



RAPPORT LNR 4689-2002

Overvåking av det marine miljø utenfor gassprosesserings- anlegget på Kårstø

Biotilgjengelighet av
utslippskomponenter i
avløpsvann

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 det marine miljø utenfor gassprosesseringsanlegget på Kårstø. Biotilgjengelighet av utslippskomponenter i avløpsvann	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	4689/2003	2003.06.12
Forfatter(e) Bakke, Torgeir	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	O-21341 3	18
Fagområde marine miljøgifter	Distribusjon	
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statoil ASA	Oppdragsreferanse 4500424160
---------------------------------	---------------------------------

Sammendrag

Blåskjell og passive prøvetakere (SPMDer og DGTer) som ble satt ut på rigger utenfor utslippsledningen fra renseanlegget på Kårstø i perioden 1 juli til 27 august 2002 viste ingen tegn til akkumulering av metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn) eller av PAH i forhold til skjell og prøvetakere satt ut samtidig på en referansestasjon på Boknaflæet. I forhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann ble samtlige skjellprøver klassifisert som "lite-ubetydelig" forurenset av metaller og PAH og analysene indikerte videre at vannmassene ved terminalen også må klassifiseres som "lite-ubetydelig" forurenset av metaller i denne perioden. Vannmassenes innhold av løst PAH synes å være på nivå med det som er funnet i enkelte andre fjordområder med moderat båttrafikk.

Fire norske emneord 1. Tungmetaller 2. Polysykliske aromatiske hydrokarboner 3. Passive prøvetakere 4. Gasserminal	Fire engelske emneord 1. Heavy metals 2. Polycyclic aromatic hydrocarbons 3. Passive samplers 4. Gas terminal
--	---

Torgeir Bakke
Prosjektleder

Kristoffer Næs
Forskningsleder
ISBN 82-577-4357-7

Jens Skei
Forskningsdirektør

**Overvåking av det marine miljø utenfor
gassprosesseringsanlegg på Kårstø**

Biotilgjengelighet av utslippskomponenter i avløpsvann

Forord

På oppdrag fra Statoil ASA, (bestilling 4500424160) ved Odd Inge Sandvik, ble det gjennomført undersøkelser av forekomst av utvalgte miljøgifter i vannmassene i området rundt Statoils gassterminal ved Kårstø i perioden 1 juli – 27 august 2002. Undersøkelsene er en del av et større overvåkingsprogram av resipienten utenfor gassterminalen.

Feltarbeidet med utsetting av rigger med blåskjell og passive prøvetakerer ble utført av Mats Walday, Frithjof Moy og Lise Tveiten, alle NIVA. Lise Tveiten gjennomførte innsamling av riggene ved endt forsøksperiode, med unntak av en sunket rigg som ble gjenfunnet av Statoil ca 1 mnd senere. Blåskjellprøvene ble opparbeidet av Lise Tveiten og Merete Schøyen NIVA, og alle analysene av prøvematerialet er utført ved NIVAS laboratorier. Behandling av data fra DGT-analysene er utført av Oddvar Røyset, NIVA. Torgeir Bakke har forfattet rapporten.

Oslo, 12 juni 2003

Torgeir Bakke

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Metodebeskrivelse	7
2.1 Feltarbeid	7
2.2 Analyser	9
3. Resultater	11
3.1 Konsentrasjoner av metaller og PAH i de enkelte prøvetypene	11
3.1.1 Blåskjell	11
3.1.2 SPMD	11
3.1.3 DGT	12
4. Diskusjon	13
5. Konklusjoner	13
6. Referanser	14
Vedlegg A. Analyseprosedyrer	15
Vedlegg B. Rådata blåskjell og SPMDer	17

Sammendrag

Sommer-høst 2002 gjennomførte NIVA overvåkingsundersøkelser i det marine miljø utenfor Kårstø, Rogaland, for å avdekke eventuelle miljøvirkninger på marine alger og dyr av utslippet av kjølevann og avløp fra renseanlegget for Gasscos gassprosesseringsanlegg.

Delprogrammet som rapporteres her har hatt som formål å undersøke om eventuelle PAH-forbindelser og tungmetaller som tilføres resipienten fra avløpene er bioakkumulerbare.

Dette er gjort ved å sette ut rigger med blåskjell og passive prøvetakere for organiske miljøgifter (SPMDer - semi-permeable membrane devices) og for tungmetaller (DGTer - diffusion gradients in thin films) i overflatelaget på to stasjoner i nærområdet for det kombinerte utslippet av kjølevann og avløp fra renseanlegget, og på en referansestasjon på Boknaflæet. Feltarbeidet ble gjennomført med utsetting av rigger den 1 juli 2002 og innsamling 27 august 2002.

Blåskjell ble analysert for innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller (arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink), samt totalt tørrstoffinnhold. SPMDene ble analysert for PAH og DGTe ble analysert for metaller (bly, kadmium, kobber, sink, kobolt og nikkel).

Blåskjell og passive prøvetakere på riggene utenfor utslippsledningen fra renseanlegget viste ingen tegn til akkumulering av tungmetaller eller av PAH i forhold til skjell og prøvetakere på referansestasjonen. I forhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann ble samtlige skjellprøver klassifisert som "lite-ubetydelig" forurenset av metaller og PAH og analysene indikerte videre at vannmassene ved terminalen også må klassifiseres som "lite-ubetydelig" forurenset av metaller i denne perioden. Vannmassenes innhold av løst PAH synes å være på nivå med det som er funnet i enkelte andre fjordområder med moderat båttrafikk.

Summary

Title: Monitoring of the marine environment outside a gas processing facility at Kårstø. Bioavailability of components in the discharge water.

Year: 2003

Author: Torgeir Bakke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4357-7

In the summer and autumn 2002 NIVA conducted monitoring surveys in the marine environment outside Kårstø, Rogaland County, to identify possible environmental impacts to marine organisms from the discharge of cooling and process water from the water treatment plant for the Gassco gas processing facility.

