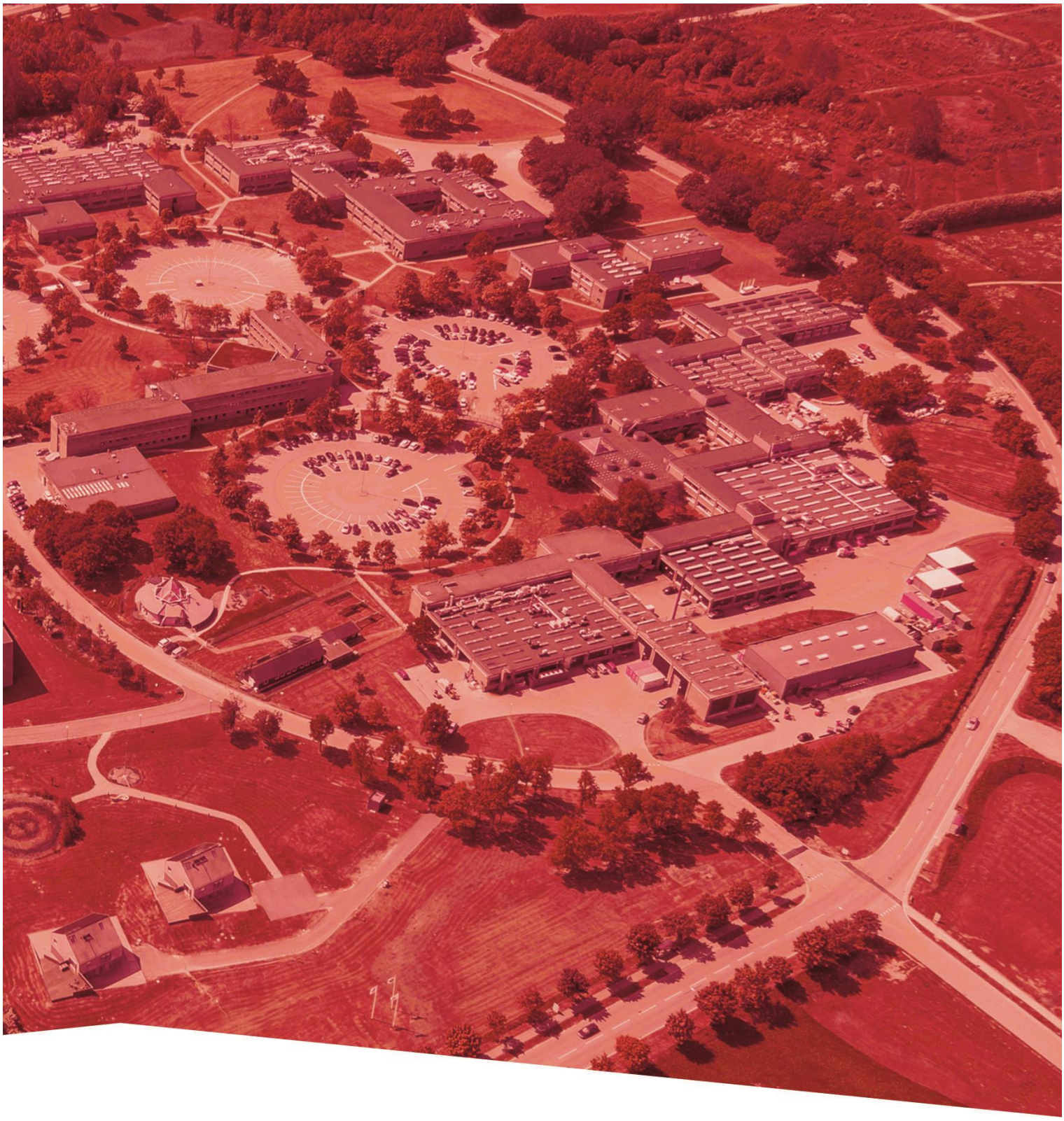


Test af luftrenser
Airvita Pro

Analyserapport 929520

TEKNOLOGISK
INSTITUT

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Test af luftrenser
Airvita Pro
Analyserapport 929520

Udarbejdet for:
Airvita Global ApS
Skaffervej 8
2400 København NV

Udarbejdet af
Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Miljøteknologi

