

# Kortlægning nr. 39: Afgivelse af kemiske stoffer i røgelse

## Indhold

Udarbejdet for Miljøstyrelsen af:  
Torben Eggert  
Ole Christian Hansen  
Teknologisk Institut

### [Forord](#)

### [Sammenfatning og konklusioner](#)

### [Summary and conclusions](#)

#### 1 [Indledning](#)

- 1.1 [Produktbeskrivelse](#)
- 1.2 [Anvendelse](#)
- 1.3 [Anvendelsestyper](#)
- 1.4 [Anvendelsesmetode](#)
- 1.5 [Målgruppe](#)

#### 2 [Kortlægning](#)

- 2.1 [Mængde](#)
- 2.2 [Indsamlede typer](#)

#### 3 [Måling og kemiske analyser](#)

- 3.1 [Kvalitativ analyse \(Screening\)](#)
- 3.2 [Kvantitativ analyse](#)

#### 4 [Sundhedsvurdering](#)

- 4.1 [Vurderingsgrundlag](#)

#### 5 [Vurdering af emission](#)

#### 6 [Stofvurderinger](#)

- 6.1 [Aldehyder](#)
- 6.2 [Aromatiske kulbrinter](#)
- 6.3 [Andre aromater \(og benzylderivater\)](#)
- 6.4 [Terpenoider](#)
- 6.5 [Opsamling](#)

#### 7 [Diskussion og konklusion](#)

- 7.1 [Diskussion](#)
- 7.2 [Konklusion](#)

## 8 [Referencer](#)

Bilag A [Liste over stoffer fundet i kvalitativ analyse, fordelt på røgelse](#)

Bilag B [Liste over stoffer fundet i kvantitativ analyse, CAS nr. og klassificering](#)

Bilag C Emissionsmålinger og beregninger

Bilag D Skema over købte produkter (udeladt)

## Forord

Denne rapport om kortlægning og afgivelse af kemiske stoffer i røgelse er et delprojekt under Miljøstyrelsens program "Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter".

Formålet med kortlægning og afgivelse af kemiske stoffer i røgelse er at få kortlagt, hvilke kemiske stoffer der afgives ved afbrænding af røgelse og få en vurdering af eksponeringen af forbrugeren. Projektet blev tidligt i forløbet udvidet til også at gælde røgelse generelt, dvs. som stænger uden pind, toppe, klumper, granulater og urter.

Projektet er udført af Teknologisk Institut.

Udførende personer er:

Torben Eggert, projektansvarlig og ansvarlig for emissionsmålinger

Ole Christian Hansen, vurdering af målte kemiske stoffer

Eva Pedersen, kemiske analyser.

Projektet er ledet af en styregruppe bestående af

Anette Albjerg Ejersted, Miljøstyrelsen

Annette Orloff, Miljøstyrelsen

Torben Eggert, Teknologisk Institut

Ole Christian Hansen, Teknologisk Institut

Alle forhandlere/importører som har bidraget til undersøgelsen har haft rapporten til høring inden offentliggørelsen. Kommentarer fra flere forhandlere er indarbejdet i rapporten. Alle forhandlere har været meget interesserede i undersøgelsens resultater og vil fremover rådgive kunderne yderligere i vigtigheden af at udlufte røgen efter brug af røgelse, således at røgelsen fremover kan anvendes på så sikkert som muligt.

Der rettes speciel tak til alle de forhandlere og importører, som har bidraget med viden om anvendelser, typer af produkter samt levering af prøver til undersøgelsen. Alle har været meget åbne og leveret værdifuld viden til projektet.

## Sammenfatning og konklusioner

Som et led i Miljøstyrelsens kortlægning af kemiske stoffer i en række forbrugerprodukter ønskes viden om, hvilke stoffer der afgives fra røgelse. Projektet "Kortlægning og afgivelse af kemiske stoffer i røgelse" udføres i 3 faser. Undersøgelsen omfatter kortlægning af markedet, kvalitative og kvantitative analyser samt en sundhedsmæssig vurdering af eventuelle sundhedsskadelige effekter fra stoffer frigivet ved anvendelsen af røgelse.

Markedet omfatter røgelsespinde, røgelse i fast form som pinde eller toppe, som granulat eller i løs vægt (afbrændes på glødende røgelsestrækul). Anvendelsen er spredt. Forbruget antages at være

stort hos især indvandrere og i visse alternative miljøer af religiøse, terapeutiske eller andre årsager. Markedet i Danmark er rimeligt uoverskueligt.

Der foregår ingen produktion af røgelse i Danmark. Importen er spredt på få store og et ukendt antal små importører. Import via Internettet er antageligt forekommende, men en stor del hjembringes formentligt også via udlandsrejsende. Opmærksomheden omkring alternativ medicin (healing, aromaterapi, osv.) kan have betydet en øgning af salget de senere år, men også almindelige livsstilsændringer kan have været med til at øge forbruget af røgelse.

Et råt estimat af import og forbrug var mellem 1-10 tons/år. En vurdering baseret på samme forbrugsmønster som i USA indikerer et årligt forbrug på ca. 3 tons.

Der blev indkøbt 36 forskellige typer røgelse og af dem udvalgte 12 til screening. Det vil sige, der blev foretaget head-space analyser af flygtige stoffer fra de uantændte røgelse. Baseret på disse resultater blev der herefter foretaget en kvantitativ analyse af kemiske stoffer i røgen fra 6 udvalgte røgelsespinde og toppe.

De afgivne mængder af røg blev opfanget under afbrænding ved kontrollerede forhold i laboratoriet. Aerosoler blev opfanget på glasuldsfilter og de øvrige komponenter opfanget på aktivt kul, XAD2 og DNPH filtre. Filtrene analyseredes, og resultaterne blev omregnet til mængde per røgelsespinde og per time. De af Miljøstyrelsen udvalgte stoffer blev herefter vurderet enkeltvis.

Undersøgelsen af røgelsen viser, at det ikke kan udelukkes, at der kan være visse sundhedsmæssige problemer forbundet med anvendelsen af røgelse for forbrugeren.

Andre undersøgelser støtter, at røgen fra røgelse kan indeholde stoffer, som kan være sundhedsskadelige. Der kan være tale om akutte effekter som irritation af øjne, næse og hals, og ved længere tids eksponering kan der være tale om kontaktallergi eller ligefrem om endnu mere alvorlige effekter.

Undersøgelsen viste, at det specielt var forbrændingsprodukter, som er kendte fra ufuldstændig forbrænding af organisk materiale, der var problematiske. Det burde ikke undre, eftersom forbrændingen foregår som en glødebrænding ved temperaturer, der blev målt til omkring 200-360°C.

Det må derfor kraftigt anbefales at foretage udluftning under og/eller efter røgelsen er anvendt. Det vil reducere koncentrationen af forbrændingsrester i luften til under de kritiske koncentrationer, der er skønnet i undersøgelsen. Erfaringen er, at der alligevel bliver tilstrækkeligt duftstof tilbage med de ønskede virkninger.

## Summary and conclusions

The Danish Environmental Protection Agency's programme on survey of chemical substances in consumer products initiated a study on chemicals released from incense. The project "Survey and release of chemical substances from incense" is performed in three phases. The study includes a survey of the market, qualitative and quantitative analyses, and a health assessment of potential adverse effects from substances released during use of incense sticks and incense.

The market includes incense sticks, incense in solid form as sticks (joss sticks) or cones, granulates or powders. The loose weight types are ignited by glowing charcoal. The consumption

is disperse. The use of incense is assumed high within immigrants and in certain alternative groupings for religious, therapeutic or other causes. The Danish market on incense is fairly chaotic.

No production of incense takes place in Denmark. The import is scattered on a few large and an unknown number of minor importers. Import via the Internet is presumable but a large part is assumed brought in from abroad by tourists and other travellers or personal contacts. The focus on alternative medicines (healing, aromatherapy, etc.) may have increased sales in recent years but also normal changes in life style may have increased the sales.

A preliminary estimate of import and consumption was 1 to 10 tonnes per year. An estimate based on the assumption of similar use pattern as in the USA indicates an annual consumption of approximately 3 tonnes.

36 different types of incense were purchased and from them 12 were selected for screening analysis. The analyses were performed as head-space analysis of volatiles released from the unignited product. Based on the results, six incenses were selected for quantitative analyses of volatiles in the incense smoke.

The incense smoke was sampled during incense burning under controlled laboratory conditions. The aerosols were sampled by glass fiber filter and the gasses absorbed on active carbon, XAD2 and DNPH filters. The filters were extracted and analysed and the results recalculated to amount of chemical substance per incense stick or top and amount emitted per hour. Chemical substances selected by the Danish Environmental Protection Agency were then assessed individually.

The study on incense shows that health risks to the consumer from the use of incense can not be excluded.

Other studies support the result that incense smoke contains chemical substances that may cause health risks. It could be acute effects like irritation to the eyes, nose or throat. On long-term exposure, the effects could be contact dermatitis or even worse effects.

The study showed that especially combustion products known from incomplete combustion of organic material were problematic. This would not be surprising

since the combustion takes place as a glow burning at temperatures measured to be about 200 to 360°C.

It is therefore highly recommended to ventilate the location during and/or after the use of incenses. Ventilation may reduce the exposure concentration of combustion residues in the air to concentrations below the critical values estimated in the study. The experience is that sufficient amounts of the fragrances containing the envisaged odorous effects still remain in the air.

# 1 Indledning

- 1.1 [Produktbeskrivelse](#)
- 1.2 [Anvendelse](#)
- 1.3 [Anvendelsestyper](#)
- 1.4 [Anvendelsesmetode](#)
- 1.5 [Målgruppe](#)

Miljøstyrelsen har ønsket at få et overblik over markedet for røgelsespinde. Den oprindelige projektformulering er senere udvidet til også at gælde røgelse i andre former, dvs. foruden røgelsespinde også andre faste former som granulater, toppe og pulver (f.eks. tørrede urter eller urteblandinger).

## 1.1 Produktbeskrivelse

Røgelsen er basalt set tørrede planter (urter eller træ), der pulveriseres og blandes med harpiksolier. Pindene i røgelsespinde kan være lavet af sandeltræ, bambus eller lignende materiale, der har de egenskaber, at det kan gløde sammen med den omrullede plantemasse. Nogle røgelsesblandinger består af tørrede og fintskårne urter, træ og rødder, andre af harpiks og balsam som små kugler eller krymmel. Røgelse kan være blandinger, men de kan også bestå af en enkelt type røgelse baseret på enkeltplanter eller plantedele. Desuden kan der anvendes tilsætning af æteriske olier, som kan være naturlige eller syntetiske.

En traditionel metode er beskrevet som en pasta af pulveriseret botanisk materiale, vand, trækul osv., der er rullet op om en bambuspind. Efter tørring dyppes pinden i æteriske olier eller pulvere.

Kortlægningen viste, at der på markedet var 4 almindeligt forekommende typer af røgelse: løs røgelse (granulat eller pulver), toppe, røgelsespinde med og uden pind (sidstnævnte en lang tynd fast røgelsesmasse uden pind).

De løse røgelse vil typisk bestå af ganske få stoffer. De vil kunne doseres efter behov, men behøver en varmekilde til glødningen.

Andre røgelsestyper består typisk af fire basale ingredienser: det aromatiske stof, en base eller stof, der kan hjælpe med at holde forbrændingen i gang, et bindemiddel til at holde blandingen sammen og en væske til at få det hele til at lime sammen, mens det formes.

Aromastoffet kan være en urt, krydderi eller duftstof, som vælges efter formålet. Basen er som regel et stof, der brænder let og afgiver lidt eller ingen duft. Basen er nødvendig, eftersom de fleste urter brænder ringe i sig selv. Basen kan være pulveriseret træ (som f.eks. meget fint savsmuld), sandeltræ eller andre træarter, nåle fra stedsegrønne træer, osv. Brændingshastigheden kan så reguleres med talkum til at sinke og kaliumnitrat (salpeter) til at øge forbrændingen.

Bindingsmidler er typisk resiner, harpiks eller lignende.

Væsken er typisk æteriske olier.

Produktionen af røgelse og røgelsespinde er i dag ofte masseproduceret på fabrikker med undtagelse af lande, hvor produktionen traditionelt er et håndværk f.eks. Indien og Sydøstasien. Der er dog stor forskel på produktionsmetoder afhængig af røgelsestype og producent.

## 1.2 Anvendelse

Anvendelsen af røgelse strækker sig så langt tilbage, at oprindelsen er ukendt, men anvendelsen synes udbredt i hele verden. Afbrænding af aromatiske planter som røgelse er formentlig den ældste metode at anvende dufte på. Anvendelsen til at overdøve dårlig lugt, der uvægerligt måtte forbindes med det onde, har sikkert tidligt været erkendt. Skridtet til at anvende røgelsen mere specifikt indenfor religiøse, kultiske og helbredende formål er tilsyneladende gjort flere steder uafhængigt af hinanden. Der er således beskrivelser af sådanne anvendelser fra Europa, Afrika, Asien, Sydamerika og Nordamerika.

Røgelse anvendes i dag som en fællesbetegnelse for en række stoffer, der virker rensende, medicinske og bevidsthedsudvidende.

Anvendelser indenfor monoteisme (katolicisme, buddhisme, islam) som offergave har en lang tradition bag sig.

Nutidige religioner anvender røgelse indenfor kristendommen (i romersk katolske og græsk katolske kirkehandling) samt indenfor islam. Anvendelser også udbredt i Østen f.eks. indenfor buddhisme og hinduisme.

I Amerika er der fundet omtale af anvendelser af røgelse indenfor shamanisme og andre indianske anvendelser (svedehuse og andre renselsesprocesser, f.eks. salvie i renselsesprocesser).

Mange af de æteriske olier er erkendte at have en antimikrobiel effekt. Effekten overfor mikroorganismer er antagelig et udtryk for, at planter oprindeligt har udviklet stofferne til deres eget forsvar mod angreb fra mikroorganismer, insekter, osv.

Anvendelser udover ceremonielle som bevidsthedsudvidende stof og som aromaterapi i healingsprocedurer og også fundet beskrevet flere steder.

Meditation og yoga kan i visse tilfælde også anvende røgelse som en del af procedurerne.

Brugen af røgelse behøver dog ikke kun knyttet sig til de beskrevne religiøse, meditative og rensende formål. Der er også en større forbrugergruppe, som alene anvender røgelse af nydelsesmæssige årsager. En del forbinder f.eks. brugen af røgelse med almindelig hygge, og det er en del af deres livsstil og hverdag at anvende røgelse.

## 1.3 Anvendelsestyper

Hvor religiøse anvendelser og shamaner ofte bruger blandinger, bruges i meditation ofte rene urtetyper.

Kvaliteten kan variere fra rene urtetyper til blandinger af urter eller med tilsætning af syntetiske stoffer (kemisk fremstillede aromater). Renheden er ofte direkte gengivet i prisniveauet, hvor blandinger og syntetiske aromater er billigere end rene urtetyper.

Til healing anvendes ofte rene urter eller æteriske olier (sidstnævnte indgår ikke i projektet).

De mest udbredte røgelse i Danmark er nok de billigste typer af blandinger, der kan findes i etniske butikker (indiske, kinesiske, pakistanske, thailandske, osv.), Christiania, 10-kroners butikker, osv. Det drejer sig mest om blandinger. Kvaliteten kan være svingende og med eller uden syntetiske olier. Prisen er ofte lav.

Hara Krishna bevægelsen importerer og anbefaler Sai Baba røgelse, som er et blandingsprodukt.

De renere røgelsestyper af mærker som f.eks. Primavera, der importeres fra Tyskland, er dyrere og forhandles typisk på Internettet (f.eks. "Den Naturlige Butik"). Helsebutikker o.l. har ofte både blandinger og rene urterøgelse.

Andre typer af blandinger, der kan findes i butikkerne, er: arabiske, indonesiske, japanske, tibetanske, osv.

Derudover findes en lang række andre røgelsesblandinger i butikkerne som f.eks. arabiske, japanske, indonesiske, tibetanske m.fl., mens der også forhandles forskellige typer af både blandinger og røgelsestyper af rene urter på Internettet og i Helsebutikker.

#### 1.4 Anvendelsesmetode

Røgelsespinde antændes og pustes ud, så produktet gløder under afgivelse af røg og aromater (duft).

Røgelsen kan antændes direkte, men den kan også anbringes på antændt røgelseskul (trækul presset som briketter), hvorfra afgives røg og aromater. Den metode er især almindeligt for løs røgelse (dvs. pulvere og granulater).

Enkelte af forhandlerne medsender brugsanvisninger. Bl.a. foreslår flere forhandlere i deres brugsanvisning en udluftning af røgen, så kun duften forbliver i rummet. Nogle mener også, at en hel røgelsespind er for meget og anbefaler røgelsen anvendt i små mængder.

#### 1.5 Målgruppe

Målgruppen af forbrugere af røgelse er bred men vurderes at være 15-55 årige for de billige blandinger og 30-55 årige for de lidt mere avancerede anvendelser af forskellige røgelsestyper. Brugere er ofte kvinder.

Ser man bort fra egentlige religiøse ceremonier, er anvendelsen til meditation eller som bevidsthedsudvidende stof udbredt blandt visse grupper af befolkningen, ligesom røgelse anvendes som en del af almindeligt hyggeligt samvær og som en del af nydelse og almindelige velbehag i hverdagen

Nogen anvendelse indenfor den erotiske branche eller blandt homoseksuelle bliver antydning af påskrifterne på pakningerne og visse salgssteder.

## 2 Kortlægning

### 2.1 [Mængde](#)

### 2.2 [Indsamlede typer](#)

#### 2.1 Mængde

På grund af en udbredt spredning af egenimport og ingen egentlig registrering i Danmarks Statistik er vurderingen af forbruget bygget på samtaler med enkeltimportører, men mængden kan ikke komme nærmere end "få tons". Ud over egentlig import af færdigprodukter er der også import af urter, aromater osv. til en egenproduktion af personer indenfor f.eks. religiøse grupper, healing og selskaber.

Kortlægningen er forsøgt udført traditionelt med søgning i statistikker og henvendelser til importører og detailforhandlere.

Kortlægningen blev besværliggjort af, at der ikke findes en fast struktur med få importører og detailhandlere. Tværtimod er det et område præget af anarki. Fra få importører til mange detailhandlere, der selv importerer, til forbrugere, der køber via Internet, tager med hjem fra rejser, osv.

Flere detailhandlere er opsøgt og udspurgt for at finde frem til importørerne. Der er fundet enkelte importører. Importen var for enkelte importører fra få kilo til ca. 500 kg per år. Detailhandlerne angav, at salget var fra få kilo til 125 kg per år. Salget blev flere steder angivet som stigende.

Baseret på de identificerede importører importeres ca. 1 tons røgelse per år.

Danmarks Statistik har ikke et separat varenummer for røgelse eller røgelsespinde. Det nærmeste er et samlet tal for planteharpikser, tørrede planter eller enkeltdata på visse planteolier. Angivelserne herfra antyder en import på ca. 20 tons (Danmarks Statistik 2002). Statistikkerne er usikre pga. sammenblanding med andre varegrupper. Da importen af tørrede urter, krydderurter og duftstoffer for en stor del anvendes indenfor fødevarerindustrien og parfumebranchen, kan disse tal ikke bruges i denne undersøgelse.

Baseret på samtaler med importører og detailhandlere anslås markedet til mellem 1 og 10 tons per år.

Et skøn kunne også baseres på, at forbrugsmønsteret er det samme som i USA. I USA er markedet vurderet til mindst 17 millioner \$ eksklusivt egen produktion til eget forbrug (Knight et al. 2001). Sættes tallet til 20 mio. \$ svarende til ca. 150 mio. kr. og antages en befolkning på ca. 300 mio. er forbruget 0,5 kr./person. Prisen i Danmark er i gennemsnit den samme som i USA; ca. 10 kr. for 10 g eller 1 kr./g. Det vil sige, at for Danmark ville et tilsvarende forbrug fordelt på 5 mio. indbyggere svare til 5 mio.  $\cdot$  0,5 = 2,5 mio. g, eller 2500 kg.

Det vurderes fra samtalerne, at en stor del importeres direkte af de enkelte forhandlere fra producentlandet eller via Internettet. Sidstnævnte kan foretages af både detailforhandlere samt af forbrugere.

Detailhandlere var især etniske butikker (indiske, kinesiske, pakistanske, thailandske osv.) samt enkelte danske butikker (f.eks. Søstrene Grene, 10 kroners butikker). Desuden kan enkelte butikker tage røgelse hjem som spotvare (f.eks. COOP Danmark).

Det konkluderes derfor, at mindre detailhandlers og forbrugernes egenimport er ca. 2-3 gange den identificerede import. Det samlede forbrug skønnes således at være ca. 3000 kg/år.

## 2.2 Indsamlede typer

Af de 36 indsamlede prøver fordeler produkterne sig på:

- 1) Egentlige røgelsespinde med pind med forskellige blandinger eller angivet dufttype som citron, lavendel, lilje, rosen, vanilje, osv.
- 2) Røgelsespinde uden pind i blandinger og ofte med specifik dufttype angivet.
- 3) Røgelsestoppe, som blandinger eller med specifik dufttype angivet.
- 4) Røgelsesblandinger i granulat, som blandinger eller med specifik dufttype angivet.



5) Røgelse som tørrede plantedele, sidstnævnte afbrændes som regel på røgelseskul.

Af de 36 indsamlede prøver er 12 udvalgt til kvalitativ analyse (screening).

