

# **Miljøprojekt nr. 149**

1990

## **Emmisions- undersøgelse for pejse og brændeovne**

**Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen**

## Miljøprojekt

- Nr. 62 : Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark  
Nr. 63 : Anvendelse af analyseresultater ved vandkontrol  
Nr. 64 : Kosmetik – bivirkninger  
Nr. 65 : Miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand  
Nr. 66 : Undersøgelser af blødt aggressivt vand  
Nr. 67 : Kilder til grundvandsforurening  
Nr. 68 : Aktiveret iltning af ferrojern i vand fra Hvidmosen  
Nr. 69 : Forbrug og forurening med chlorphenoler  
Nr. 70 : Organiske opløsningsmidler  
Nr. 71 : Kvicksølv i havneslam  
Nr. 72 : Organic solvents  
Nr. 73 : Arealanvendelse og geologi – nitrat i grundvand  
Nr. 74 : Kvicksølv i danske ferskvandskosystemer  
Nr. 75 : Forureningstilstanden i danske svømmebade  
Nr. 76 : Nitrat og pH i drikkevand  
Nr. 77 : Kvicksølv i jord  
Nr. 78 : Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer  
Nr. 79 : Leptospira-bakterier i rotter ved dambrug og landbrug  
Nr. 80 : Svømmebade og sygdomsrisici  
Nr. 81 : Lokale forureninger og helbredseffekter  
Nr. 82 : QSAR og toksikologi – en ny strategi i kemikalievurdering  
Nr. 83 : Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald  
Nr. 84 : Alternativ lossepladsteknologi – en litteraturgennemgang  
Nr. 85 : Tilførsel af næringsstoffer til vandløb  
Nr. 86 : Genanvendelse af tekstilaffald  
Nr. 87 : Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer  
Nr. 88 : Emballage til mælk og juice  
Nr. 89 : Vandressourcerne og klimasvingninger  
Nr. 90 : Nikkelafgivelse fra metallegeringer  
Nr. 91 : Algetoksicitetstest  
Nr. 92 : CFC- forbrugsmønster i Danmark  
Nr. 93 : Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand  
Nr. 94 : Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København  
Nr. 95 : Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning  
Nr. 96 : Svovlrintedannelse og -kontrol i trykledninger  
Nr. 97 : Renere teknologi i fiskeindustrien  
Nr. 98 : Renere teknologi i træ- og møbelbranchen  
Nr. 99 : Kompostering af haveaffald i Frederiksborg amt  
Nr. 100 : Hazard assessment of 1,1,1-Trichloroethane  
Nr. 101 : Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter  
Nr. 102 : Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug  
Nr. 103 : Sprøjtefri randzoner i kornmarker  
Nr. 104 : Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien  
Nr. 105 : Forbrug af og forurening med bly i Danmark  
Nr. 106 : Haloner – forbrugsmønster i Danmark  
Nr. 107 : Galvanisk overfladbelægning uden affald og spildevand  
Nr. 108 : Madaffald fra storkøkkener – organisation af indsamling og oparbejdning  
Nr. 109 : Erstatningsstoffer for fosfat – spredning og effekter i miljøet  
Nr. 110 : Olie/kemikalieaffald – en spørgeskemaundersøgelse  
Nr. 111 : Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier  
Nr. 112 : Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept  
Nr. 113 : Storskrald og haveaffald  
Nr. 114 : Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation  
Nr. 115 : Vandmiljøplanens overvågningsprogram

# **Miljøprojekt nr. 149**

**1990**

## **Emmisions- undersøgelse for pejse og brændeovne**

**Dioxin, PAH og mutagen aktivitet**

Otto Dyrnum, Miljøstyrelsen  
Kirsten Warnøe, Miljøstyrelsen  
Ole Manscher, Danmarks Miljøundersøgelser  
Jørgen Vikelsøe, Danmarks Miljøundersøgelser  
Arne Grove, Dansk Teknologisk Institut  
Knud J. Hansen, Dansk Teknologisk Institut  
Preben Aagaard Nielsen, Levnedsmiddelstyrelsen  
Henrik Madsen, Dansk Prognoseinformation

**Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen**



## INDHOLD

SAMMENFATNING.	5
FORORD.	6
1. KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER.	8
1.1. PAH.	8
1.2. Dioxiner.	10
1.3. Mutagen aktivitet.	12
1.4. Anbefalinger.	13
2. PROJEKTBESKRIVELSE.	14
2.1. Ovntyper.	14
2.2. Brændselstyper.	15
2.3. Forsøgsplanlægning.	16
2.4. Interkalibrering.	16
3. INDFYRING OG PRØVETAGNING.	17
3.1. Indfyring.	17
3.2. Ovnens indstilling under indfyring	17
3.3. Brændsel.	18
3.4. Driftsparametre.	18
3.5. Prøvetagning.	19
4. ANALYSER.	20
4.1. PAH-analyser.	21
4.2. PCDD- og PCDF analyser.	21
4.3. HCl-analyser.	22
4.4. Mutagen aktivitet.	23
5. RESULTATER.	23
5.1. Statistisk bearbejdning.	23
5.2. PAH-emission.	24
5.3. PCDD- og PCDF emission.	29
5.4. Chlorbrintemission.	37
5.5. Mutagen aktivitet.	40
6. BRÆNDELSFORBRUG OG EMISSIONSOPGØRELSER.	42
6.1. Brændselsforbrug.	42

6.2. PAH-emission. . . . .	43
6.3. Dioxinemission. . . . .	44
6.4. En vurdering af usikkerheder. . . . .	46
6.5. Emission af mutagen aktivitet. . . . .	48
<b>7. LITTERATUR. . . . .</b>	<b>50</b>
<b>8. FORKORTELSER. . . . .</b>	<b>52</b>
<b>9. APPENDICES . . . . .</b>	<b>54</b>
A/1 Forsøgsplanen. . . . .	55
B/1 Indfyringsforskrift for brændeovne. . . . .	56
C/1 Beregning af TOX ekvivalenter efter nordisk Standard. . . . .	57
D/1 Oversigt og gruppeinddeling af PAH'er. . . . .	58
E/1 Indfyringsrapport fra prøvetagningen. . . . .	59
F/1 Driftsparametre fra prøvetagningen. . . . .	60
G/1 Udtagne prøve- og røggasmængder. . . . .	84
H/1 HCl analyseresultater. . . . .	88
I/1 PAH analyseresultater. . . . .	92
J/1 "Screeningsresultater". . . . .	98
K/1 PCDD og PCDF analyseresultater. . . . .	103
L/1 Resultater fra Ames test. . . . .	107
M/1 De statistisk behandlede PAH resultater, summeret for hver PAH gruppe. . . . .	119
N/1 Statistiske analyseresultater for PAH modeller. Med aktive prediktorer. . . . .	120
O/1 Oversigt over PCDD og PCDF analyseresultater anvendt til den statistiske analyse. . . . .	126
P/1 Statistiske analyseresultater for PCDD og PCDF modeller med aktive og passive prediktorer . . . . .	128
Q/1 Forklaring til tabellerne med statistiske resultater. . . . .	134
R/1 Beregning af tox ækvivalenter efter nordisk Standard. . . . .	137

## SAMMENFATNING.

Denne undersøgelse er en af de første samlede undersøgelser af emissioner af dioxin, PAH og mutagen aktivitet for forskellige brændselstyper i 2 forskellige pejse og brændeovnstyper. Undersøgelsen er præliminær og udført for begrænsede midler. Der har ved undersøgelsens gennemførelse været store tekniske og analytiske vanskeligheder. Til trods herfor er det lykkedes at gennemføre undersøgelsen og opnå brugbare resultater.

På grund af undersøgelsens præliminære karakter har de opnåede resultater ikke den præcision, som vil kunne forventes af et eventuelt opfølgende arbejde.

Ved undersøgelsen er fundet meget høje dioxinkoncentrationer i røggasserne. Værdierne er betydeligt højere end for affaldsforbrændingsanlæg. Den årlige landsemission for pejse og brændeovne skønnes at være af samme størrelsesorden som for affaldsforbrændingsanlæg.

Der er fundet markante forskelle i dioxinkoncentrationen i røggassen for de forskellige brændselstyper. Således er dioxinkoncentrationen i røggassen størst for PCP-imprægneret træ, men bemærkelsesværdigt er det, at rent bøgetræ er årsag til dioxinkoncentrationer af samme størrelsesorden som aviser, briketter af husholdningsaffald og briketter af træaffald samt affaldstræ. Tilsyneladende har selve ovntypen ikke indflydelse på dioxinkoncentrationen.

Ved undersøgelsen er fundet PAH-koncentrationer i røggassen af samme størrelsesorden som i andre lignende undersøgelser. Det er endvidere fundet, at PAH-koncentrationen afhænger af ovntype eller måske snarere af korrekt fyringsteknik og brændselstype. Således giver briketter af affaldstræ og PCP-imprægneret træ PAH-koncentrationer, der er ca. 15 gange større end rent bøgetræ.

Der er konstateret tilsvarende forskelle i koncentrationen af mutagene stoffer efter indfyring med forskellige typer af brændsel. Afbrænding af rent træ (bøgetræ) er påvist at medføre en væsentligt lavere koncentration i røggasserne af disse stoffer end afbrænding af f.eks. affaldstræ.

Rent træ er mængdemæssigt langt den væsentligste brændselstype i brændeovne. Alligevel må brændeovne antages at udgøre en af de væsentligste

kilder til den samlede emission af PAH og mutagen aktivitet.

I forhold til den frembragte energimængde giver brændeovne anledning til emission af store mængder af dioxin, PAH og mutagene stoffer sammenlignet med større anlæg.

Undersøgelsen peger på, at emissionerne især af PAH og mutagene stoffer kan nedsættes ved mere optimal forbrænding. Det må antages, at forbedret forbrændingsbetringelser også vil kunne nedsætte dioxinkoncentrationen.

#### FORORD.

#### Projektets baggrund, formål og organisation.

I forbindelse med en forespørgselsdebat om dioxinforurening i Danmark vedtog Folketinget den 23. april 1985 en motiveret dagsorden, hvori Folketinget blandt andet opfordrede regeringen til at gennemføre dioxinmålinger på forskellige typer affaldsforbrændingsanlæg, herunder også sygehusforbrændingsanlæg samt små forbrændingsanlæg, bl.a. pejse og brændeovne. Finansudvalget bevilgede herefter den 28. maj 1986 7,5 millioner kroner til hele dioxinprojektet.

Dioxinprojektet blev siden delt i et hovedprojekt og et biprojekt:

- Hovedprojektet omhandlede undersøgelse af affaldsforbrændingsanlæg inclusive sygehusforbrændingsanlæg.
- Biproyjektet omhandlede undersøgelse af pejse og brændeovne.

Hovedprojektet blev afrapporteret med udgivelsen af miljøprojekt nr. 117 i 1989. Nærværende af rapportering omhandler biprojektet.

Den styregruppe, der fulgte hovedprojektet, vurderede udfra udenlandske undersøgelser, at man ikke kunne forvente at finde nogen høj dioxine mission fra industriovne.

Ud fra udenlandske undersøgelser blev det også vurderet, at dioxinemissionen fra pejse og brændeovne heller ikke ville være særlig høj, selv om denne emission dog måtte forventes at ville være højere end emissionen fra de små industriovne. Det blev derfor besluttet, at undersøgelsen for

de små anlæg kun skulle omfatte pejse og brændevne. Denne beslutning blev også taget under hensyn til de begrænsede midler, der var til rådighed og til, at hovedprojektet skulle tildeles de fleste midler.

I Energiministeriets forskningsprogram EFP-88 er der, bl.a. med henblik på miljømæssig optimering af konstruktionsmæssige principper for brændevne, forudsat en undersøgelse over forskellige drifts- og konstruktionsparametres betydning for emissionen af PAH.

Herudover har Miljøstyrelsen fra sin undersøgelseskontor afsat midler til gennemførelse af prøver for mutagenicitet ved hjælp af Ames test på røggasprøver fra pejse og brændevne.

Nærværende afrapportering er resultatet af et samarbejdsprojekt mellem "Dioxinprojektet", EFP-88 og Miljøstyrelsen.

Biprojektet havde følgende hovedformål:

- at skabe grundlag for en nærmere bestemmelse af størrelsen af den samlede emission af dioxin og PAH i pejse og brændevne.
- at undersøge røggasprøver fra pejse og brændevne for mutagenicitet ved hjælp af Ames test.

Miljøstyrelsen har forestået koordineringen af projektet og udført dette i samarbejde med Dansk Teknologisk Institut, Levnedsmiddelstyrelsens Institut for Toksikologi, Danmarks Miljøundersøgelser og Dansk Prognoseinformation. Projektet er fulgt af en styregruppe bestående af:

Jan Daub, Energiministeriet  
Otto Dyrnum, Miljøstyrelsen  
Ole Manscher, Danmarks Miljøundersøgelser  
Arne Grove, Dansk Teknologisk Institut  
Jørgen Vikelsøe, Danmarks Miljøundersøgelser  
Preben Aagaard Nielsen, Institut for Toksikologi,  
Levnedsmiddelstyrelsen.

## 1. KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER.

Denne undersøgelse er en af de første samlede undersøgelser af emissioner af PAH, dioxin og mutagen aktivitet for forskellige brændselstyper i forskellige ovntyper. Undersøgelsen er præliminær og der har ved undersøgelsens gennemførelse været store tekniske og analytiske vanskeligheder.

De tekniske vanskeligheder har vedrørt: Ovnindstilling og prøveudtagning. De analytiske problemer skyldtes de høje koncentrationer af dioxin samt af tjærestoffer i de udtagne prøver.

Til trods for disse vanskeligheder er det lykkes at gennemføre undersøgelsen og opnå brugbare resultater. Undersøgelsen må opfattes som foreløbig og de opnåede resultater har af ovennævnte årsager ikke en præcision som forventes af det opfølgende arbejde.

### 1.1. PAH.

Der er i denne undersøgelse fundet PAH-emissioner, der er af samme størrelsesorden, som der er fundet i andre lignende undersøgelser, for så vidt angår emissionerne fra afbrænding af rent træ.

Ved behandlingen af analyseresultaterne er PAH'-erne inddelt i fire grupper, PAH<sub>1</sub> omfattende alle PAH'er, PAH<sub>2</sub> omfattende de egentlige PAH'er, naphthalenerne, PAH<sub>3</sub> omfattende den lette del af de egentlige PAH'er, samt PAH<sub>4</sub> omfattende den tunge del af de egentlig PAH'er.

Baggrunden herfor er, at det er tvivlsomt om naphthalenerne kan regnes med som PAH'er. Endvidere er det af interesse at udskille den tunge del af de egentlige PAH'er, som den gruppe der tillægges den overvejende del af den mutagene effekt.

Brændsler.

Det er fundet, at emissionerne fra de forskellige brændsler skiller sig markant ud fra hinanden med hensyn til emissionernes størrelse, medens fordelingen mellem de enkelte PAH-grupper er næsten ens fra brændsel til brændsel.

Med hensyn til emissionernes størrelse kan brændslerne inddeltes i tre grupper, som er markant forskellige fra hinanden, medens der ikke er megen forskel inden for de enkelte grupper.

Det er fundet, at rent træ som det eneste brændsel i den første gruppe giver de laveste emissioner. Den anden gruppe, der består af brændslerne aviser og briketter af husholdningsaffald, giver emissioner, der er omtrent dobbelt så høje som for rent træ. Den sidste gruppe, der består af brændslerne affaldstræ, briketter af affaldstræ og PCP-imprægneret træ, giver emissioner, der er ca. 15 gange højere end for rent træ.

#### Ovntyper.

Der er fundet markante forskelle i PAH-emissionen mellem ovnene.

Generelt fandtes, at B-ovnens PAH-emissioner var ca. 2,5 gange større end A-ovnens, og det fandtes, ligesom for brændslerne, at fordelingen mellem PAH-grupperne var ens fra ovn til ovn.

En nærmere undersøgelse viste, at standard-afvigelsen på de under forsøgene målte ovntræk, kunne forklare en del af forskellene mellem de to ovne, således at en høj emission kunne tilskrives en ujævn forbrænding betinget af en uhensigtsmæssig ovnindstilling. Det er dog ikke udelukket, at en mere ujævn forbrænding i den ene ovn kan tilskrives forskelle i konstruktionsdetaljer, og at der således reelt er 2,5 gange forskel i emissionerne på de to ovne.

#### Emissioner.

Den overvejende del, ca. 80%, af den årlige landsemission af PAH fra brændeovne hidrører fra forbrænding af rent træ. Rent træ udgør ca. 96% af den samlede brændselsmængde.

Pap og papir, som udgør ca. 2% af den samlede brændselsmængde, tegner sig for ca. 3% af den samlede PAH-emission, medens affaldstræ, som ligeledes udgør 2% af den anvendte brændselsmængde, tegner sig for ca. 20% af den samlede PAH-emission, hvilket skal tilskrives, at affaldstræ emitterer ca. 15 gange mere PAH end rent træ.

De øvrige brændselstypers bidrag til emissionen er forsvindende, men en eventuel forøget, fremtidig anvendelse af brændselstyper som affaldstræ og briketter af affaldstræ vil forårsage forøget PAH-emission, da disse brændsler emitterer henholdsvis 15 og 19 gange så meget PAH som rent træ.

Afbrænding af aviser vil næppe være årsag til større PAH-emissioner, da det må formodes, at denne brændselskilde trods alt er begrænset, sammenholdt med, at emissionen af PAH fra aviser kun er ca. 2 gange større end for rent træ.

Karakteristik af PAH-emissionen.

Fordelingen af de enkelte PAH'er og PAH-grupper i målte emissioner er fundet at være uafhængige af brændsel og ovntype.

Den overvejende del af den totale PAH-emission har vist sig at bestå af Naphthalen og substituerede naphthalener, ialt ca. 74%. De øvrige 26%, som udgør gruppen PAH2 - de egentlige PAH'er - fordeler sig med 18% til PAH3 og 8% til PAH4.

Udtrykt som absolutte tal, emitteres der pr. kg rent træ henholdsvis 38, 10, 7 og 3 mg af grupperne PAH1, PAH2, PAH3 og PAH4.

## 1.2. Dioxiner.

Der er fundet meget høje værdier for emissionen af dioxiner. De fundne værdier ligger betydeligt over de røggaskoncentrationer, der er fundet for affaldsforbrændingsanlæg, og den samlede emission fra pejse og brændeovne er, udtrykt som Nordiske tox ækvivalenter, fundet til 10-50 g/år, d.v.s. samme størrelsesorden som for affaldsforbrændingsanlæg.

Det er tilsyneladende første gang, at så høje koncentrationer er afrapporteret i forbindelse med pejse og brændeovne. Dette skyldes formentlig de store vanskeligheder, der er i forbindelse med målingerne, hvilket kan have maskeret dioxiner i tidlige undersøgelser, således at disse ikke er påvist.

Brændsler.

Der er i undersøgelsen endvidere fundet, at de forskellige undersøgte brændsler skiller sig markant ud fra hinanden. Fra brændsel til brændsel er der således fundet markante forskelle, hvad angår størrelsen af den totale dioxinemission, ligesom der er fundet forskelle i forholdene mellem mængderne af PCDD og PCDF. Der er endvidere fundet forskelle i den gennemsnitlige chloreringsgrad, såvel blandt brændslerne indbyrdes, som i forhold til hvad der er fundet for affaldsforbrændingsanlæg. I forhold til affaldsforbrændingsanlæg er der fundet en gennemsnitlig højere chloreringsgrad.

PCP-imprægneret træ skiller sig markant ud fra de øvrige brændselsgrupper med betydelig højere dioxinemissioner.

Det er endvidere bemærkelsesværdigt, at rent træ er årsag til dioxinemissioner af samme størrelsesorden som viser, husholdningsbriketter, træbriketter og affaldstræ, idet de sidstnævnte fire brændsler formodes at have et større di-

oxindannende potentielle på grund af indhold af chlorholdige materialer.

Ovntyper.

Ovntypen har ved denne undersøgelse ikke kunnet tillægges nogen betydning for dioxinemissionens størrelse, og tilsyneladende har det heller ikke haft betydning, at der forbrændingsteknisk har været stor forskel på de to ovne.

Emissioner.

Selv om PCP-træ er årsag til dioxinemissioner, der er markant større end for de øvrige brændsler, er totalbidraget for denne brændselstype dog negligerbart på grund af den ringe mængde, der afbrændes af denne brændselstype.

Den største del (94%) af den samlede dioxinemission kommer fra afbrændig af rent træ, både fordi dette brændsel er det mest anvendte (96%), og dels fordi emissionen for rent træ ikke er lavere end for de øvrige anvendte brændsler (aviser, affaldstræ, husholdningsaffald samt briketter af affaldstræ og husholdningsaffald).

De øvrige anvendte brændslers (aviser, affaldstræ, husholdningsaffald samt briketter af affaldstræ og husholdningsaffald) bidrag til den samlede emission er beskedent som følge af deres begrænsede anvendelse. En eventuel fremtidig anvendelse af disse materialer, som hel eller delvis erstattning for rent træ, kan ikke på grundlag af nærværende analyse påstås at give forøget dioxinemission, da de alle har emisjoner, der er sammenlignelig med emissionen for rent træ.

Karakteristika  
for dioxinemis-  
sionen.

For samtlige brændsler, med undtagelse af briketter af husholdningsaffald, fandtes emissioner for PCDD, der var ca. 20-60 gange større end PCDF emissionen, medens PCDD emissionen for husholdningsbriketter vedkommende kun fandtes til 0,6 gange PCDF-emissionen. Næsten det samme forhold (0,67) som er fundet for affaldsforbrændingsanlæg.

Husholdningsaffald skiller sig ligeledes ud fra de øvrige brændsler hvad angår chloreringsgraden. Dioxinemissionen fra briketterne af husholdningsaffald har en chloreringsgrad, der er næsten identisk med, hvad der er fundet for affaldsforbrændingsanlæg, medens emission fra de andre affaldstyper tilsyneladende har en højere andel af de højtchlorerede lavtoxiske dioxiner.

Chloreringsgraden, og den hermed forbundne andel af høj- og lavtoxiske dioxiner, kommer til udtryk ved beregningen af tox ækvivalenterne. For briketterne af husholdningsaffald blev det vurderet, at dioxinemissionen fra disse havde samme toxicitet som dioxinemissionen fra affaldsforbrænding,

omkring 1,5% af den totale emission, medens toxiciteten fra de øvrige brændsler vurderes til ca. det halve.

### 1.3. Mutagen aktivitet.

Der er påvist høje niveauer af mutagen aktivitet i røggasprøverne. Den mutagene aktivitet er bestemt i Salmonella/mikrosom-testen, der er udviklet til at afsløre kemiske stoffers evne til at ændre arveanlæggene (fremkalde mutationer) i levende organismer. Sådanne ændringer vides at være relateret til udvikling af bl.a. kræft og arvelige genetiske skader, og mutagene stoffer anses således for at være potentielt kræftfremkaldende.

De påviste niveauer er af samme størrelsesorden som påvist i sammenlignelige udenlandske undersøgelser.

Der er især påvist såkaldt indirekte virkende mutagen aktivitet, der i emissioner af denne type typisk skyldes forekomsten af PAH.

En direkte virkende mutagen aktivitet, der formentlig skyldes forekomsten af derivater af PAH, f.eks. oxigenerende forbindelser, er påvist i et niveau, der er ca. 10 gange lavere end den indirekte virkende aktivitet. Det er sandsynliggjort, at den direkte virkende aktivitet ikke eller kun i meget begrænset omfang i enkelte prøver, skyldes forekomsten af nitroforbindelser, f.eks. nitro-PAH.

Der er påvist en signifikant forskel i emissionen af mutagen aktivitet mellem de to ovntyper, hvor A-ovnen giver de laveste emissioner, og B-ovnen de højeste.

Niveauet af mutagen aktivitet er endvidere fundet at være afhængigt af typen af brændsel. For begge typer ovne er indfyring med briketter af husholdningsaffald og sammenrullede aviser fundet at give den laveste emission. De største emissioner ses i B-ovnen efter indfyring med affaldstræ og briketter af træaffald. I A-ovnen ses de største emissioner efter indfyring med affaldstræ, PCP-imprægneret træ og briketter af træaffald.

Der er påvist en stærk korrelation mellem røggasprøvernes indhold af PAH og mutagen aktivitet.

For rent træ er der som gennemsnit for de to ovne fundet en emissionsfaktor på  $5,3 \times 10^6$  revertanter pr. kg træ. En så stor emission af mutagen

aktivitet vides ikke at blive overgået af andre forbrændingsprocesser i energiforsyningen.

#### 1.4. Anbefalinger.

Erfaringer fra denne undersøgelse peger mod følgende undersøgelser:

Fremtidige undersøgelser. Arbejdet med kvalitetssikring af brændeovne som er igangsat i 1989 bliver afsluttet medio 1990 med udsendelse af DS 887. Efter denne DS skal alle nye ovne afprøves for at kunne opnå certifikat. I forbindelse med dette arbejde er der indenfor de sidste år sket en meget stor teknisk udvikling af nye brændeovne således, at de forbrændingsteknisk er blevet forbedrede. Det vil derfor være ønskeligt at måle, hvor meget de nye typer brændeovne, som godkendes efter DS 887, emitterer. Tilrettelæggelse og gennemførelse af sådanne undersøgelser vil kunne drage nytte af erfaringerne fra denne undersøgelse hvad angår fyringsteknik, prøvetagning og analyser. Da det specielt er brænde, der bidrager til den samlede emission, vil det være ønskeligt med et bedre kendskab til emissionsniveauet for rent træ, hvor bøgetræet suppleres med f.eks. nåletræ. Endvidere bør der foretages målinger på villafyr og små industrifyr.

## 2. PROJEKTBESKRIVELSE.

Inden for dioxinprojektets rammer er der tidlige-  
re foretaget en kortlægning af de små anlæg,  
heriblandt pejse og brændeofne (Dyrnum, 1989).  
Kortlægningen omfatter blandt andet en opgørelse  
over antallet af pejse og brændeofne på lands-  
plan, samt hvilke typer og mængder af brændsler,  
herunder affaldslignende brændsler, der afbrændes  
heri. Resultaterne fra denne kortlægning indgik  
i planlægningen af nærværende projekt.

Dette projekt omfatter målinger af emissioner og  
driftsparametre ved afbrænding af 6 forskellige  
affaldslignende brændsler i 2 forskellige ovnty-  
per på en prøvestand.

Under forbrændingsprocessen måles løbende drifts-  
parametrene: temperatur, røggasflow, skorstens-  
træk, samt røggassens indhold af uforbrændte  
kulbrinter ( $\text{CH}_4$ ), kuldioxid ( $\text{CO}_2$ ) og kulalte (CO).

Endvidere udtages der under forbrændingsprocessen  
prøver af røggasserne til kemisk analyse. De i  
henhold til forsøgsplanen (appendix A) udvalgte  
prøver analyseres for PCDD, PCDF, PAH og HCl,  
samtidigt bestemmes for mutagenicitet ved hjælp af  
Ames test.

De målte driftsparametre og analyseresultaterne  
fra røggasprøverne blev underkastet en statistisk  
analyse.

### 2.1. Ovntyper.

Til forsøgene er udvalgt en støbejernsovn (A) og  
en pladejernsovn (B), begge bygget efter samme  
princip. Det skønnes (DAPO, 1988), at A-ovnen har  
en markedsandel på ca. 35%, og at B-ovnen er  
repræsentativ for en gruppe pladejernsovne med en  
samlet markedsandel på ca. 40%. Ovnene er således  
repræsentative for i alt ca. 75% af de eksisteren-  
de brændeofne i Danmark.

#### A-ovnen.

A-ovnen er fremstillet af emaljeret støbejern.  
Brændkammeret er udmuret med 30 mm ildfaste sten.  
Bunden af brændeofnen er plan og uden rist.  
Brændkammeret afsluttes foroven af en skråstillet  
røgvendeplade. Brændeofnen kan tilsluttes skor-  
stenen som top- eller bagudgang.

Luftmængden til forbrændingen kan reguleres  
gennem to luftrosetter, som er placeret i ind-  
fyringslågerne.

Brændeovnen er velegnet til fyring med gasholdigt brændsel (træ).

#### B-ovnen.

B-ovnen er fremstillet af pladejern. Brændkammeret har 30 mm udmuring. Bunden af brændkammeret er plan og forsynet med rysterist. Brændkammeret afsluttes foroven af en vandret røgvendeplade. Brændeovnen kan tilsluttes med top- eller bagudgang til skorsten.

Brændeovnen er forsynet med 3 luftrosetter til regulering af forbrændingsluften. Luftrosetten i askeskuffen er primært beregnet til fyring med ikke-gasholdige brændsler (koks). Luftrosetten i indfyringslågen er beregnet til at give forbrændingsluft til fyrrummet. Luftrosetten i toppen af brændeovnen tilsætter forbrændingsluft til gaserne, så de kan afbrændes.

Brændeovnen er velegnet til fyring med både gasholdigt og ikke-gasholdigt brændsel.

#### 2.2. Brændselstyper.

Bl.a. med baggrund i Miljøstyrelsens kortlægning af affaldsforbrænding i små anlæg (Dyrnum, 1989) er følgende brændselstyper valgt til forsøget.

- Sammenrullede aviser
- affaldstræ (nedrivning fra gamle huse)
- Briketter af husholdningsaffald
- Briketter af affaldstræ
- PCP-imprægneret træ
- Rent løvtræ.

Man kender i dag intet eller meget lidt til emissionen fra forbrænding af disse brændsels typer.

Sammenrullede aviser, affaldstræ samt briketter af affaldstræ er valgt, dels som værende meget anvendte brændsler, og dels som brændselstyper som kunne formodes at give anledning til høje emissioner af dioxiner og PAH'er.

Briketter af husholdningsaffald er valgt som repræsenterende den brændbare del af husholdningsaffaldet og som et fremtidigt potentielt brændsel. Også dette brændsel formodes at give høje emissioner af dioxiner og PAH'er.

PCP-imprægneret træ er valgt som det brændsel, der anses for at give anledning til den største dioxinemission ved forbrænding. Selv om brugen af PCP til trækonservering i dag ikke er tilladt,

formodes der stadig at findes træ i brug, som er konserveret ved denne metode.

Rent løvtræ er valgt som det reelt mest anvendte brændsel, og som repræsenterende et referencebrændsel.

### 2.3. Forsøgsplanlægning.

Til undersøgelsen blev foretaget en statistisk forsøgsplanlægning, således at analyseresultaterne kunne behandles statistisk med henblik på afdækning af kausale relationer.

