

Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter

Kortlægning nr. 36 – 2003

Kortlægning, afgivelse og vurdering af flygtige kemiske stoffer i tryksager

Ole Christian Hansen,

Torben Eggert

Teknologisk Institut

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
FORKORTELSER	15
1 INDLEDNING	17
2 TRYKSAGER	19
2.1 FORBRUG	19
2.2 ANTALLET AF VIRKSOMHEDER	20
2.3 TRYKNING	20
2.3.1 Trykformer	20
2.4 PAPIRET	21
2.5 TRYKFARVER	21
2.5.1 Opløsningsmidler	22
2.5.2 Bindemidler	22
2.5.3 Fugtevand	23
2.5.4 UV-trykfarver	23
2.6 EMISSIONER UNDER TRYKNING.	24
2.7 TRYKSAGER I HUSSTANDEN	24
2.8 BORTSKAFFELSE	25
2.9 GENBRUG	26
3 EKSPONERING	27
3.1 EMISSIONSMÅLINGER	27
3.1.1 Indsamling og analyse	27
3.1.2 Screening af indholdsstoffer	27
3.1.3 Kvantitativ bestemmelse	28
3.1.4 Resultater	29
4 EKSPONERING OG SUNDHEDSVURDERING	37
4.1 EKSPONERINGS SCENARIER	38
4.1.1 Metode	38
4.1.2 Scenarier	38
4.2 VURDERINGSMETODE	39
4.2.1 Metodegrundlag	39
4.2.2 Gennemførelse af vurderinger	41
5 ENKELTSTOFVURDERINGER	43
5.1 ALDEHYDER	43
5.1.1 Propanal	43
5.1.2 Pentanal	45
5.1.3 Hexanal	46
5.1.4 Heptanal	47
5.2 ALKOHOLER	48
5.2.1 2-Ethyl-1-hexanol	49

5.3	KETONER	50
5.3.1	<i>Heptanon</i>	50
5.4	ESTERE	52
5.4.1	<i>Propansyre butylester</i>	52
5.5	FURAN	53
5.5.1	<i>2-Pentylfuran</i>	53
5.6	AROMATISKE HYDROKARBONER	54
5.6.1	<i>Toluen</i>	54
5.6.2	<i>Xylener</i>	57
5.6.3	<i>Ethylbenzene</i>	60
5.7	TERPENER	62
5.7.1	<i>alfa-Pinen</i>	62
5.7.2	<i>Camphen</i>	64
5.7.3	<i>Limonen</i>	65
5.7.4	<i>Tetramethyl methenoazulene</i>	67
5.8	ALIFATISKE KULBRINTER	68
6	VURDERING AF TRYKSAGER	71
6.1	SUNDHEDSVURDERINGER AF DE UDVALGTE TRYKSAGER	71
6.1.1	<i>Tryksag nr. 2 (dybtryk)</i>	72
6.1.2	<i>Tryksag nr. 3 (dybtryk)</i>	73
6.1.3	<i>Tryksag nr. 4 (flexotryk)</i>	75
6.1.4	<i>Tryksag nr. 8 (offset, heatset)</i>	76
6.1.5	<i>Tryksag nr. 17 (offset)</i>	77
6.1.6	<i>Tryksag nr. 19 (offset)</i>	78
6.1.7	<i>Entré og stue scenarier</i>	78
7	KONKLUSION	82
	REFERENCER	86

Bilag 1 Liste over tryksager i screeningsundersøgelsen

Bilag 2 Liste over kemiske stoffer fundet i tryksager ved screening

Bilag 3 Liste over fundne kemiske stoffer i alfabetisk orden

Bilag 4 Analyserapport fra Kemiteknik

Forord

Miljøstyrelsen har iværksat en indsats med at kortlægge, hvilke kemiske stoffer der er i en række forbrugerprodukter. Dette er gjort for at belyse befolkningens udsættelse og risiko i forbindelse med disse kemiske stoffer. Indsatsen fokuserer på risikoen ved direkte udsættelse eller ved kontakt med produktet samt ved indirekte udsættelse af mennesker via miljøet.

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

Projektet er udført af Teknologisk Institut, Miljødivisionen.

Udførende personer er:

Ole Christian Hansen,	projektansvarlig
Torben Eggert,	indsamling af tryksager og emissionsmålinger
Eva Pedersen,	kemiske analyser.

Projektet er ledet af en følgegruppe bestående af

Shima Dobel, Miljøstyrelsen
Lea Frimann Hansen, Miljøstyrelsen
Carsten Bøg, Grafisk Arbejdsgiverforening
Ole Christian Hansen, Teknologisk Institut
Torben Eggert, Teknologisk Institut

Grafisk Arbejdsgiverforening har været inddraget med henblik på udvælgelse og kontakt til trykkerier i Danmark. Trykkerierne har herefter bidraget med oplysninger og leveringer af de udvalgte tryksager.

Grafisk Arbejdsgiverforening og de deltagende trykkerier takkes for godt samarbejde og væsentlige bidrag til projektet.

Nedennævnte trykkerier takkes for medvirken og for at stille de tryksager til rådighed, der er anvendt i undersøgelsen:

Aller Tryk A/S
Berger Plus A/S
Egmont Magasiner A/S
Graphx A/S
IWACO A/S
K. Larsen og Søn A/S
Luna Tryk A/S
Paritas A/S

Sammenfatning og konklusioner

I forbindelse med Miljøstyrelsens program "Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter" er der udført en analyse af flygtige kemiske stoffer i tryksager. Formålet var at få et overblik over, hvilke kemiske forbindelser der afgasser fra tryksager og som forbrugeren udsættes for ved læsning eller opbevaring af disse tryksager.

Baseret på tryksagstyperne: uge- og månedsmagasiner, fagblade, medlemsblade og adresseløse forsendelser var det årlige forbrug ca. 61 kg per husstand. Det svarer til 1,2 kg/uge. Deraf udgjorde dybtryksager ca. 18%, dvs. det gennemsnitlige forbrug er opgjort til ca. 0,2 kg dybtrykte tryksager og ca. 1 kg offset trykte tryksager.

Under kortlægningens første fase (screeningsfasen) blev 21 tryksager, fordelt på dybtryk, offset (heatset og ark-offset) samt flexotryk med UV-hærdende farver, analyseret kvalitativt for deres indhold af flygtige kemiske stoffer. Der blev fundet 143 identificerede enkeltstoffer og 20 grupper af stoffer, der ikke kunne adskilles med den anvendte analysemetode (GC-MS-SIM). Målingerne er udført som total emissionsmålinger, dvs. kilderne (trykfarve, papir, osv.) til de enkelte flygtige stoffer er ukendt. Det viste sig dog, at der var en forskel, som primært kunne tilskrives trykningsmetoden og de derved forskelligt anvendte trykfarver, råstoffer osv.

Dybtrykte tryksager (kataloger, reklamer osv) havde et stort indhold af flygtige stoffer, hvoraf toluen udgjorde den største andel (82-99%), og i aftagende mængder terpener og aldehyder. I offset var det især langkædede alifatiske kulbrinter (C9-C19), der var dominerende (54-99%), efterfulgt af aldehyder. Monocycliske aromater som toluen og xylener var også til stede i offset tryksager men i små mængder. I flexotryk var den væsentligste kemiske stofgruppe alkoholer og terpener, men i væsentlig mindre udstrækning end i de to forrige trykformer. Det skyldes antagelig anvendelsen af UV-hærdende farver, som betyder, at monomere acrylater polymeriserer til faste farvelag. Der blev ikke fundet monomere acrylater i de flygtige stoffer.

På basis af screeningen blev der udvalgt 6 tryksager, som blev kvantitativt analyseret for afgivne kemiske stoffer. Undersøgelsesmetoden er baseret på den situation, der giver den største eksponering, det vil sige under læsning eller bladrning af tryksagen. Situationen blev simuleret ved hurtig opklipning af tryksagen og herefter opfangning af de flygtige stoffer, der forlod tryksagen. Målingerne blev udført lige efter trykning, når tryksagen skulle forlade trykkeriet. Derefter blev tryksagen målt 1-5 dage efter trykning, hvilket skulle repræsentere sortering, kiosk, omdelere eller lignende og til sidst efter 2-15 dage efter trykningen, hvor tryksagen antages at nå frem til forbrugeren.

En del kemiske stoffer aftog i afgivelse med tiden (f.eks. toluen og alkoholer), andre dampede først af senere og havde den største afdampning efter få dage (f.eks. alifatiske kulbrinter). Endelig var der stoffer, som afdampede i stigende mængde i måleperioden. Det sidste observeres især hos aldehyderne. Det indikerer, at aldehyderne i offset tryksager bindes stærkt i papiret under trykningen og først frigives senere, dvs. hos forbrugeren.

De fundne kemiske stoffer og de beregnede koncentrationer overholder de af Arbejdstilsynet udarbejdede grænseværdier. Da grænseværdierne er udarbejdet for arbejdsmiljøet og ikke gælder i hjemmet, er der her benyttet værdier, der er 1/100 af

grænseværdien for arbejdsmiljø. Sikkerhedsfaktoren på 100 i forhold til arbejdsmiljø er valgt for at tage højde for, at også sårbare grupper kan blive udsat (børn, gravide eller syge), og at den samlede udsættelse, der består af en kompleks blanding af stoffer, kan forekomme over hele døgnet. Grænseværdien i arbejdsmiljøet fastsættes på baggrund af især irritation af øjne og luftveje samt eventuelle andre sundhedsmæssige egenskaber, men også tekniske/økonomiske forhold tages i betragtning. Som supplement er LCI-værdier inddraget i vurderingen. LCI værdien er en grænseværdi, der er beregnet specielt for indendørsklimaet. LCI er baseret på inhalation, irritation eller andre effekter, herunder B-værdier eller laveste koncentration med skadelig effekt. Der er kun fundet få overskridelser af disse (TLV/100 og LCI) værdier, og ved overskridelser er vurderingerne forfinede med en individuel vurdering.

Der skal bemærkes, at toluen er det stof, der giver mest anledning til opmærksomhed. I undersøgelsen blev der målt afgassede mængder på op til 272 mg/kg tryksag på en time. Baseret på, at den maksimalt målte værdi ikke overskred NOAEC 150 mg/m³ blev det dog konkluderet, at toluen ikke var et væsentligt sundhedsmæssigt problem for den almindelige forbruger.

Aldehyderne gør sig også bemærket, men overskridelserne er så små, at det er diskutabelt, om det har nogen betydning sundhedsmæssigt.

Terpenerne har, på nær *alfa*-pinen, kun overskridelser, når de summeres op. Men *alfa*-pinen er allergifremkaldende og kan give allergisk kontakteksem. Betydningen af koncentrationen af den samlede mængde terpener er ukendt.

Generende virkninger som lugt blev vurderet for de udvalgte kemiske stoffer. I undersøgelsen var kun enkelte kemiske stoffer over lugtgrænserne i bladresituationen. Derfor ville en forbruger kun kunne identificere få stoffer alene på lugten. Det betyder dog, at summen af bidrag kunne komme over lugtgrænser. Dvs. at forbrugeren ville kunne lugte f.eks. toluen, olie, terpener, eller bare generelt "det lugter af kemikalier". Af de kemiske stoffer, der fokuseredes på, var det gældende for: aldehyder (propanal, pentanal, heptanal), toluen og summen af terpener og terpenoide stoffer.

Der er opstillet entré- og stuescenarier, hvor der er skønnet, hvilke koncentrationer der kan opstå ved bladring under anvendelse af den gennemsnitlige mængde af tryksager. Entré- og stuescenariet var baseret på rumvolumen på henholdsvis 10 og 50 m³ og med et luftskifte på 50% i timen. Den anvendte LCI værdi, der er baseret på B-værdien og 1/100 af Arbejdstilsynets grænseværdi blev kun overskredet for toluen i entrescenariet. Generelt anses der ikke at være et problem for forbrugeren i den situation undtagen for allergiske personer i worst case situationen, og toluen vurderes derfor ikke at være et sundhedsmæssigt problem for den almindelige forbruger.

Desuden er beregnet afgangningen fra de enkelte tryksager under henligning urørte i rummene. Afgivelsen af kemiske stoffer er væsentlig lavere, når der ikke bladres i tryksagen. Bidragene fra de enkelte tryksager er baseret på summen af flygtige kemiske stoffer (total VOC, TVOC). Bidragene fra de enkelte tryksager er små, men nogle forbrugere kan have betragtelige mængder af tryksager i

hjemmet. Om der er en effekt heraf, vil afhænge af mængden, ventilation, temperatur og hvilke slags tryksager, der er tale om. Tryksager kan således bidrage til hjemmets samlede VOC belastning.

Den væsentligste emission til miljøet fra tryksager efter produktionen, under anvendelse og bortskaffelse er til luft. Det vurderes dog, at bidraget fra tryksager i disse "livscyklusfaser" vil være minimale, når der tænkes på bidraget af lignende stoffer fra andre kilder som f.eks. forbrænding af olie og benzin. Størrelsesordenerne kan ikke gøres op på grund af manglende data.

Den samlede konklusion er, at der ingen grund er til sundhedsmæssig bekymring hos forbrugere af tryksager ud fra de tilgængelige data. Det kan dog ikke afvises, at nogle af stofferne kan give allergiske reaktioner hos følsomme forbrugere.

Summary and conclusions

Monitoring of volatile organic compounds emitted from printed matter has been performed as part of a programme initiated by the Danish Environmental Protection Agency: "Survey of chemical substances in consumer products". The purpose of the study was to monitor which chemicals and at which concentrations the consumer was exposed when reading or leafing through and keeping printed matter.

The annual consumption of printed matter like weekly and monthly magazines, journals, periodicals and unaddressed mail is approx. 61 kg per household. The amount equals 1.2 kg per week. Rotogravure was estimated to be 18% of the total volume. Thus the average weekly consumption was approx. 0.2 kg printed matter printed as rotogravure and approx. 1 kg as offset.

During the screening phase, 21 different printed matter were monitored and analysed for their qualitative emissions of volatile organic chemicals (VOCs). The printed matter comprised rotogravure, offset (rotation heatset and sheet offset) and flexographics using UV-curing inks. 143 substances were identified together with 20 groups of compounds that could not be separated in the analytical method (GC-MS-SIM). The measurements were performed as total emission measurements and the sources of the specific components (printing inks, paper, etc) are therefore unknown. However, a difference in emissions primarily attributable to the printing processes and the adapted printing inks, etc. was apparent.

Rotogravure printings such as catalogues, advertising matter, etc. emitted large quantities of VOCs of which toluene was the main fraction, 82 to 99%, and to a lesser extent terpenes and aldehydes. In offset the emissions contained especially long-chained aliphatic hydrocarbons, C9-19, followed by aldehydes. Monocyclic aromatics such as toluene and xylenes were also present in offset but at lesser concentrations. In flexographics, the primary chemical groups were alcohols and terpenes but much smaller concentrations were emitted compared to printed matter made by the previous two printing processes. The reason is probably the use of UV-curing inks where monomere acrylates polymerise to a solid ink layer. No monomere acrylates were observed in the analysis of the emissions

Based on the screening, 6 pieces of printed matter were selected for quantitative analysis of emitted compounds. The study simulated the situation where the consumer has the highest exposure, i.e. during reading and handling / leafing through the printed matter. The printed matter was cut up into 1 cm shreds, placed in glass container and the volatile emissions from the printed matter collected on absorbents. The sampling was performed just after the printed matter left the printing house or -works. Later the same procedure would be repeated after 1 to 5 days after printing to represent the sorting or handing out of the printed matter. And finally after 2 to 15 days after printing to represent the time where the printed matter reaches the consumer

It was observed that some of the volatiles reduced their emissions as time passed, e.g. toluene and alcohols, others evaporated at a later stage and peaked

after a few days, e.g. aliphatic hydrocarbons. A third group of chemical substances increased their emissions during the study period. The latter was observed for the aldehydes and indicated that aldehydes in offset may be strongly adsorbed to the paper during the printing process and slowly released at a later stage, that is at the consumer.

The measured concentrations from the emitted chemicals are below the threshold limit values (TLV) intended for the working environment. As the threshold limit values are intended for the working environment and not for residential homes, the study relates to a values TLV times 0.01, i.e. using a safety factor of 100. In addition, LCI values are included in the evaluation. LCI (the Lowest Concentration of Interest) was developed in an EU-project on furniture VOC emissions and is intended for the indoor climate quality evaluation. Only a few chemicals exceeded these threshold values (TLV/100 and LCI). At larger exceeding of the used values, the evaluations are refined.

Toluene was the substance that raised most attention. In the study, maximum emissions up to 272 mg/kg printed matter were measured during one hour. However, as the maximal measured concentration did not exceed NOAEC 150 mg/m³ it was concluded that toluene was not expected to be a health problem to the average consumer.

Aldehydes are also noted but they exceed the TLV/100 and LCI values to a lesser extent: approx. a factor of 2. It might be disputable whether this may relate to any essential health effects.

The terpenes, except *alfa*-pinene, only exceeded the threshold values when they were added up. However, *alfa*-pinene is allergenic and may cause allergic contact dermatitis. The significance of the concentration of total terpenes is unknown.

Nuisance such as odour was evaluated for selected chemicals. In the study only a few chemicals exceed the odour threshold in the reading, browsing / leaf through situation. Therefore, a consumer may only be able to identify a few chemicals by the odour. However, the adding of several chemical compounds exceeded the odour thresholds of groupings, i.e. the consumer may sense the odour of toluene, oils, terpenes, or just a general smell of chemicals. Of the chemicals included in the study this would be the case for aldehydes (propanal, pentanal, heptanal), toluene and the sum of terpenes and terpenoid compounds.

An entrance hall and living room scenario has been included in the study. The concentrations arising from leafing through the printed matter are estimated based on the average consumption of printed matter. The entrance hall and living room scenarios are based on air volumes of 10 m³ and 50 m³, respectively, and an air exchange rate of 0.5 per hour. The used LCI value is based on the C-value, and 1/100 of threshold limit value (TLV/100), were only exceeded by toluene for the entrance hall scenario. However, the level was below the experimental NOECS and thus toluene was not considered a health problem for the average consumer.

The estimated emissions from single copies of printed matter when remaining untouched in the standard rooms were also included. The release and thus concentration of chemical compounds was considerably lower when the printed matter was left untouched. The contribution from each printed matter was

based on the total volatile organic compounds (TVOC). Although the single contribution was small in this scenario, a consumer may have considerable amounts of printed matter lying around in the home. The effect of this relies on the amount, the ventilation, temperature and the nature of the printed matter. Thus, the printed matter may contribute to the residential total VOC load.

The main release to the environment from printed matter after it has left the printing house, during use and disposal, is to the air compartment. However, it is assessed that that the contribution from printed matter in these parts of its "life cycle" is minimal when considering the contributions from other sources of similar compounds, e.g. combustion from fossil fuels and gasoline. The emission volumes can not be estimated due to a lack of data.

The overall conclusion is that no health risks exist to the consumer of printed matter. However, it can not be excluded that allergic reactions may be observed by sensitive consumers.

Forkortelser

ADI	Acceptabel daglig indtag
BCF	Bioakkumuleringsfaktor, dvs. forholdet mellem koncentrationen af et kemisk stof i en organisme og koncentrationen i det omgivende miljø
B-værdi	Bidrags værdien: Defineret i Miljøstyrelsen 2002 som en virksomheds samlede maksimalt tilladelige bidrag til luftforureningen udenfor virksomhedens område
DL	Detektionsgrænse
EC	Effekt koncentration
EC ₅₀	Median effekt koncentration, dvs. den koncentration hvor 50% af forsøgsdyrene viser en effekt
GA	Grafisk Arbejdsgiverforening
LC ₅₀	Median letal koncentration, dvs. den koncentration hvor 50% af forsøgsdyrene er døde
LCI	Laveste koncentration af interesse. LCI er defineret 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. De fleste værdier er baseret på inhalation og irritation eller andre effekter herunder B-værdier og laveste koncentration med effekt. <i>Det skal bemærkes, at LCI-værdierne er vægtningsfaktorer, som indikerer den relative sundhedsfare fra kemiske stoffer, og ikke kriterieværdier for indendørs luft- eller grænseværdier.</i>
LC ₁₀	Laveste koncentration hvor der kan observeres en letal effekt
LD ₅₀	Median letal dosis, dvs. den dosis hvor 50% af forsøgsdyrene er døde
lgv	legemsvægt
LOAEL	Den laveste fundne koncentration med skadelige effekter (Lowest Observed Adverse Effect Level)
MAK	Maksimaler Arbeitsplatz Konzentration: Grænseværdi for arbejdsmiljø defineret af tyske arbejdsmiljømyndigheder

NOAEL	Den største koncentration, hvor der ikke er observeret skadelige effekter (No-Adverse-Effect Level)
RD ₅₀	Den luftkoncentration af et kemisk stof, som udløser et 50% fald i åndedrætsfrekvensen (Alarie 1980)
t	Timer
TC ₁₀	Laveste toksiske concentration med observerede effekter
TDI	Tolerabel daglig indtag
TD ₁₀	Laveste toksiske dosis med observerede effekter
TGD	Technical Guidance Document: EU vejledning i risikovurdering af kemiske stoffer
TLV	Grænseværdi (Threshold Limit Value), der er baseret på 8 timers tidsvægtet gennemsnitlig eksponering i arbejdsmiljøet (en arbejdsdag). De fleste værdier er baseret på inhalation og irritation samt eventuelle andre sundhedsmæssige egenskaber, men også tekniske/økonomiske forhold tages i betragtning.
TLV/100	Grænseværdien for arbejdsmiljø divideret med en sikkerhedsfaktor på 100 er anvendt som vurderingsgrundlag for forbrugeres eksponering i rapporten
TWA	Tidsvægtet gennemsnit (Time Weighted Average)
VOC	Fordampelige organiske stoffer

1 Indledning

Projektet "Kortlægning, afgivelse og vurdering af flygtige kemiske stoffer i tryksager" er igangsat af Miljøstyrelsen efter henvendelser fra forbrugere om tryksager. Henvendelserne handler typisk om afsmitning eller lugtgener fra tryksagerne.

Undersøgelsen af, hvilke kemiske stoffer der afgives fra tryksager, skal danne baggrund for en vurdering af, om udsættelsen for disse kemiske stoffer indebærer en sundhedsmæssig risiko for forbrugeren eller miljøet.

Eksponeringen af mennesker kan ske på to måder, den primære eksponering sker ved indånding af kemikalier, der damper af fra tryksagen, og i mindre grad ved hudkontakt. Den afsmitning, der er fundet, har væsentligst været fra tryksværte fra aviser og offset reklametryksager. Den afsmitning kan nok være generende, men er som regel afvaskelig og er derfor fundet at være mindre væsentlig end en potentiel påvirkning fra afdampede kemiske stoffer. Det vil sige, at kortlægningen har koncentreret sig om at finde ud af, hvilke stoffer der dampede af fra tryksager, hvilken mængde og i hvor lang tid efter trykningen.

Begrebet tryksager er temmelig omfattende, men er i denne forbindelse afgrænset til reklamer, ugeblade, månedsblade, medlemsblade og etiketter. Der bruges forskellige former for tryk til disse tryksager. Det drejer sig typisk om offset, dybtryk og flexotryk med UV-farver. Ud over farverne bruges der ved de forskellige former for tryk også forskellige hjælpestoffer til tryksværten.

Teknologisk Institut har tidligere været involveret i afgivelse af stoffer fra tryksager, hvor afdampning var så stor, at den var sundhedsskadelig i arbejdsmiljøet. Det drejede sig især om afgivelse af toluen fra dybtryksager i distributionsleddet (Jelnes 1994). Efterfølgende er grænsen for, hvor meget toluen der må afdampe fra reklametryksager, fastsat til 300 mg/kg tryksag i arbejdsmiljøet (Arbejdstilsynet 1995).

I forbindelse med toluensagen blev en eksisterende indsamlings og målemetode modificeret og forbedret af Teknologisk Institut (Eggert 1995). Denne metode er anvendt i denne undersøgelse.

Undersøgelsen koncentrerer sig om flygtige organiske stoffer: Volatile Organic Compounds (VOC). VOC er defineret som flygtige organiske forbindelser, hvis damptryk ved 20°C (293,15°F) er mindst 0,01 kPa, dvs. 10 Pa (0,075 mmHg) eller som har en tilsvarende flygtighed under de særlige anvendelsesforhold (VOC bekendtgørelsen, Miljøministeriet 2002b, der implementerer Direktiv 1999/13/EF).

2 Tryksager

2.1 Forbrug

Tryksager omfatter i dette projekt betegnelser som ugeblade, tidsskrifter, reklamer og etiketter.

Dagblade er ikke medtaget, da eksponeringen af forbrugerne for kemiske stoffer anses for mindre væsentlig i denne sammenhæng. Den væsentligste eksponering er tryksværten, der godt nok kan give snavsede hænder og tøj, men som dog er til at vaske af.

Mængden af tryksager er ikke lige gennemskuelig. Dansk Oplagskontrol følger en stor del af udgivne dagblade, ugeblade og magasiner, som er tilmeldt kontrollen med kvartalsvise opgørelser. Det betyder, at nogle magasiner og tidsskrifter ikke er omfattet af optællingerne.

Danmarks statistik følger import og eksport af papir i forskellige kategorier, samt tidsskrifter. Her kan man finde oplysninger, som til dels kan relateres til tryksager, hvis man kender de anvendte papirtyper.

Grafisk Arbejdsgiverforening (GA) udgiver et skrift "De Grafiske Fag", som indeholder en statistik for foreningens aktiviteter. Heri indgår blandt andet en statistik over papirforbrug samt forbruget af trykfarver.

I opgørelsen over papirforbruget indgår kun papirkvaliteter, som er træfri, eller som højst indeholder 10% mekanisk træmasse. I tabellen nedenfor gør kilden opmærksom på, at en del af det nævnte papirforbrug ligger udenfor den grafiske industri.

Tablet 2.1 Forbruget af træfrit trykpapir i Danmark (udvalgte papirsorter) i 1000 tons (Grafisk Arbejdsgiverforening (GA) 2001, 2002)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Produktion	99	102	97	97	114	116	102	119	116
Import	151	193	183	193	229	241	245	267	242
Eksport	67	82	87	78	90	94	101	104	96
Forbrug*	183	213	193	212	253	263	246	282	262

*: Forbrug = produktion + import - eksport

Papirforbruget af papir til trykning er stigende indtil 1997, hvorefter det fluktuerer omkring samme niveau. Det samme er gældende for forbruget af trykfarver (se tabel nedenfor).

Tablet 2.2 Forbruget af trykfarver i Danmark i tons (GA 2001, 2002)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Produktion	9.981	11.216	11.222	11.361	12.318	13.814	13.371	13.100	13.917
Import	4.439	5.061	6.400	7.176	7.629	7.801	8.520	10.366	9.058
Eksport	3.142	3.582	3.677	3.786	5.329	6.265	7.757	6.756	8.586
Forbrug*	11.278	12.695	13.945	14.751	14.618	15.350	14.134	16.710	14.389

*: Forbrug = produktion + import - eksport

2.2 Antallet af virksomheder

Den grafiske industri opgør antallet af momsregistrerede virksomheder til 2323 virksomheder ved udgangen af 1999. Hvis de 906 virksomheder med en omsætning på under 0,5 millioner kr. betegnes som "hobbyvirksomheder" er det reelle antal grafiske virksomheder eksklusiv dagblade og anden udgiver- og forlagsvirksomhed anslået til ca. 1400 (GA 2002).

2.3 Trykning

Produktionen af tryksager omtales kun kort her, hvor det kan være væsentligt for forståelsen af, hvorfra og hvordan de fundne stoffer indgår i fremstillingsprocesserne og for at forklare anvendte begreber. Definitionerne er taget fra VOC Bekendtgørelsen om begrænsning af emissioner af flygtige organiske stoffer (Miljøministeriet 2002b) som også omfatter trykkerier.

2.3.1 Trykformer

Trykning af tekster og/eller billeder er overordnet en proces, hvor trykfarve under anvendelse af en trykform (billedbærer) overføres til en overflade og herunder tilknyttede teknikker til lakering, overfladebelægning og laminering.

2.3.1.1 Dybtryk

Her opereres med magasin-dybtryk, dvs. trykning af magasiner, brochurer, reklameaviser, kataloger o.lign. ved hjælp af en toluen baseret trykfarve, der tørrer ved fordampning, og hvor trykfarven overføres fra fordybninger i en trykcylinder til papirbanen. Magasindybtryk dækker over trykning af magasiner (ugeblade), reklameblade, brochurer, etiketter osv.

Der findes en anden form for dybtryk end magasindybtryk, som kaldes emballagedybtryk. I emballagedybtryk sker trykning også med flydende trykfarve, der tørrer ved fordampning, men hvor trykfarven overføres direkte til emballageoverflade (metalfolie, cellofan, plast osv.).

Overførslen af trykfarven direkte til trykemnet med et trykværk for hver farve betyder, at papirbanen er nødt til at passere en tørreanordning mellem hvert trykværk. Det betyder også, at der stilles bestemte krav til farvernes opløsningsmidlers fordampningsevne, som skal være høj nok til at en tørring kan nås med den anvendte tørreanordning (luftindblæsning, opvarmning, el. lign). Toluene er et typisk anvendt opløsningsmiddel, der opfylder disse krav (se afsnit om trykfarver).

2.3.1.2 Offset

Offset trykning omfatter tryksager fremstillet ved en plantryksmetode, hvor trykformen indeholder vandbærende og vandskyende partier. Ved trykningen passerer trykformen et fugteværk med en valse. Fugtevandet skal sikre en adskillelse af de trykgivende og ikke-trykgivende partier. Farverne tørrer ved en kemisk reaktion (oxidation). Trykfarven overføres fra de vandskyende partier til en gummidug, som igen afsætter farven på papiret ("to set off").

I ark-offset afsættes farven på papirark. Ved ark-offset er trykformen spændt op på trykmaskinens pladecylinder.

Af andre offset trykteknikker kan nævnes rotationstryk (avisrotation og heatset).

Avisrotation er ikke med i undersøgelsen, men farverne tørrer ved ind sugning i papiret ("coldset").

2.3.1.3 Heatset

Heatset rotation er trykning på papirbaner i modsætning til trykning på enkeltark. Trykformens billedbærere består som nævnt af trykgivende områder (olietiltrækkende), der ligger i samme plan som de ikke-trykgivende (vandtiltrækkende) områder (plantryk). Farvetørring foregår ved, at papirbanen føres gennem en varmeovn, hvor varm luft blæses hen over papirbanen. Heatset rotation anvendes til trykning af ugeblade, reklametryksager, kataloger osv.

Når papirbanen forlader det sidste trykværk er farven stadig våd. Tørring sker ved at papirbanen trækkes gennem en opvarmningsenhed ("heater"), hvor papiret opvarmes til 120-140°C. Herved fordampes farvernes indhold af flygtige mineralolier. Efter nedkøling over kølevalser påføres trykket en blanding af silikone og vand for at gøre papiret mere behageligt og beskytte trykket under udskaering (falsning). Tryksagerne bundtes og stables.

2.3.1.4 Flexografi

Flexografi vil sige trykning med flydende farve, der tørrer ved fordampning, hvor trykfarven overføres af en trykform af gummi eller elastiske polymerer, hvor billedbærerne er ophøjet i forhold til de ikke-trykgivende områder (højtryk).

2.4 Papiret

Det anvendte papir er som regel bestrøget papir ("coated") og glittet papir med en papirvægt på 50-150 g/m².

Bestrøget papir (coated eller krideret papir) er papir, der under fremstillingen er belagt med et overfladelag. Laget består af et pigment (oftest kridt) og et bindemiddel, f.eks. latex (Hansen og Petersen 1993). Anvendelsen af bestrøget papir giver en glansfuld og skarp trykning.

Glittet papir er papir, der under produktionen er kalandreret, dvs. papiret er ført gennem to valser, der trykker papiret sammen og derved giver det en glat overflade.

2.5 Trykfarver

Alle trykfarver består af hovedbestanddelene: pigment/farvestof, bindemiddel, opløsningsmiddel og additiver.

Farvestoffet består af pigmenter eller opløselige farvestoffer, hvoraf pigmenter udgør langt størsteparten. Pigmenter og additiver i farver til dybtryk og heatset er stort set ens. Indholdet af pigmenter og fyldstoffer i dybtryk er ca. 10% og i heatset 15-20% (Bauer 1993).

Additiver kan have forskellige formål som f.eks. at styre farvens flydeegenskaber og forhindre afsmitning. Additiverne kan f.eks. være forskellige typer af voks, ofte baseret på polyethylen.

Trykfarver kan desuden indeholde harpiks samt mineralske olier (uspecificerede baseolier: destillater, hydrogenbehandlede tunge naphthener).

2.5.1 Opløsningsmidler

Den væsentligste forskel mellem trykfarver til almindelig offset, heatset og dybtryk er opløsningsmidlerne. Opløsningsmidlet skal holde trykfarven flydende under trykkeprocessen.

I farver til heatset benyttes mineralske olier (petroleumdestillater med et kogepunkt på 210-250°C), der er mere flygtige end de mineralske olier, der anvendes i almindelig offsettryk. Indholdet af mineralske olier i heatsetfarver udgør 25-40% (Bauer 1993). I Ullmann (1993) afviger oplysningerne for en typisk formulering lidt fra Bauer (1993):

Tabel 2.3 Typisk sammensætning af heatset (offset) trykfarve (Ullmann 1993):

Organiske pigmenter	15 - 25 wt%
Bindere:	
Hårde resiner	25 - 35 wt%
Bløde resiner + tørringsoiler	5 - 15 wt%
Mineral olier (kogepunkt 200-300°C)	25 - 40 wt%
Additiver	5 - 10 wt%

wt%: vægtprocent

Til gengæld giver Ullmann (1993) også oplysninger om en typisk formulering af ark-offset trykfarver:

Tabel 2.4 Typisk sammensætning af ark-offset trykfarve (Ullmann 1993):

Organiske pigmenter	12 - 20 wt%
Bindere:	
Hårde resiner	20 - 25 wt%
Bløde resiner + tørringsoiler	20 - 30 wt%
Mineral olier (kogepunkt 250-300°C)	20 - 30 wt%
Additiver	5 - 10 wt%

wt%: vægtprocent

I farver til dybtryk anvendes en stor mængde opløsningsmidler (solventer), især toluen. Toluen er meget flygtigt med et damptryk på 3000 Pa ved 20°C og 3800 Pa ved 25°C. Fordelen er en hurtig tørring og derfor stor trykkehastighed. Indholdet af toluen i dybtrykfarver klar til brug er på 60-75% (Bauer 1993).

