

Overvåking av PAH i sjøområdet utenfor Elkem Aluminium Mosjøen ANS i forbindelse med utvidelse og omlegging til Prebake-teknologi



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Overvåking av PAH i sjøområdet utenfor Elkem Aluminium Mosjøen ANS i forbindelse med utvidelse og omlegging til Prebake-teknologi	Løpenr. (for bestilling) 4906-2004	Dato 10.11.2004
	Prosjektnr. Udemnr. O-21806	Sider Pris 20
Forfatter(e) Kristoffer Næs	Fagområde Miljøgifter marint	Distribusjon
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Elkem Aluminium Mosjøen ANS	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

I forbindelse med utfasing av Søderbergproduksjonen og utvidelse og omlegging av produksjonsprosessen til kun Prebake-teknologi hadde Elkem Aluminium Mosjøen ANS et ønske om å overvåke effekten som omleggingen hadde på PAH-konsentrasjonen i vannmassene i det bedriftsnære området. Dette ble gjort ved å sette ut passive prøvetakere, såkalte semipermeable membraner (SPMD), som var utplassert i resipienten fra mai 2001 til oktober 2003. Etter utfasingen av Søderberganleggene skjedde det en dramatisk nedgang i PAH-verdiene. Konsentrasjonene ble i størrelsesorden redusert med 99 % som følge av omleggingen. Dette førte også til en endring i PAH-innhold til blåskjell i Vefsnfjorden. Skjellene samlet på stasjoner fra Alterneset til Sørneset kunne nå i hovedsak karakteriseres som uforurensede i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vefsnfjorden PAH SPMD Blåskjell 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vefsnfjord PAH SPMD Blue mussels
---	--


Prosjektleder


Forskningsleder


Forskningsdirektør

O-21806

**Overvåking av PAH i sjøområdet utenfor Elkem
Aluminium Mosjøen ANS i forbindelse med
utvidelse og omlegging til Prebake-teknologi**

Forord

Dette prosjektet er gjennomført i henhold til prosjektforslag til Elkem Aluminium Mosjøen ANS fra NIVA ved Kristoffer Næs av 5. april 2003.

Det praktiske arbeidet i forbindelse med feltarbeid er utført av bedriften ved Asbjørn Kjønnås og Richard Karstensen. De takkes for en samvittighetsfull gjennomføring. Kontaktpersoner ved Elkem Aluminium Mosjøen ANS har vært Richard Karstensen og Helge Nes.

Ved NIVA har Tom Tellefsen vært kontaktperson på laboratoriet, mens Kristoffer Næs har hatt det faglige ansvaret og skrevet rapporten.

Grimstad, 10. november, 2004

Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
2. Gjennomføring	7
3. Resultater	10
3.1 Membraner (SPMD)	10
3.1.1 Likhhet mellom parallelle prøver	10
3.1.2 Samvariasjon mellom prøvetakingsstedene	12
3.1.3 Utviklingen på stasjonen ved Marsøra	12
3.2 Endring av konsentrasjon av PAH i blåskjell som følge av endrede PAH-utslipp til fjorden	13
4. Referanser	15
5. Vedlegg	16
5.1 Analyseprinsipper	16
5.2 Rådata	17

Sammendrag

I forbindelse med utfasing av Søderbergproduksjonen og utvidelse og omlegging av produksjonsprosessen til kun Prebake-teknologi hadde Elkem Aluminium Mosjøen ANS et ønske om å overvåke effekten som omleggingen hadde på PAH-konsentrasjonen i vannmassene i det bedriftsnære området. Dette ble gjort ved å sette ut passive prøvetakere, såkalte semipermeable membraner (SPMD), som var utplassert i resipienten fra mai 2001 til oktober 2003.

Målingene viste innledningsvis høye konsentrasjoner av PAH i vannmassene ved bedriften. Etter utfasingen av Søderberganleggene skjedde det imidlertid en dramatisk nedgang i verdiene. Konsentrasjonene ble i størrelsesorden redusert med 99 % som følge av omleggingen.

Det er tidligere blitt påvist forhøyede PAH-konsentrasjoner i blåskjell i Vefsnfjorden med konsentrasjoner svarende til markert til sterkt forurenset i hht SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Det var derfor et ønske å se om den kraftige reduksjonen av PAH-tilførsler til fjorden, som membranene inne ved fabrikkområdet viste, også resulterte i endrede konsentrasjoner i blåskjell i Vefsnfjorden. Prøver av skjell ble samlet i november/desember 2003 og april 2004 fra Altneset til Sørneset. Undersøkelsene viste at konsentrasjonene i blåskjell også var kraftig redusert. På alle stasjonene kunne nå skjellene karakteriseres som uforurensede i henhold til SFTs klassifiseringssystem, bortsett fra skjellene fra Høynesdalen som så vidt var over grensen til klasse II, "moderat forurenset". Dette viser at reduksjonen i utslippene av PAH fra Elkem Aluminium Mosjøen ANS raskt har ført til en forbedring av miljøtilstanden i overflatelaget i Vefsnfjorden.

1. Bakgrunn

I forbindelse med utfasing av Søderbergproduksjonen og omlegging av produksjonsprosessen til 100 % Prebake hadde Elkem Aluminium Mosjøen ANS et ønske om å overvåke effekten som omleggingen hadde på PAH-konsentrasjonen i vannmassene i det bedriftsnære området. Overvåkingen startet i mai 2001 og ble avsluttet i oktober 2003. Utfasing av Søderbergcellene startet i 2001 og ble fullført i oktober 2002.

