

NILU OR : 2/92
REFERANSE : O-91066
DATO : JANUAR 1992
ISBN : 82-425-0326-5

Kontrollmålinger av PAH i luft på Årdalstangen sommeren 1991

L.O. Hagen

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	3
2 TIDLIGERE MÅLINGER PÅ ÅRDALSTANGEN	3
3 MÅLEPROGRAM OG STASJONSPLASSERING	4
4 PRØVETAKING OG ANALYSE	5
5 MÅLERESULTATER	6
6 REFERANSER	10
VEDLEGG A: PAH-konsentrasjoner for enkeltkomponenter	12
VEDLEGG B: Gjennomsnittskonsentrasjoner av de forskjellige PAH-forbindelsene	14

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Hydro Aluminium, Årdal Verk, gjennomført målinger av poly-sykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i luft på Årdalstangen sommeren 1991. Tilsvarende målinger ble utført på Årdalstangen vinteren 1991 som en del av et kontrollprogram for PAH rundt norske aluminiumverk og ved referansestasjoner i Oslo og Lillestrøm. Sommeren 1991 ble dette kontrollprogrammet redusert til bare å omfatte verkene i Mosjøen, Sunndalsøra og Øvre Årdal i tillegg til referansestasjonene. Målingene på Årdalstangen er derfor gjennomført etter eget ønske fra Årdal Verk.

Målingene sommeren 1991 viste at middelveidien var mer enn 50% lavere enn sommeren 1981 og også noe lavere enn sommeren 1989 og sommeren 1990. Likevel var middelveidien på Årdalstangen sju ganger høyere enn på referansestasjonen i Oslo og 20 ganger høyere enn på referansestasjonen i Lillestrøm. Middelveidien på Årdalstangen sommeren 1991 var også ca. 30% høyere enn i Øvre Årdal.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen ble målt i et døgn med vind fra sørvestlig kant, dvs. fra anodemassefabrikken mot målestedet.

Den relative konsentrasjonen av de forskjellige PAH-forbindelser, det såkalte profilet, viser at utslippene fra verket dominerer i forhold til biltrafikken. Profilet fra Årdalstangen er svært likt profilet fra Øvre Årdal og avviker en del fra profilene ved referansestasjonene.

KONTROLLMÅLINGER AV PAH I LUFT PÅ ÅRDALSTANGEN SOMMEREN 1991

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Hydro Aluminium, Årdal Verk, gjennomført målinger av PAH (poly-sykliske aromatiske hydrokarboner) i luft på Årdalstangen i perioden juni-august 1991.

Målingene på Årdalstangen sommeren 1991 må ses i sammenheng med tilsvarende målinger rundt norske aluminiumverk og på referansestasjoner i Oslo og Lillestrøm vinteren 1991 og sommeren 1991. I vinterperioden inngikk målinger både på Årdalstangen og i Øvre Årdal i dette kontrollprogrammet, mens bare Øvre Årdal var med i sommerprogrammet. Kontrollprogrammet for aluminiumverkene ble gjennomført på oppdrag fra Hydro Aluminium, Elkem Aluminium og Statens forurensningstilsyn (SFT).

Hydro Aluminium, Årdal Verk, ønsket imidlertid også målinger på Årdalstangen i sommerperioden. Resultatene fra disse målingene er presentert i denne rapporten.

2 TIDLIGERE MÅLINGER PÅ ÅRDALSTANGEN

PAH dannes bl.a. ved ufullstendig forbrenning av karbonholdig materiale. De mest vanlige utslippskildene er biltrafikk, boligoppvarming og ulike typer industri. En viktig kilde til PAH er elektrolyse med Søderberg-anoder i aluminiumverk. PAH fordamper fra anodemassen når temperaturen blir høy. PAH slippes også ut ved produksjon av anodemasse og forbrente anoder. Enkelte av PAH-komponentene regnes som kreftfremkallende og kan derfor medføre helsemessig risiko.

De første PAH-målingene i uteluft på Årdalstangen ble gjennomført i perioden oktober 1980-februar 1982 (Thrane, 1983). Senere er det i forbindelse med det rutinemessige overvåkingsprogrammet for byer og tettsteder, som er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, gjennomført PAH-målinger på Årdalstangen i periodene januar-mars 1989 (Hagen, 1989), juli-august 1989 (Hagen, 1990a), januar-mars 1990 (Hagen, 1990b) og juli-august 1990 (Hagen, 1991a).

