

NGU Rapport 92.211

Geokjemiske undersøkelser i
Trondheimsfjorden

Rapport nr. 92.211		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Geokjemiske undersøkelser i Trondheimsfjorden				
Forfatter: Gjert Faye		Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim, Leksvik, Frosta, Stjørdal, Malvik		
Kartbladnavn (M=1:250.00)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 54	Pris: 75,-	
Feltarbeid utført: Juli 1989		Rapportdato: 11.03.1992	Prosjektnr.: 66.2301.15	Seksjonssjef: <i>Asbjørn Tore Østrem</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>I alt ble det tatt 34 sedimentkjerner ved undersøkelsen i Trondheimsfjorden. Analyseresultatene i sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm ble sammenlignet. Resultatene viser at sedimentene i Trondheimsfjorden utgjør en relativt enhetlig masse. I de fleste sedimentkjernene er det, i de tre sjiktene, forholdsvis små variasjoner i konsentrasjonen hos de fleste grunnstoffene. Mellom de forskjellige lokalitetene kan forskjellen være større på grunn av at sedimentene har forskjellig opprinnelsessted.</p> <p>Tungmetallene kvikksølv, kadmium, kobber, sink og bly viser et mer nyansert bilde. I de fleste sedimentkjernene er konsentrasjonen av disse grunnstoffene høyest i det øverste sjiktet og synker etterhvert som vi går nedover i sedimentkjernen. Det er nærliggende å betrakte variasjonene av tungmetallene som et resultat av antropogen påvirkning. Særlig ved sedimentkjernene 33, 31, 30 og 29 er konsentrasjonene i øverste sjikt så høye at vi kan snakke om en tydelig forurensning.</p> <p>Mangan er det grunnstoffet som viser den største anrikning i øverste sjikt. Manganets geokjemi er diskutert. Vi kan ikke utelukke at det foreligger en mulighet for en naturlig anrikning av tungmetaller i øverste sjikt. Analyse på grunnstoffene ble foretatt både med XRF (røngnenfluorescens) og med ICP (induktivt koblet plasma). Analyseresultatene fra de to metodene er tilnærmet sammenlignbare.</p>				
Emneord:	Geokjemi		Kjemiske analyser	
Forurensning	Tungmetaller		Mangan	
Sediment			Fagrapport	

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	5
INNLEDNING	6
MÅL	6
BESKRIVELSE AV TRONDHEIMSFJORDEN	7
TIDLIGERE UNDERSØKELSER I TRONDHEIMSFJORDEN	7
METODER	8
RESULTATER OG KOMMENTARER	11
DISKUSJON	15
KONKLUSJON	22
LITTERATUR	23

TABELLER

Tabell 1	Sedimentkjerner fra Trondheimsfjorden. Prøveinndeling
Tabell 2	Sporelementer, mangan og glødetap
Tabell 3	Sporelementer og mangan i sjiktene 0-2, 8-10 og 40-45 cm
Tabell 4	Hvordan høyeste verdi fordeler seg på sjikt
Tabell 5	Hovedelementer og klorid
Tabell 6	Dublikatanalyser på sporelementer, mangan og glødetap
Tabell 7	Dublikatanalyser på hovedelementer og klorid
Tabell 8	Høye kobber, sink og blyverdier
Tabell 9	Kobber og sink høyest i 40-45 cm-sjiktet
Tabell 10	Mangan i marine sedimenter. Trondheimsfjorden
Tabell 11	Manganinnhold i sedimenter fra Hardangerfjorden
Tabell 12	Hovedelementer. Korrigert for havsalt og glødetap
Tabell 13	Høyeste og laveste bakgrunnsverdi i 40-45 cm-sjiktet
Tabell 14	Overkonsentrasjoner
Tabell 15	Korrelasjonskoeffisienter

FIGURER

- Figur 1 Strømforhold i Trondheimsfjorden
- Figur 2 Prøvelokaliteter
- Figur 3 Sedigraf-opptak
- Figur 4 Geokjemisk kart, Zn
- Figur 5 Geokjemisk kart, Hg
- Figur 6 Geokjemisk kart, Mn
- Figur 7 Trekantdiagram Cu, Zn, Pb
- Figur 8 Trekantdiagram Cu, Zn, Hg
- Figur 9 Trekantdiagram Cu, Zn, Mn

SAMMENDRAG

- I alt ble det tatt 34 sedimentkjerner ved undersøkelsen i Trondheimsfjorden. Analyse-resultatene i sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm ble sammenlignet.
- Resultatene viser at sedimentene i Trondheimsfjorden utgjør en relativt enhetlig masse. I de fleste sedimentkjernene er det, i de tre sjiktene, forholdsvis små variasjoner i konsentrasjonen hos de fleste grunnstoffene. Mellom de forskjellige lokalitetene kan forskjellen være større på grunn av at sedimentene har forskjellig opprinnelsessted.
- Tungmetallene kvikksølv, kadmium, kobber, sink og bly viser et mer nyansert bilde. I de fleste sedimentkjernene er konsentrasjonen av disse grunnstoffene høyest i det øverste sjiktet og synker etter hvert som vi går nedover i sedimentkjernen. Det er nærliggende å betrakte variasjonene av tungmetallene som et resultat av antropogen påvirkning. Særlig ved sedimentkjernene 33, 31, 30 og 29 er konsentrasjonene i øverste sjikt så høye at vi kan snakke om en tydelig forurensning.
- Mangan er det grunnstoffet som viser den største anrikning i øverste sjikt. Det er ingen mulighet for at mangan, i noen vesentlig grad, skulle være antropogent påviket. I en sedimentkjerne fra Trondheimsfjorden forekommer over 10 gangers anrikning i toppsjiktet i forhold til bunnsjiktet. En sterk økning av Mn-innholdet i øverste sjikt er også registrert i sedimentprøver fra Hardangerfjorden, mens det ser ut til å foreligge bare moderate økninger i prøver fra Skagerrak. Manganets geokjemi er diskutert. Vi kan ikke utelukke at det foreligger en mulighet for en naturlig anrikning av tungmetaller i øverste sjikt.
- Analyse på grunnstoffene ble foretatt både med XRF (røntgenfluorescens) og med ICP (induktivt koblet plasma). Analyseresultatene fra de to metodene er tilnærmet sammenlignbare, og omtrent samme konklusjoner ville bli trukket uavhengig av analysemetode.

For fremtidige undersøkelser foreslås

- at ICP-analysen går inn som standardmetode. Fordelen med denne metode er at den er rimelig, at det kreves lite prøvemateriale og at man kan analysere på et stort antall grunnstoffer.

- at det etableres en metode for å bestemme sedimentasjons- og akkumulasjonsrater for de forskjellige sedimentkjernene. Sedimentkjernene bør antagelig snittes i 1 cm skiver øverst for å lette aldersdateringen.
- at det ved beskrivelse av naturforholdene benyttes en prøve som ligger så dypt at den ikke har vært utsatt for vesentlig antropogen påvirkning.
- at man velger en presentasjonsteknikk (tabeller, geokjemiske kart, to- eller trekantdiagram, etc.) som passer best for de forholdene som skal beskrives.

INNLEDNING

Formålet med NGUs maringeologiske undersøkelser er å framskaffe og tilrettelegge regionale miljø- og ressursdata fra øvre lag i norske havbunnsområder (kontinentalsokkel og kystfarvann) til bruk i offentlig planlegging og forvaltning samt næringsrettet virksomhet.

Ved alle geokjemiske undersøkelser, enten de foregår på land eller til sjøs, må man først skaffe en oversikt over naturtilstanden i området, før man kan påvise at det foreligger antropogen påvirkning.

I prosjektet 66.2301.15 Sedimentologi og geokjemi i Trondheimsfjorden tar man sikte på å teste prøvetakingsstrategi og prøvetakingsprosedyrer for maringeologiske miljø-undersøkelser. Videre ønsker man å komme fram til gode analyseprosedyrer og presentasjonsformer.

MÅL

Prosjektets mål er

- å utføre en regional geokjemisk undersøkelse i en del av Trondheimsfjorden
- å teste prøvetakingsstrategi og prøvetakingsprosedyrer
- å vurdere analyseprosedyrer og presentasjonsteknikk

BESKRIVELSE AV TRONDHEIMSFJORDEN

Trondheimsfjorden deles vanligvis inn i

- 1) Ytre fjord som går fra Agdenes til Tautra. Det finnes en terskel på 195 meter mellom Agdenes og Storfosna som danner forbindelsen med kystvannet. Ved Tautra er det en terskel på 100 meter.
- 2) Indre fjord som går fra Tautra til Skarnsundet, hvor vi har en terskel på 140 meter.
- 3) Beistadfjorden som går fra Skarnsundet til Steinkjer. Trondheimsfjorden har en god vannutskifting på grunn av at tersklene ligger forholdsvis dypt, og at forskjellen mellom flo og fjære er så stor som ca. 2 meter.

Det området NGU har prøvetatt, strekker seg fra ca. tvers av Lensvika til et stykke innenfor Tautra, og vil omtrent svare til Strindfjorden. Det finnes en undersjøisk rygg i Strindfjorden som strekker seg fra Frostlandet til Midtfjordskjær.

Figur 1 viser strømforholdene i ytre fjord ved stigende og fallende sjø (Jacobsen 1977). I hovedfjorden har vi stort sett en inngående strøm på sydsiden av fjorden, mens utstrømmningen skjer på nordsiden av fjorden. Ved stigende sjø, og også delvis ved fallende, vil vann fra Orkdalsfjorden og Gaulosen strømme inn forbi Trondheim på sydsiden av Strindfjorden. Strømbildet vil være av interesse når man skal vurdere hvordan forurensninger kan spre seg. Muligheten for å få forurensning fra Orkla og Gaula i Strindfjorden er altså til stede.

Figur 2 viser prøvelokalitetene i Trondheimsfjorden. Lokalitetene ble ikke valgt ut med den hensikt at de skulle representere spesielt forurensete områder.

TIDLIGERE UNDERSØKELSER I TRONDHEIMSFJORDEN

NIVA gjennomførte i 1981 sedimentundersøkelser i Trondheimsfjorden. Målet for undersøkelsen var å skaffe til veie en grov oversikt over graden av forurensning av miljøgifter på bunnen i potensielle problemområder. Ilsvika og Orkdalsfjorden pekte seg her ut som sterkt forurenset når det gjaldt tungmetaller.

Oceanor utførte i 1987-88 en større resipientundersøkelse i Trondheimsfjorden for Trondheim kommune. Rapporten omhandler også en undersøkelse over innholdet av tungmetaller og

organisk materiale i utvalgte fjordsedimenter. Prøvelokalitetene ligger på sørsiden av Trondheimsfjorden på streknigen fra Høvringen til innløpet av Stjørdalsfjorden. Det foreligger 19 lokaliteter og mange ligger i områder hvor man måtte vente de største forurensningene.

Det er utført flere undersøkelser i forbindelse med tungmetaller i Trondheimsfjorden. Mange av arbeidene dreier seg om marinbiologiske undersøkelser av tungmetallinnhold i fauna og flora. En oversikt over slike undersøkelser er gitt av Harald Nissen (1977).

METODER

Prøvetaking

Sedimentprøvene ble innsamlet fra NGUs forskningsfartøy Seisma i tidsrommet 17.7-21.7.89. Prøvetakingen ble foretatt ved hjelp av en Niemistø "gravity corer". Prøvene ble snittet i skiver ombord. Følgende underprøver foreligger: 0-2 cm, 2-4 cm, 4-6cm, 6-8 cm, 8-10 cm. Etter 10 cm er det tatt prøver med 5 cms intervall, 10-15 cm, 15-20 cm etc. Det ble tatt 34 sedimentkjerner i Trondheimsfjorden, med i alt 535 prøver. Sedimentkjernene er merket TF01-TF34. Tabell 1 gir en oversikt over prøveinndelingen. Prøvene ble oppbevart i dypfryser.

Utvelgelse av prøver for kjemisk analyse

Av det foreliggende materiale ble følgende prøver valgt ut til kjemisk og sedimentologisk analyse:

- Alle prøvene mellom 0 og 10 cm
- De øvrige prøvene i TF05, TF09, TF10, TF26, TF29
- De prøvene som finnes i sjiktet 40-45 cm

I alt ga dette 255 prøver. Disse prøvene ble analysert på et stort antall kjemiske grunnstoff med plasmaspktrofotometri (ICP) etter autoklav opplutning med 7N HNO₃. I tillegg ble prøvene analysert på fuktighet ved 105 grader og glødetap ved 540 grader.

Ved en del mer tidkrevende analyser ble prøveserien redusert til 93 prøver og bestod av prøvene fra sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm. Disse analysene omfattet

- Atomabsorpsjon (Hg,Cd)
- Røntgenfluorescens (XRF). Hovedelementer og sporelementer
- Sedimentologisk analyse
- Røntgendiffraksjon (XRD)

Man regner i denne undersøkelsen med at prøvene i 40-45 cm-sjiktet ligger så dypt at de er avsatt på et tidspunkt da vi ikke hadde noen vesentlig industriell virksomhet. I 40-45 cm-sjiktet burde vi også være under den sonen som er biologisk aktiv i dag. Disse analysetallene må derfor kunne representere opprinnelig naturtilstand.

Prøvepreparering

Alle prøvene som gikk til kjemisk analyse ble frysetørket. Materialet ble deretter siktet gjennom 2 mm sikt og finmalt i agatmorter. De aller fleste prøvene inneholder nesten bare fint materiale.

Tørking av prøvene ved 105 grader

Samtlige frysetørkede prøver ble tørket ved 105 grader 1 døgn. Dette ble gjort for å bestemme hvor meget absorbert vann som fantes i prøvene etter frysetørkingen.

Glødetap ved 540 grader

Prøvene som var tørket ble glødet ved 540 grader 1 time. Glødetapet skal gi et uttrykk for hvor mye organisk materiale som finnes i prøvene (NGU har ikke utstyr til å bestemme organisk karbon). Ved 540 grader vil ikke karbonater i prøven spaltes.

Kjemisk analyse

Randomisering

Prøvene ble randomisert (trukket ut i vilkårlig rekkefølge) før analysearbeidet startet. På denne måten får vi redusert innvirkningen av tilfeldige feil som kan oppstå under analysearbeidet (f.eks. nivå-forskjeller hos instrumentet under analysen).

ICP (induktivt koblet plasma)-analyse

Med denne metode bestemmes grunnstoffer som er gått i løsning etter syreoppløsning. 1 gram frysetørket prøve ble sluttet opp med 20 ml 7N HNO₃ i Duran glass i autoklav ved 120 grader. Denne løsningen er også utgangspunkt for bestemmelse med

AAS (atomabsorpsjon spektrofotometri)-analyse

Kvikksølv (Hg) bestemmes med flammeløs teknikk. Kadmium (Cd) bestemmes med grafittovn-teknikk.

Analysesjettene ved ICP- og AAS-bestemmelsene angir det som løser seg ved autoklav-oppløsningen med 7N HNO₃.

XRF(røntgenfluorescens)-analyse

XRF på sporelementer

5,4 g prøve ble blandet med 1,2 g voks og presset til en brikett i en hydraulisk presse. Kalibrering med internasjonale standarder.

XRF på hovedelementer

0,8g glødet prøve (1000 grader) ble blandet med 5,6 g lithiumtetraborat, smeltet og støpt ut til en skive. Kalibrering med internasjonale bergartsstandarder. Analysesjettene fra XRF-analysen angir totalinnhold.

Mineralogisk analyse

XRD (røntgendiffraksjon)-analyse.

Ved denne analysemetoden blir mineraler som er til stede i prøven registrert.

Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingen ble bestemt ved våtsikting for materiale grovere enn 63 mikron. For materiale finere enn 63 mikron ble kornfordelingen bestemt ved sedigrafanalyse.

Reproduserbarhet av de kjemiske analysene

For å kontrollere reproduserbarheten ved analysene ble det lagt inn duplikatprøver. Dette ble gjort ved å splitte en prøve i to like underprøver. Ved den store analyseserien (ICP, glødetap og fuktighet) på 255 prøver, ble det lagt inn 25 duplikat-prøver slik at man i alt får 280 prøver som går til analyse.

Ved den mindre analyseserien (XRF og atomabsorpsjons-analyser) på 93 prøver er det lagt inn 10 duplikater slik at i alt 103 prøver går til analyse. De 10 duplikatene i den lille serien inngår i de 25 i den store.

RESULTATER OG KOMMENTARER

Visuell beskrivelse av sedimentkjernene

27 av sedimentkjernene har en lengde på 45 cm eller mer, mens 7 av kjernene er kortere enn 40 cm. Når vi ser bort fra sedimentprøvene TF 21 og 25, som inneholder sand og grus, består prøvene stort sett av leirholdig materiale eventuelt iblandet noe silt og sand.

