Hoge
Gezondheidsraad

SARS-COV-2 EN HET GEBRUIK VAN PASSIEVE VENTILATIESYSTEMEN, MECHANISCHE VENTILATIE, AIRCONDITIONING EN FILTERS IN ANDERE OMGEVINGEN DAN ZIEKENHUIZEN EN VERZORGINGSINSTELLINGEN

MEI 2020
HGR NR 9599

.be

COPYRIGHT

Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu

Hoge Gezondheidsraad
Victor Hortaplein 40 bus 10
B-1060 Brussel

Tel: 02/524 97 97
E-mail: info.hgr-css@health.belgium.be

Auteursrechten voorbehouden.
U kunt als volgt verwijzen naar deze publicatie:
Hoge Gezondheidsraad. SARS-CoV-2 en het gebruik van passieve ventilatiesystemen, mechanische ventilatie, airconditioning en filters in andere omgevingen dan ziekenhuizen en verzorgingsinstellingen. Brussel: HGR; 2020. Advies nr. 9599.

De integrale versie van dit advies kan gedownload worden van de website: **www.hgr-css.be**

Deze publicatie mag niet worden verkocht.

Hoge Gezondheidsraad

ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD nr. 9599

SARS-CoV-2 en het gebruik van passieve ventilatiesystemen, mechanische ventilatie, airconditioning en filters in andere omgevingen dan ziekenhuizen en verzorgingsinstellingen

In this scientific advisory report, which offers guidance to public health policy-makers, public building managers and HVAC technicians, the Superior Health Council of Belgium provides an expert opinion and special recommendations on the use, outside hospitals and care institutions, of passive ventilation systems, mechanical ventilation, air-conditioning and filters to prevent potential airborne transmission of SARS-COV-2

Door het Bureau van het College met spoed gevalideerde versie
Op 25 mei 2020[1]

Versie gevalideerd door het College van
3 juni 2020

I INLEIDING EN VRAAGSTELLING

Het advies van de Hoge Gezondheidsraad (HGR) werd op 29 april 2020 gevraagd door Philippe De Backer , Minister van Digitale Agenda, Telecommunicatie en Post, belast met Administratieve vereenvoudiging, Bestrijding van de sociale fraude, Privacy en Noordzee met betrekking tot een dringende vraag omtrent de verspreiding van het Sars-Cov-2 virus via HVAC (Heating-Ventilation-Air Conditioning) - installaties in gebouwen die geen ziekenhuizen zijn.

De oorspronkelijke vraag komt van AG Real Estate, een dochtermaatschappij van AG Insurance en de grootste privé-vastgoedspeler in België. Deze wenst de technische installaties voor verwarming, ventilatie en airconditioning in hun gebouwen (kantoren, magazijnen, shoppingcentra) te herstarten en daarbij de veiligheid van de gebruikers te garanderen.

Er zijn inderdaad wetenschappelijke artikels die het hebben over gevallen waarin het virus via dit soort installaties is overgedragen.

Deze vastgoedspeler heeft zelf al twee maatregelen genomen:

- De ventilatie van de kantoren werkt met 100% frisse lucht. De systemen die energie terugwinnen door verse buitenlucht gedeeltelijk te mengen met lucht die al in de gebouwen heeft gecirculeerd, zijn stilgelegd. Systemen waarbij de teruggewonnen lucht aan de inlaat NIET wordt vermengd met verse buitenlucht, blijven vooralsnog

[1] De Raad behoudt zich het recht voor om in dit document op elk moment kleine typografische verbeteringen aan te brengen. Verbeteringen die de betekenis wijzigen, worden echter automatisch in een erratum opgenomen. In dergelijk geval wordt een nieuwe versie van het advies uitgebracht.

dienst doen. Zo wordt vb. de lucht die uit de kantoren wordt gerecupereerd, gebruikt voor de ventilatie van parkeergarages of de inkomhal.

- De afzuiginstallaties in de sanitaire voorzieningen worden apart beheerd en werken 24 uur per dag en 7 dagen per week om het grotere risico in deze ruimtes te beperken.

De gestelde vragen luiden als volgt:

1. Wat vinden wetenschappers van het idee om de recuperatielucht in luchtgroepen, waar er menging van verse lucht met gerecupereerde lucht is, uit te zetten en enkel met verse buitenlucht te ventileren ?

2. Vindt men het nodig om de sanitaire lokalen 24/7 te ventileren ? (dit gebeurt steeds door extractie, de sanitaire ruimten staan in onderdruk t.o.v. de kantoren) Of acht men dit overdreven ?

3. Is het ook nodig om de recuperatielucht van de kantoren naar bv. de parkings of inkomhall uit te zetten, als er GEEN menging is geweest met nieuwe verse buitenlucht ?

   Moet dat of kan deze luchtstroom blijven bestaan ? (Vaak wordt de ventilatie van de parking op deze wijze verplicht in milieuvergunningen.)

4. Is ozon een geschikt middel om met 100 % zekerheid het coronavirus dat in onze luchtkanalen zou circuleren, te doden ? Wordt deze techniek aanbevolen wanneer de lokalen niet worden gebruikt ?

5. Bestaan er andere technologieën of oplossingen die maken dat we onze vele huurders, als verzekeraar, kunnen garanderen dat de blootstelling aan Corona via de HVAC installatie perfect onder controle is ?

(Dus : bepaalde producten die we kunnen verstuiven, zonder schadelijke bijwerkingen ? UV-licht gebruiken ? Maar kan dat wel toegepast gelet op het kolossale debiet ? We hebben luchtgroepen die 100.000 m³/u verzetten…)

6. Kan men wetenschappelijke literatuur bezorgen over dit onderwerp ? Wat is de stand van de wetenschap in deze materie ?

7. Bestaan er erkende labo's die eventueel metingen inzake virusdeeltjes in ventilatiesystemen willen / kunnen doen ?

Naast deze vragen die via de heer Philippe De Backer werden gesteld, achtte de HGR het nuttig aanbevelingen te formuleren naar particulieren toe.

Gezien de hoogdringendheid van de vraag werd ze rechtstreeks overgemaakt aan een aantal deskundigen op het gebied van infectiologie, microbiologie, ziekenhuishygiëne en toxicologie. Een voorlopige versie van het advies is door het Bureau van het College van de HGR met spoed gevalideerd op 25 mei 2020. Het werd vervolgens door het College definitief gevalideerd op 3 juni 2020.

Lijst van de gebruikte afkortingen

ATIC	Koninklijke vereniging van de verwarmings-, ventilatie- en klimaatbeheersingstechniek (*Association Royale de la Technique du chauffage, de la ventilation et de la climatisation*)
BELAC	*Belgische Accreditatie-instelling* - Organisme Belge d'Accréditation
HGR	Hoge Gezondheidsraad
CDC	*Centers for Disease Control and Prevention*
Covid-19	*Coronavirus disease 2019*
VVK	Verwarming - Ventilatie - Klimaattechniek
HCSP	Haut Conseil de la santé publique (France)
HEPA	*High Efficiency Particulate Air* (filters)
HVAC	*Heating, ventilation and air-conditioning*
ROB	Rustoord voor bejaarden
RVT	Rust- en verzorgingstehuis
WGO	Wereldgezondheidsorganisatie *(WHO)*
REHVA	*Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning associations*
RT-PCR	*Reverse transcription-polymerase chain reaction*
SARS	*Severe Acute Respiratory Syndrome*
GMV	Gecontroleerde mechanische ventilatie

Mots clés et MeSH *descriptor terms*[2]

Mesh terms*	**Keywords**	**Sleutelwoorden**	**Mots clés**	**Schlüsselwörter**
COVID-19	SARS-CoV-2	SARS-CoV-2	SARS-CoV-2	SARS-CoV-2
Environment, controlled	HVAC	HVAC	CVC	HLK
Disinfection	Disinfection	Ontsmetting	Désinfection	Desinfektion
	Office buildings	Kantoorgebouwen	Immeubles de bureaux	Bürogebäude

MeSH (Medical Subject Headings) is de thesaurus van de NLM (National Library of Medicine) met gecontroleerde trefwoorden die worden gebruikt voor het indexeren van artikelen voor PubMed http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh.

[2] Le Conseil tient à préciser que les termes MeSH et mots-clés sont utilisés à des fins de référencement et de définition aisés du scope de l'avis. Pour de plus amples informations, voir le chapitre « méthodologie ».

II CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Eerst en vooral herinnert de HGR eraan dat de klassieke aanbevelingen, namelijk (zelf)quarantaine in geval van symptomen, *social-distancing*, inachtneming van een maximum aantal mensen per m^2 in een afgesloten ruimte, handhygiëne, toezien op minimale verspreiding in geval van hoesten, dragen van maskers, enz. essentieel zijn om het risico te beperken tot een aanvaardbaar niveau gezien de huidige situatie in België.

De oppervlaktehygiëne opvoeren is doeltreffend en heeft prioriteit.

Vervolgens, hoewel nog niet duidelijk is vastgesteld hoe goed het SARS-CoV-2-virus zich via de lucht kan verspreiden (zie punt III.2), blijft het virus in een aerosol ten minste 3 uur lang levensvatbaar en komen er almaar meer vermoedens van besmetting via deze weg in bepaalde omstandigheden.
Ventilatie en verluchting van de ruimten zijn daarom centrale elementen waarmee rekening moet worden gehouden om het risico van overdracht door de lucht te verminderen.

1 Gebruik van louter verse buitenlucht

Wat vinden wetenschappers van het idee om de recuperatielucht in luchtgroepen, waar er menging van verse lucht met gerecupereerde lucht is, uit te zetten en enkel met verse buitenlucht te ventileren ?

Buiten en in gesloten ruimten met een groot volume lijkt het risico op overdracht van het SARS-CoV-2-virus via aerosolen zeer gering als men rekening houdt met de verdunning van aerosolen die virussen bevatten (HCSP b, 2020).

Uit voorzorg en naast de gebruikelijke standaard hygiënemaatregelen (handen wassen, oppervlakken regelmatig wassen en desinfecteren, *social distancing*, enz.) adviseert de HGR de aanbevelingen van de REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2020) op te volgen zoals die in België via ATIC[3] (Koninklijke vereniging van de verwarmings-, ventilatie- en klimaatbeheersingstechniek) zijn doorgegeven, met name **door de recirculatie van lucht uit te schakelen en de toe- en afvoer van lucht op te voeren.** Daarbij moet men ervoor zorgen dat de buitenlucht wordt aangezogen vanaf een plaats waar de besmettingsgraad van de lucht zo laag mogelijk is.

Omdat virusdeeltjes die in luchtafvoerkanalen circuleren opnieuw in het luchttoevoercircuit kunnen worden gebracht wanneer er een recirculatievoorziening is, wordt aanbevolen het hele systeem te laten werken **met louter verse lucht en de recirculatiekleppen uit te schakelen**. Filters die niet van het HEPA-type zijn, waarmee de recirculatieblokken zijn uitgerust, volstaan niet om SARS-CoV-2 uit te filteren.

