

Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter Kortlægning nr. 32 - 2003

Afgivelse og vurdering af stoffer fra udvalgte elektriske og elektroniske produkter

Bjørn Malmgren-Hansen
Steen Olesen
Kirsten Pommer
Lis Winther Funch
Eva Pedersen
Ole Willum
Stig Olsen

Teknologisk Institut, Miljø- og affaldsteknik
Teknologisk Institut, Miljø- og affaldsteknik
Teknologisk Institut, Miljø- og affaldsteknik
Teknologisk Institut, Træteknik
Teknologisk Institut, Kemiteknik
Institut for Produktudvikling
Institut for Produktudvikling

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
1 INDLEDNING	12
2 LITTERATURSTUDIE	13
2.1 ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE PRODUKTER I DANSKE HJEM	13
2.2 KOMPONENTER OG MATERIALER I ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE PRODUKTER	16
2.3 LITTERATURUNDERSØGELSER AF AFGIVELSE AF STOFFER FRA ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE PRODUKTER	16
2.4 LITTERATURDATA FOR MÅLINGER AF EMISSIONER FRA ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE APPARATER	18
2.4.1 <i>Tv-apparater</i>	20
2.4.2 <i>Computere og monitorer</i>	22
2.4.3 <i>Telefonprodukter</i>	28
2.4.4 <i>Hårtørrere, barbermaskiner og håndmiksere</i>	30
2.4.5 <i>Printkort</i>	32
2.4.6 <i>Andre AV-produkter og tilbehør</i>	32
2.5 SUNDHEDSMÆSSIG SCREENING AF STOFFER FUNDET I LITTERATURSTUDIET	34
2.5.1 <i>Gruppering af stofferne efter UMP-systemet</i>	34
2.5.2 <i>Udvælgelse af stoffer ud fra litteraturdata</i>	35
2.5.3 <i>Resultater af screening</i>	36
3 MÅLINGER AF AFGIVELSE AF SUNDHEDSSKADELIGE STOFFER FRA UDVALGTE PRODUKTER	39
3.1 UDVÆLGELSE AF PRODUKTER	39
3.1.1 <i>Monitorer</i>	39
3.1.2 <i>Spillekonsoller</i>	40
3.1.3 <i>Legetøj til mindre børn</i>	40
3.1.4 <i>Belysning</i>	40
3.1.5 <i>Fjernsyn</i>	40
3.1.6 <i>Endeligt valg og indkøb af produkter</i>	40
3.2 METODER TIL MÅLING AF AFGIVELSE AF STOFFER FRA ELEKTRISKE OG ELEKTRONISKE APPARATER	40
3.2.1 <i>Feltmålinger</i>	40
3.2.2 <i>Måling i testkammer</i>	41
3.2.3 <i>Standarder for målinger</i>	41
3.3 MÅLINGER I KLIMAKAMMER	41
3.3.1 <i>Eksperimentelt</i>	41
3.3.2 <i>Resultater</i>	44
3.4 SUNDHEDSMÆSSIG SCREENING AF STOFFER FUNDET VED MÅLINGER	51
4 REFERENCER	57
Bilag A	
Bilag B	
Bilag C	
Bilag D	

Forord

Formålet med dette projekt er at skabe et overblik over afgivelsen af sundhedsskadelige stoffer fra elektriske og elektroniske apparater og at måle emissionen af sundhedsskadelige stoffer fra enkelte udvalgte produkter. I projektet indgår en sundhedsmæssig screening for mulige sundhedsskadelige stoffer.

Projektets resultater bidrager til Miljøstyrelsens arbejde med at mindske belastningen fra stoffer der kan have sundhedsmæssige effekter på befolkningen, herunder udsatte befolkningsgrupper som gravide, børn og ældre.

Projektansvarlig har været:

- Teknologisk institut, Miljø- og affaldsteknik, Bjørn Malmgren-Hansen

Andre deltagere fra Teknologisk Institut:

- Steen Olesen, Miljø- og affaldsteknik
- Kirsten Pommer, Miljø- og affaldsteknik
- Lis Winther Funch, Træteknik
- Eva Pedersen, Kemiteknik

Institut for Produktudvikling:

- Ole Willum
- Stig Olsen

Sammenfatning og konklusioner

Elektriske og elektroniske produkter i de danske hjem kan opdeles i følgende kategorier:

1. Computere, spillekonsoller og udstyr til computere
2. Elektrisk udstyr forekommende i køkken/bryggers
3. Audio- og videosystemer
4. Kommunikationsudstyr (telefoner og udstyr til disse)
5. Elektrisk udstyr til brug i forbindelse med personlig pleje
6. Diverse elektriske og elektroniske apparater forekommende spredt i hjemmet

Ved en prioritering af de mest relevante produkter med henblik på mulig eksponering af forbrugeren med sundhedsskadelige stoffer er vurderet:

- Om produktet afgiver meget varme
- Typisk brugstid
- Om brugen foregår i små rum med ringe ventilation

Ud fra denne prioritering vil de mest relevante produkter omfatte:

- Computere
- Monitorer
- Spillekonsoller
- Audio- og videosystemer
- Opladere og spændingsomformere

Prioritering er baseret på en grov opdeling inden for de 3 antagne parametre som kan betyde noget for koncentrationen af sundhedsskadelige stoffer og den tid personer eksponeres for stofferne i. Der kan derfor godt være andre emner som kan være relevante at undersøge afgivelsen af mulige sundhedsskadelige stoffer fra - fx apparater i køkkenet med højt effektforbrug.

Ved en litteraturundersøgelse af hvilke stoffer der indgår i produktionen af elektriske og elektroniske produkter, er identificeret ca. 136 mulige stoffer som kan være flygtige under normale driftsbetingelser. Efter en sundhedsmæssig screening for sundhedsmæssigt uønskede eller problematiske stoffer refter ca. 60 stoffer som kan mistænkes at blive afgivet fra apparaterne under brug.

Der er sideløbende foretaget en litteraturundersøgelse efter målinger af afgivne stoffer fra elektriske og elektroniske apparater. Målingerne er udført på tv-apparater, computere og monitorer, telefonprodukter, videoapparater og laserprintere, hårtørrere, barbermaskiner, håndmixere mv. Samlet er i litteraturen angivet ca. 70 stoffer som afgives i høje koncentrationer, eller som er fremhævet pga. af en mistænkt kronisk sundhedsmæssig effekt.

De i litteraturen højeste opgivne koncentrationer er for hvert stof omregnet til rumkoncentrationer for et rum på 17,4 m³ svarende til et lille børneværelse med et luftskifte på ½ gang i timen. For at kunne foretage en indledende screening og rangordning af stofferne m.h.t. sundhedsmæssige effekter

er faktoren f_s beregnet. Den beregnede f_s tager ikke hensyn til stoffer med kroniske sundhedseffekter.

$$f_s = \frac{\text{rumkoncentration}}{\text{arbejdshygiejnisk grænseværdi} \cdot \text{sikkerhedsfaktor}}$$

Der foreligger i forbindelse med brug af forbrugerprodukter (som her elektronikprodukter) ikke nogle konkret grænser for afdampning til indeklimaet, og der i sådanne tilfælde ikke nogle officielle eller vejledende grænseværdier af forholde sig til. I mangel af sådanne værdier er det valgt at foretage en foreløbig vurdering af afdampning af stoffer til indeklimaet i forhold til 1/100 af grænseværdien i arbejdsmiljøet. Denne "sikkerhedsfaktor" på 100 i forhold til arbejdsmiljøet 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 eventuelt andre sundhedsmæssige egenskaber, men også teknisk/økonomiske forhold tages i betragtning.

Det skal dog bemærkes, at en del af stofferne er bevist eller mistænkt for at have kroniske effekter (f.eks. kræftfremkaldende, sensibiliserende), og at en sikker nedre grænse for "no-effekt" derfor ikke kan defineres.

Beregning af f_s for de i litteraturen opgivne maximale koncentrationer af stoffer viser at kun formaldehyd når over værdien $f_s = 1$ og dermed kan udgøre et umiddelbart sundhedsmæssigt problem. Med lavere risikofaktor følger phenol, toluen og benzen.

Det skal understreges at ovenstående vurdering af den sundhedsmæssige risiko ikke tager hensyn til stoffer med kroniske sundhedseffekter hvor der ikke kan defineres en grænse for "no effekt".

Koncentrationen af flygtige stoffer (VOC'er) som toluen og benzen aftager under brug. Data fra litteraturundersøgelser tyder dog på at nogle af VOC'erne kan forekomme i rimeligt store koncentrationer i forhold til startkoncentrationen selv efter 4 måneder (10-20 % af startkoncentrationen).

Herudover er i litteraturen fundet afgivet en række andre stoffer fra elektriske og elektroniske apparater med mulige kroniske sundhedsskadelige effekter, herunder phthalater, fosfatbaserede og bromerede flammehæmmere. Nogle af disse stoffer, som fx nogle fosfatbaserede flammehæmmere, optræder først i målelige koncentrationer efter et stykke tids brug og opnår først en maksimal koncentration efter ca. 100 timers brug af apparaterne. Koncentrationerne af stofferne ser ikke ud til at aftage efter flere måneders brug, og da stofferne endvidere grundet deres lave damptryk vil kunne kondensere på kolde flader og støv i apparaterne eller uden for apparaterne, vil de med tiden kunne inhaleres med støv.

Efter litteraturundersøgelsen er udvalgt 4 produkttyper til efterfølgende måling af afgivne stoffer. Det drejer sig om et tv-apparat, en monitor, en spillekonsol og 5 transformere til halogenlamper.

Apparaterne blev placeret i testkamre med kontrolleret atmosfære og blev herefter holdt i maksimal aktivitet fra 10-24 timer af hvert døgn i hele testperioden på 9 døgn afhængigt af hvad der var teknisk muligt for det enkelte apparat. Målingerne af emissioner af afgivne stoffer er foretaget efter henholdsvis 7 timer og 9 døgn i testkamrene.

Der er fundet en række afgivne stoffer med mistænkt eller bevist kroniske sundhedsskadelige effekter, herunder:

Stof	Egenskab	Tv	Monitor	Spille-konsol	Trans-formere
Benzen	Kræftfremkaldende (R45)	x	x		
Formaldehyd	Kræftfremkaldende (R40), sensibiliserende	x	x	x	x
Acetaldehyd	Kræftfremkaldende (R40)	x	x	x	x
3-careen	Mistænkt sensibiliserende	x	x	x	
Butylhydroxytoluen (BHT)	Mistænkt sensibiliserende	x	x		x
Styren	Metabolitter genotoksiske, kræftfremkaldende	x	x	x	
Ethylbenzen	Mistænkt fosterskadende	x	x		x
2-ethylhexansyre	Reproduktions-skadende				x
Cyclohexanon	Mistænkt kræftfremkaldende		x		x
Dibutylphthalat	Muligvis reprotoksisk, kat.2	x	x	x	x

Nogle af de største afgivne emissioner af flygtige stoffer udgøres af :

- Trimethylbenzen 409 µg/apparat/time (monitor)
- Toluen 307 µg/apparat/time (transformer)
- Xylener 223 µg/apparat/time (transformer)
- Formaldehyd 97 µg/apparat/time (transformer)

Faktorer f_s til vurdering af sundhedsskadelige effekter er beregnet for de målte koncentrationer af stoffer med den tidligere nævnte anvendte sikkerhedsfaktor på 100.

Formaldehyd giver de største bidrag for alle testede apparater.

Emissioner af formaldehyd	f_s , 7 timer	f_s , 9 døgn
Tv-apparat	0,09	0,06
Monitor	0,75	0,69
Spillekonsol	0,2	0,11
Transformer til halogenlampe	2,8	1,1

Med den antagne sikkerhedsfaktor på 100 viser de beregnede værdier af f_s at der konstateres et muligt sundhedsmæssigt problem for transformeren for formaldehyd hvor $f_s > 1$.

Vedrørende transformeren skal det nævnes at der ofte er flere transformere i brug i hvert rum. Ved 5 transformere kan f_s således nås en værdi på 15 svarende til 15 % af den arbejds hygiejniske grænseværdi for formaldehyd.

f_s for monitoren er dog også i nærheden $f_s = 1$, mens f_s for spillekonsollen og tv-apparatet er ca. en dekade under $f_s = 1$.

Det skal endvidere påpeges at alle apparater afgiver beviste eller mistænkte stoffer med kroniske sundhedsskadelige effekter, og at en sikker nedre grænse for "no-effekt" derfor ikke kan defineres.

Ud over de fundne stoffer formodes ud fra litteraturundersøgelser at der sandsynligvis også vil kunne blive afgivet fosfatbaserede eller muligvis bromerede flammehæmmere fra nogle af de undersøgte produkter efter længere tids brug.

Med hensyn til forholdsregler kan det foreslås at sørge for en rimelig rumventilation, herunder regelmæssig udluftning, samt en god rengøringsstandard, herunder aftørring af elektroniske apparater for støv.

1 Indledning

Der findes en lang række elektriske og elektroniske produkter i private danske hjem.

Elektriske og elektroniske produkter er meget komplekse produkter hvor delkomponenterne produceres på fabrikker rundt omkring på jordkloden, og hvor der skiftes underleverandører afhængigt af tilbudt pris. I fremstillingsprocesserne indgår en lang række kemikalier og en stor del af samtlige grundstoffer. I produkterne indgår typisk en række plastdele som er tilsat forskellige additiver for at opnå de ønskede materialemæssige egenskaber, fx blødgørere eller flammehæmmere for at undgå brand i de dele der udsættes for meget varme.

Herudover indgår en række flygtige stoffer som fx opløsningsmidler i produktionsprocesserne. Disse stoffer kan der være rester af i produkterne ved leveringen til forbrugeren. Stofferne afgives herefter løbende, og afgivelsen fremmes hvis apparaterne bliver varme, idet diffusionen gennem plastdelene øges med temperaturen.

Nogle af de stoffer som indgår i elektriske og elektroniske produkter, er sundhedsskadelige. Hvis stofferne bliver afgivet i tilstrækkelige koncentrationer fra produkterne, vil der således kunne forekomme sundhedsskadelige påvirkning af de forbrugere der udsættes for stofferne.

Projektet skal skabe et overblik over hvilke typer af produkter der udgør den største risiko for en sundhedsskadelig effekt af afgivne stoffer.

Udførelsen af projektet er opdelt i en række faser.

Først udføres en litteratursøgning hvor de produkter identificeres som vurderes at medføre risiko for afgivelse af sundhedsskadelige stoffer, samt hvilke stoffer der kan forventes afgivet ud fra kendskab til produkternes materialesammensætning. Herunder fokuseres på den hyppighed hvormed produkterne anvendes, og om de kan forventes at blive varme.

Der udføres endvidere en litteratursøgning på publicerede data for målinger af emissioner fra relevante produkter.

Herefter udføres en sundhedsmæssig screening for mulige sundhedsskadelige stoffer.

Dernæst udvælges relevante produkter som testes i laboratoriet for afgivelse af sundhedsskadelige stoffer. Ved udvælgelsen af produkter fokuseres især på produkter som anvendes hyppigt af følsomme befolkningsgrupper, såsom børn, gravide og ældre.

Til sidst udføres en sundhedsmæssig screening af om der forekommer stoffer der kan have en mulig sundhedsskadelig effekt.

2 Litteraturstudie

2.1 Elektriske og elektroniske produkter i danske hjem

I Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er listet en række elektriske og elektroniske produkter som findes i danske hjem.

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Elektriske og elektroniske apparater i danske hjem

Kat.	Apparat	Typisk placering i hjemmet	Typisk afgiven effekt (W)
1	CD-brænder	Stue og/eller børneværelse	12
1	Gameboy	Stue og/eller børneværelse	Lavt
1	Monitor til PC og spillekonsol, CRT	Stue og/eller børneværelse	100
1	Monitor til PC og spillekonsol, TFT	Stue og/eller børneværelse	30
1	Spillekonsol uden monitor		100
1	PC uden monitor	Stue og/eller børneværelse	100
1	Printer til PC	Stue og/eller børneværelse	50
2	Brødrister	Køkken	1.000
2	Komfur, elektrisk, konventionel	Køkken	5-10.000
2	Komfur, elektrisk, induktion	Køkken	5-10.000
2	Køkkenmaskine	Køkken	100-300
2	Køle-/frysemøbel	Køkken	200
2	Mikrobølgeovn	Køkken	1.000
2	Opvaskemaskine	Køkken	1.000
2	Kaffemaskine	Køkken	1.000
2	Tørretumbler	Bryggers, kælder eller køkken	2.000
2	Elektrisk kedel	Køkken	2.000
2	Vaskemaskine	Bryggers, kælder eller køkken	2.000
2	Emhætte	Køkken	400
3	Audiosystem	Stue og/eller børneværelse	300
3	Camcorder		Lavt
3	CD-afspiller	Stue og/eller børneværelse	Lavt
3	CD-afspiller, transportabel		Lavt
3	Digitalt stillkamera		Lavt
3	DVD	Stue og/eller børneværelse	Lavt
3	Forstærker	Stue og/eller børneværelse	100
3	Højtaler	Stue og/eller børneværelse	Lavt
3	Kassettebåndoptager, transportabel		Lavt
3	Kassetteradio, transportabel		Lavt
3	Mini-Disc	Stue og/eller børneværelse	Lavt
3	Mini-Disc, transportabel		Lavt
3	MP3, transportabel		Lavt
3	Radiomodtager, transportabel		Lavt
3	Receiver	Stue og/eller børneværelse	100
3	Tuner	Stue og/eller børneværelse	50
3	Tv, farve	Stue og/eller børneværelse	100
3	Videobåndoptager	Stue og/eller børneværelse	25
4	Mobiltelefon		Lavt
4	Telefon	Flere muligheder	Lavt
4	Telefonsvarer	Flere muligheder	Lavt
5	Barbermaskine	Badeværelse	Lavt
5	Hårtørrer	Badeværelse	200
6	Oplader til diverse mobil elektronik	Flere muligheder	5

6	Spændingsomformer til halogenlampe	Flere muligheder	75
6	Støvsuger	Alle rum	1.500
6	Automatik til reg. af varme/ventilation	Bryggers, kælder eller køkken	Lavt

Produkterne er opdelt i følgende 6 kategorier:

1. Computere, spillekonsoller og udstyr til computere
2. Elektrisk udstyr forekommende i køkken/bryggers
3. Audio- og videosystemer
4. Kommunikationsudstyr (telefoner og udstyr til disse)
5. Elektrisk udstyr til brug i forbindelse med personlig pleje
6. Diverse elektriske og elektroniske apparater forekommende spredt i hjemmet

I Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er endvidere angivet typisk placering i hjemmet og anslået effektforbrug af apparaterne.

For at udvælge de mest relevante produkter med høj risiko for afgivelse af sundhedsskadelige stoffer til følsomme befolkningsgrupper er der foretaget en vurdering af den typiske brug af apparaterne og den typiske driftstid.

Der er herefter genereret en risikoscore som er produktet af 3 scorer for effektforbrug, grad af udluftning i rum og brugstid. Risikoscore = $R(\text{effekt}) * R(\text{udluftning}) * R(\text{tid})$.

Hvis effektforbruget er lavt, er tildelt scoren $R(\text{effekt}) = 2$, og hvis det er så højt så apparatet kan blive varmt, er tildelt scoren $R(\text{effekt}) = 1$.