Leiren har grålig til blålig farge og er vanligvis bløt i øvre lag og blir fastere etter hvert som man kommer dypere. I det aller øverste laget har leiren ofte en brunlig farge som vi antar skyldes organisk materiale.

Mineralogi

Det er de samme mineralene som tydelig registreres i alle prøvene:

Kvarts, muskovitt, feltspat, kloritt. I de foreliggende røntgendiffraktogrammer ser man derfor ingen markert forskjell mellom de forskjellige sedimentkjernene, og heller ikke mellom de forskjellige sjiktene. Konklusjonen av XRD-analysen vil være at den prøvetatte sedimentpakken er svært homogen sett fra et mineralogisk synspunkt.

Kornfordeling

De aller fleste prøvene består av nesten bare fint materiale. Dette materiale som er finere enn 63 mikron blir analysert med sedigraf. Det er kjørt sedigrafmer på prøver fra de tre sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm. Ofte er prøven fra 0-2 cm-sjiktet grovest, og prøven fra 40-45 cm-sjiktet finest. Dette kan henge sammen med at organisk materiale kitter sammen de fineste kornene, så de blir vanskelig å frilegge. Etter hvert som det organiske materiale delvis omsettes, frigjøres flere fine korn.

Det er vanlig å anta at forurensning av f.eks. tungmetaller, har en tendens til å binde seg til de fineste partiklene eller til organisk materiale. Totaloverflate kunne være en interessant faktor å korrelere tungmetallene mot, men etter som en betydelig del av prøven bare er angitt som mindre enn 1 mikron, har man ikke denne muligheten. Fig.3 viser et opptak av sedimentkjerner 9 med sedigraf.

Presentasjon av analyseresultater

Vanninnhold bestemt ved tørking ved 105 grader.

Verdiene ligger vanligvis godt under 1 rel. % Høyeste registrerte verdi er 1,53 % Dette viser at frysetørkingen har vært meget effektiv. Analysene er foretatt på frysetørket prøve for å unngå tap av lettflyktige elementer (f.eks. Hg). Resultatene er ikke korrigert for det lave vanninnholdet som fremdeles foreligger i prøven etter frysetørkingen.

Glødetap ved 540 grader

Høyeste glødetap er 5,56%, laveste er 2,20%. I de fleste sedimentkjernene er det organiske glødetapet høyest i øverste prøve og synker nedover.

I følgende kjerner er det avvik fra dette: 14, 16, 17, 29, 30, 31, 32, 33.

Når det organiske glødetapet er høyest i øverste prøve, kan det tolkes slik at en del av det organiske materialet vil omsette seg etter hvert som man kommer dypere i lagene. En annen forklaring kunne være at mengden av organisk materiale i sedimentene er øket opp gjennom tiden på grunn av endrete geologiske forhold, eller på grunn av antropogen virksomhet.

ICP-analyse

Alle de 255 utvalgte prøvene ble analysert på ICP. Det ble analysert på følgende elementer:

Hovedelementer: Si, Al, Fe, Ti, Mg, Ca, Na, K, Mn, P

Sporelementer: Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, Mo, Cd, Cr, Ba, Sr, Zr, Ag, B, Be, Li, Sc, Ce, La.

Mange av grunnstoffene viser liten systematisk variasjon nedover i kjernen, og noen ligger under deteksjongrensen. I første omgang vil vi derfor se på variasjonene hos Cu, Zn og Pb i sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm. I mange av sedimentprøvene er Mn-innholdet i øverste prøve vesentlig høyere enn i dypere lag. Dette er det samme mønsteret som man har hos Cu, Zn og Pb. Mn vil derfor bli tatt med sammen med disse elementene. I alt er det 27 prøver som inneholder sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm.

Følgende gjelder for analyseverdiene fra ICP:

Cu. Høyeste verdi er 109 ppm, laveste 15 ppm. I 22 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i ett tilfelle er verdien i 8-10 cm-sjiktet høyest. Fire prøver har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet.

Zn. Høyeste verdi er 395 ppm, laveste 63 ppm. I 21 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i to tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet. Fire prøver har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet.

Det er de samme sedimentkjernene som har høyest Cu og Zn-verdi i sjiktet 40-45 cm (TF16, TF17, TF22, TF23).

Pb. Høyeste verdi er 54 ppm. Mange av verdiene ligger under deteksjongrensen på 5 ppm.

Mn. Høyeste verdi er 0,57%, laveste 0.03%. I 23 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest. En prøve har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet, tre prøver har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet. I de tilfeller 40-45 cm-sjiktet har den høyeste verdi, gjelder det lave verdier, så det er nærliggende å tro at det dreier seg om tilfeldige variasjoner.

AAS-analyse

Hg. Høyeste verdi er 134 ppb, laveste 15 ppm. I 21 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i seks tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet.

Cd. Høyeste registrerte verdi er 0,30 ppm og laveste 0,14 ppm. I 14 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i seks tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet. Sju prøver har høyest verdi i 40-45 cm- sjiktet.

XRF-sporelementer

I alt ble 93 prøver analysert. Det ble analysert på et stort antall sporelementer. I første rekke vil man ta for seg de grunnstoffer som viser interessante konsentrasjons-variasjoner nedover i sedimentkjernen. Dette gjelder i første rekke grunnstoffene Cu, Zn, Pb og Mn.

Klor, som ble bestemt på XRF-sporelement-programmet, viser også store variasjoner. Dette grunnstoffet vil bli behandlet sammen med hovedelementene i sedimentene.

Følgende gjelder for analyseverdiene fra XRF:

Cu. Høyeste verdi er 109 ppm, laveste 15 ppm. I 20 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i tre tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet. Fire prøver har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet.

Zn. Høyeste verdi er 334 ppm, laveste 81 ppm. I 22 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i tre tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet. To prøver har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet.

Pb. Høyeste verdi er 100 ppm, laveste 12 ppm. I 22 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i fire tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet. En prøve har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet.

Mn. Høyeste verdi er 0,61 %, laveste 0.05 %. I 23 tilfeller er verdien i 0-2 cm-sjiktet høyest, i to tilfeller verdien i 8-10 cm-sjiktet. To prøver har høyeste verdi i 40-45 cm-sjiktet.

I tabell 2 foreligger analyseresultatene for sporelementene Hg, Cd, Cu, Zn, Pb og hovedelementet Mn. I tabellen er også oppgitt glødetapet ved 540 grader, dypet prøven er tatt på og sedimentkjernens lengde. I tabell 3 er analyseresultatene tilordnet de tre sjiktene 0-2 cm, 8-10 cm og 40-45 cm. Høyeste og laveste verdi, gjennomsnitt og standardavvik er angitt for de forskjellige grunnstoffene. Bly bestemt med ICP har en deteksjonsgrense på 5 ppm. Verdier under deteksjonsgrensen er i tabell 2 og 3 angitt som 5. Tabell 4 viser hvordan

høyeste analyseverdi fordeler seg på de forskjellige sjiktene. Der verdier er like, er verdien ført opp i det sjiktet som ligger øverst.

XRF-hovedelementer

Analyseresultatene for hovedkomponentene SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, MnO, P₂O₅, glødetap ved 1 000 grader og kloridinnhold for de forskjellige sedimentkjernene er gitt i tabell 5.

Reproduserbarhet

Tabell 6 viser reproduserbarheten for sporelementene, for mangan og for glødetap 540 grader. Tabell 7 viser reproduserbarhet for hovedelementene, glødetap ved 1 000 grader og klorid.

Verdiene i begge tabellene er slik de foreligger fra analysen. Duplikatanalysene ble valgt ut blant prøver fra 5 cm-sjiktene fordi prøver på 2 cm gir for lite materiale. Ulempene med dette er at prøver fra de dypere sjikt ikke oppviser særlig store innbyrdes konsentrasjonsforskjeller. Man får av denne grunn ikke noen god test på reproduserbarheten ved ulike konsentrasjonsnivåer.

DISKUSJON

Analyse på sporelementene

Sedimentene fra Trondheimsfjorden ble analysert på et stort antall grunnstoffer. For de fleste grunnstoffene gjelder at variasjonene i analysetallene, såvel innen en sedimentkjerne som mellom de forskjellige sedimentkjerner, er små. Dette betyr at hele den prøvetatte sedimentpakken i prinsippet har et enhetlig preg. Når det gjelder tungmetaller som Hg, Cu, Zn, Pb og også Mn foreligger et mer nyansert mønster.

Tabell 2 viser analyseresultatene for sporelementene Hg, Cd, Cu, Zn, Pb og for hovedelementet Mn. I tillegg inneholder tabellen verdier for glødetap ved 540 grader, vanddybde, og lengde på sedimentkjernene. Verdiene for grunnstoffene er korrigert for havsalt og organisk

materiale (glødetap ved 540 grader). Videre er høyeste og laveste verdi, gjennomsnittsverdi og standardavvik for de forskjellige grunnstoffer ført opp.

Vi vil kort se på disse elementene:

Kvikksølv. I alle sedimentkjernene er Hg-verdien lavest i dypeste prøve, (40-45cm). Vanligvis finnes den høyeste verdi i øverste prøve, men det finnes noen unntak. Når en antar at analyseresultatene på kvikksølv er korrekte, er det naturlig å tolke variasjonene i Hg-gehaltene i sedimentkjernene som antropogen påvirkning. De viktigste kvikksølv-kilder har vært Hg-forbindelser til beising av såkorn og impregnering av tømmer (hindrer at det blir grått). Videre finnes kvikksølv i sulfidiske mineraler og dette er nok den viktigste kilden til kvikksølvet i Trondheimsfjorden. Selv høyeste verdi på 123 ppb må vel i forurensnings-sammenheng betraktes som forholdsvis ubetydelig.

Kadmium. Overensstemmelsen mellom duplikatprøver er i en del tilfeller dårlig. Dette tyder på at analyseteknikken som er benyttet ikke har så høy presisjon at man er i stand til å skille klart mellom verdiene i det konsentrasjonsområdet som foreligger.

Usikkerheten ved Cd-verdiene er så stor at verdiene ikke bør tillegges noen vekt i denne undersøkelsen.

Kobber, sink og bly. For disse grunnstoffene foreligger analyseverdier både fra ICP og XRF. Pb-verdiene fra ICP er vesentlig lavere enn XRF-verdiene. Dette må bety at langt fra alt Pb vil gå i løsning ved oppslutningen med 7N HNO₃. Når det gjelder Cu og Zn er det tydelig at disse metallene går bedre i løsning ved syreoppløsningen. I en del tilfeller, spesielt ved høyere verdier, ligger ICP-verdien høyere enn XRF-verdien. Dette er en fysisk umulighet og må bero på en analysefeil. Enten vi bruker analyseverdiene fra ICP eller XRF vil vi stort sett komme fram til like konklusjoner.

I tabell 8 er de høyeste verdiene for Cu, Zn og Pb fra 0-2 cm-sjiktet sammenstilt. Verdiene er her så høye at vi uten tvil kan si at det dreier seg om en klar forurensning. Man ser også at det er en klar korrelasjon mellom de forskjellige grunnstoffene. De lokalitetene som har de høye Cu, Zn og Pb-verdiene ligger godt samlet (ut for Munkholmen). Det er mest nærliggende å tro at det her dreier seg om en forurensning som har sammenheng med Killingdal gruvers oppredningsverk i Ilsvika. Dette anlegget var i drift fram til 1985. Forurensningen kan skrive seg fra utglidning av flotasjonsavgang, kis fraktet med flotasjonskjemikalier, eller avgang transportert i rør ut fra Ilsvika. Også i tidligere undersøkelser i Trondheimsfjorden (NIVA, OCEANOR) er det pekt på at forurensning fra oppredningsverket kan ha spredt seg over store områder.

I tabell 9 er det ført opp fire prøver (16, 17, 22, 23) som har Cu og Zn høyest i 40-45 cm-sjiktet. Disse sedimentkjernenes beliggenhet gjør det mulig at det her kunne foreligge forurensning fra et tidligere gruveanlegg, nemlig Ytterøy kobber- og svovelkis-gruve. Det dreier seg i så fall om en gruve kanskje helt fra 1500-tallet. På 1800-tallet ble det her tatt ut 0.5 millioner tonn svovelkis. En slik gruvedrift kan ha hatt innvirkning på fjordsedimentenes innhold av tungmetaller.

Det finnes også andre forklaringer på at 40-45 cm-sjiktet har de høyeste verdiene. Ser vi på hovedbestanddelen analysen for sedimentkerne 16 og 17, kan det se ut til at vi i 40-45 cm-sjiktet kommer ned på et nytt sedimentlag. SiO₂-verdiene er her ca.10 absolutt % høyere i toppsjiktet enn i bunnsjiktet. Også AL₂O₃, Fe₂O₃, MgO og K₂O, viser betydelige forskjeller. Sedimentlaget som ligger dypest kan ha et naturlig høyere innhold av Cu og Zn enn det laget som ligger over.

Verdiene fra tabell 2, 3 og 4 viser at vi har en klar anrikning av miljøelementene Hg, Cu Zn og Pb på toppen av sedimentkjernen, og at konsentrasjonene synker når vi kommer dypere. De høyere verdiene i de øvre sjiktene skyldes trolig antropogen påvirkning. Mn er kanskje i enda sterkere grad enn miljøelementene anriket i øverste sjikt. Dette fenomen har ingen sammenheng med antropogen påvirkning, men skyldes en naturlig geokjemisk prosess som vil bli diskutert senere.

Mangan, manganets geokjemi

Mangan viser samme bilde som tungmetallene når det gjelder anrikning i toppsjiktet, men det er ingen grunn til å tro at det her foreligger noen antropogen påvirkning. Mangan ble også analysert med både ICP- og XRF-teknikk. Verdiene fra XRF er her litt høyere enn ICP-verdiene. Dette stemmer med det man ville forvente. I tabell 10 er verdiene i de sedimentkjernene som har de høyeste Mn-verdiene i 0-2 cm-sjiktet (høyere enn 0.2 % Mn) sammenstilt. I sedimentprøve 27 har man mer enn 10 gangers anrikning i forhold til bakgrunnsverdien i 40-45 cm-sjiktet.

Det er to kjemiske prosesser som er viktige når det gjelder manganets geokjemi:

- 1) Det to-verdige mangan går lett i løsning, hovedsakelig som bikarbonat. Dette kommer av at ioneradien for 2-verdig Mn er mye større enn for de andre elementene i jernfamilien. Dette gir et lavt ionepotensial ($2:0.91=2.20$).
- 2) Tre-og firverdige Mn utfelles lett. Prototypen på slike forbindelser er Pyrolusite, MnO₂. Grunnen til at det skjer en utfelling er at 3- og 4-verdig Mn har et mye høyere ionepotensial enn det 2-verdige Mn ($4:0.52=7.7$). Utfellingen av Mn-forbindelser vil være avhengig av at man har aerobe forhold, d.v.s at oksygen er til

stede i nødvendig mengde. Under anaerobe forhold vil de utfelte Mn-forbindelser gå i løsning igjen.

Sedimentkorn som føres med elvene har ofte et tynt lag av utfelte Fe- og Mn- oksyder/hydroksyder. Dette tynne laget er ofte svært rikt på tungmetaller. Dette fenomen har vært utnyttet i malmløsing. Når disse sedimentene avsettes på fjord- eller havbunn, og dekkes av nye sedimenter, vil det etter hvert oppstå anaerobe forhold og Mn- og Fe- forbindelsene vil gå i løsning.

Tungmetallene som er bundet i dette sjiktet må også frigjøres og gå over i porevannet. Herfra kan tungmetallene diffundere opp mot overflaten og enten settes fri i vannmassene, eller på nytt bindes av Mn- og Fe-forbindelsene som igjen felles ut. Man kan ikke uten videre se bort fra at det her foreligger en prosess som på en naturlig måte fører til en anrikning av tungmetaller i det øverste sjiktet. I tabell 11 er oppført Mn-verdier fra noen utvalgte sedimentkjerner fra Hardangerfjorden (Tidligere NIVA-NGU-prosjekt). Vi har her omtrent samme forhold som i Trondheimsfjorden, med svært høye Mn-verdier i øverste sjikt. Også i to av tre sedimentkjerner tatt i Skagerrak ut for Langesundfjorden i 1990, ser vi at Mn-verdiene er høyest i øverste sjikt (kanskje ca. 50 % høyere), så effektene er her meget små sammenlignet med verdiene fra fjordsedimentene.

Hovedelementer og kloridinnhold

Analyseresultatene i tabell 5 viser hovedelementene og klorid.

