



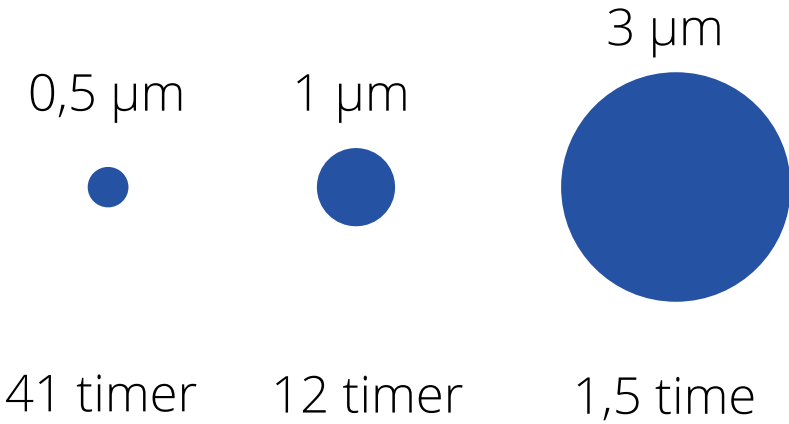
TEKNOLOGISK
INSTITUT

Luftrensning i indeklima og arbejds miljø - Mobile Luftrensere

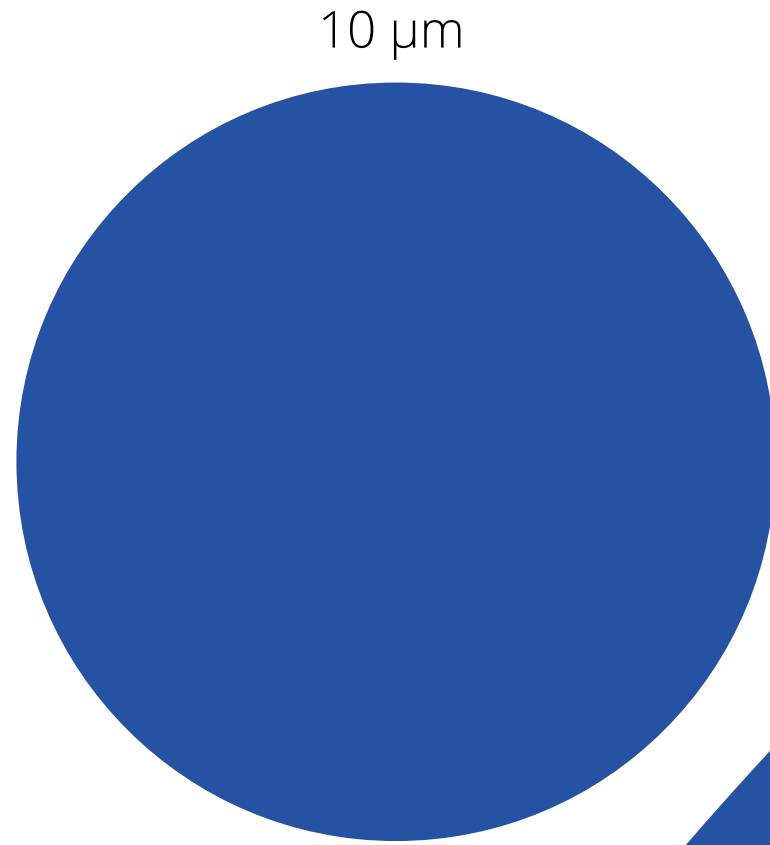
Stig Koust Hansen, Luft og Sensorteknologi
Ren Luft Webinar 17. marts 2021

Hvorfor luftrensning?