Marts 2021

Forfatter:
Stig Koust Hansen, konsulent, ph.d., stko@teknologisk.dk, +45 7220 1151

Kvalitetssikring:
Maj Frederiksen, konsulent, ph.d, mafr@teknologisk.dk, +45 7220 1480

Indhold

1. Opgavebeskrivelse 4
2. Konklusion 4
3. Procedurer 4
4. Analysemetoder 6
   4.1. Partikelantalskoncentration 6
   4.2. Partikelmassekoncentration 6
   4.3. TVOC 6
   4.4. Temperatur og relativ luftfugtighed 6
5. Resultater 7

1. Opgavebeskrivelse

Airvita Global ApS har rekvireret Teknologisk Institut til at udføre test af luftrenseren "Airvita Pro" med henblik på at dokumentere effektiviteten overfor partikler og flygtige organiske forbindelser (VOC). Testene udføres på cigaretrøg i et ikke-ventilereret testkammer på 20 m^3 ved Teknologisk Institut.

Effektiviteten af luftrenseren undersøges ved en indstilling på luftrenseren ("smart"). Til sammenligning, og til beregning af luftrenserens effektivitet, udføres et referenceforsøg, hvor luftrenseren er slukket.

Der måles kontinuerligt for partikelantals- og partikelmassekoncentration, samt for den totale koncentration af flygtige organiske forbindelser (TVOC). Partikelantalskoncentrationen er hovedsageligt domineret af ultrafine partikler (mindre end 100 nm), og partikelmassekoncentrationen består hovedsageligt af $PM_{2.5}$.

Effektiviteten af luftrenserens undersøges ud fra to forskellige metoder:
1) Reduktion: Et realistisk brugsscenarie, hvor luftrenseren er tændt under hele forsøget og dermed løbende nedbringer koncentrationen. Der udregnes en procentvis reduktion på baggrund af koncentrationer målt i slutningen af rygefasen sammenholdt med et referenceforsøg.
2) CADR: Efter protokol til at bestemme luftrenserens rensekapacitet ved udregning af *Clean Air Delivery Rate* (CADR). CADR er den anerkendte internationale målestok for luftrenserens ydeevne (se afsnit 3).

Luftrenseren er testet den 22. marts 2021 ved Teknologisk Institut.

2. Konklusion

Tabel 1: Samlede resultater for test af effektivitet

CADR			Reduktion*		
Partikelantal	Partikelmasse	TVOC	Partikelantal	Partikelmasse	TVOC
640	718	19 (± 8)	79%	89%	61%

*Beregnet reduktion i koncentration umiddelbart efter afslutningen af rygefasen i et 20m^3 testkammer

Se mere uddybende beskrivelse af testprocedurer i afsnit 3 samt resultater uddybet grafisk i afsnit 5.

3. Procedurer

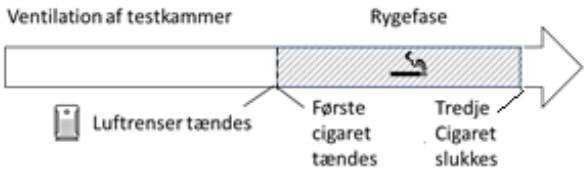
Til forsøgene anvendes cigaretrøg som kilde til partikler og formaldehyd. Forsøgene gennemføres i et ikke-ventileret testkammer på 20 m^3, hvor væggene er beklædt med teflonfolie for at reducere adsorption af partikler og gasser. Testkammeret er lufttæt og ikke-ventileret og er derfor velegnet til test af luftrensereffektivitet (se Error! Reference source not found.).

Luftrenseren testes på én indstilling: "Smart".

Hver test indledes med en måling af baggrundsniveauet af 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

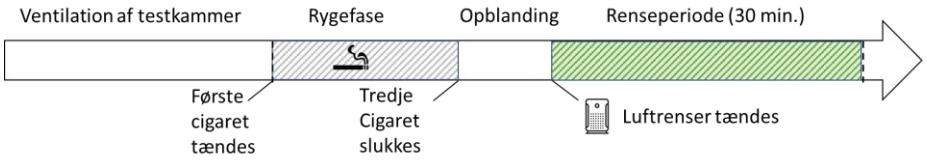
over en periode på 20 - 25 minutter. En ekstern ventilator på lav indstilling bruges til at cirkulere luften i testkammeret under målingerne, så der sikres en homogen opblanding.

