

Test af luftrensere AeroGuard 4S og AeroGuard Mini

Analysereport 913650



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Test af luftrensere AeroGuard 4S og AeroGuard Mini

Analysereport 913650



Udarbejdet for:

N2C ApS
Lerbækvej 8
2680 Solrød Strand

Udarbejdet af

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Life Science

Februar 2020

Forfattere:

Thomas Nørregaard Jensen, konsulent, ph.d., tnje@teknologisk.dk, +45 7220 3246
Stig Koust Hansen, konsulent, ph.d., stko@teknologisk.dk, +45 7220 1151

Kvalitetssikring:

Søren Nielsen Skov, konsulent, ph.d., sosk@teknologisk.dk, +45 7220 3561



Indhold

1. Opgavebeskrivelse	4
2. Konklusion.....	4
3. Procedure	5
4. Analysemetoder.....	6
4.1. Partikler	6
4.2. Flygtige organiske forbindelser (TVOC) og ozon.....	6
5. Resultater	6
5.1. AeroGuard 4S	7
5.2. AeroGuard 4S med forfilter	8
5.3. AeroGuard Mini	9
5.4. Referencemåling	10



1. Opgavebeskrivelse

N2C har rekvireret Teknologisk Institut til at udføre test af luftrensere "AeroGuard 4S" og "AeroGuard Mini" med henblik på at dokumentere effektiviteten overfor partikler og flygtige organiske forbindelser (VOC). Testene udføres på cigaretrøg i et ikke-ventileret testkammer på 20 m³ ved Teknologisk Institut.

Effektiviteten af luftrenseren undersøges ved tre hastighedstrin for "AeroGuard Mini" og ved to forskellige hastighedstrin for "AeroGuard 4S". For "AeroGuard 4S" udføres desuden test med og uden forfilter foran HEPA-filteret. Til sammenligning og til beregning af luftrenserens effektivitet udføres et referenceforsøg med slukkede luftrensere. Der måles kontinuerligt for partikelantal- og partikelmassekoncentration, samt for total koncentration af flygtige organiske forbindelser (TVOC). Endelig undersøges det i hvilket omfang de to luftrensere generer ozon ved at gennemføre 24-timers ozonforsøg for begge luftrensere.

Luftrensere er blevet testet i perioden fra den 3. februar 2020 til den 7. februar 2020 ved Teknologisk Institut.

2. Konklusion

Luftrensernes effektivitet er undersøgt i et ikke-ventileret testkammer på 20 m³ ved en række forskellige hastighedsindstillinger og overfor partikelantal, partikelmasse og total VOC.

Reduktionen angivet i procent ved de forskellige hastighedsindstillinger er beregnet som: målt koncentration 30 minutter efter endt rygefase i forhold til tilsvarende målt koncentration i referenceforsøget 30 minutter efter endt rygefase (se mere uddybende beskrivelse af proceduren i afsnit 3). Resultater er sammenfattet nedenfor og uddybet grafisk i afsnit 5.

Luftrenser	Hastighedsindstilling	Beregnet reduktion 30 minutter efter endt rygefase sammenlignet med referencemålingen			Genereret ozon på 24 timer (ppm)
		Partikelantal	Partikelmasse	Total VOC	
AG4S	2	92 %	94 %	36 %	<0,05
	MAX	>99,9 %	>99,9 %	47 %	
AG4S med forfilter	2	88 %	89 %	32 %	
	MAX	>99,9 %	>99,9 %	59 %	
AG-Mini	1	64 %	71 %	10 %	<0,05
	2	76 %	88 %	7 %	
	3	96 %	>99,9 %	20 %	



3. Procedure

Til forsøgene anvendes cigaretrøg som kilde til partikler og VOC. 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 ikke-ventileret og er derfor velegnet til test af luftrensereffektivitet. Se Figur 1, hvor forsøgsopstillingen er vist for begge luftrensere.

Hver test indledes med måling af baggrundsniveau for partikler og TVOC, og det sikres, at udgangspunktet for alle forsøg er sammenlignelige. Når et passende baggrunds niveau er nået i kammeret, initieres rygefasen. Rygefasen består af sekventiel rygning af tre cigaretter ved brug af en rygerobot over en periode på ca. 25 minutter. Efter rygefasen fortsættes målingerne i 30 minutter, hvor det udelukkende er luftrenseren under test, som er aktiv i kammeret. Herefter ventileres testkammeret grundigt før næste forsøg påbegyndes. Luftrenseren under test er tændt under både rygefasen samt 30 minutter efter rygefasen.

