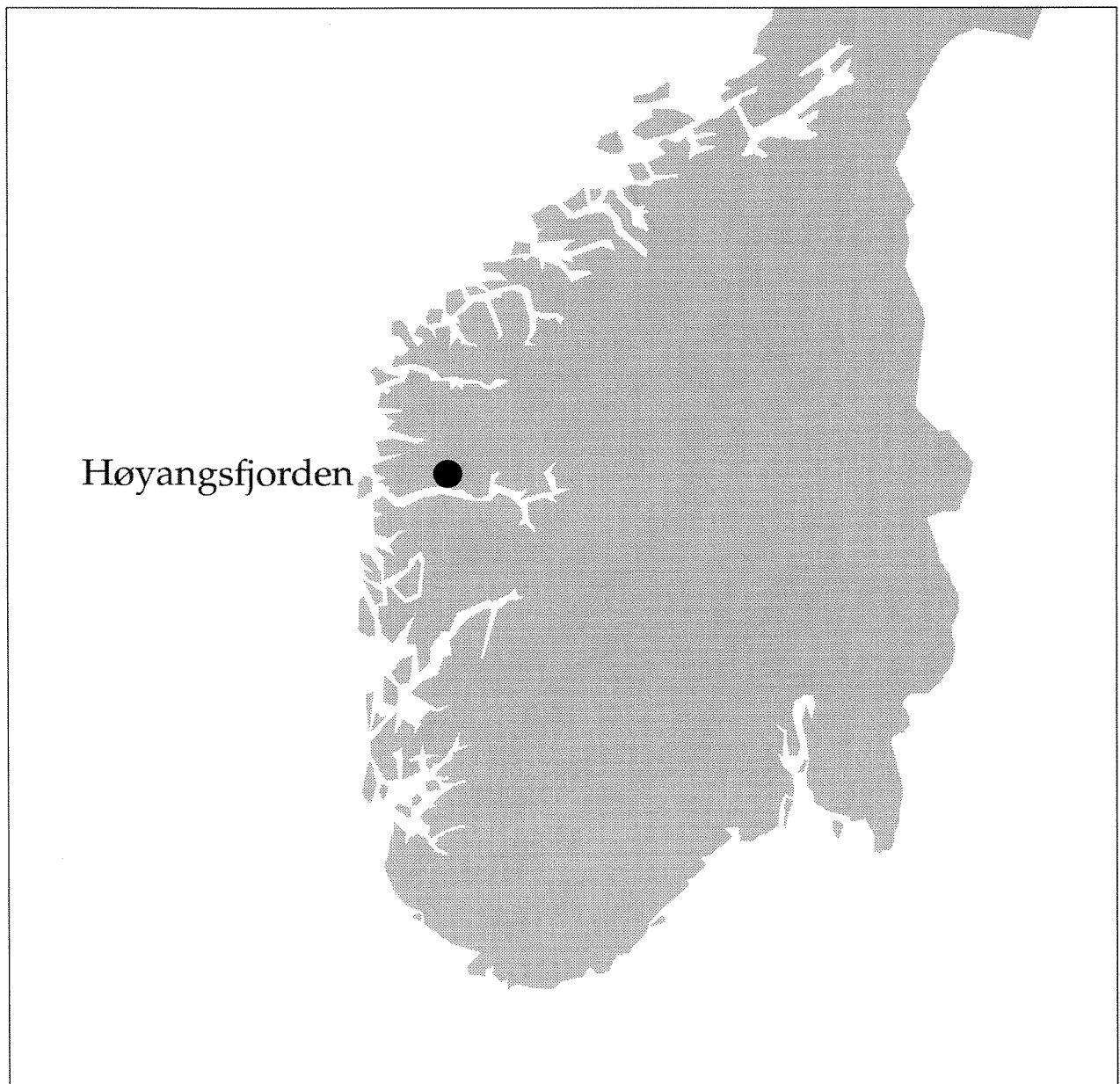


RAPPORT LNR 3807-98

Undersøkelser i Høyangsfjorden 1997

Miljøgifter i sedimenter og o-skjell

Sammensetningen av
bløtbunnsfaunaen



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 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
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 32 86 33

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Undersøkelser i Høyangsfjorden 1997. Miljøgifter i sedimenter og o-skjell. Sammensetningen av bløtbunnsfaunaen	Løpenr. (for bestilling) 3807-98	Dato 11. februar 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-97154	Sider Pris 38
Forfatter(e) Kristoffer Næs og Brage Rygg	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Hydro Aluminium a.s. Høyanger Metallverk	Oppdragsreferanse Einar Rysjedal
--	-------------------------------------

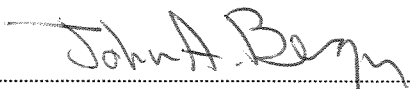
Sammendrag

Belastningen på Høyangsfjorden har blitt undersøkt i 1997 med analyser av miljøgifter, i hovedsak polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), i sedimenter og o-skjell på utvalgte stasjoner langs fjorden. Sammensetningen av bløtbunnsfaunaen er også blitt analysert. I henhold til SFTs kriterier var sedimentene sterkt til meget sterkt forurenset, mens o-skjell var moderat til markert forurenset av PAH. PAH-forurensingen medfører imidlertid liten effekt på bløtbunnsfaunaen. I forhold til forrige undersøkelse i 1988 var konsentrasjonen av PAH i skjellene redusert til 20-25 % av hva de var i 1988. Orienterende analyser av klorerte forbindelser viser at området ikke var belastet med slike forbindelser. Likeledes var konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller lav.

Fire norske emneord 1. PAH 2. Sedimenter 3. O-skjell 4. Bløtbunnsfauna	Fire engelske emneord 1. PAH 2. Sediments 3. Horse mussels 4. Soft bottom fauna
--	---


 Kristoffer Næs
 Prosjektleder

ISBN 82-577-3338-0


 John Arthur Berge
 Forskningssjef

O-97154

Undersøkelser i Høyangsfjorden 1997. Miljøgifter i
sedimenter og o-skjell. Sammensetningen av
bløtbunnsfaunaen.

NIVA Sørlandsavdelingen

11. februar 1998

Prosjektleder: Kristoffer Næs

Medarbeidere: Brage Rygg
Frank Kjellberg
Unni Efraimsen
Lasse Berglind
Einar Brevik
Aase Biseth (NILU)
Martin Schlabach (NILU)

Forord

Undersøkelsene i Høyangsfjorden er gjennomført på oppdrag av Hydro Aluminium a.s. Høyanger Metallverk i henhold til programforslag av 15. mai 1997. Kontaktpersoner ved verket har vært Einar Rysjedal og Kurt Richard Hansen.

Innsamling av sedimenter ble gjort av Frank Kjellberg, NIVA, fra "M/B Lerka" tilhørende Høgskolen i Sogn og Fjordane. Innsamling av skjell ble gjort av dykker fra Larsen Service, Vadheim.

De kjemiske analysene, bortsett fra dioksiner, er gjort av NIVA ved Seksjon for organisk analyse, Seksjon for metall- og spesialanalyser, Seksjon for vannkvalitet og av Unni Efraimsen. Analyse av dioksiner er gjennomført av NILU. De biologiske prøvene er gjennomgått av Brage Rygg og Pirkko Rygg. Brage Rygg har også skrevet kapitlet om bløtbunnsfaunaen.

Alle takkes for bidrag.

Grimstad, 11. februar 1998

Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Tidligere undersøkelser	7
1.3 Formål	7
2. Materiale og metoder	8
2.1 Innsamling og analyse av prøver	8
3. Kjemisk sammensetning av bunnsedimentene	10
3.1 Visuell beskrivelse, kornstørrelse og innhold av organisk materiale	10
3.2 Innhold av PAH	10
3.3 Innhold av metaller og klorerte forbindelser	12
3.4 Klassifisering av miljøtilstand i sedimentene	12
4. Innhold av PAH i o-skjell	15
5. Bløtbunnsfauna	16
6. Sammenligning med tidligere og andre undersøkelser	19
7. Referenser	21
Vedlegg A. Posisjoner for stasjonsplassering	23
Vedlegg B. Analysemetoder	24
Vedlegg C. Rådata for kjemiske analyser	26
Vedlegg D. Beskrivelse av restmateriale i grabbprøver	27
Vedlegg E. Utvalgte faunaparametre pr. grabb	27
Vedlegg F. Artslister	28

Sammendrag

Undersøkelser i Høyangsfjorden i 1997 har omfattet analyser av miljøgifter, i hovedsak polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), i sedimenter og o-skjell på utvalgte stasjoner langs fjorden. Videre har sammensetningen av bløtbunnsfaunaen blitt analysert.

Hovedkonklusjonene fra undersøkelsene er:

Høyangsfjorden er belastet med PAH i forbindelse med produksjonen av aluminium. Basert på SFTs kriterier er de dypere delene av fjorden, representert med konsentrasjonene av PAH i sedimentene, sterkt til meget sterkt forurensset. Situasjonen i de øvre vannlag, representert med konsentrasjoner av PAH i o-skjell, var bedre. Skjellene var moderat til markert forurensset.

PAH-forurensingen gir imidlertid liten effekt på bløtbunnsfaunaen. Alle stasjonene hadde normal artsmangfold og individantall. Dette er i samsvar med observasjoner generelt fra fjorder med aluminiumsproduksjon. Partikkeltilknyttet PAH fra aluminiumproduksjon er i stor grad bundet slik at selv om forbindelsene tas opp og eventuelt akkumuleres, er det observert små effekter på marine organismer.

Orienterende analyser av klorerte forbindelser (PCB, dikosiner etc.) i sedimentet i indre Høyangsfjord viser at området ikke var belastet med disse forbindelsene. Likeså var konsentrasjonene av metaller (kadmium, kvikksølv, bly, sink) lave.

Sammenlignet med forrige undersøkelse av fjorden i 1988, var konsentrasjonene av PAH i o-skjell redusert til 20-25 % av det som ble observert i 1988.

Konsentrasjonen i sedimentene var imidlertid høyere enn det som ble rapportert i forrige undersøkelse. Denne forskjellen kan ikke forklares ut fra økte utslipp. Forskjellen representerer derfor ikke en forverring av situasjonen i fjorden, men kan skyldes analysetekniske problemer knyttet til forrige undersøkelse.

Sedimentet i den indre delen av Høyangsfjorden var påvirket av en okerfarget pulver, gipsaktig masse. Det er ikke kjent hva denne massen er eller skyldes. Bløtbunnsfaunaen på den stasjonen som visuelt var mest påvirket, hadde også noe redusert artsmangfold. Det bør forsøkes å etterspore grunnene til påvirkningen.

Analyser av sedimentprøver nær katodedeponiet inneholdt meget høye konsentrasjoner PAH. Det var også en tendens til noe høyere metallkonsentrasjoner, selv om verdiene av disse fremdeles var lave. Det er derfor mulig at det skjer noe utlekking fra katodedeponiet.

Summary

Title: Environmental assessments in the Høyangsfjord 1997. Contaminants in sediments and horse mussels. Structure of the soft bottom invertebrate communities.

Year: 1998

Author: Kristoffer Næs and Brage Rygg

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3338-0

The investigations in the Høyangsfjord in 1997 have included analyses of contaminants, mainly polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), in sediments and horse mussels from selected stations along the fjord. Analysis of soft bottom community structure has also been included.

The main conclusions are:

The Høyangsfjord is influenced by PAHs generated by the production of primary aluminium. Based on the Norwegian sediment quality criteria, the sediments are classified as severely to extremely contaminated. The situation in the surface layers of the fjord is better. Based on the concentrations of PAHs in the horse mussels, they are classified as moderately to markedly contaminated.

The PAH contamination imposes, however, only small effects on the subtidal soft bottom invertebrate communities. All stations had a normal numbers of individuals and species. This is in accordance with the general experience that particle associated PAHs generated by the production of aluminium to a little extent effect the benthic invertebrate communities.

Orientating analyses of chlorinated organic compounds (PCBs, dioxins, etc.) in the sediments showed that the fjord was not influenced by such compounds. This was also the case for the metals cadmium, mercury, lead and zinc.

Compared to the previous investigation in the fjord in 1988, concentrations of PAHs in 1997 in horse mussels were reduced to 20-25 %. The concentrations in the sediments, however, were higher than in 1988. This difference could not be explained by increased discharges and represent therefore not a deterioration of the situation in the fjord. Probably it is related to analytical problems in the former investigation.

The sediments in the inner part of the fjord were affected by a ochre coloured substance of unknown origin. The source for this should be traced.

The highest PAH levels in the sediments were found at stations near the dump site for pot linings. The metal concentrations were also elevated, although they still were low. This points to a possible leakage from the dump site.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Høyangsfjorden har vært resipient for industrielt avløpsvann i mange år. Høyanger Verk (nå Hydro Aluminium a.s. Høyanger Metallverk) startet med karbidproduksjon i 1916 og med aluminiumsproduksjon fra 1917. I dag produserer verket ca. 70000 tonn aluminium i to elektrolyseserier, hvorav Prebake utgjør ca. 50000 tonn, mens ca. 20000 tonn er basert på Søderberg-teknologi (Anon. 1994).

