



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 103/83

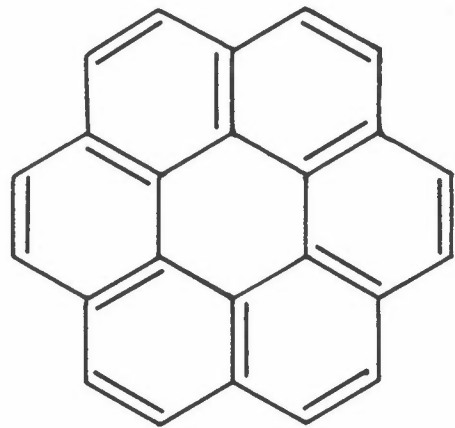
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NILU , SI

Organiske luft – forurensninger i byer og bakgrunnsområder



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR: 65/83
REFERANSE: O-8117
DATO: DESEMBER 1983

ORGANISKE LUFTFORURENSNINGER I BYER
OG BAKGRUNNSOMRÅDER

AV

A. MIKALSEN^a, E. JORANGER^a

I. HAGEN^b, T. RAMDAHL^b OG G. BECHER^b

UTFØRT ETTER OPPDRAG FRA
STATENS FORURENSNINGSTILSYN

- a NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
b SENTRALINSTITUTT FOR INDUSTRIELL
FORSKNING (SI).

ISBN 82-7247-439-5

FORORD

Denne rapporten viser resultatene fra et samarbeidsprosjekt utført av Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Sentralinstitutt for industriell forskning (SI). Formålet med prosjektet har vært å undersøke luftens innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og mutagene forbindelser i tettsteder og bakgrunnsområder.

Hensikten har også vært å få en nærmere kjemisk og biologisk karakterisering av de mutagene forbindelsene ved hjelp av henholdsvis væskrokromatografisk fraksjonering og identifisering med gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS), samt bruk av ulike bakteriestammer.

Prosjektet ble delt i to undersøkelsesperioder. En forundersøkelse ble utført høst/vinter 1981/82, og en ny undersøkelse vår/sommer 1982. Denne rapporten omfatter vår- og sommerundersøkelsen 1982, men inneholder også resultater fra forundersøkelsen. For forundersøkelsen er det skrevet egen rapport.

NILU har vært ansvarlig for prøvetaking, registrering av meteorologiske observasjoner, prøveopparbeiding og PAH-analyse. SI har hatt ansvaret for mutagenitetstesting, fraksjonering og identifisering av komponenter ved hjelp av GC/MS samt regresjonsanalyser.

Prosjektet inngår som en del av det statlige program for forurensningsovervåkning med Statens forurensningstilsyn (SFT) som oppdragsgiver.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
KONKLUSJON OG SAMMENDRAG	7
1 INNLEDNING	11
2 MÅLESTEDER	12
3 PRØVETAKING	19
4 EKSTRAKSJON, OPPARBEIDING OG ANALYSER	19
5 RESULTATER	19
5.1 Meteorologi	20
5.2 Måling av PAH	21
5.3 Mutagenitetstesting av enkeltprøver	30
5.4 Mutagenitetstesting av samleprøver og fraksjonerte samleprøver	35
5.5 Analyse av utvalgte fraksjoner ved hjelp av koblet gasskromatografi massespektrometri	41
6 DISKUSJON	49
6.1 Årstidsvariasjoner, PAH	49
6.2 Årstidsvariasjoner, mutagenitet	49
6.3 Korrelasjon mellom de målte parametre	50
6.4 Fraksjonering	52
7 FORSLAG TIL VIDEREFØRING	54
8 LITTERATURLISTE	55
VEDLEGG	61

KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

Innholdet av PAH er ca 10 ganger høyere i byluft og ca 2 ganger høyere i bakgrunnsområdene om vinteren enn om sommeren.

Den mutagene aktivitet i prøvene var vesentlig høyere om vinteren og indikerte størst innhold av indirekte-virkende mutagene forbindelser om vinteren og direkte-virkende mutagene forbindelser om sommeren.

Samvariasjonen mellom PAH/mutagenitet og sot/bly/SO₂ tyder på at trafikk og fyring er dominerende kilder til PAH og mutagen aktivitet i Oslo og Fredrikstad.

Resultatene viser ganske ensartete forhold i sentrale Østlands-områder. Et permanent overvåkningsopplegg synes derfor å kunne begrenses til noen få tettstedsstasjoner i vinterhalvåret.

PAH og mutagenitet har blitt målt i luftprøver fra tre tettstedsstasjoner (Oslo, Fredrikstad og Grenland) og to bakgrunnsstasjoner (Birkenes, Aust-Agder og Kårvatn, Møre og Romsdal). Prøvene ble samlet inn som døgnprøver i periodene november 1981 - februar 1982 (forundersøkelsen), april - mai 1982 og juli - august 1982 (denne undersøkelsen). Partikkelbundet materiale ble samlet opp på glassfiberfilter og gassformige forbindelser på propper av polyuretanskum. Andre forurensningsparametre som sot, bly, nitrogenoksyder, sulfat og svoveldioksyd ble målt samtidig på noen av stasjonene. PAH ble målt på filter og proppekstrakter, mens mutagenitetstesting bare ble utført på filterekstrakter.

Fraksjonering ved hjelp av høyt oppløsende væske-kromatografi (HPLC) ble utført på samleprøver av filterekstrakter. Fraksjonene ble testet for mutagenitet, og de mest mutagene fraksjoner ble analysert ved hjelp av gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS).

De meteorologiske forhold har stor innvirkning på forurensningsnivået på det enkelte sted. I kalde perioder om vinteren med stabil luftsjiktning og lite vind ble det observert høye PAH- og mutagenitetsverdier. I tillegg vil fyring øke forurensningsnivået om vinteren.

Normalt kan bare en liten del av den mutagene aktivitet i uteluft forklares utfra PAH-innholdet, men korrelasjonen mellom PAH og mutagenitet på det enkelte målested er vanligvis god. Verdiene av PAH og mutagenitet korrelerte godt for stasjonene i Oslo og Fredrikstad ($r = 0.89 - 0.99$). For stasjonene Ås, Grenland ble korrelasjonskoeffisienter ikke utregnet på grunn av få vintermålinger og meget lave mutagenitetsverdier (\leq deteksjonsgrensen) for sommermålingene. For noen av prøvene fra Ås var PAH-konsentrasjonene på nivå med bakgrunnsstasjonene.

Resultatene av både PAH-målingene og mutagenitetstestingene korrelerte bra med sot- og blymålingene for vinterprøvene i Oslo og Fredrikstad ($r \approx 0.95$). Biltrafikk synes derfor å være en hovedkilde for PAH.

På bakgrunnsstasjonene var PAH-konsentrasjonene om vinteren ca det dobbelte av sommerkonsentrasjonene, men meget lave i forhold til tettstedsstasjonene for begge periodene. Den mutagene aktivitet i bakgrunnsprøvene var normalt meget lav (\leq deteksjonsgrensen).

Resultatene av mutagenitetstestingene fra tettstedsstasjonene viste at det var en kvantitativ og kvalitativ forskjell mellom sommer- og vinterprøvene. Den mutagene aktivitet i sommerprøvene var oftest størst uten tilsetning av leverenzymmer (direkte-virkende mutagener), mens vinterprøvene ofte viste høyest aktivitet med leverenzymmer tilsatt (Nordahl Bruns gate, tildels også City, Fredrikstad og Ås, Grenland).

Resultatene tyder på at det er en kvalitativ forskjell på de mutagene forbindelsene i prøvene fra de ulike stedene. Dette er indikert ved forskjellig respons-profil i de bakteriestammene som er benyttet, og understøttes også av resultatene fra mutagenitetstestingen av enkelte fraksjoner av samleprøvene.

Mutageniteten i prøvene fra bakgrunnsstasjonene Birkenes og Kårvatn var lik eller under deteksjonsgrensen (≤ 0.3 revertanter/ m^3) for de fleste vår/sommerprøvene, men lå noe høyere om vinteren (1 - 10 revertanter/ m^3). I to prøver fra Birkenes (26 - 27 og 21 - 22 april 1982) var mutageniteten påfallende høy. På bakgrunn av trajektorieberegninger for prøven fra 26 - 27 februar 1982 kan dette muligens forklares med langtransporterte forurensninger, mens dette er mindre sannsynlig for prøven fra 21 - 22 april 1982.

Innholdet av organiske forbindelser i samleprøvene (vår og sommer) var meget lavt, slik at få spesifikke komponenter lot seg påvise. Etter fraksjonering ved hjelp av HPLC ble det påvist fettsyrer i samleprøve (vår) fra City Fredrikstad og samleprøven (vår) fra Ås, Grenland inneholdt PAH, polykorerte bifenyler (PCB) og nitropyren.

På grunn av meget lavt forurensningsnivå om sommeren i forhold til vinteren, ga fraksjonsanalysene ikke den informasjon som var ventet.

ORGANISKE LUFTFORURENSNINGER I BYER OG BAKGRUNNSOMRÅDER

1 INNLEDNING

Den gruppen av organiske forurensninger som er mest inngående studert i partikulære luftforurensninger, er de polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Flere av disse er vist å være kreftfremkallende. Dette er satt i sammenheng med den overhyppighet av flere kreftformer, spesielt lungekreft, som observeres i byer sammenlignet med steder med mindre forurenset luft (1,2). Imidlertid har penslingsforsøk på dyr med ekstrakter av luftbårne partikler vist at krefthyppigheten var betydelig større enn det man kunne forvente ut fra prøvenes innhold av PAH (3,4,5). Dette indikerer at luften også inneholder andre kreftfremkallende stoffer i tillegg til PAH.

Salmonella/mikrosomttesten (Ames' test) er en bakterietest som registrerer en type skade på arvestoffet (mutasjon). En del stoffer, deriblant PAH, er aktive mutagene først etter omdannelse (metabolisering) i kroppen (indirekte-virkende mutagener). Bakteriene som brukes i Ames' test, mangler det enzymatiske apparat for slik omdannelse og derfor kan det tilsettes et leverhomogenat (S9) fra rotte idet prøven blandes med bakteriene. Derved metaboliseres stoffene til mutagene omvandlingsprodukter, og man får utslag i testsystemet. Prøver kan testes for mutagen aktivitet enten alene (for å påvise direkte-virkende mutagener) eller sammen med leverenzymmer fra pattedyr (for å påvise indirekte-virkende mutagener). Ekstrakter av luftpartikler er mutagene i Salmonella/mikrosomttesten (6-10), men bare en del av mutageniteten kan forklares ut fra PAH-innholdet (11-13), bl.a. fordi lufttekstraktene er mutagene uten tilsetts av leverenzymmer (6,7,10,12,13). Idag kan ikke den mutagene aktiviteten forklares ut fra kjente karsinogener. Man antar at nitroarener kan være ansvarlig for noe av den observerte effekt. Flere nitro-pyrener har f.eks. vist seg å være sterke direkte virkende mutagener (14,15). Slike forbindelser er påvist i omgivelsesluft

(16,35,44) og dieseleksos ekstrakt (17,18). Nylig har Ohgaki og medarbeidere vist at to av disse forbindelsene, 1-nitropyren og 3-nitrofluoranten, ga kreft ved injeksjon i rotter (19).

Ames' Salmonella-test er et nyttig hjelpemiddel for måling av luftpartiklers biologiske aktivitet. En oversikt over emnet er gitt av Chrisp og Fisher (20) og Hughes et al. (21). Selv om det er vist å være en høy korrelasjon mellom mutagenitet og karsinogenitet, er resultatene fra en Ames' test ikke et direkte uttrykk for luftens karsinogene potensial.

Ved å bestemme andre parametre, som PAH, svoveloksyder, nitrogenoksyder og meteorologiske forhold, kan man i tillegg bedre få kartlagt ulike kilders bidrag til forurensninger i luften og betydningen av værforholdene.

Høsten/vinteren 1981/82 ble det utført en forundersøkelse med målinger av PAH og mutagenitet i prøver fra fem forskjellige steder i Norge, samt en interkalibrering i PAH-analyse mellom SI og NILU (22). Vedlegg 25 viser et sammendrag over måleresultatene av svoveloksyder, nitrogenoksyder, sot og bly fra forundersøkelsen.

Våren og sommeren 1982 ble en ny undersøkelse foretatt med målinger av PAH og mutagenitet i prøver fra de samme stedene. For en nærmere karakterisering av de mutagene forbindelser ble også væskekromatografisk fraksjonering og identifisering av komponenter i fraksjonene utført.

2 MÅLESTEDER

Prøvene er samlet inn ved eksisterende målestasjoner for SFT's overvåkingsprogrammer av tettstedsforurensninger (Oslo, nedre Telemark), bakgrunnsforurensninger (Birkenes, Kårvatn) og fra basisundersøkelsen i Sarpsborg/Fredrikstad.

Nordahl Bruns gate 18

Prøvetakeren er plassert i en målebu på taket av en ca 4 m høy bygning ca 30 m fra Nordahl Brunsgate og ca 60 m fra St.Olavsgate. Stasjonen er skjermet mot St.Olavsgate av relativt høye bygninger. En representativitetsundersøkelse (23) har vist at dette målestedet kan antas å representere det generelle forurensningsnivå i sentrumsområdet. Forurensningene skyldes i hovedsak trafikk og fyring og kommer bare i liten grad fra industri. Det ble ikke registrert meteorologiske data på denne stasjonen under våre måleperioder. I stedet er nyttet data fra Det Norske Meteorologiske Institutt's klimastasjoner på Fornebu (hver time) og Blindern (hver 2.time). Anvendelsen av disse data fremgår av vedlegg 1, hvor det for hvert av måledøgnene er beregnet middelverdier av vindstyrke, temperatur og luftstabilitet og karakteristikker av vindretning. Vindretningen for sentrumsområdet omkring Nordahl Brunsgate er estimert på basis av parallelle vindregistreringer på Blindern og i Nordahl Brunsgate, men disse estimater er beheftet med stor usikkerhet, især ved svak vind. Disse data, samt en nærmere beskrivelse av målestedet Nordahl Brunsgate, er gitt i (23). Figur 2.1 viser stasjonsplasseringen.

City, Fredrikstad

Prøvetakeren er plassert på en takstasjon på City Hotell, Fredrikstad. Denne stasjonen antas å få forurensningsbidrag fra biltrafikk, fyring og industri. Vindmålingene er utført på St.Hansfjellet 10 m over bakken ca 600 m fra prøvetakeren. Figur 2.2 viser stasjonsplasseringer og de antatt største forurensningskilder. Temperatur, temperaturdifferanse 10-36 m og relativ fuktighet er målt i Nordre Moum i Borge. En nærmere beskrivelse av stasjonene er gitt i (24).

Ås, Grenland

Prøvene er samlet inn på stasjonen Ås i Grenland. Denne stasjon er brukt som referansestasjon for de meteorologiske målinger i nedre Telemark (26). Stasjonen er plassert i jordbruksområde, 90 m o.h. og ca 4 km sør for Herøya. En NILU automatisk værstasjon (AWS) med 25 m høy mast er i drift, hvor det timevis måles: Vindretning og -styrke i 25 m, temperatur og relativ fuktighet i 3 m, stabilitet (temperaturforskjellen mellom 25 og 10 m).

Figur 2.3 viser stasjonsplassering og de største forurensningskilder inntegnet. For en nærmere beskrivelse av måleprogrammene i nedre Telemark, vises til (25).

Birkenes, Aust-Agder

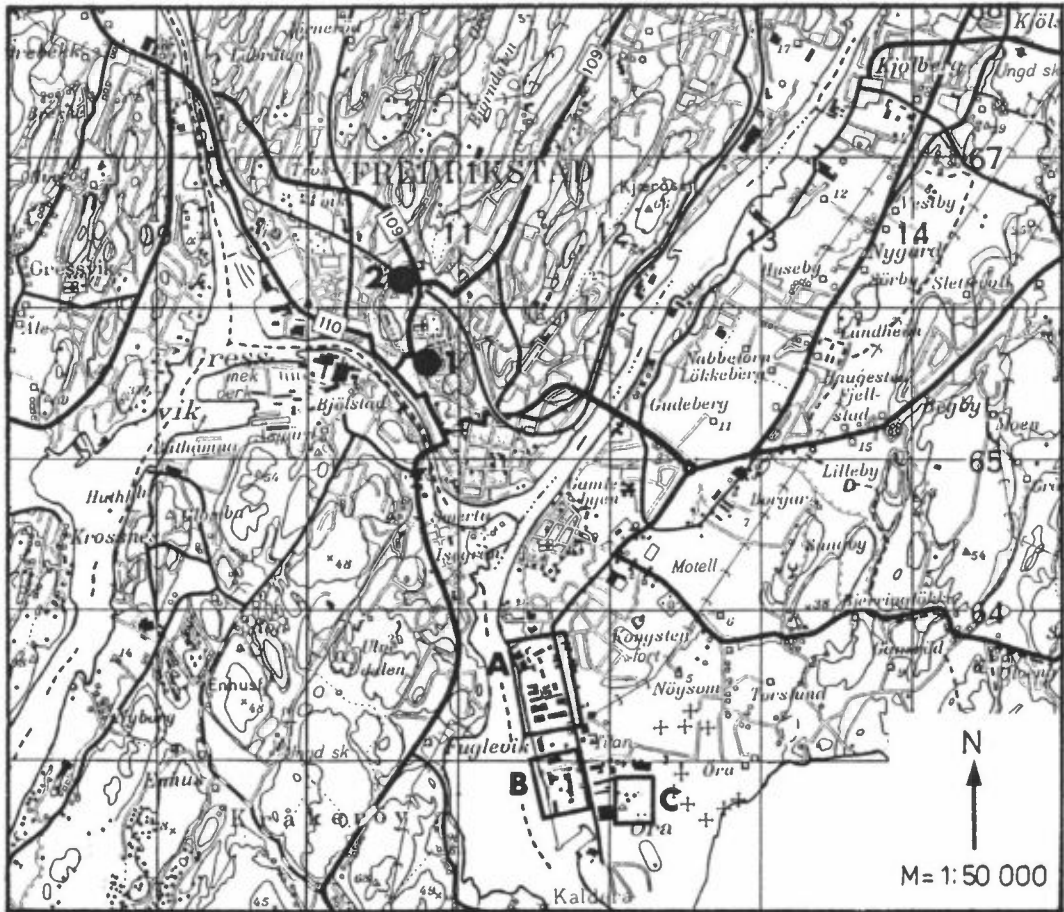
Stasjonen er brukt som referansestasjon for langtransportert tilførsel av forurenset nedbør og luft til Sør-Norge (26), og har lite eller intet bidrag fra lokale kilder. Figur 2.4 viser stasjonsplasseringen.

Kårvatn, Møre og Romsdal

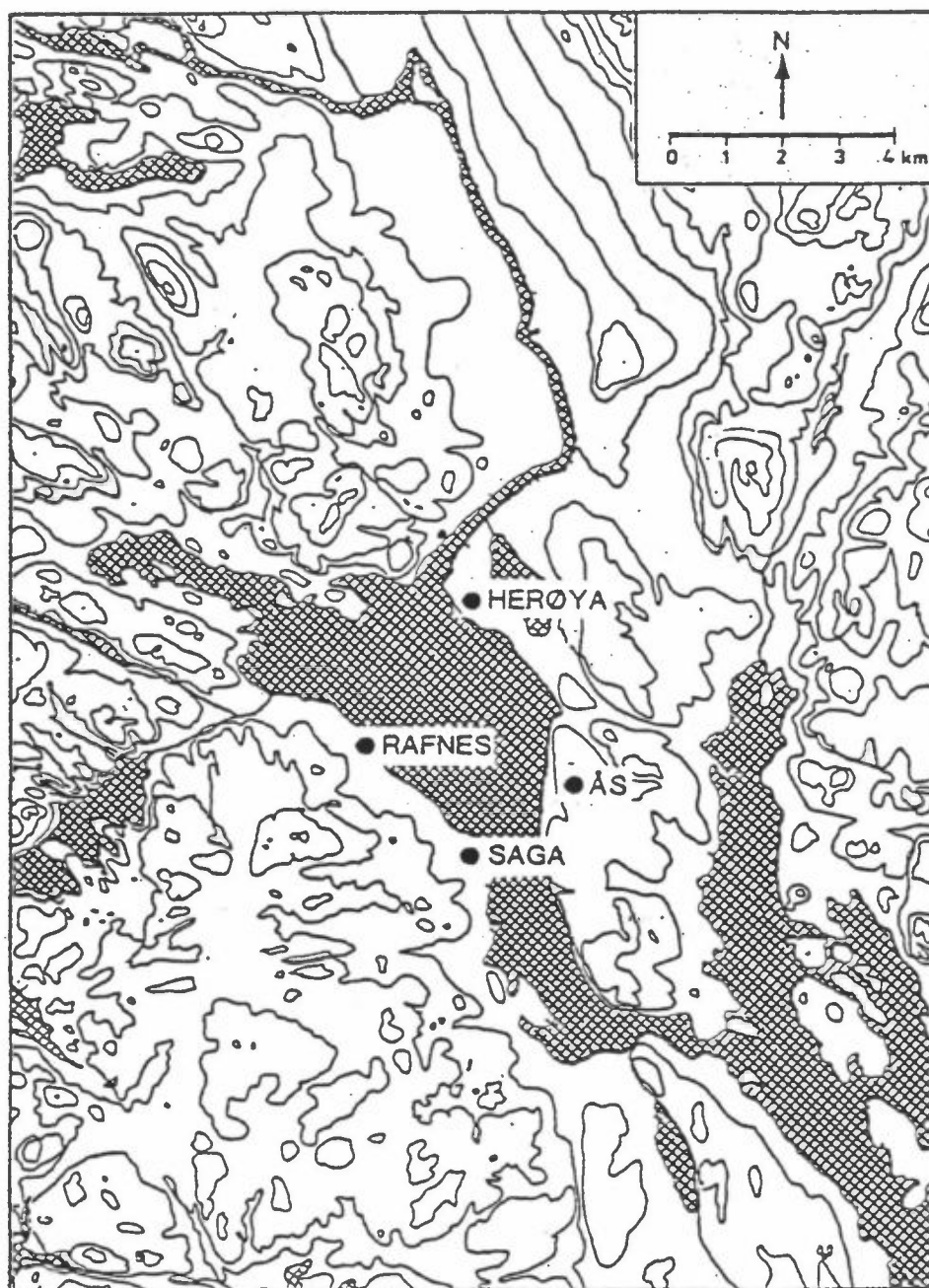
Stasjonen er plassert i et jordbruksområde, og det antas lite eller intet bidrag fra lokale kilder. Det må imidlertid påpekes at i et annet dalføre ca 20 km sørvest for stasjonen ligger Sunndalsøra aluminiumverk. Figur 2.5 viser stasjonsplasseringen.



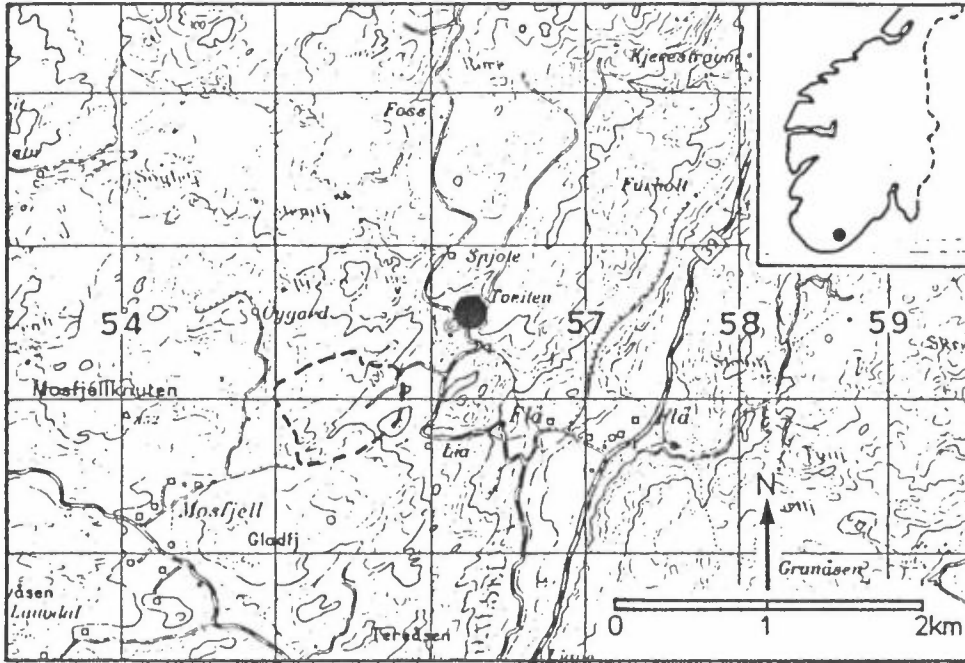
Figur 2.1: Mällestasjonen Nordahl Brunsgate, Oslo.



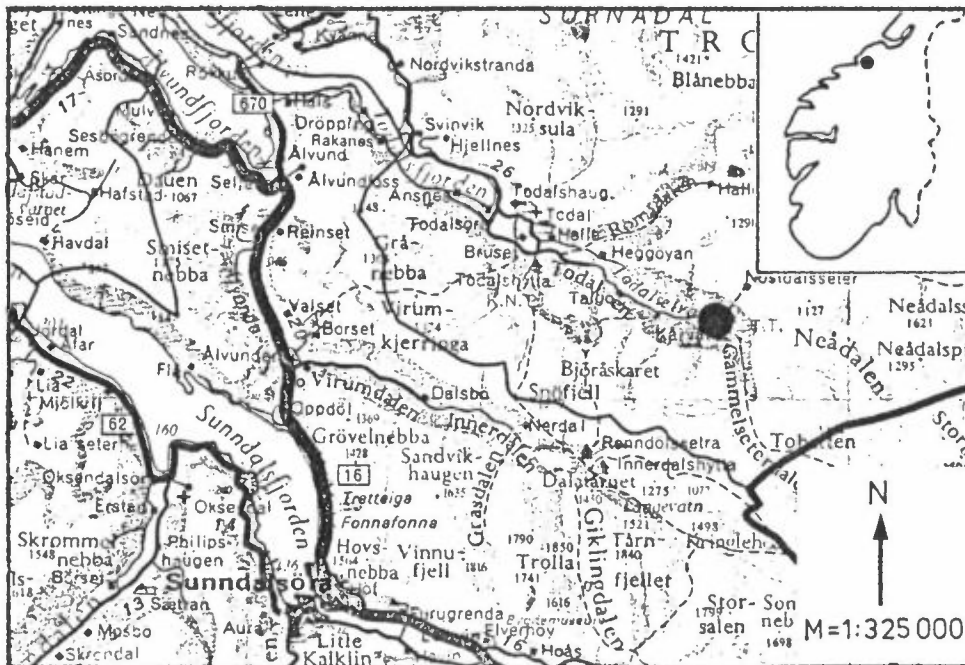
Figur 2.2: Målestasjonen City, Fredrikstad
 1. City, PAH-målinger
 2. St.Hansfjellet, vindmålinger
 Utslippskilder: A Denofa (sot),
 B Kronos Titan (støv)
 C Øra søppeldeponering.



Figur 2.3: Lokalisering av Ås og av betydelige utslippskilder.



Figur 2.4: Birkenes målestasjon.



Figur 2.5: Kårvatn målestasjon.

3 PRØVETAKING

Prøvetaking ble foretatt i periodene 15.4-28.5.82 (vårprøver) og 14.7-26.8.82 (sommerprøver). Prøvene ble samlet opp som døgnprøver hvert 6. døgn fra de 5 stasjonene og totalt ble dette 40 prøver for hver av periodene.

NILUs PUR-prøvetaker ble brukt til prøvetakingen. Dette er en "high-volume sampler" hvor partiklene samles opp på et glassfiberfilter og gassene på 2 stk. polyuretanskumpropper (PUR-propper) plassert etter hverandre i prøvetakeren (27,30).

4 EKSTRAKSJON, OPPARBEIDING OG ANALYSER

På grunnlag av resultatene fra forprosjektet (22) ble det besluttet at bare filterekstraktene skulle testes for mutagenitet. Filtrene ble ekstrahert i Soxhlet apparatur med aceton. 2/3 av ekstraktet ble inndampet til nær tørrhet og overført til 1 ml dimetylsulfoksyd (DMSO) for mutagenitetstesting. Resten (1/3) av aceton-ekstraktet ble ekstrahert over i cykloheksan for PAH-analyse (28, 29, 30). Det ble også laget samleprøver av acetonekstraktene som ble fraksjonert ved hjelp av HPLC. PUR-proppene ble ekstrahert i cykloheksan og opparbeidet for PAH-analyse (27-29). Den mutagene aktivitet i ekstraktene ble målt med Ames' test (31). Sammendrag av analysemetoder for PAH er gitt i vedlegg 6, for mutagenitet i vedlegg 7 og for HPLC-fraksjonering i vedlegg 8.

5 RESULTATER

PAH ble analysert på samtlige prøver fra tettstedsstasjonene og på ca halvparten av prøvene fra bakgrunnsstasjonene. Mutagenitetstesting ble utført både på utvalgte enkeltprøver og på sammenslåtte prøver (samleprøver). Samleprøver ble laget for å få nok materiale til fraksjonering, karakterisering og testing av prøvene. Samleprøvene ble fraksjonert ved hjelp av HPLC. Alle fraksjoner ble

testet for mutagenitet, og identifikasjon av enkeltkomponenter ble utført ved GC/MS på utvalgte fraksjoner.

Analyseresultatene (PAH, mutagenitet) er sammenholdt med analyser av andre forurensningsparametre der målinger foreligger, og med tilgjengelige meteorologiske data for vurdering av kilder og uttynningsforhold.

I forbindelse med andre prosjekter som NILU utfører ble konsentrasjonene av forurensningsparametre som sulfat, svoveldioksyd, nitrogendioksyd, nitrogenoksyd, sot og bly bestemt samtidig med PAH/mutagenitetmålingene på noen av stasjonene. Vedlegg 24 viser resultatene for vår- og sommerperiodene (1982), og vedlegg 25 for høst- og vinterperiodene (1981/82). I Oslo og Fredrikstad ble slike målinger utført på andre, men nærliggende stasjoner for de samme måleperiodene. St.Olavs plass ligger ca 60 m fra Nordahl Bruns gate, men svoveldioksydmålingene antas å ligge på samme nivå for de to stasjonene. Derimot vil sotverdiene være noe høyere for St.Olavs plass. I Fredrikstad ligger gatestasjonen Brochsgate ca 200 m fra City, og her vil både sot- og blyverdiene være en del høyere enn for takstasjonen City.

5.1 Meteorologi

Vedlegg 1,2 og 3 viser middelveidier av temperatur, relativ fuktighet, luftstabilitet, vindstyrke og fremherskende vindretning for hvert av måledøgnene for de tre tettstedsstasjonene. Antall timer med vind fra de viktigste forurensningskilder i området omkring hver av stasjonene er også angitt.

For Nordahl Brunsgate, Oslo ble det benyttet data fra Det Norske Meteorologiske Institutts stasjoner på Blindern og Fornebu. Vurderingen av vindforholdene er usikker, især ved svak vind da lokale vindsystemer er dominerende. Dette gjelder i noen grad også for stasjonen City, Fredrikstad hvor vindstasjonen ligger på St.Hansfjellet ca 30 m høyere og ca 600 m fra City-stasjonen.

For bakgrunnsstasjonene Birkenes og Kårvatn er det tegnet lufttrajektorier hver 6.time for alle måledøgnene (vedlegg 4 og 5). Beregningene er foretatt av Det Norske Meteorologiske Institutt.

5.2 Måling av PAH

Filter og propper ble ekstrahert og analysert for PAH. Analyse-resultatene er gitt i vedlegg 9, og sammendrag av det totale innhold av PAH på filter og propper er gitt i tabell 5.2.1. Tabell 5.2.2 viser et sammendrag av PAH-konsentrasjonene fra høst- og vintermålingene 1981/82 (forundersøkelsen).

For bakgrunnsstasjonene Birkenes og Kårvatn ble ca halvparten av prøvene analysert. Dette var prøver for døgn med lufttransport hovedsakelig fra Sentral-Europa.

Resultatene viser lave konsentrasjoner av PAH både på tettsteds- og bakgrunnsstasjonene. For filterekstraktene, hvor bare 1/3 ble opparbeidet for analyse, har det derfor for mange av prøvene ikke vært mulig å kvantifisere PAH-innholdet.

PUR-proppene samler opp de mest flyktige PAH-forbindelser som er i gassform i luften eller som eventuelt damper av filteret under prøvetaking. Dette gjelder forbindelsene i flyktighetsområdet fra naftalene til krysene/trifenylylene. Det totale innhold av PAH på proppene er vesentlig større enn det totale innhold av mindre flyktige forbindelser på filteret. På grunn av dette og at hele ekstraktet ble brukt til analyse har det vært mulig å kvantifisere PAH-innholdet på alle proppekstraktene.

Når det gjelder fordelingen mellom filter og propper av totalt oppsamlet PAH, vil denne i første rekke være avhengig av forureningsgraden og temperaturen (32). Ved stor forureningsbelastning vil den store mengde partikler på filteret virke som en adsorbent for stoffer i gassform. Lav lufttemperatur vil forsterke denne

effekten, mens høyere temperatur vil gi avdampning fra filteret og større gjennomgang av stoffer i gassform til proppene (27). Forholdet PAH,filter/PAH,propper vil derfor variere fra dag til dag og fra sted til sted.

Figur 5.2.1 viser variasjonene i PAH-innholdet i prøvene for de enkelte stasjoner for vår- og sommerperiodene 1982.

I Nordahl Brunsgate, Oslo var PAH-konsentrasjonene i vårperioden ganske konstante (62-90 ng/m³). I sommerperioden var det større konsentrasjonsvariasjoner (33-163 ng/m³), selv om stasjonen var omlag like mye eksponert for lokale kilder i de to periodene. Middelerverdi og variasjonsbredde av vindstyrken var også omlag de samme (vedlegg 1).

PAH-konsentrasjonene i Fredrikstad hadde under vår- og sommerperioden omlag samme gjennomsnittsnivå (ca 60 ng/m³) og variasjonsbredde (henholdsvis 36-121 ng/m³ og 31-115 ng/m³).

De samtidig målte PAH-konsentrasjonene i Oslo og Fredrikstad varierte stort sett i takt i de to periodene. Dette tyder på ensartede værforhold og kildetyper i disse byene. De samtidig høye PAH-konsentrasjonene som ble målt 19-20. august ved høy vindhastighet, især i Fredrikstad, kan imidlertid skyldes langtransporterte forurensninger fra sørvest (se vedlegg 2).

PAH-målinger har også vært utført som ledd i andre prosjekter i Nordahl Brunsgate, Oslo (SFT-prosjektet "Overvåking - bilforurensning") og på stasjonen City, Fredrikstad (SFT-prosjektet "Basisundersøkelse Sarpsborg/Fredrikstad"), i samme og andre perioder. En sammenstilling av alle målinger som periodemiddelerverdier (tabell 5.2.3) viser ingen store forskjeller mellom sammenlignbare måleperioder (årstider). Dette tyder på at utvalget av måledøgn har vært representative for årstidene i Oslo og Fredrikstad.

