

RAPPORTENS TITTEL:

KARTLEGGING AV PAH VED MASSEFABRIKKEN,
ELKEM-SPIGERVERKET A/S, FISKA VERK

FINANSIELL STØTTE:

NTNF, Komité for arbeidsmiljøforskning

OPPDRAGSNUMMER:	DATO:	ANTALL SIDER OG BILAG:
B. 1551.4879	1978-09-30	22 s. / 5 bilag

PROSJEKTLEDERE:

Cand. real Alf Bjørseth, SI
Cand. real Olav Bjørseth, SINTEF
Cand. real Per E. Fjeldstad, YHI

PROSJEKTMEDARBEIDERE:

Ing. Bjørn Olufsen, SI
Ing. Margaret Skogland, SI
Cand. real Svein Tøgersen, SINTEF
Ing. Eli Børresen, SINTEF
Ing. Sissel Gustafsson, YHI
Ing. Kristin E. Halgard, YHI
EDB-ing. Terje Bakka, YHI
Ing. Thomas Frost, YHI
Lab. Bente Monsrud, YHI

STIKKORD:

Ferrolegeringsverk
PAH
Prøvetaking
Analyse
Kartlegging

INTERNE PROSJEKTNUMMER:

SI : 740312
SINTEF: 210820
YHI : HD769/780525

STF21 A78101

ISBN 82-595-1582-2

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	III
1. INNLEDNING	1
2. PRØVETAKINGSUTSTYR	2
2.1 Stasjonært prøvetakingsutstyr	2
2.2 Personbåret prøvetakingsutstyr	2
3. ANALYSE	3
3.1 Ekstraksjon og rensing - SI	3
3.2 Ekstraksjon og rensing - YHI	3
3.3 Gasskromatografisk analyse	4
3.4 Væskerkromatografisk analyse	4
3.5 Usikkerhet	4
4. INNSAMLING AV PRØVER	5
4.1 Kort prosessbeskrivelse	5
4.2 Innsamling av stasjonære prøver	5
4.3 Innsamling av personlige prøver	5
5. RESULTATER	6
5.1 Stasjonær prøvetaking	6
5.2 Personlig prøvetaking	6
5.3 Statistiske beregninger	6
6. DISKUSJON AV RESULTATENE	17
6.1 Sammensetning av PAH	17
6.2 Statistisk vurdering av eksponeringsresultatene	17

	Side
7. YRKESHYGIENISKE BETRAKTNINGER	18
7.1 Vurderingsgrunnlag	18
7.2 Eksponeringsvurderinger	18
8. LITTERATURREFERANSER	21
 BILAG	

SAMMENDRAG

Det er målt konsentrasjon av støv og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i arbeidsatmosfæren ved Massefabrikken, Fiskaa Verk. Prøvematerialet er innsamlet i februar 1977.

Til oppsamling av store prøver for bestemmelse av fordelingene av de enkelte PAH-komponenter (PAH-profil), PAH-andel i støv og forholdet mellom partikulært og gassformig PAH er det benyttet stasjonært måleutstyr. De konsentrasjoner som fremkommer ved disse målinger kan imidlertid ikke direkte sammenholdes med den personlige eksponering, da måleutstyret er plassert på faste steder og ikke følger arbeiderne.

Andelen av PAH i støvet er funnet å variere mellom 5 og 26% avhengig av prøvested. Det høyeste innhold er funnet nær utstøpning av massen; det vil si der man har størst avdampning. Forholdet mellom partikulært og gassformig PAH varierer mellom 0,11 og 0,23.

For bestemmelse av den personlige eksponering er det benyttet bærbart prøvetakingsutstyr med oppsamling av støv/partikulært PAH på et filter plassert i arbeidstakerens innåndingssone. Utstyret er båret i ca. 5 timer. Det er foretatt målinger over 5 dager/skift - tilsammen 57 målinger. Konsentrasjonen av PAH er funnet å variere mellom 0,001 og 0,022 mg/m³. Ved variansanalyse har man ikke påvist forskjeller i eksponering for forskjellige jobbtyper, men eksponeringen varierer fra dag til dag, avhengig av driftsforhold og værforhold.

1. INNLEDNING

Det er kjent at polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) dannes ved ufullstendig forbrenning av kull, oljeprodukter og annet organisk materiale. Ved dyreforsøk er det påvist at enkelte PAH har en kreftfremkallende virkning. Den senere tids forskning har også påvist at PAH-komponentene utøver såvel gjensidig forsterkende (synergistisk) som gjensidig svekkende (antagonistisk) virkning. Det er derfor viktig at man ikke ser isolert på de enkelte komponenter, men kartlegger hele spekteret av PAH-forbindelser i en arbeidsatmosfære.

De rapporter som finnes i litteraturen viser at analyse av PAH i arbeidsatmosfærer stort sett har vært begrenset til bestemmelse av total mengde tjærestoffer (benzen-ekstrahert materiale) eller relativt få enkeltkomponenter. De analysemetoder for PAH som blant annet er foreslått av NIOSH^{*} /1,2/ synes ikke å tilfredsstille de krav man i dag stiller til slike analyser.

Prøvetakingen av "tjærestoffer" i arbeidsatmosfærer har foregått på forskjellig vis. Noen har brukt bare filter til oppsamling, andre bare en absorpsjonsløsning, og atter andre en kombinasjon av disse.

NTNF, Utvalg for forurensende stoffer på arbeidsplassen (fra 1977 av Komité for arbeidsmiljøforskning), har siden 1975 bevilget midler til utvikling av metoder for prøvetaking og analyse av PAH, og en kartlegging av PAH i enkelte arbeidsatmosfærer. Arbeidet er utført i samarbeid mellom Sentralinstitutt for industriell forskning (SI), Oslo, Selskapet for industriell og teknisk forskning (SINTEF), Trondheim og Yrkeshygienisk institutt (YHI), Oslo.

Etter en tilrettelegging av prøvetakings- og analysemetodikken er det foretatt kartlegging av PAH ved en del bedrifter. Tidligere er det rapportert resultater fra kartlegging av PAH ved ÅSV's anlegg på Sunndalsøra /3/, Norsk Koksverk A/S /4/, Norsk Jernverk A/S /5/, og ved produksjon og legging av asfalt og oljegrus /6/. Denne rapporten omhandler en kartlegging av PAH ved Massefabrikken, Fiskaa Verk. Innsamling av prøvene er foretatt i februar 1977.

* National Institute for Occupation Safety and Health.

2. PRØVETAKINGSUTSTYR

Til innsamling av prøvene er det benyttet to typer utstyr. For undersøkelse av kjemisk sammensetning og fordeling mellom partikulært og gassformig PAH er det benyttet stasjonært, nettdrevet utstyr med filter og absorpsjonsflasker. Utstyret er imidlertid for stort til at det kan bæres rundt. Til personlig prøvetaking er det derfor valgt små batteridrevne pumper som kan plasseres i lommen, i beltet etc., og oppsamlingen av støv/partikulært PAH skjer på et filter plassert i pustesonen. Fordelingen mellom partikulært og gassformig PAH antas her å være lik den en finner ved de stasjonære prøvene. Det bærbare utstyret gir en mindre prøvemengde og dette vanskeliggjør en fullstendig analyse.

Prøvetakingsutstyret er beskrevet i /3/. Det gis derfor her bare en summarisk beskrivelse. En skisse av utstyret er gitt i bilag 1.

2.1 Stasjonært prøvetakingsutstyr

Støvholdig luft suges gjennom et Acroporefilter (AN-800) og bobles deretter gjennom to tørriskjølte gassvaskeflasker med etanol. Luften passerer videre en gasstett pumpe og et tørt gassur hvor utsugd luftvolum registereres. Utstyret har en kapasitet på ca. 1 m³/time.

2.2 Personbåret prøvetakingsutstyr

Støvholdig luft suges også her gjennom et Acroporefilter (AN-800). Luften passerer deretter gjennom en standard Casellapumpe. Utsugningshastigheten er 2 l/min, og utstugd volum bestemmes ved bruk av rotameter før og etter prøvetaking og registrering av utsugningstid.

3. ANALYSE

Analyse av eksponerte filtre og absorpsjonsløsninger er utført på noe forskjellig måte ved YHI og SI, avhengig av allerede innarbeidede rutiner. Begge metodene er beskrevet i /3/ og vil bare bli omtalt her. Det er tidligere kjørt kontrollanalyser som viser at disse metodene gir samme resultat.

3.1. Ekstraksjon og rensing - SI

De støvbelagte filtrene ekstraheres med sykloheksan i soxhletapparat. Absorpsjonsløsningen (etanol) tilsettes et like stort volum vann, og ekstraheres to ganger med sykloheksan.

Sykloheksanfasene renses ved en væske-væske-ekstraksjon med DMF* / vann i forholdet 9:1. Deretter tilsettes destillert vann og PAH tilbakeekstraheres til sykloheksan. De rensede prøver dampes inn til ca. 10 ml under N₂-atmosfære i spesialapparat. En ytterligere inndamping til ca. 0,5 ml utføres (om nødvendig) i et sentrifugerør (30 °C, N₂-atm.), før prøven analyseres ved bruk av gasskromatograf.

3.2 Ekstraksjon og rensing - YHI

De støvbelagte filtrene plasseres i reagensglass og ekstraheres med etanol i ultralydbad.

Etanol-løsningene dampes inn til ca. 0,6 ml (50 °C, N -atm.), tilsettes sykloheksan og renses med væske-væske-ekstraksjon med DMF/ vann i forholdet 30:1. Etter tilbakeekstrahering til sykloheksan dampes prøvene inn til ca. 1 ml før gasskromatografisk analyse.

* N.N-Dimetylformamid

3.3 Gasskromatografisk analyse

Prøvene er analysert ved bruk av en Carlo Erba gasskromatograf med glasskapillarkolonne. De kromatografiske betingelser er gitt i bilag 2. Identifiseringen foregår ved sammenlikning av retensjonstidene med et sett PAH-standarder, samt en sammenlikning med tidligere massespektrometriske identifikasjoner.

3.4 Væskekromatografisk analyse

Til analyse av små prøver benytter YHI en høytrykks væskekromatograf. Det benyttes iso-oktan som elueringsmiddel og PAH detekteres ved en bølgelengde på 254 nm. Resultatene - sum PAH - er beregnet i forhold til pyren. Metoden er sammenliknet med gasskromatografisk analyse med god overensstemmelse.

3.5 Usikkerhet

Det er utført separate undersøkelser for å fastlegge usikkerhet i prøvetaking og analyse. Usikkerheten er her funnet å være mindre enn 8 % for prøvetaking /7/, og igjennomsnitt 5% for opparbeidelse og analyse /6/. Usikkerheten i analysene er noe større nær deteksjonsgrensen.

4. INNSAMLING AV PRØVER

4.1 Kort prosessbeskrivelse

Massefabrikken ved Fiskaa Verk lager elektrodemasse til hele ferrolegeringsindustrien i Norge. Eksport utgjør ca. 30% av produksjonen som ved full drift er 360-380 tonn pr. døgn. I måleperioden var produksjonen ca. 70%.

Som råstoff til prosessen benyttes kull (antrasitt) og en bek-antra-cenoljeblanding (bindemiddel) med mykningspunkt på ca. 55 °C. Kullet kalsineres i 10 elektriske kalsineringsovner, knuses til passende partikkelstørrelse og føres til 4 blandemaskiner. Her er temperaturen 120-190°C og det blandes i ca. 24% bindemiddel. Fra blandemaskinene tappes massen i former for utstøpning av forskjellige typer blokker avhengig av hvilken type elektrode de skal benyttes til.

Normalt er det ti personer på skiftet, og seks personer på dagtid som antas å kunne bli eksponert for tjæredamper eller tjæreholdig støv.

4.2 Innsamling av stasjonære prøver

Stasjonært måleutstyr var plassert ved en av de nyeste blandemaskinene (maskin 5), ved de eldste (maskin 4) som laget spesialmasse, og i utstøpningshallen. Tilsammen ble det tatt 19 prøver med et typisk utsugningsvolum på 3 m³.

4.3 Innsamling av personlige prøver

Ved den personlige prøvetaking ble det forsøkt å følge de samme personer over en arbeidsuke. Skiftarbeiderne gikk ettermiddagsskift de tre første dagene, og morgenskift de to siste. De bærbare pumpene ble utlevert ved arbeidstidens begynnelse og ble båret i ca. 6

timer, spisepauser iberegnet. Typiske utsugningsvolum var 0,6 m³. Totalt er det samlet inn 57 slike prøver.

5. RESULTATER

5.1 Stasjonær prøvetaking

Tabell 1 viser konsentrasjonene av støv, partikulært PAH og gassformig PAH ved de stasjonære prøvetakinger. Forholdet mellom støv og partikulært PAH, og mellom partikulært og gassformig PAH er også gitt.