Der udføres desuden en referencemåling med slukkede luftrensere og med tilsvarende rygefase og varighed som ovenfor. En ekstern ventilator på lav indstilling bruges til at cirkulere luften i testkammeret under referencemålingen.

Der logges kontinuerligt data for partikler og TVOC i hele perioden. Som supplement hertil udføres to 24-timers forsøg, hvor hver luftrenser er tændt 24 timer i testkammeret, hvorefter der foretages måling af ozonkoncentrationen i rummet. Temperatur og relativ luftfugtighed logges desuden undervejs.



Figur 1. Forsøgsopstilling med AeroGuard 4S vist på billedet til venstre og AeroGuard Mini vist på billedet til højre.



4. Analysemetoder

4.1. Partikler

Partikelantalskoncentration blev målt kontinuerligt med en "Condensation Particle Counter" CPC (model 3007, TSI Inc). Instrumentet tæller partikler i størrelsesintervallet 10-1000 nm (0,01-1 μm) med en tid-sopløsning på 10 sekunder.

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 mg/m^3 . Apparatet måler i størrelsesfraktionerne PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀ og PM_{total} med en tidsopløsning på 10 sekunder. Massebestemmelsen er baseret på laserdiffraktion.

4.2. Flygtige organiske forbindelser (TVOC) og ozon

Målinger af flygtige organiske forbindelser (TVOC) blev udført med et massespektrometer "Proton Transfer Reaction – Mass Spektrometer" (PTR-MS) af mærket Ionicon QMS300 SRI. Instrumentet har et måleområde fra 1-10.000 ppb og der er anvendt en målecykel på 30 sekunder. Målinger af TVOC blev målt på den samlede koncentration af gasmolekyler med masse fra (20 til 180 m/z). Masserne 30, 32, 37 og 55 er undtaget i den efterfølgende databehandling, da disse stammer fra interne kilder i måleinstrumentet, og dermed ikke har noget med den udefrakommende luft at gøre.

Ozon-punktmålinger blev foretaget med Dräger-indikatorrør (Ozone 0.05/b) og der blev foretaget dobbeltbestemmelse. Detektionsgrænsen for denne type ozon-bestemmelse er 0,05 ppm.

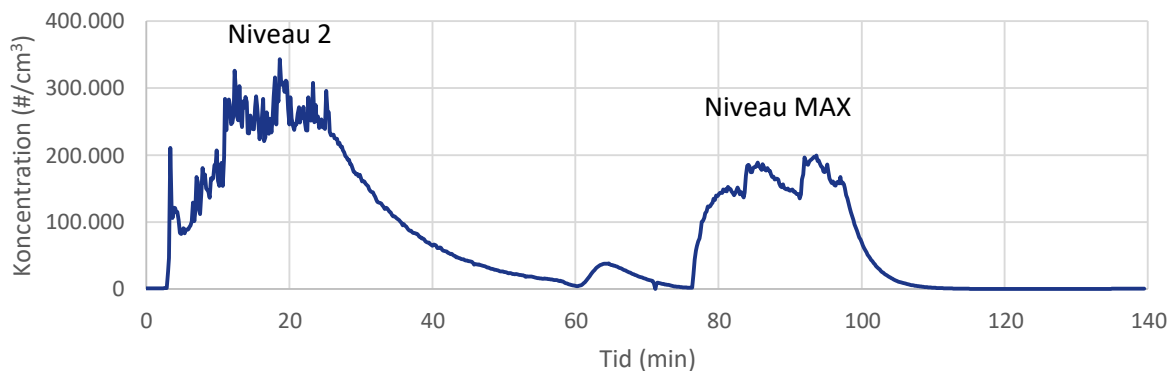
5. Resultater

Under alle forsøgene blev temperaturen målt til at være i intervallet 21,0-21,4 °C og den relative luftfugtighed blev målt til at være i intervallet 36-42 %. Luftrensens effektivitet overfor partikler og TVOC er udregnet som en procentvis reduktion af den målte koncentration 30 minutter efter endt rygefase sammenlignet med den tilsvarende koncentration målt i referenceforsøget 30 min. efter endt rygefase (uden luftrensere tændt). De beregnede reduktioner er vist i konklusionen i afsnit 2. Til beregning af luftrensens reduktioner er baggrundsniveauerne for partikler og TVOC blevet fratrukket. Målingerne viser desuden, at PM_{2.5} tegner sig for mere end 98 % af den målte partikelmasse, hvorfor den beregnede effektivitet af luftrenseren overfor PM_{2.5} og PM_{total} er ens.

