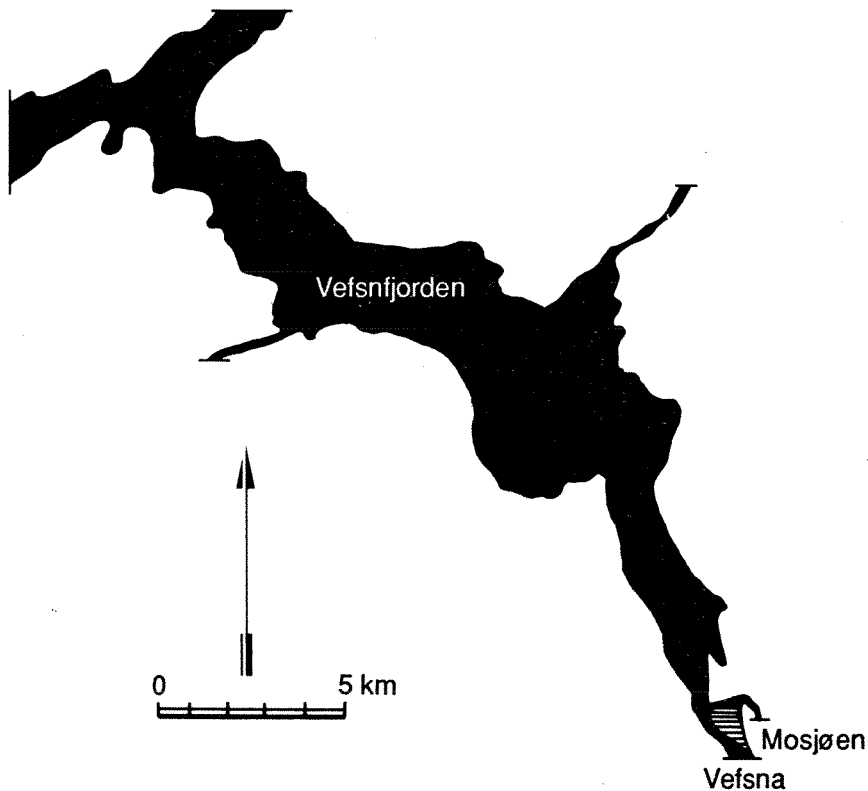




O-84019

# Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1989

Delrapport 1: **Sedimenter**



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 89

**Sørlandsavdelingen**  
Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 43 033

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752  
Telefax (065) 78 402

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 5  
5035 Bergen-Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:	0-84019
Undernummer:	
Løpenummer:	2527
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	Dato:
Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1989. Delrapport 1: Sedimenter	9/1-91.
Forfatter (e):	Prosjektnummer:
Aud Helland Jens Skei	0-84019
	Faggruppe:
	Marinøkologisk
	Geografisk område:
	Nordland
	Antall sider (inkl. bilag):
	30

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
Mosjøen Aluminiumverk.	

Ekstrakt:

Mosjøen Aluminiumverk satte i løpet av 1989 - 1990 sette igang flere rensetiltak for utslipp av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) til Vefsnfjorden. Bedriften ønsket i den forbindelse å gjenoppta overvåkingen av fjorden. Sedimentundersøkelsene i 1989 viste at sedimentene innerst i Vefsnfjorden var sterkt forurenset av PAH, opptil 70 ganger normalnivået. Pga. flekkvis fordeling av PAH i utslippsnære områder, var det ikke mulig å fastslå om nivåene innerst i fjorden var redusert fra siste undersøkelser i 1984. Nivåene lenger ute i fjorden i mer stabile avsetningsområder var imidlertid lavere enn i 1984 og kan indikere at belastningen av PAH på fjorden er redusert. Analyser av klororganiske forbindelser viste lave verdier, med mulig unntak for ekstraherbart organiske bundet klor, EPOCl.

4 emneord, norske:

1. Vefsnfjorden
2. Overvåking
3. Sediment
4. PAH

4 emneord, engelske:

1. Vefsnfjord
2. Monitoring
3. Sediment
4. PAH

Prosjektleder:



Jon Knutzen

For administrasjonen:

Torgeir Bakke

ISBN 82-577-1828-9

0-84019

**OVERVÅKING I VEFSNFJORDEN**

**for**

**MOSJØEN ALUMINIUMVERK  
1989**

Delrapport 1: Sedimenter.

Oslo, 9. januar 1991.

Prosjektleder: Jon Knutzen

Medarbeidere: Aud Helland  
Frank Kjellberg  
Jens Skei

<b>INNHold</b>	<b>SIDE</b>
FORORD	3
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. INNLEDNING	6
3. MÅLSETTING	7
4. FELTARBEID OG METODER	7
5. RESULTATER OG DISKUSJON	9
5.1 Sedimentbeskrivelse	9
5.2 Organisk innhold	13
5.3 PAH-innhold	16
5.4 Innhold av klororganiske forbindelser	21
6. REFERANSER	22
VEDLEGG	

## FORORD

Foreliggende undersøkelse er utført etter oppdrag fra Mosjøen Aluminiumverk i henhold til revidert programforslag av juni 1989.

Programmet omfatter undersøkelser av miljøgifter i blåskjell, tang, fisk, reker og sedimenter. Denne delrapporten omfatter miljøgifter i sedimenter.

Undersøkelsene er en oppfølging av tidligere overvåking utført i 1984, og en basisundersøkelse fra 1978 - 1980.

Hovedkontaktperson hos oppdragsgiver har vært R. Karstensen.

Takk rettes til Per Torrissen, skipper på F/F "Raud den rame" for innsatsen under feltarbeidet. Feltarbeidet forøvrig ble utført av Aud Helland og Frank Kjellberg (NIVA).

Alle sedimentanalyser er utført ved NIVA's laboratorium.

Oslo, 9/1-91.

Jøn Knutzen  
Prosjektleder

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

---

Undersøkelsen har vist at innholdet av PAH i overflatesedimentene innerst i Vefsnfjorden var opptil 70 ganger høyere enn antatt normalnivå for marine sedimenter. Konsentrasjonene var høyest innerst i fjorden og avtok utover. Pga. flekkvis fordeling av PAH innerst i fjorden, nær utslippet til Mosjøen Aluminiumverk, er det ikke mulig å fastslå om resultatene i dette området viser en økning eller en reduksjon siden siste måling i 1984. Generelt viste målingene i 1989 lavere konsentrasjoner i hele fjorden sammenlignet med 1984 målingene. Dette kan indikere en reduksjon i tilførsel av PAH til sedimentene siden 1984.

---

- I Formålet med undersøkelsen i Vefsnfjorden er å ajourføre kunnskapene om nivåene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter, og å etablere en basis for å følge utviklingen i forekomsten av PAH etter reduksjoner i utslipp fra Mosjøen Aluminiumverk. Undersøkelsen skal også gi en orientering om nivåene av utvalgte klororganiske forbindelser i sedimentene.
- II Sedimentprøver ble tatt fra 11 stasjoner i Vefsnfjorden sommeren 1989 (fig. 1). Innholdet av PAH ble analysert i overflatesedimenter, samt vertikalt i sedimentet på to stasjoner. Analyser av utvalgte klororganiske forbindelser ble gjort på en stasjon.
- III Alle stasjoner i fjorden viste oksiske bunnforhold. Sedimentene på de innerste stasjonene var tydelig elvepåvirket og var mer grovkornet enn lenger ute i fjorden.
- IV Innholdet av organisk karbon i overflatesedimentene avtok utover i fjorden. Det var ingen sammenheng mellom organisk karbon og silt/leir-innholdet i overflatesedimentene. Vefsna er den styrende faktor på organisk innhold i sedimentene innerst i fjorden, mens lenger ute styres tilførselen fra bl.a. Aluminiumverket.
- V Innholdet av PAH i overflatesedimentene innenfor Alterneset var opptil 70 ganger høyere enn normalt, men avtok utover i fjorden (fig. 6). Målingene i 1989 viste generelt lavere verdier sammenlignet med 1984. Området utenfor Alterneset må regnes som et relativt stabilt avsetningsområde. Når PAH-innholdet var lavere i 1989 også i dette området kan dette indikere en reduksjon i tilførselen av PAH til fjorden. Det var små variasjoner i sammensetningen av PAH. Pga. flekkvis fordeling av PAH nær utslippsområdet, gir ikke vertikalanalysene av sedimentene innerst i fjorden bidrag til å belyse den historiske

utviklingen av tilførselen av PAH til sedimentene i dette området. Lenger ut i fjorden synes det som tilførselen har vært relativt konstant de årene bedriften har vært i produksjon (fig. 7).