Begge elektrolyseseriene er idag utstyr med felles tørr-reanseanlegg og sjøvannsvasking. Tilførsler til Høyangsfjorden fra produksjonen ved verket antas i hovedsak å skyldes tilførsler fra Søderberg-serien. Utslippet skjer innerst i fjorden ved hovedkai. Verket har hatt produksjon av anodemasse inntil 1980, men kjøper nå både anodemasse og ferdige anoder.

Aluminiumsverket har benyttet flere mindre landdeponier (Olsgard 1989, Anon. 1994). Siden 1957 har all deponering skjedd i et eget deponi ved sjøkanten i Høyangsfjorden. Her er katoderester og prosessavfall deponert. Den indre delen av fjorden mottar også tilførsler fra kommunal kloakk.

1.2 Tidligere undersøkelser

En basisundersøkelse av Høyangsfjorden ble gjennomført i 1987-88 (Olsgard 1989). Den konkluderte med at Høyangsfjorden var moderrat forurensert. Påvirkningen kunne i hovedsak knyttes til forhøyede verdier av PAH i bunnsedimenter, skjell og fisk. Det ble også konkludert med at bløtbunnsfaunaen i hele fjordområdet var forurensningspåvirket.

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt gjennomførte en undersøkelse av enkelte PAH-forbindelser i bunnsedimentene i Høyangsfjorden i 1973 (Palmork og Wilhelmsen 1974). Det ble påvist høye konsentrasjoner i midtre og indre deler av fjorden.

1.3 Formål

Denne undersøkelsen har som formål å gi en oppdatert beskrivelse av forurensningssituasjonen i Høyangsfjorden basert på konsentrasjoner av forurensende stoffer i bunnsedimenter og o-skjell samt effekter på dyresamfunnene på dype, bløte bunner. Det er lagt hovedvekt på PAH, men sedimentanalysene har også inkludert utvalgte metaller og klororganiske forbindelser.

Et delmål har vært å vurdere eventuelle påvirkninger fra deponiet for katode- og prosessavfall.

2. Materiale og metoder

2.1 Innsamling og analyse av prøver

Innsamling av sedimenter ble gjennomført 27/8-1997 fra fire hovedstasjoner i fjorden (SA, S1, S2, S3), Figur 2.1. Bortsett fra S3 er disse stasjonene, så langt som mulig, sammenfallende med de fra undersøkelsen i 1988 (Olsgard 1989). Stasjon S3 ble trukket noe lengere inn i fjorden i forhold til 1988-undersøkelsen. Det skyldes at i rapporten fra 1988, opplyses det at sedimentet på S3 var relativt grovkornet. For kjemiske analyser ble sediment fra ytterligere to stasjoner (Deponi 1 og Deponi 2) samlet. Disse stasjonene var spesielt tiltenkt å belyse om det skjer noen avrenning fra katodedeponiet. Alle prøver for kjemiske og biologiske analyser ble samlet med en 0.1 m² Van Veen grabb. Fire parallelle grabber ble samlet til faunaanalysene. Prøvetakingsstrategien for de kjemiske analysene omfattet både enkeltprøver og blandprøver. På stasjonene SA og S2 ble de tatt separate prøver fra henholdsvis 2 og 3 parallelle grabber. Variasjon i konsentrasjon mellom parallelle grabber vil gi informasjon om usikkerheten knyttet til verdien for en enkelt stasjon. På stasjonene S1, S3, Deponi 1 og Deponi 2 ble prøver fra fire parallelle grabber slått sammen til en blandprøve. Det øvre 2 cm tykke sedimentlaget ble prøvetatt gjennom inspeksjonslukene på grabben.

På alle stasjonene omfattet de kjemiske analysene av sedimentet bestemmelse av andel finstoff (% < 63 µm), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). På fire stasjoner ble metallene kadmium, kvikksølv, bly og sink bestemt. På en stasjon ble et utvalg av klororganiske forbindelser analysert. De klororganiske forbindelsene kan deles i to grupper: Den første inneholder 10 kongenerere av polyklorerte bifenyler (PCB) samt et utvalg av andre klorerte forbindelser som rutinemessig bestemmes sammen med PCB: penta- og heksaklorbenzen (5CB og HCB), oktaklorstyren (OCS), α - og γ -heksaklorisykloheksan (α -HCH og γ -HCH (=lindan)) og metabolitter av diklorfenyltrikloretan (DDE og DDD). I resultatkapitlet er et summen av 7 kongenerer av PCB, de såkalte "seven Dutch" med IUPAC nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180 benyttet.

Den andre gruppen av klororganiske forbindelser inkluderer polyklorerte dibenzodioksiner og polyklorerte dibenzofuraner (PCDD og PCDF) samt PCB-forbindelser med dioksinlignende egenskaper, de såkalte non-orto PCB (IUPAC nr. 77, 81, 126, 169).

Bestemmelse av dioksiner og non-orto PCB er gjennomført av NILU, mens de andre analysene er utført av NIVA.

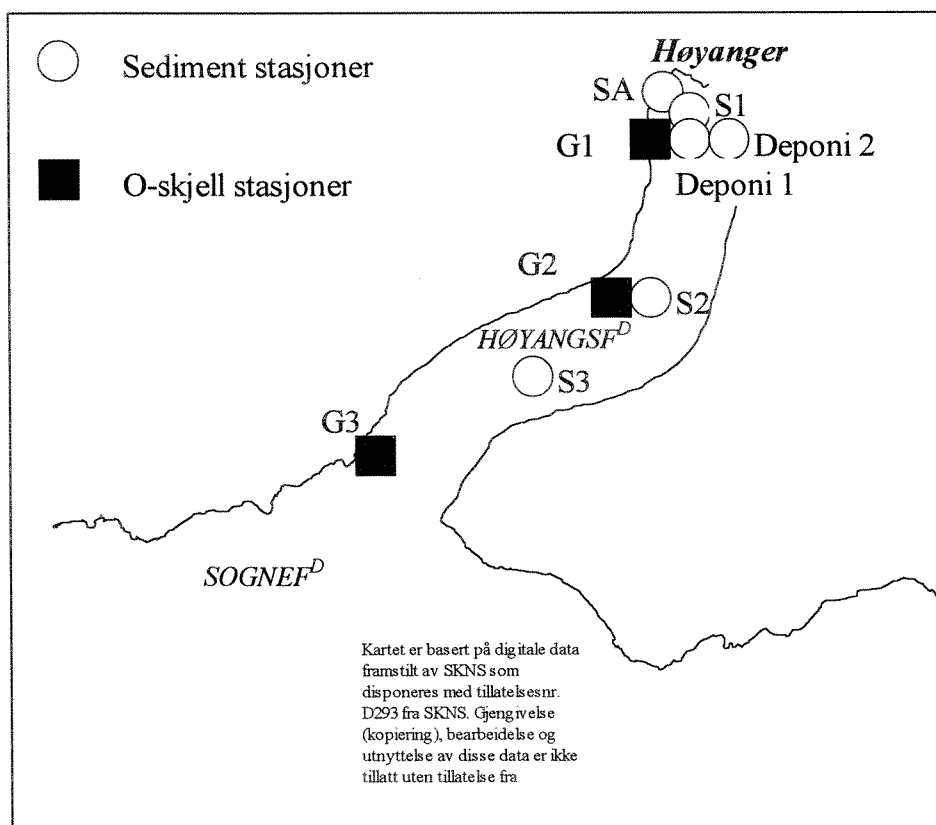
Bestemmelse av prosent finstoff er gjort ved våtsikting. TOC/TN er bestemt med en CHN-elementanalysator etter forbehandling med HCl for å fjerne karbonater. Analysemetodikk for de resterende forbindelsene er gitt i Vedlegg B.

Grabbprøvene for faunaanalysene ble vasket gjennom 1 mm sikter og de gjenværende dyrene sortert ut, artsbestemt og talt. Parametre som individtetthet for hver art, artsmangfold m.m. ble bestemt.

Artsmangfold ble beregnet ved indeksen H (Shannon og Weaver 1963) og ved forventet antall arter pr. 100 individer (ES₁₀₀) (Hurlbert 1971). Normal verdi for H er 3.5-5 og for ES₁₀₀ 20-40. Verdier lavere enn ca. 3 for H og ca. 18 for ES₁₀₀ tyder på ugunstige miljøforhold (Molvær og medarb. 1997). Indikatorartsindeksen (AI) er et mål for andelen av forurensningsømfintlige arter i faunasamfunnet.

Normal verdi for indikatorartsindeksen (AI) er 7-8. AI pleier å ha noe lavere verdier (6.5-7) i områder med grunnere dyp enn ca. 100 m. Verdier lavere enn ca. 6 tyder på ugunstige miljøforhold (Rygg 1995).

O-skjell ble samlet fra 3 stasjoner. På stasjon G1 (Sandvika) ble skjellene hentet fra 12 meters dyp, på stasjon G2 (Hovden) fra 10-15 meter og stasjon G3 (Bergsvik) fra 18 meters dyp. Stasjonene er sammenfallende med de som ble prøvetatt i 1988. Fra stasjon G2 ble tre parallelle prøver samlet. Alle prøvene er en blandprøve av 7 til 11 individer. Skjellene ble analysert på innhold av PAH.



Figur 2.1. Stasjonsplassering for undersøkelsen i Høyangsfjorden i 1997.

3. Kjemisk sammensetning av bunnsedimentene

Alle rådata finnes i Vedlegg C.

3.1 Visuell beskrivelse, kornstørrelse og innhold av organisk materiale

Alle sedimentprøvene var finkornige hvor ca. 50 til 90 % av materialet hadde en kornstørrelse mindre enn 63 µm. Den laveste andelen finstoff hadde de to stasjonene nær katodedeponiet, Tabell 3.1. På stasjon S1, men også SA og delvis S2, var sedimentet tydelig påvirket av et lyst okerfarget pulver, gipsaktig masse. Det er ikke kjent hva dette materialet er.

Stasjonene SA, S1, S2 og S3 hadde alle et tilnærmet normalt innhold av organisk karbon og nitrogen. Deponi 2, som ligger nærmest katodedeponiet, hadde en høy konsentrasjon av TOC og var tydelig påvirket. Påvirkningen kan skyldes naturlig av renning fra land, men også tilførsler fra deponiet. Avrenning fra land som inneholder planterester, er fattig på nitrogen og vil gi høye C/N-verdier slik som det observeres på Deponi 2. Tilførsler av sotlignede stoff, vil også gi høye C/N-verdier og er observert i flere fjorder med aluminiumproduksjon, spesielt i Årdalsfjorden (Næs og Rygg 1990, Næs og Oug 1997). Sedimentet på Deponi 2 var dominert av grå-sort silt. Det kan samsvare med påvirkning fra sot.

Tabell 3.1. Visuell beskrivelse, prosentvist innhold av partikler med kornstørrelse mindre enn 63 µm (silt/leire), samt innhold av organisk karbon (TOC, mg/g) og nitrogen (TN, mg/g) i sedimentene. Forholdstallet mellom organisk karbon og nitrogen (C/N) er også framregnet.

