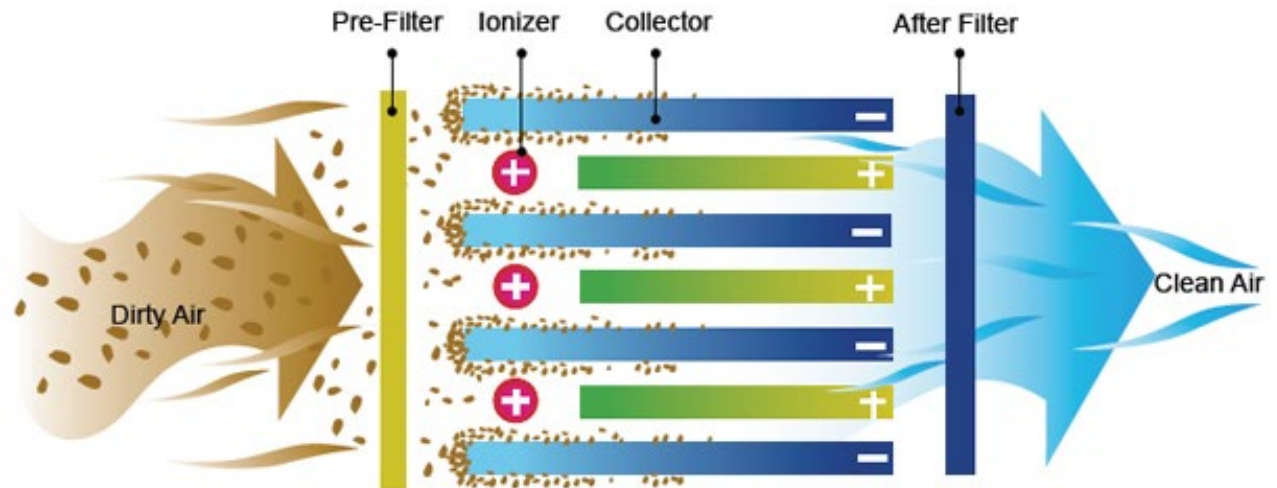


Most Penetrating Particle Size (MPPS): 0.2 μ m



Captatie: elektrostatische precipitatie

- Principe
 - Stap 1: ionisatie van lucht → + geladen deeltjes
 - Stap 2: geladen deeltjes worden op een collector vastgehouden
- Prestatie ≈ HEPA filtratie



De efficiëntie van zuivering door **inactivatie** meten?

- Uitdaging
 - Meting van de inactivatie van biologische materiaal
 - Specifiek voor het Covid virus (verschillend van organisme tot organisme!)
- Geen genormaliseerde meetmethode voor inactivatie
- In theorie, meting van de CADR mogelijk, maar **nood aan efficiëntiemeting**

Invactivatie: ultraviolet UV-C

- Principe
 - UV beschadigt genetisch materiaal (RNA)
- aandachtspunten
 - Bescherming van mensen tegen UV-stralen
 - Dosis
 - Contact tijd
 - ...

Luchtzuivering is specifiek voor een (groep van) pollutent(en)

- Covid: aerosolen captatie of inactivatie
- Verschillende luchtzuiveringstechnieken
 - Gas: actieve kool, oxidatie, fotokatalyse,...
 - Deeltjes: filtratie, elektrostatische precipitatie
 - Microbiologisch: UV, ...
- IAQ in het algemeen
 - Polluenten: bio-effluenten, vocht, materiaalemissies, stoffen, enz.
 - Luchtzuivering: combinatie van technieken nodig!
 - Ventilatie: alle pollutenten zijn verdund

Luchtzuivering biedt nog steeds extra uitdagingen

- Meting van efficiëntie
- Specifieke aan één enkel pollutant
- Akoestiek
- Mobiele toestellen
 - Aantal en verdeling in een ruimte
 - Gebruik van vloeroppervlakte
- Onderhoud
 - Filters, UV lamp, ...
 - Kost
 - Risico: nog erger als onbehandeld lucht recirculeerd is!

