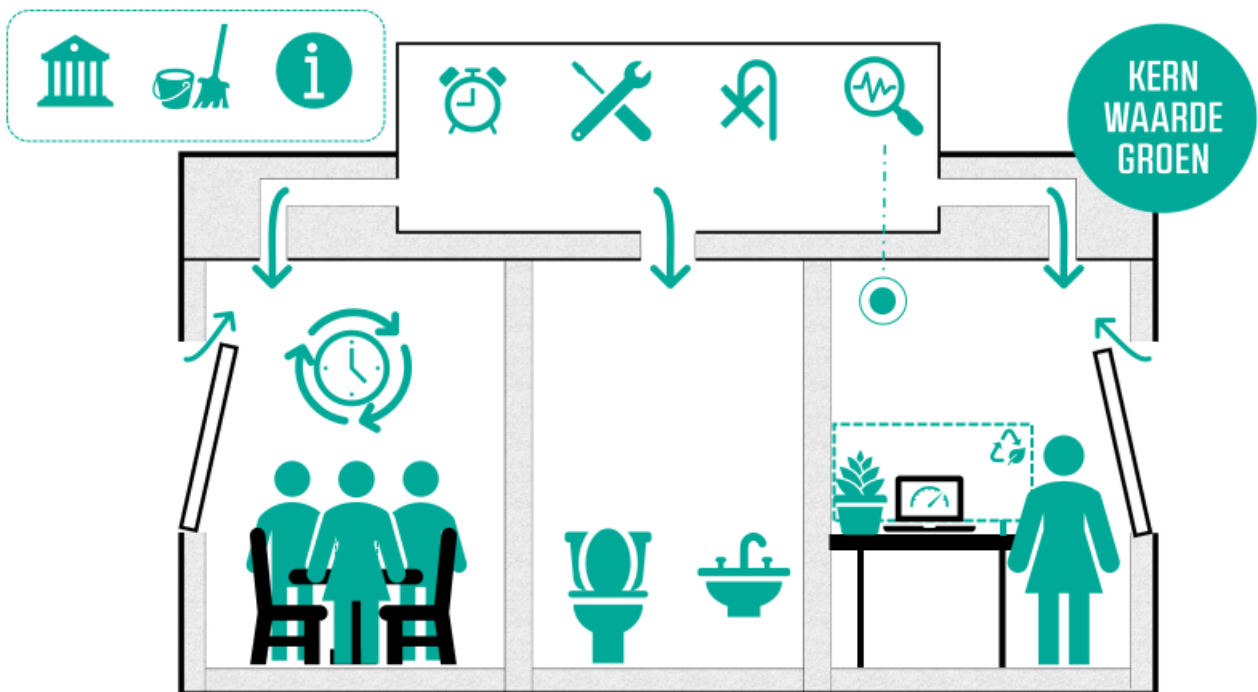


JULI 2020



## Onderzoek Luchtkwaliteit en COVID-19 in Gezonde Kantoren

*ONDERZOEK NAAR TOEKOMSTBESTENDIGE MAATRELEN VOOR EEN GEZONDE  
LUCHTKWALITEIT BINNEN HET 'NIEUWE NORMAAL'*

BRAM VAN DER SMAGT  
KERNWAARDE GROEN  
Binkhorstlaan 36, Den Haag

## Colofon

Begeleiding vanuit Kernwaarde Groen

### Robert Sengers

Kernwaarde Groen

Binckhorstlaan 36 – M08

2516BE Den Haag

[robert@kernwaardegroen.nl](mailto:robert@kernwaardegroen.nl)

### Sven Steps

Kernwaarde Groen

Binckhorstlaan 36 – M08

2516BE Den Haag

[sven@kernwaardegroen.nl](mailto:sven@kernwaardegroen.nl)

BINK36  
RUIMTE **M508**  
BINCKHORSTLAAN  
**36** 5<sup>e</sup> verdieping  
2516 BE DEN HAAG  
+31 (0)70 3 201 201  
e-mail **POST@**  
kernwaardegroen.nl

Begeleiding vanuit opleiding

### Marjakke van der Sluijs-Goemans

Haagse Hogeschool

Johanna Westerdijkplein 75

2521 EN Den Haag

[M.E.vanderSluis-Goemans@hhs.nl](mailto:M.E.vanderSluis-Goemans@hhs.nl)

Auteur

### Bram van der Smagt

[bvdsmagt@gmail.com](mailto:bvdsmagt@gmail.com)

<https://www.linkedin.com/in/bram-van-der-smagt/>



**DE HAAGSE**  
HOGESCHOOL

## Voorwoord

Voor u ligt het onderzoekverslag Maatregelen COVID-19 en Gezonde luchtkwaliteit. Voor dit onderzoek heb ik gekeken naar wat er gedaan kan worden om een gezonde luchtkwaliteit te garanderen in kantoren en deze maatregelen vervolgens vergeleken met COVID-19 adviezen en de toekomstbestendigheid van de gegeven maatregelen. Hiervoor heb ik onder andere zes interviews gedaan met experts en gekeken naar adviesdocumenten over zowel Gezonde Kantoren en het coronaproof maken van kantoren. Ik heb dit onderzoek gedaan als onderdeel van mijn stage bij Kernwaarde Groen. De stage is onderdeel van mijn Bachelor Ruimtelijke Ontwikkeling/Climate & Management aan de Haagse Hogeschool. Dit onderzoek heb ik uitgevoerd tussen april en juli 2020 onder snel wisselende omstandigheden.

Kennis en maatregelen van het COVID-19 virus veranderen snel gedurende het onderzoek en het was belangrijk om up-to-date te blijven. Vooral het onderzoek over de verspreiding van het COVID-19 via aerosolen heb ik met veel interesse bekeken. Deze overdrachtsroute heeft het meeste te maken met de luchtkwaliteit. Uiteindelijk denk ik dat ik met dit onderzoek kan aantonen dat zelfs als er geen overdracht via aerosolen plaatsvindt het kiezen voor deze maatregelen zorgen voor een goede ValueCase.

Dit onderzoek is geschreven om Kernwaarde Groen te helpen om klanten en partners onderbouwd te kunnen adviseren over te nemen maatregelen. Het kan worden gebruikt als naslagwerk voor een gezonde luchtkwaliteit, een coronaproof kantoor en een toekomstbestendig kantoor.

Voor dit onderzoek wil ik ten eerste mijn begeleiders bij Kernwaarde Groen bedanken. Robert en Sven hebben in deze toch onzekere en onrustige tijden keer op keer tijd vrijgemaakt in hun drukke dagen om mij te helpen. Toen ik in februari begon bij mijn eerste van twee stageperiodes had ik nooit kunnen denken hoeveel ik van hen zou leren. Ook toen het lastiger werd om contact te houden door het vele thuiswerken wisten ze me goed op pad te houden. Vooral een goed gesprek eind mei erg welkom en een van de belangrijkste redenen dat dit onderzoek uiteindelijk goed is afgerond. Robert en Sven bedankt!

Ten tweede wil ik Marjakke bedanken voor de begeleiding vanuit de opleiding. Marjakke heeft goed ingeschat waar mijn zwakke punten liggen en erg gehamerd op de vorm in plaats van de inhoud. Hierdoor werd ik meer uitgedaagd en dit heeft veel bijgedragen aan de uiteindelijke kwaliteit van het onderzoek. Ook was Marjakke altijd bereikbaar als ik vragen of opmerkingen had. Marjakke bedankt!

Als laatste wil ik de professionals bedanken die tijd vrij hebben gemaakt om mij met hun kennis in een halfuurtje bij te spijkeren over gezonde luchtkwaliteit, circulariteit en duurzaamheid in het algemeen. Dus heel veel dank aan de volgende mensen!

- ❖ Dick Snoek (Unica)
- ❖ Jacques van der Krogt (Dapple)
- ❖ Jan van Noordenne (Merin)
- ❖ Wytze Kuijper (ZOOOW)
- ❖ Erik Stokkink (Stokkink Installatieadvies)
- ❖ Olaf Oosting (Unica Ecopower)

Dan rest mij nog u veel leesplezier te wensen!

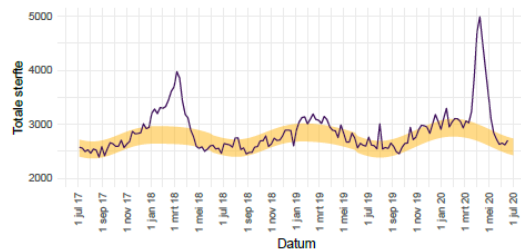
Bram van der Smagt

*Delft, 8 juli 2020*

## Samenvatting

Door COVID-19 is onze samenleving hard wakker geschud. De genomen maatregelen hebben effect gehad en er kan nu worden nagedacht over een toekomst na corona, het nieuwe normaal. Wat kunnen gebruikers en verhuurders van kantoren leren van deze uitbraak?

Als je kijkt naar de totale sterfte in de afgelopen drie jaar valt ten eerste op hoe heftig COVID-19 was, maar ook dat er jaarlijks mensen overlijden en ziek worden aan de griep. Daarnaast sterven 12.000 mensen per jaar vroegtijdig aan de gevolgen van een slechte buitenluchtkwaliteit (Gezondheidsraad, 2018).



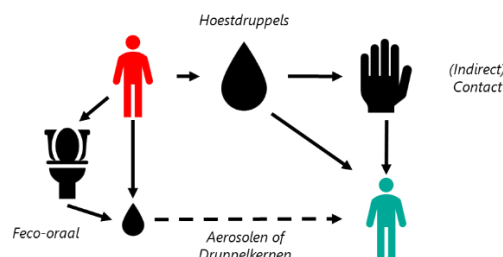
Figuur 1 Totale sterfte in Nederland vanaf juli 2017 tot 30 juni 2020. De gele lijn geeft de jaarlijkse griepgolf aan.

Voor dit onderzoek is gekeken naar maatregelen die, ten eerste, passen binnen het nieuwe normaal en, ten tweede, verder kijken dan alleen het komende jaar. Dit is gedaan op basis van gezondheid en materiaal- en energiegebruik. Het is eigenlijk kennis die we al lang weten, maar nog niet toepassen.



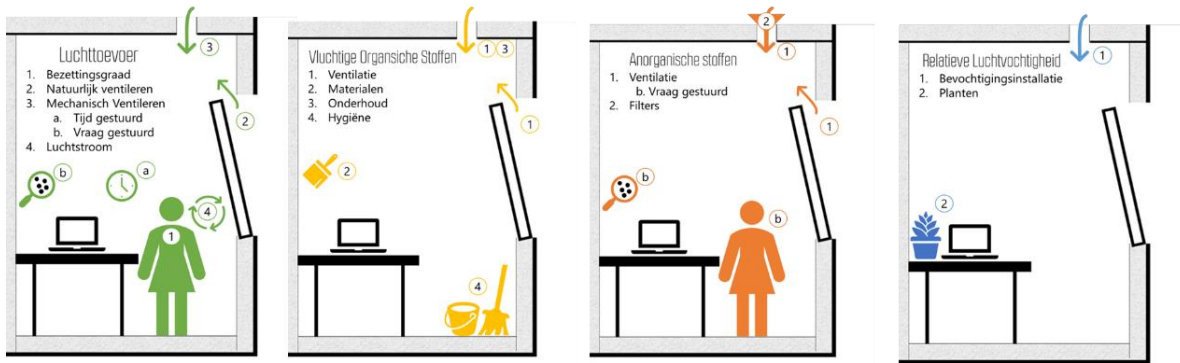
Figuur 2 Resultaat van het onderzoek. De negen toekomstig bestendige maatregelen

Griep- en verkoudheidsvirussen verspreiden zich via dezelfde infectieroutes als het COVID-19. Maatregelen tegen COVID-19 werken dus ook tegen andere infectieziekten.



Figuur 3 Manieren van overdracht van COVID-19 en vergelijkbare infectieziekten als griep- en verkoudheidsvirussen

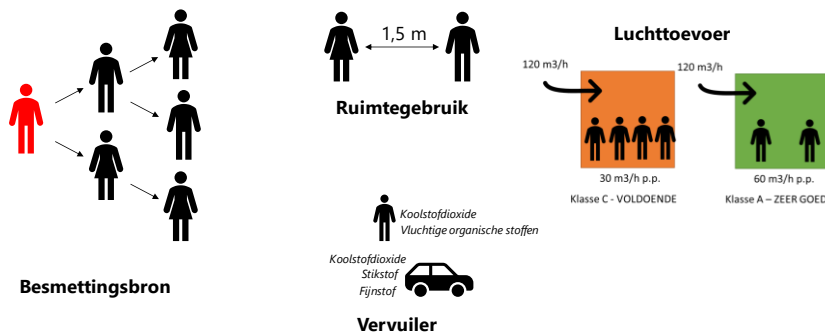
De maatregelen hebben daarnaast effect op luchtkwaliteit. Luchtkwaliteit kan op vier aspecten worden gemeten en beïnvloed. De luchtkwaliteit heeft een effect op de productiviteit en ziekteverzuim van werknemers. Hierdoor is het waardevol en toekomstbestendig.



Figuur 4 Maatregelen luchtkwaliteit op basis van vier meetbare aspecten

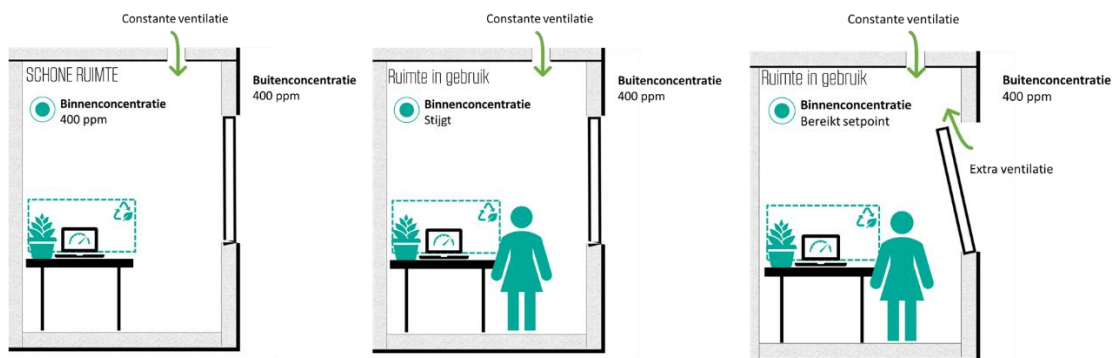
De belangrijkste maatregel is het zorgen voor een voldoende en constante ventilatie. De constante luchttoevoer is belangrijk zodat er geen stof of ziekteverspreiders zich kunnen ophopen in het kantoor. Voldoende ventilatie zorgt ervoor dat de lucht sneller wordt verschoond.

De bezettingsgraad aanpassen is de belangrijkste maatregel om te zorgen voor voldoende ventilatie. De Luchttoevoer naar een ruimte is vaak ontworpen op de bezettingsgraad. Door het aantal mensen te verminderen wordt de luchttoevoer per persoon hoger. Door met minder mensen op kantoor te werken is de noodzaak om bijvoorbeeld scheidingsconstructies te plaatsen kleiner. Hierdoor gebruiken we minder materiaal, toekomstbestendig!



Figuur 5 Effecten van bezettingsgraad op het kantoor

Een vraag gestuurd systeem kan zorgen voor constant voldoende ventilatie. Voor dit systeem zijn drie zaken nodig. Data (vaak concentratie CO<sub>2</sub>), een actie (openen raam) en een vertaling van de data naar een actie op basis van een vooraf gesteld setpoint of maximale waarde. De vertaling kan komen door de gebruikers of een koppeling met het luchtbehandelingsysteem.



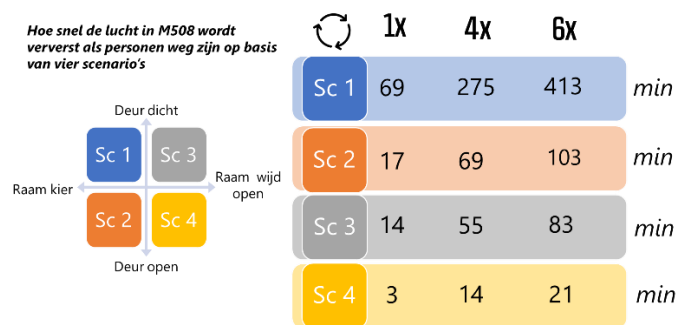
*Figuur 6 Een voorbeeld hoe setpoints werken bij een vraag gestuurd systeem. Door setpoints gelijk te zetten met de buitenconcentratie (400 ppm) wordt er constant geventileerd als de ruimte bezet is. Er moet altijd worden gezorgd voor een constante ventilatie ook als de ruimte niet gebruikt wordt.*

Voor de gebruikers is het belangrijk dat de data zichtbaar en grijpbaar wordt. Een waarschuwing van een ongezonde lucht kan hierbij helpen. Op deze manier weet je als gebruiker of je in een gezonde omgeving werkt.



*Figuur 7 Voorbeeld van een waarschuwingssysteem op basis van de data en vooraf ingestelde setpoints.*

De ventilatievoud, of frequentie van het verschoonen van de lucht in de ruimte, kan ook gebruikt worden om vergaderingen effectief te plannen. Als je weet hoe lang het duurt voordat alle lucht in de ruimte is verschoond weet je ook hoelang je bijvoorbeeld even een wandeling kan maken tussen vergaderingen door.



*Figuur 8 Voorbeeldberekening van tijd tussen vergaderingen op basis van vier scenario's. Het wordt aangeraden om in ieder geval de lucht vier keer te verschoonen voor de ruimte weer te gebruiken.*

Het recirculeren van lucht moet worden voorkomen. In plaats van dat de vervuilde lucht naar buiten gaat wordt deze verspreid over de ruimte. Dit zorgt voor een extra verspreiding van aanwezige vervuiling en ziekteverwekkers. Dit geldt onder andere voor bureau ventilatoren en handdroog blazers in toiletten.

Scheidingsconstructies moeten alleen geplaatst worden als dit echt niet anders kan. Als ze geplaatst worden moet rekening worden gehouden met de luchtstroom, lichtinval en het effect op geluid. Ook moet het materiaal zo circulair mogelijk zijn en goed schoon te maken. Door bijvoorbeeld planten te gebruiken, kan er worden bespaard op luchtbevochtiging.

Door deze relatief kleine ingrepen te doen in kantoren kan ziekteverspreiding worden tegen gegaan. Daarnaast zijn werknemers gezonder, productiever en dus waardevoller. Ook is het kantoor beter voorbereid op een duurzame en vooral gezonde toekomst.

