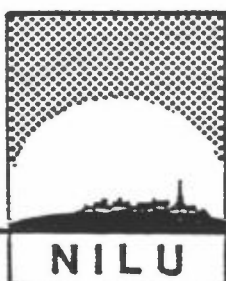


NILU OR : 1/85
REFERANSE: O-8036
DATO : JANUAR 1985

**ORGANISKE LUFTFORURENSNINGER I EN
ELEKTROLYSEHALL VED ET ALUMINIUMVERK**

Karin E. Thrane og Helge Stray



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130.- 2001 LILLESTRØM

NILU OR : 1/85
REFERANSE: 0-8036
DATO : JANUAR 1985

*ORGANISKE LUFTFORURENSNINGER I EN
ELEKTROLYSEHALL VED ET ALUMINIUMVERK*

Karin E. Thrane og Helge Stray

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-545-6

SAMMENDRAG

Det er foretatt en orienterende undersøkelse for å finne hvilke organiske forurensninger foruten polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), som kan avgis til luft ved aluminiumproduksjon. To prøver av luften i en elektrolysehall med Søderbergovner ved Karmøy fabrikker, er analysert med hensyn på aza-arener, karbazoler, nitro-pyren samt aromatiske aldehyder, ketoner og kinoner. I en av prøvene er hovedkomponentene bestemt kvantitativt. Resultatene viser at det finnes en rekke organiske forbindelser i hallatmosfæren som kan ha helseskadelig virkning. Konsentrasjonene er høye sammenlignet med publiserte nivåer i uteluft. Det vil være av betydning ved vurdering av forurensningsbelastningen både i arbeidsplass- luft og i omgivelsene omkring aluminiumindustrien, å få kartlagt nivåene av de viktigste forbindelsene som er identifisert i prøvene.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 PRØVETAKING	7
3 FORBEHANDLING OG ANALYSE	8
4 RESULTATER	8
5 VIRKNINGER OG LUFTKONSENTRASJONER	9
5.1 Resultater av biologiske tester	10
5.2 Måleresultater	12
6 KONKLUSJON	14
7 LITTERATUR	15
VEDLEGG: Metoder for forbehandling og analyse	44

ORGANISKE LUFTFORURENSNINGER I EN ELEKTROLYSEHALL VED ET ALUMINIUMVERK

1 INNLEDNING

Aluminium fremstilles ved elektrolyse hvor anodemassen består av en blanding av koks og bek. Prosessen foregår ved ca 970⁰C, og ved denne temperaturen vil organiske forbindelser i anodene fordampe og komme ut i luften. Organiske luftforurensninger vil også kunne komme fra produksjon og for-brenning av anodemassen. I tidsrommet fra 1980 til 1982 har Norsk institutt for luftforskning (NILU) undersøkt luftkvaliteten omkring aluminiumindustrien i Norge og Sverige, med særlig vekt på polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (Thrane, 1982b; Thrane, 1983a-g; Thrane, Aune og Hongslo, 1983; Thrane and Wikström, 1983; Thrane, 1984a-c). Resultatene fra NILU's undersøkelser viste at luften i disse områdene kunne inneholde betydelige mengder PAH. Det er imidlertid grunn til å anta at også andre grupper organiske forurensninger vil komme fra aluminiumindustrien. For å få et inntrykk av hvilke grupper av komponenter foruten PAH, som kan skrive seg fra aluminiumproduksjonen er det foretatt en orienterende undersøkelse. Prøver fra en elektrolysehall med Søderbergovner ved Karmøy fabrikker, er analysert ved hjelp av gasskromatografi og massespektrometri (GC/MS). Det er hovedsakelig gjort kvalitativ analyse, men i en av prøvene er hovedkomponentene også bestemt kvantitativt.

2 PRØVETAKING

Det ble tatt to luftprøver i Søderberghallen ved Karmøy fabrikker 21 og 24. august 1981. Prøvetakingen ble utført av ansatte ved fabrikken. Prøvene ble tatt ved hjelp av NILUs PUR-prøvetaker utstyrt med ett glassfiberfilter og tre propper av polyuretanskum (Thrane and Mikalsen, 1981; Thrane, Mikalsen og Stray, 1982). På grunn av fare for tilstopping av filtrene ble disse skiftet etterhvert slik at det ble benyttet fire filtre i løpet av prøvetakingsperioden på åtte timer. Filtrene og proppene ble pakket i aluminiumfolie og sendt til NILU for analyse. Prøvene kan ikke anses å være representative for det generelle forurensningsnivå i hallen.

3 FORBEHANDLING OG ANALYSE

De to prøvene ble behandlet og analysert etter forskjellige metoder. Det så ut som om det hadde vært lekkasje under prøvetakingen 21. august. Av den grunn er det kun utført kvalitativ analyse på filterene fra denne prøven og ingen analyse av proppene. I prøven fra 24. august er både filtre og propper analysert. De fire filterene ble ekstrahert sammen, mens de tre proppene ble ekstrahert hver for seg. Ekstraktene ble dampet inn og fraksjonert før analysen. Metodene for forbehandling og analyser av denne prøven er vist skjematisk i figur 1, mens en detaljert beskrivelse av prosedyrene er gitt i vedlegget.

4 RESULTATER

Som vist i figur 1 ble prøven fra 24. august delt i en basisk og en nøytral fraksjon. Resultatene fra GC/MS-analysen av den basiske fraksjonen av filterprøven er gitt i tabell 1 og figur 2. Figur 2 viser kromatogrammet av filterekstraktet samt hvilke topper som er identifisert. I tabell 1 er de identifiserte komponentene listet opp sammen med retensjonstid og molekylvekt. Analysene er bl.a. utført ved hjelp av negativ kjemisk ionisering (NCI), se vedlegget, og NCI-respons er også tatt med i tabellene. Resultater fra andre undersøkelser indikerer at det er sammenheng mellom denne faktor og den organiske forbindelsens biologiske aktivitet (Oehme, Manø and Stray, 1983). Tabell 2 er en liste over basiske komponenter funnet i ekstraktet fra den første proppen i prøvetakeren, det vil si flyktige forbindelser som ikke fanges opp av partikkelfilteret. Kromatogrammet av denne prøven er vist i figur 3. Resultatene viser at en vesentlig del av den basiske fraksjonen er nitrogenholdige aromatiske forbindelser (aza-arener) som pyridiner og kinoliner. Prøven inneholder også noe PAH. Filterekstraktet fra den basiske fraksjonen ble analysert ved hjelp av GC utstyrt med en nitrogen/fosfordetektor (N/P-D) som er selektiv for nitrogenforbindelser. Resultatet er vist i figur 4 og de identifiserte komponentene i kromatogrammet er listet i tabell 3. Et utvalg av aza-arenene dvs. de nitrogenholdige forbindelsene i den basiske fraksjonen, er bestemt kvantitativt ved hjelp av en nitrogenselektiv detektor. Konsentrasjonene funnet i henholdsvis filterprøven og i de to første proppene samt totalt i prøven, er gitt i tabell 4.

Bare filterekstraktet av den nøytrale fase, se figur 1, ble behandlet for videre analyse. Løsningen ble dampet inn og fraksjonert som vist i figur 1. Den nøytrale fraksjonen ble delt i 5 nye fraksjoner før analysen. Den første fraksjonen av den nøytrale del av ekstraktet ble ikke analysert, da man antok at den i vesentlig grad inneholdt PAH. Resultatene fra de fire andre fraksjonene er gitt i tabellene 5, 6, 7 og 8. De respektive kromatogrammene finnes i figurene 5, 6, 7 og 8. Forbindelsene som er identifisert i ekstraktene er merket med nummer i figurene. En vesentlig del av den nøytrale fraksjonen av prøven består av karbazoler, aromatiske aldehyder, ketoner og kinoner. Det er også påvist aza-arener og nitroforbindelser. Hovedkomponentene i hver av fraksjonene i den nøytrale fase av filterekstraktet er bestemt kvantitativt. Resultatene er gitt i tabell 9.

Summen av de kvantifiserte forbindelsene i prøven fra 24. august er vist i tabell 10, og gir et inntrykk av nivåene av de enkelte komponentgrupper. Tabellen viser den totale konsentrasjon av aza-arener, det vil si summen av de mengder som ble funnet i både den basiske og i den nøytrale fraksjonen.

Ekstraktet av filterprøven tatt 21. august ble fraksjonert ved hjelp av høytrykkvæskeskromatografi (HPLC) uten forseparasjon av basiske og nøytrale komponenter. Figur 9 viser kromatogrammet og de fire fraksjonene som man valgte å dele prøven i. Den første fraksjonen inneholdt PAH, den andre karbazoler og nitro-PAH, den tredje besto av kinoner, mens aza-arene ble funnet i den fjerde. De tre siste fraksjonene ble analysert videre ved hjelp av GC/MS, og man fant i stor grad de samme komponentene i denne prøven som de man hadde påvist i prøven fra 24. august. Mengden av komponenter var imidlertid betydelig lavere i prøven tatt 21. august enn i den andre. Dette kan, som tidligere nevnt, skyldes at det har vært en svikt ved prøvetakingen.

5 VIRKNINGER OG LUFTKONSENTRASJONER

Mange organiske forurensningskomponenter har ved laboratorieforsøk vist seg å være giftige eller kreftfremkallende. Sammenhengen mellom eksponering og virkning på mennesker er imidlertid lite kjent, og det er vanskelig å fastsette normer eller standarder. NILU har laget en oversikt over normer for

organiske luftforurensninger (Thrane, 1982a) som viste at det forelå svært få nasjonale standarder og at de fleste av disse var foreldet. Grunnlaget for å vurdere betydningen av de luftforurensninger som er påvist i elektrolysehallen, er derfor mangelfullt.

Koks og bek, som anodemassen består av, inneholder meget komplekse blandinger av organiske forbindelser som ved høy temperatur vil kunne komme ut i luften. Det er foretatt omfattende undersøkelser for å identifisere hovedkomponentene i dette materialet (Novotny et al., 1981). I tillegg til PAH, som er den mest kjente gruppen, er det også påvist et stort antall heterosykliske forbindelser, som f.eks. nitrogenholdige og svovelholdige aromater (Lee et al., 1980; Novotny et al., 1982). I denne undersøkelsen ble analysene begrenset til å omfatte komponenter i den basiske og den nøytrale fraksjon av ekstraktet fra luftprøvene, med særlig vekt på organiske nitrogenforbindelser. Resultatene i tabellene 1-10 viser at hallatmosfæren inneholder svært mange av de forbindelser som tidligere er påvist i f.eks. stenkulltjære (Novotny et al., 1982) og i avgasser hvor kull omdannes til andre former for brensel eller inngår i industriprosesser (Bridbord and French, 1978; Pelroy and Wilson, 1981).

5.1 RESULTATER AV BIOLOGISKE TESTER

En oversikt over organiske komponenters biologiske aktivitet viser at en del av de forbindelsene som er identifisert i luften i Søderberghallen, kan være helseskadelige (Soderman, 1982). Den biologiske virkning er imidlertid undersøkt for bare et meget begrenset antall av de forbindelsene som er funnet i prøvene, og eventuelle synergistiske eller antagonistiske effekter er ikke undersøkt. Det er derfor vanskelig å vurdere betydningen av disse forurensningene for omgivelsene.

I prøvene fra elektrolysehallen er det funnet aza-arener, karbazoler, nitropyren samt aromatiske aldehyder, ketoner og kinoner. I det følgende er det gitt en kort oversikt over resultater hentet fra litteraturen, av noen av komponentenes virkning på levende organismer.

Aza-arener som pyridiner, kinoliner og akridiner finnes i tobakksrøk og det er antatt at disse forbindelsene medvirker til røkens kreftfremkallende effekt (Dong, Schmeltz, Jacobs and Hoffmann, 1978). Noen av aza-arenene som er funnet i hallatmosfæren som f.eks. kinoliner og derivater av akridin, er kreftfremkallende (EPA, 1980; Dong, Schmeltz, Jacobs and Hoffmann, 1978; Dong, Schmeltz, LaVoie and Hoffmann, 1978). Akridiner er mutagene i Ames test (Barale og Zucconi, 1984). Kinolin og enkelte benzen derivater er også funnet å være mutagene overfor bakterier i Ames' test (Seixas et al., 1982). Benzokinoliner er mer mutagene enn kinolin (Dong, Schmeltz, Jacobs and Hoffmann, 1978). Isokinolin og dets derivater synes ikke å være aktive i de samme testsystemer som kinolinene (Dong, Schmeltz, LaVoie and Hoffmann, 1978). I den nevnte artikkel om aza-arener i tobakksrøk er det påpekt at kinolin har medvirket til å fremkalle kreft i rottelever. Kinolin har også vist seg å ha en viss toksisk effekt (Millemann and Ehrenberg, 1982). Dong, Schmeltz, LaVoie og Hoffmann (1978) har vurdert kinolin som en viktig faktor ved dannelse av kreft. De anser kinolin for å være en potensiell fare på grunn av forbindelsens kreftfremkallende egenskap og flyktige karakter. De anbefaler derfor at nivået, om mulig, overvåkes og reduseres der mennesker eksponeres for kinolin.

I den basiske fraksjonen av filterekstraktet er det påvist aromatiske aminer, men disse er ikke kvantifisert. Mengden av polysykliske aromatiske aminer i prøver er funnet å være meget godt korrelert med graden av mutageniteten i Ames test (Pelroy and Wilson, 1981).

Det ble funnet en stor gruppe karbazoler i prøvene. Karbazol er ikke kjent som helseskadelig, men en rekke derivater har vist seg å ha en kreftfremkallende virkning (EPA, 1980; Soderman, 1982).