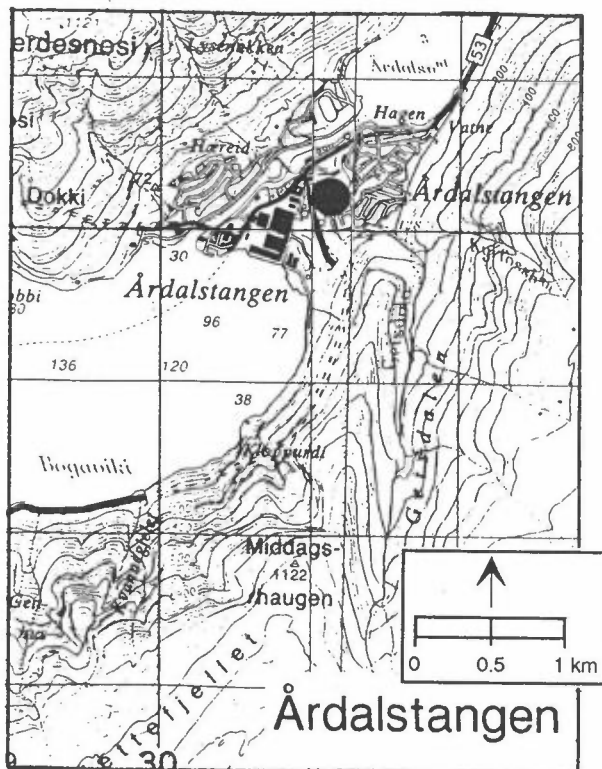
3 MÅLEPROGRAM OG STASJONSPLASSERING

Målingene sommeren 1991 ble gjennomført i perioden 20.6.-16.8. I alt ble det tatt ni prøver. Målingene ble gjennomført som døgnmiddelmålinger fra ca. kl 08 den ene dagen til ca. kl 08 den neste dagen. Alle prøvene ble tatt samtidig med tilsvarende prøver i kontrollprogrammet ved noen av aluminiumverkene.

Da konsentrasjonene av PAH kan variere svært mye fra dag til dag, både på grunn av variasjoner i utslippene og de meteorologiske forholdene (vindretning, vindstyrke, stabilitet), kan middelveiene på grunn av få målinger bli noe usikre, og det kan være vanskelig å gi en korrekt vurdering av endringen i konsentrasjonene fra en periode til en annen.

Ved verket i Øvre Årdal er det foretatt målinger av vind og temperatur, og disse er benyttet til en enkel vurdering av representativiteten av målingene sommeren 1991.

Plasseringen av målestasjonen for PAH i luft er vist i figur 1. Plasseringen er den samme som ved tidligere målinger.



Figur 1: Målestasjon for PAH på Årdalstangen.

4 PRØVETAKING OG ANALYSE

Ved prøvetakingen av PAH i luft er det benyttet NILUs "PUR-prøvetaker". Ved bruk av denne prøvetakeren, med propper av polyuretanskum etter partikkelfilteret, får en kvantitativt samlet opp de viktigste PAH-komponentene. Gass- og partikkel-fasen ble bestemt samlet i analysene.

Ved analysen blir PAH ekstrahert fra filter og propper, og ekstraktene blir analysert ved gasskromatografi med flammeionisasjonsdeteksjon. Deteksjonsgrensen for PAH er 0,01-0,02 ng/m³.

5 MÅLERESULTATER

Alle måleresultater for de utvalgte PAH-forbindelsene er gitt i vedlegg A. Vedlegg B gir gjennomsnittskonsentrasjonen for de ni prøvene for hver komponent.