# Inhoudsopgave

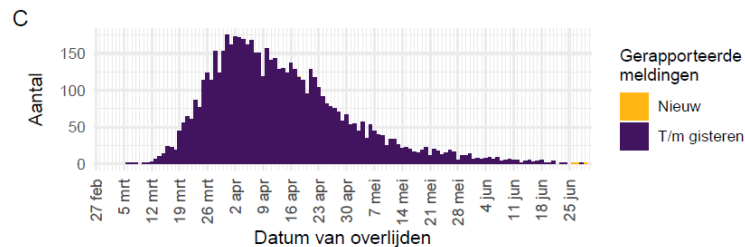
Hoofdstuk 1: Inleiding .....	8
1.1 Aanleiding .....	8
1.2 Probleemstelling .....	9
1.3 Kernwaarde Groen .....	9
1.4 Ruimtelijke Ontwikkeling aan de Haagse Hogeschool .....	10
1.5 Leeswijzer .....	10
Hoofdstuk 2: Methode .....	11
2.1 Deelnemers aan het onderzoek .....	11
2.2 Ontwerp Onderzoek .....	11
2.3 Operationalisatie .....	11
2.4 Procedure van analyse .....	12
Hoofdstuk 3: Gezonde luchtkwaliteit in kantoren .....	13
3.1 Luchttoevoer .....	13
3.2 Concentratie Vluchtige Organische Stoffen .....	16
3.3 Concentratie Anorganische Stoffen .....	18
3.4 Relatieve Luchtvochtigheid .....	19
3.5 Conclusie Gezonde Luchtkwaliteit in kantoren .....	21
Hoofdstuk 4. Verspreiding COVID-19 Coronavirus in kantoren en de mogelijke maatregelen .....	22
4.1 Preventie .....	23
4.2 Overdracht route A: De anderhalve meter .....	23
4.3 Overdracht route B: Indirect contact .....	25
4.4 Overdracht route C: Aerosolen .....	26
4.4 Overdracht route D: Feco-oraal .....	28
4.5 Conclusie .....	28
Hoofdstuk 5 Uitgangspunten Toekomstbestendigheid van maatregelen .....	30
5.1 Gezondheid .....	30
5.2 Energiegebruik .....	32
5.3 Materiaalgebruik .....	32
5.4 Conclusie .....	33
Hoofdstuk 6 conclusie .....	34
A. Volg de richtlijnen van de overheid en het RIVM .....	35
B. Zorgt voor een schone werkomgeving .....	35
C. Zorg voor een ondersteunende werkomgeving .....	35
1. Bezettingsgraad .....	36
2. Luchttoevoer .....	36
3. Constant ventileren .....	37
4. Onderhoud .....	38

5. <i>Zet recirculerende apparaten uit</i> .....	38
6. <i>Vraag gestuurde systemen</i> .....	38
7. <i>Scheidingsconstructies</i> .....	39
8. <i>Tijd tussen vergaderingen</i> .....	40
9. <i>Toilet</i> .....	40
Hoofdstuk 7: Discussie .....	41
Bibliografie.....	43
Interviews.....	45
Bijlagen.....	51



## Hoofdstuk 1: Inleiding

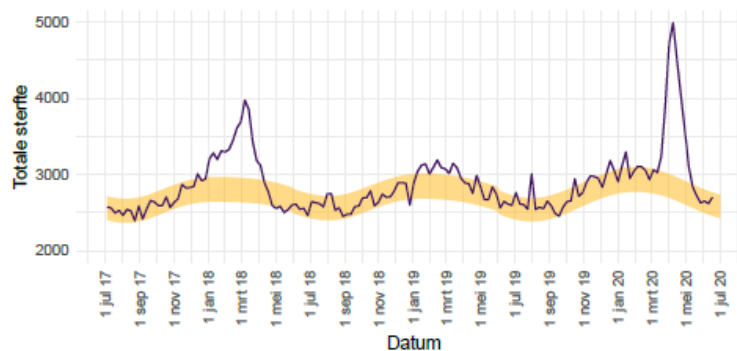
We zitten midden in een transitie naar het nieuwe normaal. Door het COVID-19 coronavirus werd Nederland helemaal overhoopgegooid. Het nieuwe normaal of anderhalve metersamenleving zijn termen die de minister-president gebruikt om te beschrijven hoe Nederland, ondanks de afwezigheid van een vaccin, weer kan functioneren. De impact van het COVID-19 virus is enorm zowel op de gezondheid als de economie. Dit is onder andere te zien aan de piek in sterfte gevallen in de maanden maart tot en met juni in de figuur hieronder.



Figuur 9 Gerapporteerde dagelijkse sterfte gevallen aan Covid-19 tot 30 juni 2020

### 1.1 Aanleiding

Wat opvalt aan de figuur is dat op moment van schrijven de sterftcijfers enorm zijn gedaald. Ook de waardes van besmettingen en Intensive Care opnames volgen deze trend. De cijfers geven onderbouwing aan het gevoel dat we de acute fase achter de rug hebben en nu kunnen kijken naar een pad uit de crisis waarbij we geleerde lessen kunnen meenemen naar de toekomst. Gezondheid en de kwaliteit van de lucht speelt hierin een grote rol. Jaarlijks sterven namelijk 12.000 vroegtijdig aan de gevolgen van slechte luchtkwaliteit. Blootstelling aan bijvoorbeeld fijnstof alleen al zorgt voor 4% van de ziektelast in Nederland. Dit is vergelijkbaar met de ziektelast van bijvoorbeeld overgewicht (5%) en te weinig beweging (3-4%) (Gezondheidsraad, 2018). Daarnaast is er aanleiding om te geloven dat de effecten van het COVID-19 virus verergeren bij een slechte luchtkwaliteit, met name in steden en in de buurt van intensieve veeteelt (Wu, Braun, Dominici, Nethery, & Sabath, 2020).



Figuur 10 Totale sterfte in Nederland vanaf juli 2017 tot 30 juni 2020

Kijken naar de totale sterftcijfers in Nederland valt ook op dat 's winters meer mensen doodgaan dan in de zomer. Dit komt voornamelijk door griepvirussen. Het griepvirus verspreid zich erg vergelijkbaar met het COVID-19 virus, namelijk via druppels die vrijkomen bij praten, hoesten of niezen. De kans op besmetting is groot als mensen dicht bij elkaar zitten en er slecht geventileerd wordt. Ook worden de virussen overgedragen via handen en voorwerpen (RIVM, 2015). Dit valt samen met wat manieren van overdracht die tot nu toe bekend zijn van het COVID-19. Voor kantoren is dit relevant aangezien werknemers van het griepvirus één tot drie weken moeten herstellen (RIVM, 2015). Dit is een periode dat de werknemer minder kan werken maar wel salaris kost. Maatregelen die zorgen dat de kans dat werknemers minder ziek worden kan dus ook financieel voordelig zijn voor werkgevers.

Door een gezonde luchtkwaliteit in kantoren wordt de productiviteit hoger en het ziekteverzuim lager (Boerstra & van Dijken, 2015). Dit is al jaren bekend maar er wordt nog te weinig aan gedaan. Nu luchtkwaliteit meer op de agenda komt door het COVID-19 is hier misschien een kans voor om deze transitie ook volledig te omarmen.

Een transitie in hoe we luchtkwaliteit gaan zien en omgaan met de verspreiding van ziektes lijkt essentieel. Dit is echter niet de enige transitie die we willen bewerkstelligen. Om de stijgende temperatuur op aarde in toom te houden moet de CO<sub>2</sub> uitstoot wereldwijd worden verminderd en zo ook in Nederland. De zogenoemde energietransitie moet ervoor zorgen dat Nederland in 2050 CO<sub>2</sub> neutraal is, daarnaast wil de Rijksoverheid in 2050 volledig Circulair zijn. Dit vraagt om grote veranderingen in hoe we naar materiaal, energie en ook gezondheid kijken en het COVID-19 zorgt voor schone lei om deze zaken goed aan te pakken.

## 1.2 Probleemstelling

Kantoren zijn of worden helemaal aangepast om werknemers zo gezond mogelijk te laten werken op kantoor. Om de anderhalve meter te garanderen worden schermen geplaatst en stickers geplakt. Is dit allemaal wel duurzaam? Bij het begin van de uitbraak was het nodig om te kijken naar de behoeften van dat moment, maar nu, we als maatschappij verder zijn en er meer bekend is over het virus, is het tijd om ook te kijken naar de behoeften van de volgende generaties. In dit onderzoek wordt daarom gekeken naar luchtkwaliteit in kantoren en worden toekomstbestendige oplossingen gezocht. Er wordt een antwoord gezocht op de volgende hoofdvraag:

*Welke toekomstbestendige maatregelen kunnen worden genomen om kantoren met betrekking tot luchtkwaliteit zowel gezond als coronaproof te maken?*

De hoofdvraag is verdeeld in enkele deelvragen. De deelvragen zijn te verdelen in drie thema's.

Deelvragen met betrekking tot luchtkwaliteit:

1. Welke aspecten zijn er voor luchtkwaliteit in gezonde kantoren volgens de gebruikte normen?
2. Welke maatregelen kunnen worden genomen om de luchtkwaliteit in kantoren te verbeteren?

Deelvragen met betrekking tot COVID-19

3. Welke manieren van verspreiding van het COVID-19 coronavirus worden genoemd in de literatuur?
4. Welke maatregelen worden of kunnen worden genomen om verspreiding van het coronavirus in kantoren tegen te gaan?

Deelvragen over het toepassen van de maatregelen

5. Welke van de genoemde maatregelen werken zowel positief voor luchtkwaliteit en coronaproof?
6. Welke van de overeenkomstige maatregelen zijn het beste toekomstbestendig op basis van energie-, materiaalgebruik en gezondheid?

## 1.3 Kernwaarde Groen

Kernwaarde Groen is een duurzaam adviesbureau gevestigd in Den Haag. Het bedrijf is in 2014 opgericht en is gefocust op duurzaam vastgoed en het duurzaam beheren. Het bedrijf heeft twee werknemers, Robert en Sven, die samen met professionals in hun directe omgeving samenwerken aan bijzondere voornamelijk renovatie en transformatie projecten.

De kernwaarden van Kernwaarde Groen zijn Samenwerken, Passie, Duurzaam, Creativiteit en Duidelijk. Het doel van het bedrijf: "Blijde gebruikers in vooral gezonde gebouwen." Het bedrijf is aangesloten aan de Dutch Green Building Council en maakt graag gebruik van dit netwerk.

Op dit moment is bedrijf veel bezig met de uitvoering van de aardgasvrije herontwikkeling van grachtenpanden aan de Leidsekade in Amsterdam. Daarnaast worden er veel beheersmatige werkzaamheden gedaan voor het voormalige ING-house en het Hirschgebouw in Amsterdam. Projecten dichterbij de vestiging in Den Haag zijn

het schrijven van een Duurzaam Meerjarig Onderhoudsplan voor een oude Industrieschool voor meisjes in Den Haag en het renoveren van een woning uit 1954 in Capelle aan de IJssel.

Op dit moment wordt er voornamelijk gewerkt vanuit huis. Op dit moment zitten ze te trappelen om weer vaker naar kantoor te mogen mits onder veilige omstandigheden.

## 1.4 Ruimtelijke Ontwikkeling aan de Haagse Hogeschool

De auteur studeert de Bachelor Ruimtelijke Ontwikkeling/Climate & Management aan de Haagse Hogeschool. Dit verslag is onderdeel van een stage bij Kernwaarde Groen tussen april en juli in 2020.

De Bachelor is erop gericht op het leveren van een bijdrage aan het managen van de vraagstukken op het vlak van klimaatmitigatie en -adaptatie voor zover deze in relatie staan tot de 'geconstrueerde omgeving' (gebouwde omgeving, wegen, en waterwerken).

Het gaat daarbij dus zowel om werkzaamheden die samenhangen met het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (mitigatie) als om werkzaamheden die nodig zijn om Nederland aan te passen aan het veranderende klimaat (adaptatie).

De studenten die deze opleiding hebben gevolgd kunnen op verschillende schaalniveaus technische oplossingen genereren die bijdragen aan het oplossen van problemen rondom klimaatverandering.

## 1.5 Leeswijzer

Het idee van de verslagsopbouw is dat elk hoofdstuk op zichzelf kan worden gelezen als naslagwerk voor dat specifiek onderwerp. Echter het uiteindelijke advies is gebaseerd op onderbouwingen uit eerdere hoofdstukken.

In het tweede hoofdstuk zal de methode van het onderzoek worden uitgelegd. Dit met doel om te laten zien waar de informatie vandaan komt.

In hoofdstuk drie zullen de resultaten van het onderzoek naar aspecten en maatregelen van luchtkwaliteit worden verkend.

In hoofdstuk vier zullen de overdracht routes van COVID-19 worden besproken en zal gekeken worden naar wat er al in kantoren en andere locaties gedaan wordt.

In hoofdstuk vijf zullen de uitgangspunten voor een toekomstbestendig ontwerp worden opgesteld.

In hoofdstuk zes wordt het onderzoek geconcludeerd en wordt er een advies gegeven over de te nemen maatregelen.

In hoofdstuk zeven zullen de resultaten worden besproken en mogelijke vervolgonderzoeken verkend.

## Hoofdstuk 2: Methode

In dit hoofdstuk wordt de methode van onderzoeken uitgelegd. Het doel is de herhaalbaarheid en validiteit van het onderzoek te onderbouwen.

### 2.1 Deelnemers aan het onderzoek

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van interviews. Er is gekozen voor interviews om te zorgen voor een andere invalshoek en manier van kijken. De geïnterviewde personen komen uit het netwerk van Kernwaarde Groen en hebben allemaal net een andere insteek met de manier dat ze naar het onderwerp kijken. Het doel was vooral oefenen met het gesprek aan gaan met professionals. De personen zijn op basis hiervan gekozen.

In het onderzoek wordt de kennis verkregen van de interviews gebruikt in alle hoofdstukken. De uitwerkingen van de interviews zijn te vinden in de bijlagen van het onderzoek.

### 2.2 Ontwerp van het Onderzoek

Voor dit onderzoek is gekozen voor een kwalitatieve methode van dataverzameling. De informatie is afkomstig uit bureau onderzoek en interviews. Hieronder zal ik kort ingaan op de belangrijkste bronnen voor luchtkwaliteit en COVID-19

Voor luchtkwaliteit is gekozen om vier normen te gebruiken. Deze normen zijn gekozen omdat Kernwaarde Groen deze normen gebruikt. Daarnaast was er een wens vanuit Kernwaarde Groen om deze normen duidelijker naast elkaar te zetten. Deze normen zijn allemaal te gebruiken om een gezond kantoor te realiseren. Het bouwbesluit is voornamelijk gekozen om als referentie. Dit is het minimum waar (nieuwbouw) aan moet voldoen. De gekozen normen zijn:

- ❖ Bouwbesluit 2012 (Rijksoverheid, 2020)
- ❖ De nieuwe norm (Kantoor vol Energie, 2020)
- ❖ Programma van Eisen gezonde kantore, (Platform Gezond Binnenklimaat, 2018)
- ❖ WELL building standard (International WELL Building Institute, 2020)

Voor COVID-19 was informatie vergaren lastiger aangezien onderzoek nog steeds plaats vindt. Als beginpunt zijn de serie Webinars van de Dutch Green Building Council over het COVID-19 in kantoren gebruikt. Deze kwamen veel overeen met het adviesdocument van REHVA van 2 april 2020.

Tegenover de conclusies van het REHVA stond het RIVM, die ten opzichte van de aerosolen discussie een andere opvatting had. Zij waren van mening dat de verspreiding via druppelkernen niet bewezen is en daarom geen speciale maatregelen voor nodig zijn. Het REHVA en andere onderzoekers vinden juist dat het anekdotisch bewijs laat zien dat het niet uitgesloten kan worden. Hiertussen zit een grijs gebied met waarschijnlijk de waarheid. Voor dit onderzoek is gekozen om te kiezen voor de mogelijkheid van verspreiding via aerosolen. Voornamelijk omdat maatregelen tegen deze verspreiding een aantoonbaar positief effect hebben op de luchtkwaliteit.

De resultaten van het onderzoek zouden kunnen worden getest in kantooromgevingen en de luchtkwaliteit gemonitord. Dit viel buiten de tien weken die voor dit onderzoek stonden. Op deze manier zou er kwantitatieve data kunnen worden verzameld om conclusies te onderbouwen.

### 2.3 Operationalisatie

Op basis van de normen voor luchtkwaliteit kwamen vier sub-aspecten naar voren waaraan luchtkwaliteit kon worden gemeten. Daarna is gekeken naar hoe deze sub-aspecten konden worden beïnvloed. Op die manier zijn de maatregelen voor luchtkwaliteit naar voren gekomen.

Voor het onderzoek naar maatregelen van het COVID-19 is gekeken naar de overdracht routes op basis van het REHVA-advies document van 2 april. Tegelijk is gekeken naar de maatregelen die worden toegepast in kantoren en andere openbare plekken. Deze maatregelen zijn gegeneraliseerd naar standaardoplossingen.

Op basis van deze verzamelde informatie zijn gespreksonderwerpen met de geïnterviewde personen opgezet.

## 2.4 Procedure van analyse

De verzamelde informatie van Luchtkwaliteit en COVID-19 is vergeleken. Op basis van deze vergelijking zijn maatregelen gekozen die zowel verspreiding van COVID-19 tegengaan en de luchtkwaliteit verbeteren. Als er geen direct correlatie was maar dat de maatregelen wel een groot effect had op een van de twee is deze ook meegenomen.

De maatregelen zijn vervolgens ontworpen om een zo positief effect te hebben op de drie criteria van toekomstbestendigheid: Gezondheid, Materiaal- en energiegebruik. Deze criteria zijn gekozen op ambities van de Rijksoverheid en de mogelijkheid om het te vertalen naar waarde.

Daarna zijn de maatregelen toegepast op het Kantoor van Kernwaarde Groen. Deze toepassing laat zien dat maatregelen van luchtkwaliteit niet alleen mogelijk zijn in een kantoor met luchtbehandelingskast.

## Hoofdstuk 3: Gezonde luchtkwaliteit in kantoren

Voor dit onderzoek is gekeken naar wat vier normen benoemen als belangrijke meetbare indicatoren voor een gezonde luchtkwaliteit. Dit wordt aan de hand gedaan van de volgende twee deelvragen.

1. Welke aspecten zijn er voor luchtkwaliteit in gezonde kantoren volgens de gebruikte normen?
2. Welke maatregelen kunnen worden genomen om de luchtkwaliteit in kantoren te verbeteren?

De gebruikte normen en bijbehorende waardes kunnen worden gevonden in de bijlage (pagina 52). Op basis van deze normen zijn vier indicatoren/aspecten van luchtkwaliteit naar voren gekomen. In dit hoofdstuk worden maatregelen benoemd die kunnen worden gebruikt om deze aspecten te verbeteren en daarbij welk effect deze stoffen hebben op de gezondheid van de gebruikers.



Figuur 11. Vier aspecten van luchtkwaliteit: Luchttoevoer, Vluchtig Organische Stoffen (VOS.VOC), Anorganische Stoffen en , Luchtvochtigheid

### 3.1 Luchttoevoer

Luchttoevoer is het belangrijkste aspect van een gezonde luchtkwaliteit. Bij luchttoevoer wordt uitgegaan van het toevoeren van schone buitenlucht naar de gebruikersruimtes. Luchttoevoer kan op gebruikersniveau en installatieniveau worden beïnvloed. Eerst zal kort worden ingegaan wat wordt verstaan onder gezonde luchttoevoer en dan zullen de maatregelen kort worden besproken.

#### 3.1.1 Gezonde luchttoevoer

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de toevoer van schone lucht zorgt voor een hogere productiviteit en minder ziekteverzuim bij werknemers (Boerstra & van Dijken, 2015). Daarnaast zorgt een hogere luchttoevoer voor een snelle luchtverversing in ruimtes wat positief bijdraagt aan het verlagen van de concentratie vervuilende stoffen (organisch & anorganisch).

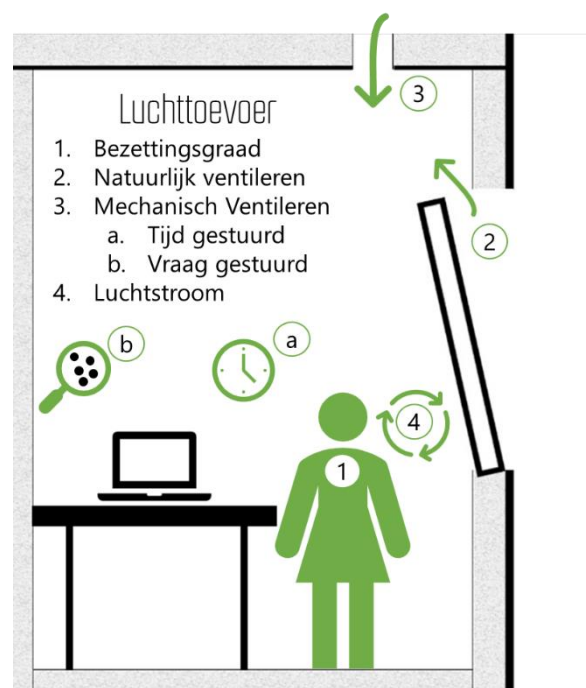
De mate van luchtverversing in de ruimte wordt aangegeven met de term ventilatievoud [ $h^{-1}$ ]. Deze geeft aan hoe frequent de lucht in een ruimte per uur wordt verversd. Deze is afhankelijk van het volume van de ruimte [ $m^3$ ], de luchttoevoer [ $m^3/h$ ] en de efficiëntie van de luchtstroom [%].

#### 3.1.2 Maatregelen luchttoevoer

Er zijn vier manieren om de luchttoevoer te verhogen of efficiënter te maken. De manieren kunnen worden onderscheiden door het verminderen van de vraag, het verhogen van de luchttoevoer en het efficiënter maken van de luchttoevoer.