Tabel 2.5 Typisk sammensætning af dybtryk trykfarve (Ullmann) 1993:

Pigmenter	ca. 8 - 15 wt%
Resiner	ca. 15 - 20 wt%
Toluen (solvent)	ca. 60 - 70 wt%
Additiver	ca. 0.5 - 5 wt%

Man kan ikke benytte lige så flygtige opløsningsmidler ved heatset som i dybtryk. Trykfarven skal først afsættes på gummivalse før overføring til papiret, og en for hurtig fordampning ville skabe problemer med farveoverførslen.

2.5.2 Bindemidler

Bindemidlet har til opgave at binde pigmenterne fast til papiret. Til både heatset og dybtryk anvendes forskellige former for harpiks som bindemiddel. I heatset farver kan desuden anvendes alkyd og i dybtrykfarver resinat. Hårde

resiner er naturharpikser (kolofonium) modificeret med phenol og aldehyder. Bløde resiner (alkydharpiksolier) og tørringsolier anvendes som opløsningsmiddel for de hårde resiner. Tørringsolier inkluderer planteolier.

2.5.3 Fugtevand

Fugtevandet, der anvendes i heatset, indeholder forskellige alkoholer, f.eks. isopropanol, der kan udgøre op til 10-15% (Petersen og Skjærbæk 1998).

Tabel 2.6 Typisk sammensætning af fugtevandskoncentrat (anvendt i en fortynding til 2-5%) (Ullmann):

Buffer system	4 - 8 wt%
Alkoholer	5 - 20 wt%
Overfladeaktive stoffer (tensider)	0 - 1 wt%
Hydrophile polymere	1 - 7 wt%
Kompleksdannere	0 - 2 wt%
Konserveringsmidler	0 - 4 wt%
Vand, op til en total på 100%	58 - 90 wt%

2.5.4 UV-trykfarver

UV-hærdende farver og lakker anvendes til trykning af selvklæbende etiketter i flexografi, serigrafisk trykning af plakater, lakering af tryksager, som er normalt trykt i offset, osv. (Silfverberg og Sørensen 1998). Anvendelsen af UV-hærdende farver og lakker i Danmark sker især indenfor flexografisk trykning, hvor etiketter er det væsentligste område (Lund og Wallström 1999).

UV-hærdende farver og lakker indholder reaktive tyktflydende bindemidler, såkaldte præpolymere acrylater, der ved hærdeprocessen (en polymerisering, som sker ved at farven udsættes for UV lys) omdannes til et fast farve eller laklag. Farver og lakker indeholder fotoinitiatorer, dvs. lysfølsomme stoffer som ved bestråling aktiveres og sætter hærdeprocessen i gang.

Som fortynder anvendes tyndtflydende reaktive monomere af acrylater eller methacrylater. Desuden indeholder farverne pigmenter og tilsætningsstoffer i mindre mængder (Silfverberg og Sørensen 1998).

Tørring afgiver således ikke fordampelige stoffer, eftersom UV-hærdende farver ikke indeholder opløsningsmidler i normal forstand. Det er dog en forudsætning, at hele farvelaget hærdes. Hvis farvelaget er for tykt, vil noget af farven ikke hærde og kan potentielt medføre eksponering for acrylmonomere. Disse restmonomere kan senere være årsag til kontaktallergi ved berøring. Acrylmonomere er kendt for at være hudirriterende og kan give allergisk kontakteksem (Thomsen 1990, CEPE 2002).

Teoretisk afgives der ingen flygtige stoffer fra UV-farver og lakker. Det bemærkes dog i Silfverberg og Sørensen (1998), at de trykte produkter, hvor der er anvendt UV-hærdende farver og lakker, i visse tilfælde kan have en ubehagelig lugt. Det udsagn indikerer, at nogle stoffer kan fordampe fra tryksagen. Det antydes, at kunne være urenheder i de anvendte råvarer eller reaktioner med stoffer i det materiale, der trykkes på. Rester fra ozondannelsen ved UV-lamperne er også en mulighed.

2.6 Emissioner under trykning.

Trykkerierne er som andre erhvervsvirksomheder underlagt regler for arbejdsmiljø, og der stilles krav til interne emissionerne. De fleste emissioner under trykningen opsamles og enten genindvindes (f.eks. op til 98% toluen) eller afbrændes inden udledning til det ydre miljø.

Emissioner i distributionen, der tidligere har været undersøgt (Hansen og Petersen 1993, Jelnes 1994) er også reguleret og begrænset i forhold til arbejdsmiljø (EU 1999, Miljøministeriet 2002b). For dybtryksager har der især været fokus på toluen, hvor emissionen fra tryksager i arbejdsmiljøet er reguleret (Arbejdstilsynet 1995).

I heatset kan det dreje sig om flygtige petroleumsdestillater og alifatiske aldehyder, der er dannet under opvarmningen af de mineralske olier. Aldehyderne kan give lugtgener, da stofferne kan være ildelugtende som f.eks. acetaldehyd, n-butylaldehyd, crotonaldehyd (2-butenal), propionaldehyd, valerianaldehyd (pentanal) (Lauritsen 1991).

2.7 Tryksager i husstanden

Mængden af tryksager, der finder vej til forbrugeren, er f.eks. opgjort i en undersøgelse, som har beregnet det potentielle papir- og papforbrug i private husstande i år 2000 (Højen og Petersen 2002). Papir- og papforbruget er fordelt på kategorier, som er gengivet i nedenstående tabel.

Tabel 2.7 Potentielt papir- og papforbrug i år 2000 (Højen og Petersen 2002)

Kategori	Potentiale [tons]	kg pr.husstand		
		Gennemsnit	Min.	Max.
Dagblade	113 160	46,3	25,2	66,5
Distriktsblade	39 148	16,0	2,2	51,6
Ugeblade og månedsmagasiner	30 889	12,6	9,0	22,3
Fagblade/medlemsblade 1)	20 410	8,3	7,9	10,1
Distribution af telefonbøger 2)	9 211	3,8	0,6	7,7
Adresseløse tryksager 3)	98 202	40,2	27,9	52,1
Adresserede forsendelser	41 683	17,1	17,1	17,1
Andet papir	18 578	7,6	7,6	7,6
Pap	61 100	25,0	25,0	25,0
I alt	432 381	176,9	137,1	220,4

1) Mængde på landsplan er fordelt forholdsmæssigt efter antal husstande i kommunerne

2) Gælder kun telefonbøger der ikke distribueres af Post Danmark, da mængden fra Post Danmark indgår under adresseløse tryksager

3) Ekskl. husstande tilmeldt "Reklamer Nej tak"

Det samlede potentielle papir- og papforbrug i private husstande er beregnet til 432.000 tons eller 177 kg. per husstand. Det beregnede landsgennemsnit dækker imidlertid over større forskelle både med hensyn til såvel sammensætningen som den samlede mængde. Variationen for hver kategori er vist som et interval opgjort i kg/husstand per kommune. Mens der i én kommune konstateres et potentielt forbrug på 137 kg per husstand per år, kan der i en anden kommune findes knapt 83 kg mere papir per husstand eller i alt 220 kg. Et forhold der naturligvis hænger sammen med omfanget og karakteren af de distribuerede udgivelser (Højen og Petersen 2002).

Fra tabel 2.7 er anvendt tallene for kategorierne "Ugeblade og månedsmagasiner", "fag- og medlemsblade", samt "adresseløse tryksager" til et skøn af forbruget af tryksager per husstand. Det giver en samlet mængde

tryksager per husstand på 61,1 kg og et maksimum på ca. 84,5 kg tryksager. Usikkerhederne med et mindre bidrag fra telefonbøger omdelt af Post Danmark antages opvejet af en ukendt mængde tryksager i "adresserede forsendelser", f.eks. reklamer sendt direkte på anfordring eller lignende.

Brancheforeningen af Danske Distributionsvirksomheder (BDD) har angivet gennemsnitstal for omdelte tryksager, gældende uanset om tryksagerne er omdelt privat eller omdelt af Post Danmark. BDD opgiver, at 1934 millioner tryksager er omdelt til danske husstande i 2001, svarende til 15 stk. pr. uge eller ca. 38 kg pr. år. Heraf er skønnet, at ca. 18% er produceret i dybtryk (BDD 2002).

Baseret på disse oplysninger antages forbruget af tryksager til 61,1 kg per husstand per år svarende til 1,2 kg om ugen. Deraf antages 18% at være dybtryk svarende til ca. 0,2 kg og resten offset svarende til ca. 1 kg.

2.8 Bortskaffelse

Ved bortskaffelse bliver tryksagerne enten genbrugt eller sendt til forbrænding eller losseplads. De fordampelige organiske stoffer (VOC) vurderes at blive frigjort ved disse processer. Ved genbrug kan VOC blive frigjort eller forblive i papirmassen (se afsnittet nedenfor). Ved anbringelse på losseplads vil de VOC'er, der er tilbage i papiret, blive frigjort efterhånden som papiret nedbrydes. Ved forbrænding skønnes VOC'erne at blive nedbrudt under forbrændingen.

Undersøgelsen har været fokuseret på frigivelsen af fordampelige stoffer i startfasen efter trykning og forbrugerfasen. Restemission og de rester, der stadig er tilbage i papir og trykfarver, er ikke målt og kan derfor ikke vurderes. Som illustreret med eksemplet fra dybtryk nedenfor kan restmængden være betydelig.

Dybtryksager

I Hansen og Petersen (1993) vurderedes det, at 16% af dybtrykte tryksager bortskaffedes ved deponering, 23% genanvendes og 61% forbrændes. Størsteparten af de rester af flygtige stoffer, der er tilbage i de tryksager, der forbrændes, antages at blive destrueret under forbrændingen eller omdannes til andre stoffer. Undersøgelsen fra 1993 (Hansen og Petersen 1993) antyder, at ca. 9 tons toluen per år emitteres fra deponerede og genanvendte dybtryksager. Resultatet er baseret på en totalmængde på 40.000 tons dybtryksager og et restindhold på 690 mg ekstraherbart toluen i tryksagerne. Desværre er tallet baseret på 1 måling og derfor næppe repræsentativt.

Med de nye regler for indsamling og genanvendelse skal mindst 60% være indsamlet som returpapir senest 2004 (Tønning 2000). Hvis det antages, at de fleste kommuner opfylder betingelserne på 55% i 2002, kan emissionen omregnes til ca. 13 tons toluen.

Toluen bruges stadig i stort omfang, selv om tekniske ændringer såsom opvarmning, papirtype og farvesammensætning er sket i perioden og utvivlsomt har reduceret afgivelsen.

2.9 Genbrug

Ved genbrug af tryksager skal alt papiret igennem en afsværningsproces ("de-inking"), hvor der fjernes trykfarver og lakker, lim og andre urenheder, så nyt papir kan fremstilles af fibre.

Der anvendes 2 hovedprincipper: vaskning og flotation. Begge metoder begynder med en opslemning af tryksagerne i rigelige mængder vand under mekanisk og kemisk påvirkning.

Ved vaskning udvaskes farve og det oprindelige papirs fyldstoffer, mens cellulosefibrene opkoncentreres. Metoden er mest anvendt i USA.

Ved flotation, som er den mest anvendte metode i Europa, tilsættes kemikalier, som får cellulosefibrene til at svulme op og afstøde farve. Ved gennembobling med luft bringes urenheder op til overfladen, hvor de afskummes.

I genbrugsprocessen vil en del rest-toluen kunne emitteres, mens en del vil forblive i opløsningen. Det antages, at størsteparten vil kunne frigives til luft (99% efter en Mackay I fordelingsmodel), ikke mindst hjulpet af gennemboblingen af luft.

3 Eksponering

Som grundlag for planlægningen af de kemiske analyser blev der gennemført en kortlægningsfase, hvor der blev foretaget en primær screening af 21 forskellige udvalgte tryksager indenfor kategorierne dybtryk, offset (heatset og ark-offset) og flexografisk trykning (Bilag 1). Udvalgelsen var baseret på tryksagskategorier og det endelige valg blev afgjort af tilgængeligheden af den udvalgte tryksag. For eksempel distribueres tryksager rimelig hurtigt efter trykning, så de enkelte valg kunne være et spørgsmål om, hvad der var muligt på indsamlingstidspunkterne (6-12 september 2002).

Efter en første screening af 21 tryksager udvalgte Miljøstyrelsen på basis af resultaterne 6 tryksager til nærmere analyse af indholdsstoffer og deres mængde.

3.1 Emissionsmålinger

3.1.1 Indsamling og analyse

Tryksagerne til den første screening blev indsamlet direkte på trykkeriet lige efter trykning. På trykkerierne blev udvalgt et antal eksemplarer, der lå et stykke nede i bunkerne for at få et reelt indtryk af afgangspotentialet (se metodebeskrivelse i Eggert 1995).

3.1.2 Screening af indholdsstoffer

Den indledende kvalitative screening blev foretaget som en headspaceanalyse. En kendt mængde tryksag blev opklippet i 1 cm brede strimler og anbragt i "red cap" glasbeholder i en mængde på 45 g/l beholdervolumen. Beholderen blev opvarmet til 100°C i 1 time, hvorefter gasprøver blev udtaget. Opvarmningen sikrer, at alle potentielle flygtige forbindelser opsamles. Gasprøverne blev analyseret med kapillarkolonne gaschromatografi kombineret med massespektrometrisk detektion (GC-MS). Resultaterne viser, hvilke organiske forbindelser, der afgasser fra tryksagen og deres indbyrdes relative forhold.

Ved de indledende headspaceanalyser er de fleste af de stoffer, der kunne tænkes at afgasse fra tryksagerne (på nær lette aldehyder), identificeret. Ved headspaceanalyserne på de 21 tryksager blev der fundet 143 identificerede enkeltstoffer og 20 grupper af stoffer, der lå så tæt på hinanden i chromatogrammet, at de ikke kunne adskilles, f.eks. alifatiske kulbrinter eller aromatiske kulbrinter med nærtstående kulstofkædelængder, lineære eller forgrenede, osv.

Analyseresultaterne er gengivet i Bilag 2 (resumé af fundne stoffer).

Der kunne dog allerede på grundlag af de indledende analyser ses nogle generelle fællestræk for de afdampede organiske kemiske stoffer kaldet VOC (Volatile Organic Compounds). For eksempel var dybtryk præget af store mængder organiske opløsningsmidler, hvoraf toluen udgjorde størsteparten.

For offset (heatset og ark-offset) udgjorde tunge kulbrinter (C₈-C₁₉) alkaner den største andel.

Begge kunne tages som udtryk for de basale arbejdsmetoder ved trykningen. Ved dybtryk anvendes i produktionen organiske opløsningsmidler, og ikke alt når at dampe af, selv om der er sket væsentlige tekniske fremskridt på området i forhold til for bare få år siden. I offset anvendes en del olier, som indeholder kulbrinter, og rester herfra er stadig tilbage, efter fremstillingen af tryksagen er afsluttet.

3.1.3 Kvantitativ bestemmelser

De kvantitative bestemmelser blev udført efter et møde med Miljøstyrelsen, hvor det diskuteredes, hvilke stoffer der kunne være mest interessante at gå i dybden med.

De udvalgte tryksager er listet i tabellen nedenfor. Tryksagernes navne er anonymiseret, eftersom det ikke er meningen at fokusere på den enkelte tryksag, men at få et generelt indblik i eksponeringen fra tryksager baseret på målte emissioner.

Før måling er baggrundskoncentrationen i indsugningsluften målt og trukket fra det målte resultat.

Der er udført 3 målinger på hver tryksag (tabel 3.1):

1. måling er lige efter trykning. På den dybtrykte reklametryksag, der trykkes i udlandet er målingen dog først foretaget den dag tryksagen kom til Danmark, ca. 7-10 dage efter trykningen.

2. måling er 1-5 dage efter trykning. Denne måling repræsenterer sortering, kiosk, distributør (omdelere, bude) eller lignende.

3. måling er 2-15 dage efter trykning, dvs. når tryksagen er nået frem til forbrugeren i hjemmet.

Tabel 3.1 Tryksager indsamlingsdag, prøvedag og opbevaring

Tryk (tryksag)	ID nr	Trykt dato	Målinger	Dage efter tryk	Opbevaring
Dybtryk	2	01.10.2002	01.10.2002 02.10.2002 03.10.2002	0 1 2	Helt bundt (100 stk.) Helt bundt (100 stk.) 10 stk.
Dybtryk	3	26.09.2002	03.10.2002 07.10.2002 11.10.2002	7 11 15	Helt bundt (100 stk.) Helt bundt (100 stk.) 10 stk.
Flexotryk med UV farver (etikette)	4	04.10.2002	04.10.2002 09.10.2002 11.10.2002	0 5 7	Ca. 5 m rullet sammen Ca. 5 m rullet sammen Ca. 5 m rullet sammen
Offset tryk	8	06.10.2002	07.10.2002 10.10.2002 11.10.2002	1 4 5	10 stk. 10 stk. 10 stk.
Offset tryk	17	16.10.2002	16.10.2002 18.10.2002 23.10.2002	0 2 7	10 ark 10 ark 10 ark
Offset tryk	19	09.10.2002	09.10.2002 14.10.2002 16.10.2002	0 5 7	10 stk. 10 stk. 10 stk.

Målingerne blev foretaget ved opskæring af tryksagerne i ca. 1 cm brede strimler, som afvejes og anbringes i en 5,6 l glasbeholder. En kendt luftmængde er suget igennem passende opsamlingsmateriale. Opsamlingsmaterialerne, som den afgassede luft blev opsamlet på, var Tenax-rør, aktivkul- og DNPH-rør. Tenax- og kulrør er velegnede til opsamling (adsorption) af flygtige organiske forbindelser (VOC'er). Silicagel imprægneret med dinitro-phenyl-hydrazin (DNPH-rør) er velegnet til opsamling af aldehyder, acetone og 2-butanon.

Der blev udtaget en luftprøve over 60 minutter med et flow på 0,65 l/min. Den totale luftmængde, der blev trukket gennem beholderen var 117 liter, svarende til 39 liter luft trukket gennem hvert af de tre filtre per time. Luftens temperatur var 23°C med 50% relativ fugtighed.

De kemiske analyser for de kvantitative bestemmelser af de enkelte flygtige organiske forbindelser (VOC'erne) foregik efter ekstraktion af stofferne fra opsamlingsmaterialet (kul- og tenaxrør) med henholdsvis carbondisulfid og diethylether med deuterium-isotopmærket intern standard. Eluaterne blev herefter analyseret med GC-MS-SIM. DNPH-rørene blev ekstraheret med acetonitril og analyseret med væskechromatografi på udstyr med diode detektor, HPLC-UV. Der er foretaget dobbeltbestemmelse på eluaterne og gennemsnitsmængden er beregnet.

Ved alle analyserne er kvantificeringen foretaget i forhold til kalibreringsstandarder af det detekterede stof eller tæt beslægtede kemiske forbindelser (NIST database).

3.1.4 Resultater

Til estimering af eksponeringerne er resultaterne for hver tryksag opgjort som:

- Koncentrationen afgasset til luften i beholderen med papirstrimler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Mængden af afgivet kemisk stof per tryksag ($\mu\text{g}/\text{tryksag}$)
- Mængden af afgivet stof per kg tryksag ($\mu\text{g}/\text{kg tryksag}$)

Detaljerede tal af de kemiske analyser af adsorbanterne kan findes i den kemiske analyserapport (bilag 4).

Resultaterne af den kvalitative bestemmelse er gengivet nedenfor (tabel 3.2). Oversigten i tabellen viser, at dybtryk adskiller sig væsentligst ved afgivelser af store mængder toluen og terpenolier/terpener, flexotryk ved alkoholer, og offset ved alifatiske kulbrinter. Fælles for dem alle er toluen, aldehyder og enkelte ketoner.

Forskelle i sammensætninger og mængder omtales separat for hver tryksag nedenfor.

Tabel 3.2 Oversigt over mål te flygtige forbindelser i de udvalgte tryksager

fundne VOC'er	CAS	EINECS	Tryksag, ID nr.:					
			2 (dyb)	3 (dyb)	4 (flexo)	8 offset	17 offset	19 offset
Kul / Tenax-rør::								
Toluen	108-88-3	203-625-9	x	x	x	x	x	x
Octan	111-65-9	203-892-1	x					
Naphthalen	91-20-3	202-049-5	x		x			
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte			x	x	x		x	
C ₁₀ H ₁₄ , arom kulbrinte				x				
alfa-Pinen	7785-26-4	232-077-3	x	x				
Camphen	79-92-5	201-234-8	x	x				
beta-Pinen	127-91-3	204-872-5	x	x				
d-Limonen	5989-27-5	227-813-5	x	x				
2-Propynylbenzen	300-57-2	206-095-7	x					
2,3-Dimethylphenol	526-75-0	208-395-3	x					
1-Methylindan	767-58-8	212-184-1	x					
Xylenen, ethylbenzen	1330-20-7 100-41-4	205-535-7 202-849-4		x			x	x
Cyclohexanon	108-94-1	203-631-1			x			
1-Butanol	71-36-3	200-751-6			x			
2-Hexanol	626-93-7	210-971-4			x			
Butylacetat	123-86-4	204-658-1			x			
n-Butylether	142-96-1	205-575-3			x			
Propansyre butylester	590-01-2	209-669-5			x			
3-Methyl-4-heptanon	15726-15-5	239-820-0			x			
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	203-234-3			x			
C9 H10					x			
C10 H16					x			
C8 H16					x			
Eddikesyre, ethylhexylester	103-09-3	203-079-1			x			
Øvrige terpener			x	x	x		x	
C9-12 alifatiske kulbrinter						x	x	x
C13-19 alifatiske kulbrinter						x	x	x
Styren	100-42-5	202-851-5					x	
C10 H12 O2							x	
DNPH-rør:								
Formaldehyd	50-00-0	200-001-8	x	x	x	x	x	x
Acetaldehyd	75-07-0	200-836-8	x	x	x	x	x	x
Acrolein	107-02-8	203-453-4						
Propanal	123-68-6	204-623-0	x	x	x	x	x	x
Acetone	67-64-1	200-662-2	x	x	x	x	x	x
Butanal	123-72-8	204-646-6	x	x	x	x	x	x
Pentanal	110-62-3	203-784-4	x	x	x	x	x	x
Hexanal	66-25-1	200-624-5	x	x	x	x	x	x
Benzaldehyd	100-52-7	202-860-4	x	x	x	x	x	x
2-Butanon	78-93-3	201-159-0	x	x	x	x	x	x

Nedenfor gives en oversigt over målingerne for de enkelte tryksager. Eftersom trykformen er den væsentligste faktor, omend papiret kan være medvirkende, er de involverede tryksager ikke navngivet. Til målingerne er anvendt, hvad trykkerierne havde af "friske" tryksager på indsamlingstidspunktet. Det er derfor ikke nødvendigvis de samme tryksager som ved screeningen, der er anvendt. Det er dog sikret at papir og trykfarver er de samme.

3.1.4.1 Tryksag nr. 2 (dybtryk)

Måleresultater og beregnede værdier er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.3 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 2 (dybtryk)

Stof	µg/m ³ *			µg/tryksag			µg/kg tryksag		
	Dag 0	1	2	0	1	2	0	1	2
Toluen	161538	135897	82051	92049	72821	45960	544669	430894	271955
Octan	62	85	72	35	45	40	207	268	238
Naphthalen	59	44	41	34	23	23	199	138	136
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte	26	41	46	15	22	26	86	130	153
alfa-Pinen	82	90	92	47	48	52	277	285	306
Camphen	87	118	126	50	63	70	294	374	416
beta-Pinen	<0,2	<0,2	<0,2						
d-Limonen	28	44	51	16	23	29	95	138	170
2-Propynylbenzen	28	44	51	16	23	29	95	138	170
2,3-Dimethylphenol	38	23	18	22	12	10	130	73	59
1-Methyl-indan	41	51	49	23	27	27	138	163	161
Øvrige terpener	821	692	897	468	371	503	2767	2195	2975
Sum: kul/ tenax	162810	137128	83495	92774	73481	46769	548957	434797	276739
Formaldehyd	28	23	19	22	18	17	129	106	100
Acetaldehyd	142	115	71	84	64	42	496	379	249
Acrolein	<0,03	<0,03	<0,03						
Propanal	28	45	24	15	24	12	90	140	74
Acetone	179	77	49	107	46	32	632	272	190
Butanal	5	3	3	3	2	2	19	11	11
Pentanal	4	2	1	3	2	1	16	9	5
Hexanal	53	12	8	32	8	6	190	46	36
Benzaldehyd	26	110	72	19	63	44	113	372	263
2-Butanon	2	4	3	1	2	2	5	11	11
Sum DNPH-rør	467	391	249	286	228	159	1690	1347	939
Total VOC sum	163277	137519	83744	93059	73708	46928	550646	436144	277678

*: Emissionen målt fra delmængde på 34,7 g. Tryksagen vejede 169 g.

Afgivelsen af flygtige organiske forbindelser målt over 1 time for tryksag nr. 2 er gengivet i tabellen nedenfor. Det ses, at selv om nogle forbindelser aftager med tiden, mens andre skal have tid, før frigivelsen finder sted (time-lag), så falder den samlede afgivelse med tiden. For tryksag nr. 2 er halveringstiden for emissionen 2 dage, hvis der antages en eksponentiel aftagen.

Tabel 3.4 Emission af VOC per time i de tre måleperioder

Dag	µg/ tryksag/ t	µg/kg tryksag/ t
0	93.059	550.646
1	73.708	436.144
2	46.928	277.678

Toluenafdampningen var stor. En betydende faktor kan være, at tryksagen er et ugeblad, som har en kort leveringstid fra trykkeri til forbruger (ca. 2 dage).

Det bemærkes, at toluenafdampningen overskrider de 300 mg/kg tryksag, der efter aftale mellem industrien og Arbejdstilynet er fastlagt som en specifik grænseværdi for reklametryksager i distributionsleddet (Arbejdstilynet 1995), i de to første dage.

Subjektiv vurdering af lugt

Tryksagen lugter meget af toluen og lidt af terpener. Lugten var aftagende med tiden.

3.1.4.2 Tryksag nr.3 (dybtryk)

Måleresultater og beregnede værdier er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.5 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 3 (Dybtryk)

Stof	µg/m ³ *			µg/tryksag			µg/kg tryksag			
	Dag	7	11	15	7	11	15	7	11	15
Toluen		66667	41026	25385	39476	22195	12143	237805	133705	73153
Xylener, ethylbenzen		282	308	208	167	166	99	1006	1003	599
Naphthalen		<0,2	<0,2	<0,2						
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte		69	64	72	41	35	34	247	209	207
alfa-Pinen		667	615	513	395	333	245	2378	2006	1478
Camphen		203	197	164	120	107	79	723	643	473
beta-Pinen		100	103	97	59	55	47	357	334	281
d-Limonen		164	187	192	97	101	92	585	610	554
C ₁₀ H ₁₄ , arom kulbrinte		174	197	205	103	107	98	622	643	591
Øvrige terpener		2949	3667	3821	1746	1984	1828	10518	11950	11010
Sum: kul/ tenax		71274	46364	30656	42204	25083	14665	254241	151103	88345
Formaldehyd		< 0,1	<0,1	-	6	0,8	-	35	5	-
Acetaldehyd		87	78	67	54	45	34	325	270	206
Acrolein		<0,03								
Propanal		17	20	20	14	15	13	86	88	77
Acetone		115	142	179	73	81	90	442	490	540
Butanal		4	3	5	3	2	3	16	13	16
Pentanal		1	3	4	0,8	2	2	5	13	13
Hexanal		13	42	55	8	23	27	50	140	152
Benzaldehyd		20	45	33	12	25	16	73	149	96
2-Butanon		0,2	< Cb	1,0	0,5	0,3	0,7	2,7	1,7	4
Sum DNPH-rør		257	334	364	171	194	183	1031	1167	1104
Total VOC sum		71532	46698	31020	42375	25277	14849	255272	152270	89449

*: Emissionen målt fra delmængde på 32,8 g. Tryksagen vejede 166 g.

-. Mindre end baggrundskoncentrationen i målelaboratoriet

Afgivelsen af flygtige organiske forbindelser målt over 1 time for tryksag nr. 3 er gengivet i tabellen nedenfor. Det ses, at nogle forbindelser aftager med tiden mens andre skal have tid før frigivelsen finder sted (time-lag), og endelig at for nogle stoffer stiger afgivelsen med tiden. Den samlede afgivelse er dog faldende i måleperioden. For tryksag nr. 3 er halveringstiden for emissionen 5,5 dage, hvis der antages en eksponentiel aftagen.

Tabel 3.6 Emission af VOC per time i de tre måleperioder

Dag	µg/ tryksag/ t	µg/kg tryksag/ t
7	42.375	255.272
11	25.277	152.270
15	14.848	89.449

Toluenafdampningen overholder Arbejdstilsynets grænseværdi for distributionsleddet på 300 mg/kg tryksag (Arbejdstilsynet 1995), når tryksagen, der er trykt i udlandet, kommer til landet.

Subjektiv vurdering af lugt

Tryksagen lugter af toluen og meget tydeligt af terpener. Lugten var aftagende med tiden.

3.1.4.3 Tryksag nr. 4 (flexotryk)

Måleresultater og beregnede værdier er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.7 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 4 (Flexotryk)

Stof	µg/m ³ *			µg/tryksag			µg/kg tryksag			
	Dag	0	5	7	0	5	7	0	5	7
1-Butanol		15	-	-	0,057	-	-	67	-	-
2-Hexanol		23	-	-	0,085	-	-	100	-	-
Toluen		67	19	10	0,246	0,083	0,059	289	98	70
Butylacetat		56	-	-	0,208	-	-	244	-	-
Cyclohexanon		85	5	-	0,312	0,023	-	367	27	-
n-Butylester		156	-	-	0,576	-	-	678	-	-
Propansyre butylester		108	-	-	0,397	-	-	467	-	-
3-Methyl-4-heptanon		21	18	-	0,076	0,078	-	89	93	-
C ₉ H ₁₂ arom. kulbrinte		218	108	-	0,803	0,474	-	944	558	-
2-Ethyl-1-hexanol		244	95	15	0,897	0,417	0,089	1056	491	105
C ₉ H ₁₀		38	28	-	0,142	0,124	-	167	146	-
C ₁₀ H ₁₆		28	-	-	0,104	-	-	122	-	-
Eddikesyre, 2-ethylhexylester		256	64	21	0,944	0,282	0,119	1111	332	140
Naphthalen		90	28	18	0,331	0,124	0,104	389	146	122
C ₈ H ₁₆		92	38	10	0,340	0,169	0,059	4000	199	70
Terpener		769	462	179	2,833	2,031	1,038	3333	2389	1221
Sum: kul/ tenax		2267	865	254	8,349	3,807	1,468	9822	4479	1727
Formaldehyd		33	7	41	0,162	0,078	0,298	191	91	350
Acetaldehyd		72	9	7	0,281	0,061	0,067	330	72	79
Acrolein		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propanal		1	-	-	-	-	-	<0,1	-	-
Acetone		30	6	17	0,142	0,063	0,146	167	75	171
Butanal		2	1	0,3	0,010	0,005	0,003	11	5	4
Pentanal		158	10	3	0,621	0,049	0,024	730	57	28
Hexanal		7	-	-	0,038	0,008	0,015	44	9	17
Benzaldehyd		122	1	-	0,477	0,039	0,030	561	45	35
2-Butanon		1	1	0,5	0,005	0,005	0,003	6	5	3
Sum DNPH-rør		436	35	68	1,7	0,3	0,6	2040	351	672
Total VOC sum		2703	900	322	10	4	2	11863	4830	2399

*: Emissionen målt fra delmængde på 27 g. Tryksagen vejede enkel tvis 0,85 g.

-: Mindre end baggrundskoncentrationen i målelaboratoriet

Afgivelsen af flygtige organiske forbindelser målt over 1 time for tryksag nr. 4 er gengivet i tabellen nedenfor. Det ses, at den samlede afgivelse falder med tiden. For tryksag nr. 4 er halveringstiden for emissionen 2 dage, hvis der antages en eksponentiel aftagen.

Tabel 3.8 Emission af VOC per time i de tre måleperioder

Dag	µg/ tryksag/ t	µg/kg tryksag/ t
0	10	11.864
5	4	4.830
7	2	2.399

UV hærdende lakker og farver indeholder reaktive tyktflydende bindemidler, der ved hærdeprocessen omdannes til fast farve- eller laklag. For flexografiske tryksager er emissionen, sammenlignet med de andre tryksager, lav efter produktionen. Ved flexotryk er emissionen af VOC stærkt reduceret, når tryksagen når frem til forbrugeren.

Tryksagen er en selvklæbende etikette, dvs. at der er limstof på bagsiden og potentielle afgivelser herfra er med i analyseresultatet

Subjektiv vurdering af lugt

Tryksagen lugter tydeligt af ikke-identificerbare opløsningsmidler. Lugten var aftagende med tiden.

3.1.4.4 Tryksag nr. 8 (offset, heatset)

Måleresultater og beregnede værdier er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.9 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 8

Stof	µg/m ³ *			µg/tryksag			µg/kg tryksag		
	Dag 1	Dag 4	Dag 5	1	4	5	1	4	5
Toluen	19	18	28	13	11	18	59	50	80
Xylener	<0.2								
C ₉ -C ₁₃ alif.kulbrinter	<5	1103	564	<52	663	352	<12	3014	1598
C ₁₃ -C ₁₉ alif.kulbrinter	5128	8974	6154	3501	5397	3835	15915	24533	17433
Sum: kul/ tenax	5147	10095	6476	3514	6071	4205	15974	27597	19111
Formaldehyd	0,33	<0,1	<0,1	8	5	5	35	21	25
Acetaldehyd	9	18	10	9	13	9	42	61	40
Acrolein	<0,03								
Propanal	3	13	1	1,2	7	0	6	31	-
Acetone	18	26	8	18	21	11	81	94	48
Butanal	1,3	4	2	1,1	3	1,5	5	13	7
Pentanal	1,8	7	2	1,8	5	1,6	8	23	7
Hexanal	59	107	12	43	66	10	193	302	43
Benzaldehyd	0	0	-	2,0	1,6	0,3	9	7	1,5
2-Butanon	0,8	1,8	-	0,5	1,1	-	2	5	-
Sum DNPH-rør	93	177	35	84	122	37	381	556	174
Total VOC sum	5240	10273	6781	3598	6194	4242	16355	28153	19282

*: Emissionen målt fra delmængde på 37,7 g. Tryksagen vejede 220 g.

