ARBEIDSMILJØ INSTITUTTET

STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT

Postadresse: P.b. 8149 Dep. 0033 Oslo 1 - Kontoradresse: Gydas vei 8 - Tlf. 02-46 68 50 - Bankgiro 0629.05.81247 - Postgiro 2 00 02 14

Tittel: PAH og arbeidsmiljø ved massefabrikken Elkem a/s Carbon

Forfatter(e): Harald Barstad, Margrethe Brendeford og Per Einar Fjeldstad

Prosjektansvarlig: Steinar Øvrebø

Prosjektmedarbeidere:

Utgiver (seksjon): Yrkeshygienisk seksjon

Dato: 10.1.1992 Antall sider: 39 ISSN: 0801-7794

Serie: HD 1025/92 BR

Sammendrag: Det er foretatt en undersøkelse av det kjemiske arbeidsmiljøet (PAH) i massefabrikken ved Elkem a/s Carbon 26.-28. februar 1990. Undersøkelsen ble utført med en prøve for hver person over ett skift, samt med noen stasjonære prøver, i alt 53 prøver. PAH-normen ble overskredet i 14% (6 prøver av 42, 1 prøve over 60 $\mu g/m^3$) av målingene, mens støvnormen ble overskredet i 46% (19 prøver av 41, 4 over 10 mg/m^3) av målingene. De målte verdiene for aromater i gassfase var under 2 mg/m^3. Det er ikke påvist sammenheng mellom eksponering for støv og eksponering for PAH. Det synes nødvendig å se på mulighetene for å redusere eksponering for støv og PAH ved de fleste av arbeidsoperasjonene. Det foreslås en årlig undersøkelse av eksponeringsforholdene og en overvåking med stasjonær prøvetaking for å følge utviklingen av konsentrasjonene i fabrikkhallen.

Stikkord:
PAH
Eksponering
Elektrodeproduksjon

Key words:
PAH
Exposure
Electrode production

INNHOLD

I. Innledning 3

II. Metoder 3
A. Prøvetakingsmetode 3

III. Resultater og diskusjon 5
A. Bakgrunn 5
B. Gjennomføring av feltarbeid 6
C. Forhold under prøvetaking 6
D. De enkelte arbeidsoperasjonene 7
1. Massefabrikken 7
2. Elektrodefabrikken 9
3. Kalsineringsovn 10
4. Reparatører 10
5. Koksveiing, bek-lagerarbeid 10
E. Gravimetri 10
F. Administrativ norm 11
G. Overvåkingsrutiner 12

IV. Konklusjon 13

Referanser 14

Tillegg 15
A. Tabeller over måleresultater for arbeidsoperasjoner 16
B. Figurer med måleresultater for arbeidsoperasjoner 19
C. PAH-profil 1977 sammenlignet med 1990 21
D. Tabeller over alle måleresultater 22
E. Kjemisk analyse 28
1. Prøveopparbeiding 28
2. Gasskromatografisk analyse 29
3. Kromatogram-eksempler 30
F. Formler og fysikalske konstanter for utvalgte PAH-forbindelser. ... 32

I. Innledning

Rapporten omhandler yrkeshygieniske målinger utført 26.-28. februar 1990 som ledd i et samarbeidsprosjekt mellom Elkem a/s Carbon og Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI). Målene for prosjektet er å finne fram til:

1) Sammenheng mellom eksponering og biologiske PAH-addukter med tanke på parametre som kan benyttes til overvåking av PAH.

2) Eksponeringsnivåer for PAH (aerosol og gassfase) i arbeidsatmosfæren samt en yrkeshygienisk vurdering av arbeidsmiljøet.

3) Egnet og effektiv overvåking av eksponering for PAH i massefabrikken for å bidra til riktig satsing i forhold til arbeidsmiljøforbedringer og dokumentere PAH-eksponeringen overfor myndighetene.

Prosjektets styringskomite ved Elkem a/s Carbon:

Bedriftslege Karl E. Knutsen
Hovedverneombud Nils Dag Drivdal
Verneleder Helge Jonassen
Produksjonssjef Thorbjørn Aaen

Fra STAMI har Steinar Øvrebø og Per Einar Fjeldstad deltatt.

Arbeidet fram til denne rapporten er utført av Harald Barstad, Margrethe Brendeford og Per Fjeldstad fra STAMI. Leif Arne Haugen fra Elkem a/s Carbon bisto under feltarbeidet.

Prosjektmedarbeiderne vil takke Elkem a/s Carbon for fin tilrettelegging og praktisk hjelp under arbeidet. Spesielt vil vi takke de ansatte ved massefabrikken for sporty innstilling og positivt samarbeid.

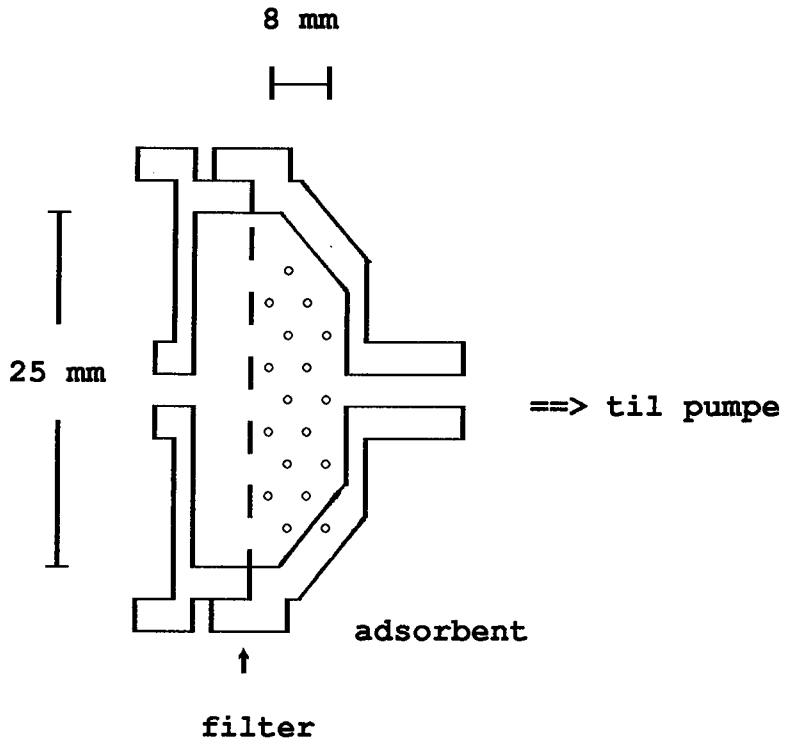
II. Metoder

A. Prøvetakingsmetode

Prøvetakingen ble utført ved hjelp av personbåret utstyr. En bærbar batteridrevet pumpe var koplet til en kombinert prøvetaker plassert i arbeidernes innåndingssone. Partikler fra arbeidsatmosfæren ble samlet opp på et filter, mens gassformige forurensninger ble samlet opp på et adsorpsjonsmateriale plassert bak filteret. Prøvetakingsutstyret ble båret hele arbeidstiden, men ble tillatt stoppet under opphold i PAH-fritt område.

Figur 1

PRØVETAKINGSUTSTYR FOR PAH-EKSPONERING



Gjennomskåret filterholder for kombinert prøvetaking av støv og gass. Partikulært materiale vil samles opp på filteret, mens gassformige komponenter oppsamles på adsorbenten.

Tabell I

PRØVETAKINGSUTSTYR

Pumpe:	AFC 123 personal air sampler, fra Casella Ltd. samt S2500 fra DuPont
Pumpehastighet:	ca. 2 l/min
Filterholder:	MN-C 25 mm, fra Nucleopore Corp.
Filter:	Versapor 800, fra Gelman
Adsorbent:	ca. 1.1 g cykloheksanrenset Amberlite XAD-2
Prøvetakingstid:	Helt skift, 6-8 timer

Den kombinerte prøvetakeren besto av en standard svart 25 mm filterkassett av polyeten tilsatt carbon black for å lede vekk statisk elektrisitet (for å unngå at partikler fester seg på kassettveggene). Det ble benyttet polyamidfilter med porestørrelse 0,8 µm, og som adsorbent, XAD-2. Prøvetakings-utstyrets spesifikasjoner finnes i Tabell I og Figur 1.

Før og etter prøvetakingen ble filterkassetten lukket med propper av polyeten. Oppbevaring og transport ble foretatt atskilt fra eventuelle kontamineringskilder. Blindprøver (ueksponert prøvetaker) ble oppbevart og transportert sammen med prøvene.

Videre kjemisk analyse er beskrevet i tillegg E.

III. Resultater og diskusjon

A. Bakgrunn

Elkem a/s Carbon framstiller elektrodemasse for elektrokjemisk industri, bl.a. ferrolegeringsindustrien. Som råstoff benyttes antrasitt (kull) og steinkulltjærebek som bindemiddel. Antrasitten kalsineres i elektriske ovner og knuses før det tilføres bindemiddel i blandemaskinene. Fra blandemaskinene tappes massen i former.

PAH eller polycykliske aromatiske hydrokarboner kan dannes når organisk materiale varmes opp under utilstrekkelig oksygentilførsel. Spesielt finnes det mye PAH i bek fra steinkull. Det finnes også PAH i varierende konsentrasjoner i eksos, tretjære, oljeprodukter, sigarettrøyk o.l. Interessen for PAH i arbeidsmiljøsammenheng knytter seg særlig til deres kreftfremkallende egenskaper. Noen PAH-forbindelser står på den norske kreftlista. Som gruppe er PAH klassifisert som kreftfremkallende i Arbeidstilsynets normliste (5). En liste over en del PAH-forbindelser finnes i tillegg F.

Det er målt PAH ved Elkem a/s Carbon flere ganger i løpet av de siste 10 år. Forskjellige yrkeshygienikere og laboratorier har vært involvert i prøvetaking og analyse. De har benyttet forskjellige målemetoder og strategi. Det vanskeliggjør en direkte sammenlikning. Se tillegg C.

Ved tidligere undersøkelser ved Elkem a/s Carbon er PAH i arbeidsatmosfæren kartlagt ved hjelp av personbårne filterprøvetakere. Kombinert prøvetaking av støv og gass viser at en del av 3- og 4-ring aromater ikke fullstendig lar seg fange opp på filtre. Det kan skyldes at de forefinnes i gassfase, og at de er bundet til støvet, men fordamper under prøvetakingen.

Det råder usikkerhet om vurdering av PAH-måleresultater i forhold til Arbeidstilsynets administrative normer (5). Denne usikkerheten har sin årsak i at normen for PAH på 40 µg/m^3 bygger på en amerikansk TLV

som forutsetter prøvetaking med filter og ekstraksjon av organisk materiale fulgt av en gravimetrisk bestemmelse. Nå benyttes kromatografiske metoder for bestemmelse av PAH.

Arbeidet i fabrikken foregår kontinuerlig dag og natt på virkedagene. Døgnet er delt i 3 skift i tillegg til dagarbeid.

	Fra kl	Til kl
Dagskift	06	14
Kveldsskift	14	22
Nattskift	22	06
Dagarbeid	07	15

B. Gjennomføring av feltarbeid

Målingene ble utført 26. - 28. februar 1990. Det ble (med noen unntak) tatt en prøve med personbåret utstyr for hver av dem som deltok. Det ble tatt prøver på alle tre skift og dagtid. I tillegg ble det tatt noen stasjonære prøver. I alt ble det tatt 53 prøver, herav 8 stasjonære. Det var ønskelig å måle slik at det kunne gis et estimat av eksponeringen for forskjellige arbeidsoperasjoner.

C. Forhold under prøvetaking

Driften under måleperioden ble opplyst å være "stort sett" normal, når unntas natt til 27. februar. Da var det driftsproblemer som førte til mye opphold på hvilerommet. Verdiene for dette nattskiftet vil antakelig være lavere enn normalt. Været i perioden var skiftende, men mildt. Temperaturen i fabrikkhallen varierte mellom 7°C og 10°C, mens relativ fuktighet var fra 55% til 75%.

Prøvetakingen ble administrert fra et siderom til fabrikkhallen. Ved starten på skiftet ble pumpene montert der og levert etter avsluttet arbeid. Denne ordningen fungerte meget bra. STAMI hadde minst en av sine medarbeidere tilstede under hele prøvetakingen, dels for å registrere forhold som kunne ha betydning for senere vurderinger, dels for å ta seg av eventuelle problemer med pumper og utstyr.

D. De enkelte arbeidsoperasjonene

Det ble tatt prøver av følgende grupper:
- Massefabrikkoperatører.
- Operatører på kalsineringsovnene.
- Elektrodefabrikkoperatører.
- Reparatører.

Det ble praktisert jobbrotasjon i massefabrikken. Det betyr at jobbene går på omgang fra dag til dag. Over tid vil dermed alle bli "likt" eksponert for stoffer fra arbeidsmiljøet når vi ser bort fra ulikheter i personlige arbeidsrutiner. Tilsvarende rotasjon ble praktisert av de to operatørene i elektrodefabrikken og av dem som opererte kalsineringsovnene. En del av operatørene benyttet åndedrettsvern (AirStream-hjelmer) under arbeidet. Det har selvfølgelig senket deres virkelige eksponering betydelig. Dette kommer imidlertid ikke fram i de rapporterte resultatene.

