

| | | | | |
|---|------------------|--|----------------------------|---------------------------------|
| Rapport nr. 93.115 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret, Levanger kommune. | | | | |
| Forfatter: Gaute Storrø Thorleif Lauritsen Jan Fr. Tønnesen | | Oppdragsgiver: Forsvarets bygningstjeneste, Trondheim | | |
| Fylke: Nord-Trøndelag | | Kommune: Levanger | | |
| Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1722-4 Stiklestad | | |
| Forekomstens navn og koordinater: FBT-lokalitet 1719 001 (Tyskerfyllinga)/32V62020-707350 FBT-lokalitet 1719 002 (Sjøfyllinga)/32V61960-707360 | | Sidetall: 100 | Pris: 210,- | |
| Feltarbeid utført: sept.-nov. -93 | | Rapportdato: 07.02.94 | Prosjektnr.: 63.2610.00 | Ansvarlig: <i>Geir Kvalø</i> |
| <p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten beskriver miljøtekniske grunnundersøkelser utført ved FBT-lokaliteten 1719 001 og 1719 002, i det følgende benevnt Tyskerfyllinga og Sjøfyllinga. Tyskerfyllinga ble benyttet i 1940-45 for deponering av avfall fra tysk militærleir/verksted. Sjøfyllinga ble benyttet av forsvaret i tidsrommet 1945-52.</p> <p>Ved alle vurderinger av resultater fra analyser av sediment- og vannprøver er det valgt å benytte det nederlandske ABC-systemet som referanseverdier.</p> <p>De vannkjemiske analysene fra Sjøfyllinga/Lotra-kanalen samt Tyskerfyllinga/Lotra-bekken viser ingen tegn til forurensingstilsig fra fyllingene eller andre områder som dreneres mot kanalen/bekken. Innholdet av mineralolje i alle vannprøvene <u>kan</u> være opp mot nederlandsk B-verdi. Den eventuelle oljen fremstår med en fersk karakter i kromatogrammene og antas derfor ikke å kunne ha sitt opphav i de gamle fyllingene.</p> <p>Alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser i sedimentprøver fra de to fyllingsområdene ligger godt under nederlandsk A-verdi.</p> <p>De geofysiske undersøkelsene avdekket et nytt område med kraftige magnetiske og elektromagnetiske anomalier sørøst for Tyskerfyllinga. Det foreslås at eventuelt kildemateriale gjennomgås for om mulig å klarlegge forhistorien for dette området.</p> | | | | |
| Emneord: Hydrogeologi | Forurenset grunn | | Grunnvann | |
| Bekkevann | Geofysikk | | Kjemiske analyser | |
| Prøvetaking | Spesialavfall | | Fagrapport | |

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|-------|---|----|
| 0 | SAMMENDRAG OG KONKLUSJON | 6 |
| 1 | INNLEDNING | 10 |
| 1.1 | Målsetting og strategi | 10 |
| 1.2 | Områdebeskrivelse | 11 |
| 1.2.1 | Flybildestudier | 11 |
| 1.2.2 | Berggrunnsgeologi | 12 |
| 1.2.3 | Løsmassegeologi | 12 |
| 1.2.4 | Hydrologiske forhold | 13 |
| 2 | FELTARBEID, METODER OG ANALYSER | 14 |
| 2.1 | Geofysiske målinger | 14 |
| 2.1.1 | Magnetometri | 14 |
| 2.1.2 | Elektromagnetiske målinger (EM 31) | 14 |
| 2.1.3 | Generelle bemerkninger geofysikk | 15 |
| 2.2 | Borarbeider | 16 |
| 2.3 | Uttak, forbehandling og analyse av prøver | 17 |
| 2.3.1 | Sedimentprøver | 17 |
| 2.3.2 | Vannprøver | 18 |
| 3 | RESULTATER; Geofysikk | 19 |
| 3.1 | Sjøfyllinga (område 1) | 19 |
| 3.1.1 | Magnetometri | 19 |
| 3.1.2 | EM 31 | 19 |
| 3.1.3 | Samtolkning geofysikk | 20 |
| 3.2 | Område 2 | 20 |
| 3.2.1 | Magnetometri | 21 |
| 3.2.2 | EM 31 | 21 |
| 3.2.3 | Samtolkning geofysikk | 21 |
| 3.3 | Område 3 | 21 |
| 3.3.1 | Magnetometri | 21 |
| 3.3.2 | EM 31 | 22 |
| 3.3.3 | Samtolkning geofysikk | 22 |
| 3.4 | Område 4 og 5 | 22 |
| 3.4.1 | Magnetometri | 23 |
| 3.4.2 | EM 31 | 23 |
| 3.4.3 | Samtolkning geofysikk | 23 |
| 3.5 | Tyskerfyllinga (område 6) | 24 |

INNHALDSFORTEGNELSE (forts.)

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | RESULTATER; Boringer, sedimentanalyser og vannanalyser | 25 |
| 4.1 | Sjøfyllinga | 25 |
| 4.1.1 | Sonderboringer | 25 |
| 4.1.2 | Sedimentanalyser | 25 |
| 4.1.3 | Vannanalyser | 26 |
| 4.1.4 | KONKLUSJON: Vurdering av forurensingssituasjonen | 28 |
| 4.2 | Tyskerfyllinga | 29 |
| 4.2.1 | Sonderboringer | 29 |
| 4.2.2 | Sedimentanalyser | 30 |
| 4.2.3 | Vannanalyser | 31 |
| 4.2.4 | KONKLUSJON: Vurdering av forurensingssituasjonen | 33 |
| 5 | VIDERE UNDERSØKELSER | 34 |
| 6 | REFERANSER | 35 |

KARTBILAG

| | NR |
|-----------------------------------|-------------|
| Oversiktskart M 1:50.000 | 93.115 - 01 |
| Oversiktskart M 1:5000 | 93.115 - 02 |
| Magnetisk tolkningskart M 1:2.500 | 93.115 - 03 |
| EM31, tolkningskart M 1:2.500 | 93.115 - 04 |
| Samtolkningskart M 1:2.500 | 93.115 - 05 |

FIGURER

| | NR |
|---|----|
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 1 | 1 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 1 | 2 |
| Eksempel på EM31-profil fra område 1 | 3 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 2 | 4 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 3 | 5 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 5 | 6 |
| Eksempel på EM31-profil fra område 5 | 7 |
| Oversiktskart for borprogram ved Sjøfyllinga | 8 |
| Profil gjennom Sjøfyllinga | 9 |
| Sonderboringsprofiler ved Sjøfyllinga | 10 |
| Teknisk beskrivelse av overvåkingsbrønner ved Sjøfyllinga | 11 |
| Oversiktskart for borprogram ved Tyskerfyllinga | 12 |
| Profil gjennom Tyskerfyllinga | 13 |

| | |
|---|-----------|
| FIGURER (forts.) | NR |
| Sonderboringsprofiler ved Tyskerfyllinga | 14 |
| Teknisk beskrivelse av overvåkingsbrønner ved Tyskerfyllinga | 15 |
| Gradientforhold ved Tyskerfyllinga | 16 |
| Oversiktskart for vannprøvetakings-lokaliteter | 17 |
| Relativ kjemisk sammensetning i Lotra-kanalen og Lotra-bekken | 18 |
| Relativ kjemisk sammensetning grunnvann og bekkevann | 19 |
| Forenklet berggrunnskart for Verdalsområdet | 20 |

| | |
|--|-----------|
| TABELLER | NR |
| Tungmetaller og organiske forbindelser i sedimentprøver | 1 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, Lotra-kanalen | 2 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, Lotra-kanalen | 3 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, Lotra-bekken | 4 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, Lotra-bekken | 5 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, grunnvann v/Tyskerfyllinga | 6 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, grunnvann v/Tyskerfyllinga | 7 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, bakgrunnsprøver | 8 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, bakgrunnsprøver | 9 |

| | |
|---|-----------|
| VEDLEGG | NR |
| Magnetometri - metodebeskrivelse | 1 |
| EM31 - metodebeskrivelse | 2 |
| Kornfordelingskurver for sedimentprøver | 3 |
| Prøvebeskrivelser for sedimentprøver | 4 |
| Måleområde og usikkerhet for uorganiske analyser ved NGU's laboratorier | 5 |
| Analyserapport for organiske analyser ved SINTEF-SI | 6 |
| Naturlige bakgrunnsverdier for bekkersedimenter i Verdalsområdet | 7 |

0 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Rapporten beskriver miljøtekniske grunnundersøkelser utført ved FBT-lokalitetene 1719 001 og 1719 002, i det følgende benevnt h.h.v. Tyskerfyllinga og Sjøfyllinga, ved Rinnleiret tekniske verksted (RiTV), Levanger kommune i Nord-Trøndelag. Tyskerfyllinga ble benyttet av tyskerne i tidsrommet 1940-45 for deponering av avfall fra militærleir/verksted. Fyllingen antas å kunne inneholde alle typer avfall så som husholdningsavfall, olje, blyakkumulatorer og metallskrap. Sjøfyllinga ble benyttet av forsvaret i tidsrommet 1945-52 for deponering av tyske krigsetterlatenskaper samt spillolje og løsningsmidler fra Nordenfjeldske dragoneriregiment (NDR).

Målsettingen for undersøkelsen er å gi svar på om eventuell forurensing fra lokalitetene fører til/kan føre til skader i Rinnleiret naturreservat samt hvorvidt en utvidet undersøkelse (SFT fase 3) er påkrevet. Arealet nærmest Trondheimsfjorden benyttes også i deler av sommerseongen som badeplass/rekreasjonsområde.

Det er utført geofysiske målinger (magnetisk og elektromagnetisk), sonderboring samt prøvetaking av vann og sedimenter samt kjemiske analyser med tanke på uorganiske- og organiske miljøgifter i jord og vann.

De geofysiske målingene viste klare magnetiske og elektromagnetiske anomalier ved Sjøfyllinga, som følge av nedgravde metallgjenstander. Dette gav grunnlag for en klar avgrensning av fyllingas utbredelse. Utfra geofysikken og sonderboringene er volumet for Sjøfyllinga og Tyskerfyllinga beregnet til 3000 m³.

Utfra visuell kartlegging i terrenget, bruk av metalldetektor samt borerer er volumet av Tyskerfyllinga beregnet til 250 m³.

Under arbeidet med å klargjøre beliggenheten av Tyskerfyllinga ble det avdekket et nytt område med kraftige magnetiske og elektromagnetiske anomalier sørøst for Tyskerfyllinga. Det konkluderes med at nedgravd metallisk materiale finnes spredt over et areal på ca 7500 m². I samråd med oppdragsgiver ble det besluttet ikke å foreta oppfølgende miljøtekniske grunnundersøkelser (boring, graving, prøvetaking) i dette området, før en nærmere vurdering av eventuelle historiske opplysninger var foretatt.

Sonderboringer og prøvetaking på strandflaten foran foten av Sjøfyllinga viser 1-3 meter bløt, siltig leire over forvitret grønnskifer/fyllitt. Løsmassemekktigheten øker mot øst. I selve fyllingen er massene mere sand/finsand-dominerte og mektigheten er 1-2 meter. Boringene i fyllinga forløp i stor grad som sondering i naturlige masser og ingen store, massive gjenstander ble påtruffet. Dette indikerer at fyllmaterialet i betydelig grad er nedbrutt.

Mulighetene for grunnvannsstrømning og eventuell forurensningsspredning gjennom de finkornige sedimentene i strandflata foran Sjøfyllingsfoten anses, p.g.a. meget lav permeabilitet ("tette" masser), som minimale. Den underliggende, forvitrede berggrunn kan ha en høyere permeabilitet og dermed et større potensiale for grunnvannstransport.

Ved Tyskerfyllinga viser sonderboringene svært homogene masser med siltig finsand som det dominerende materiale. Alle borerer ved fyllinga er ført til 7,5 m's dyp og fjell er ikke påvist. En boring ca 100 m nordøst for fyllinga ble ført til 15 m's dyp uten fjellpåvisning. Grovere og mere permeable masser kan teoretisk finnes på større dyp under fyllinga (> 15-20 m).

Ut fra gradientmålinger samt kornfordelingsanalyser for Tyskerfyllinga er den effektive hastigheten for den generelle grunnvannsstrømningen gjennom området beregnet til 0.3 m/år. Teoretisk spredningsområde for en eventuell forurensing, gjennom de 53 år som fyllingen har eksistert, er da 16 meter med hovedretning mot nord. Med hensyntagen til usikkerheter i beregningene settes maksimalt spredningsomfang til 160 m. Ut fra en slik betraktning vil det enda gå 150-200 år før et eventuelt forurenset grunnvann når ut til strandsonen. I tillegg kommer den naturlige renseseffekt som ligger i de leirholdige sedimentene og i fortynnings-effekter. Det konkluderes derfor med at den eneste muligheten for miljøskadelig forurensningsspredning fra Tyskerfyllinga er lokal grunnvannsstrømning fra fyllinga ut i Lotra-bekken.

Vurdering av vertikal (nedadrettet) bevegelse av grunnvann/forurensing synes å ha liten praktisk interesse i denne undersøkelsen. Området benyttes i dag ikke for grunnvannsutttak og har heller ikke karakter av en fremtidig utnyttbar grunnvannsressurs. Det er derfor kun fokusert på grunnvannsstrømning som kan gi opphav til forurensningsspredning til overflateresipienter.

KONKLUSJON: Vurdering av forurensingssituasjonen

Ved alle vurderinger av resultater fra analyser av sediment- og vannprøver er det valgt å benytte det nederlandske ABC-systemet som referanseverdier (VROM 1983). For sedimentprøvene er det også foretatt en vurdering relatert til de lokale geokjemiske bakgrunnsverdier (bekkesedimenter) som foreligger.

Sjøfyllinga

Som en samlet konklusjon for de vannkjemiske analysene fra Sjøfyllinga og Lotra-kanalen kan det sies at ingen tegn til forurensingstilslig fra Sjøfyllinga eller andre områder som dreneres mot Lotra-kanalen, er påvist. Alle ulikheter i vannkjemisk for prøvetakingspunktene langs

Lotra-kanalen kan forklares utfra naturlige kjemiske prosesser. Innholdet av mineralolje i vannprøver kan, utfra deteksjonsgrensen for de GC-analyser som er utført, være opp mot nederlandsk B-verdi. Denne eventuelle oljen har en fersk karakter og har ikke sitt opphav i Sjøfyllinga.

Med ett unntak, kobber (Cu) i prøve nr 5, ligger alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser i sedimentprøver godt under nederlandsk A-verdi. Bakgrunnen for den høye kobberverdien i prøven fra forvitret berggrunn er forurensing fra kobberholdig diamantborkrone under prøvetaking.

Forurensingssituasjonen for grunnvann ved Sjøfyllinga er ikke klarlagt p.g.a. tekniske problemer (frost) ved grunnvannsprøvetakingen.

I den undersøkelse som er gjennomført er det ved Sjøfyllinga ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdsel på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter. Konklusjonen baseres på det nederlandske ABC-systemets referanseverdier.

Tyskerfyllinga

Som en samlet konklusjon for de vannkjemiske analysene fra Tyskerfyllinga og Lotra-bekken kan det sies at ingen indisier på forurensingstilslig fra Tyskerfyllinga eller andre områder som dreneres mot Lotra-bekken, er funnet. Alle forhold vedrørende vannkjemisk forurensing for grunnvann og prøvetakingspunktene langs Lotra-bekken kan forklares utfra naturlige kjemiske prosesser. Innholdet av mineralolje i vannprøver kan, utfra deteksjonsgrensen for de GC-analyser som er utført, være opp mot nederlandsk B-verdi. Denne eventuelle oljen har en fersk karakter og har ikke sitt opphav i Tyskerfyllinga.

Alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser i sedimentprøver ligger godt under nederlandsk A-verdi.

I den undersøkelse som er gjennomført er det ved Tyskerfyllinga ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdsel på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter. Konklusjonen baseres på det nederlandske ABC-systemets referanseverdier.

Videre undersøkelser

Undersøkelsen har ikke avdekket forhold ved Sjøfyllinga eller Tyskerfyllinga som betinger gjennomføring av nye undersøkelser (jfr. fase 3 i SFT-veiledning nr. 91:01), overvåking eller

miljøbeskyttende tiltak. Grunnvannsprøvetaking ved Sjøfyllinga var satt opp som en del av det opprinnelige program for denne undersøkelsen. To grunnvannsbrønner, med filter plassert i den øverste sonen av forvitret fjell, ble etablert. Prøvetaking ble p.g.a. tekniske problemer (frost) ikke gjennomført. Blant annet utfra hypotesen om at den forvitrede sonen kan være en transportvei for grunnvann/forurensing, anbefales det at grunnvannsprøvetaking gjennomføres våren 1994.

Som omtalt foran ble det avdekket et nytt område med kraftige magnetiske og elektromagnetiske anomalier sørøst for Tyskerfyllinga. Det foreslås at eventuelt kildemateriale gjennomgås for om mulig å klarlegge forhistorien for dette nye området, før en eventuell fase-2-undersøkelse (jfr. SFT-veiledning nr. 91:01) vurderes.

1 INNLEDNING

Forsvarets Bygningstjeneste (FBT) gjennomførte i 1990 - 91 en landsomfattende kartlegging av avfallsdeponier og forurenset grunn på Forsvarets områder. Kartleggingen omfattet hvordan spesialavfall er håndtert, samt hvor dette kan være deponert eller på annen måte ha gitt opphav til grunnforurensning.

Som en oppfølging av dette arbeidet har Norges geologiske undersøkelse (NGU), etter forespørsel fra FBT, gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser i tilknytning til FBT-lokalitetene 1719 001 og 1719 002 ved Rinnleiret tekniske verksted (RiTV), Levanger kommune i Nord-Trøndelag.

Rammeplan for den faglige og administrative gjennomføringen av undersøkelsen er gitt i Tilbudsgrunnlag, utarbeidet av Environmental Consultants AS (ENCO). ENCO har også fungert som FBTs faglige rådgiver og koordinator under gjennomføringen av prosjektet.

1.1 Målsetting og strategi

Målsettingen med undersøkelsen er å kartlegge omfanget av eventuelle forurensninger i tilknytning til de omtalte lokalitetene ved Rinnleiret tekniske verksted (RiTV), tilsvarende fase 2 i SFT-Veiledning nr 91:01. Begge lokalitetene ligger i hovedsak innenfor grensene til Rinnleiret naturreservat og undersøkelsene skal gi svar på om eventuell forurensning fra lokalitetene fører til/kan føre til skader i naturreservatet samt hvorvidt en utvidet undersøkelse (SFT fase 3) er påkrevet. Arealet nærmest Trondheimsfjorden benyttes også i deler av sommersesongen som badeplass/rekreasjonsområde.

Strategien for undersøkelsene har i store trekk fulgt de retningslinjer som er skissert i Tilbudsgrunnlag for prosjektet (ENCO, 09.07.93). Etter faglige vurderinger ble flybilde-tolkninger samt geofysiske undersøkelser trukket inn som en del av det innledende arbeidet. Punktvis ble derfor følgende arbeids-strategi fulgt:

1. Gjennomgang av flybilder fra ulike årstall, samt annet aktuelt bakgrunnsmateriale (kart, rapporter etc).
2. Geofysiske målinger (magnetisk, elektromagnetisk, georadar) for å dokumentere beliggenhet og kartlegge utbredelse av fyllingsområder.
3. Sonderende- og prøvetakende boringer for detaljert klarlegging av løsmasseforhold (kornfordeling, lagdning) i fyllingsområdene samt for geokjemiske analyser av sedimentprøver.
4. Etablering av fastmerker for registrering av vannstandsforhold i Lotra-bekken og Lotra-kanalen.
5. Etablering av observasjonsbrønner for uttak av grunnvannsprøver i fyllingsområdene.

1.2 Områdebeskrivelse

Det undersøkte området ligger på Rinnleiret, ved Rinnelvas utløp i Trondheimsfjorden, 3 km sørvest for Verdal sentrum (kartbilag -01). Området utgjør den sørlige begrensning av det som kan betegnes som Verdals-øra, dvs. det flate deltaområdet rundt munningen av Verdalselva. Kommunegrensen Verdal/Levanger følger Rinnelvas løp slik at undersøkelsesområdet ligger innen Levanger kommune. Området ligger på sivil grunn og leies for Forsvarets aktiviteter.

Betydelige deler av arealet må betegnes som våtmark/myrområder med randsoner av løvskog (se bonitetsangivelser i kartbilag -02). Området ligger i sin helhet under kote 4 moh.

FBT-lokalitet 1719 001, i det følgende benevnt Tyskerfyllinga, ble benyttet av tyskerne i tidsrommet 1940-45 for deponering av avfall fra militærleir/verksted. Fyllingen antas å kunne inneholde alle typer avfall så som husholdningsavfall, olje, blyakkumulatorer og metallskrap.

FBT-lokalitet 1719 002, i det følgende benevnt Sjøfyllinga, ble benyttet av forsvaret i tidsrommet 1945-52 for deponering av tyske krigsetterlatenskaper samt spillolje og løsningsmidler fra Nordenfjeldske dragoneriregiment (NDR).

1.2.1 Flybildestudier

Flybildeopptak fra Rinnleireområdet fra oktober-61, juni-63, juni-66 og mai-76, foreligger. En studie av disse er gjennomført med tanke på å spore eventuelle endringer i terrengforhold, særlig i tilknytning til de to fyllingsområdene.

Studiene viser at alle sentrale terrenglementer er tilnærmet uforandret fra 1961 frem til i dag. Strandlinjen er i hovedtrekk den samme, dog med noe mere markerte strandvoldannelser ved Lotra-bekkens utløp i dag enn i 1961. Lotra-bekken, Lotra-kanalen samt skogsveien langs Lotra-bekken (figur 17) fremstår ellers med uforandret geometri. Flybildene avdekker heller ingen registrerbare endringer i terrengforhold/arealbruk ved Sjøfyllinga og Tyskerfyllinga (kartbilag -02) gjennom denne 30-års-perioden. Området ved Tyskerfyllinga er allerede i 1961 såvidt tilvokst med barskog at detaljer vedrørende terrengforhold overskygges.

Flybildene viser en gradvis framvekst av lauvskog i området. Det synes likevel som om skogvoksten for alvor har skutt fart de siste 10-15 år. En årsak til dette kan være at det på 70-tallet foregikk en utbredt ferdsel med militære beltekjøretøyer. I 1966 fremstår området som tilnærmet uberørt av militær ferdsel, mens bildene fra 1976 viser et meget omfattende

nett av beltevognspor, særlig mellom Lotra-bekken og Rinnelva. Sporene er i dag betydelig tilgrodd av undervegetasjon og skog, men likevel klart synlige i terrenget.

1.2.2 Berggrunnsgeologi

Et forenklet berggrunnskart for Verdalsområdet er vist i figur 20. Hovedbergartene i området er;

- 1) amfibolitt/glimmerskifer
- 2) garbenskifer
- 3) fyllitt/gråvakke
- 4) grønnstein/grønnskifer

Innen alle disse bergartstypene finnes det lokale forekomster av svovelkis/magnetkis med kobbermineraliseringer (Cu, Pb, Zn). Dette medfører at de geokjemiske bakgrunnsverdiene for disse tungmetallene i sedimentprøver kan være noe forhøyet. Flere større kalksteinsårer finnes i berggrunnen øst for undersøkelsesområdet, hvilket kan gi opphav til relativt høyt kalkinnhold og høy bufferkapasitet for løsmassene.

Flere steder innen området, særlig i strandsonen fra Sjøfyllinga (kartbilag -02) nordover mot Lotrabekken, stikker øst/vest-rettede fjellrygger opp gjennom løsmassedekket. Bergarten i disse ryggene er en sterkt forvitret grønnskifer/fyllitt.

1.2.3 Løsmassegeologi

Rinnleiret utgjør den sørligste del av den deltaflate som er bygd ut rundt Verdalselvas utløp i Trondheimsfjorden. Sentralt på deltaet er løsmassemekktigheten meget stor, som for eksempel ved industriområdet Aker-Verdal hvor det ifølge seismikkprofiler er 160 m løsmasser over fjell. Massene i disse sentrale delene består av inntil 20 m sand/grus over mere finkornige sand/silt-sedimenter.

I de mere perifere deler av deltaet, som ved Rinnleiret, er løsmassemekktigheten betydelig mindre, opptil noen titalls meter. Massene er hovedsaklig homogene og finsand-/silt-dominerte. Stedvis finnes et tynt (< 1m) topplag av bølgevasket sand. Skjellfragmenter og biogent materiale påtreffes flere steder ved boringer i de finkornige sedimentene på Rinnleiret. Dette viser dannelsesbetingelser som er i grenseland mellom deltautbygging og marin sedimentasjon.

I en beskrivelse av "Rinnleiret naturreservat" påpekes det at; "gjenvoksing av skog stort sett har funnet sted etter 1930, da flo sjø på dette tidspunkt enda relativt vanlig gikk opp til dit

E6 går i dag". Senkningen av flomålet er trolig i hovedsak en effekt av at betydelige strandvoller er dannet langs dagens strandlinje, i tillegg til effekten av den generelle landhevingen (3-4 mm/år).

Undersøkelokalitetene ligger utfra omtalen foran innenfor et meget "ungt fastlands-område", og marin påvirkning må forventes å kunne spores ved kjemiske analyser både av sedimenter og vannprøver.

1.2.4 Hydrologiske forhold

Fra et hydrologisk synspunkt defineres Rinnleiret-feltets yttergrenser av Trondheimsfjorden mot vest og av Rinnelva mot nord og øst. Innen selve feltet finner en kun ett større dreneringsløp, Lotra-kanalen (figur 17). Kanalen er bygget som en avskjæringsgrøft som fanger opp Lotra-bekken der denne krysser E6. Kanalen har en dybde på ca 1,5 m under terrengoverflaten og fungerer trolig som et betydelig dren også for grunnvann fra området. Lotra-bekkens gamle elveløp er under stadig gjengroing og fungerer kun som et meget lokalt dren for nedbør og grunnvann.

Stor utbredelse av våtmark/myrområder indikerer at grunnvannstanden over store arealer står tilnærmet i flukt med terrengoverflaten. Dette er også dokumentert gjennom nedsetting av grunnvannsbrønner. Grunnvannstanden var trolig likevel unormalt høy tidlig på høsten 1993 (september-oktober), idet vannet over større områder sto over bakkenivået.

Flo/fjære-variasjoner har betydelig innvirkning på de hydrologiske forhold særlig ved Sjøfyllinga (kartbilag -02). Foten av fyllinga ligger i nivå med normalt flomål, noe som fører til en regelmessig vasking med sjøvann (brakkvann) ved fyllingsfoten. Aktiv graving (erosjon) i massene er likevel ikke observert. Flo/fjære-variasjonene er trolig den viktigste enkeltprosess som styrer dreneringsforholdene ved denne fyllinga.

Lotra-kanalen og Lotra-bekken påvirkes også i betydelig grad av flo sjø. I Lotra-bekken er sjøvannspåvirkning påvist helt inn til områdene oppstrøms Tyskerfyllinga (kartbilag-02). Det er likevel trolig kun under sterk springflo at sjøvann (brakkvann) trekker såvidt langt opp. Det er derfor kun i unntakstilfeller at inntrengende sjøvann gir direkte påvirkning av dreneringsforholdene ved Tyskerfyllinga. Sjøvannet vil likevel ha en mere permanent innvirkning på vannkjemien i bekkeløpet idet gjennomstrømningen, og dermed også utskiftingshastigheten, i Lotra-bekken er lav.

