



*J. J. J.*

02-2494

# Rapport 432|90

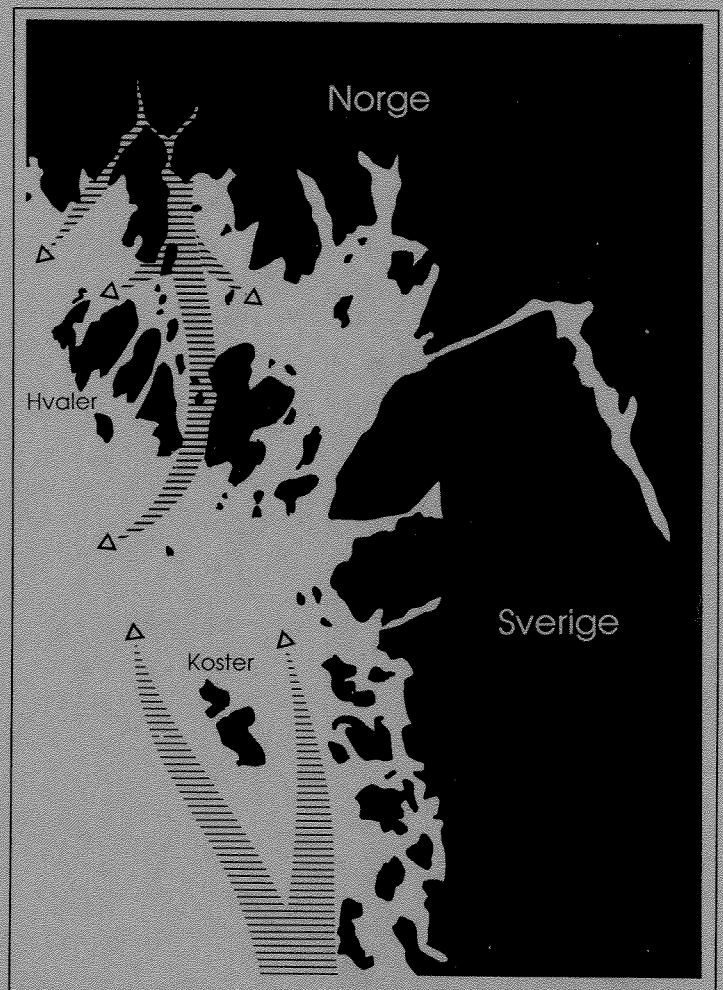
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA

Undersøkelse  
av partikler  
i vannmassen,  
sedimentasjon og  
bunnsedimenter  
i svensk/norsk  
grensefarvann



# 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.:

0-89055

Undernummer:

8905502 - 04

Løpenummer:

2494

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

Undersøkelser av partikler i vannmassen, sedimentasjon og bunnsedimenter i svensk/norsk grensefarvann.

(Overvåkingsrapport nr. 432/90)

Dato:

10/11-90.

Rapportnr.

0-89055

Forfatter (e):

Helland, Aud  
Næs, Kristoffer  
Skei, Jens

Faggruppe:

Marinøkologisk

Geografisk område:

Østfold/svenskekysten.

Antall sider (inkl. bilag):

117

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

(Statlig program for forurensningsovervåking)

Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):

Ekstrakt:

Undersøkelser av partikler i vann, sedimentasjon og bunnsedimenter i grenseområdet Norge-Sverige i 1989 har vist at Glommavann ikke når lenger sørover enn til Nord-Koster når vannføringen er lavere enn 1000 m<sup>3</sup>/s. Glommavann frakter store mengder partikler som delvis avsettes i munningen av Singlefjorden og øvre deler av Kosterfjorden. Sedimentenes innhold av metaller, klorerte benzener, PAH og PCB var moderat og ingen klare avstandsgradienter eller punktkilder ble registrert.

4 emneord, norske:

1. Østfold/Bohuslän
2. Partikler
3. Sedimentfeller
4. Bunnsedimenter

4 emneord, engelske:

1. Østfold/Bohuslän
2. Suspended particles
3. Sediment traps
4. Bottom sediments

Prosjektleder:

Jens Skei

Kristoffer Næs

For administrasjonen:

Torgeir Bakke

ISBN 82-577-1807-6

0-89055

**UNDERSØKELSER AV PARTIKLER I VANNMASSEN,  
SEDIMENTASJON OG BUNNSEDIMENTER I  
SVENSK/NORSK GRENSEFARVANN**

NIVA, 10. november 1990.

Prosjekteledere: K. Næs  
J. Skei

Medarbeidere : U. Efraimsen  
A. Helland  
F. Kjellberg

## FORORD

I august 1986 møttes miljøvernministrene i Sverige og Norge for å drøfte forurensnings situasjonen i grenseområdet Hvaler - Koster og planer om tiltak for å redusere utslippene av forurensede stoffer. En gruppe bestående av representanter fra Statens Naturvårdsverk (SNV) og Statens forurensningstilsyn (SFT), Gøteborg og Bohuslän länsstyrelser og Østfold Fylke fikk i oppgave å initiere et svensk-norsk samarbeidsprosjekt. I dette samarbeidsprosjektet fikk NIVA i oppgave å gjennomføre fire delundersøkelser:

- (i) Partikler i vann. Spredning og kjemisk sammensetning (prosjektleder J. Skei).
- (ii) Sedimentfelleundersøkelser (prosjektleder K. Næs).
- (iii) Bunn sedimentundersøkelser (prosjektleder J. Skei).
- (iv) Miljøgifter i organismer (prosjektleder J.A. Berge).

I denne rapporten er resultater fra 3 av delundersøkelsene gjengitt (i - iii).

I forbindelse med innsamling av vannprøver rettes en takk til Per Nilsson, Tjärnö Marinbiologiske Laboratorium. Sedimentprøvene ble innsamlet av Unni Efraimsen, Aud Helland (som også har bearbeidet data og skrevet sedimentkapitlet) og Jens Skei. Tilsyn og tømning av sedimentfeller ble utført av Tjärnö Marinbiologiske Laboratorium.

Administrativ prosjektleder for samtlige delprosjekter har vært J.A. Berge.

NIVA, 10. november 1990.

Kristoffer Næs

Jens Skei



## KONKLUSJONER

Partikkeltransport, sedimentering og bunnsedimentenes sammensetning forteller noe om hvor forurensningen kommer fra, hvor stor belastningen er og hvor forurensningen ender opp. Det er dette denne delrapporten forsøker å belyse.

Følgende konklusjoner kan trekkes:

1. Det ble registrert små mengder partikler (0.3 - 1 mg/l) i overflatevannet i undersøkelsesområdet ved vannføring i Glomma lavere enn 750 m<sup>3</sup>/s. Glommas påvirkning ved lav og middels vannføring begrenset seg til området nord for Nord-Koster.
2. Partiklene var dominert av leire og plankton. Det relative innslaget av plankton var størst i det sørlige området.
3. Det ble registert høyere jern-innhold i partikler i det nordlige undersøkelsesområdet enn i Nordsjøen. Forklaringen kan være det høye jern-innholdet i Glomma-vann.
4. Materialet som sedimenterte i fellene i tidsrommet april - oktober 1989 var lite preget av tilførsler fra Glomma. Materialet var dominert av marint plankton. Sedimenteringen av jern og titan var dobbel så stor på de nordligste stasjonene, sammenlignet med de sydlige.
5. Bunnsedimentene i området var lite forurenset. Dette kan skyldes stor sedimenttilvekst som fortynner forureningskomponentene. Sammenlignet med nivåer målt i Nordsjøen var forureningsnivået høyere på svenskekysten. Det ble registert beskjedne avstandsgradienter og ingen klare forureningskilder.

*Delundersøkelsen som omfatter partikler i vann, sedimenterende materiale og bunnsedimenter har vist at vannføringen i Glomma er avgjørende for hvor langt Glommavann spres sørover. Forureningsnivået med hensyn til miljøgifter er moderat.*

*Det gjenstår å observere hva som skjer når vannføringen i Glomma overskrider 1000 m<sup>3</sup>/s. Det foreslås nye undersøkelser av partikler i vann og sedimentfellemålinger under slike episoder. I tillegg foreslås det at nye kjerner for aldersdatering innsamlers for å fastslå sedimenttilvekst og avsetning.*

<b>INNHOOLD</b>	<b>SIDE</b>
FORORD	2
KONKLUSJONER	3
1. INNLEDNING	5
2. MÅLSETTING	6
3. FELTARBEID OG METODER	7
4. RESULTATER OG DISKUSJON	13
4.1 Partikler i vannmassen	13
4.1.1 Partikkelmengde	13
4.1.2 Kjemisk sammensetning	17
4.1.3 Mikroskopering	24
4.2 Sedimentfellemålinger	28
4.2.1 Mengde sedimentert materiale	28
4.2.2 Kjemisk sammensetning av fellemateriale	32
4.2.3 Vertikal fluks av organisk karbon, fosfor, jern, aluminium og titan	38
4.3 Bunnsedimenter	41
4.3.1 Visuell beskrivelse av sedimentene	41
4.3.2 Sedimentenes kornfordeling	45
4.3.3 Organisk innhold	47
4.3.4 Metallinnhold	49
4.3.5 PAH-innhold	59
4.3.6 Innhold av klororganiske forbindelser	61
4.3.7 Sedimenttilvekst basert på Pb-210	61
5. REFERANSER	65
DATAVEDLEGG	68

## 1. INNLEDNING

Det har lenge pågått diskusjoner om forurensningssituasjonen i grenseområdet mellom Norge og Sverige og årsaken til miljøbelastningen. Ettersom de fleste forurensende stoffene i det marine miljøet er bundet til partikler, vil partikkeltransport, sedimentering og bunnsedimentenes sammensetning kunne fortelle en del om hvor forurensningen kommer fra, hvor stor belastningen er og hvor forurensningen ender opp.

Små partikler i vannmassen kan holde seg svevende i lang tid og vil i mange tilfeller karakterisere en vannmasse. Ettersom de fleste partiklene tilføres brakkvannslaget (elvetransportert, utslipp, planktonproduksjon) vil kartlegging av overflatevannets partikkelinnhold kunne si noe om kilden.

Mesteparten av det partikulære materialet som tilføres overflatevannet sedimenterer og bidrar til oppbygging av bunnsedimenter. Materiale som sedimenterer kan fanges opp i sedimentfeller. Foruten å karakterisere dette materialet kjemisk, kan man også få et mål for sedimenttilveksten ved å måle den vertikale fluksen av partikler. Ved å plassere feller nær bunnen oppnås også informasjon om grad av oppvirvling av sedimenter (resuspensjon).

Etter at partiklene er avsatt på bunnen, vil informasjon om partiklenes sammensetning lagres i kronologisk rekkefølge. Bunnsedimentene blir en databank hvor informasjon om miljøet lagres, forutsatt at sedimentene ikke forstyrres etter at de er avsatt.

Denne rapporten sammenstiller data for partikler i vann, sedimentfeller og bunnsedimenter på en slik måte at dette kan sees i sammenheng.

## 2. MÅLSETTING

Undersøkelsen av partikler i vann, sedimenterende partikler og bunn-sedimenter i grenseområdet mellom Norge og Sverige har hatt følgende mål:

- (i) Kartlegge mengde partikler og kjemisk sammensetning i overflatevann for å spore eventuelle avstandsgradienter i området av disse og sesongvariasjoner. Hovedmålet har vært å spore kilder og transportretninger.
- (ii) Måle den vertikale transporten av partikler i vannmassen (sedimentfluks) og den kjemiske sammensetningen av det sedimenterende materialet. Dette vil gi et bilde av innvirkningen på bunnen og hvor raskt bunnforholdene forventes å endre seg som følge av utslippsendringer.
- (iii) Registrering av sedimentkvaliteten basert på målinger av organisk materiale og miljøgifter. Hensikten er å se hvor stort forurensningstrykket er på sedimentene og om geografiske gradienter avslører kilder. Vertikal fordeling av miljøgifter skal kunne indikere endringer i belastningen over tid, forutsatt at sedimentene ikke forstyrres etter at de er avsatt.

Ved gjennomføring av undersøkelsen har man forsøkt å utnytte resultatene fra undersøkelsen av Ytre Oslofjord i så stor grad som mulig ettersom områdene tildels overlapper.



### 3. FELTARBEID OG METODER

Vannprøver fra 1 m dyp ble innsamlet av Tjärnö Marinbiologiske Laboratorium (ansv. Per Nilsson) i mars, august, november og desember 1989 (stasjonskart, fig. 1). Prøvene ble transportert til NIVA og trykkfiltrert gjennom forhåndsveide 0.4  $\mu\text{m}$  Nuclepore membranfiltre. Salt ble fjernet ved filtrering av destillert vann gjennom filtrene før tørking. Filtrene ble deretter veid og mengde partikulært materiale ( $\text{mg l}^{-1}$ ) beregnet. Deretter ble filtrene analysert ved røntgen-fluoresens ved Senter for Industrieforskning for elementene aluminium (Al), jern (Fe), titan (Ti), fosfor (P) og silisium (Si) ved hjelp av en tynnfilmteknikk (Skei og Melsom, 1982). Utvalgte filtre ble deretter analysert ved scanning elektron mikroskopi koblet til energidispersiv røntgen (SEM/EDAX). Dette ble også utført ved Senter for industrieforskning. Ved denne metoden kan enkeltpartiklers størrelse, form og kjemiske sammensetning bestemmes.

Sedimentfellerigger ble satt ut på 7 stasjoner, fig. 2, tabell 1. Fellene hadde en indre diameter på 10 cm og en høyde på 100 cm og ble plassert i 10 og 50 meters vanddyp bortsett fra stasjon 5 hvor det kun var en felle i 10 meters dyp. 50 ml frossen, konsentrert formalin ble tilsatt som konserveringsmiddel. Denne tilsetningsmåten sikrer at formalinet ikke vaskes ut under utsetting av fellene.

Tabell 1. Oversikt over posisjoner og bunndyp for sedimentfellestasjonene.

Stasjon	Nordlig bredde	Østlig lengde	Bunndyp
1	59 01.50	10 53.44	68 m
2	59 01.49	10 59.74	65 m
3	59 01.74	11 07.70	86 m
4	58 58.25	11 04.62	87 m
5	58 55.51	10 58.64	33 m
6	58 55.42	11 05.40	80 m
7	58 50.60	11 05.68	70 m

Fellene ble tømt ca. månedlig, se tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over innsamling av sedimentfelle-  
materialet i 1989.

St:	Dyp	Utset.	Innsamlingsdato					
1	: 10 m 50 m	28.4	Tapt	Tapt	20.8	Tapt	6.10	8.11
2	: 10 m 50 m	28.4	7.6	5.7	20.8	12.9	6.10	8.11
3	: 10 m 50 m	28.4	7.6	5.7	22.8	12.9	6.10	8.11
4	: 10 m 50 m	28.4	7.6	7.7	20.8	12.9	6.10	8.11
5	: 10 m 50 m	28.4	6.6	Tapt	20.8	12.9	6.10	8.11
6	: 10 m 50 m	27.4	6.6	4.7	20.8	12.9	6.10	8.11
7	: 10 m 50 m	27.4	6.6	7.7	22.8	12.9	6.10	8.11

Alle prøvene fra 10 meters vanddyb og 50 meters-prøvene fra 1., 3. og 5. innsamlingsperiode ble opparbeidet og analysert for innhold av organisk karbon (karbonater fjernet i syredamp), total nitrogen ved CHN-elementanalysator og jern, aluminium, titan ved total opplutning i flussyre/kongevann. Fosfor ble analysert spektrofotometrisk etter opplutning med svovelsyre/ kaliumperoxodisulfat.

Innsamling av sedimentprøver ble foretatt i tidsrommet 24/4 t.o.m. 26/4-89 med "F/F Trygve Braarud". Totalt ble det samlet 161 prøver fordelt på 61 kjerner fra 32 stasjoner (fig. 3). Prøvetaking ble utført vha. en "Niemistö gravity corer" (Niemistö, 1974).

Redox-potensialet ble målt i de øvre 5 cm i en kjerne fra hver stasjon før snitting i 2 og 5 cm skiver alt etter hvilken analyse prøvene var tiltenkt. De sedimentsjiktene som ble analysert, varierte fra 0 - 2 cm og ned til 60 - 62 cm. Prøvene ble umiddelbart frosset ned etter prøvetaking. Alle analysene ble utført på frysetørret materiale, med unntak av de klororganiske forbindelsene.

På alle stasjonene ble det tatt prøver til analyse av metallene: jern, titan, krom, kobber, bly, kadmium, kvikksølv, samt nitrogen og organisk karbon. Metallene i ikke-fraksjonert sediment ble bestemt ved flamme-atomabsorpsjon etter total oppløsning med fluss-syre (HF). Organisk karbon og nitrogen ble bestemt ved høy-temperatur forbrenning i en Carlo-Erba elementanalysator.

På 13 stasjoner ble det analysert på polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og klororganiske forbindelser. Innholdet av PAH ble bestemt ved gaskromatografi med glasskapillarkolonne og flammeionisasjonsdetektor, mens klororganiske forbindelser ble bestemt ved ED-detektor (Berglind et al., 1980).

Det ble utført bly-210 datering på 3 stasjoner (totalt 24 prøver). Sedimentene til disse analysene ble destruert med en blanding av saltsyre og salpetersyre, for siden å elektrolyseres ut på en sølvplate for  $\alpha$ -telling, som gir et mål for isotopaktiviteten. Analysen ble utført ved Isotopcentralen/ATV i København.

Kornfordelingsanalyse ble utført på alle prøver som ble analysert for metaller. Andelen av silt og leire ble bestemt ved våtsikting gjennom en 63  $\mu\text{m}$  sikt.

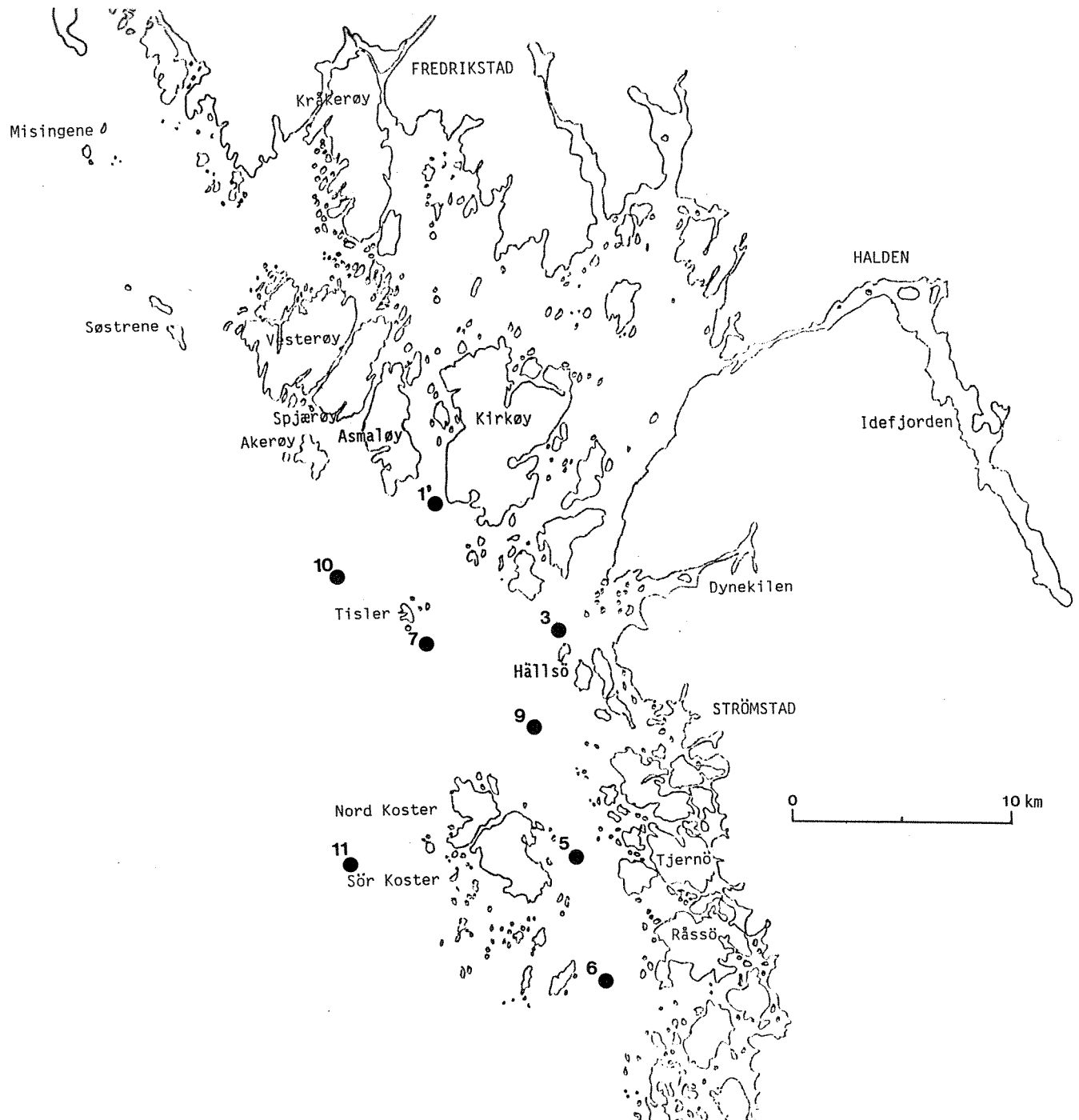


Fig. 1. Stasjoner hvor overflateprøver ble tatt i 1989.



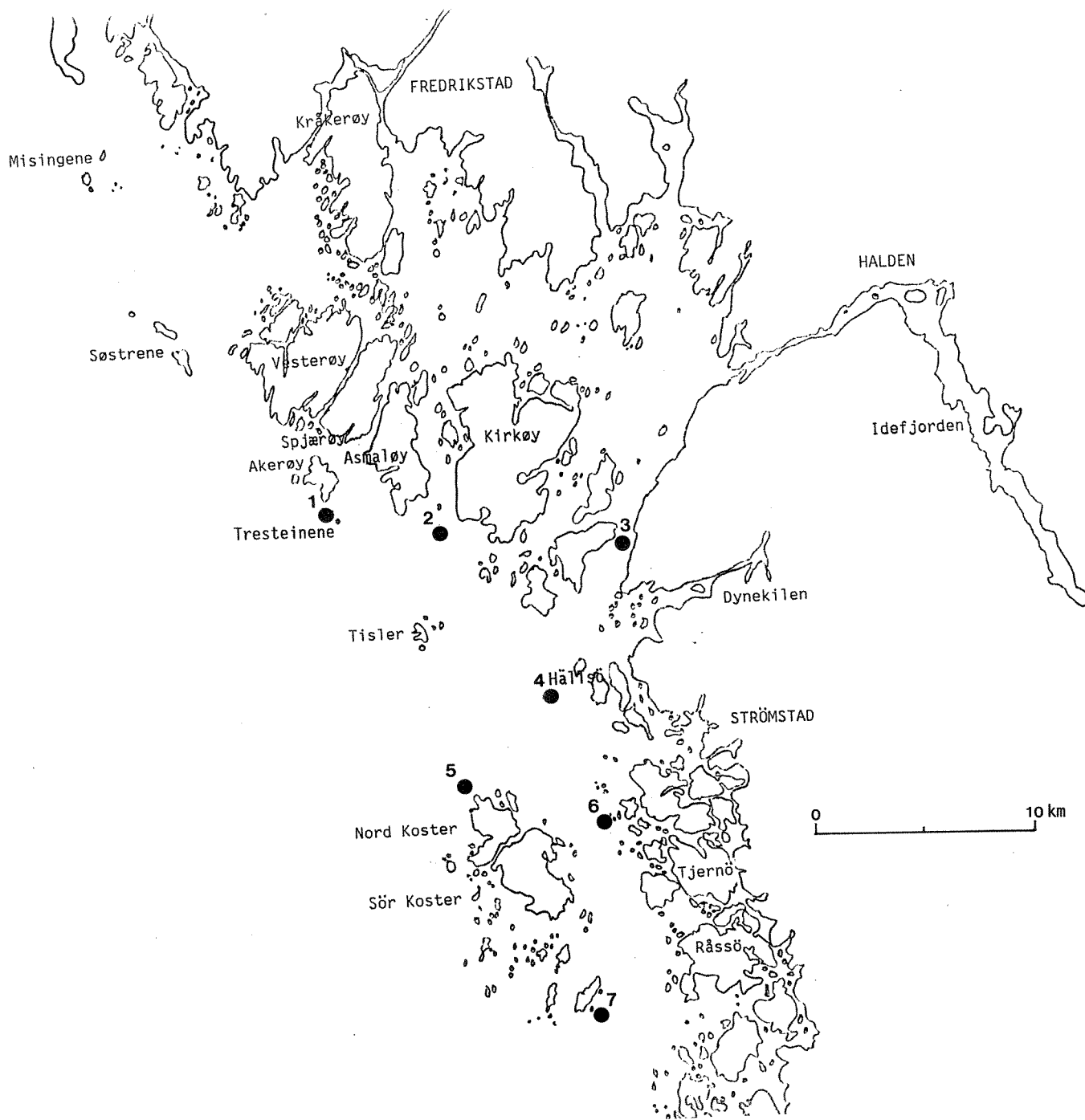


Fig. 2. Plassering av sedimentfelle-stasjoner.

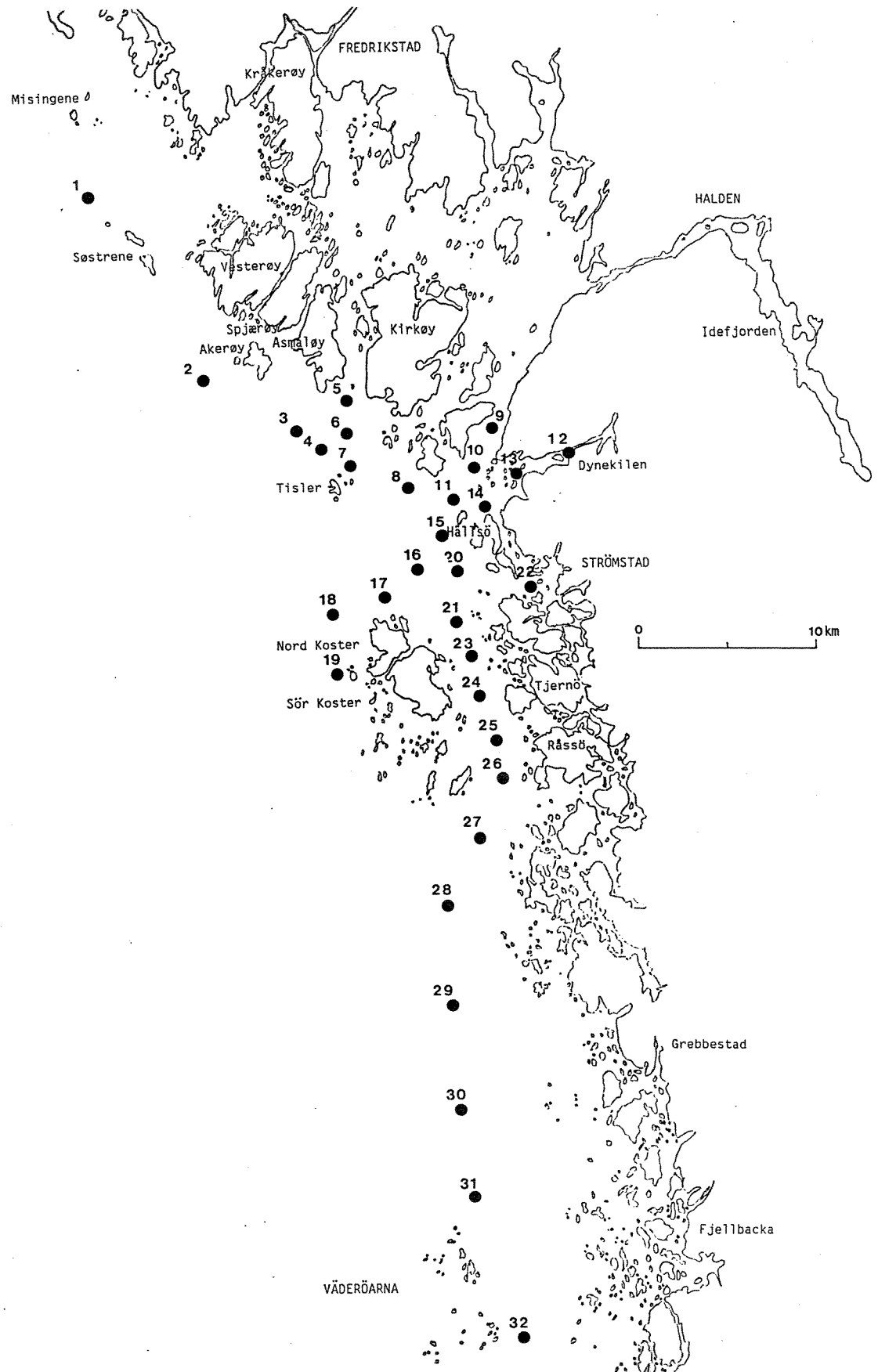


Fig. 3. Stasjonskart for sedimentprøvetaking, april 1989.

## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

Resultatene fra de kjemiske analysene befinner seg i datavedlegget bakerst i rapporten.

### 4.1 Partikler i vannmassen

Partikler er her definert som materiale som holdes tilbake av et membranfilter med porestørrelse 0.4  $\mu\text{m}$ . Dette er internasjonalt akseptert som definisjon. Det bør imidlertid bemerkes at dette er kun en operativ størrelse.

#### 4.1.1 Partikkelmengde

---

*Det ble registrert små mengder partikler i overflatevann i undersøkelsesområdet i 1989. Målingene ble gjort ved vannføringer i Glomma varierende mellom 440 og 740 m<sup>3</sup>/s. Høyeste partikkelkonsentrasjoner ble registrert i området Hvaler - Nord-Koster.*

---

Mengden av partikler i kystvann varierer betydelig, avhengig av innslag av plankton, tilførsel av leire fra land og oppvirvling av bunnsedimenter. Også forurensningskilder bidrar til økt partikkelinnhold. Ettersom tilførselene av partikler hovedsakelig skjer i overflaten og nær bunnen, er det disse to vannmassene som viser høyest partikkelinnhold.