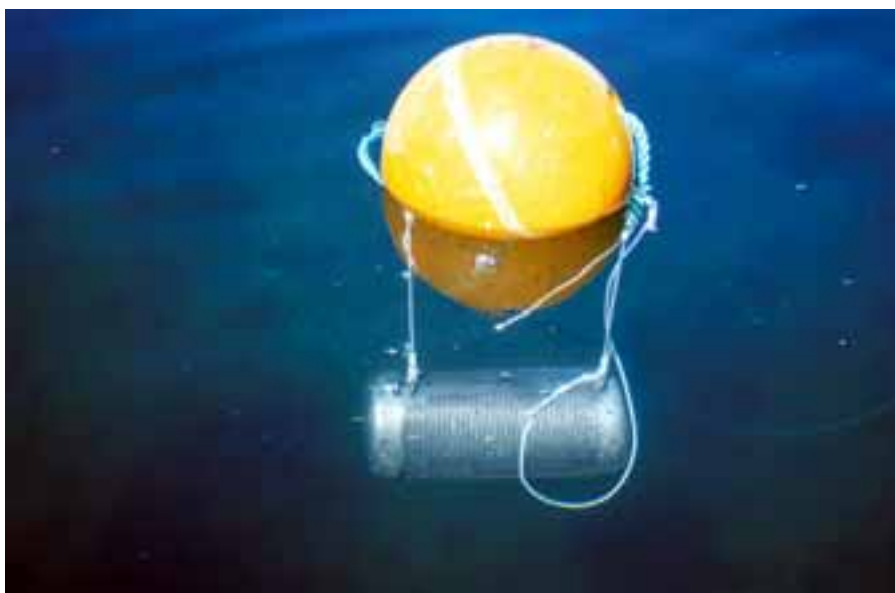
Foreliggende rapport beskriver resultatene fra passive prøvetakere samt også responsen på endrede PAH-tilførsler i blåskjell i Vefsnfjorden.

2. Gjennomføring

Overvåkingen av endringer i PAH-tilførsler til det bedriftsnære sjøområdet ble gjort ved utsetting av passive prøvetakere, såkalte semipermeable membraner (SemiPermeable Membrane Devices = SPMD) over en periode på 2 ½ år. Membranene ble eksponert for sjøvannet i perioder à 2 måneder.

Bruk av passive prøvetakere for organiske miljøgifter, er blitt en vel innarbeidet akvatisk overvåkingsmetode de siste 10 årene. SPMDer består av en dobbel semipermeabel membran som inneholder et lipid, triolein. PAH-komponentenes affinitet til lipider fører til at de ekstraheres kontinuerlig fra omgivende sjøvann over membranen og inn i trioleinen som deretter analyseres. Siden PAH-molekylene må passere gjennom en membran vil SPMDene i prinsipp bare samle oppløst PAH og ikke partikkelbundet (Huckins et al. 2002). Membranene er båndformet, med lengde 91 cm og bredde 2.5 cm, er laget av tolags polyetylen, og er på forhånd fylt med 1 ml syntetisk triolein. Trioleinen danner en tynn væskefilm inni membranen, noe som gir størst mulig forhold mellom overflate og volum av trioleinen. De passive prøvetakerne eksponeres for den samlede PAH-mengden i vannmassene, både fra oppvirvling av sedimenter, utlekking fra deponi, utslipp av prosessavløpsvann og andre kilder, og det er ikke mulig å skille ut bidraget fra de ulike kildene. Endring i komponentsammensetning av den PAH-en som akkumuleres (PAH-profil) over tid og rom vil indikere enten at kilden(e) har endret karakter eller at det har vært en endring i kildenes relative betydning.

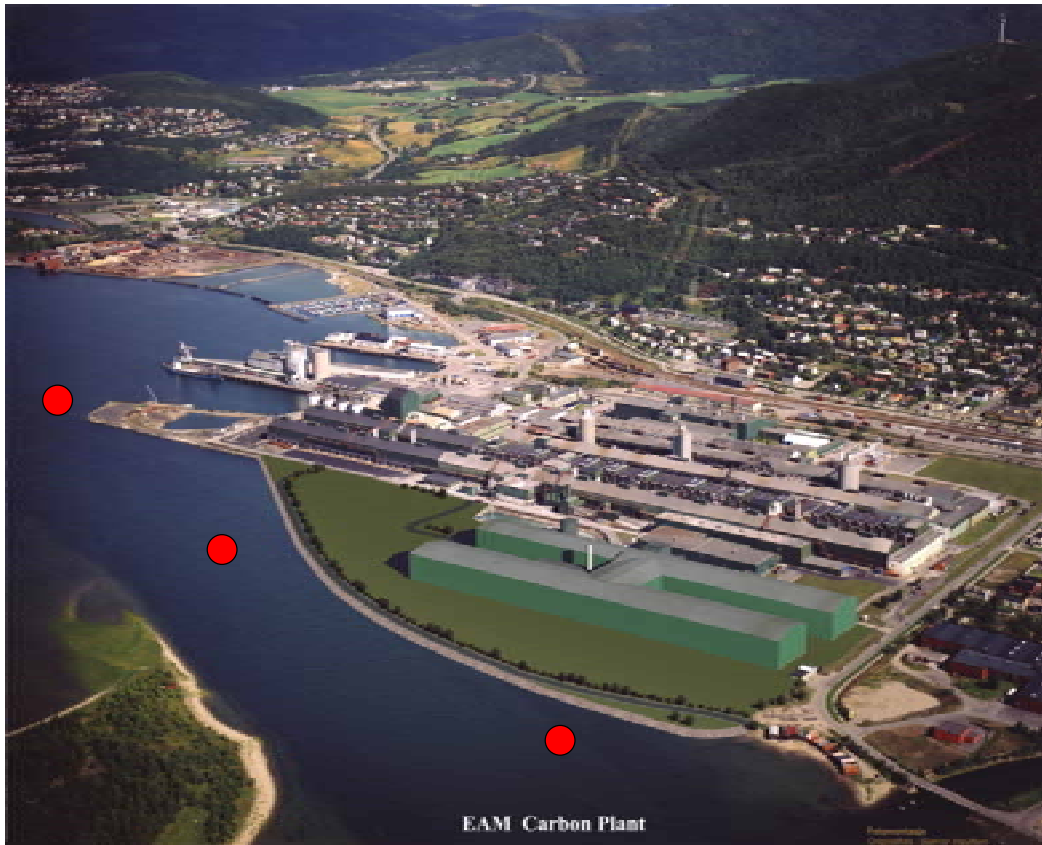
Hver SPMD-rigg besto av en bøye festet via 8 mm tau og kjetting/sjakkell til et bunnanker. Under bøya ble det hengt en SPMD-enhet på ca. 50 cm vanddyb (Figur 1). Hver SPMD-enhet besto av et sylindrisk stålbur (lengde 35 cm, diameter 15 cm) med hull diameter 6 mm. På en langsgående sentral aksel var montert flere holdere for SPMD-membraner. Membranholderne sørger for at nesten hele membranoverflaten har kontakt med sjøvannet. Membranene ankom i forseglede metallbokser som ble åpnet rett før membranene skulle monteres i burene. Håndtering av membranene foregikk ved bruk av pinsett og engangshansker. I hvert bur ble montert 1-2 membraner.



Figur 1. Prinsippbilde av SPMD rigg. Membranene er montert på egne holdere inni det perforerte stål buret (foto: Aud Helland).