1-nitropyren som er en av de mest kjente direktevirkende mutagene forbindelser (Xu et al., 1982), ble funnet i prøvene fra elektrolysehallen. Xu et al. påpeker i sin artikkel at 1-nitropyren foruten å være meget mutagen i Ames' test, reagerer med nukleinsyre fra pattedyr, forårsaker kromosomforstyrrelser og bidrar til å øke antallet av ondartede svulster i dyreforsøk. I Vest-Tyskland er grenseverdien for 1-nitropyren 5 mg/m^3 i arbeidsplassluft (Verein Deutscher Ingenieure, 1966). For uteluft er grenseverdiene

for korttids- og langtidspåvirkning henholdsvis 0.85 mg/m^3 og 0.3 mg/m^3 for halvtimes middelerverdier.

Det foreligger lite opplysninger om virkninger av aromatiske aldehyder og det er derfor vanskelig å vurdere betydningen av dem i forurensningssammenheng. Det er rapportert at 6-BaP- karboksaldehyd har fremkalt svulster hos mus (Schuetzle et al., 1980), mens enkelte andre er funnet å være svakt mutagene i Ames test (Barfknecht et al., 1980). Resultatene fra en undersøkelse av organiske komponenter i sot fra dieselmotor, viste at den mest mutagene fraksjonen av prøven inneholdt betydelige mengder aromatiske ketoner (Yu and Hites, 1981). Mange kinoner virker toksiske på bakteriene i Ames test (Schuetzle et al., 1980).

I prøvene ble det funnet en del ftalater, men disse skriver seg sannsynligvis ikke fra aluminiumproduksjonen, og de er derfor ikke vurdert her. Ftalater brukes som myknere i plast og finnes i luften der dette materialet oppbevares eller anvendes (Verschueren, 1983). Laboratorieutstyr av plast som anvendes under analysen, vil også kunne avgi ftalater til prøvene (Ende and Spiteller, 1982).

5.2 MÅLERESULTATER

En litteraturundersøkelse viste at det er foretatt svært få målinger av de organiske luftforurensninger som er identifisert i prøvene. Graedel (1978) har gitt en oversikt over forekomsten av organiske forurensninger i uteluft. I boken finner en komponentenes navn, strukturformel, kilder, deteksjonsgrense og konsentrasjon.

Når en sammenligner og vurderer nivåer av organiske luftforurensninger er det viktig å være klar over at forskjellige målemetoder kan gi forskjellige resultater. De aller fleste analyseresultater fra litteraturen er gitt som konsentrasjoner i partikler fordi prøvene er tatt ved hjelp av et filter. Mange av forbindelsene har relativt høye damptrykk og er flyktige (Dong, Schmeltz, La Voie and Hoffmann, 1978). De vil derfor ikke kunne samles opp kvantitativt på et filter. Det er også vist eksperimentelt at konsentrasjonene av f.eks. aza-arener i luft, er langt høyere enn de man finner i

partiklene (Adams, Atlas and Glam, 1982). Resultatene fra undersøkelsen i Söderberghallen ved Karmøy fabrikker viser også at mange av komponentene er flyktige.

Aza-arener er målt i uteluft i New York (Dong, Locke and Hoffmann, 1977) og i Antwerpen (Cautreel and Van Cauwenberghe, 1976). Resultatene er gitt i tabellene 11 og 12. Konsentrasjoner av aza-arener målt i en trafikkert gate i Oslo er vist i tabell 13 (Stray, Mikalsen and Oehme, 1984). Sammenlignet med nivåene i byluft ser man at hallatmosfæren inneholder fra 1000 til 10 000 ganger høyere konsentrasjoner av de enkelte komponenter.

Sammensetningen av aza-arener fra aluminiumproduksjonen synes å være forskjellig fra den man har i byluft. Kinolin er en av hovdkomponentene i den basiske fraksjonen fra steinkulltjære (Novotny, Wiesler and Merli, 1982), og synes også å være en av de viktigste aza-arener i hallatmosfæren. I hallatmosfæren var konsentrasjonen av kinolin 8 ganger høyere enn konsentrasjonen av isokinolin, og utgjorde ca 10% av den mengde aza-arener som ble identifisert i prøven, se tabellene 4 og 9. Isokinolin og metylderivater av denne, utgjorde hoveddelen av prøven fra New York, og den inneholdt 3-7 ganger mer isokinolin enn kinolin. Luften i Antwerpen inneholdt 3 ganger mer isokinolin enn kinolin (Cautreel and Van Cauwenberghe, 1976).

Nivåer av karbazol i uteluft varierer fra 0.05 ng/m^3 i områder med relativt ren luft til ca 30 ng/m^3 i gater med tett trafikk (Thrane and Mikalsen, 1981). I luften i en Söderberghall er det tidligere funnet $2.4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ - $3.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ved bruk av stasjonær prøvetaker, mens resultatet fra en personbåret prøvetaker viste $29.7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ i partikkelfasen. I to prøver fra en anodefabrikk ble det i den samme undersøkelsen funnet 0.07 og $1.0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Bjørseth, Bjørseth and Fjeldstad, 1978).

Det er målt 1-nitropyren i luftprøver fra Oslo, se tabell 13 (Stray, Mikalsen and Oehme, 1984). Konsentrasjonene varierte fra 0.01 ng/m^3 til 0.22 ng/m^3 . Nitropyren ble også bestemt kvantitativt i 10 prøver av partikler i uteluft fra Risø i Danmark, et landlig område vest for København. Konsentrasjonene av 1-nitropyren var i området $<0.001 \text{ ng/m}^3$ - 0.4 ng/m^3 med gjennomsnitt på 0.02 ng/m^3 (Nielsen, 1983). I Detroit, Michigan, ble det funnet nivåer av 1-nitropyren i uteluft på 0.016 - 0.030 ng/m^3 (Gibson, 1982). Samme

forfatter har rapportert konsentrasjoner på 0.42 ng/m^3 og 0.56 ng/m^3 i to prøver fra Warren, Michigan. I en trafikkert tunnel i Pennsylvania (Allegheny Mountain Tunnel) var konsentrasjonene av 1-nitropyren i området $<0.04\text{-}0.12 \text{ ng/m}^3$ (Gorse et al., 1983). Resultatet fra prøven tatt i elektrolysehallen tyder på at konsentrasjonene der er betydelig høyere enn i trafikkerte gater. Nitro-PAH, ketoner og kinoner er påvist i uteluft av Ramdahl, Becher og Bjørseth (1982), men ble ikke kvantifisert.

Sammensetningen av grupper av komponenter i en luftprøve varierer avhengig av luftforurensningenes hovedkilder. Forholdet mellom PAH og nitrogenholdige luftforurensninger er undersøkt i prøver med forskjellig opprinnelse. En sammenstilling av resultater fra litteraturen viser at bileksos inneholder relativt lite aza-arener i forhold til PAH, mens forurensninger fra kull og tjære inneholder en betydelig andel nitrogenholdige forbindelser (Santodonato and Howard, 1981). På grunnlag av disse opplysningene samt resultatene fra undersøkelsene omkring aluminiumverkene vil man kunne anta at nitrogenholdige aromatiske hydrokarboner har betydning for luftkvaliteten i disse industriområdene.

6 KONKLUSJON

Resultatene fra denne orienterende undersøkelsen viser at luftforurensningene fra aluminiumproduksjonen inneholder flere store grupper av organiske komponenter i tillegg til PAH. Luften i elektrolysehallen inneholdt en betydelig mengde aza-arener. Sammenlignet med konsentrasjoner i uteluft var nivået i prøven fra hallatmosfæren ca 10 000 ganger høyere for enkelte komponenter. Det ble også funnet høye konsentrasjoner av karbazoler, aromatiske aldehyder, ketoner og kinoner. Konsentrasjonen av 1-nitropyren var mer enn 100 ganger høyere enn i uteluftprøver tatt i nærheten av trafikk. En del av de komponenter som er påvist i denne undersøkelsen er beskrevet i litteraturen som biologisk aktive, det vil si at de kan være helseskadelige. En oppfølging av dette prosjektet med sikte på både å verifisere de resultatene som foreligger og kartlegge nivåene i og omkring aluminiumindustrien, vil derfor anbefales.

7 LITTERATUR

- Adams, J., Atlas, E.L., Glam, C.-S. (1982) Ultratrace determination of vapor-phase nitrogen heterocyclic bases in ambient air. Anal. Chem., 54, 1515-1518.
- Barale, R., Zucconi, D. (1984) Valutazioni mutagenetiche di composti policiclici ed eterociclici connessi alla combustione e tecnologie di combustibili fossili tramite il test di Ames. (Contratta no 2147-83-06 ED ISP 1). Pisa, Istituto di Biochimica, Biofisica e Genetica, Laboratori de Genetica.
- Barfknecht, T.A., Andon, B.M. Thilly, W.G. Hites, R.A. (1981) Soot and mutation in bacteria and humans. In: Chemical analysis and biological fate. Polynuclear aromatic hydro- carbons. Ed. M.Cook and A.J. Dennis. Columbus, Ohio, Battelle Press, p. 231-242.
- Bjørseth, A., Bjørseth, O., Fjeldstad, P.E. (1978) Polycyclic aromatic hydrocarbons in the work atmosphere. Scand. J. Work Environ. & Health, 4, 212-223.
- Bredeweg, R.A., Rothman, L.D., Pfeiffer, C.D. (1979) Chemical reactivation of silica columns. Anal. Chem, 51, 2061.
- Bridbord, K., French, J.G. (1978) Carcinogenic and mutagenic risks associated with fossil fuel. In: Carcinogenesis, vol. 3. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons. Ed. P.W. Jones and R.I. Freudenthal. New York, Raven Press, p. 451-463.
- Cautreel, W., Van Cauwenberghe, K. (1976) Determination of organic compounds in airborne particulate matter by gas chromatography-mass spectrometry. Atmos. Environ., 10, 447-457.
- Dong, M.W., Locke, D.C., Hoffman, D. (1977) Characterization of aza-arenes in basic organic portion of suspended particulate matter. Environ. Sci. Technol., 11, 612-618
- Dong, M., Schmeltz, I., Jacobs, E., Hoffmann, D. (1978) Aza-arenes in tobacco smoke. J. Anal. Tox., 2, 21-25
- Dong, M., Schmeltz, I., LaVoie, E., Hoffmann, D. (1978) Aza-arenes in the respiratory environment: Analysis and assays for mutagenicity. In: Carcinogenesis vo. 3. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons. Ed. P.W. Jones and R.J. Freudenthal. New York, Raven Press, p. 97-108.
- EPA (1980) Health assessment document for polycyclic organic matter. Washington D.C., U.S. Environmental Protection Agency. Office of Research and Development.
- Ende, M., Spitteller, G. (1982) Contaminants in mass spectrometry. Mass spectrometry reviews, 1, 29-62).
- Gibson, T.L. (1982) Nitroderivatives of polynuclear aromatic hydrocarbons in airborne and source particulate matter. Atmos. Environ., 16, 2037-2040.

- Gorse, R.A., Riley, T.L., Ferris, F.C., Pero, A.M., Skewes, L.M. (1983) 1-Nitropyren concentration and bacterial mutagenicity in on-road vehicle particulate emission. Environ. Sci. Technol., 17, 198-202.
- Graedel, T.E. (1978) Chemical compounds in the atmosphere. New York, Academic Press.
- Lee, M.L., Willey, C., Castle, R.N., White, C.M. (1980) Separation and identification of sulfur heterocycles in coal-derived products. In: Polynuclear Aromatic Hydrocarbons Chemistry and Biological Effects. Ed. A. Bjørseth and A.J. Dennis Columbus, Ohio, Battelle Press, p. 59-73.
- Millemann, R.E., Ehrenberg, D.S. (1982) Chronic toxicity of the aza-arene quinoline, a synthetic fuel component to the pond snail *Physa gyrina*. Environ. Technol., 3, 193-198.
- Nielsen, T. (1983) Isolation of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro derivatives in complex mixtures by liquid chromatography. Anal. Chem., 55, 286-290.
- Novotny, M., Strand, J.W., Smith, S.L., Wiesler, D., Schwende, F.J. (1981) Composition studies of coal tar by capillary gas chromatography mass spectrometry. Fuel, 60, 213-220.
- Novotny, M., Wiesler, D., Merli, F. (1982) Capillary gas chromatography/mass spectrometry of aza-arenes isolated from crude coal tar. Chromatographia, 15, 374-377.
- Oehme, M., Manø, S., Stray, H. (1982) Determination of nitrated hydrocarbons in aerosols using capillary gas chromatography combined with different electron capture detection methods. J. of HRC&CC, 5, 417-423.
- Oehme, M., Manø, S., Stray, H. (1983) Selective detection of polyaromatic and polychlorinated isomers in aerosol extracts by capillary gas chromatography combined with negative-ion detection. J. Chromatogr., 279, 649-655.
- Pelroy, R.A., Wilson, B.W. (1981) Relative concentrations of polyaromatic primary amines and azaarenes in mutagenically active nitrogen fractions from a coal liquid. Mutat. Res., 90, 321-335.
- Santodonato, J., Howard, P.H. (1981) Azaarenes: Sources, distribution, environmental impact, and health effects. In: Hazard assessment of chemicals. Current development, vol. 1. Ed. J. Saxena and F. Fisher. New York, Academic Press, p. 421-438.
- Schuetzle, D., Lee, F.S.-C., Prater, T.J., Tejada, S.B. (1980) The identification of polynuclear aromatic hydrocarbon (PAH) derivatives in mutagenic fractions of diesel particulate extracts. I: Mutagenicity testing and related analytical techniques. Ed. R.W. Frei and U.A. Th. Brinkman. Amsterdam, The free university, p. 193-244.
- Seixas, G.M., Andon, B.M., Holingshead, P.G., Thilly, W.G. (1982) The aza-arenes as mutagenes for *Salmonella typhimurium*. Mutat. Res., 201, 201-212.

