

#### GASKEDLER:

- Mynute Minikedel
- 16-35 RSI Solokedel
- 25 BSI med indbygget 60 l VVB
- Power Plus Kaskade
- Power Plus Box Kaskade
- Gasvandvarmer



- EOLO gaskalorifere
- EOLO gaskalorifere/kondenserende
- Strålevarme
- Gasradiator



- Rustfri flexslanger



**Beretta  
v/F.O. Holding A/S**

Salbjergvej 36

4622 Havdrup

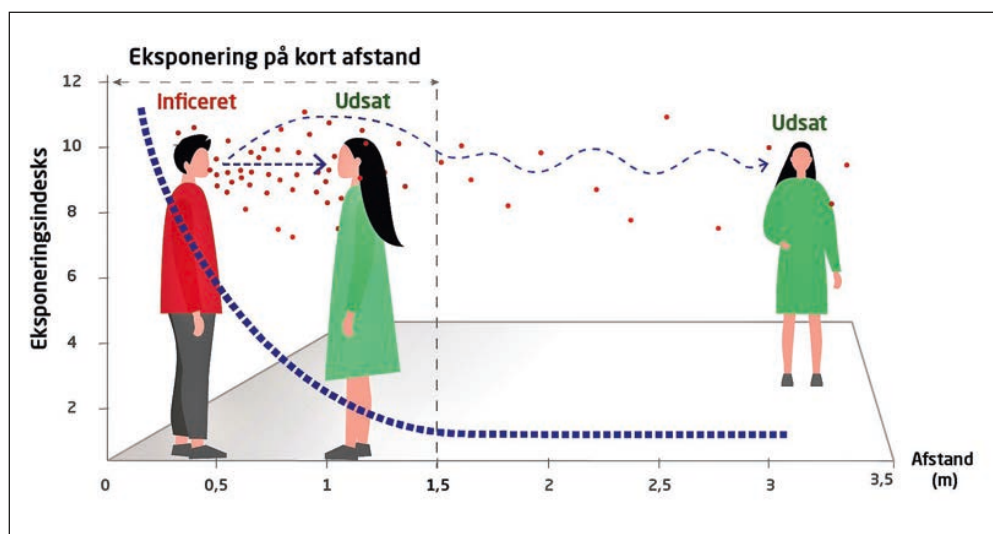
Telefon: 4618 5844

E-mail: [beretta@beretta.dk](mailto:beretta@beretta.dk)

**www.beretta.dk**

# Nødvendigt paradigmeskift i vores ventilations- praksis

Et paradigmeskifte i vores ventilationspraksis er nødvendigt. Vi bør gå fra rumfokuseret design til menneskefokuseret design. Ventilation bør fokusere på kildekontrol og et sundt og behageligt mikroklima for alle personer i et rum. Dette vil være en "win-win" situation for alle



Figur 1. Eksponering som funktion af afstanden mellem inficerede og udsatte personer (Ai and Melikov 2018, Melikov 2020).

Af Arsen Melikov,  
professor, DTU Byg

Debatten om, hvorvidt transmissionen af covid-19 kan være luftbåren, fortsætter. Ny forskning understøtter, at denne transmission er mulig (Morawska, Milton et al. 2020; van Doremalen; Park et al., 2020). Denne overførselsvej er anerkendt i Danmark og overvejes nu af WHO, CDC, ECDC og af sundhedsmyndigheder i mange andre lande.

Tidligt i en infektion er der høje virale patogenbelastninger (covid-19) i de øvre luftveje. Vejtrækning, tale, sang, osv. genererer kræfter på grund af hurtige forskydningsstrømninger, stemmebåndets bevægelse samt åbning og lukning af terminal-luftveje. Som et resultat udsendes partikler af forskellig størrelse ( $0,05 \times 10^{-6} \text{ m}$  ÷  $500 \times 10^{-6} \text{ m}$ ) fyldt med vira, især af asymptomatiske og præ-symptomatiske, inficerede personer.

