



Ekspertudtalelse om cigaretrøg og luftrensning

Rapport 114839



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Ekspertudtalelse om cigaretrøg og luftrensning

Rapport 114839

Udarbejdet for:

ATEA A/S
Lautrupvang 6
2750 Ballerup.

Udarbejdet af

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Luft og Sensortechnologi

December 2021
Forfatter: Stig Koust Hansen



Formål:

ATEA A/S har rekvireret Teknologisk Institut til at sammenfatte viden omkring luftforurening forbundet med cigaretrøg og en vurdering af hvordan mobile luftrensere kan afhjælpe de problemer som cigaretrøg forårsager for indeklimaet.

Denne opgave vil ikke omhandle sundsfaren ved rygning for rygeren.

Luftforurening:

Rygning af cigaretter giver anledning til luftforurening i indeklimaet, som kan karakteriseres som "passiv rygning" for personer, der opholder sig i nærheden af "rygeren". Dette kan f.eks. være i forbindelse med besøg fra plejepersonale hos borgere, som har lov til at ryge i eget hjem. Her kan plejepersonalet blive udsat for et skadeligt arbejdsmiljø i form af luftforurening. Der findes ingen grænseværdi for cigaretrøg i arbejdsmiljøet, da rygning indendørs ikke er tilladt. Arbejdstilsynets generelle retningslinje for luftforurening lyder, at man bør forsøge at reducere eksponeringen til et så lavt niveau, som det er teknisk og økonomisk muligt. En af de tekniske muligheder, der eksisterer i dag, er de såkaldte mobile luftrensere. Mobile luftrensere er en fælles betegnelse for produkter, der ved hjælp af forskellige renseteknologier indfanger eller uskadelliggør luftforurening og udsender rensede luft til dets omgivelser.

Luftforurening fra cigaretrøg kan overordnet deles ind i to kategorier; partikler og gasarter.

Partikler er en bred fællesbetegnelse for materiale på partikelform. Luftbårne partikler er så små, at de kan forblive i luften i noget tid. Partikler kategoriseres ofte på baggrund af deres størrelse. Der er tale om *grove* partikler, hvis størrelsen af partiklerne er mellem 2,5 og 10 mikrometer (μm). Partikler i størrelsesområdet fra 0,1 til 2,5 mikrometer kaldes *fine* partikler og partikler mindre end 0,1 mikrometer kaldes *ultrafine* partikler. Til sammenligning er bredden af et hår cirka 75 til 100 mikrometer. Sundhedsfaren for *fine* og *grove* partikler er veldokumenteret, og anslås at koste mange tusinde menneskeliv hvert år. Disse typer af partikler forekommer blandt andet også fra trafikken, brændeovne og andre industrielle processer. Koncentrationen af *fine* partikler opgøres typisk i PM_{2,5}, som betegner den samlede masse af partikler med en størrelse op til 2,5 mikrometer.

Ultrafine partikler anses som værende særligt sundhedsskadelige, da de ved deponering i alveolerne yderst i lungerne kan trænge ind i vævet og herfra optages i blodbanen.

Man ved, at det primært er *ultrafine* partikler med en gennemsnitlig størrelse på 0,08 mikrometer, som frigives i forbindelse med rygning af cigaretter. Disse meget små partikler kan blive hængende i luften i lange perioder i rum, hvor luften ikke udskiftes.

Skadelige gasarter fra cigaretrøg består hovedsageligt af såkaldte *flygtige organiske forbindelser* (forkortet VOC). VOC er en fællesbetegnelse for organiske kemiske forbindelser, som let fordampes og derfor findes i den omgivende luft. Det vides, at tobaksrygning giver årsag til utallige VOC'er (f.eks. formaldehyd, benzen, toluen og styren), som er associeret med sygdomme i luftvejene og det kardiovaskulære system. Den samlede koncentration af alle disse gasarter kaldes Total VOC eller blot TVOC. Man taler



sjældent om "størrelsen" af VOC'er, da disse er gasser bestående af molekyler, der hver især er væsentlig mindre mindre end selv *ultrafine* partikler.