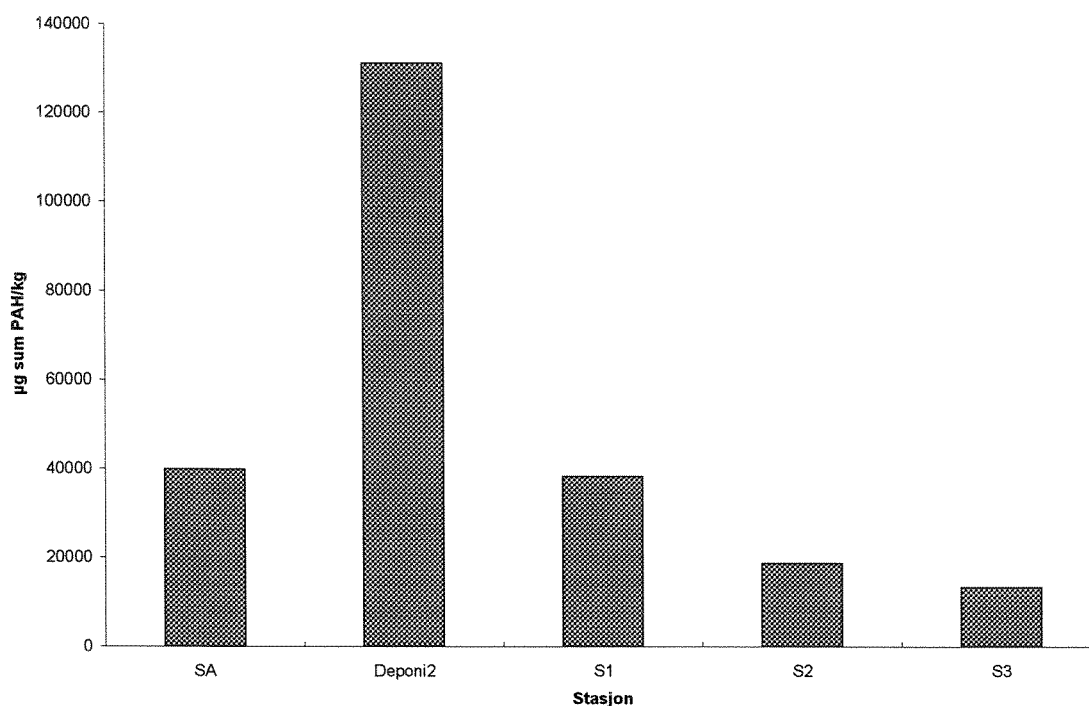
Stasjon- parallel	Vann- dyp, m	Visuell beskrivelse	% <63µm	TOC	TN	C/N
SA-1	60	Gul-brunt topplag over grå leire	88	23,7	2,3	10,3
SA-2	54	Som SA-1		23,3	1,8	12,9
S1	70	Gult topplag, enkelte gule klumper over grå leire	91	12,5	<1,0	>12,5
S2-1	236	Gult-brunttopplag, i tillegg noe fiber, over leire		11,8	1,1	10,7
S2-2	240	Som S2-1	89	10,0	<1,0	>10,0
S2-3	237	Som S2-1		10,1	<1,0	>10,1
S3	285	Grå leire	87	12,8	<1,0	>12,8
Deponi 1	62	Grå-brunt topplag over grå silt	51	17,1	<1,0	>17,1
Deponi 2	42	Grå-brunt topplag over grå-svart silt	46	58,7	1,5	39,1

3.2 Innhold av PAH

Det ble påvist høye PAH-konsentrasjoner i bunnsedimentene i hele fjordsystemet, Tabell 3.2 og Figur 3.11, med verdier fra ca. 8100 til ca. 131000 µg sum PAH/kg. En verdier på 300 µg sum PAH/kg er valgt som øvre grense av SFT for uforurensede sedimenter (Molvær et al. 1997).

Tabell 3.2. Innhold av PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$), prosent av naftalener, fenantrener og dibenzofener av sum PAH (% NPD) og prosent potensielt kreftfremkallende PAH etter IARC 1987 (% KPAH) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Høyangsfjorden. For stasjon S1 og Deponi2 representerer verdiene en blandprøve av henholdsvis 4 og 3 prøver, ellers enkeltprøver.

	SA-1	SA-2	S1	S2-1	S2-2	S2-3	S3	Deponi2
Sum PAH	41088	38596	38088	8194	26202	21324	13156	131028
% NPD	10	11	16	9	10	11	10	27
% KPAH	42	39	35	43	42	41	43	30



Figur 3.1. Fordeling av PAH i overflatesedimenter i Høyangsfjorden. For stasjonene SA og S2 representerer verdien gjennomsnitt for henholdsvis 2 og 3 parallelle prøver.

Det prosentvise innholdet av NPD og KPAH gir informasjon om type/kilde for PAH. Verdier av KPAH i området 30-50 % og NPD i størrelsesorden 10 % er vanlig i forbindelse med påvirkning fra aluminiumindustri. Hvis PAH-forbindelsene har en petrogen kilde, er høyere NPD- og lavere KPAH-innhold vanlig. Resultatene viser at en PAH-sammensetning som er vanlig å observere i fjorder med utslipp fra aluminiumsproduksjon (Næs og Oug 1997), dominerte på alle stasjonene. Sedimentene på Deponi 2 hadde imidlertid et forhøyet NPD innhold som tyder på ekstra kilder, f. eks. oljerester.

Den spesielt høye verdien på Deponi 2 tyder også på at det skjer tilførsler av PAH fra området for deponering av katode- og prosessavfall.

3.3 Innhold av metaller og klorerte forbindelser

Konsentrasjonene av de utvalgte metall- og klororganiske forbindelsene var lave både på hovedstasjonene i indre Høyangsfjord og de to stasjonene nær deponiet for katode- og prosessavfall, Tabell 3.3. Økningen i konsentrasjonene inn mot deponiet tyder på at det skjer er svak utlekking av metaller.

Tabell 3.3. Innhold av kadmium ($\mu\text{g Cd/g}$), kvikksølv ($\mu\text{g Hg/g}$), bly ($\mu\text{g Pb/g}$), sink ($\mu\text{g Zn/g}$), heksaklorbenzen ($\mu\text{g HCB/kg}$), PCB₇ ($\mu\text{g/kg}$, IUPAC nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) og polyklorerte benzofuraner/-dioksiner regner som toksisitetsekvivalenter ($\mu\text{g TE/kg}$, nordisk model) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Høyangsfjorden. For stasjon S1 og Deponi 2,3 representerer verdiene en blandprøve av henholdsvis 4 og 3 prøver. Øvre konsentrasjonsgrense for ubetydelig påvirket sediment i henhold til SFTs kriterier er også gitt.

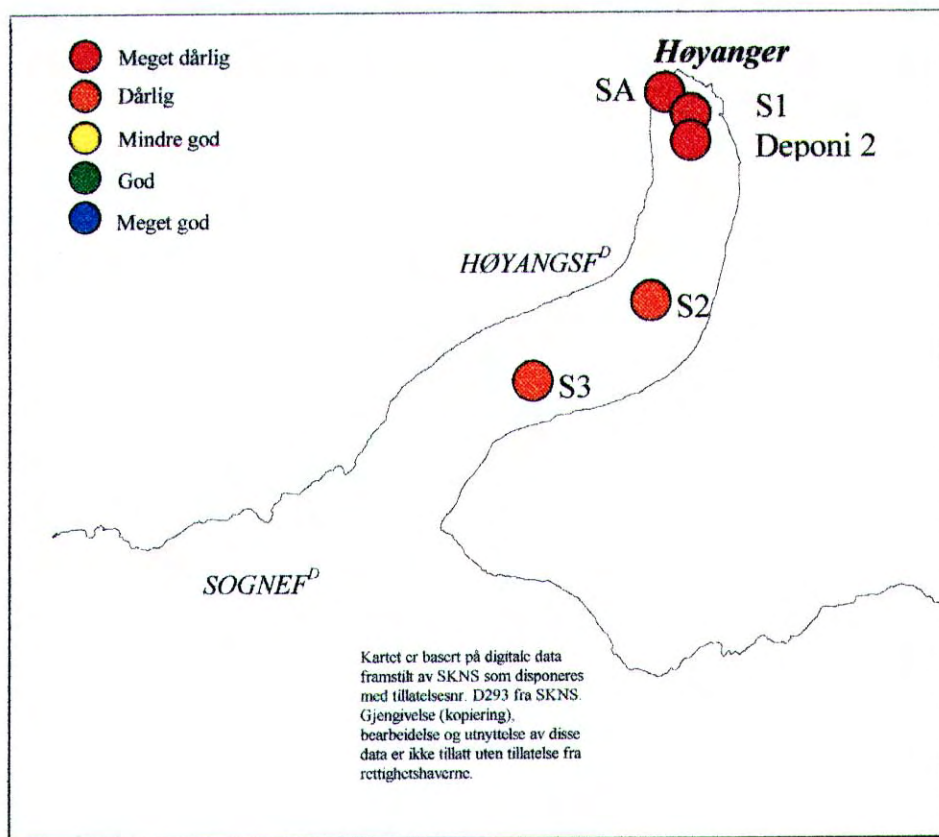
	SA-1	S1	Deponi 1	Deponi 2	Ubetydelig påvirket
Cd		0,12	0,15	0,50	<0,25
Hg		0,035	0,037	0,078	<0,15
Pb		20	37	99	<30
Zn		60	129	263	<150
HCB	0,2				<0,5
PCB7	4,8				<5
TE	0,003				<0,01

3.4 Klassifisering av miljøtilstand i sedimentene

Klassifisering av miljøtilstanden i sedimentene i Høyangsfjorden i henhold til SFTs klassifiseringssystem er vist i Tabell 3.4. Tabellen viser at fjorden ikke var nevneverdig påvirket av de utvalgte metallene eller klororganiske forbindelsene. Dog tyder dataene på, som nevnt ovenfor, en svak utlekking av metaller fra katode-deponiet. Det medfører at området i nærheten karakteriseres som moderate påvirket med hensyn på kadmium, kvikksølv, bly og sink. Hovedkomponenten i forurensningen i fjorden er PAH. Hele Høyangsfjorden må karakteriseres som sterkt til meget sterkt forurensset med hensyn på denne type forbindelsene, Figur 3.1.

Tabell 3.4. Klassifisering av miljøtilstand av sedimenter (0-2 cm) i Høyangsfjorden i henhold til SFTs inndeling (Molvær et al. 1997). TE = toksisitetsekvivalenter for polyklorte dibenzdioksiner og polyklorte dibenzofuraner (nordisk model), PCB = polyklorte bifenylar (sum av 7 kongenerer: IUPAC nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), HCB = heksaklorbenzen, Cd = kadmium, Hg = kvikksølv, Pb = bly, Zn = sink. For PAH er klassifiseringen for stasjon S2 og et gjennomsnitt av 3 parallelle prøver, ellers en prøve.

Stasjon	Klasse I Ubetydelig- lite forurenset	Klasse II Moderat forurenset	Klasse III Markert forurenset	Klasse IV Sterkt forurenset	Klasse V Meget sterkt forurenset
SA	PCB HCB TE				PAH
S1	Cd Hg Pb Zn				PAH
S3				PAH	
Deponi 1	Cd Hg Zn	Pb			
Deponi 2	Hg	Cd Pb Zn			PAH



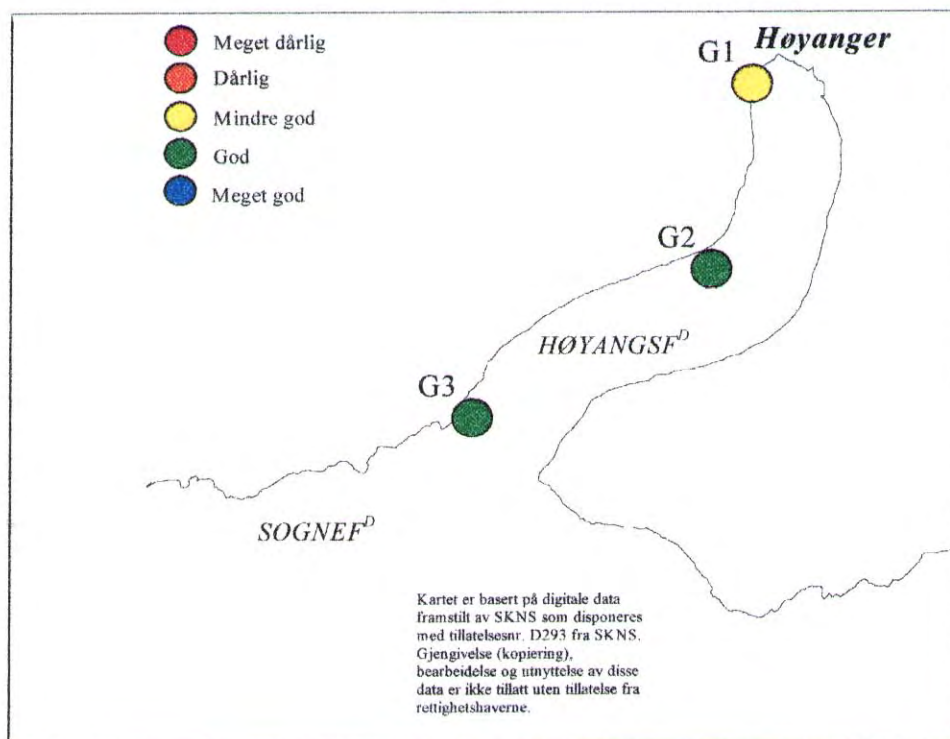
Figur 3.1. Klassifisering av miljøtilstand med hensyn på PAH-innhold i sedimentene i Høyangsfjorden i 1997.

4. Innhold av PAH i o-skjell

Analyse av o-skjell fra Høyangsfjorden viste at det var en viss påvirkning i hele fjordsystemet, sterkest i den indre delen, Tabell 3.5. O-skjellene er samlet fra de øverste vannlagene i fjorden (grunnere enn 10 meters dyp). Samtidig kan de sitte i nær kontakt med sedimenter. Det betyr at kilden til påvirkningen kan være både dagens utslipp, oppvirvling og transport av forurensede partikler og direkte opptak fra sedimentene. SFT har ikke gitt grenseverdier for klassifisering av miljøtilstand basert på analyser av o-skjell. I praksis kan imidlertid samme klassifiseringsverdier som for blåskjell anvendes (Næs et. al. 1995). Dette er gjort i Tabell 3.5. og Figur 3.1.