#### Partiklernes størrelse er afgørende

Luftbevægelsen omkring en inficeret person transporterer partiklerne videre. Partiklernes størrelse er afgørende for den distance, partiklerne vil bevæge sig væk fra personen. Derudover afhænger distancen af partiklernes inertie (respiratorisk aktivitet), position af personens krop og hoved, der genererer partiklerne, styrke (hastighed), strømningsform (turbulent eller laminar), retning, temperatur og fugtighed ▶

BESTIL ONLINE PÅ [VENTI.DK](http://VENTI.DK)



HVAC 11 · 2020

# Frisk luft med bæredygtige tekstilkanaler

Læs mere på  
[ke-fibertec.dk](http://ke-fibertec.dk)

KE Fibertec AS  
Tlf. 7536 4200

[info@ke-fibertec.dk](mailto:info@ke-fibertec.dk)  
[www.ke-fibertec.dk](http://www.ke-fibertec.dk)

## CradleVent® - fremtidssikret ventilationsløsning.

KE Fibertecs CradleVent® tekstilkanal er fremstillet af Cradle to Cradle-godkendte materialer og er et fremtidssikret og bæredygtigt produkt til luftfordeling i kontorlokaler, skoler, restauranter, laboratorier, fitnesscentre, offentlige bygninger og andre komfortmiljøer.

Tekstilkanaler giver en markant forbedring af luftkvaliteten uden trækgener.

## Hvorfor vælge tekstilbaseret ventilation?

- Fleksible og kundetilpassede løsninger
- Effektiv og trækfri luftfordeling
- Lette tekstilkanaler - kan monteres i alle loftstyper
- Brandgodkendte materialer
- Unikke materialer og farver
- Hygiejniske og lette at vaske
- Hurtig installation og indregulering







Figur 2. Renheden af indåndet luft og termisk komfort for de to personer afhænger af samspillet mellem luftstrømme, som er vanskeligt at kontrollere i rum med opblandingsventilation (Melikov 2016).

## ► Nødvendig...

### Fortsat

af den omgivende luft, individuelle forskelle mellem mennesker med hensyn til åndedrætsaktiviteter, osv.

I en vis afstand lander de større partikler på rummets eller øvrige personers overflader. De små partikler forbliver luftbårne i relativt lang tid - op til flere timer. De luftbårne partikler kan indåndes af andre mennesker og til sidst overføre infektion. Infektionsrisikoen afhænger af den inhalerede dosis af virusinficerede partikler og eksponeringstiden. Afstanden mellem en inficeret og udsat person kan defineres som kort, når modtageren eksponeres for både store og små partikler og lang, når eksponeringen hovedsageligt omfatter små, luftbårne partikler.

Resultaterne af forskellige undersøgelser afslører, at under typiske indendørs forhold vil den korte eksponeringsafstand være op til 1,5 meter mellem inficerede og udsatte personer, figur 1, side 12. Over 1,5-2 meters afstand er eksponering over lang afstand dominerende. Eksponeringsrisikoen over kort afstand er meget højere end over lang afstand.

Ventilation er anerkendt som en effektiv metode til at reducere luftbåren smitte (Li et al. 2007, Ai and Melikov 2018). I Danmark anbefaler Sundhedsstyrelsen god ventilation for at minimere risikoen for smitte

med covid-19. Øget ventilation kan væsentligt reducere eksponeringen på lang afstand, men er mindre effektiv over kort afstand (Ai & Melikov 2018).

Den positive effekt af øget udelufttilførsel opstår især, når der er god opblanding af luften i rummet. Temperatur, luftfugtighed og fordeling af forurening er et resultat af samspillet mellem momentinducerede strømninger (luftstråler) og termiske strømninger genereret af mennesker, belysning og kolde eller varme overflader, figur 2. I nogle situationer kan dette samspil have negativ indvirkning på menneskets termiske komfort og luftkvalitet, såvel som på personernes eksponering for luftbårne patogener. Forskning viser, at øget ventilation i nogle tilfælde ligefrem kan føre til øget risiko for luftbåren smitte (Bolashikov et al. 2012, Pantelic og Tham 2013). Eksponering over kort afstand afhænger således af det komplekse samspil mellem luftstrømme i nærheden af de inficerede og udsatte personer, herunder respirationsstrøm, fri konvektionsstrømning omkring personer og luftstrømmene fra ventilationen (Ai et al. 2019). Samspillet afhænger af flere faktorer, såsom positionering af de inficerede og udsatte personer, vejtrækningstilstand, åndedrætscyklus osv. Derfor er det vanskeligt at kontrollere og reducere eksponeringen over kort afstand med de nuværende principper til fordeling af ventilationsluft.

Eksponeringstiden og således både den kortvarige og langvarige eksponering, har indflydelse på risikoen for smitte.