For metoden **"Reduktion"** er luftrenseren tændt fra begyndelsen af rygefasen, og er således tændt og nedbringer løbende koncentrationen af partikler og TVOC under rygefasen. Resultatet for denne metode er udregnet på baggrund af koncentrationen målt umiddelbart efter endt rygefase sammenholdt med referencemålingen.



Figur 1: Protokol for metoden "Reduktion"

For metoden **"CADR"** afsluttes rygefasen med 2 minutters opblanding af tobaksrøgen, hvorefter luftrenseren tændes og målingerne fortsættes i 30 minutter.



Figur 2: Protokol for metoden "CADR"

Der logges kontinuerligt data for koncentration af partikler og TVOC i hele perioden for begge metoder. Efter hvert forsøg ventileres testkammeret grundigt før næste forsøg påbegyndes.

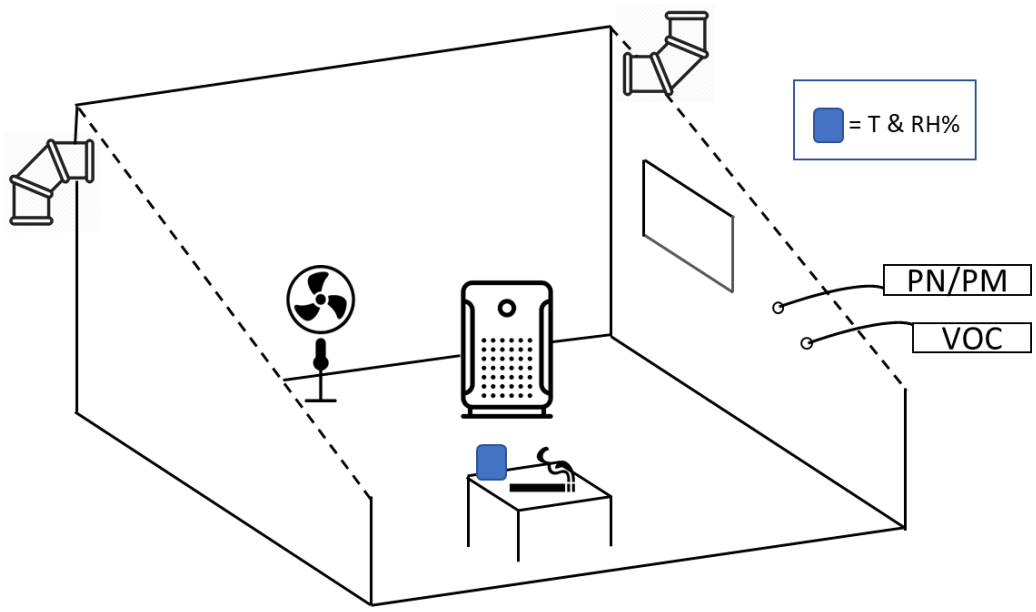
Referencemåling:
For at måle det naturlige henfald af partikler og gasser i testkammeret foretages to tests jf. protokollerne ovenfor, men med den undtagelse at luftrenseren ikke er tændt. Koncentrationen af partikelmasse og formaldehyd måles kontinuert under hele testen.

Beregning af CADR-værdi[1]*:*
Luftrenserensens 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 3 CADR-værdier (se Tabel 1).

Denne fremgangsmåde giver et godt indblik i luftrenserens samlede ydeevne, og leverer et resultat som muliggør sammenligning med andre produkter uafhængigt af rumstørrelse 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 m^3 ren luft, fri for den pågældende forureningskilde.

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

Temperatur og relativ luftfugtighed logges desuden undervejs.



Figur 3: Skematisk oversigt over testkammer. PN = partikelantalskoncentration. PM = Partikelmassekoncentration

4. Analysemetoder

4.1. Partikelantalskoncentration

Partikelantalskoncentrationen blev målt kontinuerligt med en TSI NanoScan (SMPS Nanoparticle Sizer 3910). Instrumentet måler partikelantalskoncentrationen i størrelsesområdet 10-420 nm med en tidsopløsning på 60 sekunder.