The purpose of the subprogram reported here was to assess if polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) components and heavy metals from the discharges have a potential for bioaccumulation.

The survey was done by deploying rigs with blue mussels (*Mytilus edulis*) and passive samplers for organic contaminants (SPMDs, semi-permeable membrane devices) and for metals (DGTs, diffusion gradients in thin films) close to the surface at two stations in the vicinity of the combined outfall of cooling water and water from the treatment plant, and at one reference station at Boknaflæet. Field work included rig deployment on 1 July 2002 and retrieval on 27 August 2002.

Mussels were analysed for tissue dry weight and content of PAH and metals (arsenic, cadmium, chrome, copper, mercury, nickel, lead, and zink). The SPMDs were analysed for PAH and the DGTs for metals (lead, cadmium, copper, zink, cobolt, and nickel).

The mussels and passive samplers deployed outside the discharge point showed no signal of accumulation of metals or PAH compared to mussels and samplers deployed at the reference locality. According to the environmental quality classification system for marine waters from the Norwegian Pollution Control Authorities (SFT) all mussel samples were classified as 'insignificantly contaminated' from PAH and metals. The analyses further indicated that the water masses at the terminal also should be classified as insignificantly contaminated with metals during the present period. The water content of dissolved PAH appeared to be at level with what has been found in some other fjord areas with moderate boat traffic.

1. Innledning

Sommer-høst 2002 gjennomførte NIVA overvåkingsundersøkelser i det marine miljø utenfor Gasscos gassprosesseringsanlegg på Kårstø, Rogaland.

Overvåkingen fokuserer på eventuelle miljøvirkninger av utslippet av kjølevann og avløp fra renseanlegget på gassprosesseringsanlegget. Det er de senere årene gjort betydelige endringer i kjølevanns-systemet på Kårstø. Kjølevannsinntaket er flyttet fra 30 m dyp på Falkeidflæet ca 150 m sør for terminalen til 78 m dyp utenfor Haugneset mot Herevikfjorden. Klorbehandling av kjølevannet gjøres ikke lenger. Det er også bygget et nytt utslippsanlegg på 14 m dyp i ca 100 m avstand sørvest for det gamle utslippspunktet. Begge utslippene er i drift. Kjølevannsmengden i det nye utslippet var sommeren 2002 oppgitt til å være ca 14000 m³/t, i det gamle på 18-25000 m³/t. Det er også gjennomført en numerisk modellering av spredning og fortykning av de samlede kjølevannsutslippene, som dekker kjølevannsmengder opp til 60000 m³/t.

Formålet med overvåkingsprogrammet er å fremskaffe data som kan avdekke eventuelle effekter av avløpene på marine alger og dyr i resipienten. Det er i periodene 1981-1983, 1987-1989 og 1995-1997 gjennomført omfattende kvantitative undersøkelser av samfunnsstruktur på hardbunn både i nærområdet for kjølevannsutslippet og i tilgrensende områder.

Overvåkingsprogrammet 2002-2003 er delt i tre delprogrammer. Delprogrammet som rapporteres her har hatt som formål å undersøke om eventuelle PAH-forbindelser og tungmetaller som tilføres resipienten fra avløpene er bioakkumulerbare. Dette er gjort ved å sette ut rigger med blåskjell og passive prøvetakere for organiske miljøgifter og for tungmetaller i nærområdet for det kombinerte utslippet av kjølevann og avløp fra renseanlegget.

Blåskjell er i hyppig bruk som aktiv indikator (biomonitor) for bioakkumulerbare fremmedstoffer (cf. Mussel Watch programmet), og er også et av grunnlagene for SFTs miljøkvalitetskriterier mht miljøgifter. Blåskjell akkumulerer både løste og partikkelbundne fremmedstoffer og viser direkte bioakkumulerbarhet av disse stoffene. Som supplement til blåskjell ble passive prøvetakere satt ut, dels fordi de hyppige temperatursvingningene i utslippets nærområde muligens ville påvirke blåskjellenes filtreringsaktivitet og derved opptaksmekanisme, og dels fordi kombinert bruk kan avdekke om fremmedstoffene er i oppløst eller partikulær form. Som passiv indikator på bioakkumulering av PAH er det benyttet SPMD (semi-permeable membrane devices), et system med doble semipermeable membraner som inneholder en tynn lipidfilm (triolein). Lipidfilmen ansees å etterligne lipider i biologisk vev, og opptak i disse simulerer derfor opptak i vev. Som passiv indikator for tungmetall-akkumulering benyttes DGT (diffusion gradients in thin films), et tilsvarende system der lipidfilmen er byttet ut med en film av ionebyttermasse. De passive prøvetakerne akkumulerer i hovedsak oppløste fremmedstoffer. Det er i dag standard prosedyrer for bruk av rigger med blåskjell og SPMDer, mens bruken av DGTer fortsatt er i en utviklingsfase.

2. Metodebeskrivelse

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført med utsetting av rigger den 1 juli 2002 og innsamling 27 august. Hver rigg besto av to hardplastbøyer med en 1 m lang horisontal PVC-stang montert mellom. Riggen var igjen festet med et Y-formet tau som via sjakkell og bunnkjetting var forankret til lodd på bunnen. Loddet besto av en 0,5 m jernbaneskinne. Fra PVC-stangen ble det hengt to polyetylenbur, hvert med

20 individer av blåskjell, og et stålbur som inneholdt 2 SPMD-membraner festet på spesialbraketter, slik at burene hang på 0,5 m vanddyb. Til hvert av blåskjellburene ble det i tillegg festet en DGT-enhet sikret i en PVC-brakett.