En væsentlig forskel mellem VOC'er og partikler er, at VOC'er forbliver i luften indtil luften udskiftes eller fjernes, hvorimod større partikler langsomt vil falde til jorden af sig selv over tid. Begge typer af forureninger kan dog også sætte sig på f.eks. tøj og inventar, og dermed "fjernes" fra luften. Nogle studier har dog påvist, at særligt VOC'er kan frigives til luften igen.

Luftrensning:

Luftforurening fra cigaretrøg kan typisk fjernes effektivt ved mekanisk ventilation eller udluftning. I tilfælde, hvor dette ikke er tilstrækkeligt eller ikke er muligt, kan mobile luftrensere være et godt supplement til at fjerne partikler og VOC'er fra luften og dermed forbedre luftkvaliteten.

Der findes mange forskellige renseteknologier på markedet for mobile luftrensere. Der findes ikke én teknologi, som effektivt kan fjerne både partikler og VOC'er. Det kræver således et produkt, der benytter flere forskellige teknologier for at afhjælpe luftforurening fra cigaretrøg.

Baseret på Teknologisk Instituts erfaring med test og udvikling af mobile luftrensere, samt anbefalinger fra den amerikanske organisation for HVAC-ingeniører (ASHRAE), vurderes det at følgende teknologier er særligt velegnet til at afhjælpe problematikker fra cigaretrøg.

Teknologi	Forureningskilder	Ulemper
Mekanisk filtrering ved hjælp af HEPA-filtre	Høj effektivitet overfor partikler. HEPA-filtrering er den mest anvendte og mest veldokumenterede teknologi overfor partikler.	HEPA-filtre har ingen effekt på VOC'er
Elektronisk filtrering (elektrostatisk filter eller ionisering)	Effektiv mod partikler	Lav eller ingen effekt på VOC'er Potentielt skadelig effekt fra ioniseret luft (biprodukter eller ozon)
Aktivt kul	Effektiv mod VOC'er. Filtre med aktivt kul er den mest anvendte og mest veldokumenterede teknologi overfor VOC'er.	Ingen effekt på partikler Effekten afhænger af mængden af aktivt kul i filteret Effektivitet kan variere meget fra produkt til produkt
Fotokatalytisk oxidation (PCO)	Effektiv mod VOC'er, dog med relativt lav effektivitet.	Kan producere skadelige biprodukter
Biofiltrering / Botanisk rensning ("planter")	Effektiv mod VOC'er Ingen skadelige biprodukter	Typisk meget lille mængde luft som kan renses, så overordnet set lille effekt



Foruden valg af renseteknologi er det vigtigt at vurdere produktets reelle renskapacitet, f.eks. i form af Clean Air Delivery Rate ("CADR"), som foruden renseteknologiens effektivitet medregner produktets luftindtag.

Det kan være svært at give en konkret vurdering på hvilken renseseffektivitet, der kræves for VOC'er, idet Arbejdstilsynets grænseværdier går på specifikke kemiske stoffer og ikke den samlede koncentration af VOC'er (TVOC). Derfor sammenlignes med anbefalinger god/dårlig luftkvalitet for TVOC-koncentration fra videnskabelige studier¹.

TVOC-koncentrationen fra tre cigaretter vil typisk ligge mellem 0,5 og 1 ppm (parts per million), når Teknologisk Institut udfører test i et 20 m³ testkammer. I forhold til tabellen nedenfor svarer det til "medium" eller "dårlig" luftkvalitet.

Tages der udgangspunkt i en TVOC startkoncentration på 0,5 ppm tilsvarende "medium" luftkvalitet, skal der således fjernes minimum 85% for at opnå "meget god" luftkvalitet på 0,075 ppm eller mindre. Fjernes f.eks. blot 25% af TVOC-koncentration vil luftkvaliteten fortsat være "medium".

