

Danvak Dagen 2020, September 1 2020

Strategier til reduktion af luftbåren smitte af patogener indendørs


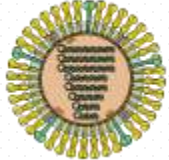
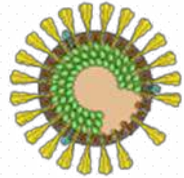
Arsen K. Melikov, PhD
Fellow ASHAE, Fellow ISIAQ



International Centre for Indoor Environment and Energy
Department of Civil Engineering
Technical University of Denmark



Luftbåren transmission af infektion er mulig

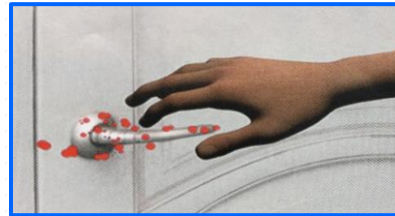
Virustype	Størrelse <u>100 nm</u>	Infektivitet (Reproduktionstal R_0)	Er det luftbåren?
Mæslinger	 150 nm	9 – 10	Yes <i>(Kilde: CDC)</i>
Influenza	 100 nm	1,3 (2-4)	Yes <i>(Kilde: NIOSH)</i>
COVID 19	 120 nm	2 – 2,5	Måske? <i>(Kilde: WHO, CDC)</i>

Mennesker-til-menneske smitsomme transmissionsveje

Generering af dråber & aerosoler med vira



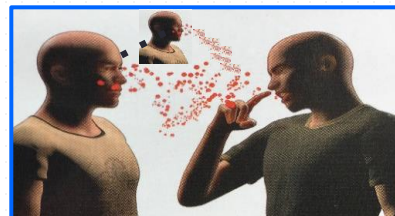
- **Direkte kropskontakt:**
HIV, Ebola, Herpesviruses, SARS CoV 2



- **Kontakt med overflader:**
Influenza, Norovirus, SARS CoV 2



- **Direkte eksponering for dråber**
> 5-10 μm , kort afstand 1-2 m:
Ebola, SARS CoV 2



- **Indånding af luftbårne aerosoler**
< 5-10 μm ; kort og lang afstand
Influenza, Tuberculosis, SARS

Generering af luftbårne dråber med patogener



Vejrtrækning / talende (symptomatisk / asymptomatisk):

- ❑ Virusbelastede partikler ($<5 \mu\text{m}$) fundet i udåndet luft med og uden mundbind
 - *Leung et al., Nat. Med., 2020*

- ❑ Partikelgenerering afhænger af lydstyrken for vokalisering; “tale superemitors”

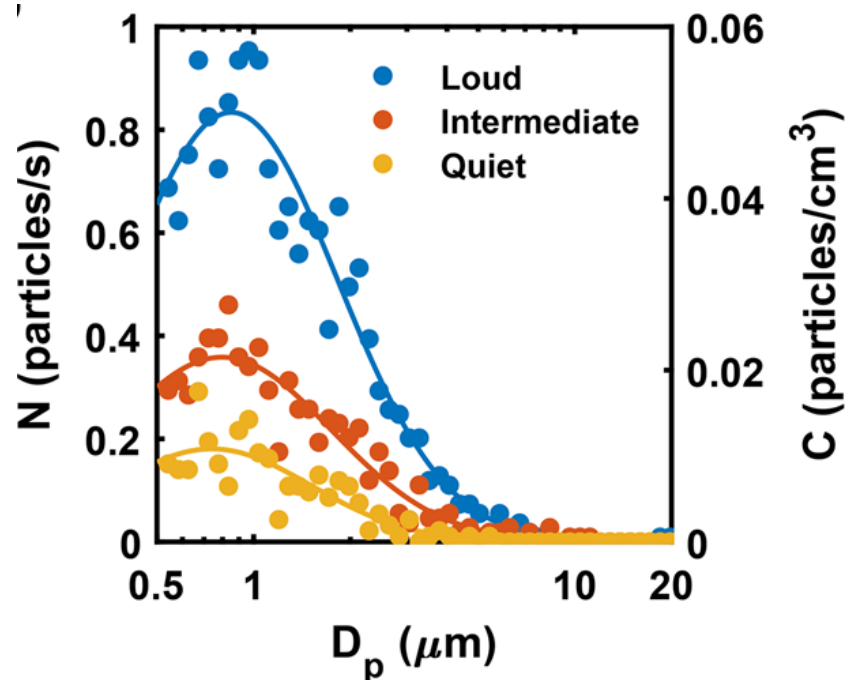
 - *Asadi et al., Sci. Rep., 2019*

- ❑ Mekanisk ventilerede patienter, normal vejrtrækning

 - ❑ op til 2554 partikler/ udånding;