Blåskjellene ble samlet fra en gammel betongbrygge på nordsiden av Ognøy og fordelt tilfeldig mellom burene. Samtidig ble en skjellprøve på 20 individer frosset ned som startprøve. SPMDer og DGTer ble oppbevart kjølig og i forseglede beholdere helt til de skulle monteres på riggene. Engangshansker og pinsett ble brukt til monteringen for å unngå sekundærforurensning. Ved utsetting av riggene ble sjøvannstemperaturen på utsettingsstedet målt. Riggene ble satt ut på følgende steder:

Benevning	Posisjonsbeskrivelse	Temperatur utsetting
Rigg M, Modulkaia	På vestsiden av utslippsledningen, rett under østre kant av Modulkaia (Fig. 1)	14,5
Rigg Ø, Modulkai Øst	I posisjon 59.16.280/05.80.462 (GPS) (Fig 2)	14,1
Rigg R, Referansestasjon	Vest for overvåkingsstasjon 21 på Boknaflæet, i posisjon 59.15.487/05.25.381 (Fig. 3)	14,1

Rigg Ø og R ble samlet inn igjen den 27 august. Rigg M var glidd ut på dypere vann og ble gjenfunnet 2 oktober. Prøvene herfra ble håndtert som de øvrige. Ved innsamling ble blåskjellene fra hvert bur vasket på utsiden, overført til en platpose, merket og frosset ned. SPMDer og DGTer ble likeledes overført til egnede merkede beholdere (henholdsvis rene metallbokser og plastbokser) og frosset ned.



Figur 1. Plassering av Rigg M under Modulkaias østre kant.



Figur 2. Plassering av Rigg Ø øst for Modulkaia. Venstre: sett fra Modulkaia, høyre sett fra sør.

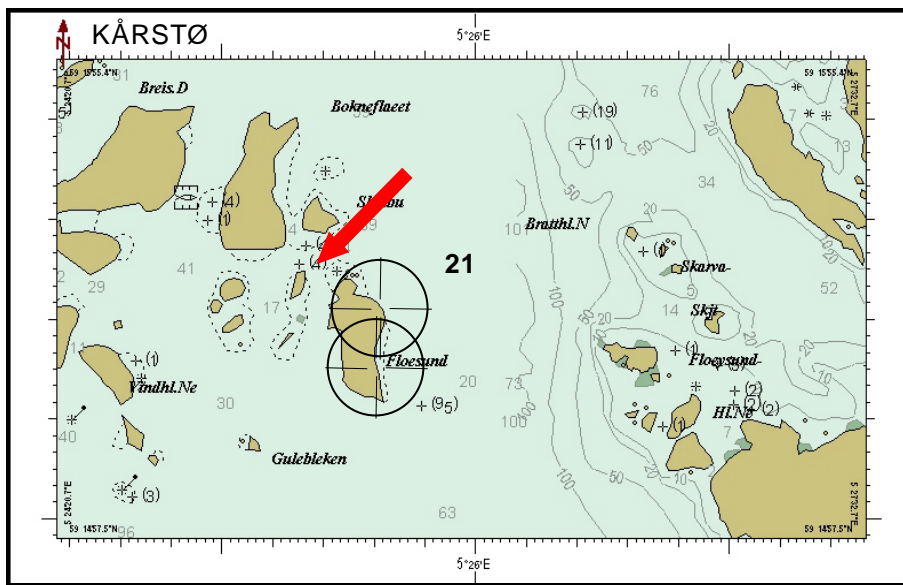


Figure 3. Plassering av Rigg R vest for Overvåkingsstasjon 21.

2.2 Analyser

Før analyse ble blåskjellene tint, skallene åpnet med ren skalpell og vann drenert av før bløtdelene ble tatt ut og samlet til to blandprøver pr rigg. Samtidig ble skallengde målt. SPMDer og DGTer ble sendt direkte til analyse. Tabell 1 gir oversikt over prøvematerialet som er analysert.

Tabell 1. Prøveoversikt fra eksponeringsforsøk med blåskjell og passive prøvetakere fra Kårstø sommeren 2002.

Prøvemerkning	Lokalitet/Prøvetype	Eksponeringsperiode	Kommentar
MS1	Modulkai/SPMD-øvre	1.7 – 02.10 2002	Fra sunket rigg, øvre membran i buret
MS2	Modulkai/SPMD-nedre	1.7 – 02.10 2002	Fra sunket rigg, nedre membran i buret
MB	Modulkai/blåskjell	1.7 – 02.10 2002	Fra sunket rigg, kun 1 skjellprøve analysert
MD1	Modulkai/DGT prøve 1	1.7 – 02.10 2002	Fra sunket rigg prøve 1
MD2	Modulkai/DGT prøve 2	1.7 – 02.10 2002	Fra sunket rigg prøve 2
ØS1	Modulkai Øst/SPMD-øvre	1.7 – 27.8 2002	Øvre membran i buret
ØS2	Modulkai Øst/SPMD-nedre	1.7 – 27.8 2002	Nedre membran i buret
ØB1	Modulkai Øst/Skjell prøve 1	1.7 – 27.8 2002	
ØB2	Modulkai Øst/Skjell prøve 2	1.7 – 27.8 2002	
ØD1	Modulkai Øst/DGT prøve 1	1.7 – 27.8 2002	
ØD2	Modulkai Øst/DGT prøve 2	1.7 – 27.8 2002	
RS1	Stasjon 21/SPMD øvre	1.7 – 27.8 2002	Referanse, overvåkingsstasjon 21, øvre membran i buret
RS2	Stasjon 21/SPMD nedre	1.7 – 27.8 2002	Referanse, overvåkingsstasjon 21, nedre membran i buret
RB1	Stasjon 21/skjell prøve 1	1.7 – 27.8 2002	Referanse, overvåkingsstasjon 21
RB2	Stasjon 21/skjell prøve 2	1.7 – 27.8 2002	Referanse, overvåkingsstasjon 21
RD1	Stasjon 21/DGT prøve 1	1.7 – 27.8 2002	Referanse, overvåkingsstasjon 21
RD2	Stasjon 21/DGT prøve 2	1.7 – 27.8 2002	Referanse, overvåkingsstasjon 21
OB1	Ognøy/skjell prøve 1	Ingen	Nullprøve 1 av skjell fra innsamlingsstedet
OB2	Ognøy/skjell prøve 2	Ingen	Nullprøve 2 av skjell fra innsamlingsstedet

Blåskjell ble analysert for innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH – EPAs utvalg av de 16 mest miljøbetenkelige forbindelsene) og et utvalg metaller (arsen As, kadmium Cd, krom Cr, kobber Cu, kvikksølv Hg, nikkel Ni, bly Pb og sink Zn), samt totalt tørrstoffinnhold. SPMDene ble analysert for samme PAH-forbindelsene som i blåskjell, DGTene ble analysert for anslagsvis 24 elementer hvorav de som er antatt som pålitelige (Pb, Cd, Cu, Zn, Co og Ni) er presentert i hovedrapporten. DGT-resultatene brukt til å kalkulere teoretisk vannkonsentrasjon. Analysemetoder er gitt i vedlegg 1.