2 FELTARBEID, METODER OG ANALYSER

2.1 Geofysiske målinger

Lokaliseringen av de 6 undersøkte områdene er vist i kartbilag 93.115-01(målestokk 1:50000), mens arealomriss av hvert område framgår av kartbilag -02 (målestokk 1:5000). Geofysiske målinger ble utført i områdene 1-5. Det ble satt ut et stikningsnett for måleprofiler med eget valgt aksesystem i hvert område. Profilomfanget av de magnetiske målingene utgjør 4.1 km, og fordelingen i hvert område framgår av kartbilag -03 (målestokk 1:2500). De elektromagnetiske målingene (EM 31) har et profilomfang på 1.57 km, og er fordelt som vist i kartbilag -04 (målestokk 1:2500).

Det var i utgangspunktet også planlagt å benytte georadar for å kartlegge sedimentstrukturer (lagdeling) samt dybdeforhold i fyllingsområdene. De elektromagnetiske målingene avslørte imidlertid at sedimentene ved begge lokalitetene hadde for høy elektrisk ledningsevne til å gi georadarpenetrasjon. Det ble derfor istedet besluttet å utvide omfanget av magnetiske og elektromagnetiske målinger.

2.1.1 Magnetometri

Ved magnetiske målinger over deponi/avfallsplasser vil jernholdige gjenstander kunne gi magnetiske anomalier. Magnetiserbare objekter som plasseres i jordas magnetfelt vil selv indusere et magnetfelt. Dette påvirker størrelsen på den totale magnetiske feltstyrken, slik at denne avviker fra stedets normale. Slike avvik registreres som anomalier. En fylligere beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg 1.

Hensikten med de magnetiske målingene var å påvise områder med nedgravd jernholdig materiale. Ved målingene ble sonden plassert ca. 2 m over bakken. Målepunktavstanden var 2 m. De magnetiske målingene ble foretatt med Geometrics protonmagnetometer nr. G816. Instrumentet registrerer totalfeltet med en nøyaktighet på ± 1 nT. Under målingenes gang ble det også foretatt målinger for kontroll av daglig magnetisk drift. De magnetiske forholdene var relativt rolige i måleperioden.

2.1.2 Elektromagnetiske målinger (EM 31)

EM 31 er en elektromagnetisk utrustning som måler undergrunnens elektriske ledningsevne direkte uten å ha kontakt med bakken. Instrumentet kan detektere endringer i ledningsevnen ned til 6 meters dyp. Ledningsevneverdier kan avleses kontinuerlig, men i praksis registreres

data ved faste intervaller for seinere uttegning av profiler. En fyldigere beskrivelse av EM 31 er gitt i vedlegg 2.

Formålet med de elektromagnetiske målingene var å kartlegge endringer i grunnens elektriske ledningsevne som kunne knyttes til deponert materiale. Målingene ble utført med instrumentet liggende på bakken og orientert langs profilet. Ledningsevne (σ) ble målt både med spoleaksene stilt vertikalt (σ_v) og horisontalt (σ_H). Med sistnevnte spolestilling reduseres penetrasjonen omtrent til det halve (til ca. 3 m). Målepunktavstanden langs profilene var 2 m.

2.1.3 Generelle bemerkninger geofysikk

I område 1 og 3 er det tekniske støykilder (jordingsnett, metallgjerde) som stedvis gjør tolkning av geofysiske data vanskelig. I de øvrige områdene er det ingen kjente tekniske støykilder. Det må regnes å være variabelt innslag av geologisk støy i måleområdene, dvs. fysiske endringer som skyldes naturlige inhomogeniteter i grunnen. Bruk av flere geofysiske metoder, som kartlegger ulike fysiske egenskaper i grunnen, gjør det lettere å skille mellom støy og andre anomaliårsaker.

Ved tolkning av måleresultatene er det benyttet anomalidefinisjoner som listet under.

* Magnetometri. Uforstyrret magnetisk feltstyrke er på ca. 51000-51080 nT i områdene som er undersøkt. Anomalistørrelsen angis som avviket fra uforstyrret magnetfelt.

- Svak anomali: 40 - 100 nT

- Sterk anomali: ≥ 100 nT

* EM 31. Anomaliområder langs profiler er angitt i to styrkegrader ut fra nedenfor angitte betingelser.

- Sterke anomalier: Område med store og brå endringer i målt ledningsevne (i σ_v og/eller σ_H) og i tillegg
- ved lokalitet 1 og 3: σ_v og/eller σ_H stedvis < 0
- ved lokalitet 2,4 og 5: σ_H stedvis $\geq \sigma_v$

- Svake anomalier: Område med mindre, men brå endringer i målt ledningsevne (i σ_v og/eller σ_H)

Anomaliområder er tegnet inn langs måleprofilene i kartbilag -03 for de magnetiske målingene og i kartbilag -04 for ledningsevнемålingene (EM31).

2.2 Borarbeider

For vasking av utstyr som ble benyttet ved boring og prøvetaking ble det etablert vaskeplass i kryss mellom skogsbilvei og Lotra-bekken (se sonderborpunkt 1, figur 12). Vann ble tilkjørt i militær tankvogn for drikkevann. Som vaskemiddel ble "Esso - Naturavfetting, PLU092" benyttet. Drivstoffpåfylling ble ikke utført innenfor undersøkelsesområdet.

Sonderboringer, sedimentprøvetaking og brønnetableringer ble utført ved hjelp av Borros beltegående borrhigg. Borarbeidene ble gjennomført av et feltlag bestående av geolog, boreleder samt borassistent. Geologen fulgte hele tiden boroperasjonene og foretok en fortløpende vurdering av eksakt plassering av borpunkter samt bestemmelse av nivå for uttak av masseprøver.

Sonderboringene ble utført som dreie/trykksonderinger. Det ble benyttet lavest mulig materkraft og dreiemoment med tanke på å oppnå optimale forhold for registrering av eventuelle tynne, permeable sand/grus-lag. Det ble valgt å benytte spylevann under sonderingene, for å oppnå tilleggsinformasjon om trykkforhold samt som en sikring mot fastboring. Det ble benyttet lavest mulig spyletrykk. Rigger er utstyrt med topphammer for boring i friksjonsjordarter. Det ble ikke påtruffet masser som var av en slik karakter at hammer måtte benyttes.

Sedimentprøvetaking ble utført med Borros-rigg påmontert en 54 mm geoteknisk stempelprøvetaker. Prøven fanges her opp i et innerrør av glassfiberarmert plast. I alle prøvetakingslokaliteter var massene av en såvidt finkornig og bløt karakter at stempelprøvetakeren kunne presses ned til ønsket prøvetakingsdyp uten for-boring. P.g.a. massenes beskaffenhet var det også relativt enkelt å skyve tilnærmet uforstyrrede sedimentkjerner ut av innerrøret. Ved Sjøfyllinga ble Borros-rigg påmontert kjerne-boringsutstyr (åpen diamantborkrone Ø30 mm) benyttet for uttak av en prøve fra forvitret berggrunn.

To ulike teknikker ble benyttet for etablering av grunnvannsbrønner. Ved Tyskerfyllinga ble et åpent Ø110 mm PVC-rør presset ned til ønsket dyp ved hjelp av Borros-riggen. Det massefylte røret ble trukket opp og et nytt foringsrør (Ø110 mm PVC) med bunnplugg ble satt ned. Brønnarmatur (Ø64 mm PEH) med gruskasting ble satt ned i foringsrøret, bunnplugg slått løs og foringsrør trukket opp. Ved Sjøfyllinga, hvor brønnfilter er plassert i forvitret berggrunn, ble brønnetablering utført med konvensjonell Odex-boring.

2.3 Uttak, forbehandling og analyse av prøver

2.3.1 Sedimentprøver

Det forstyrrede overflatelaget på sedimentkjernene ble fjernet for å forhindre krysskontaminering og for å fremskaffe friske sedimentsnitt for visuell vurdering av materialet. Representative kjernelengder à 15-20 cm ble tatt ut og splittet i tre delprøver;

- prøve 1; pakket i plastpose med lynlås for kornfordelingsanalyse (Sedigrafi)
- prøve 2; pakket i plastpose med lynlås for mineralanalyser (ICAP og AA)
- prøve 3; pakket i lufttett "Norgesglass" for organiske analyser (GC og EOX)

Utfra de opplysninger som er gitt med hensyn til deponert materiale i fyllingene er det sannsynlig at sedimentprøver fra områdene kan være forurenset av tungmetaller, mineralolje og organiske løsemidler. Utfra dette ble følgende analyseprogram gjennomført:

ICAP og AA for tungmetallanalyser:

Ekstraksjon: 1 gram sediment ble ekstrahert med 20 ml 7 N salpetersyre i autoklav etter NS 4770. Ekstraktet ble fortynnet i forhold 1:4 med en referanseelementløsning slik at ferdig analyseløsning hadde en fortynningsfaktor i forhold til innveid prøve lik 1:100.

| | | |
|-------|---------------------------------|--------------------------------------|
| ICAP: | Laboratorium: | NGU |
| | Metode: | Argon-plasma-spektrofotometer (ICAP) |
| | Instrument: | Jarell-Ash modell 975 ICAP |
| | Elementer og deteksjonsgrenser: | Se vedlegg 5 |
| AA: | Laboratorium: | NGU |
| | Metode: | Atom-absorpsjon (AA) |
| | Instrument: | AA 5000/HGA 500/AA 403/MHS 1 |
| | Elementer: | Pb, Cd og Hg |
| | Deteksjonsgrenser: | Se vedlegg 5 |

GC for påvisning av mineralolje:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i vedlegg 6.

EOX for påvisning av organiske løsemidler:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i vedlegg 6.

2.3.2 Vannprøver

For hver prøvetakingslokalitet ble det samlet inn fire parallelle delprøver;

- prøve 1: 100 ml plastflaske for mineralanalyser (ICAP og AA). Prøvene er filtrert på 0.45 μm filter og konserverert med 65% HNO_3 i felt.
- prøve 2: 100 ml plastflaske for anionanalyser (IC). Prøvene er filtrert på 0.45 μm filter i felt.
- prøve 3: 500 ml plastflaske for analyse av alkalitet, pH og ledningsevne.
- prøve 4: 1000 ml glassflaske med slipt glasstopp for organiske analyser (GC og EOX).

Ved prøvetaking av overflatevann (Lotra-bekken og Lotra-kanalen) ble vannprøver fylt direkte på prøveflaskene. Prøveinnsamlingen ble gjennomført 08.11.93 kl 14-17, d.v.s.

8-11 timer etter siste høyvann og samtidig før ny inntrengning av høyvann i Lotra-bekken og Lotra-kanalen. Perioden forut for prøvetakingen (ca 14 dager) var preget av minusgrader og minimal nedbør. Dette skulle gi en gunstig prøvetakingssituasjon med minimalt overflatetilsig. Ved grunnvannsprøvetaking ble Grundfos miljøpumpe (MP1) benyttet. Brønnene ble rensesumpet umiddelbart etter etablering og fikk deretter stå ca 14 dager. Ny rensesumping, med uttak av vannmengder tilsvarende ca 5 brønnvolum, ble foretatt før prøvetaking (09.11.93). Parallelt med rensesumpingen ble det foretatt "on-line" målinger av temperatur og ledningsevne, for å påse at stabil vannkvalitet ble oppnådd.

I tillegg til ICAP-, AA-, GC- og EOX-analyser, som beskrevet under punkt 2.3.1, er følgende vannanalyser utført:

| | | |
|------------|------------------------------------|---|
| <u>IC:</u> | Laboratorium: | NGU |
| | Metode: | Høytrykks ione-kromatograf (HPIC) |
| | Instrument: | Dionex 2010i m/høysensitiv kondukt.detektor |
| | Elementer og deteksjonsgrenser: | Se vedlegg 5 |

Alkalitet/pH/ledningsevne: Se vedlegg 5

3 RESULTATER; Geofysikk

3.1 Sjøfyllinga (område 1)

Området ligger nær sjøen og er avgrenset mot vest og nordvest av bekk/dreneringskanal, og mot sørøst av metallgjerde (kartbilag -02). Skog- og krattbevokst areal øst for prikket markslagsgrense utgjøres av et høydeplatå 2-4 m over sjøen, mens gressbevokst lavområde vest- og nordafor blir delvis oversvømt ved flo sjø. På høydeplatået er det registrert fjellblotning mellom profilene 100 X og 120 X og øst for 160 X (se kartbilagene -03 eller -04).

3.1.1 Magnetometri

Uforstyrret magnetisk feltstyrke i dette området er ca. 51000 nT. Metallgjerdet har en forstyrrende effekt på anomalibildet i en avstand på ca. 20 m. Dette er det selvsagt tatt hensyn til ved tolkningen av måleresultatene. Data fra samtlige profiler er framstilt i tolkningskart (kartbilag -03). Den stiplede linjen avgrenser områder der en har magnetiske anomalier som antas å skyldes jernholdig materiale i bakken. Et slikt område har senter ved posisjon 145 X, 120 Y. Figur 1 viser eksempel på et målt profil (120 Y). Profilet viser typiske anomalistørrelser og -former innenfor området. Mellom koordinatene 125 X og 165 X sees kraftige anomalier som trolig skyldes jernholdige gjenstander i deponiet. Innenfor dette området antas de kraftige anomaliene (≥ 100 nT) å representere grunnliggende materiale. Dette bekreftes av metalltønner som stikker opp i dagen. Et annet anomalt område med svakere anomalier (40-100 nT) har senter ved posisjon 110 X, 160 Y. Figur 2 viser profil 160 Y som er et typisk eksempel herfra. De svake anomaliene kan skyldes jernholdig materiale på et noe større dyp, men det er like sannsynlig at anomaliene gjenspeiler et grunnere dyp til fjell (fjellrygg), og/eller høyere magnetittinnhold i bergarten.

3.1.2 EM 31

"Normalområdet" for målt ledningsevne varierer fra 1 til over 400 mS/m. En kvalitativ vurdering av data gir indikasjoner på variasjon i løsmassetykkelse og overflatenære forhold. Lave verdier (1-5 mS/m) sentralt på høydeplatået bekrefter at fjelloverflaten der ligger svært grunt, og at den må regnes å ligge over sjønivå under størstedelen av platået. Fra platået må fjelloverflaten skråne ned under sjønivå nede på det lavtliggende området utenfor. Fjelloverflaten ser der ut til å ligge ganske grunt under midtre del (profilene 100 X til 150 X) og likeså rett på nordsiden av platået. Høye ledningsevneverdier i nordligste del av området (fra profil 180 X og nordover) kan indikere noe større dyp til fjell, men skyldes delvis også at overflatematerialet der er saltanrikt ($\sigma_H > \sigma_V$). Anomaliområder langs

profilene framgår av kartbilag -04, og viser at det er et markert anomaliområde på nordligste del av høydeplatået og ned mot lavområdet utenfor (profilene 140 X - 160 X og 120 Y). Anomaliene her regnes å være forårsaket av deponert materiale. Stiplet linje angir yttergrense for det som ut fra ledningsevne-målingene antas å være deponiområdet. De øvrige anomaliene må da ha andre årsaker. Anomali ved østenden av X-profilene skyldes påvirkning fra metallgjerde. Anomalier med relativt kort utstrekning vestafør kan skyldes at det i østlige del av måleområdet kan være rester av jordingsnett i bakken, men dette er ikke påvist med sikkerhet. Svake anomalier kan også skyldes naturgitt støy.

I figur 3 er profil 120 Y vist som eksempel fra området. Det er et kraftig anomalt område sentralt i profilet. (Størrelsen av negative verdier er ikke målt, men er satt lik -10 mS/m ved plotting av data). Sønnafor er det lave verdier på platået hvor fjelloverflaten ligger grunt. Mot nordenden øker σ_H kraftig mens σ_V øker mye svakere, noe som indikerer at fjelloverflaten trolig ligger ganske grunt også under lavområdet like nord for platået.

3.1.3 Samtolkning geofysikk

Et samtolkningskart for område 1 er presentert i kartbilag -05. Mulige deponiområder angitt ut fra magnetiske målinger i kartbilag -03 og ledningsevнемålinger i kartbilag -04, er i kartbilag -05 gjengitt med egen skravur for hver metode. Stiplet linje viser yttergrensen for det som ved samtolkning regnes å være deponiområdet. Dette utgjør et areal på ca. 1500 m². De sikreste indikasjoner på deponi har en i de områdene der begge metodene gir anomale verdier. Magnetisk anomaliområde nær bekken sørvest for deponiområdet, antas å være forårsaket av naturlige variasjoner i berggrunnen, som ut fra ledningsevнемålingene regnes å ligge ganske grunt.

3.2 Område 2

Området ligger på begge sider av bekkeslyng øst for vei (kartbilag -02). Langs det dels gjengrodde bekkefare er det forsumpet mark. Vestafør er det mest åpen gress- og lyngmark med enkelte trær. Skogbevokst område langs østsiden av bekkefare ligger noe høyere, og har en lav brattkant ned mot bekkefare. Forsumpet og vesentlig gressbevokst grunn opptrer lengst øst og nordøst. Utfra opplysninger fra kjentmann samt indisier fremkommet ved befarung i felt ble det med relativt stor sikkerhet antatt at det gamle fyllingsområdet som ble benyttet av tyskerne under andre verdenskrig, befant seg i denne lokaliteten.

3.2.1 Magnetometri

Målingene i dette området ga ingen indikasjoner på nedgravd jernholdig materiale. Figur 4 (profil 140 Y) viser at den magnetiske feltstyrken er tilnærmet uforstyrret og ligger rundt ca. 51080 nT. Profilet er representativt for alle de andre profilene innenfor område 2.

3.2.2 EM 31

Målt ledningsevne varierer fra 30 til 300 mS/m. De høyeste verdiene følger forsumpet område langs bekkefar. Her er måleverdiene med vertikale og horisontale spoleakser (σ_v og σ_h) tilnærmet like. Forøvrig ligger σ_h en del under σ_v , men de har gjennomgående god samvariasjon. De laveste verdiene er målt på det noe høyereliggende området langs østsiden av bekkefare og med minimum lengst sørøst. Det regnes at ledningsevne-variasjonen i området er naturbetinget og dels skyldes terrengvariasjoner og endringer i løsmassesammensetning og dels at porevannet langs bekkefare er ioneanrikt i forhold til formasjonsvannet forøvrig. Anrikningen kan være forårsaket av saltvannsinntrængning langs bekk eller forurensning i bekken. Målingene gir ingen indikasjoner på deponert materiale i området.

3.2.3 Samtolkning geofysikk

De to målemetodene har ikke gitt indikasjoner på deponert materiale i område 2. De variasjoner som finnes i måledata, skyldes naturlige endringer i grunnforholdene.

3.3 Område 3

Området strekker seg fra bygning/garasje og i retning mot ØNØ, det er relativt tett skogbevokst og har dels noe forsumpet overflate. Over nordlige del av området går en påfylt grusvei tilnærmet i østvest retning. Utfra opplysninger som fremkom under befarings 08.09.93 ble det, som et tillegg til de opprinnelige undersøkelser, besluttet å foreta geofysiske målinger i dette området. Ifølge stasjonssjef ved radiostasjonen kunne fyllmateriale, bl.a. av metallisk karakter, være nedgravd i området.

3.3.1 Magnetometri

Uforstyrret magnetisk feltstyrke i dette området er ca. 51060 nT. Et område med svake anomalier (40-100 nT) er detektert øst for profil 30 X, mellom koordinatene 80 Y og 120 Y. I kartbilag -03 angir stiplede linje omrisset av dette området. En kan ikke med sikkerhet si at

det anomale området representerer deponert jernholdig materiale. Figur 5 (profil 40 X) viser typisk anomalistørrelse og -form innenfor området. Anomaliene er svake og relativt avrundet, og kan derfor skyldes naturlige inhomogeniteter i berggrunnen (høyt magnetittinnhold) og/eller grunnere dyp til fjell (fjellrygg) . Plasseringen av profilets høyeste magnetiske verdi er sammenfallende med dets kryssningspunkt med veien. En kan derfor ikke se bort ifra at anomalien har sammenheng med forhøyet magnetittinnhold i påfylt masse i veikroppen.

3.3.2 EM 31

Det er bare målt langs profil 100 Y. I området sør for grusveien er det meget kraftige anomalier. Ved å dreie instrumentet ble maksimum ledningsevneverdi oppnådd i en bestemt retning som synes i være tilnærmet den samme for en rekke målepunkter. Det regnes derfor at anomaliverdier i området er forårsaket av et jordingsnett i bakken. På grunn av den kraftige tekniske støyen anses ledningsevne målingene her å være uegnet til å påvise eventuelt deponert materiale.

3.3.3 Samtolkning geofysikk

Kraftig teknisk støy medfører at ledningsevne målingene ikke er egnet for påvisning av deponert materiale i område 3. Magnetiske målinger gir relativt svake anomalier i østlige del av området (kartbilag -05). Anomaliene kan være knyttet til påfylt masse for veien over området, men det er ikke utelukket at det også kan finnes annet deponert materiale i området.

3.4 Område 4 og 5

Etter at de geofysiske undersøkelsene i område 2 gav et klart negativt svar med hensyn til påvisning av deponert materiale, ble ny kontakt med kjentmann etablert. Det ble da antatt at Tyskerfyllinga kunne ligge nærmere opp mot E6, innen områdene 4 og 5, som beskrevet i det følgende.

De to områdene er vurdert sammen siden de grenser til hverandre langs veien som går i nær nordsør retning. I område 4, som ligger mellom veien og bekken vestafor, er det relativ tett skog- og krattvegetasjon, og langs bekkefare er det en del forsumpet mark nær bekkenivå. I område 5, østover fra veien, er det mest åpen gressmark, men med noen treklynger og partier med småskog. En vannfylt grop og enkelte andre forsenkninger i terrenget tyder på at det har vært gravd i området.

3.4.1 Magnetometri

Område 4 er hovedsakelig dekket med 2 lange profiler, ett parallelt med veien og et annet langs bekken. I sydenden av hvert av disse to profilene er det detektert en sterk anomali (> 100 nT). Årsaken til disse to anomaliene er usikker, men en merkestake ved bekken kan indikere at anomalien der skyldes nedgravd rør eller kabel. Profilet nærmest veien har ellers en svak anomali (40-100 nT) ved posisjon 150. Denne anomalien kan representere vestre begrensning av et større normalt område (område 5), som i hovedsak ligger øst for veien. Innenfor område 5 har en detektert et klart avgrenset område med til dels kraftige anomalier. Figur 6 (profil 120 Y) viser et typisk eksempel fra området. Mellom posisjonene 225 og 255 sees flere tettliggende, kraftige anomalier med amplituder > 100 nT. I resten av profilet ligger den magnetiske feltstyrken på ca. 51080 nT. Stiplet linje i kartbilag -03 angir omriss av anomaliområde som kan skyldes deponert jernholdig materiale.

3.4.2 EM 31

I område 4 omfatter målingene bare ett profil med retning parallelt med veien. "Normalverdiene" varierer mellom 70 og vel 300 mS/m med horisontale spoleakser og mellom 100 og 300 mS/m med vertikale spoleakser. Dette er nær tilsvarende forhold som i område 2, med de høyeste verdiene i forsumpede områder nær bekkenivå (ved sørenden, mellom posisjon 67 og 87 m og fra 167 m og ut profilet). Relativ kraftig anomali nær sørenden har usikker årsak, men både signaturen på EM-anomalien samt merkestake som ble observert i terrenget indikerer at dette kan være teknisk støy (rør, kabel). Et område tolket som svak anomali, ligger på forsumpet mark, mens to anomaliområder av ganske begrenset utstrekning lenger nord i profilet, ligger noe høyere på tørr mark (se kartbilag -04).

I område 5 er "normalverdiene" noe lavere, 50-130 mS/m med horisontale spoleakser, og 75-210 mS/m med vertikale spoleakser. De laveste verdiene opptrer i nordvest og de høyeste i sør og sørøst. Det er indikert anomaliområder langs alle måleprofilene (kartbilag -04). I figur 7 er profil 160 Y vist som eksempel på måledata i området. Profilet viser både normalverdier og områder med sterke og svake anomalier.

Anomaliområder langs profilene regnes å indikere deponert materiale, men noen av de svake anomaliene kan også skyldes naturlige inhomogeniteter i grunnen. I kartbilag -04 angir stiplet linje yttergrensen for det som ut fra ledningsevne målinger antas å være deponiområdet.

3.4.3 Samtolkning geofysikk

Et samtolkningskart for områdene 4 og 5 er presentert i kartbilag -05. Mulig deponiområde angitt ut fra magnetiske målinger i kartbilag -03 og ledningsevne målinger i kartbilag -04, er

i kartbilag -05 gjengitt med egen skravur for hver metode. En ser at de to metodene gir nær sammenfallende utbredelse. Stiplet linje viser yttergrense for det som ved samtolkning synes å utgjøre deponiområdet. Avgrensningen mot sør i område 5 er usikker på grunn av mangelfull måledekning. Arealet av det kartlagte deponiområdet er ca. 7500 m².

Som det fremgår av avnitt 3.5 er dette "nye" deponiområdet ikke samsvarende med det som i utgangspunktet var definert som Tyskerfyllinga. Forhistorien for det nye området er ukjent, men beliggenheten kan peke i retning av at en sammenheng med Tyskerfyllinga foreligger.

3.5 Tyskerfyllinga (område 6)

Samtaler med kjentmann, visuell vurdering av terrenget samt søk med militært minesøkerutstyr ble gjennomført parallelt med de geofysiske undersøkelsene. Dette førte til at Tyskerfyllinga omsider ble funnet (tegning -02 og figur 12). Fyllingsområdet fremstår som et meget tydelig og regelmessig mønster av forsenkninger i bakken. Det ble derfor ikke funnet påkrevet å gjennomføre videre geofysiske målinger for å avklare utbredelsen av fyllingsområdet. Med minesøkerutstyret ble det påvist meget tydelige metallutslag ved måling over forsenkningene.

4 RESULTATER; Boringer, sedimentanalyser og vannanalyser

Ved alle vurderinger av resultater fra de kjemiske analyser av sediment- og vannprøver er det, i mangel av nasjonale retningslinjer, valgt å benytte det nederlandske ABC-systemet's som referanseverdier, som angitt i VROM 1983. I revidert utgave av ABC-systemet (VROM 1988) er det i stor grad gått bort fra å angi eksakte tall for A-verdier, og kun angitt at A-verdi avhenger av de lokale naturforhold. Vedlegg 7 viser "naturlige geokjemiske bakgrunnsverdier" for Verdalsområdet sammenstilt med geokjemiske analyseverdier for sedimentprøver fra Rinnleiret (Sjøfyllinga og Tyskerfyllinga). Bakgrunnsprøvene har sitt opphav i NGU's innsamling av generelle geokjemiske bakgrunnsdata (jfr. Sæther, O. M. 1987).

4.1 Sjøfyllinga

4.1.1 Sonderboringer

Resultatene fra sonderboringer ved Sjøfyllinga er vist i figur 8, 9 og 10. Strandflaten foran fyllingsfoten består av 1-3 meter bløt, siltig leire over forvitret grønnskifer/fyllitt. Løsmassemektheten øker mot øst (figur 9). I selve fyllingen er massene mere sand/finsand-dominerte og mektigheten er 1-2 meter. Boringene i fyllinga forløp i stor grad som sondering i naturlige masser og ingen store, massive gjenstander ble påtruffet. Dette indikerer at fyllmaterialet i betydelig grad er nedbrutt eller at store massive gjenstander ikke er deponert.