 - ❑ partikelstørrelse: $<5 \mu\text{m}$; 80% med størrelse $0,3-1 \mu\text{m}$

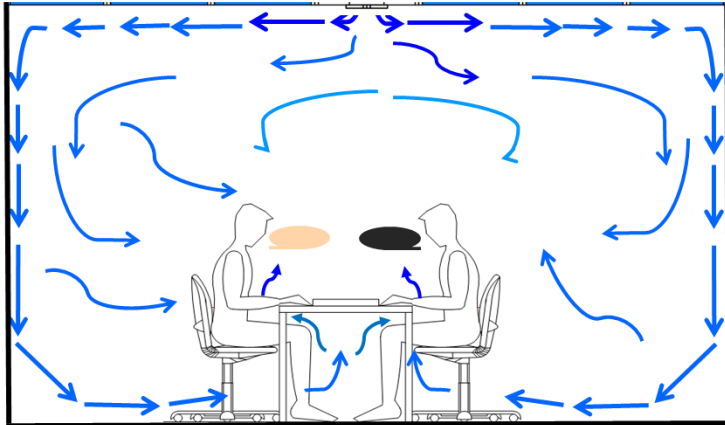
 - *Wan et al., PLoS ONE, 2014*



Transport af luftbårne patogenbelastede aerosoler

Indeklima er vigtigt: lufttemperatur, fugtighed og ventilationstrømning

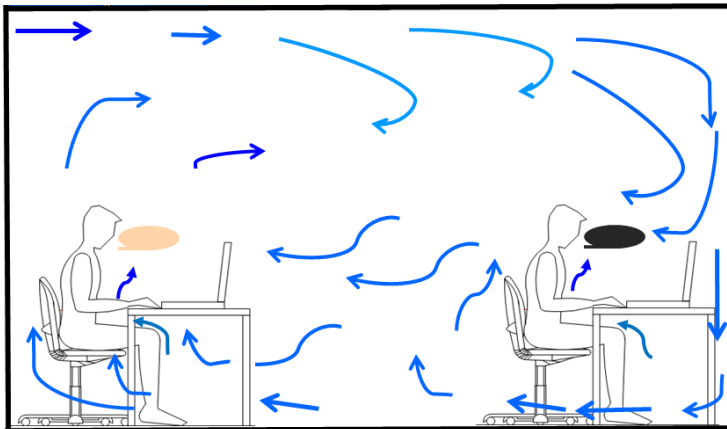
Kort afstand eksponering



Ikke afgørende

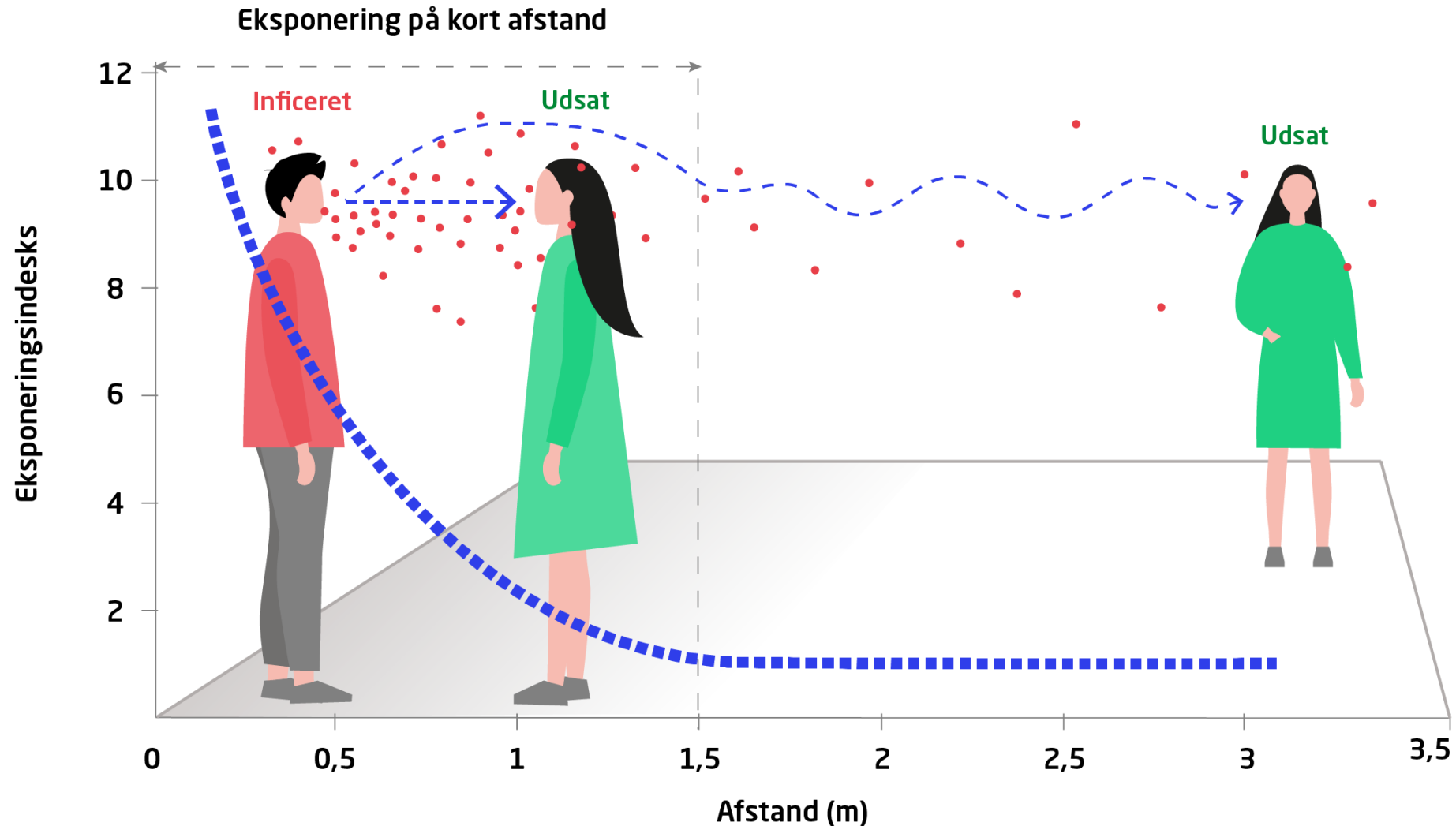
Luftstrømningsegenskaber er vigtige:

- momentum (hastighed)
- strømningsstruktur
- turbulent eller laminær
- stationær eller kortvarig
- strømningsretning
- frekvens af hastighedsfluktuationer
- stabil tilstand eller ikke-stabil tilstand

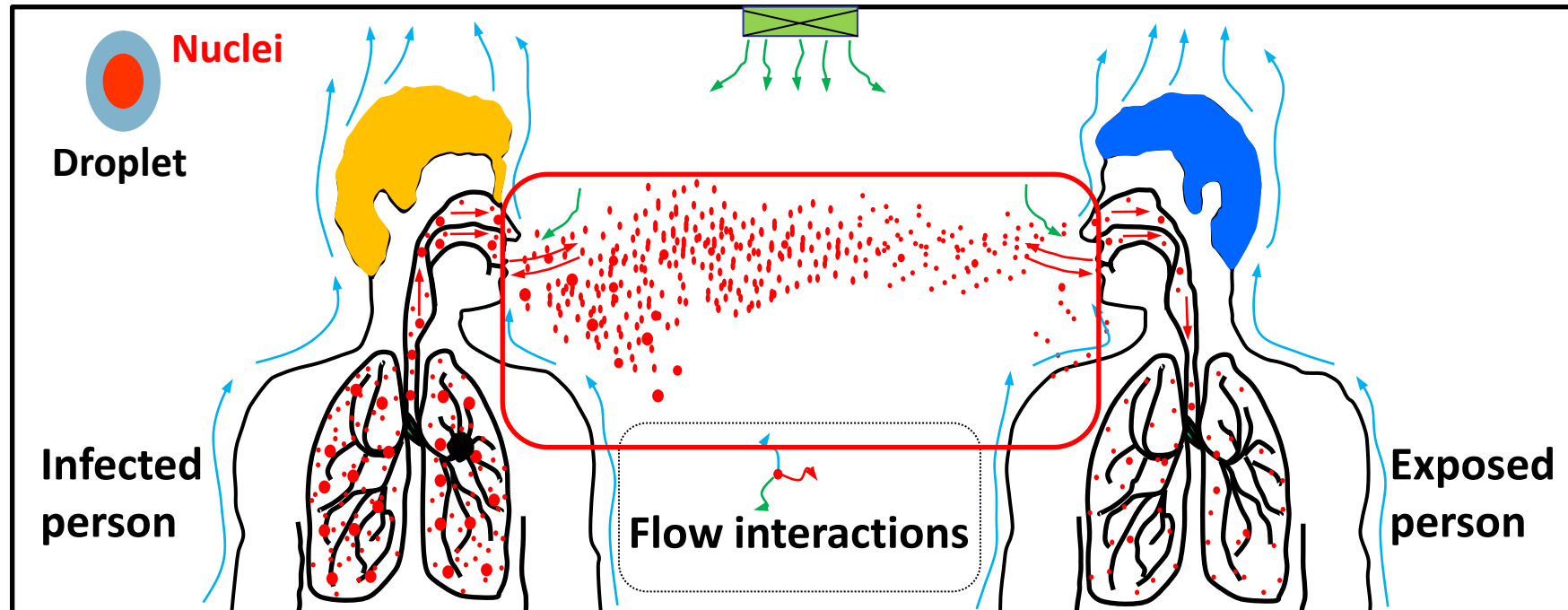


Langt afstand eksponering

Betydningen af adskillelsesafstand mellem personer



Kort afstand transport af luftbårne patogener



Kompleks interaktion af strømninger:

- Ventilationsstrømning
- Fri konvektionsstrømning omkring kroppen
- Udåndet strømning (transient)

COVID-19: Virusgenerering og infektion

- **Hvor mange vira frigives i miljøet?**

- En hoste:>3.000 dråber (tunge, luftbårne); hastighed - 25 m/s; 200.000.000 viruspartikler
- En nyser:> 30.000 dråber (tunge, luftbårne); kørehastighed - 90 m/s; 200.000.000 viruspartikler
- En åndedræt:<5000 dråber (tunge og 80% luftbårne); hastighed - 3 m/s; 20 viruspartikler/min
- Taler:<15.000 dråber (tunge, 80% luftbårne); kørehastighed - 8 m/s; 200 viruspartikler/min

- **Hvor mange vira har brug for at forårsage infektion?**

- 1000 SARS-CoV2 infektiøse virale partikler er nødvendige for at starte infektion (estimeret)
- 1000 infektiøse virale partikler, du modtager i et åndedrag, eller
- 100 virale partikler inhaleret med hvert åndedrag over 10 åndedrag, eller
- 10 virale partikler med 100 åndedræt

Vellykket infektion = eksponering for virus x tid

COVID-19: Strategi til reduktion af luftbåren smitte

- **Kildekontrol**

- Tomme mellemrum med jævne mellemrum !!
- Styr vokaliseringens lydstyrke (“taleovervågning”)