- Innen de fleste sedimentkjerner varierer hovedelementene lite. Vanligvis øker konsentrasjonen av bergartselementer som Si og Al nedover i lagene, mens Na og klor avtar. I en del av sedimentkjernene (f.eks. 16, 17, 22, 23, 27, 32, 33) er det større variasjon på hovedelementene. Dette kan komme av at sedimentene har vært utsatt for ras, eller at vi er kommet ned på en ny sedimentpakke.
- Glødetapet ved 1 000 grader. I tillegg til glødetapet ved 540 grader kommer her et vekttap ved spalting av karbonater og eventuelt ved frigjøring av kjemisk bundet vann. Ved glødning av prøven vil 2-verdig Fe delvis oksyderes til 3-verdig. Glødetapet ved 1 000 grader vil også vanligvis være høyest øverst i sedimentkjernen og avta nedover.
- Klormengden er nesten konsekvent høyest i øverste prøve og avtar med dybden. Dette kommer av at de øverste lagene er mest blandet med sjøvann.

For lettere å kunne sammenligne de uorganiske bestanddelene i en sedimentkjerne, ble det på et vilkårlig utvalg sedimentkjerner 1, 2, 3, 31, 32 og 33, korrigert for glødetap og saltgehalt og regnet om til 100% hovedelementer. Tabell 12.

Havsalt har følgende sammensetning:

NaCl -27,32g/L

MgCl₂ -4,18 "

MgSO₄ -1,67 "

CaSO₄ -1,27 "

K₂SO₄ -0,87 "

Ved hjelp av analysetallene for klor er det foretatt en korreksjon for den påvirkning NaCl og MgCl₂ fra havsaltet har på analysetallene for Na₂O og MgO. I prinsippet kunne man også korrigere for de andre komponentenes innvirkning, men da disse tallene er meget lavere er dette ikke gjort. Korreksjon for Na₂O: Klorid-konsentrasjon multiplisert med 0.7361.

Korreksjon for MgO: Klorid-konsentrasjon multiplisert med 0,0898.

I sedimentprøve 1,2 og 3 er det bare små variasjoner i analyseverdiene nedover i kjernen etter at korreksjonen er foretatt. Det er nærliggende å anta at disse prøvene har ligget i ro under sedimentasjonen. I prøvene 31, 32 og 33 er det større avvik på analyseverdiene. Dette kan kanskje tyde på at sedimentene har vært utsatt for ras, omrøring eller lignende. Ved utvelgelse av sedimentprøver til aldersbestemmelse, og ved vurdering av resultatene av en aldersbestemmelse, vil den kjemiske analyse i mange tilfeller kunne være til hjelp.

Bakgrunnsverdier. Naturgrunnlag

Ved alt geokjemisk arbeid er det nødvendig at man kjenner bakgrunnsverdiene for de forskjellige grunnstoffene i området. Først når vi kjenner naturgrunnlaget kan vi begynne å uttale oss om hvorvidt det foreligger anomale verdier. Bakgrunnsverdiene vil kunne variere sterkt fra område til område. I marin geokjemi er det stort sett to måter bakgrunner har vært bestemt på:

- 1) Man tar prøver på et forventet uforurenset sted og betrakter de analyseverdier man får på de forskjellige kjemiske elementene som bakgrunnsverdier.
- 2) Bakgrunnsprøver tas så dypt at man kan anta at det var lite antropogen påvirkning på det tidspunkt prøven ble avsatt.

Antropogen forurensning av noen betydning startet med den industrielle revolusjon. Rundt første verdenskrig begynte den for alvor å skyte fart, og har siden stadig øket bortsett kanskje fra det siste tiåret da en viss bedring burde ha inntrått.

I Trondheimsfjord-prosjektet har vi valgt å bruke en dyp prøve som bakgrunnsprøve. I tabell 13 er angitt høyeste og laveste verdi for de forskjellige elementene i 40-45 cm-sjiktet. I

tabellen er også ført opp de verdier NIVA i sin rapport fra Trondheimsfjorden regner med at bakgrunnen for Cu, Zn og Pb kan gå opp til. Av tabellen ser vi at forskjellen mellom høyeste og laveste verdi i bakgrunnsjiktet kan være betydelig. Dette kommer av at de forskjellige lokaliteter kan få sedimentasjon fra forskjellige kilder, og dermed med forskjellig sammensetning. Variasjonen i den kjemiske sammensetning i en sedimentkjerne er ofte liten. Dette må bety at en lokalitet gjennom lange tider har fått tilført materiale med omtrent samme sammensetning. Fra et analysesynspunkt er det en stor fordel at prøver som skal sammenlignes er mest mulig like når det gjelder hovedsammensetningen. Derved reduseres faren for interferenser og matrisse-effekter.

Overkonsentrasjoner

Vi definerer overkonsentrasjon til et grunnstoff som forholdet mellom den høyeste verdien i 0-2 eller 8-10 cm-sjiktet, dividert med verdien i 40-45 cm-sjiktet. Vi regner her med at analyseverdien i 40-45 cm-sjiktet representerer naturgrunnlaget. Overkonsentrasjonen forteller hvor mange ganger høyere konsentrasjonen på et grunnstoff er i overflaten enn på dypet, og kan være en brukbar måte å presentere forurensning på. Når verdien i 8-10 cm-sjiktet er høyere enn i 0-2 cm-sjiktet kan det bety at forurensningen var større på det tidspunkt 8-10 cm-sjiktet ble avsatt. Overkonsentrasjon mindre enn 1 vil si at verdien i 40-45 cm-sjiktet er høyere enn i de to øverste sjiktene. I tabell 14 er angitt overkonsentrasjoner for de ulike sedimentkjerner og grunnstoffer. Det er viktig å vurdere verdier for overkonsentrasjon sammen med verdiene som angir absolutt konsentrasjon. Lave verdier og statistiske variasjoner kan gi feilaktige overkonsentrasjoner.

Verdier mindre enn 1 har vi for Cu og Zn i sedimentkjernene 16, 17, 22 og 23. Verdiene er lave, men det ser likevel ut som det er en klar trend. Største overkonsentrasjon av Cu, Zn og Pb har vi i sedimentkjernene 33, 31 og 30. Her har vi også de høyeste analyseverdiene og kan med sikkerhet si at det dreier seg om en betydelig forurensning.

Geokjemiske kart

Det er fremstilt følgende geokjemiske kart for 0-2 cm-sjiktet:

Fig.4. Sink (Zn). Analyseverdier fra ICP

Fig.5. Kvikksølv (Hg)

Fig.6. Mangan (Mn). Analyseverdier fra XRF

Korrelasjon mellom de forskjellige grunnstoffene

Ut fra tabellen over sporelementer, Mn og glødetap 540grader (organisk materiale) er det stilt opp en korrelasjonsmatrise. I tabell 15 er det beregnet korrelasjons-koeffisienter for grunnstoffer i sjiktene 0-2 cm og 40-45 cm.

For 0-2 cm-sjiktet gjelder:

- Meget god korrelasjon mellom XRF- og ICP- verdiene for grunnstoffene Cu, Zn, Pb og Mn. De to analysemetodene gir derfor godt sammenlignbare resultater. Det er en ulempe at Pb ved ICP-metoden løses dårlig ved syreoppslutningen. Bly har dessuten en relativt høy deteksjonsgrense.
- Høy korrelasjon mellom Cu, Zn, og Pb viser at disse grunnstoffene antagelig har samme opphav.
- Hg gir med 0.47 ingen markert korrelasjon mot Cu. Det samme vil også gjelde for Zn og Pb.
- Hg har en korrelasjonskoeffisient på 0.36 mot organisk materiale.

For 40-45 cm-sjiktet gjelder:

- God korrelasjon for Cu og Zn med de to analysemetodene
- Analyseverdiene for de enkelte grunnstoffer er her forholdsvis like, og avviker lite fra gjennomsnittsverdien. Under slike forhold blir korrelasjonsberegningene mer usikre.

Det ble stilt opp trekantdiagram for følgende elementkombinasjoner:

Fig.7. Cu, Zn, Pb

Fig.8. Cu, Zn, Hg

Fig.9. Cu, Zn, Mn

For alle diagrammer gjelder at det dreier seg om prøver fra 0-2 cm-sjiktet. Trekantdiagram for Cu, Zn og Pb gir den beste samling på punktene. Mye tyder derfor på at disse grunnstoffene kommer fra samme kilde. Diagrammet for Cu, Zn og Hg tyder på at det foreligger en viss forbindelse mellom elementene, mens diagrammet for Cu, Zn og Mn viser at Mn foreligger i en fase som er uavhengig av Cu og Zn.

Sedimentasjons- og akkumulasjonsrater

Når man skal tolke analyseresultatene fra Tondheimsfjorden, er det en svakhet ved undersøkelsen at man ikke kjenner sedimentasjonsraten (mm/år), eller kanskje aller helst akkumulasjonsraten (gram/kvadratmeter/år) for de forskjellige sedimentkjerner. Sedimenta-

Osjonsraten i Trondheimsfjorden vil som et gjennomsnitt antagelig ligge i størrelsesorden 1-2 mm/år, men det vil sikkert være store variasjoner. Der vi har innvirkning fra utløp av store elver vil det kunne være vesentlig høyere sedimentasjonsrater. Mye av de sedimentene som er avsatt i Trondheimsfjorden er sikkert transportert i perioder med flom.

Sedimentasjonen bestemmes vanligvis ved Cs¹³⁷ målinger (topper fra Tsjernobyl 1986 og fra intense atombombesprenghninger 1959-63), eller ved måling på den naturlige radioaktive isotopen Pb²¹⁰.

NGU burde ta noen sedimentkjerner for aldersbestemmelse på de mest aktuelle lokalitetene i Trondheimsfjorden. Dette ville gjøre det lettere å komme med de riktige tolkningene.

Vurdering av korrigeringsmetoder

- Sporelementene og mangan ble korrigert for havsalt og organisk materiale (glødetap 540 grader). Korreksjon for organisk glødetap er gjort fordi det organiske materiale delvis oksyderes etter hvert som prøven dekkes av ny sedimentasjon. Korreksjonen gir ingen stor endring i tallverdiene, og tolkningen ville blitt den samme uten korreksjon.
- Hovedelementene ble på en liten forsøksserie korrigert for havsalt og glødetap. Korreksjonen gir en merkbar endring av Na- og Mg-verdiene, og vil nok bidra til å gjøre analyseverdiene i de tre sjiktene i sedimentkjernene mere like.

KONKLUSJON

Prosjektet har

- bidratt til å øke vår forståelse for marin geokjemi og for de prosesser som finner sted på havbunnen
- gitt oss erfaring og rutiner som vil komme til nytte ved den maringeologiske kartlegging i Skagerrak
- vist at det er nødvendig med en brukbar tidsregistrering i sedimentkjernene for at vi skal kunne komme med de riktige tolkningene
- pekt på problemer som det ville være naturlig å ta opp som målrettede forskningsoppgaver, for eksempel den sterke anrikning av mangan i toppsjiktet, og den betydning dette kan ha for en riktig tolking av tungmetallkonsentrasjonene
- vist at de deler av Trondheimsfjorden vi har prøvetatt ikke har vært utsatt for noen sterk belastning når det gjelder tungmetaller, men at forurensning i noen tilfeller er klart til stede.

LITTERATUR

- NIVA, 1976: Resipientundersøkelser av Trondheimsfjorden 1972-1975. Forurensingstilførsler.
- NIVA, 1983: Trondheimsfjorden 1981. Delrapport 3, sedimentundersøkelser. Overvåkingsrapport 102/83
- OCEANOR, 1988: TRONDHEIMSFJORDEN. Resipientundersøkelse for Trondheim 1987-88. HOVEDRAPPORT.
- Nissen, H., 1977: Bibliografi over marinbiologiske arbeider i Trøndelag og Møre og Romsdal. Rapport nr. 16. Universitetsbiblioteket avd.B, Trondheim.

TABELL 2

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SPORELEMENTER, MANGAN OG GLYDETAP

Metode		AA	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	ICP	Gl. t	Dybde	Lengde
Kons		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	%	meter	cm
Sed.kj	cm	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Mn	540		
Tf 01	0-2	111	0.26	46	176	53	0.18	46	175	15	0.15	4.71	300	81
Tf 01	8-10	101	0.18	33	150	45	0.08	35	144	7	0.06	4.01	300	81
Tf 01	40-45	26	0.26	25	110	23	0.09	27	104	5	0.07	3.68	300	81
Tf 02	0-2	91	0.27	46	183	52	0.41	44	175	13	0.37	4.49	266	70
Tf 02	8-10	83	0.20	37	164	52	0.20	38	164	5	0.18	3.77	266	70
Tf 02	40-45	19	0.20	20	116	31	0.13	26	108	5	0.11	3.56	266	70
Tf 03	0-2	81	0.24	38	177	46	0.24	40	172	14	0.22	4.63	230	71
Tf 03	8-10	71	0.22	33	161	46	0.11	32	135	5	0.08	3.79	230	71
Tf 03	40-45	41	0.21	25	126	19	0.09	28	117	5	0.07	3.30	230	71
Tf 04	0-2	134	0.20	73	162	47	0.14	65	146	15	0.12	3.77	340	70
Tf 04	8-10	87	0.17	31	130	32	0.07	29	109	10	0.05	2.85	340	70
Tf 04	40-45	15	0.25	21	81	17	0.07	23	66	5	0.04	2.51	340	70
Tf 05	0-2	103	0.24	51	176	48	0.21	53	178	16	0.20	4.17	211	82
Tf 05	8-10	83	0.22	34	159	37	0.10	35	156	10	0.07	3.80	211	82
Tf 05	40-45	26	0.20	24	112	26	0.07	24	98	5	0.05	3.17	211	82
Tf 09	0-2	60	0.17	45	140	34	0.10	44	133	5	0.08	4.45	92	78
Tf 09	8-10	74	0.23	51	162	37	0.17	48	146	8	0.04	3.80	92	78
Tf 09	40-45	24	0.20	36	113	22	0.06	34	102	5	0.04	2.96	92	78
Tf 10	0-2	91	0.27	44	206	43	0.09	48	210	7	0.08	5.56	122	77
Tf 10	8-10	89	0.22	40	181	49	0.06	40	181	6	0.05	4.67	122	77
Tf 10	40-45	25	0.30	28	136	27	0.07	32	124	5	0.05	4.18	122	77
Tf 11	0-2	76	0.21	38	164	37	0.07	40	156	5	0.05	4.69	87	81
Tf 11	8-10	86	0.21	39	171	37	0.06	39	164	10	0.04	3.95	87	81
Tf 11	40-45	21	0.25	29	120	23	0.06	29	107	5	0.05	3.74	87	81
Tf 12	0-2	69	0.24	37	149	41	0.06	37	141	11	0.04	4.15	70	73
Tf 12	8-10	50	0.23	27	130	36	0.06	29	118	5	0.04	3.26	70	73
Tf 12	40-45	24	0.24	23	105	15	0.05	25	91	5	0.04	2.89	70	73
Tf 13	0-2	41	0.14	24	110	27	0.10	26	93	5	0.03	3.05	56	92
Tf 13	8-10	33	0.14	20	99	26	0.05	22	81	5	0.03	2.51	56	92
Tf 13	40-45	15	0.19	19	86	23	0.05	21	72	5	0.04	2.20	56	92
Tf 14	0-2	66	0.21	32	144	36	0.07	35	136	5	0.06	3.94	112	65
Tf 14	8-10	77	0.17	35	147	41	0.06	34	134	6	0.04	3.10	112	65
Tf 14	40-45	19	0.16	28	109	28	0.06	29	95	5	0.04	3.71	112	65
Tf 15	0-2	88	0.22	38	167	36	0.15	39	156	11	0.13	4.19	169	76
Tf 15	8-10	79	0.23	35	163	40	0.09	35	146	9	0.06	3.52	169	76
Tf 15	40-45	30	0.20	21	111	12	0.06	25	101	5	0.05	3.34	169	76
Tf 16	0-2	34	0.15	23	100	33	0.06	22	75	5	0.04	2.79	129	100
Tf 16	8-10	15	0.16	21	89	17	0.07	24	71	5	0.05	2.24	129	100
Tf 16	40-45	15	0.18	30	112	20	0.08	36	106	5	0.07	3.80	129	100
Tf 17	0-2	44	0.18	27	100	34	0.10	21	73	7	0.06	3.09	90	67
Tf 17	8-10	29	0.21	15	86	22	0.06	18	63	5	0.04	2.73	90	67
Tf 17	40-45	21	0.21	31	106	22	0.08	37	130	5	0.06	3.70	90	67
Tf 20	0-2	47	0.19	39	173	59	0.37	45	169	21	0.33	4.90	273	77
Tf 20	8-10	82	0.22	31	169	49	0.23	38	164	12	0.19	4.73	273	77
Tf 20	40-45	39	0.20	25	112	32	0.10	25	108	5	0.08	3.68	273	77
Tf 22	0-2	44	0.24	23	110	25	0.10	23	95	7	0.08	3.54	257	57
Tf 22	8-10	23	0.20	18	89	19	0.07	17	64	5	0.04	2.94	257	57
Tf 22	40-45	19	0.23	28	110	22	0.08	31	105	5	0.06	2.88	257	57