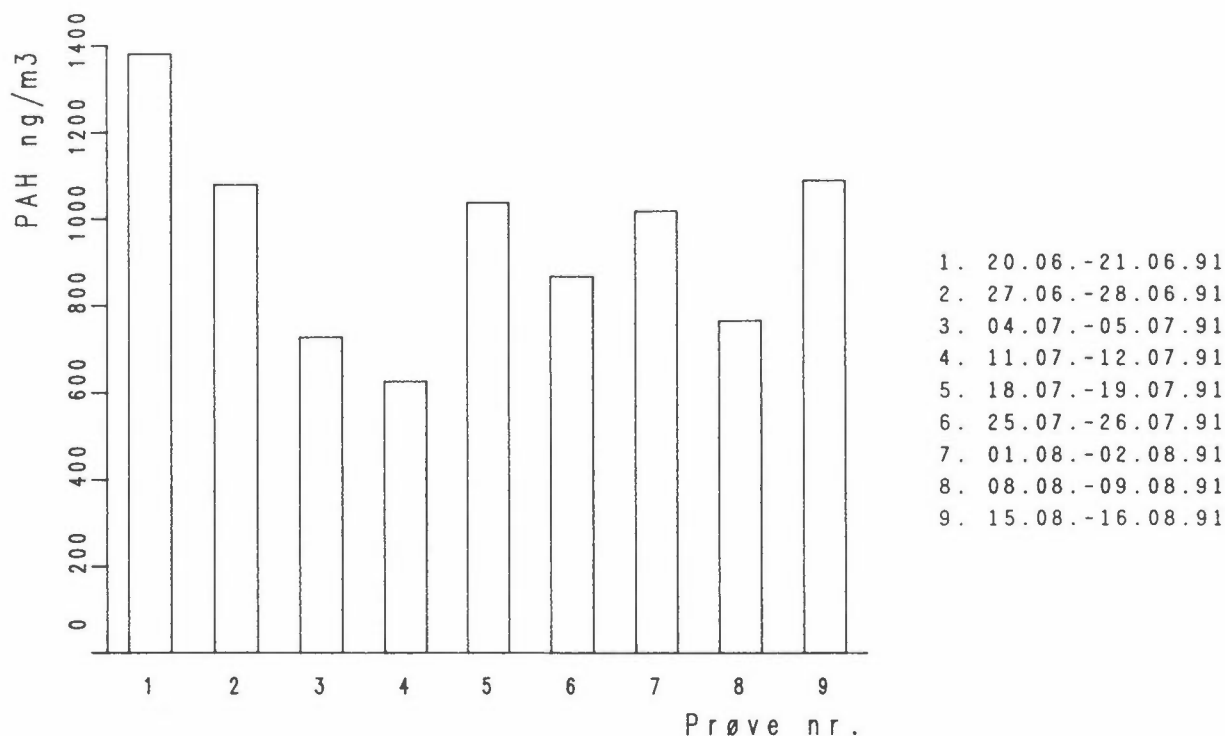
Tabell 1 og figur 2 viser døgnmiddelverdiene av total PAH på Årdalstangen sommeren 1991. Middelerdien for de ni prøvene var 955 ng/m³. Døgnmiddelverdiene varierte mellom 627 ng/m³ og 1 381 ng/m³.

Tabell 1: Døgnmiddelkonsentrasjoner av total PAH i luft på Årdalstangen sommeren 1991 (ng/m³).

Dato (1991)	PAH
20.-21.06.	1 381
27.-28.06.	1 080
04.-05.07.	728
11.-12.07.	627
18.-19.07.	1 038
25.-26.07.	869
01.-02.08.	1 019
08.-09.08.	767
15.-16.08.	1 090
Middel	955

Vinteren 1991 varierte døgnmiddelverdiene mellom 363 ng/m³ og 4 097 ng/m³, og middelerdien var 1 383 ng/m³ (Hagen, 1991b). Middelerdien var derfor noe lavere sommeren 1991 enn vinteren 1991. Også i Øvre Årdal viste målingene sommeren 1991 betydelig lavere PAH-nivå enn vinteren 1991 (Hagen, 1992). I Øvre Årdal var middelerdien 731 ng/m³ sommeren 1991 og 1 300 ng/m³ vinteren 1991.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av PAH sommeren 1991 ble målt 20.-21.6. med 1 381 ng/m³. Vindregistreringer ved verket i Øvre Årdal dette døgnet viser vind fra vestlig kant med styrke