Den anvendte forsøgsplan er vist i appendix A.

Forsøgsplanen omfatter 24 driftssituationer fordelt på 4 serier. Af de udvalgte ovne udføres 2 serier med hver ovn, hver serie indeholdende 6 situationer, en med hvert af de valgte brændsler. For hver situation udtages 4 parallelle prøver A, B, C og D.

Forsøgsplanen tilsigter:

- At lade ovn- og brændselstype være de aktivt manipulerede parametre.
- Ved randomisering af indfyrringssekvenser for de enkelte brændsler at undgå systematisk "carry-over" fra situation til situation.
- At eliminere systematiske effekter fra situationens placering i serien.
- At fremskaffe et ensartet antal prøver fra hver af de aktivt manipulerede parametre inden for hver parametergruppe.
- At begrænse antallet af aktivt manipulerede parametre til de for undersøgelsen relevante.
- At forhindre konfundering mellem forsøgsparametre.
- At sikre troværdighed og kausale sammenhænge for de aktivt manipulerede parametre.
- At begrænse eventuelle effekter, hidrørende fra tidsmæssig korrelation fra oprensning og analyse, gennem en randomisering af analysesekvensen.

### 2.4. Interkalibrering.

Ved planlægningen er der desuden fastsat et antal prøver, der skal indgå i en interkalibrering af PAH-analyser mellem Danmarks Miljøundersøgelser og Dansk Teknologisk Institut. Analyserne er udført til brug ved en senere interkalibrering.

### 3. INDFYRING OG PRØVETAGNING.

#### 3.1. Indfyring.

Indfyring er udført af Dansk Teknologisk Institut og beskrevet af Arne Grove, (1988). Ved indfyring og prøvetagning var ovnen placeret på en elektro-nisk vægt til registrering af brændselsforbrug. Ovn og røgafgang var forsynet med de nødvendige måleskitser til kontinuert registrering af:

- røggassernes temperatur før og efter prøveudtag.
- røggassernes indhold af uforbrændte kulbrinter, kuldioxid og kulalte.
- ovnens træk og lufthastighed.

Ved indfyringen benyttede man en standardiseret metode udarbejdet af Dansk Teknologisk Institut på grundlag af svenske prøvenormer. Metoden er nærmere beskrevet i appendix B.

Under forsøget blev driftsbetingelserne for de to ovne søgt holdt konstant fra gang til gang.

#### 3.2. Ovnens indstilling under indfyring.

Af Teknologisk (1990) fremgår at B-ovnen ikke har været fyringsteknisk optimalt indstillet under prøvetagningen hvad angår indstilling af spjæld og nødvendigt skorstenstræk. Dette skyldes manglende anvisninger fra fabrikanten på forsøgstids-punktet. A-ovnen har derimod fyringsteknisk været normalt indstillet, hvad angår indstilling af spjæld og nødvendigt skorstenstræk. Dårlig indstilling af ovnen betyder, at forbrændingen er dårligere end normalt med deraf følgende højere emission af uforbrændte bestanddele.

I forbindelse med krav fra såvel svensk som amerikansk side er der, medens forsøget har kørt, sket en stor udvikling inden for pejse og brændeovne. Der er således fremkommet nye ovndesign med et ændret og forbedret forbrændingsprincip. Endvidere er der udviklet standardafprøninger af brændeovne i forbindelse med udstedelse af certifikater. For Danmarks vedkommende er der udarbejdet et forslag til DS for brændeovne med henblik på opnåelse af certifikat. Det bemærkes, at ingen af de 2 ovne, der indgik i forsøget, ville have kunnet opnå svensk certifikat, men givetvis tysk certifikat.

### 3.3. Brændsel.

De anvendte brændsler er indkøbt hos sædvanlige leverandører af de pågældende brændselstyper. Dog blev PCP-imprægneret træ specialfremstillet af Dansk Teknologisk Institut efter traditionel recept. Dette skyldes, at PCP-imprægneret træ ikke længere fremstilles i Danmark, og der kunne således ikke fremskaffes træ, der med sikkerhed var PCP-imprægneret. Det antages, at der stadig findes store mængder PCP-imprægneret træ i brug, stammende fra perioden før denne metode blev forbudt.

De anvendte brændselstyper er:

- Affaldstræ: Bygningstræ, indeholdende fyrretræ, spånplade, og krydsfiner, hvoraf en del er malet.
- Briketter af husholdningsaffald: Briketter fra et sorteringsanlæg.
- PCP-imprægneret træ: Fyrretræ imprægneret med pentachlorphenol af DTI/Træteknik efter traditionel recept.
- Aviser: Dagblade, ugeaviser på avispapir rullet i et simpelt rulleapparat (rulle Marie).
- Briketter, træaffald: Samme størrelse som briketter af husholdningsaffald, indeholdende træflis og spåner.
- Rent løvtræ: Bøgetræ.

Inden indfyringen er brændslerne konditionerede ved konstant temperatur og luftfugtighed, og de enkelte brændsler er inddelt i ensartede portioner med hensyn til indhold, vægt og størrelse af de enkelte stykker. Af Teknologisk (1990) fremgår at vandindholdet i træet blev skønnet til at være 16-20%, hvilket skulle give god forbrænding.

### 3.4. Driftsparametre.

Under prøvetagningsforløbet er følgende driftsparametre overvåget med kontinuert registrerende udstyr:

- Temperatur før prøveudtag
- Temperatur efter prøveudtag
- Røggassens indhold af CO
- Røggassens indhold af CO<sub>2</sub>
- Røggassens indhold af uforbrændte kulbrinter
- Skorstenstræk
- Røggas flow.

Måleværdierne er registreret som 5-minutters middelværdier og opsamlet på datalogger.

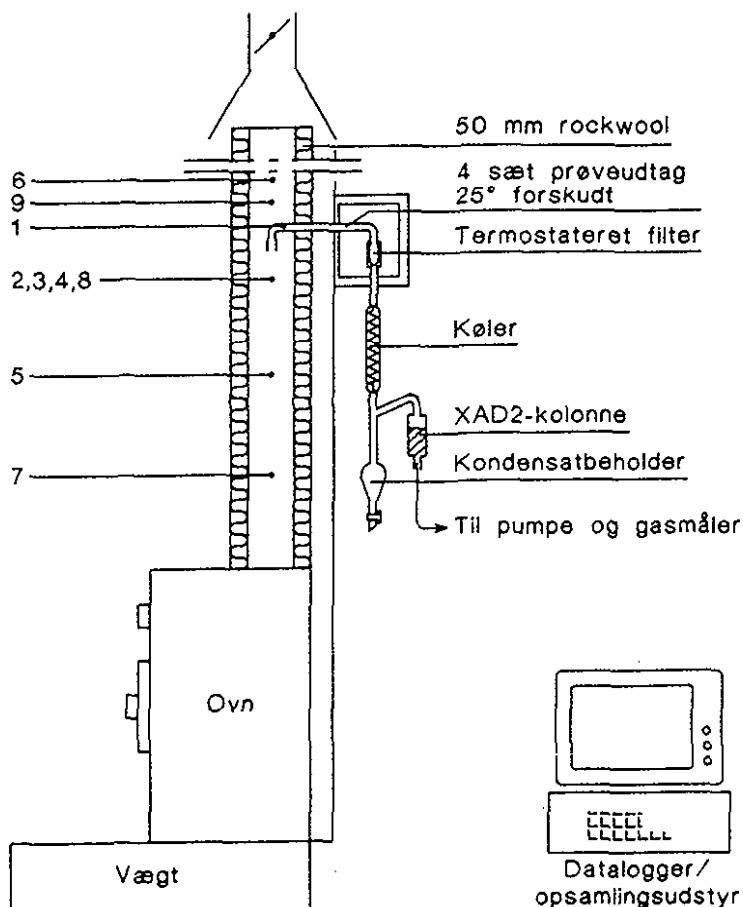
Udskrifter af de opsamlede driftsparametre er vist i appendix F.

### 3.5. Prøvetagning.

Røgafgangen var forsynet med prøveudtag til opsamling af 4 parallelle prøver til analyse for PCDD, PCDF, PAH/mutagen aktivitet og HCl.

Prøveudtagningsflowet er, efter svenske normer, fastsat til et konstant flow svarende til ca. 80% af den maximale røggashastighed, der forventes i måeperioden.

Måleudstyret er beskrevet nedenfor:



1. Dioxin/PAH prøvetagningsudstyr jf. Den nordiske rekommendation for dioxinmålinger
2. CO<sub>2</sub>/CO-gasanalysator af NDIR-typen

3. CO-analysator af den elektrokemiske type
4. Flammeiondetektor til total organisk kulstof
5. Træk
6. Temperatur - øvre
7. Temperatur - nedre
8. HC1
9. Pitotrør

Der er udtaget 4 prøver i hver af de 24 driftssituitioner, idet prøvetagningen for hver driftssituation har omfattet 2 indfyninger med samme brændsel. Prøvetagningsperioden har typisk strakt sig over ca. 2 timer.

I første serie af prøvetagningen viste det sig, at røggassen indeholdt større mængder af uforbrændte materialer end forventet. Dette viste sig ved udkondensering af tjærestoffer og ved stærkt forurenede prøver. I de følgende serier forhøjedes derfor temperaturen i prøveopsamlingsudstyrets termostaterde ovn fra 120°C til 140°C og prøvetagningstiden forkortedes. At forkorte prøveudtagningstiden, så den ikke har omfattet en fuld brændselscyklus, vil betyde, at emissionen vil blive noteret højere end den faktisk har været, fordi emissionen i den første halvdel af forbrændingscyklussen er større end i den sidste halvdel. En brændselscyklus omfatter afbrænding af en batch brændsel.

De sidste 3 serier er således i henhold til ovenstående foregået under andre omstændigheder end den første, både med hensyn til indfyring, og med hensyn til prøvetagning.

Prøvevoluminer og røggasmængder er for de enkelte driftssituitioner tabelleret i appendix G.

Indfyring og prøvetagning er nærmere beskrevet af Grove, (1989).

#### 4. ANALYSER.

Af hensyn til kvalitetssikring af analyserne er prøverne tilsat udvalgte, isotopmærkede standarer af PAH'er og dioxiner (såkaldt spikning). Der er, for både PAH- og dioxinanalyser udført både feltspike og laboratoriespike, idet feltspiken er tilsat før prøvetagningen, og laboratoriespiken er tilsat efter. Spiken viser, hvor stor en del af prøven, der genfindes ved analysen.

De opsamlede prøver indeholdt store tjæremængder. Metoden for ekstraktion og oprensning af prøverne inden den egentlige analyse måtte som følge

heraf, både for dioxin- og PAH-prøvernes vedkommende, ændres i forhold til tidligere anvendte metoder.

#### 4.1. PAH-analyser.

PAH-analyserne er udført af Dansk Teknologisk Institut, og nærmere beskrevet af Olsen, (1989). Der er udført analyser for 18 udvalgte PAH'er (se appendix D) på i alt 24 røggasprøver, en fra hver af undersøgelsens driftssituationer. Inden prøvetagningen er prøveopsamlingsudstyret tilsat en blanding (feltspikemix) bestående af isotopmærkede PAH'er.

Inden den egentlige analyse er prøverne oprensede ved at XAD-2 filtre og partikelfiltre er extraherede ved hjælp af ultralyd, kondensatet er vædske/vædske extraheret og glasudstyret er vasket af, alt med methylenchlorid som organisk opløsningsmiddel.

I de enkelte prøver er PAH'erne separeret ved hjælp af kapillargaschromatografi, og analyseret med brug af lavtopløsende quadropol massespektrometer.

Analyseresultaterne, som er vist i appendix I, er ikke korrigerede for luftoverskuddet ved prøvetagningen.

Enkelte prøver blev "screenet" ved GC/MS, samme metode som ved den egentlige analyse. Der blev ved screeningen fundet omkring 100 forskellige kemiske forbindelser, som er nærmere opgjort i appendix J.

#### 4.2. PCDD- og PCDF analyser.

Analyserne for PCDD og PCDF er udført af Danmarks Miljøundersøgelser, Søborg, og detaljeret beskrevet af Vikelsøe, (1989). Der er udelukkende udført gruppesspecifikke analyser for PCDD og PCDF, idet det lå uden for projektets budgetrammer at udføre isomerspecifikke analyser. Der er udført ovennævnte analyser på i alt 24 prøver, repræsenterende 20 forskellige af undersøgelsens driftssituationer.

Inden prøvetagningen var prøveopsamlingsudstyrets kvartsfiltre spiket med et dioxin feltspikemix bestående af forskellige isotopmærkede PCDF'er. Inden den egentlige analyse er de enkelte prøver oprensede og forberedte. På grund af stort indhold af tjærestoffer i prøverne var det nødven-

digt at modifcere den planlagte forberedelsesprocedure (DMU, Manual for analyse af dioxin i røggas, 1989).

For de enkelte prøver er kondensatet vacuumind-dampet og opløst i toluen. XAD-2 filtre og kvartsuldsfiltre er refluxede med toluenextraktet som derefter er anvendt til opløsning af den ind-dampede skyllevædske, inden det, efter inddamping, er renset ved hjælp af søjlechromatografi.

På grund af høje koncentrationer af PCDD og PCDF samt af tjærestoffer er de oprensede prøver fortyndet inden analysen, for nogle prøvers vedkomende op til 1000 gange. Dette betyder, at spikes ikke har kunnet detekteres, hvorfor gen-findingen ikke har kunnet beregnes. De anførte resultater er følgelig ikke korrigeret for gen-finding, hvorfor de systematisk er for lave. Alle analyserne er først kørt ved lavtopløsende massespekrometri. Da det herved viste sig, at baggrunden var meget høj, og der var mange falske toppe på chromatogrammerne, hvoraf en væsentlig del enten ikke kunne skelnes fra dioxin, eller ved deres beliggenhed kunne maskere dioxin, besluttedes det at udføre en bekræftelse af disse resultater ved højtopløsende massespekrometri. Ved denne, mere avancerede teknik, er det muligt at undertrykke baggrund og falske toppe, hvorfor denne metode er anerkendt som mere pålidelig. Desværre var det ikke muligt, inden for projekts budget og tidsramme at udføre alle analyserne ved højtopløsende massespekrometri, hvorfor et repræsentativt udsnit blev valgt.

De enkelte analyseresultater, som er vist i appendix K, er ikke korrigeret for luftoverskudet ved prøvetagningen.

#### 4.3. HCl-analyser.

Prøverne til HCl-bestemmelse er opsamlet i vaske-flasker under prøvetagningen. Der var planlagt opsamlet og analyseret i alt 48 prøver, 2 fra hver situation. En del af prøverne er behæftede med fejl forårsaget af kondensering af store mængder tjærestoffer. Analyserne er udført af Dansk Teknologisk Institut ved ionchromatografi og er nærmere beskrevet af Grove, (1989). Analyseresultaterne er vist i appendix H.

#### 4.4. Mutagen aktivitet.

Undersøgelserne for mutagen aktivitet er udført af Levnedsmiddelstyrelsens Institut for Toksikologi og er nærmere beskrevet af P.A. Nielsen (1990).

Undersøgelserne er udført med *Salmonella*/mikrosomtesten (Ames'test), der er udviklet til at afsløre kemiske stoffers evne til at ændre arvelæggene (fremkalde mutationer) i levende organismer. Sådanne ændringer vides at være relateret til udvikling af bl.a. kræft og arvelige genetiske skader, og mutagene stoffer anses således for at være potentielt kræftfremkaldende.

12 prøver er undersøgt, 1 fra hver situation i undersøgelsens to sidste forsøgsserier. Hver af de 12 prøver er testet 2 gange, hver gang i en række med 4 fortyndinger + blindprøve. Der er for hver fortyndingsrække udført 3-dobbelts test i hver af *Salmonella* stammerne: TA 98 NR, TA 98-enzymaktivivering og TA 98 + enzymaktivivering. De 12 prøver er identiske med de prøver, der er udført PAH-analyser på.

Resultaterne fra de udførte Ames test's er tabeleret i appendix L.

### 5. RESULTATER.

#### 5.1. Statistisk bearbejdning.

Undersøgelsesprogrammet har frembragt mange måle- og analyseresultater, som er statistisk behandlet på forskellige niveauer. Den statistiske behandling af resultaterne er nærmere beskrevet af Madsen (1989).

For resultaterne af PCDD, PCDF og PAH-emissionen er der foretaget en egentlig statistisk analyse med udarbejdelse af emissionsmodeller. Disse modeller omfatter og forholder sig til undersøgelsens aktivt manipulerede parametre - ovntype, brændselstype og prøvetagningsudstyr. AnalySEN vurderer også korrelationen til de passive parametre, temperaturer og kemisk sammensætning af røggassen. Endelig opstilles modeller hvor disse parametre indgår.

De fundne modeller tilhører alle klassen af generelle lineære modeller (Conradsen, 1979), og de anvendte statistiske analyser baseres på

metoder, der knytter sig til denne modelklasse. En statistisk analyse i denne modelklasse kan opfattes som en kombineret varians- og regressionsanalyse. Den generelle lineære model er karakteriseret ved at modelparametrene indgår lineært i modellen. Såvel den afhængige som de uafhængige variable (også kaldet prediktorer) kan dog være underkastet en passende transformation (f.eks. logaritme-transformation) med henblik på at beskrive krumme sammenhænge. I det følgende er det bekvemt at skelne mellem aktive og passive prediktorer. De aktive prediktorer er de variable som er direkte manipuleret gennem forsøgsplanen, og de passive er de øvrige prediktorer.

Flere af de passive prediktorer fremkommer som resultat af en driftsdataanalyse baseret på de målte 5-minutters værdier. Driftsdataanalysen resulterer i en række afledte størrelser som middelværdi og spredningen af de målte 5-minutters værdier.

### 5.2. PAH-emission.

Ved den statistiske behandling af PAH-analyseresultaterne er PAH'erne inddelt i 4 grupper: PAH1 omfattende samtlige PAH'er, PAH2 omfattende de egentlige PAH'er, naphthalener, PAH3 omfattende den lette del af de egentlige PAH'er samt PAH4 omfattende den tunge del af de egentlige PAH'er. Samtliga de analyserede PAH'er samt deres gruppeinddeling er vist i appendix D.

Den statistiske behandling er udført på resultaterne for hver af de fire PAH grupper, idet disse er beregnet som summen af analyseresultaterne for hver af de til gruppen tilhørende PAH'er. Summerne for de enkelte grupper, som er vist i appendix M, er omregnet til emissioner pr. Nm<sup>3</sup> røggas.

For at få et indtryk af størrelsesordenen af de enkelte PAH grupper er der på fig. 5.2.1 vist de gennemsnitlige værdier af de 4 PAH grupper. Hvert gennemsnit bygger på 4 enkeltmålinger, to fra hver ovntype.

Figuren antyder, at emissionen er brændselsafhængig. Det ses endvidere at naphthalenerne - som kun indgår i PAH1 - for alle brændslers vedkommende, emitteres i større mængder end de øvrige PAH'er.

Figuren viser desuden, at fordelingen af emissionen på de enkelte PAH-grupper er ens for alle brændselstyper - dette antyder, at der kan opstilles emissionsmodeller, som vil være tilnærmedesvis ens på tværs af de enkelte PAH grupper.

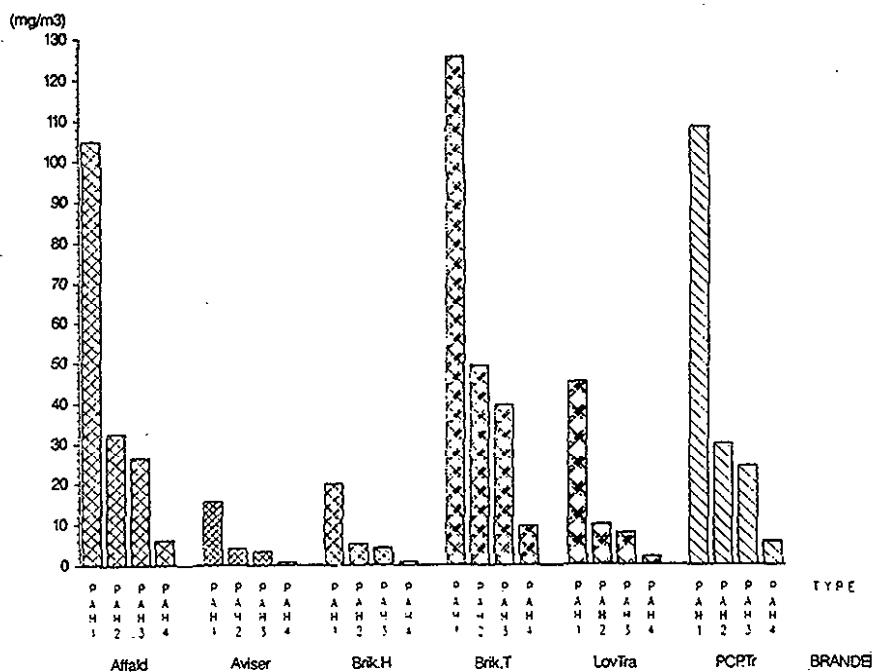


Fig. 5.2.1.

Gennemsnitlige målte PAH emissioner - fordelt på brændselstype og PAH gruppe.

Det fremgår af næste afsnit hvorledes PAH-emissionen for hver af de fire PAH grupper afhænger af de aktive prediktorer.

For PAH2 - de egentlige PAH'er - er det særskilt undersøgt, hvorledes de passive prediktorer, driftsdata som f.eks. temperaturer og røggassammensætning, påvirker emissionen.

Baggrunden for denne opsplitning er, at de passive prediktorer givetvis kan forklare en del af den variation, som gennem forsøgsplanen søges tillagt de aktive prediktorer.

Modeller med aktive prediktorer.

Den fundne model for PAH emissioner kan skrives

$$\ln[\text{PAH}] = \Phi_B + \Phi_O + \varepsilon$$

eller

$$[PAH] = \exp(\Phi_B) \times \exp(\Phi_O) \times e$$

hvor  $e$  er en multiplikativ støj. Denne model er gyldig for alle PAH-grupper. Med udgangspunkt i ovennævnte model er der i appendix N vist tabeller over kvadratsumsopspaltningen og parameterestimaterne for de enkelte PAH-grupper. Tabellerne opbygning er detaljeret forklaret i appendix Q. Sættes emissionen fra en ovn af type A under afbrænding af rent løvtræ til 1 kan resultaterne angives som faktorer som vist i tabel 5.2.1.

Eksempelvis findes den forventede PAH2-emission af afbrænding af aviser i en ovn af type B som

$$PAH2 = 2,6 \times 2,0 \times 1,2 \text{ mg/Nm}^3 = 6,2 \text{ mg/Nm}^3$$

med en sikkerhed på ca. 46% som anført i tabel 5.2.1.

På grundlag af tabel 5.2.1 ses, at emissionen af en ovn af type B er 2,3 - 3,1 gange højere end en ovn af type A.

Der kan konstateres en stærk signifikans for både brænsels- og ovntype. Endvidere er det påvist, at der ikke er vekselvirkning mellem brænsels- og ovntype, hvilket betyder, at brænsleffekten må antages at være ens for de to ovne. Endelig har der ikke kunnet påvises forskelle hidrørende fra prøveopsamlings-udstyret.

	PAH1	PAH2	PAH3	PAH4
Forventet emission af PAH mg/Nm <sup>3</sup>	4,4	1,2	0,81	0,35
1. Aviser	2,3	2,0	2,6	1,1
2. Aff-træ	15,0	15,2	18,9	8,8
3. H-brik.	1,7	1,6	2,0	0,9
4. T-brik.	15,2	18,8	23,6	10,5
5. PCP-træ	16,2	15,1	18,6	8,9
6. Ren-træ	1	1	1	1
B-ovn	2,3	2,6	2,5	3,1
A-ovn	1	1	1	1
Usikkerhed	46%	46%	48%	52%

Tabel 5.2.1.

Sammenfatning af emissionsfaktorer for alle PAH-grupper. Model med aktive prediktorer.

Langt den største emission ses ved afbrænding af affaldstræ, briketter af træaffald og PCP-impræget træ.

Tages usikkerheden i betragtning, kan det konkluderes, at der er signifikant forskel på hver af de tre grupper bestående af brændselstyperne (affaldstræ, træbriketter og PCP-træ), (aviser og husholdningsbriketter) og (ren-træ), medens der ikke er signifikant forskel på brændslerne inden for hver af grupperne. For den totale model er forklaringsgraden ca. 92%, ligesom den estimerede standardafvigelse viser, at emissionen kan forudsiges med en usikkerhed på tilnærmedesvis 46%.

Figur 5.2.2 viser den observerede PAH<sub>2</sub>-emission mod den estimerede, og illustrerer således, dels modellens forklaringsevne, og dels emissionsforskellene hidrørende fra brændselstyper.

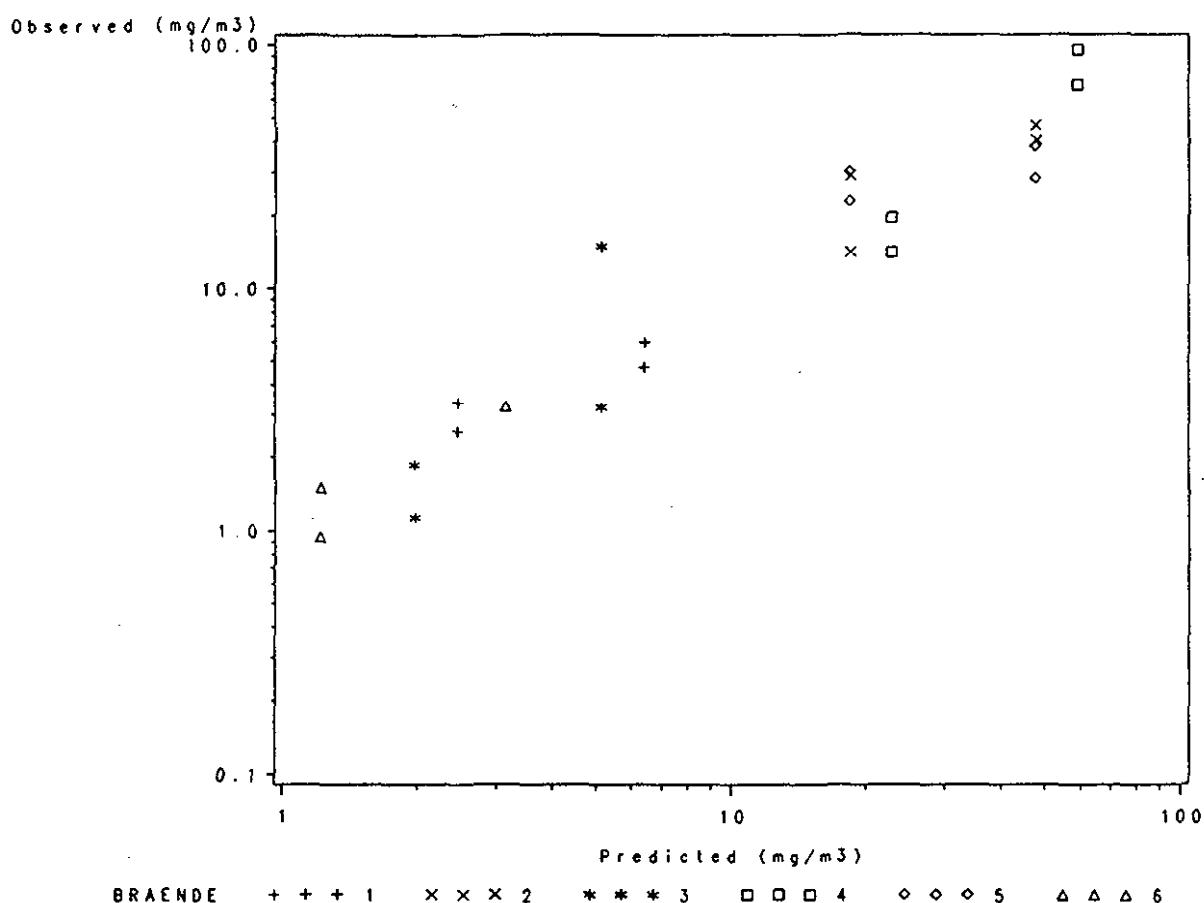


Fig. 5.2.2.

Observeret mod estimeret PAH<sub>2</sub>. Brændselstyper er angivet ved symboler.

Modeller med aktive og passive prediktorer.

Formålet med nedennævnte afsnit er at inddrage passive prediktorer - typisk resultater af driftsdataanalysen, som potentielle forklarende variable.

Eksempelvis er det interessant at undersøge, om en del af ovnforskellen kan forklares med forskelle i driften af ovnene (træk og temperatur). Denne inddragelse af passive prediktorer vil givetvis yderligere kunne forklare en del af variationen i PAH-emissionen. Nedenstående tabel indikerer at det forholder sig sådan. Tabellen indeholder beregnede korrelationer mellem den additive støj i den fundne model for PAH-emissionen, se side 36, og en række driftsparametre.

[CH]	0,48
[CO <sub>2</sub> ]	-0,22
[CO]	0,27
Ovntræk	0,08
STD(TRÆK)	0,29
Øvre temperatur	-0,02
Nedre temperatur	0,01
STD[CH]	0,02

Korrelationen kan variere mellem 0 og ±1, idet høje numeriske værdier angiver stor lineær afhængighed, og fortegnet angiver direkte (+) eller omvendt (-) afhængighed.

Der ses en tydelig korrelation med [CH] og med variationerne af ovntrækket (målt som STD(TRÆK)) og til en vis grad med [CO] og [CO<sub>2</sub>].

Undersøgelser har vist, at [CH] og STD(TRÆK) kan indgå i en model for PAH emissionen, dog ikke samtidig, hvilket antyder, at [CH] og STD(TRÆK) kan være indbyrdes korrelerede.

Svarende til PAH-modellen side 36 kan der opstilles følgende modeller som inddrager henholdsvis [CH] og STD(TRÆK) i modellen.

Kvadratsumsopspaltning og parameterestimater for disse modeller er for PAH<sub>2</sub> emissionen tabelleret i appendix N. I dette tilfælde kan de estimerede modeller skrives således:

$$[\text{PAH}_2] = \exp(\Phi_B) \times \exp(\Phi_O) \times [\text{CH}]^{0,31} \times e$$

$$[\text{PAH}_2] = \exp(\Phi_B) \times \exp(\Phi_O) \times \text{STD(træk)}^{1,00} \times e$$

I tilfældet PAH<sub>2</sub> er prediktions usikkerheden for modellen, der inddrager CH, faldet fra 46% til 40%.