4.2. Partikelmassekoncentration

Partikelmassekoncentration blev målt kontinuerligt med en DustTrak DRX (model 8533, TSI Inc.). Instrumentet måler partikelmasse i størrelsesområdet ~0,1-15 µm og i koncentrationsområdet 0,001–150 mg/m^3. Apparatet måler i størrelsesfraktionerne PM_1, $PM_{2.5}$, PM_4, PM_{10} og PM_{total} med en tidsopløsning på 10 sekunder. Måleprincippet er optisk og baseret på laserdiffraktion.

4.3. TVOC

Målinger af den totale koncentration af flygtige organiske forbindelser (TVOC) 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 Chauvin Arnoux Luftkvalitetsmåler (C.A 1510) med et målepunkt hvert minut.

5. Resultater

Under alle forsøgene blev temperaturen målt til at være 22 (±0,5) °C og den relative luftfugtighed blev målt til at være 33 (±1) RH%.

For metoden "Reduktion" er reduktionen af partikler og TVOC udregnet således:

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

Hvor K betyder koncentrationen af partikler eller TVOC ved rygefasens afslutning fraregnet baggrunds-koncentrationen ved rygefasens start.

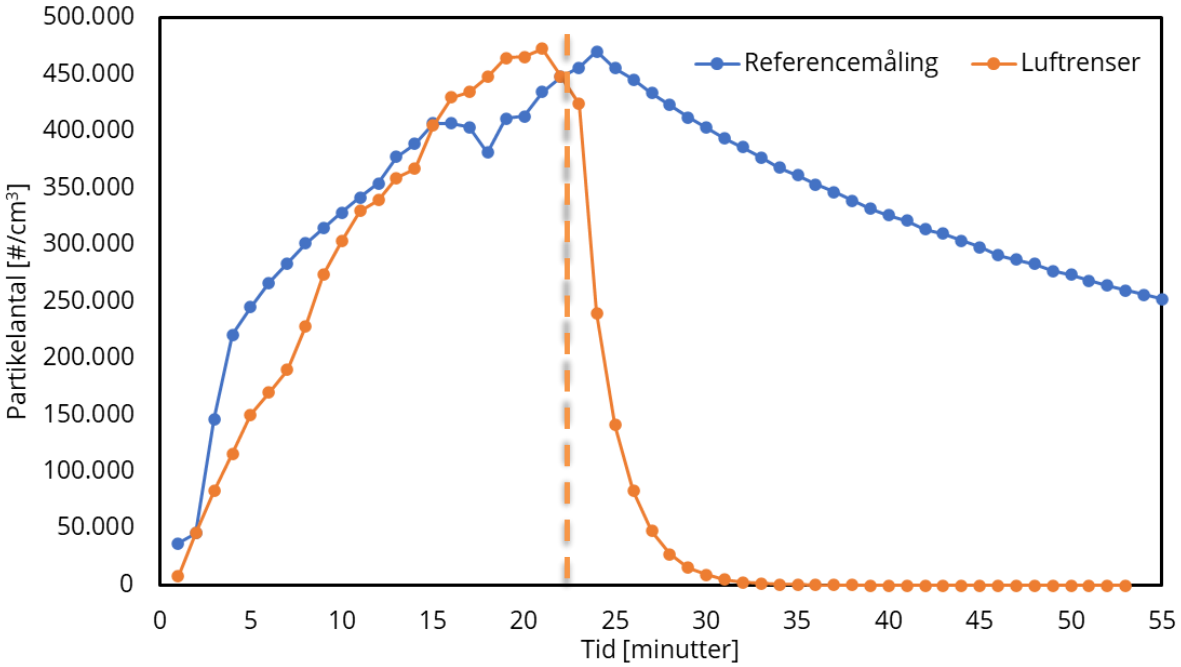
De beregnede reduktioner er vist i konklusionen i Tabel 1.

For TVOC er udregningen af reduktion og CADR behæftet med større usikkerhed end for partikel-masse. Dette skyldes, at der for TVOC, som er en gasart, ikke typisk er et perfekt eksponentielt henfald, som ses for partikler. Derudover vil der også være fluktuationer i den endelige koncentration af TVOC efter rygning af 3 cigaretter.

