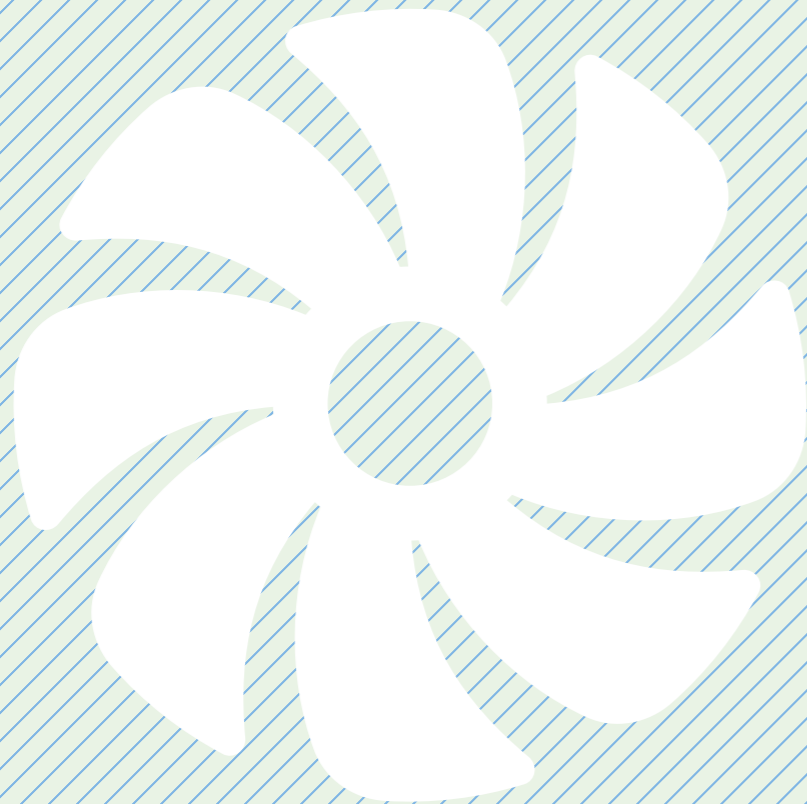




Vlaanderen
is zorgzaam en
gezond samenleven

KWALITEITSHANDBOEK

VENTILATIE IN VOORZIENINGEN VOOR PERSONEN MET EEN HANDICAP



KWALITEITSHANDBOEK

Ventilatie in voorzieningen voor personen met een handicap

Handboek voor directies, preventieadviseurs,
facilitair managers, kwaliteitsmanagers
en technische diensten van voorzieningen
voor personen met een handicap

Colofon

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Karine Moykens, secretaris-generaal van het
Departement Zorg,
Simon Bolivarlaan 17, 1000 Brussel

TEKST

Afdeling Preventief Gezondheidsbeleid, Vlaams Infra-
structuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden
van het Departement Zorg, KU Leuven onderzoeksgroep
Bouwfysica en Duurzaam Bouwen, Belgian Construction
Certification Association en uwtekst.be

VORMGEVING

The Oval Office

DEPOTNUMMER

D/2023/3241/466

Dit kwaliteitshandboek is een uitgave van de afdeling Preventief
Gezondheidsbeleid en het Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden
Aangelegenheden. Het initiatief maakt deel uit van het relanceplan
‘Vlaamse Veerkracht’, projectnummer VV045 financiering van de uitbreiding
van een kwaliteitskader voor ventilatie in woonzorgcentra naar andere
zorg- en welzijnsvoorzieningen van het Departement Zorg.

Inhoud

Inleiding

1. Waarom is ventileren belangrijk?	9
2. Regelgeving en aanbevelingen rond ventilatie in voorzieningen voor personen met een handicap	11
2.1. Kwaliteitsindicatoren voor ventilatie	11
2.2. Wet- en regelgeving over ventilatie in voorzieningen voor personen met een handicap	11
2.3. Kwaliteitsindicatoren op maat van een voorziening voor personen met een handicap	13
3. Welke ventilatiesystemen worden toegepast in voorzieningen voor personen met een handicap?	17
3.1. Types ventilatiesystemen: A, C en D	17
3.1.1. Type A: volledig natuurlijk ventilatiesysteem	17
3.1.2. Types C en C+: natuurlijke toevoer, mechanische luchtafvoer	17
3.1.3. Types D en D+: volledig mechanisch	18
3.2. Ventilatiezones in een voorziening voor personen met een handicap	19
3.3. Meer over ventilatiesystemen in voorzieningen voor personen met een handicap	19
4. In enkele stappen naar een betere luchtkwaliteit in voorzieningen voor personen met een handicap	21
4.1. STAP 1 Meet de CO ₂ -concentraties	22
4.1.1. Tips voor een correct gebruik van uw CO ₂ -meter	22
4.1.2. Waar meten?	22
4.1.3. Hoe vaak meten?	22
4.2. STAP 2 Beoordeel de CO ₂ -metingen en neem maatregelen	23
4.2.1. Beoordeel de CO ₂ -metingen	23
4.2.2. Maatregelen	23
4.2.3. Gerichte ventilatiestrategie voor dagbestedingsruimten en speciale ruimten	26
4.3. STAP 3 Beheer uw ventilatiesysteem	32
4.3.1. Zorg voor een basiskennis van uw ventilatiesysteem	32
4.3.2. Onderhoud van ventilatiesystemen	33
4.4. STAP 4 maak een ventilatieplan op	34
4.4.1. Vertrek van een goede basis	34
4.4.2. Leg afspraken en goede gewoontes vast	34
4.4.3. Betrek iedereen bij een gezonde luchtkwaliteit	35
4.4.4. Maak van luchtkwaliteit een blijvend aandachtspunt	35
5. Ventilatie bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen	37
5.1. Stappenplan bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen	38
5.1.1. Beoordeel de CO ₂ -metingen	39
5.1.2. Extra maatregelen bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen	39
5.2. Bijkomende aandachtspunten	42
5.2.1. Inspecteer de warmterecuperatie (systeem D)	42
5.2.2. Let op met lokale airco's en ventilatorconvectoren	42
5.2.3. Bescherm uw onderhoudspersoneel	43
5.3. Maatregelen die niét helpen	43
5.3.1. Lucht extra bevochtigen en binnentemperatuur aanpassen	43
5.3.2. Ventilatiekanalen extra reinigen	43
5.3.3. Ventilatiefilters aanpassen of vervangen	43
6. Energieverbruik van het ventilatiesysteem	45
7. Meer informatie	47
BIJLAGE 1: Meer over ventilatiesystemen in een voorziening voor personen met een handicap	48
BIJLAGE 2: Wat is een goede CO ₂ -meter?	58
BIJLAGE 3: Sjabloon registratie CO ₂ -meting in voorzieningen voor personen met een handicap	60
BIJLAGE 4: Simulatiestudie 'ventilatie- en verluchtungsstrategieën'	62

Inleiding

Dit handboek wil directies, preventieadviseurs, facilitair managers, kwaliteitsmanagers en technische diensten van voorzieningen voor personen met een handicap ondersteunen om (beter) te ventileren en te verluchten voor een gezond leefklimaat voor alle gebruikers, personeel en bezoekers. Het handboek is van toepassing voor zowel woon- als dagondersteuning voor minderjarige en meerderjarige personen met een handicap.

HOOFDSTUK 1 legt uit **waarom het belangrijk is om te ventileren** en wat het verschil is tussen ventileren en verluchten.

HOOFDSTUK 2 geeft een kort overzicht van de **regelgeving en aanbevelingen** rond ventilatie en geeft een **specifiek referentiekader** voor voorzieningen voor personen met een handicap voor de kwaliteitsindicatoren CO₂-concentratie en ventilatiedebiet.

HOOFDSTUK 3 gaat dieper in op de verschillende **types ventilatiesystemen** die voorkomen in voorzieningen voor personen met een handicap. Aanvullend beschrijft **bijlage 1** de **onderdelen van een ventilatiesysteem** en hun functie met aandacht voor **energieverbruik** en **brandveiligheid**.

In **HOOFDSTUK 4** en **5** krijgt u een **stappenplan** voor een goede ventilatie, in normale omstandigheden en bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen. Elk stappenplan bevat 4 stappen:

1. CO₂-concentraties meten
2. CO₂-concentraties beoordelen, (extra) maatregelen en aandachtspunten
3. Ventilatiesystemen beheren
4. Opmaak van een ventilatieplan.

Bijlage 2 en **3** geven extra informatie over stap 1: CO₂-concentraties meten.

HOOFDSTUK 4 beschrijft ook een **indicatieve gerichte ventilatiestrategie voor de dagbestedingsruimtes en speciale ruimtes**, zoals de afzonderingsruimte en snoezelruimte, ontwikkeld via een simulatiestudie.

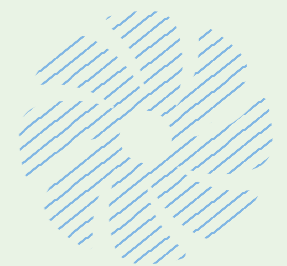
Bijlage 4 bespreekt die simulatiestudie meer in detail.

HOOFDSTUK 6 behandelt het **energieverbruik** in het algemeen en specifiek voor de indicatieve gerichte ventilatiestrategie voor de dagbestedingsruimtes.

HOOFDSTUK 7 eindigt met een overzicht van **weblinks** waar u nog meer informatie terugvindt over luchtkwaliteit en ventilatie.

Aan welke eisen moet een ventilatiesysteem in een voorziening voor personen met een handicap voldoen? Vanaf wanneer noemen we de binnenlucht 'on gezond' en hoe volgt u dat op? En welke maatregelen neemt u om in elk seizoen te zorgen voor een goede luchtkwaliteit?

De antwoorden vindt u in dit kwaliteitshandboek. Daarmee willen we **voorzieningen voor personen met een handicap helpen om beter te ventileren en te verluchten voor een gezond leefklimaat** voor de gebruikers, het personeel en de bezoekers.



Beter ventileren en verluchten voor een gezond leefklimaat.



1. Waarom is ventileren belangrijk?



MINDER KANS OP
VIRUSVERSPREIDING



MINDER KANS OP
VERMOEIDHEID, IRRITATIES
EN HOOFDPIJN



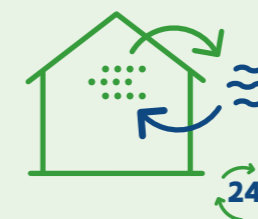
MINDER VERVUILENDE STOFFEN
ZOALS FIJNSTOF EN VLUCHTIGE
ORGANISCHE COMPONENTEN.

Ventileren is belangrijk omdat een **slechte luchtkwaliteit een veelvoorkomende en onzichtbare bron voor gezondheidsproblemen** is. Dat werd nog duidelijker tijdens de COVID-19-crisis. Zonder verse lucht in de ruimtes krijgen virusdeeltjes vrij spel en besmetten mensen elkaar razendsnel. Dat is niet alleen zo voor het coronavirus, maar ook voor andere ademhalingsvirussen zoals griep en verkoudheden.

Toch zijn er nog redenen om goed te ventileren en te verluchten. Want afgesloten binnenlucht krijgt voortdurend te maken met vervuiling: vocht, geurstoffen, fijnstof en vluchtige organische stoffen. Vluchtige organische stoffen zijn snel verdampende producten die vrijkomen uit meubels, vloerbekleding, textiel, verf, vernis, lijm, cosmetica, parfum, luchtverfrissers en schoonmaakmiddelen.

Die vervuilde binnenlucht maakt ruimtes muf en **veroorzaakt vermoeidheid, geurhinder, oogirritaties, ademhalingsproblemen en hoofdpijn**. Dat heeft dan ook een negatieve impact op het **mentale welzijn**. Ventileren en aanvullend verluchten is dus de boodschap.

WAT IS HET VERSCHIL TUSSEN VENTILEREN EN VERLUCHTEN?



VENTILEREN:

24/7 verse lucht aanleveren
en vervuilde lucht afvoeren



VERLUCHTEN:

ramen en deuren
tijdelijk openzetten.



2. Regelgeving en aanbevelingen rond ventilatie in voorzieningen voor personen met een handicap

2.1. KWALITEITSINDICATOREN VOOR VENTILATIE

De kwaliteit van binnenlucht en meer specifiek van ventilatie is gebaseerd op richtwaarden en referentiewaarden voor de CO₂-concentratie in de binnenlucht.

Om een bepaalde kwaliteit, uitgedrukt in CO₂-concentratie, te bereiken wordt aangegeven hoeveel binnenlucht in een bepaalde periode moet worden vervangen door verse buitenlucht: het ventilatiedebiet (volume/tijd). Dat debiet kan op 3 manieren worden aangegeven:

- de oppervlakte van de ruimte (m³/h per m²)
- per persoon aanwezig in de ruimte (m³/h per persoon)
- volgens het ruimtevolumen (luchtwisselingen per uur of ACH (air change rate)).

De link tussen binnenluchtkwaliteit, CO₂-concentraties en ventilatiedebieten wordt voorzien in Europese technische normen. Die normen bepalen kwaliteitsklassen voor binnenlucht. De IDA-classificatie¹ (IDA: indoor air) wordt momenteel het meest gebruikt.

2.2. WET- EN REGELGEVING OVER VENTILATIE IN VOORZIENINGEN VOOR PERSONEN MET EEN HANDICAP

De CO₂-concentratie en het ventilatiedebiet die van toepassing zijn voor een bepaalde ruimte in een voorziening voor personen met een handicap, zijn terug te vinden in de besluiten van verschillende beleidsdomeinen. Hieronder staat een beknopt overzicht. Onder 'Kwaliteitsindicatoren op maat van een voorziening voor personen met een handicap' vindt u op basis daarvan een specifiek referentiekader voor voorzieningen voor personen met een handicap.

Op het moment dat dit handboek wordt gepubliceerd, zijn er nog geen minimale infrastructuurnormen opgenomen in de erkenningsnormen voor voorzieningen voor personen met een handicap.

Kwaliteitsduiding op basis van CO₂-concentratie:

- Het **Vlaamse binnenmilieubesluit** gebruikt CO₂ als een indicator voor menselijke bio-effluenten (geuren) in de binnenlucht en adviseert een richtwaarde van minder dan 500 parts per million (ppm) boven de buitenluchtconcentratie. Rekening houdend met de gemiddelde buitenluchtconcentratie (400 ppm) is dat minder dan 900 ppm.
- Alle **bouwprojecten die gesubsidieerd worden door het Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden (VIPA)** zijn sinds 2010 onderworpen aan specifieke

¹ NBN EN 13779: 2004 Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en kamerbehandelingssystemen

duurzaamheidscriteria. Voor voorzieningen met een vloeroppervlakte van meer dan 1000 m² is sinds 2010 een gebalanceerd mechanisch ventilatiesysteem D (meer uitleg in deel 3.1) verplicht. Sinds 2021 zijn voor nieuwe VIPA-projecten geactualiseerde duurzaamheidscriteria van toepassing waaronder ook criteria voor de binnenluchtkwaliteit. Zo geldt voor alle verblijfsruimten een bovengrens van 1200 ppm CO₂ als aanvaardbare binnenluchtkwaliteit in normale omstandigheden. In specifieke omstandigheden zoals bij risico op verspreiding via de lucht van bijvoorbeeld COVID-19, moeten maatregelen worden genomen om de CO₂-concentraties te beperken tot 900 ppm. (<https://www.departementwvg.be/opbouw-vipa-criteria-duurzaamheid>)

- Als er een verhoogd risico is op besmetting met ademhalingsvirussen adviseert de afdeling Preventief Gezondheidsbeleid een CO₂-concentratie van maximaal 900 ppm. We spreken over een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen vanaf dreigingsniveau oranje van de epidemiologische situatie voor alle respiratoire virussen. Dat dreigingsniveau signaleert een toenemende druk op het gezondheidszorgsysteem, waardoor ingrijpen nodig is om het fenomeen in te dammen.