Etter mønster fra tidligere undersøkelser ved Elkem a/s Carbon (med små modifikasjoner) ble jobbene delt inn slik:

Massefabrikken:
Blander, Brikettpakker, Feier, Formann, Nedlegger, Spretter, Utkjører, Truck-undervisning.
Elektrodefabrikken:
Ovnspasser, Dreier.
Kalsineringsovn:
K-ovn-operatør.
Andre:
Reparatør, Koksveier

Resultatene finnes som tabeller og figurer i tillegg A og B. Ved vurderingene nedenfor er det valgt å benytte laveste og høyeste verdi for å beskrive eksponeringsnivåene.

1. Massefabrikken

Utgangspunktet for undersøkelsen var eksponeringsforholdene i massefabrikken. Derfor er de fleste målingene foretatt der. Andre arbeidsoperasjoner er tatt med etter behov og er beskrevet nedenfor.

I massefabrikken blandes kalsinert antrasitt med varm, flytende bek. Dette utføres i blandemaskiner. Under måleperioden ble linje 1 og maskin 5 og 6 benyttet. Operatørene på **blandemaskinene** oppholder seg til vanlig i et kontrollrom der de via paneler og skjermer kan følge med og kontrollere tilførsel av råvarer, produksjon og bruk av ferdig masse. De må ta prøver av blandingen med mellomrom (ca. hvert 15. minutt). Prøvetaking og manuell kontroll av massen antas å være den største kilden til

PAH-eksponering for blanderne. Resultatene for operatørene av blandemaskinene viser 2-24 mg støv/m^3, 3-53 µg PAH/m^3 og 218-1751 µg/m^3 av aromater i gassfase (AiG). Denne operasjonen er det derfor viktig å se nærmere på med tanke på å få til en reduksjon av eksponering. Det antas at mye vil oppnås ved en endring av prosedyren ved manuell prøvetaking.

Når massen er ferdig blandet skal den legges ned i former. Til linje 1 hører automatisk **nedlegging** for produksjon av briketter, en prosess med lite manuelt arbeid. Linje 1 ble også benyttet til manuell nedlegging med tilsynelatende stor risiko for PAH-eksponering. Blandemaskin 5-6 ble operert manuelt og mange slags former ble benyttet til støping av blokker og sylindrer. Forskjellige former fører til forskjellige arbeidsstillinger og forskjellig kontakt med røyken fra massen. En del av nedleggingen medførte tungt arbeid med skuffer og flytende varm masse. Avtrekkene ved nedlegging fungerte tilfredsstillende ved høye former, men ved fylling av lave former var de åpenbart ikke like effektive. Det er ikke mange nok resultater til kvantitativ vurdering av eksponering ved forskjellige varianter av nedlegging, men resultatene viser lave støveksponeringer: 1-2 mg støv/m^3, 0-22 µg PAH/m^3 og 206-1058 µg AiG/m^3. Dette er ikke alarmerende, men nok til at en bør følge utviklingen med en form for overvåking.

De tomme formene blir transportert med truck fram til nedleggingen. Etter nedlegging blir formene fraktet ut i hallen for nedkjøling. Formene ble delvis kjølt med en vanndusj som dempet avdamping av tjærestoffer fra den varme massen. Eksponeringsmålinger på **truckkjørere**, inkludert dem som frakter ut ferdige blokker, viste 0-2 mg støv/m^3, 0-12 µg PAH/m^3 og 95-690 µg AiG/m^3.

Briketter fra linje 1 ble pakket fra silo i store plastsekker. Dette ble gjort i samarbeid truckkjører og operatør på **nedsekking**. Resultater: 1-6 mg støv/m^3, 3-14 µg PAH/m^3 og 84-131 µg AiG/m^3.

Transporten av antrasitt til ovnene og kalsinert antrasitt fra kalsineringsovnene og fram til blanderen medfører en betydelig støvmengde som legger seg som et teppe på alle horisontale flater. Rengjøring i fabrikken eller **feiing** er en jobb som medfører håndtering av støv manuelt og med støvsuger. Risiko for støveksponering syntes å være betydelig. Feiing ble utført både på gulvplan og oppover i etasjene i fabrikken der det normalt ikke var bemannet. Det er ventet at eksponeringsforholdene er forskjellige avhengig av hvor i fabrikken feiingen utføres. Måleresultater: 3-7 mg støv/m^3, 7-53 µg PAH/m^3 og 91-541 µg AiG/m^3.

Blant **formennenes** oppgaver hører inspeksjoner og sjekking av feilsituasjoner på steder der andre sjelden oppholder seg. Dette er

en jobb med stor variasjon fra dag til dag. Eksponeringsmålingene viser: 2-4 mg støv/m^3, 4-8 µg PAH/m^3 og 53-172 µg AiG/m^3. Dette er forholdsvis lave tall, men siden det regnes med "null"-eksponering på kontoret, må vi anta at formenn til tider er utsatt for høye eksponeringer i fabrikken. Formannen bør, etter vår mening, også benytte åndedrettsvern i situasjoner der han kan være støv/røykeksponert.

Opplæring i truckkjøring foregikk en av måledagene. **Instruktøren** fikk bære måleutstyr. Han utførte også noe feiing og småarbeide i løpet av treningstiden. Opplæringen foregikk i hallen noen meter fra nedleggingsområdet. Prøven viste 4 mg støv/m^3, 10 µg PAH/m^3 og 114 µg AiG/m^3.

Stasjonære prøver ble tatt under hele måleperioden. De var lokalisert to steder: ca. 170 cm over gulvet på en søyle ca. 10 m fra nedlegging (maskin 5-6) og på et rekkverk i 2. etg. over det første punktet. Det ble ikke påvist forskjell på prøver mellom 1. og 2. etg. Vi regner med at verdiene representerer bakgrunnsnivået i denne delen av hallen. Kilde til PAH og støv vil være både nedlegging, avdamping under avkjøling og bidrag fra sikter, blandemaskiner og transportsystemer. Ikke minst vil oppvirvling av støv som ligger på gulv, kunne bidra til totalstøvverdiene (Resultat 0.5-1.6 mg støv/m^3, 1-19 µg PAH/m^3 og 94-222 µg AiG/m^3). Stasjonære prøver som repeteres vil være et verktøy til å varsle om endringer i prosessforhold, ventilasjon og andre forhold som påvirker atmosfæren i fabrikken. Slike stasjonære prøver kan derimot ikke benyttes som eksponeringsmålinger.

2. Elektrodefabrikken

Den nye elektrodefabrikken ligger avskjermet fra den øvrige produksjonen. I denne avdelingen er arbeidet betydelig automatisert. To mann arbeidet her, og det ble tatt to personlige prøver for hver av dem. De to skiftet på arbeidet som dreier og ovnspasser. Dessverre var dreieutstyret ikke helt i orden under hele måleperioden slik at resultatene neppe er representative for normal drift. Resultatene under dreiing var: 5-6 mg støv/m^3, 10-160 µg PAH/m^3 og 90-102 µg AiG/m^3. Resultater for ovnspass var: 3-4 mg støv/m^3, 5-21 µg PAH/m^3 og 38-41 µg AiG/m^3. Produksjonsprosessen for elektrodene innebærer en baking av elektrodeemnene for å fjerne bindemiddelet. Det er derfor ventet liten eksponering for PAH under dreiing. Resultatet på 150 µg PAH/m^3 er derfor temmelig uventet. Om dette skyldes en tilfeldig feil i bestemmelsen av prøven eller representerer en reell eksponering i elektrodefabrikken vil måtte avklares under kommende målinger.

3. Kalsineringsovner

I K-ovnene renses og forkokses antrasitten ved 2 - 3000 °C. Antrasitten fylles på i toppen av ovnene, og bruker 12 - 14 timer på veien ned til den taes ut. Den dannede CH_4 og CO brennes av sammen med andre gasser og forurensninger på toppen av de 6 m høye ovnene. Elektrodene forbrukes under prosessen, og en av arbeidsoperasjonene innebærer at en peilestang stikkes ned fra toppen av ovnen og ned i den glødende massen. Strømmen må skrues av mens peilingen foregår, og ovnen må tennes på nytt når elektroden er senket til riktig posisjon. Vanligvis peiles og rengjøres (støvsuges) 2 ovner pr. skift. Kontrollrunde gås hver 2. time. Det ble tatt i alt 4 prøver av kalsineringsovn-operatører. Måleresultatene er jevne: 3-8 mg støv/m^3, 5-12 µg PAH/m^3 og 27-80 µg AiG/m^3. Det tyder på at K-ovn-operatørene til vanlig ikke er spesielt utsatt for høye PAH-eksponeringer. Men de bør nok være med i et overvåkingsprogram. Det er viktig å ta fatt i de målte støvverdiene, som i over halvparten av målingene overstiger normen på 4 mg/m^3.

4. Reparatører

Reparatørene kom dessverre litt sent inn i undersøkelsen og fikk ikke den samme informasjon som ble gitt via allmannamøtene for massefabrikken. Det førte til at vi bare fikk til to målinger her. Reparatørene kommer i kontakt med mange steder og delprosesser som vanligvis ikke er arbeidssted for de faste operatørene i fabrikken. Det gjør at det er særlig viktig å vurdere risiko for eksponering for helseskadelige stoffer før reparasjonsarbeid settes i gang. Da vil slik eksponering kunne forebygges. Målingene ble tatt under arbeid på et filter og under reparasjon av et transportbånd for antrasitt. Lite PAH-eksponering og signifikant støveksponering var ventet. Resultater var: 10-24 mg støv/m^3, 2-9 µg PAH/m^3 og 15-58 µg AiG/m^3. Det viser nødvendigheten av åndedrettsvern under støvende reparasjonsarbeid.

5. Koksveiing, bek-lagerarbeid

Dette var en arbeidsoperasjon som ikke var planlagt målt, men som ble tatt med på mistanke ut fra navnet på jobben. Dessverre ble det heller ikke anledning til å studere innholdet i denne jobben nærmere. Resultatene viser: 5-18 mg støv/m^3, 10-45 µg PAH/m^3 og 111-175 µg AiG/m^3. Det tyder på at dette arbeidet bør vurderes nærmere med tanke på å få eksponeringen ned.

E. Gravimetri

De gravimetriske målingene ble utført på filtrene som ble benyttet for prøvetaking av PAH. Prøvetakingsmetoden var beregnet spesielt på PAH og aromater i gassfase, med XAD-2 direkte i kontakt med filteret

til prøvetakingen. Det førte til at litt XAD i noen tilfelle satt fast på filteret og bidrog til resultatet slik at de ble for høye. Alle de målingene der dette er mistenkt er forkastet. Vi regner med at gravimetrien som er rapportert her gir et riktig bilde av totalstøveksponeringen på arbeidsplassene, men ved senere målinger bør de utføres på annen måte.

F. Administrativ norm

Opprinnelsen til den norske administrative norm for PAH står beskrevet i målerapporten (2) fra 1977. Det går fram at den bygger på ACGIH's TLV fra 1976 som var 0.2 mg/m^3 for PPOM (Particulate Polycyclic Organic Matter), og dette tilsvarer ca. 40 µg/m^3 PAH på filter.

Derfor er det riktig å legge til grunn en målemetode som bare tar hensyn til PAH på filter, og som ikke tar med seg gasser, når administrativ norm skal benyttes som vurderingsgrunnlag. Av resultatene fra denne og andre PAH-undersøkelser ses at det i hovedsak er fire-ringers PAH og høyere som samles opp på filter. Men vi ser også at enkelte fire-ringer passerer filteret i noen grad (fluoranten, pyren). En mer robust metode ville være å benytte et utvalg av forbindelser som grunnlag for vurdering, i tråd med praksis i ELKEM med de prioriterte PAH-forbindelsene (Tabell III). Det vil kunne redusere problemet med at forbindelser passerer et filter i forskjellig grad avhengig av temperatur under prøvetakingen. Det kan være aktuelt å be Arbeidstilsynet vurdere en ny administrativ norm for PAH knyttet til et utvalg av forbindelser sammen med krav til prøvetaking og analyse.

Det enkleste og riktigste i dagens situasjon vil være å vurdere PAH-eksponering mot 40 µg/m^3 målt som sum av PAH på filter. Aromater i gassfase (AiG) vurderes som to- og tre-ring aromater (Naftalen har en norm på 10 ppm = 50 mg/m^3 = 50000 µg/m^3) Totalstøv (gravimetrisk) bør vurderes mot en norm på 4 mg/m^3 (kullstøv).

Tabell III

Prioriterte PAH (ELKEM)

Fenantren
Antracen
Fluoranten
Pyren
Benzo[a]fluoren
Benzo[b]fluoren
Benz[a]antracen
Krysen/Trifenylen
Benzo[b]fluoranten
Benzo[k]fluoranten
Benzo[e]pyren
Benzo[a]pyren
Indeno[1,2,3-cd]pyren
Dibenz[a,h]antracen
Benzo[ghi]perylen
Dibenzo[a,e]pyren
Dibenzo[a,h]pyren
Dibenzo[a,i]pyren

måned. Ekstra sett med prøver tas ved endringer i produksjonen som kan føre til endringer av atmosfæren i fabrikken.