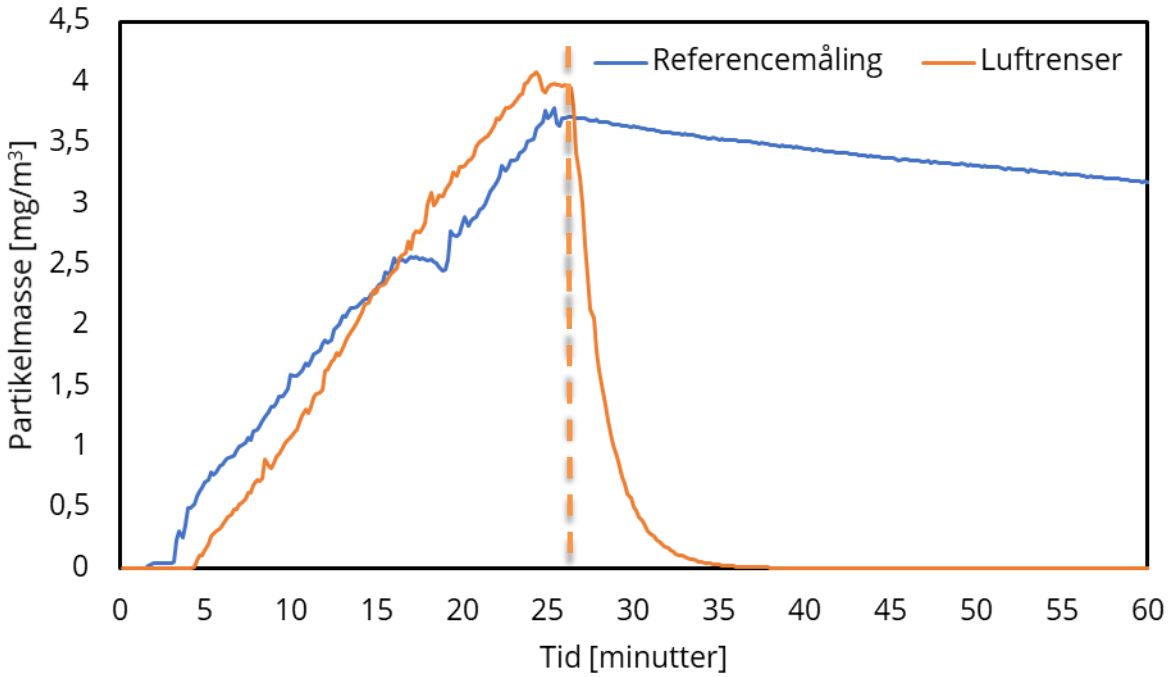
De grafiske fremstillinger af udviklingen i koncentrationer for diverse måleparametre er vist på de føl-gende sider. Resultaterne fra CADR-testen er præsenteret således, at koncentrationen vises fra starten af rygefasen (de første cirka 20-25 minutter) og frem til 30 minutter efter endt rygefase. For redukti-onstesten er resultaterne præsenteret for rygefasen og frem til slukning af den tredje cigaret.

Tabel 2: Oversigt over grafer for de forskellige måleparametre.