##### Verminderen van de vraag

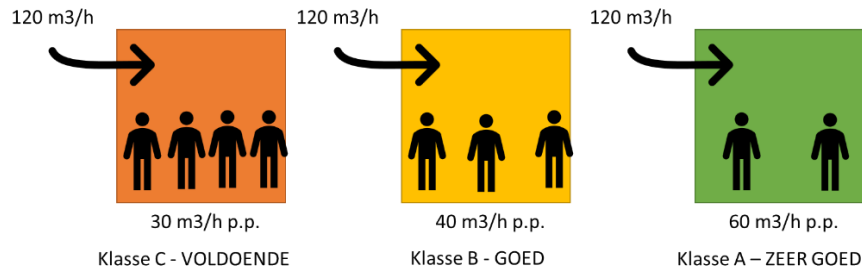
Eerst het verminderen van de vraag. De luchttoevoer wordt ontworpen op basis van het aantal mensen dat in



Figuur 12 Schematische weergave maatregelen luchttoevoer

een ruimte wordt verwacht. Per persoon wordt daar een luchthoeveelheid per uur aan gehangen. Zo geeft het PVE Gezonde Kantoren (2018) bijvoorbeeld een waarde van minimaal 25 m<sup>3</sup>/h per persoon als minimumeis voor een VOLDOENDE waardering (Platform Gezond Binnenklimaat, 2018). Als je ervan uitgaat dat de luchttoevoer niet veranderd maar je het aantal mensen wel aanpast kun je relatief eenvoudig de luchtkwaliteit verbeteren. Zie het voorbeeld hieronder.

VOORBEELD:



*Door de bezettingsgraad van een ruimte aan te passen van de gezondheidsklasse van de luchttoevoer worden verbeterd zonder de luchttoevoer aan te passen.*

### Verhogen luchttoevoer

Het is echter niet altijd mogelijk of wenselijk om de bezettingsgraad aan te passen in ruimtes. Daarnaast is het ook in minder bezette ruimtes nodig om schone lucht toe te voeren. De luchttoevoer kan op twee manieren worden toegevoerd, Natuurlijk en Mechanisch.

Natuurlijk ventileren kan voornamelijk worden gedaan door het openen van ramen maar er bestaan ook gebouwen met een passief ventilatiesysteem. Het openen van ramen is essentieel om de luchttoevoer periodiek te verhogen of te zorgen voor luchttoevoer als er geen ventilatie aanwezig is in het gebouw. Gebouwen met passieve ventilatiesystemen maken gebruik van natuurlijke processen om het gebouw te ventileren. Een goed voorbeeld hiervan is het gebruiken van zomernacht ventilatie. Hiermee wordt het gebouw in de zomer 's nachts passief geventileerd en gekoeld om zo de koellast in de ochtend te verminderen.

VOORBEELD:



*Het Stadskantoor in Venlo gebruikt zonnestraling om het gebouw passief te voorzien van verse lucht. De zonneshoorsteen op het dak zorgt ervoor lucht het gebouw uit wordt gezogen. De lucht komt daarnaast het gebouw in via een binnentuin waardoor de lucht ook nog eens natuurlijk gefilterd wordt (Kraaijvanger, 2016).*

Mechanisch ventileren wordt gedaan met hulp van een luchtbehandelingsinstallatie. De capaciteit van deze installatie wordt bij het ontwerp vastgelegd en is daarna lastig aan te passen. Het zou goed zijn als nieuwe ontwerpen flexibeler worden ontworpen om zo in te spelen op mogelijke toekomstige veranderingen in eisen.

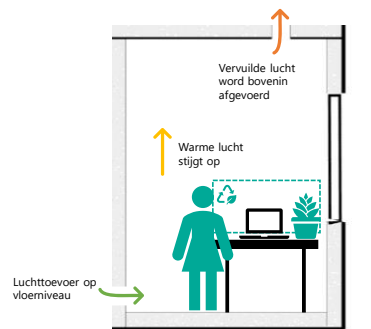
Voor dit onderzoek wordt ervan uit gegaan dat de luchtbehandelingsinstallatie niet kan worden aangepast of opgevoerd. De luchttoevoer en de schoonheid van de lucht zijn wel afhankelijk van het onderhoud van het ventilatiesysteem. Vieze filters, kanalen en roosters zorgen namelijk voor een verlies aan capaciteit en zorgen juist voor verspreiding van vervuilende stoffen.

### Verbeteren efficiëntie luchttoevoer

Als je spreekt over de efficiëntie van de luchttoevoer kun je onderscheid maken tussen efficiëntie op basis van luchtstromen en efficiëntie op basis van de energie.

Ventilatie efficiëntie op basis van luchtstromen kan worden bepaald door de hoeveelheid schone lucht die in de ademzone van de gebruikers komt. Je hebt immers niks aan een goede luchttoevoer als deze schone lucht de gebruikers niet bereikt. Als maatstaf gebruikt het PvE van Gezonde Kantoren dat minstens 80% van de totale toegevoerde lucht de ademzone moet bereiken (Platform Gezond Binnenklimaat, 2018).

VOORBEELD:



*Door luchttoevoer op vloerniveau in te blazen wordt gebruik gemaakt van de warmte van de ruimte om de lucht evenredig te verdelen over de ruimte. Hierdoor wordt het makkelijker om lucht de ademzone te laten bereiken.*

Efficiënt energiegebruik kan bijvoorbeeld op basis van tijd of vraag gestuurde luchttoevoer. Hierdoor hoeft de ventilatiecapaciteit niet altijd op vol vermogen aan te staan en word op die manier het energiegebruik van de luchtbehandelingsinstallatie efficiënter. Ook kan een gestuurde regeling zorgen voor een lager energiegebruik voor bijvoorbeeld het thermisch comfort. Door gebruik te maken van slimme systemen wordt er bijvoorbeeld ook minder warmte verloren door de ventilatie.

Warmteverlies door de ventilatie kan ook worden verminderd door gebruik te maken van Warmterugwinning of recirculatie in de luchtbehandeling. Warmterugwinning systemen worden geplaatst tussen de centrale toe- en afvoerkanalen. Hierbij wordt de op kamertemperatuur zijnde afvoerlucht gebruikt om de toevoer lucht op buitentemperatuur te verwarmen of koelen. Hierdoor komt er minder warmteverlies. Voor de luchtkwaliteit heeft het weinig effect aangezien over het algemeen de twee luchtstromen niet kruisen. Er komt nog steeds schone lucht binnen en vuile lucht wordt naar buiten gevoerd.



VOORBEELD:



*Schematische werking van een WTW-systeem. Door WTW toe te passen kan verspilling van warmte worden tegengegaan en wordt er bespaard op verwarmen of koelen van kantoren. De temperatuur van de luchtstromen in dit voorbeeld, is een indicatie en van veel factoren afhankelijk. Een vergelijking van verschillende type WTW-installaties kan worden gevonden in de bijlage (pagina 54).*

Een andere manier om warmteverlies te voorkomen is gebruik te maken van recirculatiesystemen. Hierbij wordt de afgezogen warmere lucht teruggeblazen in het gebouw en hoeft minder verwarmt te worden. Dit is gunstig voor het energiegebruik van de verwarming of koeling van het gebouw en kan zorgen voor een snellere reactietijd van het binnenklimaat systeem. Echter wordt in principe vervuilde lucht weer verspreid over de ruimte. Recirculatiesystemen zijn daarom uitgerust met filters. Deze filters moeten vaak worden vervangen en halen niet alle deeltjes uit de lucht. Hierdoor hebben recirculatiesystemen bijna altijd een negatief effect op de luchtkwaliteit.

VOORBEELD:



*Schematische weergave van recirculatie in een luchtbehandelingsinstallatie. Door uitgeblazen lucht te hergebruiken wordt er minder warmte verloren. Echter halen de grove filters niet alles uit de lucht. Hoe minder warmte je wilt verliezen hoe meer vuil wordt gerecirculeerd door het gebouw.*

## 3.2 Concentratie Vluchtige Organische Stoffen

Naast het toevoegen van voldoende schone lucht is het ook belangrijk om vervuiling in de lucht te voorkomen. Er wordt eerst gekeken naar Vluchtige Organische Stoffen (VOS). VOS kunnen vrijkomen uit verf- en schoonmaakmiddelen, cosmetica, luchtverfrissers en bouwmaterialen, maar ook bijvoorbeeld door natuurlijke verbanding in het menselijk lichaam (RIVM, 2018).

Er zal eerst worden gekeken naar de gezondheidseffecten van deze stoffen en daarna zal worden gekeken hoe de concentratie in de binnenlucht kan worden verminderd.

### 3.2.1 Gezondheidseffecten Vluchtige Organische Stoffen

Het inademen van Vluchtige Organische stoffen kan zorgen voor klachten zoals hoofdpijn, vermoeidheid en irritatie van neus, keel en ogen veroorzaken (RIVM, 2018). Door de concentratie VOS in de lucht laag te houden kunnen deze klachten worden voorkomen.

### 3.2.2 Maatregelen VOS

Om de concentratie van VOS te verminderen kan er meer geventileerd worden of aanpassingen gemaakt in de keuze van materialen. Ook het schoonhouden van ruimtes en installaties heeft een effect op de verspreiding van deze stoffen.

#### Ventilatie

Zoals eerder besproken speelt de luchttoevoer en met name de ventilatievoud een grote rol. Hoe vaker de lucht in een ruimte wordt ververst met schone buitenlucht hoe lager de concentratie VOS is in de binnenlucht. Dit komt doordat vooral binnen de concentratie hoog kan worden door materiaalgebruik en slechte schoonmaak. De buitenconcentratie is over het algemeen gezond. Door de lucht vaak te verschonen wordt de binnenconcentratie vergelijkbaar met de buitenconcentratie en dus gezond.

Ook is het aan te raden om de ventilatie niet helemaal uit te zetten of in ieder geval voor opening van het gebouw goed door te ventileren. Dit voorkomt ophoping van VOS, bacteriën en stof (Arboportaal, 2020). Dit kan bijvoorbeeld worden gedaan door een slimme tijdsregeling zoals genoemd is bij de luchttoevoer.

#### Materiaalkeuze

Bij de keuze van materialen kan rekening worden gehouden met de uitstoot van vluchtige organische materialen (VOS of VOC). Hierbij geldt ook Voorkomen is beter dan Genezen. Als er geen VOS worden uitgestoten is het ook niet nodig om deze te verwijderen.

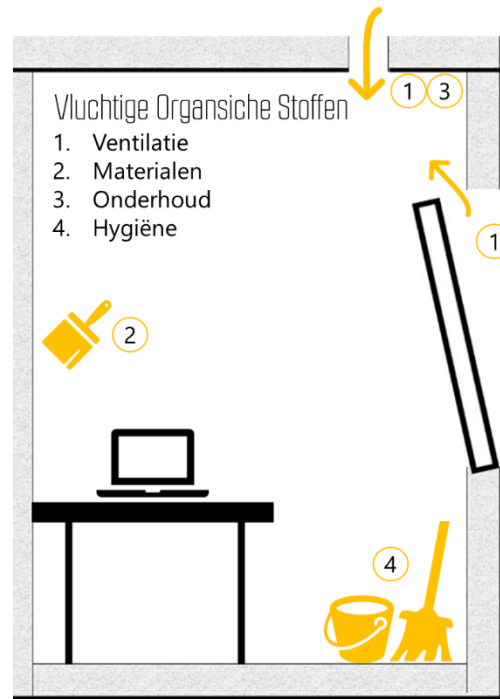
#### VOORBEELD:



Een voorbeeld van een keuze van een verf met een lage uitstoot van VOS is Graphenstone. Dit is een duurzame circulaire verf die CO<sub>2</sub> uit de lucht kan opnemen. Deze verf is Cradle to Cradle gecertificeerd en stoot geen VOS uit. Afbeelding: [www.graphenstone-benelux.com](http://www.graphenstone-benelux.com)

#### Onder- en schoonhouden van de ruimte

Door luchtbehandelingsinstallaties goed te onderhouden kan een ophoping van vuile stoffen worden voorkomen. Slecht onderhoud en vieze luchtrooster of kanalen kunnen ervoor zorgen dat vervuilde stoffen mee worden geblazen met de ventilatielucht. Daarnaast zorgt een verlies van capaciteit.



Figuur 13 Schematische weergave maatregelen Vluchtige Organische Stoffen (VOS/VOC)

Een schone werkplek verbetert de luchtkwaliteit. Door het toepassen van een Clean Desk Policy kan ophoping van stof rond de werkplek worden voorkomen (Arboportaal, 2020). Ook wordt afgeraden om bij de werkplek te eten. Dit is ongezond en kan zorgen voor een slechtere luchtkwaliteit. Door gebruik te maken van materialen die goed schoon te maken zijn, zoals bijvoorbeeld een gladde vloerbedekking, kan ophoping van stof worden tegengegaan.

### 3.3 Concentratie Anorganische Stoffen

Anorganische stoffen hebben voornamelijk buiten het kantoor een effect op de gezondheid. Zo sterven jaarlijks 12.000 mensen vroegtijdig aan luchtvervuiling van Stikstof, Fijnstof en Ozon (Gezondheidsraad, 2018). Maar ook binnen hebben anorganische stoffen invloed op de gezondheid. Eerst zal kort in worden gegaan wat de gezondheidseffecten zijn van deze stoffen en hoe ze in het binnenklimaat terecht komen. Daarna zullen maatregelen worden opgenoemd die kunnen werken om een schadelijke concentratie te voorkomen.

#### 3.3.1 Gezondheidseffecten anorganische stoffen

Volgens het PvE Gezonde Kantoren en WELL zijn de volgende anorganische stoffen van invloed in kantoren: Koolstofdioxide, Koolstofmonoxide en Fijnstof.

##### Gezondheidseffecten en Vrijkomen Koolstofdioxide

Koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) komt in het binnenklimaat terecht door het uitademen van mensen en bij verbranding. Een te hoge concentratie CO<sub>2</sub> kan zorgen voor een verlies aan productiviteit.

##### Gezondheidseffecten en Vrijkomen Koolstofmonoxide

Koolstofmonoxide (CO) is een reukloos gas dat vrijkomt bij onvolledige verbranding. Een lage concentratie ingeademde koolmonoxide kan zich uiten in hoofdpijn, vermoeidheid en duizeligheid. Een hoge concentratie kan leiden tot bewusteloosheid en de dood (RIVM, 2011). Voornamelijk in woningen speelt dit gas een grote rol.

##### Gezondheidseffecten en Vrijkomen Fijnstof

Fijnstof (PM<sub>x</sub>) is een verzamelnaam voor kleine stofdeeltjes die onder andere vrijkomen bij verbranding. Door fijnstof leven jaarlijks duizenden mensen dagen of maanden korter door kortdurende blootstellingen aan hoge concentraties fijnstof. Ook langdurige blootstelling aan lagere concentraties kan leiden tot vroegtijdige sterfte aan luchtwegklachten en hart- en vaatziekten (RIVM, 2018).

Fijnstof komt het binnenklimaat vooral binnen door de ramen en ventilatiesystemen. Vooral kantoren in drukke stadscentra en langs snelwegen hebben last van een te hoge concentratie.

#### 3.3.2 Maatregelen anorganische stoffen

De redenen dat anorganische stoffen zijn samen gevoegd is dat ze op dezelfde manieren kunnen worden voorkomen. Dit zijn ventileren en filteren.

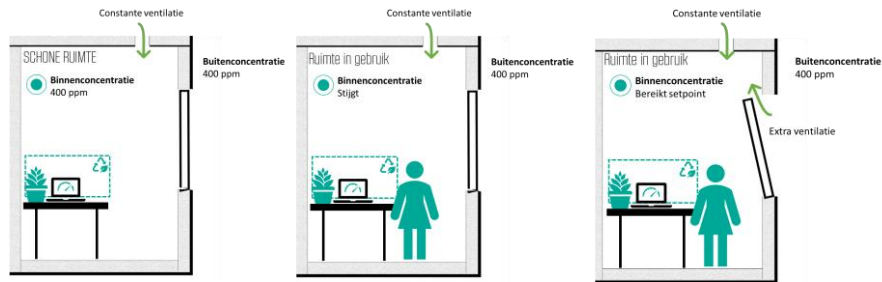
##### Ventilatie

Net als de concentratie VOS kan ook de concentratie anorganische stoffen worden verminderd door hulp van ventilatie. Ook hierbij is de ventilatievoud van belang. Hoe vaker de lucht in de ruimte wordt verversd hoe dichterbij de binnen concentratie komt te liggen bij de buitenconcentratie. Zie hiervoor het voorbeeld.



Figuur 14 Schematische weergave maatregelen Anorganische Stoffen

## VOORBEELD:



*Een voorbeeld hoe setpoints werken bij een vraag gestuurd systeem. Door setpoints gelijk te zetten met de buitenconcentratie (400 ppm) wordt er constant geventileerd als de ruimte bezet is. Er moet altijd worden gezorgd voor een constante ventilatie ook als de ruimte niet gebruikt wordt.*

Dit voorbeeld werkt goed voor de CO<sub>2</sub> en CO-concentratie aangezien de buitenconcentratie gezond is. Echter zoals aangegeven bij de gezondheidseffecten is de buitenconcentratie van fijnstof vaak te hoog en ongezond. Hierdoor moet er een filter worden toegevoegd om de fijne stofdeeltjes eruit te halen.

### Filters

Filters zijn nodig in ventilatiesystemen om schadelijk stoffen uit de buitenlucht te filteren en zo te zorgen voor een gezond binnenklimaat. Hiervoor geldt hoe fijner het filter hoe kleinere stoffen het kan opvangen. Echter geldt dan ook hoe fijner het filter hoe minder lucht er doorheen kan en hoe sneller deze vervuult. Een vervuult filter zorgt juist voor meer vervuilende deeltjes in de lucht en dus een lagere luchtkwaliteit.

## 3.4 Relatieve Luchtvochtigheid

Naast de hoeveelheid vervuilende stoffen in de lucht (organisch & anorganisch) en de hoeveelheid schone buitenlucht die wordt toegevoerd is als laatste ook de relatieve luchtvochtigheid belangrijk voor de luchtkwaliteit.

Relatieve luchtvochtigheid is een percentage van hoeveel vocht er in de lucht is ten opzichte van het van temperatuur afhankelijke dauwpunt. Als het dauwpunt (100% relatieve luchtvochtigheid) wordt bereikt condenseert het water en vormen er druppels.

Eerst zal er kort worden ingegaan op de gezondheidseffecten van de relatieve luchtvochtigheid en daarna zullen enkele maatregelen worden besproken die kunnen helpen met het halen van een gezonde luchtvochtigheid.

### 3.4.1 Gezondheidseffecten relatie luchtvochtigheid

Luchtvochtigheid kan een direct effect hebben op de gezondheid van mensen en een indirect effect door de groei van bacteriën en micro-organismen.

Vooraf extreme waarden van luchtvochtigheid hebben een direct effect op de gezondheid van de gebruikers. Een te lage luchtvochtigheid zorgt voor irritaties van de huid en de ogen. In kantoren met veel beeldscherm werk kan

dit zorgen voor oogklachten (Arboportaal, z.j.). Ook zorgt een lage luchtvochtigheid voor een lager thermisch comfort door het gevoel dat het kouder is dan het daadwerkelijk is.

Bij een hoge relatieve luchtvochtigheid is de kans op verspreiding van schimmels en micro-organismen groter (Arboportaal, z.j.) en heeft hierdoor een indirect effect op de gezondheid van de gebruikers.

Aangeraden wordt om de relatieve luchtvochtigheid tussen de 35 en 70% te houden volgens het PvE Gezonde Kantoren en zelfs tussen de 35 en 50% volgens de WELL Building Standard. Bij deze waarden groeien micro-organismen slechter en is de relatieve luchtvochtigheid hoog genoeg om klachten te voorkomen.

De relatieve luchtvochtigheid heeft ook effect op het energiegebruik en comfort. Vochtige lucht is minder makkelijk op te warmen en zorgt voor een hogere energiekosten.

### 3.4.2 Maatregelen relatieve luchtvochtigheid

Nu de gezondheidseffecten van relatieve luchtvochtigheid zijn aangetoond kan er worden gekeken hoe deze kan worden beïnvloed. Er zijn twee manieren, met de hulp van een bevochtigingsinstallatie en door het plaatsen van planten.