- VI Det ble gjort orienterende analyser av 5-CB, HCB,  $\alpha$ -BHC,  $\gamma$ -BHC (Lindan),  $\Sigma$ DDT, PCB og EPOC1 på en indre stasjon. Alle analysene viste lave verdier, med mulig unntak for EPOC1.
- VII Fremtidig overvåking av sedimentenes PAH-innhold bør baseres på tettere observasjoner i det utslippsnære området for å sikre representative prøver.

## 2. INNLEDNING

Basisundersøkelsene i 1978 til 1980 (Kirkerud et al., 1981) viste at bunnsedimentene i Vefsnfjorden var sterkt forurenset av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), særlig i innerste del av fjorden. Den videre overvåkingen av Vefsnfjorden i 1984 (Knutzen og Skei, 1986) viste en økning av PAH i sedimentene i forhold til 1978.

Bakgrunnen for gjenopptaking av overvåkingen i 1984 var at bedriften ønsket å følge utviklingen i fjorden etter delvis omlegging til nye produksjons- og rense/gjenvinningsprosesser. I dette ligger nedleggelse av dorrnanlegget i 1989, og slutt på utslipp av PAH- holdig slam på 120m vanddyb i sjøen. Omlegging fra Søderbergelektroder til prebakte anoder for ca. halve produksjonen (1989 - 1990), antas å redusere PAH-tilførselen fra gassvaskevannet. Elektrofiltersot deponeres nå bak sandvoll ca. 50m fra sjøen. Det arbeides med å gjenvinne gallium i soten, hvis arbeidet lykkes vil deponering av elektrofiltersot opphøre.

Utslippstallene for PAH fra Mosjøen Aluminiumverk fra 1980 til 1988 viser små variasjoner, og var i gjennomsnitt 12.4 tonn per år. I 1989 var utslippet nede i 2.6 tonn per år (se vedlegg).

Tallene frem til 1988 er basert på et halv døgns middel innen hvert halvår. Dvs. det ble tatt tolv prøver med en times mellomrom i løpet av et døgn hvert halvår. I 1989 er tallene basert på en måneds middel fra hvert halvår. Dvs. det ble tatt en prøve hver dag i tjuefire dager fra hvert halvår.

Variasjonen mellom halvårsresultatene fra 1985 til 1989 i klareringsbasseng er stor, og utslippstallene er derfor usikre.

Bunnsedimenter kan sees på som en datalagringsbank for partikulært materiale som har regnet ned gjennom vannsøylen gjennom tidene. Ved å studere sedimentene kan man få et inntrykk av hvor stor forurensningsbelastningen er i en fjord, og hvordan spredningen fra kilden har vært og er. Overflatesedimentet (0-1cm) vil reflektere de siste års tilførsler, avhengig av sedimentasjonshastigheten. Analyser av vertikalprofiler i sedimentet kan gi oss den historiske utviklingen i fjorden. Vi kan også estimere hvor store mengder av miljøgifter som ligger lagret i sedimentet. "Dataene" i sedimentene kan imidlertid forstyrres av biologisk aktivitet. Gravende organismer kan røre om sedimentet slik at yngre sedimenter blandes med eldre. Sedimentene utsettes også gjerne for resuspensjon, slik at det sedimentet vi tar en prøve av kan ha vært avsatt opptil flere ganger. Man bør derfor tilstrebe prøver fra stabile avsetningsmiljøer med homogene sedimenter. Nær en utslippskilde kan vi ha store lokale variasjoner, slik at man bør legge opp til et tettere prøvenett i slike områder for



å få et pålitelig bilde av situasjonen.

### 3. MÅLSETTING

Formålet med undersøkelsen er å ajourføre kunnskapene om nivåene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter. Videre å etablere en basis for å følge utviklingen i forekomster av PAH etter utslippsreduksjonen ved nedleggelsen av dorranlegget (1989) og overgangen til Søderbergelektroder til prebakte anoder for ca. halve produksjonen (1989-1990).

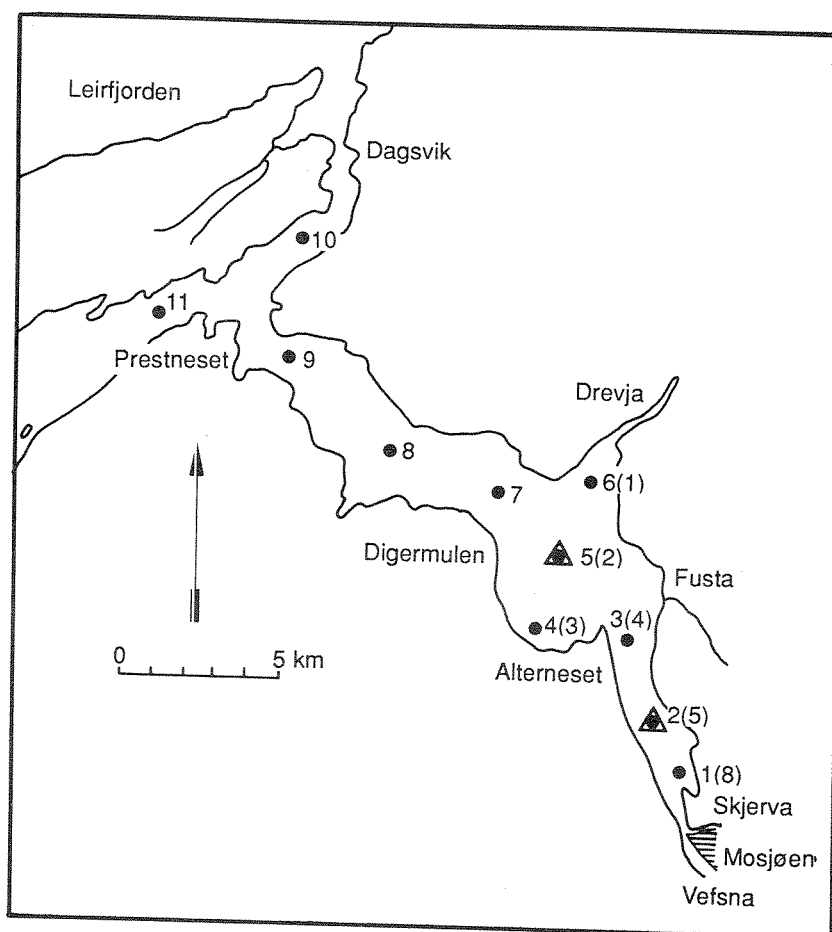
Et annet mål er å bringe til veie orienterende data om nivåene av stoffene PCB, HCB,  $\Sigma$ DDT og dieldrin og EPOCl (ekstraherbart persistent organisk bundet klor) i sedimenter.

### 4. FELTARBEID OG METODER

Sedimentprøver ble samlet inn i juni 1989 med F/F "Raud den rame" fra Nordland Distriktshøyskole.

Det ble totalt samlet 26 prøver fra 11 stasjoner fra innerst til ytterst i fjorden (fig. 1)

Sedimentkjernene ble tatt med en "gravity corer" (Niemistø, 1974), og gitt en visuell beskrivelse før de ble snittet i skiver a 1 og 2cm ned til maksimum 10cm dyp. Prøvene ble overført til spesialvaskede glass og umiddelbart frosset ned. Prøvene til PAH analyse ble frysetørret før videre analyser, mens klororganiske analyser ble utført på vått sediment. En del av prøven ble vasket gjennom en sikt for å finne andelen av sediment med kornstørresle  $<63\mu\text{m}$ . Organisk innhold ble bestemt ved høytemperatur forbrenning i en Carlo Erba element analysator. Innholdet av PAH ble bestemt ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne og flammeionisasjonsdetektor, mens klororganiske forbindelser ble bestemt ved EC-detektor (Berglind et al., 1980)



Figur 1 Sedimentstasjoner i Vefsnfjorden 1989. Tall i parentes viser stasjonsbetegnelsen benyttet ved undersøkelsen i 1984. ( $\Delta$  = angir stasjoner hvor vertikalprofiler er analysert.)

