

Afgivelse af kemiske stoffer fra produkter af eksotisk træ

Thomas Witterseh
Teknologisk Institut

Kortlægning af kemiske stoffer
i forbrugerprodukter, Nr. **49** 2005

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
1 INDLEDNING	15
1.1 TRÆARTER	15
1.2 VEDDETS OPBYGNING	15
1.3 BRUG OG IMPORT AF TRÆ	15
1.4 EKSOTISK TRÆ	16
1.5 MILJØMÆRKNING AF TRÆ	18
1.6 OVERFLADEBEHANDLING	19
2 KORTLÆGNING AF PRODUKTER AF EKSOTISK TRÆ PÅ DET DANSKE MARKED	20
3 MATERIALER	23
3.1 ALLERGISKE SYMPTOMER FORÅRSAGET AF EKSOTISKE TRÆARTERS INDHOLD OG AFGIVELSE AF KEMISKE STOFFER	23
3.2 VALG AF PRODUKTER	26
3.3 TRÆARTSBESTEMMELSE	28
3.3.1 <i>Sheesham</i>	28
3.3.2 <i>Belalu</i>	28
4 METODE	29
4.1 INDLEDENDE KVALITATIV SCREENING	29
4.2 KVANTITATIV BESTEMMELSE AF AFGASNING I KLIMAKAMMER	29
4.2.1 <i>Forberedelse af prøveemner</i>	29
4.2.2 <i>Prøvningsbetingelser</i>	29
4.2.3 <i>Målemetode</i>	30
4.2.4 <i>Kemisk analyse</i>	30
4.3 BESTEMMELSE AF INDHOLD AF NATURGUMMI-LATEXALLERGEN	30
4.4 BESTEMMELSE AF INDHOLD AF FUNGICID	31
4.4.1 <i>Organiske komponenter</i>	32
4.4.2 <i>Grundstoffer</i>	32
4.5 BESTEMMELSE AF AFGIVELSE AF STOFFER VED MIGRATION TIL KUNSTIGT SPYT	32
4.6 VURDERING AF TRÆARTERNES ALLERGISKE POTENTIALE	33
4.7 PRINCIPPER FOR VURDERING AF KEMISKE STOFFER	33
4.7.1 <i>Laveste koncentration af interesse for indeklimaet</i>	33
4.7.2 <i>Fastsættelse af LCI- og S-værdier</i>	35
4.7.3 <i>Indeklimarelevante tidsværdier</i>	36
5 RESULTATER	38
5.1 KVALITATIV SCREENING	38
5.2 KVANTITATIV KLIMAKAMMERMÅLING	39
5.3 BESTEMMELSE AF INDHOLD AF NATURGUMMILATEX-ALLERGENER I GUMMITRÆ	40
5.4 BESTEMMELSE AF FUNGICIDINDHOLD I GUMMITRÆ	40

5.5	ANALYSE FOR MIGRATION TIL KUNSTIGT SPYT	41
5.6	RESULTATER AF LITTERATURGENNEMGANG	41
5.6.1	<i>Allergiske luftvejssymptomer og allergiske almenreaktioner</i>	42
5.6.2	<i>Allergiske hudsymptomer</i>	43
6	VURDERING AF EMISSIONER	45
6.1	RESULTATER	45
6.1.1	<i>Stoffer afgivet ved emission til luft</i>	45
6.2	VURDERING AF ENKELTSTOFEMISSIONER	47
6.3	VURDERING AF DE SAMLEDE EMISSIONER	47
6.3.1	<i>Stoffer afgivet ved migration til kunstigt spyt</i>	48
6.4	SUNDHEDSMÆSSIG VURDERING AF GRUNDSTOFFER	50
6.4.1	<i>Vurdering af risiko for allergiske reaktioner</i>	50
7	SAMMENFATTENDE DISKUSSION	52
7.1	STOFFER FUNDET I AFGASNING	52
7.2	STOFFER FUNDET VED MIGRATION TIL KUNSTIGT SPYT	53
7.3	RISIKO FOR ALLERGISKE REAKTIONER	53
7.4	FREMTIDIGE UNDERSØGELSER	54
8	REFERENCER	55

Forord

Nærværende projekt ”Afgivelse af kemiske stoffer fra produkter af eksotisk træ” er gennemført for Miljøstyrelsen under programmet ”Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter” i perioden maj-november 2003.

Målgruppen for den foreliggende rapport er myndigheder, producenter, importører og forbrugere af produkter af eksotisk træ, der opnår information om miljø- og sundhedsforhold i relation til produkter af eksotisk træ.

Formålet med projektet er at kortlægge afgivelsen af kemiske stoffer samt at bestemme, om der findes sundhedsmæssige risici ved forbrugerprodukter af eksotisk træ, når disse anvendes i hjemmet. Hovedvægten er lagt på afgivelsen af flygtige kemiske stoffer til luften, og i mindre grad indholdsstoffer samt stoffer, der kan afgives fra produkterne ved migration til kunstigt spyt. De afgivne stoffer er vurderet i forhold til LCI-værdier og indeklimatelevante tidsværdier, ligesom det er vurderet om de undersøgte træarter kan give anledning til allergiske reaktioner.

Projektforløbet har været opdelt i 3 faser:

1. Kortlægning af produkter af eksotiske træarter på det danske marked
2. Måling af emissioner af flygtige organiske stoffer (VOC)
3. Vurdering af emissioner og indholdsstoffer

Projektet er udført af en projektgruppe bestående af:

Lis Winther Funch	Laboratorietekniker, Teknologisk Institut, Træ
Mogens Kragh Hansen	Cand. pharm, ph.d., Maler BST
Lilli Kirkeskov Jensen	Overlæge, ph.d., Arbejds- og miljømedicinsk afd., Sygehus Viborg
Bodil B. Knudsen	Afdelingslæge, speciallæge i dermatologi, Dermatologisk afd., Amtssygehuset i Gentofte
Eva Kristiansen	Toksikolog, cand. med vet, ph.d., Arbejds- og miljømedicinsk afd., Sygehus Viborg
Lars Mølhave	Cand. scient, dr. med., Institut for Miljø- og arbejdsmedicin, Aarhus Universitet
Thomas Witterseh	Civ. ing., ph.d., Teknologisk Institut, Træ (projektansvarlig)

Den eksperimentelle del (fase 2) er udført af Teknologisk Institut, Træ og Kemi- og vandteknik.

Projektrapporten findes tillige i engelsksproget version med titlen ”Emission of chemical compounds from products made of exotic wood”.

Sammenfatning og konklusioner

Formålet med nærværende projekt er at kortlægge afgivelsen af kemiske stoffer samt at bestemme, om der findes sundhedsmæssige risici ved forbrugerprodukter af eksotisk træ, når disse anvendes i hjemmet.

Hovedvægten er lagt på afgivelsen af flygtige kemiske stoffer til luften, og i mindre grad indholdsstoffer samt stoffer, der kan afgives fra produkterne ved migration til kunstigt spyt. De afgivne stoffer er vurderet i forhold til LCI-værdier og indeklimatelevante tidsværdier, ligesom det er vurderet om de undersøgte træarter kan give anledning til allergiske reaktioner.

Det skal bemærkes, at de i rapporten præsenterede resultater alene vedrører de undersøgte produkter, og derfor må betragtes som baseret på stikprøver. De fremkomne resultater er derfor ikke repræsentative for de respektive træarter eller for eksotisk træ som helhed.

Projektets eksperimentelle del omfatter en undersøgelse af 10 udvalgte produkter af eksotisk træ. Produkterne repræsenterer dels de produktgrupper, der i markedsundersøgelsen er fundet på markedet, og dels træarter, som i vid udstrækning anvendes til disse produktgrupper. De 10 produkter er gengivet i Tabel 1.

Tabel 1 Udvalgte produkter

emne nr.	Træart	Botanisk navn	Produkt	Evt. overfladebehandling
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	Spisebord	Lak**
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Persienne	Bejdse
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sengebord	Voks
4	Teak	<i>Tectona grandis</i>	Bakke	
5	Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>	Gulv	Olie
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Gulv	Olie
7	Khaya mahogni	<i>Khaya ivorensis</i>	Køkkenbord-plade	Olie*
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Køkkenbord-plade	Olie*
9	Kirsebær, amerikansk	<i>Prunus serotina</i>	Køkkenbord-plade	Olie*
10	Belalu	<i>Albiz(z)ia falcata</i>	Figur	Sværte

* Produkter, der normalt er oliebehandlet, men som i nærværende undersøgelse indgår ubehandlet

** Dette produkt oplyses af forhandleren at være voksbehandlet. Det vurderes dog, at der er tale om en lak

Produkterne er for hovedpartens vedkommende undersøgt med den overfladebehandling, som de normalt fremstår med hos forbrugeren. For de normalt oliebehandlede produkter er der, hvor det har været muligt, indkøbt produkter, der ikke er behandlet med olie. Dette repræsenterer ikke en typisk brugssituation, men giver derimod et bedre billede af, hvilke kemiske stoffer der afgives fra selve træet. Erfaringsmæssigt afgiver en oliebehandling en række stoffer, som vil kunne risikere at maskere afgasningen fra selve træet.

På baggrund af resultaterne af en indledende kvalitativ screening af afgasningen fra de 10 produkter, blev der blandt disse udvalgt 5 produkter, som blev underlagt en yderligere kvantitativ analyse af afgasningen i

klimakammer. Udvælgelsen af disse 5 produkter er baseret på følgende kriterier:

- produkter, der anvendes på største flader
- produkter, der afgasser mest
- produkter, der anvendes mest
- typen af afgang fra produktet

De 5 produkter er gengivet i Tabel 2.

Tabel 2 Produkter udvalgt til kvantitativ analyse af afgang

emne nr.	Træart	Botanisk navn	Produkt	Overfladebehandling
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	Spisebord	Lak
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Persienne	Bejdse
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sengebord	Voks
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Gulv	Olie
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Køkkenbordplade	

Der blev for de undersøgte produkter af eksotisk træ (med eller uden overfladebehandling) kun fundet små mængder af kemiske stoffer i afgangningen ved klimakammermålingerne.

Der blev i alt påvist 25 enkeltstoffer ved klimakammermålingerne, hvoraf flere af enkeltstofferne kunne genfindes i mange af produkterne. En del af disse stoffer stammer overvejende sandsynligt fra overfladebehandlingerne af de pågældende produkter.

Vurderingen af mulige komfort- og sundhedseffekter af emissioner af stoffer fra produkter af eksotisk træ omfatter eksponering gennem indånding, kontakt samt migration til kunstigt spyt. Komforteffekterne omfatter lugt og slimhindeirritation. Vurderingen er baseret på toksikologiske principper og data fra litteraturen. Ved vurderingen tages der udgangspunkt i et typisk scenarium fra hjemmet.

Indflydelsen af eksotiske træprodukter på indeklimaet blev vurderet ved dels en S-værdi, der er en sum af koncentrationer i indeklimaet divideret med "laveste koncentration af interesse for indeklimaet" (LCI), og dels en indeklimarelevant tidsværdi baseret på lugt- og irritationstærskler. Jo lavere S-værdien er, jo mere acceptabel er afgangningen fra det eksotiske træ og/eller dets overfladebehandling. Ved S-værdier under 1 forventes ingen sundhedsskadelige effekter.

De fundne resultater tegner et billede, der peger på, at der kun i begrænset grad forekommer afgang af enkeltstoffer fra de undersøgte eksotiske træarter eller deres overfladebehandling. Ingen af produkterne vil ved de angivne afgasningskoncentrationer kunne medføre sundhedsproblemer.

Gummitræ er det eneste undersøgte produkt, der har en S-værdi, der i måleperioden overstiger 1. De enkeltstoffer, der her har en betydning i relation til den beregnede S-værdi, er formaldehyd og acrolein. Det findes mindre sandsynligt, at de er en bestanddel af selve gummitræet. Det findes derimod overvejende sandsynligt, at de stammer fra overfladebehandling.

Produkter af gummitræ og belalu blev underlagt en analyse for afgivelse af kemiske stoffer ved migration til kunstigt spyt. Analyserne viste, at ingen af stofferne afgivet ved migration optræder i koncentrationer, som overstiger de beregnede TDI-værdier (Tolerabelt Dagligt Indtag). Til gengæld optræder

der stoffer i begge de undersøgte produkter, der er optaget på Arbejdstilsynets liste over allergi- og overfølsomhedsfremkaldende stoffer i arbejdsmiljøet, herunder vanillin og phthalisyreanhydrid. De afgivne stoffer stammer overvejende sandsynligt fra overfladebehandlingen. Problemet er selvfølgelig af størst betydning såfremt produkterne anvendes til opbevaring af fødevarer (salatskåle, spækbræt, køkkenbord mv.), eller hvis de anvendes til formål, hvor de kommer i tæt og længerevarende kontakt med huden som for eksempel til musikinstrumenter eller smykker.

Der blev yderligere foretaget analyser for indhold af allergene proteiner i gummitræet. Der kunne ikke konstateres indhold af allergene proteiner.

Da gummitræ nedbrydes meget hurtigt behandles denne træart altid med fungicid. Prøver af gummitræet blev derfor underlagt analyser for rester af relevante aktivstoffer (herunder en række grundstoffer). Analyserne viste indhold af bor, hvilket tyder på, at gummitræet er behandlet med bor-holdigt fungicid. Indholdet af bor taget i betragtning vil det være betænkeligt at anvende gummitræ uden overfladebehandling, såfremt træet er behandlet med bor-holdigt fungicid.

På baggrund af de i projektet undersøgte forbrugerprodukter af eksotisk træ kan det konkluderes at:

LCI-værdier fastsat for de afgassede stoffer i overvejende grad er baseret på irritation, og kun i enkelte tilfælde stoffernes sundhedsmæssige effekter.

Produkterne (nogle med, andre uden overfladebehandling) af træarterne ramin, sheesham, merbau og iroko kun i begrænset omfang afgasser stoffer til indeklimaet. Den indeklimatelevante tidsværdi er for alle disse produkter mindre end 3 døgn. S-værdierne er mindre end eller lig 0,2.

Produktet af gummitræ (med overfladebehandling) var det undersøgte produkt, der havde den største afgasning. Den indeklimatelevante tidsværdi for produktet er højere end 28 døgn og S-værdien er 0,6 (efter 28 døgn)

Overfladebehandlingen af det undersøgte produkt af gummitræ er uegnet til produkter, der er i kontakt med fødevarer, på grund af afgivelsen af kemiske stoffer ved migration til spyt.

Indholdet af bor i selve træet på det undersøgte produkt af gummitræ er så højt, at det ikke kan anbefales at produktet anvendes uden overfladebehandling.

Blandt de 5 undersøgte træarter må ramin anses for at være mere hud- og luftvejsirriterende end de øvrige 4. Allergiske reaktioner i luftveje kan ses ved indånding af støv fra iroko og ramin. Allergisk kontakteksem kan især ses iroko og sheesham, samt, formentlig i mindre grad, ramin. Nogle af de kontaktallergifremkaldende stoffer er identificerede, bl.a. chlorophorin og R- og S-4-methoxydalbergione samt 1,4-quinone latinon.

Med det forbehold, at der kun er undersøgt et enkelt produkt af gummitræ, synes produkter af denne træart ikke at frembyde risiko for personer, som er allergiske overfor naturgummilatex.

Summary and conclusions

The purpose of this project is to analyse the emission of chemical compounds and to determine whether there are health risks connected with consumer products made of exotic wood when used in the home.

The main stress has been laid on the emission of volatile chemical compounds to the indoor air and to a less extent to the constituents and compounds emitted from the products by migration into artificial saliva. The emitted compounds have been assessed in relation to LCI values and indoor-relevant time-values. It was also assessed, whether the examined wood species can cause allergic reactions.

It should be remarked that the results presented in the report solely concerns the products examined, the results should, therefore, be considered as being based on random sampling. The results are thus not representative of the respective wood species or for exotic wood in its entirety.

The experimental part includes an examination of 10 selected products made of exotic wood. The products partly represent the product groups, which have been found on the market, and partly, wood species, which are widely used for these product groups. The 10 products have been listed in Table 1.

Table 1 Selected Products

Specimen no.	Wood species	Botanical name	Product	Surface treatment, if any
1	Rubber wood	<i>Hevea brasiliensis</i>	Dining table	Lacquer**
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Venetian blind	Stain
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Bed table	Wax
4	Teak	<i>Tectona grandis</i>	Tray	
5	Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>	Floor	Oil
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Floor	Oil
7	Khaya mahogany	<i>Khaya ivorensis</i>	Kitchen tabletop	Oil *
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Kitchen tabletop	Oil *
9	Cherry wood, American	<i>Prunus serotina</i>	Kitchen tabletop	Oil *
10	Belalu	<i>Albiz(z)ia falcata</i>	Figure	Ink

* The products, which normally are oil treated, but which in this examination form part as untreated

** The distributor informs that this product is wax treated. It has been evaluated to be lacquered

The products have what regards the majority been examined with the surface treatment, which normally appear with the consumer. What regards oil treated products, products have been bought – when possible – without oil treatment. This does not represent a typical situation of use, but it does, however, give a better picture of which chemical compounds are emitted from the wood itself. Notoriously, oil treatment emits a number of compounds, which might mask the emission from the wood itself.

On basis of the results from the initial qualitative screening of the emission from the 10 products, 5 products were chosen for a further quantitative

analysis of the emission in climate chamber. The selection of the 5 products was based on the following criteria:

- Products, which are used on the largest surfaces
- Products, which emit the most
- Products, which are mostly used
- The type of the emission from the product

The 5 products are listed in Table 2.

Table 2 Products selected for quantitative analysis of emissions

Specimen no.	Wood species	Botanical name	Product	Surface treatment
1	Rubber wood	<i>Hevea brasiliensis</i>	Dining table	Lacquer
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Venetian blind	Stain
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Bed table	Wax
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Floor	Oil
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Kitchen tabletop	

Only minor amounts of chemical compounds were found in the examined products of exotic wood (with and without surface treatment) by the climate chamber measurements.

Totally 25 individual compounds were demonstrated by the climate chamber measurements, out of which more of the individual compounds could be retrieved in a lot of the products. A part of these compounds origins predominantly from the surface treatments of the products in question.

The assessment of possible comfort and health effects from emission of compounds from products made of exotic wood includes exposure via inhalation, contact and migration into artificial saliva. The assessment is based on toxicological principles and literature data. At assessment a scenario from a home forms the basis.