Tabell 3.5. Innhold av PAH (μg sum PAH/kg våtvekt) i o-skjell fra Høyangsfjorden. Klassifisering av miljøtilstand i henhold til SFTs kriterier (Molvær et al. 1997) er også angitt. På stasjon 2 ble tre parallelle prøver analysert.

	G1	G2-1	G2-1	G2-1	G3
sum PAH	349	93	209	100	122
Klassifisering	Klasse III, Markert forurenset	Klasse II, Moderat forurenset	Klasse III, Markert forurenset	Klasse II, Moderat forurenset	Klasse II, Moderat forurenset



Figur 4.1. Klassifisering av miljøtilstand med hensyn på PAH-innhold i o-skjell i Høyangsfjorden i 1997.

5. Bløtbunnsfauna

Komplette lister over artene og deres individtall er vist i Tabell 3 i Vedlegg F. Tabell 5.1. viser forekomst av de vanligste artene. Beskrivelse av restmaterialet i siktene er gitt i Tabell 1 i Vedlegg D.

Tabell 5.1. Individtall pr. 0.4 m² av de vanligste artene i Høyangsfjorden i 1997

	Stasjon	SA	S1	S2	S3
<i>Pseudopolydora</i> sp		224	799	2	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		208	417	30	36
<i>Thyasira</i> spp (ekskl. <i>T. ferruginea</i>)		121	45	5	10
<i>Chaetozone setosa</i>		26	25	129	49
<i>Thyasira ferruginea</i>		3	2	93	32
<i>Heteromastus</i> sp				30	44

Verdier for artstall, individtall, artsmangfold (to indekser) og indikatorartsindeks er vist i Tabell 5.2. De samme parametre for hver enkelt grabb er vist i Tabell 2 i Vedlegg D. Verdier for artsmangfold (H) pr. grabb og stasjon er vist i Figur 5.1.

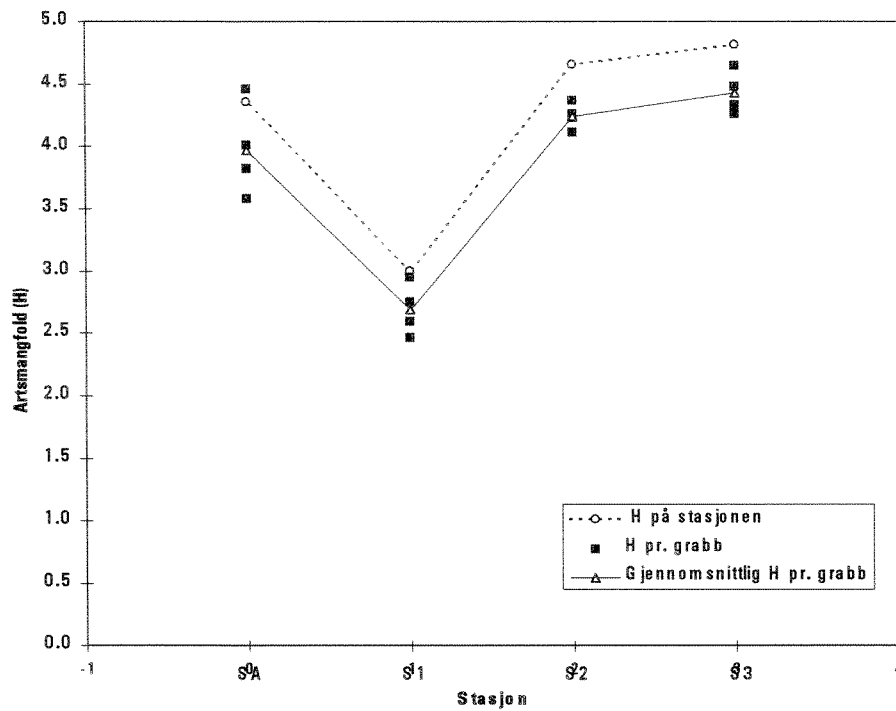
Tabell 5.2. Verdier av utvalgte faunaparametre pr. stasjon (0.4 m²)

Stasjon	Antall arter	Antall individer	Artsmangfold (H)	Artsmangfold (ES ₁₀₀)	Indikatorartsindeks (AI)
SA	75	1131	4.36	28.30	6.55
S1	65	1745	3.00	19.44	6.86
S2	67	756	4.66	30.32	7.89
S3	59	491	4.82	31.95	8.08

Vanlig antall arter pr. stasjon (0.3-0.5 m²) i norske fjorder og kystfarvann er 30-65 (Tabell 5.3.). Artstallene i Høyangsfjorden var således forholdsvis høye. Det ble tilsammen funnet 134 arter på de fire stasjonene. Liten påvirkning av bløtbunnsfaunaen i Høyangsfjorden, samsvarer med at PAH dannet i forbindelse med aluminiumsoproduksjon generelt gir liten effekt på bløtbunnsfaunaen (Oug et al., in prep.) Det er verd å merke seg at stasjonen (S1) som visuelt var sterkest påvirket av den okerfargete massen, hadde det laveste artsmangfoldet.

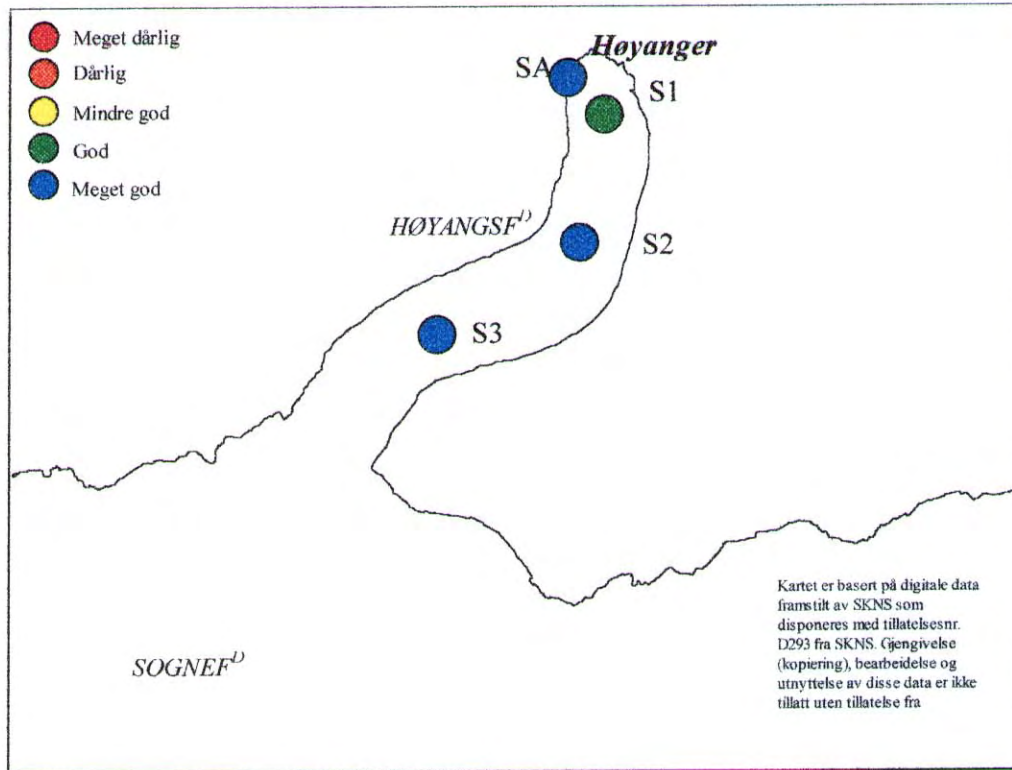
Tabell 5.3. Artstall på 700 stasjoner med areal 0.3-0.5 m² i norske fjorder og kystfarvann (kilde: NIVAs database)

Kvartil nr.	Kumulativ prosent	Antall arter pr. stasjon
1	25%	<30
2	50%	30-47
3	75%	47-65
4	100%	>65



Figur 5.1. Artsmangfold (H) pr. grabb og stasjon i Høyangsfjorden i 1997

Figur 5.2. viser tilstandsklassifisering av bløtbunnsfaunaen. Klassifiseringen er hovedsakelig basert på artsamngfold (Molvær og medarb. 1997). Dominansen av *Pseudopolydora* (Tabell 5.) tydet imidlertid på en viss forurensningsbelastning.



Figur 5.2.. Klassifisering av tilstand i bløtbunnsfaunasamfunnene i Høyangsfjorden i 1997 basert på artsmangfold.

De små effektene på bløtbunnsfaunaen selv med høye konsentrasjoner av PAH i sedimentet samsvarer med andre nasjonale og internasjonale funn i fjorder påvirket av utslipp fra produksjon av primæraluminium (Oug et al., in prep.; Paine et al. 1996). Det skyldes at i stor grad at PAH-forbindelsene er bundet til sotlignende strukturer (Næs et al., in prep).

6. Sammenligning med tidligere og andre undersøkelser

Høyangsfjorden er tidligere undersøkt i 1988 (Olsgard 1989). Lignende undersøkelser er også gjort i Årdalsfjorden i 1983 (Baalsrud og medarb. 1985) og 1989 (Næs og Rygg 1990). Sammenlignes konsentrasjonene av PAH i sedimentene i Høyangsfjorden er det betydelige avvik fra undersøkelsen i 1988. Konsentrasjonene i 1997 er lavere på stasjon SA, men høyere på S1, S2 og S3. Hvis sum PAH beregnes på samme variabelutvalg i de to undersøkelsene, var konsentrasjonen av total PAH i 1988 103000 µg/kg mot 34000 i 1997 på stasjon SA. På stasjonene S1, S2 og S3 var konsentrasjonene i 1988 henholdsvis 3000, 3500 og 250 mot henholdsvis 24500, 12200 (gjennomsnitt av 3) og 14050 µg/kg. Høyanger Verk opplyser (E. Rysjedal, pers. med) at det ikke har vært endringer i utslippsmengder, som kan forklare de store forskjellene. På stasjon SA som ligger svært nær kilden vil det naturlig kunne være betydelige forskjeller i konsentrasjon over små avstander. Likeledes ble det funnet betydelige konsentrasjonsforskjeller mellom parallelle prøver fra stasjon S2, som i hovedsak trolig skyldes at en av parallellene var kraftig påvirket av "gulaktig slam" (se resulater). Det er allikevel vanskelig å forstå at dette alene er grunnen de store forskjellene mellom prøvtakingen i 1988 og i 1997.

Det ble anvendt forskjellig prøvtakingsutstyr i de to undersøkelsene. I 1988 ble de øvre 2 cm av sedimentet samlet med en kjerneprøvetaker, mens samme sedimentsjiktet i 1997 ble samlet fra en Van Veen grabb. Det skal også påpekes at båten som ble stilt til rådighet i 1997 ikke var ideell. Disse forholdene kan ha betydning for forskjellene mellom 1988 og 1997. Imidlertid viste analyser av parallelle prøver på samme stasjon relativt like verdier, bortsett fra hvor det visuelt ble observert betydelig innslag av "gulaktig slam". Likeledes må man ut fra faunaanalysene konkludere at dette har vært gode prøver. Dette tyder på at man ved prøvtakingen i 1997 ikke har forstyrret sedimentet slik at man har analysert andre nivåer i sedimentet enn 0-2 cm laget.

Det er ikke grunn til å anta analysetekniske problemer knyttet til resultatene fra 1997. I henhold til NIVAs akkrediteringsdokumenter er variasjonskoeffisienten (standardavvik i prosent av middelverdi) for enkeltkomponenter av PAH generelt 10 %. Laboratoriet har også oppnådd gode resultater i internasjonale ringtester. En gjennomgang av PAH-data fra fjorder belastet med utslipp fra aluminium- og ferromanganproduksjon innsamlet i løpet av de siste 25 år, ga samme konklusjon (Næs og Oug 1997).

Kvalitetssikringsrutinene for analysene fra 1988 er ikke kjent. Dog bør det legges til at nedgangen i konsentrasjoner fra stasjon SA til S1 fra 103000 til 3000 µg/kg over 350 m er meget sterk, kanskje uventet stor. Likeledes burde det også i 1988 vært en nedgang i PAH konsentrasjonen fra stasjon S1 til S2 som representerer en av stand på 2,5 km. Det er imidlertid ikke tilfelle. PAH-proflen (den relative sammensetningen av enkeltforbindelsene) i analysene fra 1988 er også noe vanskelig å forstå. Eksempelvis ble ikke pyren og krysen detektert på S1, S2 og S3 i følge rådataene. Videre utgjorde benzo(ghi)perylene den viktigste PAH-komponenten på stasjon SA og også på en kontrollstasjon i Fuglsetfjorden. Slike PAH-profiler observeres ikke i de andre fjordene påvirket med PAH fra aluminiumsproduksjon (Næs og Oug 1997).

Sammenlignes konsentrasjonene i o-skjell fra de to undersøkelsene, er verdiene i 1997 20-25 % av det de var i 1988.

