



Test af Pure Air luftrensere

Rapport 240756



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Test af Pure Air luftrensere

Rapport 240756

Version 3

Udarbejdet for:

XSystems ApS
Holmbladsvej 15
8600 Silkeborg

Udarbejdet af

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Luft og Sensorteknologi

Februar 2024

Forfatter:

Freja Rydahl Rasmussen, Konsulent
frer@teknologisk.dk, +45 7220 1973

Kvalitetssikring:

Stig Koust, Forretningsleder
stko@teknologisk.dk, +45 7220 1151



Indhold

1. Opgaven	4
2. Konklusion.....	4
3. Måleprotokol	5
3.1. Produkter	5
3.2. Test af luftrensere	5
4. Analysemetoder.....	8
4.1. Partikelantalskoncentration.....	8
4.2. Partikelmassekoncentration.....	8
4.3. Flygtige organiske forbindelser (Total VOC).....	8
4.4. Temperatur og relativ luftfugtighed.....	8
5. Resultater	8
5.1. Relevante grafer	9



1. Opgaven

Formålet med opgaven er at dokumentere effektiviteten af to luftrensere (Pure Air Medi 400 (opdateret filter¹), og Pure Air Slim 500) overfor partikler og flygtige organiske forbindelser (VOC). Målingerne udføres i et tillukket, ikke-ventileret testkammer på 20 m³. Der måles på cigaretrøg via kontrolleret frigivelse af røg fra en rygerobot. Cigaretrøg er en god kilde til både partikler samt VOC. Der foretages målinger ved to hastighedstrin: højeste (speed 4) og laveste (speed 1) på hver luftreenser og hertil kommer referencemåling på tilrøget testkammer med slukket luftreenser.

Luftreenserens effektivitet udtrykkes som *Clean Air Delivery Rate* (CADR), hvilket beregnes som beskrevet i metoden ANSI/AHAM AC-1-2020. CADR er et udtryk for den mængde ren luft, som luftreenser kan levere i timen. Der beregnes en CADR-værdi for hvert af de undersøgte hastighedstrin og forureningsparametre (partikelantal (PN), partikelmasse (PM) og VOC).

2. Konklusion

Luftreenserne blev testet og resultaterne kan ses herunder.

Produkt navn	CADR [m ³ /time]		TVOC-reduktion, [%]	Effekt, [W]
	Partikelmasse (PM2.5)	Partikelantal		
Pure Air Medi 400 (speed 1)	72	57	33,8	4,3
Pure Air Medi 400 (speed 4)	372	281	43,0	41,6
Pure Air Slim 500 (speed 1)	218	166	49,0	20,1
Pure Air Slim 500 (speed 4)	669	600	59,9	76,4

¹ Luftreenser er før testet med et andet filter. Se rapport 110576 fra 2021



3. Måleprotokol

3.1. Produkter

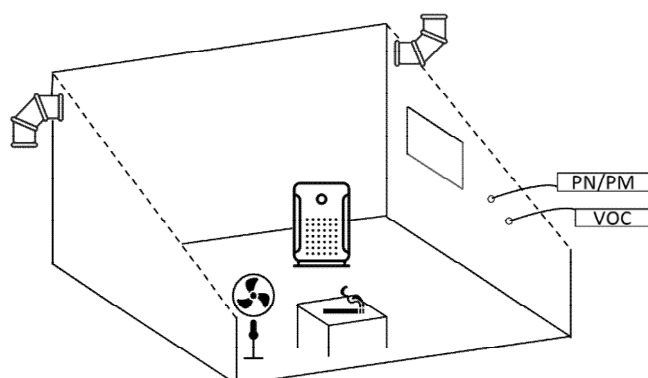
Teknologisk Institut modtog 2 produkter, Pure Air Medi 400 med et opdateret filter og Pure Air Slim 500.



Figur 1. Til venstre "Pure Air Medi 400" og til højre "Pure Air Slim 500"

3.2. Test af luftrensere

Alle test blev gennemført i et tillukket, ikke-ventileret 20 m³ testkammer. Væggene er dækket med teflon for at minimere adsorption af partikler og gasser på kammervæggene. Testkammeret er lufttæt og derfor egnet til test af luftrenser-effektivitet (se Figur 2).