Hvis apparatet befinder sig i mindre rum med risiko for ringe udluftning (fx børneværelse), tildeles scoren $R(\text{udluftning}) = 1$, ellers 2. Endelig er apparater med over 1 times brug tildelt scoren $R(\text{tid}) = 1$, ellers scoren 2. Herved er opnået de samlede risikoscorer angivet i Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Ud fra denne prioritering vil relevante produkter omfatte:

- Computere
- Monitorer
- Spillekonsoller
- Audio- og videosystemer
- Opladere og spændingsomformere

Prioriteringen er baseret på en grov opdeling inden for de 3 antagne parametre som kan betyde noget for koncentrationen af sundhedsskadelige stoffer og den tid personer eksponeres for stofferne i. Der kan derfor godt være relevante emner blandt de øvrige apparater i **Fejl! Ukendt argument for parameter.** som kan være væsentlige kilder til afgivelse af sundhedsskadelige stoffer. Således kan køkkenapparater med højt effektforbrug og deraf udviklet varme muligvis være en kilde til afgivne stoffer, og hvis koncentrationen af de afgivne stoffer er tilstrækkeligt høj, kan den have betydning selvom stofferne afgives over forholdsvis kort tid.

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Risikoscore for produkter

Apparat	Særlig eksponeringsrisiko for børn og andre "følsomme" grupper	Typisk driftstid (timer/dag)	Risikoscore (1 er største risiko)
CD-brænder		Kortvarig	2
Gameboy	Tæt på bruger under drift	Vekslede	2
Monitor til PC og spillekonsol, CRT	Tæt på bruger under drift	2 til 6	1
Monitor til PC og spillekonsol, TFT	Tæt på bruger under drift	2 til 6	1
Spillekonsol uden monitor	Tæt på bruger under drift	2 til 6	1
PC uden monitor	Tæt på bruger under drift	2 til 6	1
Printer til PC		Kortvarig	2
Brødrister		Kortvarig	4
Komfur, elektrisk, konventionel		1 til 2	2
Komfur, elektrisk, induktion		1 til 2	2
Køkkenmaskiner		0,25	4
Køle-/frysemøbel		Permanent	2
Mikrobølgeovn		Kortvarig	4
Opvaskemaskine		1 til 2	2
Kaffemaskine		0,5	4
Tørretumbler		1 til 2	2
Elektrisk kedel		0,25	4
Vaskemaskine		1 til 2	2
Emhætte		1 til 2	2
Audiosystem		2 til 6	1
Camcorder		Kortvarig	8
CD-afspiller		2 til 6	2
CD-afspiller, transportabel	Bæres tæt på kroppen	1 til 2	4
Digitalt stillkamera		Kortvarig	8
DVD		2 til 6	1
Forstærker		2 til 6	1
Højtaler		2 til 6	1
Kassettebåndoptager, transportabel	Bæres tæt på kroppen	1 til 2	2
Kassetteradio, transportabel	Bæres tæt på kroppen	1 til 2	2
Mini-Disc		2 til 6	1
Mini-Disc, transportabel	Bæres tæt på kroppen	1 til 2	4
MP3, transportabel	Bæres tæt på kroppen	1 til 2	4
Radiomodtager, transportabel	Bæres tæt på kroppen	1 til 2	4
Receiver		2 til 6	1
Tuner		2 til 6	1
Tv, farve		2 til 6	1
Videobåndoptager		2 til 6	1
Mobiltelefon		Kortvarig	8
Telefon		Kortvarig	4
Telefonsvarer		Kortvarig	4
Barbermaskine	Bruges tæt på kroppen	Kortvarig	8
Hårtørrer	Bruges tæt på kroppen	Kortvarig	4
Oplader til diverse mobil elektronik		Kan være permanent	1
Spændingsomformere til halogenlampe		Kan være permanent	1
Støvsuger		0,5	4
Automatik til reg. af varme/ventilation		Permanent	4

2.2 Komponenter og materialer i elektriske og elektroniske produkter

Elektriske og elektroniske produkter er særdeles komplicerede, sammensatte produkter som indeholder en væsentlig del af alle elementerne i det periodiske system samt et stort antal organiske komponenter.

De stoffer og materialer man finder ved gennemgang af litteraturen og andre tilgængelige kilder, kan deles i tre hovedgrupper:

- Gruppe 1 omfatter materialer og stoffer som ikke vil fordampe ved de temperaturer der vil forekomme under selv ekstreme driftsforhold. Dette er typiske metaller, salte og keramik. Denne gruppe er ikke interessant i denne sammenhæng hvor der fokuseres på sundhedsmæssige effekter, hvorfor materialer og stoffer der hører til gruppe 1, er frasorteret. En del af stofferne så som tungmetaller kan imidlertid have miljømæssige effekter ved bortskaffelsen af apparaterne
- Gruppe 2 er stoffer som i sig selv kan være flygtige under normale eller ekstreme driftsforhold
- Gruppe 3 er (typisk polymere) materialer som ikke i sig selv er meget flygtige, men som kan afgive stoffer på grund af dekomponering, afgivelse af monomerer eller afgivelse af tilsatte additiver. Det antages at denne afgivelse primært forekommer i forbindelse med termisk belastning af komponenter eller mekaniske dele under brugen

Materialerne i gruppe 3 indgår primært som kapsling i de elektroniske komponenter, som "bæremateriale" i printkort og som konstruktionsmaterialer, fx til kabinetter og mekaniske dele. De dele i et elektronisk produkt der i særlig grad bliver termisk belastet, er strømforsyning, modstande, transistorer, integrerede kredse, printkort samt kabinetter og mekaniske dele som sidder i nærheden af varme komponenter.

Stofferne i gruppe 2 og de stoffer der kan afgives i gruppe 3, er gennemgået i Bilag A. Der er fundet ca. 136 stoffer eller stofgrupper som forekommer som monomerer af plast, flammehæmmere, blødgørere, opløsningsmidler og uorganiske stoffer med så lave kogepunkter at de teoretisk kan fordampe.

I tabellen er ud over stofnavn angivet CAS nr., stoffets oprindelse eller typiske anvendelse samt polymerer der evt. kan afgive stoffet.

2.3 Litteraturundersøgelser af afgivelse af stoffer fra elektriske og elektroniske produkter

Undersøgelser af afgivelse af sundhedsskadelige stoffer fra elektriske og elektroniske produkter er en forholdsvis ny disciplin som startede med undersøgelse af fotokopimaskiner.

Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** giver en oversigt over målinger fra kontorudstyr frem til ca. 1999.

I 1950'erne indtog fotokopimaskinerne kontormiljøet. I slutningen af 1960'erne antog man at de var den væsentligste årsag til klager vedrørende indeklima og helbred. Det var koncentrationen af ozon som opstår under kopiprocessen, som fik skylden for de mange klager hvorfor

der den første række år blev fokuseret meget på målinger af ozon. Først senere, i 1990'erne, er fokus blandt forskere drejet over mod VOC'er og øvrige komponenter og mod at finde svar på hvad der kan gøres for at minimere emissionerne af disse mange forskellige forbindelser i fremtidige produkter.

Fjernsynsskærme, computere og monitorer er i takt med at de bliver mere og mere udbredte, også blevet undersøgt for emissioner. I 1989 blev der fra det tyske miljøministerium offentliggjort en rapport som satte skub i diskussionen om de kemiske emissioner fra computere. Der blev bl.a. fundet PBDF (polybromeret dibenzofuran) som har giftige egenskaber tilsvarende dioxin, i emissionen fra bagsiden af fjernsynsskærme.

I en undersøgelse af monitorer fra 1990 lavet af IBM er der udarbejdet en opgørelse over hvilken funktion de enkelte kemiske stoffer har, og i hvilken koncentration de emitteres – se Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Afgivelse af stoffer fra monitorer

Emission	Kilde ¹	Stof
100 µg/m ³	D	Phenol
	A	2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methylphenol (BHT)
	S	Toluen
	S	2-ethoxyethylacetat
		Mælkesyre, butylester
	D	Cresol
	S	Xylen
	S	Ethylbenzen
	S,D	Ethylbenzen (styren)
	S	1-(2-butoxy)ethoxyethanol
	A	2-tert-butylazo-2-methoxy-4-methylpentan
	D	Benzaldehyd
	S	Trimethylbenzen
		Acrylsyre, ethylester
		4-hydroxy-4-methylpentan
	S	Nonan
	S	Dedecan
	S	Undecan
	S	Dodecan
	D	Octamethylcyclotetrasiloxan
	D	Dodecamethylcyclohexasiloxan
		2-hydroxybenzaldehyd
	10 µg/m ³	
		o-methylhydroxytoluen
S,A		Aceticacid, butylester
A		Acetophenon
D		Caprolactam
S		2-butoxyethanol
A		Heptadecan
A		Butyl isobutyl phthalat
A		Butyl octyl phthalat
S		Propylbenzen
S		Cyclohexanon
		Benzoic acid, pentylester
A		2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-ethylphenol
A		2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-butylphenol
A		3-(1,1-dimethylethyl)phenol
A	Hexandioicacid	
A	Tributylfosfat	
1 µg/m ³	A	Triphenylfosfat

¹ D – nedbrydning/forurening, A – additiv, S – solvent (Fra **Fejl! Ukendt argument for parameter.**).

Siden 1990 er der offentliggjort en række undersøgelser af elektriske og elektroniske apparater. I det følgende vil væsentlige resultater fra disse undersøgelser blive gennemgået.

2.4 Litteraturdata for målinger af emissioner fra elektriske og elektroniske apparater

Der er gennemført målinger på en række elektriske og elektroniske apparater. I Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** findes en oversigt over de apparater der p.t. foreligger målinger for, og hvad der overordnet er blevet målt for.

Tabellen efterfølges af en nærmere beskrivelse af resultaterne fra undersøgelserne opdelt i produktgrupper.

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Produkter hvor der er foretaget målinger

Produkt	År	Reference	TVOC ¹	Væsentligste VOC'er ²	Udvalgte SVOC'er ³
Tv-apparater					
10 tv-apparater		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter. , 3, 6, 13	x	x	x
Computere og monitorer					
19 monitorer		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	(x)	
Monitorer		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.			x
3 computere (ekskl. monitor)		Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	
Computere		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.		(x)	
Computere inkl. skærm		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	(x)	
Telefonprodukter					
Telefon		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Mobiltelefon		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Digital telefonsvarer		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Båndbaseret telefonsvarer		Ref. Fejl!	x	x	x

		Ukendt argument for parameter.			
Hårtørrere, barbermaskiner og håndmiksere					
Hårtørrer		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Barbermaskine (Tyskland)		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Barbermaskine (Kina)		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Elektrisk håndmixer		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Printkort					
Phenol-/papirbaserede printkort		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.			
Epoxy-/glasbaserede printkort		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.			
Andre AV-apparater					
Bærbar CD-afspiller		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
10 stk. videoapparater		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
14 laserprintere		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x		
Computermus		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x
Gameboy		Ref. Fejl! Ukendt argument for parameter.	x	x	x

Hvis der er sat kryds i "Væsentligste VOC'er", er som minimum de 5 højeste koncentrationer af VOC'er angivet i referencen. Hvis en parentes er angivet, er det mindre end de 5 højeste koncentrationer

¹ TVOC: Totalt indhold af flygtige organiske komponenter

² VOC: Flygtige organiske komponenter (Volatile Organic Components)

³ SVOC: Delvis flygtige organiske komponenter (Semi Volatile Organic Components)

2.4.1 Tv-apparater

2.4.1.1 *Tv-apparater (VOC'er, SVOC'er, flammehæmmere) (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** og **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 1999-2002)*

Målemetode

Målingerne på 10 tv-apparater er beskrevet i Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** og Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**. Emissionerne fra tv-apparater blev opsamlet i testkamre jf. udkastet til CEN-norm, CEN TC 264 WQ 7, som definerer kravene til emissionstestkamre.

VOC'er blev opsamlet på Tenax TA-rør, og SVOC'er blev opsamlet ved kondensering på kolde glasrør inde i forsøgskamrene og i prøveluft. Efterfølgende blev prøverne analyseret med GC/MS-teknikker. Temperaturen i testkamrene er 23 °C og den relative luftfugtighed 50 % dog benyttes tør luft svarende til 0 % relativ luftfugtighed ved bestemmelse af SVOC'er. Det benyttede luftskifte i kamrene er ½ gang i timen.

SVOC'erne bestemmes som summen af mængden af SVOC'er målt i prøvekommerets afgangsluft samt mængden af SVOC'er som kondenseres ud på en egenudviklet kondensationsenhed over 14 dage. Kondensationsenheden består af en aluminiumsblok med højpolerede rustfrie stål-plader på 15*15 cm som kan justeres til en valgt overfladetemperatur. Ved måling af afgivne SVOC'er fra elektroniske apparater justeres temperaturen til -10 °C hvorved de fra apparaterne afgivne SVOC'er udkondenseres. For at undgå udkondensering af vanddamp fra luften i testkammeret tilføres tør luft (relativ luftfugtighed =0 %) når der måles SVOC'er.

Phthalater analyseres i prøveluften med absorption på Tenax TA hvor der passerer 10 l med et flow på 100 ml/min. Efterfølgende analyseres på GC/MS efter termisk desorption og kølefældeinjection.

Phosphatbaserede flammehæmmere fanges på XAD-2 (speciel version med lavt indhold af denne type stoffer).

Organophosphatbaserede flammehæmmere og chlorerede paraffiner blev adsorberet på XAD-2 hvorfra stofferne efterfølgende ekstraheres med dichlormethan, mens polybrominerede flammehæmmere eller nedbrydningsprodukter heraf blev opkoncentreret på XAD-2 og ekstraheret med toluen på Soxhlet.

Resultater

I Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er vist udvalgte måleresultater for 10 tv-apparater fra Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Emissioner fra 10 tv-apparater (1999)

Stoffer	Tv-apparater ($\mu\text{g}/\text{apparat}\cdot\text{time}$)	
	Nye apparater	Efter ca. 4 mdr.
TVOC (toluenækvivalenter)	189–2.036	< 25–157
Vinylchlorid	< 0,1	< 0,1
Benzen	0,3 – 7,1	< 0,1–1,2
Toluen	1–203	0,2–6,4
Sum af o,m,p-xylener	1,2–5,7	0, –7,5
Styren	1–7,6	< 0,1–1,1
Phenol	12–236	1,6–35
Sum af o,m,p-cresoler	0,9–19	0,5–4,2
Dichlormethan	< 0,2–2,1	< 0,2–3,0
Trichlorethen	< 0,2–59	< 0,2–19
Tetrachlorethen	< 0,2–2,6	< 0,2–1,1
2-butoxyethanol	1,6–31,4	< 0,5–1,1
Formaldehyd	< 0,5–9,9	< 0,5–6,6
n-nitrosdibutylamin	< 0,1–0,2	< 0,1
Bis-(2-ethyl)-hexylphthalat	0,3–1,4	< 0,1–1,4
Dibutylphthalat	0,1–11,1	< 0,1–4,4
PCB (sum af 6 PCB'er)	0,001–0,003	0,001–0,002
Pentabromtoluen	< 0,00005–0,0002	< 0,00005
TCEP	< 0,01	< 0,01–0,30

Det ses at de højeste emissioner af VOC'er udgøres af phenol og toluen.

Emissionen af VOC'er aftager som det ses af tabellen med tiden.

Hvis man skal give et bud på hvor hurtigt emissionerne aftager, kan man beregne middelværdierne for afgivelsen af stoffer for nye apparater og apparater efter 4 måneders brug. Herefter kan beregnes at de afgivne emissioner af udvalgte stoffer efter 4 måneder er faldet til følgende værdier:

- TVOC: 8 %
- Phenol: 14 %
- Toluen: 3 %
- Formaldehyd: 68 %
- Benzen: 18 %
- Styren: 14 %

Beregningerne antyder at de fleste stoffers emission er faldet til 5-20 % af startemissionen efter ca. 4 måneder. Det ser dog ud til at emissionen af formaldehyd ikke aftager lige så hurtigt.

Flammehæmmere blev målt i Ref. 1, 3 fra 10 fjernsyn for nye fjernsyn og fjernsyn under brug i op til 600 timer.

En række målinger udført over tid viser at de fosfatbaserede flammehæmmers koncentration i prøveluften stiger langsomt. Således når TBP (tributylphosphat) en ligevægtskoncentration på ca. 250 ng/m³ efter 100 timer, ligesom TCEP ((tris-2-chlorethyl)phosphat) og TCPP (tris(dichlorpropyl)phosphat) når mindst 75 % af ligevægtskoncentrationen efter 100 timer. Dette er i modsætning til VOC-emissioner der typisk opnår et maksimum efter i størrelsesordenen 6 timers brug.

Fra tv-apparaterne blev TCEP, TCPP og TPP (triphenylphosphat) fundet i kondensationsanalyserne som vist i Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Flammehæmmere fundet i emissioner fra 10 forskellige tv-apparater (Bestemt med kondensationsenhed)

Stof	Fundet i nye tv-apparater	Fundet i brugte tv-apparater (600 timer)
TCEP (Tris(2-chlorethyl)phosphat)		2 stk.
TCPP (Tris(chlorpropyl)phosphat)	5 stk.	8 stk.
TPP (Triphenylphosphat)	5 stk.	1 stk.

For et af tv-apparaterne er målt følgende koncentrationer i klimakammerets luft af fosfatbaserede flammehæmmere efter 500 timers drift:

- TBP: 31 ng/m³
- TCEP: 102 ng/m³ (TCEP er mistænkt cancerogen)
- TCPP: 1.725 ng/m³

Koncentrationerne af flammehæmmerne TBP, TCEP og TCPP steg meget langsomt og nåede ca. 75 % af koncentrationen ved 600 timer (25 døgn) efter 100 timer. Man må formode at koncentrationerne igen begynder at aftage på et tidspunkt, men hvor lang tid der går før dette sker, vides ikke. De målte konstante koncentrationer af flammehæmmere indikerer at emissionerne af flammehæmmere vil vedblive i mange måneder (år).

Andre målte fosfatbaserede flammehæmmere fra skærme er beskrevet under monitorer.

Efter 600 timers drift blev fundet en koncentration i klimakammerets luft af hexabromobenzen på 2 ng/m³.

2.4.1.2 Tv-apparater (flammehæmmere) (**Fejl! Ukendt argument for parameter., 1991**)

I **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er udført målinger af emissioner af PBDE'er (polybrominerede diphenylethere) samt dioxiner og furaner fra to tv-apparater.

Tv-apparaterne afgav henholdsvis 4 og 192 ng PBDE/enhed over 3 døgn svarende til maksimalt 2,7 ng/apparat/time.

Da undersøgelsen er af ældre dato, er PBDE'erne formentlig substitueret i nyere apparater med fx fosfatbaserede flammehæmmere.

2.4.2 Computere og monitorer

2.4.2.1 Monitorer (TVOC og flammehæmmere) (**Fejl! Ukendt argument for parameter., Fejl! Ukendt argument for parameter., 2002**)

Målemetoder

I Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er 19 forskellige monitorer undersøgt efter testkammermetoden med efterfølgende analyse vha. GC/MS som tidligere beskrevet under tv-apparater.

For hvert apparat er emissionsraterne beregnet og teoretisk relateret til et standardkontormiljø (17,4 m³, ENV 13419-1, 1999) for at kunne sammenligne værdierne med vejledende koncentrationer for luftkvalitet.