-: Mindre end baggrundskoncentrationen i målelaboratoriet

Afgivelsen af flygtige organiske forbindelser målt over 1 time for tryksag nr. 8 er gengivet i tabellen nedenfor. Det ses, at nogle forbindelser aftager med tiden, mens andre skal have tid, før frigivelsen finder sted (time-lag). Den samlede afgivelse falder med tiden. For tryksag nr. 8 ser det ud til, at emissionen topper omkring dag 4 og derefter falder. Det præcise toppunkt kan dog ikke fastlægges ud fra måle punkterne. For tryksag nr. 8 er halveringstiden for emissionen 2 dage, hvis der antages en eksponentiel aftagen efter toppunktet. Da estimatet er baseret på 2 målepunkter, skal estimatet tages med forbehold.

Tabel 3.10 Emission af VOC per time i de tre måleperioder

Dag	µg/ tryksag/ t	µg/kg tryksag/ t
1	3.589	16.355
4	6.194	28.153
5	4.242	19.282

Subjektiv vurdering af lugt

Tryksagen lugter af olie (kulbrinter). Lugten var aftagende med tiden.

3.1.4.5 Tryksag nr. 17 (offset)

Måleresultater og beregnede værdier er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.11 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 17

Stof	µg/m ³ *			µg/tryksag			µg/kg tryksag		
	0	2	7	0	2	7	0	2	7
Dag	44	16	19	20	8	10	135	56	70
Toluen	28	22	19	13	11	10	88	73	68
Xylener	5	-	-	2			16		
Styren	54	64	49	25	32	26	167	218	175
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte	28	28	26	13	14	14	88	96	92
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte	513	897	538	236	452	287	1592	3052	1938
C ₈ -C ₁₂ , alif. kulbrinte	1359	1282	846	624	645	451	4218	4360	3046
C ₁₂ -C ₁₀ , alif. kulbrinte	177	164	128	81	83	68	549	558	462
Terpener	82	90	79	38	45	42	255	305	286
C10 H12 O2	2290	2564	1705	1052	1290	908	7106	8719	6138
Sum: kul/ tenax	8	4	5	9	7	9	58	50	59
Formaldehyd	44	35	35	22	20	21	151	133	142
Acetaldehyd	<0,03								
Acrolein	139	166	152	63	83	80	427	560	541
Propanal	36	44	42	21	26	27	139	179	183
Acetone	13	17	18	8	9	10	41	50	67
Butanal	29	61	65	14	31	35	93	211	236
Pentanal	211	502	548	98	254	294	664	1718	1984
Hexanal	-	-	-	2	3	3	13	21	22
Benzaldehyd	7	6	7	3	3	4	21	22	24
2-Butanon	487	835	872	238	437	482	1608	2952	3259
Sum DNPH-rør	2777	3398	2577	1290	1727	1391	8714	11671	9397
Total VOC sum									

*: Emissionen målt fra delmængde på 37,7 g. Tryksagen vejede 148 g.

-: Mindre end baggrundskoncentrationen i målelaboratoriet

Afgivelsen af flygtige organiske forbindelser målt over 1 time for tryksag nr. 17 er gengivet i tabellen nedenfor. Det ses, at nogle forbindelser aftager med tiden, mens andre skal have tid, før frigivelsen finder sted (time-lag). Det ses også her, at der er flere flygtige kemiske stoffer, som øger emissionen i løbet af den første uge (måleperioden). Det betyder, at for denne tryksag, så stiger den samlede afgivelse med toppunkt på dag 2, hvorefter den langsomt aftager i måleperioden. Det præcise toppunkt kan dog ikke fastlægges ud fra målepunkterne. For tryksag nr. 17 er halveringstiden for emissionen 15,5 dage, hvis der antages en eksponentiel aftagen efter dag 2. Da estimatet er baseret på 2 målepunkter, skal estimatet tages med forbehold.

Tabel 3.12 Emission af VOC per time i de tre måleperioder

Dag	µg/ tryksag/ t	µg/kg tryksag/ t
0	1.290	8.714
2	1.727	11.671
7	1.391	9.397

Subjektiv vurdering af lugt

Tryksagen lugter lidt af olie (kulbrinter). Lugten var aftagende med tiden.

3.1.4.6 Tryksag nr. 19 (offset)

Måleresultater og beregnede værdier er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3.13 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 19

Stof	µg/m ³ *			µg/tryksag			µg/kg tryksag			
	Dag	0	5	7	0	5	7	0	5	7
Toluen		14	33	9	2	8	1	27	131	22
Xylener		21	14	17	2	3	3	38	55	45
C ₉ -C ₁₂ , alif.kulbrinte		11282	15897	13077	1240	3695	1971	21019	62626	33406
C ₁₃ -C ₁₉ , alif.kulbrinte		12436	19744	15385	1367	4589	2319	23169	77778	39301
Sum: kul/ tenax		23753	35688	28488	2611	8295	4294	44253	140590	72774
Formaldehyd		<0,1	3	4	1,3	3	2	17	54	38
Acetaldehyd		12	23	67	1,8	7	11	30	110	182
Acrolein		<0,03								
Propanal		2	110	283	0,01	25	42	1	427	719
Acetone		17	52	123	3	14	20	48	238	337
Butanal		-	37	92	-	9	14	-	147	236
Pentanal		7	179	596	0,9	42	90	15	708	1525
Hexanal		2	127	408	0,6	30	62	9	513	1049
Benzaldehyd		<0,1	<0,1	2	0,3	1,1	1,5	5	19	25
2-Butanon		156	191	123	17	44	19	290	752	315
Sum DNPH-rør		196	722	1699	25	175	261	416	2968	4428
Total VOC sum		23949	36410	30186	2635	8470	4555	44669	143559	77202

*: Emissionen målt fra delmængde på 62,8 g. Tryksagen vejede 59 g.

-: Mindre end baggrundskoncentrationen i målelaboratoriet

Afgivelsen af flygtige organiske forbindelser målt over 1 time for tryksag nr. 19 er vist i tabellen nedenfor. Der ses ligesom for de forrige offset tryksager en stigning i afgivelsen af visse af stofferne. Især aldehyderne gør sig bemærket ved at stige i måleperioden. Den samlede emission har et toppunkt ved dag 5 og herefter en halveringstid, der beregnet til 2,5 dage under antagelse af eksponentiel aftagen. Det præcise toppunkt kan dog ikke fastlægges ud fra målepunkterne. Da skønnet er baseret på to målepunkter skal estimatet tages med forbehold.

Tabel 3.14 Emission af VOC per time i de tre måleperioder

Dag	µg/ tryksag/ t	µg/kg tryksag/ t
1	2635	44669
5	8470	143558
7	4555	77202

Totalmængden af VOC er væsentlig højere end fra tryksag nr. 8 (ca. 4 gange højere) og tryksag nr. 17 (8 gange højere). Dette forhold tilskrives alene en væsentlig større farvedækning.

Farvedækningen er således en væsentlig faktor for emissionerne.

Subjektiv vurdering af lugt

Tryksagen lugter kraftigt af olie (kulbrinter). Lugten var aftagende med tiden.

4 Eksponering og sundhedsvurdering

Sundhedsvurderingerne baseres på den dosis og herigennem den udsættelse (eksponering), der medfører en given virkning. Dosis er et udtryk for den mængde kemisk stof, der tilføres organismen. Mennesker og dyr er ikke altid selv bestemmende over den eksponering, de udsættes for. Det gælder specielt for kemiske stoffer, der tilføres med indåndingsluften eller ved hudkontakt. Disse to tilførselsveje er de hyppigste indenfor arbejdsmiljø og for forbrugere. Det er muligt ved måling af blodkoncentrationer, urinkoncentrationer eller udskillelse heri at få et udtryk for eksponeringen og optagelsen af det kemiske stof. Man kan også anvende luftkoncentrationen som mål. Det er ganske vist en tilnærmet værdi, fordi der vil være en vis proportionalitet mellem koncentrationen i indåndingsluften og den i lungerne optagne stofmængde. Dosis kan også udtrykkes som produktet af luftkoncentrationen og eksponeringstiden.

Eksponeringen fra fordampelige kemiske stoffer i tryksager kompliceres af, at der er tale om en blandingseksponering og ikke udsættelse for enkeltstoffer. Det er i rapporten tilstræbt at anvende samme effekt (irritation) og at gå ud fra at virkningerne af de enkelte indholdsstoffer er additive, dvs. summen af de enkelte stoffers virkning er lig med blandingens virkning.

Der har været en del oplysninger om, at visse tryksager afgiver lugte. Lugte er sansendtryk, som efter påvirkning af lugtepitelet i næsehulen registreres i hjernen. Der er to receptorsystemer i næsehulen. Den ene type er knyttet til specielle celler i lugtepitelet, som sender informationer til hjernen via hjernenerven *Nervus olfactorius*. Denne receptortype antages at registrere de almindelige lugtindtryk, især svage lugte eller lugte af behagelig karakter. En anden type receptorer er knyttet til hjernenerven *Nervus trigeminus*, hvor receptorerne reagerer overfor bl.a. smerte, dvs. de stærke, irriterende eller sviende lugtkarakterer. Disse receptorer er bl.a. påvirkelige af de stærkt slimhindeirriterende stoffer som f.eks. formaldehyd og acrolein (Mølhav 1980). De to receptortyper bidrager med varierende informationsmængde, afhængig af det givne stofs egenskaber. Lugtindtrykket opstår som et samlet indtryk. Opfattelsen varierer stærkt mellem personer som: stærk, svag, ubehagelig, behagelig osv. Selv om lugte i nogle tilfælde kan anvendes som advarselssignal for, om et farligt stof forekommer i indåndingsluften, har der ikke kunnet påvises en generel sammenhæng mellem lugttærskel og sundhedsskadelig virkning af kemiske forbindelser (Hille 1977).

For nogle kemiske stoffer er der dog en lineær sammenhæng mellem logaritmen til intensiteten af lugtindtrykket og logaritmen til størrelsen af stimulus ("den psyko-fysiske lov"):

$$I = k \times (C_i)^n \Rightarrow \log I = k \times \log C_i$$

hvor I er intensiteten, C er stimulus og n og k er konstanter knyttet til en given stimulus-effekt sammenhæng.

Funktionen danner en ret linie ved afbildning i et dobbeltlogaritmisk koordinatsystem. Det gælder f.eks. alkoholerne n -propanol, n -butanol, n -

hexanol og n-oktanol (Cain 1969, Moskowitz *et al.* 1974). Det vil sige, at en kraftigere lugt ofte hænger sammen med en større luftkoncentration. Så sansindtrykket er ikke helt ligegyldigt, selv om det ikke altid fortæller noget om en potentiel sundhedsfare.

Derfor har lugttærskelværdier ikke kunnet benyttes alene til vurderingen udover en subjektiv vurdering af, om det er sandsynligt, at stoffet kan lugtes. Der er derimod anvendt grænseværdier som grundlag for vurderingerne. Primært grænseværdier for arbejdsmiljø, der er foreskrevet af Arbejdstilsynet (2002), men i enkelte tilfælde er inddraget værdier fra andre kilder (Arbetsstyrelsen 2002, MAK 2000). Desuden er anvendt LCI-værdier ("Lowest Concentration of Interest"), som er udviklet for indendørsmiljøet, og som primært er baseret på irriterende effekter (EU 1997, Jensen *et al.* 1999, Larsen *et al.* 1999). Metodikken er nærmere beskrevet i afsnit 4.2.

Luftkoncentration og grænseværdier af et enkeltstof er ofte udtrykt i ppm eller mg/m³ luft. Sammenhængen mellem de to er (Arbejdstilsynet 2002):

$$mg / m^3 = \frac{Molvægt}{24,45} \times ppm$$

I denne rapport anvendes alene udtrykket mg/m³ eller µg/m³ for ikke at blande de to enheder sammen.

4.1 Eksponerings scenarier

4.1.1 Metode

Eksponeringen vil variere meget efter forbrug af tryksager, hvilke lokaler (størrelse osv.) de anbringes i, ventilation og eksponeringstiden. Til at vurdere eksponeringen på en standardiseret måde er der derfor opstillet teoretiske eksponeringsscenarier, der skal illustrere værste tænkelige men dog realistiske eksponeringer.

4.1.2 Scenarier

Til vurdering af eksponering under distribution (detailed, bude m.v.) og af forbrugerne er der opstillet nedennævnte scenarier:

1 Direkte eksponering (distribution)

Den direkte eksponering ved sortering og distribution i detailed, kiosker, af bude, osv. antages at være analog med den direkte eksponering, der fremkommer ved bladring i tryksagen, baseret på den større mængde, der håndteres. Eksponeringen svarer til 2. måling (1-5 dage efter trykning, for udenlandske reklametryksager dog ca. 10 dage).

2. Direkte eksponering af forbrugere

Den direkte eksponering af forbrugerne er antaget at foregå, når tryksagen når frem til forbrugeren efter 2-15 dage, og forbrugeren bladrer i tryksagen. Eksponeringen antages at svare til 3. måleperiode.

3. "Indirekte" eksponering

Den indirekte eksponering af forbrugerne er tænkt som et entréscenarie, hvor tryksagerne ligger i entreen. Eksponeringen er beregnet, som de

koncentrationer, der kunne opstå i et rum på 10 m³ med en luftudskiftning på 0,5 gange i timen. Der er beregnet for enkeltstoffer, samt samlet VOC for den enkelte tryksag.

Desuden er beregnet de koncentrationer, der potentielt kan opstå i stuen, når tryksagen læses. Her er antaget et standard-rum på 50 m³ (dvs. 20 m² med 2,5 m til loftet) med et luftskifte på 0,5 gange i timen.

Endelig er der opstillet et scenarie, hvor der er beregnet de koncentrationer, der kan estimeres at opstå fra tryksagen, når de henligger urørt i entre og stue hos forbrugeren.

4.2 vurderingsmetode

4.2.1 Metodegrundlag

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

Der er anvendt metodikker, der ligger så tæt på de metoder, der anbefales i forbindelse med risikovurderinger i EU (dvs. Technical Guidance Document (TGD 1996) og den reviderede TGD (2002)). I TGD estimeres den potentielle risiko for miljøet som forholdet mellem den skønnede koncentration af stoffet i miljøet (PEC; predicted environmental concentration) og den skønnede koncentration, hvor der ikke forventes at være nogen effekt. Den potentielle risiko for mennesker beregnes som forholdet mellem PEC og den observerede koncentration, hvor der ikke forventes skadelige effekter (NOAEL: no-adverse-effect level); dvs. PEC/NOAEL. NOAEL baseres ofte på data fra pattedyr, som ikke er mennesker, typisk rotter, mus og kaniner. Derfor er det nødvendigt at indføre en sikkerhedsfaktor (SF) til at dække eventuelle forskelle fra andre pattedyr til mennesket. Det kan udtrykkes enten ved direkte at indføre en fast sikkerhedsfaktor eller ved at udtrykke sikkerhedsmarginen (MOS: Margin of safety), som udtryk for om afstanden til det skadelige niveau er tilstrækkelig. Dvs. typisk foretrækkes en MOS >100.

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

I miljøvurderinger anvendes vurderingsfaktorer ("assessment factor", AF). De anvendes på akutte og kroniske værdier baseret på arten og kvaliteten af data. Faktoren anvendes til at nå en koncentration, hvor der ikke forventes at være skadelige effekter på miljøet.

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

I det moderne samfund anvendes mange kemiske produkter. Det kan være svært for den enkelte forbruger at holde styr på dem alle. Håndteringen af de kemiske stoffer er derfor reguleret på basis af en omfattende kemikalielovgivning. I forbindelse med dette projekt er der ikke søgt egenhændige værdier for kemiske stoffer, der allerede er vurderet af nationale eller internationale anerkendte eksperter på området.

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

I tabellerne nedenfor er angivet TLV/100, hvor TLV ("Threshold Limit Value") er Arbejdstilsynets grænseværdi eller tilsvarende fra andre lande. Der er derfor bevidst ikke anvendt forkortelsen GV, da en udenlandsk værdi er anvendt i få tilfælde. Arbejdstilsynets grænseværdi gælder kun, hvor de kemiske stoffer indgår i produktionen (f.eks. trykkerierne). Grænseværdierne er baseret på 8 timers tidsvægtet gennemsnit (en arbejdsdag). For kortere perioder må disse grænseværdier maksimalt overskrides med en faktor 2 (Arbejdstilsynet 2002). Der er anvendt 1/100 del af grænseværdien for både distributører og forbrugere. Ofte anvendes 1/10 af grænseværdien for distributionsleddet, men da børn også kan indgå som distributører, er der i rapporten anvendt samme sikkerhedsmargin som for forbrugere.

Et andet mål for sundhedsvurdering, der blev inddraget, var LCI. Afdampede koncentrationer, der var omregnet fra emissioner i glasbeholderen til koncentrationer, som personer udsættes for i indeluften, blev sammenlignet med den toksikologisk bestemte "laveste koncentration af interesse i indeklimaet" (LCI).

LCI er defineret 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 (EU 1997, Larsen *et al* 1999). Det skal bemærkes, at LCI-værdierne er vægtningsfaktorer, som indikerer den relative sundhedsfare fra kemiske stoffer, og ikke kriterieværdier for indendørs luft- eller grænseværdier.

For de fleste kemiske stoffer er LCI-værdien i denne undersøgelse baseret på irritation. Eventuelle afvigelser er angivet under de enkelte stoffer. Mere alvorlige effekter forekommer for de fleste stoffer ved koncentrationer, der er størrelsesordenen højere end for irritation.

Irritation var således den hyppigste toksikologiske effekt for de undersøgte flygtige stoffer fra tryksager.

Fastlæggelse af LCI-værdier var vanskelig som følge af mangel på toksikologiske data for de fleste af de emitterede stoffer, der optrådte i relativt lave koncentrationer. LCI-værdierne er derfor taget fra Jensen *et al.* (1999) og EU (1997).

4.2.2 Gennemførelse af vurderinger

Efter stofvurderingerne er der udført vurderinger for de udvalgte tryksager. Vurderingerne er baseret på beregninger af koncentrationen af de enkelte stoffer i luft og tryksag.

Effektniveau

Effektniveauet for de enkelte tryksager er baseret på vurderinger af enkeltstoffer. De etablerede danske grænseværdier er anvendt, hvis de findes. Findes der ingen danske grænseværdier, er der anvendt værdier udledt i lignende projekter (Larsen *et al.* 1999, Jensen *et al.* 1999a, 1999b) eller udenlandske værdier.

De anvendte grænseværdier for de målte stoffer er angivet i Bilag 3 sammen med klassifikationen.

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

Eksponeringen af forbrugeren i hjemmet er ud over koncentrationen i indendørsluften også afhængig af eksponeringstiden. Da den kan variere betydeligt, er der her gået ud fra en maksimal eksponering på 24 timer. Til gengæld er ventilation inddraget med et antaget luftskifte i scenarierne på 0,5 i timen, dvs. 50% af luften udskiftes hver time.

Fundne stofgrupper

De væsentligste grupper har været aldehyder, alifatiske og aromatiske kulbrinter samt terpener.

Aldehyder er flygtige organiske forbindelser, som er karakteriseret ved deres irriterende egenskaber. Aldehyder irriterer hud, øjne og de øvre luftveje. Især de lavere alifatiske aldehyder og umættede aldehyder er lokalirriterende (Jensen *et al.* 1999, Larsen *et al.* 1999a og b).

5 Enkeltstofvurderinger

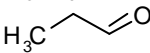
Enkelte stoffer er udpeget af Miljøstyrelsen som særligt interessante. Det drejer sig om:

Aldehyder	Propanal Pentanal Hexanal Heptanal
Alifatisk alkohol	2-Ethyl-1-hexanol
Keton	2-Heptanon
Ester	Propansyrebutylester
Furan	Pentylfuran
Aromatiske kulbrinter	Toluen
Terpener	Xylener, ethylbenzen <i>alfa</i> -Pinen Camphen D-limonen decahydro-(1,5,5,8a)-tetramethyl-1,2,4-methanoazulene

5.1 Aldehyder

Aldehyder er typisk fordampelige organiske stoffer, der er karakteriseret ved deres irriterende egenskaber. Aldehyder irriterer hud, øjne og de øvre luftveje. Især alifatiske aldehyder med lav molekylvægt, halogenerede alifatiske aldehyder og umættede aldehyder er irritanter. Slimhinder i næse, mund og øvre luftveje kan påvirkes. Virkningen kan være en sviende fornemmelse, øget vejrtrækningshastighed, kvælningss fornemmelse og hoste. Øjnene løber i vand og ansigtshuden føles varm. Ved lave eksponeringer vil ubehaget ophøre efter få minutter (5-10 minutter), hvis eksponeringen ophører, men fornemmelserne vil komme igen, hvis eksponering sker igen efter afbrydelsen (Clayton og Clayton 1981).

5.1.1 Propanal

Identifikation:	
Navn	Propanal
CAS nr.	123-38-6
EINECS nr.	204-623-0
Molekylformel	C_3H_6O
Molekylstruktur	
Molekylvægt	58,08 g/mol
Synonymer	propionaldehyd methylacetaldehyd

Propanals smeltepunkt er $-81^{\circ}C$. Kogepunktet er $49^{\circ}C$. Damptrykket er 42256 Pa ved $25^{\circ}C$ (317 mmHg) (Budavari 1996). Vandopløseligheden er 306 g/l (Riddick *et al.* 1985). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 0,59 (Hansch *et al.* 1995).

Miljø

Med et højt damptryk forventes propanal at fordampe fra tryksagerne

Propanals evne til bioakkumulering er vurderet lav baseret på en biokoncentrationsfaktor (BCF) på 3,1 for fisk (estimeret fra log Kow).

Propanal anses for let bionedbrydeligt i rensningsanlæg. Propanal nedbrydes fotolytisk i atmosfæren med en skønnet halveringstid på 20 timer.

Sundhed

Propanal irriterer åndedrætsorganer, øjnene og huden (Larsen *et al.* 1999). Effektniveauer er gengivet nedenfor.

Akutoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	800-1600 mg/kg	Verschuere 1983
	LD ₁₀	3400 mg/kg	Larsen <i>et al.</i> 1999
Akut dermal kanin	LD ₅₀	5040 mg/kg	Lewis 1996
	LD ₁₀	3400 mg/kg	Larsen <i>et al.</i> 1999
Akut inhalation rotte	LC ₅₀ (1/2 t)	61800 mg/m ³ (26000 ppm)	Verschuere 1983
Akut inhalation mus	LC ₅₀ (2 t)	21800 mg/m ³	Lewis 1996
Slimhinde irritation, mus	RD ₅₀	5730 mg/m ³	VOCBASE 1996
Øjenirritation, kanin	alvorlig effekt	41 mg/eye	NIEHS

Klassifikation

Propanal er optaget på listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr. 605-018-00-8 (Listen over farlige stoffer, Miljøministeriet 2002):

F;R11 Meget brandfarlig
Xi;R36/37/38 Lokalirriterende. Irriterer øjnene, åndedrætsorganerne og huden

Grænseværdier

Der er ikke fundet en dansk grænseværdi, men en amerikansk som er anvendt i stedet, dvs. TLV (TWA): 20 ppm svarende til 47,5 mg/m³ (ACGIH 2001).

LCI værdien 4,3 mg/m³ er baseret på irritation hos mus (RD₅₀×0,03/40) (Larsen *et al.* 1999).

Lugtgrænse 14 µg/m³ (Larsen *et al.* 1999)

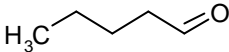
Konklusion

Lugtgrænsen er lav og propanal er således et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Med målte emissioner på op til 719 µg/kg tryksag og estimerede eksponeringskoncentrationer op til 21 µg/m³ for forbrugere vil stoffet kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring). Der blev fundet de to største eksponeringskoncentrationer fra offset tryksager (40 µg/m³ i nr. 17 og 21 µg/m³ i nr. 19, se henholdsvis tabel 6.5 og 6.6). TLV/100 og LCI blev ikke overskredet og propanal anses derfor ikke for et problem sundhedsmæssigt ved de fundne koncentrationer. Lugten vil dog kunne opfattes som generende for nogle personer, selv om irritationsgrænseværdien ligger på 4300 µg/m³ (LCI, Larsen *et al.* 1999).

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet skønnet den største værdi: 3,8 µg/m³. Baseret på de to rumscenarier er de fundne koncentrationer som varierede mellem 0,3-3,8 µg/m³ (Tabel 6.7) under bladring vurderet at være ikke-sundhedsskadelige og under lugtgrænsen.

5.1.2 Pentanal

Identifikation

Navn	Pentanal
CAS nr.	110-62-3
EINECS nr.	203-784-4
Molekylformel	C ₅ H ₁₀ O
Molekylstruktur	
Molekylvægt	86,13 g/mol
Synonymer	<i>n</i> -Pentanal Valeral <i>n</i> -Valeraldehyd

Stoffets smeltepunkt er -91,5°C. Kogepunktet er 103°C (Budavari 1996). Damptrykket er 3466 Pa ved 20°C (26 mmHg) (ACGIH 1991). Vandopløseligheden er 11700 mg/l ved 20°C (Yalkowsky og Dannenfelter 1992). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 1,31 (QSAR, KOWWIN).

Miljø

Pentanal er let bionedbrydeligt og med en lav estimeret BCF er bioakkumulering ikke at forvente. Pentanal har et højt damptryk og en lav adsorptionskoefficient, dvs. at pentanal kan forventes at fordampe. Pentanal kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 13,5 timer.

Økotoxdata:

Fisk *Pimephales promelas* LD₅₀ (96 t) 12,4 mg/l (Geiger *et al.* 1985)
(fedthoved elritse)

Sundhed

Som alle aldehyder er pentanal lokalirriterende. Pentanal irriterer åndedrætsorganer, øjnene og huden. Pentanal er karakteriseret i Larsen *et al.* (1999) som moderat hudirriterende og alvorlig øjenirritation blev observeret hos kaniner. Udvalgte data vist nedenfor.

Akutoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	3200 mg/kg	Sax 1984
Akut dermal kanin	LD ₅₀	4857 mg/kg	Lewis 1992
Akut inhalation rotte	LC ₁₀ (4 t)	14090 mg/m ³ (4000 ppm)	ACGIH 1991
Irritation, mus	RD ₅₀ (10 min)	4140 mg/m ³ (1120 ppm)	Steinhagen og Barros 1984
Øjenirritation	alvorlig effekt	1 dråbe, 100%, 24 t obs.	NIOSH

Klassifikation

Pentanal er ikke klassificeret

Grænseværdier

Grænseværdien (TLV) er: 50 ppm svarende til 175 mg/m³ (Arbejdstilsynet 2002).

TLV: 8 timers tidsvægtet gennemsnit (TWA) 50 ppm svarende til 175 mg/m³. (ACGIH 1991, 2002).

LCI værdien er 3100 µg/m³ baseret på irritation hos mus (RD₅₀×0,03/40) (Larsen *et al.* 1999).

Lugtgrænsen er 22 µg/m³ (Larsen *et al.* 1999).

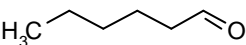
Konklusion

Lugtgrænsen er lav og pentanal således et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at med emissioner på op til 1525 µg/kg tryksag vil stoffet kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring). Der blev fundet de to største koncentrationer fra offset tryksager efter 7 dage, dvs. når tryksagen er hos forbrugeren (45 µg/m³ i nr. 19 og 17,5 µg/m³ i nr. 17, se henholdsvis tabel 6.6 og 6.5). Det bemærkes, at koncentrationerne var stigende i måleperioden i to offsettryksager (nr 17 og 19, henholdsvis tabel 3.11 og 3.13). Det tyder på, at stoffet har været bundet i papiret og først frigives senere i brugsfasen. TLV/100 og LCI blev ikke overskredet, og pentanal anses derfor ikke for at være et problem sundhedsmæssigt i de fundne koncentrationer.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet skønnet den største værdi: 1,1 µg/m³. Baseret på de to rumscenarier er de estimerede koncentrationer (0,2-1,1 µg/m³, tabel 6.7) vurderet at være ikke-sundhedsskadelige og under lugtgrænsen.

5.1.3 Hexanal

Identifikation

Navn	Hexanal
CAS nr.	66-25-1
EINECS nr.	200-624-5
Molekylformel	C ₆ H ₁₂ O
Molekylstruktur	
Molekylvægt	100,18 g/mol
Synonymer	Hexaldehyd Hexylaldehyd Caproaldehyd Caproic aldehyde

Stoffets smeltepunkt er -56°C. Kogepunktet er 131°C (Budavari 1996).

Damptrykket er 1506 Pa ved 25°C (11,3 mmHg) (Daubert og Danner 1989).

Vandopløseligheden er 5640 mg/l ved 20°C (Davis 1968, Ullmann A1 1985).

Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 1,78 (Hansch *et al.* 1995).

Miljø

Hexanal har et højt damptryk. Dvs. at hexanal kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Hexanal har en eksperimentel Henry's Lov konstant (H) på 2,13 x 10⁻⁴ atm m³/mol og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 221, dvs. en moderat adsorption til svæv (støv) vil kunne forventes. Hexanal kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 13 timer.

Hexanal forventes at være let bionedbrydeligt på basis af analoge stoffer med lige kæde. Bioakkumuleringsfaktoren (BCF) er estimeret fra log Kow til 13, dvs. bioakkumulering er ikke at forvente.

Sundhed

Hexanal irriterer åndedrætsorganer, øjnene (Grant 1986) og huden. Irritation er observeret på hud og øjne hos forsøgsdyr (Larsen *et al.* 1999). Udvalgte effektværdier er præsenteret nedenfor.

Akuttoksicitet:			
Akut oral, rotte	LD ₅₀	3200 mg/kg	Lewis 1992
Akut dermal, kanin	LD ₅₀	10 mg/kg	Lewis 1992
Akut inhalation, rotte	LC ₁₀ (4t)	2000 ppm (8200 mg/m ³)	Clayton and Clayton 1981
Irritation, mus	RD ₅₀ (10 min)	4470 mg/m ³	Steinhagen and Barros 1984

Klassifikation

Hexanal er ikke klassificeret.

Grænseværdier

Der er ikke fundet en dansk grænseværdi, men en amerikansk tilsvarende værdi er anvendt, dvs. TLV (TWA): 50 ppm svarende til 175 mg/m³ (NIOSH 1997). LCI er beregnet til 3,4 mg/m³ baseret på irritation hos mus (RD₅₀ × 0,03/40) (Larsen *et al.* 1999). Lugtgrænsen er 58 µg/m³ (Larsen *et al.* 1999).

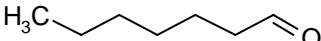
Konklusion

Lugtgrænsen er lav og hexanal således et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at med målte emissioner på op til 1984 µg/kg tryksag vil stoffet kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring). Der blev fundet de to største eksponeringskoncentrationer af hexanal fra offset tryksager efter 7 dage, dvs. når tryksagen er hos forbrugeren (147 µg/m³ i nr. 17 og 31 µg/m³ i nr. 19, se henholdsvis tabel 6.5 og 6.6). Det bemærkes, at koncentrationerne var stigende i måleperioden (se tryksag nr 17 og 19, henholdsvis tabel 3.11 og 3.13). Det tyder på, at stoffet har været bundet i papiret og først frigives senere i brugsfasen. TLV/100 og LCI blev ikke overskredet, og hexanal anses derfor ikke for et problem sundhedsmæssigt med de målte koncentrationer.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: 10,5 µg/m³. Baseret på de to rumscenarier er de fundne koncentrationer (1-10 µg/m³, tabel 6.7) vurderet at være ikke-sundhedsskadelige og under lugtgrænsen.

5.1.4 Heptanal

Identifikation

Navn	Heptanal
CAS nr.	111-71-7
EINECS nr.	203-898-4
Molekylformel	C ₇ H ₁₄ O
Molekylstruktur	

Molekylvægt	114,19 g/mol
Synonymer	Heptaldehyd Heptylaldehyd Enanthaldehyd Oenanthaldehyde

Stoffets smeltepunkt er -53,3°C. Kogepunktet er 152,8°C (Budavari 1996). Damptrykket er 469 Pa ved 25°C (3,52 mmHg) (Daubert og Danner 1989). Vandopløseligheden er 1250 mg/l ved 25°C. Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 2,29 (Hansch *et al.* 1995).

Miljø

Heptanal har et højt damptryk. Dvs. at heptanal kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Heptanal har en eksperimentel Henry's Lov konstant (H) på $2,7 \times 10^{-4}$ atm m³/mol og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 32, dvs. en lav adsorption til svæv vil kunne forventes. Heptanal kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 13 timer.

Heptanal forventes at være let bionedbrydeligt på basis af analoge stoffer med lige kæde. Bioakkumuleringen er estimeret lav med en BCF 32, dvs. bioakkumulering er ikke at forvente.

Sundhed

Heptanal irriterer åndedrætsorganer, øjnene og huden (Clayton og Clayton 1981). I en dermal sensitiseringsstest med 18 kaniner, hvor der blev påført 0,1 ml på huden, viste 4 positive responser efter 24 timer og 3 positive responser efter 48 timer (HSDB 2002).

Akuttoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	14000 mg/kg	Lewis 1992
Akut oral mus	LD ₅₀	25000 mg/kg	Clayton og Clayton 1981

Klassifikation

Heptanal er ikke klassificeret

Grænseværdier

En grænseværdi er ikke fundet men baseret på analogislutninger kunne den være 175 mg/m³.

