

MILJØSTYRELSEN  
UNDERSØGELSE AF  
PAH- OG LUGTEMISSION  
FRA MOBILE ASFALTANLÆG.  
1987/88

Sv.M/70.87.413  
1989.08.09./AF

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K

## INFORMATION OM



**dkTEKNIK's** målsætning er at tilfredsstille medlemmer og kunders behov for velkvalificerede serviceydelser på energi- og miljøområdet.

**dkTEKNIK** er en selvejende institution. Vi yder uvildig rådgivning på baggrund af medarbejdernes faglige viden og en omfattende instrumentpark.

**dkTEKNIK** er et godkendt teknologisk serviceinstitut og er af Statens Tekniske Prøvenævn autoriseret til at udføre prøvninger på områderne:

- Analyse af fast brændsel og fyringsolie, herunder prøvetagning af fast brændsel.
- Planlægning og udførelse af luftforureningsundersøgelser.
- Arbejdshygiejniske målinger af luftforurening.
- Måling af ekstern støj.
- Kemiske undersøgelser af vand til teknisk brug.

**dkTEKNIK's** ydelser er:

- ★ Aftalte, driftsmæssige serviceydelser på energi- og miljøanlæg, herunder varmekonsulenttjeneste, driftskontrol, driftssikkerhed og vedligeholdelse.
- ★ Rådgivning og projektering.
- ★ Måletekniske og laboratoriemæssige undersøgelser.
- ★ Udredningsarbejde, forsøg og praktisk forskning.
- ★ Undervisning og uddannelse.

**dkTEKNIK's** kunder er:

- ★ Medlemmer af DK-TEKNIK (Dansk Kedelforening).
- ★ Industrivirksomheder.
- ★ Institutioner (statslige, amtskommunale, kommunale).
- ★ Boligselskaber.
- ★ Offentlige myndigheder og styrelser
- ★ Andre med behov for DK-TEKNIK's ydelser.



## FORORD

Denne undersøgelse er gennemført af DK-TEKNIK for Miljøstyrelsen, genanvendelseskontoret.

Miljøstyrelsens projektansvarlige repræsentant Chr. Ege Jørgensen har tilrettelagt undersøgelsen i samarbejde med Hans Falster DK-TEKNIK, der har udarbejdet rapporten.

Vi takker Erik Plinius, SH Regnskaber for velvillig assistance til gennemførelse af målingerne.

10. august 1989

DK-TEKNIK

*Hans Falster*

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K



## INDHOLDSFORTEGNELSE:

### FORORD

### Indholdsfortegnelse

1. Resume
2. Indledning
3. Anlægsbeskrivelse
4. Hvad er PAH
5. Resultater og konklusion
6. Målemetoder
7. Referencer

### BILAGSOVERSIGT

- Bilag nr. 1 : Anlægsdata  
Bilag nr. 2.1 - 2.2 : PAH - analyser  
Bilag nr. 3 : Beskrivelse af faststofmåleudstyr  
Bilag nr. 4 : Beskrivelse af PAH måleudstyr  
Bilag nr. 5.1 - 5.3 : Beskrivelse af lugtmåling

## 1. RESUMÉ

Målingerne på et mobilt asfaltanlæg af fabrikat PAUS, type AR 5000, viste at emissionerne af lugt, PAH og uforbrændt (CO og TOC) ligger på højde med de dårligt indregulerede stationære anlæg, jævnfør tabel 1.

TABEL 1 : Oversigt over de analyserede PAH.

|                                    | mobilt anlæg | Stationært anlæg  |                      |
|------------------------------------|--------------|-------------------|----------------------|
|                                    |              | godt indreguleret | dårligt indreguleret |
| LUGT 10 <sup>6</sup> le/ton asfalt | 2,6 - 6      | 0,3 - 1           | 5 - 100              |
| PAH2 mg/ton asfalt                 | 250 - 700    | 0 - 20            | 200 - 600            |
| CO g/ton asfalt                    | 80           | 20 - 40           | 200 - 400            |
| TOC g/ton asfalt                   | 30 - 110     | 5 - 10            | 30 - 100             |

Andelen af de tungere PAH - PAH4 (det vil sige efter pyren) - ligger ca. 10 × højere for det mobile end fundet fra de stationære anlæg (ref. 1).

Specielt stor forskel findes for Benz-a-pyren (BaP), hvor der er fundet 10 - 25 µg/m<sup>3</sup>(n,t) for de mobile anlæg mod kun 0,09 µg/m<sup>3</sup>(n,t) fra de stationære anlæg.



## 2. INDLEDNING

DK-TEKNIK har for Miljøstyrelsen udført målinger af støv-, PAH-, SO<sub>2</sub>- og lugtemission fra et mobilt asfaltanlæg af fabrikat PAUS, type AR 5000.

Målingerne er udført som et supplement til Miljøstyrelsen og Asfaltindustriens fællesprojekt "Undersøgelse af støv-, PAH-, SO<sub>2</sub>- og lugtemission fra stationære asfaltværker med og uden genbrug, 1987/88". (ref. 1).

Det var oprindeligt tanken også at udføre målinger på et mobilt anlæg af typen Wirtgen, Remix. Dette blev opgivet efter to forsøg der måtte opgives grundet manglende skørter på de infrarøde asfaltopvarmere.