Den prosentvise fordeling av 13 valgte nøkkelkomponenter (PAH-profil) er vist for partikulært PAH i figur 1, og for totalt PAH i figur 2. Tallmaterialet til dette er gitt i bilag 3. En detaljert analyse av de enkelte prøver er gitt i bilag 4. Et typisk kromatogram fra en støvtype er gitt i bilag 5.

5.2 Personlig prøvetaking

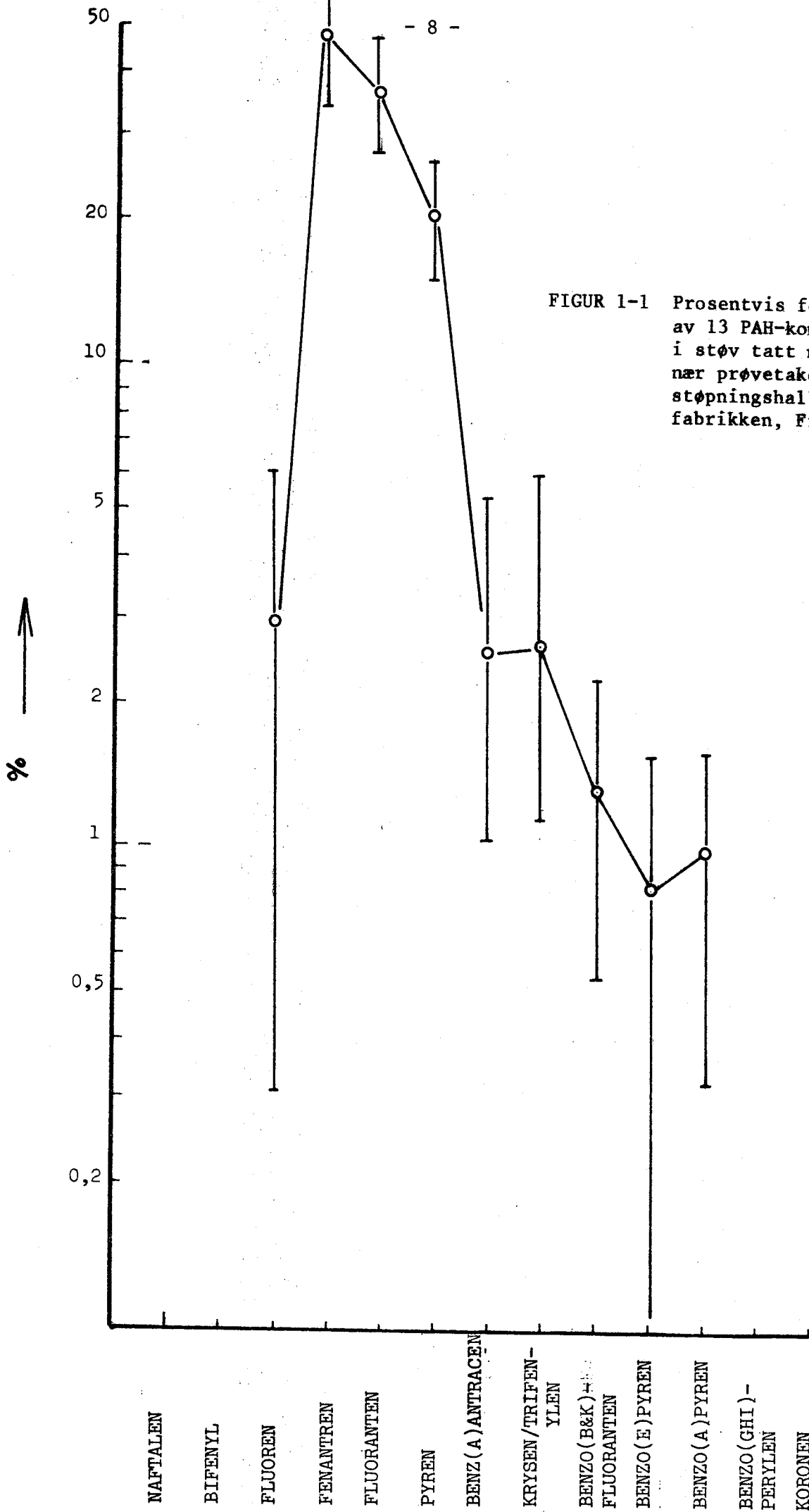
I tabell 2 er gitt konsentrasjoner av partikulært PAH som er funnet ved personlig prøvetaking. En oversikt over totalkonsentrasjon av partikulært PAH målt med personbåret og stasjonært prøvetakingsutstyr er gitt i figur 3.

5.3 Statistiske beregninger

I tabell 3 er gitt resultater av variansanalyse på eksponeringsdata for 7 personer som alle har gått fire dager.

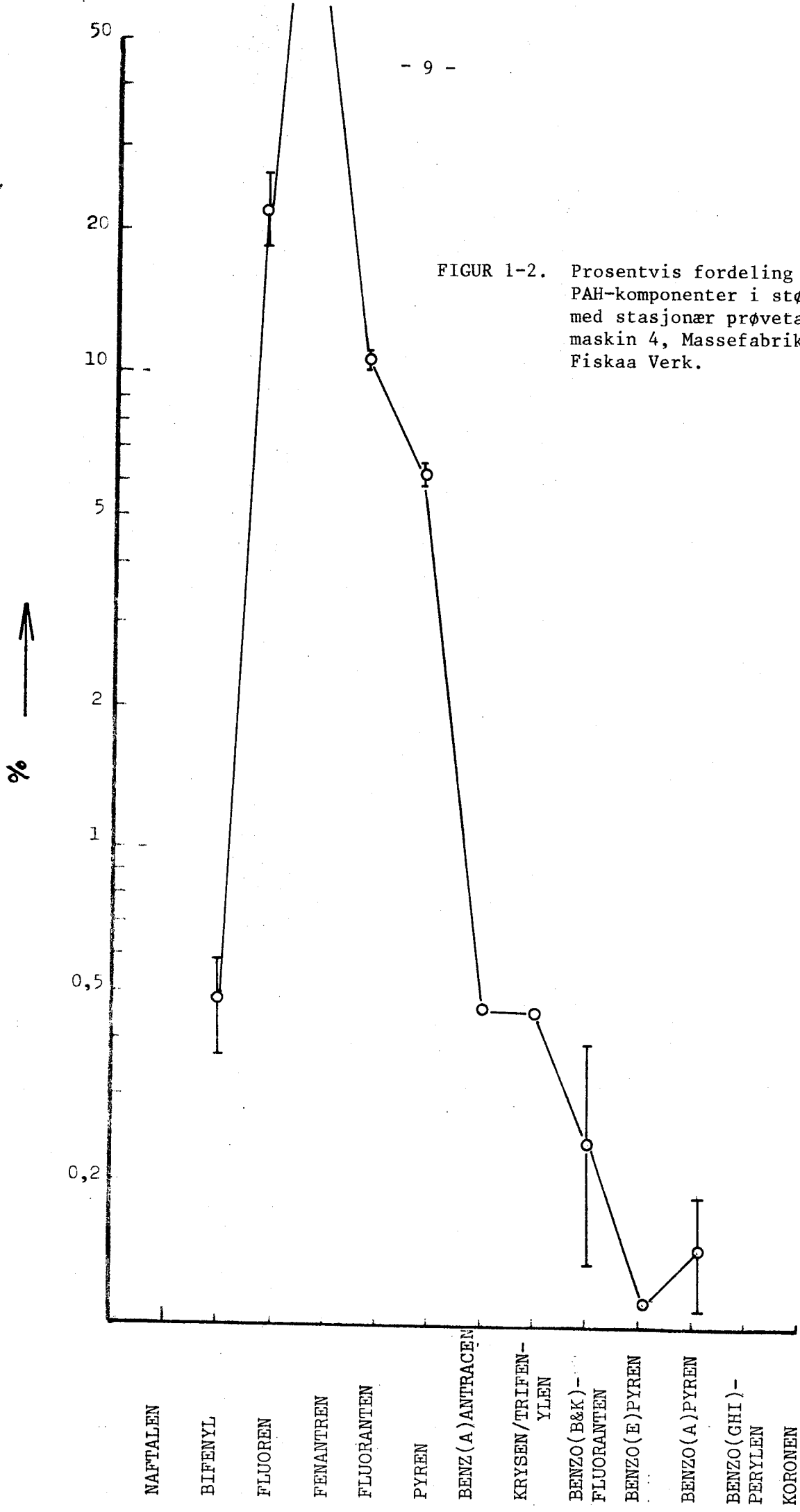
TABELL 1. Resultater fra stasjonær prøvetaking i Massefabrikken, Fiskaa Verk.

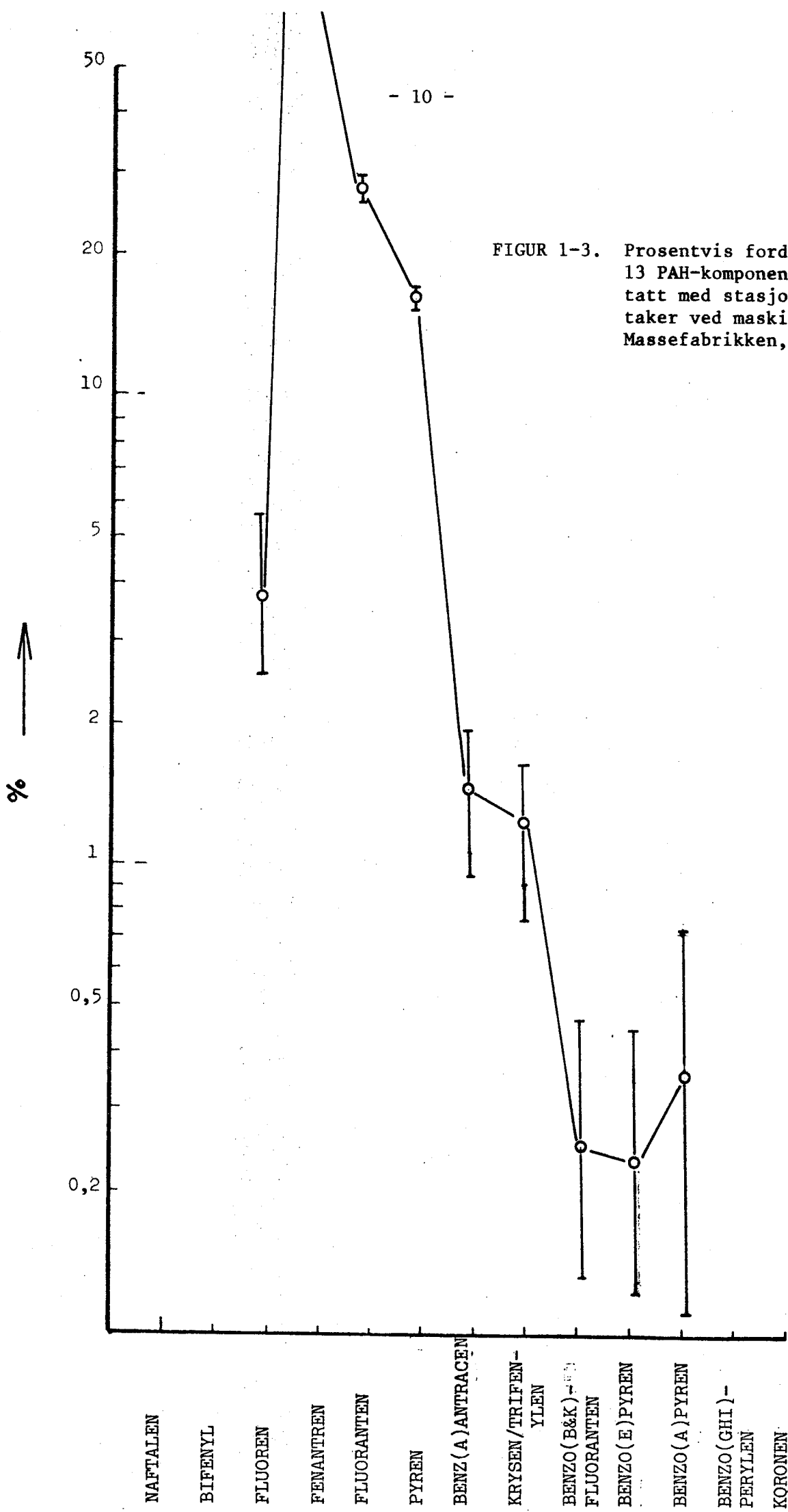
PRØVESTED	STØVKONS. mg/m ³	PART. PAH mg/m ³	GASSF. PAH mg/m ³	TOTAL PAH mg/m ³	PAH-ANDEL I STØV %	PART. PAH/ GASSF. PAH	PRØVE MRK	ANM.
Utstøpningshall	0,34	0,092	0,411	0,503	27,1	0,220		
"	0,27	0,019	0,351	0,371	7,0	0,054		
"	0,48	0,055	0,361	0,416	11,5	0,152		
"	1,96	0,965	2,167	3,131	49,2	0,445		Like over utstøpte klumper
"	0,39	0,023	0,380	0,403	5,9	0,061		
"	0,16	0,013	0,292	0,305	8,1	0,044		
"	0,53	0,015	0,144	0,159	2,8	0,104		
"	0,40	0,062	0,454	0,515	15,5	0,136		
MASKIN 4	3,29	0,975	0,072 ¹	1,046	29,6	13,5		¹ Analysefeil?
"	3,14	1,013	3,181	4,194	32,3	0,318		Prøvetaker rett over maskin.
"	2,13	0,350	2,488	2,837	16,4	0,141		
"	2,46	0,603	3,253	3,856	24,5	0,185		
"	2,33	0,674	2,359	3,033	28,9	0,286		
MASKIN 5 (2. etg)	6,26	0,321	0,999	1,320	5,1	0,321		
"	2,92	0,124	0,776	0,900	4,2	0,160		
"	2,19 ²	0,152	0,470	0,622	6,9	0,323		
"	0,38	0,054	0,235	0,289	14,2	0,230		² Veiefeil?
"	1,50	0,074	0,465	0,539	4,9	0,159		
"	1,07	0,061	0,536	0,597	5,7	0,114		