LCI: 3100 µg/m³. LCI værdien refererer til sensorisk irritation fra mættede aldehyder og svarer til værdien for pentanal (se pentanal sektion 5.1.2). (Larsen *et al.* 1999)

Lugtgrænse: 23 µg/m³ (Larsen *et al.* 1999)

Konklusion

Lugtgrænsen er lav og heptanal således et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Der blev fundet heptanal i screeningstesten, men ikke i de kvantitative analyser. Bidraget kan derfor ikke vurderes

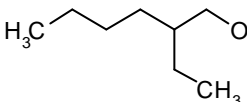
5.2 Alkoholer

Alkoholer er generelt kemiske stoffer, der er karakteriseret ved lav akut giftighed i orale enkelt dosis forsøg. Gentagen eller lang tids eksponering for alkoholer kan føre til effekter i det centrale nervesystem (narkotisk effekt). Alkoholdampe

er karakteriseret ved deres irriterende egenskaber for øjne og slimhinder i luftvejene.

5.2.1 2-Ethyl-1-hexanol

Identifikation

Navn	2-Ethyl-1-hexanol
CAS nr.	104-76-7
EINECS nr.	203-234-3
Molekylformel	C ₈ H ₁₈ O
Molekylstruktur	
Molekylvægt	130,23 g/mol
Synonymer	2-ethylhexan-1-ol Ethylhexanol

Stoffets smeltepunkt er -70°C. Kogepunktet er 184,6°C (Budavari 1996). Damptrykket er 18,13 Pa ved 25°C (0,136 mmHg) (Daubert og Danner 1989). Vandopløseligheden er 880 mg/l ved 25°C (HSDB 2002). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 2,73 (Hansch *et al.* 1995).

Miljø

2-Ethyl-1-hexanol har et højt damptryk. Det vil sige, at ethylhexanol kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Ethylhexanol har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på $2,7 \times 10^{-5}$ atm m³/mol og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 105, dvs. en vis adsorption til svæv vil kunne forventes. Ethylhexanol kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 1,2 dage.

Ethylhexanol er let bionedbrydelig i aerobe screening tests (MITI). Bioakkumuleringen er estimeret til BCF 13, dvs. bioakkumulering er ikke at forvente.

Sundhed

Stoffet er moderat hudirriterende og let toksisk ved indtagelse. Irritation af øjne og hals er også registreret (Gosselin *et al.* 1976, Grant 1986, Wolkoff og Nielsen 1996). Udvalgte resultater er vist nedenfor.

Akuttoksicitet:

Akut oral, rotte	LD ₅₀	1246 ml/kg, 2049 mg/kg	Budavari 1996
Akut dermal, kanin	LD ₅₀	1986 mg/kg	WHO 1993
Akut inhalation, rotte	LC ₅₀ (6 t)	>227 ppm (>1210 mg/m ³)	WHO 1993
Øjenirritation, kanin	alvorlig effekt	4,16 mg	HSDB 2002
Slimhindeirritation	RD ₅₀	240 mg/m ³	VOCBASE 1996

Klassifikation

2-Ethylhexanol er ikke klassificeret.

Grænseværdier

Der blev ikke fundet en dansk grænseværdi, så derfor er der anvendt en tilsvarende tysk værdi: MAK 50 ppm svarende til 270 mg/m^3 (Maksimaler Arbeitsplatz Konzentration, MAK 2000).

LCI værdien er $1000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ baseret på ekspertvurdering (EU 1997).

Der er fundet en indendørs komfortværdi på $1750 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, med bemærkningen at stoffet er slimhindeirriterende (Wolkoff og Nielsen 1996).

Konklusion

Ethylhexanol anvendes som solvent i farvestof, resin og olie. 2-Ethylhexanol er en af mange alkoholer, der genfindes i afdampningen fra flexotryk.

Lugtgrænsen er ikke fundet, men ligger på $14\text{-}20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ for lignende alkoholer og ethylhexanol vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at med de fundne emissioner på 491 og $105 \text{ } \mu\text{g/kg}$ tryksag efter henholdsvis 5 og 7 dage fra tryksag nr. 4 (Tabel 3.7) og estimeret eksponering efter dag 5 på $0,2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ vil stoffet måske kunne lugtes hos distributøren, men næppe hos forbrugeren eller ihvertfald ikke kunne adskilles fra andre alkoholer. De fundne koncentrationer ligger under MAK/100 (antaget svarende til TLV/100) og LCI værdien (se tabel 6.3). 2-Ethylhexanol anses derfor ikke for et problem sundhedsmæssigt med de fundne koncentrationer.

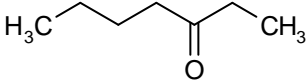
2-Ethylhexanol indgår ikke i entré og stuescenariet, men med fortyndingen ville stoffet næppe kunnes lugtes eller være generende.

5.3 Ketoner

Ketoner kan påvirke det centrale og perifere nervesystem, åndedræt, nyre og leverfunktion. Enkelte ketoner er neurotoksiske (f.eks methylethylketon). Ketoner er generelt irriterende for øjne og åndedrættet.

5.3.1 Heptanon

Identifikation

Navn	3-Heptanon
CAS nr.	106-35-4
EINECS nr.	203-388-1
Molekylformel	$\text{C}_7 \text{H}_{14} \text{O}$
Molekylstruktur	
Molekylvægt	114,19 g/mol
Synonymer	Heptan-3-one Butyl ethyl ketone Ethylbutylketon

Stoffets smeltepunkt er -39°C . Kogepunktet er 147°C (Budavari 1996). Damptrykket er 347 Pa ved 25°C (2,6 mmHg) (Daubert og Danner 1993). Vandopløseligheden er 4300 mg/l ved 20°C (HSDB 2002). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 1,73 (Hansch *et al.* 1995).

Miljø

Heptanon har et højt damptryk. Dvs. at heptanon kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Heptanon har en eksperimentel Henry's Lov konstant (H) på $9,08 \times 10^{-5}$ atm m³/mol (Daubert og Danner 1993) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 25, dvs. en lav adsorption til svæv vil kunne forventes. Heptanon kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 16 timer.

Heptanon er let bionedbrydelig i aerobe screening tests (MITI). Bioakkumuleringen er estimeret lav med en BCF på 4, dvs. bioakkumulering er ikke at forvente.

Sundhed

Stoffet er moderat hudirriterende og let toksisk ved indtagelse (Clayton og Clayton 1981). Irritation af øjne og hals er også registreret (Gosselin *et al.* 1976, Grant 1986). Niveauer er angivet nedenfor.

Akuttoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	2760 mg/kg	ACGIH 1986
Akut dermal kanin	LD ₅₀	> 20 ml/kg	ACGIH 1986
Akut inhalation rotte	LC ₅₀ (6 t)	2000 ppm: ingen døde 4000 ppm: alle døde	ACGIH 1986
Øjenirritation, kanin	mild, 3*	1 dråbe, 100%	ACGIH 1986
Hudirritation, kanin	mild	påført ufortyndet på huden	Clayton and Clayton 1981

*: kategori 3 af 10 mulige, hvor 10 angiver de alvorligste skader

Klassifikation

3-Heptanon optaget på Listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr. 606-003-00-9 (Miljøministeriet 2002):

R10	Brandfarlig
Xn;R20	Sundhedsskadelig. Farlig ved indånding
Xi;R36	Lokalirriterende. Irriterer øjnene

Grænseværdier

TLV: 50 ppm svarende til 230 mg/m³ (Arbejdstilsynet 2002).

LCI værdien er 2300 µg/m³ baseret på antagelsen at effekterne af 3-heptanon svarer til 2-heptanon med hensyn til sensorisk irritation, dvs. RD₅₀×0,03/40 (Larsen *et al.* 1999).

Lugtgrænse: ingen værdi fundet, men den er 680 µg/m³ for 2-heptanon.

Konklusion

Heptanon anvendes som opløsningsmiddel i lakker og resiner. Der blev fundet heptanon i screeningstesten, men ikke i de kvantitative analyser. Sammenlignes arealprocenterne i screeningstesten med fundne koncentrationer af andre stoffer, er der ikke noget, der tyder på, at TLV/100 og LCI værdien vil blive overskredet.

5.4 Estere

5.4.1 Propansyre butylester

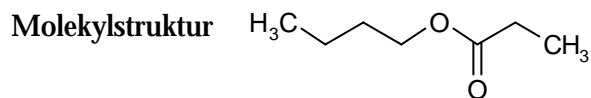
Identifikation

Navn Propansyre butylester

CAS nr. 590-01-2

EINECS nr. 209-669-5

Molekylformel $C_7 H_{14} O_2$



Molekylvægt 130,19 g/mol

Synonymer Propanoic acid, butyl ester
n-Butyl propionat

Stoffets smeltepunkt er $-89^{\circ}C$. Kogepunktet er $146,8^{\circ}C$ (Budavari 1996). Damptrykket er eksperimentelt bestemt til 589 Pa ved $25^{\circ}C$ (4,42 mmHg) (Yaws 1994; EPI). Vandopløseligheden er 1500 mg/l ved $25^{\circ}C$ (Yalkowsky og Dannenfeler 1992). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 2,3.

Miljø

Propansyre butylester har et skønnet damptryk, der er højt nok til at stoffet kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Propansyre butylester har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på 5×10^{-4} atm m³/mol ved $25^{\circ}C$ (Syracuse) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 40, dvs. en lav adsorption til svæv vil kunne forventes. Propansyre butylester kan fotolyseres i atmosfæren med en forventet halveringstid på 2 dage.

Propansyre butylester er let-bionedbrydelig baseret på modelestimer (BIOWIN og MITI i EPI). Bioakkumuleringen er estimeret lav ud fra en BCF på 12 baseret på skøn ud fra log Kow.

QSAR estimerer antyder, at stoffet er skadeligt for vandlevende organismer med EC_{50} værdier mellem 1 og 50 mg/l (EPIWIN).

Sundhed

Propansyre butylester er optaget på listen over farlige stoffer, men oplysninger er ikke lettilgængelige. Af stoffets sikkerhedsdatablad fremgår, at stoffet er øjen- og hudirriterende samt kan irritere næse og hals ved indånding. Der er ikke oplysninger om koncentrationer. Stoffet er særdeles brandfarligt, men ikke klassificeret ud over det.

Klassifikation

Propansyre butylester er optaget på listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr. 607-029-00-3 (Miljøministeriet 2002):

R10 Brandfarlig

Indeks nummeret 607-029-00-3 dækker gruppebetegnelsen "Butylpropionat", som ud over den ligekædede butylester omfatter forgrenede C_4 forbindelser (Miljøministeriet 2002).

Konklusion

Propansyre butylesteren er fundet i tryksag nr. 4, men den fundne koncentration var under baggrundskoncentrationen og bidraget derfor ikke vurderet.

5.5 Furan

5.5.1 2-Pentylfuran

Identifikation

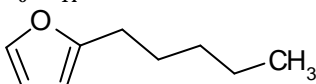
Navn 2-Pentylfuran

CAS nr. 3777-69-3

EINECS nr. 223-234-7

Molekylformel $C_9 H_{14} O$

Molekylstruktur



Molekylvægt 138,21 g/mol

Synonymer 2-Amylfuran

Stoffets smeltepunkt er estimeret til $-19^{\circ}C$. Kogepunktet er estimeret til $175^{\circ}C$ (QSAR). Damptrykket er estimeret til 160 Pa ved $25^{\circ}C$ (1,2 mmHg) (QSAR). Vandopløseligheden er estimeret til 42 mg/l ved $25^{\circ}C$ (QSAR). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 3,87 (QSAR).

Miljø

Pentylfuran har et skønnet damptryk, der er højt nok til, at stoffet kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Pentylfuran har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på $0,02 \text{ atm m}^3/\text{mol}$ ved $25^{\circ}C$ (QSAR) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 1760, dvs. en høj adsorption til svæv vil kunne forventes. Pentylfuran kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på <1 dage.

Pentylfuran er let-bionedbrydelig baseret på modelestimer (BIOWIN og MITI med QSAR). Bioakkumuleringen er estimeret lav ud fra en BCF på 192 baseret på skøn ud fra log Kow.

QSAR estimerer antyder at stoffet er giftigt for vandlevende organismer med EC50 værdier mellem 1 og 10 mg/l.

Sundhed

Der er ikke fundet oplysninger på pentylfuran.

Hvis det antages, at furan er den mest aktive del af stoffet, er der for furan (CAS.: 110-00-9) fundet en inhalation LC_{50} for mus på 120 mg/m^3 med 1 times eksponering (Lewis 1996). Med den anvendte metode fra Larsen *et al.* (1999) ville det give en LCI ($RD_{50} \times 0,03/40=$) $0,09 \text{ mg/m}^3$. Furan er giftigt ved inhalation, og hudgennemtrængelig.

Furfural (furanaldehyd) CAS.: 98-01-1 har en LC_{50} , inhalation for rotte på 153 ppm (4 t) svarende til 601 mg/m^3 og for mus var den laveste koncentration med observerede effekter, LC_{50} 370 ppm svarende til 1454 mg/m^3 (Lewis 1996).

Klassifikation

Pentylfuran er ikke klassificeret. 2-Pentylfuran er på Miljøstyrelsens liste til selvklassificering foreslået klassificeret:

N;R51/53 Miljøfarlig. Giftig for organismer, der lever i vand: kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet

Konklusion

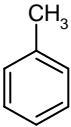
Pentylfuran blev fundet i screeningsanalysen, men blev ikke fundet i de kvantitative analyser. En vurdering kunne derfor ikke gennemføres af stoffets indflydelse i denne sammenhæng. En eventuel vurdering kunne tænkes at basere sig på furalaldehyd (furfural), metylfuran, ethylfuran og furan.

5.6 Aromatiske hydrokarboner

De aromatiske kulbrinter er generelt hudirriterende og gentaget eller lang tids eksponering kan give dermatitis. Øjenkontakt kan give tåredannelse og irritation.

5.6.1 Toluen

Identifikation

Navn	Toluen
CAS nr.	108-88-3
EINECS nr.	203-625-9
Molekylformel	C_7H_8
Molekylstruktur	
Molekylvægt	92,15 g/mol
Synonymer	methylbenzen phenylmethan

Stoffets smeltepunkt er -95°C . Kogepunktet er 111°C . Damptrykket er 3800 Pa ved 25°C . Vandopløseligheden er 515 mg/l (ECB 2001). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 2,65.

Toluens adsorption er vurderet at være moderat, baseret på fundne adsorptions koefficienter Koc fra 37 til 160. Baseret på dets damptryk vurderes toluen at kunne fordampe fra tørre overflader.

Miljø

Toluen er giftigt for vandlevende organismer, letnedbrydeligt og ikke bioakkumulerende.

Nedenfor er vist de laveste data, der er fundet for akut giftighed for vandlevende organismer (EU-RAR 2001).

	Dyreart	Effekt	Koncentration (mg/l)	Reference
Akutte forsøg				
Fisk	Oncorhynchus kisutch (Coho laks)	LC ₅₀ (96 t)	5,5	Moles et al. 1981
Dafnier	Ceriodaphnia dubia	LC ₅₀ (48 t)	3,78	Niederlehner et al. 1998
Alger	Clamydomonas angulosa	E _b C ₅₀ (96 t)	134	Hutchinson et al. 1980
Langtidsforsøg				
Fisk	Oncorhynchus mykiss (regnbueørred)	NOEC	1,4	WRc 1998
Dafnier	Ceriodaphnia dubia	NOEC (21 d)	0,74	Niederlehner et al. 1998
Alger	Skeletonema capricornutum	NOEC (72 t)	10	Heijden et al. 1988

Den væsentligste emission til miljøet fra tryksager efter produktionen, under anvendelse og bortskaffelse er til luft. Det vurderes dog, at bidraget fra tryksager i disse "livsfaser" vil være minimale, når der tænkes på bidraget af toluen fra forbrænding af olie og benzin. Størrelsesordenen kan ikke gøres op på grund af manglende data.

Sundhed

Toluen er hudirriterende og sundhedsskadelig. Toluen er mistænkt for at være reprotoksisk, dvs. mulighed for skade på fosteret under graviditeten.

Akut giftighed

Af akutte data er der fundet en del. Af dem kan der nævnes:

Akut oral rotte	LD ₅₀	5500 mg/kg	Kimura <i>et al.</i> 1971
Akut dermal kanin	LD ₅₀	12400 mg/kg	Smyth <i>et al.</i> 1969
Akut inhalation rotte	LC ₅₀ (6 t)	22 mg/l (22 g/m ³)	Bonnet <i>et al.</i> 1982
Akut inhalation mus	LC ₀ (6 t)	24 mg/l (24 g/m ³)	Bonnet <i>et al.</i> 1982

Af ovenstående data ses, at akut giftighed ved indtagelse ligger på 5500-7500 mg/kg, bestemt som LD₅₀.

Den akutte giftighed ved optagelse gennem huden er lav, over 12000 mg/kg. Det vil sige, at hudkontakt med tryksagerne ikke anses for at indebære nogen væsentlig akut sundhedsfare.

Data for akut giftighed ved indånding er 22 - 24 g/m³, hvilket ikke umiddelbart giver anledning til betænkelighed. Men det er samtidig konstateret, at toluen selv ved lave koncentrationer (fra 285 mg/m³) kan medføre hovedpine, svimmelhed, irritation og søvnløshed

Der er fundet en inhalationsværdi på mennesker med en TC₁₀ 25 mg/m³ (Lewis og Sweet 1984, US-NTP 2002).

Langtidseffekter

Toluen er anbefalet klassificeret som reprotoksisk kategori 3 (29. ATP, se nedenfor), dvs. der er fundet indikationer på, at der er en mulighed for skade på fosteret under en graviditet. Der er også indikationer på, at gentagen kontakt kan give kontaktdermatitis.

Absorptionen via mave-tarmkanal sker hurtigt, og er næsten fuldstændig. I kaniner, som blev oralt doseret, var optagelsen 100% (EU-RAR 2001).

Der er fundet data for dermal eksponering og optagelsesfraktionen er lav. Man er dog enige om, at dermal optagelse kan ske. Arbejdere i dybtryk industrien er pålagt at bære handsker ved arbejde med potentiel kontakt med toluen. Dermal optagelse ved eksponering for toluendampe er målt til ca. 1% af den respiratorisk optagne toluen ved eksponering for de samme koncentrationer (Riihimäki og Pfäffli 1978, Piotrowski 1967).

Optagelse via inhalation er undersøgt på mennesker. Optagelsen ved hvile efter 3 timers eksponering lå på ca. 50% af den indåndede toluen. Under arbejde kan optagelsen være væsentlig højere. Det er konkluderet, at toluen optages hurtigt ved inhalation, og at mængden, der absorberes, er afhængig af lungeventilationen.

Der er fundet en 90-dages oral rotte NOAEL på 625 mg/kg/day samt et to-årigt rotte inhalationsstudie med NOAEC 300 ppm (1125 mg/m³) (EU-RAR 2001).

Hos mennesker der eksperimentelt er blevet eksponeret for toluen, gav en koncentration på og over 75 ppm (285 mg/m³) hovedpine, svimmelhed, en følelse af forgiftning, irritation og søvnløshed. En NOAEC på 40 ppm (150 mg/m³) er fastlagt for disse effekter (EU-RAR 2001).

Klassifikation

Toluen er optaget på listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr. 601-021-00-3 (Miljøministeriet 2002):

F;R11	Meget brandfarlig
Xn;R20	Sundhedsskadelig. Farlig ved indånding

Klassificeringen er skærpet efter Risikovurderingen (ECB) og toluen er optaget på 29. reviderede liste med en skærpet klassificering (dvs. det er ikke gældende endnu, men formentlig bliver det ved næste revision af "Listen over farlige stoffer"):

F; R11	Meget brandfarlig
Repr. Cat. 3; R63	Mulighed for skade på barnet under graviditet
Xn; R48/20-65	Sundhedsskadelig. Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, kan give lungeskade ved indtagelse.
Xi; R38	Lokalirriterende. Irriterer huden
R67	Dampe kan give sløvhed og svimmelhed

Grænseværdier

Grænseværdi (TLV): 94 mg/m³ eller 25 ppm (Arbejdstilsynet 2002).

LCI: 400 µg/m³ baseret på B-værdien (Larsen *et al.* 1999)

Lugtgrænse: 7,6 mg/m³ (Matzke 1993)

Konklusion

Toluen anvendes primært som opløsningsmiddel under anvendelsen af farvestoffer samt i produktionen af farvestoffer. Toluen blev målt i samtlige tryksager. Emissionen til luften under læsning/bladring kan være 73-272 mg/kg tryksag, når de når ud til forbrugeren. Den største mængde blev fundet i dybtrykte tryksager, hvor toluen nærmest var den dominerende VOC.

Lugtgrænsen er relativ høj (7,6 mg/m³). Toluen er således et stof, der ikke vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at med skønnede koncentrationer op til 23 mg/m³ vil toluen kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring). De to største koncentrationer afdampede fra dybtrykte tryksager (23 mg/m³ fra nr. 2 og 6 mg/m³ fra nr. 3) efter henholdsvis 2 og 15 dage, dvs. når

tryksagen er hos forbrugeren. Det bemærkes, at koncentrationerne var faldende i måleperioden (Tabel 3.3 og 3.5). Det tyder på, at de lavere koncentrationer i den udenlandske tryksag kan skyldes den længere transporttid og dermed mulighed for at dampe af. Måleresultaterne tyder dog på, at toluen vil kunne lugtes af forbrugeren ved læsning/bladring i den første tid i hjemmet.

TLV/100 og LCI blev overskredet i bladringsscenarioet (tabel 6.1 og 6.2). Toluens eksponeringen er herefter vurderet ved en sammenligning med NOAEC værdien 150 mg/m^3 . Sikkerhedsmarginen (MOS) varierede mellem 6 og 25, hvilket må anses for lidt men acceptabelt eftersom eksponeringen er antaget kortvarig for den almindelige forbruger og kun forekommende ved direkte eksponering som bladring i tryksagen.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: $3648 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Baseret på de to rumscenarier er de skønnede koncentrationer ($0,3\text{-}3,6 \text{ mg/m}^3$, tabel 6.7) potentielt sundhedsskadelige men ikke over lugtgrænsen. Koncentrationen af toluen var ikke over lugtgrænsen. De højeste værdier var over LCI-værdien og indikerer derfor at en lokalirritation er mulig.

Baseret på boxmodellens estimater, skønnes koncentrationen ved normal ugentlig tryksagsmængde at kunne nå op på en ligevægtskoncentration på 3 mg/m^3 (se figur 6.1), og i "worst case scenariet" som må anses for ikke-ualmindeligt op til ca. 6 mg/m^3 (se figur 6.2).

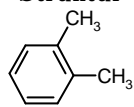
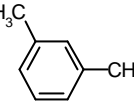
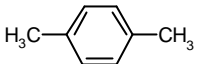
Det skal bemærkes, at toluenmængden i luft også kan øges af andre kilder end tryksager. Den egentlige indendørskoncentration af toluen kan derfor være højere end den estimerede.

5.6.2 Xylener

Xylen anvendes som solvent samt i produktionen af farver. Xylen består af en blanding af de tre isomere o-, m-, og p-xylen med m- xylene som dominerende (ca. 20:40:20)

Identifikation

Navn	Xylen
CAS nr.	1330-20-7
EINECS nr.	205-535-7
Molekylformel	$\text{C}_8 \text{H}_{10}$
Molekylstruktur	$\text{C}_6 \text{H}_4 (\text{CH}_3)_2$
Molekylvægt	$106,16 \text{ g/mol}$
Synonymer	Dimethylbenzen, (tre isomere o-, m-, og p-xylen) Methyltoluen Xylol

Navn	CAS nr.	EINECS nr.	Struktur
<i>ortho</i> -xylene (1,2-dimethylbenzene)	95-47-6	202-422-2	
<i>meta</i> -xylene (1,3-dimethylbenzene)	108-38-3	203-576-3	
<i>para</i> -xylene (1,4-dimethylbenzene)	106-42-3	203-396-5	

Xylens (blandings-) kogepunkt er 138,5°C. Damptrykket er 1065 Pa ved 25°C (7,99 mmHg) (Daubert og Danner 1985). Vandopløseligheden er 106 mg/l ved 25°C (Yalkowski og Dannenfeler 1992). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 3,12 (Hansch *et al.* 1995). Henrys Lov konstant er 6,63 atm m³/mol ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Koc er estimeret til 434.

m-Xylens smeltepunkt er -47,8°C. Kogepunktet er 139,1°C. Damptrykket er 1105 Pa ved 25°C (8,29 mmHg) (Chau *et al.* 1983; EPI). Vandopløseligheden er 161 mg/l ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 3,20 (Hansch *et al.* 1995). Henrys Lov konstant er 7,18 x 10⁻³ atm m³/mol ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Koc er estimeret til 434. BCF er 58.

o-Xylens smeltepunkt er -25,2°C. Kogepunktet er 144,5°C. Damptrykket er 881 Pa ved 25°C (6,61 mmHg) (Daubert og Danner 1989; EPI). Vandopløseligheden er 178 mg/l ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 3,12 (Hansch *et al.* 1995). Henrys Lov konstant er 5,18 x 10⁻³ atm m³/mol ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Koc er estimeret til 443. BCF er 50,4.

p-Xylens smeltepunkt er 13,2°C. Kogepunktet er 138,3°C. Damptrykket er 1178 Pa ved 25°C (8,84 mmHg) (Chau *et al.* 1983; EPI). Vandopløseligheden er 162 mg/l ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 3,15 (Hansch *et al.* 1995). Henrys Lov konstant er 6,90 x 10⁻³ atm m³/mol ved 25°C (Sanemasa *et al.* 1982). Koc er estimeret til 434. BCF er 53.

Miljø

Xyleners økotoxicitet med resultater baseret på laveste målte koncentrationer er:

Organisme	Art	Effekt	Koncentration	Reference
Fisk	Oncorhynchus mykiss regnbueørred	EC ₅₀ (96 t)	7,6 mg/l (o-xylene)	Galassi <i>et al.</i> 1988
			8,4 mg/l (m-xylene)	
			2,6 mg/l (p-xylene)	
Daphnia	Daphnia magna	EC ₅₀ (24 t)	1,0 mg/l (o-xylene)	Galassi <i>et al.</i> 1988
			4,7 mg/l (m-xylene)	
			3,6 mg/l (p-xylene)	
Algae	Selenastrum capricornutum	EC ₅₀ (72 t)	4,7 mg/l (o-xylene)	Galassi <i>et al.</i> 1988
			4,9 mg/l (m-xylene)	
			3,2 mg/l (p-xylene)	

Den store mængde af resultater, der er fundet i litteraturen modgås af, at de fleste anvender nominale koncentrationer, eller at man ikke har taget højde for stoffets evne til fordampning. Der er derfor kun vist resultater med målte koncentrationer. Kun få kroniske forsøg er fundet, og de er uanvendelige.

Absurde resultater med værdier langt over vandopløseligheden antyder, at undersøgelser er vanskelige med fordampelige stoffer som xylener.

Sundhed

Akuttoksicitet:

En vejledende grænseværdi på 0,87 mg/m³ (0,2 ppm) er beregnet ud fra inhalations- studie, hvor det kritiske "endpoint" var reprotoksicitet med resultatet 870 mg/m³ (200 ppm) (Haas og Jacobsen 1993, IPCS 1997)

Af akutte og kroniske data er fundet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	3608 mg/kg (o-xylene) 5011 mg/kg (m-xylene) 4029 mg/kg (p-xylene)	IPCS 1997
Akut dermal kanin	LD ₅₀	12180 mg/kg	
Akut inhalation rotte	LC ₅₀ (6 t)	4330 ppm (o-xylene) 5796 ppm (m-xylene) 4591 ppm (p-xylene)	IPCS 1997
Kroniske tests			
Oral rotte,	NOEL	250 mg/kg	2 år, IPCS 1997
Inhalation, rotte	LOAEL (6 t/d, 20 d)	870 mg/m ³ (200ppm)	Hass og Jacobsen 1993

Klassifikation

Xylen (og isomererne) er optaget på listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr. 601-022-00-9 (Miljøministeriet 2002):

R10 Brandfarlig
Xn;R20/21 Sundhedsskadelig. Farlig ved indånding og ved hudkontakt
Xi;R38 Lokalirriterende. Irriterer huden

Grænseværdier

TDI (tolerable daily intake): 150 µg/kg lgv /dag.

TCA (tolerable concentration in air): 870 µg/m³ (Baars *et al.* 2001).

Grænseværdi (TLV): 25 ppm svarende til 109 mg/m³ med anmærkning H (kan optages gennem huden) (Arbejdstilsynet 2002).

Lugtgrænse 4000 µg/m³ (IPCS 1997).

TCA er baseret på LOAEL 870 mg/m³ fra et studie af Hass og Jakobsen (1993) med anvendelse af usikkerhedsfaktor på 1000 (IPCS 1997).

LCI-værdien 100 µg/m³ er baseret på et dyrestudie med en NOEL for teratogen effekt på 10 mg/m³ (LCI= NOEL/10×10×1) (Larsen *et al.* 1999).

Forlænget eksponering til organiske opløsningsmidler kan give hjerneskade. Generelt er koncentrationer omkring 100 ppm observeret at være NOEL for hjerneskader. 10 mg/m³ er observeret at være NOEL for teratogene effekter i dyreforsøg.

Optagelsen efter inhalation er fundet til ca 60% (ATSDR 1995, IPCS 1997). ATSDR (1995) pointerer at både dyr og human data antyder, at blandingen af xylener, m-, o- og p-xylener alle giver lignende effekter, men at de enkelte isomerer ikke nødvendigvis er lige potente med hensyn til en given effekt. Der er derfor anvendt en samlet vurdering.

Konklusion

Lugtgrænsen er relativ høj (4 mg/m³) og xylene er således et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at xylene optrådte i både

dybtryk og offset tryksager med målelige koncentrationer (tryksag nr. 3, 17 og 19, afsnit 3.1.4). Xylen blev målt med største koncentrationer i dybtryksag nr. 3 (tabel 3.5). Med målte emissioner på op til 600 mg/kg tryksag (sammen med ethylbenzen) og en estimeret eksponeringskoncentration på 49 µg/m³ (tabel 6.2) vil stoffet næppe kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring), når tryksagen er hos forbrugeren.

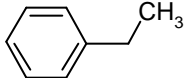
TVL/100 blev ikke overskredet, men LCI blev overskredet i mindre grad med 2 (tabel 6.2), og xylen anses derfor ikke for et væsentligt problem sundhedsmæssigt med de målte koncentrationer.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: 30 µg/m³. Baseret på de to rumscenarier er de fundne koncentrationer (2-30 µg/m³, tabel 6.7) vurderet at være ikke-sundhedsskadelige og under lugtgrænsen.

5.6.3 Ethylbenzene

Ethylbenzene anvendes som resin solvent i farver og lakker. Det findes i olieprodukter.

Identifikation

Navn	Ethylbenzen
CAS nr.	100-41-4
EINECS nr.	202-849-4
Molekylformel	C ₈ H ₁₀
Molekylstruktur	
Molekylvægt	106,17 g/mol

Stoffets smeltepunkt er -95°C. Kogepunktet er 136,2°C (Weast). Damptrykket er 1280 Pa ved 25°C (9,6 mmHg) (Daubert og Danner 1985).

Vandopløseligheden er 169 mg/l ved 25°C (Sanemase *et al.* 1982; EPI).

Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentelt bestemt til 3,15 (Hansch *et al.* 1995).

Miljø

Ethylbenzen har et skønnet damptryk, der er højt nok til, at stoffet kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Ethylbenzen har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på 8 x 10⁻³ atm m³/mol ved 25°C (Syracuse) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 518, dvs. en høj adsorption til svæv vil kunne forventes. Ethylbenzen kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på <2 dage.

Ethylbenzen er let-bionedbrydelig baseret på modelestimater (BIOWIN og MITI i EPI). Bioakkumuleringen er estimeret lav med en BCF på 53, estimeret fra log Kow.

Økotoksicitet:

Fisk	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Regnbueørred)	EC ₅₀ (96 t)	4,2 mg/l	Galassi <i>et al.</i> 1986
Dafnier	<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ (48 t)	1,8 mg/l	Viganò 1993
Alge	<i>Selenastrum</i>	E _r C ₅₀ (72 t)	4,6 mg/l	Galassi <i>et al.</i> 1988

capricornutum

Sundhed

Ethylbenzen er hudirriterende, øjenirriterende og slimhindeirriterende og kan påvirke centranervesystemet (Budavari 1996, IPCS 1996). Eksempler på effektniveauer er givet nedenfor i tekst og under afsnittet grænseværdier,

Ethylbenzene er blevet evalueret af IARC, som konkluderede, at der var utilstrækkeligt evidens for, at ethylbenzene var carcinogent for mennesker men tilstrækkeligt evidens for forsøgsdyr. Ethylbenzen blev derfor klassificeret i gruppe 2B: mulighed for at være kræftfremkaldende ("possibly carcinogenic to humans") (IARC 2000).

Størsteparten af toksicitetsstudier med ethylbenzene er inhalationsstudier. Baseret på et 13 ugers inhalationsstudie blev der fastlagt en NOAEL på 430 mg/m³ (100 ppm) (IPCS 1996, ATSDR 1999). NOAEL på 430 mg/m³ er baseret på 6 timer /dag, 5 dage om ugen. Tilbageberegning baseret på kontinuær eksponering 24 t/dag og 7 dage om ugen giver en koncentration på 77 mg/m³. Med en usikkerhedsfaktor på 100 (10 for interspecies og 10 for intraspecies extrapolation) beregnes en TCA på 770 µg/m³ (Baars *et al.* 2001)

En vejledende grænseværdi på 22 mg/m³ (5 ppm) er beregnet ud fra 13 ugers inhalation dyrestudie: $2150/(10 \times 5 \times 2) = 22 \text{ mg/m}^3$ (IPCS 1996)

Den væsentligste eksponering var inhalation, hvor 44-64% optages via lungerne (IPCS1996).

Ethylbenzen har lav akut og kronisk toksisitet. De akutte grænseværdier er 430-860 mg/m³ (100-200 ppm) (IPCS 1996). Stoffet er moderat toksisk ved indtagelse (Lewis 1992).