Kwaliteitsduiding met een link naar ventilatiedebieten:

- De **federale codex over het welzijn op het werk** stelt dat de CO₂-concentratie in werkruimtes ten minste 95% van de tijd onder de grenswaarde van 900 ppm moet blijven of er moet een ventilatiedebiet van 40 m³ per uur per persoon beschikbaar zijn. De grenswaarde van 900 ppm mag worden verhoogd naar 1200 ppm wanneer kan worden aangetoond dat de verontreinigingsbronnen voor de binnenluchtkwaliteit (bijvoorbeeld de aanwezigheid van emissierijke materialen, producten of dieren) aanzienlijk zijn verminderd. Het ventilatiedebiet moet in dat geval minstens 25 m³ per uur per persoon zijn.
- De **federale wet van 6/11/2022 voor binnenluchtkwaliteit in gesloten plaatsen die publiek toegankelijk zijn** definieert 2 referentieniveaus:
 - niveau 1: 25 m³ per uur per persoon aan verse buitenlucht
 - niveau 2 (ambitieuzer): 40 m³ per uur per persoon aan verse buitenlucht en/of luchtzuivering waarbij ten minste 25 m³ per uur per persoon aan verse buitenlucht wordt voorzien.
- De regelgeving rond **energieprestatie en binnenklimaat (EPB)** geeft sinds 2006, gekoppeld aan de bouwvergunning, ventilatie-eisen voor residentiële en niet-residentiële gebouwen.
 - Voor de ruimten in residentiële gebouwen worden de minimale ventilatiedebieten opgelegd. Als algemene regel geldt dat er **3,6 m³ per uur per m²** moet worden voorzien.
 - Voor niet-residentiële gebouwen wordt het vereiste ventilatiedebiet bepaald op basis van de IDA-classificatie. Niet-residentiële ruimten moeten minstens aan IDA 3, 'aanvaardbare binnenluchtkwaliteit', voldoen. Dat komt overeen met een ventilatiedebiet **tussen de 22 en 36 m³ per uur per persoon**.

2.3. KWALITEITSINDICATOREN OP MAAT VAN EEN VOORZIE- NING VOOR PERSONEN MET EEN HANDICAP

Welke eisen precies van toepassing zijn, is afhankelijk van 2 factoren:

- de functie van het gebouw of de lokalen: residentieel of niet-residentieel? Verblijfsruimte, werklokaal of publiek toegankelijk gemeenschappelijke ruimte?
- de ouderdom van het gebouw of het gebouwdeel.

Rekening houden met al die factoren wordt snel complex. U vindt hieronder een bruikbaar houvast voor kwaliteitsindicatoren (CO₂-concentratie en ventilatiedebiet) in voorzieningen voor personen met een handicap.

CO₂-concentratie:

- Een **concentratie van 1200 ppm** wordt gezien als **de bovengrens voor een aanvaardbare binnenluchtkwaliteit** in een voorziening voor personen met een handicap.
- Een **concentratie van 900 ppm** wordt gezien als **een richtwaarde in normale omstandigheden** en als een **bovengrens bij risico op besmetting met ademhalingsvirussen**.

Ventilatiedebiet:

Per ruimte wordt een minimaal vereist ventilatiedebiet bepaald afhankelijk van de grootte (oppervlakte of volume), het gebruik (soort activiteiten van de gebruikers) en de bezetting van de ruimte (hoeveel personen kunnen tegelijk aanwezig zijn?).

Dat minimale vereiste ventilatiedebiet wordt **het nominale ventilatiedebiet** genoemd en vormt de basis voor het ontwerp van het ventilatiesysteem. Ter info vindt u hieronder een aanbeveling voor het minimaal vereiste ventilatiedebiet voor bewonerskamers, dagbestedingsruimtes en speciale ruimtes in een voorziening voor personen met een handicap.

- **Bewonerskamers:** kies voor een ventilatiesysteem met een minimaal debiet van **50 à 75 m³ per uur per kamer**. Dat voldoet aan de opgelegde waarde van 3,6 m³ per uur per m² voor residentiële gebouwen. Kamers in een voorziening voor personen met een handicap kunnen ook een gemengde functie hebben: met een slaapkamer en aansluitende badkamer. Volgens de simulatiestudies voor dergelijke kamers in andere voorzieningen met residentiële zorg kunt u het best kiezen voor een minimaal afvoerdebiet van 75 m³ per uur. Dat volstaat voor een voldoende luchtkwaliteit op voorwaarde dat er genoeg doorstroming is van de ventilatielucht van het slaapgedeelte naar de sanitaire cel via een doorstroomrooster.
- **Dagbestedingsruimtes² en andere niet-residentiële delen:** het ventilatiedebiet hangt af van het maximale aantal personen dat gelijktijdig in de ruimte kan zijn en de aard van de activiteiten die aangeboden worden. Voor een aanvaardbare binnenluchtkwaliteit (IDA 3) met een **bovengrens van 1200 ppm CO₂-concentratie** wordt uitgegaan van een **debiet van 25 m³ per uur per persoon of ACH2** (2 luchtwisselingen per uur) uitgaande van een bezetting van ongeveer 5 m² per persoon, een zittende activiteit en bij een gebruikelijke plafondhoogte van 2,5 meter. Voor **een CO₂-concentratie van 900 ppm** wordt uitgegaan van een **debiet van 40 m³ per uur per persoon**. Dat komt ongeveer overeen met **ACH3** (3 luchtwisselingen per uur). Bij fysiek meer inspannende activiteiten komen er meer bio-effluenten in de lucht en zal de CO₂-concentratie sneller stijgen. Om te voorzien op alle soorten activiteiten, inclusief lichte sportactiviteiten, is het best om het ventilatiesysteem hoger te dimensioneren en vraagsturing toe te passen.
- **Speciale ruimtes zoals afzonderingsruimtes en snoezelruimtes:** In een kleine ruimte zonder ventilatiesysteem en zonder opengaand raam zal de CO₂-concentratie bij bezetting snel stijgen volgens de simulatiestudie ([bijlage 4](#)). Volgens de simulatiestudie kunt u best kiezen voor een minimaal debiet van 85 m²/h.

² Gemeenschappelijke ruimte in een voorziening voor personen met een handicap die gebruikt wordt voor activiteiten.

BINNENTEMPERATUUR TUSSEN 20 EN 27 °C

Naast ventilatie is ook de binnentemperatuur cruciaal voor een aanvaardbaar binnenmilieu. Het Vlaamse binnenmilieubesluit adviseert voor de binnentemperaturen als comfortparameter richtwaarden tussen 20°C en 24°C tijdens de koude jaarhelft (oktober tot en met april) en tussen 22°C en 26°C tijdens de warme jaarhelft (mei tot en met september).

Hoewel er geen specifieke regelgeving is, gelden volgende richtlijnen van het Vlaams Agentschap voor Personen met een Handicap (VAPH): Er is een centraal verwarmingssysteem. Verwarmingssystemen met open vuur zijn verboden. In alle verblijfsruimten kan de temperatuur overdag minstens 20°C bedragen. Alle nuttige maatregelen worden genomen om in alle verblijfsruimten en in normale meteorologische omstandigheden ervoor te zorgen dat de temperatuur nooit hoger dan 27°C is. In geval van een hittegolf mag de temperatuur oplopen tot maximaal 5 graden onder de buitentemperatuur. Activiteiten kunnen niet doorgaan in ruimtes waar de temperatuur hoger is.

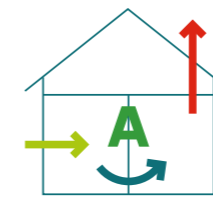
Dat specifieke venster voor de binnentemperatuur (20-27°C) is een extra uitdaging voor de ventilatiesystemen. Het betekent ook dat aanvullende maatregelen, zoals het extra verluchten door ramen en deuren te openen, gericht moeten ingezet worden. In wat volgt vindt u daarom aanbevelingen die specifiek met die context rekening houden.



3. Welke ventilatiesystemen worden toegepast in voorzieningen voor personen met een handicap?

3.1. TYPES VENTILATIESYSTEMEN: A, C EN D

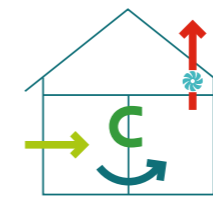
3.1.1. Type A: volledig natuurlijk ventilatiesysteem



Verse buitenlucht komt via ventilatieroosters aan ramen binnen. Vervuilde binnenlucht gaat buiten via verticale kanalen. Dat systeem komt eerder voor in oudere gebouwen.

Voordelen	Nadelen
Weinig onderhoud.	De hoeveelheid verse buitenlucht is afhankelijk van de wind en de temperatuurverschillen binnen en buiten. Een constant ventilatiedebiet is dus niet gegarandeerd.
	In de koude maanden betekent de afvoer van verwarmde lucht een hoger energieverbruik.
	Door de toevoer van niet-verwarmde buitenlucht in de ruimte bestaat de kans op thermisch discomfort door tocht.

3.1.2. Types C en C+: natuurlijke toevoer, mechanische luchtafvoer



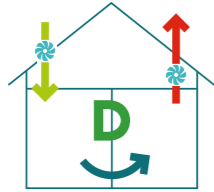
De verse buitenlucht komt via raamverluchtingsroosters binnen (en dus niet via opengaande ramen). De afvoer van de lucht wordt mechanisch aangestuurd met een ventilator. Dat ventilatietype komt zowel voor bij de oudere voorzieningen voor personen met een handicap als in de nieuwere. Bij de nieuwe voorzieningen wordt dat dan vooral toegepast voor de slaapkamers met bijbehorende sanitaire cel.

Er bestaan ook C+-ventilatiesystemen. Het ventilatiedebiet wordt dan aangestuurd in functie van de aanwezige CO₂-concentratie of vocht in de lucht. Het systeem kan zich op die manier flexibel aanpassen aan de reële bezetting. Dat komt vooral voor bij de nieuwere voorzieningen.

Voordelen	Nadelen
Beperkt onderhoud.	In de koude maanden leidt de afvoer van verwarmde lucht tot een hoger energieverbruik.
Gecontroleerde hoeveelheid verse buitenlucht.	Door de toevoer van niet-verwarmde buitenlucht in de ruimte bestaat de kans op thermisch discomfort door tocht.

3.1.3. Types D en D+: volledig mechanisch

De aanvoer en afvoer van de lucht gebeurt mechanisch, met elektrische ventilatoren. Dat systeem komt eerder voor in nieuwere gebouwen.



Systeem D+ werkt met vraaggestuurde afvoer. Het ventilatiedebiet wordt dan aangestuurd in functie bv. van een aanwezigheidsensor, de aanwezige CO₂-concentratie of vocht in de lucht. Het systeem kan zich op die manier dan flexibel aanpassen aan de reële bezetting.

Voordelen	Nadelen
Het ventilatiedebiet is gecontroleerd en niet afhankelijk van externe factoren.	Vereist systematische opvolging.
Beperkt warmteverlies bij een systeem met warmteterugwinning.	Hogere installatiekosten.
Mogelijkheid tot filtering (fijnstof) van de inkomende buitenlucht.	Hogere onderhoudskosten.
Mogelijkheid om de toevoerlucht te koelen of te verwarmen.	De energie-efficiëntie van het systeem is gekoppeld aan de luchtdichtheid van het gebouw.

Ventilatiesysteemtypes D zijn meestal uitgerust met een warmteterugwinapparaat. Bij warmteterugwinning blijven de af- en toevoerlucht altijd gescheiden van elkaar waardoor er geen luchtrecirculatie optreedt. Meer over warmteterugwinning vindt u in [bijlage 1](#).

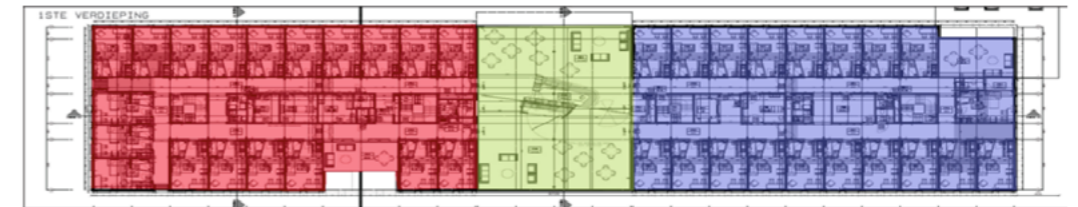
Een ventilatiesysteem B, met alleen een mechanische toevoer van lucht en natuurlijke afvoer van lucht, komt niet voor in voorzieningen voor personen met een handicap.

Weet u niet welk type ventilatiesysteem u heeft?

Het VIPA biedt een professionele doorlichting gratis aan in de vorm van een ventilatieaudit. Lees meer over de ventilatieaudit als onderdeel van de VIPA One-Stop-Shop op de [website van het VIPA](#).

3.2. VENTILATIEZONES IN EEN VOORZIENING VOOR PERSONEN MET EEN HANDICAP

Binnen eenzelfde voorziening voor personen met een handicap kunnen verschillende ventilatiezones aanwezig zijn. In de afbeelding hieronder is elke ventilatiezone aangeduid met een andere kleur. Per zone kan een ander ventilatiedebiet worden ingesteld.



Hoe stelt u het debiet in per zone?

- **Decentraal ventilatiesysteem:** elke zone heeft een eigen luchtgroep.
- **Hybride ventilatiesysteem:** de ventilatiesystemen verschillen per zone. Een veelvoorkomende hybride configuratie in voorzieningen voor personen met een handicap is een combinatie van systeemtype C of C+ in de bewonerskamers met systeemtype D in de gemeenschappelijke ruimtes.
- **Centraal ventilatiesysteem:** als er meerdere ventilatiezones geventileerd worden door eenzelfde luchtgroep. Door het openen en sluiten van de regelbare kleppen in het ventilatiekanaal kunt u in dat geval het ventilatiedebiet per zone aanpassen.

3.3. MEER OVER VENTILATIESYSTEMEN IN VOORZIENINGEN VOOR PERSONEN MET EEN HANDICAP

Uit welke delen bestaat een ventilatiesysteem en waarvoor dienen ze? Zie [bijlage 1](#).

- Luchtgroep en de componenten (ventilatoren, filters, warmterecuperatie, koel- en verwarmingselementen)
- Ventilatieopeningen
- Ventilatiekanalen
- Luchtverdeelsystemen
- Regeltechnieken voor ventilatiesystemen
- Ventilatiekanalen en brandveiligheid



4. In enkele stappen naar een betere luchtkwaliteit in voorzieningen voor personen met een handicap

De luchtkwaliteit in een voorziening voor personen met een handicap hangt af van verschillende factoren. Van het ventilatiesysteem, het seizoen, de wind, de hoeveelheid mensen in een ruimte, hoelang de ramen openstaan, de aanwezigheid van virussen en vervuilende stoffen, noem maar op. Met volgende stappen zorgt u het hele jaar door voor een goede ventilatie in de kamers en gemeenschappelijke delen.

STAP 1 MEET DE CO₂-CONCENTRATIES

- Tips voor een correct gebruik van uw CO₂-meter
- Waar meten?
- Hoe vaak meten?

STAP 2 BEOORDEEL CO₂-METINGEN EN NEEM MAATREGELEN

- Beoordeel de CO₂-metingen
Neem een CO₂-concentratie van 1200 ppm als bovengrens en van maximaal 900 ppm als richtwaarde.
- Neem maatregelen
 - Verlaag de bezetting in de ruimte
 - Ventileer of verlucht extra
 - Pas uw ventilatiesysteem aan
- Pas de gerichte ventilatiestrategie voor dagbestedingsruimtes en speciale ruimtes zoals afzonderingsruimtes en snoezelruimtes toe

STAP 3 BEHEER UW VENTILATIESYSTEEM

- Zorg voor een basiskennis van uw ventilatiesysteem
- Onderhoud uw ventilatiesysteem

STAP 4 MAAK EEN VENTILATIEPLAN OP

Het stappenplan Ventileren bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen verschilt in maar 2 aspecten van het stappenplan voor een betere luchtkwaliteit: de maximale CO₂-concentratie en de extra maatregelen in stap 2. Zie daarvoor [Hoofdstuk 5](#).

4.1. STAP 1 MEET DE CO₂-CONCENTRATIES

Hoe weet of meet u of uw voorziening voor personen met een handicap goed of slecht geventileerd is? CO₂ is een **betrouwbare en makkelijke indicator**. Als voorziening voor personen met een handicap bent u niet verplicht om CO₂-meters aan te schaffen. Maar alleen met die meters krijgt u snel zicht op uw ventilatie.

Lees meer over CO₂ op de [website van Departement Zorg](#).

4.1.1. Tips voor een correct gebruik van uw CO₂-meter

- Gebruik een goede CO₂-meter. We zetten u op weg in [bijlage 2](#).
- Zet de meter op een veilige, zichtbare en centrale plaats in de bezette zone op 1,5 meter hoogte en niet te dicht bij mensen, ramen en ventilatieroosters.
- Check regelmatig of de meter nog correct werkt. Zet de meter buiten of aan een open raam. Geeft de meter tussen 400 en 500 ppm? Dan is alles in orde. Geeft de meter veel meer of veel minder aan? Dan moet u hem opnieuw kalibreren. Lees in de handleiding van uw toestel hoe u dat correct doet.