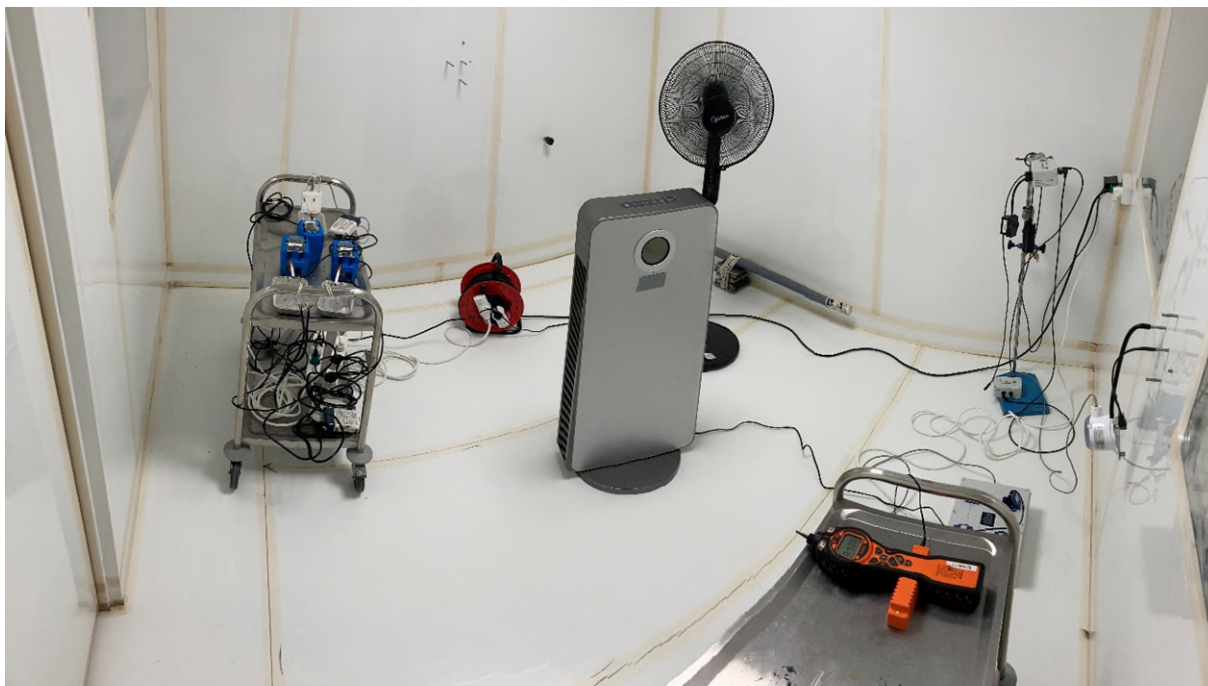


Figur 2. Illustration af opstilling i testkammer.

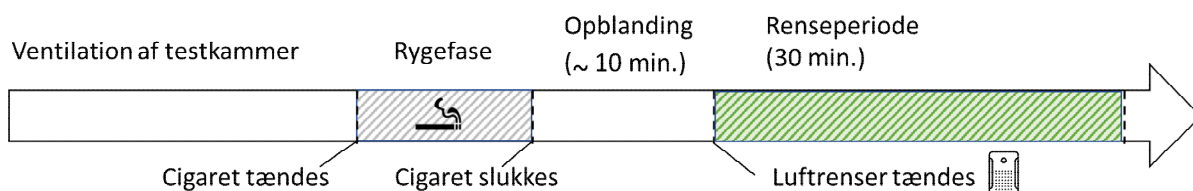


Testen af luftrensere foregår efter følgende protokol (se oversigt Figur 4):

- Testkammeret rengøres og ventileres grundigt.
- Ventilationen i rummet stoppes og måleinstrumenter tilkobles testkammeret.
- I testkammeret opstilles luftrenseren (slukket), gulventilator og rygerobot. Enhederne fjernstyres (tænd/sluk) udenfor testkammeret.
- Gulventilator tændes (laveste niveau og drejende frem og tilbage). Denne sikrer en homogen opblanding af partikler og gasser i testkammeret.
- Baggrunds niveau måles i minimum 10 minutter.
- Rygefasen faciliteres af tre rygeroboter, som kontrolleret ryger en cigaret hver (rød Marlboro) over periode på cirka 7 minutter.
- Efter rygefasen opblandes luften i testkammeret i yderligere 5-10 minutter for at sikre stabilt og ensartet udgangspunkt for hver test.
- Når passende koncentration af partikler og gasser opnås, starter renseperioden.
- Renseperioden startes ved at luftrenseren tændes og koncentrationen af PN, PM og TVOC logges fortsat kontinuert. Renseperioden har en varighed på 30 minutter.
- Herefter ventileres testkammeret grundigt, inden forsøget gentages ved en anden indstilling på luftrenseren.