- Soderman, J.V. (1982) CRC handbook of identified carcinogens and noncarcinogens: Carcinogenicity-mutagenicity database. Vol. I and II. Boca Raton, Florida, CRC Press, 1982.
- Stray, H., Mikalsen, A., Oehme, M. (1984) Determination of substituted polycyclic aromatic hydrocarbons in urban air particulate matter. Method development and quantitative results. Lillestrøm, (NILU OR 5/84).
- Thrane, K.E. (1982a) Normer for organiske forurensninger i uteluft. Lillestrøm, (NILU OR 39/82).
- Thrane, K.E. (1982b) Polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air in Sundsvall, Sweden. Lillestrøm, (NILU OR 40/82.)
- Thrane, K.E. (1983a) Luftkvalitet i et boligområde på Sunndalsøra. Lillestrøm, (NILU OR 1/83.)
- Thrane, K.E. (1983b) Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Foredrag ved: Eighth international symposium on polynuclear aromatic hydrocarbons, Battelles Columbus Laboratories, Ohio, October 25-28, 1983. Lillestrøm, (NILU F 45/83).
- Thrane, K.E. (1983c) PAH i omgivelsen omkring aluminiumverk. Foredrag i Helseutvalget, Aluminiumindustriens Miljøsekretariat, Asker, 9-10 nov., 1983. Lillestrøm, (NILU F 48/83).
- Thrane, K.E. (1983d) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. I. Luftkvalitet i Høyanger. Lillestrøm, (NILU OR 67/83).
- Thrane, K.E. (1983e) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. II. Luftkvalitet i Mosjøen. Lillestrøm, (NILU OR 68/83).
- Thrane, K.E. (1983f) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. III. Luftkvalitet i Øvre Årdal. Lillestrøm, (NILU OR 69/83).
- Thrane, K.E. (1983g) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. IV. Luftkvalitet på Årdalstangen. Lillestrøm, (NILU OR 70/83).
- Thrane, K.E. (1984a) PAH-nivå i boligområder rundt aluminiumverk. PAH-symposium ved Soria Moria konferansesenter, 2-3. mai 1984. Lillestrøm, (NILU F 8/84).
- Thrane, K.E. (1984b) Luftkvalitet i områdene nær aluminiumindustrien. Ren luft konferanse 1984. Bergen 9-11. mai 1984. Lillestrøm, (NILU F 9/84).
- Thrane, K.E. (1984c) Estimert av aluminiumverkets bidrag til luftforurensning på Sunndalsøra. Lillestrøm, (NILU OR 58/84).
- Thrane, K.E., Aune, T., Hongslo, J. (1983) Luftkvalitetsmålinger ved aluminiumverk. Lillestrøm, (NILU OR 71/83).
- Thrane, K.E., Mikalsen, A. (1981) High volume sampling of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons using glass fibre filters and polyurethane foam. Atmos. Environ. 15, 909-918.

- Thrane, K.E., Mikalsen, A., Stray, H. (1982). Utvikling av målemetode for utvalgte organiske luftforurensninger. Lillestrøm, (NILU OR 28/82).
- Thrane, K.E., Wikström, L. (1983) Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. In: Proc. Eighth Internat. Symp. on Polynuclear Aromatic Hydro- carbons. In press.
- Verein Deutscher Ingenieure (1966) Maximale Immissions-Konzentrationen (MIK). Organische Verbindungen. In: VDI Handbuch Reinhaltung der Luft. Düsseldorf. VDI-Richtlinien 2306.
- Verschueren, K. (1983) Handbook of environmental data on organic chemicals. 2nd. ed. New York, Van Nostrand.
- Xu, X.B., Nachtman, J.P., Jin, Z.L., Wei, E.T., Rappaport, S.M. (1982) Isolation and identification of mutagenic nitro-PAH in diesel- exhaust particulates. Anal. Chim. Acta, 136, 163-174.
- Yu, M.-L., Hites, R.A. (1981) Identification of organic compounds on diesel engine soot. Anal. Chem., 53, 951-954.

Tabell 1: Forbindelser påvist i basisk fraksjon av filterekstraktet fra luftprøve tatt 24.8.81, ved hjelp av GC/MS-analyse. For vurdering av mengdeforhold, se fig. 2.

Nr.	Retensjons- tid	Molekyl- vekt	Forbindelse	NCI respons
1	4.08	133	C ₉ H ₁₁ N, alifatisk pyridin eller anilin	
2	4.52	121	C ₈ H ₁₁ N, alifatisk pyridin	
3	4.62	157	C ₁₀ H ₁₃ N, alifatisk pyridin eller anilin	
4	4.68	121	C ₈ H ₁₁ N, alifatisk pyridin	
5	4.97	121	C ₈ H ₁₁ N, alifatisk pyridin	
6	5.33	129	Kinolin	
7	5.52	135	C ₉ H ₁₁ N, N-etyl-2-metylben- zenamin	
8	5.62	129	Isokinolin	
9	5.73	161	C ₁₁ H ₁₅ N, alifatisk pyridin eller anilin	
10	5.98	147	Metyl-1,2,3,4 tetrahydro- kinolin	
11	6.03	161	C ₁₁ H ₁₅ N, alifatisk pyridin eller anilin	
12	6.27	143	2-metylkinolin	
13	6.38	143	Metylkinolin/-isokinolin	
14	6.50	143	" "	
15	6.83	143	" "	
16	6.92	143	3-metylkinolin	
17	7.12	143	Metylkinolin/-isokinolin	
18	7.22	143	" "	
19	7.23	157	Dimetylkinolin/-isokinolin	
20	7.52	157	Etylkinolin/-isokinolin	
21	7.63	157	Dimetylkinolin/-isokinolin	
22	7.88	157	2,6-dimetylkinolin/isokinolin	
23	8.00	157	Dimetylkinolin/-isokinolin	
24	8.17	157	" "	
25	8.25	157	" "	
26	8.37	157	" "	
27	8.42	157	" "	
28	-	155	Etylenkinolin/-isokinolin	
29	8.58	155	" "	
30	8.72	157	Dimetylkinolin/-isokinolin	
31	8.97	171	Metyletyl/trimetylkinolin/- isokinolin	
32	9.37	171	Propylkinolin/-isokinolin	
33	9.50	169	Propyliden kinolin/-iso- kinolin	
34	9.55	171	Metyletyl/trimetyl kinolin/- isokinolin	
35	9.97	183	Umettet alifatisk kinolin/- isokinolin	
36	10.82	169	Propylidenkinolin/-isokinolin	
37	10.93	197	Umettet alifatisk kinolin/- isokinolin	
38	11.00	183	Umettet alifatisk kinolin/- isokinolin	
39	11.55	167	4-azafluoren	
40	11.72	169	Bifenylamin	
41	12.57	183	Metylbifenylamin	
42	12.75	181	Metylazafluoren eller aromatisk amin	+

Tabell 1 forts.

Nr.	Retensjons- tid	Molekyl- vekt	Forbindelse	NCI respons
43	13.35	181	Metylazafluoren eller aromatisk amin	+
44	13.82	183	Metylbifenylamin	
45	14.05	179	7,8-benzokinolin	
46	14.23	179	Akridin	++
47	14.58	179	Fenantridin +5,6,-benzokinolin	
48	14.77	195	Dimetylazafluoren	
49	15.17	193	Metylbenzokinolin/-isokinolin	
50	15.40	193	" "	
51	15.83	193	" "	
52	16.03	193	" "	
53	16.07	193	" "	
54	16.15	180	Benzo(c)cinnolin	+
55	16.25	193	Metylbenzokinolin/-isokinolin	
56	16.33	193	" "	+
57	16.58	193	" "	
58	16.70	193	" "	
59	17.03	207	Dimetyl-/etylbenzokinolin/- isokinolin	
60	17.10	193	Metyl benzokinolin/-isokinolin	
61	17.15	207	Dimetyl-/etylbenzokinolin/- isokinolin	
62	17.57	207	Dimetyl-/etylbenzokinolin/- isokinolin	
63	17.68	205	Fenylkinolin	
64	18.37	202	Fluoranten	+
65	18.63	203	Indeno[1,2,3-i,j]isokinolin	++
66	18.95	203	Acenafto[1,2-b]pyridin	+++
67	19.98	202	Pyren	
68	19.73	203	Benzo[1,m,n]fenantridin	+++
69	20.10	217	Isomer til indenokinolin	+
70	20.65	216	Metylfluorantene	
71	20.90	216	"	
72	21.03	217	Isomer til indenokinolin	+
73	21.07	217	11 H-indeno [1,2,3-b]kinolin	+
74	22.95	234	Benzonaftotiofen	
75	23.30	229	Isomer til benzoakridin	+++
76	23.43	180	Isomer til benzo(c)cinnolin	
77	23.90	229	Benzo(a)akridin	+++
78	24.05	228	Benzantracen/krysen/trifenylen	
79	24.83	243	Metylbenzoakridin (3 isomere)	+
80	26.42	254	$\beta\beta$ -binaftyl	
81	27.98	252	Benzo[bjk]fluoranten	+++
82	28.60	253	Azabenzo[bjk]fluoranten	+
83	28.85	252	Benzo(a)pyren + benzo(e)pyren	

Tabell 2: Forbindelser påvist ved hjelp av GC/MS-analyse i basisk fraksjon av ekstraktet fra første PUR-propp i luftprøve tatt 24.8.81. For vurdering av mengdeforhold, se fig. 3.

Nr.	Retensjons- tid	Molekyl- vekt	Forbindelse
1	2.62	104	Etenylbenzen
2	3.12	93	Metylpyridin
3	3.83	107	Dimetylpyridin
4	4.53	121	Metyletyl-/trimetylpyridin
5	4.62	121	" "
6	4.68	121	" "
7	5.35	129	Kinolin
8	6.25	143	2-metylkinolin
9	6.37	143	Metylkinolin/-isokinolin
10	6.82	143	" "
11	6.92	143	3-metylkinolin
12	7.22	157	Etyl-dimetylkinolin/-isokinolin
13	7.48	157	Etylkinolin/-isokinolin
14	8.15	157	Dimetylkinolin/-isokinolin
15	8.25	157	" "
16	8.48	155	Etylenkinolin/-isokinolin
17	9.40	168	Dibenzofuran
18	10.78	169	Propyliden kinolin/-isokinolin
19	11.00	183	Umettet alifatisk substituert kinolin
20	14.07	179	7,8-benzokinolin
21	14.22	179	Akridin
22	14.60	179	Fenantridin +5,6,7-benzokinolin

Tabell 3: Forbindelser identifisert i den basiske fraksjon av filterekstraktet ved hjelp av NP0.

Topp nr. i figur 4	Forbindelse
1.	Kinolin
2.	Iso-kinolin
3.	Akridin
4.	5,6 - Benzokinolin
5.	7,8 - Benzokinolin
6.	Fenantridin
7.	4-Azafluoren
12.	2-metylkinolin
13.	3-metylkinolin
17.	2,4-dimetylkinolin
18.	2,6 - dimetylkinolin

Tabell 4: Aza-arener kvantifisert ved hjelp av GC/MS-analyse i den basiske fraksjon av luftprøven tatt 24.8.81.

Mol.vekt	Forbindelse	Filter ng/m ³	Propp ₁ ng/m ³	Propp ₂ ng/m ³	Totalt ng/m ³
129	Kinolin	663	169	14	846
129	Isokinolin	106	2	-	108
143	Metyl(iso)kinoliner	727	35	-	762
157	Dimetyl-/etyl(iso)kinoliner	426	21	-	447
167	4-azafluoren	139	-	-	139
179	7,8-benzo kinolin	751	30	-	781
179	Akridin	942	4	-	946
179	5,6-benzokinolin+fenantridin	1572	8	-	1580
203	Indeno [1,2,3-i,j]isokinolin	45	-	-	45
203	Acenaftho [1,2-b]pyridin	52	-	-	52
203	Benzo[1,m,n]fenantridin	373	-	-	373
203	Andre isomere til indenoiso- kinolin	65	-	-	65
229	Benzoakridin og isomere	114	-	-	114
	Sum	5975	269	14	6258

Tabell 5: Forbindelser funnet i filterekstrakt fra luftprøven tatt 24.8.81, eluert gjennom silika- kolonne med 25% metylenklorid i cyclohexan (fraksjon 2). For vurdering av mengdeforhold, se fig. 5.

Nr.	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse	NCI-respons
1	11.18	167	9 H-karbazol	
2	12.20	181	metylkarbazol	
3	12.62	181	" "	
4	12.77	181	" "	
5	12.90	181	" "	
6	13.08	195	dimetylkarbazol	
7	13.28	195	" "	
8	13.72	195	" "	
9	13.82	195	" "	
10	13.87	195	" "	
11	13.98	195	" "	
12	14.07	195	" "	
13	14.22	195	" "	
14	14.28	195	" "	
15	14.35	195	" "	
16	14.47	195	" "	
17	14.53	195	" "	
18	14.72	201	klorkarbazol	
19	14.92	209	trimetylkarbazol	
20	15.10	209	" "	
21	15.33	209	" "	
22	15.47	209	" "	
23	15.63	209	" "	
24	15.77	215	klormetylkarbazol	
25	16.03	191	benzo(def)karbazol	
26	16.32	245	bromkarbazol	
27	16.37	215	klormetylkarbazol	
28	16.52	245	bromkarbazol	
29	16.63	227	klorert karbazol eller azaaren	
30	17.25	205	metylbenzo(def)karbazol	
31	17.58	245	bromkarbazol	
32	17.73	205	metylbenzo(def)karbazol	
33	17.88	205	" " "	
34	18.40	235	diklorkarbazol	
35	19.32	249	diklormetylkarbazol	
36	19.37	217	benzo(c)karbazol eller isomer	
37	19.62	225	klorbenzo(def)karbazol	
38	19.92	217	benzo(c)karbazol eller isomer	
39	20.25	243	ukjent karbazol	+++
40	20.48	217	benzo(c)karbazol eller isomer	+
41	20.65	217	" " "	+
42	20.78	217	" " "	+
43	21.22	269	brombenzo(def)karbazol	+
44	21.42	231	metylbenzo(c)karbazol eller isomer	+
45	21.62	247	nitropyren	+++
46	21.75	231	metylbenzo(c)karbazol eller isomer	
47	21.98	231	" " "	
48	22.03	231	" " "	
49	22.20	231	" " "	
50	22.63	231+245	metyl- +dimetylbenzo(c)karbazol	

Tabell 5 forts.