The impact of exotic wood products on the indoor climate was partly assessed by an S-value, which is a sum of concentrations in the indoor climate divided by the “lowest concentration of interest for the indoor climate” (LCI), and partly by an indoor-relevant time-value based on odour and irritation thresholds.

The lower the S-value the more acceptable the emission from the exotic wood and/or its surface treatment. For S-values below 1 no harmful health effects are expected.

The measurements stated draw a picture indicating that emission of individual compounds only to a very limited extent takes place from the examined exotic wood species or their surface treatments. None of the products will at the stated emission concentrations cause health problems.

Rubber wood is the only product among the examined ones, which has an S-value that in the measuring period exceeds 1. The individual compounds important in relation to the calculated S-value are formaldehyde and acrolein. It is deemed less likely that they are constituents of the rubber wood itself. There is on the contrary every probability that they origin from the surface treatment.

Products made of rubber wood and belalu were subjected to an analysis for the emission of chemical compounds by migration into artificial saliva. The

analyses showed that none of the compounds emitted by migration form part in concentrations, which exceed the calculated TDI-values (Tolerable Daily Intake). However, compounds occur in both the examined products, which have been entered on the list of The Danish Working Environment Service of allergy or hypersensitivity causing compounds in the working environment – including vanillin and anhydride of phthalic acid. The emitted compounds originate most probably from the surface treatment. The problem is of course of greatest importance in case the products are used for storage of food (salad bowls, chopping boards, kitchen tables etc.) or if they are used for purposes, where they will get into close contact with the skin for a long time e.g. musical instruments and trinkets.

As rubber wood degrades very fast, this wood species is always treated with fungicide. Samples of the rubber wood were, therefore, subjected to analyses to demonstrate residues of active substances (including numerous elements). The analyses demonstrated content of boron, which indicates that the rubber wood has been treated with a boron containing fungicide. Taking the content of boron into consideration it would be inadvisable to use *Hevea brasiliensis* without surface treatment, in case the wood has been treated with a boron containing fungicide.

On basis of the examined consumer products of exotic wood forming part of the project, the following can be concluded:

LCI-values laid down for emitted compounds are predominantly based on irritation and only in individual cases on the health effects of the compounds.

The products (with and without surface treatment) of the wood species Ramin, Sheesham, Merbau and Iroko emit only to a limited extent substances to the indoor air. The indoor-relevant time-value is for all these products less than 3 days. S-values are less or equal to 0.2.

The product of rubber wood (with surface treatment) was the examined product, which has the most extensive emission. The indoor-relevant time-value for the product is higher than 28 days and the S-value is 0.6 (after 28 days).

The surface treatment of the examined product is not suitable for products in contact with food due to the emission of chemical compounds by migration into artificial saliva.

The content of boron in the wood of the product examined is so high that it cannot be recommended that the product be used without surface treatment.

Among the 5 examined wood species Ramin should be considered to be more irritating to the skin and airways than the other 4 wood species. Allergic reactions in the airways can be seen by inhalation of dust from Iroko and Ramin. Allergic contact dermatitis can, especially, be seen from Iroko and Sheesham and, presumably, to a lesser extent from Ramin. Some of the contact allergens have been identified, i.e. chloroform, R- and S-4 methoxydalbergione and 1,4 quinone methide.

With the proviso that we have only examined one product of rubber wood, the products made of this wood species do not seem to present risks for persons, who are allergic to natural rubber latex.

1 Indledning

1.1 Træarter

Der er identificeret ca. 12.000 egentlig store træarter, hvoraf ca. 1.000 benyttes industrielt. Europa er meget artsfattig, og i Danmark findes kun ca. 20-30 vildtvoksende arter, der anvendes industrielt. Til sammenligning findes i Brasilien og på Java ca. 3.000 arter.

1.2 Veddets opbygning

Træ består hovedsageligt af carbon (C), oxygen (O), hydrogen (H) og nitrogen (N) samt uorganiske bistoffer. Grundstofferne er sat sammen til cellulose, hemicellulose og lignin, der er hovedbestanddelene i cellevæggene.

Cellulose, der består af polymerer af glucoseanhydrider, udgør 40-50% af cellevæggen. Cellulosemolekylet danner kæder, hvor antallet af led i en kæde (polymerisationsgraden) i gennemsnit er 10.000.

Hemicellulose består primært af kæder af pentosaner og hexosaner. Hemicellulose udgør 25-30% af cellevæggen og er med til at stabilisere cellulosestrukturen.

Lignin, som er amorft og udgør 20-35% af veddet, er ligesom hemicellulose med til at afstive cellulosestrukturen.

Sammen med veddets hovedbestanddele indeholder træ en række andre organiske og uorganiske stoffer. Indhold og sammensætning af disse stoffer varierer fra træart til træart, ligesom variationen indenfor samme art og inden for det enkelte træ kan være stor. Stofferne medvirker til træets modstandsdygtighed over for biologisk nedbrydning.

Blandt stofferne findes terpenener og harpiksstoffer, der primært er opbygget af abietin-, sylvlin-, sapin- og pimarsyre. Endvidere findes ofte komplicerede nitrogenholdige forbindelser, der benævnes alkaloider. Disse kan være meget giftige. Veddets duft stammer blandt andet fra de æteriske olier, der afgives fra træet under tørring.

1.3 Brug og import af træ

Der findes ca. 2000 træindustrielle virksomheder i Danmark (Straarup, 2002). Heraf udgør møbelindustri omkring halvdelen. Den primære træindustri, som er en del af industrien, der aftager og bearbejder råtræ, udgøres af savværker, parketfabrikker, emballagefabrikker mv. Til den sekundære industri hører møbelfabrikker, håndværkere, fabrikanten af bygningsdele, limtræsfabrikanten og producenter af plader mv.

Det anvendte træ stammer dels fra det danske skovbrug og dels fra import. Det årlige forbrug af træ og træprodukter i Danmark er 3-4 gange større end den årlige hugst i Danmark. Der må således importeres en del træ og træprodukter for at kunne dække forbruget.

Danmarks Statistik opgør importen til Danmark af alle typer tømmer og alle typer træ. Kategorien ”træ og varer deraf” består af alle træprodukter, som kategoriseres under kapitel 44 i Danmarks Statistiks Udenrigshandel fordelt på varer og ydelser (Danmarks Statistik, 2002). Kategorien dækker f.eks. tømmer, døre, vinduer, æsker og køkkenudstyr, men ikke møbler, som opgøres under ”diverse varer”, kapitel 94 ”møbler”.

Kategorien ”tømmer” er en delmængde af det importerede træ, som ikke er forarbejdet til andet end rundtræ, savet træ, finer eller krydsfiner. I 2001 udgjorde tømmer ca. 2/3 af Danmarks samlede import af træ, når denne opgøres efter værdi. Det skal bemærkes, at tropisk tømmer samme år kun udgjorde ca. 3% af det importerede volumen, men at importen af alle typer tropisk træ udgjorde ca. 6% af den samlede import af alle typer af træ.

Hvad betegnelsen ”tropisk træ” dækker over uddybes i et følgende afsnit.

For i hvert fald tømmerets vedkommende gælder, at det i stort omfang sejles til Danmark med skibe, der sejler i fast linietrafik. Mange af disse skibe sejler, afhængig af type og containerindhold, ikke længere nordpå end til Holland eller Tyskland, hvor lasten omlæsses. Ved omlæsningen registreres lastens indhold af landets toldmyndigheder. Det betyder, at når et skib læsser tropisk træ i en europæisk havn for at sejle det til Danmark, registreres træet som hidrørende fra det pågældende europæiske land, og ikke oprindelseslandet. Dette er den primære årsag til, at store dele af den danske import af tropisk træ ser ud til at stamme fra lande som Tyskland og Holland. Samtidig gør denne praksis for registrering det svært at spore tømmerets oprindelsesland.

Brugen af forskellige træarter indendørs er, udover de rent mekaniske egenskaber, også bestemt af træets farve. For eksempel er brugen af træ til gulve, møbler og køkkenudstyr i høj grad bestemt af mode. I nogle perioder er mørkt træ moderne, mens det i andre perioder primært er lyst træ, der ”sælger”.

1.4 Eksotisk træ

Tropisk træ, eksotisk træ og oversøisk træ er nogle af de betegnelser der benyttes for træarter, der importeres fra fjernere egne. I nærværende projekt benyttes betegnelsen eksotisk træ, da der ikke udelukkende beskrives tropiske eller oversøiske træarter.

Danmarks Statistik benytter betegnelsen ”tropisk træ”, og i Bilag A er gengivet en liste over hvilke træarter, der af Danmarks Statistik medregnes under denne betegnelse.

Af de mere end 500 af de mest kendte eksotiske træarter er der i Tabel 3 angivet de mest almindelige eksotiske træarter importeret til Danmark (Straarup, 2002; Kopp, 2003). De nævnte træarter er alle nogle, der finder anvendelse indendørs, og for fleres vedkommende også udendørs. Hertil kommer et antal træarter, der normalt kun finder anvendelse udendørs, f.eks. i forbindelse med vandbygning og til facadebeklædning. Af disse træarter kan nævnes Azobé, Purpleheart, og Western Red Cedar (Thuja).

Træernes oprindelige navne er ofte af folkelig oprindelse og på det enkelte lands sprog. Samtidig er mange navne blot handelsnavne, der dækker over flere træarter, som i nogle tilfælde har vidt forskelligt udseende og egenskaber.

Det er derfor nødvendigt at anvende det botaniske navn for entydigt at identificere en given træart. I Tabel 3 og i den følgende fremstilling i rapporten er derfor, sammen med handelsnavnet, anvendt det botaniske navn. Entydig identifikation af træarterne er også væsentlig ved opgørelser over deres effekt på mennesker. Desværre foreligger en sådan sikker identifikation ikke altid. Oplysninger i litteraturen må derfor tages med et vist forbehold (Mitchell og Rook, 1976).

For flere af de i Tabel 3, 4 og 7 nævnte træarter er der fra litteraturen kendskab til helbredssymptomer, som følge af kontakt med træet og/eller træstøv. Disse træarter er listet i Tabel 9.

Tabel 3 Handelsnavn, botanisk navn, oprindelse samt typisk indendørs anvendelse for de mest almindelige eksotiske træarter importeret til Danmark (Straarup, 2002; Kopp, 2003; Morsing, 2003)

Handelsnavn	Botanisk navn	Oprindelse	Anvendelse
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	Sydamerika	Isolering, modelbyg
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i>	Afrika	Møbler, gulve
Blue gum	<i>Eucalyptus globulus</i>	Australien	Gulve
Dibetoú	<i>Lovoa klaineana</i>	Afrika	Møbler
Gummitræ (Hevea)	<i>Hevea brasiliensis</i>	Asien	Møbler, gulve, køkkenudstyr
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Afrika	Møbler
Imbuia	<i>Phoebe porosa</i>	Sydamerika	Møbler
Ipé	<i>Tabebuia ipé</i>	Sydamerika	Møbler, gulve
Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Afrika	Snedkerarbejde
Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>	Sydamerika	Møbler, gulve
Jelutong	<i>Dyera costulata</i>	Asien	Snedkerarbejde
Kapur	<i>Dryobalanops lanceolata</i>	Asien	Byggemateriale
Karri	<i>Eucalyptus diversicolor</i>	Australien	Gulve (møbler)
Kempas	<i>Koompassia malaccensis</i>	Asien	Gulve
Keruing	<i>Dipterocarpus warburgii</i>	Asien	Møbler, gulve
Limba	<i>Terminalia superba</i>	Afrika	Møbler
Louro preto	<i>Cordi spp.</i>	Sydamerika	Møbler, brugsting
Mahogni, afrikansk	<i>Khaya ivorensis</i>	Afrika	Møbler, gulve
Mahogni, amerikansk	<i>Swietenia spp.</i>	Sydamerika	Møbler, døre, vinduer
Mansonia	<i>Mansonia altissima</i>	Afrika	Snedkerarbejde
Massaranduba	<i>Manilkara bidentata</i>	Sydamerika	Møbler
Meranti	<i>Shorea spp.</i>	Asien	Gulve, døre, vinduer
Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Asien	Møbler, gulve
Nyato	<i>Palaquium spp.</i>	Asien	Møbler, gulve
Obeche	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Afrika	Møbler
Okumé	<i>Aucoumea klaineana</i>	Afrika	Finer, laminater
Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Asien	Møbler, rammer, brugsting
Sapelli	<i>Entandophragma cylindricum</i>	Afrika	Møbler
Sipo	<i>Entandophragma utile</i>	Afrika	Møbler, døre, vinduer
Tasmansk eg	<i>Eucalyptus spp.</i>	Australien	Gulve
Teak	<i>Tectona grandis</i>	Asien	Møbler, gulve, vinduer
Tiama	<i>Entandophragma angolense</i>	Afrika	Erstatning for mahogni

Handelsnavn	Botanisk navn	Oprindelse	Anvendelse
Virola	<i>Virola surinamensis</i>	Sydamerika	Møbler, konstruktioner
Wengé	<i>Millettia laurentii</i>	Afrika	Møbler, gulve

Ud over disse eksotiske træarter benyttes også kirsebær til indendørs brug. Produkter af kirsebær er derfor også omfattet af nærværende projekt. Kirsebær importeres fra forskellige lande. I Tabel 4 nævnes kirsebær med forskellig oprindelse.

Tabel 4 Handelsnavn, botanisk navn, oprindelse samt typisk anvendelse for kirsebærtræ

Handelsnavn	Botanisk navn	Oprindelse	Anvendelse
Kirsebær	<i>Prunus serotina</i>	Nordamerika	Møbler, gulve
Skandinavisk kirsebær	<i>Prunus avium</i>	Skandinavien	Møbler, gulve
Orientalisk kirsebær			Møbler, gulve

1.5 Miljømærkning af træ

Tidligere anvendtes eksotiske træarter primært inden for meget specifikke områder. Der var færre træarter på markedet, som forekom mere overskueligt. En øget miljøbevidsthed hos forbrugerne, knaphed på træarter og større fokus på de tropiske regnskove har imidlertid ændret på efterspørgslen og handlen med eksotisk træ (Morsing, 2003).

Miljømærkning af eksotisk træ har betydet, at man nu finder en række træarter, som ikke tidligere har været på det danske marked. Som importør og producent er det i dag vigtigt at have en miljøpolitik, der signalerer at man bidrager til en bæredygtig udnyttelse af det eksotiske træ.

Der foreligger nu en miljøvejledning for tropisk træ (Miljøstyrelsen, 2003).

Op mod en fjerdedel af det eksotiske træ, der importeres til Danmark, aftages af den offentlige sektor. Denne sektor har derfor en stor indflydelse på efterspørgslen. Alle offentlige institutioner blev pr. 1. juni 2001 af Folketinget pålagt at sikre, at alt træ som anvendes, er lovligt og bæredygtigt produceret (Folketingsbeslutning B197). FSC (Forest Stewardship Council) anerkendes samtidig som et eksempel på en garant for at træ, der bærer dette certifikat opfylder kravene stillet af Folketinget.

Formålet med miljømærkning af skovdrift er at sikre, at skoven drives bæredygtigt og hermed bevares til kommende generationer. Idéen blev skabt i slutningen af 1980'erne, og udvikledes for alvor, da FSC blev dannet i 1994. Der er på nuværende tidspunkt et antal nationale som internationale certificerings-/mærkningsordninger, som kan være vanskelige at skelne fra hinanden. Eksempler på disse er nævnt nedenfor:

Eksempler på internationale mærkningsordninger

- FSC (Forest Stewardship Council)
- PEFC (Pan European Certification System)
- PAFC (Pan African Certification System), under udvikling

Eksempler på nationale mærker:

- SFI (USA)
- CSA (Canada)
- LEI (Indonesien)
- NTCC (Malaysia)

- Ghana National Certification Scheme

Det ligger uden for rammerne af nærværende rapport at beskrive disse certificeringsordninger nærmere, ligesom en evt. mærkning ikke indgår i den efterfølgende udvælgelse af produkter i projektet.

1.6 Overfladebehandling

I mange tilfælde er produkter af træ overfladebehandlet. Denne overfladebehandling kan have en æstetisk funktion, men i mange tilfælde også en praktisk funktion, der f.eks. giver produktet større bestandighed over for brug og slitage, tilsmudsning og/eller misfarvning/blegning af sollys. Denne overfladebehandling kan derudover også lette rengøring og produktets bestandighed overfor denne.

En eventuel overfladebehandling kan medvirke til en reduktion af afgivelsen af kemiske stoffer fra selve træet, men overfladen kan samtidig i sig selv medføre afgivelse af (andre) stoffer.

Som tidligere beskrevet er valget af træart delvis betinget af de æstetiske retningslinier, som den skiftende mode udstikker. Samme betingelser er gældende for en eventuel overfladebehandling, hvis type og farve delvis afgøres af arkitektoniske og designmæssige trends.

Typiske overfladebehandlinger for forskellige produktkategorier er gengivet i Tabel 5 nedenfor.

Tabel 5 Typiske overfladebehandlinger for forskellige produktkategorier

Produktkategori	Overfladebehandling
Gulve	Lak, olie, lud
Køkkenbordplader	Olie, sæbe, lak, lud, bejdse
Møbler (herunder inventar til køkken og bad)	Lak, voks, bejdse, lud
Brugsgenstande	Lak/maling, lud, olie, bejdse, voks
Kunstgenstande	Bejdse, lak/maling, olie, voks

I asiatiske lande benyttes i vid udstrækning syrehærdende lak, der afspalter formaldehyd. Lakerede produkter, der importeres fra Asien vil derfor ofte være behandlet med syrehærdende lak.

2 Kortlægning af produkter af eksotisk træ på det danske marked

For at skabe et overblik over hvilke eksotiske træarter og produkter der findes på det danske marked, er der foretaget en markedsundersøgelse.

Markedsundersøgelsen er baseret på oplysninger fra Danmarks Statistik samt kontakt til en række importører, forhandlere og producenter af gulve, møbler, køkkenudstyr, brugsgenstande samt kunst- og pyntegenstande.

Importører, forhandlere og producenter er udvalgt på baggrund af arbejdsgruppens kendskab til virksomheder på markedet og anbefalinger fra de kontaktede virksomheder, samt søgning på Internettet.

Oplysninger om mængde og værdi af varer af træ, der i 2002 blev importeret til Danmark, er indhentet fra Danmarks Statistik. De importerede mængder er i opgørelsen angivet i forskellige grupper. I opgørelserne fra Danmarks Statistik over Danmarks udenrigshandel skelnes der mellem ”tropisk træ” og ”andet træ”. Bilag A angiver hvilke træarter, der er omfattet af ”tropisk træ”.