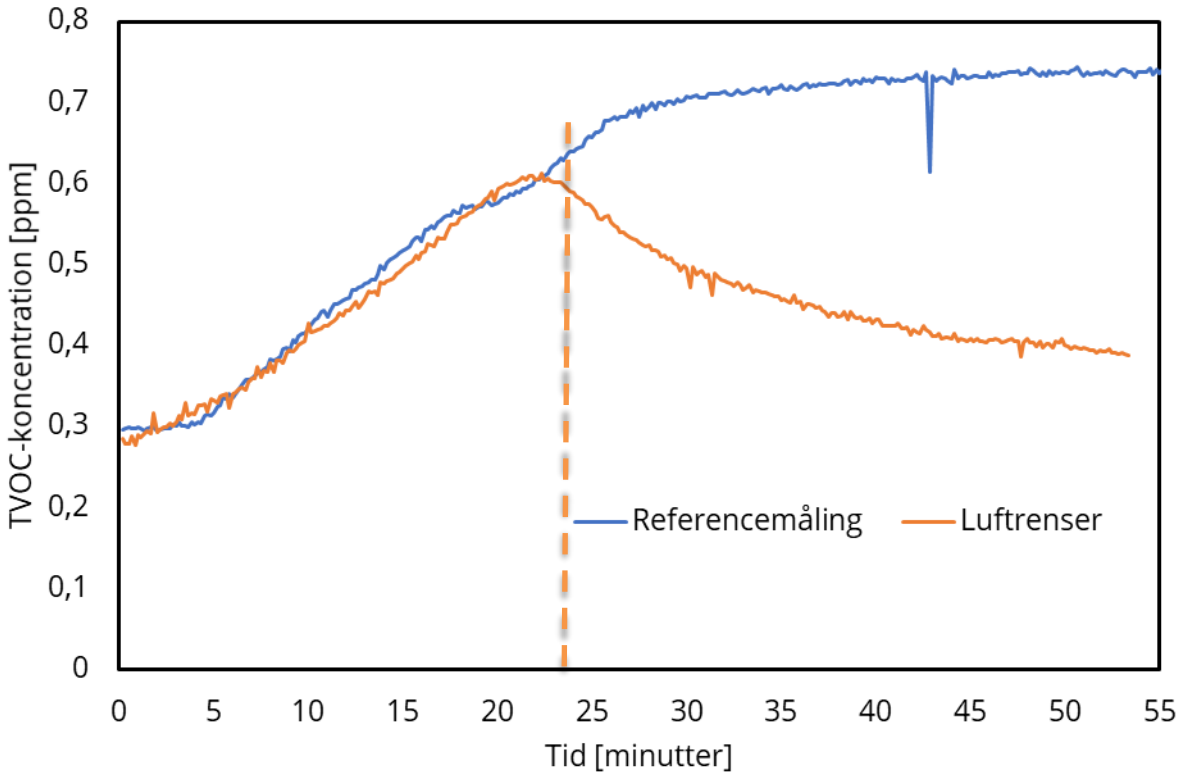
	Luftrenser "Airvita Pro"
Partikelantalskoncentration	Figur 4, Figur 7
Partikelmassekoncentration	Figur 5, Figur 8
TVOC	Figur 6, Figur 9
CADR	Tabel 3



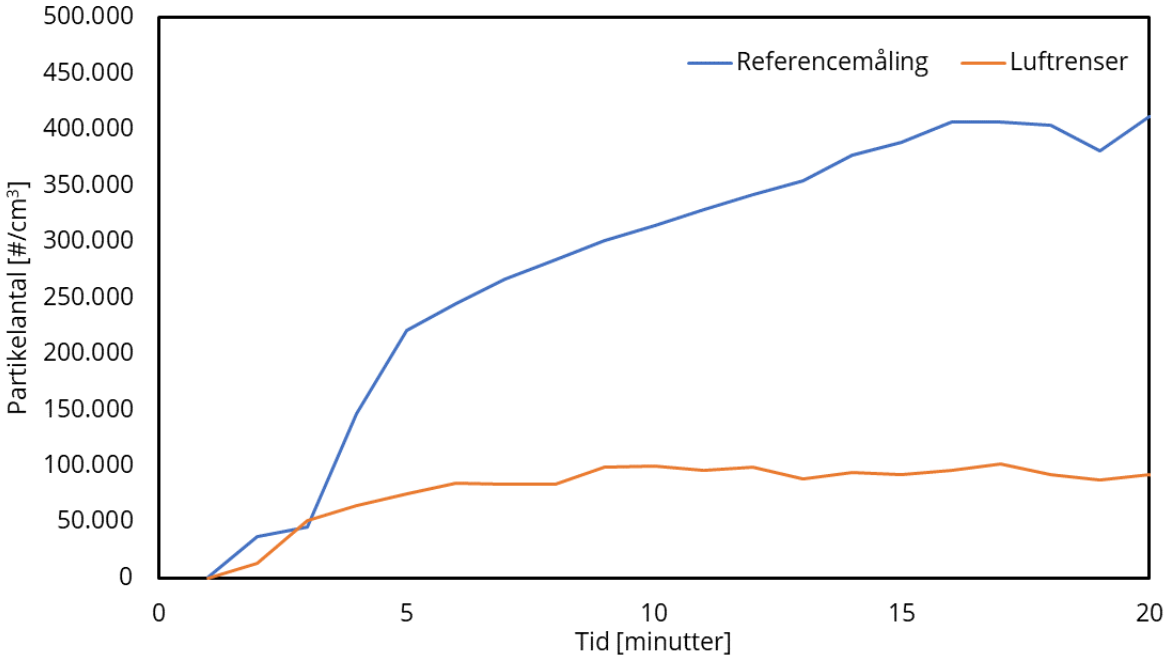
Figur 4. Partikelantalskoncentration for luftrenser "Airvita Pro" samt referencemålingen for CADR-testen. De første cirka 25 minutter angiver rygefasen, og de efterfølgende 30 minutter (cirka fra min. 25-55) angiver renseperioden. Den stiplede orange linje angiver tidspunktet hvor luftrenseren tændes.