Bovendien wordt aanbevolen **de ventilatiesystemen langer te laten werken** door ze ten minste 2 uur voorafgaand aan het gebruik van de lokalen in te schakelen en tot 2 uur na afloop daarvan te laten doorwerken.

De REHVA raadt aan permanent te ventileren, 24 uur per dag en 7 dagen per week, en het debiet te verkleinen wanneer de vertrekken niet worden gebruikt.

Technische opmerking: niet alle ventilatiegroepen van tegenwoordig hebben de juiste afmetingen om met 100% verse lucht te werken; doordat de afmetingen van de kanalen niet groot genoeg zijn om het maximale debiet toe te laten, is het aandeel van de binnenkomende verse lucht automatisch kleiner dan 100 %, en daarom wordt een deel van de lucht

[3] www.atic.be

noodzakelijkerwijs gerecirculeerd. Wanneer men iets wijzigt zorgt men voorzichtigheidshalve best voor onderdruk in de zones waar personeel wordt blootgesteld. Indien werking met 100% verse lucht niet mogelijk is, is een HEPA-filtratie van minimaal H13 op de afvoer en toevoer noodzakelijk om recirculatie mogelijk te maken.

2 Sanitaire voorzieningen

Vindt men het nodig om de sanitaire lokalen 24/7 te ventileren ? (dit gebeurt steeds door extractie, de sanitaire ruimten staan in onderdruk t.o.v de kantoren) Of acht men dit overdreven ?

Alhoewel er tot nu toe geen gedocumenteerde fecaal-orale overdracht is, is aangetoond dat het virus via stoelgang uitgescheiden wordt (Tian, Y. et al., 2020) ; Chen Y. et al., 2020 ; Wang W. et al., 2020 ; Hindson J., 2020).
In sanitaire voorzieningen ontstaan voortdurend aerosolen (toiletspoeling, kranen, heteluchtblazers om de handen te drogen).
Bovendien zijn sanitaire vertrekken doorgaans vrij krap bemeten, ingesloten en weinig verlucht.

Bijgevolg spelen ventilatiesystemen in sanitaire voorzieningen een potentiële rol in de verspreiding van SARS-CoV-2.

Ventilatie van gesloten sanitaire vertrekken is onontbeerlijk (luchtvochtigheid, CO2-gehalte, noodzakelijke frisse lucht, ...).
Voor sanitair met ramen volstaat natuurlijke ventilatie (verluchting via de ramen).

Het is daarom aanbevolen:

- **papieren wegwerphanddoekjes aan te bieden en de handdrogers met warme lucht buiten gebruik te stellen;**
- **gebruikers te vragen het toiletdeksel te sluiten voordat ze doorspoelen;**
- **de verluchting op te voeren en de ventilatie continu te laten werken (24 uur per dag, 7 dagen per week) maar 's nachts en in het weekend op verminderde kracht**

Technische opmerking: Er moet op worden gelet dat er geen drukonevenwicht ontstaat door de toevoer af te snijden of te sterk te verminderen, waardoor de omliggende ruimten van de sanitaire voorzieningen in onderdruk zouden kunnen worden gezet. De omliggende ruimten mogen immers nooit onder een lagere druk staan dan de sanitaire voorzieningen, om te voorkomen dat de vervuilde lucht terugkeert naar de andere lokalen.

3 Gerecupereerde lucht uit de kantoren naar de parkeergarages / inkomhal

Is het ook nodig om de recuperatie-lucht van de kantoren naar bv. de parkings of inkomhall uit te zetten, als er GEEN menging is geweest met nieuwe verse buitenlucht ?
Moet dat of kan deze luchtstroom blijven bestaan ? (Vaak wordt de ventilatie van de parking op deze wijze verplicht in milieuvergunningen.)

Het algemene principe van de uitschakeling van recirculatie zou indien mogelijk moeten worden gevolgd.

De inkomhal kan een wachtruimte zijn voor bezoekers en receptiepersoneel kan er aan het werk zijn. Bijgevolg wordt aanbevolen mogelijk besmette lucht uit de kantoren niet in de inkomhal te blazen.

Ook in de parkeergarages zou potentieel besmette lucht uit de kantoren de lucht kunnen besmetten. Als toevoer van verse lucht niet mogelijk is, moet het risico dat CO in de lucht blijft

hangen bij voorrang worden voorkomen. De HGR adviseert daarom altijd een vorm van ventilatie te handhaven. Mensen mogen er niet langer blijven dan de tijd die nodig is om hun voertuig op te halen / te parkeren. Toch wordt aanbevolen de afzuiging te behouden, zodat verse lucht kan circuleren en onderdrukzones kunnen worden vermeden.

Technische opmerking: men dient alleszins te controleren dat de parkeerzone altijd goed geventileerd is om een toename van CO te voorkomen en dat deze niet in onderdruk komt. Om het risico van overdracht van het virus in parkeergarages te verminderen, moet de recirculatie van de lucht die afkomstig is van kantoren/bedrijfsruimten worden afgesneden en moet de lucht in de parkeergarages worden vervangen door frisse buitenlucht, die wordt aangezogen via luchtinlaten die op de juiste wijze zijn geplaatst om propere lucht in te voeren (bijvoorbeeld zo ver mogelijk van straten met druk verkeer).
Ook dient men de ventilatiegroepen operationeel te houden voor bepaalde zones en voor ingrepen van de brandweer.

4 Ozon als ontsmettingsmiddel

Is ozon een geschikt middel om met 100 % zekerheid het coronavirus dat in onze luchtkanalen zou circuleren, te doden ?

Het gebruik van ozon wordt **niet aanbevolen** om SARS-CoV-2 in openbare ruimten uit te schakelen (HGR 9593, 2020).

5 Andere technologieën voor ontsmetting / uitschakeling

Bestaan er andere technologieën of oplossingen die maken dat we onze vele huurders, als verzekeraar, kunnen garanderen dat de blootstelling aan Corona via de HVAC installatie perfect onder controle is ?
(Dus : bepaalde producten die we kunnen verstuiven, zonder schadelijke bijwerkingen ? UV-licht gebruiken ? Maar kan dat wel toegepast gelet op het kolossale debiet ? We hebben luchtgroepen die 100.000 m³/u verzetten…)

Allerlei ontsmettingssystemen ter aanvulling op HEPA-filters, zoals ozon, biociden, uv-stralen enz. (HGR 9494, 2020), hebben niet veel nut om de verspreiding van SARS-CoV-2 te verminderen in ruimten met een groot volume waar weinig besmetting is. Die voorzieningen moet men alleen in bepaalde ziekenhuizen of zorginstellingen gebruiken.
Bovendien is niet aangetoond dat ze vrij zijn van gezondheidsrisico's.

Ten slotte kunnen sommige producten de installaties beschadigen (corrosie, product wordt opgenomen en komt later weer vrij gedurende een bepaalde tijd).

Buiten de ziekenhuissector is het **opstellen van UV-lampen in dichtbevolkte plaatse**n om veiligheidsredenen **noch op gesloten noch op open plaatsen aanbevolen.**

Anderzijds kwam de REHVA tot het besluit dat **ventilatiekanalen reinigen geen praktisch effect had** aangezien het ventilatiesysteem zelf geen bron van besmetting is indien de aanbevelingen voor het verlengen van de ventilatieduur en het uitschakelen van de recirculatie worden nageleefd.

Alle oplossingen met performante ventilatiesystemen of zeer geavanceerde technologie zoals HEPA, ozon, UV-C, enz. zouden dus een vals gevoel van veiligheid geven en zouden de aandacht kunnen afleiden van de regels die op zich doeltreffend, eenvoudig, goedkoop, energiezuinig en vooral niet toxisch zijn.

6 Wetenschappelijke literatuur

Kan men wetenschappelijke literatuur bezorgen over dit onderwerp ? Wat is de stand van de wetenschap in deze materie ?

De geraadpleegde wetenschappelijke referenties zijn terug te vinden op het einde van het advies.

7 Erkende laboratoria

Bestaan er erkende labo's die eventueel metingen inzake virusdeeltjes in ventilatie systemen willen / kunnen doen ?

Op deze vraag is al een antwoord gekomen van Sciensano, samengevat in bijlage 1.

Anderzijds kan de Belgische Accreditatie-instelling BELAC, die onder de verantwoordelijkheid van de FOD Economie is geplaatst (https://economie.fgov.be/belac) ongetwijfeld eveneens antwoorden op deze vraag.

8 Aanbevelingen voor particulieren

In privéwoningen waar een zieke verblijft, beveelt de Franse Hoge Raad voor de Volksgezondheid (HCSP) aan **plaatsgewijs te verluchten door de ramen minstens 15 minuten en minstens 3 keer per dag wijd open te zetten**, vooral tijdens periodes waarin veel druppeltjes worden verspreid.

> "De strategie bestaat erin dit vertrek te verluchten door de ramen wijd open te zetten maar het daarbij af te zonderen van de woning door de deur van het vertrek gesloten te houden en de luchtdichtheid naar de rest van de woning toe maximaal te verzekeren (afdichting van de onderkant van de deur met een tochtstrip). Zonder de beveiliging van de lokalen in het gedrang te brengen is het van belang gebruik te maken van de nacht om de onbezette lokalen gedurende langere tijd permanent te verluchten indien de weersomstandigheden het toelaten."

Men dient ervoor te zorgen dat de verluchting naar buiten toe gebeurt en niet naar andere vertrekken waar zich mensen bevinden.

Er is geen direct klinisch bewijs voor het voordeel van draagbare luchtzuiveraars (met filter, al dan niet gecombineerd met ozon, UV-C, enz.) om het risico op overdracht van besmettelijke ziekten te verkleinen.

III UITWERKING EN ARGUMENTATIE

1 Inleiding – algemene principes van ventilatie

Verwarming, ventilatie en klimaattechniek (afgekort VVK), of in het Engels *heating, ventilation and air-conditioning* (afgekort HVAC) is een geheel van technische domeinen die zorgen voor omgevingscomfort binnenshuis.
Bedoeling is te zorgen voor comfort op het vlak van temperatuur, luchtvochtigheid, veiligheid, luchtdruk en luchtkwaliteit (door het beperken van chemische en microbiologische vervuilende stoffen, kooldioxide (CO_2), geuren, enz.).

VVK is een belangrijk onderdeel van alle soorten constructies en gebouwen, zowel individuele woningen en appartementsgebouwen als kantoren, hotels, zorginstellingen en ziekenhuizen, van kleine handelszaken tot grote winkelcentra, maar ook voertuigen (auto's, treinen, vliegtuigen, schepen).

In dit kader gaat het specifiek over ventilatie (de "V" in HVAC): het uitwisselen of vervangen van lucht waarbij de temperatuur wordt gecontroleerd, nieuwe zuurstof wordt aangevoerd en vocht, geuren, rook, warmte, stof, biologische agentia (bacteriën, virussen) in suspensie in de lucht, CO_2 en andere gassen worden verwijderd.
Ventilatie omvat zowel de uitwisseling van lucht naar buiten toe als de circulatie van lucht binnen het gebouw. Het gaat om een van de belangrijkste factoren voor het behoud van een aanvaardbare binnenluchtkwaliteit in gebouwen. Ventilatie brengt buitenlucht naar binnen, handhaaft de luchtcirculatie binnen het gebouw en voorkomt dat de binnenlucht blijft hangen.

