

Test af Luftrensere

Rapport 967355



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Test af Luftrensere

Rapport 967355



Udarbejdet for:

GC Healthcare A/S
Roms Hule 8
7100 Vejle

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Miljøteknologi

Februar 2021

Forfatter: Stig Koust Hansen. Ph.D.

Konsulent, Miljøteknologi

stko@teknologisk.dk

Kvalitetssikring: Søren Legarth Brødsgaard,
seniorkonsulent, civilingeniør,

slb@teknologisk.dk



1. Opgavebeskrivelse:

GC Healthcare A/S har rekvireret Teknologisk Institut til at udføre test af luftrensere "AIRGLE" (se Figur 1) med henblik på at dokumentere luftrensers effektivitet overfor partikler og flygtige organiske forbindelser (VOC'er) i luften.

Testen er udført i et tillukket, ikke-ventileret 20 m³ testkammer. Effektiviteten bestemmes på baggrund af cigaretrøg frigivet kontrolleret fra en rygerobot. Cigaretrøg er en god kilde til både partikler og VOC'er.

Luftrensere blev testet den 19. februar 2021 ved Teknologisk Institut.

2. Konklusion

Luftrensers effektivitet er undersøgt overfor partikelantals- og partikelmassekoncentration (PM_{2,5}), samt total koncentration af flygtige organiske forbindelser (TVOC) ved højeste hastighedsindstilling (Niveau 5).

Tabel 1: Samlede resultater for testen

Måleparameter	CADR [m ³ /time]	Reduktion*
Partikelantal	631	> 99,9%
Partikelmasse	599	> 99,9%
TVOC	73	91 %

*Beregnet reduktion i testkammeret 30 minutter efter endt rygefase sammenholdt med referencemålingen

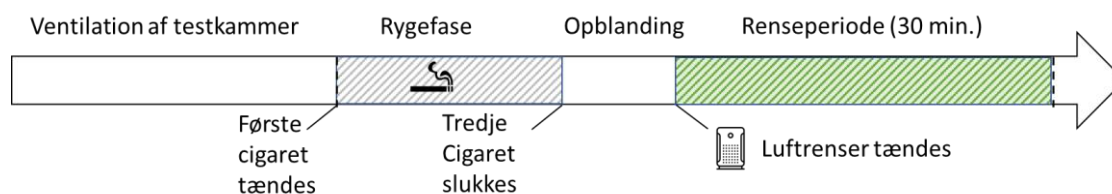
3. Procedure

Til forsøgene anvendes cigaretrøg som kilde til partikler og TVOC. Forsøgene gennemføres i et ikke-ventileret testkammer på 20 m³, hvor væggene er beklædt med teflonfolie for at reducere adsorption af partikler og gasser. Testkammeret er lufttæt og ikke-ventileret og er derfor velegnet til test af luftrenseeffektivitet (se Figur 2).

Hver test indledes med måling af baggrundsniveau for partikler og TVOC, og det sikres, at udgangspunktet for alle forsøg er sammenlignelige. Når et passende lavt baggrundsniveau er nået i kammeret, initieres rygefasen. Rygefasen består af sekventiel rygning af tre cigaretter ved brug af en rygerobot over en periode på 20 - 25 minutter. En ekstern ventilator på lav indstilling bruges til at cirkulere luften i testkammeret under målingerne, så der sikres en homogen opblanding.



Rygefasen afsluttes med 2 minutters opblanding af tobaksrøgen, hvorefter luftrenseren tændes og målingerne fortsætter i 30 minutter, hvor det udelukkende er luftrenseren, som er aktiv i kammeret.