Monitorerne blev leveret som nye til TÜV Nord i Hamborg. Efter modtagelse blev monitorerne, indtil forsøgene skulle igangsættes, forseglede i aluminiumscoated PE-folie og lagret i et airconditioneret lokale ved 23 °C og en relativ fugtighed på RH 50 %.

Hver monitor blev testet i et 1 m³ elektropoleret rustfrit stål-testkammer som lever op til kravene i ENV 13419-1 (1999). Testforløbet levede i al væsentlighed op til ECMA-standardens krav (ECMA, 2001).

Monitorerne blev placeret i kamrene i 16 timer i standby-mode ved 23 °C, RH 50 % og et luftskifte på 0,5 m³/time. Derefter blev monitorerne tændt. Efter 6 timers drift blev luftprøver udtaget for at bestemme VOC-koncentrationen. På nogle af monitorerne blev der også gennemført langtidsforsøg.

Bestemmelsen af VOC'er (ved screening) blev gennemført med opsamling vha. Tenax TA-rør (5 l, 0,5 l/min.), termisk desorption (PE-ATD 400) og GC/MS (HP5890/HP5970) monteret med en DB-5MS separationskolonne.

TVOC-værdien er bestemt ved summen af VOC'erne, C₆ til C₁₆, fra gaschromatogrammerne.

Resultater

Forsøgene i **Fejl! Ukendt argument for parameter.** viser at koncentrationen i alle tilfælde viser sig at toppe 6 timer efter at der skiftes fra standby-mode til drift-mode. Koncentrationen af de fleste VOC'er viser sig at være eksponentielt aftagende med tiden.

I Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** fremgår TVOC og toluen efter 6-timer for de 19 testede monitorer i Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Det ses at emissionen af toluen varierer fra 64 til 1.045 µg/time for nye produkter.

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Totalt indhold af flygtige organiske komponenter (TVOC) og toluen fra monitorer

Apparat nr.	TVOC (µg/apparat*time)	Toluen (µg/apparat*time)
M-1	526	64
M-2	1.376	321
M-3	1.545	600
M-4	2.231	780
M-5	771	231
M-6	1.025	538
M-7	2.427	1.045
M-8	2.534	219
M-9	1.455	146
M-10	1.713	758
M-11	1.136	210
M-12	1.607	189
M-13 ¹⁾	11.099	207
M-14 ²⁾	253	11
M-15 ²⁾	301	35
M-16 ²⁾	214	32
M-17 ²⁾	36	1
M-18	701	147
M-19	732	91

¹⁾ Hovedsageligt limonen

²⁾ Ikke nye monitorer – antallet af driftstimer før måling er ikke kendt

På 3 monitorer testet i **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er målt koncentrationer af flammehæmmere i prøvekammerluften efter 12-14 dage. Betingelserne var $T = 23 \text{ }^\circ\text{C}$, $RF = 50 \%$, luftskifte $ACH = 0,5 \text{ h}^{-1}$. De målte koncentrationer varierer inden for de angivne intervaller i **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Koncentrationer af flammehæmmere i tv-apparater

Flammehæmmer	Koncentrationer (ng/m ³)
TBP (Tributylphosphat)	< 10-18
TKP (Triikresylphosphat)	< 10-13
TPP (Triphenylphosphat)	54-254
TBEP (Tris(2-butoxyethyl)phosphat)	< 10
TCEP (Tris(2-chlorethyl)phosphat)	11-121
TCPP (Tris(chlorpropyl)phosphat)	< 10-45
TDCPP (Tris(dichlorpropyl)phosphat)	< 10
TEHP (Tris(2-ethylhexyl)phosphat)	< 10

Af **Fejl! Ukendt argument for parameter.** ses at TPP, TCEP og TCPP har de største koncentrationer i prøvekommerluften.

2.4.2.2 Monitorer (flammehæmmere) (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 1991)

I **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er udført målinger af emissioner af PBDE'er (polybrominerede diphenylethere) fra to monitorer.

Monitorerne afgav henholdsvis 9 og 889 ng/enhed svarende til maksimalt 12 ng/apparat/time. Emissionerne bestod primært af tetra- og penta-BDE.

Da undersøgelsen er af ældre dato, er PBDE'erne formentlig substitueret i nyere apparater med fx fosfatbaserede flammehæmmere.

2.4.2.3 Computere inkl. monitorer (sick building syndrome) (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 2002)

I denne undersøgelse er den "opfattede" luftkvalitet og sick building syndrome (SBS)-symptomer undersøgt i et svagt forurenede kontorlandskab med et luftskifte på 2 gange per time svarende til 10 L/s per person med 6 personer til stede. Forsøgene er gennemført med og uden tilstedeværelse af pc'er. Alle øvrige parametre blev holdt konstant.

30 kvinder udførte almindeligt kontorarbejde på 6 år gamle pc'er hvorfra alle flygtige stoffer formodes at være fordampet. Undersøgelsen forløb enten med eller uden tilstedeværelse af 6 stk. 3 måneder gamle tændte pc'er med monitor placeret bag et forhæng hvorved forsøgspersonerne ikke kunne registrere apparaternes tilstedeværelse.

Testpersonerne bedømte luftkvaliteten på intensitetsskalaer, og deres effektivitet blev målt via registrering af begåede fejl og udførselshastighed for de stillede opgaver.

Resultaterne af undersøgelsen viser at de 6 forholdsvis nye pc'ere har en markant indflydelse på forsøgspersonernes vurdering af luftkvaliteten (Typisk 14 % utilfredse når pc'erne ikke er til stede, og 41 % utilfredse når pc'erne er til stede). Samtidig kan konstateres en negativ effekt på arbejds effektiviteten når de forholdsvis nye pc'er var til stede i rummet.

2.4.2.4 Computere ekskl. skærm (VOCS) (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 2000)

I denne undersøgelse er 3 computere undersøgt for at bestemme VOC-emissionen. Computerne blev placeret i 283 liters elektropolerede rustfrit stål-testkamre ved en temperatur på mellem 24-29 °C. Computerne blev tilsluttet lysnettet ved at føre ledningen gennem en smal åbning i

testkammeret. Testkammeret blev inden forsøgenes igangsættelse konditioneret.

Totalt blev der positivt identificeret 48 VOC'er ved disse forsøg. Toluemissionen var klart den største enkeltbidrager til den samlede emission med op til 300 µg/h.

I aftagende rækkefølge blev fundet følgende stoffer:

- Toluen
- Undecan
- Xylener
- Styren
- Decan
- Dodecan
- Benzaldehyd
- Ethylbenzen
- 1,2,4-trimethylcyclohexan
- Butanal
- Alfa-metylstyren
- Trichlorethen
- Acrylonitril

2.4.2.5 Computere inkl. monitorer (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 1999)

Fotokopimaskiner, laserprintere og computere blev testet for emissioner af VOC'er, ozon og partikler.

I disse forsøg blev anvendt et 6 m³ testkammer lavet af rustfrit stål. Den tilførte luft blev inden brug rensat for alle målbare koncentrationer af formaldehyd og VOC'er, partikler og ozon, således at baggrundskoncentrationen fra den tilførte luft var < 2 µg/m³ TVOC, < 10 µg/m³ total partikler, < 2 µg/m³ formaldehyd og < 0,01 ppm ozon. Lufttilførslen til kammeret blev under forsøgene holdt på 23 ± 2 °C og en relativ luftfugtighed på 50 ± 5 % RH. Luften skiftes 1 gang per time.

Prøveopsamlingstiden i forsøget var 4 timer og 3 kvarter svarende til den samlede testperiode. VOC'erne blev opsamlet på "multisorbent" rør ifølge EPA-metode IP-1B. Disse rør blev efterfølgende analyseret ved termisk desorption/gaschromatografi/massespektroskopi (TD/GC/MS) med en masseselektiv detektor. Det totale TVOC blev bestemt samt de identificerbare VOC'er. Teknikken gør det generelt muligt at se forbindelser fra C₅-C₁₆ med en detektionsgrænse på 1 µg/m³ for TVOC og for de fleste VOC'er for den pågældende prøvestørrelse.

Analyseresultaterne for 6 computere viste at den gennemsnitlige TVOC-koncentration er 0,28 mg/time varierende fra 0,05 til 24,2 mg/time svarende til en omregnet påvirkning i et kontormiljø på 0,28 mg/m³.

De væsentligste VOC'er angivet i alfabetisk rækkefølge var:

- 1-Phenylethanon
- 2-Ethyl-1-Hexanol
- Ethylbenzen
- Ethylhexylpropenoicester
- Hexamethylcyclotrisiloxan
- Methylacrylat

- Phenol
- Trichlorethan
- Toluen
- Xylener

2.4.2.6 Computere og monitorer (VOC'er) (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 1993)

I artiklen beskrives hvordan VOC-emissioner fra computere, monitorer og andet elektronisk udstyr har vist sig at kunne irritere slimhinder, mv.

To kontomedarbejdere fik udskiftet alt deres IT-udstyr for at afhjælpe nogle indeklimarelaterede problemer. Problemerne blev i denne sammenhæng blot meget værre. Grunden til problemerne var i første omgang manglende luftskifte i kontoret. De nye kontormaskiner forværrede derfor blot problemerne. I dette tilfælde løstes problemet med øget rumventilation og ved at lade udstyret være tændt et par uger inden brug. Derfor anbefales det, hvis det er muligt, at gennemføre en indkøring af elektronisk udstyr hvor langt de væsentligste koncentrationer af VOC'er afgasser.

Følgende typisk forekommende VOC-emissioner fremhæves som stammende fra monitorer (i alfabetisk rækkefølge):

- n-butanol
- 2-butanon
- 2-buthoxyethanol
- Butyl-2-methyl-propyl-phthalat
- Caprolactam
- Cresol
- Cyclosiloxan
- Diisooctylphthalat
- 2-ethoxyethylacetat
- Ethylbenzen
- Ozon
- Phenol
- Toluen
- Xylen

2.4.2.7 Monitorer (flammehæmmere) (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 2000)

Triphenylphosphat som er en flammehæmmer med dokumenteret allergisk effekt ved hudkontakt, blev fundet i et kontormiljø med computere, skærme og printere. Kilden til emissionerne blev lokaliseret til CRT-monitorerne.

18 forskellige monitorer blev undersøgt, og det viste sig at de ydre plastcovers indeholdt op til 10 vægt-% triphenylphosphat.

Når helt nyt pc-udstyr blev benyttet i et mindre kontor, viste undersøgelserne at koncentrationen af triphenylphosphat efter de første 24 timer toppede nær de 100 ng/m³.

Prøverne blev udtaget i det område af lokalet hvor brugere normalt ville skulle trække vejret.

Efter en uges drift uden stop var koncentrationen af triphenylphosphat faldet til 50 % af den som blev målt efter 24 timer. Efter 183 døgn's drift, svarende til 2 års drift inden for normal arbejdstid, var koncentrationen

faldet til 10 % af udgangskoncentrationen. At koncentrationen falder med tiden for triphenylphosfat, er i overensstemmelse med de kvalitative resultater i **Fejl! Ukendt argument for parameter.**. Det skal bemærkes at resultaterne i afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.** viser at andre fosfatbaserede flammehæmmeres koncentration først når et maksimum efter 100 timer og aftager meget langsomt.

2.4.3 Telefonprodukter

Analysen af produkter i dette afsnit er fra **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 1997.

Målemetoder

Apparater blev tændt 3 timer inden måling. En glasbeholder blev anvendt som målerum. Før hvert forsøg blev glasbeholderen rengjort og tørret i en konventionel opvaskemaskine. Et kontroleksperiment blev gennemført mellem hvert forsøg for at sikre at glasbeholderen ikke indeholdt VOC. Efterfølgende blev produktet placeret i beholderen, og beholderen blev forseglet og gennemblæst med ren nitrogen 3 gange for at få den atmosfæriske luft ud. En del af den udblæste nitrogen/luft blev derefter udtaget gennem et keramisk rør med aktivt kul. VOC'erne blev derpå adsorberet på det aktive kul. Samplingstiden var 30 min., og forsøgene blev gennemført ved stuetemperatur.

For effektivt at få frigivet forbindelserne fra rørene viste det sig nødvendigt at indsætte rørene i et mikrobølgedesorptionsapparat (Analyst MW 1).

De desorberede forbindelser blev nu analyseret med GC/MS (Hewlett Packard (HP) 5890, column HP Ultra 2 & HP GCD). Med dette udstyr var det muligt at finde de fleste ikke polære og let polære organiske forbindelser med en molvægt (g/mol) på mellem 20 og 400 hvilket svarer til et kogepunkt på mellem 60 °C og 400 °C. Systemet blev kalibreret med standardiserede blandinger af n-alkaner og aromatiske solventer.

Resultater

I nedenstående tabeller er angivet de væsentligste VOC'er samt stoffer med mulig sundhedsskadelig effekt iflg. Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**. Det skal bemærkes at der i bilag B er yderligere oplysninger fra andre kilder om sundhedsskadelige effekter. VOC'erne er angivet i aftagende koncentrationsrækkefølge således at VOC nr. 1 har den højeste målte koncentration.

2.4.3.1 Telefon

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	34	
Toluen	4,7 Mistænkes for at være fosterskadende	1
2-ethylhexanol		2
n-pentadecan		3
Ethylmethylbenzen		4
n-tetradecan		5
Naphtalen	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	
Tetrachlorethen	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	

2.4.3.2 Mobiltelefon

Stoffer	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{time}$)	Væsentligste VOC
TVOC	5,9	
Diethylphthalat	1,6	1
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	2
Ethylbenzen		3
Xylener		4
Benzen	Kræftfremkaldende	5
3-carene	Sensibiliserende	6

2.4.3.3 Digital telefonsvarer

Stoffer	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{time}$)	Væsentligste VOC
TVOC	27	
2-ethylhexanol	2,5	1
Toluen	Mistænkes for at være fosterskadende	2
Xylener		3
Silikoner		4
n-tetradecan		5
n-dodecan		6
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	

2.4.3.4 Båndbaseret telefonsvarer

Stoffer	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{time}$)	Væsentligste VOC
TVOC	51	
2-ethylhexanol	2,5	1
Trimethylbenzen		2
Forsk. n-alkaner		3
Xylener		4
Phenol		5
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	6
N,N-dimethylformamid	Fosterskadende	
Benzophenon	Mistænkes for at være hormonforstyrrende	

Det totale indhold af afgivne organiske stoffer (TVOC) er ca. 1-2 dekader lavere end for tv-apparater (afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**). Af de afgivne stoffer er en del stoffer med mistænkte eller beviste kroniske sundhedsskadelige effekter hvor der ikke kan angives en nedre grænse for "no-effekt".

2.4.4 Hårtørre, barbermaskiner og håndmiksere

Analyser af produkter i dette afsnit er fra **Fejl! Ukendt argument for parameter.** (1997). Vedrørende målemetoder se **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Apparaterne blev tændt 15 minutter inden måling. I nedenstående tabeller er angivet de væsentligste VOC'er, samt stoffer med mulig sundhedsskadelig effekt iflg. Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Det skal bemærkes at der i bilag B er yderligere oplysninger fra andre kilder om sundhedsskadelige effekter.

2.4.4.1 Hårtørrere

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	14	
n-tetradecan	3,4	1
n-pentadecan		2
n-hexadecan		3
2-ethylhexanol		4
Naphtalen	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	5
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	

2.4.4.2 Barbermaskiner (Tyskland)

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	13,2	
1-ethoxy-2-propanol	2,4	1
Cyclohexanon		2
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	3
Toluen	Mistænkes for at være fosterskadende	4
2-ethylhexanol		5
Forsk. n-alkaner		6
Cyclohexanon	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	

2.4.4.3 Barbermaskiner (Kina)

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	27 (efter en ½ time, ikke i drift) 206 (efter 17 timer, i drift)	
Naphtalen	3,8 (efter en ½ time, ikke i drift) 23 (efter 17 timer, i drift), Mistænkes for at være kræftfremkaldende	1
Methylnaphtalener		2
Mange alkylbenzener		3
Mange n-alkaner		4
Cyclohexanon	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	5
Benzen	Kræftfremkaldende	

2.4.4.4 Elektriske håndmiksere

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	20	
2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	1,1 Mistænkes for at være sensibiliserende	1
Nonanal		2
Forsk. n-alkaner		3
Tert-butyl-methylphenol		4
Styren	Danner kræftfremkaldende nedbrydningsprodukter	5
Toluen	Mistænkes for at være fosterskadende	6
Trichlorethylen	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	
Cyclohexanon	Mistænkes for at være	

	kræftfremkaldende	
--	-------------------	--

Det totale indhold af afgivne organiske stoffer (TVOC) er ca. 1-2 dekader lavere end for tv-apparater (afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**), dog undtaget barbermaskinen fra Kina. Af de afgivne stoffer er en del stoffer med mistænkte eller beviste kroniske sundhedsskadelige effekter hvor der ikke kan angives en nedre grænse for "no-effekt".

2.4.5 Printkort

I Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er en række forskellige typer printkort analyseret for afgivelse af VOC'er.

Rapporten viser at phenol-/papirbaserede printkort afgiver langt højere mængder af aldehyder og ketoner (herunder formaldehyd) end glas-/epoxybaserede print (ca. 5 % af værdien for phenol-/papirbaserede hvilket også gælder total VOC'er) Emissionen falder dog med tiden og var for fx formaldehyd omkring 10 % af startkoncentrationen efter 336 timer (14 dage).

2.4.6 Andre AV-produkter og tilbehør

Analysen af produkter i dette afsnit er fra **Fejl! Ukendt argument for parameter.** (1997). I nedenstående tabeller er angivet de væsentligste VOC'er, samt stoffer med mulig sundhedsskadelig effekt iflg. Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**. Det skal bemærkes at der i bilag B er yderligere oplysninger fra andre kilder om sundhedsskadelige effekter. Målemetoder vedrørende Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er beskrevet i afsnit 2.4.3. Apparaterne blev tændt 3 timer inden måling.

2.4.6.1 Bærbart CD-afspiller (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**)

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	61	
Trimethylbenzen	5,5	1
Forsk. alkylbenzener		2
Forsk. n-alkaner		3
2-ethylhexanol		4
Toluen		5
Cyclohexanon	Mistænkes for at være kræftfremkaldende	6

2.4.6.2 Computermus (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**)

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	26	
2-ethylhexanol	6,9	1
Limonene		2
2-ethylhexanal		3
Trimethylbenzen		4
n-tetradecan		5
Styren	Danner kræftfremkaldende nedbrydningsprodukter	

2.4.6.3 Gameboy (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**)

Stoffer	Koncentration (µg/time)	Væsentligste VOC
TVOC	5,7	
Siliconforbindelser	0,7	1

2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT)	Mistænkes for at være sensibiliserende	2
Forsk. n-alkaner		3

Det totale indhold af afgivne organiske stoffer (TVOC) er ca. 1-2 dekader lavere end for tv-apparater (afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**). Af de afgivne stoffer forekommer en del stoffer med mistænkte eller beviste kroniske sundhedsskadelige effekter hvor der ikke kan angives en nedre grænse for "no-effekt".

2.4.6.4 Videoapparater (VOC'er) (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**, 1999)

I Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er angivet målinger af VOC'er for 10 videomaskiner. Målemetoderne er de samme som beskrevet i afsnit 2.4.1.1.