Nr	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse	NCI-respons
51	22.88	243	ukjent karbazol	
52	23.03	251	klorbenzo(c)karbazol eller isomer	
53	24.22	257	ukjent karbazol	
54	24.38	257	ukjent karbazol	
55	24.90	255	C ₁₉ H ₁₃ N	
56	25.15	241	dibenzo(b,def)karbazol	
57	25.43	257	ukjent karbazol	
58	25.83	255	C ₁₉ H ₁₃ N	
59	26.00	255	"	
60	26.32	255	"	
61	26.62	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	++
62	27.15	267	dibenzokarbazol	
63	27.60	267	"	
64	28.13	293	ukjent karbazol	
65	28.53	267	dibenzokarbazol	
66	28.68	267	"	
67	28.93	267	"	
68	29.13	267	"	
69	29.25	267	"	
70	29.53	265	10H-fenantro(2,3,4,5-defgh)karbazol eller isomer	
71	30.73	303	azadibenzopyren eller isomer	+
Følgende forbindelser ble funnet i tillegg med NCI-massespektrometri:				
72	31.35	291	ukjent karbazol	
73	7.70	180	fluorenon	
74	9.78	108	antrakinon	
75	10.95	222	metylantrakinon	
76	11.48	222	metylantrakinon	
77	11.57	209	aza-aren	
78	11.68	222	metylantrakinon	
79	14.07	232	PAH	
80	15.43	273	bromdimetylkarbazol	
81	15.9	227+230	benzantracenon + aza benzo (mno) fluoranten eller isomer	
82	17.15	244	metylfluorantrakinon eller benzantrakinon	
83	20.58	270	kinon	
84	21.22	269	aza-aren	
85	21.57	267	dibenzo(a,def) karbazol eller isomer	
86	22.05	295	brombenzo(c)karbazol eller isomer	
87	24.50	279	aza-aren	
88	24.78	279	aza-aren	
89	25.52	276	PAH	
90	26.13	293+276	PAH	
91	26.48	276	PAH	
92	30.25	291+317	karbazol	

Tabell 6: Forbindelser funnet i filterekstrakt fra luftprøven tatt 24.8.81, eluert gjennom silika-kolonne med 50% metylenklorid i cyclohexan (fraksjon 3). For vurdering av mengdeforhold, se fig. 6.

Nr.	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse	NCI-repons
1	9.72	180	fluorenon	++
2	10.38	213	N-butylbensensulfonamid	
3	10.73	179	benzokinolin eller isomer	
4	10.88	194	antracenen	+
5	11.07	167	9H-karbazol	
6	11.40	194	antracenen	+
7	11.58	194	"	+
8	11.67	?	ftalat	
9	12.10	191	benzo(def)karbazol	
10	12.63	196+208	xantenon eller fluorenkinon+ fenantrakinon	
11	12.93	208	antrakinon	++
12	13.28	214	kloracenaftenon eller klor- bifenylon	+
13	13.93	204	cyclopenta(def)fenantrenon	+++
14	14.35	222	metylantrakinon	+
15	14.53	203	isomer til indeno(1,2,3-i,j) isokinolin	+
16	14.82	203	isomer til indeno(1,2,3-i,j) isokinolin	++
17	14.82	203	isomer til indeno(1,2,3-i,j) isokinolin	++
18	14.95	222	metylantrakinon	
19	15.05	206	fenantrenkarboksaldehyd	
20	15.22	206	antracenenkarboksaldehyd	
21	15.27	203	isomer til indeno(1,2,3-i,j) isokinolin	
22	15.38	203	isomer til indeno(1,2,3-i,j) isokinolin	
23	15.52	219	benzo(def)karbazolkarboksal- dehyd	
24	15.73	218	benzofuran	+
25	15.98	218	benzofuran	+
26	16.27	219	benzo(def)karbazolkarboksal- dehyd	++
27	16.99	217	isomer til indeno(1,2-b) kinolin	
28	16.93	229	C ₁₇ H ₁₁ N	
29	17.33	220	cyclopenta(def)fenantrakinon	++
30	17.55	236	tiofeno(def)fenantrenon	+
31	18.27	230	benzantracenen	+++
32	18.43	227	azabeno(mno)fluoranten eller isomer	
33	18.57	248	fluorenonkarboksymetylester	
34	18.72	230	benzo(de)fenantrenon	++
35	18.97	229	C ₁₇ H ₁₁ N	+++
36	19.10	230	benzo(de)antracenen	++
37	19.48	227	azabeno(mno)fluoranten eller isomer	++
38	19.82	227	azabeno(mno)fluoranten eller isomer	+
39	19.98	244	metylfluorantrakinon eller benzantrakinon	+
40	20.13	230	benzantracenen	+

Tabell 6 forts.

Nr.	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse	NCI-respons
41	20.28	244	metylfluorantrakinon eller benzantrakinon	
42	20.47	244	metylfluorantrakinon eller benzantrakinon	+
43	20.80	244	metylfluorantrakinon eller benzantrakinon	
44	21.28	279	dioktylfthalat	
45	21.40	258	benz(a)antrakinon eller isomer	+++
46	22.42	258	" " " "	
47	22.90	254	benz(bc)aceantrylenon eller isomer	
48	23.25	254	benz(bc)aceantrylenon eller isomer	++
49	23.48	254	benz(bc)aceantrylenon eller isomer	++
50	23.67	?	ftalat	
51	23.75	270	?	
52	24.25	267	dibenzo(a,def)karbazol eller isomer	
53	24.43	254	benz(bc)aceantrylenon eller isomer	+
54	25.32	269	dibenzo(a,def)karbazol-karboksaldehyd	+
55	25.80	?		
56	26.92	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	+
57	27.12	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	+
58	27.33	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	
59	27.47	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	
60	27.58	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	
61	27.68	280	7H-indeno(2,1-a)antracen-7-on eller isomer	
62	30.43	304	5H-benzo(b)cyclopenta(def)krysenon eller isomer	
63	30.50	304	5H-benzo(b)cyclopenta(def)krysenon eller isomer	
64	31.07	304	5H-benzo(b)cyclopenta(def)krysenon eller isomer	
65	31.62	304	5H-benzo(b)cyclopenta(def)krysenon eller isomer	
Følgende forbindelser ble funnet i tillegg med NCI-massespektrometri:				
70	9.62	194	antracenon	
71	9.77	208	fenantrenon/antracenon	
72	14.55	236	tiofenantrenon	
73	25.05	279	aza-aren	
74	25.38	279	aza-aren	
75	26.35	279	aza-aren	
76	26.98	293	aza-aren	

Tabell 7: Forbindelser funnet i filterekstrakt fra luftprøven tatt 24.8.81, eluert gjennom silika- kolonne med metylenklorid. (Fraksjon 4). For vurdering av mengdeforhold, se fig. 7.

Nr.	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse	NCI-respons
1	9.70	180	fluorenon	+++
2	10.37	179	benzokinolin eller isomer	
3	11.28	193	metylbenzokinolin eller isomer	
4	11.37	196	zantenon eller fluorekinon	
5	11.72	292	ftalat	+
6	11.98	193	metylbenzokinolin eller isomer	
7	12.10	193	" " "	
8	12.25	193	" " "	
	12.33	?	ftalat	
10	12.55	193	metylbenzokinolin eller isomer	
11	12.63	196	zantenon eller fluorenkinon	
12	12.90	208	antrakinon	++
13	13.03	?	ftalat	+
14	13.37	220	metylfenylkinolin	
15	13.50	205	fenylkinolin	
16	15.03	220	metylfenyl cinnolin	
17	16.73	217	11H-indeno(1,2-b)kinolin eller isomer	
18	17.33	220	metylfenyl cinnolin	+++
19	18.50	?	ftalat	
20	18.72	230	benzantracenenon	
21	19.07	230	"	+++
22	19.68	229	benzakridin eller isomer	
23	20.12	230	benzantracenenon	++
24	21.17	?	ftalat	
25	21.30	?	ftalat	
26	22.38	258	benzantrakinon	
27	22.98	253	fenantrokinolin eller isomer	
28	23.45	254	cyclopentakrysenon eller isomer	
29	23.62	?	ftalat	
30	24.13	253	fenantrokinolin eller isomer	+
31	24.40	254	cyclopentakrysenon eller isomer	+
32	25.25	269	dibenzo(ade)karbazol-karboksaldehyd	
33	25.85	?	ftalat	
34	27.52	280	indenoantracenenon eller isomer	++
35	27.98	?	ftalat	
36	28.55	280	indenoantracenenon eller isomer	
37	31.88	303	azadibenzopyren eller isomer	++

Tabell 7 forts.

Følgende forbindelser ble funnet i tillegg med NCI-massespektrometri.			
Nr.	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse
40	9.27	194	klorert
41	9.43	194	PAH
42	10.90	196,206	PAH
43	11.17	234	?
44	11.70	204	PAH
45	11.83	223	aza-aren
46	12.10	237	?
47	12.62	222	?
48	12.88	216	?
49	15.93	230	benzantracenon
50	16.77	229	benzakridin eller isomer
51	17.23	240	?
52	19.05	258,262	benzantrakinon
53	20.88	266	PAH
54	23.92	270	oksygenholdig PAH
55	25.77	290	oksygenholdig PAH
56	27.02	293	aza-aren

Tabell 8: Forbindelser funnet i filterekstrakt fra luftprøven tatt 24.8.81, eluert gjennom silika- kolonne med metylenklorid. (Fraksjon 5). For vurdering av mengdeforhold, se fig. 8.

Nr.	Ret.tid	Mol.vekt	Forbindelse	NCI-repons
1	6.65	194	dimentylftalat	
2	7.47	?	alkylfosfat	
3	10.70	179	benzokinolin eller isomer	
4	11.00	179	" " "	
5	12.03	180	benzocinnolin	
6	12.22	193	metylbenzokinolin eller isomer	
7	12.47	193	" " "	
8	12.75	193	" " "	
9	12.80	193	" " "	
10	13.20	?	ftalat	
11	14.62	203	indeno(1,2,3-i,j)isokinolin eller isomer	+++
12	14.88	203	" " " "	++
13	15.65	203	" " " "	+
14	16.93	217	11H-indeno(1,2-b)kinolin eller isomer	
15	17.23	217	" " " "	
16	17.41	217	" " " "	
17	19.72	229	benz(a)akridin eller isomer	
18	19.90	208	tiofeno(def)fenantren	
19	20.42	229	benz(a)akridin eller isomer	
20	21.30	230	benzanthracenon	++
21	21.45	230+243	benzanthracenon+metylbenz-akridin	++
22	21.58	258	benzanttrakinson	++
23	23.23	253	fenantro(9,10,1-def)kinolin- eller isomer	+++
24	23.55	253+269	fenantro(9,10-g)kinolin+ naftobenzotiofen	+
25	24.32	253+269	fenantro(9,10,1-def)kinolin+ N-etyldibenzokarbazol	++
26	27.82	279	fenantro(9,10-g)kinolin eller isomer	
27	28.50	277	fenaleno(4,3,2,i-klmn)fenan- tridin (aza-benzo(ghi)perylen) eller isomer	+
Følgende forbindelser ble funnet i tillegg med NCI-massespektro- metri:				
28	5.63	228	Oksygenholdig	
29	7.32	181	N-holdig	
30	7.72	180	Fluorenon	
31	13.47	217	11H-Indeno(1,2-6)kinolin eller isomer	
32	25.12	277	fenaleno(4,3,2,i-klmn) fenantridin (aza-benzo(ghi)perylen) eller isomer	



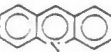




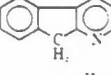
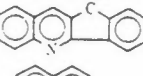

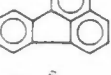

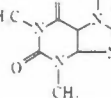
Tabell 9: Forbindelser kvantifisert i filterprøve fra arbeidsatmosfære ved Karmøy fabrikker 24.8.81, ved hjelp av fraksjonering på silika-kolonne og GC/MS-analyse.

Molekylvekt	Betegnelse	ng/m ³
Karbazoler:		
167	9 H-karbazol	1534
181	metylkarbazol	379
191	benzo(def)karbazol	133
195	dimetylkarbazol	117
201	klorkarbazol	24
205	metylbenzo(def)karbazol	18
209	trimetylkarbazol	25
217	benzo(abc)karbazol	1786
231	metylbenzo(abc)karbazol	250
241	11 H-dibenzo(a,def)karbazol og/eller isomere	88
267	13 H-dibenzo(a,i)karbazol og/eller isomere	448
SUM:		4802
Nitro-PAH:		
247	1-nitropyren	64
Aromatiske ketoner, kinoner og aldehyder:		
180	fluorenon	51
194	antracenenon	26
196	xantenon eller fluorenkinon	59
204	cyclopenta(def)fenantrenon og/eller isomere	175
206	fenantren/antracenenkarboksaldehyd	27
208	antrakininon	297
220	cyclopenta(def)fenantrakinon og/eller isomere	81
222	metylantrakinon	78
230	benzofenantrenon + benzantrakinon	1268
258	benz(a)antrakinon og/eller isomere	330
269	dibenzo(a,def)karbazolkarboksaldehyd og/eller isomere	135
280	7 H-indeno(2,1-a)centra cen-7-on og eller isomere	571
304	5 H-benzo(b)cyclopenta(def)krysenon og/eller isomere	111
SUM:		3209
Aza-arener:		
179	benzo(f)kinolin og/eller isomere	482
180	benzo(c)cinnolin	176
193	metylbenzokinolin	414
203	acenafto(1,2-b)pyridin og/eller isomere	400
217	11 H-indeno(1,2-b)kinolin og/eller isomere	228
229	benzo(a)akridin og/eller isomere	272
253	fenantro(9,10,1-def)kinolin og/eller isomere	808
SUM:		2780

Tabell 10: Summen av kvantifiserte forbindelser funnet i luftprøven tatt 24.8.81. Enhet: ng/m³.