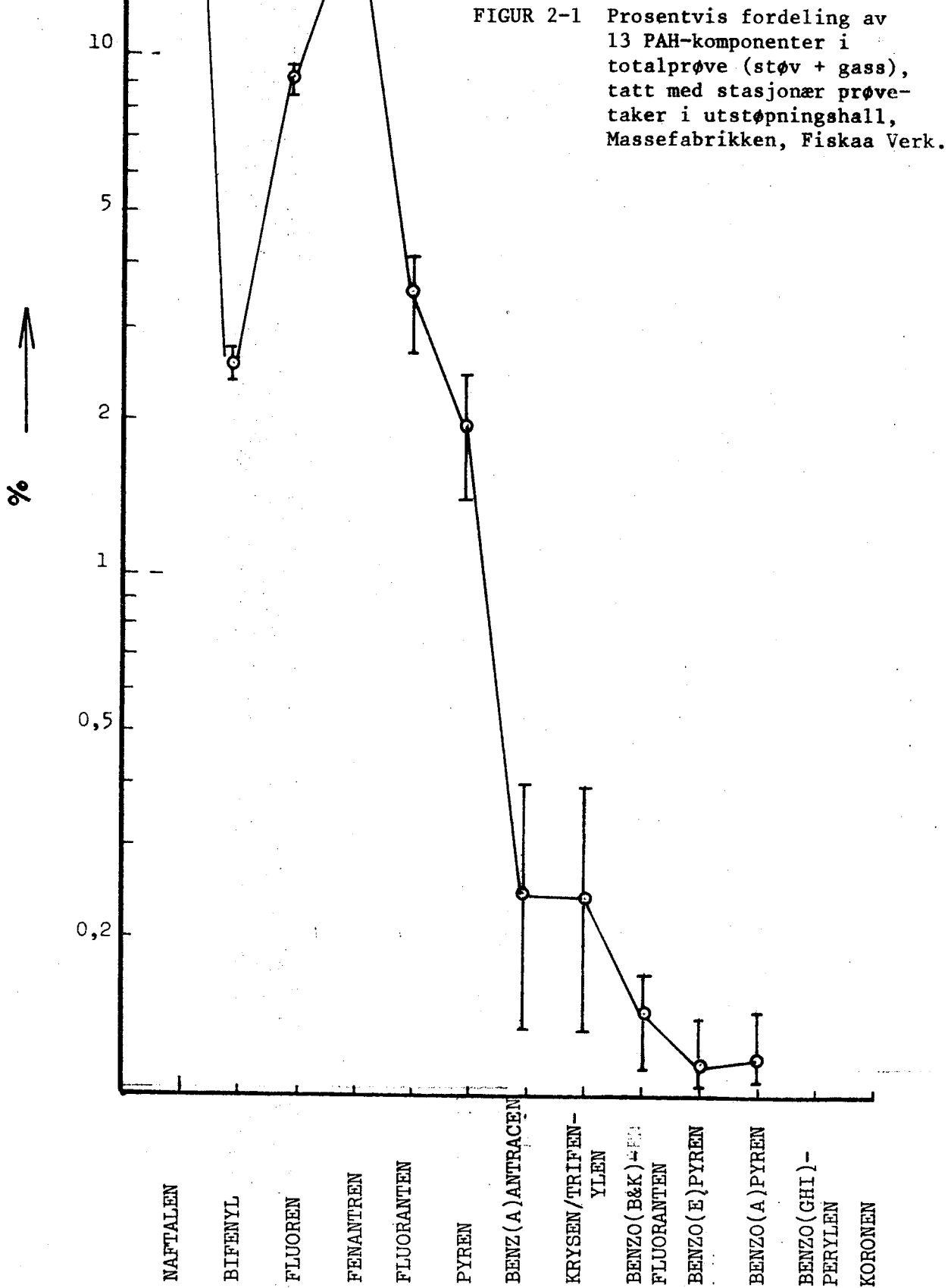
FIGUR 1-1 Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i støv tatt med stasjonær prøvetaker i utstøpningshall, Massefabrikken, Fiskaa Verk.

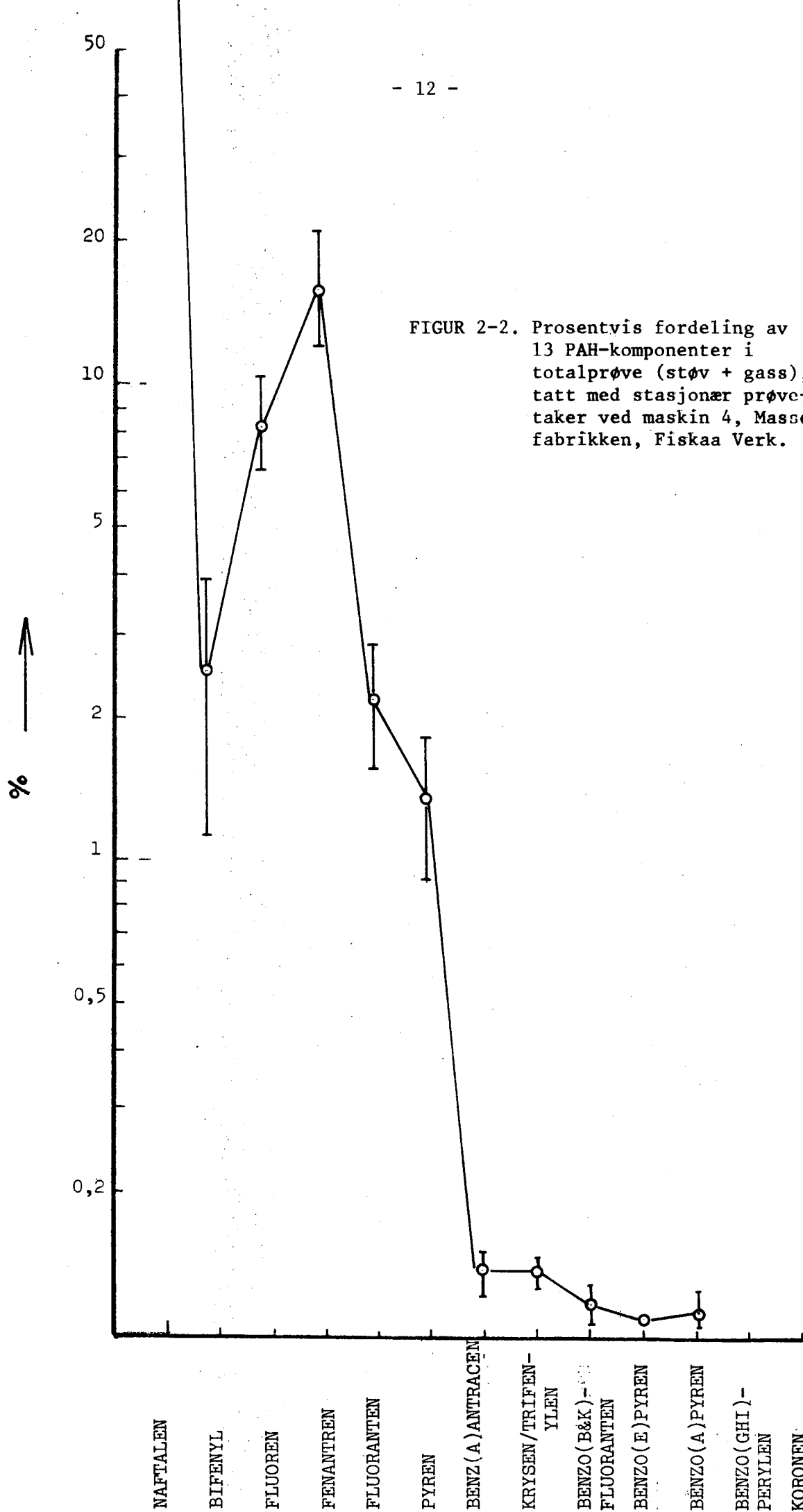
FIGUR 1-2. Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i støv tatt med stasjonær prøvetaker ved maskin 4, Massefabrikken, Fiskaa Verk.



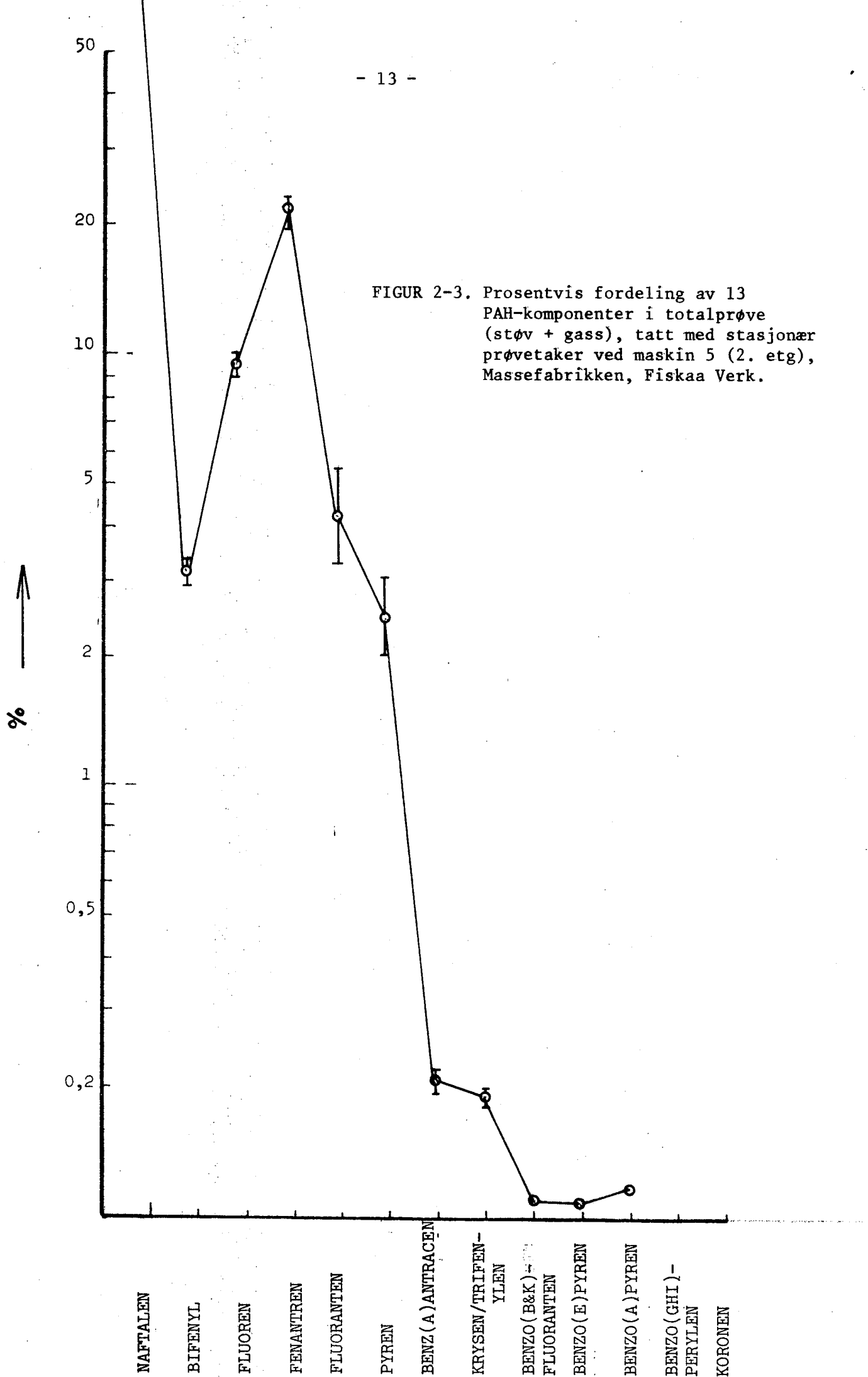


FIGUR 1-3. Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i støv tatt med stasjonær prøvetaker ved maskin 5 (2. etg.), Massefabrikken, Fiskaa Verk.