Exponenten 0,31 betyder, at en fordobling af [CH] generelt vil medføre en forøgelse af PAH emissionen på 24%.

Der er, ifølge den statistiske analyse, givetvis en afhængighed mellem [CH] og den anvendte brændselstype. Forskellen mellem brændselstyperne kan

til en vis grad forklares ved de forskellige brændselstypers dannelse af uforbrændt CH.

Hvad angår modellen, der inddrager ovntræksvariationen, er prediktions usikkerheden faldet til 33%.

Exponenten 1,00 betyder, at en fordobling af standardafvigelsen på ovntrækket, generelt vil medføre en fordoblet PAH emission.

Det kan konstateres, at variationerne i ovntrækket STD(TRÆK) forklarer en stor del af forskellene mellem brændselstyper og forskellene mellem ovntyper. På grundlag af driftsdataanalyser kan det konkluderes, at variationerne i ovntrækket i almindelighed er størst ved B-ovnen, som netop er ovnen med den største emission.

#### Kemisk vurdering af PAH-emissionen.

Det fremgår, at rent bøgetræ, aviser og husholdningsaffald har de laveste PAH-emissioner, mens affaldstræ og briketter af affaldstræ samt PCP-imprægneret træ har de højeste. En mulig forklaring på dette kunne være, at alle de højtemitterende brændsler bestod af nåletræ, og at dette emitterer mere end de andre brændsler. Dog kan det ikke ud fra forsøget udelukkes, at det er et indhold af imprægneringsmidler i disse brændsler, der giver anledning til en forhøjet emission. Dette vil kunne afklares ved et forsøg med rent nåletræ.

Det fremgår endvidere, at PAH-emissionen udviser en sammenhæng med brændselsbetingelserne. Dette må skyldes, at PAH er en makro-komponent i røggasmixen, d.v.s. dannes i betydende mængder ud fra hovedkomponenterne i brænslet, og at nedbrydningen af disse sker bedst ved gode forbrændingsbetingelser. Dioxin er en mikrokompontent, som ikke er tilstede i brænslet, men dannes under indvirkning af særlige stoffer i brænslet, som findes i lav koncentration (PCP og chlorid). Det er givet, at de opnåede temperaturer er for lave til en nedbrydning af dioxin, mens der altid vil eksistere mikrozoner i flamernes randområde, hvor temperaturen tillader dioxindannelse.

#### 5.3. PCDD- og PCDF emission.

De analyseresultater, der har ligget til grund for den statistiske behandling, er vist i appendix O. På grund af praktiske vanskeligheder mangler en del af resultaterne fra den kemiske analyse, med heraf følgende større usikkerhed på de statistiske analyseresultater. Et " ." angiver en manglende måling, og en " -" angiver, at resultatet fundet ved lavtopløsende massespektrometri,

vurderes at kunne repræsentere en manglende måling ved højtopløsende massespektrometri.

På grund af de høje fundne værdier er PCDD og PCDF emissionerne i nærværende rapport udtrykt i  $\mu\text{g}$  og  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  i stedet for som sædvanligvis i ng og ng/Nm<sup>3</sup>, medmindre andet udtrykkeligt er angivet. (1  $\mu\text{g}$  = 1000 ng).

Ved den statistiske behandling af dioxinanalyseresultaterne er PCDD og PCDF behandlet særskilt. På grund af væsentlig større PCDD koncentrationer end PCDF koncentrationer i prøverne, hidrører PCDD analyserne hovedsageligt fra lavtopløsende massespektrometri, medens PCDF analyserne hovedsagelig hidrører fra højtopløsende massespektrometri.

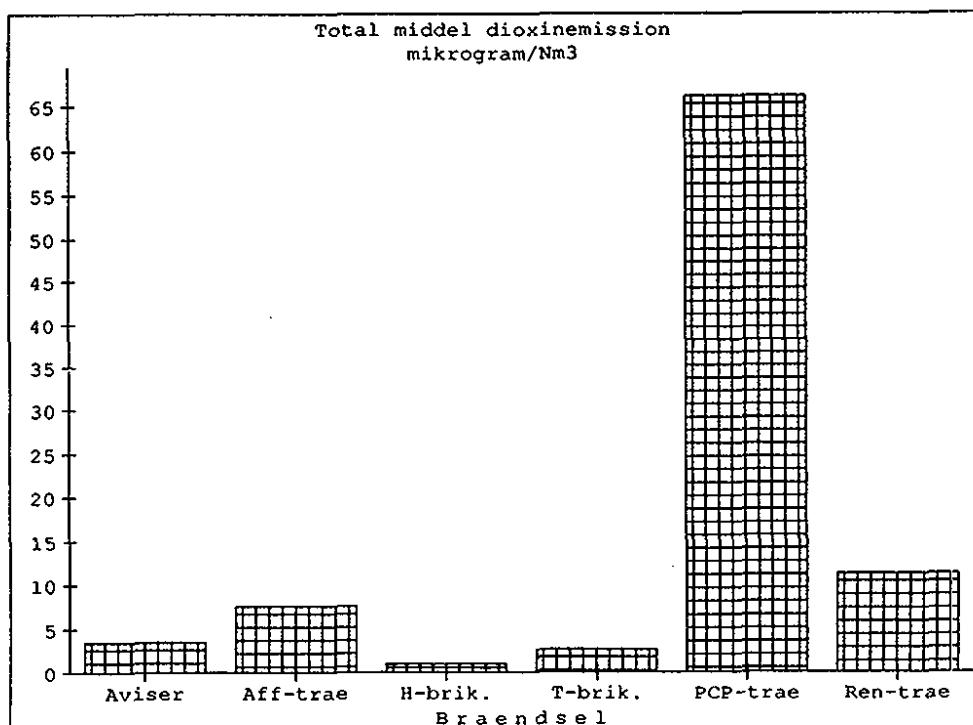


Fig. 5.3.1.

Den totale middel dioxin emission, fordelt på brændselstyper, gennemsnitsresultater af målte værdier fra den kemiske analyse.

I fig. 5.3.1 er vist størrelserne af den midlede totale dioxinemission fordelt på brændsler. Det ses af figuren, at den gennemsnitlige totale emission er væsentlig højere for PCP-træ end for de øvrige brændselsgrupper.

På grund af den store forskel mellem PCDD- og PCDF emissionerne er de to stofgrupper statistisk behandlet enkeltvis. For både PCDD og PCDF er der opstillet modeller, der udelukkende inddrager aktive prediktorer, og modeller, der medtager både passive og aktive prediktorer. Aktive prediktorer er de parametre der, i overensstemmelse med forsøgsplanen (appendix A), er aktivt manipulerede under forsøget, det vil sige brændsels- og ovntyper. De passive prediktorer er blandt andet driftsparametrerne fra forsøgene så som temperaturer og røggassammensætning. Der er ligefrem undersøgt for blokeffekter, som udgøres af prøvetagningsudstyr og analysemetode.

Baggrunden for opsplitningen i analysemodeller med aktive og passive prediktorer er, at de passive prediktorer givetvis vil forklare en del af den variation, som gennem forsøgsplanen søges tillagt de aktive prediktorer.

Modeller med aktive prediktorer. Ved den statistiske analyse er det fundet, at blokeffekter hidrørende fra kemisk analysemetode og prøveopsamlingsudstyr ikke er signifikante, ligesom der heller ikke kunne konstateres nogen ovneffekt.

Modellerne for PCDD og PCDF kan hermed skrives

$$\ln[\text{PCDD}] = \Phi_B + \varepsilon \quad \text{og}$$

$$\ln[\text{PCDF}] = \Phi_B + \varepsilon$$

hvor  $\Phi_B$  angiver at niveauet afhænger af brændselstype og  $\varepsilon$  er støj.

Kvadratsumsopspaltninger og parameterestimater er vist i tabellerne i appendix P. Tabellernes opbygning er forklaret i appendix Q.

Sættes emissionen ved afbrænding af rent træ til 1 kan resultaterne sammenfattes som vist i tabelen 5.3.1.

Ved de øvrige brændselstyper fås emissionen ved at gange referenceemissionen med de tabellerede faktorer.

	PCDD	PCDF
Forventet emis- sion ved afbr. af rent træ i A-ovn µg/Nm <sup>3</sup>	1,60	0,12
1. Aviser	0,4	0,6
2. Aff-træ	3,2	1,4
3. H-brik.	0,1	2,4
4. T-brik.	0,6	0,4
5. PCP-træ	25,2	14,4
6. Ren-træ	1,0	1,0

Tabel 5.3.1.

Sammenfatning af emissionsfaktorer for dioxinemissioner. Modeller med aktive prediktorer.

Modeller med pas- Ved undersøgelse af residualerne i modellerne sive prediktorer. 5.3.1 og 5.3.2 er det undersøgt, hvilke passive prediktorer der kan indgå i modellerne. Det er fundet, at standardafvigelsen på de målte ovntemperaturer STD(TEMP) er signifikant korreleret med emissionen. Herefter er der fundet følgende modeller for PCDD og PCDF emissionerne, som inddrager STD(TEMP):

$$[PCDD] = \Phi_B \times STD(TEMP)^{1,4}$$

$$[PCDF] = \Phi_B \times STD(TEMP)^{2,1}$$

Kvadratsumsopspaltninger og parameterrestimater for modellerne er vist i appendix P.

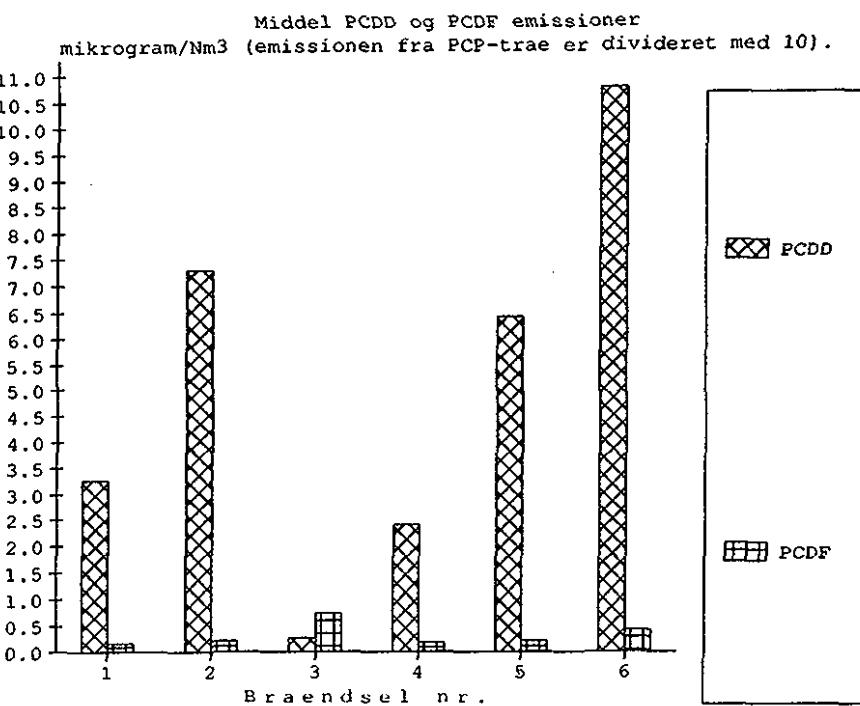
Det ses således, at PCDF øges næsten kvadratisk med variationer i ovntemperaturen. For PCDD ses en lidt svagere afhængighed.

Forholdet mellem PCDD og PCDF emissionerne.

Forholdet mellem PCDD og PCDF er væsentligt forskelligt fra, hvad der tidligere er fundet af Pallesen og Madsen, (1989) i forbindelse med målinger på affaldsforbrændingsanlæg.

På fig. 5.3.2 er vist de gennemsnitlige emissioner af PCDD og PCDF fordelt på brændselstyper. Bemærk, at de reelle emissioner i tilfældet på fig. 5.3.2. for PCP-træ skal multipliceres med en faktor 10 for at opnå de reelle emissioner.

I tabel 5.3.2 er vist forholdene mellem de beregnede PCDF-emissioner og PCDD-emissioner for de enkelte brændselstyper. Det fremgår af tabelen, at PCDD-emissionerne er ca. 30 gange højere end PCDF-emissionerne for samtlige brændsler undtagen for briketter af husholdningsaffald. Her er forholdet, ifølge de målte emissioner, 0,6. For affaldsforbrændingsanlæg er der af Pallesen og Madsen, (1989) fundet et forhold mellem PCDD og PCDF på 0,67.



Figur 5.3.2.

Gennemsnitsemission af PCDD og PCDF i  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .  
Baseret på målte resultater.

Forholdet mellem emissioner beregnet ud fra parameterestimater.

Gennemsnit af. forhold m1. målte emiss.	
Aviser	38
Aff-træ	123
H-brik.	0,6
T-brik.	66
PCP-træ	35
Ren-træ	18

Tabel. 5.3.2.

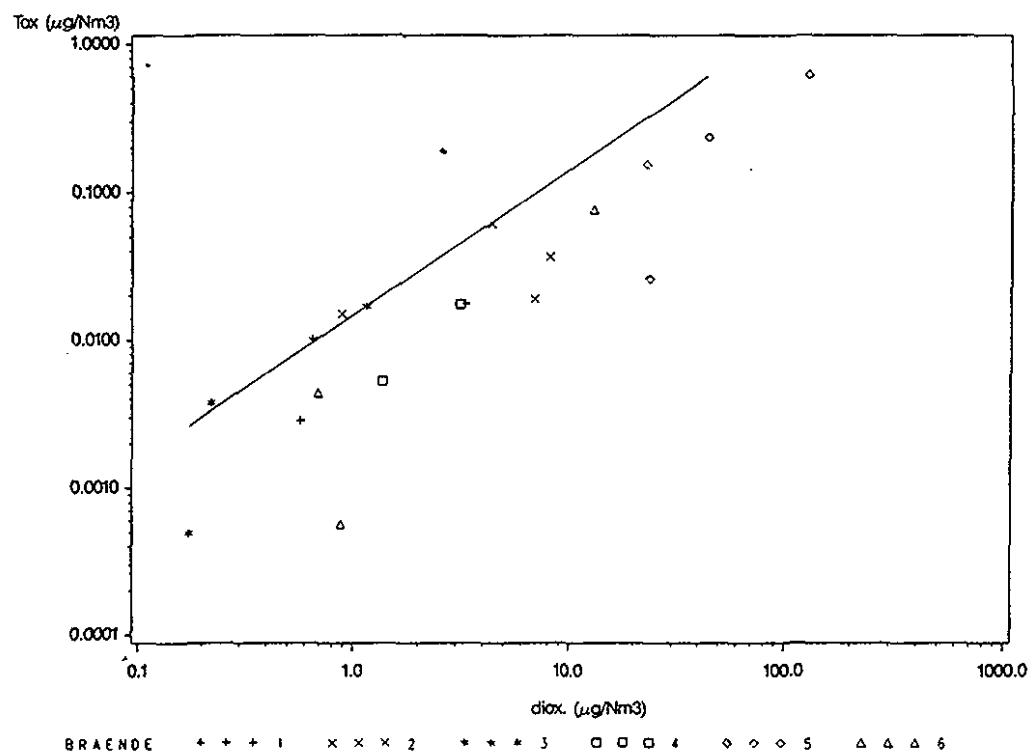
Forholdet mellem PCDD og PCDF emissionerne.

Tox ækvivalenter. I nærværende undersøgelse er der ikke foretaget isomerspecifikke undersøgelser, hvilket betyder, at det ikke umiddelbart er muligt at beregne tox-ækvivalenter.

Ud fra en antagelse om samme isomerfordeling inden for grupper med samme chloreringgrad som i dioxinhovedprojektet, er der estimeret toxicitets faktorer efter Nordisk Standard (se appendix R) for de samlede emissioner. I dioxinprojektets hovedprojekt er der, af Pallesen og Madsen, (1989) fundet en simpel metode til estimering af tox ækvivalenter på grundlag af den målte totale dioxinemission, nemlig som 1,5% af totalemisjonen.

Figur 5.3.4 viser de estimerede tox ækvivalenter, beregnet efter ovennævnte antagelse om isomerfordeling inden for de enkelte grupper, afbildet mod de målte emissioner. Den indtegnede rette linie angiver tox ækvivalenterne, beregnet på den simple måde fra hovedprojektet.

Det ses af figuren, at for H-briketter er 3 af de 4 estimerede værdier næsten sammenfaldende med den værdi, der opnås ved anvendelsen af den simple metode fra hovedprojektet. For H-briketter findes at det således er rimeligt at bibrænde en faktor på 1,5%, medens der for de øvrige brændselstyper vedkommende (måske med undtagelse af affaldstræ), findes faktorer på ca. det halve, svarende til 0,8%. Forklaringen herpå kan være, at dioxiner fra brændevne har en forholdsvis stor andel af de højt chlorerede, og mindre toxiske, dioxiner.



Figur 5.3.4.

Estimerede tox ækvivalenter efter Nordisk Standard.

Kemisk vurdering af PCDD og PCDF emissionerne.

I nærværende undersøgelse er fundet meget høje værdier af PCDD og PCDF i røggas fra brændevne. De fundne koncentrationer ligger betydeligt over de koncentrationer, der er konstateret i røggas fra affaldsforbrændingsanlæg. Det er os bekendt første gang, at så høje koncentrationer fra denne kilde er rapporteret, hvilket formentlig skyldes, at de store vanskeligheder ved målingen har maskeret dioxiner i tidligere undersøgelser.

Et andet usædvanligt træk ved de foreliggende resultater er det store forhold mellem PCDD og PCDF, som ligger betydeligt over det tilsvarende forhold for affaldsforbrændingsanlæg.

Det må være rimeligt at antage, at de i foreliggende undersøgelse observerede dioxiner er dannet i eller umiddelbart efter flammezonens.

Dette resultat er i overensstemmelse med talrige laboratorieeksperimenter, der viser, at dioxiner kan dannes ved forbrænding af mange forskellige stoffer under pyrolytiske betingelser, d.v.s. iltfattige betingelser ved høj temperatur. Ifølge undersøgelerne sker dioxindannelsen på sodpartiklerne inde i selve flammerne.

Dioxindannelsen i et affaldsforbrændingsanlæg er anderledes. Det er i dag anerkendt, at den væsentligste dioxindannelse i et affaldsforbrændingsanlæg sker i kedelzonen ved en katalytisk reaktion på flyveaskepartiklerne ved lavere temperatur. Denne reaktion, der kaldes lavtemperatursyntese eller "de novo" syntese, kræver ilt for at finde sted, idet der sker en oxidation af chlorider til frit chlor. Det er sandsynligt, at blandt andet kobber er katalysator ved processen. Der dannes uden tvivl også dioxiner i flammezonens i et sådant anlæg, men disse destrueres sandsynligvis i efterforbrændingskammeret, idet talrige undersøgelser viser meget lave dioxin-koncentrationer ved udgangen af denne zone (Miljøstyrelsen, Miljørapport 117, 1989).

Da der hverken er efterforbrændingskammer eller kedel i en brændeovn, må det betyde, at de observerede dioxiner er dannet alene ved flamme-reaktioner, og at flyveaske-reaktioner spiller en underordnet rolle.

En anden forskel er, at der findes meget lidt kobber i de fleste af de i nærværende undersøgelser anvendte brændsler. Dette er en modsætning til flyveaske, der har kobber-indhold op til 1 procent.

Det er interessant, at PCDD-niveauet er højest for PCP-imprægneret træ. Dette må tolkes sådan, at PCP - i overensstemmelse med teorierne for dioxindannelse i flammezonens - er en precursor (råmateriale) for PCDD, men ikke for PCDF. Dette er i modsætning til dioxindannelse i et affaldsforbrændingsanlæg på flyveaske ved lav temperatur, hvor talrige undersøgelser tyder på, at precursorser af denne art tilsyneladende spiller en underordnet rolle.

Et andet interessant resultat er, at rent løvtræ giver en kendelig emission, hvilket viser, at

chlorindholdet i rent træ er tilstrækkelig til at give dioxindannelse.

Aviser og briketter af husholdningsaffald ligger lavest af de målte brændsler. En mulig kemisk forklaring på dette kunne være, at netop disse to brændsler har et lavt lignin-indhold sammenlignet med træ. Lignin, der er et naturligt stof i træ, indeholder en dioxin-lignende kemisk struktur, som menes at kunne omdannes til dioxin.

PCDD/PCDF-forholdet i nærværende undersøgelse ligger, som omtalt, højt over det tilsvarende forhold for affaldsforbrændingsanlæg. PCDD/PCDF-forholdene er for imprægneret træ og affaldstræ 35 til 65, for rent løvtræ ca. 18, og for briketter af husholdningsaffald 0,6. Det tilsvarende forhold for affaldsforbrændingsanlæg ligger omkring 0,7. (Vikelsøe et al., 1989).

En mulig forklaring kunne tydeligvis ligge i den kemiske sammensætning af brændslet, idet altså husholdningsaffald både i affaldsforbrændingsanlæg og i brændeovne giver PCDD/PCDF-forhold omkring 1.

Men det er næppe hele forklaringen, idet undersøgelser af større halmfyringsanlæg også giver PCDD/PCDF-forhold omkring 1, selvom halm som brændsel kemisk må sidestilles med træ snarere end med husholdningsaffald. Dette er en yderligere indikation af, at en anden dannelsesmekanisme er i virksomhed i de små ovne.

Dioxinkoncentrationen i røggassen i nærværende undersøgelse ligger over koncentrationsniveauerne for større affaldsforbrændingsanlæg.

En del af denne forskel skyldes uden tvivl forskelle i brændslets kemiske sammensætning. Men briketter af husholdningsaffald må formodes at kunne sammenlignes med det husholdningsaffald, der brændes i større anlæg.

Det viser sig da, at brændeovne giver ca. 1200 ug/Nm<sup>3</sup>, mens affaldsforbrændingsanlæg kun giver 200 ug/Nm<sup>3</sup>.

De store anlæg giver altså en betydelig lavere emission for samme brændsel, hvilket må skyldes bedre forbrændingsbetingelser i de større anlæg.

#### 5.4. Chlorrinteemission.

HCl-målingen er behæftet med en del usikkerhed på grund af udkondensering af tjære på forfiltret. Forfiltret kan ikke analyseres for HCl på grund

af filtrets indhold af chloridsalte. Resultaterne bør derfor tages med et vist forbehold.

Brænslets indhold af covalent bundet chlor antages at blive emitteret som chlorbrinte, med undtagelse af den forholdsvis lille mængde der emitteres som organisk bundet chlor (dioxiner, chlorfenoler m.v.).

Chlorbrintemissionen er derfor brændselsafhængig, men ikke afhængig af ovntype.

Der var planlagt 48 prøver til chlorbrinteanalyser, 2 fra hver af måleprogrammets 24 situationer. Heraf er en del mislykket ved prøvetagningen og udeladt af beregningerne, medens enkelte andre er udeladt på grund af mistanke om fejl, såfremt de har været mere end 10 gange større eller mindre end gennemsnittet for det pågældende brændsel.

HCl emissionen, udtrykt som gennemsnit af resultaterne fra den kemiske analyse, er for de enkelte brændsler vist i fig. 5.4.1.

Resultaterne af de enkelte analyser er vist i appendix H.

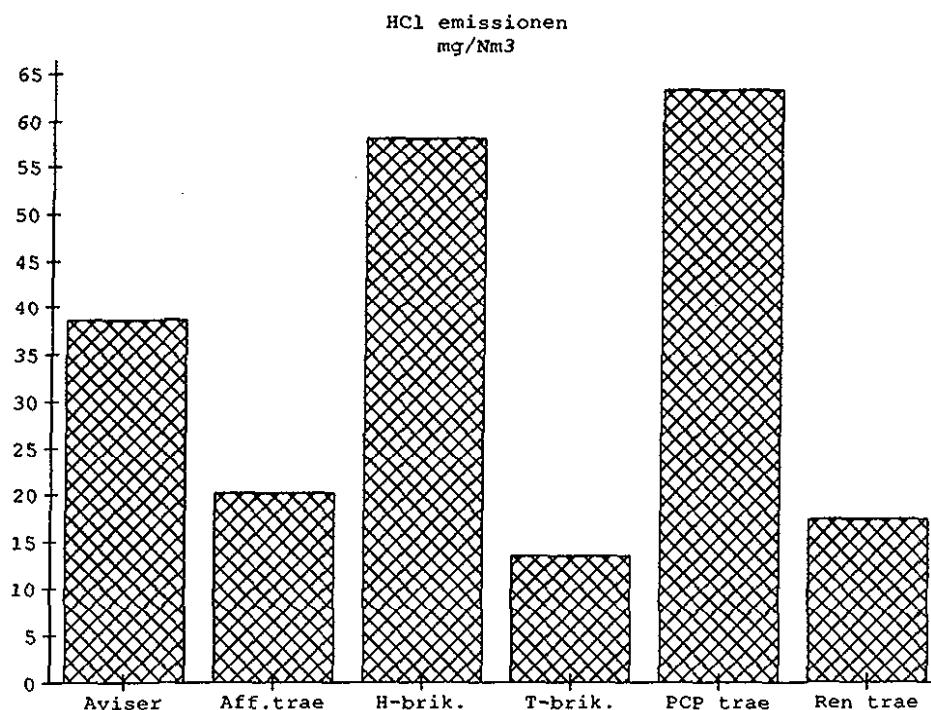


Fig. 5.4.1.

HCl-emissionen fordelt på brændselstyper. Gennemsnit af resultater fra den kemiske analyse.

PCP-imprægneret træ giver, ikke overraskende, høje emissioner af HCl, og det samme er tilfældet for H-brik. som ligeledes må formodes at have et højt indhold af Chlor. Fra aviser, som indeholder chlorforbindelser i form af rester fra papirets blegeproces, emitteres der ligeledes, ikke uventet, middelhøje koncentrationer af HCl.

Mere overraskende er det derimod, at der fra rent træ emitteres HCl i samme størrelsesorden som fra affaldstræ og briketter af affaldstræ. De to sidstnævnte brændsler kunne formodes at have forholdsvis høje indhold af chlor, der ville emitteres som HCL ved forbrændingen, medens rent træ måtte formodes at være så godt som fri for chlor.

Af det foreliggende materiale ses at PCP-imprægneret træ giver meget høje emissioner af såvel furan som af dioxin i forhold til den målte HCl-emission. Dette er i overensstemmelse med det forhold, at PCP er en dioxin-precursor, og at HCl ikke spiller nogen rolle ved dioxindannelsen i dette tilfælde.

### 5.5. Mutagen aktivitet.

Der er fundet mutagen aktivitet i røggasprøverne på et niveau svarende til, hvad der er fundet ved andre, lignende undersøgelser.

Resultaterne af mutagentestningen af prøverne fremgår af appendix L, hvor rådata er repræsenteret.

Ovnstype	Brændsel	Med S9 enzym	Uden S9 enzym	NR
A	Aviser	110	12	15
A	Aff-træ	1538	140	51
A	H-brik.	77	20	19
A	T-brik.	524	51	30
A	PCP-træ	1008	45	39
A	Ren-træ	98	22	14
<hr/>				
B	Aviser	330	86	63
B	Aff-træ	1722	99	119
B	H-brik.	165	71	42
B	T-brik.	2840	88	70
B	PCP-træ	1265	12	50
B	Ren-træ	1050*	55	75

Tabel 5.5.1.

Mutagen aktivitet i prøverne, udtrykt som revertanter/Ndm<sup>3</sup> røggas.

\* Denne observation er udeladt i forbindelse med PAH-modellerne.

Prøvernes mutagene aktivitet, beregnet som antallet af revertanter pr. normal kubikdecimeter indsamlet luftprøve (rev/Ndm<sup>3</sup>), er anført i tabel 6.5.1.

Kolonnen "Med S9 enzym" i tabel 5.5.1 angiver prøvernes mutagene aktivitet ved tilsætning af et enzymatisk metaboliseringssystem (rottelever S9). Disse indirekte virkende mutagener, påvist her, vil typisk udgøre rene PAH'er.

Kolonnen "Uden S9 enzym" angiver prøverns mutageneaktivitet uden tilsætning af metaboliseringssystem.

Kolonnen "NR" angiver prøvernes mutageneaktivitet i den teststamme, TA 98 NR, hvor enzymsystemet "nitroreduktase" er gjort uvirksomt.

Antallet af revertanter er for de enkelte prøver omregnet til den mutagene effekt pr. kg indfyret brændsel, idet brændselsforbruget, som opgivet i

appendix E, er benyttet. Resultaterne heraf er angivet som vist i tabel 5.5.2, idet kun de indirekte virkende (med S9 enzym) og de direkte virkende (uden S9 enzym) er medtaget.

For den indirekte virkende mutagene aktivitet (TA 98 + enzymaktivivering) er fundet et gennemsnit på  $9,7 \times 10^6$  revertanter/kg indfyret brændsel, idet gennemsnittet er vægtet med hensyn til de anslæde antal af de to ovntyper.

For den direkte virkende mutagene effekt er niveauet ca. 10 gange lavere, og samme niveau opnås ved test af den tilsvarende stamme med uvirksomt nitroreduktase.

Dette betyder, at den direkte virkende, mutagene aktivitet ikke, eller kun i meget begrænset omfang (i enkelte prøver), skyldes nitro-forbindelser fra for eksempel nitro-PAH.

Ovntype . Brændsel .	Med S9 enzym	Uden S9 enzym
A Aviser	0,8*	0,1*
A Aff-træ	11,3*	1,0*
A H-brik.	0,5*	0,1*
A T-brik.	4,8*	0,5*
A PCP-træ	8,2*	0,4*
A Ren-træ	0,8*	0,2*
B Aviser	6,3*	1,6*
B Aff-træ	23,9	1,4
B H-brik.	2,0*	0,9*
B T-brik.	31,2	1,0
B PCP-træ	9,7	0,1
B Ren-træ	13,3	0,7

Tabel 5.5.2.

Mutagen aktivitet af prøverne, udtrykt som revertanter/kg indfyret brændsel. \* = Maksimal-værdier, idet røggasflow'et formentlig er overvurderet, jnfr. Grove (1989).

Hovedaktiviteten, den indirekte virkende mutagene aktivitet, kan typisk tilskrives PAH.

I fig. 5.5.3 er antallet af indirekte virkende revertanter som fundet i prøverne, afbildet mod de ved den kemiske analyse fundne indhold af PAH2 for samme prøver. Der er en lineær sammenhæng mellem antallet af revertanter og indholdet af PAH2. For de andre PAH-grupper findes tilsvarende sammenhænge.