En gang pr. år, på den antatt verste tiden på året, tas det eksponeringsmålinger med bærbart utstyr. Hvilken tid som er den verste, vil man få mer kunnskap om ved hjelp av de stasjonære målingene. Alle arbeidsoperasjoner i massefabrikken med unntak av truckkjørere (De er lavt eksponert) bør omfattes av målingene. Ekstra sett med prøver av den (de) arbeidsoperasjon(er) som er berørt tas når noe er gjort som kan føre til forandringer i eksponeringsforholdene.

Hyppigheten av målingene og opplegget for øvrig må ikke være statisk. Rutinene må løpende tilpasses de behov man har for oppdatering av kunnskap om og dokumentasjon av det kjemiske arbeidsmiljøet i fabrikken. Data fra overvåkingen må systematiseres slik at de er lett tilgjengelige (Eks.: Figurer med tidsakse).

IV. Konklusjon

En kortvarig undersøkelse som denne vil bare gi et eksempel på hvordan forholdene kan være. Vi må regne med at eksponeringen for PAH varierer med driftsforhold, vær og vind, temperatur. Variasjoner over uka og over døgnet er sannsynlig. I arbeidet med forbedringer av arbeidsmiljøet er kunnskap om dette viktig. Dette må det tas hensyn til i arbeidet med overvåkingsprosedyrer.

Resultatene tyder på at overskridelse av normen for støv forekommer hyppigere enn overskridelse av PAH-normen.

Det bør gjøres en undersøkelse i elektrodefabrikken for å se om særlig høye eksponeringsverdier forekommer slik som denne undersøkelsen antyder.

Blanderens oppgaver bør vurderes spesielt med tanke på å fjerne tilsynelatende unødvendig eksponering.

Det forekommer overskridelser av gjeldende normer ved de fleste arbeidsoperasjonene. Det er få store overskridelser, men de viser at det er nødvendig å arbeide for å identifisere og fjerne årsakene til dem.

Utformingen av avtrekkene ved nedleggingen (5-6) kan antakelig forbedres slik eksponeringsnivået blir lavere.

G. Overvåkingsrutiner

Overvåkingen av det kjemiske arbeidsmiljøet bør utføres slik at den gir svar på de vesentlige spørsmålene uten å være unødvendig ressurskrevende. Siden aromater i gassfase vil bidra minst til vurderingen i forhold til de administrative normene, vil det være forsvarlig å la være å måle AiG rutinemessig. Vurderingen av eksponeringsforholdene derfor bygge på bestemmelse av partikulært PAH og totalstøv. Prøvetakingen reduseres da til enkel prøvetaking på filter.

Overvåkingen utføres slik at vesentlige endringer i arbeidsmiljøet kan oppdages/dokumenteres. Virkninger av tiltak for å forbedre arbeidsmiljøet skal kunne dokumenteres. Oversikt over det kjemiske arbeidsmiljøet kan oppnås ved en kombinasjon av kunnskap om produksjonsprosessenes virkning på arbeidsatmosfæren, reproduserbare stasjonære målinger og eksponeringsmålinger.

De stasjonære målingene vil være de mest følsomme indikatorer på endringer av luftkonsentrasjoner som skyldes forholdene/prosessene i fabrikken. Stasjonære målinger sier lite om hva mennesker er eksponert for, men måler konsentrasjoner på stedet der prøvetakingsutstyret er plassert. De vil kunne være ufølsomme for endringer i arbeidsrutiner eller lokal ventilasjon og andre mindre forandringer som kan ha stor betydning for den enkelte.

Eksponeringsmålinger eller personlige målinger gir informasjon om hva den enkelte er eksponert for i sin arbeidssituasjon. Spredningen i resultatene av eksponeringsmålinger er stor på grunn av spredning i arbeidsoperasjoner, arbeidsvaner og spredning over tid. Derfor må antallet prøver være høyere når eksponeringsforhold skal dokumenteres med nivå og spredning.

Stasjonære målinger og eksponeringsmålinger får verdi som hjelpemiddel til forbedringer av arbeidsmiljøet ved at de systematiseres slik at utvikling over tid (trend) og raske endringer synliggjøres og tolkes (forklares).

I denne undersøkelsen ble PAH-normen overskredet i 14% (6 prøver av 42, 1 prøve over 60 $\mu g/m^3$) av målingene, mens støvnormen ble overskredet i 46% (19 prøver av 41, 4 over 10 $\mu g/m^3$) av målingene. Alle AiG har verdier under 2 mg/m^3. Det er ikke påvist sammenheng mellom eksponering for støv og eksponering for PAH. En overvåking for å se utviklingen og resultatene av forbedringstiltak ved Elkem a/s Carbon foreslås langs følgende linjer:

Stasjonære prøver tas med en reproduserbar prosedyre. Valg av sted(er) bør være i noen avstand fra punktkilder. Det bør tas prøver regelmessig, f.eks. tre åttetimers prøver første arbeidsonsdag i hver

Referanser

1 K Andersson, J-O Levin, C-A Nilsson (1983): Sampling and Analysis of Particulate and Gaseous Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Coal Tar Sources in the Working Environment. Chemosphere, 12, 2, pp 197-207.

2 A Bjørseth, O Bjørseth, P E Fjeldstad (1978): Kartlegging av polysykliske aromatiske hydrokarboner i arbeidsatmosfære. Teknisk-hygienisk rapport nr 5. Kartlegging av PAH ved massefabrikken, Elkem - Spigerverket A/S, Fiskaa Verk. ISBN 82-595-1582-2

3 A Bjørseth, G Becher (1985): PAH in Work Atmospheres. Occurence and Determination. ISBN 0-8493-6064-1

4 C S Davies, P Fellin, R Otson (1987): A Review of Sampling Methods for Polyaromatic Hydrocarbons in Air. Journal of Air Pollution Control Association. 37, 12, pp 1397 - 1408.

5 Direktoratet for arbeidstilsynet (1990): Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære. Bestillingsnr. 361.

6 National Institute of Occupational Safety and Health (1985): NIOSH method 5506. 5/15/85

7 National Institute of Occupational Safety and Health (1985): NIOSH method 5515. 5/15/85

Tillegg

A. Tabeller over måleresultater for arbeidsoperasjoner

I tabellene er det ført opp verdier fra hver måling, middelverdi og spredningen om middelverdien som standard avvik. Medianverdien = "Midterste verdi" er ført opp som et mål for den mest sannsynlige verdi å treffe på.

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte* µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
54	900227	e	Blander	20.2	44.0	34.1	1751.0	368.1
30	900227	e	Blander	23.5	53.1	40.4	1263.0	62.9
23	900228	f	Blander	1.7	4.5	3.4	218.0	12.3
40	900228	f	Blander	3.1	3.4	2.6	786.1	27.1
5	900226	n	Blander	5.4	3.6	3.2	769.4	49.3
			Middelverdi	10.8	21.7	16.7	957.5	103.9
			St. avvik	9.2	22.1	16.9	516.6	133.2
			Median	5.4	4.5	3.4	786.1	49.3

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
14	900228	d	Briketter, pakking	Labfeil	2.6	2.6	84.2	15.1
52	900228	d	Briketter, pakking	1.5	9.4	8.3	130.8	11.5
44	900228	d	Briketter, pakking	6.2	13.5	11.6	127.0	12.1
			Middelverdi	2.6	8.5	7.5	114.0	12.9
			St. avvik	2.6	4.5	3.7	21.1	1.6
			Median	3.9	9.4	8.3	127.0	12.1

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
51	900227	f	E-fabr., dreiing	5.2	9.3	8.7	102.2	9.9
31	900228	f	E-fabr., dreiing	6.2	160.0	127.0	89.4	9.8
			Middelverdi	5.7	84.6	67.8	95.8	9.9

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
19	900227	f	E-fabr., ovnspass	3.2	20.9	18.9	37.8	4.3
24	900228	f	E-fabr., ovnspass	3.5	5.2	4.6	41.2	3.1
			Middelverdi	3.3	13.0	11.7	39.5	3.7

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
53	900227	e	Feiing	3.1	53.0	46.4	541.3	134.1
16	900228	f	Feiing	6.6	Labfeil	Labfeil	90.6	7.4
3	900226	n	Feiing	4.1	6.8	6.5	288.1	26.2
			Middelverdi	4.6	19.9	17.6	306.7	55.9
			St. avvik	1.5	23.5	20.5	184.5	55.8
			Median	4.1			288.1	26.2

* Prioriterte PAH: se Tabell III side 11

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
26	900228	d	Formann	4.1	3.7	3.3	80.0	9.3
41	900227	e	Formann	2.9	8.4	7.2	172.1	26.5
25	900228	f	Formann	1.6	Labfeil	Labfeil	78.1	8.8
11	900226	n	Formann	Feil	5.2	5.1	52.6	3.0
			Middelverdi	2.2	4.3	3.9	95.7	11.9
			St. avvik	1.5	3.0	2.7	45.4	8.8
			Median	2.9	5.2	5.1	85.5	9.1

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
20	900227	e	K-ovn	5.5	11.5	10.3	47.4	6.6
46	900227	f	K-ovn	7.9	4.8	3.9	27.1	1.6
21	900228	f	K-ovn	4.7	7.9	6.8	34.6	2.5
6	900226	n	K-ovn	3.3	5.3	4.9	79.7	9.5
			Middelverdi	5.4	7.4	6.5	47.2	5.1
			St. avvik	1.7	2.7	2.4	20.1	3.2
			Median	5.1	6.6	5.9	41.0	4.6

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
22	900228	d	Koksveiing, bek-lag	5.2	11.1	10.3	111.1	8.8
32	900228	d	Koksveiing, bek-lag	17.5	44.5	38.3	174.6	29.9
			Middelverdi	11.4	27.8	24.3	142.9	19.3

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
28	900227	e	Nedlegging	1.3	21.8	17.7	245.4	33.6
33	900227	e	Nedlegging	1.8	21.8	15.9	1058.0	143.9
15	900228	f	Nedlegging	*151.0	16.3	13.0	222.0	28.2
45	900228	f	Nedlegging	1.0	6.0	5.0	278.2	31.1
10	900226	n	Nedlegging	1.4	0.2	0.2	206.3	23.4
			Middelverdi	1.1	13.2	10.4	402.0	52.0
			St. avvik	0.6	8.7	6.7	328.9	46.1
			Median	1.4	16.3	13.0	245.4	31.1

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
42	900227	d	Reparatør	9.7	2.2	1.9	58.3	3.8
27	900227	d	Reparatør	24.0	8.9	7.8	14.8	0.9
			Middelverdi	16.8	5.5	4.9	36.5	2.4

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
7	900227	e	Spretting	0.8	8.3	7.4	448.9	60.9
1	900227	e	Spretting	1.2	25.0	19.8	313.1	51.4
39	900228	f	Spretting	4.0	5.0	4.2	202.2	19.3
38	900228	f	Spretting	5.0	6.3	5.4	196.1	28.3
4	900226	n	Spretting	Feil	60.3	51.5	53.0	4.3
9	900226	n	Spretting	1.0	3.8	3.1	40.2	3.3
			Middelverdi	2.0	18.1	15.2	208.9	27.9
			St. avvik	1.8	20.2	17.1	142.3	21.9
			Median	1.2	7.3	6.4	199.2	23.8

* Åpenbar feil

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
50	900228	d	Undervisning truck	4.3	11.7	11.1	113.9	11.9

Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
17	900227	e	Utkjøring	0.7	0.6	0.6	94.7	13.1
43	900227	e	Utkjøring	2.1	Labfeil	Labfeil	690.3	77.8
36	900228	f	Utkjøring	0.5	7.8	6.6	131.2	48.6
37	900228	f	Utkjøring	0.8	11.3	8.5	252.9	30.9
2	900226	n	Utkjøring	1.0	12.0	9.8	224.2	39.2
8	900226	n	Utkjøring	1.5	4.4	4.1	303.6	35.5
			Middelverdi	1.1	6.0	4.9	282.2	40.8
			St. avvik	0.6	4.7	3.7	195.4	19.7
			Median	0.9	7.8	6.6	238.6	37.4