Når burene ble tatt opp ble de eksponerte membranene raskt overført til rengjorte stålbokser med lokk, og nye membraner montert. De eksponerte membranene ble oppbevart frosset før analyse.

SPMD-prøvetakerne ble satt ut på tre forskjellige plasser nær fyllingsfronten til bedriften, nemlig ved Havnebassenget, Marsøra og Bålvedneset. Havnebassenget og Marsøra er begge nedstrøms utslippet fra det gamle klaringsbassenget hvor PAH ble tilført Vefsnfjorden via vaskevannet fra rensenanlegget, mens Bålvedneset er oppstrøms (strømmen kan dog gå noe begge veier i forbindelse med tidevannet). Stasjonen Marsøra lå rett ved utløpet fra klaringsbassenget. Vanddyb alle stedene var 2-3 meter.



Figur 2. Plassering av SPMD-prøvetakerne er markert med røde punkter. Det grønne arealet representerer avgrensningen av ferdig utfyllt areal med planlagt anodefabrikk. Stasjonsplasseringen har fulgt fyllingsfrontens endringer. Stasjonene er fra venstre mot høyre: Havnebassenget, Marsøra, Bålvedneset.

Etter innledende opplæring med personell fra NIVA i samband med første utsetting i mai 2001, ble feltarbeidet utført av lokalt personell fra Elkem Aluminium Mosjøen ANS ved Asbjørn Kjønnås og Richard Karstensen.

Oversikt over prøvetakingsperiodene er gitt i **Tabell 1**.

Tabell 1. Oversikt over prøvetakingsperiodene. Tall i parentes angir parallelle membraner som er blitt analysert.

Periode nr.	Havnebasseng	Marsøra	Bålvedneset
1	21/5-21/7-01 (1)	21/5-21/7-01 (1)	21/5-21/7-01 (1)
2	21/7-21/9-01 (1)	21/7-21/9-01 (1)	21/7-21/9-01 (1)
3	21/9-27/11-01 (2)	21/9-27/11-01 (2)	21/9-27/11-01 (2)
4	27/11-30/1-02 (2)	27/11-30/1-02 (2)	27/11-30/1-02 (2)
5	30/1-4/4-02 (2)	11/2-4/4-02 (2)	30/1-4/4-02 (2)
6	4/4-27/5-02 (1)	4/4-27/5-02 (1)	4/4-27/5-02 (1)
7	27/5-25/7-02 (1)	27/5-25/7-02 (1)	27/5-25/7-02 (1)
8	25/7-26/9-02 (1)	25/7-26/9-02 (1)	25/7-26/9-02 (1)
9		26/9-25/11-02 (1)	
10		25/11-28/1-03 (1)	
11		28/1-1/4-03 (1)	
12		1/4-26/5-03 (1)	
13		26/5-6/8-03 (1)	
14		6/8-8/10-03 (1)	

3. Resultater

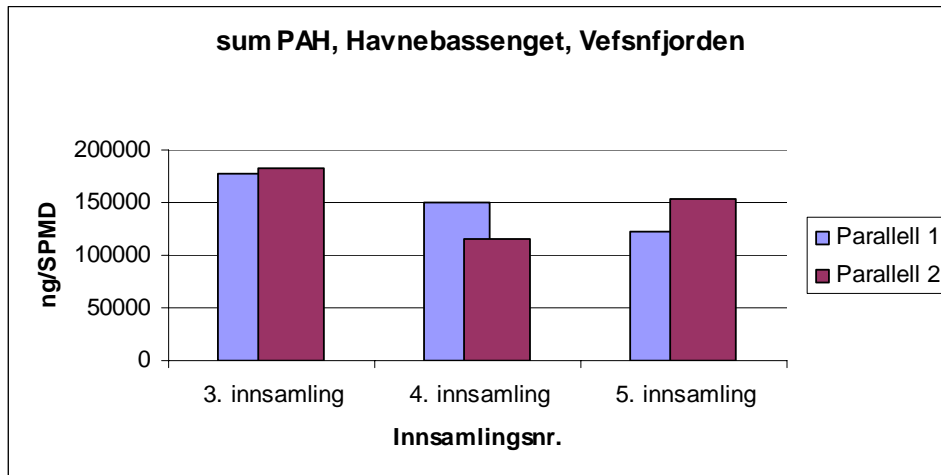
3.1 Membraner (SPMD)

Overvåkingen av PAH i vannmassene var i utgangpunktet planlagt gjennomført på tre stasjoner, men med mulighet for å redusere antall stasjoner hvis dette var faglig forsvarlig. Likeledes ble presisjonen i målingene testet med doble membraner i hvert bur under utvalgte eksponeringsperioder.

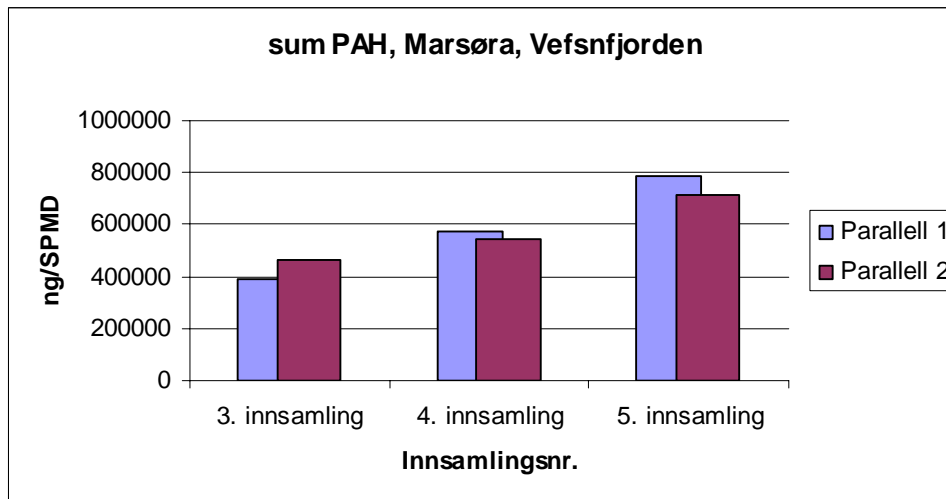
3.1.1 Likhet mellom parallelle prøver

For å ha et godt grunnlag for å vurdere resultatene, ble innledningsvis parallelle membraner fra samme bur analysert. Det ble gjort på alle tre stasjonene, (**Figur 3**). Resultatene fra de parallelle membranene gir informasjon om presisjonen i målingene. Den gjennomsnittlige forskjellen i PAH-konsentrasjon mellom parallelle membraner var 5 prosent av middelverdien (spenn 1-12 %). Dette viser at presisjonen i målingene er god.