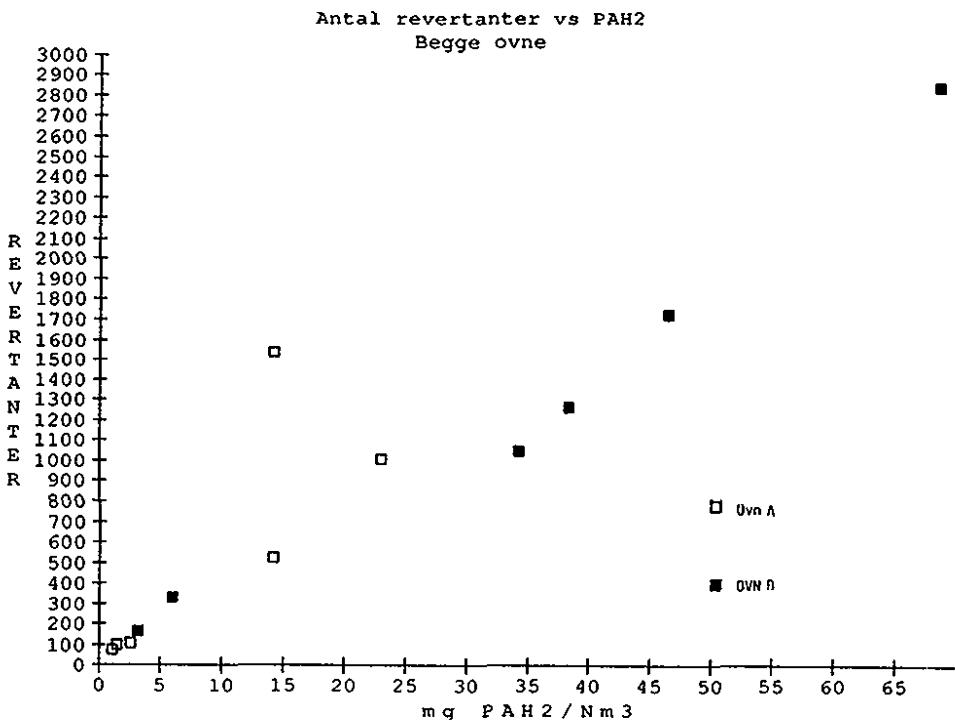


Fig. 5.5.3.

Antal revertanter afbildet mod PAH2 for begge ovne.

## 6. BRÆNDELSFORBRUG OG EMISSIONSOPGØRELSER.

### 6.1. Brændselsforbrug.

Miljøstyrelsen har tidligere (Dyrnum, 1989) opgjort de årlige forbrug af forskellige brændsler i mindre fastbrændselfyrede anlæg, fordelt efter anlægstype. Denne kortlægning danner, sammen med energistyrelsens opgørelser (Danmarks energiforbrug jan.-dec. 1986, 1987) og (Danmarks energistrømme 1986, 1987) grundlaget for at fastsætte det årlige forbrug af forskellige brændsler i pejse og brændeovne. Forbrugene er vist i tabel (6.1.1.).

Ved opgørelsen af brændselsforbruget har det ikke været muligt at fordele forbruget af rent træ på de to grupper af anlægstyper, pejse og brændeovne, og fastbrændselfyrede villakedler.

	Pejse og brændovne	Villafyr
Brænde, rent løvtræ		214.000 t
Pap og Papir	1.500 t	2.900 t
Affaldstræ	1.500 t	1.900 t
Hush. affald	8 t	10 t

Tabel 6.1.1.

Årligt brændselsforbrug.

### 6.2. PAH-emission.

I emissionsopgørelsen er emissionsfaktorerne for rent træ anvendt for brænde i almindelighed, ligesom emissionsfaktoren for aviser anvendes for pap og papir.

For hver af PAH-grupperne er den samlede PAH-emission opgjort, som den beregnede værdi for de to ovntypers emissioner, som vist i tabel 5.2.1. vægtet med hensyn til de to ovntypers udbredelse. Se herom i afsnit 2.1.<sup>3</sup> Ved alle beregningerne er der regnet med 8,6 Nm<sup>3</sup> røggas pr. kg indfyret brændsel.

Eksempelvis findes PAH2-emissionen for rent træ som

$$(35/75 \times 1,2 + 40/75 \times 3,2 \times 2,6) \text{ mg/Nm}^3 \times 8,6 \text{ Nm}^3/\text{kg} \times 214.000 \text{ t} = 4100 \text{ kg.}$$

For husholdningsaffald er der anvendt en emissionsfaktor svarende til briketter af husholdningsaffaldet, idet den del af husholdningsaffald der brændes, skønmæssigt indeholder samme bestanddele, som det sorterede husholdningsaffald hvoraf affaldsbriketterne fremstilles.

Emissionerne fra fastbrændselfyrede villakedler er ikke undersøgt i nærværende undersøgelse, og de opgjorte emissioner, der er udregnede på basis af emissionsfaktorerne fra pejse og brændeovne, skal derfor tages med alt muligt forbehold. Dette forbehold skal yderligere understreges af, at der i den statistiske undersøgelse er påvist, at PAH-emissionen er afhængig af ovntype.

Som det ses, stammer hovedparten af PAH-emissionen (ca. 78%) fra rent træ, som udgør ca. 96% af den anvendte brændselsmængde.

Brændslerne pap og papir tegner sig for ca. 2% af den anvendte brændselsmængde, og for ca. 3% af den samlede PAH-emission, medens affaldstræ, der

ligeledes tegner sig for ca. 2% af den anvendte brændselsmængde, er årsag til ca. 20% af den samlede PAH emission, hvilket kan tilskrives, at affaldstræ emitterer ca. 19 gange så meget PAH som rent træ.

De øvrige brændselstyper giver kun anledning til en mindre del af den samlede PAH emission, dels på grund af små emissionsfaktorer, og dels på grund af deres sparsomme anvendelse.

		Pejse og Brænddeovne	Villa- fyre	Ialt
Brænde	PAH1	13.700		13.700
Brænde	PAH3	2.700		2.700
Brænde	PAH4	1.400		1.400
Brænde	PAH2	4.100		100
Pap og papir	PAH1	218	422	640
Pap og papir	PAH3	48	93	141
Pap og papir	PAH4	10	20	30
Pap og Papir	PAH2	59	113	172
Affaldstræ	PAH1	1440	1830	3270
Affaldstræ	PAH3	356	450	806
Affaldstræ	PAH4	85	110	195
Affaldstræ	PAH2	440	556	996
Hush. aff.	PAH1	1	1	2
Hush. aff.	PAH3	0,2	0,3	0,5
Hush. aff.	PAH4	0,5	0,06	0,56
Hush. aff.	PAH2	0,3	0,3	0,6
Ialt	PAH1			17.614
Ialt	PAH3			3.647
Ialt	PAH4			1.625
Ialt	PAH2			5.268

Tabel 6.2.1.

Årlig beregnet PAH-emission i kg. For en vurdering af usikkerheden henvises til afsnit 6.4.

De beregnede årlige PAH-emissioner er vist i tabel 6.2.1 for pejse og brænddeovne og villafyr for de enkelte PAH-grupper.

### 6.3. Dioxinemission.

Den samlede dioxinemission er opgjort for PCDD og PCDF på grund af emissionsfaktoren som vist i tabel 5.3.1. Der er desuden ansat en samlet toxicitetsværdi udtrykt i 2,3,7,8 TCDD-ækvivalen-

ter efter Nordisk Standard. Ved beregningerne er der regnet med 8,6 Nm<sup>3</sup> røggas pr. kg brændsel.

Eksempelvis findes tox ækvivalenter for brænde som

$$(1,6 + 0,12) \times \text{ug/Nm}^3 \times 0,008 \times 8,6 \text{ Nm}^3/\text{kg} \times 214.000 \text{ t} = 30 \text{ g/år}$$

For husholdningsaffald er der igen anvendt emissionsfaktorer svarende til briketter af husholdningsaffald.

Emissionerne fra fastbrændselfyrede villakedler er ikke undersøgt i denne undersøgelse. Ved opgørelsen af emissioner, anvendes emissionsfaktorerne fra pejse og brændeovne.

De samlede, beregnede, årlige PCDD- og PCDF-emissioner, samt den dertil knyttede emission af tox-ækvivalenter er for pejse og brændeovne og villa-fyr vist i tabel 7.3.1.

Den væsentligste del af dioxinemissionen (ca. 94%), regnet som tox ækvivalenter, ses at stamme fra rent løvtræ, idet dette også er det brændsel, der har den største anvendelse (ca. 96%).

Af de øvrige brændselstyper er det især affaldstræ, hvor det samlede forbrug udgør ca 2%, der bidrager til den samlede dioxinemission med ca. 6%. Når avisere, hvor det samlede forbrug også udgør ca 2%, ikke bidrager til emissionen i samme omfang som affaldstræ skyldes dette en emissionsfaktor, der er 3 gange større end for rent træ, medens emissions-faktoren for avisere kun er 0,3 gange emissions-faktoren for rent træ.

		Pejse og Brænddeovne	Villa fyr	Ialt
Brænde	PCDF	212		212
Brænde	PCDD		3.421	3.421
Brænde	tox.ækv	30		30
Pap og Papir	PCDF	1	2	3
Pap og Papir	PCDD	11	20	31
Pap og Papir	tox.ækv	0,1	0,3	0,4
Affaldstræ	PCDF	2	3	5
Affaldstræ	PCDD	78	99	177
Affaldstræ	tox.ækv	1	1	2
Hush.affald	PCDF	0,02	0,02	0
Hush.affald	PCDD	0,01	0,01	0
Hush.affald	tox.ækv	0,0004	0,0005	0
Ialt	PCDF			220
Ialt	PCDD			3.629
Ialt	tox.ækv			2

Tabel 6.3.1.

Årlig beregnet dioxinemission i g.  
For en vurdering af usikkerhed henvises til afsnit 6.4.

Husholdningsaffald bidrager kun i ringe omfang til den samlede dioxinemission, dels på grund af ringe anvendelse og dels på grund af små emisjoner for denne brændselstype.

#### 6.4. En vurdering af usikkerheder.

De fundne emissionsniveauer er naturligvis behaftet med en vis usikkerhed. I dette afsnit redegøres for størrelsesordenen af denne usikkerhed og de forskellige kilder hertil.

På grundlag af den fundne usikkerhed på de estimerede niveauer (appendix N) findes, at usikkerheden på PAH-emissionerne generelt er af størrelsesordenen 30%. Idet brænde er den dominerende brændselstype er usikkerheden på den totale PAH-emission domineret af usikkerheden hidrørende fra emissionsniveauet for rent træ. Dette emissionsniveau er estimeret på grundlag af 3 enkeltobservationer. For PAH2 leder ovennævnte usikkerhed til, at den samlede PAH2-emission forventeligt ligger i intervallet fra 3700 kg/år til 6800 kg/år.

Den samlede dioxinemission er ligeledes domineret af emissionen hidrørende fra rent træ. Estimatet for rent træ er baseret på 3 enkeltobservationer (se Appendix O). Endvidere er der meget stor forskel mellem de 3 observationer; forskellen er dog ikke usandsynlig i forhold til variationen indenfor brændselsgrupper i almindelighed.

Tilsvarende er usikkerheden på den samlede dioxinemission domineret af usikkerheden på emissionsniveauet for rent træ. En beregning baseret på det estimerede emissionsniveau for rent træ med tilhørende standard afvigelse (Appendix P) leder til, at den samlede dioxinemission i Nordiske tox ækvivalenter forventeligt ligger i intervallet fra 10 g/år til 50 g/år.

Den samlede usikkerhed består af mange bidrag. For det første er der en usikkerhed i de estimerede emissionsniveauer. Desuden er der en usikkerhed i opgørelsen af det totale brændselsforbrug, og endelig overføres emissionsniveauer for undersøgte brændsler til beslægtede brændsler. F.eks. anvendes det fundne emissionsniveau for rent bøgetræ til at beregne emissionen for brænde i almindelighed. Yderligere antages de fundne niveauer for pejse og brændeovne at kunne overføres til villafyr.

Usikkerheden på emissionsniveauerne hidrører dels fra en prøvetagningsusikkerhed og dels fra den kemiske analyseusikkerhed. Disse usikkerheder kan dels give anledning til en tilfældig fejl og dels en systematisk fejl. Ved at udtagte en stort antal prøver kan der kompenceres for den tilfældige fejl.

For dioxinemissionens vedkommende hidrører den største usikkerhed givetvis fra problemerne med den kemiske analyse. En del af prøverne er analyseret ved både LR-MS og HR-MS, og det er ikke ualmindeligt at finde en faktor 3-4 mellem HR og LR resultaterne (Appendix K). Endvidere har problemerne omkring den kemiske analyse betydet, at emissionerne for en del af de planlagte forsøg ikke kunne fastlægges.

Også prøvetagningen har givet anledning til usikkerhed. En del af forholdene under prøvetagning kan mistænkes for at give anledning til en systematisk usikkerhed. Eksempelvis blev prøveperioderne forkortet, hvilket betyder at en forholdsmaessig større del af prøven er opsamlet i begyndelsen af forbrændingsforløbende, hvor emissionen er størst. Endvidere var trækforholde-ne for B-ovnen ikke som foreskrevet for en ovn af denne type, hvilket kan give anledning til en ustabil forbrænding med deraf forøget emission. I praksis er driftssituationer, hvor skorstensfor-

holdene ikke er i orden, også forholdsvis almindelige. De i forsøget anvendte trækforhold vurderes dog potentielt at kunne være anledning til en beskeden systematisk højere emission. For ovnen var spjældindstillingen ikke i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger, idet luftrosetten i askeskuffen var åben. Dette skønnes imidlertid at være typisk for en ovn af denne type, hvorfor spjældindstillingen i forhold til den ønskede emissionskortlægning ikke vurderes at bidrage med en systematisk fejl. Men tilsvarende er det åbenbart, at lavere emissioner kan opnås ved forbedrede fyringsforhold. Dog er mekanismerne for dannelsen af PAH og dioxin forskellige. Og det er derfor ikke givet, at f.eks. forbedrede trækforhold vil have samme betydning for dioxin som PAH.

I betragtning af de fundne relativt høje emissionsniveauer og de tilhørende usikkerheder må det anbefales, at nærværende pilotprojekt følges op med yderligere undersøgelser. Da det specielt er brænde, der bidrager til den samlede emission, ville det være ønskeligt med et bedre kendskab til emissionsniveauet for rent træ - hvor bøgetræet suppleres med f.eks. nåletræ og birketræ. Endvidere bør der foretages målinger på villafyr. De ovenfor omtalte problemer med både prøveudtagning og analyse bør endvidere give anledning til en metodeudvikling på begge områder. På længere sigt bør der tilvejebringes forsøg, der sigter mod at belyse, hvor langt emission kan nedbringes med nyere ovne og forbedrede fyringsinstrukser.

#### 6.5. Emission af mutagen aktivitet.

Den samlede emission af mutagen aktivitet (direkte og indirekte virkende) er beregnet for de forskellige brændselstyper anført i afsnit 8.1. Ved beregningerne er der regnet med 8,6 Nm røggas pr. kg indfyret brændsel. De anførte emissionsfaktorer i tabel 7.4.1 er gennemsnitsværdier for de eksperimentalt påviste værdier for de to ovntyper.

Emissionen fra afbrænding af husholdningsaffald er udregnet med anvendelse af en emissionsfaktor svarende til briketter af husholdningsaffald, idet den del af husholdningsaffald, der brændes, er antaget at indeholde de samme bestanddele som det sorterede husholdningsaffald, der anvendes til fremstilling af briketterne.

Brændsels-type	Emissions-faktor $10^6$ rever-tanter/kg	Pejse og Villa-Brænde-oyne $10^{12}$	fyr rever-tanter	Ialt $10^{12}$ re-ver-tanter
Brænde	5,3		1128,0	1128,0
Pap og papir	2,3	3,5	6,7	10,2
Affaldstræ	15,1	22,6	28,6	51,2
Hush. affald	1,4	0,01	0,01	0,03
Ialt				1189,4

Tabel 7.4.1. Årlig emission af mutagen aktivitet, revertanter. De angivne emissionsfaktorer er beregnet under antagelse af 8,6 Nm røggas pr. kg. brændsel.

## 7. LITTERATUR.

0. Conradsen, K.:  
En introduktion til statistik. Bind 2a og 2b.  
IMSOR, (1979).
1. Danmarks Energiforbrug januar 1986 - december  
1986, Energistyrelsen, (1987).
2. Danmarks Energistrømme 1986, Energistyrelsen,  
(1987)
3. Danmarks Miljøundersøgelser, Manual for  
analyse af dioxin i røggas, Bilagsrapport nr.  
6 til Miljørapport nr. 117, Dioxin-emission  
fra danske affaldsforbrændingsanlæg, Mil-  
jøstyrelsen, (1989).
4. DAPO: Telefonisk oplysning fra DAPO, For-  
eningen af Danske producenter af Pejse og  
Brændeovne, (1988).
5. Dyrnum, O.: Kortlægning af affaldsforbrænd-  
ing i små anlæg, Bilagsrapport nr. 13 til  
Miljørapport nr. 117, Dioxin-emission fra  
danske affaldsforbrændingsanlæg, Miljøsty-  
relsen, (1989).
6. Grove, A.: Emission af dioxiner og PAH'er fra  
brændeovne. Delrapport 1: Prøveudtagning,  
Dansk Teknologisk Institut, (1988).
7. Madsen, H.: Emission af dioxiner og PAH'er  
fra brændeovne. Statistiske analyser omkring  
emissionen af PCDD og PCDF fra brændeovne,  
(1989)
8. Madsen, H.: Emission af dioxiner og PAH'er  
fra brændeovne. Statistiske analyser omkring  
emissionen af PAH'er fra brændeovne, (1989).
9. MIL-2, Mutagenic and Carcinogenic Compounds  
from Energy Generation, Nordisk Ministerråd,  
(1986).
10. Miljørapport nr. 117, Dioxinemission fra  
danske affaldsforbrændingsanlæg, Miljøstyrel-  
sen, 1989.
11. Olsen, H.: Emission af dioxiner og PAH'er fra  
brændeovne. Delrapport 2: Analyse af PAH'er,  
Dansk Teknologisk Institut, (1989)

12. Pallesen, L. og Madsen, H.: Statistisk behandling af dioxinanalyser, Bilagsrapport nr.3 til Miljørapport nr. 117, Dioxinemission fra danske affaldsforbrændingsanlæg, Miljøstyrelsen, (1989).
13. Pallesen, L. og Madsen, H.: Karakteristikmålinger - Statistisk analyse af måleserie 1, Bilagsrapport nr. 17 til Miljørapport nr. 117, Dioxinemission fra danske affaldsforbrændingsanlæg, Miljøstyrelsen, (1989).
14. Vikelsøe, J. et.al.: Dioxin i røggas fra pejse og brændeovne, Danmarks Miljøundersøgelser, (1989).
15. Aagaard Nielsen, P.: Emission af mutagene stoffer fra brændeovne efter indfyring med forskellige typer brændsel, Levnedmiddelstyrrelsens Institut for Toksikologi, (1989).
16. Teknologisk. Knud J. Hansen og Arne Grove. Notat til Miljøstyrelsen: Emissionsundersøgelser for pejse og brændeovne 23. februar 1990.

## 8. FORKORTELSER.

### Forkortelser for kemiske forbindelser.

PAH	Polycykiske Aromatiske kulbrinter.
PAH1	Alle PAH'er (se appendix D).
PAH2	De egentlige PAH'er (se appendix D).
PAH3	Den lette del af PAH2 (se appendix D)
PAH4	Den tunge del af PAH2 (se appendix D)
PCDD	Polychlorerede di-benzo-p-dioxiner, d.v.s. de egentlige dioxiner med fire eller flere chloratomer.
PCDF	Polychlorerede di-benzo-furaner, en gruppe dioxinlignende forbindelser med fire eller flere chloratomer.
Dioxin	Samlebetegnelse for PCDD og PCDF, i visse sammenhænge også omfattende lavere chloreringsgrader end fire.
CH	Uforbrændte kulbrinter.
PCP	Pentachlorphenol.
HCl	Chlorbrinte.

### Forkortelser for brændselstyper.

Aviser	Sammenrullede avis
Aff-træ	Affaldstræ.
H-brik.	Briketter af husholdningsaffald.
T-brik.	Briketter af affaldstræ.
PCP-træ	Nyt træ, behandlet med PCP.
Ren-træ	Bøgetræs pejsebrænde.

### Forkortelser for brændselstyper i grafiske afbildninger.

1	Sammenrullede avis
2	Affaldstræ.
3	Briketter af husholdningsaffald.
4	Briketter af affaldstræ.
5	Nyt træ, behandlet med PCP.
6	Bøgetræs pejsebrænde.

### Forkortelser i formler.

$\Phi_B$	Multiplikativ modelemissionsfaktor tilknyttet brændselseffekten.
$\Phi_O$	Multiplikativ modelemissionsfaktor tilknyttet ovneffekten.
$\varepsilon$	Additivt modelled for støj.
e	Multiplikativt modelled for støj.
STD(træk)	Standardafvigelsen på de målte skorstenstræk under en prøvetagning.
STD(temp)	Standardafvigelsen på de målte røggestemperaturer under en prøvetagning.
exp( )	Exponentialfunktionen for udtrykket i parantesen.
ln	Naturlig logaritme.

[ ]	Angiver i formler koncentrationen af indholdet i parantesen, - i tekst henvisning til reference.
Nm <sup>3</sup>	Kubikmeter henregnet til normal-tilstanden 0 C og 1013 mbar.
Ndm <sup>3</sup>	Kubikdecimeter henregnet til normaltilstanden 0 C og 1013 mbar.

Diverse forkortelser.

m	Forkortelse for milli = $10^{-3}$
$\mu$	Forkortelse for mikro = $10^{-6}$
n	Forkortelse for nano = $10^{-9}$
DS	Forkortelse for Dansk Standard

## 9. APPENDICES

A Forsøgsplanen . . . . .	55
B Indfyringsforskrift for brændeovne . . .	56
C Beskrivelse af prøvetagningsudstyret . .	57
D Oversigt og gruppeinddeling af PAH'er . .	58
E Indfyringsrapport fra prøvetagningen . .	59
F Driftsparametre fra prøvetagningen . . .	60
G Udtagne prøve- og røggasmængder fra prøvetagningen . . . . .	84
H HCl analyseresultater . . . . .	88
I PAH analyseresultater . . . . .	92
J Resultater fra "screeningen" for or- ganiske forbindelser . . . . .	98
K PCDD og PCDF analyseresultater . . . .	103
L Resultater fra Ames test . . . . .	107
M De statistisk behandlede PAH resul- tater, summeret for hver PAH gruppe . . .	119
N Statistiske analyseresultater for PAH modeller med aktive og passive predik- torer . . . . .	120
O Oversigt over PCDD og PCDF analysere- sultater anvendt til den statistiske analyse . . . . .	126
P Statistiske analyseresultater for PCDD og PCDF modeller med aktive og passive prediktorer . . . . .	128
Q Forklaring til tabellerne med sta- tistiske resultater . . . . .	134
R Beregning af TOX ekvivalenter efter . . .	137
nordisk Standard	

Drifts situation	Kontrol ciffer	Ovn	Brændsel	prøve A	prøve B	prøve C	prøve D
01	82	Morsø	2 : Affaldstræ	g	AKL	g	TI
02	25	Morsø	3 : Briketter,husaffald	AKL	g	TI	g
03	40	Morsø	5 : PCP imprægneret træ	g	AKL	g	TI
04	84	Morsø	1 : Aviser i ruller	AKL	g	TI	g
05	69	Morsø	4 : Briketter,træaffald	AKL*)	g	TI	g
06	16	Morsø	6 : Rent løvtræ	g	AKL	g	TI
07	31	Lotus	2 : Affaldstræ	g	AKL	g	TI
08	64	Lotus	3 : Briketter,husaffald	AKL*)	g	TI	g
09	47	Lotus	5 : PCP imprægneret træ	g	AKL	g	TI
10	79	Lotus	1 : Aviser i ruller	AKL*)	g	TI	g
11	43	Lotus	4 : Briketter, træaffald	AKL	g	TI	g
12	52	Lotus	6 : Rent løvtræ	g	AKL	g	TI
13	97	Lotus	5 : PCP imprægneret træ	AKL	g	TI	g
14	35	Lotus	2 : Affaldstræ	AKL*)	g	TI	g
15	32	Lotus	6 : Rent løvtræ	AKL	g	TI	g
16	33	Lotus	4 : Briketter,træaffald	g	AKL	g	TI
17	81	Lotus	3 : Briketter,husaffald	g	AKL	g	TI
18	21	Lotus	1 : Aviser i ruller	g	AKL	g	TI
19	05	Morsø	5 : PCP imprægneret træ	AKL*)	g	TI	g
20	57	Morsø	2 : Affaldstræ	AKL	g	TI	g
21	91	Morsø	6 : Rent løvtræ	AKL*)	g	TI	g
22	62	Morsø	4 : Briketter,træaffald	g	AKL	g	TI
23	44	Morsø	3 : Briketter,husaffald	g	AKL	g	TI
24	24	Morsø	1 : Aviser i ruller	g	AKL	g	TI

\*) Disse prøver analyseres af AKL for PAH m.henblik på interkalibrering

Måling på brændeovne

16.06.88  
ag/

Fyringsinstruks.

Den følgende fyringsinstruks er udarbejdet efter møde d. 16.juni 1988, hvori Knud Hansen, Jysk Teknologisk og Arne Sæbye og Arne Grove, Teknologisk Institut deltog.

Grundlaget er den af SNV udarbejdede metode SP-Metod 0010: "Miljöprovningsregler för fastbränsleeldade eldstäder med manuell bränsletillförsel". 1986-04-03.

Optænding: 2.5 kg små bøgepinde tændes med sprittabletter.

Efteroptænding brændes ned til et glødelag  
(4 - 6 % CO<sub>2</sub>)

Indfyring: 2.5 kg brændsel( ca. 4 stykker)

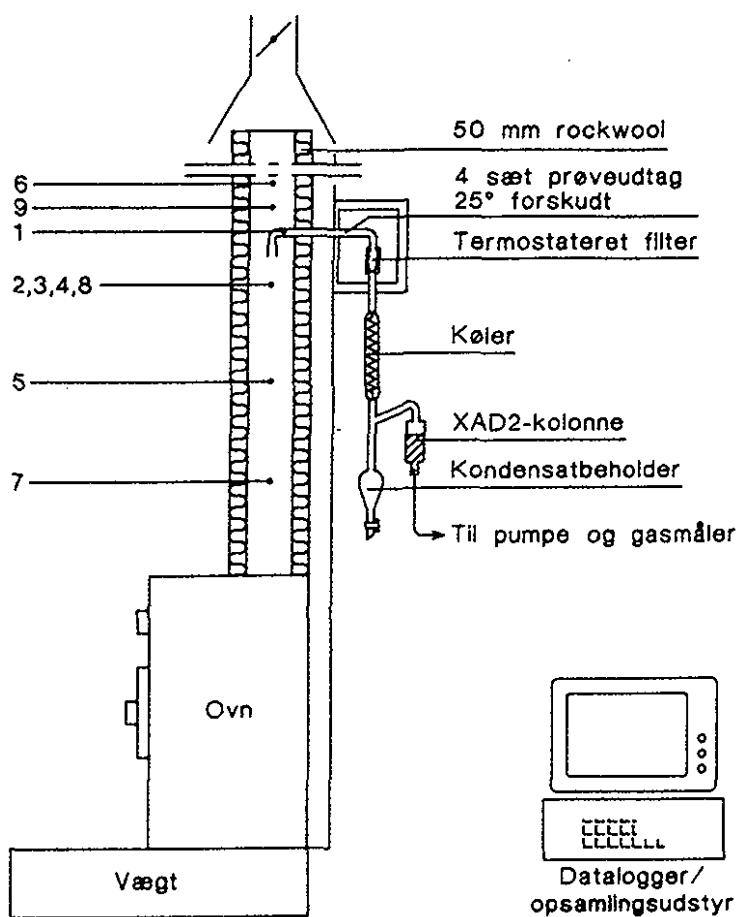
Efter indfyring åbnes nederste spjæld (for Morsø-ovnen holdes lugen på klem) i to minutter for at opnå god antændelse.

Måling: 5 minutter efter indfyring eller 3 minutter efter at spjældet er lukket påbegyndes prøvetagningen.

Efter ca. 40 - 45 minutter foretages en udjævning af glødelaget. Efter udjævningen ventes 5 - 10 minutter inden næste indfyring (ved ca 8 % CO<sub>2</sub>).

På grund af begrænsningen i prøvetagningstiden kan der kun måles under to indfryttinger. De svenske retningslinier foreskriver måling over tre indfyringer.