Figur 3. Opstilling i testkammer på måledagen for ét af produkterne.



Figur 4. Oversigt over protokol for test af luftrensere

Referencemåling:

For at karakterisere det naturlige henfald af partikler og gasser i testkammeret foretages en test magen til beskrivelsen ovenfor, med den undtagelse at luftrenseren ikke er tændt under rensperioden. Koncentrationen af partikelantal, partikelmasse og TVOC måles kontinuert under hele testen.

Beregning af CADR-værdi²:

Der udregnes en separat CADR-værdi for hver forureningsparameter, for hver af de undersøgte indstillinger på luftrenseren med undtagelse af TVOC. Det giver således i alt 8 CADR-værdier (se Tabel 1). Denne fremgangsmåde giver et godt indblik i luftrenserens samlede ydeevne, da luftrenseren kan have forskellig effektivitet overfor forskellige forureningsparametre. CADR-værdien beregnes ud fra koncentrationsprofilerne over tid i rensperioden med udgangspunkt i de respektive eksponentielle henfaldskonstanter. TVOC følger ikke disse eksponentielle henfald og dermed beregnes en CADR-værdi ikke for denne.

Beregning af reduktion for TVOC:

En relativ reduktion beregnes for TVOC ift. referencemålingen som også er vist i Tabel 1. Se ligning herunder hvor den procentvise reduktion (Reduktion%) er beregnet som den relative koncentration efter 30 minutter (differencen mellem koncentration til 0 minutter og 30 minutter) kaldet C_{30} for henholdsvis referencemålingen og luftrenser testen:

$$\text{Reduktion\%} = \frac{(C_{30_{ref}} - C_{30_{luftrensere}})}{C_{30_{ref}}} * 100$$

² Beregning ifølge "ANSI/AHAM AC-1-2015", afsnit 8.2 – 8.4.



4. Analysemetoder

4.1. Partikelantalskoncentration

Partikelantalskoncentrationer blev målt kontinuerligt med en TSI NanoScan SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer). Instrumentet måler partikelantalskoncentration i et størrelsesinterval fra 10 nm til 420 nm med en tidsopløsning på 1 minut og opdelt i 13 størrelsesfraktioner.

4.2. Partikelmassekoncentration

Partikelmassekoncentration blev målt kontinuerligt med en DustTrak DRX (model 8533, TSI Inc.). Instrumentet måler partikelmasse i størrelsesområdet ~ 0.1 - $15 \mu\text{m}$ og i koncentrationsområdet 0.001 - 150 mg/m^3 . Apparatet måler i størrelsesfraktionerne PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, PM_4 , PM_{10} og PM_{total} med en tidsopløsning på 10 sekunder. Massebestemmelsen er baseret på laserdiffraction.

4.3. Flygtige organiske forbindelser (Total VOC)

Målinger af den totale koncentration af flygtige organiske forbindelser (Total VOC) blev udført med en Tiger VOC Detector fra ION Science. Instrumentet måler VOC-koncentration ved brug af fotoioniserings (PID)-teknologi i området fra 0 til 20.000 ppm med en sensitivitet på 0.001 ppm . Der er målt med en tidsopløsning på 10 sekunder.

4.4. Temperatur og relativ luftfugtighed

Temperatur og luftfugtighed i testkammeret er målt med USB data logger (MC USB-500/600 Series) med et målepunkt hver 5. minut.

