



Statlig program for  
forurensningsovervåking

Rapport nr 70/83

Oppdragsgiver

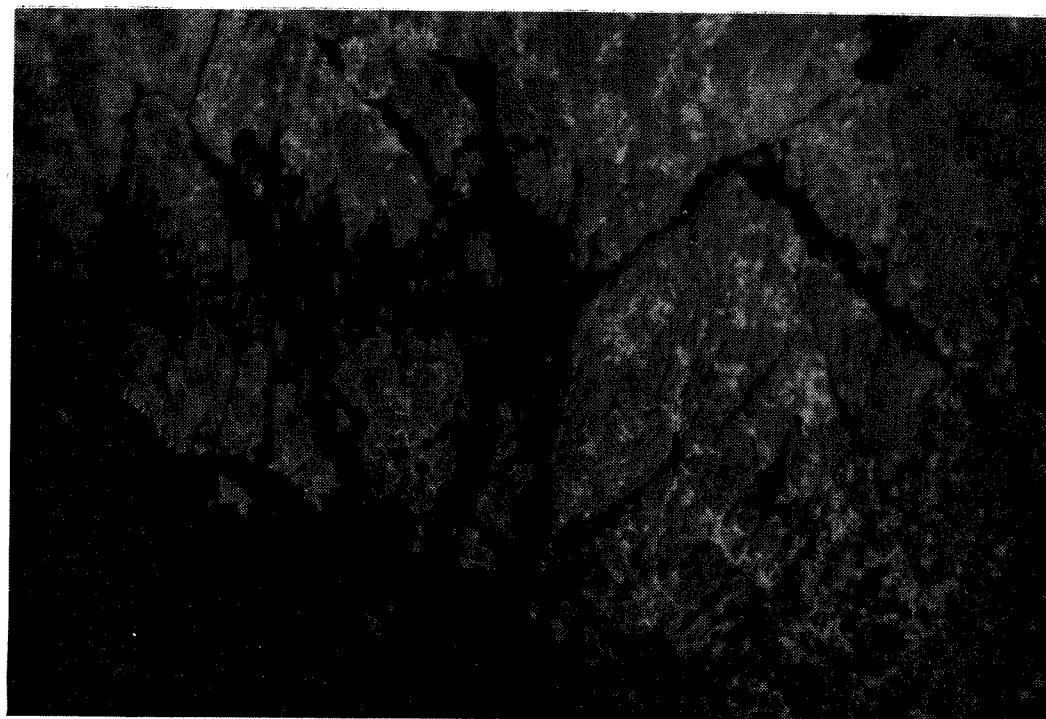
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

NIVA

Løste metaller, suspendert  
materiale og sedimenter

## Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Rapportnummer:	0-8000303
Undernummer:	VI
Løpenummer:	1553
Begrenset distribusjon:	Fri

Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, 1980-81. (Overvåkingsrapport nr. 70/83)	Dato: 8. november 1983
	Prosjektnummer: 0-8000303
Forfatter(e):  Kristoffer Næs	Faggruppe: HYDROØKOLOGI
	Geografisk område: Østfold
	Antall sider (inkl. bilag): 100

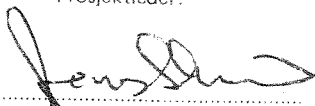
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:  
Rapporten beskriver resultater fra analyser av løste metaller og partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av sedimenter i Hvalerområdet og Singlefjorden. Av løste metaller er det spesielt jern som viser høye konsentrasjoner (Løperen-området), som resultat av utslipp fra Kronos Titan A/S. Partikkelmengden i overflatevannet er i hovedsak bestemt av partikkeltransporten i Glomma. Høye leirekonsentrasjoner nedsetter sikten i vannet i store deler av Hvalerområdet i april. Ved lavere vannføring i Glomma er partikulære industriforurensninger mer fremtredende. Sedimentene er kontaminert i Løperen, men anrikningen av metaller er forholdsvis moderat.

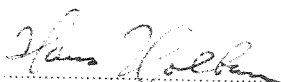
4 emneord, norske:
1. Statlig program
2. Overvåkingsrapport 70/83
3. Hvalerområdet - Singlefjorden
4. Basisundersøkelse 1980/81
5. Vannkjemi-Sedimenter

4 emneord, engelske:
1. National monitoring
2. Water chemistry
3. Sediments
4. Glomma Estuary

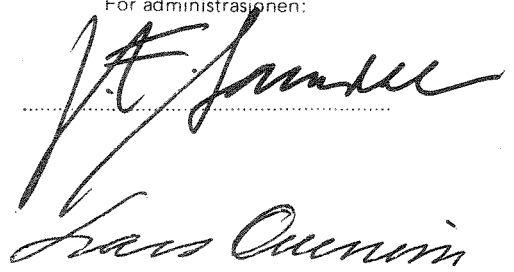
Prosjektleder:



Divisjonssjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0701-5



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000303

Basisundersøkelse  
i  
Hvalerområdet og Singlefjorden

Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflate-  
vann og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene,  
1980-81

Oslo, 8. november 1983

Prosjektleder: Jens Skei  
Forfatter: Kristoffer Næs

For administrasjonen: J.E. Samdal  
Lars N. Overrein

## FORORD

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fikk henvendelse i brev av 13. juli 1979 fra Statens forurensningstilsyn (SFT) om å utarbeide et forslag til en basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking. 1980 var første undersøkelsesår og basisundersøkelsen planlegges avsluttet i 1983 for eventuelt å etterfølges av rutineovervåking.

I tillegg til utarbeidede programforslag for 1980, -81, -82 og -83, foreligger det fem rapporter på prosjektet:

1. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet.  
Delprosjekt om bruksformer. Prosjektplan (3.6.1980).
2. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet.  
Delområde: Forurensningstilførsler  
Fremdriftsrapport 1980 (3.6.1981).
3. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet.  
Bading og vannkvalitet. (30.6.1981).
4. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden.  
Bløtbunnsfauna. Rapport nr. 69/83 (16/3-83).
5. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden.  
Ateforekomster for brisling- og sildeyngel i 1981.  
Rapport nr. 96/83 (4/10-83).

Sluttrapporteringen av prosjektet vil skje i form av delrapporter og en konklusjonsrapport. Foreliggende rapport beskriver resultatene fra undersøkelsene av løste metaller og partikler i vannmassene, siktedyp og sedimenter.

Resultatene er fra analyser utført ved Sentralinstituttet for industriell forskning (SI) (løste metaller i vann, partikulært materiale og PCB og PAH i sedimentene), mens NIVAs laboratorier har analysert nitrogen, fosfor og metaller i sedimentene (unntak er 13 sedimentkjerner fra 1978 som ble analysert for metaller på SI). Analyser for aldersbestemmelse av to sedimentkjerner (bly-210-metode) ble utført ved Harwell Environmental and Medical Sciences Division, England.

Samtlige som har bidratt til innhold og presentasjon av denne rapporten takkes for sin innsats.

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	1
KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG	8
1. INNLEDNING	14
2. FELTARBEID OG METODER	15
3. RESULTATER OG DISKUSJON	16
3.1 Løste metaller i vannmassene	16
3.2 Suspendert partikulært materiale	24
3.3 Siktedyp	55
3.4 Sedimentbeskrivelse	60
3.5 Nitrogen og fosfor i sedimentene	62
3.6 Metaller i sedimentene	62
3.7 PCB og PAH i sedimentene	76
4. LITTERATUR	78
APPENDIKS	82

FIGURFORTEGNELSE

	Side
Fig. 1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet.	17
Fig. 2. Stasjoner for hydrografi og vannkjemi i Singlefjorden-Hvalerområdet	18
Fig. 3. Sedimentstasjoner i Singlefjorden - Hvalerområdet	19
Fig. 4. Fordelingen av løst jern i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980.	20
Fig. 5. Løst jern i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	21
Fig. 6. Løst kopper i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	23
Fig. 7. Fordelingen av partikulært aluminium i vannmassene (0,5 m) Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980.	25
Fig. 8. Variasjon i partikulært aluminium og partikulært jern i vannmassene (0,5 m) i øvre del av Løperen og vannføring i Glomma i april - september 1980.	26
Fig. 9. Partikulært aluminium i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	27
Fig. 10. Fordelingen av partikulært jern i vannmassene (0,5 m) Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980.	28
Fig. 11. Partikulært jern i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	29
Fig. 12. Forholdet mellom jern og aluminium i suspendert partikulært materiale (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	31

	Side
Fig. 13. Fordelingen av partikulært titan i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980.	33
Fig. 14. Forholdet mellom titan og aluminium i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	34
Fig. 15. Partikulært aluminium og partikulært jern i vannmassene (0,5 m) som funksjon av saltholdighet i Løperen i september 1980.	35
Fig. 16. Partikulært aluminium og partikulært jern i vannmassene (0,5 m) som funksjon av saltholdighet i Løperen - Kystområdet i juni 1980.	37
Fig. 17. Fordelingen av partikulært mangan i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980.	38
Fig. 18. Fordelingen av partikulært fosfor i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980.	39
Fig. 19. Variasjon i partikulært jern, partikulært fosfor, klorofyll a og forholdstallet partikulært silisium : partikulært aluminium i nedre del av Løperen i april-september 1980.	41
Fig. 20. Samvariasjon mellom partikulært fosfor og partikulært jern i Løperen (0,5 m) i april - september 1980.	42
Fig. 21. Variasjon i partikulært jern, partikulært fosfor, klorofyll a og forholdstallet partikulært silisium : partikulært aluminium i Singlefjorden - Hvalers kystområde i april - september 1980.	43
Fig. 22. Fordelingen av partikulært fosfor i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i august 1980.	44
Fig. 23. Fordelingen av partikulært silisium i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden-Hvalerområdet i april 1980.	45

	Side
Fig. 24. Forholdet mellom silisium og aluminium i suspendert partikulært materiale (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet 1980.	47
Fig. 25. Scanning elektron mikroskopiering av partikler i overflatevann fra Løperen august 1980 og april 1981.	48
Fig. 26. Scanning elektron mikroskopiering av partikler i overflatevann fra Løperen april og august 1980.	50
Fig. 27. Røntgenanalyse av partikler i overflatevann fra Løperen	53
Fig. 28. Røntgenanalyse av partikler i overflatevann fra Løperen	54
Fig. 29. Siktedypet (m) i Leira, Løperen og Sækken i april og september 1980.	56
Fig. 30. Variasjonen i partikulært aluminium og klorofyll a i vannmassene (0,5 m) og det inverse siktedypet i nedre del av Løperen i april - september 1980.	57
Fig. 31. Variasjonen i partikulært aluminium og klorofyll a i vannmassene (0,5 m) og det inverse siktedypet i april - september 1980 i Singlefjorden - Hvalers kystområde.	58
Fig. 32. Variasjon i partikulært aluminium og klorofyll a i vannmassene (0,5 m) og det inverse siktedypet i vestre del av Leira (V 12) i april - september 1980.	59
Fig. 33. Samvariasjon mellom fosfor og jern i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet	63
Fig. 34. Fordeling av jern i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	64
Fig. 35. Fordeling av sink i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	66



	Side
Fig. 36. Samvariasjon mellom sink og jern i sedimentene Singlefjorden - Hvalerområdet.	67
Fig. 37. Fordeling av kvikksølv i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	68
Fig. 38. Samvariasjon mellom kvikksølv og sink i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	69
Fig. 39. Fordeling av kopper i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	71
Fig. 40. Samvariasjon mellom kopper og fosfor i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	72
Fig. 41. Fordeling av krom i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	73
Fig. 42. Fordeling av bly i sedimentene i Singlefjorden - Hvalerområdet.	75

## TABELLFORTEGNELSE

	Side
Tabell 1. Forholdet mellom labilt-jern ( $\text{HNO}_3$ -oppløst) og totalt-jern (røntgen-fluorescens) i Løperen i juni 1980	30
Tabell 2. Sedimentbeskrivelse	60

## APPENDIKSTABELLER

Tabell A1. Resultater av vannanalysene fra Glomma-estuaret	83
Tabell A2. Metaller og organisk materiale i sedimentene fra Glomma-estuaret	95
Tabell A3. Klorerte benzener og polyklorerte bifenyler i sedimentene fra Glomma-estuaret	99
Tabell A4. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i sedimentene fra Glomma-estuaret	100

## KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

Denne delrapporten har som siktemål å gi svar på følgende spørsmål:

- *i hvilken grad er vannmassene og bunnsedimentene i undersøkelsesområdet forurensset ?*
- *hva skyldes denne forurensningen ?*
- *er det mulig med vår eksisterende viten å foreslå tiltak som kan bedre situasjonen ?*

Delundersøkelsen som omhandler løste metaller og suspendert materiale i vannmassen og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, har gitt følgende svar:

I. *Vannmassene og bunnsedimentene i Hvalerområdet og Singlefjorden er svakt forurensset sammenlignet med områder som Frierfjorden, Ranafjorden og Sørfjorden. Dette antas å skyldes de store naturlige tilførselene av partikler med Glomma, og som til dels maskerer effekten av forurensende utslipp. De naturlige tilførselene varierer imidlertid med årstidene. Ved høy vannføring i Glomma, og spesielt under vårflommen (lavlandsflommen), når Glomma transporterer store mengder leire (erosjonsprodukter), er de relative bidragene av forurensende stoffer fra befolkning og industri små. Ved lav vannføring derimot, er vannmassene i nedre del av Glomma, Leira, Løperen og deler av Singlefjorden klart forurensset.*

*Sammenlignet med aktuelle områder som f.eks. Oslofjorden og Gøta-elvestuaret, er konsentrasjonene av løste metaller i Glomma-estuaret generelt 1-15 ganger høyere. I partikulær form er spesielt verdiene av jern og titan høye (utslipp fra Kronos Titan A/S), opptil 3 ganger det som er naturlig ved lav vannføring i Glomma.*

*Eutrofieffekter begrenser seg i hovedsak til enkelte kiler (Holtekilen, Svalerødkilen, Røsneskilen, Grimsøkilen).*

*I motsetning til vannkvaliteten som varierer sterkt over tid, gir bunnsedimentene et gjennomsnittsbilde av forurensningen. Disse undersøkelsene gir et nokså entydig bilde av situasjonen. Nedre del av Glomma og*

Løperen er moderat forurenset på bunnen. Verdiene for metaller og organiske mikroforurensninger er generelt 2 - 10 ganger høyere enn i relativt upåvirkede områder. Akkumulering av forurensete stoffer skjer spesielt i nedre deler av Løperen (området Spjærøy - Asmaløy). Dette forklares ved at forurensninger transporteres med Glommavann, men på grunn av brakkvannets høye strømhastighet sedimenterer lite i Løperens øvre deler. Etter hvert minsker energien i systemet og partiklene sedimenterer. Når bunnsedimentene er så vidt moderat forurenset skyldes det stor fortyndende effekt av naturlig sedimentering.

II. Årsakene til den observerte forurensningen av vann og sedimenter kan være:

- (i) "Naturlig" forurensning. Årsaken til nedsatt sikt og grumsing i nedre del av Glomma, Løperen og deler av Hvalerområdet skyldes i stor grad leiretransporten i Glomma. Erosjon i Glommas nedbørfelt er sannsynligvis et tiltagende problem på grunn av økte menneskelige aktiviteter. Denne "naturlige" forurensningen kan imidlertid ikke forklare forhøyede konsentrasjoner av metaller i vannet under lav vannføring i Glomma og den påviste akkumuleringen av metaller på bunnen.
- (ii) Lokale utslipp fra industri og befolkning. Metall-tilførsler fra befolkning er sannsynligvis relativt beskjedne, slik at tilførslene i første rekke er fra Kronos Titan A/S og Borregaard Industrier A/S. De er de største industrielle bidragsyterne av forurensende stoffer i området.
- (iii) Langtransporterte forurensninger. Det synes lite sannsynlig at forurensningen i undersøkelsesområdet skyldes langtransport via vannstrømmer eller luft. Den regionale fordelingen av forurensningen viser tydelig at problemet har lokal opprinnelse, i første rekke Glomma, dernest enkelte kiler med dårlig vannutskifting og i noen grad Iddefjorden.

III. I lys av den forurensningssituasjonen som er avslørt ved denne delundersøkelsen, er det relevant å spørre om dette er en situasjon som må vedvare eller om tiltak kan iverksettes for å bedre forholdene. De mest iøynefallende forurensningsproblemer er dårlig sikt i vannet og ned-

slamming, og skyldes som nevnt i stor grad naturlige erosjonsprodukter. Bortsett fra en fornuftigere arealdisponering i Glommas nærrområde, som i større grad hindrer erosjon, er det lite å gjøre med dette. Utslipp av jern fra Kronos Titan A/S og fiber fra Borregaard Industrier A/S bidrar også til nedsatt vannkvalitet, og en ytterligere reduksjon av bidragene ville bedre forholdene, om enn ikke dramatisk. Hvorvidt utslippene av miljøgifter (metaller o.a.) bør foreslås redusert, kan ikke vurderes ene og alene på bakgrunn av denne delrapporten. Konklusjonene må trekkes på bakgrunn av resultatene fra de biologiske undersøkelsene. En samlet vurdering vil bli gitt i konklusjonsrapporten. En reduksjon i tilførsler av organisk materiale og næringssalter i kommunal kloakk ved bygging av renseanlegg, vil ikke i første rekke forbedre forholdene i hovedvannmassene (f.eks. Løperen), men vil ha vesentlig betydning for vannkvaliteten i bakevjer, viker, bukter og isolerte kiler.

Undersøkelsen av forurensningstilstanden i vannmassene og på bunnen i Hvalerområdet og Singlefjorden har gitt svar på en del spørsmål, men har samtidig avdekket en del hull i vår viten. Manglende detaljering vedrørende industriutslipp vanskeliggjør overslagsberegninger og teoretiske vurderinger. Undersøkelsen har dessuten hatt regional karakter og det har derfor ikke blitt tatt hensyn til problemer i nærrområdene til utslippene. Dette gjør det vanskelig å sammenholde årsak-virkning. På grunn av stor biologisk aktivitet i sedimentene, med unntak av øvre deler av Løperen, har det ikke vært mulig å fastslå den historiske utviklingen av forurensning i området. Prioriteringen av oppgaver ved en eventuell oppfølging må imidlertid vente til de andre delundersøkelsene er rapportert.

Nedenfor er det laget en sammenstilling av enkeltresultatene fra undersøkelsen av løste metaller (A) og suspendert partikulært materiale (B) i overflatevannet og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene (C). Side- og figurhenvisningene refererer seg til grunnlaget for konklusjonene/sammen-  
draget.

#### A. Løste metaller

1. De høyeste konsentrasjonene av løst jern i vannmassene ( $> 50 \mu\text{g/l}$ ) ble funnet i Løperen-området og illustrerer Glommas hovedløp i estuaret.

Mengden av løst jern vil i stor grad variere med vannføringen i Glomma. Høyeste konsentrasjoner ble målt i april måned og må sees i sammenheng med snøsmeltingen i lavlandet og tilførsler av store mengder løst og partikulært materiale via ellevannet (s. 16 og fig. 4 og 5).

2. Det ble funnet høyere konsentrasjoner av løst jern i sentrale deler av Løperen enn lengre oppe ved Fredrikstad. Det skyldes etter alt å dømme utslipp fra Kronos Titan A/S (s. 16 og fig. 5).
3. Mengden av kopper, sink, bly og kvikksølv løst i vannmassene var henholdsvis 3-15, 3-20, 0,5-3 og 0,03-0,1  $\mu\text{g/l}$ . I forhold til relativt upåvirket sjøvann er dette over-konsentrasjoner på: Cu: 3-15, Zn: 1-10, Pb: 5-15, Hg: 3-10 ganger. Selv om verdiene viser forurensningspåvirkning, er de ikke alarmerende høye. For dårlige opplysninger om utslippsmengder umuliggjør direkte sporing av kildene (s.22 ).

#### B. Partikulært suspendert materiale

1. Jern i suspendert partikulært materiale (opp til 3000  $\mu\text{g/l}$  øverst i Løperen) er i stor grad bundet til aluminiumsilikater (leire). Spesielt er dette tilfelle ved høy partikkelmengde i elva (april). Ved relativt lav konsentrasjon av leirepartikler i Glomma observeres økende mengder av "annet jern", dvs. ikke silikatbundet jern, i sentrale deler av Løperen. Årsaken antas å være utslipp fra Kronos Titan A/S.

Beregninger viser at naturlig tilførsel av ikke silikatbundet jern med Glommavannet er 2,7 ganger større enn utslipp fra Kronos Titan A/S ved høyeste partikkeltransport i Glomma (april). Ved laveste partikkeltransport (september) var den naturlige tilførselen bare 1/10 av utslippet fra Kronos Titan A/S. I gjennomsnitt av fem målinger ved forskjellig partikkeltransport i Glomma, var utslippet fra Kronos Titan A/S like stort som det som tilføres naturlig med Glomma (s. 23, 30, 32 og fig. 12).

2. Som for jern er innholdet at titan i suspendert partikulært materiale påvirket av utslipp fra Kronos Titan A/S. Beregninger viser at utslipp av titanoksyd utgjør ca. 30 % av naturlig tilførsel ved høyeste partikkelmengde i Glomma, mens bidraget er tre ganger naturlig tilførsel ved laveste partikkelmengde (s. 32 og fig. 14).

3. Partikulært fosfor i Løperen-området vil i hovedsak være bundet som jernfosfater. I kystområdet (dvs. utenfor skjærgården), som er mindre påvirket av Glommavannet, vil fosfor også kunne være organisk bundet, spesielt ved høy planktonproduksjon. Dette gjelder også de fleste kilene (s. 36, 40 og fig. 19, 20, 21, 22).
4. Innholdet av partikulært silisium i april er sterkt påvirket av høy partikkelmengde i ellevannet og silisium var i hovedsak uorganisk bundet. I august måned var mesteparten av silisiummengden i kystområdet, kilene og Sækken bundet i kiselalger, mens uorganiske silikater var dominerende i Løperen (s. 40 og fig. 23, 24).
5. Scanning elektron mikroskopering av partikler i Løperen-området viste at Glomma tilførte estuaret store mengder ferskvannsdiatomeer i august, mens leirepartiklene dominerte i april. Utover Løperen økte størrelsen av partikkelaggregatene. Både jern og titan er fremtredende i disse aggregatene (s. 46, 52 og fig. 25, 26, 27, 28).
6. Siktedypet i Løperen-området er kontrollert av elvetilførte uorganiske partikler. I kystområdet, kilene og Sækken er siktedypet bestemt av uorganiske partikler når konsentrasjonen av disse er høye i april-juni. Ved relativt små mengder uorganiske partikler i vannet kontrolleres siktedypet i hovedsak av biologisk produksjon. Utslipp av fiber fra treforedlingsindustri (i hovedsak Borregaard Industrier A/S) influerer lite på siktbarheten i vannet når naturlig sedimenttransport er stor. I vinterhalvåret må man vente at fiber i større grad influerer på siktedypet, likeså jernutslippet fra Kronos Titan (s. 55 og fig. 29, 30, 31 og 32).
17. Ved lav vannføring i Glomma (liten energi i systemet) sedimenterer partikulært materiale i stor grad i midtre og nedre deler av Løperen. Dette har stor betydning for tilførsler av partikulære forurensninger til sedimetet her. Ved høy vannføring i Glomma er energien i systemet så stor at det er liten sedimentering i Løperen-området. Partiklene føres i stedet i stor grad ut i kystområdet (s. 32, 36 og fig. 15, 16, 34, 35, 37).

C. Bunnsedimenter

1. Jern i sedimentene viste forhøyede konsentrasjoner (opptil 7,4 %) i nedre deler av Løperen og skyldes sannsynligvis tilførsler av jernoksyder/hydroksyder dannet ved utslipp av jernsulfat fra Kronos Titan A/S.  
  
I resten av området var verdiene normale og i samsvar med målinger fra Oslofjorden (s. 62 og fig. 34).
2. Sink og kvikksølv i sedimentene (henholdsvis 77-328 og 0,42-2,01 µg/g) var generelt noe anriktet i sentrale og nedre del av Løperen (s. 65 og fig. 35, 37).
3. Fordelingen av kopper og krom i sedimentene (henholdsvis 3-137 og 19-130 µg/g) viste til dels samme fordeling med høyeste verdier øverst i Løperen og generelt avtagende konsentrasjon mot kystområdet (s. 70 og fig. 39, 41).
4. I motsetning til de andre metallene ble de laveste verdiene av bly i sedimentene funnet øverst i Løperen (~ 40 µg/g). I resten av estuaret var verdiene høyere (~ 80 µg/g). Det er mulig at bly i større grad enn de andre metallene er knyttet til de fineste partiklene som i liten grad sedimenterer i øvre del av Løperen, men avsettes utenfor dette området (s. 74 og fig. 42).
5. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (PCB) i sedimentene varierte mellom 18-1800 ng/g (= ppb). De høyeste verdiene ble funnet i Løperen og spesielt ved Øra, hvor en søppelfylling kan være lokal kilde. Verdiene er moderate, men opptil tre ganger overflateverdier fra Indre Oslofjord (s. 76).
6. Konsentrasjonen av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene var relativt lave (723 - 1206 ng/g). Verdiene er noe høyere enn det som betraktes som bakgrunnsnivå (ca. 500 ng/g) (s. 77).
7. De høyeste verdiene av metaller og organiske mikroforurensninger i sedimentet ble generelt, bortsett fra bly, funnet i Løperen-området. Verdiene viser imidlertid relativt liten anrikning. I kystområdet (utenfor skjærgården) var konsentrasjonene normale. Dette behøver nødvendigvis ikke bety at fluksen til sedimentet av forurensninger er lav. Belastningen kan maskeres av høy naturlig sedimentering av uorganiske partikler tilført med Glomma.



## 1. INNLEDNING

Formålet med basisundersøkelsen i Singlefjorden - Hvaler, slik det ble formulert da undersøkelsen ble planlagt i 1979, var:

- I. Det overordnede formål med undersøkelsen i Singlefjorden - Hvalerområdet er å beskrive den eksisterende tilstanden i resipienten. Resultatene skal danne en basis for en langsiktig overvåking av forurensningstilstanden i området.
- II. Områdets rekreasjons- og ressursmessige muligheter skal undersøkes og vurderes mot områdets nåværende bruksverdi.
- III. Basisundersøkelsen skal belyse de forhold som i første rekke påvirker områdets bruksverdi. På bakgrunn av resultatene skal tiltak foreslås slik at områdets ressurser kan utnytted mest mulig optimalt.

Undersøkelsen har spesielt lagt vekt på å beskrive områdets tilstand og å belyse årsaken til forringelsen av vannkvaliteten i området. Tidligere undersøkelser i Singlefjorden - Hvalerområdet (NIVA, 1969, 1972 og 1974) samt utsagn fra lokalbefolkningen, har vist at en har vannkvalitetsproblemer i området, spesielt lokalt (Løperen og enkelte kiler). Disse problemene har konkret dreid seg om dårlig sikt i vannet, nedslamming av fiskeredskap og tauverk som står i sjøen, stor grønskevekst, slamavsetning på strender og periodevis fiskedød (ål i ruser øverst i Løperen).

Et prosjekt som har til målsetting å undersøke et 240 km<sup>2</sup> stort estuarområde, må få en regional karakter. Lokale forurensningsproblemer kan vanskelig fanges opp av en regional undersøkelse, men bør kunne følges opp ved en rutineovervåking. Området er svært heterogent både med hensyn til påvirkning av ferskvann, utslipp fra befolkning og industri og med hensyn til brukerinteresser (fiske og friluftsliv).

## 2. FELTARBEID OG METODER

Vannprøver ble tatt for kjemiske analyser under fem hovedtokt i 1980 og ett tokt under vårflommen i 1981 (fig. 1, 2, 3). Hensikten var å dekke perioder med liten og stor vannføring i Glomma og perioder med lav og høy planktonproduksjon. I tillegg er vannprøver innsamlet ukentlig i sommerhalvåret av lokale medarbeidere. Det siste gjelder data for saltholdighet, temperatur, næringssalter, siktedyp og klorofyll, og materialet vil rapporteres sammen med de hydrografiske målingene.

Vannprøver ble tatt med 1,7 l HydroBios vannhentere og trykkfiltrert med nitrogen gjennom 0,4  $\mu\text{m}$  Nuclepore membranfiltre. Selve filtrene ble analysert for partikulært aluminium, jern, silisium, titan, mangan og fosfor ved røntgenfluorescens (Price & Skei, 1975; Skei & Melsom, 1982). Utvalgte filtre ble analysert ved scanning elektron mikroskopi koblet til en røntgenanalysator. Filtratet ble analysert for løst kopper, sink, bly og kvikksølv ved atomabsorpsjon etter MIBK-APDC ekstraksjon.

Sedimentprøver ble tatt ved hjelp av en Niemistö gravity corer (Niemistö, 1974) og snittet i 1 cm intervaller. Prøvene ble analysert for fosfor etter svovelsyre/salpetersyreoppslutning og nitrogen etter Kjeldahl metoden. Analyser av metaller (jern, mangan, sink, kvikksølv, kopper, krom og bly) ble utført ved atomabsorpsjon etter oppslutning med konsentrert salpetersyre.

Separate sedimentkjerner ble analysert for PCB (polyklorerte bifenyler) og PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) ved henholdsvis gasskromatografi og elektron capture detektor etter ekstraksjon med cyclohexan/isopropanol og ved glasskapillargasskromatografi.

To sedimentkjerner (G21 og G27) ble forsøkt aldersdatert ved bly-210 metoden. Analysene viste imidlertid nesten ingen reduksjon i bly-210 i de øvre 10 cm av kjernen. Dette kan tyde på to ting : i) sedimenttilveksten er unormalt stor (flere cm pr. år), ii) sedimentene er kraftig omrørt av bunndyr og dermed forstyrret. Det siste er ansett mest sannsynlig og resultatene er derfor ikke kommentert.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

Resultatene er presentert i Appendiks, tabell A1-4. Oversiktskart og lokaliseringen av stasjoner er vist på fig. 1, 2 og 3.

#### 3.1 Løste metaller i vannmassene

Glomma-estuaret tilføres metaller løst i vannmassene ved diffus avrenning fra land og ved direkte utslipp fra industri og befolkning. Glommas vannmasser har naturlig et relativt høyt innhold av løst jern (Fe) og forekomsten av jern illustrerer derfor elvevannets hovedløp i estuaret (fig. 4). De høyeste konsentrasjonene, dvs. mere enn 50 µg/l, ble observert i Løperen og i området fra Løperen over mot Sækken. I kystområdet utenfor selve skjærgården var konsentrasjonene betraktelig lavere, 5-30 µg Fe/l.

Mengden av løst jern i vannmassene vil i stor grad variere med kvaliteten av Glommavannet. De høyeste konsentrasjonene ble målt i april måned (fig. 5) og må ses i sammenheng med snøsmeltingen i lavlandet og store mengder av løst og partikulært materiale i elvevannet. Som nevnt tidligere er konsentrasjonen i Løperen (35-155 µg Fe/l) høyere enn både i Leira- og Sækken-området (5-70 µg Fe/l). Lengdesnittet ut Sækken (juni måned) viser dessuten at området nord og øst for Singløya (S9, S13) i mindre grad er påvirket av Glommavannet.

Løst jern i elvevannet transporteres som toverdigg jern eller sannsynligvis i større grad som treverdigg oksyd holdt i løsning som en kolloidal forbindelse med løst organisk stoff (Sholkovitz, 1976). Når en slik kolloidal forbindelse når et saltvannspåvirket område, skjer en flokkulering og utfelling av det løste jernet. Dette skjer allerede ved en saltholdighet på 1 ‰. Det observeres derfor generelt en nedgang i løst jern mot kystområdet (fig. 4, 5.). Med "kystområdet" menes det åpne farvannet utenfor skjærgården. Lengdesnittet ut Løperen (fig. 5) viser imidlertid høyere jern-konsentrasjoner i sentrale deler av Løperen (L5) enn lenger opp mot Fredrikstad (L1, L2). Dette kan skyldes utslipp av løst jern fra Kronos Titan A/S. Den relative forskjellen mellom L1, L2 og L5 var større i september enn i april. Det er naturlig idet forurensningstilførsler lettere spores når bakgrunnsverdien er lav (dvs. liten ferskvannstilførsel).

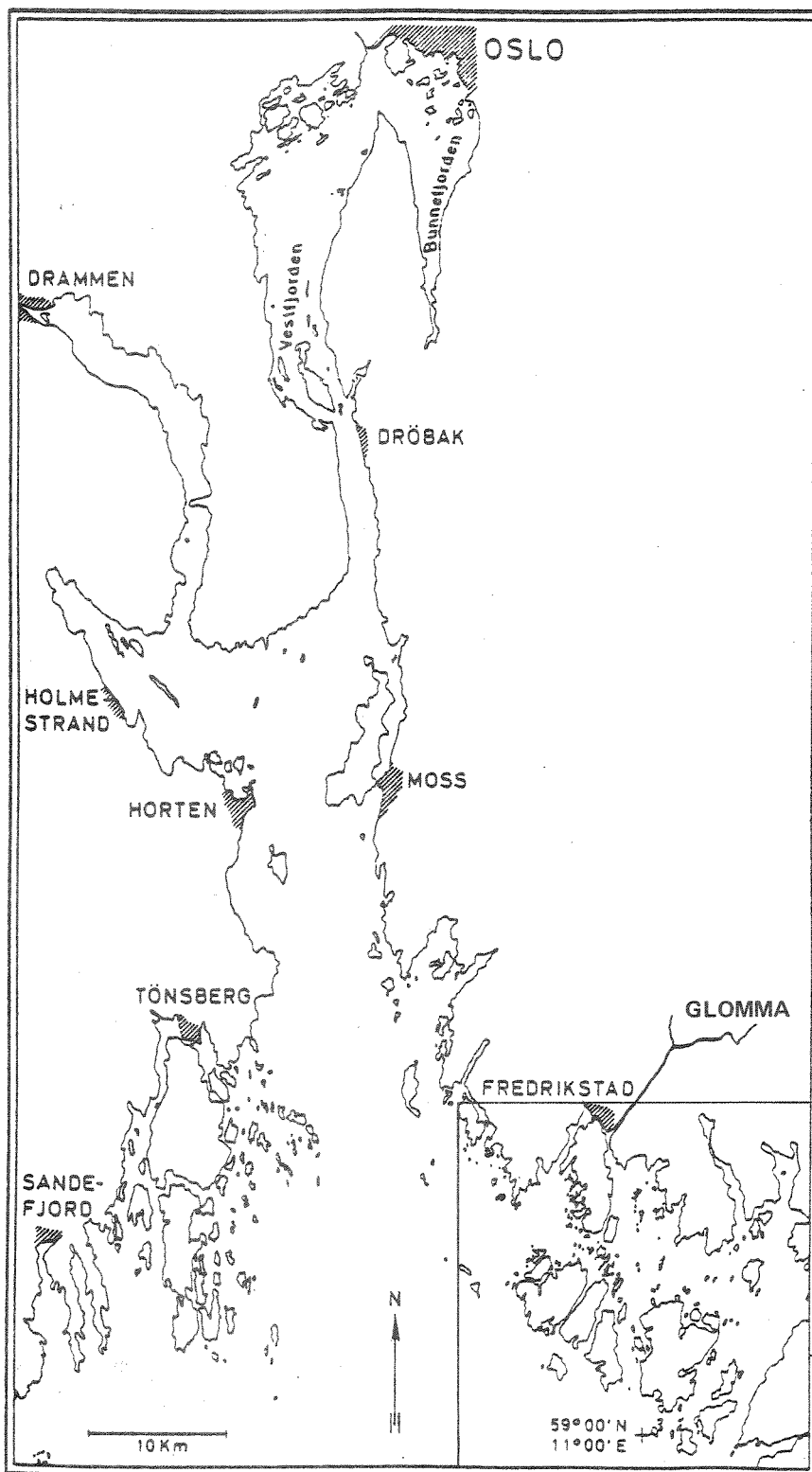


Fig. 1. Oversiktskart over undersøkelingsområdet.