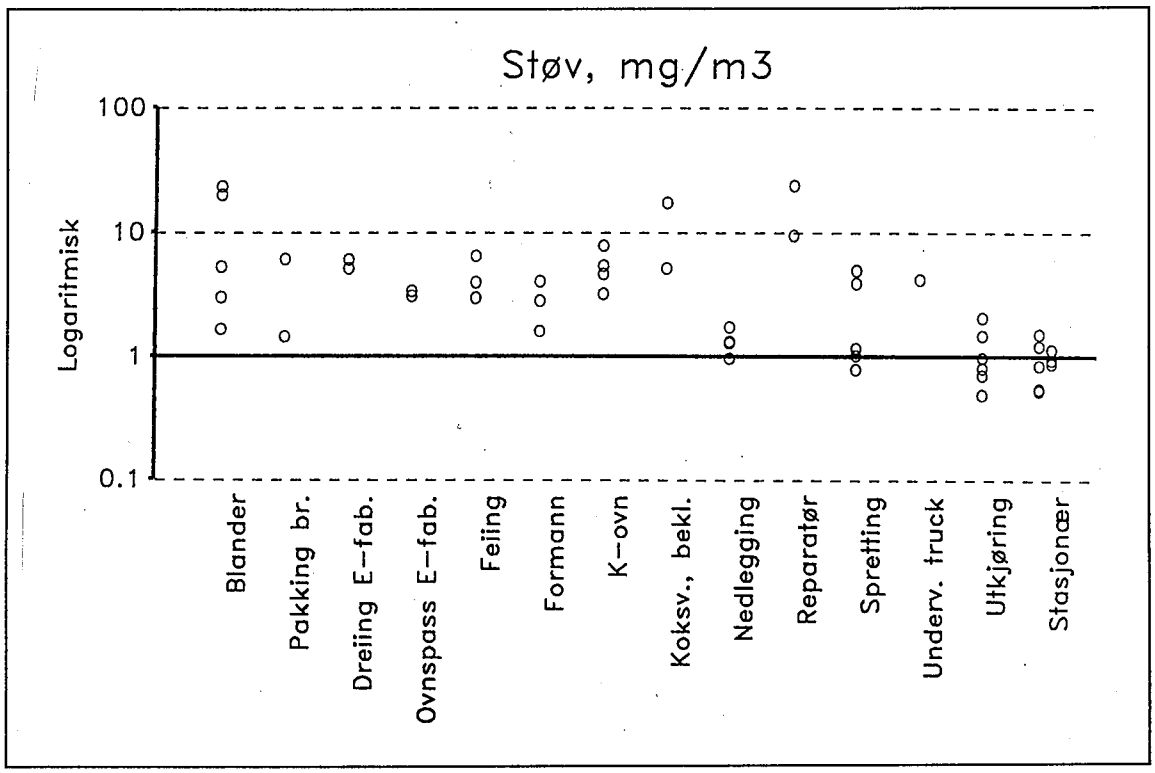
Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
29	900228	d	Stasjonær, nede	0.6	Feil	Feil	222.4	25.6
47	900227	e	Stasjonær, nede	0.9	4.7	4.2	141.6	16.0
49	900227	f	Stasjonær, nede	1.3	18.6	16.4	187.8	21.3
12	900226	n	Stasjonær, nede	1.6	0.9	0.9	163.8	13.8
48	900227	n	Stasjonær, nede	0.5	1.8	1.6	94.4	13.2
			Middelverdi	1.0	5.2	4.6	162.0	18.0
			St. avvik	0.4	6.9	6.0	43.1	4.8
			Median	0.9	3.3	2.9	163.8	16.0

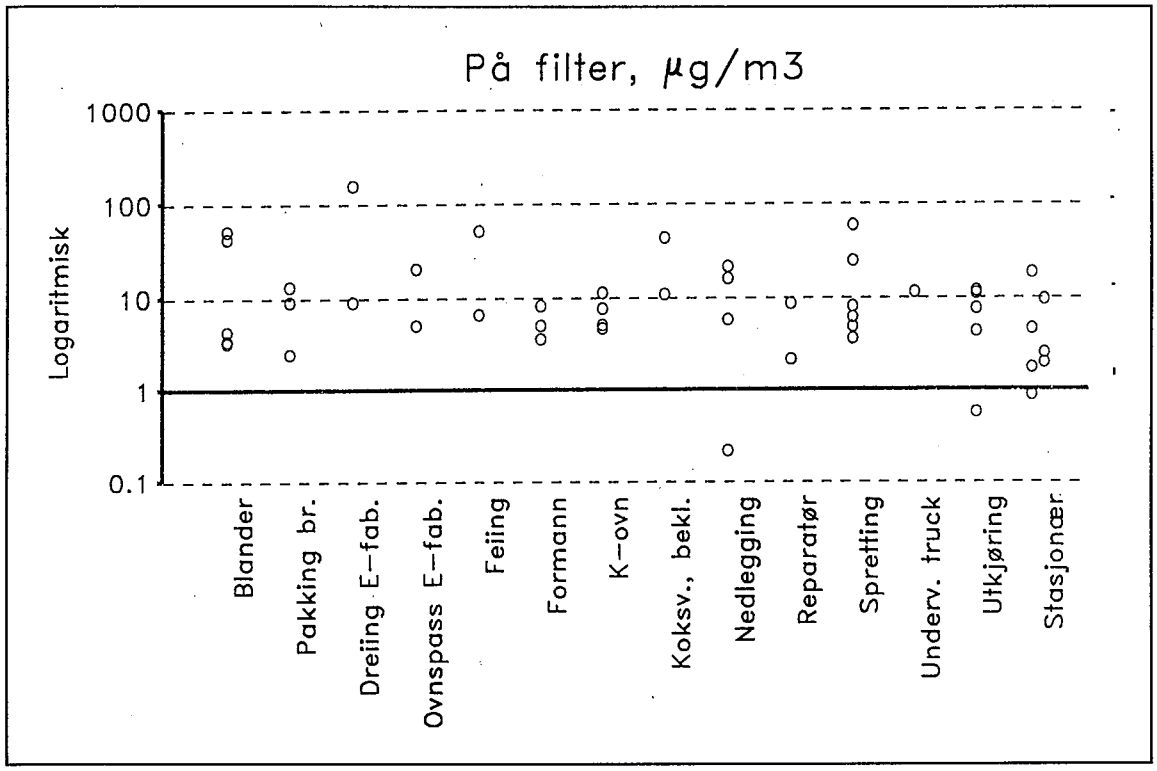
Nr	Dato	Skift	Jobb	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
35	900228	d	Stasjonær, oppe	1.2	2.6	2.6	120.3	16.8
34	900227	e	Stasjonær, oppe	0.9	9.8	6.0	123.3	16.9
13	900227	f	Stasjonær, oppe	1.0	2.0	2.0	168.7	20.7
			Middelverdi	1.0	4.8	3.5	137.4	18.1
			St. avvik	0.1	3.5	1.7	22.1	1.8
			Median	1.0	2.6	2.6	123.3	16.9

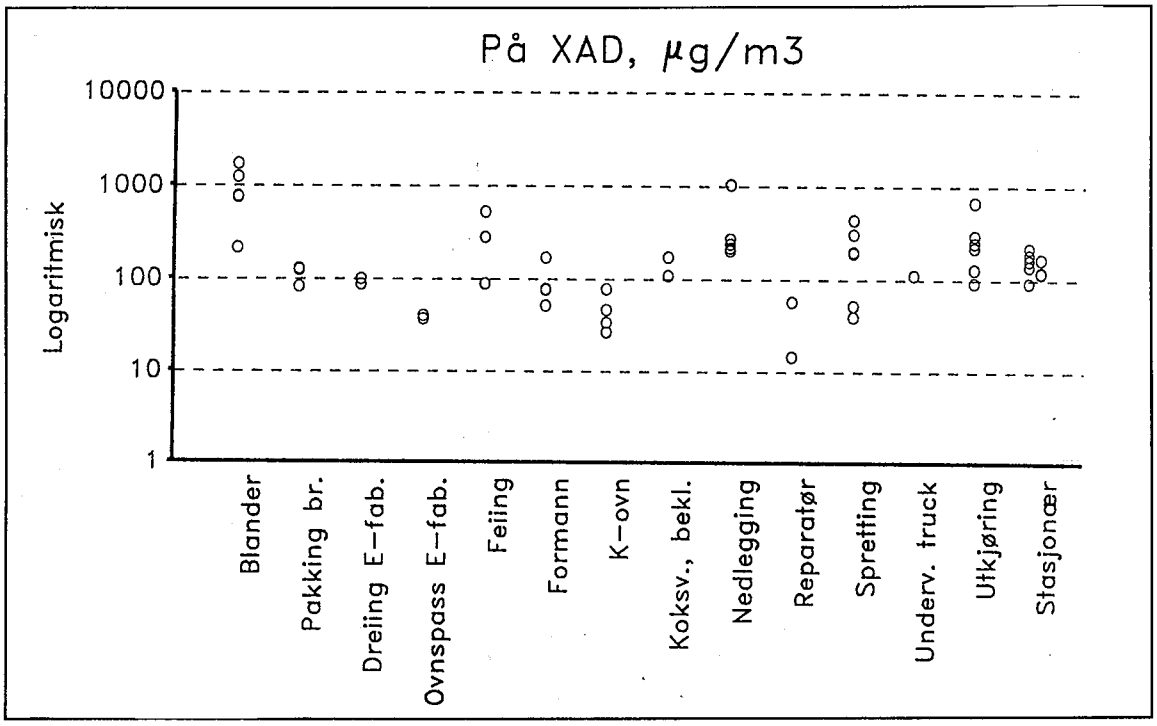
	Alle 53 prøver	På filter Totalstøv mg/m3	PAH µg/m3	Prioriterte µg/m3	Aromater på XAD Sum µg/m3	Prioriterte µg/m3
	Middelverdi	4.1	14.4	12.0	255.6	31.9
	St. avvik	5.4	24.6	19.8	326.7	54.4

B. Figurer med måleresultater for arbeidsoperasjoner

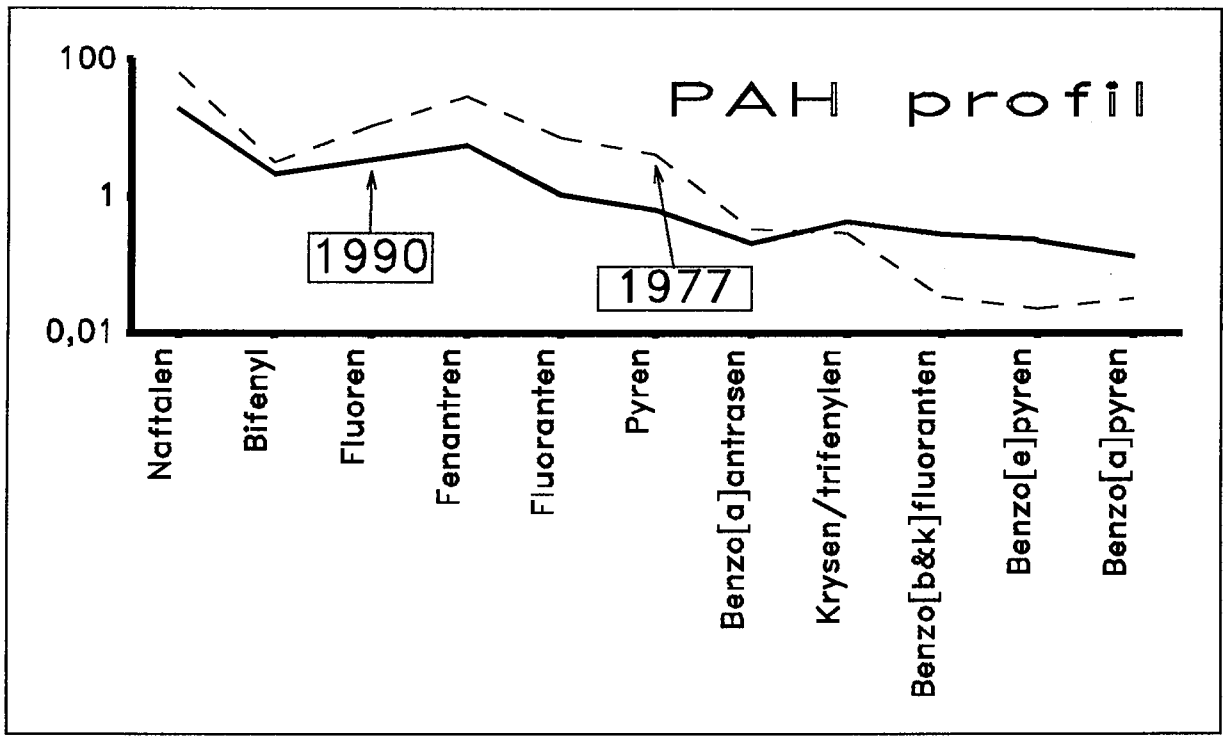
Figurene viser de samme data som i **Tillegg A** med logaritmisk ordinat.




På filter, µg/m3
Logaritmisk
1000
100
10
1
0.1
Blander
Pakking br.
Dreiing E-fab.
Ovnspass E-fab.
Feiing
Formann
K-ovn
Koksv., bekl.
Nedlegging
Reparatør
Spretting
Underv. truck
Utkjøring
Stasjonær


På XAD, µg/m3
Logaritmisk
10000
1000
100
10
1
Blander
Pakking br.
Dreiing E-fab.
Ovnspass E-fab.
Feiing
Formann
K-ovn
Koksv., bekl.
Nedlegging
Reparatør
Spretting
Underv. truck
Utkjøring
Stasjonær

C. PAH-profil 1977 sammenlignet med 1990



I denne figuren er vist en profil fra 1977-undersøkelsen sammenliknet med verdier basert på mediansammensetningen fra undersøkelsen 1990. Ordinaten er logaritmisk, og mønstrene i figuren viser relativ sammensetning i hver av undersøkelsene. Det er tatt i betraktning både aromater i gassfase og på filter. Figuren kan tydes slik at i 1977 ble det funnet forholdsvis mer av komponentene "i midten", på figuren representert ved fenantren, fluoranten og pyren. Årsaken kan ligge i analyseprosedyrene eller i at atmosfæren virkelig er annerledes sammensatt. Bedriften oppgir at sammensetningen av bindemiddelet er endret siden 1977. Mykningspunktet er 5°C høyere og innholdet av de flyktigste forbindelsene er redusert.

Figuren kan også være en demonstrasjon av vanskelighetene ved å sammenlikne ulike undersøkelser uten å ta i betraktning usikkerhetene i bestemmelsen.