Desværre skelner opgørelserne fra Danmarks Statistik ikke mellem forskellige træarter, men udelukkende mellem ”tropisk træ” og ”andet træ”, samt hvilke produktkategorier, der er tale om. Langt hovedparten af Danmarks import af eksotisk træ (opgjort i mængde) udgøres af tømmer. Denne produktkategori falder uden for rammerne for dette projekt. Tabel 6 nedenfor opgør Danmarks import af resterende produktkategorier af ”tropisk træ” i 2002 (Danmarks Statistik, 2002).

Tabel 6 Danmarks import af ”tropisk træ” opgjort efter produktkategori (2002 tal)

Kategori	Mængde [kg]	Værdi [kr]
Rammer til malerier, fotografier, spejle og lign.	41.849	1.758.838
Vinduer, glasdøre og rammer dertil	602.550	24.955.369
Døre og rammer dertil, samt dørtærskler	156.621	3.794.288
Bordservice og køkkenudstyr	254.863	11.871.483
Æsker, skrin mv. samt boligudstyr (ekskl. møbler)	84.749	4.798.922
Statuetter og andre dekorationsgenstande	101.362	3.901.290
I alt	1.241.994	51.080.190

Danmarks Statistiks Udenrigshandel fordelt på varer og ydelser opgør i kapitel 94 ”diverse varer” importen af møbler. Opgørelsen skelner ikke mellem møbler af forskellige træarter, men udelukkende mellem møbler af træ, plast og andre materialer.

Det er således ikke muligt i de statistiske opgørelser at finde oplysninger om hvilke træarter, der importeres. Det er således heller ikke muligt at finde oplysninger om hvilke træarter, der primært benyttes til forskellige produkter. Oplysninger om disse forhold er derfor søgt indhentet ved kontakt til importører, producenter samt forhandlere af produkter af eksotisk træ. Der er fra disse virksomheder indhentet oplysninger om specifikke produkter (Johansen, Jensen, Lorentzen, Rubæk, Bendtsen, Møller, Andersen, Konge, Frederiksen, Gottlieb, Indo Art, IQI, IKEA 2003). Disse er angivet i Tabel 7.

I tabellen er ligeledes angivet virksomhedernes oplysninger om eventuel overfladebehandling.

Hvor det har været muligt, er der ligeledes indhentet oplysninger om importeret mængde og oprindelsesland (Johansen, Lorentzen, Bendtsen, Andersen, Konge, Frederiksen, Indo Art, 2003). Disse er gengivet i Tabel 8.

Tabel 7 Oplysninger om produkter af eksotisk træ

Importør/producent /forhandler	Produkt	Træart	Eventuel overfladebehandling
Tarkett Sommer A/S	Gulve	Merbau, Kirsebær	Olie* Lak*
Faxe Design A/S	Gulve	Merbau, Kirsebær	Olie**
SPEKVA A/S	Køkkenbordplader	Bubinga, Iroko, Jatoba, Khaya Mahogni, Merbau, Sipo, Teak, Valnød, Kirsebær, Skandinavisk Kirsebær, Orientalisk Kirsebær	Olie, sæbe, lak, bejdse
	Badmijløj	Kirsebær, Sipo, Teak	Olie, sæbe, lak, bejdse
IKEA A/S	Seng	Gummitræ	Lak
Trip Trap Denmark a/s	Gulve	Teak, Merbau, Jatoba, Keruing, Wengé, Ipé	Ubehandlet eller olie
	Brugsgenstande	Teak	Ubehandlet
HTH Køkkener a/s	Køkkenlåger	Karri (udgår), Kirsebær, Massaranduba, Mahogni	Lak
BIVA Møbler A/S	Spiseborde	Gummitræ	Voks
Rustic Furniture A/S	Møbler	Sheesham, Mahogni	Bejdse, voks
Inbodan A/S	Møbler	Sheesham, Gummitræ, Kirsebær	Voks, lak, bejdse
Asian House	Brugsgenstande/kunst	Ukendt ("monkey pot wood")	Bejdse
Ejnar Debel A/S	Brugsgenstande (persiennner)	Ramin	Bejdse, lud, lak***
International Quality Import	Kunst	Belalu (Batai)	
Indo Art Aps	Kunst, brugsgenstande	Belalu (Batai)	Lak

* Produktet er indeklimatemerket, ** Olien er indeklimatemerket, *** Overfladebehandling ifølge producent uden indhold af bla. azo-farvestoffer

Brugsgenstande er køkkenredskaber, service og bestik, serveringsbakker, servietholdere, knagerækker, persiennner mv.

Tabel 8 Liste over oplyst mængde og oprindelse for import af produkter af eksotisk træ

Importør/producent /forhandler	Træart	Mængde pr. år	Oprindelse
BIVA Møbler A/S	Gummitræ	ca. 600 stk	Malaysia
Rustic Furniture A/S	Sheesham	ca. 95% af omsætning	Indien
	Mahogni	ca. 500 m ³	Indonesien
Inbodan A/S	Sheesham	600-700 m ³	Indien
Asian House	-	-	Thailand

Indo Art Aps	Belalu (Batai)	10 m ³	Indonesien
HTH Køkkener A/S	Mahogni	30 m ³	Sydamerika
	Kirsebær	-	Nordamerika
	Massaranduba	60 m ³	Sydamerika
Ejnar Debel A/S	Ramin	ca. 30.000 enheder	Kina

3 Materialer

3.1 Allergiske symptomer forårsaget af eksotiske træarters indhold og afgivelse af kemiske stoffer

Der er fra litteraturen kendskab til en lang række træarter, der kan give anledning til forskellige symptomer hos mennesker. I langt de fleste tilfælde er de rapporterede symptomer imidlertid opstået i forbindelse med forarbejdning af træet, f.eks. savning eller slibning. Eksponering under forarbejdning er oftest mange gange større end eksponering ved almindelig brug af produkter. Eksponeringen kan i denne forbindelse ske ved indånding af de afgassede stoffer, indånding af støv samt ved hudkontakt med træ og træstøv.

Der foreligger ret omfattende undersøgelser med identifikation af en række forbindelser som kan give allergi (Hausen, 1981; Woods og Calnan, 1976; Turjanmaa et al., 2002). Disse forbindelser har næsten alle en stor molekulvægt, og kun i sjældne tilfælde vil disse stoffer forventes at kunne afgasse fra træet, og de vil sædvanligvis ikke kunne forventes påvist ved headspace-analyse.

Den talmæssigt langt hyppigste årsag til helbredspåvirkning ved forarbejdning af træ skyldes uspecifikke, irritative reaktioner forårsaget af træstøv, som både kan give irritation af hud og luftvejenes slimhinder. Disse symptomer kan i de fleste tilfælde undgås ved anvendelse af handsker, beklædning og udsugning. Personer som har udviklet egentlig allergi vil fremover reagere ved selv meget lille eksponering, og udsugning, almindelig beskyttelsesbeklædning m.v. vil oftest ikke være tilstrækkelig.

Når træet giver anledning til allergiske reaktioner skyldes det enten direkte kontakt til intakt træ gennem berøring af det færdige produkt, eller – næsten altid – udsættelse for træstøv som fremkommer ved forarbejdningen. Træstøvet vil naturligvis indeholde samme proteiner og kemiske stoffer som selve træet, men på grund af partikel-størrelsen vil disse stoffer blive luftbårne og dermed vil de personer der forarbejder træet udsættes for støv både på hud og luftvejenes slimhinder – også selv om de undgår direkte berøring med selve træemnerne.

Der foreligger ingen oplysninger om hvor hyppigt forskellige træarter forårsager biologiske reaktioner hos skovarbejdere, savværksarbejdere, personer som forarbejder træet, eller brugere. De fleste litteraturoplysninger vedrører enkelttilfælde.

Egentlige epidemier er beskrevet i forbindelse med at nye træarter med ukendt allergent potentiale har afløst velkendte træarter, som f.eks. Pao Ferro (Conde-Salazar et al., 1980; Hausen, 1982).

Patienter med eksem forårsaget af træstøv har samtidig ofte luftvejssymptomer (Estlander et al., 2001). En dansk undersøgelse (Schlünssen et al., 2002) af 2423 arbejdere i træindustrien konkluderer, at træstøv synes at kunne forårsage luftvejssymptomer overvejende på irritativ

basis trods forholdsvis lille eksponering. Tilsvarende beskrives kronisk bronchitis som en hyppig lungelidelse hos træarbejdere udsat for træstøv (Enarson og Chan-Yeung, 1990).

I en del tilfælde skyldes reaktionen ikke allergener fra selve træet, men skimmelsvampe m.v. som vokser på træet, som f.eks. beskrevet af Halpin et al. (1994), eller er forårsaget af f.eks. *Fruinallaria* (lav-art), der vokser på barken (De Corres, 1984). Kontakteksem kan også være forårsaget af stoffer som er tilført som træbeskyttelsesmidler, eller i forbindelse med overfladebehandling, lim eller lignende (Wilkinson, 1979; Stoke, 1979; Johnson et al., 1983; Liden, 1990).

Symptomerne er i denne gennemgang inddelt i symptomer fra luftvejene (1+2), symptomer fra hud (3+4+5) og almen-symptomer (6) (Woods, 1976; Hausen, 1981; Hausen, 2000):

1. Luftvejssymptomer med astma og høfeber (rhino-conjunctivitis) samt kronisk bronchitis.
2. Andre specifikke luftvejssymptomer med påvirkning af almentilstanden som allergisk lungebetændelse (allergisk alveolitis) (Bendtzen et al., 2000), organic dust toxic syndrome (Seifert et al., 2003).
3. Irritation eller nældefeber ved direkte hudkontakt (kontakturticaria).
4. Eksem. En eksemreaktion består i små bitte blærer i huden, rødme, afskalning, revner, fortykkelse og kløe. Reaktionen kommer, hvor der har været direkte kontakt til det fremkaldende agens. Eksemet betegnes derfor "kontakteksem". Der kendes både irritativt og allergisk kontakteksem, se nedenfor.
5. En særlig form for planterekation, nært beslægtet med kontakteksemet er den "Erythema-multiforme-lignende reaktion" = Urticariel Papuløs- og Plaque-lignende reaktion (UPPE), hvor der kan komme større blærer på huden på kontaktstedet (Goh, 1992).
6. Andre reaktioner, især kræft og almenreaktioner (på grund af toksiske stoffer i træet) (Hausen, 1981; Woods, 1976; Wills, 1982).

Biologiske mekanismer:

Årsagen til hud- og luftvejsreaktionerne kan være:

Irritativ	Ved en irritation sker der en uspecifik påvirkning af hud eller slimhinder.
Biologisk/toksisk	Symptomer, fremkaldt af biologisk aktive stoffer som f.eks. alkaloider (Woods, 1976).
Allergisk	Allergiske reaktioner er velbeskrevne biologiske mekanismer, som har det fællestræk, at et individ efter gentagen udsættelse for et ganske bestemt stof udvikler et specifikt, hyper-sensitivt beredskab af immunologisk karakter, over for dette stof. Ved senere udsættelse for stoffet udløses en allergisk reaktion. Den mængde af stoffet, som skal til for at udløse reaktion hos et individ, der er blevet allergisk, er oftest mindre end den mængde der skal til for at inducere allergi. Allergi er livslang.

Der findes flere forskellige allergiske mekanismer (Bendtzen, 2000):

- a. Udsættelse for proteinstof (æggehvidestof) resulterer i en antistof-medieret reaktion med symptomer bestående af astma, nældefeber (urticaria) og høfeber, samt i sjældne tilfælde allergisk shock (anafylaktisk shock). Ikke alle symptomer behøver være tilstede. Astma, høfeber- og nældefeber-reaktionen opstår umiddelbart efter udsættelse for allergenet (minutter), og reaktionen svinder oftest i løbet af timer. Hudkontakt til det allergifremkaldende proteinstof kan i nogle tilfælde udløse lokaliseret nældefeber (kontakturticaria) alene på kontaktstedet, men kan evt. også udvikle sig generaliseret nældefeber, astma osv. (reaktioner af denne art benævnes den allergiske straks-reaktion, type-I-reaktion eller medieret af IgE-antistof). Lokaliseret urticaria kan også fremkaldes uden medvirken af immunologiske processer, ved irritation.
- b. I visse tilfælde giver udsættelse for proteiner anledning til dannelse af antistof af IgG-typen. Dannelse af specifikke IgG-antistoffer kan resultere i allergisk lungebetændelse (alveolitis), som viser sig ved symptomer på lungebetændelse op til 1 døgn efter udsættelse for allergenet.
- c. Udsættelse for en lang række kemiske stoffer kan resultere i allergisk kontakteksem. Eksem udvikles først 1-3 dage efter eksponeringen og svinder først op til flere uger efter eksponeringen er ophørt. Eksem udvikler sig aldrig til astma. Denne form for allergisk reaktion benævnes "cellulær medieret allergisk reaktion" eller "den forsinkede kutane hypersensitivitetsreaktion" eller type-IV reaktion.

I Tabel 9 er der angivet rapporterede symptomer forårsaget af de træarter, der er nævnt i Tabel 3, 4 og 7. Det skal bemærkes, at produkterne nævnt i Tabel 3, 4 og 7 kan være overfladebehandlet, hvilket kan indkapsle træets indholdsstoffer. I stedet kan overfladebehandlingen være bestemmende for afgivelsen af stoffer.

Tabel 9 Symptomer forårsaget af eksotiske træarter (Hausen, 1981)

Handelsnavn	Botanisk navn	Symptomer (pga. støv)	Indholdsstof
Bubinga	<i>Guibourtia tessmannii</i>	Sensibiliserende	
Blue Gum	<i>Eucalyptus saligna</i> (og andre eucalyptusarter)	Sensibiliserende	Eucalyptusolie
Dibetou	<i>Lovoa klaineana</i>	Astma?	
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Kvalme, opkast	
Imbuia	<i>Phoebe porosa</i>	Sensibiliserende, hjertebanken, kvalme, diarre, hovedpine	Alkaloid
Ipé	<i>Tabebuia ipé</i>	Sensibiliserende	Desoxylapachol m.fl.
Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Sensibiliserende, astma, alveolitis	Chlorophorin
Limba	<i>Terminalia superba</i>	Splinter giver sår. Næseblod, hudsensibiliserende, astma, nældefeber	2,6 dimethoxy-1,4-benzoquinon? (2,6-dmbq)
Mahogni, afrikansk	<i>Khaya ivorensis</i>	Muligvis hudsensibiliserende, astma, alveolitis	Meliacin (ikke sensibiliserende)
Mahogni, amerikansk	<i>Swietenia spp.</i>	Sensibiliserende, astma, allergisk alveolitis, kræft?	Meliacin (ikke sensibiliserende)
Mansonina	<i>Mansonina altissima</i>	Sensibiliserende (hyppig), astma, kræft?	Chinon? (Mansonin A-sensibiliserende)

Handelsnavn	Botanisk navn	Symptomer (pga. støv)	Indholdsstof
		næseblod, hovedpine hjerterarytmi	Glycosider
Meranti	<i>Shorea species</i>	Muligvis sensibiliserende	
Obeche	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Astma, urticaria	
Okumé	<i>Aucoumea klaineana</i>	Sensibiliserende, astma?	
Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Astma, allergisk alveolitis hudirritation (splinter), sensibiliserende	2,6 dmbq?
Sapelli	<i>Entandophragma cylindricum</i>	Muligvis sensibiliserende	
Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sensibiliserende	R-4-methoxy dalbergione o.a. chinoner
Tasmansk eg	<i>Eucalyptus spp.</i>	Sensibiliserende	Eucalyptusolie
Teak	<i>Tectona grandis</i>	Astma, sensibiliserende	Desoxylapachol
Tiama	<i>Etandophragma angolense</i>	Sensibiliserende	
Wengé	<i>Millettia laurentii</i>	Mavekrampe, sårhelingsproblemer (splinter), sensibiliserende	2,6-dmbq og andre quinoner

Nogle af de i Tabel 9 nævnte træarter benyttes i Danmark til køkkenbordplader, og kan i den forbindelse tænkes at komme i direkte kontakt med fødevarer. Det har imidlertid ikke været muligt at finde oplysninger om eventuelle problemer i denne sammenhæng. Et projekt vedrørende anvendelse af træ i fødevarerindustrien (NIF, 1998) til f.eks. skærebrædder og paller behandlede kun "ikke-eksotiske" træarter og giver således ikke informationer om træarter, der er omfattet af dette projekt.

Allergene proteiner er velkendte i saften fra gummitræ, ***Hevea brasiliensis***, og er særdeles ekstensivt beskrevet i litteraturen i forbindelse med gummiprodukter, fremstillet af naturgummilætex fra denne træart (Turjanmaa et al., 2002), men der er ingen publikationer om astma hos personer der forarbejder træet eller reaktioner forårsaget af kontaminering af fødevarer ved kontakt til produkter fremstillet af træ fra ***Hevea brasiliensis***.

3.2 Valg af produkter

Projektets eksperimentelle del omfatter en undersøgelse af 10 udvalgte produkter af eksotisk træ. Produkterne repræsenterer dels de produktgrupper, der i markedsundersøgelsen er fundet på markedet, og dels træarter, som i vid udstrækning anvendes til disse produktgrupper.

De udvalgte produkter/træarter kan dog kun betragtes som repræsentative eksempler, og er dermed ikke dækkende for alle forbrugerprodukter af eksotisk træ på det danske marked i 2003.

De udvalgte produkter er gengivet i Tabel 10.

Tabel 10 Udvalgte produkter

emne nr.	Træart	Botanisk navn	Produkt	Evt. overfladebehandling
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	Spisebord	Lak**
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Persienne	Bejdse
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sengebord	Voks
4	Teak	<i>Tectona grandis</i>	Serveringsbakke	
5	Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>	Gulv	Olie
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Gulv	Olie
7	Khaya mahogni	<i>Khaya ivorensis</i>	Køkkenbordplade	Olie*
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Køkkenbordplade	Olie*
9	Kirsebær, amerikansk	<i>Prunus serotina</i>	Køkkenbordplade	Olie*
10	Belalu	<i>Albiz(z)ia falcata</i>	Figur	Sværte

* produkter, der normalt er oliebehandlet, men som i nærværende undersøgelse indgår ubehandlet

** Dette produkt oplyses af forhandleren at være voksbehandlet. Det vurderes dog, at der er tale om en lak

Produkterne er for hovedpartens vedkommende undersøgt med den overfladebehandling, som de normalt fremstår med hos forbrugeren. For de normalt oliebehandlede produkter er der, hvor det har været muligt, indkøbt produkter, der ikke er behandlet med olie. Dette repræsenterer ikke en typisk brugssituation, men giver derimod et bedre billede af, hvilke kemiske stoffer der afgives fra selve træet. Erfaringsmæssigt afgiver en oliebehandling en række stoffer, som vil kunne risikere at maskere afgasningen fra selve træet.