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Emissioner for 10 videomaskiner

Stoffer	Videomaskiner ($\mu\text{g}/\text{apparat}\cdot\text{time}$)	
	Nye apparater	Efter ca. 4 mdr.
TVOC (toluenækvivalenter)	116–391	32–119
Vinylchlorid	< 0,1	< 0,1
Benzen	< 0,1–1,2	< 0,1–1,0
Toluen	2,5–67	0,4–5,3
Sum af o,m,p-xylener	0,4–19	0,1–0,6
Styren	0,2–6,6	< 0,1–0,2
Phenol	18–65	2,8–36
Sum af o,m,p-cresoler	1,0–7,6	< 0,2–1,0
Dichlormethan	< 0,2–1,0	< 0,2
Trichlorethen	< 0,2–4,1	< 0,2–1,0
Tetrachlorethen	< 0,2–2,1	< 0,2–0,5
2-butoxyethanol	< 0,1–2,3	< 0,1–0,9
Formaldehyd	8,0–40	2,4–19
n-nitrosdibutylamin	< 0,1	< 0,1
Bis-(2-ethyl)-hexylphthalat	0,2–1,1	0,4–0,9
Dibutylphthalat	< 0,1–1,7	0,2–0,9
PCB (sum af 6 PCB'er)	0,001–0,002	0,001–0,003
Pentabromtoluen	< 0,00005	< 0,0005
TCEP	< 0,01	< 0,01–0,08

I forhold til tv-apparater er totalemissionerne af VOC'er noget lavere (ca. 2-6 gange) Af de afgivne stoffer forekommer en del stoffer med mistænkte eller beviste kroniske sundhedsskadelige effekter hvor der ikke kan angives en nedre grænse for "no-effekt". Formaldehyd er fundet i højere koncentration end i undersøgelsen af tv-apparater (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**). Endvidere indikerer målingerne som for tv-apparater at formaldehydkoncentrationen ikke aftager lige så hurtigt som fx koncentrationerne af toluen.

2.4.6.5 Laserprintere (Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**)

I Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er beskrevet målinger af VOC'er på 14 laserprintere. Målemetoderne er de samme som i afsnit 2.4.2.1.

Der er målt totale VOC-koncentrationer fra 76 til 5.365 $\mu\text{g}/\text{enhed}/\text{time}$. Der foreligger ikke detaljer angående afgivne stoffer med sundhedsskadelig effekt.

2.5 Sundhedsmæssig screening af stoffer fundet i litteraturstudiet

2.5.1 Gruppering af stofferne efter UMP-systemet

For de i afsnit 2.2 fundne 136 mulige sundhedsskadelige stoffer afgivet fra elektroniske apparater er udført en sundhedsmæssig screening baseret på UMP-systemet. Dette er beskrevet i Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, Miljøprojekt nr. 381, 1998 som svarer til EU's klassificeringskriterier for kemikalier dir 67/548/EEC inkl. 26. tilpasning:

- U: Uønsket (Meget giftig)
- P: Problematisk (Moderat giftig)
- M: Håndterbar (Relativt lav giftighed eller ugiftig)
- N: Ingen data (Lille eller ingen kendskab til stoffet)

Resultaterne af de sundhedsmæssige screeninger for stofferne i forhold til UMP-systemet er vist for uønskede stoffer (U) i **Fejl! Ukendt argument for parameter.** og for problematiske stoffer (P) i **Fejl! Ukendt argument for parameter.**

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Uønskede stoffer i elektriske og elektroniske produkter ifølge UMP-systemet

Stof	CAS-nr.
1,2-Dichloroethan	107-06-2
1,3,5-Triglycidyl Isocyanurat (TGIC)	2451-62-9
2,4,5-Trimethylanilin	137-17-7
2,4-Tolulendiamin (Toluen-2,4-Diamin)	95-80-7
2-Bromobiphenyl	2052-07-5
2-ethoxyethanol	110-80-5
2-ethoxyethylacetat	111-15-9
2-Methoxyethanol	109-86-4
2-Methoxyethylacetat	110-49-6
2-Naphthylamin	91-59-8
2-phenyl-propenal (CAS nr er for 3-phenylpropenal)	104-55-2
3,3'-Dimethylbenzidin	119-93-7
3,3'-Dichlorobenzidin	91-94-1
3,3'-Dimethyl-4,4' diaminodiphenylmethan	838-88-0
3,3'-Dimethoxybenzidin	119-90-4
3-Bromobiphenyl	2113-57-7
4,4'Methylenebis-(2-chloroanilin)	101-14-4
4,4'-Thiodianilene (4,4'-thiobisbenzenamin)	139-65-1
4,4'-Dibromodiphenylether	2050-47-7
4-Bromobiphenyl	92-66-0
4-Bromophenyl phenyl ether	101-55-3
4-Chloro-o-toluidin (4-chloro-2-methylanilin)	95-69-2
Azodicarbonamid	123-77-3
Benzen	71-43-2
Benzidin	92-87-5
Bisphenol A	80-05-7
Brom	7726-95-6
Butadien	106-99-0
Chloroform	67-66-3
Kultjære	8007-45-2
Diethylentriamin	111-40-0
Diphenylmethandiamin	101-77-9

Stof	CAS-nr.
Epichlorohydrin	106-89-8
Formaldehyd	50-00-0
n-Hexane	110-54-3
o-Aminoazotoluen	97-56-3
Octylphenol	27193-28-8
o-Toluidin	95-53-4
p,p'-dibromobiphenyl	92-86-4
p-Chloranilin	106-47-8
Pentabromodiphenyl ether	32534-81-9
Pentachlorphenol (PCP)	87-86-5
phosgen (carbonylchlorid)	75-44-5
Phtalsyreanhydrid	85-44-9
Styrenoxid	96-09-3
Tetrabromobisphenol-A (TBBA)	79-94-7
vinylchlorid	75-01-4

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Problematiske stoffer i EE-produkter ifølge UMP-systemet

Stof	CAS-nr.
2,4-Diaminoanisol	615-05-4
Benzalchlorid	98-87-3
Caprolactam	105-60-2
Diphenylamin	122-39-4
Eddikesyre	64-19-7
Hexamethylendiamin	124-09-4
Methyl-aniliner	100-61-8
p-Cresidin (5-Methyl-o-Anisidin)	120-71-8
Phenol	108-95-2
Polychlorede Biphenyler	1336-36-3
Tetrachlorethylen	127-18-4
Thiocarbamid	62-56-6
Trichlorethylen	79-01-6

Det skal bemærkes at nogle af stofferne på ovenstående liste over problematiske stoffer formentlig ikke er relevante som mulige stoffer med sundhedsskadelig effekt forekommende fra elektriske og elektroniske produkter, fx eddikesyre.

2.5.2 Udvælgelse af stoffer ud fra litteraturdata

I litteraturundersøgelsen af emissioner af stoffer fra testede elektroniske apparater (afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, **Fejl! Ukendt argument for parameter.**) er fundet en lang række stoffer. For de stoffer som der i litteraturen er fundet emissioner af - enten med angiven koncentration eller som er fremhævet i litteraturen som et muligvis sundhedsskadeligt stof - er om muligt fundet CAS-numre, og det er herefter undersøgt om stoffet findes på listen over farlige stoffer med angivelse af faresymbol og R-sætninger. En eventuel grænseværdi på At-liste 2000 er herefter fundet.

For nogle af de stoffer som der ikke er oplysninger på At-listen for, er fundet udenlandske oplysninger om sundhedseffekter.

For stofferne er endvidere lavet en kørsel på stoffets score i UMP-systemet. Stofferne er vist i Bilag B.

I Bilag B er det valgt at markere de stoffer der er fundet emissioner af i litteraturen med mulig sundhedsskadelig effekt med koderne h1, h2 eller h3 eller evt. h4 hvis der er sandsynlighed for at stofferne har kroniske sundhedsskadelige effekter. Koderne h1, h2 medtager bl.a. cancerogene, mutagene, reproduktionsskadelige, fosterskadelige og sensibiliserende egenskaber:

- h1 = R40,42,45,46,48,49,60-64 bevist
- h2 = R40,42,45,46,48,49,60-64 mistænkt
- h3 = EU toxicitetsliste (UMP-system); U: Uønsket stof eller P: Problematiske stoffer
- h4 = Anden litteraturkilde for mulig kronisk sundhedsskadelig effekt.

Ud over de fra målinger fundne ca. 70 stoffer i Bilag B er der en række stoffer i **Fejl! Ukendt argument for parameter.** og **Fejl! Ukendt argument for parameter.** som ud fra vurderingen baseret på kendskabet til indhold i elektronikprodukterne kan tænkes at blive afgivet fra elektriske og elektroniske produkter.

2.5.3 Resultater af screening

Fejl! Ukendt argument for parameter. viser en opgørelse over antal litteraturreferencer hvor et stof med koden h1, h2 eller h3 er fundet. Formålet med tabellen er at skabe et groft overblik over de mest forekommende stoffer.

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Antal fundne litteraturreferencer for stoffer med mulig sundhedsskadelig effekt afgivet fra EE-udstyr

Stof	Antal fundne litteraturreferencer
Toluen	13
Xylener	10
Phenol	8
BHT	7
Styren	7
Benzen	6
Tetrachlorethen	5
Trichlorethen	5
bis-(2-ethyl)-hexylphthalat	4
Cyclohexanon	4
Dibutylphthalat	4
Dichlormethan	4
Formaldehyd	4
PCB	4
Naphtalen	3
TCEP	3
Trimethylbenzen	3
Ethylbenzen	2
2-ethoxyethylacetat	1
3-careen	1
BDE-209	1
Benzophenon	1
Caprolactam	1
Ethylmethylbenzen	1
Methylacrylat	1
N,N-dimetylformamid	1
Trichlorethylen	1
Triphenylphosphat	1

2-buthoxyethanol	1
Acrylonitrile	1
Ethylhexylpropenoic ester	1
Methylnaphtalen	1

De hyppigst fundne stoffer er toluen, xylener, phenol, BHT, styren og benzen.

De i litteraturen maksimalt fundne afgivne stofkoncentrationer som er angivet i Bilag B, er herefter blevet vurderet sundhedsmæssigt på følgende måde:

Måleresultaterne i litteraturen er angivet som målte emissioner (e) i $\mu\text{g}/\text{enhed}/\text{time}$ og er således uafhængige af det rum stofferne emitteres til. En sundhedsmæssig vurdering af koncentrationerne i et givet rum kræver kendskab til rummets størrelse og luftskifte. Da der fokuseres på følsomme grupper, er det valgt at beregne for et lille rum med volumen (V) = $17,4 \text{ m}^3$ med et luftskifte (L) på $\frac{1}{2}$ gang i timen svarende til et lille børneværelse eller kontor på 8 m^2 . Disse tal er endvidere benyttet i Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter..** Rumkoncentrationen beregnes ud fra de målte koncentrationer som:

$$c_R [\mu\text{g}/\text{m}^3] = e [\mu\text{g}/\text{enhed}/\text{time}] / (V [\text{m}^3] * L [\text{time}^{-1}])$$

For at kunne foretage en indledende screening og rangordning af stofferne m.h.t. sundhedsmæssige effekter er faktoren f_s beregnet. Den beregnede f_s tager ikke hensyn til stoffer med kroniske sundhedseffekter.

$$f_s = \frac{\text{rumkoncentration}}{\text{arbejdshygiejnisk grænseværdi} * \text{sikkerhedsfaktor}}$$

Der foreligger i forbindelse med brug af forbrugerprodukter (som her elektronikprodukter) ikke nogle konkret grænser for afdampning til indeklimaet, og der i sådanne tilfælde ikke nogle officielle eller vejledende grænseværdier af forholde sig til. I mangel af sådanne værdier er det valgt at foretage en foreløbig vurdering af afdampning af stoffer til indeklimaet i forhold til 1/100 af grænseværdien i arbejdsmiljøet. Denne "sikkerhedsfaktor" på 100 i forhold til arbejdsmiljøet 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 eventuelt andre sundhedsmæssige egenskaber, men også teknisk/økonomiske forhold tages i betragtning.

Det skal dog bemærkes, at en del af stofferne er bevist eller mistænkt for at have kroniske effekter (f.eks. kræftfremkaldende, sensibiliserende), og at en sikker nedre grænse for "no-effekt" derfor ikke kan defineres. Beregnede værdier for f_s for litteratordataene er angivet i Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Screening af sundhedsskadelig effekt for maksimale koncentrationer af stoffer afgivet fra EE-udstyr fundet i litteratordata

Stof	$F_s = c_R / (g * S)$
Formaldehyd	1,84

Phenol	0,49
Toluen	0,064
Benzen	0,027
Dibutylphthlat	0,021
Acrylonitril	0,0092
Trichlorethen	0,0062
Diethylphthlat	0,0061
Naphtalen	0,0053
Triphenylphosphat	0,0031
PCB	0,0023
Styren	0,0018
Xylener	0,0010
Decan	0,00059
Trimethylbenzen	0,00053
Alfa-methylstyren	0,00031
Ethylbenzen	0,00030
Tetrachlorethen	0,00023
Dichlormethan	0,00015

Det eneste stof som når over $f_s = 1$, er formaldehyd - dernæst følger phenol, toluen, benzen og dibutylphthlat.

Med den angivne vurdering tages ikke hensyn til stoffer med kroniske sundhedseffekter hvor der ikke kan defineres en grænse for "no effekt".

Det skal endvidere bemærkes at der findes udenlandske vurderinger som anbefaler indendørs grænseværdier for fx totalt indhold af organiske stoffer TVOC ($0,3 \text{ mg/m}^3$ som langtidsværdi, Seifert 1999, **Fejl! Ukendt argument for parameter.** angivet i **Fejl! Ukendt argument for parameter.**) og ligeledes $0,3 \text{ mg/m}^3$ (Sagunski, 1996, **Fejl! Ukendt argument for parameter.** angivet i **Fejl! Ukendt argument for parameter.**). Med det i litteraturen fundne maksimale indhold af toluen nås ca. 20 % af den anbefalede ovenstående grænseværdi for toluen, mens den maksimalt fundne mængde TVOC overskrider ovenstående anbefalede grænseværdi for TVOC 4,5 gange.

En række andre SVOC'er som blødgørere, fosfatbaserede flammehæmmere eller bromerede flammehæmmere, er fundet i litteraturen, og disses meget lave koncentrationer formodes at være en del under risikofaktoren f_s . Det formodes at sådanne stoffer vil have en tendens til at kondensere på kolde flader i apparaterne efter måneders brug og senere emitteres i højere koncentrationer med støv som indåndes hvilket evt. kan medføre kroniske sundhedsmæssige effekter.

3 Målinger af afgivelse af sundhedsskadelige stoffer fra udvalgte produkter

3.1 Udvælgelse af produkter

Kriterierne for valg af produkter er følgende:

- Apparater der bruges hyppigt af forbrugere, herunder især af børn, gravide og ældre
- Apparater der udvikler varme og dermed vil kunne forårsage fordampning af sundhedsskadelige stoffer

Som angivet i afsnit 2.1, omfatter relevante produkter:

- Computere
- Monitører
- Spillekonsoller
- Audio- og videosystemer
- Opladere og spændingsomformere

Fra afsnit 2.4 ses endvidere at apparater med de højeste emissioner af de apparater der er målt på, udgøres af monitører og tv-apparater, mens fx videoapparater har lavere emission.

Der er ikke fundet måledata for kraftige moderne spillekonsoller som benyttes af børn og unge i stort omfang, ligesom der ikke er fundet data vedrørende opladere og spændingsomformere der kan findes i stort antal spredt i hjemmene.

Da der er afsat et begrænset analysebudget, er der foretaget en undersøgelse af de mest solgte produkter af ovenstående typer inden den endelige prioritering. Som nævnt i afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.** kan der godt være en del andre relevante produkter som afgiver sundhedsskadelige stoffer.

3.1.1 Monitører

Monitører benyttes af alle aldersgrupper og findes i mange hjem samt på langt de fleste arbejdspladser.

Monitører er som det ses af litteraturundersøgelserne i afsnit 2.4.2 en af de største kilder til emissioner af mulige sundhedsskadelige stoffer hvilket bl.a. skyldes at de under drift har et signifikant energiforbrug og dermed udvikler meget varme.

For at vælge en repræsentativ monitor blev en stor dansk forhandler kontaktet og oplysninger indhentet om de 3 mest solgte monitører i størrelsen 17" og 19".

3.1.2 Spillekonsoller

Der er i dag flere spillekonsoller som dominerer verdensmarkedet. Børn og unge benytter disse produkter i udpræget grad, og det vil derfor være interessant at undersøge et af disse produkter.

3.1.3 Legetøj til mindre børn

For at finde et produkt som bedst repræsenterer gruppen af elektrisk og elektronisk legetøj til mindre børn, blev en større legetøjsforhandler kontaktet. Det mest solgte produkt inden for kategorien af elektrisk og elektronisk legetøj, foruden de førnævnte spillekonsoller, er et keyboard. Strømforbruget af et sådant keyboard er lavt hvorfor det er prioriteret lidt lavere end de øvrige produkter.

3.1.4 Belysning

Transformere til halogenlamper bliver meget varme og er tit meget billige produkter produceret i fjernøsten. Det er derfor vurderet som relevant at undersøge denne produktgruppe. For at finde de produkter som der sælges mange af, blev et par større danske forhandlere kontaktet.

3.1.5 Fjernsyn

Tv-apparater er ifølge afsnit 2.4.1 en af de væsentligste kilder til emissioner af mulige sundhedsskadelige stoffer. Det vurderes derfor relevant at teste et af de mest solgte apparater. En stor dansk forhandler har igen været behjælpelig med at oplyse hvilke produkter som p.t. sælges i store volumener, og dermed kan være interessante at undersøge. Der er således indhentet oplysninger om de 4 mest solgte 28" fjernsynsapparater.

3.1.6 Endeligt valg og indkøb af produkter

Efter samråd med Miljøstyrelsen blev følgende 4 produkter valgt til efterfølgende test:

- En af de mest solgte monitorer
- Et af de mest solgte 28" fjernsyn
- En af de mest solgte spillekonsoller
- 5 stk. transformere til halogenlamper (2 af ét fabrikat og 3 af et andet)

Apparaterne blev indkøbt i uge 38/2002.

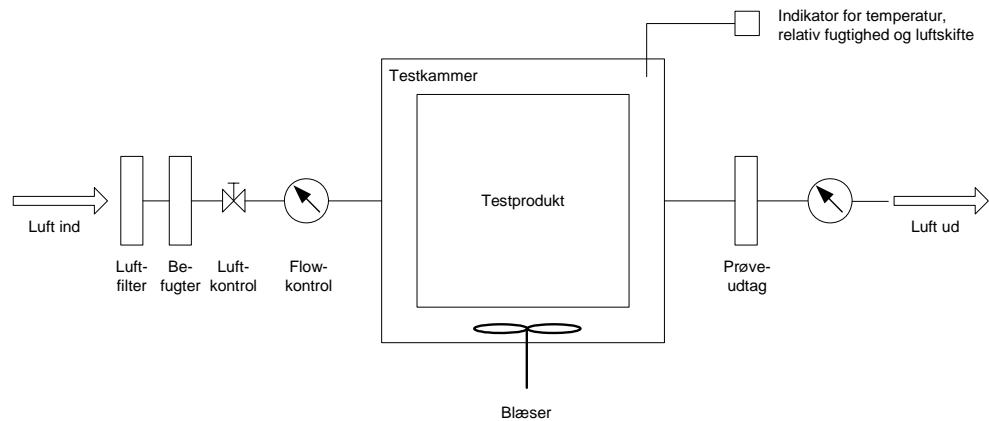
3.2 Metoder til måling af afgivelse af stoffer fra elektriske og elektroniske apparater

3.2.1 Feltmålinger

Målinger af koncentrationer kan foretages direkte i de rum hvor emissionerne forekommer. Det er imidlertid svært at identificere kilderne til emissionerne ved sådanne målinger, idet mange andre kilder kan afgive stoffer, såsom møbler, maling, tryksager mv. Herudover vil luftgennemstrømningen og temperatur og luftfugtighed variere.