I Skagerrak er det målt 0.5 mg/l suspendert materiale i overflatevannet og ca. 0.4 mg/l nær bunnen (Hølemann og Wirth, 1988). I Norskerenna er det målt mellom 0.6 - 0.8 mg/l (Hølemann og Wirth, op.cit). Disse konsentrasjonene vil variere med årstiden, vanligvis med høyeste verdier om sommeren. Fig. 4 viser et eksempel fra Skagerrak i juni 1982. I kystvannet vest for Tjärnö ble det målt mellom 1 - 2mg/l i overflaten og nær bunnen.

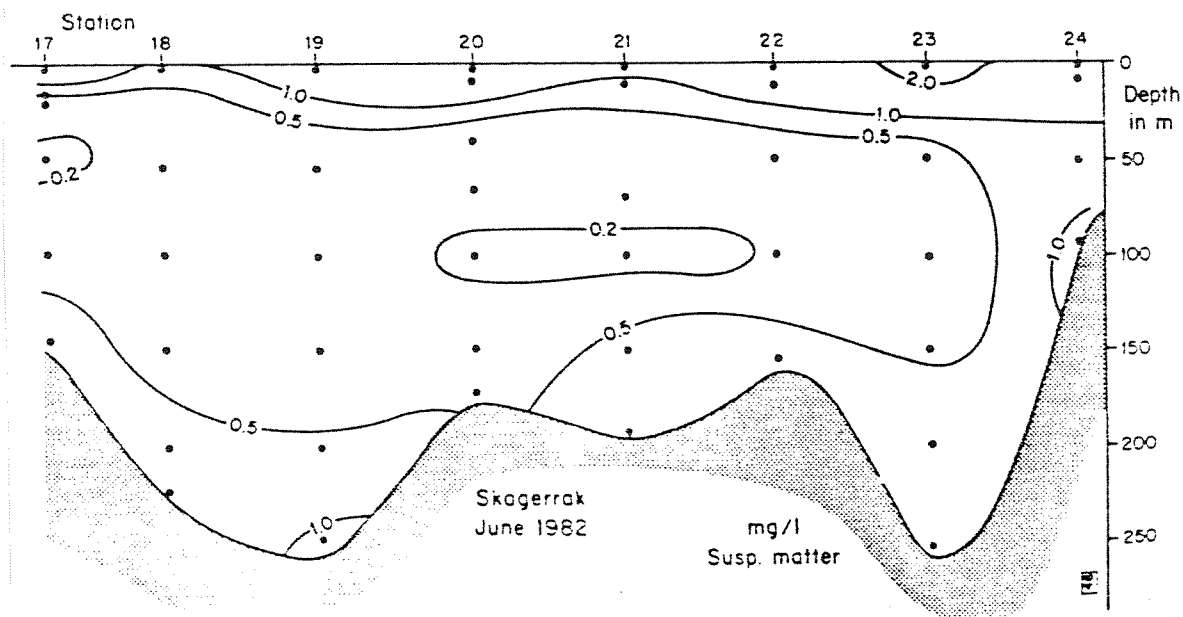


Fig. 4. Fordelingen av partikulært materiale i Skagerrak i et profil fra Grimstad til Tjarnö (etter Eisma et al., 1982).

I grenseområdet mellom Norge og Sverige representerer Glomma den store ferskvannskilden og tilførselen av sedimenter. Tabell 3 viser vannføringen ved Solbergfoss i Glomma som gjennomsnitt over 6 døgn (prøvetakingsdagen pluss fem døgn før). Tabellen viser også saltholdighet målt i overflatevann på de fem nordligste stasjonene (fig. 1) på de ulike tidspunktene.

Tabell 3. Vannføringen ved Solbergfoss og overflatesaltholdighet på stasjon 1, 3, 7, 9 og 10.

1989	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Saltholdighet, S o/oo					
		St. 1	St. 3	St. 7	St. 9	St. 10	St. 6
Mars	441	28.1	25.6	28.2	28.1	26.9	28.0
August	736	17.5	23.5	23.5	26.0	24.0	30.0
November	654	21.4	19.7	24.4	26.0	23.9	27.6
Desember	460	26.5	25.9	28.1	31.2	31.3	32.7

Det fremgår av tabellen at endringer i vannføringen i Glomma



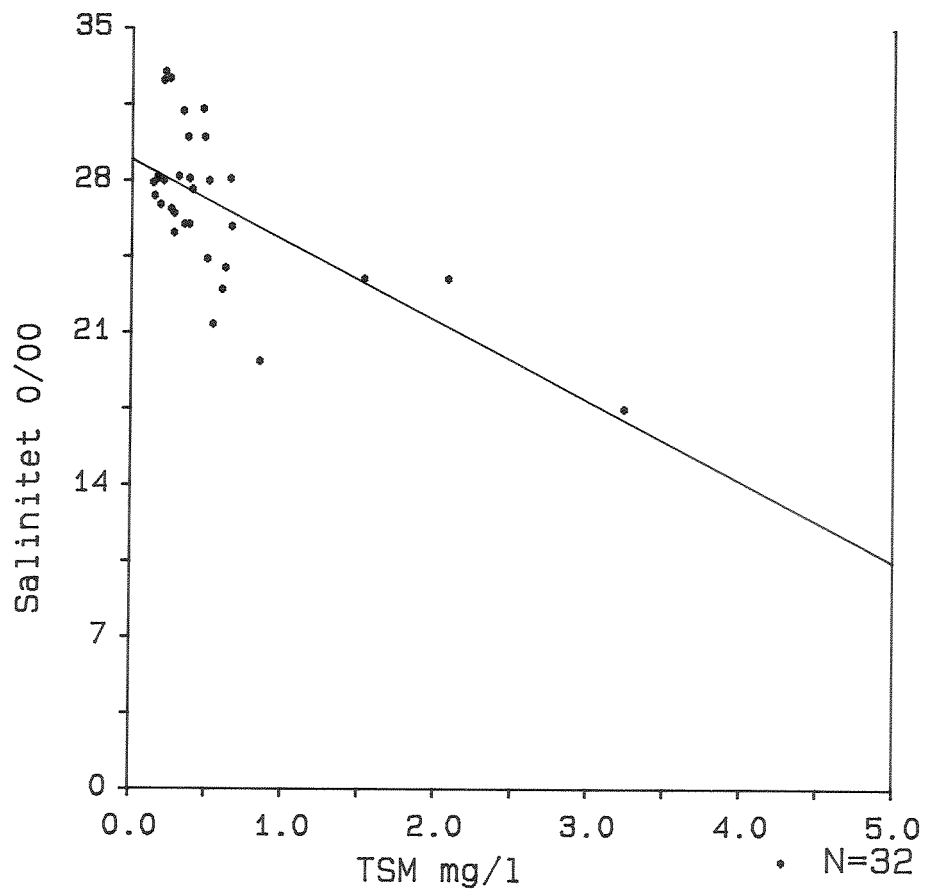
registreres ved endringer i overflatesaltholdigheten på samtlige stasjoner nord for Nord-Koster.

Sammenhengen mellom saltholdighet og partikkelmengde er vist i fig. 5 ( $R = \div 0.65$ ). Denne viser at partikkelmengden i overflatevannet øker når saltholdigheten avtar, dvs. det er ellevannet som influerer på partikkelmengden. Det ble målt 3 mg/l partikulært materiale på stasjonen rett utenfor Løperen (st. 1) i august 1989. Da var vannføringen i Glomma 735 m<sup>3</sup>/s og overflatesaltholdigheten på st. 1 17.5 o/oo.

Det er tydelig at partikkelmengden i overflatevannet er størst lengst nord i undersøkelsesområdet. Hvis alle data for samtlige tokt midles, vises det følgende:

SN 1: 1.11 mg/l	SN 9: 0.31 mg/l
3: 0.83 "	11: 0.29 "
10: 0.47 "	5: 0.28 "
7: 0.85 "	6: 0.31 "

Den første gruppen refererer seg til data fra stasjoner som ligger lengst nord i undersøkelsesområdet (nord for Nord-Koster), mens den andre gruppen er stasjoner lengst sør (fig. 1). Det er et markert skille mellom Tisler og Nord-Koster som tilsynelatende markerer utbredelsen av Glommavann ved vannføring på gjennomsnittlig 570 m<sup>3</sup>/s. Man kan derfor fastslå at på grunnlag av målinger av partikkelmengde og saltholdighet som ble gjort i 1989 da vannføringen i Glomma var mindre enn 750 m<sup>3</sup>/s, påvirket ikke Glomma området sør for Nord-Koster.



$$Y = -3.70 X + 28.96 \quad R = -0.65 \quad P \leq 0.001 \quad SD = 2.89$$

Fig. 5. Korrelasjon mellom saltholdighet og total suspendert materiale (TSM) for alle prøvene tatt i 1989.

#### 4.1.2 Kjemisk sammensetning

---

*Aluminiuminnholdet i det partikulære materialet var 6 - 7% utenfor Løperen og vel 3% nederst i Kosterrenna. Dette illustrerer innslaget av leire. Det ble målt høyere jerninnhold i partiklene i undersøkelsesområdet enn i Nordsjøen. En reduksjon i Fe/Al-forholdet mellom mars 1989 og desember 1989 kan skyldes reduksjon av jernutslippene ved Kronos Titan i mai 1989. Mengden av biogent silisium (diatomeer) var størst lengst sør i området. Fosformålingene bekrefter dette.*

---

Den kjemiske sammensetningen av partikulært materiale i sjøvann avhenger av partiklenes opphav. Følgende typer partikler er vanlig å finne i kystvann:

- (i) Minerogent materiale dvs. leire og silt som følge av erosjon i elvenes nedbørfelt eller oppvirvling av allerede sedimentert materiale som følge av sterk strøm.
- (ii) Partikler av biogen opprinnelse, hovedsakelig plankton.
- (iii) Terrestrisk organisk materiale dvs. humuspartikler, planterester o.l. som tilføres kystvannet via elver.
- (iv) Forurensningspartikler som følge av utslipp av industrielt avløpsvann og kloakkvann.

Den kjemiske sammensetningen reflekterer hvilken av disse typene av partikler som er tilstede. Forholdene kompliseres ved at det vanligvis er en blanding av disse fire hovedtypene.

Undersøkelser av partiklers sammensetning er gjort blant annet i Sørfjorden og Hardangerfjorden (Price og Skei, 1975), Sognefjorden (NIVA, 1978), Bunnefjorden (Skei og Melsom, 1982), Ytre Oslofjord (Magnusson et al., 1990) og Skagerrak (Eisma et al., 1984; Hølemann og Wirth, 1988). I alle disse undersøkelsene inngår analyser av hovedelementer som Al, Si, Fe, P, Ti, etc. Det er mest naturlig å sammenligne data fra denne undersøkelsen med data fra Ytre Oslofjord og Skagerrak.

Konsentrasjonen av aluminium (Al) i partikulært materiale måles for å anslå mengden uorganiske partikler (leire/silt). Aluminium inngår i svært liten grad i partikler av biogen opprinnelse.

Ved undersøkelsen i Skagerrak i juni 1982 ble det tatt et tverrprofil fra Grimstad og over mot Koster. Overflatevann i dette området inneholdt mellom 3.6 og 8.5  $\mu\text{g/l}$  Al (0.04 - 1.1%). Nærmest svenskekysten ble det målt 8.3  $\mu\text{g/l}$  Al (0.7%) (Eisma et al., 1984). De lave konsentrasjonene (prosent av total TSM) tyder på at partiklene var hovedsakelig av organisk opprinnelse (plankton).

Prøver innsamlet i Ytre Oslofjord i august 1988 (Magnusson et al., 1990) omfattet stasjoner tatt like nord for Koster (HK1) og sør for Väderöarna (S18). På stasjon HK1 (tilsvarer omtrent stasjon 9 i 1989) ble det målt 40  $\mu\text{g/l}$  Al (2.2%). Vannføringen ved Solbergfoss var på det tidspunkt 1084  $\text{m}^3/\text{s}$ . Det er derfor klart at det høye aluminiumsinnholdet skyldtes utbrudd av Glomma-vann sørover mot Koster (fig. 6). På stasjon S18 (sør for Väderöarna) ble det målt et Al-innhold i overflatevannet på 19  $\mu\text{g/l}$  (TSM: 1.56  $\text{mg/l}$ ). Også her er det mye som tyder på at Glomma-vann var tilstede. Dette må sees i sammenheng med flomsituasjonen i Glomma. Fire dager før prøvene ble tatt, ble det målt 1277  $\text{m}^3/\text{s}$  ved Solbergfoss.

Fig. 7 viser fordelingen av partikulært aluminium ved lav (mars 1989) og "høy" (august 1989) vannføring i Glomma. Dette illustrerer hvordan leiretransporten i Glomma påvirker kystvannet. Betraktes et lengdeprofil fra utløpet av Løperen (st. 1) og ned til Kosterrenna (st. 6) og midler data fra 1989, oppnås følgende fordeling:

SN 1:	70 $\mu\text{g/l}$ Al	(6.3% Al)
3:	62 " " "	(7.5% Al)
9:	18 " " "	(5.8% Al)
5:	10 " " "	(3.6% Al)
6:	10 " " "	(3.2% Al)

Det er ikke bare konsentrasjonen av partikulært aluminium pr. liter sjøvann som avtar sørover, men også den relative prosenten av aluminium tilstede i det partikulære materialet. Det siste må skyldes en relativ økning i organiske partikler sørover. Også her går grenseskillet går ved Nord-Koster.

Konsentrasjonen av partikulært jern (Fe) følger i stor grad fordelingen av aluminium. Årsaken er at jern er bundet opp i mineralisk materiale (leire/silt). I tillegg finnes betydelige mengder jern bundet i humuspartikler utenfor elvemunninger (Sholkovitz og Price, 1980) og som utfelt jern i forbindelse med industriutslipp (Næs og Skei, 1986). I nedre Glomma og Løperen er det påvist store mengder partikulært jern i overflatevann som et resultat av et generelt høyt jerninnhold i Glomma og på grunn av utslipp fra Kronos Titan i



Fredrikstad (frem til mai 1989).

For å kunne skille mellom naturlig jern bundet til leire og "annet" jern, kan det være hensiktsmessig å bruke forholdstallet Fe/Al eller prosent jern tilstede i det partikulære materialet.

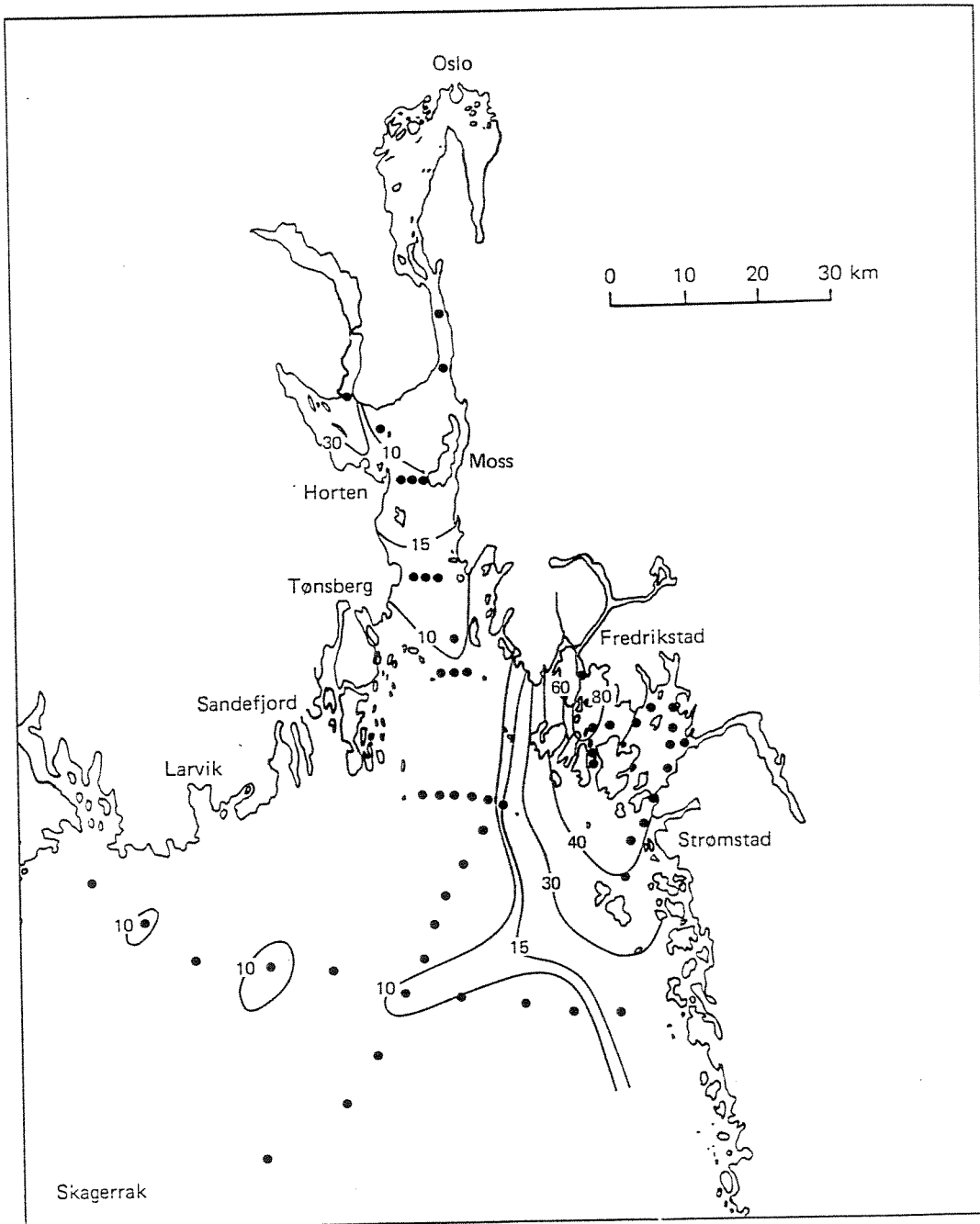


Fig. 6. Mengde partikulært aluminium ( $\mu\text{g/l}$ ) i overflatevannet, august 1988. (Magnusson et al., 1990).

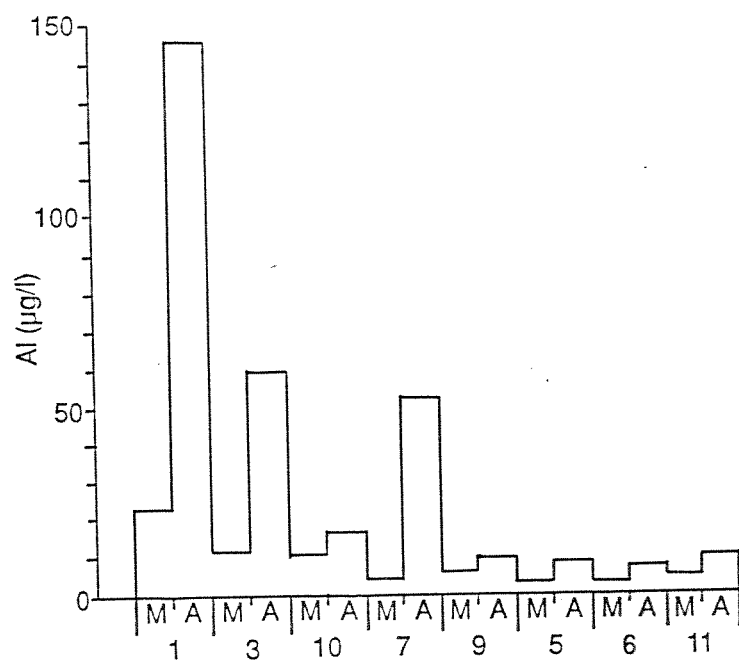


Fig. 7. Konsentrasjonen av partikulært aluminium i vannprøver inn-samlet i mars (M) og august (A) 1989 på stasjoner vist på fig. 1.

Skagerrakundersøkelsen i 1982 viste Fe/Al-verdier mellom 0.56 og 0.95 i overflatevann mellom Grimstad og svenskekysten (Eisma et al., 1984). Konsentrasjonene av jern varierte mellom 0.2 og 0.8%. Ifølge Hølemann og Wirth (1988) er det gjennomsnittlige Fe/Al-forholdet i partikulært materiale i Nordsjøen 0.6.

Undersøkelsen i Ytre Oslofjord i august 1988 (Magnusson et al., 1990) viste et Fe/Al-forhold nord og sør for Koster på 0.9 (1 - 2% Fe). Dette er betydelig høyere jerninnhold enn i Nordsjøen.

I 1989 varierte Fe/Al-forholdene stort sett mellom 0.5 og 1.0, mens konsentrasjonene av jern overskred 8% lengst nord i området. Den store forskjellen i jernkonsentrasjonen mellom 1988 og 1989 må skyldes forskjeller i vannføringen i Glomma disse to årene, idet større leiretransport i 1988 virket fortynnende på jernkonsentrasjonene.

Kronos Titan i Fredrikstad reduserte sitt jern-utslipp med over 90% i mai 1989. Man burde derfor forvente å se en endring i jerninnholdet hvis prøver tatt i mars og i desember 1989 sammenlignes. Vannføringen i Glomma var omtrent den samme ved disse to prøveinnsamlingene (tabell 3). Betraktes Fe/Al-forholdet på stasjoner i nordligste del av undersøkelsesområdet, sees følgende:

	Mars 1989	Desember 1989
SN 1:	1.00	0.80
3:	0.87	0.81
7:	0.63	0.81
10:	1.25	0.77

Det ser ut til å være en viss nedgang i Fe/Al-forholdet mellom mars og desember som kan tilbakeføres til reduserte jern-utslipp ved Kronos Titan, men det er ikke statistisk signifikant.

Midles alle 89-data og hvis man ser på gradienten av jernkonsentrasjonen fra Løperens utløp (SN1) og ned i Kosterrenna, oppnås følgende bilde:

SN 1:	6.8% Fe
3:	5.5" "
9:	3.8" "
5:	3.1" "
6:	2.7" "

Det fremgår klart at konsentrasjonene av jern i partikulært materiale

i overflatevann i likhet med aluminium avtar fra nord til sør. Dette må tilskrives Glomma-vannets høye jern-innhold som spesielt gjør seg gjeldende fra Tisler og nordover.

Konsentrasjonene av titan i partikulært materiale styres i stor utstrekning av titan-innhold i leire og i forurensende utslipp (f.eks. Kronos Titan). I kvartære leirer i sør-Norge er det målt ca. 0.5% Ti (Roaldset, 1978). Ti/Al-forholdet i disse leirene er 0.06.

Skagerrak-profilet i 1982 viste konsentrasjoner av titan i overflatevann på ca. 0.05% og et Ti/Al-forhold på ca. 0.06, tilsvarende kvartære leirer.

Hølemann og Wirth (1988) påviste Ti/Al-forhold i partikler fra Nordsjøen i området 0.04 og 0.08.

Undersøkelsen på svenskekysten i 1989 viste følgende konsentrasjoner og Ti/Al forholdstall fra nord til sør dersom data fra de fire toktene midles:

SN 1:	0.47% Ti (Ti/Al = 0.05)
3:	0.38" " (Ti/Al = 0.05)
9:	0.30" " (Ti/Al = 0.06)
5:	0.23" " (Ti/Al = 0.06)
6:	0.21" " (Ti/Al = 0.06)

Det er ingen ting som tyder på - ut fra disse data - at titan opptrer i det partikulære materialet i mengder utover det som er naturlig i leire. Konsentrasjonsgradienten sørover skyldes en reduksjon i mengden uorganiske partikler.

Partikulært silisium i sjøvann skyldes tilstedeværelse av aluminiumsilikater, kvarts og diatomèer. Store svingninger i silisium-mengdene kan vanligvis forklares ved innslag av diatomèer. Kvartære leirer inneholder ca. 24% Si (Si/Al ~ 2.8).

I juni 1982 (Eisma et al., 1984) varierte silisiumkonsentrasjonene i overflatevann tvers over Skagerrak mellom 78 og 153  $\mu\text{g/l}$  (5 - 14%). Forholdstallet Si/Al gir et godt bilde av mengden diatomèer. Vanligvis er det lite kvartspartikler i prøver fra kystvann, slik at den uorganiske fraksjonen av silisium i hovedsak er leire. I Skagerrak i juni 1982 varierte Si/Al-forholdet mellom 14 og 22 på grunn av et betydelig innslag av diatomèer (Eisma et al., 1984). På svenskekysten ble det i 1989 kun tatt prøver i august i vekstsesongen for plankton. Gradienten i Si/Al fra nord til sør gir følgende bilde i august:

	Si/Al
Sn 1:	3.2
3:	4.5
9:	3.6
5:	4.9
6:	5.2

Det går frem av dette at mengden av diatomèer i overflatevannet var større i sør enn i nord. Data fra desember, da man må anta at det ikke er diatomè-produksjon, gir forholdstallene:

	Si/Al	
Sn 1:	2.6	(S = 26.5 o/oo)
3:	2.6	(S = 25.9 o/oo)
9:	3.0	(S = 31.2 o/oo)
5:	3.4	(S = 32.6 o/oo)
6:	3.2	(S = 32.7 o/oo)

De lave forholdstallene viser at det er lite biogent silisium i prøvene. Saltholdigheten i prøvene sammen med Si/Al-forholdet indikerer at brakkvann (Glomma) påvirker i hovedsak de to nordligste stasjonene i området i desember.

Partikulært fosfor er i større grad enn silisium en indikator på organisk materiale. Det skyldes at fosfor er bundet til uorganisk materiale i mindre grad enn silisium.

I Skagerrak (juni 1982) ble det målt mellom 4 og 6 µg/l partikulært fosfor (Eisma et al., 1984). Dette var i en periode med stor planktonproduksjon og mye organisk materiale i overflatevannet. Fosformengden utgjorde da 0.3 - 0.5% av total mengde partikulært materiale.

Data fra august 1989 på strekningen Løperen - Kosterrenna, viste følgende fosfor-konsentrasjoner:

SN 1:	0.18% P
3:	0.39" "
9:	0.41" "
5:	0.54" "
6:	0.52" "

Her går det klart frem at mengden av organisk materiale (plankton) økte sørover i området i august. Diatomèer inneholder mellom 0.2 og

1% fosfor, så det er åpenbart at innslaget av plankton i prøvene var stort, noe også mikroskoperingen bekrefter (4.1.3). Beregnes konsentrasjonen av fosfor i partikler som middel for samtlige tokt over året, ville det være små forskjeller mellom nord og sør. Dette er også i overensstemmelse med sedimentfellemålingene.

### 4.1.3 Mikroskopering

---

*Mikroskopering av partikler i overflatevannet bekrefter de kjemiske analysene som viser stort innhold av uorganiske partikler utenfor Løperen og større innslag av plankton syd i Koster-området.*

---

Utvalgte filtre ble mikroskopert ved hjelp av scanning mikroskopi og røntgen for å se på enkeltpartiklers form og kjemisk sammensetning. Fig. 8 viser prøve fra stasjon SN1 tatt i mars (1000 x forstørrelse). Det er åpenbart at det er store mengder små partikler i aggregater. En og annen enkeltpartikkel var større enn 5  $\mu\text{m}$ . Det ble observert lite planktonrester. Prøve fra samme stasjon tatt i august (Fig. 8B) viste et mye større innslag av plankton. Stasjon 3 viste samme forløp, men med mindre partikkeltetthet enn på stasjon 1 (Fig. 9 A og B).

Prøver tatt vest for Koster (st. 11) viste små partikkelmengder og et stort innslag av plankton (Fig. 10A). I Kosterrenna var det svært mye dinoflagellater i august (Fig. 10B). Disse ble ikke observert lenger nord i området og stammer sannsynligvis fra oppblomstringer lenger sør.

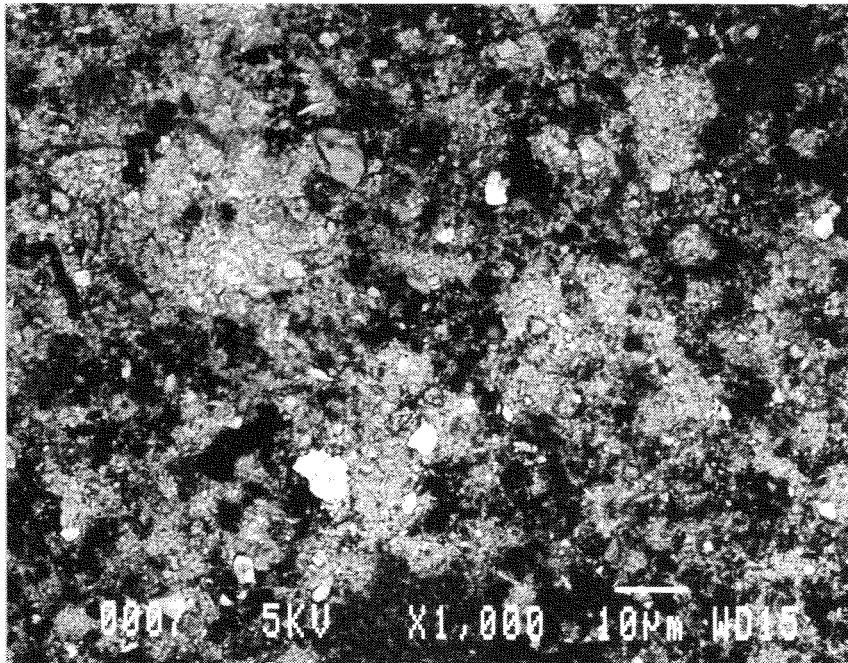


Fig. 8A. Stasjon SN1, mars 1989 (1000 x).