3. Resultater

3.1 Konsentrasjoner av metaller og PAH i de enkelte prøvetypene

3.1.1 Blåskjell

Tabell 2 viser resultatene fra analysene av blåskjell (rådata i vedlegg 2). For PAH og alle metallene unntatt krom var konsentrasjonen i startprøven fra innsamlingsstedet på Ognøy høyere enn i skjellene etter forsøket. Det var heller ikke noen entydig forskjell mellom skjellene som hadde stått utenfor gassprosesseringsanlegg og de som sto på referansestasjonen vest for Ognøy. Dette viser at vannmassene ved Kårstø-terminalen ikke inneholdt forhøyede konsentrasjoner av biotilgjengelige metaller og PAH. I forhold til SFTs miljøkvalitetskriterier for miljøgifter i blåskjell (Molvær et al 1997) vil skjellene ved Kårstø bli klassifisert som "Ubetydelig-lite forurenset" (Klasse I) for alle miljøgiftene analysert.

Tabell 2 Vevskonsentrasjoner av metaller og PAH i blåskjell fra rigger på Kårstø. Metaller er gitt på tørrvektsbasis, PAH på våtvekt. Skygget linje gir gjennomsnitt av parallelle prøver med SFTs kvalitetsklasse gitt etter konsentrasjonen. Øvre grense for tilstandsklasse I og II i SFTs miljøkvalitetskriterier for miljøgifter i blåskjell er angitt nederst, og snittverdiene er klassifisert etter dette

Prøveid	Tørrstoff G/kg	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Sum PAH16 µg/kg
MB	200	7,30 (I)	0,755 (I)	<0,022 (I)	5,55 (I)	0,035 (I)	0,915 (I)	0,595 (I)	73,50 (I)	15,6 (I)
ØB1	226	8,27	0,934	0,562	6,24	0,031	0,752	0,527	67,70	6,8
ØB2	216	8,47	0,981	0,819	5,79	0,028	0,718	0,542	70,83	8,2
ØB snitt	221	8,37 (I)	0,958 (I)	0,691 (I)	6,01 (I)	0,029 (I)	0,735 (I)	0,534 (I)	69,27 (I)	7,5 (I)
RB1	196	7,86	1,041	1,128	5,56	0,031	0,974	0,628	77,55	14,1
RB2	197	9,80	0,964	0,909	5,58	0,030	0,863	0,594	82,23	15,7
RB snitt		8,83 (I)	1,003 (I)	1,018 (I)	5,57 (I)	0,031 (I)	0,919 (I)	0,611 (I)	79,89 (I)	14,9 (I)
OB1	157	12,48	1,535	1,516	6,50	0,070	1,032	1,197	122,29	28,4
OB2	148	12,23	1,811	1,723	4,92	0,074	1,014	1,324	108,78	21,2
OB snitt		12,36 (II)	1,673 (I)	1,619 (I)	5,71 (I)	0,072 (I)	1,023 (I)	1,261 (I)	115,54 (I)	24,8 (I)
SFT klasse I		<10	<2	<3	<10	<0,2	<5	<3	<200	<50
SFT klasse II		<30	<5	<10	<30	<0,5	<20	<15	<400	<200

3.1.2 SPMD

Tabell 3 viser resultatene fra analysene av PAH i SPMDene (rådata i vedlegg 2). Høyeste akkumulering av sumPAH₁₆ ble funnet i SPMDene øst for Modulkaia, og lavest i SPMDene i den sunkne riggen fra Modulkaia. Det var klart minst forskjell mellom parallellene fra samme rigg på riggen ved Modulkaia (muligheten for ombytting av prøver mellom MØS og RS er undersøkt og utelukket). Samme tendensene ble funnet i konsentrasjoner av potensielt kreftfremkallende PAH-komponenter (sumKPAH).

Det er ikke utarbeidet system for miljøkvalitets-klassifisering på grunnlag av PAH i SPMDer. Det er også få andre undersøkelser å sammenlikne de funne SPMD-konsentrasjonene 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). Nivåene ved Kårstø ligger mellom disse. I en undersøkelse utenfor Norsk Gjenvinning i Drammensfjorden ble det nylig målt verdier på 3000 – 5000 ng/membran (Helland

2002), dvs betydelig høyere enn på Kårstø. I begge disse undersøkelsene var også eksponeringstiden 1 mnd. Dette kan tyde på at de nivåene av løst PAH som er påvist fra Kårstø er typiske for fjordområder med en del båttrafikk, men konklusjonen er svakt begrunnet i konkret informasjon.

Tabell 3. Konsentrasjon av oppløste polysykliske aromatiske hydrokarboner i SPMDer fra rigger på Kårstø. Konsentrasjoner er gitt i relative verdier som nanogram pr membran (ng/SPMD). Skygget linje gir gjennomsnitt av parallelle prøver. Sum PAH₁₆: sum av de 16 mest miljøbetenkelige forbindelsene (iflg US EPA), sum KPAH: sum av forbindelser med potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker, % KPAH: sum KPAH som % av sum PAH₁₆, B(a)P: benzo(a)pyren.

