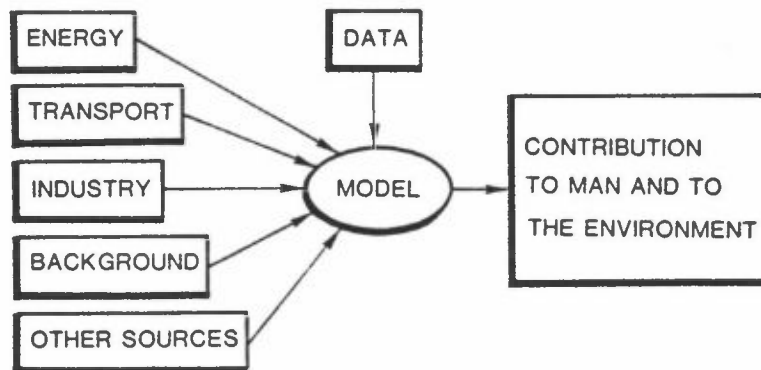


**BEFOLKNINGSEKSPONERING VIA INHALASJON
FOR PAH FRA ULIKE
KILDEGRUPPER I OSLO**

Frederick Gram og Knut Erik Grønskei



Environmental research under the Nordic Ministerial Council

MIL 4

The relative importance of pollution from different sources
to man and to the environment.

NILU OR : 8/85
REFERANSE: 0-8204
DATO : FEBRUAR 1985

**BEFOLKNINGSEKSPONERING VIA INHALASJON
FOR PAH FRA ULIKE
KILDEGRUPPER I OSLO**

Frederick Gram og Knut Erik Grønskei

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-558-8

SAMMENDRAG

Etter oppdrag fra Nordisk Ministerråd (NMR)-MIL4 er befolkningseksponeringen for PAH i vinterhalvåret beregnet for Oslo. Integreerte verdier er fordelt på bidraget fra fyringsanlegg, biltrafikk og industri.

Beregningene er basert på innsamlede data for trafikkarbeidet samt forbruket av fyringsolje og fast brensel i ulike deler av byen. Utslippet av PAH er beregnet på grunnlag av utslippsfaktorer fra MIL 2-prosjektet. Beregningen av middelkonsentrasjoner for vinterhalvåret og befolkningseksponeringen er utført på samme måte som ved tidligere beregninger for SO_2 og NO_x .

Beregnete PAH-konsentrasjoner er lavere enn målte konsentrasjoner, selv om de høyeste utslippsfaktorene for oljefyring benyttes. Årsaken til dette avviket er ukjent og bør undersøkes nærmere. Det bør tas hensyn til følgende vurdering av datagrunnlaget for beregningene:

- a) Utslippet av PAH er meget usikkert. Det er stor spredning når det gjelder bestemmelse av utslippsfaktorer, og stor variasjon når det gjelder hvilke PAH-komponenter som er tatt med ved både prøvetaking og analyser.
- b) Utslippene fra biltrafikken og forbruk av fast brensel (kull, koks og ved) er av samme størrelsesorden, ca. 500 g/time. Den største usikkerheten ligger i bestemmelsen av utslippet fra forbruk av fyringsolje. Det er derfor utført beregninger av de relative bidrag for to forskjellige beregningsalternativer, ett som gir et utslipp på ca. 60 g/time og ett med ca 600 g/time.

Eksponeringstallene som er estimert representerer kun det bidraget folk får i seg via inhalasjon. Hvis en regner med stort utslipp fra oljefyring bidrar trafikk, fast brensel, oljefyring og langtransport omtrent med like store andeler av befolkningseksponeringen i Oslo (hhv. 24, 28, 27 og 21%). Hvis en antar "lavt" utslipp fra oljefyring, vil dette bidraget være ~4%.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	5
2 BEREGNINGSMODELLEN	5
3 UTSLIPPSDATA	6
3.1 Utslipp fra bruk av fast brensel	6
3.2 Utslipp fra bruk av fyringsolje	7
3.3 Utslipp fra biltrafikk	9
3.4 Samlet utslipp i vinterhalvåret	9
4 KILDEGRUPPER	10
5 RESULTATER	11
5.1 Beregnede og observerte PAH-konsentrasjoner	11
5.2 Befolkningseksposering for PAH	15
6 SAMMENFATTENDE KOMMENTARER OG VURDERING AV USIKKERHET	17
7 REFERANSER	18
VEDLEGG A: PAH-komponenter	19
VEDLEGG B: PAH-utslipp fra biltrafikk	21
VEDLEGG C: Observerte PAH-konsentrasjoner i Oslo sentrum	23

**BEFOLKNINGSEKSPONERING VIA INHALASJON
FOR PAH FRA ULIKE
KILDEGRUPPER I OSLO**

1 INNLEDNING

De relative bidrag av forurensninger til menneske og miljø fra forskjellige kilder er estimert for svoveldioksid (SO_2) og nitrogenoksider (NO_x) i byene Helsingfors (Bremer, 1984), Stockholm (Laurin, 1981) og Oslo (Grønseki og Gram, 1984). Undersøkelsen er en del av NMR-prosjektet MIL4. For polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er beregningene bare utført for Oslo. Dataene som er brukt ble samlet i forbindelse med andre undersøkelser i Oslo. Det har vært nødvendig å utføre nye utslippsberegninger for PAH. Eksponeringsberegningene er basert på:

1. Informasjon om oljeforbruket i ulike fyringsanlegg.
2. Informasjon om forbruket av fast brensel (kull, koks og ved) i Oslo.
3. Data for trafikkarbeidet innen hver km^2 av Oslo-området.
4. Utslippsfaktorer for fyring med brensel og for trafikk.
5. Spredningsmeteorologiske data.
6. Befolkningsfordelingen for området.