TABELL 2

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SPORELEMENTER, MANGAN OG GLYDETAP

Metode		AA	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	ICP	Gl.t	Dybde	Lengde
Kons		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	%	meter	cm
Sed.kj	cm	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Mn	540		
TF 23	0-2	57	0.18	27	124	33	0.14	26	101	8	0.12	3.76	297	70
TF 23	8-10	26	0.17	24	100	26	0.08	21	81	5	0.05	3.18	297	70
TF 23	40-45	21	0.24	36	112	34	0.09	42	110	5	0.07	2.50	297	70
TF 24	0-2	82	0.27	33	167	48	0.26	38	165	10	0.24	4.95	277	75
TF 24	8-10	75	0.22	32	159	38	0.09	32	146	11	0.07	4.10	277	75
TF 24	40-45	30	0.22	23	116	27	0.07	24	114	5	0.06	3.75	277	75
TF 26	0-2	58	0.18	30	126	35	0.17	33	110	5	0.15	3.82	425	78
TF 26	8-10	23	0.28	23	97	31	0.20	24	83	5	0.17	3.18	425	78
TF 26	40-45	21	0.23	29	105	22	0.09	29	93	5	0.06	3.39	425	78
TF 27	0-2	70	0.30	42	179	58	0.61	46	181	26	0.57	4.90	355	72
TF 27	8-10	72	0.24	34	156	58	0.19	36	153	14	0.16	4.37	355	72
TF 27	40-45	25	0.19	21	118	19	0.05	27	107	5	0.16	4.21	355	72
TF 28	0-2	90	0.25	48	189	66	0.47	49	187	33	0.42	5.28	406	70
TF 28	8-10	69	0.28	39	177	52	0.25	42	172	19	0.23	4.88	406	70
TF 28	40-45	27	0.25	25	117	23	0.14	29	112	5	0.12	4.17	406	70
TF 29	0-2	75	0.24	63	210	71	0.17	65	218	33	0.16	4.08	495	78
TF 29	8-10	69	0.22	48	169	47	0.12	48	160	15	0.11	4.67	495	78
TF 29	40-45	30	0.21	31	115	29	0.11	32	108	5	0.10	3.58	495	78
TF 30	0-2	80	0.23	66	206	73	0.18	74	232	35	0.11	3.65	502	78
TF 30	8-10	68	0.18	45	159	33	0.09	47	148	14	0.06	3.87	502	78
TF 30	40-45	33	0.20	28	116	26	0.09	28	94	5	0.06	4.21	502	78
TF 31	0-2	68	0.29	94	280	98	0.13	120	357	48	0.06	2.62	495	75
TF 31	8-10	93	0.16	45	166	39	0.09	48	153	13	0.05	4.12	495	75
TF 31	40-45	30	0.25	31	116	29	0.08	32	108	5	0.06	3.90	495	75
TF 32	0-2	102	0.26	42	168	45	0.15	45	158	23	0.13	3.61	396	73
TF 32	8-10	76	0.14	28	113	32	0.07	25	88	10	0.04	2.52	396	73
TF 32	40-45	33	0.21	26	109	25	0.09	26	98	5	0.07	3.32	396	73
TF 33	0-2	88	0.28	109	334	100	0.06	131	395	54	0.04	2.87	450	74
TF 33	8-10	43	0.20	33	132	26	0.08	36	130	5	0.06	3.63	450	74
TF 33	40-45	24	0.29	27	113	22	0.10	27	122	5	0.07	4.11	450	74
TF 34	0-2	95	0.20	40	173	57	0.16	44	172	15	0.14	4.83	292	76
TF 34	8-10	54	0.19	32	148	39	0.09	34	139	5	0.06	4.22	292	76
TF 34	40-45	19	0.20	23	113	23	0.09	24	100	5	0.07	3.31	292	76
Høyeste verdi		134	0.3	109	334	100	0.61	131	395	54	0.57	5.56		
Laveste verdi		15	0.14	15	81	12	0.05	17	63	5	0.03	2.2		
Gj.snitts verdi		54.9	0.22	34.7	141.1	36.8	0.12	36.8	134.0	10.1	0.1	3.7		
Standard verdi		29.6	0.04	15.2	41.8	16.6	0.10	17.9	54.0	9.4	0.1	0.7		

TABELL 2

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SPORELEMENTER, MANGAN OG GLYDETAP

Metode		AA	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	ICP	Gl.t	Dybde	Lengde
Kons	Sed.kj	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	%	meter	cm
	cm	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Mn	540		
TF 06	0-2	84	0.29	54	166	41	0.1	56	163	11	0.09	4.38	155	26
TF 06	8-10	78	0.18	39	154	36	0.06	45	178	6	0.06	3.39	155	26
TF 07	0-2	68	0.17	33	123	18	0.05	34	107	5	0.04	3.12	60	42
TF 07	8-10	58	0.16	32	110	22	0.05	30	96	7	0.03	2.58	60	42
TF 08	0-2	63	0.17	35	107	32	0.05	32	93	7	0.03	2.83		28
TF 08	8-10	43	0.1	33	95	25	0.05	27	75	5	0.03	2.63		28
TF 18	0-2	55	0.15	25	112	31	0.1	25	97	7	0.07	3.55	166	7
TF 19	0-2	46	0.14	28	128	41	0.1	28	111	10	0.08	3.82	149	10
TF 19	8-10	24	0.14	22	95	25	0.06	20	76	5	0.04	3.06	149	10
TF 21	0-5	27	0.18	17	90	20	0.12	21	75	5	0.06	4.38	210	20
TF 25	0-2	26	0.16	9	71	18	0.09	15	55	5	0.04	2.56	62	27
TF 25	8-10	19	0.17	33	105	21	0.08	35	93	5	0.06	3.6	62	27

TABELL 3

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SPORELEMENTER OG MANGAN I 0-2 CM-SJIKTET

Sed.kj	AA	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	ICP	GL.T
	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	%	%
	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Mn	540
TF 01	0.111	0.26	46	176	53	0.18	46	175	15	0.15	4.71
TF 02	0.091	0.27	46	183	52	0.41	44	175	13	0.37	4.49
TF 03	0.081	0.24	38	177	46	0.24	40	172	14	0.22	4.63
TF 04	0.134	0.20	73	162	47	0.14	65	146	15	0.12	3.77
TF 05	0.103	0.24	51	176	48	0.21	53	178	16	0.20	4.17
TF 09	0.060	0.17	45	140	34	0.10	44	133	5	0.08	4.45
TF 10	0.091	0.27	44	206	43	0.09	48	210	7	0.08	5.56
TF 11	0.076	0.21	38	164	37	0.07	40	156	5	0.05	4.69
TF 12	0.069	0.24	37	149	41	0.06	37	141	11	0.04	4.15
TF 13	0.041	0.14	24	110	27	0.10	26	93	5	0.03	3.05
TF 14	0.066	0.21	32	144	36	0.07	35	136	5	0.06	3.94
TF 15	0.088	0.22	38	167	36	0.15	39	156	11	0.13	4.19
TF 16	0.034	0.15	23	100	33	0.06	22	75	5	0.04	2.79
TF 17	0.044	0.18	27	100	34	0.10	21	73	7	0.06	3.09
TF 20	0.047	0.19	39	173	59	0.37	45	169	21	0.33	4.90
TF 22	0.044	0.24	23	110	25	0.10	23	95	7	0.08	3.54
TF 23	0.057	0.18	27	124	33	0.14	26	101	8	0.12	3.76
TF 24	0.082	0.27	33	167	48	0.26	38	165	10	0.24	4.95
TF 26	0.058	0.18	30	126	35	0.17	33	110	5	0.15	3.82
TF 27	0.070	0.30	42	179	58	0.61	46	181	26	0.57	4.90
TF 28	0.090	0.25	48	188	66	0.47	49	187	33	0.42	5.28
TF 29	0.075	0.24	63	210	71	0.17	65	218	33	0.16	4.08
TF 30	0.080	0.23	66	206	73	0.18	74	232	35	0.11	3.65
TF 31	0.068	0.29	94	260	98	0.13	120	357	48	0.06	2.62
TF 32	0.102	0.26	42	168	45	0.15	45	158	23	0.13	3.61
TF 33	0.088	0.28	109	334	100	0.06	131	395	54	0.04	2.87
TF 34	0.095	0.20	40	173	57	0.16	44	172	15	0.14	4.83
Maks.v.	0.134	0.30	109	334	100	0.61	131	395	54	0.57	5.56
Min. v.	0.034	0.14	23	100	25	0.06	21	73	5	0.03	2.62
Gj.s. v.	0.076	0.23	45.1	170.1	49.4	0.18	48.1	168.9	16.7	0.15	4.09
Stand.av.	0.023	0.04	20.2	49.8	18.7	0.13	25.3	71.2	13.2	0.13	0.77

TABELL 3

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SPORELEMENTER OG MANGAN I 0-10 CM-SJIKTET

Sed.kj	AA	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	ICP	GL.T
	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	%	%
	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Mn	540
TF 01	0.101	0.18	33	150	45	0.08	35	144	7	0.06	4.01
TF 02	0.083	0.20	37	164	52	0.20	38	164	5	0.18	3.77
TF 03	0.071	0.22	33	161	46	0.11	32	135	5	0.08	3.79
TF 04	0.087	0.17	31	130	32	0.07	29	109	10	0.05	2.85
TF 05	0.093	0.22	34	159	37	0.10	35	156	10	0.07	3.80
TF 09	0.074	0.23	51	162	37	0.17	48	146	8	0.04	3.80
TF 10	0.089	0.22	40	181	49	0.06	40	181	6	0.05	4.67
TF 11	0.086	0.21	39	171	37	0.06	39	164	10	0.04	3.95
TF 12	0.050	0.23	27	130	36	0.06	29	118	5	0.04	3.26
TF 13	0.033	0.14	20	99	26	0.05	22	81	5	0.03	2.51
TF 14	0.077	0.17	35	147	41	0.06	34	134	6	0.04	3.10
TF 15	0.079	0.23	35	163	40	0.09	35	146	9	0.06	3.52
TF 16	0.015	0.16	21	89	17	0.07	24	71	5	0.05	2.24
TF 17	0.029	0.21	15	86	22	0.06	18	63	5	0.04	2.73
TF 20	0.082	0.22	31	169	49	0.23	38	164	12	0.19	4.73
TF 22	0.023	0.20	18	89	19	0.07	17	64	5	0.04	2.94
TF 23	0.026	0.17	24	100	26	0.08	21	81	5	0.05	3.18
TF 24	0.075	0.22	32	159	38	0.09	32	146	11	0.07	4.10
TF 26	0.023	0.28	23	97	31	0.20	24	83	5	0.17	3.18
TF 27	0.072	0.24	34	156	58	0.19	36	153	14	0.16	4.37
TF 28	0.069	0.28	39	177	52	0.25	42	172	19	0.23	4.88
TF 29	0.069	0.22	48	169	47	0.12	48	160	15	0.11	4.67
TF 30	0.068	0.18	45	159	33	0.09	47	148	14	0.06	3.87
TF 31	0.093	0.16	45	166	39	0.09	48	153	13	0.05	4.12
TF 32	0.076	0.14	28	113	32	0.07	25	88	10	0.04	2.52
TF 33	0.043	0.20	33	132	26	0.08	36	130	5	0.06	3.63
TF 34	0.054	0.19	32	148	39	0.09	34	139	5	0.06	4.22
Maks. v.	0.101	0.28	51	181	58	0.25	48	181	19	0.23	4.88
Min. v.	0.015	0.14	15	86	17	0.05	17	63	5	0.03	2.24
Gj.s. v.	0.064	0.20	32.7	141.7	37.3	0.11	33.6	129.4	8.5	0.08	3.64
Stand.av.	0.024	0.04	8.8	29.9	10.3	0.06	8.9	35.3	3.9	0.05	0.72

TABELL 3

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SPORELEMENTER OG MANGAN I 40-45 CM-SJIKTEV

Sed.kj	AA	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	ICP	GL.T
	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	%	%
	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Mn	540
TF 01	0.026	0.26	25	110	23	0.09	27	104	5	0.07	3.68
TF 02	0.019	0.20	20	116	31	0.13	26	108	5	0.11	3.56
TF 03	0.041	0.21	25	126	19	0.09	28	117	5	0.07	3.30
TF 04	0.015	0.25	21	81	17	0.07	23	66	5	0.04	2.51
TF 05	0.026	0.20	24	112	26	0.07	24	98	5	0.05	3.17
TF 09	0.024	0.20	36	113	22	0.06	34	102	5	0.04	2.96
TF 10	0.025	0.30	28	136	27	0.07	32	124	5	0.05	4.18
TF 11	0.021	0.25	29	120	23	0.06	29	107	5	0.05	3.74
TF 12	0.024	0.24	23	105	15	0.05	25	91	5	0.04	2.89
TF 13	0.015	0.19	19	86	23	0.05	21	72	5	0.04	2.20
TF 14	0.019	0.16	28	109	28	0.06	29	95	5	0.04	3.71
TF 15	0.030	0.20	21	111	12	0.06	25	101	5	0.05	3.34
TF 16	0.015	0.18	30	112	20	0.08	36	106	5	0.07	3.80
TF 17	0.021	0.21	31	106	22	0.08	37	130	5	0.06	3.70
TF 20	0.039	0.20	25	112	32	0.10	25	108	5	0.08	3.68
TF 22	0.019	0.23	28	110	22	0.08	31	105	5	0.06	2.88
TF 23	0.021	0.24	36	112	34	0.09	42	110	5	0.07	2.50
TF 24	0.030	0.22	23	116	27	0.07	24	114	5	0.06	3.75
TF 26	0.021	0.23	29	105	22	0.09	29	93	5	0.06	3.39
TF 27	0.025	0.19	21	118	19	0.05	27	107	5	0.16	4.21
TF 28	0.027	0.25	25	117	23	0.14	29	112	5	0.12	4.17
TF 29	0.030	0.21	31	115	29	0.11	32	108	5	0.10	3.58
TF 30	0.033	0.20	28	116	26	0.09	28	94	5	0.06	4.21
TF 31	0.030	0.25	31	116	29	0.08	32	108	5	0.06	3.90
TF 32	0.033	0.21	26	109	25	0.09	26	98	5	0.07	3.32
TF 33	0.024	0.29	27	113	22	0.10	27	122	5	0.07	4.11
TF 34	0.019	0.20	23	113	23	0.09	24	100	5	0.07	3.31
Maks. v.	0.041	0.30	36	136	34	0.14	42	130	5	0.16	4.21
Min. v.	0.015	0.16	19	81	12	0.05	21	66	5	0.04	2.20
Gj.s. v.	0.025	0.22	26.4	111.7	23.7	0.08	28.6	103.7	5	0.07	3.47
Stand.av.	0.007	0.03	4.4	10.1	5.0	0.02	4.7	13.5	0	0.03	0.54

Bly bestemt ved ICP har en deteksjonsgrense på 5 ppm.
 I denne tabellen er dette angitt som 5.

TABELL 4

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

HVORDAN HØYESTE VERDI FORDELER SEG PÅ DE FORSKJELLIGE SJIKT

Sjikt	AA Hg	AA Cd	XRF Cu	XRF Zn	XRF Pb	XRF Mn	ICP Cu	ICP Zn	ICP Mn	GL.T 540
0-2cm	21	14	20	22	22	23	22	21	23	21
8-10cm	6	6	3	3	4	2	1	2	1	2
40-45c	0	7	4	2	1	2	4	4	3	4

Der verdiene er like, er verdien ført opp i det sjikt som ligger øverst.