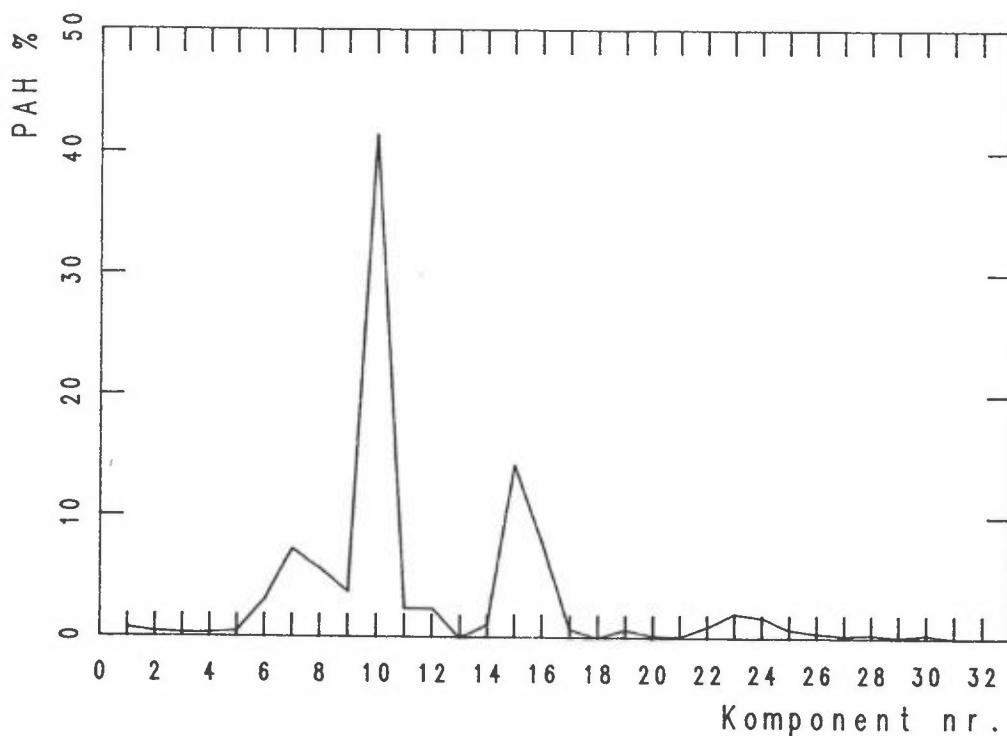


Figur 2: Døgnmiddelkonsentrasjoner av total PAH i luft på Årdalstangen sommeren 1991 (ng/m³).

2-4 m/s. På Årdalstangen er det sannsynlig at denne vinden kommer fra sørvestlig kant, dvs. fra anodemassefabrikken mot målestasjonen.

Det var ingen døgn med spesielt lave PAH-konsentrasjoner sommeren 1991. Den laveste døgnmiddelverdien var 627 ng/m³ og ble målt 11.-12.7. Denne verdien er langt høyere enn det som ble målt på referansestasjonene i Oslo og Lillestrøm under kontrollprogrammet for PAH rundt aluminiumverkene. I døgnet 11.-12.7. var det sør-sørvestlig vind det meste av døgnet, men den snudde til nordlig fra midnatt.

PAH-profilet fra Årdalstangen sommeren 1991 er vist i figur 3. Profilet viser forholdet mellom enkeltkomponenter av PAH, og dette gir informasjon om hvilke kilder som gir de største bidragene til luftkonsentrasjonene. Noen PAH-forbindelser som gjerne settes i sammenheng med utslipp fra aluminiumindustri, er fenantren, fluoranten og pyren. Tidligere undersøkelser (hovedsakelig vintermålinger) har vist at i områder som ikke er influert av aluminiumproduksjon, er forholdet mellom fluoranten og koronen mindre enn 10 (Thrane, 1982). Koronen har sammenheng med trafikk og skriver seg bare i liten grad fra produksjon av aluminium. Fluoranten er en PAH-komponent som er sterkt assosiert med aluminiumproduksjon, men kommer også fra andre kilder i små mengder.