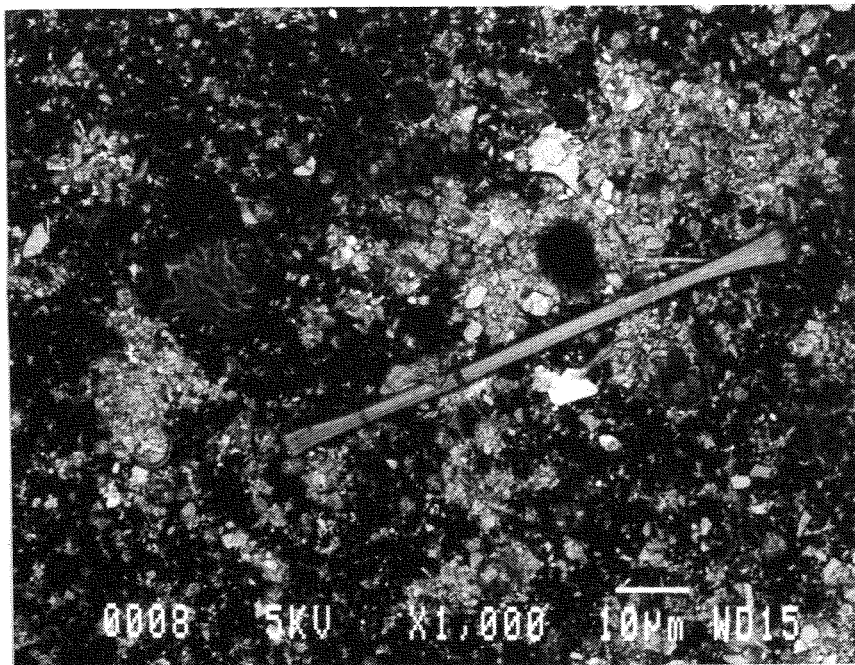


Fig. 8B. Stasjon SN1, august 1989 (1000 x).

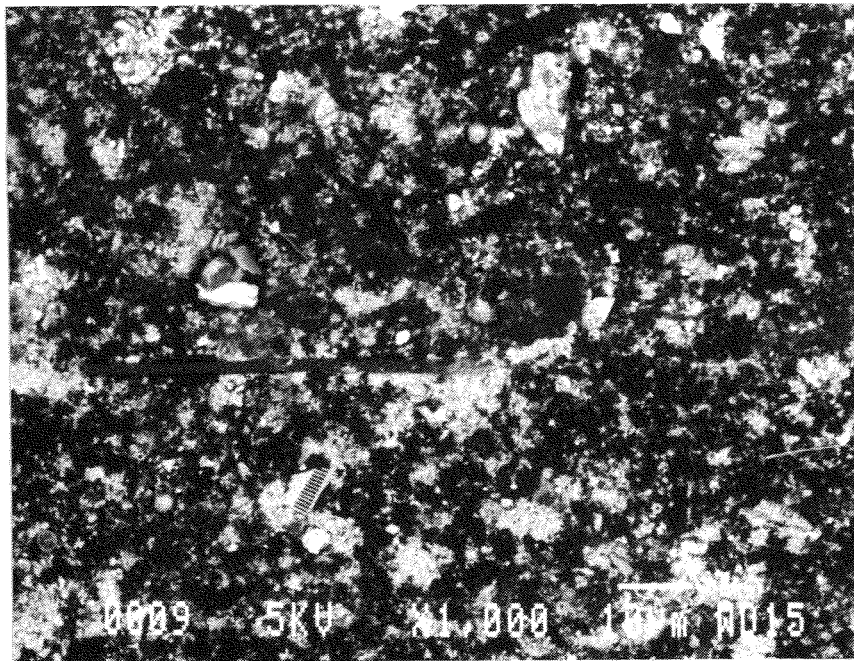


Fig. 9A. Stasjon SN3, mars 1989 (1000 x).

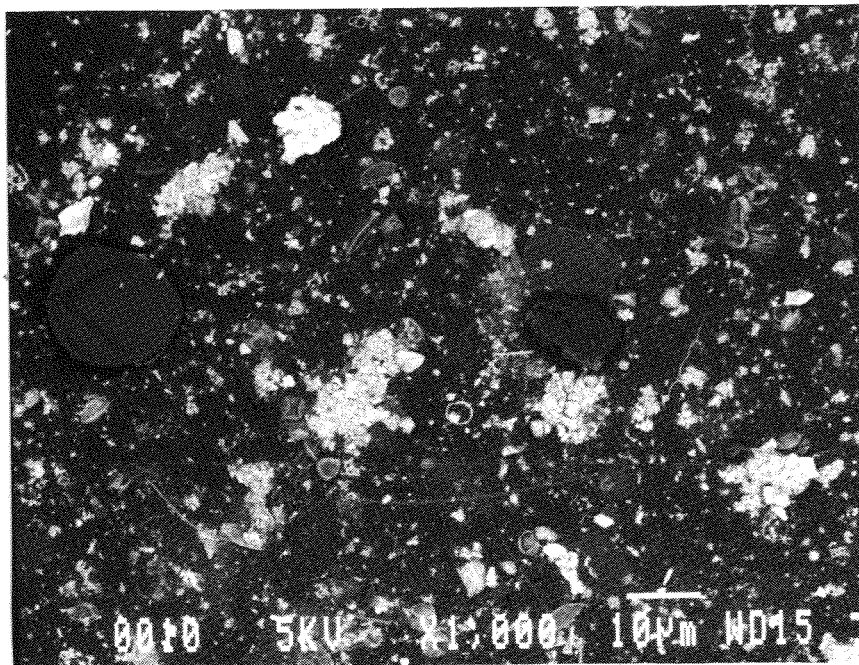


Fig. 9B. Stasjon SN3, august 1989 (1000 x).



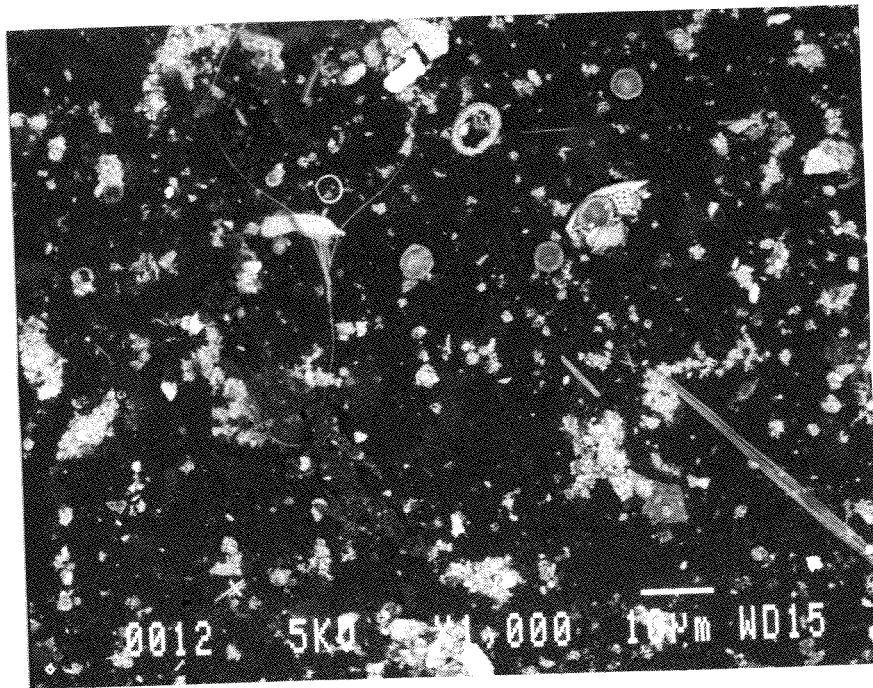


Fig. 10A. Stasjon SN11, mars 1989 (1000 x).

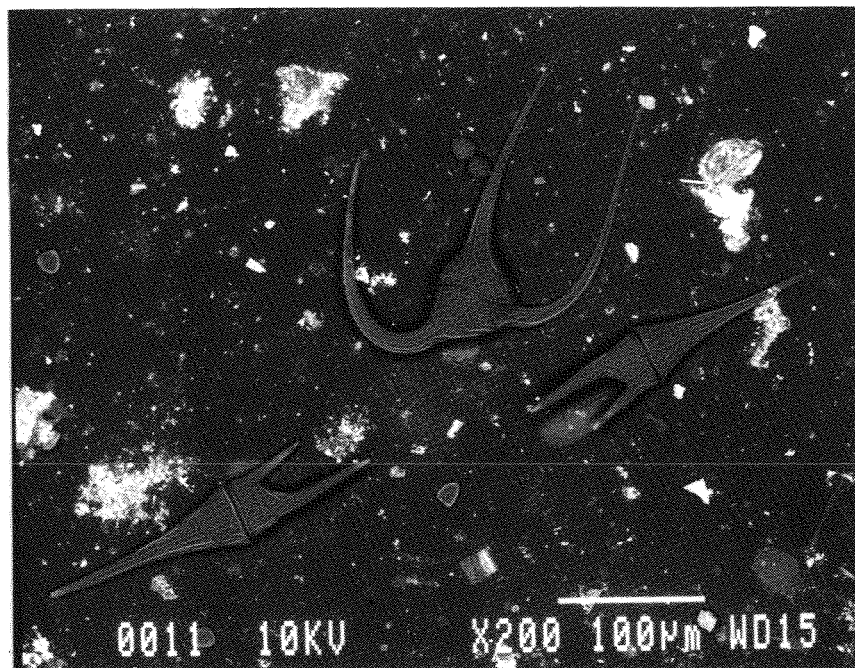


Fig. 10B. Stasjon SN6, august 1989 (200 x).

## 4.2 Sedimentfellemålinger

Alle rådata finnes i vedlegg.

### 4.2.1 Mengde sedimentert materiale

---

*I undersøkellesperioden var det en klar forskjell i sedimentasjon nord og syd for Koster. Regnet på årsbasis var verdiene ca. 50% høyere nord for Koster. Beregninger antyder en sedimenttilvekst på ca. 5 mm pr. år nord for Koster, og ca. 3 mm pr. år i dypområdet i Kosterfjorden.*

---

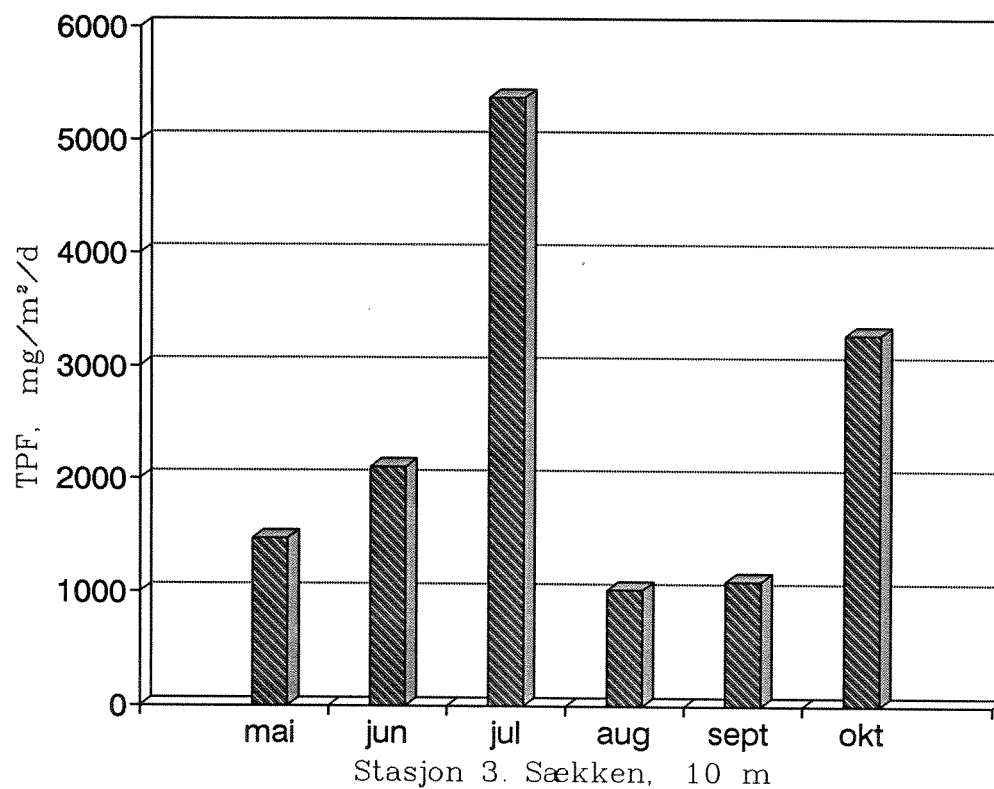
Sedimentfellene fanger opp det partikulære materialet som faller gjennom vannmassene og som etter eventuelle kjemiske forandringer, til slutt danner bunnsedimentene. Sedimentasjonen gjennom et dypnivå er gitt av den totale partikulære fluksen (TPF) uttrykt i milligram eller gram pr. kvadratmeter og døgn, eventuelt år.

TPF-verdiene bestemmes av hva som transporteres med elver, her i all vesentlig grad Glomma, generell avrenning fra land, produksjonsforhold i vannmassene og resuspenderte eller oppvirvlede bunnsedimenter og brakt inn i området med strøm. Fluksen vil derfor variere over tid og sted. Figur 11 og 12 viser dette for fellene i 10 m dyp på stasjon 3 i Sækken og stasjon 7 ved Syd-Koster. På stasjon 3 varierte verdiene fra 1.0 til 5.4 g/m<sup>2</sup>/d. Ved Syd-Koster var verdiene lavere, fra 0.7 til 2.7 g/m<sup>2</sup>/d.

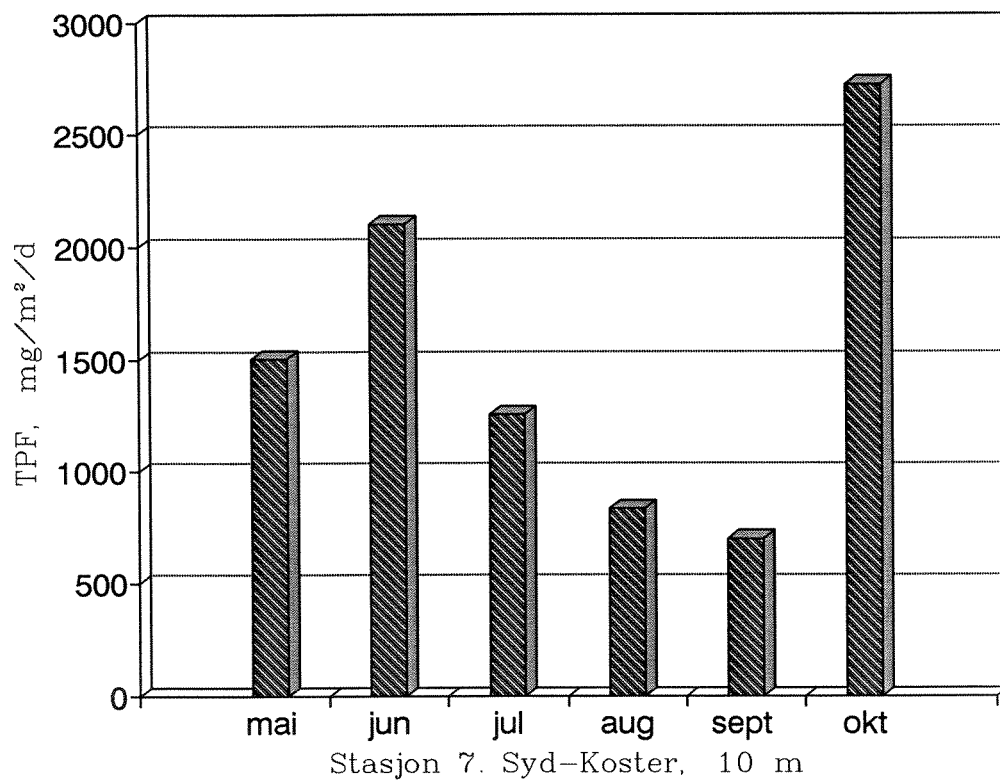
Figur 13 viser gjennomsnittlig fluks som veid middel på årsbasis på alle stasjonene. Generelt sett var det noe høyere sedimentasjon gjennom 10 meters- nivået på de 3 nordligste stasjonene med TPF-verdier fra 602 til 998 g/m<sup>2</sup>/år, mens det på stasjonene i Koster-området var fra 452 til 566 g/m<sup>2</sup>/år. Disse forskjellene var ikke tilstede for målingene i 50 m dyp. Her hadde stasjon 3 og 4 de laveste tallene, ca. 950 g/m<sup>2</sup>/år, mens resten av stasjonene hadde fluksverdier på 1300-1600 g/m<sup>2</sup>/år. Dette er verdier som er innenfor det man ofte finner i fjordområder (Rygg et al., 1988; Skei et al., 1986).

Bortsett fra stasjon 3 i Sækken var det 2-3 ganger (på årsbasis) mere materiale i fella på 50 m dyp sammenlignet med den i 10 m. Dette skyldes at stasjonene er i et eksponert område hvor bølger og strøm resuspenderer bunnsedimentene. Det var ingen systematiske forskjeller i grad av resuspensering mellom stasjonene.

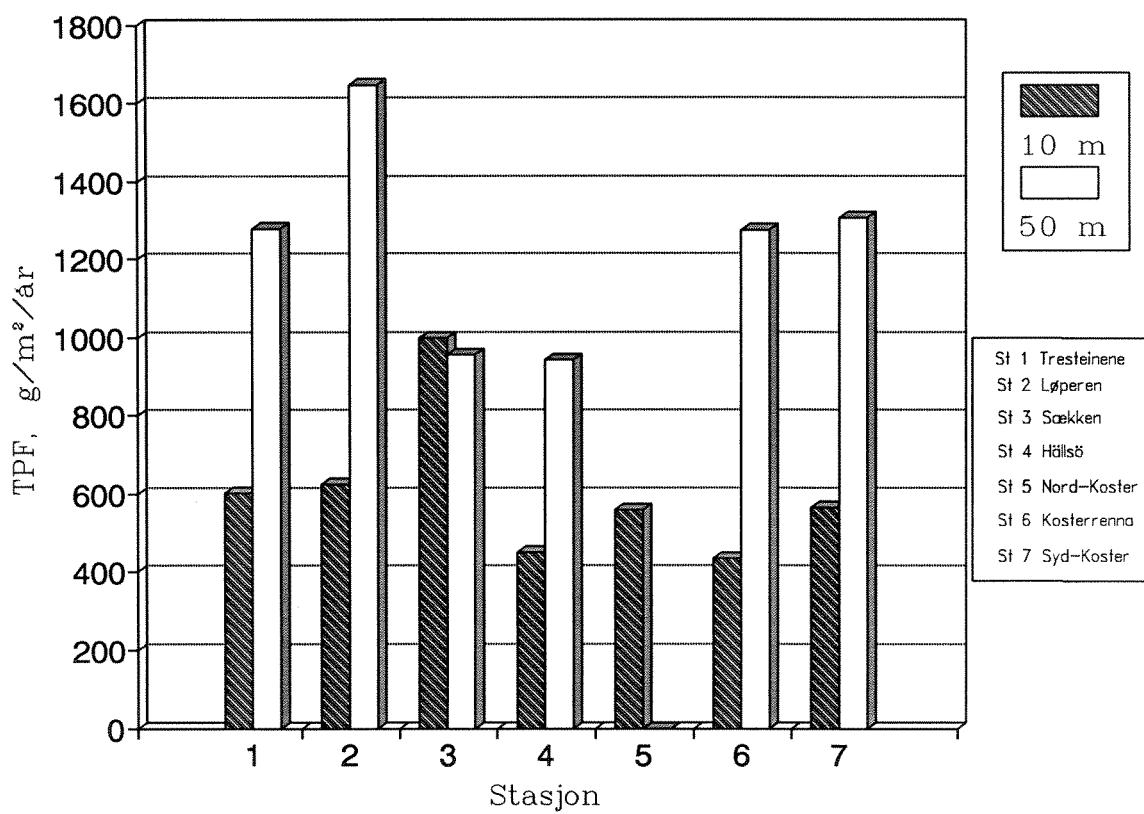
TPF-verdiene kan brukes til å beregne årlig sedimenttilvekst. Ser man



Figur 11. Total partikkelfluks (TPF, mg/m<sup>2</sup>/d) i 10 meters dyp på stasjon 3, Sækken.



Figur 12. Total partikkelfluks (TPF, mg/m<sup>2</sup>/d) i 10 meters dyp på stasjon 7, Syd-Koster.



Figur 13. Total partikkelfluks (TPF, mg/m<sup>2</sup>/d, tidsveid middel) i 10 og 50 meters dyp på alle stasjonene.

på stasjonene 1,2,3 under ett, hadde de en gjennomsnittlig TPF-verdi på årsbasis på 740 g/m<sup>2</sup> i 10 meters nivået. Ut fra et vanninnhold på 65 % for det øverste sedimentlaget (se kap. 4.3.) og en tetthet av det partikulære materialet på 2.4 g/cm<sup>3</sup>, gir dette en sedimenttilvekst på ca. 2 mm/år.

På de sydlige stasjonene (st. 4,5,6,7) var det tilsvarende en TPF-verdi på 500 g/m<sup>2</sup>/år og et vanninnhold på 70 %. Dette gir en sedimenttilvekst på ca. 1 mm pr. år.

Det er viktig å understreke at dette baserer seg på verdier fra målinger i 10 meters vanddyp. TPF-verdiene fra 50 meters dyp ville være 2 - 3 ganger høyere. En partikkels historie vil være en serie med deposisjon og resuspensjon til den endelig ender opp i et deposisjonsområde. Sedimentasjonen i et slikt område vil derfor være høyere enn det som er gitt ved TPF-verdiene fra fellene i 10 meters dyp. Hvis det tas sedimentpropper fra deposisjonsområder for bestemmelse av sedimenttilvekst, vil det derfor være sannsynlig å få verdier på ca. 5 mm/år i det nordlige området svarende til stasjon 1,2,3, mens ca. 3 mm/år vil være sannsynlig i det sydlige området.

#### 4.2.2 Kjemisk sammensetning av sedimentfelle materialet

---

*Det organiske materialet som ble fanget opp i sedimentfellene i undersøkelsesperiodene var i hovedsak av marin opprinnelse. Det var klart høyere jern- og titankonsentrasjoner i materiale som sedimenterte nord for Koster.*

---

Det organiske materialet som samles i fellene er både produsert i vannmassene i hovedsak marint plankton, og tilført med elvevannet fra avrenning fra land og industritilførsler osv. Organisk karboninnhold i fellene fra 10 meters dyp var relativt høyt og varierte fra 7.5 til 28.1% med et gjennomsnitt på 13.9%. Materialet samlet fra 50 meters dyp hadde en gjennomsnittlig organisk karbonkonsentrasjon på 7.5%. Denne halveringen i konsentrasjon skyldes både nedbryting i vannmassene og tilførsler av resuspendert materiale med lavt karboninnhold (bunnsedimenter). Trolig er det sistnevnte viktigst. Det var ingen signifikante forskjeller i konsentrasjon mellom stasjonene.

Regresjonsanalyser av karbon og nitrogenverdiene fra 10 meters nivå på stasjonene 1,2,3 (de nordlige stasjonene) ga ligningen:

$$\text{TOC} = 0.44 + 5.13 \text{ TN} \quad (r=0.96)$$

hvor TOC og TN henholdsvis er totalt organisk karbon og totalt nitrogen. (I beregningene er det tatt hensyn til variasjon i begge variable). Ligningen ovenfor gir et forholdstall for karbon til nitrogen på 5.13 på vektbasis ( $p < 0.001$ ). Den antyder et overskudd av karbon som ikke er bundet til nitrogen (ikke signifikant). Dette kan være terrestrisk organisk materiale transportert med Glomma. Dette "ekstra" karbonet er imidlertid lite (ikke signifikant forskjellig fra null) sammenlignet med det totale organiske innholdet og utgjør kun noen få prosent.

For de fire sydlige stasjonene (4,5,6,7) var tilsvarende forholdstallet mellom karbon og nitrogen 6.1. Det var her ikke overskudd av ikke-nitrogen-bundet karbon.

Forholdet mellom karbon og nitrogen i marint plankton oppgis gjerne til 106 : 16 (=6.6) på atombasis eller 5.8 på vektbasis (det såkalte Redfield-forholdet). Dette viser at på alle stasjonene var det organiske materialet, som ble fanget opp av fellene i 10 meters vanddyb, i hovedsak av marin opprinnelse. Det er verd å merke seg at det nitrogenholdige organiske materialet på stasjonene 1,2 og 3 er mere nitrogenrikt enn for de sydlige stasjonene. Dette kan være en konsekvens av høy nitrogentransport i Glomma.

Konklusjonen er at i det tidsrommet fellene har vært utplassert, var fellestasjonene lite påvirket av organisk materiale fra Glomma. Det kan enten skyldes at det er lite terrestrisk organisk materiale i elva eller at det sedimenterer før det når fellestasjonene. Sedimentfellemålingene er utført i et tidsrom med relativt lav vannføring i Glomma, mindre enn ca. 750 m<sup>3</sup>/s. Ved denne vannføringen er det tidligere vist at området nederst i Løperen fungerer som et sedimentasjonsområde (Næs and Skei 1986).

Konsentrasjonen av fosfor (P) i fellene i 10 meters dyp varierte fra 1020 til 4810 µg/g (= 0.10-0.48 %). Verdiene er i godt samsvar med målingene av partikulært materiale i vannmassene. Det var ingen regionale forskjeller. Regresjonsanalyser viser at fosforet er bundet til organisk karbon.

Det var tydelige forskjeller i konsentrasjonene av jern (Fe), aluminium (Al) og titan (Ti) i materialet samlet i 10 meters dyp mellom stasjonene på norsk side av grensa (de nordlige stasjonene 1, 2 og 3) og stasjonene på svensk side (stasjonene 4,5,6 og 7). Tabell 4 nedenfor summerer opp dette. (Det vises til kap. 4.1.2. for en nærmere beskrivelse av partikkeltilknytningen av Fe, Al og Ti).

Tabell 4. Data fra 10 meters dyp for jern (Fe), aluminium (Al) og titan (Ti) (i prosent) for stasjonene 1,2,3 som en gruppe (A) og stasjonene 4,5,6,7 som en annen gruppe (B).

A			
Variable:	Fe	Al	Ti
Prøvestørrelse	15	15	15
Gjennomsnitt	2.97933	3.37733	0.2978
Median	3.23	3.72	0.304
Varians	0.57095	0.971564	8.74989E-3
Standard avvik	0.755612	0.985679	0.0935408
Minimum	1.26	1.48	0.113
Maksimum	4.36	5.18	0.426
Intervall	3.1	3.7	0.313
Nedre kvartil	2.53	2.32	0.193
Øvre kvartil	3.37	3.99	0.383
Interkvartil intervall	0.84	1.67	0.19

B			
Variable:	Fe	Al	Ti
Prøvestørrelse	23	23	23
Gjennomsnitt	2.40739	3.17609	0.221652
Median	2.34	30.1	0.224
Varians	0.543247	0.774461	4.04469E-3
Standard avvik	0.737053	0.880035	0.0635979
Minimum	1.16	1.61	0.099
Maksimum	3.94	5.13	0.341
Intervall	2.78	3.52	0.242
Nedre kvartil	1.97	2.67	0.188
Øvre kvartil	2.85	3.97	0.264
Interkvartil intervall	0.88	1.3	0.076

Det var signifikant ( $p < 0.05$ ) høyere Fe og Ti konsentrasjoner på stasjon 1,2 og 3 sammenlignet med stasjonene 4,5,6 og 7. Al-innholdet var lavere på de sydlige målepunktene, men denne forskjellen var ikke signifikant. Betraktes bare de sydlige lokalitetene, var det ingen innbyrdes signifikante forskjeller.



Dette betyr at det var et markert skille i vannkvalitet nord og syd for Koster. Det sydlige området var i betydelig grad mindre påvirket av det jern- og titanholdige vannet i Glomma. Dette er i god overensstemmelse med resultatene fra målinger av partikler i vannmassene (kap. 4.1.)

For videre å påvise forskjeller i jern- og titaninnholdet i materialet fra de tre nordlige stasjonene (som en gruppe) mot de fire sydlige (som en annen gruppe) er det gjort regresjonsanalyser. Regresjonsligningen for Fe mot Al for de nordlige lokalitetene var:

$$\text{Fe} = 0.6951 + 0.6763 \text{ Al}.$$

Tilsvarende var de for de fire sydlige stasjonene:

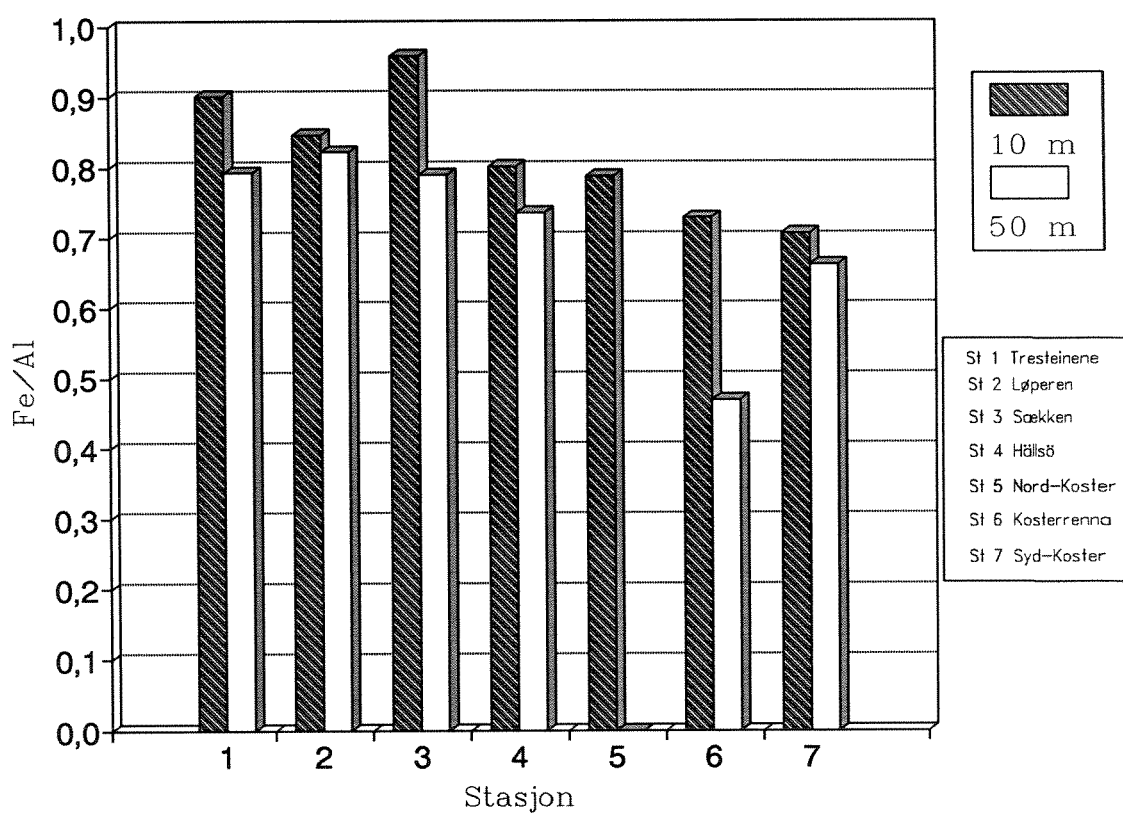
$$\text{Fe} = -0.1200 + 0.7958 \text{ Al}.$$

Dette viser at på stasjonene 1, 2,3 er det overskudd jern tilstede som ikke er bundet til aluminium (leirepartikler). Derimot gjelder det ikke for målepunktene fra nord- Koster og sydover.