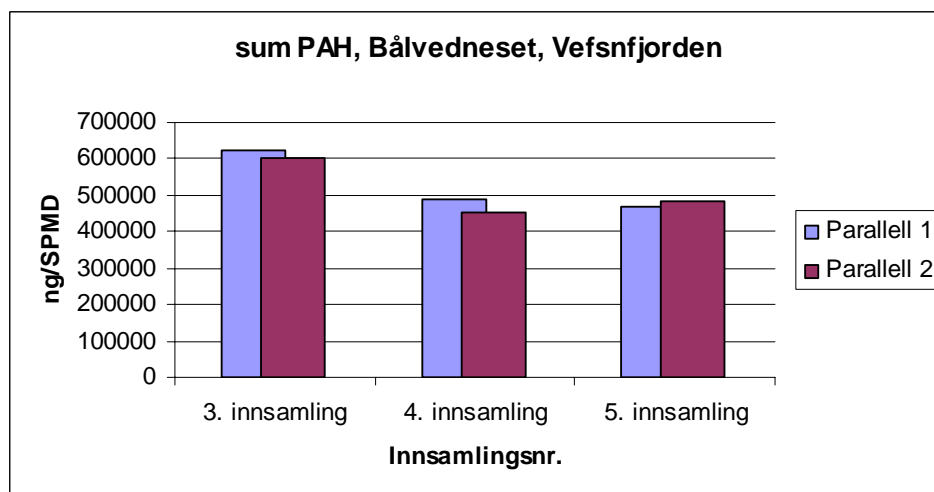
A



B



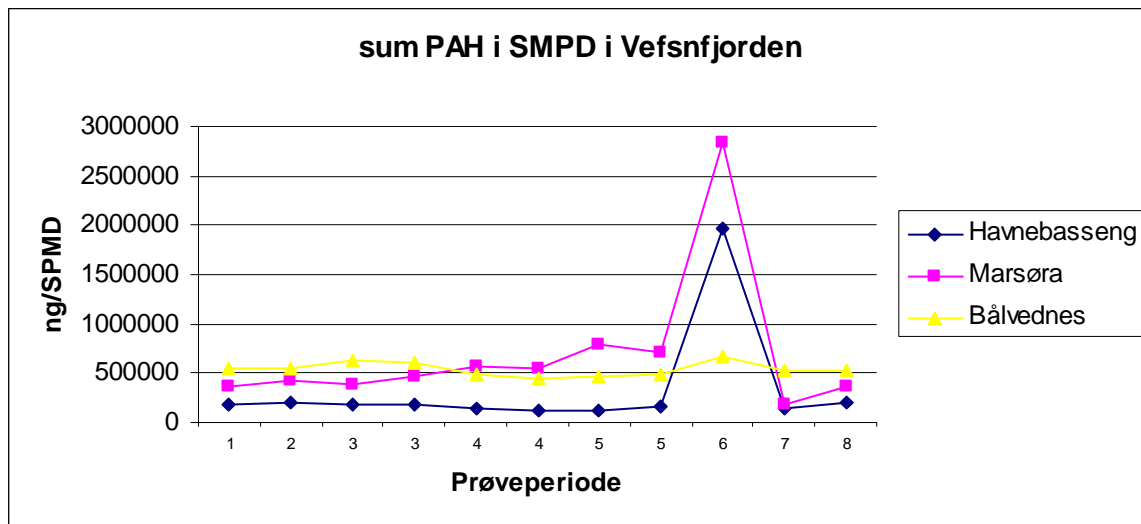
C



Figur 3. Sammenligning av konsentrasjon av PAH i parallelle membraner fra samme bur.

3.1.2 Samvariasjon mellom prøvetakingsstedene

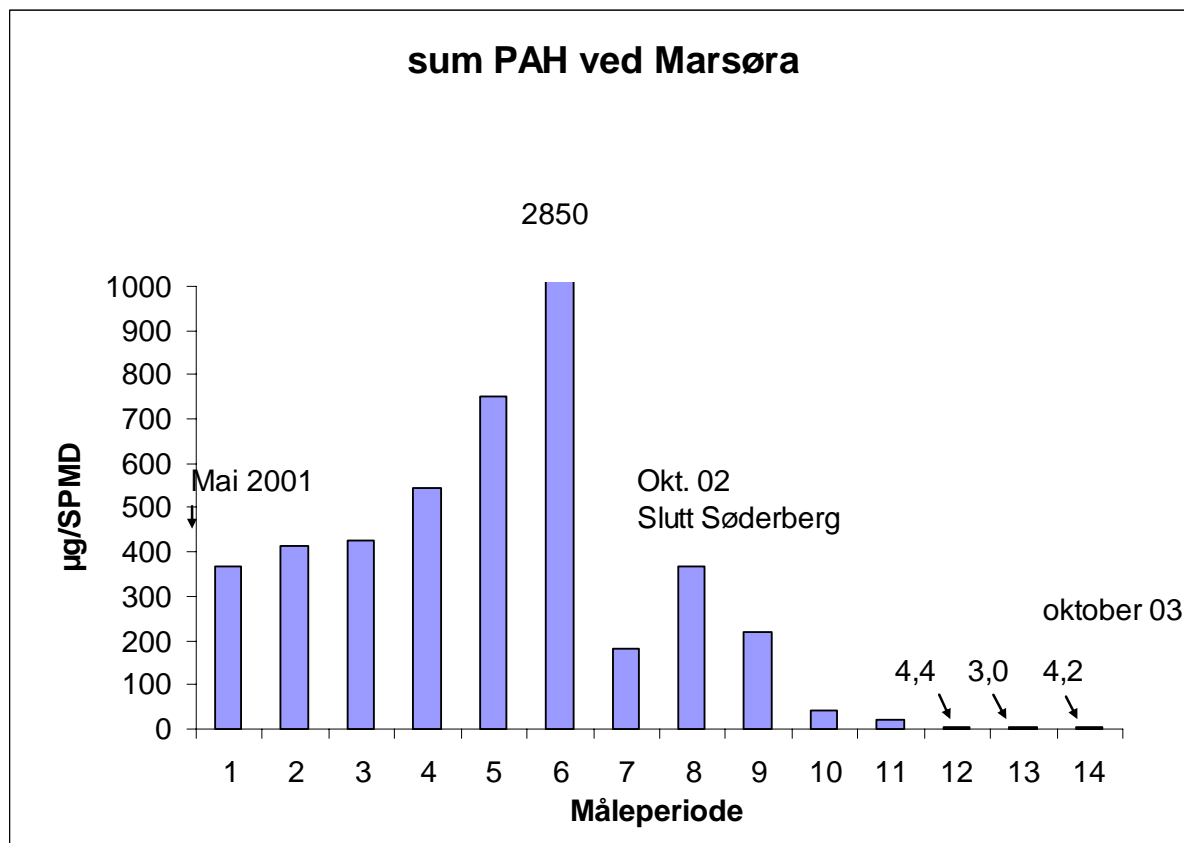
Det ble opprinnelig valgt å sette ut membraner på tre stasjoner i en periode på 16 måneder. Resultatene fra disse målingene viste stor grad av samvariasjon, (**Figur 4**). Stasjonen ved Marsøra hadde de største variasjonene og også den som var nærmest punktkilden (klaringsbassenget). Etter vurdering av resultatene ble det bestemt at man kunne redusere antall stasjoner fra 3 til 1 uten å tape vesentlig informasjon. Overvåkingen utover de første 16 månedene ble derfor basert på resultatene fra en stasjon, nemlig den ved Marsøra.