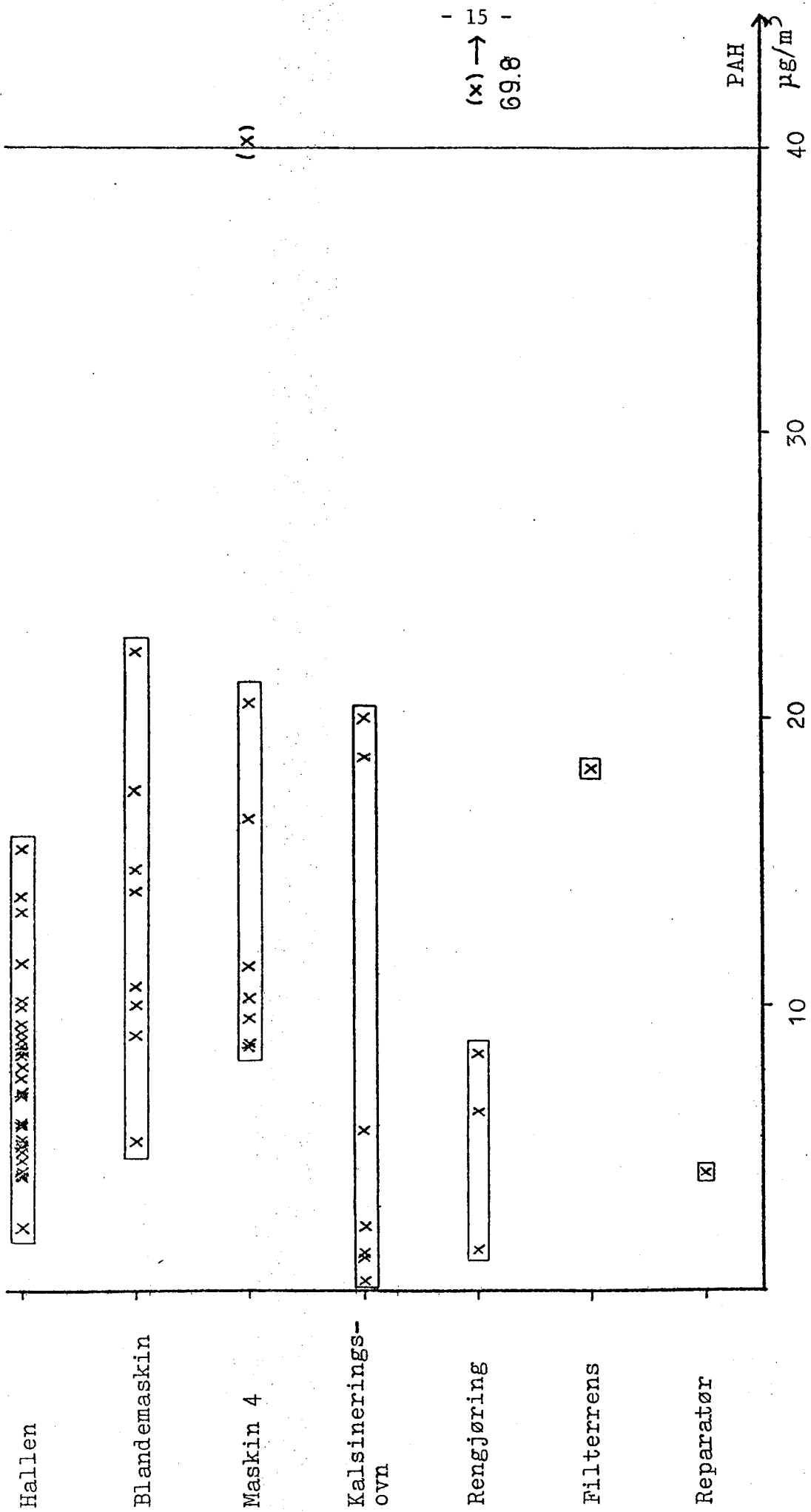
FIGUR 2-2. Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i totalprøve (støv + gass), tatt med stasjonær prøvetaker ved maskin 4, Massesfabrikken, Fiskaa Verk.



FIGUR 2-3. Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i totalprøve (støv + gass), tatt med stasjonær prøvetaker ved maskin 5 (2. etg), Massefabrikken, Fiskaa Verk.

TABELL 2. Resultater fra personlig prøvetaking i Massefabrikken, Fiskaa Verk, februar 1977 (total partikulær PAH).

Jobbtype/Sted	Person	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 21/2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 22/2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 23/2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24/2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 25/2
Hallen	640	13.71	8.24	5.09	4.53	
Hallen	633				5.79	13.21
Hallen	123	4.97	3.97	7.43	6.76	5.08
Hallen	634	9.85	8.69	4.84		
Hallen	691	11.41	10.09	7.82	6.78	4.15
Hallen	616	9.31	15.40	4.00	5.74	
Hallen	622	9.02	8.57	2.22	8.36	5.12
Blandemaskin	291	22.31	10.56	14.65	17.42	8.89
Blandemaskin	633	13.89	9.95	5.21		
Maskin 4	A.Ha		8.61	8.53	9.52	16.45
Maskin 4	To		40.24	20.47	11.34	10.20
Kalsineringsovn	190	1.33	1.14	20.00		5.56
Kalsineringsovn	G.Dy			0.28		
Kalsineringsovn	He			18.59		
Kalsineringsovn	Vø				2.23	
Rengjøring	629		8.33	1.39		
Rengjøring	637		69.82		6.25	
Filterrens	G.Pe		18.22			
Reparatør	G.Pe			4.10		



FIGUR 3. Totalkonsentrasjon av PAH (partikulært) målt med personlig prøvetakingsutstyr i Massefabrikken, Fiskaa Veerk.

TABELL 3. Toveis variansanalyse på måleresultater fra Fiskaa Verk. Det er benyttet eksponeringsdata for PAH angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Prøvene er valgt slik at flest mulig kommer med i komplett tabell. Det er antatt log-normal fordeling.

STED	PERSON NR.	DATO				\bar{x}_{1g}
		21.2	22.2	23.2	24.2	
HALLEN	640	13,7	8,2	5,1	4,5	7,1
BLANDEMASK.	633	13,9	10,0	5,2	5,8	8,1
HALLEN	123	5,0	4,0	7,4	6,8	3,6
HALLEN	691	11,4	10,1	7,8	6,8	8,8
HALLEN	616	9,3	15,4	4,0	5,7	7,5
HALLEN	622	9,0	8,6	2,2	8,4	6,2
BLANDEMASK.	291	22,3	10,6	14,7	17,4	15,7
\bar{x}_{1g}		11,1	9,0	5,7	7,2	

Resultat:

Forskjell på sted/person (6 frihetsgrader, $F=2,83$): 96,0% sannsynlig.

Forskjell på dag (3 frihetsgrader, $F=3,51$): 96,3% sannsynlig.

Sannsynligheten er regnet ut fra F-fordeling med 6 (h.h.v 3) og 18 frihetsgrader.

6. DISKUSJON AV RESULTATENE

6.1 Sammensetning av PAH

Det framgår av figur 1 og figur 2 at det er mere av de flyktige PAH i arbeidsatmosfæren ved massefabrikken sammenliknet med undersøkelser ved de andre industriene. Dette er også forventet ut fra at det også benyttes antrasenolje som bindemiddel i anodemassen. En ser også som ventet at det er noe forskjell på profilene ved de tre målestedene med mest flyktig PAH ved blandemaskinene.

Den prosentvise andel av PAH i støvet varierer også endel - fra ca. 5% ved maskin 5 til ca. 26% ved maskin 4. Dette gjenspeiler arbeidssituasjonen idet man har mest avdamping ved utstøpning ved maskin 4 og i hallen. I hallen får man imidlertid mere sekundær støvning fra trucker o.l. En prøve tatt like over utstøpning av klumper i hallen viste at støvet inneholdt ca. 50% PAH. Ved maskin 5, 2. etg. får man PAH fra lekkasjer/inspeksjon i blandemaskin og i ventilasjonsluften.

6.2 Statistisk vurdering av eksponeringsresultatene

Det er utført variansanalyse på endel prøver tatt med personlig prøvetakingsutstyr (tabell 3). Prøvene er valgt slik at man får med flest mulig dager og personer/jobbtyper uten "hull" i tabellen. I alt er det tatt med 28 prøver fordelt på fire dager og sju personer.

Resultatene viser en tilsynelatende forskjell både på dager og personer/jobbtyper. Ser man imidlertid bort fra blandemaskinoperatør 291 som var under opplæring i måleperioden, kan man ikke påvise forskjeller mellom de i tabellen oppførte jobbtyper.

At eksponeringen er forskjellig fra dag til dag er ventet ut fra forskjeller i driftforhold og ytre forhold (vær og vind).

7. YRKESHYGIENISKE BETRAKNINGER

7.1 Vurderingsgrunnlag

Den amerikanske listen over yrkeshygieniske grenseverdier /9/ angir en grenseverdi for partikulært polysyklisk organisk materiale (PPOM) til $0,2 \text{ mg/m}^3$ benzenløselig stoff fra filter. PAH er en del av PPOM. I det benzenløselige materialet fra filter er det normalt 10-40% PAH. Typiske verdier er 20%. Ut fra dette vil amerikansk TLV tilsvare $0,04 \text{ mg/m}^3$ PAH på filter. En grenseverdi av denne typen må betraktes som teknisk grense. Den er ikke basert på epidemiologiske undersøkelser, eller noen annen form for helsemessige vurderinger.

Man vet at enkelte PAH-forbindelser er kreftframkallende. Stoffer som benzo(a)pyren, dibenzopyrener, benzo(b)fluoranten, og benzo(c)fenantren er noe av de kreftframkallende forbindelsene som til vanlig finnes i tjære o.l. Det vites ikke på hvilken måte en blanding av PAH og andre forbindelser, som man finner i aluminiumverk, koksverk, jernverk, ferrolegeringsverk, m.m., virker. Virkningene kan forsterkes eller svekkes i forhold til de rene forbindelsene. Derfor finner en det riktig nå, i yrkeshygienisk sammenheng, å ikke vurdere mengden av enkeltforbindelser, men basere seg på totalmengde PAH på filter.

Det finnes utenlandske rapporter /2, 8, 10, 11 m.fl./ som viser at tjærestoffene kan framkalle kreft hos mennesker ved yrkesmessig eksponering. Kreft i luftveiene og hud er i denne sammenheng viktigst. Velkjent er også virkningen av sigarettøyk, hvis kreftframkallende virkning gjerne tilskrives innholdet av tjærestoffer.

Tjærestoffene er altså kreftframkallende. Derfor skal eksponeringen for dem være minst mulig slik at overhyppighet av kreft unngås. Målet er lavest mulig konsentrasjon av tjærestoffer i all arbeidsatmosfære.

I figur 3 er verdien $0,04 \text{ mg/m}^3$ total PAH på filter (som tilsvarer amerikansk TLV) markert. Verdiene som er målt vil i det følgende bli vurdert i forhold til denne verdien.

7.2 Eksponeeringsvurderinger

Eksponeeringsverdiene er resultater fra prøver tatt med personbåret prøvetakingsutstyr over ca. 6 timer, pauser medregnet. Prøvene er tatt i innåndingssonen til bæreren, og gir et mål for eksponeringen den aktuelle arbeidsdagen. Verdiene er ført opp i tabell 2 og figur 3. Det er tatt prøver i fem dager/skift for å gi et bedre grunnlag for eksponeringsnivået for de ulike jobbtypene. Forholdene i prøvetakingsperioden er antatt å være representative.

Alle verdier på to nær er lavere enn $40 \text{ }\mu\text{g/m}^3$. De to er målt under rengjøring og ved arbeid på den gamle blandemaskin (maskin 4).

Hallen: Under denne betegnelsen er samlet resultatene fra truck-kjøring, spretting av utstøpt masse, og tapping av masse ved blandemaskin 5. Verdiene varierer fra $5-15 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ PAH.

Blandemaskinoperatør, maskin 5: Blandemaskin 1 og 2 var lite i bruk under måleperioden. Av de to operatørene som var med i undersøkelsen var bare operatør 291 konstant beskjeftiget på blandemaskinen. Eksponeringen for ham var i området $10-22 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ PAH.

Blandemaskinoperatør, maskin 4: Blandemaskin 4 er en noe eldre maskin som ble brukt til spesielle elektrodekvaliteter. Maskinen ble betjent av to personer. Målte eksponeringsverdier for disse ligger i området $9-40 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ PAH. PAH-eksponeringene er noe høye.