Ut fra resultatene fra boringer og geofysikk er fyllingens volum beregnet til 3.000 m³.

Mulighetene for grunnvannsstrømning og eventuell forurensningsspredning gjennom de finkornige sedimentene i strandflata foran fyllingsfoten anses som minimale (se kornfordelingskurver vedlegg 3 og prøvebeskrivelser vedlegg 4). Den underliggende, forvitrede berggrunn kan ha et større potensiale for grunnvannstransport. Brønner for uttak av grunnvannsprøver ble derfor boret ned i det forvitrede fjellet.

4.1.2 Sedimentanalyser

Beliggenhet av prøvetakingspunkter er vist i figur 8. Kornfordelingskurver samt generell beskrivelse av prøvene er gitt i vedlegg 3 og 4. Alle prøver er tatt på strandflaten foran fyllingsfoten. Ut fra fjelltopografi og sedimentforhold ble dette vurdert å være den eneste mulige retning for eventuell forurensningsspredning fra fyllinga.

Resultater fra analyser på tungmetaller og organiske forbindelser er gitt i tabell 1. I mangel av nasjonale retningslinjer er det valgt å benytte det nederlandske ABC-systemet som

referanseverdier. Med ett unntak, kobber (Cu) i prøve nr 5, ligger alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser godt under nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi).

De fire sedimentprøvene fra strandflata ved Sjøfyllinga (prøve nr 1-4) viser meget store likhetstrekk når det gjelder tungmetallinnhold. Prøve 4 viser gjennomgående noe høyere absoluttverdier enn de øvrige, men den relative sammensetningen er i stor grad den samme. Et høyere innholde av natrium (Na) og magnesium (Mg) i prøve 4 indikerer sterkere sjøvannspåvirkning i denne lokaliteten. Dette synes naturlig idet denne prøven ligger kun 0.5 - 1.3 m under den tidevannsoversvømmede strandflaten.

Det er ikke påvist innhold av mineralolje eller organiske klorforbindelser (løsemidler) i sedimentprøvene fra strandflata. Prøvene inneholder noe planterester som er under nedbryting, hvilket antas å være opphavet til de ioniserbare gasser som er påvist ved PID-analyse på jordgass fra prøvene.

Prøve 5 er hentet fra den forvitrede berggrunnen som ligger under sedimentene i Sjøfyllingsområdet. Prøven viser et innhold av tungmetaller som er nær identisk med sedimentprøvene fra området, men med et markert avvik når det gjelder kobber (Cu). Kobber-verdien ligger høyere enn nederlandsk B-verdi (100 mg/kg). For uttak av denne prøven ble Borros-rigg påmontert kjerneboringsutstyr (åpen diamantborkrone Ø30 mm) benyttet.

Boring med diamantborutstyr foregår med relativt høy rotasjonshastighet noe som krever tilførsel av kjølevann. Boringen skulle i denne sammenhengen kun føres et kort stykke (10-15 cm) ned i forvitret fjell og det ble besluttet ikke å benytte kjølevann for å unngå utvasking og eventuell krysskontaminering. I ettertid kan det slås fast at dette var en uheldig beslutning.

Etter telefonisk kontakt med Odd Antonsen ved firma Diateam i Trondheim ble det klarlagt at kobber er et sentralt materiale i den metall-legeringen (matrisen) som diamantene i borkronen legges i. Dette gjelder særlig for den type borkrone som er benyttet her (Scan-9C), en borkrone særlig beregnet for hardt fjell. Det konkluderes derfor med at kobberinnslaget i prøve 5 har sitt opphav i forurensing fra diamantborkronen.

4.1.3 Vannanalyser

To observasjonsbrønner for uttak av grunnvannsprøver ble boret ved Sjøfyllinga. Beliggenhet og utforming er vist i figur 8 og 11. Brønnfiltre ble plassert ca 1 meter ned i forvitret berggrunn. Observasjoner under boringene indikerer en betydelig innblanding av tette silt/leir-

masser i sonen med forvitret fjell. Observasjoner av grunnvannstand gir de samme indikasjoner idet brønnene viser meget treg respons på variasjoner i sjøvannstand.

Brønnene ble etablert i slutten av oktober -93, rett før en lengre kuldeperiode. Dette medførte betydelig isdannelse i brønnene. Det ble vurdert å forsøke å fjerne ispluggene ved hjelp av boring og/eller oppvarming, men risikoen for å ødelegge brønnrørene ble funnet å være for stor. Prøvepumping og vannprøvetaking fra disse brønnene foreslås derfor utført våren -94.

Med tanke på å spore et eventuelt tilsig av forurenset grunnvann fra Sjøfyllinga til Lotrabekken, ble det tatt vannprøver fra bekken oppstrøms og nedstrøms fyllinga. Prøvetakingslokalitetene er vist i figur 17 (pkt. 1 og 2) og analyseresultatene fremgår av tabell 2 og 3.

Når det gjelder innhold av uorganiske hovedkomponenter (tabell 2) så viser prøve 1 betydelig mere sjøvannspreg (natrium og klorid) enn prøve 2 (kalsium og bikarbonat). En grafisk fremstilling av dette er vist i figur 18. Dette anses som naturlig idet det ved prøvetakingspunkt 1, selv 6-7 timer etter siste høyvann, vil være et merkbart tilsig av sjøvann (brakkvann) fra omkringliggende strandflater. Oppstrøms punkt 2 er utstrekningen av arealer som regelmessig oversvømmes av høyvann betydelig mindre. Det er ingen forhold vedrørende uorganiske hovedkomponenter som tyder på unaturlig tilsig av sigevann fra Sjøfyllinga.

Når det gjelder innhold av metaller og organiske komponenter (tabell 3) viser analysene fra de to prøvetakingslokalitetene tilnærmet identiske verdier. Ingen detekterte verdier ligger høyere enn nederlandske A-verdier. For nikkel (Ni) og molybden (Mo) ligger deteksjonsgrensen ved ICAP-analyse på nivå med nederlandsk B-verdi. Det samme gjelder for GC-analyse av mineralolje, slik at strengt tatt så kan vannprøvene innehold mineralolje i konsentrasjoner opp til B-verdi. De eventuelle oljerester som måtte finnes i fyllinga er over 40 år gamle og må derfor ha blitt gjenstand for en betydelig degradering. Christensen et al (1993) har undersøkt noen gamle oljeforurensinger og finner at fersk olje domineres av n-alkaner (n-C9 til n-C25) mens gasskromatogrammene for den degraderte oljen domineres av isoprenoider (farnessane, norpristane, pristane og phytane).¹ Som det fremgår av vedlegg 6 er det kun n-alkaner som fremstår som registrerbare topper i GC-analysene. Den eventuelle olje som måtte finnes i vannprøvene er derfor av fersk karakter, og har ikke sitt opphav i Sjøfyllinga.

Et betydelig høyere bor-innhold (B) i prøve 1 enn i prøve 2 er igjen et resultat av sjøvannspåvirkning. Analyseverdiene for prioriterte miljøgifter som bly (Pb), kvikksølv (Hg) og cadmium (Cd) ligger alle godt under nederlandsk A-verdi.

¹ For nærmere forklaring; se kromatogram for "standard marin diesel" under vannprøver, vedlegg 6.

For å skaffe et mere helhetlig bilde av de hydrogeokjemiske forhold i Rinnleiretområdet ble vannprøver også samlet inn fra punkter lengre oppstrøms i Lotra-kanalen (figur 17, punkt 7, 8 og 11). Dette ble bl.a. gjort for å spore eventuelle forurensingstilsig fra selve Rinnleiret-leiren. Dataene i tabell 2, som er visualisert i figur 18, viser en gradvis endring oppover i kanalen fra sjøvannspreget vann (Na/Cl) til Ca/HCO₃-preget ferskvann. Det totale ioneinnhold (ledn.evne) viser samtidig en gradvis reduksjon fra prøvepunkt 1 til punkt 11. Analysen av uorganiske hovedkomponenter viser ingen tegn til forurensingstilsig fra Rinnleiret-leiren.

Analysene for metaller og organiske komponenter for prøvepunktene 7, 8 og 11 (tabell 3) er i store trekk identiske med resultatene omtalt foran for prøve 1 og 2 ved Sjøfyllinga. Prøve 11, som er en referanseprøve fra området oppstrøms Rinnleiret, viser noe lavere verdier for bly (Pb) og cadmium (Cd) enn de øvrige prøvene.

4.1.4 KONKLUSJON: Vurdering av forurensingssituasjonen

Som en samlet konklusjon for de vannkjemiske analysene fra Sjøfyllinga og Lotra-kanalen kan det sies at ingen tegn til forurensingstilsig fra Sjøfyllinga eller andre områder som dreneres mot Lotra-kanalen, er påvist. Alle ulikheter i vannkjemisk forurensingstilsig langs Lotra-kanalen kan forklares utfra naturlige kjemiske prosesser. Innholdet av mineralolje i vannprøver kan, utfra deteksjonsgrensen for de GC-analyser som er utført, være høyere enn nederlandsk A-verdi. Denne eventuelle oljen har en fersk karakter og har ikke sitt opphav i Sjøfyllinga.

Med ett unntak, kobber (Cu) i prøve nr 5, ligger alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser i sedimentprøver godt under nederlandsk A-verdi (naturlig bakgrunnsverdi). Bakgrunnen for den høye kobberverdien i prøven fra forvitret berggrunn er forurensing fra kobberholdig diamantborkrone under prøvetakingen.

Forurensingssituasjonen for grunnvann ved Sjøfyllinga er ikke klarlagt p.g.a. tekniske problemer (frost) ved grunnvannsprøvetakingen.

I den undersøkelse som er gjennomført er det ved Sjøfyllinga ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdsel på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter. Konklusjonen baseres på det nederlandske ABC-systemets referanseverdier.

4.2 Tyskerfyllinga

4.2.1 Sonderboringer

Resultatene fra sonderboringer ved Tyskerfyllinga er vist i figur 12, 13 og 14. Boringene 1-3 viser et tynt topplag (1-2 m) av sand/finsand over leirige og tildels bløte masser. Den dypeste boringen går ned til 15 m's og underliggende fjell er ikke påvist. I området nærmest Tyskerfyllinga (boring 4-7) er forholdene svært homogene med siltig finsand som det dominerende materiale. Alle boringer er ført til 7,5 m's dyp og fjell er ikke påvist.

Utfra kornfordelingsanalyser (vedlegg 3) er hydraulisk konduktivitet for løsmassene ved Tyskerfyllinga beregnet til 10^{-6} m/s (1 ml/s pr m^2). Strømnings-gradient for Lotra-bekken er, utfra vannstandsmålinger ved nivellerte vannmerker (figur 16), beregnet til 1 mm/m. Målingene viser samtidig at de lokale grunnvannsgradienter ut mot bekken er større (3-4 mm/m). Det antas likevel at Lotra-gradienten vil være samsvarende med midlere gradient for den generelle grunnvannsstrømningen gjennom området. Det er videre antatt at den effektive porøsitet for de aktuelle løsmasser er av størrelsesorden 10%. Ved hjelp av Darcy-ligninga kommer en da fram til at den effektive hastigheten for den generelle grunnvannsstrømningen gjennom området vil være av størrelsesorden **0.3 m/år**.

En eventuell spredning av forurenset grunnvann fra Tyskerfyllinga vil ha startet ved tidspunktet for etablering av fyllingen, d.v.s. for ca 53 år siden. Teoretisk spredningsområde for forurensingen er da utfra tallene foran 16 meter med hovedretning mot nord.

Som det fremgår inneholder regnestykket flere antagelser og sluttsvaret kan godt være feil med en tierpotens. En forurensingsspredning på 160 meter kan likevel ikke betegnes som omfattende når Rinnleiret-området vurderes under ett. Utfra en slik betraktning vil det eksempelvis enda gå 150-200 år før forurenset grunnvann når ut til strandsonen. I tillegg kommer den naturlige renseseffekt som ligger i de leirholdige sedimentene (5- 10 % leir ifølge vedlegg 3 og 4) og i fortynningseffekter.

I tilbudsgrunnlaget for undersøkelsene ble det særlig påpekt at mulighetene for forurensingsspredning gjennom tynne permeable lag skulle vurderes. Større slike diskontinuiteter er ikke funnet hverken ved sonderboringen eller prøvetakingen. Som det fremgår av prøvebeskrivelsen i vedlegg 3 har prøvene fra Tyskerfyllinga likevel en tydelig "mikro"-lagdeling (varvig) som følge av varierende finsandinnhold. Disse lagene fremstår ikke som enkeltstående diskontinuiteter, men heller som et strukturelt element som er tilnærmet jevnt fordelt gjennom sedimentpakken. Kornfordelingskurvene representerer naturlig nok samfengt materiale slik at hydraulisk konduktivitet for de mere finsandrike "mikro"-lagene (< 1 mm) er noe høyere, og konduktiviteten for den silt/leir-rike hovedmassen tilsvarende lavere, enn det som er beregnet utfra kornfordelings-analysene. Noe større strømningshastighet kan derfor forventes

i "mikro"-lagene. Det forventes likevel ikke at den horisontale utholdenheten av disse lagene er av en slik karakter at det gir vesentlig innvirkning på det totale strømningsbilde.

Vurdering av vertikal (nedadrettet) bevegelse av grunnvann/forurensing synes å ha liten praktisk interesse i denne undersøkelsen. Området benyttes i dag ikke for grunnvannsutttak og har heller ikke karakter av en fremtidig utnyttbar grunnvannsressurs. Det er derfor kun fokusert på grunnvannsstrømning som kan gi opphav til forurensingsspredning til overflateresipienter. Grovere og mere permeable masser kan teoretisk finnes på større dyp (>15-20 m) under Tyskerfyllinga og fungerer som et horisontalt dren for eventuelle forurensingskomponenter med nedadrettet bevegelsesretning (eks. "tunge" organisk klorforbindelser (løsemidler)). Den vertikale bevegelseshastigheten, forårsaket av tyngdekraften, gjennom de finkornige sedimentene vil være meget liten, trolig vesentlig mindre enn den horisontale grunnvannshastigheten (0,3 m/år). Tidsaspektet for vertikal bevegelse ned til mer enn 15-20 m's dyp er da betydelig mer enn 50 år.

Utfra vurderingen foran **konkluderes det med** at den eneste muligheten for miljøskadelig forurensings-spredning fra Tyskerfyllinga er lokal grunnvannsstrømning fra fyllinga ut i Lotra-bekken. Det ble derfor besluttet at videre vannprøvetaking i hovedsak skulle konsentreres om Lotra-bekken.

Selve fyllingsområdet fremstår som meget tydelige og regelmessige forsenkninger i bakken. Ni større groper à 3x7 meter er registrert (figur 12). Grunnvannstanden står i dag ca 0.5 m under bakkenivå og det antas at gropene maksimalt kan være gravd ut til et dyp 1 m under grunnvannsspeilet. Totalt volum av fyllmateriale i området er utfra dette beregnet til 250-300 m³.

4.2.2 Sedimentanalyser

Beliggenhet av prøvetakingspunkter er vist i figur 12. Alle prøver er tatt i vestre del av fyllingsområdet, mellom de to hovedrekkene av groper. Utfra en tankegang om at det her i første rekke var av interesse å klarlegge forurensingssituasjon i umiddelbar nærhet av kilden, ble borpunktene plassert så nært inn til gropene som mulig og prøver tatt ut i underkant av antatt fyllingsbunn (1.5 - 3.3 meter under terreng). En skjematisk fremstilling er gitt i figur 13.

Resultater fra de kjemiske analysene er vist i tabell 1 (prøve 6-8). Alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser ligger godt under nederlandsk A-verdi. De fire prøvene må betegnes som tilnærmet identiske når det gjelder innhold av tungmetaller og basekationer (Mg, Ca, Na, K).

Prøvene fra Tyskerfyllinga skiller seg fra prøvene ved Sjøfyllinga i første rekke ved lavere kalsiuminnhold (Ca). Dette tilskrives lavere innhold av skjellfragmenter i sedimentene ved Tyskerfyllinga. Også natrium (Na) er lavere ved Tyskerfyllinga p.g.a. mindre sjøvannspåvirkning.

4.2.3 Vannanalyser

Ut fra konklusjonene i kapittel 4.2.1 ble det funnet påkrevet med en undersøkelse av de vannkjemiske forhold i Lotra-bekken, oppstrøms og nedstrøms Tyskerfyllinga. Prøvetakingspunktene i bekken er vist i figur 17, og analyseresultatene i tabell 4 og 5.

Tre hovedmomenter kan trekkes ut fra analysen av uorganisk hovedkomponenter (tabell 4):

- 1) Det totale ioneinnholdet i Lotra-bekken er 4-10 ganger høyere enn i Lotra-kanalen.
- 2) Det observeres, som en direkte motsetning til forholdene i Lotra-kanalen, et økende ioneinnhold oppover i bekken.
- 3) En grafisk fremstilling av uorganiske hovedkomponenter for de fire prøvetakingspunktene i Lotra-bekken (figur 18) viser at alle prøver har en relativ kjemisk sammensetning som er nær identisk med relativ sammensetning av sjøvann.

Det sistnevnte forhold kan forklares ut fra at sjøvann (brakkvann) trekker helt inn til prøvepunkt 6 under ekstrem springflo. Bekken har et minimalt tilsig av ferskvann, idet Lotra-kanalen fanger opp vann fra det meste av nedslagsfeltet. Gjennomstrømmingen og vannutskiftingen i bekkeløpet blir dermed meget liten og det inntrengende brakkvannet vil sette et markert preg på vannkjemien i bekkeløpet.

Vannutskiftingen vil likevel være større jo lengre ned i bekkeløpet en kommer idet terrenggradienten er noe større og idet disse områdene oftere vil oppleve flo/springflo. Fordampning av vann fra fri vannflate, trolig i samspill med organisk aktivitet fører til oppkonsentrering av de enkelte kjemiske komponenter i bekkvannet. Den organiske aktiviteten vil bl.a. kunne bestå i opptak av vann i planter, transpirasjon og tilbakeføring av oppkonsentrerte kjemiske komponenter fra døende planterester. Resultatet vil da kunne være et generelt høyere konsentrasjonsnivå i bekken (punkt 1 foran) samt økende ioneinnhold oppover i bekken (punkt 2 foran).

Et fjerde moment som går fram fra figur 18 er at det relative innhold av sulfat reduseres merkbart oppover i bekken, fra 5 meq% i prøve 3 til 1 meq% i prøve 6. Dette skyldes en omfattende organisk aktivitet og gjengroing i de øverste deler av bekkeløpet, slik at oksygen forbrukes og sulfat reduseres til hydrogensulfid. Den umisskjennelige sulfid-lukten var fremtredende under prøvetakingen i disse områdene.

En såvidt omstendelig utlegning vedrørende de hydrokjemiske forhold i Lotra-bekken synes nødvendig for å kunne vurdere hvorvidt Tyskerfyllinga bidrar med forurensning til bekken. Det forhold at konsentrasjonene av uorganiske hovedkomponenter er høyere oppstrøms fyllinga (prøve 6) enn nedstrøms (prøve 5) kunne lede til den konklusjon at en forurensningskilde må finnes oppstrøms fyllingsområdet. Med støtte i prøvene 3 og 4 finner en imidlertid en større, systematisk geokjemisk sammenheng som leder til de konklusjoner som er gitt foran.

Analysen av metaller i vannprøver fra Lotra-bekken (tabell 5) viser samme trend med økende konsentrasjoner oppover i bekken. Konsentrasjonene av bly (Pb) og kadmium (Cd) øker med 50-80 % fra prøve 5 til prøve 6, d.v.s. en noe høyere økning enn det en finner for de uorganiske hovedkomponentene (20-30 %). Analyseverdiene for kadmium i prøve 5 og prøve 6 ligger h.h.v. over nederlandsk A-verdi og B-verdi. De relativt høye konsentrasjonene forklares utfra naturlig oppkonsentrering som følge av fordampning og organisk aktivitet.

Relativt høye konsentrasjoner av jern (Fe) og mangan (Mn) opptrer i Lotra-bekkens øvre deler, som følge av oppkonsentrering og reduserende forhold.

Innholdet av mineralolje og organiske klorforbindelser (tabell 5) i prøve 5 og 6 ligger under deteksjonsgrensen for analysene.

To observasjonsbrønner for uttak av grunnvannsprøver ble boret ved Tyskerfyllinga. Beliggenhet og utforming er vist i figur 12 og 15. Analyseresultater er gitt i tabell 6 og 7.

Grunnvann fra de to brønnene viser klare ulikheter idet brønnen nærmest Lotra-bekken (prøve 9) viser relativt høye verdier av natrium (Na) og klorid (Cl) mens brønn 2 (prøve 10) domineres av kalsium (Ca) og bikarbonat (HCO_3). Ved en grafisk fremstilling (figur 19) av det relative innhold av uorganiske hovedkomponenter ser en at prøve 9 ligger i en mellomstilling mellom vann i Lotra-bekken og vann i brønn 2. Utfra dette konkluderes det med at Lotra-bekken har innvirkning på grunnvannskjemien i bekkens nærområder.

Når det gjelder innhold av metaller og organiske komponenter i grunnvannsprøver (tabell 7) viser analysene, med unntak av molybden (Mo) i prøve 10, ingen detekterte verdier som ligger høyere enn nederlandske A-verdier. For nikkel (Ni) og molybden (Mo) ligger deteksjonsgrensen ved ICAP-analyse på nivå med nederlandsk B-verdi. Det samme gjelder for GC-analyse av mineralolje, slik at strengt tatt så kan vannprøvene innehold mineralolje i konsentrasjoner opp mot B-verdi. Med henvisning til kapittel 4.1.3 konkluderes det med at denne eventuelle oljen er av fersk karakter og dermed ikke kan ha sitt opphav i Tyskerfyllinga.

Den forhøyede molybden-verdien i prøve 10 tolkes som en parallell til at andre metaller, som f.eks. bly (Pb) og kadmium (Cd), også viser høyere verdier i denne prøven enn i prøve 9. Pb og Cd viser likevel god margin i forhold til A-verdi og det synes lite sannsynlig at en metallisk forurensing skal gi seg utslag i en kritisk høy verdi for molybden alene. En mulighet som kan holdes åpen er likevel at molybden inngår som et viktig metall i panserstål-legeringer.

Som referanseprøver for de vannprøver som er tatt fra selve Rinnleiret-området er det tatt prøver fra Lotra oppstrøms Rinnleiret samt fra Rinnelva. Prøvelokalitetene er vist i figur 17.

Prøvene er nær sagt identiske når det gjelder innhold av uorganiske hovedkomponenter (tabell 8). Prøvenes komposisjon i forhold til vannprøver fra Lotra-kanalen fremgår av figur 18. Prøven fra Lotra-bekken er betydelig surere enn prøven fra Rinnelva, trolig som resultat av større tilsig av organiske syrer (humus). Analysen av metaller viser også dette (tabell 9) idet Lotra-prøven har et høyere innhold av humus-relaterte metaller (Al, Fe, Mn). Prøven fra Rinnelva viser en noe forhøyet verdi for molybden (Mo) uten at dette tillegges vekt som en forurensingsindikasjon.

4.2.4 KONKLUSJON: Vurdering av forurensingssituasjonen

Som en samlet konklusjon for de vannkjemiske analysene fra Tyskerfyllinga og Lotra-bekken kan det sies at ingen indisier på forurensingstilsig fra Tyskerfyllinga eller andre områder som dreneres mot Lotra-bekken, er funnet. Alle forhold vedrørende vannkjemi for grunnvann og prøvetakingspunktene langs Lotra-bekken kan forklares utfra naturlige kjemiske prosesser. Innholdet av mineralolje i vannprøver kan, utfra deteksjonsgrensen for de GC-analyser som er utført, være opp mot nederlandsk B-verdi. Denne eventuelle oljen har en fersk karakter og har ikke sitt opphav i Tyskerfyllinga.

Alle analyseverdier for tungmetaller, mineralolje og organiske klorforbindelser i sedimentprøver ligger godt under nederlandsk A-verdi.

I den undersøkelse som er gjennomført er det ved Tyskerfyllinga ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdsel på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter. Konklusjonen baseres på det nederlandske ABC-systemets referanseverdier.

5 VIDERE UNDERSØKELSER

Undersøkelsen har ikke avdekket forhold ved Sjøfyllinga eller Tyskerfyllinga som betinger gjennomføring av nye undersøkelser (jfr. fase 3 i SFT-veiledning nr. 91:01), overvåking eller miljøbeskyttende tiltak. Grunnvannsprøvetaking ved Sjøfyllinga var satt opp som en del av det opprinnelige program for denne undersøkelsen. To grunnvannsbrønner, med filter plassert i den øverste sonen av forvitret fjell, ble etablert. Prøvetaking ble p.g.a. tekniske problemer (frost) ikke gjennomført. Blant annet utfra hypotesen om at den forvitrede sonen kan være en transportvei for grunnvann/forurensing, anbefales det at grunnvannsprøvetaking gjennomføres våren 1994.

Under arbeidet med å klargjøre beliggenheten av Tyskerfyllinga ble det avdekket et nytt område med kraftige magnetiske og elektromagnetiske anomalier (kapittel 3.4). Det konkluderes med at nedgravd metallisk materiale finnes spredt over et areal på ca 7500 m². Under prosjektmøte 13.10.93 ble det besluttet ikke å gå videre med undersøkelser i dette området før arbeidene ved Sjøfyllinga og Tyskerfyllinga vår avsluttet. Det foreslås at eventuelt kildemateriale gjennomgås for om mulig å klarlegge forhistorien for dette nye området, før en eventuell fase-2-undersøkelse (jfr. SFT-veiledning nr. 91:01) vurderes.

6 REFERANSER

- Antonsen, O. 1993: Pers. meddelelse angående metall-legeringer i diamant borkroner. Firma Diateam, Trondheim.
- Christensen, L. et al 1993: Method for Determining the Age of Diesel Oil Spills in the Soil. Groundwater Monitoring & Remediation, Fall 1993, pp.142-149.
- ENCO A/S, 1993: Tilbudsgrunnlag for miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret. Datert 09.07.93, Rolf E. Andersen.
- Fjellanger Widerøe: Flybilder;
Serie 1257 C2-C4, 25.-26.10.61
Serie 1413 D12-D13, 08.06.63
Serie 1750 B21-B22, mai-juni 1966
Serie 5057 G2-G3, 10.05.76
- Hauge, A. et al 1991: Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser. SFT-veiledning nr. 91:01.
- Norges Sjøkartverk 1993: Tidevannstabell for Trondheim 1993.
Statens kartverk: Topografisk kart (M711) 1722 IV - Stiklestad
Økonomiske kart: CT 134-5-1
CT 134-5-2
CT 135-5-3
CT 135-5-4
CT 134
CT 135
- Sveian, H. 1989: Stiklestad. Kvartærgeologisk kart 1722 IV - M 1:50.000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 89, 1-54.
- Sveian, H et al 1984: Verdalsøra, kvartærgeologisk kart CST 135136-20. Norges geologiske undersøkelse.
- Sæther, O. M. 1987: Geokjemi i Nord-Trøndelag - En regional oversikt. NGU Rapport 87.082.
- VROM, 1983: Dutch soil protection guidelines. Utarbeidet av "nederlandsk SFT" (VROM).
- VROM, 1988: Dutch soil protection guidelines. Utarbeidet av "nederlandsk SFT" (VROM).
- Wolff, F. Chr. 1979: Trondheim og Østersund; beskrivelse av de berggrunnsgeologiske kart M 1:250.000. Norges geologiske undersøkelse 353, 1-76.