## 5. RESULTATER OG DISKUSJON

Alle rådata finnes i vedlegget.

### 5.1. Sedimentbeskrivelse

Alle sedimentkjernene ble lengdemålt og gitt en kort beskrivelse slik tabell 1 viser.

Tabell 1 Stasjon- og kjerneoversikt. (Alle prøver ble analysert for PAH og organisk karbon med unntak av 1 kjerne på st. 2 i snittene 0-2 og 4-6cm.)

Stasjon	Vanndyp (m)	Kjerne lengde (cm)	Prøver til analyse	Kommentarer
1	35	16	0-1cm	Siltig, sandig leire, svart med brunt topplag, børstemark.
2	285	21	0-1,1-2 2-4, osv.- 8-10cm	Brunt topplag som gikk over i svart. Sandig, siltig leire med økende sandinnh. nedover. Mye trefiber.
		25	0-2,4-6cm	
3	362	22	0-1cm	Siltig sandig leire, svart med brunt topplag. Trefiber.
4	458	39	0-1cm	Grå leire med brunt topplag. Trefiber et stykke ned i sedimentet.
5	459	35	0-1,1-2, 2-4, osv.- 8-10cm	Som st. 4.
6	159	28	0-1cm	Siltig leire grå til svart, brunt topplag med børstemark.
7	482	37	0-1cm	Grå leire med brunt topplag, noe bioturbert.

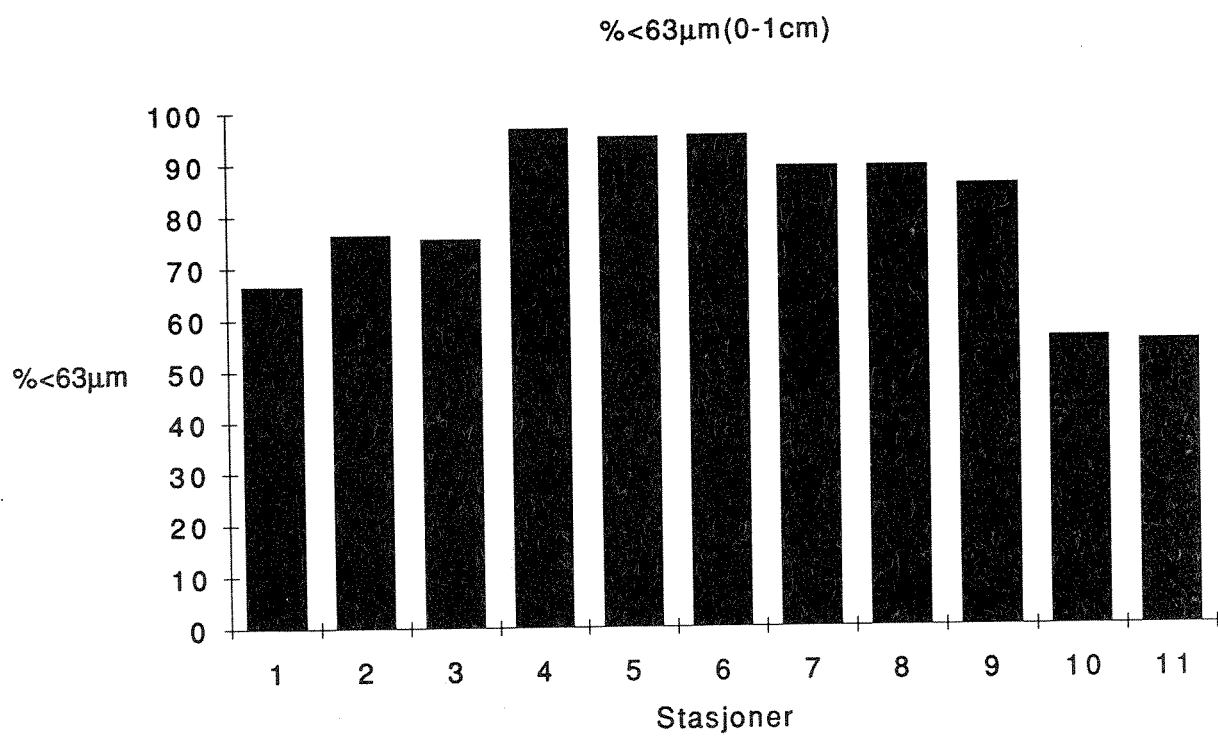
8	487	42	0-1cm	Grå leire med brunt topp lag, horisont med svart leire på 25cm, under dette mer siltig leire.
9	487	33	0-1cm	Grå leire med brunt topp lag. Horisont med skjell sand på 10cm.
10	193	23	0-1cm	Gråbrun leire med grønn-brunt topplag med børste mark. Endel skjellsand.
11	176	17.5	0-1cm	Som st. 10.

Alle stasjoner viste oksiske bunnforhold.

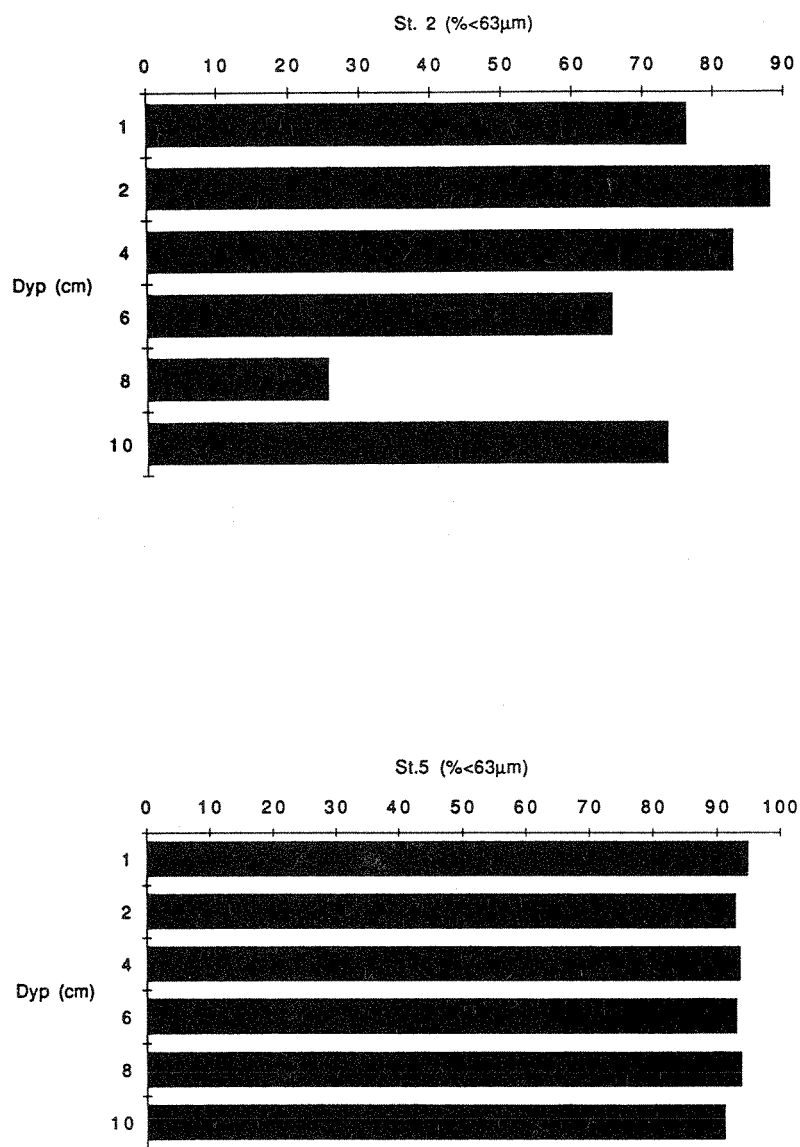
Overflatesedimentene (0-1cm) i fjorden varierte i kornstørrelse fra minimum 50-60% <63 $\mu$ m på st. 10 og 11, til over 80% på st. 4 til 9 (fig. 2).