På baggrund af resultaterne af en indledende kvalitativ screening (beskrevet i rapportens afsnit 4.1) af afgasningen fra de 10 produkter angivet i Tabel 10, blev der blandt disse udvalgt 5 produkter, som blev underlagt en yderligere kvantitativ analyse af afgasningen. De 5 udvalgte produkter er gengivet i Tabel 11.

Tabel 11 Produkter udvalgt til kvantitativ analyse af afgasning

emne nr.	Træart	Botanisk navn	Produkt	Overfladebehandling
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	Spisebord	Lak
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Persienne	Bejdse
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sengebord	Voks
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Gulv	Olie
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Køkkenbordplade	

Udvælgelsen af disse 5 produkter er baseret på følgende kriterier:

- produkter, der anvendes på største flader
- produkter, der afgasser mest
- produkter, der anvendes mest
- typen af afgasning fra produktet

Kendskabet til den mængde, der anvendes af de enkelte træarter er begrænset. De primære kriterier for udvælgelsen har derfor været produkter, der indgår med en stor overflade i en typisk brugssituation og/eller har en ”høj” afgasning.

Den kvantitative analyse af afgasning er beskrevet i afsnit 4.2.

3.3 Træartsbestemmelse

For to af de udvalgte produkter af eksotisk træ har det fra forhandleren/importøren kun været muligt at få oplyst handelsnavnet for træarten. Da handelsnavnet kan være geografisk bestemt og variere fra område til område er det nødvendigt at kende det botaniske navn for en entydig identifikation af træarten.

Nedenfor er angivet fastsættelsen af de botaniske navne for de pågældende to træarter. Egentlige træartsbeskrivelser er for alle 10 udvalgte træarter gengivet i Bilag B (Teknologisk Institut, 2003).

3.3.1 Sheesham

Blandt de udvalgte produkter er et sengebord af træarten sheesham. Sengebordet er en del af en serie af møbler, der forhandles gennem Idémøbler.

Ved indkøbet af bordet hos forhandleren havde træarten flere forskellige benævnelser i katalog, på produktbeskrivelser og prismærker, blandt andet sesam, shesam, sheesam.

Hverken forhandleren eller importøren, kunne oplyse træartens botaniske navn, men henviste udelukkende til handelsnavnet.

Ud fra prøver udtaget af det indkøbte møbel er træarten efterfølgende forsøgt bestemt ved litteraturstudium. Store dele af det anvendte træ i det aktuelle møbel er splintved, som besværliggør en entydig artsbestemmelse. Der er enten tale om ***Dalbergia latifolia*** eller ***D. sissoo***. Disse to træarter lader sig kun bestemme ved forskel i farve, ikke ved egentlig mikroskopiske karakterer. Da det aktuelle træmateriale primært består af ungt ved, er farven mindre karakteristisk. Det er derfor ikke muligt med sikkerhed at artsbestemme træet, men der er med overvejende sandsynlighed tale om ***Dalbergia latifolia*** (Venås, 2003). Denne identifikation benyttes, med ovenstående forbehold, i nærværende rapport.

3.3.2 Belalu

I projektet indgår en figur udskåret af en træart, der på indonesisk kaldes belalu. Importøren, der selv forestår indkøbet af figurerne i oprindelseslandet, kan kun oplyse træartens indonesiske navn, belalu.

Ud fra navnet belalu er der efter al sandsynlighed tale om træarten med det botaniske navn ***Albiz(z)ia falcata***, der på dansk, engelsk og tysk kaldes batai (Venås, 2003). Dette stemmer også overens med litteraturens beskrivelse af veddets udseende og struktur samt dets anvendelse til træskærearbejde med lav detaljegrad. I nærværende rapport antages det derfor, at der er tale om ***Albiz(z)ia falcata***.

4 Metode

Som beskrevet i afsnit 3.2 er der udvalgt 10 produkter til en indledende kvalitativ screening af afgangningen af kemiske stoffer. Af disse 10 produkter er 5 udvalgt til en yderligere kvantitativ analyse.

Ud over analyser af afgivelsen af kemiske stoffer til luft er prøver af belalu, ***Albiz(z)ia falcata***, blevet analyseret for afgivelser af kemiske stoffer ved migration i kunstigt spyt og prøver af gummitræ, ***Hevea brasiliensis***, er analyseret for afgivelse af kemiske stoffer ved migration til kunstigt spyt, indhold af latex-allergener samt fungicid. Beskrivelse af disse analyser er behandlet senere i dette kapitel.

4.1 Indledende kvalitativ screening

Den kvalitative screening er gennemført ved 40°C, hvor prøver af produktet, der skal undersøges, er placeret i et glas og opvarmet til 40°C i 4 timer. En luftprøve på 1 ml er udtaget med gastæt sprøjte og analyseret ved kapillarkolonne gaschromatografi kombineret med massespektrometrisk detektion (GC-MS).

Komponenterne er identificeret ved sammenligning af de respektive massespektre med massespektre fra NIST 98 bibliotek. Komponenternes procentvise andel af det totale VOC-indhold er angivet som arealprocent af spektret, under antagelse af, at alle detekterede komponenter har samme respons for samme mængde. Detektionsgrænsen er under denne antagelse 5-10 ng/g prøvemateriale. Måleusikkerheden på de relative arealprocenter udgør 10-15%.

Kortfattede resultater af den statiske headspace-analyse er gengivet i rapportens afsnit 5.1. Detaljerede resultater er gengivet i rapportens Bilag C.

4.2 Kvantitativ bestemmelse af afgangning i klimakammer

De kvantitative bestemmelser blev gennemført ved klimakammermåling i henhold til ENV 13419-1 Building Products. Determination of the emission of volatile organic compounds. Part 1: Emission test chamber method (CEN, 2001).

4.2.1 Forberedelse af prøveemner

Prøveemnerne er tilpasset i størrelse i forhold til kammervolumen for at opnå den tilstræbte materialebelastning. Et forhold på $n/L = 1$ mellem luftskiftet (n) og materialebelastningen (L) er anvendt.

4.2.2 Prøvningsbetingelser

Klimakammer	225 l poleret rustfrit stål
Temperatur	$23 \pm 0,5^\circ\text{C}$
Relativ fugtighed	$45 \pm 3\% \text{ RH}$
Luftskifte i klimakammer	$1 \pm 0,05 \text{ h}^{-1}$

Lufthastighed	0,15 ± 0,05 m/s.
Materiemængde	0,225 m ²
n/L	1

Prøveemnerne har været placeret i klimakammer i hele prøvningsperioden.

4.2.3 Målemetode

Det generelle princip for emissionsmålinger i klimakamre er, at prøveemnet der skal undersøges, placeres i et klimakammer ved standardprøvningsbetingelser. Gasser og dampe, der afgives fra prøveemnet, blandes med kammerluften. Luftprøver udtages ved fastsatte tidspunkter og analyseres ved forskellige analyseteknikker.

I undersøgelsen blev måletidspunkterne fastsat til 3, 10 og 28 døgn.

4.2.4 Kemisk analyse

Emissionerne fra de undersøgte produkter blev opsamlet på Tenax TA, desorberet termisk og efterfølgende analyseret ved kapillarkolonne gaschromatografi kombineret med massespektrometrisk detektion, GC-MS-SCAN (29-450 amu-screeninganalyse) i henhold til ISO/DIS 16000-6.2 (2002). Komponenterne blev identificeret ved at sammenligne de respektive massespektre med massespektre fra NIST 98 bibliotek.

Aldehyder blev opsamlet på dinitrophenylhydrazin (DNPH) filtre og efterfølgende analyseret ved væskechromatografi med UV detektion (HPLC-UV).

Ved analyserne er kvantificering foretaget i forhold til eksterne kalibreringsstandarder af det detekterede stof eller tætbeslægtede kemiske stoffer.

Detektionsgrænse for VOC'er på Tenax	0,3-1 µg/m ³
Detektionsgrænse for aldehyder på DNPH	1,2 µg/m ³
Usikkerhed på analyseresultater	10-15 %

Der er analyseret blindværdier for det tomme kammer før prøvning, ligesom ueksponerede rør er analyseret sammen med prøverør.

4.3 Bestemmelse af indhold af naturgummi-latexallergen

Der er i litteraturen utallige beskrivelser af allergi overfor naturgummilatex udvundet af *Hevea brasiliensis*. Allergien skyldes proteiner. Der findes ikke beskrevet studier i litteraturen, hvor man har undersøgt om indhold af naturgummilatex-allergener i selve træet kan give anledning til reaktion hos naturgummilatex-allergiske personer.

Spisebordet af gummitræ, som er et af de udvalgte produkter, er lakeret på ben og overside af bordplade. Prøver af bordpladen er blevet analyseret for indhold af naturgummilatex-allergener i selve træet. De fleste naturgummilatex-allergener er vandopløselige og såfremt disse er i stand til at gennemtrænge overfladebehandlingen vil de også kunne give anledning til allergiske symptomer ved kontakt med overfladen.

Bordpladen består af sammenlimede stave. I alt tre prøver er udtaget i forskellige stave. Prøverne er udtaget midt i stavene ved hjælp af et metalbor, således at der ikke indgår lim eller voks i det udborede materiale. Materialet er efterfølgende findelt i en metalkværn. Det udtagne prøvemateriale har således ikke været i kontakt med materialer, der kunne indeholde/afgive naturgummilætex-allergener.

Materialet er ekstraheret med fosfat-buffet saltvand i forholdet 1 g til 5 ml buffer, ifølge ASTM D5712. Partikler er efterfølgende fjernet ved centrifugering i minimum 15 minutter ved minimum 500G. Supernatanten er herefter testet ved en immunologisk metode for hvert af allergenerne Hev b 1, Hev b 3, Hev b 5 og Hev b 6.02 ved anvendelse af specifikke antistoffer (FIT-kitTM) (FIT Biotech; Palusou et al., 2002) såvel ufortyndet, som fortyndet 1:10, hvis højt allergenniveau forventes. Mængden af allergen angives for hvert allergen for sig i µg/l. Den samlede mængde angives som µg/g prøvemateriale.

Analysernes detektionsgrænse for allergenerne Hev b 1, Hev b 3, Hev b 5 og Hev b 6.02 er gengivet i Tabel 12.

Tabel 12 Detektionsgrænse for latex-allergener

	Hev b 1	Hev b 3	Hev b 5	Hev b 6.02
Detektionsgrænse [µg/l]	1,2	2,3	0,5	0,1

Prøverne er analyseret ved FIT Biotech Oyj Plc., Tampere, Finland. Resultaterne er gengivet i rapportens afsnit 5.3.

4.4 Bestemmelse af indhold af fungicid

Blandt de udvalgte træarter er gummitræ særlig udsat for angreb af skimmel og insekter fra træet er fældet og til det er tørret. Tømmer af gummitræ behandles derfor altid med et fungicid/insekticid for at forhindre disse angreb.

Behandlingen sker kort efter fældning og opskæring og inden tørringen, og dermed mens træet endnu er vådt. Behandlingen foregår i nogle tilfælde ved at tømmeret dyppes i kar med væske indeholdende forskellige aktivstoffer. I andre tilfælde sker der en egentlig imprægnering af træet. Da behandlingen sker mens træet er vådt sker indtrængningen af fungicid kun i begrænset dybde, og vil i overvejende grad findes på/i overfladen.

Efter tørring gennemgår træet oftest en yderligere forarbejdning, der indebærer at overfladen høvles, slibes eller pudses væk. Denne forarbejdning medfører at de dele af veddet, der måtte have det største indhold af fungicid fjernes. Det blev dog alligevel vurderet at være relevant at udføre analyser af eventuelt indhold af fungicid i træet.

Der blev udtaget prøver fra flere stave fra gummitræet i bordpladen fra spisebordet (emne nr. 1 i Tabel 10). Prøveudtagningen blev foretaget ved hjælp af et metalbor med efterfølgende findeling af materialet i en metalkværn.

Prøvematerialet blev analyseret for indhold af en række organiske aktivstoffer: Tebuconazol, propiconazol, tolylfluanid, dichlofluanid, IPBC (3-iodo-2-propynyl-butyl-carbamat) samt pentachlorphenol. Derudover analyseredes prøven for indhold af et antal grundstoffer (sølv, arsen, bor, bismuth, cadmium, kobolt, krom, kobber, kviksølv, mangan, nikkel, bly, antimon, selen, tin, thallium, vanadium og zink).

4.4.1 Organiske komponenter

Til alle analyser, pentachlorphenol undtaget, blev en afvejet mængde prøvemateriale ekstraheret med acetone. Til analyser for indhold af pentachlorphenol blev en afvejet prøvemængde ekstraheret med dichlormethan tilsat deuteriummærket intern standard af C13-PCP ved ultralyd.

Ekstrakterne blev analyseret ved kapillar-gaschromatografi kombineret med massespektrometri (GC-MS). Der blev udført dobbeltbestemmelse.

Tebuconazol, propiconazol, tolylfluonid, IPBC samt pentachlorphenol er kvantificeret overfor standarder af de respektive stoffer. Dichlofluonid blev søgt ved hjælp af NIST 98 biblioteket.

Detektionsgrænser for stofferne er angivet i Tabel 13. Usikkerheden på analyseresultaterne er ca. 10%.

Tabel 13 Detektionsgrænser organiske komponenter

Komponent	CAS nr.	Detektionsgrænse [$\mu\text{g/g}$]
IPBC	55406-53-6	0,5
Tolyfluonid	731-27-1	0,5
Tebuconazol	80443-41-0	0,35
Propiconazol	60207-90-1	0,35
Dichlofluonid	1085-98-9	0,5
Pentachlorphenol	87-86-5	0,1

Resultatet af analyserne er gengivet i rapportens afsnit 5.4.

4.4.2 Grundstoffer

Prøvematerialet blev destrueret med salpetersyre i teflonbomber ved mikrobølgeopvarmning. Efterfølgende blev ekstrakterne analyseret for indhold af grundstofferne ved ICP-MS og ICP-AES (for bor).

Til analysen for bor blev prøven spiket med bor og genanalyseret. Genfindingen var 104%.

Detektionsgrænser for stofferne er angivet i Tabel 14. Usikkerheden på målingerne er angivet sammen med resultaterne i rapportens afsnit 5.4.1.2.

Tabel 14 Detektionsgrænser for grundstoffer

Komponent	Detektionsgrænse [mg/kg]	Komponent	Detektionsgrænse [mg/kg]
Sølv (Ag)	0,5	Mangan (Mn)	0,5
Arsen (As)	0,5	Nikkel (Ni)	0,5
Bor (B)	10	Bly (Pb)	0,05
Bismuth (Bi)	0,5	Antimon (Sb)	0,5
Cadmium (Cd)	0,05	Selen (Se)	0,5
Kobolt (Co)	0,5	Tin (Sn)	0,5
Krom (Cr)	0,5	Thallium (Tl)	0,05
Kobber (Cu)	0,5	Vanadium (V)	0,5
Kviksølv (Hg)	0,05	Zink (Zn)	1

4.5 Bestemmelse af afgivelse af stoffer ved migration til kunstigt spyt

To produkter blev analyseret for afgivelse af kemiske stoffer ved migration til kunstigt spyt: Lakeret spisebord af gummitræ (emne nr. 1) og

sværtebehandlet figur af belalu (emne nr. 10). Bestemmelserne er foretaget for at vurdere den indtagelse af stoffer, der kan ske ved at børn sutter og bider i produkterne.

Til analyserne blev overfladen af prøveemnerne skrabet af og findelt, hvorefter ca. 1 g prøvemateriale først blev tilsat interne standarder og derefter 25 ml simuleret spyt (DIN 53160-1). Prøven blev herefter henstillet i varmeskab ved 37 grader C, hvor den først omrystedes i 1 time og derefter henstod i 1 time.

Prøverne centrifugeredes og spytsimulanten ekstraheredes ved "solid phase extraction", SPE (IST Isolute, C18/ENV). SPE-rørene tørredes ved et flow af nitrogen og blev elueret med dichlormethan. Dichlormethanen inddampedes til 250 µl og blev analyseret ved GC-MS (SCAN).

4.6 Vurdering af træarternes allergiske potentiale

Som led i vurderingen af de 5 træarter, der er udtaget til klimakammeranalyser, er der foretaget en litteraturgennemgang med henblik på en vurdering af træarternes tilbøjelighed til at fremkalde allergiske reaktioner fra hud eller luftveje.

Litteraturstudierne er baseret på oplysninger i en række lærebøger (Woods, 1976; Mitchell, 1979; Hausen, 1981; Lovell, 1993; Bendtzen, 2000; Hausen 2000; Krant og Cohen, 2000) samt en systematisk gennemgang af "Contact Dermatitis" og søgning på Medline.