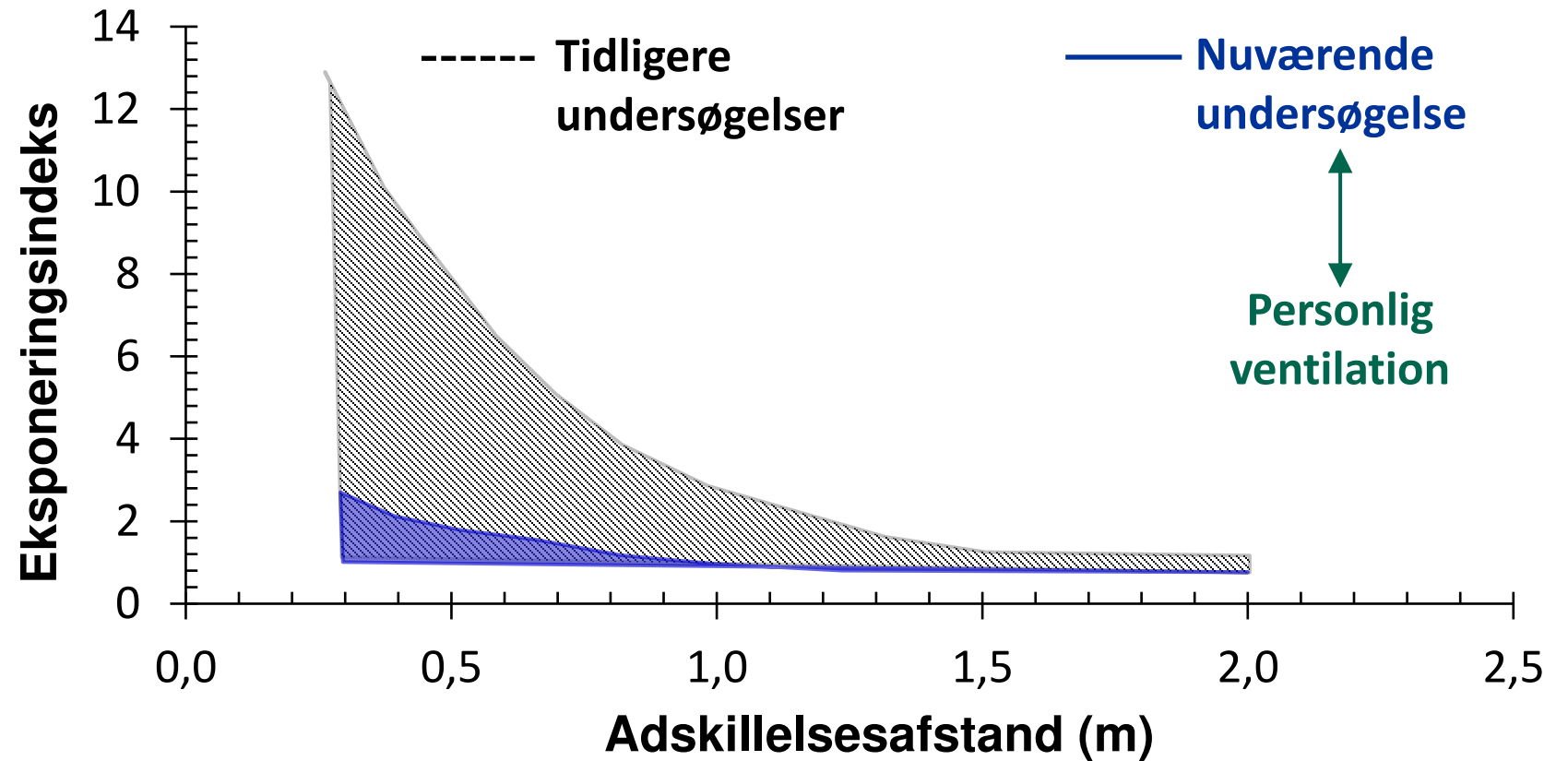
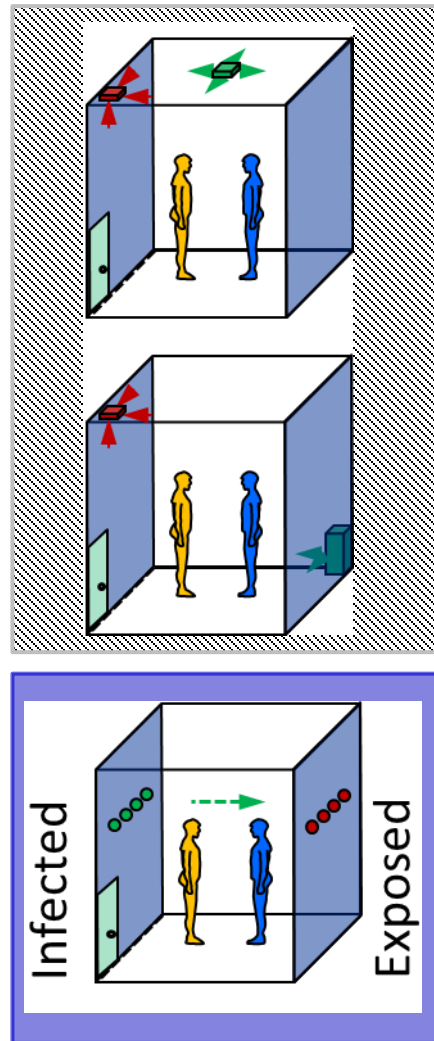
- **Ventilation**

- Tilfør kontinuerligt så meget som muligt udeluft til værelser (mekanisk eller naturlig ventilation)
- Stop ikke med lufttilførslen i pauser eller når du forlader arbejdspladsen (hold vinduet delvist åbent eller start ventilation 1 time før du går ind i rummet)
- Mekanisk ventilation: sluk for styring af forsyningsstrømningshastighed

- **Pladsordning og beboere**

- Hold afstand mellem arbejdsstationer > 2 m (for at undgå kort afstand eksponering)
- Hold afstand under møder $> 1,5$ m (for at undgå eksponering på kort afstand)
- Antallet af beboere er ikke vigtigt for risikoen for luftbåren krydsinfektion i et konstant ventileret rum med konstant virusgenerering (f.eks. en asymptomatisk person). Forøgelse af antallet af personer i rummet øger muligheden for at have flere inficerede personer i rummet.

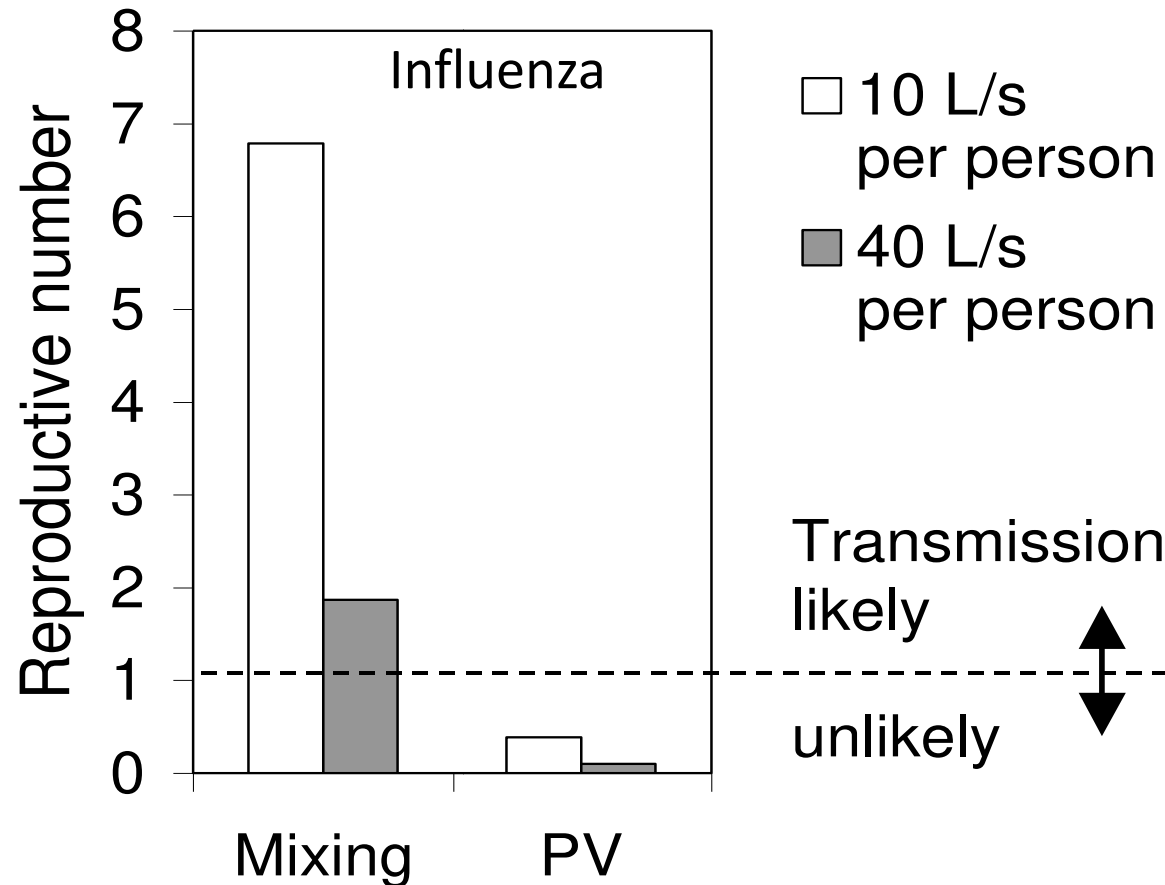
Reduktion af eksponering: styring af rumluftstrøm