Samvariasjonen mellom PAH-konsentrasjoner og midlere døgnlig vindstyrke (figur 5.2.2) på stasjonene i Oslo og Fredrikstad tyder på at arealkilder (trafikk og fyring) er dominerende forurensningskilder. Forundersøkelsen høst/vinter 1981/82 viste at bidraget fra biltrafikk var vesentlig i forhold til fyring og industri i Oslo (22). Trafikken synes også å være det viktigste bidrag til PAH-konsentrasjonene i Fredrikstad, som indikert ved korrelasjonen mellom PAH og bly (vedlegg 20b).

Sammenhengen mellom PAH-nivå, midlere vindstyrke og lufttemperatur (figur 5.2.3) tyder på at fyring synes å bidra mer til PAH-forurensningen i Fredrikstad enn i Oslo. I vår- og sommerperiodene viste som ventet ingen av disse stasjonene noen sammenheng mellom PAH-nivå og lufttemperatur.

Stasjonen Ås i Grenland hadde betydelig lavere PAH-konsentrasjoner enn stasjonene i Oslo og Fredrikstad. PAH-konsentrasjonene varierte mellom 10 og 66 ng/m³ i begge måleperiodene.

De fire målingene under forundersøkelsen vinteren 1981-82 (22) tydet på Herøya og Porsgrunn som viktigste PAH-kilder for stasjonen Ås. Som for Oslo og Fredrikstad, indikerte vinterprøvene fra Ås et stort bidrag fra biltrafikk ved moderat vind fra nord (Porsgrunn, Skien). Komponentene cyklopenta(cd)pyren og coronen er gode indikatorer på bilforurensning, og konsentrasjonene av disse i forhold til sum PAH viser et betydelig bidrag fra trafikken.

Under vår- og sommerperioden tyder samvariasjonen mellom PAH-konsentrasjonene og de midlere døgnlige vindstyrker på mer kompliserte spredningsforhold enn om vinteren. De laveste PAH-konsentrasjonene på Ås lå på bakgrunnsnivået målt på Birkenes og Kårvatn. Døgn med vind fra Herøya og Porsgrunn ga moderate PAH-konsentrasjoner som eksempelvis 27-28.5 med 16 timer vind fra Herøya mot Ås. Dette kan forklares med at om sommeren varierer vindretningen sterkt med høyden over bakken i Grenland og over Frierfjorden, især

ved svak vind (26). Om sommeren transporteres derfor utslippet fra Herøya-pipene ofte en annen retning enn vinden ved bakken (på Ås) viser.

For bakgrunnsstasjonene Birkenes og Kårvatn var PAH-konsentrasjonene lave. Høyeste konsentrasjon (19.3 ng/m^3) på Birkenes ble målt 7-8.8, og skyldes sannsynligvis langtransporterte forurensninger fra sør og sørøst (vedlegg 4). Dette døgn ga også høye svoveldioksyd- og sulfatkonsentrasjoner (vedlegg 24). Høyeste PAH-konsentrasjoner på Kårvatn ble målt 9-10.5 og 1-2.8 (29 ng/m^3) med luftmassetransport fra sør og sørvest (vedlegg 5), som også ga høye konsentrasjoner av sulfat (vedlegg 24). Måledøgnene 21-22.4 og 19-20.8, med lufttransport fra havområdene mot vest og sørvest, ga like høye PAH-konsentrasjoner, men ikke forhøyede sulfatverdier.

PAH-nivået var markert høyere på Kårvatn enn på Birkenes for alle måleperiodene. En mulig forklaring er aluminiumsverket i Sunndalsøra som ligger ca 20-25 km i luftlinje fra Kårvatn. Imidlertid ligger en fjellrygg på opptil 1800 m høyde mellom Sunndalsøra og Kårvatn, som i stor grad vil stenge for utslippene fra Sunndalsøra. Dette forholdet bør derfor undersøkes nærmere.

Tabell 5.2.1: Sammendrag av PAH-analyseresultater.

Sum PAH (ng/m ³)															
Prøvested	Nordahl Brungst.			City, Fr.stad			Ås, Grenland			Birkenes			Kårvatn		
Dato	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.
15-16/4-82	2.7	77.8	80.5	1.5	64.1	65.6	0.3	21.7	22.0	0.1	6.8	6.9	-	9.2	9.2
21-22/4-82	3.2	75.3	78.5	-	43.0	43.0	0.5	38.0	38.5	1.1	8.9	10.0	-	28.9	28.9
27-28/4-82	0.3	61.8	62.1	0.9	49.0	49.9	-	10.3	10.3	-	5.0	5.0	-	-	-
2- 3/5-82							-	9.6	9.6						
3- 4/5-82	0.4	65.1	65.5	-	35.7	35.7				-	15.2	15.2	-	14.4	14.4
9-10/5-82	0.1	76.8	76.9	-	88.2	88.2	-	44.0	44.0	-	8.8	8.8	-	21.6	21.6
15-16/5-82	0.1	63.5	63.6	-	71.6	71.6	-	40.9	40.9						
21-22/5-82	0.4	89.8	90.2	4.7	116	121	0.3	20.9	21.2						
27-28/5-82	x)	75.5	75.5	0.9	58.4	59.3	0.8	25.6	26.4	-	16.1	16.1			
Middelverdi			74.1			63.0			26.6			10.3			18.5
14-15/7-82	-	86.3	86.3	0.3	76.5	76.8	-	26.6	26.6						
20-21/7-82	0.6	44.5	45.1	-	38.5	38.5									
26-27/7-82	1.0	32.3	33.3	8.6	39.4	48.0									
29-30/7-82							0.4	16.5	16.9						
1- 2/8-82	1.1	162	163	-	106	106	1.6	42.6	44.2				-	28.8	28.8
7- 8/8-82	x)	84.6	84.6	0.5	47.7	48.2	1.1	65.2	66.3	-	19.3	19.3			
13-14/8-82	-	108	108	-	43.5	43.5	-	18.8	18.8						
19-20/8-82	0.3	110	110	0.2	115	115	1.0	28.4	29.4	-	4.6	4.6	-	23.2	23.2
25-26/8-82	-	90.7	90.7	0.2	31.1	31.3	-	14.6	14.6						
Middelverdi			90.1			63.4			31.0			12.0			26.0

x) prøvetakingsuhell

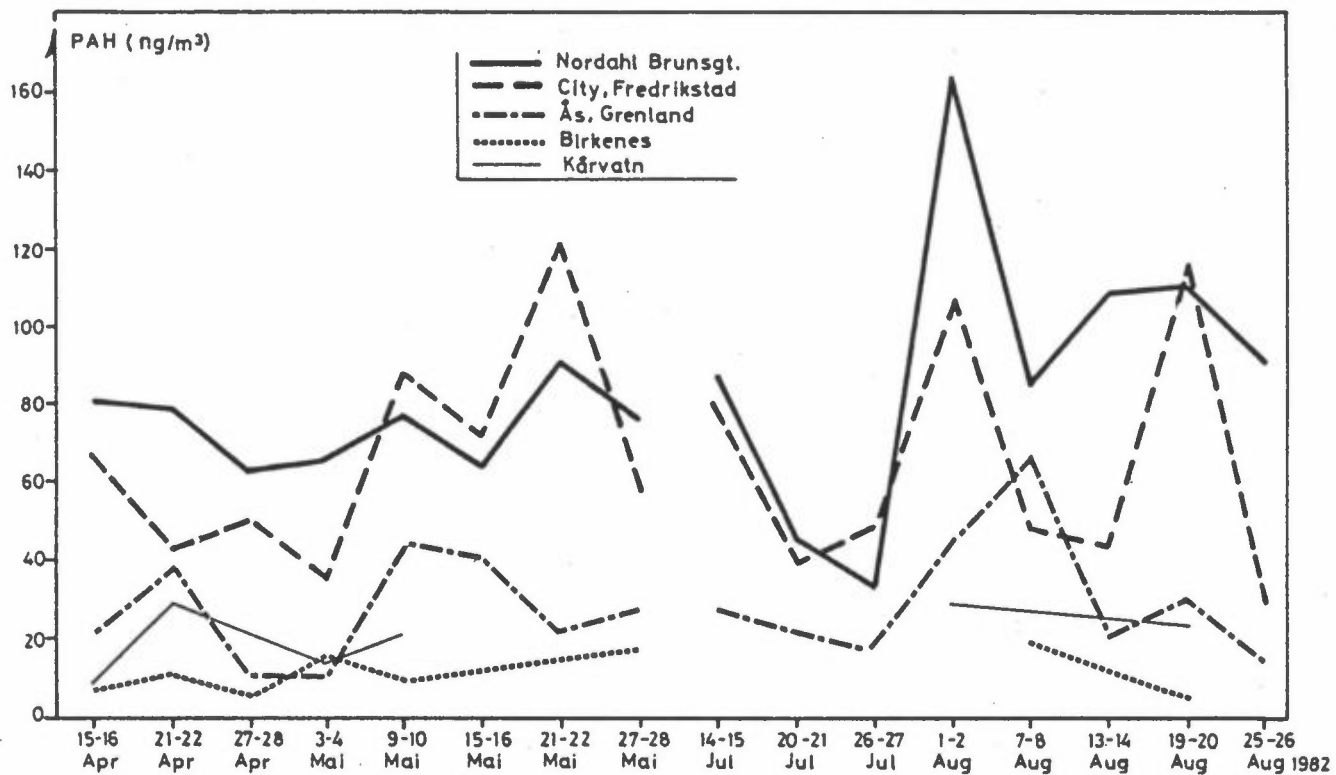
- ikke kvantifiserbare mengder.

Tabell 5.2.2 Sammendrag av PAH-analyseresultatene for høst/vinter 1981/82

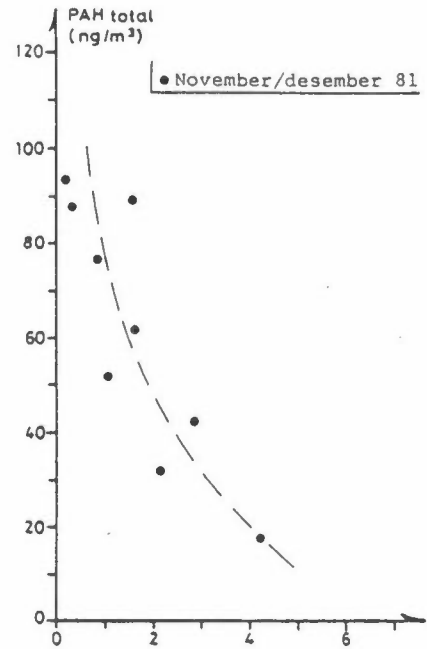
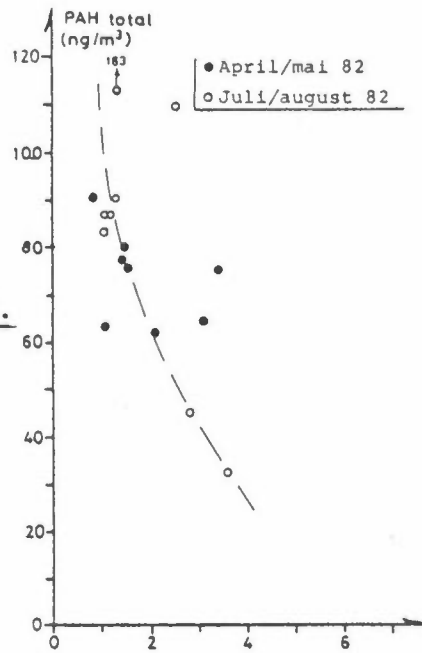
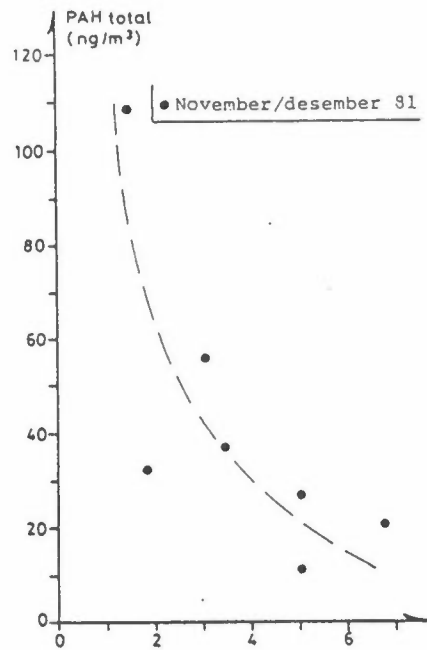
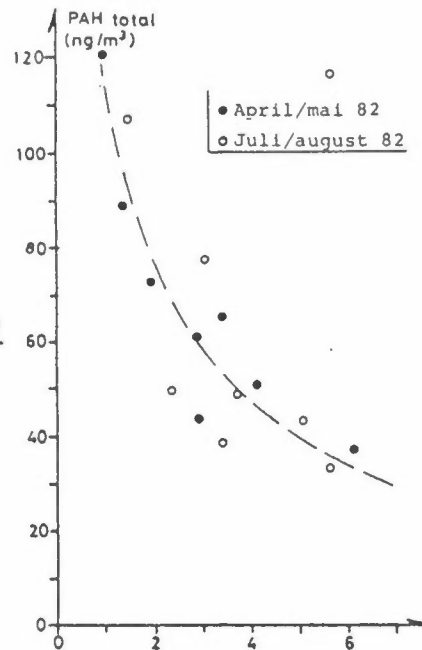
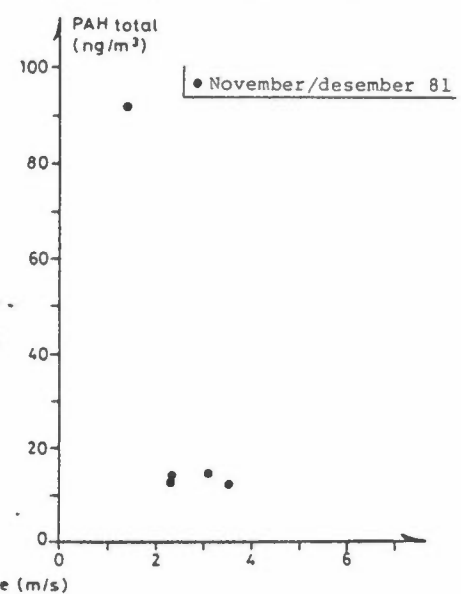
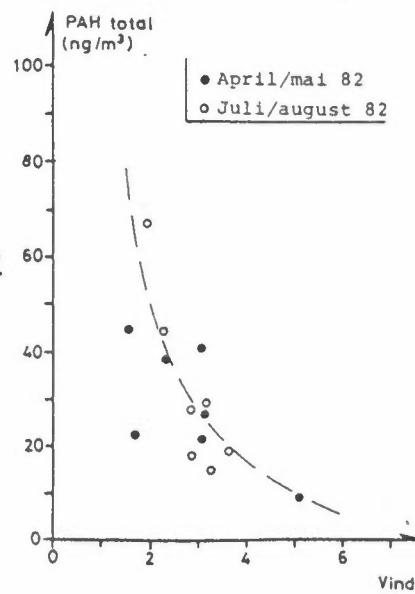
Sum PAH (ng/m ³)															
Prøvested	Nordahl Brunsgt.			City, Fr.stad			Ås, Grenland			Birkenes			Kjørvatn		
Dato	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.	Filter	PUR	Tot.
31/10-1/11-81	115	656	771												
8- 9/11-81	195	749	944												
16-17/11-81	39	273	312												
17-18/11-81				10	113	123									
23-24/11-81				35	178	213									
24-25/11-81	17	150	167												
29-30/11-81				50	282	332									
Middelverdi			549			223									
2- 3/12-81	260	619	879												
5- 6/12-81				433	845	1278									
9-10/12-81							27	104	131						
10-11/12-81	145	459	604												
11-12/12-81				101	468	569									
17-18/12-81				412	680	1092	237	667	904						
18-19/12-81	55	468	523												
23-24/12-81				32	239	271									
25-26/12-81							24	118	142						
26-27/12-81	218	669	887												
29-30/12-81				51	322	373									
2- 3/1-82							31	98	129						
3- 4/1-82	55	376	431												
Middelverdi			665			717			327						
3- 4/2-82													0.04	33.5	34
4- 5/2-82													0.04	32.8	33
11-12/2-82													0.08	17.2	17
12-13/2-82													0.05	5.8	6
17-18/2-82										<0.1	22.9	23			
18-19/2-82										<0.2	23.1	23			
19-20/2-82													4.8	59.7	65
20-21/2-82													6.9	70.7	78
25-26/2-82										<1	27.4	28			
26-27/2-82										<2	37.2	39			
27-28/2-82													<0.2	19.6	20
28/2-1/3-82													<0.1	14.1	14
5- 6/3-82										<1	14.2	15			
6- 7/3-82										<2	28.3	30			
13-14/2-82										<0.1	17.9	18			
14-15/3-82										3.2	14.5	18			
Middelverdi												24			33

Tabell 5.2.3: Tidligere, samtidige og senere PAH-målinger utført på stasjonene Nordahl Brunsgt, Oslo og City, Fredrikstad.

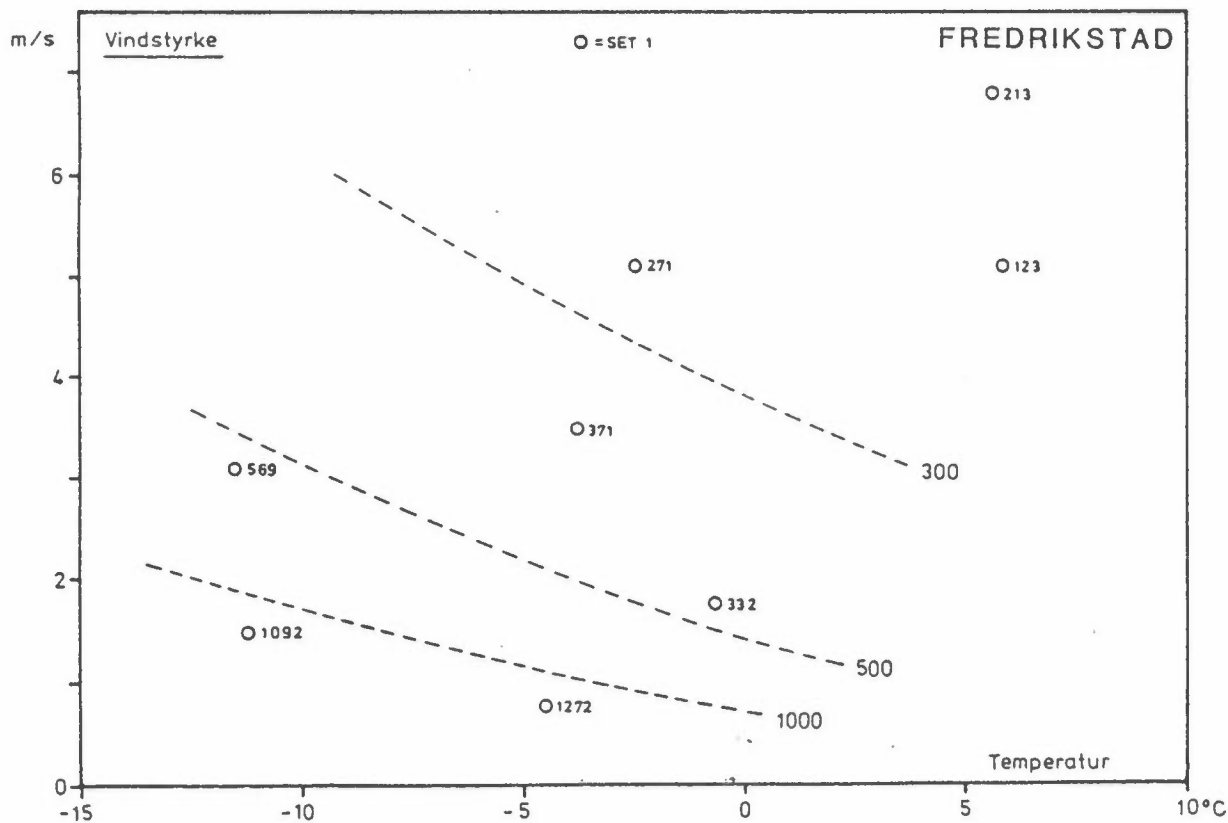
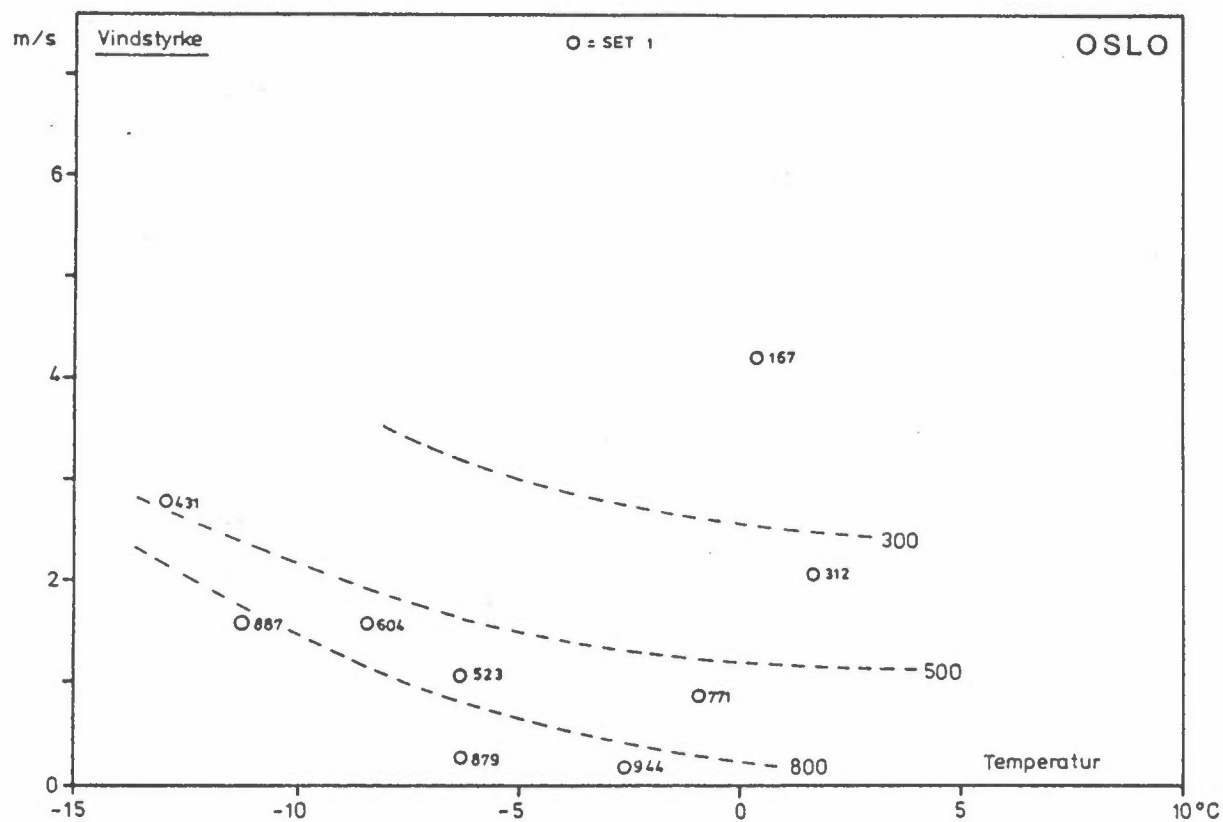
Stasjon	Sum PAH, ng/m ³			
	Nordahl Brunsgt.		City, Fredrikstad	
	Annet prosj.	Dette prosj.	Annet prosj.	Dette prosj.
Des.-feb. 1980/81	414			
Aug. 1981	130	82		
Nov. 1981			260	223
Des. 1981		665		717
Des.-feb. 1981/82			591	
Jan-feb. 1982	458			



Figur 5.2.1: Variasjoner i totalmengden PAH (filter+propper) for vår- og sommerperiodene 1982 på alle målestedene.

NORDAHL BRUNSGT.FREDRIKSTADÅS, GRENLAND

Figur 5.2.2: Sammenhengen mellom PAH samlet og midlere vindstyrke for Nordahl Brunsgt., Oslo, City, Fredrikstad og Ås, Grenland for vår- og sommerperioden 1982. Kurven er trukket etter



Figur 5.2.3: Sammenhengen mellom total PAH, vindstyrke og lufttemperatur vinteren 1981-82 i Nordahl Brunsgt., Oslo og City, Fredrikstad. Total PAH-konsentrasjon (ng/m^3) er angitt med ○ for hvert måledøgn i diagrammet. Kurvene er trukket etter skjønn.

5.3 Mutagenitetstesting av enkeltprøver

Den mutagene aktivitet i filterekstraktene ble testet i Salmonella/mikrosomtesten (Ames' test). En beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg 7. Ekstraktene er testet i bakteriestammen TA98, som tidligere er vist å være mest følsom for partikkelbundne mutagene forbindelser i uteluft.

Utvelgelse av prøver til mutagenitetstesting skulle gjøres på bakgrunn av PAH-målingene. PAH-verdiene lå lavt for alle prøvene, og innledende mutagenitetstesting viste lav aktivitet sammenlignet med vintermålingene. For å få nok materiale til HPLC fraksjonering og karakterisering av fraksjonene ved GC/MS og biologisk testing ble det laget en samleprøve av samtidig innsamlede ekstrakter fra vårprøvene fra hvert av prøvestedene Ås (Grenland), City (Fredrikstad) og Nordahl Brunsgate (6 ekstrakter fra hvert sted). Tilsvarende ble gjort med ekstraktene fra sommerprøvene (2 ekstrakter fra hvert sted). De øvrige ekstrakter ble testet enkeltvis. Mutageniteten av enkeltprøvene fra Ås (Grenland), City (Fredrikstad) og Nordahl Brunsgate er vist i figur 5.3.1.

Testresultatene er gitt i vedlegg 10. Den mutagene aktivitet er beregnet ut fra dose-responskurven. Punkter som ligger klart utenfor denne, er ikke tatt med i beregningen. Videre er testresultater med antall nettomutantkolonier < 20 , ikke tatt med i beregningen av prøvens mutagenitet pga. den store usikkerhet i disse tallene. Aktiviteten i prøvene var lav og varierte fra ca 6 mutanter/m³ luft til under deteksjonsgrensen (≈ 1 mutant/m³). Til sammenligning er mutagenitetsverdiene for vinterprøvene vist i figur 5.3.2. I disse prøvene var aktiviteten høyere enn i vår- og sommerprøvene. Dette kan forklares med bidrag fra flere kilder (fyring) og liten spredning om vinteren.

I prøvene fra Ås, Grenland var aktiviteten med og uten S9 omlag like store både for vinter-, vår- og sommerprøvene, selv om samleprøven fra våren hadde høyest aktivitet uten S9 (figur 5.4.1). Aktiviteten i flere av prøvene fra sommerhalvåret var lik eller lavere enn deteksjonsgrensen.

I vår- og sommerprøvene fra City, Fredrikstad og Nordahl Brunsgate var aktiviteten uten S9 like stor eller høyere enn med S9, mens de fleste vinterprøvene fra disse stedene hadde høyest aktivitet med S9.

Resultatene viser at det er både en kvantitativ og en kvalitativ forskjell mellom vinterprøvene og vår- og sommerprøvene med hensyn til innhold av mutagene forbindelser.

En av vinterprøvene fra City, Fredrikstad (17.11-18.11) skiller seg ut ved at aktiviteten var høyest uten S9. Denne dagen var det sørlig vind med stort bidrag fra et industriområde. Tilsvarende værforhold ble observert 3.5-4.5, og også i denne prøven var aktiviteten høyest uten S9. Det ser derfor ut til at partikkelbundet materiale i luft fra sørlig kant inneholder direkte virkende mutagene forbindelser eller stoffer som omdannes til direkte virkende mutagene forbindelser ved atmosfæriske reaksjoner.

Nitro-derivater av PAH er potente mutagener i Salmonella-testbakteriene, sannsynligvis fordi bakteriene inneholder meget aktive enzymer (nitroreduktaser) som omvandler nitroforbindelsene til mutagene hydroksylaminer. Bakteriene har flere nitroreduktaser med forskjellig evne til å redusere ulike nitroforbindelser (33). Bakteriestammen TA98NR gir redusert utslag i forhold til TA98, bl.a. for nitrofuraner, niridazole, 2-nitrofluoren, 2-nitronaftalen, men gir samme utslag som TA98 på nitroarener (nitropyren, dinitropyrener og andre nitrerte PAH-forbindelser). Omvendt gjelder for bakteriestammen TA98/1.8DNP₆. Denne gir samme utslag som TA98 på niridazole og nitrofuraner, men gir redusert utslag på 1-nitropyren og andre nitro-PAH forbindelser. Ved å sammenligne responsen i de tre forskjellige bakteriestammene (TA98, TA98NR og TA98/

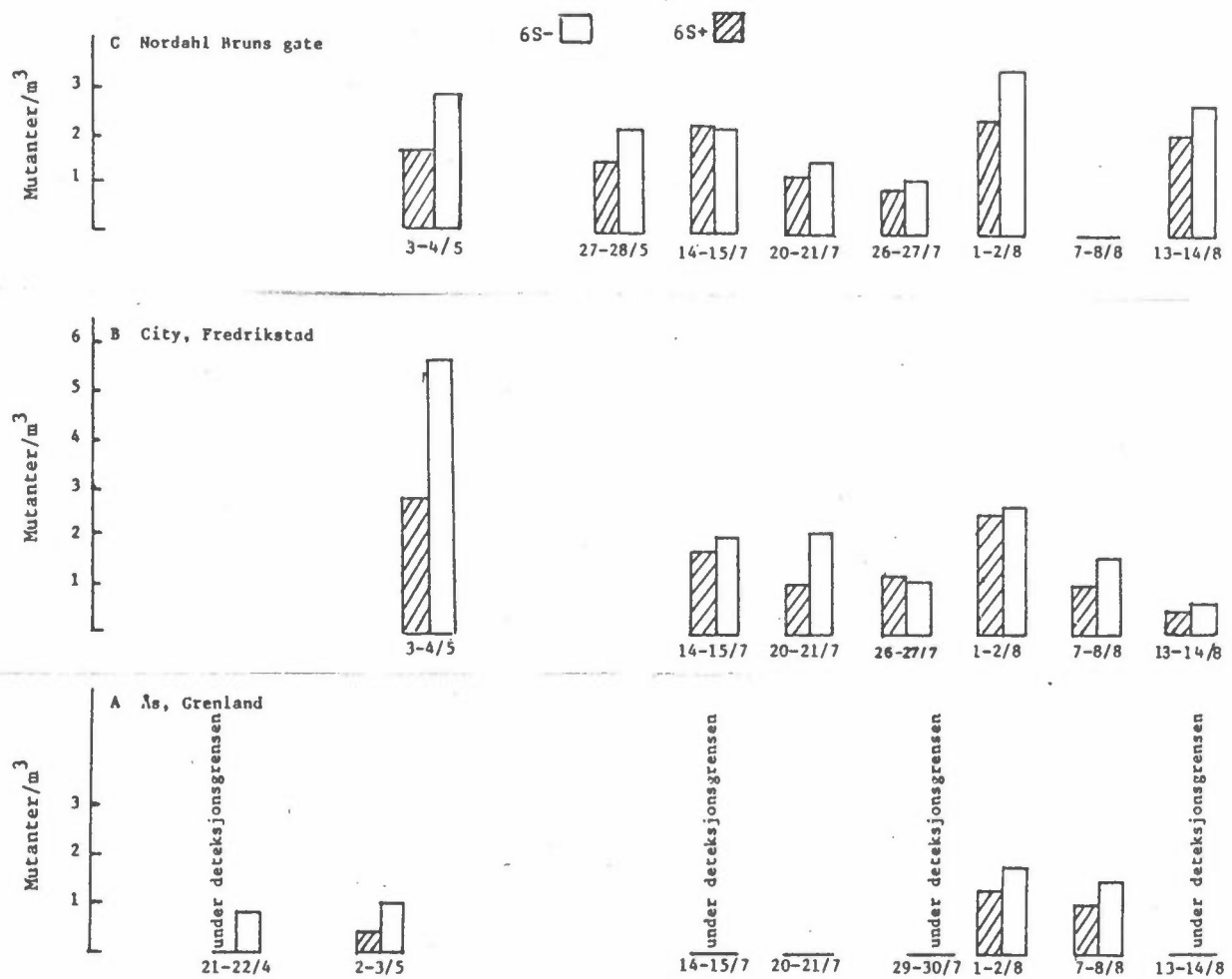
1.8DNP₆) kan man få indikasjoner på ulike nitroforbindelsers bidrag til mutageniteten.

Der det var tilstrekkelig prøvemateriale, ble samleprøver og enkeltprøver som hadde målbar aktivitet i TA98, testet i TA98NR og TA98/1.8DNP₆. De fleste prøvene ga redusert utslag i både TA98NR og TA98/1.8DNP₆, og reduksjonen var mest markert i TA98/1.8DNP₆ (tabell 5.4.1). Testresultatene er gitt i vedlegg 11. Dette tyder på at både nitrosubstituerte PAH-komponenter og andre nitroforbindelser bidrar til den mutagene aktiviteten.

