

POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER
EKSPONERINGSMÅLINGER VED
NORSK KOKSVERK A/S, MO I RANA

Olav Bjørseth, SINTEF
Per Einar Fjeldstad, YHI
Thomas Frost, YHI
Kristin Halgard, YHI

HD 782/781109

Medarbeidere:

Eli Børresen, SINTEF
Lise Gjestebø, YHI
Sissel Gustafsson, YHI
Bjørn Gylseth, YHI
Svein Tøgersen, SINTEF

Avdeling: Avdeling for organisk kjemi
Ansvarshavende: Per Einar Fjeldstad
Stikkord: PAH, Koksverk

INNHOLDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
SAMMENDRAG	1
1. INNLEDNING	3
2. PRØVETAKINGSUTSTYR	4
2.1 Prøvetaking av PAH	4
2.1.1 Stasjonært prøvetakingsutstyr (Edward)	4
2.1.2 Personlig prøvetakingsutstyr (Casella)	4
2.2 Gassmåling (Dräger)	5
2.3 Prøvetaking av støv	5
3. ANALYSE	6
3.1 Analyse av PAH	6
3.1.1 Ekstraksjon og rensing (YHI)	6
3.1.2 Gasskromatografisk analyse (SINTEF)	6
3.1.3 Væskekromatografisk analyse (YHI)	7
3.1.4 Usikkerhet	7
3.2 Gassanalyse	7
3.3 Konsentrasjonsbestemmelse av CO	8
3.4 Analyse av fibre (støv)	8
4. INNSAMLING AV PRØVER	9
4.1 Prosessbeskrivelse	9
4.2 Innsamling av prøver til PAH- analyse	13
4.2.1 Innsamling av stasjonære prøver	13
4.2.2 Innsamling av personlige prøver	13
4.3 Innsamling av prøver til gass- analyse og konsentrasjons- bestemmelse av CO	14
4.4 Innsamling av prøver til støv- bestemmelse og konsentrasjons- bestemmelse av asbest	14

	<u>Side</u>
5.	RESULTATER 15
5.1	Resultater fra PAH-analyse 15
5.1.1	Resultater fra prøver tatt med og uten sonde 15
5.1.2	Stasjonær prøvetaking 17
5.1.3	"Ideell" personlig prøvetaking 19
5.1.4	Personlig prøvetaking 19
5.2	Resultater fra gassanalyse 21
5.3	Konsentrasjonsbestemmelse av CO 21
5.4	Undersøkelse av støv og konsentrasjonsbestemmelse av asbestfibre 22
6.	DISKUSJON AV RESULTATENE 24
6.1	Forholdene under prøvetakingen 24
6.2	Sammensetningen av PAH 24
6.3	Yrkeshygieniske betraktninger 25
6.3.1	Vurderingsgrunnlag for PAH 25
6.3.2	Vurdering av parallelle prøver tatt med og uten sonde 26
6.3.3	Stasjonære prøver tatt med Casella 27
6.3.4	Effektivitet av luftrense- hjelmene 27
6.3.5	Eksponeringsvurderinger 28
6.3.6	Vurdering av andre prøver 29
6.4	Sluttkommentar 29
7.	REFERANSER 30
BILAG 1	Figurer
BILAG 2	Beskrivelse av luftrensehjelm
BILAG 3	Beskrivelse av gasskromatografiske betingelser ved analyse av PAH
BILAG 4	Resultater av gasskromatografisk analyse av stasjonære prøver
BILAG 5	Beskrivelse av driftsforhold og "meteorologiske observasjoner"

SAMMENDRAG

Det har tidligere vært målt konsentrasjon av støv og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i arbeidsatmosfæren ved Norsk Koksverk A/S /1/. Siden den gang har en del av arbeiderne tatt i bruk luftrensehjelmer (bilag 2), og det er innstallert luftrenseanlegg i kabinen på fyll- og trykkvogner. Dessuten er det satt opp en hvilebu med luftrenseanlegg på batteritoppen. Ved undersøkelsen i januar/februar 1978 ble det ved siden av konsentrasjonsmålinger av støv og PAH i arbeidsatmosfæren lagt vekt på samtidige målinger innenfor og utenfor hjelmene. Det ble også tatt prøver for gassanalyse, for konsentrasjonsbestemmelse av CO, for bestemmelse av den støvtypen murerne er utsatt for samt konsentrasjonen av asbest i støvet.

Til oppsamling av store prøver for bestemmelse av fordelingen 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 ca. 0,3 m over koks batteritoppen og ikke følger arbeiderne.

Det er funnet at PAH-andelen i støvet er 1,7 - 17,3 % og at forholdet mellom partikulært og gassformig PAH er 0,36 - 0,88.

For bestemmelse av den personlige eksponering er det benyttet bærbart prøvetakingsutstyr med oppsamling av støv/partikulært PAH på et filter plassert i arbeiderens innåndingssone. Utstyret er båret i ca. 5 timer og konsentrasjoner av partikulært PAH er funnet å ligge i følgende områder:

Arbeidere på batteritoppen:	utenfor hjelmen:	36-177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	innenfor hjelmen:	15-106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arbeidere på batterisidene:	utenfor hjelmen:	20- 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	innenfor hjelmen:	10- 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arbeidere på batterisidene (uten luftrensehjelm):		1-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sveiser (uten luftrensehjelm):		10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Forholdet mellom konsentrasjonen av partikulært PAH innenfor og utenfor luftrensehjelm er funnet til 0,22 - 1,08.

De fleste prøvene som ble tatt innenfor luftrensehjelmene til arbeiderne på batteritoppen viser eksponeringer høyere enn den grense man har valgt for PAH. Grensen er basert på den amerikanske grenseverdi 0,2 mg/m^3 for partikulært organiske materiale (PPOM) som løses ut med benzen fra en filterprøve. Dette tilsvarer ca. 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ partikulært PAH.

Resultater av gassanalysene viste konsentrasjoner av benzen < 0,1 - 1,8 ppm, toluen 2 - 16 ppm, xylen 0,5 - 4 ppm og butylacetat 0,3 - 4 ppm. Alle verdiene er under arbeidstilsynets administrative normer.

Konsentrasjonene av CO var < 5 - 20 ppm. Normen er 35 ppm.

Støvet murene er utsatt for, består hovedsakelig av krysotil, men det ble også påvist krokidolitt. Konsentrasjonen av fibre var < 0,1 - 0,2 fibre/ml. Normen er 2 fibre/ml.

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.

I mars og oktober 1976 ble det foretatt en kartlegging av PAH i arbeidsatmosfæren ved Norsk Koksverk A/S /1/. På grunnlag av resultatene fra denne undersøkelsen, er det utført en rekke forbedringer for å senke eksponeringen for tjærestoffer. Det er bl.a. inninstallert luftrensaneanlegg i kabinene i begge fyll- og trykk-vogner. I dette anlegget filtreres luften gjennom støv- og aktivkull-filter. En stasjonær hvilebu med samme type anlegg er montert på batteritoppen. Videre har operatørene på batteritoppen tatt i bruk luftrensehjelmer som sørger for en atmosfære av filtrert luft i innåndingssonen. Hjelmene er utstyrt med grov- og finstøvfilter.

På bakgrunn av disse forbedringene ønsket man ved Norsk Koksverk å få utført nye PAH-målinger for å få klarlagt om arbeidernes eksponeringer for tjærestoffer var redusert. Særlig var man interessert i effektiviteten til luftrensehjelmene.

2. PRØVETAKINGSUTSTYR

2.1 Prøvetaking av PAH

Til innsamling av prøvene er det benyttet flere typer utstyr. For undersøkelse av kjemisk sammensetning og fordeling mellom partikulært og gassformig PAH er det benyttet stasjonært utstyr med filter og absorpsjonsflasker. Dette utstyret er imidlertid for stort til at det kan bæres. Til personlige prøvetakinger er det derfor brukt små batteridrevne pumper som kan plasseres i lommen, og oppsamling av støv/partikulært PAH skjer på et filter plassert i pustesonen. Med dette utstyr får man imidlertid ikke samlet opp gassformig PAH. Det bærbare utstyr gir også mindre prøvemengde, og dette vanskeliggjør en fullstendig analyse.

Prøvetakingsutstyret er tildels beskrevet i /2/. Det gis derfor her bare en summarisk beskrivelse.

2.1.1 Stasjonært prøvetakingsutstyr (Edward)

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

2.1.2 Personlig prøvetakingsutstyr (Casella)

Med det personlige prøvetakingsutstyr oppfanges partikulært PAH i arbeiderens innåndingssone. Ved hjelp av en Casellapumpe suges støvholdig luft gjennom et filter (Acropor, AN-800) festet til jakkekragen. Utsugningshastigheten er ca. 2 l/min. og utsugd volum bestemmes ved bruk av rotameter før og etter prøvetaking og registrering av utsugningstid.

Til prøvetakingen innenfor visiret på luftrensehjelmen ble filterholderen påmontert en sonde av kopper beskyttet med PVC på enden (Figur 2.1).



Figur 2.1 Påmontering av personlig prøvetakingsutstyr for prøvetaking innenfor og utenfor luftrensehjelm.

2.2 Gassmåling (Dräger)

Prøver til gassanalyse ble tatt med kullrør og Drägerpumpe.

Måling av CO ble utført med Drägerør CH 25601 og CH 28900.

2.3 Prøvetaking av støv

Til innsamling av prøver for bestemmelse av støvtype og konsentrasjon av asbest ble det benyttet Casellapumper med Millipore filter (Porediameter 0,8 μ).

3. ANALYSE

3.1 Analyse av PAH

Analysemetoden som benyttes ved YHI for PAH-eksponerte filtere og absorpsjonsløsninger er beskrevet i /2/ og vil bare bli kort omtalt her.

3.1.1 Ekstraksjon og rensing (YHI)

De støvbelagte filterne ble plassert i reagensglass med etanol og ekstrahert ved hjelp av ultralyd. Etanol-løsningene ble dampet inn til ca. 0,6 ml (50°C, N₂-atm.) og tilsatt sykloheksan før væskechromatografisk analyse.

Sykloheksanløsningen fra de stasjonære prøvene ble videre rensert med væske-væske-ekstraksjon med DMF* med 3 % H₂O. Etter tilbakeekstrahering til sykloheksan ble prøvene dampet inn til ca. 1 ml før gasschromatografisk analyse.