3.2.2 Måling i testkammer

Der er generelt enighed om at måling af emissioner i testkamre (klimakamre) giver de bedste resultater da alle parametre som temperatur, luftkvalitet, luftfugtighed, luftudskiftning mv. er under kontrol. Et testkammer kan være et mindre kammer på 300-1.000 l, men også et klimarum hvori kan testes påvirkning af afgivne stoffer på forsøgspersoner som fx i Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter..** På Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er vist en skitse af en testkammeropstilling.



Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Skitse af testkammeropstilling.

3.2.3 Standarder for målinger

Standarder for testkamre er beskrevet i ENV 13419-1 (1999).

Standarder for målinger af emissioner af VOC'er fra elektronisk udstyr er beskrevet i **Fejl! Ukendt argument for parameter..** Herunder er nævnt at temperaturen bør holdes på 23 ± 2 °C, luftfugtigheden på 50 ± 5 % og et luftskifte mellem 0,5 og 2 gange i timen.

3.3 Målinger i klimakammer

3.3.1 Eksperimentelt

Det største apparat som skulle testes var 28" tv-apparatet hvorfor dette blev placeret i et 1 m³ klimakammer. Monitor, transformere og spillekonsol blev hver især placeret i et 320 liter klimakammer med dimensionerne 70*70*65 cm. Kamrene er vist på Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Tv-apparatet var monteret med antennekabel og indstillet til at modtage et tv-signal. Da tv-apparatet går i standby-mode efter en periode uden tv-signal, var det kun muligt at have apparatet i drift fra kl. 7.30 om morgenen på arbejdsdage, og til udsendelse på DR1 stoppede. Således var apparatet dagligt i drift fra kl. 7.30 til sent om aftenen som angivet i Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Monitoren var i hele forsøgsperioden tændt med samme skærbillede og alle sparefunktioner slået fra. Monitoren var tilsluttet en ældre bærbar computer (min. 4 år gammel).

Spillekonsollen var monteret med ledning til 220V, signalkabel og kabel til joystick og tilsluttet et tv-apparat uden for klimakammeret. Spillekonsollen blev holdt aktiv med fremvisning af en 3 timer lang dvd-film. Filmen blev startet 3 gange per arbejdsdag og var således aktiv fra kl. 7.30 til omkring kl. 18.00.



Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Klimakamre. 1 m³-kammeret ses til højre i billedet. De mindre 320 liters kamre se til venstre i billedet.

Transformerne var monteret med ledning til 220V, 2 stikdåser og 10 stk. ca. 25 cm lavspændingsledning til halogenlamperne som var opsat uden for kammeret som vist på Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Transformerne var i uafbrudt drift i hele forsøgsperioden.

De øvrige forsøgsbetingelser er vist i Tabel 3.**Fejl! Ukendt argument for parameter.**

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** forsøgsbetingelser

Testet udstyr	Temp. °C	Luffugtighed % RH	Luftskifte/time	Driftstid
Tv-apparat	26-27	35	0,5	Kl. 7.30 til kl. ca. 23 på arbejdsdage
Monitor	33	25	0,5	100%
Spillekonsol	26	35	0,5	Kl. 7.30 til kl. ca. 18 på arbejdsdage
Transformere	27-28	33	0,5	100%

Det skal bemærkes at luffugtigheden ikke overholder standarden på 50 % RH, ligesom temperaturen er lidt højere for monitoren grundet dennes store varmeudvikling. Afgivelsen i luffugtighed og temperatur vil højst kunne give en fejl på prøvevoluminer og dermed bestemte koncentrationer på 3-4 %. En forhøjet temperatur på 10 °C vil normalt ikke kunne ændre diffusionskoefficienter med mere end en faktor 2 hvorfor fejlen på koncentrationerne forventes under dette.



Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Montage af halogenlamper

Inden forsøgene med de udvalgte apparater indsat blev udført en blindprøve på hvert klimakammer med TENAX-rør under samme driftsbetingelser som ved de senere test på apparater.

I blindprøverne blev medtaget følgende udstyr som er nødvendigt for apparaternes funktion:

- Tv : Ledning til strøm
- Monitor : Ældre bærbar PC, stikdåse, 30 cm ledning
- Spillekonsol : Ledninger til strøm, joystick, tv og datalogger
- Transformere : Ledning til strøm, 2 stikdåser og stumper af ledning til lamper til transformere

Næste dag blev apparaterne indsat, og kamrene henstod i 7 timer med apparaterne tændt for at opnå ligevægt inden prøver blev udtaget på

TENAX-rør til opsamling af VOC'er og DNPH-rør til bestemmelse af aldehyder og ketoner.
DNPH-rørene er C18 polymerer coated med 2,4-dinitrophenylhydrazin.

Ved udtagelse af prøver på DNPH rør blev anvendt et flow på 1 l/minut.

Ved udtagelse af prøver på 2 stk. TENAX-rør blev benyttet et flow på 80 ml/min. med 2 forskellige prøvetagningstider for at kunne opnå en optimal følsomhed i detektionen af emitterede stoffer fra apparaterne (prøvevoluminerne varierede således fra ca. 1-5 l pr. rør).

Herefter henstod apparaterne under de beskrevne forsøgsbetingelser som angivet i **Fejl! Ukendt argument for parameter.**, og efter 9 dages drift blev opsamlet luftprøver på TENAX- og DNPH-rør. Der blev ligeledes opsamlet luftprøver på XAD-2-rør med et flow på 1 liter/minut. Disse rør har en større kapacitet end TENAX-rørene hvorfor svagt flygtige komponenter kan koncentreres højere op. Den højere kapacitet medfører at der kan gennemsuges en langt højere luftmængde end på TENAX-rørene (ca. 1.000 liter luft).

Analyser for aldehyder og ketoner blev foretaget ved eluering med acetonitril og analyse på HPLC med UV-detektion med en måleusikkerhed på 5-10 % og detektionsgrænsen 30 ng/DNPH-rør. Der er analyseret for formaldehyd, acetaldehyd, acrolein, propanal, acetone, butanal, pentanal, hexanal og benzaldehyd. Ved typiske gennemsugede mængder på 30 l luft og et luftskifte på ½ gang i timen svarer detektionsgrænsen til at der kan i bedste fald kan måles ned til 0,5 µg afgivet stof/apparat/time.

Analyser for andre flygtige stoffer fra TENAX blev foretaget ved at desorbere stofferne termisk fra TENAX-rørene og analysere med GC/MS efter tilsætning af interne standarder. Usikkerheden på analysen er ca. 10 %. Detektionsgrænsen er afhængig af hvilke stoffer der måles efter, men vil typisk ligge omkring 2-10 ng. Ved typisk gennemsugede mængder på 2 l luft og et luftskifte på ½ gang i timen svarer detektionsgrænsen til at der i bedste fald kan måles ned til 0,5 µg afgivet stof/apparat/time.

Analyser af flygtige stoffer fra XAD-2-rørene blev udført ved ekstraktion med dichlormethan tilsat deuteriummærkede standarder efterfulgt af analyser på GC/MS. Detektionsgrænsen ved GC/MS-analyserne er igen afhængigt af hvilke stoffer der er tale om men vil typisk være ned til 100-500 ng. Ved typisk gennemsugede mængder på 1.000 l luft og et luftskifte på ½ gang i timen svarer detektionsgrænsen til at der i bedste fald kan måles ned til 0,05 µg afgivet stof/apparat/time.

Usikkerheden er ca. 10% på GC/MS målinger.

3.3.2 Resultater

Kromatogrammerne fra TENAX, DNPD og XAD-2 rør har vist et stort antal komponenter. Analysearbejdet har som første prioritet omfattet en identifikation og kvantificering af komponenterne med de største koncentrationer. Herudover er der specifikt ledt efter en række stoffer med sundhedsskadelige effekter som ifølge litteraturgennemgangen kan forekomme

Dette gælder:

Blødgørere

- DBP (Dibutylphthalat)
- DEHP (bis-(2-ethyl)-hexylphthalat) og andre

Tinbaserede flammehæmmere

- TPP (Triphenylphosphat)
- TCEP (Tris-2chloroethyl)phosphat

Bromerede flammehæmmere

- Tetrabromobisphenol A, BDE-209

Jo lavere flygtighed stofferne har, des vanskeligere er det at identificere stofferne. Det skal her nævnes at de mindst flygtige stoffer vil kunne kondensere på de kolde dele inden i apparaterne, herunder støv fx i et tv-apparat, og efter et stykke tid blive emitteret med støv hvorpå de er udkondenseret. Nøjagtig måling af emissionen af sådanne stoffer kræver bygning af kondensationsenheder til at måle det der udkondenseres, som beskrevet i afsnit 2.4.1.1, hvilket ikke har været muligt inden for dette projekts tidshorisont og budget.

I Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.**-Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er vist analyseresultater som målte emissioner for tv, monitor, spillekonsol og transformer til halogenpærer.

I bilag D er de målte emissioner omregnet til rumkoncentrationer for et rum med volumen = 17,4 m³ og luftskifte = 0,5 time⁻¹.

I nedenstående tabeller er vist de fundne stoffer som er kvantificeret. Stoffernes CAS-nr. er angivet og om stoffet har kroniske sundhedseffekter angivet med koderne h1-h4 beskrevet i afsnit 2.5.2 samt den væsentligste R-sætning hvis stofferne er mærket med R 40, 42, 45, 46, 48, 49, 60-64.

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Emissioner fra tv-apparat

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 7 timer	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 9 døgn
Phenol	108-95-2	h3	22	26
Toluen	108-88-3	h2	17	19
o-xylen+styren	0	h4	13	12
2-(2-ethoxyethoxy)ethanol (diethylenglucol-monobutyl ether)	111-90-0		8	12
2-ethylhexanol	104-76-7		6	4
Nonanal	124-19-6		5	5
Butanol	71-36-3		5	5
Propionsyre	79-09-4		5	5
m-,p-xylen	1330-20-7		3	5
Benzen	71-43-2	h1,R45	2	5
Decanal/alkohol	12-31-2/2425-77-6		4	3
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4		3	3
3-careen	13466-78-9	h4	3	2
Ethylbenzen	100-41-4	h2	2	3
Formaldehyd	50-00-0	h1, R40,R43	3	2
Acetaldehyd	75-07-0	h1,R40	2	3
Acetone	67-64-1		0	4
2-propenoic acid methyl metacrylat	80-62-6		1	3
benzaldehyd	100-52-7		2	1
BHT – Butylhydroxytoluen	128-37-0	h4	1	2
Butanal	123-72-8		2	1
Acetophenon	98-86-2		2	1
2-buthoxyethanol	111-76-2	h3	1	1
Pentanal	110-62-3		1	0
Hexanal	66-25-1		< 1	1
a-pinen	80-56-8		1	< 1
4-hydroxy-4methyl-2-pentanon	123-42-2		< 1	0
1-ethyl-2-methylcyclohexan	3728-54-9		< 1	< 1

h1 = R40,42,45,46,48,49,60-64 bevist

h2 = R40,42,45,46,48,49,60-64 mistænkt

h3 = EU toxicitetsliste (UMP-system); U: Uønsket stof eller P: Problematiske stof

h4 = Anden litteraturkilde for mulig kronisk sundhedsskadelig effekt

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Emissioner fra monitor

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 7 timer	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 9 døgn
Trimethylbenzen ¹	95-63-6	h3	409	107
Toluen ¹	108-88-3	h2	333	139,5
Phenol+trimethylbenzen ¹	Blanding		197	162,5
a-pinen ¹	80-56-8		223	43
2-ethyl-1-hexanol/nonanol ¹	104-76-7		172	84,5
Butanol ¹	71-36-3		136	61,5
o-xylen+styren ¹	Blanding	h4	129	35,5
2-methyl-1-propanol ¹	78-83-1		76	40
m-,p-xylen ¹	1330-20-7		82	33
C15H24 ¹	25246-27-9		57	21
Formaldehyd	50-00-0	h1, R40,R43	26	24
Ethylbenzen ¹	100-41-4	h2	33	14
Ethanol,2-2(buthoxyethoxyacetat) ¹	124-17-4		32	14
2-methyl-phenol (cresol) ¹	95-48-7		26	18
2-butyl-1-oktanol ¹	3913-02-8		27	8,5
3-careen ¹	13466-78-9	h4	30	5
Acetophenon ¹	98-86-2		20	12,5
Acetone	67-64-1		14	9
Benzaldehyd	100-52-7		14	7
Acetaldehyd	75-07-0	h1,R40	9	11
Butanal	123-72-8		11	8
Tetramethylbenzen ¹	25619-60-7		14	5
Pentanal	110-62-3		18	0
2-buthoxyethanol ¹	111-76-2	h3	14	3
BHT – Butylhydroxytoluen ¹	128-37-0	h4	9	7
Benzen ¹	71-43-2	h1,R45	7	6,5
1-methoxy-2-propanol ¹	107-98-2		13	0
Hexanal	66-25-1		6	4
Cyclohexanon ¹	108-94-1	h2	6	3
2-hexyl-1-decanol ¹	2425-77-6		6	3
Butylacetat ¹	123-86-4		7	0
Octanal ¹	124-13-0		3	3
2,4-nonadien ¹	821-74-9		4	2
1,3-diazin/pyrazin ¹	68-35-9	h4	3	1,5
Propanol	123-38-6		2	1

¹Tenax-rør er i mindre grad overmættede. Angivne emissioner er minimumsemissioner. Fejlen vurderes i alle tilfælde mindre end en faktor 2.

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Emissioner fra spillekonsol

Stof	CAS-nr.	Sundheds- kode	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 7 timer	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 9 døgn
SUM C11-c18	gruppe		308	21
Styren	100-42-5	h4 (metab)	16	2
Phenol	108-95-2	h3	13	4
2-ethylhexanol	104-76-7		11	0
Formaldehyd	50-00-0	h1, R40	7	4
Acetone	67-64-1		3	3
Acetophenon	98-86-2		6	0
o-xylen	1330-20-7		6	0
Trimethylbenzen	95-63-6	h3	5	0
a-pinen	80-56-8		5	0
Toluen	108-88-3	h2	2	2
Acetaldehyd	75-07-0	h1,R40	2	2
Hexanal	66-25-1		2	2
2-methyl-1-propanol	78-83-1		1	1
3-careen	13466-78-9	h4	1	0
Benzaldehyd	100-52-7		< 1	< 1
Nonanal	124-19-6		4	< 1
Propanal	123-38-6		< 1	0
Pentanal	110-62-3		< 1	0
Octanal	124-13-0		< 1	< 1

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Emissioner fra Transformatere

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 7 timer *	Målt emission (µg/enhed/h) Efter 9 døgn *
Toluen ¹	108-88-3	h2	307	128,6
SUM C11-c18 ¹	gruppe		223,4	199,6
Trimethylbenzen ¹	95-63-6	h3	179,6	114,6
m-,p-xylen ¹	1330-20-7		156	93,6
Ethylbenzen ¹	100-41-4	h2	139	74
2-methyl-1-propanol ¹	78-83-1		92,6	55,4
Formaldehyd	50-00-0	h1, R 40	97	37,6
o-xylen ¹	1330-20-7		67	38,2
2-pentylfuran ¹	3777-69-3	h4	61	30,6
2-ethylhexanol ¹	104-76-7		52,6	33,8
2-buthoxyethanol ¹	111-76-2	h3	33,6	31
Phenol ¹	108-95-2	h3	0	36,8
Hexanal	66-25-1		18,4	5,2
Tetramethylbenzen ¹	25619-60-7		12,6	6,6
Acetaldehyd	75-07-0	h1, R 40	10,2	4,4
Decanal/alkohol ¹	12-31-2/2425-77-6		8,6	4,4
BHT – Butylhydroxytoluen ¹	128-37-0	h4	3	6,8
Cyclohexanon ¹	108-94-1	h2	6	2,4
Myresyrebutylester ¹	592-84-7		4,8	3,6
Butanal	123-72-8		5,2	1,6
2-ethylhexansyre ¹	149-57-5	h1, R 63	3	3,8
Pentanal	110-62-3		4,6	1,8
Myresyre, 2-methylester ¹	542-55-2		4,2	2,2
Alkohol ¹	19781-13-6		3	2,8
Acetophenon ¹	98-86-2		3,8	1,6
Acetone	67-64-1		3,6	1,2
2-hydroxybenzenethanol ¹	7768-28-7		1,4	3,2
a-pinen ¹	80-56-8		3,4	0,6
Propanal	123-38-6		3	0,8
Butylacetat ¹	123-86-4		2,4	1,2
3-methylbutanal/pentanal	590-86-3/110-62-3		2	1,4
Chlorbenzen ¹	108-90-7		1,6	1,6
Octanal ¹	124-13-0		1,2	1,4
Benzaldehyd	100-52-7		0,6	0,6

* Værdier er angivet for 1 transformere ved at dividere emissionerne fra de testede transformere med 5.

¹ Tenax-rør er en del overmættede grundet uventet høje emissioner hvilket ses af analyseresultaterne fra rørene med de to benyttede forskellige prøvetagningsvoluminer. Angivne emissioner er minimumsemissioner.

Fra tv-apparatet er de største emissioner phenol og toluen.

Fra monitoren er de største emissioner trimethylbenzen og dernæst toluen og phenol hvor phenol ikke har kunnet separeres helt fra trimethylbenzen på kromatogrammet.

Spillekonsoller af den moderne kraftige type har ifølge den gennemgåede litteratur ikke været testet før med henblik på afgivelse af muligvis sundhedsskadelige stoffer.

Fra spillekonsollen udgøres de største emissioner af C11-C18-forbindelser dernæst af styren og phenol.

Transformere til halogenlamper og i øvrigt almindelig forbrugerelektronik har ifølge den gennemgåede litteratur ikke været testet før med henblik på afgivelse af muligvis sundhedsskadelige stoffer.

Fra transformerne fås meget uventet høje emissioner startende med toluen, C11-C18-forbindelser, trimethylbenzen og xylene.

Formaldehydemissionen fra blot en enkelt transformer er højere end alle andre emissioner af dette stof fundet ved litteratursøgningerne på alle typer elektroniske apparater. Emissionen af toluen fra den meget mindre transformer er endvidere af samme størrelsesorden som fra en monitor.

Ud over de angivne stoffer i tabellerne er vurderet en række stoffer fanget på XAD-2-rør, herunder phthlater. Følsomheden på XAD-2-målingerne er langt højere end for TENAX-rørene, men en del af de fundne stoffer, heraf nogle phthlater, skyldes tydeligt baggrunds niveauer (forurening), idet der måles nogenlunde samme koncentration fra hver af de 4 test, og disse målinger er derfor frasorteret. Det er vurderet at måleresultaterne fra rørene vil kunne forbedres væsentligt ved optimerede målebetingelser.