KARTBILAG**NR**

Oversiktskart M 1:50.000

93.115 - 01

Oversiktskart M 1:5000

93.115 - 02

Magnetisk tolkningskart M 1:2.500

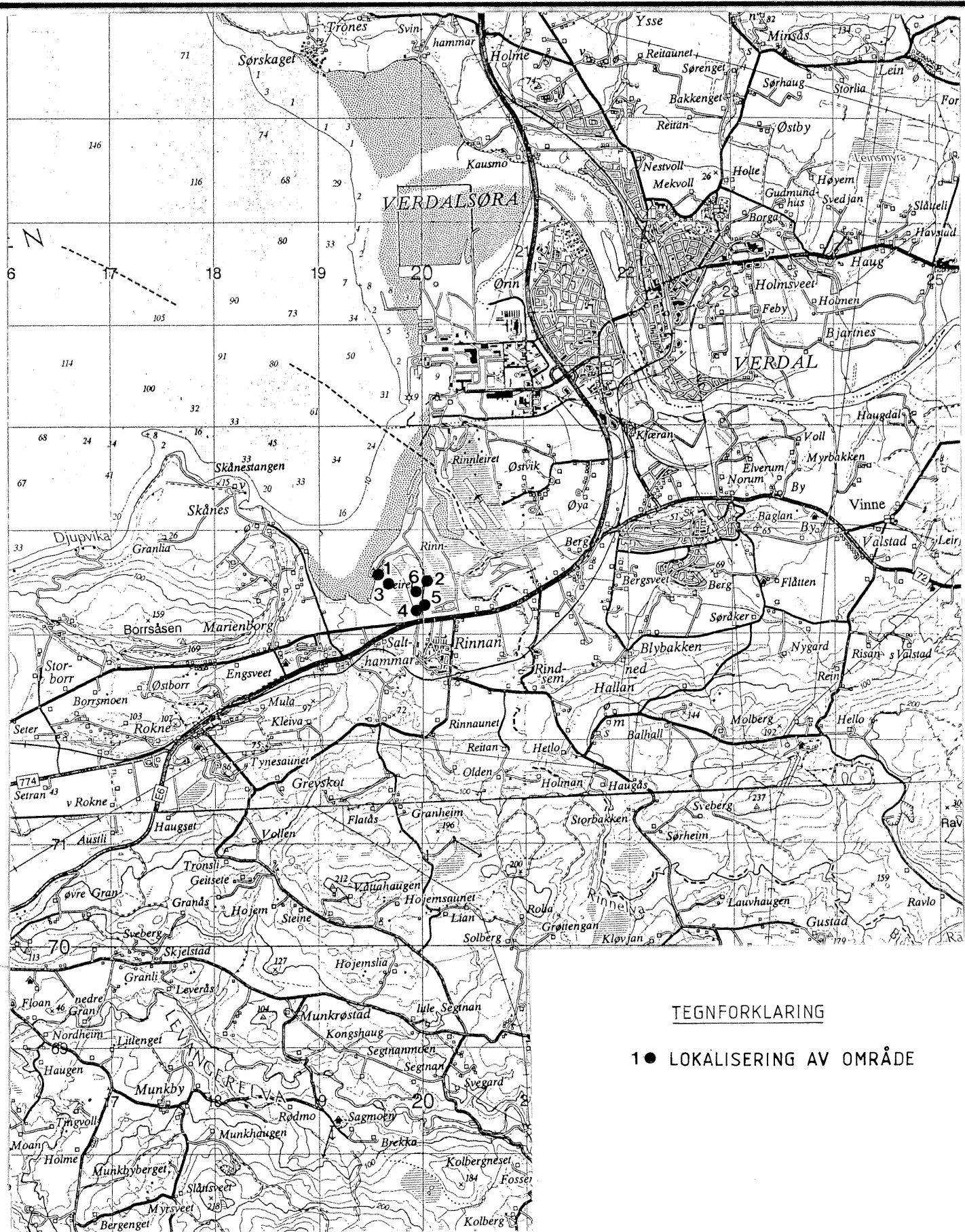
93.115 - 03

EM31, tolkningskart M 1:2.500

93.115 - 04

Samtolkningskart M 1:2.500

93.115 - 05



TEGNFORKLARING

1 ● LOKALISERING AV OMRÅDE

NGU / FBTS - OSLO
 OVERSIKTSKART, SAMTLIGE UNDERSØKTE OMRÅDER
 RINNLEIRET
 LÈVANGER KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

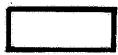
| | | |
|-----------------------|-------------|----------|
| MÅLESTOKK 1:50 000 | MÅLT JFT/TL | NOV.1993 |
| | TEGN TL | OKT.1993 |
| | TRAC | |
| | KFR. | |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

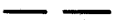
TEGNING NR.
 93.115 - 01

KARTBLAD NR.
 1722 IV

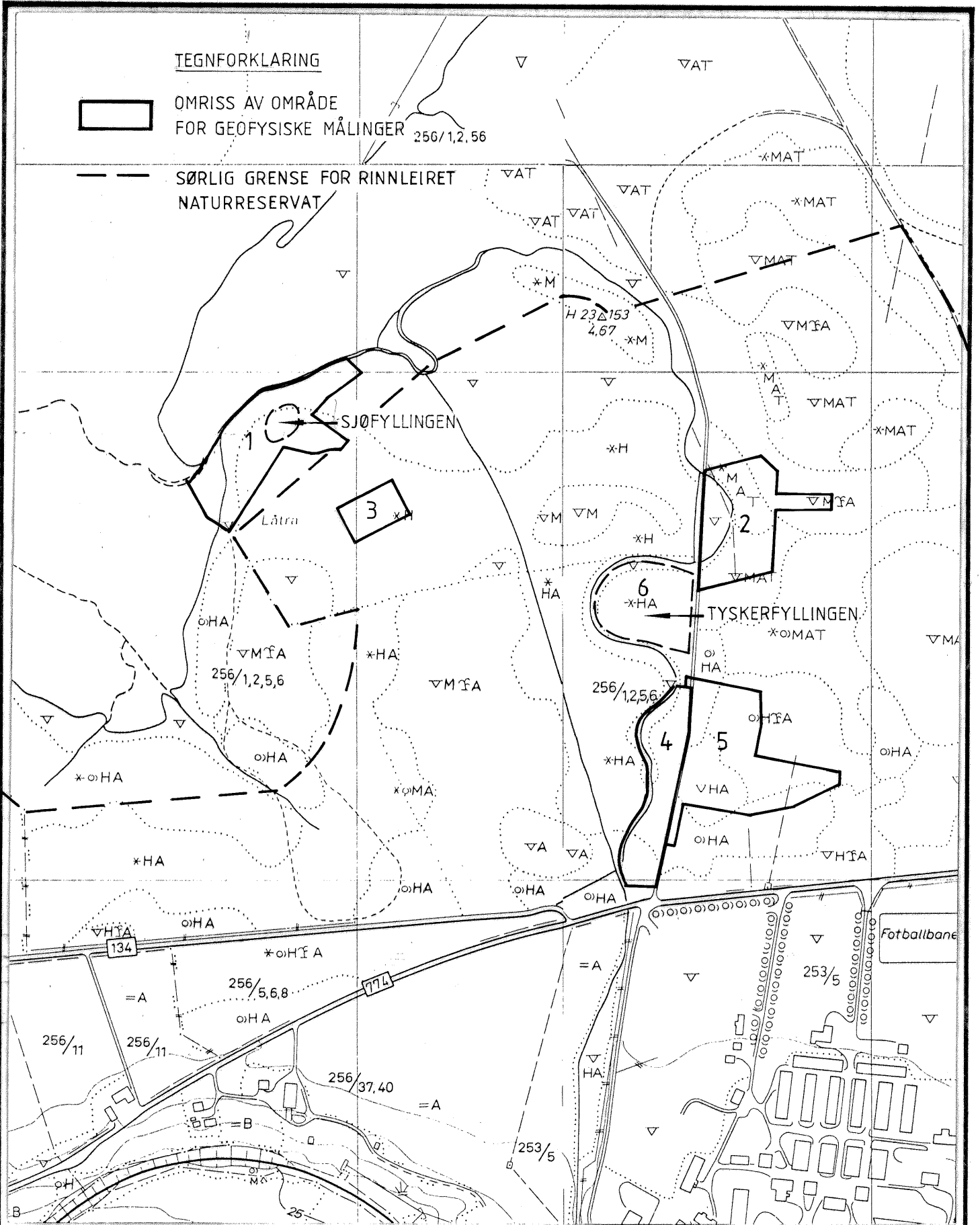
TEGNFORKLARING



OMRISS AV OMRÅDE
FOR GEOFYSISKE MÅLINGER 256/1,2,56



SØRLIG GRENSE FOR RINNLEIRET
NATURRESERVAT



NGU / FBTS-OSLO
OVERSIKTSKART, SAMTLIGE UNDERSØKTE OMRÅDER
RINNLEIRET
LEVANGER KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK
1: 5000

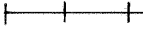



| | |
|-------------|-----------|
| MÅLT JFT/TL | NOV. 1993 |
| TEGN TL | OKT. 1993 |
| TRAC | |
| KFR. | |

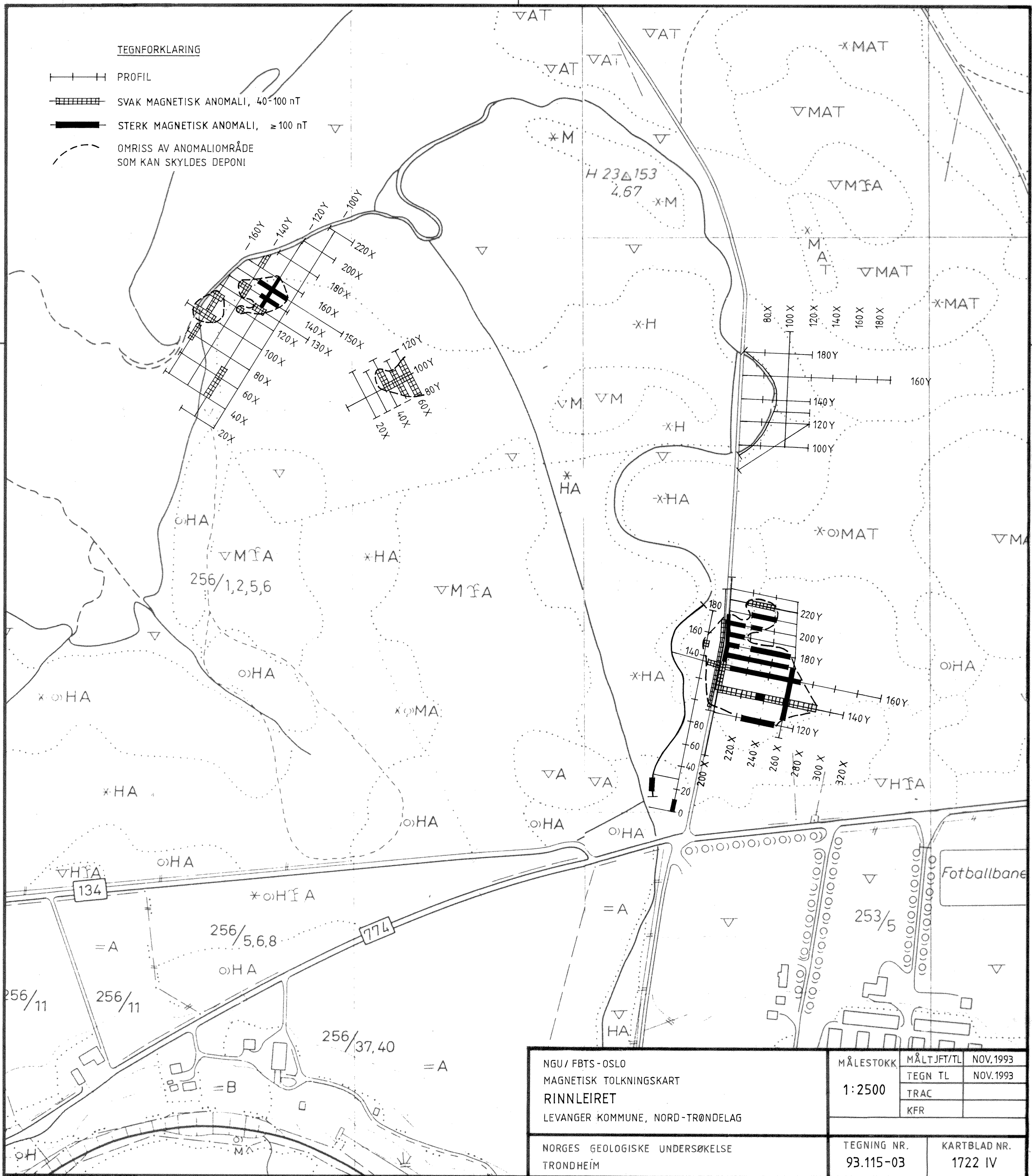
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
93.115-02

KARTBLAD NR.
1722 IV

TEGNFORKLARING

-  PROFIL
-  SVAK MAGNETISK ANOMALI, 40-100 nT
-  STERK MAGNETISK ANOMALI, ≥ 100 nT
-  OMRISS AV ANOMALIOMRÅDE SOM KAN SKYLDES DEPONI



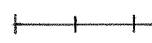



NGU / FBTS - OSLO
 MAGNETISK TOLKNINGSKART
RINNLEIRET
 LEVANGER KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

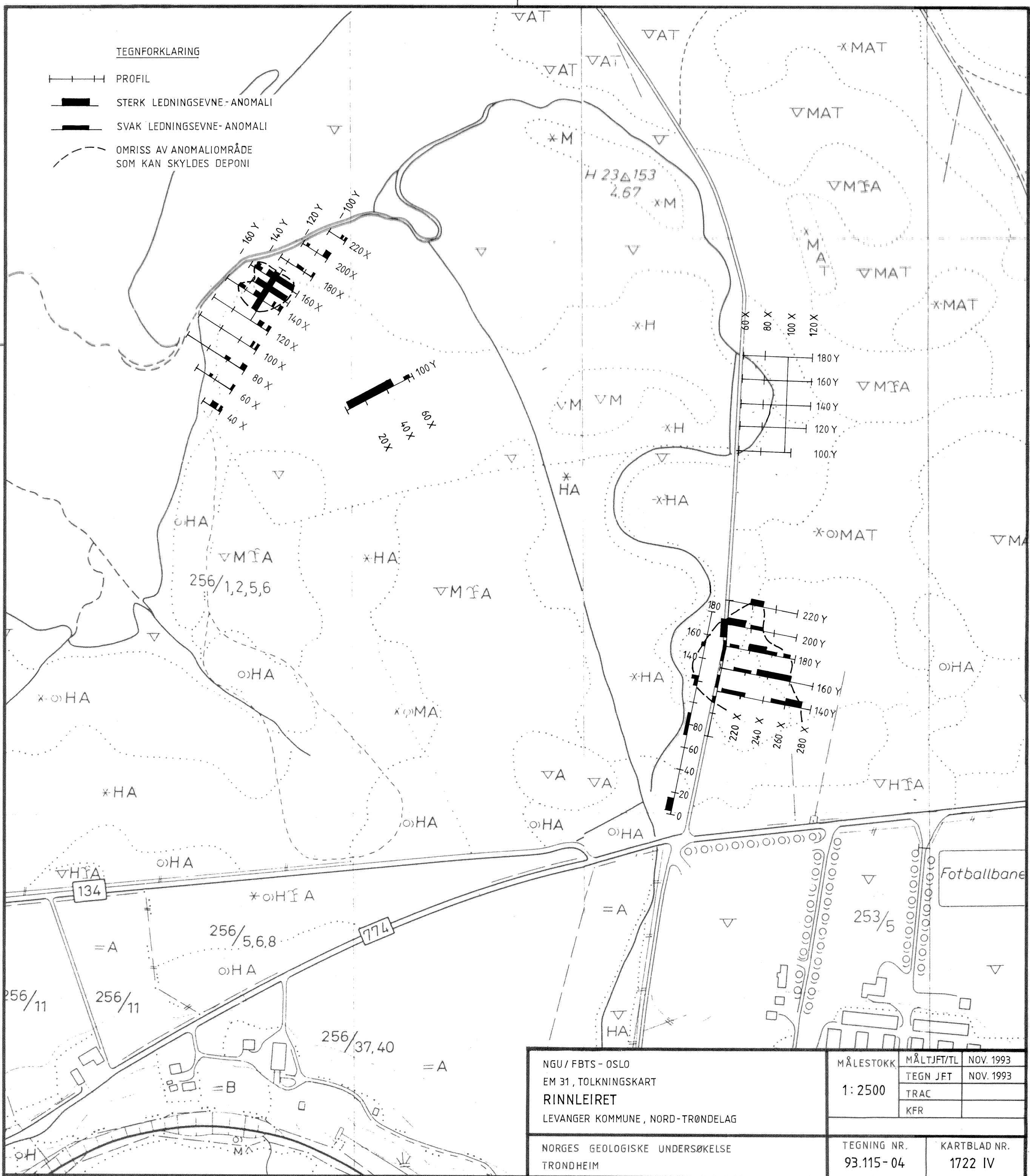
| | | |
|---------------------|------------|----------|
| MÅLESTOKK 1:2500 | MÅLTJFT/TL | NOV.1993 |
| | TEGN TL | NOV.1993 |
| | TRAC | |
| | KFR | |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| TEGNING NR. 93.115-03 | KARTBLAD NR. 1722 IV |
|--------------------------|-------------------------|


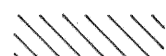
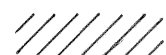
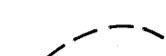
TEGNFORKLARING

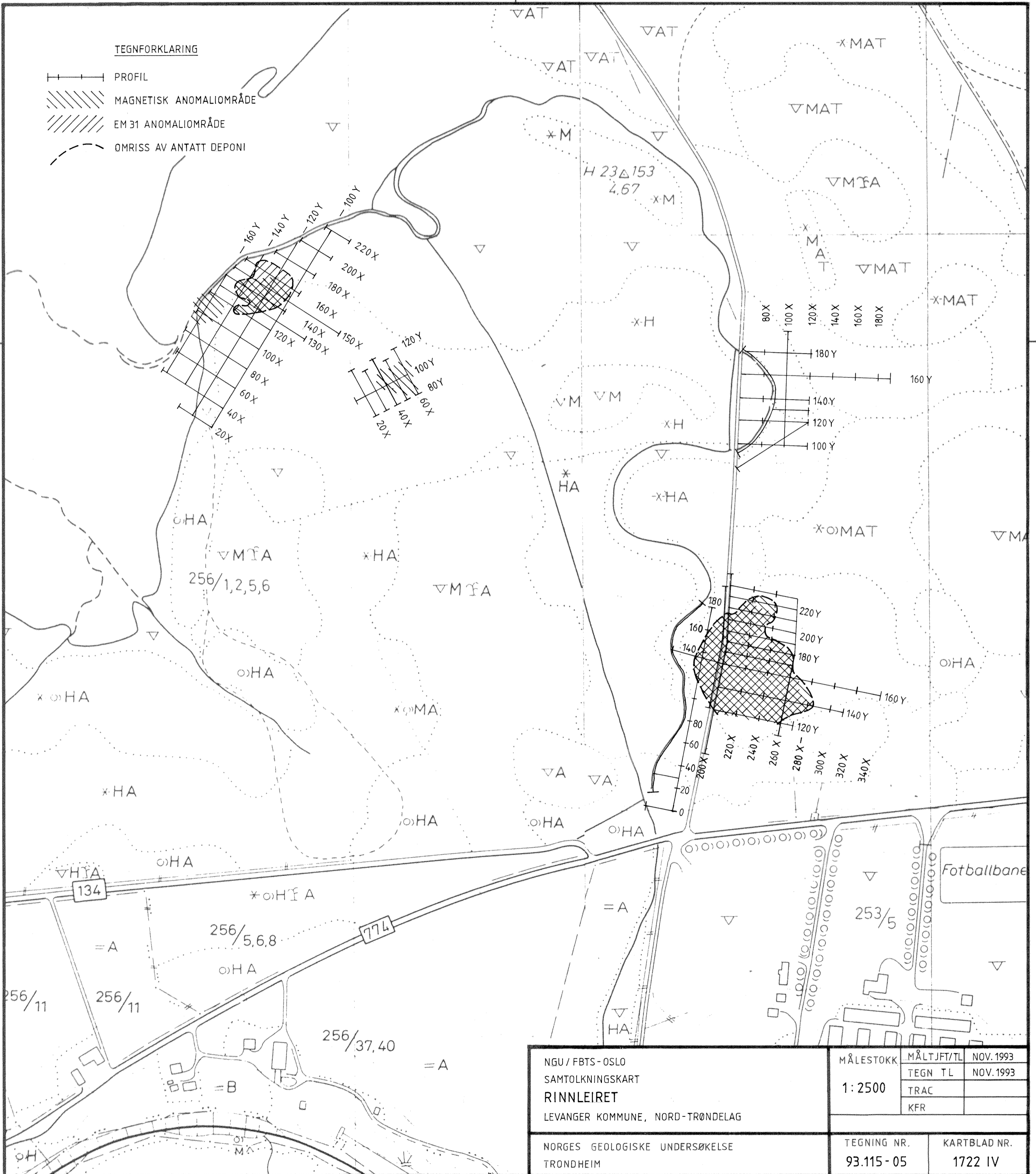
-  PROFIL
-  STERK LEDNINGSEVNE-ANOMALI
-  SVAK LEDNINGSEVNE-ANOMALI
-  OMRISS AV ANOMALIOMRÅDE SOM KAN SKYLDES DEPONI



| | | | |
|--|--------------|------------|-----------|
| NGU / FBTS - OSLO EM 31, TOLKNINGSKART RINNLEIRET LEVANGER KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG | MÅLESTOKK | MÅLTJFT/TL | NOV. 1993 |
| | 1:2500 | TEGN JFT | NOV. 1993 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TRAC | | |
| | KFR | | |
| TEGNING NR. | KARTBLAD NR. | | |
| 93.115-04 | 1722 IV | | |

TEGNFORKLARING

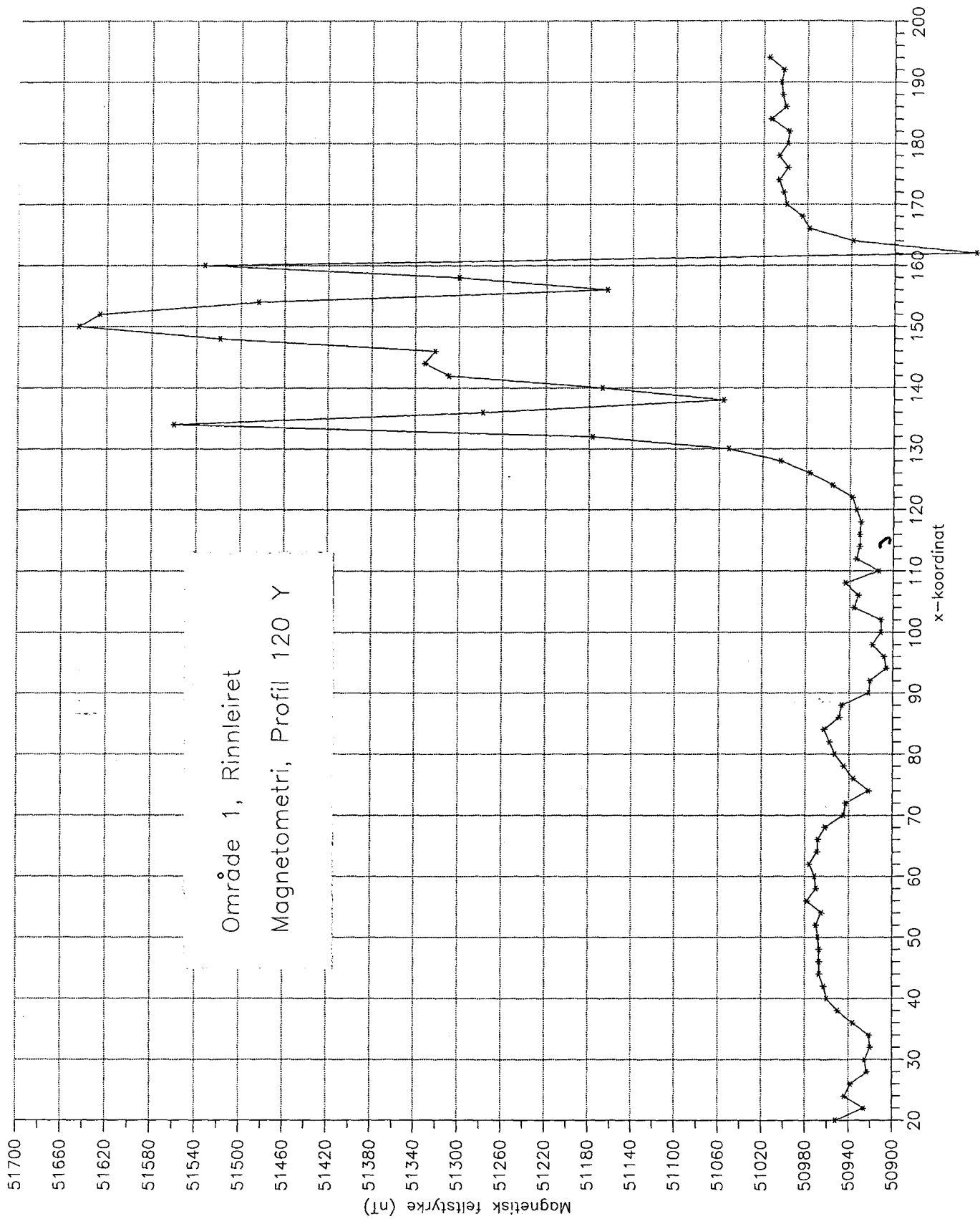
-  PROFIL
-  MAGNETISK ANOMALIOMRÅDE
-  EM 31 ANOMALIOMRÅDE
-  OMRISS AV ANTATT DEPONI



| | | | |
|--|-------------|--------------|-----------|
| NGU / FBTS - OSLO SAMTOLKNINGSKART RINNLEIRET LEVANGER KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG | MÅLESTOKK | MÅLTJFT/TL | NOV. 1993 |
| | 1:2500 | TEGN TL | NOV. 1993 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR. | KARTBLAD NR. | |
| | 93.115 - 05 | 1722 IV | |

| FIGURER | NR |
|---|-----------|
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 1 | 1 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 1 | 2 |
| Eksempel på EM31-profil fra område 1 | 3 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 2 | 4 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 3 | 5 |
| Eksempel på magnetometri-profil fra område 5 | 6 |
| Eksempel på EM31-profil fra område 5 | 7 |
| Oversiktskart for borprogram ved Sjøfyllinga | <u>8</u> |
| Profil gjennom Sjøfyllinga | 9 |
| Sonderboringsprofiler ved Sjøfyllinga | 10 |
| Teknisk beskrivelse av overvåkingsbrønner ved Sjøfyllinga | 11 |
| Oversiktskart for borprogram ved Tyskerfyllinga | <u>12</u> |
| Profil gjennom Tyskerfyllinga | 13 |
| Sonderboringsprofiler ved Tyskerfyllinga | 14 |
| Teknisk beskrivelse av overvåkingsbrønner ved Tyskerfyllinga | 15 |
| Gradientforhold ved Tyskerfyllinga | 16 |
| Oversiktskart for vannprøvetakings-lokaliteter | 17 |
| Relativ kjemisk sammensetning i Lotra-kanalen og Lotra-bekken | 18 |
| Relativ kjemisk sammensetning grunnvann og bekkevann | 19 |
| Forenklet berggrunnskart for Verdalsområdet | 20 |

Figur 1. Eksempel på magnetometri-profil fra område 1

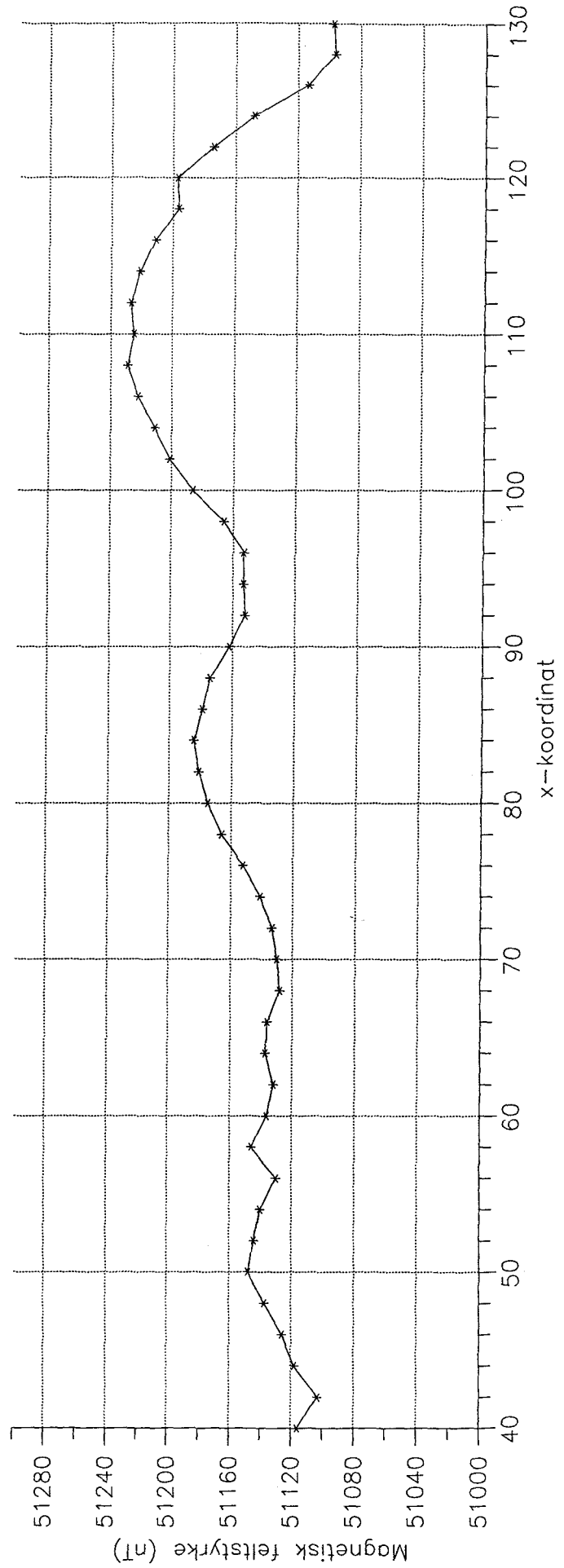


FIGUR 1

Figur 2.