4.1.2. Waar meten?

- Minstens in alle gemeenschappelijke leef- en eetruimtes, dagbestedingsruimtes, afzonderingsruimtes, snoezelruimtes, consultatieruimtes, personeelsruimtes en enkele bewonerskamers.
- CO₂-concentraties kunnen lokaal verschillen. Plaats daarom meerdere CO₂-meters in ruimtes groter dan 50 m².

4.1.3. Hoe vaak meten?

- Heeft de voorziening een mechanisch ventilatiesysteem? Doe dan regelmatig steekproefsgewijze metingen.
- Heeft de voorziening een ventilatiesysteem type A? Meet de CO₂-concentratie dan permanent.
- Weet u niet welk ventilatiesysteem de voorziening heeft? Doe dan het liefst permanent metingen en breng uw systeem in kaart
- Hebt u niet genoeg CO₂-meters om permanent de gemeenschappelijke ruimten te monitoren? Doe regelmatig steekproefsgewijze metingen. Hoe doe je steekproefsgewijze metingen?
 - Korte metingen, best op het einde van een activiteit of druk moment. Gebruik het sjabloon in [bijlage 3](#) om de CO₂-concentraties te registreren.
 - Langere metingen. Laat de meters roteren: 1 week per ruimte.
 - Combineer korte en lange metingen: meet zeker wanneer er veel mensen in 1 ruimte zijn.

CO₂-concentraties kunnen snel veranderen, bijvoorbeeld als er minder mensen in de ruimte zijn of wanneer u het raam opent. Daarom is het goed om de CO₂-concentraties voor een langere tijd op te volgen. Zo krijgt u zicht op terugkerende pieken.

4.2. STAP 2 BEOORDEEL DE CO₂-METINGEN EN NEEM MAATREGELEN

4.2.1. Beoordeel de CO₂-metingen

Houd rekening met 2 maxima:

- Een CO₂-concentratie van 1200 ppm is de bovengrens.
- Een CO₂-concentratie van maximaal 900 ppm is een richtwaarde in normale omstandigheden en de bovengrens als er een virus circuleert.

In [hoofdstuk 5](#) vindt u het stappenplan voor een goede ventilatie bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen.

Blijft de CO₂-concentratie onder het maximum? Dan wijzen die resultaten op een goede ventilatie in uw voorziening voor personen met een handicap. Blijf de CO₂-concentratie opvolgen.

Overschrijden de CO₂-concentraties de maxima? Dan kunt u een van de maatregelen hieronder of een combinatie van maatregelen nemen. Niet alle maatregelen of combinaties zijn mogelijk of gewenst. U zal op maat van uw voorziening voor personen met een handicap, de geplande activiteiten en het ventilatiesysteem een keuze moeten maken.

Let op: er is geen duidelijke relatie tussen CO₂ en andere vervuilende stoffen afkomstig van binnenbronnen zoals (bouw)materialen, meubilair en schoonmaakmiddelen. Een aanvaardbare CO₂-concentratie betekent dus niet altijd dat de algemene luchtkwaliteit oké is.

4.2.2. Maatregelen

Op basis van de CO₂-metingen zal u eventueel een of meerdere maatregelen zoals hier beschreven moeten nemen. U zal op maat van uw voorziening voor personen met een handicap, de geplande activiteiten en het ventilatiesysteem een keuze moeten maken. De simulatiestudie die KU Leuven in opdracht van VIPA uitvoerde in het kader van dit kwaliteitshandboek ([zie 4.2.3](#)) toont dit aan met een concreet voorbeeld met enkele variaties voor een voorziening voor personen met een handicap.

VERLAAG DE BEZETTING IN DE ACTIVITEITENRUIMTES

Verlaag de bezetting door:

- meer activiteiten buiten te organiseren
- de duur van activiteiten binnen te beperken
- het aantal mensen in een ruimte te beperken
- de ruimte met behulp van eventuele flexibele wanden te vergroten
- bepaalde activiteiten tijdelijk niet te organiseren

Wanneer de gebruikers meer bewegen, bv. dansen, kan de CO₂-concentratie sneller oplopen. Dat kan opgelost worden door de duur van de activiteit, het type activiteit of het aantal gebruikers aan te passen. Omdat het bewegingsactiviteiten zijn, zullen er doorgaans ook minder mensen tegelijk in de ruimte zijn.

VENTILEER OF VERLUCHT EXTRA

Hoe ramen en deuren openzetten?

Zet verschillende ramen en buitendeuren aan verschillende kanten van uw gebouw(en) en op verschillende verdiepingen open. Zo zorgt u dat er zo veel mogelijk verse lucht door uw gebouwen stroomt.

Ook de deuren van de trappenhuizen openen kan helpen om de lucht te laten doorstromen naar de hogere verdiepingen. Dat mag alleen als de toegangsdeuren van de trappenhuizen bij brand zelfsluitend werden uitgevoerd.



**VERSE
LUCHT...
EEN
MUST**

De hoeveelheid verse lucht die via open ramen binnenkomt, hangt sterk af van hoe ver de ramen openstaan, van de oriëntatie van uw gebouw(en) en van de wind en de buitentemperatuur. Concreet zijn het **de wind en de thermische trek** die bepalen hoeveel verse lucht er door uw gebouw(en) stroomt:

- De **wind** zet druk op de ene kant van een gebouw en veroorzaakt zuigkrachten aan de andere kant. Hoe harder de wind waait, hoe meer verse lucht.
 - **Thermische trek** ontstaat door temperatuurverschil tussen binnen en buiten. Wanneer het buiten kouder is dan binnen en u ramen op verschillende verdiepingen openzet, zorgt thermische trek dat via de onderste ramen lucht wordt aangevoerd en via de bovenste ramen afgevoerd. Hoe groter het temperatuurverschil en hoe meer hoogteverschil tussen de open ramen, hoe meer verse lucht.
1. U kunt CO₂-meters met geluid of een kleurenscherm – [zie bijlage 2](#) – gebruiken om te beslissen wanneer u de ramen en deuren het best kunt openen.
 2. Gebruik de raamstickers die u kunt aanvragen bij het Departement Zorg om uw gebruikers, personeel, vrijwilligers en bezoekers aan te zetten om regelmatig ramen en buitendeuren open te zetten.

Raamstickers bestellen en andere materialen downloaden kan je op de [website van Departement Zorg](#).

Opgelet: bij een hittegolf is het niet verstandig om overdag ramen te openen. In dat geval is het beter om de bezetting van de ruimtes te verlagen, activiteiten tijdelijk niet te organiseren of om nachtventilatie toe te passen.

Vaak is de beste maatregel om de luchtkwaliteit te verbeteren: vervuilingsbronnen en stoffen die eruit vrijkomen (emissies) beperken of verwijderen. Pas daarna komen ventileren en verluchten. Luchtzuivering kan een laatste aanvulling zijn.

PAS UW VENTILATIESYSTEEM AAN

Pas, als dat mogelijk is, het ventilatiedebiet van uw systeem aan. Met een aangepaste regeling van uw ventilatiesysteem kunt u de bezetting van de ruimte en het ventilatiedebiet maximaal op elkaar afstemmen.

Wanneer het ventilatiesysteem niet voldoende capaciteit heeft om een goede binnenluchtkwaliteit te voorzien of wanneer u ingrijpende aanpassingen plant, kunt u best door externe professionals een doorlichting van het systeem laten uitvoeren. Zo beslist u op basis van een onderbouwd advies welke aanpassingen u op korte of langere termijn moet uitvoeren.

VIPA biedt een professionele doorlichting gratis aan in de vorm van een ventilatieaudit. Lees meer over de ventilatieaudit op de [website van het VIPA](#).

Aandachtspunt

Plant u een herinrichting of renovatie? Hou rekening met het ontworpen ventilatiesysteem en laat uw ventilatiesysteem dan eventueel aanpassen aan de nieuwe invulling van de ruimtes. Zo voorkomt u dat ruimtes te weinig verse lucht krijgen. Een van de prestatiecriteria in de VIPA-duurzaamheidscriteria 2023 is 'Toekomstgericht ontwerpen' (TOE 1.1). Een flexibel bouwconcept moet snellere aanpassingen, ook aan het ventilatiesysteem, mogelijk maken

4.2.3. Gerichte ventilatiestrategie voor dagbestedingsruimten en speciale ruimten

De onderzoeksgroep Bouwfysica en Duurzaam Bouwen van de KU Leuven onderzocht in 2024, in opdracht van VIPA, via een **simulatiestudie** welke **extra maatregelen** nodig zijn boven op de aanwezige ventilatie om **CO₂-concentraties hoger dan 1200 of 900 ppm te vermijden**. Het onderzoek focuste op de **dagbestedingsruimtes en speciale ruimtes**, zoals afzonderingsruimtes en snoezelruimtes, in voorzieningen voor personen met een handicap.

DAGBESTEDINGSRUIMTE

KU Leuven simuleerde een dagbestedingsruimte die representatief is voor de sector. Ze simuleerde **3 verluchtingsscenario's** met verschillende ventilatiesystemen, rekening houdend met het seizoen. Op basis daarvan wordt een **indicatieve maar gerichte ventilatiestrategie** voorgesteld.

KU Leuven simuleerde een oudere voorziening zonder ventilatiesysteem of met ventilatiesysteem C en een nieuwere voorziening met een ventilatiesysteem C of D(+). Ventilatiesysteem A werd niet opgenomen in de simulatiestudie.

- Een **oudere voorziening** (bouwjaar vóór 2000) heeft
 - geen ventilatiesysteem
 - of een mechanisch ventilatiesysteem C met een constant debiet tussen 7 en 19 uur van 22 m³/h per persoon
- Een **nieuwere voorziening** (bouwjaar vanaf 2010) heeft een mechanisch ventilatiesysteem C, D of D+ (vraaggestuurd). Het debiet is
 - ofwel constant 36 m³ per uur per persoon tussen 7 en 19 uur
 - ofwel (bij D+) maximaal 36 m³ per uur per persoon bepaald door een setpunt van 900 ppm CO₂.

Die simulaties gebeurden voor een ruimte van 90 m² met een bezetting van maximaal 20 personen en voor zowel een zittende activiteit (1,2 Metabolic Equivalent of a Task of MET) als bewegende activiteit (4 MET, bv. enkele trappen oplopen)¹.

De simulatiestudie ging uit van een raamopening van 4 m² of 4,4% van de vloeroppervlakte van de dagbestedingsruimte. Die ramen werden in kipstand geopend.

Valt mijn voorziening onder een nieuwe of oude voorziening? Voor deze gerichte ventilatiestrategie beschouwen we uw voorziening als nieuw als:

- **het bouwjaar dateert van 2010 of later**
- **uw gebouw goed geïsoleerd is.**

Werd uw voorziening gebouwd tussen 2000 en 2010 of twijfelt u? Raadpleeg uw [energieprestatiecertificaat](#) (EPC) of doe de [ventilatieaudit](#).

Met welke strategieën behalen we in de dagbestedingsruimtes van oude en nieuwe voorzieningen de gewenste binnenluchtkwaliteit (CO₂-concentratie van 900 ppm of 1200 ppm)?

Goed om te weten:

- Uit de simulatie volgt een **indicatieve maar gerichte ventilatiestrategie**. Het is belangrijk dat u in uw gebouwen de **CO₂-concentratie blijft meten als richtlijn** en op basis daarvan gepaste maatregelen kiest.
- **Ventilatie en verluchting** via ramen en deuren zijn niet de enige manieren om de CO₂-concentratie in een ruimte te doen dalen. U kunt bijvoorbeeld ook de **bezetting verlagen of de ventilatiedebieten verhogen**.
- Bij een **hittegolf** kunt u de **ramen** (of deuren) **overdag beter niet openzetten**.

Algemene conclusie is dat er in **oudere voorzieningen zonder mechanisch ventilatiesysteem meestal extra maatregelen nodig** zijn (zoals hogere ventilatiedebieten, verluchting via ramen en deuren, lagere bezetting) om de CO₂-concentratie onder de 900 ppm te houden ongeacht het type activiteit of onder de 1200 ppm bij een bewegende activiteit. In **oudere en nieuwere voorzieningen met een mechanisch ventilatiesysteem** zijn er extra maatregelen nodig bij een **bewegende activiteit** om overschrijdingen van de CO₂-concentratie boven 900 ppm en 1200 ppm te vermijden. De volledige beschrijving en resultaten van de studie vindt u in [bijlage 4](#).

¹ A. Persily en L. de Jonge. Carbon dioxide generation rates for building occupants (2017)

Oudere voorzieningen voor personen met een handicap

Uit de simulatie van een oudere voorziening zonder mechanisch ventilatiesysteem blijkt dat er altijd extra maatregelen nodig zijn om onder de CO₂-concentratie van 900 ppm te blijven. Om onder de CO₂-concentratie van 1200 ppm te blijven, zijn extra maatregelen alleen nodig bij een bewegende activiteit. Bij een zittende activiteit zijn er geen extra maatregelen nodig omdat er maar een beperkt aantal mensen aanwezig is in de dagbestedingsruimte en de gebouwschil luchtlekken vertoont in de simulatiestudie. Het is aangeraden de CO₂-concentratie in uw voorziening te meten om daarover uitsluitsel te hebben.

Met een mechanisch ventilatiesysteem type C met een constant debiet van 22 m³ per uur per persoon tussen 7 en 19 uur zijn er alleen maatregelen nodig bij een bewegende activiteit. Dan is het nodig om ramen en/of deuren open te zetten tijdens de activiteit. Alleen bij hittegolven en in de winter is dat geen goed idee, want die open ramen (of deuren) leiden in die situaties ofwel tot oververhitting ofwel tot extra energieverlies. Dan zijn er andere maatregelen nodig, zoals het aanpassen van de bezetting of het performanter maken van het ventilatiesysteem. Om onder de CO₂-concentratie van 900 ppm te blijven, volstaat het niet om alleen de ramen open te zetten. U moet de bezetting in dat geval ook verlagen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de mogelijke maatregelen die toegepast kunnen worden om de CO₂-concentratie onder de 1200 en 900 ppm te houden. Die maatregelen worden opgesplitst per type ventilatiesysteem, seizoen en activiteitsniveau.

OUDERE VOORZIENING - GEEN MECHANISCH VENTILATIESYSTEEM			
ZITTENDE ACTIVITEIT		BEWEGENDE ACTIVITEIT	
Bovengrens 1200 ppm			
Stookseizoen	Zomer	Stookseizoen	Zomer
Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten of verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: laat de ramen een volledige dag openstaan of verlaag de bezetting. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.
Bovengrens 900 ppm			
Stookseizoen	Zomer	Stookseizoen	Zomer
Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten of verlaag de bezetting.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten of verlaag de bezetting. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verluchting via openstaande ramen tijdens de activiteiten is niet voldoende. Verlaag ook de bezetting.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: zelfs de ramen een hele dag openen is onvoldoende. Verlaag ook de bezetting. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.

OUDERE VOORZIENING - VENTILATIESYSTEEM C			
ZITTENDE ACTIVITEIT		BEWEGENDE ACTIVITEIT	
Bovengrens 1200 ppm			
Stookseizoen	Zomer	Stookseizoen	Zomer
Het voorziene ventilatie-debiet volstaat. Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Het voorziene ventilatie-debiet volstaat. Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.
Bovengrens 900 ppm			
Stookseizoen	Zomer	Stookseizoen	Zomer
Het voorziene ventilatie-debiet volstaat. Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Het voorziene ventilatie-debiet volstaat. Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: alleen de ramen openen volstaat niet. Verlaag ook de bezetting. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.

Nieuwe voorziening voor personen met een handicap

Uit de simulatie met een nieuwe voorziening met een performant ventilatiesysteem C of D met een constant debiet van 36 m³ per uur per persoon tussen 7 en 19 uur of (voor systeem D+) vraaggestuurd met 900 ppm CO₂ als setpunt, blijkt dat de CO₂-concentratie onder de 1200 ppm en 900 ppm blijft zonder extra maatregelen bij een zittende activiteit. Om onder de 1200 ppm en 900 ppm te blijven bij een bewegende activiteit, is er extra verluchting via de ramen nodig of een aanpassing van de bezetting. Als het ventilatiesysteem daarop voorzien is, kunnen de debieten ook verhoogd worden. Alleen bij hittegolven en in de winter is het geen goed idee om te verluchten via ramen, want die open ramen (of deuren) leiden in die situaties ofwel tot oververhitting ofwel tot extra energieverlies.