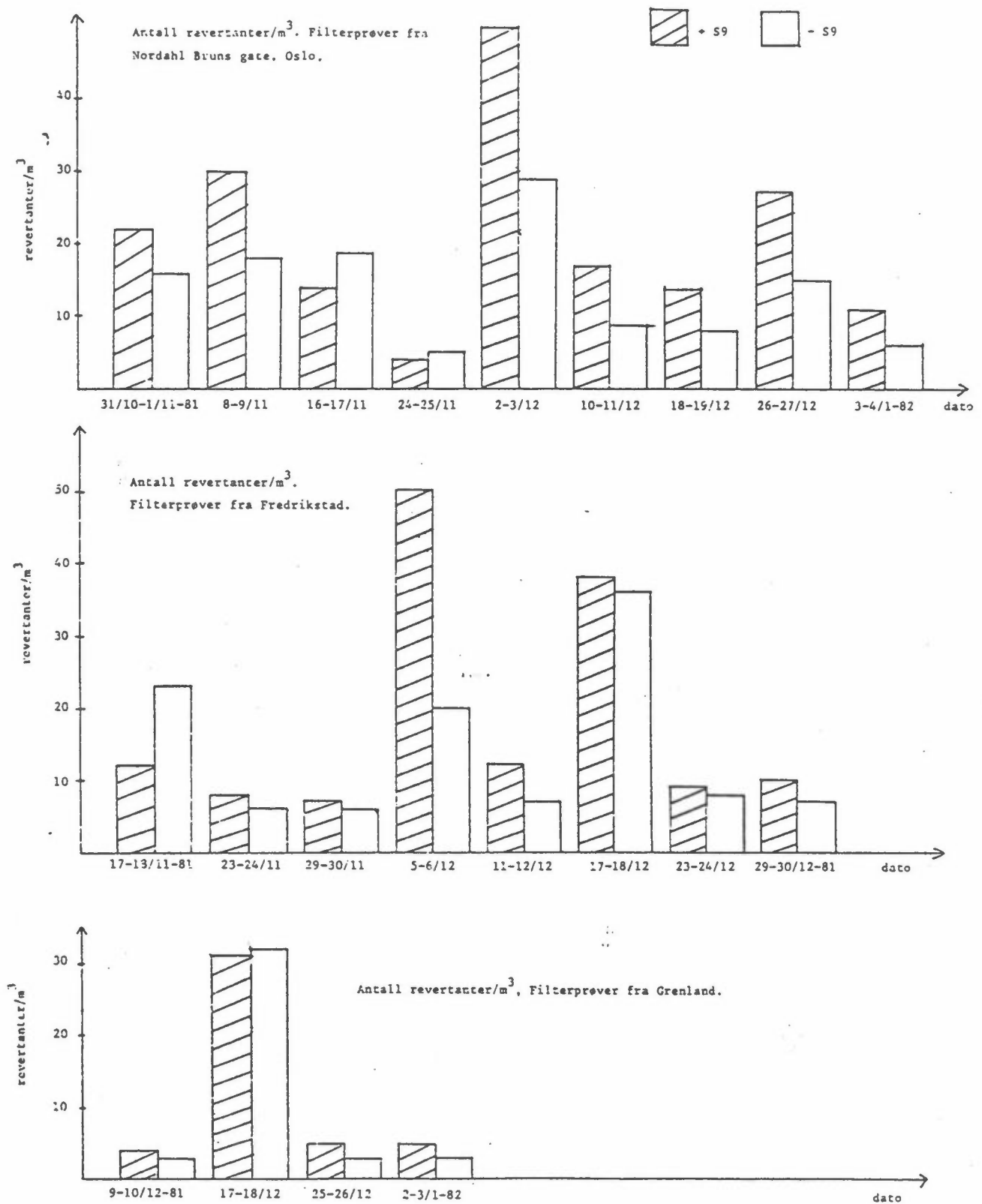
Av prøvene fra Birkenes skilte prøven fra 21-22.4 (ikke vist i figuren) seg ut som den med høyest aktivitet av samtlige prøver (24.5 mutanter/m³ - S9 og 4.1 mutanter/m³ + S9). Dette er samme nivå som man finner i Nordahl Brunsgate om vinteren (kfr. fig. 5.3.2). Trajektoriene viser at luftmassene kom fra Skottland (vedlegg 4), og nivået av sulfat, nitrogendioksyd, svoveldioksyd og sot var ikke spesielt høyt i denne prøven sammenlignet med de andre fra samme sted (vedlegg 24). Det er derfor ikke grunnlag for å forklare den mutagene aktiviteten i denne prøven med langtransporterte forurensninger. Testing av denne prøven i TA98NR ga samme utslag som i TA98, mens i TA98/1.8DNP₆ var aktiviteten vesentlig lavere (tabell 5.4.1). I denne prøven synes derfor mutageniteten for en stor del å skyldes nitrosubstituerte PAH. Slike forbindelser er bl.a. påvist i eksos fra dieseldrevne kjøretøyer. (Dette er imidlertid en lite sannsynlig forurensningskilde ved denne stasjonen).

Også blant vinterprøvene fra Birkenes var det en (26-27.2 1982) som viste spesielt høy mutagen aktivitet (ca 40 mutanter/m³ uten S9 og ca 30 med S9). Ut fra trajektorier samt høye verdier for sulfat, ble det for denne prøven konkludert med at mutageniteten sannsynligvis skyldtes langtransporterte luftforurensninger.

Den mutagene aktivitet var lik eller lavere enn deteksjonsgrensen for alle prøvene fra Kårvatn. Vinterprøvene fra denne stasjonen viste også lav aktivitet.



Figur 5.3.1: Mutagenitetstesting av filterprøver.



Figur 5.3.2: Mutagenitetstesting av filterprøver, vinteren 1981/82.

5.4 Mutagenitetstesting av fraksjonerte samleprøver

Det ble laget en samleprøve av ekstrakter fra vårprøver (15-16.4, 21-22.4, 9-10.5, 15-16.5, 21-22.5 og 27-28.5), og sommerprøver (19-20.8 og 25-26.8) fra Ås (Grenland), City (Fredrikstad) og Nordahl Bruns gate.

Testing av samleprøvene viste høyest aktivitet i fravær av lever-enzymmer for vårprøven fra City, Fredrikstad og Ås, Grenland, og i sommerprøven fra Nordahl Bruns gate (fig. 5.4.1). Testresultatene er gitt vedlegg 12. I vårprøven fra Nordahl Bruns gate var aktiviteten like stor med og uten S9, men dette resultatet er usikkert på grunn av lite beregningsgrunnlag. I sommerprøvene fra Ås, Grenland og City, Fredrikstad var aktiviteten under deteksjonsgrensen. Testing av prøvene med bakteriestammene TA98NR og TA98/1.8DNP₆ viste lavere aktivitet enn i TA98 (tabell 5.4.1). Som for enkeltprøvene var reduksjonen mest markert i TA98/1.8DNP₆. Responsen viser også at prøvene fra de forskjellige stedene er kvalitativt forskjellige. Prøvene fra Nordahl Bruns gate gir ca 50% respons i TA98NR og bare 10-15% i TA98/1.8DNP₆, mens prøvene fra City, Fredrikstad har nesten lik respons i de to NR-stammene. Samleprøven (våren) fra Ås, Grenland viser tilsvarende responsprofil som prøvene fra City, Fredrikstad.

De samleprøvene som viste målbar mutagen aktivitet ble fraksjonert ved hjelp av HPLC. En beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg 8, og ref. 46.

Fraksjoneringen foretas hovedsakelig etter stoffenes polaritet slik at upolare forbindelser (f.eks. alifatiske og aromatiske hydrokarboner) elueres først (fraksjon I). Mer polare forbindelser som nitrosubstituerte PAH, aldehyder og ketoner kommer i fraksjon II og III, mens de mest polare forbindelsene (f.eks. organiske syrer og baser) vil finnes i fraksjonene IV og V. Fordelingen av mutagen aktivitet i de enkelte fraksjoner ble undersøkt, og de mest mutagene fraksjonene analysert på GC/MS. I fraksjon I, der man

finner upolare hydrokarboner (alkaner, PAH), var den mutagene aktivitet under deteksjonsgrensen for alle prøvene (figur 5.4.2). Testresultatene er gitt i vedlegg 13. Dette bekrefter tidligere funn, at bare en liten del (10-20%) av den mutagene aktivitet kan forklares ut fra luftens innhold av PAH (11-13). I fraksjon I (vår, Ås) ble det også påvist PCB, men disse forbindelsene gir ikke utslag i de bakteriestammene som er benyttet. Samtlige fraksjoner fra alle samleprøvene viste høyest aktivitet i fravær av leverenzymaktivering, men profilen var forskjellig for de ulike prøvestedene. Dette indikerer at prøvene er kvalitativt forskjellige. De fraksjoner som hadde detekterbar aktivitet i TA98, ble også undersøkt i stammene TA98NR og TA98/1.8DNP₆ (tabell 5.4.2). Testresultatene er gitt i vedlegg 14. Generelt var aktiviteten lavere i både TA98NR og TA98/1.8DNP₆ sammenlignet med TA98, og reduksjonen var mest utpreget for TA98/1.8DNP₆. Dette bekrefter at en del av den mutagene aktivitet skyldes nitrosubstituerte forbindelser. Forøvrig er aktiviteten så lav at verdiene er beheftet med stor usikkerhet. Gjenvinning av den mutagene aktivitet etter fraksjonering varierer fra 19-99% (tabell 5.4.3). Dette kan skyldes interaksjoner mellom de mutagene forbindelser, som kan gi øket eller nedsatt aktivitet. Disse forholdene blir endret etter fraksjonering av prøven, slik at summen av bidraget fra enkeltfraksjonene kan bli både større og mindre enn 100%. En annen usikkerhetsfaktor er den lave aktiviteten i flere av prøvene. I de tilfellene der aktiviteten i fraksjonen er under deteksjonsgrensen, har man regnet at denne fraksjonen ikke bidrar til den totale mutageniteten.

Tabell 5.4.1: Mutagenitetstesting av utvalgte filterprøver i *Salmonella*-stammer som mangler visse nitroreduktaser. Verdier for stammen TA98 er tatt med for sammenligningens skyld.

Prøve	Mutanter/m ³		
	TA98 - S9	TA98NR ¹ - S9	TA98/1,8 DNP ₆ ² - S9
Nordahl Bruns gate samleprøve sommer	15,3	ikke utført	5,7 (37)
Nordahl Bruns gate samleprøve vår	3,7	1,8 (49)	0,5 (14)
Nordahl Bruns gate 27-28.5	2,2	1,1 (50)	0,3 (14)
Nordahl Bruns gate 13-14.8	2,7	1,1 (41)	0,3 (11)
City, Fredrikstad samleprøve vår	4,9	1,8 (37)	1,7 (35)
City, Fredrikstad 3-4.5	5,7	2,7 (47)	1,8 (32)
Ås, Grenland samleprøve vår	9,0	2,5 (28)	2,3 (26)
Ås, Grenland 7-8.8	1,5	1,3 (87)	0,6 (40)
Birkenes 21-22.4	24,5	23,9 (98)	9,6 (39)

¹ TA98NR : Denne bakteriestammen mangler den "klassiske" nitroreduktase og er selektert m.h.p. niridazole-resistens.

² 1.8 DNP₆ : Denne bakteriestammen er selektert m.h.p. resistens overfor 1.8-dinitropyren.

Tallene i parentes angir aktiviteten i TA98NR og TA98/1.8DNP₆ i prosent av aktiviteten i TA98.

Tabell 5.4.2: Mutagenitetstesting i *Salmonella*-stammer som mangler visse nitroreduktaser av sammenslåtte filterprøver etter fraksjonering på HPLC¹. Verdier for stammen TA98 er tatt med for sammenligningens skyld.

Prøve	Mutanter/m ³ prøve		
	TA98 - S9	TA98NR - S9	TA98/1,8 DNP ₆ - S9
<u>Nordahl Bruns gate, sommer</u>			
Fraksjon II	3,71	0,58 (16)	0,43 (12)
" III	5,94	3,83 (64)	1,48 (25)
" IV	3,25	1,48 (46)	0,58 (18)
" V	2,24	0,47 (21)	0,22 (10)
<u>Nordahl Bruns gate, vår</u>			
Fraksjon II	-	-	0,04
" III	0,45	0,04 (10)	0,06 (13)
" IV	1,08	0,6 (56)	0,24 (21)
" V	-	-	0,06
<u>City, Fredrikstad, vår</u>			
Fraksjon II	0,88	0,86 (98)	0,22 (25)
" III	0,24	0,2 (83)	0,14 (58)
" IV	2,07	0,64 (31)	0,36 (17)
" V	0,38	0,04 (11)	0,02 (5)
<u>Ås, Grenland, vår</u>			
Fraksjon II	3,11	1,20 (39)	1,01 (32)
" III	1,45	0,86 (59)	0,19 (13)
" IV	1,53	0,38 (25)	0,34 (22)
" V	-	0,50	-

¹ HPLC = high performance liquid chromatography

- = ikke testet

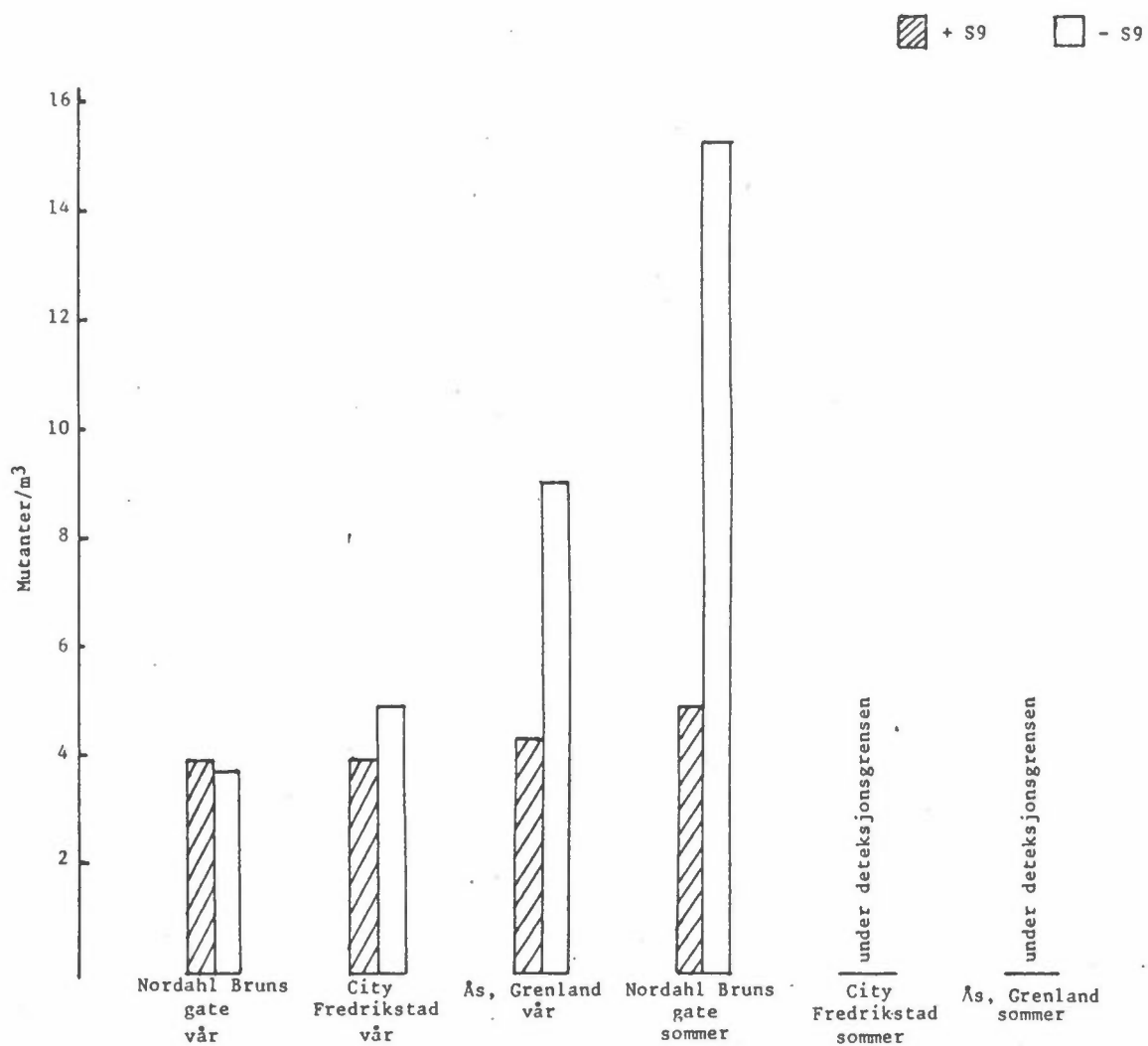
Tallene i parentes angir aktiviteten i TA98NR og TA98/1.8DNP₆ i prosent av aktiviteten i TA98.

Tabell 5.4.3: Gjenvinning av mutagen aktivitet etter HPLC¹-fraksjonering.

	Nordahl Bruns gt. sommer		Nordahl Bruns gt. vår		City Fredrikstad vår		Ås Grenland vår	
	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9
Fr. I	u.d. ²	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Fr. II	u.d.	1030	u.d.	u.d.	200	880	2300	3260
Fr. III	240	1645	u.d.	450	u.d.	240	630	1520
Fr. IV	460	900	750	850	910	2070	1160	1600
Fr. V	230	620	u.d.	u.d.	u.d.	370	u.d.	u.d.
Fr. I-V	930	4195	750	1300	1110	3560	4090	6380
Mutagen aktivitet i påsatt materiale	1357	4238	3880	3689	3951	4964	4471	9423
Gjenvinning	69	99	19	35	28	72	91	68

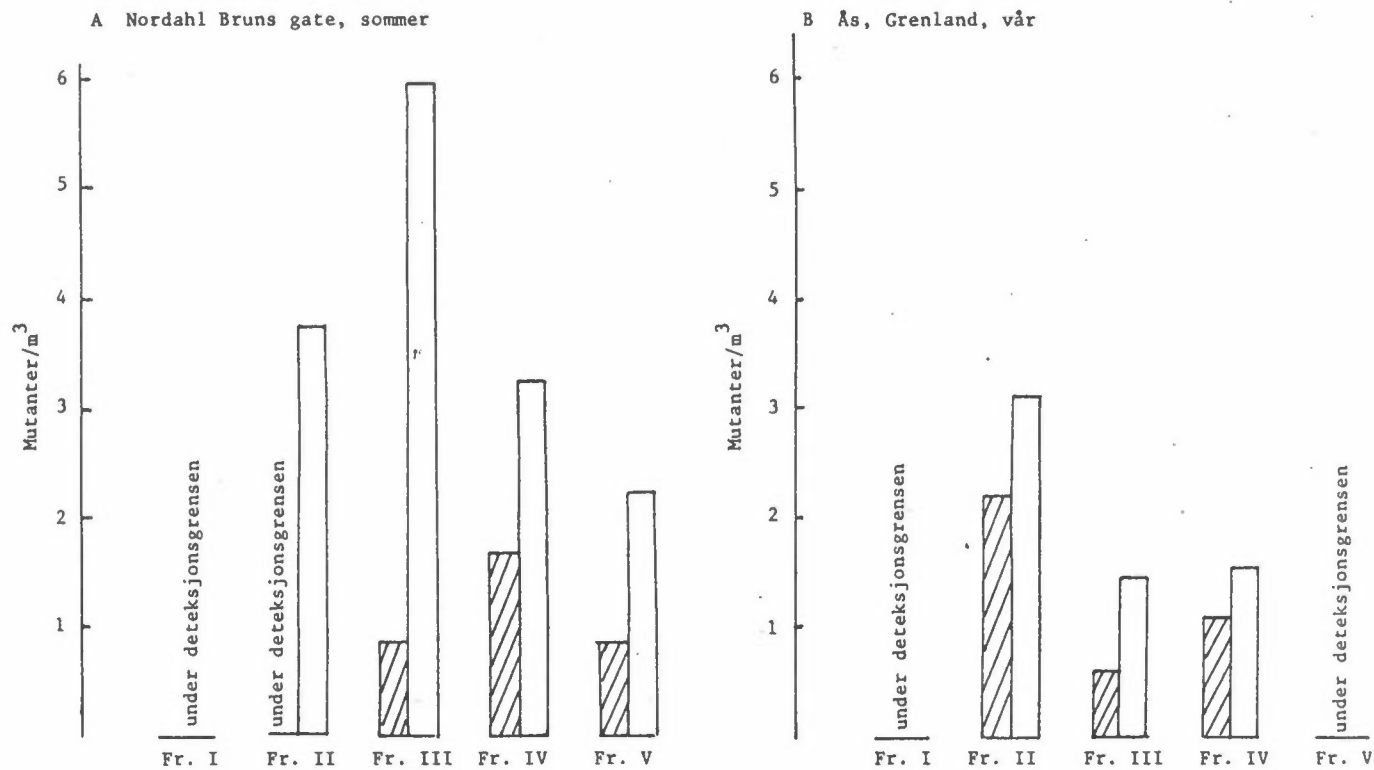
¹: HPLC: high performance liquid chromatography

²: u.d.: under deteksjonsgrensen

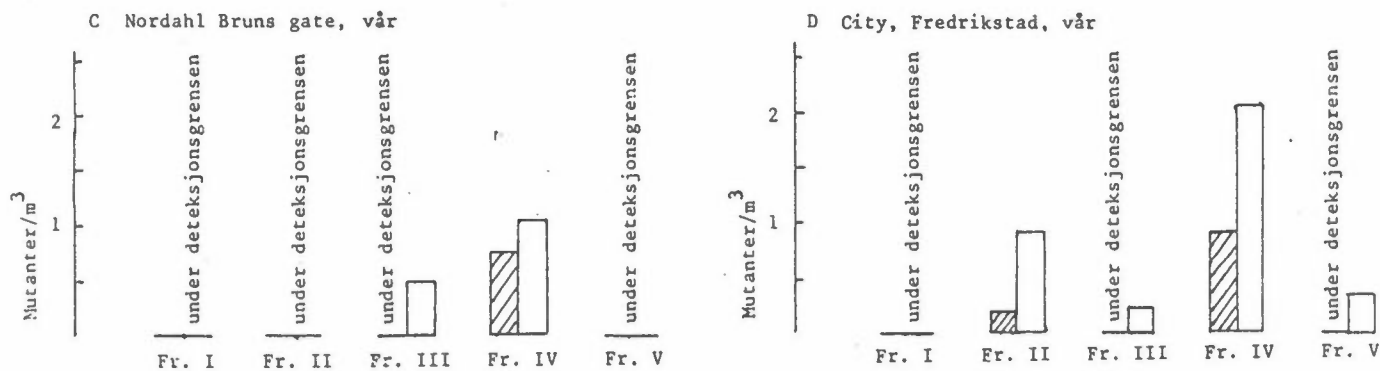


Figur 5.4.1: Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver.

▨ + S9 □ - S9



Figur 5.4.2: Fordeling av mutagen aktivitet etter fraksjonering av sammen-
slåtte filterprøver på HPLC.



Figur 5.4.2 forts.

5.5 Analyse av utvalgte fraksjoner ved hjelp av koblet gasskromatografi massespektrometri (GC/MS)

På grunnlag av mutagenitetstestingen ble tre fraksjoner valgt ut for bedre karakterisering ved GC/MS. De tre fraksjonene var:

Fraksjon II , Ås, Grenland, vår

Fraksjon III , Nordahl Bruns gate, Oslo, sommer

Fraksjon IV , City, Fredrikstad, vår

Enkelte forbindelser kan være meget mutagene slik at de bidrar til mutageniteten i omgivelsesluftprøver selv om de finnes i meget lave konsentrasjoner. Videre kan enkelte komponenter være så reaktive at de dekomponerer i gasskromatografen og vil dermed ikke kunne påvises. At enkelte fraksjoner viste en tydelig mutagen respons behøver derfor ikke å bety at det er mulig å påvise de mutagene forbindelsene ved kjemisk analyse. Dette viste seg å være tilfelle for fraksjonene III og IV (Oslo og Fredrikstad). Innholdet av organiske komponenter i disse prøvene viste seg å være meget lavt, og svært få spesifikke komponenter lot seg påvise. De eneste som med sikkerhet kunne identifiseres var en rekke fettsyrer i fraksjon IV fra Fredrikstad. Fettsyrer er ventet å komme i denne fraksjonen, men det er også kjent at disse forbindelsene ikke er mutagene. Hvilke forbindelser som derfor gir opphav til den mutagene aktiviteten i fraksjon III fra Oslo og fraksjon IV fra Fredrikstad er derfor ikke mulig å si.

Fraksjon II fra Ås, Grenland inneholdt derimot forholdsvis høy konsentrasjon av organisk materiale. Det totale ionestrømskromatogrammet av denne fraksjonen er vist i figur 5.5.1. Det viste seg at hovedinnholdet av prøven besto av moderat polare alifatiske forbindelser. Figuren viser også et massekromatogram av ioner med masse 57. Alle andre ioner er fjernet ved hjelp av et dataprogram. Dette er et karakteristisk ion ($C_4H_7^+$) for alifatiske forbindelser, dvs. langkjedete molekyler. De alifatiske forbindelsene i denne fraksjonen består av aldehyder og ketoner. Det er lite sannsynlig at disse forbindelsene gir opphav til den mutagene effekten i prøven. De er høyst sannsynlig av naturlig opprinnelse, da det er kjent at disse forbindelsene avgis fra

planters epitelvoks. Tidligere undersøkelser fra Delft i Nederland har vist at vokskomponenter fra planter har utgjort 40% av organisk materiale på luftpartikler om sommeren, mens om vinteren utgjør de bare 1% (34).

For om mulig å påvise andre kjente mutagene forbindelser ble det lett etter nitro-PAH ved hjelp av massekromatografi. Nitro-PAH er kjent å komme i fraksjon II (35). Vedlegg 15 viser massekromatogrammet for tre forskjellige nitro-PAH. Mesteparten av toppene skyldes ikke nitro-PAH, men tre forskjellige nitro-PAH ble påvist: Nitronaftalen, 1-nitropyren og muligens 3-nitrofluoranten. Nivåene av disse komponentene var meget lave som vist i tabell 5.5.1. Kvantifiseringen er derfor usikker.

De konsentrasjoner som ble påvist er av samme størrelsesorden som nitro-PAH påvist i luft i Risø, Danmark (36) og Detroit, USA (37). For å bekrefte identiteten av disse forbindelsene ytterligere ble prøven også undersøkt med GC/MS med deteksjon av negative ioner, en meget følsom og selektiv metode for bl.a. nitro-PAH (38). Figur 5.5.2 viser det totale ionestrømkromatogrammet ved denne teknikken. En ser sammenlignet med figur 5.5.1 at alle de alifatiske forbindelsene ikke registreres. Kun et lite antall topper er igjen i kromatogrammet. I tillegg til nitro-PAH ble det også påvist en rekke forbindelser med molekylvekt 205 (ikke identifisert).

Det kan derfor fastslås at mutageniteten i fraksjon II fra Ås, Grenland delvis skyldes nitro-PAH. Disse forbindelsene er mest kjent fra utslipp fra dieselmotorer (39), men de kan også dannes via atmosfærekjemiske reaksjoner mellom PAH og nitrogenoksyder (40). Det siste er kanskje mest sannsynlig som kilde for nitro-PAH i luften over Grenland.

Prøven fra Ås var såvidt interessant at også fraksjon I ble undersøkt med GC/MS. Det totale ionestrømskromatogrammet er gjengitt i figur 5.5.3. Formen på kromatogrammet tyder her, som for fraksjon II (figur 5.5.1), på et høyt innhold av alifatiske langkjedete forbindelser, i dette tilfellet alkaner. Det var i denne prøven

en molekylvektsfordeling som gir plantevoks som den mest sannsynlige kilden (34). Det var imidlertid en del topper i kromatogrammet som ikke naturlig falt inn i det regelmessige mønsteret av alkaner, og disse viste seg å være polyklorerte bifenyler (PCB) som ikke har noen naturlig kilde. Disse er en typisk industriforurensning, men de kan også dannes ved forbrenning f.eks. av søppel (41). Figur 5.5.4 viser utvalgte massekromatogrammer av tetra-, penta-, hexa- og heptaklorbifenyl. Mengden av PCB i denne sammenslåtte prøven er gitt i tabell 5.5.2.

PAH ble også påvist i denne fraksjonen. Fordi dette var en sammenslått prøve fra flere dager kunne en del flere PAH-forbindelser påvises enn ved den rutinemessige GC-analysen (vedlegg 16). Tabell 5.5.3 viser de viktigste komponentene som ble påvist.

Vedlegg 16 og tabell 5.5.3 viser forskjellen mellom benzo(e)pyren og benzo(a)pyren, den sistnevnte i lavere konsentrasjon enn den første. Disse forbindelsene forekommer som regel i omtrent samme konsentrasjon fra forbrenningskilder. Forskjellen i denne prøven skyldes derfor sannsynligvis raskere nedbrytning av benzo(a)pyren, som er mer reaktiv enn benzo(e)pyren. Denne nedbrytningen kan skyldes både fotokjemiske reaksjoner og reaksjoner med andre forbindelser i atmosfæren.

Det må understrekes at innholdet av organiske forbindelser var meget lave, slik at en god analyse blir vanskelig. Atskillig mer materiale vil sannsynligvis være tilstede i tilsvarende prøver tatt om vinteren.

Tabell 5.5.1: Nitro-PAH i fraksjon II på Ås, Grenland

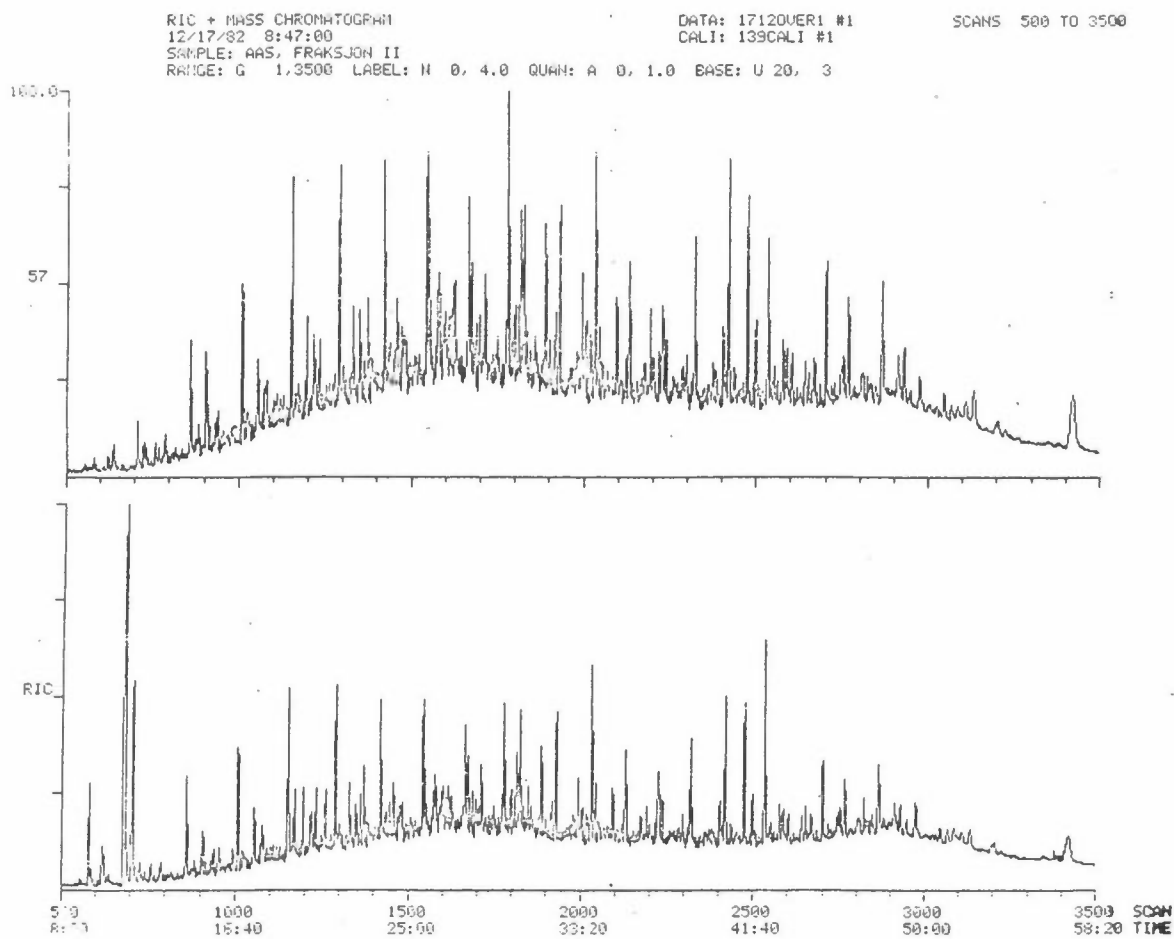
Forbindelse	pg/m ³
Nitronaftalen	2
1-nitropyren	20
3-nitrofluoranten	4

Tabell 5.5.2: PCB i fraksjon I, Ås, Grenland

Forbindelse	ng/m ³
Tetraklorbifenyl	9
Pentaklorbifenyl	28
Hexaklorbifenyl	8
Heptaklorbifenyl	1
Sum PCB	46

Tabell 5.5.3: PAH i fraksjon I, Ås, Grenland.

Forbindelse	pg/m ³
Fenantren	230
Fluoranten	200
Pyren	200
Benzo (ghi) fluoranten	20
Benzo (a) antracen	20
Krysen/trifenylen	60
Benzo (bjk) fluoranten	160
Benzo (e) pyren	80
Benzo (a) pyren	20
Sum PAH	990



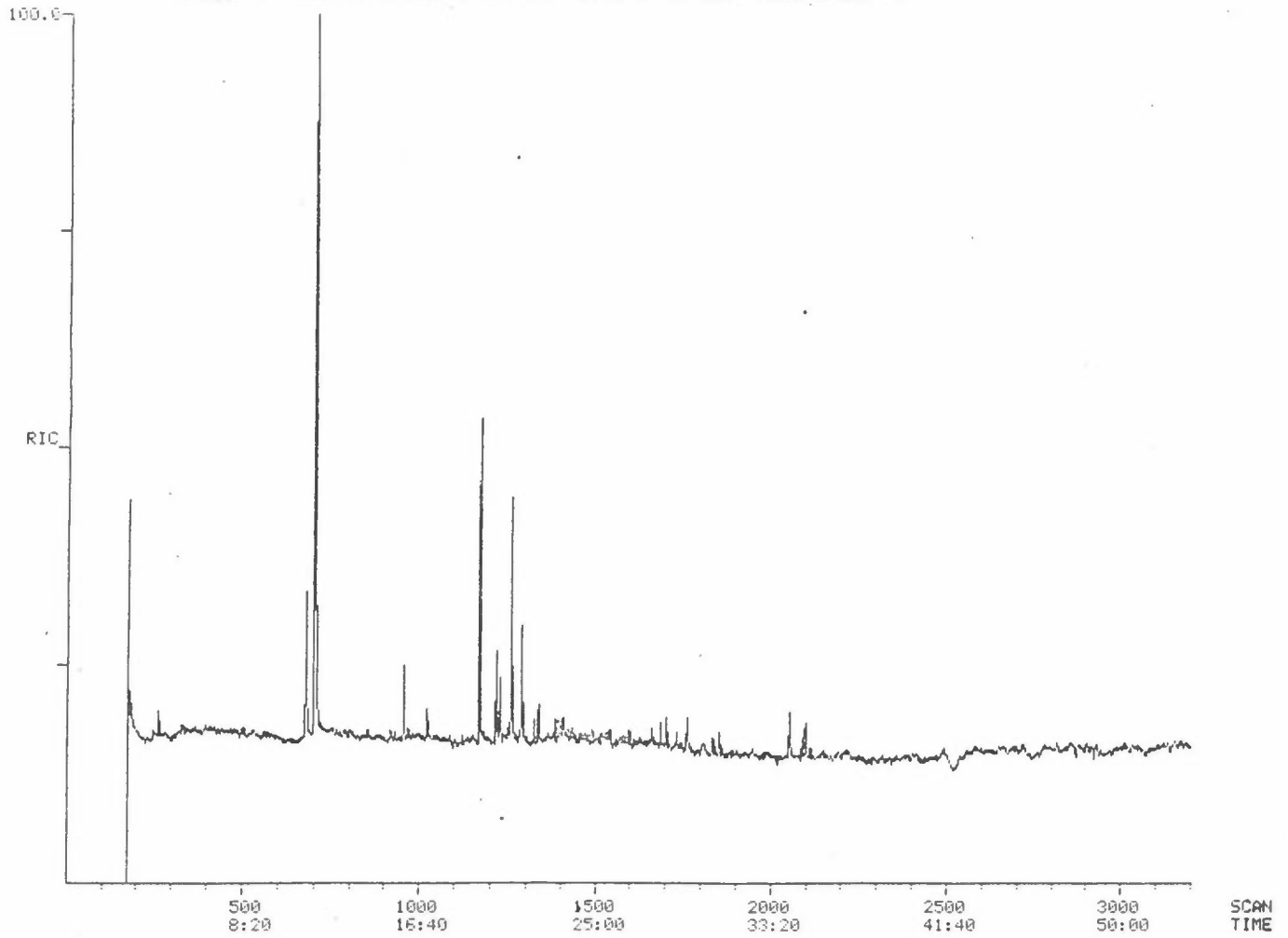
Figur 5.5.1: Total ionestrømkromatogram (nederst) og massekromatogram av ioner med masse 57 (øverst) av fraksjon II fra Ås, detektert med elektronstøtjonisering.