PAH-konsentrasjonene i sedimentene i Høyangsfjorden i 1997 er sammenlignbare med det man generelt finner i andre fjorder i Norge som mottar utslipp i forbindelse med produksjon av aluminium (Næs et al.

1995, Næs og Oug 1997). Sammenlignes konsentrasjonene av PAH i o-skjell f.eks. med tilsvarende fra Årdalsfjorden (Knutzen 1995), var verdiene i indre Årdalsfjorden i 1994 10-20 høyere enn på stasjon G1 i Høyangsfjorden.

Sammenligning av utvalgte faunaparametre og forekomst av de vanligste artene i Høyangsfjorden i 1988 og 1997 er vist i Tabell 6.1. og 6.2. Artstallene i 1997 var betydelig høyere enn i 1988. Bortsett fra stasjon S1 var også artsmangfoldet høyere. I 1988 var tilstanden vesentlig dårligere på stasjon SA enn på de andre stasjonene. I 1997 hadde dette endret seg. S1 hadde den dårligste tilstanden, mens stasjon SA hadde en betydelig bedre tilstand enn i 1988.

Tabell 6.1. Sammenligning av utvalgte faunaparametre i Høyangsfjorden i 1988 og 1997

Stasjon	Areal		Artstall		Individ-tall / m ²		Artsmangfold (H)	
	1988	1997	1988	1997	1988	1997	1988	1997
SA	0.1	0.4	25	75	11280	2828	1.94	4.36
S1	0.3	0.4	26	65	899	4363	3.05	3.00
S2	0.3	0.4	27	67	383	1890	3.92	4.66
S3	0.3	0.4	36	59	919	1228	3.97	4.82

Tabell 6.2. Antall individer pr. m² av de vanligste artene i Høyangsfjorden i 1988 og 1997

		1988	1997
Stasjon SA	<i>Pseudopolydora</i> sp	7660	560
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	810	520
Stasjon S1	<i>Pseudopolydora</i> sp	33	1998
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	227	1043
Stasjon S2	<i>Chaetozone setosa</i>	3	323
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	0	75
Stasjon S3	<i>Chaetozone setosa</i>	37	123
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	47	90

Stasjonene i Årdalsfjorden var dominert av *Paramphinome jeffreysii* og *Thyasira* spp, og lignet i så måte Høyangsfjorden. *Pseudopolydora* ble imidlertid ikke funnet i Årdalsfjorden. Stort sett var det en rikere fauna i Høyangsfjorden enn på de rikeste stasjonene i Årdalsfjorden.

7. Referenser

- Anon. 1994. Effektstudien. Norsk aluminiumindustri og miljø. Hydro Aluminium a.s., Elkem Aluminium ANS, Sør-Norge Aluminium A/S, 1994, ISBN 82-90861-26-5.
- Baalsrud, K., Green, N., Knutzen, J., Næs, K., Rygg, B. 1985. Overvåking av Årdalsfjorden 1983. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensninger fra aluminiumindustri og befolkning. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 228/86. 133 s. (NIVA 1870)
- Hurlbert, S.N., 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology*, 53: 577-586.
- IARC 1987. IARC Monographs on evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans9. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monographs Volumes 1-42. Supp. 7. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
- Knutzen, J., 1995. Overvåking av PAH i oskjell fra Årdalsfjorden 1994, med orienterende analyser av dioksiner og non-orto PCB. NIVA-rapport 3248.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997, 36s.
- Næs, K., Axelman, J., Broman, D. and Näf, C., in prep. The role of soot carbon and other carbon matrices in the distribution of PAHs between particles, colloids and the dissolved phase in the effluent and recipient water of an aluminium reduction plant. Submitted *Environ. Sci. Technol.*
- Næs, K., Knutzen, J. and Berglind, L., 1995. Occurrence of PAH in marine organisms and sediments from smelter discharge in Norway. *Sci. Total. Environ.*, 163: 93-106
- Næs, K. and Oug, E., 1997. Multivariate approach to distribution patterns and fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from smelter-affected Norwegian fjords and coastal waters. *Environ. Sci. Technol.*, 31: 1253-1258.
- Næs, K., Rygg, B. 1990. Overvåking av Årdalsfjorden. Sedimenter og bløtbunnsfauna i 1989. 51s. (NIVA 2385)
- Olsgard, F. 1989. Basisundersøkelse i Høyangsfjorden. A/S Miljøplan.
- Oug, E., Næs, K. and Rygg, B., in prep. Relationships between soft bottom macrofauna and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from smelter discharge in Norwegian fjords and coastal waters. Submitted *Mar. Ecol. Prog. Ser.*
- Paine, M.D., P.M. Chapman, P.J. Allard, M.H. Murdoch and D. Minifie, 1996. Limited bioavailability of sediment PAH near an aluminium smelter: Contamination does not equal effects. *Environ. Toxicol. Chem.*, 15: 2003-2018.
- Palmork, K.H. og Wilhelmsen, S., 1974. Rapport vedrørende analyser av polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i slam og avløpsvann fra ÅSV's bedrifter, samt analyser av fjordsedimenter. Rapport fra FHI, Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt.

Rygg, B., 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. 68s. (NIVA 3347-95)

Shannon, C.E., Weaver W, 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

Vedlegg A.

Stasjon	Ca. posisjon
SA	N61 13,0; Ø06 04,0
S1	N61 12,9; Ø06 04,07
S2-1	N61 11,5; Ø06 03,7
S3	N61 10,9; Ø06 01,8
Deponi 1	N61 12,6; Ø06 04,6
Deponi 2	N61 12,6; Ø06 04,7

Vedlegg B.

PAH I SEDIMENTER

Metoden benyttes for bestemmelse av PAH i sedimenter. Deteksjonsgrensen avhenger av prøvemengden og er i praksis 0.2 µg/kg tørket materiale.

Prinsipp: Prøvene tilsettes indre standarder og PAH ekstraheres i Soxhlet med syklohexan. Ekstraktet gjengår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/FID eller GC/MSD. PAH identifiseres med FID ut fra retensjonstider og med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.

PAH I BIOLOGISK MATERIALE

Metoden benyttes for bestemmelse av PAH i biologisk materiale fra det vandige miljø som fisk, muslinger og krabbe. Deteksjonsgrensen avhenger av prøvemengde og prøvens konsistens. Med 20 g prøve er deteksjonsgrensen 0.2 µg/kg våtvekt.

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

PCB

Metodene benyttes for bestemmelse av klororganiske komponenter i sedimenter og slam, renvann og avløpsvann samt ulike typer av biologisk materiale fra det vandige miljø. Med klororganiske komponenter menes i denne sammenheng klorpesticider og polyklorerte bifenyl (PCB).

Prinsipp: Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klor-organiske forbindelsene identifiseres ut fra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.

METALLER, FLUSSYREOPPSLUTNING

Denne metoden skal anvendes ved totaloppslutning av slam og sedimenter som skal analyseres med hensyn på metaller. Metoden brukes for følgende metaller (ikke kvikksølv): Al, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, V og Zn.

Prinsipp: Maksimum 200 mg frysetørket, homogenisert prøve veies inn i en teflonbombe og tilsettes konge vann og flussyre. Beholderen lukkes og prøven oppsluttes i mikrobølgeovn, lukket system. Etter

avkjøling overføres innholdet til en 100 ml målekolbe som på forhånd er tilsatt et overskudd av borsyre. Prøven fortynnes med avionisert vann og rystes på rystemaskin til borsyren er løst. Bestemmelsen av metaller foretas på den klare væskefasen ved atom-absorpsjon i flamme eller med grafittovn.

KVIKKSØLV, KALDDAMP ATOMABSORPSJON, SLAM etc.

Denne metoden skal anvendes til avløpsvann, slam, sedimenter og biologisk materiale. Kvikksølv analyseres i våt prøve så raskt som mulig etter prøvetaking eller i homogenisert, frysetørret prøve. Tørring i varmeskap bør unngås p.g.a. tap av flyktige organiske kvikksølv-forbindelser og fordamping av metallisk kvikksølv. Dersom man allikevel velger denne metoden, må temperaturen ikke overstige 80 °C. Deteksjonsgrensen for avløpsvann er 0.1 µg/l, og for faste prøver ved innveing av 1 g tørket materiale 0.01 µg/g.

Prinsipp: En nøyaktig innveid mengde prøve oppsluttes ved autoklaving med salpetersyre. Organisk bundet kvikksølv oksideres til toverdlig kvikksølv i ioneform (Hg^{++}). Deretter reduseres kvikksølvet til elementær tilstand med tinnklorid, og drives ut som damp ved hjelp av helium som bæregass. Kvikksølvet amalgamerer på gullfellen, og blir senere frigjort ved elektrotermisk oppvarming av denne. Bæregassen fører kvikksølvdampen gjennom kvarts-kyvetten hvor absorbansen måles ved 253.7 nm ved kalddamp atomabsorpsjon.

Vedlegg C.

Rådata for kjemiske analyser

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Postboks 173 Kjelsås N-0411 Oslo

Navn/lokalitet : Høyangerfjorden
Adresse :
Oppdragsnr. : 97154
Prøve mottatt : 5.9.97
Lab.kode : 1838 1-6
Jobb.nr. : 97/198
Prøvetype : Sedimenter
Kons. i : Ug/kg tørrvekt
Analysemetode : H2-2
Dato : 26.11.97
Analytiker : Brg

- 1: St.SA 0-2cm
2: St.SA 0-2cm
3: St.S1 I-IV blandprøve
4: St.S2 I 0-2cm
5: St.S2 II 0-2cm
6: St.S2 III 0-2cm

	1	2	3	4	5	6
Disykliske:						
Naftalen	261	275	212	63	5	209
C1-Naftalener	150	150	115	24	95	78
Bifenyli	19	18	14	3	10	8
C2-Naftalener	289	276	186	x)	137	157
C3-Naftalener	298	347	294	x)	121	179
PAH:						
Acenaftilen	8	8	4	1	8	5
Acenaften	495	488	443	75	254	227
Fluoren	226	226	390	42	132	121
Fenantren	2253	2287	4007	437	1600	1232
Antracen	547	532	750	97	388	275
C1-Dibenzotiofener	78	81	101	16	53	41
C1-Fenantrener	892	921	1309	191	635	491
C2-Dibenzotiofener	2	2	<2	<2	<2	2
C2-Fenantrener	18	20	11	4	10	10
Fluoranten	3791	3916	4419	663	2304	1869
Pyren	3229	3243	3320	556	1903	1531
C3-Dibenzotiofener	9	10	7	2	5	4
Benzo(a)antracen*	3093	3292	2810	608	1856	1450
Chrysen	5030	4771	4045	874	2644	2110
Benzo(b)fluoranten*	7128	6894	4023	1582	4853	3933
Benzo(j,k)fluoranten*	xx)	xx)	1672	xx)	xx)	xx)
Benzo(e)pyren	3510	3418	2514	715	2360	2011
Benzo(a)pyren*	2915	2638	2401	623	1916	1544
Perylen	933	856	675	165	541	449
Ind.(1,2,3-cd)pyren*	2868	2401	2524	744	2339	2014
Dibenz(a,c/a,h)ant*1)	1616	139	186	46	110	76
Benzo(ghi)perylene	2447	2453	2477	753	2291	1929
Sum disykliske	1017	1066	821	90	368	631
Sum NPD	4250	4369	6242	737	2661	2403
Sum PAH	41088	38596	38088	8194	26202	21324
Sum KPAH	17620	15364	13616	3603	11074	9017
%NPD	10,1	11,0	16,0	8,9	10,0	10,9
%KPAH	41,8	38,7	35,0	43,5	41,7	41,1
SUM FORBINDELSER	42105	39662	38909	8284	26570	21955
% Tørrstoff						

x)-gått tapt under inndamping
xx)- inkludert i benzo(b)fluoranten
* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs.tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

1) Bare (a,h) isomeren

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

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Postboks 173 Kjelsås N-0411 Oslo

Navn/lokalitet : Høyangerfjorden
Adresse :
Oppdragsnr. : 97154
Prøve mottatt : 5.9.97
Lab.kode : 1838 7 og 9
Jobb.nr. : 97/198
Prøvetype : Sedimenter
Kons. i : Ug/kg tørrvekt
Analysemetode : H2-2
Dato : 26.11.97
Analytiker : Brg

1: St.S3 I-IV Blandprøve
2: Deponi 2 I+II+III
3:
4:
5:
6:

	1	2	3	4	5	6
Disykliske:						

Naftalen	99	1081				
C1-Naftalener	40	1351				
Bifenyl	4	166				
C2-Naftalener	94	4503				
C3-Naftalener	128	8093				
PAH:						