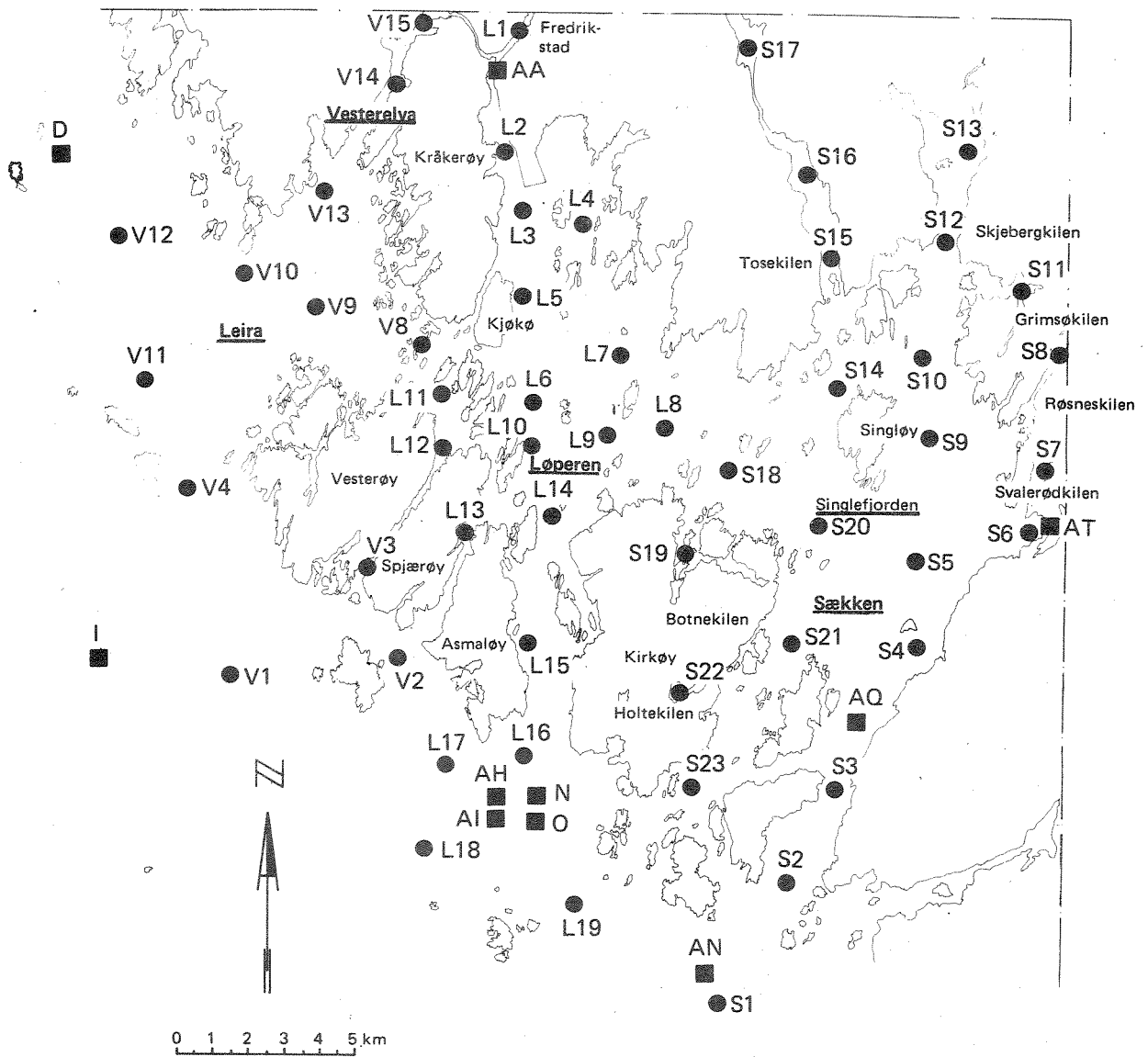


Fig. 2. Stasjoner for hydrografi og vannkjemi i Singlefjorden-Hvalerområdet (● - 1980, ■ - 1981).

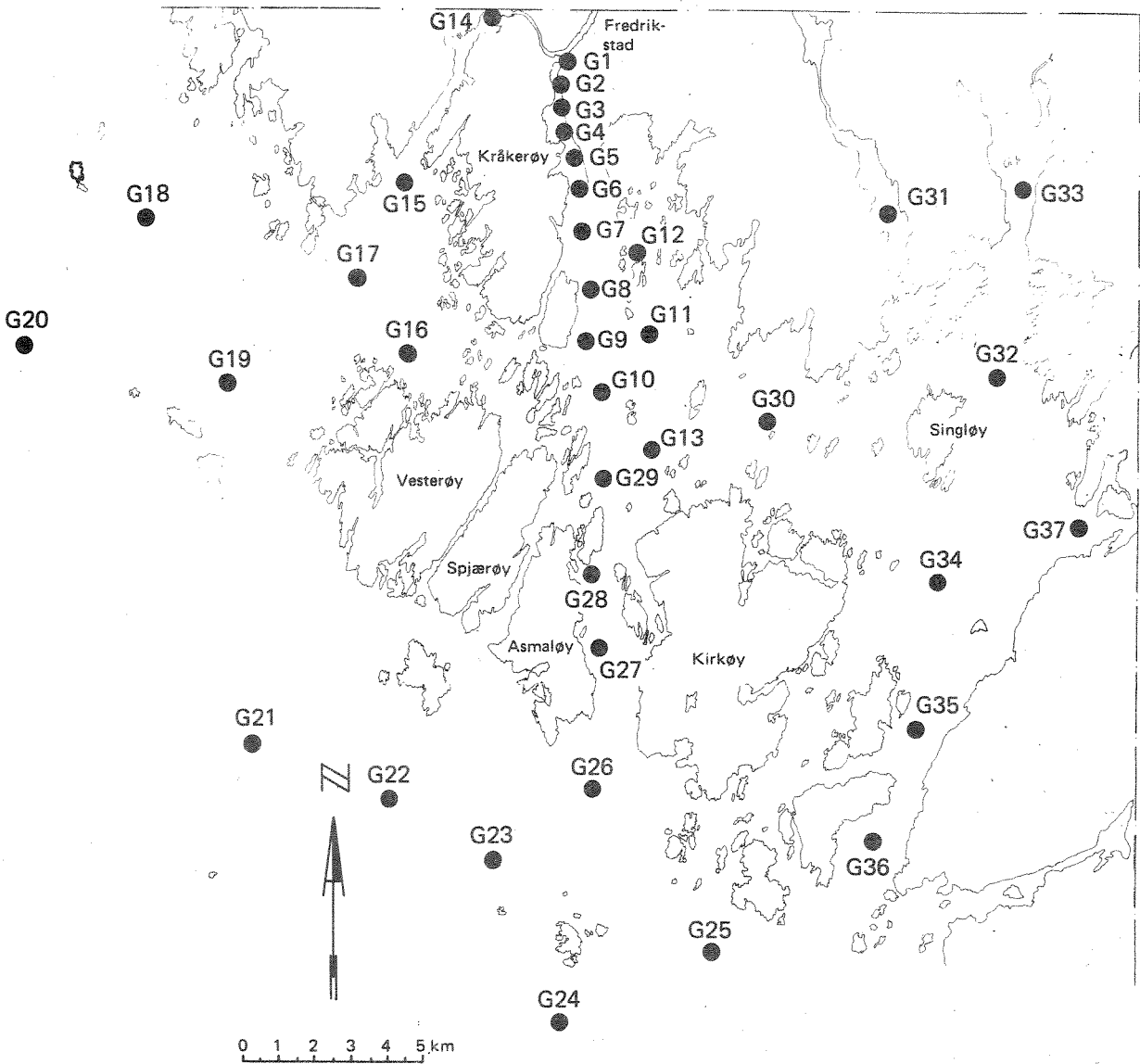


Fig. 3. Sedimentstasjoner i Singlefjorden - Hvalerområdet (1978 og 1981).

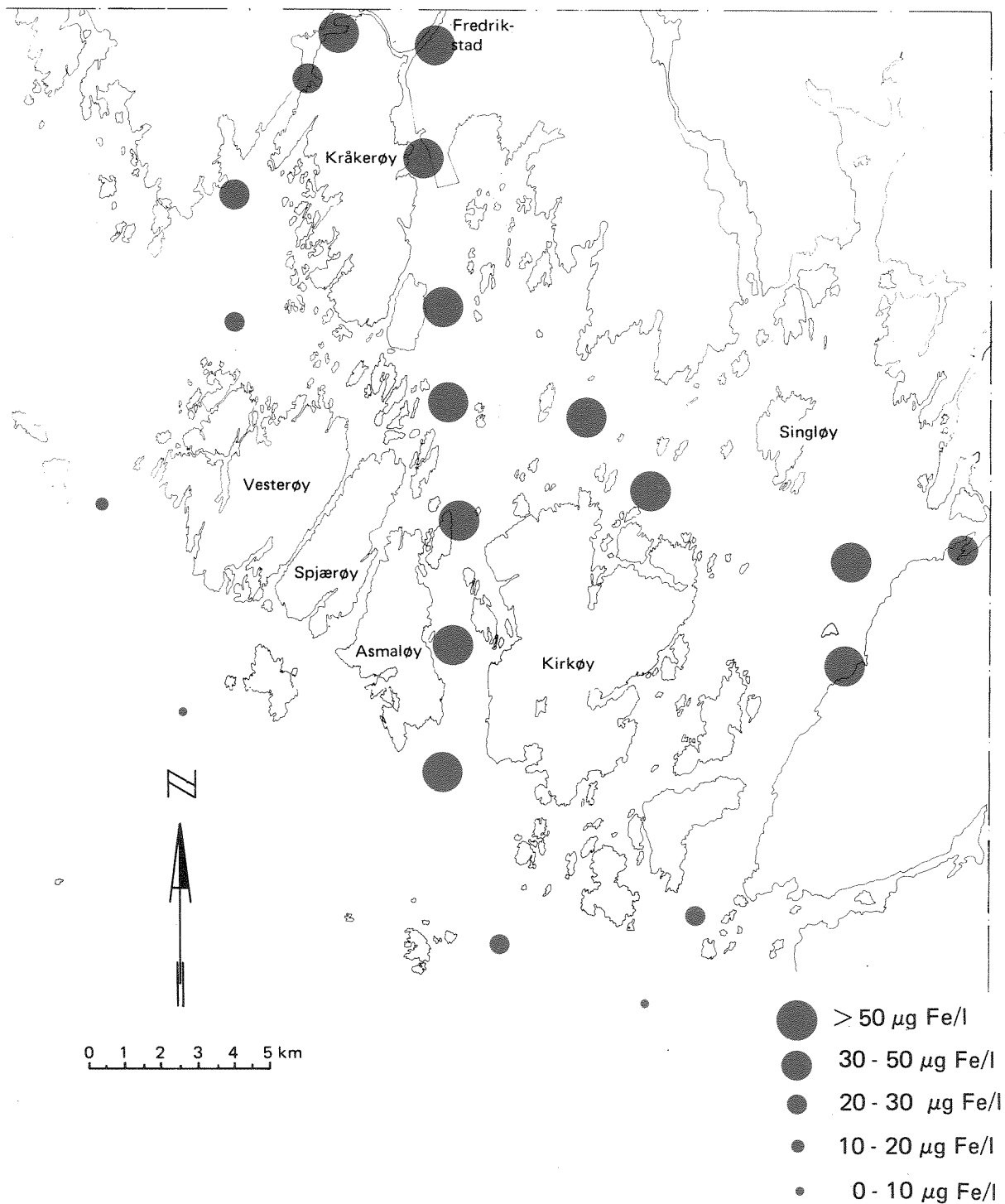


Fig. 4. Fordelingen av løst jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980. Høyeste konsentrasjoner måles i områdene Løperen og Løperen over mot Sækken. Dette er Glommans hovedløp i estuaret.

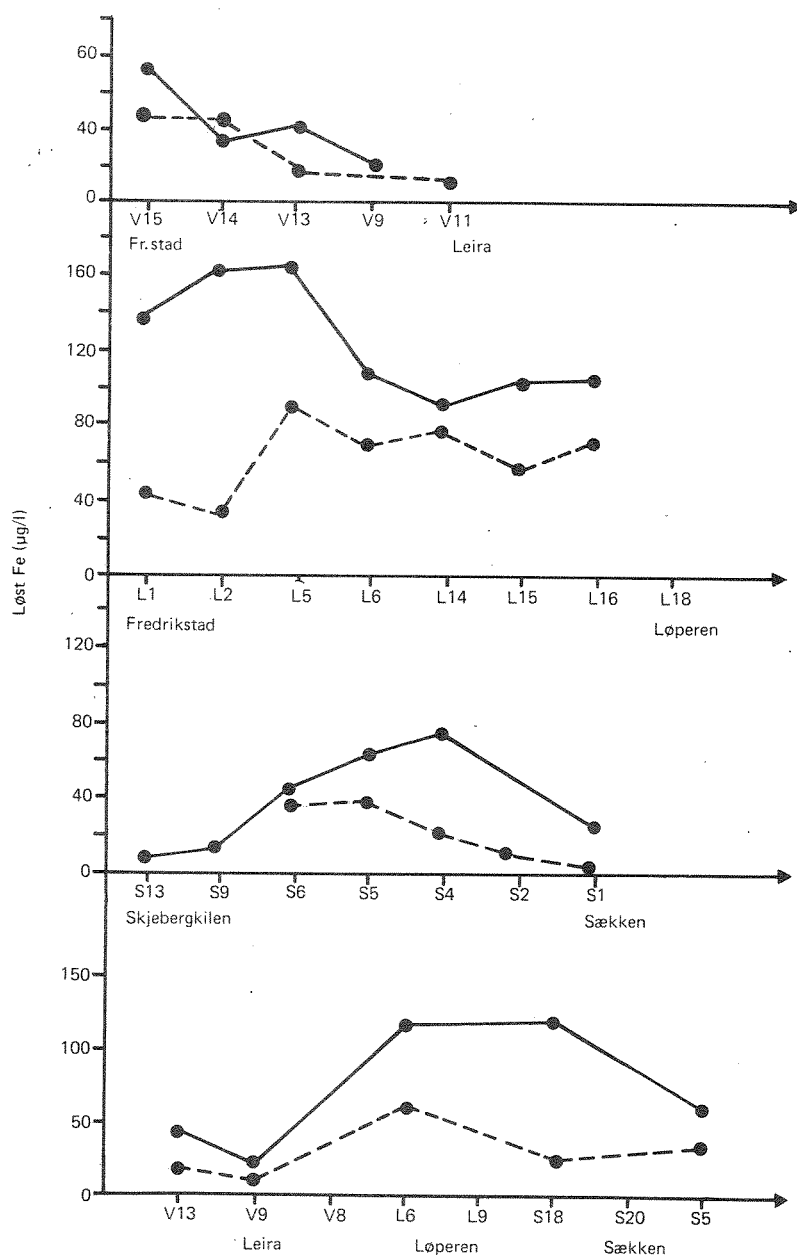


Fig. 5. Løst jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●- - -●) 1980.

Konsentrasjonene avtar mot kystområdet på grunn av utfelling av løst jern og blanding med vannmasser med lavt jerninnhold. Høyere konsentrasjoner på L5 enn L1,2 skyldes tilførsler fra Kronos Titan A/S.



I motsetning til jern ble de høyeste konsentrasjonene av kopper (Cu) ikke funnet i april, men i september med konsentrasjoner generelt i området 10-15  $\mu\text{g Cu/l}$  (fig. 6). Til sammenligning er verdier på ca. 1  $\mu\text{g/l}$  målt i Oslofjorden (Nilsen & Lund, 1982). Dette tyder på forurensningstilførsler av kopper. Ved høy vannføring (april) virker Glommavannet fortynnende, mens forurensningstilførslene er mer dominerende ved lavere vannføring i september.

Sink (Zn), bly (Pb) og kvikksølv (Hg) viste ingen systematiske trender i tid eller rom. Konsentrasjonen av sink var generelt 3-20  $\mu\text{g Zn/l}$ . Sammenligner vi med relativt upåvirkede områder er konsentrasjoner på  $\sim 1 \mu\text{g Zn/l}$  målt i danske kystfarvann (Magnusson & Rasmussen, 1982) og 1-4  $\mu\text{g Zn/l}$  oppgitt som normalt for Nordsjøen (Taylor, 1982).

Blykonsentrasjonen var generelt 0,5-3  $\mu\text{g Pb/l}$  og kvikksølv 0,03-0,1  $\mu\text{g Hg/l}$ . Likevel ble ekstremverdier på henholdsvis 13,5  $\mu\text{g Pb/l}$  i Løperen (L1, april) og 1,40  $\mu\text{g Hg/l}$  i Vesterelva (VII, april) målt. Sammenligner vi igjen med verdier fra andre undersøkelser, er 0,07-0,2  $\mu\text{g/l}$  av løst bly målt i Oslofjorden (Nilsen & Lund, 1982), og 0,002-0,01  $\mu\text{g/l}$  av kvikksølv oppgitt som normalt for Nordsjøen (Taylor, 1982).

Målinger av løste metaller er forbundet med til dels store metodiske kontamineringsproblemer, spesielt når konsentrasjonene er lave. Konsentrasjonene kan forandres ved prøvetakingen og opparbeidelsen. Ekstremverdiene på 13,5  $\mu\text{g/l}$  av bly og 1,40  $\mu\text{g/l}$  av kvikksølv skyldes sannsynligvis slik forurensning.

Resultatene antyder overkonsentrasjoner i forhold til relativt upåvirkede områder på: Cu: 3-15, Zn: 1-10, Pb: 5-15, Hg: 3-10 ganger. Undersøkelser av forurensningstilførsler til området er for utilstrekkelige til i dette tilfellet å peke på spesifikk kilde. Største enkeltutslipp av sink, kopper, bly og kvikksølv antas å komme fra Borregaard Industrier A/S. Beregnede utslipps-tall (1981, som løst) er: Sink: 127 tonn/år, kopper: 0,5 tonn/år, bly: 0,5 tonn/år, kvikksølv: 0,03-1,1 tonn/år (NIVA, 1981; J. Fosvold, Borregaard Industrier A/S).

Konklusjonen på målingene av løste metaller i vannmassene er at verdiene er høyere enn de man finner i relativt upåvirkede områder. Konsentrasjonene er imidlertid ikke alarmerende. For dårlige opplysninger om utslippsmengder umuliggjør sikker sporing av kildene.

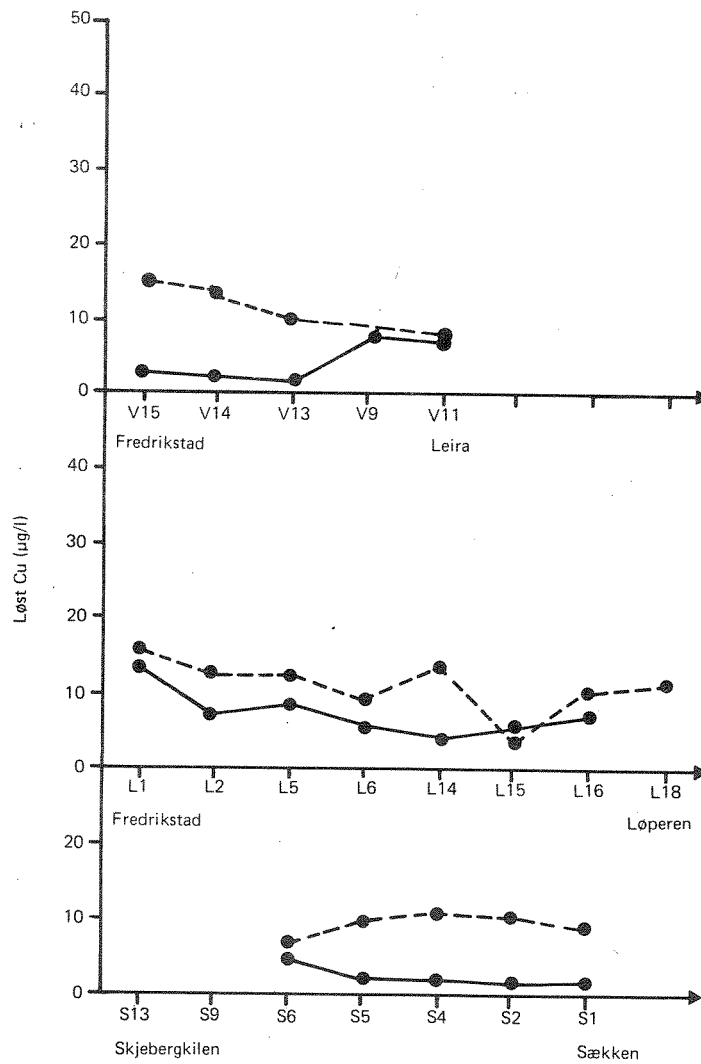


Fig. 6. Løst kopper ( $\mu\text{g Cu/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●---●) 1980.

Høyere konsentrasjoner ved lav vannføring i Glomma (sept.) tyder på forurensningstilførsler av kopper.

### 3.2 Suspendert partikulært materiale

I et fjordsystem som Singlefjorden/Hvalerområdet observeres ofte høye konsentrasjoner av partikulært materiale i vannmassene. Det partikulære materialet kan være elvetilført (naturlig avrenning, industritilførsler, osv.) eller skyldes planktonproduksjon i fjordområdet eller i elva.

Mengden av uorganiske elvetilførte leirepartikler kan illustreres ved aluminiuminnholdet (Al), siden aluminium er hovedelement og kjemisk sett en relativ ureaktiv bestanddel av disse partiklene. Resultatene viser at partikkelinnholdet i Glommaestuaret (vesentlig leire) var størst i april, med konsentrasjoner på ~ 4000 µg Al/l øverst i Løperen (fig. 7 og fig. 8).

Tidspunktet for maksimum partikkelinnhold er noe tidligere enn maksimum vanntransport i Glomma (fig. 8). Det skyldes at den sterkeste erosjonen og utvasking fra land skjer ved snøsmeltingen i lavlandet. Senere (juni-juli), med snøsmelting i høyfjellet og maksimum vanntransport i Glomma, observeres igjen høye aluminiumkonsentrasjoner, men verdiene er nå ca. 50% av hva de var under lavlandsflommen.

Aluminiuminnholdet i Vesterelva/Leira, Løperen og Sækken avtok generelt mot kystområdet på grunn av sedimentering av sand, silt og leire (fig. 9). Stasjon V8, mellom Kråkerø og Vesterø, hadde betydelig lavere aluminiumkonsentrasjon enn stasjoner lengere øst. Det kan skyldes at byggingen av veiforbindelsen mellom Kjækø og Vesterø hindrer vann fra Løperen-området å trenge frem til V8.

Jern (Fe) i suspendert partikulært materiale vil i stor grad være knyttet til aluminiumsilikater (leirpartikler) (Feely et al., 1981) og også humuspartikler. Fig. 10 og 11 viser fordeling av jern i Glommaestuaret med konsentrasjoner på ~ 3000 µg/l øverst i Løperen. Vurderingen av jern kompliseres av at jern i tillegg til å foreligge i leire også er knyttet til organisk materiale og til oksyder (Skei & Melsom, 1982). Imidlertid vil jern til aluminiumforholdet i en viss utstrekning illustrere fordelingen av jern som ikke er knyttet til leire. I april ble det på alle stasjoner i Løperen funnet et forholdstall på 0,70-0,80 som er i overensstemmelse med jern hovedsakelig bundet i leire (Price & Skei, 1975). I september, med relativ lav konsentrasjon av leirpartikler, var jern til aluminiumforholdet 0,5 øverst

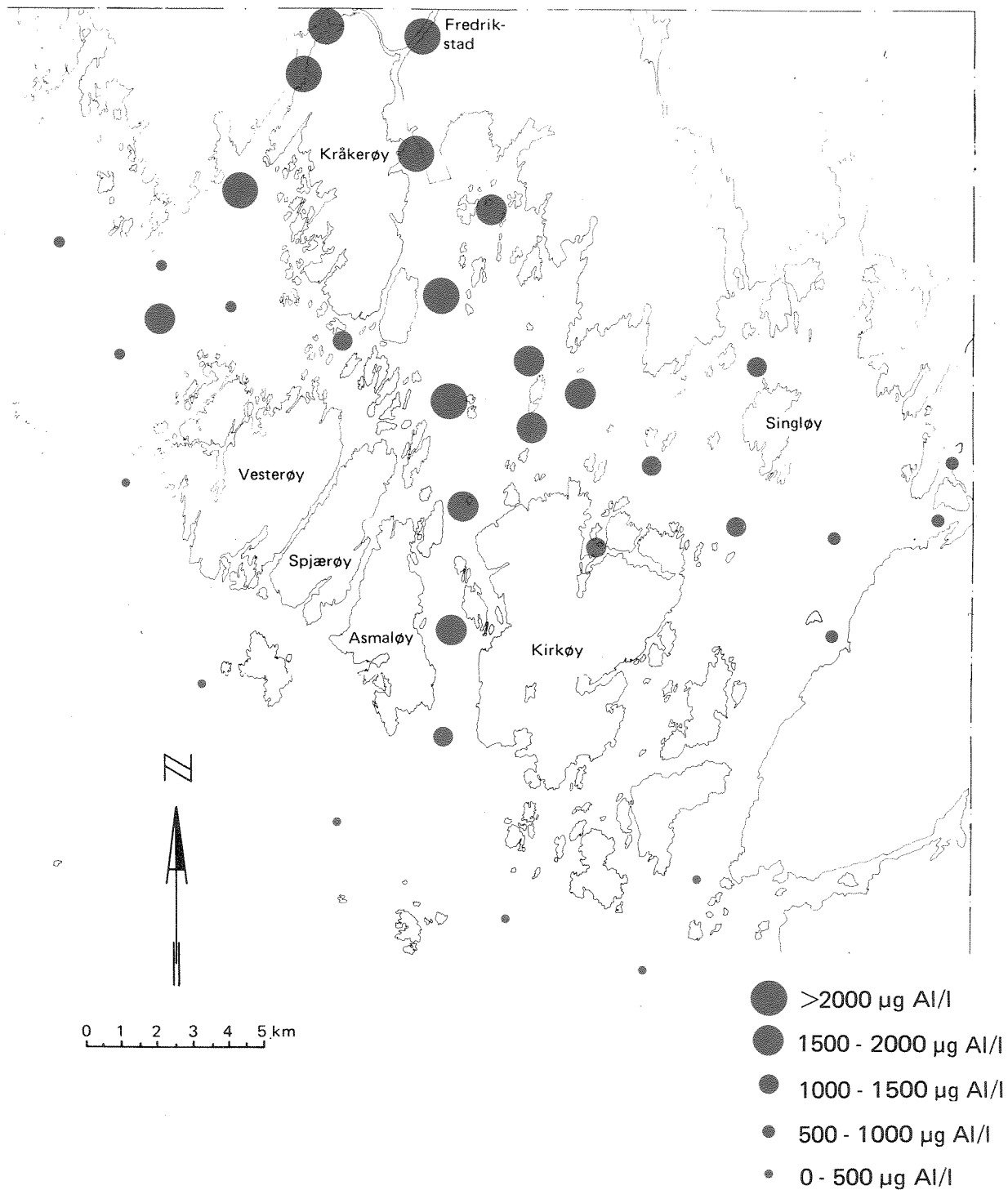


Fig. 7. Fordelingen av partikulært aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980. Høyeste verdier (mye leirepartikler) i Løperen og området Løperen over mot Sækken illustrerer Glommans hovedløp i estuaret.

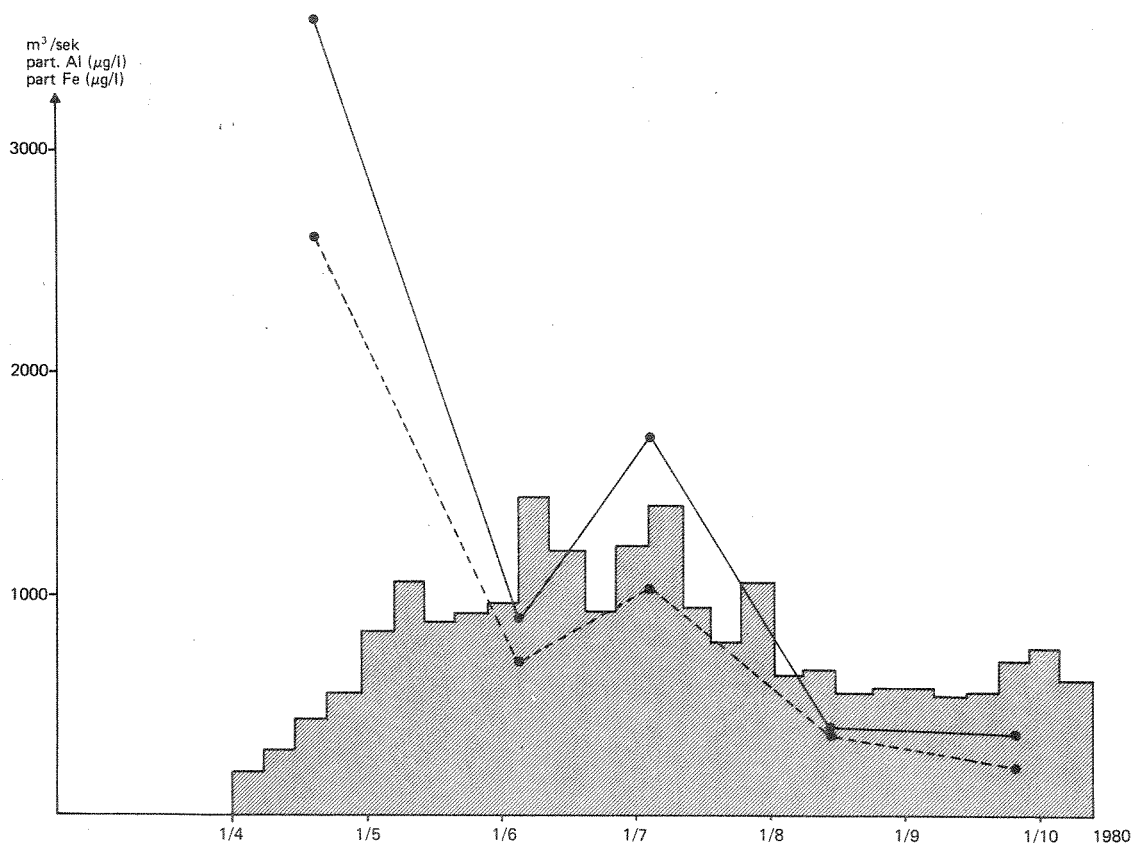


Fig. 8. Variasjon i partikulært aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ , ●—●) og partikulært jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ , ●---●) i vannmassene (0,5 m) i øvre del av Løperen (L 2) og vannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ , skravert) i Glomma (ukemiddel v/Solbergfoss) i april - september 1980.

Høyeste partikkelmengde (maks. Al) er under lavlandsflommen, ikke ved største vannføring i Glomma (juni).