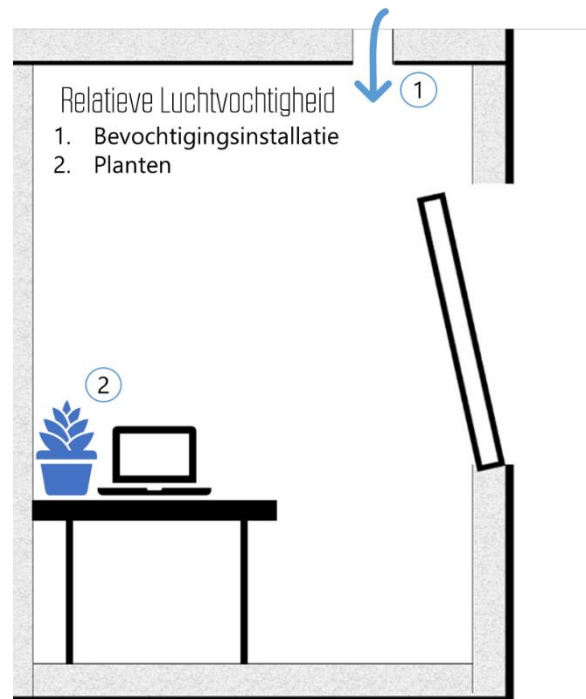
#### Bevochtigingsinstallatie

De meest voorkomende manier van het bevochtigen van de lucht is met een bevochtigingsinstallatie in de luchtbehandelingskast. Hierbij wordt vocht aan de te droge buitenlucht toegevoegd. Deze werkt op basis van verneveling (koud) of stoom (warm). Stoombevochtiging kost meer energie maar heeft minder kans op verspreiding van legionella en wordt daardoor meer gebruikt.

Luchtbevochtiging kan ook worden gebruikt in combinatie met een warmterugwinningssysteem. Door gebruik te maken van een vochtige laag wordt de efficiëntie van de WTW hoger en wordt de lucht bevochtigd (RVO, 2015).

#### Planten

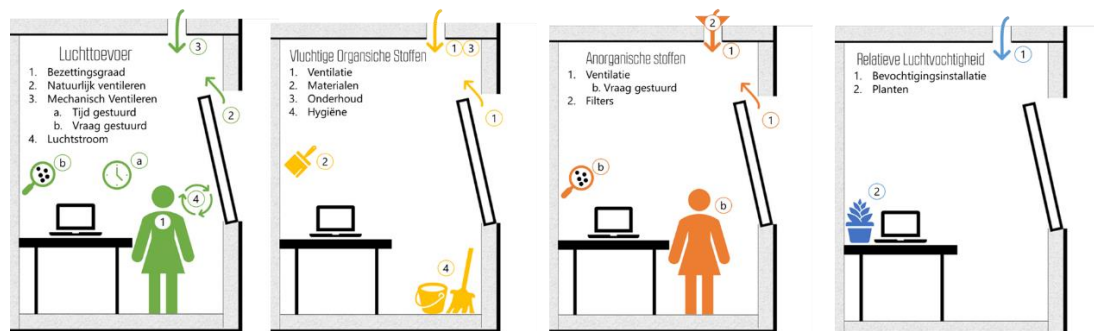
In een onderzoek van de Wageningen universiteit is de invloed van planten onderzocht op het binnenklimaat. Het resultaat uit dit onderzoek was dat planten op kantoren een aantoonbaar effect hadden op de relatieve luchtvochtigheid, gemiddeld een stijging van 5% (Hermans, 2019). Daarnaast bleek uit het onderzoek dat mensen minder gevoelig waren voor veranderingen in thermisch comfort, mensen hun werkplek aantrekkelijker vinden, de gemoedstoestand beter werd en het ziekteverzuim afnam.



Figuur 15 Schematische weergave maatregelen Relatieve Luchtvochtigheid

### 3.5 Conclusie Gezonde Luchtkwaliteit in kantoren

Het doel van dit hoofdstuk was om inzicht te krijgen wat een gezonde luchtkwaliteit was in kantoren en hoe deze kan worden beïnvloed. Er zijn vier meetbare aspecten van luchtkwaliteit. In het figuur hieronder worden maatregelen per aspect benoemd.



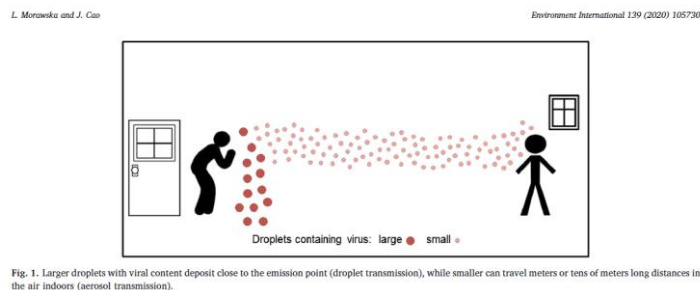
Figuur 16 Overzicht aspecten luchtkwaliteit en bijbehorende maatregelen

## Hoofdstuk 4. Verspreiding COVID-19 Coronavirus in kantoren en de mogelijke maatregelen

In dit hoofdstuk zullen de manieren van verspreiding van COVID-19 worden besproken en de maatregelen die worden genomen om de verspreiding tegen te gaan worden besproken. Dit met doel om de volgende deelvragen te beantwoorden.

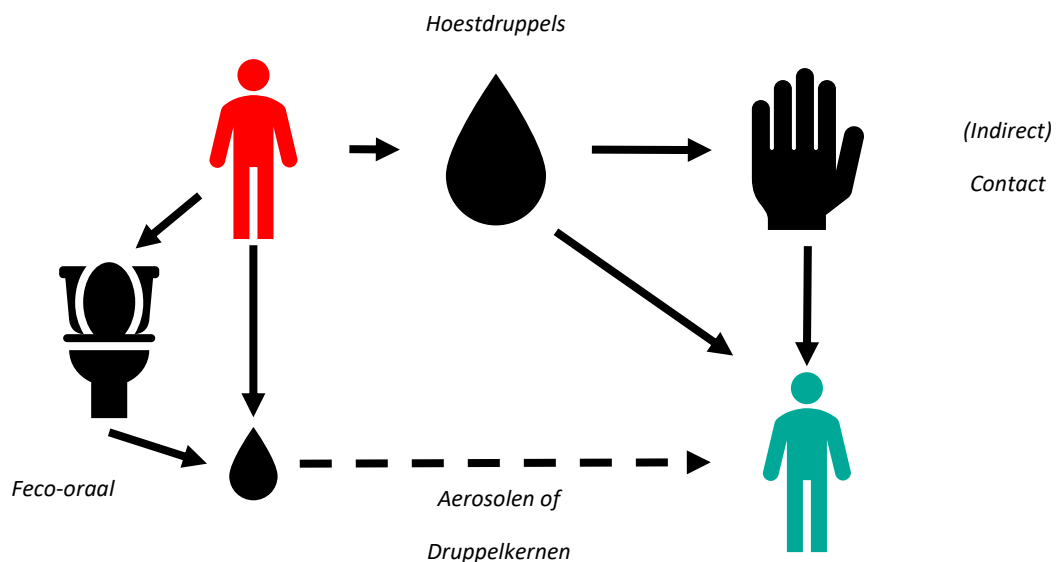
3. Welke manieren van verspreiding van het COVID-19 coronavirus worden genoemd in de literatuur?
4. Welke maatregelen worden of kunnen worden genomen om verspreiding van het coronavirus in kantoren tegen te gaan?

Het Coronavirus nestelt zich in de luchtwegen. Door hoesten en niezen komt het virus uit neus, keel of longen naar buiten. Bij het hoesten en niezen komen twee soorten druppels vrij. Grote druppels en kleine druppels. Deze druppels verspreiden zich anders over ruimtes, zie Figuur 17.



*Figuur 17 Grote druppels vallen snel op de grond terwijl kleine druppels afstanden van 10 of meer meter kunnen afleggen*

In het overzicht hieronder zijn de overdracht routes gevisualiseerd.



*Figuur 18 Mogelijke Overdracht routes van het COVID-19 virus van een besmet (rood) persoon naar een gezond persoon (groen).*

Eerst zullen maatregelen worden genoemd om de aanwezigheid van een besmet persoon te voorkomen (preventie). Daarna zal per overdracht route zal kort worden vermeld hoe het virus bij de gezonde persoon terecht kan komen en welke maatregelen worden gedaan om te zorgen dat deze overdracht niet plaats kan vinden.

## 4.1 Preventie

Om kans verspreiding van het COVID-19 op kantoor kan er preventief worden gehandeld door te zorgen dat er minder mensen op kantoor zijn. Minder mensen betekent ook een kleinere kans dat een van de aanwezige het COVID-19 virus meedraagt. Werk zoveel mogelijk thuis staat ook uit de richtlijnen van de overheid en het RIVM, zie Figuur 19.

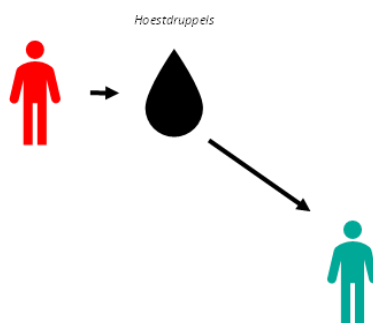


Figuur 19. Poster basisregels voor iedereen d.d. 27 mei 2020. Kijk voor de meest actuele informatie op: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/coronavirus-COVID-19>

Het is echter niet altijd mogelijk om niet op kantoor te komen. Sommige mensen kunnen thuis minder goed werken en overleg via bijvoorbeeld Microsoft Teams is toch minder persoonlijk. Sociaal contact met collega's is erg belangrijk. Daarom moet ook gekeken worden hoe het kantoor veilig kan worden gemaakt.

## 4.2 Overdracht route A: De anderhalve meter

Zoals in Figuur 17 te zien is vallen grote druppels binnen ongeveer anderhalve meter op de grond. Als deze druppels op een ander persoon komen die daarmee zijn gezicht aanraakt kan deze persoon besmet worden. Op basis hiervan is ook de anderhalve meter regel van de overheid opgesteld.



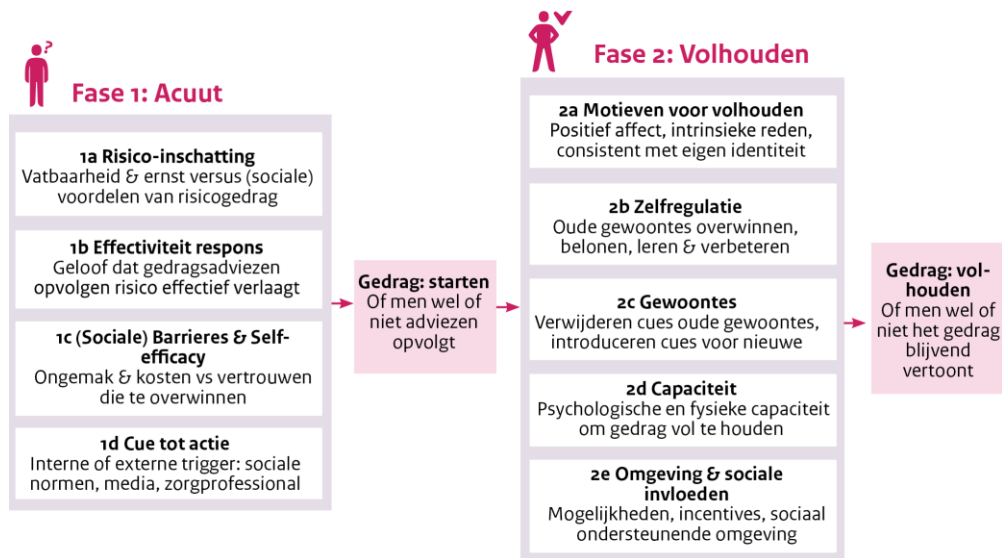
Figuur 20 Overdrachtsroute A: De anderhalve meter

De anderhalve meter tussen personen kan op twee manieren worden gestimuleerd. Dit zijn aanpassingen ten behoeve van het gedrag van de werknemers en ten tweede de indeling van het kantoor zelf.

### 4.2.1 Sociaal en Fysiek Ondersteunende omgeving

Het preventief gedrag (Preventie van Infectie en Gezond Blijven) zijn van invloed op het voorkomen van verspreiding van COVID-19 in kantoren. Het RIVM stelt het volgende kader op voor het starten en volhouden van gedragsregels in het algemeen.





Figuur 21 Kader Preventiegedrag COVID-19 uit het Basisdocument preventiegedrag en welzijn (RIVM, 2020)

In kantoren is voornamelijk het volhouden van de regels belangrijk. Hierom is een stimulerende en ondersteunde sociale en fysieke omgeving (2e) erg belangrijk.

Sociale ondersteuning kan komen van collega's en managers. Goede afspraken maken en voor elkaar zorgen is belangrijk. Door een veilige en prettige werkomgeving te creëren kan het makkelijk worden voor personen om met klachten thuis te blijven.

Fysieke ondersteuning kan komen van het kantoor zelf door bijvoorbeeld de indeling.

## 4.2.2 Indeling van het kantoor

De indeling van het kantoor kan helpen aan een ondersteunende omgeving en met hulp van scheidingsconstructies en looproutes zorgen voor het voorkomen van verspreiding in nauwe looproutes of werkplekken.

### Ondersteunende indeling

Door visueel zichtbaar te maken waar wel gelopen, gewerkt, gegeten en overlegd mag worden kunnen mensen worden herinnerd om voldoende afstand te houden. Werkplekken die bijvoorbeeld niet gebruikt mogen worden hebben geen stoelen of beeldschermen. Er is duidelijk aangegeven wat de looproutes zijn in gangen en bij liften en de regels zijn zichtbaar zodat iedereen herinnerd wordt aan de maatregelen.

VOORBEELD:



Als voorbeeld van een goed ondersteunende omgeving zijn de visualisaties van Diergaarde Blijdorp handig. Deze visualisaties helpen op een leuke en gepersonaliseerde manier mee aan een ondersteunende omgeving. Door gebruik te maken van positieve en gepersonaliseerde boodschappen kan gedrag sneller veranderen.

### Scheidingsconstructies en looproutes

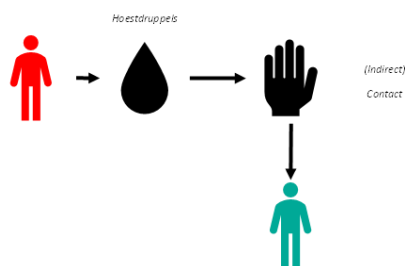
Soms is het niet mogelijk om het kantoor zo in te delen dat op alle plekken de anderhalve meter kan worden gegarandeerd. Dit komt voornamelijk voor in gangen, trappenhuisen en liften. Door het toepassen van eenrichtingsverkeer kan bijvoorbeeld worden voorkomen dat mensen elkaar kruisen en komt er ruimte beschikbaar.

Als het niet echt anders kan, wordt er aangeraden om scheidingsconstructies te plaatsen tussen werkplekken en/of looproutes. Dit zijn op dit moment voornamelijk schermen van bijvoorbeeld plexiglas die zorgen dat er op een afstand kleiner dan anderhalve meter kan worden gewerkt of gelopen. Scheidingsconstructies kunnen een impact hebben op de luchtstroom, akoestiek en lichtinval (NEN, 2020). Bij het plaatsen moet hier rekening mee worden gehouden.

Ook zijn de schermen over het algemeen bedoeld als tijdelijke oplossing. Dit zorgt voor een hoog materiaalgebruik en er zijn vaak geen plannen wat te doen als alles weer 'normaal' wordt. Voor het 'Nieuwe Normaal' zou je graag een wat permanentere oplossing vinden.

### 4.3 Overdracht route B: Indirect contact

De grote druppels genoemd in het vorige hoofdstuk kunnen ook op andere oppervlaktes vallen dan andere personen. Deze kunnen dan direct of via andere voorwerpen op de handen komen en zich op die manier verder verspreiden. In dit onderzoek wordt dit Overdracht route B genoemd.



Figuur 22 Overdracht route B: Indirect Contact

#### 4.3.1 Hygiëne

Om de overdracht van de ziekte via de handen en voorwerpen is hygiëne erg belangrijk. Door ruimtes goed schoon te maken en de handen vaak te wassen kan worden voorkomen dat de ziekte zich zo verspreid. Een ondersteunend kantoor zorgt bijvoorbeeld voor voldoende hand was mogelijkheden en materialen die goed schoon te maken zijn. Ook is het faciliteren van slimme manieren om contactmomenten te verminderen gewenst.

VOORBEELD:



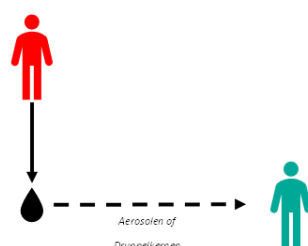
Om contact met oppervlaktes te voorkomen kan er ook gebruik worden gemaakt van een zogeheten coronasleutel. Deze wordt gebruikt om onder andere deuren open te maken, liftknopjes in te drukken en lichtschaakelaars te bedienen,

### 4.3.2 Klimaatsetpoints

Sommige virussen blijven minder lang levensvatbaar door een extreme temperaturen of luchtvochtigheid. Echter concludeert de REHVA op basis van onderzoek dat het aanpassen van klimaatsetpoints voor luchtvochtigheid en temperatuur geen invloed heeft op COVID-19.

## 4.4 Overdracht route C: Aerosolen

Overdracht route C gaat uit van verspreiding via kleine druppels die vrijkomen bij hoesten of niezen. Deze druppels verspreiden zich verder dan de grotere druppels, zie Figuur 17.



*Figuur 23 Overdracht route C: Aerosolen*

Over deze overdrachtsroute is veel discussie. Het is niet bekend in welke mate deze druppelkernen echt besmettelijk zijn. Echter is er genoeg anekdotisch bewijs dat er in slecht geventileerde ruimtes ook verspreiding kan plaatsvinden (Franchimon, 2020). Dit wijst erop dat de aerosolen ook een (kleine) rol spelen. Hieruit kan ook worden geredeneerd dat een goede ventilatie zorgt voor minder verspreiding van het virus via aerosolen.

Dit wordt ook benoemd door REHVA (2020) en uit recent onderzoek van de Universiteit van Amsterdam blijkt dat ventileren een grote invloed heeft op de aanwezigheid van hoestdruppeltjes in de ruimte (Aernout Somsen, van Rijn, Kooij, Bem, & Bonn, 2020).

De REHVA (2020) heeft op basis hiervan een advies document opgesteld waar de volgende maatregelen in worden genoemd.

- Constant ventileren
- Uitzetten Recirculatie en controleren warmtewielen

### 4.4.1 Constant en genoeg ventileren

Door te ventileren worden de ziekte verspreidende deeltjes sneller uit de lucht gehaald. Dit blijkt onder andere uit onderzoek van de UvA (Aernout Somsen, van Rijn, Kooij, Bem, & Bonn, 2020). Om verspreiding tegen te gaan is het van belang om constant en genoeg te ventileren.

#### **Constant ventileren**

Constant ventileren is van belang om te voorkomen dat druppelkernen blijven hangen na sluiten van het kantoor. Door de ventilatie niet uit te zetten maar bijvoorbeeld op een lagere stand kan dit worden voorkomen. Dit hoeft niet altijd met hulp van de luchtbehandelingsinstallatie kijk bijvoorbeeld naar het onderstaande voorbeeld.