Prøveid	Sum PAH ₁₆	sum KPAH	% KPAH	B(a)P
MS1	717	81	11	<5
MS2	688	70	10	<5
MS snitt	703	76	11	<5
ØS1	603	99	16	<10
ØS2	1225	295	24	<10
ØS snitt	914	197	20	<10
RS1	1202	272	23	<10
RS2	503	94	19	<10
RS snitt	853	183	21	<10

3.1.3 DGT

Tabell 4 viser resultatene av metallanalysene fra DGTene (rådata i vedlegg 3). Tabellen omfatter bare de metallene hvor DGT-teknologien ansees være pålitelig. Opptaket i DGTene er regnet om til teoretisk gjennomsnitts-konsentrasjon av frie metallioner i vannmassene som passerte riggene i det aktuelle tidsrommet. En sammenlikning med SFTs miljøkvalitetskriterier for metaller i sjøvann indikerer at vannmassene var "ubetydelig-lite forurenset" av de metallene for hvilke kriterier er utarbeidet. Sammenlikningen med kriteriene er imidlertid ikke helt gyldig fordi SFT-klassifiseringen baserer seg på totalmengde metaller i vannet, både løste og partikkelbundne, mens DGTene bare viser forekomst av frie metallioner. I sjøvann forekommer en stor del av metallene enten kolloid- eller partikkelbundet, eller som komplekser. Disse taes ikke opp av DGTene. Resultatene er da også svært lave i forhold til de totalkonsentrasjonene av metaller som man vanligvis finner i sjøvann, og som illustreres ved grensen for SFT-klasse I (indikerer øvre grenser for det man kan anse som bakgrunnskonsentrasjoner i diffust belastede kystområder). På den annen side kan man anta at frie metallioner vil være lettest tilgjengelig for direkte opptak over f.eks gjeller i blåskjell.

Tabell 4. Teoretiske konsentrasjoner av frie metallioner i sjøvannet beregnet fra opptak i DGTer fra rigger på Kårstø. Skygget linje gir gjennomsnitt av parallelle prøver med SFTs kvalitetsklasse gitt i parentes etter konsentrasjonen. Øvre grense for tilstandsklasse I og II i SFTs miljøkvalitetskriterier for miljøgifter i sjøvann er angitt nederst, og snittverdiene er klassifisert etter dette. – betyr at SFT-kriterier ikke er utarbeidet.

Prøveid	Cu µg/l	Co µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l
MD1	0,091	0,010	0,20	0,006	0,60	0,94
MD2	0,13	0,010	0,16	0,004	0,54	0,68
MD snitt	0,10 (I)	0,010	0,18 (I)	0,005 (I)	0,57 (I)	0,81
ØD1	0,072	0,011	0,14	0,005	0,49	0,73
ØD2	0,074	0,009	0,15	0,004	0,50	0,63
ØD snitt	0,073 (I)	0,010	0,14 (I)	0,005 (I)	0,50 (I)	0,68
RD1	0,072	0,023	0,206	0,013	0,53	4,0
RD2	0,072	0,014	0,14	0,018	0,46	0,97
RB snitt	0,072 (I)	0,019	0,17 (I)	0,016 (I)	0,50 (I)	2,5
SFT klasse I	<0,3	-	<0,5	<0,05	<1,5	-
SFT klasse II	<0,7	-	<2	<0,15	<5	-

4. Diskusjon

Akkumuleringen av metaller i blåskjell var gjennomgående høyere på referansestasjonen vest for Ognøy enn på de to stasjonene ved Kårstø gassprosesseringsanlegg, men for alle skjellprøvene var det en tendens til reduksjon i metallnivå etter endt forsøk i forhold til nivåene da skjellene ble samlet før forsøket. De teoretiske konsentrasjonene av frie metallioner fra DGTene viste ikke entydig forskjell mellom referansestasjonen og de to stasjonene på Kårstø. Referansestasjonen var høyest for Co, Al, Pb og Fe, mens Zn og Ni ikke viste entydig forskjell. Sammen med at samtlige skjellprøver lå i tilstandsklasse I for metaller, og at DGT-prøvene med forbehold (se kap 3.1.3) også indikerte tilstandsklasse I for metaller i vannet viser disse resultatene at vannmassene utenfor Kårstø gassprosesseringsanlegg ikke inneholdt større mengder biotilgjengelige metaller enn fjordområdet forøvrig i den undersøkte tidsperioden.

PAH-nivået i blåskjell fra den sunkne riggen ved Modulkaia var heller ikke forskjellig fra referansestasjonen, mens nivået i skjell fra riggen øst for Modulkaia var lavere enn på referansestasjonen. Som for metallene sank PAH-nivåene i løpet av forsøket i alle riggene. Dette viser at forekomsten av PAH i vannmassene på de to terminal-lokalitetene var for lav til å utløse akkumulering i blåskjell, selv nær bunnen der vi må anta at oppvirvlet bunnsediment kunne gi et ekstra bidrag av PAH til skjellene. SPMD-resultatene støtter dette, siden laveste akkumulering ble funnet i den sunkne riggen. Det var ingen forskjell i akkumulering av løste PAH mellom stasjonen øst for Modulkaia og referansestasjonen. Dette sammen med at alle skjellprøvene lå i tilstandsklasse I for PAH viser at vannmassene utenfor Kårstø ikke hadde overkonsentrasjoner av biotilgjengelig PAH i forhold til fjordområdet forøvrig i den aktuelle tidsperioden.

5. Konklusjoner

Blåskjell og passive prøvetakere som ble satt ut på rigger utenfor utslippsledningen fra rensanlegget på Kårstø i perioden 1 juli til 27 august 2002 viste ingen tegn til akkumulering av tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn) eller av PAH i forhold til skjell og prøvetakere satt ut samtidig på en referansestasjon på Boknaflæet. I forhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann ble samtlige skjellprøver klassifisert som "lite-ubetydelig" forurenset av metaller og PAH og DGT-analysene indikerte videre at vannmassene ved terminalen også må klassifiseres som "lite-ubetydelig" forurenset av frie metallioner i denne perioden. Vannmassenes innhold av løst PAH synes å være på nivå med det som er funnet i enkelte andre fjordområder med moderat båttrafikk.