Eksempel på magnetometri-profil fra område 1

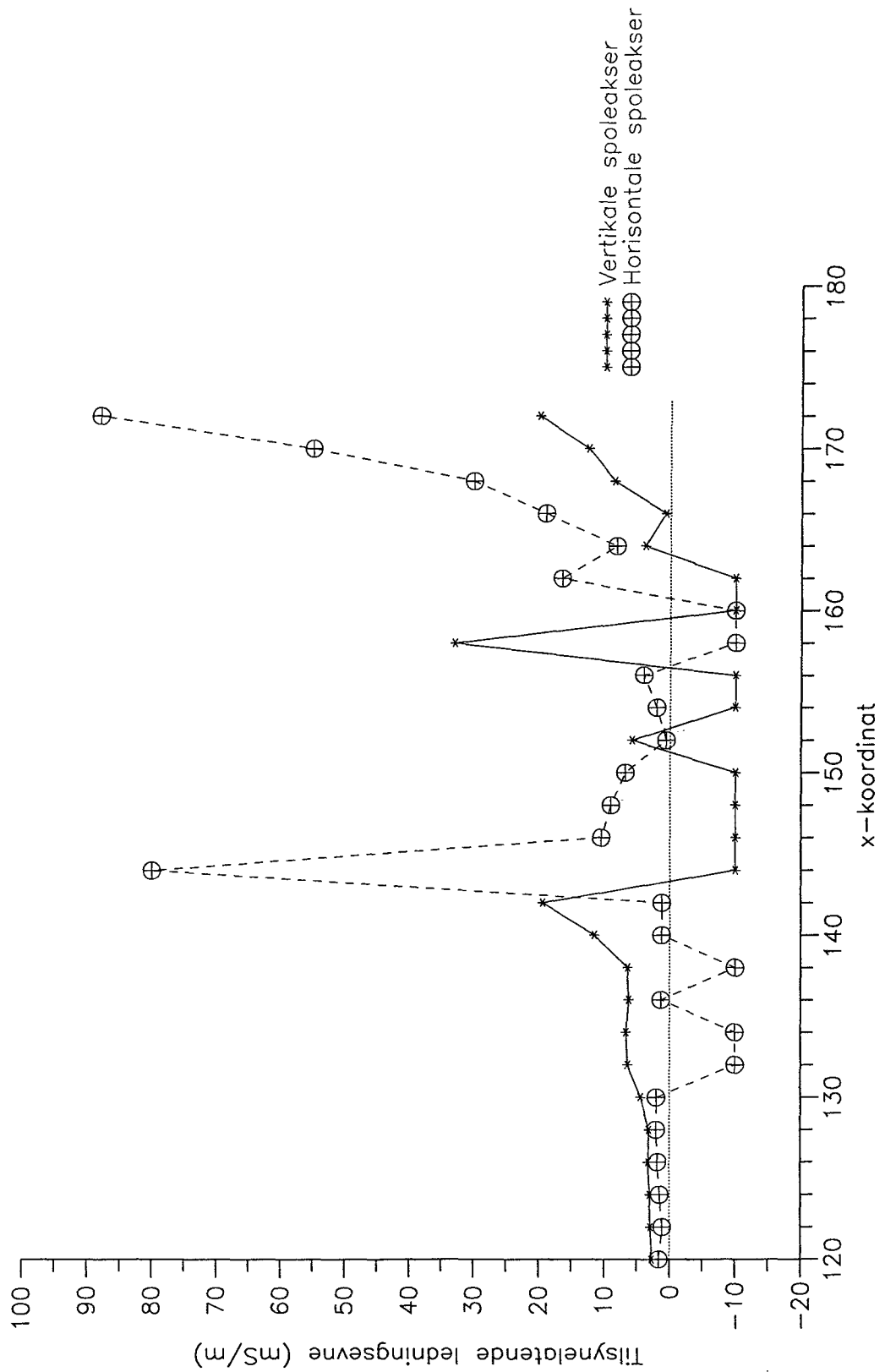
Område 1, Rinnleiret
Magnetometri, Profil 160 Y



FIGUR 2

Figur 3. Eksempel på EM31-profil fra område 1

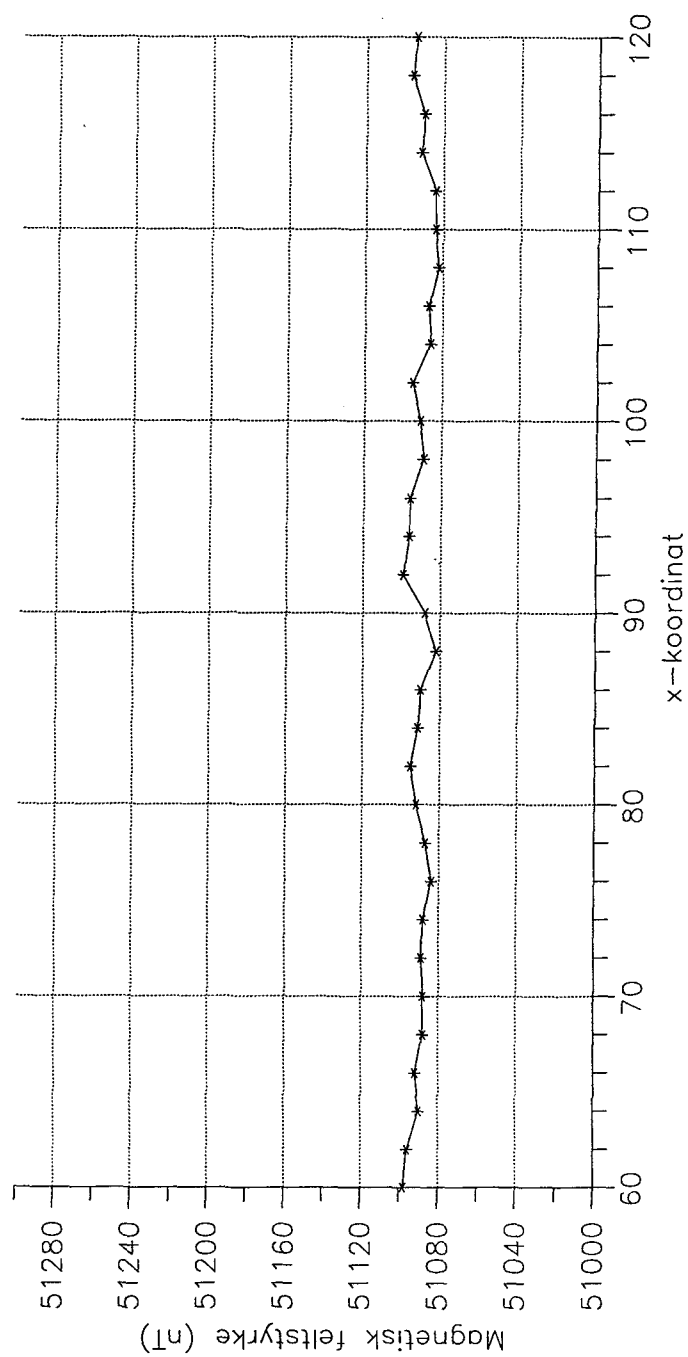
Område 1, Rinnleiret
EM31, Profil 120 Y



FIGUR 3

Figur 4. Eksempel på magnetometri-profil fra område 2

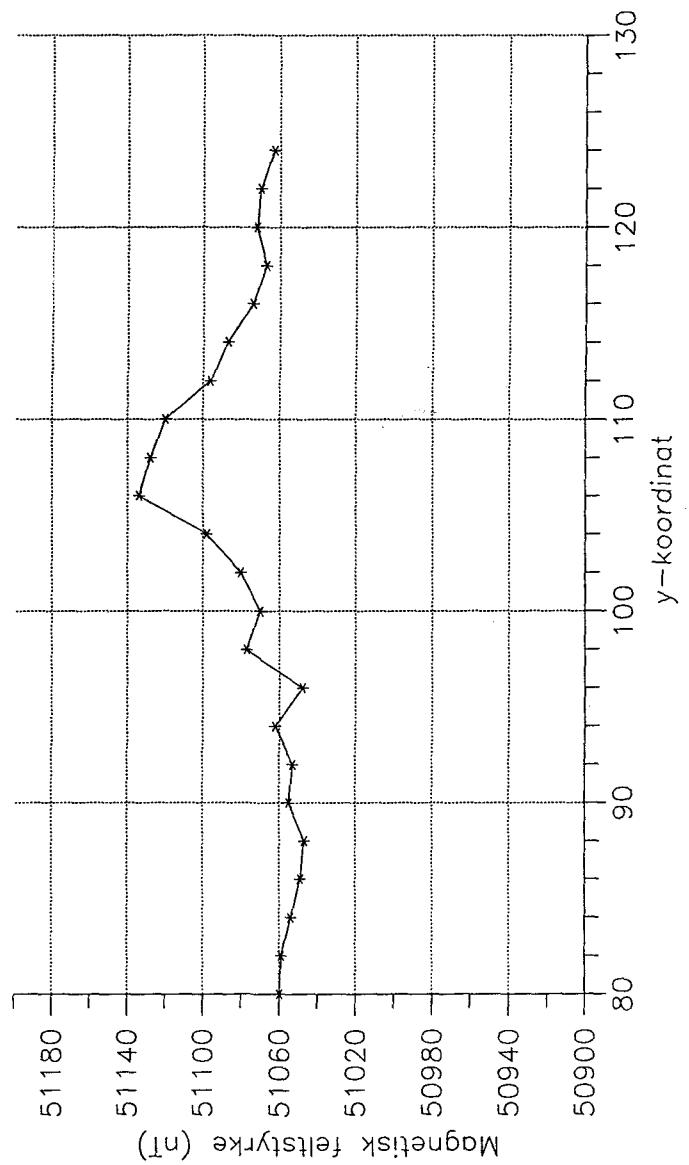
Område 2, Rinnleiret
Magnetometri, Profil 140 Y



FIGUR 4

Figur 5. Eksempel på magnetometri-profil fra område 3

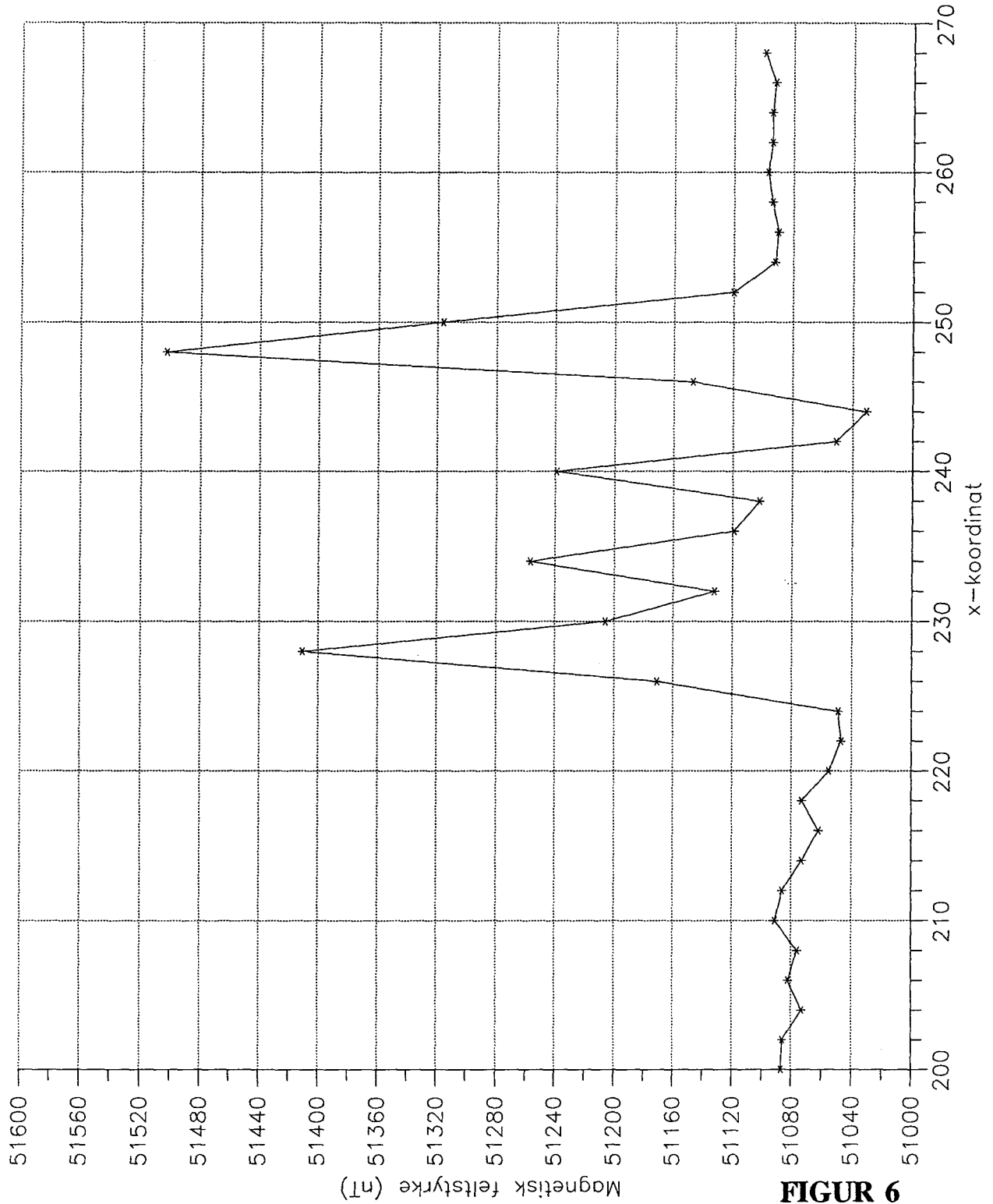
Område 3, Rinnleiret
Magnetometri, Profil 40x



FIGUR 5

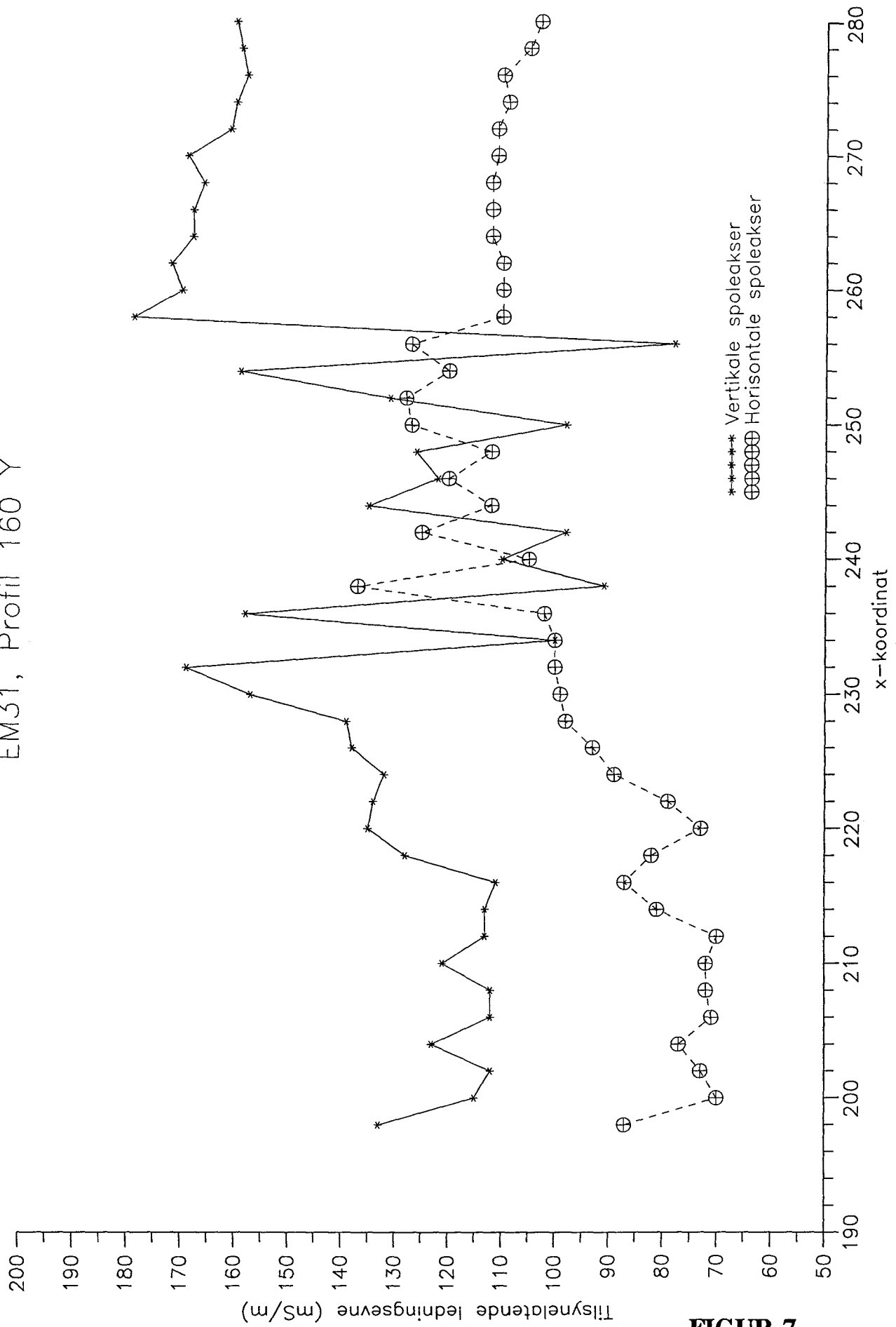
Figur 6. Eksempel på magnetometri-profil fra område 5