Tabel 1: Anbefalinger for koncentration af TVOC

TVOC (ppm)	Luftkvalitet	Anbefaling
Mindre end 0,075	Meget god – ren hygiejnisk luft	Ingen handling nødvendig
0,075 – 0,25	God – hvis ingen specifikke gaskoncentration overstiger grænseværdier	Ventilation / udluftning anbefales
0,25 – 0,75	Medium - Mærkbare komfortbetyrninger	Ventilation / udluftning påkrævet. Identificer forureningskilder
0,75 – 2,5	Dårlig – Væsentlige komfortproblemer	Udskift / rens luft når muligt. Øg ventilation. Identifikation af forureningskilde påkrævet
Højere end 2,5	Skadelig – Ikke acceptable forhold	Tillades kun ved uundgåelig aktivitet og kun i meget korte perioder

Der findes ligeledes ingen konkrete grænseværdier fra Arbejdstilsynet for partikler, hverken i form af ultrafine partikler eller PM_{2,5}. Derfor sammenlignes med anbefalinger for PM_{2,5}-koncentrationen i luften for god/dårlig luftkvalitet². Disse anbefalinger går dog på "ude-luft", men vurderes også at kunne bruges til en vurdering af indeklimaet.

¹ Den tyske Miljøstyrelse "UBA" (Umweltbundesamt - <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-007-0290-y>)

² Air Quality Index (AQI) fra den amerikanske Miljøstyrelse "EPA" (United States Environmental Protection Agency)



PM2,5 koncentration fra tre cigaretter vil typisk ligge mellem 3 og 5 milligram per kubikmeter (mg/m^3), når Teknologisk Institut udfører test i et 20 m^3 testkammer. I forhold til tabellen nedenfor svarer det til "farlig" luftkvalitet.

Tages der udgangspunkt i en PM2,5 startkoncentration på $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ tilsvarende "farlig" luftkvalitet, skal der således fjernes minimum 99% for at opnå "god" luftkvalitet på $0,012 \text{ mg}/\text{m}^3$ eller mindre. Fjernes f.eks. blot 25% af PM2,5-koncentration vil luftkvaliteten fortsat være "farlig".

Tabel 2: Anbefalinger for koncentration af partikelkoncentration (PM2.5)

PM2,5 (mg/m^3)	Luftkvalitet	Anbefaling
Mindre end 0,012	God	Ingen handling nødvendig
0,012 – 0,035	Moderat	Usædvanligt følsomme mennesker bør overveje reduktion af langvarig eller kraftig anstrengelse
0,035 – 0,055	Usundt for Følsomme grupper	Mennesker med hjerte- eller lungesygdomme, ældre voksne, børn og personer med lavere socioøkonomisk status skal reducere langvarig eller kraftig anstrengelse.
0,055 – 0,15	Usund	Mennesker med hjerte- eller lungesygdomme, ældre voksne, børn og personer med lavere socioøkonomisk status bør undgå langvarig eller tung anstrengelse; alle andre bør reducere langvarig eller tung anstrengelse
0,15 – 0,25	Meget usund	Mennesker med hjerte- eller lungesygdomme, ældre voksne, børn og personer med lavere socioøkonomisk status bør undgå al fysisk aktivitet udendørs. Alle andre bør undgå langvarig eller tung anstrengelse.
Højere end 0,25	Farlig	Alle bør undgå al fysisk aktivitet udendørs; mennesker med hjerte- eller lungesygdomme, ældre voksne, børn og personer med lavere socioøkonomisk status bør forblive indendørs og holde aktivitetsniveauet lavt.

For både TVOC og PM2,5 anbefalingerne er det gældende, at der er tale om sundhedsfare ved længere tids eksponering, hhv. 8 og 24 timer.



TEKNOLOGISK
INSTITUT