6. Referanser

Berge, JA., Fagerhaug, A., Rygg, B., 2000. Marine investigations in Risavika 2000. NIVA-rapport nr 4301-2000. 37 s.

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

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT veildening 97:03, TA-nr 1467/1997. 36.

Vedlegg A. Analyseprosedyrer

Totalt tørrstoffinnhold og dets gløderest i vann, slam, sedimenter og biologisk materiale.

Anvendelsesområde:

Denne metoden benyttes ved bestemmelse av totalt innhold av tørrstoff og dets gløderest i alle typer vann, slam og sedimenter, samt biologisk materiale. I vann er nedre bestemmelsesgrense 0,02 g/l, i faste prøver er grensen avhengig av innveid prøvemengde.

Prinsipp:

Tørrstoffinnholdet bestemmes ved at en kjent mengde prøve tørkes til tørrhet ved 105 ° C, og den gjenværende rest veies. Deretter glødes dette ved 550 ° C, og den gjenværende rest veies. 550 ° C er en hensiktsmessig temperatur for destruering av organisk materiale uten at vesentlige mengder uorganisk stoff går tapt. Gløderesten av tørrstoff for slam, sedimenter og biologisk materiale oppgis på tørrvektbasis.

Metaller i blåskjell Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS.

Anvendelsesområde:

Metoden angir bestemmelse av en rekke elementer i ferskvann, salpetersyreoppløst biota og sedimenter: Li, (Be, B, Na, Mg), Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, (Ga, Ge), As, Se, (Rb), Sr, (Y, Zr), Nb, Mo, Ag, Cd, (In), Sn, Sb, (Cs), Ba, (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ta, W), Re, Tl, Pb, Bi, Th og U, de i parentes er ikke akkreditert. Konsentrasjonsområdet for metoden for de ulike elementene uten fortykning av prøven kan fås oppgitt ved laboratoriet.

Prinsipp:

Prøver konserverert med salpetersyre introduseres med en peristaltisk pumpe og overføres til en aerosol i forstøveren. Denne blir ført til argonplasmaet som atomiserer og ioniserer prøven. Etter plasmaet passerer prøven to seriekoblete koner i et område med redusert trykk hvor plasmagassen fjernes. Ionestrømmen fokuseres med en elektrisk ionelinse før den introduseres til det kvadruple massespektrometeret for separasjon basert på masse/ladningsforholdet. Ionene måles med en pulstellingsdetektor basert på en diskret dynode multiplikator.

Bestemmelse av kvikksølv i biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400.

Anvendelsesområde:

Metoden omfatter bestemmelse av kvikksølv i renvann, samt avløpsvann, biologisk materiale slam og sedimenter oppløst i salpetersyre. Biologiske prøver, slam og sediment frysetørres fortrinnsvis. Ved tørking av prøver i varmeskap må ikke temperaturen overstige 80° C. Nedre grense er for renvann 1,0 ng/l, oppløst renvann 10 ng/l, avløpsvann 0,1 µg/l, faste prøver 0,005 µg/g.

Prinsipp:

Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampteknikk skal kunne benyttes. Når reduksjonsmiddelet (SnCl₂) blandes med prøven blir det ioniske kvikksølv omformet til metallisk kvikksølv (Hg). En inert bæregass (argon) transporterer kvikksølvet til spektrofotometeret. En fordel med denne teknikken er den gode separasjonen av analytten fra matrisen, slik at ikke-spesifikk bakgrunnsabsorpsjon og matriseinterferenser er minimale. Kvikksølvet oppkonsentreres i et amalgameringsystem.

Ekstraksjon og opparbeiding av PAH i biologisk materiale.

Anvendelsesområde:

Metoden benyttes for bestemmelse av PAH i biologisk materiale fra det vandige miljø som fisk, muslinger og krabbe. Deteksjonsgrensen avhenger av prøvemengden. Denne metoden benyttes sammen med metode H 2-1.

Prinsipp:

Prøvene tilsettes indre standarder. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med pentan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrende

stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.

Polyaromatiske hydrokarboner i SPMD

SPMD membranene ekstraheres med n-Heksan. Ekstraktet membran-filtreres og renses på GPC med Cykloheksan/Etylacetat som mobil fase. Ekstraktet dampes så inn og overføres til n-Hexan. PAH bestemmes deretter på GC-MS som for biologisk materiale.

Metodebeskrivelse for DGT prøvetaking og analyse

Det benyttes DGT prøvetaker utstyr levert fra DGT Research Ltd, Lancaster, UK. Disse blir spesialpakket på NIVA, og sendt til eksponering i spesialbehandlet utstyr som skal forhindre kontaminering. Etter eksponering blir prøvetakeren ekstrahert etter prosedyrer utviklet på NIVA: Metallene i ekstraktene blir analysert med ICPMS. Gjennomsnitts konsentrasjonen over prøvetakingsperioden ble beregnet basert på NIVAs sett av diffusjonskoeffisienter tilpasset DGT prøvetakeren. Nærmer info om DGT prøvetaking kan finnes på:

Hjemmesiden til DGTResearch (www.dgtresearch.com)

NIVAs hjemmeside, http://www.niva.no/diverse_fagartikler/ODR_passive_proevetakere.htm

NIVAs Årbok 2000 og 2002.

Vedlegg B. Rådata blåskjell og SPMDer

OBS!!!! Hvis tegnet m er likt en av de 2 neste tegnene m/μ, er det noe feil i dine fonter. Enheter med mikro kan feilaktig bli milli.