Området fra utløpet av Vefsna til Alterneset (st.1-3) har et relativt grovt sandholdig sediment som er tydelig elvepåvirket. Innhold av trefiber var karakteristisk. Strekningen fra Alterneset til Prestneset (st.4-9) fungerer som et avsetningsbasseng for mer finkornet materiale.

Undersøkelser fra 1978 viser at sedimentasjonshastigheten er størst innerst i fjorden, henholdsvis ca. 2mm/år på st. 2 og 1.7mm/år på st. 5 (Kirkerud et. al, 1981). Sør for Alterneset varierer sedimentforholdene pga. påvirkning fra Vefsna. Dette viser også vertikalfordelingen av sediment med kornstørrelse <63 $\mu$ m (fig.3). Vi ser at st. 2 har varierende innhold av sand nedover i sedimentet, som følge av årstids-variasjon, flom osv. Stasjon 5 derimot har hatt roligere og mer stabile sedimentasjonsforhold, som vises ved homogen leire ned gjennom sedimentkjernen (fig. 3). Ved munningen av Vefsnfjorden, (st. 10 og 11) er også sedimentet relativt grovkornet, men i motsetning til sedimentene innerst i fjorden er disse karakterisert av skjellsand.



Figur 2 Andelen av overflatesediment (0-1cm) med kornstørrelse <math><63\mu\text{m}</math> fra innerst til ytterst i Vefsnfjorden.



Figur 3 Vertikalfordeling av sediment med kornstørrelse <math><63\mu\text{m}</math> fra st. 2 og 5 i Vefsnfjorden.

## 5.2. ORGANISK INNHOLD

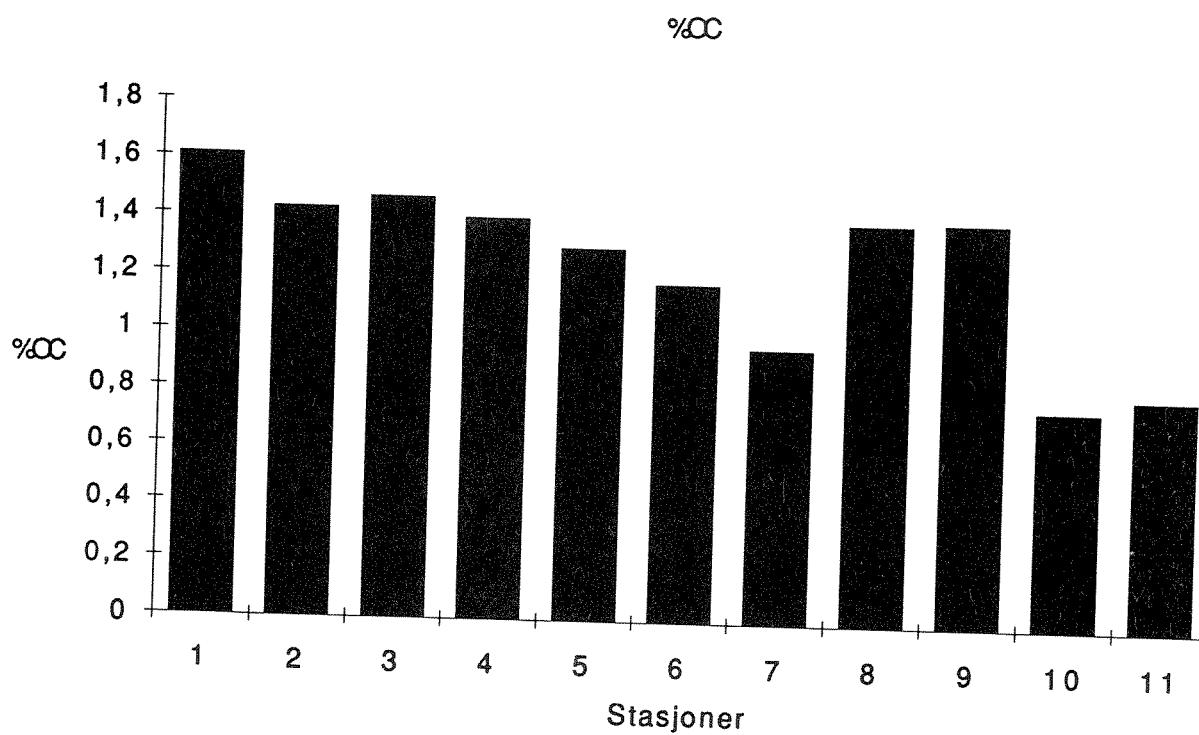
---

Innholdet av organisk karbon i overflatesedimentene avtok utover i fjorden. Det var ingen sammenheng mellom organisk karbon og silt/leirinnholdet i overflatesedimentene. Vefsna er den styrende faktor på organisk innhold innerst i fjorden, mens sedimentene lenger ute styres av tilførselen fra bl.a. Aluminiumverket.

---

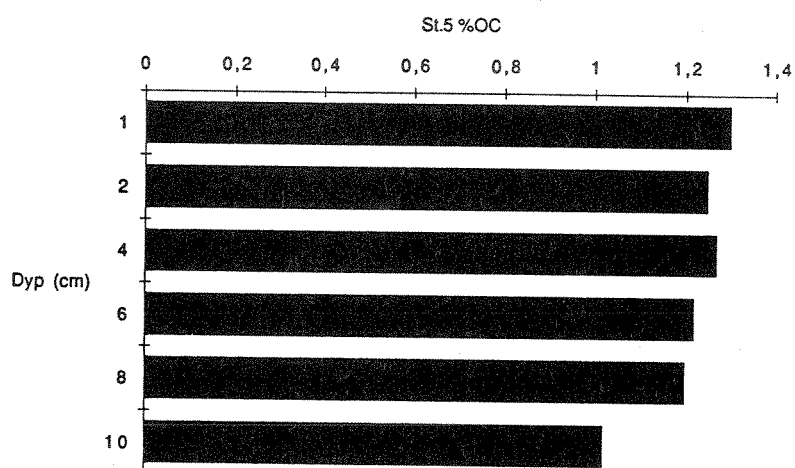
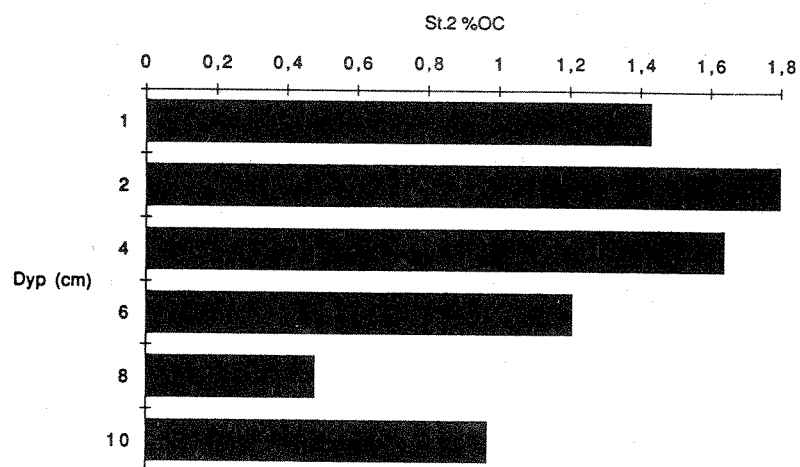
Overflatesedimentene (0-1cm) viste generelt avtagende innhold av organisk karbon fra innerst til ytterst i fjorden (fig. 4), selv om de mest grovkornete sedimentene ble funnet innerst i fjorden. Vanligvis er innholdet av organisk karbon assosiert med leirfraksjonen i sedimentet (Van Weering, 1981). De noe høyere nivåene innerst i fjorden kan skyldes tilførsel av organisk materiale, som f.eks. treflis og planterester samt kullstøv og slagg fra bedriften. Det var ingen sammenheng mellom silt og leire ( $\% < 63 \mu\text{m}$ ) og organisk karbon i overflatesedimentene. Statistiske beregninger ga en R verdi på 0.413 og en p-verdi på 0.2063.