Komponentgruppe	Konsentrasjon
Karbazoler	4802
Aromatiske aldehyder, ketoner og kinoner	3209
Aza-arener	9038
Nitro-PAH (1-nitropyren)	64

Tabell 11: Konsentrasjoner av aza-arener målt i to luftprøver av partikler fra New York (Dong, Locke and Hoffmann, 1977).
Enhet: pg/m^3 .

No.	Strukturformel av	Forbindelse	Mol.vekt	Konsentrasjon	
				Prøve ₁ nr.	Prøve nr. ₂
1		Quinoline	129	69	22
1a		Methylquinolines	143	35	33
1b		Dimethylquinolines	157	48	44
1c		Ethylquinolines	157	14	22
1d		3C-quinolines	171	10	ND ^a
2		Isoquinoline	129	180	140
2a		5 or 8 methylisoquinoline	143	310	170
2b		Other methylisoquinolines	143	76	70
2c		Dimethylisoquinolines	157	62	ND
2d		Ethylisoquinolines	157	160	68
2e		3C-isoquinolines	171	28	ND
3		Acridine	179	41	40
3a		Methylacridines	183	7	ND
4		Benzo(h)quinoline	179	10	13
5		Benzo(f)quinoline	179	11	10
6		Phenanthridine	179	22	18
7		Benzo(f)isoquinoline	179	110	34
8		4-Azafluorene (5-H-indeno-[1,2-b]-pyridine) ^b	167	5	5
9		11H-indeno(1,2-b)quinoline	217	Trace	Trace
10		4-Azapyrene (benzo(lmn)-phenanthridine)	203	21 ^c	22 ^c
11		1-Azafluoranthene (indeno-[1,2,3-ij]isoquinoline)	203	5 ^c	5 ^c
12		Benzothiazole	135	14	20
13		Caffeine	194	3400	7000

^aND: not determined. ^bName according to Patterson's Ring Index. All structures are also drawn according to the ring index. ^cIncludes other isomers.

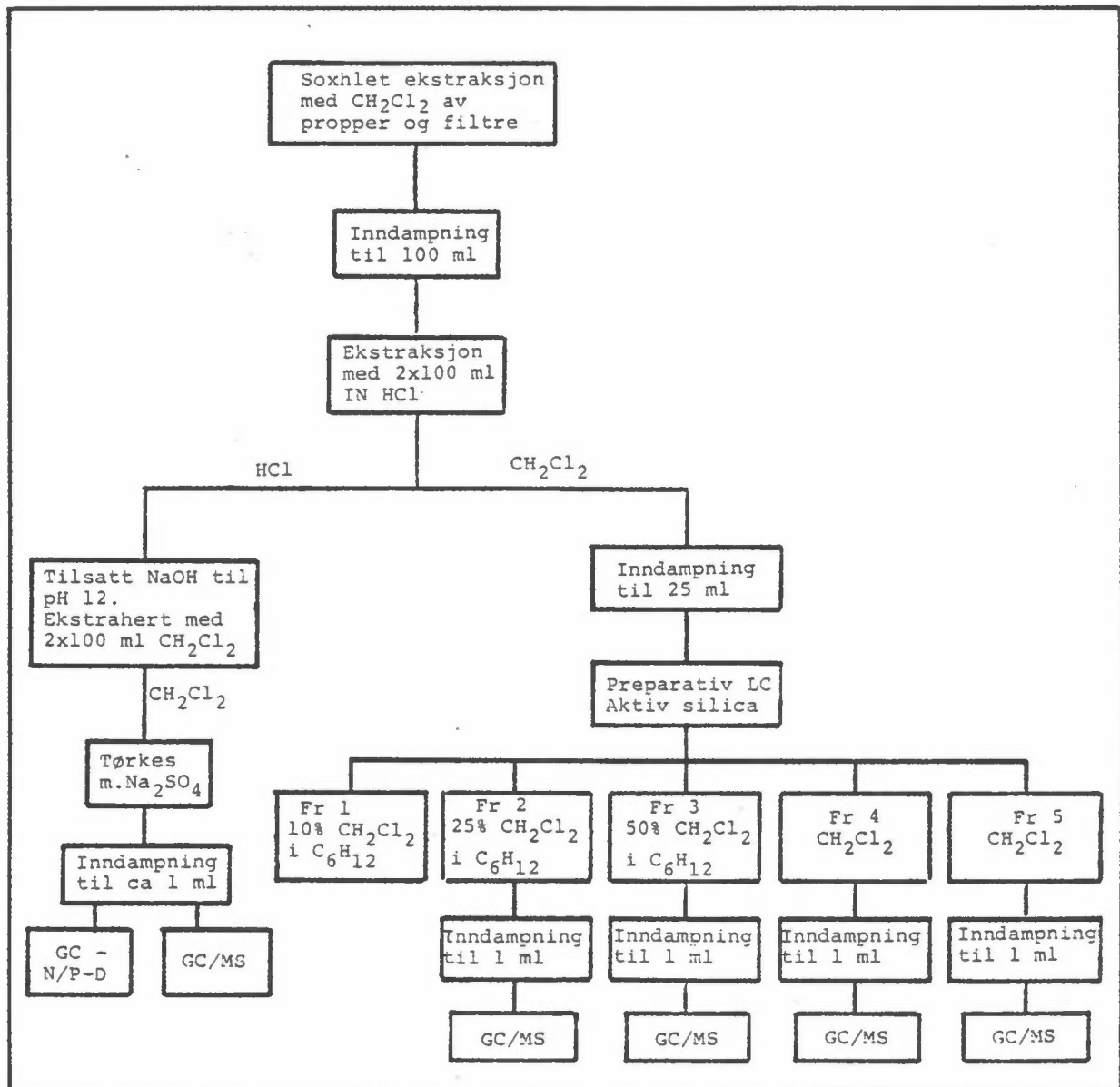
Tabell 12: Basiske forbindelser i svevestøv fra Antwerpen (Cautreel and Van Cauwenberghe, 1976). Enhet: ppm i støv.

No.	Forbindelse	Molekylvekt	Relativ retensjonstid	Konsentrasjon
1.	quinoline	129	0.259	0.1
2.	isoquinoline	129 (2 isomers)	0.299	0.3
3.	methylquinolines	143 (6 isomers)	0.327	
	methylisoquinolines		0.363	
			0.380	
			0.404	0.9
			0.443	
			0.469	
4.	dimethylquinolines	157 (4 isomers)	0.476	
	dimethylisoquinolines		0.514	
			0.524	1
			0.597	
5.	trimethylquinolines	171 (8 isomers)	0.537	
	trimethylisoquinolines		0.582	
	(also methylethyl-)		0.602	
			0.657	1
			0.700	
			0.718	
			0.768	
			0.801	
6.	acridine	179 (3 isomers)	1.000	6
	benzo(f)quinoline		1.038	3
	benzo(x)quinolines			
	benzo(x)isoquinolines			
	phenanthridine		1.088	1
	phenoxazine	183	0.952	—
7.	tetramethylquinolines	185 (5 isomers)	0.715	
	tetramethylisoquinolines		0.768	0.3
	(also dimethylethyl and diethyl-)		0.791	
			0.859	
			0.907	
8.	methylacridines	193 (6 isomers)	1.068	
	methylphenanthridines		1.106	
	methylbenzo(x)quinolines		1.123	4
	methylbenzo(x)isoquinolines		1.151	
			1.181	
			1.212	
9.	aza-fluoranthenes	203 (4 isomers)	1.342	
	(ex. indeno(123-ij) isoquinoline)		1.365	16
	aza-pyrenes		1.438	
	(ex. benzo(lmn) phenanthridine)		1.479	
10.	dimethylacridines	207 (7 isomers)	1.224	
	dimethylphenanthridines		1.239	
	dimethylbenzo(x)quinolines		1.267	3
	dimethylbenzo(x)isoquinolines		1.290	
			1.312	
			1.324	
			1.350	
11.	aza benzo(x)fluorenes	217 (6 isomers)	1.418	
	(ex. 11H-indeno(12-b)quinoline)		1.496	4
	methyl-aza-pyrenes		1.529	
	methyl-aza-fluoranthenes		1.559	
			1.574	
			1.612	
12.	aza-benz(a)anthracenes	229 (4 isomers)	1.673†	
	(ex. benz(a)acridine		1.723	16
	benz(c)acridine)		1.791	
	aza-chrysenes		1.854	
	(ex. benzo(c)phenanthridine)			
	dibenzo(f,h)quinoline			
	dibenzo(f,h)isoquinoline			
13.	methylbenzacridines	243 (4 isomers)	1.781	
	methylbenzophenanthridines		1.819	3
	methyl-dibenzo(f,h)quinoline		1.874	
	methyl-dibenzo(f,h)isoquinoline		1.912	
14.	aza-benzopyrenes	253 (7 isomers)	2.123	
	(ex. naphtho(amn)acridine)		2.164	
	aza-benzofluoranthenes		2.224	9
	(ex. indeno(123-gh)phenanthridine)		2.275	
			2.348	
			2.390	
			2.491	
15.	dibenz(a,h)acridine	279 (2 isomers)	—	4
	dibenz(a,j)acridine			

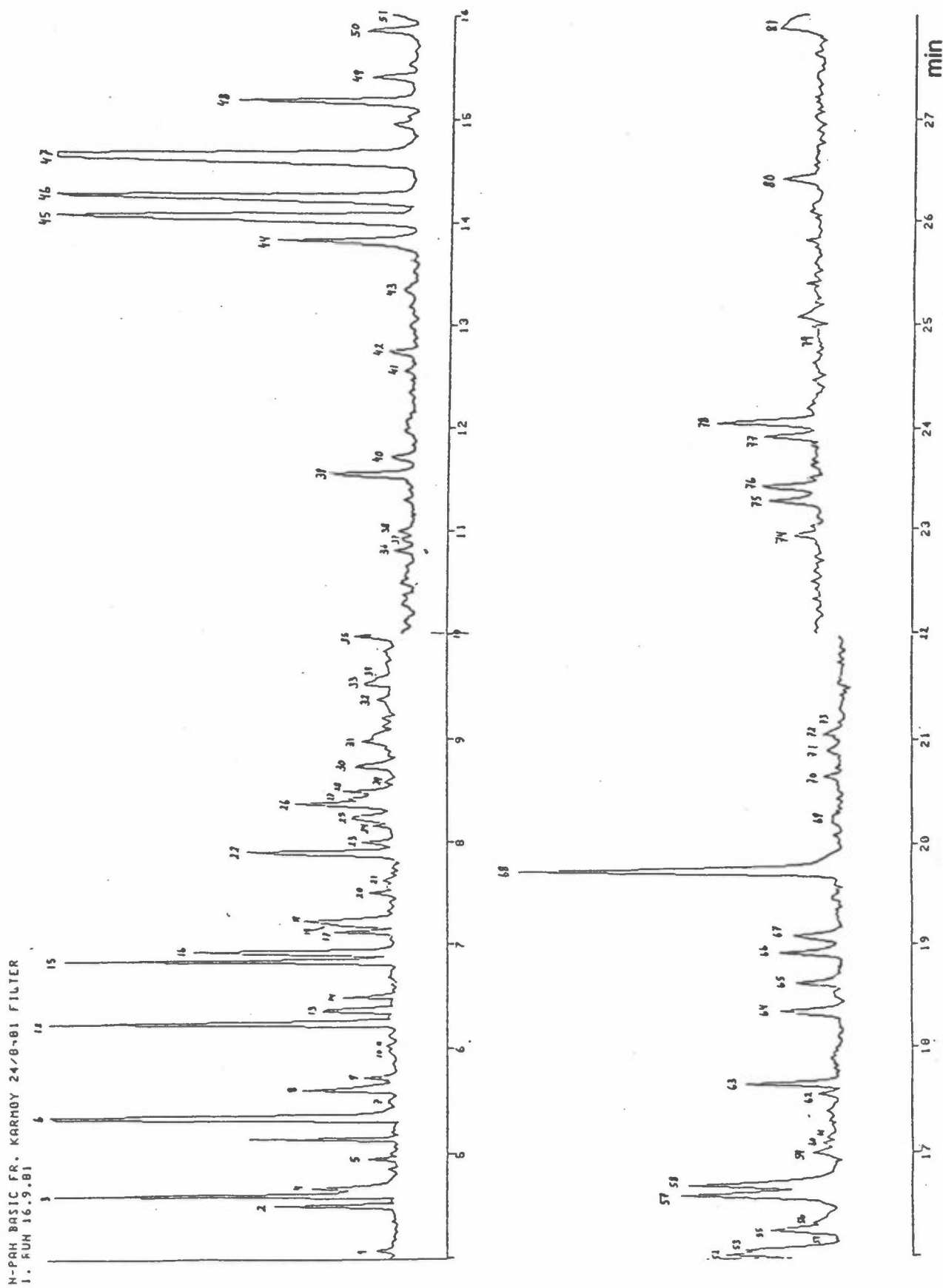
Tabell 13: Konsentrasjoner av partikulære aza-arener og 1-nitropyren i luften i St. Olavsgate, Oslo, i 1983 (Stray, Mikalsen og Oehme, 1984). Enhet: ng/m³.