2 BEREGNINGSMODELLEN

Halvårsmiddelkonsentrasjonene av PAH er beregnet i 20×20 gridpunkter i Oslo-området. Den samlede konsentrasjonen i hvert punkt består av følgende bidrag:

- a) Oljefyring i små og middels store anlegg
- b) Oljefyring i store anlegg
- c) Fast brensel
- d) Biltrafikk
- e) Kilder utenfor Oslo-området

Bidraget fra store anlegg er ubetydelig, også på lokal skala, og utslippet fra disse er derfor regnet sammen med det øvrige utslipp fra oljefyring. PAH-utslipp fra andre industriprosesser enn oljefyring forekommer ikke i merkbar grad i Oslo.

Modellsystemet KILDER er brukt i beregningene (Gram, 1984). Langtidsmiddelverdier beregnes som en sum av en rekke enkeltbidrag fra forskjellige kilde typer, multiplisert med frekvensen av stabilitet, vindstyrke og -retning. Verdier er beregnet for midtpunktet i hver km²-rute. Bidraget fra enkeltgater er ikke beregnet.

Beregningsmetodikken er beskrevet tidligere (Grønnskei og Gram, 1984).

3 UTSLIPPSDATA

Utslippet av PAH er beregnet på grunnlag av data for forbruket av fast brensel, fyringsolje og trafikk, samt utslippsfaktorer. Utslippsfaktorene representerer usikre estimater for hva forskjellige prosesser slipper ut av PAH, avhengig av forbrenningsbetingelser og brenselets beskaffenhet. De kan derfor bare gi meget grove anslag for utslippsmengden. Estimaten omfatter forbindelser fra acenaftylene til coronene.

PAH-konsentrasjonene som omtales i denne rapporten består av summen av 24 enkeltkomponenter definert i vedlegg A i samsvar med de som er foreslått i MIL 2-prosjektet (Ramdahl et al., 1983). Dette har betydning for den senere sammenlikning med måleresultater. Når det gjelder utslipp fra biltrafikk, er det videre tatt hensyn til de faktorene som er bestemt på grunnlag av målinger i sterkt trafikkerte gater i Oslo (Larssen, 1984). Disse faktorene for utslipp fra biltrafikk er gitt i vedlegg B.

3.1 UTSLIPP FRA BRUK AV FAST BRENSEL

Forbruket av fast brensel i Oslo er for 1978 anslått av Statistisk Sentralbyrå til:

	Husholdning	Industri
Kull	1700 tonn	200 tonn
Koks	3700 tonn	800 tonn
Ved ($\rho = 0.6 \text{ tonn/m}^3$)	$61700 \text{ m}^3 =$	-
	37000 tonn	-

For bruk av fast brensel er det foreslått følgende utslippsfaktorer (Ramdahl et al., 1983):

Kull/koks	60 g PAH/tonn brensel
Ved	40 g " " "

Dette gir følgende utslippstall:

	PAH
Kull/koks	384 kg
Ved	1480 kg
Sum	1864 kg

Det foreligger ikke enkeltdata for forbruket av fast brensel. Utslippet er derfor fordelt jevnt over vinterhalvåret (4320 timer), videre over den delen av Oslos befolkning som bor i "gammel bebyggelse", ca. 260 000 personer. Dette gir et middelutslipp på:

431.4 g PAH/time, eller 1.635 mg PAH/time pr. person.

3.2 UTSLIPP FRA BRUK AV FYRINGSOLJE

For utslippet fra bruk av fyringsolje er det oppgitt flere forskjellige faktorer (Ramdahl et al., 1983):

Boligoppvarming	Område	Typisk verdi
Middels anlegg(30 kW)	6-750 µg/kg	150 µg/kg
Små anlegg (7.5 kW)	.9-21.6 mg/kg	10 mg/kg
Husoppvarming		1 mg/kg
Store oljefyringsanlegg		
Industri	5.3-100 µg/kg	23 µg/kg
Forretningsbygg		820 µg/kg
Varmekraftverk	<.5-100 µg/kg	10 µg/kg

Vi har ikke studert de enkelte referansene i detalj. Det er derfor vanskelig å vurdere hvorledes våre inngangsdata best skal kunne tilpasses de forskjellige faktorene.

Regner en med at et utslipp på 1 mg/kg olje kan være representativt for husoppvarming med lettoljer og ca. 20 µg/kg olje for fyringsanlegg med tungolje (Ramdahl, 1984), får en følgende utslippsfaktorer:

Parafin	~	0.79 g PAH/m ³ olje
Fyr 1	~	0.85 " " "
Fyr 2	~	0.85 " " "
Tung-dest	~	0.02 " " "
Tungolje LS	~	0.02 " " "
Tungolje NS	~	0.02 " " "

For Oslo får en da følgende midlere vinterutslipp:

59.6 g PAH/h

På grunnlag av den store variasjonsbredden i utslippsfaktorene ovenfor og fordi det i Oslo er spesielt mange små fyringsanlegg har vi funnet grunn for også å gjennomføre beregningene med høyere utslippsfaktorer for oljefyring. Regner en med 10 mg/kg lettolje og ca. 1 mg/kg tungolje, vil en få omtrent en 10-dobling av utslippene som da blir:

596.6 g PAH/h

Utslippene fra oljefyringsanlegg må kartlegges bedre før en kan angi bidraget til befolkningseksposeringen med en rimelig grad av sikkerhet.

3.3 UTSLIPP FRA BILTRAFIKK

Utslippsfaktorene for biltrafikk er også usikre. Det er angitt fra MIL 2 et utslipp på 10 mg/kg drivstoff, både for bensin og diesel. Regner man med et midlere drivstofforbruk på henholdsvis 1.2 og 1.5 l/mil, får en utslippsfaktorer på 0.89 og 2.08 mg/km. Med en midlere dieselandel på 11%, tilsvarer dette et veiet utslipp på 1.02 mg/km for uspesifisert trafikk.

Med 0.89 og 2.08 mg/km får en et utslipp på henholdsvis 172.8 og 35.6 g PAH/h fra bensin- og dieseltrafikk, tilsammen 208.4 g PAH/h.

Senere er det foreslått en verdi på 2.0 mg/km, basert på målinger i sterkt trafikkerte gater (Larssen, 1984). Dette betyr en økning av utslippet med en faktor på 1.96 i forhold til de første verdiene som igjen gir et samlet utslipp av PAH fra biltrafikk på 408.5 g PAH/h.