RIC
12/17/82 15:58:00
SAMPLE: AAS, FRAKSJON II (NICI)
RANGE: G 1,3386 LABEL: N 0, 4.0

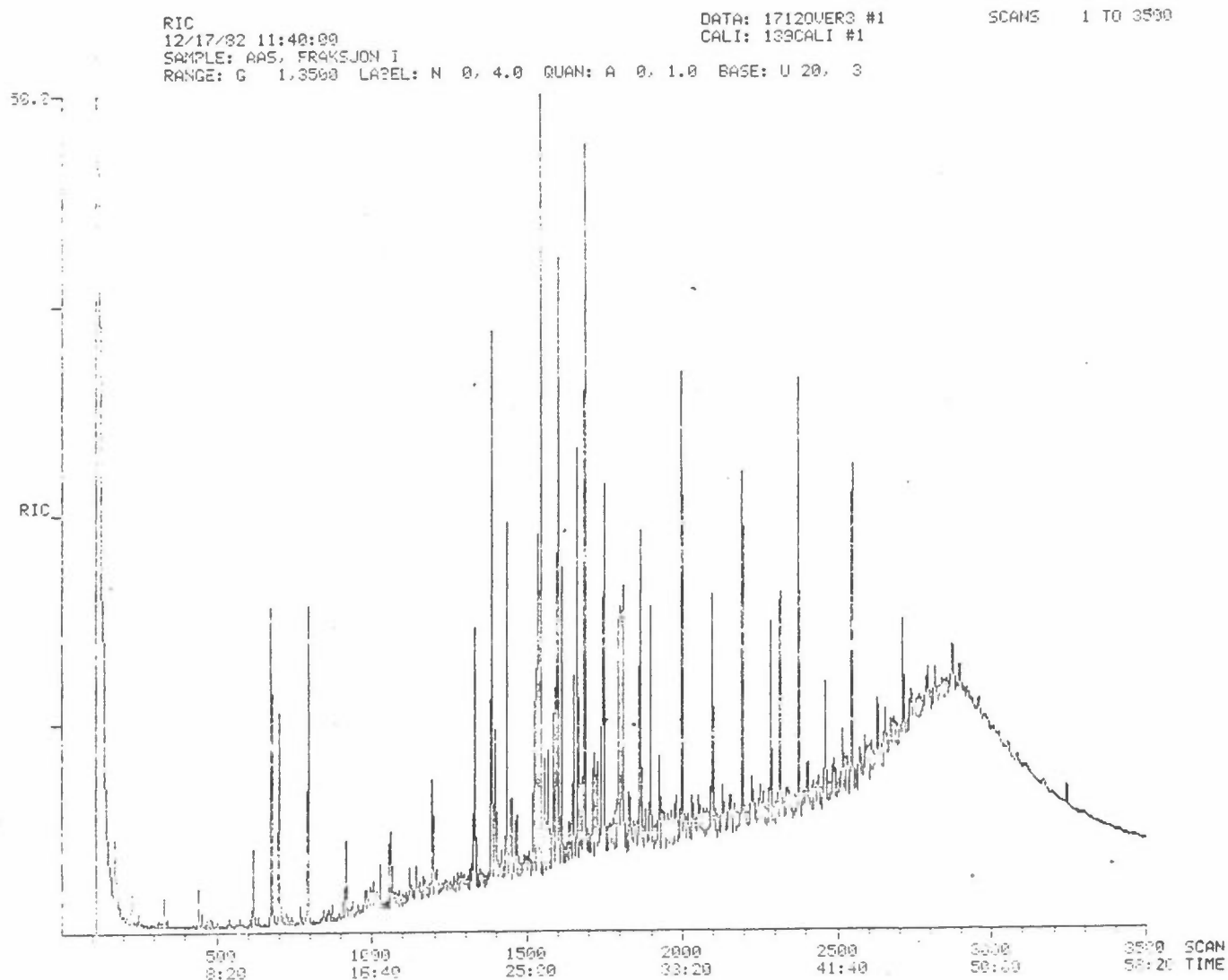
DATA: 17120VERS #2112
CALI: 139CALI #1

SCANS 1 TO 3200

QUAN: A 0, 1.0 BASE: U 20, 3



Figur 5.5.2: Total ionestrømkromatogram av fraksjon II fra Ås, nitro-PAH detektert med negativ ion massespektrometri.

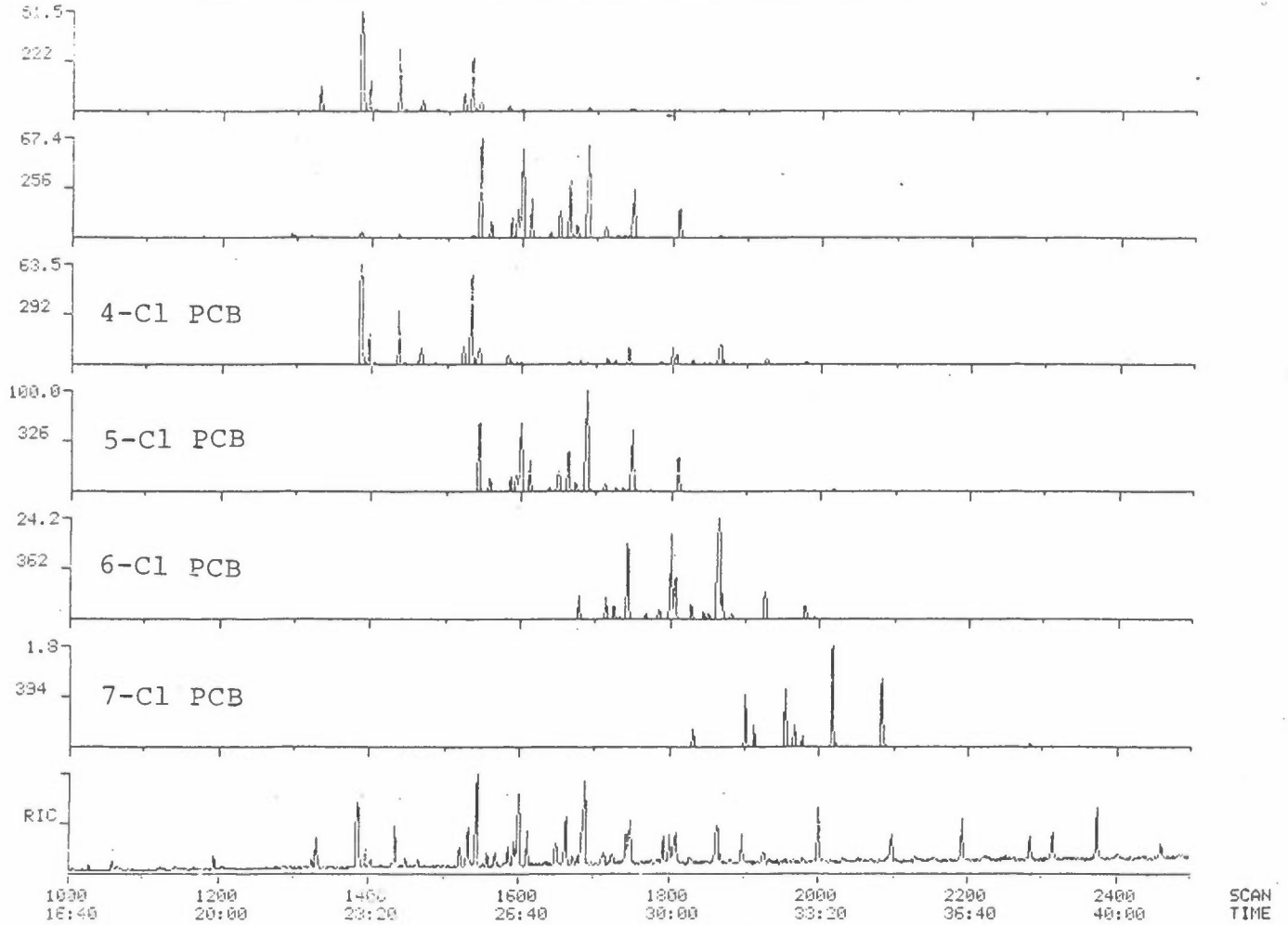


Figur 5.5.3: Total ionestrømkromatogram av fraksjon I fra Ås, detektert med elektronstøtjonisering.

RIC + MASS CHROMATOGRAMS
 12/17/82 11:40:00
 SAMPLE: AAS, FRAKSJON I
 RANGE: G 1.3500 LABEL: N 0, 4.0 QUAN: A 0, 1.0 BASE: U 20, 3

DATA: 1712OVER3 #1534
 CALI: 139CALI #1

SCANS 1000 TO 2500



Figur 5.5.4: Massekromatogrammer for polyklorete bifenyler (PCB), tetra-, penta-, hexa- og heptaklorbifenyler.

6 DISKUSJON

6.1 Årstidsvariasjoner, PAH

Middelverdiene av den totale PAH-konsentrasjon for de forskjellige årstider (figur 6.1.1) viser liten forskjell i konsentrasjonsnivået for vår- og sommerperiodene på de enkelte stasjonene. På tettstedsstasjonene er høst- og vinterkonsentrasjonene en faktor 10 høyere enn vår- og sommerkonsentrasjonene. En forklaring på den store forskjellen er at utslippsmengden er betydelig større om vinteren (fyring). En annen viktig årsak er forskjellen i de meteorologiske forhold mellom sommer og vinter. Perioder med lav temperatur, stabil temperatursjiktning og lite vind vil føre til høye forurensningskonsentrasjoner. For bakgrunnsstasjonene (uten lokale utslipp) var vinterkonsentrasjonene en faktor 2 høyere enn sommerkonsentrasjonene.

6.2 Årstidsvariasjoner, mutagenitet

Det er flere ulike kilder til den mutagene aktivitet i luftpartikler. Biltrafikk, fyring og andre forbrenningsprosesser samt industriutslipp er typiske eksempler. Kjemiske stoffer kan også omdannes ved atmosfæriske reaksjoner slik at deres mutagene egenskaper forandres. Den forskjellen man observerte mellom vinter- og sommerprøvene fra Nordahl Bruns gate i Oslo og City, Fredrikstad med hensyn til S9 - avhengighet kan skyldes forskjellige atmosfæriske reaksjoner på de to årstidene pga. ulikheter i temperatur og mengde av sollys. Tilsvarende forskjeller ble ikke observert i prøvene fra Ås, Grenland. Her var imidlertid aktiviteten vanligvis lav både sommer og vinter. På enkeltdager med høy aktivitet skyldtes dette sannsynligvis bidrag fra industriutslipp (se nedenfor).

Forskjellen i mutagenitetsnivå i prøver fra vinter- og sommerhalvåret fra samme sted reflekterer både bidraget fra fying og de ulike meteorologiske forhold sommer/vinter. I Nordahl Bruns gate var aktiviteten 3-4 mutanter/m³ i vår- og sommerprøvene og ca 20 mutanter/m³ i vinterprøvene.

6.3 Korrelasjon mellom de målte forurensningsparametrene

Korrelasjonen mellom PAH og mutagenitet og mellom PAH/mutagenitet og de andre parametrene er beregnet ved hjelp av lineær regresjon. Resultatene fra vinter- og sommerprøvene viser god korrelasjon mellom Σ PAH (filter+propper) og mutagenitet uten S9 for prøvestedene Nordahl Bruns gate i Oslo (vedlegg 17) og City, Fredrikstad (vedlegg 18), med korrelasjonskoeffisienter på mellom 0.825 og 0.988. For vinterprøvene fra Ås, Grenland hadde vi bare 4 observasjonsdager, men PAH og mutagenitet viste god samvariasjon (22). Imidlertid er det den mutagene aktivitet uten S9 som dominerer om sommeren, og denne aktiviteten får man liten informasjon om ved å måle sum PAH.

På tettstedene avtok stort sett PAH-innholdet og den mutagene aktivitet med økende vindstyrke (figur 5.2.2). Enkelte avvik kan skyldes lokale kilder. Resultatene fra City, Fredrikstad tyder således på at ved sør-sørvestlig vind får man relativt høyt innhold av direkte virkende mutagener. Dette avspeiles både i prøven fra 17-18.11 og fra 3-4.5. Begge disse døgnene hadde de laveste PAH-konsentrasjonene for måleperiodene. Industriområdet som ligger sør for målestasjonen (figur 2.2) kan være en mulig kilde til den mutagene aktiviteten i disse prøvene.

Tilsvarende fant man 17-18.12 høy aktivitet i en vinterprøve fra Ås, Grenland, og høyeste PAH-konsentrasjon for måleperioden med vind hovedsakelig fra industriområdet 320°-360° (Herøya). I flere sommerprøver fra Ås som hadde detekterbar aktivitet var det et betydelig antall timer med vind fra det samme industriområdet.

Denne forskjellen mellom vinter- og sommerforhold skyldes sannsynligvis sesongmessige meteorologiske variasjoner som diskutert ovenfor.

For Nordahl Bruns gate er det ikke mulig å si noe om bidrag fra spesielle industrier. Aktiviteten i samleprøven fra sommeren (19-20.8 + 25-26.8) var høyere enn i enkeltprøvene, særlig uten S9.

Det ble også sett på korrelasjonen mellom PAH/mutagenitet og de målte uorganiske parametre i Oslo og Fredrikstad. Vedlegg 24 og 25 viser hvilke parametre som ble målt på de forskjellige steder og årstider. Resultatene fra vintermålingene i Fredrikstad viste at det var samvariasjon mellom PAH og svoveldioksyd/nitrogendioksyd (vedlegg 19) og mellom PAH og sot/bly (vedlegg 20). Det var god korrelasjon mellom mutagenitet og svoveldioksyd, nitrogendioksyd, sot og bly for vinterperioden i Fredrikstad. Bly er en god indikator på biltrafikk og den gode korrelasjon med PAH/mutagenitet viser at biltrafikk er en vesentlig kilde for PAH og mutagenitet i Fredrikstad.

I Oslo ble de nevnte uorganiske parametre ikke målt i vinterperioden. Resultatene fra sommermålingene i Oslo viste liten eller ingen korrelasjon mellom PAH og svoveldioksyd/sot (vedlegg 21). Det var noe bedre korrelasjon mellom mutagenitet og svoveldioksyd/sot (vedlegg 22) for samme periode i Oslo, men regresjonsanalysen er her basert på et mindre antall mutagenitetsmålinger.

Regresjonsanalyse mellom PAH/mutagenitet og uorganiske parametre ble ikke gjort for Ås, Grenland. Vintermålingene på denne stasjonen omfattet bare fire måledøgn, og sommermålingene viste lave PAH-konsentrasjoner og de fleste mutagenitetsverdier var lik med eller lavere enn deteksjonsgrensen. Datautskrift hvor de angitte prøvenumrene i kurvene er spesifisert med stasjonsnavn og dato finnes i vedlegg 23.

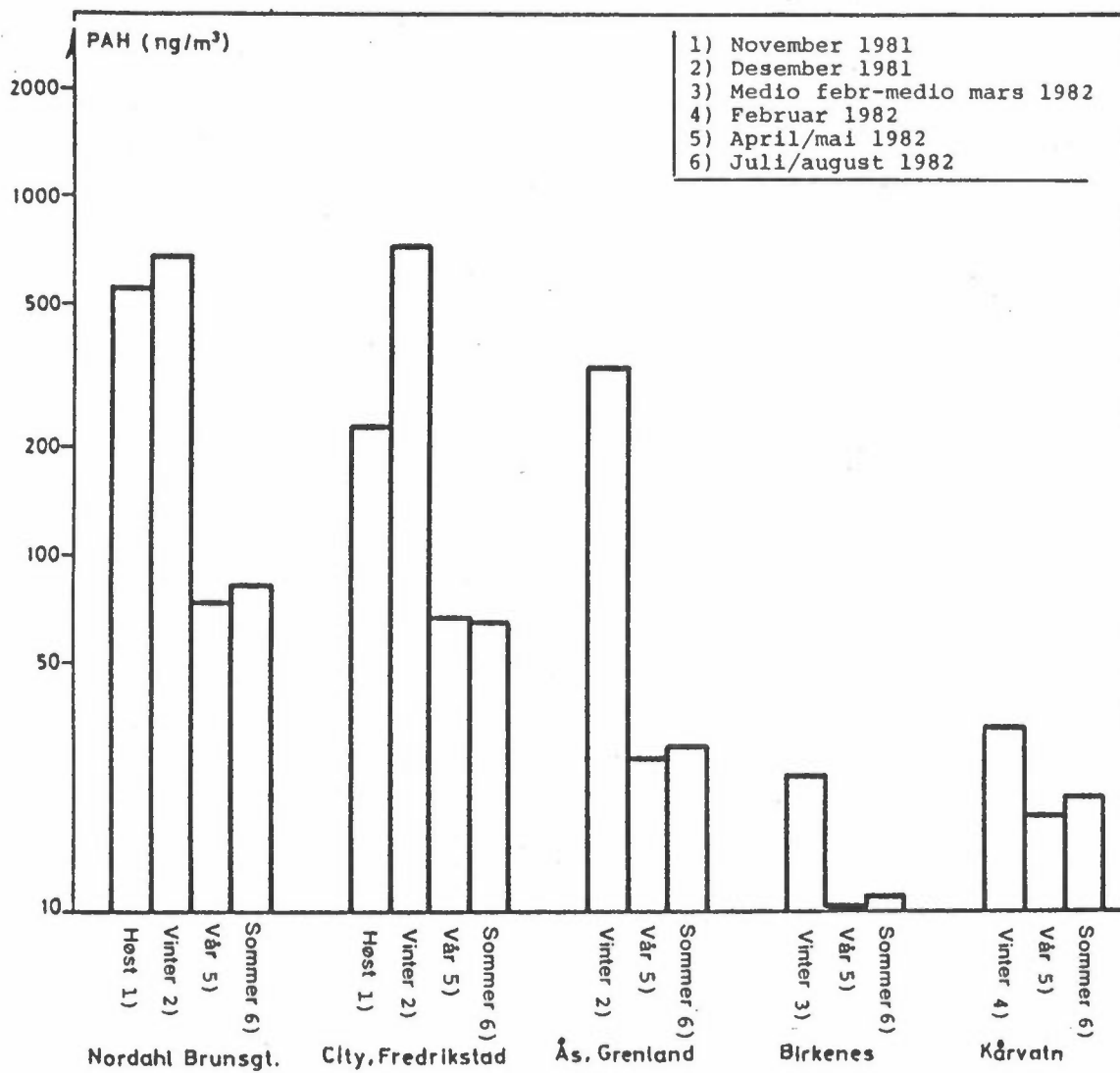
6.4 Fraksjonering

Den kjemiske sammensetningen av organiske ekstrakter fra luftprøver er svært kompleks. Slike ekstrakter inneholder stoffer innen et vidt polaritetsområde med helt ulik biologisk aktivitet (42). For en nærmere karakterisering av de mutagene stoffer, må prøvematerialet fraksjoneres ved hjelp av HPLC i enkelte stoffklasser.

Den hittil mest brukte fraksjoneringsprosedyre baserer seg på væske/væske ekstraksjon for å separere prøvematerialet i svake og sterke syrer, baser og nøytrale forbindelser. Den nøytrale fraksjonen ble vanligvis fraksjonert videre etter funksjonelle grupper ved hjelp av søylekromatografi. Ulempen med denne metoden er at den krever store prøvemengder og at den er tidkrevende og lite reproduserbar. Dessuten har det vist seg at en stor del av prøvenes mutagene aktivitet går tapt under ekstraksjon med syre og base (45).

HPLC med silikakolonner har i den senere tid vist seg å være meget godt egnet til en skånsom, rask og reproduserbar fraksjonering av komplekse miljøprøver i substansklasser (17, 35, 43, 44).

Fordeling av mutagen aktivitet etter fraksjonering av samleprøvene ved HPLC viste at prøvene var kvalitativt forskjellige. Imidlertid var det for lite organisk materiale i de fleste prøvene til å foreta en meningsfylt sammenligning av analyseresultatene for de enkelte fraksjonene.



Figur 6.1.1: Gjennomsnittlige PAH-konsentrasjoner for hver årstid og målestasjon, 1981-82.

7 FORSLAG TIL VIDEREFØRING

Oppfølgingen av prosjektet bør konsentreres om prøver fra tettstedsområdene og bør omfatte en nærmere karakterisering av forskjellene mellom sommer- og vinterprøver, og mellom de enkelte prøvestedene. Dette kan gjøres på ekstrakter av samleprøver og innebærer fraksjonering i stoffklasser og mutagenitetstesting.

For bedre å klarlegge hvilke situasjoner som gir opphav til høy mutagenitet, er det ønskelig å undersøke døgnprøver fra vinter- og sommerhalvåret. Undersøkelsene må omfatte organiske og uorganiske parametre, meteorologiske observasjoner og mutagenitetstesting. Det er ønskelig å inkludere en målestasjon mellom Oslo og Fredrikstad (f.eks. Jeløya) for bedre å fastslå regionale sammenhenger i Oslofjordområdet.

Ved undersøkelser som er foretatt til nå, har man fått begrenset informasjon om de mest flyktige organiske forurensningene. PAH-analyse av propp-ekstraktene viser imidlertid at disse representerer en betydelig del av den totale PAH-mengden (filter + propp). I oppfølgingen av prosjektet bør det inngå flere undersøkelser av proppene, bl.a. bruk av en forbedret ekstraksjonsmetode som hindrer tap av materiale og eventuelt mutagenitetstesting under betingelser som hindrer tap av de flyktige forbindelsene.

8 LITTERATURLISTE

1. Menck, H.R., Casagrande, J.T. og Henderson, B.E; Science 183 (1974) 210-212.
2. Higgison, J. og Jensen, O.M.; Epidemiological review of lung cancer in man. In: Air Pollution and Cancer in Man, Eds. Mohr, U., Schmahl, D., Tomatis, L. og Davis, W., JARC Scientific Publ. No. 16, 1977, p. 159-165.
3. Kotin, P., Falk, H.L., Mader, P. og Thomas, M.; Aromatic hydrocarbons. 1. Presence in the Los Angeles atmospheric extracts. Arch. Ind. Hyg. 9 (1954) 153-165.
4. Huper, W.C., Kotin, P., Tabor, E.C., Payne, W.W., Falk, H. og Sawicki, E.; Carcinogenic Bioassay on Air Pollutants. Arch. Pathol, 74 (1962) 89-116.
5. Epstein, S.S., Joshi, S., Andrea, J., Mantel, N., Sawicki, E., Stanley, T. og Tabor, E.C.; Carcinogenicity of organic particulate pollutants in urban air after administration of trace quantities to neonatal mice. Nature 212 (1966) 1305-1307.
6. Pitts, J.N. Jr., Grosjean, D. og Mischke, T.; Mutagenic activity of airborne particulate organic pollutants. Toxicol. Lett. 1 (1977) 65-70.
7. Talcott, R. og Wei. E.; Brief communication: Airborne mutagens bioassayed in Salmonella typhimurium. J. Nat. Cancer Inst. 58 (1977) 449-451.
8. Tokiwa, H., Morita, K., Takeyoshi, H., Takahashi, K. og Ohnishi, Y.: Detection of mutagenic activity of particulate air pollutants. Mutation Res. 48 (1977) 237-248.
9. Dehnen, W., Pitz, N. og Tomingas, R.; The mutagenicity of airborne particulate pollutants. Cancer Lett. 4 (1977) 5-12.
10. Löfroth, G.; Comparison of the mutagenic activity in carbon particulate matter and in diesel and gasoline engine exhaust. In: Short-term Bioassays in the Analysis of Complex Environmental Mixtures II. - Waters, M.D., Sandhu, S.S., Huisinigh, J.L., Claxton, L. and Nesnow, S. (eds.) - Plenum Press, New York, 1981, p.319-336.

11. Teranishi, K., Hamada, K. og Watanabe, H.; Mutagenicity in *Salmonella typhimurium* mutants of the benzene-soluble organic matter derived from airborne particulate matter and its five fractions. *Mutation Res.* 56 (1978) 273-280.
12. Tokiwa, H., Kitamori, S., Takahashi, K. og Ohnishi, Y.; Mutagenic and chemical assay of extracts of airborne particulates. *Mutation Res.* 77 (1980) 99-108.
13. Møller, M. og Alfheim, I.; Mutagenicity and PAH-analysis of airborne particulate matter. *Atmospheric Environ.* 14 (1980) 83-88.
14. Löfroth, G., Hefner, E., Alfheim, I. og Møller, M.; Mutagenic Activity in Photocopies 209 (1980) 1037-1039.
15. Rosenkranz, H.S., McCoy, E.C., Sanders, D.R., Butler, M., Kiriazides, D.K. og Mermelstein, R.; Nitropyrenes: Isolation Identification and Reduction of Mutagenic Impurities in Carbon Black and Toners. *Science* 209 (1980) 1039-1043.
16. Wang, C.Y., Lee, M.-S og Warner, P.O.; Evidence of nitroaromatics as direct-acting mutagens of airborne particulates. *Chemosph.* 9 (1980) 83-87.
17. Schuetzle, D., Lee, F.S.-C., Prater, T.J. og Tejada, S.B.; The Identification of Polynuclear Aromatic Hydrocarbon (PAH) Derivatives in Mutagenic Fractions of Diesel Particulate Extracts. *Intern J. Environ. Anal. Chem.* 9 (1981) 93-144.
18. Pitts, J.N. Jr., Lokensgard, D.M., Harger, W., Fisher, T.S., Mejia, V., Schuler, J.J., Scorziell, G.M. og Katzenstein, Y.A.; Mutagens in diesel particulate. Identification and direct activities of 6-nitrobenzo(a)phenanthro(4,5-bcd)pyran-5-one. *Mutation. Res.* 103 (1982) 241-249.
19. Ohgaki, H., Matsuhura, N., Morino, K., Kawachi, T., Sugimura, T., Morita, K., Tokiwa, H. og Hirota, T.; Carcinogenicity in rats of the mutagenic compounds 1-nitropyrene and 3-nitrofluoranthene. *Cancer Lett.* 15 (1982) 1-7.
20. Chrisp, C.E. og Fisher, G.L.; Mutagenicity of airborne particles. *Mutation Res.* 76 (1980) 143-164.

21. Hughes, T.J., Pellizzari, E., Little, L., Sparacino, C. og Kolber, A.; Ambient air pollutants: Collection, chemical characterization and mutagenicity testing. *Mutation Res.* 76 (1980) 51-83.
22. Møller, M., Alfheim, I., Mikalsen, A. og Joranger, E.; Organiske forurensninger i luft og nedbør. Forundersøkelse. Oslo, Lillestrøm, SI, NILU 1982.
23. Larssen, S. Overvåking av luftforurensninger i Oslo 1979-80. SFT-rapport. Under ferdigstillelse.
24. Hagen, L.O., Grønskei, K.E., Haagenrud, S.E., Sivertsen, B.; Basisundersøkelse i Sarpsborg og Fredrikstad. Framdriftsrapport oktober 1981-mars 1982. (1982) SFT-rapport no. 59/82.
25. Sivertsen, B., Arnesen, K.; Meteorologiske data fra nedre Telemark, vinteren 1981/82 (1983) NILU OR 2/83.
26. Sivertsen, B.; Land-sea breeze studies in Telemark 1974/75. (1975). NILU TN 13/75.
27. Thrane, K.E. and Mikalsen, A., High-volume sampling of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons using glass fibre filters and polyurethane foam. *Atm. Environ.* 15. (1981) 909-918.
28. Grimmer, G. og Böhnke, H.; Bestimmung des Gesamtgehaltes aller Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe in Luftstaub und Kraftfahrzeugabgas mit der Capillar-Gas-Chromatographie. *Z. Analyt. Chem.* 261 (1972) 310-314.
29. Bjørseth, A.; Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in particulate matter by glass capillary gas chromatography. *Anal. Chim. Acta* 94 (1977) 21-27.
30. Thrane, K.E., Mikalsen, A. og Stray, H.; Utvikling av måle-metoder for utvalgte organiske luftforurensninger. Lillestrøm 1982. NILU OR 28/82.
31. Ames, B.N., McCann, J. og Yamasaki, E.; Methods for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella/mammalian microsome mutagenicity test. *Mutation Res.* 31 (1975) 347-364.

32. Yamasaki, H., Kuwata, K. og Miyamoto, H.; Effects of Ambient Temperature on Aspects of Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Environ. Sci. Technol.* 16 (1982) 189-194.
33. McCoy, E.C., Rosenkrantz, H.S. and Mermelstein, R: Evidence for the existence of a family of nitroreductases capable of activating nitrated polycyclics to mutagens. *Env. Mut.* 3 (1981) 421-27.
34. Wils, E.R.J., Hulst, A.G. and den Hartog, J.C.; The occurrence of plant wax constituents in airborne particulate matter in an urbanized area, *Chemosphere* 11 (1982) 1087-1096.
35. Ramdahl, T., Becher, G. and Bjørseth, A.; Nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons in urban air particles. *Environ. Sci. Technol.* 16 (1982) 861-865.
36. Nielsen, T.; Isolation of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro derivatives in complex mixtures by means of high-performance liquid chromatography. *Anal. Chem.* 55 (1983) 286-290.
37. Gibson, T.L.; Nitro derivatives of polynuclear aromatic hydrocarbons in airborne and source particulate matter. *Atmos. Environ.* 16 (1982) 2037-2040.
38. Ramdahl, T. and Urdal, K.; Determination of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons by fused silica capillary gas chromatography/negative ion chemical ionization mass spectrometry, *Anal. Chem.* 54 (1982) 2256-2260.
39. Schuetze, D., Riley, T.L., Prater, T.J., Hawey, T.M. and Hunt, D.F.; Analysis of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons in diesel particulates. *Anal. Chem.* 54 (1982) 265-271.
40. Pitts, J.N. Jr., Van Cauwenberghe, K.A., Grosjean, D., Schmid, J.P., Fitz, D.R., Belser, W.L., Knudson, G.B. and Hynds, P.M.; Atmospheric reactions of polycyclic aromatic hydrocarbons. Facile formation of mutagenic nitro derivatives. *Science* 202 (1978) 515-519.
41. Ahling, B., Bjørseth, A. and Lunde, G.; Formation of chlorinated hydrocarbons during combustion of PVC. *Chemosphere* 7 (1978) 799-806.

42. Hoffmann, D. and Wynder, E.L.; Chemical Analysis and Carcinogenic Bioassays of Organic Particulate Pollutants. In: Air Pollution. A.C. Stern (Ed.), Academic Press; New York, 1968 pp 187-247.
43. Ramdahl, T. and Becher, G.; Characterization of Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Derivatives in Emissions from Wood and Cereal Straw Combustion. *Analyt. Chim. Acta* 144 (1982) 83-91.
44. Oehme, M., Manø, S. and Stray, H: Determination of Nitrated Polycyclic Hydrocarbons in Aerosols Using Capillary Gas Chromatography Combined with Different Electron Capture Detection Methods. *HRC & CC* 5 (1982) 417-423.
45. Møller, M., Alfheim, I., Larssen, S. and Mikalsen, A.; Mutagenicity of Airborne Particles in Relation to Traffic and Air Pollution Parameters. *Environ. Sci. Technol.* 16 (1982), 221-225.
46. Alfheim, I., Becher, G., Hongslo, J.K. and Ramdahl, T.: Mutagenicity Testing of HPLC Fractions from Woodstove Emissions Samples Using a Modified Salmonella Assay Requiring Smaller Sample Volumes. *Env. Mut.* (1983). In Press.

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Meteorologiske data, Nordahl Brunsgate, Oslo.
- Vedlegg 2: Meteorologiske data, City, Fredrikstad.
- Vedlegg 3: Meteorologiske data, Ås, Grenland.
- Vedlegg 4: Lufttrajektorier for Birkenes
- Vedlegg 5: Lufttrajektorier for Kårvatn
- Vedlegg 6: Analysemetode for PAH
- Vedlegg 7: Analysemetode for mutagenitet (Ames' test).
- Vedlegg 8: HPLC-fraksjonering.
- Vedlegg 9: Analyseresultater, PAH.
- Vedlegg 10: Mutagenitetstesting av filterprøver.
- Vedlegg 11: Mutagenitetstesting av filterprøver.
- Vedlegg 12: Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver.
- Vedlegg 13: Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver etter HPLC-fraksjonering.
- Vedlegg 14: Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver etter HPLC-fraksjonering.
- Vedlegg 15: Massekromatogram, nitro-PAH.
- Vedlegg 16: Massekromatogram, PAH
- Vedlegg 17: Korrelasjon mellom PAH og mutagenitet, Oslo.

Vedlegg 18: Korrelasjon mellom PAH og mutagenitet, Fredrikstad.

Vedlegg 19: Korrelasjon mellom PAH og svoveldioksyd/nitrogen-
dioksyd, Fredrikstad.

Vedlegg 20: Korrelasjon mellom PAH og sot/bly, Fredrikstad.

Vedlegg 21: Korrelasjon mellom PAH og svoveldioksyd/sot, Oslo.

Vedlegg 22: Korrelasjon mellom mutagenitet og svoveldioksyd/
sot, Oslo.

Vedlegg 23: Prøveoversikt for regresjonsanalysene.

Vedlegg 24: Andre forurensningsparametre, vår/sommer 1982.

Vedlegg 25: Andre forurensningsparametre, høst/vinter 1981/82.

Vedlegg 26: Sammendrag fra forundersøkelsen.

Vedlegg: 1: Nordahl Brunsgt., Oslo. Meteorologiske data
for døgn med PAH-målinger, vår og sommer 1982.

Stasjon: Nordahl Bruns gate, Oslo

Periode 1982	Middeltemperatur Fornebu Blindern	Rel. fukt. Blindern	* Gj.snittlig vind- styrke m/s (variasjonsområde Nordahl Bruns gt.)	Dominerende vindretn. Blindern	** Ant. timer med vind fra kritiske sek- torer 350- 010 090 ***	Atmosfærisk stabilitet
15.4 0900-16.4 0650	5.7 6.1	77	1.5(0.0-2.7)	S	0 0 11	+0.4 Lett stab.
21.4 0715-22.4 0642	8.2 8.4	73	1.5(0.0-2.7)	S	0 0 12	+0.2 "
27.4 0834-28.4 0829	10.9 10.7	54	2.2(0.0-5.4)	SW	0 0 12	-0.2 Nøytral
3.5 0721- 4.5 0650	4.3 3.7	86	3.2(1.6-5.0)	SE-S	0 1 12	-0.6 "
9.5 0817-10.5 0646	5.3 5.3	93	1.5(0.0-3.5)	NE	1 2 12	0.0 "
15.5 0743-16.5 0806	12.3 11.9	65	1.1(0.0-2.7)	S-stille	0 0 12	-0.4 "
21.5 0654-22.5 0703	8.1 7.4	79	0.9(0.0-3.0)	SW-NE- stille	1 1 12	-0.7 "
27.5 0826-28.5 0718	14.0 13.8	75	3.4(0.5-7.5)	SW-N	6 0 12	-0.2 "
14.7 0810-15.7 0825	21.2 21.8	57	1.2(0.0-2.3)	var	0 2 12	+0.6 Lett stab.
20.7 0815-21.7 0805	20.2 20.4	40	2.8(0.0-5.0)	SW-NW-var	1 0 12	+0.2 "
26.7 0815-27.7 0800	16.5 15.8	43	3.6(0.0-5.8)	NE	5 0 12	-0.7 Nøytral
1.8 0755- 2.8 0810	23.1 23.1	53	1.1(0.0-2.3)	S-NE	0 0 12	0.0 "
7.8 0815- 8.8 0710	22.4 22.9	69	1.1(0.0-3.1)	S-stille	0 0 12	-0.5 Lett stab.
13.8 0715-14.8 0728	14.2 13.2	63	2.7(0.0-5.0)	SW-var	1 0 12	-1.0 Ustab.
19.8 0800-20.8 0715	14.0 13.0	56	2.6(0.0-4.7)	SSW-NE	0 0 12	-1.0 "
25.8 0700-26.8 0645	12.8 12.0	76	1.3(0.0-2.7)	SE-SW- stille	0 0 12	-0.8 "

* Estimert fra sammenlignende vindretninger i Nordahl Bruns gate og Blindern (vindstyrke Nordahl Bruns gate 0.75 x vindstyrke Blindern).