Forbindelse	Dato	14-16/2+21-22/2	18/19-2	30/8-1/9	5-7/9	5-7/9 PUR-plug	13-15/9	20-22/9	26-28/9
Quinoline		0.075	0.049	n.d.	n.d.	0.011	0.008	0.003	0.016
Isoquinoline		0.53	0.89	0.007	0.008	0.16	0.037	0.082	0.39
Methylisoquinolines		0.84	2.48	0.04	0.111	0.35	0.14	0.49	0.98
5,6-Benzoquinoline		0.17	0.19	0.002	0.002	0.009	0.013	0.008	0.022
Indeno(1,2,3-i,j)isoquinoline		0.15	0.18	n.d.	0.002	n.d.	0.008	0.005	0.016
Acenaphtho(1,2-b)pyridine		0.15	0.14	n.d.	0.002	n.d.	0.007	0.004	0.013
Benzo(1,m,n)phenanthridine		0.08	0.13	n.d.	0.005	n.d.	0.014	0.005	0.028
Sum aza-arener		1.99	4.06	0.013	0.13	0.53	0.23	0.60	1.47
1-nitropyrene		0.22	0.10	0.01	0.04	n.d.	0.06	0.022	0.072

n.d.: konsentrasjon lavere enn eller nær deteksjonsgrensen.

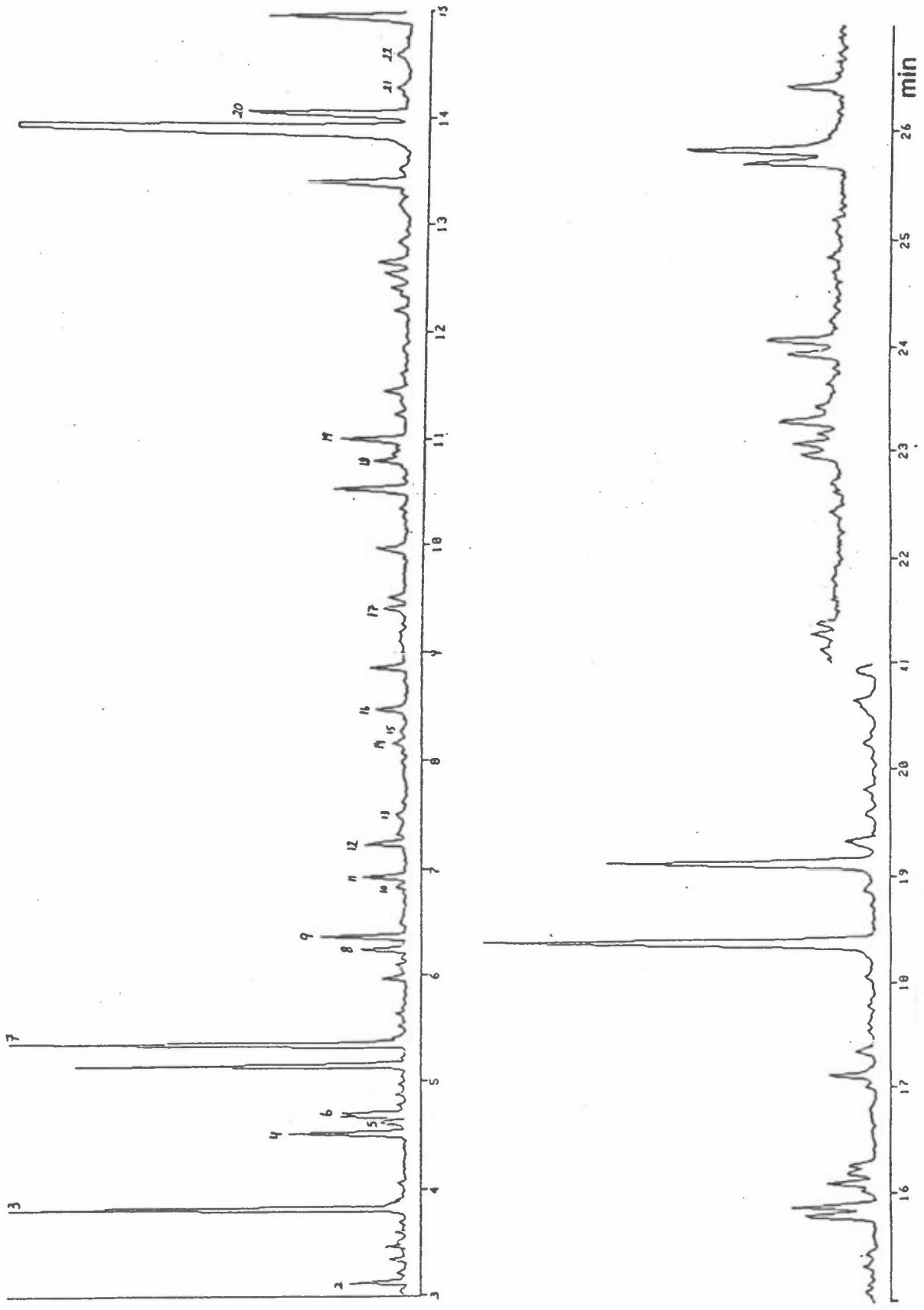


Figur 1: Skjematisk fremstilling av arbeidsprosedyre for forbehandling og analyse av prøven tatt 24.8.81.

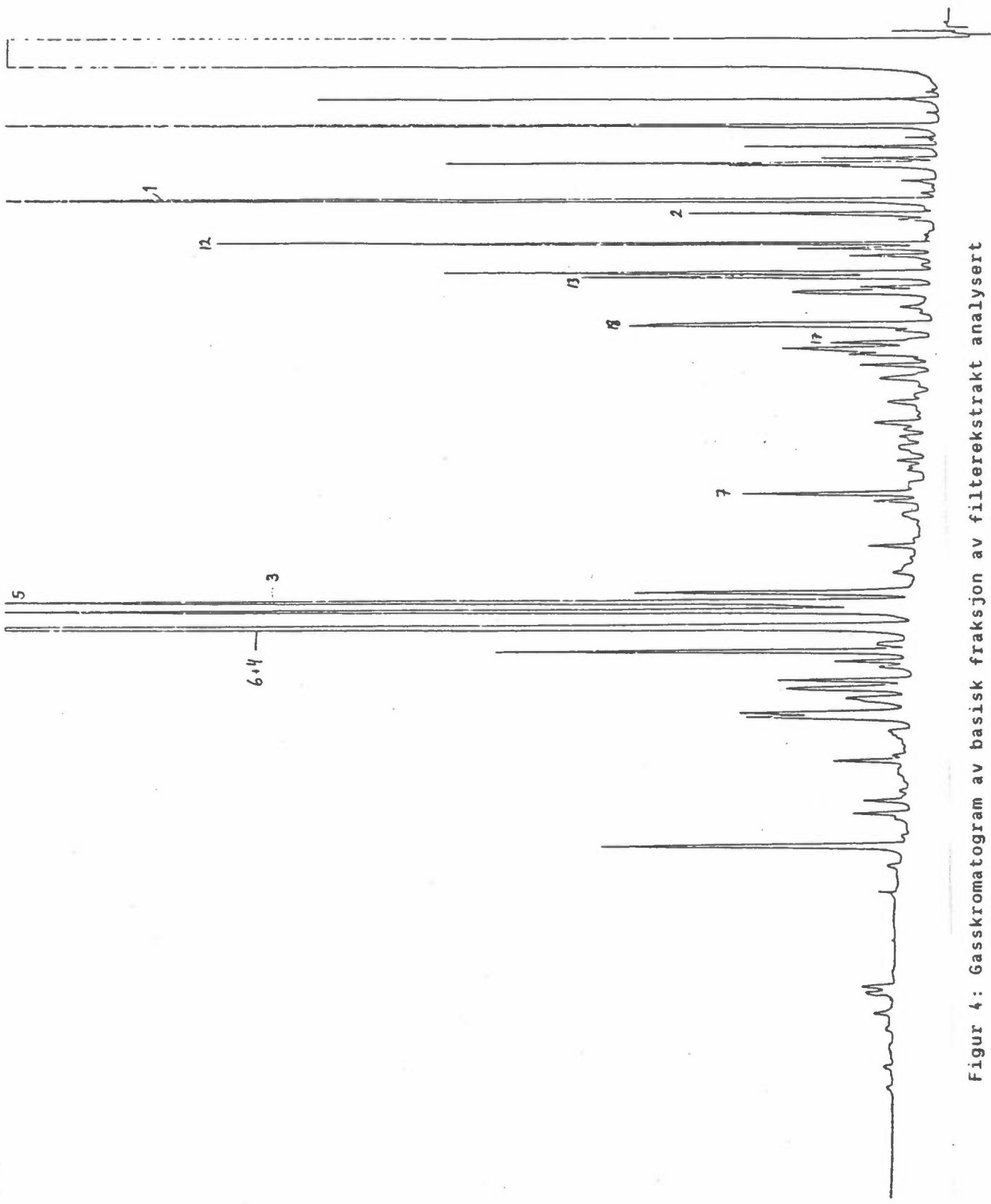


Figur 2: Totalionkromatogram fra GC/MS-analyse av basisk fraksjon av filterekstraktet. For identifikasjon av toppene, se tabell 1.

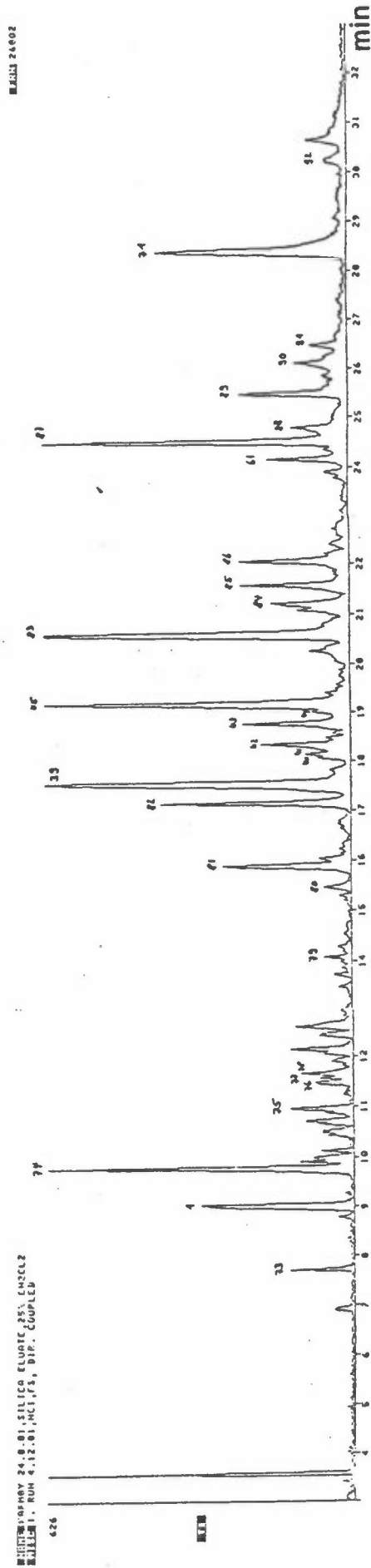
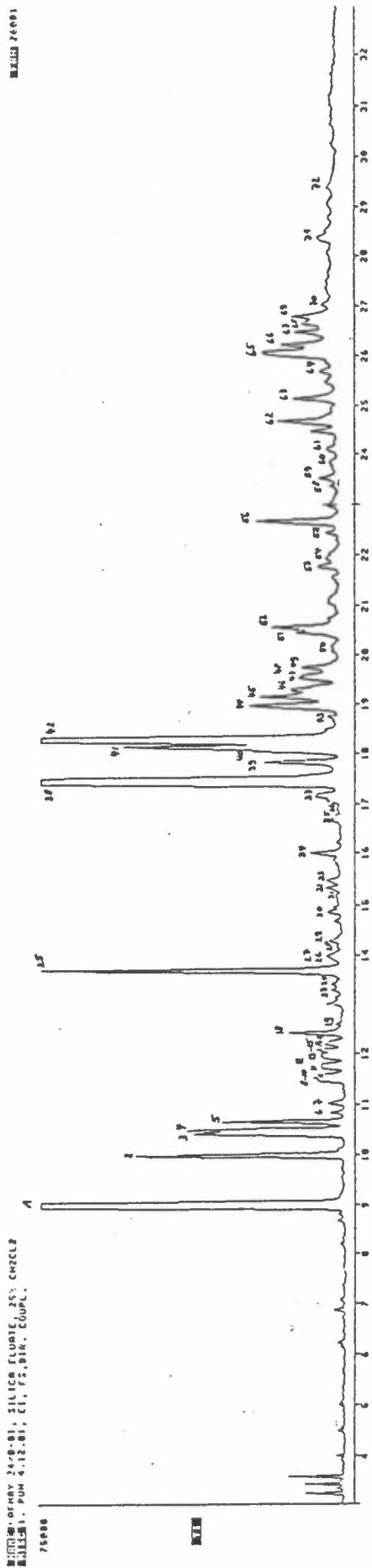
VAFNOY 24.8.81 N-PAH BASIC FR. PUR-PLUG
1. RUH 17.9.81