### 3 Måling og kemiske analyser

#### 3.1 [Kvalitativ analyse \(Screening\)](#)

#### 3.2 [Kvantitativ analyse](#)

##### 3.2.1 [Måleprogram](#)

Ved afbrænding af røgelse vil der både kunne dannes partikelformige (aerosoler) og gasformige forureninger. Da der primært er tale om forbrænding af organiske materialer, vil der kunne dannes en lang række forskellige kemiske forbindelser. De indholdsstoffer, der findes i røgelsen, vil kunne omdannes til andre kemiske stoffer, når de forbrændes, og der kan desuden dannes røgpartikler.

I alt blev et udvalg på 36 prøver købt ind. Indkøbene stoppede, da der ikke længere fandtes nye produkter men blot identiske produkter i forhold til de allerede indkøbte. Af de 36 forskellige røgelsespinde, toppe, osv. blev 12 prøver udtaget i samarbejde med Miljøstyrelsen til kvalitativ analyse. Den kvalitative analyse blev udført som screening ved head-space. Dette skulle give et indtryk af, hvilke kemiske stoffer der kunne forventes.

#### 3.1 Kvalitativ analyse (Screening)

Undersøgelsen er foretaget som en primær screening af forskellige røgelsespinde og -varianter med en head-space analyse for at klarlægge, hvilke stimulerende duftvarianter der er tilsat. Screeningen skal samtidig give informationer om, hvilke opsamlingsadsorbenter der skal anvendes i forbindelse med måling og analyse af emissionen fra røgelsespindene ved afbrænding. Der er foretaget screening på 12 forskellige røgelsespinde med varierende stimulerende tilsætningsstoffer (se tabel 3.1).

Tabel 3.1 Prøver udvalgt til screening med head-space analyse

Lab. nr.	Type	Oprindelse	Duft	Kommentar
1	Top	indisk	lavendel	
2	Pind	kinesisk	citron	
3	Granulat/Urter	tysk/arabisk	arabisk blanding	
4	Urter	tysk/indisk	ayurvedisk	
5	Pind	indisk	Cannabis	
6	Pind	kinesisk	? - grøn farve	Kinesisk tekst
7	Pind	thailandsk	? - gul farve	Thailandsk tekst, med elefanter
8	Pind	Hong Kong	moskus	
9	Top	indisk	sandel	

10	Pind	indisk	sali saibaba	
11	Pind	japansk	aloewood	
12	Pind	japansk	cedarwood	

12 forskellige røgelsespinde/toppe/granulat er undersøgt for afgivelse af kemiske stoffer efter opvarmning til 100° C med head-space – GC/MS analyse. En kendt mængde røgelse er afvejet i en 22 ml Head-space glasbeholder. Den afvejede mængde er anført i nedenstående skema (tabel 3.2).

Tabel 3.2 Afvejet mængde til headspace

Lab. nr	Røgelse mrk.	Fremstillingsland	Afvejet mængde, gram
1	Lavendel Top	Indien	1,09
2	Lemon pind	Kina	0,94
3	Arabisk blanding, pulver	Tyskland	0,91
4	Ayurvedisk, pind	Tyskland	0,98
5	Mysore Cannabis pind	Indien	1,43
6	Grøn pind	Kina	0,60
7	Elefant pind	Thailand	1,21
8	Wild Musk pind	Hong Kong	1,35
9	Maharaja sandel pind	Indien	0,87
10	Sali Sai Baba pind	Indien	1,00
11	Aloe Wood pind	Japan	0,71
12	Cedar Wood pind	Japan	0,58

Følgende analyser blev foretaget:

- Undersøgelse for flygtige organiske komponenter (VOC), der er tilsat og afgives fra uantændt røgelse. Røgelsespindene blev anbragt i en head-space glasbeholder og opvarmet til 100° C i 1 time. En gasprøve blev herefter udtaget og analyseret med GC/MS.
- Identifikation af komponenter ved sammenligning af NIST 98 bibliotetsspektre.
- Angivelse af den procentvise sammensætning af de identificerede komponenter på baggrund af areal-%'er.

Resultatet er vist i [Bilag A](#).

De fundne kemiske komponenter er opstillet efter retentionstiden. Retentionstiden øges med øget molekylstørrelse og giver derfor et indtryk af fordelingen af molekylstørrelser.

Det kunne observeres, at mange forbindelser ikke kunne identificeres. Heraf var de fleste i gruppen af  $C_{10}H_{16}$ , som antyder, at det drejer sig om forskellige terpenere (flygtige plantestoffer).

### 3.2 Kvantitativ analyse

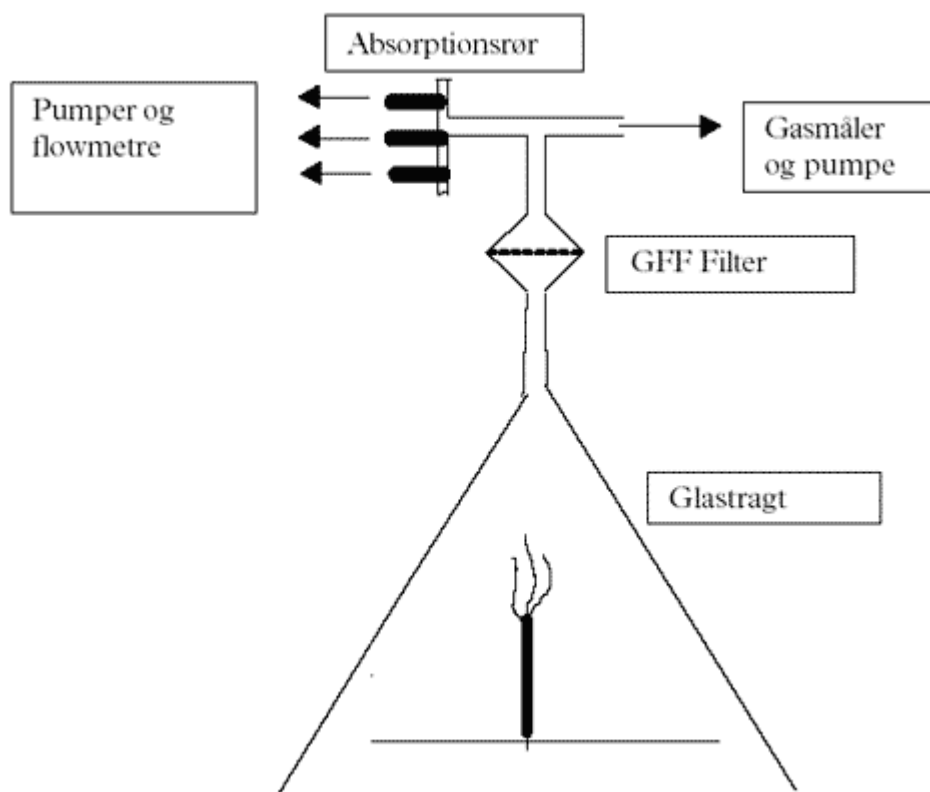
Udvælgelse af varianter til kvantitativ bestemmelse

Afhængig af, hvilke stoffer der blev fundet i screeningsanalysen, blev der udført en kort sundhedsvurdering af de fundne stoffer. Sundhedsscreeningen blev baseret på umiddelbart tilgængelig litteratur og havde til formål at sikre, at de stoffer der fokuseredes på ved de kvantitative analyser, var de mest relevante. Udvælgelsen blev foretaget i samarbejde med Miljøstyrelsen.

#### 3.2.1 Måleprogram

For at måle hvor meget forurening og hvilke stoffer, der afgives ved afbrænding af røgelse, er røgelsesmaterialet (røgelsespindene, -toppene eller granulatet) blevet testet i laboratorium.

Røgelsesmaterialet blev anbragt under en tragt. Aerosoler og gasser fra røgelsen blev suget gennem diverse filtre, anbragt i måleopstillingen (Figur 3.1).



Figur 3.1 Forsøgsopstilling

Aerosoler er opsamlet på 47 mm glasfiberfiltre mrk. Whatman GF/F. Filtrene er forinden blevet glødet i ovn i 2 timer ved  $200^{\circ}C$ , konditioneret ved  $23^{\circ}C$  og 50% relativ fugtighed (RH) i 12 timer, inden de er blevet vejet. Efter eksponeringen er filtrene blevet konditioneret i min. 12 timer ved  $23^{\circ}C$  og 50% RH, og derefter vejet og analyseret for organiske komponenter ved GC-MS.

Filteret var anbragt i en speciel filterholder, som var forbundet til en reciprotor pumpe med tilsluttet gasmåler.

Gasformige VOC forbindelser er udtaget på XAD2 filtre mrk. Supelco Orbo 43. VOC forbindelserne er udtaget i en delstrøm efter filteret ved et flow på 1,0 l/min. ved hjælp af en constantflow pumpe mrk. SKC.

Aldehyder er udtaget på silicagel filtre imprægneret med 2,4-dinitro-phenyl-hydrazin (DNPH) mrk. Supelco L<sub>p</sub>DNPH S10. Aldehyderne er udtaget i en delstrøm efter filteret ved et flow på 1,0 l/min. ved hjælp af en constantflow pumpe mrk. SKC.

VOC'er er udtaget på kulfiltre mrk. SKC 266-09. VOC'erne er udtaget i en delstrøm efter filteret ved et flow på 1,0 l/min. ved hjælp af en constantflow pumpe mrk. SKC.

Røgelsen vejes, inden de anbringes i forsøgsopstillingen, og prøveudtagnings-perioden er ca. 1 time.

Inden røgelsen blev anbragt i forsøgsopstillingen, har den været tændt 1 minut for at sikre en jævn forbrænding.

Der udføres dobbeltbestemmelse på alle analyser, og den relative standardafvigelse (RSD%) beregnes.

Detektionsgrænser for de forskellige teknikker vil være meget afhængig af, hvilke forbindelser der detekteres, og hvor store luftmængder der udtages. Ved opsamling af en kubikmeter luft vil detektionsgrænserne være som angivet i nedenstående skema.

Tabel 3.4 Detektionsgrænser og usikkerheden ved måling

Metode	Detektionsgrænse på metoden, m g pr. komponent	Detektionsgrænse Koncentration, m g/m <sup>3</sup>	Usikkerhed %
GC-MS, screening	0,1-0,5	--	--
GC-MS fast adsorbent	0,1-1	0,1-1	10
GC-MS (PAH)	0,002-0,01	0,002-0,01	10
HPLC fast adsorbent	0,03 – 0,1	0,03-0,1	10

Udvalgt røgelse til kvantitativ emissionsmåling og analyse

Baseret på head-space analyserne og i samarbejde med Miljøstyrelsen udvalgte 6 af de indkøbte røgelse til kvantitativ analyse af kemiske stoffer afgivet under afbrændingen af røgelse. De udvalgte typer er angivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.5 Prøver udvalgt til kvantitativ bestemmelse

Lab. nr. (ID nr.)	Type	Oprindelse	Duft
-------------------	------	------------	------

1	Top	indisk	lavendel
2	Pind	kinesisk	citron
4	Pind	tysk/indisk	ayurvedisk
8	Pind	Hong Kong	moskus
10	Pind	indisk	sali sai baba
12	Pind	japansk	cedar wood

Data på de undersøgte røgelsespinde/toppe

I nedenstående skema er anført specificerede informationer om: vægt af røgelsespind, brændetid for røgelsespind og temperatur i glød på røgelsespind.

Tabel 3.6 Specificerede data på de udvalgte røgelses til kvantitativ bestemmelse

Røgelse mrk.	Lab. nr	Vægt af 1 pind/top gram	Brændetid for 1 pind/top, minutter	Temperatur i glød ° C
Lavendel Top	1	1,07	25	340 - 360
Lemon pind	2	1,17	40	280 - 290
Ayurvedisk pind	4	0,98	36	300 - 320
Wild Musk	8	1,35	45	220 – 240
Sali Sai Baba	10	1,00	50	220 – 230
Cedar Wood	12	0,36	30	200 - 210

Resultaterne af den kvantitative emissionsmåling og analyse er vedlagt i [Bilag C](#).

I tabel 3.7 er resultaterne fra de enkelte forsøg resumeret. I tabellen er resultaterne for total aerosol gravimetrisk bestemt, total mængde flygtige organiske komponenter (TVOC) listet og summen af forureninger er lagt sammen. Da brændetiden varierer fra pind til pind er resultaterne opgivet dels som mg/time og dels som mg/røgelsespind eller mg/røgelsestop.

Tabel 3.7 Emission af aerosoler og gasser (TVOC: Total VOC)

Lab. nr.	Total aerosol mg/t	TVOC gas mg/t	Sum aerosol + gas mg/t	Total aerosol mg/pind	TVOC gas mg/pind	Sum aerosol + gas mg/pind
1	121,155	30,009	151,164	50,619	13,517	64,136
2	45,610	18,863	64,473	30,668	12,960	43,628
4	61,531	12,782	74,313	41,302	8,351	49,653
8	164,191	33,032	197,223	136,265	29,255	165,520

10	109,729	14,814	124,543	108,642	12,667	121,309
12	31,164	10,156	41,320	16,499	4,252	20,751

En vurdering af emissionen er foretaget i [kapitel 5](#).

Enkeltstoffer identificeret i den kvantitative analyse er vist i [Bilag B](#), sammen med deres klassifikation.

Det blev besluttet i samarbejde med Miljøstyrelsen ved et møde i november 2003 at foretage en sundhedsmæssig vurdering af effekten af følgende enkeltstoffer, som blev identificeret i den kvantitative analyse af emissionen ved afbrændingen:

Aldehyder:	Acetaldehyd
	Acrolein
	Formaldehyd
	Furfural
Aromatiske kulbrinter:	Benzen
	Styren
	Toluen
	Xylen
Andre:	Benzofuran
	4,4,-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl
	2,6-Dimethyl-7-octen-2-ol
	4-Methoxy-4-vinylphenol
	alfa-Terpineol
	Vanillin

## 4 Sundhedsvurdering

### 4.1 [Vurderingsgrundlag](#)

#### 4.1.1 [Metodegrundlag](#)

#### 4.1.2 [Gennemførelse af vurderinger](#)

### 4.1 Vurderingsgrundlag

Røgelsespinde er fremstillet ud fra en røgelsesmasse af tørret pulveriseret træ og urter, som er bundet sammen med et bindemiddel. Røgelsespinde indeholder eller er tilsat forskellige former for aromatiske (velduftende) eller stimulerende midler, som ofte er urter eller udtræk fra planter, træer mv.

Afbrænding af røgelsespinde giver anledning til en kraftig røg- og lugtudvikling. Da afbrændingen som hovedregel foretages i små lukkede rum, kan påvirkningen være massiv.

Da røgelsespinde ikke er deklarerede med, hvilke stoffer de er fremstillet af, kan røgen og de tilsatte stimulerende stoffer godt udgøre et sundhedsmæssigt problem.

Røgelsespinde kan købes i specialbutikker eller på Internettet. Deklarationerne går som regel på oprindelseslandet (Kina, Indonesien, Indien, osv.), hvilken aroma der er fremherskende eller hvilken effekt, aromaterne angives at have eller virke imod (hovedpine, stress el. lign.).

Efter de kvalitative analyser er gennemført, er foretaget en vurdering af de fremkomne resultater. Data om de enkelte stoffer i form af grænseværdier, effektniveauer, hvor der er fundet ingen effekt (NOAEL: no observed adverse effect level) eller et laveste effektniveau (LOAEL: lowest observed adverse effect level), eller andre relevante data er anvendt i det omfang, det var muligt at fremskaffe. Er data ikke fremskaffet er der som alternativ anvendt oplysninger fra analoge stoffer eller data baseret på strukturanalyse af det kemiske stof (QSAR: quantitative structure analysis relationship). Der er foretaget en sammenligning med EU's klassificeringskriterier.

Eksponeringen af forbrugeren er vurderet baseret på forbrugsscenarier. Principperne for vurderingerne er baseret på EU's reviderede Technical Guidance Document (TGD 2003) for risikovurderinger. De eksponerede forbrugere er under hensyntagen til realistisk worst case voksne med en legemsvægt på 70 kg og børn med en legemsvægt på 10 kg.

Den væsentligste eksponeringsvej for røgelsespindene anses for via inhalation (dvs. indånding af dampe og aerosoler).

Eksponeringen er afhængig af kontaktparametre såsom hyppighed og varighed af anvendelsen af produktet, mængden af produktet, der anvendes per gang, samt koncentrationen af de indgående stoffer. Da der oftest anvendes en røgelsespind af gangen, er der i forbrugsscenariet anvendt 1 røgelsespind afbrændt i et lokale med begrænset rumvolumen på 20 m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen. Røgelsespindenes brændetid varierer mellem 25-50 minutter (se tabel 3.6).

Til sammenligning af røgelsen er derfor anvendt eksponeringen ved afbrænding af én røgelsespind i et 20 m<sup>3</sup> rum beregnet som µg stof per røgelsespind (µg/røgelsespind) samt eksponeringen per time ved kontinuerlig afbrænding (µg/time).

Til vurdering af eksponeringens størrelse, er der opstillet, ud fra de målte emissioner, forskellige scenarier ved hjælp af en boxmodel, (standardlokale på 20 m<sup>3</sup>, med et friskluftskifte på 0,5 gange/time). Disse er gennemgået i et kapitel for sig.

#### 4.1.1 Metodegrundlag

For de kemiske stoffer, der er fundet afgivet fra røgelsen, er det vurderet, hvilke der umiddelbart var de mest interessante. Udvælgelsen er foretaget efter aftale med Miljøstyrelsen. Data for de enkelte stoffer er herefter fremskaffet fra tilgængelige kilder med henblik på en farevurdering baseret på kendte oplysninger fra tidligere udarbejdede danske og udenlandske monografier osv. De fundne data for toksicitet er herefter sammenholdt med de skønnede koncentrationer i de anvendte scenarier.

Der er anvendt metoder, der ligger så tæt på de metoder, der anbefales i forbindelse med risikovurderinger i EU (dvs. Technical Guidance Document, TGD, 2003). I TGD estimeres den potentielle risiko for forbrugeren som forholdet mellem den skønnede koncentration af stoffet ved eksponering og den skønnede koncentration, hvor der ikke forventes at være nogen skadelig effekt (NOAEL: no observed adverse effect level). NOAEL baseres ofte på data fra pattedyr, som ikke er mennesker, typisk rotter, mus og kaniner. Derfor er det nødvendigt at indføre en usikkerhedsfaktor (SF) til at dække eventuelle forskelle fra andre pattedyr til mennesket. Det kan udtrykkes enten ved

direkte at indføre en fast usikkerhedsfaktor eller ved at udtrykke sikkerhedsmarginen (MOS: Margin of safety), som udtryk for om afstanden til det skadelige niveau er tilstrækkelig. Dvs. typisk foretrækkes en MOS >100.

Usikkerhedsfaktoren er fortolket som en sikkerhedsmargin, der anvendt på NOAEL giver en værdi, under hvilken eksponering antages at være uden væsentlig sundhedsrisiko. Usikkerhedsfaktoren er traditionelt sammensat af en faktor 10 for ekstrapolering mellem arter (dyr til menneske: interspecies variation), en anden faktor 10 for at beskytte de mest følsomme individer af populationen, f.eks. børn (intraspecies variation). En tredje faktor anvendes afhængig af datagrundlaget og kan variere, f.eks. 10, hvis der anvendes LOAEL (lowest observed adverse effect level) i stedet for NOAEL. Den samlede usikkerhedsfaktor beregnes som et produkt af alle tre faktorer.

Effektniveauet divideret med usikkerhedsfaktoren eller vurderingsfaktoren anvendes til at vurdere, om der er grund til bekymring ("concern level"), eller om en yderligere nærmere undersøgelse af metodik eller data er nødvendig. Det vil sige, at man kan vælge at udtrykke sig på basis af koncentration divideret med SF eller MOS (mennesker).

Den klassifikation, der er godkendt i Danmark (Miljøministeriet 2002), som er en implementering af Den Europæiske Unions klassificering (28. tillæg til EU direktiv 67/548/EEC), er anvendt ved vurderingen. Til vurdering af de enkelte stoffer er anvendt de grænseværdier, der er gældende for arbejdsmiljø i Danmark (Arbejdstilsynet 2002) med en sikkerhedsfaktor på 100. Sikkerhedsfaktoren er afledt ved en omregning fra eksponeringen i arbejdsmiljøet 8 timer om dagen i en uge på 5 dage til 24 timer om dagen i 7 dage (dvs.  $24/8 \text{ (timer)} \cdot 7/5 \text{ (dage)} = 4,2$ ), en ekstra sikkerhedsfaktor på 10 for følsomme individer samt en ekstra faktor på 2, i alt ca. 100. Det vil sige, der er anvendt en sikkerhedsmargin på 100.

Arbejdstilsynets grænseværdi gælder kun, hvor de kemiske stoffer indgår i produktionen. Grænseværdierne er baseret på 8 timers tidsvægtet gennemsnit (en arbejdsdag). Det er vigtigt at notere sig, at grænseværdien ikke omfatter forbrugeren i eget hjem.

Andre mål for sundhedsvurdering, der blev inddraget, var:

- ADI: Acceptable Daily Intake. En værdi der er beregnet ud fra NOAEL af et officielt organ som en acceptabel daglig indtagelse (mg/kg legemsvægt/dag). ADI er som regel baseret på kemiske stoffer i fødevarer.
- B-værdi: Bidrags værdien: Defineret i Miljøstyrelsen 2002 som en virksomheds samlede maksimalt tilladelige bidrag til luftforureningen udenfor virksomhedens område.
- RfC Reference concentration. RfC er en inhalations reference koncentration baseret på antagelsen af, at der er en grænseværdi for visse toksiske effekter. Den er baseret på NOAEC fra inhalationsstudier af subkronisk eller kronisk karakter og inkluderer usikkerhedsfaktorer. Den opgives i  $\text{mg}/\text{m}^3$ .
- RfD Reference dosis. RfD er en oral reference dosis baseret på antagelsen af, at der er en grænseværdi for visse toksiske effekter. Den er baseret på NOAEL fra subkroniske eller kroniske studier med oral indgift og inkluderer usikkerhedsfaktorer. Den opgives i mg/kg legemsvægt/dag.
- TDI: Tolerable Daily Intake eller Tolerabel Daglig Indtag. Samme som ADI men som regel baseret på kemiske forureninger.