## VOORBEELD:



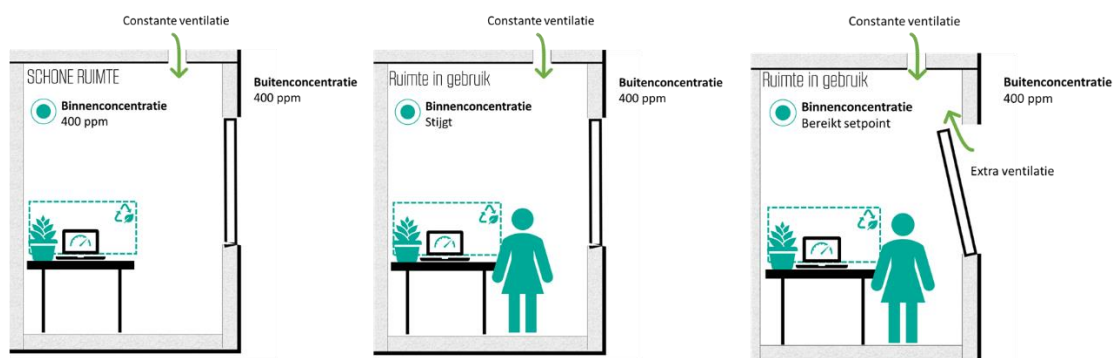
In de nieuwe Energy Academy van de Rijksuniversiteit Groningen wordt passieve en mechanische ventilatie gecombineerd. 's Nachts komt er een natuurlijke luchtstroom op gang die het gebouw op temperatuur houdt en ventileert (Rijksuniversiteit Groningen, 2020).

### Genoeg ventileren

De ventilatievoud is van belang en kan aangeven of er genoeg wordt geventileerd. Deze waarde geeft aan hoe vaak de lucht in een ruimte wordt verversed. Een ruimte die vaak wordt verversed met schone lucht heeft een lagere concentratie ziekte deeltjes.

De ventilatievoud van een ruimte kan op verschillende manieren worden beïnvloed. Door bijvoorbeeld de luchtbehandelingsinstallatie op volle capaciteit te zetten en (periodiek) de ramen open te zetten. Ook kunnen de setpoints voor vraag gestuurde ventilatie worden aangepast. Door deze gelijk te zetten aan de buitenconcentratie (REHVA, 2020) slaat het systeem meteen aan als het merkt dat er een persoon in de ruimte is. Hierdoor kan worden gezorgd dat er altijd wordt geventileerd als er een persoon aanwezig is.

## VOORBEELD:



Als de setpoints gelijk zijn aan de buitenconcentratie wordt er extra geventileerd op het moment dat de ruimte in gebruik raakt.

#### 4.4.2 Uitzetten recirculatie en controleren Warmtewielen

Door het inblazen van schone buitenlucht wordt de kans op ziekte deeltjes in de lucht kleiner. Bij recirculatie wordt een deel van de binnenlucht weer teruggeblazen met daarbij een kans om druppelkernen juist over de ruimte te verspreiden. Niet ideaal. Aangeraden wordt om deze systemen uit te zetten. De filters die aanwezig zijn in deze systemen zijn te grof om de druppels op te vangen (REHVA, 2020).

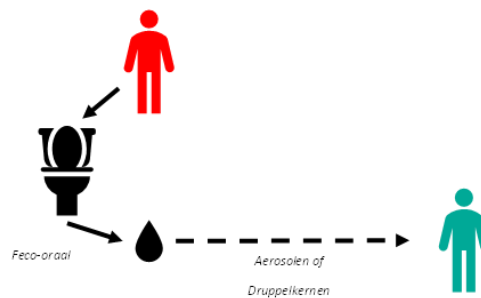
Ook andere manieren van manieren die lucht verspreiden in ruimtes zoals bureauventilatoren kunnen ziekte deeltjes juist meer verspreiden. Aangeraden wordt om deze niet te gebruiken als er meerdere personen in

de ruimte zijn (RIVM, 2020). Als deze toch worden gebruikt hou dan rekening met het feit dat de lucht in ieder geval niet direct van de ene naar de andere persoon wordt geblazen.

Een andere manier van recirculatie van aerosolen in de luchttoevoer is via warmteterugwinning systemen in de ventilatielucht. Bij warmtewielen is het mogelijk dat er stofuitwisseling plaats vindt tussen de uit- en inblaas lucht (RVO, 2015). Het is handig om warmteterugwinningsinstallaties te controleren op deze lekverliezen. Bij een lekverlies van meer dan 5% wordt aangeraden om deze systemen uit te zetten of gebruik te maken van de bypass (REHVA, 2020).

#### 4.4 Overdracht route D: Feco-oraal

Bij het doortrekken van het toilet kunnen druppelkernen ook in de lucht terecht komen. Deze verspreiden zich over de toiletruimte en kunnen zorgen voor ziekte overdracht (REHVA, 2020).



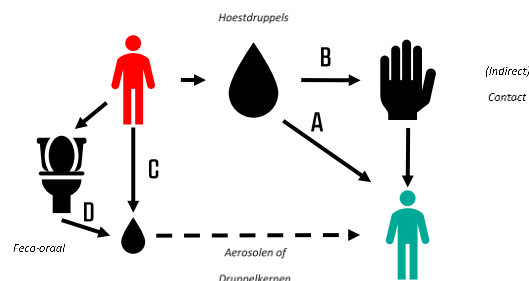
Figuur 24 Overdracht route D: De toiletpot, door het doorspoelen komen druppelkernen/aerosolen vrij die kunnen zorgen voor verspreiding

Om te voorkomen dat er aerosolen vrijkomen bij het doortrekken is het ten eerste nodig om de toiletdeksel dicht te doen bij het doortrekken. Hierdoor komen de ziekte deeltjes niet in de lucht. Als deze aerosolen toch in de lucht zitten is constante ventilatie en het uitzetten van lucht recirculerende apparaten zoals handblowers belangrijk. Verder zijn toiletten ruimtes waar altijd extra goed op de hygiëne moet worden gelet.

Het openen van ramen in toiletten kan wel zorgen dat er overdruk ontstaat als er een passieve schoorsteenventilatie of mechanisch afvoersysteem aanwezig is (REHVA, 2020). Dit kan zorgen dat virusdeeltjes zich juist door het gebouw verspreiden. In dat geval moeten ramen juist niet worden geopend. Als dit niet kan worden vermeden moeten ramen in andere ruimtes worden opgehouden om te zorgen dat deze deeltjes het gebouw weer snel verlaten.

#### 4.5 Conclusie

Het doel van dit hoofdstuk was onderzoeken op welke manieren COVID-19 zich verspreid en welke maatregelen (kunnen) worden genomen om deze verspreiding tegen te gaan.



Figuur 25 Overdracht routes COVID-19

De overdracht via route A kan worden voorkomen door te zorgen voor een ondersteunende omgeving, het aanpassen van de indeling van het kantoor en plaatsen van scheidingsconstructies.

De overdracht via route B kan worden voorkomen door te zorgen voor een goede hygiëne van werknemers en het gebouw zelf.

De overdracht via route C kan worden voorkomen door te zorgen voor constant en genoeg ventileren en het uitzetten van recirculatie.

De overdracht via route D kan worden voorkomen door de wc-deksel dicht te doen bij het doortrekken en verder zorgen voor voldoende ventilatie en het uitzetten van lucht recirculerende handdrogers.

Nu bekend is op welke manieren kantoren coronaproof gemaakt kunnen worden is het belangrijk om te kijken hoe deze kennis kan helpen bij de transitie naar een toekomstbestendig kantoor.

## Hoofdstuk 5 Uitgangspunten Toekomstbestendigheid van maatregelen

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten van wat toekomstbestendige maatregelen zijn. Met deze uitgangspunten kunnen de volgende deelvragen van het onderzoek worden beantwoord in de conclusie.

5. Welke van de genoemde maatregelen werken zowel positief voor luchtkwaliteit en coronaproof?
6. Welke van de overeenkomstige maatregelen zijn het beste toekomstbestendig op basis van energie-, materiaalgebruik en gezondheid?

Toekomstbestendige maatregelen zorgen ervoor dat de behoefte van toekomstige generaties niet in gevaar komen. Aan de hand van drie duurzame transitie paden worden de maatregelen bepaald op effecten op de Gezondheid, Energiegebruik en Materiaalgebruik. Dit wordt gedaan aan de hand van de Sustainable Development Goals (SDG) en de plannen van de Nederlandse overheid om CO<sub>2</sub> neutraal en circulair te zijn in 2050.

VOORBEELD:



De Sustainable Development Goals zijn opgesteld door de landen van de Verenigde Naties in 2015. Ze zetten doelen naar een duurzame wereld in 2030. Deze doelen zijn op basis van mens, planeet, welvaart, vrede en partnerschap.

### 5.1 Gezondheid

Zoals in de inleiding besproken zijn de overdracht routes van COVID-19 niet uniek en maatregelen die werken tegen COVID-19 werken ook voor ziektes met vergelijkbare overdracht routes. Daarnaast kan de waarde van een gezonde luchtkwaliteit ook worden vertaald naar productiviteitswinst en verminderen van ziekteverzuim. De Sustainable Development Goals hebben in de vorm van Doel 3: Goede Gezondheid en welzijn ook doelen gesteld voor 2030. Een van die doelen is het bestrijden van overdraagbare ziektes.



Figuur 26. Doel 3.3 Tegen 2030 een einde maken aan epidemieën zoals aids, tuberculose, malaria en verwaarloosde tropische ziekten, alsook hepatitis, door water overgebrachte ziekten en andere overdraagbare ziekten bestrijden. (SDG Nederland, z.j.)

### 5.1.1 Maatregelen voor zowel COVID-19 als luchtkwaliteit

De maatregelen zijn op dit moment belangrijk voor het tegengaan van verspreiding van COVID-19. In de toekomst kunnen ze werken tegen verspreiding van vergelijkbare ziektes en aan een betere luchtkwaliteit.

#### Luchttoevoer

Maatregelen die zorgen voor meer luchttoevoer en daarmee een hogere ventilatievoud werken aan een betere luchtkwaliteit en gaan verspreiding via aerosolen (overdracht route C&D) tegen.

#### Ondersteunende omgeving

Een ondersteunende omgeving kan ook gelden met betrekking tot luchtkwaliteit. Denk hierbij aan het faciliteren van een clean desk. Dit zorgt voor minder kans op verspreiding maar ook voor een betere luchtkwaliteit en een professionele uitstraling. Een schoon en opgeruimd kantoor zorgt namelijk ook voor minder ophoping van stof en zorgt voor minder verspreiding via oppervlaktes.

Bij keuze in materialen kan rekening worden gehouden met de schoonmaakbaarheid van het materiaal om te zorgen voor minder kans op overdracht via indirect contact (route B). Materialen kunnen ook een positief effect hebben op de luchtkwaliteit. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het gebruik van planten.

### 5.1.2 Vergelijkbare ziekte verspreidingen

In de inleiding werd griep en verkoudheidsvirussen die werden genoemd omdat zij een vergelijkbare besmettingsroute hebben als COVID-19. Deze verspreiden zich ook via grote hoestdruppels en druppelkernen (RIVM, 2015). Ook een ziekte als kinkhoest wordt verspreid via hoestdruppels (RIVM, 2020)

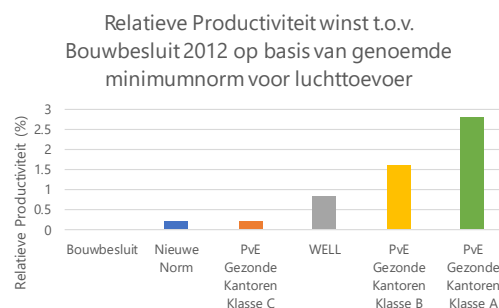
Feco-orale verspreiding komt voor als de ziekte in de ontlasting van personen zit. Dit komt voor bij ziektes die bijvoorbeeld diarree veroorzaken (RIVM, 2014). Door maatregelen te treffen om verspreiding van COVID-19 tegen te gaan in de toiletten zoals de deksel dichtdoen voor doortrekken en voldoende ventileren kan ook de verspreiding van andere ziektes worden tegengegaan.

### 5.1.3 Waardevol

Naast maatschappelijke waarde kan een goede gezondheid en luchtkwaliteit omgezet worden naar waardes die waardevol zijn voor werkgevers.

Zo heeft een gezonde luchtkwaliteit effect op de productiviteit en ziekteverzuim van werknemers. Hierdoor wordt de werknemer goedkoper. Hij of zij kan meer werk doen voor hetzelfde salaris.

#### VOORBEELD:



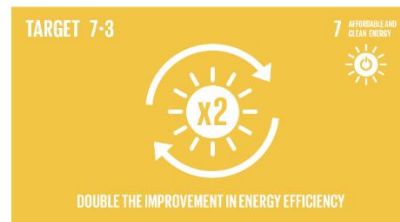
Op basis van onderzoek van Boerstra (2015) zijn de waardes van luchttoevoer van vier normen vergeleken. Wat opvalt dat als er Klasse A van het PvE wordt aangehouden er al gemiddeld een productiviteitswinst van 2.5% plaats vindt. De Nieuwe Norm gaat uit van een relatief vergelijkbare norm als het bouwbesluit.



## 5.2 Energiegebruik

De Nederlandse Overheid wil in 2050 CO<sub>2</sub> neutraal zijn. Maatregelen moeten daarom in ieder geval geen negatief effect hebben op deze uitstoot. Dit wordt gedaan door op energieverbruik van de maatregelen te letten. Ook gevolgen van de maatregelen worden hierin meegenomen.

Door te letten op de energie efficiëntie van de maatregelen kan worden meegewerkt aan onder andere SDG 7: Schone en Duurzame Energie, zie Figuur 27.

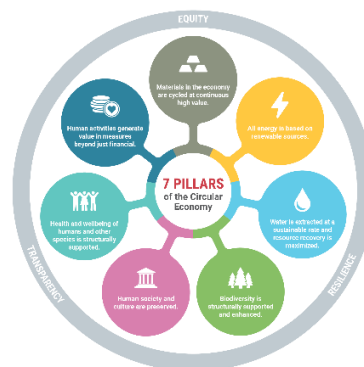


*Figuur 27 Doel 7.3 Tegen 2030 de globale snelheid van verbetering in energie-efficiëntie verdubbelen. (SDG Nederland, z.j.)*

Ook zorgt een lager energieverbruik voor hogere kosten voor gas en elektriciteit. Op die manier kunnen de maatregelen ook waardevol worden gemaakt.

## 5.3 Materiaalgebruik

De Nederlandse Overheid wil Circulair zijn in 2050. Hiervoor moet nog veel gebeuren en Circulariteit is een breed begrip. Zo heeft Metabolic hiervoor zeven pilaren ontwikkeld waarmee rekening moet worden gehouden bij een Circulaire Economie, zie hiervoor Figuur 28.



*Figuur 28 De zeven pilaren van de Circulaire Economie (Kennedy & McCue, 2018)*

Aan de tweede (energie), zesde (Gezond & Welzijn) en zevende (waardevol) pilaar wordt rekening gehouden in de vorige twee onderdelen van een toekomstbestendig ontwerp. In dit deel-hoofdstuk ligt de focus op het materiaalgebruik. Het tegengaan van verspilling is een belangrijk aspect hiervan. Dit wordt ook genoemd in onder andere SDG 12: Verantwoorde Productie en Gebruik, zie figuur



*Figuur 29 Doel 12.2 Tegen 2030 het duurzame beheer en het efficiënte gebruik van natuurlijke hulpbronnen realiseren. (SDG Nederland, z.j.)*

Een maatregel die rekening houdt met materiaalgebruik is gewenst. Het beste zou zijn als er helemaal geen materiaal nodig zou zijn en het met huidige systeem zou kunnen.

## 5.4 Conclusie

Toekomstbestendige maatregelen:

- Zijn goed voor de luchtkwaliteit
- Helpen tegen verspreiding van COVID-19 en vergelijkbare infectieziekten
- Zijn te vertalen in waarde (productiviteit, ziekteverzuim, stookkosten, materiaalkosten)
- Hebben een positief effect op de CO<sub>2</sub> uitstoot
- Hebben een geen negatief effect op de materiaalvoetafdruk

Door deze uitgangspunten toe te passen kunnen de maatregelen worden gespecificeerd en kan er een advies worden geschreven.

## Hoofdstuk 6 conclusie

Nu bekend is welke maatregelen er zijn (hoofdstuk 3 en 4) en is beschreven waar toekomstbestendige maatregelen aan moeten voldoen (hoofdstuk 5) kunnen de maatregelen worden toegepast en gespecificeerd. Er is een algemeen advies geschreven en bij elke maatregelen zal kort worden verteld hoe deze kan worden toegepast.

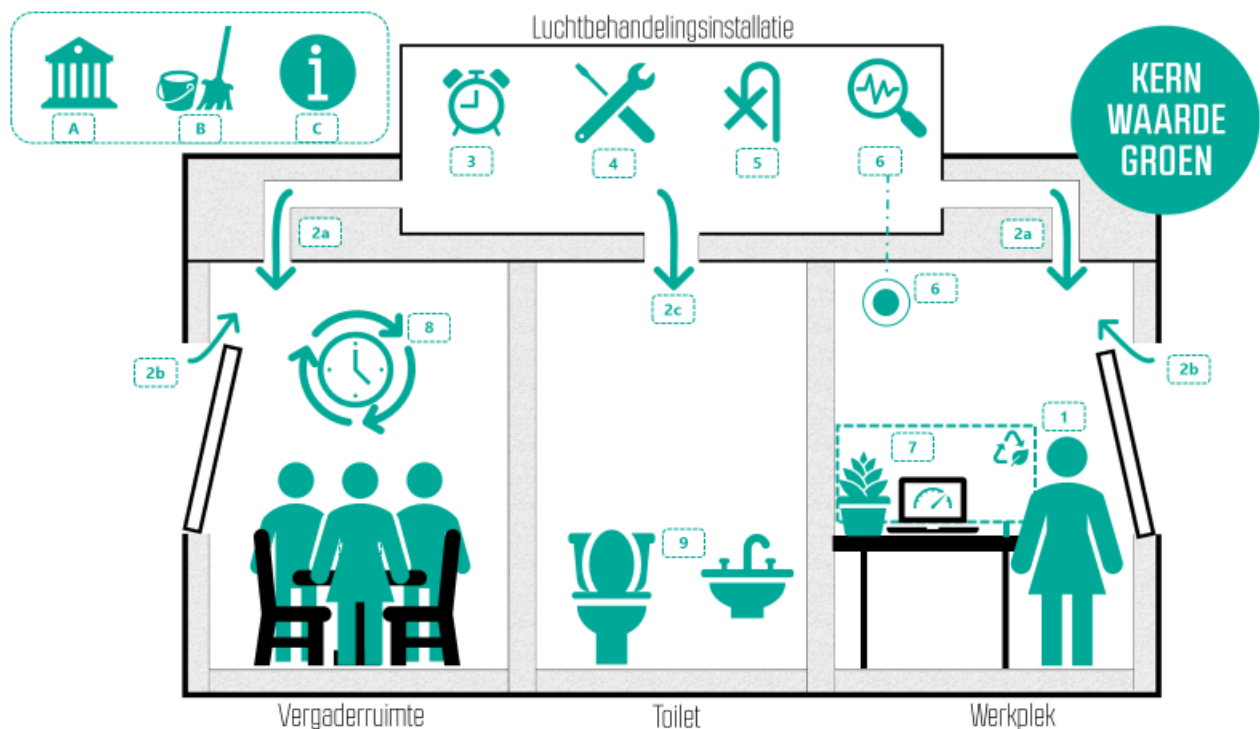
### TOEPASSING:

De maatregelen worden als voorbeeld toegepast op het kantoor van Kernwaarde Groen op Binck 36. Dit is een kantoor van ongeveer 75 vierkante meter. De luchttoevoer komt van een enkel raam en in een normale situatie werken er drie personen. De ruimte wordt ook gebruikt voor vergaderingen.

De maatregelen genoemd in dit hoofdstuk vormen het antwoord op de hoofdvraag:

*Welke toekomstbestendige maatregelen kunnen worden genomen om kantoren met betrekking tot luchtkwaliteit zowel gezond als coronaproof te maken?*

De te nemen maatregelen zijn weergegeven in de onderstaande afbeelding. De nummers worden eerst kort toegelicht en daarna uitgebreider in het bijbehorende hoofdstuk.