Sondene ble skylt med ca. 2 ml etanol og denne løsningen ble overført til etanolekstraktet fra tilhørende filter før inndamping.

3.1.2 Gasschromatografisk analyse (SINTEF)

Prøvene ble analysert ved bruk av en Perkin Elmer gasschromatograf, modell F33, med glasskapillarkolonne. De chromatografiske betingelsene er gitt i bilag 3. Identifiseringen foregikk ved sammenlikning av retensjonstidene med PAH-standarder.

* N,N - Dime tylofformamid

3.1.3 Væskekromatografisk analyse (YHI)

Til analyse av de personlige prøver er det benyttet en høytrykks væskekromatograf. Det ble benyttet iso-oktan som elueringsmiddel og PAH ble detektert ved en bølgelengde på 254 nm. Resultatene - sum PAH - er beregnet i forhold til pyren. Metoden er sammenliknet med gasskromatografisk analyse med god overensstemmelse.

3.1.4 Usikkerhet

Det er utført separate undersøkelser for å fastlegge usikkerhet i prøvetaking og analyse. Usikkerheten er her funnet å være 8 % for prøvetaking /3/, og i gjennomsnitt 5 % for opparbeidelse og analyse /4/.

3.2 Gassanalyse

Kullrørene ble gjennomskyllet med vel 5 ml CS₂ og 1 ml av denne løsningen ble analysert på gasskromatograf.

Til analysen er benyttet en Perkin Elmer gasskromatograf, modell F 30 med to stålkolonner og flammeionisasjonsdetektor. Kolonnene var henholdsvis 0,5 m og 1,8 m lange, begge med indre diameter på 3,18 mm. Den stasjonære fase var PEG 400. N₂ ble benyttet som bæregass. Kolonnetemperaturen var 80°C mens både injeksjons- og detektortemperatur var 150°C.

Identifiseringen foregikk ved sammenlikning av retensjonstidene med standarder.

3.3 Konsentrasjonsbestemmelse av CO

Prøvene ble tatt med Drägerrør og CO-mengden avlest direkte i ppm.

3.4 Analyse av fibre (støv)

Konsentrasjonsbestemmelsene av fibre ble foretatt med Zeiss lysmikroskop med fasekonstrast optikk ved 500 x forstørrelse.

Fibre ble også undersøkt i et Jeol JSM 35 scanning elektromikroskop kombinert med et PGT-1000 røntgen-spektrometer.

4. INNSAMLING AV PRØVER

4.1 Prosessbeskrivelse

De to batteriene består av 27 forkoksningskamre med tilhørende fyrkamre. Hvert forkoksningskammer har i varm tilstand følgende innvendige dimensjoner:

Lengde ca. 13 m

Høyde " 3,8 m

Bredde " 0,44m

Effektivt kullvolum ca. 20,3 m³.

En skisse av batteritoppen med fylldeksel er vist i figur 4.1. I figur 4.2 er det vist et snitt av et batteri med trykkvogn, fyllvogn, koks-føringsvogn, slukkevogn, etc.

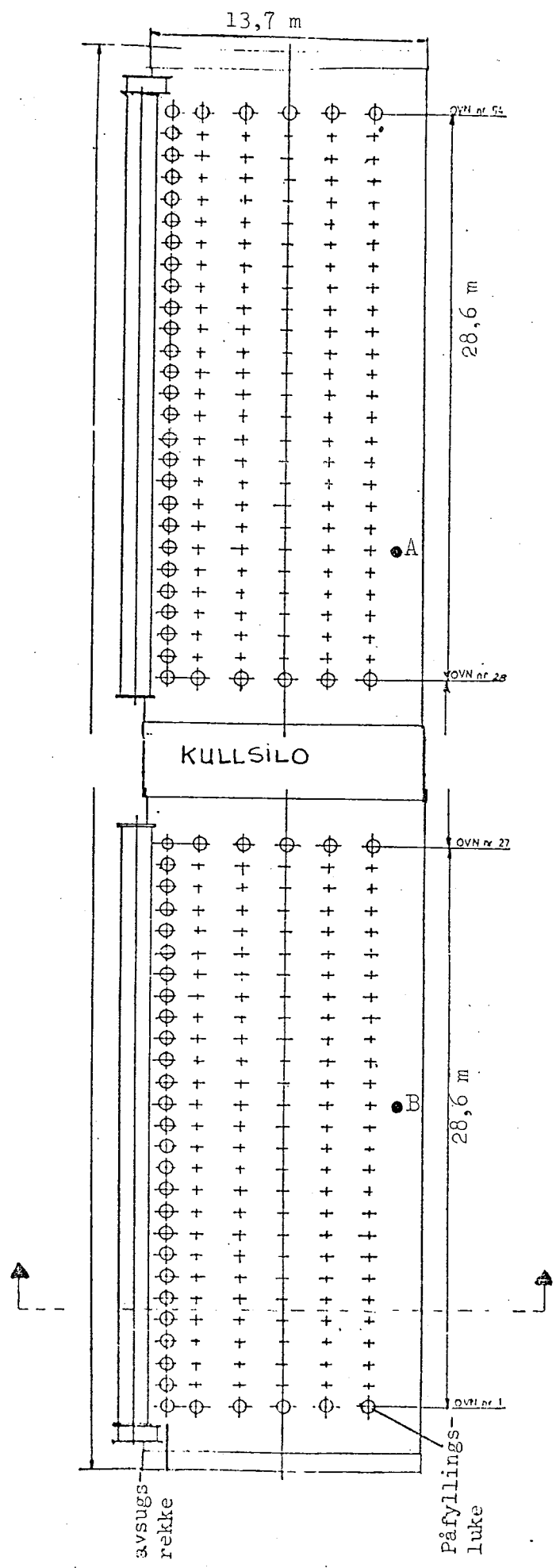
Begge batteriene betjenes av de samme skinnegående ovnsmaskiner og har felles bunkringsstasjon mellom batteriene.

Hvert kammer fylles fra toppen gjennom 5 fyllsjakter. Før avsluttet fylling planeres de 5 kullkjeglene ut for å gi tilstrekkelig fritt rom i toppen av kammeret for destillasjonsproduktene, slik at unødig trykkoppbygging i kamrene unngås under forkoksningsen. Forkoksningstiden er normalt 16-18 timer med fykkammertemperatur på 1.300 - 1.320°C.

Destillasjonsproduktene som bl.a. inneholder tjæredamper, suges kontinuerlig av fra kamrene. Etter rensing går ca. 40% av destillasjonsgassen tilbake til batteriene for underfyring.

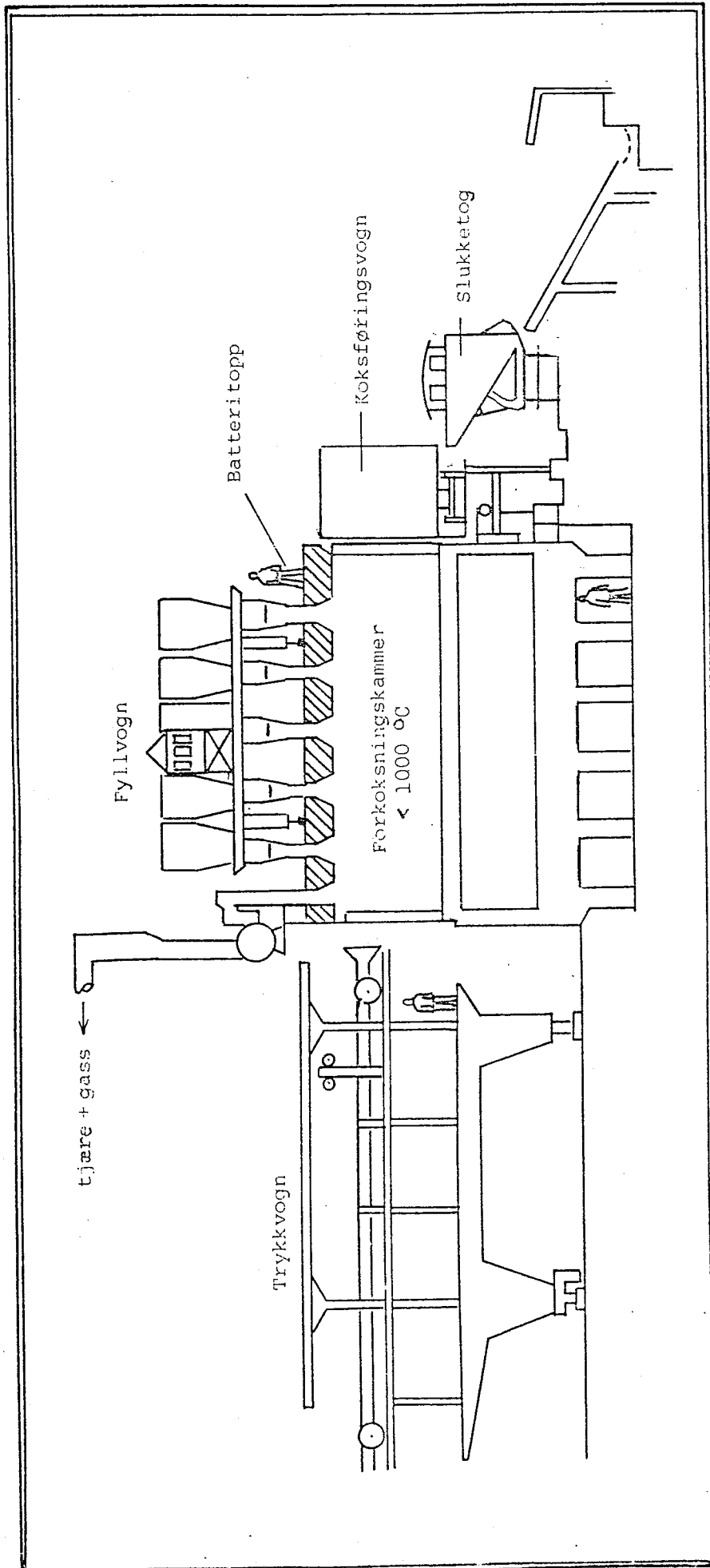
Etter avsluttet forkoksning åpnes dørene til kammeret, og den glødende koks trykkes ut av kammeret ved hjelp av en mekanisk innretning gjennom et føringskammer og over i slukkevogn. Den glødende koksen kjøres deretter til et slukketårn hvor den bråkjøles med vann. Etter en kort avdampningstid i slukketårnet tømmes koksen på en koksrampe, og mates derfra inn i sikteriet for knusing og sikting.