Akut toksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	3500 mg/kg	IPCS 1996
Akut dermal kanin	LD ₅₀	77400 mg/kg	IPCS 1996
Akut inhalation rotte	LCL ₀	9370 mg/m ³ (2180 ppm)	IPCS 1996
kroniske			
Oral rotte	NOAEL	136 mg/kg/d	Vermeire <i>et al.</i> 1996
Inhalation, rotte	NOAEL	430 mg/m ³	Vermeire <i>et al.</i> 1996
Inhalation, rotte	NOEL	2150 mg/m ³ (500 ppm)	IPCS 1996

Klassifikation

Ethylbenzen er optaget på listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr. 601-023-00-4 (Miljøministeriet 2002):

F;R11 Meget brandfarlig
Xn;R20 Sundhedsskadelig. Farlig ved indånding

Grænseværdier

TDI (tolerable daily intake): 100 µg/kg/dag

Grænseværdi (TLV): 50 ppm svarende til 217 mg/m³ (Arbejdstilsynet 2002)

TCA (tolerable concentration in air): 770 µg/m³ (Baars *et al.* 2001)

LCI: 4300 µg/m³, baseret på LOEL 434 mg/m³ med human irritation af næse og øjne ($434/1 \times 10 \times 10 = 4,34 \text{ mg/m}^3$) (Larsen *et al.* 1999)

Konklusion

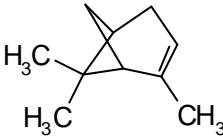
Ethylbenzen blev fundet i screeningstesten, men blev kvantificeret sammen med xylener. Ethylbenzen indgår derfor i vurderingen af xylener.

5.7 Terpener

Terpener findes i æteriske olier. Terpenerne kan komme fra anvendelsen af vegetabiliske olier og harpikser (resiner) i trykningen og trykfarverne som opløsningsmiddel. Terpenerne er generelt slimhindeirriterende. Terpentin fra nåletræer er hudsensibiliserende. Sensibiliseringen er dog ikke bekræftet for de enkelte terpener med undtagelse af 3-careen, CAS no. 13466-78-9 (ASS 2000).

5.7.1 alfa-Pinen

Identifikation

Navn	<i>alfa</i> -Pinen
CAS nr.	80-56-8
EINECS nr.	232-077-3
Molekylformel	C ₁₀ H ₁₆
Molekylstruktur	
Molekylvægt	136,24 g/mol
Synonymer	2,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene 2,6,6-trimethyl-bicyclo[3.1.1]-2-heptene Pinene 2-Pinene

Stoffets smeltepunkt er -62,5°C. Kogepunktet er 156°C (Furia og Bellanca 1975). Damptrykket er 633 Pa ved 25°C (4,75 mmHg) (Daubert og Danner 1989). Vandopløseligheden er 0,65 mg/l ved 250°C (FFHPVC 2002). Fordelingskoefficienten log Kow er eksperimentel fundet til 4,83 (Li og Perdue 1995).

Miljø

Pinen har et højt damptryk. Dvs. at pinen kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Pinen har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på 0,107 atm m³/mol (Syracuse) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 1200, dvs. en høj adsorption til svæv vil kunne forventes. Pinen kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 4 timer.

Pinen er ikke let-bionedbrydelig i aerobe slamtests (FFHPVC 2002). Bioakkumuleringen er estimeret høj med en BCF på 2800 baseret på log Kow, dvs. bioakkumulering er potentiel muligt.

Terpenerne er giftige for vandlevende organismer. De fleste undersøgelser gav resultater langt over vandopløseligheden og må derfor anses for upålidelige. Model-estimeringer med ECOSAR gav EC₅₀ niveauer under 1 mg/l, hvilket er i overensstemmelse med de to undersøgelser, der er fundet pålidelige:

Økotoksicitet:

Fisk	<i>Pimephales promelas</i> (Fedthoved elritse)	LC ₅₀ , 96 t	0,28 mg/l	FFHPVC 2002
Dafnier	<i>Daphnia magna</i>	LC ₅₀ , 48 t	1,44 mg/l	FFHPVC 2002

Sundhed

Stoffet er moderat toksisk ved indtagelse, men meget giftigt ved inhalation (Lewis 1992) og stærkt irriterende for øjne, slimhinder og hud (Budavari 1996, Lewis 1992). Eksempler på effektniveauer er givet nedenfor. *alfa*-Pinen er kendt som kontaktallergen (Thomsen 1990).

Akuttoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	3700 mg/kg	Lewis 1992
Akut inhalation rotte	LC ₁₀ (6 t)	0,625 mg/m ³	Lewis 1992
Akut inhalation, mus	LC ₁₀	0,364 mg/m ³	Lewis 1992

Klassifikation

alfa-Pinen er ikke klassificeret under eget navn, men hvis det henregnes som mineralsk terpentin under EU indeks nr 649-345-00-4 (Miljøministeriet 2002) er klassifikationen:

Carc2;R45 Kan fremkalde kræft

Grænseværdier

Grænseværdi (TLV): 25 ppm svarende til 140 mg/m³, svarende til højt kogende aromatiske kulbrinter (terpener, terpentin) (Arbejdstilsynet 2002).

LCI er 250 µg/m³ for de fleste terpenener baseret på et inhalationsstudie for mennesker med en NOEL for lungesyntomer på 25 mg/m³, dvs. LCI = NOEL/1×10×10 (Larsen *et al.* 1999).

Lugtgrænse: 3900 µg/m³ (Larsen *et al.* 1999).

Konklusion

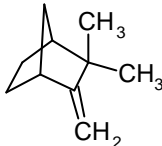
alfa-Pinen blev målt i dybtrykte tryksager. Lugtgrænsen er moderat og *alfa*-pinen et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at med målte emissioner op til 1478 µg/kg tryksag vil stoffet næppe kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring) alene, men sammen med andre terpenener sikkert kunne identificeres som en karakteristisk terpenlugt. F.eks. var summen af terpenener i dybtryksag nr 3 ca. 14 mg/kg tryksag (tabel 3.5).

De to største koncentrationer, der afdampede fra tryksagerne var 122 µg/m³ fra nr. 3 og 26 µg/m³ fra nr. 2 efter henholdsvis 15 og 2 dage, dvs når tryksagen var hos forbrugeren (tabel 6.2 og 6.1). Det bemærkes, at koncentrationerne var faldende i måleperioden for tryksag nr. 3, men svagt stigende for nr. 2 (tabel 3.3 og 3.5). LCI blev ikke overskredet for tryksag nr. 3, og *alfa*-pinen anses derfor ikke for et potentielt problem sundhedsmæssigt ved længere tids bladring. Det bemærkes dog, at *alfa*-Pinen er kendt som kontakt-allergifremkaldende (Thomsen 1990).

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: 74 µg/m³. Baseret på de to rumscenarier med estimerede koncentrationer på 6-74 µg/m³ (tabel 6.7) anses de fundne koncentrationer ikke sundhedsskadelige eller over lugtgrænsen ved bladring eller henliggen i entre eller stue.

5.7.2 Camphen

Identifikation

Navn	Camphen
CAS nr.	79-92-5
EINECS nr.	201-234-8
Molekylformel	C ₁₀ H ₁₆
Molekylstruktur	

Molekylvægt	136,24 g/mol
Synonymer	2,2-dimethyl-3-methylene-bicyclo[2.2.1]heptane 2,2-dimethyl-3-methylene-norbonane 3,3-dimethyl-2-methylenenorcamphane

Stoffets smeltepunkt er 52°C. Kogepunktet er 160°C (Clayton og Clayton 1981). Damptrykket er 333 Pa ved 25°C (2,5 mmHg) (Daubert og Danner 1989). Vandopløseligheden er 4,6 mg/l ved 20°C (CITI 1992). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 4,35 (LOGKOW).

Miljø

Camphen har et højt damptryk, dvs. at camphen kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Camphen har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på 0,16 atm m³/mol (Syracuse) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 1200, dvs. en høj adsorption til svæv vil kunne forventes. Camphen kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 6,6 timer.

Camphen er ikke let-bionedbrydelig i aerobe screening tests (CITI 1992), hvor en bionedbrydning på 4% over 28 dage blev observeret. Bioakkumuleringen er estimeret høj med en BCF på 432-1290 i 8-ugers karpe forsøg (CITI 1992), dvs. bioakkumulering er potentiel muligt.

Terpenerne er giftige for vandlevende organismer. De fleste undersøgelser gav resultater langt over vandopløseligheden og må derfor anses for upålidelige. Model-estimeringer med ECOSAR gav EC₅₀ niveauer under 1 mg/l, hvilket er i overensstemmelse med de to tests, der er fundet pålidelige:

Økotoksdata:

Fisk	<i>Sheepshead minnow</i> (fårehoved eltitse)	LD ₅₀ (96 t)	1,9 mg/l	Heitmüller 1981
	<i>Brachydanio rerio</i> (zebrafisk)	LC ₅₀ , 96 t	0,72 mg/l	FFHPVC 2002

Sundhed

Stoffet er moderat til let hudirriterende og let toksisk ved indtagelse (Clayton og Clayton 1981). Irritation af øjne og hals er også registreret, dvs stoffet er slimhindeirriterende (Gosselin *et al.* 1976, Grant 1986).

Akuttoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	>5000 mg/kg	Clayton og Clayton 1981
-----------------	------------------	-------------	-------------------------

Klassifikation

Camphen er ikke klassificeret

Grænseværdier

TLV: 25 ppm svarende til 140 mg/m^3 , baseret på højt kogende aromatiske kulbrinter (terpener, terpentiner) (Arbejdstilsynet 2002).

LCI er 250 mg/m^3 for de fleste terpenener, se 5.7.1 (Larsen *et al.* 1999).

Lugtgrænse: $28000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Larsen *et al.* 1999).

Konklusion

Camphen blev målt i dybtrykte tryksager. Lugtgrænsen er høj og camphen således et stof, der næppe vil kunne opfattes ved lave koncentrationer.

Målingerne viste afdampede mængder på op til $473 \text{ } \mu\text{g/kg}$ tryksag, så stoffet vil næppe kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring).

De to største skønnede forbrugereksposeeringskoncentrationer afdampede fra dybtrykte tryksager ($40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ fra nr. 3 og $35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ fra nr. 2, tabel 6.2 og 6.1) efter henholdsvis 15 og 2 dage, dvs. når tryksagen er hos forbrugeren. Det bemærkes, at koncentrationerne var faldende i måleperioden for tryksag nr. 3 men stigende for nr. 2 (tabel 3.3 og 3.5). TLV/100 og LCI blev ikke overskredet, og camphen anses derfor ikke for et problem sundhedsmæssigt.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: $24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Baseret på de to rumscenarier anses de fundne koncentrationer ($2\text{-}24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, tabel 6.7) ikke sundhedsskadelige eller over lugtgrænsen.

5.7.3 Limonen

Limonen anvendes som opløsningsmiddel, i produktionen af resiner og som befugtning og dispergeringsmiddel

Identifikation

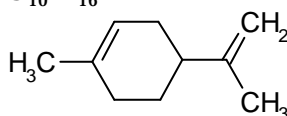
Navn D-Limonen

CAS nr. 5989-27-5

EINECS nr. 227-813-5

Molekylformel $\text{C}_{10} \text{H}_{16}$

Molekylstruktur



Molekylvægt 136,24 g/mol

Synonymer (R)-1-methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene

4-Isopropenyl-1-methylcyclohexene

p-Mentha-1,8-diene

Citrene

Cinene

Stoffets smeltepunkt er $-74,35^\circ\text{C}$ (Lide 1992). Kogepunktet er 176°C (Budavari 1996). Damptrykket er 192 Pa ved 25°C (1,44 mmHg) (Nadai og Bernardo 1993, Riddick *et al.* 1986). Vandopløseligheden er 13,8 mg/l ved 25°C (Massaldi og King 1973). Fordelingskoefficienten $\log K_{ow}$ er eksperimentel fundet til 4,57 (Li og Perdue 1995).

Miljø

d-Limonen har et højt damptryk, dvs. at limonen kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Limonen har en eksperimentel Henry's Lov konstant (H) på

$2,57 \times 10^{-2}$ atm m³/mol ved 25°C (Syracuse) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 1324, dvs. en høj adsorption til svæv vil kunne forventes. Limonen kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 1 time.

d-Limonen er ikke let-bionedbrydelig i aerobe screening tests (HSDB). Bioakkumuleringen er estimeret høj med en BCF på 659 baseret på log Kow, dvs. bioakkumulering er potentiel muligt.

d-Limonen er meget giftigt for vandlevende organismer.

Økotoksicitet

Fisk	<i>Pimephales promelas</i> (Fedthoved elritse)	LC ₅₀ (96 t)	0,7 mg/l	US-EPA 1990
Dafnier	<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ (48 t)	0,42 mg/l	US-EPA 1990
Algae	<i>Selenastrum capricornutum</i>	NOEC (96 t)	4,08 mg/l	US-EPA 1990

Sundhed

d-Limonen er hudirriterende og kan være sensibiliserende (Budavari 1996, Karlberg og Lindell 1993). Stoffet er moderat toksisk ved indtagelse (Lewis 1992). Eksempler på effektive niveauer er givet nedenfor.

d-Limonen optages let fra lungerne. Korttidseksponeringer viser 68-70% optaget efter 2 timers eksponering (Karlberg og Lindell 1993, Falk-Filipsson *et al.* 1993, og 1998).

d-Limonen oxideres let af luftens ilt. Eksperimentelle studier viser, at limonen ikke i sig selv er allergent, men at allergene stoffer dannes ved autooxidation (Karlberg *et al.* 1992, Karlberg og Lindell 1993).

Akuttoksicitet:

Akut oral rotte	LD ₅₀	4400 mg/kg	Lewis 1992
Akut oral mus	LD ₅₀	5600 ml/kg (4710 mg/kg)	HSDB 2002
Akut dermal kanin	LD ₅₀	>5000 mg/kg	Karlberg og Lindell 1993
Oral rotte, 13 uger	NOEL	10 mg/kg/d	Falk-Filipsson 1998

Klassifikation

d-Limonen er optaget på listen over farlige stoffer og klassificeret under EU indeks nr 601-029-00-7 (Miljøministeriet 2002):

R10	Brandfarlig
Xi;R38 R43	Lokalirriterende. Irriterer huden. Kan give overfølsomhed ved kontakt med huden
N;R50/53	Miljøfarlig. Meget giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet

Grænseværdier

TDI: 0,1 mg/kg lgv/d baseret på 13 uger oral rotte (Falk-Filipsson 1998).
TLV: 25 ppm svarende til 140 mg/m³, svarende til højt kogende aromatiske kulbrinter (terpener, terpentiner) (Arbejdstilsynet 2002).
Sverige: NGV (niveaugrænsværde) 150 mg/m³ (25 ppm) med tilføjelse hudsensibiliserende (Karlberg og Lindell 1993).

LCI: 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. LCI værdien er baseret på et inhalationsstudie på dyr med en LOEL på 75 mg/kg og en omregning fra oral eksponering til inhalation: $\text{LCI} = 75 \text{ mg/kg} \times 70 \text{ kg} \times 20 \text{ m}^3 / 10 \times 10 \times 10$ (Larsen *et al.* 1999).
Lugtgrænse: 2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Larsen *et al.* 1999).

Limonen er optaget på listen over uønskede stoffer, da der er begrundet mistanke om, at det kan give allergi (Miljøstyrelsen 2000).

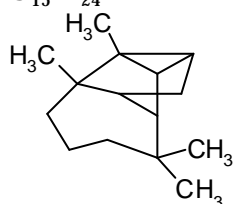
Konklusion

d-Limonen blev målt i dybtrykte tryksager. Lugtgrænsen er lav og limonen er et stof, der vil kunne opfattes ved lave koncentrationer. Målingerne viste, at med afdampede mængder på op til 554 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tryksag vil stoffet næppe kunne lugtes ved direkte eksponering (bladring) alene, men sammen med andre terpenener sikkert kunne identificeres som en karakteristisk terpenlugt (Limonen er naturligt forekommende i citrus-frugter). De to største eksponeringskoncentrationer, der afdampede fra tryksagerne var 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fra nr. 3 og 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fra nr. 2 efter henholdsvis 15 og 2 dage, dvs når tryksagen var hos forbrugeren. Det bemærkes, at koncentrationerne var stigende i måleperioden for begge tryksager. LCI blev ikke overskredet, og d-limonen anses derfor ikke for et problem sundhedsmæssigt ved længere tids bladring. d-Limonen er dog kendt for at kunne oxideres til allergene stoffer.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Baseret på de to rumscenarier med estimerede koncentrationer mellem 2 og 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabel 6.7) anses de fundne koncentrationer ikke for sundhedsskadelige eller over lugtgrænsen ved henliggen i entre eller stue.

5.7.4 Tetramethyl methenoazulene

Identifikation

Navn	decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-1,2,4-methenoazulene, [1S-(1.alpha.,2.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,8a.beta.,9R*)]-
CAS nr.	1137-12-8
EINECS nr.	214-504-5
Molekylformel	$\text{C}_{15} \text{H}_{24}$
Molekylstruktur	
Molekylvægt	204,36 g/mol

Stoffets smeltepunkt er estimeret til 44°C (QSAR). Kogepunktet er estimeret til 227°C (QSAR). Damptrykket er estimeret til 12 Pa ved 25°C (0,09 mmHg) (QSAR). Vandopløseligheden er estimeret til 0,2 mg/l ved 25°C (QSAR). Fordelingskoefficienten log Kow er estimeret til 5,6 (QSAR).

Miljø

Metenoazulene har et skønnet damptryk, der er højt nok til at stoffet kan forventes at fordampe fra tørre overflader. Metenoazulene har en estimeret Henry's Lov konstant (H) på 0,28 atm m³/mol ved 25°C (Syracuse) og kan derfor forventes at fordampe fra våde overflader. Adsorptionskoefficienten (Koc) er estimeret til 20300, dvs. en høj adsorption til svæv vil kunne forventes. Metenoazulene kan fotolyses i atmosfæren med en forventet halveringstid på 13 timer.

Metenoazulene er ikke let-bionedbrydelig baseret på modelestimer (BIOWIN og MITI i EPI). Bioakkumuleringen er estimeret høj med en BCF på 4000 baseret på skøn ud fra log Kow, dvs. bioakkumulering er potentiel muligt.

QSAR estimerer antyder, at stoffet er meget giftigt for vandlevende organismer med EC₅₀ værdier under 1 mg/l (ECOSAR).

Sundhed

Der er ikke fundet noget på stoffet i sig selv, men methenoazulene antages at kunne vurderes som de analoge terpenener.

Klassifikation

Tetramethyl methenoazulen er ikke klassificeret, men minder om de øvrige terpenener i struktur og antages derfor at have samme egenskaber.

Grænseværdier

Der er ikke fundet nogen specielt for stoffet. Det er derfor antaget at være som for terpenener, dvs.:

Grænseværdi (TLV): 25 ppm svarende til 140 mg/m³, svarende til højt kogende aromatiske kulbrinter (terpenener, terpentiner) (Arbejdstilsynet 2002)

LCI: 250 µg/m³ baseret på at stoffet er terpenlignende og et antaget lignende effekt-niveau (Larsen *et al.* 1999)

Konklusion

Methenoazulene anses for terpenoid baseret på strukturen, der dog er tricyclisk. Methenoazulene blev fundet i screeningstesten men ikke i de kvantitative analyser.

5.8 Alifatiske kulbrinter

De alifatiske kulbrinter kan være ligekædede eller forgrenede.

Alkanerne C₉₋₁₉ (nonan, decan, undecan, dodecan, tridecan, tetradecan, pentadecan, hexadecan, heptadecan, octadecan, nonadecan) er grupperet i målingerne. Der er foretaget en opdeling i C₉₋₁₂ og C₁₃₋₁₉.

Sundhed

For mange af de alifatiske kulbrinter er der observeret dermatitis, irritation, påvirkninger af centralnervesystemet og bedøvende virkninger. Effekterne øges med øget molekylvægt. Generelt har alifatiske blandinger en neurotoksisk effekt ved omkring 100 ppm svarende til 200-600 mg/m³ (Larsen *et al.* 1999).

Den laveste toksiske dosis (TD₁₀) for tetradecane på mus er 9600 mg/kg over 20 uger ifølge Clayton og Clayton (1981), som fremfører, at C₁₃-C₁₆ alkaner ved indånding har samme effekter som C₆-C₁₀ men med en langsommere dødsrate.

Klassifikation

Alkaner, C₁₂₋₂₆-forgrenede og ligekædede, er optaget i listen over farlige stoffer under CAS nr.: 90622-53-0, EINECS nr.: 292-454-3 (Miljøministeriet 2002):

Carc2;R45 Kan fremkalde kræft

Grænseværdier

Grænseværdi for C₉-C₁₃: 180 mg/m³ (Arbejdstilsynet 2002)

LCI for C₇₋₁₂ baseret på en generel neurotoksisk effekt ved 200 - 600 mg/m³ hos mennesker, dvs. LCI = NOEL/1×10 = 20 - 60 mg/m³ er foreslået i Larsen *et al.* (1999).

Af andre grænseværdier er der fundet for stofferne eller beslægtede:

Stof	TLV/100 µg/m ³	LCI, µg/m ³	B-værdi, µg/m ³
Heptan	8200	8000	
Octan	9350		
Nonan	1800	10000	
Decan	1800	2000	
Undecan	1800		1000
Dodecan	1800		
Tridecan	1800		1000

Af fundne lugtgrænser er der fundet (Larsen *et al.* 1999):

Heptane	40,7 mg/m ³
Octane	27,5 mg/m ³
Nonane	6,8 mg/m ³
Decane	4,4 mg/m ³
Undecane	3,5 mg/m ³
Dodecane	37,0 mg/m ³

Konklusion

De alifatiske kulbrinter kunne ikke adskilles i den kemiske analyse og må betragtes som gruppe. Lugtgrænsen er ukendt for de fleste stoffer. De få kendte værdier for lugtgrænser er vist ovenfor. Baseret på den subjektive bedømmelse ved hjemtagning kunne kulbrinternes tilstedeværelse lugtes. Fra tryksagerne kunne der lugtes en olieagtig lugt, som er typisk for kulbrinter. En sammenligning med de senere målinger viste at den subjektive vurdering ikke var helt forkert, f.eks. vurderedes ved koncentrationer, der senere viste sig at være ca. 5 mg/kg tryksag "lugter lidt", ved 15 mg/kg "lugter" og ved 44 mg/kg "lugter kraftigt". De alifatiske kulbrinter kunne således lugtes ved direkte eksponering (bladring). Der blev målt de to største emissioner fra offset tryksag nr. 19 (C₈₋₁₂: 33 mg/kg tryksag og for C₁₃₋₁₈: 39 mg/kg tryksag) efter 7 dage, dvs. når tryksagen er hos forbrugeren (tabel 3.13). De tilsvarende skønnede eksponeringskoncentrationer er 986 µg/m³ og 1160 µg/m³ (tabel 6.6)

Målingerne af de afgassede koncentrationer når ikke op på de 200 mg/m³, som giver neurotoksiske skader iflg. Larsen *et al.* (1999). LCI værdien på 20 mg/m³ overskrides dog, hvis de to grupper lægges sammen. Datagrundlaget er for svagt til, at der kan konkluderes entydigt. Men er klassificeringen gældende for de fundne stoffer, er i det mindste de langkædede af dem kræftfremkaldende.

Ved eksponering i rum blev der i "worst case" entréscenariet fundet den største værdi: $1,8 \text{ mg/m}^3$. Baseret på de to rumscenarier er de fundne koncentrationer ($0,2$ - $1,8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, tabel 6.7) vurderet at være under lugtgrænsen.

6 Vurdering af tryksager

6.1 Sundhedsvurderinger af de udvalgte tryksager

Vurderingen er foretaget for hver enkelt tryksag for sig. De specifikke stoffer er vurderet i afsnit 5. Til vurderingerne er anvendt arbejdstilsynets grænseværdier (Arbejdstilsynet 2002). Men da grænseværdierne er udarbejdet for arbejdsmiljøet og ikke gælder i hjemmet, er der her benyttet værdier, der er 1/100 af grænseværdien for arbejdsmiljø. Som supplement er LCI-værdier inddraget i vurderingen. LCI værdien er en grænseværdi, der er beregnet specielt for indendørsklimaet (se afsnit 4).

Baseret på TGD (TGD 1996) er der for kort tids lokal eksponering anvendt et luftvolumen på 2 m³ til at repræsentere den luftmængde, som er lige omkring forbrugeren. Den emitterede mængde er målt over 1 time, som er anset for eksponeringstiden i læse/blade situationen. Det skal bemærkes, at denne beregnede koncentration er en "worst case" situation, i luften omkring læseren i en læse/blade situation i løbet af en time. Den reelle koncentration omkring læseren vil i gennemsnit være lavere end den beregnede koncentration i tabellerne 6.1 til 6.6 på grund af opblanding med den øvrige luft i rummet.

Baseret på de målte koncentrationer fra de flygtige organiske stoffer (angivet i µg/m³) er beregnet forholdet mellem den estimerede koncentration i luft og TLV/100 (angivet som $C_{\text{air}} / C_{\text{TLV/100}}$) og LCI (angivet som $C_{\text{air}} / \text{LCI}$). Tabelværdier over 1 indikerer således en overskridelse af den anvendte grænseværdi/100 og dermed et potentielt sundhedsmæssigt problem.

6.1.1 Tryksag nr. 2 (dybtryk)

Vurderingen af tryksag nr. 2 (dybtryk) er baseret på de beregnede værdier, der er gengivet i tabellen nedenfor. Måleresultaterne fra tabel 3.3 er anvendt som udgangspunkt.

Tabel 6.1 Eksponering og risikokarakterisering ved direkte eksponering af distributør, dag 1 og forbruger (dag 2) af tryksag nr. 2 (dybtryk)

Stof	CAS	TLV/100 µg/m ³	LCI µg/m ³	Distributør			Forbruger		
				µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI	µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI
Dag				1			2		
Toluen	108-88-3	940	400	36410	38,7	91,0	22980	24,4	57,5
Octan	111-65-9	935		22,5	0,024		20	0,021	
Naphthalen	91-20-3	500	40 (B)	11,5	0,023	0,288	11,5	0,023	0,288
C9 H12, arom kulbrinte	98-82-8	1000	1750	11	0,011	0,006	13	0,013	0,007
alfa-Pinen	7785-26-4	1400	250	24	0,017	0,096	26	0,019	0,104
Camphen	79-92-5	1400	250	31,5	0,023	0,126	35	0,025	0,140
beta-Pinen	127-91-3	1400	250	<0,2			<0,2		
d-Limonen	5989-27-5	1400	300	11,5	0,008	0,038	14,5	0,010	0,048
2-Propenylbenzen *	300-57-2	1000		11,5	0,012		14,5	0,015	
2,3-Dimethylphenol	526-75-0			6			5		
1-Methylindan	767-58-8			13,5			13,5		
Øvrige terpener		1400	250	185,5	0,13	0,74	251,5	0,18	1,006
Formaldehyd	50-00-0	4	100	9	2,25	0,09	8,5	2,13	0,085
Acetaldehyd	75-07-0	450	5200	32	0,071	0,006	21	0,047	0,004
Acrolein	107-02-8	1,20	3	<0,03			<0,03		
Propanal	123-38-6	475 (US)	4300	12	0,025	0,003	6	0,013	0,001
Acetone	67-64-1	6000	400	23	0,004	0,058	16	0,003	0,040
Butanal	123-72-8	1000 (B)	2800	1	0,001	0,000	1	0,001	0,000
						4			4
Pentanal	110-62-3	1750	3100	1	0,001	0,000	0,5	0,0003	0,000
						3			2
Hexanal	66-25-1	1750 (US)	3400	4	0,002	0,001	3	0,002	0,001
Benzaldehyd	100-52-7		1200	31,5		0,026	22		0,018
2-Butanon	78-93-3	1450	1000(B)	1	0,001	0,001	1	0,001	0,001
Total VOC sum				36855	41,3	92,5	23466	26,9	59,2

*: For propenylbenzen er anvendt samme TLV som for det analoge 2-propylbenzen (CAS.: 98-82-8) (B); baseret på B-værdi (Miljøstyrelsen 2002). (US): baseret på amerikansk grænseværdi

For tryksag nr. 2 er det helt tydeligt, at toluen er det mest fremherskende stof. Toluen er gennemgået i detaljer i afsnit 5. Den målte afgivne mængde på 272 mg/kg tryksag resulterer i en skønnet koncentration på 23 mg/m³. Det er dog beregnet ud fra en "worst case" læse/blade situation, og luften omkring læseren i en læse/blade situation vil være lavere end den beregnede koncentration på grund af opblanding med den øvrige luft i rummet. Det skal bemærkes, at toluen er et skadeligt stof, som er mistænkt for at kunne være fosterskadende.

TLV/100 og LCI blev overskredet i bladrings-scenariet (tabel 6.1). Toluens eksponering er herefter vurderet ved en sammenligning med NOAEC værdien 150 mg/m³. Sikkerhedsmarginen (MOS) for forbrugeren var 6, hvilket må anses for lidt men acceptabelt, eftersom den er baseret på en human effekt værdi. Desuden er eksponeringen antaget kortvarig for den almindelige forbruger og kun forekommende ved direkte eksponering som bladrings i tryksagen.

Af andre sundhedsskadelige stoffer, der har en koncentration, der overskrider de her anvendte grænseværdier (dvs. grænseværdi for arbejdsmiljø/100: TLV/100 eller LCI), er formaldehyd og "øvrige terpener". Disse overskridelser er dog små og anses for uvæsentlige.

Der er ikke fundet grænseværdier for alle de fundne afdampede stoffer fra tryksager. Selv uden bidraget fra disse stoffer indikerer de højeste værdier i summen af overskridelser fra hvert enkelt stof hvilket stof, der giver det største bidrag til den totale sum af VOC.

Betragtes den totale VOC sum, er der sundhedsmæssige overskridelser, uanset hvilken grænseværdi der benyttes, og uanset at der er "huller" i værdisættet. Det gælder for både scenariet, hvor distributøren udsættes, men også scenariet, hvor forbrugeren udsættes for stofferne. Summen af overskridelser antyder at forbrugeren er eksponeret for ca. 2/3 af den koncentration VOC som distributøren er eksponeret for.

Effekten af den samlede totale VOC sum (TVOC) er ukendt og kan derfor ikke vurderes.

6.1.2 Tryksag nr. 3 (dybtryk)

Vurderingen af tryksag nr.3 (dybtryk) er baseret på de beregnede værdier, der er gengivet i tabellen nedenfor. Måleresultaterne fra Tabel 3.5 er anvendt som udgangspunkt.

Tabel 6.2 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 3 (Dybtryk)

Stof	CAS	TLV/100 µg/m ³	LCI µg/m ³	Distributør			Forbruger		
				µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI	µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI
Dag				11			15		
Toluen	108-88-3	940	400	11097	11,8	27,7	6072	6,5	15,2
Xylener		1090	100(B)	83	0,08	0,830	49,5	0,05	0,5
Naphthalen	91-20-3	500	40 (B)	-			-		
C ₆ H ₁₀ arom. kulbrinte	98-82-8	1000	1750	17,5	0,02	0,01	17	0,02	0,01
alfa-Pinen	7785-26-4	1400	250	166,5	0,12	0,666	122,5	0,09	0,49
Camphen	79-92-5	1400	250	53,5	0,04	0,214	39,5	0,03	0,16
beta-Pinen	127-91-3	1400	250	27,5	0,02	0,110	23,5	0,02	0,09
d-Limonen	5989-27-5	1400	300	50,5	0,04	0,168	46	0,03	0,15
C ₁₀ H ₁₄ arom. kulbrinte				53,5			49		
Øvrige terpener		1400	250	992	0,71	3,968	914	0,65	3,66
Formaldehyd	50-00-0	4	100	-			-		
Acetaldehyd	75-07-0	450	5200	22,5	0,05	0,004	17	0,04	0,003
Acrolein	107-02-8	1,20	3	-			-		
Propanal	123-38-6	475 (US)	4300	7,5	0,016	0,002	6,5	0,014	0,002
Acetone	67-64-1	6000	400	40,5	0,007	0,101	45	0,008	0,113
Butanal	123-72-8	1000	2800	1	0,001	0,0004	1,5	0,002	0,001
Pentanal	110-62-3	1750	3100	1	0,001	0,0003	1	0,001	0,000
Hexanal	66-25-1	1750 (US)	3400	11,5	0,007	0,003	13,5	0,008	0,004
Benzaldehyd	100-52-7		1200	12,5		0,010	8		0,007
2-Butanon	78-93-3	1450	1000	0,15	0,0001	0,0002	0,35	0,0002	0,0004
Total VOC sum				12638	13	34	7425	7	20

∴ under detektionsgrænsen. (B); baseret på B-værdi (Miljøstyrelsen 2002). (US): baseret på amerikansk grænseværdi.

For tryksag nr. 3, der også er et dybtryk, er det helt tydeligt, at toluen er det mest fremherskende stof. Toluen er gennemgæet i afsnit 5. Den målte afgivne mængde på 73 mg/kg tryksag resulterer i en skønnet koncentration på 6 mg/m³. Det er dog beregnet ud fra en "worst case" læse/bladere situation, og luften omkring læseren i en læse/bladere situation vil være lavere end den beregnede koncentration på grund af opblanding med den øvrige luft i rummet. Det skal bemærkes, at toluen er et skadeligt stof, som er mistænkt for at kunne være fosterskadende.

TLV/100 og LCI blev overskredet i bladrings scenariet (tabel 6.2). Toluens eksponeringen er herefter vurderet ved en sammenligning med NOAEC værdien 150 mg/m^3 . Sikkerhedsmarginen (MOS) for forbrugeren var 25, hvilket må anses for lidt men acceptabelt eftersom den er baseret på en human effekt værdi. Desuden er eksponeringen antaget kortvarig for den almindelige forbruger og kun forekommende ved direkte eksponering som bladrिंग i tryksagen.

Af andre der har mere end en koncentration, der overskrider grænseværdien, er "øvrige terpenener". Overskridelsen er dog lille.

Der er ikke fundet grænseværdier for alle de fundne afdampede stoffer fra tryksager. Selv uden bidraget fra disse stoffer indikerer de højeste værdier i summen af overskridelser fra hvert enkelt stof, hvilket stof der giver det største bidrag til den totale sum af VOC.

Betragtes den totale VOC sum, er der sundhedsmæssige overskridelser, uanset hvilken grænseværdi der benyttes, og uanset at der er "huller" i værdisættet. Det gælder for både scenarie 2, hvor distributøren udsættes, men også scenarie 3, hvor forbrugeren udsættes for stofferne. Summen af overskridelser antyder at forbrugeren er eksponeret for ca. $1/4$ af den koncentration VOC som distributøren er eksponeret for. Effekten af den samlede totale VOC sum (TVOC) er ukendt og kan derfor ikke vurderes.