XAD-2 målingerne viser 2 typer phthlater som varierer signifikant for de forskellige apparater. Koncentrationerne er højest for tv-apparatet og de 5 transformere og noget lavere for monitor og spillekonsol. De to phthlater er ligeledes efterfølgende fundet på TENAX-rør men ikke langt fra detektionsgrænsen for denne type målinger. Når målinger fra 9 døgn sammenlignes med 7 timers testen og blindprøven (0 timer), ses for nogle af prøverne en stigning i koncentrationerne. Stigningen i koncentration over tid kan forklares med at apparatet bliver varmt hvorefter phthlaterne diffunderer ud til overfladen af plastmaterialerne og afgives efter et stykke tid. På et tidspunkt forventes koncentrationerne igen at falde når tilstrækkelig med phthlater er diffunderet ud.

Hvornår koncentrationerne af svært flygtige stoffer som phthlater og flammehæmmere opnår et maksimum, formodes at være afhængigt af det plastmateriale stofferne indgår i, og den varmepåvirkning materialet udsættes for. Hvor de let flygtige stoffer (VOC'er) opnår et koncentrationsmaksimum inden for det første døgn (ca. 6 timer), vil nogle svært flygtige stoffer som fx nogle fosfatbaserede flammehæmmere opnå dette maksimum langt senere (flere måneder, se afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**), ligesom koncentrationerne for de meget svært flygtige stoffer vil aftage langsommere når maksimumskoncentrationen er nået grundet den langsommere diffusion i plastmaterialet som de indgår i.

Følgende kvantificering af koncentrationerne af målte phthlater skal tages med forbehold: Dibutylphthlat vurderes til at blive afgivet i et niveau i

størrelsesordenen 0,5-5 µg/apparat/time fra tv-apparatet og monitoren og mellem 0,1-1 µg/apparat/time for spillekonsol og transformere. Der afgives endvidere en anden phthlatype i noget lavere koncentrationer.

Målingerne af emissioner af stoffer fra tv-apparatet kan sammenlignes med målingerne angivet i Tabel 2. **Fejl! Ukendt argument for parameter..** Der er fundet sammenlignelige niveauer af benzen, toluen, summen af xylener og styren, phenol, 2-butoxyethanol og formaldehyd. Endvidere er det vurderede niveau af dibutylphthlat af samme størrelsesorden.

Der måles langt højere emissioner af VOC'er fra monitoren og transformerne end fra tv apparatet. Emissionerne aftager med tiden som det normalt ses for VOC'er efter ca. 6 timer. For monitoren er emissionen af toluen 333 µg/enhed/time. Dette er i midten af intervallet for målte toluenemissioner fra 19 monitorer (64-1045 µg/enhed/time) (se afsnit 2.4.2).

3.4 Sundhedsmæssig screening af stoffer fundet ved målinger

For de fundne stoffer er der om muligt fundet CAS-numre samt sundhedsoplysninger og grænseværdier. Hvis der ikke er fundet danske oplysninger, er anslået grænseværdier eller sundhedsrisici ud fra beslægtede stoffer ved søgninger i TOX-databaser (**Fejl! Ukendt argument for parameter.**).

Sundhedsdata og vurderinger for de stoffer som er blevet identificeret i målingerne på det udvalgte udstyr er vist i Bilag C.

I Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** er listet en del af de stoffer som er fundet og som enten har eller er mistænkt for at have kroniske sundhedsskadelige effekter

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Fundne stoffer med mulige kroniske sundhedsskadelige effekter

Stof	Egenskab	Tv	Monitor	Spille-konsol	Trans-formere
Benzen	Kræftfremkaldende (R45)	x	x		
Formaldehyd	Kræftfremkaldende (R40), sensibiliserende	x	x	x	x
Acetaldehyd	Kræftfremkaldende (R40)	x	x	x	x
3-caren	Mistænkt sensibiliserende	x	x	x	
Butylhydroxytoluen (BHT)	Mistænkt sensibiliserende	x	x		x
Styren	Metabolitter genotoxiske, kræftfremkaldende	x	x	x	
Ethylbenzen	Mistænkt fosterskadende	x	x		x
2-ethylhexansyre	Reproduktions-skadende				x
Cyclohexanon	Mistænkt kræftfremkaldende		x		x
Dibutylphthlat	Muligvis reprotoksisk, kat.2	x	x	x	x

Måleresultaterne foreligger som målte emissioner (e) i $\mu\text{g}/\text{enhed}/\text{time}$ og er omregnet til rumkoncentration c_R med samme rumvolumen og luftskifte som angivet i afsnit 2.5.3 ($V = 17,4\text{m}^3$, luftskifte = $0,5 \text{ time}^{-1}$).

Den sundhedsmæssige risikofaktor $f_s = c_R/(g \cdot S)$ er ligeledes beregnet som i afsnit 2.5.3 med $S = 100$.

Resultaterne er vist i Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.-Tabel 3. Fejl! Ukendt argument for parameter..**

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** TV. Screening for sundhedsskadelig effekt

Stof	CAS-nr.	Bem.	f_s , 7 timer	f_s , 9 døgn
Formaldehyd	50-00-0	R40,R43	0,09	0,06
Phenol	108-95-2		0,063	0,075
Benzen	71-43-2	R45	0,014	0,036
Propionsyre	79-09-4		0,019	0,019
2-(2-ethoxyethoxy)ethanol (diethylenglucol-monobutyl ether)	111-90-0	est.	0,0084	0,013
Toluen	108-88-3		0,0021	0,0023
Propionsyre	79-09-4		0,0019	0,0019
BHT – Butylhydroxytoluen	128-37-0		0,0011	0,0023
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4		0,0017	0,0017
o-xylen+styren	Blanding		0,0014	0,0013
Acetaldehyd	75-07-0	R40	0,00051	0,00077
m-,p-xylen	1330-20-7		0,00032	0,00053
Butanol	71-36-3		0,00038	0,00038
Acetophenon	98-86-2		0,00047	0,00023
2-propenoic acid methyl metacrylat	80-62-6		0,00011	0,00034
Decanal/alkohol	12-31-2 / 2425-77-6	est.	0,00015	0,00011
Ethylbenzen	100-41-4		0,00011	0,00016
2-buthoxyethanol	111-76-2		0,00012	0,00012
Acetone	67-64-1		0	7,7E-05
Pentanal	110-62-3		6,6E-05	0

Forkortelsen "est." betyder at grænseværdien som benyttes til beregning af f_s , er estimeret

For tv-apparatet er den højeste sundhedsmæssige risikofaktor for formaldehyd med $f_s = 0,09$. Dernæst følger phenol og benzen. Summen af de fundne værdier er $f_s=0,18$. Med de anvendte sikkerhedsfaktorer kan der således ikke konstateres et potentielt sundhedsmæssigt problem. Det skal dog bemærkes at en del af stofferne er bevist eller er mistænkt for at være kræftfremkaldende, sensibiliserende mv. og at en sikker nedre grænse for "no-effekt" derfor ikke kan defineres.

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Monitor. Screening for sundhedsskadelig effekt

Stof	CAS-nr.	Bem.	f_s , 7 timer	f_s , 9 døgn
Formaldehyd	50-00-0	R40,R43	0,75	0,69
Phenol+trimethylbenzen	Blanding	Est.	0,23	0,19
Benzen	71-43-2	R45	0,050	0,047
Toluen	108-88-3		0,041	0,017
Trimethylbenzen	95-63-6		0,039	0,010
2-methyl-phenol (cresol)	95-48-7		0,014	0,0094
a-pinen	80-56-8	est.	0,018	0,0035
BHT - Butylhydroxytoluen	128-37-0		0,010	0,0080
o-xylen+styren	Blanding		0,014	0,0039
Butanol	71-36-3		0,010	0,0047
m-,p-xylen	1330-20-7		0,0086	0,0035
2-methyl-1-propanol	78-83-1		0,0058	0,0031
Acetophenon	98-86-2		0,0047	0,0029
2-ethyl-1hexanol/nonanol	104-76-7	est.	0,0040	0,0019
Acetaldehyd	75-07-0	R40	0,0023	0,0028
Ethanol,2-2(buthoxyethoxyacetat)	124-17-4	est.	0,0028	0,0012
Cyclohexanon	108-94-1		0,0017	0,00086
Ethylbenzen	100-41-4		0,0017	0,00074
2-butyl-1-oktanol	735273	est.	0,0016	0,00049
2-buthoxyethanol	111-76-2		0,0016	0,00035
Tetramethylbenzen	25619-60-7	est.	0,0013	0,00048
Pentanal	110-62-3		0,0012	0
1-methoxy-2-propanol	107-98-2		0,00081	0
2-hexyl-1-decanol	2425-77-6	est.	0,00034	0,00017
Acetone	67-64-1		0,00027	0,00017
Hexanal	66-25-1	est.	0,00023	0,00015
Propanal	123-38-6	est.	0,00023	0,00011
Butylacetat	123-86-4		0,00011	0
2,4-nonadien	821-74-9	est.	2,2E-05	1,1E-05

For monitoren er den højeste sundhedsmæssige risikofaktor ligeledes formaldehyd med $f_s=0,75$. Dernæst følger phenol som ikke kan separeres fuldstændig fra trimethylbenzen i kromatogrammet, og dernæst benzen med $f_s=0,05$. Summen af de fundne værdier er $f_s=1,2$. Med de anvendte sikkerhedsfaktorer kan der således ikke konstateres et potentielt sundhedsmæssigt problem for noget enkelt stof. Det skal dog bemærkes at en del af stofferne er bevist eller er mistænkt for at være kræftfremkaldende, sensibiliserende mv. og at en sikker nedre grænse for "no-effekt" derfor ikke kan defineres.

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Spillekonsol. Screening for sundhedsskadelig effekt

Stof	CAS-nr.	Bem.	f _s , 7 timer	f _s , 9 døgn
Formaldehyd	50-00-0	R40,R43	0,2	0,11
Phenol	108-95-2		0,037	0,011
o-xylen	1330-20-7		0,0055	0
Styren	100-42-5		0,0018	0,00022
Acetophenon	98-86-2		0,0014	0
Acetaldehyd	75-07-0	R40	0,00051	0,00051
Toluen	108-88-3		0,00024	0,00024
Trimethylbenzen	95-63-6		0,00048	0
a-pinen	80-56-8	est.	0,00041	0
Hexanal	66-25-1	est.	7,7E-05	7,7E-05
2-methyl-1-propanol	78-83-1		7,7E-05	7,7E-05
Acetone	67-64-1		5,7E-05	5,7E-05

For spillekonsollen er den højeste sundhedsmæssige risikofaktor ligeledes formaldehyd med f_s=0,2. Nr. 2 er igen phenol. Summen af de fundne værdier er f_s=0,24. Med de anvendte sikkerhedsfaktorer kan der således ikke konstateres et potentielt sundhedsmæssigt problem. Det skal dog bemærkes at en del af stofferne er bevist eller er mistænkt for at være kræftfremkaldende, sensibiliserende mv., og at en sikker nedre grænse for "no-effekt" derfor ikke kan defineres.

Tabel 3. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Transformer. Screening for sundhedsskadelig effekt

Stof	CAS-nr.	Bem.	f _s , 7 timer	f _s , 9 døgn
Formaldehyd	50-00-0	R 40, R 43	2,8	1,1
Phenol	108-95-2		0	0,11
2-pentylfuran	3777-69-3	est.	0,070	0,035
Toluen	108-88-3		0,038	0,016
Trimethylbenzen	95-63-6		0,017	0,011
m-,p-xylen	1330-20-7		0,016	0,0099
2-methyl-1-propanol	78-83-1		0,0071	0,0042
Ethylbenzen	100-41-4		0,0074	0,0039
BHT - Butylhydroxytoluen	128-37-0		0,0034	0,0078
o-xylen	1330-20-7		0,0071	0,0040
2-buthoxyethanol	111-76-2		0,0039	0,0036
2-hydroxybenzenethanol	7768-28-7	est.	0,0016	0,0037
Acetaldehyd	75-07-0	R 40	0,0026	0,0011
Cyclohexanon	108-94-1		0,0017	0,00069
Tetramethylbenzen	25619-60-7	est.	0,0012	0,00063
Acetophenon	98-86-2		0,00089	0,00038
Hexanal	66-25-1	est.	0,00070	0,00020
Chlorbenzen	108-90-7		0,00040	0,00040
2-ethylhexansyre	149-57-5	est.	0,00034	0,00044
Decanal/alkohol	12-31-2/2425-77-6	est.	0,00033	0,00017
Propanal	123-38-6	est.	0,00034	9,2E-05
Pentanal	110-62-3		0,00030	0,00012
a-pinen	80-56-8	est.	0,00028	4,9E-05
Acetone	67-64-1		6,9E-05	2,3E-05
Butylacetat	123-86-4		3,9E-05	1,9E-05

For transformerne er den højeste sundhedsmæssige risikofaktor beregnet for en enkelt transformer ligeledes formaldehyd, men med $f_s = 2,8$. Dernæst følger phenol, 2-pentylfuran og toluen. Summen af de fundne værdier er $f_s = 3$.

Her må det derfor konkluderes at vurderingen viser et potentielt sundhedsmæssigt problem med udgangspunkt i de foretagne målinger og den antagne sikkerhedsfaktor.

Hertil skal lægges at der emitteres stoffer med mistænkte eller beviste kroniske effekter.

Da det ikke er unormalt at bruge 3-5 transformere, idet der typisk følger en transformer med hver lampe, kan man risikere at nå $f_s = 15$ eller 15 % af den arbejdshygiejniske grænseværdi for formaldehyd på en arbejdsplads.

Det skal her bemærkes at der er en række andre kilder til formaldehyd i hjemmene, herunder spånplademøbler mv.

Det skal bemærkes at koncentrationerne af formaldehyd og andre VOC'er falder med tiden. Ud fra målingerne kan man anslå halveringstiden til ca. 6-12 døgn. Ud fra denne betragtning vil man for 5 transformere nå $f_s = 1$ efter ca. 1-2 måneder. Der vil dog stadig som nævnt kunne være kroniske effekter af stofferne selvom $f_s < 1$.

4 Referencer

- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Wensing, M., Determination of Organic Chemical Emissions from Electronic Devices, Raw G., Aizlewood C. and Warren O. (eds) Proceedings of the 8th International Conference on Indoor Air and Climate, Edinburgh, UK, Vol.5, pp. 87-92, 1999
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Wensing, M. Handbook für Bioklima und Lufthygiene -5. erg Lfg. 4/ 2001 chapter III-4.4.6 Emissionen elektronischer Geräte
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Salthammer, T., Uhde, E., Wensing, M., Bestimmung von SVOC in Prüfkammern - Flammenschutzmittel und Weichmacher KRdL im VDI und DIN (2002): Neuere Entwicklungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität, VDI-Berichte Nr. 1656, VDI-Verlag, Düsseldorf
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Wensing, M., Kummer, T., Riemann, A., Schwampe, W., Emissions from Electronic Devices: Examinations of Computer Monitors and Laser Printers in a 1 m³ Emission Test Chamber, Accepted for Publication Indoor Conference 2002
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Brown, S. K., Assessment of Pollutant Emissions from Dry-Process Photocopiers, Indoor Air, 9, 259-267
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ball, M., Pöpke, O. und Lis, A., Weiterführende Untersuchung zur Bildung von polybrominierten Dioxinen und Furanen ...Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 104 03 365/01 (1991)
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Braungart, M., Bujanowski, A., Schäding, J., Sinn, C., Poor design- gaseous emissions from Complex Products. Hamburger Umweltinstitut e.V., Project Report, Hamburg (1997)
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Bakó-Biró, Zs, Wagocki, P., Weschler, C., Fanger, Ole, P. Personal Computers pollute indoor Air: Effects on Perceived Air Quality, SBS Symptoms and Productivity in Offices: Proceedings: Indoor Air 2002 pp. 249-254
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Corsi R.L., Grabbs, J., VOC emissions from packaged and active computers. Poster Annual meeting of the international society for exposureanalysis 2000, Monterey, CA, 2000
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Black M. S., Worthan, A. W., Emissions from office equipment. Proceedings Indoor Air 1999, vol.2, pp. 454-459

Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Brooks B. O., Utter G. M., DeBroy, J. A., Davis, W.F., Schimke, R. D., Chemical emissions from electronic products. Proceedings of IEEE Int. Symp on Electronics and Environment 1993, pp 120-125, Arlington VA: 1993

- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Carlsson, H., Nilsson, U., Östman, C., Video display units An emission source of the contact allergic flame retardant triphenyl phosphate in the indoor environment. Environmental Science and Technology Vol 34 (18) pp. 3885-3889
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Pardemann, J., Salthammer, T., Uhde, E., Wensing, M., Flame retardants in the indoor environment. Part 1: Specification of the problem and results of screening tests. Proceedings of Healthy buildings 2000, Helsinki, Finland Vol. 4, pp. 125-130
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Salthammer, T., Wensing, M., Flame retardants in the indoor environment. Part IV
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Sjödin A., Carlsson, H., Thuresson, K., Sjölin, S., Bergman, A., Ostman, C., Flame retardants in indoor air at an electronics recycling plant and other work environments
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Wargocki P., Wyon, D. P., Baik, Y. K., Clausen G., Fanger, P. O., Perceived Air quality ... Indoor Air Vol. 9, pp 165-179, 1999
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** EPA Personal Computer Monitors: A screening evaluation of volatile organic emissions from existing printed circuit board laminates and potential pollution prevention alternatives EPA-600/R-98-034 April 1998
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Funaki, R., Nakagawa, T., Tanaka, H., Tanake, S., Measurements of Aldehydes and VOC Emission Rate by Using a Small-scale Chamber, Proc. of annual meeting of architectural institute of Japan 2002
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Standard ECMA-238 Detection and measurement of chemical emissions from electronic equipment, August 2001
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** T. Otake, J. Yoshinaga and Yukio Yanagishawa, Analysis of Organic Esters of Plasticizer in Indoor Air by GC-MS and GC-FPD Environ. Sci. Technol. 2001, 35, 3099-3102
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Brominated flame retardants Miljøstyrelsen, 1999
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Burkhard, C., Chemical emissions from office-equipment, IVF research publication 99826, 1999
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Opslag på databaserne National Library of Medicine med databaserne Hazardous Substance Data Bank (HSDB) og Toxline som findes på TOXNET (<http://toxnet.nlm.nih.gov/>)

- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Miljøprojekt nr. 381, 1998
svarer til EU's klassificeringskriterier for kemikalier dir 67/548/EEC
inkl. 26. Tilpasning
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** B. Seifert, Richtwerte für die
Innenraumluft: Die Beurteilung der Innenraumluft mit Hilfe der Summe
der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert).
Bundesgesundhbl.,42,270-278, 1999.
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** H: Sagunski, Richtwerte für
die Innenraumluft: Toluol, Bundesgesundhbl.; 39, 416-421, 1996.
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** At-Vejledning C.0.1
Grænseværdier for stoffer og materialer oktober 2000, Arbejdstilsynet
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** At-vejledning A.1.2 Indeklima,
Arbejdstilsynet
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Groshart, Okkerman
EUROPEAN COMMISSION DG ENV, Towards the establishment of a
priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine
disruption, Preparation of a candidate list of substances as a basis for
priority setting nov. 2000.
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Risikovurdering for
dibutylphthalat ECB juni 2001 (ecb.jac.it)
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Canadian Environmental
Protection Act, Priority Substances List, Assessment Report, Dibutyl
Phthalate, 1994.
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** European Commission Risk
evaluation report on Naphtalene draft oct. 2001
- Ref. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** European Commission Risk
evaluation report on Toluene draft july. 2001
- Ref. OW1
Blum, B.; Schadstoffe in elektrischen und elektronischen Geräten,
Emissionsquellen, Toxikologie, Entsorgung und Verwertung, 1996.
Isbn 3-540-60966-0 springer-verlag, berlin
- Ref. OW2
PC-værktøjet "A designer's Guide to Eco-Conscious Design of Electrical
and Electronic Equipment".version 1.1. Dette værktøj indeholder bl.a.
en database med information om kemiske stoffer i
elektronikkomponenter og materialer der typisk indgår i elektriske og
elektroniske produkter.
- Ref. OW3
Willum, O. (2001), List of 383 substances relevant to electronics and
considered to be of specific concern by leading manufacturers of
electrical- and electronic equipment (www.greenpack.org).