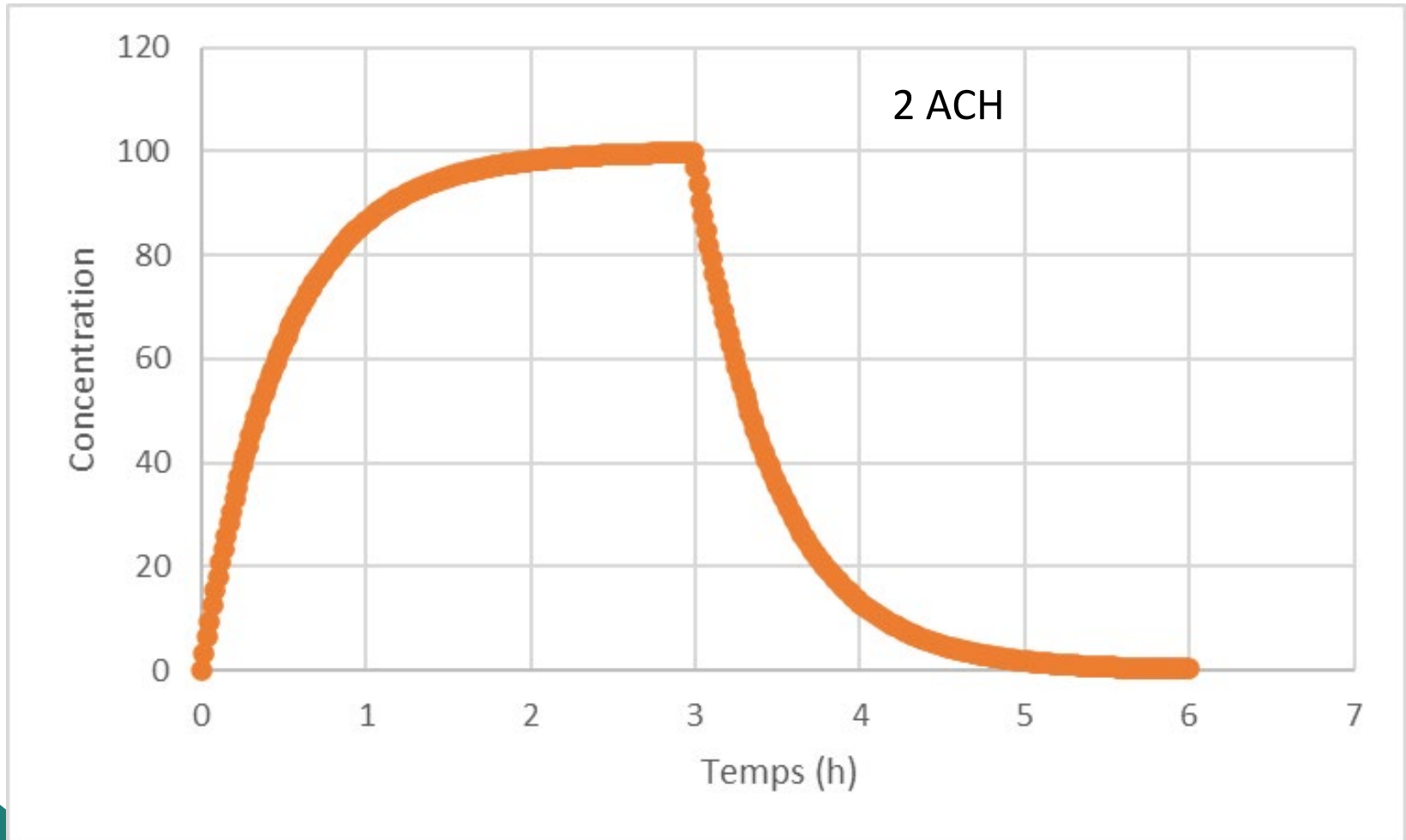


Ventilatie of luchtzuivering?

	Ventilatie	Luchtzuivering
Welke pollutanten?	Alle	Deeltjes (captatie) Biologisch (inactivatie)
Verplicht?	PEB + CODEX	/
Efficiëntie?	Debiet	CADR (toestel): Efficiëntie x debiet
Scundaire risico's?	In principe nee	By-products?
Onderhoud?	Regelmatig: filters Lange termijn: kanalen, groepen	Heel regelmatig: filters, UV lampen, enz.
Gemak van installatie?	Variabele omvang van het werk	Plug & Play
Investering?	Op lange termijn Duurzaam	Indien geen andere oplossingen?