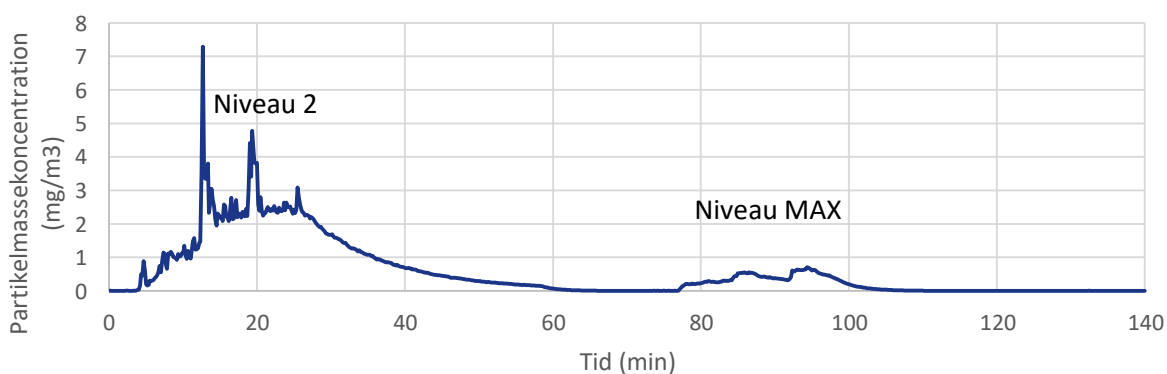
De to 24-timers ozonforsøg viser, at den eventuelle ozon-generering af de testede luftrensere er mindre end 0,05 ppm, hvilket er metodens detektionsgrænse. Nedenfor er der for hver af de testede luftrensere samt for referencemålingen vist grafer for partikelantalskoncentrationen, partikelmassekoncentrationen og TVOC-koncentrationen.



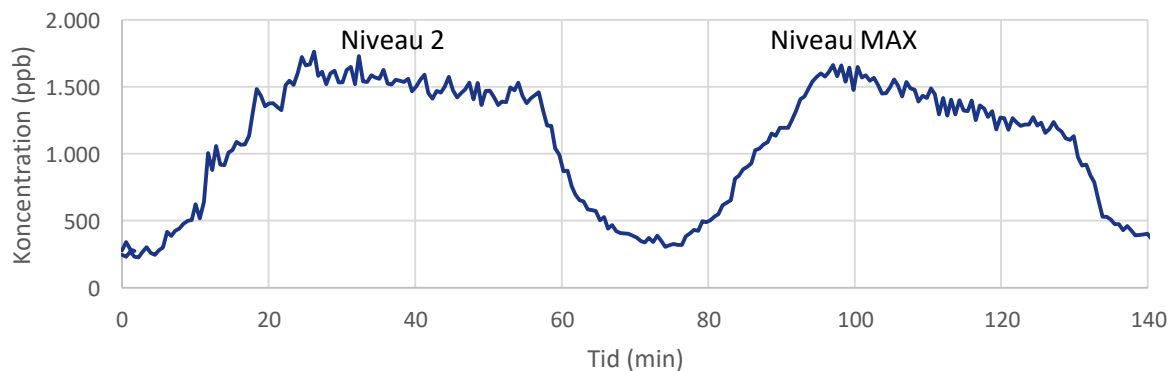
5.1. AeroGuard 4S



Figur 2. Partikelantalskoncentration for AeroGuard 4S på niveau 2 og MAX.



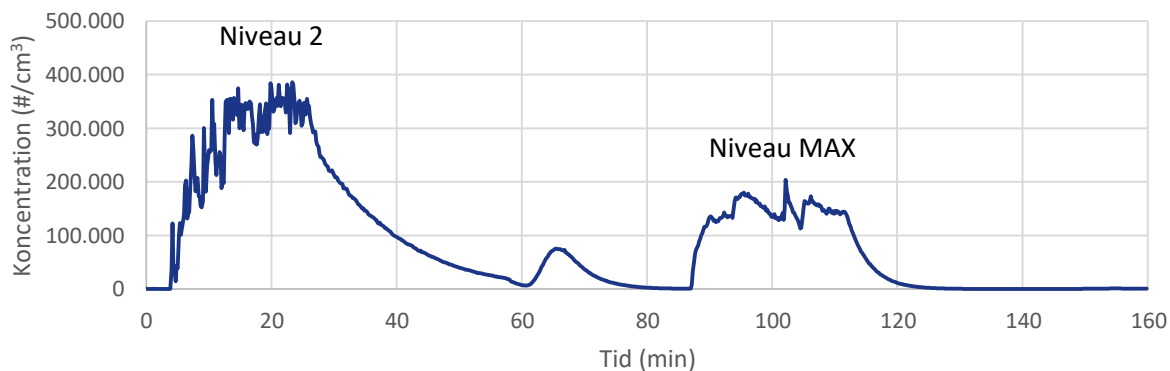
Figur 3. Total partikelmassekoncentration for AeroGuard 4S på niveau 2 og MAX.