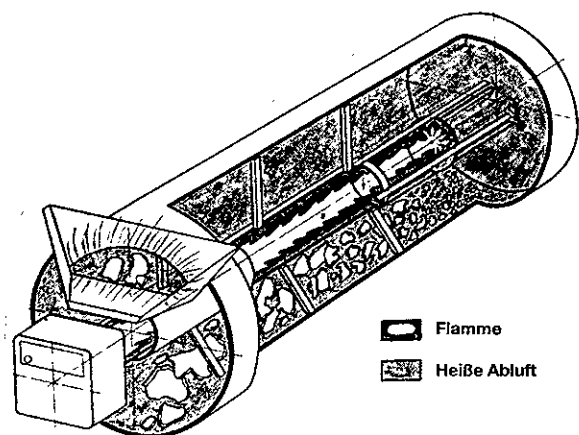
Målingerne på PAUS-anlægget blev udført den 18. august 1987.

## 3. ANLÆGSBESKRIVELSE

Genbrugsasfalt i flager op til 20 - 30 cm tilsættes en tragte i tromlens forende, hvor gasoliebrænderen også er placeret. Tragten er samtidig afkast for røggasserne.

Flammen er i ca. de to første trediedele af tromlen beskyttet af et flammerør, således at de store og netop tilførte asfaltstykker ikke kommer i berøring med flammen.

Efter flammerøret vender røggasserne og går i modstrøm med genbrugsasfalten mod indfødningstragten, jævnfør figur 1.



Figur 1 : Principskitse af genbrugstromle.

Øvrige data for anlægget er vist i bilag 1.  
Oliebrænderen fyrer med gasolie.

#### 4. HVAD ER PAH?

PAH står for polycykliske aromatiske hydrokarboner. Det er organiske forbindelser, som kun indeholder kulstof og brint. Molekylerne er opbygget af et antal benzenringe. Der er ikke helt enighed i litteraturen om, hvorvidt naftalen (2 benzenringe) skal regnes med til PAH'erne, men fra 3 ringe og opefter medregnes de i hvert fald.

PAH gruppen omfatter et stor antal stoffer. Den er blevet kendt og omtalt i de senere år, fordi en række af stofferne har vist sig at være mutagene/kræftfremkaldende. PAH er dog kun ansvarlig for en lille del af røggassens totale mutagenitet, der væsentligst skyldes mere reaktive forbindelser, for eksempel nitro-forbindelser. Undersøgelser af PAH har vist (ref. 2), at det kun er en vægtmæssigt lille del af PAH gruppen, der er ansvarlig for den mutagene effekt, ca. 1% med 4 - 7 ringe. Det er dog muligt, at andre PAH'er kan forstærke deres virkning.

I denne undersøgelse har man valgt at analysere for et større antal, ialt 16 incl. naftalen. De 16 forbindelser er udvalgt dels efter en WHO anvisning (ref. 3), dels efter hvilke forbindelser, der kan fremskaffes analysestandard til. Tabel 2 giver en række data for disse 16 forbindelser.

TABEL 2 : Oversigt over de analyserede PAH.

| PAH-gruppering      |                                 |      | Formel                | molvægt                         | Kogepunkt °C | Carcinogenitet* |            |
|---------------------|---------------------------------|------|-----------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|------------|
| PAH1                | PAH2                            |      | Naftalen              | C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>  | 128          | 218             | -          |
|                     |                                 | PAH3 | Acenaphthylen         | C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>  | 152          | 265             |            |
|                     |                                 |      | Acenaphthen           | C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> | 154          | 279             |            |
|                     |                                 |      | Fluoren               | C <sub>13</sub> H <sub>10</sub> | 166          | 295             | -          |
|                     |                                 |      | Phenanthren           | C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> | 178          | 340             | -          |
|                     |                                 |      | Anthracen             | C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> | 178          | 342             | -          |
|                     |                                 |      | Fluoranthren          | C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> | 202          | 375             | -          |
|                     |                                 |      | Pyren                 | C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> | 202          | 393             | -          |
|                     |                                 | PAH4 | Benzo-a-anthracen     | C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> | 228          | 400             | +          |
|                     |                                 |      | Chrysen               | C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> | 228          | 448             | +-         |
|                     |                                 |      | Benz-e-pyren          | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 252          | 493             | -          |
|                     |                                 |      | Benz-b-fluoranthren   | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 252          | 481             | ++/+++     |
|                     |                                 |      | Benz-k-fluoranthren   | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 252          | 481             | +          |
|                     |                                 |      | Benz-a-pyren          | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 252          | 495             | +++        |
|                     |                                 |      | Dibenzo-a,h-anthracen | C <sub>22</sub> H <sub>14</sub> | 278          | 524             | +++ / ++++ |
|                     |                                 |      | Benzo-g,h,i-perylen   | C <sub>22</sub> H <sub>12</sub> | 276          | 542             | +-         |
| Indeno-123-cd-pyren | C <sub>22</sub> H <sub>12</sub> |      | 276                   | 534                             | ++           |                 |            |

\*): - : ikke carcinogen, +- : muligvis, + til ++++ varierende grad af carcinogenitet.