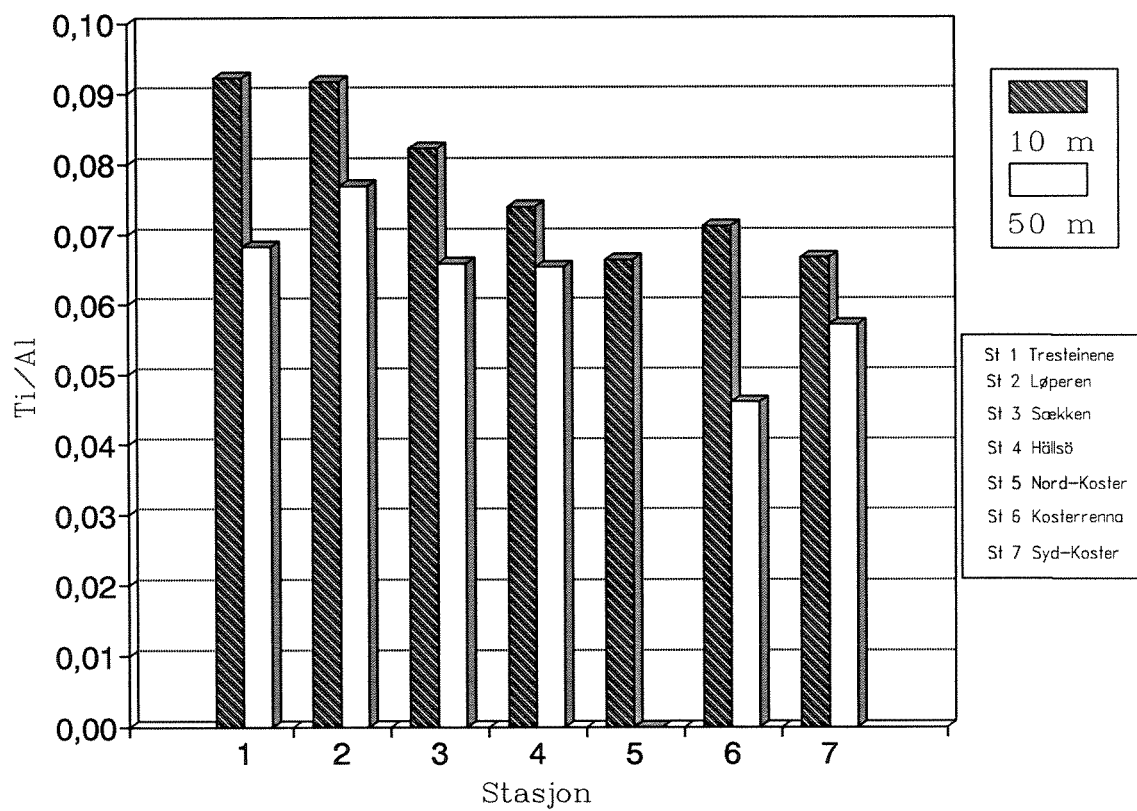
For titan var regresjonsligningene: Nordlige stasjoner:  $\text{Ti} = 0.01526 + 0.08366 \text{ Al}$  og for sydlige stasjoner:  $\text{Ti} = 6.7045 \times 10^{-3} + 0.06767 \text{ Al}$ . Ligningene viser at det er et større overskudd av titan i det partikulære materialet nord for Koster sammenlignet med området syd for Nord-Koster.

Tilsvarende konklusjoner framkommer også fra forholdstallene mellom jern/titan og aluminium. Det er avtagende Fe/Al- og Ti/Alverdier fra de nordlige stasjonene og sydover, fig. 14 og 15. Forholdstallene er i god overensstemmelse med målinger av partikler i vannmassene (kap. 4.1). Det framkommer at forholdstallene for materialet samlet i 50 meters dyp både for Fe og Ti, er lavere enn de fra 10 meters nivå. Dette skyldes advektiv transport til området av partikler med lavere Fe og Ti innhold, trolig i hovedsak resuspendert materiale.

Tilsvarende regionale forskjeller som de som ble påvist ut fra materiale fra fellene i 10 meters dyp, ble også funnet for 50 metersprøvene. Konsentrasjonene var imidlertid høyere enn de fra 10 meter. Gjennomsnittsverdier for de tre nordlige stasjonene (n=9) 4.4%, 5.5% og 0.39% for henholdsvis jern, aluminium og titan. For de fire sydlige stasjonene var de tilsvarende 3.8%, 5.4% og 0.34%. Hovedgrunnen til høyere konsentrasjoner i 50 metersprøvene er trolig i hovedsak at disse hadde betydelig lavere innhold av organisk materiale som vil virke fortynnende på metallkonsentrasjonene.



Figur 14. Forholdstall (tidsveid middel) mellom jern (Fe) og aluminium (Al) i 10 og 50 meters dyp på alle stasjonene.



Figur 15. Forholdstall (tidsveid middel) mellom titan (Ti) og aluminium (Al) i 10 og 50 meters dyp på alle stasjonene.

#### 4.2.3 Vertikal fluks av organisk karbon, fosfor, jern, aluminium og titan

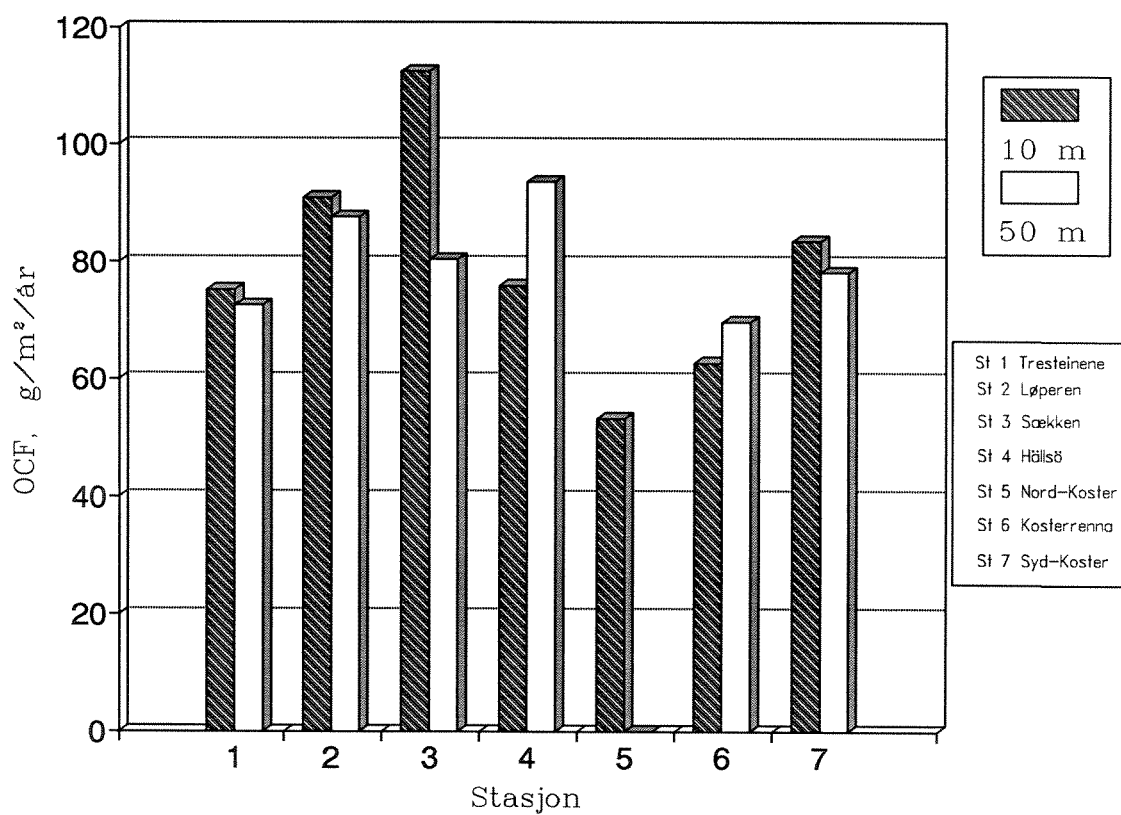
*Det var dobbelt så høy sedimentasjon av jern og titan nord for Koster sammenlignet med Kosterfjordområdet regnet på årsbasis. Den organiske karbonfluksen var ca. 30% høyere i det nordlige området. Det var ingen signifikante forskjeller mellom de fire stasjonene i Kosterfjordområdet.*

Ut fra verdiene av total partikulært materiale sedimentert (TPF-verdiene) og konsentrasjonene av de enkelte elementene, oppnås flukstall som gitt i tabell 5.

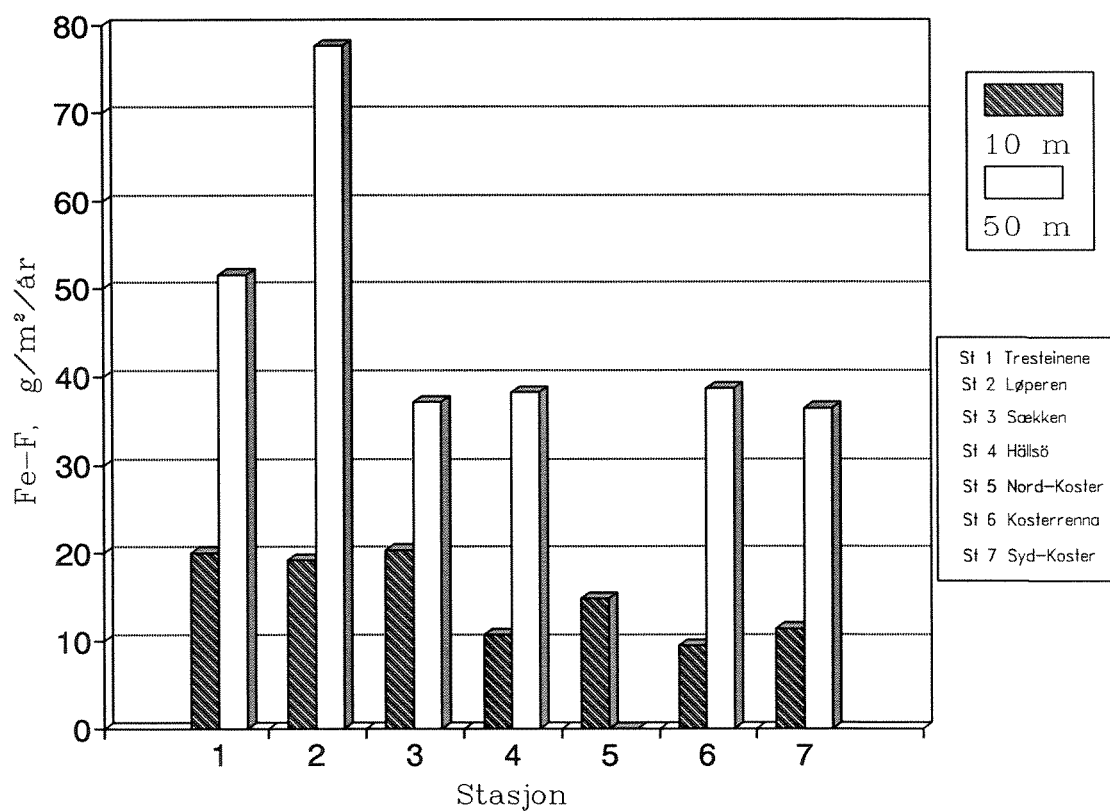
Tabell 5. Fluks (g/m<sup>2</sup>/år) av totalt partikulært materiale (TPM), organisk karbon (OC), fosfor (P), jern (Fe), aluminium (Al) og titan (Ti).

		TPM	OC	P	Fe	Al	Ti
ST	DYP						
1	10m	602	75	1.4	20	23	2.0
2		626	91	1.5	19	23	2.0
3		998	113	1.7	20	24	1.9
4		452	76	1.1	11	13	1.0
5		560	53	1.0	15	19	1.3
6		436	63	1.2	9	14	0.9
7		566	84	1.2	11	17	1.1
1	50m	1279	73		52	65	4.4
2		1647	88		78	95	7.3
3		957	81		37	47	3.1
4		944	94		38	52	3.4
5							
6		1276	70		39	57	3.5
7		1305	78		36	55	3.1

Tallene i tabellen viser blant annet at den gjennomsnittlige organiske karbonfluksen i 10 meters nivå på de tre nordlige stasjonene var ca. 30% høyere enn på de sydlige stasjonene (signifikante forskjeller). Ut fra den tidligere diskusjonen skulle dette i hovedsak skyldes forskjeller i produksjon i vannmassene. Jern- og titanfluksen var dobbelt så høy på stasjonene 1,2 og 3 sammenlignet med de andre. Figur 16 og 17 illustrerer også dette.



Figur 16. Organisk karbonfluks (OCF, g/m<sup>2</sup>/år, tidsveid middel) i 10 og 50 meters dyp på alle stasjonene.



Figur 17. Fluks av jern (Fe - F, g/m<sup>2</sup>/år, tidsveid middel) i 10 og 50 meters dyp på alle stasjonene.

### 4.3 Bunnsedimenter

---

*Bunnsedimentene utenfor Hvaler har tre hovedkilder: materiale ført ut med Glomma, materiale tilført med Jyllandstrømmen og den Baltiske strømmen og marint organisk materiale. Mineralogisk er derfor sedimentene innenfor Hvalers skjærgård av en annen sammensetning enn sedimentene avsatt lenger ute og sørover langs kysten.*

---

Sedimentene utenfor Hvaler har tre hovedkilder: materiale ført ut med Glomma, materiale tilført med Jyllandstrømmen og den Baltiske strømmen og organisk materiale som produseres i vannmassen.

Glomma drenerer et landområde på ca. 42000km<sup>2</sup>. En del av materialet som transporteres avsettes i sedimentasjonsbasseng som Mjøsa og Øyern, før Glomma når kysten. Videre avsettes en del materiale utover i estuariesonen før Glommavannet transporteres ut i Skagerrak i hovedsak via Løperen.

Beregninger viser at 50-70% av det suspenderte materiale i Nordsjøen fraktes nordover og avsettes i Skagerrak-Kategatt-Norskerenna (e.g. Eisma & Kalf, 1987). Mineralogisk er derfor sedimentene innenfor Hvalers skjærgård av en annen sammensetning enn sedimentene avsatt lenger ute og sørover langs kysten. Foruten leirmineralene illitt og kloritt som karakteriserer sedimentene avsatt innenfor skjærgården, inneholder Skagerrak-Kattegat-sedimentene i tillegg store mengder smektitt og kaolinitt (Rønningsland et al. 1981 og Pederstad, 1982).

Sedimentstasjonenes plassering er angitt i figur 3.

#### 4.3.1 Visuell beskrivelse av sedimentene

Før sedimentkjernene ble snittet og overført til prøveglass ble kjernelengden målt og forskjellige karakteristika notert, som sediment tekstur, - struktur, - farge samt eventuell lukt og biologisk aktivitet. Tabell 6 gir en oversikt over stasjoner, vandypet på hver stasjon, type analyse som er utført, kjernelengde, samt en kort beskrivelse av sedimentet.

Tabell 6. Stasjon- og kjerneoversikt. (M=metallanalyser, P=PAH-analyser, K=klororganiske analyser, Pb= Pb-210 datering).

Stasjon	Vanddyb (m)	Kjerne lengde (cm)	Type analyse	Kommentarer
SN1	340	58 60 65	M,P,K	Leire, med markert brunt topplag
SN2	270	31	M	Grå leire, med brunt topplag
SN3	244	55	M	Grå leire, med brunt topplag
SN4	232 224 227	57.5 62 59	M,P,K Pb	Grå leire, synlig bioturbert
SN5	60	27	M,P,K	Sandig leire
SN6	93	24	M	Sandig leire
SN7	170	35		Leire med mye sand, grus og skjellfragmenter i de øvre 20cm, tydelig topplag
SN8	246	47	M,P,K	Leire
SN9	147	29 32	M,P,K	Sandig, siltig leire med skallfragmenter, brunt topplag
SN10	122	63	M	Leire, brun overflate
SN11	199	60.5	M	Leire
SN12	21	22	M	Leire, skjellfragmenter, noe dårlig prøve pga. drenering
SN13	33	50	M	Leire, brun overflate
SN14	54	54	M	Leire, brun overflate



Stasjon	Vanndyp (m)	Kjerne lengde (cm)	Type analyse	Kommentarer
SN15	211	46 49	M,P,K Pb	Leire, brun overflate
SN16	47	28	M	Siltig leire grå, brunt topplag
SN17	32	13	M	Sandig leire, skall- fragmenter, brunt topplag som går raskt over i svart
SN18	41	24.5	M	Siltig leire, skall- fragmenter, brunt topplag som går raskt over i svart
SN19	41	20	M	Siltig leire, skallfrag- menter, brunt topplag som går over i svart, løs prøve
SN20	210	50	M	Leire, brun overflate
SN21	220	46 50	M,P,K	Leire, brunt tynt topplag
SN22	26	26 39	M,P,K	Leire, brun overflate
SN23	211	43	M	Leire, brun overflate
SN24	204	39 44 47	M,P,K Pb	Leire, brun overflate
SN25	230	48	M	Leire, brun overflate
SN26	237	56	M	Leire, brun overflate
SN27	228	55 62	M,P,K	Leire, brun overflate
SN28	182	55	M	Leire, brun overflate

Stasjon	Vanndyp (m)	Kjerne lengde (cm)	Type analyse	Kommentarer
SN29	152 154	61 65	M,P,K	Leire, brun overflate
SN30	138 141 139 139	62 62.5 68 65	M,P,K	Leire, brunt topplag, forstyrret i de øvre 10cm - etter tråling?
SN31	85.5	52	M	Leire, svært forstyrret sediment - pga. tråling?
SN32	78	58	M,P,K	Leire, løst sediment

### 4.3.2 Sedimentenes kornfordeling

---

*Undersøkelsen viser generelt finkornete overflatesedimenter. Området utenfor munningen av Løperen og Singlefjorden, samt området rundt Nord-Koster skiller seg ut ved mer grovkornete sedimenter. Vertikalt i sedimentene er det små variasjoner, hvilket viser stabile sedimentasjonsforhold eller omfattende blanding av sedimentet.*

---

Stasjonene i nord-sørlig retning langs kysten viser et finkornet homogent sediment i overflatelaget (0-2cm), (fig. 18). Fraksjonen <63 $\mu$ m (silt og leire) utgjør på de fleste stasjoner over 90% av sedimentet. Området utenfor munningen av Løperen og Singlefjorden, st. 7 og 8, skiller seg imidlertid ut, her har sedimentet en større andel av grovt materiale. Dette kan skyldes mer strøm og turbulens i vannet, som følge av oppgrunning og mer ujevn topografi enn på de andre stasjonene. Det er også her hovedmengden av Glommavannet har sitt utløp.

Stasjonene (17, 18, 19) ved Koster ligger på relativt grunt vann og er mer eksponert enn de kystnære stasjonene. Dette gjenspeiles i det mer grovkornete sedimentet som finnes på disse stasjonene (fig. 19). For å få avsetning av leire må ikke strømhastigheten i vannet overskride 10-20cm/sek.

Det er det små eller ingen variasjoner i kornfordelingen vertikalt i sedimentet. Dette indikerer at sedimentkildene og sedimentasjonsforholdene har vært uendret gjennom den tiden intervallet representerer. En alternativ forklaring er at eventuelle gradienter er utvasket ved sterk omrøring (gravende dyr, tråling).



Fig. 18. Prosentandelen av overflatesediment med kornstørrelse  $<63\mu\text{m}$  på stasjoner i nord-sørlig retning, fra Hvaler til Vederøarna.

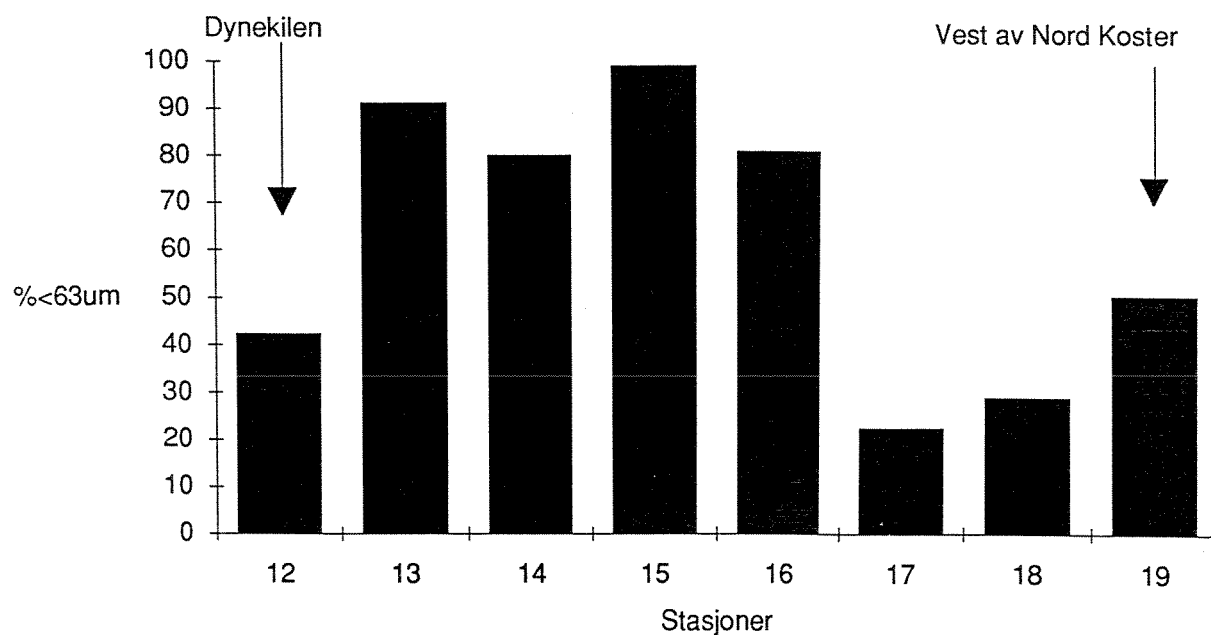


Fig. 19. Fordelingen av sediment med kornstørrelse  $<63\mu\text{m}$  i øst-vest retning fra munningen av Dynekilen til Koster.

### 4.3.3 Organisk innhold

---

*Det var små variasjoner i organisk innhold i overflatesedimentene, verdiene lå for det meste mellom 2 og 2.5%. Det var en klar sammenheng mellom organisk innhold og finfraksjonen i sedimentene. Innholdet av organisk karbon avtok nedover i sedimentet, noe som skyldes naturlig nedbrytning over tid.*

---

Innholdet av organisk karbon i overflatesedimentene på stasjonene fra nord til sør varierer noe. Området utenfor Hvaler har de laveste verdiene, og det synes forøvrig som det er en svak reduksjon fra nord til sør langs kysten (fig. 20). Generelt lå verdiene mellom 2 og 2.5%. Innholdet av organisk karbon i en prøve er gjerne assosiert med leirefraksjonen i sedimentet (Van Weering, 1981). Figur 21 viser et regresjonsplot av andelen av sediment med kornstørrelse <math><63\mu\text{m}</math>, mot organisk innhold i overflatesedimentene. Innholdet av organisk karbon øker med andelen av silt og leire i prøvene. At sammenhengen ikke er bedre, kan forklares ved at siltfraksjonen utgjør en større andel i enkelte prøver, enn leirfraksjonen.

Innholdet av organisk karbon i sedimentet avtar noe fra overflaten og nedover i kjernene (se datavedlegg). Dette skyldes naturlig nedbrytning av organisk materiale gjennom tid. Redox-forholdet ble målt i en kjerne fra alle stasjonene. Ingen kjerner viste reduserende forhold i de øvre 5 cm (se datavedlegg).

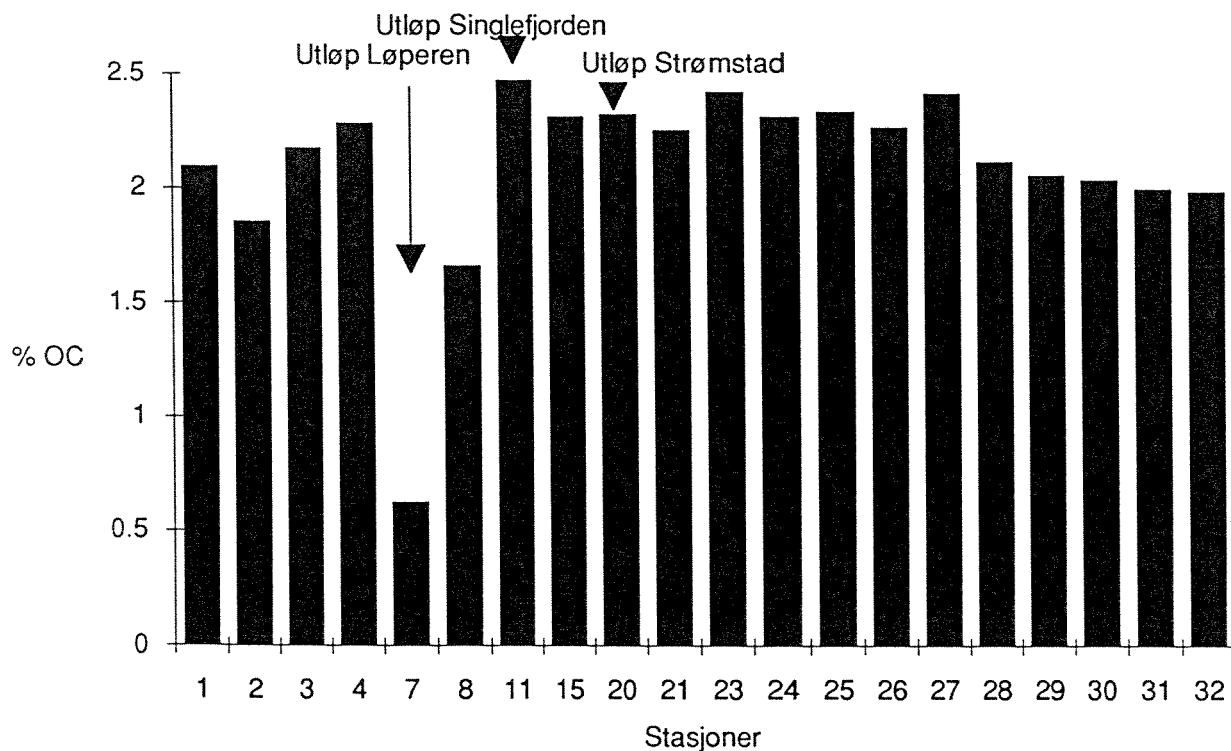


Fig. 20. Prosentinnhold av organisk karbon i overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Vederøarna.