→ **Complementaire oplossingen geval per geval!**

Ventilatie en luchtzuivering = verdunning!



Onderhoud van ventilatie in de tijd van Covid

Moet het onderhoudsplan tijdens de Covid-periode aangepast worden?

- Geen echte aanpassingen nodig
- Filters
 - Vervangingsfrequentie zoals gewoon
 - Buiten lucht: herinnering, beschouwd als niet besmet
 - Afvoerlucht: mogelijke virusaanwezigheid → let op
 - Recirculatie: zie speciaal geval
- Kanalen
 - Reinigingsfrequentie zoals gewoon
 - Herinnering : het virus ontwikkelt zich niet
- Luchtzuivering → Specifieke onderhoud

Vorzorgsmaatregelen tijdens onderhoud, inclusief filtervervanging

- Personen met verhoogd risico?
 - Advies van de doctor
- Beschermende uitrusting
 - Masker
 - Handschoenen
 - Beschermende jas
- Filters weggooien
 - Gesloten zak

Principe reiniging van kanalen

Onbezette lokalen en open vensters

- Stofvrij maken
 - Roterende borstel via een opening (ventiel / diffuser)
- Stofafzuiging
 - Alle andere openingen zijn afgedicht
 - Afzuigstelsysteem + specifieke filtratie



Technische ruimte toegankelijk voor onderhoud



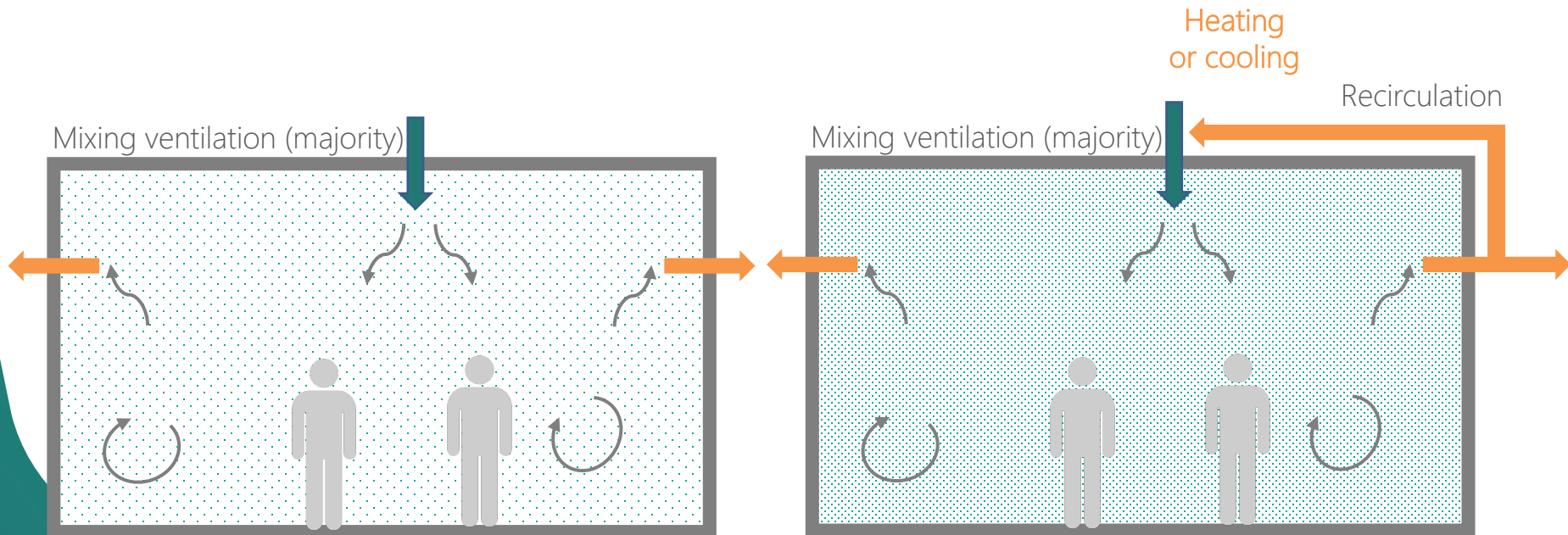
Speciaal geval: HVAC met recirculatie en andere systemen

Ventilatiesysteem = bron van Covid- risico?