- Så længe det tager for en luftbåren partikel at falde 1,5 meter



Tobaksrøg, mikroorganismer, trafikforurening



Støv, pollen, skimmel

100 μm



5,8 sekunder
Dråber, støv, sandkorn

Princippet i luftrensning

- ✓ Flyt forurennet luft hen til renseteknologi
 - ✓ Flyt renseteknologi hen til forurennet luft
- ✓ Fjern forurening med effektiv renseteknologi



Princippet i en luftrensers

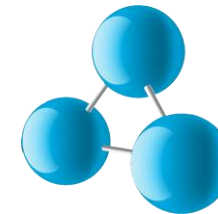


The background is a chalkboard filled with mathematical content:

- Trigonometry:** $y = \sin x$, $\cos x$, $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$, $\sin 2x = 2 \sin x \cos x$, $\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$.
- Probability:** $P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$, $P(A) = \sum p(\omega)$, $P(A) = \frac{1}{2}$.
- Algebra:** $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$, $a^3 + b^3 = (a+b)(a^2 - ab + b^2)$, $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$, $E = mc^2$.
- Calculus:** $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{f(a)}{g(a)}$, $\lim_{x \rightarrow a} c = c$, $\lim_{x \rightarrow a} a^n = a^n$, $\lim_{x \rightarrow a} x^n = a^n$.
- Geometry:** A 3D diagram of a rectangular prism with vertices labeled A, B, C, D, E, F, G, H.
- Other:** $\sqrt{a \cdot b} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b}$, $\alpha^2 + \beta^2 = c^2$, $\cos x$, $\sin x$, $f(x)$, $\sum_{i=1}^n i$.

Luftrensningsteknologier

- Mekanisk Filtrering (f.eks. HEPA-filter)
- Elektronisk Filtrering (elektrostatisk filter eller ionisering)
- Adsorption (f.eks. aktivt kul og zeolit)
- Ultraviolet (UV) Fotolyse
- Fotokatalytisk oxidation
- Ozon
- Kold Plasma / Ikke-Termisk Plasma (NTP)
- Biofiltrering / Botanisk rensning
- Kombinations-løsninger
- ...



Hvad skal man vælge?

Ingen perfekt løsning, som afhjælper alle problemer

- Hvilken type af forurening forventes?
 - Mikroorganismer, trafikemissioner, støv, gasser, tobaksrøg, lugt, skimmel osv.
- Hvor store rum skal renses?
- Hvilke koncentrationer forventes?
- Er forureningen pludselig eller konstant?
- Hvor meget vedligehold kan accepteres?
- Hvem skal betjene instrumenterne?



Hvordan skal man vælge?

Hvilken luftrensers er bedst?

- Fjerner 99% af alle partikler
- Dokumenteret virkning på VOC'er
- Renser rummet på 15 minutter
- Anbefalet af beboere og personale
- Kan dræbe virus og bakterier
- Renser rum op til 50 m².



Hvad kan man sammenligne?

- ✓ Luftrensningsskapacitet "Clean Air Delivery Rate" (CADR)
- ✓ Brugsspecifik Renseevne
- ✓ Sikkerhed (biprodukter, håndtering)

- ✓ Støj
- ✓ Strømforbrug
- ✓ Vedligehold
- ✓ Betjening



Test af luftrensere



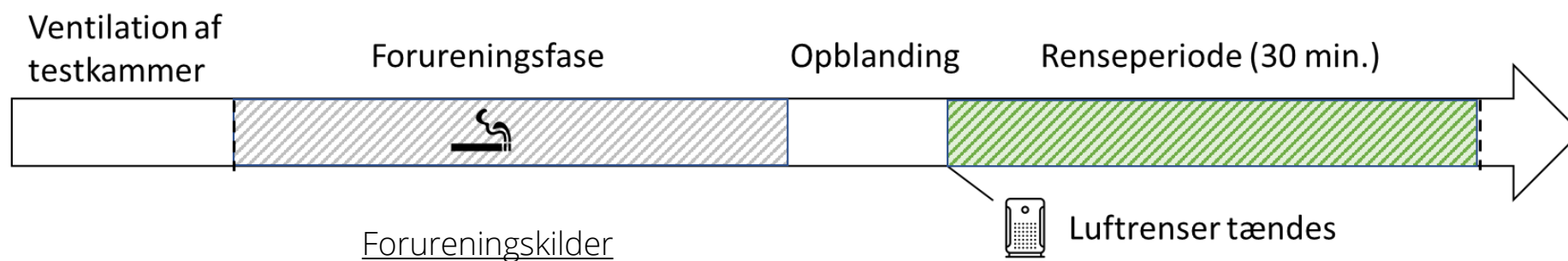
Clean Air Delivery Rate (CADR):