Komponent	1F	1X	2F	2X	3F	3X	4F	4X	5F	5X	6F	6X	7F	7X	8F	8X	9F	9X
Naftalen		113,8		101,3		131,5		15,61		414,9		25,55		190,4		112,2		14,80
2-metylnaftalen		35,75		58,25		46,18		21,00		113,0		19,34		53,26		64,16		8,20
Bifenyl		7,21		9,70		8,47		1,24				3,10		10,57		10,33		1,57
Acenaftylen		3,00											0,13			1,01		
Acenaften		35,36			0,06	32,64	1,71	4,23		89,92	0,11	8,29	0,28	48,95	0,18	32,77		5,76
Dibenzofuran		25,20		1,57		20,41		2,46		51,01		6,47		35,36		22,01		2,86
Fluoren	0,50	22,15				15,40	1,37	2,07	0,18	36,24	0,07	4,37	0,15	29,64	0,07	16,91		2,41
9-metylfluoren		4,20		3,64				0,60			0,04	0,87		5,06				1,32
9,10-dihydroantrac										0,70					0,10		0,26	
2-metylfluoren		1,67		1,23		0,87				2,03				1,71		1,10		
1-metylfluoren		0,87								0,46								
Dibenzotiofen		3,20		2,36		1,71	0,54	0,33		3,69		0,56		3,56		2,27		
*Fenantren	3,80	37,43		29,22	0,27	20,12	6,97	2,93	0,68	39,09	0,23	6,92	0,45	44,91	0,58	26,00	0,27	3,32
*Antracen/B[h]kino	1,24	6,80		4,55		3,08	1,56	0,52	0,19	5,51	0,26	0,73	0,32	8,44	0,26	4,34	0,50	
Acridin	0,55						0,76						0,15					
Benzo[f]kinolin							0,32			0,34								
Karbazol	3,64		1,78		0,05		1,11		0,23	0,29	0,04		0,14					
3-Metylfenantren		1,18		0,90	0,05	0,62				1,11				1,39		0,80		
2-metylfenantren		1,77		1,29	0,08	0,90	0,43			1,65				1,85		1,36		
2-metylantracen		0,72	0,21	0,41		0,22	0,11			0,25				0,74		0,22		
4,5-metylenfenantr		2,07		1,39	0,06	1,28	0,84			2,01				2,23		1,27		
1-metylfenantren		1,38		1,02		0,32	0,22			0,71				1,59		0,47		
9-metylantracen		2,12		1,95		1,36		1,12		1,75		1,61		1,71		1,22		
*Fluoranten	3,20	4,39	1,20	3,43	1,29	1,93	8,63	0,53	0,67	3,08	0,31	1,10	0,88	4,76	0,56	3,27	0,68	
*Pyren	1,98	2,82	0,88	1,95	0,95	1,10	5,61	0,34	0,46	1,63	0,22	0,79	0,71	2,76	0,49	1,84	0,47	
*Benzo[a]fluoren	0,38		0,16		0,25		0,92						0,15					
*Benzo[b]fluoren	0,45		0,08		0,15		1,26				0,05		0,20		0,20			
4/1-metylpyren							0,12										0,36	
*Benz[a]antracen	1,32		1,20		0,74		3,77		0,58		0,58		1,18		0,73			
*Krysen/trifenylen	2,77		2,42		1,38		7,78		0,61		1,27		1,78		0,85		1,21	
*Benzo[b/k]fluoran	1,21		1,51		0,24		3,28				0,55		0,59		0,15			
*Benzo[e]pyren	0,85		0,90		0,39		3,28				0,70							
*Benzo[a]pyren	1,06		0,73		0,41		2,70				0,30		0,68		0,16			
Perylen	0,27		0,21				0,99											
3-metylcholantren							0,09				0,07							
*Indeno[123cd]pyre	0,65		0,34		0,21		2,64				0,11		0,30					
*Dibenzantracener	0,16						0,63				0,05							
*Benzo[ghi]perylen	0,62		0,40		0,23		2,30				0,13		0,18		0,10			
Antantren	0,26						0,19											
*Dibenzo[a,e]pyren	0,06						0,16											
Coronen																		
*Dibenzo[a,i]pyren											0,18							
Sum	24,97	313,1	12,02	224,2	6,81	288,1	60,29	52,98	3,60	769,4	5,27	79,70	8,27	448,9	4,43	303,6	3,75	40,24
Sum med*	19,75	51,44	9,82	39,15	6,51	26,23	51,49	4,32	3,19	49,31	4,94	9,54	7,42	60,87	4,08	35,45	3,13	3,32
Gravimetrisk mg/m3	1,20		1,00		4,06				5,38		3,29		0,80		1,52		1,04	
Luftvolum m3	0,62	0,62	0,68	0,68	0,75	0,75	0,87	0,87	0,80	0,80	0,93	0,93	0,66	0,66	0,82	0,82	0,74	0,74

* = Prioriterte PAH

Komponent	10F	10X	11F	11X	12F	12X	13F	13X	14F	14X	15F	15X	16F	16X	17F	17X		
Naftalen		79,55		20,96		46,89		48,39		33,10		101,8		41,09		30,12		
2-metylnaftalen		33,04		9,30		58,47		42,28		2,00		2,99		13,83		2,79		
Bifenyl		6,77		1,88		8,49		7,74		2,49		6,85		2,80				
Acenaftylen		0,65		2,27		0,91		1,57		1,20		0,97				3,20		
Acenaften		27,84		7,01		16,60		19,02		11,80		34,30		11,68		16,74		
Dibenzofuran		14,54		3,14		9,20		11,02		6,31	0,58	17,67		6,41		8,66		
Fluoren		12,23		2,57		6,68		8,88		6,03	1,41	15,17		4,84		6,68		
9-metylfluoren				1,46				1,36		2,58		4,60		1,08		2,44		
9,10-dihydroantrac		0,62				0,58						0,83				0,82		
2-metylfluoren		0,90				0,39		0,78		0,53		1,11				1,15		
1-metylfluoren		0,58						1,05		0,47	0,19	0,82				1,26		
Dibenzotiofen		1,73				0,34		1,72		1,18	0,34	2,17		0,74		1,89		
*Fenantren		17,24	0,55	3,03		11,95		15,51		10,55	5,20	21,80		6,32		9,60		
*Antracen/B[h]kino		3,18				0,84		2,28		1,87	0,76	3,90		1,10		1,82		
Acridin						0,38										0,59		
Benzo[f]kinolin		0,21														0,50		
Karbazol		0,27														0,53		
3-Metylfenantren		0,59									0,23	0,71				0,48		
2-metylfenantren		0,84						0,84				0,98				0,70		
2-metylantracen		0,31						0,43				0,34				0,59		
4,5-metylenfenantr		1,22						1,16		0,84	0,42	1,51				0,96		
1-metylfenantren		0,27										0,35				0,55		
9-metylantracen		0,75		0,95		1,11		1,74		0,57		0,62		0,66		0,90		
*Fluoranten	0,22	1,86	1,28		0,58	0,62	1,36	1,83	0,67	1,63	3,68	1,61			0,58	1,07		
*Pyren		1,08	0,65		0,27	0,35	0,66	1,11		1,01	2,43	0,86				0,61		
*Benzo[a]fluoren																		
*Benzo[b]fluoren																		
4/1-metylpyren			0,12		0,06						0,10							
*Benz[a]antracen			1,14						1,06		0,93							
*Krysen/trifenylen			1,44						0,84									
*Benzo[b/k]fluoran																		
*Benzo[e]pyren																		
*Benzo[a]pyren																		
Perylen																		
3-metylcholantren																		
*Indeno[123cd]pyre																		
*Dibenzantracener																		
*Benzo[ghi]perylen																		
Antantren																		
*Dibenzo[a,e]pyren																		
Coronen																		
*Dibenzo[a,i]pyren																		
Sum	0,22	206,3	5,18	52,57	0,91	163,8	2,02	168,7	2,57	84,16	16,27	222,0	0,00	90,55	0,58	94,65		
Sum med*	0,22	23,36	5,06	3,03	0,85	13,76	2,02	20,73	2,57	15,06	13,00	28,17	0,00	7,42	0,58	13,10		
Gravimetrisk mg/m3	1,36		15,33		1,57		0,96				151,0		6,55		0,72			
Luftvolum m3	0,76	0,76	0,54	0,54	0,78	0,78	0,47	0,47	0,86	0,86	0,70	0,70	0,78	0,78	0,68	0,68		

* = Prioriterte PAH

Komponent	19F	19X	20F	20X	21F	21X	22F	22X	23F	23X	24F	24X	25F	25X	26F	26X	27F	27X
Naftalen		13,86		12,44		9,98		35,40		106,5		16,01		30,54		22,84		4,00
2-metylnaftalen		6,22		8,50		13,17		17,55		29,39		3,83		3,44		14,00		2,94
Bifenyl		0,79		1,73		2,33		4,37		6,59		1,02		3,01		3,20		0,75
Acenaftylen	0,07	0,61	0,12	0,81				2,97		2,26		0,99		2,58		1,22		0,99
Acenaften	0,20	3,22	0,14	5,12		2,98		16,16	0,25	27,46		3,99		12,28		11,04		2,31
Dibenzofuran	0,07	2,01	0,02	3,36		1,35		8,30	0,05	12,86		2,06		6,19		6,00		0,86
Fluoren	0,15	1,55	0,07	2,18	0,11	0,97		6,39	0,11	9,98		1,78		5,42	0,06	4,76		0,66
9-metylfluoren		2,02	0,05	0,76		0,60		4,95		4,47		2,22		2,99		3,11		0,76
9,10-dihydroantrac		0,24		0,52				0,69		0,75	0,06	0,18				0,47		
2-metylfluoren		0,95		0,67				0,91		1,03	0,01	0,30		0,61		0,63		
1-metylfluoren		0,42		0,66				1,21		1,08	0,03	0,55		0,64				
Dibenzotiofen	0,05	0,46	0,04	1,03		0,26		1,45		1,78		0,45		1,01		1,17		
*Fenantren	1,16	2,94	0,88	4,30	0,72	1,60		7,16	0,50	9,95		2,20		6,92	0,41	7,07	2,58	0,90
*Antracen/B[h]kino	0,28	0,43	0,16	0,86	0,16	0,29		1,17	0,10	1,61	0,06	0,38		1,18		1,01	0,46	
Acridin	0,09				0,06													
Benzo[f]kinolin				0,36	0,04													
Karbazol	0,53		0,15	0,25	0,50				0,43		0,09				0,19			
3-Metylfenantren				0,28	0,07							0,16				0,29		
2-metylfenantren	0,08		0,07	0,39			0,06					0,28				0,44	0,20	
2-metylantracen		0,20		0,25				0,28				0,32				0,21		
4,5-metylenfenantr	0,06	0,31		0,24	0,03		0,08	0,49		0,62		0,21				0,55		
1-metylfenantren					0,02						0,04	0,84			0,04			
9-metylantracen		0,56	0,03	1,17		0,41		1,17		0,92		2,93		0,60	0,13	0,83		0,60
*Fluoranten	2,00	0,57	1,09	0,91	0,94	0,37	2,16	0,44	0,51	0,71	0,58	0,34		0,69	0,66	0,77	2,07	
*Pyren	1,25	0,39	0,69	0,57	0,56	0,24	1,22		0,35		0,38	0,19			0,44	0,43	1,08	
*Benzo[a]fluoren	0,39		0,15		0,22		0,29		0,13		0,09				0,12		0,24	
*Benzo[b]fluoren	0,40		0,09		0,15		0,27		0,09		0,06							
4/1-metylpyren					0,01													
*Benz[a]antracen	1,73		1,15		0,70		1,45		0,50		0,59						0,72	
*Krysen/trifenylen	3,18		1,81		1,24		1,59		0,55		0,75				0,87			
*Benzo[b/k]fluoran	4,04		2,20		0,73		1,20		0,19		0,63				0,25			
*Benzo[e]pyren	1,40		0,78		0,40		0,71		0,30		0,40				0,29		0,67	
*Benzo[a]pyren	1,37		0,55		0,33		0,69		0,14		0,35				0,24			
Perylen	0,68		0,20		0,12		0,68		0,29		0,37						0,82	
3-metylcholantren																		
*Indeno[123cd]pyre	0,94		0,39		0,36		0,29				0,25							
*Dibenzantracener					0,10						0,28							
*Benzo[ghi]perylen	0,72		0,31		0,23		0,38				0,14							
Antantren			0,37		0,06						0,06							
*Dibenzo[a,e]pyren																		
Coronen																		
*Dibenzo[a,i]pyren																		
Sum	20,84	37,75	11,51	47,36	7,86	34,55	11,07	111,1	4,49	218,0	5,22	41,23	0,00	78,10	3,70	80,04	8,84	14,77
Sum med*	18,86	4,33	10,25	6,64	6,84	2,50	10,25	8,77	3,36	12,27	4,56	3,11	0,00	8,79	3,28	9,28	7,82	0,90
Gravimetrisk mg/m3	3,17		5,47		4,72		5,24		1,71		3,48		1,65		4,13		23,97	
Luftvolum m3	0,91	0,91	0,56	0,56	1,00	1,00	0,66	0,66	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,70	0,84	0,84	0,46	0,46