TABELL 5

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

HUVEDELEMENTER OG KLORID. XRF-ANALYSE

Sed.kj	Sjikt cm	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	P ₂ O ₅ %	Gl.t %	Cl %
TF 01	0-2	52.13	14.75	7.55	0.75	4.32	2.89	3.44	2.99	0.21	0.20	9.49	2.15
TF 01	8-10	54.02	15.33	7.62	0.77	4.43	2.85	2.96	3.30	0.10	0.18	7.60	1.00
TF 01	40-45	55.04	15.64	7.60	0.78	4.46	2.70	2.71	3.38	0.11	0.17	6.76	0.80
TF 02	0-2	50.55	15.48	8.01	0.75	4.62	2.55	3.53	3.36	0.48	0.21	9.26	2.53
TF 02	8-10	51.90	15.82	8.27	0.77	4.66	2.49	3.04	3.56	0.25	0.22	7.87	1.05
TF 02	40-45	53.33	15.96	7.95	0.78	4.62	2.38	2.86	3.62	0.15	0.17	6.90	1.08
TF 03	0-2	50.90	15.55	8.05	0.76	4.62	2.46	3.44	3.45	0.29	0.21	9.44	1.99
TF 03	8-10	52.66	16.02	8.19	0.77	4.64	2.39	2.99	3.64	0.13	0.20	7.47	1.09
TF 03	40-45	53.52	16.10	8.06	0.78	4.68	2.32	2.87	3.67	0.12	0.18	6.83	1.05
TF 04	0-2	58.49	13.22	6.31	0.72	3.63	3.12	3.32	2.39	0.17	0.16	7.74	2.21
TF 04	8-10	62.15	12.97	5.94	0.73	3.39	3.12	2.67	2.37	0.09	0.14	5.40	0.90
TF 04	40-45	59.97	13.09	5.90	0.72	3.49	4.59	2.46	2.38	0.09	0.14	5.59	0.58
TF 05	0-2	52.41	15.11	7.74	0.77	4.39	2.63	3.42	3.19	0.25	0.20	8.84	1.97
TF 05	8-10	53.88	15.60	7.78	0.78	4.43	2.52	3.01	3.40	0.11	0.18	7.10	0.99
TF 05	40-45	55.29	15.78	7.61	0.79	4.43	2.34	2.91	3.45	0.09	0.17	6.15	1.28
TF 09	0-2	55.49	13.97	7.44	0.76	3.75	2.75	3.50	2.60	0.11	0.30	8.60	2.02
TF 09	8-10	52.20	14.82	7.57	0.74	4.35	2.89	3.45	3.00	0.21	0.20	9.44	0.91
TF 09	40-45	57.72	15.21	7.07	0.79	3.94	2.67	2.93	3.03	0.08	0.18	5.70	0.75
TF 10	0-2	49.76	15.60	8.13	0.75	4.50	2.79	3.47	3.37	0.10	0.23	10.36	2.78
TF 10	8-10	51.87	16.42	8.27	0.78	4.58	2.53	2.82	3.73	0.08	0.19	8.03	0.96
TF 10	40-45	51.30	16.26	8.29	0.79	4.65	2.45	2.86	3.76	0.09	0.18	7.84	1.17
TF 11	0-2	52.26	14.98	7.46	0.76	4.20	2.66	3.44	3.19	0.08	0.22	9.16	2.33
TF 11	8-10	54.19	15.58	7.44	0.79	4.24	2.74	2.97	3.32	0.08	0.18	7.57	1.03
TF 11	40-45	54.31	15.98	7.74	0.80	4.36	2.58	2.85	3.53	0.08	0.18	6.78	1.06
TF 12	0-2	55.02	14.67	6.78	0.79	3.92	2.82	3.29	3.00	0.08	0.19	7.70	1.57
TF 12	8-10	55.80	15.11	7.03	0.80	4.00	2.74	2.88	3.16	0.08	0.17	6.39	0.82
TF 12	40-45	55.96	15.36	7.27	0.81	4.13	2.60	2.83	3.32	0.07	0.17	6.06	0.85
TF 13	0-2	56.90	12.61	8.25	0.73	3.57	4.52	3.18	2.20	0.11	0.16	5.65	1.32
TF 13	8-10	62.84	13.11	5.73	0.80	3.16	3.20	2.87	2.36	0.07	0.16	4.80	0.74
TF 13	40-45	60.63	14.02	6.35	0.80	3.57	3.00	2.80	2.74	0.07	0.16	4.63	0.72
TF 14	0-2	53.70	14.36	6.91	0.75	4.04	2.66	3.91	2.83	0.08	0.19	9.23	2.96
TF 14	8-10	55.88	15.23	7.25	0.79	4.12	2.65	3.00	3.21	0.08	0.19	6.46	0.95
TF 14	40-45	55.78	15.56	7.33	0.80	4.23	2.54	2.97	3.35	0.08	0.16	5.99	1.00
TF 15	0-2	51.81	15.28	7.68	0.76	4.39	2.42	3.71	3.27	0.18	0.21	9.03	2.19
TF 15	8-10	53.29	15.74	7.89	0.77	4.44	2.39	3.17	3.41	0.10	0.20	7.54	1.31
TF 15	40-45	54.33	15.81	7.81	0.79	4.41	2.24	2.92	3.55	0.08	0.16	6.18	0.97
TF 16	0-2	61.24	12.92	5.95	0.78	3.25	4.22	2.55	2.36	0.08	0.15	6.05	1.07
TF 16	8-10	58.75	13.64	6.41	0.81	3.50	4.35	2.49	2.66	0.09	0.15	5.52	0.74
TF 16	40-45	52.19	15.68	7.48	0.82	4.07	4.75	2.56	3.34	0.10	0.17	7.11	0.91
TF 17	0-2	63.42	11.39	5.30	0.74	2.73	4.36	2.53	1.87	0.11	0.14	6.31	1.59
TF 17	8-10	61.98	12.17	5.61	0.76	2.99	4.17	2.43	2.23	0.08	0.13	5.47	0.84
TF 17	40-45	53.02	15.64	7.16	0.80	3.93	4.77	2.45	3.28	0.10	0.17	7.18	0.69
TF 20	0-2	49.35	14.97	7.72	0.75	4.45	3.16	3.56	3.07	0.42	0.21	10.83	2.66
TF 20	8-10	50.91	15.39	8.02	0.77	4.47	3.13	2.94	3.37	0.27	0.23	8.92	1.49
TF 20	40-45	53.67	15.75	7.84	0.79	4.51	3.03	2.85	3.45	0.12	0.19	7.58	1.06
TF 22	0-2	58.09	12.72	6.18	0.80	3.25	3.74	3.28	2.20	0.12	0.17	7.79	2.35
TF 22	8-10	59.91	13.43	6.40	0.81	3.36	3.69	2.68	2.61	0.09	0.16	5.59	0.77
TF 22	40-45	55.19	16.04	7.24	0.80	4.03	3.40	2.38	3.67	0.10	0.16	5.87	0.80

TABELL 5

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

HUVEDELEMENTER OG KLORID. XRF-ANALYSE

Sed.kj	Sjikt cm	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	P ₂ O ₅ %	Gl.t %	Cl %
TF 23	0-2	56.73	13.51	6.61	0.77	3.48	3.55	3.20	2.53	0.17	0.17	8.11	1.99
TF 23	8-10	58.26	13.90	6.77	0.80	3.52	3.62	2.75	2.84	0.10	0.16	6.13	0.85
TF 23	40-45	54.04	16.40	7.69	0.77	4.44	2.96	2.47	3.87	0.11	0.15	5.71	0.68
TF 24	0-2	49.29	15.55	7.91	0.78	4.32	2.59	3.73	3.51	0.30	0.22	10.74	2.87
TF 24	8-10	51.52	16.16	8.12	0.81	4.36	2.65	3.07	3.67	0.10	0.20	8.06	1.21
TF 24	40-45	52.65	16.08	8.00	0.82	4.36	2.68	2.92	3.66	0.09	0.18	7.40	1.10
TF 26	0-2	55.07	14.41	6.87	0.80	3.74	3.14	3.45	2.81	0.21	0.20	8.37	2.25
TF 26	8-10	57.70	14.22	6.82	0.87	3.60	3.30	2.81	2.82	0.24	0.18	6.13	0.96
TF 26	40-45	54.16	15.49	7.32	0.82	3.92	4.46	2.53	3.28	0.11	0.17	6.76	0.65
TF 27	0-2	49.28	15.03	7.85	0.75	4.53	3.17	3.37	3.16	0.72	0.22	10.23	1.97
TF 27	8-10	51.00	15.59	8.16	0.77	4.62	3.11	2.90	3.43	0.23	0.22	8.60	1.56
TF 27	40-45	61.11	12.52	5.47	0.79	3.01	3.24	2.95	2.17	0.07	0.16	7.82	1.07
TF 28	0-2	48.76	15.27	8.02	0.74	4.72	3.22	3.51	3.13	0.54	0.21	11.26	2.44
TF 28	8-10	50.05	15.59	8.26	0.75	4.64	3.19	3.00	3.34	0.30	0.23	9.47	1.48
TF 28	40-45	51.92	15.77	7.93	0.76	4.68	3.10	2.78	3.51	0.17	0.18	7.93	1.09
TF 29	0-2	52.02	14.72	7.71	0.74	4.40	3.17	3.38	3.04	0.21	0.19	9.44	2.13
TF 29	8-10	52.74	15.34	7.68	0.76	4.48	3.35	2.95	3.09	0.14	0.20	8.43	1.31
TF 29	40-45	53.52	15.26	7.52	0.74	4.40	3.12	2.84	3.22	0.13	0.17	7.66	1.47
TF 30	0-2	51.78	15.38	7.72	0.77	4.46	3.36	2.73	3.34	0.22	0.18	8.19	1.81
TF 30	8-10	56.21	14.56	7.10	0.76	4.05	3.36	2.92	2.70	0.10	0.20	7.11	1.13
TF 30	40-45	53.36	14.97	7.43	0.74	4.35	3.48	2.84	3.16	0.10	0.17	7.90	1.20
TF 31	0-2	55.28	13.98	7.54	0.73	3.99	3.19	3.41	2.66	0.15	0.19	7.33	2.04
TF 31	8-10	55.13	13.25	6.77	0.72	3.84	5.63	2.51	2.24	0.10	0.17	8.44	1.18
TF 31	40-45	53.71	15.36	7.51	0.75	4.45	3.29	2.77	3.27	0.10	0.17	7.93	1.07
TF 32	0-2	57.74	13.29	6.58	0.74	3.72	3.18	3.05	2.46	0.18	0.17	7.72	1.76
TF 32	8-10	64.03	12.22	5.51	0.78	3.14	3.26	2.58	2.16	0.09	0.12	4.85	0.96
TF 32	40-45	54.61	15.31	7.54	0.78	4.42	2.99	2.72	3.33	0.11	0.17	6.98	0.99
TF 33	0-2	60.66	12.32	7.84	0.75	3.21	2.95	2.84	2.29	0.08	0.15	6.28	1.60
TF 33	8-10	55.10	15.03	7.31	0.74	4.29	3.06	2.70	3.27	0.10	0.16	6.80	0.95
TF 33	40-45	52.60	15.41	7.64	0.75	4.48	3.44	2.73	3.32	0.11	0.17	7.68	1.02
TF 34	0-2	50.90	15.12	7.79	0.75	4.49	2.90	3.25	3.22	0.19	0.21	9.33	2.00
TF 34	8-10	52.12	15.67	7.94	0.76	4.61	2.85	2.87	3.49	0.10	0.18	7.80	1.12
TF 34	40-45	54.10	15.59	7.64	0.78	4.51	2.85	2.75	3.48	0.11	0.17	6.87	0.98
Høyeste verdi		64.03	16.42	8.29	0.87	4.72	5.63	3.91	3.87	0.72	0.30	11.26	2.96
Laveste verdi		48.76	11.39	5.30	0.72	2.73	2.24	2.38	1.87	0.07	0.12	4.63	0.58
Gj.snitts verdi		54.72	14.82	7.34	0.77	4.11	3.13	2.98	3.08	0.15	0.18	7.52	1.37
Standard avvik		3.57	1.17	0.75	0.03	0.49	0.66	0.34	0.47	0.11	0.03	1.47	0.60

TABELL 5

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

HUVEDELEMENTER OG KLORID, XRF-ANALYSE

Sed.kj	Sjikt cm	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	P ₂ O ₅ %	Gl.t %	Cl %
TF 06	0-2	52.65	14.65	7.20	0.75	4.16	2.56	3.77	2.96	0.12	0.20	9.32	2.76
TF 06	8-10	54.58	15.23	7.42	0.78	4.20	2.62	3.03	3.23	0.08	0.19	7.18	1.02
TF 07	0-2	60.13	13.24	5.85	0.78	3.26	3.21	3.24	2.27	0.07	0.18	6.50	1.51
TF 07	8-10	60.88	13.85	6.07	0.79	3.44	3.08	2.89	2.56	0.07	0.16	5.30	0.77
TF 08	0-2	65.22	11.76	4.85	0.79	2.70	3.61	2.89	1.73	0.07	0.15	5.49	1.18
TF 08	8-10	64.47	12.15	5.07	0.79	2.80	3.34	2.76	1.91	0.07	0.14	4.76	0.72
TF 18	0-2	58.42	13.22	6.10	0.78	3.41	3.71	3.10	2.36	0.12	0.17	7.13	1.61
TF 19	0-2	56.90	13.23	6.29	0.77	3.54	3.56	3.25	2.40	0.12	0.18	8.37	2.23
TF 19	8-10	60.73	13.41	6.13	0.80	3.36	3.70	2.72	2.47	0.08	0.16	5.72	0.81
TF 21	0-2	55.99	11.78	6.21	0.82	3.03	7.80	2.47	1.75	0.14	0.13	8.44	1.42
TF 25	0-2	65.12	11.54	5.29	0.75	2.81	4.61	2.59	1.52	0.11	0.11	4.55	0.80
TF 25	8-10	54.72	15.12	7.01	0.80	3.72	4.88	2.49	3.14	0.10	0.16	6.42	0.84

TABELL 6

ANALYSERESULTATER FRA TRONHEIMSFJORDEN

DUBLIKATANALYSER PÅ SPORELEMENTER, MANGAN OG GLYDETAP 540 GRADER

Nr	AA ppb Hg	AA ppm Cd	XRF ppm Cu	XRF ppm Zn	XRF ppm Pb	XRF % Mn	ICP ppm Cu	ICP ppm Zn	ICP ppm Pb	ICP ppm Mn	540 % Gl.t
1	39	0.20	24	119	18	0.12	27	111	5	0.07	3.30
1	31	0.26	24	118	31	0.12	28	119	5	0.07	3.12
2	23	0.19	34	108	21	0.08	33	98	5	0.04	2.96
2	31	0.24	31	108	19	0.08	34	101	5	0.04	2.76
3	23	0.23	22	100	14	0.07	24	87	5	0.04	2.89
3	20	0.22	19	99	19	0.08	24	82	5	0.04	3.03
4	28	0.19	20	105	11	0.08	24	96	5	0.05	3.34
4	18	0.21	23	104	24	0.08	24	98	5	0.05	2.91
5	37	0.19	24	106	30	0.12	24	102	5	0.08	3.68
5	22	0.28	22	109	29	0.11	24	99	5	0.07	4.01
6	28	0.21	22	109	25	0.09	23	107	5	0.06	3.75
6	31	0.20	17	112	20	0.09	23	102	5	0.06	3.88
7	25	0.23	23	110	22	0.17	27	105	5	0.11	4.17
7	31	0.21	24	112	32	0.17	26	103	5	0.11	4.12
8	28	0.20	29	108	27	0.13	30	101	5	0.09	3.58
8	28	0.17	28	111	21	0.13	30	101	5	0.09	4.09
9	28	0.24	29	109	27	0.10	30	102	5	0.06	3.90
9	25	0.25	27	107	21	0.10	29	98	5	0.06	3.93
10	18	0.19	22	107	22	0.11	23	95	5	0.07	3.31
10	25	0.22	24	109	23	0.11	24	97	5	0.07	3.63

TABELL 7

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

DUPLIKATANALYSER PÅ HOVEDELEMENTER OG KLORID

Nr	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	TiO2 %	MgO %	CaO %	Na2O %	K2O %	MnO %	P2O5 %	Gl. t %	Cl %
1	53.52	16.10	8.06	0.78	4.68	2.32	2.87	3.67	0.12	0.18	6.83	1.05
1	53.62	16.15	8.09	0.78	4.68	2.33	2.85	3.66	0.12	0.17	6.85	1.07
2	57.22	15.21	7.07	0.79	3.94	2.67	2.93	3.03	0.08	0.18	5.70	0.75
2	57.31	15.03	7.20	0.78	3.93	2.65	2.90	3.04	0.08	0.18	5.68	0.74
3	55.96	15.36	7.27	0.81	4.13	2.60	2.83	3.32	0.07	0.17	6.06	0.85
3	56.53	15.56	7.27	0.81	4.14	2.59	2.93	3.29	0.08	0.17	6.08	0.85
4	54.33	15.81	7.81	0.79	4.41	2.24	2.92	3.55	0.08	0.16	6.18	0.97
4	54.49	15.89	7.75	0.78	4.46	2.24	2.93	3.53	0.08	0.17	6.26	0.92
5	53.67	15.75	7.84	0.79	4.51	3.03	2.85	3.45	0.12	0.19	7.58	1.06
5	52.63	15.51	7.69	0.78	4.44	3.02	2.88	3.41	0.11	0.19	7.55	1.15
6	52.65	16.08	8.00	0.82	4.36	2.68	2.92	3.66	0.09	0.18	7.40	1.10
6	52.66	16.07	7.95	0.81	4.36	2.67	2.94	3.66	0.09	0.18	7.30	1.22
7	51.92	15.77	7.93	0.76	4.68	3.10	2.78	3.51	0.17	0.18	7.93	1.09
7	52.08	15.82	7.93	0.76	4.70	3.09	2.74	3.52	0.17	0.19	7.98	1.12
8	53.52	15.26	7.52	0.74	4.40	3.12	2.84	3.22	0.13	0.17	7.66	1.47
8	53.91	15.30	7.54	0.75	4.49	3.12	2.82	3.27	0.13	0.17	7.72	1.15
9	53.71	15.36	7.51	0.75	4.45	3.29	2.77	3.27	0.10	0.17	7.93	1.07
9	53.56	15.24	7.47	0.74	4.45	3.30	2.81	3.20	0.10	0.17	7.93	1.13
10	54.10	15.59	7.64	0.78	4.51	2.85	2.75	3.48	0.11	0.17	6.87	0.98
10	53.80	15.53	7.60	0.78	4.52	2.84	2.73	3.47	0.11	0.17	6.87	1.06

TABELL 8

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

SEDIMENTKJERNER MED HØYE KOBBER, SINK OG BLYVERDIER

Sed.kj	cm	ICP Cu	ICP Zn	XRF Pb
TF 33	0-2	131	395	100
TF 31	0-2	120	357	98
TF 30	0-2	74	232	73
TF 29	0-2	65	218	71

Alle verdier i ppm.