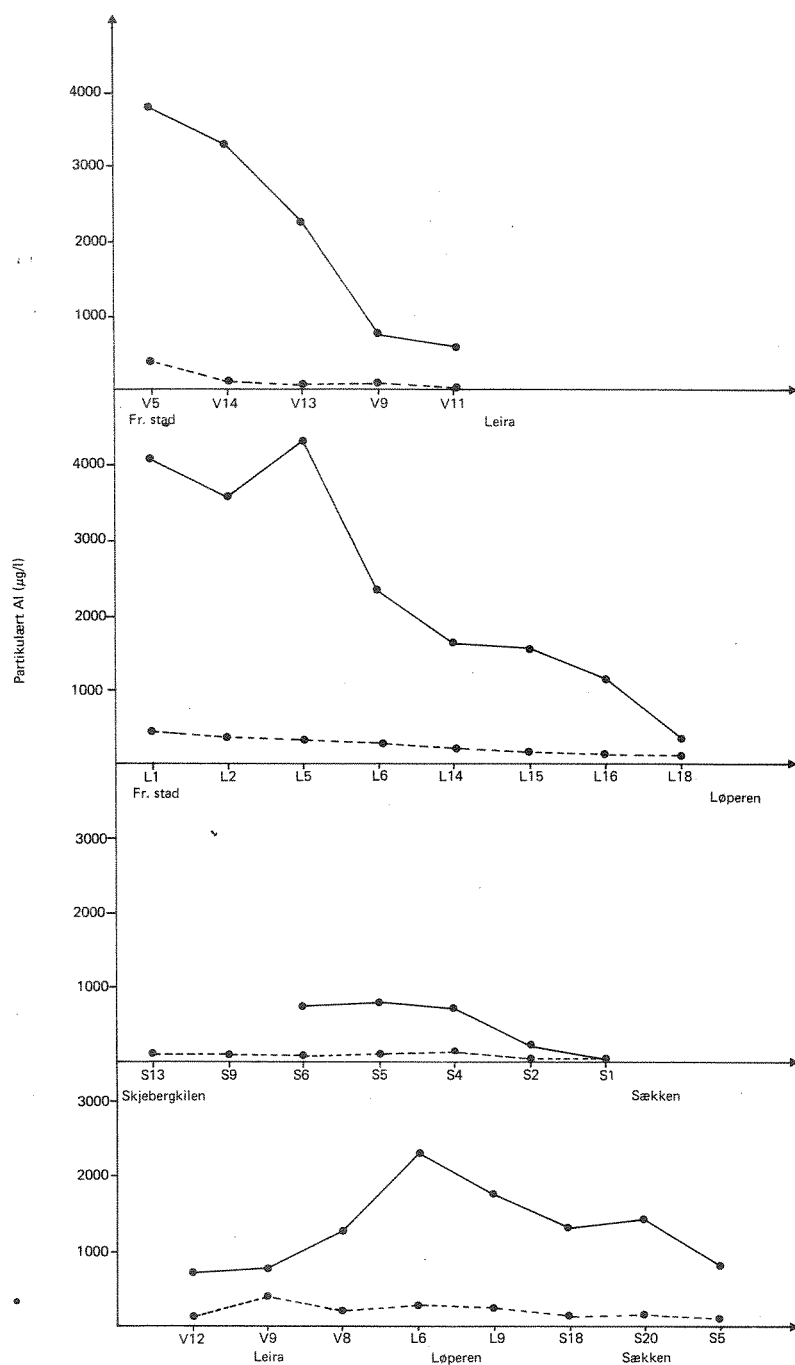


Fig. 9. Partikulært aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ ) i vannmassene 0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●---●) 1980.

Avtagende konsentrasjoner mot kystområdet på grunn av sedimentering av uorganiske partikler.

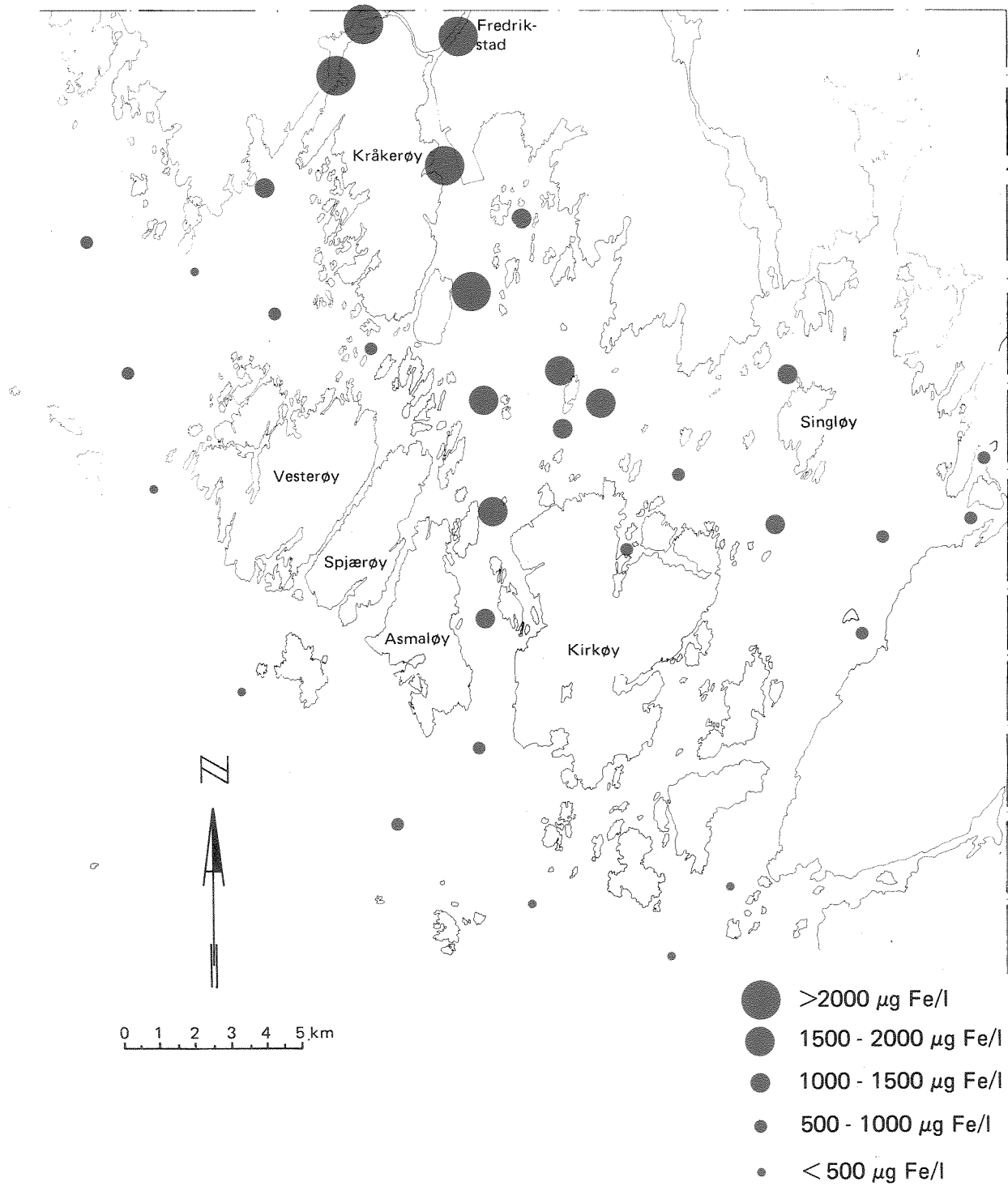


Fig. 10. Fordelingen av partikulært jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singløvfjorden - Hvalerområdet i april 1980. Se også Fig. 7.

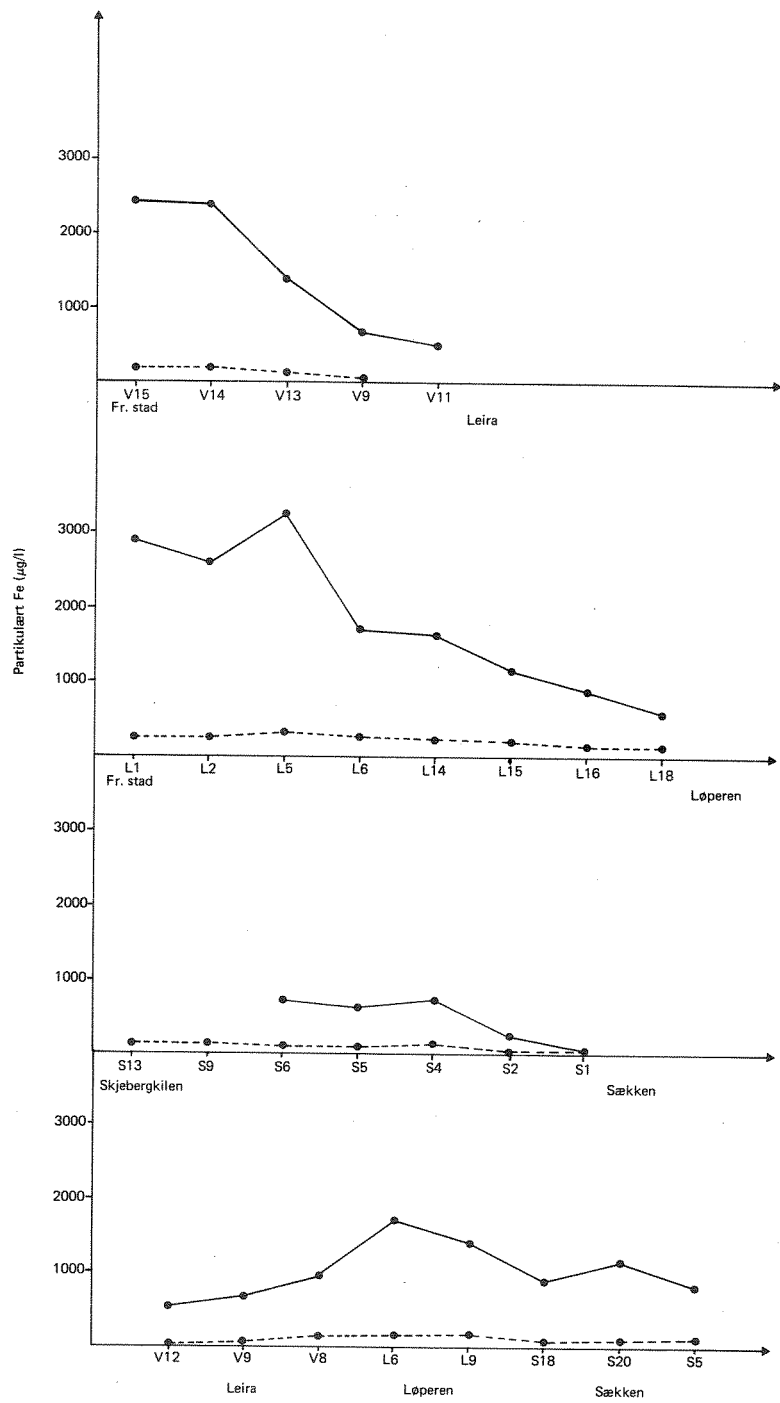


Fig. 11. Partikulært jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●---●) 1980.

Se også Fig. 9.



i Løperen (L1, L2), men  $\geq 1$  i sentrale og nedre deler (syd for L5) (fig. 12). Dette tyder på økende konsentrasjoner av ikke-silikatbundet jern her. "Ekstra" jern skyldes sannsynligvis utfelt jernoksyd fra utslipp av jernsulfat fra Kronos Titan A/S (NIVA, 1972). Dette er også i overensstemmelse med målingene av løst jern.

Jern i partikulært materiale fra Løperen i juli måned ble analysert ved to metoder, salpetersyreoppløsning og ved røntgenfluorescens. Salpetersyreoppløsningen vil bare i mindre grad angripe leirestrukturen slik at jern utløst ved denne metoden kan ses på som reaktivt eller labilt jern. Røntgenfluorescens gir imidlertid totalt jerninnhold. Tabell 1 gir forholdet labilt til totalt jern i Løperen.

Tabell 1. Forholdet mellom labilt-jern ( $\text{HNO}_3$ -oppløst) og totalt-jern (røntgenfluorescens) i Løperen i juli 1980.

<u>Stasjon</u>	<u>Fe-labilt/Fe-totalt</u>
L 1	0,48
L 2 (v/Fredrikstad)	0,44
L 5	0,49
L 6 (sentral del av Løperen)	0,83
L 14 (nedre del av Løperen)	0,57

Tabellen indikerer tilførsler av utfelt jern på L6. Anvender vi vannføring ved Solbergfoss, konsentrasjon av partikulært jern på L1 (fig. 2), forholdet labilt til totalt jern lik 0,48 (Tabell 1) og utslipp fra Kronos Titan A/S på 30 tonn jern/døgn (NIVA, 1981), er naturlig tilførsel av labilt jern med Glommavannet 2,7 ganger større enn utslippet fra Kronos Titan A/S ved høyeste partikkeltransport i Glomma (april). Ved laveste partikkeltransport (september) var imidlertid den naturlige tilførselen bare 1/10 av utslippet fra Kronos Titan A/S. I gjennomsnitt av fem målinger ved forskjellig partikkeltransport i Glomma var utslippet fra Kronos Titan A/S like stort som det som tilføres naturlig med Glomma. Dette høye bidraget fra Kronos Titan A/S bekreftes av

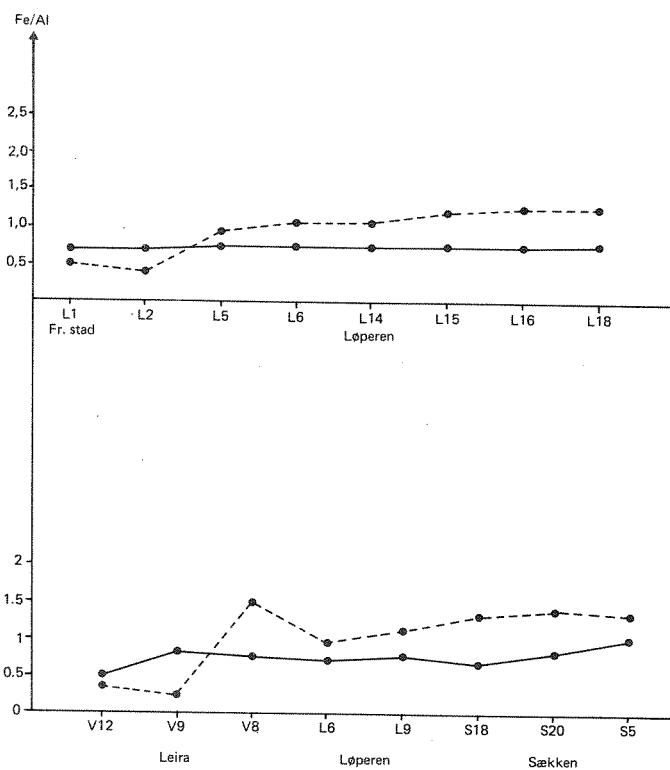


Fig. 12. Forholdet mellom jern (Fe) og aluminium (Al) (vektbasis) i suspendert partikulært materiale (0,5 m) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●---●) 1980.

Ved lav naturlig partikkeltransport (sept.) gjenspeiles utslipp av jern fra Kronos Titan A/S med høyere forholdstall på L5 og ned Løperen enn på L1,2.

målinger utført i perioden 1966-72 i forbindelse med Den internasjonale hydrologiske dekade (NIVA, 1973). Direkte sammenligning av resultatene fra undersøkelsene vanskeligjøres av at det er brukt forskjellige analysemetoder. Imidlertid må det konkluderes med at økningen i utfelt jern som vist i Tabell 1, skyldes utslipp fra Kronos Titan A/S.

Titan (Ti) opptrer i leirmineraler i elvetilført partikulært materiale (Sholkovitz, 1976). Fig. 13 viser fordelingen av titan i estuaret i april og fig. 14 forholdet mellom titan og aluminium. Som for jern observeres det en kraftig økning i titan til aluminiumforholdet i midtre og nedre deler av Løperen (syd for L5) i september (fig. 14). Verdier på 0,04-0,06 ved Fredrikstad (L1, 2) stemmer overens med Price & Skei's (1975) målinger i Hardangerfjorden. Titan til aluminiumforholdet på  $\geq 0,1$  syd for L5, tyder derfor på utslipp fra Kronos Titan A/S. Anvender vi samme beregningsmåte som for jern, vil et utslipp av titandioksyd på 4,8 tonn/døgn (NIVA, 1981) utgjøre 29 % av naturlig tilført  $TiO_2$  ved høyeste partikkelmengde i Glomma (april), mens bidraget er hele tre ganger naturlig tilførsel ved laveste partikkelmengde. Dette forklarer økningen i titan til aluminiumforholdet syd for L5 i september når bakgrunnsverdien er lav.

Et elements konsentrasjon i vannmassene som funksjon av saltholdighet vil kunne gi nærmere informasjon om tilførsler, utfelling/sedimentering og blandingsforhold i vannmassene. Fig. 15 viser dette for jern og aluminium i Løperen i september 1980 (lav vannføring i Glomma). Hvis vannmassene i Løperen betraktes som en blanding i varierende grad av Glomma- og kystvann (representert henholdsvis ved vannmassene på L 1 og L 19, fig. 2), og hvis det dessuten ikke var tilførsler eller utfelling i systemet, ville jern/aluminiumsverdiene falle langs stipplet linje i fig. 15. For aluminiums vedkommende er dette tilfelle øverst i Løperen (L 1, L 2, L 5). Verdiene for sentrale - og nedre del av Løperen faller under den stiplede linjen. Det skyldes sedimentering av leirepartikler. For jern er bildet noe annerledes. Figuren viser tilførsel ved stasjon L 5 og sedimentering i sentrale - og nedre del av Løperen. Dette er i samsvar med tilførselberegningene av jern fra utslipp fra Kronos Titan A/S. Sedimentering av leirepartikler og forurensningskomponenter i sentral - nedre del av Løperen er også helt i samsvar med observasjonene av metallforurensninger i sedimentene her (avsnitt 3.6).

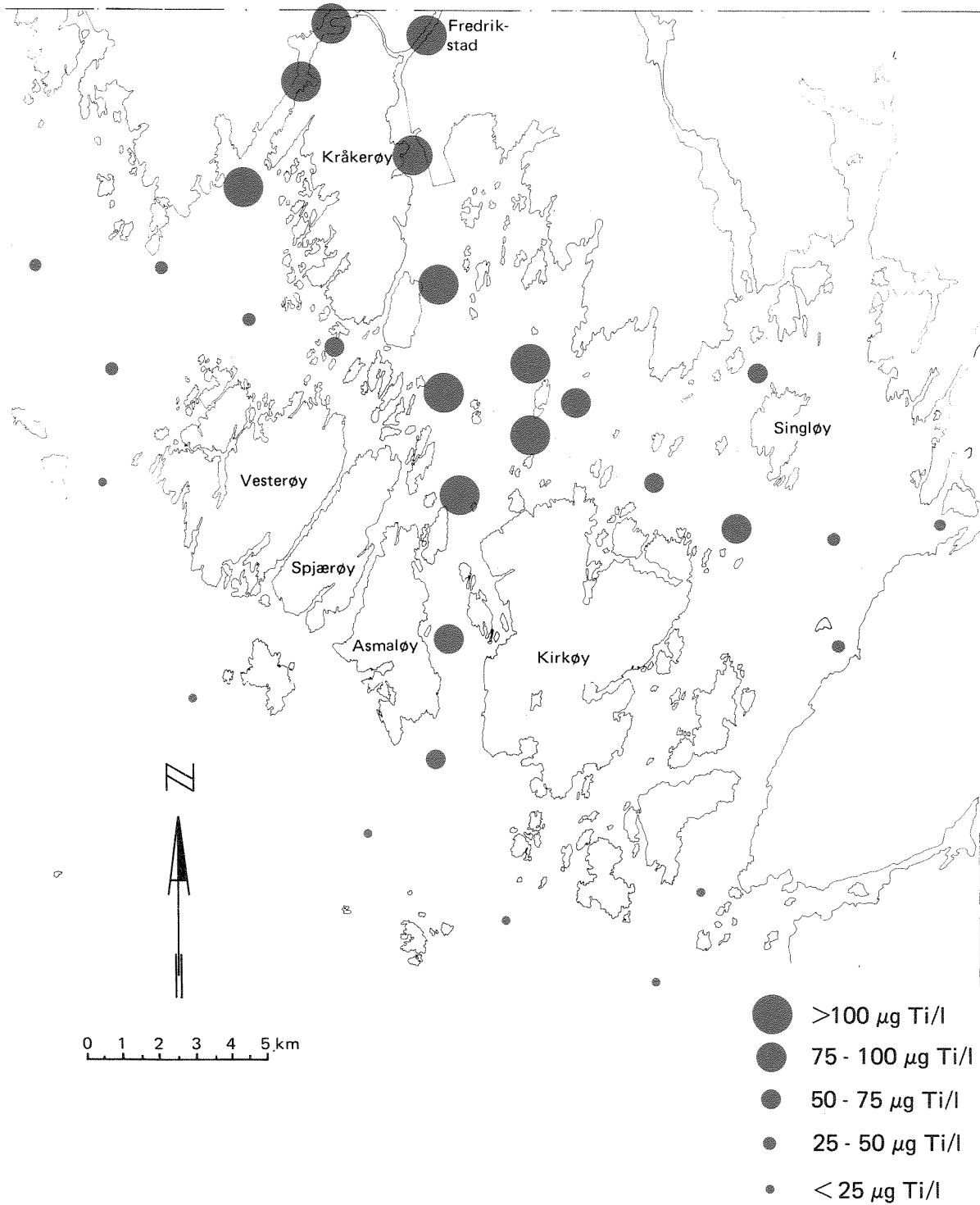


Fig. 13. Fordelingen av partikulært titan ( $\mu\text{g Ti/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980. Se også Fig. 7

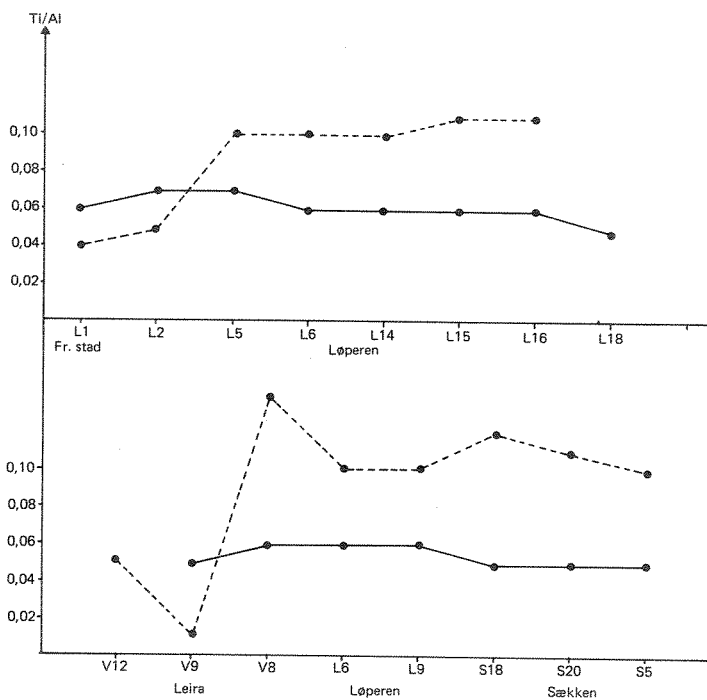


Fig. 14. Forholdet mellom titan (Ti) og aluminium (Al) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●---●) 1980.

Ved lav naturlig partikkeltransport (sept.) gjenspeiles utslipp fra Kronos Titan A/S med høyere forholdstall på L5 og ned Løperen enn på L1,2. Se også Fig. 12.

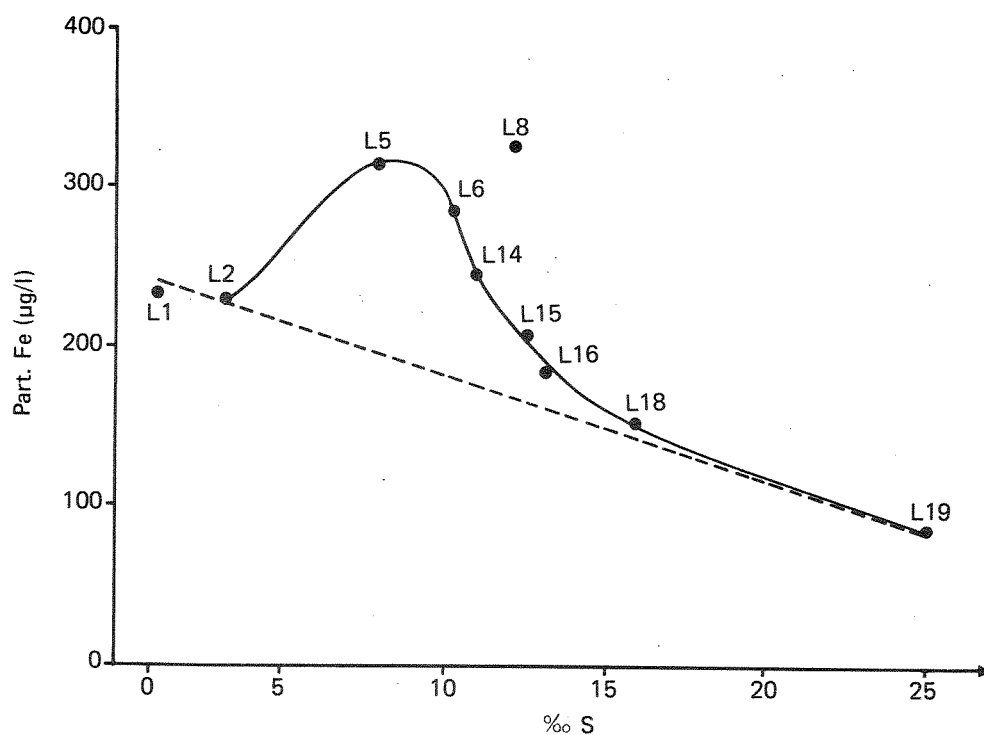
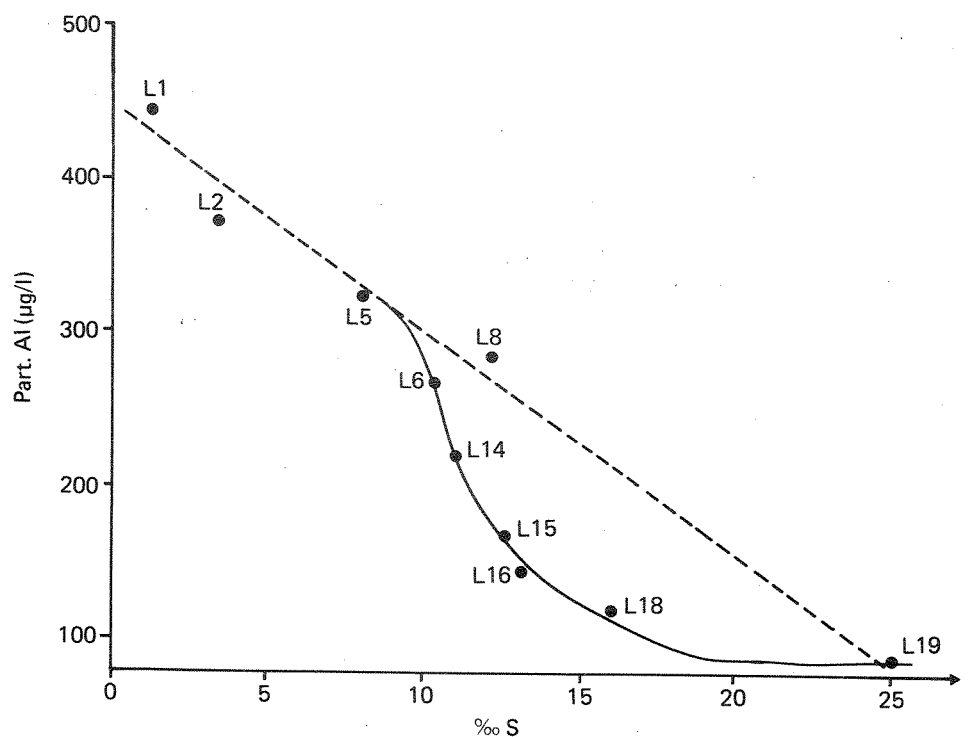


Fig. 15. Partikulært aluminium og partikulært jern ( $\mu\text{g/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) som funksjon av saltholdighet ( $\text{‰}$ ) i Løperen i september 1980.

Figuren viser tilførsler av jern fra Kronos Titan A/S ved L5 og sedimentering av jern og aluminium i nedre del av Løperen (L6, 14, 15, 16) når vannføringen i Glomma er lav (liten energi i systemet, september).

Samme betraktninger som ovenfor er også gjort ved en flomperiode juni 1980, fig. 16. Figuren viser, i motsetning til september 1980, at i perioder med høy vannføring i Glomma, er energien i systemet så stor at det er liten sedimentering i Løperen-området. Partiklene føres i stedet i stor grad ut i kystområdet (stasjon L1, fig. 16, er målt både i 1980 og 1981). (Høyere konsentrasjoner på L2 enn L1 skyldes resuspending. L16 faller utenfor og representerer sannsynligvis en annen vannmasse.)

Det ble også gjennomført et tokt i området under flomperioden i mai 1981. Hensikten med dette toktet var bl.a. å studere blandingsprosesser der "Glommavannet" møter "kystvannet". Denne "fronten" mellom de to vanntypene var da ved stasjonene N, AH (Glommavann) og O, AI (kystvann) (fig. 2). Skillet mellom vanntypene var meget skarpt. Det ble målt saltholdighetsforskjeller i overflaten på 6,5 o/oo fra den ene til den andre siden av båten (mellom N og O). Det samme var tilfelle også for andre parametre, f.eks. konsentrasjonen av jern. Glommavannet (representert ved N) inneholdt 246 µg/l partikulært jern, mens det i kystvannet ble målt 80 µg/l partikulært jern. Disse forskjellene viser, som nevnt tidligere, at det er mulig å karakterisere Glommavannet. Influensområdet i estuaret kan spores bl.a. ved hjelp av jerninnholdet. En mer inngående beskrivelse av de hydrografiske forhold i dette "frontsystemet" vil følge i hydrografirapporten.

Fordelingen av mangan (Mn) i april viste konsentrasjoner på 20-30 µg/l øverst i Løperen og i Vesterelva, mens verdiene i kystområdet var mindre enn 5 µg Mn/l (fig. 17). Mangan til aluminiumforholdet i Løperen i april måned var 0,006-0,008. I september med relativ lav konsentrasjon av leire, steg de til 0,01-0,03. De lave verdiene i april kan skyldes høyt innhold av leirepartikler. Partikulært mangan er derfor sannsynligvis ikke knyttet hovedsakelig til leire. Dette er i overensstemmelse med bl.a. undersøkelser fra Hardangerfjorden (Price & Skei, 1975).

Partikulært fosfor (P) vil være bundet til organisk- og uorganisk materiale, sistnevnte i hovedsak jernoksyder/hydroksyder og, i mindre grad leire (Price & Skei, 1975). De høyeste konsentrasjonene (>25 µg P/l) ble funnet i april i Løperen, Vesterelva og i sentrale deler av Sækken og illustrerer påvirkning fra fosforrikt vann fra Glomma og også Iddefjorden (fig. 18). En høy verdi på 47,5 µg P/l i Fredrikstad havnebasseng kan skyldes lokale kloakkutslipp.

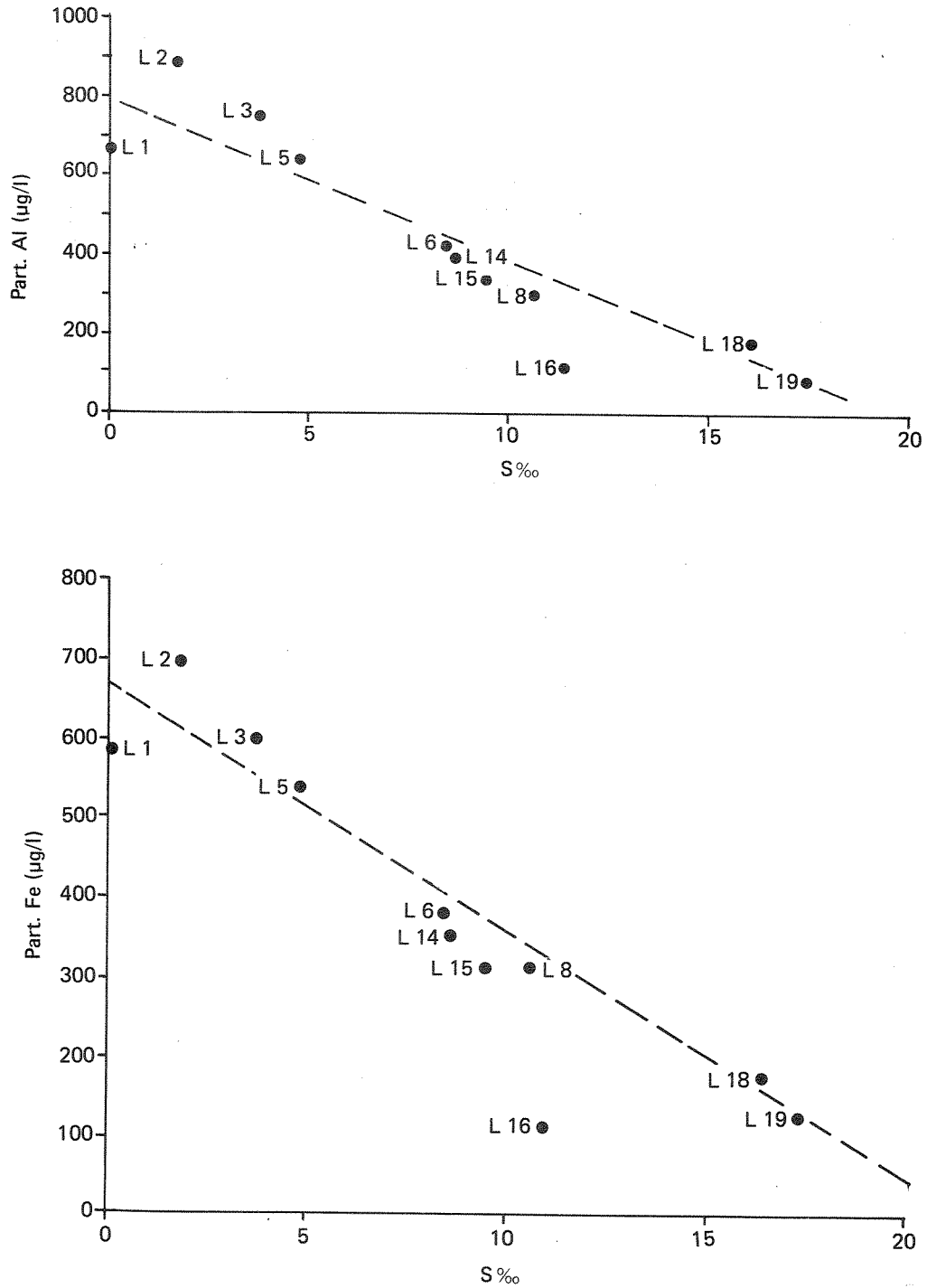


Fig. 16. Partikulært aluminium og partikulært jern ( $\mu\text{g/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) som funksjon av saltholdighet (o/oo) i Løperen - Kystområdet i juni 1980.

I motsetning til Fig. 15, viser figuren at der er liten sedimentering ved høy vannføring i Glomma (stor energi i systemet, juni).