** Kritiske vindsektorer Nordahl Bruns gate. I parentes de antatt tilsvarende vindsektorer på Blindern.
Industri : 020°-040° (350°-010°)
Trafikk.lokal : 090°-120° (060°-090°)

*** Observasjon hver 2.time.

Vedlegg 2: Hotell City, Fredrikstad. Meteorologiske data
for døgn med PAH-målinger, vår og sommer 1982.

Stasjon: Fredrikstad

Periode 1982	Middel- temp. °C	Rel. fukt. %	Gj.snittlig vind- styrke m/s (variasjonsområde)	Dominerende vindretn.	* Ant.timer med vind fra kritiske sektorer 310- 020- 080- 130- 010° 070° 120° 180° timer	Atmosfærisk stabilitet
15.4 0800-16.4 0812	5.7	75	3.4(1.1-5.2)	S	0 0 1 6	-0.3 Nøytral
21.4 0817-22.4 0813	7.1	68	2.8(1.4-4.7)	S	0 0 1 10	-0.3 "
27.4 0815-28.4 0810	9.1	65	4.1(0.8-7.1)	S-W	0 0 0 4	-0.2 "
3.5 0808- 4.5 0800	4.9	86	6.2(5.2-7.0)	SE-S	0 0 3 14	-0.1 "
9.5 0810-10.5 0810	5.1	90	1.3(0.0-3.3)	Var.	0 1 4 5	-0.0 Lett stab.
15.5 0803-16.5 0803	10.4	69	1.9(0.0-4.3)	Var.	0 3 3 3	-0.1 Nøytral
21.5 0817-22.5 0802	7.3	87	1.0(0.3-1.8)	Var.	1 4 2 1	+0.1 Lett stab.
27.5 0805-28.5 0810	14.0	76	2.9(0.6-7.2)	Var.	11 3 0 2	-0.1 Nøytral
14.7 0810-15.7 0815	21.0	56	3.1(2.6-3.5)	E-NE	0 12 12 0	+0.4 Lett stab.
20.7 0810-21.7 0750	19.7	52	3.4(1.4-4.9)	SW-NW	12 0 0 0	-0.1 Nøytral
26.7 0800-27.7 0810	18.2	51	3.7(1.6-6.4)	NNE	6 18 0 0	-0.1 Nøytral
1.8 0800- 2.8 0800	22.5	61	1.5(0.4-3.6)	SSW-var.	0 4 2 2	+0.3 Lett stab.
7.8 0800- 8.8 0800	22.5	61	2.4(0.9-4.2)	SSW-SE	0 0 3 8	+0.2 "
13.8 0808-14.8 0800	13.9	80	5.0(0.5-9.4)	SW-NW	4 0 0 0	+0.1 "
19.8 0800-20.8 0806	13.3	80	5.6(0.8-8.9)	SW	0 1 2 0	0.0 "
25.8 0813-26.8 0810	13.4	81	5.6(2.5-9.2)	SW	0 0 3 0	+0.1 "

* 310°-010° Lokale kilder, trafikk
020°-070° Sarpsborg + lokale kilder
080°-120° Lokale kilder, trafikk
130°-180° Industriområde, søppeldep.

Vedlegg 3: Ås, Grenland. Meteorologiske data for døgn med PAH-målinger, vår og sommer 1982.

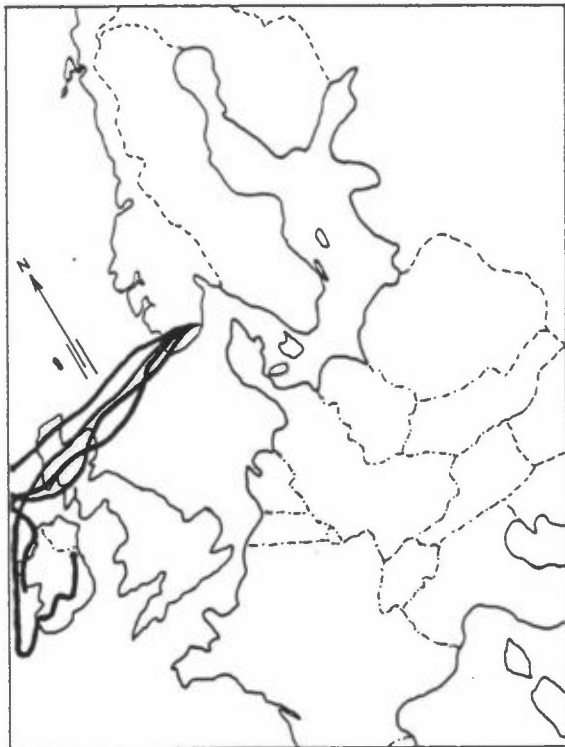
Stasjon: Grenland, Ås

Periode 1982	Middel- temp. °C	Rel. fukt. %	Gj.snittlig vind- styrke m/s variasjonsområde	Dominerende vindretn.	*Ant.timer med vind fra kritiske sektorer 320- 360° 250- 310° 130- 180°	Tot. timer	Atmosfærisk stabilitet
15.4 0810-16.4 0850	5.5	73	3.1(0.0-5.1)	SE-SW	0	10	+1.5 Stabilt
21.4 0950-22.4 0845	5.7	73	2.3(0.8-4.4)	SE	4	14	-0.1 Nøytr/ustab.
27.4 1010-28.4 0820	10.3	51	3.1(0.4-5.8)	SE-NW-SW	2	4	-0.1 " /lett stab.
2.5 0835- 3.5 0850	6.9	41	3.6(1.7-7.1)	NW-SW-SE	4	5	-0.2 Ustab/lett stab.
9.5 1010-10.5 0850	4.5	80	1.6(0.3-2.7)	NE-SW-NW	6	2	+0.1 Nøytr/lett stab
15.5 0940-16.5 0950	15.0	68	3.1(0.0-10.8)	SE	2	5	-0.2 Nøytral
21.5 0855-22.5 1030	8.4	69	1.7(0.8-3.2)	NW-SE	6	11	-0.2 Nøytr/lett stab
27.5 0805-28.5 0835	12.4	64	3.2(0.9-6.3)	NW	16	4	-0.1 " "
14.7 0800-15.7 0800	20.9	48	2.9(1.8-4.3)	E-S E	0	8	-0.5 Inst/lett stab.
20.7 -21.7							
29.7 0740-30.7 0800	18.6	80	2.9(1.0-4.8)	SE	0	18	-0.6 Nøytral
1.8 0840- 2.8 0750	21.0	61	2.3(0.9-3.9)	SE-NW	9	10	+0.0 Nøytr/stab.
7.8 0825- 8.8 0835	21.8	67	2.0(0.2-4.3)	SE-NW	7	10	+0.1 Nøytr/lett stab.
13.8 0800-14.8 0840	13.6	58	3.7(1.4-5.7)	SW-NW	5	0	-0.1 " "
19.8 0815-20.8 0805	12.5	63	3.2(0.8-5.6)	SW	1	8	-0.1 " "
25.8 0915-26.8 0840	13.2	68	3.3(0.6-6.1)	SW	0	1	-0.0 " "

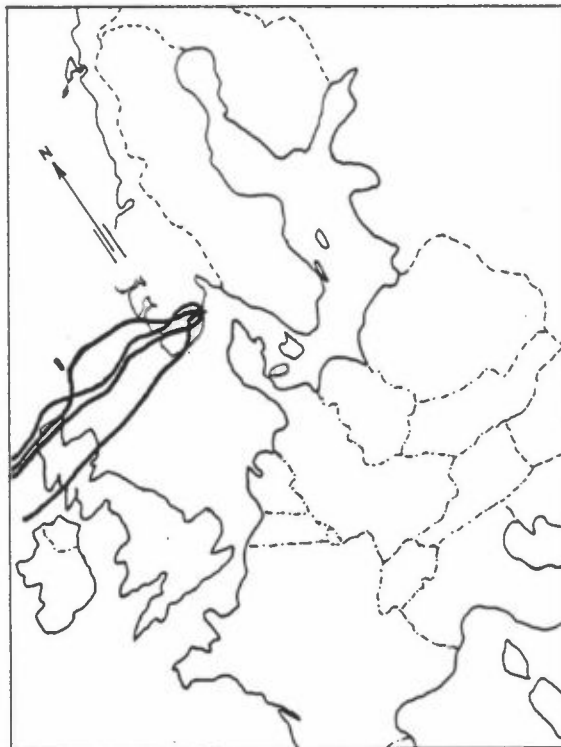
* 320°-360° : Herøya
250°-310° : Rafnes
130°-180° : Norcem

Vedlegg 4: Lufttrajektorier for stasjonen Birkenes for
døgn med PAH-målinger.

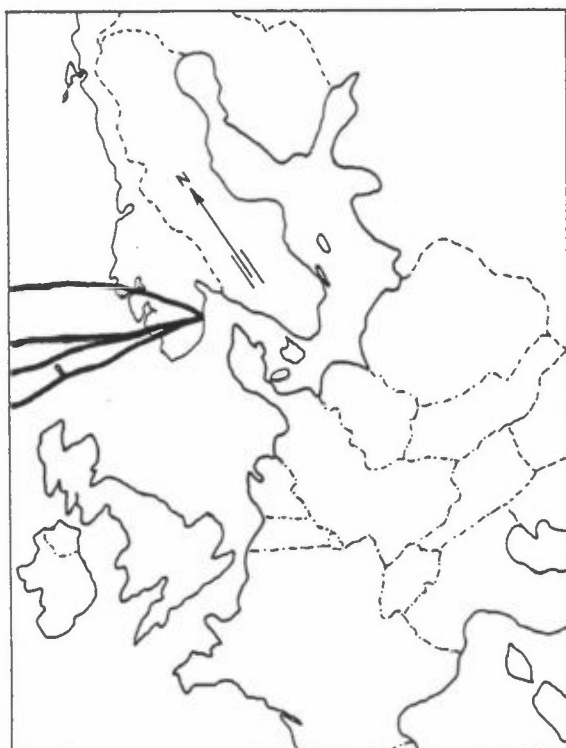
Birkenes: 15/4, 0800-16/4, 0800



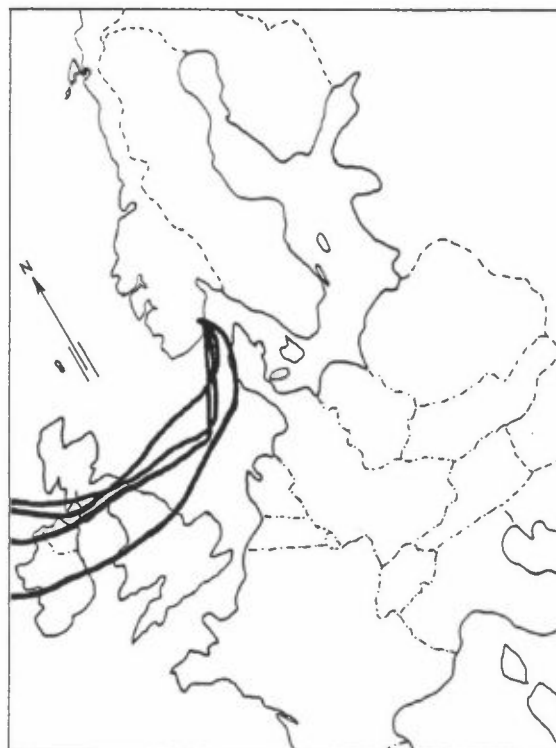
Birkenes: 21/4, 0800-22/4, 0800



Birkenes: 27/4, 0800-28/4, 0800

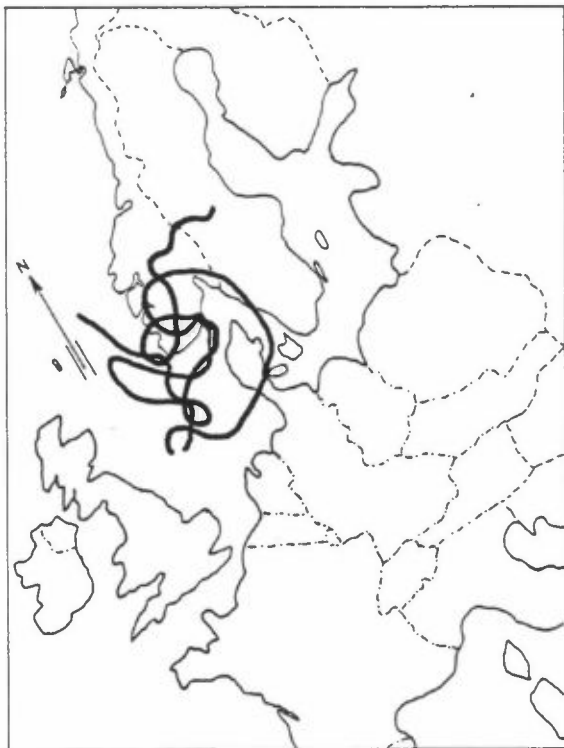


Birkenes: 03/5, 0800-04/5, 0800

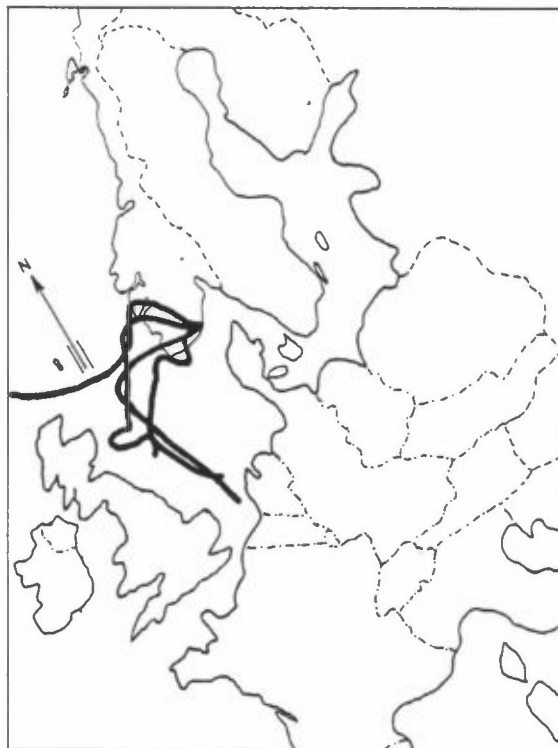


Vedlegg 4, forts.

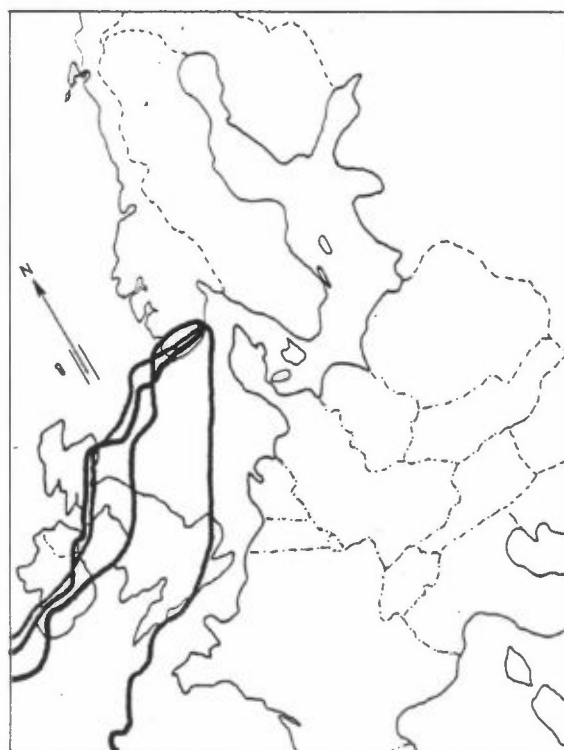
Birkenes: 09/5, 0800-10/5, 0800



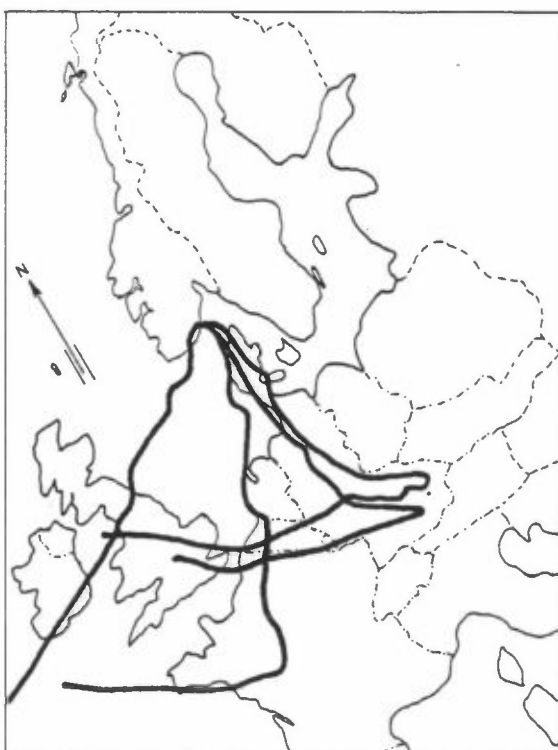
Birkenes: 15/5, 0800-16/5, 0800



Birkenes: 21/5, 0800-22/5, 0800

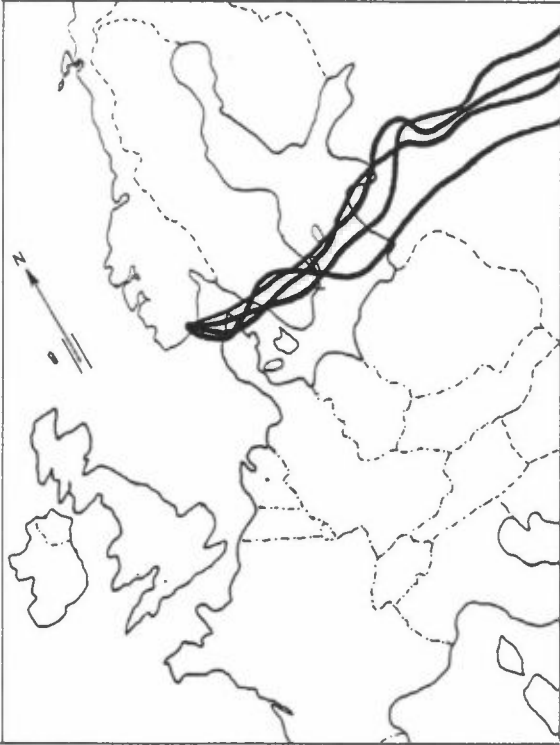


Birkenes: 27/5, 0800-28/5, 0800

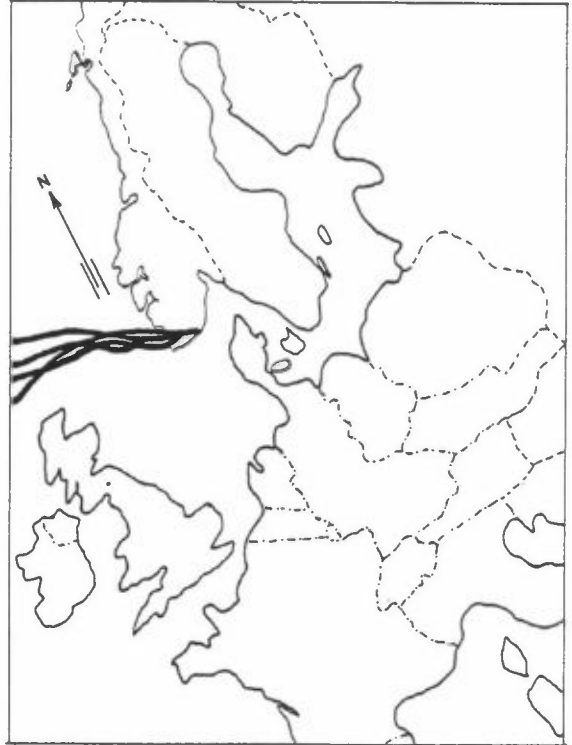


Vedlegg 4, forts.

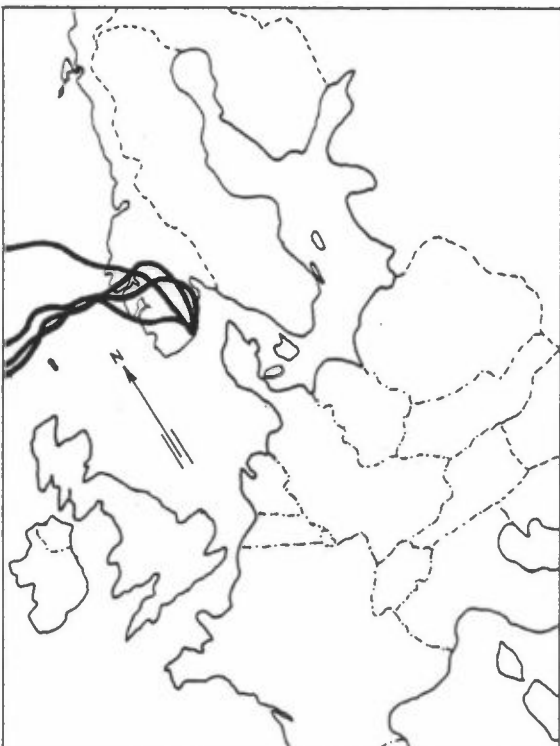
Birkenes: 14/7, 0800-15/7, 0800



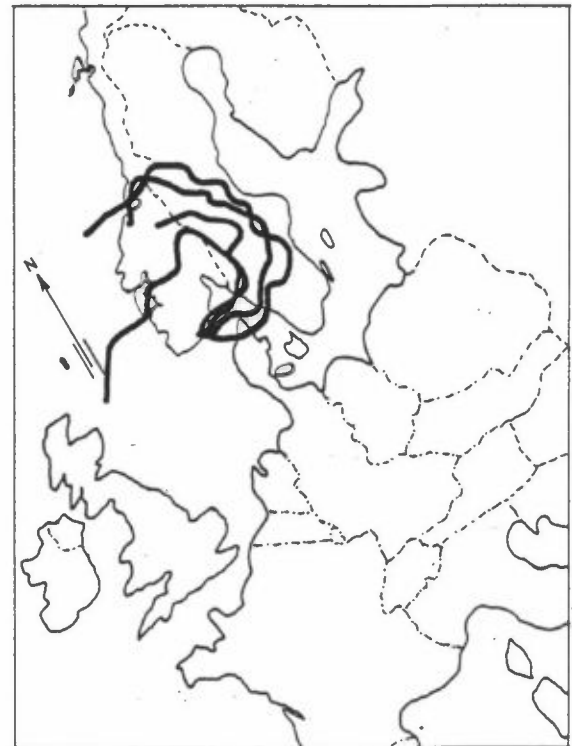
Birkenes: 20/7, 0800-21/7, 0800



Birkenes: 26/7, 0800-27/7, 0800

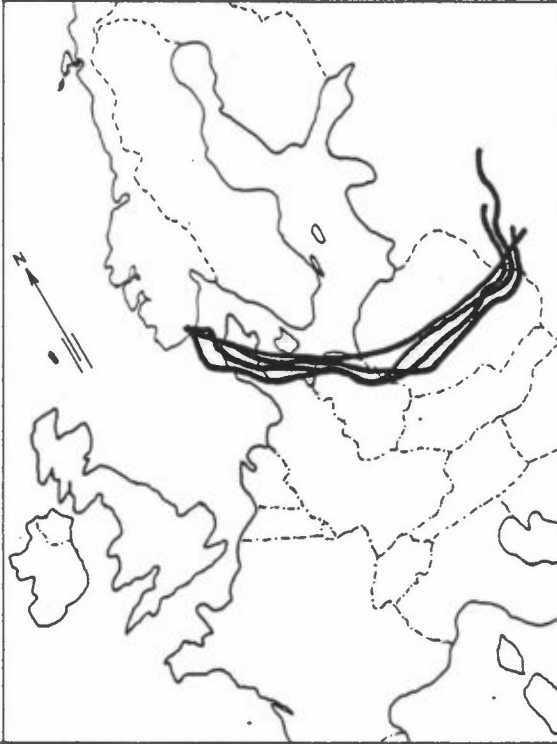


Birkenes: 1/8, 0800-2/8, 0800

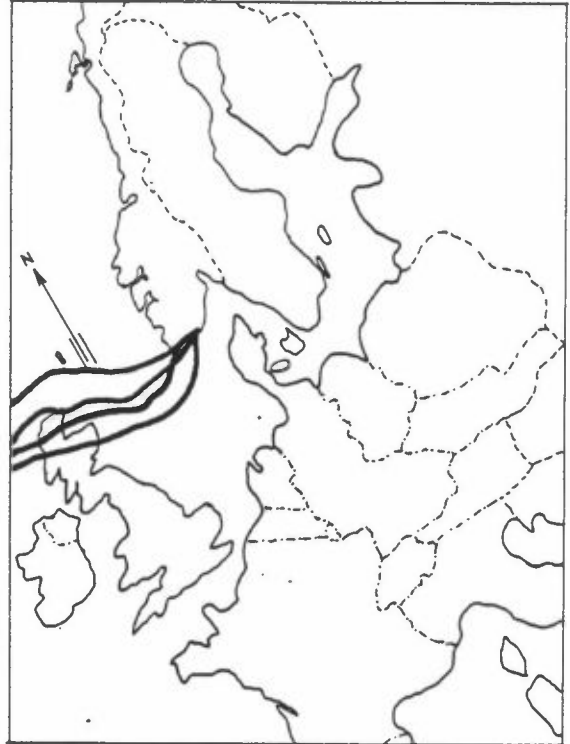


Vedlegg 4, forts.

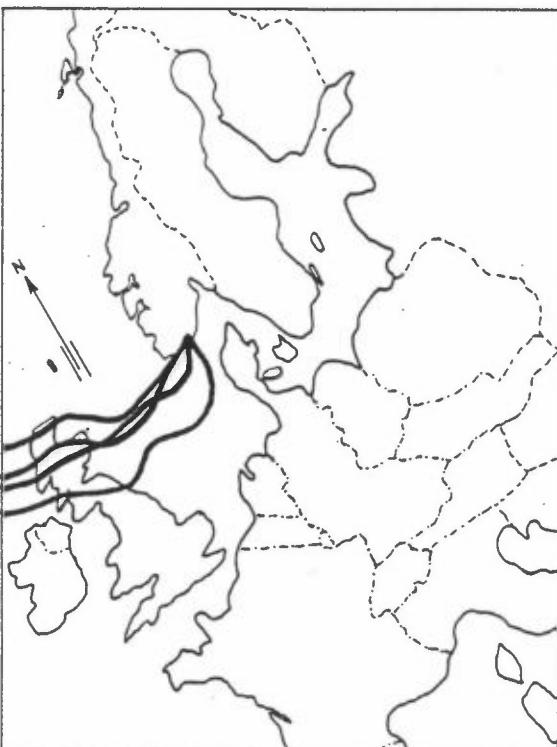
Birkenes: 7/8, 0800-8/8, 0800



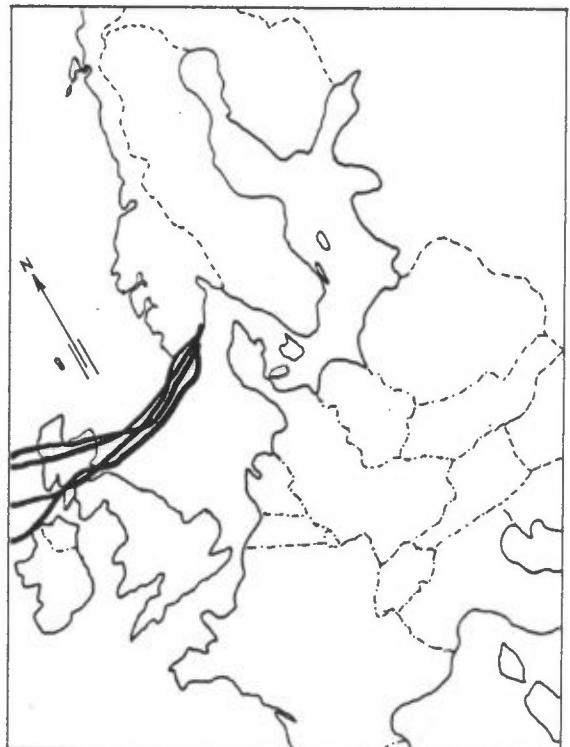
Birkenes: 13/8, 0800-14/8, 0800



Birkenes: 19/8, 0800-20/8, 0800

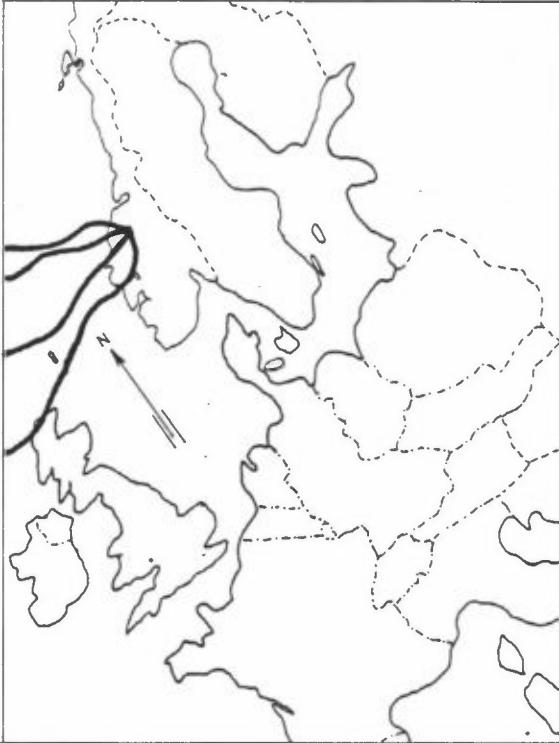


Birkenes: 25/8, 0800-26/8, 0800

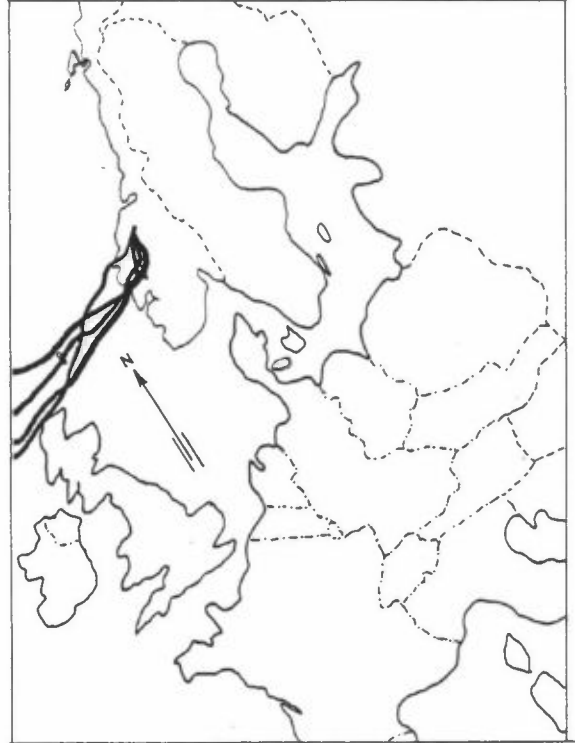


Vedlegg 5: Lufttrajektorier for stasjonen Kårvatn for døgn
med PAH-målinger.

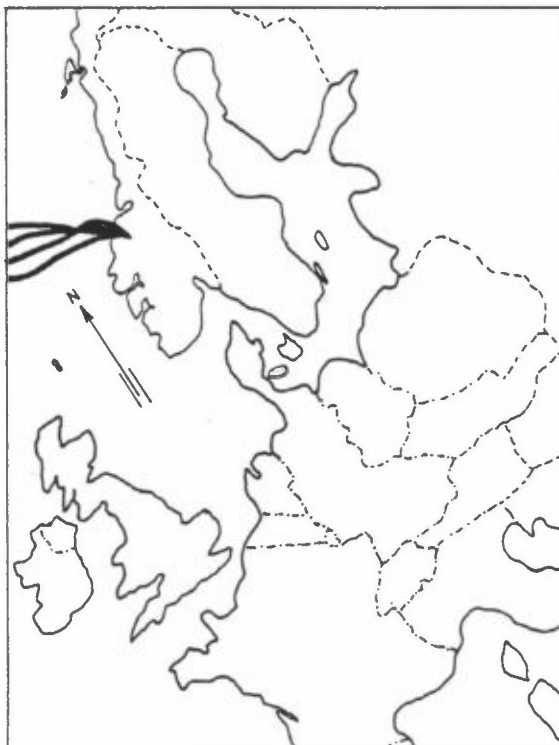
Kårvatn: 15/4, 1840 - 16/4, 1838



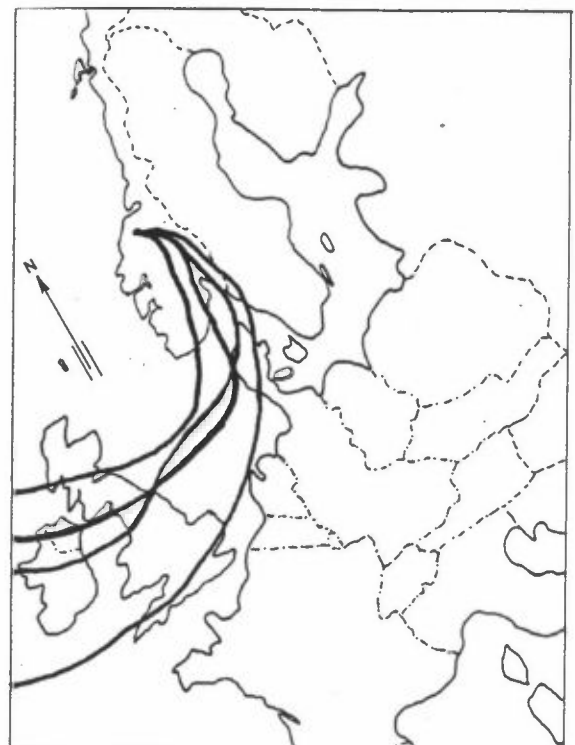
Kårvatn: 21/4, 0900 - 22/4, 1030



Kårvatn: 27/4, 0930 - 28/4, 0940

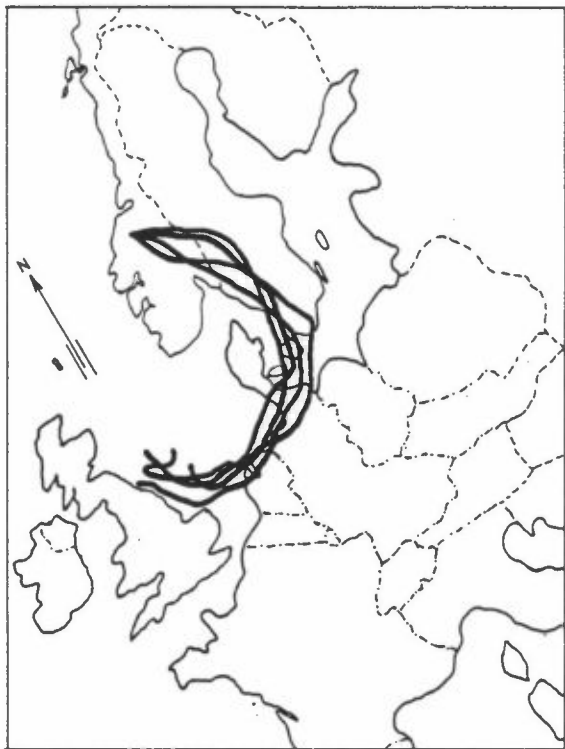


Kårvatn: 3/5, 0905 - 4/5, 0925

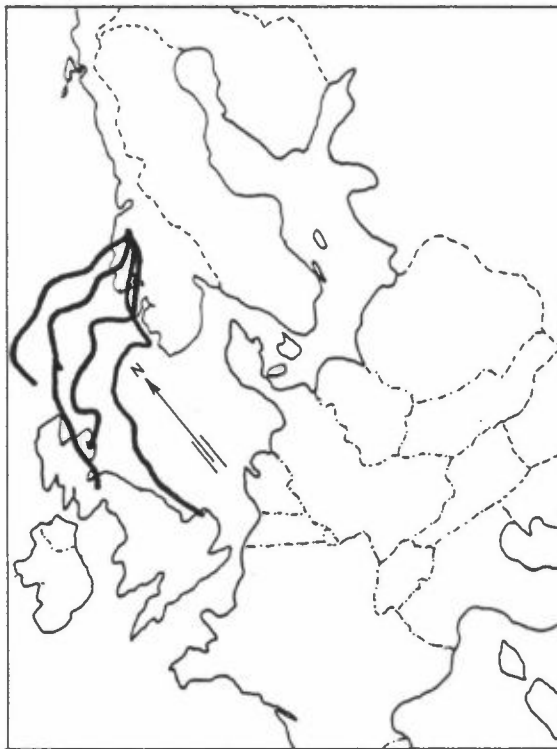


Vedlegg 5, forts.