5. Resultater

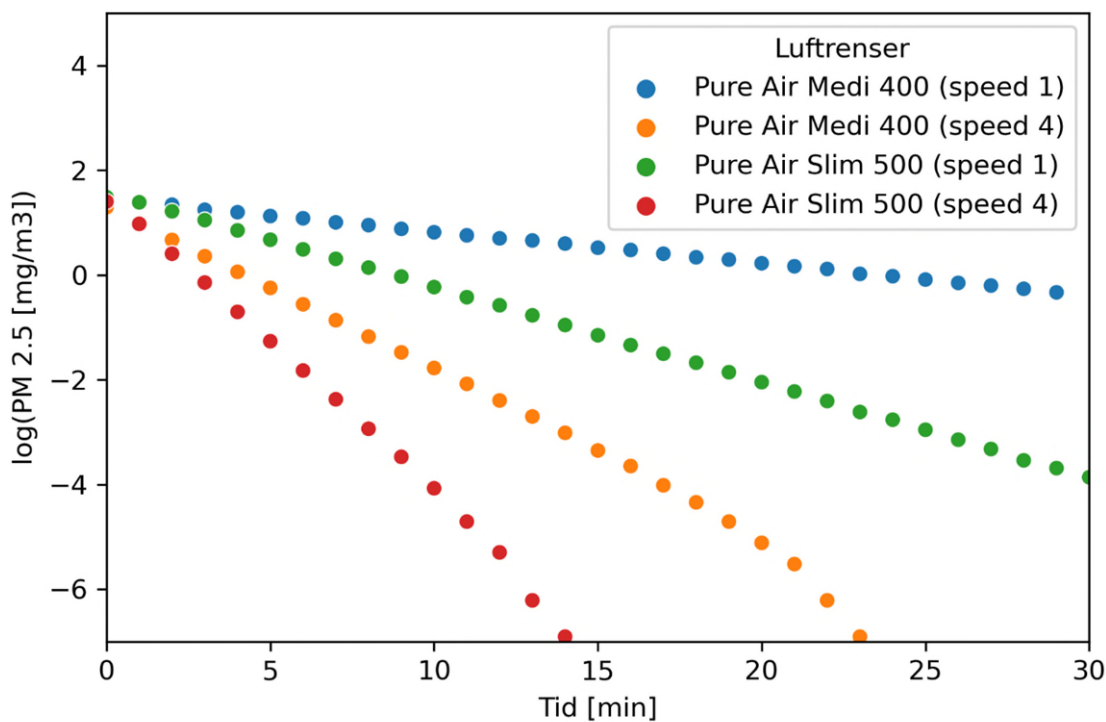
I kammeret var der på måledagen i gennemsnit $20,9$ grader celsius og $40,4\%$ relativ luftfugtighed. Resultaterne fra testene for de to produkter er vist i tabellen herunder. Det kan bemærkes at TVOC-reduktionen er højere for Pure Air Slim 500 (speed 1) end for Pure Air Medi 400 (speed 4), hvilket kan skyldes et mere effektivt filter i Pure Air Slim 500 end i Pure Air Medi 400.



Tabel 1. Testresultater for de to enheder på de to hastigheder (speed 1 og speed 4)

Produktnavn	CADR [m ³ /time]		TVOC-reduktion, [%]	Effekt, [W]
	Partikelmasse (PM2.5)	Partikelantal		
Pure Air Medi 400 (speed 1)	72	57	33,8	4,3
Pure Air Medi 400 (speed 4)	372	281	43,0	41,6
Pure Air Slim 500 (speed 1)	218	166	49,0	20,1
Pure Air Slim 500 (speed 4)	669	600	59,9	76,4