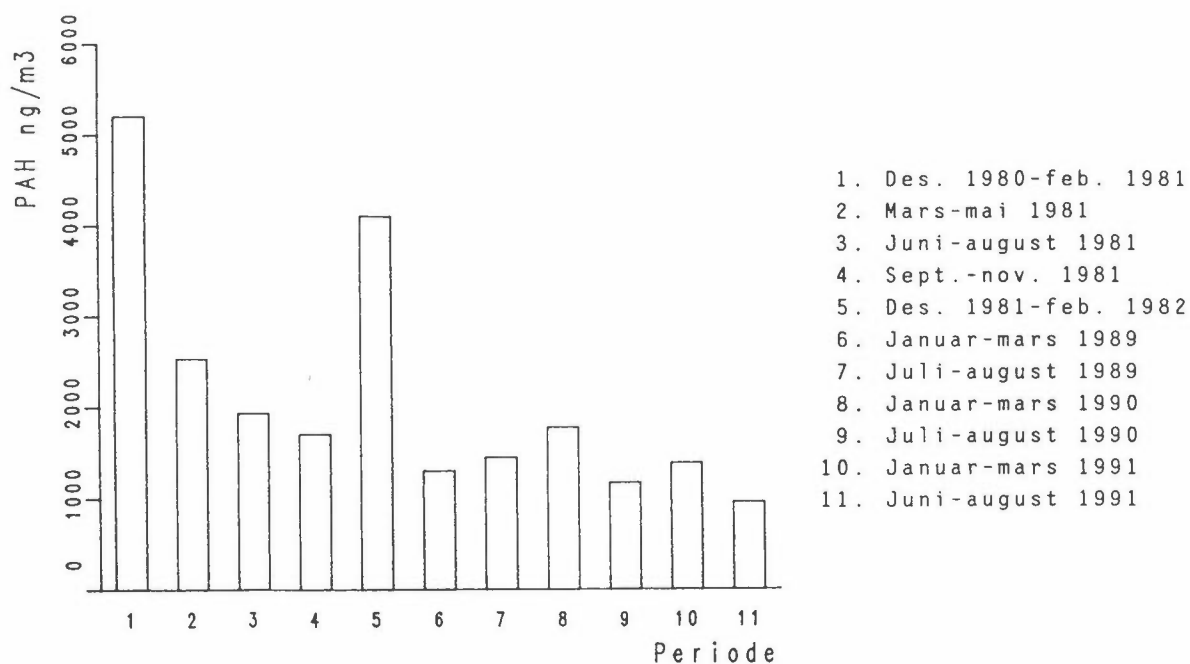
Figur 3: Profilet av PAH (gjennomsnittet av ni prøver) fra Årdalstangen sommeren 1991 (%). (De forskjellige komponentene er definert i tabellen på side 15.)

I vinterperioden 1991 var forholdet mellom fluoranten og koronen over 100 på Årdalstangen, mens det bare var 4,7 på referansestasjonen i Oslo og 6,6 på referansestasjonen i Lillestrøm. Sommeren 1991 var forholdet mellom fluoranten og koronen over 650 på Årdalstangen, mens det var 11 i Oslo og 24 i Lillestrøm. Målingene på Årdalstangen tyder derfor på at utslippene fra aluminiumindustrien er dominerende i forhold til utslipp fra biltrafikken.

PAH-profilet i figur 3 avviker lite fra tilsvarende profil på Årdalstangen fra vinteren 1991 (Hagen, 1991b). Det er også små avvik i forhold til profilene fra Øvre Årdal for vinter- og sommerperioden 1991 (Hagen, 1991b; 1992). Derimot avviker profilet fra Årdalstangen en del fra tilsvarende profiler på referansestasjonene. Fenantren og fluoranten utgjør en større andel av total PAH på Årdalstangen (og i Øvre Årdal) enn på referansestasjonene. Koronen derimot utgjør en relativt mindre andel, 0,15% på Årdalstangen mot ca. 0,4% på referansestasjonene.

Figur 4 viser middelkonsentrasjoner av PAH på Årdalstangen i årene 1980-1982 og 1989-1991. Middelerdien sommeren 1991 var 18% lavere enn sommeren 1990, 34% lavere enn sommeren 1989 og 51% lavere enn sommeren 1981. Det ser derfor ut til å være en avtagende tendens i PAH-nivået sommerstid på Årdalstangen, mens vinternivået ikke har vist noen sikker tendens de siste årene.

PAH-nivået på Årdalstangen sommeren 1991 var sju ganger høyere enn på referansestasjonen i Oslo og 20 ganger høyere enn på referansestasjonen i Lillestrøm. Vinteren 1991 var PAH-nivået på Årdalstangen fire ganger høyere enn i Oslo og seks ganger høyere enn i Lillestrøm.