4.7 Principper for vurdering af kemiske stoffer

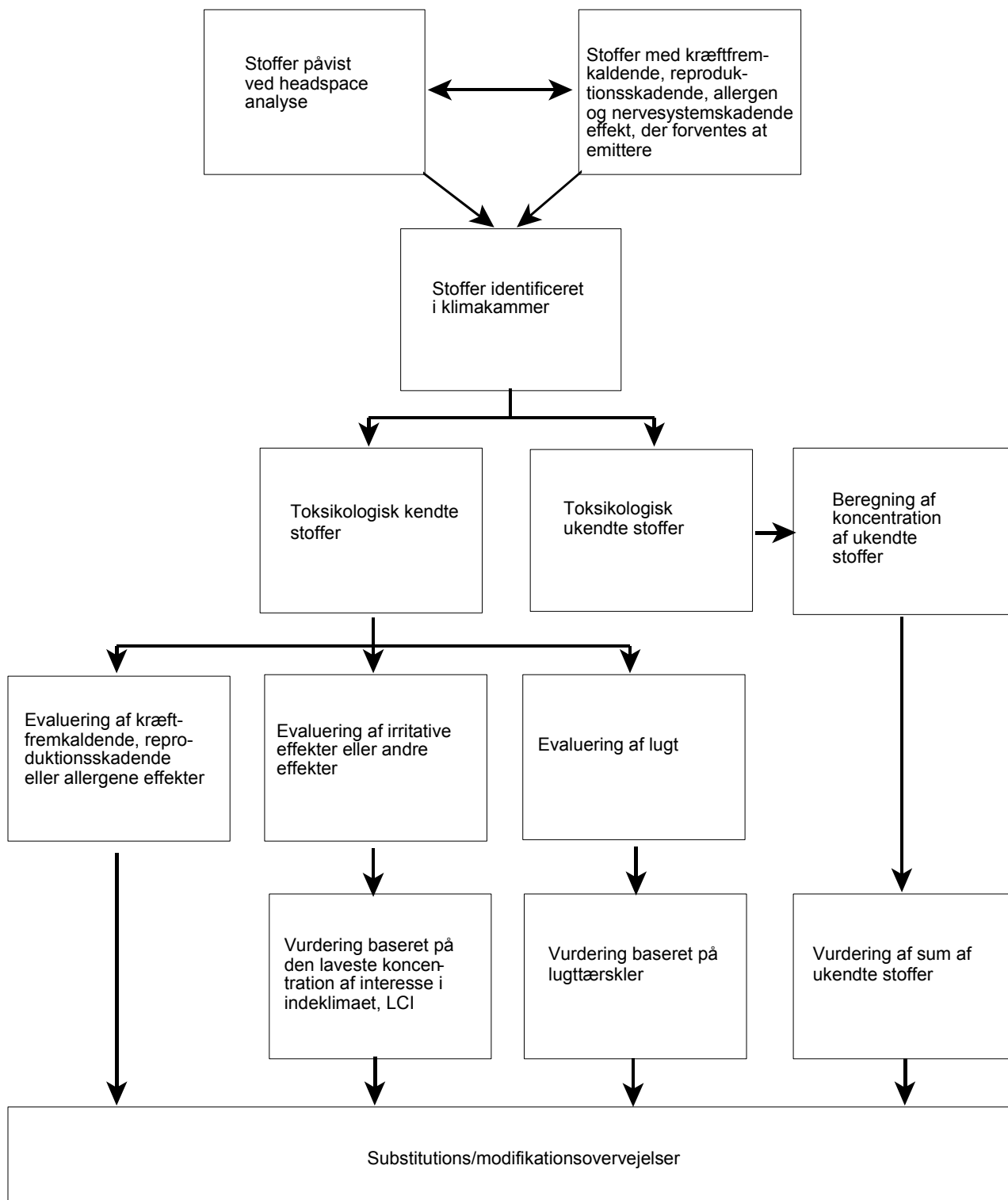
4.7.1 Laveste koncentration af interesse for indeklimaet

Helbredsproblemer, der opstår på basis af indeklimaet er almindeligvis meget uspecifikke og kan omfatte symptomer som hovedpine, træthed, slimhindeirritation og tør hud. Tillige kan der opstå ubehag på grund af lugt. Disse symptomer medfører ikke nødvendigvis kritiske helbredseffekter, men kan have en afgørende betydning for det generelle velbefindende ved ophold indendørs.

Når man skal vurdere om et kemisk stof eller et produkt, der består af adskillige kemiske stoffer, kan udgøre en sundhedsmæssig risiko, vil det naturlige være at vurdere resultatet af udførte epidemiologiske undersøgelser om menneskers reaktion ved den pågældende udsættelse. Disse undersøgelser findes desværre sjældent og er i mange tilfælde ikke mulige at gennemføre. Man er derfor nødt til at anvende andre metoder for at kunne gennemføre en toksikologisk vurdering af stoffer afgasset fra blandt andet eksotisk træ.

I en tidligere undersøgelse af afgang fra træ og træbaserede materialer, møbler og inventar er der beskrevet en metode til sundhedsmæssig vurdering (Jensen et al., 2001). Denne metode er overført på det nuværende projekt.

Hovedprincipperne for den sundhedsmæssige vurdering fremgår af Figur 1.



Figur 1 Hovedprincipper for sundhedsmæssig vurdering af emissioner

Vurderingen af enkeltstofferne, der er fundet i emissionerne ved klimakammermålingerne har, hvor det har været muligt, omfattet følgende: toksikologiske effekter (kræft, allergi, fosterskader, nervesystemskader og andre sundhedseffekter) samt irritation og lugt. Som overordnet princip betragtes afgang af kræftfremkaldende stoffer, allergener og fosterskadende stoffer fra de undersøgte produkter som uønskede, og det anbefales at man undgår import af disse varer.

For alle stoffer er der foretaget vurdering for 1) effekter, hvor der forventes at foreligge et nul-effektniveau (NOEL = no observed effect level), 2) effekter, hvor der ikke foreligger et nul-effektniveau (f. eks. kræftfremkaldende stoffer), 3) sensorisk irritation og lugt. Principperne for deres fastsættelse er mere uddybende beskrevet i Luftvejledningen (Miljøstyrelsen, 1990).

Oplysninger for enkeltstoffer er fremskaffet ved søgning i databaserne TOXLINE, RTECS, NIOSHtic, og Medline, samt ved anvendelse af eksisterende kriteriedokumenter.

Miljøstyrelsen har foretaget toksikologisk vurdering af kemiske stoffer relateret til luftforurening, i drikkevand og ved jordforurening. De toksikologiske principper, som Miljøstyrelsen har benyttet, var i overensstemmelse med de her anvendte principper i de tilfælde, hvor Miljøstyrelsens vurdering var foretaget på baggrund af et stofs effekter og ikke på baggrund af lugt. Hvor der fra Miljøstyrelsen forelå en toksikologisk vurdering af et kemisk stof med en fastsat B-værdi (Miljøstyrelsen, 1990, 1996) blev denne benyttet. Hvis den vurderede værdi (LCI-værdi) afviger herfra, er der redegjort for det i enkeltstofvurderingen.

Som led i en tidligere rapport vedrørende afgang fra træ og træbaserede materialer (Miljøstyrelsen, 1999) blev der foretaget toksikologisk vurdering af en del af de i dette projekt målte stoffer. For disse stoffer er den tidligere vurdering og fastlagte LCI-værdi anvendt, da der for de pågældende stoffer ikke efter vores viden foreligger nyere data for stofferne, der kunne ændre på vurderingen.

4.7.2 Fastsættelse af LCI- og S-værdier

LCI-værdier (Lowest Concentration of Interest) er et begreb, som blev introduceret i rapporten vedrørende afgang fra træ og træbaserede materialer (Miljøstyrelsen, 1999). Vi har defineret LCI som den laveste koncentration af et bestemt stof, som ikke – med vores nuværende viden – ved vedvarende udsættelse i indeklimaet vil medføre risiko for skadelige virkninger på mennesker. LCI-værdier betragtes som et kvalitetskriterium for indeklimaet og ikke som fastlagte grænseværdier.

For mange af de kemiske stoffer, der afgassede fra de eksotiske træprodukter – eller overfladebehandlingen på produkterne – var der kun meget begrænset viden om deres effekter, og LCI-værdi fastsættelsen er derfor for en del af stofferne fastlagt på basis af meget ringe viden om effekter. Det har betydet, at det har været nødvendigt at operere med betydelige sikkerhedsmargener ved LCI-fastsættelsen.

For de fleste af stofferne i emissionerne var irritation den effekt, der blev udslagsgivende for fastsættelsen af LCI-værdierne. Mere alvorlige effekter fandtes for de fleste stoffers vedkommende først ved koncentrationer, der lå langt over det niveau, hvor det medførte irritation.

I flere tilfælde blev LCI-værdier fastlagt ved analogbetragtninger. I de tilfælde, hvor der manglede data for stofferne, og hvor den væsentligste effekt vurderedes at være irritation, blev LCI-værdierne fastlagt på baggrund af nedsættelse af åndedrætsfrekvensen med 50% hos mus (RD_{50} -værdi).

Værdierne omregnedes til LCI-værdier ved introduktion af en sikkerhedsfaktor på 10 for at beskytte særligt følsomme befolkningsgrupper og

ved at regne med en påvirkning i 24 timer 7 dage pr. uge (Nielsen et al., 1997).

En af begrænsningerne ved LCI-værdierne er, at de meget ofte er udledt fra en meget begrænset viden om de enkelte stoffer. LCI-værdierne kan derfor kun anvendes til sammenligning af materialer med en ensartet emissionsprofil og med en ensartet fastlæggelse af LCI-værdierne. De kan derfor kun anvendes som en første indikator for om der kan være komfort eller sundhedsmæssige problemer i indeklimaet.

I den foreliggende rapport følger vurderingen for samtlige stoffer de samme principper med undtagelse af formaldehyd. Denne følger WHO's anbefaling for en indeklimaværdi, der er betydelig mindre restriktiv fastsat end for de øvrige enkeltstoffer.

Koncentrationer af stofferne, der blev målt i klimakammeret, blev ved hjælp af en omregningsfaktor beregnet så den blev relevant i relation til indeklimasammenhænge. Beregningen fremgår af formel 1, hvor C_m [mg/m³] er den beregnede ligevægtskoncentration i indeklimaet; n er luftskiftet i indeklimaet [gange pr. time]; V er volumen af det aktuelle rum i m³; R_s er den specifikke afgangshastighed, [mg x h⁻¹ x m²] bestemt ved klimakammerforsøg og A er emnets areal i det aktuelle rum i m².

$$C_m = R \times A / n \times V \quad (1)$$

Beregningerne er foretaget med anvendelse af et volumen, V , svarende til et standardrum på 17,4 m³ jævnfør DS/INF 90 (1994). Der blev for alle produkter anvendt en materialebelastning, på 0,4 m²/m³, hvilket modsvarende for eksempel et bord og 6 stole eller et gulvareal.

For alle de ved klimakammermålingerne identificerede stoffer blev der foretaget en beregning for dag 3, dag 10 og dag 28. Koncentrationen i standardrummet, c , for det pågældende stof blev divideret med den fastsatte LCI-værdi. En S -værdi blev beregnet ved at addere bidraget af c_i/LCI_i for alle enkeltstoffer (formel 2).

$$S = \sum c_i / LCI_i \quad (2)$$

Principielt skulle dette kun gøres for stoffer med sammenlignelige effekter. For hovedparten af de pågældende LCI-værdier blev den irritative effekt udslagsgivende. På dette grundlag, og da de øvrige stoffer samtidig kun tilføjede et meget ringe bidrag til den samlede S -værdi, har vi tilladt os at foretage en samlet addition for alle stoffer.

S -værdierne kan anvendes til en hurtig sammenligning af afgang fra forskellige træarter for dermed at udvælge de produkter, der afgasser mindst. Jo lavere S -værdien er, jo mere acceptabel er afgangningen fra det eksotiske træ og/eller dets overfladebehandling. Ved S -værdier under 1 forventes ingen sundhedsskadelige effekter.

4.7.3 Indeklimarelevante tidsværdier

Den indeklimarelevante tidsværdi for et produkt eller materiale er et udtryk for den tid, der går før koncentrationen af alle individuelle emitterede stoffer er faldet til 50% af de respektive stoffers lugt- og irritationstærskler. Alle

koncentrationer er omregnet til indeklimatelevante koncentrationer ved brug af standarddrumbetragtninger, jævnfør definitionen i afsnit 4.7.2.

For hovedparten af de undersøgte produkter er denne belastning dog at betragte som en worst-case betragtning.

Vedrørende irritation antages det, at påvirkningen fra flere stoffer er større end det irritative bidrag for det enkelte stof. I tilfælde af flere stoffer med irritativ effekt stilles der derfor krav til summen af irritative stoffer i emissionen (formel 3).

$$\sum c_i / CL_i \quad (3)$$

C_i/CL_i angiver koncentrationen af det i 'te stof i forhold til den acceptable koncentration af det i 'te stof, CL_i , i indeklimaet. CL er beregnet som 50% af irritationstærsklen for det enkelte stof.

Summen bestemmes ved at addere bidraget af den indeklimatelevante koncentration delt med CL -værdien for alle enkeltstoffer med irritativ effekt i emissionen (formel 3).

Den indeklimatelevante tidsværdi er sædvanligvis baseret på såvel kemisk bestemmelse, som sensorisk bedømmelse af emissionen. I nærværende projekt er et produkts indeklimatelevante tidsværdi dog alene bestemt på baggrund af kemiske målinger af emissionen i klimakammer.

Den indeklimatelevante tidsværdi i døgn, der bør være så lav, som muligt, er et direkte udtryk for, hvor lang tid der går fra montering af et produkt, til emissionen fra produktet ikke længere forventes at kunne give anledning til lugt eller irritation af slimhinder i øjne, næse og øvre luftveje.

Anvendelse af indeklimatelevante tidsværdier giver, ligesom LCI-værdier, mulighed for indeklimatelateret sammenligning af materialer og produkter.

Den største begrænsning er at tærskelværdier for lugt og irritation kun findes for et begrænset antal stoffer, og at der er betydelige afvigelser mellem de publicerede tærskelværdier. Lugt er ikke ensbetydende med at emissionen giver anledning til sundhedseffekter, ligesom ingen lugt heller ikke er ensbetydende med at emissionen ikke giver anledning til sundhedseffekter.

Indeklimatelevante tidsværdier udgør grundlaget for indeklimatemærkning af byggevarer, møbler og inventar (Dansk Selskab for Indeklima, 2003).

5 Resultater

Resultater for de kvalitative screeninger er givet overordnet i afsnit 5.1 og detailresultater i rapportens Bilag C. Resultater for de kvantitative klimakammermålinger er givet overordnet i afsnit 5.2 og detailresultater i Bilag D og E.

Af hensyn til sundheds- og komfortvurderinger blev koncentrationer målt i klimakammer omregnet til koncentrationer, som personer udsættes for i indeluften i et typisk stuescenarium.

De målte emissioner kan ikke betragtes som dækkende for den undersøgte materialetype eller som generelt repræsentative for emissioner fra eksotisk træ, men kan benyttes som en indikator for emissionen fra de undersøgte typer af produkter. De faktiske måleresultater er udelukkende gældende for de analyserede produkter.

5.1 Kvalitativ screening

Ved de indledende screeninger ved headspace-analyse af de 10 udvalgte produkter blev der identificeret 74 forskellige kemiske stoffer jf. resultatskemaerne, Bilag C. I Tabel 15 er angivet den totale mængde af afgassede stoffer for de enkelte produkter, samt den indbyrdes rangorden (angivet efter totalmængde – 10 angiver største totalmængde).

Tabel 15 Totalmængde af afgassede stoffer ved headspace

Emne nr.	Træart	Botanisk navn	Total [µg/kg]	Total rang-ordnet
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	2938	9
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	929	6
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	819	5
4	Teak	<i>Tectona grandis</i>	110	4
5	Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i>	959	7
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	6445	10
7	Khaya Mahogni	<i>Khaya ivorensis</i>	10	2
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	1739	8
9	Kirsebær, Amerikansk	<i>Prunus serotina</i>	67	3
10	Belalu (Batai)	<i>Albiz(z)ia falcata</i>	< 15	1

Betragtes alene totalmængden af afgassede stoffer ved headspace ses at de overfladebehandlede træarter merbau og gummitræ afgiver størst mængde kemiske stoffer.

De stoffer, der afgasser fra de enkelte produkter, er listet i Tabel 16. Stoffernes CAS nr. samt deres klassificering er angivet i Bilag C.

Tabel 16 Afgassede stoffer ved headspace-analyse

Emne nr.	Træart	Botanisk navn	Afgassede stoffer
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	Acetone, 2-Butoxyethanol, Butylacetat, Butylbenzen, 1-ethyl-3,5-dimethyl-benzen, Cyclohexan (Kan være), Decan, Decanal, Dodecan, Eddikesyre, Ethylbenzen, 1-Ethyl-4-methylbenzen (4-Ethyltoluen, Heptan (og isomere), Hexanal, 2-Methyl-1-propanol, 1-Methyl-3-propylbenzen,

			Methylcyclohexan, 4-Methyl-decan, 2-Methylheptan, 3-Methylheptan, 2-Methylhexan, 3-Methylhexan, MIBK, Oktan, 2,10-Pentadecen-1-ol (Kan være), Pentan, 1,14-Tetradecandiol (Kan være), Tetradecansyre, Toluén, 1,2,3-Trimethylbenzen, 1,2,4-Trimethylbenzen, Undecan, Undecanal, m-Xylen, o-Xylen, p-Xylen
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Acetone, Alifatiske kulbrinter, Butanal, Butanol, Butylacetat, Decanal, 4,4-Dimethyl-2-oxedanon, 1,2-Dimethylcyclohexan, 2,5-Dimethylheptan, 2,4-Dimethylhexan, Dodecan, Eddikesyre, Ethanol, Ethylbenzen, 3-Ethyl-2-methylhexan, Heptan (og isomere), 2-Methyl-1-propanol, 2-Methylheptan, 3-Methylhexan, MIBK, Oktan, Toluén, m-Xylen, o-Xylen, p-Xylen
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Acetone, Bicyclo(3.2.1),3-methyl-4-methylen-oct-2-en, Butanol, Butylacetat, Decanal, 4,4-Dimethyl-2-oxedanon, 1,2-Dimethylcyclohexan, 2,5-Dimethylheptan, 2,4-Dimethylhexan, Eddikesyre, Ethanol, Ethylbenzen, 1-Ethyl-2-methylbenzen, 1-Ethyl-3-methylbenzen, 1-Ethyl-4-methylbenzen (4-Ethyltoluén, Heptan (og isomere), Hexanal, 2-Methyl-1-butanol (Kan være), 3-Methyl-1-propen, 2-Methyl-2-propenal (Kan være), Methylcyclohexan, Propylbenzen, 2-Methylheptan, 3-Methylheptan, 2-Methylhexan, 3-Methylhexan, 3-Methylloktan, Oktan, α -Pinen, Propylbenzen, Toluén, 1,2,3-Trimethylbenzen, 1,2,4-Trimethylbenzen, 1,2,5-Trimethylbenzen, o-Xylen, Xylener uspec.
4	Teak	<i>Tectona grandis</i>	Acetone, Eddikesyre, Hexanal, 2-Pentynal
5	Jatoba	<i>Mymenaea courbaril</i>	Acetaldehyd, Acetone, Aldehyd, 1-ethyl-3,5-dimethyl-benzen, Eddikesyre, Hexanal, 4-Methyl-1-hexen, 3-Methyl-2-Butanon, 5-Methylhexanal, Pentanal
6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Alifatiske kulbrinter, Brommethan, Cyclododecan, Eddikesyre, Ethanol, Hexanal, Oktan, Pentan, Pentanal
7	Khaya Mahogni	<i>Khaya ivorensis</i>	Acetaldehyd, Eddikesyre, Hexanal
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Acetone, Eddikesyre, Hexanal, Nonadialen, Propionsyre
9	Kirsebær, Amerikansk	<i>Prunus serotina</i>	Eddikesyre, Eddikesyre methylester, Ethanol
10	Belalu (Batai)	<i>Albiz(z)ia falcata</i>	Bis (2-ethylhexyl) Phtalat, Decanal, Eddikesyre, Heptanal, Hexadecansyre, Hexanal, Oktanal, Tetradecansyre

5.2 Kvantitativ klimakammermåling

Af de 10 udvalgte produkter fra headspace er udvalgt 5 til klimakammermåling. Ved de kvantitative klimakammermålinger af emissionerne fra de 5 produkter blev 25 forskellige kemiske stoffer kvantificeret. Afgasningen fra de enkelte produkter er gengivet i Tabel 17. Stoffernes koncentrationer, CAS nr. samt deres klassificering er angivet i Bilag D og E.