Figur 4. Samvariasjon av PAH i membraner fra stasjonene Havnebassenget, Marsøra og Bålvedneset.

3.1.3 Utviklingen på stasjonen ved Marsøra

Utviklingen i PAH-konsentrasjonen i membranene på hovedstasjonen ved Marsøra er vist i **Figur 5**. Verdiene var i utgangspunktet i mai 2001 høye og økte opp til en verdi på over 2800 ng sum PAH i membranene. Denne økningen skyldes trolig økede utslipp i forbindelse med ombyggingen av verket. Det er imidlertid vanskelig å knytte økningen til konkrete hendelser. Høsten 2002 var ombyggingen ferdig, noe som resulterte i en dramatisk nedgang i utslippende til fjorden. Mengden PAH i membranene var 3-4 ng fra mai 2003, altså i størrelsesorden 1000 ganger lavere enn våren 2002.



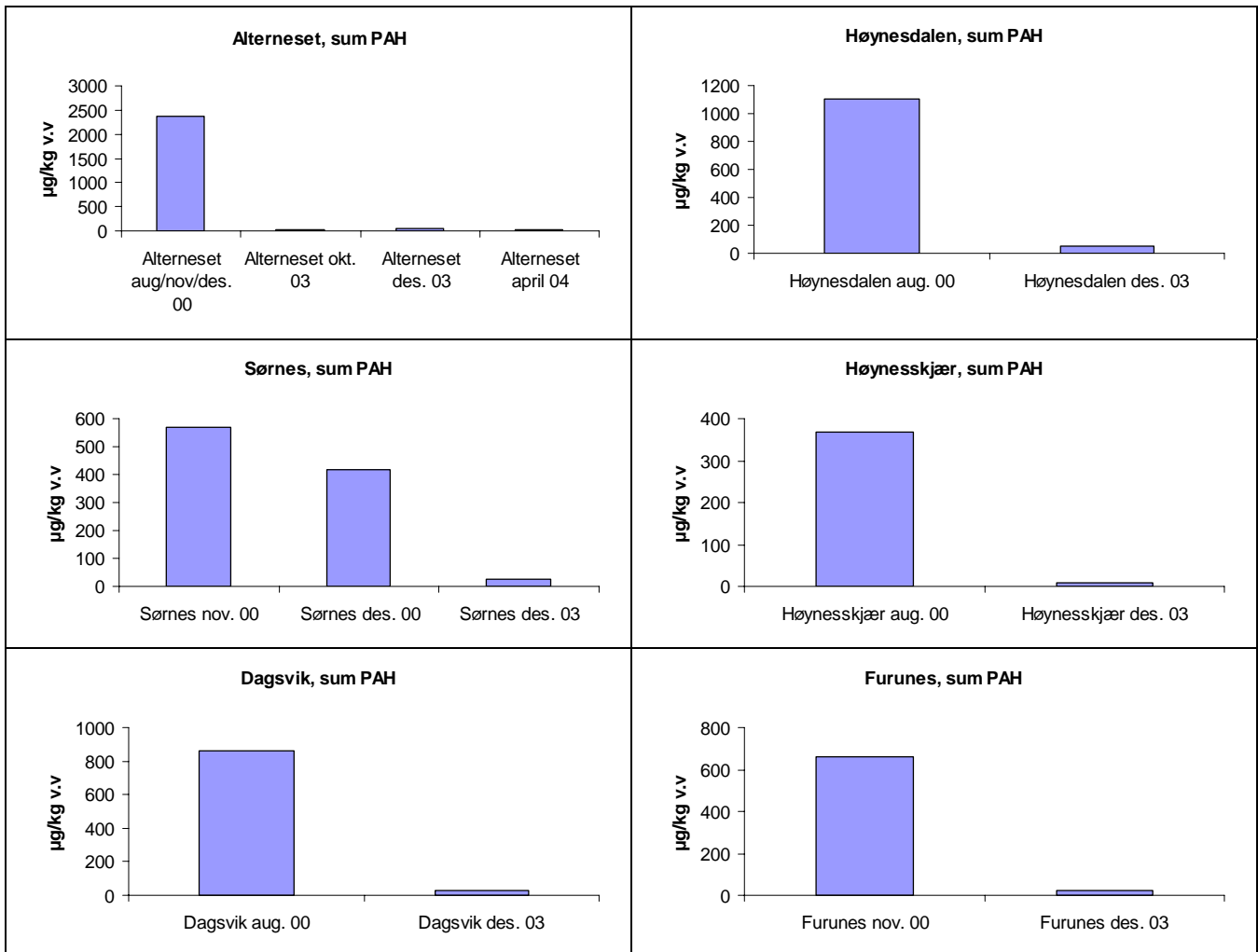
Figur 5. Utviklingen i PAH-konsentrasjon i membraner ved Marsøra fra mai 2001 til oktober 2003.