Vertikalfordelingen av organisk karbon på st. 2 viste varierende mengder med sedimentdypet. Stasjon 5 viste noe lavere verdier enn st. 2, og verdiene avtok gradvis nedover i sedimentet, noe som skyldes naturlig nedbrytning (fig. 5). Stasjon 2 er sterkt influert av sedimenttransporten i Vefsna. Det er derfor en god sammenheng mellom kornstørrelse og organisk innhold vertikalt på stasjon 2 (se fig. 3 og 5). Årsaken til at det ikke ble registrert noen sammenheng mellom kornstørrelse og organisk karbon i overflatesedimentene ellers i fjorden skyldes at karboninnholdet her styres av tilførselen fra bl.a. Aluminiumverket (slagpartikler).



Figur 4 Innhold av organisk karbon (OC) i overflatesedimenter fra innerst til ytterst i Vefsnefjorden.





Figur 5 Vertikalfordeling av organisk karbon fra st.2 og 5 i Vefsnesfjorden.

### 5.3. PAH-innhold

---

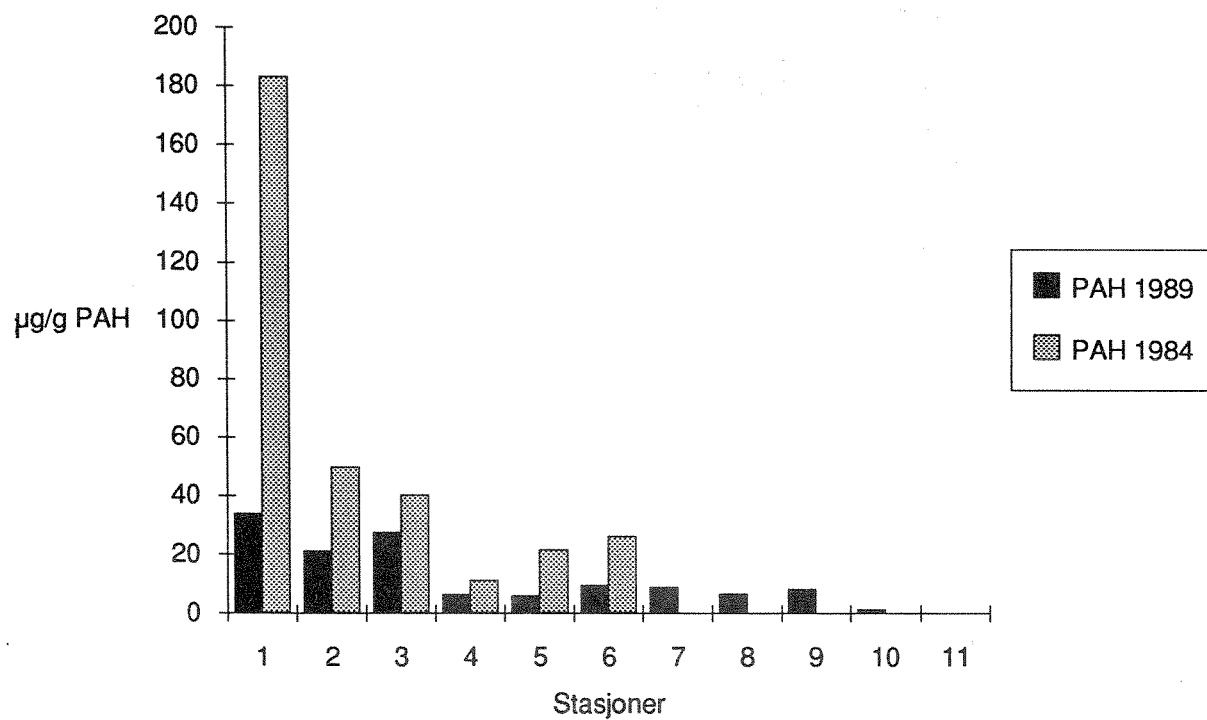
Innholdet av PAH i overflatesedimentene innenfor Alterneset var opptil 70 ganger høyere enn normalt, men avtok utover i fjorden. På grunnlag av foreliggende data fra innerst i fjorden kan man ikke avgjøre om det har vært en reduksjon i tilførselen av PAH. Dette fordi PAH i sedimenter nær et utslipp vil ha en flekkvis opptreden. Resultatene fra Alterneset og utover i fjorden er mer sammenlignbare med resultatene fra 1984, og kan indikere at tilførselen av PAH er redusert de siste årene. Av samme årsak kan ikke vertikalanalysene innerst i fjorden gi grunnlag for tolkning av den historiske utviklingen av fjorden. Vertikalanalyser i sedimenter utenfor Alterneset indikerer imidlertid at belastningen på fjorden har vært relativt konstant i årene siden produksjonstart. Vertikalgradienter i sedimentene kan imidlertid være forstyrret av bioturbasjon.

---

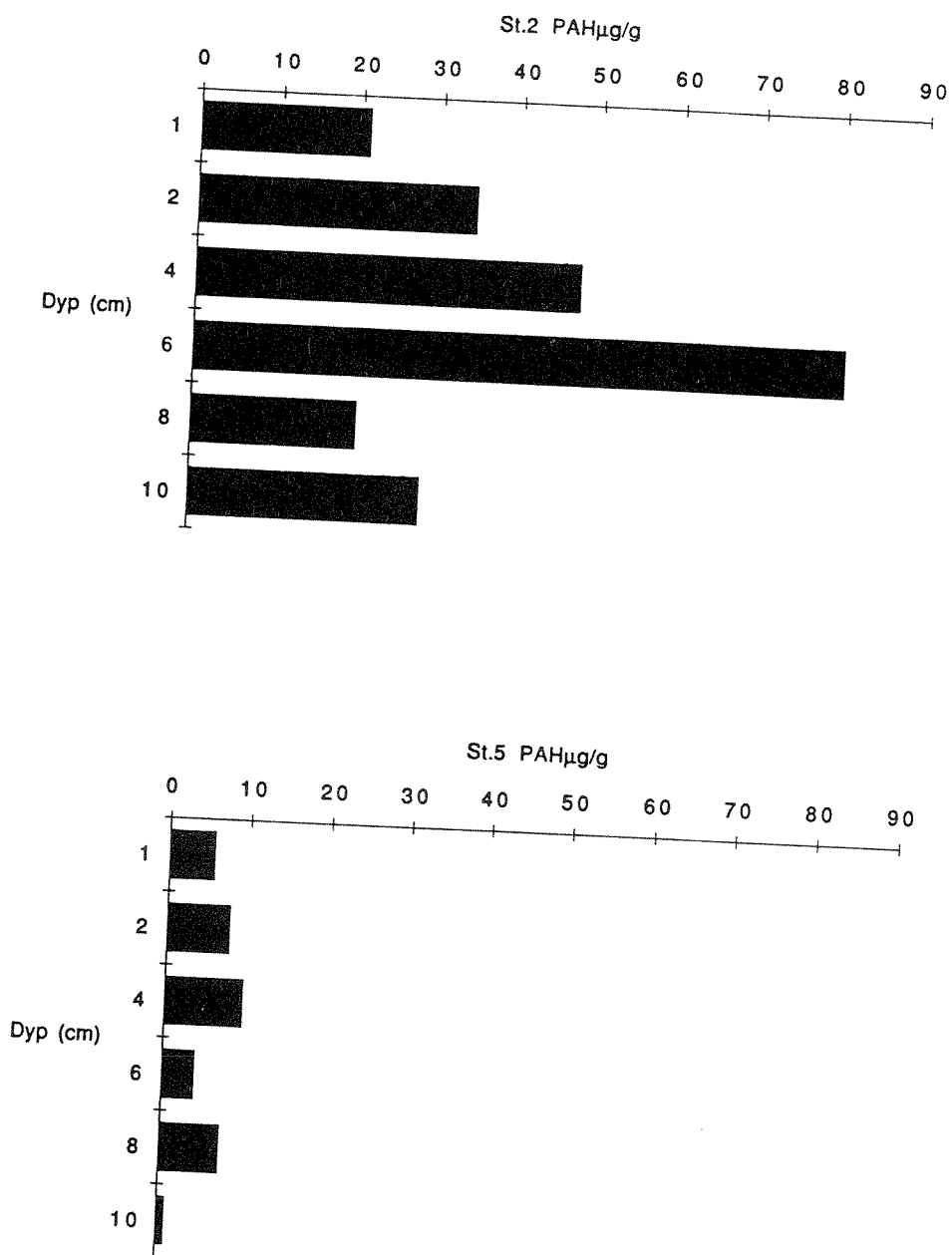
Innholdet av PAH i overflatesedimentene var høyest innenfor Alterneset, med maksimum på st. 1 med 33.84 µg/g. Fra Alterneset til Prestneset var verdiene markert lavere, med maksimum på st. 6 med 9.15 µg/g og minimum på st. 5 med 5.66 µg/g. Innholdet av PAH i overflatesedimentene er ca. 10 til 70 ganger høyere enn et antatt normalnivå på 0.5 µg/g.