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de maatregelen nodig om de CO₂-concentratie onder de 1200 en 900 ppm te houden. De maatregelen worden opgesplitst per activiteitsniveau en seizoen.

NIEUWERE VOORZIENING - VENTILATIESYSTEEM C, D OF D+			
ZITTENDE ACTIVITEIT		BEWEGENDE ACTIVITEIT	
Bovengrens 1200 ppm			
Stookseizoen	Zomer	Stookseizoen	Zomer
Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.
Bovengrens 900 ppm			
Stookseizoen	Zomer	Stookseizoen	Zomer
Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Er zijn geen extra maatregelen nodig.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in.	Aanvullende maatregelen zijn nodig: verlucht via openstaande ramen tijdens activiteiten, verlaag de bezetting of kort de bezettingstijd in. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten.

SPECIALE RUIMTE, ZOALS AFZONDERINGSRUIMTE OF SNOEZELRUIMTE

KU Leuven simuleerde met een vereenvoudigde simulatietool¹ een speciale ruimte zoals een afzonderingsruimte of snoezelruimte van een voorziening voor personen met een handicap bezet door 1 volwassene met verschillende scenario's voor activiteitsniveau, ventilatie-debiet en volume van de ruimte. De onderzoekers berekenden na hoeveel tijd een bij aanvang volledig verluchte ruimte de CO₂-concentratie de grens van 900 en 1200 ppm overschrijft. Op basis daarvan wordt een **indicatieve** maar **gerichte ventilatiestrategie** voorgesteld.

KU Leuven simuleerde een ruimte met:

- Een zittende (activiteitsniveau 1,2 MET) en bewegende (activiteitsniveau 4 MET) aanwezige persoon
- Een mechanisch ventilatie-debiet van 0, 22, 36 en 54 m³/h
- Een ruimtevolumen van 12,5, 30 en 75 m³ (met een plafondhoogte van 2,5 m betekent dat een vloeroppervlakte van 5, 12 en 30 m²)
- Zonder opengaande ramen.

¹ Carbon Dioxide Simulator v1.2, Belgian Society for Occupational Hygiene, beschikbaar via <https://co2sim.bsoh.be/>

Hoelang kunnen we bij bezetting van de speciale ruimte de gewenste binnenluchtkwaliteit (CO₂-concentratie van 900 ppm of 1200 ppm) garanderen en welke maatregelen zijn nodig?

Goed om te weten:

- Uit de simulatie volgt een **algemene ventilatiestrategie**. U kunt de speciale ruimte van uw voorziening in uw specifieke situatie ook zelf simuleren via de simulatietool.
- Gezien het specifieke karakter van de afzonderingsruimte of snoezelruimte zal bijkomend verluchten bovenop het ventilatiesysteem vaak niet mogelijk zijn bij bezetting van de ruimte. Het is dan belangrijk om de ruimte voor en na het gebruik zeker goed te verluchten.
- **Verluchting** via ramen en deuren is niet de enige manier om de CO₂-concentratie in een ruimte te doen dalen. U kunt bijvoorbeeld ook de **ventilatie-debieten** verhogen.

Algemene conclusie is dat de CO₂-concentratie in een afzonderingsruimte of snoezelruimte snel oploopt. Om onder de CO₂-concentratie van 1200 ppm en 900 ppm te blijven, zullen er vaak hogere debieten moeten worden voorzien. De volledige beschrijving en resultaten van de studie vindt u in in [bijlage 4](#). Onderstaande tabellen geven een overzicht van de duur voor de grens van 900 en 1200 ppm CO₂-concentratie wordt overschreden. De duur en nodige debieten worden opgesplitst per volume, activiteitsniveau en ventilatiesysteem.

KLEIN VOLUME (12,5 M ³)			
ACTIVITEITSNIVEAU	VENTILATIEDEBIET	TUJD [900 PPM]	TUJD [1200 PPM]
Zittende activiteit	0 m ³ /h of geen ventilatie	15 minuten	30 minuten
	22 m ³ /h	25 minuten	60 minuten
	36 m ³ /h	40 minuten	Onbeperkt
Bewegende activiteit	0 m ³ /h of geen ventilatie	5 minuten	10 minuten
	22 m ³ /h	5 minuten	10 minuten
	36 m ³ /h	5 minuten	10 minuten
	54 m ³ /h	5 minuten	15 minuten
	90 m ³ /h	10 minuten	Onbeperkt
GEMIDDELD VOLUME (30 M ³)			
Zittende activiteit	0 m ³ /h of geen ventilatie	40 minuten	70 minuten
	22 m ³ /h	60 minuten	150 minuten
	36 m ³ /h	100 minuten	Onbeperkt
Bewegende activiteit	0 m ³ /h of geen ventilatie	10 minuten	20 minuten
	22 m ³ /h	15 minuten	25 minuten
	36 m ³ /h	15 minuten	30 minuten
	54 m ³ /h	15 minuten	30 minuten
	85 m ³ /h	20 minuten	Onbeperkt
GROOT VOLUME (75 M ³)			
Zittende activiteit	0 m ³ /h of geen ventilatie	100 minuten (1,7 uur)	175 minuten (2,9 uur)
	22 m ³ /h	150 minuten (2,5 uur)	380 minuten (6,3 uur)
	36 m ³ /h	250 minuten (4,2 uur)	Onbeperkt
Bewegende activiteit	0 m ³ /h of geen ventilatie	30 minuten	50 minuten
	22 m ³ /h	35 minuten	60 minuten
	36 m ³ /h	40 minuten	70 minuten
	54 m ³ /h	40 minuten	80 minuten
	75 m ³ /h	45 minuten	120 minuten

4.3. STAP 3 BEHEER UW VENTILATIESYSTEEM

4.3.1. Zorg voor een basiskennis van uw ventilatiesysteem

Zorg dat u de basisgegevens over uw ventilatiesysteem kent. Zo neemt u op basis van de CO₂-metingen de juiste ventilatiemaatregelen en verbetert u sneller de luchtkwaliteit.

Welke elementen moeten minimaal duidelijk zijn?

- Hoe is de voorziening opgedeeld in ventilatiezones?
- Welk ventilatiesysteem is aanwezig in de ventilatiezone? Systeem A, C of D?
- Welk regelsysteem stuurt de mechanische ventilatie aan?
- Waar werden de ventilatieopeningen – afvoer-, toevoer-, doorstroomopeningen – voorzien?

Is niemand in uw team op de hoogte? Dan kunt u beter een beroep doen op externe professionals. In principe zou die informatie altijd beschikbaar moeten zijn op basis van een 'as built'-dossier. U kunt bij de ontwerpers, het studiebureau technieken of de installateur van het systeem een schematisch overzichtsplan met aanduiding van die elementen opvragen.

Die basiselementen komen ook aan bod in de gratis [ventilatieaudit van het VIPA](#).

Wanneer u nieuwe installaties in gebruik neemt of aanpassingen aan het systeem laat uitvoeren, voorzie dan in de opdrachtomschrijving ook een opleidings- en informatiepakket voor de gebouwbeheerder. Vraag ook altijd een minimale termijn (24 maanden) voor opvolging door het studiebureau technieken of de installateur van het systeem. Zo bent u zeker dat het systeem voldoet aan de vooropgestelde prestatie-eisen.

4.3.2. Onderhoud van ventilatiesystemen

Om uw ventilatiesysteem goed te laten werken, moet u het regelmatig onderhouden. Dat doet u zelf en/of u schakelt een firma in. Hoe vaak u dat doet, hangt van uw systeem en de omstandigheden af. Hieronder geven we een inschatting van de onderhoudsbeurten.

Onderhoud in eigen beheer	Type A	Type C	Type D
Reiniging filters in de luchtgroep	/	1-3 maanden	1-3 maanden
Reiniging van (regelbare) toevoer-, doorstroom- en afvoeropeningen	3-12 maanden	3-12 maanden	3-12 maanden
Vervanging filters in de luchtgroep	/	/	6-12 maanden

/ Tabel: richtwaarden voor het onderhoud van ventilatiesysteemcomponenten

Onderhoud om uit te besteden	Type A	Type C	Type D
Reiniging van de warmteterugwinning	/	/	1 jaar
Reiniging van de luchtgroep	/	1 jaar	1 jaar
Inspectie en eventuele reiniging van de ventilatiekanalen	/	1-3 jaar	1-3 jaar
Controle van goede werking ventilatiesysteem	1-3 jaar	1-3 jaar	1-3 jaar
Controle van de instellingen en debietmetingen gevolgd door eventuele afstelling ventilatiedebieten	3 jaar	3 jaar	3 jaar

/ Tabel: richtwaarden voor het onderhoud van ventilatiesysteemcomponenten

Gebruik de instructie filmpjes van Logo Waasland voor de reiniging van [afvoeropeningen](#), [doorvoeropeningen](#), [raamrooster met klep](#), [raamrooster met rooster](#), [raamrooster met schuifrooster](#) en [rooster aan buitenzijde](#).

Belangrijk:

Sluit ventilatieroosters nooit volledig en zet het ventilatiesysteem nooit uit, ook niet als u de ruimtes niet gebruikt.

4.4. STAP 4 MAAK EEN VENTILATIEPLAN OP

In een ventilatieplan zitten minstens volgende elementen:

- een procedure voor een periodieke screening van de CO₂-concentratie
- de resultaten van de CO₂-screening en de hieraan gekoppelde verbeterpunten
- een procedure voor het onderhoud en het beheer van het ventilatiesysteem
- de registratie van het onderhoud en beheer van het ventilatiesysteem
- een beschrijving van de maatregelen zodat de CO₂-concentratie onder de 1200 ppm blijft in de verblijfsruimten
- een beschrijving van de maatregelen zodat de CO₂-concentratie onder de 900 ppm blijft in de verblijfsruimten
- een planning voor verbeteracties en maatregelen en evaluatie.

Een leidraad voor dat ventilatieplan wordt nog ontwikkeld. Volgende tips zetten u alvast op weg:

4.4.1. Vertrek van een goede basis

Weet u welk ventilatiesysteem uw voorziening heeft en of het voldoende verse lucht voorziet? Weet u welke CO₂-concentratie als bovengrens geldt? Om luchtkwaliteit aan te pakken, moet u weten wat er bestaat en wat de kwaliteitsindicatoren zijn.

- Duid in uw voorziening een verantwoordelijke aan voor luchtkwaliteit die zich inwerkt in het thema. Hij of zij:
 - is verantwoordelijk voor het ventilatiesysteem (of duidt iemand aan)
 - weet precies hoe de CO₂-meters werken en welke informatie eruit kan worden gehaald
 - ziet erop toe dat iedereen zich aan de afspraken rond ventilatie en verluchting houdt.
- Breng in kaart wat er rond ventilatie en verluchting beschikbaar is: ventilatiesysteem, CO₂-meters, eventueel luchtzuiveringstoestellen.
- Werk samen met de preventieadviseur en eventueel met een [medisch milieukundige bij het lokaal gezondheidsoverleg](#) (logo) uit uw regio.

4.4.2. Leg afspraken en goede gewoontes vast

Wat moet een medewerker precies doen als de CO₂-meter in het rood gaat? Welke ramen moeten regelmatig open, waar en wanneer? Welke extra ventilatiemaatregelen gelden er bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen? Die afspraken legt u vast.

Over technische aspecten:

- Leg afspraken vast rond het praktische gebruik van de CO₂-meters. Wie vervangt de batterijen? Wie zorgt voor de kalibratie? En waar moeten ze juist staan?
- Maak afspraken met de technische dienst of de leverancier over het onderhoud van uw ventilatiesysteem en de vervanging van de filters.
- Maak afspraken met de schoonmaakdienst rond de reiniging van alle ventilatieroosters.

Over praktische zaken:

- Maak afspraken rond ventilatie en verluchting en de maximale bezettingsdichtheid van ruimtes.
- Maak afspraken rond verluchting met gebruikers en naasten.

4.4.3. Betrek iedereen bij een gezonde luchtkwaliteit

- Organiseer een actie of campagne om te vertellen waarom luchtkwaliteit belangrijk is. Want het gaat om veel meer dan besmettingen voorkomen met ademhalingsvirussen zoals het coronavirus. Doe dat niet alleen onder de collega's, ook onder de gebruikers, bezoekers en hun naasten.
- Prikkel nieuwsgierigheid en stimuleer betrokkenheid met de aanschaf van CO₂-meters. Zo kan iedereen de luchtkwaliteit op de voet volgen, en zien ze direct het effect van een goede ventilatie en verluchting.
- Zorg dat het thema luchtkwaliteit leeft: zet het op de agenda van een teamoverleg, doe een activiteit met de gebruikers en bezoekers rond luchtkwaliteit en herinner iedereen eraan via de schermen en mededelingenborden.
- Ondersteun uw gebruikers, bezoekers en vrijwilligers. Zorg bijvoorbeeld dat ze ergens terecht kunnen met vragen.

4.4.4. Maak van luchtkwaliteit een blijvend aandachtspunt

Eén zwaluw maakt nog geen lente, zo luidt het spreekwoord. Houd luchtkwaliteit op de agenda. Evalueer regelmatig het ventilatie- en verluchttingsbeleid: blijft de CO₂-meter onder de maxima? Houdt iedereen zich aan de afspraken? Welk effect heeft het ventilatiebeleid op het energieverbruik? En stuur bij als dat nodig is.

De [gezondheidsmatrix op de website van Departement Zorg](#) helpt u om in te zetten op een gezonde mix van strategieën (educatie, omgevingsinterventies, afspraken en regels, zorg en begeleiding) voor verschillende doelgroepen zoals de gebruikers, de bezoekers, het personeel, de vrijwilligers en de naasten van de voorziening voor personen met een handicap.



5. Ventilatie bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen

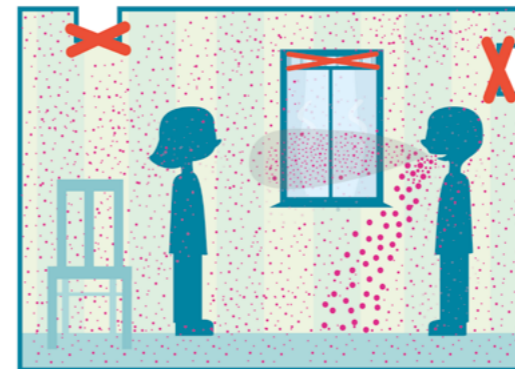
Wanneer ademhalingsvirussen zoals COVID-19 en het griepvirus de ronde doen, moet u de ventilatie in uw voorziening voor personen met een handicap extra in het oog houden om het besmettingsrisico zo veel mogelijk te beperken.

Ademhalingsvirussen hebben verschillende besmettingsroutes:

- besmetting door druppels
- besmetting door aerosolen
- besmetting door direct of indirect contact.

Ventilatie is vooral belangrijk om besmetting via aerosolen te beperken. Ventilatie heeft een impact op de concentratie aerosolen in de binnenlucht.

Geen ventilatie of verluchting



Met ventilatie



/ Met ventilatie (rechts) is er een lagere concentratie aan aerosolen – de paarse bolletjes – dan zonder ventilatie (links)

Ventilatie is een van de infectieziektepreventiemaatregelen om virusoverdracht te beperken. Maar het is geen totaaloplossing. U moet het altijd combineren met andere maatregelen:

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, 1990.

5.1. STAPPENPLAN BIJ EEN VERHOOGD RISICO OP BESMETTING MET ADEMHALINGSVIRUSSEN

Ventileren bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen verschilt in maar 2 aspecten van het stappenplan voor een betere luchtkwaliteit: de maximale CO₂-concentratie en de extra maatregelen in stap 2.

STAP 1 MEET DE CO₂-CONCENTRATIES

STAP 2 BEOORDEEL CO₂-METINGEN EN NEEM EXTRA MAATREGELEN

- Beoordeel de CO₂-metingen
Neem een CO₂-concentratie van 900 ppm als bovengrens
- Maatregelen
 - Verlaag de bezetting in de ruimte
 - Ventileer of verlucht extra
 - Pas uw ventilatiesysteem aan
- Gerichte ventilatiestrategie voor dagbestedingsruimtes en speciale ruimtes zoals afzonderingsruimtes en snoezelruimtes
- [Extra maatregelen:](#)
 - Bijkomende richtlijnen voor het openen van ramen en deuren
 - Verhoog het ventilatiedebiet van ventilatiesystemen C en D
 - Voorzie bijkomende luchtreiniging in ruimtes als dat nodig is
 - Vermijd luchtverspreiding van ruimtes waar besmette personen verblijven naar andere ruimtes

STAP 3 BEHEER UW VENTILATIESYSTEEM

STAP 4 MAAK EEN VENTILATIEPLAN OP

Kijk voor stappen 1, 2, 3 en 4 ook naar het vorige hoofdstuk '[In enkele stappen naar een betere luchtkwaliteit in voorzieningen voor personen met handicap](#)'.