Det er ikke utarbeidet system for miljøkvalitets-klassifisering på grunnlag av PAH i SPMDer. Det er også et begrenset antall andre undersøkelser å sammenlikne SPMD-verdiene med. I en undersøkelse gjort utenfor Sola-raffineriet (oktober 2000) lå verdiene av sum PAH i størrelsesorden 1625 – 2455 ng/membran inne i Risavika (belastet havneområde), og 348 ng/membran og lavere i åpent farvann utenfor (Berge et al 2000). Nivåer ved Kårstø lå mellom disse (Bakke 2003). I en undersøkelse utenfor Norsk Gjenvinning i Drammensfjorden ble det nylig målt verdier på 3000 – 5000 ng/membran (Helland 2002). I nærrområder til aluminiumsverk med Søderbergteknologi er det tidligere målt konsentrasjoner i området 30 000-60 000 ng pr. SPMD (foreløpig analyserapport NIVA-prosjekt O-21178/2002). Næs et al. (2003) målte i størrelsesorden 20 000 til 70 000 ng sum PAH/membran i Kristiansandsfjorden i et område med aktive PAH-tilførsler. De nåværende konsentrasjonene i Vefsnfjorden er således lave, men noe forhøyet i forhold til områder lite påvirket av menneskelig aktivitet.

3.2 Endring av konsentrasjon av PAH i blåskjell som følge av endrede PAH-utslipp til fjorden

Undersøkelsene av miljøforholdene i Vefsnfjorden i 2000 viste forhøyede PAH-konsentrasjoner i blåskjell med konsentrasjoner svarende til markert til sterkt forurenset (Næs et al. 2001). Det var derfor et ønske å se om den kraftige reduksjonen til PAH-tilførsler til fjorden som membranene inne ved fabrikkområdet viste, også resulterte i endrede konsentrasjoner i blåskjell i Vefsnfjorden. Prøver av skjell ble samlet i november/desember 2003 og april 2004 på Alterneset, mens de andre stasjonene

ble prøvetatt i desember 2003. Undersøkelsene viste at konsentrasjonene i blåskjell også var kraftig redusert, (**Figur 6**).



Figur 6. Konsentrasjoner av sum PAH i 2003/04 i blåskjell sammenlignet med 2000.

På alle stasjonene kunne nå skjellene karakteriseres som uforurensede i henhold til SFTs klassifiseringssystem, bortsett fra skjellene fra Høynesdalen som så vidt var over grensen til klasse II, ”moderat forurensert”. Dette viser at reduksjonen i utslippene av PAH fra Elkem Aluminium Mosjøen ANS raskt har ført til en forbedring av miljøtilstanden i overflatelaget i Vefsnfjorden.

4. Referanser

Bakke, T., 2003. Overvåking av det marine miljø utenfor gassprosesseringsanlegget på Kårstø. Biotilgjengelighet av utslippskomponenter i avløpsvann. NIVA rapport lnr 4689.

Berge, J.A., A. Fagerhaug og B. Rygg, 2000. Marine investigations in Risavika 2000. NIVA rapport lnr 4301. 37 s.

Helland, A., 2002. Miljøgifter i sjøvann, sedimenter og SPMDer i Drammensfjorden utenfor anlegget til Franzefoss Gjenvinning A.S. NIVA rapport lnr 4478. 32 s.

Huckins, J.N., J.D. Pretty, H.F. Prest, R.C. Clark, D.A. Alvarez, C.E. Orazio, J.A. Lebo, W.L. Cranor and B.T.A. Johnson, 2002. Guide for the use of semipermeable membrane devices (SPMDs) as samplers of waterborne hydrophobic organic contaminants. Report for the American Petroleum Institute (API), Washington D.C., API Publication No. 4690.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. 36s.

Næs, K. J. Knutsen, E. Oug, B. Rygg, J. Håvardstun, L. Tveiten og M.C. Lie, 2001. Overvåking av Vefsnfjorden, Sunndalsfjorden og Årdalsfjorden 2000. PAH, klorerte forbindelser og metaller i organismer og sedimenter, sammensetning av bløtbunnsfauna. NIVA rapport lnr 4440, 117s.

Næs, K., E. Oug og J. Håvardstun, 2003. PAH-forurensede sedimenter i nærområdet til Elkem i Kristiansand. Fase 1: En samlet analyse av data fra Fiskåbukta og Vesterhavn fra perioden 1983-2001. Fase 2: Undersøkelser for å avklare eventuelle aktive PAH-tilførsler. NIVA rapport lnr 4721.

5. Vedlegg

5.1 Analyseprinsipper

SPMDen rengjøres med destillert vann og papir og settes deretter inn i en valse for utpressing av trioleinen. Trioleinen tilsettes internstandarder og forsåpes. PAH ekstraheres med n-pentan og tørkes over natriumsulfat. Ekstraksjonsvolumet reduseres, og ekstraktene renses ved GPC. Dersom det viser seg nødvendig, blir prøvene videre renses ved DMF-fordeling og eluering i silica-kolonner. Ekstraktene ble analysert ved hjelp av GC/MS i SIM,

5.2 Rådata

Blåskjell 2000,2003/04 samlet.