- Antal kubikmeter ren luft leveret per time (m^3 / time)
- Uafhængig af testrummets størrelse og udformning
- Inspireret af den amerikanske standard ANSI/AHAM AC-1-2015
- CADR-værdien kan bestemmes for flere parametre
 - PM1, PM2.5, Ultrafine partikler, TVOC mm.

Ikke det samme som
luftmængde på ventilator
eller teknologiens
renseeffektivitet



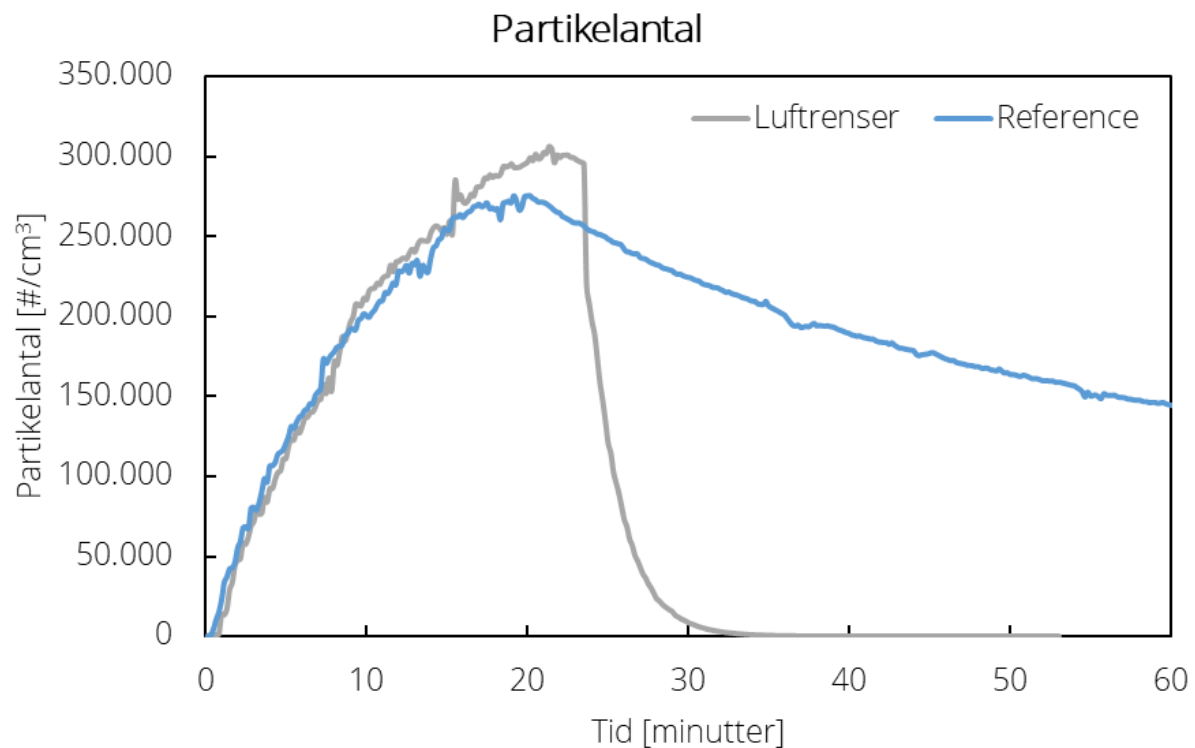
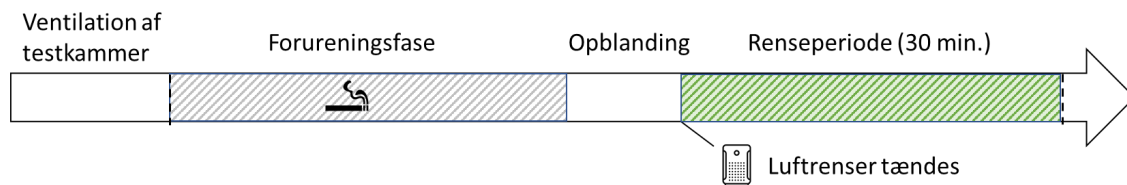
Test af luftrensere