5.1.1. Beoordeel de CO₂-metingen

Het CO₂-gehalte in een ruimte is een goede indicatie om het risico op besmetting door aerosolen en de ventilatieprestaties van uw systeem in te schatten. Een lage CO₂-concentratie duidt op een lager besmettingsrisico. Bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen moet de CO₂-concentratie in een ruimte lager zijn dan 900 ppm.

Hebt u geen mechanisch ventilatiesysteem of heeft uw systeem niet genoeg ventilatiecapaciteit om onder de bovengrens van 900 ppm te raken? Pas zeker de aanbevelingen uit stap 2 van het stappenplan naar een betere luchtkwaliteit toe.

Aanvullend zijn er nog een aantal specifieke maatregelen bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen:

5.1.2. Extra maatregelen bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen

Met een goed ventilatiebeleid verlaagt u de concentratie aan aerosolen tot een minimum. De ventilatierichtlijnen voor ademhalingsvirussen gelden vooral voor ruimtes waar veel personen komen, zoals de gemeenschappelijke ruimtes in uw voorziening voor personen met een handicap. Ze zijn gebaseerd op het COVID-19-handboek van de Europese ventilatiefederatie REHVA, het federaal implementatieplan voor ventilatie in het kader van COVID-19 en de ASHRAE-standaard 241 over de beheersing van besmettelijke aerosolen in gebouwen.

BIJKOMENDE RICHTLIJNEN VOOR HET OPENEN VAN RAMEN EN DEUREN BIJ EEN VERHOOGD RISICO OP BESMETTING MET ADEMHALINGSVIRUSSEN

- Gebruiken verschillende groepen een gemeenschappelijke ruimte zoals bv. de dagbestedingsruimte? Zet de ramen en deuren dan 15 minuten open vooraleer een nieuwe groep de ruimte binnenkomt.
- Wordt er lucht afgevoerd, mechanisch of natuurlijk, in het sanitaire blok bij gemeenschappelijke ruimten? Zet daar geen raam open, want dat belemmert de afvoer. Is er geen luchtafvoer in uw toiletten? Zet de ramen van het sanitaire blok dan wél open.
- Beperk eventueel het aantal activiteiten en/of de bezetting ervan.

VERHOOG HET VENTILATIEDEBIET VAN VENTILATIESYSTEMEN C EN D

Verhoog de ventilatiecapaciteit in uw ruimtes door zo veel mogelijk buitenlucht aan te voeren. Dat kan door voor een langere tijd een hoger ventilatiedebiet in te stellen voor uw ventilatiesysteem type C of D.

- Stel de klokregeling van uw systeem zo in dat de ventilatie op het **ontwerpdebiet werkt van 2 uur voor tot 2 uur na de bezetting van een ruimte.**
- Laat **buiten die periodes** uw ventilatie minstens op een **minimumdebiet** werken. Dat geldt ook voor ventilatiesystemen type C in gemeenschappelijke sanitaire ruimten.
- Hebt u een **ventilatiesysteem met vraagsturing** (type C+ of D+)? Verlaag dan het **CO₂-setpunt tot 550 ppm**. Zo zal het ventilatiesysteem altijd op zijn ontwerpdebiet werken op momenten van bezetting.

VOORZIE BIJKOMENDE LUCHTREINIGING IN RUIMTES ALS DAT NODIG IS

Als in een ruimte de CO₂-concentratie lager is dan 1200 ppm, maar het lukt niet om onder de 900 ppm-grens te komen, dan kan luchtreiniging een bijkomende oplossing zijn om het infectierisico verder te doen dalen.

Kies een luchtreinigingssysteem met het erkenningslabel van de federale overheid. Een lijst van alle erkende luchtreinigingssystemen vindt u terug op de [website van de federale overheid](#).



Luchtreinigers zijn een kortetermijnoplossing, vooral efficiënt in kleine ruimtes. Combineer het toestel altijd met ventilatie (minstens 25 m³ per uur per persoon) en verluchting. En zorg dat de CO₂-concentratie nooit hoger is dan 1200 ppm. De finale oplossing moet zijn om voldoende debiet aan buitenlucht te behalen via een degelijk ventilatiesysteem.

– Centraal of lokaal

Luchtreiniging kan zowel toegepast worden op ruimteniveau (lokaal) als op ventilatiesysteemniveau (centraal). In de context van dit kwaliteitshandboek bespreken we alleen de lokale toepassing. Lokale luchtreiniging op ruimteniveau bestaat meestal uit mobiele luchtreinigers die in de ruimte worden geplaatst om aanwezige virusdeeltjes te capteren of te neutraliseren.

– Equivalente ventilatiedebiet voor luchtzuivering

Voor elk type toestel duidt de *clean air delivery rate* (CADR) voor fijnstof (PM 2.5) het equivalente ventilatiedebiet aan dat met dit toestel kan worden voorzien. De CADR moet opgegeven zijn in de technische documentatie van het toestel en wordt uitgedrukt in m³ per uur.

Belangrijk: luchtreinigers hebben geen effect op het CO₂-gehalte in de lucht. De verbetering van de luchtkwaliteit kunt u dus niet aflezen van de CO₂-meter. Als u luchtzuivering toepast in combinatie met CO₂-monitoring is het belangrijk om een gecorrigeerde CO₂-limiet te hanteren. Die vindt u in bijlage 8 van de [aanbevelingen van de taskforce ventilatie](#).

Hoeveel CADR hebt u minstens nodig? Een debiet dat u bovenop uw ventilatiedebiet nodig zou hebben om onder de 900 ppm CO₂ te geraken. Als vuistregel moet minstens een CADR-waarde van 18 m³/h per persoon voorzien worden (rekening houden met een matig activiteitsniveau van de aanwezigen) en moet de gemeten CO₂-concentratie altijd onder 1200 ppm moet blijven.

Let op: als een luchtreiniger grote hoeveelheden lucht moet zuiveren, dan kan dat lawaai veroorzaken. Houd bij de keuze van het toestel daarom rekening met de akoestische eigenschappen.

Tip: De [praktische gids van de federale overheid](#) helpt u om het juiste luchtreinigingssysteem te kiezen.

Goed om te weten: luchtreinigers richten zich op maar 1 specifieke stof of enkele stoffen in de lucht en helpen dus niet voor de andere luchtvervuilende stoffen. Sommige luchtreinigers die inwerken op SARS-CoV-2 hebben bijvoorbeeld geen invloed op gasvormige pollutanten, zoals vluchtige organische stoffen.

Advies: kies bij voorkeur voor luchtreinigers die níét de schadelijke stof ozon uitstoten. Doet uw luchtreiniger dat wel? Verlaat dan de ruimte als de reiniger aanstaat en zet na gebruik de ramen en deuren minstens een kwartier open.

– Captatie en neutralisatie

Er bestaan 2 verschillende luchtreinigingstechnieken:

- **captatie** van virusdeeltjes:
 - **HEPA-filtratie:** die filters filteren 99,97% van het fijnstof, ultrafijnstof, de virussen en bacteriën uit de lucht. De hoge efficiëntie veroorzaakt ook een grote weerstand waardoor een krachtig toestel nodig is met een hoog energieverbruik. De filters moeten regelmatig worden vervangen om een optimale werking te garanderen. Die wissel moet heel voorzichtig gebeuren, met de nodige beschermingsmiddelen. En kunt u beter niet doen vlak nadat u het toestel hebt gebruikt.
 - **technologie met elektrostatische precipitatie:** virusdeeltjes worden verwijderd door elektrostatische lading. De techniek werkt goed bij fijne en ultrafijne partikels, maar er is een kans op de productie van de schadelijke stof ozon.
 - **ionisatie:** ioniserende luchtreinigers produceren een stroom van geladen deeltjes die de aerosolen in de omgeving een negatieve lading geven waardoor ze worden aangetrokken tot een positieve collectorplaat en neerslaan. Er is weinig wetenschappelijk onderzoek naar de doeltreffendheid van ionisatie tegen ademhalingsvirussen.
- **neutralisatie** van virusdeeltjes: deze techniek gebruikt uv-licht om virusdeeltjes te inactiveren. De techniek werkt goed tegen ademhalingsvirussen, maar er is een kans op de productie van de schadelijke stof ozon.

Sommige luchtreinigers combineren verschillende reinigingstechnieken voor een hogere efficiëntie.

Aandachtspunten bij de luchtreiniging:

- Kies een toestel dat is afgestemd op de ruimte en het beschikbare ventilatiedebiet.
- Zet het toestel centraal in de ruimte, op een afstand van ramen en buitendeuren.
- Zorg dat er genoeg ruimte is rond de ventilator die de lucht aanzuigt.
- Plaats de luchtreiniger op zo'n manier dat die geen lucht direct van de ene naar de andere persoon blaast.
- Onderhoud het luchtreinigingstoestel correct en regelmatig, en draag daarbij beschermingsmiddelen.
- Let erop dat het toestel geen andere schadelijke bijproducten produceert bij het reinigingsproces.

Vermijd luchtverspreiding van ruimtes waar besmette personen verblijven naar andere ruimtes

Zijn er bewoners (mogelijk) besmet met ademhalingsvirussen? En leven besmette bewoners in isolatie op de kamer of in een cohorte op een afdeling? Dan zijn er naast de extra maatregelen rond ventileren en verluchten nog enkele zaken waarop u moet letten om de verspreiding van infectieuze druppels in de lucht te beperken.

In lokalen waar bewoners met een vermoedelijke of bevestigde besmetting met ademhalingsvirussen in quarantaine geplaatst worden, moet de deur naar de gang zo veel mogelijk dicht blijven. Zo beperkt u de verspreiding van de lucht van de geïsoleerde kamer of leefgroep naar de gang of andere delen van het gebouw.

Strekt de geïsoleerde zone zich uit over de volledige bouwlaag van een gebouw? Dan stelt dat probleem zich niet.

Waar wel horizontaal aan elkaar grenzende zones voorkomen, is het aangewezen om bij de overgang een fysieke scheiding te voorzien. Dat kan door de scheiding tussen de zones te laten samenvallen met bestaande scheidingen in de gang. Zo kunt u bijvoorbeeld de bij brand zelfsluitende deuren die het brandwerend deelcompartiment begrenzen permanent in gesloten stand plaatsen.

Die zonering valt niet noodzakelijk samen met de zone die bediend wordt door de ventilatiegroep. Dat is niet problematisch zolang u de directe luchtverspreiding vanuit de geïsoleerde zone kunt vermijden. De preventieadviseur of het hoofd van de technische dienst van uw voorziening voor personen met een handicap is goed geplaatst om na te gaan of er nog aanvullende maatregelen nodig zijn.

5.2. BIJKOMENDE AANDACHTSPUNTEN

Neem ook maatregelen die geen rechtstreekse invloed hebben op de ventilatiecapaciteit.

5.2.1. Inspecteer de warmterecuperatie (systeem D)

U mag warmterecuperatie gebruiken omdat de luchtlekken in de warmterecuperatie verwaarloosbaar zijn. Recupereert uw ventilatiesysteem de warmte met een warmtewiel? Let er dan op dat het goed is geïnstalleerd en wordt onderhouden. Slechte installatie en slecht onderhoud leiden tot luchtlekken die niet verwaarloosbaar zijn en die luchtrecirculatie veroorzaken en het besmettingsrisico doen toenemen. U vindt [meer informatie over een warmtewiel in bijlage 1](#).

5.2.2. Let op met lokale airco's en ventilatorconvectoren

Lokale airco's en ventilatorconvectoren gebruiken de binnenlucht om nadien verwarmde of gekoelde lucht opnieuw in dezelfde ruimte te verspreiden. Die toestellen veroorzaken dus luchtrecirculatie waardoor de virusdeeltjes een langere afstand kunnen afleggen. Het besmettingsrisico via aerosolen zal daardoor nog vergroot worden. Combineer die systemen daarom altijd met:

- een ventilatiesysteem OF
- monitoring van het CO₂-gehalte in de ruimte en regelmatige verluchting via ramen en/of buitendeuren.

5.2.3. Bescherm uw onderhoudspersoneel

Inspecteert en vervangt uw eigen onderhoudspersoneel de filters in uw ventilatiesysteem?

- Zet het ventilatiesysteem uit.
- Laat uw mensen handschoenen en mond-neusmaskers dragen.
- Plaats de vervangen filters in een gesloten zak.

5.3. MAATREGELLEN DIE NIÉT HELPEN

Er doen helaas heel wat verhalen de ronde over maatregelen die zouden helpen om het besmettingsrisico te verkleinen. Deze 3 maatregelen helpen NIET:

5.3.1. Lucht extra bevochtigen en binnentemperatuur aanpassen

De effecten van luchtvochtigheid en -temperatuur op ademhalingsvirussen zijn verwaarloosbaar. Let wel op: bij een heel lage luchtvochtigheid van 10 tot 20% worden mensen gevoeliger voor infecties. Bevochtig in dat geval uw ruimten beperkt.

5.3.2. Ventilatiekanalen extra reinigen

Het heeft geen nut om uw ventilatiekanalen extra te laten schoonmaken, want virusdeeltjes zetten zich niet makkelijk vast in de kanalen.

5.3.3. Ventilatiefilters aanpassen of vervangen

Bij een ventilatiesysteem type D kan de uitlaat voor de afvoerlucht te dicht bij de inlaat voor de toevoerlucht staan, waardoor luchtrecirculatie kan ontstaan. De kans dat de concentratie aan virusdeeltjes in die gerecirculeerde lucht hoog wordt, is klein. Nieuwe ventilatiesystemen hebben fijnstoffilters vlak na de inlaat die genoeg beschermen tegen die lage concentratie virusdeeltjes.

Ook verstopte filters zijn geen bron van besmettingen. Maar ze verlagen wel het ventilatiedebiet. Wanneer u de filters regelmatig onderhoudt volgens de onderhoudsrichtlijnen, is er geen enkele kans op verstopping.



6. Energieverbruik van het ventilatiesysteem

Energieverbruik voor ventilatie beperken mag **nooit ten koste gaan van een goede luchtkwaliteit**. Het is daarom belangrijk om te weten welke elementen een rol spelen in het energieverbruik en hoe de energieprestatie van het systeem kan verbeterd worden. Het energieverbruik voor ventilatie wordt niet alleen bepaald door het volume aan lucht dat vervangen moeten worden. Ook door de energie-efficiëntie of het rendement van de verschillende delen (ventilatoren, filters, ...) van het systeem, door het ontwerp van het systeem en een goed beheer van de installatie. Een belangrijke factor in het verbruik is het soort sturing of de regelstrategie die voorzien wordt. Meer info over energie-efficiëntie bij die verschillende facetten vindt u in [bijlage 1](#).

Worden de dagbestedingsruimtes niet mechanisch geventileerd? Overweeg dan zeker een investering in de modernisering van de ventilatievoorzieningen.

Het energieverbruik voor ventilatie kan ook niet los gezien worden van de rest van het gebouw: de luchtdichtheid van de gebouwschil, aanwezigheid van zonwering zijn mee bepalend.

One-stop-shop energieaudits

Het VIPA en het Vlaams Energie Bedrijf bundelen hun krachten om voorzieningen in de welzijns- en zorgsector energie-efficiënter en klimaatrobuuster te maken. Vraag uw audit of begeleiding aan: energieaudit, ventilatieaudit, zomercomfortanalyse, EPC en energieplan.

Meer informatie op www.departementwvg.be/one-stop-shop-energieaudits

– Energieverbruik en ventilatiestrategie voor dagbestedingsruimtes

De simulatiestudie ging ook het energieverbruik na bij ventilatie in de dagbestedingsruimtes.

In een **oudere voorziening** voor personen met een handicap **zonder mechanische ventilatie** zult u bij een **bewegende activiteit de ramen moeten openen tijdens de activiteiten en extra maatregelen moeten nemen (zoals de bezetting verlagen)** om onder de vooropgestelde CO₂-concentratie van 900 ppm of 1200 ppm te blijven. Maar dat veroorzaakt in het stookseizoen wel een **bijkomend energieverbruik** voor verwarming van meer dan 30%.