Område 5, Rinnleiret
Magnetometri, Profil 120 Y



FIGUR 6

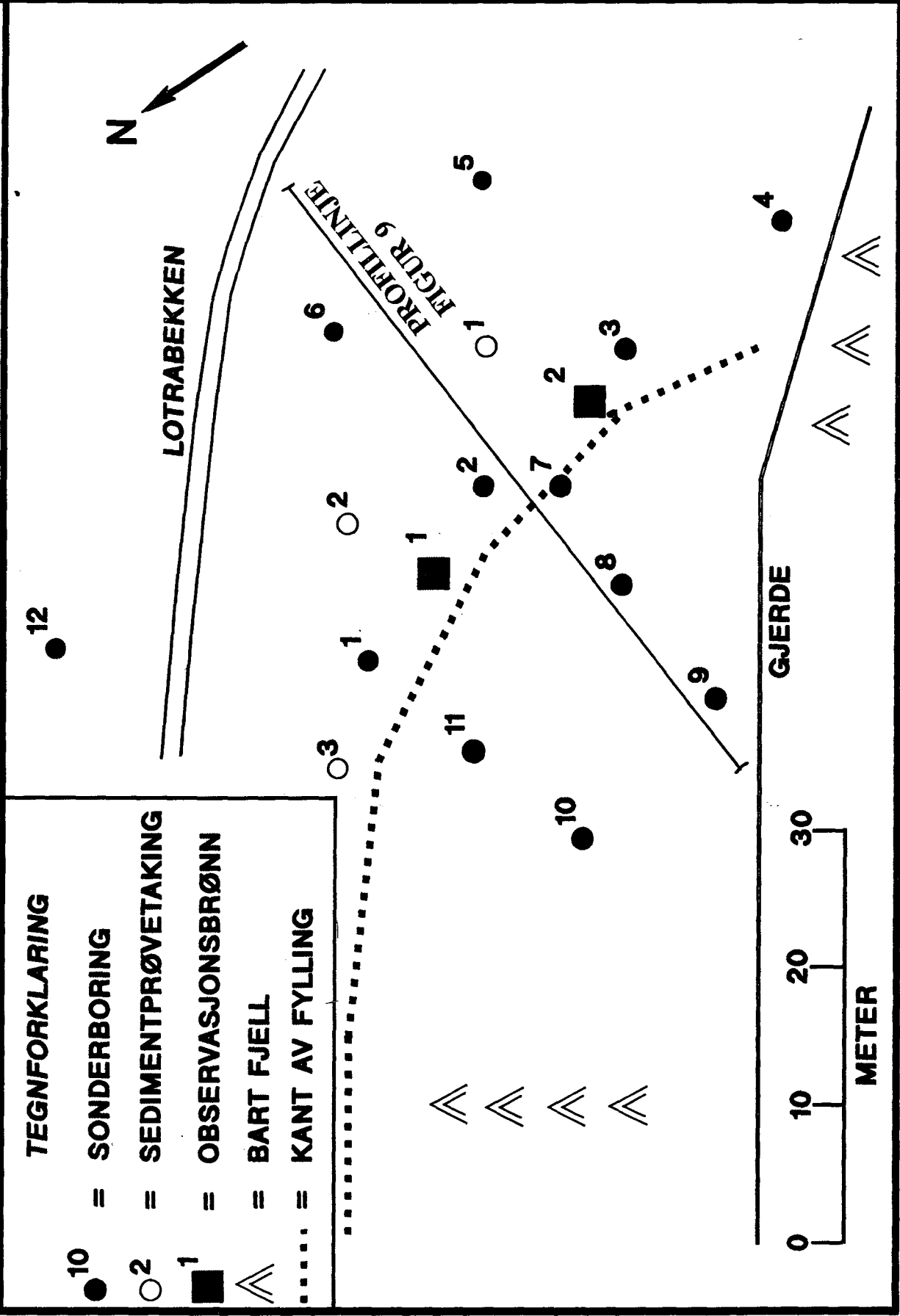
Område 5, Rinnleiret
EM31, Profil 160 Y



Figur 7. Eksempel på EM31-profil fra område5

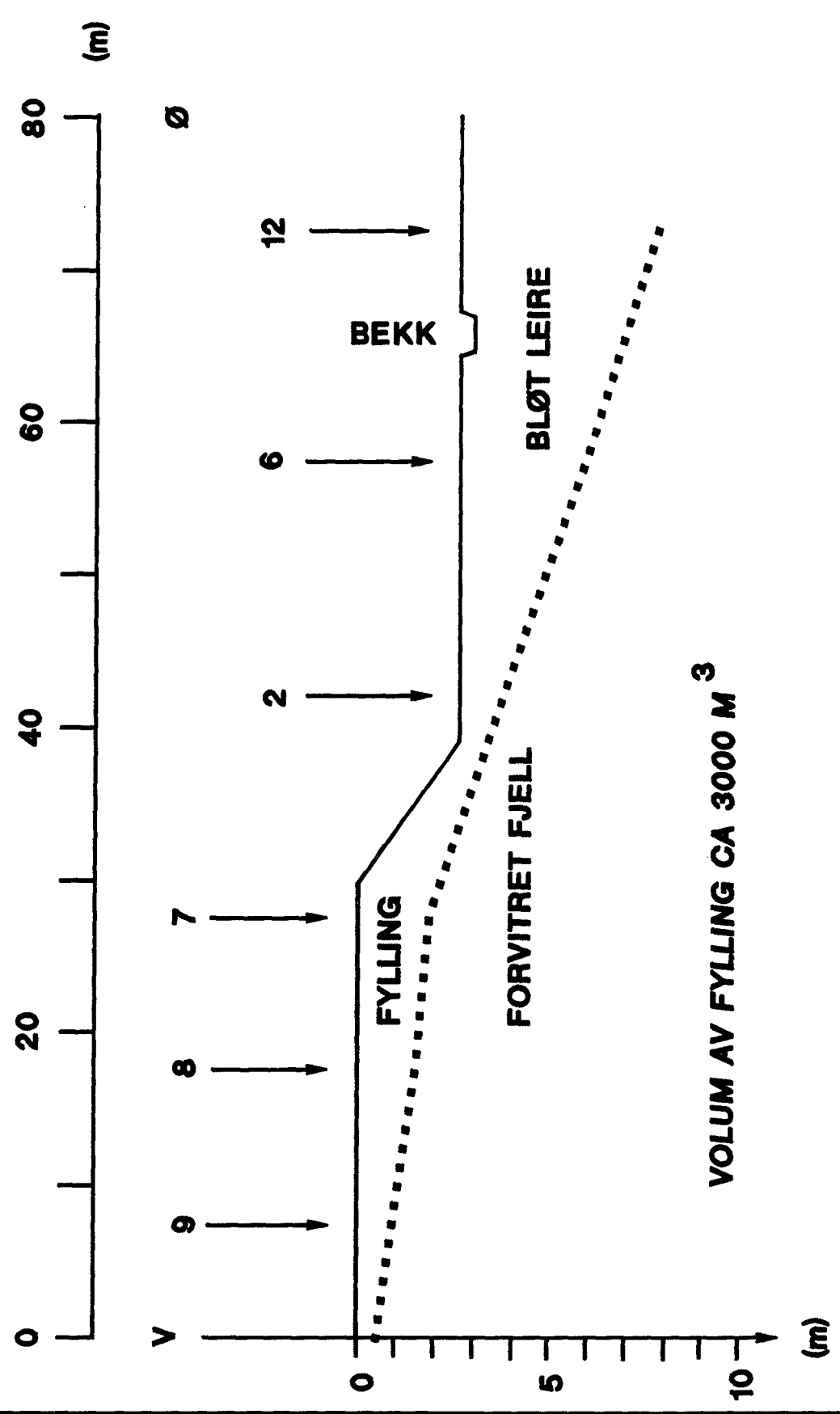
FIGUR 7

BORPROGRAM VED SJØFYLLING PÅ RINNLEIRET



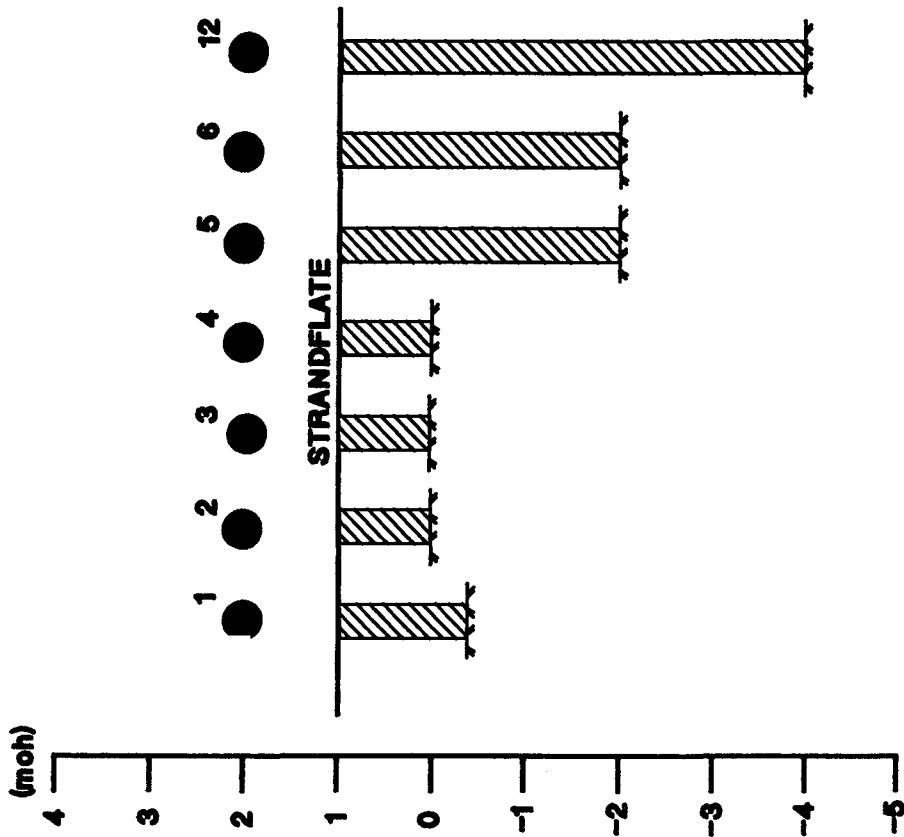
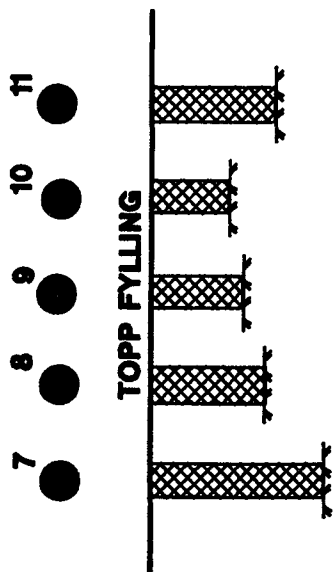
FIGUR 8

PROFIL GJENNOM SJØFYLLING PÅ RINNLEIRET



FIGUR 9

SONDERBORINGSPROFILER VED SJØFYLLINGA, RINNLEIRET



TEGNFORKLARING

● = BORPUNKT NR (FIG. 8)

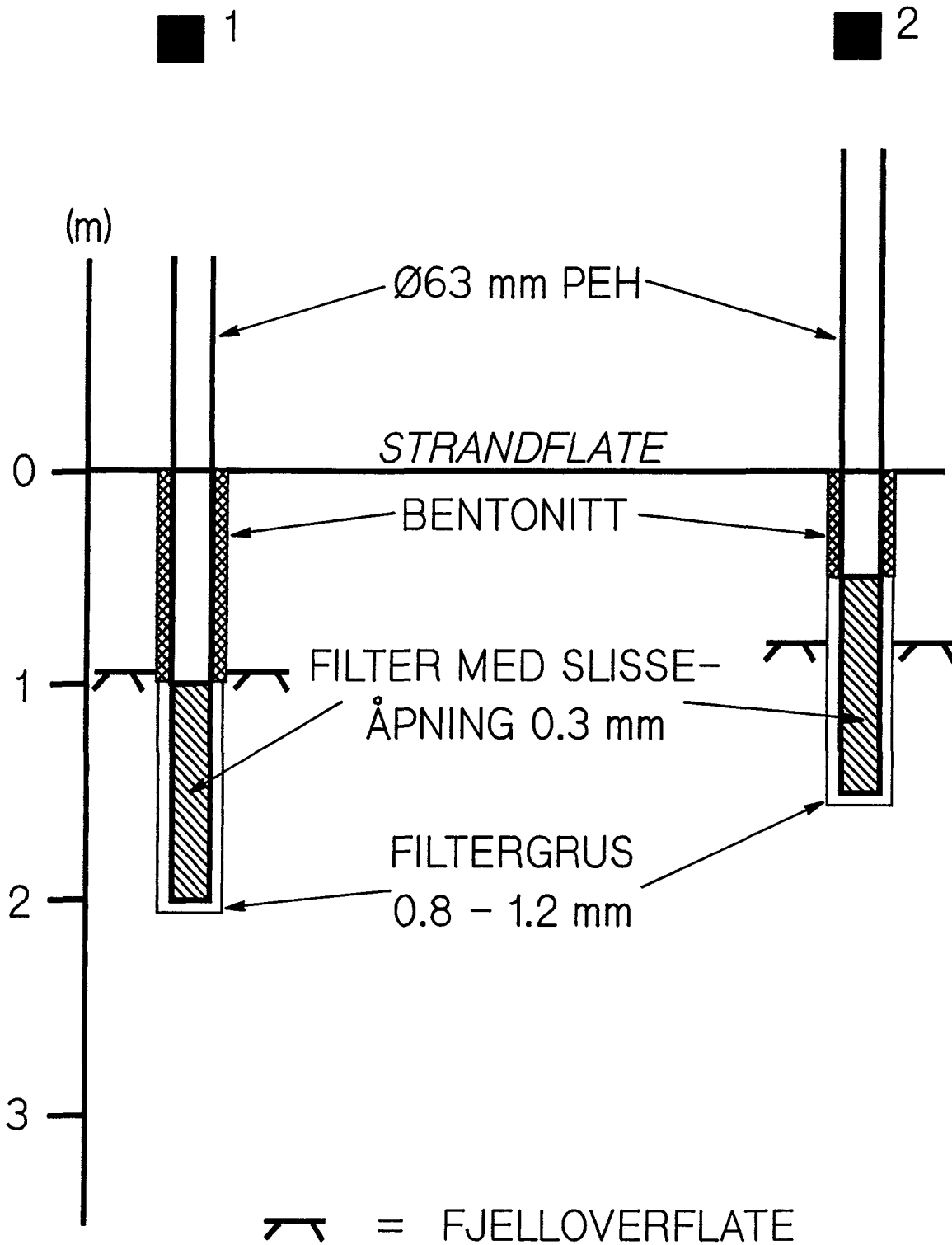
▨ = SAND/FINSAND m/SKJELLFRAGM.

▧ = BLØT, SILTIG LEIRE

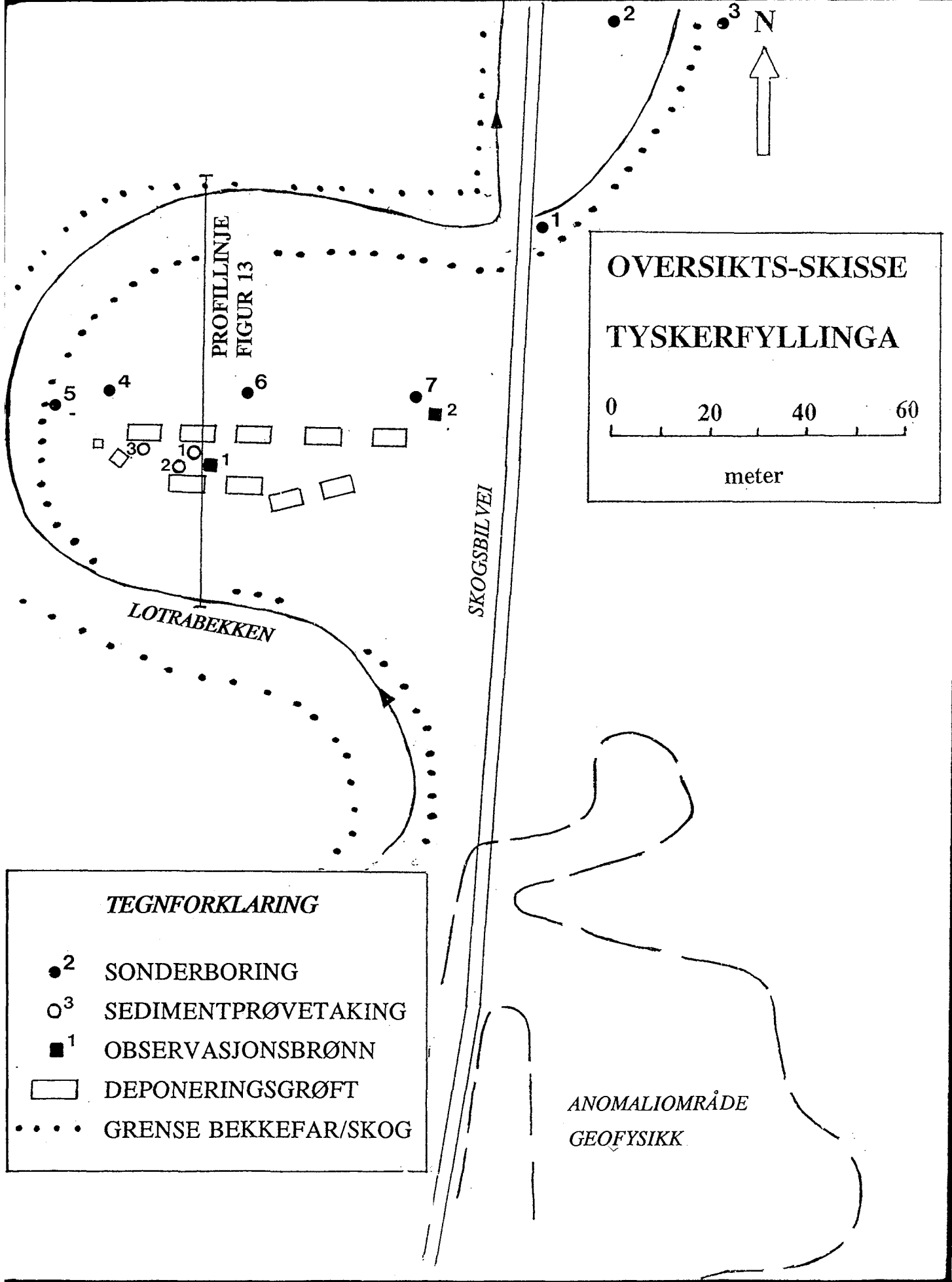
— = FJELLOVERFLATE, FORVITRET GRØNNSKIFER/FYLITT

FIGUR 10

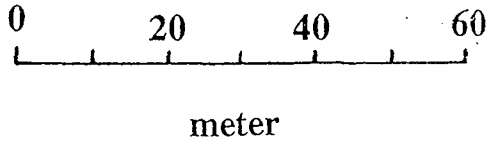
TEKNISK BESKRIVELSE AV OVERVÅKINGS- BRØNNER VED SJØFYLLINGA, RINNLEIRET



FIGUR 11



OVERSIKTS-SKISSE
TYSKERFYLLINGA



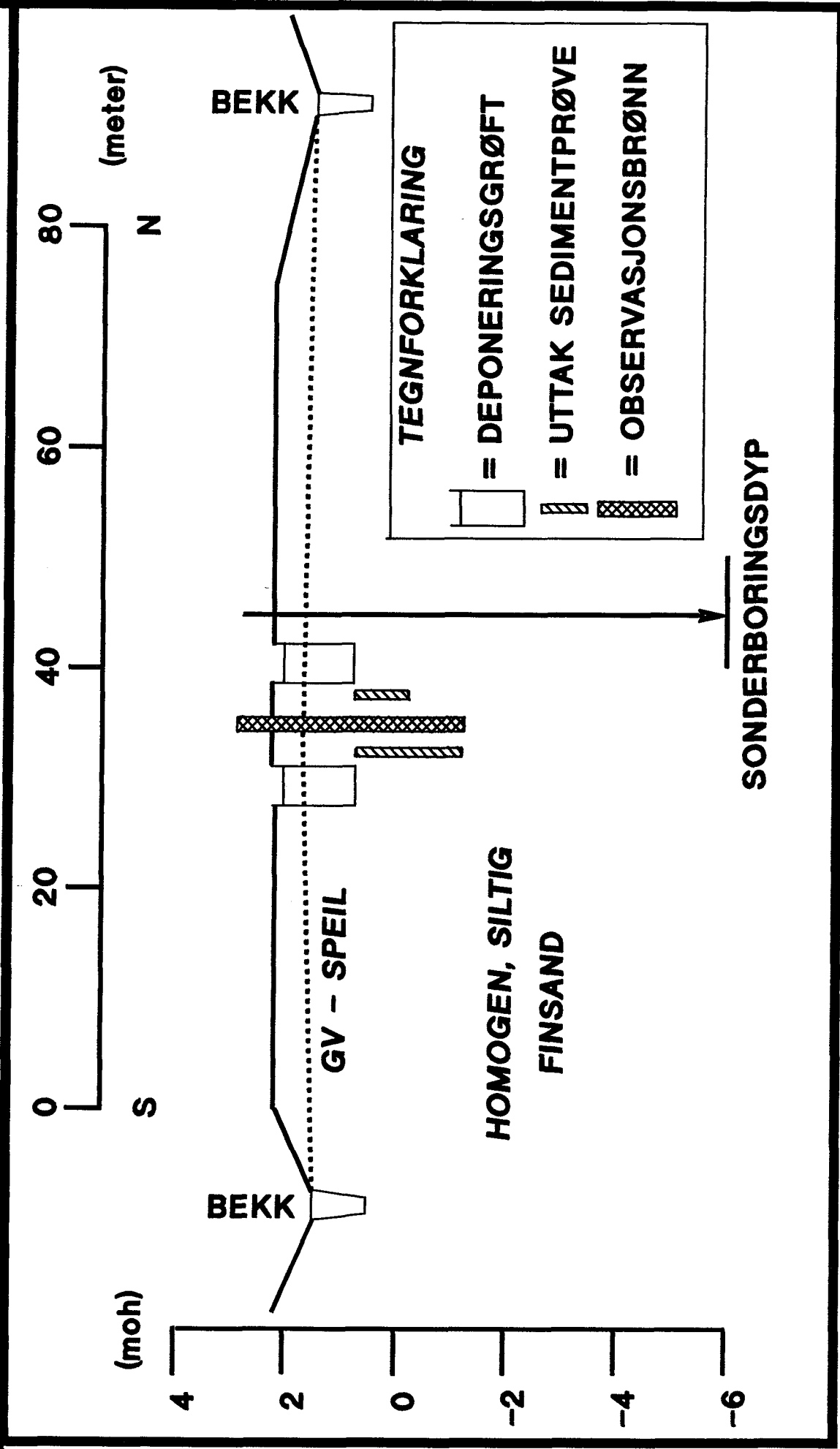
TEGNFORKLARING

- ² SONDERBORING
- ³ SEDIMENTPRØVETAKING
- ¹ OBSERVASJONSBRØNN
- DEPONERINGSGRØFT
- GRENSE BEKKEFAR/SKOG

ANOMALIOMRÅDE
GEOFYSIKK

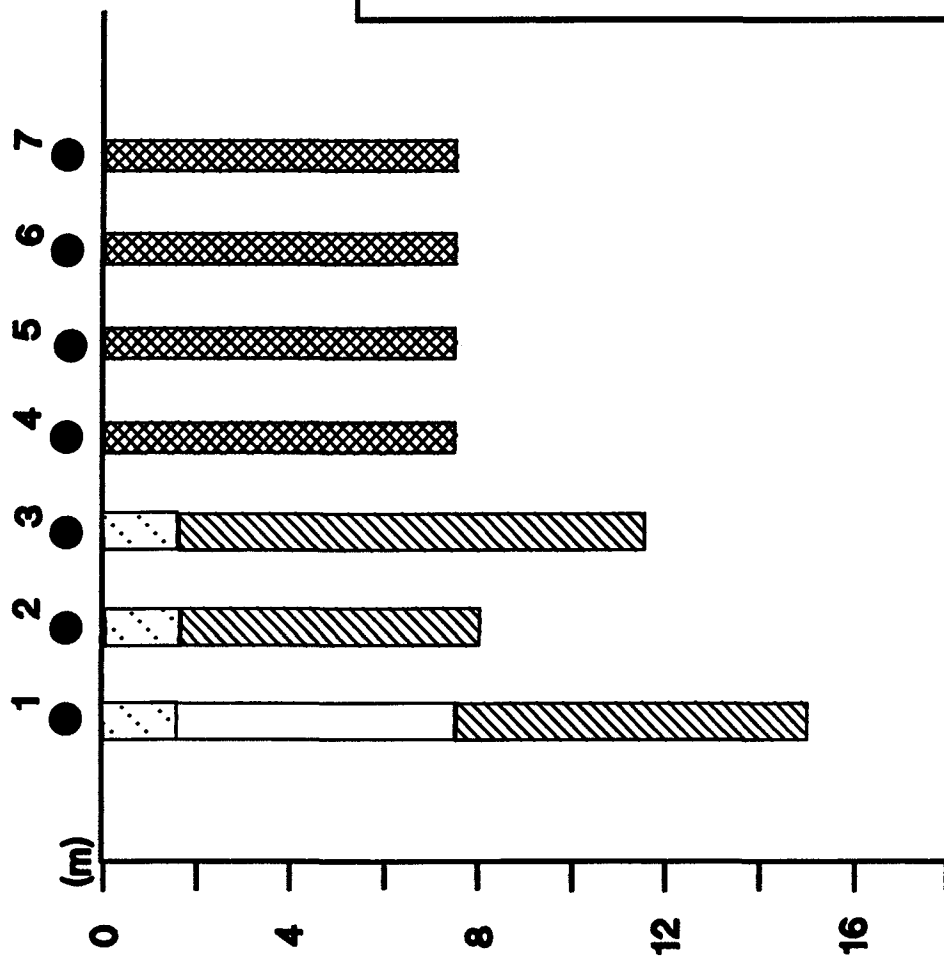
FIGUR 12

VERTIKALPROFIL - TYSKERFYLLINGA



FIGUR 13

SONDERBORINGSPROFILER VED TYSKERFYLLINGA, RINNLEIRET

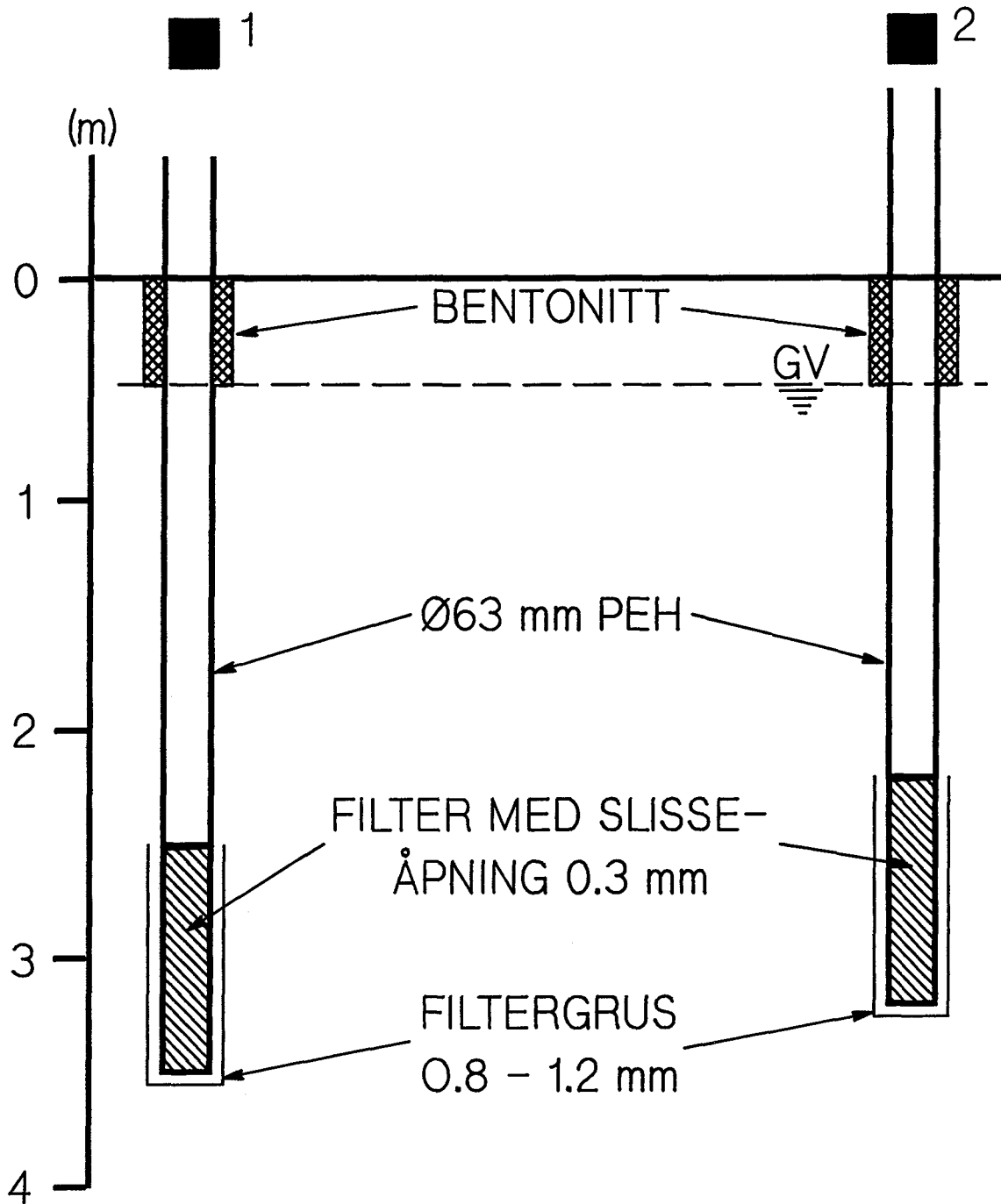


TEGNFORKLARING

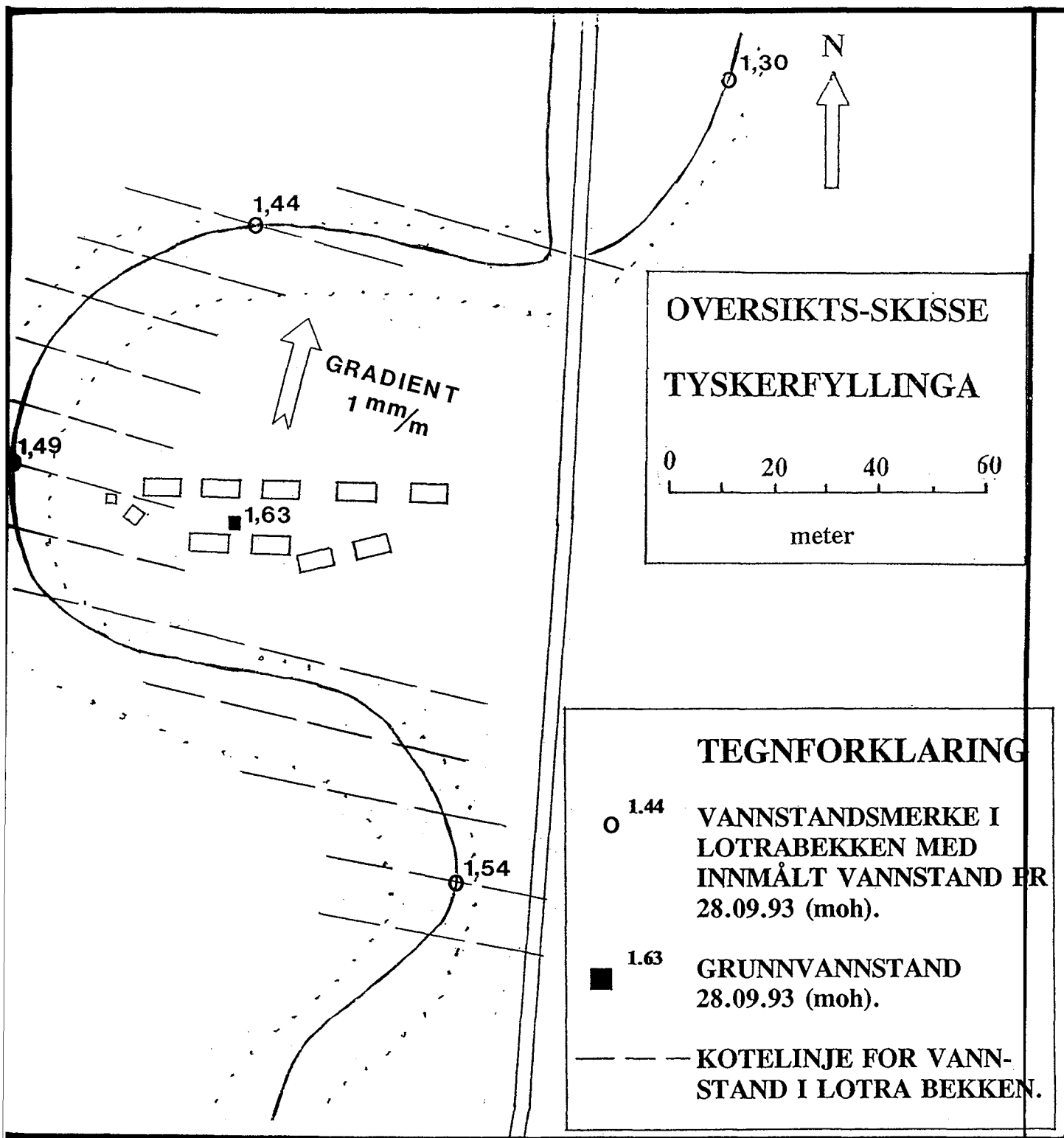
- = BORPUNKT NR. (FIG. 12)
- ▤ = SAND/FINSAND
- = LEIRIG SILT
- ▨ = BLØT, LEIRIG SILT
- ▩ = HOMOGEN, SILTIG FINSAND