TABELL 9

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

KOBBER OG SINK HØYEST I 40-45 CM-SJIKTET

Sjikt cm	TF 16 Cu	TF 16 Zn	TF 17 Cu	TF 17 Zn	TF 22 Cu	TF 22 Zn	TF 23 Cu	TF 23 Zn
0-2	22	75	21	73	23	95	26	101
8-10	24	71	18	63	17	64	21	81
40-45	36	106	37	130	31	105	42	110

ICP-analyser. Alle verdier i ppm.

TABELL 10

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

MANGAN I MARINE SEDIMENTER. TABELLEN ANGIR DE HØYESTE MN-VERDIENE

Sed.kj	0-2cm	8-10cm	40-45cm
TF 02	0.41	0.20	0.13
TF 03	0.24	0.11	0.09
TF 05	0.21	0.10	0.07
TF 20	0.37	0.23	0.10
TF 24	0.26	0.09	0.07
TF 27	0.61	0.19	0.05
TF 28	0.47	0.25	0.14

XRF-analyse. Alle verdier i %.

TABELL 11

MN-INNHOLD I SEDIMENTER FRA HARDANGERFJORDEN

NIVA-NGU SAMARBEIDSPROSJEKT

Pr/Dybde	0-2cm	2-4cm	8-10cm
1	1226	461	733
2	766	321	397
3	623	431	431
6	500	507	425
9	2635	784	691
10	9110	5860	2630
13	2480	495	464

Alle verdier i ppm

TABELL 12

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

HUVEDELEMENTER, KORRIGERT FOR HAUSALT OG GLYDETAP

Sed.kj	Sjikt cm	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	TiO2 %	MgO %	CaO %	Na2O %	K2O %	MnO %	P2O5 %	Sum
TF 01	0-2	59.60	16.86	8.63	0.86	4.72	3.30	2.13	3.42	0.24	0.23	99.99
TF 01	8-10	59.53	16.89	8.40	0.85	4.78	3.14	2.46	3.64	0.11	0.20	100.00
TF 01	40-45	59.87	17.01	8.27	0.85	4.78	2.94	2.31	3.68	0.12	0.18	100.01
TF 02	0-2	57.80	17.70	9.16	0.86	5.02	2.92	1.91	3.84	0.55	0.24	100.00
TF 02	8-10	57.59	17.55	9.18	0.85	5.07	2.76	2.52	3.95	0.28	0.24	99.99
TF 02	40-45	58.65	17.55	8.74	0.86	4.97	2.62	2.28	3.98	0.16	0.19	100.00
TF 03	0-2	57.78	17.65	9.14	0.86	5.04	2.79	2.25	3.92	0.33	0.24	100.00
TF 03	8-10	58.04	17.66	9.03	0.85	5.00	2.63	2.41	4.01	0.14	0.22	99.99
TF 03	40-45	58.53	17.61	8.81	0.85	5.02	2.54	2.30	4.01	0.13	0.20	100.00
TF 31	0-2	61.81	15.63	8.43	0.82	4.26	3.57	2.14	2.97	0.17	0.21	100.01
TF 31	8-10	61.68	14.82	7.57	0.81	4.17	6.30	1.83	2.51	0.11	0.19	99.99
TF 31	40-45	59.35	16.97	8.30	0.83	4.81	3.64	2.19	3.61	0.11	0.19	100.00
TF 32	0-2	64.41	14.82	7.34	0.83	3.97	3.55	1.95	2.74	0.20	0.19	100.00
TF 32	8-10	68.78	13.13	5.92	0.84	3.28	3.50	2.01	2.32	0.10	0.13	100.01
TF 32	40-45	59.91	16.79	8.27	0.86	4.75	3.28	2.18	3.65	0.12	0.19	100.00
TF 33	0-2	66.10	13.42	8.54	0.82	3.35	3.21	1.81	2.50	0.09	0.16	100.00
TF 33	8-10	60.57	16.52	8.04	0.81	4.62	3.36	2.20	3.59	0.11	0.18	100.00
TF 33	40-45	58.57	17.16	8.51	0.84	4.89	3.83	2.20	3.70	0.12	0.19	100.01

TABELL TABELL 13

ANALYSERESULTATER

HØYESTE OG LAVESTE BAKGRUNNSVERDI I 40-45 CM-SJIKTET

CU,ZN,PB OG MN-VERDIENE ER FRA XRF-ANALYSEN

Element	H-verdi	L-verdi
Hg	0.041	0.015
Cu	36	19
Zn	136	81
Pb	34	12
Mn	0.14	0.05

Mn-verdien i %. De øvrige i ppm.

I rapport fra NIVA, Trondheimsfjorden, går bakgrunnen går opp til:

Cu 50ppm

Zn 150pp

Pb 40 ppm

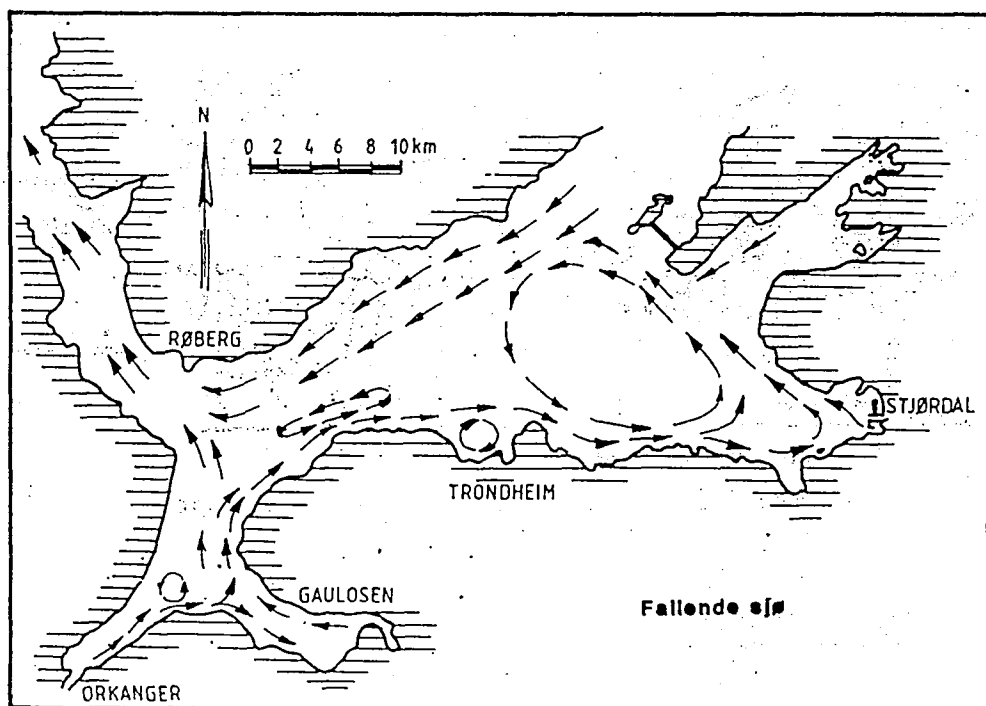
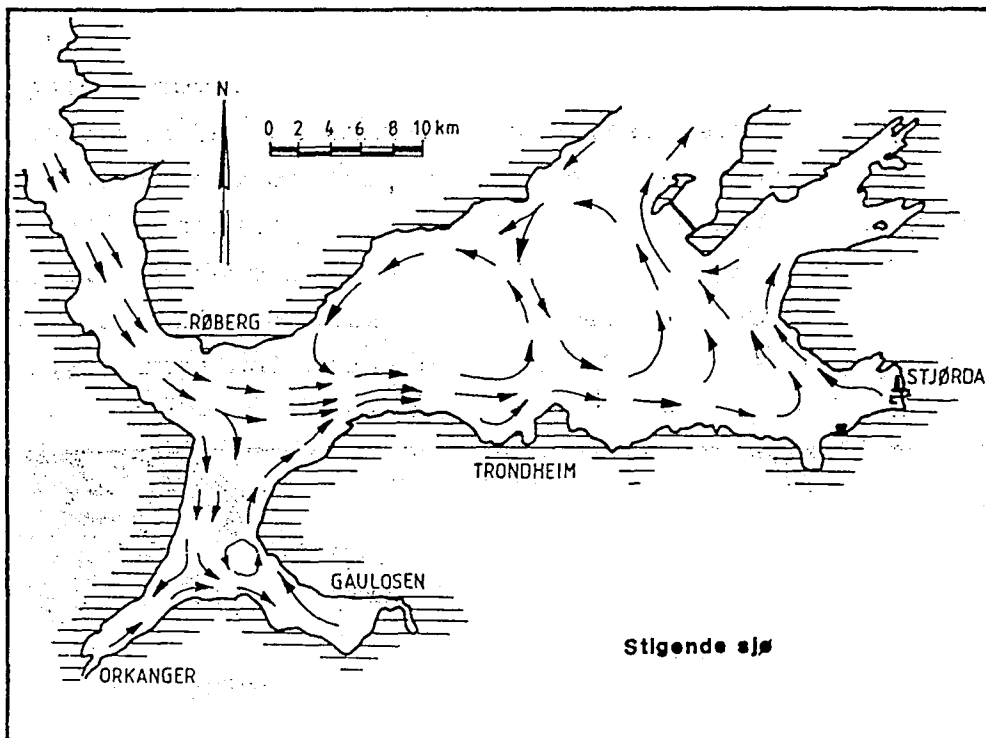
TABELL 14

ANALYSERESULTATER FRA TRONDHEIMSFJORDEN

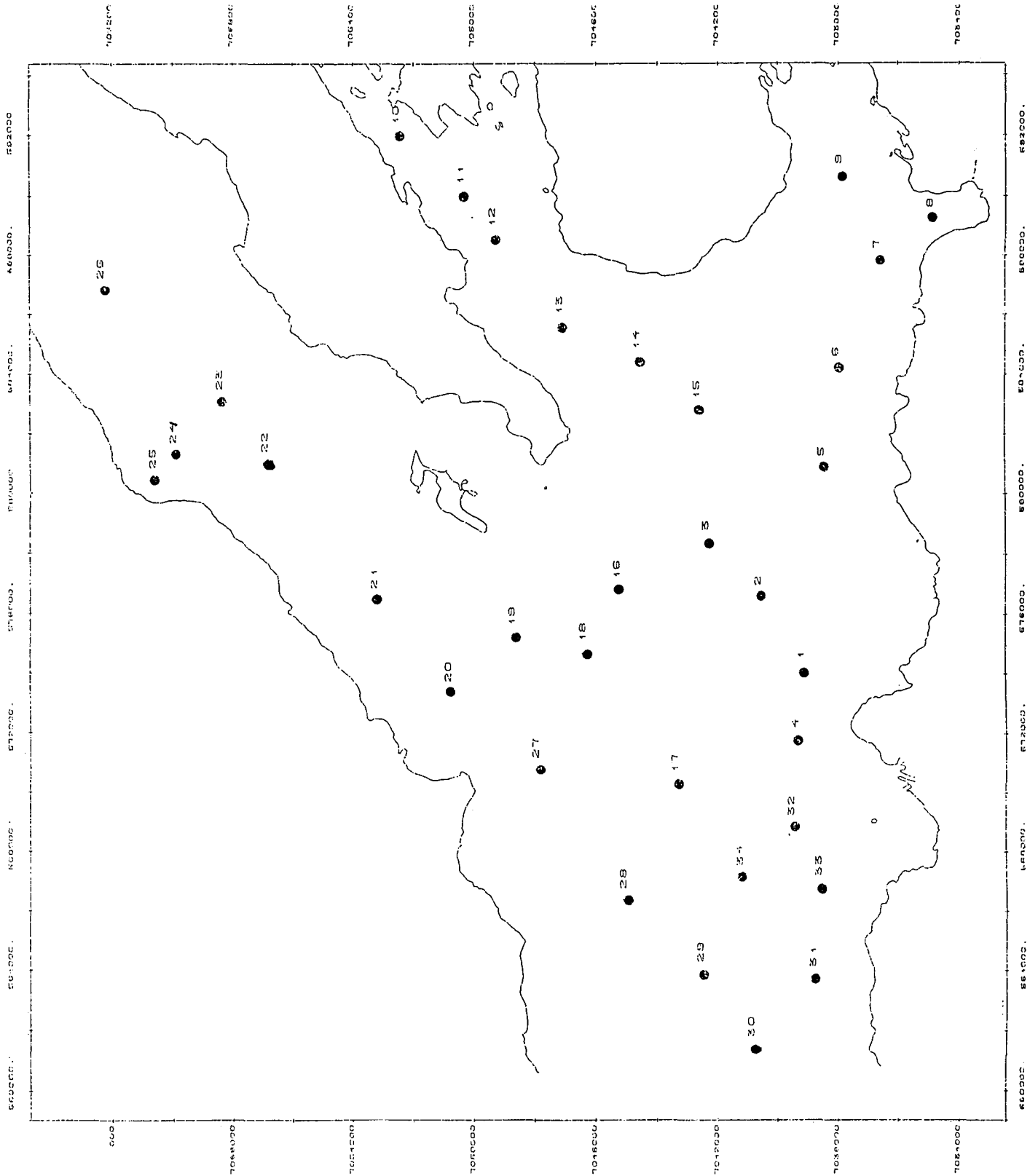
OVERKONSENTRASJONER

Metode	AA	XRF	XRF	XRF	XRF	ICP	ICP	ICP	Gj.snit
Element	Hg	Cu	Zn	Pb	Mn	Cu	Zn	Mn	
TF 1	4.3	1.8	1.6	2.3	2.0	1.7	1.7	2.1	2.19
TF 2	4.8	2.3	1.6	1.7	3.2	1.7	1.6	3.4	2.54
TF 3	2.0	1.5	1.4	2.4	2.7	1.4	1.5	3.1	2.00
TF 4	8.9	3.5	2.0	2.8	2.0	2.8	2.2	3.0	3.40
TF 5	4.0	2.1	1.6	1.8	3.0	2.2	1.8	4.0	2.56
TF 9	3.1	1.4	1.4	1.7	2.8	1.4	1.4	2.0	1.90
TF 10	3.6	1.6	1.5	1.8	1.3	1.5	1.7	1.6	1.83
TF 11	4.1	1.3	1.4	1.6	1.2	1.4	1.5	1.0	1.69
TF 12	2.9	1.6	1.4	2.7	1.2	1.5	1.5	1.0	1.73
TF 13	2.7	1.3	1.3	1.2	2.0	1.2	1.3	0.8	1.48
TF 14	4.1	1.3	1.3	1.5	1.2	1.2	1.4	1.5	1.69
TF 15	2.9	1.8	1.5	3.3	2.5	1.6	1.5	2.6	2.21
TF 16	2.3	0.8	0.9	1.7	0.9	0.7	0.7	0.7	1.09
TF 17	2.1	0.9	0.9	1.5	1.3	0.6	0.6	1.0	1.11
TF 20	2.1	1.6	1.5	1.8	3.7	1.8	1.6	4.1	2.28
TF 22	2.3	0.8	1.0	1.1	1.3	0.7	0.9	1.3	1.18
TF 23	2.7	0.8	1.1	1.0	1.6	0.6	0.9	1.7	1.30
TF 24	2.7	1.4	1.4	1.8	3.7	1.6	1.4	4.0	2.25
TF 26	2.8	1.0	1.2	1.6	2.2	1.1	1.2	2.8	1.74
TF 27	2.9	2.0	1.5	3.1	12.2	1.7	1.7	3.6	3.59
TF 28	3.3	1.9	1.6	2.9	3.4	1.7	1.7	3.5	2.50
TF 29	2.5	2.0	1.8	2.4	1.5	2.0	2.0	1.6	1.98
TF 30	2.4	2.4	1.8	2.8	2.0	2.6	2.5	1.8	2.29
TF 31	3.1	3.0	2.4	3.4	1.6	3.8	3.3	1.0	2.70
TF 32	3.1	1.6	1.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.9	1.86
TF 33	3.7	4.0	3.0	4.5	0.8	4.9	3.2	0.9	3.13
TF 34	5.0	1.7	1.5	2.5	1.8	1.8	1.7	2.0	2.25
Gj.snit	3.35	1.76	1.52	2.17	2.40	1.74	1.63	2.15	