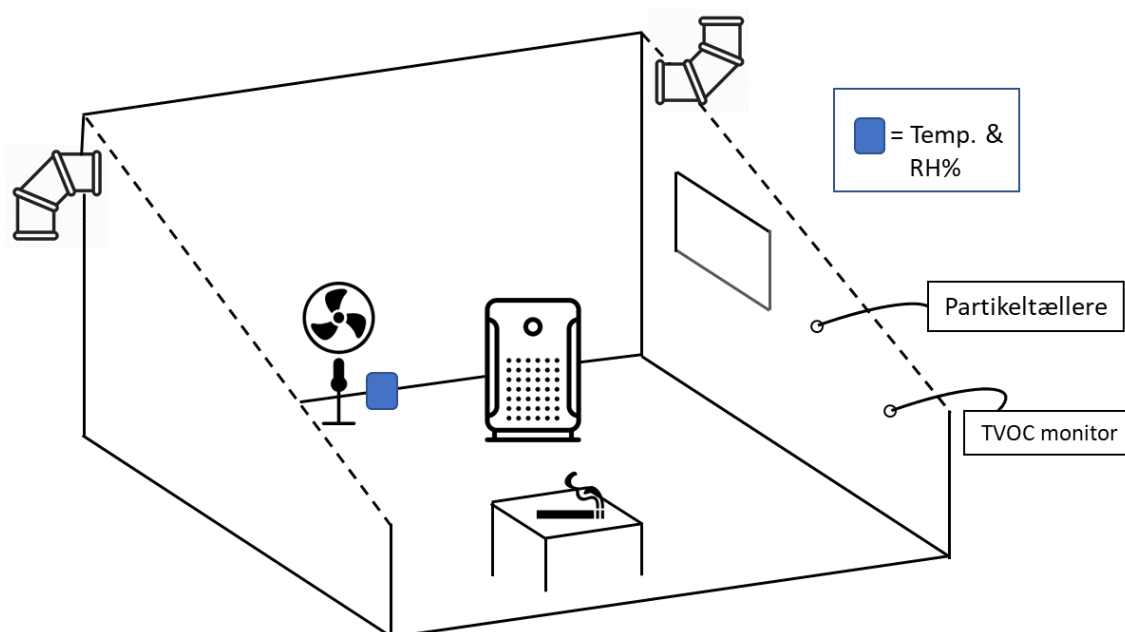


Referencemåling: For at måle det naturlige henfald af partikler og gasser i testkammeret foretages test jf. protokollen ovenfor, men med den undtagelse at luftrenseren ikke er tændt.

Der logges kontinuerligt data for koncentration af partikler og TVOC i hele perioden. Efter hvert forsøg ventileres testkammeret grundigt før næste forsøg påbegyndes. Temperatur og relativ luftfugtighed logges desuden undervejs.



Figur 1: Testemne: Luftrenser "Airgle". Der er oplyst en "Tobacco Smoke"-CADR-værdi på 363 CFM (= 617 m³/time) på testemnet.



Figur 2: Skematisk overblik over forsøgsopstilling

Beregning af CADR-værdi¹:

Luftrensens effektivitet udtrykkes som *Clean Air Delivery Rate* (CADR), hvilket beregnes som beskrevet i metoden ANSI/AHAM AC-1-2015. Der udregnes en separat CADR-værdi for hver forureningsparameter, for hver af de undersøgte indstillinger på luftrenseren. Det giver således i alt 3CADR-værdier.

Denne fremgangsmåde giver et godt indblik i luftrensers samlede ydeevne, og leverer et resultat som muliggør sammenligning med andre produkter uafhængigt af rum-størrelse for testen. CADR-værdien beregnes ud fra koncentrationsprofilerne over tid i renseperioden med udgangspunkt i de respektive eksponentielle henfaldskonstanter. CADR er et udtryk for den mængde ren luft, som luftrenseren kan levere i timen. For eksempel betyder en CADR-værdi på 100, at luftrenseren på en time leverer 100 m³ ren luft, fri for den pågældende forureningskilde.

Reduktionen af partikler og TVOC i løbet af 30 minutter er udregnet således:

$$\text{Reduktion} = \frac{K_{(\text{reference})} - K_{(\text{luftrenser})}}{K_{(\text{reference})}} \cdot 100\%$$

Hvor K betyder koncentrationen af partikler eller TVOC 30 minutter efter rygefasens afslutning.

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



4. Analysemetoder

4.1. Partikelmassekoncentration

Partikelmassekoncentration blev målt kontinuerligt med en DustTrak DRX (model 8533, TSI Inc.). Instrumentet måler partikelmasse i størrelsesområdet $\sim 0,1-15 \mu\text{m}$ og i koncentrationsområdet $0,001-150 \text{ mg/m}^3$. Apparatet måler i størrelsesfraktionerne PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, PM_4 , PM_{10} og PM_{total} med en tidsopløsning på 10 sekunder. Måleprincippet er optisk og baseret på laserdiffraktion.