FIGUR 14

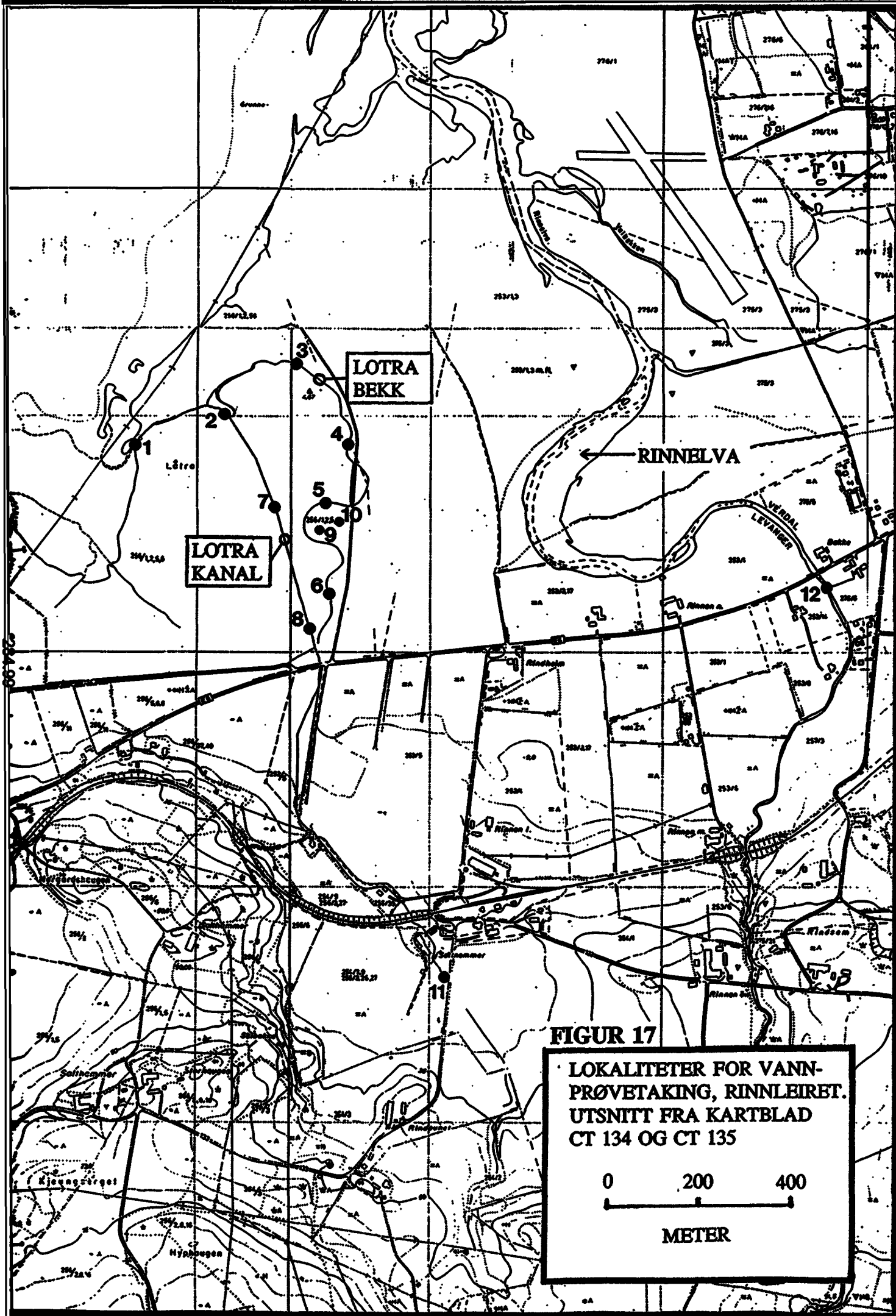
TEKNISK BESKRIVELSE AV OVERVÅKINGS- BRØNNER VED TYSKERFYLLINGA, RINNLEIRET



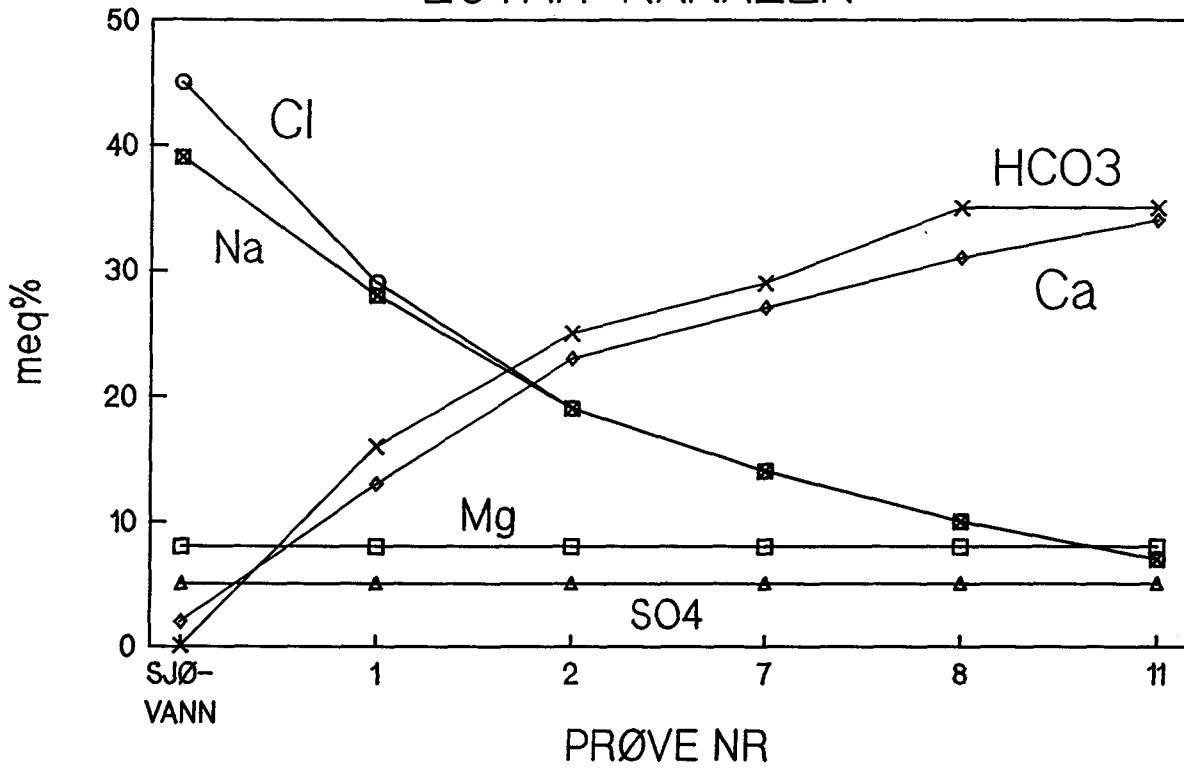
FIGUR 15



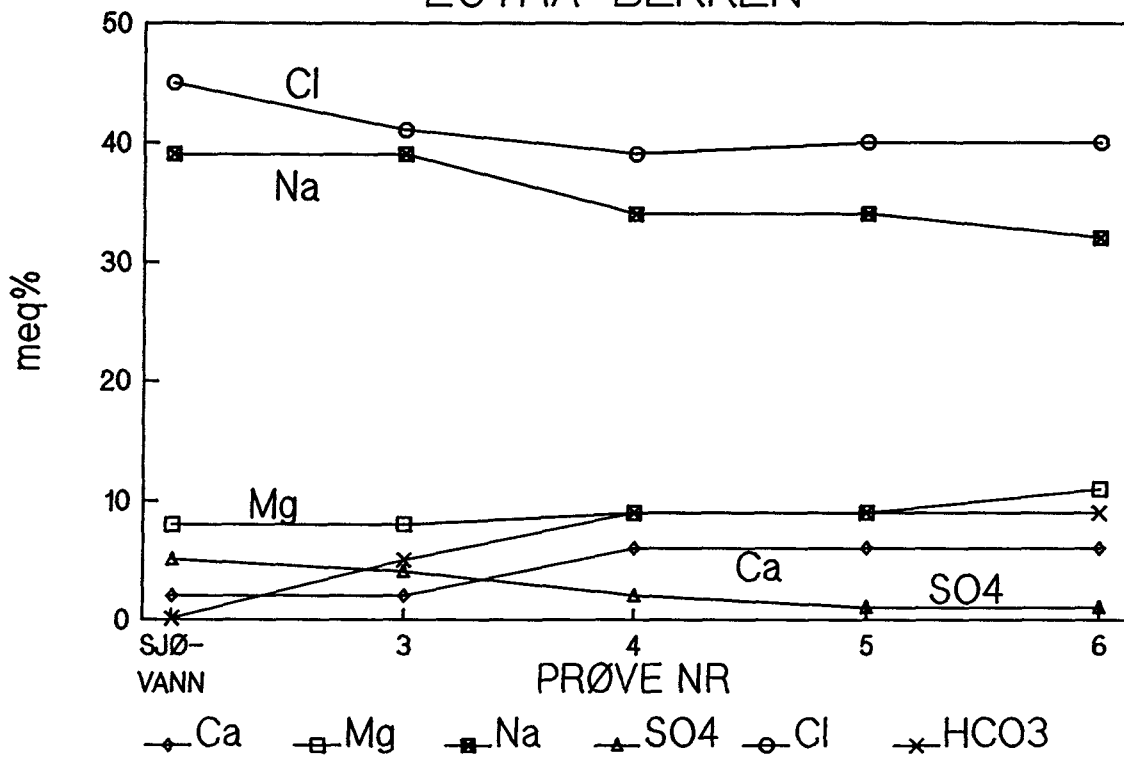
FIGUR 16



RELATIV KJEMISK SAMMENSETNING LOTRA KANALEN

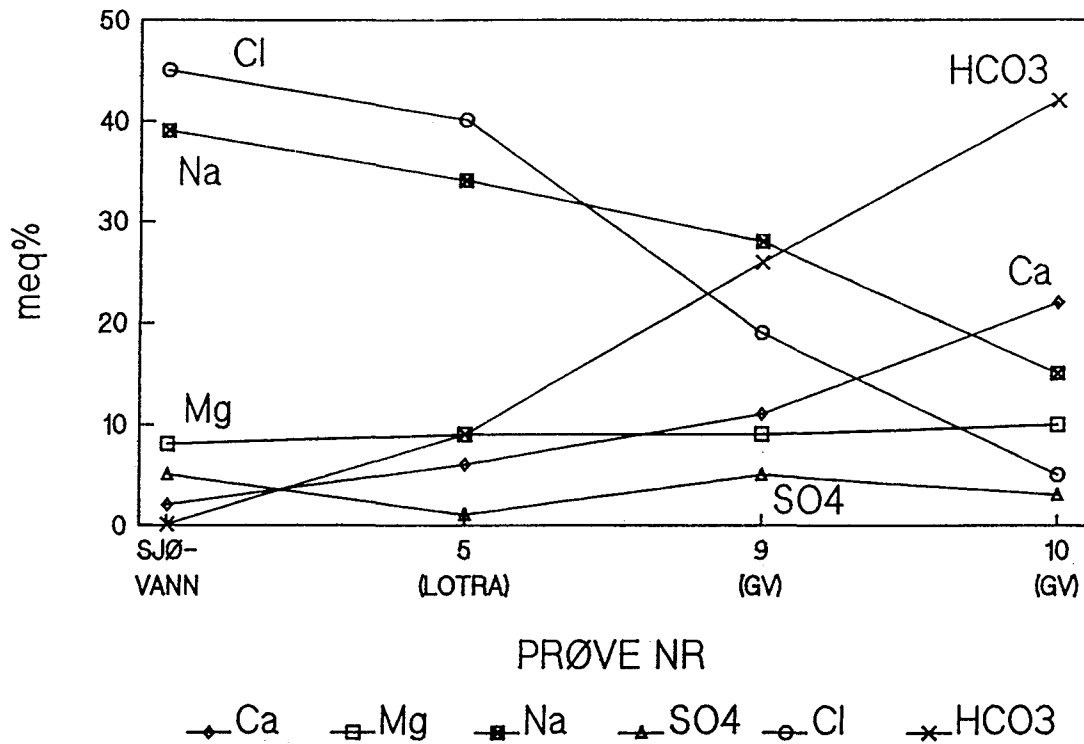


RELATIV KJEMISK SAMMENSETNING LOTRA BEKKEN



FIGUR 18

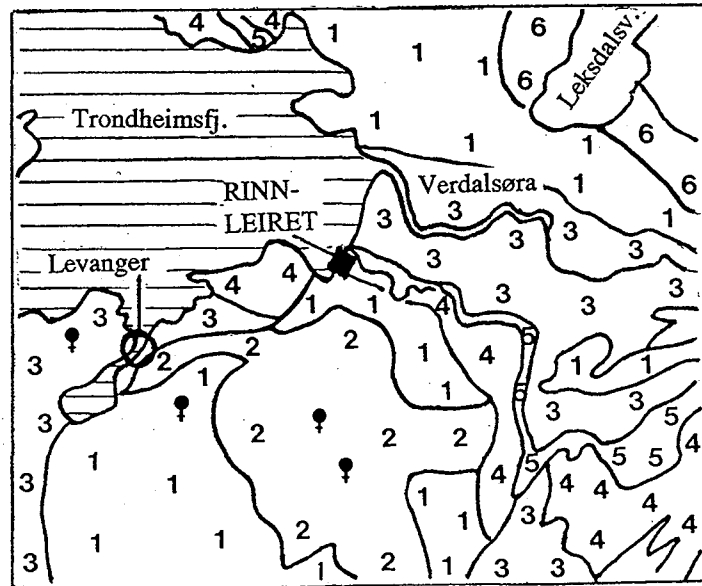
RELATIV KJEMISK SAMMENSETNING GRUNNVANN OG BEKKEVANN VED TYSKERFYLLINGA



FIGUR 19

TEGNFORKLARING

- 1 Amfibolitt/glimmerskifer
- 2 Garbenskifer
- 3 Fyllitt/gråvacke
- 4 Grønnstein/grønnskifer
- 5 Kalkstein
- 6 Arkose og kvartsgneis
- ♣ Sovelkis/magnetkis med kobbermineraliseringer



Utsnitt fra berggrunnskart
Trondheim, M 1 : 250.000.

FIGUR 20: Forenklet berggrunnskart for Verdalsområdet

| TABELLEF | NR |
|--|-----------|
| Tungmetaller og organiske forbindelser i sedimentprøve | 1 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, Lotra-kan | 2 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, Lotra-bekken | 3 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, Lotra-bekken | 4 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, Lotra-bekken | 5 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, grunnvann v/Tyskerfyllinga | 6 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, grunnvann v/Tyskerfyllinga | 7 |
| Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver, bakgrunnsprøver | 8 |
| Metaller og organiske komponenter i vannprøver, bakgrunnsprøver | 9 |

TUNGMETALLER OG ORGANISKE FORBINDELSER I SEDIMENTPRØVER FRA RINNLEIRET.

Alle tall i "mg pr. kg tørrstoff", med unntak av Mg, Ca, Na og K (g/kg). Bakerste kolonne (A) angir Nederlandsk A-verdi.

| LOK | SJØ1 | SJØ1 | SJØ1 | SJØ2 | SJØ3 | TYS1 | TYS2 | TYS2 | TYS3 | | |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|
| DYP (m) | 1.1- 1.3 | 1.3- 1.5 | 1.5- 2.3 | 0.5- 1.3 | 1.2- 1.4 | 1.5- 2.3 | 1.5- 2.3 | 2.5- 3.3 | 1.5- 2.3 | | |
| PNR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | A * |
| Cu | 29 | 30 | 29 | 36 | 337 | 26 | 26 | 27 | 25 | 7 | 50 |
| Zn | 39 | 46 | 42 | 69 | 43 | 37 | 40 | 42 | 39 | 51 | 200 |
| Pb | 6.6 | 7.7 | 7.4 | 11.9 | 9.6 | 5.7 | 4.8 | 6.2 | 6.3 | 8.1 | 50 |
| Ni | 25 | 29 | 25 | 39 | 23 | 23 | 24 | 26 | 23 | 15 | 50 |
| Co | 10 | 12 | 11 | 15 | 12 | 10 | 10 | 11 | 10 | 9 | 20 |
| V | 24 | 34 | 31 | 56 | 38 | 28 | 31 | 32 | 29 | 25 | - |
| Mo | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 10 |
| Cd | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | <2 | 1 |
| Cr | 18 | 26 | 23 | 42 | 19 | 32 | 27 | 28 | 26 | 21 | 100 |
| Ba | 31 | 48 | 41 | 84 | 31 | 22 | 24 | 28 | 23 | 45 | 200 |
| Hg | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | <.01 | - | 0.5 |
| | | | | | | | | | | | |
| M.O | - | - | <2 | <2 | 2.2 | <2 | - | <2 | <2 | - | 50 |
| EOX | - | <.02 | <.02 | <.02 | <.02 | <.02 | <.02 | <.02 | <.02 | - | 0.1 |
| PID | - | 30 | 30 | 60 | 8-9 | 19 | 16 | 12 | 3-4 | - | |
| | | | | | | | | | | | |
| Mg | 6 | 8 | 8 | 13 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 11 | |
| Ca | 26 | 26 | 27 | 28 | 21 | 9 | 8 | 10 | 9 | 14 | |
| Na | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | |
| K | 2.5 | 3.7 | 3.2 | 6.8 | 2.2 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.3 | 1.9 | |

* I revidert utgave av ABC-systemet (VROM 1988) er det i stor grad gått bort fra å angi eksakte tall for A-verdier (naturlig bakgrunnsverdi), og kun angitt at A-verdi avhenger av de lokale naturforhold.

M.O = innhold av mineralolje kvantifisert mot standard marin diesel
 EOX = ekstraherbare organiske klorforbindelser
 PID = ioniserbare gasser, her kvantifisert mot isobuten (ppm)
 - = ikke analysert

TABELL 1

UORGANISKE HOVEDKOMPONENTER I VANNPRØVER

| | |
|---|----------------------|
| LOKALITET: RINNLEIRET, LOTRA - KANALEN | BORHULL NR: - |
|---|----------------------|

| PRØVE NR: NGU-oppdrag:256/93 | 1 | 2 | 7 | 8 | 11 | SIFF KVALITETS- NORMER | |
|--|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-----------------------|
| DYP (m) | BEKK | BEKK | BEKK | BEKK | BEKK | GOD | MINDRE GOD |
| KATIONER | | | | | | | |
| Kalsium mg/l | 52.1 | 53.0 | 51.6 | 52.1 | 32.8 | 15-25 | |
| Magnesium mg/l | 18.2 | 11.1 | 8.9 | 7.5 | 5.1 | < 10 | 10 - 20 |
| Natrium mg/l | 120.7 | 50.3 | 31.3 | 19.2 | 7.7 | <20 | |
| Kalium mg/l | 7.5 | 4.7 | 4.3 | 4.2 | 1.9 | | |
| Silisium mg/l | 4.0 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.2 | | |
| Barium µg/l | 8.2 | 9.8 | 8.9 | 8.2 | 8.2 | < 1000 | |
| Strontium µg/l | 230 | 264 | 209 | 189 | 105 | | |
| Sum kation meq/l * | 9.54 | 5.86 | 4.78 | 4.15 | 2.44 | | |
| ANIONER | * Sum kation = Ca + Mg + Na + K | | | | | | |
| Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l | 40.1 | 25.5 | 22.1 | 17.9 | 12.2 | < 100 | |
| Klorid mg/l | 179 | 68.4 | 47 | 27.1 | 11.5 | < 100 | 100 - 200 |
| Nitrat mgNO ₃ /l | 7.7 | 8.9 | 9.1 | 9.1 | 6.8 | < 11 | 11 - 44 |
| Bikarb. mgHCO ₃ /l | 172.1 | 170.2 | 164.8 | 163.5 | 102.5 | | |
| Bromid µg/l | 535 | 218 | 144 | < 100 | < 100 | | |
| Fluorid µg/l | < 50 | < 50 | 180 | 142 | 127 | < 1500 | |
| Sum anion meq/l | 8.82 | 5.39 | 4.63 | 3.96 | 2.37 | | |
| FYS.KJEMISK | | | | | | | |
| Ledn.evne µS/cm | 1017 | 601 | 485 | 409 | 244 | | |
| pH | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.2 | 7.5 - 8.5 | 6.5 - 9.0 |
| Temperatur °C | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 1.3 | 3.7 | 2 - 10 | |
| Alkalitet mmol/l | 2.82 | 2.79 | 2.70 | 2.68 | 1.68 | 0.6 - 1.0 | |

TABELL 2

METALLER OG ORGANISKE KOMPONENTER I VANNPRØVER

I tillegg til analyseresultatene gjengitt i tabell 2 er det for alle vannprøver utført analyser på uorganiske og organiske parametre gjengitt i nedenforstående tabell. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er også angitt. Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er **uthevet**. Alle tall i µg/l med unntak av Hg (ng/l). Analysedataene for metaller angir totalverdier etter filtrering (0.45 µm) og syrekonservering (Suprapur 65 % HNO₃).

| LOKALITET: | RINNLEIRET, LOTRA - KANALEN | | | | | NEDERLANDSKE ABC-VERDIER | | |
|-----------------|-----------------------------|------|------|------|------|-----------------------------|-----|------|
| | PRØVE NR: | 1 | 2 | 7 | 8 | | | |
| METALLER | | | | | | A * | B | C |
| Al | 50.1 | 22.7 | <20 | <20 | 64.2 | - | - | - |
| Fe | 233 | 59.5 | 101 | 126 | 279 | - | - | - |
| Ti | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | - | - | - |
| Mn | 114 | 233 | 140 | 122 | 124 | - | - | - |
| Cu | <2 | <2 | <2 | 2.2 | <2 | 20 | 50 | 200 |
| Zn | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | 50 | 200 | 800 |
| Pb | 0.93 | 1.01 | 1.37 | 1.26 | <0.5 | 20 | 50 | 200 |
| Hg (ng/l) | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 200 | 500 | 2000 |
| Ni | <40 | <40 | <40 | <40 | <40 | 20 | 50 | 200 |
| Co | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 20 | 50 | 200 |
| V | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | - | - | - |
| Mo | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 5 | 20 | 100 |
| Cd | 0.34 | 0.40 | 0.41 | 0.40 | 0.21 | 1 | 2.5 | 10 |
| Cr | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 20 | 50 | 200 |
| Zr | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | - | - | - |
| Ag | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | - | - | - |
| B | 108 | 41.9 | 45.2 | 30.6 | <20 | - | - | - |
| Be | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | - | - | - |
| Li | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | - | - | - |
| Sc | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | - | - | - |
| Ce | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | - | - | - |
| La | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | - | - | - |
| Y | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | - | - | - |
| ORGANISK | | | | | | | | |
| Mineralolje | <200 | <200 | - | <200 | <200 | 50 | 200 | 600 |
| Organisk klor | <1.6 | <1.6 | - | <1.6 | <1.6 | 1 | 15 | 70 |

* Se merknad i tabell 1.

TABELL 3

UORGANISKE HOVEDKOMPONENTER I VANNPRØVER

| | |
|--|----------------------|
| LOKALITET: RINNLEIRET, LOTRA - BEKKEN | BORHULL NR: - |
|--|----------------------|

| PRØVE NR: NGU-opdrag:256/93 | 3 | 4 | 5 | 6 | SIF KVALITETS- NORMER | | |
|--|---------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-----------|---------------|
| DYP (m) | BEKK | BEKK | BEKK | BEKK | | GOD | MINDRE GOD |
| KATIONER | | | | | | | |
| Kalsium mg/l | 29.8 | 69.0 | 79.9 | 96.0 | | 15-25 | |
| Magnesium mg/l | 60.0 | 65.2 | 79.8 | 101 | | < 10 | 10 - 20 |
| Natrium mg/l | 541 | 490 | 548 | 565 | | <20 | |
| Kalium mg/l | 24.2 | 21.1 | 24.6 | 25.9 | | | |
| Silisium mg/l | 3.2 | 6.7 | 8.3 | 8.1 | | | |
| Fosfor µgP/l | 183 | <100 | 100 | 168 | | <7 | 7 - 11 |
| Barium µg/l | <2 | 9.2 | 25.6 | 32.6 | | <1000 | |
| Strontium µg/l | 384 | 443 | 485 | 531 | | | |
| Sum kation meq/l * | 30.57 | 30.65 | 35.02 | 38.33 | | | |
| ANIONER | * Sum kation = Ca + Mg + Na + K | | | | | | |
| Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l | 122 | 50.7 | 44.3 | 37.6 | | < 100 | |
| Klorid mg/l | 868 | 798 | 941 | 1200 | | < 100 | 100 - 200 |
| Nitrat mgNO ₃ /l | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | | < 11 | 11 - 44 |
| Bikarb. mgHCO ₃ /l | 197 | 332 | 375 | 447 | | | |
| Bromid µg/l | 2820 | 2590 | 3210 | 3810 | | | |
| Fluorid µg/l | <50 | <50 | <50 | <50 | | < 1500 | |
| Sum anion meq/l | 30.29 | 29.04 | 33.66 | 42.01 | | | |
| FYS.KJEMISK | | | | | | | |
| Ledn.evne µS/cm | 3620 | 3400 | 3950 | 4720 | | | |
| pH | 7.2 | 7.0 | 7.0 | 7.1 | | 7.5 - 8.5 | 6.5 - 9.0 |
| Temperatur °C | 1.7 | 1.3 | 1.6 | 0.4 | | 2 - 10 | |
| Alkalitet mmol/l | 3.23 | 5.44 | 6.15 | 7.33 | | 0.6 - 1.0 | |

TABELL 4

METALLER OG ORGANISKE KOMPONENTER I VANNPRØVER

I tillegg til analyseresultatene gjengitt i tabell 4 er det for alle vannprøver utført analyser på uorganiske og organiske parametre gjengitt i nedenforstående tabell. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er også angitt. Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er uthevet. Alle tall i µg/l med unntak av Hg (ng/l). Analysedataene for metaller angir totalverdier etter filtrering (0.45 µm) og syrekonservering (Suprapur 65 % HNO₃).

| LOKALITET: | RINNLEIRET, LOTRA - BEKKEN | | | | | NEDERLANDSKE ABC-VERDIER | | |
|-----------------|----------------------------|------|-------------|-------------|---|-----------------------------|-----|------|
| | PRØVE NR: | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
| METALLER | | | | | | A * | B | C |
| Al | 186 | <20 | <20 | <20 | | - | - | - |
| Fe | 1460 | 1190 | 12190 | 8320 | | - | - | - |
| Ti | <10 | <10 | <10 | <10 | | - | - | - |
| Mn | 194 | 1510 | 3340 | 2010 | | - | - | - |
| Cu | 8.4 | <2 | <2 | <2 | | 20 | 50 | 200 |
| Zn | <5 | <5 | 6 | <5 | | 50 | 200 | 800 |
| Pb | 3.66 | 3.26 | 4.65 | 6.96 | | 20 | 50 | 200 |
| Hg (ng/l) | <10 | <10 | <10 | <10 | | 200 | 500 | 2000 |
| Ni | <40 | <40 | <40 | <40 | | 20 | 50 | 200 |
| Co | <10 | <10 | <10 | <10 | | 20 | 50 | 200 |
| V | <5 | <5 | <5 | <5 | | - | - | - |
| Mo | <10 | <10 | <10 | <10 | | 5 | 20 | 100 |
| Cd | 0.99 | 0.91 | <u>2.20</u> | <u>3.90</u> | | 1 | 2.5 | 10 |
| Cr | <10 | <10 | <10 | <10 | | 20 | 50 | 200 |
| Zr | <5 | <5 | <5 | <5 | | - | - | - |
| Ag | <10 | <10 | <10 | <10 | | - | - | - |
| B | 600 | 245 | 219 | 203 | | - | - | - |
| Be | <2 | <2 | <2 | <2 | | - | - | - |
| Li | 11.1 | 6.1 | 6.7 | 3.3 | | - | - | - |
| Sc | <2 | <2 | <2 | <2 | | - | - | - |
| Ce | <50 | <50 | <50 | <50 | | - | - | - |
| La | <10 | <10 | <10 | <10 | | - | - | - |
| Y | 2.7 | <2 | <2 | <2 | | - | - | - |
| ORGANISK | | | | | | | | |
| Mineralolje | - | - | <200 | <200 | | 50 | 200 | 600 |
| Organisk klor | - | - | <1.6 | <1.6 | | 1 | 15 | 70 |

* Se merknad i tabell 1.