Figur 4: Middelkonsentrasjoner av PAH på Årdalstangen i årene 1980-1982 og 1989-1991 (ng/m³).

6 REFERANSER

Hagen, L.O. (1989) Rutineovervåking av luftforurensning
1. kvartal 1989. Lillestrøm (NILU OR 42/89).

Hagen, L.O. (1990a) Rutineovervåking av luftforurensning
3. kvartal 1989. Lillestrøm (NILU OR 8/90).

Hagen, L.O. (1990b) Rutineovervåking av luftforurensning
1. kvartal 1990. Lillestrøm (NILU OR 42/90).

Hagen, L.O. (1991a) Rutineovervåking av luftforurensning
3. kvartal 1990. Lillestrøm (NILU OR 13/91).

Hagen, L.O. (1991b) Kontrollmålinger av PAH i luft ved aluminiumverk vinteren 1991. Lillestrøm (NILU OR 42/91).

Hagen, L.O. (1992) Kontrollmålinger av PAH i luft og nyttevekster ved aluminiumverk sommeren 1991. Lillestrøm (NILU OR 1/92).

Thrane, K.E. (1982) Polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air in Sundsvall, Sweden. Lillestrøm (NILU OR 40/82).

Thrane, K.E. (1983) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. IV. Luftkvalitet på Årdalstangen. Lillestrøm (NILU OR 70/83).

VEDLEGG A

PAH-konsentrasjoner i luft
for enkeltkomponenter
(ng/m³)

KONSENTRASJON AV PAH I LUFT, NANOGRAM PR.KUBIKKMETER

PAH	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN
	20-21.06.1991	27-28.06.1991	04-05.07.1991	11-12.07.1991	18-19.07.1991
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
NAPHTHALENE	4.6	7.1	4.4	1.4	10.0
2-METHYLNAPHTHALENE	4.4	6.7	2.3	0.8	3.4
1-METHYLNAPHTHALENE	2.7	3.8	1.3	0.3	2.7
BIPHENYL	3.4	3.0	1.6	0.4	5.3
ACENAPHTHYLENE	9.2	1.0	1.6	0.3	10.7
ACENAPHTHENE	52.6	38.3	17.6	4.1	48.6
DIBENZOFURAN	153.0	59.3	25.5	22.0	118.0
FLUORENE	90.1	73.7	34.1	28.6	62.9
DIBENZOTHIOPHENE	48.2	43.2	27.8	25.2	35.9
PHENANTHRENE	505.0	459.0	300.0	280.0	374.0
ANTHRACENE	56.3	25.4	12.6	18.7	19.5
2-METHYLPHENANTHRENE	29.7	26.6	23.0	17.6	21.8
2-METHYLANTHRACENE	2.9				
1-METHYLPHENANTHRENE	11.1	12.6	13.5	7.9	9.2
FLUORANTHENE	188.0	147.0	115.0	106.0	139.0
PYRENE	112.0	81.4	62.7	60.0	77.0
BENZO(a)FLUORENE	12.8	8.7	7.0	5.3	5.5
RETENE					
BENZO(b)FLUORENE	12.8	8.7	9.2	5.3	5.2
BENZO(g,h,i)FLUORANTHENE	3.4	2.1	2.1	1.3	2.5
CYKLOPENTA(cd)PYRENE			0.7		0.5
BENZ(a)ANTHRACENE	15.6	9.6	7.5	7.0	10.6
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	25.6	20.9	19.9	12.6	27.1
BENZO(b/j/k)FLUORANTHENE	16.5	18.8	14.2	11.7	25.2
BENZO(e)PYRENE	6.9	8.0	7.9	3.6	9.7
BENZO(a)PYRENE	5.0	4.6	3.9	2.2	4.8
PERYLENE	1.3	1.9	1.5	0.9	1.2
INDEN-(1,2,3-c,d)PYRENE	4.0	3.6	4.5	1.9	3.2
DIBENZO(ac/ah)ANTHRACENES	0.9	1.1	1.8	0.6	0.9
BENZO(g h i)PERYLENE	2.9	3.5	3.7	1.5	3.4
ANTHANTHRENE		0.6	0.8	0.2	0.3
CORONENE	0.4		0.6		
BENZO(a)FLUORANTHENE					
TOTAL	1381.0	1080.0	728.0	627.0	1038.0