FIGUR 1
STRØMFORHOLD
TRONDHEIMSFJORDEN



FIGUR 2
PRØVELOKALITETER
TRONHEIMSFJORDEN

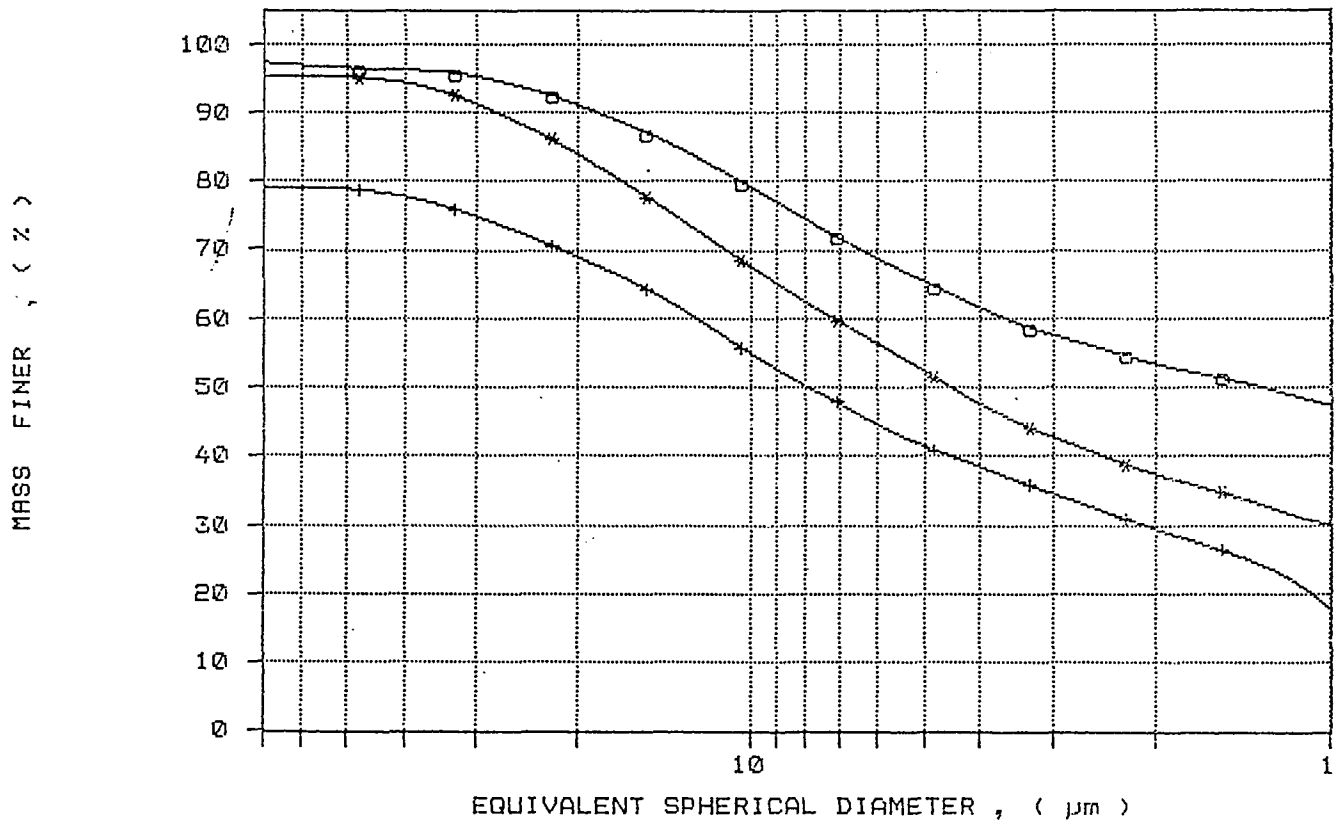


FIGUR 3

SEDIGRAF-OPPTAK

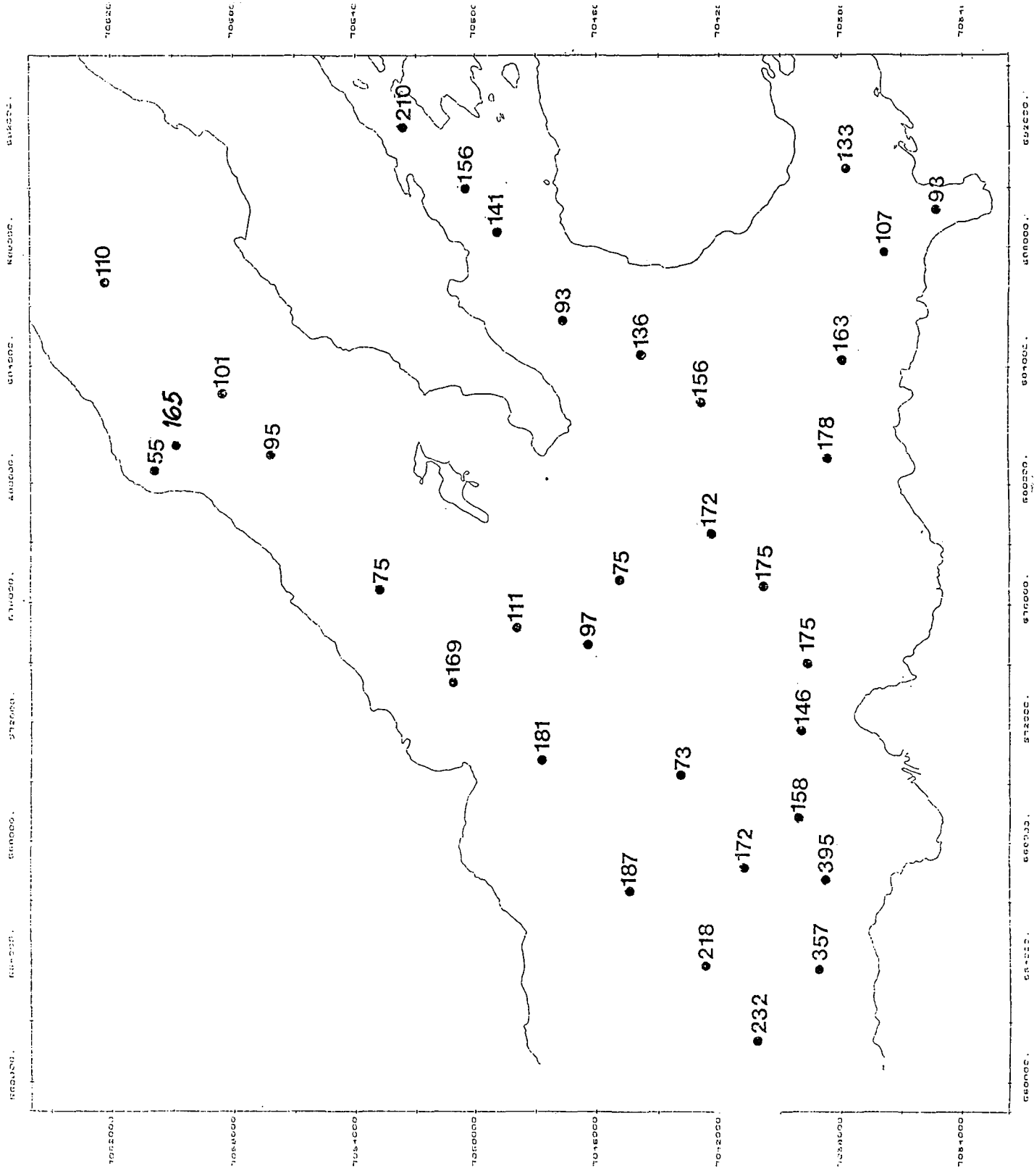
CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

- + 59 900498 Trondheimsfjorden
- * 63 900502 Trondheimsfjorden
- o 70 900509 Trondheimsfjorden