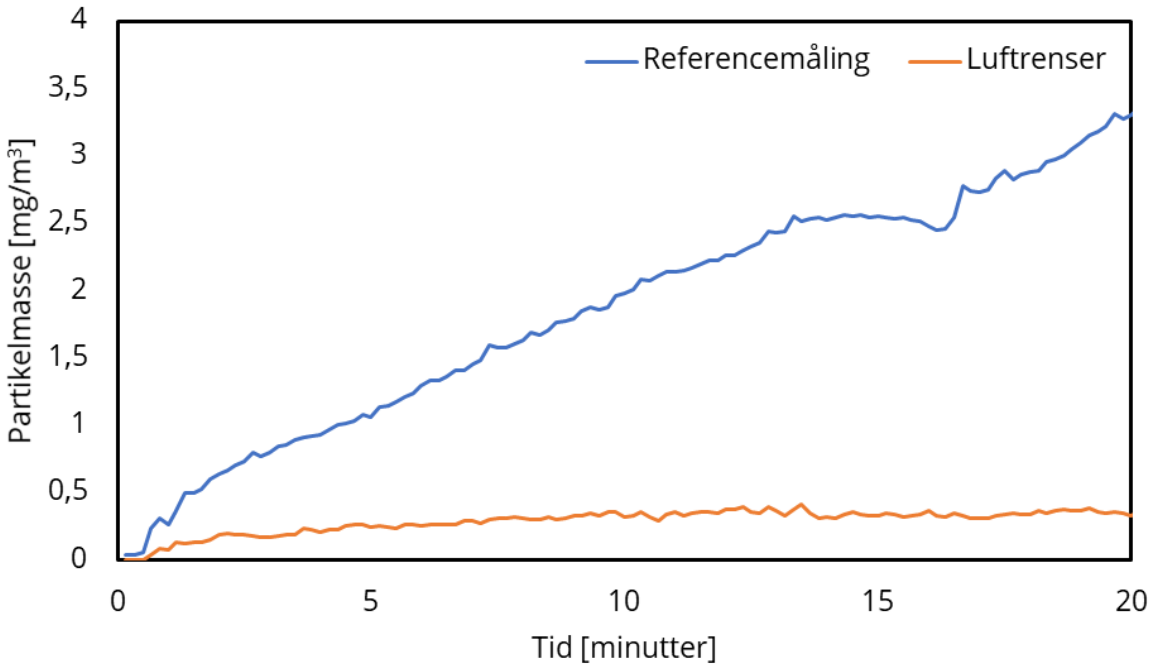
Figur 5: Partikelmassekoncentration for luftrenser "Airvita Pro" samt referencemålingen for CADR-testen. De første cirka 25 minutter angiver rygefasen, og de efterfølgende 30 minutter (cirka fra min. 25-55) angiver renseperioden. Den stiplede orange linje angiver tidspunktet hvor luftrenseren tændes