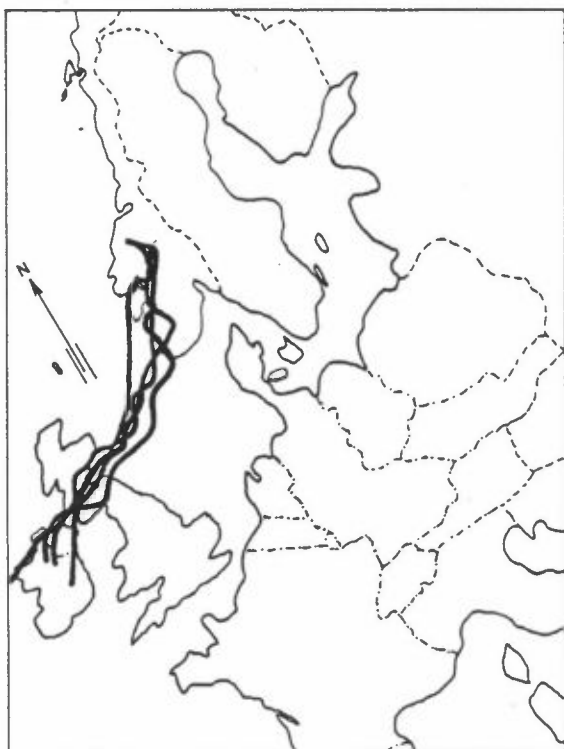
Kårvatn: 9/5, 1030 - 10/5, 1055



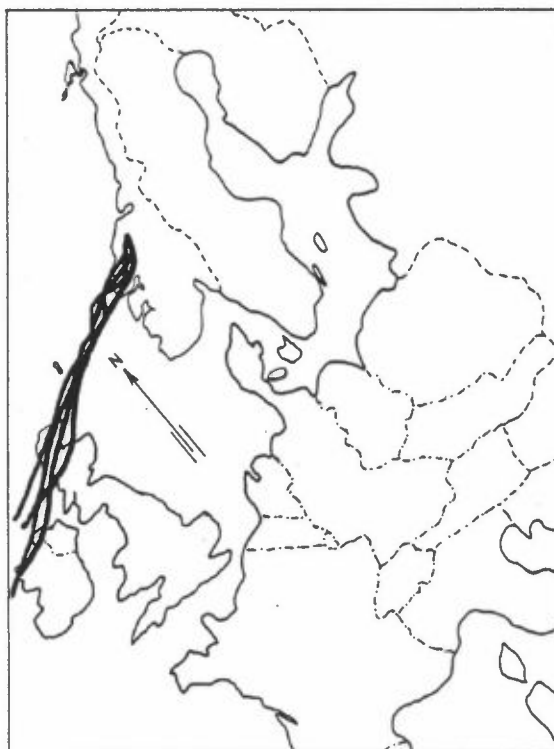
Kårvatn: 15/5, 0915 - 16/5, 0930



Kårvatn: 21/5, 0945 - 22/5, 0950

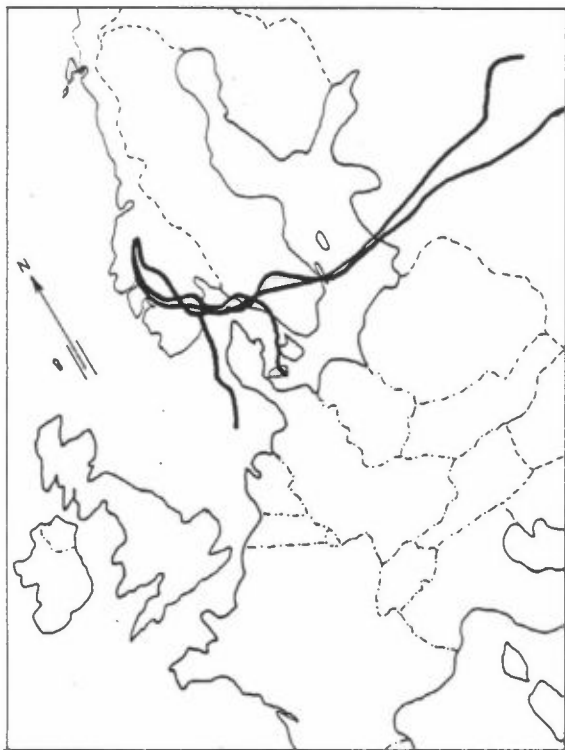


Kårvatn: 27/5, 0930 - 28/5, 0915

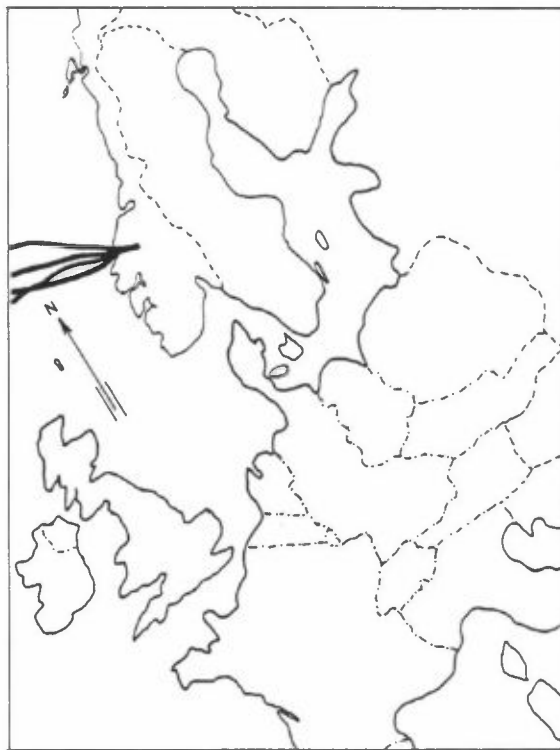


Vedlegg 5. forts.

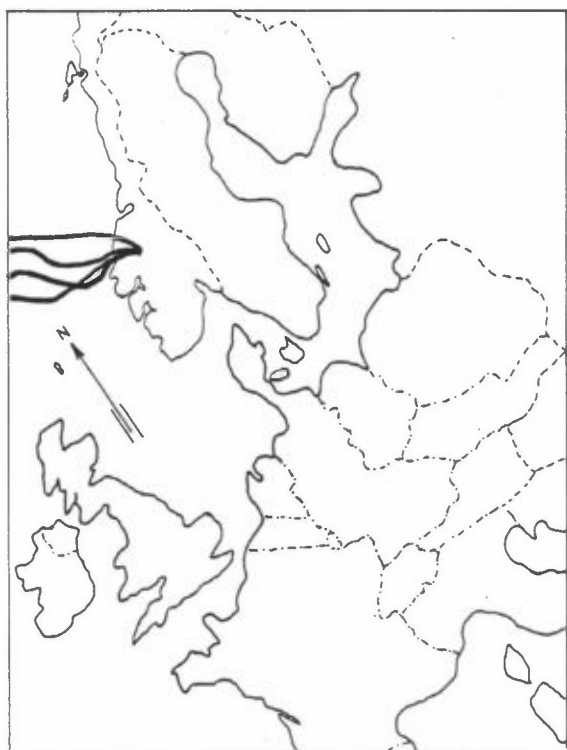
Kårvatn: 14/7, 0816-15/7, 0830



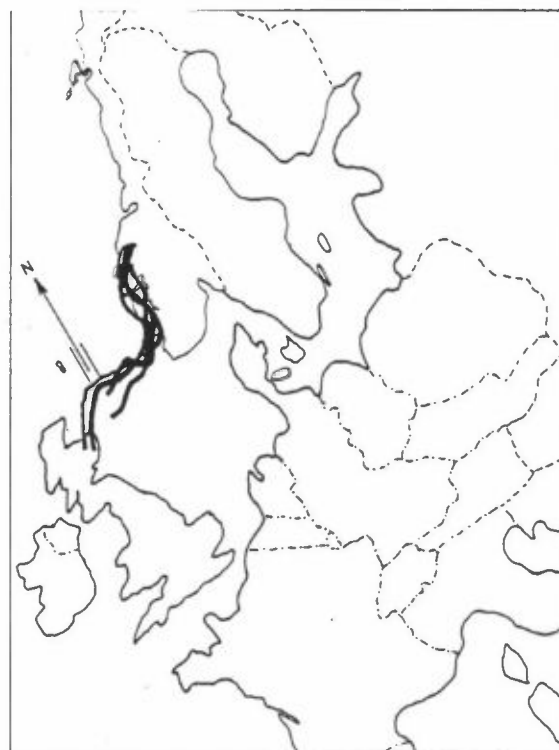
Kårvatn: 20/7, 0820-21/7, 0824



Kårvatn: 26/7, 0820-27/7, 0830

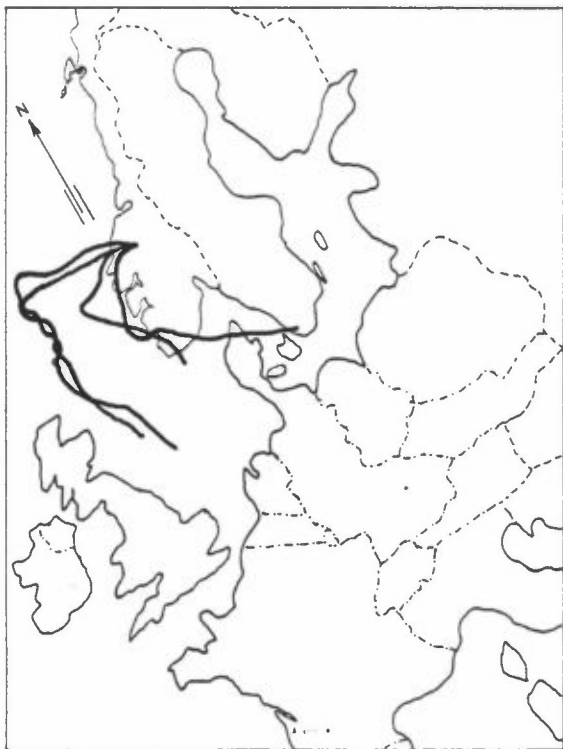


Kårvatn: 1/8, 0815-2/8, 0820

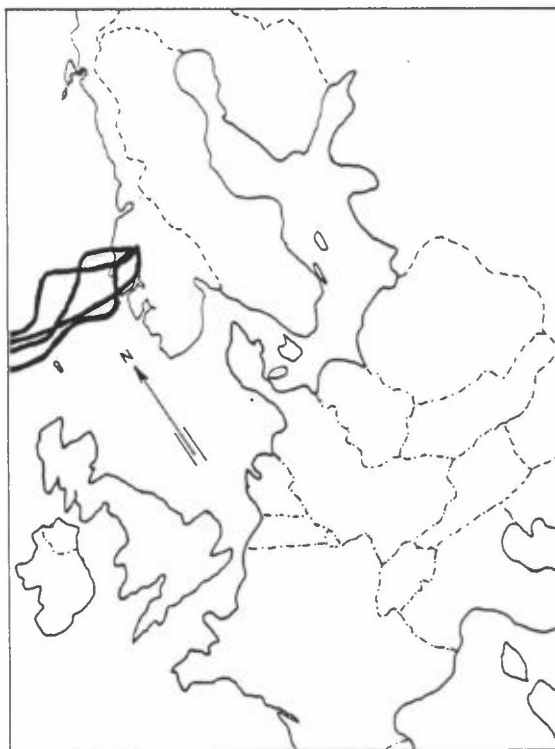


Vedlegg 5, forts.

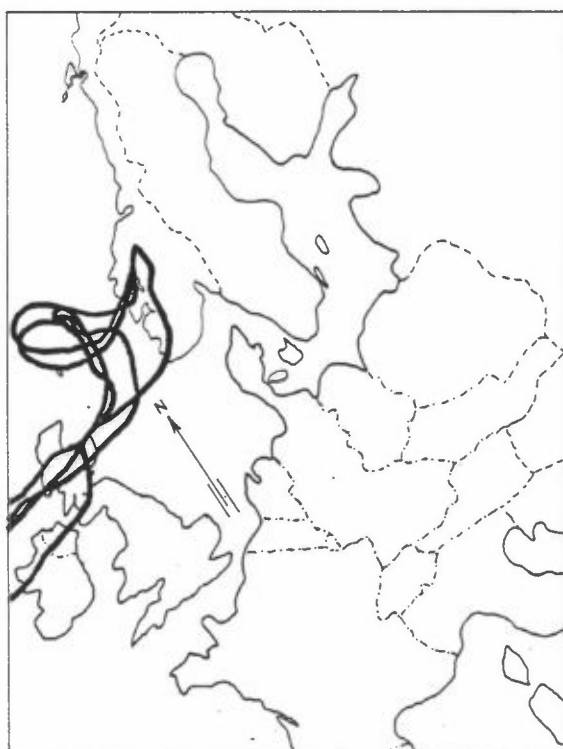
Kårvatn: 7/8, 0820-8/8, 0825



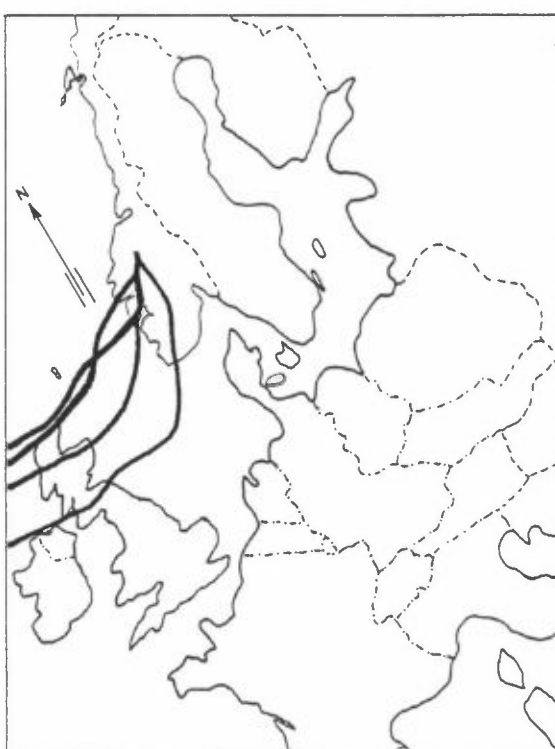
Kårvatn: 13/8, 0815-14/8, 0830



Kårvatn: 19/8, 0815-20/8, 0825



Kårvatn: 25/8, 0830-26/8, 0831



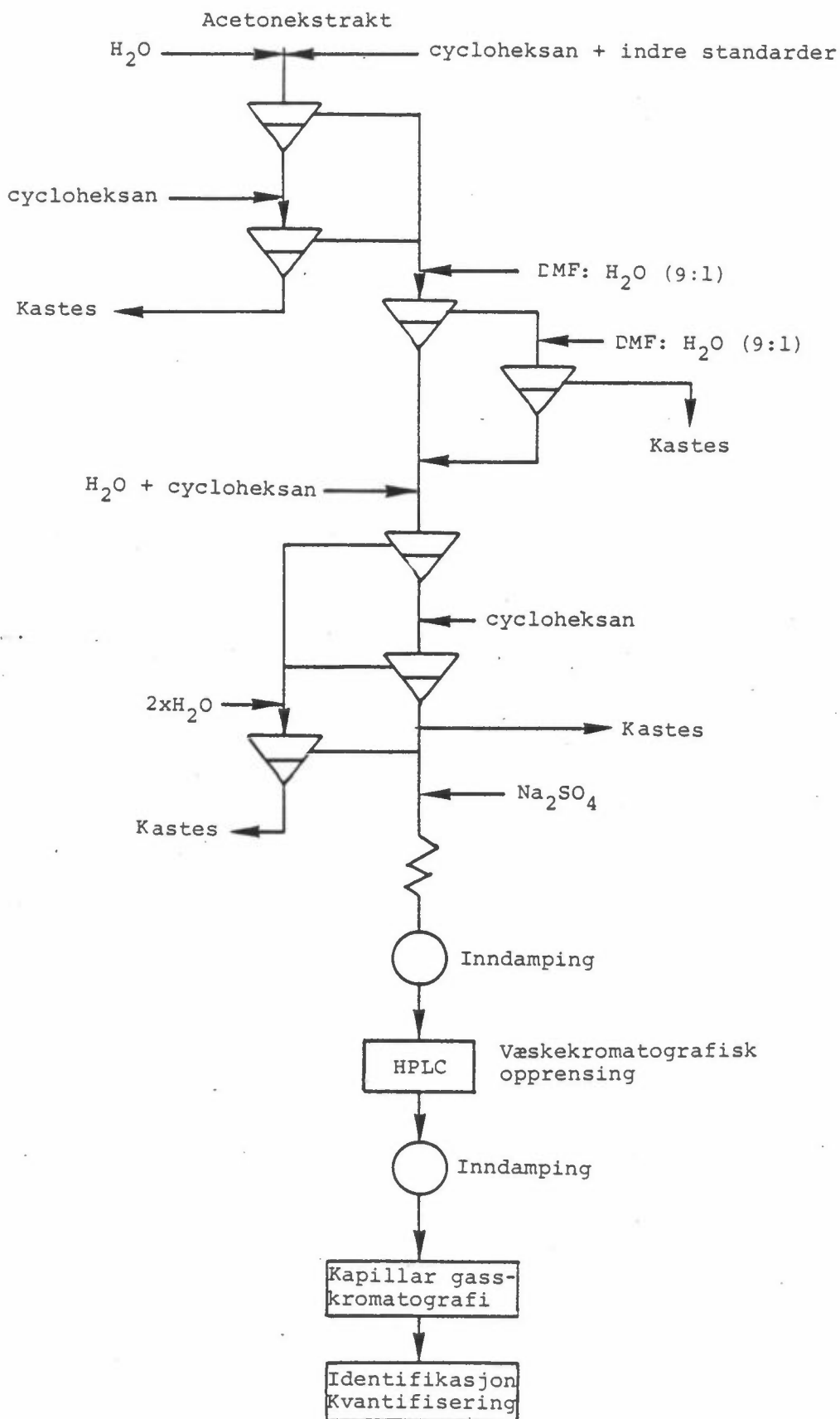
VEDLEGG 6

ANALYSE AV PAH

2/3 av acetonekstraktet ble opparbeidet for PAH-analyse, som beskrevet av Grimmer og Böhnke (28) og Bjørseth (29). Prosedyren er som vist i flytskjemaet. Opparbeidningen gjøres ved væske/væske ekstraksjon av PAH med N,N-dimetylformamid (DMF): vann (9:1) og tilbakeekstraksjon i cycloheksan. Cycloheksanekstraktet dampes inn til ca 1 ml og renses ved hjelp av HPLC på en deaktivert silikakolonne. PAH-komponentene separeres ved høytoppløsende gasskromatografi på kapillarkolonner og detekteres ved flammeionisasjon. Identifikasjon ble gjort ut fra retensjonstider og sammenligning med tidligere massespektrometriske data. Kvantifisering ble foretatt ved å sammenligne elektronisk integrerte topparealer med de to interne standardene.

Vedlegg 6 forts.

Flytskjema for analyse av PAH

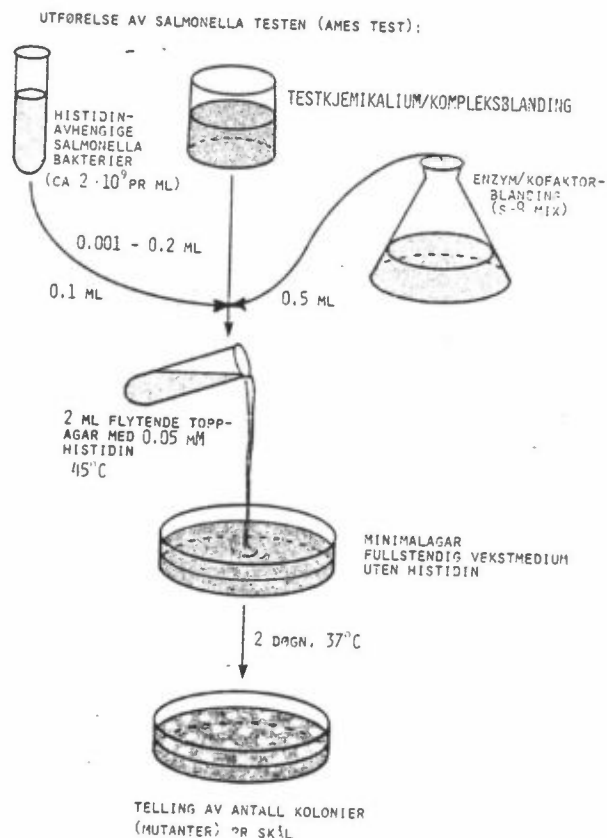


Vedlegg 7: Beskrivelse av Salmonella/mikrosomtesten (Ames' test).

Ames' test (Salmonella-testen) benyttes til orienterende undersøkelser av stoffers mutagene (arvestoffskadende), eventuelt kreftfremkallende virkning. Ved forsøk er det funnet at 80-90% av de stoffer som er kreftfremkallende i dyreforsøk, også er mutagene i Ames' test. Metoden er en korttidstest med Salmonella-bakterier, utviklet av Bruce Ames, Berkeley, California.

Det anvendes spesielle Salmonella-bakterier, som mangler evnen til å gro uten aminosyren histidin, dvs bakteriene formerer seg ikke i fravær av histidin. For å vokse og danne kolonier på et histidin-fritt medium, må bakteriene gjennomgå en mutasjon. Et mutagent stoff vil føre til at et økt antall kolonier vokser opp.

Mange stoffer virker som aktive mutagener eller karsinogener først etter omdanning (metabolisering) i kroppen (indirekte mutagener). Bakterier, som har et meget enklere enzymsystem enn pattedyr, vil normalt ikke metabolisere indirekte mutagener. For å simulere betingelsene i pattedyr, aktiveres testsubstansen ved tilsetning av et leverenzympreparat fra rotter til testsystemet.



HVORDAN TESTES PRØVER I PRAKSIS?

Metoden utføres som beskrevet av Ames et al. (Mutation Research 31, 1975, 347).

Rent eksperimentelt gjøres følgende:

Til et reagensrør med 2 ml smeltet toppagar (45°C) tilsettes 0.1 ml bakteriekultur (ca 10^8 celler) og testsubstans. Det hele blandes raskt og helles over på vekstplater. (Minimalplater kun tilsatt spor av histidin for igangsettelse av vekst.) Til halvparten av skålene tilsettes leverenzymblanding (S9-mix), 25 mg protein/plate. Platene inkuberes ved 37°C, og etter 2 døgn telles antall kolonier (mutanter) på platene. Et vanlig krav til positivt resultat er en fordobling av antall revertanter i forhold til bakgrunnen, eller en lineær doseavhengighet. Prøvene testes i 3-5 doser, med to paralleller pr dose.

For å kontrollere antall spontanmutasjoner, inkluderes plater uten tilsatt testsubstans. Som positive kontroller blir benzo(a)pyren (BaP) og 1-nitropyren (1NP) benyttet.

VEDLEGG 8

HPLC-FRAKSJONERING

Acetonekstraktene ble inndampet til nesten tørrhet under nitrogen, løst i diklormetan (DCM) og fraksjonert på en 300 x 7.8 mm i.d. u-Porasil kolonne (Waters Assoc., USA). Basert på tidligere erfaringer ble det benyttet gradienteluering med n-hexan, DCM og acetonitril (ACN).

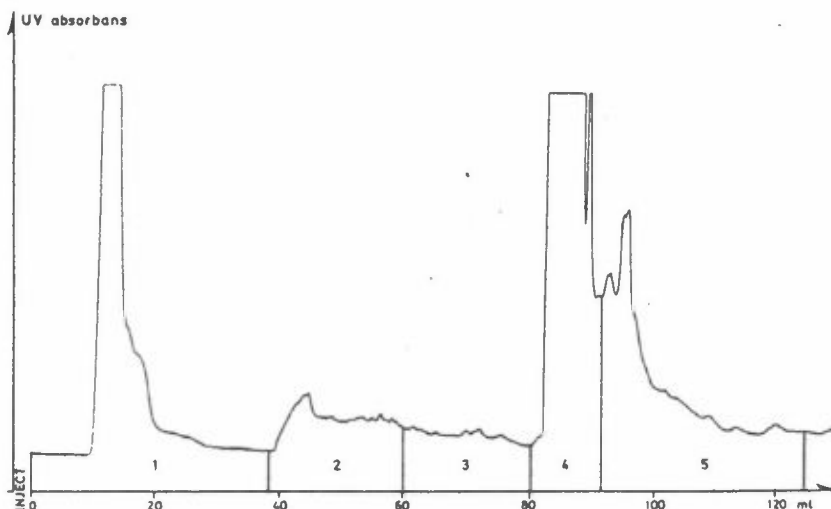
Det ble benyttet et Waters HPLC system bestående av to 6000 A pumper, en KGK injektor, en 720 systemkontroll med 730 datamodul og en modell 440 UV detektor med 254 nm filter.

Alle løsningsmidler var "HPLC grade" fra Rathburn, Skottland. Gradientelueringen besto av 5% DCM i n-hexan i 10 min, med kontinuerlig lineær økning til 100% DCM, innen 19 min, 1 min 100% DCM og så lineær gradient til 100% ACN innen 10 min. Flowhastigheten var 2 ml/min.

Følgende fraksjoner ble samlet opp.

Fraksjon 1 :	0-38 ml
" 2 :	38-60 ml
" 3 :	60-80 ml
" 4 :	80-92 ml
" 5 :	92-125 ml

Figuren viser et typisk kromatogram fra HPLC-fraksjonering av vår prøve, Ås.



VEDLEGG 9 forts.

CONCENTRATION OF APH IN AIR, ng/m³

	15-16/4-82		21-22/4-82		17-18/5-82		3-4/5-82		9-10/5-82		27-28/5-82		7-8/8-82		17-20/8-82	
	F	PUR Tot	F	PUR Tot	F	PUR Tot	F	PUR Tot	F	PUR Tot	F	PUR Tot	F	PUR Tot	F	PUR Tot
1 Naphthalene	0.4		0.7		1.7		4.1		2.9		2.9		2.0		1.1	
2-Methylnaphthalene	0.2		0.4		0.3		0.6		0.5		0.7		0.6		0.2	
3 1-Methylnaphthalene	0.3		0.1		0.3		0.3		0.3		0.3		0.3		0.1	
4 Biphenyl	0.3		0.7		0.2		0.7		0.9		0.4		0.2		0.3	
4b1,8-Dimethylnaphthalene																
Sum identified Bicyclic	2.3	3.3	4.7	4.7	2.6		5.7		4.6		4.3		3.3		1.7	
5 Acenaphthylene																
6 Acenaphthene	0.2		0.5		0.2		1.2		0.6		0.6		1.0		0.3	
7 Fluorene	0.3		1.4		0.8		1.8		1.4		1.3		2.0		0.6	
8 2-Methylfluorene																
9 1-Methylfluorene																
10 Phenanthrene	0.1	1.7	1.8	0.2	1.9	2.1	4.3		1.6		7.7		9.8		1.6	
11 Anthracene							0.2				0.3		0.4			
12 3-Methylphenanthrene									0.1							
13 2-Methylphenanthrene																
14 2-Methylanthracene																
15 4,5-Methyleneanthracene																
16 4- and/or 9-Methylphenanthrene							0.4				0.4		0.7			
17 1-Methylphenanthrene																
17b2-Phenylnaphthalene																
18 Fluoranthene	0.2		0.5	0.2	0.7		0.3		0.3		0.3		0.4		0.2	
19 Benz(e)acenaphthylene ?																
20 Pyrene	0.1		0.2				0.1				0.1		0.2		0.1	
21 Ethylmethylenepheneanthrene ?																
22 Benzo(a)fluorene																
23 Benzo(b)fluorene																
24 4-Methylpyrene																
25 2-Methylpyrene and/or Methylfluoranthene																
26 1-Methylpyrene																
27 Benzo(ghi)fluoranthene																
28 Benzo(c)phenanthrene																
29 Cyclopenteno(cd)pyrene																
30 Benz(a)anthracene																
31 Chrysene and Triphenylene																
32 Benzo(b)fluoranthene																
33 Benzo(j)fluoranthene																
34 Benzo(k)fluoranthene																
35 Benzo(e)pyrene																
36 Benzo(a)pyrene																
37 Perylene																
38 Indeno(1,2,3-cd)pyrene																
39 Dibenz(a,c and/or a,h)anthracenes																
40 Benzo(ghi)perylene																
41 Anthanthrene																
42 Coronene*																
Sum identified PAH	0.1	3.3	3.4	1.1	4.0	5.1	8.8		4.1		11.1		15.2		2.8	
a Dibenzofuran																
b Dibenzothiophene	0.2			0.2	0.2				0.1						0.1	
c Carbazole																
d Benzo(def)benzothiophene ?																
e Benzothionaphthene ?																
f Benzophenanthridine ?																
g Benzo(cd)pyren 6-one																
Sum identified Other POM	0.2	0.2		0.2	0.2	1.0			0.1		0.7		0.8		0.1	
Sum identified Bicyclic, PAH and Other POM	0.1	6.8	6.9	1.1	8.7	10.0	15.2		8.8		16.1		19.3		4.6	

? Identification based on earlier mass spectrometric data; not verified due to the lack of commercially available standards

* High relative standard deviation.

F = filter PUR = polyuretanpropper Tot. = sum F + PUR

VEDLEGG 9 forts.

Stasjon: KARVATN

CONCENTRATION OF APM IN AIR, ng/m³

	15-16/1-82		21-22/4-82		3-4/5-82		9-10/5-82		1-2/8-82		19-20/8-82		F	PUR	Tot
	F	Tot	F	Tot	F	Tot	F	Tot	F	Tot	F	Tot			
1 Naphthalene	1.9		5.1		4.7		3.6		1.8		3.4				
2 2-Methylnaphthalene	0.2		1.1		1.0		0.7		0.5		0.8				
3 1-Methylnaphthalene	0.1		0.6		0.6		0.3		0.3		0.4				
4 Biphenyl	0.4		1.3		1.5		1.2		0.8		1.1				
4,6,8-Dimethylnaphthalene	2.5		8.8		7.8		5.8		4.6		6.4				
Sum identified Bicyclic															
5 Acenaphthylene															
6 Acenaphthene	1.4		4.6		2.0		3.5		4.3		4.2				
7 Fluorene	1.8		8.0		2.2		5.4		7.0		5.4				
8 2-Methylfluorene															
9 1-Methylfluorene	2.8		6.4		1.9		3.4		1.1		6.1				
10 Phenanthrene															
11 Anthracene															
12 3-Methylphenanthrene					0.1		0.1		0.3		0.3				
13 2-Methylphenanthrene															
14 2-Methylanthracene															
15 4,5-Methylenphenanthrene															
16 4- and/or 9-Methylphenanthrene					0.1		0.1		0.3		0.3				
17 1-Methylphenanthrene															
17b2-Phenylnaphthalene															
18 Fluoranthene	0.3		0.5		0.2		0.6		0.8		0.7				
19 Benz(e)acenaphthylene ?															
20 Pyrene	0.1		0.2		0.1		0.1		0.2		0.2				
21 Ethylmethylenphenanthrene ?															
22 Benzo(a)fluorene															
23 Benzo(b)fluorene															
24 4-Methylpyrene															
25 2-Methylpyrene and/or Methylfluoranthene															
26 1-Methylpyrene															
27 Benzo(ghi)fluoranthene															
28 Benzo(c)phenanthrene															
29 Cyclopenteno(cd)pyrene															
30 Benz(a)anthracene															
31 Chrysene and Triphenylene															
32 Benzo(b)fluoranthene															
33 Benzo(j)fluoranthene															
34 Benzo(k)fluoranthene															
35 Benzo(e)pyrene															
36 Benzo(a)pyrene															
37 Perylene															
38 Indeno(1,2,3-cd)pyrene															
39 Dibenz(a,c and/or a,h)anthracenes															
40 Benzo(ghi)perylene															
41 Anthanthrene															
42 Coronene*															
Sum identified PAH	6.4		19.7		6.6		15.3		24.2		16.6				
a Dibenzofuran															
b Dibenzothiophene															
c Carbazole															
d Benzo(def) dibenzothiophene ?	0.3		0.3				0.5		0.6		0.2				
e Benzo(h)anthracene ?															
f Benzophenanthridine ?															
g Benzo(cd)pyren 6-one															
Sum identified Other POM	0.2		0.3				0.5		0.6		0.2				
Sum identified Bicyclic, PAH and Other POM	9.2		28.9		14.4		21.6		28.8		23.2				

? Identification based on earlier mass spectrometric data; not verified due to the lack of commercially available standards
 * High relative standard deviation.