3.4 SAMLET UTSLIPP I VINTERHALVÅRET

Det midlere timesutslipp av PAH i vinterhalvåret i Oslo blir etter dette anslått for år 1980 til:

	~	PAH
Fast brensel	~	431.4 g/h
Oljefyring	~	59.6 g/h
Trafikk	~	408.5 g/h
Sum	~	899.5 g/h

På halvårsbasis blir dette ca 4.0 tonn PAH. Utslippene fra oljefyringsanleggene betyr lite i forhold til utslippene fra fast brensel og trafikk.

Regner en i stedet med de høyere verdiene for oljefyring blir utslippene:

	~	PAH
Fast brensel	~	431.4 g/h
Oljefyring	~	596.6 g/h
Trafikk	~	408.5 g/h
Sum	~	1436.5 g/h

Dette gir på halvårsbasis et utslipp på ca. 6.3 tonn PAH. Forurensningsbidragene fra fast brensel, oljefyring og fra trafikk blir i dette tilfellet tilnærmet like store.

4 KILDEGRUPPER

For SO_2 og NO_x ble utslippet delt i følgende kildegrupper (Grønскеi og Gram, 1984):

- Små oljefyringsanlegg med et samlet årsforbruk på mindre enn 3.000 m^3 olje.
- Store oljefyringsanlegg med et samlet årsforbruk større enn 3.000 m^3 olje.
- Industri.
- Trafikk.
- Kilder utenfor Oslo

Som det fremgår under kapittel 3.2 er PAH-utslippet fra storforbruk av tungolje relativt lite, og beregningene har også gitt ubetydelig belastning omkring industri og større fyringsanlegg.

Bidraget fra kilder utenfor Oslo varierer meget fra dag til dag, avhengig av hvor bakgrunnsluften kommer fra. Som et vintermiddel er det her regnet med et bakgrunnsbidrag på 20 ng PAH/m^3 . (ng = nanogram = 10^{-9} g).

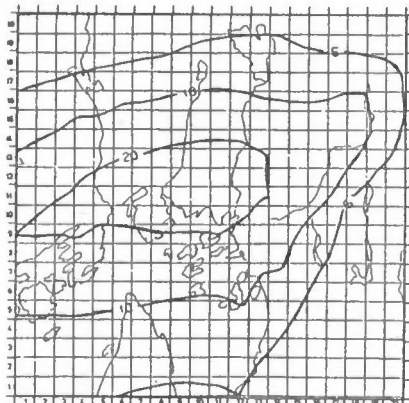
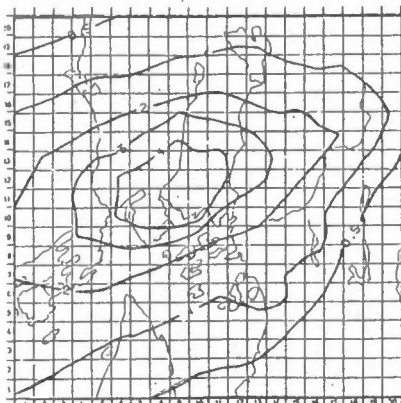
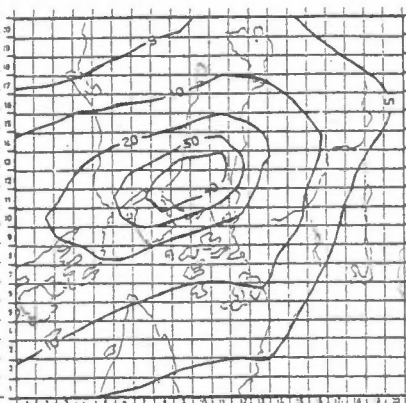
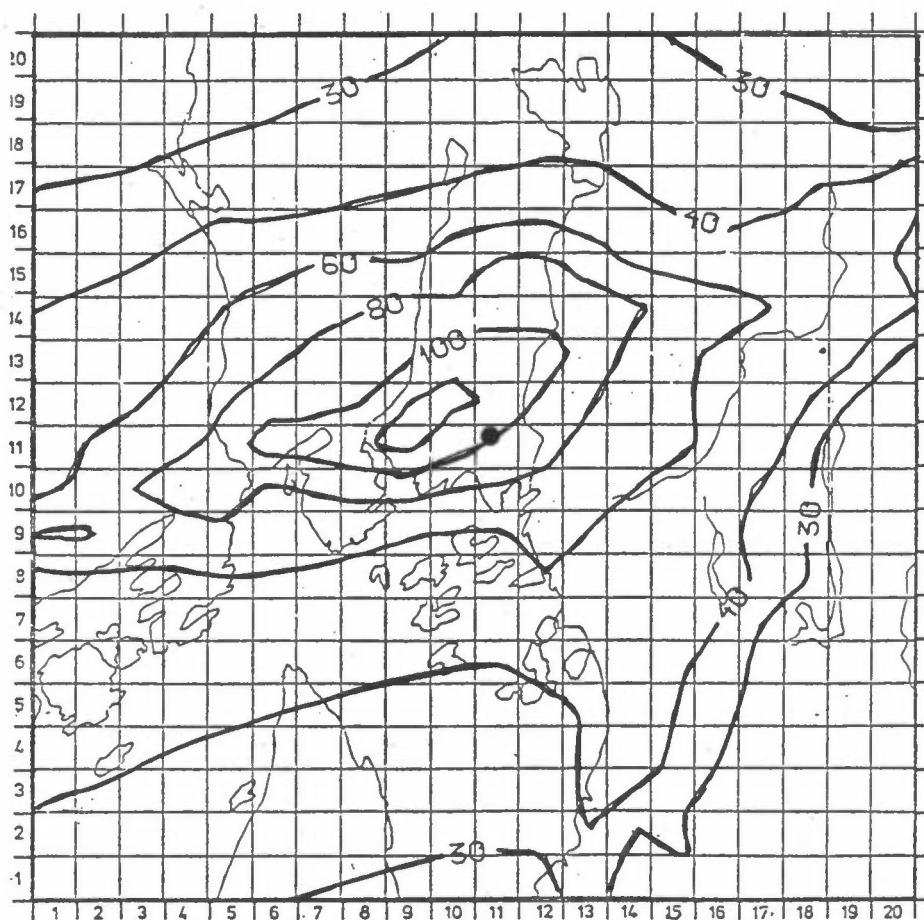
5 RESULTATER

5.1 BEREGNEDE OG OBSERVERTE PAH-KONSENTRASJONER

Usikkerhetene som er omtalt tidligere i rapporten får stor betydning når de relative bidragene skal bestemmes.