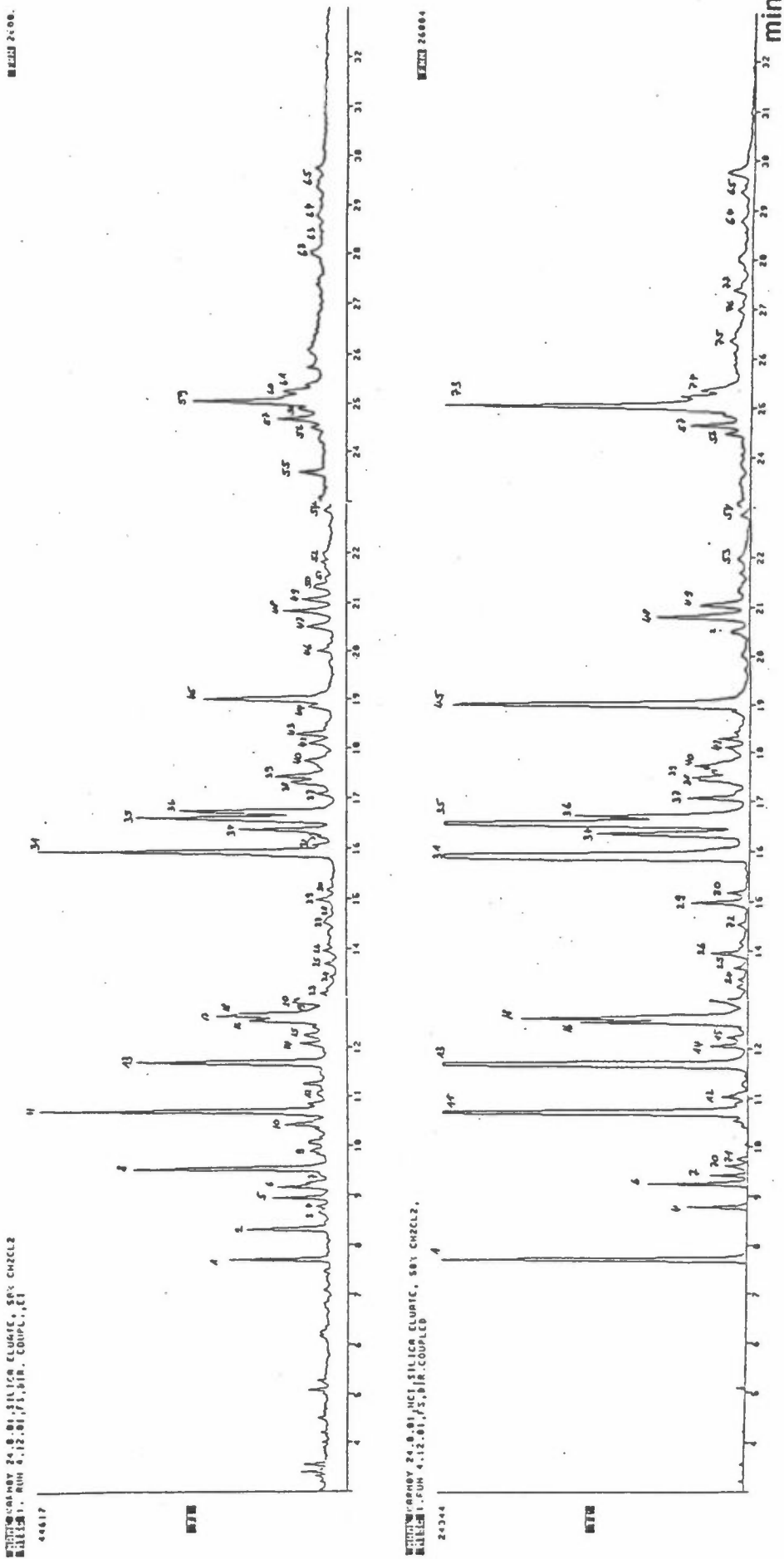
Figur 3: Totalionkromatogram fra GC/MS-analyse av basisk fraksjon av ekstrakt fra første propp. For identifikasjon av toppene, se tabell 2.



Figur 4: Gasskromatogram av basisk fraksjon av filterekstrakt analysert med N/P-selektiv detektor. For identifikasjon av toppene, se tabell 3.



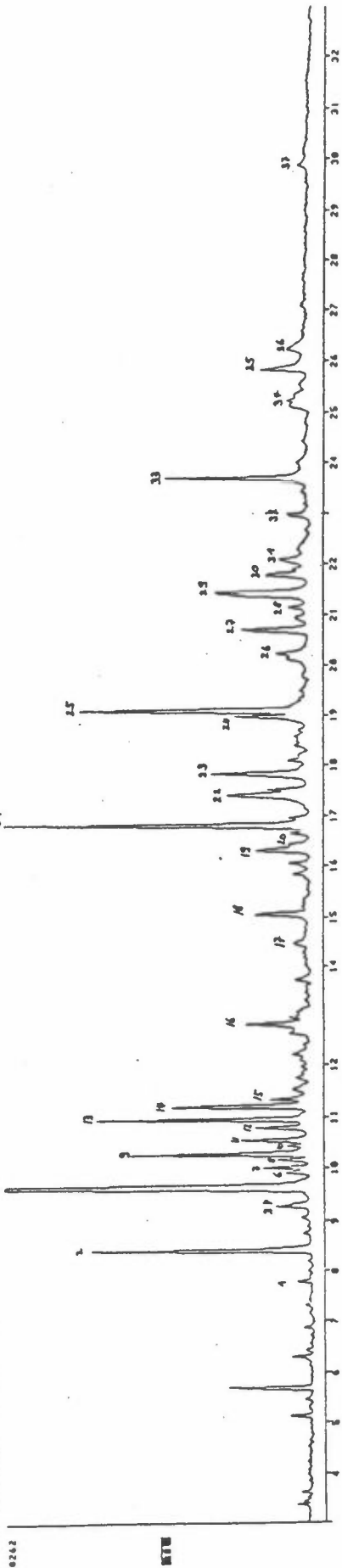
Figur 5: Totalionkromatogram fra GC/MS-analyse av komponenter i filter-ekstraktet eluert fra silika-kolonne med 25% metylenklorid i cyclohexan (Fraksjon 2). Øverst EI-kromatogram, nederst NCI-kromatogram. For identifikasjon av toppene, se tabell 5.



Figur 6: Totalionkromatogram fra GC/MS-analyse av komponenter i filter-ekstraktet eluert fra silika-kolonnen med 50% metylenklorid i cyclohexan (Fraksjon 3). Øverst EI-kromatogram, nederst NCI-kromatogram. Fro identifikasjon av toppene, se tabell 6.

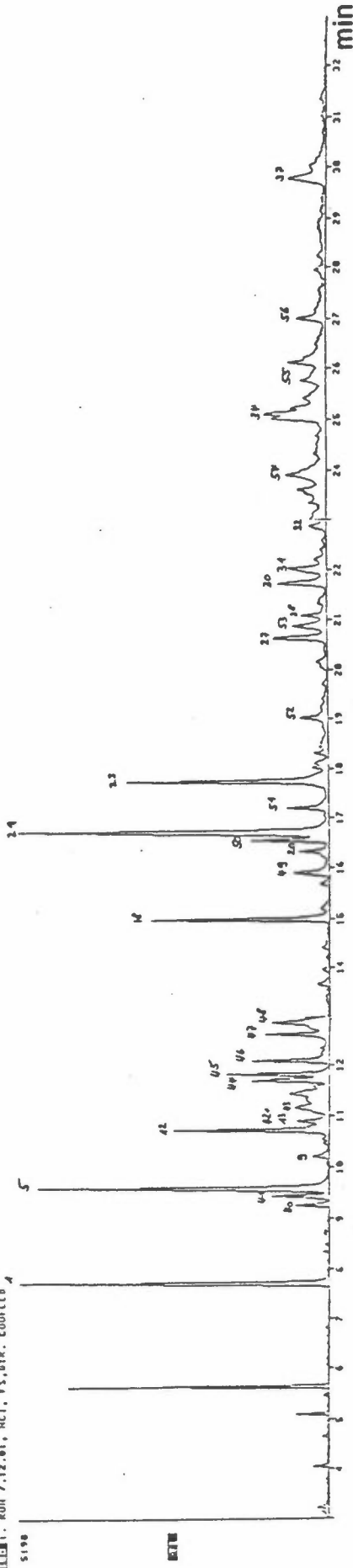
EXX 24007

EXTRACTED FROM 24.08.01, SILICA ELUATE, 100% PART 1
SILICA 1. RUN 0/12.01, F1, DIR. COUPL, C1



EXX 24005

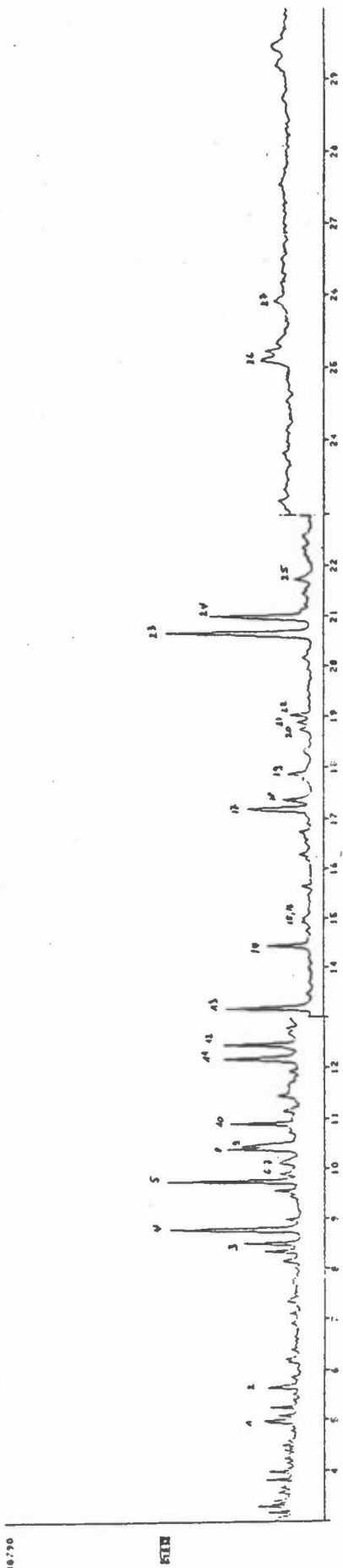
EXTRACTED FROM 24.08.01, SILICA ELUATE, 100% CH2CL2 PART 1
SILICA 1. RUN 2/12.01, NCI, F5, DIR. COUPL, C1



Figur 7: Totalionkromatogram fra GC/MS-analyse av komponenter i filter-ekstraktet eluert fra silika-kolonne med metylenklorid. (Fraksjon 4). Øverst EI-kromatogram, nederst NCI-kromatogram. For identifikasjon av toppene, se tabell 7.