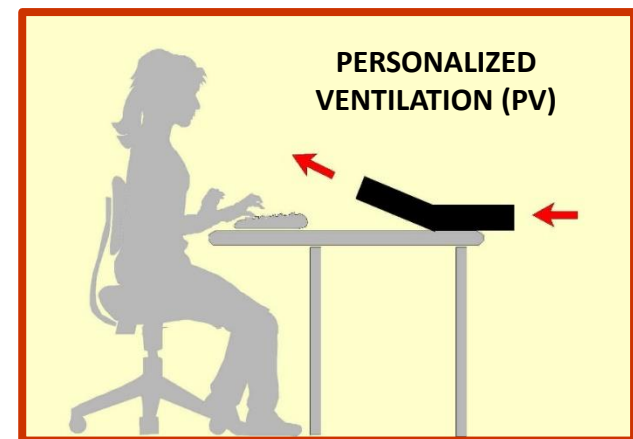
- Høj risiko for kort afstand eksponering effektivt fjernes
- Positionering og placering af personer er ikke længere vigtig

Reduktion af eksponering: styring af rumluftstrøm

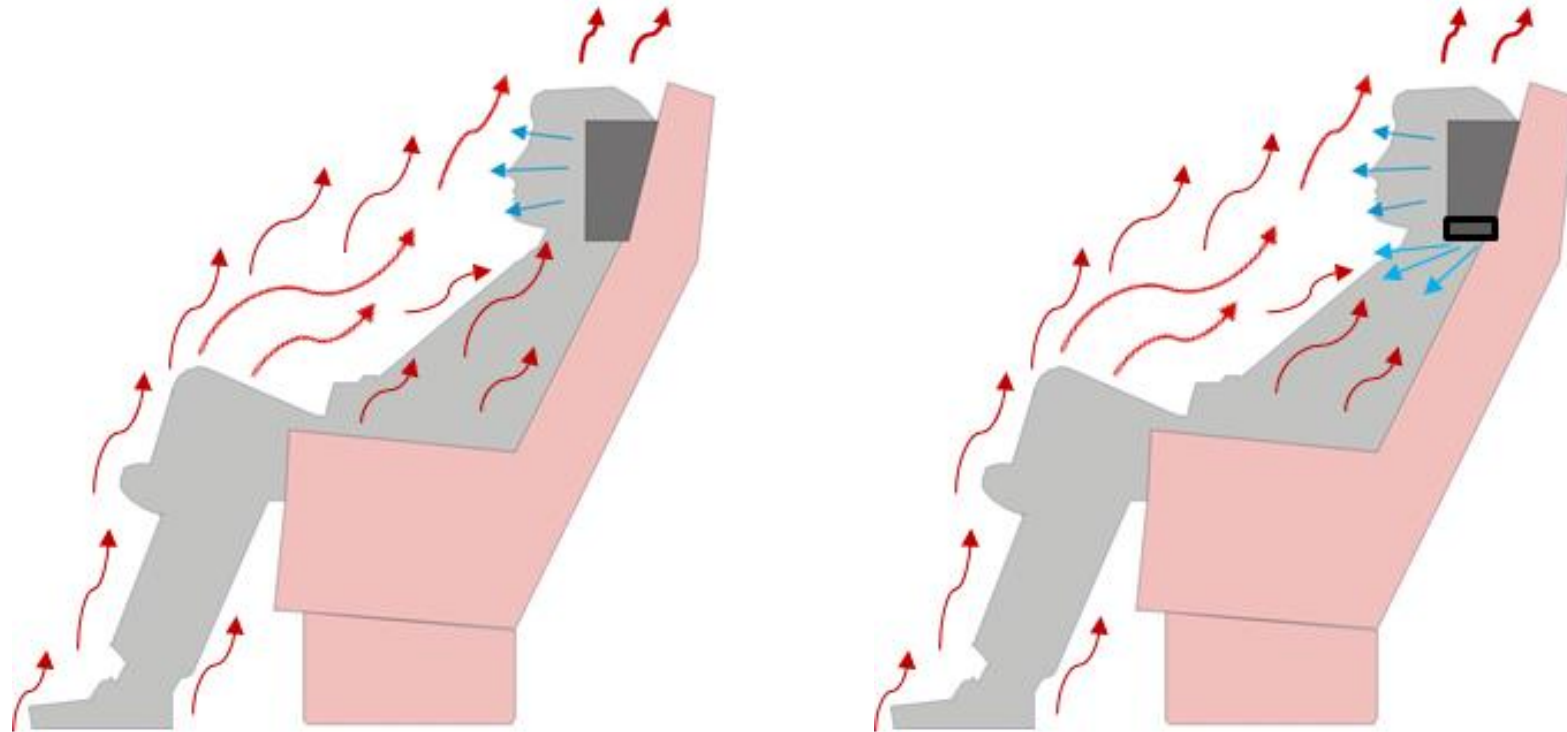
Reproduktionstal (R_0) beskriver, hvor smitsom en infektionssygdom er. R_0 viser, hvor mange personer én smittet i gennemsnit vil smitte videre i en befolkning, hvor ingen har mødt infektionen før, og hvor alle derfor er modtagelige.



➤ Cermak & Melikov, HVAC&R 2007



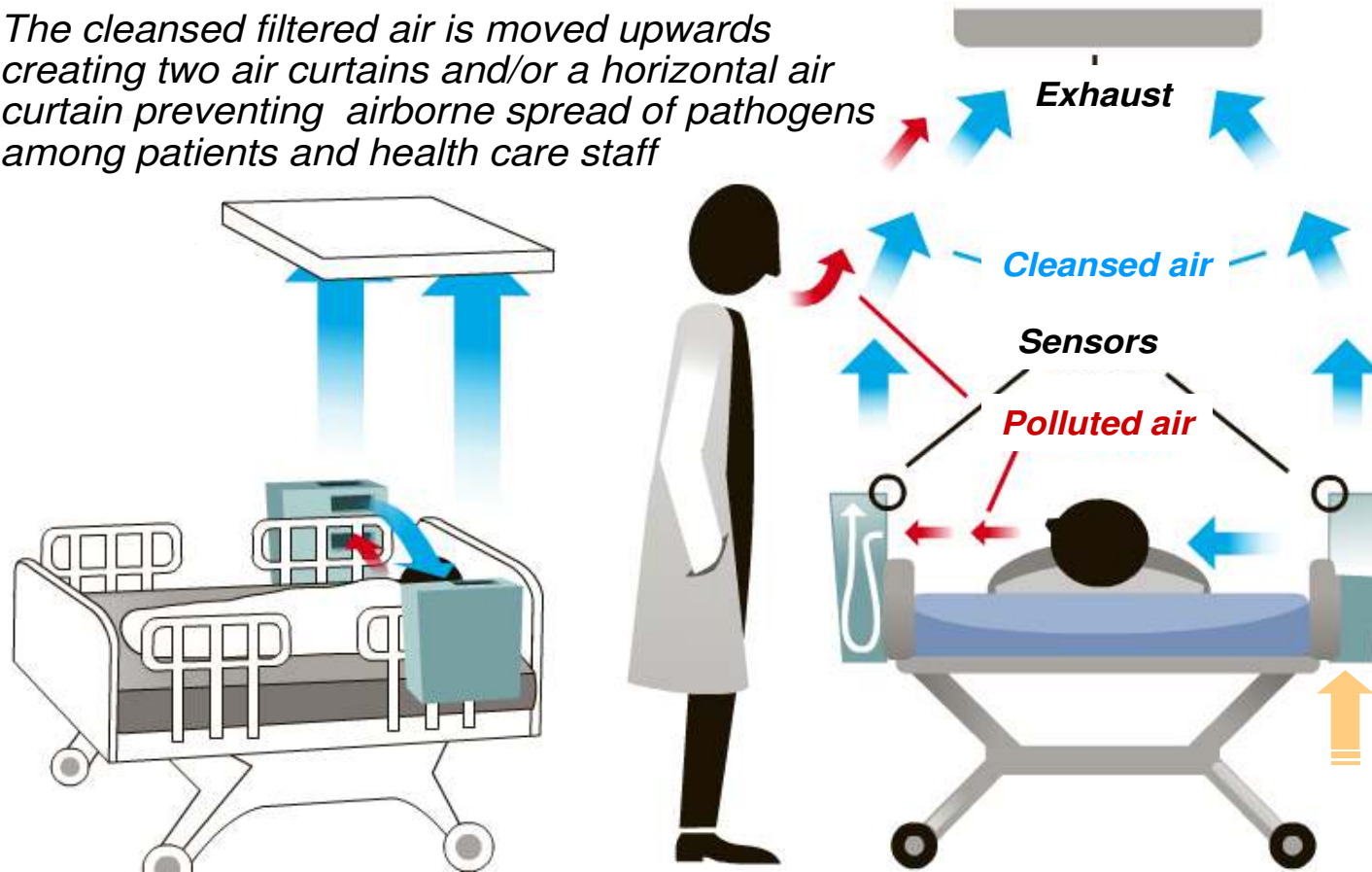
Reduktion af eksponering: styring af rumluftstrøm