I Sundet (st. 10 og 11) var innholdet nesten normalt, henholdsvis 1.1 og 0.04 µg/g.

Sammenligner man disse resultatene med undersøkelsene i 1984 er konsentrasjonene betydelig lavere. I 1984 viste st. 1 en konsentrasjon på 182,90 µg/g og st. 6, 25.85 µg/g i motsetning til 33.84 og 9.15 µg/g i 1989 (fig. 6). Alle stasjonene viste altså lavere verdier i 1989 enn i 1984. Det synes derfor å ha vært en nedgang i tilførsel av PAH til sedimentene i fjorden. Hvor stor nedgangen har vært kan man ikke med sikkerhet si ut i fra datamaterialet fra 1984 og 1989. Utlippstallene viser som nevnt ingen reduksjon fra 1980 til 1988 (se vedlegg). Reduksjonen fra 1988 til 1989, bl.a. som følge av nedleggelsen av dorranellegget, vil ikke gjenspeiles i sedimentene pga det korte tidsrommet fra reduksjon til prøvetaking. Undersøkelser fra Årdalsfjorden har vist at konsentrasjonene av PAH kan variere mye, selv innenfor et lite område nær en punktkilde, pga. ujevn spredning og derved flekkvis fordeling av PAH (Næs, 1990). Det relative forholdet mellom 1989- og 1984-nivåene må ikke oppfattes som eksakte uttrykk for utviklingen og belastningen på fjorden. De høye verdiene innerst i fjorden kan altså være høyere pga. flekkvis opptreden, slik at den faktiske forskjellen mellom 1984 og 1989 ikke er så markert som figur 6 viser. For å få svar på det reelle PAH-innholdet i sedimentene innerst ifjorden må det tas flere parallelle prøver i et tettere



Figur 6 PAH ( $\mu\text{g/g}$  t.v.) i overflatesedimenter i 1989 sammenlignet med 1984).



Figur 7 Vertikalfordeling av PAH ( $\mu\text{g/g t.v.}$ ) på st. 2 og 5.

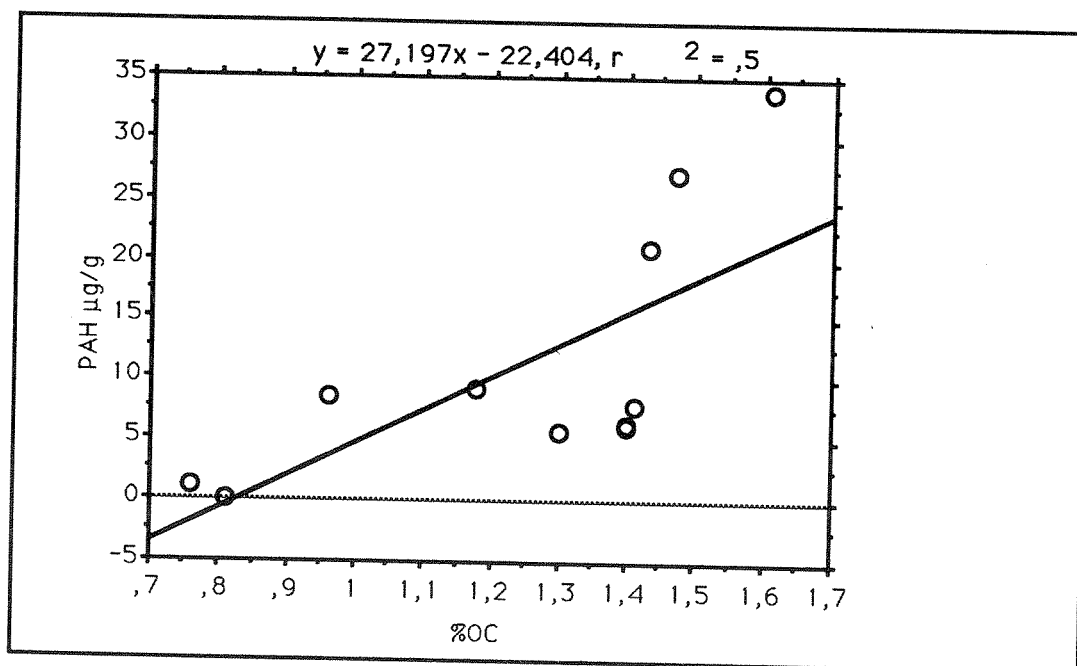
stasjonsnett. Bassenget utenfor Alterneset, dvs. fra stasjon 4 og utover, kan man anta har hatt mer stabile avsetningsforhold, slik at resultatene fra 1984 og 1989 her er mer sammenlignbare.

Ser vi på vertikalfordelingen av PAH i sedimentene (figur 7) viser stasjon 2 en reduksjon i konsentrasjonen av PAH oppover i sedimentet. Vertikalanalysene i dette området gir imidlertid ikke grunnlag for å tolke den historiske utviklingen i fjorden. Dette pga. den flekkvise fordelingen av PAH og stor påvirkning fra elva Vefsna.

Vertikalanalyser i bassenget utenfor Alterneset (stasjon 5) kan imidlertid gi mer pålitelig informasjon. PAH-variasjonene i denne kjernen var små i de øvre 8cm av sedimentet, det kan skyldes at belastningen har vært tilnærmet konstant gjennom den tiden kjernen representerer. PAH-konsentrasjonen i prøven 8-10cm ( $1.02\mu\text{g/g}$ ) var markert lavere enn i sedimentet over, men likevel høyere en antatt normalnivå på  $0.5\mu\text{g/g}$ . Med en sedimentasjonshastighet på  $1.7\text{mm/år}$  ble sedimentet på 10 cm dyp avsatt ca. i 1930, dvs. før produksjonen ved Mosjøen Aluminiumverk startet. Bioturbasjon kan røre om sedimentet, og vil da jevne ut eventuelle gradienter nedover i sedimentet. Nedbryting av PAH over tid kan også være en årsak til de jevne verdiene i de øvre 8cm av sedimentet.

Det var små variasjoner i sammensetningen av PAH. Innholdet av potensielt kreftfremkallende stoffer (%KPAH) i overflatesedimentene varierte mellom 20.87 og 61.76% med et gjennomsnitt på 46.7%. Stasjon 6 skilte seg fra de øvrige stasjonene ved en lavere %KPAH.

Figur 8 viser at det er en sammenheng mellom organisk karbon og innhold av PAH i overflatesedimentene. Når denne sammenhengen ikke er sterkere kan det skyldes at vi har flere karbonkilder (plankton, planterester etc.).