#### 4.1.2 Gennemførelse af vurderinger

##### Effektniveau

Effektniveauet for de enkelte røgelsers er baseret på vurderinger af enkeltstoffer. De etablerede danske grænseværdier er anvendt, hvis de findes. Findes der ingen danske grænseværdier, er der anvendt udenlandske grænseværdier med beskrivelse af baggrund, hvis den kunne findes.

De anvendte grænseværdier for de målte stoffer er angivet i [Bilag B](#) sammen med klassifikationen.

Indendørs luftkvaliteten er afhængig af mange faktorer (ventilation, temperatur, osv.), samt mange kilder. I denne rapport er der alene taget hensyn til bidraget fra røgelsers, men det bør erindres, at andre kilder til samme kemiske stoffer, kan eksistere i hjemmet (rygning, madlavning, afdampninger fra malinger, lakker, tæpper, osv.).

Eksponeringen af forbrugeren i hjemmet er ud over koncentrationen i indendørsluften også afhængig af eksponeringstiden. Da den kan variere betydeligt, er der her gået ud fra en maksimal eksponering på 1 time. Til gengæld er ventilation inddraget med et antaget luftskifte i scenarierne på 0,5 i timen, dvs. at ca. halvdelen af luften udskiftes hver time.

##### Indånding

Eksponering for stoffet ved inhalation kan forekomme fra inhalation af gasser og aerosoler. Gasserne er opfanget på XAD2 og DNPH og aktiv kulfiltre. Aerosolerne er opfanget på Whatman Glafiberfiltre, som også fanger røg, sod osv.

Eksponeringsperioden kan teoretisk strække sig fra erhvervelsen eller indkøbet af røgelsen, til de anvendes. De stoffer forbrugeren udsættes for i opbevaringsperioden kan tilnærmelsesvis antages at være de stoffer, der er fundet i "head-space" analyserne, [Bilag A](#).

Eksponering ved inhalation er udtrykt som koncentrationen af det kemiske stof i luften i indåndingszonen og udtrykkes som en gennemsnitskoncentration over en referenceperiode, f.eks. 8 timer for arbejdsmiljø. For forbrugeren af røgelse kan eksponeringstiden være fra den tid, som én røgelsesenhed er om afbrændingen, til væsentlig længere tid, hvis mere røgelse afbrændes, samt tiden til alle afgivelsesprodukter er ventileret ud af rummet/hjemmet.

Til estimering af eksponering via indånding skal man kende inhalationsraten, rummets størrelse og frigivelsesraten af stoffet til rummet eller koncentrationen i lokalet.

Inhalationsraten for en gennemsnits voksen person sættes til 20 m<sup>3</sup>/dag svarende til 0,83 m<sup>3</sup>/time (standard i TGD 2003) og for et barn til 3 m<sup>3</sup>/dag svarende til 0,125 m<sup>3</sup>/time.

Koncentrationen i lukkede rum må antages at være større end i ventilerede. Til beregning af koncentrationen i rum antages, at stoffet frigives med det samme til hele rummet og er homogent fordelt. Standardrummets størrelse er sat til 8 m<sup>2</sup> og højden 2,5 meter, dvs. rummets volumen er 20 m<sup>3</sup>.

Koncentrationen i inhaleret luft kan så beregnes efter formlen

$$C_{inh} = \frac{Q_{prod} \times Q_{air}}{V_{room}} \quad (mg/m^3)$$

$C_{inh}$

Koncentration i inhaleret luft

mg/m<sup>3</sup>

$Q_{\text{prod}}$	Mængde af røgelse(produkt) anvendt i rummet	g	
$Q_{\text{air}}$	Mængde afgivet stof i rummet fra røgelsen	mg/g	
$V_{\text{room}}$	Volumen af rummet	$\text{m}^3$	Anvendt: $20 \text{ m}^3$

Mængden af inhaleret stof er så (TGD 2003):

$$I_{\text{inh}} = \frac{F_{\text{resp}} \times C_{\text{inh}} \times Q_{\text{inh}} \times T_{\text{contact}}}{BW} \times N_{\text{event}} \quad (\text{mg/kgBW/day})$$

$I_{\text{inh}}$	Mængde stof inhaleret	mg/kg lgv/d	
$F_{\text{resp}}$	Inhalerbare eller respirable fraktion af stoffet		sættes til 1 (dvs. 100%)
$C_{\text{inh}}$	Koncentration i luft	$\text{mg/m}^3$	
$Q_{\text{inh}}$	Inhalationrate for voksen	$\text{m}^3/\text{time}$	(voksen: $0,83 \text{ m}^3/\text{time}$ )
$T_{\text{contact}}$	Varighed af eksponering	timer	
$N_{\text{event}}$	Antal gange		(normalt per dag)
$BW$	Legemsvægt (Body weight)	kg	(Normalt anvendt: Voksen: 70 kg Barn: 10 kg)

Som udgangspunkt er som omtalt anvendt et scenario med et rum af størrelsen  $20 \text{ m}^3$ . Rumstørrelsen er bevidst antaget lille af hensyn til realistisk "worst case", men med en luftskifte på 0,5 gange i timen.

Til gengæld kunne der argumenteres for, at røgelsen ikke fordeler sig jævnt eller med det samme. Et scenarie med et luftvolumen på  $2 \text{ m}^3$  omkring den eksponerede person ville måske være mere realistisk. Men en sådan høj koncentration ville antagelig være kortvarig og give store variationer i eksponeringen. Det er derfor valgt at fastholde en fordeling i de  $20 \text{ m}^3$  som et rimeligt højt "gennemsnit" for, hvad der forventes at være normalt under anvendelsen af én røgelsesenhed (røgelsesvind eller -top), som kan vare 25-50 minutter.

#### Produktvurdering

En sammenligning af enkeltprodukter var ikke formålet med denne undersøgelse. Kortlægningen skulle fokusere på, hvilke stoffer der kunne mødes i et repræsentativt udsnit af røgelsestyper, og hvorvidt der kunne forventes problemer for forbrugeren af røgelse.

Et forsøg på en sammenligning er alligevel forsøgt med henblik på variationsbredden. Da man ved sammenligning skal have en fælles enhed, og effekterne fra de indgående stoffer er vidt forskellige, er der anvendt en sammenligning baseret på emissionen af flygtige organiske forbindelser (VOC: Volatile Organic Compounds) og aerosol dannelsen. Aerosoldannelsen udtrykker mængden af partikulært materiale, der afgives ved afbrændingen. Der henvises til [kapitel 5](#).

## 5 Vurdering af emission

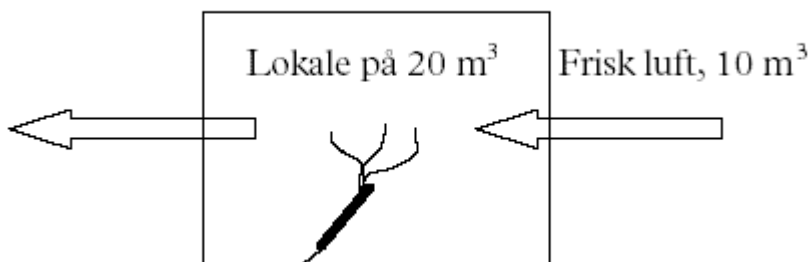
Til vurdering af, hvor høje forureninger der vil opstå i lokaler, hvor røgelse afbrændes, kan benyttes en simpel teoretisk boxmodel. Man anvender et lokale med kendt størrelse og et kendt friskluftskifte.

I beregningerne i denne rapport er følgende forudsætninger fulgt:

Lokalestørrelse:  $20 \text{ m}^3$

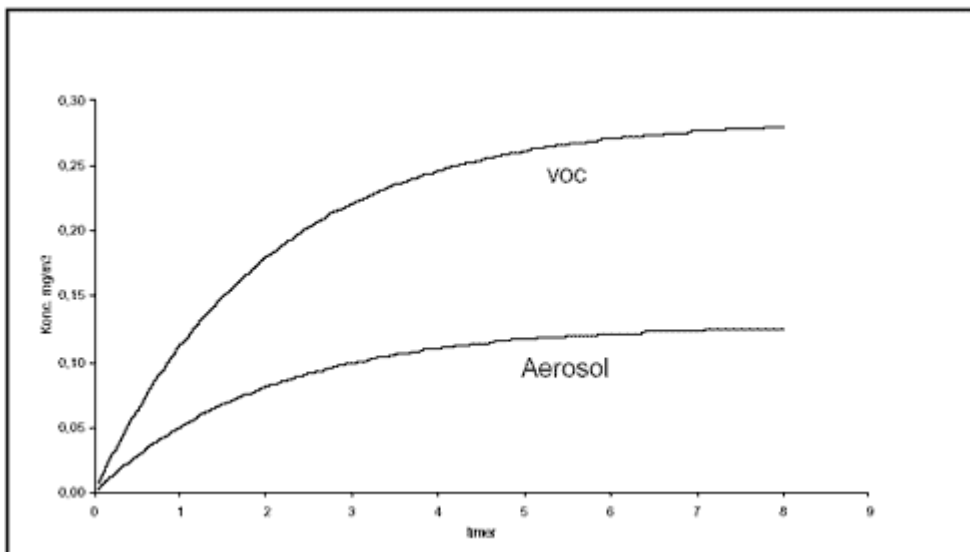
Friskluftskifte: 0,5 gang per time, dvs.  $10 \text{ m}^3/\text{t}$

Det forudsættes, at den tilførte luft er helt uden forureninger, og at den udviklede forurening er homogent opblandet i lokalet. I figur 6.1 er modellen vist.



Figur: 5.1: Boxmodel

Når røgelse afbrændes, vil koncentrationen af forurening gradvist vokse, indtil der efter typisk få timer opnås en ligevægtskoncentration, hvor der fra røgelsen afgives ligeså store forureninger, som bortventileres fra rummet. Forløb som vist i figur 5.2 vil være normalt, hvis forureningsafgivelsen er konstant.



Figur 5.2 Teoretisk udvikling af luftkoncentrationen af aerosoler og VOC i rum på  $20 \text{ m}^3$  med luftskifte på 0,5 gange i timen, som defineret i teksten

Ved afbrænding af røgelse forudsættes det, at der kun afbrændes en pind/top i lokalet. Brændetiden for de undersøgte produkter ligger mellem 25 og 50 minutter. Forureningsforløbet i lokalet er vist for alle røgelse i Bilag C. Nedenfor er vist eksempler på grafer for henholdsvis den laveste og højeste afgivelse af forureninger.

I tabel 5.1 er resultaterne fra de enkelte forsøg listet. I tabellen er resultaterne for total aerosol gravimetrisk bestemt, total mængde flygtige organiske komponenter (TVOC) listet og summen af forureninger er lagt sammen. Da brændetiden varierer fra pind til pind er resultaterne opgivet dels som mg/time og dels som mg/røgelsespind eller mg/røgelsestop.

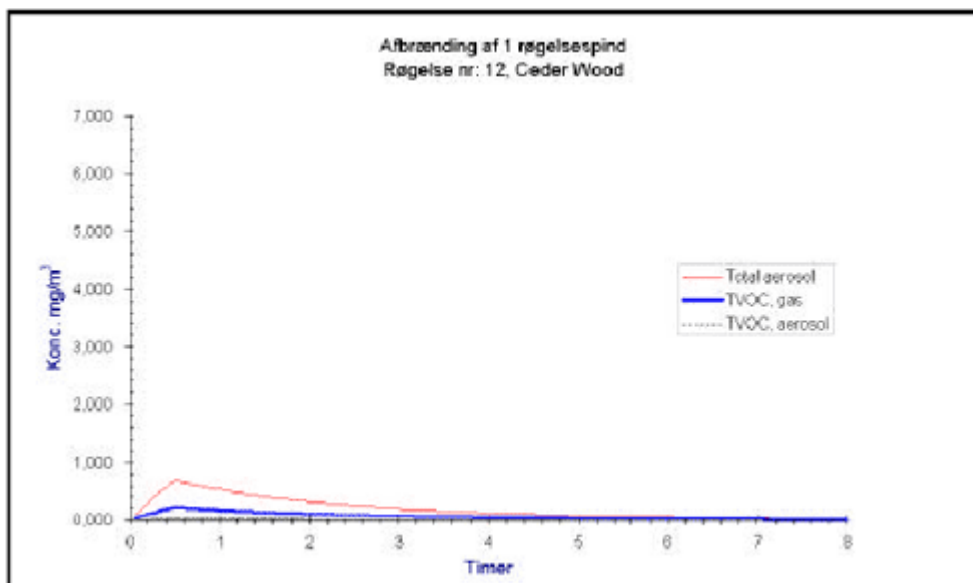
Tabel 5.1 Emission af aerosoler og gasser (TVOC: Total VOC)

Lab. nr.	Total aerosol mg/t	TVOC gas mg/t	Sum aerosol + gas mg/t	Total aerosol mg/pind	TVOC gas mg/pind	Sum aerosol + gas mg/pind
1	121,155	30,009	151,164	50,619	13,517	64,136
2	45,610	18,863	64,473	30,668	12,960	43,628
4	61,531	12,782	74,313	41,302	8,351	49,653
8	164,191	33,032	197,223	136,265	29,255	165,520
10	109,729	14,814	124,543	108,642	12,667	121,309
12	31,164	10,156	41,320	16,499	4,252	20,751

Af tabel 5.1 ses det, at den totale forurening fra røgelsen per enhed (røgelsespind eller –top) varierer mellem 41 og 197 mg/time (henholdsvis Lab. nr. 12 og 8). Variationen mellem de udvalgte røgelsespinde var således ret voldsom.

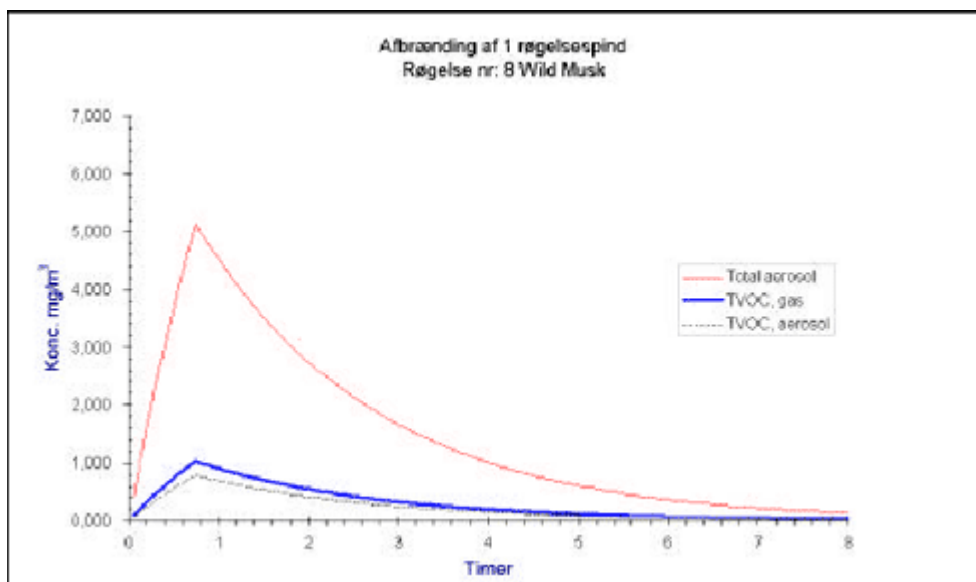
Emissionen mg/t er anført for at kunne sammenligne emissionerne fra de undersøgte produkter. Emissionen mg/pind eller – top er anført for at kunne beregne den forurening, der vil opstå i et lokale (boksmodellen).

I nedenstående diagrammer er vist eksempler på boksmodellens beregninger af koncentrationsforløbet for de målte emissioner fra røgelsespinde. Emissionen fra røgelsespind nr. 12 er vist som eksempel på den laveste målte emission (figur 5.3). Til sammenligning er vist resultaterne fra afbrændingen af røgelsespind nr. 8, som afgav den størst målte emission af de udvalgte røgelsespinde (figur 5.4).



Figur 5.3 Eksempel på forureningsudvikling fra den røgelse der gav mindst aerosol og VOC afgivelse

I figur 5.3 ses, at den maksimale aerosolkoncentration fundet til  $0,69 \text{ mg/m}^3$ . Total VOC (TVOC) blev fundet til  $0,22 \text{ mg/m}^3$ . Der er anvendt samme skala som i næste figur (figur 5.4) af hensyn til sammenligneligheden.



Figur 5.4 Eksempel på forureningsudvikling fra den røgelse, der gav størst aerosol og VOC afgivelse

I figur 5.4 ses, at den maksimale aerosolkoncentration blev fundet til  $5,13 \text{ mg/m}^3$  og TVOC blev fundet til  $1,03 \text{ mg/m}^3$ .

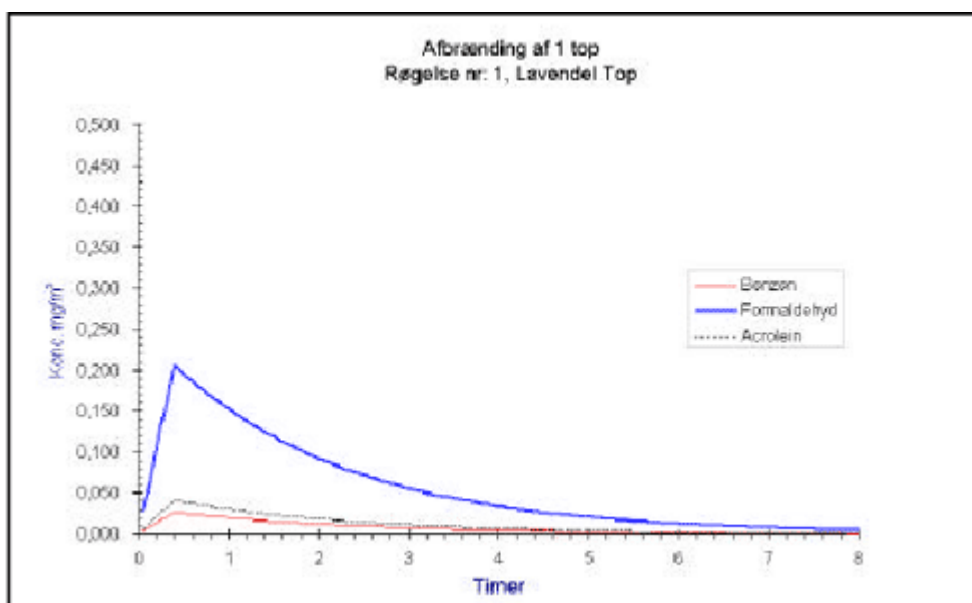
Aerosol-andelen ved de gennemførte forsøg udgør mellem 70 og 88% af den totale forurening (se tabel 5.1).

Aerosolerne består af en blanding af organisk og uorganisk materiale, såsom VOC, harpiks, aske, sod mv. En del af VOC'erne er blevet identificeret, se bilag C.

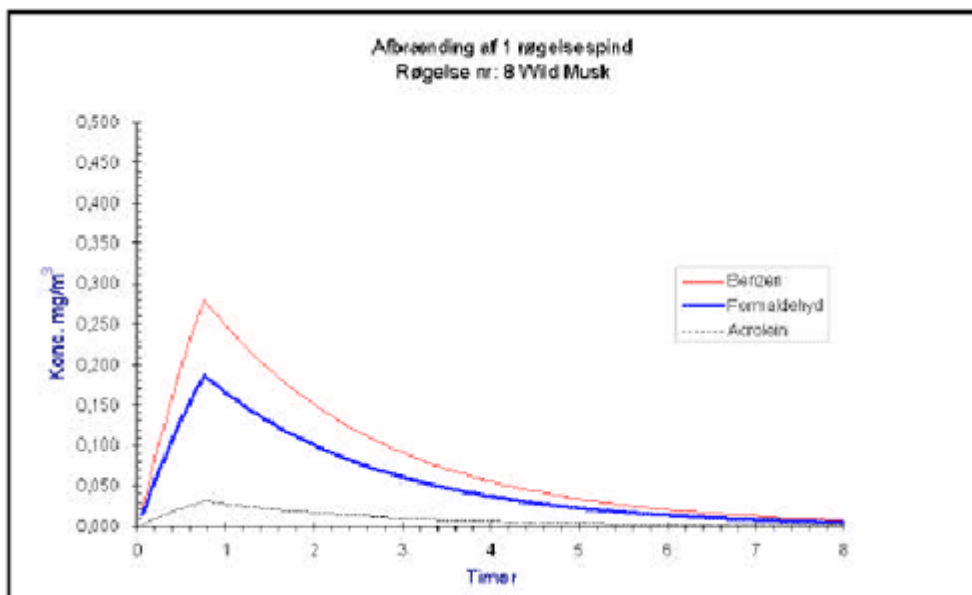
Den gasformige forurening består af VOC'er. Der er fundet et meget stort antal forskellige forbindelser (se [bilag B](#)). En del af disse VOC'er er klassificeret som meget farlige ved indånding (f.eks. acrolein), mulig kræftfremkaldende (f.eks. formaldehyd) til kræftfremkaldende (benzen). Disse forbindelser er fundet i høje til meget høje mængder i alle forsøgene (se tabel 5.2), hvorfor vi har vist forløbet af koncentrationsudviklingen for Lab. nr. 1 i figur 5.5 og Lab. nr. 8 i figur 5.6 af disse forbindelser i et kendt lokale (boksmodellen) over en 8-timers periode.