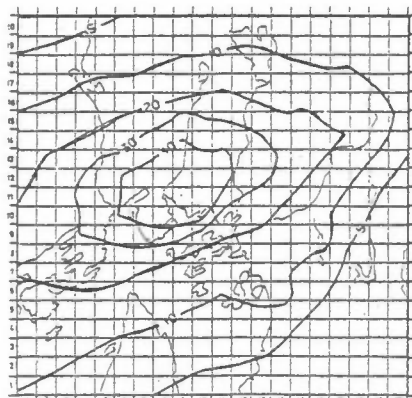
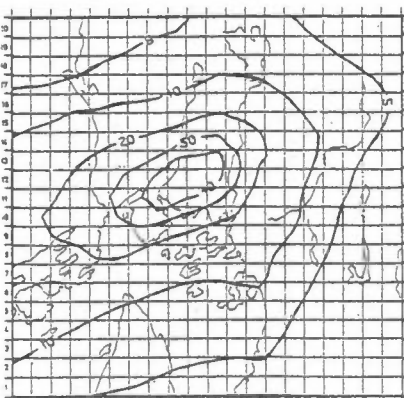
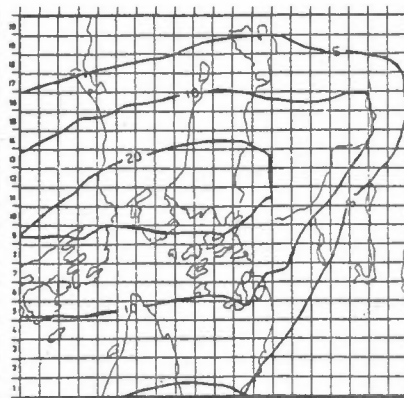
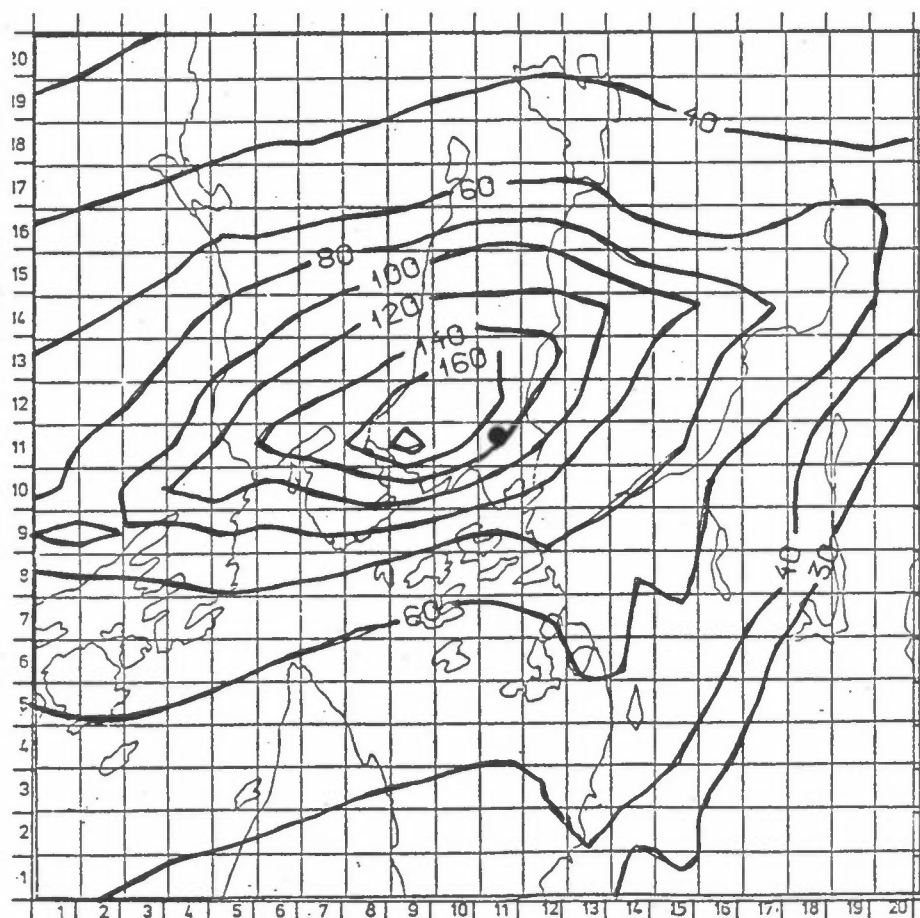
Figur 5.1 viser beregnet PAH-fordeling i Oslo når oljefyring bidrar lite til PAH-forurensningene (små utslippfaktorer). Figur 5.2 viser beregnet PAH-fordeling når oljefyring bidrar til PAH-forurensningene i samme grad som biltrafikk og fast brensel (store utslippfaktorer).

Middelverdier av observasjonene fra Nordahls Bruns gt er avsatt på figurene. Målte verdier i vinterperiodene 1981 - 1984 er oppgitt i vedlegg C. De observerte verdiene fra januar og februar er justert slik at de kan sammenlignes med beregnede konsentrasjoner som er representative for vinterhalvåret. Observasjonene er i rimelig samsvar med beregnede konsentrasjoner når en benytter de høyeste faktorer for oljefyring. Konsentrasjoner av PAH-forbindelser på partikler er betydelig lavere enn de beregnede konsentrasjonene.