Volgens de Franse Hoge Raad voor de Volksgezondheid (HCSP a, 2020) kan men drie soorten methoden voor het ventileren van een gebouw onderscheiden:

- Natuurlijke ventilatie of verluchting door het open maken van openingen naar buiten (ramen, deuren). De luchtverversing door het openen van de ramen is afhankelijk van een groot aantal parameters zoals wind, buitentemperatuur, raamtype, oppervlakte van de opening en de openingsduur.
- Natuurlijke ventilatie via leidingen met natuurlijke trek: de buitenlucht komt binnen via aanvoeropeningen die zich meestal boven de ramen bevinden en wordt afgevoerd via afvoerbuizen.
- Gecontroleerde mechanische ventilatie (GMV): de onfrisse lucht wordt mechanisch afgezogen (met een motorventilator) en via de afvoerkanalen naar buiten gebracht. Daardoor ontstaat in de verluchte vertrekken een lichte onderdruk tegenover de luchtdruk buiten. Bij mechanische ventilatie kan men
    - uitsluitend met frisse lucht werken,
    - ofwel al de lucht van het hoofdvolume recupereren en bijvoorbeeld naar de parkeergarage stuwen;
    - ofwel een deel van de lucht die al in het gebouw heeft gecirculeerd recupereren en vermengen met buitenlucht.

Mechanische ventilatiesystemen bevatten filters om enerzijds te beschermen tegen verontreiniging die zou leiden tot storingen en schade aan het systeem en anderzijds te zorgen voor de juiste luchtkwaliteit voor de gebruikers.

Door reiniging en filtratie van de lucht kan men fijn stof, verontreinigingen, dampen en gassen uit de lucht wegnemen. De gefilterde en gereinigde lucht wordt vervolgens benut voor verwarming, ventilatie en airconditioning. Het gaat dus om een belangrijk element waarmee men rekening moet houden bij de bescherming van het binnenmilieu in een gebouw.

2 Manieren waarop SARS-CoV-2 zich verspreidt

Dit zijn de voornaamste manieren waarop het SARS-Cov-2 virus wordt doorgegeven die de literatuur (bv. HCSP a, 17/03/2020) vermeldt:

- rechtstreekse overdracht door inademing van druppeltjes (5 tot 10 µm) die iemand anders uitstoot bij het hoesten, niezen en praten;
- overdracht door direct contact van deze druppeltjes met de slijmvliezen van mond, neus of ogen;
- overdracht door contact met besmette oppervlakken en vervolgens door het virus zelf over te brengen op de slijmvliezen van ogen, neus of mond.

In deze context heeft men de klemtoon vooral gelegd op grotere, met het blote oog waarneembare deeltjes die bij het hoesten en niezen worden uitgestoten, langzaam verdampen en snel op een oppervlak neerslaan alvorens te drogen. Maar daarnaast worden, onder meer tijdens het praten, grote hoeveelheden voor het blote oog onzichtbare deeltjes geproduceerd, die nog altijd groot genoeg zijn om een verscheidenheid aan overdraagbare ziekteverwekkers te bevatten. Deze kleine deeltjes kunnen snel drogen en in de lucht blijven hangen. Mensen die zelf geen symptomen vertonen, ademen vooral fijne deeltjes met virus uit (HCSP b, 2020).

De Franse hoge gezondheidsraad brengt evenwel in herinnering (Frankrijk; HCSP a, 17/03/2020):

> "de aanwezigheid van een virus in de lucht betekent niet dat deze besmettelijk is […]. Er bestaan geen studies die aantonen dat het virus door aerosolen over lange afstanden van mens tot mens wordt overgedragen. En als deze manier van overdragen bestaat, is ze zeker niet de voornaamste."

Bijgevolg is het momenteel niet zeker in welke mate kleine deeltjes die ingeademd kunnen worden, ook wel aerosolen of druppelkernen genoemd, bijdragen aan de overdracht via de lucht.

> "Een besmettelijk aerosol is een geheel van met ziekteverwekkers beladen deeltjes in de lucht. Aerosoldeeltjes kunnen op iemand neerslaan of door iemand ingeademd worden. Overdracht via aerosolen is biologisch aannemelijk wanneer (1) besmettelijke aerosolen worden gegenereerd door of vertrekkend van iemand die besmettelijk is, (2) de ziekteverwekker gedurende een bepaalde tijd levensvatbaar blijft in de omgeving en (3) de weefsels waarin de ziekteverwekker de infectie op gang brengt bereikbaar zijn voor aerosolen." (HCSP b, 2020)

In de praktijk is de mogelijke overdracht van SARS-CoV-2 via de lucht een uiterst controversieel gegeven en dat verklaart meteen de tegenstrijdige aanbevelingen van de CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) en de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie) over dit onderwerp. De CDC (2020) zijn het weliswaar eens met bovengenoemd standpunt van de HCSP en achten de overdracht van mens tot mens over lange afstanden door de lucht dus weinig waarschijnlijk, maar bevelen niettemin voorzorgsmaatregelen aan tegen overdracht door de lucht. De WGO daarentegen adviseert alleen standaard voorzorgsmaatregelen voor vermoedelijke of bevestigde Covid-19-patiënten en bijkomende voorzorgsmaatregelen uitsluitend voor procedures waarbij aerosolen vrijkomen.

In een recente studie (Santarpia et al., 2020) met betrekking tot bemonsteringen in kamers van Covid-19-patiënten, vertoonden veel oppervlakken, toiletten en luchtmonsters tekenen van virale besmetting, wat aangeeft dat SARS-CoV-2 zich in de omgeving verspreidt in de vorm van uitgeademde deeltjes, bij het gebruik van het toilet en door contact met oppervlakken. De studie toont dus aan dat het virus zich op afstand kan verspreiden, maar levert niet het bewijs dat het virus op afstand nog altijd besmettingskracht heeft.

Banik en Ulrich (2020) hebben eveneens meerdere argumenten aangebracht die overdracht van SARS-CoV-2 via de lucht plausibel maken:

- Overdracht via aerosolen is een belangrijke manier waarop andere virussen van de luchtwegen, zoals SARS, MERS en influenza A, zich verspreiden.
- Een toenemend aantal epidemiologische onderzoeken wijst op overdracht via de lucht tijdens de presymptomatische fase.
- Ettelijke observatieonderzoeken van patiënten met Covid-19 leveren bewijzen voor de overdracht van SARS-CoV-2 via de lucht.
- Experimenten die in gecontroleerde laboratoriumomstandigheden werden verricht, leveren bijkomend bewijs voor de overdracht van SARS-CoV-2 via de lucht.

Volgens Correia et al. (2020) is de overdracht van het coronavirus via de lucht weliswaar nog niet duidelijk vastgesteld, maar moet deze mogelijkheid worden overwogen aangezien het virus in aerosolen ten minste 3 uur levensvatbaar blijft en het aantal vermoedens van besmetting via deze weg toeneemt. Een masker dragen is de beste manier om infectie te voorkomen.

De Franse hoge gezondheidsraad voegt eraan toe (HCSP b, 2020):

> "Er zijn nog geen specifieke gegevens die het mogelijk maken de verspreiding van aerosolen met fijne deeltjes die drager zijn van levensvatbaar virus, te beschrijven in een structuur zoals een winkel of een vorm van openbaar vervoer. Niettemin sluiten deze onvolledige gegevens een besmetting van besloten ruimtes op een afstand van patiënten die het virus uitstoten niet uit, vooral wanneer de ruimte klein is en zich meerdere patiënten in dezelfde ruimte bevinden."

De conclusie luidt dan ook, zoals ook Sciensano (2020) opmerkt, dat verschillende soorten studies, waaronder studies op basis van stalen uit patiëntenkamers, observatieonderzoeken en experimenten in laboratoriumomstandigheden, wijzen op de mogelijkheid dat het SARS-CoV-2-virus via de lucht over lange afstanden kan worden overgedragen. Voor studies op basis van experimenten moeten de resultaten ervan echter met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, aangezien experimentele omstandigheden niet representatief zijn voor omstandigheden in het ware leven. Een ander element waarmee in dit verband rekening moet worden gehouden, is het feit dat natuurlijke ventilatie aerosolen verdunt.

3 De rol van ventilatie

3.1.1 Studies / Gevallen

Lu et al (2020) beschreven een geval van besmetting in een restaurant met airco in Guangzhou, China, waarbij drie gezinnen betrokken waren. Volgens de auteurs werden druppeltjes van één zieke via de luchtstroom van de airconditioning getransporteerd tot bij twee andere gezinnen, die daardoor besmet raakten. De conclusie was dat het om de verspreiding van het virus in restaurants te voorkomen aanbevolen is de afstand tussen de tafels te vergroten en de ventilatie te verbeteren.

Andere gevallen die in Japan, Duitsland en op het cruiseschip Diamond Princess zijn beschreven, waren voor Correia et al. (2020) aanleiding om van oordeel te zijn dat overdracht van SARS-CoV-2 via de lucht mogelijk is en dat systemen voor verwarming, ventilatie en airconditioning, wanneer ze niet correct worden gebruikt, kunnen bijdragen aan de overdracht van het virus. De auteurs onderzochten de mogelijke impact van verwarmings-, ventilatie- en airconditioningsystemen in gebouwen, zoals ziekenhuizen of andere zorginstellingen, als factoren bij de verspreiding van het virus. Deeltjes die zich in suspensie in de lucht verspreiden, kunnen door de luchtbewegingen die ventilatiesystemen veroorzaken, verplaatst worden. Door de vorming van aerosolen kan het virus met de luchtstroom over langere afstanden worden verplaatst.

3.1.2 Algemene strategieën ter beperking van de risico's

Een ruimte ventileren met 100% verse lucht voorkomt de ophoping van virussen in die ruimte, doordat de lucht meerdere malen per uur vermengd en vervangen wordt. In een ongeventileerde ruimte daarentegen kunnen virussen in suspensie zich ophopen.

De Franse hoge gezondheidsraad (HCSP a, 2020) ziet twee strategieën om het risico op overdracht van een virus via de lucht te beperken in een gebouw:

- "**Verdunning en afdichting**: ramen openen maakt het bijvoorbeeld mogelijk verse lucht binnen te laten en de lucht te verversen. Door het afdichten van plaatsen waar lucht van het ene vertrek naar het andere kan, brengt men een barrière aan die de verspreiding van aerosolen die virussen bevatten kunnen beperken;
- Maatregelen **ter beperking van de verspreiding** via ventilatienetwerken door middel van filtratie of zelfs uitschakeling: filters in een luchtdistributienetwerk vormen een barrière die de verspreiding van aerosolen die virussen bevatten via ventilatienetwerken beperken."

Verdunning door middel van verluchting en controle van de goede werking van ventilatiesystemen verdienen daarom de voorkeur. Bijzondere aandacht moet eveneens worden besteed aan het organiseren van ventilatie in gesloten ruimten waar geen natuurlijke ventilatie mogelijk is.