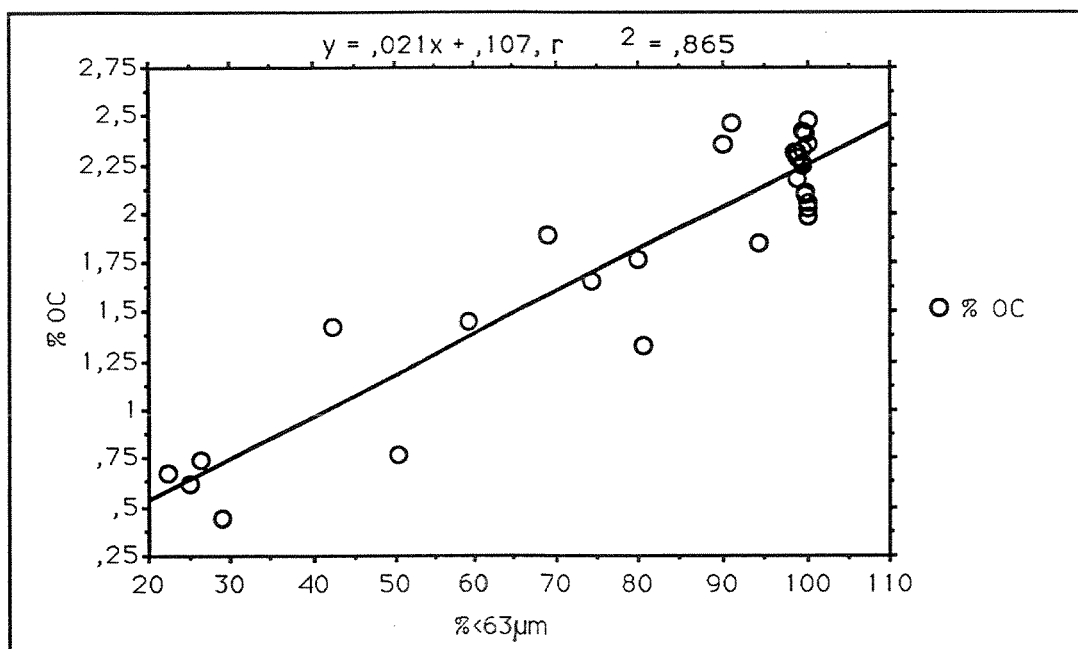


Fig. 21. Regresjonsplot av andelen av sediment med kornstørrelse  $<63\mu\text{m}</math> mot innhold av organisk karbon i overflatesedimentene.$

#### 4.3.4 Metallinnhold i overflatesedimentene.

---

*Analyser av overflatesedimentene viste konsentrasjoner innenfor normale variasjoner for de fleste metallene. Umtakene var kvikksølv og bly. Kvikksølvnivået var opptil 5 ganger høyere enn normalt, og tilførselen ser ut til å ha økt i de senere årene.*

*Områdene som syntes minst berørt av metallbelastning var området ved Tisler, rundt Nord-Koster, samt området sør for Kosterfjorden/Kosterrenna. Området fra munningen av Singlefjorden og Dynekilen sørover t.o.m Kosterfjorden/Kosterrenna mottar de største mengdene av forurensede sedimenter fra Glomma ved høy vannføring.*

*De relativt lave metallverdiene i det undersøkte området antas å skyldes en fortykningseffekt og stor sedimentasjonshastighet.*

---

Metallkonsentrasjonen i en prøve har ofte sammenheng med hvor finkornet sedimentet er. Metallene er gjerne adsorbent til små partikler i leirfraksjonen, som er en blanding av organisk stoff og små mineraler. Metallanalysene i det undersøkte materialet er gjort på total prøve. Man må derfor ta i betraktning variasjoner i kornstørrelse og organisk innhold i prøven når man vurderer dataene.

##### Jern (Fe)

Innholdet av jern i overflateprøvene varierte fra minimum 1.71% på stasjon 17 nord av Koster til maksimum 4.57% på stasjon 11 ved munningen av Singlefjorden. Langs kysten fra nord til sør, er det små variasjoner, de fleste stasjonene viste verdier mellom 3.5 - 4.5% (fig 22). Dette er noe høyere verdier enn hva som er normalt for marine sedimenter, men verdiene avhenger mye av mineralogien i sedimentet. Variasjonen henger også sammen med kornstørrelsen på sedimentene. Stasjoner med relativt grove sedimenter, som utenfor Hvaler og nord for Koster, hadde det laveste Fe-innholdet.

##### Titan (Ti)

Innholdet av Ti i overflatesedimentene varierte fra 0.19 - 0.47% og ligger innenfor det som er normalt for marine sedimenter, (se datavedlegg og figur 23). Pga. utlippene til Kronos Titan ville det være naturlig å forvente eventuelle forhøyede verdier i området utenfor Løperen (Skei, 1987). Her finnes imidlertid relativt grove sedimenter og dermed mindre avsetning. Sedimentene sør for Koster (sør for st. 26) viser de høyeste Ti-konsentrasjonene, trolig på grunn av høyt leireinnhold.

### Krom (Cr)

Verdiene av Cr i overflatesedimentene varierte fra 24 - 119mg/kg. Det var imidlertid bare 2 stasjoner som hadde verdier over 80mg/kg, disse var stasjon 1 mellom Missingene og Søstrene, (119mg/kg) og stasjon 27 sør for Koster (80 mg/kg). Ellers ligger verdiene mellom 60 og 80mg/kg på de fleste stasjonene langs kysten (fig. 24). Dette regnes som normalt for marine sedimenter. Undersøkelser fra Oslofjorden (Doff, 1969) viste en gjennomsnittsverdi på 113mg/kg.

De laveste verdiene finnes også her utenfor Hvaler og nord for Koster, som skyldes det relativt grovere sedimentet på disse stasjonene.

### Kobber (Cu)

Innholdet av Cu i overflatesedimentene varierte fra 24 - 80 mg/kg. De høyeste verdiene finnes fra sør for Missingene, st. 1 til og med st. 24, sør av Koster. Innenfor dette området viser st. 11 og 15, som ligger ved utløpet Singlefjorden/Dynekilen, de høyeste verdiene (fig. 25). Området sør for Koster skiller seg ut ved jevnt lave verdier. Generelt ligger verdiene under 50mg/kg som regnes som normalt for marine sedimenter (Calvert, 1976).



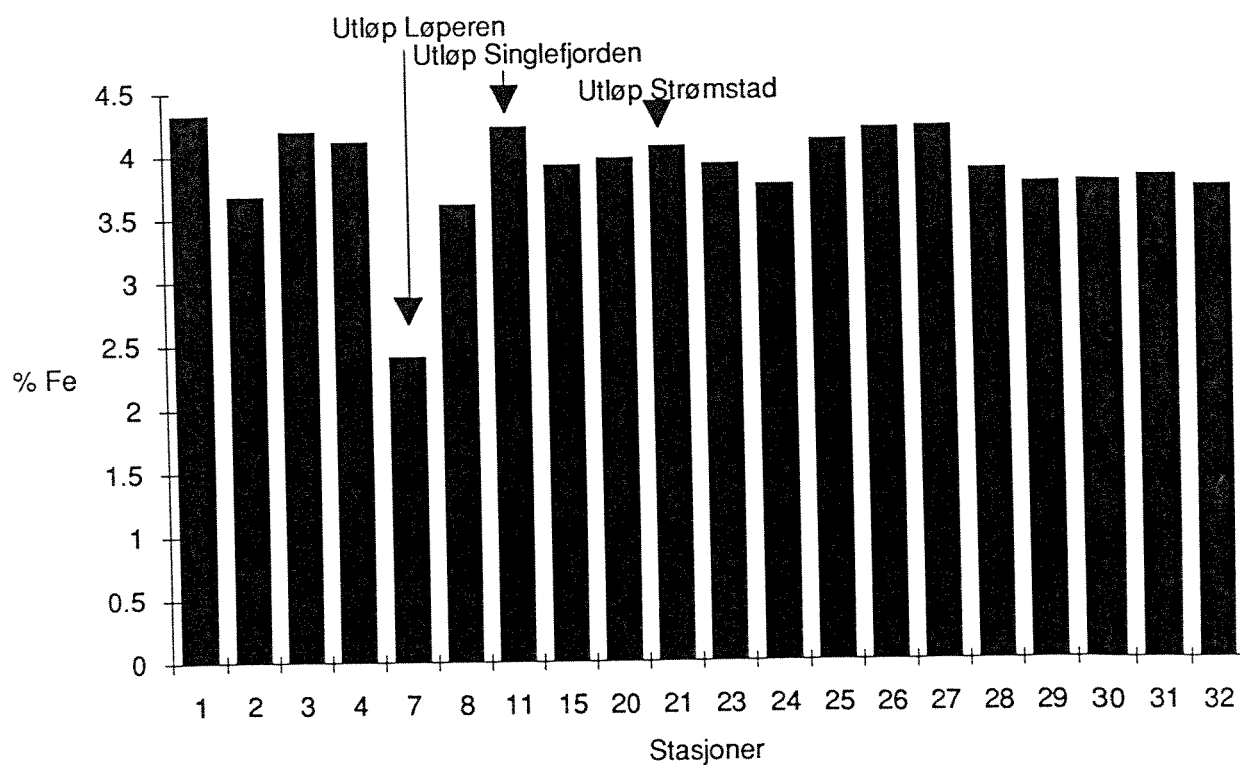


Fig. 22. Prosentvis innhold av jern (Fe) i overflatesedimenter på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

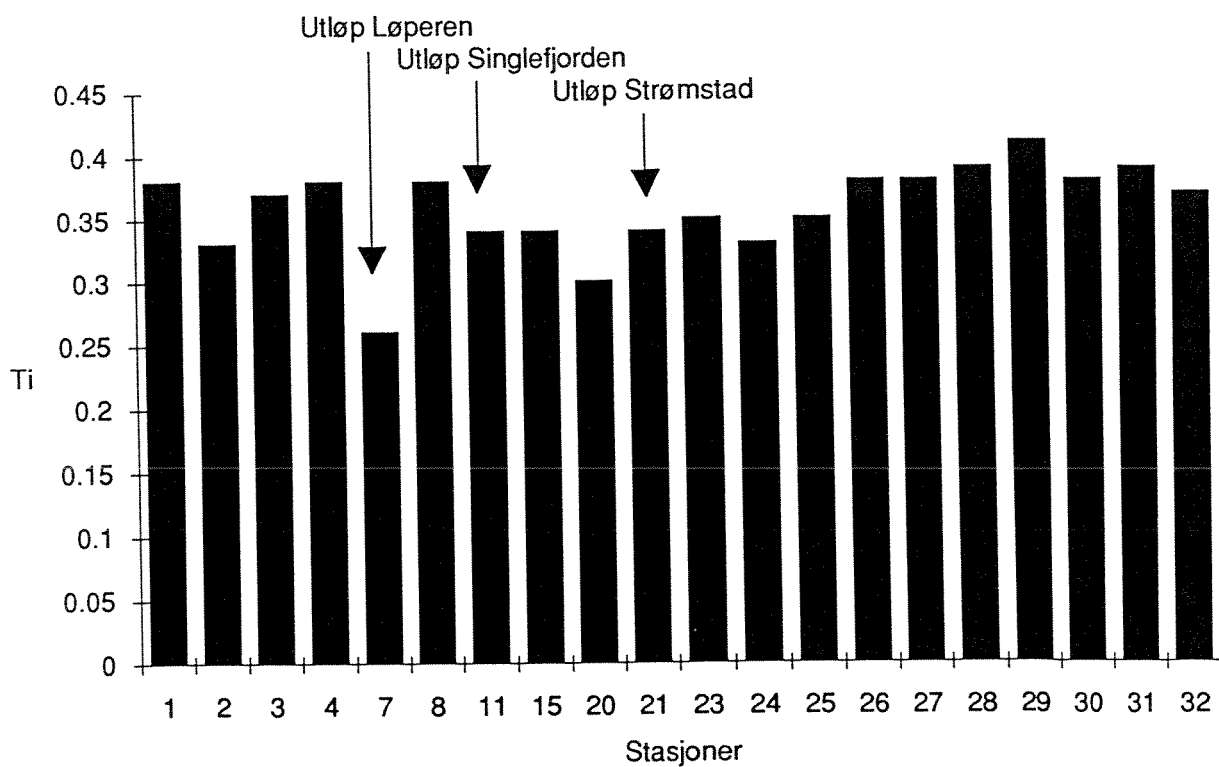


Fig. 23. Prosentinnhold av titan (Ti) i overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

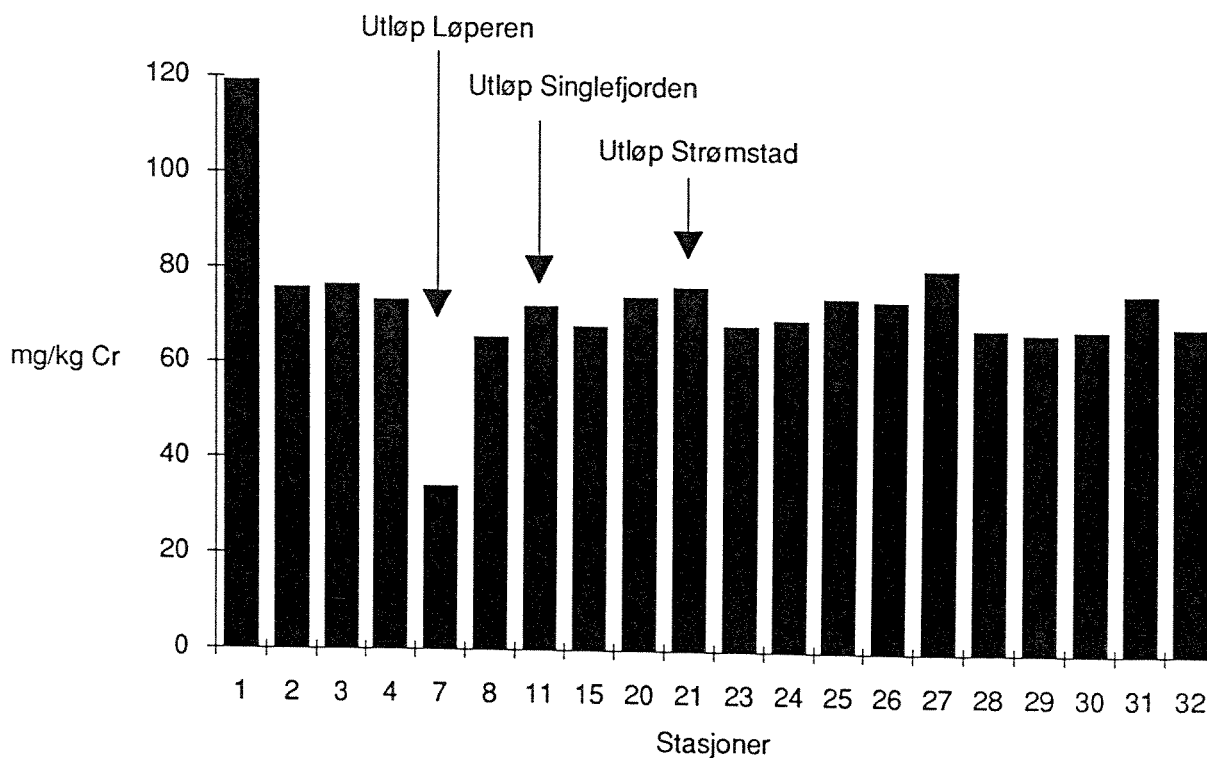


Fig. 24. Innhold av krom (Cr) i overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

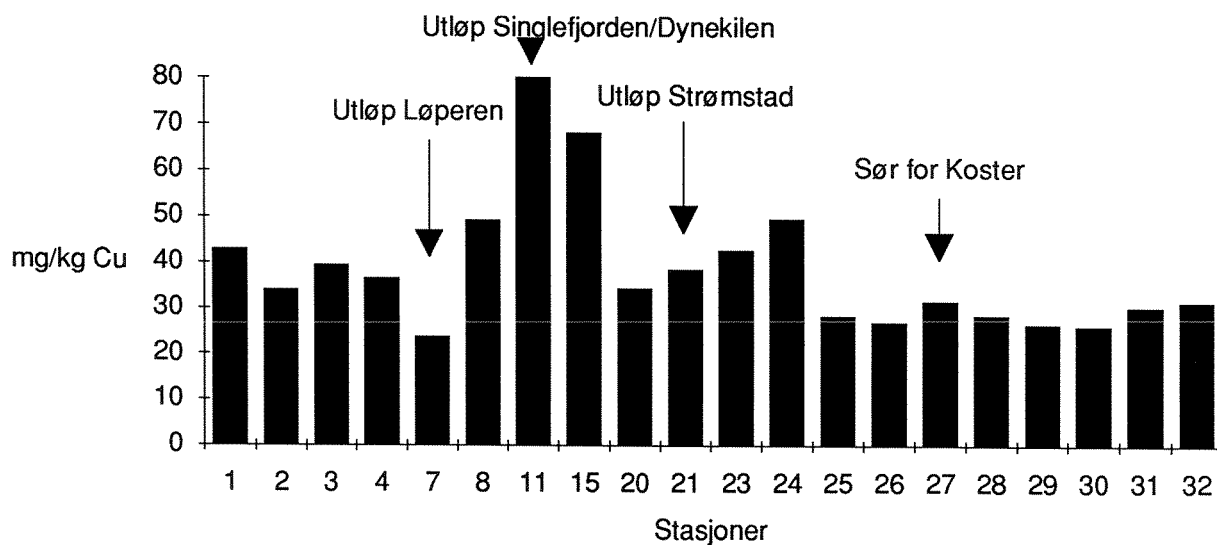


Fig. 25. Innhold av kobber (Cu) i overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

### Bly (Pb)

Innholdet av Pb i overflatesedimentene varierte fra 18 mg/kg - 80 mg/kg. Området sør for Missingene, st. 1 til st. 21, øst av Nord Koster hadde generelt høyere verdier enn området sør for st. 21 (fig. 26). Bare tre stasjoner hadde verdier over normalnivået for marine sedimenter, disse var st. 22 ved Strømstad (80 mg/kg), st. 10 ved munningen av Singlefjorden og Dynekilen (55 mg/kg) og st. 1 sør av Missingene (57 mg/kg). Normalnivået for bly i marine sedimenter kan være opptil 50 mg/kg (Campbell and Loring, 1980).

### Kadmium (Cd)

Konsentrasjonen av Cd i overflatesedimentene varierte fra 0.04 til 0.21mg/kg. Verdiene overskrider ikke normalnivået for marine sedimenter. Det er likevel klare variasjoner i konsentrasjonene i det undersøkte området (fig. 27). Som for de fleste andre analyserte metallene, er de laveste verdiene registrert ved utløpet av Løperen (st. 5, 6, 7) og nord av Koster (st. 18, 19), pga. det grovere sedimentet på disse stasjonene. Ser man området under ett, hadde stasjonene nord for Løperen (st. 1-4) og stasjonene sør for Koster (st. 27-32) markert lavere verdier enn området sørover fra Løperen til og med Kosterfjorden.

### Kvikksølv (Hg)

Konsentrasjonen av kvikksølv i overflatesedimentene varierte fra 0.05 til 0.49mg/kg. De fleste stasjoner har forhøyede verdier i forhold til bakgrunnsnivå, som kan antas å ligge på ca. 0.1mg/kg. Undersøkelser i Ranfjorden viser bakgrunnsnivå på 0.05mg/kg (Skei & Paus, 1979) og i Sørfjorden 0.09mg/kg (Skei, 1978). De laveste verdiene ble registrert på stasjonene med relativt grovkornet sediment, ved utløpet av Løperen og nord av Koster. Figur 28 viser at det er god korrelasjon mellom organisk innhold og kvikksølv i overflatesedimentene. Dette viser at kvikksølvet i hovedsak er knyttet til organisk karbon.

Kvikksølv viser noe av samme trend som kadmium, med de høyeste verdiene i Kosterfjorden fra st. 15 til 27, og de laveste verdiene nord og sør av dette området. Det er en klar gradient fra munningen av Singlefjorden/Dynekilen og sørover langs svenskekysten (fig. 29). Undersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden i 1978/81 viste høye konsentrasjoner av Hg, over 2mg/kg. Hvalerområdet og sentrale deler av Løperen var mest belastet (Næs, 1983). Undersøkelser i Iddefjorden har vist en konsentrasjonsøkning det siste århundret, fra 0.025mg/kg opp mot 3mg/kg i overflatesedimentene (Olausson, 1975). Det kan synes som Kosterfjorden er et avsetningsområde for Hg-kontaminerte sedimenter fra disse områdene.

## Sammenfatning

Analyser av overflatesedimentene viser at konsentrasjonene av de fleste metallene er innenfor normalen for marine sedimenter. Unntakene er kvikksølv og bly. Verdiene for flere av metallene (Fe, Cr, Ti) varierer i tillegg svært lite i hele det undersøkte området.

Områdene som er minst berørt, er området ved Tisler, rundt Nord-Koster, samt området sør for Kosterfjorden/Kosterrenna. Området med de høyeste metallverdiene, (Pb, Cu, Cd og Hg), er fra munningen av Singlefjorden og Dynekilen sørover tom. Kosterfjorden/Kosterrenna.

Undersøkelser gjort i området innenfor Hvalers skjærgård og Singlefjorden (Næs, 1983) viser at Glomma tilfører området sedimenter med forhøyet innhold av en rekke metaller. Man kan derfor forvente virkninger av dette, også utenfor skjærgården. Når undersøkelsen i 1989 viser at konsentrasjonene er relativt lave utenfor skjærgården, kan dette ha mange årsaker. Mesteparten av de kontaminerte sedimentene som Glomma fører med seg forblir innenfor skjærgården. I tillegg vil stor fortykning utenfor skjærgården og høy sedimentasjonshastighet føre til moderate konsentrasjoner av metaller i sedimentene. Sedimenttransporten fra sør med Jyllandstrømmen bidrar blant annet til dette. Dette kan sees av forskjellig sedimentsammensetning innenfor og utenfor skjærgården (Rønningsland et al., 1981 og Pederstad, 1982). Sedimenttilveksten i området er relativt høy, sannsynligvis fra 3 - 5 mm/år, dette viser resultatene fra sedimentfellemålingene (kap. 4.2.). Undersøkelser i Skagerrak forøvrig har vist varierende tilvekst i forskjellige områder fra 2 - 15 mm/år (Pederstad, 1982).

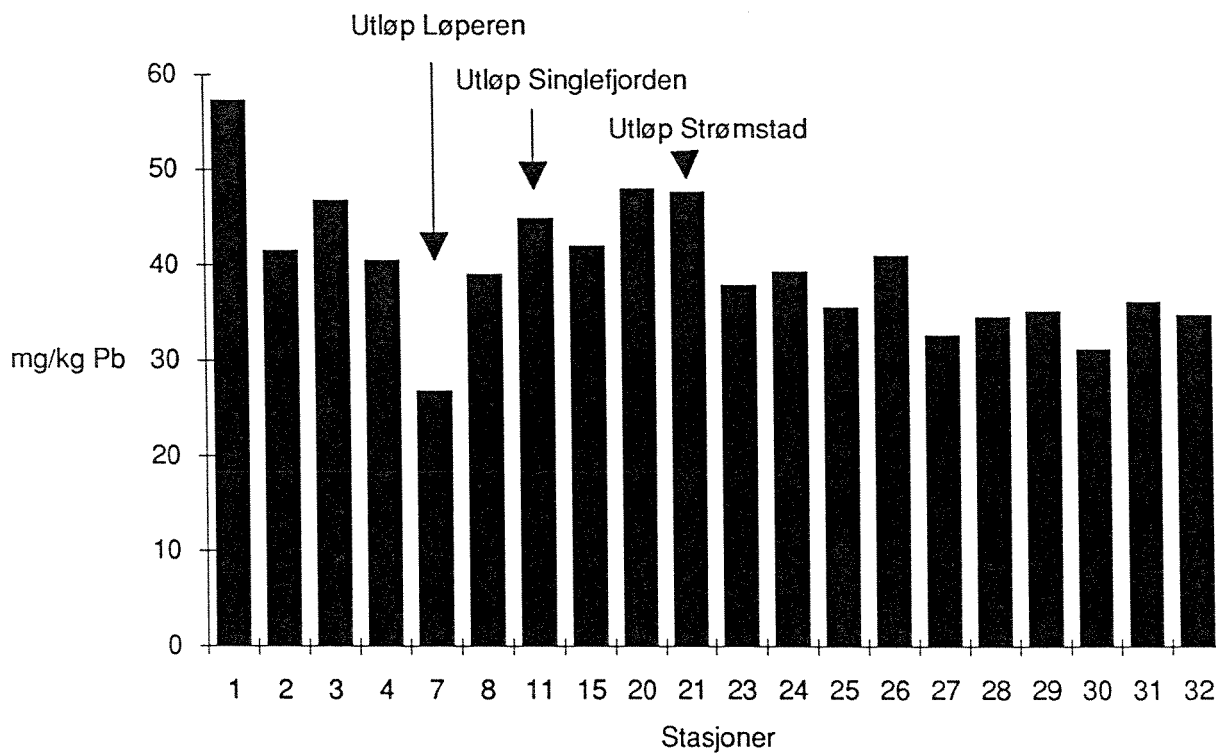


Fig. 26. Innhold av bly (Pb) i overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

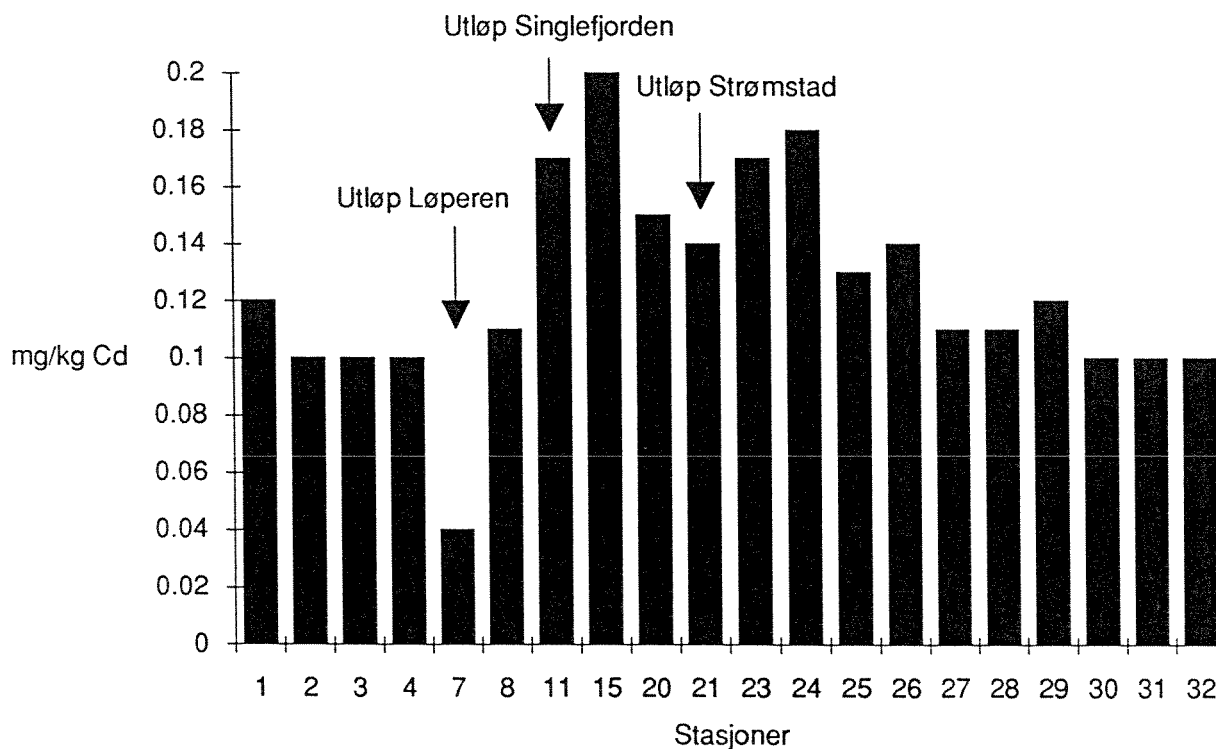


Fig. 27. Innhold av kadmium (Cd) i overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

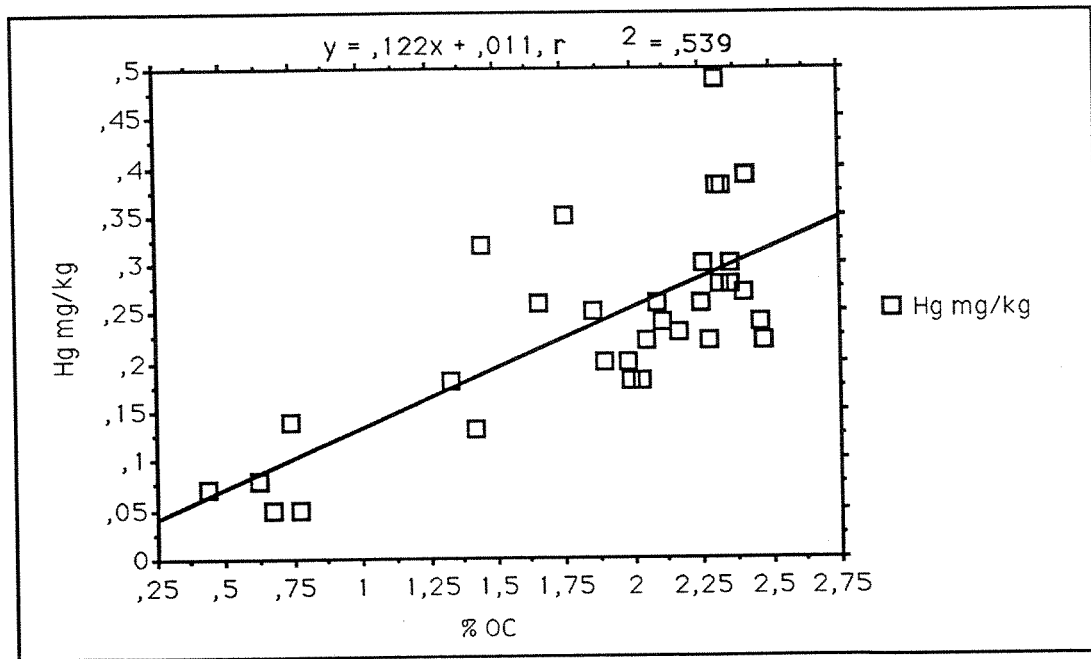


Fig. 28. Regresjonsplot av organisk karbon mot kvikksølv i overflatesedimentene ( $R = 0.734$ ,  $p = 0.0001$ ).