Bolashikov et al. HVAC&R 2010, Melikov et al., B&E, 2012

Beskyttelse mod luftbåren smitte i hospital rum: kildekontrol

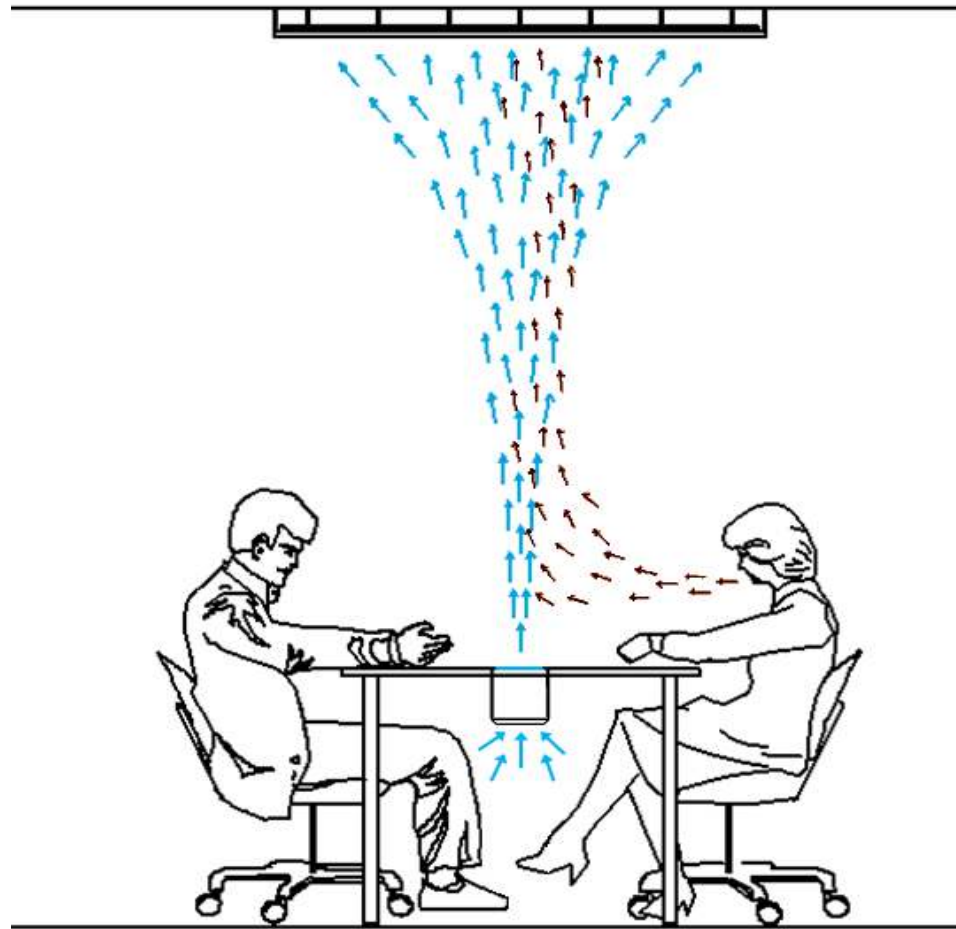
The cleansed filtered air is moved upwards creating two air curtains and/or a horizontal air curtain preventing airborne spread of pathogens among patients and health care staff



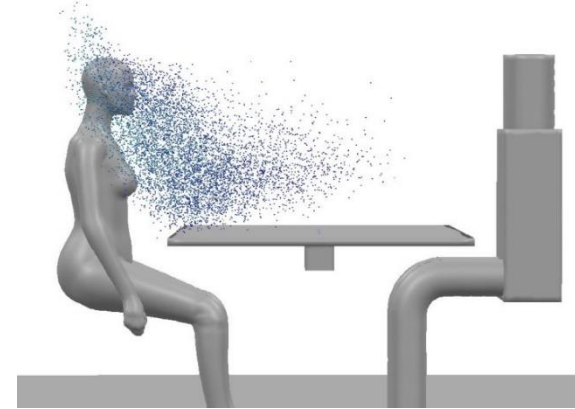
Nedsat luftbåren infektion, øget fleksibilitet, små luftbehandlingsenheder, energibesparelse, “plug & play” -princip

Reduktion af eksponering: styring af rumluftstrøm

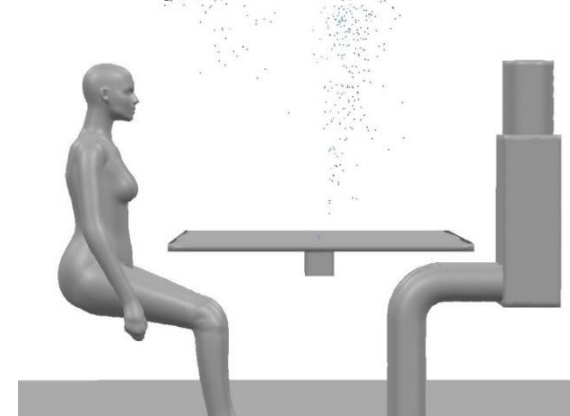
Konsultationsrum / mødelokal



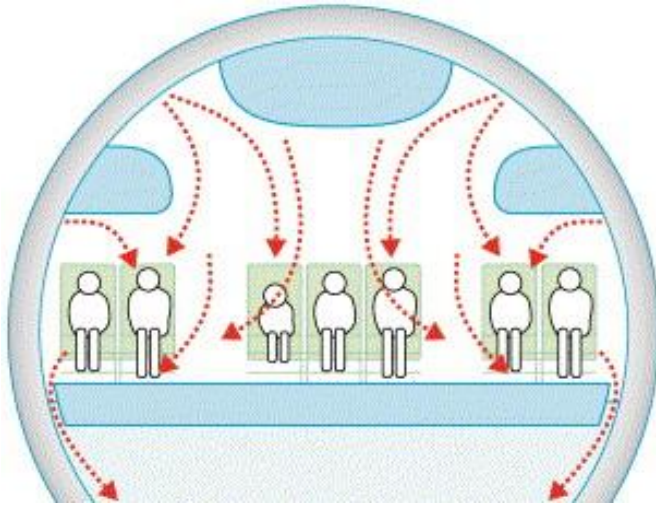
Medium hoste
ingen beskyttelse; efter $t=5$ s