Der blev ved målingerne anvendt en opstilling som vist på nedenstående figur:



1. Dioxin/PAH prøvetagningsudstyr jf. Den nordiske rekommandation for dioxinmålinger
2. CO<sub>2</sub>/CO-gasanalysator af NDIR typen
3. CO-analysator af den elektrokemiske type
4. Flammeiondetektor til total organisk kulstof
5. Træk
6. Temperatur - øvre
7. Temperatur - nedre
8. HCl
9. Pitotrør

Naphtalen  
2-Methylnaphtalen  
2,6-Dimethylnaphtalen

De lette PAH'er:

Acenaphten  
Fluoren  
Phenanthren  
Anthracen  
Fluoranthen  
Pyren

De tunge PAH'er:

Benz(a)anthracen  
Chrys'en  
Benz(b)fluoranthen  
Benz(k)fluoranthen  
Benz(e)pyren  
Benz(a)pyren  
Indeno(1,2,3-cd)pyren  
Dibenz(a,h)anthracen  
Benz(g,h,i)perylene

PAH3

PAH2

PAH1

## Måling på brændeovne

## Indfyringsrapport

Drifts- situation	Brændsel	kg indfyret	spjældstilling i omdr. pr. åbning		
			1	2	3

## MORSØ

1	træaffald	2*2.5	2	2	
2	affaldsbr.	2*2.5	1½	1½	
3	PCP-impr.	2*2.5	1½	1½	
4	aviser	3+2.8	1½	1½	
5	træ-br.	2*2.5	1½	1½	
6	bøg	2*2.5	2	2	

## LOTUS

7	træaffald	2*2.5	3	3	3
8	affaldsbr.	2*2.5	3	3	3
9	PCP-impr.	2*2.5	3	3	3
10	aviser	2*3.0	3	3	3
11	træ-br.	2*2.5	3	3	3
12	bøg	2*2.5	3	3	3

## LOTUS

13	PCP-impr.	2*2.6	3	3	3
14	aff.træ	2*2.6	3	3	3
15	bøg	2*2.6	3	3	3
16	træ-br.	2.5+2.6	3	3	3
17	affaldsbr.	2*2.6	3	3	3
18	aviser	2.9+3.0	3	3	3

## MORSØ

19	PCP-impr.	2.5+2.6	1½	1½	
20	aff.træ	2*2.6	1½	1½	
21	bøg	2.6+2.5	1½	1½	
22	træ-br.	2.7+2.6	1½	1½	
23	affaldsbr.	2.7+2.6	1½	1½	
24	aviser	2*2.6	1½	1½	

## APPENDIX F/1

## Driftsparametre fra prøvetagningen.

Serie: 1RUN1  
 Dato: 880621

Start prøvetagning kl.:

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	5851	8.07	2.53	0.54	51	319	236
10	4254	13.59	2.89	0.75	20	341	242
15	1819	13.13	1.64	0.69	< 20	349	254
20	2926	11.11	2.01	0.93	< 20	327	243
25	5104	7.59	1.95	0.94	< 20	307	234
30	5042	6.93	1.84	0.93	81	294	228
35	4337	7.91	1.77	0.97	103	300	229
40	3792	7.53	1.72	0.92	48	282	216
45	5175	6.25	1.99	0.92	< 20	267	205
50	5197	6.04	2.00	0.92	< 20	256	196
55	5074	6.19	1.99	0.88	< 20	242	189
60	5243	5.39	1.80	0.75	< 20	225	180
65	2037	5.92	0.73	-0.10	111	266	208
70	1392	11.56	3.41	0.45	100	294	222
75	2334	10.11	5.02	0.52	80	287	221
80	3143	4.96	2.00	0.32	45	299	231
85	2432	13.81	4.20	0.61	72	300	239
90	1320	12.29	3.27	0.60	63	296	239
95	1076	8.84	2.27	0.60	71	309	247
100	596	11.81	1.61	0.62	29	294	238
105	2149	9.81	1.13	0.62	< 20	285	236
110	1097	8.53	1.00	0.62	< 20	274	230
115	712	7.77	0.95	0.63	< 20	265	223
120	511	6.98	1.05	0.59	< 20	255	217
125	75	4.76	0.60	0.58	< 20	256	218
130				0.57	< 20	239	205
135				0.57	< 20	233	199
Middelværdi	2908	8.7	2.1	0.7		284	223
Std.afv.	1808	2.7	1.0	0.2		31	18

Serie: 1RUN2  
 Dato: 880622

Start prøvetagning kl.:

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	2050	3.87	1.20	0.69	< 20	220	114
10	2751	4.76	1.48	0.57	< 20	196	108
15	1169	1.91	0.62	0.26	< 20	173	114
20	1868	2.41	0.88	0.37	< 20	166	112
25	4480	5.55	1.62	0.50	< 20	179	100
30	5506	5.26	1.67	0.60	< 20	177	95
35	4023	7.09	1.36	1.11	< 20	209	120
40	2433	8.44	0.98	1.38	< 20	232	133
45	1672	10.73	0.76	1.41	< 20	265	154
50	1300	12.81	0.66	1.40	< 20	295	173
55	1463	13.71	0.68	1.45	< 20	315	190
60	1012	13.15	0.51	1.47	< 20	324	201
65	1269	11.15	0.72	1.50	< 20	330	215
70	2865	6.72	1.32	1.45	< 20	295	206
75	2331	4.05	1.24	1.07	< 20	257	198
80	1458	1.89	0.74	0.71	< 20	223	190
85	3323	2.64	0.88	1.42	< 20	236	185
90	2243	7.83	1.36	1.43	< 20	259	186
Middelværdi	2401	6.9	1.0	1.0		242	155
Std.afv.	1181	3.7	0.4	0.4		63	46

Serie: 1RUN3  
 Dato: 880622

Start prøvetagning kl.: 13:43

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	12370	0.30	0.49	1.04	< 20	300	178
10	7671	2.61	0.48	0.80	< 20	295	183
15	5124	4.22	0.48	0.65	< 20	295	189
20	4423	12.29	1.74	0.57	< 20	301	195
25	3140	11.99	1.40	0.57	< 20	303	199
30	9795	13.80	2.74	0.57	< 20	309	203
35	7256	13.73	0.85	0.58	< 20	326	214
40	2267	12.33	1.06	0.77	< 20	315	205
45	977	11.16	0.84	0.77	< 20	308	202
50	5875	10.09	1.99	0.67	< 20		
55	9871	13.77	4.33	0.50	< 20		
60	8388	14.23	4.82	0.56	< 20	291	189
65	6532	12.81	3.45	0.53	< 20	294	198
70	5465	12.90	1.40	0.65	< 20		
75	8034	9.97	3.09	0.53	< 20		
80	1986	4.63	2.25	0.58	< 20		
85	1070	5.16	2.04	0.60	< 20		
90	809	4.69	1.84	0.60	< 20	240	173
95	769	2.14	1.69	0.60	< 20	241	173
100	708			0.52	< 20	225	163
105	616			0.34	< 20	219	157
Middelværdi	4912	9.1	1.9	0.6		284	188
Std.afv.	3534	4.6	1.2	0.1		33	16

Serie: 1RUN4  
 Dato: 880623

Start prøvetagning kl.: 9:38

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5		11.18	0.81	0.39	< 20	187	154
10		10.18	1.01	0.72	< 20	166	144
15	442	5.35	1.32	0.76	< 20	182	150
20	3586	3.99	1.60	0.91	< 20	174	147
25	3701	3.45	1.87	0.89	< 20	164	142
30	3510	2.87	1.63	0.87	< 20	174	144
35	3432	4.44	1.88	1.08	< 20	175	145
40	3608	4.26	1.79	1.13	< 20	169	138
45	3376	3.95	1.87	1.13	< 20	165	135
50	2786	3.67	1.73	0.61	< 20	175	139
55	1690	7.98	0.80	0.42	< 20	250	180
60	2701	6.38	1.24	0.84	< 20	232	180
65	4179	9.52	1.97	1.17	< 20	250	189
70	4901	10.74	2.43	1.10	< 20	246	186
75	4461	12.28	2.73	1.11	< 20	259	193
80	4802	13.18	2.80	1.08	< 20	270	199
85	4040	14.38	2.61	1.10	< 20	287	209
90	3948	14.69	2.42	1.10	< 20	297	218
95	6178	13.60	3.13	1.33	< 20	308	231
100	4330	12.67	2.34	1.11	< 20	295	225
105	2486	12.28	1.66	1.12	< 20	295	227
110	1943	7.87	1.24	1.06	< 20	292	225
115	2254			0.89	< 20	283	225
120	1022			0.21	< 20	199	154
Middelværdi	3335	8.6	1.9	0.9		229	178
Std.afv.	1311	4.0	0.6	0.3		53	34

Serie: 1RUN5  
 Dato: 880623

Start prøvetagning kl.: 12:50

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	13113	7.09	2.03	0.97	< 20	287	204
10	13077	16.10	6.08	1.03	< 20	294	215
15	8543	15.95	4.89	1.04	< 20	300	225
20	3963	16.36	2.76	1.04	< 20	315	237
25	4719	16.67	2.96	1.02	< 20	327	248
30	3422	16.62	2.77	1.00	68	335	258
35	2594	16.18	2.05	1.01	64	345	273
40	1919	15.25	1.82	0.95	60	330	266
45	1573	13.93	1.15	0.97	59	321	265
50	1523	10.67	1.15	0.97	59	304	260
55	1670	8.64	1.30	0.98	58	287	252
60	2281	5.79	1.42	0.48	55	260	239
65	2433	4.58	1.13	0.69	58	267	240
70	2748	9.71	1.83	0.85	56	275	233
75	3668	10.21	2.18	0.87	56	282	234
80	2508	11.63	2.25	0.87	57	299	238
85	1585	14.52	2.04	0.84	57	318	247
90	149	0.54	0.08	0.03	< 20	333	256
95	7139	16.15	2.98	0.83	61	353	271
100	6261	4.56	1.82	0.67	59	345	262
105	4189			0.59	58	344	265
110	3368			0.28	56	334	252
115	6703			0.09	54	312	217
120	7246			0.09	51	295	193
125	5784			0.08	51	290	179
130	3735			0.08	48	268	158
135	2088			0.01	44	257	153
140	1175			0.01	47	262	182
145	827			-0.03	48	279	199
150	1136			-0.10	47	254	189
Middelværdi	4038	11.6	2.2	0.6		302	230
Std.afv.	3199	4.9	1.3	0.4		29	34

Serie: 1RUN6  
 Dato: 880623

Start prøvetagning kl.: 15:22

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	246			-0.16	44	212	181
10	21	0.72		0.16	44	205	171
15	791	2.81	1.24	0.54	46	207	172
20	1923	3.76	1.01	0.72	47	104	84
25	2667	3.36	1.13	0.76	47	209	173
30	3914	3.43	1.49	0.96	37	202	168
35	1967	8.38	1.40	0.85	< 20	205	168
40	1083	12.78	1.08	0.97	< 20	253	180
45	825	12.75	0.77	0.98	< 20	272	192
50	756	12.03	0.65	1.01	< 20	284	202
55	879	11.40	0.71	1.01	< 20	292	210
60	1987	9.44	1.06	1.00	< 20	294	216
65	1580	9.15	1.24	1.03	< 20	299	225
70	688	9.20	1.05	1.00	< 20	291	220
*	75	822	8.10	0.99	1.02	< 20	290
*	80	6013	5.48	1.12	0.88	< 20	279
*	85	2907	4.42	1.65	0.61	27	262
*	90	1952	10.23	0.95	0.59	29	284
*	95	3140	12.45	0.82	0.61	32	322
*	100	976	11.54	0.56	0.60	31	328
				0.18	0.33	35	332
	105				0.29	32	324
	110				0.28	29	317
	115				0.19	32	312
	120				0.02	20	298
	125						234
	130				0.00	< 20	
	135				0.00	< 20	
	140				0.00	< 20	
	145				0.00	< 20	
	150				0.00	< 20	
Middelværdi	1757	8.0	1.0	0.5	18	267	208
Std.afv.	1396	3.8	0.3	0.4	19	54	39

Serie 2RUN1

Dato: 880623

Start prøvetagning kl.: 09:27

5 min. middelvær	total ppm	vol CO2	vol CO	Træk mm WS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	3362	15.77	5.01	0.39	< 20	342	265
10	1007	14.55	1.74	0.48	< 20	342	269
15	384	13.10	0.61	0.53	< 20	346	275
20	306	10.63	0.48	0.54	< 20	345	277
25	279	9.34	0.60	0.49	< 20	338	277
30	7840	10.45	1.84	0.16	< 20	321	273
35	13884	17.67	5.68	0.08	< 20	342	285
40	13389	17.79	7.19	0.07	< 20	332	276
45	13491	15.85	7.67	0.08	< 20	347	282
50	12946	14.35	5.86	0.10	< 20	357	288
55	7128	13.53	2.99	0.17	< 20	363	293
60	1441	11.52	0.73	0.52	< 20	361	294
65	1311	10.83	0.72	0.20	< 20	370	303
70	725	8.94	0.59	0.20	< 20	347	290
75	538	8.17	0.67	0.19	< 20	338	284
80	460	7.56	0.57	0.19	< 20	330	279
85	422	6.62	0.58	0.20	< 20	321	273
90	380	5.88	0.70	0.19	< 20	312	266
95	359	4.96	0.74	0.20	< 20	311	267
100	321	3.56	0.61	0.19	< 20	289	249
Middelværdi	3999	11.1	2.3	0.3		338	278
Std.afv.	5158	4.1	2.4	0.2		19	12

Serie: 2RUN2  
 Dato: 880624

Start prøvetagning kl.: 11:58

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	12561	0.09	-0.12	-0.11	27	395	289
10	13493	0.23	0.89	0.13	< 20	396	292
15	13493	12.22	4.67	0.13	< 20	406	309
20	6266	15.83	3.14	0.17	21	419	320
25	897	11.98	0.29	0.25	22	413	322
30	734	7.71	0.35	0.30	21	391	315
35	675	6.57	0.66	0.32	21	386	317
40	539	5.91	0.74	0.32	< 20	361	297
45	723	5.19	0.74	0.02	23	336	283
50	5768	15.26	1.49	0.15	22	398	297
55	13353	16.82	4.03	0.07	24	411	308
60	13347	16.88	3.60	0.04	23	420	318
65	10628	17.21	3.24	0.03	22	442	537
70	2907	15.34	1.77	0.09	21	436	334
75	663	10.50	0.15	0.80	< 20	420	333
80	633	6.27	0.49	0.25	< 20	395	323
85	576	5.22	0.59	0.27	< 20	377	312
90	488	4.74	-0.12	0.30	< 20	361	301
95	385	4.49	0.83	0.31	< 20	358	299
100	321	1.94	0.75	0.17	20	332	278
Middelværdi	4923	9.0	1.4	0.2		393	309
Std.afv.	5440	5.6	1.4	0.2		30	16

Serie: 2RUN3  
 Dato: 880627

Start prøvetagning kl.: 11:17

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	13962	16.65	5.01	-0.36	23	362	276
10	13497	15.99	4.47	-0.55	< 20	350	264
15	13496	15.68	4.48	-0.57	20	351	263
20	7550	15.60	3.50	-0.01	< 20	371	270
25	4367	15.99	2.41	-0.51	< 20	383	277
30	11875	16.27	3.68	-0.56	< 20	380	280
35	13644	16.79	4.42	-0.61	< 20	390	290
40	7856	16.14	3.18	-0.58	< 20	379	282
45	2690	15.32	1.61	-0.56	< 20	382	283
50	1091	12.47	0.81	-0.53	< 20	371	280
55	966	10.00	1.00	-0.52	< 20	357	275
60	770	9.16	1.19	-0.49	< 20	344	268
65	583	8.70	1.49	-0.49	< 20	343	269
70	474	7.85	1.48	-0.46	< 20	320	253
75	428	7.66	1.42	-0.36	< 20	313	245
80	410	7.47	1.32	-0.38	< 20	307	240
85	340	8.36	0.80	-0.38	< 20	305	236
90	311	7.32	0.94	-0.37	< 20	297	230
95	162	1.30	0.36	-0.28	< 20	159	123
Middelværdi	4972	11.8	2.3	-0.5		340	258
Std.afv.	5456	4.5	1.5	0.1		51	36

Serie: 2RUN4  
 Dato: 880627

Start prøvetagning kl.: 13:55

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	2361	0.08		-0.13	38	159	155
10	892	13.90	0.60	0.53	37	473	387
15	679	14.44	0.14	0.56	36	488	393
20	617	13.01	0.13	0.52	37	489	396
25	537	12.12	0.18	0.52	36	483	397
30	483	11.51	0.25	0.51	35	478	397
35	536	10.35	0.40	0.52	36	479	403
40	8540	13.88	2.48	0.38	42	484	399
45	4108	16.88	2.53	0.39	41	521	418
50	1689	16.24	1.47	0.37	42	532	428
55	510	13.90	0.42	0.38	41	521	428
60	403	12.01	0.14	0.37	41	511	425
65	369	11.19	0.16	0.37	44	517	436
70	348	9.84	0.23	0.34	42	487	414
75	339	9.30	0.31	0.32	41	477	407
80	339	8.71	0.37	0.31	41	468	400
85	351	8.40	0.46	0.29	42	459	392
90	334	8.40	0.44	0.28	41	449	383
95	440	7.32	0.55	0.28	41	450	385
100	675	5.81	0.75	0.27	40	417	361
105	345	0.57	0.31	0.07	< 20	153	132
Middelværdi	1185	10.4	0.6	0.4		452	378
Std.afv.	1865	4.3	0.7	0.4		467	389

Serie: 2RUN5  
 Dato: 880627

Start prøvetagning kl.: 16:53

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	5162	17.37	2.93	0.17	33	519	363
10	1218	16.00	1.44	0.14	33	522	372
15	347	13.52	0.32	0.15	33	513	378
20	262	11.00	0.00	0.15	33	497	378
25	228	9.46	0.00	0.15	32	480	373
30	257	8.21	0.12	0.09	33	454	364
35	5101	10.25	1.45	0.05	36	455	364
40	13493	16.75	6.90	-0.01	38	456	363
45	12860	16.65	8.10	-0.07	38	453	365
50	8272	16.66	6.61	-0.07	36	460	368
55	4419	7.66	1.74	-0.09	31	415	325
Middelværdi	4693	13.0	2.7	0.1	34	475	365
Std.afv.	4745	3.6	2.9	0.1	2	32	14

**APPENDIX F/12 Driftsparametre fra prøvetagningen.**

Serie: 2RUN6  
 Dato: 880628

Start prøvetagning kl.: 9:54

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	13	7.67	0.00	0.02	45	360	283
10	11	4.28	0.00	0.05	41	388	295
15	12	9.08	0.00	0.03	42	407	312
20	11	4.95	0.00	0.14	42	426	326
25	11	5.07	0.34	0.22	37	432	338
30	11	7.05	0.04	0.25	36	434	346
35	113	13.88	0.00	0.34	37	459	362
40	573	10.41	0.09	0.37	34	431	346
45	527	8.18	0.30	0.38	34	411	336
50	447	6.50	0.49	0.36	33	388	323
55	661	7.55	0.85	0.28	34	389	315
60	1850	17.16	1.19	0.28	35	455	338
65	3505	18.22	2.23	0.27	38	491	362
70	1574	16.83	1.52	0.23	38	494	361
75	726	15.59	0.86	0.24	39	501	370
80	391	13.93	0.33	0.25	40	494	377
85	357	12.85	0.27	0.25	40	484	377
90	376	10.91	0.18	0.27	39	466	371
95	447	8.69	0.25	0.30	38	454	371
100	548	5.97	0.47	0.29	35	403	340
105	494	5.38	0.62	0.30	34	379	323
110	397	5.01	0.74	0.29	33	358	307
115	229	4.91	0.77	0.51	32	355	297
120	63	0.30	0.03	0.02 < 20	107	90	
Middelværdi		556	9.2	0.5	0.2	415	328
Std.afv.		762	4.7	0.5	0.1	78	56

Serie: 3RUN1  
 Dato: 880628

Start prøvetagning kl.: 12:48

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	4011	8.07	1.56	0.12	30	412	298
10	6062	17.20	4.56	0.09	28	418	310
15	3018	16.96	3.96	0.00	28	430	321
20	1130	16.06	2.94	-0.02	28	440	331
25	740	16.15	2.40	-0.04	28	450	341
30	366	15.64	1.60	-0.07	27	457	348
35	236	13.72	0.48	-0.07	26	472	362
40	201	10.78	0.17	-0.07	25	454	346
45	195	7.11	0.49	-0.04	24	422	334
50	190	5.44	0.87	-0.03	24	391	319
55	183	4.92	0.94	-0.03	23	369	305
60	175	4.58	0.91	-0.02	21	352	292
65	665	6.28	2.17	-0.26	25	373	295
70	824	15.31	4.08	-0.19	22	401	298
75	924	15.88	4.18	-0.21	23	407	305
80	1050	15.66	4.66	-0.22	22	410	311
85	675	15.28	3.15	-0.23	21	426	320
90	533	14.95	2.23	-0.24	20	435	328
95	255	15.28	1.40	-0.26	21	457	347
100	107	10.00	-0.01	-0.21	20	321	246
Middelværdi	1077.0	12.3	2.1	-0.1	24	415	318
Std.afv.	1497.2	4.4	1.5	0.1	3	38	26
				0.12			

**APPENDIX F/14 Driftsparametre fra prøvetagningen.**

Serie: 3RUN2  
 Dato: 880628

Start prøvetagning kl.:

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	3057	18.40	5.76	0.06	56	477	375
10	1004	17.70	3.63	0.10	52	482	386
15	317	15.71	1.20	0.12	50	519	396
20	175	12.02	-0.15	0.16	49	500	393
25	152	9.89	0.61	0.17	49	479	386
30	335	8.28	0.44	0.08	53	462	379
35	2226	16.17	0.00	-0.02	59	492	400
40	1191	15.54	0.00	-0.04	56	494	392
45	1034	15.00	0.43	-0.06	55	511	396
50	331	13.39	0.00	-0.07	55	539	406
55	176	14.26	0.43	-0.03	56	534	417
60	138	12.16	0.00	-0.01	54	515	417
65	132	3.44	0.00	0.02	54	519	426
70	118	0.98	0.64	0.03	51	483	401
75	109	0.95	0.66	0.03	49	462	388
80	108	0.94	0.36	0.04	48	435	371
85	44	1.60	0.17	0.01	20	173	149
Middelværdi	626	10.4	0.8	0.0	51	475	381
Std.afv.	826	6.2	1.5	0.1	8	80	60

Serie: 3RUN3  
 Dato: 880628

Start prøvetagning kl.: 17:28

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	370	17.80	2.34	0.12	25	476	343
10	182	16.65	1.45	0.13	29	486	361
15	120	14.98	0.41	0.15	30	487	375
20	108	13.36	0.10	0.16	31	486	381
25	103	12.76	0.03	0.18	31	484	384
30	100	11.58	0.06	0.70	31	477	383
35	102	10.42	0.05	0.19	32	480	390
40	98	7.49	0.16	0.19	29	438	364
45	100	5.85	0.48	0.21	26	407	350
50	525	9.07	2.42	-0.16	38	415	348
55	581	17.35	6.81	-0.31	50	462	374
60	636	17.03	4.65	-0.35	62	505	400
65	343	15.84	2.18	-0.40	65	543	437
70	123	12.44	0.43	-0.37	63	514	429
75	112	10.30	0.18	-0.37	63	503	425
80	148	7.97	0.47	-0.35	62	481	413
85	165	6.88	0.66	-0.35	59	458	398
90	195	3.68	0.70	-0.39	58	419	376
Middelværdi	228	11.7	1.3	-0.1	44	473	385
Std.afv.	176	4.2	1.8	0.3	15	35	27

## APPENDIX F/16

## Driftsparametre fra prøvetagningen.

Serie: 3RUN4  
 Dato: 880629

Start prøvetagning kl.: 8:49

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	13961	7.89	6.08	0.42	51	433	348
10	9628	12.93	5.15	0.41	48	436	350
15	1572	14.11	1.52	0.49	49	463	368
20	542	11.04	0.27	0.46	46	448	366
25	508	9.02	0.50	0.47	43	422	357
30	557	7.11	0.76	0.48	40	390	340
35	510	6.27	0.75	0.34	48	381	334
40	4700	14.21	2.42	0.37	49	455	356
45	12786	16.55	6.58	0.27	54	457	369
50	13497	16.31	6.94	0.22	54	461	374
55	6905	15.52	3.96	0.22	53	477	383
60	745	11.65	0.24	0.26	51	479	383
65	520	9.21	0.19	0.29	50	463	388
70	473	4.79	0.46	0.23	42	372	321
Middelværdi	4779	11.2	2.6	0.4	48	438	360
Std.afv.	5264	3.7	2.5	0.1	4	34	19

Serie: 3RUN 5  
 Dato: 880629

Start prøvetagning kl.: 12:26

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	427	12.89	0.51	0.11	46	498	338
10	392	16.35	0.22	0.07	47	488	346
15	332	15.68	0.07	0.06	47	488	357
20	279	12.59	-0.09	0.10	44	473	359
25	278	7.98	0.12	0.13	41	441	349
30	296	5.78	0.44	0.13	39	409	332
35	298	4.83	0.62	0.03	43	385	324
40	793	12.64	1.02	0.03	46	430	327
45	2183	17.94	2.21	-0.01	48	466	349
50	1385	17.72	1.97	-0.03	49	477	361
55	579	16.98	1.21	-0.04	49	482	369
60	261	15.59	0.45	-0.04	49	482	373
65	195	11.01	-0.03	0.05	45	482	378
70	187	7.11	0.23	0.06	41	433	349
75	184	5.84	0.47	0.08	38	407	333
80	185	5.16	0.68	0.09	37	386	318
85	181	4.67	0.84	0.08	36	367	304
90	59	0.85	0.32	0.03	< 20	123	102
Middelværdi	472	11.6	0.6	0.1		429	332
Std.afv.	509	5.3	0.6	0.1		84	59

Serie: 3RUN6  
 Dato: 880630

Start prøvetagning kl.: 9:39

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	603	12.92	1.55	0.40	57	495	342
10	299	15.56	0.82	0.40	56	483	350
15	227	14.58	0.44	0.39	57	482	360
20	192	13.77	0.31	0.40	56	481	365
25	176	13.51	0.24	0.38	56	482	369
30	165	13.04	0.14	0.39	56	479	370
35	162	13.05	0.08	0.38	57	489	380
40	154	6.69	0.04	0.35	55	465	364
45	150	8.49	0.05	0.33	54	452	358
50	1009	10.21	0.85	0.24	59	443	354
55	974	16.94	3.27	0.24	58	490	372
60	291	16.81	1.39	0.24	60	512	384
65	218	16.35	0.86	0.24	63	529	404
70	132	14.64	0.09	0.23	60	507	392
75	127	13.7	-0.11	0.24	59	500	391
80	122	13.17	-0.08	0.22	58	494	389
85	119	12.26	-0.12	0.20	56	479	384
90	123	10.31	0.10	0.21	54	461	375
95	131	9.71	0.34	0.22	55	462	377
100	127	3.61	0.06	0.08	55	436	355
105	121	0.27	-0.23	-0.26	69	442	353
110	120	0.28	-0.23	-0.24	61	406	333
115	113	0.3	-0.24	-0.03	34	350	240
120	117	0.32	-0.24	-0.15	< 20	322	164
125	81	-0.05	-0.18	-0.14	21	121	98
Middelværdi	242	11.0	0.4	0.2		437	338
Std.afv.	243	5.7	0.8	0.2		93	82

Serie: 4RUN1  
 Dato: 880630

Start prøvetagning kl.: 14:24

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	4553	0.30	0.00	0.74	< 20	252	190
10	6327	3.48	0.28	0.98	< 20	269	195
15	7785	14.95	2.96	1.08	< 20	299	218
20	7830	15.50	3.40	1.06	< 20	317	235
25	7334	16.11	3.34	1.02	< 20	335	251
30	6010	16.46	3.33	1.07	< 20	352	264
35	8472	17.34	3.50	1.14	< 20	372	283
40	4895	16.48	3.10	1.05	< 20	370	282
45	1777	15.79	1.68	1.07	< 20	376	287
50	1127	13.83	0.77	1.08	< 20	368	286
55	1503	11.75	0.81	1.08	< 20	351	278
60	2198	9.35	1.62	1.08	< 20	328	265
65	1658	8.55	2.02	1.11	< 20	321	262
70	1077	7.21	1.82	0.79	< 20	290	242
75	10969	11.74	3.16	0.94	< 20	313	250
80	12636	15.85	4.91	0.92	< 20	327	258
85	12922	16.31	5.00	0.85	< 20	332	263
90	13497	16.39	5.22	0.82	< 20	337	268
95	12842	16.66	5.24	0.83	< 20	355	281
100	8110	16.01	4.06	0.83	< 20	350	279
105	4500	14.91	3.38	0.85	< 20	354	280
110	1592	10.57	1.15	0.85	< 20	345	277
115	1529	0.39	0.00	0.59	< 20	328	257
120	1739	0.33	0.00	0.53	< 20	313	236
125	1020	-0.04	0.00	0.37	< 20	216	160
Middelværdi	5756	12.4	2.4	0.9		327	254
Std.afv.	4216	5.9	1.7	0.2		38	32

Serie: 4RUN2  
 Dato: 880630

Start prøvetagning kl.: 16:52

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	73	15.03	3.63	1.08	< 20	315	239
10	12656	17.41	5.01	1.04	< 20	318	246
15	7061	17.25	3.67	1.04	< 20	335	262
20	3345	16.38	2.49	1.06	< 20	346	272
25	2147	14.85	2.00	1.07	< 20	350	279
30	1040	13.25	0.99	1.06	< 20	346	281
35	879	11.94	0.70	1.09	< 20	348	286
40	911	10.46	0.88	1.05	< 20	325	271
45	1052	5.00	1.24	1.01	< 20	310	263
50	806	8.50	1.43	1.02	< 20	298	254
55	641	7.87	1.53	1.02	< 20	288	247
60	551	7.30	1.51	1.00	< 20	277	240
65	530	7.24	1.52	1.02	< 20	277	240
70	482	6.58	1.39	0.99	< 20	260	225
75	459	6.28	1.33	0.98	< 20	252	218
80	5239	9.06	2.05	0.84	< 20	263	223
85	8563	15.50	4.73	0.87	20	311	251
90	8683	16.46	4.84	0.87	20	324	263
95	4900	16.83	3.59	0.90	20	347	283
100	4070	15.81	3.03	0.84	20	344	282
105	3097	15.60	3.04	1.21	21	349	287
110	952	9.96	0.87	0.80	21	346	289
115	137	-0.75	-0.01	0.12	< 20	59	50
Middelværdi	2968	12.5	2.2	1.0		304	250
Std.afv.	3338	4.8	1.4	0.2		61	48

Serie: 4RUN3  
 Dato: 880107

Start prøvetagning kl.: 09:01

5min middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	16	0.00	-0.05	0.01	53	216	177
10	1036	3.08	0.36	0.87	21	244	199
15	3253	9.16	1.77	1.12	< 20	240	197
20	2666	12.32	1.92	1.13	< 20	261	210
25	3501	13.28	2.56	1.10	< 20	278	223
30	1455	14.79	1.98	1.12	< 20	296	237
35	1045	14.33	1.14	1.16	< 20	311	251
40	1165	13.04	1.38	1.13	< 20	306	247
45	1512	13.01	1.47	1.12	< 20	311	252
50	1443	13.18	1.31	1.11	< 20	315	257
55	1356	13.40	1.40	1.10	< 20	317	259
60	1694	9.80	0.91	1.01	20	306	255
65	3370	12.44	2.17	1.07	20	324	268
70	1572	15.33	2.13	1.04	20	331	270
75	946	15.67	1.46	1.01	< 20	341	277
80	1248	16.03	1.46	1.02	< 20	349	282
85	919	15.59	1.49	1.02	20	353	286
90	559	14.83	0.85	1.02	< 20	354	287
95	620	14.65	1.04	1.10	22	365	297
100	817	13.01	1.29	1.03	23	348	284
105	997	12.23	1.54	1.02	22	343	281
110	493	4.32	0.49	0.46	< 20	163	134
Middelværdi	1440	13.0	1.4	1.0		303	247
Std.afv.	923	4.2	0.6	0.3		50	41