Etterslukking foregår fra tid til annen på nevnte koksrampe.



● = prøvetaking av stasjonære prøver.
FIGUR 4.1 Skisse av batteritoppen med markering av påfyllingslukene.

Snitt fig. 4.2



FIGUR 4.2 Tverrsnitt av koksbatteri med fyllvogn, trykkvogn, koksføringsvogn og slukketog.

4.2 Innsamling av prøver til PAH-analyse

4.2.1 Innsamling av stasjonære prøver

Prøvetaking ble foretatt på utvalgte steder på toppen av koks batteriene. Målestedene er avmerket på oversiktsskissen av batteriene (figur 4.1). Filterets høyde over "gulvnivå" var ca. 0,3 m. Det ble benyttet to stasjonære utstyr samtidig - ett på hvert batteri. Tilsammen ble det tatt 5 prøver.

Typisk prøvetakingstid var her ca. 2½ time med ca. 3 m³ utsugd luft.

For å klargjøre om det gikk tapt noe støv (PAH) ved bruk av sonder ble fire Casellapumper med sonder påsatt filterholderne og fire uten buntet sammen og plassert på samme sted (A) som for et av de stasjonære utstyrene. Det ble foretatt to slike prøvetakinger. Prøvetakingstid var 1½ og 3½ timer med utsugd volum på henholdsvis 0,16 m³ og 0,42 m³.

Prøvetaking inne i kabin på fyllvogn og trykkvogn samt i hvilebua på batteritoppen ble også foretatt med Casella-pumper. Det ble tatt 11 slike prøver. Prøvetakingstiden var 3 - 5 timer og utsugd luftvolum 0,33 - 0,59 m³.

4.2.2 Innsamling av personlige prøver

Endel arbeidere med forskjellige jobbtyper fikk utlevert Casella-pumper ved dagens/skiftets begynnelse og bar dette i ca. 5 timer. De som under arbeidet benyttet luftrensehjelmer, fikk to pumper (se pkt. 2.1.2 og figur 2.1).

Det ble samlet inn 73 prøver. Et typisk utsugningsvolum var ca. $0,5 \text{ m}^3$.

"Ideelle" prøver ble foretatt av et par arbeidere og to av de som foresto undersøkelsen. De ble utstyrt med luftrensehjelm og to pumper for prøvetaking innenfor og utenfor hjelmen, og de oppholdt seg på ovnstoppen i $\frac{1}{2}$ - 3 timer uten å åpne visiret. Det ble samlet inn 22 enkeltprøver. Utsugd luftvolum var $0,05 - 0,34 \text{ m}^3$.

4.3 Innsamling av prøver til gassanalyse og konsentrasjonsbestemmelse av CO

Det ble tatt 3 prøver med kullrør og 12 med Dräger rør på forskjellige steder.

Prøvene ble tatt i løpet av et par minutter og gjennomsugd luftvolum var henholdsvis 2 liter og 1 liter.

4.4 Innsamling av prøver til støvbestemmelse og konsentrasjonsbestemmelse av asbest

To murere fikk utlevert Casella-pumpe som ble båret i 2 timer. Utsugd luftvolum var ca. $0,2 \text{ m}^3$. Det ble tatt 6 prøver.

5. RESULTATER

5.1 Resultater fra PAH-analyse

5.1.1 Resultater fra prøver tatt med og uten sonde

Med Casella-pumper ble det tatt parallelle prøver med og uten sonde. Resultatene fra væskechromatografering av disse prøvene er vist i tabellen 5.1.

Tabell 5.1 Resultater fra væskechromatografering av Casella-prøver med og uten sonde tatt for å kontrollere prøvetakingsmetoden.

MED SONDE			UTEN SONDE	
Dato	Prøve nr.	$\mu\text{g PAH}/\text{m}^3$	Prøve nr.	$\mu\text{g PAH}/\text{m}^3$
2/2 -78	KM79C	53,4	KU40C	69,3
"	KM80C	66,1	KU41C	56,0
"	KM81C	66,1	KU42C	67,7
"	KM82C	62,5	KU43C	74,5
3/2 -78	KM94C	393	KU107C	371
"	KM95C	367	KU108C	405
"	KM96C	428	KU109C	357
"	KM97C	408	KU110C	371

Resultatene ble normalisert til gjennomsnittsverdien for prøver tatt uten sonde for hver av seriene. På de normaliserte verdiene er det utført enveis variansanalyse. Disse resultatene er vist i tabellen 5.2.

Tabell 5.2 Normaliserte resultater fra tabell 5.1 behandlet med enveis variansanalyse.

	Normaliserte verdier				\bar{x}	s
	2/2 med sonde	0,927	0,988	0,988	0,935	0,960
2/2 uten sonde	1,036	0,837	1,012	1,114	1,000	0,117
3/2 med sonde	1,045	0,976	1,138	1,085	1,061	0,068
3/2 uten sonde	0,987	1,077	0,949	0,987	1,000	0,054

ANOVA

	ss	df	s	F	P
Rekker	0,021	3	8%	1,253	66,6%
Presisjon	0,067	12	7%		
Total	0,088	15			

- ss = sum av kvadratene
- df = antall frihetsgrader
- F = F-verdi for rekker
- P = signifikansnivå

5.1.2 Stasjonær prøvetaking

Tabell 5.3 viser konsentrasjonene av støv, partikulært PAH og gassformig PAH ved de stasjonære prøvetakinger. Dessuten er forholdet mellom støv og partikulært PAH og mellom partikulært og gassformig PAH angitt (figur 1 i bilag 1).

Tabell 5.3 Oversikt over plassering og analyse-resultater fra gasskromatografering av de stasjonære prøvene. Detaljanalysen finnes i Bilag 4.

Dato	Prøve nr.	Plassering	Støv mg/m ³	Partikulært PAH µg/m ³	Gassformig PAH µg/m ³	Total PAH µg/m ³	PAH-andel i støv %	Partikulært PAH/gassformig PAH
30/1	K1E	B	4,30	742	848	1590	17,3	0,88
"	K2E	A	5,31	677	1004	1681	12,7	0,67
31/1	K3E	B	6,01	210	581	791	3,5	0,36
"	K4E	A	6,19	105	294	399	1,7	0,36
1/2	K5E	A	5,16	175	474	649	3,4	0,37

Den prosentvise fordeling av 13 nøkkelkomponenter (PAH-profil) er vist for total PAH i figur 2 i bilag 1. En detaljert analyse av de enkelte prøver er gitt i bilag 4.

I tabell 5.4 og figur 3 i bilag 1 er vist resultatene fra gass- og væskrokromatografisk analyse av de stasjonære Edward-prøvene (filter) og to Casella-prøver.

Tabell 5.4 Resultater fra gasskromatografering og væskekromatografering av de stasjonære Edward-prøvene (filter) og to Casella-prøver.

Dato	Prøve nr.	Plassering	GC μ g PAH	LC μ g "pyren"
30/1	K1E	B	2121	9558
"	K2E	A	2050	11326
31/1	K3E	B	605	4288
"	K4E	A	314	1298
1/2	K5E	A	535	3874
2/2	KU42C	A	30,8	176
"	KM80C	A	25,6	167

Resultatene fra stasjonære prøver tatt med Casella pumper er vist i tabell 5.5.

Tabell 5.5 Analyseresultater fra væskekromatografering av stasjonære Casella-prøver.

Sted	2/2 μ g PAH/m ³	3/2		4/2 μ g PAH/m ³
		Dag μ g PAH/m ³	Natt μ g PAH/m ³	
Fyllvognkabin øst	21,2			166
Fyllvognkabin vest		184	93,6	
Trykkvognkabin øst	3,15		0,25	0,39
Trykkvognkabin vest		0,65		
Hvilebu	3,92	1,66		0,84

5.1.3 "Ideell" personlig prøvetaking

Analyseresultatene fra væskechromatografisk analyse av de "ideelle" prøver er vist i tabell 5.6.

Tabell 5.6 Analyseresultater fra "ideell" prøvetaking, dvs. prøvetaking innenfor og utenfor luftrensehjelm med visiret nede hele tiden.

Bærer	31/1		1/2		2/2		3/2		4/2	
	uten- for µg PAH /m ³	innen- for µg PAH /m ³	uten- for µg PAH /m ³	innen- for µg PAH /m ³	uten- for µg PAH /m ³	innen- for µg PAH /m ³	uten- for µg PAH /m ³	innen- for µg PAH /m ³	uten- for µg PAH /m ³	innen- for µg PAH /m ³
397	240	36,7	271	43,5						
974	590	82,5								
P.Fj.					93,9	19,1	1922	80,8		
O.Bj.					274	22,7	1244	331		
P.Fj.							359	46,7	430	62,8
O.Bj.							477	112	1408	94,1

5.1.4 Personlig prøvetaking

I tabell 5.7 er gitt de konsentrasjoner av partikulært PAH som er funnet ved personlig prøvetaking. Figur 4 i bilag 1 viser sammenheng mellom PAH-konsentrasjonen innenfor og utenfor luftrensehjelmen.

En oversikt over totalkonsentrasjonen av partikulært PAH målt med personlig og stasjonært prøvetakingsutstyr er gitt i figur 5 i bilag 1.