PAH traf ng/m³PAH olje lav ng/m³PAH fast ng/m³Sum PAH lav ng/m³

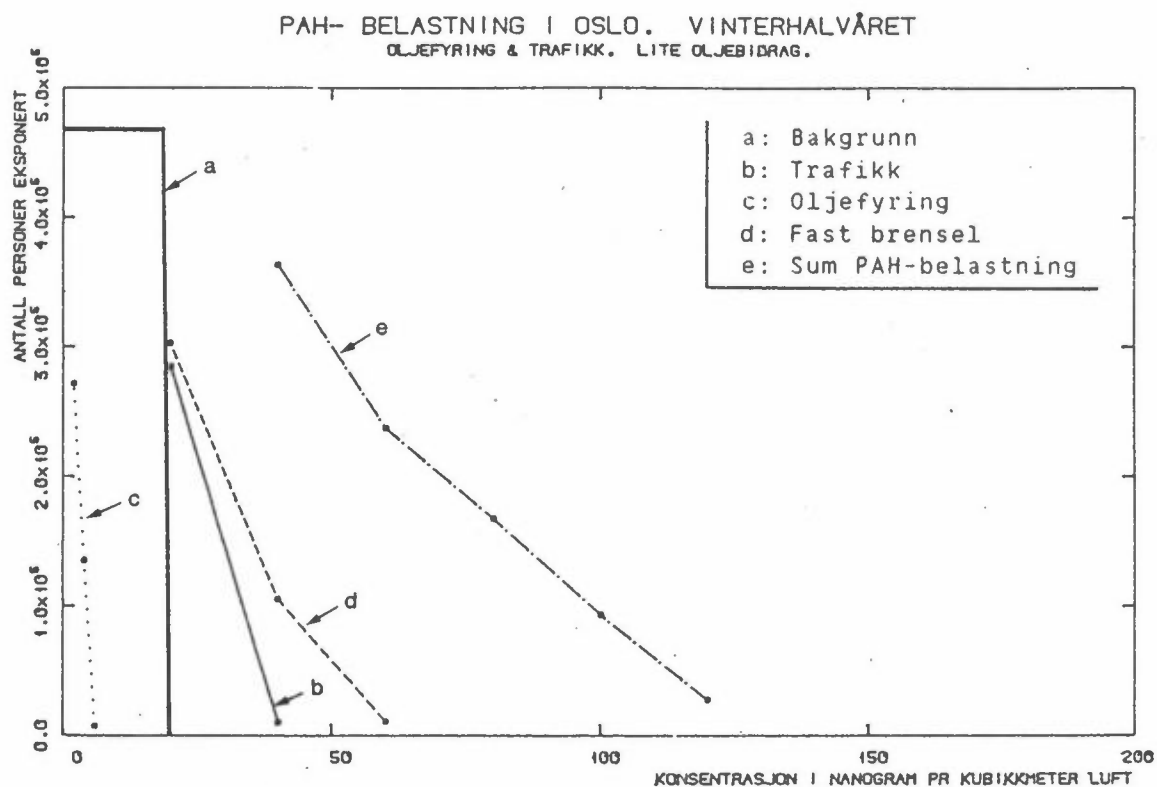
Figur 5.1: PAH-konsentrasjonen i Oslo-området i vinterhalvåret. Lite bidrag fra små fyringsanlegg. Bidraget fra ulike kildegrupper er avsatt på figuren. Enhet: ng/m³.

● = observert verdi ~200 ng PAH/m³.

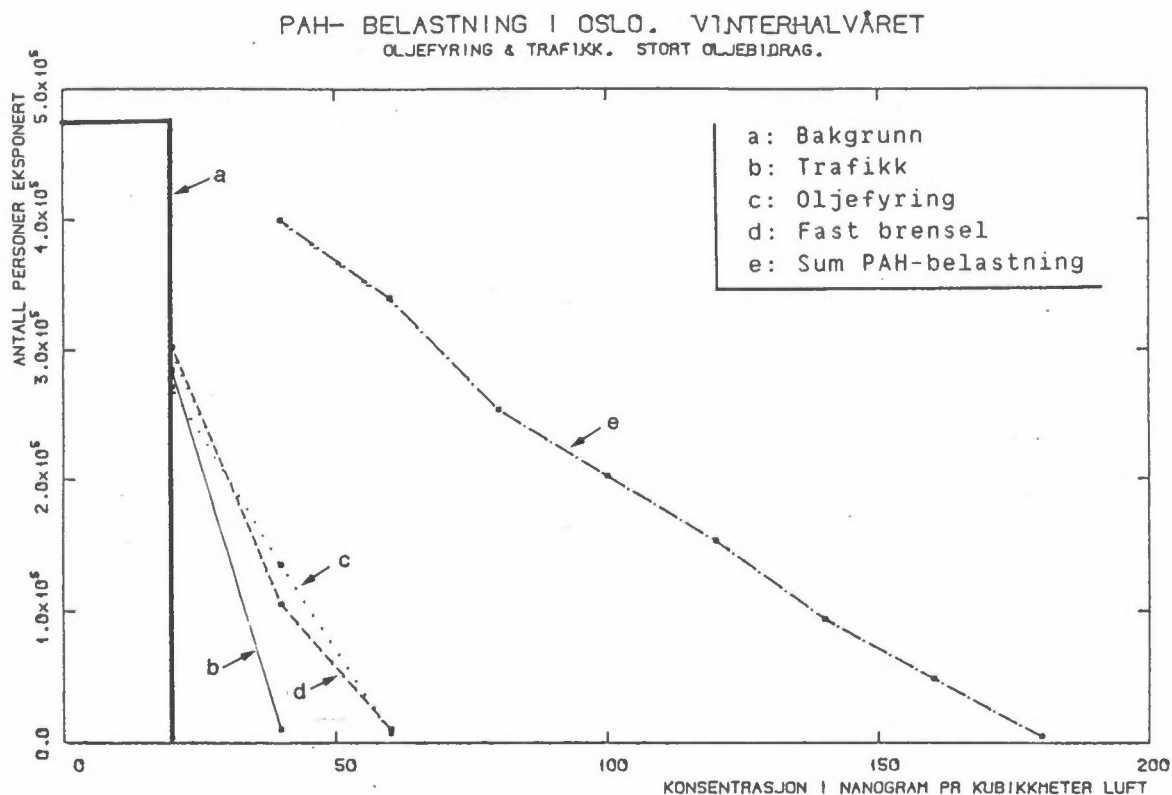
PAH olje høy ng/m^3 PAH fast ng/m^3 PAH traf ng/m^3 Sum PAH høy ng/m^3 

Figur 5.2: PAH-konsentrasjonen i Oslo-området, i vinterhalvåret. Stort bidrag fra små fyringsanlegg. Enhet: ng/m^3 .
 ● = observert verdi $\sim 200 \text{ ng PAH/m}^3$.