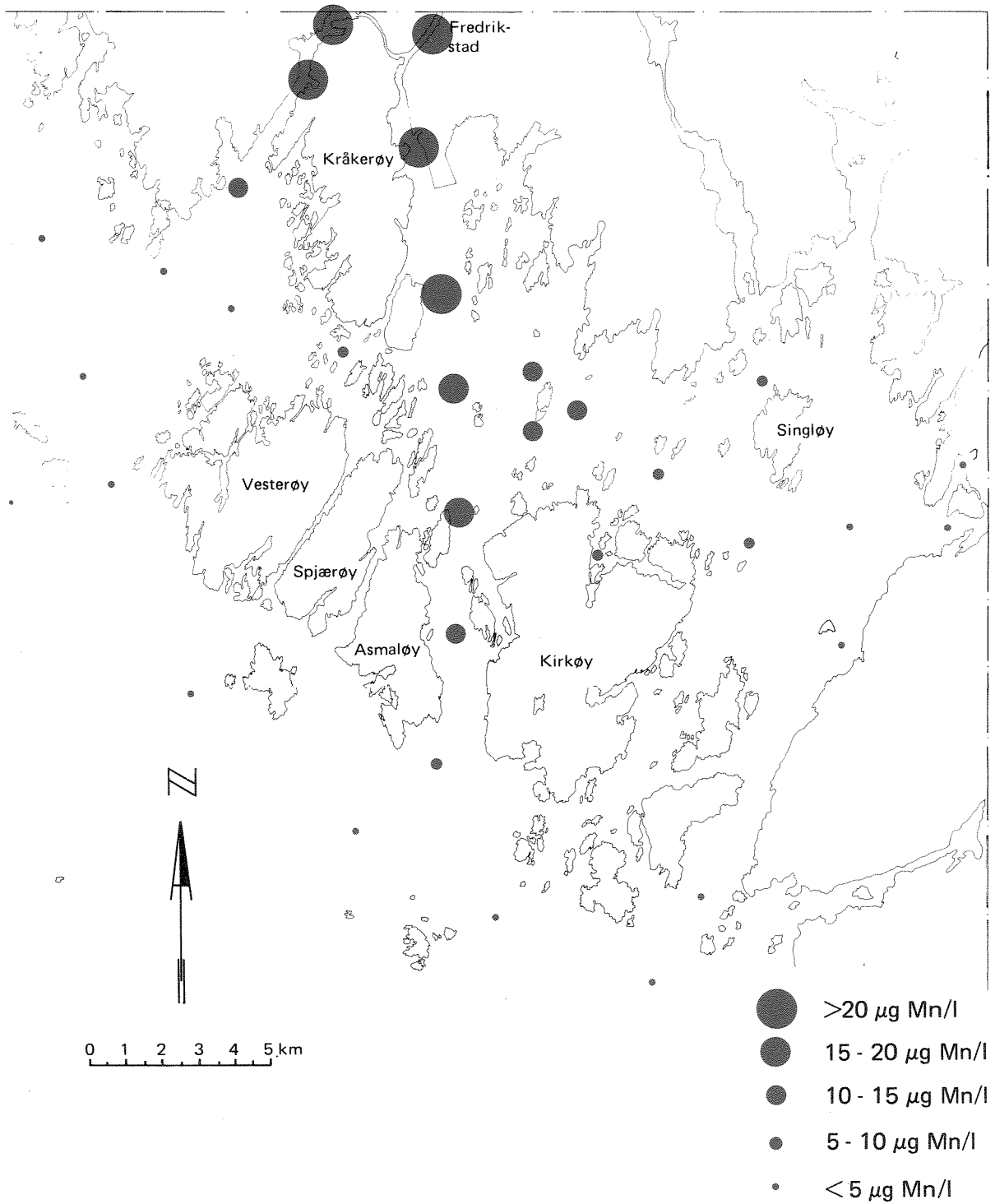


Fig. 17. Fordelingen av partikulært mangan ( $\mu\text{g Mn/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singløfjorden - Hvalerområdet i april 1980.

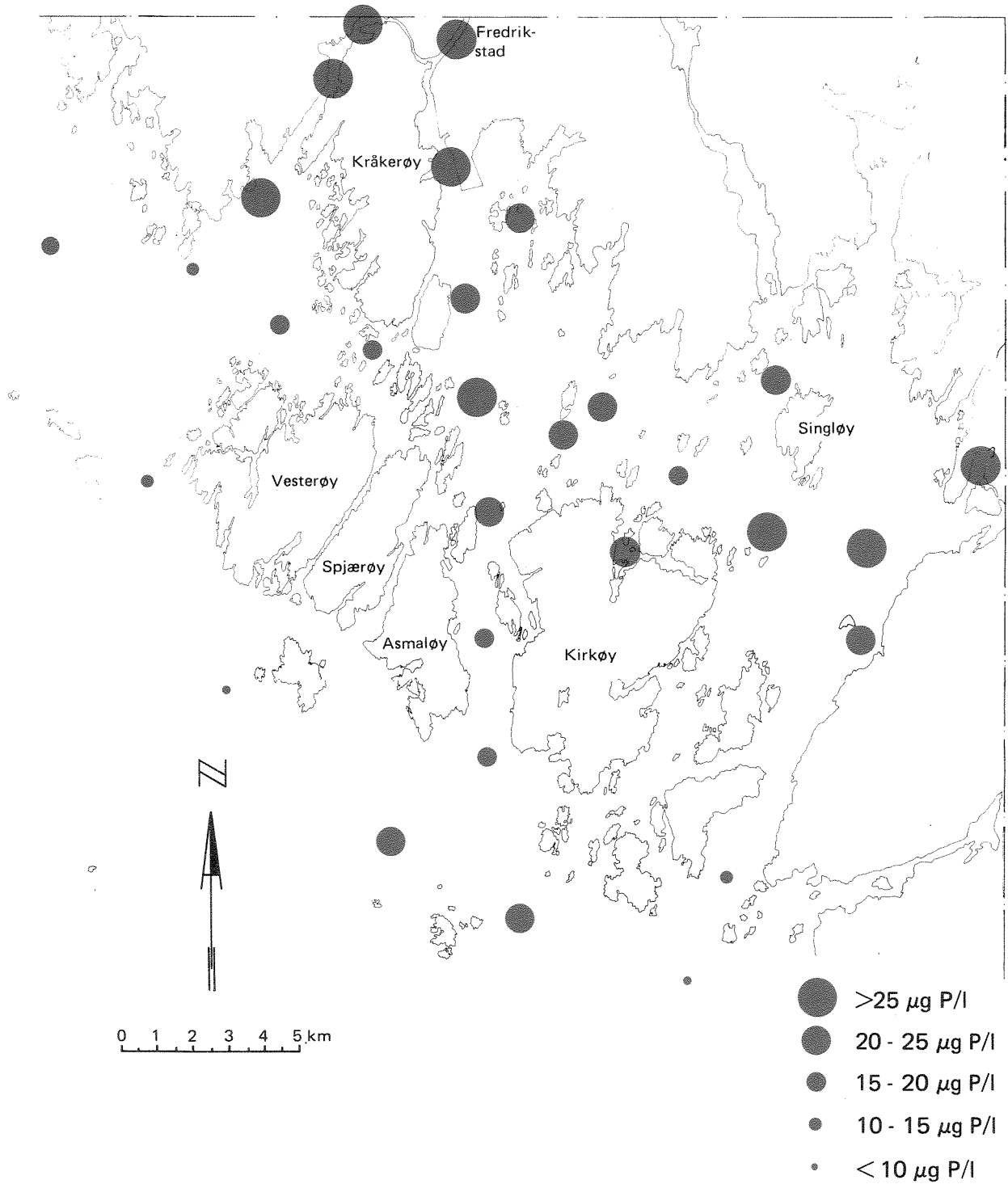


Fig. 18. Fordelingen av partikulært fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980. Fosfor-rikt vann transporteres med Glomma og med vann fra Iddefjorden.

På grunn av stor tilførsel av ferskvann og uorganiske partikler med Glomma, er Løperenområdet relativt lite produktivt, med klorofyllverdier mindre enn  $3 \mu\text{g/l}$ . Fosfor vil derfor her i stor grad være uorganisk bundet, og det er en god samvariasjon mellom fosfor og jern (fig. 19 og 20). Fig. 20 viser også at stigningskoeffisienten for fosfor/jern-kurven går mot null ved jernkonsentrasjoner  $> \sim 1000 \mu\text{g/l}$ . Så høye jernverdier observeres når innholdet av leirepartikler i Glommavannet er høyt. Det betyr igjen at fosfor i hovedsak foreligger som jernfosfater, kun i liten grad bundet til leire.

I kystområdet som er mindre påvirket av Glommavannet, vil fosfor også kunne være organisk bundet, idet elementet inngår som en vevskomponent i planter og dyr. Ved relativt lave klorofyllverdier ( $< 3 \mu\text{g/l}$ ) samsvarer fosfor med jern, men fosfor følger klorofyllkurven ved konsentrasjoner  $> 3 \mu\text{g}$  klorofyll (fig. 21). Samme fordeling forekommer også i andre områder lite påvirket av Glomma, slik som nordre del av Sækken, Holtekilen, Svalerødkilen, Røsneskilen og Grimsøkilen (se områdekart fig. 2). Skjebergkilen og Tosekilen vil være i en mellomstilling, idet disse mottar en del uorganisk materiale ved avrenning fra land.

Botnekilen (fig. 2) derimot, vil være påvirket av Glommavannet slik at her kan fordelingen av fosfor sammenlignes med den i Løperen. Fosforinnholdet i august (høye klorofyllverdier) vil derfor gi et annet bilde av fordelingen i estuaret enn verdiene fra april (fig. 22). De høye verdiene i kilene er fosfor hovedsakelig som organisk fosfor.

Silisium (Si) vil også være bundet til forskjellige partikkeltyper og forekommer i hovedsak i mineralisk materiale (feltspat, kvarts) og diatomeskall (kiselalger). Innholdet i april er sterkt påvirket av den høye partikkelmengden i ellevannet, og verdier på over  $8000 \mu\text{g Si/l}$  ble funnet øverst i Løperen (fig. 23). Konsentrasjonen avtok mot kystområdet ( $500-1500 \mu\text{g Si/l}$ ) på grunn av sedimentering av uorganiske partikler og blanding med vann med lavere silisiuminnhold.

Mens fosfor er en bestanddel av bløtt vev i biogent materiale, inngår silisium som en skallkomponent i kiselalger, og konsentrasjonen av biogent silisium vil derfor variere med diatomeoppblomstringen. Forholdstallet silisium til aluminium kan brukes til å illustrere bindingstypen av silisium. Skei & Melsom (1982) brukte et forholdstall på 2,5 i uorganiske silikater i Bunne-

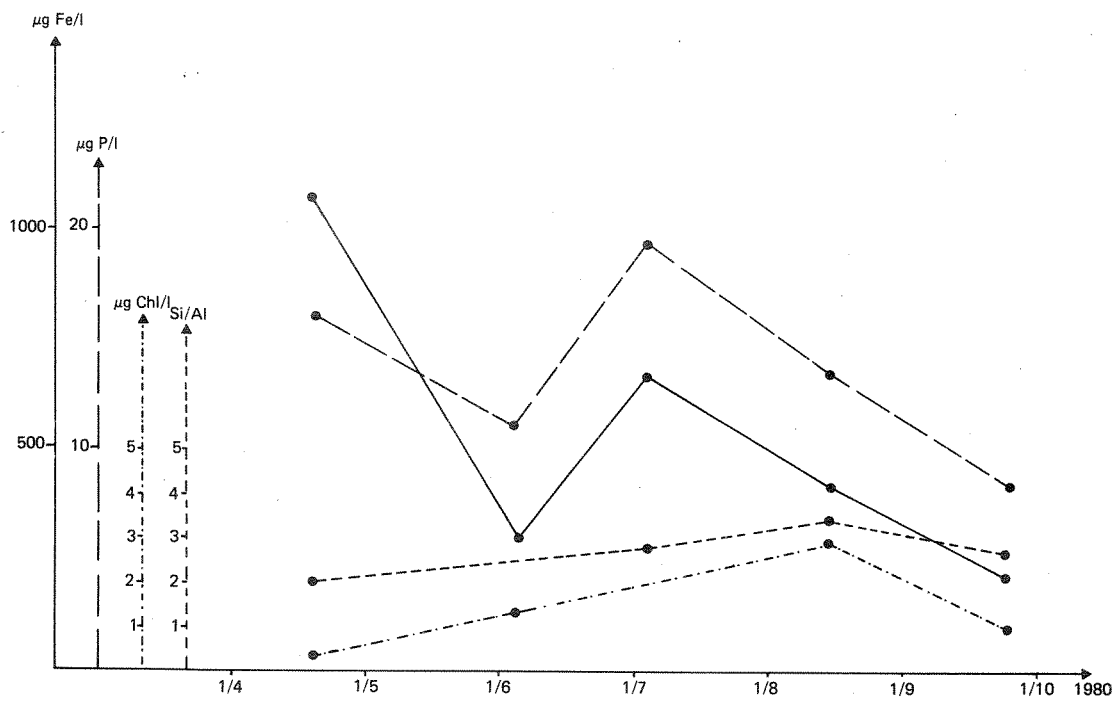


Fig. 19. Variasjon i partikulært jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ), partikulært fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ), klorofyll a ( $\mu\text{g Chl/l}$ ) og forholdstallet partikulært silisium : partikulært aluminium ( $\text{Si/Al}$ ) (vektbasis) i nedre del av Løperen (L 15, 0,5 m) i april - september 1980.

God samvariasjon mellom jern og fosfor viser at fosfor i hovedsak er bundet til uorganiske partikler i Løperen.

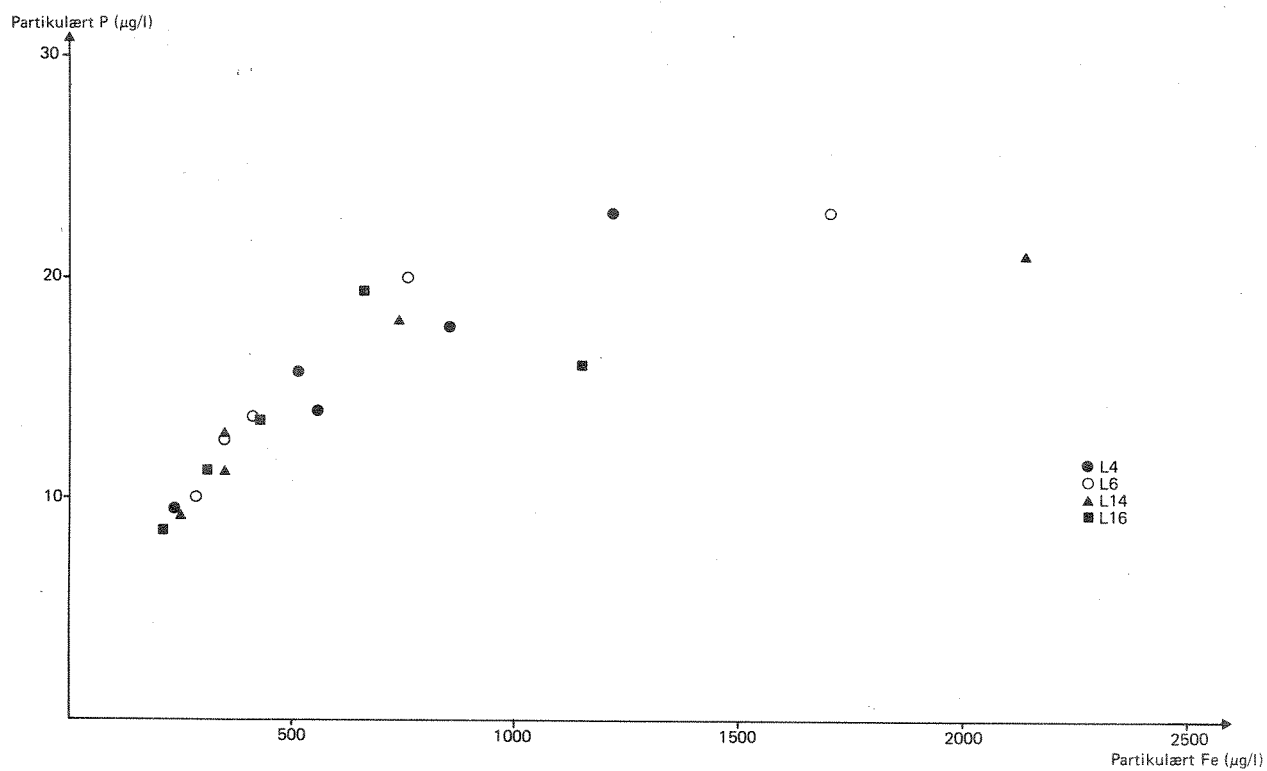


Fig. 20. Samvariasjon mellom partikulært fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) og partikulært jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ) i Løperen (0,5 m) i april - september 1980.

Ved konsentrasjoner  $> 1000 \mu\text{g Fe/l}$  er det dårlig samvariasjon mellom jern og fosfor. Så høye jernkonsentrasjoner måles når innholdet av leirepartikler er høyt. Det betyr at fosfor i liten grad er bundet til leire, men foreligger heller som jernfosfater.

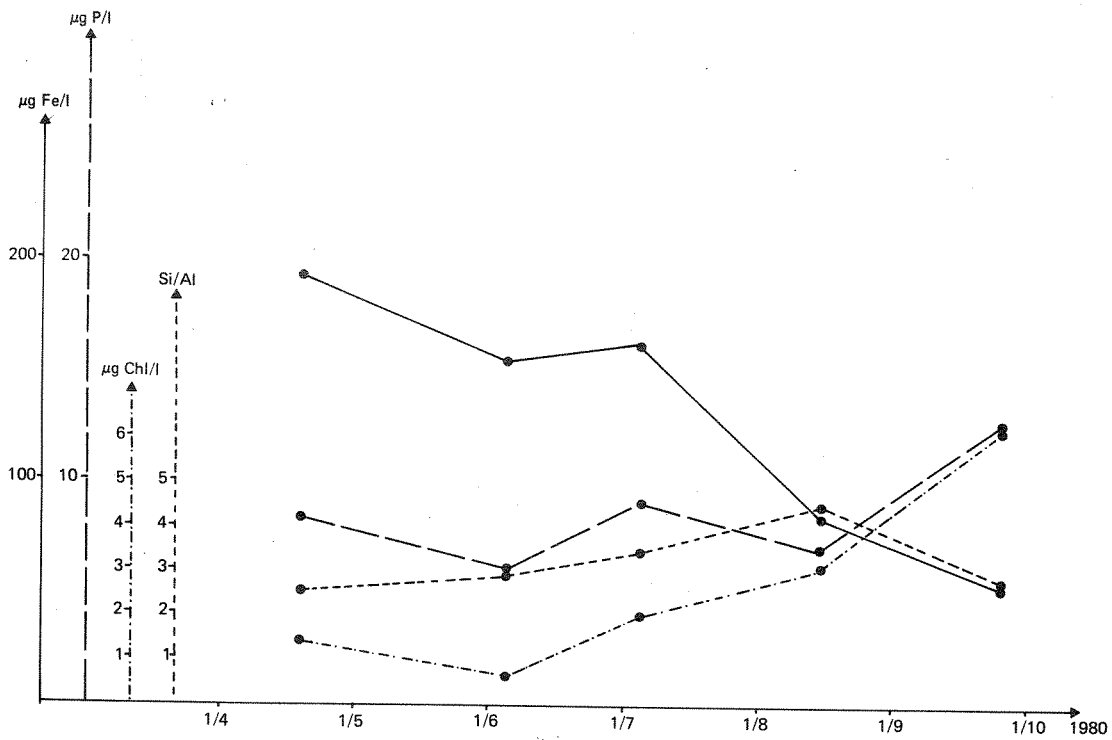


Fig. 21. Variasjon i partikulært jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ ), partikulært fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ), klorofyll a ( $\mu\text{g Chl/l}$ ) og forholdstallet partikulært silisium : partikulært aluminium (Si/Al) (vektbasis) i Singlefjorden-Hvalers kystområde (V 1, 0,5 m) i april - september 1980.

Samvariasjon mellom fosfor og klorofyll i kystområdet viser at fosfor her i stor grad er organisk bundet.

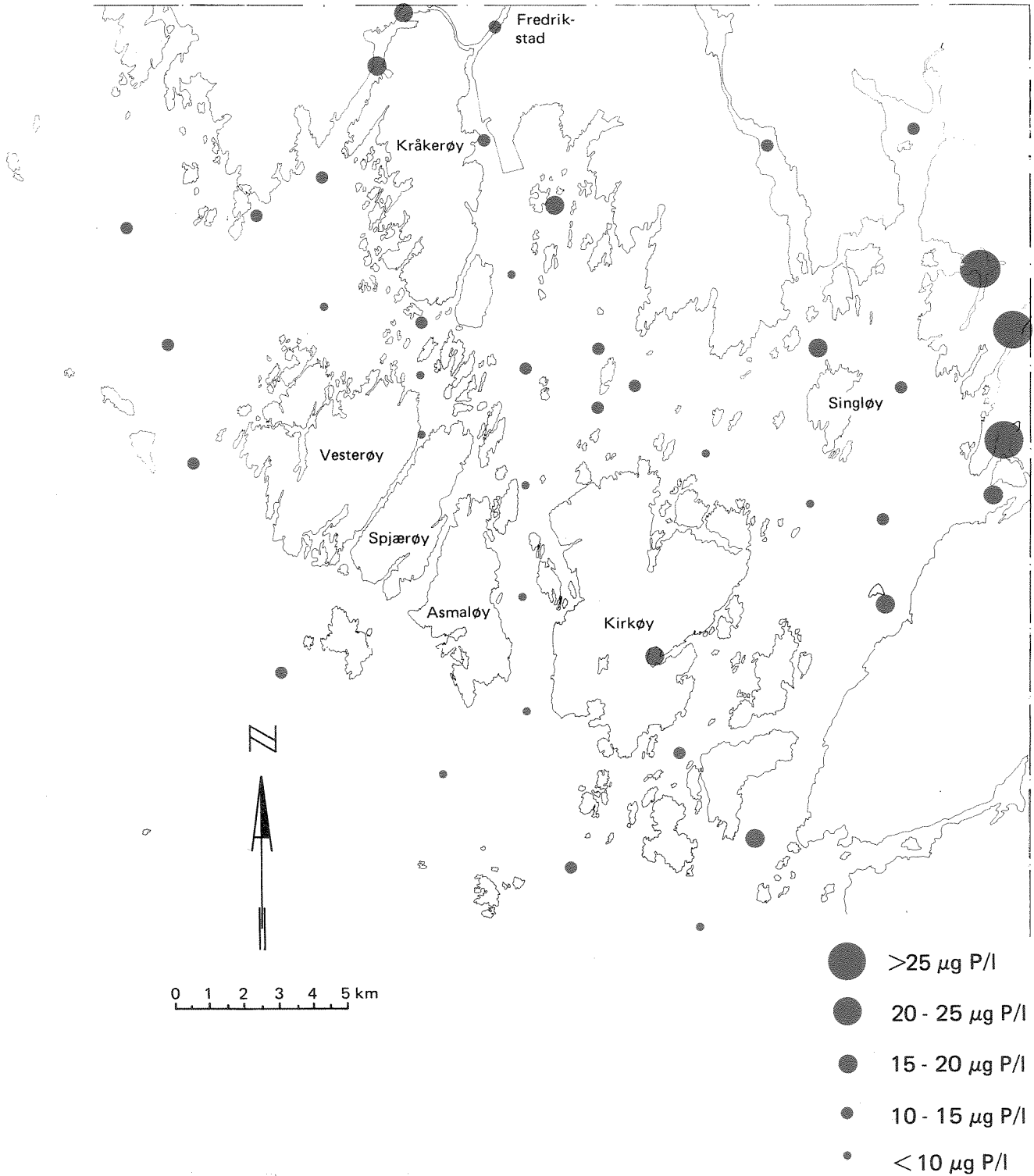


Fig. 22. Fordelingen av partikulært fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i august 1980. Høye fosforverdier i kilene i august når planteplanktonproduksjonen er høy. Fosfor er organisk bundet.

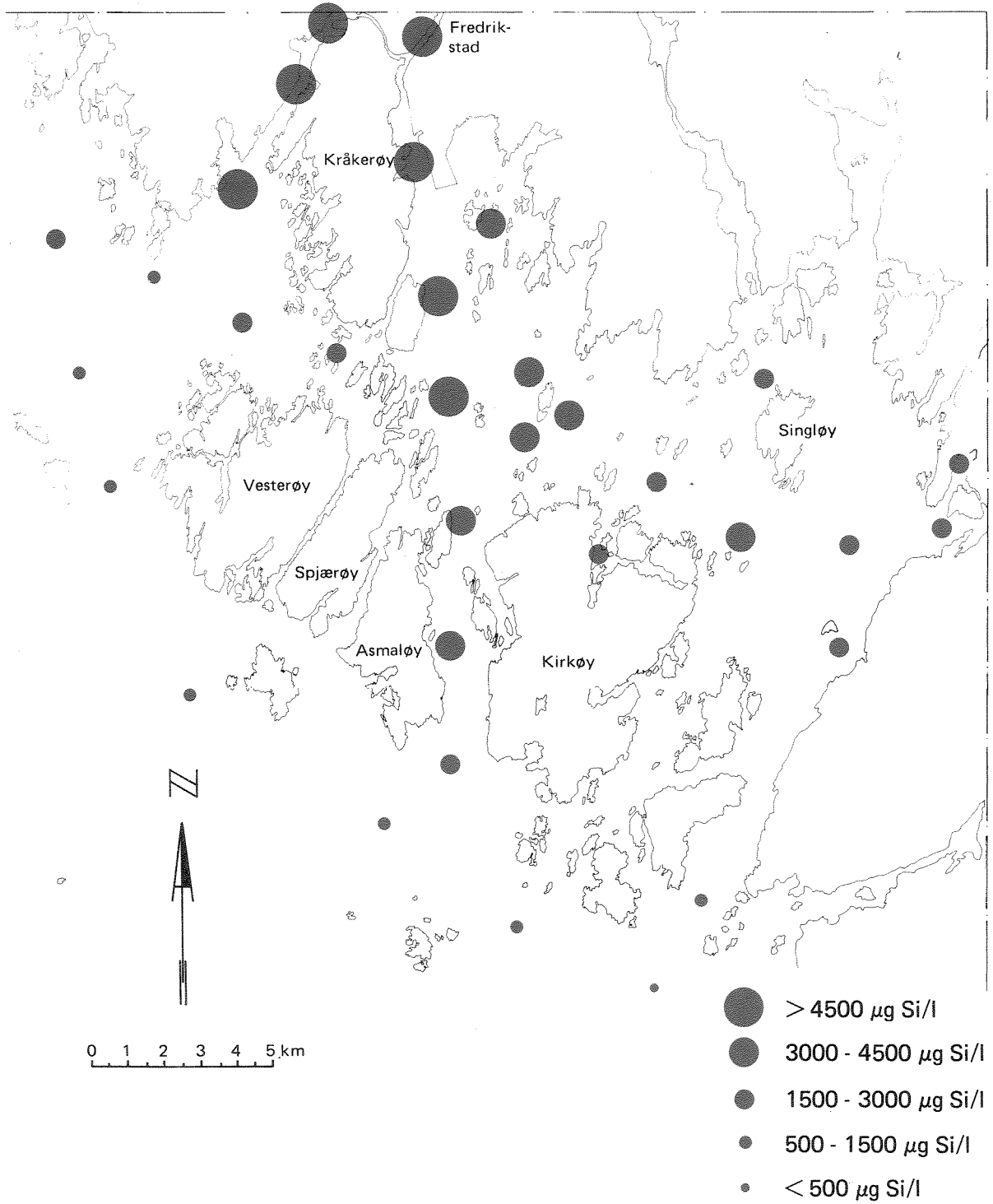


Fig. 23. Fordelingen av partikulært silisium ( $\mu\text{g Si/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet i april 1980. I april er silisium i hovedsak bundet til mineralsk materiale (feltspat, kvarts). Se også Fig. 7.



fjorden (Oslo), mens forholdstallet var 2,2 i Hardangerfjorden (Price and Skei, 1975). Et forholdstall på  $< 3$  indikerer derfor silisium i hovedsak som uorganiske silikater og med lite biogent silisium. I august måned i kystområdet og i Sækken var silisium i stor grad biogent, mens uorganiske silikater var dominerende i Løperen (fig. 24).

På alle stasjonene ble maksimum i silisium til aluminium observert i august. Det var imidlertid bare i Løperen-området at dette falt sammen med høyeste klorofyllkonsentrasjon (fig. 19 og 21). Det betyr at kystområdet, i Sækken og i kilene ble diatomeoppblomstringen (maks. silisium/aluminium) etterfulgt av kraftig oppblomstring av alger uten kiselskall.

Tilsvarende er observert i indre Oslofjord (Paasche and Østgren, 1980). Som tidligere nevnt er klorofyllverdiene i Løperen relativt lave, noe som kan skyldes dårlige produksjonsforhold eller kort oppholdstid av vannmassene. Det er mulig at maksimum i silisium til aluminiumforholdet i stor grad skyldes tilførsel av ferskvannsdiatomeer. Dette støttes av mikroskopiering av det partikulære materialet.

I tillegg til de kjemiske analysene av suspendert partikulært materiale ble det også på utvalgte prøver foretatt scanning elektron mikroskopiering (S.E.M.). Dette ble gjort på de samme filtrene som ble analysert ved røntgenfluorescens. Mikroskopieringen ble utelukkende foretatt på prøver fra Løperen (L 1, L 2, L 16 og L 18) tatt under toktet i august 1980 (en prøve fra april samme år). Et utvalg fotografier er vist på fig. 25 og 26. Kvalitative analyser av et valgt areal ble foretatt på to prøver og resultatene er vist på fig. 27 og 28.

Øverst i Løperen (L1 og L 2, fig. 25 a og b) var prøvene i august dominert av ferskvannsdiatomeer. Det er åpenbart at dette er diatomeer som transporteres med Glomma ut i Hvalerbassenget. Det ble også observert en del fiber i prøvene, som duskformede aggregater (se fig. 25 b, nedre deler av bildet). Av uorganiske partikler var det aggregater sammensatt av kalsium (Ca), svovel (S) og jern (Fe) (fig. 25 c). Opprinnelsen er usikker, men det ser nærmest ut til å være gips-partikler med noe jern adsorbent.

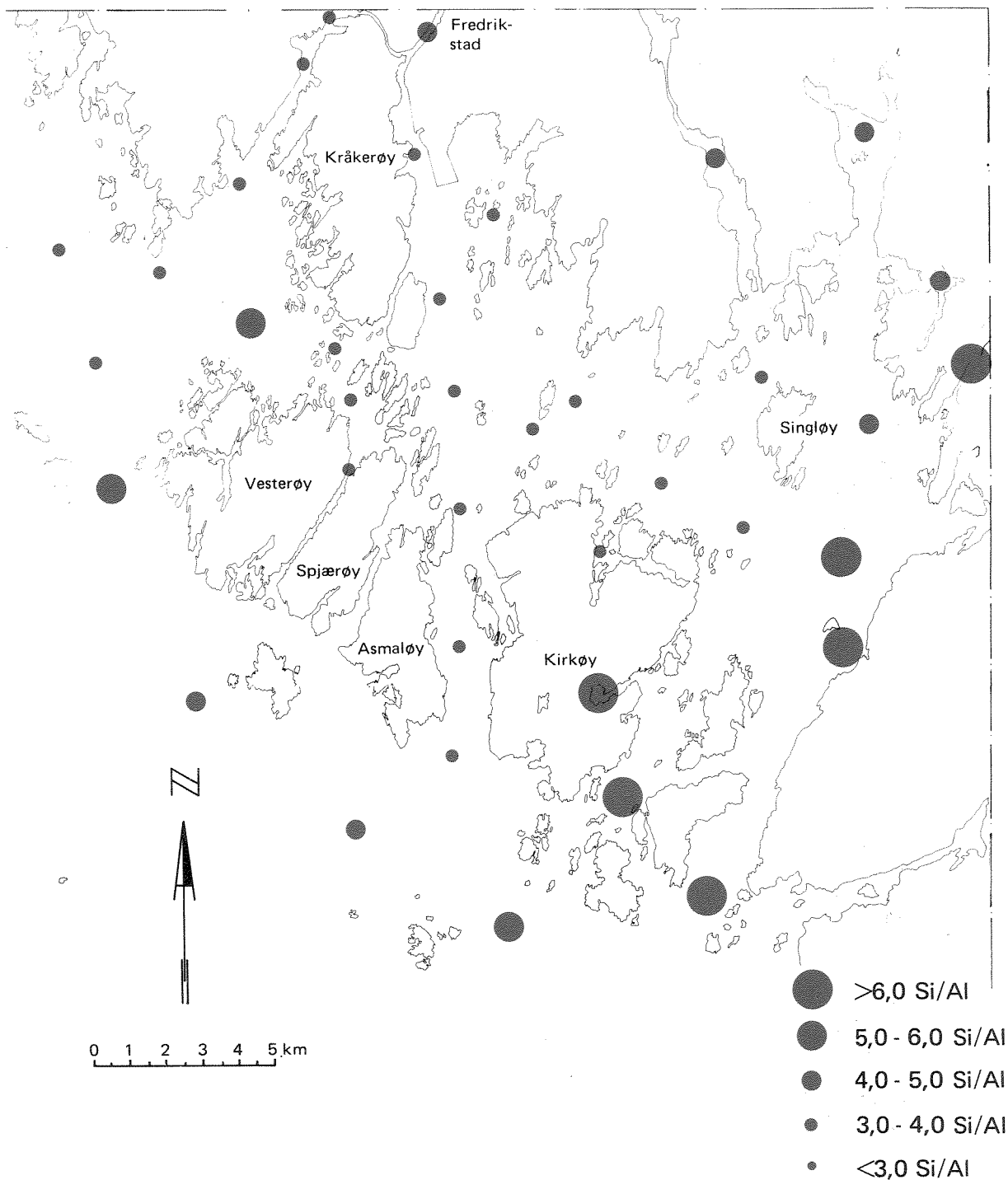
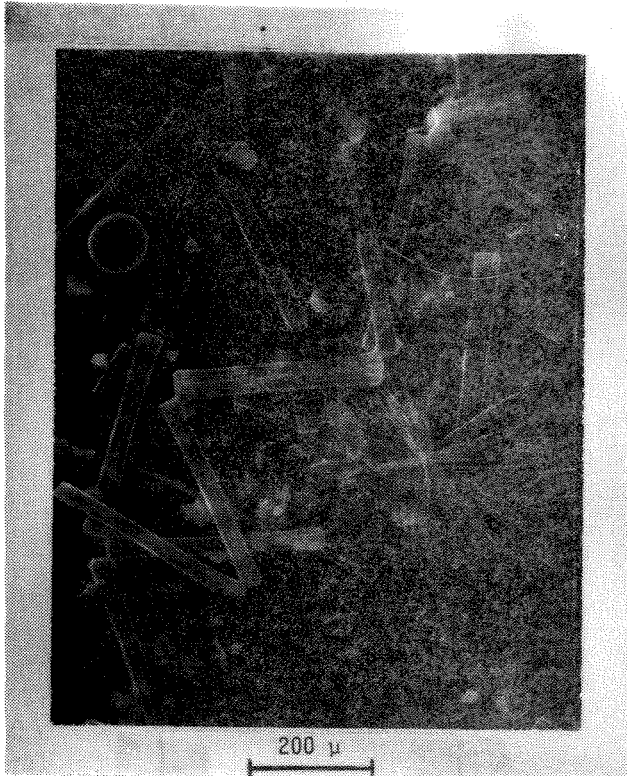
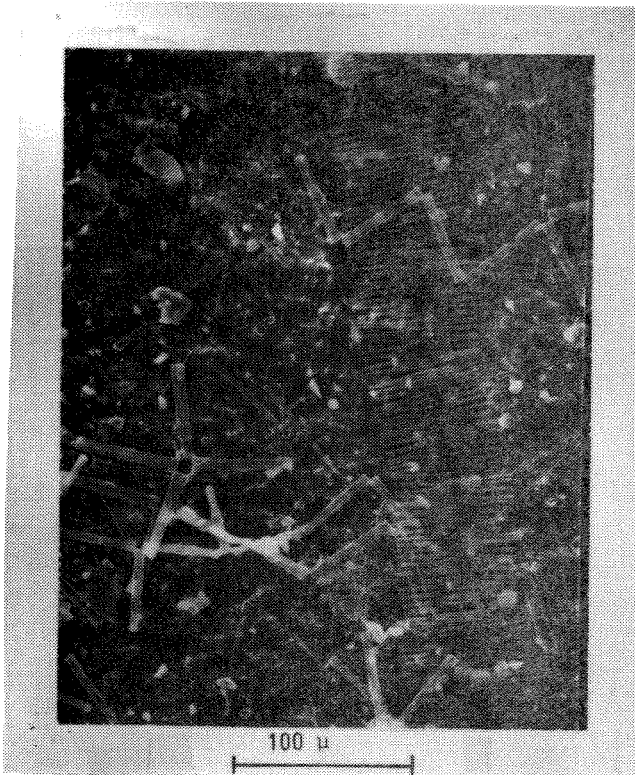


Fig. 24. Forholdet mellom silisium (Si) og aluminium (Al) i suspendert partikulært materiale (0,5 m) i Singlefjorden - Hvalerområdet 1980. I august med høy planteplanktonproduksjon i kilene og i kystområdet er silisium her i stor grad organisk bundet ( $\text{Si/Al} > 3$ ). I Løperen, med dårlige produksjonsforhold, er silisium knyttet til mineralisk materiale ( $\text{Si/Al} < 3$ ).



a) Ferskvannsdiatomeer  
(august 1980) L 1 (0,5 m).



b) Ferskvannsdiatomeer  
(august 1980) L 2 (0,5 m).