Tabell 5.7. Total partikulær PAH-konsentrasjon ved personlig prøvetaking

Jobbtype	Løst nummer	30/1		31/1		1/2		2/2		3/2		4/2	
		utenfor µg PAH/m ³	innenfor µg PAH/m ³	utenfor µg PAH/m ³	innenfor µg PAH/m ³	utenfor µg PAH/m ³	innenfor µg PAH/m ³	utenfor µg PAH/m ³	innenfor µg PAH/m ³	utenfor µg PAH/m ³	innenfor µg PAH/m ³	utenfor µg PAH/m ³	innenfor µg PAH/m ³
Forlagpasser	493	96.0	33.4	49.4	15.6	84.0	67.7			177	99.5	60.8	46.0
Forlagpasser	506			60.3	24.0	78.3	42.4	92.0	52.7	69.1	17.6		
Forlagpasser	546			36.2	17.6	39.9	16.8						
Forlagpasser	819									73.9	45.8		
Øvnsdekkoperatør	221	115	76.0	120	79.9	154	61.1			a)	106	92.7	76.2
Byllvognoperatør	928	151	72.5	59.7	43.0	69.4	63.4			a)	98.7	120	105
Koksfløtoperatør	514	21.5	15.5	76.4	16.5	76.9	18.4			56.3	19.3	60.3	64.8
Derpasser	819	19.8	9.69	24.1	10.4	27.7	29.1						
Derpasser	334			24.7	-	35.2	-	31.0	-	8.52	-		
Derpasser	533			9.03	-	18.0	-			5.15	-		
Trykkvognoperatør	463	1.92	-	3.93	-	22.2	-			1.11	-	1.45	-
Sveiser	922									9.74	-		

a) prøven er ødelagt under analyse

5.2 Resultater fra gassanalyse

Tabell 5.8 viser resultater fra prøver tatt med kullrør.

Tabell 5.8 Gassanalyseresultater av prøver tatt med kullrør.

Dato	Prøvenr.	Prøvested	Benzen ppm	Toluen ppm	Xylen ppm	Butylacetat ppm
1/2	1	Batteridekk	0,9	13	3	3
"	2	Fyllvognkabin	<0,1	2	0,5	0,3
3/2	3	Batteridekk	1,8	16	4	4

5.3 Konsentrasjonsbestemmelse av CO

I tabell 5.9 er gitt resultatene fra målinger av CO med Dräger-rør.

Tabell 5.9 Resultater av CO-målinger med Dräger-rør.

Dato	Kl.	Sted/Jobbtype	ppm
31/1	1610	Omstilling, kjeller, ved ovn 40	20
"	1615	Hvilerom, omstilling	< 5
"	1730	Rampepasser	< 5
"	1900	Koksføringsvogn under innkasting av koks	20
"	1905	Dørpasser ved trykkvogn	20
1/2	1120	Omstilling, kjeller, ved ovn 18	20
"	1130	Forlagpasser under arbeid	20
"	1700	Fyllvognkabin under fylling	10
"	1705	Omstilling, 1. etg.	10
3/2	1050	Omstilling, kjeller, under pussing	12
"	1215	Omstilling, kjeller, under staking	10
"	2325	Omstilling, kjeller, ved ovn 20	20

5.4 Undersøkelse av støv og konsentrasjonsbestemmelse av asbestfibre

En undersøkelse av støvfibrene i scanning elektronmikroskop kombinert med røntgenspektrometer viste at de hovedsakelig bestod av krysotil. Krokidolitt (blåasbest) ble også påvist (figur 5.1).

Tabell 5.10 viser resultatene fra konsentrasjonsbestemmelsene av asbestfibre i støvet. Prøve 401 og 402 inneholdt for mye støv for analyse.

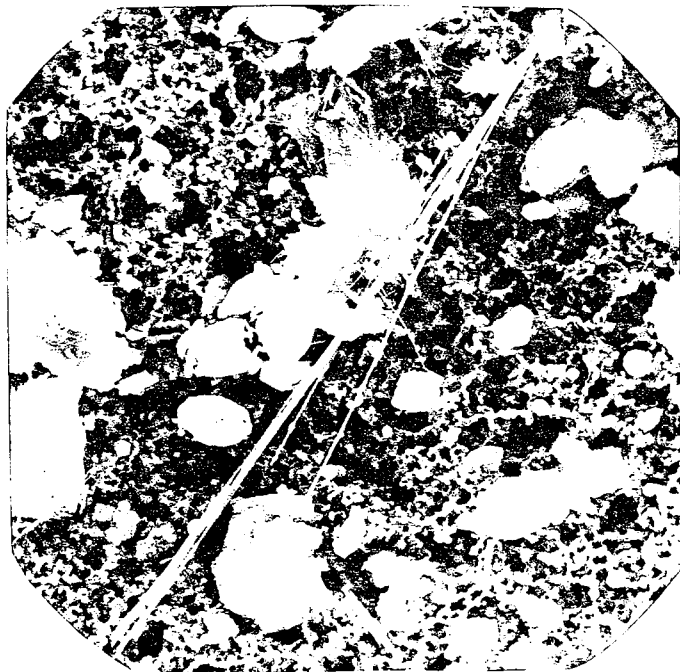


Fig. 5.1 Støvprøve tatt av murer med Casella, sett i scanning elektronmikroskop.

Tabell 5.10 Resultater fra måling av asbest

Dato	Prøvenr.	Bærer	m ³ luft	Fibre/ml
31/1	401	787	0,562	for mye støv
"	402	315	0,557	"
1/2	403	787	0,208	0,1
"	404	315	0,209	< 0,1
2/2	405	787	0,219	0,1
"	406	315	0,208	0,2

6. DISKUSJON AV RESULTATENE

6.1 Forholdene under prøvetakingen

Arbeidet på koksbatteriene foregår ute, og vær og vind har derfor mye å si for arbeidernes eksponering.

Under første del av måleperioden forårsaket sterk kulde en del problemer, særlig for fyllvogn-øst. Vindretningen var stort sett øst og syd-øst, og det var ingen nedbør. En fullstendig beskrivelse av driftsforholdene og "meteorologiske observasjoner" i prøvetakingsperioden er gitt i bilag 5.

Det var forøvrig vårt subjektive inntrykk at forholdene på batteridekket med hensyn på røyk under måleperioden var bedre enn under tidligere måleperioder /1/. Det kan skyldes mer effektiv tetting av lukene på batteridekket.

6.2 Sammensetningen av PAH

De stasjonære prøver som er tatt med Edward-pumper er brukt bare til bestemmelse av sammensetning og kalibrering av LC-metoden. Resultatene viser at prøvene har stort sett samme sammensetning når det gjelder PAH-andel i støv og fordeling mellom partikulært og gassformig PAH som tidligere undersøkelser /1/. Dette er også tilfelle for den innbyrdes fordeling av PAH-komponenter (PAH-profil).

6.3 Yrkeshygieniske betraktninger

6.3.1 Vurderingsgrunnlag for PAH

Den amerikanske listen over yrkeshygieniske grenseverdier /5/ 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 $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 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 kreftfremkallende. Stoffer som benzo (a) pyren, dibenzopyrener, benzo (b) fluoranten, og benzo (c) fenantren er noen av de kreftfremkallende forbindelser 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 m.m., virker. Virkningene kan forsterkes eller svekkes i forhold til de rene forbindelsene. Derfor finner en det ikke riktig nå, i yrkeshygienisk sammenheng, å vurdere mengden av enkeltforbindelser, men basere seg på total mengde PAH på filter.

Det finnes utenlandske rapporter /6, 7, 8 m.fl./ som viser at tjærestoffene kan fremkalle kreft hos mennesker ved yrkesmessig eksponering. Kreft i luftveiene er i denne sammenheng viktigst. Velkjent er også virkningen av sigaretttrøyk, hvis kreftfremkallende virkning gjerne tilskrives innholdet av tjærestoffer.

I litteraturen finnes eksempel /9/ på at koksverkarbeidet kan føre til økt (2,5 - 5 ganger) lungekrefthyppighet. Eksponeringen var i dette tilfelle ca. 2 mg/m³ benzenløselig materiale (PPOM) (~ 400 µg PAH/m³).

Tjærestoffene er altså kreftfremkallende. 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 5.1 i bilag 1 er verdien 40 µg/m³ total PAH på filter markert.

6.3.2 Vurdering av parallelle prøver tatt med og uten sonde

For å få tatt prøver under visiret på luftrensehjelmen ble det på filterholderne montert sonder som munnet ut nær munnen på bæreren (pkt. 2.1.2, figur 2.1). Det var nødvendig å kontrollere at ikke PAH gikk tapt i sonden. Derfor ble det tatt to serier med parallell-prøver. I hver serie var det fire prøver tatt med sonde og fire uten.

Resultatene for hver serie ble normalisert til middelverdien for prøver tatt uten sonde og behandlet statistisk med en-veis variansanalyse (tabell 5.2). ANOVA-tabellen viser at det ikke er signifikant forskjell på prøver tatt med og uten sonde. I tillegg viser den presisjon for metoden (prøvetaking og analyse) til 7 %.

6.3.3 Stasjonære prøver tatt med Casella

Det ble tatt stasjonære prøver med Casella-pumper i fyll- og trykkvognkabinene samt i hvilebua (tabell 5.5). I fyllvognkabinene ble det, tross montert luftrense-anlegg, målt 21 - 184 $\mu\text{g PAH}/\text{m}^3$. Vi antar at de høye verdiene skyldes at operatørene må åpne et vindu for å få tilstrekkelig sikt under fylling. For å holde vinduene rene nok er det antagelig nødvendig med et automatisk vindusspyleanlegg, f. eks. av liknende type som finnes på biler. Det må også anføres at rengjøringsrutinen for filterene til luftrenseanleggene tydeligvis var for dårlig. En perforert plate i filterholderen på en av kabinene var ved begynnelsen av måleperioden helt tett, og anlegget virket overhode ikke.

I fyllvognkabinene og i hvilebua ble det funnet fra 0,25 - 3,9 $\mu\text{g PAH}/\text{m}^3$.

6.3.4 Effektivitet av luftrensehjelmene

Ved målinger ønsket vi å finne ut hvor mye luftrensehjelmene satte ned eksponeringen for PAH. Vi mente det var to spørsmål som måtte besvares:

- a) Hvor mye senkes PAH-eksponeringen ved normalt bruk?
- b) Hvor mye lavere er PAH-konsentrasjonen i luften innenfor visiret enn utenfor?

Spørsmål a) ble besvart ved at man tok prøver ved normalt bruk av hjelmen.

For å besvare spørsmål b) ble det tatt prøver mens visiret hele tiden var igjen. Resultatene er ført opp i tabellene 5.6 og 5.7 og figur 4 i bilag 1.

Forsøkene viste at ved normal bruk reduseres eksponeringen med 42 ± 24 %, mens konsentrasjonen av PAH innenfor visiret var redusert med 85 ± 7 %.