Serie: 4RUN4  
 Dato: 880701

Start prøvetagning kl.: 11:20

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	12	3.03	0.28	0.69	28	330	246
10	769	16.18	2.67	1.02	28	345	261
15	4737	16.66	2.15	1.00	29	360	276
20	8122	16.74	2.67	0.92	31	367	286
25	9081	16.90	2.67	0.94	30	368	291
30	6551	16.73	2.25	0.93	32	371	297
35	1990	17.06	1.02	1.02	28	389	312
40	865	14.48	0.46	0.98	24	372	301
45	1135	11.45	0.47	1.00	21	356	293
50	1024	8.38	0.51	0.44	37	330	281
55	1039	5.81	0.31	0.45	39	319	274
60	965	11.77	0.52	0.91	26	347	283
65	515	15.98	0.40	0.94	28	379	304
70	791	15.51	0.36	0.93	28	378	300
75	4385	16.27	1.83	0.90	26	384	303
80	2261	15.29	2.36	0.90	27	391	307
85	2944	15.98	2.78	0.84	29	392	314
90	1077	15.42	1.90	0.84	28	390	315
95	508	14.08	0.81	0.89	26	393	322
100	393	10.89	0.55	0.86	22	365	302
105	215	2.44	0.31	0.35	< 20	146	122
Middelværdi	2351	14.2	1.3	0.8		356	285
Std.afv.	2608	4.5	1.0	0.2		52	41

Serie: 4RUN5  
 Dato: 880701

Start prøvetagning kl.: 13:55

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	11	0.43	-0.04	0.42	< 20	236	165
10	310	4.49	0.85	0.91	< 20	238	169
15	1122	7.59	1.11	0.67	< 20	255	188
20	641	14.49	0.95	0.95	< 20	292	210
25	557	15.13	0.93	0.91	< 20	306	226
30	475	15.86	0.75	0.93	< 20	322	241
35	445	16.24	0.69	0.96	< 20	345	261
40	479	13.06	0.75	0.95	< 20	332	257
45	742	10.55	1.00	0.96	< 20	323	256
50	828	9.45	0.99	0.96	< 20	314	252
55	911	8.03	1.12	0.96	< 20	303	247
60	948	6.57	1.41	0.83	< 20	287	238
65	1501	4.18	1.31	0.54	< 20	270	233
70	1602	6.94	1.41	0.93	< 20	269	224
75	1562	8.98	1.39	0.93	< 20	276	226
80	1299	10.22	1.45	0.90	< 20	287	230
85	910	12.40	1.49	0.93	< 20	303	239
90	583	14.09	1.16	0.92	< 20	320	249
95	492	14.94	0.93	0.95	< 20	343	267
100	136	1.76	0.24	0.21	< 20	81	63
Middelværdi	778	10.8	1.0	0.8		285	222
Std.afv.	446	4.6	0.4	0.2		56	46

Serie: 4RUN6  
 Dato: 880701

Start prøvetagning kl.: 16:08

Smin middelværdi	ppm CH CO2	vol% CO2	vol% CO	Træk mmWS	Flow Nm3/h	T nedre deg.C	T øvre deg.C
5	104	0.33	0.00	-0.28	48	213	179
10	382	0.34	0.40	0.75	< 20	246	186
15	1970	0.39	1.10	0.99	< 20	253	194
20	2371	0.36	1.53	0.98	< 20	240	190
25	3000	0.37	1.85	0.94	< 20	243	191
30	3452	1.77	1.95	0.98	< 20	244	193
35	2236	9.82	1.66	0.86	< 20	272	211
40	2139	6.43	1.42	1.00	< 20	248	197
45	2555	7.19	1.69	1.00	< 20	248	196
50	2106	7.66	1.58	1.00	< 20	250	197
55	2007	7.46	1.65	0.90	< 20	248	197
60	1794	8.29	1.24	1.01	< 20	255	201
65	2060	9.00	1.47	1.03	< 20	266	209
70	1723	11.72	1.41	1.00	< 20	277	211
75	2280	12.82	1.78	0.99	< 20	294	222
80	3035	12.61	2.17	0.98	< 20	303	229
85	3514	13.17	2.53	0.98	< 20	312	235
90	1625	14.07	1.75	0.97	< 20	327	245
95	1438	14.44	1.47	0.99	< 20	347	262
100	2104	13.05	1.82	0.95	< 20	335	256
105	2712	13.04	2.05	0.92	< 20	336	258
110	1062	6.10	1.06	0.62	< 20	175	134
Middelværdi	2076	8.7	1.5	0.9		270	209
Std.afv.	830	5.0	0.5	0.3		42	29

## Serie 1.

## Fortegnelse over røggasprøver:

Drifts- situation	Kontrol- ciffer	Udstyr	Prøve nr.	Vol Nm <sup>3</sup>	Kond. g/m <sup>3</sup>	Spike dato	Til lab.
01	82	A	901	0.75		16.6	
01	82	B	902	0.93		16.6	
01	82	C	701	0.36		16.6	
01	82	D	702	blind			
02	25	A	903	4.60	95	16.6	
02	25	B	904	0.85	81	16.6	
02	25	C	703	0.67	73	16.6	
02	25	D	704	2.00	97	16.6	
03	40	A	905	1.81	77	16.6	
03	40	B	906	0.96	114	16.6	
03	40	C	705	0.85	-	16.6	
03	40	D	706	2.66	73	16.6	
04	84	A	907	2.38	95	16.6	
04	84	B	908	0.87	100	16.6	
04	84	C	707	0.77	99	16.6	
04	84	D	708	2.25	96	16.6	
05	69	A	909	1.17	95	16.6	
05	69	B	910	0.80	125	16.6	
05	69	C	709	0.71	124	16.6	
05	69	D	710	1.52	121	16.6	
06	16	A	911	2.34	87	16.6	
06	16	B	912	0.89	82	16.6	
06	16	C	711	0.76	87	16.6	
06	16	D	712	2.35	88	16.6	

Alle prøver består af følgende fraktioner.

- filter, der er overført til Pyrex flaske.
- kondensat i Pyrex flaske.
- XAD-2, overført til Pyrex flaske.
- skyllevæsle. 50 ml acetone+ 50 ml methylenchlorid i Pyrex flaske. Alle flasker med skyllevæske er forsynet med håndskrevet nummer tilføjet "S" for skyl.

Prøver spiket med dioxiner og PAH'er er mærket med gule numre i intervallet 901 til 973.

Prøver, der kun er spiket med PAH'er er mærket med orange numre i intervallet 701 til 973.

## Serie 2.

## Fortegnelse over røggasprøver:

Drifts- situation	Kontrol- ciffer	Udstyr	Prøve nr.	Vol Nm <sup>3</sup>	Kond. g/m <sup>3</sup>	Spike dato	Til lab.
07	31	A	913	1.05	68	16.6	
07	31	B	713	0.88	111	16.6	
07	31	C	714	0.63	54	16.6	
07	31	D	914	1.37	38	16.6	
08	64	A	915	1.92	80	16.6	
08	64	B	715	1.30	89	16.6	
08	64	C	716	0.65	109	16.6	
08	64	D	916	1.54	63	16.6	
09	47	A	917	1.05	81	16.6	
09	47	B	717	1.05	96	16.6	
09	47	C	718	0.97	110	16.6	
09	47	D	918	1.26	77	16.6	
10	79	A	919	2.43	99	16.6	
10	79	B	719	0.83	102	16.6	
10	79	C	720	0.63	108	16.6	
10	79	D	920	1.73	96	16.6	
11	43	A	921	1.11	86	27.6	
11	43	B	721	0.49	112	27.6	
11	43	C	722	0.34	129	27.6	
11	43	D	922	1.13	106	27.6	
12	52	A	923	2.05	72	27.6	
12	52	B	723	0.87	75	27.6	
12	52	C	724	0.79	87	27.6	
12	52	D	924	2.31	87	27.6	

Alle prøver består af følgende fraktioner.

- filter, der er overført til Pyrex flaske.
- kondensat i Pyrex flaske.
- XAD-2, overført til Pyrex flaske.
- skyllevæsle. 50 ml acetone+ 50 ml methylenchlorid i Pyrex flaske. Alle flasker med skyllevæske er forsynet med håndskrevet nummer tilføjet "S" for skyl.

Prøver spiket med dioxiner og PAH'er er mærket med gule numre i intervallet 901 til 973.

Prøver, der kun er spiket med PAH'er er mærket med orange numre i intervallet 701 til 973.

## Serie 3.

## Fortegnelse over røggasprøver:

Drifts- situation	Kontrol- ciffer	Udstyr	Prøve nr.	Vol Nm3	Kond. g/Nm3	Spike	Til dato	Til lab.
13	97	A	925	1.00	101	27.6		
13	97	B	725	0.79	100	27.6		
13	97	C	726	0.65	140	27.6		
13	97	D	926	0.95	103	27.6		
14	35	A	927	1.26	80	27.6		
14	35	B	727	0.65	98	27.6		
14	35	C	728	0.56	101	27.6		
14	35	D	928	0.57	110	27.6		
15	32	A	929	2.22	91	27.6		
15	32	B	729	0.77	94	27.6		
15	32	C	730	0.67	93	27.6		
15	32	D	930	2.04	85	27.6		
16	33	A	931	1.31	92	27.6		
16	33	B	731	0.53	101	27.6		
16	33	C	732	0.67	110	27.6		
16	33	D	932	1.34	99	27.6		
17	81	A	957	2.26	67	29.6		
17	81	B	745	0.90	-	29.6		
17	81	C	747	0.96	-	29.6		
17	81	D	958	2.23	69	29.6		
18	21	A	943	2.22	96	29.6		
18	21	B	954*	0.84	55	29.6		
18	21	C	758	0.71	94	29.6		
18	21	D	948	2.04	101	29.6		

\* prøve spiket med dioxiner og PAH'er med gult mærke ,skal til TI(afvigelse fra den sædvanlige prøvefordelingsregel, at gule prøver er til AKL og orange prøver til TI).

Alle prøver består af følgende fraktioner.

- filter, der er overført til Pyrex flaske.
- kondensat i Pyrex flaske.
- XAD-2, overført til Pyrex flaske.
- skyllevæsle. 50 ml acetone+ 50 ml methylenchlorid i Pyrex flaske. Alle flasker med skyllevæske er forsynet med håndskrevet nummer tilføjet "S" for skyl.

Prøver spiket med dioxiner og PAH'er er mærket med gule numre i intervallet 901 til 973.

Prøver, der kun er spiket med PAH'er er mærket med orange numre i intervallet 701 til 973.

## Serie 4.

## Fortegnelse over røggasprøver:

Drifts- situation	Kontrol- ciffer	Udstyr	Prøve nr.	Vol Nm3	Kond. g/Nm3	Spike Til dato	Til lab.
19	05	A	961	2.14	105		30.6
19	05	B	761	0.80	-		30.6
19	05	C	762	0.72	-		30.6
19	05	D	962	1.67	106		30.6
20	57	A	963	2.14	75		30.6
20	57	B	763	0.88	-		30.6
20	57	C	764	0.68	-		30.6
20	57	D	964	2.11	80		30.6
21	91	A	965	2.37	149		30.6
21	91	B	765	0.87	138		30.6
21	91	C	766	0.79	151		30.6
21	91	D	966	2.50	148		30.6
22	62	A	967	2.19	126		30.6
22	62	B	767	0.80	148		30.6
22	62	C	768	0.75	103		30.6
22	62	D	968	1.78	118		30.6
23	44	A	969	2.53	81		30.6
23	44	B	769	0.83	117		30.6
23	44	C	770	0.71	119		30.6
23	44	D	970	2.31	113		30.6
24	24	A	971	2.72	113		30.6
24	24	B	771	0.82	114		30.6
24	24	C	772	0.81	116		30.6
24	24	D	972	2.56	115		30.6

Alle prøver består af følgende fraktioner.

- filter, der er overført til Pyrex flaske.

- kondensat i Pyrex flaske.

- XAD-2, overført til Pyrex flaske.

- skyllevæsle. 50 ml acetone+ 50 ml methylenchlorid i Pyrex flaske. Alle flasker med skyllevæske er forsynet med håndskrevet nummer tilføjet "S" for skyl.

Prøver spiket med dioxiner og PAH'er er mærket med gule numre i intervallet 901 til 972.

Prøver, der kun er spiket med PAH'er er mærket med orange numre i intervallet 701 til 772.

Blindprøver:

A	973	30.6
B	774	30.6
C	995	30.6
D	952	30.6

CHLORBRINTE-EMISSION  
SERIE 1

Barometer (mbar): 1012

Prøve nr.	Start kl.	Slut kl.	Gasmåler m3 før	Gasmåler m3 efter	Temp. deg.C	ug stof i vaskeflasker	mg/Nm3
Run1a	13:50	15:15	2.325	2.408	30	1700	22.8
Run1b	13:50	15:15	248.006	248.081 *	30	490	6.5
Run2a	11:20	13:52	2.410	2.509	29	3800	42.5
Run2b	11:20	13:52	248.081	248.180	28	4900	54.6
Run3a	13:42	16:22	2.509	2.623	35	5400	53.5
Run3b	13:42	16:22	248.18	248.282	31	6800	74.3
Run4a	09:47	11:23	2.623	2.728 *	29	760	7.2
Run4b	09:47	11:23	248.282	248.337	27	970	19.4
Run5a	12:53	14:24	2.728	2.792	35	1200	21.2
Run5b	12:53	14:24	248.338	248.388	31	1000	22.3
Run6a	15:34	17:07	2.792	2.887 *	32	920	9.7
Run6b	15:34	17:07	248.388	248.439	31	1200	26.2

\* lækage i prøveudtagningssystem p.g.a. tjærekonensation på filter

CHLORBRINTE-EMISSION  
SERIE 2

Barometer (mbar): 1012

Prøve nr.	Start kl.	Slut kl.	Gasmåler m3 før	Gasmåler m3 efter	Temp. deg.C	ug stof i vaskeflasker	mg/Nm3
Run1a	09:29	11:05	2.887	2.965	30	500	7.1
Run1b	09:29	11:05	248.439	248.489 *	30	110	2.2
Run2a	12:08	13:35	2.965	3.027	35	170	3.1
Run2b	12:08	13:35	248.489	248.531	31	110	2.9
Run3a	11:08	12:45	3.027	3.100	32	2700	41.4
Run3b	11:08	12:45	248.530	248.573	32	mg/l.	
Run4a	14:02	15:35	3.100	3.134	33	750	24.7
Run4b	14:02	15:35	248.573	248.614 *	33	85	2.1
Run5a	16:54	17:47	3.134	3.187	32	110	2.3
Run5b	16:54	17:47	248.614	248.661	32	mg/l.	
Run6a	10:15	11:47	3.137	3.172	30	330	10.5
Run6b	10:15	11:47	248.661	248.727	30	200	3.4

\* lækage i prøveudtagningssystem p.g.a. tjærekonensation på filter

CHLORBRINTE-EMISSION  
SERIE 3

Barometer (mbar): 1012

Prøve nr.	Start kl.	Slut kl.	Gasmåler m3 før	Gasmåler m3 efter	Temp. deg.C	ug stof i vaskeflasker	mg/Nm3
Run1a	12:52	13:36	3.172	3.220	30	640	14.8
Run1b	12:52	13:17	248.727	248.736	*	68	7.6
Run2a	15:33	16:58	3.220	3.278	30	mgl.	
Run2b	15:33	16:58	248.736	248.804	30	mgl.	
Run3a	17:28	18:54	3.278	3.354	31	2900	42.5
Run3b	17:28	18:54	248.804	248.896	*	880	9.6
Run4a	08:48	09:56	3.354	3.409	31	700	14.2
Run4b	08:48	09:56	248.896	248.955	*	430	7.3
Run5a	12:25	14:02	3.409	3.500	34	4800	59.4
Run5b	12:25	14:02	248.955	249.054	33	4300	48.7
Run6a	09:41	11:14	3.500	3.583	*	2000	24.1
Run6b	09:41	11:14	249.054	249.150	30	4200	48.6

\* lekage i prøveudtagningssystem p.g.a. tjærekonensation på filter

CHLORBRINTE-EMISSION  
SERIE 4

Barometer (mbar): 1012

Prøve nr.	Start kl.	Slut kl.	Gasmåler m3 før	Gasmåler m3 efter	Temp. deg.C	ug stof i vaskeflasker	mg/Nm3
Run1a	14:33	16:11	3.583	3.668	33	5500	72.6
Run1b	14:33	16:11	249.150	249.243	33	6200	74.8
Run2a	16:53	18:38	3.668	3.755	32	2100	27.0
Run2b	16:53	18:38	249.243	249.353	32	2300	23.4
Run3a	09:10	10:45	3.755	3.844	32	790	9.9
Run3b	09:10	10:45	249.353	249.452	32	1000	11.3
Run4a	11:24	12:59	3.844	3.933	32	610	7.7
Run4b	11:24	12:59	249.452	249.549 *	32	300	3.1
Run5a	14:02	15:29	3.933	4.014	33	6300	87.3
Run5b	14:02	15:29	249.549	249.641	32	4600	55.9
Run6a	16:16	17:48	4.014	4.107	33	3600	43.4
Run6b	16:16	17:48	249.641	249.742	26	5200	56.4

\* lækage i prøveudtagningssystem p.g.a. tjærekonensation på filter

Tabelle 2a

## Resultater for GC/MS/SIR-analyse af røggasfilterprøver

Analyt	Røggasfilterprøve nr./mg totalt pr. prøve						715	718
	701	703	706	708	710	712		
Naphtalen	22.57	1.97	173.5	20.68	60.1	3.71	56.19	47.74
2-Methylnaphtalen	2.91	.247	36.3	2.75	11.8	.786	7.00	3.27
2,6-Dimethylnaphtalen	.449		2.08	.537	.647	.223	.864	.210
Acenaphthen	.455	.025	3.40	.346	1.60	.051	1.20	.546
Fluoren	1.250	.107	8.55	.942	3.34	.167	3.38	2.59
Phenantren	3.18	.435	25.07	2.519	9.83	.388	7.51	6.06
Anthracen	.854	.104	6.07	.680	2.12	.114	2.34	2.07
Fluoranthen	1.54	.185	12.24	1.06	4.77	.214	3.31	2.73
Pyren	1.23	.153	9.17	.728	3.43	.193	2.78	2.18
Benz (a) anthracen	.523	.062	3.71	.343	1.26	.165	1.25	.915
Chrysen	.370	.057	2.47	.290	.910	.128	.788	.646
Benz (b) fluoranthen	.244	.036	1.74	.157	.566	.152	.418	.211
Benz (k) fluoranthen	.198	.024	1.80	.139	.448	.106	.571	.400
Benz (e) pyren	.104	.015	.952	.0798	.278	.088	.301	.199
Benz (a) pyren	.204	.009	1.84	.106	.496	.157	.539	.307
Indeno(1,2,3-cd) pyren	.189	.018	1.99	.1105	.499	.173	.577	.339
Dibenz (a,h) anthracen		.0034	.157		.029		.067	
Benz (g,h,i) perylen	.149	.013	1.33	.0694		.122	.426	.299

**Tabel 2a**

Resultater for GC/MS/SIR-analyse af røggasfilterprøver

**APPENDIX I/2****PAH analyseresultater.**

Analyt	Røggasfilterprøve nr./mg totalt pr. prøve						732	747
	718	719	721	724	725	727		
Back up								
Naphthalen	.913	8.03	57.3	5.66	46.3	33.6	90.21	34.4
2-Methylnaphthalen	.073	.458	16.1	.159	13.0	11.2	7.18	14.8
2, 6-Dimethylnaphthalen	.028		.820		.502	.493	.562	.441
Acenaphthen	.116	.074	2.16	.030	1.42	1.10	1.12	.672
Fluoren	.401	.356	7.25	.116	4.583	5.01	4.38	.067
Phenanthren	1.66	1.13	12.30	.819	8.41	8.30	7.24	.313
Anthracen	.535	.530	4.18	.210	2.64	2.73	2.51	.964
Fluoranthren	.779	.564	5.94	.397	3.82	3.89	3.30	.297
Pyren	.566	.467	5.12	.298	3.05	3.35	2.81	.367
Benz (a) anthracen	.208	.110	2.24	.104	1.30	1.35	.883	.316
Chrysen.	.157	.153	1.51	.123	1.00	1.00	.662	.126
Benz (b) fluoranthen	.077	.114	.699	.117	.649	.481	.589	.133
Benz (k) fluoranthen	.066	.096	1.22	.076	.719	.624	.611	.099
Benz (e) pyren	.039	.054	.599	.050	.401	.323	.374	.082
Benz (a) pyren	.056	.092	1.23	.086	.739	.596	.620	.055
Indeno (1, 2, 3-cd) pyren	.049	.102	1.18	.079	.818	.772	.616	.066
Dibenz (a,h) anthracen		.012	.153	.008	.111	.053	.168	.115
Benz (ghi) perylen	.022	.079	.848	.060	.669	.609	.656	.012
							.908	.088

Tabel 2a

Resultater for GC/MS/SIR-analyse af røggasfilterprøver

## APPENDIX I/3

## PAH analyseresultater.

Analyt	Røggasfilterprøve nr./mg totalt pr. prøve						
	758	761	763	765	768	770	772
Naphthalen	11.23	49.43	37.46	3.85	21.83	1.98	5.76
2-Methylnaphthalen	.372	6.87	3.22	.308	1.36	.261	.973
2,6-Dimethylnaphthalen	.022	.383	.326	.034	.141	.053	.299
Acenaphthen	.127	1.07	.672	.049	.418	.040	.103
Fluoren	.564	2.77	1.67	.144	1.43	.148	.327
Phenanthren	.307	5.77	1.13	.427	3.79	.329	.833
Anthracen	1.38	1.80	4.44	.135	1.13	.067	.257
Fluoranthen	.578	2.18	1.45	.147	1.31	.069	.189
Pyren	.443	1.63	1.09	.113	.977	.057	.132
Benz (a) anthracen	.136	.577	.407	.043	.318		.031
Chrysen	.146	.572	.470	.051	.313	.046	.068
Benz (b) fluoranthen	.123	.395	.293	.050	.226	.012	.024
Benz (k) fluoranthen	.094	.356	.186	.036	.151	.008	.027
Benz (e) pyren	.061	.184	.139	.023	.102	.006	.019
Benz (a) pyren	.094	.295	.210	.027	.188	.006	.025
Indeno(1,2,3-cd) pyren	.115	.413	.187	.032	.150	.006	.021
Dibenz (a,h) anthracen	.012			.0042	.015	.0005	.0023
Benz (ghi) perylen	.086	.349	.146	.019	.100	.007	.013

Tabel 2b Resultater for GC/MS/SIR-analyse af røggasfilterprøver

Analyt	Røggasfilterprøve nr./Koncentration i mg/Nm <sup>3</sup>						
	701	703	706	708	710	712	714
NaphtaLEN	62.7	2.94	65.2	9.19	39.5	1.58	89.2
2-MethylnaphtaLEN	8.08	.369	13.6	1.22	7.76	.335	11.1
2,6-DimethylnaphtaLEN	1.25	-	.782	.239	.426	.095	1.37
Acenaphthen	1.26	.037	1.28	.154	1.05	.022	1.90
Fluoren	3.47	.160	3.21	.419	2.19	.071	5.37
Phenanthren	8.83	.649	9.42	1.12	6.47	.165	11.9
Anthracen	2.37	.155	2.28	.302	1.39	.049	3.71
Fluoranthen	4.28	.276	4.60	.471	3.14	.091	5.25
Pyren	3.42	.228	3.45	.324	2.26	.082	4.41
Benz (a) anthracen	1.45	.093	1.39	.152	.829	.070	1.98
Chrysen	1.03	.085	.929	.129	.599	.054	1.25
Benz (b) fluoranthen	.678	.054	.654	.070	.372	.065	.664
Benz (k) fluoranthen	.550	.036	.677	.062	.295	.045	.906
Benz (e) pyren	.289	.022	.358	.036	.183	.037	.478
Benz (a) pyren	.567	.013	.692	.047	.326	.067	.856
Indeno(1,2,3-cd) pyren	.525	.027	.748	.049	.328	.074	.916
Dibenz (a,h) anthracen	-	.005	.059	-	.019	-	.106
Benz (g,h,i) perylen	.414	.019	.500	.031	.226	.052	.676

Tabel 2b

Resultater for GC/MS/SIR-analyse af røggasfilterprøver

**APPENDIX I/5****PAH analyseresultater.**

Analyt	718	719	721	724	725	727	729	732	747	Røggasfilterprøve nr./Koncentration i mg/Nm <sup>3</sup>	
										Back up	
Naphtalen	.941	9.67	116.9	7.16	58.6	51.7	117.1	51.3	12.5		
2-Methylnaphtalen	.075	.552	32.9	.201	16.5	17.2	9.32	22.1	.459		
2,6-Dimethylnaphtalen	.029	-	1.67	-	.635	.759	.730	1.00	-		
Acenaphthen	.110	.089	4.41	.038	1.79	1.69	1.45	2.78	.070		
Fluoren	.413	.429	14.8	.147	5.80	7.71	5.69	11.3	.326		
Phenanthren	1.71	1.36	25.1	1.04	10.6	12.8	9.40	6.27	1.00		
Anthracen	.552	.639	8.53	.266	3.34	4.20	3.26	17.5	.309		
Fluoranthen	.803	.680	12.1	.503	4.84	5.98	4.29	4.29	.382		
Pyren	.583	.563	10.4	.377	3.86	5.15	3.65	7.78	.329		
Benz (a) anthracen	.214	.133	4.57	.132	1.65	2.08	1.15	3.30	.131		
Chrysene	.162	.184	3.08	.156	1.27	1.54	.860	2.15	.139		
Benz (b) fluoranthen	.079	.137	1.43	.148	.822	.740	.765	1.16	.103		
Benz (k) fluoranthen	.068	.116	2.49	.096	.910	.960	.793	1.42	.085		
Benz (e) pyren	.040	.065	1.22	.063	.508	.497	.486	.707	.057		
Benz (a) pyren	.058	.111	2.41	.109	.935	.917	.805	1.52	.069		
Indeno(1,2,3-cd) pyren	.051	.123	2.41	.100	1.04	1.188	.800	1.78	.120		
Dibenz (a,h) anthracen	-	.015	.312	.010	.141	.082	-	.251	.013		
Benz (ghi) perylen	.023	.095	1.73	.076	.847	.937	.852	1.36	.092		

Tabel 2b

Resultater for GC/MS/STR-analyse af røggasfilterprøver

APPENDIX I/6

PAH analyseresultater.

Analyt	Røggasfilterprøve nr./Koncentration i mg/Nm <sup>3</sup>						
	758	761	763	765	768	770	772
Naphthalen	15.8	61.8	42.6	4.43	29.1	2.79	7.11
2-Methylnaphthalen	.524	5.59	3.66	.354	1.81	.368	1.20
2,6-Dimethylnaphthalen	.031	.479	.371	.039	.188	.075	.369
Acenaphten	.179	1.34	.764	.056	.557	.056	.127
Fluoren	.794	3.46	1.89	.166	1.91	.209	.404
Phenanthren	.432	7.21	1.28	.491	5.05	.463	1.03
Anthracen	1.94	2.25	5.05	.155	1.51	.094	.317
Fluoranthen	.814	2.73	1.65	.169	1.75	.097	.233
Pyren	.624	2.04	1.24	.130	1.30	.080	.163
Benz (a) anthracen	.192	.721	.463	.049	.424	—	.038
Chrysen	.206	.715	.534	.059	.417	.065	.084
Benz (b) fluoranthen	.173	.494	.333	.058	.301	.017	.030
Benz (k) fluoranthen	.132	.445	.211	.041	.201	.011	.033
Benz (e) pyren	.086	.230	.158	.026	.136	.009	.023
Benz (a) pyren	.132	.369	.239	.031	.251	.009	.031
Indeno(1,2,3- <i>cd</i> ) pyren	.162	.516	.213	.037	.200	.009	.026
Dibenz (a,h) anthracen	.017	—	—	.005	.020	.0007	.003
Benz (ghi) perylen	.121	.436	.166	.022	.133	.010	.016

Tabel 3 Resutater fra GC/MS-analyse af extrakt fra røggasfilterprøve nr. 706

Top nr.	Ret.tid min:sek	Komponent
30	3:21	Benzen
36	3:24	1-Hydroxy-2-propanon
158	4:30	Toluen
284	5:38	Furfurylaldehyd
333	6:05	Ethylbenzen
349	6:13	m,p-Xylen
364	6:21	Ethylbenzen
393	6:37	Styren
427	6:55	Ethylfuran
438	7:01	Furfurylethanon
541	7:57	Benzaldehyd
547	8:00	Methylfurfurylaldehyd
581	8:18	Methylstyren
601	8:27	Phenol
610	8:34	Phenol, Benzofuran
639	8:50	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> -Terpen
663	9:03	Diethylbenzen, Acetophenon
669	9:06	Ethyldimethylbenzen
676	9:10	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> -Terpen
707	9:26	1H-Inden
743	9:46	Methylphenol
759	9:54	Methylbenzaldehyd, Trimethylbenzen
786	10:09	Methylphenol
801	10:17	Uid. Furanforbindelse
816	10:25	n-Undecan

Tabel 3 Resultater fra GC/MS-analyse af extrakt fra røggasfilterprøve nr. 706

Top nr.	Ret.tid min:sek	Komponent
822	10:28	Methylbenzofuran
842	10:39	Diethenylbenzen
863	10:51	Methyl-1H-inden
879	10:59	Dihydrobenzothiophen
895	11:08	C <sub>2</sub> -alkylphenol
907	11:14	Methyl-1H-inden
917	11:20	C <sub>2</sub> -Alkylphenol, Methyl-1H-inden
927	11:25	C <sub>3</sub> -Alkylphenol
934	11:29	Methyl-1H-inden
941	11:33	C <sub>3</sub> -Alkylphenol, C <sub>4</sub> -Alkylbenzen
953	11:39	C <sub>2</sub> -Alkylphenol
980	11:54	Naphtalen
992	12:00	Methoxy, methylphenol, xylenol
999	12:04	n-Dodecan
1010	12:10	C <sub>3</sub> -Alkylphenol
1022	12:16	Dihydrobenzofuran
1042	12:47	C <sub>3</sub> -Alkylbenzaldehyd
1055	12:34	Naphtalenol, C <sub>3</sub> -Alkylphenol
1069	12:42	C <sub>3</sub> -Alkylphenol
1089	12:52	C <sub>4</sub> -Alkylphenol
1117	13:08	Methylbenzendicarboxaldehyd
1139	13:19	Methoxy-C <sub>2</sub> -alkylphenol
1146	13:23	2,3-Dihydro-1H-inden-1-on
1165	13:33	2-Methylnaphtalen
1193	13:49	1-Methylnaphtalen

Tabel 3 Resutater fra GC/MS-analyse af extrakt fra  
røggasfilterprøve nr. 706

Top nr.	Ret.tid min:sek	Komponent
---------	--------------------	-----------

1271	14:31	Dimethylbenzofuran
1300	14:46	1,1'-Biphenyl
1323	14:59	C <sub>2</sub> -Alkylnaphtalen
1329	15:02	C <sub>2</sub> -Alkylnaphtalen
1338	15:07	Dihydroacenaptalen
1351	15:14	Ethenylnaphtalen
1362	15:20	C <sub>2</sub> -Alkylnaphtalen
1367	15:22	C <sub>2</sub> -Alkylnaphtalen
1378	15:28	Ethenylnaphtalen
1413	15:47	Biphenylen
1418	15:50	C <sub>3</sub> -Alkylnaphtalen
1461	16:13	Acenaphten
1473	16:20	Methyl-1,1'-biphenyl
1497	16:32	Napthalencarboxaldehyd
1510	16:39	Dibenzofuran
1544	16:58	Methyl-1,1'-biphenyl
1550	17:01	Tetrachlorphenol
1563	17:08	Tetrachlorphenol
1568	17:11	Methyl-1,1'-biphenyl
1577	17:16	1H-Phenalen
1604	17:30	9H-Fluoren
1632	17:45	Methyl-9H-Fluoren
1656	17:58	Dibenzothiophen
1674	18:08	Methyldibenzofuran

Tabel 3 Resultater fra GC/MS-analyse af extrakt fra røggasfilterprøve nr. 706

Top nr.	Ret.tid min:sek	Komponent
1711	18:28	Uid. polyaromat
1814	19:23	9H-Fluoren-9-on
1840	19:37	Pentachlorphenol
1845	19:40	Dibenzofuranol
1871	19:54	Phenanthren
1881	19:59	Anthracen
1962	20:43	Phenylnaphtalen
2007	21:07	Methylphenanthren
2020	21:14	C <sub>13</sub> H <sub>8</sub> O-Aromat
2035	21:22	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> -Polyaromat
2044	21:27	Methylphenanthren
2097	21:56	Phenylnaphtalen
2181	22:41	Phenylnaphtalen
2202	22:53	Fluoranthen
2228	23:07	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> -Polyaromat
2261	23:24	Pyren
2340	24:07	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> -Polyaromat
2366	24:21	Methylisopropylphenanthren (Reten)
2382	24:30	Benzofluoren
2544	25:57	Benzofluoranthen
2600	26:27	Benzanthracen
2610	26:32	Chrysene

Tabel 4 Resultater fra GC/MS-analyse af extrakt fra røggasfilterprøve nr. 724

Top nr.	Ret.tid (min.)	Komponent
25	3:13	Benzen
155	4:24	Toluen
276	5:29	Furfurylaldehyd
329	5:58	Ethylbenzen
340	6:07	m,p-Xylen
391	6:31	Styren
539	7:51	Benzaldehyd
594	8:21	Phenol
609	8:29	Benzofuran
702	9:19	1H-Inden
978	11:48	Naphtalen
1157	13:25	2-Methylnaphtalen
1185	13:40	1-Methylnaphtalen
1294	14:39	1,1'-Biphenyl
1405	15:39	Dihydroacenaphten
1486	16:23	Dimethylnaphtalen
1505	16:33	Dibenzofuran
1809	19:17	9H-Fluoren-9-on
1865	19:47	Phenanthren
2194	27:44	Fluoranthen

Tabel 1. Gruppesspecifik analyse af PCDD og  
PCDF fra brandeovne.  
Milprogram pr. prøve.