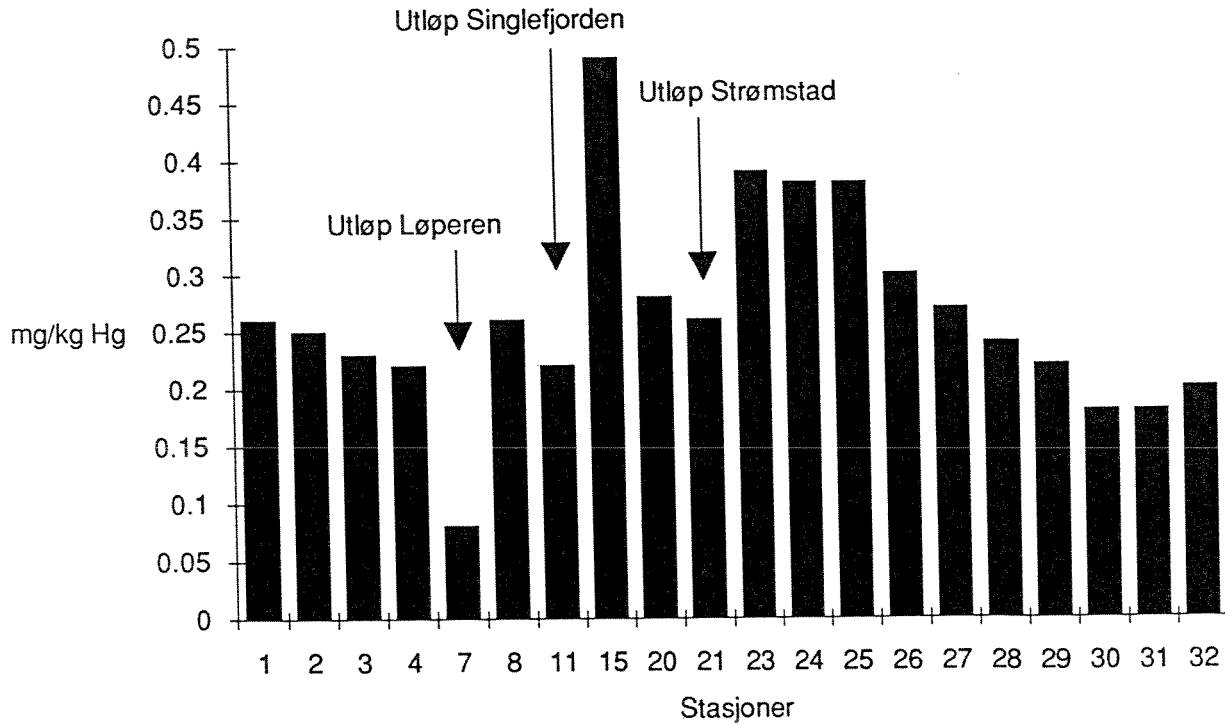


Fig. 29. Innhold av kvikksølv (Hg) overflatesedimentene på stasjoner fra nord til sør, fra Hvaler til Väderöarna.

### Vertikalfordeling av metaller i sedimentene.

Vertikalfordelingen av de fleste metallene i sedimentene viser ingen klare trender. Det er kun små konsentrasjonsforskjeller nedover i sedimentet. I enkelte kjerner ser man en reduksjon med dypet, og i andre en økning, som illustrert ved bly i figur 30. For kvikksølv er forholdet noe annerledes (fig. 31). Stasjon 9 ved munningen av Singlefjorden og stasjon 24 i Kosterfjorden viser en generell konsentrasjonsøkning oppover i sedimentet, henholdsvis fra 0.05 til 0.3 mg/kg og 0.13 til 0.38 mg/kg. Stasjon 4 ved Tisler viste jevnere verdier med tendens til reduksjon fra 10 cm og oppover fra 0.31 til 0.22 mg/kg.

Stasjon 9 og 24 ligger innenfor området som generelt hadde de høyeste metallverdiene i overflatesedimentene, mens stasjon 4 ligger i et mindre berørt område. Det kan synes som tilførselen av kvikksølv til sedimentene i området fra munningen av Singlefjorden og Dynekilen sørover t.o.m. Kosterfjorden/Kosterrenna har økt med tiden. Regner man med en sedimentasjonshastighet på 5 mm/år har økningen vært størst de siste 20 årene. Det synes også som tilførselen av finkornet materiale har økt med tiden i dette området (se datavedlegg).

Ingen kjerner nådde ned til uforurenset sediment. De vekslende og usystematiske verdiene oppover i sedimentet kan skyldes bioturbasjon, reketråling i området og/eller periodevis stor sedimentasjonshastighet.

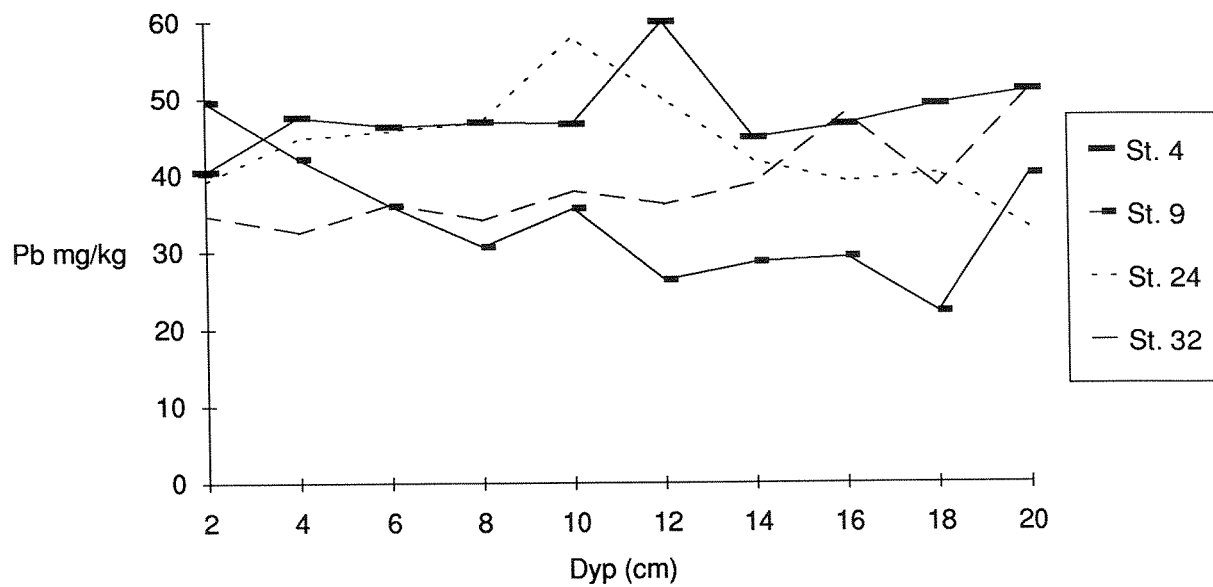


Fig. 30. Vertikalfordeling av bly (Pb) i sedimenter fra stasjon 4, 9, 24 og 32.

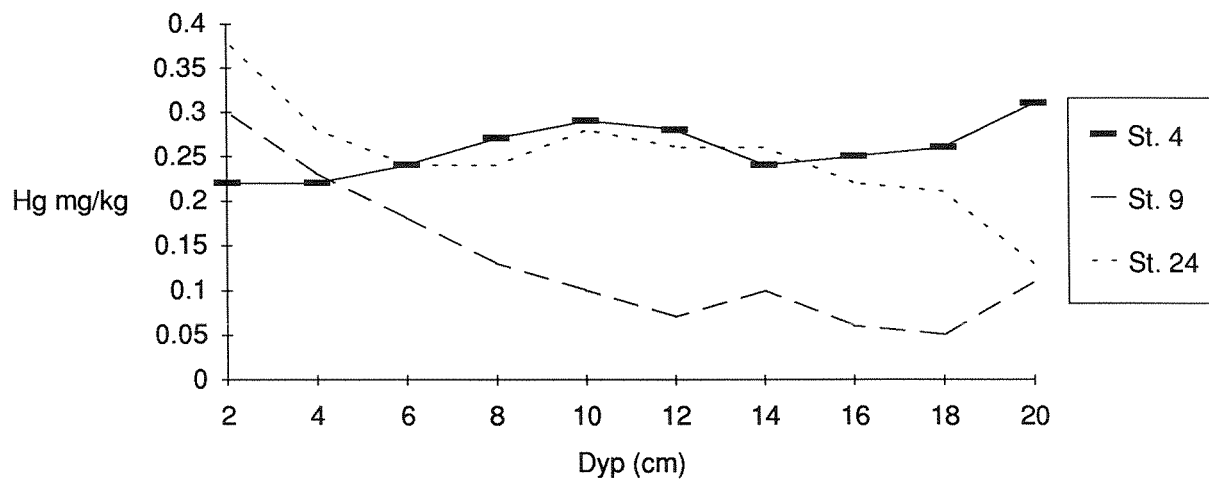


Fig. 31. Vertikalfordeling av kvikksølv (Hg) i sedimenter fra stasjon 4, 9 og 24.



#### 4.3.5 PAH-innhold

---

*Det ble registrert et markert forhøyet PAH-innhold i samtlige overflatesedimenter (3 - 5 ganger bakgrunnsverdiene). Mest sannsynlig skyldes dette diffuse kilder (skipstrafikk, atmosfæriske tilførsler, etc.). En betydelig del av PAH-stoffene er potensielt kreftfremkallende (vel 40%). Belastningen av PAH ser ikke ut til å ha endret seg de siste 10 år.*

---

På utvalgte stasjoner (antall = 13) ble PAH analysert på overflatesedimenter og noen dybdeintervaller (totalt 26 prøver).

Mengden av PAH i kystsedimenter uten påvirkning fra punktkilder har vist seg å variere mellom 200 og 500 µg/kg. En analyse av sedimentet på 40 - 47 cm dyp på stasjon 8 utenfor munningen av Singlefjorden viste en verdi på 133 µg/kg. Dette er tilsynelatende et pre-industrielt nivå.

Samtlige overflatesedimenter viste overkonsentrasjoner av PAH med nivåer rundt 1500 µg/kg (maksimum 2418 µg/kg nær Tisler). Det ble ikke observert noen nord-syd-gradient (Fig. 32) som kan indikere punktkilder. Det må derfor antas at dette relativt høye PAH-nivået skyldes diffuse kilder (skipstrafikk, forbrenning av fossilt brennstoff, biltrafikk, etc.) Orienterende analyser av PAH i sedimenter på to stasjoner i Løperen utført i 1981 viste verdier mellom 700 og 1200 µg/kg (Næs, 1983), det vil si generelt lavere enn i sedimentene i Hvaler-Kosterområdet.

En del av komponentene i PAH er potensielt kreftfremkallende. I prøvene fra svenskekysten er stort sett vel 40% av PAH-komponentene av denne kategorien (% KPAH, se vedlegg). Dette er en naturlig prosentandel også funnet i andre fjorder (Næs og Rygg, 1990).

Den vertikale fordelingen av PAH i de øvre 6 cm av sedimentene viste små variasjoner. Dette er i overensstemmelse med metall-data og indikerer små endringer i forurensningsbelastningen i den tidsperioden som de øvre 6 cm av sedimentet representerer.

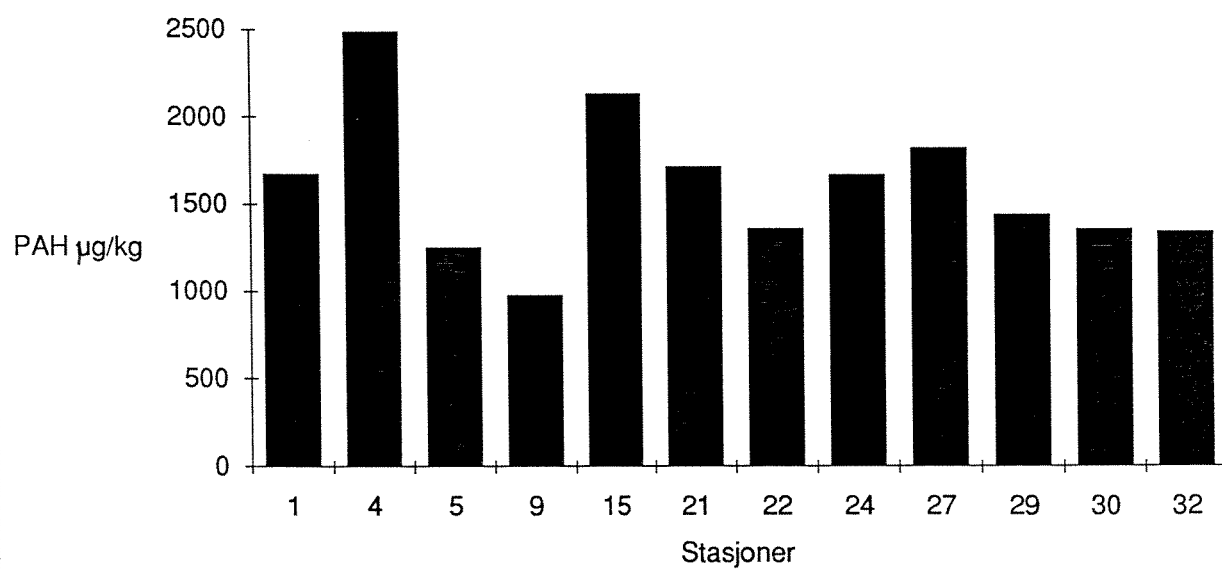


Fig. 32. Innholdet av PAH i overflatesedimentene ved 12 stasjoner.

#### 4.3.6 Innhold av klororganiske forbindelser

---

*Analyser av klorerte benzener, plantevernmidler og PCB viste forhøyede verdier sammenlignet med Nordsjø-sedimenter. Det ble ikke registrert noen klare avstandsgradienter på svenskekysten.*

---

Analyser av 5-CB,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC, HCB,  $\gamma$ -BHC (Lindan), PCB og p,p-DDE ble utført på prøver fra samme stasjoner og dyp som for PAH.

Konsentrasjonene av 5-CB og HCB varierte henholdsvis mellom 0.1 og 0.5 og 0.1 og 1.6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Til sammenligning ble det målt mellom 2 - 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  5-CB og 20 - 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  HCB i sedimenter fra øvre deler av Løperen i 1981 (Næs, 1983). I Nordsjøen derimot inneholder sedimentene fra 0.001 til 0.26  $\mu\text{g}/\text{kg}$  HCB (Knickmeyer og Steinhart, 1988). Det er derfor klart at det er store forskjeller i konsentrasjoner av 5-CB og HCB i landnære sedimenter og i Nordsjø-sedimenter. Nivåene som ble målt i kystområdet Hvaler - Väderöarna er fortsatt lave, selv om de er betydelig høyere enn i Nordsjøen. Det er grunn til å tro at Hvaler-området får tilført disse klororganiske stoffene lokalt.

Analyser av stoffer som er typiske i plantevernmidler ( $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC og p,p-DDE) viste moderate konsentrasjoner. Sammenlignes nivåene av Lindan ( $\gamma$ -BHC) i sedimenter fra svenskekysten med målinger som er gjort i Nordsjøen, er det betydelige forskjeller. På svenskekysten varierte Lindan-mengdene mellom 0.1 og 2.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . I Nordsjø-sedimentene varierte Lindan mellom 0.001 og 0.06  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Knickmeyer og Steinhart, 1988). Det er således klart at sedimenter nærmere land har et høyere forurensningsnivå enn i havområdene utenfor. Det skulle tyde på at tilførsler fra land via elver er en viktigere transport enn via atmosfæren.

PCB-konsentrasjonen i sedimentene fra svenskekysten varierte mellom 0.8 og 21  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . I overflatesedimentene lå nivåene stort sett mellom 10 og 12  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Den laveste verdien ble registrert på 40 - 47 cm sedimentdyp (stasjon 8) øst for Tisler og høyeste konsentrasjon utenfor Strømstad. Det ble ikke observert noen klare avstandsgradienter som indikerer punktkilder (fig. 33).

Tidligere analyser innenfor Hvaler-øyene avslørte verdier mellom 160 og 1800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Næs, 1983). Dette er høye konsentrasjoner og må skyldes lokale kilder. Det ser imidlertid ut til at PCB som tilføres Hvaler-estuaret forblir i sedimentene innenfor øyene.

Sammenlignet med Nordsjø-sedimenter, viste disse en variasjon mellom 0.3 og 4.4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Knickmeyer og Steinhart, 1988). De høyeste konsentrasjonene ble registrert langs norskekysten (Fig. 34).

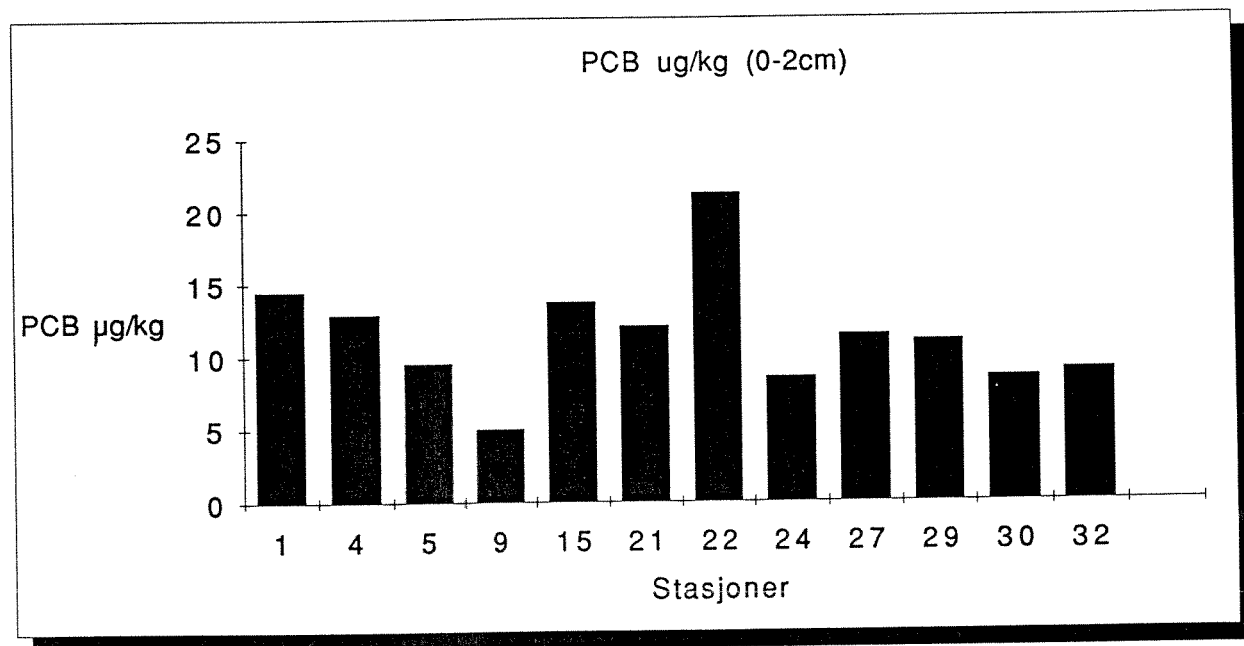


Fig. 33. Innholdet av PCB i overflatesedimentene.

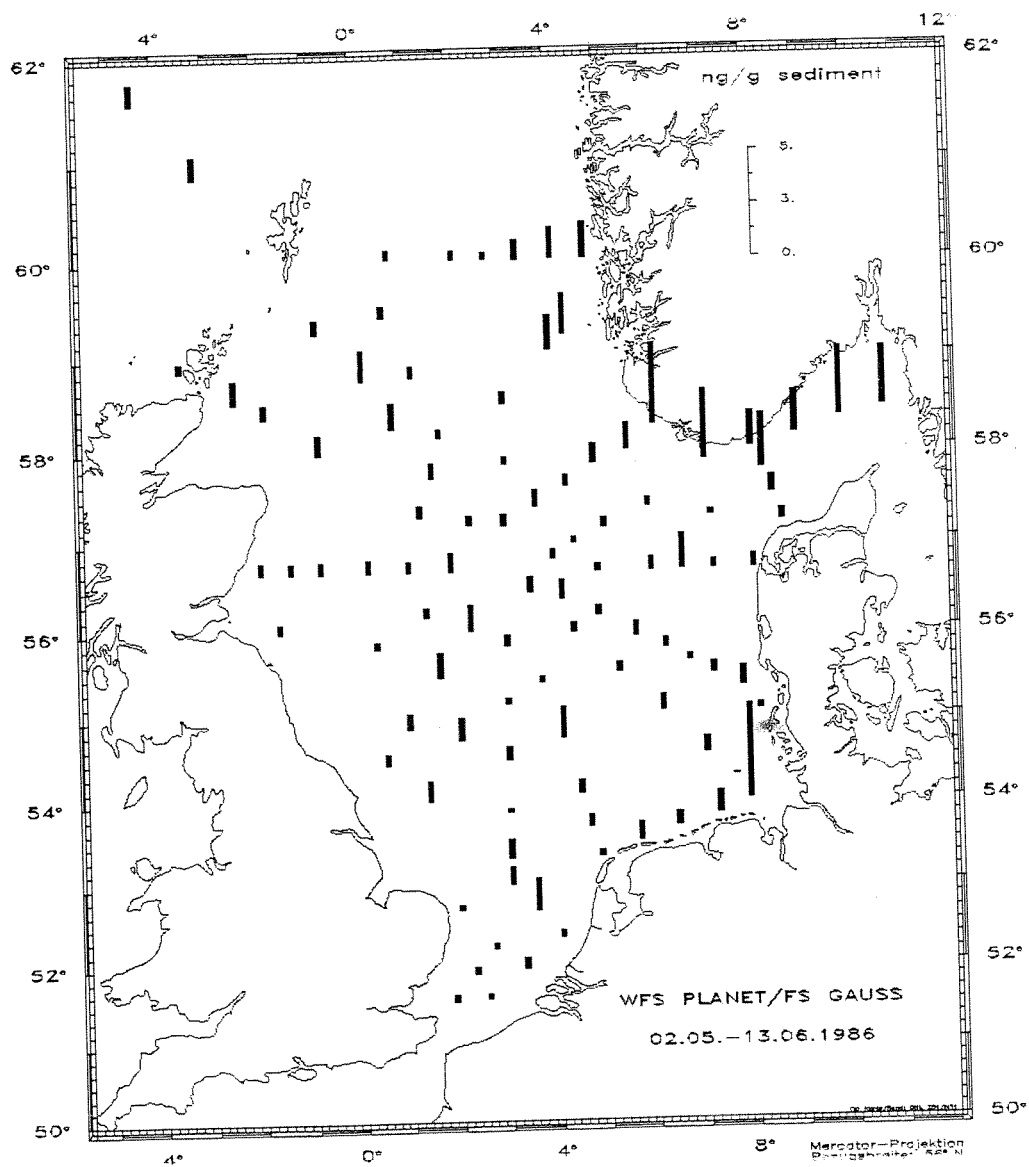


Fig. 34. Konsentrasjonen av  $\Sigma$ PCB (sum av 24 komponenter) i sedimenter fra Nordsjøen (Knickmeyer og Steinhart, 1988).

#### 4.3.7 Sedimenttilvekst basert på Pb-210

---

*Sedimentkjernene var for korte til å fastslå sedimenttilvekst ved aldersdatering. Dette kan bety at sedimenttilveksten i området er større enn 1 cm/år eller at sedimentet er forstyrret av gravende dyr eller tråling.*

---

Det ble tatt kjerner til blydatering på stasjonene 4, 15 og 24.

Ved aldersdatering av sedimentkjerner ved hjelp av bly-210 kreves en reduksjon i bly-210 aktiviteten nedover i kjernen.

På stasjon 4 og 24 ble det ikke observert noe fall i Pb-210 aktiviteten med dybden. På stasjon 15 ble det målt et svakt fall, men nedgangen var for liten til å være signifikant i forhold til usikkerheten på Pb-210 målingene. Dette betyr at kjernene var for korte til å kunne aldersbestemmes.

Sedimenttilveksten i Skagerrak varierer fra område til område, fra 2mm/år til 15mm/år (Pederstad, 1982). Med en sedimenttilvekst på 2mm/år representerer en 20 cm lang kjerne 100 års avsetning. Man burde da kunne forvente et fall i Pb-210 aktiviteten. Det samme gjelder også for metallanalysene. På de dypeste kjernene burde analysene vist konsentrasjoner ned mot bakgrunnsnivå. Selv med en viss omrøring i sedimentet skulle man kunne forvente en gradient. Er sedimenttilveksten derimot 5 mm/år eller mer vil de øverste 20cm bare representere de siste 40 års avsetninger. Er sedimentet i tillegg bioturbert, eller det har vært utsatt for tråling, vil alle gradientene være utvasket. For å få svar på disse spørsmålene, må det tas lengre sedimentkjerner for analyse.

## 5. REFERANSER

- Berglind, L., Arnesen, R.T., Gjessing, E., Knutzen, J. og 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.
- Calvert, S.E., 1976. The mineralogy and geochemistry of near-shore sediments. Riley, J.P. og Chester, R. (eds). Chemical Oceanography 6: 187-280.
- Campbell, J.A. og Loring, D.H., 1980. Baseline levels of heavy metals in the waters and sediments of Baffin Bay. Mar.Pollut.Bull., 11: 257-261.
- Doff, D.H., 1969. The geochemistry of recent oxic and anoxic sediments of Oslo Fjord, Norway. Ph.D.Thesis, University of Edinburgh. 245 pp.
- Eisma, D. og Kalf, J., 1987. Dispersal, concentration and deposition of suspended matter in the North Sea. Journ.Geol.Society, London. Vol. 144: 161-178.
- Eisma, D., Skei, J., Westerlund, S., Kalf, J., Magnusson, B., Næs, K. og Sørensen, K., 1984. Distribution and composition of suspended particulate matter and trace metals in the Skagerrak. ICES WGMS-meeting. Rostock.
- Hölemann, J. og Wirth, H., 1988. Concentration, major element ratios and scanning electron microscopy of suspended particulate matter from the North Sea, spring 1986. Mitt.Geol.-Paläont.Inst., Univ. Hamburg, Heft 65.
- Knickmeyer, R. og Steinhart, H., 1988. The distribution of cyclic organochlorines in North Sea sediments. Dt.hydrogr. Z., 41: 1-21.
- Magnusson, J., Skei, J. og Sørensen, K., 1990. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.6. Hydrografiske og hydrokjemiske observasjoner i Ytre Oslofjord juni og august 1988. (In press.).
- Niemistö, L., 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskningsinst. Skr. Helsinki, 238, 33-38.

- NIVA, 1978. Vannforurensningsproblemer ved produksjon av aluminium-oksyd fra anorthositt. Rapport 1. Topografiske forhold og tidligere undersøkelser av vannutskifting, vannkvalitet og bunnsedimenter i Sognefjordområdet. NIVA-rapport 0-54/77, 42 s.
- 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 og Rygg, B., 1990. Overvåking av Årdalsfjorden. Sedimenter og bløtbunnsfauna i 1989. NIVA-rapport 0-89095502/03, 51 s.
- Næs, K. and Skei, J., 1986. Pollutant transport and sedimentation in the Glomma estuary, southern Norway. Rapp. P.-v. Reun.Cons.int. Explor. Mer. 186: 352-360.
- Olausson, E., 1975. Man-made effect on sediments from Kattegat and Skagerrak. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Vol. 97, pp. 3 - 12. Stockholm.
- Pederstad, K., 1982. Sedimentologiske, mineralogiske og geokjemiske undersøkelser av sedimenter fra Oslofjorden og Skagerrak. Upubl. Dr.scient.-oppgave i geologi ved Universitetet i Oslo. 149 s.
- Price, N.B. and Skei, J., 1975. Areal and seasonal variations in the chemistry of suspended particulate matter in a deep fjord. Estuar.Coast.Mar. Sci., 3: 349-369.
- Roaldset, E., 1978. Mineralogical and chemical changes during weathering, transport and sedimentation in different environments, with particular reference to the distribution of yttrium and the lanthanoide elements. Dr.philos avhandling, Universitetet i Oslo.
- Rygg, B., Green, N., Knutzen, J. og Molvær, J., 1988. Grenlandsfjordene og Skienselva 1987. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport 327/88, SFT/NIVA, 72 s.
- Rønningsland, T.M., Roaldset, E. and Rosenqvist, I.Th., 1981. Origin and composition of recent clays in the Kattegat, Skagerrak and adjacent Scandinavian coastal waters.



- Sholkovitz, E.R. and Price, N.B., 1980. The major element chemistry of suspended matter in the Amazon Estuary. *Geochim.Cosmochim.Acta*, 44: 163-171.
- Skei, J., 1978. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Sørfjorden (Hardanger) 1978. NIVA-rapport O-75038. 32 s.
- Skei, J., 1987. Kronos Titan A/S. Overvåking av vannkvalitet og bunnsedimenter i nedre Glomma (Greåker - Løperen), april - september 1986. NIVA-rapport O-86063.
- Skei, J. and Paus, P.E., 1979. Surface metal enrichment and partitioning of metals in a dated sediment core from a Norwegian fjord. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 43, 239-246.
- Skei, J. and Melsom, S., 1982. Seasonal and vertical variations in the chemical composition of suspended particulate matter in an oxygen-deficient fjord. *Estuar.Coast.Shelf.Sci.*, 14: 61-78.
- Skei, J., Rygg, B. og Næs, K., 1986. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1984 - 85. Delrapport 1: Sedimentfeller, bunnsedimenter og bløtbunnsfauna. Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport 222/86, SFT/NIVA, 62 s.
- Weering, T.C.E. van, 1981. Recent sediments and sediment transport in the northern North Sea: Surface sediments of the Skagerrak. *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.* 335-359.