In een modern zorggebouw wordt de lucht met de ramen en deuren open gemiddeld 17 keer per uur vernieuwd (Escombe et al., 2007), wat meer is dan het minimum van 12 keer per uur dat door de WGO wordt aanbevolen bij procedures die aerosolen produceren (WHO b, 2020). In de procedure "Beheersing van SARS-CoV-2 infecties voor de tandartspraktijk" (Sciensano, 2020) besluit men: "Om contaminanten in de lucht met 90% te verminderen, zijn 2,5 luchtverversingen nodig." Het aantal luchtverversingen per uur bij natuurlijke ventilatie is afhankelijk van vele factoren zoals de grootte van de ruimte, de wind, oriëntatie van de ruimte, enz. In de tabel hieronder staan typische waarden voor het aantal luchtverversingen per uur in verschillende omstandigheden (gebaseerd op Laussmann en Helm, 2011).

	Typisch aantal luchtverversingen per uur	Tijd die nodig is om de hoeveelheid contaminanten in de lucht met 90% te verminderen (2,5 luchtverversingen)
Ramen gesloten zonder mechanische ventilatie	0,1 - 0,5	5 - 25 uur[4]
Raam gekipt (één zijde)	1-2	1.15'-2 uur
Ruimte zonder ramen met mechanische ventilatie	4	37 minuten
Ruimte zonder ramen met mechanische ventilatie in overventilatie	8:	20 minuten
Ramen wijd geopend	+-10	15 minuten
Ramen wijd geopend in tegenoverliggende wanden van het vertrek	+-40	5 minuten

Technische opmerking: de ventilatie mechanisch opvoeren is niet altijd mogelijk. Het opvoeren van de ventilatie kan gebeuren door de snelheid te verhogen (aanpassing van leidingen, motoren, riemschijven, drukvallen, eindroosters, reguleringen, enz.), maar zal ook afhangen van de basisdimensionering en de eventueel nog beschikbare marge.

[4] zonder rekening te houden met het feit dat de virale belasting met SARS-CoV-2 in aerosolen om het 1,1 uur met de helft afneemt.

3.1.3 Soorten gebouwen / vertrekken

In privéwoningen waar een zieke verblijft, beveelt de Franse hoge gezondheidsraad aan plaatsgewijs te verluchten door de ramen minstens 15 minuten en minstens 3 keer per dag wijd open te zetten, vooral tijdens periodes waarin veel druppeltjes worden verspreid.

> "De strategie bestaat erin dit vertrek te verluchten door de ramen wijd open te zetten maar het daarbij af te zonderen van de woning door de deur van het vertrek gesloten te houden en de luchtdichtheid naar de rest van de woning toe maximaal te verzekeren (afdichting van de onderkant van de deur met een tochtstrip). Zonder de beveiliging van de lokalen in het gedrang te brengen is het van belang gebruik te maken van de nacht om de onbezette lokalen gedurende langere tijd permanent te verluchten indien de weersomstandigheden het toelaten."

Men dient ervoor te zorgen dat de verluchting naar buiten toe gebeurt en niet naar andere vertrekken waar zich mensen bevinden.
De aanbevelingen van Sciensano "Hygiëneadvies voor de patiënt met symptomen van Covid-19 die thuis geïsoleerd is" (versie 4 mei 2020) vermelden eenvoudigweg: "Open zo vaak mogelijk de ramen van de kamers waar de zieke verblijft."

In ziekenhuizen en medische instellingen worden contaminanten binnenshuis geëlimineerd door de lucht in de zalen te verversen. Voor een operatiekamer bedraagt de aanbevolen luchtverversing bijvoorbeeld 15 tot 20 keer het kamervolume per uur (HGR 8573, 2013).
Ventilatie bevordert de verdunning van de omgevingslucht rond een infectiebron en de eliminatie van pathogenen. Factoren die verband houden met VVK-systemen in gebouwen spelen evenwel een rol bij de overdracht van ziekteverwekkers in de lucht. Bovendien kan de verspreiding van pathogenen onder patiënten in de hand worden gewerkt door gemeenschappelijke kanalen waarin geen HEPA-filters zitten. Er zijn gevallen bekend van ventilatiesystemen die met recirculatie werken en infectieziekten zoals mazelen, tuberculose, waterpokken, griep, pokken en SARS overdroegen/verspreidden (Correia et al., 2020).

De WGO (WHO a, 2019) adviseert in haar rapport over maatregelen ter beperking van het risico en de impact van de influenza-epidemie eveneens de ventilatie op te voeren.

Buiten en in gesloten ruimten met een groot volume lijkt het risico op overdracht van het SARS-CoV-2-virus via aerosolen zeer gering als men rekening houdt met de verdunning van aerosolen die virussen bevatten (HCSP b, 2020).

Gesloten en afgezonderde milieus
In gesloten zorgmilieus, zoals de kamer van een geïnfecteerde patiënt met excreties, of in gesloten, afgezonderde, slecht verluchte of onvoldoende geventileerde binnenmilieus kan het risico van overdracht van het SARS-CoV-2-virus door aerosolen niet worden uitgesloten (HCSP b, 2020).

Een specifiek geval: sanitaire voorzieningen
Sanitaire voorzieningen moeten eveneens worden beschouwd als een mogelijke factor in de verspreiding van het virus (Correia et al. 2020). Ze zijn immers een plaats waar continu aerosolen worden geproduceerd. Hoewel er tot op heden geen gedocumenteerde fecaal-orale overdracht is, is echter aangetoond dat het virus via de stoelgang uitgescheiden wordt .
De turbulentie die bij het doorspoelen van een wc ontstaat door het vervangen van de inhoud van de toiletpot, de draaikolkjes die het water uit de kraan veroorzaakt en het blazen van het toestel om natte handen te drogen wekken aerosolen op die de omgevingslucht en de omringende oppervlakken zoals de wastafel kunnen besmetten of rechtstreeks de slijmvliezen van mond, neus en ogen kunnen bereiken via inademing of contact.
De aanbevolen praktische maatregelen zijn:

- het toiletdeksel dichtklappen vóór men de wc doorspoelt;
- liever papieren wegwerphanddoekjes dan warmeluchtblazers om de handen te drogen;

- vuilnisbakjes moeten voorzien zijn van een deksel dat met een pedaal kan worden bediend.

Daarbij komt dat sanitaire ruimten doorgaans vrij krap en gesloten zijn: de lucht circuleert er niet goed. Deze vertrekken moeten dan ook continu worden verlucht / geventileerd.

Bijgevolg spelen ventilatiesystemen in sanitaire voorzieningen een potentiële rol in de verspreiding van SARS-CoV-2 (Correia et al., 2020).

3.1.4 Specifieke aanbevelingen voor ventilatie

Volgens de Koninklijke Vereniging van de Verwarmings-, ventilatie- en klimaatbeheersingstechniek (ATIC) moet, zelfs als op dit moment wordt aangenomen dat de transmissie niet via de lucht of de fecaal-orale weg gebeurt, het voorzorgsbeginsel worden toegepast. Het nemen van preventieve maatregelen lijkt redelijk. De REHVA heeft onlangs een update gepubliceerd van haar gids over de werking en het gebruik van technische apparatuur in gebouwen om de verspreiding van het Covid-19-virus op de werkplek te voorkomen. Het document suggereert wijzigingen in de werking van VVK-systemen om de verspreiding van Covid-19 te voorkomen naargelang de factoren die verband houden met VVK-systemen en loodgieterij. De aanbevelingen slaan hoofdzakelijk op het stopzetten van recirculatie van lucht en op het opvoeren van de hoeveelheid buitenlucht.

Deze aanbevelingen luiden als volgt:

- Ervoor zorgen dat de ruimten met buitenlucht geventileerd worden
- De ventilatie minstens twee uur vóór het gebouw in gebruik wordt genomen op nominale snelheid zetten en pas twee uur na afloop van het gebruik overschakelen op een lagere snelheid
- De ventilatie 's nachts en in het weekend niet uitschakelen maar de systemen op een lagere snelheid laten werken
- Zorgen voor regelmatige verluchting via de ramen (zelfs in mechanisch geventileerde gebouwen)
- De ventilatie in de wc's 24 uur per dag en 7 dagen per week laten werken
- Open ramen in de toiletten vermijden om te zorgen voor de juiste richting van de luchtstroom
- De gebruikers van het gebouw vragen dat ze de toiletten met gesloten deksel doorspoelen
- De luchtbehandelingseenheden die met recirculatie werken omschakelen op 100% verse lucht
- De warmteterugwinningsapparatuur inspecteren om er zeker van te zijn dat lekkages onder controle zijn
- Ventilatorconvectoren uitschakelen of ze zo laten werken dat de ventilatoren continu blijven draaien
- De instelwaarden voor verwarming, koeling en luchtbevochtiging niet wijzigen
- Geen reiniging van de kanalen inplannen tijdens deze periode
- De filters voor buitenlucht en afgevoerde lucht vervangen zoals gewoonlijk, volgens het onderhoudsschema
- De gebruikelijke beschermingsmaatregelen naleven, inclusief bescherming van de luchtwegen bij de normale werkzaamheden om filters te vervanging en te onderhouden.

Naast deze essentiële aanbevelingen – de recuperatielucht afsluiten en alleen met verse buitenlucht ventileren – moet men ervoor zorgen dat de buitenlucht wordt aangezogen op een plaats waar de besmettingsgraad van de lucht zo laag mogelijk is. De Franse hoge gezondheidsraad (HCSP b, 2020) verwijst naar de studie in Hong Kong die tijdens de SARS-epidemie de luchtstromen modelleerde (Yu et al., 2004) en waaruit blijkt dat "het significant hogere besmettingsrisico voor bewoners op de bovenste verdiepingen van een gebouw waarin zich besmette mensen bevonden, wijst op een verspreidingsroute via een besmette luchtstroom".

Technische opmerkingen met betrekking tot de aanbevelingen van de REHVA:

- Als er daarentegen geen mechanische ventilatie is, moeten de ramen van de toiletten opengelaten worden om natuurlijke ventilatie te garanderen.
- De luchtbehandelingseenheden die met recirculatie werken omschakelen op 100% verse lucht: Recirculatie dient uitsluitend om energie te besparen. Het is niet altijd mogelijk met 100 % verse lucht te werken: in tegenstelling tot vroeger, toen het altijd mogelijk was de installatie met louter verse lucht te laten werken, zijn de afmetingen van sommige installaties tegenwoordig niet meer berekend om met 100 % verse lucht te werken: de kanaalafmetingen zijn kleiner dan het maximumdebiet en dat impliceert dat de hoeveelheid verse lucht nooit 100 % kan zijn.
- Wanneer men iets wijzigt zorgt men voorzichtigheidshalve best voor onderdruk in de zones. Indien het niet mogelijk is met 100% verse lucht te werken, is een HEPA-filtratie van minimaal H13 op de afvoer en toevoer noodzakelijk om verder met recirculatie te blijven werken.
- Ventilatorconvectoren uitschakelen of ze zo laten werken dat de ventilatoren continu blijven draaien: men moet dan wel opletten voor de accumulatiezones en zorgen voor een onderhoudsplan dat op deze situatie afgestemd is.
- Men mag de filters in aircocassettes, bedoeld om de lucht te zuiveren, niet verwarren met ventilatieroosters, waarvan de grove filters bedoeld zijn om de motoren te beschermen. In deze filters hoopt zich veel vuil op en ze moeten regelmatig onderhouden worden, op basis van een schema dat afhangt van de mate waarin ze vuil worden.