De væsentligste stoffer fordeler sig på de undersøgte produkter som angivet i Tabel 22-26 i rapportens afsnit 6.1.

Tabel 17 Fordeling af de afgassede stoffer i klimakammer

Emne nr.	Træart	Botanisk navn	Afgassede stoffer
1	Gummitræ	<i>Hevea brasiliensis</i>	Formaldehyd, Acetaldehyd, Acrolein, Propanal, Hexanal, Nonanal, Decanal, MEK (2-butanon), Acetone, 2-Methyl-1-propanol, Butanol, 3-Methylhexan, Methylcyclohexan, Toluén, Xylener/ethylbenzen, Butylacetat, 2-Butoxyethanol
2	Ramin	<i>Gonystylus bankanus</i>	Formaldehyd, Acetaldehyd, Butanal, Hexanal, Nonanal, Decanal, MEK (2-butanon), Acetone, 2-Methyl-1-propanol, Butanol, 3-Methylhexan, 1,2-butandiol
3	Sheesham	<i>Dalbergia latifolia</i>	Formaldehyd, Acetaldehyd, Propoanal, Butanal, Hexanal, Acetone, 2-Methyl-1-propanol, Butanol, 1-Methoxy-2-butanol, 3-Methylhexan, Methylcyclohexan, Toluén, Butylacetat, α -pinen

6	Merbau	<i>Intsia bijuga</i>	Formaldehyd, Acetaldehyd, Propanal, Pentanal, Hexanal, Benzaldehyd, Decanal, MEK (2-butanon), Acetone, 2-Methyl-1-propanol, Butanol, 2-Ethyl-1-hexanol, 3-Methylhexan, Butylacetat, Tridekan
8	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Formaldehyd, Acetaldehyd, Hexanal, MEK (2-butanon), Acetone, 3-Methylhexan, α -pinen

Med undtagelse af iroko, emne nr. 8, er alle overfladebehandlet med voks, bejdse, olie eller lak.

Meget lave indeklimatelevante koncentrationer blev fundet for ramin, sheesham, merbau og iroko. Emissionerne stammer primært fra overfladebehandlingen og omfatter fortrinsvis alkoholer og glycolethere og – estre. For iroko, der ikke var overfladebehandlet, stammer afgasningen fra selve træet.

Emissionerne fra gummitræ stammer primært fra lakken og omfatter fortrinsvis aldehyder, aromatiske kulbrinter, alkoholer og glycolethere og – estre.

5.3 Bestemmelse af indhold af naturgummilatex-allergener i gummitræ

Der blev foretaget analyse af indhold af naturgummilatex-allergener i tre prøver udtaget fra tre forskellige stave i bordpladen af prøveemne nr. 1. Prøverne blev udtaget i selve træet, dvs. uden overfladebehandling. Der blev analyseret for proteinerne Hev b 1, Hev b 3, Hev b 5 og Hev b 6.02.

Der blev ikke fundet indhold af ovennævnte proteiner i de tre prøver.

5.4 Bestemmelse af fungicidindhold i gummitræ

5.4.1.1 Organiske komponenter

Resultater af analyser for indhold af organiske aktivstoffer: Tebuconazol, propiconazol, tolylfluanid, dichlofluanid, IPBC (3-iodo-2-propynyl-butyl-carbamat) samt pentachlorphenol er vist i Tabel 18.

Der kunne ikke for nogen af stofferne påvises indhold i koncentrationer over detektionsgrænsen.

Tabel 18 indhold af organiske komponenter

Komponent	CAS nr.	Indhold [$\mu\text{g/g}$]
IPBC	55406-53-6	<0,5
Tolyfluanid	731-27-1	<0,5
Tebuconazol	80443-41-0	<0,35
Propiconazol	60207-90-1	<0,35
Dichlofluanid	1085-98-9	<0,5
Pentachlorphenol	87-86-5	<0,1

5.4.1.2 Grundstoffer

Resultater fra analyser for indholdet af uorganiske komponenter er gengivet i Tabel 19. Der blev fundet indhold af bor, mangan og zink i prøven. Indholdet af kobber varierer meget, hvilket tyder på inhomogenitet i prøvematerialet. Muligvis stammer kobberet ikke fra selve træet, men er tilført som en forurening under findelingen af prøvematerialet.

Det høje indhold af bor tyder på, at gummitræet er behandlet med borholdigt fungicid.

Tabel 19 Indhold af grundstoffer

Komponent	Indhold [mg/kg]	Komponent	Indhold [mg/kg]
Sølv (Ag)	<0,5	Mangan (Mn)	21,3 ± 0,6
Arsen (As)	<0,5	Nikkel (Ni)	<0,5
Bor (B)	801 ± 7	Bly (Pb)	1,25 ± 0,15
Bismuth (Bi)	<0,5	Antimon (Sb)	<0,5
Cadmium (Cd)	0,128 ± 0,002	Selen (Se)	<0,5
Kobolt (Co)	<0,5	Tin (Sn)	<0,5
Krom (Cr)	<0,5	Thallium (Tl)	<0,05
Kobber (Cu)	2,7; 9,9	Vanadium (V)	<0,5
Kviksølv (Hg)	<0,05	Zink (Zn)	15,1 ± 1,3

5.5 Analyse for migration til kunstigt spyt

Resultater fra analyser for migration til kunstigt spyt fra lakeret bordplade af gummitræ (*Hevea brasiliensis*) og sværtebehandlet figur af belalu (*Albiz(z)ia falcata*) er gengivet i henholdsvis Tabel 20 og 21. En samlet liste over de fundne stoffer findes i Bilag F.

Tabel 20 Stoffer migreret fra lakeret bordplade (emne nr. 1)

Forbindelse	CAS nr.	Koncentration [µg/g]
2-butoxy-ethanol	111-76-2	171
Hexansyre	142-62-1	3,1
2-(2-ethoxy)-ethanol	111-90-0	0,8
2-ethyl-1-hexanol	104-76-7	2,3
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4	4,0
phtalat syre anhydrid	85-44-9	52
n-decansyre	334-48-5	0,8
Vanillin (isovanillin)	121-33-5 (621-59-0)	3,0
Benzaldehyd	100-52-7	1,2
Phthalsyre monobutyl ester	131-70-4	11,3
Tricaprylin	538-23-8	3,3

Tabel 21 Stoffer migreret fra sværtebehandlet figur (emne nr. 10)

Forbindelse	CAS nr.	koncentration [µg/g]
2-Butanon (MEK)	78-93-3	0,4
1-methoxy-2-propyl acetat	108-65-6	0,6
2-butoxy ethanol	111-76-2	5,5
Butyrolacton	96-48-0	0,2
Benzaldehyd	100-52-7	0,1
2-ethyl-1-hexanol	104-76-7	0,9
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4	41
2-phenoxy-ethanol	122-99-6	3,1
2-(2-butoxyethoxy)-ethanol acetat	124-17-4	1,3
Vanillin (isovanillin)	121-33-5 (621-59-0)	0,7
Diethyl phtalate	84-66-2	0,6
2,3,5-trimethoxy-benzaldehyd	86-81-7	0,6
4-hydroxy-3,5-dimethoxy benzaldehyd	134-96-3	1,7
N-butyl-benzensulfonamid	3622-84-2	1,7

5.6 Resultater af litteraturgennemgang

På grund af forskelle i de immunologiske mekanismer er allergiske reaktioner vurderet for henholdsvis astma og nældefeber (IgE-antistof-medieret), allergi og for kontakteksem (cellemedieret allergi) for sig.

5.6.1 Allergiske luftvejssymptomer og allergiske almenreaktioner

5.6.1.1 *Hevea brasiliensis*, gummitræ

Der foreligger ingen oplysninger i den gennemgåede litteratur om allergiske luftvejssymptomer som følge af udsættelse for træstøv fra ***Hevea brasiliensis***.

Der foreligger heller ikke publikationer om allergiske reaktioner forårsaget af f.eks. fødevarer som har været i kontakt med genstande forarbejdede af ***Hevea brasiliensis***.

Latex fra ***Hevea brasiliensis*** indeholder en lang række allergene proteiner men der er mærkværdigvis ingen oplysninger om forekomsten af latex-allergener i træ eller træstøv.

De allergene proteiner er karakteriserede og major-allergenerne benævnes Hev b 1, Hev b 3, Hev b 5, og Hev b 6.02. Mellem 3 og 17 % af sundhedspersonale antages at være sensibiliserede, dvs. vil kunne udvikle allergisk reaktion ved udsættelse for allergene proteiner fra latex-saften (Turjanmaa et al., 2002).

Ved analyse af ved fra ***Hevea brasiliensis*** kunne ikke påvises allergene proteiner.

5.6.1.2 *Chlorophora excelsa*, iroko

Synonymer: Kambala, Afrikansk teak, Moreira, Moule Morus excelsa, Swamp mahogany, Rock elm

Der findes adskillige publikationer om luftvejssymptomer, inkl. allergisk alveolitis. Evt. allergen som årsag til allergisk astma er dog ikke identificeret (se afsnit 3.1).

Hausen (1981) anfører 6 referencer, hvor iroko er beskrevet som årsag til lungesymptomer, muligvis på irritativ basis, muligvis på allergisk basis. Iroko er angivet som årsag til allergisk alveolitis. De Zotti (1996) har i en undersøgelse af 7 patienter anført iroko som en blandt flere årsager til astma. Azofra og Olaguibel (1989) beskriver en patient med arbejdsbetinget astma, men uden dokumentation for at allergiske mekanismer er involveret.

5.6.1.3 *Dalbergia latifolia*, sheesham

Synonymer: Indian rosewood, East indian rosewood, Bombay blackwood, palissandre d'Asie, Asiatischer palisander

Dalbergia er en stor gruppe træarter, som kommer fra hele verden. Der er beskrevet mange forskellige arter, som ofte kan være vanskelige at adskille. Dertil kommer at Pao Ferro (***Machaerium scleroxylum***) kan være vanskelig at skelne fra Dalbergia-arter.

Der synes ikke beskrevet astma-symptomer eller rhinitis. Forekomst af nældefeber (Urticaria) og Quincke-ødemer, citeret af bl.a. Woods (1976) kan være udtryk for allergisk reaktion af type 1 som følge af luftbårne allergener af proteinkarakter (se afsnit 3.1), men der er ingen nyere beskrivelser heraf, og evt. allergen er ikke identificeret.

5.6.1.4 *Gonystylus bankanus*, ramin

Synonymer: Malawis, melawis

Hausen (1981) beskriver 3 rapporter om astma, udløst af ramin, som muligvis er allergisk udløst (bl.a. Howie et al., 1976). Derudover er beskrevet et case af Hinojosa et al. (1986), hvor der synes at foreligge en antistof-medieret reaktion. Ramin anføres at være årsag til allergisk alveolitis af Hausen (1981). Der er imidlertid ingen publicerede oplysninger om at der er identificeret et allergent protein i træstøvet fra ramin, selv om forekomsten af allergiske lungesymptomer og kontakt-urticaria kunne tyde derpå.

5.6.1.5 *Intsia bijuga*, *merbau*

Nævnes ikke af Hausen (1981) eller Mitchell (1979).

5.6.2 Allergiske hudsymptomer

5.6.2.1 *Hevea brasiliensis*, *Gummitræ*

Der foreligger ingen publicerede meddelelser i den screenede litteratur om kontaktallergisk eksem eller kontakturticaria (se afsnit 3.1) overfor veddet fra ***Hevea brasiliensis***, ligesom der heller ikke er beskrevet kontaktallergener i veddet. Naturgummilatem-produkter, fremstillet af saften har derimod givet anledning til kontakteksem (Sommer et al., 2002).

I nogle af disse tilfælde har det drejet sig om et udeklareret indhold i naturgummilatem-saft af de velkendte allergene acceleratorer m.v., men der er også beskrevet allergi mod latex-saften uden at sådanne skjulte mængder af acceleratorer har kunnet påvises. Det er muligt, at der i saften også forekommer egentlige kontaktallergener, som kendt fra andre plantearter, f.eks. sesquiterpener .

I de fleste af de tilfælde hvor der er påvist kontaktallergi overfor selve latex-saften, har der imidlertid foreligget en IgE-medieret allergi overfor naturgummilatem-proteiner (se ovenfor), og det har drejet sig om symptomer i form af en "overgangsform" mellem type-1 og type-4 allergi, benævnt "protein-kontaktdermatitis" (Janssens et al., 1995).

I en artikel fra 2003 beskrives anvendelse af Glycidyl-metacrylat til ændring af tømmeret for at øge styrken af dette (Devi et al., 2003). Glycidyl-metacrylat er som andre derivater af metacrylat beskrevet som allergen (Lepoittevin og LeCoz, 2000). Det er ukendt, om den beskrevne metode har fundet praktisk anvendelse.

5.6.2.2 *Chlorophora excelsa*, *iroko*

Synonymer: Kambala, Afrikansk teak, Moreira, Moule, Morus excelsa, Swamp mahogany, Rock elm.

Veddet indeholder Chlorophorin, som er vist at være et moderat stærkt allergen (Hausen, 1981). Allergenet består af to komponenter, muligvis isomerer, og kun den ene er et allergen. Kontakturticaria er ikke beskrevet.

Mitchell (1979) refererer en epidemi i Breslau i 1910 hos personer der forarbejdede træet. Derudover har Mitchell angivet 20 senere publikationer om sensibilisering. I nyere litteratur er der flere case-beskrivelser (Hinnen et al., 1995; Stingeni et al., 1998).

5.6.2.3 *Dalbergia latifolia*, *sheesham*

Der er i *Dalbergia*-arter isoleret flere kontakt-allergener, fra stærke til svagere allergener. Nævnt i rækkefølge efter aftagende allergenicitet (Hausen, 1981):

R-3,4-dimethoxydalbergion, R- og S-4-methoxydalbergion, S-4,4-dimethoxydalbergion, S-4'-hydroxy-4-methoxydalbergion.

Dalbergia latifolia indeholder således det middelstærke allergen R- og S-4-methoxydalbergion samt 1,4 quinone latinon (Hausen, 1981), og der er adskillige publikationer om allergisk kontakteksem. Woods (1976) citerer publikationer hvori ***Dalbergia latifolia*** er beskrevet som årsag til tilfælde med urticaria (nældefeber) hos snedkere.

Træet har især været anvendt til musik-instrumenter, og der er beskrevet tilfælde af kontakteksem overfor hagestøtten på violiner, mundstykket på fløjter samt knivhåndtag (Hausen, 1981; Mitchell, 1979). Woods (1976) refererer et tilfælde af luftbåren kontakteksem hos en person der var nabo til en fabrik, der forarbejdede ***Dalbergia latifolia***. Andre tilfælde af kontakteksem er ligeledes beskrevet hos arbejdere der forarbejdede træet (Gallo et al., 1996).

Dalbergia nigra er beskrevet som årsag til UPPE, en meget voldsom, men sjældent forekommende hudreaktion formentlig på allergisk basis. Der foreligger ingen meddelelser om at ***Dalbergia latifolia*** kan fremkalde tilsvarende reaktion.

5.6.2.4 *Gonystylus bankanus*, ramin

Synonymer: Malawis, melawis

Såvel allergisk kontakteksem som usædvanlig kraftig hudirritation er beskrevet. Således beskriver Mitchell (1979) og Hausen (1981) at træet indeholder nogle meget skarpe fibre, som kan give irritative gener, hvis ikke de fjernes. Disse fibre kan også give anledning til øjenirritation. Der refereres til enkeltstående oplysninger om kontakturticaria, som også kan være fremkaldt af de irriterende, skarpe fibre.

To referencer rapporterer begge om et tilfælde af luftbåren allergisk kontakteksem (Beck og Roberts, 1982; Bruynzeel og Dehaan, 1987). Hausen (1981) beskriver et tilfælde af eksem, hvor allergenet ikke er sikkert identificeret, men angiver, det muligvis er 2,6 dimethoxy-1,4-benzoquinon. Bruynzeel og Dehaan afviser denne kemiske forbindelse som årsag.

Ramin omtales derudover som årsag til urticaria og eksem af både Mitchell (1979), Hausen (1981) og Woods (1976).

5.6.2.5 *Intsia bijuga*, merbau

Træarten omtales hverken af Hausen (1981) eller Mitchell (1979).

6 Vurdering af emissioner

Vurderingen af mulige komfort- og sundhedseffekter af emissioner af stoffer fra produkter af eksotisk træ omfatter eksponering gennem indånding, kontakt samt migration til kunstigt spyt. Vurderingen er baseret på toksikologiske principper og data fra litteraturen. Ved vurderingen tages der udgangspunkt i et typisk scenarium fra hjemmet.

Indflydelsen af eksotiske træprodukter på indeklimaet blev vurderet ved: En sum af koncentrationer i indeklimaet, c , divideret med "laveste koncentration af interesse for indeklimaet" (LCI), S-værdi, samt en indeklimarelevant tidsværdi baseret på lugt- og irritationstærskler, se i øvrigt definitionen i afsnit 4.7.1.

Vurderinger for de undersøgte træprodukter fremgår af Tabel 22–26 samt oversigten i Tabel 27. Detailvurderinger for de kvantificerede enkeltstoffer fremgår af Bilag G.