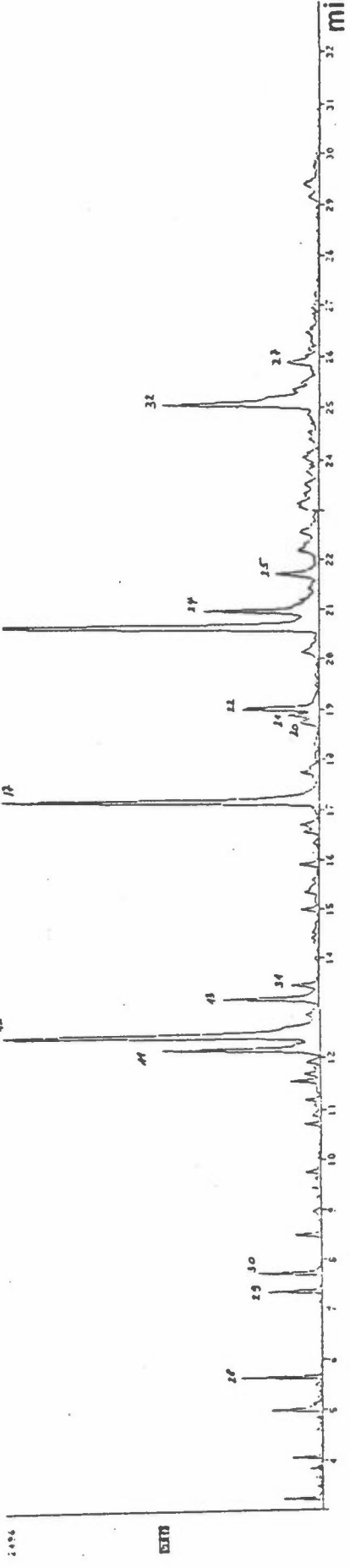
0001 25001

0001 25001
 24.0.01. SILICA ELUMIE, 100% CASALD PART II
 24.0.01. 24.0.01. SILICA ELUMIE, 100% CASALD PART II

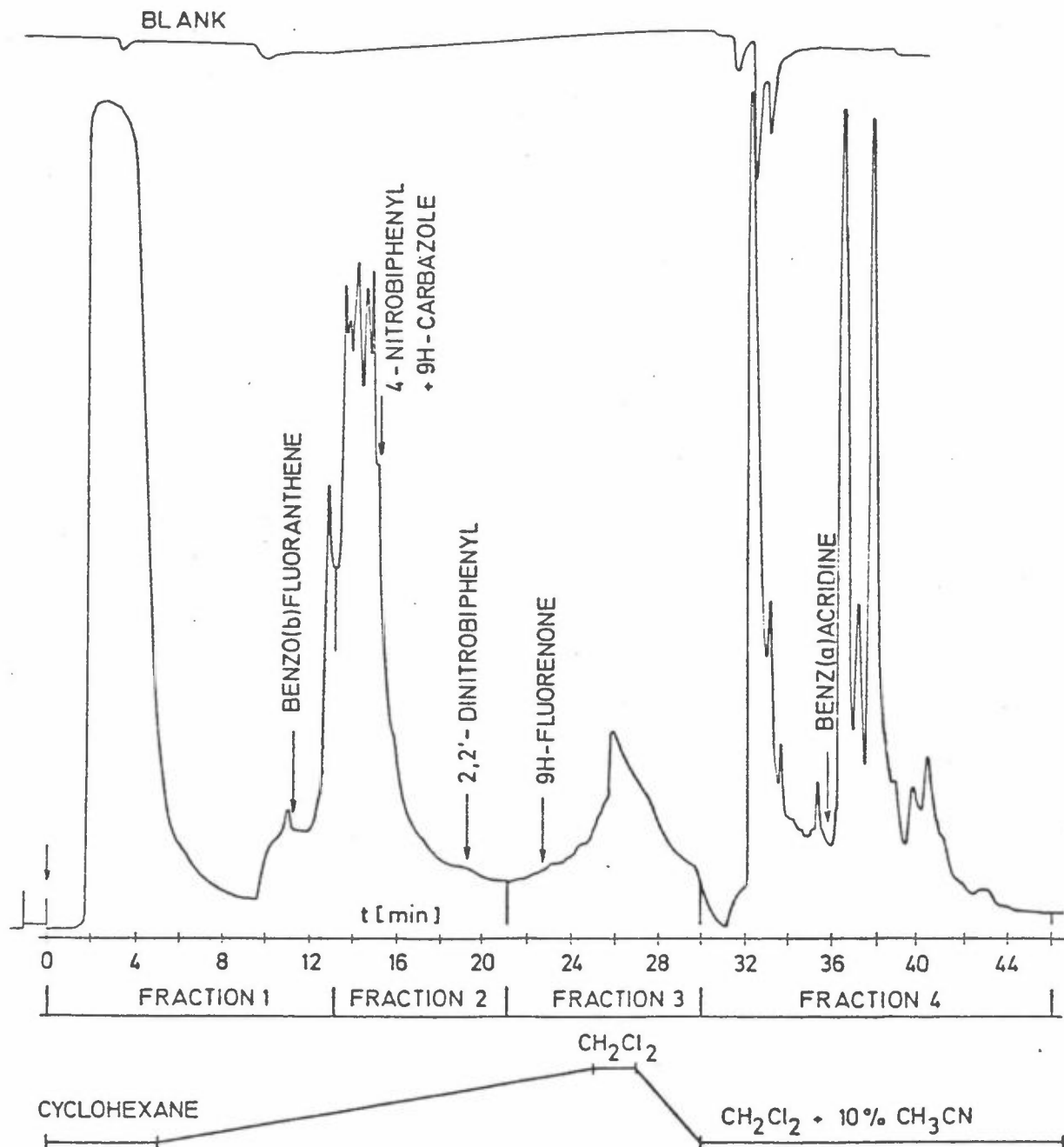


0001 25001

0001 25001
 24.0.01. SILICA ELUMIE, 100% CASALD PART II
 24.0.01. 24.0.01. SILICA ELUMIE, 100% CASALD PART II



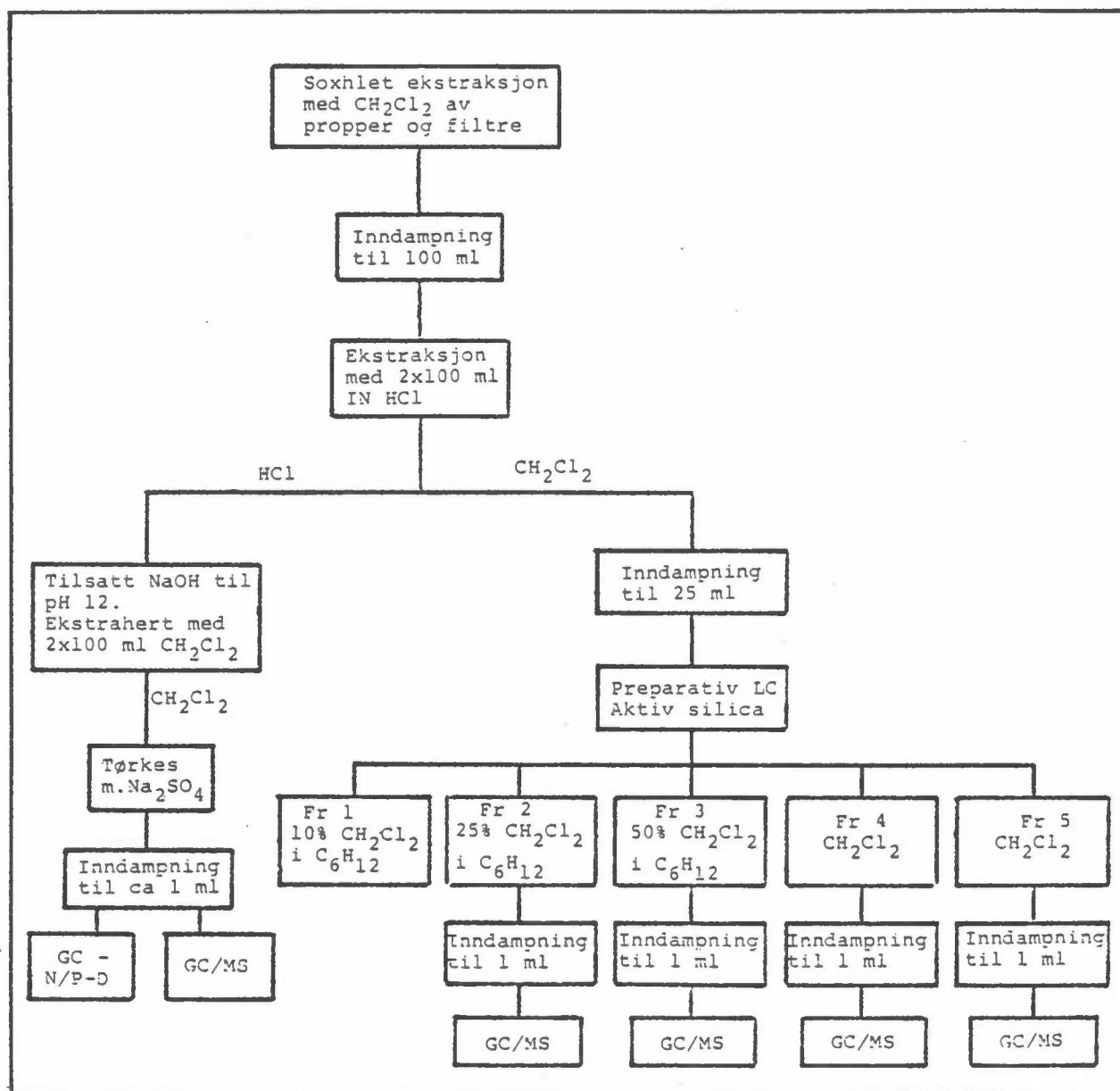
Figur 8: Totalionkromatogram fra GC/MS-analyse av komponenter i filter-ekstraktet eluert fra silika-kolonnen med metylenklorid. (Fraksjon 5). Øverst EI-kromatogram, nederst NCI-kromatogram. For identifikasjon av toppene, se tabell 8.



Figur 9: Kromatogram som viser UV-absorbans ved 254 nm under fraksjonering med HPLC av filterekstraktet fra prøven tatt 21.8.1981 (Oehme, Manø and Stray, 1982).

VEDLEGG

Metoder for forbehandling og analyse



Figur 1: Skjematisk fremstilling av arbeidsprosedyre for forbehandling og analyse av prøven tatt 24.8.81.

METODER FOR FORBEHANDLING OG ANALYSE

I. Prøven tatt 24. august:

Ekstraksjon av filtre og propper:

De fire filterne ble ekstrahert sammen mens de tre proppene ble ekstrahert hver for seg, i ca 8 timer, i soxhlet med metylenklorid som ekstraksjonsmiddel.

Analyse av basiske komponenter:

Metylenkloridekstraktet av filterne ble dampet inn til 100 ml og ekstrahert med 2x100 ml 1 N saltsyre. Metylenkloridfasen ble skilt ifra og oppbevart for videre analyse senere. Salt- syrefasen ble tilsatt ca 100 ml 2.5 N NaOH til pH 12 og ekstrahert med 2x100 ml metylenklorid. Metylenkloridfasen ble skilt ifra, tørket med 5 g vannfri Na_2SO_4 og dampet inn til ca 50 ml. Metylenkloridfasen ble deretter overført til en 100 ml rundkolbe som var påsmeltet et 10 ml gradert sentrifugerør. Løsningen ble dampet inn under vakuum ved ca 40°C med en jevn strøm av finrenset nitrogen på væskeoverflaten, til ca 1 ml. Deretter ble det tilsatt ca 1 ml cyclohexan og løsningen ble pånytt inndampet til ca 1 ml. De tre ekstraktene fra soxhlet- ekstraksjonen av proppene ble behandlet på samme måten.

Den basiske fraksjon av filterekstraktet og ekstraktene fra polyuretanskumproppene ble analysert ved hjelp av GC/MS. Den andre og den tredje proppen inneholdt bare ubetydelige mengder av de komponenter man finner i den basiske fraksjon. Løsningene ble også injisert på en Carlo Erba gasskromatograf med nitrogenselektiv detektor (NPD). Det ble benyttet en 30 m lang deaktivert glasskapillarkolonne med basisk overflate og indre diameter 0.32 mm. Kolonnen var belagt med $0.1\ \mu\text{m}$ SE 52. 1 μl av prøveløsningen ble injisert uten splitt ved 40°C , hvorefter ovnen ble oppvarmet raskt til 60°C og fra 60°C til 250°C med 5°C pr minutt. En del av aza-arenene ble kvantifisert ved hjelp av "single ion monitoring".

Den basiske karakter av aza-arenene avtar med økende antall ringsystemer. Komponenter med mer enn 3 ringer ekstraheres derfor i den nøytrale fraksjonen.

Analyse av nøytrale komponenter:

Metylenkloridløsningen som ble tatt vare på etter syreekstraksjonen ble tilsatt 30 ml cyclohexan og dampet inn til ca 25 ml. En glasskolonne på 80x2 cm ble fylt med 100 g aktivert silikagel (Kieselgel 100, 0.063-0.200 mm) i cyclohexan. Prøven ble satt på og 1 liter cyclohexan med 10% metylenklorid ble helt igjennom kolonnen. Det første eluatet ble ikke analysert videre på, da det ble antatt å inneholde vesentlig PAH. Den andre fraksjonen ble eluert med 1 liter cyclohexan med 25% metylenklorid, den fjerde med 1 liter metylenklorid, og den femte med nok 1 liter metylenklorid. Fraksjonene ble dampet inn til ca 1 ml og tilsatt heptaklor som indre standard før GS/MS-analyse. Ekstraktene ble analysert både med elektronstøtionisering (EI) og kjemisk ionisering med deteksjon av negative ioner (NCI). Det ble benyttet en 30 m "fused silica" kolonne med indre diameter 0.3 mm belagt med 0.17 μm SE 54.

Hovedkomponentene som karbazoler, aromatiske ketoner, kinoner og aldehyder samt aza-arener og aromatiske nitroforbindelser ble kvantifisert med GC/MS ved å sammenligne med standard-løsninger av komponentene eller av komponenter fra samme stoffgruppe. Det var ikke mulig å skaffe standardkomponenter av alle forbindelsene. Derfor har man for enkelte komponenter måttet benytte andre forbindelser innenfor samme stoffgruppe som forutsettes å gi tilnærmet samme respons.

II Prøven tatt 21. august:

Det ble også gjort forsøk med å benytte høytrykksvæskekromatografi (HPLC) til å dele opp prøven i fraksjoner med forskjellig polaritet. Ekstraktet av filterprøven fra den 21. august 1981 ble fraksjonert på denne måten uten utgående ekstraksjon av basiske komponenter. Det ble benyttet en kolonne som var 25 cm lang og med indre diameter 9 mm pakket med Lichrosorb Si 60-10 (Chrompack). Den ble aktivert med dimetoksypropan (Bredeweg, Rothman and Pfeiffer, 1979) før bruk. Elueringsmiddelet besto av cyclohexan, metylen-

klorid og acetonitril slik som vist i figur 9 (Oehme, Manø, and Stray, 1982). Før fraksjoneringen ble kolonnen testet ved å injisere en blanding av benzo(b)-fluoranten, 4-nitrobifenyl, 9H-karbazol, 2,2'-dinitrobifenyl, 9H-fluorenon og benz(a)akridin. Prøven ble delt i fire fraksjoner ved hjelp av HPLC og hver fraksjon inneholdt følgende forbindelser:

Fraksjon 1: polyaromatiske hydrokarboner (PAH)

Fraksjon 2: karbazoler og nitro-PAH

Fraksjon 3: kinoner

Fraksjon 4: aza-arener

Fraksjon 2, 3 og 4 ble analysert videre med GC/MS, og man fant stort sett de samme komponentene som i de tilsvarende fraksjonene fra filterprøven som ble tatt den 24. august 1981.

Ved senere anledninger vil man benytte HPLC til slike separasjoner da det forenkler forbehandlingen av prøven.

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORRTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTRNR. OR 1/85	ISBN-82-7247-545-6	
DATO Januar 1985	ANSV. SIGN. <i>K. Stray</i>	ANT. SIDER 50	PRIS kr 40,-
TITTEL Organiske luftforurensninger i elektrolyse- hallen ved et aluminiumverk.		PROSJEKTLEDER Karin E. Thrane	
		NILU PROSJEKT NR. O-8036	
FORFATTER(E) Karin E. Thrane og Helge Stray		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Norsk Hydro A/S og Statens forurensningstilsyn Karmøy Fabrikker Postboks 8100, Dep N-4265 Håvik 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Aluminiumindustri Organisk Hallatmosfære			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Et utvalg av organiske luftforurensninger ble bestemt i to prøver tatt i en Søderberg elektrolysehall ved Karmøy fabrikk. Prøvene inneholdt aza-arener, karbazoler, nitropyren, samt aromatiske aldehyder, ketoner og kinoner. Enkelte av komponentene som ble identifisert har helseskadelig virkning. Det er anbefalt å foreta en videre undersøkelse av luftkvaliteten med hensyn til disse forurensningene både utendørs og i fabrikk.			

TITLE Organic air pollutants in an aluminium reduction plant.

ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)

Selected organic air pollutants were determined in two samples collected in a VSS aluminium reduction plant at Karmøy fabrikk. The samples contained aza-arenes, carbazoles, nitropyrene and aromatic aldehydes, ketones and quinones. Some of the identified compounds have adverse health effects. It is recommended that further studies of the air quality are carried out with respect to these pollutants, both outside and inside the plant.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C