Kalsineringsovnoperatør: Operatøren tilbringer metseparten av arbeidstiden i kontrollrommet. De største PAH-eksponeringer forekommer ved fyllingen av ovnene med kull, og ved fjerning av klumper etc. i bunnen av ovnene. Eksponeringen blir derfor avhengig av hvor godt ovnene fungerer. Vanlig eksponering er funnet å være 1-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. To verdier på ca. 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ viser den ujevne eksponeringen.

Rengjørere: Arbeidet medfører bruk av feiekost med opphvirvling av støv. Normalt benyttes hovedsakelig støvsuger. Eksponeringsverdiene er funnet å ligge i området 1-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PAH med en enkeltverdi på 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved spesielt støvete arbeid bør støvmaske benyttes.

Reparatører: Det er foretatt bare to målinger av en reparatør. Den ene dagen utførte han rensing av posefiltre med en eksponering på 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PAH. Den andre dagen var det normalt (ikke nærmere spesifisert) arbeid med resultat 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

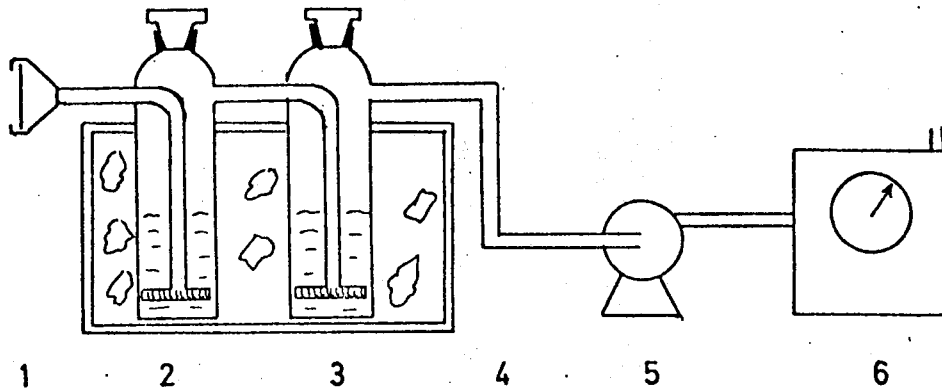
8. LITTERATURREFERANSER

1. Schulte, Larsen, K.A. Hornung, R.W. and Crable, J.V.:
Report on analytical methods used in a coke oven effluent study. NIOSH, 1974.
2. Shuler, P.J. and Bierbaum, P.J.:
Environmental Survery of Aluminium Reduction Plant.
NIOSH, 1974.
3. Bjørseth, A., Bjørseth, O. og Fjeldstad, P.E.:
Kartlegging av PAH ved A/S Årdal og Sunndal verk,
Sunndalsøra (NTNF-rapport, 1976).
4. Bjørseth, A., Bjørseth, O. og Fjeldstad, P.E.:
Kartlegging av PAH ved Norsk Koksverk A/S. ISBN 82-595-1291-2.
5. Bjørseth, A., Bjørseth, O. og Fjeldstad, P.E.:
Kartlegging av PAH ved Råjernverket, Norsk Jernverk A/S,
ISBN-82-595-1413-3.
6. Bjørseth, A., Bjørseth, O. og Fjeldstad, P.E.:
Kartlegging av PAH ved produksjon og legging av asfalt og
oljegrus. Under trykking.
7. Bjørseth, O., Fjeldstad, P.E.:
Presisjon ved prøvetaking av støv og tjærestoffer.
HD 768/780502.
8. Bjørseth, A., Olufsen, B. og Skogland, M.:
Teknisk rapport nr. 5, 740312.
9. ACGIH: TLV's etc., for 1976.
10. Konstantinov, V.G. og Kuzminyuk, A.I.:
Tarry substances and 3,4-Benzpyrene in the air of electrolytic
shops of Aluminium works and their carcinogenic significance.
Hygiene & Sanit 36 (1971), 368-73.

11. Gibbs, G.W. and Horowitz, J.:
Lung Cancer Mortality in Aluminium Plant Workers, ALCAN
report 1977.

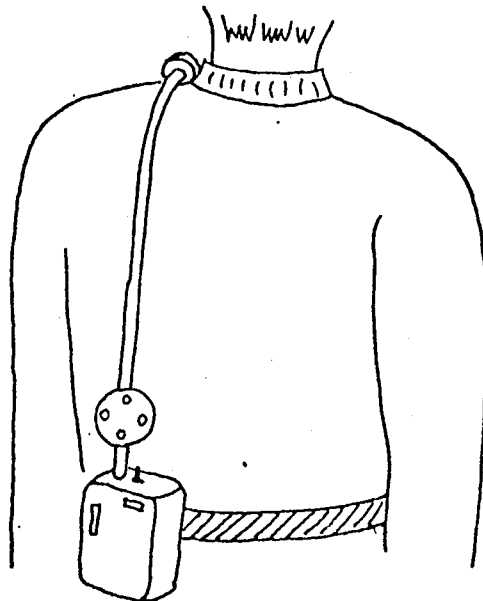
12. Lloyd, J.W.: Long-term mortality study of steelworkers.
V. Respiratory cancer in coke plant workers. J. Occup. Med.
13 (1971), 53-68.

B I L A G I



- 1 Filterholder
- 2 } Gassvaskeflasker
- 3 }
- 4 Gummislange
- 5 Gasstett pumpe
- 6 Gassur

FIGUR B 1-1. Stasjonært prøvetakingsutstyr (Edward).



FIGUR B 1-2. Personlig prøvetakingsutstyr (Casella).

B I L A G II

GASSKROMATOGRAFISK ANALYSE

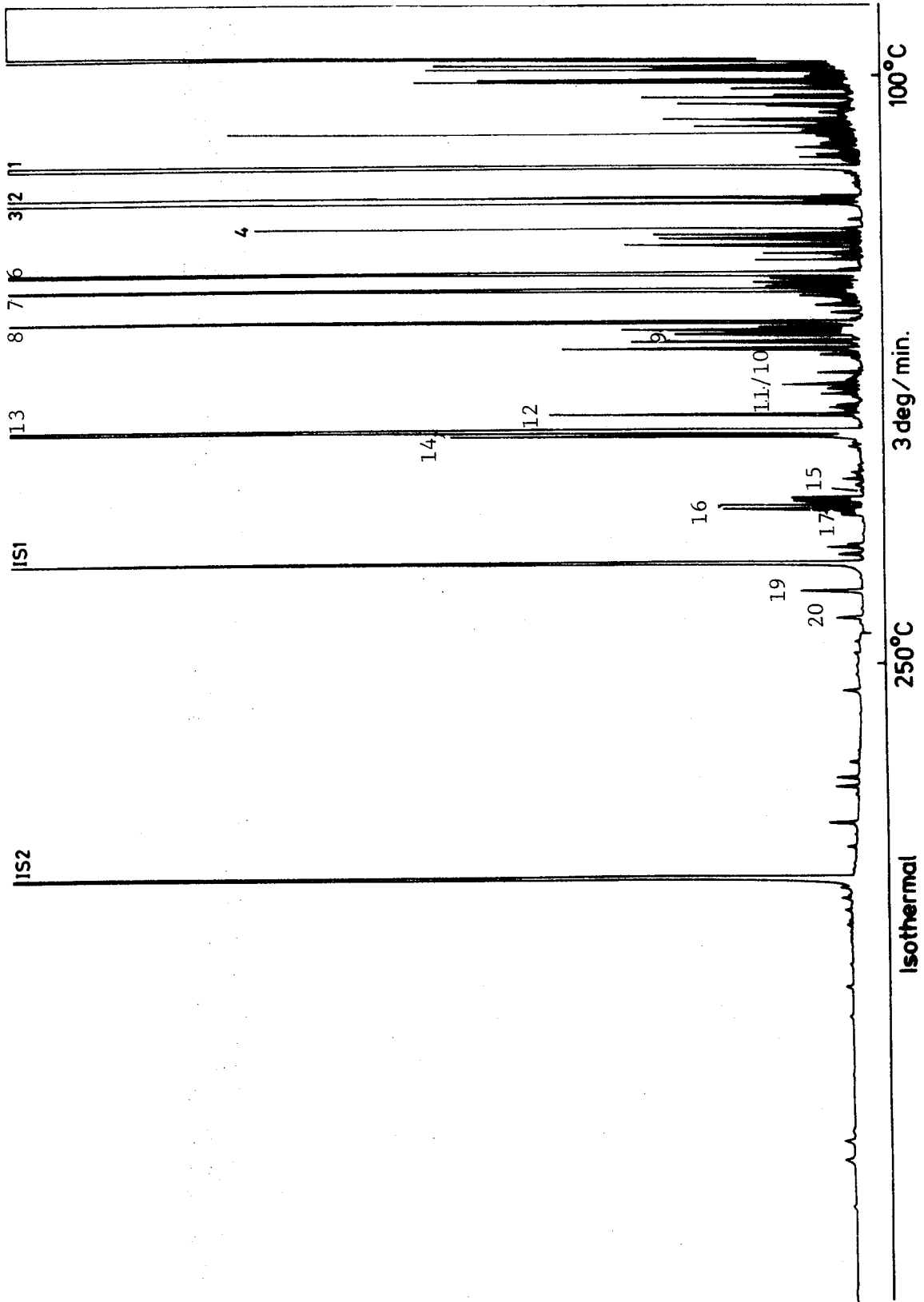
Til gasskromatografisk analyse er det benyttet en Carlo Erba gasskromatograf, modell Fractovap 2101 med glasskapillarkolonne, Grobinjektor og flammeionisasjonsdetektor (FID). Kapillarkolonnen er 50 m lang og har en indre diameter 0.34 mm. Den stasjonære fase er SE-54. Øvrige gasskromatografiske betingelser er:

Bæregass:	H ₂ (0.8 atm.)
Injeksjonstemperatur:	275 °C
Detektortemperatur:	275 °C
Temperaturprogrammering:	115 °C til 250 °C med 3 °C/min
Hydrogen FID:	0.4 kg/cm ²
Oksygen FID:	0.9 kg/cm ²

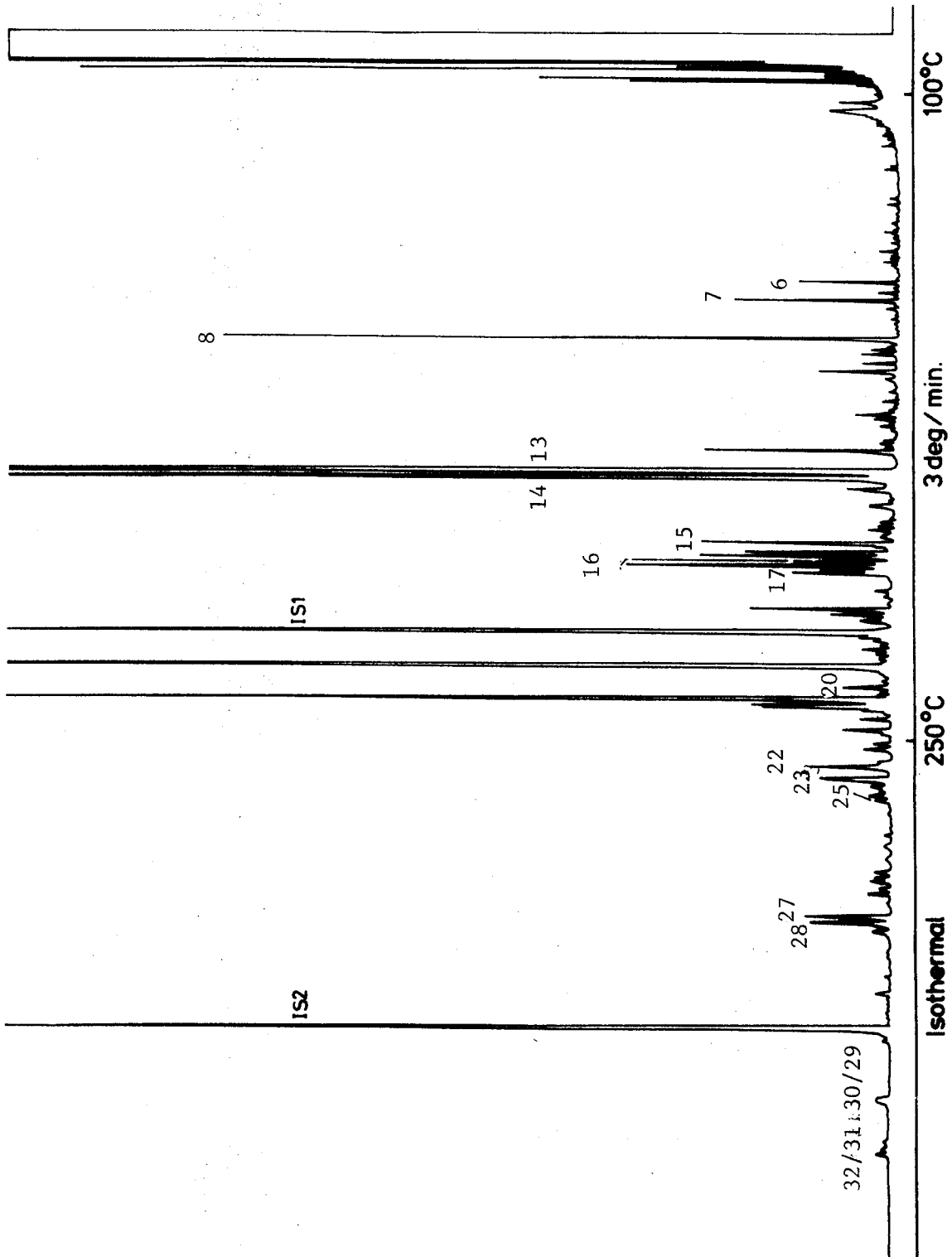
Identifiseringen foregår ved sammenlikning av retensjonstidene med et sett PAH-standarder, samt en sammenlikning med tidligere massepektrometrisk identifiseringer.