Figuur 30 Maatregelen Gezond Kantoor met betrekking tot Luchtkwaliteit en Infectieziekten

### Standaardregels

- A. Volg altijd de richtlijnen vanuit de overheid en het RIVM
- B. Zorg voor een schone werkomgeving
- C. Zorg voor een ondersteunende werkomgeving

### Aanbevelingen

1. Zorg voor een zo laag mogelijke bezettingsgraad, kijk naar de noodzaak van naar kantoor komen.

2. Zorg voor voldoende luchttoevoer in alle ruimtes
  - a. Ventileer waar mogelijk op maximale capaciteit
  - b. Zet ramen zoveel mogelijk open
  - c. Ventileer Wc's constant maar pas op voor het creëren van overdruk.
3. Stel bedrijfstijden zo in dat de ventilatie nooit uitstaat, kijk ook naar de mogelijkheid van passieve ventilatie hiervoor.
4. Voer onderhoud volgens planning uit. Controleer extra goed bepaalde type Warmtewisselaars op mogelijke lekkages
5. Zet Recirculatie uit.
6. Gebruik de ventilatie efficiënt door een vraag gestuurd systeem maar laat de ventilatie nooit uitstaan.
7. Gebruik alleen strikt noodzakelijk scheidingswanden. Als het toch moet gebruik dan duurzame materialen of kijk naar de mogelijkheid van begroeiing.
8. Zorg voor voldoende tijd tussen vergaderingen om de lucht te kunnen verversen. Zorg daarnaast voor slimme tijndeling om te zorgen dat er niet te lang wordt vergaderd
9. Spoel de WC door met de deksel dicht en gebruik bij voorkeur contactloze kranen en handblowers met een filter.

## A. Volg de richtlijnen van de overheid en het RIVM

Het volgen van de standaardregels kan zorgen dat het grootste risico van verspreiding van het COVID-19 wordt voorkomen. Het niet schudden van handen, thuisblijven bij klachten en wassen van handen zorgt voor een groot deel tegen de verspreiding van COVID-19 en andere infectieziekten.

## B. Zorgt voor een schone werkomgeving

Het schoonhouden van de werkplek, vergaderruimte en toiletruimte is essentieel om verspreiding van het coronavirus tegen te gaan. Daarnaast zorgt het ervoor dat er minder vuil kan ophopen en wordt de luchtkwaliteit in het algemeen beter. Een clean-desk policy is hiervoor essentieel.

### TOEPASSING:

Een clean desk policy zorgt naast voor een betere luchtkwaliteit en een schoon kantoor ook voor een opgeruimde sfeer en professionele uitstraling. Ook is een opgeruimd bureau makkelijker schoon te houden en kan op die manier overdracht via indirect contact worden tegengegaan.

## C. Zorg voor een ondersteunende werkomgeving

De geldende regels en maatregelen moeten goed gevisualiseerd worden zodat men telkens weer wordt herinnerd aan de maatregelen. Dit zorgt voor een geheugensteuntje waardoor werknemers weer weten dat en waarom bepaalde maatregelen worden gedaan. Het is hierdoor makkelijker om de maatregelen vol te houden.

TOEPASSING:

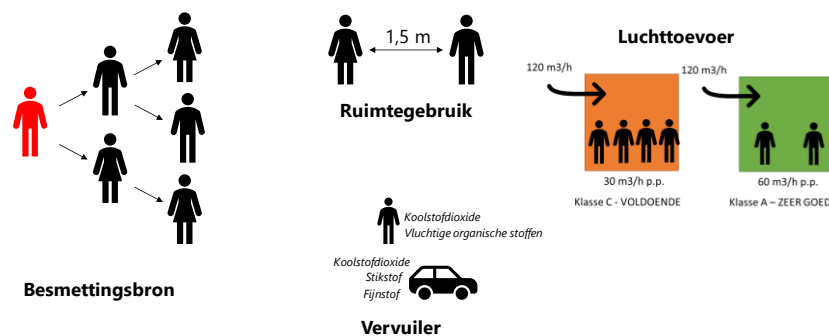


Als voorbeeld van een goed ondersteunende omgeving zijn de visualisaties van Diergaarde Blijdorp handig. Deze visualisaties helpen op een leuke en gepersonaliseerde manier mee aan een ondersteunende omgeving. Door gebruik te maken van positieve en gepersonaliseerde boodschappen kan gedrag sneller veranderen.

## 1. Bezettingsgraad

Het aanpassen van de bezettingsgraad zorgt voor een hogere luchtkwaliteit in bestaande gebouwen. Dit komt omdat de luchttoevoer van werkplekken vaak is ontworpen op het aantal verwachte aantal mensen in de ruimte. Door het aantal mensen te verminderen wordt de luchttoevoer per persoon hoger en wordt de luchtkwaliteit verbeterd. Hogere luchtkwaliteit zorgt voor een hogere productiviteit en lager ziekteverzuim.

TOEPASSING:



De effecten van mensen op kantoor gevisualiseerd.

Het aanpassen van de bezettingsgraad zorgt daarnaast voor minder kans dat een werknemer met corona of een andere ziekte op het kantoor aanwezig is. Ook is het makkelijker om de veranderde indeling te handhaven zonder extra schermen neer te zetten.

Door een kleinere bezettingsgraad kan veel materiaal overbodig worden. Denk hierbij aan bureaus, stoelen en computerschermen en andere bijbehorende accessoires. In de ideale wereld wordt deze goed hergebruikt. Denk bijvoorbeeld aan het inrichten van thuiswerkplekken van de werknemers. Hierdoor hoeft het niet worden opgeslagen en kan het als de vraag naar werkplekken toch weer toe neemt relatief eenvoudig worden teruggehaald.

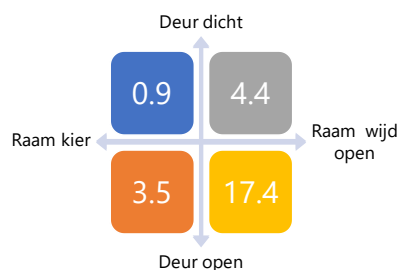
## 2. Luchttoevoer

Voldoende ventileren is van groot belang. Dit zorgt voor voldoende toevoer van schone lucht en de lucht wordt regelmatig verversd. Hierdoor kunnen vervuilende stoffen en ziekteverwekkers zich niet ophopen. Aangeraden om deze waarde op minimaal 2 te houden. Met daarbij de toevoeging hoe hoger hoe beter.

TOEPASSING:

$$\text{VENTILATIEVOUD} \left[ \frac{1}{h} \right] = \frac{\text{Luchttoevoer} \left[ \frac{m^3}{h} \right] * \text{ventilatie efficiëntie} [-]}{\text{Volume van de ruimte} [m^3]}$$

De ventilatievoud is afhankelijk van drie waarden, de luchttoevoer, ventilatie efficiëntie of luchtstroom en het volume van de ruimte. Bij Binck 36 is de luchttoevoer afhankelijk van het enkele te openen raam. De ventilatie efficiëntie is gezet op 80% op basis van het PvE van Gezonde kantoren. De luchttoevoer via het open raam is afhankelijk of de tegenoverstaande deur wel of niet openstaat. In de onderstaande figuur is de ventilatievoud van M508 gegeven op basis van vier scenario's. Een hoge ventilatievoud is goed, dan wordt de lucht vaak ververs in een uur.



Ook constant ventileren is van belang. Dit kan worden gedaan met hulp van een tijd sturend systeem.

### 3. Constant ventileren

Voor de luchtkwaliteit (concentratie VOS) en het verminderen van de overdracht van het COVID-19 virus is het aangeraden om de ventilatie constant te laten draaien. Ook buiten de normale bedrijfstijden en dus ook in de weekenden. Hierdoor kunnen vervuilende deeltjes zich niet ophopen.

Dit heeft tot gevolg dat het energiegebruik afneemt in vergelijking tot het constant draaien van de ventilatoren op vol vermogen maar toeneemt in vergelijking met het uitzetten van de ventilatoren buiten bedrijfstijden.

TOEPASSING:



Op Binck 36 is geen luchtbehandelingsinstallatie aanwezig. Een oplossing hiervoor is om gebruik te maken van zomernacht ventilatie. Hierbij wordt het gebouw 's nachts passief worden gekoeld, ideaal na een warme zomerdag. Dit zorgt gelijk voor een natuurlijke luchtstroom waardoor de ruimtes ook buiten bedrijfstijden worden geventileerd.

## 4. Onderhoud

Voor het Coronavirus is het niet nodig om extra onderhoud in te plannen voor de luchtbehandelingsinstallaties. Wel is het zorgen voor een goed onderhouden systeem belangrijk voor de levensduur en efficiëntie. Achterstallig onderhoud kan zorgen voor een verminderde capaciteit en juist de verspreiding van vervuilende stoffen.

Als er een warmterugwinning-apparaat wordt gebruikt in de installatie is het aangeraden om deze te testen op mogelijke lekkages. Dit is afhankelijk van het type installatie en moet worden overlegd met het installatiebedrijf. Bij een lekkage van vijf of meer procent wordt aangeraden de warmterugwinning uit te zetten of gebruik te maken van de bypass (REHVA, 2020). Bij warmterugwinning systemen waar geen contact is tussen de in en uitvoer hoeft niks te worden aangepast.

## 5. Zet recirculerende apparaten uit

Het uitzetten van recirculatie, als deze aanwezig is, heeft zowel een positief effect op de luchtkwaliteit en tegen verspreiding van het COVID-19 virus. Hierdoor kan wel de energievraag van het op temperatuur houden van de lucht omhooggaan. Ook het comfort van mensen kan dalen aangezien bijvoorbeeld het draaien aan de thermostaat minder snel effect heeft.

Lucht recirculerende apparaten zoals handdrogers moeten worden uitgezet. In de NEN-spec 2 wordt aangeraden om handblowers en handdoekrollers buiten werking te stellen (NEN, 2020). Hierdoor worden virusdeeltjes de ruimte rond geblazen of is er een indirect contact overdracht mogelijk. Dit is niet alleen van toepassing op het coronavirus maar ook op andere ziekteverspreiders.

Aangeraden wordt om bureauventilatoren niet te gebruiken als er meerdere personen aanwezig zijn in de ruimte. Dit kan zorgen voor het juist verspreiden van ziekte deeltjes.

## 6. Vraag gestuurde systemen

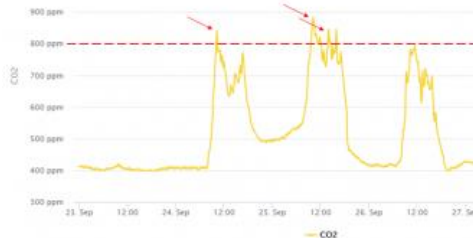
Door een vraag gestuurde regeling toe te passen op de luchttoevoer kan er energie worden bespaard op momenten dat de vraag (vaak bezetting) lager is.

Kantoren die al uitgerust zijn met een vraag gestuurde regeling in het luchtbehandelingssysteem kunnen in dit systeem de setpoints aanpassen. Aangeraden is om ten tijde van het COVID-19 te kiezen voor de setpoints die gelijk zijn aan de buitenconcentraties. Op deze manier kan er worden verzekerd dat altijd wordt geventileerd wanneer een persoon in de ruimte is. Als er een marge is ingebouwd duurt het even voordat de max is gehaald en is er een periode van minder ventilatie terwijl er wel infectierisico is.

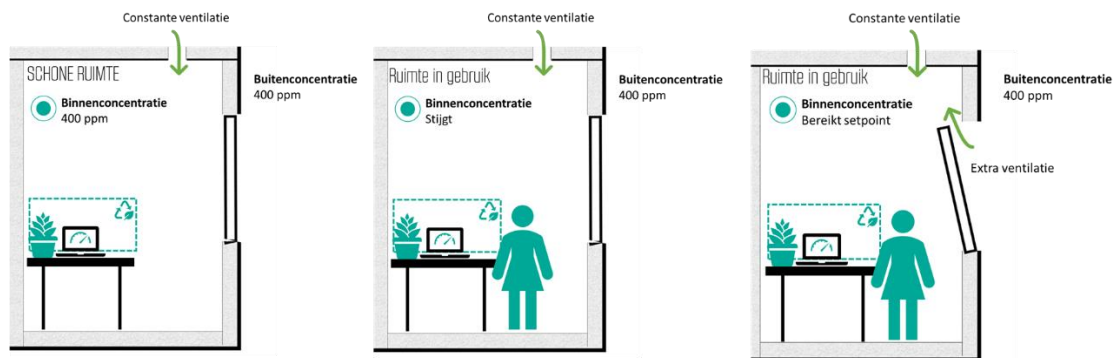
Een vraag gestuurde regeling gaat op de meest basis manier op het aanpassen van de luchttoevoer op basis van behoefte in het kantoor. Het aanpassen van de luchttoevoer kan dus bijvoorbeeld via de schakelaar of het te openen raam. Het herkennen van de behoefte moet komen vanaf de gebruikers die de fysieke handeling moeten verrichten. Het preventief inlichten van de gebruikers over de luchtkwaliteit kan hiervoor helpen.

**TOEPASSING:**

Het vraag gestuurd systeem heeft drie zaken nodig. Data, een vertaling en een actie. Een voorbeeld van de data kan hieronder worden gezien. Deze data is lastig af te lezen en niet gepersonaliseerd.



In Binck 36 is een CO<sub>2</sub> sensor die zorgt voor de **data**. De **actie** is het openen van het raam. De **vertaling** gaat via een persoon die het raam open moet zetten. Om te zorgen dat een persoon weet wanneer hij of zij het raam open moet zetten moet de data zichtbaar en grijpbaar zijn. De werknemer moet de data kunnen inzien, het liefst zo zichtbaar mogelijk. Daarnaast moet de data begrepen worden en is kennis nodig van welke acties nodig zijn. Door een goed ondersteunende omgeving kunnen gebruikers zelf bijdragen aan een gezond binnenklimaat en preventief ziekteverspreiding tegen gaan.



Hierboven wordt een voorbeeld gegeven hoe dit in zijn werk gaat. Als de setpoints gelijk zijn aan de buitenconcentratie wordt er extra geventileerd op het moment dat de ruimte in gebruik raakt.

## 7. Scheidingsconstructies

Het plaatsen van scheidingsconstructies wordt alleen aangeraden als de anderhalve meter echt niet kan worden gegarandeerd. Als het niet nodig is om extra materiaal te gebruiken dan is het altijd beter om deze niet te gebruiken. Als het nodig is dat de scheidingsconstructies gebruikt worden, moet rekening worden gehouden met de volgende zaken:

- Hou rekening met de hele levenscyclus van het materiaal. Van de hele productiecyclus tot het einde van het gebruik. Zorg ervoor dat ook na de corona-epidemie (het vinden van een vaccin) de materialen kunnen worden gebruikt.
- Zorg voor materialen die geen negatief effect hebben op de luchtkwaliteit, bijvoorbeeld geen uitstoot van VOS, of op de luchtstroom en luchttoevoer.
- Hou rekening met effecten op geluid en lichtinval
- Zorg voor materialen die goed schoon te maken zijn of in ieder geval geen stof ophopen. Hygiëne heeft een effect op de luchtkwaliteit en verspreiding van COVID-19 op de werkplek
- Zorg voor materialen die een positief effect hebben op de luchtkwaliteit. Denk hierbij bijvoorbeeld aan planten die een positief effect hebben op de luchtvochtigheid en welzijn van werknemers.



## 8. Tijd tussen vergaderingen

Het kan worden aangenomen dat de tijdens vergaderingen de aangeraden hoeveelheid luchttoevoer (>60 m<sup>3</sup>/h p.p.) niet gehaald. Het is daarom van belang om voor en na vergaderen de ruimte een tijdje leeg te laten zodat de CO<sub>2</sub> concentratie de mogelijkheid krijgt om te dalen en de volgende vergadering niet in de druppelkernen van de vorige vergaderingen zit. Op basis van de ventilatievoud kan worden berekend hoe lang een kantoorruimte leeg moet zijn tussen vergaderingen om te zorgen voor een schone lucht.

TOEPASSING:

Hoe snel de lucht in M508 wordt ververs als personen weg zijn op basis van vier scenario's

	1x	4x	6x	
Sc 1	69	275	413	min
Sc 2	17	69	103	min
Sc 3	14	55	83	min
Sc 4	3	14	21	min

Uit dit voorbeeld is te zien dat als de deur dicht zit en het raam op de kierstand staat het meer dan een uur duurt voordat de ruimte is verschoond. Terwijl als de deur open staat en het raam breed open dit slechts drie minuten duurt. Dit komt onder andere door de grotere oppervlakte van het raam en de hogere lichtsnelheid door het raam. Het is aangeraden om de ventilatievoud in ieder geval op 4 te houden.

## 9. Toilet

Ziektes kunnen zich via toiletten feco-oraal en via indirect contact verspreiden. Algemene maatregelen zijn het goed schoonhouden van de toiletruimtes en te zorgen voor genoeg zeep om handen te wassen. Ook wordt aangeraden om toiletdeksel te sluiten bij het doortrekken.

Het openen van ramen in toiletten kan juist zorgen dat er overdruk ontstaat als er een passieve schoorsteenventilatie of mechanisch afvoersysteem aanwezig is (REHVA, 2020). Dit kan zorgen dat virusdeeltjes zich juist door het gebouw verspreiden. In dat geval moeten ramen juist niet worden geopend. Als dit niet kan worden vermeden moeten ramen in andere ruimtes worden opgehouden om te zorgen dat deze deeltjes het gebouw weer snel verlaten.

Ook lucht recirculerende apparaten als handblowers wordt geadviseerd om uit te zetten.

## Hoofdstuk 7: Discussie

In dit hoofdstuk ga ik kort in over de validiteit, resultaten en beperkingen van het onderzoek.

### Validiteit

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van zoveel mogelijk bronnen van grote overkoepelende organisaties zoals REHVA, NEN, de Rijksoverheid en het RIVM. Door dit te doen heb ik gezorgd dat de informatie betrouwbaar is. Ook is er bij de overdrachtroutes meerdere standpunten laten zien over de verspreiding van aerosolen. Door gebruik te maken van deze betrouwbare organisaties zijn de resultaten van mijn onderzoek ook betrouwbaarder.

Ik heb ook gebruik gemaakt van kennis die aanwezig was binnen Kernwaarde Groen en zes externe experts. Hierdoor kan worden aangenomen dat de informatie die ik daaruit heb verkregen professioneel en toepasbaar is.

### De Resultaten

De resultaten van het onderzoek verschillen weinig met de verwachting vooraf. Ze veranderen niet heel erg van wat van tevoren bekend was en is aangeraden. Echter heb ik met dit onderzoek een andere manier van het onderbouwen van de maatregelen aangeboden en ze gespecificeerd op manieren dat Kernwaarde Groen dit kan opbrengen.

Ook hebben de maatregelen van een gezonde luchtkwaliteit veel meer overlap met het COVID-19 dan ik van tevoren had gedacht. Door de aanbevelingen van het REHVA van tevoren te weten denk ik wel dat deze mijn onderzoek naar luchtkwaliteit redelijk heeft gestuurd.

Mijn mening over de luchtkwaliteit is wel veranderd. Dit onderzoek heeft voornamelijk gekeken naar de voordelen van een goede luchtkwaliteit en negatieve effecten op energie en comfort alleen kort benoemd. Ik denk dat het ook interessant zou kunnen zijn om die effecten verder te onderzoeken. Ook de positieve effecten van een lagere bezettingsgraad hebben mij erg verrast.

De resultaten hebben aangetoond dat luchtkwaliteit belangrijk is in kantoren en dat er veel slimme manieren zijn om, zonder de luchtbehandelingsinstallatie groot aan te pakken deze te verbeteren

### Beperkingen

Voor het onderzoek zijn geen praktijkonderzoeken gedaan naar bijvoorbeeld de luchtkwaliteit in kantooromgevingen. Hierdoor is niet getest of de adviezen echt werken in een fysieke omgeving. Echter is gebruik gemaakt van betrouwbare en toegepaste bronnen waardoor de informatie naar alle waarschijnlijkheid goed toe te passen is. Ook is hiervoor geen eigen data gebruikt. Een echte analyse van de aspecten kan echt de invloed van bepaalde maatregelen testen en op basis daarvan een advies uitbrengen.

Ik beschik zelf niet over de kennis om alle adviezen fysiek toe te passen op een kantoor. Dit zou wel kunnen in samenwerking met enkele expert die hier veel meer gespecialiseerde kennis over beschikken. Gezien de tijd en afbakening van het onderzoek kon er niet specifiek op elke toepassing kunnen worden ingegaan. Dit zou ik bijvoorbeeld wel graag willen bij de invloed van scheidingsconstructies op de luchtstromen in het kantoor.