For å få samsvar mellom beregnede og observerte PAH-forurensninger oppsamlet på filter er det nødvendig å redusere utslippet både fra biltrafikken og fast brensel, benytte lave utslippsfaktorer for små oljefyringsanlegg samt å redusere bidraget fra kilder utenfor området. Dette er mulig innenfor de grensene for utslipp som er omtalt i kapittel 3. Det er sannsynlig at bidraget fra små oljefyringsanlegg ligger mellom verdiene som er benyttet i figurene 5.1 og 5.2.



Figur 5.3: PAH belastning i Oslo. Vinterhalvåret. Lite utslipp fra små oljefyringsanlegg.



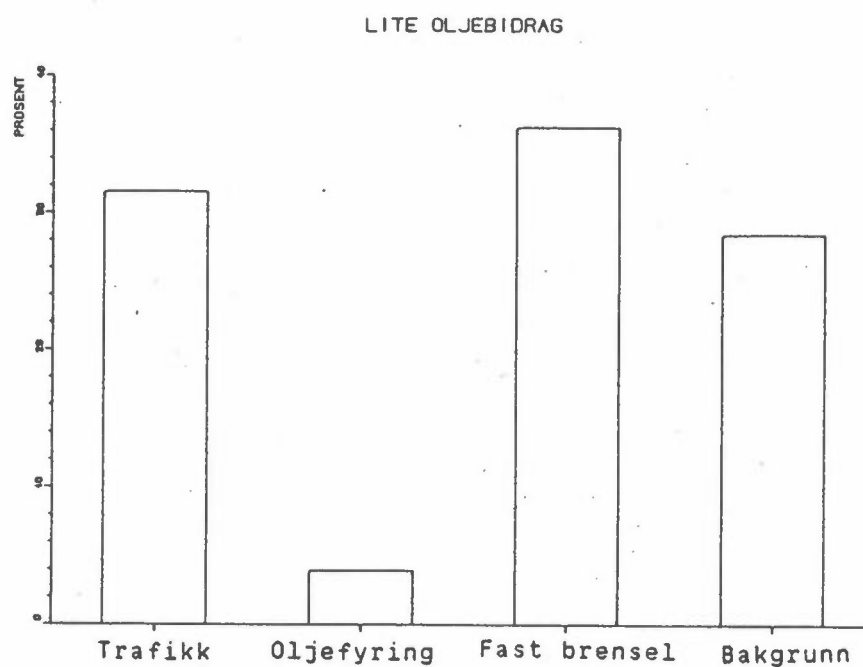
Figur 5.4: PAH-belastning i Oslo. Vinterhalvåret. Store utslipp fra små oljefyringsanlegg.

5.2 BEFOLKNINGSEKSPONERING FOR PAH

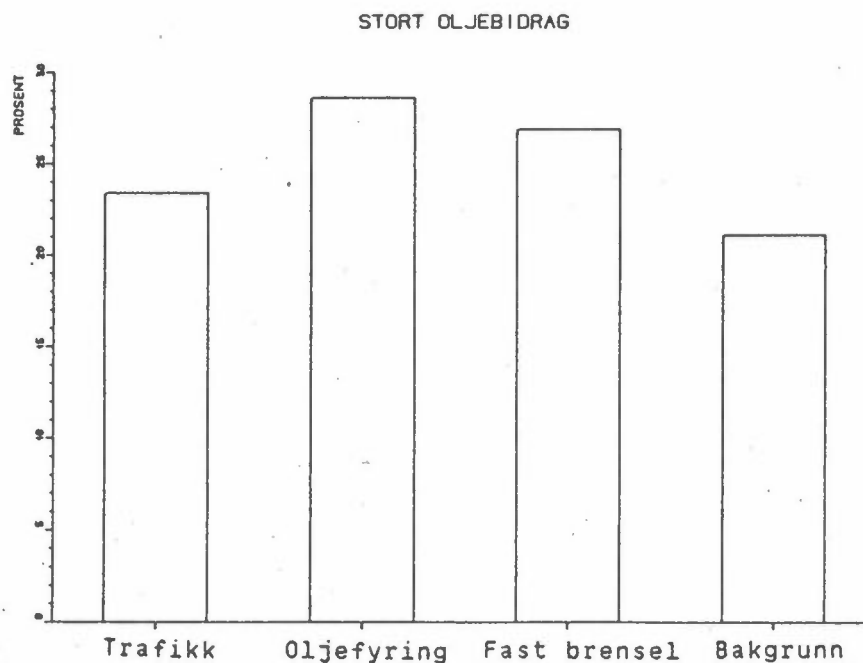
Befolkningseksposeringen ble beregnet på grunnlag av data for befolkningsfordelingen og konsentrasjonsverdiene som angitt i figurene 5.1 og 5.2. En kan regne med at befolkningseksposeringen i Oslo ligger mellom de verdiene som blir beregnet ved henholdsvis stort og lite utslipp fra små oljefyringsanlegg. Eksposeringskurvene er vist i figurene 5.3 og 5.4.

Det prosentvise bidraget til den integrerte befolkningseksposeringen er fremstilt i figurene 5.5 og 5.6.

Når en tar med både gassformige og partikulære PAH-komponenter er sannsynligvis befolkningseksposeringen mellom verdiene slik som oppgitt ovenfor.