4.2. Partikelantalskoncentration

Partikelantalskoncentration blev målt kontinuerligt med en "Condensation Particle Counter" CPC (model 3007, TSI Inc). Instrumentet tæller partikler i størrelsesintervallet $10-1000 \text{ nm}$ ($0.01-1 \mu\text{m}$) med en tidsopløsning på 10 sekunder.

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 $0,001 \text{ ppm}$. 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

Under alle forsøgene blev temperaturen målt til at være $22 (\pm 0,5) ^\circ\text{C}$ og den relative luftfugtighed blev målt til at være $33 (\pm 1) \text{ RH}\%$.

Tabel 2: Gengivelse af de samlede resultater (lig Tabel 1)

Måleparameter	CADR [m^3/time]	Reduktion*
Partikelantal	631	> 99,9%
Partikelmasse	599	> 99,9%
TVOC	73	91 %

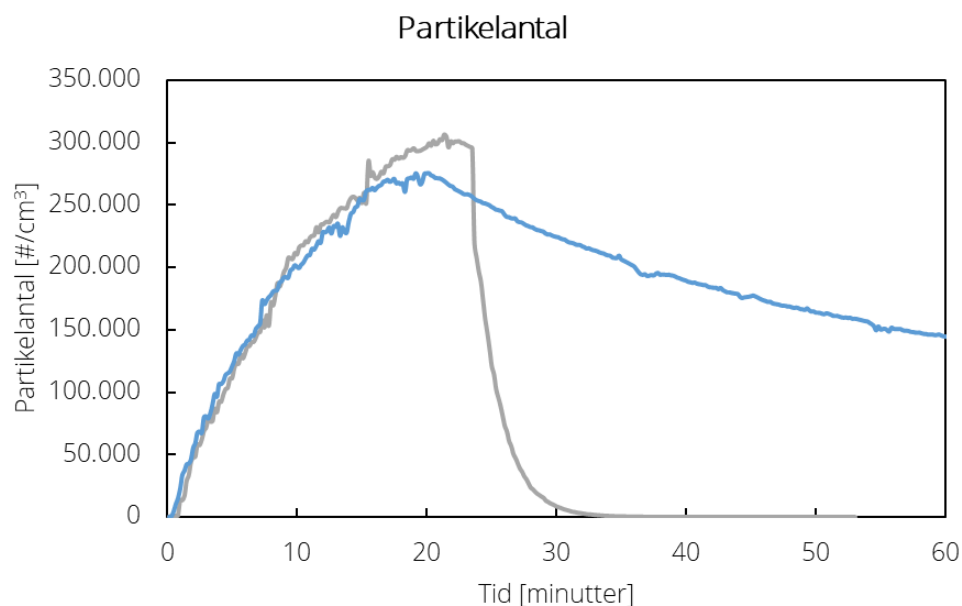
*Beregnet reduktion i testkammeret 30 minutter efter endt rygefase sammenholdt med referencemålingen



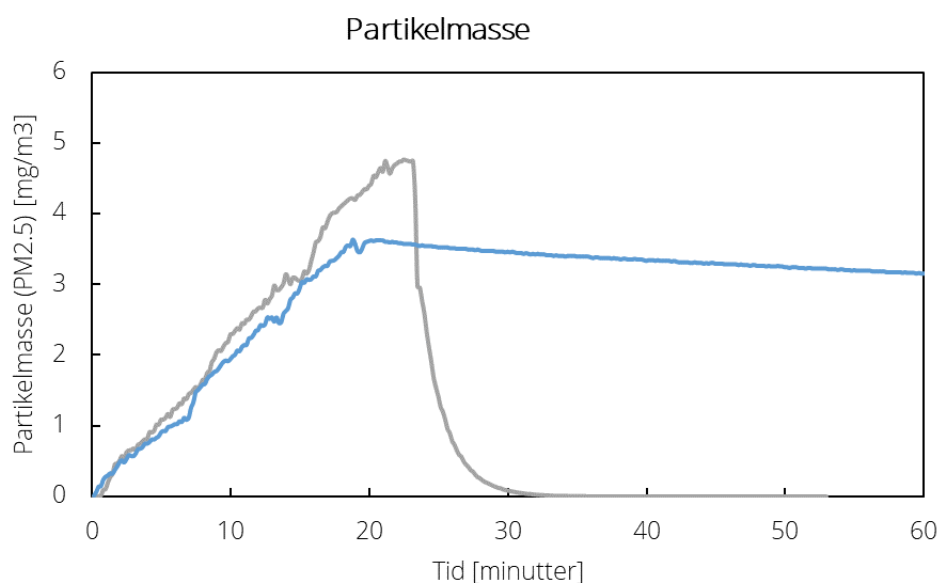
De grafiske fremstillinger af udviklingen i koncentrationer for diverse måleparametre er vist nedenfor. Resultaterne er præsenteret således, at koncentrationen vises fra starten af rygefasen (cirka 20-25 minutter) og frem til 30 minutter efter endt rygefase.