Ref. OW4

Pedersen, L. B. (2001) Plast og Miljø, Ingeniøren/Bøger, København, ISBN 87-571-2396-9

Ref. OW5

Jensen, B., A. Schmidt; P. Wolkoff (1989) Plastbase, En database over luftforureninger i plastindustrien og deres sundhedsmæssige virkninger, Arbejds miljøfondet, København, ISBN 87-7359-410-5

BILAG A
Litteraturstudie af stoffer som muligvis kan afgives fra elektriske og elektroniske apparater

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet									
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C	AB S
2,3',4'- Tribromodiphenylether	49690-94-0	Flammehæmmere			x													
1,2-Dichlorethan	107-06-2	Opløsningsmiddel eller affedtningmiddel			x													
1,3,5-Triglycidylisocyanurat (TGIC)	2451-62-9	Monomer fra polymersyntese			x								x					
11-amino-undecansyre		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x							
2,2',4,4',5,5'- Hexabrombiphenyl	59080-40-9	Flammehæmmere			x													
2,4 Toluendiisocyanat	584-84-9	Monomer fra polymersyntese			x								x					
2,4,5-Trimethylanilin	137-17-7				x													
2,4-Diaminoanisol	615-05-4				x													
2,4-Toluendiamin (Toluen- 2,4-Diamin)	95-80-7	Monomer fra polymersyntese			x								x					
2,6 Toluendiisocyanat	9016-87-9	Monomer fra polymersyntese			x								x					

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet									
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C	AB S
2-Amino-4-nitrotoluen	99-55-8	Monomer fra polymersyntese			x													
2-Brombiphenyl	2052-07-5	Flammehæmmere			x													
2-ethoxyethanol	110-80-5	Opløsningsmiddel fra lakering eller væske i elektrolyt			x													
2-ethoxyethylacetat	111-15-9	Opløsningsmiddel fra lakering eller væske i elektrolyt			x													
2-Methoxyethanol	109-86-4	Opløsningsmiddel fra lakering eller væske i elektrolyt			x													
2-Methoxyethylacetat	110-49-6	Opløsningsmiddel fra lakering eller væske i elektrolyt			x													
2-Naphthylamin	91-59-8				x													
2-phenyl-propenal (CAS nr. er for 3-phenylpropenal)	104-55-2	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x						x					
3,3',-Dimethylbenzider	119-93-7				x													
3,3'-Dichlorbenzider	91-94-1				x													
3,3'-Dimethyl-4,4' diaminodiphenylmethan	838-88-0	Monomer fra polymersyntese			x									x				
3,3'-Dimethoxybenzidin	119-90-4				x													
3-Brombiphenyl	2113-57-7	Flammehæmmere			x													

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet								
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C
4,4'Methylenebis-(2-chloranilin)	101-14-4				x												
4,4'-Thiodianilen (4,4'-thiobisbenzenamin)	139-65-1				x												
4,4'-Dibromdiphenylether	2050-47-7	Flammehæmmere			x												
4-Brombiphenyl	92-66-0	Flammehæmmere			x												
4-Bromphenyl phenylether	101-55-3	Flammehæmmere			x												
4-Chlor-o-toluidine (4-chlor-2-methylanilin)	95-69-2				x												
4-Nonylphenol	104-40-5				x												
Acetaldehyd	75-07-0	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x				x			x	
Acrolein	107-02-8	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x			x				x	
Acrylonitril	107-13-1	Monomer fra polymersyntese	x	x		x	x										x
Adipinsyre	124-04-9	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x						
Alkoxyradikaler		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x					x				x	x
Argon			x														
Aroclor	12767-79-2				x			a)									
Aroclor 1254	11097-69-1				x			a)									

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet									
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C	AB S
Azodicarbonamid	123-77-3	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x										x	
Benzalchlorid	98-87-3	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x										x	
Benzen	71-43-2	Monomer fra polymersyntese	x	x	x	x	x		x		x						x	
Benziden og dets salte	92-87-5				x													
Benzidinephenyl	?				x													
Bis(n-octyl)Phthalat (DNOP)	117-84-0				x													
Bisphenol A	80-05-7	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x			x						
Blystearat		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x										x	
Brom	7726-95-6	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x											
Brominerede flammehæmmere			x															
Brominerede flammehæmmere andre end PBB og PBDE		Flammehæmmere			x													
Butadien	106-99-0	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x											x
Butyl benzyl phthalat (BBP)	85-68-7	Blødgører			x													

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet								
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C
Caprolactam	105-60-2	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x						
Chlordiphenyl (Aroclor 1260)	11096-82-5				x			a)									
Chloroform	67-66-3				x												
Chlorparaffiner	63449-39-8	Blødgører+ flammehæmmer			x												
Kultjære	8007-45-2				x												
Cyclohexyldicarboxylsyre anhydrid		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x								
Cyclopentanon	120-92-3	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x						
Decabromobiphenyl	13654-09-6	Flammehæmmere			x												
Decabromodiphenylether	1163-19-5	Flammehæmmere			x												
Decansyrenitril		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x						
Dibutyl phthalat (DBP)	84-74-2	Blødgører			x												
Diethylen glycol dimethylether	111-96-6	Opløsningsmiddel fra lakering eller væske i elektrolyt			x												
Diethylentriamin	111-40-0	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x								
Diisodecylphthalat	26761-40-0	Blødgører			x											x	
Diisononylphthalat (DINP)	28553-12-0	Blødgører			x											x	

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet									
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicones	PVC	ABS
Dimethylphthalat	131-11-3	Blødgører			x												x	
Diphenylamin	122-39-4				x													
Diphenylmethandiamin (4,4 diaminodiphenylmethan)	101-77-9	Monomer fra polymersyntese		x	x	x	x		x						x			
2,4 methyldianilin	1208-52-2	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x							x				
Di-sec-octylphthalat (DEHP)	117-81-7	Blødgører			x												x	
Eddikesyre	64-19-7	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x											
Epichlorohydrin	106-89-8	Grundkomponent ved polymersyntese af epoxy	x	x		x	x		x									
Ethylenglycol	107-21-1	Blødgører, opløsningsmiddel fra eller væske i electrolyt-kondensatorer	x	x														
Formaldehyd	50-00-0	Forbindelse afgivet fra polymer		x	x	x	x			x		x		x			x	
Glycoler		Opløsningsmiddel eller væske i elektrolyt-kondensatorer	x															

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet								
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C
Halogenerede flammhæmmere andre end TBBA		Flammehæmmere			x												
Halogenerede polymerer					x												
Helium			x														
Heptabromdiphenylether	68928-80-3	Flammehæmmere			x												
Hexabrom-1,1'-biphenyl	36355-01-8	Flammehæmmere			x												
Hexabromdiphenylether	36483-60-0	Flammehæmmere			x												
Hexachlorbutadien	87-68-3				x												
Hexamethylendiamin	124-09-4	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x		x				
Hydrogensulfid	7783-06-04	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x					x					
Isocyanater (Toluendiisocyanat)	26471-62-5	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x						x				
Isocyanater (4,4'-diphenylmethandiidocyanat)	101-68-8	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x						x				
Isopropanol	67-63-0	Blæk	x														
Kanechlor 500	27323-18-8				x			a)									
Lactam		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x						
Limonen	138-86-3				x												
Methacrylat	18358-13-9			x													

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet								
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C
Methyl-aniliner	100-61-8	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x							x			
Methylcyclohexyldicarbonsyre anhydrid		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x								
Neon			x														
n-Hexane	110-54-3				x												
Nonabromodiphenylether	63936-56-1	Flammehæmmere			x												
Nonenylcyanid		Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x				x						
o-Aminoazotoluen	97-56-3				x												
Octabromdiphenyl	61288-13-9	Flammehæmmere			x												
Octabromdiphenylether	32536-52-0	Flammehæmmere			x												
Octylphenol	27193-28-8				x												
Octylphenolethoxylater	9002-93-1				x												
o-Toluidin	95-53-4				x												
p,p'-dibrombiphenyl	92-86-4	Flammehæmmere			x												
p-Chloranilin	106-47-8				x												
p-Cresidene (5-Methyl-o-Anisidin)	120-71-8				x												
Pentabromdiphenylether	32534-81-9	Flammehæmmere			x												
Pentachlorphenol (PCP)	87-86-5				x												
Pentachlorphenol, sodium (salte og andre PCP-salte eller forbindelser)	131-52-2				x												

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet								
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C
Phenol	108-95-2	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x		x	x							
Phosgen (carbonylchlorid)	75-44-5	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x					x					
Phthalsyreanhydrid	85-44-9	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x									x	
Phthalater		Blødgører, forbindelse afgivet fra polymer	x	x		x	x									x	
Polybromineret biphenylblanding (Firemaster FF-1)	67774-32-7	Flammehæmmere			x												
Polybrominerede Biphenyler	59536-65-1	Flammehæmmere			x												
Polybrominerede Biphenyl Ether		Flammehæmmere			x												
Polychlorerede Biphenyler	1336-36-3				x			a)									
Polychlorerede naphtalener	39450-05-0				x			a)									
Polychlorerede naphtalener	58718-66-4				x			a)									
Polychlorerede naphtalener	58718-67-5				x			a)									
Polychlorerede terphenyler	61788-33-8				x			a)									
p-toluidin	106-49-0	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x						x				
Styren	100-42-5	Monomer fra polymersyntese	x	x		x	x						x				x

Navn på stof	CAS-nr.	Oprindelse eller anvendelse	Ref OW 1	Ref OW 2	Ref OW 3	Ref OW 4	Ref OW 5	Kom.	Polymer som afgiver stoffet									
									EP	PF	PA	PC	PP S	PS	PUR	Silicone s	PV C	AB S
Styrenoxid	96-09-3	Forbindelse afgivet fra polymer		x		x	x							x				
Terphenyler	26140-60-3				x			a)										
Tetrabrombiphenyl	40088-45-7	Flammehæmmere			x													
Tetrabromobisphenol-A (TBBA)	79-94-7	Flammehæmmere		x	x													
Tetrabromdiphenylether	40088-47-9	Flammehæmmere			x													
Tetrachlorethylen	127-18-4	Opløsningsmiddel eller affedtningsmiddel			x													
Thiocarbamid	62-56-6				x													
Toluen	108-88-3	Opløsningsmiddel fra lakering	x															
Trichlorethylen	79-01-6	Opløsningsmiddel eller affedtningsmiddel			x													
Vinylacetat	108-05-4	Monomer fra polymersyntese	x															
Vinylchlorid	75-01-4	Monomer fra polymersyntese	x	x	x	x	x										x	

a) Anvendelse i nye produkter forventes meget usandsynlig

EP: Epoxy

PF: Phenol formaldehyd resin

PA: Polyamid

PC: Polycarbonat
PPS: Polyphenylenesulfid
PS: Polystyren
PUR: Polyurethan
Siliconer: Siloxaner og Siliconer
PVC: Polyvinylchlorid
ABS: Acrylonitril Butadienstyren

Stoffer som er fundet afgivet fra elektriske og elektroniske apparater opgivet i litteraturen

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Maksimal fundet emission i litteratur (µg/enhed/time)	Kronisk sundhedseffekt
1,2,4-trimethylcyclohexan		Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000, Ref.27	4,8	x
1-ethoxy-2-propanol	1569-02-4	Ikke på listen over farlige stoffer	Tent. 100 ppm	2,4	x
1-phenylethanon	98-86-2	Xn; R 22-36	10 ppm 49 mg/m ³		
2-butanone	78-93-3	F, Xi; R 11-36-66-67	50 ppm 145 mg/m ³		
2-buthoxyethanol	111-76-2	Xn; R 20/21/22-36/38	20 ppm 98 mg/m ³		h3
2-ethoxyethylacetat	111-15-9	T; R 60-61-20/21/22	5 ppm 27 mg/m ³		h3, R 60-61
2-ethylhexanal		Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		x
2-ethylhexanol	104-76-7	Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		x
3-carene	13466-78-9	Ikke på listen over farlige stoffer. (sensibiliserende, Ref. 7)	Ikke på At-liste 2000		h4
Acrylonitrile	107-13-1	F, T, N; R 45-11-23/24/25-37/38-41-43-51/53	2 ppm 4 mg/m ³	3,2	h3, R 45
Alfa-methylstyren	100-80-1	Xi, N; R 10/36/37-51/53	25 ppm 120 mg/m ³	3,2	
Alkylbenzener	-	F, Xn; R 11-20	Tent. 25 ppm		x
Benzaldehyd	100-52-7	Xn; R 22	Ikke på At-liste 2000		
Benzen	71-43-2	F, T; R 45-11-48/23/24/25	0,5 ppm 1,6 mg/m ³	3,7	h1, R 45
Benzophenon	119-61-9	Ikke på listen over farlige stoffer (mistænkt hormonforstyrrende, Ref. 7)	Ikke på At-liste 2000		h4

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Maksimal fundet emission i litteratur (µg/enhed/time)	Kronisk sundhedseffekt
BHT - Butylhydroxytoluen	128-37-0	Ikke på listen over farlige stoffer. At: kontaktallergi (muligvis sensibiliserende, Ref. 7)	10 mg/m ³		h4
bis-(2-ethyl)-hexylphthlat	117-81-7	Ikke på listen over farlige stoffer. (muligvis kræftfremk., Ref. 23)	3 mg/m ³		h2
Butanal	123-72-8	F, R 11	Ikke på At-liste 2000		
Caprolactam	105-60-2	Ikke på listen over farlige stoffer	5 ppm 25 mg/m ³		h3
Cresoler	95-48-7	T; R 24/25-34	5 ppm 22 mg/m ³		x
Cyclohexanon	108-94-1	Xn; R 10-20 (mistænkt kræftfremk., Ref. 7)	10 ppm 40 mg/m ³		h2
Cecane	124-18-5	Xn; R 65	45 ppm 250 mg/m ³	12,8	
Dibutylphthlat	84-74-2	Ikke på listen over farlige stoffer (muligvis hormonforstyrrende, abortrisiko, Ref. 7, hormonforstyrrende effekter kat.1: Ref. 29. Muligvis reprotoksisk, kat.2: Ref. 30 , fosterskader: Ref. 31)	3 mg/m ³	5,6	h2
Dichlormethan	75-09-2	Xn; R 40	35 ppm 122 mg/m ³	1,6	h1, R 40
Diethylphthlat	84-66-2	Ikke på listen over farlige stoffer, på liste over uønskede stoffer	3 mg/m ³	1,6	h4
Dodecane	112-40-3/93763-	Xn; R 65	Ikke på At-liste 2000		

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Maksimal fundet emission i litteratur (µg/enhed/time)	Kronisk sundhedseffekt
	35-0				
Ethylbenzen	100-41-4	F, Xn; R 11-20 (muligvis forsterskadende, Ref. 7)	50 ppm 217 mg/m ³	5,6	h2
Ethylhexylpropenoic ester	103-11-7	Xi; R 37/38-43	Ikke på At-liste 2000		h3
Ethylmethylbenzen	611-14-3	Xn; R 10-20/21-38 (muligvis kræftfremk.)	Ikke på At-liste 2000		h2
Formaldehyd	50-00-0	T; R 23/24/25-34-40-43	0,3 ppm 0,4 mg/m ³ (0,15 mg/m ³ i At-vejledning indeklime, Ref.28)	24	h1, R 40
Hexamethylcyclotrisiloxan		Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		x
Limonene	138-86-3	Xi, N; R 10-38-43-50/53	Ikke på At-liste 2000		x
Methylacrylat	96-33-3	F, Xn; R 11-20/21/22-36/37/38-43	2 ppm 7 mg/m ³		h2
Methylnaphtalen	1321-94-4	Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		h3
N,N-dimetylformamid	68-12-2	T; R 61-20/21-36 (fosterskadende, Ref.7)	10 ppm 30 mg/m ³		h1, R 61
n-alkaner	93763-35-0	Xn; R 65	25 ppm 180 mg/m ³		
Naphtalen	91-20-3	Xn, N; R 22-50/53(mistænkt kræftfremk., Ref. 7, Ref. 23, carc3, R40: ref.32)	10 ppm 50 mg/m ³	23	h2
n-dodecan	93763-35-0	Xn; R 65	Ikke på At-liste 2000		
n-hexadecan	93763-35-0	Xn; R 65	Ikke på At-liste 2000		
n-nitrisodibutylamin					x
Nonanal	124-19-6	Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		
n-pentadecan	93763-35-0	Xn; R 65	Ikke på At-liste 2000		

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Maksimal fundet emission i litteratur (µg/enhed/time)	Kronisk sundhedseffekt
n-tetradecan	93763-35-0	Xn; R 65	Ikke på At-liste 2000		
PCB	1336-36-3	Xn, N; R 33-50/53	0,01 mg/m ³	0,002	h3
Pentabromtoluen		Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		x
Phenol	108-95-2	T; R24/25-34	1 ppm 4 mg/m ³	169	h3
Phthlater		På liste over uønskede stoffer	3 mg/m ³		x
Siliconer		-	-		h4
Siloxaner		-	-		x
Styren	100-42-5	Xn; R 10-2036/38 (metaboliter er genotoxiske, Ref. 7, metaboliseres til styrenoxider, Ref. 23 som er kræftfremk., R 45)	25 ppm 105 mg/m ³	16	h4 (metab)
Tri-2-chloroethylphosphat (TCEP)	115-96-8	Ikke på listen over farlige stoffer (muligvis kræftfremk., Ref. 13, Ref. 23)	-		h2
Tertiær butyl-methylphenol		Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000		x
Tetrachlorethen	127-18-4	Xn, N; R 40-51/53	10 ppm 70 mg/m ³	1,4	h1, R 40
Toluen	108-88-3	F, Xn; R 11-20 (mistænkt fosterskadende, Ref. 7, reprotoxisk cat 3, R63 :ref.33)	25 ppm 94 mg/m ³	523	h2
Trichlorethan	71-55-6	Xn, N; R 20-59	50 ppm 275 mg/m ³		
Trichlorethen	79-01-6	T; R 45-36/37/38-67/68-52/53	10 ppm 55 mg/m ³	29,6	h1, R 45
Trimethylbenzen	95-63-6	Xn,N; R10-20-36/37/38-51/53	25 ppm 120 mg/m ³	5,5	h3
Triphenylfosfat	115-86-6	Ikke på listen over farlige stoffer	3 mg/m ³		h1

