



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Analyserapport nr. 832478

Sammenligning af partikelforureningen fra alterlys og lampeolie



Titel:

Sammenligning af partikelforureningen fra alterlys og lampeolie

Udarbejdet for:

TF Kirkesølv ApS
Viborgvej 22
9640 Farsø

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Bio- og Miljøteknologi

November 2018

Forfatter:

Søren Nielsen Skov
Konsulent, cand.scient.med., PhD
Tlf. 72 20 35 61
sosk@teknologisk.dk

Kvalitetssikring:

Morten Køcks
Seniorspecialist, cand.scient. fysik
Tlf. 72 20 23 80
mly@teknologisk.dk

Indholdsfortegnelse

1. Opgaven	4
2. Konklusion.....	4
3. Prøver.....	5
4. Analysemetoder og fremgangsmåde	5
5. Resultater	7
5.1. Partikelantalskoncentration	7
5.2. Partikelmassekoncentration	8

1. Opgaven

TF Kirkesølv har rekvireret Teknologisk Institut til at foretage en sammenligning af to forskellige typer levende belysning der bruges i kirker. Sammenligningen er foretaget mellem traditionelle stearinalterlys og olielamper med palmekærneolie. Stearinlys i kirker er ofte udsat for træk hvilket potentielt øger udledningen af partikler og sod pga. ustabile afbrændingsforhold. Udledningen, og den umiddelbare påvirkning af luften, kan potentielt være et problem både for personalet og kirkens brugere. Derudover kan mængden af sod give øget behov for rengøring af kirkens bygninger samt inventar.

Kontinuerlig måling af partikelantal- og partikelmassekoncentration i luften blev foretaget for begge lystyper ved henholdsvis stabil afbrænding og ved ustabil afbrænding. Målingerne blev foretaget under kontrollerede betingelser i et forsøgskammer som er designet til denne type målinger.

Målingerne blev foretaget i perioden 7.-20. november 2018 ved Teknologisk Institut i Aarhus.

2. Konklusion

Stearinlys og palmekærneolielamper til levende belysning i kirker blev sammenlignet ved både stabil og ustabil afbrænding. Måling af partikelantalskoncentrationen og partikelmassekoncentrationen blev foretaget i et specialbygget forsøgskammer. Ved ustabil afbrænding sørgede en ventilator i rummet for at lyset blev påvirket, hvilket simulerer en situation der svarer til at en person går forbi eller der opstår træk.

Ved *stabil* afbrænding blev der for det traditionelle stearinalterlys målt henholdsvis omkring 7 og 25 gange højere partikelantalskoncentration og partikelmassekoncentration sammenlignet med olielampen.

Ved *ustabil* afbrænding blev der målt henholdsvis omkring 25 og 100 gange højere partikelantalskoncentration og partikelmassekoncentration for stearinalterlyset sammenlignet med olielampen.

Eftersom der for begge typer afbrændinger var en markant højere udledning af partikler og partikelmasse for det traditionelle stearinlys sammenlignet med olielampen, vurderes det at luftkvaliteten potentielt kan forbedres ved at benytte olielamper. Det bør dog bemærkes at denne forskel kan være forskellig for andre typer af levende lys og olielamper, ligesom der kan være øvrige sundhedsrelevante emissioner end blot partikelkoncentration, herunder gasformige emissioner.

3. Prøver

En pakke med lys blev modtaget fra TF Kirkesølv (figur 1). Pakken bestod af to traditionelle stearinalterlys, to olielampebrændere med tilhørende palmekærneolie. Olielampebrænderne er placeret i en rund hvid plastikcylinder så det ligner et traditionelt alterlys.



Figur 1: Indholdet af pakken med henholdsvis traditionelle stearinlys, olielamper og palmekærneolie (tv). Olielampebrænderen fyldes næsten op med lampeolie før brug (th).

4. Analysemetoder og fremgangsmåde

Målingerne blev udført i et 20 m³ testkammer og med et luftskifte på 10 m³ per time. Lysene blev tændt og efter 2 timer vurderede vi at der var opnået en stabil afbrænding. Alle resultaterne i rapporten er derfor baseret på den stabile afbrændingsperiode fra 2 timer og indtil slukning af lyset.

Sammenligningen af de to typer af levende lys blev foretaget ved henholdsvis stabil og ustabil afbrænding. Ved stabil afbrænding blev lysene placeret i et cylindrisk metaltrådnæt jf. DS/EN15426 standarden (figur 2, øverst). Ved ustabil afbrænding blev lyset placeret uden metaltrådnæt og ved brug af en ventilator. Ventilatoren var indstillet på laveste trin og pegede ind mod et hjørne for at minimere påvirkningen af lyset (figur 2, nederst). Med tændt ventilator blev der målt en vindhastighed på mellem 0,05-0,25 m/s ved lyset, hvilket vurderes omtrent at svare til at en person går forbi. Det vurderes, at de anvendte indstillinger for ustabil afbrænding svarer til hvad man periodevis kan forvente i fx en kirke.