In een **oudere voorziening met ventilatiesysteem type C** zult u bij een **bewegende activiteit de ramen moeten openen tijdens de activiteiten en extra maatregelen moeten nemen (zoals de bezetting verlagen)**. Het energieverbruik voor verwarming is dan 20% hoger dan bij gesloten ramen.

Bij een **voorziening met nieuwere gebouwkenmerken** ligt het energieverbruik voor verwarming door de ramen te openen tijdens de activiteiten in het stookseizoen 17% (systeem C) tot 29% (systeem D) hoger dan bij gesloten ramen.

Meer info over de simulatiestudie voor ventilatie in de dagbestedingsruimtes vindt u in [bijlage 4](#).

7

7. Meer informatie

Waar vindt u nog meer informatie terug over de luchtkwaliteit in voorzieningen voor personen met een handicap?

- [Vlaams binnenmilieubesluit](#)
- [Gezond binnen](#)
- [VIPA-criteria Duurzaamheid](#)
- [codex over het welzijn op het werk](#) – Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg
- [taskforce ventilatie – aanbevelingen](#) voor de praktische implementatie en bewaking van ventilatie en binnenluchtkwaliteit in het kader van COVID-19 (belgium.be)
- [federale wet van 6/11/2022](#)

Hebt u nog vragen? Neem dan contact op met:

- het aanspreekpunt voor vragen over ventileren en verluchten bij het Departement Zorg: binnenmilieu@vlaanderen.be
- [de medisch milieukundige bij het lokaal gezondheidsoverleg \(Logo\)](#) uit uw regio.

Meer informatie over luchtkwaliteit in andere voorzieningen dan deze voor personen met een handicap, inclusief de ventilatiehandboeken, vindt u op [gezond binnen](#).

BIJLAGE 1: Meer over ventilatiesystemen in een voorziening voor personen met een handicap

1. ONDERDELEN

Hoe beter u uw ventilatiesysteem kent, hoe makkelijker het wordt om te zorgen voor een goede luchtkwaliteit in uw voorziening voor personen met een handicap. Hieronder vindt u meer informatie over de onderdelen van uw ventilatiesysteem. Afhankelijk van het systeemtype komen er meer of minder onderdelen voor in het systeem.

1.1 Luchtgroep (systemen C en D)

De luchtgroep is de technische unit waarin verschillende onderdelen van het ventilatiesysteem zitten. Afhankelijk van het systeemtype verwerkt de unit 1 of 2 luchtstromen. In type C voert de luchtgroep de vuile lucht af, in type D voert ze verse lucht aan en vuile lucht af.

Ventilatiesysteem C is niet altijd uitgerust met een luchtgroep. In voorzieningen voor personen met een handicap kan een decentrale ventilatieconfiguratie van systeem C geplaatst zijn. Concreet houdt dat in dat een afvoerventilator geplaatst wordt bovenaan het verticale luchtafvoerkanaal van bv. de sanitaire ruimtes.

VENTILATOREN

In mechanische ventilatiesystemen bouwen ventilatoren een drukverschil op dat de verse lucht toevoert en de vuile lucht afvoert. Het type ventilator wordt bepaald door het ventilatiedebiet dat nodig is, de drukval die in de kanalen moet worden overwonnen en de gevraagde energie-efficiëntie. Die elementen bepalen mee het energieverbruik van de ventilator:

- de luchtsnelheid in de ventilatiekanalen
- de lengte van de ventilatiekanalen
- het materiaal waaruit de ventilatiekanalen zijn gemaakt
- het aantal en de soorten bochten in de ventilatiekanalen
- het aantal en de soorten obstakels in de ventilatiekanalen zoals geluidsdempers, ventilatieopeningen en filters.

Het energieverbruik van ventilatoren wordt aangeduid door de specific fan power (SFP). De SFP-waarde kan worden uitgedrukt in $W/(m^3/h)$ en duidt op het elektrische energieverbruik van de ventilator per m^3 luchtverplaatsing per uur. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de SFP-categorieën met hun maximale energieverbruik per $m^3/$ uur. Om het energieverbruik van de ventilator acceptabel te houden, wordt SFP 3 of lager geëist.

SFP-categorieën met hun maximale energieverbruik

Specific fan power (SFP)	Maximaal energieverbruik [$W/(m^3/h)$]
SFP 1	0.14
SFP 2	0.21
SFP 3	0.35
SFP 4	0.56
SFP 5	> 0.56

FILTERS (SYSTEEM D)

In de buitenlucht zitten verschillende vervuilende stoffen zoals pollen en fijnstof. Vooral in steden zijn die concentraties hoog door onder andere de hoge verkeersdruk en industrie. Bij een ventilatiesysteem type D kan in de luchtgroep de aangevoerde buitenlucht voorafgaand gefilterd worden om die vervuilende stoffen te verwijderen en zo de binnenluchtkwaliteit te verbeteren.

De keuze van de filter wordt bepaald op basis van 2 eigenschappen:

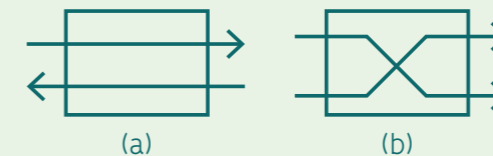
- **filtercapaciteit:** een combinatie van de grootte en de hoeveelheid van de stofdeeltjes die de filter tegenhoudt, bijvoorbeeld ePM1 80% of ePM10 95%. Bij ePM1 houdt de filter fijnstofdeeltjes met een diameter van $0,3 \mu m$ tot $1 \mu m$ tegen, bij ePM_{2,5} fijnstofdeeltjes van $0,3 \mu m$ tot $2,5 \mu m$ en bij ePM10 fijnstofdeeltjes van $0,3 \mu m$ tot $10 \mu m$.
- **energieklasse:** de filters vormen een hindernis in de luchtstroom waardoor het energieverbruik van de ventilatoren stijgt. Daarom worden filters onderverdeeld in 6 energieklassen, van E (minst energie- zuinig) tot A+ (meest energiezuinig).

WARMTERECUPERATIE (SYSTEEM D)

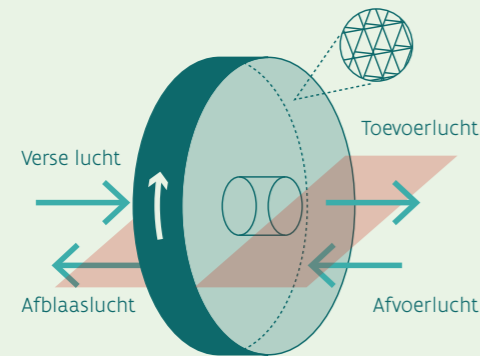
Ventilatiesystemen type D gebruiken warmterecuperatie om het warmteverlies te beperken. Een warmtewisselaar gebruikt de warmte van de afgevoerde lucht om de verse toevoerlucht op te warmen. Buiten het stookseizoen wanneer het binnen warmer is dan buiten moet u een zomerbypass gebruiken om de warmterecuperatie deels of helemaal te blokkeren. Anders vergroot de kans dat het binnen te warm wordt.

Er zijn 3 soorten warmterecuperatie. Hieronder volgt een opsomming van de voornaamste systemen voor warmterecuperatie. Tijdens het proces van warmterecuperatie wordt er geen lucht gerecupereerd. Dat betekent dat de toevoerlucht niet vermengd wordt met de afvoerlucht.

- **Platenwarmtewisselaar:** de toe- en afvoerlucht stromen door gescheiden kanalen die vlak naast elkaar liggen en zijn gemaakt van materialen met een hoge warmtegeleidbaarheid. Zo wordt de warmte van de afvoerlucht doorgegeven aan de toevoerlucht. De warmterecuperatie is 90% efficiënt bij tegenstroomsystemen (a) en 70% efficiënt bij kruisstroomsystemen (b).



- **Warmtewiel:** een cilinder met lamellen uit een materiaal met een hoge warmtegeleidbaarheid, vaak aluminium. Het warmtewiel zit in een luchtdichte behuizing en bevindt zich de helft in de warme afvoerlucht en de helft in de koude toevoerlucht. Het wiel draait traag en geeft de warmte van de afvoerlucht door aan de toevoerlucht. De draaisnelheid bepaalt de efficiëntie van de warmterecuperatie, die tussen 65 en 90% ligt. In de zomer kunt u het warmtewiel stilzetten.



- **Warmtepijpen:** verticale of horizontale buisjes gevuld met een warmtedragend medium geven via verdamping en condensatie de warmte van de afvoerlucht door aan de toevoerlucht. De efficiëntie van de warmterecuperatie ligt tussen 50 en 65%.

KOEL- EN VERWARMINGSELEMENTEN (SYSTEEM D)

Koel- en verwarmingselementen kunnen de temperatuur van de toevoerlucht regelen. Zo kunt u de temperatuur van de toegevoerde lucht verwarmen tot bijvoorbeeld 16°C om thermisch discomfort te vermijden. Meestal wordt dat gecombineerd met een ander verwarmingssysteem zoals radiatoren.

– All-airsystemen

Wordt de ruimte alleen maar verwarmd en/of gekoeld met de toevoerlucht van het ventilatiesysteem? Dan spreken we van all-airsystemen. Dat zijn systemen die de ruimte ventileren en tegelijk verwarmen en/of koelen. Bij all-airsystemen moet de ontwerper naast de ventilatievraag ook rekening houden met de warmte- en/of koelvraag van uw gebouw.

– Topkoeling

In voorzieningen voor personen met een handicap wordt naast voorverwarming via een warmteterugwinapparaat ook soms aan 'voorkoeling' gedaan. Dan spreken we van topkoeling. De toevoerlucht van het ventilatiesysteem wordt beperkt gekoeld in de luchtgroep om hoge temperatuurpieken te vermijden. Topkoeling verschilt van comfortkoeling omdat de koelcapaciteit van topkoeling beperkt is.

Bij comfortkoeling is de koelcapaciteit groot genoeg om de binnentemperatuur altijd onder een gewenste comfortgrens te houden. Wanneer comfortkoeling wordt toegepast via het ventilatiesysteem spreken we opnieuw van een all-airstysteem.

Het is cruciaal dat dergelijke keuzes reeds in het bouwproces worden gemaakt om te vermijden dat koeloplossingen nadien worden toegevoegd op een minder energie-efficiënte manier.

1.2 Ventilatieopeningen (systemen A, C en D)

Om de lucht toe en af te voeren, moeten ook ventilatieopeningen worden geplaatst

TOE- EN AFVOEROPENINGEN

Toe- en afvoeropeningen zijn roosters in het plafond, de binnenmuur, gevel of vloer. Stem de locatie van de roosters af op het gebruik van de ruimte. Door ze niet te dicht te plaatsen bij plekken waar gebruikers en bezoekers zitten of passeren, vermijdt u tochtklachten. Bij systemen A en C kunt u manueel regelbare toevoeropeningen (RTO's) laten plaatsen in of op vensters, gevels en daken. Zo'n RTO moet volgens de huidige regelgeving minstens 5 standen hebben van volledig open tot volledig gesloten. Bij ventilatiesysteem A kan ook gebruik worden gemaakt van regelbare afvoeropeningen (RAO's). Sluit de regelbare openingen nooit volledig, want dat blokkeert de ventilatie.



/ Voorbeeld van een manueel regelbare toevoeropening

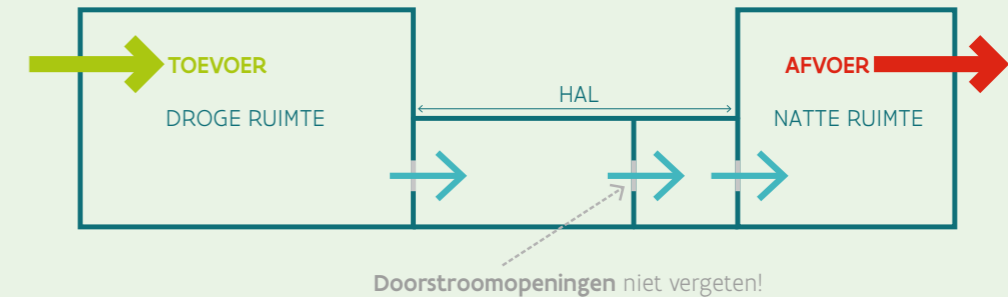
Naast de manueel regelbare RTO's en RAO's zijn er ook automatisch regelbare RTO's en RAO's. In het geval van automatisch regelbare toe- en afvoeropeningen worden de openingen geregeld door een regeltechniek. Bij ventilatiesysteem D bepalen de locatie en het type van toe- en afvoeropeningen de luchtverdeling in een ruimte. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste types toevoeropeningen die naast klassieke ventielen kunnen worden toegepast.

OVERZICHT TOEVOEROPENINGEN

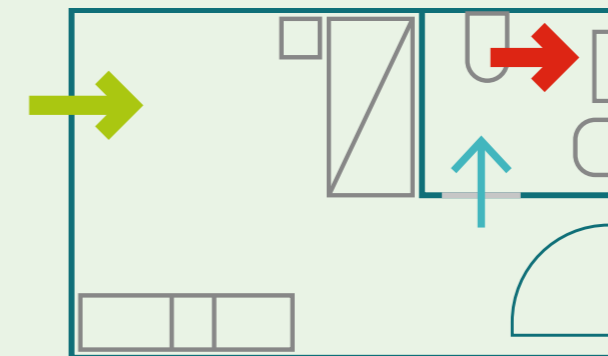
Type toevoering	Eigenschappen	Afbeelding
Klassiek ventiel	Toevoering waarbij de lucht gericht in de ruimte wordt geblazen. Ventielen worden geplaatst bij mengventilatie.	
Wervelrooster	Toevoering waarbij de lucht via een spiraalbeweging in de ruimte wordt geblazen. Daardoor wordt de ingeblazen lucht snel met de aanwezige lucht vermengd. In vergelijking met klassieke ventielen zorgt dit dat de inblaassnelheid en het temperatuurverschil tussen toevoerlucht en aanwezige lucht sneller worden verlaagd. Dat verlaagt de kans op tochtklachten.	
Verdringingsrooster	Toevoering waarbij lucht met een lage snelheid wordt ingeblazen om tochtklachten en luchtvermenging te voorkomen. Verdringingsroosters worden geplaatst bij verdringingsventilatie, in de bezettingszone van de ruimte.	
Jetrooster	Toevoering waarbij de lucht aan hoge snelheid ver in de ruimte wordt geblazen.	
Lijnvormig rooster	Toevoering in het plafond die beperkt zichtbaar is en vooral vanuit esthetische overwegingen wordt geplaatst. De lucht kan eventueel onder een gewenste hoek ingeblazen worden.	

DOORSTROOMOPENINGEN

Bevinden de toe- en afvoeropeningen zich in verschillende ruimten in hetzelfde gebouw? Dan moet u ook doorstroomopeningen voorzien. Bijvoorbeeld roosters in muren of spleten onder deuren.



Zo kan lucht uit droge ruimten waar lucht wordt aangevoerd – zoals de activiteitenruimte – vrij doorstromen naar natte ruimten waar vuile lucht wordt afgevoerd – zoals sanitaire ruimtes en keukens.



/ Voorbeeld van een ventilatiestroom in de kamer van een voorziening voor personen met een handicap. (Bron: VIPA)

Blokkeer doorstroomopeningen nooit, want zo verstoort u de ventilatiebalans. Ook door te kleine doorstroomopeningen presteert uw ventilatiesysteem niet zoals het hoort. Bij toe- en afvoer van lucht in dezelfde ruimte hoeft u geen doorstroomopeningen te voorzien.

1.3 Ventilatiekanalen (systemen C en D)

Een netwerk van ventilatiekanalen voert de verse lucht aan en de vuile lucht af. De grootte van de ventilatiekanalen wordt bepaald op basis van het ventilatiedebiet dat u nodig hebt en de lichtsnelheid die daarvoor nodig is.

Een te hoge lichtsnelheid zorgt voor lawaaioverlast. Daarom houdt de ontwerper rekening met de richtlijnen voor aanvaardbare lichtsnelheden. Op kritieke punten in de kanalen kan de ontwerper geluidsdempers voorzien om lawaaioverlast te voorkomen.

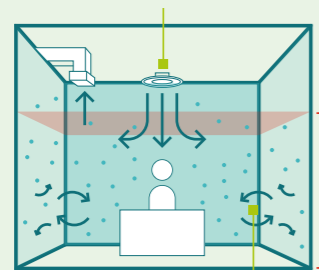
Het traject van de ventilatiekanalen bepaalt hoeveel drukval de ventilatoren moeten overwinnen. Daarom wordt dat traject zo energiezuinig mogelijk ontworpen.