Figur 8 Regresjonsplott av organisk karbon mot PAH i overflate-sedimenter fra 11 stasjoner i Vefsnfjorden. ( $R=0.707$ ,  $p=0.015$ )

#### 5.4. Innhold av klororganiske forbindelser

---

**Orienterende analyser av utvalgte klororganiske forbindelser viste lave verdier med unntak av ekstraherbart organisk bundet klor (EPOC1).**

---

Det ble gjort orienterende analyser av 5-CB, HCB,  $\alpha$ -BHC,  $\gamma$ -BHC (Lindan),  $\Sigma$ DDT, PCB og EPOC1 i 0-2 og 4-6cm dyp på stasjon 2.

Det foreligger få målinger av plantevernmidler i fjordsedimenter. De verdier som ble påvist i Vefsnfjorden indikerer meget lave nivåer.  $\Sigma$ DDT ble påvist i konsentrasjoner mellom 4 og 6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  og  $\Sigma$ PCB mellom 7 og 12  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , men det er vanskelig å vurdere tallene nærmere.

Målinger av PCB i sedimenter i Hvalerområdet viste verdier ned mot 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  på de minst forurensede lokalitetene (Næs, 1983). Vi kan derfor fastslå at nivåene som ble målt i Vefsnfjorden ikke tyder på at sedimentene på stasjon 2 er påvirket av noen lokal PCB-kilde. 5-CB og HCB er betydelig lavere enn de laveste verdiene som ble registrert i Hvalerområdet.

EPOC1 er en fellesbetegnelse for ekstraherbart organisk bundet klor. I Vefsnfjorden ble det målt 2110 og 2580  $\mu\text{g}/\text{kg}$  EPOC1 på henholdsvis 4-6 og 0-2cm sedimentdyp. Til sammenligning ble det målt 140  $\mu\text{g}/\text{kg}$  EPOC1 på 9-10cm dyp i sedimenter fra Kristiansands havnebasseng (Knutzen et. al, 1988). Det er derfor grunn til å anta at de registrerte verdiene i Vefsnfjorden er en del forhøyet. Imidlertid har man generelt for lite kunnskap om EPOC1 til å si noe om hva kildene kan være og eventuelle konsekvenser. Dels vet man ikke hvilke stoffer det dreier seg om, og hvorvidt noen av dem har naturlig opphav. Man kjenner heller ikke til hvordan forekomster varierer på steder utenom påvirkning fra punktkilder. Å få svar på disse spørsmålene er en omfattende og vanskelig oppgave som det foreløpig ikke er funnet verd å prioritere.

## 6. REFERANSER

- Berglind, L., Arnesen, R.T., Gjessing, E., Knutzen, J. & Silde, B., 1980.  
 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging av PAH-tilførsler til norske vannforekomster. Rapp. A3-25, Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 48 s.
- Kirkerud, L., Haugen, I., Knutzen, J., Kvalvågnes, K., Magnusson, J., Rygg, B. & Skei, J., 1981. Vefsnfjorden som resipient for avfall fra Mosjøen Aluminiumverk. Rapport 1. Undersøkelser 1978 - 1980. NIVA-rapport 0-76149 (I). 175 s.
- Knutzen, J. & Skei, J., 1986. Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1984. NIVA-rapport 0-84019. 31 s.
- Knutzen, J, Martinsen, K. (SI) & Oeheme, M. (NILU), 1988.  
 Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden 1986-1987 (Overvåkingsrapport 312/88). NIVA-rapport 0-80003-57 (2) 110 s.
- Niemistö, L., 1974.  
 A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskningsinst. Skr. Helsinki, 238, 33-38.
- Næs, K., 1983.  
 Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av bunnsedimenter, 1980-81. (Overvåkingsrapport nr. 70/83). NIVA-rapport 0-8000303. 100 s.
- Næs, K. og Rygg, B., 1990.  
 Overvåking av Årdalsfjorden. Sedimenter og bløtbunnsfauna i 1989. NIVA-rapport 0-8909502/8909503. 51 s.
- Weering, T.C.E. van, 1981  
 Recent sediments and sediment transport in the northern North Sea: Surface sediments of the Skagerak. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment. : 335-359.



## VEDLEGG

Stasjonsposisjoner tatt med AP navigator.

STASJON	VANNDYP (m)	BREDDEGRAD	LENGDEGRAD
1	35	65 51.5	13 11.5
2	285	65 52.4	13 09.5
3	362	65 53.5	13 08.5
4	458	65 53.7	13 05
5	459	65 55	13 06
6	159	65 55.85	13 07.3
7	482	65 55.9	13 03.2
8	487	65 56.5	12 58.6
9	487	65 57.9	12 54.3
10	193	65 59.55	12 54.5
11	176	65 58.6	12 49.1

## ANALYSERESULTATER AV ORGANISK KARBON OG FINFRAKSJON I SEDIMENT

STASJONER	PRØVE Dybdesnitt (cm)	%OC	%<63µm
1	0-1	1.61	66.5
2	0-1	1.43	76.3
	1-2	1.80	88.2
	2-4	1.64	82.9
	4-6	1.12	65.7
	6-8	0.48	25.5
	8-10	0.97	75.5
3	0-1	1.47	75.5
4	0-1	1.40	96.7
5	0-1	1.30	95.0
	1-2	1.25	93.0
	2-4	1.27	93.8
	4-6	1.22	93.2
	6-8	1.20	94.0
	8-10	1.02	91.4
6	0-1	1.18	95.3
7	0-1	0.96	89.1
8	0-1	1.40	89.1
9	0-1	1.41	85.4
10	0-1	0.76	56.0
11	0-1	0.81	55.1

Tabell 1. PAH-innhold i sedimenter fra Vefsnfjorden (1989).

Prøvebetegnelse:

1 - VSM-1	0-1cm	6/7-89	Sed.	4 - VSM-2	2-4cm	6/7-89	Sed.
2 - " 2	" "	6/7-89	"	5 - " "	4-6 "	6/7-89	"
3 - " "	1-2 "	6/7-89	"	6 - " "	6-8 "	6/7-89	"

Konsentrasjoner i: ug/g tørket materiale (sedimenter)

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
2-Metylnaftalen	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1-Metylnaftalen	0.01					
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01
Dibenzofuran	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	
Fluoren	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Dibenzotiofen	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fenantren	0.81	0.10	0.18	0.41	0.36	0.07
Antracen	0.06	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02
2-Metylantracen						
2-Metylfenantren	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
9-Metylantracen	0.02		0.02	0.02		0.01
Fluoranten	4.31	2.51	3.54	5.52	11.29	3.20
Pyren	3.15	1.60	2.57	3.58	7.06	2.20
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benzo(a)antracen *	2.00	0.80	2.21?	3.33?	5.90?	1.06
Trifenyl/Chrysen	4.53	4.45	5.81?	8.68?	13.93?	2.82
Benzo(b)fluoranten *	7.68	7.64	9.90	16.44	25.41	5.62
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	3.41	1.58	2.42	3.67	5.48	2.54
Benzo(a)pyren *	2.39	0.09	0.15	0.44	0.78	0.74
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	2.19	1.85	2.79	4.55	5.81	0.76
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	0.04		0.86	0.08	2.39	0.11
Benzo(ghi)perylene	2.68		3.68	0.01	0.01	1.06
Anthanthrene						
Coronen					0.01	
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *	0.38	0.30	0.31	1.14	2.28	0.31
Sum	33.84	21.01	34.56	48.02	80.86	20.56
Derav KPAH (*)	14.68	10.68	16.22	25.98	42.57	8.6
% KPAH	43.38	50.83	46.93	52.02	52.65	41.83
% Tørrstoff						

Anm. Benzo(b)fluoranten innbefatter også benzo(j,k)fluoranten

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

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato : 17/1-90  
Analytiker : Brg

Tabell 1 - forts.