Fig. 25. Scanning elektron mikroskopiering av partikler i overflatevann fra Løperen august 1980 og april 1981.

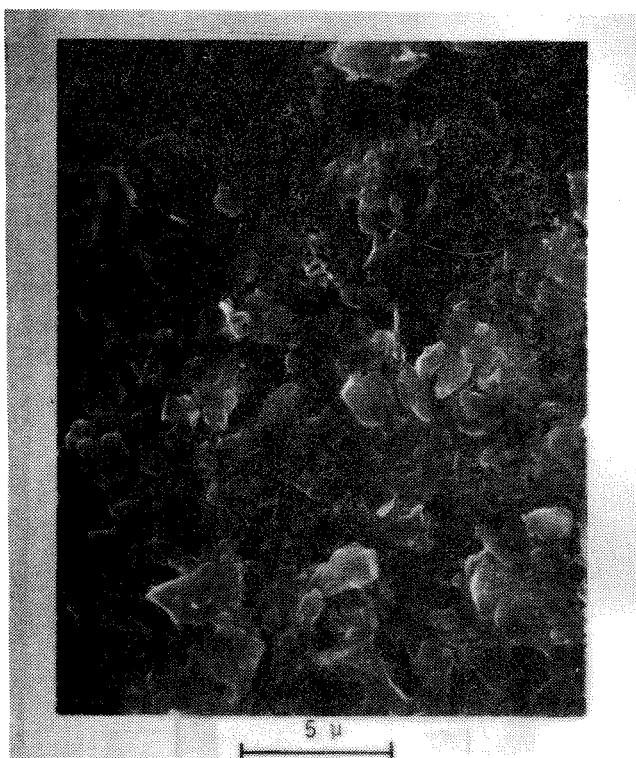
Fig. 25 fortsatt



c) Partikkelaggregat som inneholder kalsium (Ca), svovel (S) og jern (Fe)(august 1980) L 2 (0,5 m).



d) Små partikkelaggregater som inneholder mye jern (Fe) og titan (Ti) (august 1980) L 16 (0,5 m).



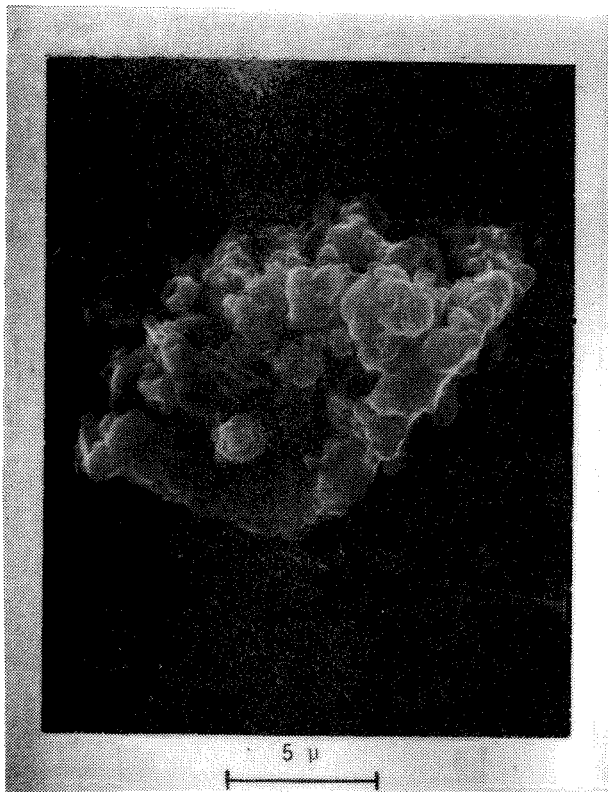
a) Store mengder leirepartikler  
(flomperiode, april 1980)  
L 16 (0,5 m).



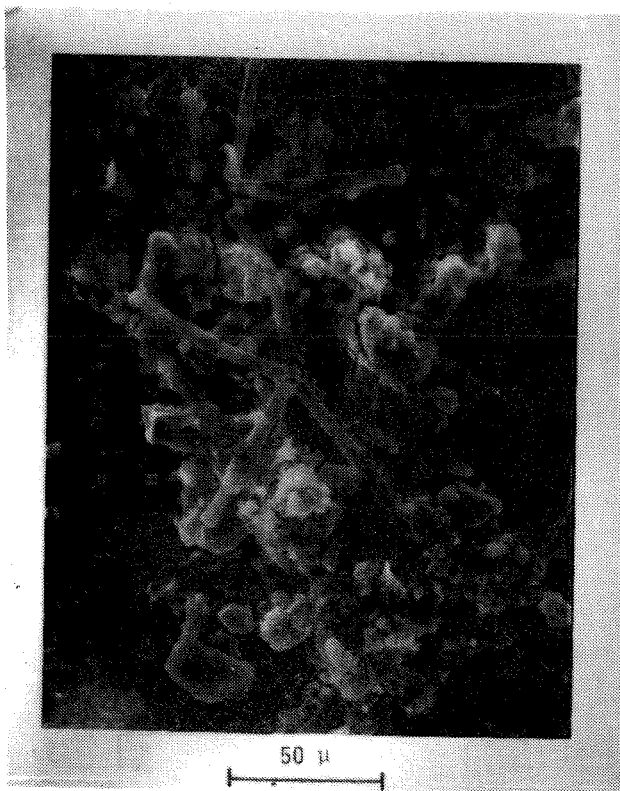
b) Kjedeformede bakterier  
(august 1980) L 16 (0,5 m).

Fig. 26. Scanning elektron mikroskopiering av partikler i overflatevann fra Løperen april og august 1980.

Fig. 26 fortsatt



c) Jern-partikkel (utfelling)  
(august 1980) L 18 (0,5 m).



d) Stort partikkelaggregat  
(uorganiske partikler og  
diatomeer) (august 1980)  
L 18 (0,5 m).

Kommer vi lenger ut i Løperen blir det mer og mer vanlig med partikkel-aggregater.

Ved Asmaløy (L 16) ble det påvist en rekke aggregater med størrelse ca. 10  $\mu\text{m}$  i diameter (fig. 25 d). Disse aggregatene består av jern (Fe), titan (Ti), kalium (K), silisium (Si) og aluminium (Al) og er sannsynligvis leirepartikler, men med noe jern og titan adsorbent. Det siste kan skyldes utslipp fra Kronos Titan A/S.

Det ble også mikroskopierte en prøve fra april-toktet (L 16) og denne viste en helt annen partikkeltetthet og sammensetning (fig. 26 a). På grunn av stor sedimenttransport i Glomma bestod partiklene hovedsaklig av leire og det var lite partikler av biologisk opprinnelse. En kvalitativ analyse viste mye jern (Fe) og titan (Ti) (fig. 28). Fra august-toktet ble det også observert betydelige ansamlinger av kjedeformede bakterier i prøvene. Diameteren av hver celle var ca. 1-1,5  $\mu\text{m}$  (Fig. 26b).

På den ytterste stasjonen (L 18) ble det observert svært store aggregater, bestående av uorganiske partikler og diatomeer (fig. 26 d). Størrelsen på disse aggregatene var opp til 200  $\mu\text{m}$  og innslaget av jern og tildels titan var stort (fig. 27). I den samme prøven ble det også påvist partikler som bare inneholder jern (fig. 26 c). Dette er tydelige utfellinger av jern. Det ble også påvist jern i tilknytning til diatomeskall, noe som tyder på at jern adsorberes til plankton.

Det generelle inntrykket er at det partikulære materialet i stor grad opptrer som aggregater og at størrelsen på disse aggregatene øker utover Løperen. Store mengder ferskvannsdiatomeer transporteres ut i Hvaler-bassenget. Fiber opptrer i prøvene øverst i Løperen, men ser ikke ut til å være spesielt fremtredende i det partikulære materialet lenger ute. Felles for hele Løperen er at det partikulære materialet inneholder mye jern og tildels titan og at dette i stor grad er adsorbent til annet partikulært materiale. Kilden for jern og titan må antas i hovedsak å være Kronos Titan A/S.

50 CNT 511 FS: A  
4180 EU 20 EU/CHAN  
Link Systems 860 Analyser 15-Dec-82

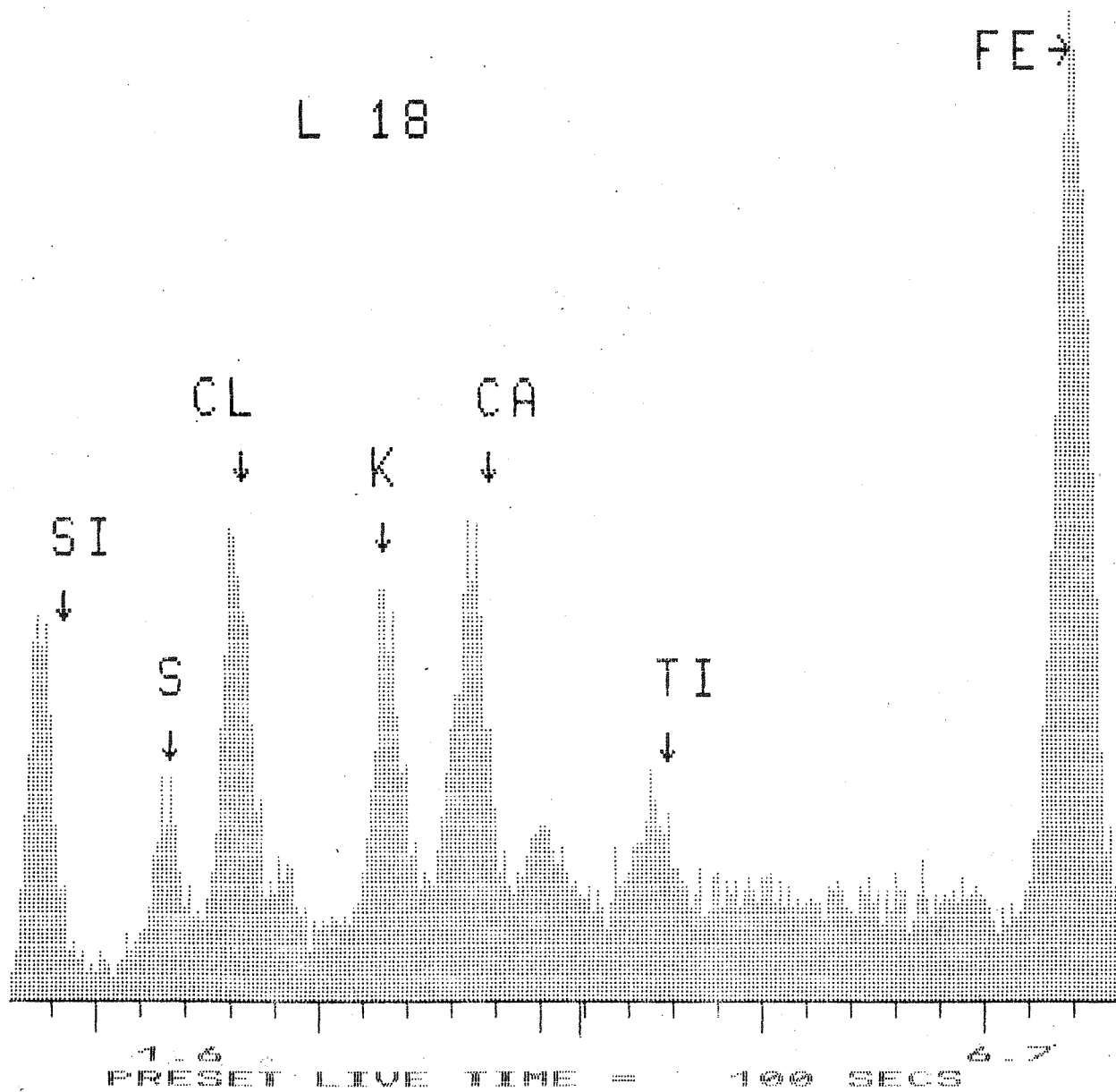


Fig. 27. Røntgenanalyse av et utsnitt av bilde 26 a



602 CNT

3960 EU  
Link Systems 860 Analyser

8K FS: A  
20 EU/CHAN  
15-Dec-82

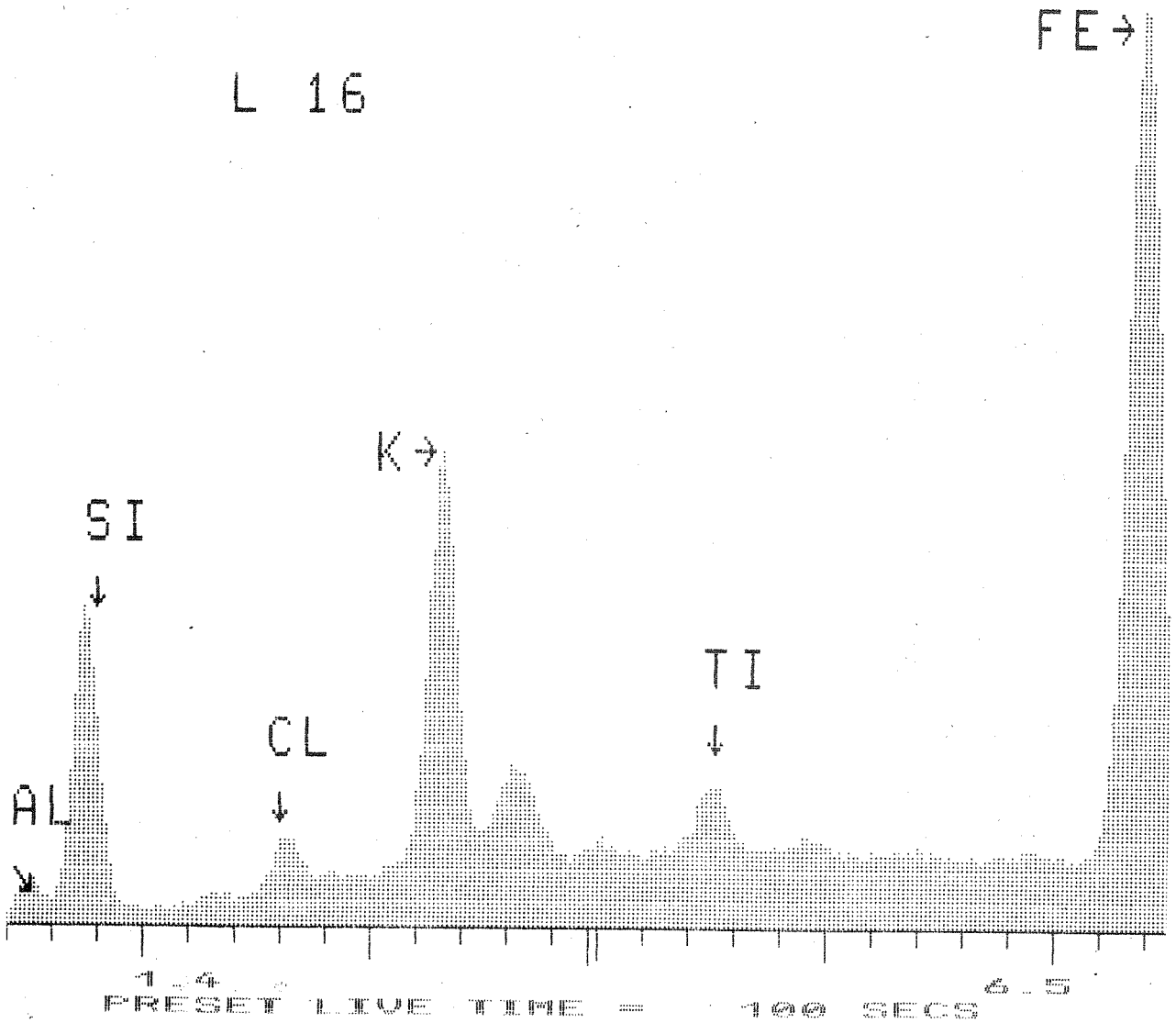


Fig. 28 Røntgenanalyse av et utsnitt av bilde 26 a

### 3.3 Siktedyp

Siktedypet (Tabell A1, appendiks) vil være påvirket av suspendert partikulært materiale tilført med elvevann/avrenning fra land og fra planktonproduksjonen i området. Fig. 29 viser siktedypet i Vesterelva/Leira, Løperen og Sækken i april og i september, henholdsvis med høy og lav konsentrasjon av uorganiske partikler i vannmassene. Verdiene varierte fra 0,25 m i Vesterelva/Løperen i april til 8,5 m i kystområdet i september.

Som tidligere nevnt, skjer hovedtransporten av Glommavannet ut Løperen. Det er derfor sannsynlig at siktedypet her kontrolleres av elvetilførte uorganiske partikler. Målinger av organisk og uorganisk seston i Glomma ved Sarpsfossen har vist at det er de uorganiske partiklene som dominerer (NIVA, 1982). De største konsentrasjonene og de største transportene av uorganiske partikler (f.eks. leire) skjer i april-mai under lavlandsflommen (NIVA, 1982). Grove overslag viser at i begynnelsen av en lavlandsflom kan ~ 1000 tonn uorganiske partikler passere Sarpsfossen pr. døgn. Dette har åpenbart meget stor betydning for sikten i overflatevannet. At elvetilførte, uorganiske partikler bestemmer siktedypet i Løperen stemmer med god samvariasjon mellom aluminium (som mål for uorg. partikler) og det inverse siktedypet (fig. 30). Planktonproduksjonen, uttrykt ved klorofyllverdiene, spiller en mindre rolle. Det er sannsynligvis også tilfelle med jernutslippene fra Kronos Titan A/S.

For kystområdet vil årsaksammenhengen være noe annerledes, idet påvirkningen fra elvetilførte partikler er mindre. Som for Løperen, er siktedypet bestemt av uorganiske partikler når konsentrasjonen av disse er høy, men med relativt lave aluminiumverdier påvirkes siktedypet i stigende grad av biologisk produksjon (fig. 31). Det samme gjelder Sækken-området (fig. 32) og spesielt kilene som kan ha høy planktonproduksjon (jfr. fosfor, fig. 22).

Utslipp av fiber fra treforedlingsbedrifter i området vil også påvirke siktedypet. Hovedkilden vil være Borregaard Industrier A/S med et beregnet utslipp i 1980 på 5150 tonn (NIVA, 1981). Det er derfor sannsynlig at Løperenområdet blir sterkest påvirket av fibertilførslene (jfr. scanning elektron mikroskopering), selv om bidraget av partikulært materiale fra industri totalt sett er lite i visse perioder av året sammenlignet med den naturlige sedimenttransporten. I vinterhalvåret, derimot, må man vente at utslippene av fiber i større grad influerer på siktedypet.

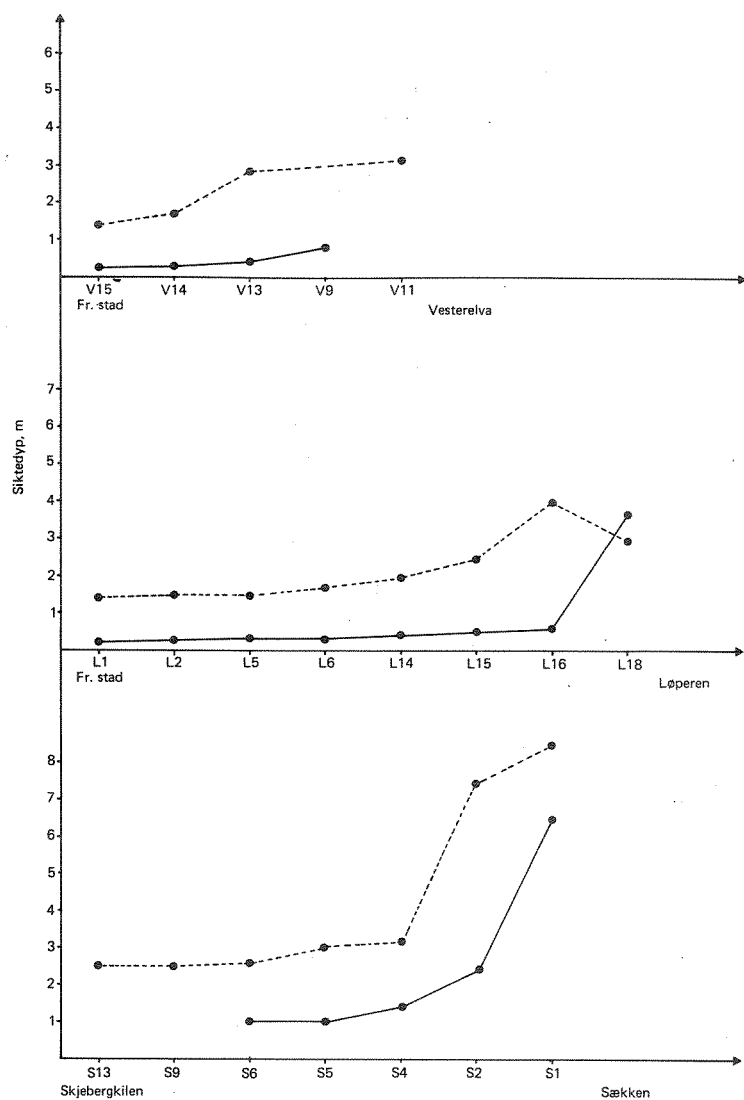


Fig. 29. Siktedypet (m) i Leira, Løperen og Sækken i april (●—●) og september (●---●) 1980.

Siktedypet er større i september når tilførslene av uorganiske partikler med Glomma er mindre (lav vannføring).

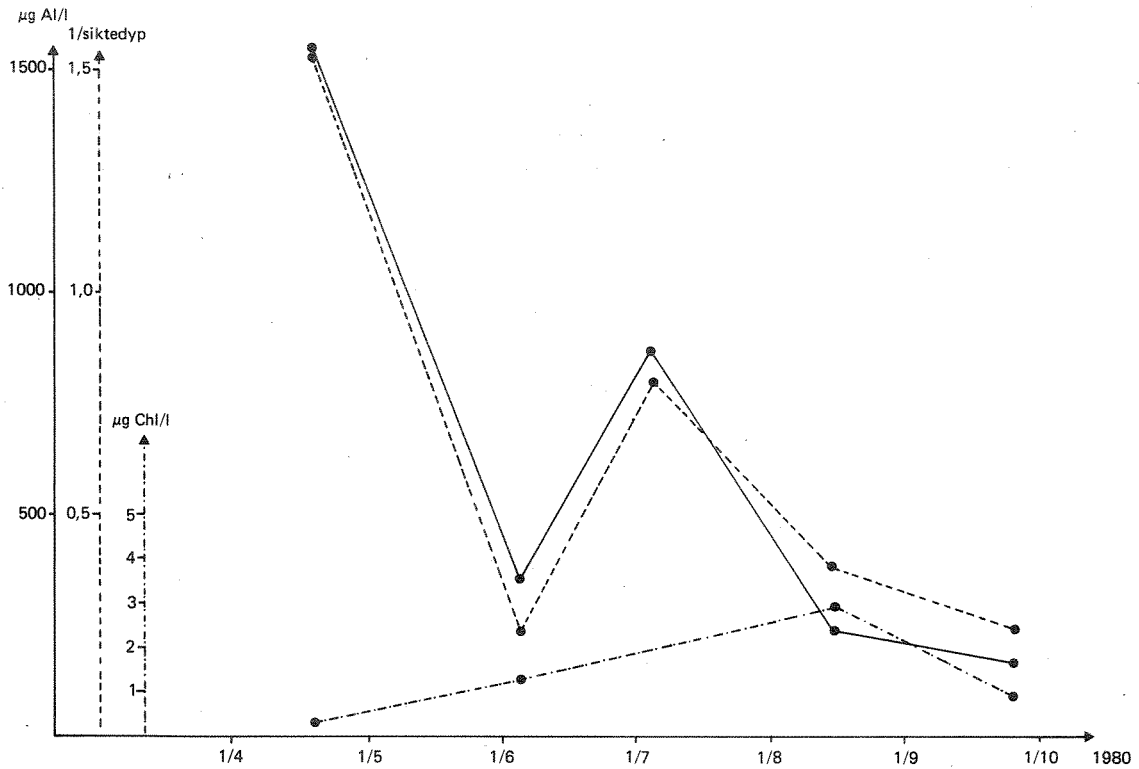


Fig. 30. Variasjonen i partikulært aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ ) og klorofyll a ( $\mu\text{g Chl/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) og det inverse siktedypet i nedre del av Løperen (L 15) i april - september 1980.

Samvariasjon mellom aluminium og det inverse siktedypet viser at uorganiske partikler (leire) bestemmer siktedypet i Løperen.

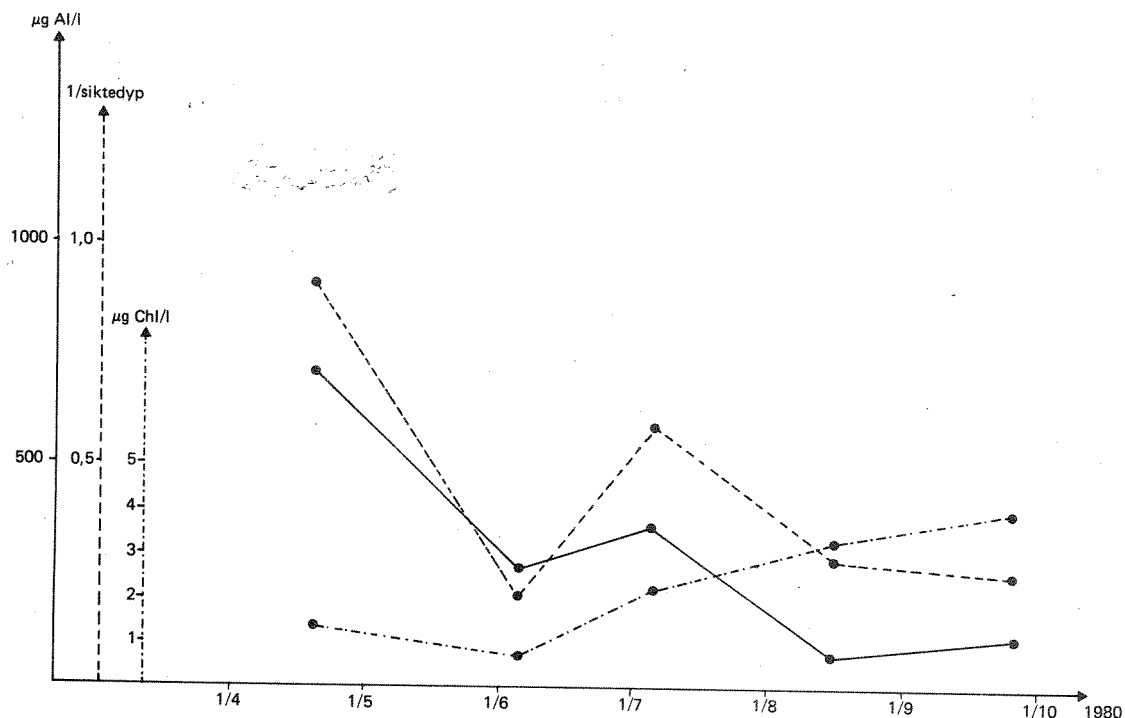


Fig. 31. Variasjon i partikulært aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ ) og klorofyll a ( $\mu\text{g Chl/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) og det inverse siktedypet i Singlefjorden - Hvalers kystområde i april-september 1980.

Siktedypet i kystområdet er bestemt av uorganiske partikler når partikkeltransporten i Glomma er stor, men kontrolleres av biologisk produksjon når partikkeltransporten er relativt lav.

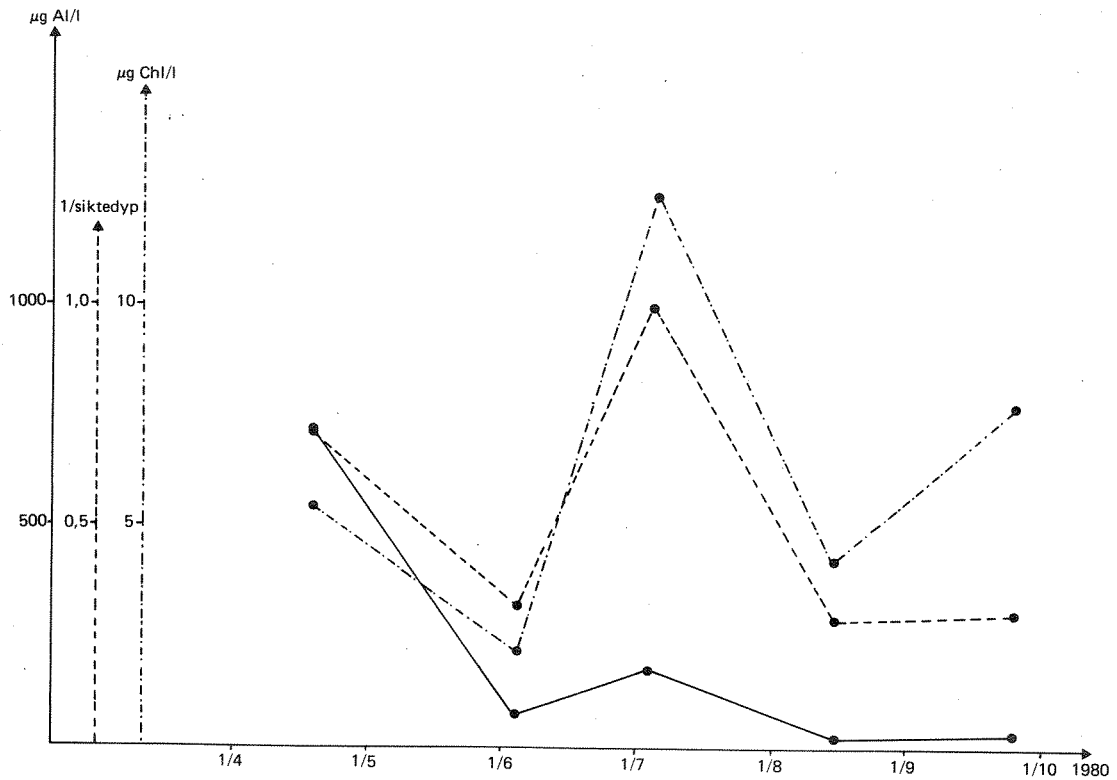


Fig. 32. Variasjon i partikulært aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ ) og klorofyll a ( $\mu\text{g Chl/l}$ ) i vannmassene (0,5 m) og det inverse siktedypet i vestre del av Leira (V 12) i april - september 1980.

Utenfor Løperen-området er siktedypet i stor grad kontrollert av planktonproduksjonen.

### 3.4 Sedimentbeskrivelse

Sedimenter ble, som nevnt i kap. 2, tatt både i 1978 (G1-13) og 1981 (G14-37) (Fig. 3). Sedimentkjernene er beskrevet i Tabell 2, mens resultater av analyser av metaller, fosfor og nitrogen befinner seg i Appendix, Tabell A2, klorerte benzener og polyklorerte bifenyler i Tabell A3 og polysykliske aromatiske hydrokarboner i Tabell A4.

Tabell 2. Sedimentbeskrivelse.