4 Filters en andere aanvullende voorzieningen

4.1 Hepa filter

De lucht over HEPA-filters laten lopen, zonder gebruik te maken van ontsmettingssystemen op basis van UV of ozon, verbetert de kwaliteit van de lucht en is volkomen onschadelijk voor de gezondheid.
Wel moeten we opmerken dat hoogrendementsfilters contraproductief kunnen zijn, omdat ze door de snelle ophoping van deeltjes vaker moeten worden vervangen of een aanzienlijke drukval kunnen veroorzaken, met als gevolg dat meer lucht erom heen stroomt als ze niet correct zijn geïnstalleerd, en de hoeveelheid lucht in de omgeving afneemt (Dixon, 2020).

Het gebruik van een HEPA-filter is waarschijnlijk het nuttigst in medische instellingen en in besloten en onverluchte ruimten. Bestaande ventilatiesystemen in grote gebouwen ermee uitrusten is bijgevolg overbodig.

Voor bestaande ventilatiesystemen die al met HEPA-filters zijn uitgerust, zijn er in de literatuur geen gegevens die erop wijzen dat het noodzakelijk zou zijn de HEPA-filters in het werkgebied preventief te vervangen. Wel cruciaal is dat men zorgt voor het technisch routine-onderhoud van de luchtbehandelingssystemen (HGR 8364, 2010), regelmatig integriteitstests verricht om de doeltreffendheid van de HEPA-filters te meten en ze te vervangen overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant, waardoor de goede werking van het ventilatiesysteem wordt gewaarborgd (HGR 8573, 2013).

Het onderhoudspersoneel dat de filters moet vervangen, dient specifieke beschermingsmaatregelen in acht te nemen: minstens maskers (volgens de officiële aanbevelingen van Sciensano) en handschoenen dragen, die na afloop in een verzegelde zak moeten worden weggegooid.

Technische opmerking: Een oplossing om HEPA-filters te vrijwaren is dat men bij het dimensioneren van de installaties voor voorfilters zorgt. Om de drukval te meten en de vervangingsperiode van de voorfilters te bepalen, zal een deprimometer aangebracht moeten worden. De HEPA-filter kan op die manier aanzienlijk langer meegaan.

4.2 Ontsmettingssystemen bovenop de HEPA-filter

Er bestaan allerlei ontsmettingssystemen als aanvulling op HEPA-filters, zoals ozon, biociden, UV-stralen enz. Bij de bestrijding van SARS-CoV-2 zijn ze waarschijnlijk niet zo nuttig voor ruimten met een groot volume. Deze systemen, die trouwens duur zijn en veel energie verbruiken, moeten worden voorbehouden voor plaatsen waar de besmetting zeer aanzienlijk is, zoals bepaalde ziekenhuisafdelingen of ROB-RVT (rustoorden – rust- en verzorgingstehuizen), al bestaat er in dit stadium geen garantie voor het reële nut ervan.

4.2.1 Ozon als ontsmettingsmiddel

Advies 9593 (HGR, 2020) over "SARS-CoV-2 en het gebruik van ozontunnels met tot doel 'het ontsmetten' van winkelkarren inclusief klanten" vermeldt dat de oxiderende eigenschappen van ozon op tal van micro-organismen welbekend zijn. SARS-CoV-2 is vrij gevoelig voor bepaalde fysische en chemische factoren, waardoor het waarschijnlijk is dat ozon inwerkt op SARS-CoV-2, maar hier zijn meer gegevens nodig.
Echter, volgens dit advies mag ozongas niet langdurig (ten minste 10 minuten) en bij hoge concentratie (10 tot 20 ppm) worden gebruikt in de aanwezigheid van mensen (irritatie van de ogen en longen). Anderzijds is gebruik ervan aan door de gezondheidsinstanties toegelaten drempels voor de ozonblootstelling van de bevolking, waarschijnlijk ondoeltreffend om micro-organismen te doden.
Het energieverbruik te wijten aan de ozonproductie door elektrische ontlading is een andere beperkende factor waarnaar in het advies wordt verwezen en waarmee rekening moet worden gehouden indien deze techniek breed wordt verspreid.

De HGR beveelt daarom het gebruik van ozon als ontsmettingsmiddel niet aan.

4.2.2 UV-C-stralen als ontsmettingsmiddel

UV-C-stralen kunnen nuttig blijken om de overdracht en verspreiding van luchtoverdraagbare bacteriën en virussen te beperken (Welch et al. 2018). UV-C-stralen hebben ook een bewezen werking voor het ontsmetten van oppervlakken, op voorwaarde dat er voor een effectieve voorafgaande reiniging gezorgd werd (Dexter et al, 2020).
Daarentegen kunnen de effecten van UV-C-stralen echter het risico van oogschade en kanker verhogen. Het gebruik ervan in de aanwezigheid van mensen wordt daarom afgeraden (WGO, 2019).

Dit advies verwijst ook naar een nieuwe groep UV-C-stralen die onlangs zijn bestudeerd, die virussen en bacteriën inactiveren en waarvan het gebruik minder gevaarlijk lijkt (Welch et al. 2018, Buenanno et al. 2013 ; Buenanno et al. 2016 ; Buenanno et al. 2017). Deze zogenaamde "verre" UV-C-stralen hebben een kleinere golflengte dan de UV-C-stralen die doorgaans worden gebruikt en worden voorgesteld als een mogelijke oplossing in de strijd tegen Covid-19. Voor het opstellen van verre UV-C-lampen in openbare plaatsen zullen bijkomend onderzoek en richtlijnen nodig zijn.

De details van het systeem zijn evenwel van groot belang (bijvoorbeeld het ontwerp van de toestellen, het gebruikte lamptype, de plaats van de lamp, de hoeveelheid en het mengsel van de luchtstroom, de dimensionering, enz.) Het is niet aangetoond dat gewoonweg UV-stralen toevoegen aan een bestaand systeem zonder rekening te houden met deze factoren voordeel zou inhouden (Dixon, 2020). De luchtsnelheden zouden zeer laag moeten zijn om de UV-stralen voldoende tijd te geven om op de luchtkwaliteit in te werken en de dimensionering zou moeten worden vergroot om hiervan op het terrein een praktische oplossing te maken.

Gezien het ontbreken van bewijs voor doeltreffendheid raadt de HGR het gebruik van UV-C buiten ziekenhuizen niet aan.

4.2.3 Andere ontsmettingssystemen

Volgens Dixon (2020) heeft **geen van de andere technologieën**, zoals plasmageneratoren en andere luchtzuiveringstechnologieën, **bewezen dat ze infecties kunnen verminderen** in reële gebouwen.
Evenmin is er rechtstreeks klinisch bewijs voor het nut van draagbare luchtzuiveraars, veeleer bestemd voor particulier gebruik, om het risico op overdracht van besmettelijke ziekten te verkleinen.

4.2.4 Reiniging van de kanalen

In haar aanbevelingen over de werking en het gebruik van sanitaire installaties en klimaatregeling van gebouwen in de strijd tegen SARS-Cov-19 is de REHVA (2010) van mening dat **het reinigen van kanalen niet doeltreffend en dus niet nuttig is**:

> "**Kanaalreiniging heeft geen praktisch effect.**
> Sommige partijen claimen dat het zinvol is om de ventilatiekanalen te reinigen om SARS-CoV-2 transmissie via ventilatiesystemen te voorkomen. Kanaalreiniging is niet effectief om infectieoverdracht van kamer tot kamer te voorkomen, simpelweg omdat het ventilatiesysteem geen besmettingsbron is als bovenstaande richtlijnen over warmteterugwinning en recirculatie worden gevolgd.

De REHVA besluit:

> Veel belangrijker is het (lokaal) verhogen van de verse lucht toevoer en het vermijden van recirculatie van lucht volgens eerder genoemde aanbevelingen."

4.3 Conclusie

Gezien de regels die in dit land van kracht zijn alsook de strengere regels inzake oppervlakte- en handhygiëne, is er geen duidelijke wetenschappelijke bewijsvoering voor het feit dat gaan winkelen of naar het kantoor gaan een belangrijke bron van besmetting met en overdracht van het SARS-CoV-2 virus zou zijn.

Alle oplossingen met een performant ventilatiesysteem of zeer geavanceerde technologie zoals HEPA, evenals ontsmettingsmethodes op basis van ozon, UV-C, enz. zouden dus een vals gevoel van veiligheid geven en zouden de aandacht voor de regels die doeltreffend, eenvoudig, goedkoop, energiezuinig en vooral niet toxisch zijn kunnen verminderen.

5 Erkende laboratoria

Deze vraag is al beantwoord door Sciensano, samengevat in bijlage 1.
Anderzijds kan de Belgische Accreditatie-instelling BELAC, die onder de verantwoordelijkheid van de FOD Economie is geplaatst (https://economie.fgov.be/belac) ongetwijfeld eveneens antwoorden op deze vraag.

IV SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP

De samenstelling van het Bureau en het College alsook de lijst met de bij KB benoemde experten is beschikbaar op de website van de HGR: wie zijn we?.

Al de experten hebben ***op persoonlijke titel*** aan de werkgroep deelgenomen. Hun algemene belangenverklaringen alsook die van de leden van het Bureau en het College kunnen worden geraadpleegd op de website van de HGR (belangenconflicten).

De volgende deskundigen waren betrokken bij de goedkeuring van het advies. Het wetenschappelijk secretariaat werd verzorgd door Sandrine Everaert, Sylvie Gérard, Evelyn Hantson, Marleen Van Den Brande en Jean-Jacques Dubois.

GERARD Michèle	Infectiologie, Ziekenhuishygiëne	UMC Sint-Pieter
MASCART Georges	Microbiologie, ziekenhuishygiëne	UVC Brugmann
SIMON Anne	Microbiologie, Ziekenhuishygiëne	UCL
VAN LAETHEM Yves	Infectiologie, vaccinologie, reisgeneeskunde, VIH	ex-CHU Saint-Pierre, ULB
VAN LAREBEKE-ARSCHODT Nicolas	Toxicologie, carcinogenese en primaire preventie van kanker	ex-Ugent

Met de gewaardeerde bijdrage van de heer Thierry Boen, hoofd van de technische dienst van de CHU Saint-Pierre.

Dit advies werd door een extern vertaalbureau vertaald.