6.1 Resultater

6.1.1 Stoffer afgivet ved emission til luft

Tabel 22 Lakeret spisebord, gummitræ (*Hevea brasiliensis*)

Væsentlige enkeltstoffer			Komfort- og sundhedsmæssig vurdering					Indeklimarelevant tidsværdi [døgn]
Stofstype	Stofnavn	CAS nr.	Kritisk effekttype	LCI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	c/LCI 3 døgn	c/LCI 10 døgn	c/LCI 28 døgn	
Aldehyder	Formaldehyd	50-00-0	Irritation	100	0,58	0,42	0,33	< 3 døgn på basis af irritation
	Acrolein	107-02-8	Irritation	3	nd	0,67	nd	
Alkoholer	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	Neurotox	400	0,11	0,06	0,04	< 3 døgn på basis af lugt
	Butanol	71-36-3	Irritation	200	0,01	<0,01	<0,01	< 3 døgn på basis af lugt
Kulbrinter Aromatiske	Toluen	108-88-3	Neurotox	400	0,19	0,12	0,07	< 3 døgn på basis af lugt
	Xylen/ethylbenzen		Irritation	500	0,14	0,07	0,04	
Glykoler	2-Butoxyethanol	111-76-2	Irritation	490	0,11	0,04	0,03	> 28 døgn på basis af lugt
Ketoner	Acetone	67-64-1	Irritation	400	0,03	0,03	0,04	< 3 døgn på basis af lugt
Sammenfatning: S-værdier ($\sum c/\text{LCI}$) og indeklimarelevant tidsværdi					1,2	1,4	0,6	> 28 døgn på basis af lugt

Tabel 23 Bejdset persienne, ramin (*Gonystylus bankanus*)

Væsentlige enkeltstoffer			Komfort- og sundhedsmæssig vurdering					Indeklimarelevant tidsværdi [døgn]
Stofstype	Stofnavn	CAS nr.	Kritisk effekttype	LCI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	c/LCI 3 døgn	c/LCI 10 døgn	c/LCI 28 døgn	
Aldehyder	Formaldehyd	50-00-0	Irritation	100	<0,01	0,03	0,02	< 3 døgn på basis af irritation
Alkoholer	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	Neurotox	400	0,01	0,01	<0,01	< 3 døgn på basis af lugt
	Butanol	71-36-3	Irritation	200	0,18	0,13	0,09	< 3 døgn på basis af lugt
Kulbrinter Alifatiske	3-Methylhexan	589-34-4	Neurotox	250	<0,01	<0,01	0,02	
Ketoner	Acetone	67-64-1	Irritation	400	<0,01	0,05	0,03	< 3 døgn på basis af lugt

Sammenfatning: S-værdier ($\Sigma c/LCI$) og indeklimarelevant tidsværdi	0,2	0,2	0,2	< 3 døgn på basis af lugt
---	-----	-----	-----	---------------------------

Tabel 24 Voksbehandlet sengebord, sheesham (*Dalbergia latifolia*)

Væsentlige enkeltstoffer			Komfort- og sundhedsmæssig vurdering					Indeklimarelevant tidsværdi [døgn]
Stofstype	Stofnavn	CAS nr.	Kritisk effekttype	LCI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	c/LCI 3 døgn	c/LCI 10 døgn	c/LCI 28 døgn	
Aldehyder	Formaldehyd	50-00-0	Irritation	100	0,05	0,04	0,04	< 3 døgn på basis af irritation
Alkoholer	Butanol	71-36-3	Irritation	200	0,08	0,06	0,05	< 3 døgn på basis af lugt
Kulbrinter Alifatiske	3-Methylhexan	589-34-4	Neurotox	250	<0,01	0,01	0,02	
Kulbrinter Aromatiske	Toluen	108-88-3	Neurotox	400	0,01	0,01	0,02	< 3 døgn på basis af lugt
Ketoner	Acetone	67-64-1	Irritation	400	0,01	0,03	0,02	< 3 døgn på basis af lugt
Sammenfatning: S-værdier ($\Sigma c/LCI$) og indeklimarelevant tidsværdi					0,2	0,2	0,2	< 3 døgn på basis af lugt

Tabel 25 Olieret gulv, merbau (*Intsia bijuga*)

Væsentlige enkeltstoffer			Komfort- og sundhedsmæssig vurdering					Indeklimarelevant tidsværdi [døgn]
Stofstype	Stofnavn	CAS nr.	Kritisk effekttype	LCI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	c/LCI 3 døgn	c/LCI 10 døgn	c/LCI 28 døgn	
Aldehyder	Formaldehyd	50-00-0	Irritation	100	<0,01	<0,01	0,03	< 3 døgn på basis af irritation
Alkoholer	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	Neurotox	400	0,002	0,002	0,002	< 3 døgn på basis af lugt
	Butanol	71-36-3	Irritation	200	<0,01	<0,01	0,06	< 3 døgn på basis af lugt
Kulbrinter Alifatiske	3-Methylhexan	589-34-4	Neurotox	250	0,02	0,02	0,02	
Ketoner	Acetone	67-64-1	Irritation	400	0,06	0,04	nd	< 3 døgn på basis af lugt
Sammenfatning: S-værdier ($\Sigma c/LCI$) og indeklimarelevant tidsværdi					0,1	0,1	0,1	< 3 døgn på basis af lugt

Tabel 26 Køkkenbordplade, iroko (*Chlorophora excelsa*)

Væsentlige enkeltstoffer			Komfort- og sundhedsmæssig vurdering					Indeklimarelevant tidsværdi [døgn]
Stofstype	Stofnavn	CAS nr.	Kritisk effekttype	LCI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	c/LCI 3 døgn	c/LCI 10 døgn	c/LCI 28 døgn	
Aldehyder	Formaldehyd	50-00-0	Irritation	100	0,06	0,04	0,04	< 3 døgn på basis af irritation
Kulbrinte Alifatisk	3-Methylhexan	589-34-4	Neurotox	250	<0,01	<0,01	0,02	
Terpener	α -pinen	80-56-8	Irritation	250	<0,01	0,02	<0,01	< 3 døgn på basis af lugt
Ketoner	Acetone	67-64-1	Irritation	400	<0,01	0,02	0,02	< 3 døgn på basis af lugt
Sammenfatning: S-værdier ($\Sigma c/LCI$) og indeklimarelevant tidsværdi					0,1	0,1	0,1	< 3 døgn på basis af lugt

Tabel 27 Gruppering af undersøgte træmaterialer baseret på S-værdi efter 28 døgn og indeklimarelevant tidsværdi

Klassifikation	Produkt	Træart	S-værdi	Indeklimarelevant tidsværdi [døgn]
Middel-emitterende materiale	Lakeret spisebord	Gummitræ (Hevea brasiliensis)	0,6	> 28
Lavt-emitterende materiale	Bejdset persienne	Ramin (Gonystylus bankanus)	0,2	< 3 døgn
Lavt-emitterende materiale	Voksbehandlet sengebord	Sheesham (Dalbergia latifolia)	0,2	< 3 døgn
Lavt-emitterende materiale	Olieret gulv	Merbau (Intsia bijuga)	0,1	< 3 døgn
Lavt-emitterende materiale	Køkkenbordplade	Iroko (Chlorophora excelsa)	0,1	< 3 døgn

6.2 Vurdering af enkeltstofemissioner

For de 5 undersøgte eksotiske træarter (med eller uden overfladebehandling) fandtes ved klimakammermålingerne afgang af 7 enkeltstoffer (iroko), 12 enkeltstoffer (ramin), 14 enkeltstoffer (sheesham), 15 enkeltstoffer (merbau) og 17 enkeltstoffer (gummitræ). Der blev i alt påvist 25 enkeltstoffer ved klimakammermålingerne. Der var således flere af enkeltstofferne, der kunne genfindes i mange af produkterne. Der var kun ganske få stoffer i emissionerne fra de undersøgte træarter, hvor det viste sig, at stoffernes sundhedsmæssige effekter (kræft, allergi, fosterskader og nerveskader samt andre sundhedsskadelige effekter) fik betydning i relation til fastsættelsen af LCI-værdien.

For formaldehyd havde effekterne kræft og irritation en betydning i forhold til den samlede vurdering af emissionerne. Vurderingen er for formaldehyd baseret på anbefalinger fra WHO og mindre restriktivt fastsat end for samtlige af de andre enkeltstoffer.

Acetaldehyd har ligesom formaldehyd to betydende effekter, kræft og irritation, hvor den irriterende effekt forekommer ved betydelig højere koncentrationer end for formaldehyd. Desuden er kræftrisikoen i mindre grad dokumenteret.

Acrolein er vurderet både at have en irriterende og en allergen effekt.

For 2-methyl-1-propanol, 3-methylhexan og toluen er LCI-værdien fastsat på baggrund af de pågældende enkeltstoffers neurotoksiske effekter.

For de resterende enkeltstoffer er LCI-værdierne baseret på deres irriterende effekter, se i øvrigt Tabel 22-26.

6.3 Vurdering af de samlede emissioner

De undersøgte produkter er vurderet sundhedsmæssigt ved bestemmelse af S-værdien ud fra LCI-værdier og ud fra en komfortmæssig betragtning ved den indeklimarelevante tidsværdi. De komfortmæssige effekter omfatter lugt og slimhindeirritation.

Vurderingen for de undersøgte eksotiske træarter og deres eventuelle overfladebehandling fremgår af oversigterne i Tabel 22-26. Der er angivet værdier for afgang målt efter hhv. 3, 10 og 28 dage.

S-værdien fremgår for de enkelte produkter beregnet ud fra en belastning på $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ svarende til, at der er træbaseret materiale i et rum svarende til et gulv eller til et bord og 6 stole.

S-værdierne varierer for 3-dages målingerne for de 5 produkter (iroko, ramin, sheesham, merbau og gummitræ) mellem 0,1 og 1,2, hvor gummitræ har den højeste S-værdi. (En lav S-værdi svarer til en lav belastningsgrad og en S-værdi under 1 betragtes som uproblematisk). Ved målingerne på dag 10 fandtes S-værdier, der for de 5 produkter varierede mellem 0,1 og 1,4.

Gummitræ havde fortsat den højeste S-værdi. Stigningen i S-værdien for gummitræ var begrundet i fund af acrolein i den anden prøve (dag 10) og ikke i den første (dag 3). Man er sikker på måleresultatet, men kan ikke forklare, hvorfor acrolein ikke blev påvist ved den første måling.

Ved målinger efter 28 døgn var værdierne faldet yderligere. På daværende tidspunkt var S-værdien for alle produkter - også for gummitræ - under 1.

De angivne målinger viser således et billede, der peger på, at der kun i begrænset grad forekommer afgasning af enkeltstoffer fra de undersøgte eksotiske træarter eller deres overfladebehandlinger. Ingen af produkterne vil ved de angivne afgasningskoncentrationer kunne medføre sundhedsproblemer.

Gummitræ er det eneste undersøgte produkt, der har en S-værdi, der i måleperioden overstiger 1. De enkeltstoffer, der her har en betydning i relation til den beregnede S-værdi, er formaldehyd og acrolein. Det findes mindre sandsynligt, at de er en bestanddel af selve gummitræet. Det findes derimod overvejende sandsynligt, at de stammer fra overfladebehandlingen.

De pågældende problemer med afgasningen fra gummitræet kan således løses ved at ændre overfladebehandlingen, eller at lade produktet afgasse udpakket 1 måned før det kommer hjem til forbrugeren.

6.3.1 Stoffer afgivet ved migration til kunstigt spyt

Vurderingen af de 3 stoffer der forekommer i højeste koncentration i de to emner samt allergene stoffer er gengivet i Tabel 28 og 29. Disse stoffer er her udvalgt ud fra en betragtning om, at dette vil give en fornemmelse af et "worst case" scenarium. Der er ikke fundet undersøgelser, der beskriver, hvor meget et barn kan indtage af et træprodukt ved at sutte eller tykke på det.

Tabel 28 Kemiske stoffer afgivet ved migration til spyt fra lakeret bordplade, *Hevea brasiliensis*

Forbindelse	CAS nr.	koncentration [µg/g]	Bemærkninger
2-butoxy-ethanol	111-76-2	171	NOAEL= 30 mg/kg/dg (svarer til µg/g/dg), Sikkerhedsfaktor, SF = 100 TDI = 0,3 mg/kg/dag
phthalsyreanhydrid	85-44-9	52	Luftvejs- og kontaktallergen. LOAEL= 1562 mg/kg/dg, SF = 1000 TDI = 1,5 mg/kg/dg
phthalsyre monobutyl ester	131-70-4	11,3	TD _{Lo} = 400 mg/kg/dg, SF = 1000 TDI = 0,4 mg/kg/dg
vanillin	121-33-5	3,0	Kontaktallergen

Tabel 29 Kemiske stoffer afgivet ved migration til spyt fra sværtebehandlet figur, *Albiz(z)ia falcata*

Forbindelse	CAS nr.	koncentration [µg/g]	Bemærkninger
2-butoxy ethanol	111-76-2	5,5	NOAEL= 30 mg/kg/dg, SF = 100 TDI=0,3 mg/kg/dag
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4	41	NOAEL = 300 mg/kg/dg, SF = 100 TDI = 3 mg/kg/dg
2-phenoxy-ethanol	122-99-6	3,1	TDLo = 3000 mg/kg/dg, SF = 1000 TDI = 3 mg/kg/dg
vanillin	121-33-5	0,7	Kontaktallergen

Bestemmelsen af stoffer migreret til spyt blev foretaget for at vurdere den indtagelse af stoffer, der eventuelt kan forekomme ved at børn sutter og bider i produkterne. Bestemmelsen er foretaget ved migration til 25 ml kunstigt spyt, som beskrevet i afsnit 4.5.

I denne sammenhæng kan LCI-værdier ikke anvendes. I stedet for er der blevet foretaget beregninger af TDI-værdier. TDI (Tolerabelt Dagligt Indtag), angiver den mængde af en kemisk forurening, som et menneske dagligt kan indtage gennem et helt liv uden at det udgør en sundhedsmæssig risiko og værdien fastlægges på grundlag af den viden, man har om stoffets toksikologiske egenskaber.

Ud fra de toksikologiske undersøgelser bestemmes den højeste dosis, der ikke giver påviselig skadelig effekt i den mest følsomme dyreart, (NOAEL). Sikkerhedsfaktoren, SF, er normalt 100, men i de tilfælde hvor der ikke foreligger NOAEL, men kun LOAEL (den laveste dosis, der giver en påviselig skadelig effekt) og TD_{50} (den dosis, der er toksisk for 50 % af en dyreart) er faktoren sat til 1000 eller højere. Der er kun beregnet TDI for de 3 stoffer, der optræder i højeste koncentration i de 2 undersøgte emner.

Som det fremgår af følgende beregning vil ingen af stofferne optræde i koncentrationer, som overstiger TDI-værdien. I en worst case beregning antages, at et barn, der vejer 10 kg, indtager hele mængden af spyt fra 1 gram prøve pr. dag. For 2-butoxy-ethanol er der fundet 171 µg/g prøve. Det svarer til 171 µg/10 kg legemsvægt/dag, hvilket svarer til 0,017 mg/kg/dag. TDI-værdien for 2-butoxy-ethanol er 0,3 mg/kg/dag.

Der er ingen af stofferne (i 1 gram prøvemateriale) der optræder i koncentrationer, som overstiger de beregnede TDI-værdier, se Tabel 28 og 29. Til gengæld optræder der stoffer i begge produkter, der er optaget på Arbejdstilsynets liste over allergi- og overfølsomhedsfremkaldende stoffer i arbejdsmiljøet, herunder vanillin og phthalsyreanhydrid.

Generelt vurderes, at det er u hensigtsmæssigt, at der afgives allergifremkaldende stoffer fra de pågældende produkter.

Desuden findes det u hensigtsmæssigt, at der afgives phthalater som phthalsyre monobutyl ester og diethylphthalat fra produkterne.

Problemet er selvfølgelig af størst betydning såfremt produkterne anvendes til opbevaring af fødevarer (salatskåle, spækbræt, køkkenbord mv.), eller hvis de anvendes til formål, hvor de kommer i tæt og længerevarende kontakt med huden som for eksempel til musikinstrumenter eller smykker.

I Danmark er anvendelsen af phthalater i legetøj og småbørnsartikler begrænset til en maksimumkoncentration på 0,05% (w/w). Dette kan anvendes som en restriktiv sammenligning, da småbørn næppe sutter på eksotiske trævarer i samme omfang som på legetøj.

De her påviste koncentrationer af phthalater ligger betydeligt under 0,05%.

For produkter, der kan komme i kontakt med fødevarer, varierer den tilladte maksimumkoncentration, afhængig af phthalat-typen, og ligger mellem 1 og 60 mg/kg, svarende til 1-60 µg/g (Fabeck, 2003). Det må derfor foreslås, at eksotiske trævarer (eller andre varer), hvis de skal anvendes til opbevaring af eller i kontakt til fødevarer, ikke overfladebehandles med andre stoffer end de, der fremgår af fødevaredirektoratets positivliste (Bek nr 111 af 20/2 03 om materialer og genstande bestemt til kontakt med fødevarer).

6.4 Sundhedsmæssig vurdering af grundstoffer

Der er foretaget en overordnet sundhedsmæssig vurdering af de påviste grundstoffer. Stoffer, hvis koncentration ligger under detektionsgrænsen, er ikke vurderet. Vurderingerne er foretaget som indtagelsesvurderinger, som er en restriktiv metode, idet der således er taget højde for, at produkterne skal kunne anvendes til levnedsmidler f.eks. en salatskål.

Ved vurderingen er anvendt monografierne EHC (Environmental Health Criteria) og JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) (www.inchem.org). De forskellige værdier for acceptabelt eller tolerabelt indtag er ikke umiddelbart sammenlignelige, idet nogle er fastsat som provisoriske eller som maksimale, hvad andre ikke er.

Bor (B): 801 ± 7 mg/kg: Det estimerede daglige indtag fra føden er 1,2 mg, fra drikkevand 0,2-0,6 mg/liter. Tolerabelt daglig indtag er 0,4 mg/kg legemsvægt.

Cadmium (Cd): $0,128 \pm 0,002$ mg/kg: Det estimerede daglige indtag fra føden er 0,001-0,004 mg. Det er fastsat en provisorisk tolerabel ugentlig indtag på 7 mg/kg legemsvægt.

Kobber (Cu): 2,7; 9,9 mg/kg: Det estimerede daglige indtag fra føden er 2-5 mg, Provisorisk maksimal tolerabel daglig indtagelse 0,05-0,5 mg/kg legemsvægt.

Mangan (Mn): $21,3 \pm 0,6$ mg/kg: Det estimerede daglige indtag fra føden 2-9 mg, 10-50 mikrogram/dag fra drikkevand. 1-10 mg/dag anses for at være acceptabel indtagelse.

Bly (Pb): $1,25 \pm 0,15$ mg/kg: Det er fastsat et provisorisk tolerabel ugentlig indtag på 50 mg/kg legemsvægt.