Partikelantalskoncentration blev målt med en CPC (*condensation particle counter*), model 3007 fra TSI Inc. Instrumentet tæller partikler (antal/cm³) i størrelsesintervallet 10-1.000 nm med en tidsopløsning på 5 sekunder.

Partikelmassekoncentration blev målt med en DustTrak DRX, model 8533 fra TSI Inc. Instrumentet måler partikelmasse i størrelsesområdet ~0,1-15 µm og i koncentrationsområdet 0,001-150 mg/m³. Apparatet kan efter behov størrelsesopdele i fraktionerne PM1, PM2.5, PM4, PM10 og PMtotal med tidsopløsning på 10 sekunder.



Figur 2: Forsøgsopstillingen i testkammeret med de traditionelle stearinlys i venstre kolonne og olielamperne til højre. De stabile afbrændingsforsøg ses på øverst række hvor lyset er placeret i et metaltrådnet. Nederste række viser de ustabile afbrændingsforsøg uden trådnet og med en ventilator i hjørnet.

5. Resultater

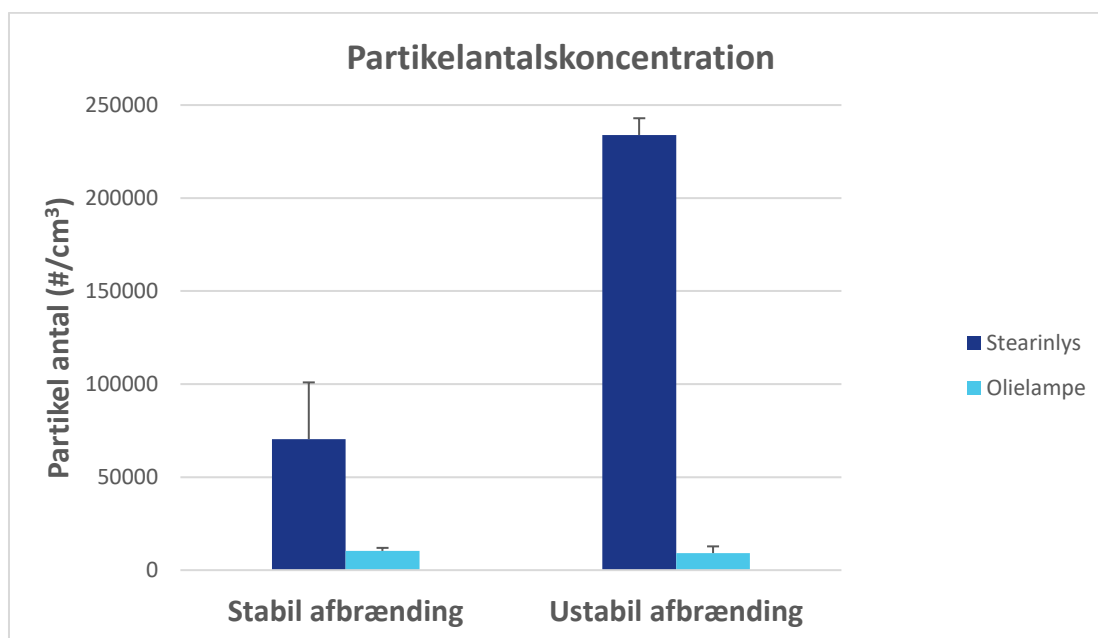
Tabel 1 viser en oversigt over forsøgenes varighed, mængden af afbrændt stearin/olie samt temperatur og luftfugtighed i forsøgskammeret.

Forsøg	Varighed (timer)	Afbrændt stearin/olie (g/time)	Temperatur (°C)	Luftfugtighed (% RH)
Stearinlys, stabil	6,5	13,1	21,6 ± 0,5	26,8 ± 6,2
Olielampe, stabil	7,5	10,2	21,7 ± 0,4	25,8 ± 7,4
Stearinlys, ustabil	3,3	17,0	22,5 ± 0,5	35,5 ± 4,5
Olielampe, ustabil	6,7	8,5	22,1 ± 0,4	24,0 ± 4,6

Tabel 1: Oversigt over de fire lysforsøg i form af type, varighed samt gennemsnits temperatur og luftfugtighed i rummet angivet med standard afvigelse. Det tredje forsøg blev afbrudt tidligere pga. store sodmængder i forsøgskammeret.

5.1. Partikelantalskoncentration

Den gennemsnitlige totale partikelantalskoncentration målt ved stabil og ustabil afbrænding for begge lys er vist i figur 3 og tabel 2.



Figur 3: Gennemsnitlige partikelantalskoncentration målt ved stabil og ustabil afbrænding for begge lystyper, angivet med standardafvigelse.

Lys	Afbrænding	Partikel antal (#/cm ³)
Stearinlys	Stabil	70.500 ± 30.400
Olielampe	Stabil	10.400 ± 1.600
Stearinlys	Ustabil	234.000 ± 9.000
Olielampe	Ustabil	9.200 ± 3.600

Tabel 2: Oversigt over partikelantalskoncentrationen for de fire lysforsøg angivet med standardafvigelse.