V REFERENTIES

- Banik RK, Ulrich AK. Evidence of Short-Range Aerosol Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 and Call for Universal Airborne Precautions for Anesthesiologists During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. Anesth Analg. 2020 May 4.
- Buonanno, M., Randers-Pehrson, G., Bigelow, A. W., Trivedi, S., Lowy, F. D., Spotnitz, H. M., ... & Brenner, D. J. (2013). 207-nm UV light-a promising tool for safe low-cost reduction of surgical site infections. I: in vitro studies. *PloS one*, *8*(10).
- Buonanno, M., Stanislauskas, M., Ponnaiya, B., Bigelow, A. W., Randers-Pehrson, G., Xu, Y., ... & Brenner, D. J. (2016). 207-nm UV light—a promising tool for safe low-cost reduction of surgical site infections. II: In-vivo safety studies. *PloS one*, *11*(6).
- Buonanno, M., Ponnaiya, B., Welch, D., Stanislauskas, M., Randers-Pehrson, G., Smilenov, L., ... & Brenner, D. J. (2017). Germicidal efficacy and mammalian skin safety of 222-nm UV light. *Radiation research*, *187*(4), 493-501.
- Centers for Disease Control and Prevention. Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patients with Suspected or Confirmed Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Healthcare Settings. 2020. Available at: https://www-cdc-gov.vdicp.health.fgov.be/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-control-recommendations.html.
- Chen Y, Chen L, Deng Q, Zhang G, Wu K, Ni L et al. The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients. J Medical Virology. 03/04/2020.
- Correia G, Rodrigues L, Gameiro da Silva M, Gonçalves T. Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-VoV-2 transmission. Elsevier. 21/4/2020. https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 8794 : Qualité de l'air intérieur en Belgique. Novembre 2017.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 8364 : Recommandations en matière de contrôles bactériologiques de l'environnement dans les institutions de soins. 4/8/2010.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 8573 : Recommandations pour la prévention des infections post-opératoires au sein du quartier opératoire. Mai 2013 – Update 23/07/2014.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 9593 : SARS-CoV-2 et l'utilisation de tunnels d'ozone pour « désinfecter » les charriots et les clients. Avril 2020.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 9594 : UV-C pour la désinfection en milieu non hospitalier dans le cadre du Covid-19. Mai 2020.
- Dexter et al. 2020 : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7172574/
- Dixon K. Air filtration and COVID-19: Indoor air quality expert explains how to keep you and your building safe. University of Toronto News. 20/03/2020.
- Escombe AR, Oeser CC, Gilman RH, Navincopa M, Ticona E, Pan W, et al. Natural ventilation for the prevention of airborne contagion. PLoS Med. 2007 Feb;4(2):e68.
- HCSP a. Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif à la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 par la ventilation et à la gestion des effluents des patients COVID-19. 17/03/2020.
    - https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200317_cosacorddurililaveetgedeef.pdf
- HCSP b. Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif au risque résiduel de transmission du SARS-CoV-2 sous forme d'aérosol, en milieu de soin, dans les autres environnements intérieurs, ainsi que dans l'environnement extérieur. 8/04/2020.
    - https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200408_corsarcovrisdetraduvirsoufordaro.pdf
- Hindson, J. COVID-19: faecal–oral transmission?. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 17, 259 (2020). https://doi.org/10.1038/s41575-020-0295-7

- Laussmann D. and Helm D. Air Change Measurements Using Tracer Gases: Methods and Results. Significance of air change for indoor air quality, Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality, Nicolas Mazzeo, IntechOpen, DOI: 10.5772/18600. 27/11/2011. 27/11/2011. Available from: https://www.intechopen.com/books/chemistry-emission-control-radioactive-pollution-and-indoor-air-quality/air-change-measurements-using-tracer-gases-methods-and-results-significance-of-air-change-for-indoor
- Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. COVID-19 outbreak associated with air conditioning in restaurant, Guangzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020 Jul [date cited]. https://doi.org/10.3201/eid2607.200764
- REHVA – Federation of European Heating, Ventilation and Conditioning Associations. REHVA COVID-19 guidance document: How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces. 03/04/2020.
    - https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_ver2_20200403_1.pdf
- Santarpia JL, Rivera DN, Herrera V, Morwitzer MJ, Creager H, Santarpia GW, et al. Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska Medical Center. https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446
- Sciensano. Fact Sheet COVID-19 disease (SARS-CoV-2 virus). 22/4/2020, version 3. Accessed on 12/5/2020. https://epidemio.wiv-isp.be/ID/Documents/Covid19/COVID-19_fact_sheet_ENG.pdf
- Sciensano. Maitrise des infections à SARS-CoV-2 pour la pratique dentaire. 18/05/2020.
- Tian Y, Rong L, Nian W, He Y. Review Article: Gastrointestinal Features in COVID-19 and the Possibility of Faecal Transmission. Alimentary, Pharmacology & Therapeutics. 29/03/2020.
- Tellier R. Review of aerosol transmission of influenza A virus. Emerg Infect Dis. 2006;12:1657–1662.
    https://www-ncbi-nlm-nih-gov.vdicp.health.fgov.be/pmc/articles/PMC3372341/
- Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, T W et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. JAMA, 11/03/2020.
- Welch et al. 2018 : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5807439/
- WHO a – World Health Organization. Non-pharmaceutical public health measures for mitigating the risk and impact of epidemic and pandemic influenza. ISBN: 978-92-4-151683-9. Octobre 2019.
- WHO b – World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected: interim guidance, 13 March 2020. 2020 [cited 2020 Mar 16]; Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/331446
- Yu et al. Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. NEJM. 2004; 350 1731-9.

VI BIJLAGEN

Bijlage 1 – samenvatting van de antwoord van Sciensano op vraag 7

Sciensano kent geen enkel erkende laboratorium die de analyses van virusdeeltjes in ventilatiesystemen zouden kunnen doen en is onbekend met de wereld van de gebouwen. Sciensano heeft echter wel ervaring:
In zijn mycologie en aerobiologie afdeling voor:
- de controle van de lucht van ziekenhuizen op aanwezigheid van pathogene schimmels en bacteriën;
- de controle van het water in de systemen van air conditionering op pathogene schimmels en bacteriën.

In zijn Virale Diseases Department voor :
- De detectie met PCR van Sars-CO-2 virus : hierbij wordt RNA gedetecteerd van het virus. Deze methode detecteert zowel levend als dood virus en geeft dus geen uitsluitsel of het om infectieus virus gaat.
- De kweek van Sars-CO-2 virus waarbij enkel levend virus wordt gedetecteerd

Door de combinatie van beide expertises zou het eventueel wel mogelijk zijn het virus te detecteren in ventilatiesystemen, maar dit zou nog de nodige op punt stelling en validatie vragen. Dit zal niet evident zijn omdat een echte validatie normaal een test met het virus zelf vergt.
Het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) heeft in 2016 een dossier over ventilatie en microbiologische verontreinigingen gepubliceerd.

Bijlage 2 - REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020
How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces

Hoge Gezondheidsraad

BIJLAGE 2

REHVA COVID-19 GUIDANCE DOCUMENT, APRIL 3, 2020

REHVA
Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020

(this document updates March 17 version, updates will follow as necessary)

How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces

Introduction

In this document REHVA summarizes advice on the operation and use of building services in areas with a coronavirus disease (COVID-19) outbreak, in order to prevent the spread of COVID-19 depending on HVAC or plumbing systems related factors. Please read the advice below as *interim* guidance; the document may be complemented with new evidence and information when it becomes available.

The suggestions below are meant as an addition to the general guidance for employers and building owners that is presented in the WHO document 'Getting workplaces ready for COVID-19'. The text below is intended primarily for HVAC professionals and facility managers, but may be useful for e.g. occupational and public health specialists.

In the following the building related precautions are covered and some common overreactions are explained. The scope is limited to commercial and public buildings (e.g. offices, schools, shopping areas, sport premises etc) where only occasional occupancy of infected persons is expected; hospital and healthcare facilities (usually with a larger concentration of infected people) are excluded.

The guidance is focused to temporary, easy-to-organize measures that can be implemented in existing buildings which are still in use with normal occupancy rates. The advice is meant for a short period depending on how long local outbreaks last.

Disclaimer:
This REHVA document is based on best available evidence and knowledge, but in many aspects' corona virus (SARS-CoV-2) information is so limited or not existing that previous SARS-CoV-1 evidence[1] has been utilized for best practice recommendations. REHVA excludes any liability for any direct, indirect, incidental damages or any other damages that would result from, or be connected with the use of the information presented in this document.

[1] In the last two decades we are confronted with three coronavirus disease outbreaks: (i) SARS in 2002-2003 (SARS-CoV-1), (ii) MERS in 2012 (MERS-CoV) and Covid-19 in 2019-2020 (SARS-CoV-2). In the present document our focus is on the last aspect of SARS-CoV-2 transmission. When it is referred to the SARS outbreak in 2002-2003 we will use the name of SARS-CoV-1 virus at that time.

Transmission routes

Important for every epidemic are the transmission routes of the infectious agent. In relation to COVID-19 the standard assumption is that the following two transmission routes are dominant: via large droplets (droplets/particles emitted when sneezing or coughing or talking) and via surface (fomite) contact (hand-hand, hand-surface etc.). A third transmission route that is gaining more attention from the scientific community is the faecal-oral route.

The faecal-oral transmission route for SARS-CoV-2 infections is implicitly recognized by WHO, see their latest technical briefing of March 2, 2020[i]. In this document they propose as precautionary measure to flush toilets with closed lid. Additionally, they suggest avoiding dried-out drains in floors and other sanitary devices by regularly adding water (every 3 weeks depending on climate) so that the water seal works properly. This is in line with an observation during the SARS 2002-2003 outbreak: open connections with sewage systems appeared to be a transmission route in an apartment building in Hong Kong (Amoy Garden)[ii]. It is known that flushing toilets are creating plumes containing droplets and droplet residue when toilets are flushed with open lids. And we know that SARS-CoV-2 viruses have been detected in stool samples (reported in recent scientific papers and by the Chinese authorities)[iii,iv,v]. In addition, a comparable incident was recently reported in an apartment complex (Mei House). Therefore, the conclusion is that the faecal-oral transmission routes can't be excluded as transmission route.

Via air there are two exposure mechanisms[vi,vii]:

1. Close contact transmission through large droplets (> 10 microns), which are released and fall to surfaces not further than about 1-2 m from the infected person. Droplets are formed from coughing and sneezing (sneezing forms many more particles typically). Most of these large droplets fall on nearby surfaces and objects – such as desks and tables. People could catch the infection by touching those contaminated surfaces or objects; and then touching their eyes, nose or mouth. If people are standing within 1-2 meter of an infected person, they can catch it directly by breathing in droplets sneezed or coughed out or exhaled by them.
2. Airborne transmission through small particles (< 5 microns), which may stay airborne for hours and can be transported long distances. These are also generated by coughing and sneezing and talking. Small particles (droplet nuclei or residue) form from droplets which evaporate (10 microns droplets evaporate in 0.2 s) and desiccate. The size of a coronavirus particle is 80-160 nanometre[2,viii] and it remains active for many hours or couple of days (unless there is specific cleaning)[ix,x,xi]. SARS-CoV-2 remains active up to 3 hours in indoor air and 2-3 days on room surfaces at common indoor conditions[xii]. Such small virus particles stay airborne and can travel long distances carried by airflows in the rooms or in the extract air ducts of ventilation systems. Airborne transmission has caused infections of SARS-CoV-1 in the past[xiii,xiv]. For Corona disease (COVID-19) it is likely but not yet documented. There is also no reported data or studies to rule out the possibility of the airborne-particle route. One indication for this: Corona virus SARS-CoV-2 has been isolated from swabs taken from exhaust vents in rooms occupied by infected patients. This mechanism implies that keeping 1-2 m distance from infected persons might not be enough and increasing the ventilation is useful because of removal of more particles[3].