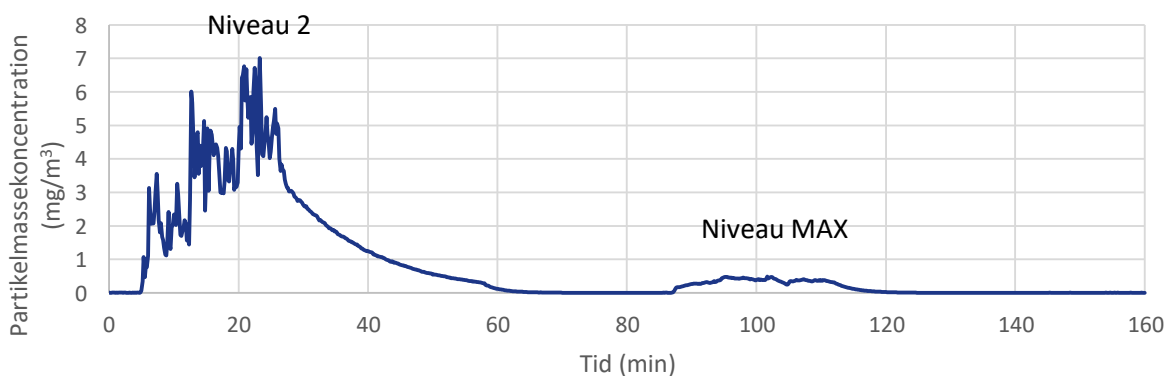
Figur 4. TVOC-koncentration for AeroGuard 4S på niveau 2 og MAX.



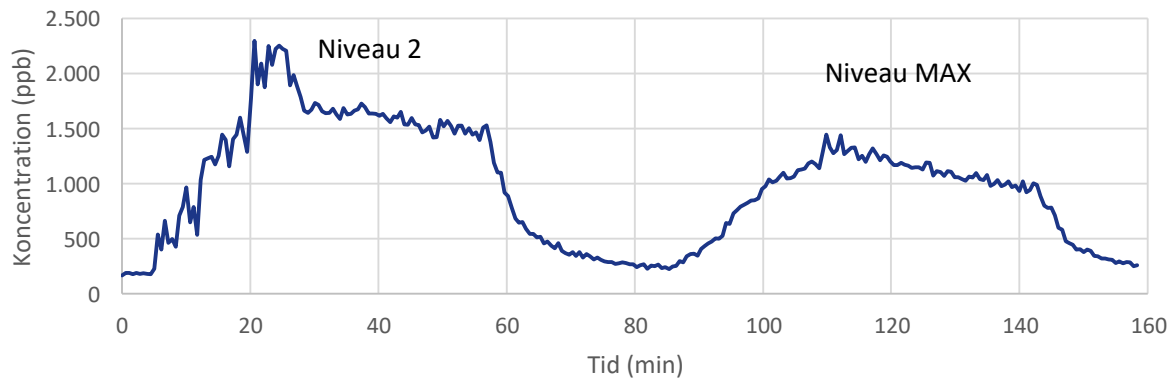
5.2. AeroGuard 4S med forfilter



Figur 5. Partikelantalskoncentration for AeroGuard 4S med forfilter på niveau 2 og MAX.