- Tobaksrøg
- VOC'er
- Specifikke gasser
- Støv
- Pollen
- (Virus)
- (Bakterier)
- ...



Test af luftrensere - Tobaksrøg



Mest udbredte sammenligningsgrundlag

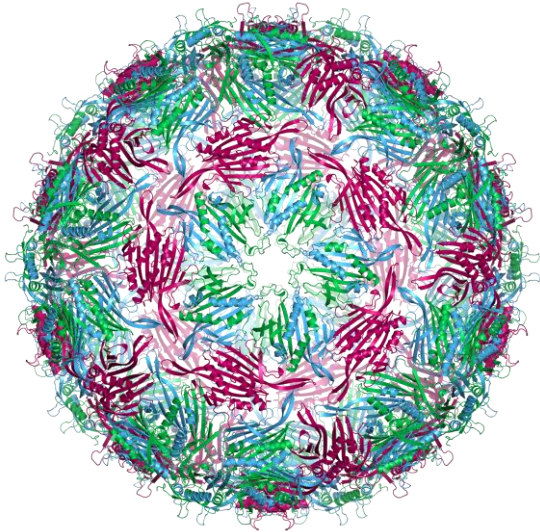
Luftrenserens kapacitet til at levere ren luft udregnes som forskellen mellem luftrensertest og referencetest



Luftbåren virus



Reduktion af luftbåren virus



MS2 bakteriofag

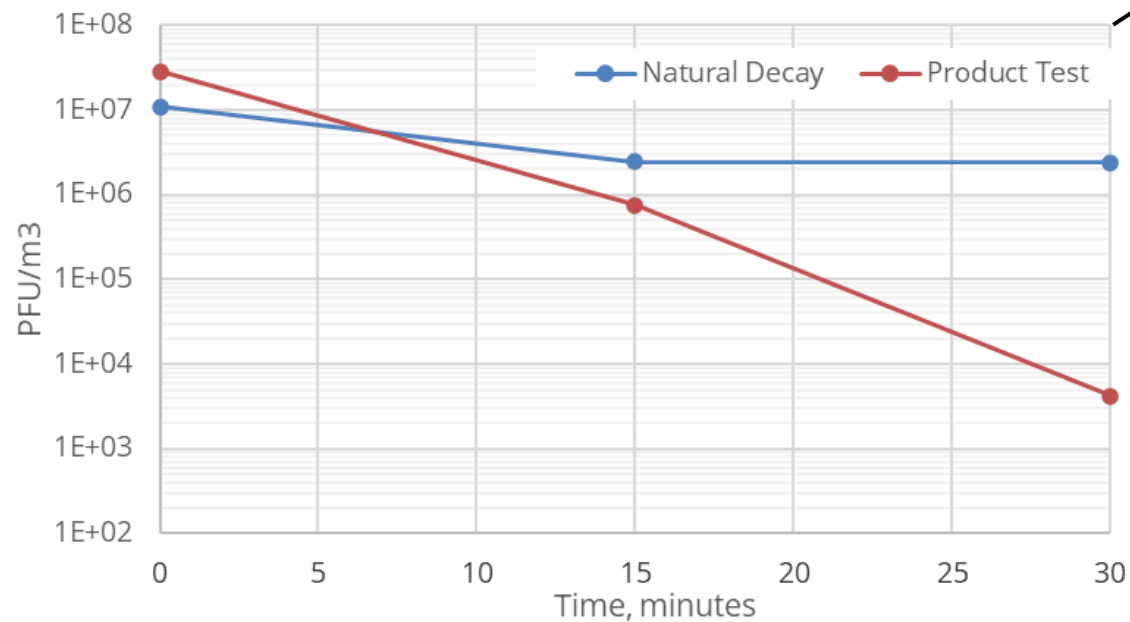
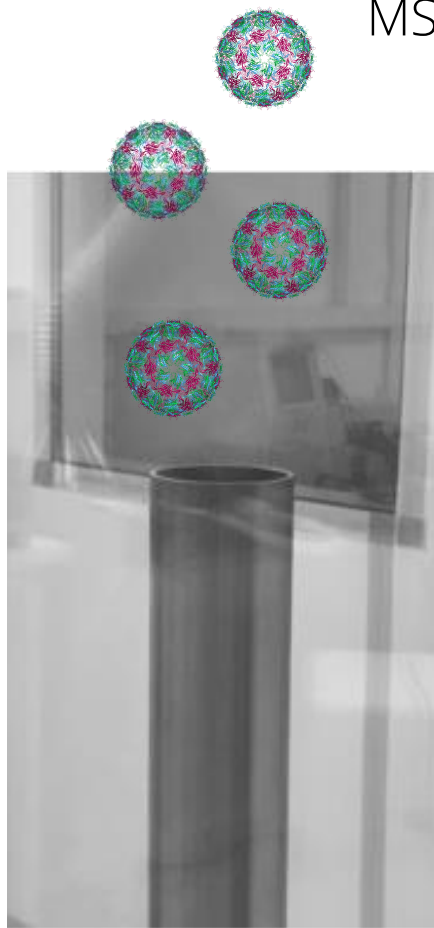
- Ikke human patogen
- Robust virus, som kan overleve aerosolisering og prøveopsamling
- Anerkendt modelvirus
- Modelvirus for ikke kappebærende virus (non-enveloped virus)
- RNA-virus