[2] 1 nanometer = 0.001 micron

[3] Personal respiratory protection measures such as respirators and solid visors are out of the scope of this document.

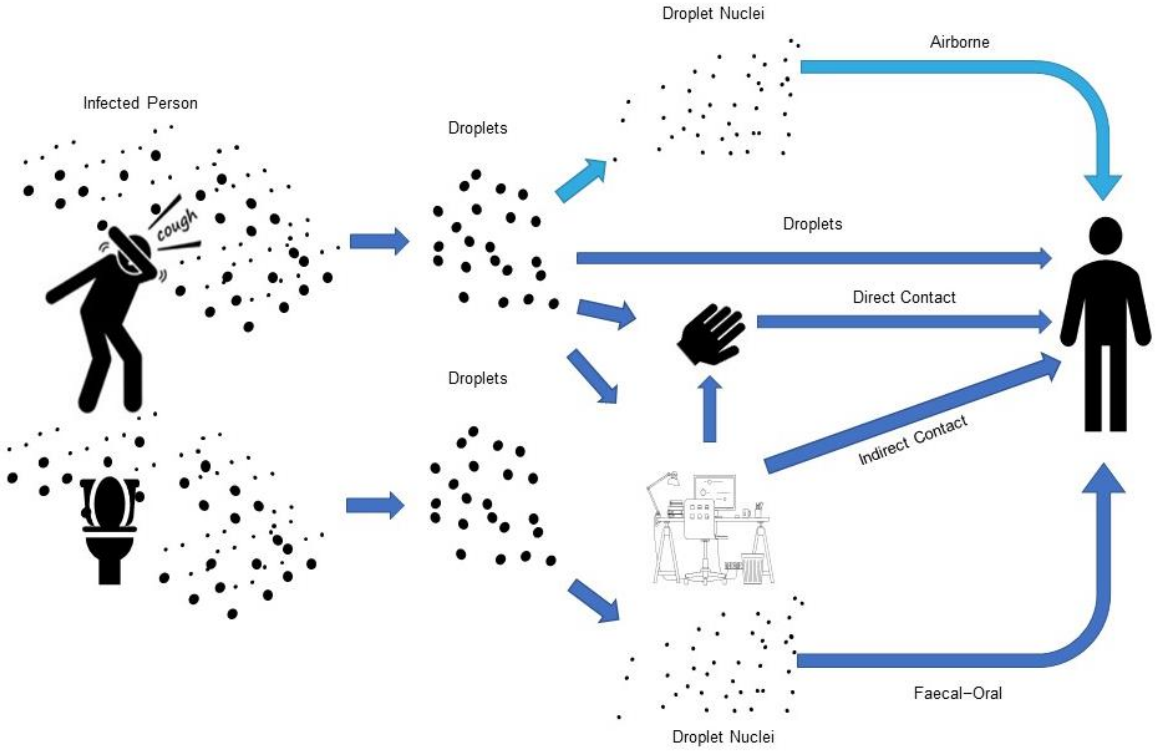

Figure 1. WHO reported exposure mechanisms of COVID-19 SARS-CoV-2 droplets (dark blue colour). Light blue colour: airborne mechanism that is known from SARS-CoV-1 and other flu, currently there is no reported evidence specifically for SARS-CoV-2 (figure: courtesy Francesco Franchimon).

With SARS-CoV-2 the airborne route – infection through exposure to droplet nuclei particles – has currently acknowledged by WHO for hospital procedures and indirectly through the guidance to increase ventilation[xv]. It may exist when certain conditions are met (i.e. opportunistic airborne) according to China national Health Commission (unpublished result). Airborne transmission can be possible according to Japanese authority under certain circumstances, such as when talking to many people at a short distance in an enclosed space, there is a risk of spreading the infection even without coughing or sneezing[xvi]. Latest study[xvii] concluded that aerosol transmission is plausible, as the virus can remain viable in aerosols for multiple hours. Another recent study[xviii] that analysed superspreading events showed that closed environments with minimal ventilation strongly contributed to a characteristically high number of secondary infections. The manuscript draft discussing airborne transmission concludes that evidence is emerging indicating that SARS-CoV-2 is also transmitted via airborne particles[xix].

Conclusion in relation to the airborne transmission route:
At this date we need all efforts to manage this pandemic from all fronts. Therefore REHVA proposes, especially in 'hot spot' areas to use the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) and to take a set of measures that help to also control the airborne route in buildings (apart from standard hygiene measures as recommended by WHO, see the 'Getting workplaces ready for COVID-19' document).

Practical recommendations for building services operation

Increase air supply and exhaust ventilation
In buildings with mechanical ventilation systems extended operation times are recommended. Change the clock times of system timers to start ventilation at nominal speed at least 2 hours before the building usage time and switch to lower speed 2 hours after the building usage time. In demand-

controlled ventilation systems change CO_2 setpoint to lower, 400 ppm value, in order to assure the operation at nominal speed. Keep the ventilation on 24/7, with lowered (but not switched off) ventilation rates when people are absent. In buildings that have been vacated due to the pandemic (some offices or educational buildings) it is not recommended to switch ventilation off, but to operate continuously at reduced speed. Considering a springtime with small heating and cooling needs, the recommendations above have limited energy penalties, while they help to remove virus particles out of the building and to remove released virus particles from surfaces.
The general advice is to supply as much outside air as reasonably possible. The key aspect is the amount of fresh air supplied per person. If, due to smart working utilization, the number of employees is reduced, do not concentrate the remaining employees in smaller areas but maintain or enlarge the social distancing (min physical distance 2-3 m between persons) among them in order to foster the ventilation cleaning effect.
Exhaust ventilation systems of toilets should always be kept on 24/7, and make sure that under-pressure is created, especially to avoid the faecal-oral transmission.

Use more window airing
General recommendation is to stay away from crowded and poorly ventilated spaces. In buildings without mechanical ventilation systems it is recommended to actively use operable windows (much more than normally, even when this causes some thermal discomfort). Window airing then is the only way to boost air exchange rates. One could open windows for 15 min or so when entering the room (especially when the room was occupied by others beforehand). Also, in buildings with mechanical ventilation, window airing can be used to further boost ventilation.
Open windows in toilets with passive stack or mechanical exhaust systems may cause a contaminated airflow from the toilet to other rooms, implying that ventilation begins to work in reverse direction. Open toilet windows then should be avoided. If there is no adequate exhaust ventilation from toilets and window airing in toilets cannot be avoided, it is important to keep windows open also in other spaces in order to achieve cross flows throughout the building.

Humidification and air-conditioning have no practical effect
Relative humidity (RH) and temperature contribute to virus transmission indoors affecting virus viability, droplet nuclei forming and susceptibility of occupants' mucous membranes. Transmission of some viruses in buildings can be limited by changing air temperatures and humidity levels. In the case of COVID-19 this is unfortunately not an option as coronaviruses are quite resistant to environmental changes and are susceptible only for a very high relative humidity above 80% and a temperature above 30 °C[ix,x,xi], which are not attainable and acceptable in buildings for other reasons (e.g. thermal comfort and microbial growth). SARS-CoV-2 has been found highly stable for 14 days at 4 ℃; 37 ℃ for one day and 56 ℃ for 30 minutes were needed to inactivate the virus[xx].
SARS-CoV-2 stability (viability) has been tested at typical indoor temperature of 21-23 ℃ and RH of 65% with very high virus stability at this RH[xxi]. Together with previous evidence on MERS-CoV it is well documented that humidification up to 65% may have very limited or no effect on stability of SARS-CoV-2 virus. Therefore, the evidence does not support that moderate humidity (RH 40-60%) will be beneficial in reducing viability of SARS-CoV-2, thus the humidification is NOT a method to reduce the viability of SARS-CoV-2.
Small droplets under interest (0.5 – 10 micron) will evaporate fast under any relative humidity (RH) level[xxii]. Nasal systems and mucous membranes are more sensitive to infections at very low RH of 10-20 %[xxiii,xxiv], and this is the reason for which some humidification in winter is sometimes suggested (to levels of 20-30%). This indirect need for humidification in winter in the COVID-19 case is not relevant however given the incoming climatic conditions (from March onwards we expect indoor RH higher than 30% in all European climates without humidification).
Thus, in buildings equipped with centralized humidification, there is no need to change humidification systems' setpoints (usually 25 or 30%[xxv]). Considering the springtime that is about to start, these systems should not be in operation anyhow. Heating and cooling systems can be operated

normally as there are no direct implications on COVID-19 spread. Usually, any adjustment of setpoints for heating or cooling systems is not needed.

Safe use of heat recovery sections

Under certain conditions virus particles in extract air can re-enter the building. Heat recovery devices may carry over virus attached to particles from the exhaust air side to the supply air side via leaks.

Regenerative air to air heat exchangers (i.e. rotors, called also enthalpy wheels) may be sensitive for considerable leaks in the case of poor design and maintenance. For properly operating rotary heat exchangers, fitted with purging sectors and correctly set up, leakage rates are about the same as that of plate heat exchangers being in the range of 1-2%. For existing systems, the leakage should be below 5%, and has to be compensated with increase of outdoor air ventilation according to EN 16798-3:2017. However, many rotary heat exchangers may not be properly installed. The most common fault is that the fans have been mounted in such a way that higher pressure on the exhaust air side is created. This will cause leakage from extract air into the supply air. The degree of uncontrolled transfer of polluted extract air can in these cases be of the order of 20%[xxvi], that is not acceptable.

It is shown that rotary heat exchangers, which are properly constructed, installed and maintained, have almost zero transfer of particle-bound pollutants (including air-borne bacteria, viruses and fungi), but the transfer is limited to gaseous pollutants such as tobacco smoke and other smells[xxvii]. Thus, there is no evidence that virus-bearing particles starting from 0.1 micron would be an object of carry over leakage. Because the leakage rate does not depend on the rotation speed of rotor, it is not needed to switch rotors off. Normal operation of rotors makes it easier to keep ventilation rates higher. It is known that the carry-over leakage is highest at low airflow, thus higher ventilation rates are recommended.

If leaks are suspected in the heat recovery sections, pressure adjustment or bypassing (some systems may be equipped with bypass) can be an option in order to avoid a situation where higher pressure on extract side will cause air leakages to supply side. Pressure differences can be corrected by dampers or by other reasonable arrangements. In conclusion, we recommend to inspect the heat recovery equipment including the pressure difference measurement. To be on the safe side, the maintenance personnel should follow standard safety procedures of dusty work, including wearing gloves and respiratory protection.

Virus particle transmission via heat recovery devices is not an issue when a HVAC system is equipped with a twin coil unit or another heat recovery device that guarantees 100% air separation between return and supply side[xxviii].