- Herinnering
 - Buiten lucht: beschouwd als niet besmet
 - Ventilatie is essentieel om pollutanten te verdunnen
- Specifieke risico's met bepaalde HVAC systemen
 - Systemen met centrale recirculatie
 - Warmtewielen
 - Andere systemen met luchtcirculatie

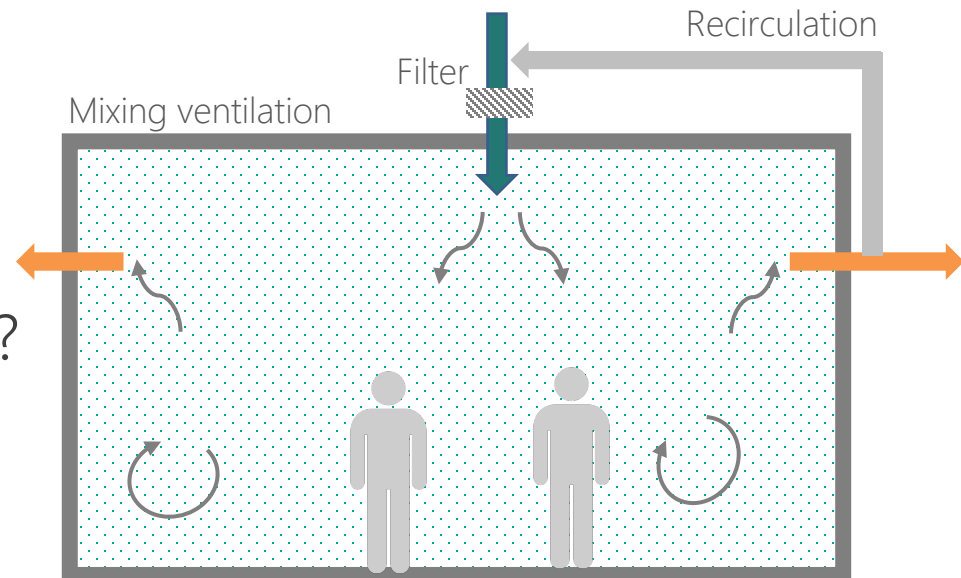
Wanneer is er luchtre circulatie in een HVAC-systeem?

- Enkel met bepaalde HVAC systemen
 - « all air » systemen
 - Vereist voor verwarming of koeling

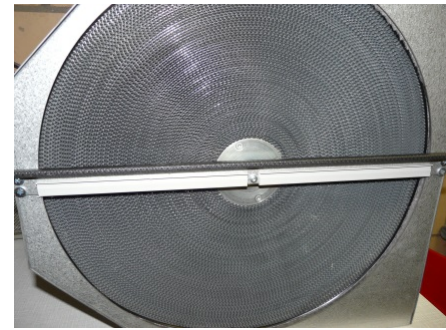


Recirculatie: te nemen maatregelen

- Als mogelijk, stop recirculatie (100% buitenlucht)
- Indien onvoldoende vermogen (H of C)
 - Verhogen buitenlucht tot maximum
 - Filters vervange:
 - min ePM1 (of F8)
 - HEPA
 - Elektrische precipitatie
 - UV?
 - Bijkomende ventilator?



Warmtewielen



- Risico van recirculatie van afvoerlucht naar toevoerlucht
 - Alleen als het interne lek niet onder controle is
 - In principe zeer laag risico
- Intern lek van de wiel beperken
 - Positie van de ventilatoren: na het wiel
 - Overdruk (≥ 20 Pa) aan toevoerszijde vs. afvoer
 - Kan op de groep gemeten worden
 - Purge sector volgens de voorschrift van de fabrikant
 - Afdichtingen volgens voorschrift van de fabrikant
- Rehva:
 - https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document_-_Limiting_internal_air_leakages_across_the_rotary_heat_exchanger_.pdf

Andere systemen met luchtcirculatie

- Voorbeelden
 - Ventilo-convectoren
 - Lokale airconditioning units
 - Lucht / lucht airco
- Recirculatie in één ruimte
 - Geen effect op virusconcentratie
 - Maar risico op verontreinigde luchtstromen
- **Maatregelen: voldoende ventilatie!**