At effektiviteten ved normalt bruk er lavere enn ved "ideelt" bruk skyldes at det under arbeidet noen ganger er nødvendig å åpne visiret for å kunne bli hørt av arbeidskameratene, og for å kunne se tilstrekkelig. Det er neppe realistisk å regne med å oppnå en reduksjon av PAH-eksponeringen på 85 % i praksis.

Vi mener imidlertid at det ved hjelp av hjelmene er oppnådd en vesentlig reduksjon av PAH-eksponeringen selv om den i mange tilfelle er for høy i relasjon til grensen på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.3.5 Eksponeringsvurderinger

Eksponeringsverdiene er resultater fra prøver tatt med personbåret prøvetakingsutstyr over ca. 5 timer, pauser medregnet. Prøvene er tatt i innåndingssonen til bærereren, og gir et mål for eksponeringen den aktuelle arbeidsdagen. Verdiene er ført opp samlet i tabell 5.7 og figur 5 i bilag 1.

Arbeiderne på batteridekket (fyllvognoperatører, forlagspassere og ovnsdekkoperatører) er klart de mest PAH-eksponerte gruppene av arbeiderne på verket. Målingene ga verdier fra $36 - 177 \mu\text{g}/\text{m}^3$ partikulært PAH utenfor hjelmen og fra $15 - 106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ innenfor. Til tross for at verdiene var adskillig lavere enn i 1976, er de selv innenfor hjelmen opp til mer enn 2 ganger grensen på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fra et yrkeshygienisk synspunkt er forholdene ikke akseptable.

Av arbeiderne på batterisidene (dørpassere, koksføringsvognoperatører og trykkvognoperatører) er det koksføringsvognoperatørene som er mest utsatt for eksponering under arbeidet med å lempe spilt koks tilbake i kammeret. Disse har imidlertid også tatt i bruk luftrensehjelmer. Eksponeringer fra 22 - 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ utenfor hjelmen og fra 16 - 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ med en enkelt verdi på 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ innenfor hjelmen ble målt.

PAH-eksponeringer for dørpasserne er målt fra 5 - 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse benytter ikke luftrensehjelm. Det gjør heller ikke trykkvognoperatørene. Eksponeringsverdier for dem ble målt fra 1 - 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sveiseren arbeider i 1. etg. på vestsiden av batteriet. PAH-eksponeringen ble målt til 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.3.6 Vurdering av andre prøver

Ingen av prøvene tatt for gassanalyse og konsentrasjonsbestemmelse av CO og asbest viste verdier over de administrative normene.

6.4 Sluttkommentar

Forholdene på batteritoppen syntes bedre under måleperioden enn under tidligere måleperioder. Verdier på 36 - 177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble målt mot tidligere 62 - 1040 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bruk av luftrensehjelmer har redusert PAH-eksponeringen med ca. 40%, men forholdene er ennå ikke akseptable fra et yrkeshygienisk synspunkt.

Det ble ikke funnet vesentlige konsentrasjoner av CO, asbest og organiske lettflyktige forbindelser.

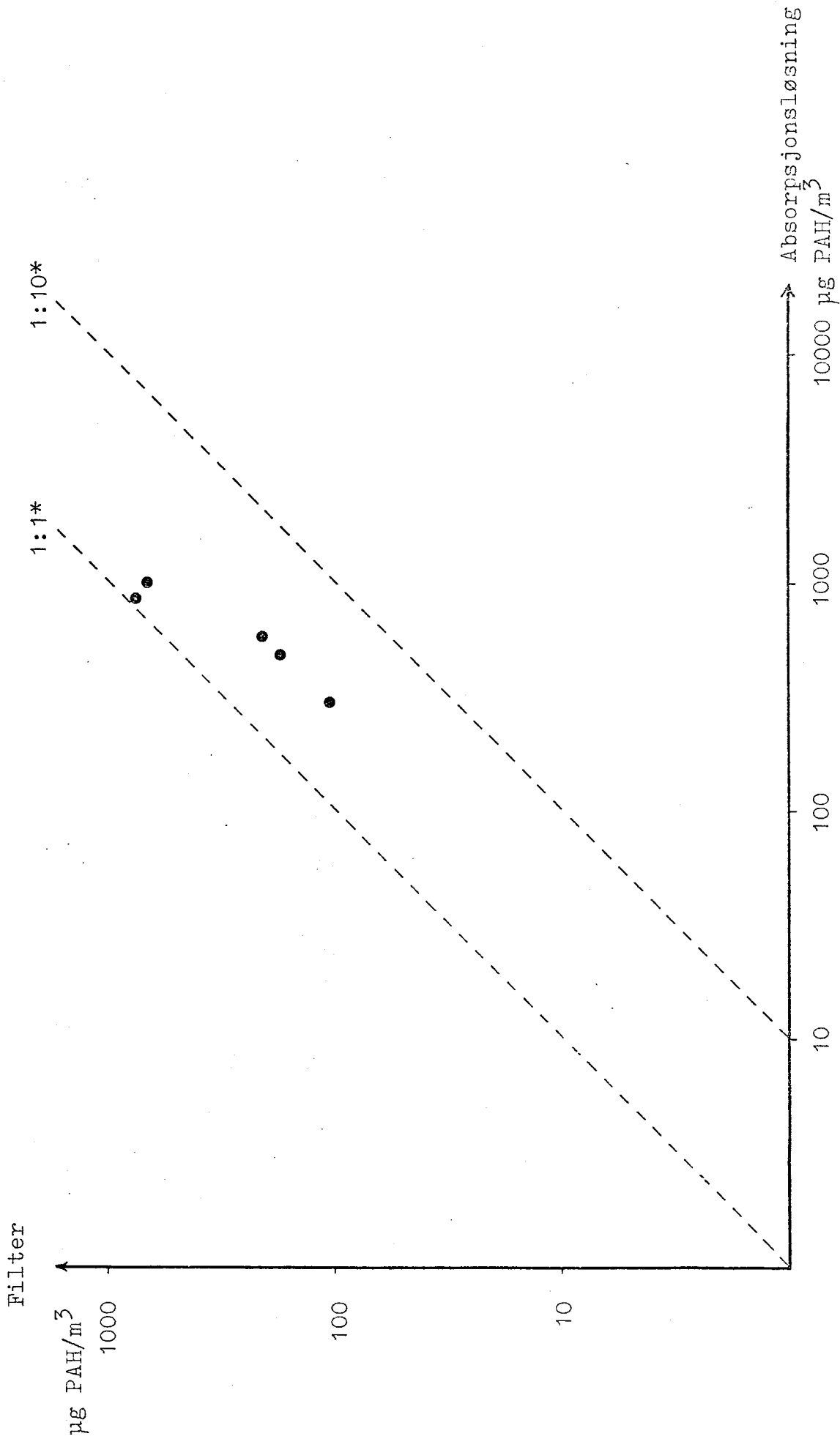
7. REFERANSER

1. Bjørseth, A., Bjørseth, O., og Fjeldstad, P. E.:
Kartlegging av PAH ved Norsk Koksverk A/S
(NTNF-rapport, 1977).
2. Bjørseth, A., Bjørseth, O., og Fjeldstad, P. E.:
Kartlegging av PAH ved A/S Årdal og Sunndal
Verk, Sunndalsøra (NTNF-rapport, 1976).
3. Bjørseth, O., og Fjeldstad, P. E.:
Presisjon ved prøvetaking av støv og tjære-
stoffer (NTNF-rapport, 1978).
4. Bjørseth, A., Olufsen, B. og Skogland, M.:
Teknisk rapport nr. 5, 740312.
5. ACGIH: TLV's etc. for 1976.
6. Shuler, P. J. and Bierbaum, P. J.:
Environmental Survey of Aluminium Reduction
Plant. NIOSH, 1974.
7. Konstantinov, V. G. and Kuzminyuk, A. I.:
Tarry substances and 3,4-Benzpyrene in the air
of electrolytic shops of Aluminium works and
their carcinogenic significance. Hygiene and
Sanit 36 (1971), 368-73.
8. Gibbs, G. W. and Horowitz, J.:
Lung Cancer Mortality in Aluminium Plant Workers.
ALCAN report 1977.
9. 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 1