Tabel 5.2 Emission af benzen, formaldehyd og acrolein

Lab. nr.	Benzen mg/t	Formaldehyd mg/t	Acrolein mg/t	Benzen mg/pind	Formaldehyd mg/pind	Acrolein mg/pind
1	1,48	11,35	2,27	0,62	5,28	1,06
2	1,46	1,77	0,96	0,98	1,27	0,69
4	1,11	4,40	1,05	0,75	2,82	0,68
8	8,98	5,98	1,00	7,45	5,92	0,99
10	0,70	6,06	1,74	0,69	4,83	1,39
12	0,50	3,42	0,65	0,27	1,19	0,23



Figur 5.5 Koncentrationsforløbet ved afbrænding af én røgelsestop som eksempel på høj formaldehyd-koncentration



Figur 5.6 Koncentrationsforløbet ved afbrænding af én røgelsespind som eksempel på høj benzenkoncentration.

Grænseværdier jf. Arbejdstilsynets grænseværdiliste AT vejledning C.0.1 Oktober 2002 er følgende:

Stof	Grænseværdi (GV) mg/m <sup>3</sup>	svarende til (µg/m <sup>3</sup> )
Benzen	1,7	1700
Formaldehyd	0,4	400
Acrolein	0,12	120
Organisk støv total (Aerosoler)	3	3000

Acrolein blev maksimalt målt til 59 µg/m<sup>3</sup> (lab. nr. 10).

Formaldehyd blev maksimalt målt til 205 µg/m<sup>3</sup> (lab.nr. 8).

Benzen blev maksimalt målt til 281 µg/m<sup>3</sup> (lab.nr.8).

Baseret på en række målinger foretaget bl.a. af Teknologisk Institut er typiske niveauer af nævnte forbindelser målt indendørs i boliger til:

Stof	Indendørsniveauer mg/m <sup>3</sup>	Indendørsniveauer µg/m <sup>3</sup>
Benzen	0,003 – 0,01	3 – 10
Formaldehyd	0,03 – 0,05	30 – 50

Acrolein	< 0,001	< 1
TVOC	0,10 – 0,50	100 – 500
Organisk støv total (Aerosoler)	0,05 – 0,10	50 – 100

Grænseværdien for aerosoler (organisk støv, totalt) er sat til 3 mg/m<sup>3</sup> (Arbejdstilsynet 2002). Denne værdi er gældende for produktionsvirksomheder. For almindelige hjem ligger typiske værdier på 0,05-0,10 mg/m<sup>3</sup> hos ikke-rygere og typisk på 0,3-0,5 mg/m<sup>3</sup> hos rygere. Det vil sige, at de maksimalt fundne aerosolkoncentrationer med begge beregningsmetoder (per pind og per time, se tabel 5.3) overstiger grænseværdien i lab. nr. 1, 8 og 10 med hensyn til mg/m<sup>3</sup>/time og for lab. nr. 8 og 10 med hensyn til mg/m<sup>3</sup>/røgelsespind, hvilket må anses for uacceptabelt for indendørsklima.

Tabel 5.3 Maksimale koncentrationer beregnet med boksmodellen for henholdsvis afbrænding i én time og én røgelsespind

Lab. nr.	Aerosol Max. konc. mg/m <sup>3</sup> /time	TVOC Max. konc. mg/m <sup>3</sup> /time	Aerosol Max. konc. mg/m <sup>3</sup> /pind	TVOC Max. konc. mg/m <sup>3</sup> /pind
1	4,77	0,48	2,20	0,22
2	1,79	0,47	1,27	0,34
4	2,42	0,29	1,59	0,19
8	6,46	0,99	5,13	0,78
10	4,32	1,08	3,80	0,95
12	1,23	0,03	0,69	0,02

Kurver over koncentrationsforløb og for aerosolværdier for ikke viste røgelses kan findes i [Bilag C](#).

Baseret på boksmodellen vil det tage op til 8 timer, før koncentrationen af aerosoler er nået ned på et typisk indendørsniveau.

Baseret på boksmodellen, vil det tage op til 6-8 timer, før koncentrationsniveauet for acrolein er nået ned på et typisk indendørsniveau.

Baseret på boksmodellen, vil det tage op til 4 timer før, koncentrationsniveauet for formaldehyd er nået ned på et typisk indendørsniveau.

Baseret på boksmodellen, vil det tage op til 8 timer før, koncentrationsniveauet for benzen er nået ned på et typisk indendørsniveau.

Det må konkluderes, at afbrænding af røgelse kan medføre betydelige forøgelse af forureningen af luften, når røgelsen afbrændes indendørs.



### Vurdering af aerosolmængde fra røgelse sammenlignet med cigaretrøg

Den totale aerosol mængde fra afbrænding af røgelse kan sammenlignes med den totale aerosol mængde, der dannes, når en cigaret afbrænder i et askebæger.

Aerosol mængden fra en Prince cigaret er målt, og mængderne er beregnet i nedenstående skema med følgende (målte) forudsætninger:

Brændetid for 1 cigaret: 15 min.

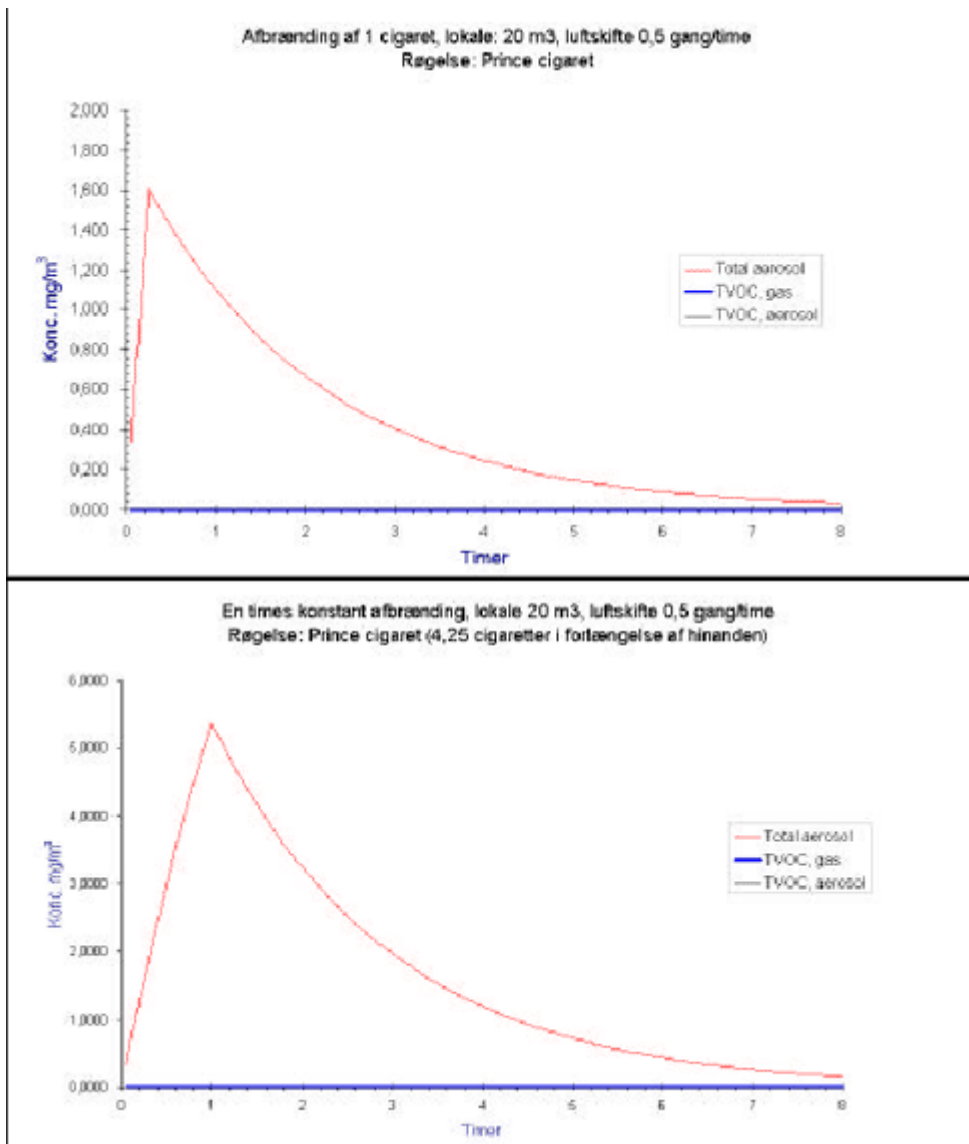
Aerosolmængde: 34,1 mg

Tabel 5.4 Skemaet viser aerosolemissionen hhv. pr. pind og pr time samt max koncentrationen der vil opstå i et lokale på 20 m<sup>3</sup> med et friskluftskifte på 0,5 gang/time. (boksmodellen).

Lab. nr	Emission mg/pind	Emission mg/time	Max. konc. mg/m <sup>3</sup> /time	Max. konc. mg/m <sup>3</sup> /pind	Svarer til antal Prince cigaretter
1	50,6	121,2	4,77	2,20	1,5
2	30,7	45,6	1,79	1,27	0,9
4	41,3	61,5	2,42	1,59	1,2
8	136,3	164,2	6,46	5,13	4,0
10	108,6	109,7	4,32	3,80	3,2
12	16,4	31,2	1,23	0,69	0,5
Prince cigaret	34,1	136,4	5,40	1,60	

Af skemaet ses det, at der er meget stor forskel på røgmængden fra de enkelte røgelsespinde. Lavest er lab. nr. 12 og højest er lab. nr. 8. Sammenlignes røgmængden fra afbrænding af en røgelsespind/-top med cigaretrøg, varierede den afgivne mængde fra røgelse til mellem 0,5 og 4 cigaretter (resultaterne som listet i den sidste kolonne opgivet i antal cigaretter).

Figur 5.7 viser forløbet af aerosol emission ved afbrændingen af 1 cigaret, der ruger sig selv op i askebæger på måde, der er sammenlignelig med røgelsesafbrænding.



Figur 5.7  
 Øverst: Aerosol emission fra afbændingen af én cigaret (liggende i askebæger)  
 Nederst: aerosol emission fra én times konstant afbænding af cigaretter.

## 6 Stofvurderinger

### 6.1 [Aldehyder](#)

#### 6.1.1 [Acetaldehyd](#)

#### 6.1.2 [Acrolein](#)

#### 6.1.3 [Formaldehyd](#)

#### 6.1.4 [Furfural](#)

#### 6.1.4.1 [Samlet vurdering](#)

### 6.2 [Aromatiske kulbrinter](#)

#### 6.2.1 [Benzen](#)

#### 6.2.2 [Styren](#)

6.2.3 [Toluen](#)

6.2.4 [Xylen](#)

### 6.3 [Andre aromater \(og benzylderivater\)](#)

6.3.1 [Benzofuran](#)

6.3.2 [4,4-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl \(4,4'-bi-o-toluidin\)](#)

6.3.3 [2-Methoxy-4-vinylphenol](#)

6.3.4 [Vanillin](#)

### 6.4 [Terpenoider](#)

6.4.1 [alpha-Terpineol](#)

6.4.2 [3,7-Dimethyl-7-octen-2-ol](#)

### 6.5 [Opsamling](#)

I dette afsnit er de specifikke kemiske stoffer, som blev udpeget af Miljøstyrelsen som særligt interessante i denne forbindelse, blevet vurderet. Det drejer sig om:

Aldehyder:	Acetaldehyd Acrolein (Acrylaldehyd) Formaldehyd Furfural
Aromatiske kulbrinter:	Benzen Styren Toluen Xylen
Andre aromater:	Benzofuran 4,4-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl Vanillin
Terpener:	2,6-Dimethyl-7-octen-2-ol 2-Methoxy-4-vinylphenol alfa-Terpineol

Vurderingen er baseret på de principper og metoder, som er omtalt i forrige afsnit. Vurderingerne afsluttes for hvert enkelt stof med en vurdering af, om de potentielt kunne tænkes at udgøre et problem for forbrugeren af røgelse med de variationer, der er fundet i de udvalgte eksempler på røgelse.


#### 6.1 Aldehyder

Aldehyder er typisk fordampelige organiske stoffer, der er karakteriseret ved deres irriterende egenskaber. Aldehyder irriterer hud, øjne og de øvre luftveje. Især alifatiske aldehyder med lav molekylvægt, halogenerede alifatiske aldehyder og umættede aldehyder er irriterende. Slimhinder i næse, mund og øvre luftveje kan påvirkes. Virkningen kan være en sviende fornemmelse, øget vejrtræknings-hastighed, kvælningssvimmelhed og hoste. Øjnene løber i vand, og ansigtshuden føles varm.

Ved lave eksponeringer vil ubehaget ophøre efter få minutter (5-10 minutter), hvis eksponeringen ophører, men fornemmelserne vil komme igen, hvis eksponering sker igen efter afbrydelsen (Clayton og Clayton 1981).

### 6.1.1 Acetaldehyd

Identifikation af stoffet

Navn	Acetaldehyd
CAS nr.	75-07-0
EINECS nr.	200-836-8
Molekylformel	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
Molekylstruktur	
Molekylvægt	44,05 g/mol
Synonymer	Ethylaldehyd Ethanal Acetic aldehyde

Smeltepunktet er -123°C. Kogepunktet er 20,1°C. Vandopløseligheden er høj (blandbart) til 10<sup>6</sup> mg/l ved 25°C (Riddick et al. 1986). Damptrykket er 120,2 kPa ved 25°C (902 mmHg, Boublik et al. 1984). Octanol/vand fordelingskoefficienten er målt til log Kow 0,5 (Sangster 1989).

### Klassifikation

Acetaldehyd er klassificeret i Listen over farlige stoffer (Miljøministeriet 2002).

Fx;R12	Yderst brandfarlig
Carc3;R40	Mulighed for kræftfremkaldende effekt
Xi;R36/37	Lokalirriterende. Irriterer øjnene og åndedrætsorganerne

### Oprindelse

Acetaldehyd bruges i produktionen af en lang række kemiske stoffer.

Acetaldehyd kan også dannes ved forbrændings processer fra benzin, diesel og organisk materiale. Sidstnævnte kan bidrage til en forklaring af fund i alle røgelsestyper ved afbrænding.

### Sundhed

Der er fundet en del data for akut giftighed. Af dem kan nævnes:

Akut oral rotte	LD <sub>50</sub>	660 mg/kg	IPCS: 1995
Akut oral, mus	LD <sub>50</sub>	1230 mg/kg	IPCS 1995
Akut inhalation, rotte	LC <sub>50</sub> , 0,5 t	38000 mg/m <sup>3</sup>	Appleman et al. 1982

Akut inhalation, rotte LC<sub>50</sub>, 4 t 24000 mg/m<sup>3</sup> Appleman et al. 1982

Akut eksponering for acetaldehyddampe kan give irritation af øjne, hud og i halsen. Langtids eller kronisk eksponering er påvist at skade luftvejene hos rotter. Hos hamstere er det vist, at kronisk eksponering gav ændringer i næseslimhinder og øvre luftveje, væksthæmning og forøget nyrevægt (IPCS 1995).

I et forsøg med mennesker, hvor frivillige blev udsat for forskellige koncentrationer af acetaldehyd i luft, blev det fundet, at en koncentration på 45 mg/m<sup>3</sup> ikke medførte irritation (IPCS 1995).

Af studier med længere tids eksponering er der fundet et irritationforsøg med rotter, hvor rotterne blev eksponeret for acetaldehyd i 6 timer per dag, 5 dage om ugen i 4 uger. NOAEL var 273 mg/m<sup>3</sup> (Appleman et al. 1986).

Der er observeret et forøget antal næse-tumorer i rotter og strubetumorer i hamstere efter eksponering for acetaldehyd ved inhalation. Acetaldehyd blev derfor af IARC klassificeret i gruppe 2B: Mulig human carcinogen på basis af tilstrækkelig evidence for carcinogenicitet i dyreforsøg og utilstrækkelig evidence for mennesker (IARC 1999).

Acetaldehyd kan have effekt på centralnervesystemet, åndedrætsorganer og nyrer, hvilket kan bevirke en alkohol lignende forgiftning og en sænkning af bevidstheden. Effekten kan være forsinket.

#### Grænseværdier

Grænseværdien for arbejdspladser er 25 ppm svarende til 45 mg/m<sup>3</sup> med bemærkning LK. L markerer, at grænseværdien er en loftværdi, som ikke på noget tidspunkt må overskrides. K betyder, at stoffet er optaget på listen over stoffer, der anses for at være kræftfremkaldende (Arbejdstilsynet 2002).

Baseret på irritation hos mennesker vurderes en tolerabel koncentration til  $45 \text{ mg/m}^3 / 20 = 2 \text{ mg/m}^3 = 2000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , hvor ingen effekter blev observeret hos frivillige og 20 er usikkerhedsfaktoren (10 intraspecies variation og 2 for ringe kvalitet (IPCS 1995).

Baseret på 4 ugers rotte irritationsstudiet (Appleman et al. 1986) var NOAEL 273 mg/m<sup>3</sup> og en usikkerhedsfaktor på 1000 (10 for interspecies, 10 for intraspecies og 10 for ikke-kronisk studie) og alvorligheden af effekten (carcinogenicitet) fås en tolerabel koncentration på  $0,3 \text{ mg/m}^3 = 300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (IPCS 1995)

Referencekoncentrationsværdien (RfC) er af US-EPA fastsat til 9  $\mu\text{g/m}^3$  baseret på degeneration af lugteepitelet. NOAEL var 273 mg/m<sup>3</sup>. Eksponeringen var 6 timer om dagen i 5 dage/uge i 4 uger (Appleman et al. 1986). Omregnet til 24 timers eksponering/dag i 7 dage om ugen fås:  $273 \cdot 6/24 \cdot 5/7 = 48,75 \text{ mg/m}^3$ . Korrigeres for indåndingsraten for rotter på 0,17 m<sup>3</sup>/dag for rotter og 20 m<sup>3</sup>/dag for mennesker samt for eksponeringsarealet i de øvre dele af lungerne på 11,6 cm<sup>2</sup> hos rotter og 177 cm<sup>2</sup> hos mennesker fås:  $48,75 \cdot 0,17/20 \cdot 177/11,6 = 8,7 \text{ mg/m}^3$  (NOAEL, HEC - human equivalent concentration). Med en usikkerhedsfaktor på 1000 (10 for intra- og 10 for interspecies samt 10 for korttidseksponering) ekstrapoleret til kronisk fås en RfC

værdi på  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (US-EPA, IRIS 1991).

#### Optagelse

Acetaldehyd optages i kroppen ved inhalation (IPCS 1995). Der er ikke fundet værdier, og derfor antages en 100% optagelse.

#### Vurdering

Ved indånding er der taget udgangspunkt i afbrænding af 1 røgelsestop og ved afbrænding i én time i et lukket rum på  $20 \text{ m}^3$ .

Regneeksempel:

$$C \text{ inhalation} = 4478 / 20 = 224 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ (røgelse ID nr. 8)}$$

De øvrige eksponeringskoncentrationer er beregnet i boxmodellen med luftudskiftning 0,5 gange i timen (tabel 5.1).

#### Voksen

$$\text{Inhalation, 1 stk} = (141 \cdot 0,83 \cdot 1) / 70 = 1,67 \mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{dag} \text{ (ID nr. 8)}$$

$$\text{Inhalation, 1 time} = (276 \cdot 0,83 \cdot 1) / 70 = 3,27 \mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{dag} \text{ (ID nr. 1)}$$

#### Barn

$$\text{Inhalation, 1 stk} = (141 \cdot 0,125 \cdot 1) / 10 = 1,76 \mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{dag} \text{ (ID nr. 8)}$$

Tabel 6.1 Emission, luftkoncentration og optagelse ved indånding af acetaldehyd

ID nr.	Emission		C Inh. 1 stk i rum	C <sub>max</sub> inh, 1 stk, incl vent.	C <sub>max</sub> inh, 1 time incl vent.	Inhalation, 1 stk, voksen	Inhalation, 1 stk, barn	Inhalation, 1 time
	$\mu\text{g}/\text{enhed}$	$\mu\text{g}/\text{time}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{d}$	$\mu\text{g}/\text{kg lgv}/\text{d}$	

## 7 Diskussion og konklusion

### 7.1 [Diskussion](#)

### 7.2 [Konklusion](#)

#### 7.1 Diskussion

Røgelse forbindes af de fleste forbrugere med ceremonielle og/eller religiøse gøremål af forskellig slags, shamanisme, healing, osv. Brugere af røgelse tænker nok ikke altid på, at anvendelsen kan bidrage væsentligt til ændringer i indendørsklimaet (ud over den ønskede effekt) ved afgivelse af en lang række kemiske stoffer til indeluften under brugen samt en anselig røgudvikling.

Af de oprindeligt indkøbte 36 forskellige typer blev 12 typer udvalgt til analyse ved "head-space", dvs. en undersøgelse af hvilke stoffer, der blev afgivet fra røgelsen. Afgivelsen blev accelereret lidt ved at opvarme røgelsen til  $100^\circ\text{C}$  i en time. Af de 12 blev dernæst udvalgt 6 til en analyse af stoffer afgivet under anvendelsen af røgelsen.

Denne undersøgelse viste, at ud over de mange mere eller mindre velduftende stoffer, der blev afgivet fra den uantændte røgelse, blev der afgivet yderligere stoffer under anvendelsen (afbrændingen) af røgelsen.