6.1.3 Tryksag nr. 4 (flexotryk)

Vurderingen af tryksag nr.4 (flexotryk) er baseret på de beregnede værdier, der er gengivet i tabellen nedenfor. Måleresultaterne fra Tabel 3.7 er anvendt som udgangspunkt.

Tabel 6.3 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 4 (Flexotryk)

Stof	CAS	TLV/100 µg/m ³	LCI µg/m ³	Distributør			Forbruger		
				µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI	µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI
Dag				5			7		
1-Butanol	71-36-3	1500	200	-			-		
2-Hexanol	626-93-7	-	1000				-		
Toluen	108-88-3	940	400 (B)	0,04	<0,001	0,0001	0,0295	<0,001	<0,001
Butylacetat	123-86-4	7100	2700		<0,001	<0,001			
Cyclohexanon	108-94-1	400	2300	0,01	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
n-Butylether	142-96-1								
Propansyre butylester	590-01-2	-	-						
3-Methyl-4-heptanon	15726-15-5	-	1900	0,04		<0,001			<0,001
C ₆ H ₁₂ arom. kulbrinter (6 stk)		1000	30(B)	0,24	<0,001	0,008		<0,001	<0,001
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	2700 (D)	1000	0,21	<0,001	<0,001	0,0445	<0,001	<0,001
C9H10				0,06					
C10H16 (terpen)*	6004-38-2	1400	250						
Eddikesyre, 2-ethylhexylester	103-09-3		1100	0,14		<0,001	0,060		<0,001
Naphthalen	91-20-3	500	40 (B)	0,06	<0,001	0,002	0,052	<0,001	0,001
C8H16	3404-80-6			0,08			0,030		
Terpener		1400	250	1,02	0,001	<0,001	0,519	<0,001	0,002
Formaldehyd	50-00-0	4	100	0,04	0,010	<0,001	0,149	0,037	0,001
Acetaldehyd	75-07-0	450	5200	0,03	<0,001	<0,001	0,034	<0,001	<0,001
Acrolein	107-02-8	1,20	3						
Propanal	123-38-6	475 (US)	4300						
Acetone	67-64-1	6000	400	0,032	<0,001	<0,001	0,073	<0,001	<0,001
Butanal	123-72-8	1000	2800	0,003	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
Pentanal	110-62-3	1750	3100	0,025	<0,001	<0,001	0,012	<0,001	<0,001
Hexanal	66-25-1	1750 (US)	3400	0,004	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	<0,001
Benzaldehyd	100-52-7		1200	0,020		<0,001	0,015		<0,001
2-Butanon	78-93-3	1450	1000 (B)	0,003	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
Total VOC sum				2,1	0,011	0,014	1,0	0,038	0,005

*: octahydro-4,7-Methano-1H-indene,

-: under detektionsgrænsen

B: baseret på B-værdien (Miljøstyrelsen 2002)

D: baseret på tysk grænseværdi (MAK/100, MAK 2000).

US: baseret på amerikansk grænseværdi

I tryksag nr. 4 er der ikke fundet overskridelser for distributører eller for forbrugere. For vurdering af enkeltstoffer, se afsnit 5.

For den totale sum er der en overskridelse under forudsætning af, at værdierne kan adderes. Da der her er tale om etiketter, vil eksponeringstiden antagelig være lille og antallet af etiketter antaget forholdsvis lille. Det vurderes derfor samlet, at tryksagen ikke vil være et sundhedsmæssigt problem for forbrugeren.

Der er ikke fundet restmonomerer af acrylater, hvilket indikerer, at tryksagen er gennemhærdet. Hvis hærdningen ikke er fuldstændig, kan der forekomme rester af acrylmonomere. Disse restmonomere kan være årsag til kontaktallergi ved berøring.

6.1.4 Tryksag nr. 8 (offset, heatset)

Vurderingen af tryksag nr.8 (heatset) er baseret på de beregnede værdier, der er gengivet i tabellen nedenfor. Måleresultaterne fra Tabel 3.9 er anvendt som udgangspunkt.

Tabel 6.4 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 8

Stof	CAS	TLV/100 µg/m ³	LCI µg/m ³	Distributør			Forbruger		
				µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI	µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI
Dag				4			5		
Toluen	108-88-3	940	400(B)	5,5	0,006	0,014	9,0	0,0096	0,023
Xylener	1330-20-7	1090	100(B)	-			-		
C9-C12 alif.kulbrinter		(1000)	2000	331,5	0,332	0,166	176,0	0,1760	0,088
C13-C19 alif.kulbrinter				2698,5			1917,5		
Formaldehyd	50-00-0	4	100	2,5	0,625	0,025	2,5	0,6250	0,025
Acetaldehyd	75-07-0	450	5200	6,5	0,014	0,001	4,5	0,0100	0,001
Acrolein	107-02-8	1,20	3	-			-		
Propanal	123-38-6	475 (US)	4300	3,5	0,007	0,001	-		
Acetone	67-64-1	6000	400	10,5	0,002	0,026	5,50	0,0009	0,014
Butanal	123-72-8	1000 (B)	2800	1,5	0,002	0,001	0,75	0,0008	0,0003
Pentanal	110-62-3	1750	3100	2,5	0,001	0,001	0,80	0,0005	0,0003
Hexanal	66-25-1	1750 (US)	3400	33,0	0,019	0,010	5,00	0,0029	0,001
Benzaldehyd	100-52-7		1200	0,8		0,001	0,15		0,0001
2-Butanon	78-93-3	1450	1000 (B)	0,6	0,0004	0,001	-		
Total VOC sum				3097	1,0	0,2	2122	0,8	0,2

--: under detektionsgrænsen. B: baseret på B-værdien (Miljøstyrelsen 2002). (US): baseret på amerikansk grænseværdi

For tryksag nr 8 er der ikke fundet overskridelser af de anvendte grænseværdier, selv om der teoretisk kunne være overskridelser på alifatisk kulbrinter. Der observeres, at totalsummen kun viser en enkelt overskridelse også i detailled. Der vurderes ikke at være sundhedsmæssig risiko for forbrugeren fra denne tryksag.

6.1.5 Tryksag nr. 17 (offset)

Vurderingen af tryksag nr.17 (heatset) er baseret på de beregnede værdier, der er gengivet i tabellen nedenfor. Måleresultaterne fra Tabel 3.11 er anvendt som udgangspunkt.

Tabel 6.5 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 17

Stof	CAS	TLV/100 µg/m ³	LCI µg/m ³	Distributør			Forbruger		
				µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI	µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI
Dag				2			7		
Toluen	108-88-3	940	400 (B)	4	0,004	0,010	5	0,005	0,013
Xylener	1330-20-7	1090	100 (B)	6	0,005	0,055	5	0,005	0,050
Styren	100-42-5	1050	200 (B)						
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte			17,5	16		0,91	13		0,74
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte				7			7		
C ₆ -C ₁₂ , alif.kulbrinte		(1000)	2000	226	0,23	0,11	143,5	0,14	0,07
C ₁₃ -C ₁₉ , alif.kulbrinte				323			225,5		
Terpener		1400	250	42	0,03	0,17	34	0,02	0,14
C10 H12 O2 *	3602-55-9			23			21		
Formaldehyd	50-00-0	4	100	4	0,88	0,04	4,5	1,13	0,05
Acetaldehyd	75-07-0	450	5200	10	0,02	0,002	10,5	0,02	0,002
Acrolein	107-02-8	1,20	3						
Propanal	123-38-6	475 (US)	4300	42	0,087	0,010	40	0,084	0,009
Acetone	67-64-1	6000	400	13	0,002	0,033	13,5	0,002	0,034
Butanal	123-72-8	1000 (B)	2800	5	0,005	0,002	5	0,005	0,002
Pentanal	110-62-3	1750	3100	16	0,009	0,005	17,5	0,010	0,006
Hexanal	66-25-1	1750 (US)	3400	127	0,073	0,037	147	0,084	0,043
Benzaldehyd	100-52-7		1200	2		0,001	1,5		0,001
2-Butanon	78-93-3	1450	1000 (B)	2	0,001	0,002	2	0,001	0,002
Total VOC sum				863	1,3	1,4	696	1,5	1,2

*: 2-(1,1-dimethylethyl)-2,5-cyclohexadiene-1,4-dione (samme som 2-tert-butyl-1,4-benzoquinone)

Strukturformel: (CH₃)₃CC₆H₃(=O)₂

:- under detektionsgrænsen

B: baseret på B-værdi (Miljøstyrelsen 2002).

(US): baseret på amerikansk grænseværdi

For tryksag nr. 17 (offset) er der kun overskridelser for formaldehyd. Der bør bemærkes, at formaldehyd er mistænkt for at kunne være kræftfremkaldende.

LCI værdien for C₉H₁₂ aromatisk hydrocarbon er baseret på isopropylbenzen, som har en LCI værdi på 1,75 mg/m³ og propylbenzene, som har en LCI værdi på 5,8 mg/m³. Den laveste værdi er valgt for en sikkerhedskyld.

Samlet er der mindre overskridelse for distributør og forbruger.

Overskridelserne er dog så små, at tryksagen vurderes at være uden væsentlig sundhedsmæssig risiko.

6.1.6 Tryksag nr. 19 (offset)

Vurderingen af tryksag nr.19 (heatset) er baseret på de beregnede værdier, der er gengivet i tabellen nedenfor. Måleresultaterne fra Tabel 3.13 er anvendt som udgangspunkt.

Tabel 6.6 Resultater af emissionsmåling af tryksag nr. 19

Stof	CAS	TLV/100 µg/m ³	LCI µg/m ³	Distributør			Forbruger		
				µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI	µg/m ³	C air / C _{TLV/100}	Cair / LCI
Dag				5			7		
Toluen	108-88-3	940	400 (B)	4	0,004	0,010	0,5	0,001	0,001
Xylener	1330-20-7	1090	100 (B)	2	0,001	0,015	1,5	0,001	0,015
C ₈ -C ₁₂ , alif.kulbrinte		(1000)	2000	1848	1,848	0,924	985,5	0,986	0,493
C ₁₃ -C ₁₉ , alif.kulbrinte				2295			1159,5		
Formaldehyd	50-00-0	4	100	2	0,375	0,015	1	0,250	0,010
Acetaldehyd	75-07-0	450	5200	4	0,008	0,001	5,5	0,012	0,001
Acrolein	107-02-8	1,20	3						
Propanal	123-38-6	475 (US)	4300	13	0,026	0,003	21	0,044	0,005
Acetone	67-64-1	6000	400	7	0,001	0,018	10	0,002	0,025
Butanal	123-72-8	1000 (B)	2800	5	0,005	0,002	7	0,007	0,003
Pentanal	110-62-3	1750	3100	21	0,012	0,007	45	0,026	0,015
Hexanal	66-25-1	1750 (US)	3400	15	0,009	0,004	31	0,018	0,009
Benzaldehyd	100-52-7		1200	1		0,0005	0,75		0,001
2-Butanon	78-93-3	1450	1000 (B)	22	0,02	0,022	9,5	0,007	0,010
Total VOC sum				4235	2,3	1,0	2278	1,4	0,6

-.: under detektionsgrænsen

(B): baseret på B-værdi (Miljøstyrelsen 2002).

(US): baseret på amerikansk grænseværdi

For tryksag nr. 19 er der overskridelser på alifatiske kulbrinter for distributør. De alifatiske hydrocarboner er ikke tilstede i en koncentration, som er neurotoksisk men dog nok til at kunne medføre mindre irritation. Datagrundlaget er dog for svagt til en egentlig konklusion (se. sektion 5.8).

Den samlede VOC sum overskrider 1, hvilket kan betyde en sundhedsmæssig risiko. Risikoen anses dog for lille baseret på tidsmæssig eksponering.

6.1.7 Entré og stue scenarier

6.1.7.1 Tryksagerne læses i entre og/eller stue

I entré scenariet er antaget, at rummet er 10 m³ med et luftskifte på 0,5 gange i timen. Til eksponeringen er der som repræsentant for dybtryk anvendt tryksag nr. 3 og for offset valgt tryksag nr. 8. De to er alene valgt som repræsentative tryksager. Der er lavet to estimater:

- 1) Et gennemsnitsscenario bygget på 61,1 kg tryksager per husstand per år, hvoraf 18% er antaget at være dybtryk (se sektion 2.5), dvs. 963 gram offset (nr. 8) + 212 gram dybtrykt (nr.3) reklametryksag, i alt 1,175 kg tryksager.
- 2) Et "worst case" scenarie, hvor tre dybtryksager (e.g. udsalgskataloger) ankommer samtidigt, dvs. 498 g dybtryk og 677 g offset, ialt 1,175 kg tryksager.

Hver enkelt emissionsbidrag er beregnet som emissionen i µg/kg tryksag (data fra sektion 3.1.4: dag 15 i tabel 3.5 dybtryk og dag 5 i tabel 3.9 offset)

Tabel 6.7 estimerede koncentrationer i entré og stue ved gennemsnitlig belastning

Stof	Tryksager		Bidrag fra tryksager		Koncentrationer		"Worst case"	
	Tryk. 3 µg/kg	Tryk. 8 µg/kg	Bidrag 3 (x 0,212)	Bidrag 8 (x 0,963)	C air entré 10 m ³	C air stue, 50 m ³	Worst case, entré	Worst case, stue
	dag 15	dag 5	µg	µg	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Toluen	73153	80	15508,4	77,0	1558,5	311,71	3648,2	729,64
Xylener, ethylbenzen	599		127,0		12,7	2,54	29,8	5,97
C ₉ H ₁₂ , arom kulbrinte	207		43,9		4,4	0,88	10,3	2,06
alfa-Pinen	1478		313,3		31,3	6,27	73,6	14,72
Camphen	473		100,3		10,0	2,01	23,6	4,71
beta-Pinen	281		59,6		6,0	1,19	14,0	2,80
d-Limonen	554		117,4		11,7	2,35	27,6	5,52
C ₁₀ H ₁₄ , arom kulbrinte	591		125,3		12,5	2,51	29,4	5,89
Øvrige terpener	11010		2334,1		233,4	46,68	548,3	109,66
C9-C13 alif.kulbrinter		1598		1538,9	153,9	30,78	107,9	21,57
C13-C19 alif.kulbrinter		17433		16788,0	1678,8	335,76	1176,7	235,35
Formaldehyd	-	25		24,1	2,4	0,48	1,7	0,34
Acetaldehyd	206	40	43,7	38,5	8,2	1,64	13,0	2,59
Propanal	77	-	16,3		1,6	0,33	3,8	0,75
Acetone	540	48	114,5	46,2	16,1	3,21	30,1	6,03
Butanal	16	7	3,4	6,7	1,0	0,20	1,3	0,25
Pentanal	13	7	2,8	6,7	0,9	0,19	1,1	0,22
Hexanal	152	43	32,2	41,4	7,4	1,47	10,5	2,09
Benzaldehyd	96	2	20,4	1,9	2,2	0,45	4,9	0,98
2-Butanon	4	-	0,8		0,1	0,02	0,1	0,03
Total VOC sum	89449	19282	18963	18568,6	3753,2	750,64	5756,1	1151,22

∴ mindre end baggrundskoncentrationen

Forløbet i koncentrationerne i entre og stue er estimeret med boxmodellen.

Boxmodel

Til vurdering af hvilke indendørs koncentrationer, der kan opstå i et rum, hvor der anbringes og bladres i reklametryksager, kan man benytte en simpel teoretisk boxmodel. Man anvender et lokale med en kendt størrelse og et kendt luftskifte.

I beregningerne i denne rapport går man ud fra følgende forudsætninger.

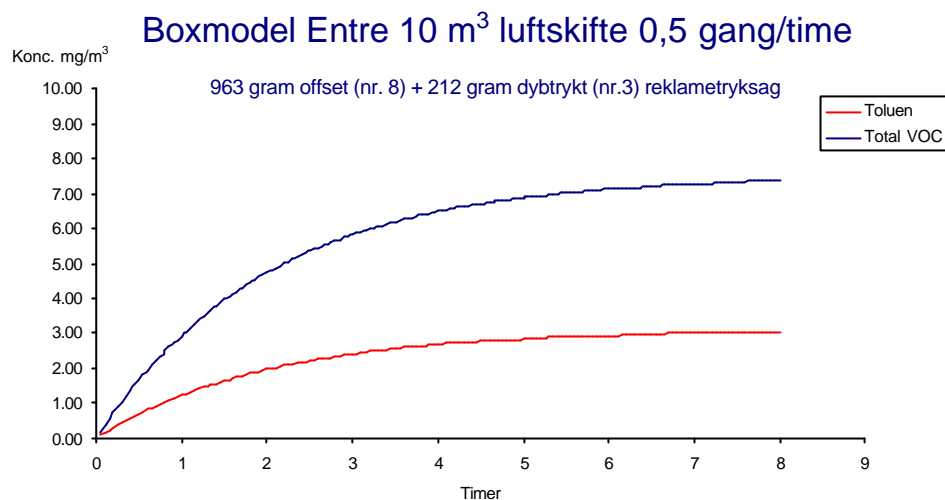
Lokale størrelse: 10 og 50 m³
Luftskifte: 0,5 gange i timen

Det forudsættes endvidere, at der kun anvendes og læses tryksager i rummet (andre kilder er ikke indregnet), og at luften i rummet er fuldstændigt opblandet.

Koncentrationen af VOC vil gradvist vokse, indtil der efter typisk nogle få timer opnås en ligevægtskoncentration, hvor der fra tryksagerne tilføres lige så stor mængde forurening, som bortventileres fra rummet.

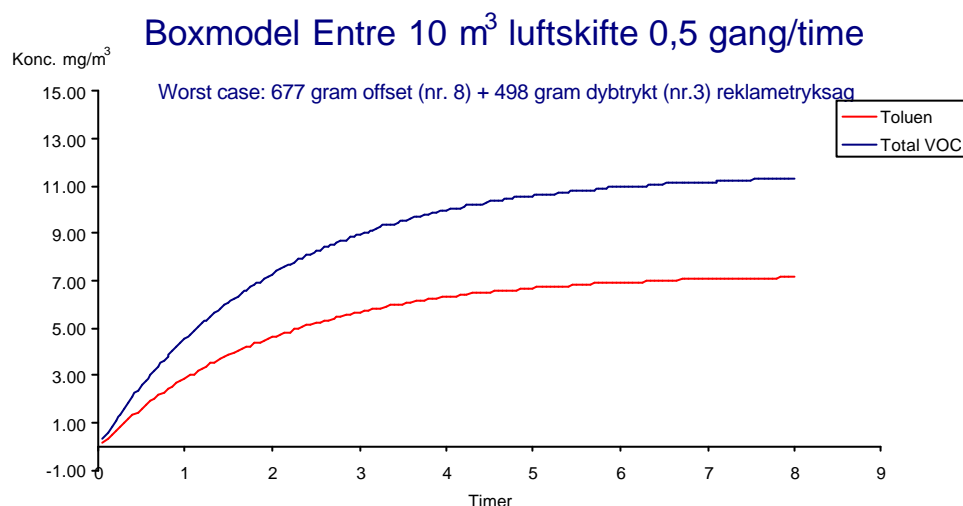
Der antages en konstant afgivelse over 8 timer og et luftskifte på 0,5 per time.

Det ses af figur 6.1, at der opnås en tilnærmet ligevægt indenfor 8 timer på ca. 8 mg/m³. Heraf udgør toluenindholdet ca. 3 mg/m³.



Figur 6.1 Estimerede koncentrationer i entré med anvendelse af gennemsnitsforbruget af tryksager

Toluen fra dybtryk ses at udgøre en væsentlig faktor for gennemsnitsbilledet og især for "worst case" scenariet. Det bør bemærkes, at "worst case" bygger på 3 dybtrykreklamer, hvilket ikke er usandsynligt, hvis man bor nær større varehuse, f.eks. i Københavnsområdet



Figur 6.2 Estimerede koncentrationer i entré med anvendelse af "worst case" forbruget af tryksager

Det ses af figur 6.2, at der opnås en tilnærmet ligevægt indenfor 8 timer på ca. 11 mg/m³. Heraf udgør toluenindholdet ca. 7 mg/m³.

I stuescenariet er ligevægtskoncentrationerne ca. 1/5 af entrescenariet.

Entréscenariet kunne f.eks. også være dækkende for venterummet hos tandlæge, læge osv. I hjemmet forventes tryksagerne på uge basis dog ikke at ligge i entréen i længere tid end tre timer.

6.1.7.2 Tryksagerne henligger i entre og i stue.

Der er udført et skøn af koncentrationen af total flygtige organiske komponenter (TVOC: Total Volatile Organic Compounds), der opstår i henholdsvis en entré på 10 m³ og en stue på 50 m³ med et friskluftskifte på 0,5

gange i timen, når tryksagen henligger urørt. Resultaterne er vist i nedenstående tabel. Resultaterne er baseret på de beregnede halveringstider for afgangningen under antagelse af eksponentiel aftagen.

Tabel 6.8 Entré og stuescenarier, TVOC bidrag fra tryksager, der ligger urørte

Tryksag nr.	Dage efter trykning	Halveringstid, timer	Entré, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stue, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2, Dybtrykt ugeblad	2	48	96	19
3, Dybtrykt reklametryksag	15	132	11	2
8, Offset månedsblad	5	48	9	2
17, Offset månedsblad	7	360	< 1	< 1
19, Offset reklametryksag	7	60	8	2

Bemærkninger

Nr. 2 Toluen udgør: 98,8 %

Nr. 3 Toluen udgør: 81,8 %

Nr. 8 $C_9 - C_{19}$ udgør: 98,7 %

Nr. 17 $C_9 - C_{19}$ udgør: 53,0 %

Nr. 19 $C_9 - C_{19}$ udgør: 94,2 %

Afgivelsen af kemiske stoffer er væsentlig lavere, når der ikke bladres i tryksagen.

Det bemærkes, at bidragene fra de enkelte tryksager er beregnet som summen af flygtige kemiske stoffer (TVOC), og at enkeltstoffer eller grupper af stoffer kan udgøre væsentlige bidrag (se bemærkninger under tabellen). Bidragene fra de enkelte tryksager er små, men nogle forbrugere kan have betragtelige mængder af tryksager i hjemmet af den ene eller anden årsag. Om der er en effekt heraf, vil afhænge af antallet, ventilation, temperatur, og hvilke slags tryksager, der er tale om.

Resultaterne viser, at selv om bidraget fra den enkelte tryksag er lille, vil tryksager forøge VOC koncentrationen i hjemmet. Normalkoncentrationen for VOC i almindelige boliger ligger på 100-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Eggert 2001).

7 Konklusion

Projektet har haft til formål at kortlægge, hvilke afdampelige kemiske stoffer forbrugerne udsættes for fra tryksager.

Omfanget af tryksager, som forbrugeren modtager enten bevidst ved indkøb eller som reklametryksager (såkaldte adresseløse forsendelser), er langsomt stigende, hvis forbruget baseres på den anvendte mængde af papir og trykfarver. Forbruget for den enkelte husstand af papir og pap lå i år 2000 på ca. 432 tons for hele landet, svarende til 177 kg/år for den enkelte husstand. Baseret på uge- og månedsmagasiner, fagblade, medlemsblade og adresseløse forsendelser var det årlige forbrug ca. 61 kg per husstand. Det svarer til 1,2 kg/uge. Deraf udgjorde dybtryksager ca. 18%, dvs. det gennemsnitlige ugentlige forbrug er opgjort til ca. 0,2 kg dybtrykte tryksager og ca. 1 kg offset trykte tryksager.

Under kortlægningens første fase (screeningsfasen) blev 21 tryksager analyseret kvalitativt for deres indhold af flygtige kemiske stoffer. Det viste sig, at der dog var en forskel, som primært antoges kunne tilskrives trykningsmetoden og de derved forskelligt anvendte trykfarver, råstoffer, osv. Et eventuelt bidrag fra papirtypen er ikke inkluderet, da det ikke kunne fastslås med den anvendte målemetode.

Det viste sig, at dybtrykte tryksager (kataloger, reklamer, osv.) havde et stort indhold af flygtige stoffer, hvoraf toluen udgjorde den største andel og i aftagende mængder terpener og aldehyder. I offset var det især langkædede alifatiske kulbrinter (C9-C19), der var dominerende, efterfulgt af aldehyder. Monocycliske aromater som toluen og xylener var også til stede men i små mængder. Flexotryk blev også inddraget, og her var den væsentligste kemiske stofgruppe alkoholer og terpener, men i væsentlig mindre udstrækning end i de to forrige trykformer. Det skyldes antagelig anvendelsen af UV-hærdende farver og lakker, som betyder, at monomere acrylater polymeriserer til faste farvelag. Der blev ikke fundet monomere acrylater i de flygtige stoffer.

Der blev udvalgt 6 tryksager, som blev kvantitativt analyseret for afgivne kemiske stoffer. Metoden er baseret på den situation, der giver den største eksponering af forbrugeren for flygtige kemiske stoffer, det vil sige under læsning eller bladring. Situationen blev simuleret ved hurtig opklipning af tryksagen, nedlægning i glasbeholder og herefter opfangning af de flygtige stoffer, der forlod tryksagen. Målingerne blev udført lige efter trykning, når tryksagen skulle forlade trykkeriet (eller kom til landet for en udenlandsk tryksag). Derefter blev tryksagen målt 1-5 dage efter trykning, hvilket skulle repræsentere sortering, kiosk omdelere eller lignende og til sidst efter 2-15 dage efter trykningen, hvor tryksagen antages at nå frem til forbrugeren.

Resultaterne for emissionsmålingerne er gjort op for hver tryksag og for hvert analyseret stof. Det viste sig, at en del kemiske stoffer aftog i afgivelse med tiden (f.eks. toluen og alkoholer), andre dampede først af senere og havde den største afdampning efter få dage (f.eks. alifatiske kulbrinter). Endelig var der stoffer, som afdampede i stigende mængde i måleperioden. Det sidste observeres især hos aldehyderne. Det indikerer, at aldehyderne i offset tryksager

bindes stærkt i papiret eller tryksværten under trykningen og først frigives senere, dvs. hos forbrugeren. Det betyder, at den første måling ikke er tilstrækkelig til at få et overblik over emissionerne, de koncentrationer og flygtige stoffer, som forbrugeren udsættes for fra tryksager.

Den situation, der er fokuseret på, er situationen, hvor den højeste eksponering forventes, dvs. kikke- og læsesituationen, hvor forbrugeren bladrer i tryksagen (reklamekatalog, ugeblad). Det vil sige, at man anvendte den sidste måling som repræsentativ for den indåndingskoncentration forbrugeren udsættes for ved bladrning i tryksagen.

Som sikkerhedsniveau er anvendt 1/100 af grænseværdien (TLV/100). Grænseværdien er fastsat af myndighederne som en værdi, der ikke bør overskrides i arbejdsmiljøer, hvor stoffet anvendes. Da grænseværdierne er udarbejdet for arbejdsmiljøet og ikke gælder for forbrugere i hjemmet, er der derfor benyttet værdier, der er 1/100 af grænseværdien for arbejdsmiljø.

Som supplement er LCI-værdier inddraget i vurderingen. LCI værdien er en grænseværdi, der er beregnet specielt for indendørsklimaet og udviklet i forbindelse med vurdering af flygtige stoffer afgivet fra møbler. Det skal bemærkes, at LCI-værdier er vægtningsfaktorer, som indikerer den relative sundhedsfare ved et givet kemisk stof og ikke et kriterie for indendørs luftkvalitet eller en grænseværdi. LCI-værdierne er som regel udviklet på basis af irritationsdata.

Lugtgrænseværdierne er medtaget for at kunne vurdere muligheden af, at stoffet ved den målte koncentration kunne lugtes af forbrugeren. Fornemmelsen af lugt varierer mellem forbrugerne, men lugtgrænsen sammelignet med den målte koncentration af stoffet indikerede muligheden af, at stoffet kunne lugtes af forbrugeren

For dybtrykte tryksager er det toluen, der udgør det væsentligste stof ved direkte eksponering (bladre-situationen). Toluen er sundhedsskadeligt, og den afgivne mængde overskred TLV/100 og LCI værdien i bladre-situationen. Da eksponeringen i den højeste målte afgivne mængde på 272 mg/kg tryksag, som resulterede i en skønnet koncentration i luft på 23 mg/m³, er anset for akut, er vurderingen forfinet. Bladre-situationen er dog en "worst case" situation, da der ikke er taget højde for at luften bliver opblandet i mere i 2 m³ over en time, og der er ligeledes ikke taget højde for en opblanding af luften med den øvrige luft. Den reelle koncentration omkring læseren må derfor antages at være lavere end den skønnede værdi. Baseret på, at den maksimalt målte værdi ikke overskred NOAEC 150 mg/m³, blev det dog konkluderet, at toluen ikke var et væsentligt sundhedsmæssigt problem for den almindelige forbruger.

For flexotryk blev der kun målt små koncentrationer af flygtige stoffer. Der blev ikke fundet monomere af akrylater. Der vurderes derfor ikke at være væsentlige sundhedsmæssige problemer for forbrugeren.

For offset tryk var det højerekogende alifatiske kulbrinter, der måske gav enkelte overskridelser. De er dog målt som gruppe, og der eksisterer ingen grænseværdi for gruppen. De fleste stoffer giver ikke alle sundhedsmæssige problemer, men enkelte er mistænkt for at være kræftfremkaldende og derfor som sådan uden en fast grænseværdi. Baseret på de enkeltstoffer, der kunne findes oplysninger på, er der ikke noget der antyder, at der skulle være væsentlige sundhedsmæssige

problemer med de fundne koncentrationer af alifatiske kulbrinter. Det vurderes dog, at datagrundlaget var for dårligt til en egentlig konklusion.

De fundne kemiske stoffer (VOC) og de beregnede koncentrationer overholder grænseværdierne. Der er kun fundet få overskridelser af den anvendte grænseværdi (TLV/100) og LCI-værdier. Der skal bemærkes, at toluen er det stof, der giver mest anledning til opmærksomhed.

Aldehyderne gør sig også bemærket, men overskridelserne af TLV/100 er så små, at det er diskutabelt, om det har nogen betydning. Enkelte overskrider LCI-værdierne.

Terpenerne har kun overskridelser, når de summeres op. Hvilket kan have generende virkninger som lugt, men mængden af enkeltstoffer kan næppe adskilles på lugten. Pinen og limonen er fundet som specielt problematiske stoffer, da de er erkendt som allergifremkaldende.

I undersøgelsen var kun enkelte kemiske stoffer over lugtgrænserne i bladresituationen. Derfor ville en forbruger kun kunne identificere få stoffer alene på lugten som f.eks. toluen. Summen af bidrag kunne imidlertid godt komme over lugtgrænser. Dvs. at forbrugeren ville kunne lugte f.eks. olie, terpen, eller bare generelt en undefinerbar lugt.

Rumscenarierne blev medtaget for at kunne vurdere effekten af fortynding i luft. De estimerede koncentrationer af enkeltstoffer samt en total VOC er præsenteret i et entré og stuescenarie under antagelse af bladrind af tryksager i en mængde svarende til en uges forbrug samt et "worst case scenario" med en højere andel af dybtrykte tryksager. De anvendte vurderingsgrænser blev ikke overskredet (med undtagelse af toluen i entrescenariet). Generelt anses der ikke at være et sundhedsmæssigt problem for forbrugeren i den situation undtagen for allergiske personer i "worst case" situationen og toluen vurderes derfor ikke at være et sundhedsmæssigt problem for den almindelige forbruger.

Desuden er beregnet afgangningen fra de enkelte tryksager under henligning. Afgivelsen af kemiske stoffer er væsentlig lavere, når der ikke bladres i tryksagen. Bidragene fra de enkelte tryksager er baseret på summen af flygtige kemiske stoffer (TVOC). Bidragene fra de enkelte tryksager er små, men nogle forbrugere kan have betragtelige mængder af tryksager i hjemmet. Om der er en effekt heraf, vil afhænge af mængden, ventilation, temperatur og hvilke slags tryksager, der er tale om. Tryksager kan således bidrage til hjemmets samlede VOC belastning.

Den væsentligste emission til miljøet fra tryksager efter produktionen, under anvendelse og bortskaffelse er til luft. Det vurderes dog, at bidraget fra tryksager i disse "livscyklusfaser" vil være minimale, når der tænkes på bidraget af lignende stoffer fra andre kilder som f.eks. forbrænding af olie og benzin. Størrelsesordenen kan ikke gøres op på grund af manglende data.

Den samlede konklusion er, at der ingen grund er til sundhedsmæssig bekymring hos forbrugere af tryksager ud fra de tilgængelige data. Det kan dog ikke afvises, at nogle af stofferne kan give allergiske reaktioner hos følsomme forbrugere.

8 Referencer

ACGIH (1991): Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 6th ed. Volumes I,II, III. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc. Cincinnati, OH.

ACGIH (2001): TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices for 2001. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, OH.

ACGIH (2002): TLVs and BEIs: Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and Biological Exposure Indices for 2002. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, OH.

Alarie Y (1980): Toxicological evaluations of airborne chemical irritants and allergens using respiratory reflex reactions. In: Leong KJ, ed.: Proceedings of the inhalation toxicology and technology symposium. Kalamazoo, Michigan Oct 23-24, 1980. Ann Arbor Science Publ. Michigan, USA.

Arbejdstilsynet (1995): Toluenaafdampning fra reklametryksager. AT-cirkulæreskrivelse 4/1995. Arbejdstilsynet, København.

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

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

ATP (2002): 9th revision of the 29th Adaptation to Technical Progress of Dir. 67/548/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances. European Commission, European Chemicals Bureau, 9.10.2002. *NB ikke implementeret i dansk lovgivning " Bekg. af listen over farlige stoffer" (Miljøministeriet 2002)*

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

ATSDR (1999): Toxicological profile for ethylbenzene. Agency of Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta (GA), USA.

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

Bauer B (1993): Miljø og arbejdsmiljø i den grafiske branche. Bind 1. Ydre miljø. Miljøprojekt nr. 212. Miljøstyrelsen.

BDD (2002): Jens Richardt: Oplysninger om adresseløse forsendelser, brev af 03.10.2002. Brancheforeningen af Danske Distributionsvirksomheder c/o Forbruger-Kontakt, Glostrup.