Medium hoste
med beskyttelse (16 L/s); efter $t=5$ s

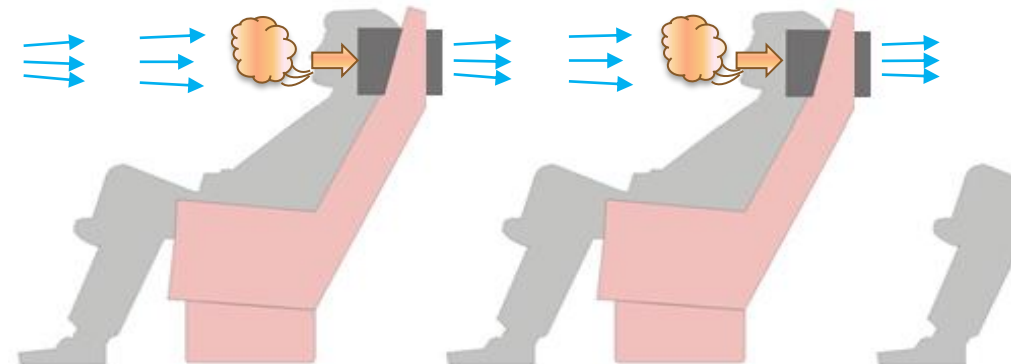
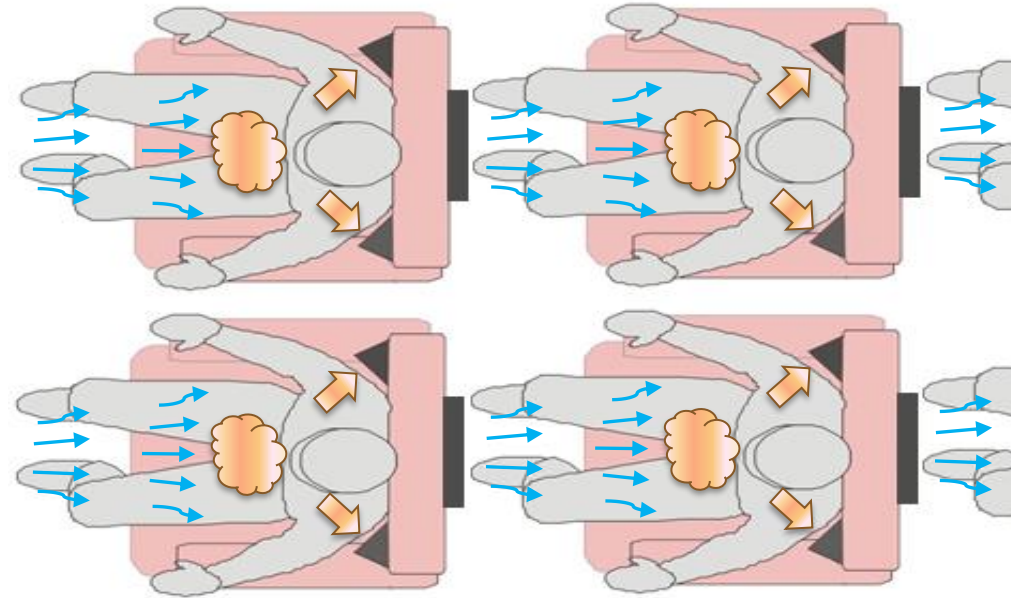


Reduktion af eksponering i flykabinen



40% mindre udåndet
luft i kabinen

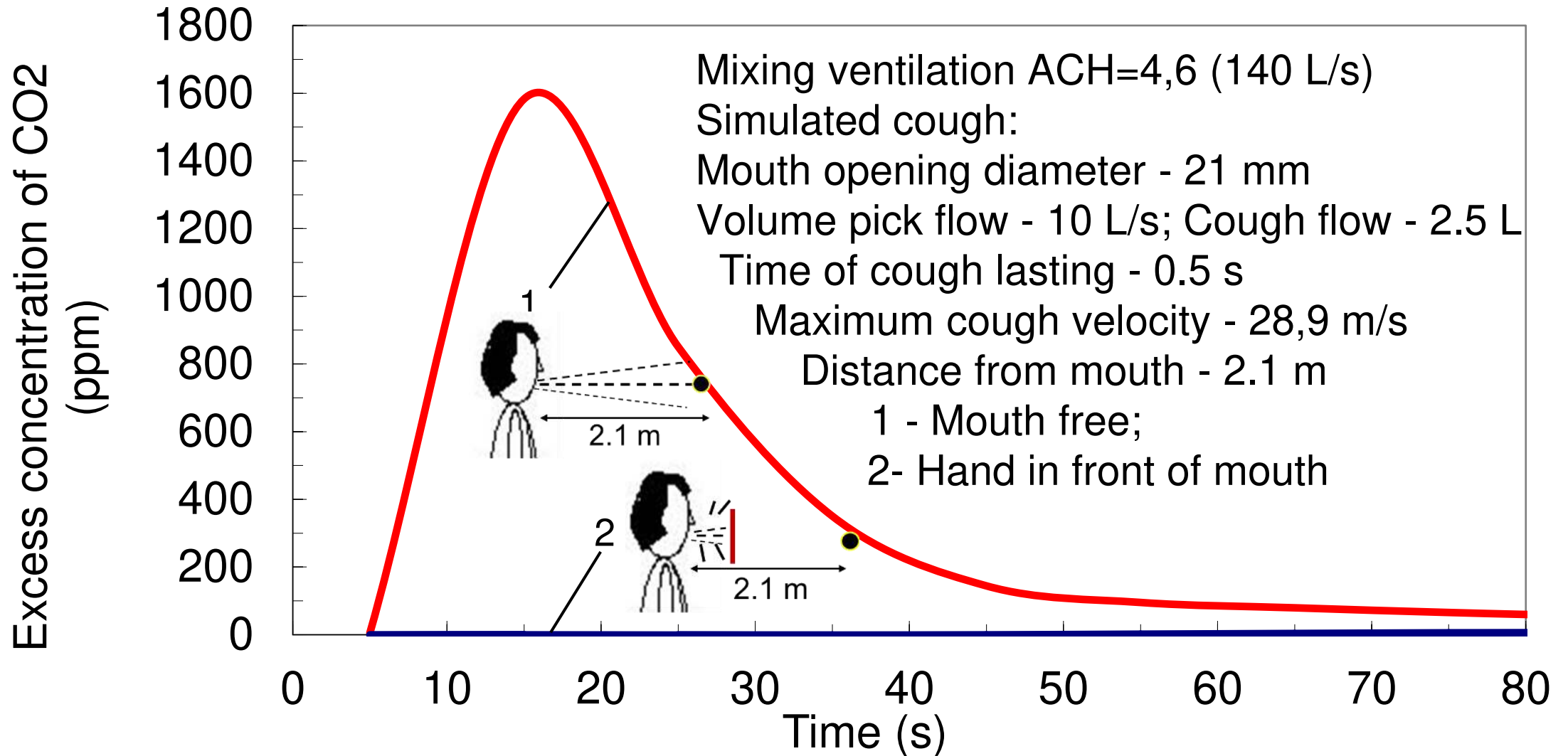
Passagerer inhalerer
4 gange renere luft



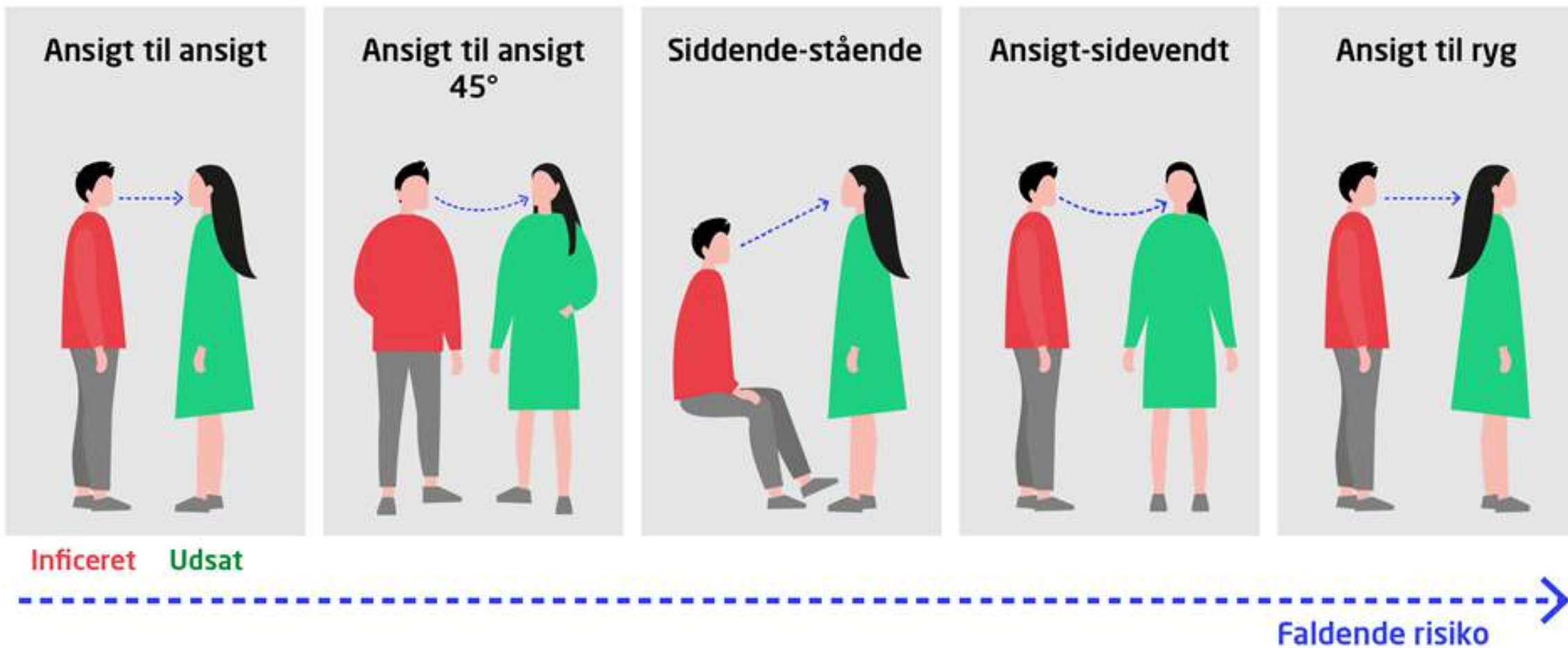
Melikov & Dzhartov, HVAC&R Research J., 2013