2. LUCHTVERDEELSYSTEMEN

Belangrijk bij het ontwerp van mechanische ventilatiesystemen type D is de luchtverdeling in een ruimte. Want verse lucht moet zo in de ruimte worden aangevoerd dat er een goede luchtkwaliteit is in de omgeving van de bewoners en bezoekers zonder dat ze last hebben van tocht. Het ontwerp en de positionering van de toe- en afvoeropeningen bepalen de luchtverdeling in een ruimte. De belangrijkste luchtverdeelsystemen zijn meng- en verdringingsventilatie:

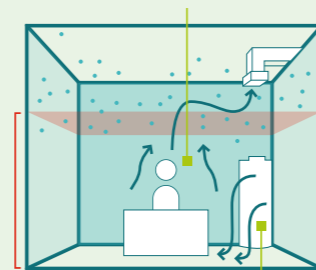
- **Mengventilatie:** de buitenlucht wordt met hoge snelheid de ruimte ingeblazen, meestal via het plafond. Door die snelheid vermengt de verse lucht zich snel onder de vervuilde binnenlucht.
- **Verdringingsventilatie:** verse lucht komt aan lage snelheid binnen via grote roosters laag bij de vloer. Die lucht duwt de warmere omgevingslucht naar boven waar die wordt afgezogen en afgevoerd. Verdringingsventilatie behaalt een hogere ventilatie-efficiëntie dan mengventilatie en wordt vooral toegepast in gemeenschappelijke ruimtes.

lucht toegevoerd aan hoge snelheid



binnenlucht uniform gemengd
MENGVENTILATIE

luchttoevoer in bezettingszone



lucht toegevoerd aan lage snelheid
VERDRINGINGSVENTILATIE

bezettingszone

3. REGELTECHNIKEN VOOR VENTILATIESYSTEMEN C EN D

Ventileren kost geld: door de lucht te vervensen, gaat warmte verloren. En de ventilatoren verbruiken elektriciteit. Daarnaast beïnvloedt ventilatie het thermisch comfort van uw gebruikers en bezoekers. Met de juiste regeling van uw ventilatiesysteem komt u tot een optimaal ventilatiedebiet dat het **warmtecomfort zo groot mogelijk** maakt en het **energieverbruik tot een minimum beperkt**.

Met een regeltechniek stuurt u 1 of meer onderdelen van uw ventilatiesysteem aan. Bij mechanische ventilatiesystemen type C en D past u de snelheid van de ventilatoren en/of de opening van de regelbare kleppen in de ventilatiekanalen aan. Er zijn 4 soorten regelingen voor ventilatiesystemen C en D.

3.1 Geen regeling

Het ventilatiesysteem ventileert met een constant debiet. U kunt het dus niet aanpassen aan het aantal mensen dat in een ruimte aanwezig is. Daardoor is de kans op overventilatie groot, en dat is **funest voor het warmtecomfort en uw energieverbruik**.

Tip: Laat uw ventilatiesysteem altijd minstens op een minimumdebiet ventileren. Zo vermijdt u dat vervuilende stoffen zich in uw ruimten ophopen.

3.2 Manuele regeling

Manuele regeling – soms een optie bij ventilatiesystemen C en D – is eigenlijk **niet geschikt voor een voorziening voor personen met een handicap** omdat uw medewerkers en/of vrijwilligers het ventilatieniveau dan altijd zelf moeten aanpassen. Vaak kunt u uit minstens 3 ventilatieniveaus kiezen om het ventilatiedebiet aan te passen aan het aantal personen in een ruimte.

3.3 Klokgestuurde regeling

U kunt uw ventilatiesysteem laten uitrusten met een klokregeling waarmee u het ventilatiedebiet voor een bepaalde tijd kunt aanpassen. Bijvoorbeeld een hoog debiet tijdens de maaltijden in uw cafetaria en een laag debiet 's nachts. Die regeling moet u op voorhand instellen, wat het moeilijk maakt om onverwachte piekmomenten op te vangen. Om klokgestuurde regeling goed te laten presteren, moet u de klokregeling dus minutieus instellen.

3.4 Vraaggestuurde regeling

Vraaggestuurde ventilatie werkt met sensoren die signalen doorgeven aan het regelsysteem wanneer 1 of meer parameters in een ruimte veranderen. Zo past uw ventilatiesysteem zich automatisch op de energiezuinigste manier aan de ventilatie-eisen van uw ruimten aan. U kunt uw systeem laten aansturen op basis van 4 parameters:

- **CO₂-concentratie:** een goede indicator voor ruimten waar veel mensen komen of die een wisselend gebruik kennen. Die vraagsturing wordt vooral gebruikt in de activiteitenruimtes.
- **aanwezigheidsdetectie:** het ventilatiesysteem schakelt tussen 2 ventilatiedebieten wanneer mensen een ruimte binnenkomen en weer verlaten. Deze vraagsturing wordt vooral gebruikt in ruimten die maar kort worden gebruikt, zoals toiletten.
- **relatieve luchtvochtigheid:** de sensor reageert op vocht afkomstig van bijvoorbeeld koken. Deze vraagsturing wordt dan ook vooral gebruikt in ruimten waar het te vochtig kan worden, zoals keukens en sanitaire ruimtes.
- **VOS-concentratie:** VOS-sensoren pikken de geur in ruimtes op. U kunt ze gebruiken als indicator in ruimten waar veel personen aanwezig zijn of waar specifieke activiteiten plaatsvinden. Daarom kunt u ze ook in toiletten hangen ter vervanging van aanwezigheidssensoren.

Investeren in een performante regeling (bv. vraaggestuurde regeling) is een nuttige maatregel om de energie-efficiëntie van uw ventilatiesysteem te verhogen.

4. VENTILATIEKANALEN EN BRANDVEILIGHEID

Bij brand is het belangrijk dat rook en vuur zich niet snel kunnen verspreiden. Maar hoe zit dat met een ventilatiesysteem?

In een voorziening voor personen met een handicap komen vaak niet-zelfredzame personen, waardoor u best aandacht besteedt aan een brandveilig ontwerp. Voor nieuwe gebouwen is het Koninklijk besluit met de basisnormen brandveiligheid van toepassing.¹ U moet ook rekening houden met specifieke wetgeving in uw gemeente.

Brand en rook kunnen via de ventilatiekanalen naar andere ruimten of compartimenten van het gebouw overslaan. Om dat te voorkomen, zitten er in een ventilatiesysteem verschillende **beveiligingen**².

- Bij branddetectie wordt het **ventilatiesysteem** per compartiment uitgeschakeld.
- In voorzieningen voor personen met een handicap met een automatisch branddetectie-systeem worden op de plaatsen waar de ventilatiekanalen door de compartimentsgrenzen van het gebouw gaan, **brandwerende kleppen type B** geplaatst. Die kleppen worden aangestuurd door de automatische branddetectie-installatie in uw voorziening voor personen met een handicap.
- Op de plaatsen waar de ventilatiekanalen door de scheidingen tussen verschillende ruimten in hetzelfde compartiment gaan, moet u **brandwerende kleppen type A** laten plaatsen. Die sluiten zich wanneer de temperatuur in de kanalen te hoog wordt.

4.1 Belang van aparte ventilatiekanalen en brandwerende kleppen type B

Ook het ontwerp van uw ventilatiesysteem en het traject van de ventilatiekanalen hebben een invloed op de brandveiligheid in uw voorziening. Uit een [simulatiestudie rond rookverspreiding](#)³ vanuit niet-brandwerend afgescheiden leefruimten naar aangrenzende kamers bleek:

- Het effect van een rookwerende deur die automatisch sluit, kan zelfs in combinatie met een automatisch blussysteem worden tenietgedaan wanneer de ruimte en de zone van de brand via een ventilatiekanaal met elkaar verbonden zijn. Om dat te vermijden, moet u brandwerende kleppen type B laten installeren. Brandwerende kleppen type A volstaan niet omdat de temperatuur van rook niet hoog genoeg is om de kleppen te sluiten.

In geval van een open leefruimte kan rookverspreiding naar de kamers via de ventilatiekanalen vermeden worden wanneer de toe- en afvoerkanalen in de zone met de open leefruimte gescheiden zijn van de kanalen die de kamers bedienen.

¹ Federale Regering, "Koninklijk besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de [...] gebouwen moeten voldoen." 1994. [Online]. Available: <https://www.civieleveiligheid.be/nl/koninklijk-besluit-van-7-juli-1994-tot-vaststelling-van-de-basisnormen-voor-de-preventie-van-brand>

² CIBSE, CIBSE Guide B2: Ventilation and ductwork, 2016 en A. Lucherini and B. Merci, "Analyse van experimenten en numerieke simulaties van brandproeven voor de ontwikkeling van een beoordelingskader voor brandveiligheid in zorggebouwen," 2021

³ Onderzoek brandveiligheid zorggebouwen met onder andere de studie brandveiligheid VIPA (2016): Onderzoek brandveiligheid in ouderenvoorzieningen en 'Innovatieve toepassing van rookbeheersing in woonzorggebouwen: brandproefprogramma en analyse', <https://www.departementwvg.be/onderzoek-brandveiligheid-zorggebouwen>

5. VENTILATIE EN AKOESTISCHE IMPACT

Mechanische ventilatie kan geluidsklachten veroorzaken:

- door lucht die met een hoge snelheid door de ventilatiekanalen blaast
- door de ventilatoren van de ventilatieunit
- door akoestische lekken tussen verschillende geventileerde ruimtes (overspraak)

De ontwerper van het ventilatiesysteem moet rekening houden met richtlijnen voor aanvaardbare luchtsnelheden in ventilatiekanalen (zie tabel¹ hieronder). Op kritieke punten in het ventilatiekanaal (bv. net na de ventilatoren) kunnen geluidsdempers geplaatst worden om akoestisch discomfort door het ventilatiesysteem te voorkomen.

Algemeen kunnen de richtlijnen van Buildwise voor eengezinswoningen ook worden toegepast op voorzieningen voor personen met een handicap^{2,3}.

	WONINGEN		KANTOREN/SCHOLEN	
	Aanbevolen luchtsnelheid [m/s]	Maximale luchtsnelheid [m/s]	Aanbevolen luchtsnelheid [m/s]	Maximale luchtsnelheid [m/s]
Begingedeelte (dat niet door bewoonde ruimten loopt)	4	6	6	8
Gedeelte dat door bewoonde ruimten loopt	3	4	4,5	6
Eindgedeelte	1,5	2	2	4

/ Overzicht van de luchtsnelheidsgrenzen in ventilatiekanalen. De richtlijnen voor woningen kunnen gebruikt worden voor de residentiële gedeelten in voorzieningen voor personen met een handicap. De richtlijnen voor kantoren en scholen kunnen toegepast worden in de niet-residentiële gedeelten in voorzieningen voor personen met een handicap.

¹ C. Delmotte, M. De Bie, R. Debruyne, G. Ledoyen, and J. Nouwynck, "Rapport 15: Berekening van drukverliezen en dimensionering van luchtdistributienetwerken," no. 15, p. 81, 2014

² <https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2013-03.16/>

³ Buildwise Akoestische aandachtspunten bij mechanische ventilatiesystemen <https://www.youtube.com/watch?v=27zqYD2COm0>

BIJLAGE 2: Wat is een goede CO₂-meter?

- **sensor:** kies voor een niet-dispersieve infraroodsensor, NDIR – het meestvoorkomende type. Zoek in de handleiding naar vermeldingen als 1 channel-NDIR, 2 channels-NDIR, double beam-NDIR.
- **werkelijke CO₂-concentratie:** de CO₂-meter moet de werkelijke CO₂-concentratie, uitgedrukt in ppm, meten.
 - Vermeldt de handleiding 'True CO₂ measurement'? Dan is de meter geschikt.
 - Vermeldt de handleiding 'eqCO₂' of 'CO₂equivalent'? Dan is die meter NIET geschikt.
- **voeding:** er bestaan meters die werken op batterijen, netvoeding en via USB-poorten van een computer. Een tafelmodel op batterijen is het handigste. U moet dan wel de batterijen af en toe vervangen.
- **display:** bij meters met een display leest u de CO₂-concentratie in 1 oogopslag af. Bij andere toestellen doet u dat online of in een app.
- **temperatuur en vochtigheid:** een CO₂-meter die ook de temperatuur en de relatieve vochtigheid meet, is een plus. Zo ziet u verschillende parameters in 1 oogopslag.
- **kleur- of ledindicatie:** bij CO₂-meters met een kleurenscherm licht het scherm oranje of rood op als de CO₂-concentratie te hoog is. Soms heeft een meter gekleurde ledlichtjes. Zo is het snel duidelijk hoe goed de ventilatie is.
- **aanpasbare waarschuwniveaus:** de grenswaarden voor CO₂-concentraties zijn meestal al ingesteld. Kijk na wat die grenswaarden zijn en of u die zelf kunt aanpassen.
- **geluid:** meters met geluid kunnen handig zijn, maar ook storend. Kijk na of u het geluid kunt uitzetten.
- **meetbereik:** kies voor een CO₂-meter met een meetbereik tot minstens 5000 ppm.
- **maximale meetfout** (te checken op de technische fiche, vermeldt in X% of +/-% + Y ppm): bij mobiele meters moet die lager zijn dan 10% voor 900 en 1500 ppm. Bij toestellen met een meetbereik tot 10.000 ppm moet die lager zijn dan 10% voor 900, 1500 én 5000 ppm.
- **kalibreermethode:** u kunt het best kiezen voor een zelfkalibrerend toestel of een toestel dat u eenvoudig kunt kalibreren op basis van verse buitenlucht. Want door veroudering van de sensor kan er drift optreden: een kleine, constante verandering van de meetresultaten van eenzelfde toestel in dezelfde omstandigheden. Daardoor meet de sensor niet meer juist. Het is daarom belangrijk dat u de sensor regelmatig kalibreert of afstelt. Er zijn 2 manieren om sensoren te kalibreren.
 - op basis van een externe referentie zoals een kalibratiegasmengsel of verse buitenlucht: *single beam*.
 - of op basis van een interne referentie in het meettoestel zelf: *dual beam*.

Op lange termijn zijn de meetresultaten van een toestel dat gekalibreerd wordt op basis van een externe referentie betrouwbaarder dan de meetresultaten van een toestel dat gekalibreerd wordt op basis van een interne referentie. In de groep van sensoren die gekalibreerd worden op basis van een externe referentie zijn er ook zelfkalibrerende toestellen. Die toestellen maken gebruik van verse buitenlucht of lucht die daarmee vergelijkbaar is (zoals het geval is in een leeg, goed geventileerd en verlucht lokaal). Het eenvoudigste (geen praktische rompslomp om het toestel te laten kalibreren bij een externe firma) en goedkoopste (geen labokosten voor kalibratie) is dat u kiest voor een sensor met een zelfkalibrerende functie; zoals bijvoorbeeld ABC (*automatic background calibration*) LogicTM of een toestel dat u eenvoudig kunt kalibreren op basis van buitenlucht.

- **dataopslag:** er bestaan meters die alle metingen opslaan. Zo maakt u makkelijk rapporten, ziet u evoluties en effecten van ventilatie en verluchting, en van aanpassing van bezetting. Die meters zijn wel duurder. Kiest u voor een meter met dataopslag? Kijk dan na hoe u die data moet uitlezen: via specifieke software, dataplatformen online of een datakaartje.
 - Let erop dat het veelgebruikte systemen en standaarden zijn. Anders zit u vast aan het systeem van de leverancier.
 - Slaat het toestel gegevens op op een dataplatform? Ga dan na waar die meetgegevens worden opgeslagen. Wie is de eigenaar van die gegevens? Worden ze gedeeld met derden? Vraag een duidelijk antwoord op die vragen.
 - Het eenvoudigste en veiligste zijn de toestellen die de waarden op een geheugenkaartje kunnen opslaan.

BIJLAGE 3: Sjabloon registratie CO₂-meting in voorzieningen voor personen met een handicap

Op dit formulier kunt u de waarden (CO₂-concentratie, tijdstip meting en aantal aanwezige personen in de ruimte) noteren zodat u die later makkelijk kunt evalueren.