## 5. RESULTATER OG KONKLUSION

Under målingen var anlægget placeret på pladsen hos Sydhavnens Sten og Grus, Badehavnsgade, København.

Der blev indfyret genbrugsasfalt fra lager, og det producerede asfalt returneredes som genbrugsmaterialer.

Det skønnes, at der er produceret ca. 3 ton asfalt/h.

Der blev udført ialt to måleserier, hvoraf serie to var påvirket af at brænderen ikke var i stabil drift.

Målestedet, som var placeret i det noget diffuse afkast, var ikke ideelt. Dette betyder, at måleusikkerheden specielt på støvemissionsmålingen er stor.

Følgende usikkerhedsstørrelser vurderes,

- støvemission ± 50%
- PAH-emission ± 25%
- lugtemission ± 25%
- øvrige gasser ± 10%

Indholdet af CO i røggassen svingede mellem 200 - 700 ppm med en middel omkring 400 ppm, hvilket indikerer ustabile forbrændingsforhold eller at genbrugsasfalten lokalt udsættes for høje temperaturer.

Sidstnævnte er en mulighed da der dels indføres store asfaltstykker (langsom varmeovergang til hele stykket) dels anvendes modstrømsprincip. Modstrømsprincippet betyder, at de afgasninger der forekommer fra produktet i opvarmningsfasen hurtig afkøles og emitteres uforbrændt.

Hovedresultaterne er anført nedenfor i tabel 3.

TABEL 3 : Resultater fra PAUS-anlægget den 18. august 1987.

|  | Prøve 1     | Prøve 2     |
|--|-------------|-------------|
| Prøvetidspunkt                                       | 10.48-11.48 | 12.05-13.25 |
| Røgtemperatur °C                                     | 70          | 100         |
| Røggasflow, tør m <sup>3</sup> (n,t)                 | 500         | 500         |
| CO <sub>2</sub> %                                    | 4,5         | 4,0         |
| Luftoverskud   | 3,4         | 3,9         |
| støvkonzentration mg/m <sup>3</sup> (n,t)            | 40          | 60          |
| CO ppm   | 400         | 400         |
| TOC ppm  | 300         | 1000        |
| Lugtkonzentration, C <sub>50</sub> le/m <sup>3</sup> | 16.000      | 37.000      |
| PAH1 mg/m <sup>3</sup> (n,t)                         | 2,34        | 6,15        |
| PAH2, excl. naftalen mg/m <sup>3</sup> (n,t)         | 1,42        | 4,19        |
| PAH3, t.o.m. pyren mg/m <sup>3</sup> (n,t)           | 1,30        | 3,87        |
| PAH4, efter pyren mg/m <sup>3</sup> (n,t)            | 0,11        | 0,32        |

Røggassen var tydelig blå, hvilket er tegn på et stort indhold af kulbrinter. Det vurderes derfor, at en væsentlig del af støvemissionen er kondenserede kulbrinter.

Den noget mere ustabile drift under prøve 2 giver sig helt klart udslag i resultaterne hvor lugt-, PAH- og kulbrinte-emissionerne typisk ligger en faktor 3 højere.

Omregnes de her fundne værdier til emission pr. ton asfalt og sammenlignes med de tilsvarende tal som fundet fra de stationære anlæg ses, jævnfør tabel 4, at det mobile anlægs emissioner ligger på højde med de dårligt indregulerede stationære anlæg. Hertil kommer, at emissionen fra det mobile anlæg foregår i ca. 2 m's højde.

TABEL 4 : Emissioner fra mobilt anlæg sammenlignet med et godt henholdsvis dårligt indreguleret stationært anlæg.

|                                    | mobilt anlæg | Stationært anlæg  |                      |
|------------------------------------|--------------|-------------------|----------------------|
|                                    |              | godt indreguleret | dårligt indreguleret |
| LUGT 10 <sup>6</sup> le/ton asfalt | 2,6 - 6      | 0,3 - 1           | 5 - 100              |
| PAH2 mg/ton asfalt                 | 250 - 700    | 0 - 20            | 200 - 600            |
| CO g/ton asfalt                    | 80           | 20 - 40           | 200 - 400            |
| TOC g/ton asfalt                   | 30 - 110     | 5 - 10            | 30 - 100             |

Specielt med tanke på den lave afkasthøjde er det betænkeligt, at andelen af de tunge PAH - PAH4 - koncentrationer ligger mindst 10 gange højere for det mobile end for de resultater der opnåede for de stationære anlæg (ref. 1). For eksempel for Benz-a-pyren (BaP) findes koncentrationer på 10 - 25 µg/m<sup>3</sup>(n,t) fra det mobile anlæg mod højst 0,09 µg/m<sup>3</sup>(n,t) fra de stationære anlæg.

I bilag 2.2 er vist en oversigt over de fundne PAH-koncentrationer.

## 6. MÅLEMETODER

- Støv

Isokinetisk prøvetagning og opsamling af faststoffet på kvartsuldsfilter (se bilag 3).

Støvkoncentrationen er her udført med måleudstyret til PAH-bestemmelsen.



- PAH

En isokinetisk udsuget delrøgstrøm er ledt gennem et kvartsu-  
ldsfilter, som udskiller røgens partikelindhold.