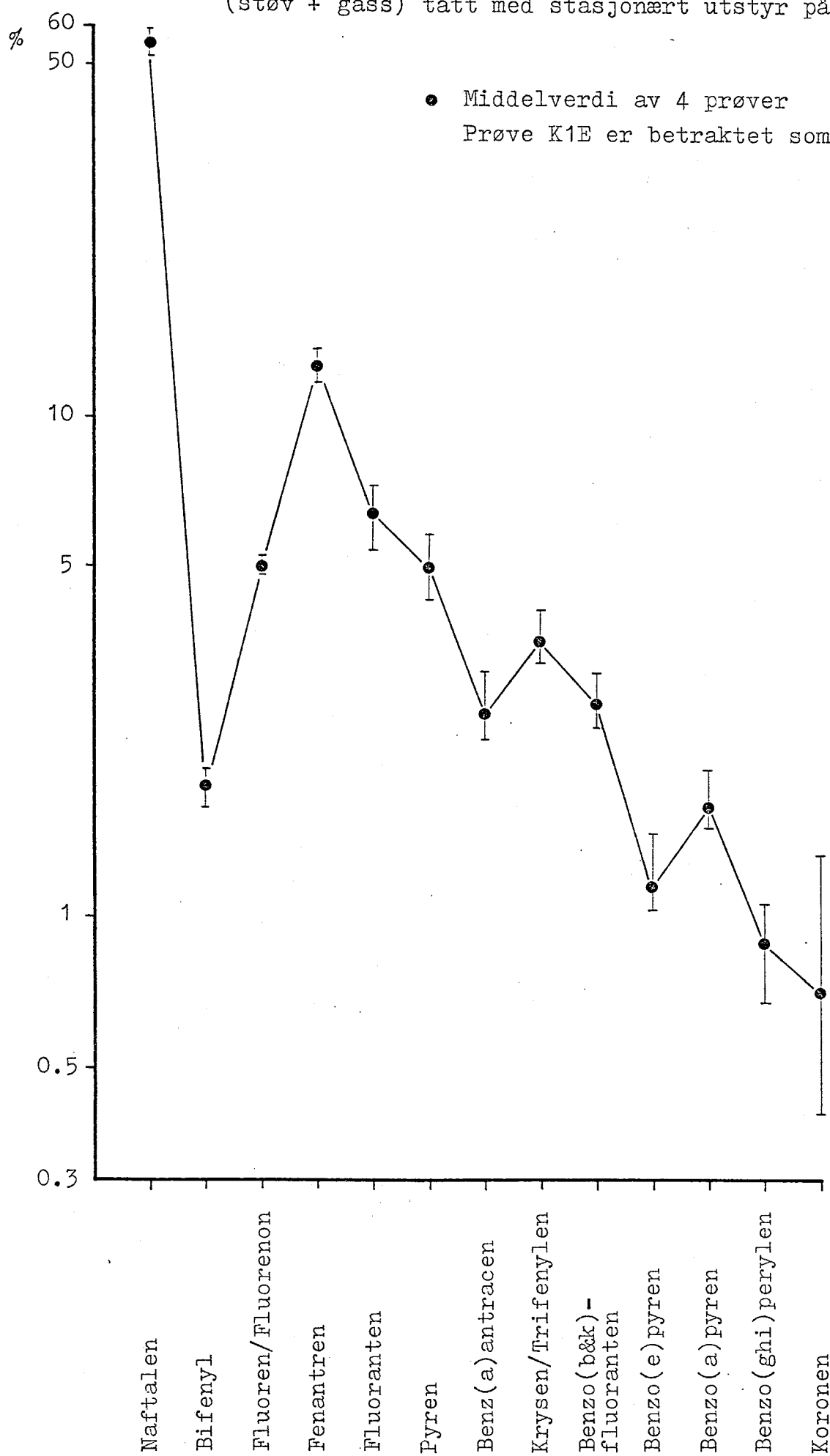
FIGURER

Figur 1. Fordeling av PAH på filter og i absorpsjonsløsning

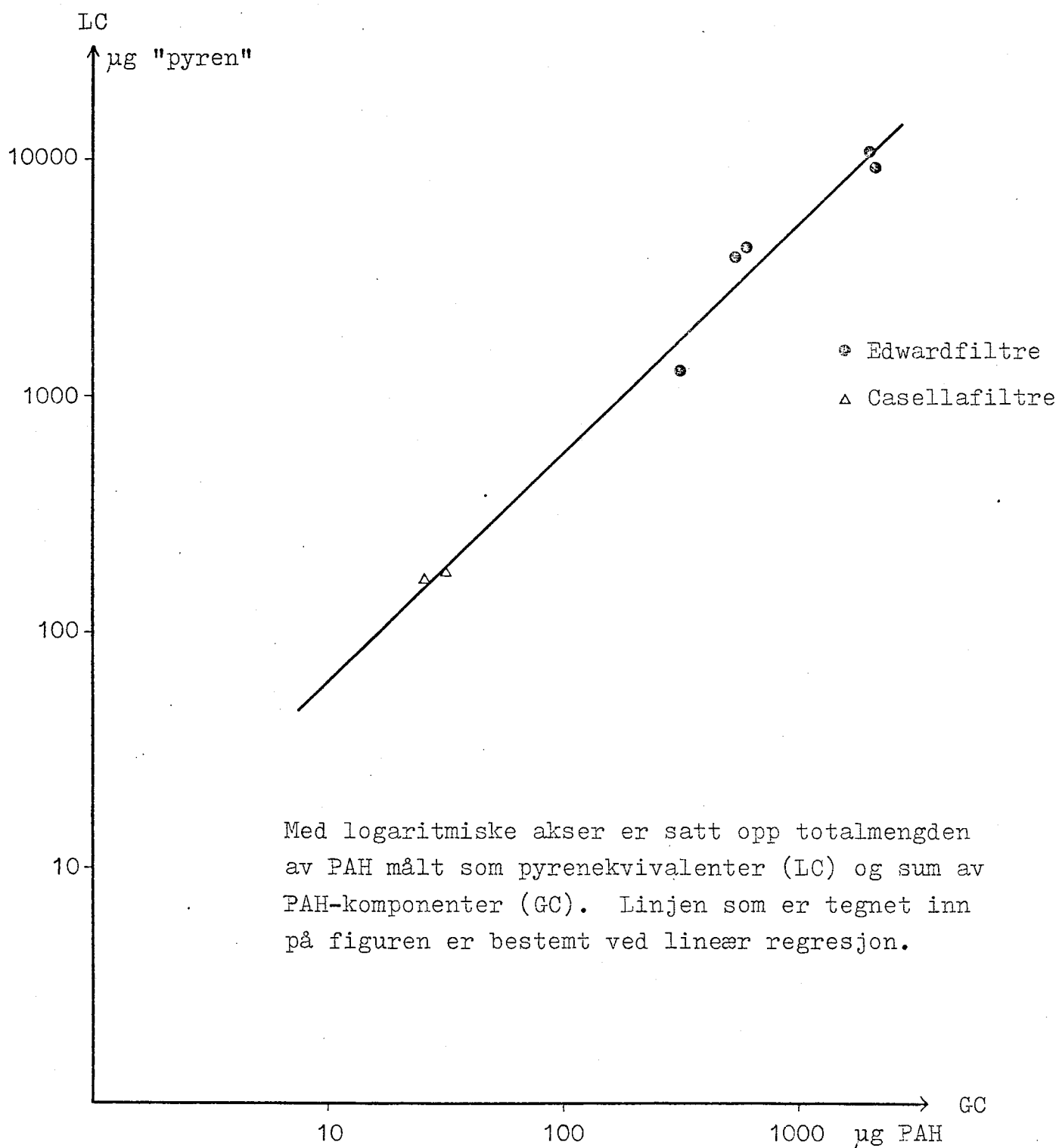


* Nivålinjer for forholdet partikulært/gassformig PAH

Figur 2. Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter i totalprøve (støv + gass) tatt med stasjonært utstyr på batteritoppen