KONSENTRASJON AV PAH I LUFT, NANOGRAM PR.KUBIKKMETER

PAH	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN	ARDALSTANGEN
	25-26.07.1991	01-02.08.1991	08-09.08.1991	15-16.08.1991
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
NAPHTHALENE	6.0	10.2	4.8	12.9
2-METHYLNAPHTHALENE	3.6	4.7	1.6	9.4
1-METHYLNAPHTHALENE	2.0	3.2	1.0	6.4
BIPHENYL	2.5	2.7	1.4	7.2
ACENAPHTHYLENE	2.1	4.2	1.7	12.5
ACENAPHTHENE	28.1	23.6	6.5	43.1
DIBENZOFURAN	50.7	44.4	78.1	74.3
FLUORENE	53.4	38.3	37.2	70.5
DIBENZOTHIOPHENE	34.0	41.1	33.7	39.5
PHENANTHRENE	366.0	481.0	371.0	430.0
ANTHRACENE	18.0	21.7	23.6	8.9
2-METHYLPHENANTHRENE	21.0	24.9	15.0	24.0
2-METHYLANTHRACENE				
1-METHYLPHENANTHRENE	10.3	11.9	7.2	13.9
FLUORANTHENE	126.0	153.0	96.2	159.0
PYRENE	66.9	82.6	51.1	82.8
BENZO(a)FLUORENE	6.1	7.0	3.4	8.4
RETENE				
BENZO(b)FLUORENE	8.2			8.4
BENZO(g,b,i)FLUORANTHENE	1.8	2.2	1.2	2.3
CYKLOPENTA(cd)PYRENE	0.8	1.7	0.6	1.3
BENZ(a)ANTHRACENE	7.3	7.5	4.9	6.1
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	17.0	17.2	9.4	18.6
BENZO(b/j/k)FLUORANTHENE	17.4	17.9	6.4	21.6
BENZO(e)PYRENE	6.9	6.4	3.5	8.6
BENZO(a)PYRENE	3.4	4.1	2.4	5.3
PERYLENE	2.0		1.6	3.8
INDEN-(1,2,3-c,d)PYRENE	3.2	3.3	2.0	4.2
DIBENZO(ac/ah)ANTHRACENES	0.8	0.7		2.1
BENZO(g h i)PERYLENE	3.1	2.6	1.8	3.9
ANTHANTHRENE		0.4		0.7
CORONENE	0.4			0.5
BENZO(a)FLUORANTHENE				
TOTAL	869.0	1019.0	767.0	1090.0

VEDLEGG B

Gjennomsnittskonsentrasjoner av de
forskjellige PAH-forbindelsene
(ng/m³)

Komponent nr	PAH	Årdalstangen
1	Naphthalene	6,8
2	2-Methylnaphthalene	4,1
3	1-Methylnaphthalene	2,6
4	Biphenyl	3,1
5	Acenaphthylene	4,8
6	Acenaphthene	29,2
7	Dibenzofuran	69,5
8	Fluorene	54,3
9	Dibenzothiophene	36,5
10	Phenanthrene	396,2
11	Anthracene	22,7
12	2-Methylphenanthrene	22,6
13	2-Methylanthracene	0,3
14	1-Methylphenanthrene	10,8
15	Fluoranthene	136,6
16	Pyrene	75,2
17	Benzo(a)fluorene	7,1
18	Retene	0,0
19	Benzo(b)fluorene	6,4
20	Benzo(g,h,i)fluoranthene	2,1
21	Cyklopenta(cd)pyrene	0,6
22	Benz(a)anthracene	8,5
23	Chrysene/triphenylene	18,7
24	Benzo(b/j/k)fluoranthene	16,6
25	Benzo(e)pyrene	6,8
26	Benzo(a)pyrene	4,0
27	Perylene	1,6
28	Inden-(1,2,3-c,d)pyrene	3,3
29	Dibenzo(ac/ah)anthracene	1,0
30	Benzo(g h i)perylene	2,9
31	Anthanthrene	0,3
32	Coronene	0,2
33	Benzo(a)fluoranthene	0,0
	Tot.midl.	955,6