## Nuværende ventilation er ikke effektiv

De nyligt opdaterede retningslinjer for reduktion af risikoen for luftbåren smitte med covid-19 anbefaler en betydelig forøgelse af ventilationen, dvs. en stigning i mængden af ren udeluft, der tilføres til rum (ASHRAE, 2020; Rehva, 2020 m.fl.). Imidlertid er eksisterende ventilationssystemer i bygninger designet til at håndtere varme- og forureningsbelastninger under normale forhold, dvs. når der ikke er pandemi. Aggregater, kanaler og indblæsnings- og udsugningsarmaturer er dimensioneret til at være økonomiske og energieffektive og tillader således kun en lille stigning i ventilationen.

Hvis fremtidens ventilationsystemer i stedet designs til at levere en stor mængde udeluft under en pandemi, vil de til gengæld ikke fungere økonomisk under normale forhold uden pandemi og med stærkt reduceret ventilation. Desuden vil de ikke være mulige på grund af den betydelige investering forbundet med store aggregater og store og voluminøse kanalsystemer. Udelufttilførslen kan øges ved at installere yderligere enheder, såsom vinduesventilatorer eller indeluften kan renses via små fritstående luftbehandlingsenheder.

Derudover kan mobile decentrale luftrensere baseret på høj-effektive filtre og ultraviolette, bakteriedræbende bestrålingsenheder (UVGI), der er installeret i rum eller i kanaler, bruges til at forsyne rum med ren og virafriluft.

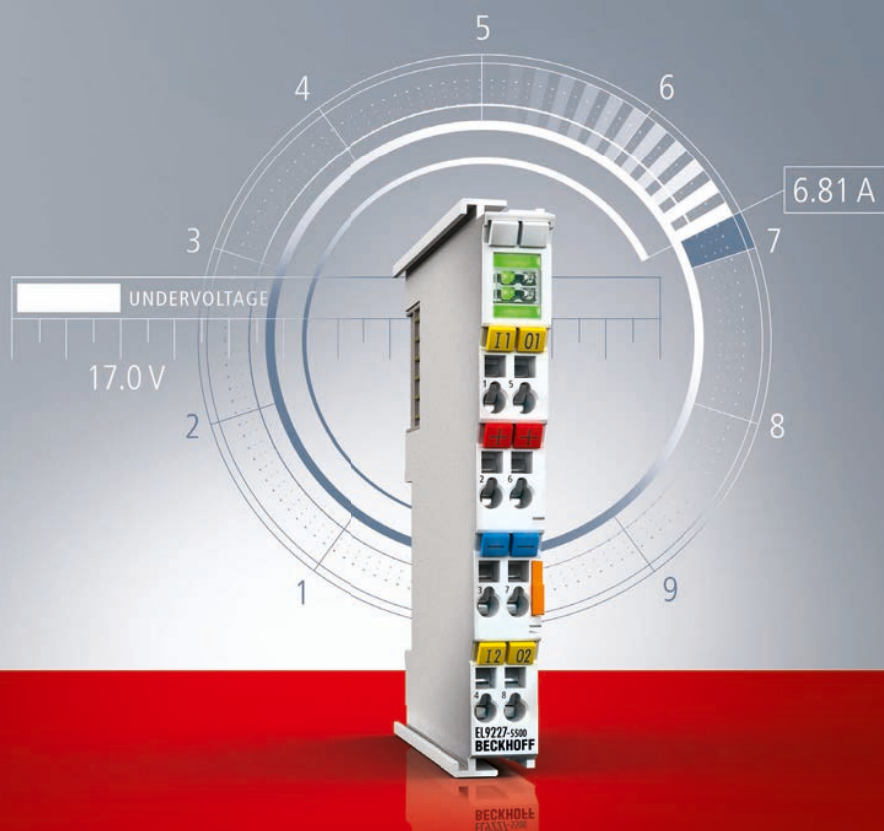
## Fremtidens ventilation - behov for paradigmeskift

Ventilation er primært beregnet til at give mennesker ren luft til vejtrækning. Ofte er ventilationsluften konditioneret til en temperatur og fugtighed i behagelige intervaller. De vigtigste principper, der skal følges under ventilationsdesign, er: fjern/reducer luftforurening (varme og forurenende stoffer), tilfør ren luft hvor og hvornår det er nødvendigt, kontrollér luftfordeling og involvér hver person i rummet for at få et optimalt nærmiljø (Melikov 2011, 2016). For at reducere luftbåren smitte skal forurenede luft udåndet af mennesker fjernes, før den blandes med den omgivende rumluft og ren luft skal tilføres til vejtrækningszonen omkring hver person i rummet.