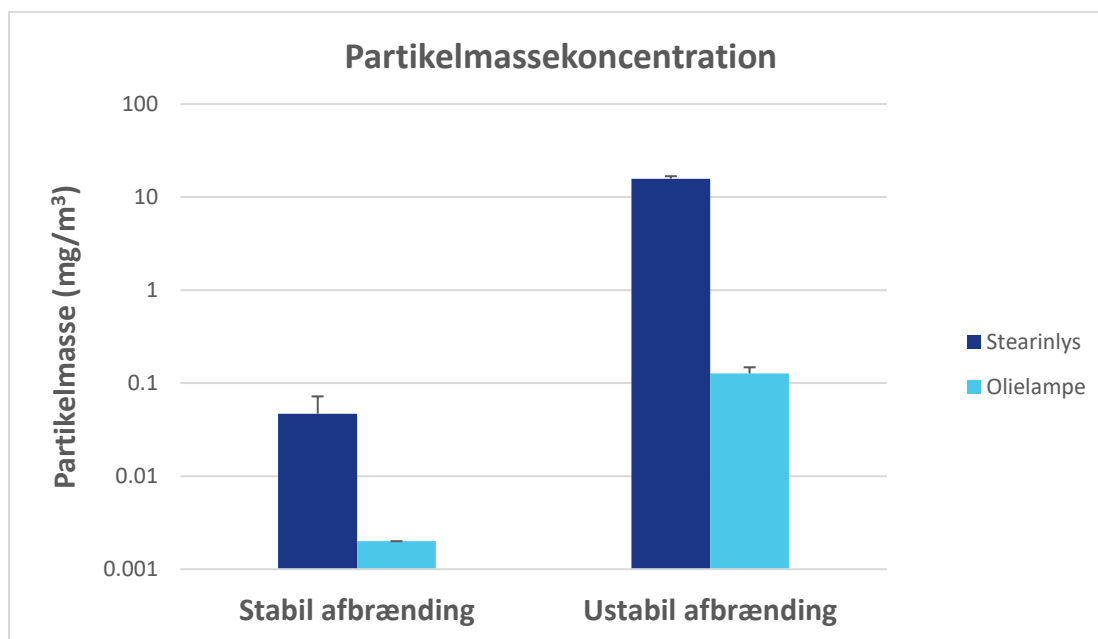
Ved stabil afbrænding blev partikelantalskoncentrationen målt til at være omkring 7 gange højere for stearinlyset sammenlignet med olielampen. For ustabil afbrænding var stearinlysets udledning af antal partikler omkring 25 gange højere.

For olielampen var partikelantalskoncentrationen stort set ikke påvirket af den ustabile afbrænding.

Til sammenligning kan partikelniveauet på en trafikeret vej være på omkring 20-30.000 partikler/cm³. Det skal dog bemærkes at der sandsynligvis er tale om partikler med en anderledes kemisk sammensætning og deraf potentielt andre sundhedseffekter.

5.2. Partikelmassekoncentration

Den gennemsnitlige totale partikelmassekoncentration målt ved stabil og ustabil afbrænding for begge lys er vist i figur 4 og tabel 3.



Figur 4: Partikelmassekoncentration målt ved stabil og ustabil afbrænding for begge lystyper, angivet med standardafvigelse. Bemærk: Logaritmisk y-akse pga. store forskelle mellem målingerne.

Lys	Afbrænding	Partikelmasse (mg/m ³)
Stearinlys	Stabil	0.047 ± 0.025
Olielampe	Stabil	0.002 ± 0.0
Stearinlys	Ustabil	16 ± 0.98
Olielampe	Ustabil	0.13 ± 0.021

Tabel 3: Oversigt over partikelantalskoncentrationen for de fire lysforsøg angivet med standardafvigelse.

Ved stabil afbrænding blev partikelmassekoncentrationen målt til at være omkring 25 gange større for stearinlyset sammenlignet med olielampen. Begge lystyper gav anledning til en markant højere udledning af partikelmasse ved ustabil afbrænding. Her blev stearinlysets partikelmassekoncentration målt til at være omkring en faktor 100 højere end for olielampen.

Det bemærkes at det anvendte instrument til partikelmassemålingerne benytter et lys-spredningsprincip til detektion af partiklerne, hvorfor de absolutte koncentrationer skal tages med et vist forbehold da instrumentet ikke er kalibreret specifikt overfor den specifikke aerosoltype.

I forbindelse med den ustabile afbrænding af stearinlyset var der en tydelig emission af sodpartikler lige over flammen. Dette forsøg blev afbrudt før planlagt idet der var store mængder sod på gulv og vægge i forsøgs-kammeret. Det vurderes at en partikelmassekoncentration på omkring 16 mg/m³ er ret højt og svarende til et meget forurenede produktionsmiljø. Det skal dog bemærkes at i fx en kirke vil partikelkoncentrationen være meget afhængig af bl.a. forbrændingens stabilitet, antallet af lys, størrelsen af rummet og luftudskiftningen generelt.