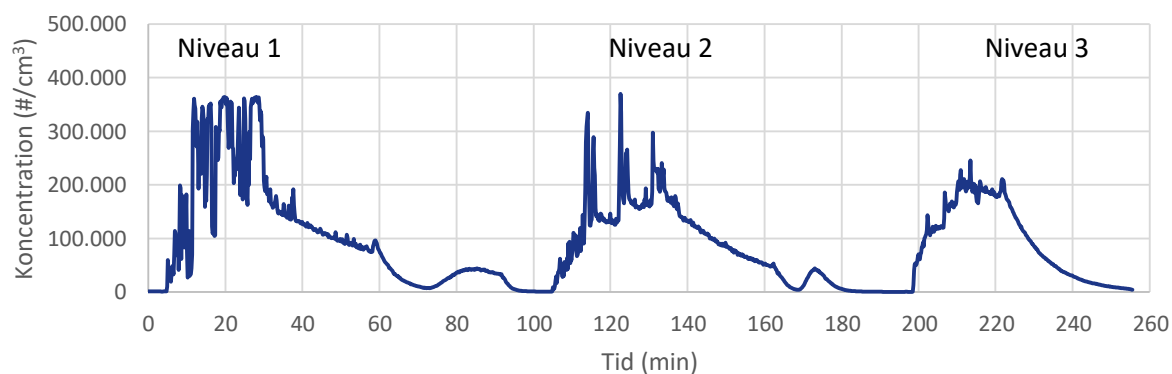
Figur 6. Total partikelmassekoncentration for AeroGuard 4S med forfilter på niveau 2 og MAX.



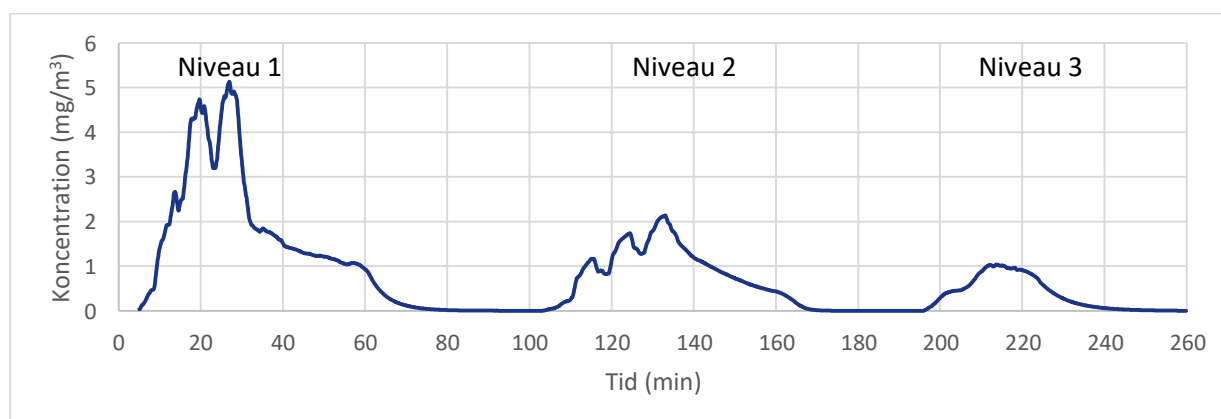
Figur 7. TVOC-koncentration for AeroGuard 4S med forfilter på niveau 2 og MAX.



5.3. AeroGuard Mini

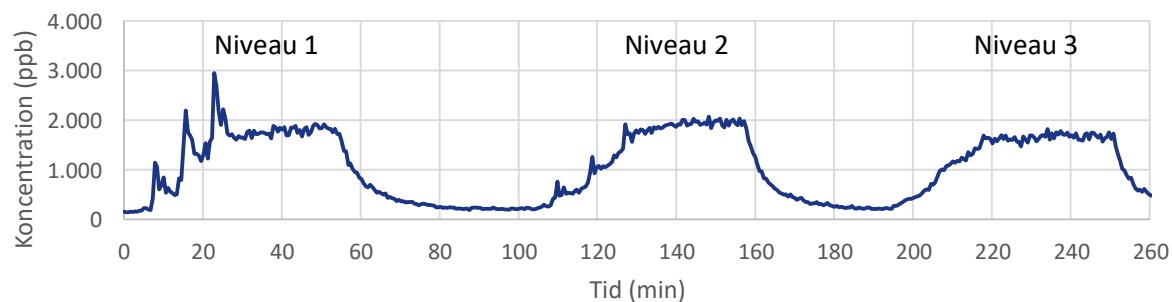


Figur 8. Partikelantalskoncentration for AeroGuard Mini på niveau 2 og MAX.



Figur 9. Total partikelmassekoncentration for AeroGuard Mini på niveau 2 og MAX.