Tabel 3: Oversigt over grafer for de forskellige måleparametre.

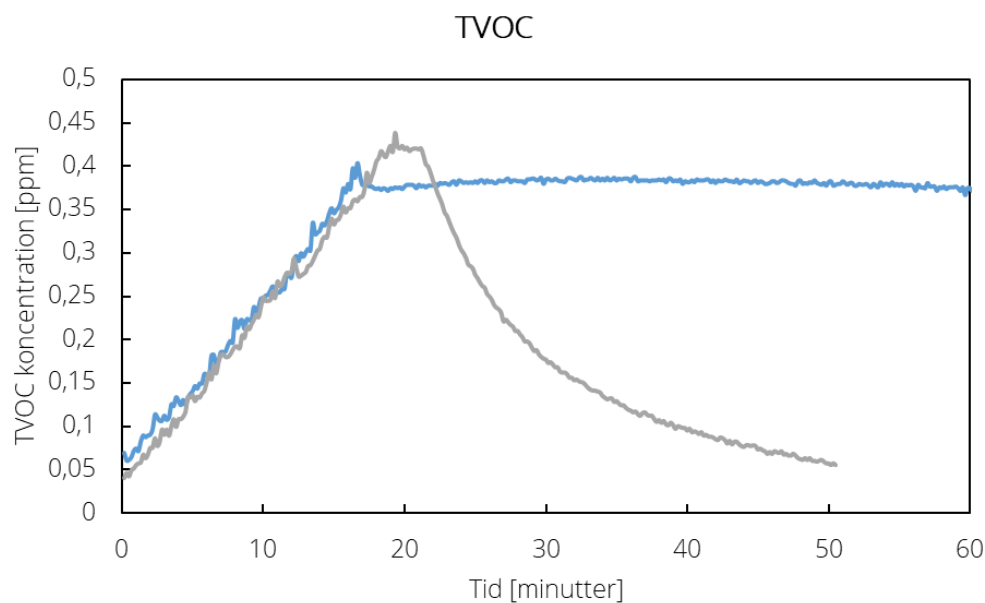
	Luftrensere "AIRGLE"
Partikelantal	Figur 3
Partikelmasse	Figur 4
TVOC	Figur 5
CADR	Tabel 4



Figur 3: Partikelantalskoncentration for luftrensere "AIRGLE". Den grå kurve angiver test med luftrensere. Den blå kurve angiver referencemålingen uden luftrensere. De første cirka 25 minutter angiver rygefasen, og de efterfølgende 30 minutter (cirka fra min. 25-55) angiver renseperioden



Figur 4: Partikkelmassekonzentration for luftrensere "AIRGLE". Den grå kurve angiver test med luftrensere. Den blå kurve angiver referencemålingen uden luftrensere. De første cirka 25 minutter angiver rygefasen, og de efterfølgende 30 minutter (cirka fra min. 25-55) angiver renseperioden



Figur 5: TVOC-konzentration for luftrensere "AIRGLE". Den grå kurve angiver test med luftrensere. Den blå kurve angiver referencemålingen uden luftrensere. De første cirka 25 minutter angiver rygefasen, og de efterfølgende 30 minutter (cirka fra min. 25-55) angiver renseperioden



Tabel 4: Parametre for CADR-test og udregninger

	Partikelmasse		Partikelantal		TVOC	
	Henfalds-konstant	R ² (eksponentiel fit)	Henfalds-konstant	R ² (eksponentiel fit)	Henfalds-konstant	R ² (eksponentiel fit)
Reference	0,003	0,997	0,013	0,986	0,001	0,875
Luftrensere	0,502	0,993	0,539	0,999	0,062	0,987



TEKNOLOGISK
INSTITUT