B I L A G III

EKSEMPEL PÅ GASSKROMATOGRAM



FISKA VERK - PARTIKULÆRT



BILAG IV

BILAG 4.1

Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i støv (stasjonære prøver) i hallen, Fiskaa Verk.

	H1		H2		H3		H4		H5		H6		H8		H9		\bar{X}	σ_{n-1}	
	11/12	13/14	15/16	17/18	19/20	21/22	23/24/25	26/27/28											
Naftalen																			
Bifenyl	7,5	1,0	3,0	0,3	1,3	0,5	1,9										2,87	2,52	
Fluoren	56,6	32,9	45,6	64,9	28,1	32,3	33,7	4,9									40,19	11,14	
Fenantren																			
Fluoranten	20,3	36,2	30,2	11,6	38,9	38,6	29,8	23,5									31,07	7,30	
Pyren	12,3	21,2	17,1	6,7	23,3	22,0	18,5	13,9									18,33	4,16	
B(a)antracen	1,2	2,2	1,3	0,4	2,9	1,9	5,0	1,9									2,34	1,30	
Krysen (Tri)	1,1	2,2	1,4	0,3	3,0	1,9	5,3	1,8									2,39	1,42	
B(B&k)fluor	0,6	2,5	1,2	0,1	0,8	1,5	1,8	0,5									1,27	0,72	
B(e)P	0,08	0,3	0,2	0,01	0,8	0	2,2	0,7									0,71	0,78	
B(a)P	0,14	1,6	0,2	0,02	0,8	1,3	1,8	0,7									0,93	0,65	
B(ghi)P	-	-	-	-	-	-	-	-									-	-	
Koronen	-	-	-	-	-	-	-	-									-	-	

*

* Like over utstøpning av klumper.
 * Mye fluoren og fenantren forskyver profilet.

BILAG 4.3

Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i støv og total prøvve (støv + gass), Blandemaskin 4, Fiskaa Verk.

BLANDEMASKIN 4

STØV

Hall	29/30	31/32	33/34	35/36/37	38/39/40	\bar{X}	σ_{n-1}
Naftalen							
Bifenyl	0,5	0,5	0,3	0,6	0,5	0,48	0,11
Fluoren	21,8	22,1	14,5	22,6	19,6	20,17	3,34
Fenantren	60,7	61,1	66,0	62,1	62,1	62,10	2,10
Fluoranten	10,0	9,7	11,3	8,7	10,5	10,04	0,96
Pyren	5,8	5,7	6,3	5,0	6,0	5,76	0,48
B(a)A	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,46	0,05
Krysen	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,44	0,05
B(β &k)F	0,2	0,1	0,4	0,2	0,3	0,24	0,11
B(e)P	0,07	0,03	0,04	0,02	0,05	0,042	0,02
B(a)P	0,2	0,03	0,2	0,1	0,05	0,116	0,08
B(ghi)P	-	-	-	-	-	-	-
Koronen	-	-	-	-	-	-	-

TOTAL

29/30	31/32	33/34	35/36	38/39	\bar{X}	σ_{n-1}
6,9	66,9	77,4	73,4	64,7	70,6	5,8
0,6	0,5	3,0	2,9	3,3	2,43	1,29
20,4	9,2	5,5	7,7	9,0	7,85	1,70
6,3	18,7	11,4	13,5	18,3	15,5	3,60
9,3	2,8	1,6	1,5	2,8	2,18	0,72
5,3	1,6	0,9	0,9	1,6	1,25	0,40
0,4	0,1	0,07	0,07	0,1	0,09	0,02
0,4	0,1	0,07	0,06	0,1	0,08	0,02
0,2	0,01	0,06	0,03	0,07	0,04	0,02
0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-
0,2	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01

*

BLANDEMASKIN 5

STØV

	F 201	F 203	F 204	F 205	F 206	F 207	\bar{X}	σ_{n-1}
Naftalen								
Bifenyl	5,6	3,2	4,4	1,1	2,5	2,2	3,58	1,41
Fluoren	57,1	51,8	57,7	38,3	58,5	45,9	54,2	5,3
Fenantren	22,2	26,0	22,1	32,3	23,2	28,5	24,4	2,78
Fluoranten	12,9	15,5	13,1	20,7	13,8	17,3	14,52	1,86
Pyren	1,1	1,5	1,1	2,6	0,8	2,2	1,34	0,54
B(a)A	0,9	1,3	1,0	2,5	0,8	2,1	1,22	0,53
Krysen	0,1	0,3	0,2	0,7	0,1	0,5	0,24	0,17
B(β &k)F	0,07	0,2	0,2	0,6	0,1	0,5	0,21	0,17
B(e)P	0,10	0,3	0,3	1,1	0,1	0,9	0,34	0,33
B(a)P	-	-	-	0,1	-	0,07	-	-
B(ghi)P	-	-	-	-	-	-	-	-
Koronen	-	-	-	-	-	-	-	-

*

* Lav fenantren bevirker "skjev" profil

BILAG 4.4

Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i støv og total prøve (støv + gass), blandemaskin 5, Fiskaa Verk

	201	203	204	205	206	207	\bar{X}_4	σ_{n-1}
	53,6	62,5	17,3	14,8	62,1	62,4	60,2	4,4
	2,7	3,0	5,9	4,5	3,1	3,3	3,02	0,25
	9,2	9,1	21,4	22,9	9,1	9,5	9,23	0,19
	24,3	18,6	41,9	42,3	19,3	18,5	20,3	2,7
	6,1	4,0	8,0	8,4	3,5	3,4	4,25	1,26
	3,5	2,4	4,7	5,3	2,1	2,1	2,53	0,67
	0,28	0,22	0,38	0,65	0,12	0,25	0,22	0,07
	0,25	0,20	0,35	0,62	0,12	0,23	0,20	0,06
	0,03	0,04	0,07	0,18	0,02	0,06	0,038	0,017
	0,02	0,03	0,06	0,16	0,02	0,05	0,030	0,014
	0,03	0,05	0,09	0,27	0,02	0,09	0,048	0,031
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

*

* Lav naftalen bevirker "skjev" profil

BILAG V

PROVENF.:	F201E	F203E	F204E	F205E
MG STCV:	29.0	10.8	5.7	0.8
M3 LUFT:	4.63	3.72	2.60	2.11
	UG/M3	UG/M3	UG/M3	UG/M3
ACENAFTEN	0.39		0.03	
DIBENZOFURAN	1.70	0.20	0.34	
FLUOREN	13.17	2.83	4.77	0.42
2-METYLFLUOREN	1.24	0.31	0.45	0.13
1-METYLFLUOREN	0.62	0.18	0.27	0.06
DI BENZOTI OFEN	5.32	1.52	2.08	0.66
FENANTREN	134.53	46.18	62.78	14.48
ANTRASEN	43.58	20.11	25.34	8.03
CARBAZOLE	3.85	0.63	1.39	0.34
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	4.26	1.64	1.97	0.91
2-METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	5.51	2.21	2.57	1.19
2-METYLANTRASEN	2.64	1.20	1.37	0.59
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	7.29	2.57	3.18	1.49
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	1.95	0.75	0.89	0.40
1-METYLFENANTREN	2.37	1.01	1.16	0.50
FLUORANTEN	52.25	23.14	24.11	12.24
DIHYDROBENZO(A&B) / FLUOREN	1.53	0.68	0.73	0.42
PYREN	30.51	13.78	14.28	7.85
BENZO(A)FLUOREN	2.05	0.98	0.92	0.60
BENZO(B)FLUOREN	0.23	0.34	0.10	0.20
4-METYLPYREN	—	0.09	0.11	0.09
1-METYLPYREN	0.45	0.22	0.21	0.15
BENZO(C)FENANTREN	0.49	0.25	0.23	0.19
BENZO(A)ANTRASEN	2.47	1.31	1.18	0.98
KRYSEN, TRIFENYLEN	2.19	1.17	1.08	0.93
BENZO(B)FLUORANTEN	0.12	0.11	0.11	0.14
BENZO(K)FLUORANTEN	0.13	0.12	0.10	0.13
BENZO(E)PYREN	0.17	0.18	0.19	0.24
BENZO(A)PYREN	0.24	0.27	0.29	0.40
PERYLEN	0.05	0.06	0.07	0.09
G-FENYLEN PYREN	0.03	0.07	0.09	0.21
BENZO(G, H, I)PERYLEN				0.04
SUM:	321.33	124.11	152.39	54.10
	235,81	89,09	108,89	37,85

PROVENF.:	F206E	F207E
MG STCV:	5.3	6.0
M3 LUFT:	3.81	5.62
	UG/M3	UG/M3
ACENAFTEN		
DI BENZ OFURAN	0.09	0.09
FLUOREN	<u>1.30</u>	<u>0.94</u>
2-METYL FLUOREN	0.19	0.17
1-METYL FLUOREN	0.11	0.08
DI BENZ OTI OFEN	1.02	0.82
FENANTREN	<u>30.10</u>	<u>20.06</u>
ANTRASEN	13.14	8.47
CARBAZOLE	0.82	0.73
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	1.14	0.91
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	1.43	1.18
2-METYLANTRASEN	0.67	0.56
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	1.85	1.52
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	0.47	0.40
1-METYL FENANTREN	0.59	0.50
FLUORANTEN	<u>11.93</u>	<u>12.46</u>
DIHYDROBENZ (A&B) / FLUOREN	0.36	0.37
PYREN	<u>7.10</u>	<u>7.58</u>
BENZ O(A) FLUOREN	0.35	0.56
BENZ O(B) FLUOREN	0.15	-
4-METYL PYREN	0.06	0.07
1-METYL PYREN	0.10	0.14
BENZ O(C) FENANTREN	0.10	0.16
BENZ (A) ANTRASEN	<u>0.42</u>	<u>0.98</u>
KRYSEN, TRI FENYLEN	<u>0.42</u>	<u>0.90</u>
BENZ O(B) FLUORANTEN	<u>0.04</u>	<u>0.12</u>
BENZ O(K) FLUORANTEN	<u>0.03</u>	<u>0.11</u>
BENZ O(E) PYREN	<u>0.06</u>	<u>0.21</u>
BENZ O(A) PYREN	<u>0.07</u>	<u>0.34</u>
PERYLEN		0.09
G-FENYLEN PYREN		0.17
BENZ O(G, H, I) PERYLEN		<u>0.03</u>
SUM:	74.11	60.72
	51,47	43,73

PROVENR.:	F205EA	F206EA	F207EA
MG STOV:	0.8	5.3	6.0
M3 LUFT:	2.11	3.81	5.62
	UG/M3	UG/M3	UG/M3
NAFTALEN	22.31	217.04	240.44
2-METYLNAFTALEN	13.87	40.01	46.92
1-METYLNAFTALEN	7.59	19.36	22.99
BI FENYL	6.71	10.86	12.86
ACENAFTEN	52.78	61.22	70.27
DIBENZ OFURAN	28.25	29.86	33.57
FLUOREN	34.22	30.46	35.79
2-METYLFLUOREN	3.04	2.32	2.56
1-METYLFLUOREN	0.85	0.65	0.80
DIBENZOTI OFEN	7.40	5.57	6.64
FENANTREN	49.04	39.20	51.30
ANTRASEN	3.91	3.64	5.82
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	0.99	0.75	1.05
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	1.01	0.81	1.06
2-METYLANTRASEN	2.41	1.82	2.12
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	0.40	0.29	0.35
1-METYLFENANTREN	0.40	0.37	0.55
FLUORANTEN	0.33	0.36	0.80
PYREN	0.12	0.13	0.32
SUM:	235.63	464.72	536.21