Prøve nr.	TI	DMU	MILPROGRAM PR. PROVE																
			961	161	961	161	963	163	965	165	968	168	970	170	972	172	915	175	919
Fortynd.	1100	1210	110	22	242	110	22	242	110	22	22	22	110	110	110	110	110	110	22
Metode	LR-MS	HR-MS	LR-MS	LR-MS	HR-MS	LR-MS	HR-MS	LR-MS	HR-MS	LR-MS	HR-MS	LR-MS	HR-MS	LR-MS	LR-MS	LR-MS	LR-MS	LR-MS	LR-MS
TeCDD	0,12	n.d.	0,070	0,0064	n.d.	0,014	0,029	0,016	n.d.										
PeCDD	n.d.	n.d.	n.d.	0,047	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HxCDD	4,1	1,9	1,2	0,087	n.d.	0,40	n.d.	0,030	n.d.	0,83									
HpCDD	21	24	4,7	0,30	n.d.	1,1	0,026	n.d.	0,52	0,059	2,6								
OCDD	43	62	11	1,0	n.d.	3,7	n.d.	n.d.	0,43	0,14	4,5								
SUM	68	88	17	1,5	n.d.	5,2	0,055	0,040	0,95	0,20	7,9								
TeCDF	n.d.	n.d.	0,17	0,029	n.d.	0,10	0,27	0,17	n.d.	0,13	0,077								
PeCDF	n.d.	n.d.	0,012	0,021	n.d.	0,17	0,083	0,054	n.d.	n.d.	n.d.								
HxCDF	n.d.	n.d.	n.d.	0,064	n.d.	n.d.	0,062	0,0083	n.d.	n.d.	n.d.								
HpCDF	n.d.	n.d.	0,070	0,021	n.d.	n.d.	0,0031	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.								
OCDF	n.d.	n.d.	0,05	n.d.	n.d.	0,090	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.								0,037
SUM	-	-	0,30	0,13	-	0,36	0,44	0,24	-	0,13	0,11								
TOTAL	68	88	17	1,6	-	5,6	0,50	0,28	0,95	0,33	8,0								*

\* Gennemsnit af 2.

Tabel 1 fortsat.

MIKROGRAM PR. PROVÉ

Prøve nr.	TI	DMU	918	918	178	178	918	178	921	181	924	184	924	184	925	185	925	185	927	187	932	192
Forstørrelse			22		550		1210		110		22		110		110		550		1210		550	
Metode	LR-MS	LR-MS		HR-MS	HR-MS		LR-MS	HR-MS	LR-MS	HR-MS		LR-MS	HR-MS									
TeCDF	sm	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	sm	0,46	0,14	0,46	0,14	0,34	0,34	0,22	0,22	0,051	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
PeCDF	sm	2,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	sm	2,5	0,55	sm	2,5	0,55	n.d.	1,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	
HxCDF	sm	10	2,2	0,077	sm	12	2,3	2,3	2,3	sm	12	2,3	n.d.	9,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	
HxCDF	sm	32	8,3	0,50	sm	36	8,4	36	8,4	sm	36	8,4	36	36	36	36	36	36	36	2,4	0,26	
OCDF	sm	58	15	0,96	sm	74	18	74	18	sm	74	18	76	76	76	76	76	76	76	76	5,8	
SUM	-	103	26	1,5	-	125	29	125	29	sm	125	29	112	112	112	112	112	112	112	112	8,2	
TeCDF	0,16	n.d.	n.d.	0,013	0,18	n.d.	0,031	0,031	0,031	n.d.	0,031	0,031	0,072	n.d.	0,072	n.d.	0,072	n.d.	0,072	n.d.	0,48	
PeCDF	0,19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	n.d.	0,033	0,033	n.d.	0,033	0,033	0,058	n.d.	0,058	n.d.	0,058	n.d.	0,058	n.d.	n.d.	
HxCDF	0,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	n.d.										
HxCDF	0,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	n.d.	n.d.	0,83	n.d.	0,83	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
OCDF	0,28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,36	n.d.	0,34	n.d.	n.d.	0,34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
SUM	1,6	-	-	0,013	1,0	-	0,064	1,3	-	0,064	1,3	-	0,48	-	0,48	-	0,48	-	0,48	-	-	
TOTAL	1,6	103	26	1,5	1,0	125	29	113	29	126	29	113	29	126	29	126	29	126	29	126	8,7	
																					0,51	

sm = signal mættet.

Tabel 1 fortsat

MIKROGRAM PR. PROBE

Prøve nr.	TI	DMU	929	929	948	948	958	958	905	905	905	906	906	1284	1284
	Fortynd.		189	189	189	194	196	196	1283	1283	1283	1284	1284	1284	1284
	Metode	LR-MS	HR-MS	LR-MS	LR-MS	HR-MS	HR-MS	LR-MS	HR-MS	HR-MS	LR-MS	LR-MS	LR-MS	HR-MS	HR-MS
TeCDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,029	n.d.	n.d.	n.d.	1,2	0,34	0,71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PeCDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,4	0,38	2,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HxCDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,10	0,059	n.d.	n.d.	16	3,3	12	7,7	7,7	3,0	3,0
HpCDD	0,18	n.d.	0,27	0,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74	14	53	51	51	17	17
OCDD	0,21	1,6	0,56	0,40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	106	19	70	64	64	20	20
SUM	0,33	1,6	0,93	0,66	-	-	-	-	198	38	139	123	123	40	40
TeCDF	0,14	0,19	0,23	1,2	1,6	0,21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PeCDF	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,52	0,42	0,53	n.d.	n.d.	n.d.	0,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HxCDF	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,083	n.d.	0,51	n.d.	n.d.	n.d.	0,30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HpCDF	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,088	n.d.	1,0	n.d.	n.d.	n.d.	0,98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
OCDF	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
SUM	0,14	0,19	0,23	1,9	2,1	3,1	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-
TOTAL	0,47	1,8	1,2	2,6	2,1	3,1	198	38	142	123	40				

sm = signal mættet.

Tabel 1 fortsat.

MÅLEPROGRAM PR. PRØVE

Prøve nr.	TI	DMU	901	1512	902	1513	903	1514	904	1515	917	174
Fortsæd.			22	4	22		22		22		22	110
Metode		LR-MS		LR-MS		LR-MS		LR-MS		LR-MS		LR-MS
TeCDD		0,033		0,032		0,012		n.d.		0,020		x
PeCDD		0,23		0,058		n.d.		n.d.		0,010		x
HxCDD		0,89		0,25		0,16		n.d.		0,035		x
HxCDF		1,3		0,27		0,29		n.d.		0,031		x
OCDD		0,78		0,21		0,22		n.d.		0,036		x
SUM		3,2		0,82		0,69		-		0,13		-
TeCDF		0,053		0,0023		0,040		0,30		0,28		x
PeCDF		n.d.		n.d.		n.d.		0,54		0,062		x
HxCDF		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,041		x
HxCDF		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,031		x
OCDF		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,0044		x
SUM		0,053		0,0023		0,041		0,35		0,42		-
TOTAL		3,3		0,82		0,73		0,35		0,55		-

x = for høj baggrund.

Prøvenr.: 725

790 l i 700 ml solvent, svarer til 67.71 l i 60 ml solvent.  
67.71 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.354 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 16/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR		
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD
0	0	37		49			7		
0	0	27	31.3	4.18	36	42	5.354	16	9.66
0	0	30		41			6		
1/64	0.021	45		101			12		
1/64	0.021	42	44.6	2.05	99	98.6	2.054	10	12.3
1/64	0.021	47		96			15		
1/16	0.084	54		179			23		
1/16	0.084	38	45	6.68	163	185	20.84	23	20
1/16	0.084	43		213			14		
1/4	0.338	37		384			33		
1/4	0.338	33	35	1.63	510	434.	54.31	34	33.3
1/4	0.338	35		410			33		
1	1.354	18		430			t		
1	1.354	23	22.6	3.68	472	497.	67.73	o	0
1	1.354	27		590			x		

Testdag: 15/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR		
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD
0	0	11		23			9		
0	0	15	15	3.26	31	23	6.531	15	12.6
0	0	19		15			14		
1/64	0.021	22		62			19		
1/64	0.021	15	19	2.94	70	62.6	5.734	19	19.3
1/64	0.021	20		56			20		
1/16	0.084	30		197			15		
1/16	0.084	22	24.3	4.02	194	208.	18.19	23	23.6
1/16	0.084	21		234			33		
1/4	0.338	33		532			23		
1/4	0.338	30	28.6	4.18	503	517.	11.84	33	27
1/4	0.338	23		517			25		
1	1.354	22		480			t		
1	1.354	27	25	2.16	432	449.	21.74	o	0
1	1.354	26		436			x		

## APPENDIX L/2

## Resultater fra Ames test.

Prøvenr.: 727

650 l i 700 ml solvent, svarer til 55.71 l i 60 ml solvent.  
 55.71 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.114 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 16/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	37		49			7					
0	0	27	31.3	4.18	36	42	5.354	16	9.66	4.49		
0	0	30		41			6					
1/64	0.017	39		74			12					
1/64	0.017	42	41.3	1.69	92	86	8.485	25	17	5.71		
1/64	0.017	43		92			14					
1/16	0.069	51		192			23					
1/16	0.069	56	58	6.68	155	182.	19.90	24	25	2.16		
1/16	0.069	67		201			28					
1/4	0.278	72		472			45					
1/4	0.278	52	64.3	8.80	388	402.	51.67	55	50.3	4.10		
1/4	0.278	69		348			51					
1	1.114	41		656			43					
1	1.114	34	40.6	5.31	664	704	62.31	37	39	2.82		
1	1.114	47		792			37					

Testdag: 15/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	11		23			9					
0	0	15	15	3.26	31	23	6.531	15	12.6	2.62		
0	0	19		15			14					
1/64	0.017	26		70			28					
1/64	0.017	19	21.3	3.29	56	60.3	6.847	16	19	6.48		
1/64	0.017	19		55			13					
1/16	0.069	23		196			18					
1/16	0.069	46	34.3	9.39	158	182	17.04	16	15.6	2.05		
1/16	0.069	34		192			13					
1/4	0.278	47		824			41					
1/4	0.278	31	46	11.8	506	637.	135.5	44	42.3	1.24		
1/4	0.278	60		582			42					
1	1.114	47		864			49					
1	1.114	47	49	2.82	1096	893.	154.8	30	40.3	7.84		
1	1.114	53		720			42					

Prøvenr.: 729

770 l i 700 ml solvent, svarer til 66 l i 60 ml solvent.  
 66 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.32 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 16/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	37		49			7					
0	0	27	31.3	4.18	36	42	5.354	16	9.66	4.49		
0	0	30		41			6					
1/64	0.020	53		56			8					
1/64	0.020	36	46.6	7.58	71	68.3	9.177	14	12.6	3.39		
1/64	0.020	51		78			16					
1/16	0.082	40		105			19					
1/16	0.082	31	47	16.6	126	121.	11.89	9	18	6.97		
1/16	0.082	70		133			26					
1/4	0.33	38		345			36					
1/4	0.33	53	54	13.4	368	332.	35.44	42	42	4.89		
1/4	0.33	71		284			48					
1	1.32	41		888			t					
1	1.32	41	40	1.41	544	690.	144.9	o	0	0		
1	1.32	38		640			x					

Testdag: 15/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	11		23			9					
0	0	15	15	3.26	31	23	6.531	15	12.6	2.62		
0	0	19		15			14					
1/64	0.020	12		23			18					
1/64	0.020	25	20.6	6.12	39	33	7.118	19	16.6	2.62		
1/64	0.020	25		37			13					
1/16	0.082	13		119			30					
1/16	0.082	23	19.3	4.49	114	113.	4.496	20	23.3	4.71		
1/16	0.082	22		108			20					
1/4	0.33	40		427			31					
1/4	0.33	36	37.3	1.88	401	422.	16.21	21	32	9.41		
1/4	0.33	36		440			44					
1	1.32	51		504			27					
1	1.32	t	17	24.0	488	496	6.531	34	31	2.94		
1	1.32	o		496			32					

Prøvenr.: 732

670 l i 700 ml solvent, svarer til 57.42 l i 60 ml solvent.  
 57.42 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.148 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 16/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	12		17			15					
0	0	10	11	0.81	19	18.6	1.247	12	12.3	2.05		
0	0	11		20			10					
1/64	0.017	30		54			10					
1/64	0.017	14	21	6.68	56	62	9.933	23	17.3	5.43		
1/64	0.017	19		76			19					
1/16	0.071	31		310			30					
1/16	0.071	44	37	5.35	338	318	14.23	25	27.6	2.05		
1/16	0.071	36		306			28					
1/4	0.287	38		1000			37					
1/4	0.287	45	48.3	10.0	1100	966.	124.7	40	35.6	4.18		
1/4	0.287	62		800			30					
1	1.148	40		712			24					
1	1.148	49	41.6	5.43	682	684	22.09	20	25	4.54		
1	1.148	36		658			31					

Testdag: 15/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	9		26			8					
0	0	9	10	1.41	21	24	2.160	13	10.3	2.05		
0	0	12		25			10					
1/64	0.017	15		106			18					
1/64	0.017	10	12.6	2.05	91	95.3	7.586	25	20	3.55		
1/64	0.017	13		89			17					
1/16	0.071	25		361			29					
1/16	0.071	29	23.3	5.43	366	334	41.76	34	29.3	3.68		
1/16	0.071	16		275			25					
1/4	0.287	25		654			29					
1/4	0.287	23	30.3	8.99	749	735.	61.59	37	34.6	4.02		
1/4	0.287	43		803			38					
1	1.148	43		628			15					
1	1.148	37	36.6	5.31	562	614.	38.38	25	21.3	4.49		
1	1.148	30		653			24					

Prøvenr.: 747

960 l i 700 ml solvent, svarer til 82.28 l i 60 ml solvent.  
 82.28 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.645 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 16/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	12		17			15					
0	0	10	11	0.81	19	18.6	1.247	12	12.3	2.05		
0	0	11		20			10					
1/64	0.025	7		18			11					
1/64	0.025	17	10.6	4.49	21	16.6	4.189	12	12	0.81		
1/64	0.025	8		11			13					
1/16	0.102	22		26			15					
1/16	0.102	19	27.3	9.74	35	32	4.242	22	18	2.94		
1/16	0.102	41		35			17					
1/4	0.411	57		108			30					
1/4	0.411	59	54	5.71	115	112.	3.299	40	35	4.08		
1/4	0.411	46		115			35					
1	1.645	153		302			74					
1	1.645	131	135	13.3	265	268.	25.84	88	76.6	8.37		
1	1.645	121		239			68					

Testdag: 15/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	9		26			8					
0	0	9	10	1.41	21	24	2.160	13	10.3	2.05		
0	0	12		25			10					
1/64	0.025	12		19			12					
1/64	0.025	14	11.3	2.49	21	20.6	1.247	15	13.6	1.24		
1/64	0.025	8		22			14					
1/16	0.102	17		36			14					
1/16	0.102	19	20	2.94	38	35.3	2.494	19	15.3	2.62		
1/16	0.102	24		32			13					
1/4	0.411	58		88			24					
1/4	0.411	38	43.6	10.2	82	83.3	3.399	31	26.3	3.29		
1/4	0.411	35		80			24					
1	1.645	143		339			91					
1	1.645	113	123.	13.6	344	308.	46.47	80	86.6	4.78		
1	1.645	115		243			89					

Prøvenr.: 758

710 l i 700 ml solvent, svarer til 60.85 l i 60 ml solvent.  
 60.85 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.217 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 16/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0 0	12			17			15					
0 0	10	11	0.81	19	18.6	1.247	12	12.3	2.05			
0 0	11			20			10					
1/64 0.019	18			10			9					
1/64 0.019	8	13.6	4.18	13	12.6	2.054	7	10.3	3.39			
1/64 0.019	15			15			15					
1/16 0.076	24			31			10					
1/16 0.076	31	25	4.54	37	31.3	4.496	20	15.6	4.18			
1/16 0.076	20			26			17					
1/4 0.304	42			117			42					
1/4 0.304	53	54.3	10.6	92	98.6	13.12	29	33	6.37			
1/4 0.304	68			87			28					
1 1.217	123			485			104					
1 1.217	110	116.	5.31	453	484.	25.31	95	92	11.2			
1 1.217	116			515			77					

Testdag: 15/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0 0	9			26			8					
0 0	9	10	1.41	21	24	2.160	13	10.3	2.05			
0 0	12			25			10					
1/64 0.019	14			16			21					
1/64 0.019	12	12.3	1.24	21	19.3	2.357	10	12.6	6.01			
1/64 0.019	11			21			7					
1/16 0.076	20			42			17					
1/16 0.076	25	23	2.16	40	40.3	1.247	16	14	3.55			
1/16 0.076	24			39			9					
1/4 0.304	45			117			39					
1/4 0.304	38	44.3	4.92	146	122.	17.21	23	35.3	8.95			
1/4 0.304	50			105			44					
1 1.217	134			366			83					
1 1.217	108	119.	10.8	347	347.	15.10	86	82	3.74			
1 1.217	116			329			77					

Prøvenr.: 761

800 l i 700 ml solvent, svarer til 68.57 l i 60 ml solvent.  
 68.57 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.371 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 23/8-89

m3 pr. plade	-s9	TA98			TA98NR			
		Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean
0	0	12		14			10	
0	0	10	11.6	1.24	21	20	4.546	12 13.3 3.39
0	0	13		25			18	
1/64	0.021	11		50			16	
1/64	0.021	22	16.3	4.49	36	41	6.377	14 13 2.94
1/64	0.021	16		37			9	
1/16	0.085	17		117			18	
1/16	0.085	19	18.6	1.24	142	136	13.73	18 15.6 3.29
1/16	0.085	20		149			11	
1/4	0.342	29		380			37	
1/4	0.342	30	30.6	1.69	350	383.	28.67	32 30.3 6.23
1/4	0.342	33		420			22	
1	1.371	32		664			24	
1	1.371	34	33	0.81	744	720	39.73	25 26 2.16
1	1.371	33		752			29	

Testdag: 22/8-89

m3 pr. plade	-s9	TA98			TA98NR			
		Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean
0	0	14		10			11	
0	0	17	13.6	2.86	10	10.6	0.942	5 9 2.82
0	0	10		12			11	
1/64	0.021	8		30			14	
1/64	0.021	17	15.6	5.79	28	31.3	3.399	22 18.6 3.39
1/64	0.021	22		36			20	
1/16	0.085	22		87			24	
1/16	0.085	21	22.3	1.24	96	111	27.82	17 20.6 2.86
1/16	0.085	24		150			21	
1/4	0.342	34		360			20	
1/4	0.342	23	28	4.54	291	342.	37.18	21 22.3 2.62
1/4	0.342	27		377			26	
1	1.371	37		411			23	
1	1.371	38	41	4.96	581	524	79.90	27 26 2.16
1	1.371	48		580			28	

Prøvenr.: 763

880 l i 700 ml solvent, svarer til 75.42 l i 60 ml solvent.  
 75.42 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.508 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 23/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	12		14			10					
0	0	10	11.6	1.24	21	20	4.546	12	13.3	3.39		
0	0	13		25			18					
1/64	0.023	18		45			18					
1/64	0.023	20	19.3	0.94	36	40.6	3.681	17	18	0.81		
1/64	0.023	20		41			19					
1/16	0.094	28		138			26					
1/16	0.094	42	35.3	5.73	159	144.	10.40	31	26	4.08		
1/16	0.094	36		136			21					
1/4	0.377	70		776			35					
1/4	0.377	56	60	7.11	752	736	40.79	28	26.6	7.40		
1/4	0.377	54		680			17					
1	1.508	84		1192			60					
1	1.508	110	102.	13.0	1232	1213	16.43	60	62	2.82		
1	1.508	113		1216			66					

Testdag: 22/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	14		10			11					
0	0	17	13.6	2.86	10	10.6	0.942	5	9	2.82		
0	0	10		12			11					
1/64	0.023	19		34			9					
1/64	0.023	24	20.6	2.35	37	34	2.449	17	13	3.26		
1/64	0.023	19		31			13					
1/16	0.094	38		97			20					
1/16	0.094	34	36	1.63	104	106.	9.177	24	21.6	1.69		
1/16	0.094	36		119			21					
1/4	0.377	86		397			36					
1/4	0.377	66	76.6	8.21	469	435.	29.63	45	38.6	4.49		
1/4	0.377	78		441			35					
1	1.508	83		1100			60					
1	1.508	119	99	14.9	1000	988	96.71	61	60	0.81		
1	1.508	95		864			59					

Prøvenr.: 765

870 l i 700 ml solvent, svarer til 74.57 l i 60 ml solvent.  
 74.57 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.491 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 23/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	12		14			10					
0	0	10	11.6	1.24	21	20	4.546	12	13.3	3.39		
0	0	13		25			18					
1/64	0.023	8		16			8					
1/64	0.023	5	9.33	4.18	12	14.6	1.885	16	10.6	3.77		
1/64	0.023	15		16			8					
1/16	0.093	6		15			13					
1/16	0.093	13	10.6	3.29	27	23.6	6.182	10	10.3	2.05		
1/16	0.093	13		29			8					
1/4	0.372	13		54			11					
1/4	0.372	21	15.6	3.77	39	48.6	6.847	26	18.6	6.12		
1/4	0.372	13		53			19					
1	1.491	37		159			35					
1	1.491	42	40.6	2.62	156	168.	15.83	30	31	2.94		
1	1.491	43		191			28					

Testdag: 22/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	14		10			11					
0	0	17	13.6	2.86	10	10.6	0.942	5	9	2.82		
0	0	10		12			11					
1/64	0.023	7		16			13					
1/64	0.023	9	7.66	0.94	16	16.6	0.942	13	12.3	0.94		
1/64	0.023	7		18			11					
1/16	0.093	11		21			19					
1/16	0.093	11	10.3	0.94	20	23	3.559	12	16.3	3.09		
1/16	0.093	9		28			18					
1/4	0.372	27		38			11					
1/4	0.372	18	21.6	3.85	51	45.6	5.557	15	14	2.16		
1/4	0.372	20		48			16					
1	1.491	43		156			36					
1	1.491	40	44.3	4.18	168	151.	15.41	33	32.6	2.86		
1	1.491	50		131			29					

Prøvenr.: 768

750 l i 700 ml solvenr, svaret til 64.28 l i 60 ml solvent.  
 64.28 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.285 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 29/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	26		28			12					
0	0	28	24 4.32	42	35	5.715	11	12.3	1.24			
0	0	18		35			14					
1/64	0.020	20		38			11					
1/64	0.020	26	24.6 3.39	36	39.6	3.858	15	16	4.54			
1/64	0.020	28		45			22					
1/16	0.080	36		68			32					
1/16	0.080	34	37 2.94	93	71.6	16.13	20	24.6	5.24			
1/16	0.080	41		54			22					
1/4	0.321	52		285			35					
1/4	0.321	55	54.3 1.69	235	244.	30.12	33	34.6	1.24			
1/4	0.321	56		213			36					
1	1.285	108		879			43					
1	1.285	84	95.3 9.84	676	782.	83.15	65	57.6	10.3			
1	1.285	94		792			65					

Testdag: 23/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	23		32			16					
0	0	27	26 2.16	42	42	8.164	11	13.3	2.05			
0	0	28		52			13					
1/64	0.020	30		40			13					
1/64	0.020	34	29.3 4.10	62	53.3	9.568	19	13.6	4.10			
1/64	0.020	24		58			9					
1/16	0.080	50		83			15					
1/16	0.080	46	43 7.25	85	82.3	2.494	19	16.6	1.69			
1/16	0.080	33		79			16					
1/4	0.321	52		221			22					
1/4	0.321	60	61.6 8.65	241	232.	8.498	37	32	7.07			
1/4	0.321	73		236			37					
1	1.285	105		584			51					
1	1.285	90	94 7.87	512	640	133.3	50	50.6	0.47			
1	1.285	87		824			51					

Prøvenr.: 770

710 l i 700 ml solvent, svarer til 60.85 l i 60 ml solvent.  
 60.85 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.217 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 29/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	26		28			12					
0	0	28	24 4.32	42	35 5.715		11	12.3	1.24			
0	0	18		35			14					
1/64	0.019	25		23			6					
1/64	0.019	24	25.3 1.24	22	27.6 7.318		9	9	2.44			
1/64	0.019	27		38			12					
1/16	0.076	20		26			16					
1/16	0.076	21	21.6 1.69	17	27.6 9.463		19	18.6	2.05			
1/16	0.076	24		40			21					
1/4	0.304	41		56			19					
1/4	0.304	32	33.6 5.43	45	51.3 4.642		17	15.6	3.39			
1/4	0.304	28		53			11					
1	1.217	56		121			41					
1	1.217	42	47.6 6.01	120	123. 4.027		32	38	4.24			
1	1.217	45		129			41					

Testdag: 23/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	23		32			16					
0	0	27	26 2.16	42	42 8.164		11	13.3	2.05			
0	0	28		52			13					
1/64	0.019	33		45			8					
1/64	0.019	28	33.6 4.92	26	38 8.524		9	10.3	2.62			
1/64	0.019	40		43			14					
1/16	0.076	37		36			14					
1/16	0.076	35	31.6 6.18	34	38.3 4.784		9	10	2.94			
1/16	0.076	23		45			7					
1/4	0.304	38		56			13					
1/4	0.304	44	40 2.82	65	54.6 9.030		17	15.3	1.69			
1/4	0.304	38		43			16					
1	1.217	40		131			28					
1	1.217	54	54 11.4	127	129 1.632		32	32.3	3.68			
1	1.217	68		129			37					

Prøvenr.: 772

810 l i 700 ml solvent, svarer til 69.42 l i 60 ml solvent.  
 69.42 l i 5 ml DMSO, svarende til 1.388 l i 0,1 ml DMSO.

Testdag: 29/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	26		28			12					
0	0	28	24 4.32	42	35 5.715		11	12.3	1.24			
0	0	18		35			14					
1/64	0.021	29		29			9					
1/64	0.021	24 24.3	3.68	26	31.6 6.018		14	12.3	2.35			
1/64	0.021	20		40			14					
1/16	0.086	20		36			13					
1/16	0.086	21 23	3.55	40	41.3 4.988		13	14	1.41			
1/16	0.086	28		48			16					
1/4	0.347	33		100			18					
1/4	0.347	27 27	4.89	69	80 14.16		15	17.6	2.05			
1/4	0.347	21		71			20					
1	1.388	33		234			28					
1	1.388	49 40	6.68	209	224. 11.14		34	34	4.89			
1	1.388	38		231			40					

Testdag: 23/8-89

m3 pr. plade	TA98						TA98NR					
	-s9	Mean	SD	+s9	Mean	SD	-s9	Mean	SD			
0	0	23		32			16					
0	0	27 26	2.16	42	42 8.164		11	13.3	2.05			
0	0	28		52			13					
1/64	0.021	37		52			12					
1/64	0.021	38 37.3	0.47	45	44.6 6.128		9	9.33	2.05			
1/64	0.021	37		37			7					
1/16	0.086	46		63			13					
1/16	0.086	29 33.6	8.80	48	56.6 6.342		14	14	0.81			
1/16	0.086	26		59			15					
1/4	0.347	46		104			8					
1/4	0.347	49 43.6	5.55	102	96 9.933		9	10.3	2.62			
1/4	0.347	36		82			14					
1	1.388	48		183			36					
1	1.388	47 47.3	0.47	144	158 17.72		27	30.3	4.02			
1	1.388	47		147			28					

Måleresultater.