Efter kondensering er røggassen ledt gennem en kolonne pakket  
med XAD 2 for adsorption af gasformige organiske forbindelser  
(se bilag 4).

Efter hver måling er udstyret skyllet med dichlormethan  
( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ).

Det opsamlede støv, kolonnematerialet, røggaskondensat og  
skyllevæske er analyseret for polyaromatiske kulbrinter.  
Filtre og kolonner er ekstraheret (soxhlet) i 24 timer med  
dichlormethan. Skyllevæske og røggaskondensat er skyllet i  
dichlormethan. Ekstrakterne fra filtre og kolonner samt skyl-  
levæske og røggaskondensat bliver tilsammen opkoncentreret  
på rotationsinddamper og derefter under helium. Herefter be-  
stemmes indholdet af PAH ved væskechromatografi (HPLC) med  
fluorescensdetektion.

Separation er udført på en supelcosilkolonne ved gradient-  
eluering med acetonitril/vand. Ved analyse er bestemt 16  
forbindelser, der er kvantificeret i forhold til en kommer-  
ciel standardopløsning.

Summen af de her analyserede PAH'er er et relativt mål for  
røgens indhold af polyaromater. Hvorvidt andre PAH er til-  
stede undersøges ikke ved den benyttede analysemetode.

- Lugt

Lugtkoncentrationen er bestemt efter lugttærskelmetoden.  
Metoden er nærmere beskrevet i bilag 5.1 - 5.3.



- Røggastemperatur

NiCr/Ni termoelement i forbindelse med et digitaltermometer.

- Røggasflow

Røggasflowet blev beregnet udfra røggasanalyse og en standard olieanalyse.

Endvidere kontrolleredes med et pitotrør.

- CO<sub>2</sub>

Registrerende infrarød CO<sub>2</sub>-måler.

- CO

Registrerende infrarød CO-måler.

- TOC

Registrerende instrument med flammeionisationsdetektor kalibreret med methan (CH<sub>4</sub>). Analysen blev foretaget fra de udtagne lugtposer.



## 7. REFERENCER

- 1) Miljøstyrelsen og Asfaltindustrien:  
Undersøgelse af støv-, PAH-, SO<sub>2</sub>- og lugtemission fra stationære asfaltværker med og uden genbrug 1987/88.  
ISBN 87-983203-0-0.
- 2) Ramdahl T.: Workshop on Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, Sources and Emission factors of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. OECD, Paris (1981).
- 3) Planeringsrapport NE 1882:15.  
Polyaromatiske kolväten från förbränningsanläggningar.  
ISBN 91-38-07042-1.

### Fachleute urteilen:

**21 Punkte – und bis zu 50% Ersparnis sprechen für den PAUS Asphaltrecycler AR 5000**

1. Indirekte Beheizung durch Flammrohr
2. Kein Verbrennen bituminöser Bestandteile
3. Aufbereitetes Material (Trag- und Deckschicht) kann als vollwertige Deckschicht eingebaut werden.
4. Verwendung des Altmaterials
5. Keine Abfuhr des Altmaterials
6. Keine Kippgebühren
7. Umweltfreundlich
8. Kein Neukauf von Neumaterial
9. Keine Zufahrt von Neumaterial
10. Kein Verlust am Neumaterial durch Temperatureinwirkung
11. Direkter Wiedereinkauf auf der Baustelle
12. Unabhängig von Mischwerken
13. Einbau von Tragschichten auch im Winter
14. Förderleistung bis zu 5 to/Std.
15. Anerkannte Winterbaumaschine nach dem Arbeitsförderungsgesetz, Förderungsbetrag 40% vom Anschaffungspreis
16. Kein Ärger mit Stadt- und Straßenämtern
17. Gerät arbeitet in den Arbeitspausen durch
18. BGA Bau geprüft
19. TÜV abgenommen
20. Kostenersparnis bis zu 50%
21. Stromentnahme 1 kW bei 220 V für kleine Geräte und Baustellenlicht

### TECHNISCHE DATEN:

#### Fahrgestell

Länge: 4600 mm  
Breite: 1870 mm  
Höhe: 2040 mm  
Einschütthöhe:

1700 mm

Ges.-Gewicht: 1950 kg

Achse: Tandemachse

Bereifung: 205/70 R14

Geschw.: 80 km/h

Bremse: Feststellbremse,  
a. W.