Af de mange fundne forbindelser kunne det vurderes, at en del var aromatiske forbindelser, der medvirkede til de forskellige dufte, men også en del der kunne tilskrives en ufuldstændig forbrænding af kemiske forbindelser.

Denne undersøgelse sigter ikke på en vurdering af, om de afgive dufforbindelser virker som anført på indpakning eller i reklamer for de forskellige røgelse, men tager alene udgangspunkt i en regulær sundhedsvurdering for forbrugeren.

De enkeltstoffer, der blev udpeget til nærmere vurdering, omfatter en række typiske forbrændingsprodukter. Det er imellem dem, at de mest skadelige stoffer er fundet og samtidigt dem, der gav de største afgivelser under anvendelsen af røgelsen.

Aldehyderne acetaldehyd, acrolein og formaldehyd blev afgivet fra alle de analyserede røgelse i mængder, hvor det blev vurderet, at der kunne være sundhedsmæssige risici ved de opnåede koncentrationer. Rumstørrelsen i scenariet var sat til 20 m<sup>3</sup>, men selv ved større rum kunne der ikke udelukkes en sundhedsmæssig risiko ved anvendelsen.

En kortvarig udluftning af røgen efter afbrændingen vil utvivlsomt hjælpe ved at nedbringe koncentrationen af de skadelige stoffer. Samtidig bør det huskes, at duften, som vel er det ønskede formål, bliver tilbage i tilstrækkelige mængder til, at de stadig kan lugtes.

Benzen var det mest sundhedsskadelige stof, der blev fundet i undersøgelsen. Benzen er erkendt som kræftfremkaldende for mennesker. Benzen blev afgivet fra alle de undersøgte røgelse i mængder på 266-7451 µg/røgelsesenhed på ca. 1 gram. De skønnede koncentrationer ved hurtig fordeling i et ventileret rum på 20 m<sup>3</sup> med et luftskifte 0,5 gange i timen var 11-281 µg/m<sup>3</sup>. De optagne koncentrationer blev beregnet til 0,07-1,67 µg/kg lgv/dag ved afbrænding af kun én røgelsespind eller -top om dagen.

Resultatet er sammenligneligt med andre undersøgelser. For eksempel fandt Löfroth et al. (1991), at afbrænding af røgelsestop og -pind afgav 420-440 µg/g røgelse afbrændt. De røgelsespinde og toppe, der er anvendt i denne undersøgelse, ligger på ca. 1 gram (varierer mellem 0,4 og 1,4 g), og niveauet er derfor indenfor den fundne variation. Grænserværdierne for optagelse ved inhalation blev ikke overskredet, men de beregnede eksponeringskoncentrationer er meget tæt på de effektkoncentrationsværdier, der er vurderet af internationale organisationer.

Mange af de fundne indholdstoffer er klassificeret lokalirriterende og farlige at indånde. En del af stofferne (se bilag B) var klassificeret som mistænkt for at kunne være kræftfremkaldende.

Ved en litteratursøgning blev der fundet studier, der påviste forbindelse mellem eksponering for røgen fra røgelse og sygdomme som f.eks. kræft, astma og kontaktdermatitis.

I en epidemiologisk undersøgelse blev der fundet en korrelation mellem anvendelsen af røgelse og leukæmi hos børn. Der blev fundet en øget risiko for leukæmi hos børn, hvis forældre afbrændte røgelse under graviditeten, og mens de passede de nyfødte (Löwengart et al. 1987, Van Steensel-Moll 1985). I et studium af hjernetumorer hos børn blev der observeret en øget risiko for børn, hvis forældre afbrændte røgelse i hjemmet (Preston-Martin et al. 1982).

I en undersøgelse af 414 børn i alderen 0,7-13 år i Qatar blev afbrænding af røgelse fundet at være en bidragende faktor til astmatilfælde (Dawod og Hussain 1995).

I en undersøgelse af flere faktorerers indflydelse på luftvejssygdomme og symptomer hos 4000 børn fra Taiwan blev hoste fundet at være associeret med afbrænding af røgelse (Yang et al. 1997). Forfatterne mener, det især skyldtes formaldehyd, som er målt i kinesisk røgelse (Lin og Wang 1994) og henviser til undersøgelser, der viser en forbindelse mellem formaldehyd og hoste (Daugbjerg 1989 og Broder et al. 1988).

Mutagene egenskaber i røgen fra røgelse er undersøgt i flere undersøgelser. Ved at sammenligne den mutagene effekt fra røgelse, formaldehyd og acetaldehyd overfor *Salmonella typhimurium* T102 blev der fundet, at røgen fra røgelse indeholdt særdeles aktive stoffer med en højere mutagen potens end formaldehyd (Chang et al. 1997). Røgen fra røgelse er også fundet at være mutagen hos *S. typhimurium* TA98, TA100 og TA104 (Sato et al. 1980, Rasmussen 1987). Eftersom Sato et al. (1980) i undersøgelser af kondensatet fra 8 japanske røgelsespinde (joss sticks, 0,3 g/stk) ikke finder samme mutagenicitet hos ekstrakter af røgelsespindene, mener han, at den mutagene aktivitet skyldes forbrændingsprodukter fra de indgåede materialer. Sato et al. (1980) finder yderligere, at røgelsespindene er lige så eller mere mutagene end cigaretrøg.

Det blev vist i denne undersøgelse, at aerosolemissionen fra én røgelsespind kunne sammenlignes med emissionen fra 0,5-4 cigaretter

Afbrænding af røgelse medfører en afgivelse af flygtige duftstoffer, som vil kunne nå udækket hud og forårsage kontaktdermatitis (Roveri et al. 1998).

Den videnskabelige komite for kosmetiske produkter har identificeret 24 stoffer som erkendte kontaktallergener (SCCNFP 1999). Disse stoffer er senere blevet reguleret ved Direktiv 2003/15/EC (EU 2003). Af dem er der i undersøgelsen fundet 10 af de 24 stoffer:

Tabel 7.1 Kontaktallergener fra SCCNFP listen fundet i ved røgelsesafbrænding

Navn i analyselisten (Bilag)	navn i SCCNFP 1999	CAS nr.
2H-1-Benzopyran-2-on	Coumarin	91-64-5
Benzylalkohol	Benzylalkohol	100-51-6
Benzylcinnamat	Benzylcinnamat	103-41-3
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	Linalool	78-70-6
3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol	Geraniol	106-24-1
Eugenol	Eugenol	97-53-0
Lilial	Lilial	80-54-6
d-Limonen	d-Limonen	5989-27-5
2-Methoxy-4-(1-propenyl)-phenol	Isoeugenol	97-54-1
2-(phenylmethylen)-octanal	Hexyl cinnamaldehyd	101-86-0

Om effekten fra kontaktallergener er den samme ved en eksponering via luftveje er lidt usikkert, men de er eller kan også genfindes i aerosoler, som potentielt også kan lægge sig på hudflader.



## Sodning

Der var i løbet af undersøgelsen flere problemer med røgdudviklingen, som stoppede filtrene til. Indsamlingstiden måtte sættes ned til langt mindre end forventet på grund af gennembrud af filtrene.

At sodafgivelsen kan være problematisk kan illustreres ved en undersøgelse foretaget i Geneve, hvor man besluttede at reducere varmeudgifterne i en kirke ved at isolere kirken og lukke alle huller. Efter 3 år var kirkerummet mere misfarvet end tidligere efter 10-12 år. Det viste sig at være sod fra afbrænding af levende lys og røgelse. (Huynh et al. 1991). Kirkerummet, der var formet som basilisk, var 368 m lang og 60 m bred, ialt 11500 m<sup>3</sup> og maksimalhøjden til kuplen var >16 m. Det årlige forbrug af røgelse, som brugtes under højmesse, var 1 kg, og den producerede røg fra røgelsen beregnet ud fra laboratorie-simuleringer til 192 g/år svarende til 192 mg/g røgelse. Undersøgelser af sod og estimeringer af røgdannelsen viste, at hovedparten af soddannelsen skyltes røgelsen (se tabel 7.2).

Tabel 7.2 Årligt forbrug af lys og røgelse i kirke med estimeret indendørs røg og aerosol dannelse (Huynh et al. 1991)

Kilde	Anvendelse	Forbrug (per år)	Røgdannelse (g/år)
Voksllys	Permanent	135000 enheder	13,5
Store lys	Søndag	36 enheder	6,6
Røgelse	Højmesse	1 kg	192,0
Total			212,1

Det kan også forventes, at sodning fra anvendelse af røgelse kan give problemer i hjemmet, hvis der ikke tages højde for det ved udluftning. Baseret på de gravimetriske målinger af aerosolerne blev der i denne undersøgelse opsamlet ca. 150 mg/g røgelse.

## 7.2 Konklusion

Undersøgelsen af røgelsespinde viste, at det ikke kan udelukkes, at der kan være visse sundhedsmæssige problemer forbundet med anvendelsen af røgelse for forbrugeren. Andre undersøgelser støtter, at røgen fra røgelse kan være sundhedsskadelig. Der kan være tale om akutte effekter som irritation af øjne, næse og hals, men ved længere tids eksponering kan der være tale om kontaktallergi eller ligefrem om endnu mere alvorlige effekter.

Undersøgelsen viste, at det specielt var forbrændingsprodukter, som er kendte fra ufuldstændig forbrænding af organisk materiale, der var problematiske. Det burde ikke undre, eftersom forbrændingen foregår som en glødebrænding ved temperaturer, der blev målt til omkring 200-360°C.

Det må derfor kraftigt anbefales, at foretage udluftning under og/eller efter røgelsen er anvendt. Det vil reducere koncentrationen af forbrændingsrester i luften til under de kritiske koncentrationer. Erfaringen er, at der alligevel bliver tilstrækkeligt duftstof tilbage med de ønskede virkninger.

## 8 Referencer

ACGIH (2002): TLVs & BEIs: Threshold limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices for 2002. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, OH.

Appleman LM, Woutersen RA, Feron VJ (1982): Inhalation toxicity of acetaldehyde in rats. I. Acute and subacute studies. *Toxicology*. 23: 293-297.

Appleman LM, Woutersen RA, Feron VJ, Hooftman RN, Notten WRF (1986): Effect of variable versus fixed exposure levels on the toxicity of acetaldehyde in rats. *J. Appl. Toxicol.* 6(5): 331-336.

Arbejdstilsynet (2002): Grænseværdier for stoffer og materialer. At-vejledning. C.0.1, Oktober 2002. Arbejdstilsynet, København.

ASS (2000): Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftfororeningar. Arbetarskyddsstyrelsen, Solna, Sverige.

ATP (2003): 18th revision of the 29<sup>th</sup> Adaptation to Technical Progress of Directive 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances. European Commission, European Chemicals Bureau, 8.08.2003.

NB ikke implementeret i dansk lovgivning i " bekg. af listen over farlige stoffer (Miljøministeriet 2002)

ATSDR (1992): Toxicological profile for 2,3-benzofuran. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, USA.

ATSDR (1995): Toxicological profile for xylenes. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta (GA), USA.

Baars AJ, Theelen RMC, Janssen PJCM, Hesse JM, van Apeldoorn ME, Meijerink MCM, Verdam L, Zeilmaker MJ (2001): Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM report 711701025. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands.

Bonnet P, Morele Y, Raoult G, Zissu D, Gradiski D (1982). Détermination de la concentration léthale<sub>50</sub> des principaux hydrocarbures aromatiques chez le rat. *Arch. Mal. Prof.* 34: 261-65.

Boublik T, Fried V, Hala E (1984): *The Vapour Pressures of Pure Substances*. Elsevier, Amsterdam.

Broder I Corey P, Cole P, Lipa M, Mintz S, Nethercott JR (1988): Comparison of health of occupation and characteristics of houses among control homes and homes insulated with urea formaldehyde foam. II. Initial health and house variables and exposure-response relationships. *Environ. Res.* 45: 156-178.

Budavari S (1989): The Merck Index - Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. Merck and Co Inc. Rahway, NJ.

Burdock GA, ed. (2001): Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. 4th Edition , CRC Press.

Chang HL, Kuo ML, Lin JM (1997): Mutagenic activity of incense smoke in comparison to formaldehyde and acetaldehyde in Salmonella typhimurium TA102. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 58: 394-401.

Chao J (1983): Vapour Pressure of solvents. J. Phys. Chem. Ref. Data 12: 1033-1063.

Chen CJ, Wu HY, Chuang YC, Chang AS, Luh KT, Chao HH, Chen KY, Cheng SG, Lai GM, Huang HH, Lee HH (1990): Epidemiologic characteristics and multiple risk factors of lung cancer in Taiwan. Anticancer Research 10(4): 971-976.

CICAD (2000): 2-Furaldehyde. Concise International Chemical Assessment Document no. 21. International Programme on Chemical Safety, World health Organization, Geneva.

CICAD (2002): Formaldehyde. Concise International Chemical Assessment Document 40. International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva.

Clayton GD, Clayton FE, eds.(1981): Patty's Industrial Hygiene and Toxicology: Volume 2: Toxicology. 3rd ed. John Wiley Sons, 1981-1982. New York.

Condie LW, Hill JR, Borzelleca JF (1988): Oral toxicity studies with xylene isomers and mixed xylenes. Drug Chem. Toxicol. 11: 329-354.

CSTEE (2003): Opinion on the results of the risk assessment of Benzene, Human health part. Adopted by CSTEE during the 40<sup>th</sup> plenary meeting of 12-13 November 2003. European Commission. Health and Consumer Protection Directorate-General. Scientific Committee on Toxicology, Ecotoxicology and the Environment (CSTEE). Brussels.

Danmarks Statistik (2002): [www.dst.dk](http://www.dst.dk)

Daubert TE, Danner RP (1989): Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals. Data Compilation. Washington, D.C.: Taylor and Francis.

Daubert TE, Danner RP (1993): Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals. Supplement. Hemisphere Publ. Corp., NY.

Daugbjerg P (1989): Is particleboard in the home detrimental to health? Environ. Res. 48: 154-163.

Dawod ST, Hussain AA (1995): Childhood asthma in Qatar. Annals of Allergy, Asthma and Immunology. 75(4): 360-364.

ECB (2000): Vanillin, CAS 121-33-5. IUCLID Dataset. European Commission, European Chemicals Bureau, 18 February 2000.

ECB (2001): Acrylaldehyde. CAS no. 107-02-8, EINECS no. 203-453-4, risk assessment. European Risk Assessment Report No. 7. European Commission – Joint Research Centre.

Institute for Health and Consumer Protection. European Chemicals Bureau. EUR 19728 EN, Ispra, Italy.

ECB (2002): Risk Assessment of Styrene. Draft May 2002. Prepared for the European Commission, European Chemicals Bureau by United Kingdom.

ECB (2003): Risk Assessment of Benzene. Draft 2003. Prepared for the European Commission, European Chemicals Bureau by United Kingdom.

ECB (2003): Risk Assessment of Toluene. CAS no. 108-88-3, EINECS no. 203-625-9. EU risk Assessment Report No. 33. European Commission – Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection. European Chemicals Bureau. EUR 20539 EN, Ispra, Italy.

EU (2003): Directive 2003/15/EC of the European Parliament and of the Council of 27 February 2003 amending Council Directive 76/768/EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. Off. J. E.U. L 66: 26-35, 11.3.2003.

Feron VJ, Kryusse A, Til HP (1978): Repeated exposure to acrolein vapor: subacute studies in hamsters, rats and rabbits. *Toxicology* 9: 47-57.

FFHPVC (2000): Test plan for terpenoid primary alcohols and related esters. The Flavor and Fragrance High Production Volume Consortia, The Terpene Consortium registration no. 1101125. Washington DC.

FFHPVC-TC (2001): Test plan for terpenoid tertiary alcohols and related esters. The Flavor and Fragrance High Production Volume Consortia, The Terpene Consortium. Washington DC. US-EPA no.AR201-129301A.

FFHPVC-TC (2001): Robust summaries for terpenoid tertiary alcohols and related esters. The Flavor and Fragrance High Production Volume Consortia, The Terpene Consortium. Washington DC. US-EPA no.AR201-129301B.

Foo S, Jeyaratnam J, Koh D (1990): Chronic neurobehavioral effects of toluene. *Br. J. Ind. Med.* 47(7): 480-484.

Gosselin RE, Smith RP, Hodge HC (1984): *Clinical Toxicology of Commercial Products*. 5th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, Vol.II-260.

Hagan EC, Hansen WH, Fitzhugh OG, Jenner PM, Jones WI, Taylor JM, Long EL, Nelson AA, Brouwer JB (1967): Food flavouring and compounds of related structure. II. Subacute and chronic toxicity. *Food Cosmet. Toxicol.* 5; 141-157.

Hansch C, Leo A, Hoekman D (1995): *Exploring QSAR - Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants*. American Chemical Society, Washington, DC.

Hass U, Jacobsen BM (1993): Prenatal toxicity of xylene inhalation in the rat: a teratogenicity and postnatal study. *Pharmacol. Toxicol.* 73: 20-23.

Hatch KL, Maibach HI (1995): Textile dermatitis: an update (I). Resins, additives and fibers. *Contact Dermatitis* 32: 319-326.

Hocking MB (1997): Vanillin: Synthetic flavoring from spent sulfite liquor. J. Chem. Educ. 74: 1055.

Huynh CK, Savolainen H, Vu-Duc T, Guillemin M, Iselin F (1991): Impact of thermal proofing of a church on its indoor air quality: the combustion of candles and incense as a source of pollution. Sci. Total Environ. 102: 241-251.

IARC (1987): 3,3-Dimethylbenzidine. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol 62: 7. International Agency for Research on Cancer.

IARC (1994): Styrene. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol 60: 297. International Agency for Research on Cancer.

IARC (1995): Formaldehyde. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol 62: 217. International Agency for Research on Cancer.

IARC (1995): Benzofuran. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol. 63: 431. International Agency for Research on Cancer.

IARC (1999): Acetaldehyde. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol. 71: 319. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, Geneva.

IARC (1999): Xylenes. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol. 71: 1189. International Agency for Research on Cancer.

IPCS (1983): Styrene. Environmental Health Criteria 26. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva.

IPCS (1989): Formaldehyde. Environmental Health Criteria 89. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

IPCS (1992): Acrolein. Environmental Health Criteria 127. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

IPCS (1993): Benzene. Environmental Health Criteria 150. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva.

IPCS (1995): Acetaldehyde. Environmental Health Criteria 167. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva.

IPCS (1997): Xylenes. Environmental Health Criteria 190. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

IRIS 2003: Integrated Risk Information System. US Environmental Protection Agency ([www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris)).

IUCLID: International Uniform Chemical Information Database. A database on 'Existing Chemicals' compiled by the European Chemicals Bureau (ECB), Ispra, Italy.

IUCLID (2000): 2,6-dimethyloct-7-en-2-ol, CAS no. 18479-58-8, EINECS no. 242-362-4. European Commission, European Chemicals Bureau. 18 Feb. 2000.

IUCLID (2002): Formaldehyde, CAS no. 50-00-0, EINECS no. 200-001-8. European Commission, European Chemicals Bureau. Ispra, Italy.

JEFCA (1998): Esters derived from branched-chain terpenoid alcohols and aliphatic acyclic linear and branched-chain carboxylic acids. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series 40. Prepared by the forty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JEFCA). International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva.

JECFA (1999): Furfural. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series 42. Prepared by the fifty first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JEFCA). International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva.

JECFA (2001): Furfural (addendum). WHO Food Additives Series 46. Prepared by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JEFCA). International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva.

Kimura ET, Ebert DM, Dodge PW (1971): Acute toxicity and limits of solvent residue for sixteen organic solvents. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 19: 699-704.

Kirk-Othmer (1983): *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd.ed. J.Wiley & Sons New York 1983.

Kirwin CJ, Galvin JB (1993): Ethers. In: Clayton GD, Clayton FE, Eds. 1993. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol.2, Part A, 4th ed. New York: John Wiley & Sons, pp. 445-525.

Kishi R, et al. (1992): Neurochemical effects in rats following gestational exposure to styrene. *Toxicol. Letters* 63(2): 141-146.

Knight L, Levin A, Mendenhall (2001): Candles and incense as potential sources of indoor air pollution: Market analysis and literature review. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington DC.

Koch R (1984): A theoretical-methodological approach towards the evaluation of environmental pollutants. *Toxicol. Environ. Chem.* 1: 331.

Korsak Z, Sokal JA, Górný R (1992): Toxic effects of combined exposure to toluene and m-xylene in animals. III. Subchronic inhalation study. *Polish J Occup Med Environ Health* 5:27-33.

Korsak Z, Wisniewska-Knypl J, Swiercz R (1994): Toxic effects of subchronic combined exposure to n-butyl alcohol and m-xylene in rats. *Int J Occup Med Environ Health* 7:155-166.

Larsen A, Frost L, Funch LW, Hansen MK, Jensen LK, Knudsen BB, Mølhav L (1999): Emission af flygtige forbindelser fra træ, træbaserede materialer, møbler og inventar. Miljøprojekt nr. 501. Miljøstyrelsen.

Lewis R.J (1999): *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials*. 10th ed. Volumes 1-3 New York, NY: John Wiley & Sons Inc.

Li J, Perdue EM (1995): Preprints of Papers Presented at the 209th ACS National Meeting, Anaheim, CA, April 2-7, 1995, 35: 134-7 (HSDB).

Lin JM, Wang LH (1994): Gaseous aliphatic aldehydes in Chinese incense smoke. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 53: 374-381.

Löfroth G, Stensman C, Brandhorst-Satzkorn M (1991): Indoor sources of mutagenic aerosol particulate matter: smoking, cooking and incense burning. Mutation Research 261: 21-28.