Nuværende typiske ventilationsprincipper, hovedsageligt opblandingsventilation, lever ikke op til dette paradigme. Det er energi-ineffektivt, fordi hele rummet ventileres ved tilførsel af enorme mængder konditioneret luft. Den rene luft, der tilføres langt fra menneskets åndedrætszone, blandes med rumluften og er derfor forurenede og varm, når den

# System-integreret overstrømsbeskyttelse med EtherCAT interface

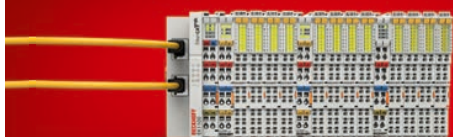
Ekstrem pladsbesparende og let anvendelig



[www.beckhoff.dk/overcurrent-protection](http://www.beckhoff.dk/overcurrent-protection)

I EtherCAT-terminalerne fra EL922x-serien integrerer Beckhoff overstrømsbeskyttelsen til sikring af 24 V DC systemer – inklusiv EtherCAT interface – i en kompakt 12 mm enhed. En overskuelig overvågning af installationen er dermed integreret direkte. EL922x kan benytte både interne klemmer og eksterne forbruger. Næsten alle typiske krav kan opfyldes gennem de individuelle indstillinger. Sortimentet består af i alt 19 forskellige standard og high-line terminaler med et særdeles stort antal analysemuligheder.

EtherCAT 



Direkte integration af overstrømsbeskyttelse  
i I/O-systemet

New Automation Technology **BECKHOFF**

## ► Nødvendig...

## Fortsat

indåndes. Det er vanskeligt, næsten umuligt, at styre fordelingen af luft i opholdszonen.

## Fremtidigt design af ventilation

Derfor er det nødvendigt med et paradigmeskift for fremtidigt design af ventilation. Fokus vil være på individ og ikke bygning eller rum. Systemer, der overholder de ovenfor definerede hovedprincipper for ventilationsdesign, skal udvikles. Ventilationssystemer baseret på kildekontrol og avanceret luftfordeling vil gøre det muligt at forbedre kvaliteten af indeluklimaet, tilfredsstille flere mennesker og minimere energiforbruget.

Små systemer, der kræver mindre plads til kanaler og aggregater vil kunne imødekomme behovet. Risikoen for kort- og langvarig eksponering over kort og lang afstand reduceres, der kan være flere personer samlet i rum, fordi afstandskravet kan blive slækket, osv. Paradigmeskiftet kræver en opgradering af den nuværende tradition med total-volumenventilation til avancerede ventilationsløsninger tilpasset den enkelte anvendelse.

Personlig ventilation, der er installeret på en arbejdsstation, er et eksempel på avanceret luftfordeling (Melikov 2004). Her tilføres ren luft direkte til brugerens åndedrætszone. Med godt designet personlig ventilation kan risikoen for luftbåren transmission af vira reduceres væsentligt med meget mindre ventilationsluft sammenlignet med opblandingsventilation (Cermak og Melikov 2007).

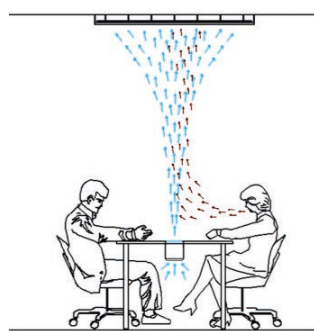
Figur 3 viser et eksempel på

avanceret ventilation, der kan anvendes i rum, hvor mennesker holder sig tæt på hinanden (teater, biograf osv.). Op til 90 procent af luften, der indåndes af personen, er ren luft, der tilføres uden træk fra dyser integreret i siderne af nakkestøtten (Bolashikov et al. 2010, Melikov et al. 2012).



Figur 3. Sædeintegreret personlig ventilation (Bolashikov et al. 2010, Melikov et al. 2012).