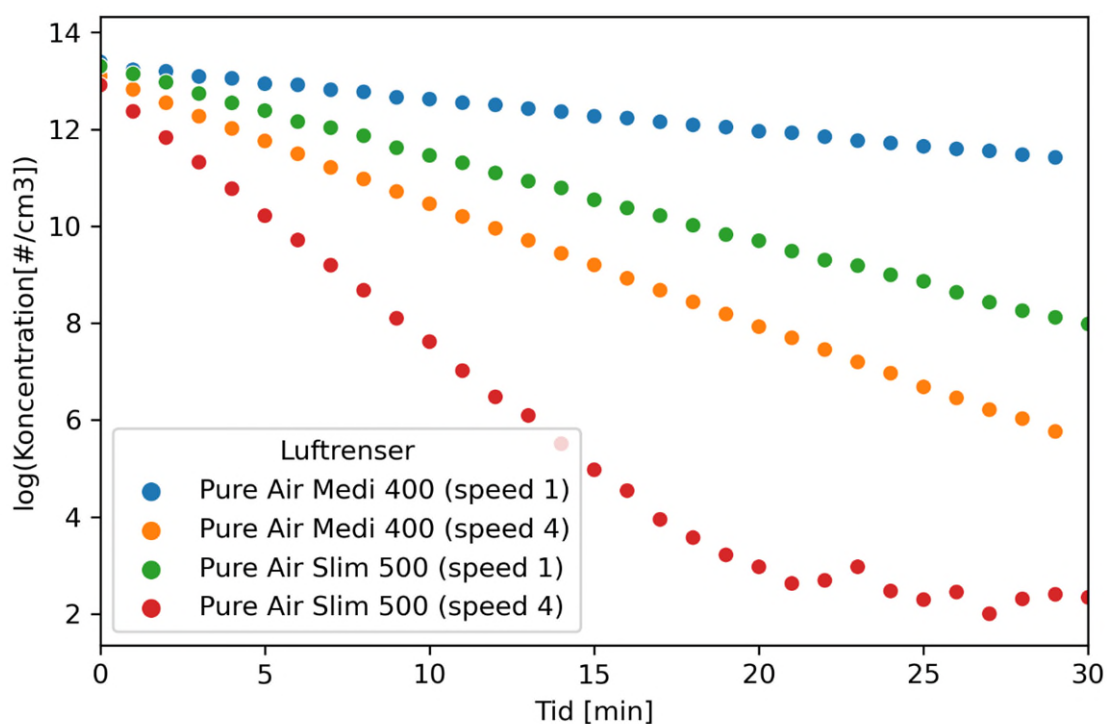
5.1. Relevante grafer



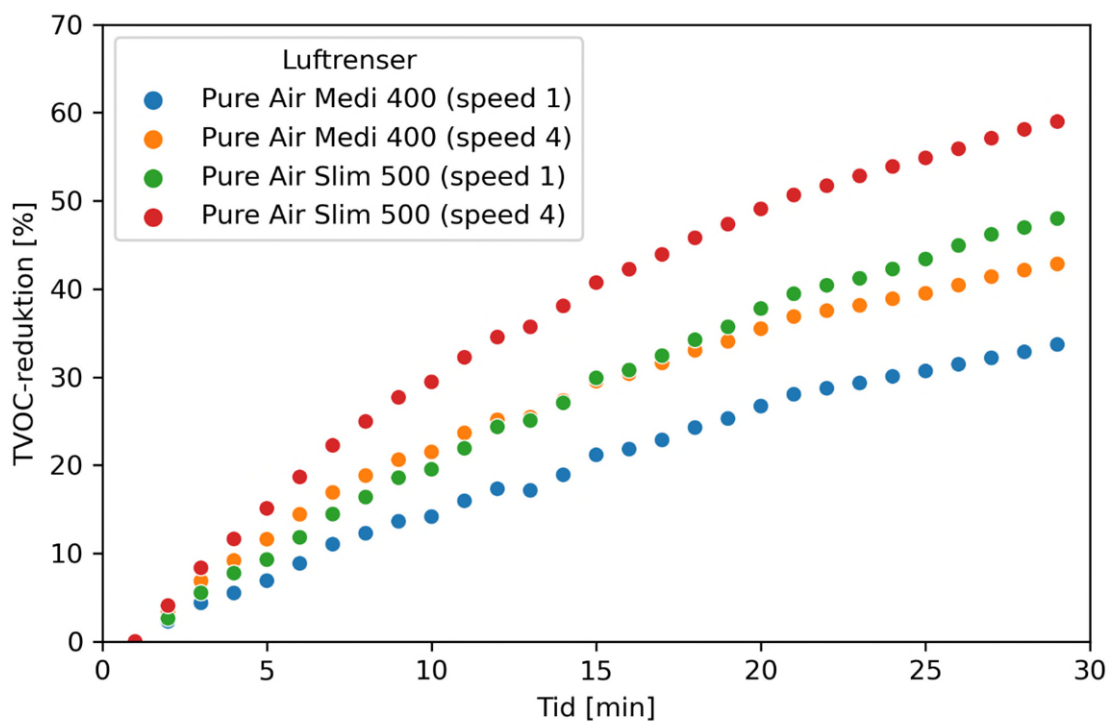
Figur 5. Partikelmassekoncentration målt i renseperioden. Koncentrationen af PM2.5 vist logaritmisk, og tiden er defineret ud fra start af luftrensere (tid = 0 min.). For testene af Pure Air Slim 500 (speed 4) og Pure Air Medi 400



(speed 4) er der kun medtaget måledata indtil hhv. 14 og 23 minutter, da koncentrationen herefter har været under detektionsgrænsen.



Figur 6. Partikelantalskoncentration målt i renseperioden. Koncentrationen af PN vist logaritmisk, og tiden er defineret ud fra start af luftrenseren (tid = 0 min.). For testene af Pure Air Slim 500 (speed 4) er der kun anvendt måledata indtil 20 minutter til beregning af en CADR-værdi, da koncentrationen herefter har været under detektionsgrænsen.



Figur 7. Procentvise TVOC-reduktionen vist over testperioden på 30 minutter.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**