**DATAVEDLEGG**

**RÅDATA: PARTIKLER I VANN**

STASJON : SN-1  
PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	22.86	128.60	46.71	23.53	4	22.86	55.42	128.60	50.03

STASJON : SN-1  
PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	6.03	3.97	8.57	8.46	4	3.97	6.76	8.57	2.20

STASJON : SN-1  
PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.00	0.88	0.56	0.80	4	0.56	0.81	1.00	0.19

STASJON : SN-1  
PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.21	9.14	3.81	1.55	4	1.21	3.93	9.14	3.66

STASJON : SN-1  
PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.32	0.28	0.70	0.56	4	0.28	0.46	0.70	0.20

STASJON : SN-1  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.05	0.06	0.05	0.05	4	0.05	0.05	0.06	0.00

STASJON : SN-1  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.34	5.71	1.35	1.47	4	1.34	2.47	5.71	2.16

STASJON : SN-1  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	22.86	145.70	83.04	29.41	4	22.86	70.25	145.70	57.07

STASJON : SN-1  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	57.14	471.40	190.30	75.63	4	57.14	198.62	471.40	191.16

STASJON : SN-1  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.38	3.24	0.54	0.28	4	0.28	1.11	3.24	1.42

STASJON : SN-3

PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	9.85	53.85	67.00	48.33	4	9.85	44.76	67.00	24.55

STASJON : SN-3

PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	3.52	3.51	7.85	7.31	4	3.51	5.55	7.85	2.36

STASJON : SN-3

PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.87	0.91	0.57	0.81	4	0.57	0.79	0.91	0.15

STASJON : SN-3

PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.54	3.33	5.30	3.28	4	0.54	3.11	5.30	1.96

STASJON : SN-3

PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.19	0.22	0.62	0.50	4	0.19	0.38	0.62	0.21

STASJON : SN-3  
PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.05	0.06	0.04	0.05	4	0.04	0.05	0.06	0.00

STASJON : SN-3  
PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.87	5.90	2.80	3.83	4	0.87	3.35	5.90	2.10

STASJON : SN-3  
PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	11.34	58.97	118.00	60.00	4	11.34	62.08	118.00	43.65

STASJON : SN-3  
PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	31.34	264.10	295.00	155.56	4	31.34	186.50	295.00	119.48

STASJON : SN-3  
PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.28	1.53	0.85	0.66	4	0.28	0.83	1.53	0.52

STASJON : SN-5

PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.65	10.85	13.02	10.11	4	1.65	8.91	13.02	4.99

STASJON : SN-5

PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.21	2.27	4.21	4.72	4	1.21	3.10	4.72	1.64

STASJON : SN-5

PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.50	1.23	0.85	0.77	4	0.50	0.84	1.23	0.30

STASJON : SN-5

PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.12	0.68	0.88	0.92	4	0.12	0.65	0.92	0.37

STASJON : SN-5

PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.09	0.14	0.28	0.43	4	0.09	0.23	0.43	0.15



STASJON : SN-5  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.04	0.08	0.06	0.07	4	0.04	0.06	0.08	0.02

STASJON : SN-5  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.49	2.58	1.07	1.01	4	0.49	1.29	2.58	0.90

STASJON : SN-5  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	3.33	8.81	15.35	13.19	4	3.33	10.17	15.35	5.31

STASJON : SN-5  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	13.73	43.39	58.14	44.84	4	13.73	40.02	58.14	18.74

STASJON : SN-5  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.14	0.48	0.31	0.21	4	0.14	0.28	0.48	0.15

STASJON : SN-6

PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.71	8.89	12.15	11.52	4	1.71	8.57	12.15	4.78

STASJON : SN-6

PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.83	2.40	3.05	4.63	4	0.83	2.73	4.63	1.57

STASJON : SN-6

PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.53	1.25	0.81	0.80	4	0.53	0.85	1.25	0.30

STASJON : SN-6

PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.14	0.37	0.97	1.01	4	0.14	0.62	1.01	0.43

STASJON : SN-6

PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.07	0.10	0.24	0.41	4	0.07	0.20	0.41	0.16

STASJON : SN-6  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.04	0.05	0.06	0.07	4	0.04	0.05	0.07	0.01

STASJON : SN-6  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.52	1.93	1.30	0.90	4	0.52	1.16	1.93	0.60

STASJON : SN-6  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	3.22	7.11	14.98	14.33	4	3.22	9.91	14.98	5.71

STASJON : SN-6  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	12.89	37.04	54.66	46.35	4	12.89	37.73	54.66	18.06

STASJON : SN-6  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.21	0.37	0.40	0.25	4	0.21	0.31	0.40	0.09

STASJON : SN-7

PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	2.52	46.15	34.86	39.01	4	2.52	30.63	46.15	19.31

STASJON : SN-7

PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.51	2.22	7.00	5.98	4	1.51	4.18	7.00	2.72

STASJON : SN-7

PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.63	0.90	0.56	0.81	4	0.56	0.72	0.90	0.16

STASJON : SN-7

PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.22	3.08	2.80	2.97	4	0.22	2.27	3.08	1.37

STASJON : SN-7

PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.13	0.15	0.56	0.46	4	0.13	0.32	0.56	0.22

STASJON : SN-7  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.06	0.06	0.05	0.06	4	0.05	0.06	0.06	0.00

STASJON : SN-7  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.44	7.49	1.61	2.64	4	0.44	3.04	7.49	3.10

STASJON : SN-7  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	4.00	51.28	61.93	48.35	4	4.00	41.39	61.93	25.60

STASJON : SN-7  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	17.04	243.60	151.38	120.88	4	17.04	133.22	243.60	93.39

STASJON : SN-7  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.17	2.08	0.50	0.65	4	0.17	0.85	2.08	0.84

STASJON : SN-9

PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	3.65	8.75	21.13	16.30	4	3.65	12.46	21.13	7.77

STASJON : SN-9

PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	2.17	2.53	5.60	4.74	4	2.17	3.76	5.60	1.67

STASJON : SN-9

PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.65	0.93	0.58	0.80	4	0.58	0.74	0.93	0.16

STASJON : SN-9

PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.32	0.50	1.69	1.33	4	0.32	0.96	1.69	0.66

STASJON : SN-9

PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.19	0.14	0.45	0.39	4	0.14	0.29	0.45	0.15

STASJON : SN-9  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.06	0.05	0.05	0.07	4	0.05	0.06	0.07	0.01

STASJON : SN-9  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.55	1.44	1.55	1.26	4	0.55	1.20	1.55	0.45

STASJON : SN-9  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	5.62	9.38	36.62	20.37	4	5.62	18.00	36.62	13.90

STASJON : SN-9  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	22.80	33.75	100.94	61.11	4	22.80	54.65	100.94	34.81

STASJON : SN-9  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.17	0.35	0.38	0.34	4	0.17	0.31	0.38	0.10

STASJON : SN10  
 PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	12.92	18.56	44.93	30.39	4	12.92	26.70	44.93	14.17

STASJON : SN10  
 PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	6.84	2.99	7.54	6.41	4	2.99	5.94	7.54	2.02

STASJON : SN10  
 PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.25	1.16	0.55	0.77	4	0.55	0.93	1.25	0.33

STASJON : SN10  
 PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.65	1.24	3.48	2.70	4	0.65	2.02	3.48	1.30

STASJON : SN10  
 PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.34	0.20	0.58	0.57	4	0.20	0.42	0.58	0.19



STASJON : SN10  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.06	0.08	0.04	0.07	4	0.04	0.06	0.08	0.02

STASJON : SN10  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.61	1.96	1.67	2.21	4	0.61	1.61	2.21	0.70

STASJON : SN10  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	10.33	15.98	81.50	39.22	4	10.33	36.76	81.50	32.34

STASJON : SN10  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	27.68	67.01	189.43	105.39	4	27.68	97.38	189.43	69.08

STASJON : SN10  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.19	0.62	0.60	0.47	4	0.19	0.47	0.62	0.20

STASJON : SN11

PARAMETER : pFe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	2.38	10.41	14.63	9.89	4	2.38	9.33	14.63	5.09

STASJON : SN11

PARAMETER : Fe

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	1.58	2.03	5.56	4.50	4	1.58	3.42	5.56	1.92

STASJON : SN11

PARAMETER : Fe/Al

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.68	1.06	0.65	0.64	4	0.64	0.76	1.06	0.20

STASJON : SN11

PARAMETER : pTi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.17	0.66	1.14	0.78	4	0.17	0.69	1.14	0.40

STASJON : SN11

PARAMETER : Ti

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.11	0.13	0.43	0.35	4	0.11	0.25	0.43	0.16

STASJON : SN11  
 PARAMETER : Ti/A1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.05	0.07	0.05	0.05	4	0.05	0.05	0.07	0.01

STASJON : SN11  
 PARAMETER : pP

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.41	1.92	0.85	0.78	4	0.41	0.99	1.92	0.65

STASJON : SN11  
 PARAMETER : pA1

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	3.49	9.86	22.61	15.55	4	3.49	12.88	22.61	8.15

STASJON : SN11  
 PARAMETER : pSi

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	13.49	42.19	78.46	49.47	4	13.49	45.90	78.46	26.69

STASJON : SN11  
 PARAMETER : TSM

DYP	DATO	DATO	DATO	DATO	N	MIN	MID	MAX	ST.AV.
METER	890308	890807	891115	891206					
1.0	0.15	0.51	0.26	0.22	4	0.15	0.29	0.51	0.16

**Rådata: Sedimentfelldata**

Vedlegg Rådata sedimentfeller: Innhold av organisk karbon (OC), nitrogen (N), fosfor (P) i fellelematriale. Dato angir innsamling.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	OC	N	P
		m		%	%	%
1	20-Aug-89	10	31	21.90	4.14	0.22
1	06-Oct-89	10	25	10.80	2.12	
1	08-Nov-89	10	32	7.78	1.64	0.19
1	20-Aug-89	50	31	8.91	1.42	0.18
1	06-Oct-89	50	25	4.83	0.76	0.16
1	08-Nov-89	50	32			
2	07-Jun-89	10	40	21.60	4.13	0.38
2	05-Jul-89	10	26	15.40	2.45	0.23
2	20-Aug-89	10	46	13.10	2.36	0.23
2	12-Sep-89	10	23	7.48	1.28	0.15
2	06-Oct-89	10	25	9.89	1.69	0.15
2	08-Nov-89	10	32	13.60	2.84	0.20
2	07-Jun-89	50	40	6.97	1.18	0.19
2	05-Jul-89	50	26			
2	20-Aug-89	50	46	5.32	0.83	0.14
2	12-Sep-89	50	23			
2	06-Oct-89	50	25	6.16	0.99	0.17
2	08-Nov-89	50	32			
3	07-Jun-89	10	40	11.90	1.99	0.25
3	05-Jul-89	10	26	16.40	2.80	0.21
3	22-Aug-89	10	48	7.62	1.59	0.10
3	12-Sep-89	10	21	10.90	2.13	0.19
3	06-Oct-89	10	25	23.90	4.70	0.25
3	08-Nov-89	10	32	14.00	3.17	0.26
3	07-Jun-89	50	40	12.40	2.34	0.23
3	05-Jul-89	50	26			
3	22-Aug-89	50	48	7.76	1.24	
3	12-Sep-89	50	21			
3	06-Oct-89	50	25	8.54	1.40	0.18
3	08-Nov-89	50	32			
4	07-Jun-89	10	40	14.00	2.16	0.24
4	07-Jul-89	10	28	13.90	2.29	0.22
4	20-Aug-89	10	31	28.10	4.77	0.32
4	12-Sep-89	10	23	14.90	2.46	0.24
4	06-Oct-89	10	25	15.60	2.98	0.20
4	08-Nov-89	10	32	14.50	3.03	0.22
4	07-Jun-89	50	40	12.30	2.15	0.21
4	07-Jul-89	50	28			
4	20-Aug-89	50	31	10.40	1.60	0.19
4	12-Sep-89	50	23			
4	06-Oct-89	50	25	6.60	1.14	0.17
4	08-Nov-89	50	32			
5	06-Jun-89	10	26	13.50	2.17	0.23
5	20-Aug-89	10	47	8.42	1.84	0.15
5	12-Sep-89	10	23	8.60	1.52	0.17
5	06-Oct-89	10	25	10.30	2.20	0.18
5	08-Nov-89	10	32	8.10	1.54	0.17

## Vedlegg IV. Fortsettelse.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	OC	N	P
		m		%	%	%
6	06-Jun-89	10	39	14.80	2.51	0.17
6	04-Jul-89	10	26	14.40	2.39	0.21
6	20-Aug-89	10	47	16.30	2.62	0.48
6	12-Sep-89	10	23	15.40	2.69	0.21
6	06-Oct-89	10	25	11.10	2.03	0.19
6	08-Nov-89	10	32	11.80	2.15	0.20
6	06-Jun-89	50	39	6.66	1.03	0.16
6	04-Jul-89	50	26			0.15
6	20-Aug-89	50	47	6.74	1.04	
6	12-Sep-89	50	23			
6	06-Oct-89	50	25	8.50	1.48	0.17
6	08-Nov-89	50	32			
7	06-Jun-89	10	39	19.80	3.52	0.25
7	07-Jul-89	10	29	14.50	2.44	0.20
7	22-Aug-89	10	46	17.60	3.16	0.19
7	12-Sep-89	10	23	14.10	2.60	0.19
7	06-Oct-89	10	25	12.90	2.56	0.21
7	08-Nov-89	10	32	10.20	1.97	0.18
7	06-Jun-89	50	39	8.33	1.43	0.16
7	07-Jul-89	50	29			0.14
7	22-Aug-89	50	46	8.04	1.36	
7	12-Sep-89	50	23			
7	06-Oct-89	50	50	6.49	1.08	
7	06-oct-89	50	64			

Vedlegg . Rådata sedimentfeller: Innhold av jern (Fe), aluminium (Al), titan (T) i fellematerialene. Dato angri innsamling.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	Fe	Al	Ti
		m		%	%	%
1	20-Aug-89	10	31	3.30	4.12	0.384
1	06-Oct-89	10	25	3.58	3.42	0.383
1	08-Nov-89	10	32	3.23	3.77	0.269
1	20-Aug-89	50	31	4.40	5.52	0.395
1	06-Oct-89	50	25	5.24	6.66	0.433
1	08-Nov-89	50	32			
2	07-Jun-89	10	40	3.24	3.42	0.304
2	05-Jul-89	10	26	3.45	3.82	0.363
2	20-Aug-89	10	46	2.53	3.17	0.296
2	12-Sep-89	10	23	3.37	4.23	0.426
2	06-Oct-89	10	25	3.25	3.72	0.374
2	08-Nov-89	10	32	3.03	3.99	0.285
2	07-Jun-89	50	40	5.24	6.15	0.496
2	05-Jul-89	50	26			
2	20-Aug-89	50	46	5.23	6.48	0.490
2	12-Sep-89	50	23			
2	06-Oct-89	50	25	5.71	7.10	0.528
2	08-Nov-89	50	32			
3	07-Jun-89	10	40	4.36	5.18	0.383
3	05-Jul-89	10	26	3.08	3.82	0.330
3	22-Aug-89	10	48	1.26	1.48	0.113
3	12-Sep-89	10	21	2.97	2.16	0.193
3	06-Oct-89	10	25	2.15	2.04	0.178
3	08-Nov-89	10	32	1.89	2.32	0.186
3	07-Jun-89	50	40	4.01	4.76	0.328
3	05-Jul-89	50	26			
3	22-Aug-89	50	48	4.74	6.33	0.417
3	12-Sep-89	50	21			
3	06-Oct-89	50	25	4.78	6.14	0.384
3	08-Nov-89	50	32			
4	07-Jun-89	10	40	3.65	4.18	0.309
4	07-Jul-89	10	28	2.15	2.90	0.226
4	20-Aug-89	10	31	1.16	1.61	0.099
4	12-Sep-89	10	23	3.32	4.02	0.312
4	06-Oct-89	10	25	2.81	3.25	0.255
4	08-Nov-89	10	32	2.35	3.01	0.224
4	07-Jun-89	50	40	3.61	4.83	0.305
4	07-Jul-89	50	28			
4	20-Aug-89	50	31	4.15	5.57	0.342
4	12-Sep-89	50	23			
4	06-Oct-89	50	25	4.20	5.86	0.417
4	08-Nov-89	50	32			
5	06-Jun-89	10	26	3.31	4.13	0.250
5	20-Aug-89	10	47	1.35	1.76	0.122
5	12-Sep-89	10	23	3.94	5.13	0.341
5	06-Oct-89	10	25	2.44	2.76	0.185
5	08-Nov-89	10	32	2.85	3.97	0.273

## Vedlegg 28. Fortsettelse.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	Fe	Al	Ti
		m		%	%	%
6	06-Jun-89	10	39	2.96	4.34	0.264
6	04-Jul-89	10	26	1.97	2.76	0.208
6	20-Aug-89	10	47	1.42	2.21	0.139
6	12-Sep-89	10	23	2.07	2.41	0.193
6	06-Oct-89	10	25	2.73	3.49	0.258
6	08-Nov-89	10	32	2.70	3.90	0.290
6	06-Jun-89	50	39	3.84	5.52	0.349
6	04-Jul-89	50	26			
6	20-Aug-89	50	47	3.81	5.71	0.345
6	12-Sep-89	50	23			
6	06-Oct-89	50	25	3.68	4.83	0.377
6	08-Nov-89	50	32			
7	06-Jun-89	10	39	2.34	3.38	0.215
7	07-Jul-89	10	29	1.80	2.67	0.188
7	22-Aug-89	10	46	1.38	2.15	0.124
7	12-Sep-89	10	23	2.19	2.94	0.235
7	06-Oct-89	10	25	2.26	2.81	0.192
7	08-Nov-89	10	32	2.22	3.27	0.196
7	06-Jun-89	50	39	3.63	5.35	0.314
7	07-Jul-89	50	29			
7	22-Aug-89	50	46	3.32	5.29	0.288
7	12-Sep-89	50	23			
7	06-Oct-89	50	50	4.05	5.95	0.346
7	06-oct-89	50	64			



Vedlegg 3. Rådata sedimentfeller: Fluks (sedimentering) av totalt partikulert materiale (TPF), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), total fosfor (TP). Dato angir innsamling.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	TPM	mg/m <sup>2</sup> /d		
					OC	TN	TP
1	20-Aug-89	10	31	1380	302	57.1	3.1
1	06-Oct-89	10	25	1115	120	23.6	
1	08-Nov-89	10	32	2328	181	38.2	4.4
1	20-Aug-89	50	31	2551	227	36.2	4.5
1	06-Oct-89	50	25	3382	163	25.7	5.3
1	08-Nov-89	50	32	4524			
2	07-Jun-89	10	40	1719	371	71.0	6.5
2	05-Jul-89	10	26	1841	284	45.1	4.2
2	20-Aug-89	10	46	1569	206	37.0	3.6
2	12-Sep-89	10	23	1340	100	17.1	2.0
2	06-Oct-89	10	25	1069	106	18.1	1.6
2	08-Nov-89	10	32	2586	352	73.4	5.2
2	07-Jun-89	50	40	3555	248	42.0	6.6
2	05-Jul-89	50	26	5788			
2	20-Aug-89	50	46	4434	236	36.8	6.2
2	12-Sep-89	50	23	4600			
2	06-Oct-89	50	25	3825	236	37.9	6.4
2	08-Nov-89	50	32	5260			
3	07-Jun-89	10	40	1471	175	29.3	3.7
3	05-Jul-89	10	26	2101	345	58.8	4.4
3	22-Aug-89	10	48	5377	410	85.5	5.5
3	12-Sep-89	10	21	1025	112	21.8	1.9
3	06-Oct-89	10	25	1100	263	51.7	2.7
3	08-Nov-89	10	32	3271	458	103.7	8.4
3	07-Jun-89	50	40	2454	304	57.4	5.7
3	05-Jul-89	50	26	3986			
3	22-Aug-89	50	48	2103	163	26.1	
3	12-Sep-89	50	21	2346			
3	06-Oct-89	50	25	2302	197	32.2	4.2
3	08-Nov-89	50	32	2936			
4	07-Jun-89	10	40	703	98	15.2	1.7
4	07-Jul-89	10	28	1955	272	44.8	4.4
4	20-Aug-89	10	31	1265	355	60.3	4.0
4	12-Sep-89	10	23	581	87	14.3	1.4
4	06-Oct-89	10	25	749	117	22.3	1.5
4	08-Nov-89	10	32	2109	306	63.9	4.7
4	07-Jun-89	50	40	1849	227	39.8	3.8
4	07-Jul-89	50	28	4238			
4	20-Aug-89	50	31	3290	342	52.6	6.3
4	12-Sep-89	50	23	2469			
4	06-Oct-89	50	25	2995	198	34.1	5.0
4	08-Nov-89	50	32	1142			
5	06-Jun-89	10	26	1528	206	33.2	3.5
5	20-Aug-89	10	47	1165	98	21.4	1.8
5	12-Sep-89	10	23	1246	107	18.9	2.1
5	06-Oct-89	10	25	1436	148	31.6	2.5
5	08-Nov-89	10	32	2363	191	36.4	3.9

## Vedlegg XX. Fortsettelse.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	TPM	OC	TN	TP
6	06-Jun-89	10	39	953	141	23.9	1.6
6	04-Jul-89	10	26	2522	363	60.3	5.2
6	20-Aug-89	10	47	1289	210	33.8	6.2
6	12-Sep-89	10	23	515	79	13.8	1.1
6	06-Oct-89	10	25	611	68	12.4	1.2
6	08-Nov-89	10	32	1214	143	26.1	2.4
6	06-Jun-89	50	39	2687	179	27.7	4.4
6	04-Jul-89	50	26	4520			6.6
6	20-Aug-89	50	47	3795	256	39.5	
6	12-Sep-89	50	23	3836			
6	06-Oct-89	50	25	1029	87	15.2	1.7
6	08-Nov-89	50	32	4886			0.0
7	06-Jun-89	10	39	1502	297	52.9	3.7
7	07-Jul-89	10	29	2103	305	51.3	4.2
7	22-Aug-89	10	46	1254	221	39.6	2.4
7	12-Sep-89	10	23	836	118	21.7	1.5
7	06-Oct-89	10	25	698	90	17.9	1.5
7	08-Nov-89	10	32	2721	278	53.6	5.0
7	06-Jun-89	50	39	2853	238	40.8	4.7
7	07-Jul-89	50	29	4504			6.1
7	22-Aug-89	50	46	2571	207	35.0	
7	12-Sep-89	50	23	2701			
7	06-Oct-89	50	50	2954	192	31.9	
7	06-oct-89	50	64	6171			

Vedlegg . Rådata sedimentfeller: Fluks (sedimentasjon) av jern (Fe), aluminium (Al), titan (Ti). Dato angir innsamling.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	mg/m <sup>2</sup> /d		
				Fe	Al	Ti
		m				
1	20-Aug-89	10	31	4.6	5.7	0.6
1	06-Oct-89	10	25	4.0	3.8	0.4
1	08-Nov-89	10	32	7.5	8.8	0.9
1	20-Aug-89	50	31	11.2	14.1	1.4
1	06-Oct-89	50	25	17.7	22.5	2.3
1	08-Nov-89	50	32			
2	07-Jun-89	10	40	5.6	5.9	0.6
2	05-Jul-89	10	26	6.4	7.0	0.7
2	20-Aug-89	10	46	4.0	5.0	0.5
2	12-Sep-89	10	23	4.5	5.7	0.6
2	06-Oct-89	10	25	3.5	4.0	0.4
2	08-Nov-89	10	32	7.8	10.3	1.0
2	07-Jun-89	50	40	18.6	21.9	2.2
2	05-Jul-89	50	26			
2	20-Aug-89	50	46	23.2	28.7	2.9
2	12-Sep-89	50	23			
2	06-Oct-89	50	25	21.8	27.2	2.7
2	08-Nov-89	50	32			
3	07-Jun-89	10	40	6.4	7.6	0.8
3	05-Jul-89	10	26	6.5	8.0	0.8
3	22-Aug-89	10	48	6.8	8.0	0.8
3	12-Sep-89	10	21	3.0	2.2	0.2
3	06-Oct-89	10	25	2.4	2.2	0.2
3	08-Nov-89	10	32	6.2	7.6	0.8
3	07-Jun-89	50	40	9.8	11.7	1.2
3	05-Jul-89	50	26			
3	22-Aug-89	50	48	10.0	13.3	1.3
3	12-Sep-89	50	21			
3	06-Oct-89	50	25	11.0	14.1	1.4
3	08-Nov-89	50	32			
4	07-Jun-89	10	40	2.6	2.9	0.3
4	07-Jul-89	10	28	4.2	5.7	0.6
4	20-Aug-89	10	31	1.5	2.0	0.2
4	12-Sep-89	10	23	1.9	2.3	0.2
4	06-Oct-89	10	25	2.1	2.4	0.2
4	08-Nov-89	10	32	5.0	6.3	0.6
4	07-Jun-89	50	40	6.7	8.9	0.9
4	07-Jul-89	50	28			
4	20-Aug-89	50	31	13.7	18.3	1.8
4	12-Sep-89	50	23			
4	06-Oct-89	50	25	12.6	17.5	1.8
4	08-Nov-89	50	32			
5	06-Jun-89	10	26	5.1	6.3	0.6
5	20-Aug-89	10	47	1.6	2.1	0.2
5	12-Sep-89	10	23	4.9	6.4	0.6
5	06-Oct-89	10	25	3.5	4.0	0.4
5	08-Nov-89	10	32	6.7	9.4	0.9

## Vedlegg . Fortsettelse.

Stasj	Dato	Dyp	Døgn	Fe	Al	Ti
		m		%	%	%
6	06-Jun-89	10	39	2.8	4.1	0.4
6	04-Jul-89	10	26	5.0	7.0	0.7
6	20-Aug-89	10	47	1.8	2.8	0.3
6	12-Sep-89	10	23	1.1	1.2	0.1
6	06-Oct-89	10	25	1.7	2.1	0.2
6	08-Nov-89	10	32	3.3	4.7	0.5
6	06-Jun-89	50	39	10.3	14.8	1.5
6	04-Jul-89	50	26			
6	20-Aug-89	50	47	14.5	21.7	2.2
6	12-Sep-89	50	23			
6	06-Oct-89	50	25	3.8	5.0	0.5
6	08-Nov-89	50	32			
7	06-Jun-89	10	39	3.5	5.1	0.5
7	07-Jul-89	10	29	3.8	5.6	0.6
7	22-Aug-89	10	46	1.7	2.7	0.3
7	12-Sep-89	10	23	1.8	2.5	0.2
7	06-Oct-89	10	25	1.6	2.0	0.2
7	08-Nov-89	10	32	6.0	8.9	0.9
7	06-Jun-89	50	39	10.4	15.3	1.5
7	07-Jul-89	50	29			
7	22-Aug-89	50	46	8.5	13.6	1.4
7	12-Sep-89	50	23			
7	06-Oct-89	50	50	12.0	17.6	1.8
7	06-oct-89	50	64			

**Rådata: Bunnssedimenter**

STASJON : SN01  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.32	0.38	119.0	42.7	57.2	0.12	0.26	2.09	0.26	8.10	76.18	99.8

STASJON : SN02  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.67	0.33	75.7	33.8	41.4	0.10	0.25	1.85	0.22	8.41	73.01	94.1

STASJON : SN03  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.18	0.37	76.4	39.3	46.7	0.10	0.23	2.17	0.29	7.46	73.73	98.8

STASJON : SN04  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.10	0.38	73.1	36.3	40.4	0.10	0.22	2.28	0.26	8.80	72.71	98.7
2-4	4.08	0.37	79.3	36.1	47.5	0.11	0.22	2.17	0.29	7.43	68.27	96.2
4-6	4.02	0.39	78.8	41.6	46.2	0.11	0.24	2.14	0.28	7.78	65.99	97.9
6-8	4.00	0.37	76.4	47.8	46.8	0.11	0.27	2.10	0.28	7.58	65.14	98.0
8-10	3.93	0.35	74.8	43.2	46.6	0.11	0.29	2.08	0.27	7.76	63.55	98.9
10-12	3.92	0.35	83.3	39.1	59.9	0.21	0.28	2.04	0.26	7.93	62.24	99.1
12-14	3.94	0.45	75.2	47.3	44.7	0.13	0.24	2.02	0.25	7.98	62.74	98.9
14-16	3.81	0.41	81.7	44.7	46.5	0.10	0.25	2.00	0.24	8.26	63.00	98.4
16-18	4.05	0.41	76.4	46.2	49.1	0.11	0.26	1.95	0.24	7.99	62.52	98.1
18-20	3.96	0.40	73.6	39.0	50.9	0.12	0.31	2.10	0.25	8.50	62.01	98.6

STASJON : SN05  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.50	0.39	62.0	51.5	35.1	0.08	0.32	1.45	0.19	7.80	58.36	59.3

STASJON : SN06

DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	2.29	0.30	40.8	27.1	27.1	0.06	0.14	0.74	<0.10	>7.43	41.23	26.1

STASJON : SN07

DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	2.40	0.26	34.0	23.5	26.8	0.04	0.08	0.62	<0.10	>6.17	37.75	25.0
2-4	2.41	0.29	34.1	38.8	25.6	0.05	0.11	0.68	<0.10	>6.78	35.75	33.7
4-6	2.66	0.33	45.2	30.1	31.7	0.06	0.13	0.83	<0.10	>8.32	37.74	35.6

STASJON : SN08

DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.60	0.38	65.5	49.0	38.9	0.11	0.26	1.66	0.22	7.51	67.47	74.5

STASJON : SN09

DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.05	0.38	73.7	46.0	49.5	0.14	0.30	2.36	0.29	8.08	75.98	89.8
2-4	3.38	0.32	60.4	47.0	42.1	0.16	0.23	1.77	0.21	8.39	62.92	73.4
4-6	3.09	0.32	58.3	35.9	35.9	0.10	0.18	1.56	0.18	8.48	51.91	48.2
6-8	2.81	0.29	49.3	30.6	30.6	0.09	0.13	1.17	0.13	9.21	49.15	56.0
8-10	2.86	0.31	51.6	37.4	35.6	0.15	0.10	1.32	0.13	10.23	44.06	42.8
10-12	2.60	0.29	44.0	22.7	26.3	0.08	0.07	0.93	0.10	9.08	43.08	49.4
12-14	2.70	0.24	47.7	24.0	28.6	0.06	0.10	0.92	0.11	7.98	43.39	50.9
14-16	2.80	0.23	52.4	24.8	29.3	0.09	0.06	1.12	0.11	9.74	39.07	53.0
16-18	3.12	0.23	56.3	24.0	22.1	0.16	0.05	1.11	0.13	8.28	42.63	70.6
18-20	3.48	0.22	65.5	35.4	39.9	0.12	0.11	1.54	0.20	7.51	43.42	65.4

STASJON : SN10  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.18	0.34	74.1	59.0	55.3	0.15	0.28	2.36	0.30	7.74	77.14	100