* = Prioriterte PAH

Komponent	28F	28X	29F	29X	30F	30X	31F	31X	32F	32X	33F	33X	34F	34X	35F	35X	36F	36X
Naftalen		86,97		73,99		531,4		32,06		49,27		375,4		33,80		35,11		10,61
2-metylnaftalen		26,28		40,90		180,9		8,29		26,69		115,3		27,17		22,75		6,02
Bifenyl		6,53		8,97		40,26		2,52		7,03		28,23		5,53		4,63		2,00
Acenaftylen		1,13		1,42		3,64		2,01		1,72	0,15	4,11		1,25		1,37		
Acenaften		33,97		30,94	3,07	221,2		11,62		23,32	0,33	156,3		15,21		15,43		16,43
Dibenzofuran		18,22		17,67		96,85		6,59		12,66	0,08	83,71		8,94		8,45	0,19	11,22
Fluoren	0,11	16,29		13,01	2,34	73,51	6,66	4,98	0,59	11,42	0,17	75,18		7,41		7,21	0,26	13,95
9-metylfluoren		6,83			0,14	22,17		4,92		4,41		22,12		3,21		3,02		4,31
9,10-dihydroantrac	0,06	1,24		0,79	0,14	3,42		0,60				4,70					0,07	1,17
2-metylfluoren	0,10	1,67		1,05		4,67		0,67		1,29	0,05	6,46						2,02
1-metylfluoren		1,50		1,21	0,10	2,94	2,78	1,21		1,15		4,07				0,99	0,07	2,01
Dibenzotiofen		3,25		2,27		7,46		1,20		2,71		11,52		1,45		1,40		4,01
*Fenantren	1,75	24,31		19,67	14,19	50,53	10,78	7,28	5,21	21,09	1,87	106,5	0,70	12,82		12,21		34,28
*Antracen/B[h]kino	0,41	4,66		2,91	3,22	8,08	3,57	1,08	1,09	3,96	0,44	20,76	0,31	1,89		2,15		5,86
Acridin	0,36	0,77			0,42	1,11	2,42		0,37		0,16	2,40	0,39					
Benzo[f]kinolin	0,09	0,56			0,34	0,71			0,17		0,10	1,59						
Karbazol	2,05	0,34			1,36	0,83	4,08		1,44		3,60	1,21	2,26					
3-Metylfenantren	0,11	0,94		0,67	0,67	1,26			0,38		0,14	3,67	0,03				0,05	1,37
2-metylfenantren	0,11	1,37		0,97	1,00	1,79	3,10		0,39		0,09	5,04	0,05					1,93
2-metylantracen	0,13	0,63		0,41	0,53	0,75	5,95	0,43	0,23		0,06	1,87					0,10	0,79
4,5-metylenfenantr	0,09	2,01		1,31	1,26	2,68			0,69	1,69	0,23	7,66		0,87		1,00		2,90
1-metylfenantren		0,47			0,48	0,82		0,67	0,24		0,07	1,92	0,52					
9-metylantracen		0,82		1,27		1,67		1,82		1,22	0,03	2,15		1,58		2,13		1,85
*Fluoranten	3,28	2,90		1,89	7,52	2,80	10,65	0,91	6,65	3,05	3,19	10,76	1,40	1,37	0,71	1,50	1,29	5,26
*Pyren	2,13	1,70		1,08	4,16	1,46	12,02	0,57	4,04	1,78	2,07	5,84	0,84	0,81	0,69	0,92	0,85	3,20
*Benzo[a]fluoren	0,56				0,81		5,08		0,91		0,71		0,12		0,27		0,44	
*Benzo[b]fluoren	0,67				0,92		1,56		1,35		0,62		0,12				0,48	
4/1-metylpyren									0,04		0,04		0,00				0,03	
*Benz[a]antracen	0,93				1,12				1,65		0,94		0,48		0,21		0,57	
*Krysen/trifenylen	2,50				2,79		21,77		5,00		2,37		0,71		0,72		1,61	
*Benzo[b/k]fluoran	1,74				2,19		17,23		4,28		0,79		0,39				0,67	
*Benzo[e]pyren	0,86				1,20		15,68		1,72		1,19		0,64				0,36	
*Benzo[a]pyren	0,83				0,97		9,86		1,69		0,46		0,16				0,16	
Perylen	0,56				0,84		8,01		0,89		0,52		0,54				0,39	
3-metylcholantren																		
*Indeno[123cd]pyre	1,02				0,85		9,03		2,64		0,62						0,16	
*Dibenzantracener							4,65		0,32									
*Benzo[ghi]perylen	0,53				0,42		5,10		0,92		0,24		0,08				0,03	
Antantren	0,35								0,33									
*Dibenzo[a,e]pyren											0,05							
Coronen									0,45		0,08							
*Dibenzo[a,i]pyren	0,46								0,79		0,35							
Sum	21,79	245,4	0,00	222,4	53,05	1263	160,0	89,43	44,47	174,5	21,81	1058	9,74	123,3	2,60	120,3	7,78	131,2
Sum med*	17,67	33,57	0,00	25,55	40,36	62,87	127,0	9,84	38,26	29,88	15,91	143,9	5,95	16,89	2,60	16,78	6,62	48,60
Gravimetrisk mg/m3	1,32		0,56		23,54		6,15		17,46		1,79		0,89		1,17		0,50	
Luftvolum m3	0,68	0,68	0,81	0,81	0,56	0,56	0,82	0,82	0,53	0,53	0,60	0,60	0,56	0,56	0,52	0,52	0,65	0,65

* = Prioriterte PAH

Komponent	37F	37X	38F	38X	39F	39X	40F	40X	41F	41X	42F	42X	43F	43X	44F	44X	45F	45X
Naftalen		79,45		71,04		64,83		464,1		51,11		21,35		262,6		44,82		99,54
2-metylnaftalen		36,36		3,79		24,25		93,77		25,40				85,12		19,62		31,33
Bifenyl		8,37		7,08		9,21		19,51		5,90		2,31		19,90		3,48		8,70
Acenaftylen		1,48		2,13		15,79		4,83		0,87		2,23		3,67		2,24		8,19
Acenaften		35,82		34,40		31,39		90,37		28,41		7,72		95,25		14,06		41,50
Dibenzofuran		18,53		18,10		14,43		39,33		1,85		4,51		50,89		7,02	0,06	21,38
Fluoren		16,00		14,98		9,83	0,12	28,10	0,14	12,09		2,75		43,57		7,16	0,30	16,00
9-metylfluoren		7,78		6,70		4,78		9,52	0,04	4,92		6,25		15,72		4,34	0,06	5,48
9,10-dihydroantrac		1,05								0,82		0,71		2,68		0,96		1,16
2-metylfluoren	0,32	1,51	0,03	1,32		1,00	0,05	2,10		1,49		2,55		4,44	0,08	1,30		1,59
1-metylfluoren	0,06	2,05		1,54		1,34		1,66	0,02	1,29		1,17		3,80	0,05	2,01	0,07	1,30
Dibenzotiofen		3,17		2,72		2,08		3,10		2,92		0,84		8,01		1,48		2,92
*Fenantren	0,78	22,30	0,43	21,06	0,45	14,14	0,70	21,46	1,13	18,92		3,82		58,02	1,14	8,53		22,80
*Antracen/B[h]kino	0,10	4,07	0,13	3,40	0,07	2,51	0,11	3,32	0,26	3,11				10,71	0,20	1,69		4,47
Acridin		0,48					0,03		0,06	0,78				1,74	0,06	0,60		0,46
Benzo[f]kinolin	0,20	0,51	0,03		0,11	0,70			0,09	0,62				1,08	0,14			0,43
Karbazol	1,20	1,83	0,76		0,42		0,31		0,50	0,41	0,11			0,79	0,48	0,54		0,44
3-Metylfenantren	0,09	0,91							0,03	0,96	0,08			2,03			0,03	0,77
2-metylfenantren		1,34							0,05	1,33				2,94	0,06	0,96		1,11
2-metylantracen		0,72		0,71		0,68				0,55				1,63		0,69	0,11	0,55
4,5-metylenfenantr	0,05	1,90		1,72		1,23		1,23		1,82	0,05			4,18	0,09	0,65		1,63
1-metylfenantren	0,04	0,45	0,02				0,08		0,21	0,69	0,07			1,21	0,03	1,21		0,42
9-metylantracen		2,37		1,52		1,41	0,01	1,38		1,40		2,10		1,27		1,81		2,21
*Fluoranten	1,15	2,79	0,91	2,38	0,90	1,63	0,52	1,45	1,31	2,87	1,07			5,81	2,26	1,32	1,19	2,45
*Pyren	0,84	1,69	0,64	1,48	0,63	0,96	0,30	0,84	0,77	1,58	0,53			3,24	1,34	0,52	0,79	1,39
*Benzo[a]fluoren	0,25		0,22		0,14				0,14						0,71		0,23	
*Benzo[b]fluoren	0,08		0,29						0,06						0,30		0,10	
4/1-metylpyren															0,07			
*Benz[a]antracen	0,50						0,16		0,29		0,07				0,50			
*Krysen/trifenylen	1,33		0,96		0,86		0,39		0,99		0,24				1,55		0,93	
*Benzo[b/k]fluoran	0,23		0,18		0,24				0,84						1,36		0,54	
*Benzo[e]pyren	2,38		1,03		0,70		0,30		0,20						0,52		0,31	
*Benzo[a]pyren	0,21		0,16		0,18		0,10		0,31						0,68		0,31	
Perylen	0,77		0,12		0,36		0,15		0,04						0,63		0,34	
3-metylcholantren															0,20		0,09	
*Indeno[123cd]pyre			0,30						0,42						0,76		0,41	
*Dibenzantracener																		
*Benzo[ghi]perylen			0,13						0,16						0,25		0,15	
Antantren															0,03			
*Dibenzo[a,e]pyren	0,09																	
Coronen	0,08						0,06											
*Dibenzo[a,i]pyren	0,55								0,35									
Sum	11,30	252,9	6,34	196,1	5,06	202,2	3,39	786,1	8,41	172,1	2,22	58,31	0,00	690,3	13,49	127,0	6,02	278,2
Sum med*	8,49	30,85	5,38	28,32	4,17	19,24	2,58	27,07	7,23	26,48	1,91	3,82	0,00	77,78	11,57	12,06	4,96	31,11
Gravimetrisk mg/m3	0,82		5,04		3,99		3,11		2,90		9,66		2,13		6,17		0,99	
Luftvolum m3	0,53	0,53	0,69	0,69	0,74	0,74	0,81	0,81	0,88	0,88	0,64	0,64	0,84	0,84	0,45	0,45	0,97	0,97

* = Prioriterte PAH

Komponent	46F	46X	47F	47X	48F	48X	49F	49X	50F	50X	51F	51X	52F	52X	53F	53X	54F	54X
Naftalen		6,75		41,02		27,50		46,23		22,41		44,85		48,20		129,6		512,2
2-metylnaftalen		7,57		31,05		16,75		52,30		38,99		11,66		22,54		54,13		159,4
Bifenyl		1,57		6,41		3,71		9,70		7,04		3,29		4,31		13,56		41,28
Acenaftylen		1,49		1,16		0,88		1,39		1,46		1,23		1,44		1,92	0,33	4,09
Acenaften	0,23	2,83		17,39		12,30		21,04		12,13		10,19		13,40	0,30	69,88	1,29	248,8
Dibenzofuran	0,09	1,31		10,21		7,42		12,07		6,45		6,19		7,13		39,27		134,0
Fluoren	0,07	1,11		8,12		6,14		9,52		4,63		4,87		5,92		37,40	1,00	128,0
9-metylfluoren	0,13	1,40		3,34		2,46		4,05		0,87		3,56		6,27		12,69		36,48
9,10-dihydroantrac				0,38				0,53		0,38		0,38				1,91		5,87
2-metylfluoren		0,68		0,69				0,97		1,04		0,58		2,86	0,13	4,60		13,62
1-metylfluoren	0,04			0,77		0,72		1,09		0,72		0,99		1,39		3,09		5,65
Dibenzotiofen				1,42		1,09		1,96		1,25		1,08		1,33		9,86		26,99
*Fenantren		1,60		12,50		10,17	1,18	15,89		8,51		7,48	1,09	8,50	5,87	92,35	5,05	266,2
*Antracen/B[h]kino				1,94		1,60	0,28	2,60		1,58		1,14	0,22	1,70	1,24	16,09	1,19	46,52
Acridin					0,09		0,32	0,30		0,31			0,05		0,49	0,43	0,36	
Benzo[f]kinolin							0,11		0,04	0,31			0,06		0,35	1,93		4,60
Karbazol							0,69			0,19			0,37		2,47	1,58	5,05	3,87
3-Metylfenantren			0,09	0,41	0,07		0,13	0,68	0,18	0,47	0,08		0,04		0,42	4,41	0,24	10,91
2-metylfenantren			0,18	0,63			0,15	0,99		0,67	0,12	0,51	0,18		0,59	6,02	0,33	14,38
2-metylantracen			0,07	0,29			0,07	0,56		0,40	0,04	0,41			0,21	1,91	0,14	3,86
4,5-metylenfenantr			0,08	0,86		0,69	0,22	1,34	0,05	0,85	0,01	0,63			0,66	8,25	0,51	20,56
1-metylfenantren			0,03	0,21			0,13	0,40		0,31	0,03		0,04	1,22	0,28	2,26	0,12	4,94
9-metylantracen		0,78		1,28		1,50	0,01	1,35		1,13		1,83		3,24		2,55	0,07	3,20
*Fluoranten	0,83		1,76	0,97	0,89	0,92	3,65	1,81	3,00	1,10	1,60	0,81	1,39	1,34	9,86	16,67	6,14	35,49
*Pyren	0,54		1,06	0,54	0,52	0,53	2,33	1,03	1,80	0,66	1,01	0,51	0,78		5,80	8,95	3,71	19,86
*Benzo[a]fluoren	0,17		0,21		0,09		0,89		0,42		0,29		0,27		1,87		1,78	
*Benzo[b]fluoren	0,08		0,07				1,00		0,50		0,31		0,31		2,06		1,73	
4/1-metylpyren							0,03		0,02		0,01		0,02		0,07		0,07	
*Benz[a]antracen	0,17										0,38				2,04			
*Krysen/trifenylen	0,62		0,62		0,13		2,54		1,57		1,37		1,33		7,34		8,17	
*Benzo[b/k]fluoran	0,65		0,12				2,29		1,50		0,96		1,55		3,19		1,69	
*Benzo[e]pyren	0,19		0,15				0,83		0,57		0,90		0,86		1,98		1,75	
*Benzo[a]pyren	0,26		0,19				0,95		0,54		0,59		0,49		1,77		1,26	
Perylen	0,39		0,11				0,19		0,28		0,26		0,30		0,18		0,35	
3-metylcholantren									0,03									
*Indeno[123cd]pyre	0,27								0,80		0,83				2,06		0,99	
*Dibenzantracener							0,18		0,10		0,12				0,31			
*Benzo[ghi]perylen	0,09								0,26		0,29				0,71		0,31	
Antantren											0,08				0,14			
*Dibenzo[a,e]pyren							0,02								0,02		0,08	
Coronen							0,17								0,24			
*Dibenzo[a,i]pyren							0,24								0,30		0,31	
Sum	4,82	27,09	4,74	141,6	1,79	94,38	18,60	187,8	11,66	113,9	9,28	102,2	9,35	130,8	52,95	541,3	44,02	1751
Sum med*	3,87	1,60	4,18	15,95	1,63	13,22	16,38	21,33	11,06	11,85	8,65	9,94	8,29	11,54	46,42	134,1	34,16	368,1
Gravimetriskm g/m3	7,94		0,86		0,54		1,25		4,26		5,24		1,49		3,06		20,18	
Luftvolum m3	0,97	0,97	0,82	0,82	0,83	0,83	0,81	0,81	0,84	0,84	0,95	0,95	0,58	0,58	0,52	0,52	0,45	0,45