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Maksimal fundet emission i litteratur (µg/enhed/time)	Kronisk sundhedseffekt
		(allergieffekter Ref. 12)			
TVOC	Gruppe	-	-	12.200	
Undecane	93763-35-0	Xn; R 65	Ikke på At-liste 2000		
Xylener	1330-20-7	Xn; R 10-20/21-38	25 ppm 109 mg/m ³	9,7	
BDE-209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-decabromodiphenylether)		Se Ref. 15			h4
CP (klorerede parafiner)	Gruppe	Liste over uønskede stoffer			h4
PBDE (polybrominerede diphenylethere)	Gruppe			0,012	h4
TBBPA (tetrabromobisphenolA)	79-94-7				x
TBP (tributylfosfat)	126-73-8				x
TCPP (tri-chloropropylfosfat)	78-43-3				x
Hexabromobenzen	87-82-1	Mistænkt nedbrydningsprodukt bromeret flammehæmmer			h4
DecaBDE (decabromodiphenylether)	Gruppe				h4
OctaBDE	Gruppe				h4
PentaBDE	Gruppe 32534-819	Forslag til klassificering foreligger: Xn; R4 8/21/22/64			h4

h1 = R 40, 45, 46, 48, 49, 60-64 bevist
h2 = R 40, 45, 46, 48, 49, 60-64 mistænkt
h3 = På EU toxicitetsliste, U (Uønsket) eller P (Problematisk)
h4 = Anden litteraturkilde for mulig sundhedsskadelig effekt
"x" betyder at der ikke er fundet data

Fundne emitterede stoffer ved målinger på 4 udvalgte elektroniske apparater

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Kronisk sundhedseffekt
1,3-diazin/pyrazin	68-35-9	Diazin = Sulfadiazin, 68-35-9, antagelig sundhedsskadelig og muligvis terotogen	Ikke på At-liste 2000	h4
1-ethyl-2-methylcyclohexan	3728-54-9	GV antagelig større end cyclohexan på 172 mg/m ³ , methylcyclohexan Xn, R 65-67, Xi, R 38	est. 172 mg/m ³	
1-methoxy-2-propanol	107-98-2	R 10	185 mg/m ³	
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4	Xi; R 36/38	20 mg/m ³	
2-(2-ethoxyethoxy)ethanol (diethylenglucol-monobutyl ether)	111-90-0	(Diethylenglucol-monobutyl ether som diethylenglucol 111-46-6 Xn; R 22 gv: 11 mg/m ³)	est. 11 mg/m ³	
2,4-nonadien	821-74-9	Nonan 2050 mg/m ³ , antagelig det samme niveau	est. 2050 mg/m ³	
2-buthoxyethanol	111-76-2	Xn; R 20/21/22-36/38	20 ppm 98 mg/m ³	h3
2-butyl-1-oktanol	3913-02-8	En forgrenet højere alkohol, GV antagelig over 200 mg	est. 200 mg/m ³	
2-ethyl-1hexanol/nonanol	104-76-7	Butanol 150 mg/m ³ , pentanol 360 mg/m ³ , derfor hexanol og nonanol højere	est. 500 mg/m ³	
2-ethylhexanol	104-76-7	Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000	x
2-ethylhexansyre	149-57-5	Xn, Rep, R 63, reproduktionsskadelig ud fra ketoner af C7, C8 est. 100 mg/m ³	est. 100 mg/m ³	h1, R 63
2-hexyl-1-decanol	2425-77-6	En forgrenet højere alkohol, GV antagelig over 200 mg	est. 200 mg/m ³	
2-hydroxybenzenethanol	7768-28-7	Ethylenglycol moophenylether, antagelig Xn, ingen GV, phenol 4 mg/m ³ , antagelig i størrelsesordenen 10 mg/m ³	est. 10 mg/m ³	
2-methyl-1-propanol	78-83-1	Xi; R 10-37/38-41-67	150 mg/m ³	
2-methyl-phenol (cresol)	95-48-7	Samme som cresol, T, R 24-25, C, R 34	22 mg/m ³	
2-pentylfuran	3777-69-3	Ikke på listen over farlige stoffer: Furan (110-00-9, Fx, T; R 45). Furfural 98-01-1 gv 8 mg/m ³ = Furan+ -COH Furfurylalkohol 98-	est. 10 mg/m ³	h4

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Kronisk sundhedseffekt
		00-0 gv = 20 mg/m ³ kons. Est. gv = 10 mg/m ³		
2-propionsyre methylmetacrylat	80-62-6	F, Xi; R 11-37/38-43	102 mg/m ³	
3-careen	13466-78-9	Ikke på listen over farlige stoffer. (sensibiliserende, Ref. 7)	Ikke på At-liste 2000	h4
3-methylbutanal/pentanal	590-86-3/110-62-3	Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000	
4-hydroxy-4-methyl-2-pentanon	123-42-2	Xi; R 36 antaget gv som pentanon 700 mg/m ³	est. 700 mg/m ³	
Acetaldehyd	75-07-0	Fx, Xn; R12, R 36/37, R 40	45 mg/m ³	h1, R 40
Acetone	67-64-1		600 mg/m ³	
Acetophenon	98-86-2	Xn; R 22-36	49 mg/m ³	
Alkohol	19781-13-6	Antagelig højere alkoholer, ingen væsentlig betydning		
a-pinen	80-56-8	80-56-8, irriterende, organskader, nervesystemet lethal dosis 180 gram, Vurderes som terpentin 25 ppm /140 mg/m ³	est. 140 mg/m ³	
Benzaldehyd	100-52-7	Xn; R 22	Ikke på At-liste 2000	
Benzen	71-43-2	F, T; R 45-11-48/23/24/25	0,5 ppm 1,6 mg/m ³	h1, R 45
BHT - Butylhydroxytoluen	128-37-0	Ikke på listen over farlige stoffer. At: kontaktallergi (muligvis sensibiliserende, Ref. 7)	10 mg/m ³	h4
butanal	123-72-8	F, R 11	Ikke på At-liste 2000	
Butanol	71-36-3	Xn; R 10-22-37/38-41-67	150 mg/m ³	
Butylacetat	123-86-4	R 10-66-67	710 mg/m ³	
C15H24	25246-27-9			
Chlorbenzen	108-90-7	R 10, R 20, R 51/53	46 mg/m ³	
Cyclohexanon	108-94-1	Xn; R 10-20 (mistænkt kræftfremk. , Ref. 7)	10 ppm 40 mg/m ³	h2
Decanal/alkohol	12-31-2/2425-77-6	GV antagelig større end pentanal fx 300 mg/m ³	est. 300 mg/m ³	
Dibutylphthalat	84-74-2	Ikke på listen over farlige stoffer (muligvis hormonforstyrrende effekter, abortrisiko, Ref. 7, hormonforstyrrende effekter kat.1:	3 mg/m ³	h2

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Kronisk sundhedseffekt
		Ref. 29. Muligvis reprotoxisk, kat.2: Ref. 30 , fosterskader: Ref. 31)		
Ethanol, 2-2(buthoxyethoxyacetat)	124-17-4	Er butyldiglycolacetat, GC for butylglycolacetat (Xn, R 20/R 21) er gv. 130 mg/m ³	est. 130 mg/m ³	

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Langtidseffekt
Ethylbenzen	100-41-4	F, Xn; R 11-20 (muligvis fosterskadende, Ref. 7)	50 ppm 217 mg/m ³	h2
Formaldehyd	50-00-0	T; R 23/24/25-34-40-43	0,3 ppm 0,4 mg/m ³ (0,15 mg/m ³ At- vejl. Ref. 28)	h1, R 40
Hexanal	66-25-1	Ikke på listen over farlige stoffer antag gv højere end pentanal fx 300 mg/m ³	est. 300 mg/m ³	
m-,p-xylen	1330-20-7	Xn; R 10-20/21-38	109 mg/m ³	
Myresyre, 2-methylester	542-55-2	F,Xi; R 11-36/37	Ikke på At-liste 2000	
Myresyrebutylester	592-84-7	F,Xi; R 11-36/37	Ikke på At-liste 2000	
Nonanal	124-19-6	Ikke på listen over farlige stoffer	Ikke på At-liste 2000	
Octanal	124-13-0	Ikke betænkelig, fødevareadditiv		
o-xylen	1330-20-7	Xn; R 10-20/21-38	109 mg/m ³	
o-xylen+styren	Gruppe	Styren GV = 105 mg/m ³ LHK, K = kræftfremkaldende	105 mg/m ³	h4
Pentanal	110-62-3	Ikke på listen over farlige stoffer	175 mg/m ³	
Phenol	108-95-2	T; R 24/25-34	1 ppm 4 mg/m ³	h3
Phenol+trimethylbenzen	Gruppe	Trimethylbenzen 95-63-6, 120 mg/m ³ ; phenol 108-95-2, 4 mg/m ³	est. 10 mg/m ³	
Propanal	123-38-6	F, Xi; R 11-36/37/38 antag gv mellem acetaldehyd og pentanal 100 mg/m ³	est. 100 mg/m ³	
Propionsyre	79-09-4	C; R 34	30 mg/m ³	
Styren	100-42-5	Xn; R 10-2036/38 (metaboliter er genotoksiske, Ref. 7 (metaboliseres til styrenoxider, Ref. 23 som er kræftfremk., R	25 ppm 105 mg/m ³	h4 (metab. canc.)

Stof	CAS-nr.	Sundhedskoder	Grænseværdi	Langtidseffekt
		45)		
SUM C11-c18	Gruppe			
Tetramethylbenzen	25619-60-7	Ikke på listen over farlige stoffer. Formodentlig som trimethylbenzen dvs. Xn, N; R 10-20-36/37/38, gv 120 mg/m ³	est. 120 mg/m ³	
Toluen	108-88-3	F, Xn; R 11-20 (mistænkt fosterskadende Ref. 7, reprotoksisk, kat.3, R63:ref.33)	25 ppm 94 mg/m ³	h2
Trimethylbenzen	95-63-6	Xn,N; R10-20-36/37/38-51/53	25 ppm 120 mg/m ³	h3

h1 = R 40, 45, 46, 48, 49, 60-64 bevist

h3 = På EU toxicitetsliste, U:Uønsket eller P: Problematisk

h2 = R 40, 45, 46, 48, 49, 60-64 mistænkt

h4 = Anden litteraturkilde for mulig sundhedsskadelig effekt

Bilag D

Beregnete rumkoncentrationer ud fra målte emissioner

($V = 17,4 \text{ m}^3$, luftskifte = $0,5 \text{ time}^{-1}$)

Beregnete rumkoncentrationer ud fra emissioner fra tv-apparat

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Efter 7 timer	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Efter 9 døgn
Phenol	108-95-2	h3	2,53	2,99
Toluen	108-88-3	h2	1,95	2,18
o-xylen+styren	0	h4	1,49	1,38
2-(2-ethoxyethoxy)ethanol (diethylenglycol-monobutylether)	111-90-0		0,92	1,38
2-ethylhexanol	104-76-7		0,69	0,46
Nonanal	124-19-6		0,57	0,57
Butanol	71-36-3		0,57	0,57
Propionsyre	79-09-4		0,57	0,57
m-,p-xylen	1330-20-7		0,34	0,57
Benzen	71-43-2	h1,R45	0,23	0,57
Decanal/alkohol	12-31-2/2425-77-6		0,46	0,34
1-methyl-2-pyrrolidinon	872-50-4		0,34	0,34
3-careen	13466-78-9	h4	0,34	0,23
Ethylbenzen	100-41-4	h2	0,23	0,34
Formaldehyd	50-00-0	h1, R40,R43	0,34	0,23
Acetaldehyd	75-07-0	h1,R40	0,23	0,34
Acetone	67-64-1		0,00	0,46
2-propenoic acid methyl metacrylat	80-62-6		0,11	0,34
Benzaldehyd	100-52-7		0,23	0,11
BHT – Butylhydroxytoluen	128-37-0	h4	0,11	0,23
Butanal	123-72-8		0,23	0,11
Acetophenon	98-86-2		0,23	0,11
2-buthoxyethanol	111-76-2	h3	0,11	0,11
Pentanal	110-62-3		0,11	0,00
Hexanal	66-25-1		<0,11	0,11
a-pinen	80-56-8		0,11	<0,11
4-hydroxy-4methyl-2-pentanon	123-42-2		<0,11	0,0

1-ethyl-2-methylcyclohexan	3728-54-9		<0,11	<0,11
----------------------------	-----------	--	-------	-------

h1 = R40,42,45,46,48,49,60-64 bevist

h2 = R40,42,45,46,48,49,60-64 mistænkt

h3 = EU toxicitetsliste (UMP-system); U: Uønsket stof eller P: Problematisk stof

h4 = Anden litteraturkilde for mulig kronisk sundhedsskadelig effekt

Beregnete rumkoncentrationer ud fra emissioner fra monitor

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Koncentration (µg/m ³) Efter 7 timer	Koncentration (µg/m ³) Efter 9 døgn
Trimethylbenzen ¹	95-63-6	h3	47,0	12,3
Toluen ¹	108-88-3	h2	38,3	16,0
Phenol+trimethylbenzen ¹	Blanding		22,6	18,7
a-pinen ¹	80-56-8		25,6	4,9
2-ethyl-1hexanol/nonanol ¹	104-76-7		19,8	9,7
Butanol ¹	71-36-3		15,6	7,1
o-xylen+styren ¹	Blanding	h4	14,8	4,1
2-methyl-1-propanol ¹	78-83-1		8,7	4,6
m-,p-xylen ¹	1330-20-7		9,4	3,8
C15H24 ¹	25246-27-9		6,6	2,4
Formaldehyd	50-00-0	h1, R40,R43	3,0	2,8
Ethylbenzen ¹	100-41-4	h2	3,8	1,6
Ethanol,2-2(buthoxyethoxyacetat) ¹	124-17-4		3,7	1,6
2-methyl-phenol (cresol) ¹	95-48-7		3,0	2,1
2-butyl-1-oktanol ¹	3913-02-8		3,1	1,0
3-careen ¹	13466-78-9	h4	3,4	0,6
Acetophenon ¹	98-86-2		2,3	1,4
Acetone	67-64-1		1,6	1,0
Benzaldehyd	100-52-7		1,6	0,8
Acetaldehyd	75-07-0	h1,R40	1,0	1,3
Butanal	123-72-8		1,3	0,9
Tetramethylbenzen ¹	25619-60-7		1,6	0,6
Pentanal	110-62-3		2,1	0,0
2-buthoxyethanol ¹	111-76-2	h3	1,6	0,3
BHT – Butylhydroxytoluen ¹	128-37-0	h4	1,0	0,8
Benzen ¹	71-43-2	h1,R45	0,8	0,7
1-methoxy-2-propanol ¹	107-98-2		1,5	0,0
Hexanal	66-25-1		0,7	0,5
Cyclohexanon ¹	108-94-1	h2	0,7	0,3
2-hexyl-1-decanol ¹	2425-77-6		0,7	0,3
Butylacetat ¹	123-86-4		0,8	0,0
Octanal ¹	124-13-0		0,3	0,3
2,4-nonadien ¹	821-74-9		0,5	0,2
1,3-diazin/pyrazin ¹	68-35-9	h4	0,3	0,2
Propanol	123-38-6		0,2	0,1

¹Tenax-rør er i mindre grad overmættede. Angivne koncentrationer er minimumskoncentrationer. Fejlen vurderes i alle tilfælde mindre end en faktor 2.

Beregnete rumkoncentrationer ud fra emissioner fra spillekonsol

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Efter 7 timer	Koncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Efter 9 døgn
SUM C11-c18	gruppe		35,40	2,41
Styren	100-42-5	h4 (metab)	1,84	0,23
Phenol	108-95-2	h3	1,49	0,46
2-ethylhexanol	104-76-7		1,26	0,00
Formaldehyd	50-00-0	h1, R40	0,80	0,46
Acetone	67-64-1		0,34	0,34
Acetophenon	98-86-2		0,69	0,00
o-xylen	1330-20-7		0,69	0,00
Trimethylbenzen	95-63-6	h3	0,57	0,00
a-pinen	80-56-8		0,57	0,00
Toluen	108-88-3	h2	0,23	0,23
Acetaldehyd	75-07-0	h1,R40	0,23	0,23
Hexanal	66-25-1		0,23	0,23
2-methyl-1-propanol	78-83-1		0,11	0,11
3-careen	13466-78-9	h4	0,11	0,00
Benzaldehyd	100-52-7		<0,11	<0,11
Nonanal	124-19-6		0,46	<0,11
Propanal	123-38-6		<0,11	0,00
Pentanal	110-62-3		<0,11	0,00
Octanal	124-13-0		<0,11	<0,11

Beregnete rumkoncentrationer ud fra emissioner fra Transformere

Stof	CAS-nr.	Sundheds-kode	Koncentration (µg/m ³) Efter 7 timer	Koncentration (µg/m ³) Efter 9 døgn
Toluen ¹	108-88-3	h2	35,3	14,8
SUM C11-c18 ¹	gruppe		25,7	22,9
Trimethylbenzen ¹	95-63-6	h3	20,6	13,2
m-,p-xylen ¹	1330-20-7		17,9	10,8
Ethylbenzen ¹	100-41-4	h2	16,0	8,5
2-methyl-1-propanol ¹	78-83-1		10,6	6,4
Formaldehyd	50-00-0	h1, R 40	11,1	4,3
o-xylen ¹	1330-20-7		7,7	4,4
2-pentylfuran ¹	3777-69-3	h4	7,0	3,5
2-ethylhexanol ¹	104-76-7		6,0	3,9
2-butoxyethanol ¹	111-76-2	h3	3,9	3,6
Phenol ¹	108-95-2	h3	0,0	4,2
Hexanal	66-25-1		2,1	0,6
Tetramethylbenzen ¹	25619-60-7		1,4	0,8
Acetaldehyd	75-07-0	h1, R 40	1,2	0,5
Decanal/alkohol ¹	12-31-2/2425-77-6		1,0	0,5
BHT – Butylhydroxytoluen ¹	128-37-0	h4	0,3	0,8
Cyclohexanon ¹	108-94-1	h2	0,7	0,3
Myresyrebutylester ¹	592-84-7		0,6	0,4
Butanal	123-72-8		0,6	0,2
2-ethylhexansyre ¹	149-57-5	h1, R 63	0,3	0,4
Pentanal	110-62-3		0,5	0,2
Myresyre, 2-methylester ¹	542-55-2		0,5	0,3
Alkohol ¹	19781-13-6		0,3	0,3
Acetophenon ¹	98-86-2		0,4	0,2
Acetone	67-64-1		0,4	0,1
2-hydroxybenzenethanol ¹	7768-28-7		0,2	0,4
a-pinen ¹	80-56-8		0,4	0,1
Propanal	123-38-6		0,3	0,1
Butylacetat ¹	123-86-4		0,3	0,1
3-methylbutanal/pentanal	590-86-		0,2	0,2

	3/110-62-3			
Chlorbenzen ¹	108-90-7		0,2	0,2
Octanal ¹	124-13-0		0,1	0,2
Benzaldehyd	100-52-7		0,1	0,1

* Værdier er angivet for 1 transformer ved at dividere de beregnede rumkoncentrationer fra de testede transformere med 5.

¹ Tenax-rør er en del overmættede grundet uventet høje emissioner hvilket ses af analyseresultaterne fra rørene med de to benyttede forskellige prøvetagningsvoluminer. Angivne koncentrationer er minimumskoncentrationer.