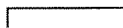
Acenaftalen	3	751				
Acenaften	114	2100				
Fluoren	73	682				
Fenantren	709	12336				
Antracen	147	3400				
C1-Dibenzotiofener	24	720				
C1-Fenantrener	279	8614				
C2-Dibenzotiofener	<2	396				
C2-Fenantrener	7	2020				
Fluoranten	1038	17790				
Pyren	851	14370				
C3-Dibenzotiofener	2	47				
Benzo(a)antracen*	746	14170				
Chrysen	1018	2897				
Benzo(b)fluoranten*	2191	15840				
Benzo(j,k)fluoranten*	x)	x)				
Benzo(e)pyren	1027	9085				
Benzo(a)pyren*	869	5077				
Perylen	229	2319				
Ind.(1,2,3-cd)pyren*	1862	5255				
Dibenz(a,c/a,h)ant*1)	94	4125				
Benzo(ghi)perylene	1873	9034				
Sum disykliske	365	15194				
Sum NPD	1382	39161				
Sum PAH	13156	131028				
Sum KPAH	5762	44467				
%NPD	10,2	26,8				
%KPAH	42,6	30,4				
SUM FORBINDELSER	13521	146222				
% Tørrstoff						

x)-inkludert i benzo(b)fluoranten

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

1) Bare (a,h) isomeren

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



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Postboks 173 Kjelsås N-0411 Oslo

Navn/lokalitet : Høyanger - O-skjell
Adresse :
Oppdragsnr. : 97154
Prøve mottatt : 6.10.97
Lab.kode : 2134 1-5
Jobb.nr. : 97/216
Prøvetype : O-skjell
Kons. i : Ug/kg våtvekt
Analysemetode : H2-3
Dato : 18.11.97
Analytiker : Brg

1: St.G1
2: St.G2-1
3: St.G2-2
4: St.G2-3
5: St.G3
6:

	1	2	3	4	5	6
Disykliske:						

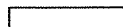
Naftalen	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C1-Naftalener	<0.5	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	
Bifenyl	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C2-Naftalener	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C3-Naftalener	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
PAH:						

Acenaftalen	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Acenaften	0,6	<0.5	0,6	0,5	0,5	
Fluoren	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Fenantren	3,1	1,6	2,1	1,3	1,3	
Antracen	1,3	<0.5	0,8	0,5	0,6	
C1-Dibenzotiofener	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C1-Fenantrener	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C2-Dibenzotiofener	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C2-Fenantrener	1,6	1,2	0,9	2	2,6	
Fluoranten	9,5	3,5	8,3	6,4	12,5	
Pyren	2,6	0,9	1,7	0,7	0,9	
C3-Dibenzotiofener	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Benzo(a)antracen*	7,7	2,4	7,3	2,8	4,3	
Chrysen	12	5,3	10	4,7	5,8	
Benzo(b)fluoranten*	69	23	50	12	16	
Benzo(j,k)fluoranten*	53	11	23	9,5	11	
Benzo(e)pyren	79	13	46	34	41	
Benzo(a)pyren*	17	4,1	12	2,6	3,6	
Perylen	2,4	0,6	1,6	<0.5	<0.5	
Ind.(1,2,3-cd)pyren*	37	11	24	8,8	8,9	
Dibenz(a,c/a,h)ant*1)	17	4,3	8,3	3,1	3	
Benzo(ghi)perylene	36	11	31	11	9,6	
Sum disykliske		0,5				
Sum NPD	4,7	3,3	3	3,3	3,9	
Sum PAH	348,8	92,9	227,6	99,9	121,6	
Sum KPAH	200,7	55,8	124,6	38,8	46,8	
%NPD	1,3	3,5	1,3	3,3	3,2	
%KPAH	57,5	59,7	54,7	38,8	38,5	
SUM FORBINDELSER	348,8	93,4	227,6	99,9	121,6	
% Tørrstoff	S e W i l a b					

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

1) Bare (a,h) isomeren

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



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Postboks 173 Kjelsås N-0411 Oslo

Navn/lokalitet : Høyanger O-skjell
 Adresse :
 Oppdragsnr. : 97154
 Prøve mottatt : 6.10.97
 Lab.kode : 2134-3 reanalyse
 Jobb.nr. : 97/216
 Prøvetype : O-skjell
 Kons. i : Ug/kg våtvekt
 Analysemetode : H2-3
 Dato : 12.1.98
 Analytiker : Brg

1: St.G2-2

2:

3:

4:

5:

6:

	1	2	3	4	5	6
Disykliske:						

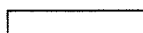
Naftalen	<0,5					
C1-Naftalener	<0,5					
Bifenyl	<0,5					
C2-Naftalener	<0,5					
C3-Naftalener	<0,5					
PAH:						

Acenaftalen	<0,5					
Acenaften	0,5					
Fluoren	0,7					
Fenantren	1,4					
Antracen	0,7					
C1-Dibenzotiofener	<0,5					
C1-Fenantrener	<0,5					
C2-Dibenzotiofener	<0,5					
C2-Fenantrener	<0,5					
Fluoranten	5,8					
Pyren	1,4					
C3-Dibenzotiofener	<0,5					
Benzo(a)antracen*	5,8					
Chrysen	8,7					
Benzo(b,j,k)fluoranten*	55					
Benzo(e)pyren	41					
Benzo(a)pyren*	11					
Perylen	1,4					
Ind.(1,2,3-cd)pyren*	23					
Dibenz(a,c/a,h)ant*1)	9,1					
Benzo(ghi)perylene	25					
Sum disykliske						
Sum NPD	1,4					
Sum PAH	190,5					
Sum KPAH	103,9					
%NPD	0,7					
%KPAH	54,5					
SUM FORBINDELSER	190,5					
% Tørrstoff	Se Wilab					

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

1) Bare (a,h) isomeren

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



ANALYSERESULTATER fra NIVAS LIMS.

Rapportert: 18/12-97

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Kontaktperson : **NÆS** Prosjektnr : **O 97154** Stikkord : **Høyangerfjord**
 Rekvisisjonsnr: **1997-01838** Godkjent av: **KAS** Godkjent dato: **971128**
 Rekvisisjon registrert : **970905**

Analysevariabel Enheter Metode	PrDato	Merking	TTS/% B3	TN/F µg/mg TS G6	TOC/F µg/mg TS G6	F-Sm mg/g Intern*	Cd-Sm µg/g E2-1	Hg-Sm µg/g E4-2	Pb-Sm µg/g E2-1	Zn-Sm µg/g	OCB-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	HCB-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	HCHA-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	HCHG-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB28-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB52-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	OCS-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB101-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4
	0011	970827 St.SA 0-2cm	37,1	2,3	23,7						0,1	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,2	<0,1	0,6
	002	970827 St.SA 0-2cm	38,5	1,8	23,3													
	003	970904 St.S1 I-IV Blandprøve	41,1	<1,0	12,5	0,40	0,12	0,035	19,5	60								
	004	970827 St.S2 I 0-2cm	50,4	1,1	11,8													
	005	970827 St.S2 II 0-2cm	41,0	<1,0	10,0													
	006	970827 St.S2 III 0-2cm	39,5	<1,0	10,1													
	007	970827 St.S3 I-IV Blandprøve	43,8	<1,0	12,8	0,90	0,15	0,037	36,7	129								
	008	970827 Deponi 1 I+II+III	60,2	<1,0	17,1	4,9	0,50	0,078	98,6	263								
	009	970827 Deponi 2 I+II+III	55,9	1,5	58,7													

Fortsetter i bredde;

Analysevariabel Enheter Metode	PrDato	Merking	DDEPP-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB118-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB153-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	TDEPP-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB105-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB138-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB156-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB180-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	CB209-B µg/kg v.v. H3-4 v.v. H3-4 v.v. H3-4	NPD-Sm µg/kg t.v. H2-2 t.v. H2-3	PAH-Sm µg/kg t.v. H2-2 t.v. H2-3
	001	970827 St.SA 0-2cm	0,3	0,7	1,3	0,5	0,2	1,2	0,3	0,7	<0,1	u	u
	002	970827 St.SA 0-2cm										u	u
	003	970904 St.S1 I-IV Blandprøve										u	u
	004	970827 St.S2 I 0-2cm										u	u
	005	970827 St.S2 II 0-2cm										u	u
	006	970827 St.S2 III 0-2cm										u	u
	007	970827 St.S3 I-IV Blandprøve										u	u
	008	970827 Deponi 1 I+II+III										u	u
	009	970827 Deponi 2 I+II+III										u	u

OBS !!! Metoder som er markert med **, er foreløpig ikke akkreditert.

PrNr 001 + Metallgruppa har fått disp. til 1.11.97, men organisk opp- rinnelig var 15.10.97.



Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Sørlandsavdelingen
v/Kristoffer Næs
Televeien 1
4890 GRIMSTAD

Deres ref./Your ref.:
O-97154 Høyanger 1838-1

Vår ref./Our ref.:
SSP/MAa/O-1946

Kjeller,
10. oktober 1997

Analysér av PCDF/PCDD og non-orto PCB-prøver fra Høyangerfjorden, 1997

Vi viser til Deres bestilling av 16.09.97 og oversender analyseresultatene.

Vi legger ved målerapport nr. O-414 og gir følgende tilleggsinformasjon:

Vår metode, NILU-O-1, som er akkreditert etter EN-45001, er benyttet.

Som kvalitetssikringstiltak ble ¹³C-merkete 2,3,7,8-klorsubstituerte isomerer tilsatt prøven før opparbeidelses- og analyseprosedyren. Gjenvinningsstandard tilsettes rett før analyse på GC/MS. Etter vår metode skal gjenvinningen av tilsatte ¹³C-isotopmerkete internstandarder ligge innenfor 40-120% i forhold til en av de tilsatte ¹³C-isotopmerkete gjenvinningsstandardene. Gjenvinningen er tilfredsstillende for PCDF og PCDD, men ikke for non-orto PCB, der gjenvinninger merket med *, er 6-18%. Dette vil medføre noe større måleusikkerhet for non-orto PCB enn oppgitt i målerapport O-414.

Resultatene er korrigert for gjenvinning.

Med hilsen

Ole Anders Braathen
Ole-Anders Braathen
Leder, Kjemisk analyse

Sissel Planting
Sissel Planting
Ingeniør

Vedlegg: Målerapport O-414 og faktura

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
N-2007 KJELLER, Norway
Telephone: +47 63 89 80 00
Telefax : +47 63 89 80 50
Telex : 74854 nilu n

NILU-Tromsø
P.O. Box 1245
Fiolvegen 15
N-9001 TROMSØ, Norway
Telephone: +47 77 60 69 70
Telefax : +47 77 60 69 71

Bank: 5102.05.19030
Foretaksnr./Enterprise No. 941705561

Målerapport nr. O-414

Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Sørlandsavdelingen
v/Kristoffer Næs
Televeien 1
4890 GRIMSTAD

Prosjekt nr.: O-1946

Prøvetaking:

Sted: Høyangerfjorden
Ansvar: Oppdragsgiver
Kommentar:

Prøveinformasjon:

NILU prøvenr.	Kundens prøvenr.	Prøvetype	Prøven mottatt	Prøven analysert
97/844	O-97154, st. SA 1838-1	Sediment	18.09.97	22.09.-06.10.97

Analyser:

Utført av: Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
N-2007 KJELLER

Målemetode: NILU-O-1 ("Bestemmelse av polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner")

Måleusikkerhet: $\pm 25\%$

Kommentarer: Prøve 97/844 oppfyller ikke kriteriet for akkreditert analyse av non-orto PCB.