Figur 4 viser en anden ventilationsløsning baseret på kildekontrol. Et opadgående luftgardin, der genereres imellem to personer af en ventilator installeret i bordet, fanger og transporterer udåndet luft mod loftet, hvor den fjernes inden opblanding med rumluft. Vores eksperimenter dokumenterer en betydelig bortskaffelse af luft fra udånding og host, som kan være inficeret. Således er risikoen for luftbåren transmission af vira væsentligt re-



Figur 4. Fjernelse af luft fra udånding og host med et luftgardin.

duceret. Princippet kan anvendes i mødelokaler, konsultationsrum, osv.

I løbet af de sidste 20 år har vi haft Sars, Mers og covid-19. Det står nu klart, at sådanne nye vira ikke er en imaginær trussel. Mens vi afventer en vaccine, vil en storstilet pandemi være vanskelig at kontrollere uden at tage hensyn til luftbåren smitte. Ventilationens rolle er således afgørende. Et paradigmeskift i ventilationspraksis er bydende nødvendigt for at afværge truslen fra kommende pandemier.

## Referencer:

- Morawska L, Milton D, et al. 2020. It is Time to Address Airborne Transmission of COVID-19. *Journal Clinical Infectious Diseases* ciaa939, <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>.
- van Doremalen N., Bushmaker T., Morris D.H., Holbrook M.G., Gamble A., Williamson B.N., et al. 2020, Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1, *N. Engl. J. Med.* (2020).
- Park S.Y., Kim Y.M., Yi S., Lee S., Na B.J., Kim C.B., et al., 2020. Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. *Emerg. Infect Dis.* <https://doi.org/10.3201/eid2608.201274>.
- Ai Z.T., Melikov, A.K., 2018. Airborne spread of expiratory droplet nuclei between the occupants of indoor environments: A review article. *Indoor Air*, 28(4), 500-524.
- Melikov, 2020. DTU Byg Analyse 1-2020. DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet.
- Li Y., Leung GM, Tang JW, et al. 2007. Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment - a multidisciplinary systematic review. *Indoor Air* 2007; 17: 2-18.
- Bolashikov, Z.D., Melikov, A.K., Kierat, W., Popiolek, Z., Brand, M., 2012, Exposure of health care workers and occupants to coughed airborne pathogens in a double-bed hospital patient room with overhead mixing ventilation, *HVAC&R Research*, 18(4), pp. 602-615.
- Pantelic, J., Tham, K.W. 2013. Adequacy of air change rate as the sole indicator of an air distribution system's effectiveness to mitigate airborne infectious disease transmission caused by a cough release in the room with overhead mixing ventilation: A case study, *HVAC&R Res.*, 19, 947-961;
- Ai Z.T., Hashimoto K., Melikov A.K., 2019. Influence of pulmonary ventilation rate and breathing cycle period on the risk of cross-infection. *Indoor Air*, 6(29), 993-1004.
- Ashrae Position Document on Infectious Aerosols, Atlanta, Georgia, 2020.
- Rehva covid-19 guidance document: How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (Sars-CoV-2) disease (covid-19) in workplaces, August 3, 2020, Rehva Brussels.
- Melikov, A.K. 2016. Advanced air distribution: improving health and comfort while reducing energy use, *Indoor Air*, 26 (1): 112-124, doi:10.1111/ina.12206.
- Melikov, A., 2011, Advanced air distribution, *Ashrae Journal*, November 2011, pp. 73-78.
- Melikov AK. 2015. Human body micro-environment: The benefits of controlling airflow interaction, *Building and Environment* 2015; 91: 70-77.
- Melikov, A.K., 2004, Personalized ventilation, *Indoor Air*, vol. 14, supplement 7, pp. 157-167.
- Cermak, R., and Melikov, A., 2007, Protection of occupants from exhaled infectious agents and floor material emissions in rooms with personalized and underfloor ventilation, *HVAC&R Research*, vol. 13, no. 1, pp. 23-38.
- Bolashikov, Z.D., Melikov A.K., Kranek, M., 2010, Control of the Free Convective Flow around the Human Body for Enhanced Inhaled Air Quality: Application to a Seat-Incorporated Personalized Ventilation Unit, *HVAC&R Research*, vol.16, no. 2, pp. 161-188.
- Melikov, A.K., Ivanova, T., Stefanova, G. 2012. Seat Headrest-Incorporated Personalized Ventilation: Thermal comfort and Inhaled Air Quality, *Building and Environment*, 47, pp. 100-107.