F = filter PUR = polyuretanpropper Tot. = sum F + PUR

Vedlegg 10

Mutagenitetstesting av filterprøver. Resultatene er uttrykt som netto mutanter/plate, idet verdien for spontanmutasjonene er trukket fra. Tallene i parentes angir antall paralleller. Tall merket * er ikke medtatt i beregningen av prøvens mutagenitet. Resultatene for spontanmutasjoner og positive kontroller representerer middelerverdien av alle forsøkene. Prøvene er løst i 0.5 eller 1 ml DMSO¹.

PRØVE	NETTO MUTANTER/PLATE, TA98									
	20 µl		40 µl		80 µl		120 µl		200 µl	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9
<u>Nordahl Bruns gate</u>										
3-4/5-82	5(1)*	15(1)*	24(1)	56(1)	44(1)	63(1)				133(1)
27-28/5-82	5(1)*	13(1)*	21(1)	35(1)	38(1)	51(1)				
14-15/7-82			25(3)	35(3)	53(1)	53(3)	139(1)	91(1)		
20-21/7-82			20(3)	32(3)	22(3)*	49(3)	65(1)	67(1)		
26-27/7-82			8(3)*	9(3)*	13(3)*	29(3)	37(1)	50(1)		
29-38/7-82										
1-2/8-82			21(3)	69(3)	63(3)	78(3)	136(1)	101(1)		
13-14/8-82	10(1)*	9(1)*	17(1)*	42(1)	55(1)	80(1)		116(1)		
<u>City, Fredrikstad</u>										
3-4/5-82	13(1)*	37(2)	38(1)	73(2)	64(1)	143(2)				
14-15/7-82			20(3)	34(3)	21(3)*	48(3)	71(1)	62(1)		
20-21/7-82			16(3)*	38(3)	28(3)	59(3)	40(1)	51(1)		
26-27/7-82			12(3)*	19(2)*	8(3)*	9(3)*	48(1)	44(1)		
1-2/8-82			28(3)	35(3)	66(3)	63(1)	101(1)	119(1)		
7-8/8-82			12(3)*	23(3)	16(3)*	41(3)	37(1)	50(1)		
13-14/8-82	-3(1)*	2(1)*	-1(1)*	14(1)*	14(2)*	9(2)*	6*		25(1)	30(1)
<u>Ås, Grenland</u>										
21-22/4-82	15(1)	8(1)*	1(1)	16(1)*	9(1)	26(1)		39(1)		
2-3/5-82	1(1)*	-7(1)*	9(1)*	20(1)	11(2)*	33(2)			25(1)	58(1)
14-15/7-82			16(1)	-2(1)	3(1)	-5(1)	11(1)	-4(1)		
29-30/7-82			6(1)	4(1)	6(1)	5(1)	12(1)	-2(1)		
1-2/8-82			21(3)	25(3)	30(3)	46(3)	41(1)	64(1)		
7-8/8-82	-1(1)*	17(1)*	15(1)*	34(1)	38(1)	41(1)			46(1)	65(1)
13-14/8-82	0(1)	-6(1)	3(1)	8(1)	7(2)	6(2)			5(1)	-4(1)
<u>Birkenes</u>										
15-16/4-82	5(1)	7(1)	1(1)	-6(1)	2(2)	8(2)		3(1)	-8(1)	4(1)
21-22/4-82	25(2)	161(2)	44(2)	319(2)	139(2)	655(2)				
27-28/4-82	-7(1)	10(1)	-4(1)	8(1)	2(2)	1(2)		0(1)	-6(1)	5(1)
3-4/5-82	-2(1)	3(1)	1(1)	3(1)	2(2)	20(2)		2(1)	4(1)	18(1)
9-10/5-82	4(1)	17(1)	10(1)	-3(1)	1(1)	15(1)				7(1)
27-28/5-82	4(2)	15(2)	7(2)	12(2)	13(2)	11(2)			-10(1)	3(1)
7-8/8-82	10(2)	15(2)	3(2)	29(2)	10(2)	38(2)			30(1)	41(1)
<u>Kårvaen</u>										
15-16/4-82	13(1)	6(1)	-5(1)	20(1)	1(2)	-6(2)		-3(1)	-1(1)	9(1)
21-22/4-82	2(1)	-8(1)	6(1)	11(1)	-1(2)	10(2)		8(1)	10(1)	10(1)
3-4/5-82	-1(1)	9(1)	1(1)	6(1)	1(2)	1(2)		-2(1)	4(1)	-3(1)
9-10/5-82	-5(2)	13(2)	0(2)	5(2)	10(2)	10(2)			4(1)	-2(1)
1-2/8 82	0(2)	7(2)	-2(2)	10(2)	-3(2)	8(2)			-10(1)	-6(1)
Spontanmutasjoner	- S9	- S9								
	30	29								
<u>Positive kontroller:</u>										
5 µg BaP ²	384									
10 ng INP ³		355								

1: DMSO = dimetylsulfoksyd

2: BaP = benzo(a)pyren

3: INP = 1-nitropyren

Vedlegg 11

Mutagenitetstesting av filterprøver. Resultatene er uttrykt som netto mutanter/plate, idet verdiene for spontanmutasjon er trukket fra. Tallene i parentes angir antall paralleller.

PRØVE	VOLUM	NETTO MUTANTER PR. PLATE	
		TA98NR	TA98/1.8DNP ₆
Nordahl Bruns gate Samleprøve sommer	50 µl	ikke testet	39
Nordahl Bruns gate samleprøve vår	50 µl	20 (2)	19 (2)
Nordahl Bruns gate 27-28/5	80 µl	29 (1)	7 (1)
Nordahl Bruns gate 13-14/8	80 µl	28 (2)	8 (2)
City, Fredrikstad samleprøve vår	50 µl	20 (2)	6 (2)
City, Fredrikstad 3-4/5	80 µl	70 (2)	46 (2)
Ås, Grenland samleprøve vår	50 µl	29 (2)	27 (2)
Ås, Grenland 7-8/8	50 µl	39 (2)	18 (2)
Birkenes 21-22/4	40 µl	316 (2)	127 (2)
Spontanmutasjoner		29 (5)	18 (5)
<u>Positive kontroller</u> 100 ng 1-NP		215 (3)	111 (3)

Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver. Resultatene er uttrykt som netto revertanter/plate, idet verdiene for spontanmutasjonene er trukket fra. Tallene i parentes angir antall parallelleler. Tall merket * er ikke medtatt i beregningen av prøvens mutagenitet. Resultatene for spontanmutasjoner og positive kontroller representerer middelveidien av alle forsøkene. Alle prøvene er løst i ca 1 ml DMSO.

	NETTO MUTANTER/PLATE. TA98					
	10 µl		20 µl		50 µl	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9
SAMLEPRØVER, VÅR						
Nordahl Bruns gate	13(3)*	21(3)*	11(3)*	7(3)*	43(1)	41(1)
City, Fredrikstad	9(3)*	11(3)*	22(3)	13(3)*	33(2)	55(3)
Ås, Grenland	12(3)*	27(3)	23(3)	48(2)	42(1)	66(1)
	40 µl		80 µl		100 µl	
SAMLEPRØVER, SOMMER						
Nordahl Bruns gate	33(3)	84(3)	48(3)	183(3)	70(1)	234(1)
City, Fredrikstad	14(1)	- 7(1)	3(1)	6(1)	15(1)	- 3(1)
Ås, Grenland	11(1)	- 16(1)	12(1)	- 6(1)	7(1)	- 11(1)
Spontanmutasjoner	23	29				
Positive kontroller:						
5 µg BaP ²	315					
100 ng INP ³		296				

1: DMSO = dimetylsulfoksyd

2: BaP = benzo(a)pyren

3: INP = 1-nitropyren

Vedlegg 13

Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver etter fraksjonering på HPLC¹. Resultatene er uttrykt som netto mutanter/plate, idet verdiene for spontanmutasjonene er trukket fra. Tallene i parentes angir antall paralleller. Tall merket * er ikke medtatt i beregningen av prøvens mutagenitet. Resultatene for spontanmutasjoner og positive kontroller representerer middelveiden av alle forsøkene. Alle vår-prøvene er løst i .1 ml DMSO², mens sommerprøvene er løst i 0.5 ml DMSO.

PRØVE	NETTO MUTANTER/PLATE TA98							
	10 µl		20 µl		50 µl		100 µl	
	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9
<u>Nordahl Bruns gate vår</u>								
Fraksjon I	13(1)	- 7(1)	1(1)	3(1)	- 1(1)	12(1)		
Fraksjon II	17(1)	- 5(1)	- 1(1)	- 6(1)	11(2)	6(2)	18(1)	20(1)
Fraksjon III	2(1)	- 6(1)*	1(1)	7(1)*	16(2)	24(2)	12(1)	42(1)
Fraksjon IV	- 3(1)*	2(1)*	10(1)*	31(1)	34(2)	44(2)	81(1)	81(1)
Fraksjon V	- 1(1)	- 2(1)	3(1)	8(1)	6(2)	15(2)	12(1)	13(1)
<u>City, Fredrikstad vår</u>								
Fraksjon I	8(1)	18(1)	- 3(1)	- 1(1)	2(1)	- 3(1)		
Fraksjon II	6(1)*	- 6(1)*	- 2(1)*	12(1)*	17(2)*	46(2)	20(1)	84(1)
Fraksjon III	2(1)	7(1)*	- 2(1)	- 6(1)*	8(2)	15(2)*	4(1)	24(1)
Fraksjon IV	5(1)*	3(1)*	24(3)	51(3)	30(3)	79(3)		
Fraksjon V	2(1)	5(1)*	0(1)	3(1)*	9(2)	18(2)*	5(1)	38(1)
<u>Ås, vår</u>								
Fraksjon I	2(1)	- 3(1)	2(1)	20(1)	6(1)	- 6(1)		
Fraksjon II	16(3)*	39(3)	51(3)	58(3)	101(1)	148(1)		
Fraksjon III	3(1)*	6(1)*	12(3)*	34(3)	32(3)	66(3)		
Fraksjon IV	17(1)*	9(1)*	27(2)	29(3)	48(3)	87(3)		
Fraksjon V	0(1)	11(1)	2(1)	- 4(1)	7(1)	12(1)		
<u>Nordahl Bruns gate sommer</u>								
Fraksjon I	4(1)	19(1)	- 11(1)	9(1)	- 2(1)	16(1)		
Fraksjon II	6(2)	26(2)	6(2)	29(2)	- 1(1)	106(1)		
Fraksjon III	8(2)*	30(2)	13(2)*	49(2)	24(1)	222(1)		
Fraksjon IV	10(2)*	38(1)	20(2)	44(1)	42(1)	65(1)		
Fraksjon V	9(2)*	17(2)*	6(2)*	26(2)	23(1)	60(1)		
Spontanmutasjoner	+ S9 34	- S9 35						
<u>Positive kontroller:</u>								
5 µg BaP ³	352							
100 ng LNP ⁴		374						

1 : HPLC = high performance liquid chromatography

3 : BaP = benzo(a)pyrene

2 : DMSO = dimetylsulfoksyd

4 : LNP = 1-nitropyren

Vedlegg 14

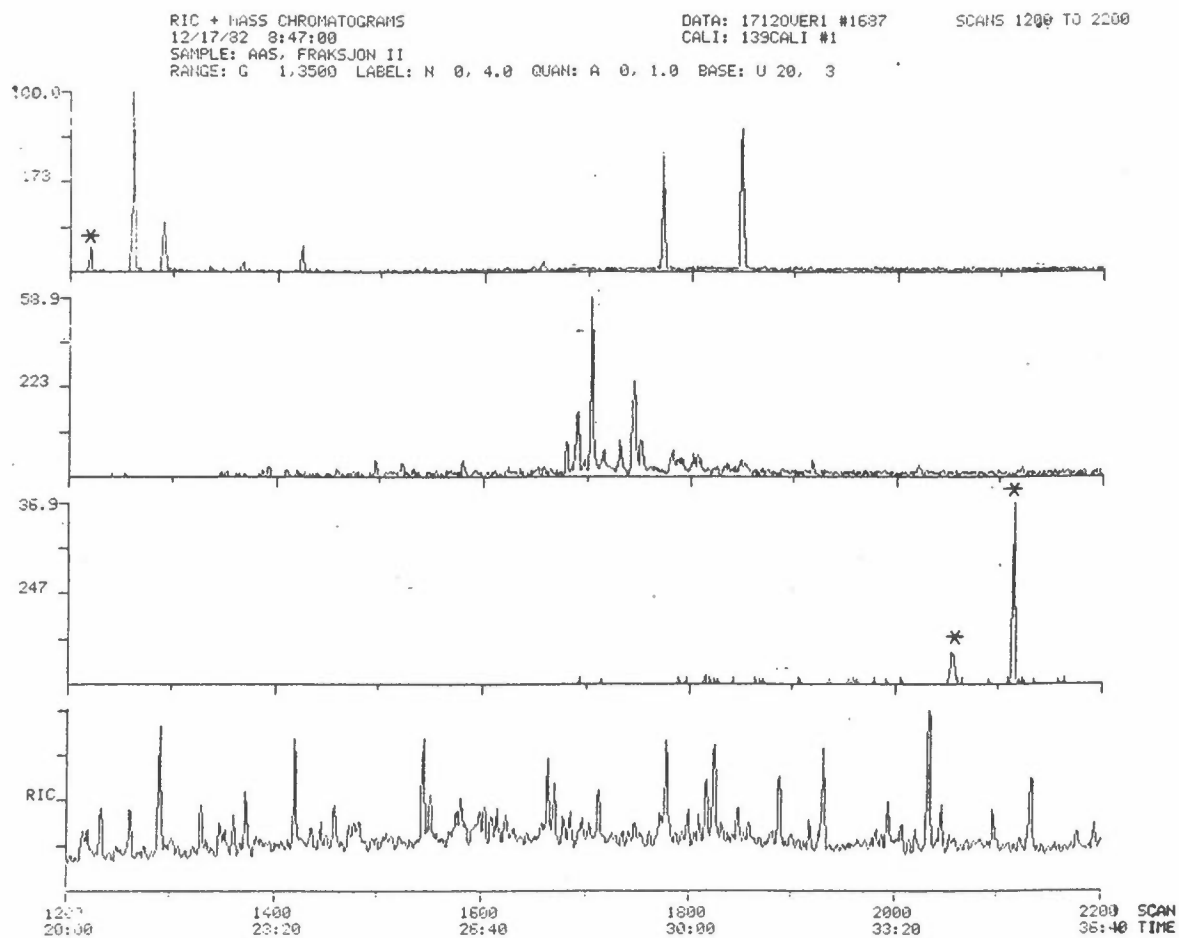
Mutagenitetstesting av sammenslåtte filterprøver etter fraksjonering på HPLC¹. Resultatene er uttrykt som netto mutanter/plate, idet verdiene for spontanmutasjon er trukket fra. Tallene representerer middelverdien av to paralleller.

PRØVE	VOLUM	NETTO MUTANTER PR. PLATE	
		TA98NR	TA98/1.8DNP ₆
<u>Nordahl Bruns gate, sommer</u>	50 µl		
II	"	16	12
III	"	106	41
IV	"	41	16
V	"	13	6
<u>Nordahl Bruns gate, vår</u>			
II	"	- 3	2
III	"	2	3
IV	"	30	12
V	"	- 5	3
<u>City, Fredrikstad, vår</u>			
II	"	43	11
III	"	10	7
IV	"	32	18
V	"	2	1
<u>Ås, vår</u>			
II	"	63	53
III	"	45	10
IV	"	20	18
V	"	26	- 4
Spontanmutasjoner		29	18
<u>Positiv kontroll</u>			
100 ng 1-NP		215	111

¹ HPLC: high performance liquid chromatography

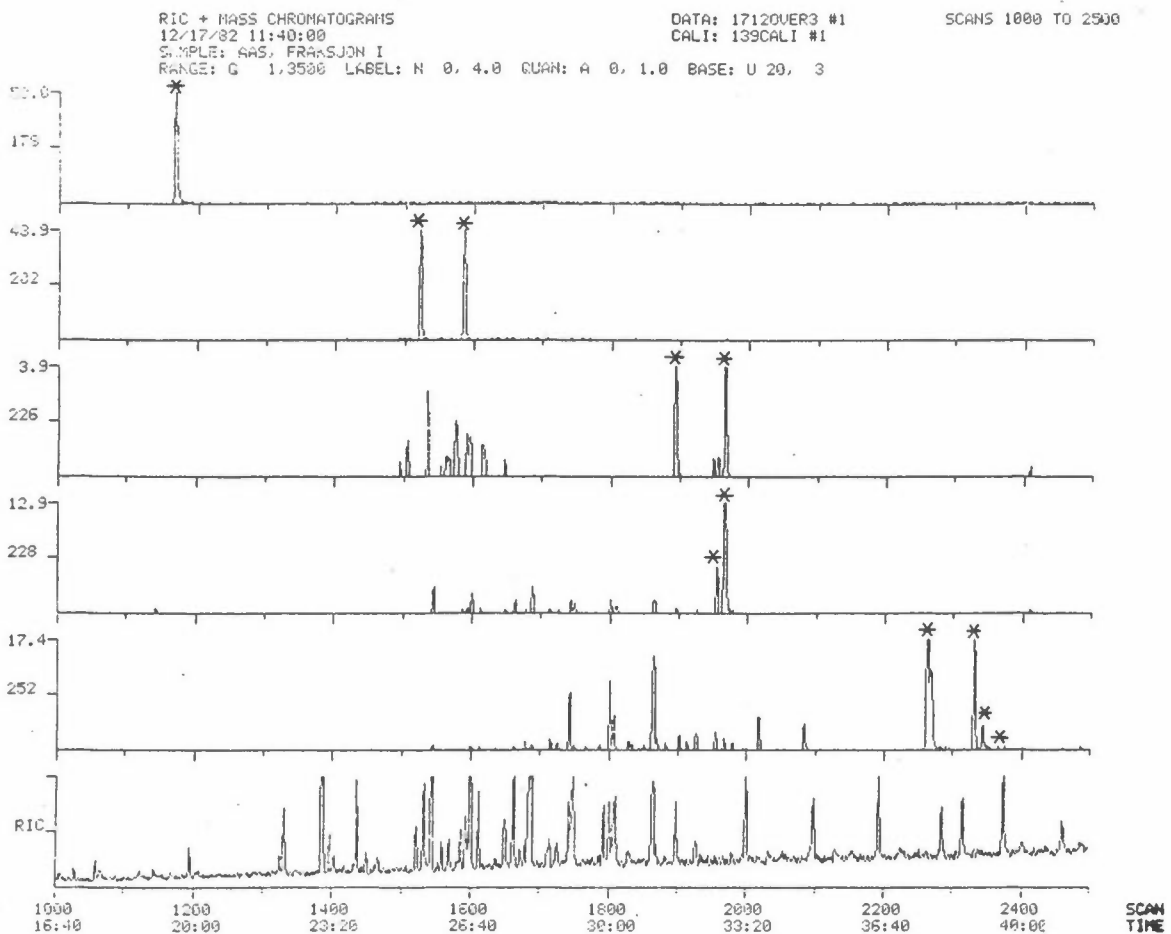
Vedlegg 15

Totalt ionestrømkromatogram (nederst) og massekromatogrammer for utvalgte nitro-PAH: Nitronaftalen (173), nitroantracen/ fenantren (223) og nitropyren/fluoranten (247). Forbindelsene er markert med *. Fraksjon II, Ås, Grenland.

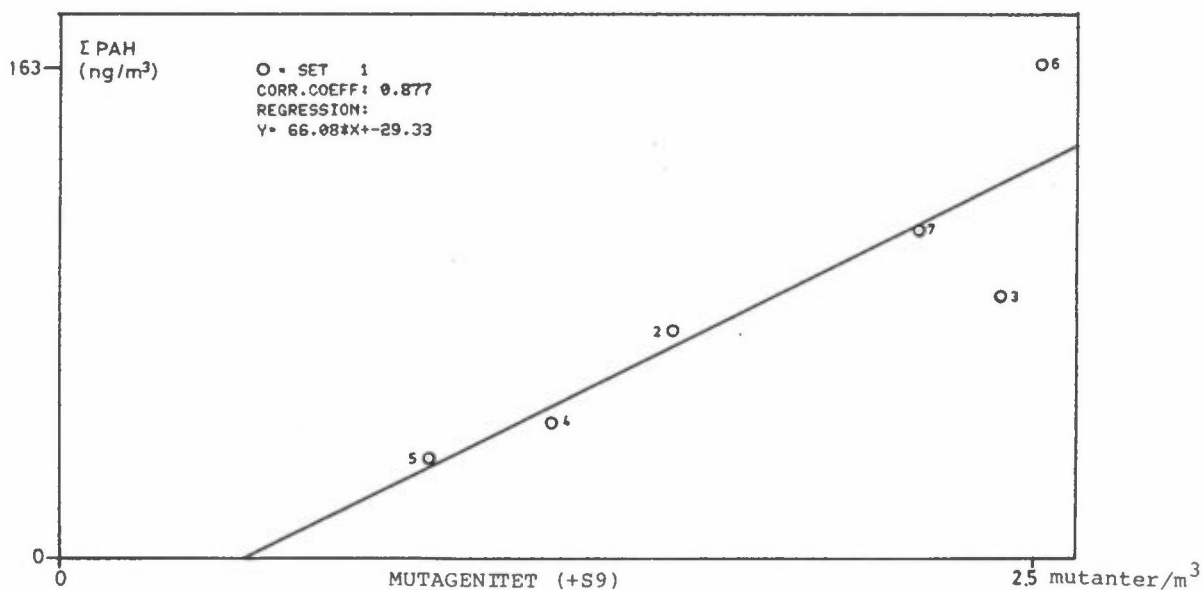


Vedlegg 16

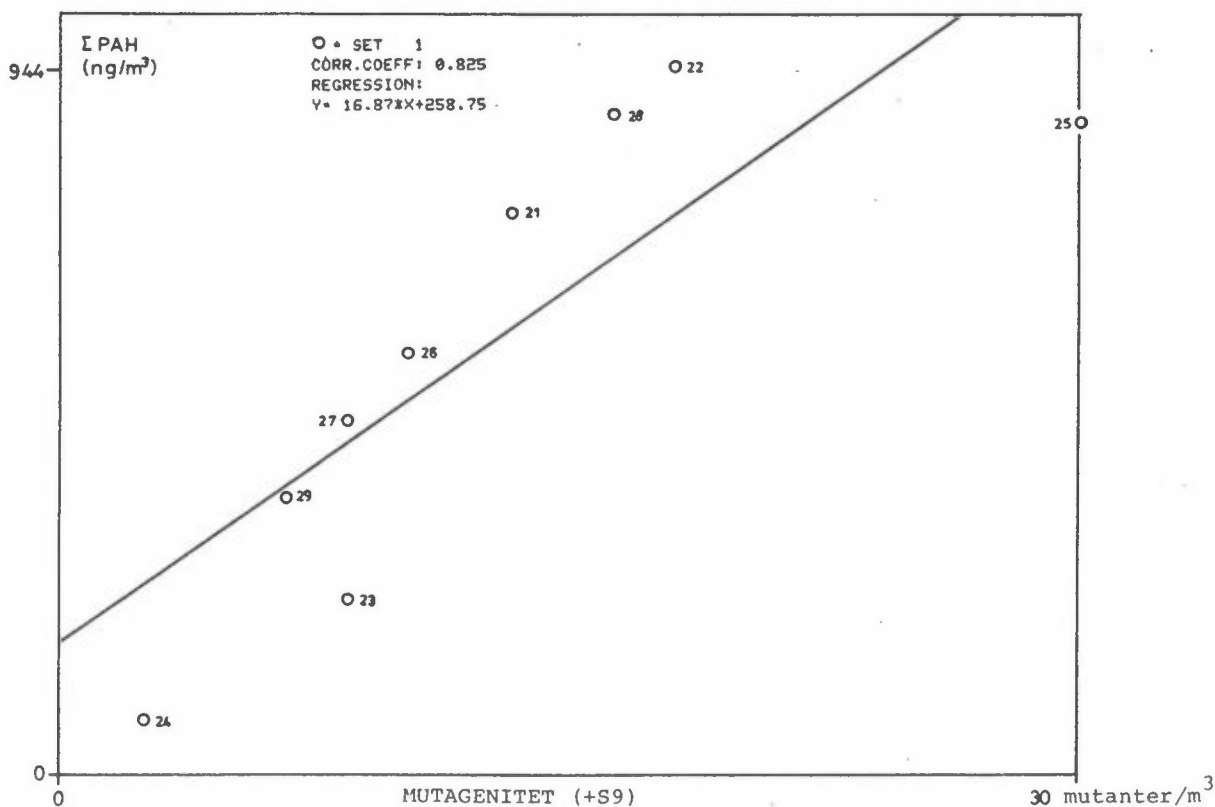
Totalt ionestrømskromatogram (nederst) og massekromatogrammer for utvalgte PAH: Fenantren/antracen (178), pyren/fluoranten (202), benzo(ghi)fluoranten/cyklopenta(cd)pyren (226), benz(a)antracen/krysen/trifenylen (228), benzo(b,j,k)fluoranten/benzo(e og a)pyren/perylen (252). Forbindelsene er markert med * . Fraksjon I, Ås, Grenland.



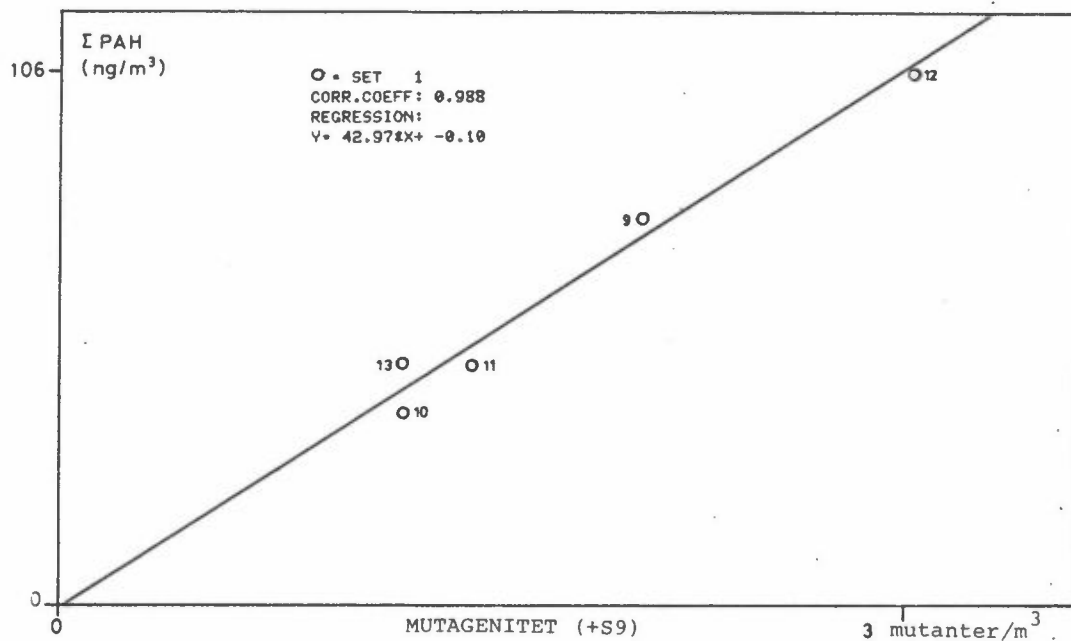
Vedlegg 17a: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og mutagenitet for Nordahl Brunsgt, Oslo, sommer (27.5-14.8.82)



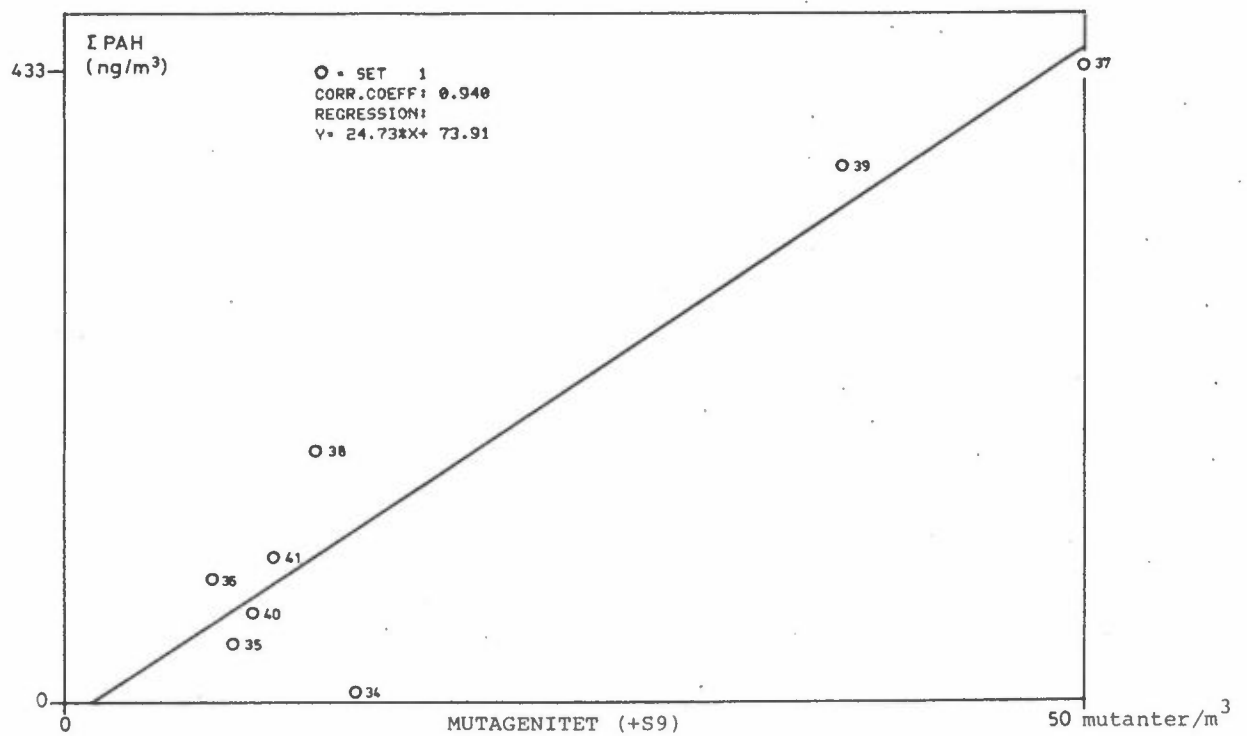
VEDLEGG 17b: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og mutagenitet for Nordahl Brunsgt, Oslo, vinter (31.10.81-4.1.82).



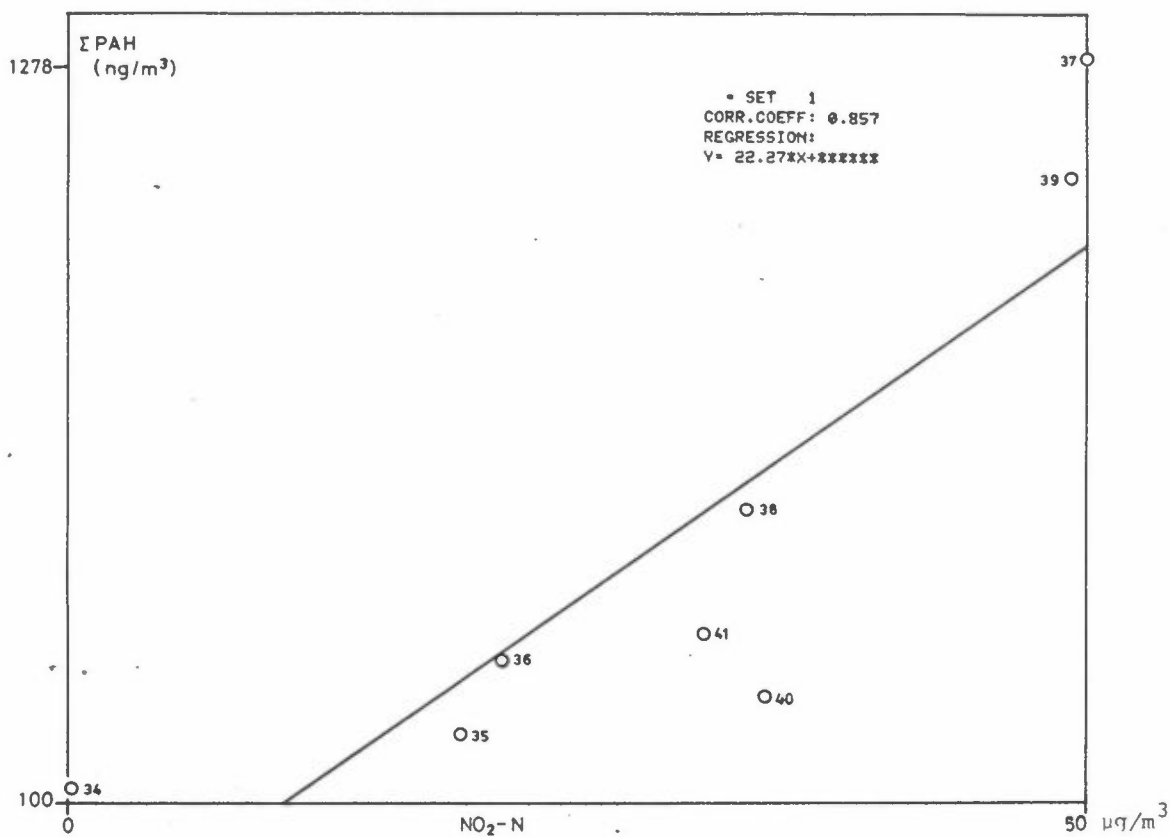
Vedlegg 18a: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og mutagenitet for City, Fredrikstad, sommer (14.7-8.8.82).



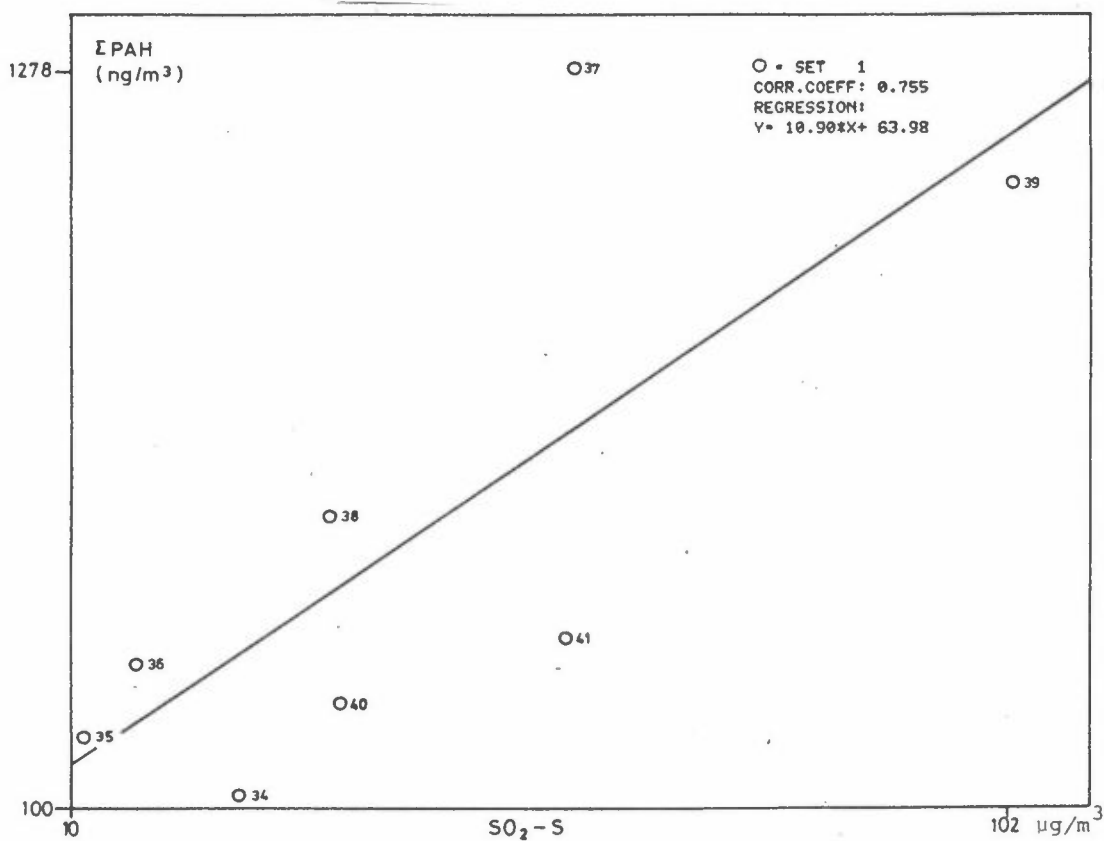
Vedlegg 18b: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og mutagenitet for City, Fredrikstad, vinter (17.11-30.12.82).