Nedenfor følger en række af de vigtigste måleresultater, idet

- PAH:** Det totale PAH-indhold i mg pr. Nm<sup>3</sup> røggasprøve. PAH4 er summen af de tunge PAH'er, PAH3 summen af de lette PAH'er, PAH2 er lig summen af PAH2 og PAH3. PAH1 er summen af samtlige PAH'er.
- UDSTYR:** Aktuel prøveopsamlingsudstyr.
- OVN:** Ovntype; L=Lotus; M=Morsø.
- BRAENDE** Aktuel brænde - se afsnit 2.
- GAS:** Røgprøvens størrelse i kubikmeter.

OBS	OBSERV	UDSTYR	OVN	BRAENDE	NR	GAS	PAH1	PAH2	PAH3	PAH4
1	2001	C	M	2	701	0.36	101.164	29.1389	23.6361	5.5028
2	2002	C	M	3	703	0.67	5.169	1.8603	1.5060	0.3543
3	2003	D	M	5	706	2.66	109.913	30.2590	24.2481	6.0109
4	2004	D	M	1	708	2.25	14.016	3.3643	2.7889	0.5754
5	2005	D	M	4	710	1.52	67.412	19.6836	16.5066	3.1770
6	2006	D	M	6	712	2.35	2.952	0.9438	0.4796	0.4643
7	2007	C	L	2	714	0.63	142.081	40.4079	32.5714	7.8365
8	2008	B	L	3	715	1.30	54.394	14.9938	12.4431	2.5508
9	2009	C	L	5	718	0.97	116.047	28.3371	23.2680	5.0691
10	2010	B	L	1	719	0.83	14.965	4.7386	3.7602	0.9783
11	2011	B	L	4	721	0.49	246.631	95.1612	75.4082	19.7531
12	2012	C	L	6	724	0.79	10.623	3.2570	2.3671	0.8899
13	2013	B	L	5	725	0.79	114.090	38.3911	30.2823	8.1089
14	2014	B	L	2	727	0.65	116.125	46.4431	37.5077	8.9354
15	2015	B	L	6	729	0.77	161.458	34.2481	27.7403	6.5078
16	2016	C	L	4	732	0.67	143.019	68.5836	54.9403	13.6433
17	2017	C	L	3	747	0.96	16.189	3.2292	2.4208	0.8083
18	2018	C	L	1	758	0.71	22.380	6.0085	4.7873	1.2211
19	2019	B	M	5	761	0.80	93.805	22.9512	19.0250	3.9262
20	2020	B	M	2	763	0.88	60.791	14.1932	11.8773	2.3159
21	2021	B	M	6	765	0.87	6.313	1.4945	1.1667	0.3278
22	2022	C	M	4	768	0.75	45.265	14.1573	12.0733	2.0840
23	2023	C	M	3	770	0.71	4.360	1.1289	1.0000	0.1289
24	2024	C	M	1	772	0.81	11.239	2.5572	2.2728	0.2843

PAH1:

Responsvariabel: LOGPAH3					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	141.4263050	20.2037579	87.38	0.0001
Error	16	3.6994172	0.2312136		
Uncorr. Total	23	145.1257222			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGPAH3 Mean	
	0.918505	23.09164	0.480847	2.08234078	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	136.5584680	22.7597447	98.44	0.0001
OVN	1	4.8678369	4.8678369	21.05	0.0003
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	5	34.89644028	6.97928806	30.19	0.0001
OVN	1	4.86783692	4.86783692	21.05	0.0003
Parameter		Estimate	Std Error of Estimate		
BRAENDE	1	2.307863277	0.25409549		
	2	4.198304473	0.25409549		
	3	2.063424426	0.25409549		
	4	4.213052276	0.25409549		
	5	4.272467268	0.25409549		
	6	1.489011235	0.27834767		
OVN	L	0.821012547	0.19682152		
	M	0.000000000	.		

**PAH2:****Responsvariabel: LOGPAH2**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	162.5423541	23.2203363	109.22	0.0001
Error	16	3.4014888	0.2125930		
Uncorr. Total	23	165.9438429			
		R-Square	C.V.	Root MSE	LOGPAH2 Mean
		0.921046	19.94939	0.461078	2.31123926

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	157.4015928	26.2335988	123.40	0.0001
OVN	1	5.1407613	5.1407613	24.18	0.0002
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	5	32.76727806	6.55345561	30.83	0.0001
OVN	1	5.14076134	5.14076134	24.18	0.0002

Parameter		Estimate	Std Error of Estimate
BRAENDE	1	0.899	0.250
	2	2.914	0.250
	3	0.679	0.250
	4	3.127	0.250
	5	2.907	0.250
	6	0.190	0.273
OVN	L	0.952	0.193
	M	0.0	.

**PAH3:**

Responsvariabel: LOGPAH3					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	141.4263050	20.2037579	87.38	0.0001
Error	16	3.6994172	0.2312136		
Uncorr. Total	23	145.1257222			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGPAH3 Mean	
	0.918505	23.09164	0.480847	2.08234078	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	136.5584680	22.7597447	98.44	0.0001
OVN	1	4.8678369	4.8678369	21.05	0.0003
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	5	34.89644028	6.97928806	30.19	0.0001
OVN	1	4.86783692	4.86783692	21.05	0.0003
Parameter		Estimate	Std Error of Estimate		
BRAENDE	1	0.720862587	0.26077575		
	2	2.722926610	0.26077575		
	3	0.490259016	0.26077575		
	4	2.942560841	0.26077575		
	5	2.709514750	0.26077575		
	6	-0.215294462	0.28566552		
OVN	L	0.926838737	0.20199603		
	M	0.000000000			

**PAH4:**

Responsvariabel: LOGPAH4					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	48.07026811	6.86718116	25.82	0.0001
Error	16	4.25530450	0.26595653		
Uncorr. Total	23	52.32557261			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGPAH4 Mean	
	0.899470	78.22327	0.515710	0.65927915	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	40.77105986	6.79517664	25.55	0.0001
OVN	1	7.29920824	7.29920824	27.45	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	5	29.30412610	5.86082522	22.04	0.0001
OVN	1	7.29920824	7.29920824	27.45	0.0001
Parameter		Estimate	Std Error of Estimate		
BRAENDE	1	-0.975584992	0.27968287		
	2	1.130995467	0.27968287		
	3	-1.158182246	0.27968287		
	4	1.304222016	0.27968287		
	5	1.151872213	0.27968287		
	6	-1.044747393	0.30637724		
OVN	L	1.134942982	0.21664142		
	M	0.000000000	.		

**Model med ClI som prediktor.**

<b>Responsvariabel: LOGPAH2</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	163.5555373	20.4444422	128.40	0.0001
Error	15	2.3883056	0.1592204		
Uncorr. Total	23	165.9438429			
	R-Square	C.V.	Root MSE	<b>LOGPAH2 Mean</b>	
	0.944563	17.26452	0.399024	2.31123926	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	157.4015928	26.2335988	164.76	0.0001
OVN	1	5.1407613	5.1407613	32.29	0.0001
LOGCH	1	1.0131832	1.0131832	6.36	0.0234
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	5	17.45340912	3.49068182	21.92	0.0001
OVN	1	6.14727400	6.14727400	38.61	0.0001
LOGCH	1	1.01318319	1.01318319	6.36	0.0234
Parameter		Estimate	Std Error of Estimate		
BRAENDE	1	-1.388629173	0.93233186		
	2	0.441054483	1.00403696		
	3	-1.669119071	0.95574993		
	4	0.475606716	1.07317948		
	5	0.282957479	1.06270993		
	6	-2.025346056	0.90993219		
OVN	L	1.123752959	0.18085432		
	M	0.000000000	.		
LOGCH		0.311042456	0.12330338		

**Model med STD TRYK som prediktor.**

Responsvariabel: LOGPAH2					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	164.2692980	20.5336623	183.93	0.0001
Error	15	1.6745448	0.1116363		
Uncorr. Total	23	165.9438429			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGPAH2 Mean	
	0.961131	14.45632	0.334120	2.31123926	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	157.4015928	26.2335988	234.99	0.0001
OVN	1	5.1407613	5.1407613	46.05	0.0001
LOGSTR	1	1.7269439	1.7269439	15.47	0.0013
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	5	2.43080002	0.48616000	4.35	0.0120
OVN	1	0.66650079	0.66650079	5.97	0.0274
LOGSTR	1	1.72694390	1.72694390	15.47	0.0013
Parameter		Estimate	Std Error of Estimate		
BRAENDE	1	1.550239364	0.24545608		
	2	2.720353935	0.18779115		
	3	1.421482083	0.26162907		
	4	2.772626290	0.20238663		
	5	2.741064587	0.18608102		
	6	1.162695350	0.31696472		
OVN	L	0.459706088	0.18814067		
	M	0.000000000	.		
LOGSTR		1.002268796	0.25482842		

Måleresultater.

Nedenfor følger en række af de vigtigste måleresultater, idet

UDSTYR: Aktuel prøveopsamlingsudstyr.  
 OVN: Øvn type; L=Lotus; M=Morsø.  
 BRAENDE Aktuel brænde - se afsnit 2.  
 RESOLU Kemisk analysemethode. L=low resolution  
           H=high resolution.  
 GAS: Røgprøvens størrelse i kubikmeter.  
 TPCDD Det totale dioxinindhold i  $\mu\text{g}$ .  
 TPCDF Det totale furanindhold i  $\mu\text{g}$ .

OBS	OBSERV	UDSTYR	OVN	BRAENDE	RESOLU	GAS	TPCDD	TPCDF	OCDD
1	2001	A	M	2	L	0.75	3.200	0.0530	0.780
2	2001	B	M	2	L	0.93	0.820	0.0023	0.210
3	2002	A	M	3	L	4.60	.	0.8400	.
4	2002	B	M	3	L	0.85	0.130	0.4200	0.036
5	2003	A	M	5	H	1.81	38.000	3.1000	19.000
6	2003	B	M	5	H	0.96	40.000	2.6000	20.000
7	2008	A	L	3	L	1.92	0.200	0.1300	0.140
8	2009	D	L	5	H	1.26	28.000	1.6000	15.000
9	2010	A	L	1	L	2.43	7.900	0.1100	4.500
10	2011	A	L	4	L	1.11	1.500	0.0130	0.960
11	2012	D	L	6	H	2.31	29.000	1.0000	18.000
12	2013	A	L	5	H	1.00	126.000	1.3000	79.000
13	2014	A	L	2	L	1.26	8.200	0.4800	5.800
14	2015	A	L	6	H	2.22	1.800	0.1400	1.600
15	2016	D	L	4	L	1.34	0.510	.	0.250
16	2017	D	L	3	L	2.23	0.660	1.9000	0.400
17	2018	D	L	1	L	2.04	0.930	0.2300	0.560
18	2019	A	M	5	H	2.14	88.000	.	62.000
19	2020	A	M	2	L	2.14	17.000	0.3000	11.000
20	2021	A	M	6	L	2.37	1.500	0.1300	1.000
21	2022	D	M	4	L	1.78	5.200	0.3600	3.700
22	2023	D	M	3	H	2.31	0.072	0.4400	.
23	2024	D	M	1	L	2.56	0.950	.	0.430

## APPENDIX O/2

**Oversigt over PCDD og PCDF analyseresulater  
anvendt til den statistiske analyse.**

OBS	OCDF	H7CDD	H7CDF	H6CDD	H6CDF	P5CDD	P5CDF	T4CDD	T4CDF
1	.	1.300	.	0.890	.	0.230	.	0.0330	0.053
2	.	0.270	.	0.250	.	0.058	.	0.0320	0.002
3	.	.	.	.	.	.	0.540	.	0.300
4	0.0044	0.031	0.0310	0.035	0.041	0.010	0.062	0.0200	0.280
5	0.8200	14.000	1.0000	3.300	0.510	0.380	0.530	0.3400	0.210
6	0.7100	17.000	0.9800	3.000	0.300	.	0.330	.	0.250
7	.	0.059	.	.	.	.	.	.	0.130
8	0.2800	8.300	0.7300	2.200	0.200	-2.000	0.190	-0.3600	0.160
9	0.0370	2.600	.	0.830	.	.	.	.	0.077
10	.	0.500	.	0.077	.	.	.	.	0.013
11	0.3600	8.400	0.1900	2.300	0.120	0.550	0.200	0.1400	0.180
12	0.3400	36.000	0.8300	9.200	.	1.300	0.058	0.2200	0.072
13	.	2.400	.	.	.	.	.	0.0510	0.480
14	.	-0.180	.	.	.	.	.	.	0.140
15	.	0.260	.	.	.	.	.	.	.
16	.	0.170	0.0880	0.059	0.083	.	0.520	0.0290	1.200
17	.	0.270	.	0.100	.	.	.	.	0.230
18	.	24.000	.	1.900	.	.	.	-0.1200	.
19	0.0500	4.700	0.0700	1.200	.	.	0.012	0.0700	0.170
20	.	0.300	0.0210	0.087	0.064	0.047	0.021	0.0064	0.029
21	0.0900	1.100	.	0.400	.	.	0.170	0.0140	0.100
22	.	-0.026	0.0031	0.030	0.062	.	0.083	0.0160	0.270
23	.	0.520	.	.	.	.	.	.	.

Modeller for total dioxin og furan emission.Model uden passive prediktorer.

Responsvariabel: LOGTOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	62.24840264	10.37473377	10.12	0.0006
Error	11	11.28112414	1.02555674		
Uncorr. Total	17	73.52952678			
		R-Square	C.V.	Root MSE	LOGTOT Mean
		0.794093	96.44856	1.012698	1.04998746

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	62.24840264	10.37473377	10.12	0.0006
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	62.24840264	10.37473377	10.12	0.0006

Parameter		Estimate	Std Error of Estimate
BRAENDE	1	0.314134850	0.71608545
	2	1.829023400	0.58468132
	3	-0.891244597	0.50634888
	4	0.724359582	0.71608545
	5	3.931961798	0.58468132
	6	0.684940231	0.58468132

Modeller for total dioxin og furan emission.Model med passiv prediktor (STD TEMP).

Responsvariabel: LOGTOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	66.19499955	9.45642851	12.89	0.0003
Error	10	7.33452723	0.73345272		
Uncorr. Total	17	73.52952678			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGTOT Mean	
	0.866128	81.56465	0.856419	1.04998746	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	62.24840264	10.37473377	14.15	0.0002
LOG(STD_TEMP)	1	3.94659691	3.94659691	5.38	0.0428
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	47.75060081	7.95843347	10.85	0.0007
LOG(STD_TEMP)	1	3.94659691	3.94659691	5.38	0.0428

Parameter		Estimate	Std Error of Estimate
BRAENDE	1	-6.673808778	3.07274435
	2	-4.350707384	2.70955854
	3	-7.041485246	2.68570495
	4	-4.944853510	2.51788788
	5	-1.817500341	2.52741241
	6	-5.436560079	2.68488099
LOG(STD_TEMP)		1.544701827	0.66591583

Model for furan:Model uden passive prediktorer.

Responsvariabel: LOGFUR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	64.22820495	10.70470083	9.30	0.0009
Error	11	12.66790261	1.15162751		
Uncorr. Total	17	76.89610756			
		R-Square	C.V.	Root MSE	LOGFUR Mean
		0.623150	67.25626	1.073139	-1.5955974
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	64.22820495	10.70470083	9.30	0.0009
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	64.22820495	10.70470083	9.30	0.0009

Parameter		Estimate	Std Error of Estimate
BRAENDE	1	-2.638	0.758
	2	-1.859	0.619
	3	-1.303	0.536
	4	-3.022	0.758
	5	0.499	0.619
	6	-2.167	0.619

Model for furan:Model med passiv prediktor (STD\_TEMP).

Responsvariabel: LOGFUR					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	71.70030495	10.24290071	19.71	0.0001
Error	10	5.19580262	0.51958026		
Uncorr. Total	17	76.89610756			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGFUR Mean	
	0.845433	45.17550	0.720819	-1.5955974	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	64.22820495	10.70470083	20.60	0.0001
LOG(STD_TEMP)	1	7.47209999	7.47209999	14.38	0.0035
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	30.15506058	5.02584343	9.67	0.0011
LOG(STD_TEMP)	1	7.47209999	7.47209999	14.38	0.0035
Parameter		Estimate	Std Error of Estimate		
BRAENDE	1	-12.254	2.586		
	2	-10.363	2.280		
	3	-9.766	2.260		
	4	-10.823	2.119		
	5	-7.411	2.127		
	6	-10.591	2.259		
LOG(STD_TEMP)		2.125	0.560		

Model for dioxin:Model uden passive prediktorer.

Responsvariabel: LOGDIOX					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	89.67315261	14.94552544	14.01	0.0001
Error	14	14.93475418	1.06676816		
Uncorr. Total	20	104.60790679			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LOGDIOX Mean	
	0.843326	151.5909	1.032845	0.68133704	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	89.67315261	14.94552544	14.01	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	89.67315261	14.94552544	14.01	0.0001

Parameter		Std Error of Estimate	
		Estimate	Estimate
BRAENDE	1	- 0.199	0.596
	2	1.798	0.596
	3	- 2.206	0.516
	4	0.135	0.596
	5	3.845	0.516
	6	0.620	0.596

Model for dioxin:Model med passiv prediktor (STD\_TEMP).

Responsvariabel: LOGDIOX

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	93.42706031	13.34672290	15.52	0.0001
Error	13	11.18084649	0.86006511		
Uncorr. Total	20	104.60790679			
		R-Square	C.V.	Root MSE	LOGDIOX Mean
		0.882706	136.1143	0.927397	0.68133704

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	89.67315261	14.94552544	17.38	0.0001
LOG(STD_TEMP)	1	3.75390770	3.75390770	4.36	0.0569
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BRAENDE	6	84.51932244	14.08655374	16.38	0.0001
LOG(STD_TEMP)	1	3.75390770	3.75390770	4.36	0.0569

Parameter		Estimate	Std Error of Estimate
BRAENDE	1	-5.969	2.813
	2	-3.608	2.643
	3	-7.587	2.617
	4	-4.773	2.409
	5	-1.161	2.441
	6	-4.735	2.619
		1.351	0.646

Forklaring til tabellerne med statistiske resultater.

Nærværende appendix skal tjene til at forklare de tabeller med kvadratsumsopspaltnings og parameterestimater, som er givet i rapporten. Forklaringen tager udgangspunkt i Tabel 3.1a og Tabel 3.1b.

Den statistiske analyse af den generelle lineære model gennemføres i SAS-programpakken af GLM-proceduren. Mange programpakker har tilsvarende procedurer.

Analysen af den generelle lineære model omfatter regressions-, varians- og covariansanalyse som specialtilfælde. Mange speciale tilfælde kan beregningsmæssigt klares ved hjælp af mindre generelle programmer, hvorved regnetiden reduceres, og layout for output kan arrangeres med henblik på speciale tilfældet. GLM proceduren er anvendt ved alle modeller analyseret i nærværende bilagsrapport. Tabellerne i nærværende rapport er opbygget således at deres layout ligner outputtet fra GLM. Opbygningen af tabellerne, der generelt kan opdeles i en tabel for variansopspaltnings og en tabel med parameterestimater, skal kort gennemgås i det følgende. Der tages udgangspunkt i Tabel 3.1a (variансopspaltning) og Tabel 3.1b (parameterestimater).

Øverst i tabellen er anført 'Responsvariabel: LOGPAH2'. dette betyder, at variablen med navnet LOGPAH2 optræder som afhængig variabel - kaldet Y i det følgende - i den lineære model.

Herefter kommer et (uindrammet) skema på fire linier. Den øverste linie giver overskriften for skemaets søjler, den nederste anfører den totale kvadratsum af data = 'Uncorrected Total' =  $\Sigma Y_i^2$ , samt DF = 23, som er antallet af (uafhængige) led i sum-

mationen. Kvadratsummen = 165.9438429 opfattes som den totale variation i data, hvoraf en del er forklarlig gennem den betragtede model (anden linie), og en del er støj (error). Modelen indeholder et specificeret antal parametre  $DF = 7$ , og værdierne af disse 7 parametre er estimeret ved programmets statistiske beregninger. (Undertiden anføres 'Corrected Total' =  $\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2$ , dvs justeret for en gennemsnitsværdi - herved bliver DF reduceret med en. I så fald vil modellens middelværdi tilsvarende ikke indgå som en modelparameter.)

Den således tilpassede model er i stand til at preditere  $Y$ -værdierne ved modelprediktionerne  $\hat{Y}$ , og kvadratsummen  $\Sigma(Y - \hat{Y})^2 = 3.4014888$  er den tiloversblevne variation, som modellen ikke kan forklare. Denne kvadratsum er et udtryk for støj, eller statistisk fejl (error). Modellen har med andre ord forklaret kvadratsumsdifferensen  $165.9438429 - 3.4014888 = 162.5423541$ , og gjort dette ved hjælp af 7 parametre, dvs. i gennemsnit forklaret  $162.5423541/7 = 23.2203363$  pr. parameter (mean square). Af de oprindeligt 23 frihedsgrader (DF), som var identisk med antallet af observationer, siges det, at 7 er 'brugt' som parametre, og at der resterer 16 frihedsgrader associeret med den residuale kvadratsum. Den resulterende mean square =  $3.4014888/16 = 0.2125930$  kan vises at være et estimat af støjens varians,  $\sigma^2$ . Man kan teste om modellens forklaring er signifikant bedre, end hvad man kan tilskrive tilfældigheder, ved at sammenligne forholdet mellem modellen og støjens mean square med en F-fordeling. Den såkaldte F-værdi er  $23.2203363/0.2125930 = 109.22$  med en forventet værdi omkring 1, hvis modellen intet forklarer. Værdien 109.22 er så stor, at den kun uhyre sjældent ville optræde som en tilfældighed, hvor sjældent angives i den sidste kolonne som '< 0.0001'; dvs. at der er tale om signifikans på niveau  $\alpha < 0.0001$ .

Under dette skema kommer R-square som er brøkdelen af den totale kvadratsum som modellen forklarer:

$$(162.5423541 - 23 \cdot 2.31123926^2) / (65.9438429 - 23 \cdot 2.31123926^2) = 0.921046,$$

hvor  $2.31123926$  er middelværdien af Y. R-square kaldes modellens forklaringsgrad. 'C.V.' er 'coefficient of variation' i procent, nemlig den estimerede standardafvigelse på støjen ( $\hat{\sigma}$ ) = 'root MSE' =  $0.461078$  divideret med den estimerede middelværdi af målingerne = 'LOGPAH2 Mean' =  $2.31123926$ :  $0.461078 / 2.31123926 = 0.1994939 = 19.94939\%$ .

Herefter kommer to næsten ens tabeller, hvor i begges venstre kolonne modellens uafhængige variable (regressorer, prediktorer) er anført. I den øverste af tabellerne gives 'Type I SS', svarende til, at modellen blev opbygget med en variabel ad gangen, og hver variables successive kvadratsumsforklaring er anført. Rækkefølgen er ikke ligegyldig, de første variable vil typisk forklare mest, og efterhånden bliver der mindre tilbageværende (residual) kvadratsum tilbage at forklare af. Summen af 'Type I SS'-erne bliver lig den tidlige 'Sum of Squares' hidrørende fra model. De næste kolonner i tabellen er som forklaret ovenfor. Den anden af de to tabeller indeholder type III SS, som er de kvadratsummer som hver af variablene ville have forklaret, hvis de hver for sig var blevet givet 'sidstepladsen' i type I. Dvs. dens marginale forklaringsevne er udregnet og signifikansen heraf kan nu testes vha. F-ratioen i næstsidste kolonne. Det ses, at den mindst signifikante variabel er OVN, som er signifikant på niveau  $\alpha = 0.0002$  (0.0002 kaldes også 'p-værdien'). Der er tale om stærk signifikans.

Tabel 3.1b giver i kolonnen 'Estimate' de estimerede værdier for modellens parametre. Den anden kolonne indeholder de estimerede standardafvigelser på estimaterne.

Tabel over omregningsfaktorer.

Mono,di, tri	CDD	Nordiske Ækvival.	EPA(86)	Eadon(83)
2,3,7,8	TeCDD	1.0	1.0	1.0
Øvrige	TeCDD	0	0.01	0
2,3,7,8-subst	PeCDD	0.5	0.5	1
Øvrige	PeCDD	0	0.005	0
2,3,7,8-subst	HeCDD	0.1	0.04	0.03
Øvrige	HeCDD	0	0.0004	0
2,3,7,8-subst	HpCDD	0.01	0.001	0
Øvrige	HpCDD	0	0.00001	0
	OCDD	0.001	0	0
Mono,di, tri	CDF	0	0	0
2,3,7,8	TeCDF	0.1	0.1	0.33
Øvrige	TeCDF	0	0.001	0
1,2,3,7,8	PeCDF	0.01	0.1	0.33
2,3,4,7,8	PeCDF	0.5	0.1	0.33
Øvrige	PeCDF	0	0.001	0
2,3,7,8-subst	HeCDF	0.1	0.01	0.011
Øvrige	HeCDF	0	0.0001	0
2,3,7,8-subst	HpCDF	0.01	0.001	0
Øvrige	HpCDF	0	0.00001	0
	OCDF	0.001	0	0





## **Registreringsblad**

**Udgiver:** Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

**Serietitel, nr.:** Miljøprojekt, nr. 149

**Udgivelsesår:** 1990

**Titel:** Emmissionsundersøgelse for pejse og brændevne

**Undertitel:** Dioxin, PAH og mutagen aktivitet

**Forfatter(e):**

Manscher, Ole; Vikelsøe, Jørgen; Grove, Arne; Hansen, Knud J.; Nielsen, Preben Aagaard; Madsen, Henrik; Dyrnum, Otto; Warnæs, Kirsten

**Udførende institution(er):**

Danmarks Miljøundersøgelser; Dansk Teknologisk Institut; Levnedsmiddelstyrelsen. Instituttet for Toksikologi; Dansk Prognoseinformation; Energimisteriet (spons)

**Resumé:**

Dette er en af de første undersøgelser af dioxin, PAH og mutagen aktivitet for forskellige brændselstyper i 2 forskellige pejse- og brændevnstyper. Der er fundet markante forskelle i dioxinkoncentrationen i røggassen for forskellige brændselstyper. PAH-koncentrationerne i røggassen er af samme størrelsesorden som fundet ved lignende undersøgelser. PAH-koncentrationen afhænger af ovntype, korrekt fyringsteknik og brændselstype. Der har været store tekniske og analytiske vanskeligheder ved gennemførelsen af undersøgelsen.

**Emneord:**

emissioner; dioxiner; PAH; mutagene stoffer; analysemetoder; pejse; brændevne; brændsel; emissionsmængder; fyringsteknik; statistik

**ISBN:** 87-503-8551-8

**ISSN:** 0105-3094

**Pris (inkl. 22% moms):** 140,- kr.

**Format:** A4

**Sideantal:** 140

**Md./år for redaktionens afslutning:** juni 1990

**Oplag:** 1000

**Andre oplysninger:**

I forbindelse med dioxinprojektet er i 1989 udgivet "Dioxinemission ved affaldsforbrænding", Miljøprojekt nr. 117

**Tryk:** Scantryk, København

Trykt på miljøpapir

- Nr. 116 : Renere teknologi i svine- og kreaturslagterbranchen  
Nr. 117 : Dioxinemission ved affaldsforbrænding  
Nr. 118 : Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding  
Nr. 119 : Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning  
Nr. 120 : Kontrol af køretøjer med katalysator  
Nr. 121 : Forurenede industrigrunde  
Nr. 122 : Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder  
Nr. 123 : Risikovurdering af forurenede grunde  
Nr. 124 : Vedligeholdelse af køle-smøremidler  
Nr. 125 : Fugleføde i kornmarker – insekter og vilde planter  
Nr. 126 : Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien  
Nr. 127 : Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand  
Nr. 128 : Nedsvivning fra byggeaffald  
Nr. 129 : Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald – del 1  
Nr. 130 : Forureningsfri galvanomaskiner til værkstedsbrug  
Nr. 131 : Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer  
Nr. 132 : PVC i kontorartikler, sundhedssektor, m v  
Nr. 133 : PVC i byggeri og anlæg  
Nr. 134 : PVC i emballage  
Nr. 135 : Hjemmekompostering  
Nr. 136 : Bearbejdning af danske måledata af regn og afstrøming  
Nr. 137 : Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn  
Nr. 138 : Renere teknologi på energiområdet  
Nr. 139 : Afvask af trykpresser med sojaolie  
Nr. 140 : Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse  
Nr. 141 : Det grønne affaldssystem i AFAV  
Nr. 142 : Det grønne affaldssystem i Høng  
Nr. 143 : Katodisk elektrolyppemaling  
Nr. 144 : Reparationsmaling af automobiler  
Nr. 145 : Genanvendelse af nedknust tegl  
Nr. 146 : Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 1  
Nr. 147 : Blæserensningsmetoder  
Nr. 148 : Storskraldsordninger med genanvendelse  
Nr. 149 : Emmissionsundersøgelse for pejse og brændeovne

# **Emmissions- undersøgelse for pejse og brændeovne**

---

Dette er en af de første undersøgelser af dioxin, PAH og mutagen aktivitet for forskellige brændselstyper i 2 forskellige pejse- og brændeovnstyper. Der er fundet markante forskelle i dioxin-koncentrationen i røggassen for forskellige brændselstyper. PAH-koncentrationerne i røggassen er af samme størrelsesorden som fundet ved lignende undersøgelser. PAH-koncentrationen afhænger af ovntype, korrekt fyringsteknik og brændselstype. Der har været store tekniske og analytiske vanskeligheder ved gennemførelsen af undersøgelsen.

---

**Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

---

**Pris kr. 140,- inkl. 22% moms**

ISSN nr. 0105-3094  
ISBN nr. 87-503-8551-8