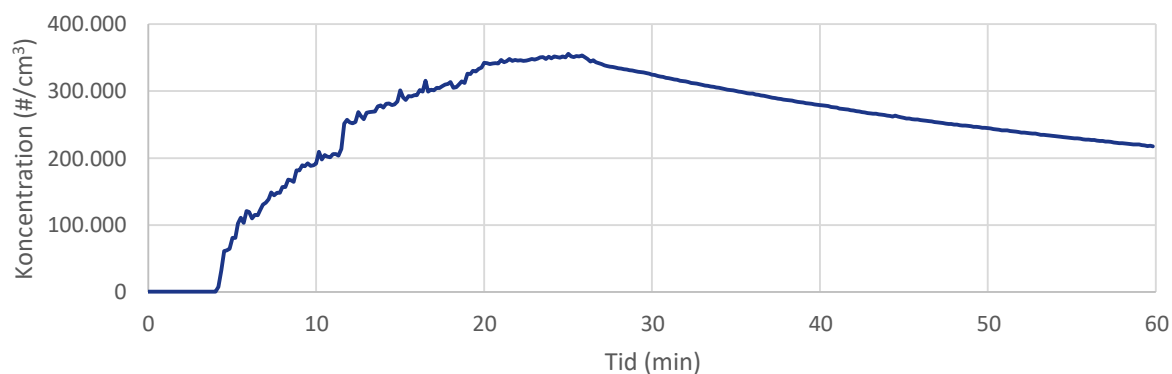
AeroGuard Mini - TVOC



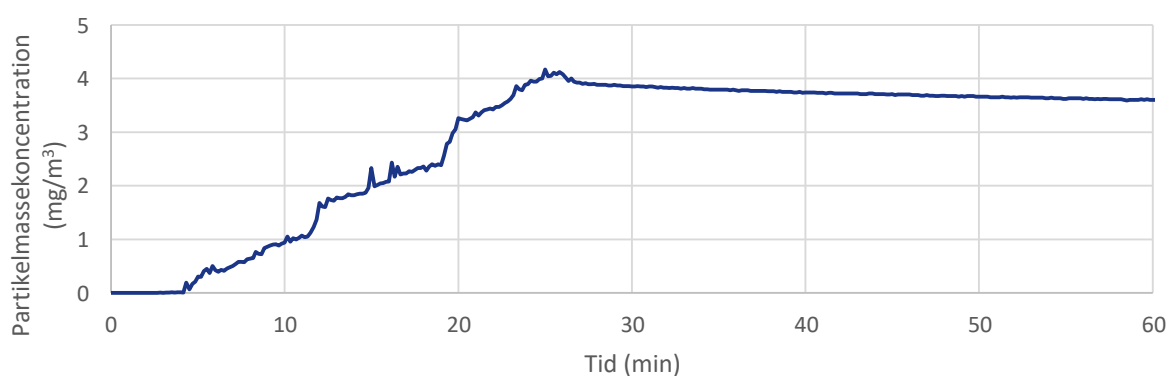
Figur 10. TVOC-koncentration for AeroGuard Mini på niveau 2 og MAX.



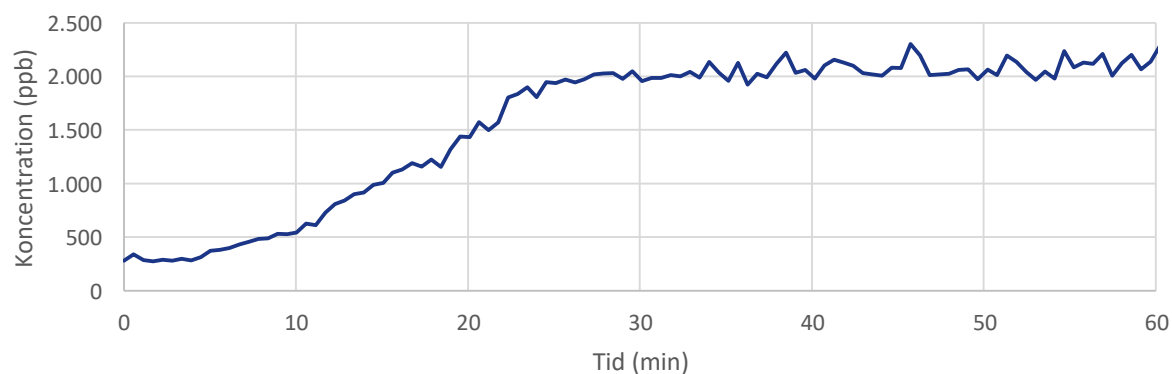
5.4. Referencemåling



Figur 11. Partikelantalskoncentration for referencemålingen.



Figur 12. Total partikelmassekoncentration for referencemålingen.



Figur 13. TVOC-koncentration for referencemålingen.



TEKNOLOGISK
INSTITUT