PROVENP.:	F201EA	F202EA	F203EA	F204EA
MG STCV:	29.0	1.4	10.8	5.7
M3 LUFT:	4.63	2.05	3.72	2.60
	UG/M3	UG/M3	UG/M3	UG/M3
NAFTALEN	465.42	0.07	369.22	53.65
2-METYLNAFTALEN	87.40	1.20	66.89	41.32
1-METYLNAFTALEN	42.65	0.87	32.45	22.28
BI FENYL	23.81	1.79	17.80	18.12
ACENAFTEN	134.25	21.53	100.59	117.26
DI BENZ OFURAN	66.90	13.29	49.84	58.43
FLUOREN	66.39	19.55	50.82	61.45
2-METYLFLUOREN	5.00	2.05	3.67	4.64
1-METYLFLUOREN	1.31	0.61	1.02	1.24
DI BENZ OTI OFEN	13.88	5.37	10.16	11.79
FENANTREN	76.94	46.61	63.37	67.13
ANTRASEN	5.21	4.10	4.50	4.69
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	1.99	0.88	1.33	1.43
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	1.84	0.95	1.32	1.39
2-METYLANTRASEN	4.07	2.24	3.22	3.46
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	0.63	0.37	0.50	0.53
METYLFENANTREN / METYLANTRASEN	0.58	0.35	0.48	0.54
1-METYLFENANTREN	0.52	0.31	0.28	0.53
FLUORANTEN	0.20	0.13	0.09	0.19
PYREN				
SUM:	998.99	122.27	777.55	470.07

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		1159,85	1159,85
2	2 - Methylnaphtalene		157,99	157,99
3	1 - methylnaphtalene		78,29	78,29
4	Biphenyl		43,28	43,28
5	Acenaphtylene	3,80	226,03	229,83
6	Acenaphtene	6,40	144,60	151,00
7	Dibenzofuran	<0,10	<0,10	<0,10
8	Fluorene	28,16	129,81	157,97
9	9 - Methylfluorene	1,11	11,70	12,81
10	2 - Methylfluorene	2,48	5,45	7,93
11	1 Methylfluorene	1,11	2,10	3,21
12	Dibenzothiophene	10,81	19,25	30,06
13	Phenanthrene	213,54	205,82	419,36
14	Anthracene	80,13	22,00	102,13
15	Carbazole	12,42	<0,10	12,42
16	2 - Methylanthracene	4,90	3,71	8,61
17	1 - Methylphenanthrene	4,08	3,80	7,88
18	9 - Methylanthracene	0,92	0,56	1,48
19	Fluoranthene	77,51	3,12	80,63
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	2,08	<0,08	2,08
21	Pyrene	46,24	1,36	47,60
22	Benzo(a)fluorene	4,18		4,18
23	Benzo(b)fluorene	5,79		5,79
24	4 - Methylpyrene			
25	1 - Methylpyrene	<0,10		<0,10
26	Benzo(c)phenanthrene	"		"
27	Benz(a)anthracene	4,36		4,36
28	Chrysene/Triphenylene	4,14		4,14
29	Benzo(b)fluoranthene	2,14		2,14
30	Benzo(k)fluoranthene			
31	Benzo(e)pyrene	0,31		0,31
32	Benzo(a)pyrene	0,55		0,55
33	Perylene	<0,06		<0,06
34	o - Phenylene pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		584,86	584,86
2	2 - Methylnaphtalene		75,38	75,38
3	1 - methylnaphtalene		37,45	37,45
4	Biphenyl		18,75	18,75
5	Acenaphtylene		92,40	92,40
6	Acenaphtene		59,92	59,92
7	Dibenzofuran		<0,14	<0,14
8	Fluorene	0,44	58,58	59,02
9	9 - Methylfluorene	<0,10	7,70	7,70
10	2 - Methylfluorene	"	2,25	2,25
11	1 Methylfluorene	"	0,96	0,96
12	Dibenzothiophene	0,77	7,92	8,69
13	Phenanthrene	15,43	90,97	106,40
14	Anthracene	6,84	12,45	19,29
15	Carbazole	1,90	<0,14	1,90
16	2 - Methylanthracene	0,58	1,40	1,98
17	1 - Methylphenanthrene	0,50	2,64	3,14
18	9 - Methylanthracene	<0,10	<0,14	<0,14
19	Fluoranthene	16,95	1,02	17,97
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	0,42	<0,10	0,42
21	Pyrene	9,94	0,42	10,36
22	Benzo(a)fluorene	0,66		0,66
23	Benzo(b)fluorene			
24	4 - Methylpyrene	1,15		1,15
25	1 - Methylpyrene	<0,10		<0,10
26	Benzo(c)phenanthrene	"		"
27	Benz(a)anthracene	1,00		1,00
28	Chrysene/Triphenylene	1,04		1,04
29	Benzo(b)fluoranthene			
30	Benzo(k)fluoranthene	1,14		1,14
31	Benzo(e)pyrene.	0,13		0,13
32	Benzo(a)pyrene	0,73		0,73
33	Perylene	<0,10		<0,10
34	o - Phenylene pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		577,53	577,53
2	2 - Methylnaphtalene		88,35	88,35
3	1 - methylnaphtalene		43,57	43,57
4	Biphenyl		25,84	25,84
5	Acenaphtylene	0,35	140,42	140,77
6	Acenaphtene	0,68	97,98	98,66
7	Dibenzofuran	<0,10	<0,10	<0,10
8	Fluorene	4,30	100,91	105,21
9	9 - Methylfluorene	0,33	11,39	11,72
10	2 - Methylfluorene	<0,10	4,92	4,92
11	1 Methylfluorene	"	1,74	1,74
12	Dibenzothiophene	2,36	16,62	18,98
13	Phenanthrene	65,23	176,32	241,55
14	Anthracene	42,12	16,22	58,34
15	Carbazole	6,70	<0,10	6,70
16	2 - Methylanthracene	2,32	3,65	5,97
17	1 - Methylphenanthrene	1,81	6,85	8,66
18	9 - Methylanthracene	0,32	0,86	1,18
19	Fluoranthene	43,14	1,42	44,56
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	1,03	<0,06	1,03
21	Pyrene	24,43	0,72	25,15
22	Benzo(a)fluorene	1,95		1,95
23	Benzo(b)fluorene			
24	4 - Methylpyrene	2,80		2,80
25	1 - Methylpyrene	<0,10		<0,10
26	Benzo(c)phenanthrene	"		"
27	Benz(a)anthracene	1,86		1,86
28	Chrysene/Triphenylene	1,91		1,91
29	Benzo(b)fluoranthene			
30	Benzo(k)fluoranthene	1,76		1,76
31	Benzo(e)pyrene.	0,20		0,20
32	Benzo(a)pyrene	0,20		0,20
33	Perylene	<0,10		<0,10
34	o - Phenylene-pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		3352,57	3352,57
2	2 - Methylnaphtalene		607,92	607,92
3	1 - methylnaphtalene		306,66	306,66
4	Biphenyl	7,40	202,58	209,98
5	Acenaphtylene	6,08	1350,23	1356,31
6	Acenaphtene	88,05	809,90	897,95
7	Dibenzofuran	<0,15	<0,17	<0,17
8	Fluorene	423,17	537,82	960,45
9	9 - Methylfluorene	15,83	32,54	48,37
10	2 - Methylfluorene	22,53	8,82	31,35
11	1 Methylfluorene	10,29	4,89	15,18
12	Dibenzothiophene	88,54	78,18	166,72
13	Phenanthrene	1762,04	365,70	2127,74
14	Anthracene	458,37	16,10	474,47
15	Carbazole	36,68	<0,17	36,68
16	2 - Methylanthracene	23,55	5,00	28,55
17	1 - Methylphenanthrene	21,04	13,06	34,10
18	9 - Methylanthracene	3,41	1,72	5,13
19	Fluoranthene	315,64		315,64
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	9,60		9,60
21	Pyrene	183,46		183,46
22	Benzo(a)fluorene	12,86		12,86
23	Benzo(b)fluorene	18,18		18,18
24	4 - Methylpyrene			
25	1 - Methylpyrene	2,02		2,02
26	Benzo(c)phenanthrene	<0,10		<0,10
27	Benz(a)anthracene	9,69		9,69
28	Chrysene/Triphenylene	8,73		8,73
29	Benzo(b)fluoranthene			
30	Benzo(k)fluoranthene	3,12		3,12
31	Benzo(e)pyrene.	0,35		0,35
32	Benzo(a)pyrene	0,54		0,54
33	Perylene	<0,10		<0,10
34	o - Phenylene pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		698,10	698,10
2	2 - Methylnaphtalene		95,62	95,62
3	1 - methylnaphtalene		47,93	47,93
4	Biphenyl		25,32	25,32
5	Acenaphtylene		126,35	126,35
6	Acenaphtene		84,17	84,17
7	Dibenzofuran		<0,15	<0,15
8	Fluorene	0,82	85,25	86,07
9	9 - Methylfluorene	<0,13	10,82	10,82
10	2 - Methylfluorene	"	3,59	3,59
11	1 Methylfluorene	"	1,56	1,56
12	Dibenzothiophene	0,77	12,66	13,43
13	Phenanthrene	17,58	151,42	169,00
14	Anthracene	15,82	17,95	33,77
15	Carbazole	2,98	<0,15	2,98
16	2 - Methylanthracene	1,12	2,43	3,55
17	1 - Methylphenanthrene	0,73	4,82	5,55
18	9 - Methylanthracene	0,15	0,64	0,79
19	Fluoranthene	24,34	1,96	26,30
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	0,58	<0,11	0,58
21	Pyrene	14,56	0,80	15,36
22	Benzo(a)fluorene	0,54		0,54
23	Benzo(b)fluorene			
24	4 - Methylpyrene	1,12		1,12
25	1 - Methylpyrene	<0,15		<0,15
26	Benzo(c)phenanthrene	"		"
27	Benz(a)anthracene	1,80		1,80
28	Chrysene/Triphenylene	1,89		1,89
29	Benzo(b)fluoranthene			
30	Benzo(k)fluoranthene	0,52		0,52
31	Benzo(e)pyrene	0,53		0,53
32	Benzo(a)pyrene	0,53		0,53
33	Perylene	<0,10		<0,10
34	o - Phenylene-pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		501,42	501,42
2	2 - Methylnaphtalene		68,40	68,40
3	1 - methylnaphtalene		33,68	33,68
4	Biphenyl		17,50	17,50
5	Acenaphtylene		85,64	85,64
6	Acenaphtene		51,65	51,65
7	Dibenzofuran		<0,10	<0,10
8	Fluorene	0,16	50,64	50,80
9	9 - Methylfluorene	<0,08	6,60	6,60
10	2 - Methylfluorene	"	2,11	2,11
11	1 Methylfluorene	"	0,80	0,80
12	Dibenzothiophene	0,46	6,38	6,84
13	Phenanthrene	11,18	74,53	85,71
14	Anthracene	4,52	10,92	15,44
15	Carbazole	1,64	<0,10	1,64
16	2 - Methylanthracene	0,43	1,68	2,11
17	1 - Methylphenanthrene	0,40	2,35	2,75
18	9 - Methylanthracene	<0,08	0,32	0,32
19	Fluoranthene	13,34	9,58	22,92
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	0,31	<0,07	0,31
21	Pyrene	7,62	0,53	8,15
22	Benzo(a)fluorene	0,49		0,49
23	Benzo(b)fluorene			
24	4 - Methylpyrene	0,84		0,84
25	1 - Methylpyrene	<0,08		<0,08
26	Benzo(c)phenanthrene	"		"
27	Benz(a)anthracene	0,66		0,66
28	Chrysene/Triphenylene	0,67		0,67
29	Benzo(b)fluoranthene			
30	Benzo(k)fluoranthene	0,54		0,54
31	Benzo(e)pyrene	<0,08		<0,08
32	Benzo(a)pyrene	0,45		0,45
33	Perylene	<0,08		<0,08
34	o - Phenylene-pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	PAH i abs.løsn.		Total (µg)
			I	II	
1	Naphtalene		218,22	1,75	219,97
2	2 - Methylnaphtalene		27,34	1,00	28,34
3	1 - methylnaphtalene		13,94	0,47	14,41
4	Biphenyl		7,15	0,50	7,65
5	Acenaphtylene	0,30	34,18	4,96	39,44
6	Acenaphtene	0,28	23,00	3,32	26,60
7	Dibenzofuran	<0,14	<0,08	-	<0,14
8	Fluorene	0,68	20,94	4,78	26,40
9	9 - Methylfluorene	<0,14	4,92	2,87	7,79
10	2 - Methylfluorene	"	0,70	<0,09	0,70
11	1 Methylfluorene	"	0,38	"	0,38
12	Dibenzothiophene	0,65	2,45	0,75	3,85
13	Phenanthrene	11,96	28,46	8,22	48,64
14	Anthracene	1,74	4,14	1,22	7,10
15	Carbazole	0,18	<0,08	-	0,18
16	2 - Methylanthracene	0,33	0,98		1,31
17	1 - Methylphenanthrene	0,31	0,74		1,05
18	9 - Methylanthracene	<0,14	<0,08		<0,14
19	Fluoranthene	10,58	0,27		10,85
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	0,27	<0,05		0,27
21	Pyrene	6,57	0,22		6,79
22	Benzo(a)fluorene	0,24			0,24
23	Benzo(b)fluorene				
24	4 - Methylpyrene	0,59			0,59
25	1 - Methylpyrene	<0,11			<0,11
26	Benzo(c)phenanthrene	"			"
27	Benz(a)anthracene	1,79			1,79
28	Chrysene/Triphenylene	1,86			1,86
29	Benzo(b)fluoranthene				
30	Benzo(k)fluoranthene	0,65			0,65
31	Benzo(e)pyrene	0,78			0,78
32	Benzo(a)pyrene	0,66			0,66
33	Perylene	<0,11			<0,11
34	o - Phenylene-pyrene	"			"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"			"
36	Anthanthrene	"			"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"			"
38	Coronene	"			"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn.		Total (µg)
			I	II	
1	Naphtalene		972,47	115,65	1088,12
2	2 - Methylnaphtalene		140,82	16,07	156,89
3	1 - methylnaphtalene		69,84	8,11	77,95
4	Biphenyl		39,55	4,40	43,95
5	Acenaphtylene	0,55	198,27	22,00	220,82
6	Acenaphtene	1,31	131,82	13,47	146,60
7	Dibenzofuran	<0,16	<0,09	-	<0,16
8	Fluorene	10,33	116,06	11,80	138,19
9	9 - Methylfluorene	0,48	10,95	4,03	15,46
10	2 - Methylfluorene	<0,16	5,35	<0,08	5,35
11	1 Methylfluorene	"	1,77	"	1,77
12	Dibenzothiophene	3,72	16,87	0,17	20,76
13	Phenanthrene	110,68	150,39	12,32	273,39
14	Anthracene	54,45	9,20	1,43	65,08
15	Carbazole	3,47	<0,09		3,47
16	2 - Methylanthracene	2,75	2,10		4,85
17	1 - Methylphenanthrene	2,34	5,40		7,74
18	9 - Methylanthracene	0,22	0,50		0,77
19	Fluoranthene	50,04			50,04
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	1,27			1,27
21	Pyrene	29,56			29,56
22	Benzo(a)fluorene	2,56			2,56
23	Benzo(b)fluorene	1,77			1,77
24	4 - Methylpyrene				
25	1 - Methylpyrene	<0,14			<0,14
26	Benzo(c)phenanthrene	"			"
27	Benz(a)anthracene	3,93			3,93
28	Chrysene/Triphenylene	3,81			3,81
29	Benzo(b)fluoranthene	1,13			1,13
30	Benzo(k)fluoranthene				
31	Benzo(e)pyrene.	1,54			1,54
32	Benzo(a)pyrene	1,60			1,60
33	Perylene	<0,14			<0,14
34	o - Phenylene-pyrene	"			"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"			"
36	Anthanthrene	"			"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"			"
38	Coronene	"			"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		131,91	131,91 ✓
2	2 - Methylnaphtalene		12,88	12,88
3	1 - methylnaphtalene		6,63	6,63
4	Biphenyl	7,98	2,49	10,47 ✓
5	Acenaphtylene	15,13	4,54	19,67
6	Acenaphtene	93,43	2,63	96,06
7	Dibenzofuran	<0,08	<0,15	<0,15
8	Fluorene	385,22	2,78	388,00 ✓
9	9 - Methylfluorene	16,21	<0,15	16,21
10	2 - Methylfluorene	20,38		20,38
11	1 Methylfluorene	8,62		8,62
12	Dibenzothiophene	65,66		65,66
13	Phenanthrene	1072,10		1072,10 ✓
14	Anthracene	255,64		255,64
15	Carbazole	11,97		11,97
16	2 - Methylanthracene	13,53		13,53
17	1 - Methylphenanthrene	11,81		11,81
18	9 - Methylanthracene	1,56		1,56
19	Fluoranthene	176,25		176,25 ✓
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	5,02		5,02
21	Pyrene	101,64		101,64 ✓
22	Benzo(a)fluorene	8,41		8,41
23	Benzo(b)fluorene	11,47		11,47
24	4 - Methylpyrene			
25	1 - Methylpyrene	1,37		1,37
26	Benzo(c)phenanthrene	0,84		0,84
27	Benz(a)anthracene	8,02		8,02 ✓
28	Chrysene/Triphenylene	7,36		7,36 ✓
29	Benzo(b)fluoranthene	3,30		3,30 ✓
30	Benzo(k)fluoranthene			
31	Benzo(e)pyrene	1,20		1,20 ✓
32	Benzo(a)pyrene	3,58		3,58 ✓
33	Perylene	<0,07		<0,07
34	o - Phenylene-pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		5805,79	5805,79
2	2 - Methylnaphtalene		1168,74	1168,74
3	1 - methylnaphtalene		611,68	611,68
4	Biphenyl	12,64	28,70	41,34
5	Acenaphtylene	17,58	1225,76	1243,34
6	Acenaphtene	126,52	593,14	719,66
7	Dibenzofuran	<0,11	<0,07	<0,11
8	Fluorene	551,45	249,07	800,52
9	9 - Methylfluorene	22,70	48,53	71,23
10	2 - Methylfluorene	28,52	9,15	37,67
11	1 Methylfluorene	12,25	2,93	15,18
12	Dibenzothiophene	90,96	19,18	110,14
13	Phenanthrene	1527,54	89,65	1617,19
14	Anthracene	349,99	4,68	354,67
15	Carbazole	18,70		18,70
16	2 - Methylanthracene	17,53		17,53
17	1 - Methylphenanthrene	16,48		16,48
18	9 - Methylanthracene	2,00		2,00
19	Fluoranthene	243,54		243,54
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	6,96		6,96
21	Pyrene	141,42		141,42
22	Benzo(a)fluorene	11,46		11,46
23	Benzo(b)fluorene			
24	4 - Methylpyrene	15,73		15,73
25	1 - Methylpyrene	1,84		1,84
26	Benzo(c)phenanthrene	1,80		1,80
27	Benz(a)anthracene	11,13		11,13
28	Chrysene/Triphenylene	10,30		10,30
29	Benzo(b)fluoranthene			
30	Benzo(k)fluoranthene	0,66		0,66
31	Benzo(e)pyrene	0,68		0,68
32	Benzo(a)pyrene	0,72		0,72
33	Perylene	<0,10		<0,10
34	o - Phenylene-pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn. (µg)	Total (µg)
1	Naphtalene		5462,69	5462,69
2	2 - Methylnaphtalene		886,49	886,49
3	1 - methylnaphtalene		452,10	452,10
4	Biphenyl	2,44	212,18	214,62
5	Acenaphtylene	5,53	854,05	859,58
6	Acenaphtene	25,67	435,60	461,27
7	Dibenzofuran	<0,18	<0,12	<0,18
8	Fluorene	141,13	249,28	390,41
9	9 - Methylfluorene	5,17	34,68	39,85
10	2 - Methylfluorene	7,96	9,85	17,81
11	1 Methylfluorene	3,84	3,08	6,92
12	Dibenzothiophene	31,32	30,99	62,31
13	Phenanthrene	641,30	161,35	802,65
14	Anthracene	181,98	11,74	193,72
15	Carbazole	11,33	<0,12	11,33
16	2 - Methylanthracene	8,85	2,57	11,42
17	1 - Methylphenanthrene	7,47	2,78	10,25
18	9 - Methylanthracene	1,00		1,00
19	Fluoranthene	109,35		109,35
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	2,68		2,68
21	Pyrene	61,57		61,57
22	Benzo(a)fluorene	4,78		4,78
23	Benzo(b)fluorene	6,76		6,76
24	4 - Methylpyrene	0,74		0,74
25	1 - Methylpyrene	0,72		0,72
26	Benzo(c)phenanthrene	4,94		4,94
27	Benz(a)anthracene	4,82		4,82
28	Chrysene/Triphenylene	3,98		3,98
29	Benzo(b)fluoranthene	0,35		0,35
30	Benzo(k)fluoranthene	2,05		2,05
31	Benzo(e)pyrene	<0,12		<0,12
32	Benzo(a)pyrene	"		"
33	Perylene	"		"
34	o - Phenylene pyrene	"		"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"		"
36	Anthanthrene	"		"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"		"
38	Coronene	"		"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	Pah i abs.løsn.		Total (µg)
			I	II	
1	Naphtalene		5539,65	685,00	6224,65
2	2 - Methylnaphtalene		867,62	74,50	942,12
3	1 - methylnaphtalene		448,39	37,37	485,76
4	Biphenyl	8,80	224,70	15,74	249,24
5	Acenaphtylene	14,34	1088,80	46,30	1149,44
6	Acenaphtene	88,78	552,58	23,18	664,54
7	Dibenzofuran	<0,16	<0,10	-	<0,16
8	Fluorene	335,03	306,80	9,24	651,07
9	9 - Methylfluorene	13,59	16,82	3,90	
10	2 - Methylfluorene	16,95	4,07	<0,17	21,02
11	1 Methylfluorene	7,07	1,37	"	7,44
12	Dibenzothiophene	57,66	30,15	"	87,81
13	Phenanthrene	922,02	215,58	3,88	1141,48
14	Anthracene	223,54	12,72	<0,17	236,26
15	Carbazole	21,40	<0,10		21,40
16	2 - Methylanthracene	10,58	3,28		13,86
17	1 - Methylphenanthrene	9,16	6,94		16,10
18	9 - Methylanthracene	1,64	0,60		2,24
19	Fluoranthene	129,00	0,68		129,68
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	3,47	0,30		3,77
21	Pyrene	73,45			73,45
22	Benzo(a)fluorene	5,71			5,71
23	Benzo(b)fluorene				
24	4 - Methylpyrene	8,09			8,09
25	1 - Methylpyrene	0,90			0,90
26	Benzo(c)phenanthrene	0,64			0,64
27	Benz(a)anthracene	5,78			5,78
28	Chrysene/Triphenylene	5,48			5,48
29	Benzo(b)fluoranthene				
30	Benzo(k)fluoranthene	2,68			2,68
31	Benzo(e)pyrene	0,33			0,33
32	Benzo(a)pyrene	1,45			1,45
33	Perylene	<0,10			<0,10
34	o - Phenylene pyrene	"			"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"			"
36	Anthanthrene	"			"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"			"
38	Coronene	"			"