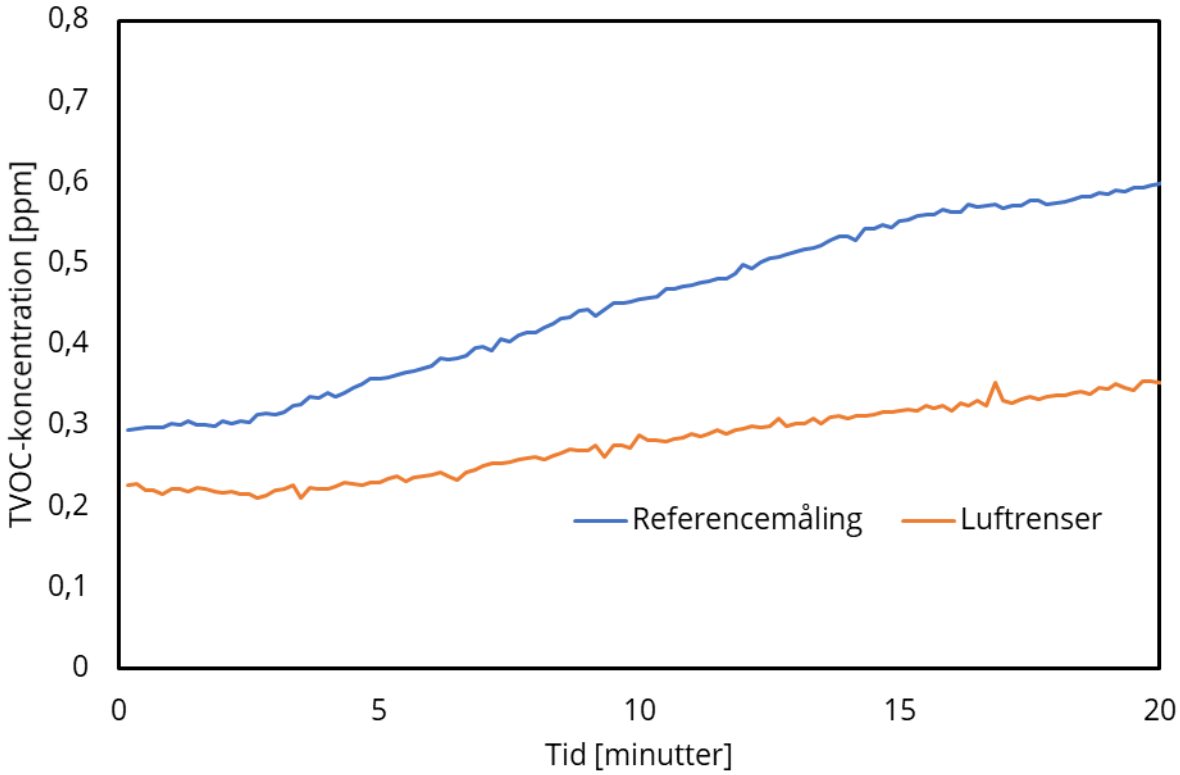
Figur 6: TVOC-koncentration for luftrenser "Airvita Pro" samt referencemålingen for CADR-testen. De første cirka 25 minutter angiver rygefasen, og de efterfølgende 30 minutter (cirka fra min. 25-55) angiver renseperioden. Den stiplede orange linje angiver tidspunktet hvor luftrenseren tændes



Figur 7: Partikelantalskoncentration for luftrenser "Airvita Pro" samt referencemålingen for "reduktionstesten", hvor luftrenseren er tændt under rygefasen. Starten af målingen (tid = 0) angiver starten på rygefasen.



Figur 8: Partikelmassekoncentration for luftrenser "Airvita Pro" samt referencemålingen for "reduktionstesten", hvor luftrenseren er tændt under rygefasen. Starten af målingen (tid = 0) angiver starten på rygefasen.



Figur 9: TVOC-koncentration for luftrenser "Airvita Pro" samt referencemålingen for "reduktionstesten", hvor luftrenseren er tændt under rygefasen. Starten af målingen (tid = 0) angiver starten på rygefasen.

Tabel 3: Parametre for CADR-test og udregninger

	Partikelantal		Partikelmasse		TVOC	
	Henfalds-konstant	R^2 (eksponentiel fit)	Henfalds-konstant	R^2 (eksponentiel fit)	Henfalds-konstant	R^2 (eksponentiel fit)
Reference	0,017	0,9913	0,004	0,9965	-0,0019	0,8298
Luftrenser	0,550	1,000	0,602	0,9977	0,014	0,9231

TEKNOLOGISK
INSTITUT