Kunde-ident.	Prøvenr	Status	MARKING Merket	Prøve Tatt	provtype Type	Mottatt NIVA	TTS g/kg	As/MS μg/g	Cd/MS μg/g	Cr/MS μg/g	Cu/MS μg/g	
							B 3	E 8-3	E 8-3	E 8-3	E 8-3	
O 213413	2002-01978	1	Rapportert	Modulkai ØST SPMD	20020827	annet	04.09.2002					
O 213413	2002-01978	2	Rapportert	St. 21 SPMD	20020827	annet	04.09.2002					
O 213413	2002-01978	3	Rapportert	Modulkai ØST blåskjell	20020827	biosk	04.09.2002	226	1,87	0,211	s 0,127	1,41
O 213413	2002-01978	4	Rapportert	St. 21 blåskjell	20020827	biosk	04.09.2002	196	1,54	0,204	s 0,221	1,09
O 213413	2002-01978	5	Rapportert	OGN Nord par.1	20020827	biosk	04.09.2002	157	1,96	0,241	s 0,238	1,02

MARKING Merket	Hg-B μg/g	Ni/MS μg/g	Pb/MS μg/g	Zn/MS μg/g	NAP-B μg/kg v.v.	ACNLE-B μg/kg v.v.	ACNE-B μg/kg v.v.	FLE-B μg/kg v.v.	PA-B μg/kg v.v.	ANT-B μg/kg v.v.	FLU-B μg/kg v.v.	PYR-B μg/kg v.v.	BAA-B μg/kg v.v.
	E 4-3	E 8-3	E 8-3	E 8-3	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4
Modulkai ØST SPMD													
St. 21 SPMD													
Modulkai ØST blåskjell	0,007	0,17	0,119	15,3	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	<0,5	2,8	0,6	<0,5
St. 21 blåskjell	0,006	0,191	0,123	15,2	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	<0,5	6,7	1,6	0,7
OGN Nord par.1	0,011	0,162	0,188	19,2	6,8	<0,5	<0,5	<0,5	2,5	<0,5	11	1,7	1,4

MARKING Merket	CHRTR-B μg/kg v.v.	BBF-B μg/kg v.v.	BKF-B μg/kr v.v.	BAP-B μg/kg v.v.	ICDP-B μg/kg v.v.	DBA3A-B μg/kg v.v.	BGHIP-B μg/kg v.v.	Sum PAH μg/kg v.v.	Sum PAH μg/kr v.v.	Sum KPAH μg/kg v.v.	Sum KPAH μg/kr v.v.	Sum NPD μg/kg v.v.	PAH16- SPMD Intern*
	H 2-4	H 2-4	H 2-3	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	Beregnet*	Beregnet*	Beregnet*	Beregnet*	Beregnet*	Intern*
Modulkai ØST SPMD													u
St. 21 SPMD													u
Modulkai ØST blåskjell	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,8	0	0	0	2,6	
St. 21 blåskjell	2,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	14,1	0	0,7	0	2,5	
OGN Nord par.1	5	1,3	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	29,7	0,7	2,7	0,7	9,3	

Metaller gitt på våtvektbasis

u: er gitt i egen analyserapport

Kunde-ident.	Prøvenr	Status	MARKING Merket	Prøve Tatt	provtype Type	Mottatt NIVA	TTS g/kg B 3	As/MS µg/g E 8-3	Cd/MS µg/g E 8-3	Cr/MS µg/g E 8-3	Cu/MS µg/g E 8-3
O 213413	2002-01982	1	Rapportert	Modulkai ØST par. SPMD	20020827	annet	04.09.2002				
O 213413	2002-01982	2	Rapportert	St. 21 par. SPMD	20020827	annet	04.09.2002				
O 213413	2002-01982	3	Rapportert	Modulkai ØST par. blåskjell	20020827	biosk	04.09.2002	216	1,83	0,212	s 0,177 1,25
O 213413	2002-01982	4	Rapportert	St. 21 par. blåskjell	20020827	biosk	04.09.2002	197	1,93	0,19	s 0,179 1,1
O 213413	2002-01982	5	Rapportert	OGN nord par 2 Start	20020827	biosk	04.09.2002	148	1,81	0,268	s 0,255 0,728

MARKING Merket	Hg µg/g E 4-3	Ni/MS µg/g E 8-3	Pb/MS µg/g E 8-3	Zn/MS µg/g E 8-3	NAP-B µg/kg v.v. H 2-4	ACNLE- B µg/kg v.v. H 2-4	ACNE-B µg/kg v.v. H 2-4	FLE-B µg/kg v.v. H 2-4	PA-B µg/kg v.v. H 2-4	ANT-B µg/kg v.v. H 2-4	FLU-B µg/kg v.v. H 2-4	PYR-B µg/kg v.v. H 2-4	BAA-B µg/kg v.v. H 2-4
Modulkai ØST par. SPMD													
St. 21 par. SPMD													
Modulkai ØST par. blåskjell	0,006	0,155	0,117	15,3	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	<0,5	2,7	0,7	<0,5
St. 21 par. blåskjell	0,006	0,17	0,117	16,2	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	2	<0,5	6,8	1,7	0,9
OGN nord par 2 Start	0,011	0,15	0,196	16,1	3,1	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	<0,5	9,1	1,3	1,1

MARKING Merket	CHRTR- B µg/kg v.v. H 2-4	BBF-B µg/kg v.v. H 2-4	BKF-B µg/kg v.v. H 2-3	BAP-B µg/kg v.v. H 2-4	ICDP-B µg/kg v.v. H 2-4	DBA3A- B µg/kg v.v. H 2-4	BGHIP- B µg/kg v.v. H 2-4	Sum PAH µg/kg v.v. Beregnet* et*	Sum PAH µg/kg v.v. Beregnet* *	Sum KPAH µg/kg v.v. Beregnet* *	Sum KPAH µg/kg v.v. Beregnet* *	Sum NPD µg/kg v.v. Beregnet*	PAH16- SPMD Intern*
Modulkai ØST par. SPMD													u
St. 21 par. SPMD													u
Modulkai ØST par. blåskjell	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8,2	0	0	0	3,6	
St. 21 par. blåskjell	3,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	15,7	0	0,9	0	2,9	
OGN nord par 2 Start	4,4	1	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	22,2	0,8	2,1	0,8	5,3	