Löwengart RA, Peters JM, Cicioni C, Buckley J, Bernstein L, Preston-Martin S, Rappaport E (1987): Childhood leukemia and parents occupational and home exposures. J. Natl. Cancer Inst. 79: 39-46.

Maarse H (1996): Fruits. Volatile Compounds in Food. The Netherland's Organisation for Applied Scientific Research, TNO. Holland.

Miljøministeriet (2002): Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Bekendtgørelse nr. 439 af 3. juni 2002. Miljøministeriet. Danmark.

Miljøministeriet (2002b): Bekendtgørelse om begrænsning af emissionen af flygtige organiske forbindelser fra anvendelse af organiske opløsningsmidler i visse aktiviteter og anlæg (VOC bekendtgørelsen). Bekendtgørelse nr. 350 af 29/08/2002. Miljøministeriet. Danmark.

Miljøstyrelsen (2000): Listen over uønskede stoffer. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9. Miljøstyrelsen, København.

Miljøstyrelsen (2001): Rapport om Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer. Miljøprojekt nr. 635. Sammen med søgefunktion og exelfil under emnet Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer under kemikalier på Miljøstyrelsens hjemmeside ([www.mst.dk](http://www.mst.dk)). Miljøstyrelsen, København.

Miljøstyrelsen (2002): B-værdivejledningen. Oversigt over B-værdier. Vejledning nr 2, 2002. Miljøstyrelsen, København.

Mutti A, Mazzucchi A, Rusticelli P, Frigeri G, Arfini G, Franchini I (1984): Exposure-effect and exposure-response relationships between occupational exposure to styrene and neuropsychological functions. Am. J. Ind. Med. 5: 275-286.

NIOSH (2001); 3,3-dimethylbenzidine. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards & Other Databases. U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control & Prevention. Publication No. 2001-145 (CD-ROM). August 2001.

NTP (1986): NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis of xylenes (mixed) (60% m-xylene, 13,6% p-xylene, 17% ethylbenzene and 9,1% o-xylene in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). National Toxicology Program. NTP TR 327, NIH Publ. No. 86-2583. Research Triangle Park, NC.

NTP (1989): NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of Benzofuran (CAS No. 271-89-6) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). National Toxicology Program Technical Report NTP TR 370, NIH Publ. No. 90-2825. Research Triangle Park, NC.

NTP (1990): Toxicology and carcinogenesis studies of toluene in F344/N rats and B6C3F1 mice (inhalation studies). National Toxicology Program Technical Report Series no. NTP TR 371. Research Triangle Park, NC. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, Bethesda, MD.

NTP (1991): Toxicology and carcinogenesis studies of 3,3-dimethylbenzidine dihydrochloride (CAS 612-82-2) in F344/N rats (Drinking water studies). National Toxicology Program. TR No. 390. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, Bethesda, MD.

OECD (1996): Vanillin. SIDS Initial Assessment Profile. OECD Screening Information Data Sets (SIDS) Vol. 5, part 2.

OEHHA (1999): 2,4-Benzofuran. US Office of Environmental Health and Hazard Assessment.

Parent RA, Caravello HE, Long JE (1992): Two-year toxicity and carcinogenicity study of acrolein in rats. *J Appl Toxicol* 12(2):131-139.

Piotrowski J (1967). Quantitative estimate of the absorption of toluene in people (In Polish with English summary). *Med. Pracy.* 18; 213-223.

Preston-Martin S, Yu MC, Benton B, Henderson BE (1982): N-nitroso compounds and childhood brain tumors: a case-control study. *Cancer Research* 42(12): 5240-5245.

Quast JF, Humiston CG, Kalnins RY (1979): Results of a toxicity study of monomeric styrene administered to beagle dogs by oral intubation for 19 months. *J. Work Environ. Health.* 4(suppl.2): 127-135.

Rasmussen RE (1987): Mutagen activity of incense smoke in *Salmonella typhimurium*. *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 38: 827-833.

Riddick JA, Bunger WB, Sakano TK (1985): *Techniques of Chemistry* 4th ed., Volume II. Organic Solvents. New York, NY: John Wiley and Sons.

Riihimäki V, Pfäffli P (1978). Percutaneous absorption of solvent vapors in man. *Scand J Work Environ Health*, 4, 73-85.

Rothman N, Li GL, Dosemeci M, Bechtold WE, Marti GE, Wang YZ, Linet M, Xi LQ, Lu W, Smith MT, Titenko-Holland N, Zhang LP, Blot W, Yin SN, Hayes RB (1996): Hematotoxicity among Chinese workers heavily exposed to benzene. *Am. J. Ind. Med.* 29: 236-246.

Roveri P, Andrisano V, Di Pietra AM, Cavrini V (1998): GC-MS analysis of incenses for possible presence of allergenic nitromusks. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 17: 393-398.

RTECS (2003): 3,3-Dimethylbenzidine. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS). U.S. Department of Health and Human Services.

Sabourin PJ, Chem BT, Lucier G (1987): Effect of dose on the absorption and excretion of <sup>14</sup>C-benzene administered orally or by inhalation in rats and mice. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 87: 325-336.



Sangster J (1989): Octanol-water partition coefficients of simple organic compounds. J. Phys. Chem. Ref. Data 18: 1164.

Sato S, Makino R, Takahashi Y, Sugimura T, Miyazaki T (1980): Mutagenicity of smoke condensates from joss sticks. Mutant Research 77: 31-36.

SCCNFP (1999): Fragrance allergy in consumers: A review of the problem, analysis of the need for approximate consumer information and identification of consumer allergens. SCCNFP/0017/98 Final. The Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-food Products Intended for Consumers. Brussels.

Smyth HF, Carpenter CP, Weil CS, Pozzani UC, Striegel JA, Nycum JS (1969). Range-finding toxicity data: List VII. Am Ind Hyg Assoc J, 30: 470-6.

Srbova J, Teisinger J, Skramovsky S (1950) Absorption and elimination of inhaled benzene in man. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 2: 1-8.

Stoffberg J, Grundschober F (1987): The composition ratio and food predominance of flavoring materials. Perfumer and Flavorist 12: 27-56.

TGD (2003): Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on risk assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. 2nd. edition. European Commission, Joint Research Centre EUR 20418 EN. European Chemicals Bureau, Ispra, Italy. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

Til HP, Woutersen RA, Feron VJ, Hollanders VHM, Falke HE, Clary JJ (1989): Two-year drinking water study of formaldehyde in rats. Food Chem. Toxicol. 27: 77-87.

Thomsen KG (1990): Allergi- og overfølsomhedfremkaldende stoffer i arbejdsmiljøet. AMI rapport nr. 34/1990. Arbejdsmiljøinstituttet, Arbejdstilsynet.

Ullmann (1993): Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5<sup>th</sup> Ed. VCH Verlagsgesellschaft.

US-EPA (1985): Reference values for risk assessment. Environment Criteria Assessment Office. US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

US-EPA (2003): Aster database. Assessment Tools for the Evaluation of Risk ([ASTER, online database](#)). U.S. Environmental Protection Agency. Environmental Research Laboratory, Duluth, MN. 1993.

Van Appeldoorn ME et al (1986): Criteriadocument Styreen. National Institute of Public Health and the Environment. RIVM report no. 738513003. Bilthoven, The Netherlands.

Van Steensel-Moll HA, Valkenberg HA, Van Zanen GE (1985): Childhood leukemia and parental occupation. Am. J. Epidemiol 121: 216-224.

Verschueren (1996): Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 3rd ed., Van Nostrand Reinhold, New York.

Wallace LA et al. (1991): Identification of Polar Volatile Organic Compounds in Consumer Products and Common Microenvironments, Res. Triangle Inst., Research Triangle Park, NC. Report 1991, USEPA/600/D-91.074, (NTIS PB-91-182865).

Ward CO, Kuna RA, Snyder NK, Alsaker RD, Coate WB, Craig PH (1985): Subchronic inhalation toxicity of benzene in rats and mice. *Am. J. Ind. Med.* 7: 457-473.

WHO (2000): Air quality guidelines for Europe. 2<sup>nd</sup> edition. WHO Regional Publications, European Series No. 91. World Health Organisation Regional Office for Europe, Copenhagen.

Yalkowsky SH, Dannenfelser RM (1992): The Aquasol Database of Aqueous Solubility. Fifth Ed, Tucson, AZ: Univ Az, College of Pharmacy.

Yang CY, Chiu JF, Cheng MF, Lin MC (1997): Effects of indoor environmental factors on respiratory health of children in a subtropical climate. *Environmental Research* 75:49-55.

Yaws CL (1994): Handbook of Vapour Pressure. Vol. 3: C8-C28 Compounds. Houston, Texas, Gulf Publ. Co.





9,65	C13H26O trimethylcyclohexyl-2-butanol	-	3															
9,65	Nerylnitril/geranylnitril C10H15N	101660-61-1		1,5														
9,68	Dimethylethylcyclohexanol	98-52-2				2,5				9								
9,82	C10H16	-				2			3									
9,85	C10H16	-		0,5			5						13					
9,92	Nerylnitril/geranylnitril C10H15N	0/101660-61-1		1,5														
10,15	C10H16	-	2															
10,16	C10H18O	-											11					
10,2	Isobornylacetat	125-12-2				1,5												
10,25	C10H16	-					12											
10,26	C10H16	-	6															
10,55	C10H16	-	1,5															
10,56	4-Tert-butylcyclohexylacetat	32210-23-4				4	3											
10,68	C10H16	-	19															
10,82	4-(1,1-dimethylethyl)-cyclohexanol	98-52-2					2,5											
10,82	4-tert-butylcyclohexylacetat	32210-23-4				8												
10,97	Copaen – C15H24	3856-25-5		35														
11,03	C15H24	Eks. 11029-06-4				2							2					
11,04	C15H24	5208-59-3		25														
11,08	C15H24	Eks. 514-51-2												3	5			
11,17	C15H24	Eks. 1135-66-6											4					
11,3	C10H12	6707-86-4	1															
11,33	C15H24	-								3								
11,34	C15H24	Eks. 87-44-5											4	21	20			
11,47	C15H24 eks. Thujopsen	Eks. 470-40-6												10	9			
11,48	C15H24 eks. Thujopsen	470-40-6				2				10								

11,59	2-Methoxynaphthalen	93-04-9											13		
11,63	?	?											3		
11,63	C15H24	Eks. 22567- 17-												8	
11,65	C15H24	-									4,5				
11,7	C15H24	Eks. 560- 32-7											2	7	
11,8	BHT – butyleret hydroxytoluen	128-37-0	1,5												
11,87	C15H24	Eks. 3691-11- 0											5	9	
11,96	C15H22 eks. Benzen, 1- methyl-4-(1,2,2- trimethylcyclopentyl)-, (R)-	16982- 00-6											5	3	
12	Lilial C14H20O	80-54-6	0,5												
12,09	C12H16O3	2050-08- 0	2												
12,13	C15H22	Eks. 34143- 96-9											1,5		
12,38	Diethylphthalat	84-66-2				27	31	28	27	60	18	2			
12,73	C15H24	Eks. 496- 61-4					4		2				27	6	
12,97	3-cyclohexen-1-ol, 5-(2- butenylidene-4,6,6-trimethyl-, (E,E)- C13H20O	66465- 81-4	0,5												
12,97	C15H24	Eks. 88- 84-6											1		
12,99	?	?									3				
13,19	C15H24	Eks. 10219- 75-											4,5	18	
13,43	2-phenylmethylenoktanal	101-86-0	0,5	22											
SUM	i %		100	97	100	97	101	95	98	105	100	93	89	104	
	antal komponenter		18	29	4	17	10	8	2	10	9	11	15	13	

## Bilag B Liste over stoffer fundet i kvantitativ analyse, CAS nr. og klassificering

Kortlægning og afgivelse af kemiske stoffer i røgelse  
| [indhold](#) | [forrige](#) | (Download som [pdf](#))

Kemiske stoffer fundet ved kvantitativ analyse af røgelse

Klassificering efter Bkg 349 (Miljøministeriet 2002). Stoffer mærket [ ] selvkl erklassificeret efter Miljøstyrelsens Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer (Miljøstyrelsen 2001)

Komponent	CAS-nr.	EINECS	Klassificering	GV, bem mg/m <sup>3</sup>
Acenaphthylen	208-96-8	205-917-1		
Acetaldehyd	75-07-0	200-836-8	Fx;R12 Xi;R36/37 Carc3;R40	45 LK
Acetyl-4-hydroxy-6-methyl-2H-pyran-2-on	771-03-9	212-227-4	[Xn;R22] selvkl	
Acrolein	107-02-8	203-453-4	F;R11 T;R24/25 Tx;R26 C;R34 N;R50	0,12
d-Allose (7283-09-2)	1000126-28-1			
3-Allyl-6-methoxyphenol	501-19-9			
Anthracen	120-12-7	204-371-1		
Azulen	275-51-4			
Benzaldehyd	100-52-7	202-860-4	Xn;R22	
Benzen	71-43-2	200-753-7	Carc1;R45 F;R11 T;R48/23/24/25	1,6 HK
Benzocycloheptatrien	264-09-5			
Benzofuran	271-89-6	205-982-6	[Xn;R22 R43] selvkl	
Benzonitril	100-47-0	202-855-7	Xn;R21/22	
Benzophenon	119-61-9			
2H-1-Benzopyran-2-on	91-64-5			
Benzosyre,2-hydroxy-3-methylbutylester	87-20-7	201-730-4	[N;R51/53] selvkl	
Benzosyre-ethylester	93-89-0			
Benzylalkohol	100-51-6	202-859-9	Xn;R20/22	
Benzylbenzoat	120-51-4	204-402-9	Xn;R22	
Benzylcinnamat	103-41-3	203-	[N;R50/53] selvkl	

BHT	128-37-0	109-3 204-881-4	[Xn;R22 N;R50/53] selvkl	10	
Biphenyl	92-52-4	202-163-5	Xi;R36/37/38 N;R50/53	1	
Butylcyclohexyl-2,3-dicyano-benzoesyre	86377-40-4				
Camphen	79-92-5	201-234-8			
Capsaicin (el ethylhomovallinat 60563-13-5)	404-86-4				
Cedrol	77-53-2				
Cedrandiol	62600-05-9				
Cedrylpropylether	1000131-90-6				
Cinnamaldehyd	14371-10-9				
Cinnamyl / cinnamat					
1,3-Cyclohexadien	592-57-4	209-764-1	[Xn;R22] selvkl		
3-Cyclohexen-1-methanol-4-trimethyl	98-55-5				
Decanal	112-31-2	203-957-4	[N;R50/53] selvkl		
Desaspidinol	437-72-9				
4,4-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl (4,4'-bi-o-toluidin)	119-93-7	204-358-0	Carc2;R45 Xn;R22 N;R51/53		
Dibenzofuran	132-64-9				
Diethylphthalat	84-66-2	201-550-6		3	
2,6-Dimethoxyphenol	91-10-1	202-041-1	[Xn;R22 R43] selvkl		
2,6-Dimethoxy-2-propenylphenol	6627-88-9	229-600-2	[R43] selvkl		
(4-(Dimethylamino)-phenyl)-phenylmethanon	530-44-9	208-478-4	[Xn;R22 R43] selvkl		
N,N-dimethylbenzenamin (N,N-dimethylanilin)	121-69-7	204-493-5	T;R23/24/25 Carc3;R40 N;R51/53	25	HK
1,1-Dimethylethyl-2-methoxy-4-methyl-3-benzen	83-66-9	201-493-7	[Xn;R22 N;R51/53] selvkl		
2,5-Dimethylfuran	625-86-5	210-914-3	[Xn;R22] selvkl		
1,5-Dimethyl-4-hexenyl-4-methylbenzen	644-30-4				
2,6-Dimethyl-naphthalen	581-42-0	209-464-0	[Xn;R22 N;R50/53] selvkl		
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	78-70-6				



3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	10281-55-7				
3,7-Dimethyl-1,6-oktadien-3-ol, acetat	115-95-7				
3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol (geraniol)	106-24-1	203-377-1	[N;R50] selvkl		
3,7-Dimethyl-6-octenal (citronellal)	106-23-0	203-376-6	[R43 N;R51/53] selvkl		
2,6-Dimethyl-7-octen-2-ol	18479-58-8	242-362-4			
3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol	1117-61-9				
d-Limonen	5989-27-5	227-813-5	R10 Xi;R38 R43 N;R50/53		
Ethenylmethylbenzen (25013-15-4/622-97-9)	25013-15-4	246-562-2	[R43] selvkl	120	H
1-Ethenyl-3-methylbenzen (3-methylstyren)	100-80-1	202-889-2	[Xn;R22] selvklas	120	H
6-Ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen	5951-67-7				
Ethylbenzen	100-41-4	202-849-4	F;R11 Xn;R20	217	K
1-Ethyl-2-methylbenzen	611-14-3	210-255-1	[N;R51/53] selvkl		
1-Ethyl-3-methylbenzen	620-14-4				
4-Ethyl-2-methoxy-phenol	2785-89-9	220-500-4	[Xn;R22] selvkl		
Eugenol	97-53-0	202-589-1	[Xn;R22 Mut3;R40 R43] selvkl		
Formaldehyd	50-00-0	200-001-8	T;R23/24/25 C;R34 Carc3;R40 R43	0,4	HK
Fluoren-9-on	486-25-9	207-630-7	[Mut3;R40] selvkl		
Furanon	497-23-4	207-839-3			
Furfural	98-01-1	202-627-7	Xn;R21 T;R23/25 Xi;R36/37 Carc3;R40	7,9	HK
2-Furanmethanol (furfurylalkohol)	98-00-0	202-626-1	Xn;R20/21/22	20	H
Geranylitril	101660-61-1				
Hexadecansyre	57-10-3				
Hexadecansyre, methylester	628-97-7				
Hexahydro-cyclopenta-2-benzopyran	1222-05-5				
Hexahydro-methanoazulen	469-61-4	207-418-4	[N;R50/53] selvkl		

Hexylsalicylat						
n-Hexyl salicylat	6259-76-3	228-408-6		[Xn;R22 N;R50/53] selvkl		
4-Hydroxybenzamidin	1000139-78-0					
7-Hydroxy-3,7-dimethyl-octanal	107-55-5					
4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyd	134-96-3	205-167-5		[R43] selvkl		
4-Hydroxy-3-methylacetophenon	876-02-8	212-880-5		[R43] selvkl		
4-(3-hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenol	458-35-5	207-277-9		[R43 N;R50] selvkl		
4-(3-hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenyl-ethyl						
1H-Inden, 1-methylen	2471-84-3					
Isoborneol	124-76-5	204-712-4		[R52/53] selvkl		
Isobornylacetat	125-12-2					
Lilial	80-54-6	201-289-8		[R43 N;R51/53] selvkl		
Linoleinsyre ethylester	544-35-4					
2-Methoxy-4-methylphenol	93-51-6	202-252-9		[Xn;R22 R43] selvkl		
2-Methoxy-naphthalen	93-04-9					
2-Methoxy-phenol	90-05-1	201-964-7		Xn;R22 Xi;R36/38		
2-Methoxy-4-(1-propenyl)-phenol	97-54-1	202-590-7		Xn;R22 R43] selvkl		
2-Methoxy-4-vinylphenol	7786-61-0	232-101-2				
2-Methyl-9.10-anthracendion	84-54-8					
a-methylbenzenmethanol	98-85-1					
2-Methylbenzofuran	4265-25-2	224-249-1		[Mut3;R40 R43] selvkl		
3-Methyl-1,2-cyclopentandion	765-70-8					
Methyl dihydro-jasmonat	24851-98-7	246-495-9		[N;R50] selvkl		
5-Methyl-2-furancarboxaldehyd	620-02-0					
6-Mehtyl-5-hepten-2-on	110-93-0					
1-methyl-2-(1-methylethyl)-benzen (o-cymen)	527-84-4	208-426-0		[N;R51/53] selvkl	135	
2-methyl-3-phenyl-2-propenal	101-39-3					
2-Methyl-naphthalen	91-57-6	202-078-3		[Xn;R22 R43 N;R51/53] selvkl		
2-Methylphenol	95-48-7	202-		T;R24/25 C;R34	22	H

4-Methylphenol (cresol)	106-44-5	423-8 203-398-6	T;R24/25 C;R34	22	H
6-Methyl-2-pyrazinylmethanol	77164-93-3				
a-Methylstyren	98-83-9	202-705-0	R10 Xi;R36/37 N;R51/53	240	
1-Methyl-4-(1,2,2-trimethyl-cyclopentyl)-benzen	16982-00-6	241-061-5	[N;R50/53]	selvkl	
b-Myrcen	123-35-3				
Naphthalen	91-20-3	202-049-5	Xn;R22 N;R50/53	50	
Nerylnitril	1000108-90-5				
Octadecansyre	112-79-8				
Oktahydro-dimethylazulen	3691-11-0				
Oktahydro-methanoazulen	514-51-2	208-182-5	[N;R50/53]	selvkl	
Oktahydro-trimethyl-methanoazulen	546-28-1				
1,1-oxybis-2-propanol	110-98-5				
Patchouli alkohol	5986-55-0	227-807-2	[N;R50/53]	selvkl	
Phenanthren	1517-22-2				
Phenol	108-95-2	203-632-7	T;R24/25 C;R34	4	H
Phenylethylalkohol	60-12-8				
Phenylethyn	536-74-3	208-645-1	[Xn;R22]	selvkl	
2-(phenylmethylen)-octanal	101-86-0				
2-Propenoic acid,3-phenyl,methylester	103-26-4				
Santatol, alpha (98718-53-7)	115-71-9	204-102-8	[N;R50/53]	selvkl	
Styren	100-42-5	202-851-5	R10 Xn;R20 Xi;R36/38	105	LHK
a-Terpineol (p-menth-1-en-8-ol)	98-55-5	202-680-6	[Xi;R36/37/38]	MSDS	
b-Terpinol	1000150-76-1				
Tetradecanal	124-25-4	204-692-7	[N;R50/53]	selvkl	
Tetrahydro-trimethylnaphthalen	475-03-6				
Thujopsen	470-40-6				
Toluen	108-88-3	203-625-9	F;R11 Xn;R20	94	H