Topp nr.	PAH - forbindelse	PAH i støv (µg)	PAH i abs.løsn.		Total (µg)
			I	II	
1	Naphtalene		5050,00	286,64	5336,64
2	2 - Methylnaphtalene		910,22	45,83	956,05
3	1 - methylnaphtalene		476,02	23,45	499,47
4	Biphenyl	9,65	248,36	11,42	269,43
5	Acenaphtylene	12,52	1193,64	32,43	1238,59
6	Acenaphtene	92,74	606,61	21,41	720,76
7	Dibenzofuran	<0,10	<0,15	-	<0,15
8	Fluorene	422,68	313,0	6,66	742,34
9	9 - Methylfluorene	16,32	50,09	1,63	68,04
10	2 - Methylfluorene	21,77	12,69		34,46
11	1 Methylfluorene	9,47	3,79		13,26
12	Dibenzothiophene	74,82	33,47		108,29
13	Phenanthrene	1339,16	171,15		1510,31
14	Anthracene	328,82	4,92		333,77
15	Carbazole	28,42	2,18		30,60
16	2 - Methylanthracene	16,26	2,88		19,14
17	1 - Methylphenanthrene	14,37	2,18		16,55
18	9 - Methylanthracene	1,78	2,88		4,66
19	Fluoranthene	226,46	0,82		227,28
20	Dihydrobenzo(a&b)fluorene	6,20	0,54		6,74
21	Pyrene	129,94			129,94
22	Benzo(a)fluorene	10,20			10,20
23	Benzo(b)fluorene				
24	4 - Methylpyrene	14,34			14,34
25	1 - Methylpyrene	1,64			1,64
26	Benzo(c)phenanthrene	1,21			1,21
27	Benz(a)anthracene	10,44			10,44
28	Chrysene/Triphenylene	9,59			9,59
29	Benzo(b)fluoranthene				
30	Benzo(k)fluoranthene	5,57			5,57
31	Benzo(c)pyrene	0,94			0,94
32	Benzo(a)pyrene	0,97			0,97
33	Perylene	<0,08			<0,08
34	o - Phcnylene pyrene	"			"
35	Benzo(g,h,i)perylene	"			"
36	Anthanthrene	"			"
37	1,2 - 3,4Dibenzpyrene	"			"
38	Coronene	"			"