Auflaufbremse

Deichsel: höhenverstellbar,  
wahlweise DIN-Zugöse oder  
Kugelkopf-Kupplung

#### Motor

Leistung: 4,3 kW/3000 UPM

Kraftstoffart: Diesel

Anlasser: elektrischer Start

Verbrauch: ca. 1 Ltr./h

Zusätzliche Stromentnahme bis  
1,0 kW bei 220 V

#### Brenner:

Hersteller: Weishaupt  
Typ: thermostatgesteuerter  
Hochleistungs-Ölbrenner

Leistung: 145000 kcal/h

Tankinhalt: 60 l

Verbrauch: 17 Ltr./h

#### Mischtrommel:

Trommelfüll.: ca. 800 kg

Leistung

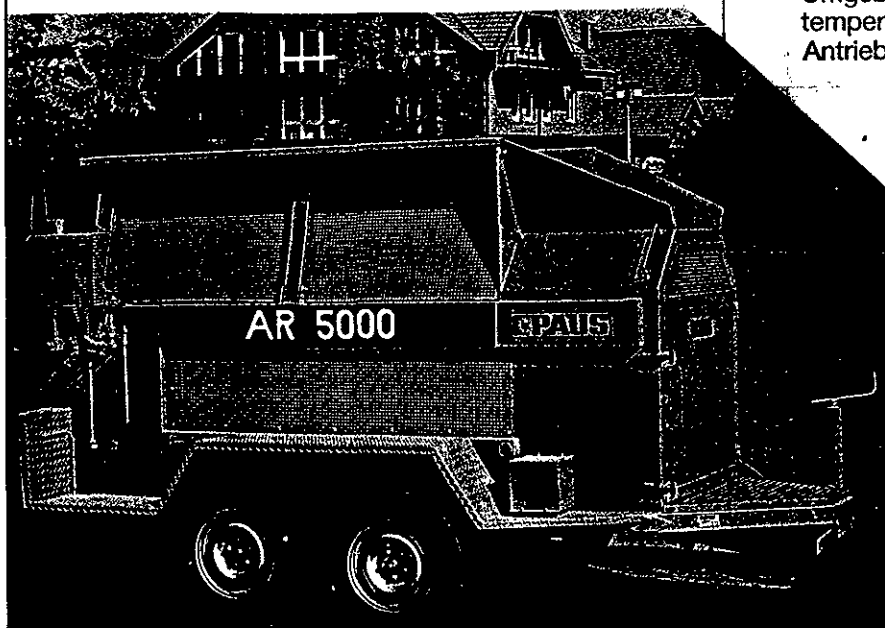
je nach

Materialart und

Umgebungs-

temperatur: bis zu 5 to/h

Antrieb: hydraulisch



DANSK KEDELFORENING

**dkTEKNIK**

ENERGI OG MILJØ

GLADSAXE MØLLEVEJ 15 · 2860 SØBORG  
TELEFON 01 69 65 11 · TELEFAX 01 69 60 02

Sign.: HF

Bilag nr.: 1.

sag nr 70.87.413 Emissionsmålinger MOBILE ASFALTANLÆG

filnavn :MST\_PAUS.PAH

PAH-analyseresultater angivet som µg total i prøven

| Parameter   | prøve 1  | prøve 2   | det grænse |
|---|----------|-----------|------------|
| Naphthalene                                       | 1220.000 | 2350.000  | 0.000      |
| Acenaphthene                                      | 190.000  | 440.000   | 0.000      |
| Fluorene  | 110.000  | 300.000   | 0.000      |
| Phenanthrene                                      | 800.000  | 2190.000  | 0.000      |
| Anthracene  | 40.000   | 100.000   | 0.000      |
| Fluoranthene                                      | 370.000  | 1030.000  | 0.000      |
| Pyrene  | 210.000  | 550.000   | 0.000      |
| Benzo-a-anthracene                                | 40.000   | 110.000   | 0.000      |
| Chrysene  | 35.000   | 110.000   | 0.000      |
| Benz-e-pyrene                                     | 21.000   | 47.000    | 0.000      |
| Benz-b-fluoranthene                               | 15.000   | 37.000    | 0.000      |
| Benz-k-fluoranthene                               | 7.200    | 20.000    | 0.000      |
| Benz-a-pyrene                                     | 11.000   | 29.000    | 0.000      |
| Dibenzo(a,h)anthracene                            | 1.000    | 2.000     | 2.000      |
| Benzo(g,h,i)perylene                              | 6.500    | 15.000    | 0.000      |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyren                            | 8.200    | 20.000    | 0.000      |
| Udsuget luftmængde<br>målt i m <sup>3</sup> (n,t) | 1.3171   | 1.2010    |            |
| DK-teknik Energi & Miljø                          |          | Sign.: HF |            |



DANSK KELEFORENING

**DK** **TEKNIK**  
ENERGI OG MILJØ

GLADSAXE MØLLEVEJ 15 · 2860 SØBORG  
TELEFON 01 69 65 11 · TELEFAX 01 69 60 02

Sign.: HF

Bilag nr.: 2.1



sag nr 70.87.413

PAH-koncentrationer angivet som  $\mu\text{g}/\text{m}^3(\text{n},\text{t})$

| Parameter                | prøve 1 | prøve 2   |
|--------------------------|---------|-----------|
| Naphthalene              | 926     | 1960      |
| Acenaphthene             | 144     | 366       |
| Fluorene                 | 83.5    | 250       |
| Phenanthrene             | 607     | 1820      |
| Anthracene               | 30.4    | 83.3      |
| Fluoranthene             | 281     | 858       |
| Pyrene                   | 159     | 491       |
| Benzo-a-anthracene       | 30.4    | 91.6      |
| Chrysene                 | 26.6    | 91.6      |
| Benz-e-pyrene            | 15.9    | 39.1      |
| Benz-b-fluoranthene      | 11.4    | 30.8      |
| Benz-k-fluoranthene      | 5.47    | 16.7      |
| Benz-a-pyrene            | 8.35    | 24.1      |
| Dibenzo(a,h)anthracene   | *0.759  | *1.67     |
| Benzo(g,h,i)perylene     | 4.94    | 12.5      |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyren   | 6.23    | 16.7      |
| Sum af PAH               | 1420    | 4190      |
| Sum PAH+Naphthalene      | 2340    | 6150      |
| Sum efter Pyrene         | 109     | 323       |
| DK-teknik Energi & Miljø |         | Sign.: HF |