Tricyclonona-3,6-dien	6006-24-2						
Trihydroxyphenyl-2-pentanon	1000116-2						
4-Trimethyl-3-cyclohexen-1-methanol	80-26-2	201-265-7		[N;R51/53]	selvkl		
Triphenyl-1-pentanol	2294-95-3						
Undecen	821-95-4	212-483-7		[N;R50/53]	selvkl		
Vanillin	121-33-5						
o,m,p-Xylen	106-42-3	203-396-5		R10 Xn;R20/21 Xi;R38		109	H

## Bilag C Emissionsmålinger og beregninger

Røgelsespinde, mærke:	Lavendel Top		Lab. nr. 1			Dato: 23. november 2003			
Baggrundsmåling/lokale	Filter nr.	Liter luft	Projekt nr. 1712753						
Kul	845	105							
DNPH	847	105							
XAD-2	846	140							
GFF	722	1970							
Udblæsning, proces	Filter nr.	Liter luft							
Kul	839	75							
DNPH	856	1,05							
XAD-2	840	70,5							
GFF	771	464							
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
KUL	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Benzen	<0,1	105	0	138	75	1.840	1.840	1.482	619
2.5-Dimethylfuran	0,36	105	3	9	75	126	122	98	41
Toluen	0,82	105	8	116	75	1.547	1.539	1.239	518
Furfural	<0,1	105	0	51	75	679	679	547	229
2-Furanmethanol	<0,1	105	0	22	75	297	297	239	100
m,p-Xylen	<0,1	105	0	34	75	453	453	365	153
Styren	<0,1	105	0	20	75	263	263	211	88
Benzaldehyd	<0,1	105	0	10	75	131	131	106	44
Camphen	<0,1	105	0	18	75	240	240	193	81
Benzofuran	<0,1	105	0	21	75	280	280	225	94
Benzylalkohol	<0,1	105	0	31	75	411	411	331	138
D-limonen	<0,1	105	0	60	75	805	805	648	271

N,N-dimethylbenzenamin	<0,1	105	0	5	75	63	63	51	21
Isoborneol	<0,1	105	0	13	75	171	171	138	58
2-Methoxy-4-methylphenol	<0,1	105	0	10	75	137	137	110	46
a-Terpineol(p-menth-1-en-8-ol)	<0,1	105	0	88	75	1.170	1.170	942	394
3-Cyclohexen-1-methanol-4-trimethyl	<0,1	105	0	0	75	0	0	0	0
Isobornylacetat	<0,1	105	0	33	75	434	434	349	146
4-Trimethyl-3-cyclohexen-1-methanol	<0,1	105	0	62	75	828	828	666	278
Benzosyre,2-hydroxy-3-methylbutylester	<0,1	105	0	26	75	343	343	276	115
n-Hexyl salicylat	<0,1	105	0	9	75	120	120	97	40
Sum VOC på KUL							10.325		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
DNPH	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Formaldehyd	0,1	105	1	16	1,05	15.238	15.237	11.352	5.281
Acetaldehyd	0,34	105	3	9,9	1,05	9.429	9.425	7.022	3.267
Acrolein	0,08	105	1	3,2	1,05	3.048	3.047	2.270	1.056
Sum aldehyder på DNPH							27.709		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
XAD-2	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
5-Methyl-2-furancarboxaldehyd	<0,1	140	0	4	70,5	55	55	44	19

Phenol	<0,1	140	0	9	70,5	134	134	108	45
Benzofuran	<0,1	140	0	5	70,5	68	68	55	23
1,1-oxybis-2-propanol	<0,1	140	0	7	70,5	94	94	76	32
2-Methoxy-phenol	<0,1	140	0	18	70,5	257	257	207	87
Cinnamaldehyd	<0,1	140	0	5	70,5	70	70	57	24
b-Terpinol	<0,1	140	0	2	70,5	23	23	18	8
3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol	<0,1	140	0	4	70,5	58	58	46	19
2-methyl-3-phenyl-2-propenal	<0,1	140	0	1	70,5	21	21	17	7
Isobornylacetat	<0,1	140	0	6	70,5	80	80	65	27
2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	140	0	12	70,5	174	174	140	58
Eugenol	<0,1	140	0	3	70,5	42	42	33	14
2-Methoxy-4-1-propenylphenol	<0,1	140	0	6	70,5	90	90	72	30
Vanillin	<0,1	140	0	5	70,5	73	73	59	25
Naphtalen	<0,1	140	0	4	70,5	54	54	43	18
Acenaphtylen	<0,1	140	0	0	70,5	6	6	5	2
Phenanthren	<0,1	140	0	0	70,5	6	6	5	2
Antracen	<0,1	140	0	0	70,5	2	2	1	1
Sum VOC på XAD-2							1.306		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
GFF	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	1970	0	99	464	214	214	172	72
2.6-Dimethoxyphenol	<0,1	1970	0	63	464	135	135	109	45
Vanillin	<0,1	1970	0	167	464	360	360	290	121
3-Acetyl-4-hydroxy-6-methyl-2H-pyran-2-on	<0,1	1970	0	68	464	146	146	118	49
2-Methoxy-4-1-propenylphenol	<0,1	1970	0	99	464	214	214	172	72

2H-1-benzopyran-2-on	<0,1	1970	0	99	464	214	214	172	72
d'Allose	<0,1	1970	0	292	464	630	630	507	212
2.6-Dimethoxy-2-propenylphenol	<0,1	1970	0	99	464	214	214	172	72
4-(3-hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenol	<0,1	1970	0	99	464	214	214	172	72
Hexadecansyre	<0,1	1970	0	68	464	146	146	118	49
Oktadecensyre	<0,1	1970	0	146	464	315	315	254	106
2-Hydroxy-1.2-bis(4methoxyphenyl)ethanon	<0,1	1970	0	610	464	1.316	1.316	1.059	443
Capsaicin	<0,1	1970	0	710	464	1.529	1.529	1.231	514
Phenanthren	<0,1	1970	0	13	464	28	28	23	9
Sum VOC-aerosol på GFF							5.673		
Sum TVOC-aerosol på GFF				7.000	464	15.086	15.086		
Total aerosol på GFF	60	1970	30	69.830	464	150.496	150.465		

Brændetid for 1 pind/top	25 min.
Vægt af røgelsespind	1,07 g
Måleperiode i minutter	50 min.
Gram røgelse afbrændt	2,13 g
Gram røgelsespind afbrændt/time	2,56 g
Total luftmængde m <sup>3</sup>	0,67 m <sup>3</sup>
Temperatur i glød	340- 360 grader
Gram røgelse afbrændt, aldehyder	0,46 g
Måleperiode i minutter, aldehyder	12 min.



Gram røgelse afbrændt/time, 2,30 g  
aldehyder

Total luftmængde m<sup>3</sup>, aldehyder 0,15 m<sup>3</sup>

VOC emission, KUL:	8.314 µg/time 3.246 µg/gram røgelsespind 3.474 µg/røgelsespind
VOC emission, DNPH:	20.643 µg/time 8.975 µg/gram røgelsespind 9.604 µg/røgelsespind
VOC emission, XAD-2:	1.052 µg/time 411 µg/gram røgelsespind 439 µg/røgelsespind
Sum VOC (KUL+XAD-2+DNPH):	30.009 µg/time 12.632 µg/gram røgelsespind 13.517 µg/røgelsespind
VOC emission, GFF:	4.568 µg/time 1.784 µg/gram røgelsespind 1.908 µg/røgelsespind
TVOC emission, GFF:	12.147 µg/time 4.743 µg/gram røgelsespind 5.075 µg/røgelsespind
Total aerosol emission, GFF:	121.155 µg/time 47.308 µg/gram røgelsespind 50.619 µg/røgelsespind

Boxmodel: 1 A

Opfangede koncentrationer af acrolein, formaldehyd og benzen under afbrændingen af henholdsvis én røgelsestop og ved kontinuerlig afbrænding i en time.
Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m <sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

Boxmodel 1B

--

Opfangede mængder af aerosol, opdelt på total aerosol, TVOC (total mængde flygtige komponenter) som gas og aerosol under afbrændingen af henholdsvis én røgelsestop og ved kontinuerlig afbrænding i en time. Mængden er opgivet som mg/m<sup>3</sup>.

Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

Røgelsespinde, mærke:	Lemon pind		Lab. nr. 2				Dato: 3. november 2003	
Baggrundsmåling/lokale	Filter nr.	Liter luft					Projekt nr. 1712753	
Kul	845	105						
DNPH	847	105						
XAD-2	846	140						
GFF	722	1970						
Udblæsning, proces	Filter nr.	Liter luft						
Kul	830	90						
DNPH	859	0,99						
XAD-2	831	90						
GFF	798	615						
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind	
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission
KUL	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t
Benzen	<0,1	105	0	149	90	1.656	1.656	1.464
2,5-Dimethylfuran	0,36	105	3	9	90	101	98	87
Toluen	0,82	105	8	125	90	1.389	1.381	1.221
Furfural	<0,1	105	0	14	90	156	156	138
m,p-Xylen + ethylbenzen	<0,1	105	0	53	90	589	589	521
Styren	<0,1	105	0	32	90	350	350	310
Benzaldehyd	<0,1	105	0	9	90	101	101	89

Benzonitril	<0,1	105	0	18	90	202	202	178
a-Methylstyren	<0,1	105	0	11	90	120	120	106
Benzofuran	<0,1	105	0	46	90	514	514	454
1-methyl-2-(1-methylethyl)benzen	<0,1	105	0	18	90	197	197	174
d-Limonen	<0,1	105	0	135	90	1.498	1.498	1.324
2,6-Dimethyl-7-octen-2-ol	<0,1	105	0	231	90	2.569	2.569	2.271
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	<0,1	105	0	176	90	1.959	1.959	1.732
Naphthalen	<0,1	105	0	36	90	403	403	357
Nerylnitril	<0,1	105	0	19	90	216	216	191
Geranylitril	<0,1	105	0	25	90	278	278	246
Diethylphthalat	<0,1	105	0	13	90	144	144	127
Sum VOC på kul							12.430	
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind	
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission
DNPH	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t
Formaldehyd	0,1	105	1	2,4	0,99	2.424	2.423	1.771
Acetaldehyd	0,34	105	3	5,1	0,99	5.152	5.148	3.763
Acrolein	0,08	105	1	1,3	0,99	1.313	1.312	959
Sum aldehyder på DNPH							8.884	
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind	
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission
XAD-2	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	<0,1	140	0	1	90	12	12	11
Phenol	<0,1	140	0	7	90	76	76	67
b-Myrcen	<0,1	140	0	2	90	20	20	18
Ethenylmethylbenzen	<0,1	140	0	1	90	13	13	12
Azulen	<0,1	140	0	4	90	43	43	38
Decanal	<0,1	140	0	8	90	87	87	77
Benzocycloheptatrien	<0,1	140	0	1	90	14	14	12

2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	140	0	5	90	58	58	52
4-Hydroxy-3-methylacetophenon	<0,1	140	0	0	90	0	0	0
2,6-Dimethoxyphenol	<0,1	140	0	9	90	100	100	89
Biphenyl	<0,1	140	0	4	90	40	40	35
BHT	<0,1	140	0	24	90	264	264	233
Lilial	<0,1	140	0	13	90	146	146	129
Dibenzofuran	<0,1	140	0	2	90	20	20	18
Methyl dihydrojasmonat	<0,1	140	0	6	90	71	71	62
2-(phenylmethylen)-octanal	<0,1	140	0	37	90	416	416	367
2-(phenylmethylen)-octanal	<0,1	140	0	7	90	79	79	70
Hexahydro-cyclopenta-2-benzopyran	<0,1	140	0	5	90	52	52	46
4,4-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl	<0,1	140	0	3	90	30	30	26
Acenaphtylen	<0,1	140	0	1	90	12	12	10
Phenanthen	<0,1	140	0	1	90	8	8	7
Antracen	<0,1	140	0	0	90	2	2	2
Sum VOC på XAD-2							1.563	
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind	
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission
GFF	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t
2.6-Dimethoxyphenol	<0,1	1970	0	44	615	72	72	64
Vanillin	<0,1	1970	0	49	615	79	79	70
Lilial	<0,1	1970	0	53	615	87	87	77
Methyl dihydrojasmonat	<0,1	1970	0	102	615	166	166	147
4-Hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyd	<0,1	1970	0	49	615	79	79	70
2.6-Dimethoxy-2-propenylphenol	<0,1	1970	0	80	615	130	130	115
2(Phenylmethylen)oktanal	<0,1	1970	0	889	615	1.445	1.445	1.278
Hexahydro-cyclopenta-2-benzopyran	<0,1	1970	0	120	615	195	195	172
Hexadecansyre,	<0,1	1970	0	138	615	224	224	198

methylester								
Trihydroxyphenyl-2-pentanon	<0,1	1970	0	102	615	166	166	147
Linoleic acid, ethylester	<0,1	1970	0	382	615	621	621	549
Phenanthren	<0,1	1970	0	19	615	31	31	27
Sum VOC-aerosol på GFF							3.297	
Sum TVOC-aerosol på GFF				3.000	615	4.878	4.878	
Total aerosol på GFF	60	1970	30	31.750	615	51.626	51.596	

Brændetid for 1 pind/top 40 min.  
Vægt af røgelsespind 1,17 g  
Måleperiode i minutter 60 min.  
Gram røgelse afbrændt 1,74 g  
Gram røgelse afbrændt/time 1,74 g  
Total luftmængde m<sup>3</sup> 0,88 m<sup>3</sup>  
Temperatur i glød 280-290 grader

Gram røgelse afbrændt, aldehyder 0,30 g  
Måleperiode i minutter, aldehyder 11 min.  
Gram røgelse afbrændt/time, aldehyder 1,64 g  
Total luftmængde m<sup>3</sup>, aldehyder 0,13 m<sup>3</sup>

VOC emission, KUL: 10.988 µg/time  
6.315 µg/gram røgelsespind  
7.389 µg/røgelsespind

VOC emission, DNPH: 6.493 µg/time  
3.968 µg/gram røgelsespind  
4.643 µg/røgelsespind

VOC emission, XAD-2 1.382 µg/time  
794 µg/gram røgelsespind  
929 µg/røgelsespind

Sum VOC (KUL+XAD-2+DNPH): 18.863 µg/time  
11.077 µg/gram røgelsespind  
12.960 µg/røgelsespind

VOC emission, GFF: 2.915 µg/time  
 1.675 µg/gram røgelsespind  
 1.960µg/røgelsespind

TVOC emission, GFF: 4.312 µg/time  
 2.478 µg/gram røgelsespind  
 2.900 µg/røgelsespind

Total aerosol emission, GFF: 45.610 µg/time  
 26.213 µg/gram røgelsespind  
 30.669 µg/røgelsespind

Boxmodel 2A

<p>Opfangede koncentrationer af acrolein, formaldehyd og benzen under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time.</p> <p>Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen</p>

Boxmodel 2 B

<p>Opfangede koncentrationer af aerosol. opdelt på total aerosol, TVOC (total mængde flygtige komponenter) som gas og aerosol under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time. Mængden er opgivet som mg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen</p>

Røgelsespinde, mærke:	Ayurvedisk	Lab. nr. 4				Dato: 3. november 2003
Baggrundsmåling/lokale	Filter nr.	Liter luft				Projekt nr. 1712753



	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
DNPH	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Formaldehyd	0,1	105	1	4,6	0,69	6.667	6.666	4.399	2.823
Acetaldehyd	0,34	105	3	2,4	0,69	3.478	3.475	2.294	1.472
Acrolein	0,08	105	1	1,1	0,69	1.594	1.593	1.052	675
Sum aldehyder på DNPH							11.734		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
XAD-2	gµ	liter	g/mµ <sup>3</sup>	gµ	liter	g/mµ <sup>3</sup>	g/mµ <sup>3</sup>	g/tµ	g/pindµ
Phenol	<0,1	140	0	8	90	90	90	60	40
Ethenylmethylbenzen	<0,1	140	0	1	90	11	11	7	5
4-Mehtylphenol	<0,1	140	0	1	90	12	12	8	5
2-Methoxy-phenol	<0,1	140	0	5	90	53	53	35	24
2-Methoxy-4-methylphenol	<0,1	140	0	2	90	19	19	12	8
4-Hydroxybenzamidin	<0,1	140	0	10	90	109	109	73	49
2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	140	0	4	90	44	44	29	20
2-Methyl-naphthalen	<0,1	140	0	1	90	11	11	8	5
2,6-Dimethoxyphenol	<0,1	140	0	7	90	81	81	54	36
3-Allyl-6-methoxyphenol	<0,1	140	0	1	90	10	10	7	4
2-Propenois acid,3-phenyl,methylester	<0,1	140	0	3	90	37	37	24	16
Vanillin	<0,1	140	0	3	90	35	35	23	16
2,6-Dimethylnaphthalen	<0,1	140	0	4	90	46	46	31	21
2-(phenylmethylen)-	<0,1	140	0	1	90	17	17	11	7



octanal									
4,4-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl	<0,1	140	0	4	90	45	45	30	20
Naphtalen	<0,1	140	0	3	90	30	30	20	13
Acenapthylen	<0,1	140	0	1	90	7	7	4	3
Phenanthren	<0,1	140	0	0	90	3	3	2	1
Sum VOC på XAD-2							659		
	Baggrund			Røgelsesvind + baggrund			Røgelsesvind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
GFF	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Benzosyre	<0,1	1970	0	82	430	191	191	127	85
2.6-Dimethoxyphenol	<0,1	1970	0	57	430	132	132	88	59
Vanillin	<0,1	1970	0	76	430	176	176	117	79
3-Phenyl-2-propenoic acid	<0,1	1970	0	366	430	852	852	566	380
2-Methoxy-4-1-propenylphenol	<0,1	1970	0	25	430	59	59	39	26
d'Allose	<0,1	1970	0	44	430	103	103	68	46
4-Hydroxy-3.5-dimethoxybenzaldehyd	<0,1	1970	0	38	430	88	88	59	39
Santalol	<0,1	1970	0	101	430	235	235	156	105
Desospidinol	<0,1	1970	0	51	430	118	118	78	52
Benzylbenzoat	<0,1	1970	0	19	430	44	44	29	20
Trihydroxyphenyl-2-pentanone	<0,1	1970	0	114	430	264	264	176	118
Benzylcinnamat	<0,1	1970	0	44	430	103	103	68	46
Cinnamyl cinnamat	<0,1	1970	0	95	430	220	220	146	98
Phenanthren	<0,1	1970	0	7	430	16	16	11	7
Sum VOC-aerosol på GFF							2.601		
Sum TVOC-aerosol på GF				4700	430	10.930	10.930		
Total aerosol på GFF	60	1970	30	39860	430	92.698	92.667		

Brændetid for 1 pind/top	36	min.							
Vægt af røgelsespind	0,98	g							
Måleperiode i minutter	60	min.							
Gram røgelse afbrændt	1,46	g							
Gram røgelse afbrændt/time	1,46	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup>	0,66	m <sup>3</sup>							
Temperatur i glød	300-320	grader							
Gram røgelse afbrændt, aldehyder	0,28	g							
Måleperiode i minutter, aldehyder	11	min.							
Gram røgelse afbrændt/time, aldehyder	1,53	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup> , aldehyder	0,12	m <sup>3</sup>							
VOC emission, KUL:	4.600	µg/time							
	3.151	µg/gram røgelsespind							
	3.088	µg/røgelsespind							
VOC emission, DNPH:	7.745	µg/time							
	5.071	µg/gram røgelsespind							
	4.969	µg/røgelsespind							
VOC emission, XAD-2	438	µg/time							
	300	µg/gram røgelsespind							
	294	µg/røgelsespind							

Sum VOC (KUL+XAD-2+DNPH):	12.782	µg/time							
	8.521	µg/gram røgelsespind							
	8.351	µg/røgelsespind							
VOC emission, GFF:	1.727	µg/time							
	1.183	µg/gram røgelsespind							
	1.159	µg/røgelsespind							
TVOC emission, GFF:	7.258	µg/time							
	4.971	µg/gram røgelsespind							
	4.872	µg/røgelsespind							
Total aerosol emission, GFF:	61.531	µg/time							
	42.145	µg/gram røgelsespind							
	41.302	µg/røgelsespind							

### Boxmodel 3 A

<p>Opfangede koncentrationer af acrolein, formaldehyd og benzen under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time.</p> <p>Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen</p>

### Boxmodel 3 B

--

Opfangede koncentrationer af aerosol. opdelt på total aerosol, TVOC (total mængde flygtige komponenter) som gas og aerosol under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time. Mængden er opgivet som mg/m<sup>3</sup>.

Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

Røgelsespinde, mærke:	Wild Musk		Lab. nr. 8			Dato:	3. november 2003		
Baggrundsmåling/lokale	Filter nr.	Liter luft				Projekt nr.	1712753		
Kul	845	105							
DNPH	847	105							
XAD-2	846	140							
GFF	722	1970							
Udblæsning, proces	Filter nr.	Liter luft							
Kul	827	45							
DNPH	855	0,96							
XAD-2	828	67,5							
GFF	797	626							
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	

KUL	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Benzen	<0,1	105	0	386	45	8.578	8.578	8.978	7.451
Toluen	0,36	105	3	65	45	1.444	1.441	1.508	1.252
Furfural	0,82	105	8	5	45	107	99	103	86
Styren	<0,1	105	0	26	45	568	568	594	493
Benzaldehyd	<0,1	105	0	10	45	223	223	234	194
Benzonitril	<0,1	105	0	10	45	215	215	225	187
a-Methylstyren	<0,1	105	0	3	45	62	62	65	54
Benzofuran	<0,1	105	0	27	45	589	589	617	512
d-Limonen	<0,1	105	0	9	45	189	189	198	164
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	<0,1	105	0	15	45	329	329	344	286
Xylener	<0,1	105	0	22	45	489	489	512	425
Benzosyre-ethylester	<0,1	105	0	55	45	1.233	1.233	1.291	1.071
a-Terpineol(p-menth-1-en-8-ol)	<0,1	105	0	52	45	1.156	1.156	1.210	1.004
3-Cyclohexen-1-methanol-4-trimethyl	<0,1	105	0	0	45	0	0	0	0
3,7-Dimethyl-1,6-oktadien-3-ol, acetat	<0,1	105	0	3	45	59	59	62	51
Tetrahydro-trimethylnaphthalen	<0,1	105	0	3	45	69	69	72	60
1H-3a,7-Methanoazulen-2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6-	<0,1	105	0	5	45	114	114	120	99
Thujopsen	<0,1	105	0	21	45	475	475	497	413
1-Methyl-4-(1,2,2-trimethylcyclopentyl)benzen	<0,1	105	0	4	45	80	80	84	70
Diethylphthalat	<0,1	105	0	173	45	3.853	3.853	4.033	3.347
Cedrol	<0,1	105	0	13	45	299	299	313	260
Sum VOC på kul							20.122		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
DNPH	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind

									d
Formaldehyd	0,1	105	1	7,8	0,96	8.125	8.124	5.982	5.922
Acetaldehyd	0,34	105	3	5,9	0,96	6.146	6.143	4.523	4.478
Acrolein	0,08	105	1	1,3	0,96	1.354	1.353	997	987
Sum aldehyder på DNPH							15.620		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
XAD-2	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Benzofuran	<0,1	140	0	2	67,5	34	34	36	30
Benzylalkohol	<0,1	140	0	4	67,5	59	59	62	51
a-methylbenzenmethanol	<0,1	140	0	2	67,5	23	23	24	20
Phenylethylalkohol	<0,1	140	0	4	67,5	59	59	62	51
2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	140	0	2	67,5	29	29	30	25
4-Hydroxy-3-methylacetophenon	<0,1	140	0	0	67,5	0	0	0	0
2,6-Dimethoxyphenol	<0,1	140	0	2	67,5	32	32	34	28
2-Methoxy-4-(1-propenyl)phenolvinylphenol	<0,1	140	0	3	67,5	46	46	48	40
Biphenyl	<0,1	140	0	5	67,5	80	80	84	70
2H-1-Benzopyran-2-on	<0,1	140	0	3	67,5	46	46	48	40
Naphtalen	<0,1	140	0	2	67,5	36	36	37	31
Acenaphthylen	<0,1	140	0	0	67,5	4	4	4	3
Sum VOC på XAD-2							448		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
GFF	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind

Tricyclonona-3.6-dien	<0,1	1970	0	570	626	911	911	953	791
2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	1970	0	38	626	61	61	64	53
2.6-Dimethoxyphenol	<0,1	1970	0	113	626	181	181	189	157
Vanillin	<0,1	1970	0	323	626	516	516	540	448
2-Methoxy-4-1-propenylphenol	<0,1	1970	0	75	626	120	120	125	104
2H-1-benzopyran-2-on	<0,1	1970	0	300	626	479	479	502	416
d'Allose	<0,1	1970	0	128	626	204	204	214	178
Diethylphthalat	<0,1	1970	0	9.788	626	15.636	15.636	16.365	13.582
Cedrol	<0,1	1970	0	315	626	503	503	527	437
2.6-Dimethoxy-2-propenylphenol	<0,1	1970	0	98	626	157	157	164	136
4-(3-hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenol	<0,1	1970	0	338	626	540	540	565	469
Benzylbenzoat	<0,1	1970	0	600	626	958	958	1.003	833
9H-fluoren-9-on	<0,1	1970	0	83	626	133	133	139	115
Hexahydro-4-cyclopenta-2-benzopyran	<0,1	1970	0	210	626	335	335	351	291
2-Methyl-9.10-antracendion	<0,1	1970	0	98	626	157	157	164	136
Phenanthren	<0,1	1970	0	16	626	26	26	27	22
Sum VOC-aerosol på GFF							20.890		
Sum TVOC-aerosol på GFF				15.000	626	23.962	23.962		
Total aerosol på GFF	60	1970	30	98.220	626	156.901	156.871		
Brændetid for 1 pind/top	45	min.							
Vægt af røgelsepind	1,35	g							
Måleperiode i minutter	45	min.							
Gram røgelse afbrændt	1,22	g							
Gram røgelse afbrændt/time	1,63	g							

Total luftmængde m <sup>3</sup>	0,79	m <sup>3</sup>							
Temperatur i glød	220-240	grader							
Gram røgelse afbrændt, aldehyder	0,25	g							
Måleperiode i minutter, aldehyder	11	min.							
Gram røgelse afbrændt/time, aldehyder	1,36	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup> , aldehyder	0,14	m <sup>3</sup>							
VOC emission, KUL:	21.061	µg/time							
	12.947	µg/gram røgelsespind							
	17.479	µg/røgelsespind							
VOC emission, DNPH:	11.502	µg/time							
	8.435	µg/gram røgelsespind							
	11.387	µg/røgelsespind							
VOC emission, XAD-2	469	µg/time							
	288	µg/gram røgelsespind							
	389	µg/røgelsespind							
Sum VOC (KUL+XAD-2+DNPH):	33.032	µg/time							
	21.670	µg/gram røgelsespind							
	29.255	µg/røgelsespind							
VOC emission, GFF:	21.865	µg/time							
	13.441	µg/gram røgelsespind							



	18.146	µg/røgelsespin d							
TVOC emission, GFF:	25.080	µg/tim e							
	15.418	µg/gram røgelsespin d							
	20.814	µg/røgelsespin d							
Total aerosol emission, GFF:	164.19 1	µg/tim e							
	100.93 7	µg/gram røgelsespin d							
	136.26 5	µg/røgelsespin d							

#### Boxmodel 4 A

Opfangede koncentrationer af acrolein, formaldehyd og benzen under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespinde og ved kontinuerlig afbrænding i en time.
Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m <sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

#### Boxmodel 4 B

Opfangede koncentrationer af aerosol. opdelt på total aerosol, TVOC (total mængde flygtige komponenter) som gas og aerosol under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespinde og ved kontinuerlig afbrænding i en time. Mængden er opgivet som mg/m <sup>3</sup> .
Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m <sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

Røgelsespinde, mærke:	Sali Sai Baba	Lab. nr. 10			Dato:	3. november 2003
--------------------------	---------------	-------------	--	--	-------	---------------------

Baggrundsmåling/lo kale	Filter nr.	Liter luft					Projekt nr.	171275 3	
Kul	845	105							
DNPH	847	105							
XAD-2	846	140							
GFF	722	1970							
Udblæsning, proces	Filter nr.	Liter luft							
Kul	833	45							
DNPH	857	0,96							
XAD-2	834	34							
GFF	768	560							
	Baggru nd			Røgelsesvind + baggrund			Røgelsesvind		
	Stof- mængd e	Luft- mæng de	Konce n- tration	Stof- mæng de	Luft- mæng de	Konce n- tration	Konce n- tration	Emissi on	
KUL	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pin d
Benzen	<0,1	105	0	45	45	1.000	1.000	700	693
2,5-Dimethylfuran	<0,1	105	0	8	45	170	170	119	118
Toluen	0,36	105	3	39	45	867	863	604	598
Furfural	<0,1	105	0	22	45	480	480	336	333
m,p-Xylen	0,82	105	8	21	45	467	459	321	318
Styren	<0,1	105	0	14	45	310	310	217	215
5-Methyl-2- furancarboxaldehyd	<0,1	105	0	2	45	54	54	38	37
6-Mehtyl-5-hepten- 2-on	<0,1	105	0	11	45	240	240	168	166
a-Methylstyren	<0,1	105	0	5	45	104	104	73	72
Benzofuran	<0,1	105	0	14	45	300	300	210	208
3,7-Dimethyl-1,6- octadien-3-ol	<0,1	105	0	6	45	134	134	94	93
Benzoesyre, ethylester	<0,1	105	0	4	45	79	79	55	55
2,6- Dimethylnaphthalen	<0,1	105	0	3	45	59	59	41	41

Sum VOC på kul							4.253		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
DNPH	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Formaldehyd	0,1	105	1	7,3	0,96	7.604	7.603	6.055	4.826
Acetaldehyd	0,34	105	3	3,1	0,96	3.229	3.226	2.569	2.048
Acrolein	0,08	105	1	2,1	0,96	2.188	2.187	1.741	1.388
Sum Aldehyder på DNPH							13.016		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
XAD-2	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Benzofuran	<0,1	140	0	4	34	120	120	84	83
6-Methyl-2-pyrazinylmethanol	<0,1	140	0	4	34	109	109	76	75
3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	<0,1	140	0	2	34	69	69	48	48
Phenylethylalkohol	<0,1	140	0	3	34	100	100	70	69
3,7-Dimethyl-6-octenal	<0,1	140	0	1	34	29	29	20	20
3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol	<0,1	140	0	2	34	69	69	48	48
7-Hydroxy-3,7-dimethyl-octanal	<0,1	140	0	7	34	206	206	145	143
Vanillin	<0,1	140	0	4	34	127	127	89	88
2H-1-Benzopyran-2-on	<0,1	140	0	9	34	253	253	177	175
2-Methoxynaphthalen	<0,1	140	0	9	34	258	258	180	179
Diethylphthalat	<0,1	140	0	13	34	387	387	271	268
Benzophenon	<0,1	140	0	2	34	50	50	35	34
Naphtalen	<0,1	140	0	2	34	46	46	32	32

Acenaphylen	<0,1	140	0	0	34	6	6	4	4
Phenanthren	<0,1	140	0	0	34	3	3	2	2
Benzylbenzoat	<0,1	140	0	1	34	37	37	26	25
1,1-Dimethylethyl-2-methoxy-4-methyl-3-benzen	<0,1	140	0	4	34	105	105	73	72
4,4-Diamin-3,3-dimethyl-1,1-biphenyl	<0,1	140	0	4	34	131	131	92	91
Sum VOC på XAD-2							2.102		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
GFF	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
5-Hydroxy-2-furancarboxaldehyd	<0,1	1970	0	344	560	615	615	431	426
7-Hydroxy-3,7-dimethyloctanal	<0,1	1970	0	142	560	253	253	177	176
Vanillin	<0,1	1970	0	502	560	897	897	628	622
2,6-Dimethylnaphthalen	<0,1	1970	0	48	560	85	85	60	59
2H-1-Benzopyran-2-on	<0,1	1970	0	334	560	596	596	417	413
Diethylphthalat	<0,1	1970	0	1.064	560	1.901	1.901	1.331	1.317
Tetradecanal	<0,1	1970	0	80	560	144	144	100	99
Patchouli alkohol	<0,1	1970	0	67	560	120	120	84	83
Benzyl benzoat	<0,1	1970	0	297	560	530	530	371	367
1,1-Dimethylethyl-2-methoxy-4-methyl-3-benzen	<0,1	1970	0	613	560	1.094	1.094	766	758
P-Ethoxy-2-diazoacetophenon	<0,1	1970	0	100	560	179	179	126	124
Butylcyclohexyl-2,3-dicyano-benzoesyre	<0,1	1970	0	92	560	164	164	115	114
Triphenyl-1-pentanol	<0,1	1970	0	239	560	427	427	299	296
4,4-Diamin,3,3-dimethyl-1,1-biphenyl	<0,1	1970	0	113	560	201	201	141	139

Sum VOC-aerosol på GFF							156.786		
Sum TVOC-aerosol på GFF				22.000	560	39.286	39.286		
Total aerosol på GFF	60	1970	30	87.800	560	156.786	156.755		
Brændetid for 1 pind/top	50	min.							
Vægt af røgelsespind	1,00	g							
Måleperiode i minutter	60	min.							
Gram røgelse afbrændt	1,01	g							
Gram røgelse afbrændt/time	1,01	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup>	0,70	m <sup>3</sup>							
Temperatur i glød	220-230	grader							
Gram røgelse afbrændt, aldehyder	0,23	g							
Måleperiode i minutter, aldehyder	11	min.							
Gram røgelse afbrændt/time, aldehyder	1,25	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup> , aldehyder	0,15	m <sup>3</sup>							
VOC emission, KUL:	2.977	µg/time							
	2.947	µg/gram røgelsespind							
	2.947	µg/røgelsespind							
VOC emission, DNPH:	10.365	µg/time							
	8.262	µg/gram røgelsespind							

	8.262	µg/røgelsespin d							
VOC emission, XAD-2	1.472	µg/time							
	1.457	µg/gram røgelsespin d							
	1.457	µg/røgelsespin d							
Sum VOC (KUL+XAD- 2+DNPH):	14.814	µg/time							
	12.667	µg/gram røgelsespin d							
	12.667	µg/røgelsespin d							
VOC emission, GFF:	109.750	µg/time							
	108.663	µg/gram røgelsespin d							
	108.663	µg/røgelsespin d							
TVOC emission, GFF:	27.500	µg/time							
	27.228	µg/gram røgelsespin d							
	27.228	µg/røgelsespin d							
Total aerosol emission, GFF:	109.729	µg/time							
	108.642	µg/gram røgelsespin d							
	108.642	µg/røgelsespin d							

Boxmodel 5 A


Opfangede koncentrationer af acrolein, formaldehyd og benzen under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time.

Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

#### Boxmodel 5 B

Opfangede koncentrationer af aerosol. opdelt på total aerosol, TVOC (total mængde flygtige komponenter) som gas og aerosol under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time. Mængden er opgivet som mg/m<sup>3</sup>.

Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m<sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

Røgelsespinde, mærke:	Cedar Wood		Lab. nr. 12			Dato:	3. november 2003	
Baggrundsmåling/lokale	Filter nr.	Liter luft				Projekt nr.	17127 53	
Kul	845	105						
DNPH	847	105						
XAD-2	846	140						
GFF	722	1970						
Udblæsning, proces	Filter nr.	Liter luft						
Kul	842	60						
DNPH	858	1,05						

XAD-2	843	60							
GFF	770	612							
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
KUL	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Benzen	<0,1	105	0	38	60	633	633	502	266
Toluen	0,36	105	3	34	60	567	563	446	236
Furfural	<0,1	105	0	6	60	104	104	82	43
o,m,p-Xylen	0,82	105	8	12	60	200	192	152	81
Styren	<0,1	105	0	10	60	164	164	130	69
Benzen,1-ethenyl-3-methyl	<0,1	105	0	3	60	52	52	41	22
Oktahydro-methanoazulen	<0,1	105	0	8	60	130	130	103	54
Hexahydro-methanoazulen	<0,1	105	0	32	60	536	536	424	225
Oktahydro-trimethyl-methanoazulen	<0,1	105	0	9	60	156	156	123	65
Oktahydro-dimethylazulen	<0,1	105	0	7	60	121	121	96	51
1-Methyl-4-(1,2,2-trimethylcyclopentyl)benzen	<0,1	105	0	8	60	138	138	110	58
Cedrol	<0,1	105	0	65	60	1.080	1.080	856	453
Patchouli alkohol	<0,1	105	0	17	60	285	285	226	120
Sum VOC på kul							4.154		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
DNPH	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Formaldehyd	0,1	105	1	4,7	1,05	4.476	4.475	3.417	1.735
Acetaldehyd	0,34	105	3	2,9	1,05	2.762	2.759	2.107	1.07



									0
Acrolein	0,08	105	1	0,9	1,05	857	856	654	332
Sum Aldehyder på DNPH							8.090		
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
XAD-2	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
Furfural	<0,1	140	0	6	60	101	101	80	43
Furanon	<0,1	140	0	2	60	41	41	32	17
5-Methyl-2-furancarboxaldehyd	<0,1	140	0	3	60	54	54	43	23
Phenol	<0,1	140	0	6	60	99	99	79	42
Benzen,1-ethenyl-3-methyl	<0,1	140	0	1	60	13	13	10	5
3-Methyl-1,2-cyclopentandion	<0,1	140	0	1	60	12	12	10	5
2-Methylphenol	<0,1	140	0	1	60	11	11	9	5
4-Methylphenol	<0,1	140	0	2	60	30	30	24	13
Undecen	<0,1	140	0	1	60	15	15	12	6
2-Methoxy-phenol	<0,1	140	0	5	60	76	76	60	32
1H-Inden, 1-methylen	<0,1	140	0	2	60	26	26	20	11
2-Methoxy-4-methylphenol	<0,1	140	0	5	60	82	82	65	34
4-Ethyl-2-methoxyphenol	<0,1	140	0	2	60	35	35	28	15
2-Methoxy-4-vinylphenol	<0,1	140	0	8	60	132	132	105	55
Eugenol	<0,1	140	0	1	60	15	15	12	6
Vanillin	<0,1	140	0	1	60	24	24	19	10
1,5-Dimethyl-4-hexenyl-4-methylbenzen	<0,1	140	0	1	60	22	22	17	9
6-Ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen	<0,1	140	0	1	60	22	22	18	9
Dibenzofuran	<0,1	140	0	2	60	36	36	29	15

Diethylphthalat	<0,1	140	0	1	60	21	21	17	9
Sum VOC på XAD-2							869	688	364
	Baggrund			Røgelsespind + baggrund			Røgelsespind		
	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Stofmængde	Luftmængde	Koncentration	Koncentration	Emission	
GFF	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	ug	liter	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/t	µg/pind
2.6-Dimethoxyphenol	<0,1	1970	0	11	612	18	18	14	7
Vanillin	<0,1	1970	0	44	612	71	71	56	30
2-Methoxy-4-1-propenylphenol	<0,1	1970	0	16	612	27	27	21	11
d'Allose	<0,1	1970	0	55	612	89	89	71	37
1-Methyl-n-vanillyl-2-phenethanamin	<0,1	1970	0	16	612	27	27	21	11
Cedrol	<0,1	1970	0	229	612	374	374	296	157
Cedrylpropylether	<0,1	1970	0		612	0	0	0	0
2.6-Dimethoxy-2-propenylphenol	<0,1	1970	0	60	612	98	98	78	41
4-(3-hydroxy-1-propenyl-2-methoxyphenol	<0,1	1970	0	60	612	98	98	78	41
Cedran-diol	<0,1	1970	0	11	612	18	18	14	7
Desaspidinol	<0,1	1970	0	27	612	45	45	35	19
Dimethylaminophenylmethanon	<0,1	1970	0	44	612	71	71	56	30
Naphtalen	<0,1	1970	0	2	612	3	3	3	1
Acenaphtylen	<0,1	1970	0	1	612	1	1	1	0
Phenanthren	<0,1	1970	0	3	612	5	5	4	2
Sum VOC-aerosol på GFF							945		
Sum TVOC-aerosol på GFF				600	612	980	980		
Total aerosol på GFF	60	1970	30	24.100	612	39.379	39.349		
Brændetid for 1 pind/top	30	min.							

Vægt af røgelsespind	0,36	g							
Måleperiode i minutter	60	min.							
Gram røgelse afbrændt	0,68	g							
Gram røgelse afbrændt/time	0,68	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup>	0,79	m <sup>3</sup>							
Temperatur i glød	200-210	grader							
Gram røgelse afbrændt, aldehyder	0,13	g							
Måleperiode i minutter, aldehyder	11	min.							
Gram røgelse afbrændt/time, aldehyder	0,71	g							
Total luftmængde m <sup>3</sup> , aldehyder	0,14	m <sup>3</sup>							
VOC emission, KUL:	3.290	µg/time							
	4.838	µg/gram røgelsespind							
	1.742	µg/røgelsespind							
VOC emission, DNPH:	6.178	µg/time							
	8.713	µg/gram røgelsespind							
	3.137	µg/røgelsespind							
VOC emission, XAD-2	688	µg/time							
	1.012	µg/gram røgelsespind							
	364	µg/røgelsespind							
Sum VOC (KUL+XAD-2+DNPH):	10.156	µg/time							
	14.563	µg/gram røgelsespind							

	5.243	µg/røgelsespind							
VOC emission, GFF:	748	µg/time							
	1.101	µg/gram røgelsespind							
	396	µg/røgelsespind							
TVOC emission, GFF:	776	µg/time							
	1.142	µg/gram røgelsespind							
	411	µg/røgelsespind							
Total aerosol emission, GFF:	31.164	µg/time							
	45.830	µg/gram røgelsespind							
	16.499	µg/røgelsespind							

#### Boxmodel 6 A

Opfangede koncentrationer af acrolein, formaldehyd og benzen under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time.
Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på 20m <sup>3</sup> med et luftskifte på 0,5 gange i timen

#### Boxmodel 6 B

Opfangede koncentrationer af aerosol. opdelt på total aerosol, TVOC (total mængde flygtige komponenter) som gas og aerosol under afbrændingen af henholdsvis én røgelsespind og ved kontinuerlig afbrænding i en time. Mængden er opgivet som mg/m <sup>3</sup> .

Modellen viser koncentrationsforløbet under opbygning og fjernelse i lokale på  $20\text{m}^3$  med et luftskifte på 0,5 gange i timen