Figur 5.5: Relativ andel av integrert PAH-belastning i Oslo fra ulike kildegrupper. Lite utslipp fra små fyringsanlegg. Enhet: prosent.



Figur 5.6: Relativ andel av integrert PAH-belastning i Oslo fra ulike kildegrupper. Stort utslipp fra små fyringsanlegg. Enhet: prosent.

6 SAMMENFATTENDE KOMMENTARER OG VURDERING AV USIKKERHET

Befolkningseksponeringen for PAH er bestemt ved henholdsvis lite og stort utslipp fra små fyringsanlegg for å gi et intervall hvor den sannsynlige befolkningseksponeringen ligger. I dette tilfellet er usikkerheten knyttet til utslippet fra små fyringsanlegg. Usikkerheten er også knyttet til bidraget fra andre utslippsgrupper.

Vi vil spesielt peke på en del vesentlige kilder til usikkerhet både i utgangsdata og verifikasjonsdata for beregningene.

1. PAH-forurensninger består av mange komponenter. Antall komponenter som inngår kan variere fra en undersøkelse til en annen. I denne undersøkelsen har vi benyttet definisjonen som er gitt i MIL2prosjektet. Ved bruk av data fra andre undersøkelser, er det ofte uklart om definisjonen av PAH er den samme.
2. Det har vært brukt ulike prøvetakingsmetoder og ulike analysemetoder. Metodene er kompliserte og oftest er det ikke utført interkalibrering.

Punktene 1 og 2 kan være grunnen til det store avviket mellom ulike utslippsdata. I denne undersøkelsen har vi funnet det riktig å foreta beregningene både for partikulære og gassformige forurensninger samlet.

3. Luftens målte PAH-innhold varierer betydelig med temperaturforholdene. Variasjonen forklares ikke av variasjon i spredningsforholdene og reflekteres ikke i utslippsfaktorene som er benyttet. Det var derfor nødvendig å utføre en justering av observerte konsentrasjoner for å kunne sammenligne dem med beregnede halvårsmiddelverdier. Denne justeringen er usikker.

De estimerte PAH-konsentrasjonene må derfor betraktes som et første grovt estimat. Bidraget fra de ulike kildegrupper er også usikkert.

Beregningene viser likevel at den totale PAH-belastningen skyldes flere kildegrupper. De viktigste er; biltrafikk, forbruk av fast brensel og små oljefyringsanlegg, samt en generell bakgrunnsbelastning. Store oljefyringsanlegg med utslipp i høye piper bidrar vanligvis lite. I Oslo kjenner en ikke til industriprosesser som bidrar til PAH-belastningen.

7 REFERANSER

- Bremer, P.(1984) Utredning över befolkningens exponeringsnivåer av SO_2 och NO_x i Helsingforsområdet Ilmatietan Laitos. ISBN-951-697-209-8.
- Gram, F.(1984) Programsystem KILDER. Program og bruksbeskrivelse for beregning av utslipp og spredning fra punktkilder, volumkilder og arealkilder. Lillestrøm (NILU-rapport under arbeid).
- Grønskei, K.E. og Gram, F.(1984) Befolkningseksponeering for SO_2 og NO_x fra ulike kildegrupper i Oslo. Lillestrøm (NILU OR 18/84).
- Larssen, S.(1984) Automotive emission factors: An indirect method applied to polycyclic aromatic hydrocarbon and lead emissions. Lillestrøm (NILU F 6/84).
- Laurin, S.(1984) Befolkningsexponering för SO_2 och NO_x från olika källor i Stockholm. Norrköping (SMHI-rapport RMK 44).
- Ramdahl, T. Utslippsfaktorer for PAH. Brev fra SI 3.1.1984. (TRA/hst - 80 09 01).
- Ramdahl, T., Alfheim, I. og Bjørseth, A.(1983) Mutagens and carcinogens from the production and use of energy (MIL2). Oslo (SI-report no. 80 09 01-4).

VEDLEGG A

PAH-komponentene (MIL2-prosjektet).

PAH-KOMPONENTER

Estimatet av spredning og befolkningseksposering er utført for følgende PAH-komponenter:

Acenaphthylene

Acenaphthene

Fluorene

Phenanthrene

Anthracene

Fluoranthene

Pyrene

Benzo(a)fluorene

Benzo(b)fluorene

Benzo(ghi)fluoranthene

Cyclopenteno(c,d)pyrene

Benz(a)anthracene

Chrysene

Triphenylene

Benzo(b)fluoranthene

Benzo(j)fluoranthene

Benzo(k)fluoranthene

Benzo(e)pyrene

Benzo(a)pyrene

Perylene

Indeno(1.2.3-cd)pyrene

Benzo(ghi)perylene

VEDLEGG B

PAH-utslipp fra biltrafikk.

PAH-UTSLIPP FRA BILTRAFIKK

På grunnlag av målinger i og ved sterkt trafikkerte gater i Oslo sentrum (St.Olavsgt og Rådhusgt) er følgende utslippsfaktorer bestemt: (Enhet: $\mu\text{g}/\text{km}$)

	vinter (1980-1982)	sommer (1980-1983)
Acenaphthylene	700	70
Acenaphthene	28	10
Fluorene	275	140
Phenanthrene	250	220
Anthracene	84	65
Fluoranthene	95	83
Pyrene	140	98
Benzo(a)fluorene	22	21
Benzo(b)fluorene	26	9.5
Benzo(ghi)fluoranthene		1.8
Cyclopenteno(c,d)pyrene	≈ 20	9
Benz(a)anthracene	15	6.5
Chrysene	23	7.8
Triphenylene		
Benzo(b)fluoranthene		
Benzo(j)fluoranthene	34	20
Benzo(k)fluoranthene		
Benzo(e)pyrene	21	9.3
Benzo(a)pyrene	27	4
Perylene	4.8	1.5
Indeno (1,2,3-cd)pyrene	25	9.8
Benzo(ghi)perylene	67	22.0
Sum	1856.8	303.2

Tilnærmet PAH-utslipp fra biltrafikk:

Vinter: 1.9 mg/km

Sommer: 0.3 mg/km

VEDLEGG C

Observerte PAH-konsentrasjoner i Oslo sentrum.