Zink (Zn): $15,1 \pm 1,3$ mg/kg: Det estimerede daglige indtag fra føden 8,8-14,4 mg. Der er fastsat et tolerabelt indtag på 0,3-1 mg/kg legemsvægt.

Det eneste stof der overstiger de grænser, der er for tolerabelt dagligt indtag er bor. Indholdet taget i betragtning vil det være betænkeligt at anvende **Hevea brasiliensis** uden overfladebehandling, såfremt træet er behandlet med borholdigt fungicid.

6.4.1 Vurdering af risiko for allergiske reaktioner

Ved forarbejdning af træ vil udsættelse for træstøv kunne give anledning til irritative, uspecifikke reaktioner fra såvel hud som luftveje.

Blandt de 5 udvalgte træarter må ramín anses for at være mere hud- og luftvejsirriterende end de øvrige fire.

Allergiske reaktioner i luftvejene kan ses ved eksponering overfor iroko og ramín.

Allergisk kontakteksem kan især ses ved kontakt til iroko og sheesham samt, formentlig i mindre grad, til ramín.

Med det forbehold, at der her kun er undersøgt ét enkelt produkt af ***Hevea brasiliensis***, synes produkter af dette materiale ikke at frembyde risiko for personer, som er allergiske overfor naturgummilatex.

7 Sammenfattende diskussion

7.1 Stoffer fundet i afgangning

Der blev for de undersøgte produkter af eksotisk træ (med eller uden overfladebehandling) kun fundet små mængder af kemiske stoffer i afgangningen ved klimakammermålingerne.

Der blev i alt påvist 25 enkeltstoffer ved klimakammermålingerne, hvoraf flere af enkeltstofferne kunne genfindes i mange af produkterne. En del af disse stoffer stammer overvejende sandsynligt fra overfladebehandlingerne af de pågældende produkter.

Der var kun ganske få stoffer i emissionerne fra de undersøgte træarter, hvor det viste sig, at stoffernes sundhedsmæssige effekter (kræft, allergi, fosterskader og nervesystemskader samt andre sundhedsskadelige effekter) fik betydning i relation til fastsættelsen af LCI-værdien.

De undersøgte produkter er vurderet sundhedsmæssigt ved bestemmelse af S-værdien ud fra LCI-værdier og ud fra en komfortmæssig betragtning ved den indeklimatelevante tidsværdi.

S-værdierne varierer for 3-dages målingerne for de 5 produkter (iroko, ramin, sheesham, merbau og gummitræ) mellem 0,1 og 1,2, hvor gummitræ har den højeste S-værdi. Ved målingerne på dag 10 fandtes S-værdier, der for de 5 produkter varierede mellem 0,1 og 1,4. Gummitræ havde fortsat den højeste S-værdi.

Ved målinger dag 28 var værdierne faldet yderligere. På daværende tidspunkt var S-værdien for alle produkter - også for gummitræ - under 1. (En lav S-værdi svarer til en lav belastningsgrad og en S-værdi under 1 betragtes som uproblematisk).

De angivne målinger viser således et billede, der peger på, at der kun i begrænset grad forekommer afgangning af enkeltstoffer fra de undersøgte eksotiske træarter eller deres overfladebehandling. De fremkomne S-værdier og indeklimatelevante tidsværdier er baseret på en materialebelastning, der for de fleste af produkterne vil være en absolut "worst case". Alligevel vil ingen af produkterne ved det angivne scenarium kunne medføre sundhedsmæssige problemer.

Gummitræ er det eneste undersøgte produkt, der har en S-værdi, der i måleperioden overstiger 1. De enkeltstoffer, der her har en betydning i relation til den beregnede S-værdi, er formaldehyd og acrolein. Det findes mindre sandsynligt, at de er en bestanddel af selve gummitræet. Det findes derimod overvejende sandsynligt, at de stammer fra overfladebehandling.

Dermed viser undersøgelsens resultater, at de undersøgte ubehandlede eksotiske træarter har samme lave afgangning, som de ubehandlede træarter eg, bøg og ask, som blev undersøgt i Miljøprojekt nr. 501 (Miljøstyrelsen, 1999).

De pågældende problemer med afgangningen fra gummitræet kan løses ved at ændre overfladebehandlingen, eller at lade produktet afgasse udpakket 1 måned før det kommer hjem til forbrugeren.

Afgangningen af kemiske stoffer fra produkterne har været meget lille. En forklaring på dette kunne være, at eksotiske træarter importeres fra geografiske områder, hvor luftfugtigheden hyppigt er meget højere end i Danmark. Ved en tørringsproces må en stor del af stofferne forventes at afgasse. Samtidig vil nogle overfladebehandlinger kunne medvirke til at indkapsle stofferne i træet og dermed begrænse afgangningen.

7.2 Stoffer fundet ved migration til kunstigt spyt

Der er ingen af de fundne stoffer, der optræder i koncentrationer, som overstiger de beregnede ADI-værdier. Til gengæld optræder der stoffer i begge produkter, der er optaget på Arbejdstilsynets liste over allergi- og overfølsomhedsfremkaldende stoffer i arbejdsmiljøet, herunder vanillin og phtalsyreanhydrid.

Generelt vurderer vi, at det er uhensigtsmæssigt, at der afgives allergifremkaldende stoffer fra de pågældende produkter, ligesom vi finder det uhensigtsmæssigt, at der afgives phtalater som phtalsyre monobutyl ester og diethylphtalat fra produkterne. Problemet er af størst betydning såfremt produkterne anvendes til opbevaring af fødevarer (salatskåle, spækbræt mv.), eller hvis de anvendes til formål, hvor de kommer i tæt og længerevarende kontakt med huden som for eksempel til musikinstrumenter eller smykker.

Det må derfor generelt foreslås, at eksotiske trævarer (eller andre varer) ikke overfladebehandles med andre stoffer end de, der fremgår af fødevaredirektoratets positivliste, hvis de skal anvendes til opbevaring af fødevarer eller til tæt berøring/kontakt, som eksempelvis spækbræt eller køkkenborde. Samtidig må det anbefales at gummitræ ikke anvendes uden overfladebehandling, såfremt træet er behandlet med bor-holdigt fungicid. Det vil formentlig være svært at få fuldstændige oplysninger om de produkter, der på oprindelsesstedet er anvendt som fungicid.

Det skal bemærkes, at de i rapporten præsenterede resultater alene vedrører de undersøgte produkter, og derfor må betragtes som baseret på stikprøver. De fremkomne resultater er derfor ikke repræsentative for de respektive træarter eller for eksotisk træ som helhed.

7.3 Risiko for allergiske reaktioner

Forarbejdning af træ vil kunne medføre udsættelse for træstøv, der kan give anledning til irritative, uspecifikke reaktioner fra hud såvel som luftveje.

Blandt de 5 undersøgte træarter må ramín anses for at være mere hud- og luftvejsirriterende end de øvrige 4. Allergiske reaktioner i luftveje kan ses ved eksponering overfor iroko og ramín. Allergisk kontakteksem kan især ses iroko og sheesham, samt, formentlig i mindre grad, ramín.

Med det forbehold, at der kun er undersøgt et enkelt produkt af gummitræ, synes produkter af denne træart ikke at frembyde risiko for personer, som er allergiske overfor naturgummilátex.

7.4 Fremtidige undersøgelser

I det foreliggende arbejde er 10 udvalgte produkter blevet undersøgt for afgivelse af kemiske stoffer, heraf har kun 5 gennemgået en kvantitativ analyse af afgangningen i klimakammer. Arbejdet giver derfor kun en meget begrænset mængde information om afgivelse af kemiske stoffer fra forbrugerprodukter af eksotisk træ.

Projektet har dog fundet, at det, på baggrund af de undersøgte træarter/produkter, specielt kunne være interessant at foretage yderligere undersøgelser af produkter af gummitræ (*Hevea brasiliensis*) – særligt når træarten anvendes til børnelegetøj eller produkter, der kommer i forbindelse med fødevarer. Dette ønske har baggrund i projektets resultater vedrørende stoffer, der findes i selve træet samt stoffer, der afgives fra overfladen ved migration.

Der findes mange eksotiske træarter, der ikke er behandlet i nærværende projekt, og som i vid udstrækning benyttes i hjemmet. Det vurderes således interessant at underlægge disse træarter analyser tilsvarende dette projekt.

Ved fremtidige analyser er det væsentligt at få foretaget målinger af både ubehandlet træ og træ med den anvendte overfladebehandling.

8 Referencer

- Andersen, Eddy (2003) Asian House. Personlig korrespondance
- ASTM D5712, Standard Test Method for Analysis of Protein in Natural Rubber Latex and its Products. American Society for Testing and Materials
- Azofra J og Olaguibel JM (1989) Allergy; 44:156-8
- Beck MH og Roberts MM (1982) A case of ramin wood sensitivity. Contact Dermatitis; 12: 74-75
- Bendtsen, Hanne V. (2003) HTH Køkkener A/S. Personlig korrespondance
- Bendtsen K, Marker O, Svehag SE, Svejgaard A, Kilian M (2000) Basal og klinisk immunologi, 3.udg. FADL
- Bruynzeel DP og Dehaan P (1987) Sensitivity to ramin wood. Contact Dermatitis; 17:318-9
- CEN ENV 13419-1 (2001) Building Products. Determination of the emission of volatile organic compounds. Part 1: Emission test chamber method. European Committee for Standardisation
- Clayton GD, Clayton FE (1994) Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore
- Conde-Salazar L, Diez AG, Rafeensperger F, Hausen BM (1980) Contact allergy to the Brazilian rosewood substitute ***Machaerium scleroxylon*** Tul. (Pao Ferro). Contact Dermatitis; 6:246-50
- Danmarks Statistik (2002) Statistikbanken
- Dansk Selskab for Indeklima (2003) Standard Test Method for Determination of the Indoor-Relevant Time-Value by Chemical Analysis and Sensory Evaluation, 2nd Ed.
- De Corres LF (1984) Contact dermatitis from ***Frullania***, ***Compositae*** and other plants. Contact Dermatitis; 11:74-79
- Devi RR, Ali , Maji TK (2003) Chemical modification of rubber wood with styrene in combination with a crosslinker. Effect on dimensional stability and strength property. Bioresour Technol; 88:185-8
- DeZotti R, Gubian F (1996) Asthma and rhinitis in wooding workers. Allergy Asthma Proc.; 17:199-203
- DS/INF 90 (1994) Anvisning for bestemmelse og vurdering af afgasning fra byggevarer. Dansk Standard, København

- Enarson DA, Chan-Yeung M (1990) Characterization of health effects of wood dust exposures. *Am J Ind Med*;17: 33-8
- Estlander, T, Jolanki R, Alanko K, Kanerva L (2001) Occupational allergic contact dermatitis caused by wood dust. *Contact Dermatitis*; 44:213-7
- Fabech, Bente (2003) Fødevaredirektoratet. Personlig korrespondance
- FIT Biotech. FITkit™ – The first specific tests for identifying and quantifying individual NRL allergens. FIT Biotech Oyj Plc, Tampere, Finland
- FIT Biotech. FITkit™ Hev b 5. CAT 350-040. FIT Biotech Oyj Plc, Tampere, Finland
- Frederiksen, Torben Friis (2003) Inbodan A/S. Personlig korrespondance
- Gallo R, Guarrera M, Hausen BM (1996) Airborne contact dermatitis from East Indian Rosewood (*Dalbergia latifolia* Roxb.)
- Goh CL (1992) Noneczematous Contact reactions. In Rycroft RJG, Menné T, Frosch PJ, Benezra C. (eds). *Textbook of Contact dermatitis*. Springer-Verlag, 222-226
- Gottlieb, Anders (2003) Junckers Industrier A/S. Personlig korrespondance
- Halpin DMG, Graneek BJ, Turner-Warwick M og Newman Taylor AJ (1994) Extrinsic allergic alveolitis and asthma in a sawmill worker: Case report and review of the literature. *Occ Environ Med*; 51: 160-64)
- Hausen BM (1981) Woods Injurious to human health. A manual. Walther de Gruyter. Berlin
- Hausen BM (1982) Incidence and significance of toxic and allergic contact dermatitis caused by *Machaerium scleroxylum* Tul (Pao ferro – a substitute for palisander (*Dalbergia nigra* All.) *Hautarzt*; 33:321-8 (abstr)
- Hausen BM (2000) Woods. In: Kanerva L, Elsner P, Wahlberg JE, Maibach HI. *Handbook of occupational dermatology* 771-81. Springer Verlag, Berlin
- Hinnen U, Willa-Craps C, Elsner P (1995) Allergic contact dermatitis from iroko and pine wood dust . *Contact Dermatitis*; 33:428
- Hinojosa M, Losada E, Moneo I, Dominguez J, Carillo T, Sanchez-Cano M (1986) Occupational asthma caused by African maple (Obeche) and Ramin: evidence of cross reactivity between these two woods. *Clin allergy*;16; 2:145-53
- Howie AD, Boyd G, Moran F (1976) Pulmonary hypersensitivity to ramin (*Gonystylus bancanus*) *Thorax*; 31:585-7
- IKEA A/S (2003) IKEA katalog 2003
- Indo Art Aps (2003) Personlig korrespondance
- IQI, International Quality Import (2003) Personlig korrespondance

IRPTC (1995) SIDS Document for 1,2-Butylene glycol.
<http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/volume1/584-03-2.pdf>

ISO/DIS 16000-6.2 (2002) Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and chamber air by active sampling on TENAX TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MSD/FID. International Organization for Standardization

Janssens V, Morren M, Dooms-Goossens A, Degreef H (1995) Protein Contact Dermatitis. Myth or reality?. Br. J. Dermatol.; 132:1-6

Jensen LK, Larsen A, Mølhave L, Hansen MK, and Knudsen B (2001) Health evaluation of volatile organic compound (VOC) emissions from wood and wood based materials. Arch. Environm. Health, **56**: 419-432

Jensen, Michael (2003) Faxe Design A/S. Personlig korrespondance

Johansen, Millie (2003) Biva Møbler Odense A/S. Personlig korrespondance

Johnsson M, Buhagen M, Leira HL, Solvang S (1983) Fungicide-induced contact dermatitis. Contact Dermatitis; 9:285-8

Konge, Lars (2003) Rustic Furniture A/S. Personlig korrespondance

Kopp, Kasper (2003) KoppWood Aps. Personlig korrespondance

Krant J, Cohen D (2000) Contact dermatitis in cabinet makers. In: Kanerva L, Elsnér P, Wahlberg JE, Maibach HI. Handbook of occupational dermatology 854 - 61. Springer Verlag, Berlin

Lepoittevin J-P, LeCoz C (1992) Dictionary of Occupational allergens. In: Rycroft RJG, Menné T, Frosch PJ, Beneza C (eds). Textbook of Contact dermatitis. Springer Verlag, 1186

Liden C (1990) Facial dermatitis caused by chlorthalonil in a paint. Contact Dermatitis; 22:206-11

Lorentzen, Hanne (2003) Ejnar Debel A/S. Personlig korrespondance

Lovell CR (1993) Plants and the skin. Blackwell Scientific Publications Oxford

Miljøstyrelsen (1990) Begrænsning af luftforurening fra virksomheder. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6

Miljøstyrelsen (1996) B-værdier. Orientering fra miljøstyrelsen nr. 15

Miljøstyrelsen (1999) Emission af flygtige forbindelser fra træ, træbaserede materialer, møbler og inventar. Miljørapport nr. 501

Miljøstyrelsen (2003) Tropisk træ – Miljøvejledning

Mitchell JC, Rook A (1976) Dermatitis from plants: the importance of botanical names. Contact Dermatitis; 2:56-7

- Mitchell JC, Rook A (1979) Botanical Dermatology. Greengrass, Vancouver
- Morsing, Niels (2003) Viden om Træ – Eksotiske træarter. Teknologisk Institut, Træ
- Møller, Anne (2003) Tarkett Sommer A/S. Personlig korrespondance
- Nielsen GD, Hansen LF, Wolkoff P (1997) Chemical and biological evaluation of building material emissions. II. Approaches for setting in door air standards or guidelines for chemicals. *Indoor Air*, 7:17-32
- NIF (1998) Nordic Wood 2. Part report no. 1. Literature review: The suitability of materials used in the food industry, involving direct or indirect contact with food products. Project P 98076, Nordic Industrial Fund
- Palosuo T, Alenius H, Turjanmaa K (2002) Quantitation of allergens. *Methods*, 27:52-58
- Rubæk, Sanne (2003) Trip Trap Denmark A/S. Personlig korrespondance
- Schaper M (1993) Development of a Database for Sensory Irritants and Its Use in Establishing Occupational Exposure Limits. *Am.Ind.Hyg.Assoc.J.*, 54 (9):488-544
- Schlünssen V, Schaumburg I, Taudorf E, Mikkelsen AB, Sigsgaard T (2002) Respiratory symptoms and lung function among danish woodworkers. *J Occup Envir Med*; 44:82-98
- Seifert SA, VonEssen S, Jacobitz K, Crouch R, Lintner CP (2003) Organic dust toxic syndrome: a review. *J Toxicol Clin Toxicol.*; 41:185-93
- Sommer S, Wilkinson SM, Beck MH, English JS, Gawkrödger DJ, Goh C (2002) Type IV hypersensitivity reactions to natural rubber latex. Results of a multicentre study. *Br. J Dermatol*; 146:114-7
- Stingeni L, Mariotti M, Lisi P (1998) Airborne allergic contact dermatitis from iroko (*Chlorophora excelsa*) *Contact Dermatitis*; 38:287
- Stoke JCJ (1979) Captafol dermatitis in the timber industry. *Contact Dermatitis*; 5:284-92
- Straarup, Christian (2002) Danmarks Tømmermænd. Nepenthes
- Teknologisk Institut (2003) Viden om Træ
- Turjanmaa K, Alenius H, Reunala T, Palosuo T (2002) Recent developments in latex-allergy. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*; 2:407-12
- Venås, Thomas (2003) Teknologisk Institut. Personlig korrespondance
- WHO (1997) Food Additives Series 32.
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v32je04.htm>

Wilkinson DS (1979) Timber preservatives. Contact Dermatitis; 5:278-9

Wills JH (1982) Nasal carcinoma in wood workers. J Occupat. Med; 24:526-30

Wolkoff P, Clausen PA, Jensen B, Nielsen PA, og Wilkins CK (1997) Are we measuring the relevant indoor pollutants? Indoor Air, 7:92-106

Woods B, Calnan CD (1976) Toxic woods. Br J Dermatol; 95: suppl 13, 1-97