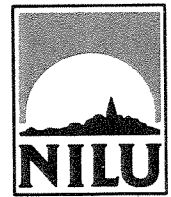
Godkjenning: Kjeller, 10. oktober 1997

Ole-Anders Braathen
Ole-Anders Braathen
Leder, Kjemisk analyse

Vedlegg: 1 analyseresultat: 4 sider
Målerapporten og vedleggene omfatter totalt 6 sider

Måleresultatene gjelder bare de prøvene som er analysert. Denne rapporten skal ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra laboratoriet.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-414
 NILU-Prøvenummer: 97/844
 Kunde: NIVA / Næs
 Kundenes prøvemerking: 1838-1 St. SA
 : O-97154 27/8-97 0-2 cm
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 18 g (tørt materiale)
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DF309071

Kjeller, 09.10.97

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (nordisk)	i-TE
	pg/g	%	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,21 (i)	48		0,21
SUM TCDD	7,16			
12378-PeCDD	0,53	46		0,27
SUM PeCDD	10,0			
123478-HxCDD	0,58 (i)	46		0,06
123678-HxCDD	1,06	48		0,11
123789-HxCDD	0,79			0,08
SUM HxCDD	13,2			
1234678-HpCDD	13,0	47		0,13
SUM HpCDD	27,3			
OCDD	101	50		0,10
SUM PCDD	158			0,95
2378-TCDF	2,72	47		0,27
SUM TCDF	66,0			
12378/12348-PeCDF	2,86		0,03	0,14
23478-PeCDF	2,53	48		1,27
SUM PeCDF	33,7			
123478/123479-HxCDF	2,83	47		0,28
123678-HxCDF	2,14	49		0,21
123789-HxCDF	0,14			0,01
234678-HxCDF	2,26	42		0,23
SUM HxCDF	21,5			
1234678-HpCDF	14,9	44		0,15
1234789-HpCDF	0,87			0,01
SUM HpCDF	26,6			
OCDF	15,4	50		0,02
SUM PCDF	163		2,48	2,59
SUM PCDD/PCDF	321		3,43	3,54

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 09.10.97

Vedlegg til målerapport nr: O-414
NILU-Prøvenummer: 97/844
Kunde: NIVA / Næs
Kundenes prøvemerking: 1838-1 St. SA
: O-97154 27/8-97 0-2 cm
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 18 g (tørt materiale)
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF309071

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (WHO)	TE (Safe)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	24,3	*	0,01	0,24
344'5'-TeCB(PCB-81)	2,02			
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	7,94	*	0,79	0,79
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	2,25	41	0,02	0,11
SUM TE-PCB			0,83	1,15

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

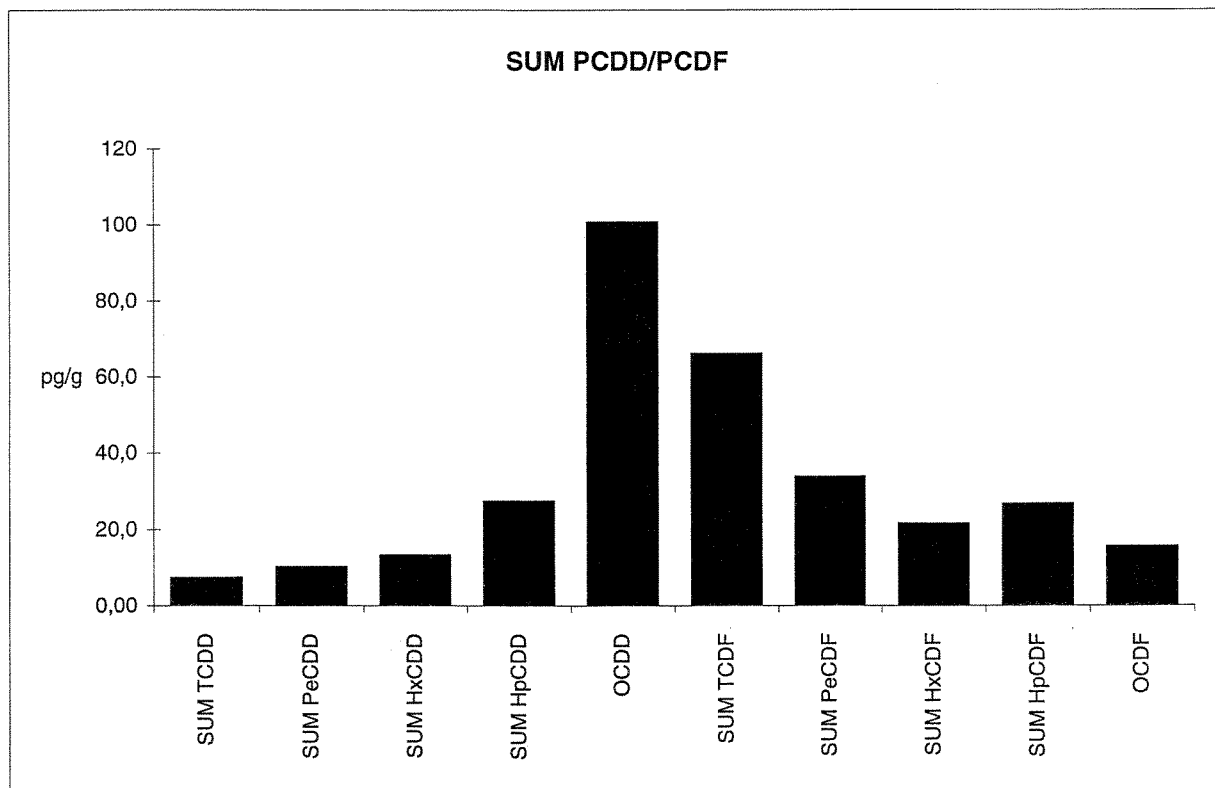
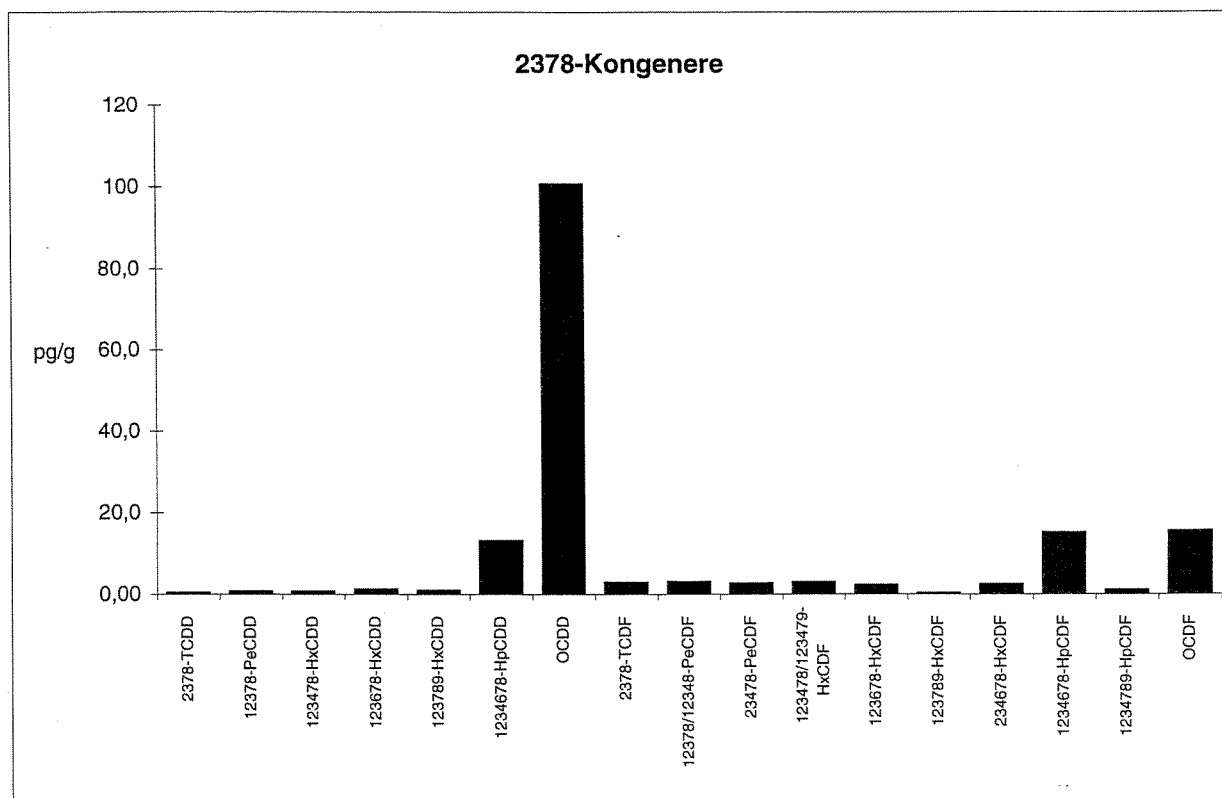
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater

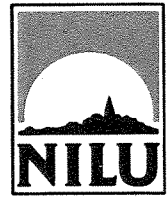


Vedlegg til målerapport nr: O-414
NILU-Prøvenummer: 97/844

Kjeller, 09.10.97

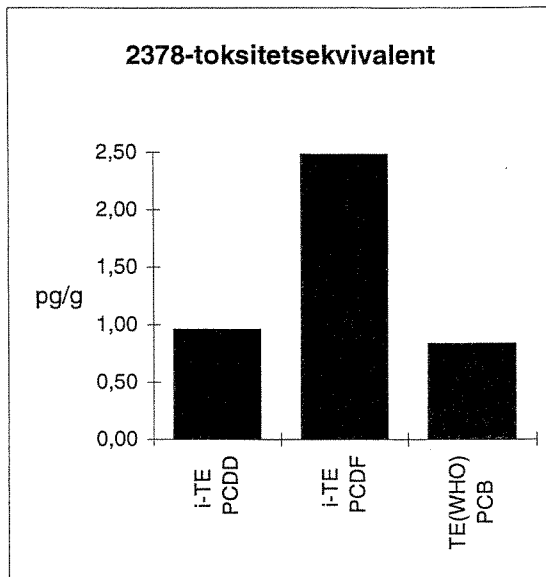
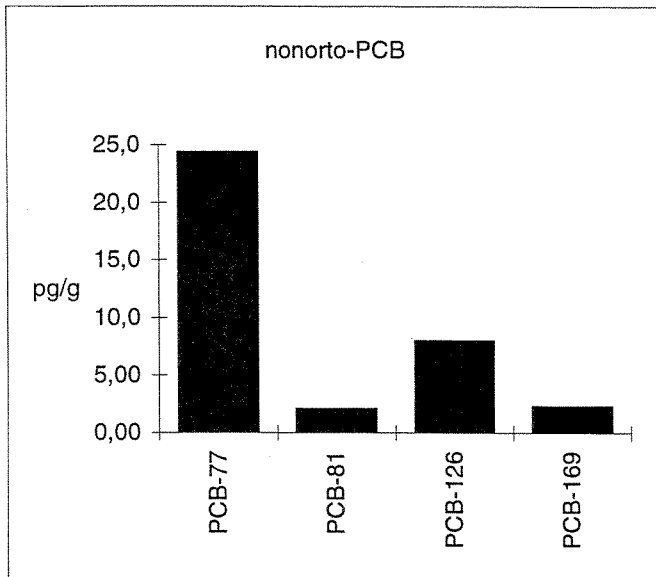


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-414
NILU-Prøvenummer: 97/844

Kjeller, 09.10.97



Vedlegg D.

Tabell 1. Beskrivelse av restmateriale i grabbprøvene (etter vasking gjennom 1 mm sikt)

Stasjon SA	2-5 dl i hver prøve. Mye partikler som antagelig er industriavgang. Partiklene finfordeltes lett ved å trykke på dem. Fargen var sort-grå til hvit eller rustbrun. En del okergule partikler. En god del terrestrisk plantemateriale (fragmenter av løv, gras, mose, litt bark, treflis). Noe grus og småstein.
Stasjon S1	2-4 dl i hver prøve. Omtrent halparten besto av okergule klumper eller flak som lett pulveriseres. En del planterester og noe grus.
Stasjon S2	1-3 dl i hver prøve. Mest terrestrisk plantemateriale. Mye skall av foraminiferer. Ikke noe okergult materiale.
Stasjon S3	1-2 dl i hver prøve. Noe treflis og annet plantemateriale. Noe grus, muslingskall og foraminiferskall.

Vedlegg E.

Tabell 2. Utvalgte faunaparametre pr. grabb

Stasjon	Grabb	Antall arter	Antall individer	Artsmangfold (H)	Artsmangfold (ES ₁₀₀)	Indikatorartsindeks (AI)
SA	G1	43	389	3.58	24.57	5.80
SA	G2	36	203	4.01	26.15	6.45
SA	G3	41	258	4.46	28.05	6.37
SA	G4	37	281	3.82	24.87	6.15
S1	G1	26	202	2.59	18.81	5.96
S1	G2	43	658	2.95	17.94	6.35
S1	G3	37	551	2.46	18.02	6.44
S1	G4	29	334	2.75	18.37	5.63
S2	G1	38	181	4.26	29.26	8.29
S2	G2	37	206	4.37	28.21	7.83
S2	G3	33	180	4.23	26.10	7.45
S2	G4	34	189	4.11	26.63	7.44
S3	G1	28	108	4.33	27.38	8.07
S3	G2	26	88	4.26		7.86
S3	G3	35	128	4.65	32.15	8.32
S3	G4	38	167	4.48	30.79	7.94

Vedlegg F.