STASJON : SN11  
DATO : 890424

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.21	0.34	72.0	79.9	44.8	0.17	0.22	2.47	0.32	7.74	77.68	100
2-4	4.57	0.42	73.8	65.4	48.2	0.17	0.24	2.53	0.34	7.51	72.58	98.9
4-6	4.43	0.49	78.8	67.5	58.4	0.19	0.26	2.51	0.33	7.61	70.02	95.9

STASJON : SN12  
DATO : 890425

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	2.38	0.27	46.0	52.2	42.2	0.11	0.13	1.42	0.16	8.82	46.11	42.3

STASJON : SN13  
DATO : 890425

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.10	0.29	54.5	68.6	42.6	0.13	0.24	2.46	0.31	8.04	71.95	91.0
2-4	3.08	0.30	58.5	59.3	45.0	0.15	0.22	2.46	0.31	7.83	66.31	88.9
4-6	3.01	0.30	56.5	44.7	45.0	0.20	0.24	2.23	0.28	8.08	59.20	87.1
6-8	3.16	0.34	57.1	59.2	43.3	0.17	0.20	2.23	0.27	8.26	58.90	86.8
8-10	2.95	0.32	52.8	55.6	41.3	0.22	0.19	2.11	0.25	8.41	54.18	84.0

STASJON : SN14  
DATO : 890425

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	2.69	0.28	48.6	62.0	35.6	0.19	0.35	1.76	0.22	8.04	66.38	79.9



STASJON : SN15  
DATO : 890425

DYP METER	Fe %	Ti %	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	OC %	N %	C/N	VI %	<63um %
0-2	3.91	0.34	67.9	67.9	41.9	0.20	0.49	2.31	0.31	7.55	74.60	98.9
2-4	3.95	0.33	73.8	40.6	50.4	0.22	0.32	2.33	0.31	7.56	70.15	98.3
4-6	4.19	0.36	92.4	99.9	47.4	0.17	0.38	2.32	0.29	7.95	67.37	98.5
6-8	4.23	0.38	77.6	77.1	45.5	0.14	0.35	2.31	0.31	7.40	64.80	98.8
8-10	4.13	0.38	73.8	76.4	44.2	0.16	0.26	2.33	0.30	7.72	64.47	99.5

STASJON : SN16  
DATO : 890425

DYP METER	Fe %	Ti %	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	OC %	N %	C/N	VI %	<63um %
0-2	2.48	0.29	42.3	43.2	32.7	0.21	0.18	1.33	0.20	6.82	56.50	80.7

STASJON : SN17  
DATO : 890425

DYP METER	Fe %	Ti %	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	OC %	N %	C/N	VI %	<63um %
0-2	1.71	0.20	23.7	45.1	17.6	0.17	0.05	0.67	<0.10	>6.67	37.12	22.3

STASJON : SN18  
DATO : 890425

DYP METER	Fe %	Ti %	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	OC %	N %	C/N	VI %	<63um %
0-2	1.77	0.21	26.1	49.1	19.6	0.05	0.07	0.44	<0.10	>4.40	36.13	28.8
2-4	1.81	0.20	25.1	48.7	28.8	0.05	0.05	0.45	<0.10	>4.54	32.24	24.5
4-6	1.89	0.19	23.7	48.9	16.1	0.04	0.04	0.42	<0.10	>4.16	29.67	25.1

STASJON : SN19  
DATO : 890425

DYP METER	Fe %	Ti %	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Hg mg/kg	OC %	N %	C/N	VI %	<63um %
0-2	2.01	0.24	28.6	35.2	20.0	0.11	0.05	0.77	0.11	7.23	47.27	50.2

STASJON : SN20  
DATO : 890425

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.96	0.30	74.1	34.1	47.9	0.15	0.28	2.32	0.31	7.56	76.17	99.3

STASJON : SN21  
DATO : 890425

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.05	0.34	76.2	38.3	47.6	0.14	0.26	2.25	0.30	7.63	69.82	99.6

STASJON : SN22  
DATO : 890425

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	2.58	0.29	39.5	50.6	80.4	0.12	0.20	1.89	0.22	8.48	61.07	69.2

STASJON : SN23  
DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.91	0.35	68.2	42.4	37.8	0.17	0.39	2.42	0.35	6.97	76.49	99.5

STASJON : SN24  
DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.74	0.33	69.5	49.3	39.2	0.18	0.38	2.31	0.32	7.26	73.96	98.6
2-4	4.09	0.36	73.1	49.8	44.7	0.14	0.28	2.20	0.30	7.43	65.56	98.0
4-6	4.16	0.37	78.9	73.8	45.7	0.13	0.24	2.19	0.29	7.60	64.48	98.3
6-8	3.99	0.36	72.9	67.7	46.8	0.13	0.24	2.26	0.30	7.53	63.73	98.3
8-10	4.00	0.32	73.0	47.0	57.8	0.15	0.28	2.21	0.29	7.62	62.17	98.6
10-12	4.08	0.34	71.5	51.3	49.8	0.18	0.26	2.14	0.29	7.48	61.98	98.1
12-14	4.25	0.35	72.8	27.0	41.7	0.15	0.26	2.03	0.27	7.57	59.20	97.4
14-16	4.07	0.35	73.3	37.6	39.0	0.18	0.22	2.02	0.27	7.59	59.04	96.7
16-18	4.24	0.41	73.6	26.9	40.2	0.13	0.21	1.97	0.26	7.61	59.69	97.8
18-20	4.28	0.37	71.5	25.7	32.9	0.12	0.13	1.91	0.25	7.52	58.13	97.1

STASJON : SN25  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.09	0.35	74.2	28.2	35.5	0.13	0.38	2.33	0.32	7.26	76.83	99.5

STASJON : SN26  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.18	0.38	73.7	26.8	40.9	0.14	0.30	2.26	0.31	7.20	74.12	99.3

STASJON : SN27  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	4.19	0.38	80.4	31.3	32.6	0.11	0.27	2.41	0.33	7.30	74.36	99.8
2-4	4.49	0.43	72.1	25.6	49.0	0.13	0.24	2.50	0.34	7.29	68.40	99.0
4-6	4.37	0.42	70.8	30.4	48.1	0.13	0.24	2.38	0.31	7.70	69.74	99.4

STASJON : SN28  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.85	0.39	67.8	28.3	34.5	0.11	0.24	2.11	0.27	7.73	73.10	99.8

STASJON : SN29  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.74	0.41	67.0	26.3	35.1	0.12	0.22	2.05	0.26	7.98	72.85	100

STASJON : SN30  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.75	0.38	67.9	25.9	31.1	0.10	0.18	2.03	0.26	7.75	71.98	100
60-62	4.02	0.41	75.5	29.8	36.9	0.09	0.13	1.84	0.24	7.76	59.95	99.3

STASJON : SN31  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.79	0.39	75.4	30.1	36.0	0.10	0.18	1.99	0.26	7.54	68.72	100

STASJON : SN32  
 DATO : 890426

DYP	Fe	Ti	Cr	Cu	Pb	Cd	Hg	OC	N	C/N	VI	<63um
METER	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%	%
0-2	3.71	0.37	68.5	31.2	34.7	0.10	0.20	1.98	0.26	7.59	71.25	100
2-4	3.77	0.37	69.7	27.6	32.5	0.09	0.18	1.94	0.26	7.40	67.74	99.8
4-6	3.74	0.36	72.8	46.0	36.2	0.10	0.20	1.99	0.26	7.68	67.05	100
6-8	3.79	0.36	71.9	47.1	34.1	0.09	0.20	1.95	0.26	7.65	65.63	100
8-10	3.81	0.41	73.6	48.8	37.8	0.09	0.22	2.07	0.28	7.53	65.67	100
10-12	3.91	0.41	71.0	42.9	36.1	0.09	0.20	2.03	0.26	7.72	64.08	100
12-14	3.68	0.42	76.7	45.7	38.8	0.09	0.20	1.97	0.27	7.32	64.12	99.9
14-16	3.79	0.40	72.2	53.4	47.9	0.09	0.20	1.95	0.26	7.47	63.42	100
16-18	3.79	0.39	70.4	38.9	38.4	0.09	0.26	1.98	0.27	7.33	63.46	100
18-20	3.66	0.39	71.5	35.3	50.8	0.09	0.24	1.90	0.25	7.57	62.82	99.0

Navn/lokalitet : Hvaler-svenskekysten

Oppdragsnr. : 8905502  
 Prøver mottatt : 15/8-89  
 Lab.kode : BPD 1-26  
 Jobb nr. : 89/33

Prøvebetegnelse:

1 - SN 1	0-2 cm	26/4-89	4 - SN 4	2-4 cm	26/4-89
2 - " 1	2-7 "	26/4-89	5 - " 4	4-6 "	26/4-89
3 - " 4	0-2 "	26/4-89	6 - " 5	0-2 "	26/4-89

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen			7			
2-Metylnaftalen		5	13	5		
1-Metylnaftalen	9	34	50	25	48	
Bifenyl		7	13			
Acenaftylen	19	52	128	186	66	22
Acenaften		14	20			
Dibenzofuran	40	53	74	85		11
Fluoren		9	6			
Dibenzotiofen	141	214	8	220	90	144
Fenantren		20	8	49		8
Antracen	8	14	25	19		
2-Metylantracen	8	17	24	50	9	2
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen	121	140	137	180	150	106
Fluoranten	89	93	93	115	101	64
Pyren	40	13	17	18		6
Benzo(a)fluoren	16	15	16	29	18	16
Benzo(b)fluoren	8	20	11	35		
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten	48	57	54	61	53	45
Benz(a)antracen *	91	93	92	117	95	68
Trifenylen/Chrysen	130	x) 313	x) 296	x) 324	145	x) 150
Benzo(b)fluoranten *	109				170	
Benzo(j+k)fluoranten *	102	119	107	133	106	61
Benzo(e)pyren	34	ca 120	203	172	72	66
Benzo(a)pyren *	6	14	50	46	32	61
Perylen	288	535	461	444	220	216
Indeno(1,2,3-cd)pyren *						
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	35	12	40	40	39	13
Benzo(ghi)perylene	325	321	465	488	232	186
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	1667	2304	2418	2841	1646	1245
Derav KPAH (*)	644	1037	1054	1041	699	490
% KPAH	38.6	45.0	43.6	36.6	42.5	39.4
% Tørrstoff						

x) Inkludert 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 : 11/12-89  
 Analytiker : Brg

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekyten

Oppdragsnr. : 8905502  
 Prøver mottatt : 15/8-89  
 Lab.kode : BPD 7-12  
 Jobb nr. : 89/33

Prøvebetegnelse:

1 - BPD 7 SN 8 40-47cm 25/4-89      4 - BPD 10 SN 9 4-6cm 24/4-89  
 2 - " 8 " 9 0- 2 " 24/4-89      5 - " 11 " 15 0-2 " 24/4-89  
 3 - " 9 " 9 2- 4 " 24/4-89      6 - " 12 " 15 2-4 " 24/4-89

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen		5				
1-Metylnaftalen		4				6
Bifenyl		9			39	19
Acenaftylen						
Acenaften	4	20	13	1	77	
Dibenzofuran					14	13
Fluoren	3	11		5	40	27
Dibenzotiofen	5		19	3		45
Fenantren	10	121	18	38	189	29
Antracen						11
2-Metylantracen		13		2	21	38
1-Metylfenantren		13		8	18	34
9-Metylantracen						
Fluoranten	3	79	53	53	190	208
Pyren		48	39	35	128	146
Benzo(a)fluoren				6	43	54
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *		32	22	20	63	62
Trifenylen/Chrysen	9	59	43	41	113	108
Benzo(b)fluoranten *	x) 11	x) 155	x) 76	x) 133	124	78
Benzo(j+k)fluoranten *					321?	320?
Benzo(e)pyren	60?	63	38	50	128	127
Benzo(a)pyren *		63	35	41	94	92
Perylen	28?	58	15	36	94	33
Indeno(1,2,3-cd)pyren *		110	74	57	245	165
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)				8	37	30
Benzo(ghi)perylene		108	112	57	148	160
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	133	971	557	594	2126	1805
Derav KPAH (*)	11	360	207	259	884	747
% KPAH	8.3	37.1	37.2	43.6	41.6	41.4
% Tørrstoff						

x) 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 : 11/12-89  
 Analytiker : Brg

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekynten

Oppdragsnr. : 8905502  
 Prøver mottatt : 15/8-89  
 Lab.kode : BPD 13-18  
 Jobb nr. : 89/33

Prøvebetegnelse:

1 - BPD 13 SN 15 4-6cm 24/4-89      4 - BPD 16 SN 24 0-2cm 24/4-89  
 2 - " 14 " 21 0-2 " 24/4-89      5 - " 17 " 24 2-4 " 24/4-89  
 3 - " 15 " 22 0-2 " 24/4-89      6 - " 18 " 24 4-6 " 24/4-89

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen	8					
Bifenyl	5	47	4		5	
Acenaftylen		9	7			
Acenaften	20	49	22	4	27	
Dibenzofuran					8	
Fluoren	41	24	6		9	
Dibenzotiofen	6	20	5		6	
Fenantren	141	136	98	78	102	32
Antracen	15	17				
2-Metylantracen	11	18				
1-Metylfenantren	8	11	26	4		
9-Metylantracen						
Fluoranten	168	136	156	135	150	116
Pyren	116	90	109	92	106	83
Benzo(a)fluoren	30	6	30	15	29	
Benzo(b)fluoren	23	19	22	24	22	
1-Metylpiren	39	10	24		40	
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	68	55	58	52	53	32
Trifenylen/Chrysen	119	93	84	96	89	61
Benzo(b)fluoranten *	235	x) 332	x) 208	x) 109	x) 380	x) 334
Benzo(j+k)fluoranten *	158					
Benzo(e)pyren	174	141	85	121	146	91
Benzo(a)pyren *	162	334	66	202	183	47
Perylen	66	159	23	36	55	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	202		165	251	290	127
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	32		21	53	40	
Benzo(ghi)perylene	163		133	190	244	145
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	2010	1706	1352	1662	1984	1092
Derav KPAH (*)	857	721	518	667	946	540
% KPAH	42.6	42.3	38.3	40.1	47.7	49.5
% Tørrstoff						

x) Inkludert 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 : 11/12-89  
 Analytiker : Brg

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekysten

Oppdragsnr. : 8905502  
 Prøver mottatt : 15/8-89  
 Lab.kode : BPD 19-24  
 Jobb nr. : 89/33

## Prøvebetegnelse:

1 - BPD 19 SN 27 0-2cm 25/4-89      4 - BPD 22 SN 29 0-2cm 25/4-89  
 2 - " 20 " 27 2-4 " 25/4-89      5 - " 23 " 30 0-2 " 25/4-89  
 3 - " 21 " 27 4-6 " 25/4-89      6 - " 24 " 32 0-2 " 25/4-89

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen			3			
1-Metylnaftalen			5			
Bifenyl	33	6	14			
Acenaftalen			8			
Acenaften	13	7	52	14	3	
Dibenzofuran						
Fluoren	10					
Dibenzotiofen					4	
Fenantren	133	129	120	139	87	40
Antracen					12	
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren		7	21		5	
9-Metylantracen						
Fluoranten	120	129	187	93	116	72
Pyren	80	91	139	58	107	50
Benzo(a)fluoren	13	31	77		42	
Benzo(b)fluoren	18	20	32	14	14	
1-Metylpyren	18		28		11	
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	55	56	91	36	43	33
Trifenyl/Chrysen	92	107	161	65	79	61
Benzo(b)fluoranten *	x) 302	x) 307		x) 259	x) 273	x) 260
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	117	131		84	113	162
Benzo(a)pyren *	87	189		56	65	83
Perylen	23	71		25	22	61
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	359	242		282	167	237
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)				47	30	28
Benzo(ghi)perylene	340	277		259	154	247
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	1813	1800	938	1431	1347	1334
Derav KPAH (*)	803	794	91	680	578	641
% KPAH	44.3	44.1	9.7	47.5	42.9	48.1
% Tørrstoff						

x) inkludert 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 : 11/12-89  
 Analytiker : Brg



Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekyten

Oppdragsnr. : 8905502  
 Prøver mottatt : 15/8-89  
 Lab.kode : BPD 25-26  
 Jobb nr. : 89/33

Prøvebetegnelse:

1 - BPD 25 SN 32 2-4cm 25/4-89 4 -  
 2 - " 26 " 32 4-6 " 25/4-89 5 -  
 3 - 6 -

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen	3					
Bifenyl		6				
Acenaftalen						
Acenaften	27	38				
Dibenzofuran						
Fluoren						
Dibenzotiofen		4				
Fenantren	53	62				
Antracen		6				
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren		12				
9-Metylantracen						
Fluoranten	118	145				
Pyren	78	104				
Benzo(a)fluoren	32	19				
Benzo(b)fluoren	16	31				
1-Metylpyren		25				
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	49	69				
Trifenylen/Chrysen	97	116				
Benzo(b)fluoranten *	x) 441	x) 472				
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	182	228				
Benzo(a)pyren *	191	199				
Perylen	60	113				
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	282	418				
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)						
Benzo(ghi)perylene	273	486				
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	1902	2553				
Derav KPAH (*)	963	1158				
% KPAH	50.6	45.4				
% Tørrstoff						

x) inkludert 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 : 11/12-89  
 Analytiker : Brg

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekysten

Oppdragsnr. : 89055-02

Prøver mottatt : 15/8-89

Lab.kode : BPD1-7

Jobb nr. : 89/33

Prøvetype : Sediment

Konsentrasjoner i : ug/kg tørket materialePrøvebetegnelse

1 - SN1 0- 2cm 26/4-89  
 2 - " 2- 7 " 26/4-89  
 3 - SN4 0- 2 " 26/4-89  
 4 - " 2- 4 " 26/4-89  
 5 - " 4- 6 " 26/4-89  
 6 - SN5 0- 2 " 26/4-89  
 7 - SN8 40-47 " 25/4-89

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
5-CB	0.5?	0.3		0.1	0.4	0.2	0.1
α-BHC			0.3		0.2		
β-BHC							
HCB	0.5	0.7	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2
γ-BHC (Lindan)	0.2	2.0?	1.5	0.3	Maskert		0.2
p,p-DDE	0.9	0.4	1.0	1.0	1.0	0.5	
PCB *	14.5	17.6	12.9	9.6	14.1	9.5	0.8
EOPCL							
% Tørrstoff	32.4	33.5	28.6	36.5	37.9	43.0	53.3
% Fett							

\* PCB beregnet ut av Clophen A-60

Deteksjonsgrense 0.1 ug/kg tørrvekt

Dato : 7/5-90

Analytiker: Brg

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekyten

Oppdragsnr. : 89055-02

Prøver mottatt : 15/8-89

Lab.kode : BPD15-21

Jobb nr. : 89/33

Prøvetype : Sediment

Konsentrasjoner i : ug/kg tørket materialePrøvebetegnelse

1 - SN22 0-2cm 24/4-89  
 2 - SN24 " " 24/4-89  
 3 - " 2-4 " 24/4-89  
 4 - " 4-6 " 24/4-89  
 5 - SN27 0-2 " 25/4-89  
 6 - " 2-4 " 25/4-89  
 7 - " 4-6 " 25/4-89

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
5-CB					0.4	0.3	0.2
α-BHC	0.1						0.2
β-BHC							
HCB	0.1	0.1	0.6	0.7	0.5?	0.4	0.4
γ-BHC (Lindan)	Maskert	0.1	Maskert	Maskert	0.4	0.2	0.2
p,p-DDE	0.3	0.3	1.3	0.7	0.3	0.3	0.4
PCB *	21.2	8.5	15.0	4.4	11.4	18.2	11.0
EOPCL							
% Tørrstoff	45.1	35.3	38.4	37.3	30.3	35.4	35.8
% Fett							

\* PCB beregnet ut av Clophen A60 Deteksjonsgrense 0.1 ug/kg tørrvekt

Dato : 7/5-90

Analytiker: Brg

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekysten

Oppdragsnr. : 89055-02

Prøver mottatt : 15/8-89

Lab.kode : BPD8-14

Jobb nr. : 89/33

Prøvetype : Sediment

Konsentrasjoner i : ug/kg tørket materialePrøvebetegnelse

1 - SN 9 0-2cm 24/4-89  
 2 - " 2-4 " 24/4-89  
 3 - " 4-6 " 24/4-89  
 4 - SN15 0-2 " 24/4-89  
 5 - " 2-4 " 24/4-89  
 6 - " 4-6 " 24/4-89  
 7 - SN21 0-2 " 24/4-89

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
5-CB	0.3			0.2	0.1	0.1	
α-BHC							0.3
β-BHC							
HCB	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	Maskert	0.5
γ-BHC (Lindan)	2.0	Maskert	0.2	1.2	0.2	Maskert	1.2
p,p-DDE	0.2	0.2	0.5	0.7	0.8	0.6	0.9
PCB *	5.0	4.3	5.6	13.7	13.4	6.1	12.0
EOPCL							
% Tørrstoff	44.0	47.2	52.8	39.0	39.7	38.8	30.3
% Fett							

\* PCB beregnet ut-av Clophen A60

Deteksjonsgrense 0.1 ug/kg tørrvekt

Dato : 7/5-90

Analytiker: Brg

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Hvaler-Svenskekysten

Oppdragsnr. : 89055-02  
 Prøver mottatt : 15/8-89  
 Lab.kode : BPD22-26  
 Jobb nr. : 89/33  
 Prøvetype : Sediment  
 Konsentrasjoner i : ug/kg tørket materiale

Prøvebetegnelse

1 - SN29 0-2cm 25/4-89  
 2 - SN30 " " 25/4-89  
 3 - SN32 " " 25/4-89  
 4 - " 2-4 " 25/4-89  
 5 - " 4-6 " 25/4-89

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
5-CB					0.2		
α-BHC							
β-BHC							
HCB	0.8	0.4	0.3	0.5	1.6?		
γ-BHC (Lindan)	Maskert	0.6	0.3	Maskert	Maskert		
Σ-DDT	0.6	0.3	0.3	0.4	0.3		
PCB *	11.0	8.5	9.0	21.0	14.4		
EOPCL							
% Tørrstoff	33.0	37.0	35.5	37.5	38.4		
% Fett							

\* PCB beregnet ut av Clophen A60 Deteksjonsgrense 0.1 ug/kg tørrvekt

Dato : 7/5-90  
 Analytiker: Brg

## REDOX-MÅLINGER

24. - 26. april 1989

SN 1 26/4-89	SN 2 26/4-89	SN 3 26/4-89
202.7 mV Zobell	203.9 mV Zobell	203.7 mV Zobell
243.7 mV Vann	240.1 mV Vann	242.4 mV Vann
267.4 mV 0.5	251.8 mV 0.5	237.0 mV 0.5
296.4 mV 1	258.8 mV 1	242.8 mV 1
271.2 mV 2	237.5 mV 2	252..3 mV 2
265.2 mV 3	- 20.6 mV 3	213.0 mV 3
265.9 mV 4	- 122.2 mV 4	- 29.5 mV 4
265.8 mV 5	- 160.0 mV 5	- 181.9 mV 5
262.9 mV 6		- 203.6 mV 6
SN4 26/4-89	SN5 26/4-89	SN6 26/4-89
204.6 mV Zobell	205.2 mV Zobell	204.6 mV Zobell
240.1 mV Vann	242.1 mV Vann	241.8 mV Vann
248.5 mV 0.5	213.2 mV 0.5	134.1 mV 0.5
267.6 mV 1	194.6 mV 1	- 115.2 mV 1
264.1 mV 2	160.7 mV 2	- 174.9 mV 2
- 43.6 mV 3	- 74.0 mV 3	- 190.7 mV 3
- 214.5 mV 4	- 177.0 mV 4	- 202.0 mV 4
- 222.8 mV 5	- 209.0 mV 5	- 202.0 mV 5

<b>SN7</b> 25/4-89	<b>SN8</b> 25/4-89	<b>SN9</b> 24/4-89
207.1 mV Zobell	242.0 mV Zobell	227.1 mV Zobell
240.4 mV Vann	280.2 mV Vann	247.9 mV Vann
235.2 mV 0.5	312.7 mV 0.5	215.1 mV 0.5
249.8 mV 1	340.2 mV 1	215.4 mV 1
201.5 mV 2	238.1 mV 2	- 24.6 mV 2
- 116.1 mV 3	- 83.8 mV 3	- 116.2 mV 3
- 196.0 mV 4	- 141.0 mV 4	- 130.0 mV 4
- 215.6 mV 5	- 169.0 mV 5	- 124.3 mV 5
	- 188.0 mV 6	
	- 197.4 mV 7	
<b>SN10</b> 24/4-89	<b>SN11</b> 25/4-89	<b>SN12</b> 24/4-89
222.8 mV Zobell	242.9 mV Zobell	223.7 mV Zobell
252.2 mV Vann	278.5 mV Vann	252.7 mV Vann
270.6 mV 0.5	282.7 mV 0.5	62.7 mV 0.5
286.1 mV 1	298.9 mV 1	43.8 mV 1
137.0 mV 2	294.9 mV 2	- 96.9 mV 2
- 91.2 mV 3	253.3 mV 3	- 157.0 mV 3
- 171.4 mV 4	110.3 mV 4	- 178.2 mV 4
- 173.5 mV 5	- 77.4 mV 5	- 171.1 mV 5

<b>SN13</b> 24/4-89	<b>SN14</b> 24/4-89	<b>SN15</b> 24/4-89
223.3 mV Zobe11	223.2 mV Zobe11	223.9 mV Zobe11
252.2 mV Vann	249.9 mV Vann	252.1 mV Vann
223.5 mV 0.5	248.0 mV 0.5	230.0 mV 0.5
215.4 mV 1	246.2 mV 1	25.0 mV 1
213.9 mV 2	216.3 mV 2	- 87.4 mV 2
28.8 mV 3	186.8 mV 3	- 144.9 mV 3
- 30.4 mV 4	169.0 mV 4	- 160.4 mV 4
- 94.8 mV 5	123.1 mV 5	- 177.5 mV 5
	79.0 mV 6	
	- 28.4 Mv 7	
<b>SN16</b> 25/4-89	<b>SN17</b> 25/4-89	<b>SN18</b> 25/4-89
246.1 mV Zobe11	245.1 mV Zobe11	244.5 mV Zobe11
277.9 mv Vann	280.4 mV Vann	275.9 mV Vann
273.2 mV 0.5	271.1 mV 0.5	261.0 mV 0.5
280.4 mV 1	204.9 mV 1	210.8 mV 1
87.8 mV 2	10.3 mV 2	- 10.8 mV 2
- 114.5 mV 3	- 88.8 mV 3	- 66.0 mV 3
- 132.0 mV 4	- 98.5 mV 4	- 85.9 mV 4
- 114.7 mV 5	- 108.0 mV 5	- 101.9 mV 5



<b>SN19</b> 25/4-89	<b>SN20</b> 24/4-89	<b>SN21</b> 24/4-89
206.6 mV Zobell	222.7 mV Zobell	224.4 mV Zobell
244.1 mV Vann	252.1 mV Vann	254.0 mV Vann
221.9 mV 0.5	257.2 mV 0.5	75.2 mV 0.5
188.6 mV 1	273.5 mV 1	3.1 mV 1
- 15.9 mV 2	185.4 mV 2	- 167.9 mV 2
- 65.4 mV 3	- 70.7 mV 3	- 186.5 mV 3
- 112.0 mV 5	- 138.9 mV 4	- 190.4 mV 4
- 125.9 mV 6	- 210.7 mV 5	- 189.6 mV 5
<b>SN22</b> 24/4-89	<b>SN23</b> 24/4-89	<b>SN24</b> 24/4-89
207.8 mV Zobell	224.0 mV Zobell	223.2 mV Zobell
241.2 MV Vann	249.1 mV Vann	251.2 mV Vann
203.8 mV 0.5	262.0 mV 0.5	278.8 mV 0.5
179.2 mV 1	275.6 mV 1	271.1 mV 1
- 49.4 mV 2	273.6 mV 2	- 71.4 mV 2
- 99.4 mV 3	129.3 mV 3	- 98.4 mV 3
- 136.2 mV 4	- 100.3 mV 4	- 165.8 mV 4
- 143.9 mV 5	- 170.5 mV 5	- 186.5 mV 5

<b>SN25</b>	<b>SN26</b>	<b>SN27</b>
24/4-89	Ny K401 elektrode 24/4-89	25/4-89
222.5 mV Zobell	205.1 mV Zobell	201.3 mV Zobell
252.2 mV Vann	238.9 mV Vann	244.1 mV Vann
245.0 mV 0.5	220.0 mV 0.5	249.6 mV 0.5
249.5 mV 1	111.4 mV 1	256.9 mV 1
238.2 mV 2	72.1 mV 2	156.4 mV 2
121.4 mV 3	15.6 mV 3	50.8 mV 3
- 71.2 mV 4	- 73.4 mV 4	- 30.3 mV 4
- 208.9 mV 5	- 187.3 mV 5	- 58.8 mV 5
<b>SN28</b>	<b>SN29</b>	<b>SN30</b>
25/4-89	25/4-89	25/4-89
204.2 mV Zobell	207.2 mV Zobell	210.1 mV Zobell
243.5 mV Vann	236.5 mV Vann	235.6 mV Vann
223.3 mV 0.5	243.5 mV 0.5	246.0 mV 0.5
241.7 mV 1	227.1 mV 1	262.0 mV 1
255.2 mV 2	25.9 mV 2	271.4 mV 2
233.1 mV 3	- 72.4 mV 3	214.6 mV 3
- 65.0 mV 4	- 127.9 mV 4	- 86.2 mV 4
- 122.1 mV 5	- 124.3 mV 5	- 206.4 mV 5

<b>SN31</b> 25/4-89	<b>SN32</b> 25/4-89
211.8 mV Zobell	212.4 mV Zobell
242.9 mV Vann	242.0 mV Vann
229.0 mV 0.5	240.0 mV 0.5
185.9 mV 1	231.1 mV 1
- 30.0 mV 2	220.2 mV 2
- 143.7 mV 3	164.1 mV 3
- 175.1 mV 4	27.8 mV 4
- 183.2 mV 5	- 83.7 mV 5