OBSERVERTE PAH-KONSENTRASJONER I OSLO SENTRUM

Tabell C1 viser middelveidier av observerte PAH-konsentrasjoner i Oslo sentrum om vinteren. Observasjonen ble vesentlig foretatt i januar og februar og representerer derfor ikke middelveidier for vinterhalvåret. Ut fra en samlet vurdering har vi funnet at middelveidien i vinterhalvåret er 60-70% av de observerte verdier nevnt i tabellen. En kan forvente vinterhalvårsmiddelveidier i intervallet (180-210 $\mu\text{g PAH}/\text{m}^3$). En vesentlig del av disse forurensningene skyldes lette gassformige PAH-forbindelser (acenaphthylenepyrene).

Når en tar hensyn til at ikke alle PAH-komponenter er registrert hvert år, finner en at summen av PAH-komponentene som er observert i de ulike vinterperiodene varierte forholdsvis lite.

OBSERVASJONER AV PAH I NORDAHL BRUNSGT, OSLO

	1980/81 (des.- jan.-febr.)			1982 (jan.- febr.)			1983 (Jan.- Febr)			1984 (Jan.- Febr)		
	Gass	Part	Tot	Gass	Part	Tot	Gass	Part	TOT.	Gass	Part	TOT
Acenaphthylene	-	-	-	70.5	-	70.5	45.8	-	45.8	79.6	-	79.6
Acenaphthene	-	-	-	6.8	-	6.8	5.4	-	5.4	5.3	-	5.3
Fluorene	44.8	-	44.8	34.8	-	34.8	46.9	-	46.9	40.3	-	40.3
Phenanthrene	66.5	0.2	66.7	61.1	2.1	63.2	77.0	2.3	79.3	67.1	1.1	68.2
Anthracene	13.7	-	13.7	8.8	0.3	9.1	12.7	-	12.7	12.7	0.1	12.8
Fluoranthene	18.7	1.9	20.6	15.8	7.9	23.7	20.1	6.7	26.8	18.6	6.3	24.9
Pyrene	17.8	3.0	20.8	14.7	9.1	23.8	19.4	8.9	28.3	17.3	7.1	24.4
Benzo(a)fluorene	1.2	0.6	1.8	1.1	2.2	3.3	2.7	3.1	5.8	2.1	2.6	4.7
Benzo(b)fluorene	1.0	0.6	1.6	1.3	2.5	3.8	2.5	2.5	5.0	1.5	1.7	3.2
Benzo(ghi)fluoranthene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	4.2	6.0
Cyclopenteno(c,d)pyrene	-	-	-	-	-	-	-	5.5	5.5	0.6	4.2	4.8
Benz(a)anthracene	1.0	0.6	1.6	0.2	6.5	6.7	0.5	4.9	5.4	0.2	4.3	4.5
Chrysene	-	-	-	-	-	-	0.4	5.8	6.2	0.3	6.1	6.4
Triphenylene	-	5.3	5.3	0.4	5.9	6.3	-	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(j)fluoranthene	-	7.8	7.8	-	8.5	8.5	-	8.3	8.3	-	9.3	9.3
Benzo(k)fluoranthene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(e)pyrene	-	3.2	3.2	-	3.1	3.1	-	3.4	3.4	-	3.4	3.4
Benzo(a)pyrene	-	2.4	2.4	-	3.4	3.4	-	3.3	3.3	-	4.4	4.4
Perylene	-	0.2	0.2	-	0.8	0.8	-	0.8	0.8	-	1.0	1.0
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	-	3.2	3.2	-	3.4	3.4	-	3.4	3.4	-	2.8	2.8
Benzo(ghi)perylene	-	7.3	7.3	-	5.8	5.8	-	5.4	5.4	-	45.9	4.9
Summen av målte konsen- trasjoner	164.7	36.6	201.0	215.5	61.5	227.0	233.4	64.3	297.7	247.4	63.5	310.9
Acenaphthylene			79.6	Benzo(ghi)			Benzo(ghi)-					
Acenaphthene			5.3	fluoranthene		6.0	fluoranthene		6.0			
Benzo(ghi)fluoranthene			6.0	Cyclopenteno								
Cyclopenteno(c,d)pyrene			4.7	(c,d)pyrene		4.7						
Sum			<u>296.6</u>			<u>287.7</u>			<u>303.1</u>			

* Summen er justert for vintrene 198/81, 1982 og for 1983 på grunnlag av observasjoner i 1984.

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

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

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

RAPPORRTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTRNR. OR 8/85	ISBN-82-7247-558-8	
DATO 15/11-84	ANSV. SIGN. <i>Grønsvold</i>	ANT. SIDER 30	PRIS kr 20,00
TITTEL Befolkningseksposering via inhalasjon for PAH fra ulike kildegrupper i Oslo.		PROSJEKTLEDER K.E.Grønsvold	
		NILU PROSJEKT NR. O-8204	
FORFATTER(E) F.Gram og K.E. Grønsvold		TILGJENGELIGHET* A	
		OPPDRAAGSGIVERS REF.	
OPPDRAAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Nordisk Ministerråd, MIL 4.			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) PAH Spredningsberegninger Eksposering			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) På grunnlag av utslippsdata og meteorologiske data er det utført spredningsberegninger for PAH. I hver km ² av området beregnes summen av bidraget fra oljefyring, fra biltrafikk og fra fast brensel. PAH-bidraget fra store fyringsanlegg og fra industriprosesser er lite i Oslo. Beregnede konsentrasjoner er sammenlignet med målinger, betydelige feilkilder er omtalt for utslipps-estimer og spredningsberegninger.			

TITLE Population exposure to PAH from different source groups in Oslo.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Based on emission data and meteorological data dispersion calculations are carried out for PAH. In each km ² the contribution from different groups of sources are calculated (residential heating, car traffic and combustion of wood, coke and coal). Calculated concentrations are compared with measurements. Sources of errors are discussed for emission estimates and dispersion calculations.

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