- ⊗ Kan ikke teste overfor COVID-19
- ⊗ Sammenhængen mellem MS2 og COVID-19 er ikke entydig



Reduktion af luftbåren virus

MS2 bakteriofag



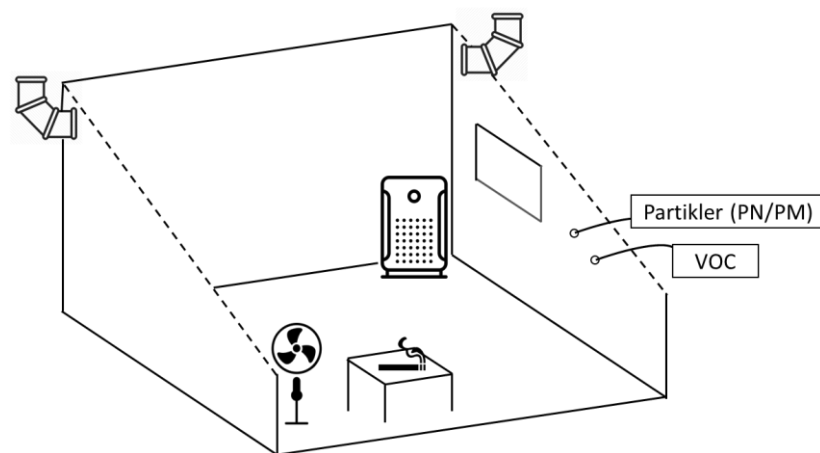
Reduktionsrate på levende vira, som er små nok til at være luftbåren i længere tid



Testkammer

Generelle betingelser:

- Volumen: 20 m³
- T = 21 ± 3 °C
- RH = 50 ± 10 %
- Lufttæt
- Teflonbelagt



Opsummering

- Valg og udvikling af luftrensere skal afhænge af den forventede anvendelse
- Luftrenseres evne til at rense luften for partikler kan sammenlignes på baggrund af CADR
- Dokumentation på effekten overfor luftbårne mikroorganismer bør foretages under kontrollerede, men realistiske forhold



Spørgsmål?

Både Aarhus Kommune og Teknologisk Institut