Verder is het onderzoek naar het COVID-19 specifiek erg afhankelijk van de tijd en mogelijke bevindingen die het komende jaar worden gedaan. Hierdoor is het tweede deel van het onderzoek tijdsgebonden. De aanbevolen maatregelen en waardes kunnen snel veranderen.

### Mogelijke vervolgonderzoeken

Dit onderzoek kan vervolgd worden door fysiek te kijken naar data van luchtvochtigheid, VOS, CO<sub>2</sub>, fijnstof, en energiegebruik van verschillende kantoren en daarop de maatregelen voor een Gezonde Luchtkwaliteit op te testen. Het beste zou zijn om telkens een maatregel op zich te vergelijken. Zo kan per maatregelen worden gezegd wat de effecten zijn en daar een waarde/prijs aan worden gehangen.

Dit onderzoek kan ook worden vervolgd in de vorm van een maatwerkadvies voor een specifiek. Hier wordt dan niet alleen gekeken naar energiegebruik maar ook naar de implicaties van voorgestelde maatregelen op de luchtkwaliteit. Hier is dan wel hardere data voor nodig dan in dit onderzoek is gegeven.

Dit maatwerkadvies kan dan ook worden toegepast op een bestaand kantoor om op die manier de theoretische verwachtingen te vergelijken met de echte data.

## Bibliografie

- Aernout Somsen, G., van Rijn, C., Kooij, S., Bem, R. A., & Bonn, D. (2020). *Small droplet aerosols in poorly ventilated spaces and SARS-CoV-2 transmission*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam. doi:[https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30245-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30245-9)
- Arboportaal. (2020). *Luchtverversing*. Opgehaald van Arboportaal.nl: <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/luchtverversing>
- Arboportaal. (z.j.). *Luchtvochtigheid*. Opgehaald van [www.arboportaal.nl](https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/luchtvochtigheid): <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/luchtvochtigheid>
- Boerstra, A. C., & van Dijken, F. (2015). *Kengetallen binnenmilieu & productiviteit*. Den Haag: BBA Binnenmilieu BV.
- Cross, J. (2013, Maart 20). *three Myths of Behavior Change - What You Think You Know That You Don't: Jeni Cross at TEDxCSU*. Opgehaald van [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=I5d8GW6GdR0&t=172s): <https://www.youtube.com/watch?v=I5d8GW6GdR0&t=172s>
- Dyson. (2020). *Dyson Airblade wash+dry*. Opgehaald van [www.dyson.nl](https://www.dyson.nl): <https://www.dyson.nl/voor-bedrijven/handdrogers/airblade-wash-dry-short.html#features>
- Exhausto. (z.j.). *Regelprincipes*. Opgeroepen op juni 22, 2020, van [www.exhausto.nl](https://www.exhausto.nl): <https://www.exhausto.nl/projektering/Learning%20-%20Skoleventilatie/Design%20af%20system/Control%20princip>
- Franchimon, F. (2020, april 30). *DGBC Webinar COVID-19 en gebouwen: Het binnenklimaat en Installaties*. Opgehaald van <https://www.dgbc.nl/nieuws/maatregelen-in-gebouwen-tegen-covid-19-ventileren-ventileren-ventileren-1850>
- Gezondheidsraad. (2018). *Gezondheidswinst door schonere lucht*. Den Haag: Gezondheidsraad.
- Gezondheidsraad. (2018, januari 23). *Gezondheidswinst door schonere lucht*. Opgehaald van [www.gezondheidsraad.nl](https://www.gezondheidsraad.nl): <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2018/01/23/gezondheidswinst-door-schonere-lucht>
- Hermans, T. (2019). *Planten voor een prima binnenklimaat*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Horos. (z.j.). *LBK met geïntegreerde bevochtiging*. Opgeroepen op juni 24, 2020, van [www.horos.nl](https://www.horos.nl): <https://www.horos.nl/luchtbehandelingskast/met-geïntegreerde-adiabatische-koeling-pakketbevochtiging/>
- International WELL Building Institute. (2020). *WELL Certified*. Opgehaald van <https://www.wellcertified.com/>: <https://www.wellcertified.com/>
- Kantoor vol Energie. (2020, juni 26). *De Nieuwe Norm*. Opgehaald van [www.kantoorvolenergie.nl](http://www.kantoorvolenergie.nl): <http://www.kantoorvolenergie.nl/de-nieuwe-norm-2/>
- Kennedy, E., & McCue, A. (2018). *Circular Boulder, Pioneering Steps Towards a Zero-Waste and Climate-Neutral City*. Amsterdam: Metabolic.
- Kort, E. (z.j.). *Bouwbesluit - Spuiventilatie*. Opgehaald van <http://www.ekbouwadvies.nl/>: <http://www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit/spuiventilatie/spuiventilatie.asp>
- Kraaijvanger. (2016). *Stadskantoor Venlo*. Opgehaald van <https://www.kraaijvanger.nl/>: <https://www.kraaijvanger.nl/nl/projecten/stadskantoor-venlo/>
- Leijten, J. L., & Kurvers, S. R. (2011). *Effecten van het binnenmilieu op de productiviteit en het ziekteverzuim*. Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- NEN. (2020). *NEN-spec 2 Ergonomische eisen voor de oppervlakte en inrichting van kantoorwerkplekken in het kader van de COVID-19 maatregelen*. Delft: Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut. Opgehaald van [www.nen.nl](http://www.nen.nl)
- Oppezzo, M., & Schwartz, D. L. (2014). Give Your Ideas Some Legs: The Positive Effect of Walking. *Journal of Experimental Psychology*, 40(4), 1142–1152. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/a0036577>
- PBL. (2020). *OV-GEBRUIK TIJDENS DE*. Den Haag: Planbureau voor Leefomgeving.
- Platform Gezond Binnenklimaat. (2018). *Programma van Eisen Gezonde Kantoren 2018 v1.0*. Woerden: TVVL.
- REHVA. (2020). *REHVA COVID-19 adviesdocument, 2 april 2020*. Elsene: Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations.

- Rijksoverheid. (2020, maart 10). *Bouwbesluit 2012*. Opgehaald van [www.rijksoverheid.bouwbesluit.com](http://www.rijksoverheid.bouwbesluit.com): <https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012>
- Rijksoverheid. (2020, juni 17). *Poster vermijd de spits - 500x760 mm*. Opgehaald van [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl): <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/coronavirus-covid-19/documenten/publicaties/2020/06/17/poster-vermijd-spits---500x760-mm>
- Rijksuniversiteit Groningen. (2020, maart 12). *Energy Academy Europe*. Opgehaald van [rug.nl](http://rug.nl): <https://www.rug.nl/groundbreakingwork/projects/eae/>
- RIVM. (2011, februari 2). *www.rivm.nl*. Opgehaald van Koolmonoxide (CO): <https://www.rivm.nl/binnenmilieu/verbrandingsproducten/koolmonoxide-co>
- RIVM. (2014, april). *Clostridium difficile richtlijn*. Opgehaald van <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/clostridium-difficile>
- RIVM. (2015, juni). *Hoesten of niezen? Zakdoek kiezen!* Opgehaald van [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl): [https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/85419\\_008088\\_TK\\_Griep\\_verkoudheid\\_A5\\_TG\\_folder\\_drukwerkbestand.pdf](https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/85419_008088_TK_Griep_verkoudheid_A5_TG_folder_drukwerkbestand.pdf)
- RIVM. (2018, november 19). *Fijnstof*. Opgehaald van [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl): <https://www.rivm.nl/fijn-stof>
- RIVM. (2018, november 2). *Formaldehyde*. Opgehaald van [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl): <https://www.rivm.nl/tabak/rook/schadelijke-stoffen-in-tabaksrook/formaldehyde>
- RIVM. (2018, november 2). *Vluchtige organische stoffen (VOS)*. Opgehaald van [www.RIVM.nl](http://www.RIVM.nl): <https://www.rivm.nl/binnenmilieu/vluchtige-organische-stoffen-vos>
- RIVM. (2020, mei 27). *Aerogene verspreiding SARS-CoV-2 en ventilatiesystemen (onderbouwning)*. Opgehaald van [www.ici.rivm.nl](http://www.ici.rivm.nl): <https://lci.rivm.nl/aerogene-verspreiding-sars-cov-2-en-ventilatiesystemen-onderbouwning>
- RIVM. (2020, mei 14). *Basisdocument preventiegedrag en welzijn*. Opgehaald van [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl): <https://www.rivm.nl/documenten/basisdocument-preventiegedrag-welzijn>
- RIVM. (2020, juni 22). *De ziekte COVID-19*. Opgehaald van [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl): <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/ziekte>
- RIVM. (2020, januari 30). *Kinkhoest en vaccineren*. Opgehaald van [www.rijksvaccinatieprogramma.nl](http://www.rijksvaccinatieprogramma.nl): <https://rijksvaccinatieprogramma.nl/infectieziekten/kinkhoest>
- RIVM. (2020). *Vragen en antwoorden hitte en COVID-19*. Opgehaald van [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl): <https://www.rivm.nl/hitte/vragen-en-antwoorden-hitte-covid-19>
- RVO. (2015). *Best Practice Luchtbehandelingsinstallaties*. Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Opgeroepen op juni 25, 2020, van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/07/Best%20Practice%20Luchtbehandelingsinstallaties.pdf>
- RVO. (z.j.). *Energie besparen met ventileren*. Opgeroepen op juni 22, 2020, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/technieken-beheer-en-innovatie/energie-besparen-met-ventileren>: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/technieken-beheer-en-innovatie/energie-besparen-met-ventileren>
- SDG Nederland. (z.j.). *Werk mee aan de duurzame ontwikkelings doelen*. Opgehaald van [www.sdg nederland.nl](http://www.sdg nederland.nl): <https://www.sdg nederland.nl/>
- van der Aa, A. (2020, mei 19). *ABT maakt eigen kantoren veiliger op overdracht coronavirus Alle neuzen dezelfde kant op*. Opgehaald van [www.abt.eu](http://www.abt.eu): <https://www.abt.eu/actueel/nieuws/veiligere-kantoren-op-overdracht-coronavirus-alle-neuzen-dezelfde-kant-op.aspx>
- Wu, X., Braun, D., Dominici, F., Nethery, R. C., & Sabath, B. (2020). *Exposure to air pollution and Covid-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study*. Department of Biostatistics, Population and Data Science. Boston: Harvard University.

## Interviews

In de huidige tijden was het niet mogelijk om interviews in persoon te houden. Echter zijn de meeste gesprekken erg leuk geworden via Microsoft Teams of telefonisch.

Tabel 1 Overzicht gehouden interviews

<i>Naam</i>	<i>Bedrijf</i>	<i>Interview datum</i>	<i>Bladzijde</i>
<i>Dick Snoek</i>	Unica	3 juni 2020	46
<i>Jacques van der Krogt</i>	Dapple	3 juni 2020	47
<i>Jan van Noordenne</i>	Merin	3 juni 2020	48
<i>Olaf Oosting</i>	Unica Ecopower	4 juni 2020	50

Ik heb nog twee interviews gehouden met Wytze Kuijper en Eric Stokkink. Deze uitwerkingen zijn na overleg buiten het verslag gehouden.

## Dick Snoek

Unica

3 juni 11:30, Microsoft Teams

Dhr. Snoek werkt nog veel op kantoor. Hij gaf aan dat dit vooral komt doordat zijn collega's veel thuiswerken en hij op kantoor regelmatig moet printen of scannen voor collega's die thuiswerken.

Hij geeft aan dat de bezetting ongeveer zo'n 50% is.

Over de verspreiding van het coronavirus via aerosolen en ventilatie gaf hij aan dat er nog veel onduidelijkheid heerst. Hij geeft aan dat het vooral speelt waar geen of slechte ventilatie in gebouwen is.

Of dat er slecht of zelfs geen onderhoud wordt gepleegd aan de luchtbehandelingsinstallaties.

Hij vertelde dat in principe Unica ook de adviezen van BBA en REHVA opvolgt.

Wel kijken ze naar het kostenplaatje.

De manier van aanpak van Unica bij gebouwen die in onderhoud zijn:

- Onderhoud uitvoeren
- Controlemetingen verrichten (lucht hoeveelheid)
- Bij wijzigen kantoorindeling ook controle uitvoeren op juiste luchthoeveelheden.

De luchthoeveelheid die wordt toegevoerd naar ruimte zijn normaal gesproken opgenomen in het bestek/ontwerp. Als naderhand de luchthoeveelheden moeten worden verhoogd, is dit niet altijd mogelijk. Dit heeft ook te maken met de hoeveelheid geluid die dan extra wordt geproduceerd door o.a. de kanalen en de luchtbehandelingskast. Ook is de capaciteit van beide een probleem.

Door de hoeveelheid mensen in een ruimte te verlagen van het oorspronkelijke ontwerp, wordt de hoeveelheid lucht per persoon hoger zonder dat er aanpassingen moeten gebeuren.

Toen gevraagd naar wat hij de beste maatregel vond voor luchtkwaliteit in kantoren kwam hij met een CO2 vraag gestuurd systeem die frequentie gereguleerde ventilatoren aanstuurden. Een hogere frequentie betekend meer luchttoevoer en meer energieverbruik. Ook vond hij bevochtiging belangrijk. Zo ongeveer rond de 50%, of in ieder geval tussen de 45 en 60% luchtvochtigheid.

Dhr. Snoek had niet persé een innovatie te noemen maar wat hij wel leuk vond om te vermelden was dat hij merkte dat door al het thuiswerken de CO2 en fijnstofconcentratie rond de snelwegen lager was. Dit was te merken in de metingen binnen de gebouwen.

Daarna hebben we het kort gehad over Warmteterugwinning en recirculatie. De warmteterugwinning kan worden gecontroleerd door te kijken naar de temperatuur verhouding in de luchtbehandelingskast of WTW-unit. Grote lekken in het warmtewiel/installatie kunnen hierdoor worden ontdekt. Kleinere lekken kunnen worden voorkomen door onderhoud uit te voeren. Recirculatie wordt gebruikt in gebouwen om o.a. energie te besparen.

Gevraagd naar de voorbeeldprojecten gaf dhr. Snoek aan dat ze met Unica veel bezig zijn met renovatie. Een voorbeeld dat hij gaf was de Melkweg in Amsterdam. Hier moesten de filters om de drie maanden worden vervangen. Door de rookmachines kan hier bijvoorbeeld ook geen CO2 gestuurde ventilatie worden toegepast.

Het ging ook kort over het Hirschgebouw. Hij gaf aan dat de gebouw gebonden installaties hier in principe voldoende moesten zijn.

Als laatste werd er nog kort gesproken over filters. Hoe fijner de luchtfilters zijn hoe vaker ze vervangen moeten worden. Ook hebben vervuilde filters een effect op de ventilatie en luchtkwaliteit in een ruimte.

## Jacques van der Krogt

Dapple

Woensdag 3 juni 2020, Microsoft Teams

Jacques en zijn collega's werken eigenlijk al sinds het begin van de coronatijd thuis. Ze maken gebruik van flexibele werkplekken en hebben sinds kort geen eigen kantoor meer.

Jacques ziet een verandering in hoe kantoren worden gebruikt en gebruikt gaan worden. Onder nieuwe generaties (millennials en generatie-Z) worden kantoren meer ingericht als ontmoetingsplekken. Jacques gaf hier als voorbeeld grachtenpanden in Amsterdam die worden omgebouwd tot kantoren met de sfeer van een woonkamer. Het kantoor shift meer naar comfortabel & Prettig. Kantoren moeten in de toekomst mensen lokken om op kantoor te werken.

Door het coronavirus verwacht hij dat dit alleen maar zal toenemen. De flexibiliteit van het thuiswerken noemt hij dan specifiek als een prettig punt.

Met Dapple probeert Jacques vooral te inspireren naar een duurzame economie. Circulair vastgoed is hier erg belangrijk voor.

Jacques ziet iets een circulair gebouw als een gebouw dat niet verspild. Circulariteit ligt dan gelijk aan niet verspillen van iets. Dat kan materiaal zijn maar ook bijvoorbeeld energie. Hij ziet ook dat er nu vooral wordt gepraat in onderhoud en dan vooral vervangend onderhoud terwijl hij graag wil spreken in waarde behoud. Hoe kan er worden gezorgd dat de gebruikte materialen/onderdelen/elementen hun waarde behouden en nooit verliezen. Dit vindt hij belangrijk om in ontwerpen mee te nemen.

Dit ziet hij ook niet terugkomen in sommige maatregelen die worden genomen bij de huidige coronacrisis. Hij weet nou niet of we nou echt zo duurzaam bezig zijn met zijn allen. Als voorbeeld hiervan geeft hij een klant die voor meerdere gebouwen afzetlint en stickers had aangeschaft. Maar toen hij de vraag kreeg voor hoe lang de stickers mee zouden gaan, en of ze te verwijderen waren had de klant daar geen antwoord op. Hij had het gewoon besteld op basis van welke het goedkoopst was.

Jacques gaf in ons gesprek ook aan dat met behulp van technologie veel meer tegelijk gemeten en gedaan kan worden. Dit kan erg effectief zijn met het voorkomen van een te hoge CO2 concentratie en mogelijk ook het coronavirus (preventie). Hij geeft ook aan dat het gebruik over het algemeen anders is dan hoe het is ontworpen. Dingen die l te meten zijn, zijn variabel tussen CO2, fijnstof en bacteriën. Dapple zelf maakt de sensoren niet maar gebruikt de waardes van deze sensoren. Zolang ze aan te sluiten zijn op het systeem is het mogelijk.

Hij ziet nog wel dat er een grote stap te zetten is tussen de ComTech (Data) en installatiebranche. Er wordt al veel data verzameld in vastgoed maar de actie die erna komt ontbreekt nog. Vaak stopt het na de data verzamelen. De actie ontbreekt vaak nog. Daar ziet hij kansen liggen.

In relatie tot het coronavirus hoort hij ook weinig over het gezonder leven om zo bijvoorbeeld de weerstand te verhogen. Hij raadt ook af om de ventilatie helemaal uit te zetten. Ook als het kantoor niet wordt gebruikt. Hij geeft aan dat als mensen ziek worden dit veel erger is dan de 15 euro die het misschien in maand scheelt. Ook bij de adviezen van BBA ontbreekt de actie volgens hem nog veel bij de installateurs.

Hij ziet ook een mogelijkheid om met de data die wordt verzameld mensen beter te informeren. Je wilt weten of je in een gezond kantoor/ruimte zit. Als voorbeeld gaf hij om een Smart Office. Hij ziet een smart office als een plek waar mensen worden geënthousiasmeerd om te werken en bijeen te komen. Dit betekent dat behoudens het feit dat werk, comfort en Social gathering maximaal gefaciliteerd dient te worden ook de gezondheid en veiligheid proactief moeten worden geborgd. De inzet van technologie en beheer is hierbij van cruciaal belang. In de praktijk wordt al veel data vergaard maar nog onvoldoende gebruikt voor het welzijn van mens en planeet.

Stappen die genomen kunnen worden in zijn optiek zijn

- |                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| ❖ Preventief waarschuwen   | CO2 heeft effect op productiviteit |
| ❖ Vertalen van indicatoren | CO2 waarde is te hoog              |
| ❖ Actie                    | Waarschuwing/Ventileren            |

En zoals eerder ook gezegd ontbreekt de actie vaak.



## Jan van Noordenne

Merin

*Woensdag 3 juni 2020, Microsoft Teams*

Jan geeft aan dat Merin de Europese (REHVA) richtlijnen m.b.t. installatiemaatregelen tegen het coronamaatregelen volgt. Deze zijn iets anders dan de Nederlandse richtlijnen. Een groot deel van de huurders accepteert de uitleg van aerosolen en de maatregelen. Er is wel een deel van de huurders dat vragen stelt naar aanleiding van de wisselende (openbaar beschikbare) informatie over de verspreiding.

Jan geeft aan dat Merin 107 gebouwen in bezit heeft met meer dan 800 huurders. Welke maatregelen worden getroffen hangt af van het type gebouw. Single tenant huurders zijn huurder van een heel gebouw. Eén gebouw één huurder. Deze huurders zijn zelfverantwoordelijk voor de maatregelen in de kantoren. Zij hebben wel een brief ontvangen met advies van Merin. Multi tenant gebouwen hebben meerdere huurders. Hier zorgt Merin voor voorzieningen in de algemene ruimtes zoals stickers. De Warmteterugwinning van de ventilatie laten ze aan staan conform de richtlijnen van REHVA.