Tips voor een correct gebruik van uw CO₂-meter:

- Zet de meter op een veilige, zichtbare en **centrale plaats** op **1,5 meter** hoogte en niet té dicht bij mensen, ramen en ventilatieroosters.
- Meet wanneer er **veel mensen samen** zijn, en liefst tegen het einde van de activiteit of de maaltijd.
- De meter heeft enkele minuten tijd nodig voor een stabiele meting. Wacht dus even voor u het resultaat noteert in de tabel.

Naam leefgroep of afdeling:

Datum metingen: van maandag

(dd/mm) tot en met zondag

(dd/mm)

Soort lokaal	Maandag		Dinsdag		Woensdag		Donderdag		Vrijdag		Zaterdag		Zondag					
	CO ₂	Uur	Pers.	CO ₂	Uur	Pers.	CO ₂	Uur	Pers.	CO ₂	Uur	Pers.	CO ₂	Uur	Pers.			
Voorbeeld: Dagbestedingsruimte	760	12:30	28	820	12:40	28	800	12:50	28	860	12:30	27	810	13:40	30	950	11:55	72
Dagbestedingsruimte																		
Gemeenschappelijke leefruimte																		
Gemeenschappelijke eetruimte																		
Verpleegpost/personeelslokaal																		
Speciale ruimte 1																		
Speciale ruimte 2																		
Bewonerskamer 1																		
Bewonerskamer 2																		

BIJLAGE 4: Simulatiestudie 'ventilatie- en verluchtingsstrategieën'

In 2024 deed de onderzoeksgroep Bouwfysica en Duurzaam bouwen van de KU Leuven een simulatiestudie om te onderzoeken welk effect ventileren en verluchten heeft op de binnenluchtkwaliteit en het energieverbruik van voorzieningen voor personen met een handicap. Ze onderzocht de effecten met verschillende gebouwkenmerken, verschillende ventilatiesystemen, voor verschillende activiteitsniveaus gedurende het gehele jaar en dit voor zowel een oudere als een nieuwere voorziening.

De simulaties werden uitgevoerd op een model met typische kenmerken van dagbestedingsruimtes en speciale ruimtes zoals afzonderingsruimtes of snoezelruimtes in voorzieningen voor personen met een handicap. De simulatieresultaten helpen u bij uw ventilatie- en verluchtingsstrategieën. Blijf de CO₂-concentratie meten om te volgen welk effect die hebben op de ventilatie.

1. DAGBESTEDINGSRUIMTE

Simulatiemodel dagbestedingsruimte

In de simulatiestudie werd een model gemaakt van een dagbestedingsruimte in een oude en nieuwe voorziening met typische eigenschappen. De dagbestedingsruimte van 90 m²:

- grenst aan de ene kant aan de buitenomgeving (zuidelijk georiënteerd)
- grenst aan de andere kant aan de gang (noordelijk georiënteerd)
- heeft een maximale bezetting van 20 personen.

Een overzicht van de modeleigenschappen vindt u in de tabel.

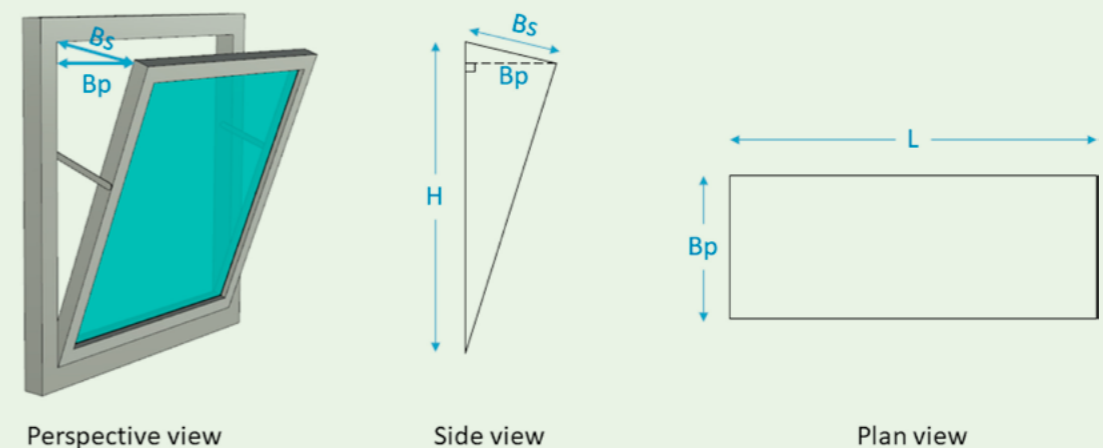
De simulatie gaat ervan uit dat de raamopening in de dagbestedingsruimte 4 m² of 4,4% van het vloeroppervlak is. De ramen werden op kipstand geopend. De openingsoppervlakte van een raam is de effectieve opening van een raam of de som van de driehoeken aan beide zijanten + rechthoek bovenaan

- **Raam volledig open:** openingsoppervlakte = raamoppervlakte
- **Raam op kip:** openingsoppervlakte = A_{BO} = som van de driehoeken aan beide zijanten + rechthoek bovenaan

Voorbeeld: openingsoppervlakte van 1 m²:

- **Raam volledig open:** raam van 1 m op 1 m
- **Raam op kip:** raam van 1,5 m breed en 1 m hoog met een hellingshoek van 15°

$$A_{BO} = 2 \left(H * \frac{B_s}{2} \right) + B_p * L$$



¹ K. Mourkos, R.S. McLeod, C.J. Hopfe, C. Goodier, en M. Swainson, Assessing the application and limitations of a standardised overheating risk-assessment methodology in a real-world context, Building and Environment, vol. 181, p. 107070, 2020, doi: 10.1016/j.buildenv.2020.107070.

		Oudere gebouw-eigenschappen	Nieuwere gebouw-eigenschappen
Geveleigenschappen	Isolatiewaarde	U = 0,6 W/m ² .K	U = 0,21 W/m ² .K
	Luchtdichtheid	n ₅₀ = 6 h ⁻¹	n ₅₀ = 1 h ⁻¹
Raameigenschappen	Type beglazing	Dubbele beglazing	Dubbele beglazing
	Type profiel	Verouderd pvc	Nieuw pvc
	Isolatiewaarde	U = 2,1 W/m ² .K	U = 1,1 W/m ² .K
	Zonnewering	Dakoverstek	Dakoverstek + Regelbare zonscreens
Installaties	Koeling	Geen actieve koeling	Actieve koeling bij T > 26 °C
	Ventilatietypes	1. Geen mechanisch ventilatiesysteem 2. Systeem C	1. Systeem C 2. Systeem D 3. Systeem D+
	Ventilatiedebiet	22 m ³ /h.persoon	36 m ³ /h.persoon
	Ventilatieregeling	Constant debiet tussen 7 – 19 uur	Constant debiet tussen 7 – 19 uur Vraaggestuurd (CO ₂ -setpunt = 900 ppm)
Bezettingseigenschappen	Activiteitsniveau	Laag (1,2 MET en 0,0046 l/s CO ₂ -productie) en hoog (4 MET en 0,0152 l/s CO ₂ -productie)	Laag (1,2 MET en 0,0046 l/s CO ₂ -productie) en hoog (4 MET en 0,0152 l/s CO ₂ -productie)
	Gesimuleerde piekmomenten	Voor oppervlakte 90 m ² : maximaal 20 personen tussen 9 en 12 uur en tussen 13 en 18 uur met pieken tussen 9.30 en 11 uur en 14 en 16 uur	Voor oppervlakte 90 m ² : maximaal 20 personen tussen 9 en 12 uur en tussen 13 en 18 uur met pieken tussen 9.30 en 11 uur en 14 en 16 uur

/ Gebouweigenschappen voor simulatiestudie



/ Bezetting van dagbestedingsruimte in de simulatiestudie. Op de x-as staat het uur van de dag en op de y-as het aantal aanwezige personen in de ruimte.

Simulatiescenario's

De simulatiestudie testte **zowel een oudere voorziening met 2 ventilatiesysteemtypes** (geen mechanisch ventilatiesysteem en ventilatiesysteem C) als een **nieuwere voorziening met systeemtype C en D zonder en met vraagsturing (D+)**. De ventilatiesysteemtypes D en D+ worden in de simulatiestudies uitgerust met een warmterugwinning met een efficiëntie van 75%. De prestaties van de ventilatiesysteemtypes worden geëvalueerd tijdens het stookseizoen en de zomer. Voor mechanische ventilatiesystemen (C en D) worden verschillende ventilatiedebieten geëvalueerd:

- **oudere voorziening:** een ventilatiedebiet van 22 m³ verse lucht per uur per persoon (aanvaardbare luchtkwaliteit IDA3)
- **nieuwere voorziening:** een ventilatiedebiet van 36 m³ verse lucht per uur per persoon (middelmatige luchtkwaliteit IDA2).

Daarnaast worden **3 verschillende verluchtungsstrategieën** gesimuleerd.

- **Scenario 1:** Ramen blijven altijd dicht.
- **Scenario 2:** Ramen staan 1 uur open tijdens de eerste ochtendactiviteit in het stookseizoen en blijven tijdens activiteiten de hele tijd open in de zomer.
- **Scenario 3:** Ramen staan open tijdens de activiteiten in het stookseizoen en de volledige dag in de zomer.

Alle simulatiescenario's worden per jaar uitgevoerd tijdens buitencondities die overeenkomen met gemiddelde weercondities in Vlaanderen. In de simulatiestudie wordt aangenomen dat de binnenmilieucondities in de dagbestedingsruimte homogeen zijn. In realiteit is dat niet het geval en kunnen er lokale verschillen in binnentemperatuur en CO₂-concentratie optreden. Er wordt rekening gehouden met een CO₂-productie van volwassenen van 0,0046 l/s voor het lage activiteitsniveau (zittende activiteit) en 0,0152 l/s voor het hoge activiteitsniveau (bewegende activiteit)².

– 2 prestatie-indicatoren:

- CO₂-concentratie: hoe vaak en hoe ver gaat de CO₂-concentratie over de bovengrens van 900 ppm (IDA-klasse 2 en referentie voor preventie op besmetting met ademhalingsvirussen) en 1200 ppm (IDA-klasse 3 en richtwaarde in het federale ventilatieplan)?
- energieverbruik: welke impact hebben de verluchtungsstrategieën op het energieverbruik? De studie hield niet alleen rekening met het energieverbruik voor verwarming en koeling, ook met het verbruik van de ventilatoren bij mechanische ventilatiesystemen (C en D).

– Ventilatie- en verluchtungsstrategieën

De ventilatie- en verluchtungsstrategieën worden hieronder vermeld voor een voorziening voor personen met een handicap met oudere en nieuwere gebouweigenschappen afzonderlijk en per ventilatiesysteemtype.

² A. Persily and L. de Jonge. Carbon dioxide generation rates for building occupants (2017)

Oudere voorziening zonder mechanisch ventilatiesysteem

Heeft de dagbestedingsruimte oudere gebouwenkenmerken en geen mechanisch ventilatiesysteem? Dan gelden onderstaande ventilatie-aanbevelingen:

- Bij een **laag activiteitsniveau** blijft de CO₂-concentratie onder de 1200 ppm zonder de ramen te openen. Om onder de 900 ppm te blijven, moeten de ramen tijdens de activiteit worden geopend.
- **Stookseizoen bij hoog activiteitsniveau:** ramen openen tijdens de activiteiten (scenario 3) leidt tot de laagst mogelijke CO₂-concentraties, maar er zullen altijd overschrijdingen zijn van 900 ppm. De enige oplossing is om bijkomend de bezetting te verlagen of een ventilatiesysteem te installeren. De ramen openen gaat bovendien gepaard met een **bijkomend energieverbruik** voor verwarming van meer dan 30%.
- **Zomer bij hoog activiteitsniveau:** ramen de hele dag openen (scenario 3) volstaat om de CO₂-concentraties onder 1200 ppm te houden. Bij hittegolven raden we af om de ramen overdag open te zetten. Er zullen altijd overschrijdingen zijn van 900 ppm. De enige oplossing is om bijkomend de bezetting te verlagen of een ventilatiesysteem te installeren.

Oudere voorziening met ventilatiesysteem type C

Heeft de dagbestedingsruimte oudere gebouwenkenmerken en een ventilatiesysteem type C? Dan gelden onderstaande ventilatieaanbevelingen:

- Als het ventilatiesysteem ten minste 22 m³ per uur per persoon kan leveren, dan:
 - blijft de CO₂-concentratie altijd onder de 1200 ppm en bijna altijd onder de 900 ppm (overschrijdingstijd minder dan 2%) bij een **laag activiteitsniveau**
 - moeten de ramen tijdens de activiteiten geopend worden (scenario 3) om de CO₂-concentratie onder de 1200 en 900 ppm te houden bij een **hoog activiteitsniveau**. In de zomer zal ook dat onvoldoende zijn en zal de bezetting bijkomend verlaagd moeten worden.

Nieuwere voorziening met ventilatiesysteem type C, D en D+

Als de dagbestedingsruimte nieuwere gebouwenkenmerken en ventilatiesysteem type C, D of D+ met warmteterugwinning (75%) heeft, gelden onderstaande ventilatie-aanbevelingen:

- Als het ventilatiesysteem ten minste 36 m³ per uur per persoon kan leveren, dan blijft de CO₂-concentratie onder de 1200 en 900 ppm bij een **laag activiteitsniveau**.
- Bij een **hoog activiteitsniveau** moeten de ramen tijdens de activiteiten geopend worden (scenario 3) om de CO₂-concentratie onder de 1200 en 900 ppm te houden.

2. SPECIALE RUIMTE ZOALS EEN AFZONDERINGSRUIMTE OF SNOEZELRUIMTE

Simulatiemodel afzonderingsruimte/snoezelruimte

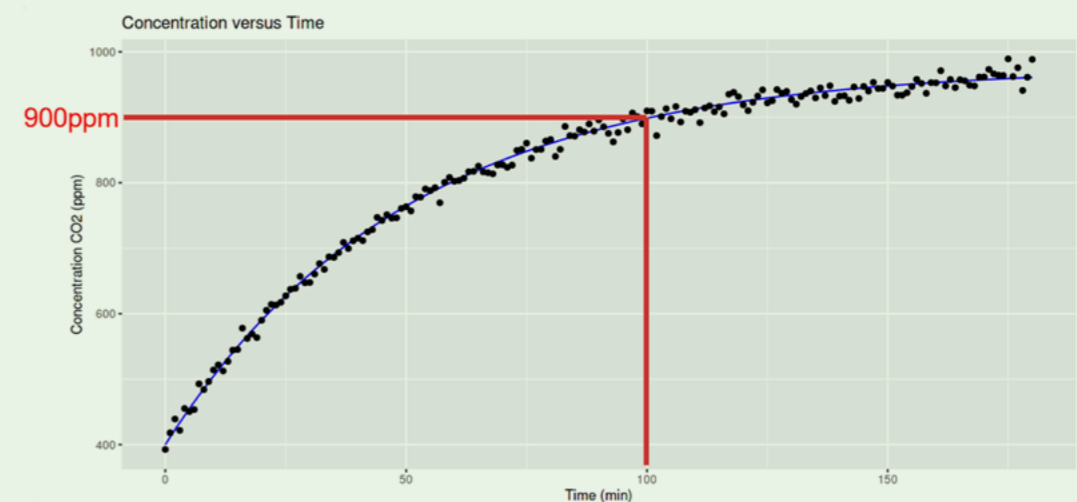
In de simulatiestudie werd een model gemaakt van een afzonderingsruimte/snoezelruimte met een vereenvoudigde simulatietool³.

Simulatiescenario's

KU Leuven simuleerde een afzonderingsruimte/snoezelruimte met

- Een laag (1,2 MET) en hoog activiteitsniveau (4 MET) van de aanwezige persoon
- Een mechanisch ventilatiedebiet van 0, 22, 36 en 54 m³/h
- Een volume van 12,5, 30 en 75 m³.

Algemene conclusie is dat de CO₂-concentratie in een afzonderingsruimte/snoezelruimte zonder opengaand raam snel oploopt. Om onder de CO₂-concentratie van 1200 ppm en 900 ppm te blijven, zullen er vaak hogere ventilatiedebieten moeten worden voorzien. Hieronder ziet u een voorbeeld van de opbouw van de CO₂-concentratie in de ruimte bij een laag activiteitsniveau met een ventilatiedebiet van 36 m³/h en een gemiddeld volume van de ruimte (30 m³). Na 100 minuten wordt de drempelwaarde van 900 ppm overschreden:



³ Carbon Dioxide Simulator v1.2, Belgian Society for Occupational Hygiene, beschikbaar via <https://co2sim.bsoh.be/>