No use of recirculation

Virus particles in return ducts can also re-enter a building when centralized air handling units are equipped with recirculation sectors. It is recommended to avoid central recirculation during SARS-CoV-2 episodes: close the recirculation dampers (via the Building Management System or manually). In case this leads to problems with cooling or heating capacity, this has to be accepted because it is more important to prevent contamination and protect public health than to guarantee thermal comfort.

Sometimes air handling units and recirculation sections are equipped with return air filters. This should not be a reason to keep recirculation dampers open as these filters normally do not filter out particles with viruses effectively since they have standard efficiencies (G4/M5 or ISO coarse/ePM10 filter class)[xxix] and not HEPA efficiencies.

Some systems (fan coil and induction units) work with local (room level) circulation. If possible (no significant cooling need) these units are recommended to be turned off to avoid resuspension of virus particles at room level (esp. when rooms are used normally by more than one occupant). Fan coil units have coarse filters which practically do not filter small particles but still might collect particles. On the fan coil heat exchanger surface, it is possible to inactivate the virus by heating up fan coils to 60 °C during one hour or 40 °C during one day.

If fan coils cannot be switched off, it is recommended that their fans are operated continuously

because the virus can sediment in filters and resuspension boost can follow when the fan is turned on. In continuous circulation operation virus particles will be removed with exhaust ventilation.

Duct cleaning has no practical effect

There have been overreactive statements recommending to clean ventilation ducts in order to avoid SARS-CoV-2 transmission via ventilation systems. Duct cleaning is not effective against room-to-room infection because the ventilation system is not a contamination source if above guidance about heat recovery and recirculation is followed. Viruses attached to small particles will not deposit easily in ventilation ducts and normally will be carried out by the air flow anyhow[xxx]. Therefore, no changes are needed to normal duct cleaning and maintenance procedures. Much more important is to increase fresh air supply, avoid recirculation of air according to the recommendations above.

Change of outdoor air filters is not necessary

In COVID-19 context, it has been asked should the filters to be replaced and what is the protection effect in very rare occasions of outdoor virus contamination, for instance if air exhausts are close to air intakes. Modern ventilation systems (air handling units) are equipped with fine outdoor air filters right after the outdoor air intake (filter class F7 or F8[4] or ISO ePM2.5 or ePM1) which filtrate well particulate matter from outdoor air. The size of a naked coronavirus particle of 80-160 nm[viii] (PM0.1) is smaller than the capture area of F8 filters (capture efficiency 65-90% for PM1), but many of such small particles will settle on fibres of the filter by diffusion mechanism. SARS-CoV-2 particles also aggregate with larger particles which are already within the capture area of filters. This implies that in rare cases of virus contaminated outdoor air, standard fine outdoor air filters provide a reasonable protection for a low concentration and occasionally spread viruses in outdoor air.

Heat recovery and recirculation sections are equipped with less effective extract air filters (G4/M5 or ISO coarse/ePM10) which aim is to protect equipment from dust. These filters do not have to filter out small particles as virus particles will be ventilated out by exhaust air (see also the recommendation not to use recirculation under 'no use of recirculation').

From the filter replacement perspective, normal maintenance procedures can be used. Clogged filters are not a contamination source in this context, but they reduce supply airflow which has a negative effect on indoor contaminations itself. Thus, filters must be replaced according to normal procedure when pressure or time limits are exceeded, or according to scheduled maintenance. In conclusion, we do not recommend changing existing outdoor air filters and replace them with other type of filters nor do we recommend changing them sooner than normal.

HVAC maintenance personnel could be at risk when filters (especially extract air filters) are not changed in line with standard safety procedures. To be on the safe side, always assume that filters have active microbiological material on them, including viable viruses. This is particularly important in any building where there recently has been an infection. Filters should be changed with the system turned off, while wearing gloves, with respiratory protection, and disposed of in a sealed bag.

Room air cleaners can be useful in specific situations

Room air cleaners remove effectively particles from air which provides a similar effect compared to ventilation. To be effective, air cleaners need to have at least HEPA filter efficiency. Unfortunately, most of attractively priced room air cleaners are not effective enough. Devices that use electrostatic filtration principles (not the same as room ionizers!) often work quite well too. Because the airflow through air cleaners is limited, the floor area they can effectively serve is normally quite small, typically less than 10 m^2. If one decides to use an air cleaner (again: increasing regular ventilation often is much more efficient) it is recommended to locate the device close to the breathing zone. Special UV cleaning equipment to be installed for the supply air or room air treatment is also effective

[4] An outdated filter classification of EN779:2012 which is replaced by EN ISO 16890-1:2016, Air filters for general ventilation - Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM).

as killing bacteria and viruses but this is normally only a suitable solution for the equipment for health care facilities.

Toilet lid use instructions

If toilet seats are equipped with lids it is recommended to flush the toilets with closed lids in order to minimize the release of droplets and droplet residues from plumes in the air[xxxi,i]. It is important that water seals work all time[ii]. Therefore, organise that building occupants are instructed to use the lids.

Summary of practical measures for building services operation

1. Secure ventilation of spaces with outdoor air
2. Switch ventilation to nominal speed at least 2 hours before the building usage time and switch to lower speed 2 hours after the building usage time
3. At nights and weekends, do not switch ventilation off, but keep systems running at lower speed
4. Ensure regular airing with windows (even in mechanically ventilated buildings)
5. Keep toilet ventilation 24/7 in operation
6. Avoid open windows in toilets to assure the right direction of ventilation
7. Instruct building occupants to flush toilets with closed lid
8. Switch air handling units with recirculation to 100% outdoor air
9. Inspect heat recovery equipment to be sure that leakages are under control
10. Switch fan coils either off or operate so that fans are continuously on
11. Do not change heating, cooling and possible humidification setpoints
12. Do not plan duct cleaning for this period
13. Replace central outdoor air and extract air filters as usually, according to maintenance schedule
14. Regular filter replacement and maintenance works shall be performed with common protective measures including respiratory protection

Feedback

If you are specialist in the issues addressed in this document and you have remarks or suggestions for improvements, feel free to contact us via info@rehva.eu. Please mention 'COVID-19 interim document' as subject when you email us.

Colophon

This document was prepared by a group of REHVA volunteers, the first version in the period March 6-15th 2020. Members of the expert group are:

Prof. Jarek Kurnitski, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research Committee
Atze Boerstra, REHVA vice-president, managing director bba binnenmilieu
Francesco Franchimon, managing director Franchimon ICM
Prof. Livio Mazzarella, Milan Polytechnic University
Jaap Hogeling, manager International Projects at ISSO
Frank Hovorka, REHVA president, director technology and innovation FPI, Paris
Prof. em. Olli Seppänen, Aalto University
This document was reviewed by Prof. Yuguo Li from the University of Hongkong, Prof. Shelly Miller from the University of Colorado Boulder, Prof. Pawel Wargocki from the Technical University of Denmark and Prof. Lidia Morawska from the Queensland University of Technology.

Literature

This document is partly based on a literature survey, the scientific papers and other documents that were used can be found in this document: https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_Literature_COVID-19_guidance_document_ver2_20200402.pdf

[i] WHO, 2020b
[ii] Hung, 2003
[iii] WHO, 2020a
[iv] Zhang et al, 2020
[v] Guan W-J et al, 2020
[vi] Luongo et la, 2016
[vii] Li et al, 2007
[viii] Monto, 1974
[ix] Doremalen et al, 2013
[x] Ijaz et al, 1985
[xi] Casanova et al, 2010
[xii] Doremalen et al, 2020
[xiii] Li et al, 2005a
[xiv] Li et al, 2005b
[xv] WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions
[xvi] Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare
[xvii] Doremalen et al, 2020
[xviii] Nishiura et al, 2020
[xix] Allen and Marr, 2020
[xx] Chin et al, 2020
[xxi] Doremalen et al, 2020
[xxii] Morawska, 2006
[xxiii] Salah et al, 1988
[xxiv] Kudo et al, 2019
[xxv] ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019
[xxvi] Carlsson et al, 1995
[xxvii] Ruud, 1993
[xxviii] Han et al, 2005
[xxix] Fisk et al, 2002
[xxx] Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in vwntilation ducts. Atmospheric Environment. 37(39-40): 5597-5609.
[xxxi] Best et al, 2012

Over de Hoge Gezondheidsraad (HGR)

De Hoge Gezondheidsraad is een federaal adviesorgaan waarvan de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu het secretariaat verzekert. Hij werd opgericht in 1849 en geeft wetenschappelijke adviezen i.v.m. de volksgezondheid aan de ministers van Volksgezondheid en van Leefmilieu, aan hun administraties en aan enkele agentschappen. Hij doet dit op vraag of op eigen initiatief. De HGR probeert het beleid inzake volksgezondheid de weg te wijzen op basis van de recentste wetenschappelijke kennis.

Naast een intern secretariaat van een 20-tal medewerkers, doet de Raad beroep op een uitgebreid netwerk van meer dan 500 experten (universiteitsprofessoren, medewerkers van wetenschappelijke instellingen, praktijkbeoefenaars, enz.), waarvan er 300 tot expert van de Raad zijn benoemd bij KB; de experts komen in multidisciplinaire werkgroepen samen om de adviezen uit te werken.

Als officieel orgaan vindt de Hoge Gezondheidsraad het van fundamenteel belang de neutraliteit en onpartijdigheid te garanderen van de wetenschappelijke adviezen die hij aflevert. Daartoe heeft hij zich voorzien van een structuur, regels en procedures die toelaten doeltreffend tegemoet te komen aan deze behoeften bij iedere stap van het tot stand komen van de adviezen. De sleutelmomenten hierin zijn de voorafgaande analyse van de aanvraag, de aanduiding van de deskundigen voor de werkgroepen, het instellen van een systeem van beheer van mogelijke belangenconflicten (gebaseerd op belangenverklaringen, onderzoek van mogelijke belangenconflicten en een Commissie voor Deontologie) en de uiteindelijke validatie van de adviezen door het College (eindbeslissingsorgaan van de HGR, samengesteld uit 30 leden van de pool van benoemde experten). Dit coherent geheel moet toelaten adviezen af te leveren die gesteund zijn op de hoogst mogelijke beschikbare wetenschappelijke expertise binnen de grootst mogelijke onpartijdigheid.

Na validatie door het College worden de adviezen overgemaakt aan de aanvrager en aan de minister van Volksgezondheid en worden ze gepubliceerd op de website (www.hgr-css.be). Daarnaast wordt een aantal onder hen gecommuniceerd naar de pers en naar bepaalde doelgroepen (beroepsbeoefenaars in de gezondheidssector, universiteiten, politiek, consumentenorganisaties, enz.).

Indien u op de hoogte wilt blijven van de activiteiten en publicaties van de HGR kunt u een mail sturen naar info.hgr-css@health.belgium.be.

www.hgr-css.be

Deze publicatie mag niet worden verkocht.

federale overheidsdienst

**VOLKSGEZONDHEID,
VEILIGHEID VAN DE VOEDSELKETEN
EN LEEFMILIEU**