Stasjon	Vanndyp (m)	Kjerne- lengde (cm)	Beskrivelse
G 1	13	17	5-6 cm brunsort lag over lys leire.
G 2	15	21	Sort sediment, men noe brunlig i overflaten.
G 3	10	36	Et 4-5 cm grått lag (sopp/bakterier?) over sort sediment.
G 4	11	44	1 cm brunt topplag over sort sediment.
G 5	11	21	Brune fnokk på overflaten. Ellers kullsort sediment.
G 6	11	10	Brunt topplag (1 cm). Sandig sediment.
G 7	28	27	Brune fnokk over kullsort sediment. (Sort ned til 5 cm). Noe lysere under.
G 8	54	59	Brune fnokk over sort sediment. (ikke H <sub>2</sub> S-lukt).
G 9	34	38	2-3 cm brunt topplag over sorte sedimenter (ned til 20 cm). Lysegrønt sediment underst.
G 10	55	54	Sorte, sterkt organiske sedimenter med brune fnokker.
G 11	22	56	4 cm brunt overflatelag over fast blågrå leire.
G 12	25	39	Sort sediment med brune fnokk i overflaten. Overgang til lysere sediment ved 30 cm. Ikke H <sub>2</sub> S-lukt.
G 13	50	59	Kjernen gjennomhullet av rørbyggende mark. Brunt overflatelag over fast blågrå leire.
G 14	6	14	Oljeaktig sediment. Store mengder børstemark i de øvre 10 cm.
G 15	28	48	5 cm sort topplag over leire rik på organisk stoff. Brune fnokk i overflaten. Kjernen er delvis gjennomhullet av rørbyggende mark.

Tabell 2. Forts.

G 16	21	52	Fin leire med brun oksisk overflate.
G 17	35	26	Fin leire med brun overflate. Leiren under er gjennomhullet av rørbyggende mark. Ellers mye børstemark.
G 18	159	60	Leire med brunt topplag. Kraftig omrørt av gravende organismer.
G 19	200	62	Fin leire med meget markert brun, oksisk overflate.
G 20	326	52	Leire med fint brunt topplag.
G 21	462	67	Fin leire med brun overflate.
G 22	246	33	Leire med noe diffust brunt topplag.
G 23	252	57	Fin leire med brun overflate. Mye børstemark
G 24	62	52	Sandig silt. Mye skjellsand og børstemark.
G 25	246	27	Sandig silt. Bløtt sediment i de øvre 10 cm.
G 26	88	29	Siltig leire. Svært mye børstemark.
G 27	72	64	Brun overflate. Siltig leire. Børstemark (omrørt av gravende organismer).
G 28	58	44	Leire med brun overflate. Mye børstemark.
G 29	47	41	Mørk organisk leire med brunt topplag. Mye børstemark.
G 30	35	64	Fin blågrå leire med brunt topplag.
G 31	10	47	Brunt topplag over organisk leire. Det brune laget består av mye ekskrementpartikler fra organismer.
G 32	67	30	Gråblå leire med brunt topplag. Mye børstemark.
G 33	51	46	Gråblå leire med brunt topplag.
G 34	74	43	Fast leire med brunt topplag.
G 35	132	47	Fast leire med brunt topplag. Mye børstemark.
G 36	134	70	Leire med brun overflate.
G 37	78	42	Leire med brun overflate.



### 3.5 Nitrogen og fosfor i sedimentene

Nitrogen (N) i marine sedimenter vil i hovedsak være knyttet til organisk materiale (Poon and Sheih, 1976). Konsentrasjonene i overflatesedimentene i Glomma-estualet varierte fra 0,16 - 0,28 % (tabell A2 i appendiks), og lå generelt i området  $0,25 \pm 0,2$  %. Dette er stort sett det samme som er målt i Oslofjorden (Doff, 1969). Den laveste verdien, 0,16 % (G 24), skyldes at sedimentet her var relativt sandholdig.

Fosfor (P) vil imidlertid i hovedsak foreligge i uorganisk form i marine sedimenter (Salomons and Gerritse, 1981). Dette gjelder også Singlefjord-/Hvalerområdet, og fremgår av den gode korrelasjonen mellom jern og fosfor (fig. 33). Konsentrasjonen av fosfor varierte fra 0,09 - 0,22 % (tabell A2). I motsetning til nitrogen var det klare trender i fordelingen. De høyeste verdiene ble målt i nedre del av Løperen. Det kan henge sammen med fosfor felt som jernfosfater eller adsorbent til jernhydroksyder i forbindelse med jernutslipp fra Kronos Titan A/S. Dette samsvarer godt med observasjoner i det suspenderte partikulære materialet (fig. 20).

### 3.6 Metaller i sedimentene

Sedimentene i Glommaestualet tilføres metaller både fra naturlig avrenning og fra diverse industri i området (analyseresultater i appendikstabell A2). Innholdet av jern (Fe) i overflatesedimentene (gj.sn. av 0-1, 1-2, 2-3 cm) varierte fra 1,7 - 7,4% (fig. 34). Laveste verdi var på lokaliteter hvor sedimentet i større grad var iblandet sand (G 5 og G 24). Dette virker som fortynningsfaktor på metallinnholdet. Bortsett fra sentrale og nedre deler av Løperen, lå konsentrasjonene generelt i området 3,5 - 4,5% jern, og er i overensstemmelse med tilsvarende sedimenter fra Oslofjorden (Doff, 1969). Jern vil i hovedsak foreligge bundet til leire og som jernoksyder/hydroksyder. De høye verdiene i sentrale og nedre deler av Løperen på opptil 7,4% jern må antas å skyldes tilførsler av jernoksyder/hydroksyder fra utslipp fra Kronos Titan A/S. Utslippsforholdene og at tilført jern foreligger som toverdug jernsulfat, fører til at de høyeste verdiene ikke observeres umiddelbart utenfor fabrikken. Det toverdige jernet oksyderes og felles ut som treverdug jernhydroksyd som deretter transporteres og sedimenteres i stor grad i sentrale og nedre deler av Løperen. Målingene stemmer godt overens med analysene av løst jern i vannmassene og jern i suspendert partikulært

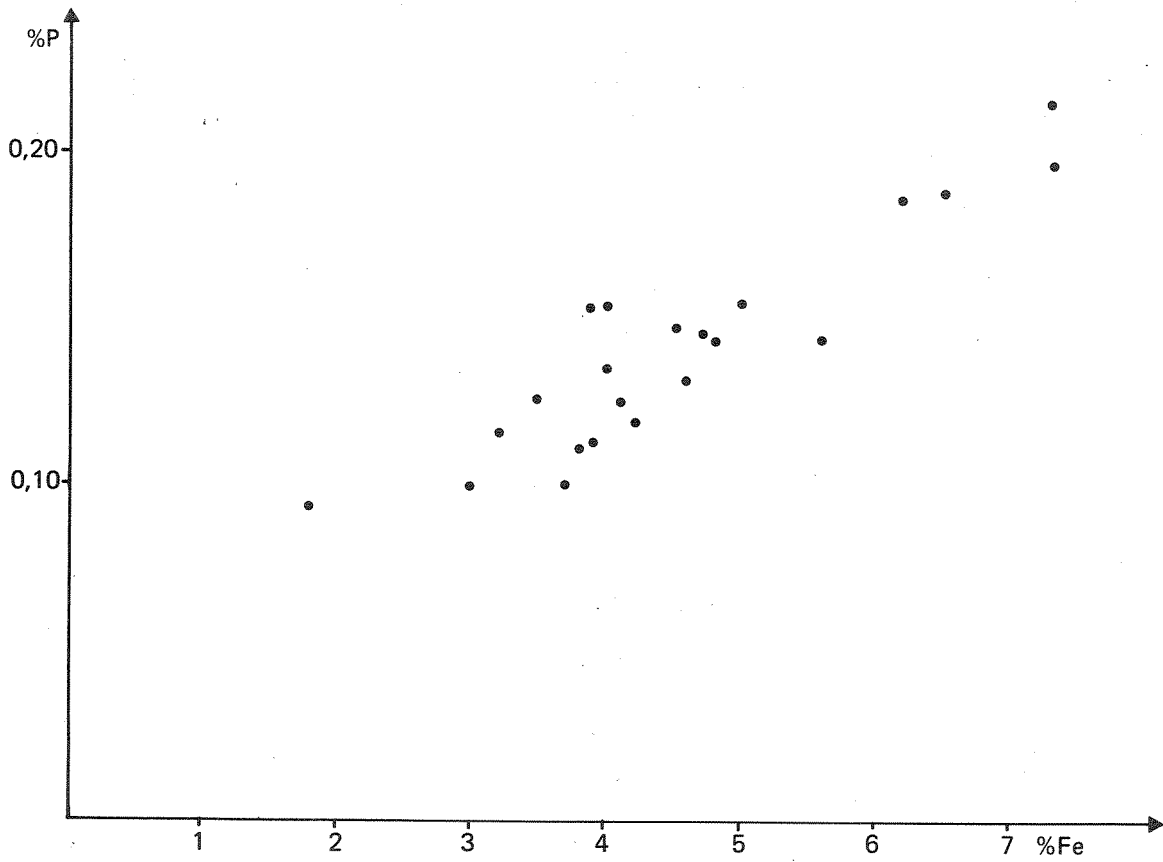


Fig. 33. Samvariasjon mellom fosfor (%P) og jern (%Fe) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet (på basis av tørt sediment : ts).

Fosfor i sedimentene er i hovedsak bundet til jern. Dette samsvarer med resultatene fra det suspenderte partikulære materialet, Fig. 19, 20.

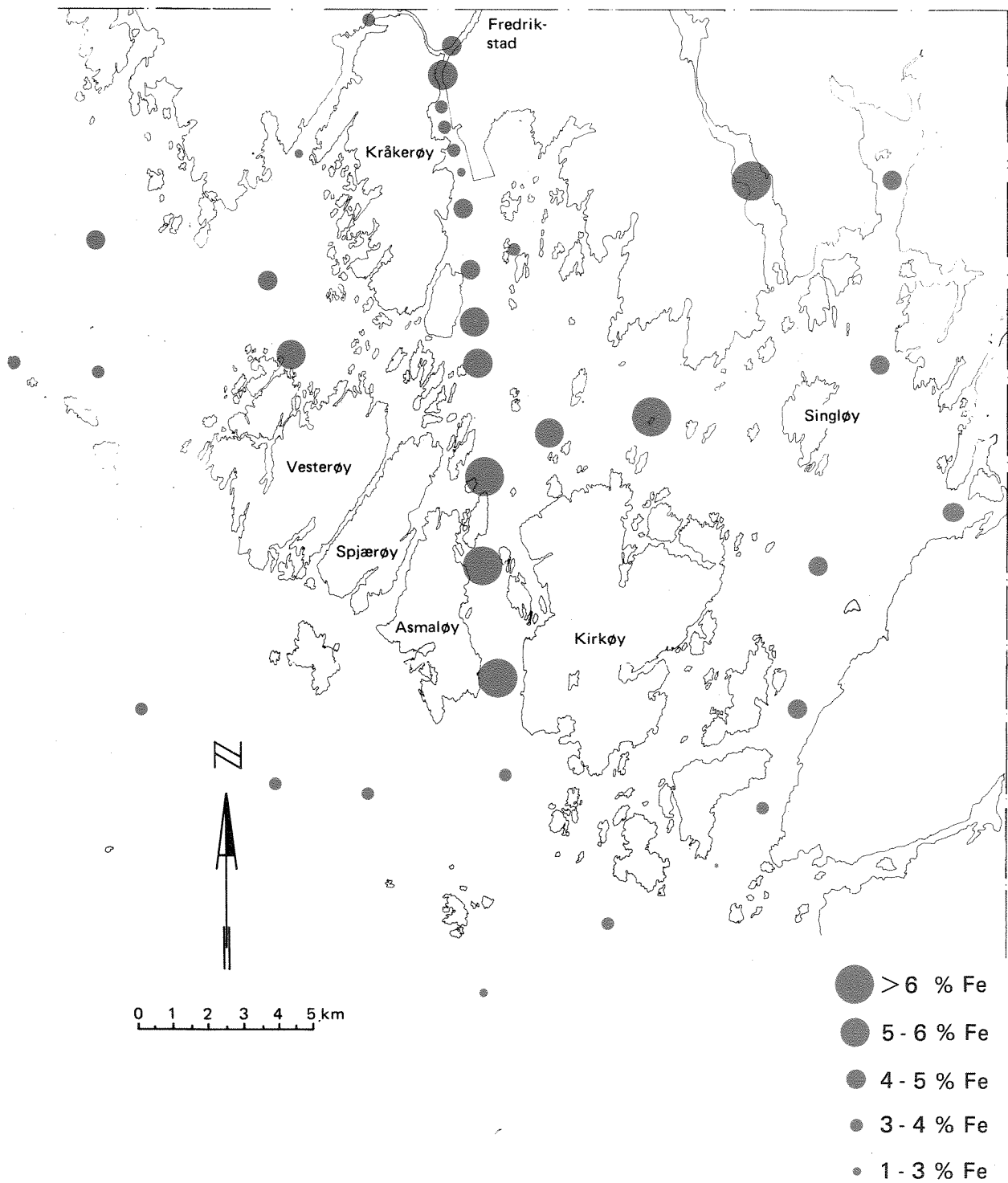


Fig. 34. Fordeling av jern (% ts) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet. Høye verdier av jern i området hvor det ble observert sedimentering av partikulært materiale, Fig. 15.

materiale. Sedimentprøver fra Singlefjord-Hvaler-området fra 1969 (NIVA, 1969) og fra 1973 (NIVA, 1973) viste jernkonsentrasjoner i området 4-7 % og er således i overensstemmelse med verdier som rapporteres her.

Mangan (Mn)-konsentrasjonene varierte fra 160 - 6500  $\mu\text{g/g}$ . Høyeste verdier ble funnet på de dype stasjonene i kystområdet og henger sammen med omdanningsprosesser i sedimentet.

Sink (Zn)-konsentrasjonen varierte fra 77 - 328  $\mu\text{g/g}$  (fig. 35). Som for jern ble de laveste verdiene målt i sandholdig sediment. I kystområdet må innholdet av sink i sedimentet ( $\sim 150 \mu\text{g/g}$ ) bedømmes som normalt, mens det i resten av estuaret, bortsett fra sentrale og nedre deler av Løperen, er svakt kontaminert ( $\sim 250 \mu\text{g/g}$ ). Jernoksyder/hydroksyder har en sterk evne til å binde til seg metaller (Loring, 1978). Det er derfor mulig at høyere verdier av sink i sentrale og nedre deler av Løperen ( $\sim 300 \mu\text{g/g}$ ) henger sammen med økt tilførsel av jernoksyder/hydroksyder til sedimentet her. God korrelasjon mellom jern og sink støtter antagelsen (fig. 36).

Konsentrasjonen av kvikksølv (Hg) varierte fra 0,42-2,01  $\mu\text{g/g}$ . De høyeste verdiene ble målt i Vesterelva og i sentrale og nedre deler av Løperen (fig. 37). For å bedømme eventuell anrikning av kvikksølv i overflatesedimentene burde konsentrasjonene jammføres med bakgrunnsverdien (konsentrasjoner før belastning fra menneskelige aktiviteter) for området. I mangel av dette vil imidlertid sammenligning med tilsvarende undersøkelser gi en indikasjon på metallbelastningen, selv om den naturlige tilførselen av metaller til sedimentet vil variere mellom forskjellige lokaliteter. Bakgrunnsverdi for kvikksølv i Ranafjorden ble målt til 0,05  $\mu\text{g/g}$  (Skei & Paus, 1979), i Sørfjorden til 0,09 (NIVA, 1978). Regner vi 0,1  $\mu\text{g/g}$  som sannsynlig bakgrunnskonsentrasjon, vil dette gi en anrikningsgrad på 5-20. Undersøkelser av daterte sedimentkjerner (Young et al., 1973) har vist en verdensomspennende forurensning av kvikksølv fra ca. 1900. Det er sannsynlig at dette også kan ha betydning for sedimentene i Singlefjorden/Hvalerområdet, men en mer nærliggende forklaring er påvirkning fra lokal industri. Det er en god korrelasjon mellom kvikksølv og sink (fig. 38). Dette kunne indikere samme kilde. Utslippsdata fra de enkelte industribedriftene er imidlertid for uspesifikke til med sikkerhet å kunne peke på kilden. Størst tilførsel av kvikksølv og sink antas å komme fra Borregaard Industrier A/S. I 1974 var kvikksølv- og sinkutslippet her henholdsvis

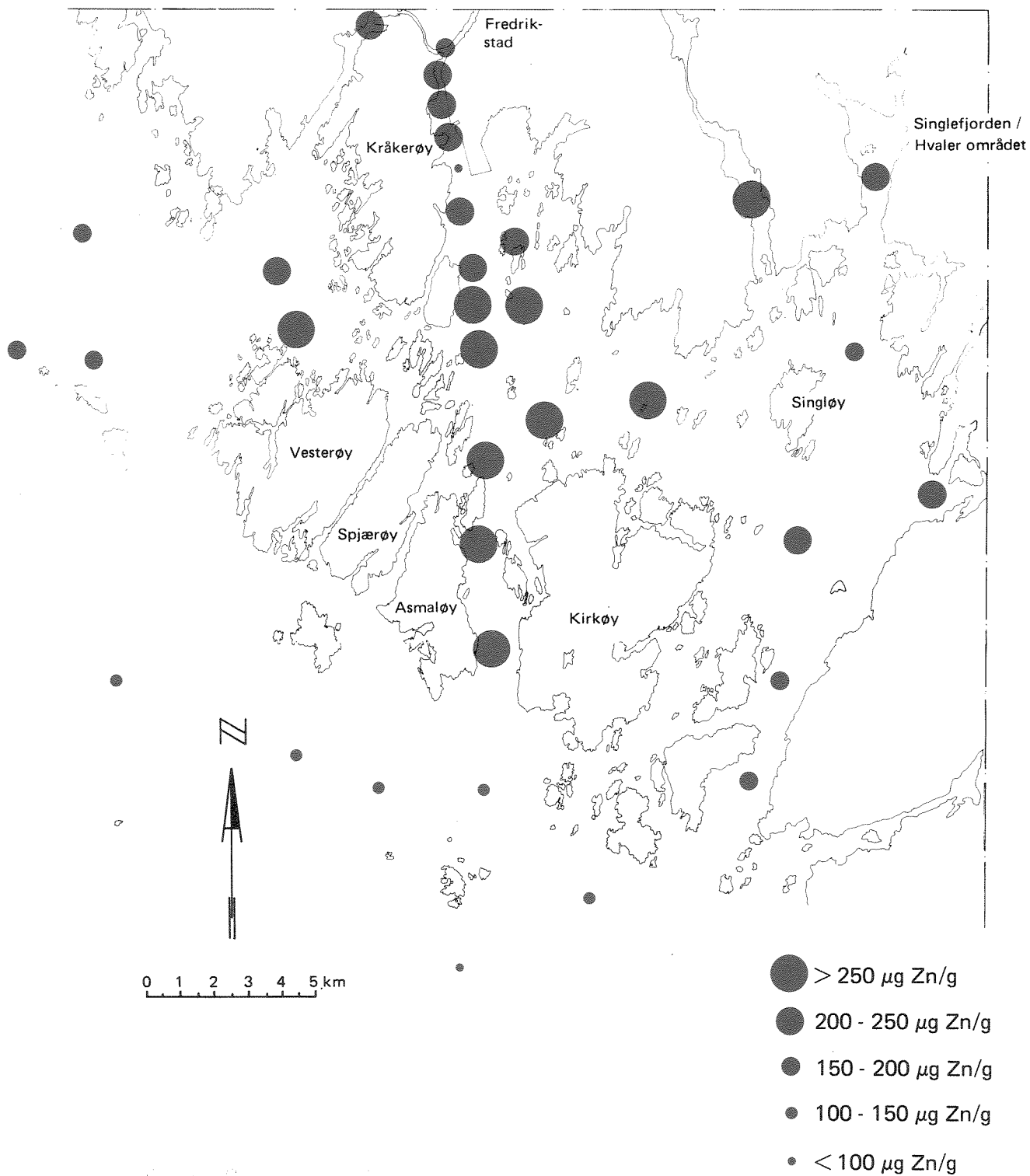


Fig. 35. Fordeling av sink ( $\mu\text{g Zn/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet. Sedimentene i sentrale og nedre del av Løperen er anriket, se også Fig. 34.

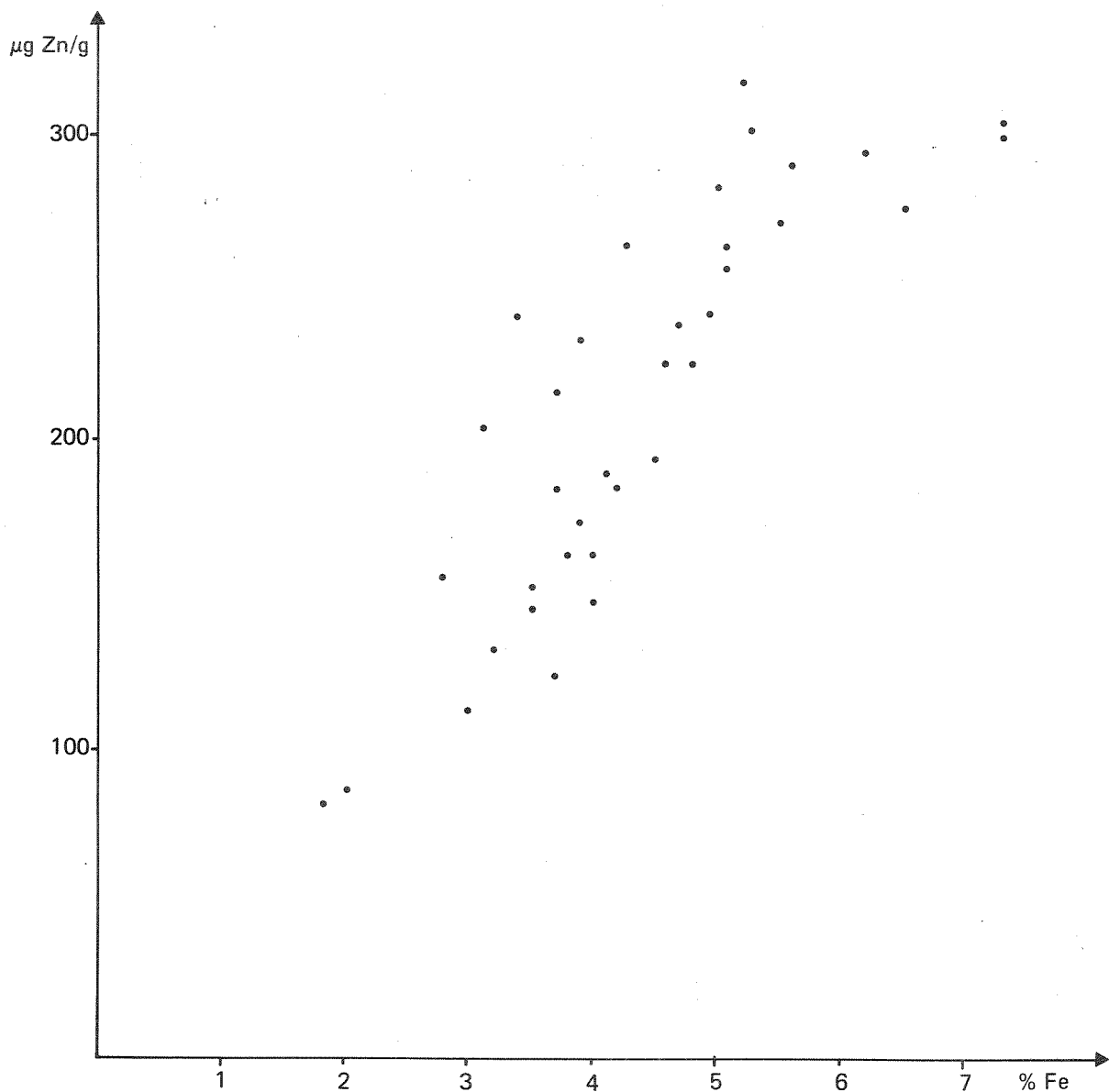


Fig. 36. Samvariasjon mellom sink ( $\mu\text{g Zn/g ts}$ ) og jern ( $\mu\text{g Fe/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet.

God samvariasjon mellom jern og sink viser at sink i sedimentet i stor grad er adsorbert til jernhydroksyder.

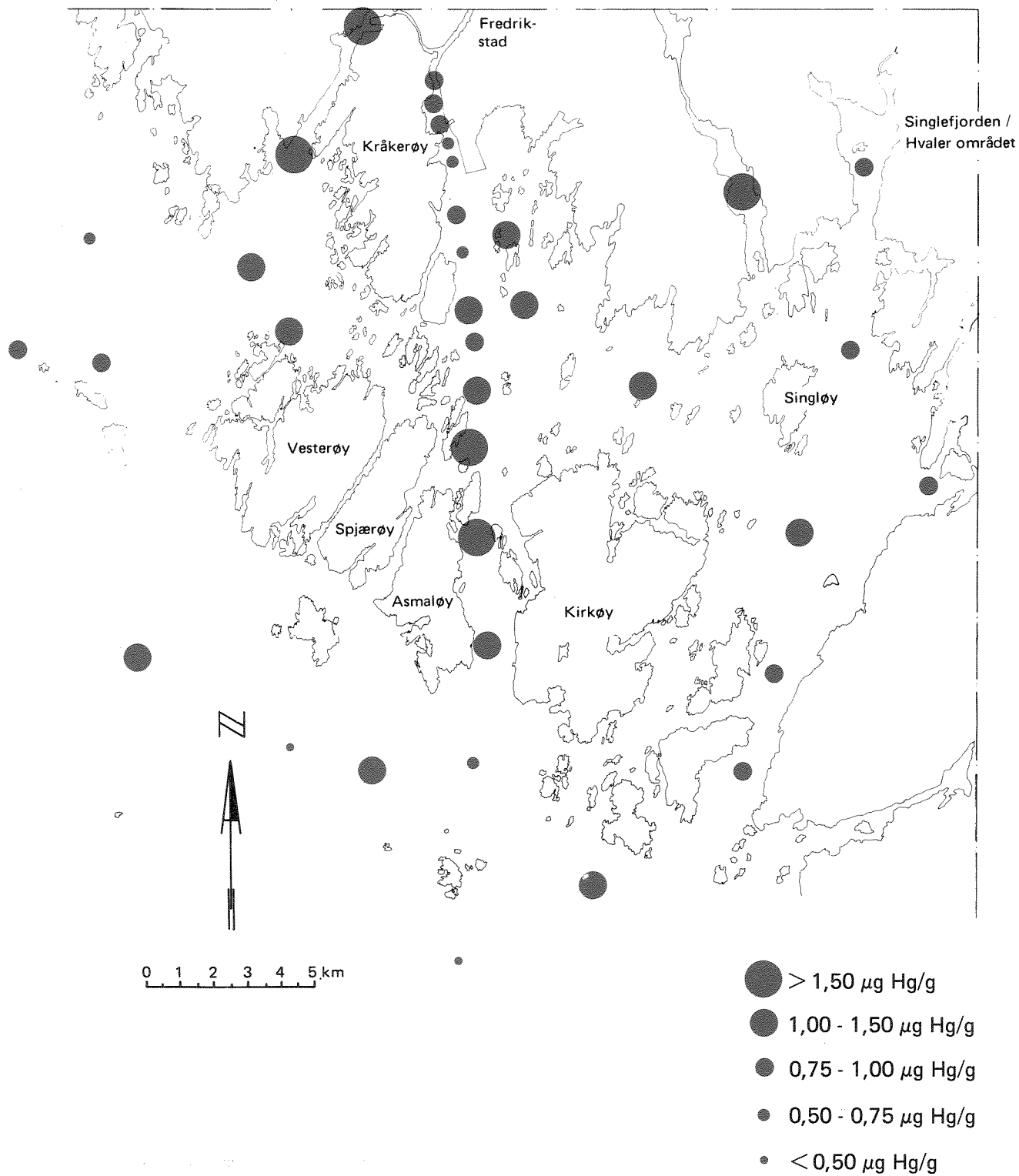


Fig. 37. Fordeling av kvikksølv ( $\mu\text{g Hg/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet. Sedimentene i sentrale og nedre del av Løperen er anriket, se også Fig. 34.

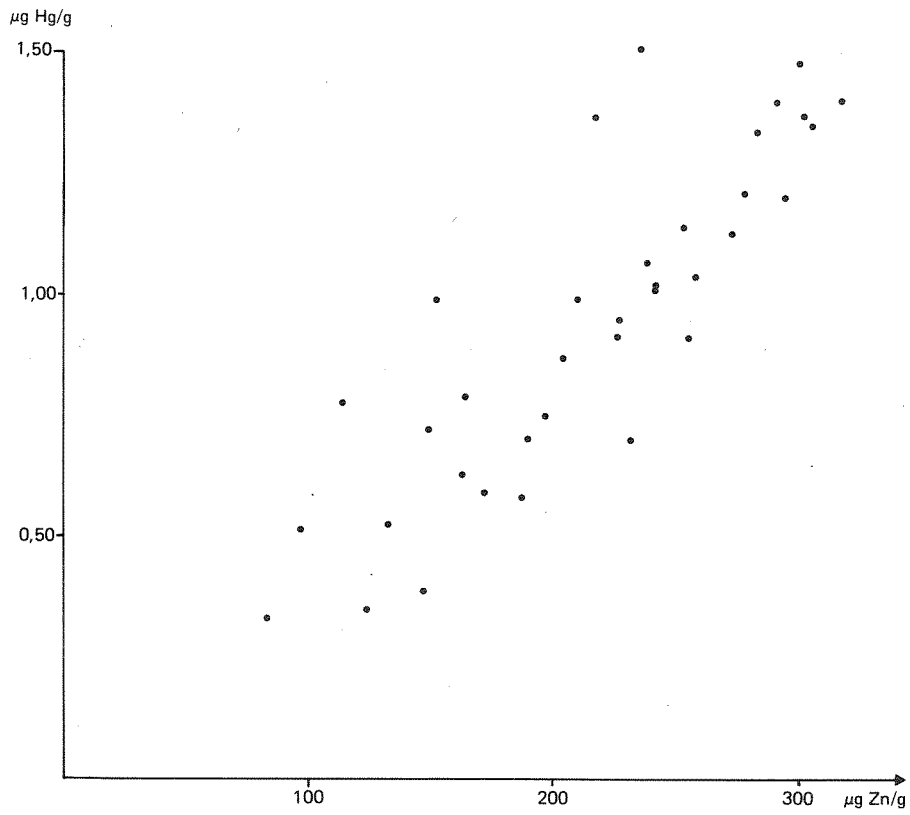


Fig. 38. Samvariasjon mellom kvikksølv ( $\mu\text{g Hg/g ts}$ ) og sink ( $\mu\text{g Zn/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet.



1,1 og 127 t/år metall (NIVA, 1981). I dag er kvikksølvtilførselen fra Borregaard Industrier A/S redusert til ca. 50 kg/år (J. Fosvold, Borregaard). Dårlig korrelasjon mellom kvikksølv og nitrogen tyder på at organisk materiale kun i liten grad har betydning for kvikksølvfordelingen. Dette er i overensstemmelse med undersøkelser i Ranafjorden (Skei & Paus, 1979) som også er påvirket av lokale industriutslipp.

I Tosekilen ble det målt relativt høye verdier av jern, sink og kvikksølv i sedimentene, henholdsvis 5,6 %, 291 µg/g og 1,40 µg/g. Metaller bundet til organisk materiale fra jordbruksaktiviteter/kommunal kloakk kan være av betydning her.

Innholdet av kopper (Cu) i sedimentene i kystområdet var lavt (~ 20 µg/g) og kan sammenlignes med verdier for ukontaminerte områder (Saanich Inlet, USA: 38 µg/g (Gross, 1967); Saguenay fjord, Canada: 27 µg/g (Loring, 1976). Høye konsentrasjoner (80-175 µg/g) ble målt i hele Løperen (fig. 39). Fordelingen er forskjellig fra det som ble funnet for jern, sink og kvikksølv, idet konsentrasjonene generelt avtok fra Fredrikstad mot kystområdet. Kopper korrelerte dårlig med nitrogen (ikke nitrogenverdier for øvre del av Løperen), men godt med fosfor (fig. 40). Kopper er derfor antagelig i hovedsak bundet (adsorbent) til uorganiske partikler.

Krominnholdet (Cr) viste til dels samme fordeling som kopper, men variasjonsbredden var mindre. I Vesterelva, kystområdet og Sækken var verdiene ~ 50 µg/g (fig. 41). I gjennomsnitt av 64 overflateprøver (oksisk sediment) fra Oslofjorden (Doff, 1969) ble totalt krominnhold bestemt til 113 µg/g. Krom vil til en viss utstrekning være bundet til leire (Loring, 1979), og frigis i liten grad ved den oppslutningsmetoden som er anvendt i foreliggende undersøkelse (kons. salpetersyre). Verdiene for krom i Singlefjorden/Hvaler er derfor sannsynligvis i samme konsentrasjonsområde som fra Oslofjorden og også fra områder som St. Lawrence estuaret i Canada (92 µg/g) (Loring, 1979), og Weser-munningen i Tyskland (62 µg/g) (Calmano et al., 1982).

Løperen hadde generelt noe høyere krom-verdier, opptil 130 µg/g øverst ved Fredrikstad. Dette kan skyldes krom-påvirkning fra kloakkutslipp eller utslipp fra industri. Kronos Titan A/S hadde i 1980 et utslipp av løst krom på 19 tonn (NIVA, 1981). De høyeste konsentrasjonene ble imidlertid funnet oppstrøms utslippet til fabrikken.