\* : angiver at indholdet i prøven er under detektionsgrænsen for analysen



DANSK KELEFORENING  
**dkTEKNIK**  
ENERGI OG MILJØ

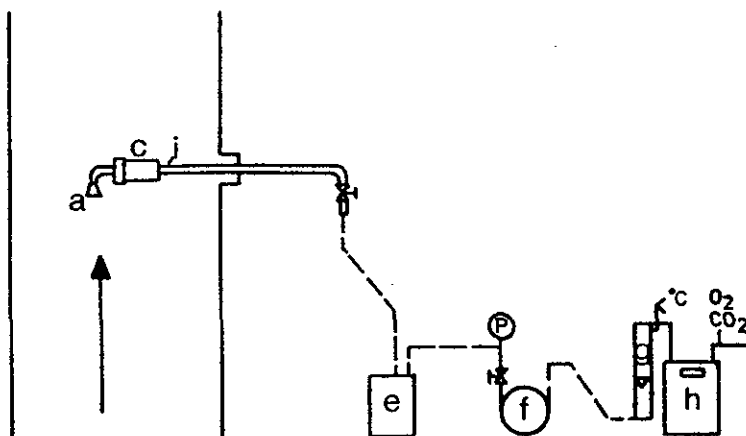
GLADSAXE MØLLEVEJ 15 · 2860 SØBORG  
TELEFON 01 69 65 11 · TELEFAX 01 69 60 02

Sign.: HF

Bilag nr.: 2.2

## BESKRIVELSE AF DK-TEKNIK'S FASTSTOFMÅLEUDSTYR.

dk - 4 m<sup>3</sup>/h FASTSTOFMÅLEUDSTYR



a : Sonde  
c : Filterhus  
e : Tørretårn  
f : Gastæt pumpe  
g : Flowmeter  
h : Gasmåler  
i : Termoelement

Princippet for måling af faststofkoncentrationer i strømmende gasser er fastlagt i Miljøstyrelsens vejledning nr. 7/1974, og vort måle- og beregningsprincip er i overensstemmelse med denne og med VDI 2066, Staubmessungen in strömenden Gasen.

Princippet for målingen er i korthed følgende:

1. Måletværsnittet inddeles i et antal målepunkter, fastlagt i overensstemmelse med tværsnitsarealet og tilstrømningsforholdene til måletværsnittet. Vejledning nr. 7/1974 angiver, at det lige tilstrømningsstykke  $M_1$  før målestedet bør være mindst  $5 \times$  diameteren og så vidt muligt ikke under  $2 \times$  diameteren.
2. Strømningshastigheden måles med pitotrør i hvert enkelt målepunkt.
3. Der udsuges en delgasstrøm fra hvert af de ovennævnte målepunkter efter tur, udsugningen foretages isokinetisk det vil sige med samme hastighed i sondemundingen a, som i det aktuelle målepunkt.
4. I filterhuset c er anbragt et rent filter, som er tørret og vejet og som tilbageholder alle partikler større end  $0,3 \mu\text{m}$ . Den udsugede delrøgstrøm renses for støv i målefilteret.
5. Delrøgstrømmen tørres for vanddamp i silikagel i tørretårnet e, hvorefter det udsugede tørre gasvolumen bestemmes med gasmåleren h. Ved hjælp af flowmeteret foretages en regulering af det udsugede flow, så der punkt for punkt er overensstemmelse mellem strømningshastigheden og udsugningshastigheden. Der anvendes samme udsugningstid for hvert enkelt målepunkt og udsugningstiden fastsættes blandt andet ud fra en vurdering af faststofkoncentrationen.
6. De eksponerede filtre tørres og vejes på en analysevægt, og vægtstigningen sammenholdes med det udsugede gasvolumen, hvorefter støvkoncentrationen beregnes.