Bonnet P, Morele Y, Raoult G, Zissu D, Gradiski D (1982). Détermination de la concentration léthale₅₀ des principaux hydrocarbures aromatiques chez le rat. Arch Mal Prof 34: 261-65.

Budavari S, ed. (1996): The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. Merck and Co. Inc. Whitehouse Station, NJ.

Cain WS (1969); Odor intensity: differences in the exponent of the psychophysical function. Percept. Psychophys. 6: 349-354.

CEPE (2002): Guidelines for printers on the safe use of energy curing printing inks and varnishes. Conseil Européen de l'Industrie des Peintures, des Encres d'Imprimerie et des Couvrieure d'Art. (www.cepe.org)

CITI (1992): Biodegradation and Bioaccumulation Data of Existing Chemicals Based on the CSCL Japan. Japan Chemical Industry Ecology - Toxicology and Information Center. Chemicals Inspection and Testing Institute. Japan

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

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

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

Eggert T (1995): DTI's procedure for udtagning af dybtrykte reklametryksager hos distributør og analyse af toluenaftvaskningen. Dansk Teknologisk Institut. Høje Taastrup. Januar 1995.

Eggert T (2001): Hvor skal skabet stå? Gode råd og anbefalinger ved indkøb og placering af kontormaskiner. Teknologisk Institut, Taastrup.

EU (1997): Evaluation of VOC emissions from building products, solid floor materials. European Collaborative Action Indoor Air Quality and its impact on man (ECA-IAQ): Report No. 18. Prepared by Working Group 10 (Coordinating group) and subgroups 10A (emission measurements), 10B (Human effects evaluation) and 10C (exposure assessment). European Commission, Joint Research Centre - Environment Institute. EUR 17334 EN, ISBN 92-828-0384-8. Luxemburg.

EU (1999): Rådets direktiv 1999/13/EF om begrænsning af emissionen af flygtige organiske forbindelser fra anvendelse af organiske opløsningsmidler i visse aktiviteter og anlæg (VOC-direktivet). EF Tidende 1999 L 85 s.1.

EU-RAR (2001): Risk assessment of toluene. Risk assessment report prepared by the Danish Environmental Protection Agency for EU (<http://ecb.jrc.it>).

Falk-Filipsson A, Löf A, Hagberg M, Wigaeus Hjelm E, Wang Z (1993): d-Limonene exposure to humans by inhalation: Uptake, distribution, elimination and effects on the pulmonary function. *J. Toxicol. Environ. Health* 38: 77-88.

Falk Filipsson A, Bard J, Karlsson S (1998): Limonene. Concise International Chemical Assessment Document No. 5, International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva.

FFHPVC (2002): Robust summaries for bicyclic terpene hydrocarbons. The Flavour and Fragrance High Production Volume Consortia, The Terpene Consortia. Submitted to the US-EPA under the HPV challenge program. (www.epa.gov/opptintr).

Furia TE og Bellanca N (1975): Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. Volume 2. Edited, translated, and revised by T.E. Furia and N. Bellanca. 2nd ed. The Chemical Rubber Co., Cleveland.

GA. (2001): Den grafiske industri. Udvikling i tal og diagrammer i årene indtil 2000. *De Grafiske Fag* nr. 3/01: 85-105. Grafisk Arbejdsgiverforening, Odense.

GA. (2002): Den grafiske industri. Udvikling i tal og diagrammer i årene indtil 2001. *De Grafiske Fag* nr. 3/4, april/maj 2002: p. 75-97. Grafisk Arbejdsgiverforening, Odense.

Galassi S, Mingazzini M, Vigano L, Cesareo D, Tosato ML (1988): Approaches to modelling toxic responses of aquatic organisms to aromatic hydrocarbons. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 16: 158-169.

Geiger DL, Poirier SH, Brooke LT, Call DJ, eds. (1985): Acute toxicities of organic chemicals to Fathead Minnows (*Pimephales promelas*). Vol. II. University of Wisconsin-Superior. Wisconsin.

Gosselin RE, Hodge HC, Smith RP, Gleason MN (1976). *Clinical Toxicology of Commercial Products*. 4th ed. Williams and Wilkins. Baltimore.

Grant WM (1986): *Toxicology of the Eye*. 3rd ed. Charles C. Thomas Publisher. Springfield, IL.

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

Hansen TB, Petersen MW (1993): Emission af toluen fra dybtrykte tryksager. Miljøprojekt nr. 235. Miljøstyrelsen.

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

Heijden CA van der, Mulder HCM, de Vrijer F, Woutersen RA, Davis PB, Vink GJ, Heijna-Merkus E, Janssen PJCM, Canton JH, van Gestel CAM (1988): Integrated criteria document. Toluene effects. Appendix to report 758473010, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands.

Heitmüller PT et al. (1981): *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 27(5): 596-

- Hille E (1977): Bestehen Beziehungen zwischen den Geruchsschwellenwerte und den Immissionsgrenzwerten chemischen Substanzen?. Staub-Reinh. Luft 37: 199-201.
- HSDB (2002): Hazardous Substances Databank, a database of the National Library of Medicine's TOXNET system (<http://toxnet.nlm.nih.gov>).
- Hutchinson TC, Hellebust JA, Tam D, Mackay D, Mascarenhas RA, Shiu WY (1980): The correlation of the toxicity to algae of hydrocarbons and halogenated hydrocarbons with their physical-chemical properties. Environ. Sci. Res. 16: 577-586.
- IARC (2000): IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol 77. Some industrial chemicals. IARC Lyon, France.
- IPCS (1996): Ethylbenzene. Environmental Health Criteria 186. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- IPCS (1997): Xylenes. Environmental Health Criteria 190. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Jelnes JE (1994): Rapport om toluen i dybtrykte brochurer / kataloger. Hovedrapport og bilagsrapport. Dansk Teknologisk Institut, Miljøteknik. November 1994.
- Jensen LK, Larsen A, Frost L, Funch LW (1999 a): Emission of volatile organic compounds from wood and wood-based materials. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 15/1999. Miljøstyrelsen.
- Jensen LK, Larsen A, Frost L, Funch LW (1999 b): Emission of volatile organic compounds from wood and wood-based materials : Appendices. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 16/1999. Miljøstyrelsen.
- Karlberg AT, Lindell B (1993): Limonen. Nordiska Expertgruppen för Gränsvärdesdokumentation, 107 Limonen. Arbete och Hälsa 1993:14. Arbetsmiljöstiftelsen, National Institute of Occupational Health, Solna, Sweden.
- Karlberg AT, Magnusson K, Nilsson U (1992): Air oxidation of d-limonene (the citrus solvent) creates potent allergens. Contact Dermatitis 26(5): 332-40
- Kimura ET, Ebert DM, Dodge PW (1971). Acute toxicity and limits of solvent residue for sixteen organic solvents. Toxicol Appl Pharmacol, 19, 699-704.
- Kübler R. 1993. Printing inks Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Vol. 22. VCH Publ. Inc. Weinheim, Germany.
- Moles A, Bates S, Rice SD, Korn S (1981): Reduced growth of Coho salmon fry exposed to two petroleum components, Toluene and naphthalene in fresh water. Transactions A. Fish. Soc. 110: 430-436.

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

Lauritsen KB (1991): Renere teknologi i den grafiske branche. Miljøprojekt nr. 169. Miljøstyrelsen.

Lewis RJ (1996): Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.

Li J, Perdue EM; Physicochemical Properties of Selected Monoterpenes. Preprint Extended Abstract, Presented Before The Division of Environmental Chemistry, Amer Chem Soc, Anaheim, Ca: April 2-7 (1995)

Lund E, Wallström PB (1999): Miljøparametre ved flexografisk trykning. Miljøprojekt nr. 481. Miljøstyrelsen

Lundberg P, ed. (1998): Butylacetater. Vetenskapliga underlag för hygieniska gränsvärden 19. Arbete och Hälsa 24:1998, p.20-26. Arbetslivsinstitutet, Solna, Sverige.

MAK (2000): MAK- und BAT-Werteliste 2000. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologisches Arbeitsstofftoleranzwerte. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitteilung 36. Wiley-VCH, Weinheim.

Massaldi HA, King CJ (1973): Simple technique to determine solubilities of sparingly soluble organics: solubility and activity coefficients of *d*-limonene, *n*-butylbenzene, and *n*-hexyl acetate in water and sucrose solutions. J. Chem. Eng. Data. 18(4): 393-397.

Matzke UD (1993): Geruchsbelastung und ihre immisionsschutzrechtliche Bedeutung UWSF. Z. Umweltchem. Ökotox. 5: 112-113.

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

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

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

Miljøstyrelsen (2002): B-værdivejledningen. Oversigt over B-værdier. Vejledning fra Miljøstyrelsen, 2/2002. Miljøstyrelsen

Moles A, Bates S, Rice SD, Korn S (1981): Reduced growth of Coho salmon fry exposed to two petroleum components, Toluene and naphthalene in fresh water. Transactions A. Fish. Soc. 110: 430-436.

Moskowitz HR, Dravnieks A, Cain WS, Turk A (1974): Standardised procedure for expressing odor intensity. Chem. Sens. Flavor. 1: 235-237.

- Mølhav L (1980): Anvendelse af lugtesansen til måling af lugte. Miljøprojekt nr. 20. Miljøstyrelsen.
- Niederlehner BR, Cairns J, Smith EP (1998): Modeling acute and chronic toxicity of nonpolar narcotic chemicals and mixtures to *Ceriodaphnia dubia*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 39: 136-146.
- NIOSH (1997): NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. DHHS (NIOSH) Publication No. 97-140. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
- Petersen MV, Skjærbæk S (1998): Industriprodukters miljø og sundhedseffekter. Miljøprojekt nr. 382. Miljøstyrelsen.
- Piotrowski J (1967). Quantitative estimate of the absorption of toluene in people (In Polish with English summary). *Med. Pracy.* 18; 213-223.
- Riddick JA, Bunger WB, Sakano TK (1985): *Techniques of Chemistry 4th ed., Volume II. Organic Solvents.* New York, NY: John Wiley and Sons.
- Riihimäki V, Pfäffli P (1978). Percutaneous absorption of solvent vapors in man. *Scand J Work Environ Health*, 4, 73-85.
- Sanemasa I, Araki M, Deguchi T, Nagai H (1982): Solubility measurements of benzene and the alkylbenzenes in water by making use of solute vapor. *Bull. Chem. Soc. Jpn* 55: 1054-1062.
- Silfverberg E, Sørensen ET (1998): Vurdering af UV-hærdende trykfarver og –lakker i et samlet miljøperspektiv. Miljøprojekt nr. 439. Miljøstyrelsen
- Smyth HF, Carpenter CP, Weil CS, Pozzani UC, Striegel JA, Nycum JS (1969). Range-finding toxicity data: List VII. *Am Ind Hyg Assoc J*, 30: 470-6.
- Steinhagen WH and Barrow CS (1984): Sensory irritation structure-activity study of inhaled aldehydes in B6C3F1 and Swiss-Webster mice. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 72(3): 495-503
- TGD (1996): Technical guidance document in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on risk assessment for existing substances. Office for Official Publications of the European Communities. Brussels, Luxembourg.
- TGD (2002): Revision of TGD 1996. Draft, May 2002. European Commission – Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau
- Thomsen KG (1990): Allergi- og overfølsomhedfremkaldende stoffer i arbejdsmiljøet. AMI rapport nr. 34/1990. Arbejdsmiljøinstituttet, Arbejdstilsynet.
- Tønning K (2000): Indsamling af papir til genanvendelse fra husholdninger. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2000. Miljøstyrelsen
- Ullmann (1993): Printing ink. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5th Ed. VCH Verlagsgesellschaft.

US-EPA (1990): Toxicity of eight terpenes to fathead minnows (*Pimephales promelas*), daphnids (*Daphnia magna*) and algae (*Selenastrum capricornutum*). ASci Corporation and US Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Duluth. USA.

Verschuere K (1996): Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 3rd ed. NY,NY: Van Nostrand Reinhold (1996)

Viganò L (1993): Reproductive strategy of *Daphnia magna* and toxicity of organic compounds. Water Res. 27: 903-909.

VOCBASE (1996): Odour thresholds, mucous membrane irritation thresholds and physico-chemical parameters of volatile organic compounds. Arbejdsmiljøinstituttet, Danmark.

WHO (1993): Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Environmental Health Criteria No. 32. World Health Organisation, Geneva.

Wolkoff P, Nielsen PA (1996): A new approach for indoor climate labelling of building materials. Emission testing, modelling and comfort evaluation. Atmos. Environ. 30: 2679-2689.

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

BILAG 1 Liste over tryksager i screeningsundersøgelsen

Til screeningen stillede følgende trykkerier de nævnte tryksager til rådighed for undersøgelsen

Table B.1 Trykkerier og tryksager som har været med i screeningsundersøgelsen

Trykkeri	Tryksag navn	Type	Trykform
Aller Tryk A/S	Femina	Ugeblad	Offset, heatset
Aller Tryk A/S	Kryds journalen	Ugeblad	Offset, heatset
Berger Plus A/S	Kvickly	Reklame	Dybtryk
Berger Plus A/S	BR Legetøj	Reklame	Offset, Heatset
Berger PlusA/S	Føtex	Reklame	Dybtryk
Egmont Magasiner A/S	Her & Nu	Ugeblad	Dybtryk
Graphx A/S	Bo Concept	Reklame	Offset, heatset
Graphx A/S	Silvan	Reklame	Offset, heatset
Graphx A/S	Illustreret Videnskab	Medlemsblad	Offset, heatset
Graphx A/S	PC Planet	Medlemsblad	Offset, heatset
Graphx A/S	SID Bladet	Medlemsblad	Offset, heatset
IWACO A/S	Medicin etiket	Etiket	Flexotryk med UV farver
IWACO A/S	Grå etiket	Etiket	Flexotryk med UV farver
K. Larsen & Søn A/S	Månedsmagasinet	Medlemsblad	Offset, arktryk
K. Larsen & Søn A/S	Natur og Miljø	Medlemsblad	Offset, arktryk
K. Larsen & Søn A/S	Handicap Nyt	Medlemsblad	Offset, arktryk
Luna Tryk	Ingen navn	Reklame	Offset, arktryk
Paritas A/S	IN-FOA-TION	Medlemsblad	Offset, arktryk
Paritas A/S	CVU	Reklame	Offset, arktryk
Paritas A/S	Tråden	Reklame	Offset, arktryk
Paritas A/S	Prisliste	Reklame	Offset, arktryk

Bilag 2 Liste over kemiske stoffer fundet tryksager ved screening

Resultater fra screening af kemiske flygtige organiske forbindelser i 21 tryksager værdierne er i arealprocenter på chromatogrammerne. Hvis stoffet er inkluderet i andet stof er det markeret "in +ID nr." og gult

ID nr.:	Component	CAS no.:	1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Syrer																							
1	p-tert-butyl-benzoesyre	98-73-7			0,5																		
Alkoholer																							
2	1-Ethylcyclopropanol	57872-31-8													in 6								
3	2-propyl-1-pentanol	58175-57-8															in 10	in 10					in 10
4	1,3-butan-diol (=1,3-butylene glycol)	107-88-0																	7				
5	1-Butanol	71-36-3	1,3	1,7	7,1	1,2				<0,1		0,4	0,9				0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5
6	1-Penten-3-ol	616-25-1								0,1	0,3	0,1	0,5	0,4	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3
7	1-Propanol	71-23-8																					<0,1
8	1-Propoxy-2-propanol	1569-01-3															0,3						
9	2-butanol	78-92-2													<0,1								
10	2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7			13,4						7		6,3				2,8	2,5				1	0,4
11	2-Hexanol	626-93-7			4,6																		
12	2-Methyl-2-propanol	75-65-0			1	0,8												0,3					0,1
13	2-Propanol (isopropyl alcohol)	67-63-0			2,5	0,9	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1				5	0,6				0,4			0,3
14	4-Methyl-2-pentanol	108-11-2				0,2																	
15	Ethanol	64-17-5															0,2	0,2	0,4	0,1		1,6	<0,1
16	Pentanol	71-41-0	0,5							<0,1		1,1	0,4	1			0,6	0,7	0,6	0,3	0,3	0,4	0,6
17	1,1-Methylethoxy-2-propanol [=1-Isopropoxy-2-propanol]	3944-36-3																				0,3	
18	1-Octen-3-ol	3391-86-4													0,5								
19	butyleret hydroxytoluen (= 2,6-di-tert-butyl-p-cresol)	128-37-0					0,9																
Aldehyder																							
20	2-butenal (=crotonaldehyde)	4170-30-3																					<0,1
21	2-Methylpropanal	78-84-2										0,7					0,3	0,6	in 25	in 25			0,3
22	3-Methylbutanal /	590-86-3	1,2																				
23	4-Methylhexanal	41065-97-8													0,9								
24	2-n-Butylacrolein	1070-66-2										0,3											
25	Butanal	123-72-8		0,9													<0,1			0,6	0,5	0,9	0,3
26	Heptanal	111-71-7	0,7	0,6					<0,1	<0,1	0,4	1	0,7	1,7	<0,1	<0,1	0,7	0,9		0,5		0,4	0,5
27	Hexanal	66-25-1	11,8	12,3	1,2	0,9		0,9	0,2	2,2	2,2	3,5	18	8,5	<0,1	0,6	5	8,3	10,7	4,2	2,6	4,4	4
28	Nonanal	124-19-6	0,8	0,8											1,8								
29	Octanal	124-13-0																in 80					1
30	Pentanal	110-62-3	in 22	1,9				0,1				0,1	3,8				0,9	2,4	2,5	4,1	4,5		2,6
31	Propanal	123-38-6																		1,5	1,3		
32	(E)-2-Butenal	123-73-9																		0,1			
33	2-Heptenal	57266-86-1											0,4		1							0,5	0,3

ID	Component		1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
nr.:		CAS no.:																					
34	2-Hexenal	505-57-7																		0,2			0,1
35	2-Octenal	2548-87-0													2,4								
36	2-Pentenal	1576-87-0											0,3							0,2	0,2	0,2	0,2
37	2-Propenal (= Acrolein)	107-02-8																					<0,1
38	Benzaldehyde	100-52-7			2,4	0,7	1,5						2,8							0,2	0,9		0,3
Esterer																							
39	2-Ethylhexyl-2-ethylhexanoat	7425-14-1											6,2										
40	2-Methyl-propansyre, 2-methyl-propylester (=isobutylisobutyrat)	97-85-8				2,3																	
41	Butylacetat	123-86-4				5	0,3																
42	Dodecansyre, 1-methyl-ethyl-ester	10233-13-3												7,2									
43	eddikesyre, 2-ethylhexylester (= 2-Ethylhexyl acetate)	103-09-3				9,8	24,5																
44	Ethylacetat	141-78-6					0,2																
45	Oktansyre, methylester	111-11-5	0,4	0,5																			
46	Propansyre butylester (=butylpropionat)	590-01-2				5,7	0,6																
47	Benzoesyre methylester	93-58-3					1,9																
48	Dibutylphthalat	84-74-2								<0,1													
49	2-Propensyre, 6-methylheptylester	54774-91-3				0,6																	
50	Di-n-butylether	142-96-1				11,6	0,8																
51	2-Butoxyethanol (=butylglycol)	111-76-2									1												
Alifatiske kulbrinter, mættede, umættede og cykliske																							
52	C8 - C12 alifatiske kulbrinter							40		52	42	37	55	36			75	32	70	41	27	68	25
53	C11 - C18 alifatiske kulbrinter								98,8														
54	C11 - C20 alifatiske kulbrinter													41		68							60
55	C12 - C18 alifatiske kulbrinter							56		41	46	57											
56	C12 - C19 alifatiske kulbrinter																12	49	6	43	58	14	
57	C13 - C18 alifatiske kulbrinter														70								
58	Dimethylphenol (ikke med i screening)	526-75-0																					
59	2-Hexenal (E)	6728-26-3											0,2								0,2		
60	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadien	61142-36-7													0,2								
61	3-Methylen-heptan	1632-16-2					6,7																
62	C8 H16, Ethylcyclohexane	1678-91-7			0,5																		
63	Decan	124-18-5		0,3	0,7		0,8																
64	Dodecan	112-40-3			0,8																	1	
65	Heptan	142-82-5			0,6								0,2							<0,1			<0,1
67	Hexadecan	544-76-3												<0,1									
68	Hexylcyclopentan	4457-00-5					0,2																
69	Nonane	111-84-2			0,4		0,3																
70	Octan	111-65-9		<0,1	1,3								0,1							0,1			0,1

ID	Component		1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
nr.:		CAS no.:																					
71	Pentadecan	629-62-9											1	<0,1									
72	Pentan	109-66-0																	0,3				
73	Tetradecan	629-59-4											0,8	<0,1									
74	Tridecan	629-50-5											0,6										
75	Undecan	1120-21-4		0,4	1,3																		
76	C12 H18, fx 1,2-bis(ethylmethyl)-benzene 577-55-9 / 1441-56-4	577-55-9			0,4																		
77	1,1-Dimethyl-2-propylcyclohexan	81983-71-3											1,4										
78	1-Butoxy-2-ethylhexan	1000139-90-4					1																
79	2-Ethylfuran	3208-16-0								<0,1	0,4		0,3		0,2		0,2	0,3	5,3	0,4		0,4	
80	2-Pentylfuran	3777-69-3	0,7	1,1						<0,1			1,8		3,2		0,1	1,3					in 29
81	2-Propenylbenzen	300-57-2		in 84																			
82	C15 H24, Cyclohexan, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-	515-13-9	1,5	2,2																			
83	C8H16:1,3-Dimethylcyclohexane	638-04-0			in 84																		
84	1,4-Dimethylcyclohexane	589-90-2			2,5																		
85	C8 H16, Dimethylcyclohexane (589-90-2 / 638-04-0 / 591-21-9)	591-21-9			1,1																		
86	C9 H18, 1,1,3-Trimethylcyclohexane	3073-66-3			0,7																		
87	Cyclohexanmethanol	5114-00-1	0,7	0,8																			
88	2,3-Dimethyl-1-penten	3404-72-6																	0,3				
89	2-methyl-2,4-hexadien	28823-41-8												in 103									
90	3-Methyl-2,4-hexadien	28823-42-9									in 79					<0,1							
91	3-methyl-4-decen	62338-47-0				0,8	35																
92	3-propoxy-1-propen	1471-03-0								0,1				0,7	4,8							1	
93	4,7-Methano-1H-indene, octahydro	6004-38-2				1																	
94	4-ethyl-3-octen	53966-51-1						<0,1															
95	4-methyl-1,4-hexadien	1116-90-1												in 103									
96	6-Dodecene	7206-17-9				1,2																	
97	C12 H24 2 stk, fx 4-dodecen 2030-84-4, or 7206-28-2, 7206-15-7	2030-84-4					1																
98	Decene, fx	7433-56-9						<0,1															
99	Nonen	124-11-8														<0,1							
100	2,4,4-Trimethyl-1-penten	107-39-1																					<0,1
101	Methylcyclohexan	108-87-2				0,3																	
102	Tetramethylcyclohexane	1000144-07-3			0,5																		
103	4-Methylcyclohexen	591-47-9												0,5							0,3		0,3
104	4-trimethyl-3-Cyclohexen-1-methanol (S) (alfa-terpineol)	10482-56-1	in 144	in 144																			
109	Methylethylcyclohexen	3983-08-2																			0,4		
	Aromatiske kulbrinter																						
110	1-Methyl-indan	767-58-8			1,6																		
111	Benzen	71-43-2									0,2												

ID	Component		1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
nr.:		CAS no.:																								
112	C10 H14 aromatiske kulbrinter (3 stk) fx 535-77-3, 99-87-6 methylisopropylbenzin,)				2,6																					
113	C15 H24, fx: Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	483-76-1	<0,1	0,7																						
114	C15 H24, Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-	39029-41-9	0,7	0,8																						
115	C9 H12 aromatiske kulbrinter				3,1		9,4																			
116	C9 H12 aromatiske kulbrinter			0,7		9,2																				
117	C9 H12, fx 98828 isopropylbenzene (cumen)	98-82-8																	0,5							
118	Cyclopropylbenzen	873-49-4				1,1	0,9																			
119	Ethylbenzen	100-41-4																								
120	Naphthalen	91-20-3			0,1	0,5	1																			
121	Styrene	100-42-5			0,5			0,1			0,2									0,9						
122	Toluen	108-88-3	29,8	17,6	25	1,7	1,3	0,2	<0,1	<0,1	0,1	0,3				0,1							<0,1			
123	Xylener	1330-20-7	2,1	3,2	12,6											<0,1										
124	1-Ethyl-2-methylbenzen (= 2-methylstyren)	611-15-4			1																					
125	Dichloromethane	75-09-2																		1,8						
126	Pyrazin	290-37-9									<0,1															
127	C15 H24, 2H-2,4a-Methanonaphthalene, 1,3,4,5,6,7-hexahydro-1,1,5,5-tetramethyl-, (2S)-	1135-66-6	1	1,2	2,4		1,3																			
Ketoner																										
128	3-Methyl-4-heptanone	15726-15-5				1,2	0,2																			
129	1-Methoxy-2-propanon (methoxyacetone)	5878-19-3												0,3				0,5	0,7		0,4					
130	1-Penten-3-on	1629-58-9																		0,1				<0,1		
131	2,6-dimethylcyclohexanon	2816-57-1								<0,1																
132	2-heptanon	110-43-0															0,5		0,5			0,2	0,2			
133	2-Hexanon	591-78-6										0,2	0,2				0,1			0,1			0,1			
134	2-Propanone (Acetone)	67-64-1	4,8	3,9	1			0,4	0,1			0,4	1		4	0,4	1,1	1,7	2,2			2	1			
135	3-Buten-2-on	78-94-4																						<0,1		
136	3-Heptanon	106-35-4											0,2							0,2				0,1		
137	4-Heptanon	123-19-3				0,5																				
138	Butanon	78-93-3									0,1					<0,1				0,4		0,2	0,4			
139	cyclohexanon	108-94-1								0,1					0,6											
Terpener, terpenoider																										

ID	Component		1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
nr.:		CAS no.:																					
140	4-trimethyl-Cyclohexanemethanol, ,alpha,,alpha,,	498-81-7		in 87																			
141	C15 H24, 1,4-Methanoazulene, decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene- [Longifolene:terpene]	475-20-7	17	23,7	5,8	8,5	8,1																
142	C15 H24, alfa-Caryophyllen	6753-98-6	0,5	0,7																			
143	Terpen, C10 H16, fx:	508-32-7	<0,1	0,5												28							
144	4-trimethyl-3-cyclohexen-1-methanol (=alpha Terpeneol)	98-55-5	0,6	0,9																			
145	1,4-cyclohexadien, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- [=gamma-terpinene]	99-85-4								<0,1													
146	beta-Pinen	127-91-3	0,7	0,9																			
147	Borneol	507-70-0		0,2			0,4																
148	Camphen	79-92-5	1,5	2,1	2,6																		
149	D-limonen	5989-27-5	1,3	1,9	0,9																		
150	l-alfa-Pinen	7785-26-4	4,8	6,7	1,9																		
105	C15 H24, 1,2,4-Methenoazulene, decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-,	1137-12-8	2,4	3,3	3,3	5,4	7,9																
106	C15 H24, 1,4-methano-1H-indene, Octahydro-4-methyl-8-methylen-7-(1-methylethyl)-	3650-28-0	0,5	0,6																			
107	C15 H24, Copaen [Tricyclo(4.4.0.02.7)dec-3-ene, 1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-]	3856-25-5	1,9	2,6																			
108	C15 H24, Tricyclo(5.4.0.02.8)undec-9-en, 2,6,6,9-tetramethyl	5989-08-2	1,2	1,6																			
Diverse																							
151	C10 H14 (fx:Benzen, 1-ethyl-3,5-dimethyl-)	934-74-7					0,2																
152	C10 H14 (4 komponenter)			2,9																			
153	C10 H14 + C12 H22				1																		
154	C10 H20								0,8														
155	C10 H20 / Indan fx 86869-76-3 / 95-13-6				0,4																		
156	C11 H22, fx 81983-71-3	81983-71-3			0,6																		
157	C12 H18, fx 1,3-bis(methylethyl)-benzene 99-62-7 / 98-19-1	99-62-7			0,5																		
158	C12 H24 5 komponenter											6											
159	C15 H24,	30021-74-0	in114	in114																			
160	C15 H24, fx 1000109-88-1 / 88-84-6				0,4																		
161	C15 H24, alfa-Cubeben	17699-14-8	in107	in107																			
162	C9 H12 / C10 H14 (3 komp)		1,5																				

ID	Component		1	3	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
nr.:		CAS no.:																					
163	C9 H18				0,4																		
164	Cycloisosativene	1000109-88-1				0,8																	
165	Methoxyphenyloxim	1000222-86-6																			0,2		
166	N-methylthioformamid	1000196-87-7						<0,1															
	SUM		56,4	54,7	66,4	86,4	99,3	97,5	99,1	95,6	99,7	98,7	102,5	96,4	93,1	69,3	98,8	99,4	107,7	97,6	97,8	93,8	96,9
	ANTAL		18	25	26	22	24	9	7	11	13	8	22	15	16	11	15	16	18	20	15	16	27

Bilag 3 Alfabetisk liste over fundne kemiske stoffer

Tabellen viser alle de kemiske stoffer der er fundet i undersøgelsen. De identificerede stoffer er i alfabetisk orden, nederst i tabellen er angivet uidentificerede grupper med stofforslag, dvs. nærmest lignende struktur.