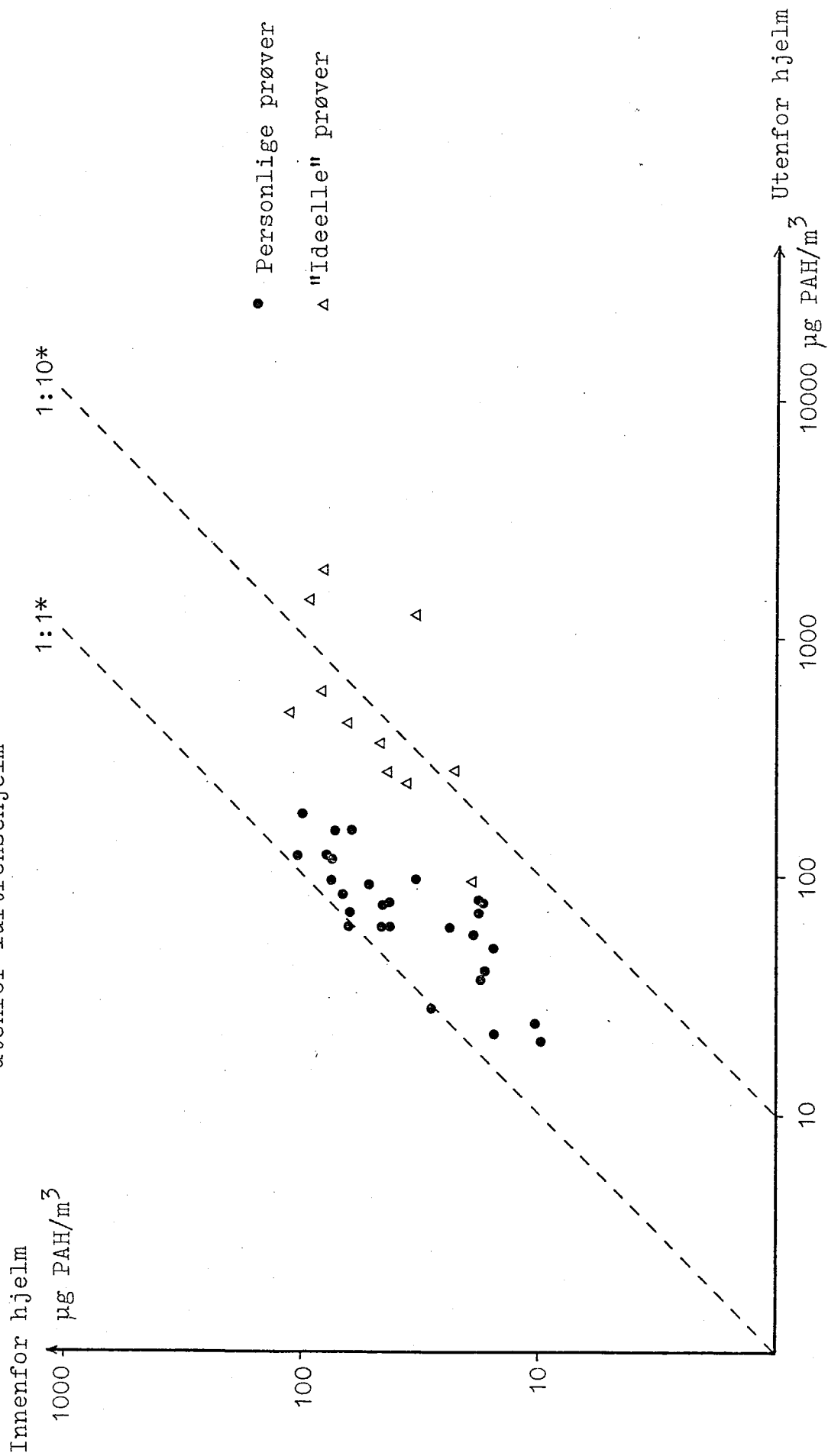


Figur 3. Sammenheng mellom væske- og gasskromatografi av PAH



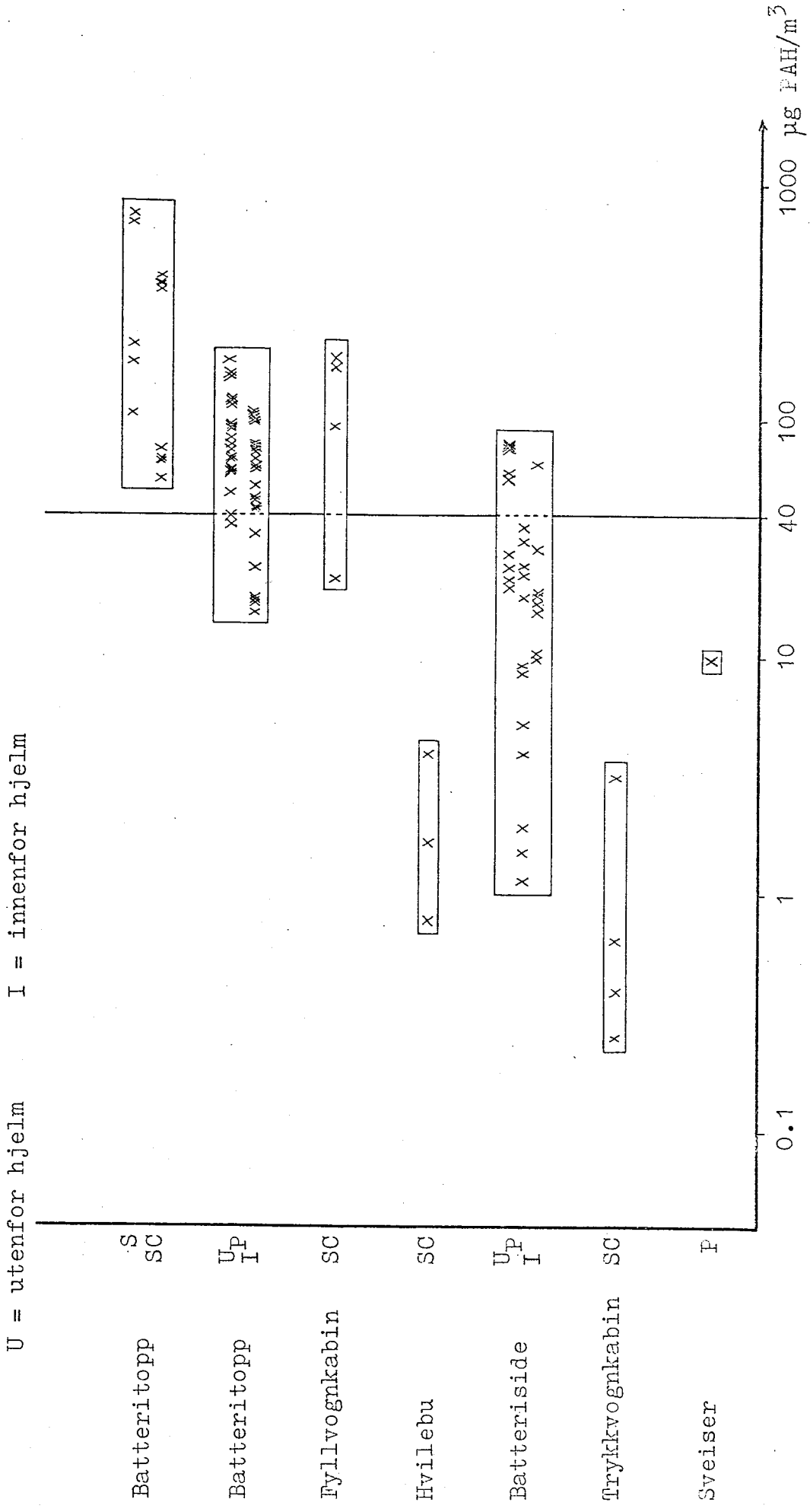
Likning: $\lg(\text{LC}) = (0.97 \pm 0.05)\lg(\text{GC}) + (0.82 \pm 0.14)$

Figur 4. Sammenheng mellom konsentrasjon av partikulært PAH innenfor og utenfor lufttrensehjelm



* Nivålinjer for forholdet innenfor/utenfor hjelm

Figur 5. Totalkonsentrasjon av PAH (filter) målt ved personlig (P) og stasjonært (S) utstyr og Casella brukt stasjonært (SC).

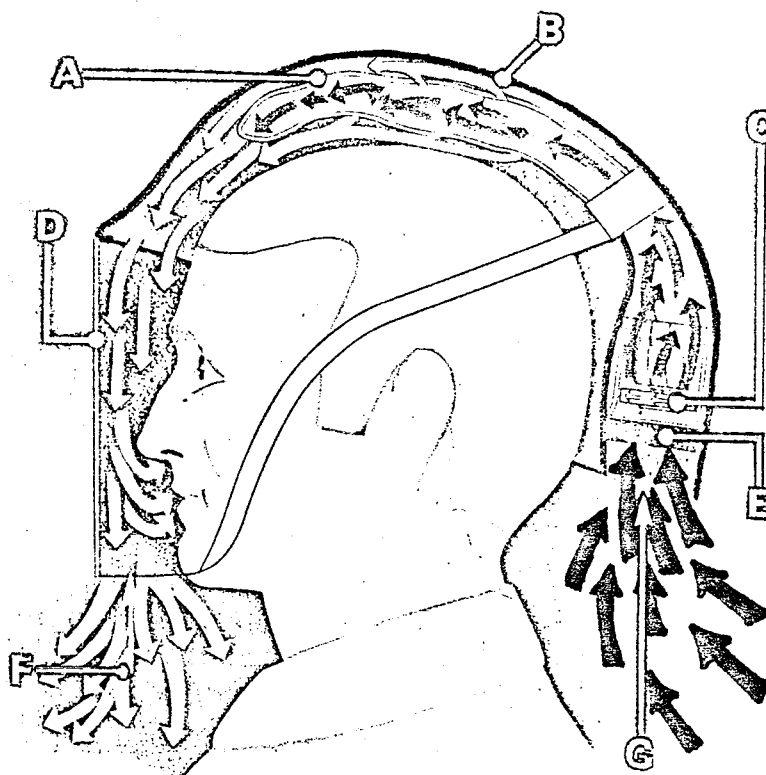


Batteritopp: Forlagpasser, Fyllvognoperatør, Ovnsdekkoperatør
 Batteriside: Dørpasser, Koksføringsvognoperatør, Trykkvognoperatør

B I L A G 2

BESKRIVELSE AV LUFTRENSHJELM

BESKRIVELSE AV LUFTRENSHJELM



- A: Hovedfilter B: Hjelm skall C: Motor og vifte
D: Hengslet klart visir E: Forfilter
F: Utløp av rensset luft G: Inntak av forurenset luft

Den forurensede luften suges inn ved nakken gjennom et grov-filter og renses ytterligere gjennom et hovedfilter før den passerer mellom ansiktet og visiret og ut.

Hjelmen er produsert av Racal-Amplivox under navnet "airstream", og figuren er hentet fra en brosjyre utgitt av Telenor A/S.

B I L A G 3

BESKRIVELSE AV GASSKROMATOGRAFISKE BETINGELSER
VED ANALYSE AV PAH

GASSKROMATOGRAFISK ANALYSE AV PAH

Til gasskromatografisk analyse av PAH ble det benyttet en Perkin - Elmer gasskromatograf, modell F 33 med glasskapillar - kolonne og flammeionisasjonsdetektor (FID). Kapillarkolonnen var 25 m lang med indre diameter 0,23 mm. Den stasjonære fase var OV 101. Antall teoretiske trinn var 73 000. Øvrige kromatografiske betingelser:

Bæregass:	Helium 2 ml/min.
Injeksjonstemperatur:	300°C
Detektortemperatur:	300°C
Temperaturprogrammering:	100°C (4 min.) til 250°C med 4°C/min.
Hydrogen FID:	150 kg N/m ²
Luft FID:	100 kg N/m ²

B I L A G 4

RESULTATER AV GASSKROMATOGRAFISK ANALYSE
AV STASJONÈRE PRØVER

Filtre og impingere fra Norsk Koksverk A/S

PRØVE NR.	K1E FILTER	K1EA IMPINGER	K2E FILTER	K2EA IMPINGER
PAH	µg tot	µg tot	µg tot	µg tot
NAFTALEN	5,0	1175,2	10,0	1589,4
2-METYLNAFTALEN	9,5	245,2	26,1	364,1
1-METYLNAFTALEN	6,2	115,2	7,0	107,7
BIFENYL	6,4	31,3	5,9	49,6
ACENAFTYLEN	60,5	190,8	59,2	285,9
ACENAFTEN	9,6	17,5	2,3	26,0
DIBENZOFURAN	33,8	47,2	41,6	78,4
FLUOREN/FLUORENON	77,7	49,9	76,9	83,0
DIBENZOTHIOPHEN	9,8	2,1	32,6	7,7
FENANTREN	423,2	19,5	395,2	33,5
ANTRASEN	153,3	4,6	154,8	9,2
3,6-DIMETYL FENANTREN	79,7	57,7	66,5	83,5
FLUORANTEN	240,5	4,5	245,2	4,8
DIHYDROBENZOFUOREN	56,0	-	64,1	-
PYREN	180,9	4,9	195,8	3,8
BENZO(a)FLUOREN	82,0	-	86,0	
BENZO(b)FLUOREN	83,2	-	83,3	
BENZO(c)FENANTREN	21,6	-	20,6	
BENZ(a)ANTRASEN	94,3	3,5	106,8	
KRYSEN/TRIFENYLEN	112,9	162,6	130,8	10,0
BENZO(b og k)FLUORANTEN	124,5		106,2	
BENZO(e)PYREN	61,0		50,6	
BENZO(a)PYREN	70,5		67,9	
PERYLEN	21,4		12,7	
O-FENYLEN PYREN	31,7		26,6	
BENZO(ghi)PERYLEN	30,3		27,4	
ANTHANTREN	7,6		< 8	
1,2-3,4-DIBENZOPYREN	-		-	
KORONEN	107,6		14,2	
3,4-9,10-DIBENZOPYREN	-		-	
SUM PAH	2200,7	2131,7	2116,3	2736,6