Kunde-ident.	Prøvenr	Status	MARKING Merket	Prøve Tatt	provtype Type	Mottatt NIVA	TTS g/kg B 3	As/MS µg/g E 8-3	Cd/MS µg/g E 8-3	Cr/MS µg/g E 8-3	Cu/MS µg/g E 8-3	
O 213413	2002-02909	1	Rapportert	Modulkai Øvre membran	2E+07	annet	16.12.2002					
O 213413	2002-02909	2	Rapportert	Modulkai Nedre membran	2E+07	annet	16.12.2002					
O 213413	2002-02909	3	Rapportert	Modulkai	2E+07	biosk	16.12.2002	200	1,46	0,151	<0,0044	1,11

MARKING Merket	Hg µg/g E 4-3	Ni/MS µg/g E 8-3	Pb/MS µg/g E 8-3	Zn/MS µg/g E 8-3	NAP-B µg/kg v.v. H 2-4	ACNLE-B µg/kg v.v. H 2-4	ACNE-B µg/kg v.v. H 2-4	FLE-B µg/kg v.v. H 2-4	PA-B µg/kg v.v. H 2-4	ANT-B µg/kg v.v. H 2-4	FLU-B µg/kg v.v. H 2-4	PYR-B µg/kg v.v. H 2-4
Modulkai Øvre membran												
Modulkai Nedre membran												
Modulkai	0,007	0,183	0,119	14,7	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	1,7	0,6	7	2,3

MARKING Merket	BAA-B µg/kg v.v. H 2-4	CHRTR-B µg/kg v.v. H 2-4	BBF-B µg/kg v.v. H 2-4	BKF-B µg/kg v.v. H 2-4	BAP-B µg/kg v.v. H 2-4	ICDP-B µg/kg v.v. H 2-4	DBA3A-B µg/kg v.v. H 2-4	BGHIP-B µg/kg v.v. H 2-4	Sum PAH µg/kg v.v. Beregnet*	Sum KPAH µg/kg v.v. Beregnet*	Sum NPD µg/kg v.v. Beregnet*	PAH16-SPMD Intern* u
Modulkai Øvre membran												
Modulkai Nedre membran												
Modulkai	0,9	1,6	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	15,6	1,5	1,7	

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		
P.O.Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO		
Navn/lokalitet	KÅRTILG	
Oppdragsnr.	213413	
Prøver mottatt	16.12.02	
Lab.kode	2909 1-2	
Jobb nr.	02/407	
Prøvetype	SPMD	
Kons. i	Ng	
Metode	Intern	
Dato	13.01.03	
Analytiker	Brg	
Parameter/prøve	2909-1	2909-2
Modulkai	øvre	nedre
Naftalen	27	27
2-M-Naf.	18	19
1-M-Naf.	19	20
Bifenyl	10	10
2,6-Dimetylnaftalen	31	32
Acenaftalen	<5	<5
Acenaften	26	26
2,3,5-Trimetylnaftalen	38	37
Fluoren	25	25
Fenantren	106	102
Antracen	<5	<5
1-Metylfenantren	32	30
Fluoranten	259	252
Pyren	45	38
Benz(a)antracen*	5	5
Chrysen/trifenylene	43	43
Benzo(b,j,k)fluoranten*	18	13
Benzo(e)pyren	10	9
Benzo(a)pyren*	<5	<5
Perylen	<5	<5
Ind.(1,2,3cd)pyren*	5	<5
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	<5	<5
Benzo(ghi)perylene	<5	<5
SUM	717	688
Derav KPAH(*)	81	70
%KPAH	11 %	10 %
%Tørrstoff		

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Testresultat gjelder kun for den prøve som er testet.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

P.O.Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO

Navn/lokalitet

Oppdragsnr. 21341-3

Prøver mottatt

Lab.kode 1982 1-2 1: Modul kai Øst nedre
2: St 21 nedre

Prøvetype SPMD-pølser

Kons. i Ng

Metode Intern

Dato 24.09.02

Analytiker Brg

Parameter/prøve	1982-1	1982-2
Naftalen	33	45
Acenaftalen	<10	<10
Acenaften	12	<10
Fluoren	18	16
Fenantren	124	91
Antracen	<10	<10
Fluoranten	667	232
Pyren	76	25
Benz(a)antracen*	38	<10
Chrysen/trifenylene	220	72
Benzo(b)fluoranten*	17	<10
Benzo(k)fluoranten	20	22
Benzo(a)pyren*	<10	<10
Ind.(1,2,3cd)pyren*	<10	<10
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	<10	<10
Benzo(ghi)perylene	<10	<10
SUM	1225	503
Derav KPAH(*)	295	94
%KPAH	24 %	19 %
%Tørrstoff		

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomerer.

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Testresultat gjelder kun for den prøve som er testet.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

P.O.Boks 173 Kjelsås, 0411

OSLO

Navn/lokalitet

Oppdragsnr. 21341-3

Prøver mottatt 04.09.02

Lab.kode 1978 1-2 1: Modulkai Øst øvre
2: St 21 øvre

Jobb nr. 02/301

Prøvetype SPMD-pølser

Kons. i Ng

Metode Intern

Dato 23.09.02

Analytiker Brg

Parameter/prøve	1978-1	1978-2
Naftalen	50	30
Acenaftalen	<10	<10
Acenaften	<10	11
Fluoren	13	13
Fenantren	95	120
Antracen	<10	<10
Fluoranten	314	690
Pyren	32	66
Benz(a)antracen*	<10	22
Chrysen/trifenylene	83	181
Benzo(b)fluoranten*	16	49
Benzo(k)fluoranten*	<10	20
Benzo(a)pyren*	<10	<10
Ind.(1,2,3cd)pyren*	<10	<10
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	<10	<10
Benzo(ghi)perylene	<10	<10
SUM	603	1202
Derav KPAH(*)	99	272
%KPAH	16 %	23 %
%Tørrstoff		

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Testresultat gjelder kun for den prøve som er testet.