DANSK KEDELFORENING

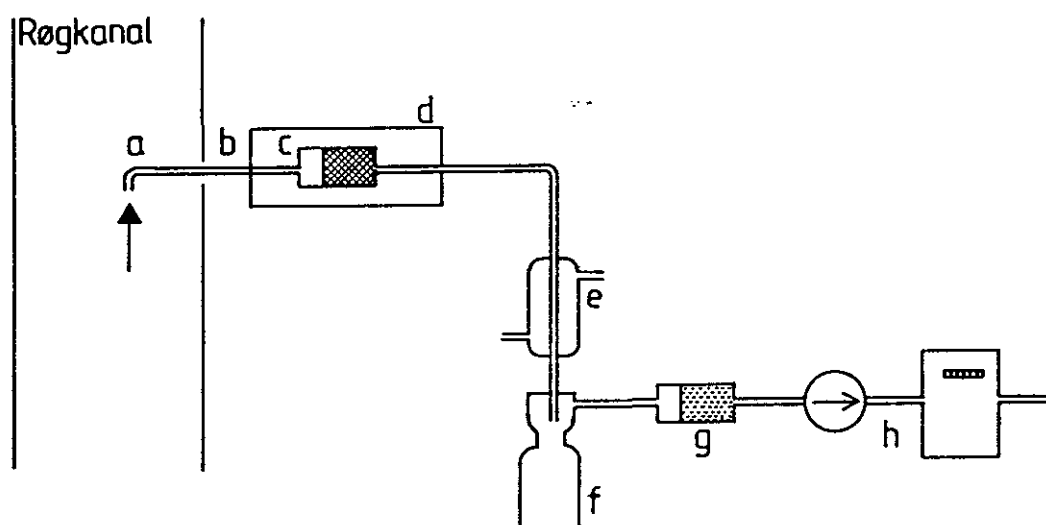
**DKTEKNIK**  
ENERGI OG MILJØ

GLADSAXE MØLLEVEJ 15 · 2860 SØBORG  
TELEFON 01 69 65 11 · TELEFAX 01 69 60 02

Sign.: HF

Bilag nr.: 3.

PRINCIPSKITSE AF DK-TEKNIK'S UDSTYR FOR PRØVETAGNING AF ORGANISKE MIKROFORURENINGER.



- a. Sonde for isokinetisk udsugning
- b. Glasrør
- c. Kvartsuldsfilter i glasholder
- d. Ovn, 120 °C
- e. Køler
- f. Kondensfraskiller
- g. Adsorptionskolonne
- h. Pumpe og gasmåler



DANSK KEDELFORENING

**dkTEKNIK**

ENERGI OG MILJØ

GLADSAXE MØLLEVEJ 15 · 2860 SØBORG  
TELEFON 01 69 65 11 · TELEFAX 01 69 60 02

Sign.: HF

Bilag nr.: 4.

## BESKRIVELSE AF DK-TEKNIK'S METODE TIL BESTEMMELSE AF LUGTEMISSION.

### PRINCIP.

Lugtkoncentration bestemmes ved den såkaldte lugttærskelmetode, hvor man bestemmer den mindste fortynding i ren luft, som kræves for at 50% af forsøgspersonerne netop kan registrere lugt i afgangsluften, der således er en blanding af henholdsvis ren luft og forurenede luft. Den fundne værdi er gentlig en dimensionsløs størrelse, men efter ASTM-standard D 1391-57 /1/ udtrykkes tallet i lugtenheder (le), eller rettere lugtenheder pr. m<sup>3</sup> (le/m<sup>3</sup>).

### PRØVETAGNING.

På målestedet udtages luftprøven via en teflonslange i en 20 liter diffusions- og adsorptionsfri Tedlarpose (Tedlar-polyvinyl-fluorid-film), idet posen er anbragt i en trykbeholder som evakueres, hvorved prøveluften suges ind i posen.

### LUGTTÆRSKELBESTEMMELSEN.

Lugttærskelbestemmelsen (i princippet efter T. Lindvall's metode /2/) udføres som parvise sammenligninger mellem den lugtende prøveluft i forskellige fortyndinger og ren luft i dk-laboratoriet (se principskitse fig. 1).

Fortyndingsluften er trykluft, der tørres i silicagelfilter, renses i aktiv kulfilter, filtreres for støv samt befugtes med destilleret vand. Den rene (neutrale) luft har sluttelig følgende konditioner, 20 °C og  $\varphi = 0,4-0,5$ .

En ventilator i lugtpanelrummet trækker via et friskluftindtag i lugtanalyse-rummet friskluft igennem de to rum. Denne bliver ved hjælp af et airconditioneringsanlæg samt en luftbefugter konditioneret til 20 °C og  $\varphi = 0,4-0,5$ .

Prøveluften doseres gennem en kalibreret kanyle, idet der sættes overtryk på en trykbeholder, hvori prøveposen er anbragt. Idet flowet af ren luft holdes konstant, kan der ved forskellige doseringer af prøveluft fremstilles fortyndinger fra 20 til 1.500.000 gange.

Lugtpanelet, som anvendes til bestemmelsen, består af minimum 6 trænede personer i alderen fra 18 til 40 år, hvoraf der kan testes to ad gangen. Forsøgspersonerne sidder under hele forsøgsperioden i det konditionerede lugtpanelrum, for derved at vænne sig til dette rums atmosfære. Hvert delforsøg består af 2 eksponeringer, én med neutral luft og én med en blanding af neutral- og prøveluft.

## LUGTBESKRIVELSE/FORTSAT.

Fra en styrepult i lugtanalyserummet styres forsøgsgangen.

Forsøgspersonerne adviseres via en signal-og svarpult, om hvornår der skal lugtes samt hvornår der skal svares.

Eksponeringstiden er 6 sekunder for hver eksponering og intervallet mellem de 2 eksponeringer i delforsøget er 14 sekunder, hvilket har vist sig at være tilstrækkeligt tidsrum til at opnå stabil koncentration efter dosisændring. Umiddelbart efter at forsøgspersonerne har lugtet til de 2 luftblandinger, skal de afgive svar på signal-og svarpultene, idet der er tre alternativer:

ENS: Ingen lugt ved nogen af eksponeringerne

1: Lugt ved den første eksponering

2: Lugt ved den anden eksponering

Herefter fortsættes med nye delforsøg med prøveluft i stigende koncentrationensorden (mindre fortyndingsgrad), hele tiden i sammenligning med neutral luft, indtil forsøgspersonernes lugttærskel er nået, det vil sige korrekt har registreret lugt ved første eller anden eksponering.