Reduktion af eksponering: personlige beskyttelse

Hoste: effekt af mundbind



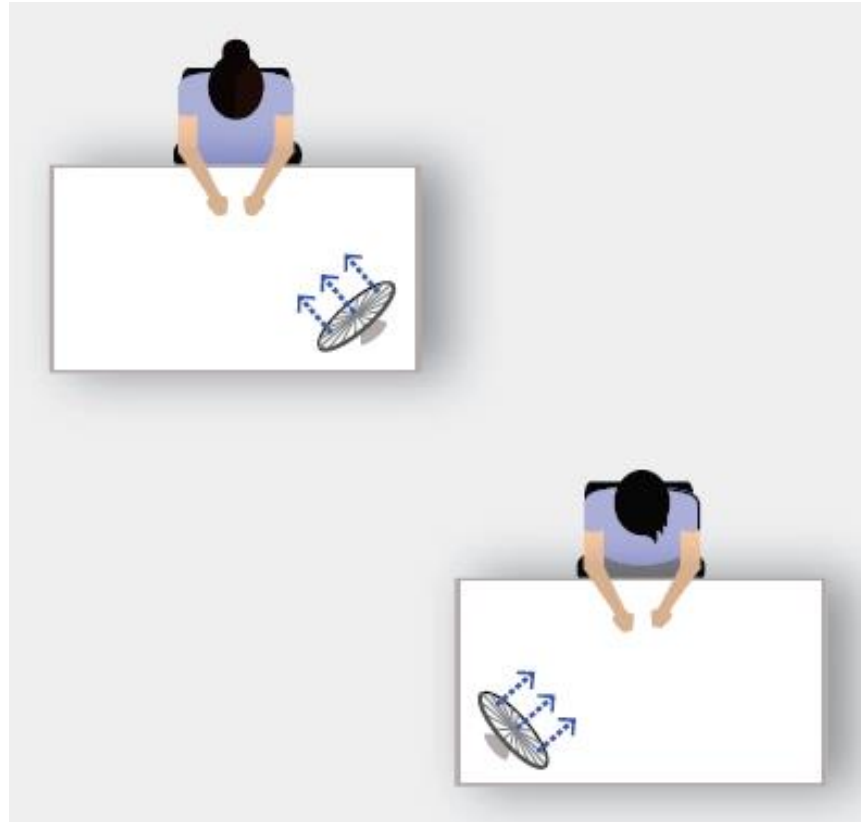
Reduktion af eksponering: personlige beskyttelse



➤ Melikov, DTU Byg Analyse 1-2020

Reduktion af eksponering: personlige beskyttelse

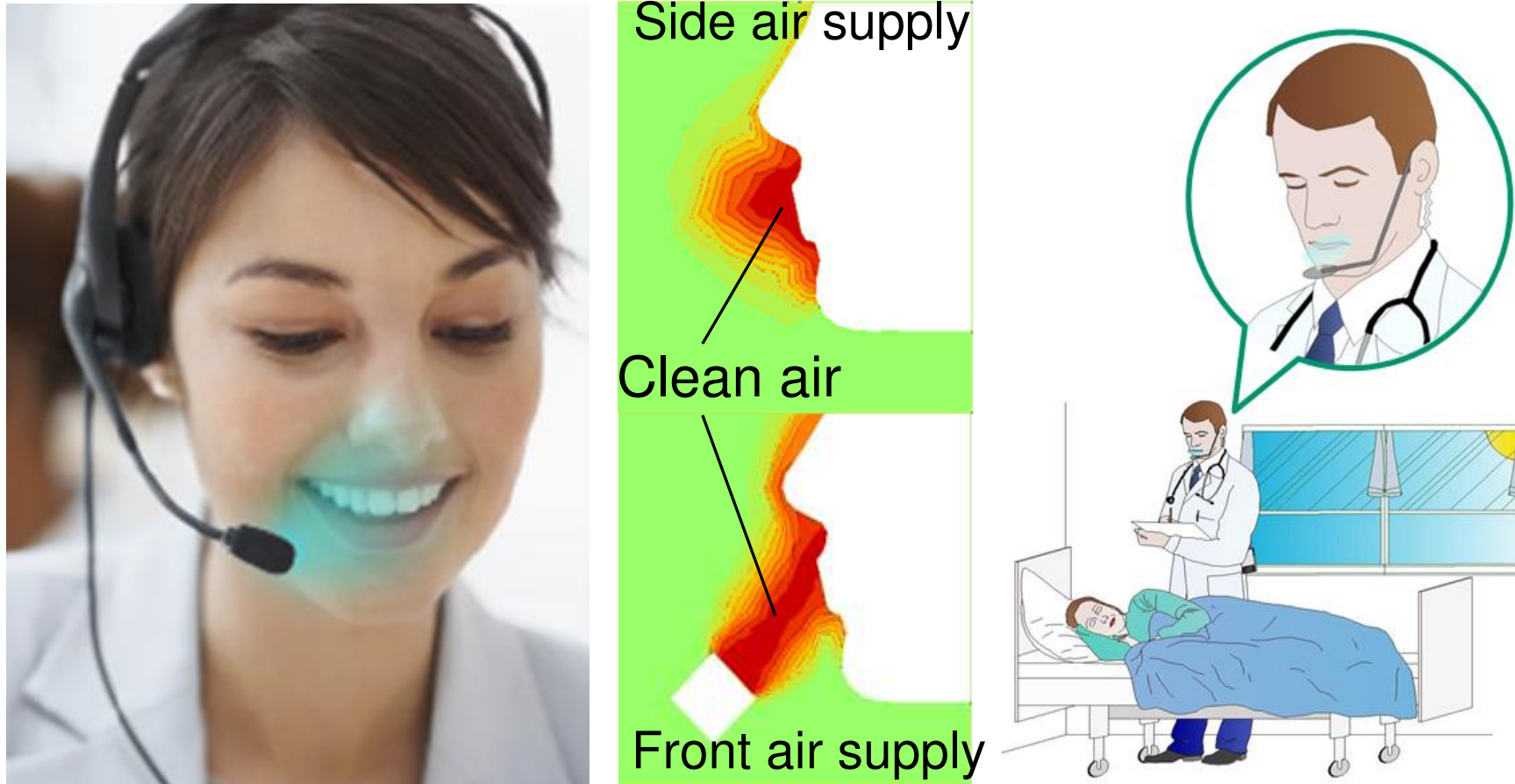
Hold afstand mere end 2 m og undgå at blive udsat for luftstrømmen genereret af bordventilatorerne brugt af andre mennesker.