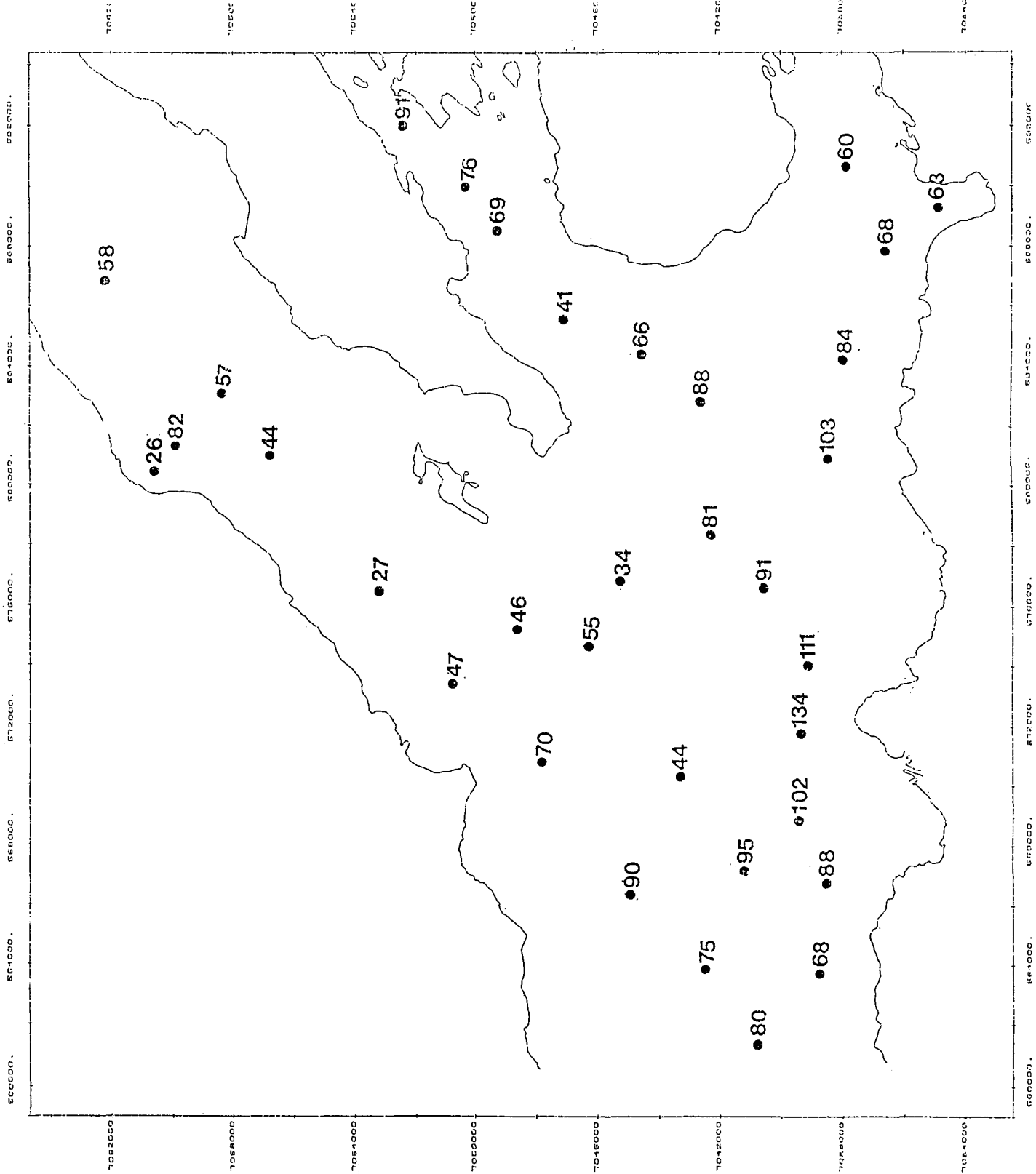
FIGUR 4

SINK I MARINE SEDIMENTER
PRØVER FRA TRONDHEIMSFJORDEN
SJKIT: 0-2 CM
TALLENE ANGIR PPM



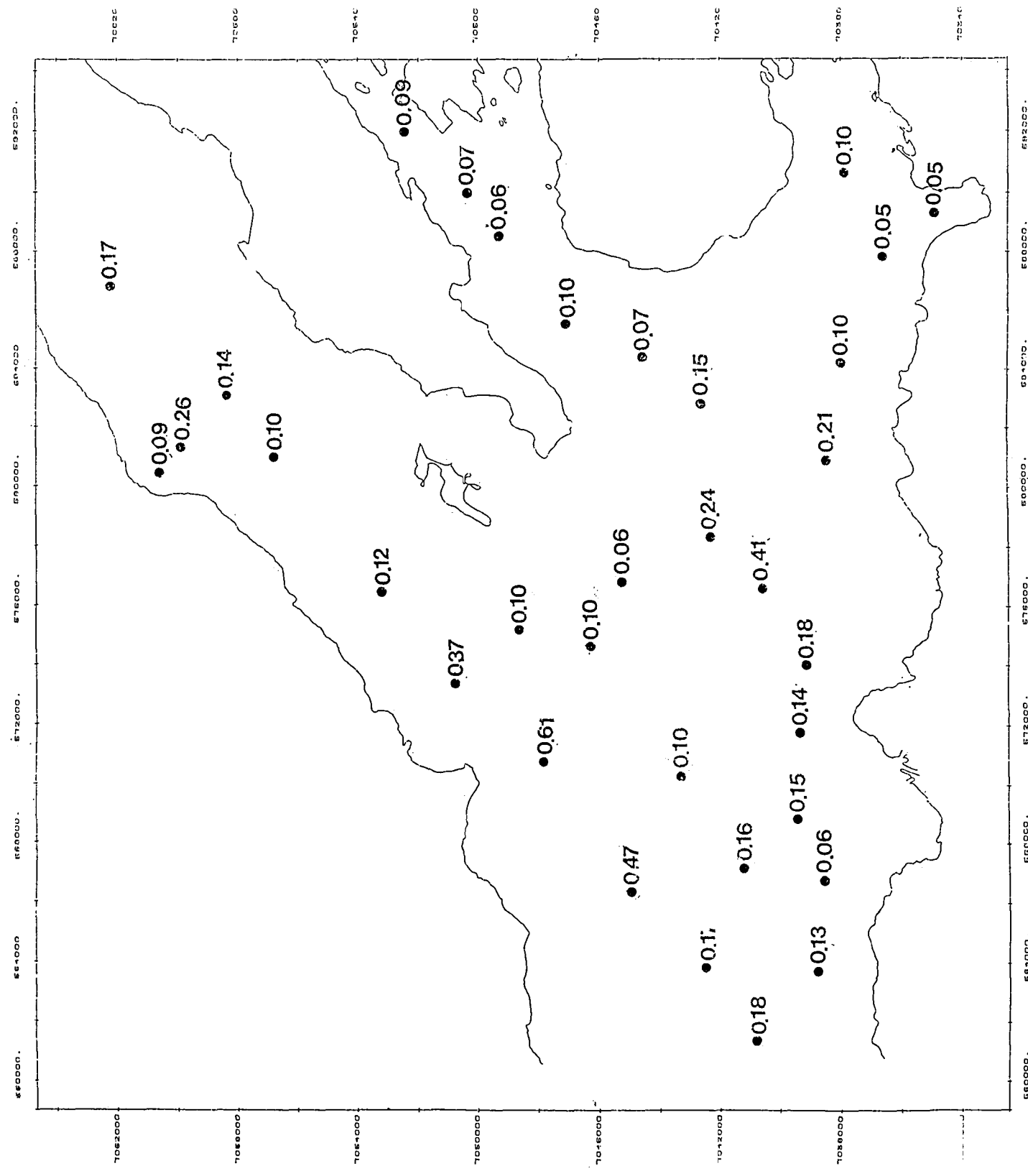
FIGUR 5

KVIKKSØLU I MARINE SEDIMENTER
PRØVER FRA TRONDHEIMSFJORDEN
SJIKT: 0-2 CM
TALLENE ANGIR PPB



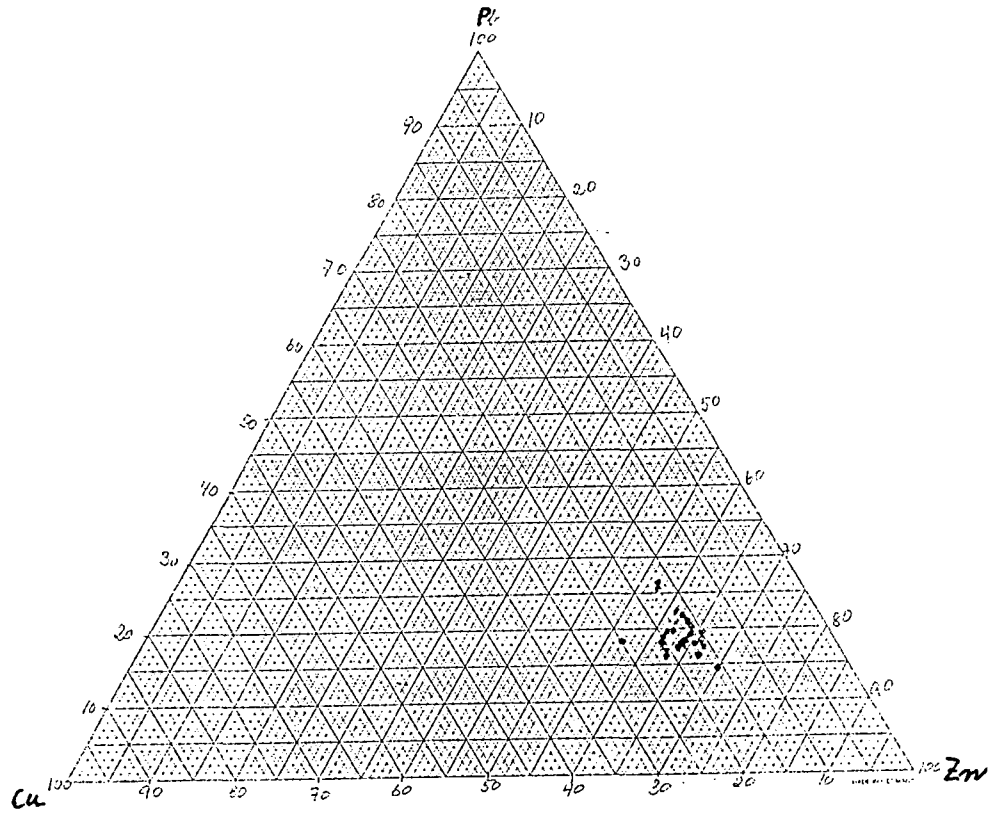
FIGUR 6

MANGAN I MARINE SEDIMENTER
 PRØVER FRA TRONDHEIMSFJORDEN
 SJKT: 0-2 CM
 TALLENE ANGIR %

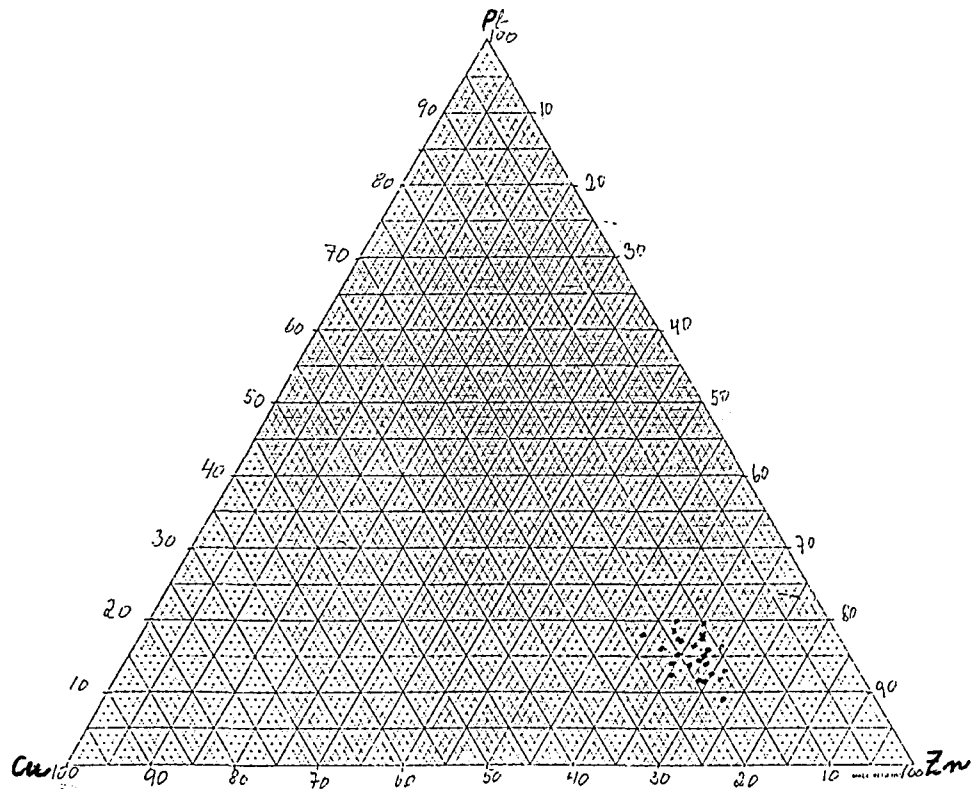


FIGUR 7

TREKANTDIAGRAM FOR CU, ZN, PB



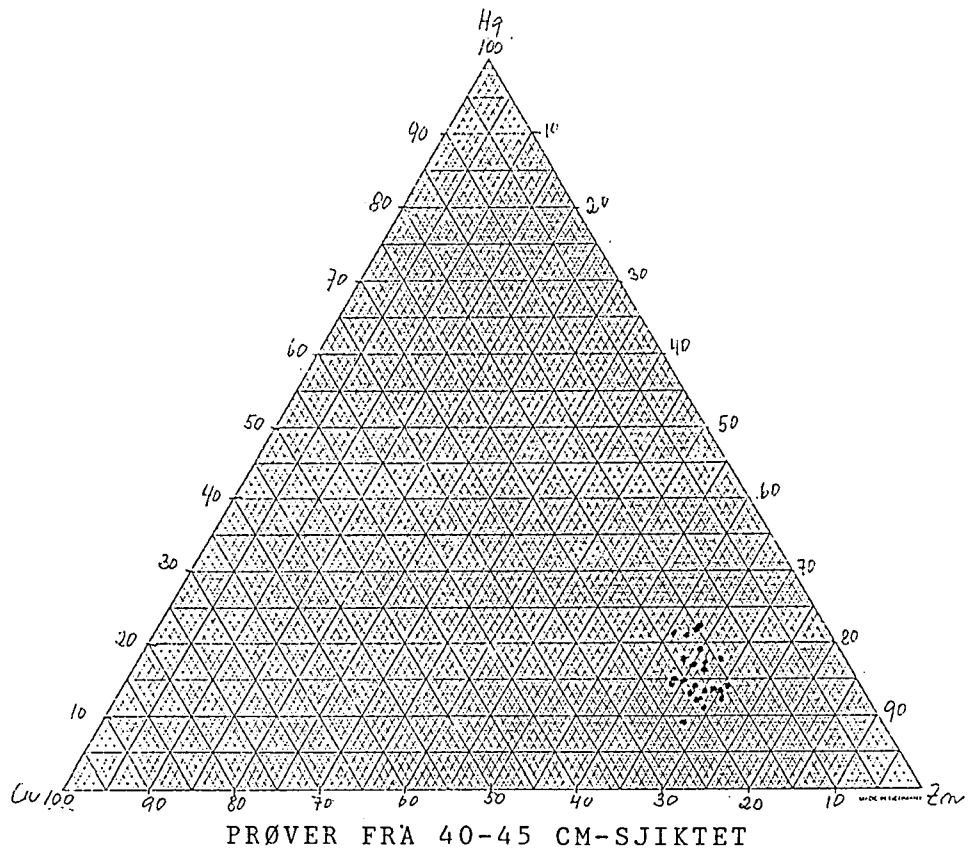
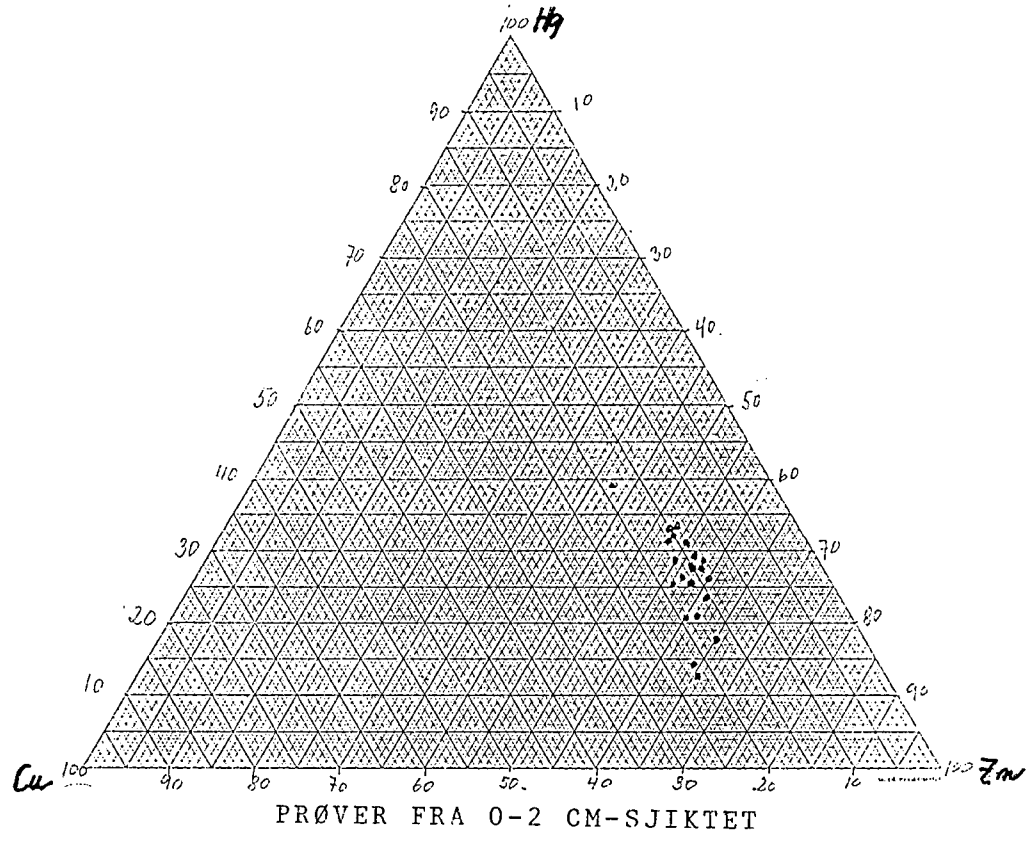
PRØVER FRA 0-2 CM-sjiktet



PRØVER FRA 40-45 CM-SJIKTET

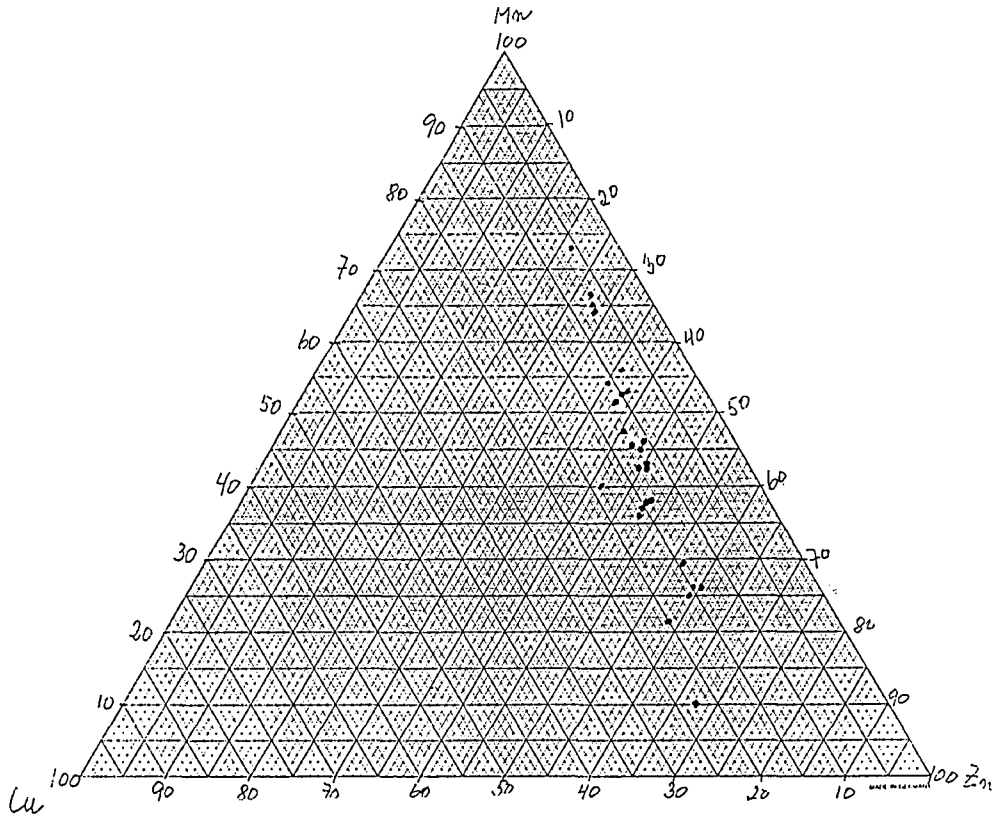
FIGUR 8

TREKANTDIAGRAM FOR CU, ZN, HG

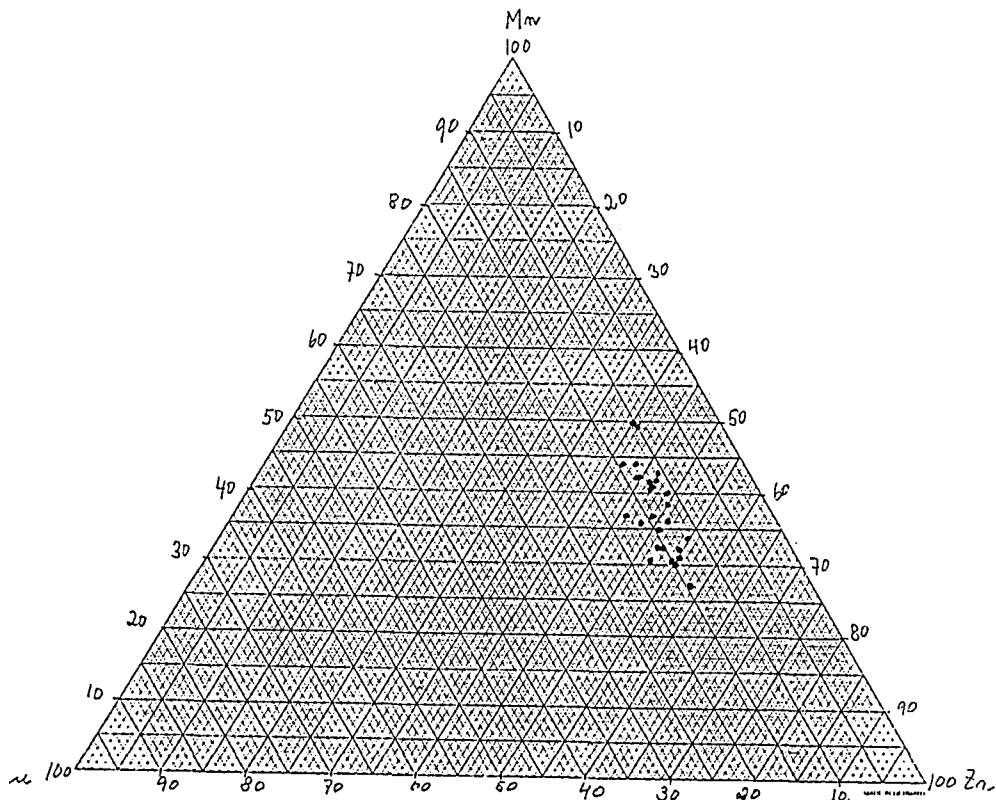


FIGUR 9

TREKANTDIAGRAM FOR CU, ZN, MN



PRØVER FRA 0-2 CM-SJIKTET



PRØVER FRA 40-45 CM-SJIKTET