Total liste over flygtige organiske stoffer fundet i screening og måling

Type: kemisk gruppe
 Klassifikation: Dansk klassifikation efter "Listen over farlige stoffer" (Miljøministeriet 2002),
 TLV: Grænseværdier, uspecificerede efter (Arbejdstilsynet 2002), t: midlertidig værdi, i parentes hvor værdien er fra, f.eks. (D)=MAK og (US) = NIOSH eller ACGIH værdier, EU = Dir. 2000/39/EC
 LCI: laveste koncentration af interesse
 B-værdi: Bidragsværdi efter (Miljøstyrelsen 2002)
 Lugt: Lugtgrænseværdi (VOCBASE 1996)
 M-form: molekylformel
 MW: molekylvægt
 VP: Damptryk
 Kursiv: Angiver at værdien er estimeret med QSAR

Kemisk stof	CAS no.:	Type	Klassifikation	TLV mg/ m ³	LCI µg/ m ³	B-værdi mg/ m ³	Lugt µg/ m ³	M_form	MW g/mol	VP Pa
Acetaldehyde (ikke med i screening)	75-07-0	aldehyde sat	Fx;R12 Xi;R36/37 Carc3;R40	45	5200	0.02	340	C2 H4 O	44.05	120236
Benzaldehyde	100-52-7	aldehyde unsat	Xn;R22		1200		190	C7 H6 O	106.12	71
Benzen	71-43-2	HC arom	Carc1;R45 F;R11 T;R48/23/24/25 (29.ATP: F;R11 Carc1;R45 Mut1;R46 T;R48/23/24/25 Xn;R65 Xi;R36/38	1.6		0.005	32500	C6 H6	78.11	12637
Benzoesyre methylester	93-58-3	ester					600	C8 H8 O2	136.15	50.65
Borneol	507-70-0	terpene mono-					14	C10 H18 O	154.25	0.06
Butanal	123-72-8	aldehyde sat	F;R11		2800	0.001	28	C4 H8 O	72.11	14796
1,3-butan-diol (1,3-butylene glycol)	107-88-0	alcohol ali.						C4 H10 O2	90.12	2.67
1-Butanol	71-36-3	alcohol, ali.	R10 Xn;R22 Xi;R37/38/41 R67	150	200	0.2	90	C4 H10 O	74.12	893
2-Butanol	78-92-2	alcohol ali.	R10 Xi;R36/37 R67	150		0.7	3300	C4 H10 O	74.12	893
Butanon	78-93-3	ketone	F;R11 Xi;R36 R66 R67	145	1000	1	870	C4 H8 O	72.11	12076
2-Butenal (=crotonaldehyde)	4170-30-3	aldehyde	F;R11 T;R24/25 Tx;R26 Xi;R37/38-41 Xn;R48/22 Mut3;R68 N;R50	6		0.02	390	C4 H6 O	70.09	3999
(E)-2-Butenal	123-73-9	aldehyde unsat	F;R11 T;R24/25 Tx;R26 Xi;R37/38-41 Xn;R48/22 Mut3;R68 N;R50	6		0.02	390	C4 H6 O	70.09	3999
3-Buten-2-on	78-94-4	ketone					570	C4 H6 O	70.09	
2-Butoxyethanol (=butylglycol)	111-76-2	glycol, -ether, -ester	Xn;R20/21/22 Xi;R36/38	98		0.04	5	C6 H14 O2	118.18	117
1-Butoxy-2-ethylhexan	1000139-90-4	HC ali. sat/cyclic								
Butylacetat	123-86-4	ester	R10 R66 R67	710	2700	0.1	47	C6 H12 O2	116.16	1070
2-n-Butylacrolein	1070-66-2	aldehyde sat						C7 H12 O	112.17	928

Kemisk stof	CAS no.:	Type	Klassifikation	TLV mg/ m ³	LCI µg/ m ³	B-værdi mg/ m ³	Lugt µg/ m ³	M_form	MW g/mol	VP Pa
p-tert-Butyl-benzoesyre	98-73-7	acid						C11 H14 O2	178.28	0.01
Butyleret hydroxytoluen (= 2,6-di-tert-butyl-p-cresol)	128-37-0	alcohol arom		10		0.01		C15 H24 O	220.36	0.69
Camphen	79-92-5	terpene mono-		140	250		28000	C10 H16	136.24	333
1,4-cyclohexadien, 1-methyl-4-(1-methylethyl) [=gamma-terpinene]	99-85-4	terpen mono-		140	250		1500	C10 H16	136.24	145
Cyclohexanmethanol	5114-00-1	HC ali. sat/cyclic						C10 H20 O	156.27	
cyclohexanon	108-94-1	ketone	R10 Xn;R20	40	2300	0.1	83	C6 H10 O C15 H24	98.15 204.36	577
Cycloisosativene (99%) or cycloisosative (1000157- 67-1 (98%), 88-84-6 (90%))	1000109-88-1									
Cyclopropylbenzen	873-49-4	HC arom						C9 H10	118.18	174
Decan	124-18-5	HC ali. sat		250	2000		4400	C10 H22	142.29	190
Decene, fx	7433-56-9	HC ali. unsat						C10 H20	140.27	271
Di-n-butylether	142-96-1	ether	R10 Xi;R36/37/38 (+29ATP: R52/53)				30	C8 H18 O	130.23	801
Dibutylphthalat	84-74-2	ester (phthalate)	Rep2;R61 Rep3;R62 N;R50	3		0.01		C16 H22 O4	278.53	0.003
Dichloromethane	75-09-2	chlor.HC	Carc3;R40	122		0.02	3420	C H2 Cl2	84.93	57985
2,6-Dimethylcyclohexanon	2816-57-1	ketone						C8 H14 O	126.2	221
2,3-Dimethyl-1-penten	3404-72-6	HC ali. unsat						C7 H14	98.19	10810
Dimethylphenol (ikke med i screening)	526-75-0	HC alif. cyclic	T;R24/25 C;R34 N;R51/53				4	C8 H10 O	122.17	12
1,1-Dimethyl-2-propylcyclohexan	81983-71-3	HC ali. sat/cyclic								
Dodecan	112-40-3	HC ali.sat.				1	14500	C12 H26	170.34	18
Dodecansyre, 1-methyl-ethyl-ester	10233-13-3	ester						C15 H30 O2	242.41	0.36
6-Dodecene	7206-17-9	HC ali. unsat						C12 H24	168.33	21
Eddikesyre, 2-ethylhexylester (= 2-Ethylhexyl acetate)	103-09-3	ester			1100		2300	C10 H20 O2	172.27	30
Ethanol	64-17-5	alcohol ali.	F; R11	1900		5	280	C2 H6 O	46.07	7904
Ethylacetat	141-78-6	ester	F;R11 Xi;R36 R66 R67	540	5000	1	2410	C4 H8 O2	88.11	12423
Ethylbenzen	100-41-4	HC arom	F;R11 Xn;R20	217	4300	0.5	2000	C8 H10	106.17	1279
1-Ethylcyclopropanol	57872-31-8	alcohol								
2-Ethylfuran	3208-16-0	HC ali. sat/cyclic						C6 H8 O	96.13	7024
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	alcohol ali.		270(D)	1000		500	C8 H18 O	130.23	18
2-Ethylhexyl-2-ethylhexanoat	7425-14-1	ester								
1-Ethyl-2-methylbenzen (= 2-methylstyren)	611-15-4	HC arom.	Xn;R20 N;R51/53	120	0,1 t		49000	C9 H10	118.18	246
3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadien	61142-36-7	HC ali.sat						C9 H16	124.23	
4-Ethyl-3-octen	53966-51-1	HC ali. unsat						C10 H20	140.27	
Formaldehyd (ikke med i screening, men i kvantitativ analyse)	50-00-0	aldehyde sat	Carc3;R40 R43 C;R34 T;R23/24/25	0,4	100	0.01	1100	C H2 O	30.03	518537
Heptan	142-82-5	HC ali. sat	F;R11 Xi;R38 Xn;R65 R67 N;R50/53	820	8000	1	41000	C7 H16	100.21	6131

Kemisk stof	CAS no.:	Type	Klassifikation	TLV mg/ m ³	LCI µg/ m ³	B-værdi mg/ m ³	Lugt µg/ m ³	M_form	MW g/mol	VP Pa
Heptanal	111-71-7	aldehyde sat			3100		23	C7 H14 O	114.19	469
2-heptanon	110-43-0	ketone	R10 Xn;R20/22	238	2300	0.1	680	C7 H14 O	114.19	513
3-Heptanon	106-35-4	ketone	R10 Xn;R20 Xi;R36	95	2300		nv	C7 H14 O	114.19	346
4-Heptanon	123-19-3	keton	R10 Xn;R20	230				C7 H14 O	114.19	815
2-Heptenal	57266-86-1	aldehyde unsat			2			C7 H12 O	112.17	
Hexadecan	544-76-3	HC ali.sat						C16 H34	226.45	0.19
Hexanal	66-25-1	aldehyde sat		175(US)	3400		58	C6 H12 O	100.16	1506
2-Hexanol	626-93-7	alcohol ali.					3200	C6 H14 O	102.18	331
2-Hexanon	591-78-6	ketone	R10 T;R48/23 Rep3;R62 R67	4		0.3	700	C6 H12 O	100.16	1546
2-Hexenal	505-57-7	aldehyde unsat						C6 H10 O	98.15	
2-Hexenal (E)	6728-26-3	HC ali.sat					130	C6 H10 O	98.15	
Hexylcyclopentan	4457-00-5	HC ali. sat						C11 H22	154.3	59
d-Limonen	5989-27-5	terpene mono-	R10 Xi;R38 R43 N;R50/53	140	300		2500	C10 H16	136.24	191
4,7-Methano-1H-indene, octahydro	6004-38-2	HC ali. unsat						C10 H16	136.24	
Methoxyphenyloxim	1000222-86-6									
1-Methoxy-2-propanon (methoxyacetone)	5878-19-3	ketone						C4 H8 O2	88.12	
3-Methylbutanal /	590-86-3	aldehyde					2	C5 H10 O	86.13	6665
Methylcyclohexan	108-87-2	HC	F;R11 Xi;R38 Xn;R65 R67	805	8000	1	200000	C7 H14	98.19	6131
		ali.unsat/cycl	N;R51/53				0			
4-Methylcyclohexen	591-47-9	HC						C7 H12	96.17	5145
		ali.unsat/cyclic								
3-methyl-4-decen	62338-47-0	HC ali. unsat						C11 H22	154.3	179
3-Methylen-heptan	1632-16-2	HC ali. sat						C8 H16	112.22	2626
1,1-Methylethoxy-2-propanol [=1-Isopropoxy-2-propanol]	3944-36-3	alcohol ali.		480 t				C6 H14 O2	118.18	361
Methylethylcyclohexen	3983-08-2	unsat								
		HC ali.								
		unsat/cyclic								
3-Methyl-4-heptanone	15726-15-5	keton		53 (EU)				C8 H16 O	128.22	573
2-Methyl-2,4-hexadien	28823-41-8	HC ali. unsat						C7 H12	96.17	3572
3-Methyl-2,4-hexadien	28823-42-9	HC ali. unsat						C7 H12	96.17	4798
4-Methyl-1,4-hexadien	1116-90-1	HC ali.unsat						C7 H12	96.17	6998
4-Methylhexanal	41065-97-8	aldehyde						C7 H12 O	114.19	802
1-Methyl-indan	767-58-8	HC arom						C10 H12	132.21	77
4-Methyl-2-pentanol	108-11-2	alcohol ali.	R10 Xi;R37	100			4700	C6 H14 O	102.18	706
2-Methylpropanal	78-84-2	aldehyde					123	C4 H8 O	72.11	23060
2-Methyl-2-propanol	75-65-0	alcohol ali.	F;R11 Xn;R20	150		1	71000	C4 H10 O	74.12	5558
2-Methyl-propansyre, 2-methylpropylester [=isobutylisobutyrat]	97-85-8	ester		590 t			1500	C8 H16 O2	144.22	577
N-methylthioformamid	1000196-87-7							C2 H7 N1 O S	94.14	43
Naphthalen	91-20-3	HC arom	Xn;R22 N;R50/53 (Carc3;R40 i 29ATP)	50		0.04	80	C10 H8	128.18	11
Nonanal	124-19-6	aldehyde sat			3100		14	C9 H18 O	142.24	49.3
Nonane	111-84-2	HC ali.sat.		1050	10000		6800	C9 H20	128.26	593.2
Nonen	124-11-8	HC ali.unsat						C9 H18	126.26	719.8

Kemisk stof	CAS no.:	Type	Klassifikation	TLV mg/ m ³	LCI µg/ m ³	B-værdi mg/ m ³	Lugt µg/ m ³	M_form	MW g/mol	VP Pa
Octan	111-65-9	HC ali.sat.	F;R11 Xi;R38 Xn;R65 R67 N;R50/53	935			28	C8 H18	114.23	1879.5
Octanal	124-13-0	aldehyde sat			3100		7	C8 H16 O	128.22	157.3
Oktansyre, methylester	111-11-5	ester						C9 H18 O2	158.24	72
2-Octenal	2548-87-0	aldehyde unsat			2		11	C8 H14 O	126.2	114
1-Octen-3-ol	3391-86-4	alcohol			16		16	C8 H16 O	128.22	31
		ali.unsat								
Pentadecan	629-62-9	HC ali.sat.						C15 H32	212.42	0.45
Pentan	109-66-0	HC ali.sat	Fx;R12 Xn;R65 R66 R67 N;R51/53	1500			96000	C5 H12	72.15	68516
Pentanal	110-62-3	aldehyde sat		175	3100		22	C5 H10 O	86.13	3466
Pentanol	71-41-0	alcohol, ali.	R10 Xn;R20	360	4300		20	C5 H12 O	88.15	293.2
2-Pentenal	1576-87-0	aldehyde unsat			2		690	C5 H8 O	84.12	2466
1-Penten-3-ol	616-25-1	alcohol ali.						C5 H10 O	86.13	1217
1-Penten-3-on	1629-58-9	ketone						C5 H8 O	84.12	5092
2-Pentylfuran	3777-69-3	HC ali. sat/cyclic					91	C9 H14 O	138.21	130
l-alfa-Pinen	7785-26-4	terpen mono-		140	250	0.05	3900	C10 H16	136.24	633.1
beta-Pinen	127-91-3	terpen mono-		140	250		36000	C10 H16	136.24	390.5
Propanal	123-38-6	aldehyde sat	F;R11 Xi;R36/37/38	47,5(US)	4300		14	C3 H6 O	58.08	42256
1-Propanol	71-23-8	alcohol ali.	F;R11 Xi;R41 R67	500		1	6000	C3 H8 O	60.1	2799
2-Propanol (isopropyl alcohol)	67-63-0	alcohol ali.	F;R11 Xi;R36 R67	490		1	1200	C3 H8 O	60.1	6051
2-Propanone (Acetone)	67-64-1	ketone	F;R11 Xi;R36 R66 R67	600	400	0.4	14000	C3 H6 O	58.08	30792
Propansyre butylester (=butylpropionat)	590-01-2	ester	R10					C7 H14 O2	130.19	589
2-Propenal (=Acrylaldehyde, Acrolein)	107-02-8	aldehyde unsat	F;R11 T;R24/25 Tx;R26 C;R34 N;R50	0.12	3	0.001	410	C3 H4 O	56.06	36524
2-Propensyre, 6-methylheptylester	54774-91-3	ester/acrylat						C11 H20 O2	184.28	20
2-Propenylbenzen	300-57-2	HC ali. sat/cyclic						C9 H10	118.18	403
1-Propoxy-2-propanol	1569-01-3	alcohol ali.		480 t				C6 H14 O2	118.18	226.6
3-Propoxy-1-propen	1471-03-0	HC ali. unsat						C6 H12 O	100.6	8104.6
2-Propyl-1-pentanol	58175-57-8	alcohol								
Pyrazin	290-37-9	N-HC arom						C4 H4 N2	80.09	1439.6
Styrene	100-42-5	HC arom	R10 Xn;R20 Xi;R36/38	105		0.2	160	C8 H8	104.15	853
Terpen, C10 H16, fx:	508-32-7	terpene		140				C10 H16	136.24	223
Tetradecan	629-59-4	HC ali. sat						C14 H30	198.4	1.55
Tetramethylcyclohexane	1000144-07-3	HC ali. sat/cycl						C10 H20	140.27	855.7
Toluen	108-88-3	HC arom	F;R11 Xn;R20 (29ATP: F;R11 Rep3;R63 XnR48/20-65 Xi;R38 R67)	94	400	0.4	7600	C7 H8	92.14	3785.7
Tridecan	629-50-5	HC ali. sat				1	17000	C13 H28	184.37	7.4
4-Trimethyl-cyclohexanemethanol, .alpha.,.alpha.,	498-81-7	terpene		140				C10 H20 O	156.27	6
4-Trimethyl-3-cyclohexen-1-methanol (=alpha Terpineol)	98-55-5	terpene alco.		140	250		12000	C10 H18 O	154.25	5.64

Kemisk stof	CAS no.:	Type	Klassifikation	TLV mg/ m ³	LCI µg/ m ³	B-værdi mg/ m ³	Lugt µg/ m ³	M_form	MW g/mol	VP Pa
4-Trimethyl-3-Cyclohexen-1-methanol (S) (= alfa-terpineol)	10482-56-1	HC ali. unsat/cyclic		140			240	C10 H18 O	154.25	5.6
2,4,4-Trimethyl-1-penten	107-39-1	HC ali. unsat.	F:R11 N;R51/53					C18 H18	112.22	5958.5
Undecan	1120-21-4	HC ali.sat				1	7800	C11 H24	156.31	54.9
Xylener	1330-20-7	HC arom	R10 Xn;R20/21 Xi;R38 (C afh)	109	100	0.1	4350	C8H10	106.17	1065
C8 - C12 alifatiske kulbrinter		HC ali.								
C8 H16 (2 komponenter) 1,3-Dimethylcyclohexane	638-04-0	HC ali.sat/cyclic						C8 H16	112.22	2346
C8 H16 (2 komponenter) 1,4-Dimethylcyclohexane	589-90-2	HC ali.sat/cyclic	F;R11 Xi;R38 Xn;R65 R67 N;R51/53					C8 H16	112.22	3025
C8 H16, Dimethylcyclohexane (589-90-2 / 638-04-0 / 591-21-9)	591-21-9	HC ali.sat/cyclic						C8 H16	112.22	234
C8 H16, Ethylcyclohexane	1678-91-7	HC ali. sat						C8 H16	112.22	1706
C9 H12 / C10 H14 (3 komp)										
C9 H12 aromatiske kulbrinter		HC arom								
C9 H12 aromatiske kulbrinter		HC arom								
C9 H12, fx 98828 isopropylbenzene (cumen)	98-82-8	HC arom	CumenR10 Xi;R37 Xn;R65 N;R51/53	100	1750	0.03	120	C9 H12	120.2	600
C9 H18										
C9 H18, 1,1,3-Trimethylcyclohexane	3073-66-3	HC ali. sat/cyclic						C9 H18	126.24	1440
C10 H14 (fx:Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl-)	934-74-7							C10 H14	134.22	137.3
C10 H14 (4 komponenter)								C10 H14	134.22	
C10 H14 + C12 H22										
C10 H14 aromatiske kulbrinter (3 stk) fx 535-77-3, 99-87-6 methylisopropylbenzin,)		HC arom		135			12	C10 H14	134.22	229
C10 H20										
C10 H20 / Indan fx 86869-76-3 / 95-13-6			indene	45						
C11 - C18 alifatiske kulbrinter		HC ali.								
C11 - C20 alifatiske kulbrinter		HC ali.								
C11 H22, fx 81983-71-3	81983-71-3									
C12 - C18 alifatiske kulbrinter		HC ali.								
C12 - C19 alifatiske kulbrinter		HC ali.								
C12 H18, fx 1,2-bis(ethylmethyl)-benzene 577-55-9 / 1441-56-4	577-55-9	Hc ali. Sat.cyclic						C12 H18	162.28	34.1
C12 H18, fx 1,3-bis(methylethyl)-benzene 99-62-7 / 98-19-1	99-62-7							C12 H18	162.28	52.4
C12 H24 2 stk, fx 4-dodecen 2030-84-4, or 7206-28-2, 7206-15-7	2030-84-4	HC ali. unsat								
C12 H24 5 komponenter										
C13 - C18 alifatiske kulbrinter		HC ali.								
C15 H24,	30021-74-0									
C15 H24, fx 1000109-88-1 / 88-84-6				140						
C15 H24, alfa-Caryophyllen	6753-98-6	terpene		140				C15 H24	204.36	2

Kemisk stof	CAS no.:	Type	Klassifikation	TLV mg/ m ³	LCI µg/ m ³	B-værdi mg/ m ³	Lugt µg/ m ³	M_form	MW g/mol	VP Pa
C15 H24, alfa-Cubeben	17699-14-8			140				C15 H24	204.36	6
C15 H24, Copaen [Tricyclo(4.4.0.02,7)dec-3-ene, 1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-]	3856-25-5	terpene		140						
C15 H24, Cyclohexan, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-	515-13-9	HC ali.sat/cyclic		140				C15 H24	204.36	12
C15 H24, 1,4-Methanoazulene, decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene- [Longifolene:terpene]	475-20-7	terpene		140				C15 H24	204.36	2.5
C15 H24, 1,2,4-Methenoazulene, decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-,	1137-12-8	terpene		140				C15 H24	204.36	11.4
C15 H24, 1,4-methano-1H-indene, Octahydro-4-methyl-8-methylen-7-(1-methylethyl)-	3650-28-0	terpene		140				C15 H24	204.36	8.5
C15 H24, 2H-2,4a-Methanonaphthalene, 1,3,4,5,6,7-hexahydro-1,1,5,5-tetramethyl-, (2S)-	1135-66-6	HV arom		140				C15 H24	204.36	5.4
C15 H24, fx: Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	483-76-1	HC arom		140				C15 H24	204.36	2.5
C15 H24, Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-	39029-41-9	HC arom		140				C15 H24	204.36	4.8
C15 H24, Tricyclo(5.4.0.02.8)undec-9-en, 2,6,6,9-tetramethyl SUM ANTAL	5989-08-2	HC ali. unsat/cyclic		140						
		124	44	53	38	36	29			

Teknologisk Institut
Miljø- og Affaldsteknik
Att.: Ole Chr. Hansen/Torben Eggert
Gregersensvej
2630 Taastrup

Analyserapport

over analyse udført ved Kemiteknik, Teknologisk Institut.

Opgave: MST-projekt: Kortlægning, afgivelse og vurdering af flygtige kemiske stoffer i tryksager.
Analyse af kul- og tenaxfiltre for indhold af flygtige organiske komponenter.
Analyse af DNPH-filtre for indhold af udvalgte aldehyder.

Prøvetagning: Rekvirenten

Prøvemodtagelse: 14. – 23. oktober 2002

Analyseperiode: 23. oktober - 11. november 2002

Bemærkninger: Resultaterne, prøvemærkning samt anvendt(e) metode(r) er anført på omstående side (r) og vedrører kun de(n) til analyse udtagne delprøve(r).
Resultaterne blev ligeledes meddelt på mail.

Analysen er udført i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår for rekvirerede opgaver. Analyserapporten må kun gengives i sin helhed. Anden gengivelse kræver Kemitekniks skriftlige tilladelse.

Kemiteknik, Taastrup

Eva Pedersen
Kemotekniker

Brian Christiansen
Laborant

Jakob Mossing
Cand. scient.

Analyseresultater for kul- og tenaxfiltre anført i µg total pr. filter

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 2 - Trykprincip Dybtryk

Komponent	CAS-nr.	29936-30 KF. 507	29936-31 KF. 510	29936-32 KF. 516	29936-33 TF. 508	29936-34 TF. 511	29936-35 TF. 517	LO D
1-Butanol	71-36-3	-	-	-	-	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Toluen	108-88-3	6300	5300	3200	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Oktan	111-65-9	2,4	3,3	2,8	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C9H12 aromatiske kulbrinte	Fx 98-82-8	1,0	1,6	1,8	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Naphthalen	91-20-3	*	-	-	2,3	1,7	1,6	0,2
Benzaldehyd	100-52-7	Ej bestemt	Ej bestemt	Ej bestemt	6,5/1,2	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
α-pinen	7785-26-4	3,2	3,5	3,6	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Camphen	79-92-5	3,4	4,6	4,9	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
D-Limonen	5989-27-5	2,2	3,4	3,9	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
2-Propenylbenzen	300-57-2				*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
2,3-Dimethylphenol	526-75-0	-	-	-	1,5	0,9	0,7	0,2
1-Methyl-indan	767-58-8	1,6	2,0	1,9				0,2
C15H24	1000109-88-1	1,8	1,4	2,2	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	1137-12-8	6,9	5,9	7,4	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	1135-66-6	5,7	5,4	6,7	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	475-20-7	13	11	14	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	511-59-1	1,9	1,6	2,2	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	1000157-62-7 813-21-4	2,2	1,7	2,6	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2

"-": betyder mindre end detektionsgrænsen

"*": betyder at komponenten er påvist, kvantisering på kulfilter.

Kommentarer

2,3-Dimethylphenol og 1-methyl-indan coeluerer – mængden anføres som en sum.

C15H24: Diverse forslag til CAS-nr.

Analyseresultater for DNPH-filtre

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 2 - Trykprincip Dybtryk

Rør nr. :	509		512		518		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Tryksag nr. 2		Tryksag nr. 2		Tryksag nr. 2		
Antal L:	39		39		39		
TI mrk.:	29936-36		29936-37		29936-38		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	1,7	44	1,5	39	1,4	36	0,03
Acetaldehyd	5,8	150	4,8	120	3,0	78	0,03
Acrolein	-	-	-	-	-	-	0,03
Propanal	2,0	51	1,9	48	1,0	26	0,03
Acetone	13	330	3,5	90	2,4	62	0,1
Butanal	0,49	13	0,15	3,9	0,14	3,7	0,03
Pentanal	1,1	27	0,12	3,1	0,07	1,7	0,03
Hexanal	3,6	92	0,59	15	0,44	11	0,03
Benzaldehyd	7,9	200	4,6	120	3,1	80	0,03
2-Butanon	0,26	6,5	0,15	3,9	0,14	3,7	0,03

"-" betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Analyseresultater for kul- og tenaxfiltre anført i µg total pr. filter

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 3 - Trykprincip Dybtryk

Komponent	CAS-nr.	29936-XX KF. 513	29936-22 KF. 522	29936-23 KF. 537	29936-24 TF. 514	LOD
Toluen	108-88-3	2600	1600	990	*	0,2
Xylener		11	12	8,1	*	0,2
Naphthalen	91-20-3	-	-	-	*	0,2
C9H12 aromatiske kulbrinte	Fx 98-82-8	2,7	2,5	2,8	*	0,2
α-pinen	7785-26-4	26	24	20	*	0,2
Camphen	79-92-5	7,9	7,7	6,4	*	0,2
β-pinen	127-91-3	3,9	4,0	3,8	*	0,2
D-Limonen	5989-27-5	6,4	7,3	7,5	*	0,2
C10H14 aromatisk kulbrinte		6,8	7,7	8,0	*	0,2
C15H24		5,6	7,1	7,1	*	0,2
C15H24		13	17	17	*	0,2
C15H24		10	12	13	*	0,2
C15H24		1,7	2,3	2,6	*	0,2
C15H24		3,7	4,7	5,0	*	0,2
C15H24		75	91	96	50/19	0,2
C15H24		2,8	3,7	3,9	*	0,2
C15H24		3,5	4,8	4,8	*	0,2

”-”: betyder mindre end detektionsgrænsen

”*”: betyder at komponenten er påvist, kvantisering på kulfilter.

Kommentarer

C15H24: Diverse forslag til CAS-nr. se 29936-2.

Analyseresultater for DNPH-filtre

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 3 - Trykprincip Dybtryk

Rør nr. :	515		524		539		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Tryksag nr. 3		Tryksag nr. 3		Tryksag nr. 3		
Antal L:	39		39		39		
TI mrk.:	29936-27		29936-29		29936-28		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	0,59	15	0,27	6,9	0,11	2,9	0,03
Acetaldehyd	3,6	93	3,3	85	2,9	74	0,03
Acrolein	-	-	-	-	-	-	0,03
Propanal	1,1	28	1,2	30	1,2	30,0	0,03
Acetone	5,0	130	6,0	150	7,5	190	0,1
Butanal	0,18	4,6	0,16	4,1	0,23	5,8	0,03
Pentanal	0,06	1,6	0,16	4,1	0,19	4,9	0,03
Hexanal	0,57	15	1,7	44	2,2	57	0,03
Benzaldehyd	0,81	21	1,8	46	1,3	34	0,03
2-Butanon	0,04	1,1	0,03	0,9	0,07	1,7	0,03

”-” betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Analyseresultater for kul- og tenaxfiltre anført i µg total pr. filter

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 4 - Trykprincip Flexotryk med UV hærdende farver

Komponent	CAS-nr.	29936-39 KF. 519	29936-40 KF. 531	29936-41 KF. 543	29936-42 TF. 520	29936-43 TF. 532	29936-44 TF. 544	LO D
1-Butanol	71-36-3	0,6	-	-	-	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
2-Hexanol	626-93-7	0,9	-	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Toluen	108-88-3	2,6	0,74	0,4	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Butylacetat	123-86-4	2,2	-	-	2,3	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Cyclohexanon	108-94-1	Ej bestemt	Ej bestemt	Ej bestemt	3,3	0,2	-	0,2
n-Butylether	142-96-1	6,1	-	-	5,2	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Propansyre-butylester	590-01-2	4,2	-	-	4,7	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
3-Methyl-4-heptanon	15726-15-5	0,8	0,7	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Benzaldehyd	100-52-7	1,3	1,3	-	6,0	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C9H12 – 6 stk. aromatiske kulbrinter		8,5	4,2	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	9,5	3,7	0,6	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C9H10	Fx 1000191-13-7	1,5	1,1	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C10H16	6004-38-2	1,1	-	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Eddikesyre, 2-ethylhexylester	103-09-3	10	2,5	0,8	13	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
Naphthalen	91-20-3	0,9	-	-	3,5	1,1	0,7	0,2
C8H16	Fx 3404-80-6	3,6	1,5	0,4	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 1000109-88-1	1,2	0,7	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 1137-12-8	10	6,5	2,5	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 1135-66-6	1,0	-	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 475-20-7	16,5	11	4,4	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 511-59-1	0,4	-	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 1000157-62-7	0,4	-	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2

”-”: betyder mindre end detektionsgrænsen

”*”: betyder at komponenten er påvist, kvantisering på kulfilter.

Kommentarer

C8H16 – fx 3404-80-6: 2-methyl-4-4methylen-hexan.

Analyseresultater for DNPH-filtre

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 4 - Trykprincip Flexotryk med UV hærdende farver

Rør nr. :	521		533		545		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Tryksag nr. 4		Tryksag nr. 4		Tryksag nr. 4		
Antal L:	39		39		39		
TI mrk.:	29936-45		29936-46		29936-47		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	1,9	49	0,90	23	2,2	57	0,03
Acetaldehyd	3,1	78	0,63	16	0,54	14	0,03
Acrolein	-	-	-	-	-	-	0,03
Propanal	0,13	3,3	0,06	1,4	0,04	1,1	0,03
Acetone	1,7	43	0,73	19	1,2	29	0,1
Butanal	0,11	2,7	0,05	1,3	0,03	0,8	0,03
Pentanal	6,6	170	0,44	11	0,17	4,4	0,03
Hexanal	0,42	11	0,09	2,3	0,12	3,0	0,03
Benzaldehyd	5,1	130	0,35	8,9	0,21	5,5	0,03
2-Butanon	0,06	1,6	0,05	1,3	0,03	0,8	0,03

”-” betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Analyseresultater for kul- og tenaxfiltre anført i µg total pr. filter

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 8 - Trykprincip Offset

Komponent	CAS-nr.	29936-48 KF. 528	29936-49 KF. 549	29936-66 KF. 555	29936-50 TF. 529	L.O.D
Toluen	108-88-3	0,74	0,72	1,1	*	0,2
Xylener, ethylbenzen		-	-	-	*	0,2
C9 – C13 alifatiske ulbrinter		-	43	22	*	5
C13 – C19 alifatiske kulbrinter		200	350	240	*	5

"-": betyder mindre end detektionsgrænsen

"*": betyder at komponenten er påvist, kvantisering på kulfilter.

Analyseresultater for DNPH-filtre

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 8 - Trykprincip Offset

Rør nr. :	530		551		557		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Tryksag nr. 8		Tryksag nr. 8		Tryksag nr. 8		
Antal L:	39		39		39		
TI mrk.:	29936-52		29936-53		29936-68		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	0,65	17	0,51	13	0,55	14	0,03
Acetaldehyd	0,61	16	0,96	25	0,64	16	0,03
Acrolein	-	-	-	-	-	-	0,03
Propanal	0,20	5,2	0,57	15	0,12	3,2	0,03
Acetone	1,2	31	1,5	39	0,83	21	0,1
Butanal	0,07	1,9	0,19	4,8	0,10	2,6	0,03
Pentanal	0,11	2,7	0,33	8,4	0,11	2,7	0,03
Hexanal	2,5	63	4,3	110,0	0,62	16	0,03
Benzaldehyd	0,12	3,0	0,11	2,8	0,03	0,9	0,03
2-Butanon	0,04	1,1	0,08	2,1	-	-	0,03

"-" betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Analyseresultater for kul- og tenaxfiltre anført i µg total pr. filter

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 17 - Trykprincip Offset

Komponent	CAS-nr.	29936-54 KF. 525	29936-55 KF. 534	29936-56 KF. 540	29936-57 TF. 526	29936-58 TF. 535	29936-59 TF. 541	LOD
Toluen	108-88-3	1,7	0,64	0,76	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,1
Xylener, ethylbenzen		1,1	0,84	0,74	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,1
Styren	100-42-5	0,2	-	-	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C9H12		2,1	2,5	1,9	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C9H12		1,1	1,1	1,0	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C8 – C12 alifatiske kulbrinter		20	35	21	*	Ej bestemt	Ej bestemt	5
C13 – C19 alifatiske kulbrinter		60	56	38	*	Ej bestemt	Ej bestemt	5
C15H24	Fx 1137-12-8	1,5	1,6	1,1	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C15H24	Fx 475-20-7	5,4	4,8	3,9	*	Ej bestemt	Ej bestemt	0,2
C10H12O2	3602-55-9	Ej bestemt	Ej bestemt	Ej bestemt	3,2	3,5	3,1	0,2
Hexanal	66-25-1	Ej bestemt	Ej bestemt	Ej bestemt	*	Ej bestemt	Ej bestemt	

"-": betyder mindre end detektionsgrænsen

"*": betyder at komponenten er påvist, kvantisering på kulfilter.

Kommentarer

2 komponenter - C15H24 – er incl. i C13-C19 alifatiske kulbrinter

CAS-nr. 3602-55-9: 2,5-Cyclohexadien-1,4-dione, 2-(1,1-dimethylethyl).

Analyseresultater for DNPH-filtre

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 17 - Trykprincip Offset

Rør nr. :	527		536		542		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Tryksag nr. 17		Tryksag nr. 17		Tryksag nr. 17		
Antal L:	39		39		39		
TI mrk.:	29936-60		29936-61		29936-62		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	0,94	24	0,78	20	0,85	22	0,03
Acetaldehyd	2,0	51	1,6	41	1,6	42	0,03
Acrolein	-	-	-	-	-	-	0,03
Propanal	5,5	140	6,6	170	6,0	154	0,03
Acetone	1,9	49	2,2	57	2,2	55	0,1
Butanal	0,53	14	0,68	17	0,73	19	0,03
Pentanal	1,2	30	2,4	62	2,6	66	0,03
Hexanal	8,4	210	20	510	22	550	0,03
Benzaldehyd	0,17	4,4	0,25	6,4	0,25	6,3	0,03
2-Butanon	0,28	7,3	0,29	7,3	0,27	6,9	0,03

"-" betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Analyseresultater for kul- og tenaxfiltre anført i µg total pr. filter

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 19 - Trykprincip Offset

Komponent	CAS-nr.	29936-69 KF. 552	29936-70 KF. 559	29936-71 KF. 562	29936-72 TF. 553	LOD
Toluen	108-88-3	0,56	1,3	0,34	*	0,2
Xylener, ethylbenzen		0,80	0,54	0,68	*	0,2
C9 – C13 alifatiske kulbrinter		440	620	510	*	5
C13 – C19 alifatiske kulbrinter		485	770	600	*	5

"-": betyder mindre end detektionsgrænsen

"*": betyder at komponenten er påvist, kvantisering på kulfilter.

Analyseresultater for DNPH-filtre

Kemiteknik mrk: Tryksag nr. 19 - Trykprincip Offset

Rør nr. :	554		561		564		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Tryksag nr. 19		Tryksag nr. 19		Tryksag nr. 19		
Antal L:	39		39		39		
TI mrk.:	29936-75		29936-76		29936-77		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	0,57	15	0,75	19	0,80	20	0,03
Acetaldehyd	0,72	18	1,2	30	2,9	73	0,03
Acrolein	-	-	-	-	-	-	0,03
Propanal	0,15	3,8	4,4	110	11	280	0,03
Acetone	1,2	30	2,5	65	5,3	140	0,1
Butanal	-	-	1,5	37	3,6	93	0,03
Pentanal	0,33	8,4	7,0	180	23	600	0,03
Hexanal	0,22	5,7	5,1	130	16	410	0,03
Benzaldehyd	0,12	3,1	0,20	5,1	0,40	10	0,03
2-Butanon	6,1	160	7,45	190	4,8	120	0,03

"-" betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Baggrundsanalyseresultater for DNPH-filtre

Rør nr. :	548		Detek- tions- grænse
Pr.mrk.:	Baggrund lokale		
Antal L:	90		
TI mrk.:	29936-65		
Komponent	µg/rør	µg/m ³	µg/rør
Formaldehyd	1,47	16,3	0,03
Acetaldehyd	0,61	6,7	0,03
Acrolein	-	-	0,03
Propanal	0,90	9,9	0,03
Acetone	1,16	12,8	0,1
Butanal	0,06	0,7	0,03
Pentanal	0,06	0,7	0,03
Hexanal	0,15	1,7	0,03
Benzaldehyd	0,06	0,7	0,03
2-Butanon	0,07	0,78	0,03

"-" betyder mindre end detektionsgrænsen eller at tallet ikke kunne beregnes

Metodebeskrivelse

Teknologisk Institut metode OT 060b – Analyse af kulfiltre for indhold af flygtige organiske komponenter

Ekstraktion med carbondisulfid med deuteriummærkede interne standarder efterfulgt af analyse ved GC-MS-SIM.

Analyse af tenaxfiltre for indhold af flygtige organiske komponenter

Ekstraktion med diethylether med deuteriummærkede interne standarder efterfulgt af analyse ved GC-MS-SIM.

Analyse af DNPH-filtre for indhold af udvalgte aldehyder

Ekstraktion med acetonitril efterfulgt af analyse ved HPLC-UV.