➤ Melikov, DTU Byg Analyse 1-2020

Reduktion af eksponering: Bærbær Ventilation & Luftrensning

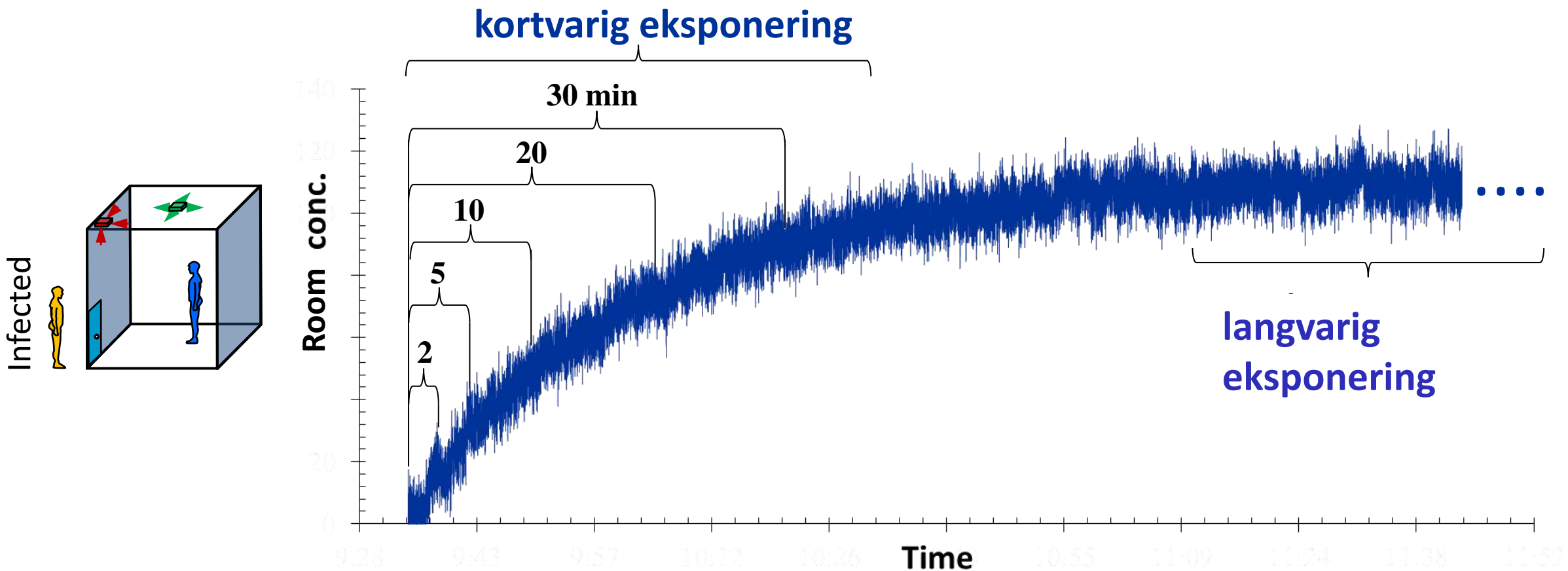
Headset inkorporeret personlig ventilation



90% ren og desinficeret luft inhaleret

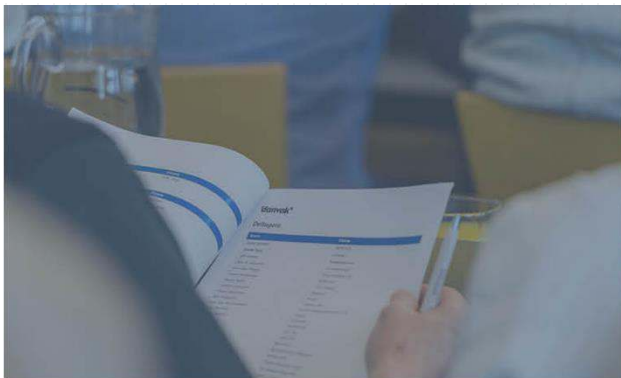
Bolashikov, Melikov et al. HB 2003; Zhu, Melikov, et al. Indoor Air 2008

Reduktion af eksponering: eksponeringsvarighed



Bliv så kort tid som muligt i overfyldte rum!

Mange tak!



Danvak Virus og Covid-19 Taskforce

Claus Andreasson
Generalsekretær, Danvak



danvak

F O R U M F O R P R O F E S S I O N E L L E I N D E N F O R H V A C , E N E R G I O G I N D E K L I M A



Covid-19

COVID-19 er den infektionssygdom, som den nye coronavirus (SARS-CoV-2) har spredt over hele verden i løbet af 2020

Verdenssundhedsorganisationen WHO erklærede 11. marts COVID-19 for en pandemi, altså en verdensomspændende epidemi.





Hvordan smitter coronavirus

Coronavirussen smitter fra menneske til menneske, og den smitter gennem dråber. Virussen kan ikke smitte gennem huden - kun gennem slimhinder, typisk i næse, mund og øjne.

Dråber er måske et lidt mærkeligt ord, men det betyder sådan set bare, at virussen smitter gennem små dråber, der kan være helt ned til 0,1 millimeter i diameter.

Derfor smitter coronavirussen eksempelvis gennem **host og nys** i en afstand på mellem 1 til 2 meter. Herefter falder dråberne til jorden eller lander på overflader, men herfra kan virussen også smitte. Hvis man rører ved en overflade med virus på og derefter rører sig selv i ansigtet, kan man eksempelvis blive smittet.

Dråber kan også smitte gennem tæt kontakt som **knus, kys og håndtryk** med en smittet person.

I et amerikansk studie vurderes det, at den nye coronavirus kan overleve i luften, i form af en **sky med fine partikler, i op mod 3 timer**. Derudover viser studiet, at coronavirussen kan holde sig i live på **pap i op mod 24 timer**, mens den overlever på **plast og rustfrit stål i op til 3 døgn**.

Meget tyder på, at det er personer med symptomer - milde som alvorlige - der er årsag til størstedelen af de nye smittetilfælde.

Luftbåren smitte

– den medicinske og den ventilationstekniske holdning!

Der har været og bliver skrevet rapporter og lavet forsøg i virusspredning i både det medicinske miljø og i det ventilations- og indeklimatekniske miljø.

Stort set alle de rapporter og anbefalinger som er udkommet er IKKE sket i et tværfagligt samarbejde mellem det medicinske og tekniske miljø.

Danvak har derfor samlet et unikt tværfagligt medicinsk og teknisk team.



Danvak Virus og Covid-19 Taskforce

Opgaverne for teamet er bl.a. :

- **At etablere et fælles accepteret begrebsunivers mellem medicin og teknik**
- **At tydeliggøre medicinsk hvordan Virus og Covid-19 lever, dør og inficere**
- **At danne et klart grundlag for hvordan den ventilationstekniske forskning skal måle på smitte spredning mht. ventilation**
- **At identificere hvor der rent medicinsk og ventilationsteknisk mangler forskning for bedre at forstå hvordan man undgår/mindsker smittespredning i fremtiden**



Danvak Virus og Covid-19 Taskforce

Teamet består af førende eksperter indenfor:

Ventilations teknik og indeklima:

Alireza Afshari, Professor AAU/SBi. (Danish Building Research Institute)

Pawel Wargocki, Associate Professor, DTU. (Indoor environment and ventilation)

Peter V. Nielsen, Professor AAU. (Byggeri, by og miljø, Ventilation og strømningsteknik)

Arsen Krikor Melikov, Professor DTU. (Fluid mechanics, ventilation & indoor climate)

Göran Hultmark, Adjungeret Professor, AAU-SBi. (Forskning i Bygningers Klimasystemer)

Kiril Georgiev Naydenov, Ph.D. DTU, Chief Specialist Rambøll. (Cleanroom ventilation & indoor climate, among others)

Medicinsk Infektionssygdomme:

Thomas Lars Benfield, Professor, Infektionsmedicinsk Afd. Hvidovre Hospital (Forsker i infektionssygdomme)

Elsebeth Tvenstrup Jensen, Overlæge, SSI. (Infektionsepidemiologi og Forebyggelse)

Søren Overgaard, Professor dr. med. Forskningsleder OUH (ventilation operationsstuer)

Torben Sigsgaard, PhD, Professor AU. (Sygdomme og deres årsag: Allergi, Astma, Indeklima, Lungesygdomme, Human eksponering etc.)

Projektledelse:

Claus Andreasson, Generalsekretær Danvak (HVAC, energi og indeklima)





*Tak for jeres opmærksomhed
og nu til spørgsmål!*

Danvak Dagen 2020

Byggeriets installationer og klimabelastning

TIRSDAG DEN 1. SEPTEMBER 2020 I IDA MØDECENTER



I samarbejde med



Sponsoreret af:



danvak

FORUM FOR PROFESSIONELLE INDEN FOR HVAC, ENERGI OG INDEKLIMA