Tabell 3. Arter og deres individtall pr. grabb og sum pr. stasjon

GRUPPE	FAMILIE	ART	Stasjon SA					SUM
			SA-G1	SA-G2	SA-G3	SA-G4	SA-G4	
ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae indet		1				1
NEMERTINEA		Nemertinea indet	16	9	13	4		42
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	70	31	26	81		208
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp	8	5	19	43		75
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe minuta (Fabricius 1780)	2					2
POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce sp		1				1
POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis rosea (Malm 1874)	1	1	1	2		5
POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae indet						2
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	1	2				2
POLYCHAETA	Nereidae	Nereis sp	1		1			2
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa Malm 1874	1					1
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys pulchra Rainer 1991	3	1				4
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp			1			1
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	1					1
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata Oersted 1843	3		1			4
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata Oersted 1843	2	5	1	2		10
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	14	12	31	20		77
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Dorvilleinae indet		1				1
POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra (Southern 1914)			1			1
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis gracilis (Tauber 1879)				1		1
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera Wiren 1883	5	4				9
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax Soederstroem 1920	1	6				7
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp	12	9	9	4		34
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	148	50	23	3		224
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes sp	4	1		4		9
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa Malmgren 1867	5	5	7	9		26
POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta sp	1					1

POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina sp	3	2		4	5
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele oculata Zaks 1922					4
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele sp	8	17	8		33
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet	1	2			3
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)		1	1	1	2
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata Malmgren 1865					1
POLYCHAETA	Terbellidae	Lanassa venusta (Malm 1874)	1				1
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terbellides stroemi M.Sars 1835	15	1	9	5	30
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus (Malm 1874)	4	2	3	1	10
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp	1				1
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet		1	1	2	4
OPISTHOBANCHIA	Retusidae	Retusa umbilicata (Montagu)	1		8	4	13
OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philine cf. scabra (O.F.Mueller 1776)		1			1
OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philine scabra (O.F.Mueller 1776)			4	4	8
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet				1	1
BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella tomlini Winckworth 1932	1	2	11	16	30
BIVALVIA	Limidae	Limatula gwyni (Sykes)	3				3
BIVALVIA	Pectinidae	Chlamys sp				1	1
BIVALVIA	Pectinidae	Similipecten similis (Laskey)				1	1
BIVALVIA	Lucinidae	Lucinoma borealis (Linne 1767)	9				9
BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera (Montagu)	4		1	1	6
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira croulinensis (Jeffreys)			1		1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis (Verrill & Bush)	5		12		17
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea (Forbes)			2	1	3
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa (Montagu 1803)	13	12	28	30	83
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	2		4	5	11
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi (Philippi 1845)		6			6
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	3				3
BIVALVIA	Astartidae	Astarte elliptica Brown 1827		1			1
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum (Philippi 1836)	3	1	6	3	13
BIVALVIA	Scrobulariidae	Abra nitida (Mueller 1789)			1		1
BIVALVIA	Arctiidae	Arctica islandica (Linne 1767)				2	2
BIVALVIA	Veneridae	Venus ovata Pennant			2	1	3
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba (Olivi 1792)			1	1	2
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium entale Linne	5	3	3	6	17

SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium sp	1				1
PYCNOGONIDA		Pycnogonida indet	1				1
CUMACEA	Leuconidae	Euorella emarginata Kroeyer	4	3	5	8	20
CUMACEA	Leuconidae	Euorella truncatula Sp.Bate	1	1	3	2	7
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes biplicata G.O.Sars	1		1	2	4
AMPHIPODA	Lysianassidae	Acidostoma obesum (Bate) (sensu Sars)			3		3
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes (Bate & Westwood)			1	3	4
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus (Boeck)				1	1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium haplocheles (Grube)		1			1
DECAPODA		Zoealvae			1		1
ASTEROIDEA		Asteroidea indet			1		1
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis (O.F.Mueller)			1		1
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp	1	1	2	2	6

GRUPPE	FAMILJE	ART	Stasjon SI						SUM
			SI-G1	SI-G2	SI-G3	SI-G4	SI-G4		
NEMERTINEA		Nemertinea indet		72	7	6		85	
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	121	158	62	76		417	
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp	1	1		1		3	
POLYCHAETA	Sigalionidae	Phloe minuta (Fabricius 1780)	3	9	6	1		19	
POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce sp		1		1		2	
POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoceidae indet		2	2			4	
POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae indet	1					1	
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)		5	2			7	
POLYCHAETA	Hesionidae	Ophiotromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)		3	4			7	
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp		1	9			10	
POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae indet		1				1	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa Malm 1874	1	3		2		6	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys pulchra Rainer 1991	2	4	2	4		12	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp	2		2			4	
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata Oersted 1843			2			2	
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata Oersted 1843	1	2	1			4	
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	9	21	13	11		54	
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp			2			2	
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis gracilis (Tauber 1879)		1				1	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera Wiren 1883		1	1			2	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp		6	1	3		10	
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	16	273	347	163		799	
POLYCHAETA	Spionidae	Scoletepis sp		1	3			4	
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroeyeri Grube 1860		2	2			2	
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes sp	5	2		4		11	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa Malmgren 1867	2	14	6	3		25	
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele sp	5	17	21	5		48	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amage auricula Malmgren 1865		1				1	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet	2					2	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus Eliason 1955			1			1	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata Malmgren 1865			2			2	

POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi M.Sars 1835	5	4	9
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus (Malm 1874)	1	6	7
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	2		3
OPISTHOBANCHIA	Retusidae	Retusa umblicata (Montagu)	3	5	9
OPISTHOBANCHIA	Philineidae	Philine cf. scabra (O.F.Mueller 1776)	1	1	1
OPISTHOBANCHIA	Philineidae	Philine scabra (O.F.Mueller 1776)		1	2
BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella tomlini Winckworth 1932	5	6	21
BIVALVIA	Limidae	Limatula gwyni (Sykes)	1		3
BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera (Montagu)	2		2
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. croulinensis (Jeffreys)	1		1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. equalis (Verrill & Bush)	2		2
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis (Verrill & Bush)		6	8
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea (Forbes)		2	2
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa (Montagu 1803)	7	3	20
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	1		4
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi (Philippi 1845)	3	1	4
BIVALVIA	Cardidae	Parvicardium minimum (Philippi 1836)	1	3	8
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida (Mueller 1789)	1		1
BIVALVIA	Arcticidae	Arctica islandica (Linne 1767)		2	2
BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa (Loven 1846)		1	1
BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata (Forbes 1843)	1	1	4
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium entale Linne	5	6	21
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata Kroeyer	7	9	30
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella truncatula Sp.Bate	3	1	4
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta Boeck	1		1
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes biplicata G.O.Sars	1		1
ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris (M-Edw)	2		2
ISOPODA	Cirolanidae	Cirolana borealis Lilljeborg	2	1	3
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus (Boeck)			1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes sp	1		1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium haplocheles (Grube)	1	1	2
DECAPODA		Zoelarve		2	2
SIPUNCULIDA		Sipunculus norvegicus Danielssen	1		1
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp	4	4	8

GRUPPE	FAMILIE	ART	Stasjon S2							SUM
			S2-G1	S2-G2	S2-G3	S2-G4	S2-G4	SUM		
NEMERTINEA		Nemertinea indet	1	3	2	5			11	
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinoe jeffreysii (McIntosh 1868)	6	6	1	17			30	
POLYCHAETA	Pisionidae	Pisione papillata		1					1	
POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Chaetoparia nilssoni Malmgren 1867			1				1	
POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae indet			1				1	
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp	1	3					4	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cf. incisa Malmgren 1865			2				2	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa Malm 1874	4	2		4			10	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys pulchra Rainer 1991	2	4		6			12	
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata Oersted 1843	4	3	5	1			13	
POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni (Malmgren 1865)				1			1	
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata Oersted 1843			1				1	
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	6	19	17	10			52	
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini (McIntosh 1869)	5	8	10	6			29	
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)	1						1	
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp	1	1					2	
POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra (Southern 1914)		1					1	
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis gracilis (Tauber 1879)	14	10	1	10			35	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. multibranchiata Berkeley				1			1	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera Wiren 1883	2	10	11	3			26	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp	2	1		2			5	
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp		1		1			2	
POLYCHAETA	Spionidae	Spionidae indet				1			1	
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes sp		2	4				6	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa Malmgren 1867	39	34	20	36			129	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta sp	1	7	6	2			16	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx sp	1	1		1			3	
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina sp							3	
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis (Claparede 1864)			1				1	

POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp II	19	5	5	29
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet		2	2	2
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet		1	1	1
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria sp	1		1	1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet		12	12	12
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus Eliason 1955	9	9	17	35
POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	2	1	3	6
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi M.Sars 1835	3	2	4	12
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet	1			1
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1	1	1	3
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula (Malm)	3	8	9	27
BIVALVIA	Nuculamidae	Yoldiella cf. fraterna Verrill & Bush	1			1
BIVALVIA	Nuculamidae	Yoldiella lucida (Loven 1846)	1	5	2	9
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. equalis (Verrill & Bush)	1			1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea (Forbes)	3	28	28	93
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa (Montagu 1803)		1	2	2
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)		1	1	2
BIVALVIA	Astartidae	Astarte elliptica Brown 1827		1	1	1
BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris (Philippi 1844)	17	4	11	33
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium entale Linne		1	1	1
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium occidentale (Stimpson)	1		2	3
SCAPHOPODA	Entalimidae	Entalina quinquantularis (Forbes)	13	10	7	35
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta Boeck		1		1
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes buplicata G.O.Sars		7	1	1
TANAIDACEA		Tanaidacea indet		3	3	10
ISOPODA	Parasellidae	Ilyarachna longicornis (G.O.Sars)		1	1	1
ISOPODA	Parasellidae	Ischnosoma bispinosum G.O.Sars		1	5	6
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata Bruzelius	4			4
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus (Boeck)		1	1	2
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium haplocheles (Grube)		1	1	2
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Leptophoxus falcatus (G.O.Sars)	1	1		2
AMPHIPODA	Liljeborgiidae	Liljeborgia macronyx G.O.Sars		1	1	1
DECAPODA	Axiidae	Catocaris macandreae Bell 1846	1			1
SIPUNCULIDA		Golfingia sp	3			3
SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen	1			1

SIPUNCULIDA	Phascolion strombi (Montagu 1804)	2	2
OPHIUROIDEA	Ophiura sp	3	3
VARIA	Vermiformis indet	2	2

GRUPPE	FAMILIE	ART	Stasjon S3					SUM
			S3-G1	S3-G2	S3-G3	S3-G4	SUM	
NEMERTINEA		Nemertinea indet	3	1	3	3	10	
POLYCHAETA		Terebellomorpha indet			7		7	
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphionome jeffreysii (McIntosh 1868)	10	4	11	11	36	
POLYCHAETA	Pisionidae	Pisione papillata			2	1	1	
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp				2	4	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa Malm 1874				4	4	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys pulchra Rainer 1991				1	1	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp	1				1	
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata Oersted 1843	3	3	6	3	15	
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata Oersted 1843		1		1	2	
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	6	7	8	16	37	
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini (McIntosh 1869)	5	8	2	11	26	
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp	1		1	2	4	
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis gracilis (Tauber 1879)	6	9	10	10	35	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera Wiren 1883	5	2	4	4	15	
POLYCHAETA	Spionidae	Spionidae indet				1	1	
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes sp		1	1	3	5	
POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus M.Sars 1856		3			3	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cauleritella sp				1	1	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa Malmgren 1867	9	4	9	27	49	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta sp			2		2	
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina sp		1			1	
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp II	5	11	13	15	44	
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele sp				3	3	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet	3	2			5	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus Eliason 1955	1			5	6	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)		2	1		3	
POLYCHAETA	Terebellidae	Thelepodinae indet	1				1	
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi M.Sars 1835	4	1	2	3	10	
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet			3		3	
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet				1	1	

CAUDOFOVEATA									1	1
BIVALVIA	Nuculidae	Caudofoveata indet							5	21
BIVALVIA	Nuculamidae	Nucula tumidula (Malm)	7	4	5				1	1
BIVALVIA	Nuculamidae	Yoldiella fraterna Verrill & Bush		2	2					6
BIVALVIA	Nuculamidae	Yoldiella lucida (Loven 1846)			1					1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis (Verrill & Bush)	17	5	5				5	32
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea (Forbes)			2					3
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa (Montagu 1803)	1	1	2					5
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	2	1	2					1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	1							2
BIVALVIA	Lasaeidae	Montacuta cf. ferruginosa (Montagu 1803)		1	1					12
BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris (Philippi 1844)	3	2	5				2	1
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium entale Linne	1							22
SCAPHOPODA	Entalimidae	Entalina quinquangularis (Forbes)	2	8	5				7	1
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata Kroeyer	1							2
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta Boeck			2				1	1
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes biplicata G.O.Sars			1				1	2
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serrata (Sars 1865)			1					1
TANAIDACEA		Tanaidacea indet							1	1
ISOPODA	Parasellidae	Ilyarachna longicornis (G.O.Sars)							1	4
ISOPODA	Parasellidae	Ischnosoma bispinosum G.O.Sars			2				2	8
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata Bruzelius	4	2	1				1	1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula (Sp.Bate)								1
AMPHIPODA	Liljeborgiidae	Liljeborgia macronyx G.O.Sars							1	2
DECAPODA	Axiidae	Calocaris macandreae Bell 1846	2							16
SIPUNCULIDA		Golfingia sp	2	2	5				7	3
SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen			1				2	3
SIPUNCULIDA		Phascolion strombi (Montagu 1804)		1	1				1	3
ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cordatum (Pennant)	1		1					1

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3807-98

ISBN 82-577-3338-0