Prøvebetegnelse:

1 - VSM-2	8-10cm	6/7-89	Sed.	4 - VSM-5	0-1cm	6/7-89	Sed.
2 - "	3 0-1 "	6/7-89	"	5 - "	" 1-2 "	6/7-89	"
3 - "	4 0-1 "	6/7-89	"	6 - "	" 2-4 "	6/7-89	"

Konsentrasjoner i: ug/g tørket materiale (sedimenter)

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	0.03	0.02		0.01	0.01	0.01
2-Metylnaftalen	0.01	0.01				
1-Metylnaftalen	0.01	0.01				
Bifenyl						
Acenaftylene						
Acenaften	0.07	0.02		0.02	0.02	0.02
Dibenzofuran		0.01		0.01	0.01	0.01
Fluoren	0.03	0.02		0.01	0.01	0.01
Dibenzotiofen	0.02	0.01			0.01	0.01
Fenantren	0.69	0.12	0.07	0.06	0.09	0.38
Antracen	0.05	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03
2-Metylantracen						
2-Metylphenantren	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9-Metylantracen	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01
Fluoranten	4.35	3.67	0.89	0.87	0.63	1.17
Pyren	4.26	2.82	0.68	0.70	0.48	0.88
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	1.67	1.47	0.12	0.12	0.14	0.17
Trifenylen/Chrysen	3.04	5.17	0.57	0.74	0.87	0.91
Benzo(b)fluoranten *	6.57	6.49	1.72	1.91	3.25	3.15
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	2.95	2.89	0.56	0.65	1.23	1.21
Benzo(a)pyren *	1.60	1.16	0.11	0.12	0.31	0.39
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	1.24	1.21	0.14	0.16	0.04	0.55
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	0.19	0.18	0.02	0.01	0.02	
Benzo(ghi)perylene	1.58	1.62	0.22	0.24	0.30	0.50
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *	0.27	0.27	0.96		0.33	0.31
Sum	28.65	27.22	6.10	5.66	7.78	9.73
Derav KPAH (*)	11.54	10.78	3.07	2.32	4.09	4.57
% KPAH	40.28	39.60	50.32	40.99	52.57	46.97
% Tørrstoff						

Anm. Benzo(b)fluoranten innbefatter også benzo(j,k)fluoranten.

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

1) Bare (a,h)-isomerer \*

Dato : 17/1-90  
Analytiker : Brg

Tabell 1 - forts.

Prøvebetegnelse:

1 : VSM 5	4- 6cm	6/7-89	Sed.	4 : VSM 6	0-1cm	6/7-89	Sed.
2 : " "	6- 8 "	6/7-89	"	5 : " 7	" "	6/7-89	"
3 : " "	8-10 "	6/7-89	"	6 : " 8	" "	6/7-89	"

Konsentrasjoner i: ug/g tørket materiale (sedimenter)

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften	0.01	0.01				
Dibenzofuran		0.01		0.01		
Fluoren	0.01	0.01	0.01	0.02		
Dibenzotiofen		0.01		0.02	0.02	
Fenantren	0.07	0.09	0.05	1.69	0.39	0.11
Antracen	0.01	0.03	0.01			
2-Metylantracen						
2-Metylphenantren		0.01	0.01	0.02		
9-Metylantracen		0.01		0.01		
Fluoranten	0.18	0.60	0.08	1.96	2.20	1.23
Pyren	0.12	0.48	0.07	1.64	1.83	1.11
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	0.08	0.23	0.05	0.04	1.53	1.37
Trifenylen/Chrysen	0.40	0.56	0.06	1.17		0.02
Benzo(b)fluoranten *	2.04	2.81	0.52	1.68	1.90	1.61
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	0.75	1.06	0.08	0.64	0.62	0.67
Benzo(a)pyren *	0.12	0.48	0.05	0.16	0.01	0.05
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	0.03	0.46	0.01	0.03	0.02	0.01
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)						
Benzo(ghi)perylene	0.21	0.56	0.01	0.05	0.03	0.10
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	4.04	7.43	1.02	9.15	8.56	6.29
Derav KPAH (*)	2.27	3.98	0.63	1.91	3.46	3.04
% KPAH	56.19	53.57	61.76	20.87	40.42	48.33
% Tørrstoff						

Anm. Benzo(b)fluoranten innbefatter også benzo(j,k)fluoranten

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

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato : 17/1-90  
Analytiker : Brg

Tabell 1 - forts.

Prøvebetegnelse:

1 : VSM 9 0-1cm 6/7-89 Sed.  
 2 : " 10 " " 6/7-89 "  
 3 : " 11 " " 6/7-89 "

Konsentrasjoner i: ug/g tørket materiale (sedimenter)

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	0.01					
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften						
Dibenzofuran						
Fluoren						
Dibenzotiofen						
Fenantren	0.69	0.01	0.01			
Antracen						
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	1.13	0.24				
Pyren	1.02	0.25				
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	1.40	0.07	0.01			
Trifenylen/Chrysen	0.01	0.03	0.01			
Benzo(b)fluoranten *	2.29	0.37	0.01			
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	1.02	0.13?				
Benzo(a)pyren *	0.32					
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	0.01	0.01				
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)						
Benzo(ghi)perylene	0.05	0.01				
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	8.0	1.1	0.04			
Derav KPAH (*)	4.02	0.45	0.02			
% KPAH	50.25	40.91	50		x=46.70	
% Tørrstoff						

Anm. Benzo(b)fluoranten innbefatter også benzo(j,k)fluoranten

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

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato : 17/1-90  
 Analytiker : Brg

Tabell 2. Innhold av klororganiske forbindelser i sedimenter fra Vefsnfjorden (1989).

Prøvetype : Sedimenter  
 Konsentrasjoner i : ug/kg tørket materiale

Prøvebetegnelse

- 1 - VSM 2 0-2  
 2 - " 2 4-6

Parameter	1	2
5-CB	0.1	0.9?
α-BHC	<0.1	<0.1
HCB	0.4	0.3
γ-BHC (Lindan)	Maskert	Maskert
Σ-DDT	4	6
PCB	7	12
% tørrstoff	51.3	64.3
EPOCL <u>ugCl/kg</u>	2580	2110

21/3-89  
 BRG

Tabell 3.

PAH-KONSENTRASJONER OG MENGDER I VANN FRA KLARINGSBASSENG.

		PAH µg/l	Vannmengde klaringsbass.	PAH-mengde fra klaringsbasseng
1985	Vår	70,0		
	Høst	10,8	11 000 m <sup>3</sup> /time	0,444 kg/time
1986	Vår	51,8		
	Høst	86,1	11 000 m <sup>3</sup> /time	0,758 kg/time
1987	Vår	95,4		
	Høst	66,7	11 000 m <sup>3</sup> /time	0,892 kg/time
1988	Vår	177,8		
	Høst	10,2	8 250 m <sup>3</sup> /time	0,776 kg/time
1989	Vår	26,2		
	Høst	1,2	6 000 m <sup>3</sup> /time	0,082 kg/time

ELKEM ALUMINIUM  
MOSJØEN - Laboratoriet.

Tabell 4. Anslagsmessig utvikling i belastning med PAH fra  
Elkem Aluminium Mosjøen 1980 - 1989.  
OBS : Meget usikre tall.

	Klarings- basseng. tonn/år	Dorr- anlegg. tonn/år	Hoved- kloakk. tonn/år	Andre kilder. tonn/år	SUM. tonn/år
1980 PAH KPAH B(a)P	6,4	0,3	1,5	0,4	ca. 8,6
1981 PAH KPAH B(a)P	7,2	0,5	1,5	0,4	ca. 9,6
1982 PAH KPAH B(a)P	19,3 6,0 1,0	9,5	1,5	0,4 (massefab)	ca. 30,7
1983 PAH KPAH B(a)p	3,2	7,3	1,5	0,4	ca. 12,4
1984 PAH KPAH B(a)P	3,9	1,3	1,5	0,4	ca. 7,1
1985 PAH KPAH B(a)P	3,9	1,2	1,5	0,4	ca. 7,0
1986 PAH KPAH B(a)P	6,6	0,1	1,5	0,4	ca. 8,6
1987 PAH KPAH B(a)P	7,8 2,7 0,12	6,4	1,5	0,4	ca. 16,1
1988 PAH KPAH B(a)P	6,8 2,0 0,29	2,7	1,5	0,4	ca. 11,4
1989 PAH KPAH B(a)P	0,7	Slamledn. satt ut av drift.	1,5	0,4	ca. 2,6



Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1828-9