Merket		Alterneset	Alterneset	Alterneset	Alterneset	Alterneset	Alterneset	Høynesdalen	Høynesdalen	Lindset	Korsnes	Sørnes	Sørnes	Sørnes	Høynesskjær	Høynesskjær	Dagsvik	Dagsvik	Furunes	Furunes
Samlet		Aug. 00	Nov. 00	Des. 00	Okt. 03	Des. 03	April 04	Aug. 00	Des. 03	Aug. 00	Aug. 00	Nov. 00	Des. 00	Des. 03	Aug. 00	Des. 03	Aug. 00	Des. 03	Aug. 00	Des. 03
TTS/%	%		10.6	11.5	89?	13.9	14.3		15			10.7	13.3	15.3		13.2		13.2		16.4
Fett-%	% pr.v.v.				0.73	1.4	-		1.4	1.8	2.7			1.3		1.1	1.8	1.3		1.6
NAP	µg/kg v.v.	4.7	<0.5	<0.5	<1	<3	<2	<1	<3	2.3	2.6	2.4	<0,5	<3	<1	<3	2.7	<3	<1	<3
ACNLE	µg/kg v.v.	1.0	2	1	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<0,5	<1	<1	0.7	2	<0,5	<1	<0,5	<1	<0,5	<1	<0,5
ACNE	µg/kg v.v.	11.2	1.4	7	<0,5	<0,5	1.9	4.1	<0,5	12	9.8	2.4	<0,5	<0,5	2.2	<0,5	5.5	<0,5	3.7	<0,5
FLE	µg/kg v.v.	11.9	2.4	12	<0,5	<0,5	2.1	7.2	<0,5	12	9.7	4.4	4	<0,5	4	<0,5	6.2	<0,5	6.8	<0,5
PA	µg/kg v.v.	132.0	16	92	2.4	3.5	2	52	3.3	135	117	35	28	2.8	32	1.1	79	2.5	54	2
ANT	µg/kg v.v.	13.0	2.2	22	<0,5	<0,5	<0,5	1.7	<0,5	8.3	5.5	3.3	3	<0,5	<1	<0,5	2.2	<0,5	1.5	<0,5
FLU	µg/kg v.v.	653.0	42	458	4	6.3	2.3	351	6.5	746	612	124	103	4.5	160	1.9	354	5.5	297	4.6
PYR	µg/kg v.v.	398.3	26	368	2.4	4.1	1.3	117	3.9	408	258	90	82	3.2	37	1.1	113	3.6	76	2.9
BAA	µg/kg v.v.	296.0	90	466	8.7	11	1.4	154	20	328	160	67	48	6	27	1.3	48	5	62	3.3
CHRTR	µg/kg v.v.	434.0	75	388	5.1	7.8	2.2	174	7.7	434	293	95	52	3.4	54	1.6	130	4.3	83	3.5
BBJKF	µg/kg v.v.	553.7	87	901	5.7	10.5	2.69	148	7.5	523	248	108	60	5.9	31	2.33	92	6.1	48	4.43
BAP	µg/kg v.v.	108.7	10	217	0.77	1.5	0.59	9.8	1.2	61	23	14	13	0.8	1	<0,5	5.4	0.78	1.6	0.55
ICDP	µg/kg v.v.	69.3	9.1	116	1.1	1.1	0.5	37	0.81	48	26	9.5	7	0.62	8	<0,5	7.8	0.56	11	<0,5
DBA3A	µg/kg v.v.	25.9	3.1	48	<0,5	<0,5	<0,5	21	<0,5	15	7.3	3.4	3	<0,5	4.5	<0,5	1.8	<0,5	6.6	<0,5
BGHIP	µg/kg v.v.	90.7	12	140	1.3	1.8	1.1	24	1.2	66	38	12	13	1.1	6.3	<0,5	12	0.98	9.1	0.8
Sum PAH	µg/kg v.v.	2803	378	3236	31	48	18	1101	52	2799	1810	571	418	28	367	9	860	29	660	22

SPMD rådata

SPMD Mosjøen AI
ng/SPMD

Parameter/prøve	Periode											
	1. 2001 21/5-21/7	2. 21/7-21/9	3., parallell 1 21/9-27/11	3., parallell 2 21/9-27/11	4., parallell 1 2002 27/11-30/1	4., parallell 2 27/11-30/1	5., parallell 1 30/1-4/4	5., parallell 2 30/1-4/4	6. 4/4-27/5	7. 27/5-25/7	8. 25/7-26/9	
Naftalen	151	50	51	50	59	60	73	95	50.46	51	48	
2-M-Naf.	149	11	190	174	178	184	143	158	139.68	130	80	
1-M-Naf.	95	11	140	128	124	153	98	116	112.46	93	64	
Bifenyl	231	104	<50	69	107	128	413	1030	98.23	153	28	
2,6-Dimetylnaftalen	241	135	73	<50	424	380	259	250	380.13	111	91	
Acenaftalen	112	45	109	89	174	162	133	130	86.38	60	65	
Acenaften	1824	1671	2370	2192	3338	3272	4625	4580	3234.93	1400	907	
2,3,5-Trimetylnaftalen	115	91	165	146	171	224	141	150	359.04	127	67	
Fluoren	1723	1186	2000	1750	31277	2806	3820	3690	1511.94	1161	885	
Fenantren	13410	5325	13425	12820	8940	8760	11500	12360	9858	6948	9705	
Antracen	1543	1503	2180	1975	3033	2841	2080	2310	1081.96	899	741	
1-Metylfenantren	3960	2942	3003	2515	1814	1585	1806	2160	2343.16	1801	2755	
Fluoranten	63800	72000	66940	69300	45474	42657	46640	58800	110398	51650	71670	
Pyren	51950	56700	51280	51125	33218	30582	28980	36620	65615	26490	47050	
Benz(a)antracen*	14090	16880	9420	9930	4130	3596	4270	5990	7328.88	7847	13790	
Chrysen/trifenylen	17330	17860	10850	11660	7284	7567	7495	10180	12416.97	11340	21120	
Benzo(b,,j,k)fluoranten*	12710	15970	9000	10200	4914	5037	5130	7429	1735788	10670	15815	
Benzo(e)pyren	3540	5870	3145	3575	2175	2162	1920	2740	3847.94	11340	16465	
Benzo(a)pyren*	2510	3577	2135	2460	1871	1849	1895	2770	2198.97	2156	2613	
Perylen	487	695	502	566	365	419	354	530	389.7	486	628	
Ind.(1,2,3cd)pyren*	643	824	562	633	227	180	247	376	536.3	1010	1338	
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	238	337	<50	<50	64	67	69	110	188.81	288	377	
Benzo(ghi)perylen	753	1145	640	718	251	255	257	416	628.31	726	923	
SUM	191605	204932	178180	182075	149612	114926	122348	152990	1958593	136937	207225	
Derav KPAH(*)	30191	37588	21167	23273	23274	23275	11611	16675	1746041	21971	33933	
%KPAH	16	18	12	13	14	15	9	11	89	16	16	