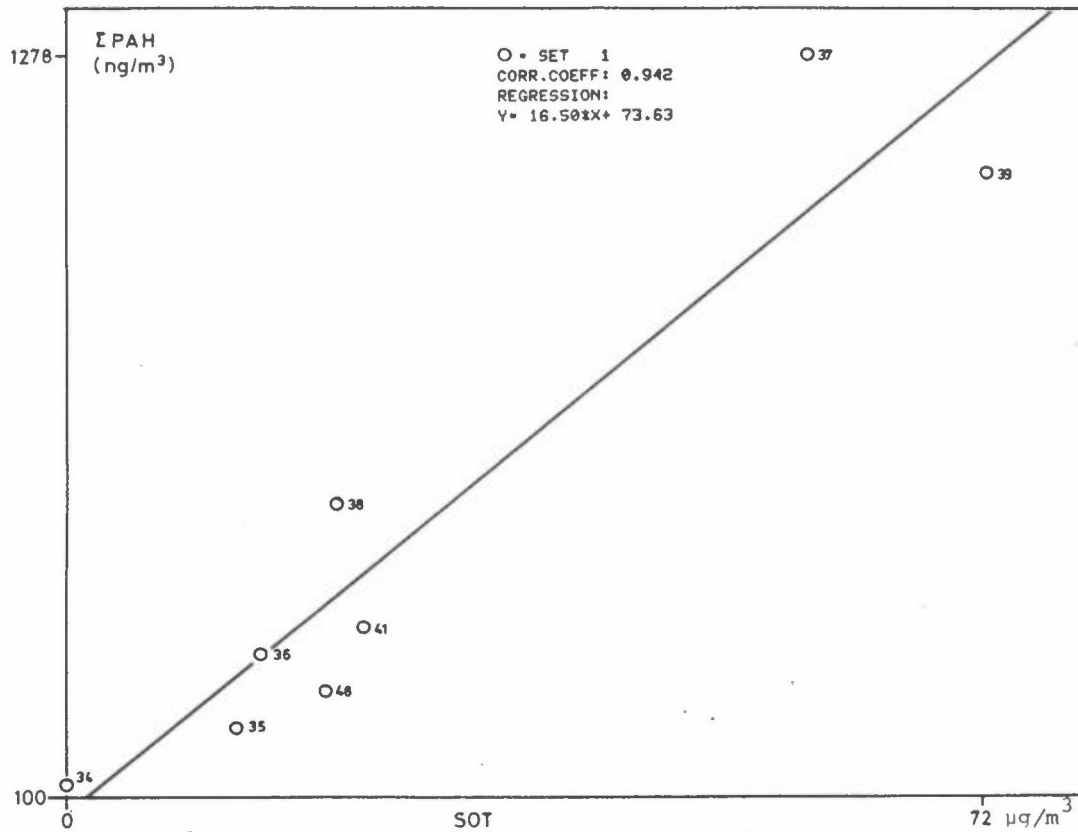
Vedlegg 19a: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og konsentrasjonen av NO_2 -N for City, Fredrikstad, vinter (17.11-30.12.82).



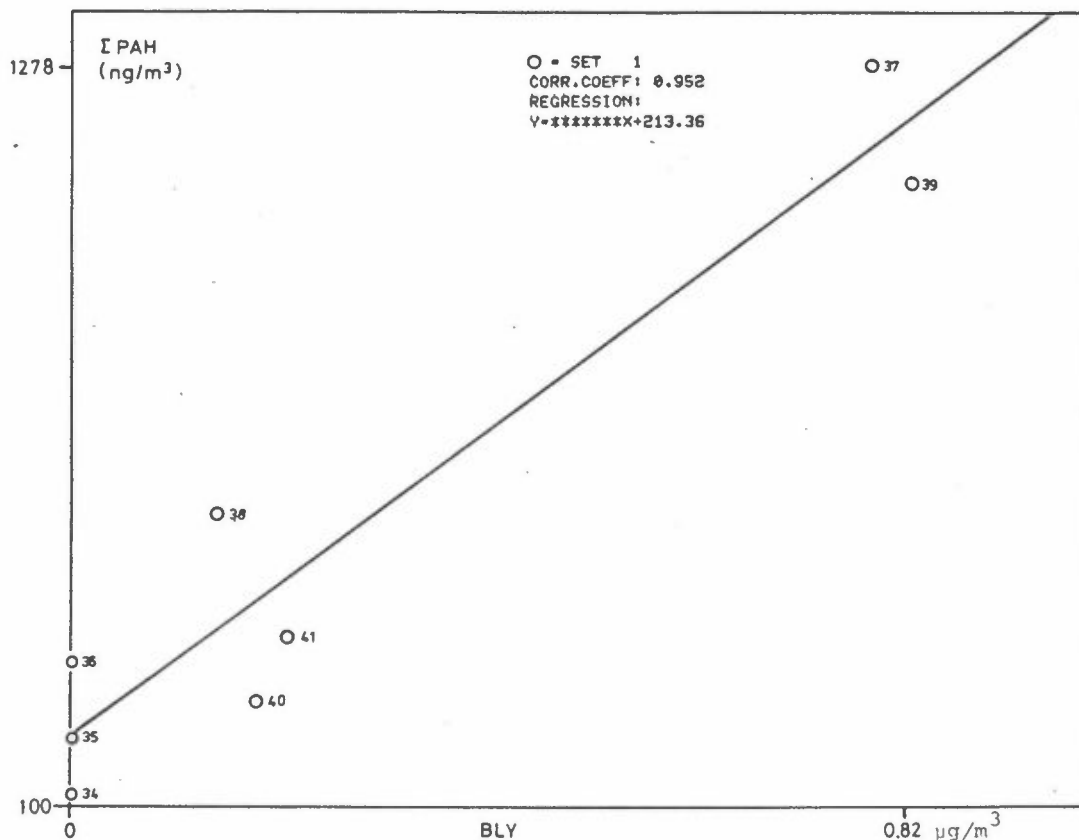
Vedlegg 19b: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og konsentrasjonen av SO_2 -S for City, Fredrikstad, vinter (17.11-30.12.82).



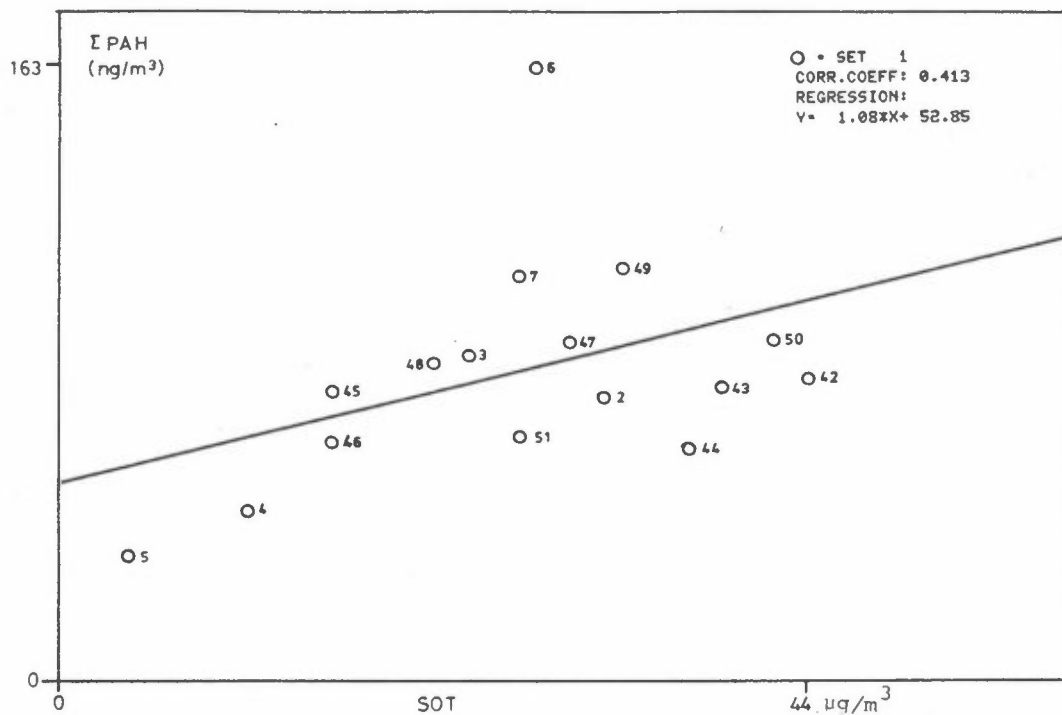
Vedlegg 20a: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og konsentrasjonen av sot for City, Fredrikstad, vinter (17.11-30.12.82).



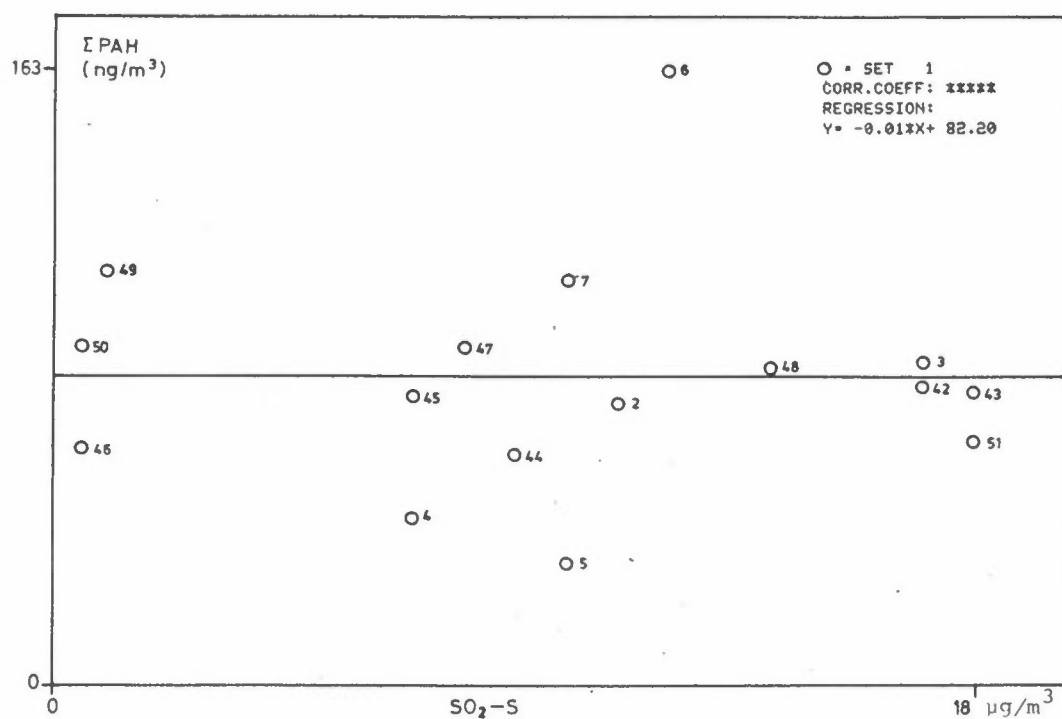
Vedlegg 20b: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og konsentrasjonen av bly for City, Fredrikstad, vinter (17.11-30.12.82).



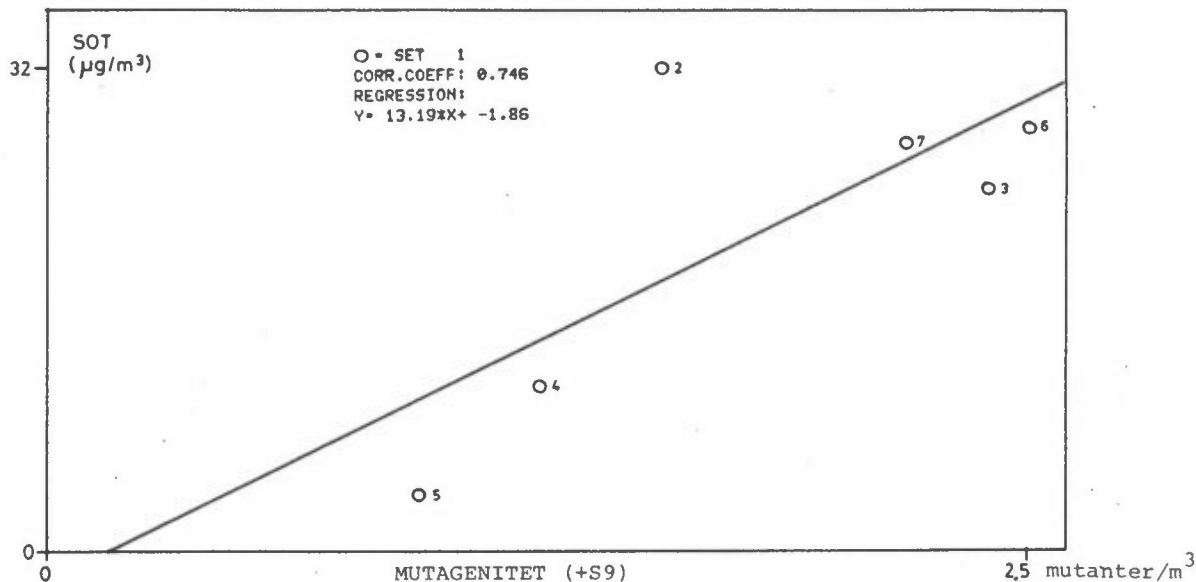
Vedlegg 21a: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og konsentrasjonen av sot for Nordahl Brunsgt., Oslo, sommer (15.4-26.8.82).



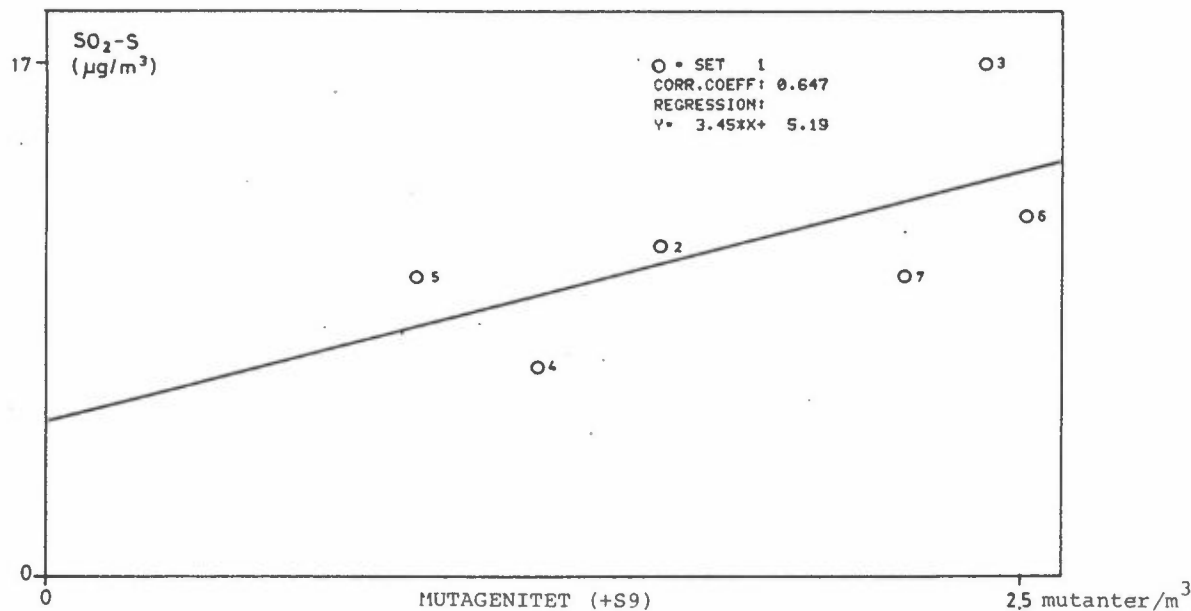
Vedlegg 21b: Regresjonsanalyse mellom Σ PAH og konsentrasjonen av SO₂-S for Nordahl Brunsgt., Oslo, sommer (3.5-26.8.82).



Vedlegg 22a: Regresjonsanalyse mellom sot-konsentrasjonen og mutagenitet for Nordahl Brunsgt., Oslo, sommer (27.5-14.8.82).



Vedlegg 22b: Regresjonsanalyse mellom konsentrasjonen av SO₂-S og mutagenitet for Nordahl Brunsgt., Oslo, sommer (27.5-14.8.82).



Vedlegg 23:

Oversikt over de prøver som er med i regresjonsanalysene.

Prøvenummer, stasjonsnavn og dato angitt.

SAMPLE LINE 2 SA;INGER;OV-1;SAMPLE,NB-1;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,MAY 27 28;*	SAMPLE LINE 36 SA;INGER;OV-35;SAMPLE,CITY-9;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,NOV 29 30;*
SAMPLE LINE 3 SA;INGER;OV-2;SAMPLE,NB-2;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,JUL 14 15;*	SAMPLE LINE 37 SA;INGER;OV-36;SAMPLE,CITY-10;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,DES 05 06;*
SAMPLE LINE 4 SA;INGER;OV-3;SAMPLE,NB-3;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,JUL 20 21;*	SAMPLE LINE 38 SA;INGER;OV-37;SAMPLE,CITY-11;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,DES 11 12;*
SAMPLE LINE 5 SA;INGER;OV-4;SAMPLE,NB-4;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,JUL 26 27;*	SAMPLE LINE 39 SA;INGER;OV-38;SAMPLE,CITY-12;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,DES 17 18;*
SAMPLE LINE 6 SA;INGER;OV-5;SAMPLE,NB-5;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,AUG 01 02;*	SAMPLE LINE 40 SA;INGER;OV-39;SAMPLE,CITY-13;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,DES 23 24;*
SAMPLE LINE 7 SA;INGER;OV-6;SAMPLE,NB-6;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,AUG 13 14;*	SAMPLE LINE 41 SA;INGER;OV-40;SAMPLE,CITY-14;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,DES 29 30;*
SAMPLE LINE 8 SA;INGER;OV-7;SAMPLE,CITY-1;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,MAY 03 04;*	SAMPLE LINE 42 SA;INGER;OV-41;SAMPLE,NB-16;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,APR 15 16;*
SAMPLE LINE 9 SA;INGER;OV-8;SAMPLE,CITY-2;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,JUL 14 15;*	SAMPLE LINE 43 SA;INGER;OV-42;SAMPLE,NB-17;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,APR 21 22;*
SAMPLE LINE 10 SA;INGER;OV-9;SAMPLE,CITY-3;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,JUL 20 21;*	SAMPLE LINE 44 SA;INGER;OV-43;SAMPLE,NB-18;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,APR 27 28;*
SAMPLE LINE 11 SA;INGER;OV-10;SAMPLE,CITY-4;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,JUL 26 27;*	SAMPLE LINE 45 SA;INGER;OV-44;SAMPLE,NB-19;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,MAY 09 10;*
SAMPLE LINE 12 SA;INGER;OV-11;SAMPLE,CITY-5;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,AUG 01 02;*	SAMPLE LINE 46 SA;INGER;OV-45;SAMPLE,NB-20;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,MAY 15 16;*
SAMPLE LINE 13 SA;INGER;OV-12;SAMPLE,CITY-6;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,AUG 07 08;*	SAMPLE LINE 47 SA;INGER;OV-46;SAMPLE,NB-21;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,MAY 21 22;*
SAMPLE LINE 14 SA;INGER;OV-13;SAMPLE,AAS-1;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,APR 21 22;*	SAMPLE LINE 48 SA;INGER;OV-47;SAMPLE,NB-22;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,AUG 07 08;*
SAMPLE LINE 15 SA;INGER;OV-14;SAMPLE,AAS-2;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,MAY 02 03;*	SAMPLE LINE 49 SA;INGER;OV-48;SAMPLE,NB-23;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,AUG 19 20;*
SAMPLE LINE 16 SA;INGER;OV-15;SAMPLE,AAS-3;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,JUL 14 15;*	SAMPLE LINE 50 SA;INGER;OV-49;SAMPLE,NB-24;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,AUG 25 26;*
SAMPLE LINE 17 SA;INGER;OV-16;SAMPLE,AAS-4;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,JUL 29 30;*	SAMPLE LINE 51 SA;INGER;OV-50;SAMPLE,NB-25;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,MAY 03 04;*
SAMPLE LINE 18 SA;INGER;OV-17;SAMPLE,AAS-5;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,AUG 01 02;*	SAMPLE LINE 52 SA;INGER;OV-51;SAMPLE,CITY-15;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,APR 15 16;*
SAMPLE LINE 19 SA;INGER;OV-18;SAMPLE,AAS-6;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,AUG 07 08;*	SAMPLE LINE 53 SA;INGER;OV-52;SAMPLE,CIT-16;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,APR 21 22;*
SAMPLE LINE 20 SA;INGER;OV-19;SAMPLE,AAS-7;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,AUG 13 14;*	SAMPLE LINE 54 SA;INGER;OV-53;SAMPLE,CITY-17;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,APR 27 28;*
SAMPLE LINE 21 SA;INGER;OV-20;SAMPLE,NB-7;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,OKT 31 NOV 01;*	SAMPLE LINE 55 SA;INGER;OV-54;SAMPLE,CIT-18;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,MAY 09 10;*
SAMPLE LINE 22 SA;INGER;OV-21;SAMPLE,NB-8;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,NOV 08 09;*	SAMPLE LINE 56 SA;INGER;OV-55;SAMPLE,CITY-19;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,MAY 15 16;*
SAMPLE LINE 23 SA;INGER;OV-22;SAMPLE,NB-9;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,NOV 16 17;*	SAMPLE LINE 57 SA;INGER;OV-56;SAMPLE,CITY-20;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,MAY 21 22;*
SAMPLE LINE 24 SA;INGER;OV-23;SAMPLE,NB-10;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,NOV 24 25;*	SAMPLE LINE 58 SA;INGER;OV-57;SAMPLE,CITY-21;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,MAY 27 28;*
SAMPLE LINE 25 SA;INGER;OV-24;SAMPLE,NB-11;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,DES 02 03;*	SAMPLE LINE 59 SA;INGER;OV-58;SAMPLE,CITY-22;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,AUG 13 14;*
SAMPLE LINE 26 SA;INGER;OV-25;SAMPLE,NB-12;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,DES 10 11;*	SAMPLE LINE 60 SA;INGER;OV-59;SAMPLE,CITY-23;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,AUG 19 20;*
SAMPLE LINE 27 SA;INGER;OV-26;SAMPLE,NB-13;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,DES 18 19;*	SAMPLE LINE 61 SA;INGER;OV-60;SAMPLE,CITY-24;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,AUG 25 26;*
SAMPLE LINE 28 SA;INGER;OV-27;SAMPLE,NB-14;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,DES 26 27;*	SAMPLE LINE 62 SA;INGER;OV-61;SAMPLE,AAS-12;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,APR 15 16;*
SAMPLE LINE 29 SA;INGER;OV-28;SAMPLE,NB-15;SITE,NORDAHL BRUNSGT;DATE,JAN 03 04 1982;*	SAMPLE LINE 63 SA;INGER;OV-62;SAMPLE,AAS-13;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,APR 27 28;*
SAMPLE LINE 30 SA;INGER;OV-29;SAMPLE,AAS-8;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,DES 09 10;*	SAMPLE LINE 64 SA;INGER;OV-63;SAMPLE,AAS-14;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,MAY 09 10;*
SAMPLE LINE 31 SA;INGER;OV-30;SAMPLE,AAS-9;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,DES 17 18;*	SAMPLE LINE 65 SA;INGER;OV-64;SAMPLE,AAS-15;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,MAY 15 16;*
SAMPLE LINE 32 SA;INGER;OV-31;SAMPLE,AAS-10;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,DES 25 26;*	SAMPLE LINE 66 SA;INGER;OV-65;SAMPLE,AAS-16;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,MAY 21 22;*
SAMPLE LINE 33 SA;INGER;OV-32;SAMPLE,AAS-11;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,JAN 02 03 1982;*	SAMPLE LINE 67 SA;INGER;OV-66;SAMPLE,AAS-17;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,MAY 27 28;*
SAMPLE LINE 34 SA;INGER;OV-33;SAMPLE,CITY-7;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,NOV 17 18;*	SAMPLE LINE 68 SA;INGER;OV-67;SAMPLE,AAS-18;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,AUG 19 20;*
SAMPLE LINE 35 SA;INGER;OV-34;SAMPLE,CITY-8;SITE,CITY,FR.STAD;DATE,NOV 23 24;*	SAMPLE LINE 69 SA;INGER;OV-68;SAMPLE,AAS-19;SITE,AAS,GRENLAND;DATE,AUG 25 26;*

Vedlegg 24: Andre forurensningsparametre målt samtidig på de forskjellige stasjoner (vår/sommer 1982)
Angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stasjon	Prøvedato	SO ₄ -S	SO ₂ -S	NO ₂ -N	NO-N	Sot	Bly	
St.Olavs plass Oslo	15-16/4-82		17			44		
	21-22/4		18			39		
	27-28/4		9			37		
	3- 4/5		18			27		
	9-10/5		7			16		
	15-16/5		0.5			16		
	21-22/5		8			30		
	27-28/5		11			32		
	14-15/7		17			24		
	20-21/7		7			11		
	26-27/7		10			4		
	1- 2/8		12			28		
	7- 8/8		14			22		
	13-14/8		10			27		
	19-20/8		1			33		
	25-26/8		0.5			42		
	Brochsgate Fredrikstad	3- 4/5-82					14	
9-10/5						24		
15-16/5						20		
21-22/5						54		
27-28/5						40		
1- 2/8						12	0.38	
7- 8/8						20	0.32	
13-14/8						12	0.30	
Ås, Grenland	15-16/4-82	0.5	3	3.4	0.8			
	21-22/4	1.6	3	4.1	0.7			
	27-28/4	1.0	3	2.2	0.4			
	2- 3/5	<0.1	1.5	0.5	<0.1			
	9-10/5	0.2	0.5	1.4	<0.1			
	15-16/5	1.7	6	4.6	1.1			
	21-22/5	1.0	1	1.6	0.1			
	27-28/5	2.2	3	5.4	0.9			
	14-15/7	1.9	1	1.3	<0.1			
	29-30/7	0.7	1	1.7	0.4			
	1- 2/8	1.1	1.5	-	-			
	7- 8/8	3.4	1.5	-	-			
	13-14/8	0.3	1	-	-			
Birkenes	15-16/4-82	0.62	0.3	0.6		2.2		
	21-22/4	0.92	0.4	0.6		1.8		
	27-28/4	0.41	0.1	0.6		0.7		
	3- 4/5	1.16	0.2	0.6		1.7		
	9-10/5	0.27	0.1	0.6		0.7		
	27-28/5	1.26	0.6	0.3		2.3		
	7- 8/8	4.79	2.7	0.6		6.1		
	19-20/8	0.20	0.1	0.6		1.3		
	Kårvatn	15-16/4-82	0.05	0.1				
		21-22/4	0.22	0.1				
3- 4/5		0.29	0.1					
9-10/5		1.78	0.2					
1- 2/8		1.36	0.1					
	19-20/8	0.07	-					

Vedlegg 25: Andre forurensningsparametre målt på de forskjellige stasjoner (høst/vinter 1981/82).
Angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stasjon	Prøvedato	SO ₄ -S	SO ₂ -S	NO ₂ -N	NO-N	Sot	Bly
Kårvatn	3-4/2-82	0.66	0.3				
	4-5/2-82	0.11	0.1				
	11-12/2-82	0.32	0.3				
	12-13/2-82	0.22	0.4				
	19-20/2-82	0.06	0.1				
	20-21/2-82	0.04	0.3				
	27-28/2-82	1.03	2.3				
	28/2-1/3-82	0.61	1.0				
Birkenes	17-18/2-82	0.40	0.6	0.6			
	18-19/2-82	0.62	1.0	0.9			
	25-26/2-82	2.32	0.3	<0.6			
	26-27/2-82	6.97	7.9				
	5-6/3-82						
Ås	9-10/12-81	0.4	1.0	3.1	0.9		
Grenland	17-18/12-81	1.9	1.5	10.6	10.3		
	25-26/12-81	1.0	3.5	0.7	0.2		
	2-3/1-82	0.6	2.5	3.0	0.5		
City Fredrik- stad	17-18/11-81		26			-	-
	23-24/11-81		11	19		13	-
	29-30/11-81		16	21		15	-
	5-6/12-81		59	50		58	0.78
	11-12/12-81		35	33		21	0.14
	17-18/12-81		102	49		72	0.82
	23-24/12-81		36	34		20	0.18
	29-30/12-81		58	31		23	0.21
Nordahl Brun- gate	31/10-1/11-81		-				
	8-9/11-81		-				
	16-17/11-81		-				
	24-25/11-81		-				
	2-3/12-81		-				
	10-11/12-81		-				
	18-19/12-81		-				
	26-27/12-81		-				
3-4/1-82			28.5				

VEDLEGG 26

SAMMENDRAG FRA FORUNDERSØKELSEN 31.10.81-28.2.82

Innledende undersøkelser av PAH-konsentrasjoner og mutagenitet i ekstrakter av luftprøver samlet inn på fem forskjellige steder i Norge, er foretatt i løpet av vinteren 1981/82. Døgnprøver ble samlet inn, partikkelbundet materiale på glassfiberfilter og mer flyktige forbindelser på polyuretanpropper. Samtidig med prøvetakingen ble bl.a. SO_2 -, NO_x -, SO_x -konsentrasjoner i luften målt og meteorologiske observasjoner registrert.

Resultatene viste at for alle prøvestasjonene var PAH-konsentrasjonene (filter og propper) og mutageniteten svært avhengige av de meteorologiske forhold. Dager med svak vind og stabil luftsjiktning og kaldt vær førte til høye verdier for PAH og mutagenitet. Verdiene for PAH og mutagenitet korrelert fra dag til dag på samme prøvested og korrelerte også med andre forurensningsparametre der disse ble målt. Korrelasjonskoeffisienter er ikke beregnet pga. lite prøvemateriale. Dette vil bli gjort i en senere fase av prosjektet når det foreligger flere måledata. Forholdet mellom PAH og mutagenitet varierte imidlertid fra en målestasjon til en annen, sannsynligvis på grunn av bidrag fra forskjellige kilder, atmosfæriske reaksjoner eller på grunn av ulik avstand fra kilde til prøvestasjon. For å få informasjon om luftforurensningenes karsinogene potensial, er det derfor ikke tilstrekkelig å måle bare den ene av disse parametre. Det ble også understreket i sluttrapporten fra et internasjonalt symposium om karsinogen virkning av luftforurensninger som ble holdt i Stockholm i februar i år.

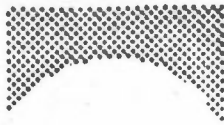
PAH-verdiene både i Oslo og i Fredrikstad ligger på samme nivå som tidligere målinger av PAH i tettstedsluft i Norge. På Birkenes og Kårvatn ble det målt lave PAH-konsentrasjoner, som også er sammenlignbare med tidligere målinger på bakgrunnsstasjoner. Fra Grenland var det en prøve med relativt høye verdier av PAH.

Mutagenitetsmålingene viste at både i Oslo og Fredrikstad var aktiviteten stort sett høyest i nærvær av leverenzymmer. Dette skyldes sannsynligvis at bensindrevne kjøretøyer er den viktigste kilden for mutageniteten og at man måler nær kilden. Bare Fredrikstad-prøven korrelerte med høy partikkelkonsentrasjon.

Fra Grenland var det en prøve med høy mutagenitet, og prøven inneholdt direktevirkende mutagener (uavhengig av leverenzymmer). Også i Fredrikstad var det enkelte dager hvor prøvene inneholdt vesentlig direktevirkende mutagener. Resultatene fra Grenland og Fredrikstad tyder på at luft fra industriområder kan føre til en høy konsentrasjon av direktevirkende mutagener i luften. Som for PAH var mutagenitetsverdiene sammenlignbare med tidligere verdier målt på takstasjoner i Oslo.

Prøver fra Kårvatn- og Birkenes-stasjonene viste normalt lav eller ingen mutagenitet og lav PAH-konsentrasjon. På Birkenes var det to prøver med relativt høy mutagenitet, sannsynligvis forårsaket av langtransporterte luftforurensninger. Ved tidligere målinger på denne prøvestasjonen har alle prøvene vist svært lav mutagenitet.

Ekstraktene fra polyuretanproppene viste i denne undersøkelsen liten eller ingen mutagenitet, og mutagenitetstesting av disse er utelatt i det videre prosjektarbeidet.



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

NILU

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
ELVEGT. 52.

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. OR 65/83	ISBN--82-7247-439-5
DATO DESEMBER 1983	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold	ANT. SIDER 103
TITTEL Organiske luftforurensninger i byer og bakgrunnsområder	PROSJEKTLEDER A. Mikalsen	
	NILU PROSJEKT NR. 0-8117	
FORFATTER(E) A.Mikalsen, E.Joranger, I.Hagen, T. Ramdahl og G. Becher	TILGJENGELIGHET** A	
	OPPDRAGSGIVERS REF. B. Kvæven, SFT	
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn		
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) PAH	Mutagenitet	Luft
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) PAH og mutagenitet har blitt målt i luftprøver fra byer og bakgrunnsområder i vinter- og sommerhalvåret. Både PAH-konsentrasjonene og den mutagene aktivitet var høyest i vinterprøvene. PAH-konsentrasjonene var 10 ganger høyere i byene og 2 ganger høyere i bakgrunnsområdene. Korrelasjonen mellom PAH/mutagenitet og sot, bly og SO ₂ tyder på at trafikk og fyring er de dominerende kildene.		
TITLE		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines. The seasonal variations of PAH and mutagenic activity in air from urban and background areas has been investigated. The PAH-concentrations and the mutagenic activity were highest during the winter, the PAH-concentrations were 10 times higher in urban areas and 2 times higher at background sites. The correlation of the PAH/mutagenicity results with soot, lead and SO ₂ levels indicates both traffic and domestic heating as main sources.		

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