* = Prioriterte PAH

E. Kjemisk analyse

1. Prøveopparbeiding

Filtre og adsorbent ble behandlet hver for seg slik at det for hver prøvetaking ble 2 prøver, en for AiG og en for PAH. Adsorbenten ble overført til Pierce-glass. Filtrene ble akklimatisert, veiet og overført til Pierce-glass.

a. Ekstraksjon av filtre

Ekstraksjonsprosedyrens hovedtrinn:

1) Overføring av prøven fra filteret til løsemiddel.
2) Fjerning av forbindelser som er mer upolare enn PAH, (alkaner etc).
3) Fjerning av forbindelser som er mer polare enn PAH, (fenoler etc).

Filteret ble plassert i Pierce-glassene og dekket med cykloheksan, tilsatt intern standard og plassert i ultralydbad 15 min. Løsningen ble overført til sentrifugeglass. Filteret ble på nytt tilsatt cykloheksan, behandlet i ultralydbad. Ekstraksjonen ble gjentatt to ganger. Løsningen ble så dampet inn forsiktig til ca 5 ml under en strøm av nitrogen.

Løsningen ble så tilsatt 1 ml dimetylformamid (DMF) med 3 % vann, og ristet i 15 min. Fasene separert i sentrifugen ved 500 rpm i 5 min. DMF-fasen, med PAH og polare forbindelser ble overført til nytt sentrifugeglass. Cykloheksanfasen, med den alifatiske fraksjonen, ble vasket ytterligere 3 ganger med 1 ml DMF/vann og overført.

DMF fasen ble tilsatt vann til dobbelt volum, 1 ml cykloheksan, ristet og fasene separert. Den økte polariteten i DMF/vann forskjøv likevekten for PAH mot cykloheksan igjen. Cykloheksanfasen ble overført til nytt glass. På nytt ble cykloheksan tilsatt, og prosedyren gjentatt 3 ganger.

Den samlede cykloheksanfasen ble tørket med vannfri Na_2SO_4 og dekantert over i Pierce-glass.

b. Ekstraksjon av adsorbent

XAD-2 ble overført til sentrifugeglass, og tilsatt cykloheksan og indre standard. Cykloheksanfasen ble overført til nytt rør. XAD-2 ble ekstrahert på samme måte to ganger til. De samlede cykloheksanekstraktene ble dampet inn til ca 0.5 ml og overført til Pierce-glass etter tørking med Na_2SO_4.

2. Gasskromatografisk analyse

Betingelser:

GASSKROMATOGRAFISKE BETINGELSER

GC-instrument:	HP-5710 A
Injektor:	HP 18740 B, splitless, 250 °C.
Injeksjonsvol:	2 µl
Kolonne :	25 m Cp-sil-8 CB, Id=0,25 mm, df=0,25 µm.
Temp.program:	120 °C i 2 min. 6 °C/min til 320 °C.
Detektor:	FID, 350 °C.
Integrator:	Model 2600, Nelson analytical

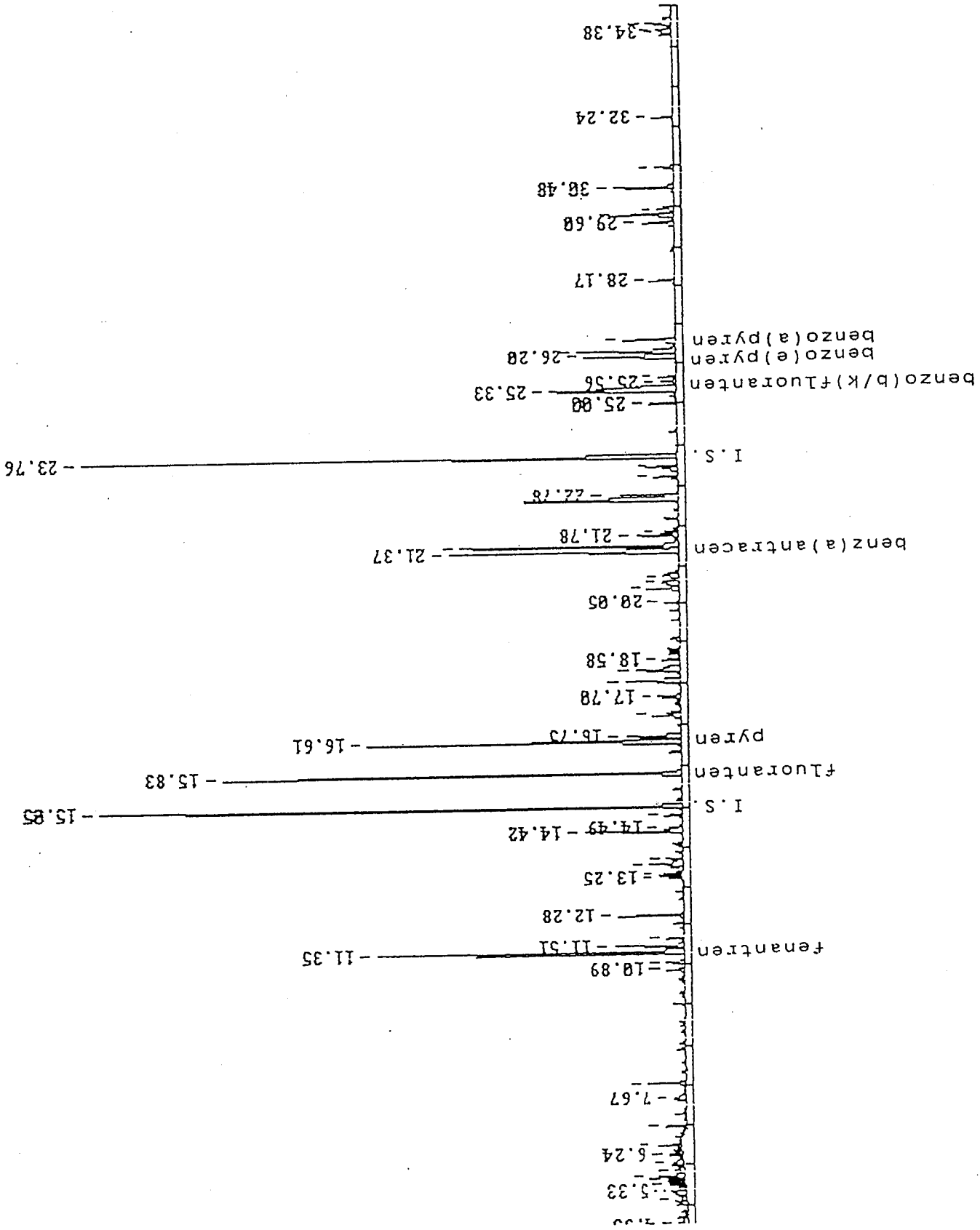
a. Identifisering og kvantifisering

Identifisering av de enkelte komponenter ble utført på grunnlag av retensjonstider. Responsfaktorer ble regnet ut på grunnlag av standardblandinger tilsatt samme intern standard som prøvene.

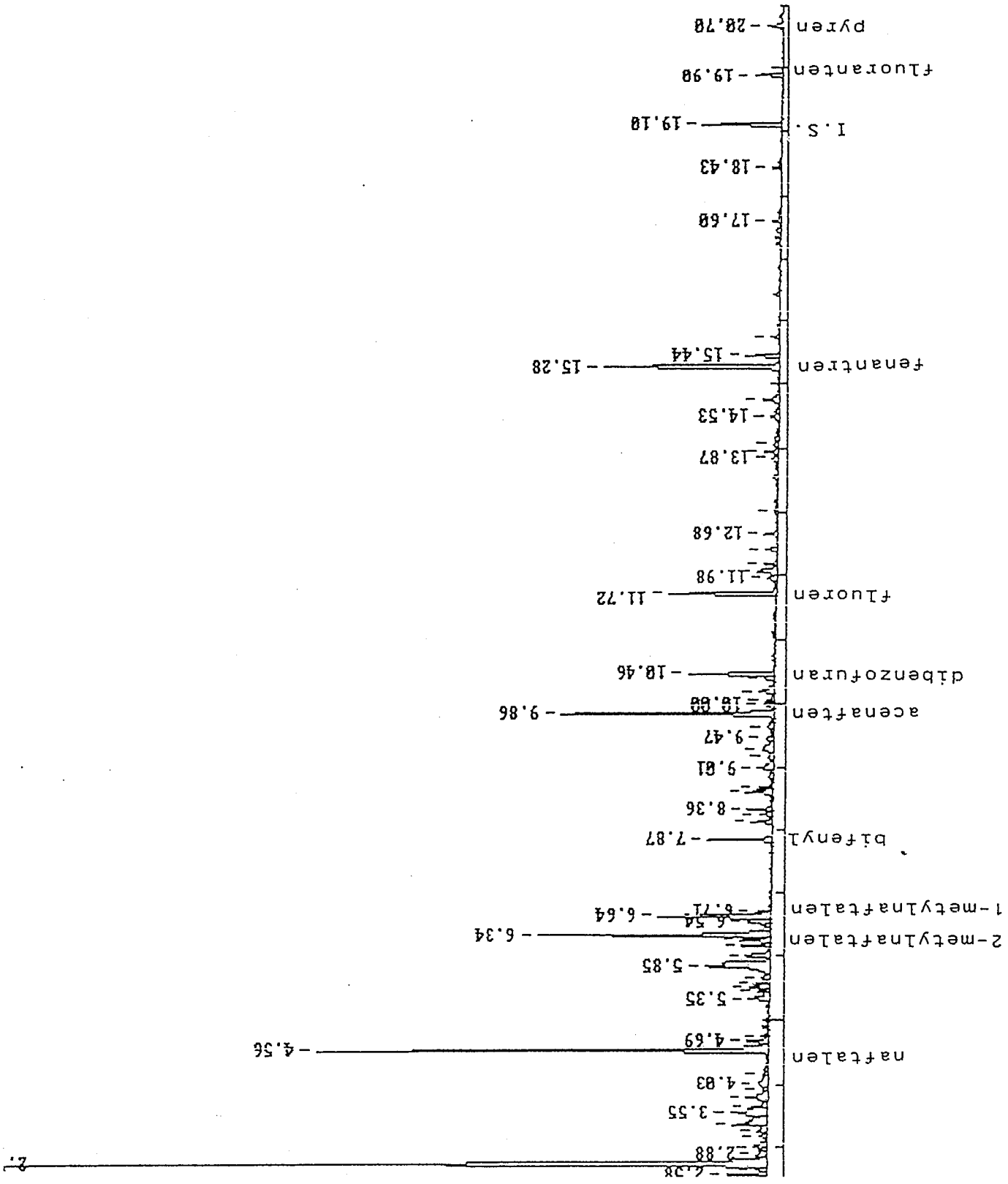
Intern standard: ca 0,5 mg/ml av komponentene ß,ß-binaftyl og 3,6-dimetylfenantren i cykloheksan med 5% metylenklorid.