µg totalt - µg 3,6-dimetylfenantren

2121,0

2074,0

2049,8

2653,1

Filtre og impingere fra Norsk Koksverk A/S

PRØVE NR.	K3E FILTER	K3EA IMPINGER	K4E FILTER	K4EA IMPINGER
PAH	µg tot	µg tot	µg tot	µg tot
NAFTALEN	1,1	653,1	0,4	347,8
2-METYLNAFTALEN		146,0	0,5	77,0
1-METYLNAFTALEN		72,2	-	40,4
BIFENYL	0,9	21,3	0,3	11,5
ACENAFTYLEN	10,6	126,5	2,6	67,1
ACENAFTEN	1,7	12,0	0,4	8,9
DIBENZOFURAN	5,4	37,0	1,5	24,7
FLUOREN/FLUORENON	12,8	48,4	3,9	28,0
DIBENZOTHIOFEN	4,7	9,9	3,8	8,8
FENANTREN	95,0	61,5	44,3	52,9
ANTRASEN	38,1	14,5	17,5	12,9
3,6-DIMETYLFENANTREN	28,8	36,8	15,1	23,5
FLUORANTEN	83,6	-	49,7	1,5
DIHYDROBENZOFUOREN	17,1	-	7,1	-
PYREN	66,3	-	37,6	-
BENZO(a)FLUOREN	30,5	-	13,9	-
BENZO(b)FLUOREN	20,1	-	13,6	-
BENZO(c)FENANTREN	10,1	-	3,3	-
BENZ(a)ANTRASEN	37,3	-	18,2	-
KRYSEN/TRIFENYLEN	45,2	3,3	23,0	3,6
BENZO(b og k)FLUORANTEN	40,9		20,0	
BENZO(e)PYREN	16,6		8,4	
BENZO(a)PYREN	24,8		12,4	
PERYLEN	5,4		2,8	
O-FENYLENPYREN	11,5		6,1	
BENZO(ghi)PERYLEN	15,1		8,7	
ANTHANTREN	< 2		< 1	
1,2-3,4-DIBENZOPYREN	-		3,4	
KORONEN	10,2		10,8	
3,4-9,10-DIBENZOPYREN	-		-	
SUM PAH	633,8	1242,5	329,3	708,6

µg totalt - µg 3,6-
dimetylfenantren

605,0

1205,7

314,2

685,1

Filtre og impingere fra Norsk Koksverk A/S

PRØVE NR.	K5E FILTER	K5EA IMPINGER	KM80C FILTER	KV42C FILTER
PAH	µg tot	µg tot	µg tot	µg tot
NAFTALEN	-	609,8	-	0,77
2-METYLNAFTALEN	-	117,6	-	0,35
1-METYLNAFTALEN	-	61,2	-	0,04
BIFENYL	-	17,8	-	-
ACENAFTYLEN	5,2	120,8	-	-
ACENAFTEN	-	16,5	-	-
DIBENZOFURAN	4,5	41,2	-	0,40
FLUOREN/FLUORENON	6,6	47,4	-	0,05
DIBENZOTHIOFEN	3,7	14,4	-	-
FENANTREN	94,0	73,1	0,77	0,53
ANTRASEN	32,9	15,5	0,17	0,41
3,6-DIMETYLFENANTREN	25,1	34,4	6,2	6,5
FLUORANTEN	87,5	-	3,0	3,3
DIHYDROBENZOFUOREN	11,8	-	0,65	0,47
PYREN	66,8	-	2,7	2,8
BENZO(a)FLUOREN	25,0	-	1,1	1,6
BENZO(b)FLUOREN	16,2	-	1,5	1,9
BENZO(c)FENANTREN	7,5	-	0,24	0,73
BENZ(a)ANTRASEN	32,6	-	2,3	2,9
KRYSEN/TRIFENYLEN	39,4	5,9	3,7	3,6
BENZO(b og k)FLUORANTEN	32,9	-	3,3	2,7
BENZO(e)PYREN	14,4	-	1,3	1,6
BENZO(a)PYREN	20,8	-	1,8	2,2
PERYLEN	5,2	-	0,37	0,50
O-FENYLENPYREN	9,9	-	0,99	1,1
BENZO(ghi)PERYLEN	9,4	-	1,7	1,1
ANTHANTREN	3,1	-	-	< 0,2
1,2-3,4-DIBENZOPYREN	-	-	-	-
KORONEN	5,7	-	-	0,95
3,4-9,10-DIBENZOPYREN	-	-	-	-
SUM PAH	560,2	1175,6	31,79	37,25

µg totalt - µg 3,6-
dimetylfenantren

535,1

1141,2

25,59

30,75

B I L A G 5

BESKRIVELSE AV DRIFTSFORHOLD

OG

"METEOROLOGISKE OBSERVASJONER"

180.2

DRIFTSFORHOLD VED BATTERIENE UNDER PAH-MÅLINGER I TIDEN

30.1. - 5.2.78.

30.1. Målingene startet kl. 14.00.

Fyllvogn 2 i drift hele skiftet. lekkasje på vann-
ledning fyllvogn 1 (frost).

Forlagetrykk 3,4 mm VS på begge batteriene, stabilt.
Suger 1 i drift.

Temp. batt. 1: 1218°C, batt. 2: 1255°C.

Ovnene trykt etter ca. 19 timer. En del røyk fra
lukene på dekket. Dårlig mørtling ved starten av
målingene, ellers bra.

Ved kontroll kl. 19.00 og kl. 20.30, samme driftsforhold

Litt mer røyk fra dørene KS og MS. Tilløp til kjøring
med åpne vinduer på fyllvogna, først på skiftet.

Målingen avsluttet kl. 20.30.

31.1. Målingene startet kl. 07.30.

Fyllvogn 2 i bruk fra morgenen av. Fortsatt samme feil
på fyllvogn 1. Forlagetrykk stabilt 3,5 mm VS begge
batterier. Suger nr.1 i drift.

Temp. batt. 1: 1255°C, batt. 2: 1279°C.

Ovnene trykt etter vel 17 timer.

Sterk vind, mye støv i luften over ovnsdekket.

Røykforhold normalt bra.

Før skifting til fyllvogn 1 kl. 15.00 ble fyllvogn 2
tømt i ovn 27. Dette forårsaket mye unødvendig røyk.

Fyllsjakt 4 og 5 tette. Fyllvogn 1 ut av drift igjen
p.g.a. frostproblemer. Fyllvogn 2 tatt i bruk.

Ved sjekk kl. 18.15 og kl. 20.15 samme driftsforhold.

Fyllvogn 1 i drift kl. 19.50. Målinger avsluttet
kl. 21.00.

- 1.2 Målingene startet kl 07.30. Samme forhold som dagen før med vind og støv.
Fyllvogn 1 i drift.
Forlagetrykk stabilt, 3,5 mm VS på begge batterier.
Temp. batt. 1: 1275°C, batt. 2: 1280°C.
På formiddagen litt dårlig mørtling på fylldekslene.
Kl. 10.00 skiftet til suger nr. 2 (avtalt tidspunkt).
Dampen var borte på formiddagsskiftet. Årsak feiling av kjeler.
Ved kontroll kl. 17.00 og kl. 20.15 samme driftsforhold, men ganske mye røyk fra dørene MS og KS.
- 2.2 Målingene startet kl. 07.30.
Fyllvogn 2 i drift, feil med kobl. for ventilatorvifte fyllvogn 1.
Forlagetrykk stabilt 3,4 mm, VS på begge batterier.
Suger nr. 2 i drift.
Fyllvogn 1 i drift kl. 11.00.
Mye røyk på batteri 1 fra stigerør og fyllhull. Bedre på batteri 2. Ingen målinger på ettermiddagsskiftet.
Temp. batt. 1: 1295°C, batt. 2: 1281°C.
- 3.2 Målingene startet kl. 07.30.
Fyllvogn 2 i drift. Feil med kobling for fyllgassvifte fyllvogn 1.
Suger nr. 2 i bruk.
Forlagetrykk normalt 3,5 mm VS på begge batterier.
Temp. batt. 1: 1282°C, batt. 2: 1275°C.
Meget dårlig mørtling utført på nattskiftet (A), med en god del røyk som resultat.
Ugunstig vindretning på langs av batteriene.
Ingen målinger på ettermiddagsskiftet.

Målinger startet på nattskift kl. 22.15.

Lite vind. En del røyk fra dørene MS og KS og noe fra fyllhull, særlig fra batt. 1.

Fyllvogn 2 i drift.

Fyllvogn 1 ute av drift av samme årsak som tidligere nevnt.

Etter kl. 02.00 bedre forhold ang. fyrkammer.

Temperaturen og forlagtrykk normalt.

Lite effekt fra klimaanlegg fyllvogn 2.

4.2. - 5.2.

Nattdrift. Litt dårlig mørtling med endel røyk fra fyllhull og stigerør som resultat.

Produksjonen sto til kl. 24.00, feil med sikt 12.

Målinger igang ved produksjonsstart.

Fyllvogn 1 i drift.

Forlagettrykk stabilt på 3,5 mm VS begge batterier.

25 ovner trykt og fylt tross stopp.

Suger 2 i drift.

Filter på klimaanlegg skiftet tidlig på formiddagen mandag 30.1. og torsdag 2.2.

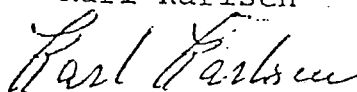
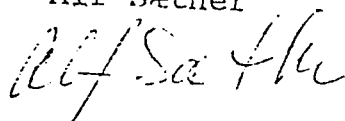
Jevnt over godt ferdige ovner i måleperioden.

Mo i Rana, den 13. februar 1978

Alf Sæther

Karl Karlsen

Reidar Reinholdtsen



"METEOROLOGISKE OPTSERVASJONER" I UKE 5 1978 etter anm. fra overing. Rottolfsen

Dato	kl	temp	vind	Skydekke	Nedbør	Anmerkning
30.1	0700	+14	stille	klart	0	
"	1000	+15	"	"	0	
31.1	0700	+5	"	delv.klart	0	
"	1000	+1	Ø-bris	overskyet	0	
1.2	0005	+1	" kuling	"	0	
"	0700	+2	" bris	"	0	
"	1000	+3	S-bris	delv.skyet	0	
2.2	0005	+3	"	"	0	
2.2	0700	+5	bris	"	0	
"	1000	+8	S-	"	0	
3.2	0005	+6	S/Ø	pent vær	0	
"	1000	+11	Ø	"	0	
4.2	0005	+12	Ø	"	0	
"	0700	+14	Ø	"	0	
"	1000	+10	N	"	0	
5.2	0005	+10	S	"	0	
"	0700	+6	S/Ø	"	0	
"	1000	+8	N/Ø	"	0	

Verneavd. 6.2.78