Boetiek huurders krijgen extra maatregelen. Deze gebouwen hebben vaak ook catering. Met de cateraar worden dan afspraken gemaakt, dit is vaak gebouw specifiek. Maatregelen waar dan aan gedacht kan worden zijn disposables en in shiften lunchen. Het wordt aangeraden om niet achter het bureau te gaan eten. Dit is een extra risico m.b.t. hygiëne. Hier zijn ook algemene vergaderruimtes aanwezig. Hiervoor is een protocol opgesteld maar de vergaderruimtes worden ook nog niet veel gebruikt.

Wat verder belangrijk voor de verhuurder is om maatregelen te nemen zonder dat je verantwoordelijkheden naar je toehaalt die niet bij een verhuurder horend. Kantoren worden ook minder bezet. Hierdoor kan het makkelijk zijn om de nodige ventilatie te halen. Als vuistregel gaf Jan dat in het hele gebouw gerekend kan worden met 14m<sup>2</sup> per persoon. In veel kantoren is het aantal personen per m<sup>2</sup> echter hoger. Door de coronamaatregelen lijkt het logisch dat het aantal personen per m<sup>2</sup> minder wordt, wat zorgt voor meer ventilatie capaciteit.

Na ernaar gevraagd worden geeft Jan als beste maatregel(en) voor een gezond binnenklimaat in de basis: voldoende ventilatie en goed onderhoud. Helaas is ben je (in basis) gebonden aan de bestaande ventilatievoorziening vanuit de bouw. Aangezien Merin ook oudere gebouwen bezit zal dit niet altijd overeenkomen met de huidige wens/ norm. Verder geeft hij het belang aan van goede interne schoonmaak. Luchtkwaliteit is gedeelde verantwoordelijkheid tussen de huurder en de verhuurder. Verhuurder moet zorgen voor de ventilatie in de ruimte, maar de kwaliteit van de lucht in de ruimte wordt voor het grootste gedeelte bepaald door de interne schoonmaak. Verder gelooft Jan in de effecten van Lucht, Geluid, Temperatuur en Licht op de gezondheid van de werknemers. Een ander idee waar hij nog niet veel mee doet/kan doen is het stimuleren van het gebruiken van de trap. Op het hoofdkantoor wordt door de indeling zo te zetten dat het pakken van de trap logischer is dan met de lift gaan. Als er meer mogelijk is, kan trapgebruik worden gestimuleerd door het prominent in beeld te laten komen. Hij gaf aan dat dit nog in een vroeg stadium staat en dat het lastig is in bestaande gebouwen.

Op dit moment garandeert Merin nog geen luchtkwaliteit. Hij is hier wel mee aan de slag. Hij geeft aan dat het mogelijk zou zijn met metingen. CO<sub>2</sub> meten zou bijvoorbeeld hiervoor gebruikt kunnen worden. Dit wordt echter nog niet in veel gebouwen van Merin gebruikt maar het plan is wel om dit meer te gaan doen. Hij voorziet dat de CO<sub>2</sub> gebruikt kan worden in een slim systeem die de metingen gebruikt of als alarmfunctie. Bij die alarmfunctie zouden de gebruikers dan een melding krijgen als de luchtkwaliteit bepaalde waardes overschrijdt.

Als voorbeeldprojecten gaf hij gebouwen in drie steden.

In Eindhoven, een relatief nieuwer gebouw, hadden ze een energiebesparing van ongeveer 40% behaald. Ook waren ze van veel klachten over comfort naar nauwelijks klachten gegaan. Deze klachten waren via het slimme systeem terug te leiden naar mechanische fouten. In dit gebouw wordt ook gewerkt naar een automatisering van de binnenklimaat processen. Op deze manier wordt de installateur als het ware overgeslagen.

In Amsterdam, een wat ouder gebouw, zijn ze gestart met de automatisering maar zijn ze nog te veel afhankelijk van vaste meetpunten. Door meer meters te plaatsen kan de volgende stap worden gezet. Het gebouw heeft ok een ionisatiemodule in de luchtbehandelingskast. Door deze innovatie toe te passen was er een sterke verbetering in de luchtkwaliteit te zien. Ook bij metingen van 3e partijen. Jan gaf aan dat deze innovatie toe was gepast als vervanging van stoombevochtiging. Jan gelooft zelf niet in luchtvochtigheid van een gebouw. Hij vindt dat het aanpassen van de luchtbevochtiging symptoombestrijding is en dat als de lucht schoon is de luchtvochtigheid minder uit zal maken. Uiteindelijk heeft hij het zover kunnen krijgen doordat een stoombevochtiger qua aankoopprijs en energiekosten een slechtere optie was dan de ionisatiemodule. Als aanbeveling gaf hij te kijken naar het Zwitserse Ion Air. Er bestaan ook 'huis-tuin-en-keuken ionisatie modules. Echter zit hier geen veiligheid op die de module stopt als de concentratie Ozon (O<sub>3</sub>) vrijkomt.

In Utrecht zijn ze ook een test aan het optuigen. Hier gebruiken ze een app (Sweco) waarmee huurders comfort klachten kunnen doorgeven in ruimtes waar meters/sensoren hangen. Deze data wordt dan gekoppeld.

## Olaf Oosting

Unica Ecopower

*Donderdag 4 juni 2020, Microsoft Teams*

Olaf werkt bij Unica Ecopower en hij is verantwoordelijk voor energieprojecten en circulariteit. Hij is de afgelopen maanden niet veel naar kantoor geweest. Hij houdt zichzelf aan strikte regels. Hij heeft niet genoeg kennis over de deeltjes in de lucht om daar iets over te zeggen.

Hij ziet wel de link met circulariteit. De volgende zaken zijn volgens hem van toepassing op circulaire ontwerpen:

1. Het ontwerp blijft zo lang mogelijk functioneel, door bijvoorbeeld ontworpen voor meerdere functies, flexibiliteit en losmaakbaarheid
2. Producten zijn circulair ingekocht
3. Er is een circulair businessmodel en dan specifiek de restwaarde van het ontwerp is daarbij belangrijk.

Belangrijke onderwerpen voor hem zijn het gebruiken en de mogelijke vrijheidsgraad om aanpassingen te kunnen doen aan het systeem. Als dit in een eerder stadium wordt gedaan kan dit veel opleveren. Nu zijn veel ontwerpen gebaseerd op de bezetting en hebben weinig aanpasbaarheid. Het beste zou zijn om toe te gaan naar goede transportleidingen. Deze zijn nu veelvuldig maatwerk op basis van de ontwerpbezettingsgraad maar in de toekomst zou je deze graag flexibel hebben. Dat de capaciteit omhoog kan worden gehaald als de functie daarom vraagt. Hiermee kan waarde worden toegevoegd aan een gebouw/installatie.

Hij ziet ook de mogelijkheid voor een prestatiecontract op basis van bijvoorbeeld de CO2 bandbreedte. Aan dit contract zit dan een prestatieverplichting. De installateur neemt dan verantwoordelijkheid voor het product. Die is verantwoordelijk voor het maatwerk en de schakels met meerdere partijen.

Hij ziet een toekomstbestendig ontwerp als de hoofdstructuur kan blijven zitten ook al verandert de functie. Hiermee kan alles worden gefaciliteerd van warmte, koeling tot luchtkwaliteit.

Als voorbeeld geeft hij The Edge. Een erg gezond gebouw maar de installaties en hoofdstructuur zijn helemaal ontworpen op corporates. Wat nou als corporates verdwijnen en er geen vraag meer is naar zo'n gebouw. Wat gebeurt er dan met Edge?

Als kantoren bijvoorbeeld worden getransformeerd naar woningen vraagt dit hele andere installaties. Het zou mooi zijn als dit niet maatwerk zou vergen maar dat het grootste deel kan blijven zitten en dan alleen de echt specifieke dingen zouden hoeven worden veranderd.

Hij gaf als tip te kijken naar het onderzoek van luchtstromen in het kantoor van Abt. Dit doen ze erg interessant en zou mijn onderzoek kunnen helpen.

## Bijlagen

<i>Kenmerk</i>	<i>Element</i>	<i>Bladzijde</i>
I.	Vergelijking aspecten Gezonde Kantoren	52
II.	Vergelijking maatregelen Gezonde Luchtkwaliteit en COVID-19	53
III.	Eigenschappen verschillende typen WTW-systemen	54
IV.	Minimum oppervlaktes voor werkplekken en vergaderruimtes volgens de NEN-spec 2 versie 1.1	55
V.	Vergelijking Relatieve productiviteit gebruikte normen	56
VI.	Berekening ventilatievoud Binck 36 M508	57

## BIJLAGE I. Vergelijking Aspecten Gezonde Kantoren

Benoemde thema's gezonde kantoren

	Bouwbesluit 2012	Nieuwe Norm	PvE Gezonde Kantoren	WELL Building Standard
Geluid	X	X	X	X
Luchtkwaliteit	X	X	X	X
(Dag)licht	X	X	X	X
(Thermisch) binnenklimaat		X	X	X
Water				X
Voeding				X
Fitness				X
Welzijn				X

Aspecten gezonde Luchtkwaliteit

Aspect	Subaspect	Eenheid	Bouwbesluit	Nieuwe Norm	Programma van Eisen			WELL
					C	B	A	
Luchttoevoer	Ventilatie Capaciteit	m <sup>3</sup> /h p.p.	23.4	25.2	25	40	60	30.6
		l/s p.p.	6.5	7	6.9	11.1	16.7	8.5
	Capaciteit Kantoorruimten	m <sup>3</sup> /h p. m <sup>2</sup>	-	-	3	5	7.5	-
	Capaciteit Bijeenkomstruimten	m <sup>3</sup> /h p. m <sup>2</sup>	-	-	8	13	20	-
	Capaciteit Toiletruimte	l/s	7	-	-	-	-	-
	Aantal te openen geveldelen	-	1	1	1 per 3.6 m	1 per 3.6 m	-	1
Relatieve Luchtvochtigheid	Capaciteit Spui ventilatie	l/s	-	-	100	100	100	-
		l/s/m <sup>2</sup>	3	-	-	-	-	-
Relatieve Luchtvochtigheid	Maximale waarde	%	-	-	70	70	70	50
	Minimale waarde	%	-	-	-	-	35	35
Vluchtige Organische Stoffen (VOS)	Totaal	µg/m <sup>3</sup>	-	-	1000	500	200	500
	Formaldehyde (HCOH)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	120	30	30	27
Anorganische stoffen	Koolstofdioxide Concentratie binnen in vergelijking met buitenconcentratie	ppm	-	-	+800	+600	+400	800
	CO	mg/m <sup>3</sup>	-	-	10	10	10	24
	Fijnstof (Pm2.5)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	25	15	10	25
	Concentratie Pm2.5 ten opzichte van buitenconcentratie	%	-	-	100	50	25	-
	Fijnstof (Pm10)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	50

## BIJLAGE II. Vergelijking maatregelen Gezonde Luchtkwaliteit en COVID-19

Aspect		Effect op gezondheid	Hoofdstuk	Maatregel	Effect op Covid	Hoofdstuk
Aspect	Hoofdstuk					
Luchtoevoer	2.3	Een hogere luchtoevoer zorgt voor een stijging in productiviteit en een lager ziekteverzuim.	3.1.1	Aanpassen bezettingsgraad	Door een lagere bezettingsgraad wordt het kans op een besmettingsbron kleiner. Ook zorgt het ervoor dat druppelkernen sneller uit de lucht worden verschoont	5.1
			3.1.2	Passief ventileren	Door het openen van ramen kan er extra schone luchttoevoer komen.	5.3.2
			3.1.3	Regeling	Door bedrijfsmatige aan te passen kan er constant geventileerd worden. Ook kan een vraaggestuurd systeem gebruikt worden	5.3.1; 5.3.5
			3.1.3	Onderhoud		
			3.1.4	Luchtstroom	Luchtstroom heeft invloed op de efficiëntie van de ventilatie. Een hogere efficiëntie zorgt voor minder druppelkernen in de lucht	5.3.1
Luchtvochtigheid	2.4	Een te hoge luchtvochtigheid heeft effect op de luchtkwaliteit door groei van schimmels en micro-organismen. Een te lage luchtvochtigheid effect heeft op de productiviteit door irritaties.	3.2.1	Luchtbevochtiging	-	
			3.2.2	Planten	-	
VOS/VOC	2.5	Inademing van deze stoffen kunnen klachten zoals hoofdpijn, vermoeidheid en irritatie van neus, keel en ogen veroorzaken	3.3.1	Ventilatievoud	Door een hogere ventilatievoud worden mogelijke druppelkernen sneller uit de lucht gefilterd	5.3.1
			3.3.1	Tijdstelling ventilatie	Constant ventileren vermindert het risico op verspreiding	5.3.5
			3.3.2	Materiaal keuze	Door materiaal te kiezen dat makkelijk en goed schoon te maken is wordt contact verspreiding kleiner.	5.2.1
			3.3.3	Onderhoud	-	
			3.3.4	Hygiëne	Door een schone werkruimte wordt de kans op indirect contact besmetting kleiner	5.2.1
Anorganische stoffen	2.6	Van concentratieverlies door CO2 tot vroegtijdige strefte door stikstof	3.3.5	Filters	-	
			3.4.1	Ventilatievoud	Door een hogere ventilatievoud worden mogelijke druppelkernen sneller uit de lucht gefilterd	5.3.1
Overig	3.5.1	-	3.4.2	Filters	-	
	3.5.2	Verminderen luchtkwaliteit door recirculeren vervuilde stoffen	3.5.1	Warmterugwinning	Alleen bij WTW installaties in slechte staat aanpassen	5.3.6
			3.5.2	Recirculatie	Recirculatie uitzetten om zo extra verspreiding van druppelkernen over ruimtes te voorkomen	5.3.2
Covid-19 specifiek		Zorgt voor meer duidelijkheid en begrip. Dus beter gebruik	5.2.2	Informeren	Door visualiseren van anderhalve meter afstand en de regels wordt de kans op verspreiding kleiner	5.2.2
		Mogelijk vermindering luchtstroom. Wel positief effect op geluid	5.2.3	Scheidingsconstructies	Door wanden te plaatsen kan er veilig binnen anderhalve meter worden gewerkt	5.2.3
				Toiletten	Deksel dicht en handblowers en handdoeken uitzetten	5.3.4

## BIJLAGE III. Eigenschappen verschillende types WTW-systemen

Eigenschappen verschillende typen WTW-systemen volgens: RVO. (2015). *Best Practice Luchtbehandelingsinstallaties*

Type	Vocht- uitwisseling	Stof- uitwisseling	Toe/afvoer naast elkaar	Rendement [%]**	Ruimte behoefte	Prijs [%]**	TvT [Jaren]**
<i>Warmtewiel met hygroskopische laag*</i>	Ja	Ja	Ja	75	Redelijk tot groot	100	3
<i>Warmtewiel zonder hygroskopische laag*</i>	Nee	Ja/minder	Ja	75	Redelijk tot groot	100	3
<i>Warmtepijp (heat pipe)</i>	Nee	Nee	Ja	45	Beperkt	100	7
<i>Platen warmtewisselaar (kruisstroom)</i>	Nee	Nee	Ja	60	Redelijk tot groot	130	6.5
<i>Twee warmtewisselaarsysteem (twin-coil)</i>	Nee	Nee	Nee	50	Beperkt	110	12

## BIJLAGE IV. Minimum oppervlaktes voor werkplekken en vergaderruimtes volgens de NEN-spec 2 versie 1.1

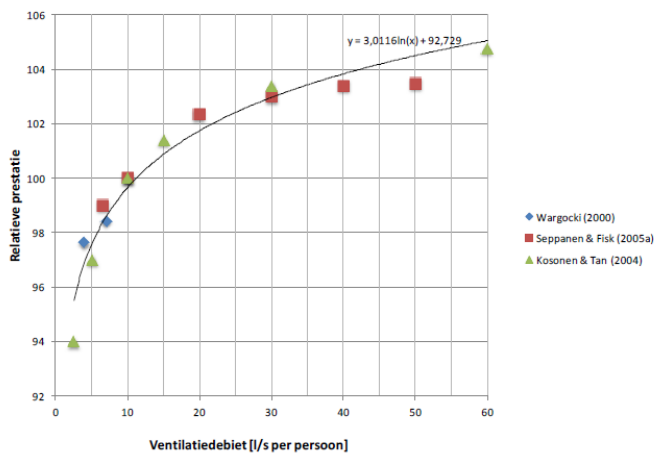
Minimum oppervlaktes voor werkplekken en vergaderruimtes volgens de NEN-spec 2 versie 1.1 (NEN, 2020)

<i>Element</i>	<i>Minimum oppervlakte [m<sup>2</sup>]</i>	<i>Voorwaarde</i>
<i>Werkplek</i>	7	Enkele werkplek met ruimte voor passerende mensen
	6	Werkplek grenzend aan andere werkplek die niet in gebruik is of afgegrensd met scheidingswanden
	4	Werkplek als er geen sprake is van loopzone <b>en</b> de werkplek is afgeschermd door scheidingswanden of lege werkplekken
<i>Vergaderruimte</i>	5	Per persoon, afhankelijk van de looproutes en vrije ruimte bij de toegang tot de ruimte.



## BIJLAGE V. Vergelijking relatieve productiviteit gebruikte normen

Voor de vergelijking is de volgende grafiek gebruikt uit Kengetallen Binnenmilieu (Boerstra & van Dijken, 2015)



Tabel van de vergelijking.

	Capaciteit (L/s p.p.)	Relatieve Productiviteit t.o.v. 10/l p.p. (%)	Relatieve Productiviteit t.o.v. Bouwbesluit 2012 (%)
Bouwbesluit	6.5	98.4	0
Nieuwe Norm	7	98.6	0.2
PvE Gezonde Kantoren Klasse C	6.9	98.5	0.2
WELL	8.5	99.2	0.8
PvE Gezonde Kantoren Klasse B	11.1	100	1.6
PvE Gezonde Kantoren Klasse A	16.7	101.2	2.8

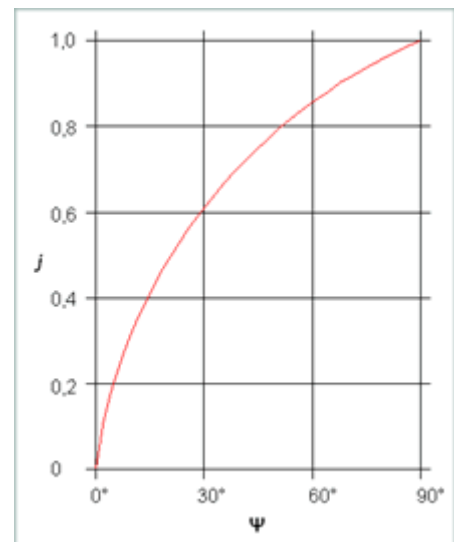
## BIJLAGE VI. Berekening ventilatievoud Binck 36 M508

Berekening volgens de volgende methode:

Kort, E. (z.j.). *Bouwbesluit - Spuiventilatie*. Opgehaald van [http://www.ekbouwadvies.nl/](http://www.ekbouwadvies.nl/http://www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit/spuiventilatie/spuiventilatie.asp)  
<http://www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit/spuiventilatie/spuiventilatie.asp>

Ingevoerde waardes:

Volume Kantoor Binck 36	264.25
Oppervlakte Kantoor	75.5
Hoogte Kantoor	3.5
Ventilatie efficiëntie	80%
Netto oppervlakte	4
Netto oppervlakte 2	0.8
Luchtsnelheid 1	0.1
Luchtsnelheid 2	0.4
Dagmaat raam	4
Vermenigvuldigingsfactor	0.2
Breedte raam	0.78
Hoogte raam	0.99
Hoek kiepraam	6.353106635



Ventilatievoud	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4
1	69	17	14	3
2	138	34	28	7
3	206	52	41	10
4	275	69	55	14
5	344	86	69	17
6	413	103	83	21
<b>Luchttoevoer</b>	<b>288</b>	<b>1152</b>	<b>1440</b>	<b>5760</b>