NIVA 4906-2004

Stasjon Marsøra	Periode																
	1. 2001 21/5-21/7	2. 21/7-21/9	3., parallell 1 21/9-27/11	3., parallell 2 21/9-27/11	4., parallell 1 2002 27/11-30/1	4., parallell 2 27/11-30/1	5., parallell 1 11/2-4/4	5., parallell 2 11/2-4/4	6. 4/4-27/5	7 27/5-25/7	8 25/7-26/9	9 26/9-25/11	10 25/11-28/1	11 28/1-1/4-0	12 1/4-26/5-0	13 26/5-6/8-0	14 6/8-8/10-03
Parameter/prøve	2424-2	2424-5	2868-1	2868-4	237-5	237-6	723-3	723-4	1333-2	2566-2	2566-5	2977-1	240-1	970-1	1779-1	1779-2	2965
Naftalen	70	52	112	98	66	69	257	365	271	408	103	52	88	20	9	23	<25
2-M-Naf.	161	28	437	455	409	452	1235	1560	1429	292	249	61	72	58	12	17	47
1-M-Naf.	157	40	355	375	384	433	1070	1365	1427	192	215	48	51	46	11	10	32
BifenyI	198	110	178	185	199	279	2675	3495	786	170	70	36	49	30	6	4	16
2,6-Dimetylnaftalen	406	690	187	200	1151	1380	1860	1945	2233	178	200	54	72	51	19	14	32
Acenaftylen	260	340	362	426	903	1050	1070	1020	1096	127	249	27	22	5.1	1	1	8
Acenaften	3530	8690	6120	6390	22573	23447	27775	26800	40790	1955	2536	406	444	207	37	23	98
2,3,5-Trimetylnaftalen	187	230	256	260	482	503	635	640	491	92	117	67	5	51	22	14	26
Fluoren	3493	2850	4970	5025	16497	16614	30670	31050	15192	2025	2210	380	377	156	30	20	66
Fenantren	31270	8290	30700	33000	42772	38887	99550	107530	109847	17510	21070	7054	2390	1010	196	145	520
Antracen	2965	3830	4880	5040	13784	12430	14090	12020	12540	579	1360	732	395	167	22	8	79
1-Metylfenantren	8850	8100	9780	8620	9193	9534	14140	13010	31496	3005	6280	2496	427	184	50	27	120
Fluoranten	103400	130400	117000	154560	190522	193017	257800	243100	1301359	66190	116640	79400	14750	4120	990	659	s2600
Pyren	94000	117300	102550	133600	148510	156635	198900	181100	879013	40980	93850	62700	10000	2420	541	188	s1200
Benz(a)antracen*	30460	36660	29460	31490	25462	20743	29465	20070	97273	13110	35430	14400	2319	593	77	71	330
Chrysen/trifenylen	32870	35600	32100	32300	39536	29775	43130	31510	128232	16880	41570	17440	3017	660	108	95	290
Benzo(b,j,k)fluoranten*	31820	34520	29300	28530	27782	20216	30700	19930	128419	10580	27110	18360	5230	587	83	93	260
Benzo(e)pyren	11380	12910	10600	10245	11772	7994	11510	7440	51444	2652	7090	6744	1345	230	35	33	110
Benzo(a)pyren*	7680	8745	7950	7710	12228	7883	13080	8120	28546	1840	5154	4043	958	78	10	12	31
Perylen	1520	1755	1590	1560	2255	1493	2080	1330	4790	437	1232	787	206	19	4	4	8
Ind.(1,2,3cd)pyren*	1724	1637	1540	1520	2056	1200	1720	1240	4202	766	1724	1004	417	26	4	5	10
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	670	665	83	95	532	354	620	432	1488	177	478	278	105	16	2	2	8
Benzo(ghi)perylene	2072	2120	1710	1710	1744	1169	1800	1365	4845	443	1173	953	533	20	5	5	13
SUM	369143	415562	392220	463394	570812	545557	785832	716437	2847209	180588	366110	217522	43272	10754.1	2273.8	1473.3	2103.8
Derav KPAH(*)	72354	82227	68333	69345	68060	50396	75585	49792	259927.5	26473	69896	38085	9029	1300	175.5	183.4	638.9
%KPAH	20	20	17	15	12	9	10	7	9	15	19	18	21	12	8	12	30

NIVA 4906-2004

Stasjon Bålvedneset	Periode											
	1.	2.	3., parallell 1	3., parallell 2	4., parallell 1	4., parallell 2	5., parallell 1	5., parallell 2	6.	7.	8.	
	2001 21/5-21/7	21/7-21/9	21/9-27/11	21/9-27/11	27/11-30/1	27/11-30/1	30/1-4/4	30/1-4/4	4/4-27/5	27/5-25/7	25/7-26/9	
Parameter/prøve	2424-3	2424-6	2868-3	2868-6	237-3	237-4	723-5	723-6	1333-3	2566-3	2566-3	
Naftalen	77	53	234	196	69	63	282	248	81	228	228	
2-M-Naf.	305	16	986	745	273	246	866	843	358	485	485	
1-M-Naf.	287	20	815	600	256	226	709	725	321	405	405	
Bifenyl	445	144	360	280	191	183	2315	3120	191	249	249	
2,6-Dimetylnaftalen	1150	384	445	1455	745	684	1090	1140	577	520	520	
Acenaftalen	695	186	1235	890	687	613	633	643	183	701	701	
Acenaften	9900	5824	18500	17540	14680	13900	17400	17880	7252	11070	11070	
2,3,5-Trimetylnaftalen	425	180	352	336	318	278	316	325	333	248	248	
Fluoren	7850	2853	12300	10760	11167	10059	19450	19830	3365	9730	9730	
Fenantren	34390	8262	45700	43980	21562	18671	45980	47820	29374	38960	38960	
Antracen	6150	4364	8830	8540	14329	14277	11640	12070	3487	3766	3766	
1-Metylfenantren	15350	8352	11575	14185	6487	5992	6365	6620	6997	13750	13750	
Fluoranten	148700	150000	173450	174720	177122	159229	152300	160050	306413	170400	170400	
Pyren	134000	128800	138210	139060	116624	103112	105640	111300	202971	138700	138700	
Benz(a)antracen*	48530	60400	48420	43800	26520	27125	20110	20500	25952	40670	40670	
Chrysen/trifenylene	48450	55540	57080	54080	39014	40604	32520	32520	33619	47830	47830	
Benzo(b.,j,k)fluoranten*	53080	61000	55920	51260	30712	22879	24220	24520	30421	25380	25380	
Benzo(e)pyren	20400	23900	20715	18960	12296	13160	8920	9060	11293	25690	25690	
Benzo(a)pyren*	13515	16730	15250	13880	12171	12968	10085	10265	6972	4578	4578	
Perylen	2833	3720	3765	3040	2199	2404	1650	1720	1130	1036	1036	
Ind.(1,2,3cd)pyren*	3073	3926	3435	2750	1780	1609	1390	1335	968	1215	1215	
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	1242	1550	207	166	467	538	494	470	368	377	377	
Benzo(ghi)perylene	3690	4960	3835	3070	1513	1694	1520	1465	1121.53	869	869	
SUM	554537	541164	621619	604293	491182	450514	465895	484469	673749	536857	536857	
Derav KPAH(*)	119440	143606	123232	111856	71650	65119	56299	57090	64681	72220	72220	
%KPAH	22	27	20	19	15	14	12	12	10	13	13	