3. Kromatogram-eksempler

Filterprøve fra Elkem a/s Carbon

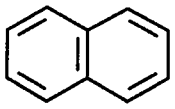
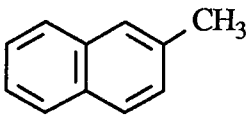
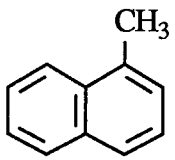
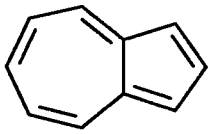
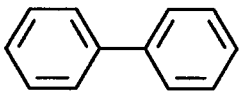
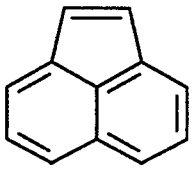
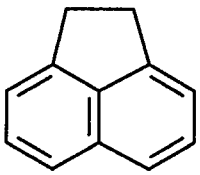
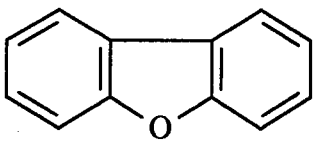


Eksempel på kromatogram av aromater i gassfase.



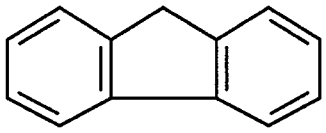
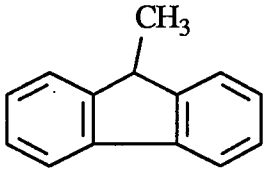
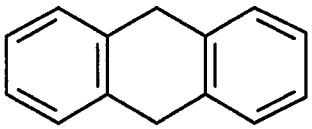
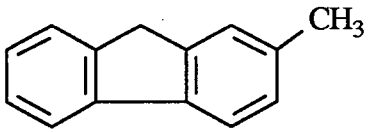
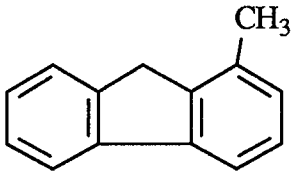
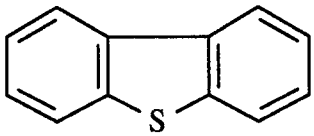
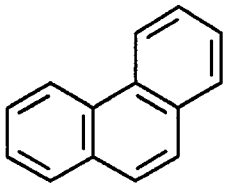
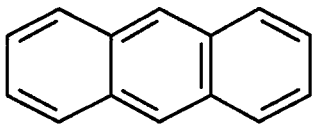
PAH-forbindelser

Tillegg F side 32

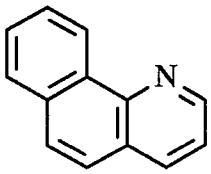
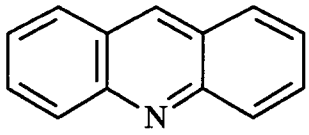
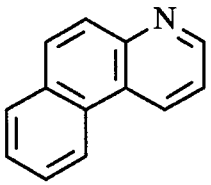
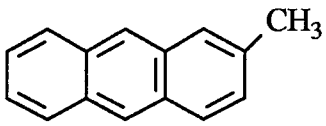
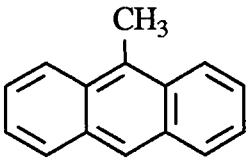
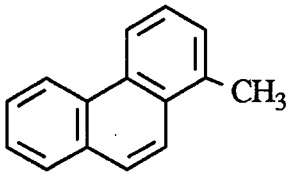
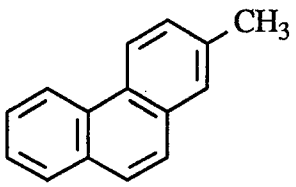
Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
NAFTALEN		C10H8	128.19	218
2-METYLNAFTALEN		C11H10	142.20	241
1-METYLNAFTALEN		C11H10	142.20	244
AZULEN		C10H8	128.19	270
BIFENYL		C12H10	154.21	255
ACENAFTYLEN		C12H8	152.21	265
ACENAFTEN		C12H10	154.21	279
DIBENZOFURAN		C12H8O	168.21	287

PAH-forbindelser

Tillegg F side 33

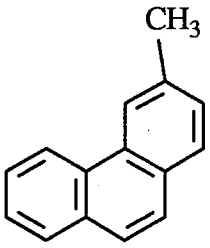
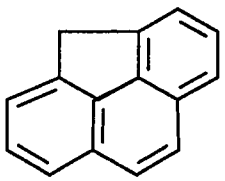
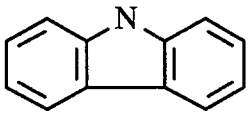
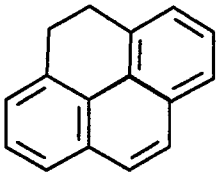
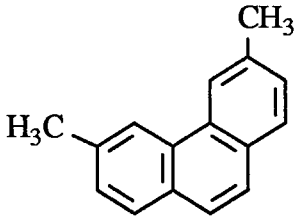
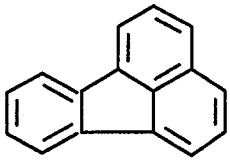
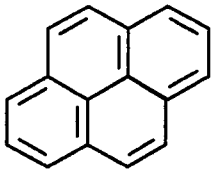
Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
FLUOREN		C13H10	166.23	293
9-METYLFLUOREN		C14H12	180.25	154$_{15mm}$
9,10-DIHYDROANTRACEN		C14H12	180.25	305
2-METYLFLUOREN		C14H12	180.25	318
1-METYLFLUOREN		C14H12	180.25	
DIBENZOTIOFEN		C12H8S	184.27	332
FENANTREN		C14H10	178.24	340
ANTRACEN		C14H10	178.24	340

PAH-forbindelser

Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
BENZO[h]QUINOLIN		C13H9N	179.22	338
ACRIDIN		C13H9N	179.22	345
BENZO[f]QUINOLIN		C13H9N	179.22	350
2-METYLANTRACEN		C15H12	192.26	SUB.
9-METYLANTRACEN		C15H12	192.26	196 12mm
1-METYLFENANTREN		C15H12	192.26	
2-METYLFENANTREN		C15H12	192.26	

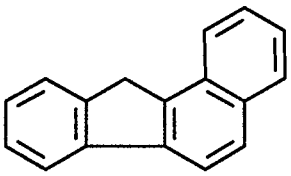
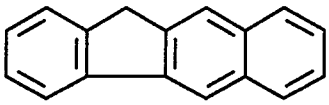
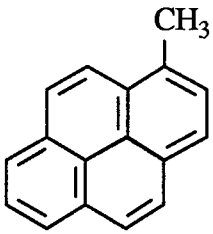
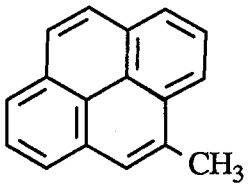
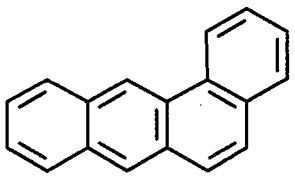
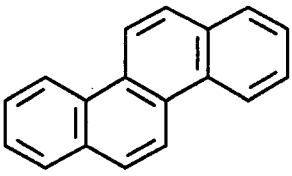
PAH-forbindelser

Tillegg F side 35

Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
3-METYLFENANTREN		C15H12	192.26	140 6mm
4,5-METYLENFENANTREN		C15H10	190.25	
CARBAZOL		C12H9N	167.21	355
3,4-DIHYDROPYREN		C16H12	204.27	
3,6-DIMETYL-FENANTREN		C16H14	206.29	
FLUORANTEN		C16H10	202.26	~375
PYREN		C16H10	202.26	393

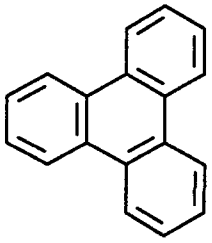
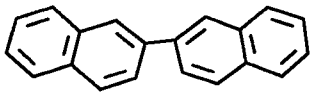
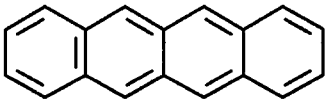
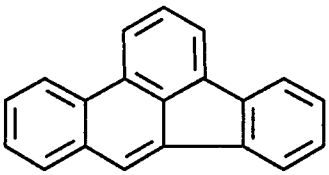
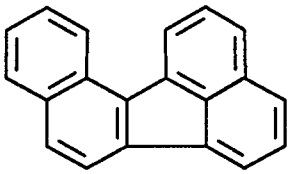
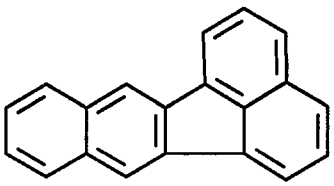
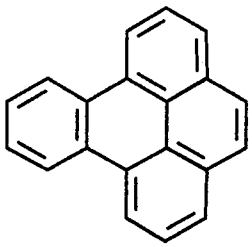
PAH-forbindelser

Tillegg F side 36

Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
BENZO[a]FLUOREN		C17H12	216.29	413
BENZO[b]FLUOREN		C17H12	216.29	402
1-METYLPYREN		C17H12	216.29	410
4-METYLPYREN		C17H12	216.29	
BENZ[a]ANTRACEN		C18H12	228.30	435
KRYSEN		C18H12	228.30	448

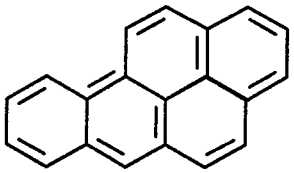
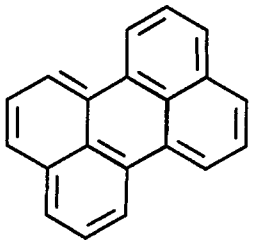
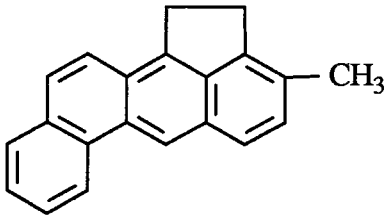
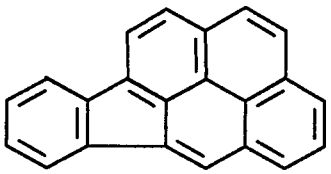
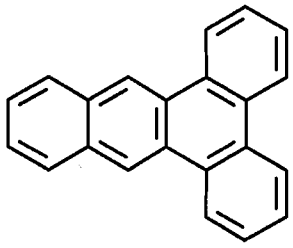
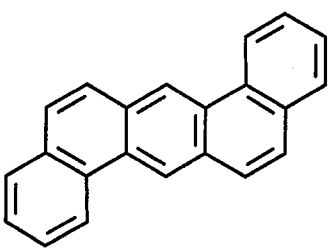
PAH-forbindelser

Tillegg F side 37

Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
TRIFENYLEN		C18H12	228.30	425
β,β-BINAFTYL		C20H14	254.34	452
NAFTACEN		C18H12	228.30	sub.
BENZO[b]FLUORANTEN		C20H12	252.32	
BENZO[j]FLUORANTEN		C20H12	252.32	
BENZO[k]FLUORANTEN		C20H12	252.32	480
BENZO[e]PYREN		C20H12	252.32	

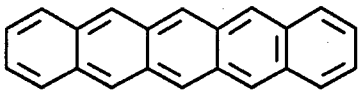
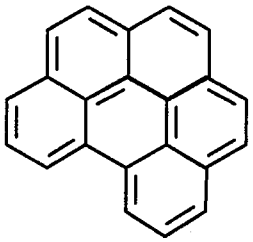
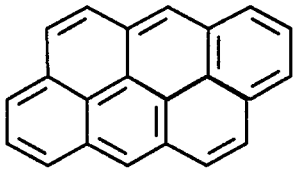
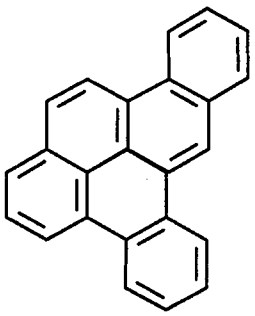
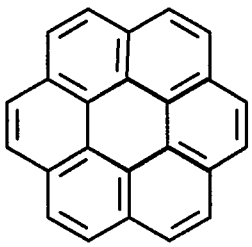
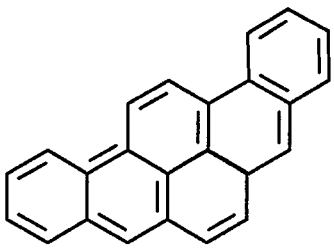
PAH-forbindelser

Tillegg F side 38

Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
BENZO[a]PYREN		C20H12	252.32	
PERYLEN		C20H12	252.32	350
3-METYLCHOLANTREN		C21H16	268.38	
O-FENYLENPYREN		C22H12	276.32	
DIBENZ[ac]ANTRACEN		C22H14	278.36	
DIBENZ[ah]ANTRACEN		C22H14	278.36	

PAH-forbindelser

Tillegg F side 39

Komponent	Struktur formel	Molekyl-formel	Mol.-vekt	Koke-pkt.
DIBENZ[bi]ANTRACEN		C22H14	278.36	290
BENZO[ghi]PERYLEN		C22H12	276.32	
ANTANTREN		C22H12	276.32	
DIBENZO[a,e]PYREN		C24H14	302.38	
CORONEN		C24H12	300.36	525
DIBENZO[a,i]PYREN		C24H14	302.38	