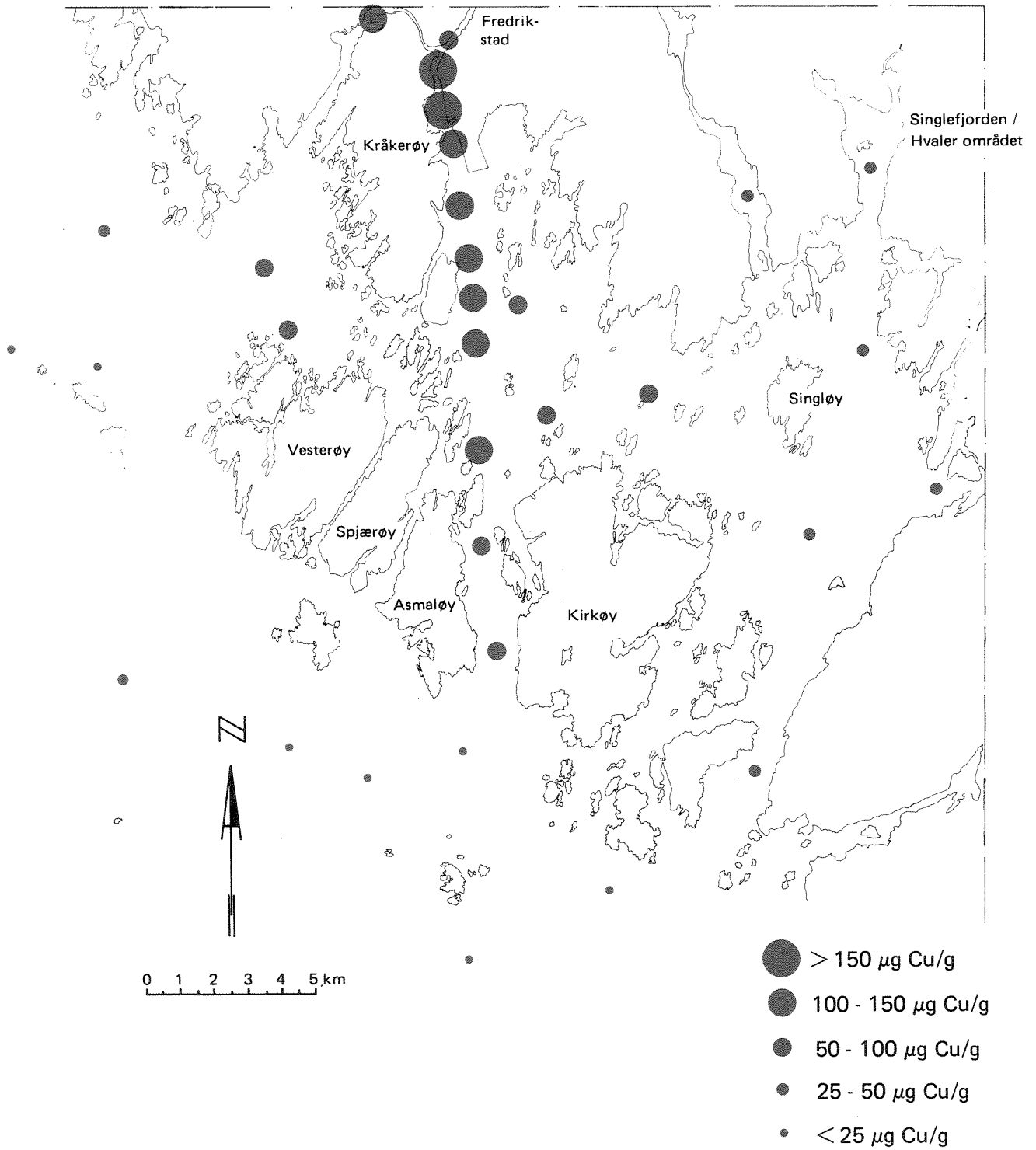


Fig. 39. Fordeling av kopper ( $\mu\text{g Cu/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet.

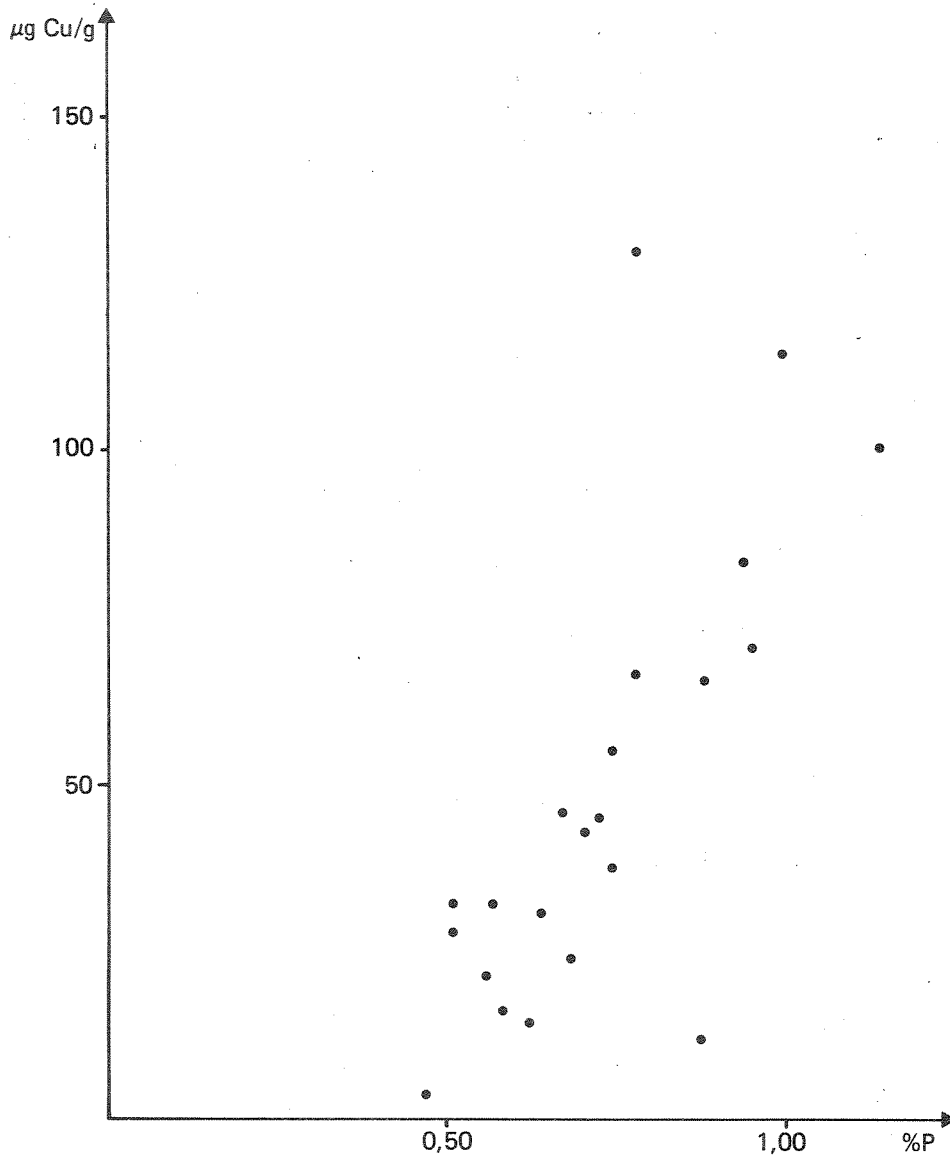


Fig. 40. Samvariasjon mellom kopper ( $\mu\text{g Cu/g ts}$ ) og fosfor (%P, ts) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet.

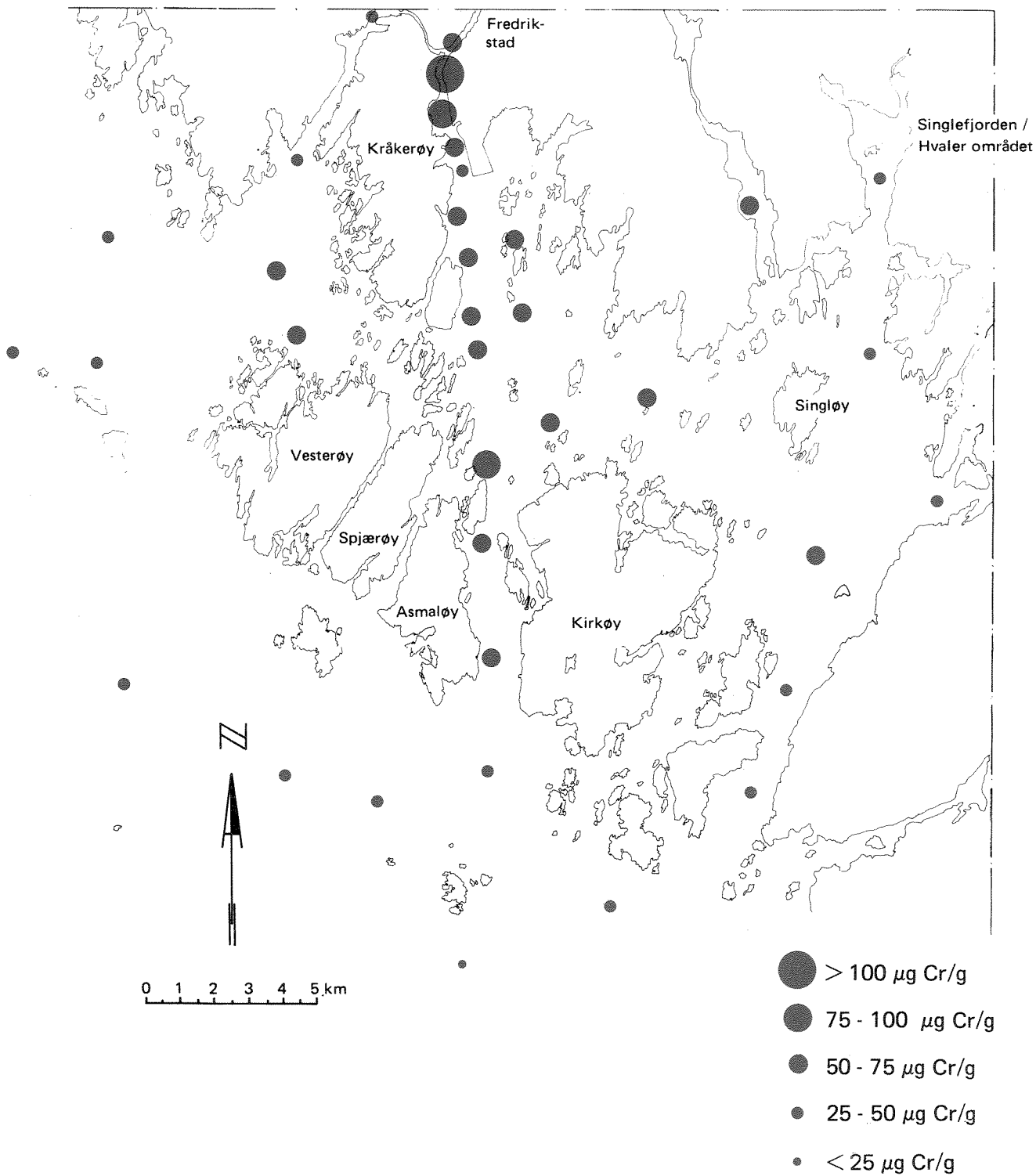


Fig. 41. Fordeling av krom ( $\mu\text{g Cr/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet.

I motsetning til de andre metallene ble laveste verdier av bly (Pb) ( $\sim 40$   $\mu\text{g/g}$ ) funnet øverst i Løperen (fig. 42). I resten av estuaret var verdiene ca.  $80$   $\mu\text{g/g}$ , med høyeste verdi på  $109$   $\mu\text{g/g}$  utenfor Svinesundområdet. Verdiene øverst i Løperen indikerer svak anrikning (upåvirkede kystsedimenter:  $20$   $\mu\text{g/g}$ , Wedepohl, 1960), og kan sammenlignes med St. Lawrence estuaret, Canada ( $34$   $\mu\text{g/g}$ : Loring, 1978), og Solway Firth, U.K. ( $37$   $\mu\text{g/g}$ : Perkins et al., 1973). I resten av estuaret var konsentrasjonene høyere, men samsvarer med undersøkelser fra Oslofjorden ( $79$   $\mu\text{g/g}$ , totalverdi, Doff, 1969).

Det er flere mulige grunner til bly-fordelingen. Metallinnholdet i sedimentet vil i stor grad variere med kornstørrelsen, med høyeste konsentrasjoner knyttet til det fineste materialet. Et eksempel på dette er det lave metallinnholdet på en stasjon rett syd for Øra (G 5), hvor sedimentet var relativt sandholdig (grovt materiale). På grunn av at grovere materiale sedimenterer hurtigere, har sannsynligvis sedimentene i øvre del av Løperen en annen kornstørrelsefordeling enn sedimentene i resten av estuaret. Det er mulig at bly i større grad enn de andre metallene er knyttet til de fineste partiklene som i liten grad sedimenterer i øverste deler av Løperen, men avsettes utenfor dette området.

En annen mulighet er at bly tilføres fra andre kilder enn de øvrige metallene. Bly-anrikt vann kan tilføres/ha blitt tilført fra Iddefjordområdet. Høyeste bly-verdi på  $109$   $\mu\text{g/g}$  i sedimentet utenfor Svinesund kunne være en indikasjon på dette. Det er også mulig at sedimentene kan være påvirket av bly transportert med kyststrømmen fra Østersjøen. Undersøkelse av løst bly i vannmassene samsvarer ikke med denne hypotesen.

Den vertikale fordelingen av metaller i en sedimentkjerne vil kunne gi informasjon om variasjon i tid av metalltilførsel til sedimentene. To kjer-ner, én fra nedre del i Løperen (G 27) og én fra kystområdet (G 21), ble derfor snittet i  $1$  cm tykke skiver fra  $0$  til  $10$  cm sedimentdyp. Bortsett fra mangan, viste ingen av metallene signifikante variasjoner med sedimentdypet. Det bør ikke nødvendigvis bety at tilførselene til sedimentet har vært konstant over en periode svarende til en avsetning av  $10$  cm sediment, men kan skyldes omblending av sedimentet ved gravende organismer.

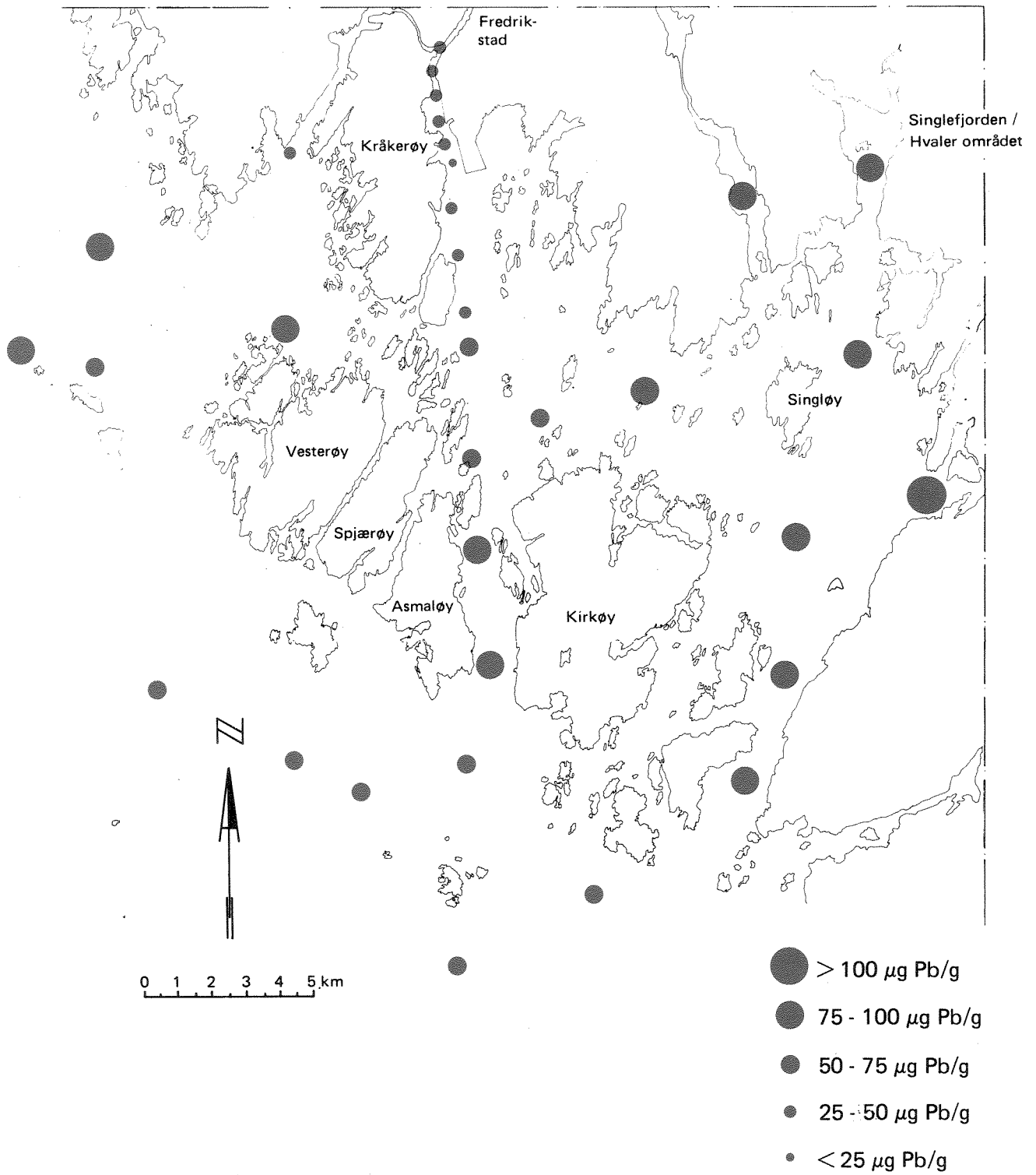


Fig. 42. Fordeling av bly ( $\mu\text{g Pb/g ts}$ ) i sedimentene (gj.sn. 0-1, 1-2, 2-3 cm) i Singlefjorden - Hvalerområdet.

Mangan-profilen fra kystområdet (G 21) viste en sterk anrikning i den øverste centimeter av sedimentet, noe som skyldes naturlige geokjemiske prosesser. Mangan er følsom for oksygeninnholdet. I sedimentdypet, hvor oksygenkonsentrasjonen kan være lav eller lik null, vil manganoksyd gå i løsning som toverdig Mn-ion. På grunn av konsentrasjonsforskjeller vil Mn-ionet vandre mot sedimentoverflaten og felles igjen som manganoksyd.

De høyeste metallverdiene i Glommaestuaret ble generelt, bortsett fra bly, funnet i Løperen-området. Det er naturlig, idet Glomma vil være hovedtransportvei. Verdiene viser imidlertid relativt lav anrikning av de fleste metallene. Dette behøver ikke nødvendigvis bety at metallfluksen til sedimentet fra forurensningstilførsler er lav, men kan maskeres av høy naturlig sedimentering av uorganiske partikler tilført med Glomma.

### 3.7 PCB og PAH i sedimentene

Polyklorete bifenyler (PCB) er en gruppe organiske mikroforurensninger som opptrer i miljøet alle steder som er sivilisatorisk påvirket. Stoffene er lite brukt i Norge, men opptrer i visse typer oljer (f.eks. transformatoroljer) og i enkelte plastprodukter. PCB er kjent for å anrikes i sedimenter. Det er ikke kjente punktkilder i det lokale nedbørfelt til Hvaler-området (NIVA, 1981).

Sedimenter fra 7 stasjoner (G 1, -5, -8, -10, -13, -15 og G 30) ble analysert for PCB. (Tabell A3 i Appendiks). Konsentrasjonene i overflatesedimentene (0-2 cm) varierte mellom 18 og 1800 ng/g (= ppb). Til sammenligning er verdier på 45-575 ng/g funnet i overflatesedimentene i Indre Oslofjord (Abdullah et al., 1982). De laveste konsentrasjonene ble målt utenfor Vestereelva (G 15) og i Singlefjorden (G 30), mens de høyeste konsentrasjonene ble målt i Løperen og spesielt ved Øra (G 5). Sammensetningen av PCB viste hovedsakelig Clophen A60 og Aroclor 1242. De høye konsentrasjonene av PCB i øvre deler av Løperen må antas å skyldes tilførsler via Glomma og sedimentering ved kontakt med sjøvann. Det er vanskelig å antyde kilder da tilførslerne i dag må betraktes som diffuse. Imidlertid kan resultatene tyde på at søppelfyllingen ved Øra er en betydelig lokal kilde.

I tillegg til analyser av PCB ble også innholdet av klorerte hydrokarboner (3CB, 4CB, 5CB og HCB) undersøkt i sedimentene. Resultatene viser meget lave konsentrasjoner.

En annen organisk stoffgruppe som klassifiseres som en hyppig forekommende miljøgift er polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Orienterende analyser ble gjort på to stasjoner (G 8 og G 13) i Løperen. Overflatesedimentene inneholdt henholdsvis 723 og 1206 ng/g (=ppb) total PAH. Dette er relativt lave konsentrasjoner selv om de er noe høyere enn hva som ofte betraktes som bakgrunnsnivå (ca. 500 µg/kg). Det er derfor lite som tyder på at Løperen er særlig kontaminert med PAH-forbindelser.



#### 4. LITTERATUR

- Abdullah, M.I., O. Ringstad and N.J. Kveseth. 1982. Polychlorinated biphenyls in the sediments of the Inner Oslofjord. *Water, Air and Soil Poll.*, 18 : 485-497.
- Calmano, W., S. Wellershaus and U. Förstner. 1982. Dredging of contaminated sediments in the Weser Estuary: Chemical forms of some heavy metals. *Environ. Tech. Letters*, 3: 199-208.
- Doff, D.H. 1969. The geochemistry of recent oxic and anoxic sediments of Oslo Fjord, Norway. Ph. D. Thesis, University of Edinburgh, 245 pp.
- Feely, R.A., G.J. Massoth and W.M. Landing. 1981. Major- and trace-element composition of suspended matter in the north-east Gulf of Alaska: Relationships with major sources. *Mar. Chem.*, 10: 431-453.
- Förstner, U. & G.R.W. Wittmann. 1981. Metal pollution in the aquatic environment. Springer - Verlag Berlin, Heidelberg, New York. 485 pp.
- Gross, M.G. 1967. Concentration of minor elements in diatomaceous sediments of a stagnant fjord. Pp 273-282 in G.H. Lauff (ed.): *Estuaries*. Am. Ass. Adv. Sci. Publ. 83.
- IVL, Svenska vattenkvalitetskriterier - metaller. Del IV. Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, Stockholm.
- Loring, D.A. 1976. The distribution and partition of zinc, copper and lead in the sediments of the Saguenay fjord. *Can. J. Earth Sci.*, 13: 960-971.
- Loring, D.A. 1978. Geochemistry of zinc, copper and lead in the sediments of the estuary and Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Earth Sci.*, 15: 757-772.

- Loring, D.A. 1979. Geochemistry of cobalt, nickel, chromium and vanadium in the sediments of the estuary and open Gulf of St. Lawrence. Can. J. Earth Sci., 16: 1196-1208.
- Magnusson, B. and L. Rasmussen, 1982. Trace metal levels in coastal sea water. Investigation of Danish waters. Mar. Poll. Bull. 13: 81-84.
- Niemistö, L. 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskningsinst.Skr. Helsinki, 238, 33-38.
- Nilsen, S. and W. Lund, 1982. The determination of weakly and strongly bound copper, lead and cadmium in Oslofjord samples. Mar. Chem., 11 223-233.
- NIVA, 1969. Vurdering av Glåma som resipient for avløpsvann fra Titan Co. A.s. Undersøkelser 1969. 0-229. Forfatter: R.T. Arnesen, 32 s. stensilert.
- NIVA, 1972. Forurensningseffekter ved utslipp eller dumping av avfall fra titandioksydproduksjon. Forfatter: J. Knutzen, 47 s. stensilert.
- NIVA, 1973. Undersøkelse for Kronos Titan A/S, Fredrikstad. Jerninnhold i sedimenter og vekstforsøk med alger. Forfatter: R.T. Arnesen, 22 s. stensilert.
- NIVA, 1974. Undersøkelse av bløtbunnfauna og fastsittende alger i Hvalerområdet 18-20/9-1973. Forfatter: J. Knutzen. 38 s. stensilert.
- NIVA, 1978. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Sørfjorden (Hardanger) 1978. 0-75038. Forfatter: J. Skei. 32 s. stensilert.
- NIVA, 1981. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet. Delområde: Forurensningstilførsler. Fremdriftrapport 1980. 0-8000303 Forfattere: B. Alsaker-Nøstdahl, Ø. Tryland. 47 s. stensilert.

NIVA, 1982. Rutineundersøkelser i Glåma i Østfold 1981. Statlig program for forurensningsovervåking.

Forfatter: L. Lingsten. 27. s. stensilert.

Olafson, J. 1982. An international intercalibration for mercury in seawater. Mar. Chem., 11: 129-142.

Paasche, E. and I. Østergren. 1980. The annual cycle of plankton diatom growth and silica production in the inner Oslofjord.

Limnol. & Oceanogr., 25: 481-494.

Perkins, E.J., J.R.S. Gilchrist, O.J. Abbot and W. Halcrow. 1973.

Trace metal in Solway Firth sediments.

Mar. Pollut. Bull., 4: 59-61.

Poon, C.P.C. and J.M.S. Sheih. 1976. Nutrient profiles of bay sediments.

Journ. of W.P.C.F., 48: 2007-2017.

Price, N.B. and S.E. Calvert. 1973. A study of the geochemistry of suspended particulate matter in coastal waters.

Mar. Chem., 1: 169-189.

Price, N.B. and J.M. Skei. 1975. Areal and seasonal variations in the chemistry of suspended particulate matter in a deep water fjord.

Estuar. Coast. Mar. Sci., 3: 349-369.

Riley, J.P. and R. Chester. 1971. Introduction to marine chemistry.

Academic Press. London, New York, 465.

Salomons, W. and R.G. Gerritse. 1981. Some observations of the occurrence of phosphorus in recent sediments from Western Europe.

The Science of Total Environment, 17: 37-49.

Sholkovitz, E.R. 1976. Flocculation of dissolved organic and inorganic matter during the mixing of river water and seawater.

Geochim. cosmochim. Acta, 40: 831-845.

- Sholkovitz, E.R. and N.B. Price. 1980. The major element chemistry of suspended matter in the Amazon Estuary. *Geochim. cosmochim. Acta*, 44: 163-171.
- Skei, J. and P.E. Paus. 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.M. and S. Melsom. 1982. Seasonal and vertical variation in the chemical composition of suspended particulate matter in an oxygen-deficient fjord. *Estuar. Coast. and Shelf Science*, 14: 61-78.
- Taylor, D., 1982. Distribution of heavy metals in the water of a major industrialized estuary. *Environ. Techn. Letters*, 3: 137-144.
- Turekian, K.K. 1969. P 297 in K.H. Wedepohl (ed.): *Handbook of Geochemistry*, Vol 1. Springer-Verlag, Berlin.
- Wedepohl, K.H. 1960. Spurenanalytische Untersuchungen an Tiefseetonen aus dem Atlantik. *Geochim. cosmochim. Acta*, 18: 200-231
- Young, D.R., J.N. Johnsen, A. Soutar and J.D. Isaacs. 1973. Mercury concentration in dated varved marine sediments collected off Southern California. *Nature* 244, 273-275.

APPENDIKS

Tabell A1. Verdier for saltholdighet (‰), temperatur, siktedyp (m), pH, klorofyll a, partikulært (P) jern, aluminium, silisium, titan, mangan, fosfor og løst kvikksølv, bly, kobber, jern, sink (µg/l) i vannmassene (0,5 m) i Glomma-estuaret. (Merk: løst jern 3/7-80 angir verdier for total-jern, løst pluss partikulært, analysert ved atomabsorpsjon etter kons. salpetersyreoppløsning).

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L01

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	1.60	0.70	0.25		0.790	2909.	4091.	8636.	250.0	33.0	28.0	0.03	13.5	13.5	138.2	
800604	0.04	11.20	0.80			593.	1944.	48.9	17.0	8.5	17.0					
800703	0.00	12.60	0.70	7.18		765.	1270.	3400.	67.5	18.0	23.0	<0.05	1.5	5.4	370.0	11.8
800814	1.60	17.80	1.50		3.620	253.	277.	1333.	17.7	16.0	12.7		0.8	7.5	28.8	12.8
800924	1.30	12.50	1.40		3.330	233.	446.	1125.	17.1	9.2	12.1	<0.05	1.6	15.6	43.7	18.8

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L02

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	6.00	1.40	0.30		0.524	2600.	3600.	7600.	244.0	29.0	26.0	0.06	1.2	7.6	152.3	
800604	1.80	10.50	0.90			700.	885.	2575.	65.5	9.5	16.5					
800703	2.10	12.90	0.70	7.18	3.645	1020.	1713.	4600.	112.0	16.7	19.5	<0.05	2.8	14.5	450.0	23.2
800814	6.50	17.20	1.75		4.020	370.	405.	1470.	26.3	15.0	14.5		<0.5	3.4	30.8	11.7
800924	3.40	12.70	1.50		2.479	229.	375.	933.	17.9	6.9	10.4	<0.05	1.6	12.2	33.2	9.7

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L03

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.10	1.90	0.35		0.470	2150.	3350.	7000.	230.0	21.0	28.0	0.07	2.4	6.8	138.2	
800604	3.80	10.80	1.00		1.590	605.	747.	2211.	65.3	9.5	14.2					
800703	3.50	13.00	0.70													
800814																
800924																

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L04

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	6.80	5.70	0.60			1217.	1500.	3333.	95.0	8.0	23.0					
800604	8.10	12.60	1.00		0.992	557.	635.	1783.	55.2	5.2	13.9					
800703	4.80	15.70	0.90		2.510	861.	909.	2667.	71.5	6.1	15.8	<0.05	1.4	4.5	550.0	16.1
800814	12.80	18.50	2.00		2.664	271.	137.	413.	14.7	3.7	9.5					
800924	8.80	13.40	1.50		1.150	389.	514.	1343.	50.7	3.3	15.7					

Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L05

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	7.60	2.00	0.30		0.490	3250.	4350.	9000.	285.0	33.0	34.0	0.09	2.5	8.9	157.0	
800604	4.80	10.60	0.90		1.793	542.	642.	1921.	60.0	8.4	13.2					
800703	3.60	13.00	0.60		3.375	1050.	1706.	4594.	116.0	13.8	25.6	<0.05	1.3	6.4	510.0	13.8
800814	9.10	17.30	1.50		2.450	440.	580.	1370.	44.5	9.0	13.5		1.6	7.5	38.1	18.0
800924	8.10	13.00	1.50		1.520	317.	329.	883.	31.3	4.3	9.6	<0.05	1.0	12.7	90.0	9.1

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L06

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	7.70	4.30	0.35		0.440	1700.	2300.	4667.	140.0	15.0	23.0	0.10	1.8	6.0	118.4	
800604	8.50	11.80	1.25		0.963	377.	419.	1288.	36.2	5.0	12.7					
800703	5.70	13.30	0.90		2.499	787.	1187.	3323.	100.0	9.0	20.0	<0.05	1.9	3.9	650.0	17.6
800814	10.60	18.10	2.00		2.096	417.	280.	971.	38.9	5.7	13.7		1.3	4.0	39.6	14.7
800924	10.40	13.30	1.75		1.070	288.	288.	720.	25.6	3.4	10.0	<0.05	1.2	9.5	68.1	10.2

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L07

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	7.40	6.18	0.60		0.500	1640.	1880.	4200.	116.0	10.0	28.0					
800604																
800703	8.50	16.20	2.50													
800814	13.06	19.30	2.10		3.530	371.	163.	513.	27.1	5.0	12.9					
800924	9.00	14.00	2.00		1.040	235.	212.	541.	21.8	2.1	12.3					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L08

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	8.70	6.90	0.55		0.408	1171.	1543.	3143.	91.0	10.0	21.0	0.08	1.3	6.5	69.9	
800604	10.60	14.50	2.00		0.595	310.	293.	833.	28.3	3.3	12.3	<0.05	0.5	14.5	47.5	14.8
800703	7.18	15.30	1.10		2.104	656.	806.	2281.	70.6	5.6	17.5	0.08	2.9	4.4	370.0	17.1
800814	13.20	19.50	2.50		3.340	339.	119.	386.	21.0	5.4	14.6					
800924	12.17	13.50	2.40		0.840	327.	287.	740.	29.3	3.1	14.0					

Tabell A1 (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L09

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HC	PB	CU	FE	ZN
800418	9.40	3.20	0.55		1410.	1795.	3500.	110.0	12.0	21.0						
800604	6.80	13.00	1.50		0.878	184.	630.	18.6	2.6	5.8						
800703	6.81	15.80	1.40		1.868	414.	1429.	41.4	3.6	12.9						
800814	11.20	17.80	1.60		3.960	331.	371.	23.3	3.1	18.0						
800924	9.30	13.60	2.00		0.950	270.	622.	24.9	2.7	11.9						

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L10

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HC	PB	CU	FE	ZN
800418	11.50	2.10	0.50		0.410	1686.	2228.	4571.	149.0	16.0	19.0	0.05	1.7	8.9	90.2	
800604	9.10	13.00	2.00		0.564	297.	309.	900.	26.3	3.4	10.3	<0.05	0.5	12.8	43.6	12.0
800814	5.30	13.40	0.80													
800924																

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L11

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HC	PB	CU	FE	ZN
800418	3.30	5.90	1.00		1364.	1667.	3333.	103.0	9.0	22.0						
800604	8.00	14.40	2.75		0.576	171.	339.	16.1	1.8	6.8						
800703	6.70	15.60	2.50		164.	195.	591.	14.1	2.3	11.8	<0.05	1.4	13.2	100.0	6.1	
800814	11.20	18.20	1.50		5.597	389.	102.	340.	26.8	4.9	18.5					
800924	11.20	13.80	2.25		3.210	144.	119.	309.	12.5	1.1	6.4					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L12

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HC	PB	CU	FE	ZN
800418	8.80	4.40	0.40		1581.	2097.	4194.	126.0	13.0	23.0						
800604	7.90	14.50	2.00		0.584	600.	753.	53.5	5.3	15.9	0.29	1.2	3.5	240.0	13.4	
800703	6.00	14.00	1.25		2.838	414.	390.	30.0	3.3	18.1						
800814	10.60	18.20	2.00		2.160	272.	200.	23.6	2.1	9.2						
800924	11.90	13.60	2.00		0.770											

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON L13

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HC	PB	CU	FE	ZN
800418	9.40	4.40	0.55		1394.	1788.	3636.	106.0	10.0	23.0						
800604	9.00	13.20	1.50		0.691	243.	277.	783.	20.7	3.3	12.0					
800703	5.30	13.30	0.90													
800814																
800924																



Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L14

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.20	3.10	0.45		0.357	1629.	2171.	4286.	137.0	15.0	21.0	0.07	0.9	4.3	90.2	
800604	8.60	13.00	1.50		0.718	352.	392.	1160.	30.0	4.4	12.8	0.06	2.5	10.6	40.6	4.8
800703	5.50	13.40	0.80			740.	1013.	2800.	91.3	6.7	18.0	0.08	0.9	1.9	420.0	8.8
800814	11.20	17.70	1.75		2.005	348.	168.	572.	27.6	3.6	11.2		0.5	4.2	49.6	10.7
800924	11.00	13.60	2.00		0.950	246.	221.	600.	24.2	3.1	9.2	<0.05	1.0	14.3	77.2	9.8

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L15

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.30	3.40	0.55		0.360	1156.	1555.	3111.	98.0	10.0	16.0	0.03	<0.5	5.3	103.4	
800604	9.37	13.27	2.00	7.98	1.295	304.	356.	1040.	26.8	4.4	11.2	<0.05	2.3	2.5	63.9	14.7
800703	5.90	13.70	0.90			667.	872.	2389.	81.1	6.1	19.4	<0.05	0.9	9.3	420.0	7.2
800814	11.80	17.60	2.00		2.870	415.	240.	820.	33.5	5.0	13.5		0.5	4.4	37.5	16.1
800924	12.60	13.80	2.50		0.960	210.	170.	460.	19.5	2.2	8.5	<0.05	1.2	3.7	56.6	11.3

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L16

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.80	6.20	0.65		0.260	904.	1173.	2308.	71.0	7.0	15.0	0.10	1.8	7.4	106.2	
800604	11.39	12.57	4.20	7.73	0.677	112.	110.	387.	9.3	3.6	3.7					
800703	10.60	14.40	1.25			518.	595.	1750.	64.5	5.0	15.0	0.08	0.5	2.4	210.0	5.0
800814	13.00	18.40	2.60		2.801	272.	112.	392.	20.8	2.8	8.8		<0.5	3.8	36.7	5.0
800924	13.10	14.00	4.00		0.830	185.	146.	381.	16.2	1.9	8.5	<0.05	2.8	10.6	71.5	9.8

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L17

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	13.20	6.30	0.80			797.	906.	2250.	54.0	5.0	19.0					
800604	17.13	13.81	3.60	8.01	0.872	236.	196.	607.	19.3	3.6	8.9					
800703																
800814																
800924																

DATA FRA : SINGLEJORDEN STASJON L18

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	18.90	6.70	3.65		2.860	309.	382.	1118.	21.0	3.0	20.0					
800604	16.04	13.32	3.70	7.94	0.601	183.	190.	550.	14.3	3.0	8.0	<0.05	<0.5	1.4	27.0	8.4
800703	16.30	15.94	2.20		2.041	364.	464.	1440.	47.6	4.4	12.4					
800814	19.36	18.16	3.90		3.110	177.	86.	343.	13.4	3.4	7.1		1.3	3.1	27.0	10.8
800924	15.94	13.99	3.00		2.400	154.	121.	318.	12.1	2.0	9.6	0.07	0.7	11.9	47.4	6.3



Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V4																
DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	17.70	5.60	1.25		1.080	263.	457.	1329.	22.0	3.1	10.9	0.04	1.4	7.4	12.4	
800604	17.62	13.80	6.50	8.02	0.718	130.	139.	456.	9.1	3.7	5.7					
800703	17.55	16.40	3.70	7.45	2.389	165.	232.	887.	15.5	4.5	9.0					
800814	19.09	18.08	7.50		2.114	52.	27.	138.	3.2	2.0	4.5					
800924	23.01	13.90	4.50		5.790	61.	55.	154.	4.2	2.4	12.4					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V6																
DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	13.50	5.80	0.75		0.800	704.	1073.	2593.	46.7	5.6	20.4					
800604	13.60	12.80	6.00		0.797	220.	200.	600.	18.7	2.3	9.7					
800703																
800814																
800924																

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V7																
DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800604	9.50	14.00	3.50		0.784	204.	152.	435.	20.4	2.2	8.7					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V8																
DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.50	5.70	0.65		0.374	969.	1281.	2906.	73.4	6.9	18.8					
800604	10.00	11.80	2.00		0.893	387.	413.	1289.	35.1	5.3	11.6					
800703	8.00	14.00	1.00			545.	778.	2145.	50.9	7.3	17.5					
800814	16.70	18.40	2.50		8.366	217.	70.	278.	14.7	5.7	34.3					
800924	13.40	13.80	2.50			285.	190.	400.	27.5	2.2	11.0					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V9																
DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	14.40	6.40	0.85		0.960	671.	789.	1895.	42.9	4.5	17.1	0.04	0.7	7.3	22.5	
800604						293.	277.	933.	24.7	3.7	9.0	<0.05	1.3	2.8	51.3	8.1
800703	13.76	15.16	2.20	8.08	1.742	345.	576.	2090.	34.5	5.5	13.3	0.15	14.7	26.3	64.0	13.7
800814	17.76	17.98	4.20			100.	95.	593.	7.0	3.8	7.5		<0.5	3.5	14.8	12.2
800924																

Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V10

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	13.80	6.30	1.25		0.793	375.	575.	1425.	26.5	3.0	14.5					
800604	13.73	13.47	4.70	7.96	0.941	365.	452.	1434.	27.8	6.1	10.9					
800703	12.97	15.01	1.40	8.14	2.521	427.	742.	2178.	39.1	7.1	16.4					
800814	13.25	17.98	4.00		4.641	87.	87.	333.	4.7	3.3	11.0					
800924	20.38	13.79	2.90		2.920	113.	150.	407.	18.3	3.3	12.7	<0.05	0.8	9.2	15.2	11.9

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V11

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	13.90	5.90	1.00		0.980	509.	623.	1453.	34.0	3.6	14.0	0.06	1.4	7.3	38.1	
800604	15.86	13.22	4.60	7.96	0.876	213.	223.	725.	15.3	3.3	6.5	<0.05	1.3	2.4	23.9	6.3
800703	12.58	15.53	1.70	7.45	2.272	290.	498.	1455.	24.7	5.1	12.7					
800814	16.52	18.08	3.80		3.841	111.	83.	317.	6.2	3.4	11.2					
800924	20.78	13.80	3.20		4.870	83.	85.	235.	6.0	2.4	11.3	0.10	0.6	7.7	13.0	5.0

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V12

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	13.90	6.40	1.10		1.430	545.	712.	1697.	34.8	4.5	17.9					
800604	17.53	13.32	4.90	7.96	0.668	239.	268.	821.	15.7	3.9	8.6					
800703	13.47	15.80	1.70	7.94	2.232	232.	361.	1158.	19.3	4.6	11.9					
800814	15.88	18.11	3.50		3.293	80.	70.	270.	4.0	3.3	8.8					
800924	19.73	13.75	3.90		3.989	94.	115.	312.	6.5	2.9	13.5					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V13

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	7.10	3.40	0.40		0.730	1431.	2272.	5000.	120.5	13.2	27.7	0.07	1.8	1.8	42.8	
800604	17.94	11.66	1.80	7.78	1.526	595.	651.	2051.	48.7	8.7	14.9					
800703	12.31	14.43	0.80	8.08	2.814	767.	1387.	3867.	73.3	13.3	22.7	<0.05	1.4	4.7	280.0	15.9
800814	10.57	17.57	2.90		8.242	127.	142.	558.	8.5	5.5	18.2					
800924	14.43	13.31	2.90		3.980	145.	204.	560.	10.2	4.5	14.5	0.06	0.8	10.1	19.0	7.1

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V14

DATE	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	5.20	2.60	0.30			2417.	3333.	6666.	208.3	26.7	31.3	0.04	0.9	2.3	34.4	
800604	2.45	10.51	0.95	6.99	2.140	611.	806.	2229.	50.9	8.6	18.3					
800703	1.49	12.94	0.55	7.16	4.045	1091.	2036.	5455.	107.2	16.4	30.9	<0.05	1.6	3.3	560.0	16.2
800814	7.24	17.02	1.90		3.328	250.	340.	1200.	17.0	10.0	16.0					
800924	5.63	12.58	1.70		1.690	239.	409.	1065.	16.5	7.1	16.1	<0.05	1.2	13.1	44.6	14.9

Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON V15

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	4.50	3.30	0.25			2450.	3800.	7500.	205.0	25.0	47.5	0.04	1.6	2.7	71.9	
800604	0.75	10.19	0.90	6.93	2.268	792.	923.	2692.	66.9	10.0	20.8					
800703	0.42	12.89	0.55	6.95	2.889	1076.	1924.	4897.	96.6	16.6	35.2	0.08	7.9	15.5	660.0	30.8
800814	5.58	17.11	1.50		3.455	222.	300.	1022.	13.3	8.9	22.8					
800924	3.67	12.53	1.40		2.040	215.	410.	1005.	14.0	5.5	19.0	<0.05	1.8	15.0	45.0	15.3

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S01

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	23.40	4.90	6.50		1.750	81.	63.	173.	3.6	1.5	6.5	0.06	0.7	1.3	2.5	
800604	17.94	15.12	8.90	8.04	1.296	96.	68.	240.	8.0	2.0	5.6	<0.05	0.9	2.3	25.4	13.4
800703	20.70	16.66	4.50		2.785	233.	400.	1524.	30.0	5.2	12.4					
800814	22.09	19.24	7.00		63.	48.	267.		5.7	2.7	5.5		<0.5	0.9	7.5	4.7
800924	26.54	14.54	8.50		6.210	14.	15.	51.	1.2	0.8	9.0	0.05	<0.5	9.2	2.0	4.2

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S02

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	18.20	6.40	2.40		2.900	251.	229.	571.	11.7	1.7	13.4	0.06	<0.5	1.5	22.5	
800604	14.27	15.51	6.25	6.00	1.338	46.	43.	154.	3.8	3.2	3.4	<0.05	0.9	1.8	12.8	6.9
800703	12.68	16.79	2.80		4.306	107.	89.	519.	8.5	4.4	14.1					
800814	20.29	19.22	4.00		3.264	53.	35.	255.	3.5	5.5	9.6		0.5	2.1	9.7	4.6
800924	25.72	14.48	7.50		12.230	39.	29.	84.	2.5	1.6	16.1	0.05	<0.5	10.6	7.9	5.5

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S03

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	15.30	5.50	1.60		2.859											
800604	13.35	16.62	3.90		2.016											

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S04

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	11.30	6.40	1.40		5.430	760.	720.	1680.	38.0	3.2	24.0	0.04	0.9	2.3	52.8	
800604	15.13	15.82	3.10	7.93	2.231	113.	78.	225.	9.5	1.8	7.0	<0.05	0.5	2.8	72.5	8.1
800703	12.32	17.41	1.00		12.500	136.	176.	857.	10.5	4.8	32.4					
800814	19.06	19.34	3.50		4.234	52.	24.	187.	2.7	5.1	9.8		<0.5	1.3	8.4	4.4
800924	19.00	14.27	3.20		8.820	100.	77.	236.	6.3	3.3	17.1	0.08	1.1	11.0	19.3	10.9

Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S05

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.80	6.80	1.00		2.930	825.	800.	1900.	42.0	3.5	28.0	0.06	0.9	2.1	60.0	
800604	14.53	15.56	4.50	7.96	2.064	147.	133.	444.	13.3	2.8	6.9	<0.05	1.1	2.3	26.9	6.3
800703	13.36	17.57	1.10		11.098	168.	232.	974.	15.3	4.2	26.3					
800814	18.24	19.02	3.10		4.128	68.	32.	216.	4.0	6.0	10.0		<0.5	1.8	11.8	3.4
800924	15.11	14.02	3.00		3.280	123.	92.	246.	8.8	2.5	10.0	<0.05	0.7	10.0	37.4	7.5

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S06

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	11.40	6.80	1.00		2.610	725.	775.	1850.	37.0	3.5	34.0	0.04	2.2	4.9	42.8	
800604	16.00	16.20	2.00		2.340	97.	90.	367.	6.3	2.0	20.0	<0.05	1.2	2.9	23.5	6.1
800703	18.98	16.09	1.50		4.981	109.	183.	743.	9.1	4.0	36.6					
800814	17.68	19.00	2.40		4.500	32.	29.	164.	1.5	4.4	15.4		<0.5	3.0	11.9	6.4
800924	15.14	14.13	2.60		3.950	100.	85.	235.	7.3	1.8	15.8	<0.05	0.5	7.0	36.0	9.0

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S07

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418			1.10			658.	658.	1579.	32.0	3.2	33.0					
800604	16.90	17.10	3.00		2.441	43.	37.	117.	2.3	1.7	17.0					
800703	17.10	17.00				105.	136.	977.	7.7	9.1	39.5					
800814	19.94	19.70	2.70		4.708											
800924	15.19	13.94	2.90		10.690	200.	141.	400.	15.9	3.5	43.5					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S08

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604	19.60	17.00	3.50		3.271	303.	275.	1000.	23.3	4.7	18.6					
800703	18.20	17.00	2.50			130.	130.	913.	12.2	6.1	33.5	<0.05	2.2	4.9	30.0	6.8
800814	21.90	19.80	4.00		3.517	68.	28.	173.	3.5	5.1	23.0					
800924	15.70	14.40	2.50		10.080	127.	100.	295.	8.2	4.0	71.4					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S09

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604	16.50	14.90	3.00		1.911	106.	80.	243.	7.4	1.7	10.3	<0.05	0.5	5.2	12.8	5.8
800703	15.53	17.56	1.60		10.494	160.	265.	1250.	14.0	4.5	18.5					
800814	18.80	19.80	3.50		3.300	152.	52.	248.	9.7	7.1	12.3					
800924	15.90	14.20	2.50		3.600	132.	103.	283.	9.7	2.9	12.6					

Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S10																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800604	18.00	14.60	5.00	2.228	135.	105.	302.	10.9	2.6	10.9						
800703			2.50													
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S11																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604	14.20	19.70	3.00	3.307	140.	143.	457.	7.7	3.4	14.0				1.0	30.0	4.9
800703	18.90	17.20	2.50		136.	164.	909.	12.7	5.5	25.0						
800814	22.50	19.60	4.00	3.003	95.	49.	205.	5.8	5.6	17.7						
800924	15.20	14.60	1.50	21.650	242.	284.	747.	16.3	3.8	39.5						
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S12																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800604	19.80	16.40	6.50	2.232	59.	63.	195.	3.9	2.0	9.3						
800703	10.50	19.00	1.25													
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S13																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604	21.90	14.90	6.00	1.974	47.	50.	150.	3.3	2.0	6.3				6.2	9.2	0.1
800703	20.20	16.80	2.50		184.	277.	1143.	16.3	4.5	22.9				5.1	45.0	5.1
800814	22.60	19.40	4.00	4.603	46.	40.	172.	2.5	4.2	8.6						
800924	16.70	14.20	2.50	4.780	136.	109.	304.	9.1	4.3	12.8						
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S14																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PE	CU	FE	ZN
800418																
800604	9.70	5.40	0.60		1063.	1344.	2813.	72.0	6.6	22.0						
800604	13.00	14.80	5.00	1.262	240.	203.	567.	21.7	2.7	10.7						
800703	10.20	17.10	3.00		148.	110.	552.	10.7	4.8	13.1				7.6	78.0	6.1
800814	15.68	18.96	2.70	4.704	208.	65.	242.	13.1	6.2	11.9						
800924	12.60	14.20	2.25	3.190	196.	141.	355.	15.2	2.4	9.7						
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S15																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604	17.00	16.80	3.50	1.702	118.	108.	325.	9.3	2.0	8.0				2.4	14.3	4.4

Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S16

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604	20.20	16.50	3.50		1.588	70.	100.	275.	4.3	1.3	7.0	0.09	0.5	8.8	10.5	5.5
800703	9.90	19.00	2.00			321.	521.	1953.	27.9	13.0	20.9	0.40	0.9	1.9	49.0	3.6
800814	19.50	19.80	4.00		2.398	71.	65.	297.	3.9	11.3	14.5					
800924	14.40	14.20	3.00		3.920	148.	107.	279.	12.8	2.9	14.8					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S17

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800604	14.90	18.00	2.75		1.598	100.	117.	317.	4.3	3.7	16.0	<0.05	0.9	6.6	13.1	5.3

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S18

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	9.80	6.70	0.55		0.360	913.	1325.	2625.	70.0	7.0	17.0	0.03	3.4	4.5	121.7	
800604	9.40	14.60	2.00		0.727	280.	232.	640.	26.4	2.8	9.6					
800703	7.00	15.00	1.25			465.	460.	1450.	48.0	5.0	14.5	<0.05	0.5	2.4	270.0	7.5
800814	11.90	19.20	1.75		4.499	250.	83.	280.	17.0	3.0	10.3		0.7	3.9	28.9	4.4
800924	12.90	14.10	2.25		1.180	193.	144.	370.	17.0	2.2	8.5					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S19

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	10.10	7.40	0.85			931.	1069.	2414.	58.0	5.2	21.0					
800604	7.40	16.80	2.00		0.807	184.	141.	391.	18.1	1.6	6.6					
800703	6.40	15.30	1.25			500.	530.	1565.	54.3	5.2	13.9	0.10	0.9	3.0	280.0	6.5
800814	12.70	19.00	2.50		2.677	308.	113.	388.	21.3	7.5	11.3					
800924	13.70	14.40	2.50		1.440	181.	154.	404.	11.9	2.3	8.1					

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S20

DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	9.80	6.10	0.75			1174.	1435.	3218.	77.0	6.5	27.0					
800604	9.50	14.80	3.50		0.735	284.	252.	720.	26.8	3.2	9.6					
800703	8.30	15.60	2.00			255.	208.	765.	24.3	4.7	15.3	0.10	0.5	3.0	130.0	6.8
800814	15.00	18.90	2.50		3.243	261.	78.	291.	17.0	6.5	17.8					
800924	13.90	14.20	2.50		1.230	204.	146.	379.	16.7	2.5	8.3					



Tabell A1. (Fortsatt)

DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S21																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418	13.90	5.41	1.60			603.	517.	1276.	29.0	2.4	19.0					
800604																
800703	9.10	15.80	2.50													
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S22																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604																
800703	7.00	17.80	2.25		2.280	220.	220.	1017.	17.0	8.7	16.0					
800814	18.00	19.40	>4.00		5.450	106.	46.	317.	5.1	7.7	11.1		<0.5	2.9	13.3	4.7
800924	16.10	15.00	3.00			119.	103.	306.	7.7	3.4	17.4					
DATA FRA : SINGLEFJORDEN STASJON S23																
DATO	S	TEMP	SIKT.D	PH	CHL	PFE	PAL	PSI	PTI	PMN	PP	HG	PB	CU	FE	ZN
800418																
800604																
800703	11.00	16.40	2.50		3.050	124.	92.	520.	7.2	6.8	16.4					
800814	18.80	19.40	3.50		4.450	74.	28.	210.	4.0	6.0	8.4		0.5	3.0	17.0	8.9
800924	19.10	14.40	3.50			93.	64.	172.	6.0	3.9	11.9					

Tabell A2. Metaller, fosfor og nitrogen i sedimentene i Glomma-estualet. (ts = tørt sediment).

Stasjon (dyp m)	Sediment dyp (cm)	Fe % ts	Mn µg/g ts	Zn µg/g ts	Cu µg/g ts	Pb µg/g ts	Cr µg/g ts	Cd µg/g ts	Hg µg/g ts	Tot-P % ts	Tot-N % ts
G 1 (13)	0-2	4,4	-	150	95	25	80	<0,5	0,47	-	-
	2-4	3,7	-	130	70	38	60	<0,5	0,35	-	-
	4-6	3,0	-	95	45	23	40	<0,5	0,24	-	-
G 2 (15)	0-2	5,4	-	240	165	38	170	0,5	0,76	-	-
	2-4	4,1	-	225	140	37	110	0,5	0,78	-	-
	4-6	4,5	-	260	130	35	110	0,8	1,51	-	-
G 3 (10)	0-2	3,7	-	220	175	42	140	0,7	0,92	-	-
	2-4	2,6	-	175	160	47	90	0,6	1,00	-	-
	4-6	3,3	-	235	160	50	60	0,5	1,12	-	-
G 4 (11)	0-1	3,8	-	220	165	35	110	<0,5	0,85	-	-
	1-2	2,6	-	175	110	32	60	<0,5	0,80	-	-
	2-4	3,3	-	235	145	42	65	0,5	1,28	-	-
	4-6	3,6	-	250	145	45	65	0,9	1,01	-	-
G 5 (11)	0-2	3,3	-	210	110	35	70	0,5	0,55	-	-
	2-4	2,9	-	200	120	35	65	<0,5	0,93	-	-
	4-6	3,1	-	205	130	35	60	<0,5	0,84	-	-
G 6 (11)	0-2	1,7	-	95	45	20	30	<0,5	0,58	-	-
	2-4	2,3	-	115	50	23	45	<0,5	0,56	-	-
	4-6	1,9	-	80	35	18	30	<0,5	0,40	-	-
G 7 (28)	0-2	4,0	-	245	125	40	70	1,8	0,94	-	-
	2-4	4,0	-	255	140	39	65	0,5	1,13	-	-
	4-6	4,9	-	260	145	42	75	<0,5	1,36	-	-
G 8 (54)	0-2	4,9	-	245	115	34	65	<0,5	0,70	-	-
	2-4	5,6	-	270	130	44	65	<0,5	1,05	-	-
	4-6	4,8	-	250	125	40	60	<0,5	0,97	-	-
G 9 (34)	0-2	5,3	-	310	130	49	70	<0,5	1,20	-	-
	2-4	5,3	-	315	135	50	65	<0,5	1,56	-	-
	4-6	4,8	-	330	120	48	65	0,8	1,43	-	-
G 10 (55)	0-2	5,4	-	255	105	47	55	<0,5	0,75	-	-
	2-4	5,6	-	295	120	55	60	<0,5	1,45	-	-
	4-6	4,4	-	225	75	48	45	<0,5	0,91	-	-
	6-8	3,5	-	185	60	44	30	<0,5	0,54	-	-
	8-10	4,1	-	225	75	47	35	<0,5	0,69	-	-
	10-12	4,1	-	300	85	49	40	0,8	1,24	-	-
	12-14	3,8	-	290	85	59	35	0,9	2,95	-	-
	14-16	3,7	-	280	65	55	35	1,0	2,03	-	-
	16-18	3,5	-	275	60	53	40	0,8	1,81	-	-
	18-20	3,7	-	270	60	62	35	<0,5	1,69	-	-

Tabell A2. (Fortsatt)

Stasjon (dyp m)	Sediment dyp (cm)	Fe % ts	Mn µg/g ts	Zn µg/g ts	Cu µg/g ts	Pb µg/g ts	Cr µg/g ts	Cd µg/g ts	Hg µg/g ts	Tot-P % ts	Tot-N % ts
G 11 (22)	0-2	6,1	-	290	95	55	65	<0,5	1,13	-	-
	2-4	5,3	-	315	95	63	60	<0,5	1,45	-	-
	4-6	4,5	-	305	85	65	50	<0,5	1,54	-	-
	6-8	4,1	-	260	65	65	45	<0,5	1,39	-	-
	8-10	4,0	-	245	55	70	45	-	0,74	-	-
G 12 (25)	0-2	3,9	-	230	95	35	60	0,6	1,19	-	-
	2-4	3,2	-	210	85	40	45	1,5	1,81	-	-
	4-6	4,1	-	215	90	38	55	<0,5	1,15	-	-
G 13 (50)	0-2	5,6	-	265	80	53	55	0,6	1,09	-	-
	2-4	5,7	-	270	80	53	55	<0,5	1,09	-	-
	4-6	5,1	-	280	85	59	55	<0,5	1,20	-	-
G 14 (6)	0-1	3,8	272	239	120	93	52	0,45	1,50	0,13	0,33
	1-2	4,0	226	230	130	60	42	0,42	1,38	0,19	0,27
	2-3	3,9	224	235	140	68	49	0,39	1,66	0,15	0,23
G 15 (28)	0-1	2,1	159	112	26	31	48	0,39	2,01	-	-
	1-2	2,8	294	147	40	40	37	0,33	3,26	-	-
	2-3	3,6	147	198	57	59	40	0,36	4,82	-	-
G 16 (21)	0-1	5,8	451	256	62	81	58	0,22	1,45	0,19	0,31
	1-2	6,4	419	305	72	98	64	0,32	1,41	0,14	0,26
	2-3	5,5	413	291	67	92	55	0,24	1,17	0,14	0,27
G 17 (35)	0-1	4,9	824	232	50	83	47	0,12	1,10	0,18	0,23
	1-2	4,8	536	238	61	77	51	0,20	0,97	0,13	0,25
	2-3	4,6	463	246	55	86	53	0,21	1,13	0,13	0,25
G 18 (159)	0-1	4,0	1750	168	39	77	45	0,95	0,69	0,13	0,24
	1-2	3,9	1160	172	31	76	47	0,65	0,60	0,11	0,25
	2-3	3,9	672	176	26	83	46	0,85	0,47	0,10	0,24
G 19 (200)	0-1	3,9	4275	163	19	70	44	0,13	0,82	0,14	0,27
	1-2	3,9	3100	165	38	67	42	0,27	0,95	0,12	0,26
	2-3	4,1	2253	165	15	75	45	0,19	0,61	0,15	0,26
G 20 (326)	0-1	3,7	5485	158	18	81	40	0,15	0,78	0,11	0,23
	1-2	3,7	1470	162	20	83	43	0,12	0,48	0,11	0,23
	2-3	4,0	1170	170	24	70	50	0,16	-	0,11	0,24
G 21 (462)	0-1	3,6	2935	129	25	73	44	0,16	1,20	0,13	0,25
	1-2	1,9	971	82	55	63	29	0,37	<0,03	0,09	0,21
	2-3	3,5	899	132	16	65	46	0,17	0,35	0,08	0,24
	3-4	3,3	761	137	19	77	44	0,14	0,46	0,15	0,23
	4-5	3,3	738	139	17	80	47	0,17	0,35	0,09	0,24
	5-6	3,4	780	138	16	68	43	0,15	0,46	0,09	0,24
	6-7	3,5	755	138	18	71	44	0,16	0,30	0,09	0,24
	7-8	3,6	818	139	17	72	45	0,14	0,34	0,12	0,25
	8-9	3,6	945	142	13	70	46	0,15	0,18	0,10	0,25
	9-10	3,0	1040	134	15	73	44	0,21	0,22	0,10	0,25

Tabell A2. (Fortsatt)

Stasjon (dyp m)	Sediment dyp (cm)	Fe % ts	Mn µg/g ts	Zn µg/g ts	Cu µg/g ts	Pb µg/g ts	Cr µg/g ts	Cd µg/g ts	Hg µg/g ts	Tot-P % ts	Tot-N % ts
G 22 (246)	0-1	3,4	482	147	20	73	47	0,17	0,49	-	0,24
	1-2	3,4	446	144	13	73	46	0,16	0,40	-	0,24
	2-3	3,6	457	149	11	74	47	0,23	0,29	-	0,24
G 23 (252)	0-1	3,9	4555	140	13	68	43	0,21	1,15	0,17	0,28
	1-2	4,0	2960	149	9	69	45	0,17	0,62	0,15	0,27
	2-3	4,1	1135	150	15	-	47	0,19	0,38	0,14	0,28
G 24 (62)	0-1	1,7	284	77	3	48	20	0,13	0,42	0,09	0,16
	1-2	1,9	262	82	2	63	19	0,19	0,33	0,08	0,15
	2-4	1,9	257	90	4	60	19	0,22	0,25	0,11	0,18
G 25 (246)	0-1	3,3	6445	145	12	69	37	0,20	1,26	0,11	0,27
	1-2	3,7	8715	148	15	75	42	0,27	1,05	0,13	0,27
	2-3	3,6	9540	155	15	75	41	0,21	0,66	0,13	0,27
G 26 (88)	0-1	3,1	1170	129	18	59	36	0,15	0,57	0,09	0,17
	1-2	3,2	1075	134	14	58	37	0,13	0,55	0,14	0,20
	2-3	3,3	625	135	17	59	39	0,21	0,48	0,11	0,19
G 27 (72)	0-1	6,4	804	267	70	88	64	0,23	1,29	0,20	0,25
	1-2	6,7	620	284	74	96	71	0,32	1,29	0,19	0,25
	2-3	6,5	585	282	70	89	67	0,29	1,06	0,19	0,24
	3-4	6,5	533	286	79	85	67	0,25	0,93	0,18	0,25
	4-5	6,5	527	296	88	99	67	0,31	1,07	0,22	0,27
	5-6	6,5	483	314	90	132	67	0,32	1,18	0,19	0,25
	6-7	6,3	465	314	91	127	67	0,39	1,20	0,17	0,24
	7-8	6,1	451	313	88	108	63	0,25	-	0,16	0,23
	8-9	6,1	441	317	90	110	63	0,31	1,17	0,14	0,23
	9-10	5,3	438	319	87	94	60	0,38	1,21	0,14	0,25
G 28 (58)	0-1	7,1	1370	328	97	80	73	0,28	1,84	0,22	0,24
	1-2	7,4	1005	287	99	72	74	0,24	1,33	0,21	0,23
	2-3	7,3	811	289	108	95	73	0,26	1,27	0,21	0,22
G 29 (47)	0-1	7,4	785	276	109	69	78	0,30	1,55	0,20	0,23
	1-2	7,4	571	339	120	78	80	0,31	1,36	0,21	0,22
	2-3	7,4	485	302	117	71	79	0,25	1,14	0,19	0,23
G 30 (35)	0-1	6,2	600	288	84	90	59	0,18	1,25	0,18	0,19
	1-2	6,2	558	295	81	95	57	0,19	1,21	0,19	0,22
	2-3	6,2	522	301	86	92	55	0,19	1,14	0,19	0,19
G 31 (35)	0-1	5,6	817	280	62	92	55	0,17	1,65	0,19	0,27
	1-2	5,5	510	289	67	78	52	0,18	1,33	0,17	0,27
	2-3	5,3	454	304	68	89	53	0,15	1,22	0,16	0,24
G 32 (68)	0-1	4,5	2005	194	37	78	43	0,23	0,86	0,15	0,22
	1-2	4,5	1860	199	37	76	41	0,12	0,72	0,15	0,21
	2-3	4,4	1760	197	39	80	43	0,38	0,66	0,14	0,20

Tabell A2. (Fortsatt)

Stasjon (dyp m)	Sediment dyp. (cm)	Fe % ts	Mn µg/g ts	Zn µg/g ts	Cu µg/g ts	Pb µg/g ts	Cr µg/g ts	Cd µg/g ts	Hg µg/g ts	Tot-P % ts	Tot-N % ts
G 33 (50)	0-1	4,7	1030	214	41	89	46	0,13	0,82	0,14	0,23
	1-2	4,8	573	228	47	94	47	0,13	0,80	0,14	0,24
	2-3	4,9	499	235	47	97	47	0,18	1,11	0,15	0,25
G 34 (75)	0-1	4,6	1590	220	46	98	50	0,22	1,26	0,14	0,25
	1-2	4,6	791	229	46	90	50	0,18	0,95	0,13	0,26
	2-3	4,6	598	232	46	92	50	0,18	0,65	0,12	0,25
G 35 (132)	0-1	4,1	2180	189	29	86	47	0,13	0,83	0,12	0,24
	1-2	4,1	2510	190	33	82	45	0,12	0,73	0,13	0,28
	2-3	4,1	1715	194	31	88	45	0,11	0,55	0,13	0,28
G 36 (134)	0-1	3,7	488	183	30	87	44	0,17	0,79	0,11	0,27
	1-2	3,6	418	183	29	88	42	0,14	0,52	0,10	0,27
	2-3	3,7	434	192	26	104	44	0,17	0,44	0,10	0,28
G 37 (45)	0-1	4,2	484	228	43	111	47	0,18	0,76	0,13	0,28
	1-2	4,1	428	233	43	106	47	0,19	0,66	0,11	0,27
	2-3	4,1	421	232	43	110	45	0,22	0,69	0,12	0,26

Tabell A3. Klorerte benzener og polyklorerte bifenyler i sedimentet  
(ng/g tørt sed., ts) fra Glomma-estuaret

Stasjon (dyp,m)	Sediment dyp (cm)	PCB ng/g ts	3CB ng/g ts	4CB ng/g ts	5CB ng/g ts	HCB ng/g ts
G 1 (13)	0-2	160	≤0,5	2	3	40
G 5 (11)	0-2	1800	1	2	6	100
G 8 (54)	0-2	250	2	2	4	50
	2-4	150	2	6	10	100
G 10 (55)	0-2	160	1	4	6	100
G 13 (50)	0-2	160	≤0,5	1	2	20
G 15 (28)	0-2	21				
G 30 (35)	0-2	18				
	2-4	9				
	4-6	18				

Tabell A4. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene (ng/g tørt sed., ts) fra Glomma-estuaret. (n.d. = ikke påvist)

PAH	Stasjon		
	Sedimentdyp (cm)		
	G 8	G 8	G13
	0-2	2-4	0-2
Naftalen	60	68	52
2-Metylnaftalen	26	15	12
Bifenyl	31	17	n.d.
Acenaftalen	19	16	n.d.
Acenaften	n.d.	n.d.	23
Dibenzofuran	23	n.d.	n.d.
Fluoren	26	25	18
2-Metylfluoren	n.d.	n.d.	27
Dibenzothiophen	23	32	29
Fenantren	118	79	86
Antracen	27	18	31
Acridine	n.d.	33	21
Fluoranten	91	n.d.	80
Pyren	62	n.d.	90
Benzo(a)fluoren	n.d.	n.d.	13
Benzo(b)fluoren	n.d.	n.d.	13
Benzo(c)fenanten	n.d.	n.d.	23
Benzo(a)antracen	43	32	38
Trifenylen/Chrysen	64	60	67
Benzo(b)fluoranten	40	n.d.	118
Benzo(j,k)fluoranten	27	n.d.	95
Benzo(e)pyren	n.d.	n.d.	98
Benzo(a)pyren	n.d.	n.d.	67
0-Phenylpyren	n.d.	n.d.	87
Benzo(ghi)perylene	n.d.	n.d.	118
Sum	723	395	1206



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.