## BEREGNING AF LUGTKONCENTRATION.

For hver fortynding af prøveluften (hvert delforsøg) beregnes et nettosvar for panelet på basis af de enkelte forsøgspersoners svar.

Nettosvaret beregnes som summen af antallet af rigtige svar minus summen af forkerte svar i forhold til det totale antal af afgivne svar. Panelets nettosvar placeres i en kumulativ frekvensfordeling i forhold til de forskellige fortyndingsgrader. Ved at beregne den lineære korrelation mellem nettosvaret for hver fortyndingsgrad og logaritmen for hver modsvarende fortyndingsgrad, findes for prøveluften antallet af fortyndinger ved 50% værdien af nettosvar, svarende jævnfør ASTM til lugtkoncentration af prøven i  $le/m^3$ .

## LITTERATUR.

/1/ Standard Method for Measurement of Odor in Atmospheres (Dilution Method) ASTM, D 1391-57 (1967).

/2/ Lindvall, T "On Sensory Evaluation of Odourous Air Pollution Intensities" Sweden, 1970.



GLADSAXE MØLLEVEJ 15 · 2860 SØBORG  
TELEFON 01 69 65 11 · TELEFAX 01 69 60 02

Sign.: HF

Bilag nr.: 5.2

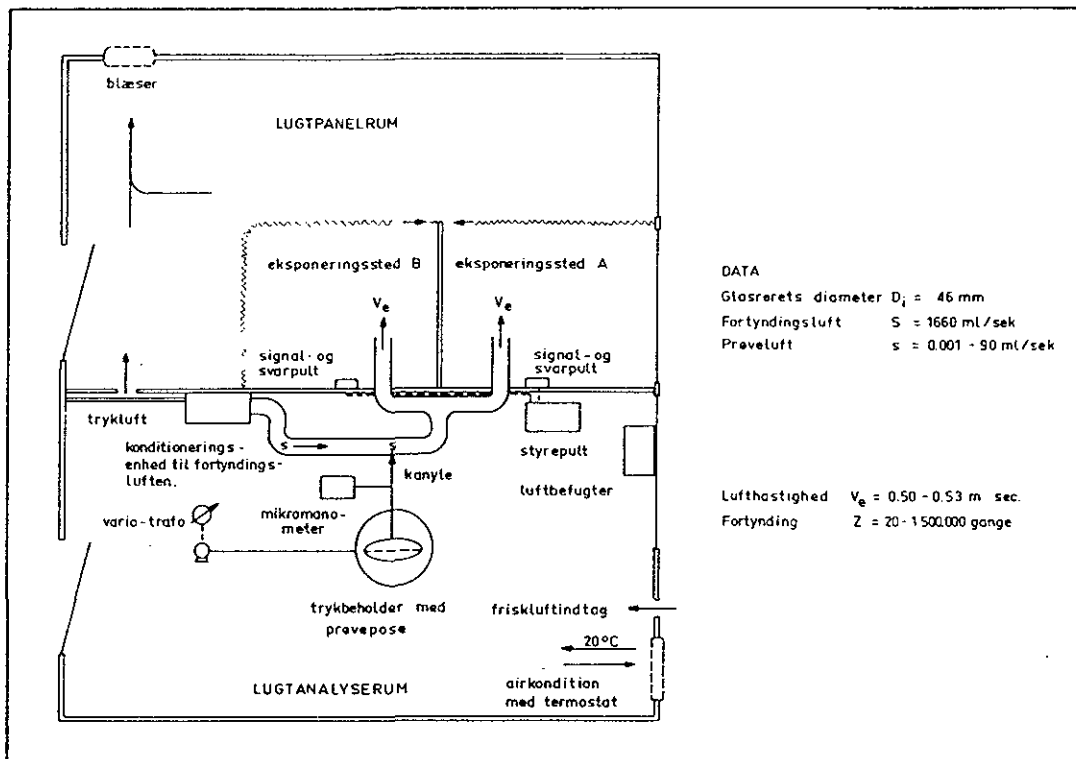


Fig. 1. Principskitse

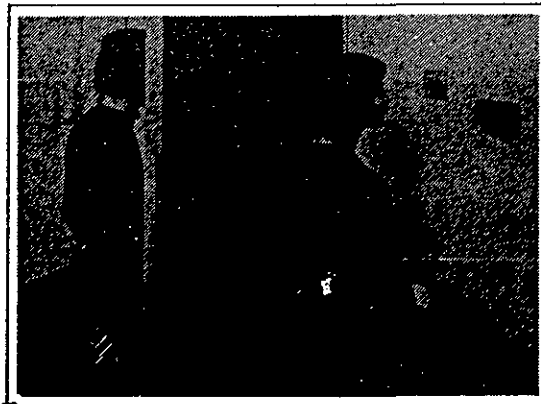


Fig. 2. Lugtpanelrum



Fig. 3. Lugtanalyserum