TABELL 5

UORGANISKE HOVEDKOMPONENTER I VANNPRØVER

| | |
|--|-----------------------------------|
| LOKALITET: RINNLEIRET, GRUNNVANN V/ TYSKER-FYLLINGA | BORHULL NR: GV1 og GV2 |
|--|-----------------------------------|

| PRØVE NR: NGU-oppdrag:256/93 | 9 | 10 | | | | SIFF KVALITETS-NORMER | |
|--|--|-----------|--|--|--|------------------------------|-------------------|
| DYP (m) | 0.5 - 3.5 | 1.2 - 3.2 | | | | GOD | MINDRE GOD |
| KATIONER | | | | | | | |
| Kalsium mg/l | 64.3 | 89.1 | | | | 15-25 | |
| Magnesium mg/l | 33.6 | 25.4 | | | | < 10 | 10 - 20 |
| Natrium mg/l | 192 | 70.6 | | | | < 20 | |
| Kalium mg/l | 23.2 | 20.3 | | | | | |
| Silisium mg/l | 7.4 | 9.1 | | | | | |
| Barium µg/l | 14.2 | 10.4 | | | | < 1000 | |
| Strontium µg/l | 383 | 428 | | | | | |
| Sum kation meq/l * | 14.91 | 10.13 | | | | | |
| ANIONER | * Sum kation = Ca + Mg + Na + K | | | | | | |
| Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l | 68.1 | 23.0 | | | | < 100 | |
| Klorid mg/l | 193 | 33.8 | | | | < 100 | 100 - 200 |
| Nitrat mgNO ₃ /l | <0.05 | <0.05 | | | | < 11 | 11 - 44 |
| Bikarb. mgHCO ₃ /l | 467 | 449 | | | | | |
| Bromid µg/l | 703 | 182 | | | | | |
| Fluorid µg/l | <50 | 557 | | | | < 1500 | |
| Sum anion meq/l | 14.53 | 8.82 | | | | | |
| FYS.KJEMISK | | | | | | | |
| Ledn.evne µS/cm | 1710 | 771 | | | | | |
| pH | 7.7 | 7.5 | | | | 7.5 - 8.5 | 6.5 - 9.0 |
| Temperatur °C | - | - | | | | 2 - 10 | |
| Alkalitet mmol/l | 7.66 | 7.36 | | | | 0.6 - 1.0 | |

TABELL 6

METALLER OG ORGANISKE KOMPONENTER I VANNPRØVER

I tillegg til analyseresultatene gjengitt i tabell 6 er det for alle vannprøver utført analyser på uorganiske og organiske parametre gjengitt i nedenforstående tabell. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er også angitt. Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er uthevet. Alle tall i µg/l med unntak av Hg (ng/l). Analysedataene for metaller angir totalverdier etter filtrering (0.45 µm) og syrekonservering (Suprapur 65 % HNO₃).

| LOKALITET: | RINNLEIRET, GRUNNVANN V/ TYSKERFYLLINGA | | | | | NEDERLANDSKE ABC-VERDIER | | |
|---------------|--|------|--|--|--|-----------------------------|-----|------|
| PRØVE NR: | 9 | 10 | | | | | | |
| METALLER | | | | | | A * | B | C |
| Al | 76.9 | <20 | | | | - | - | - |
| Fe | 108 | 34.7 | | | | - | - | - |
| Ti | <10 | <10 | | | | - | - | - |
| Mn | 377 | 400 | | | | - | - | - |
| Cu | 4.6 | <2 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Zn | 5.5 | <5 | | | | 50 | 200 | 800 |
| Pb | 2.44 | 4.54 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Hg (ng/l) | <10 | <10 | | | | 200 | 500 | 2000 |
| Ni | <40 | <40 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Co | <10 | <10 | | | | 20 | 50 | 200 |
| V | <5 | <5 | | | | - | - | - |
| Mo | <10 | 20.1 | | | | 5 | 20 | 100 |
| Cd | 0.26 | 0.51 | | | | 1 | 2.5 | 10 |
| Cr | <10 | <10 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Zr | <5 | <5 | | | | - | - | - |
| Ag | <10 | <10 | | | | - | - | - |
| B | 481 | 821 | | | | - | - | - |
| Be | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| Li | <2 | 22.8 | | | | - | - | - |
| Sc | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| Ce | <50 | <50 | | | | - | - | - |
| La | <10 | <10 | | | | - | - | - |
| Y | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| ORGANISK | | | | | | | | |
| Mineralolje | <200 | <200 | | | | 50 | 200 | 600 |
| Organisk klor | <1.6 | <1.6 | | | | 1 | 15 | 70 |

* Se merknad i tabell 1.

TABELL 7

UORGANISKE HOVEDKOMPONENTER I VANNPRØVER

| LOKALITET: BAKGRUNNSPRØVER LOTRA OPPSTRØMS RINNLEIRET (11) RINNELVA (12) | | | | | | BORHULL NR: - | | |
|--|---------------------------------|-------|--|--|--|--------------------------|---------------|--|
| PRØVE NR: NGU-oppdrag:256/93 | 11 | 12 | | | | SIF KVALITETS- NORMER | | |
| DYP (m) | BEKK | BEKK | | | | GOD | MINDRE GOD | |
| KATIONER | | | | | | | | |
| Kalsium mg/l | 32.8 | 30.2 | | | | 15-25 | | |
| Magnesium mg/l | 5.1 | 3.8 | | | | < 10 | 10 - 20 | |
| Natrium mg/l | 7.7 | 7.0 | | | | <20 | | |
| Kalium mg/l | 1.9 | 1.9 | | | | | | |
| Silisium mg/l | 4.2 | 3.0 | | | | | | |
| Barium µg/l | 8.2 | 9.5 | | | | < 1000 | | |
| Strontium µg/l | 105 | 92 | | | | | | |
| Sum kation meq/l * | 2.44 | 2.17 | | | | | | |
| ANIONER | * Sum kation = Ca + Mg + Na + K | | | | | | | |
| Sulfat mgSO ₄ ⁻ /l | 12.2 | 11.9 | | | | < 100 | | |
| Klorid mg/l | 11.5 | 10.7 | | | | < 100 | 100 - 200 | |
| Nitrat mgNO ₃ /l | 6.8 | 6.3 | | | | < 11 | 11 - 44 | |
| Bikarb. mgHCO ₃ /l | 103 | 89.7 | | | | | | |
| Bromid µg/l | < 100 | < 100 | | | | | | |
| Fluorid µg/l | 127 | 95.9 | | | | < 1500 | | |
| Sum anion meq/l | 2.37 | 2.13 | | | | | | |
| FYS.KJEMISK | | | | | | | | |
| Ledn.evne µS/cm | 244 | 220 | | | | | | |
| pH | 7.2 | 7.9 | | | | 7.5 - 8.5 | 6.5 - 9.0 | |
| Temperatur °C | 3.7 | 0.4 | | | | 2 - 10 | | |
| Alkalitet mmol/l | 1.68 | 1.47 | | | | 0.6 - 1.0 | | |

TABELL 8

METALLER OG ORGANISKE KOMPONENTER I VANNPRØVER

I tillegg til analyseresultatene gjengitt i tabell 8 er det for alle vannprøver utført analyser på uorganiske og organiske parametre gjengitt i nedenstående tabell. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er også angitt. Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er **uthevet**. Alle tall i µg/l med unntak av Hg (ng/l). Analysedataene for metaller angir totalverdier etter filtrering (0.45 µm) og syrekonservering (Suprapur 65 % HNO₃).

| LOKALITET: | BAKGRUNNSPRØVER LOTRA OPPSTRØMS RINNLEIRET (11) RINNELVA (12) | | | | | NEDERLANDSKE ABC-VERDIER | | |
|---------------|---|-------------|----|--|--|-----------------------------|-----|------|
| | PRØVE NR: | 11 | 12 | | | A * | B | C |
| METALLER | | | | | | | | |
| Al | 64.2 | 22.0 | | | | - | - | - |
| Fe | 279 | 170 | | | | - | - | - |
| Ti | <10 | <10 | | | | - | - | - |
| Mn | 124 | 25.3 | | | | - | - | - |
| Cu | <2 | <2 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Zn | <5 | <5 | | | | 50 | 200 | 800 |
| Pb | <0.5 | <0.5 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Hg (ng/l) | <10 | <10 | | | | 200 | 500 | 2000 |
| Ni | <40 | <40 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Co | <10 | <10 | | | | 20 | 50 | 200 |
| V | <5 | <5 | | | | - | - | - |
| Mo | <10 | 20.1 | | | | 5 | 20 | 100 |
| Cd | 0.21 | 0.20 | | | | 1 | 2.5 | 10 |
| Cr | <10 | <10 | | | | 20 | 50 | 200 |
| Zr | <5 | <5 | | | | - | - | - |
| Ag | <10 | <10 | | | | - | - | - |
| B | <20 | <20 | | | | - | - | - |
| Be | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| Li | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| Sc | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| Ce | <50 | <50 | | | | - | - | - |
| La | <10 | <10 | | | | - | - | - |
| Y | <2 | <2 | | | | - | - | - |
| ORGANISK | | | | | | | | |
| Mineralolje | <200 | - | | | | 50 | 200 | 600 |
| Organisk klor | <1.6 | - | | | | 1 | 15 | 70 |

* Se merknad i tabell 1.

TABELL 9

| VEDLEGG | NR |
|---|-----------|
| Magnetometri - metodebeskrivelse | 1 |
| EM31 - metodebeskrivelse | 2 |
| Kornfordelingskurver for sedimentprøver | 3 |
| Prøvebeskrivelser for sedimentprøver | 4 |
| Måleområde og usikkerhet for uorganiske analyser ved NGU's laboratorier | 5 |
| Analyserapport for organiske analyser ved SINTEF-SI | 6 |
| Naturlige bakgrunnsverdier for bekkesedimenter i Verdalsområdet | 7 |

MAGNETOMETRI - METODEBESKRIVELSE

Ved magnetiske målinger kartlegges bergartenes magnetiske egenskaper. I praksis er det bare mineralet magnetitt som gir anomalier, og magnetiske målinger gir derfor et bilde av bergartenes magnetittinnhold. Ved undersøkelse av deponi/avfallsplasser vil jernholdige gjenstander kunne være opphav til magnetiske anomalier.

Metoden fungerer ved at magnetiserbare objekter som plasseres i jordas magnetfelt selv vil indusere et magnetfelt. Styrken av dette feltet vil være avhengig av objektets volum, dets evne til å la seg magnetisere (susceptibilitet) og geometri. Vanligvis er dette feltet rettet med jordfeltet, og den totale feltstyrken blir høyere enn stedets normale verdier (positive anomalier). På grunn av geometri og eventuell remanent magnetisering kan imidlertid det induserte feltet også svekke totalfeltet (negative anomalier).

EM-31 - METODEBESKRIVELSE

EM-31 er en elektromagnetisk utrustning som måler undergrunnens elektriske ledningsevne direkte uten å ha kontakt med bakken. Instrumentet er spesialbygd for kartlegging av forskjellige jordarter, og kan til en viss grad bestemme deres mektighet. Instrumentet består av en senderspole og en mottakerspole samt en kontrollenhet hvor tilsynelatende ledningsevne kan avleses direkte i mS/m. Tilsynelatende resistivitet er det inverse av denne størrelsen. Spolene er plassert i en konstant avstand 3.66 meter fra hverandre og har normalt vertikale akser. Arbeidsfrekvensen er på 9.8 kHz, og dybderekkevidden angis til 6 meter. Med dette menes at instrumentet kan detektere endringer i ledningsevnen ned til 6 meters dyp. Tilsynelatende ledningsevne kan måles kontinuerlig, men i praksis vil en registrere data ved faste intervaller for seinere profiluttegning.

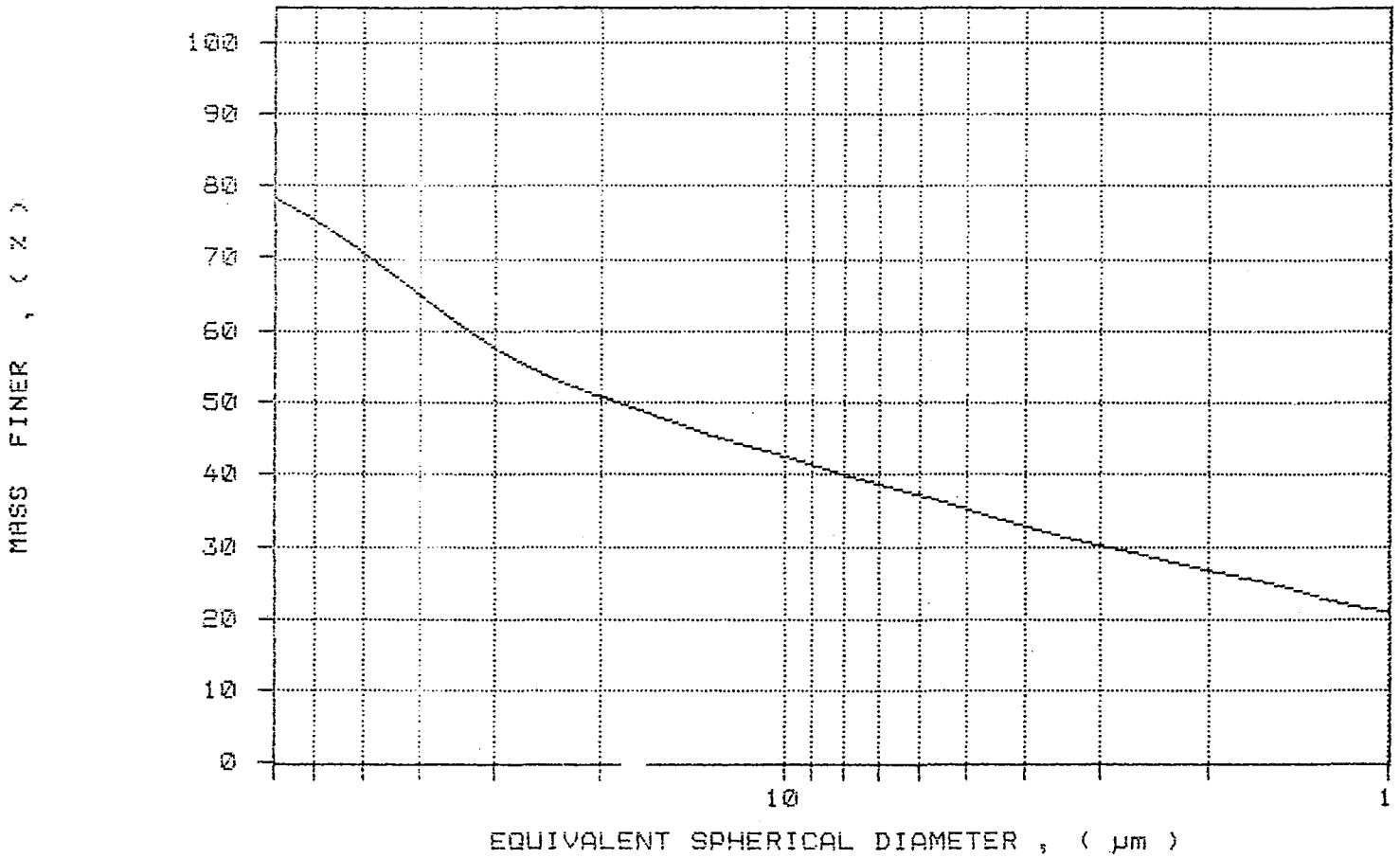
Mulighetene til å utføre dybdesonderinger med instrumentet er begrenset i og med at både spoleavstand og frekvens er fiksert. En kan imidlertid foreta såkalte geometriske dybdesonderinger. Dette kan enten gjøres ved å bestemme ledningsevnen ved forskjellige høyder over bakken, eller ved å måle med spoleaksene vertikalt og horisontalt. For å oppnå sikre data ved førstnevnte metode, bør det måles fra 0 til ca. 3 meter over bakken, og det sier seg selv at dette byr på praktiske problemer.

Ut fra en geometrisk dybdesondering kan en generelt for tolags-tilfelle beregne tykkelse av lag 1 og ledningsevnen i det andre laget. Siden EM-31 alltid måler tilsynelatende ledningsevne, er det vanskelig å bestemme ledningsevnen i det ene laget slik at de andre to størrelsene kan bestemmes. Uten tilleggsinformasjon fra f.eks. vertikale elektriske sonderinger har derfor denne tolkningsmuligheten begrenset verdi. I tolags-tilfeller hvor en kjenner ledningsevnen i det best ledende laget og hvor en vet at ledningsevnekontrasten er stor (≥ 10) kan tykkelsen av lag 1 beregnes for hver stasjon uten å utføre dybdesondering.

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA4 /87
 SAMPLE ID: 930698 Stiklestad
 SUBMITTER: Gaute Storro
 OPERATOR: Anne Nordtomme
 SAMPLE TYPE: silt / leire
 LIQUID TYPE: Water
 ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
 BASELINE/FULL SCALE: 142/ 109 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
 START 14:12:22 10/06/93
 REPT 14:15:53 10/06/93
 TOT RUN TIME 0:03:24
 SAM DENS: 2.7000 g/cc
 LIQ DENS: 0.9953 g/cc
 LIQ VISC: 0.7798 cp
 RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

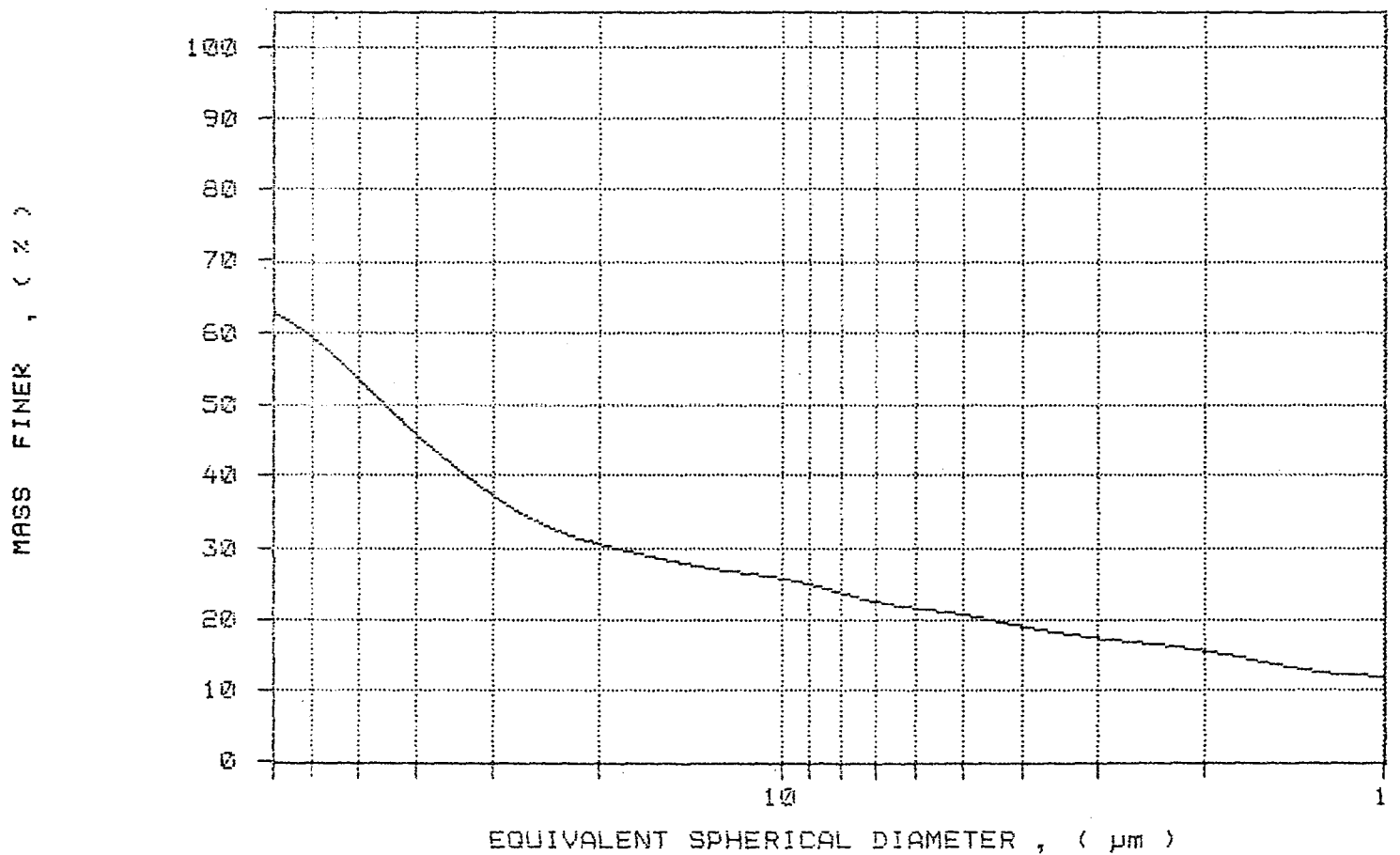


LOK: SJØ1
DYP (m): 1.1-1.3
PNR: 1

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA4 /86
SAMPLE ID: 930697 Stiklestad
SUBMITTER: Gaute Storro
OPERATOR: Anne Nordtomme
SAMPLE TYPE: silt / leire
LIQUID TYPE: Water
ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
BASELINE/FULL SCALE: 142/ 107 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
START 13:48:56 10/06/93
REPT 13:52:27 10/06/93
TOT RUN TIME 0:03:23
SAM DENS: 2.7000 g/cc
LIQ DENS: 0.9953 g/cc
LIQ VISC: 0.7798 cp
RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

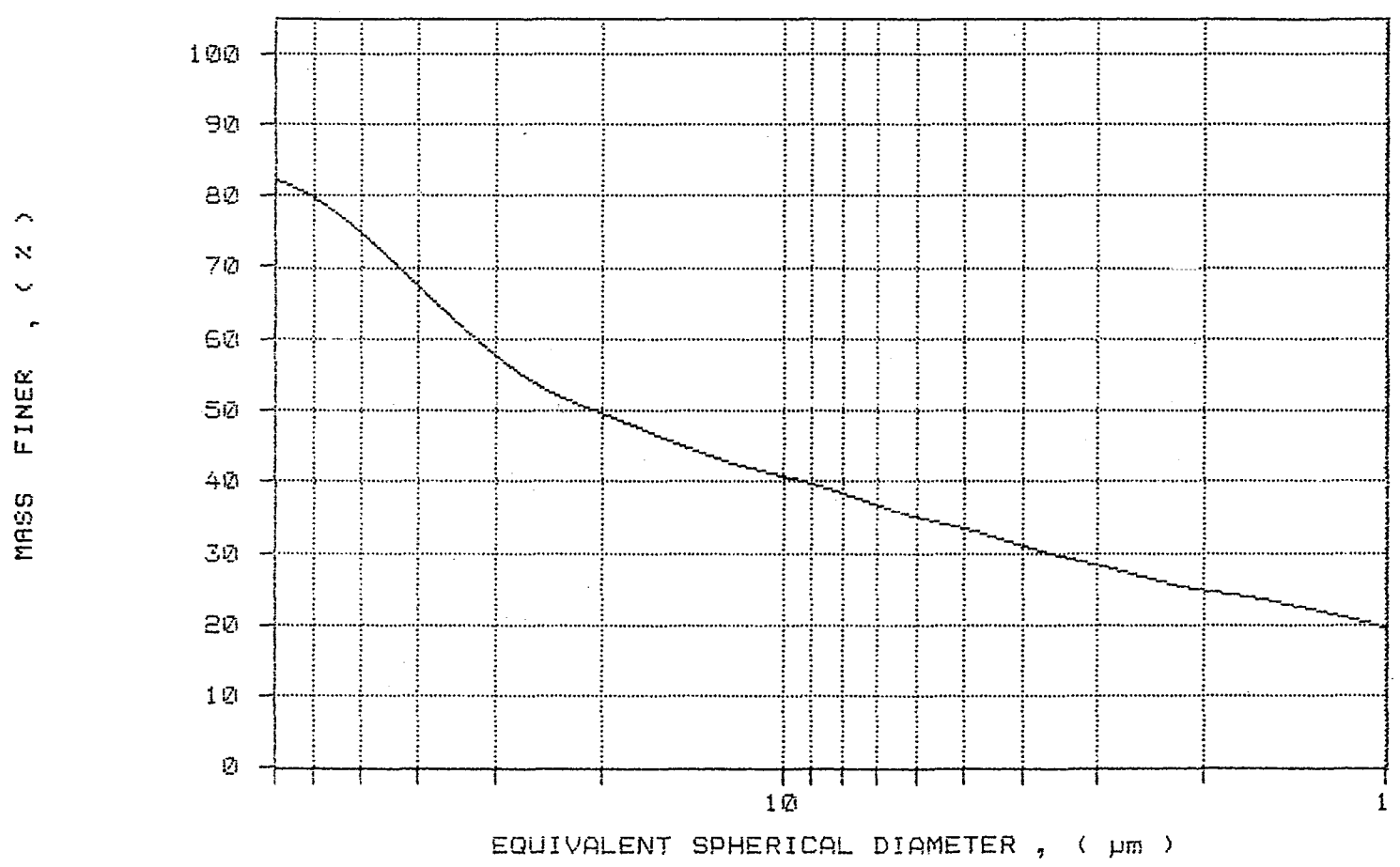


LOK: SJØ1
DYP (m): 1.3-1.5
PNR: 2

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA4 /88
 SAMPLE ID: 930699 Stiklestad
 SUBMITTER: Gaute Storro
 OPERATOR: Anne Nordtomme
 SAMPLE TYPE: silt / leire
 LIQUID TYPE: Water
 ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
 BASELINE/FULL SCALE: 142/ 105 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
 START 14:43:41 10/06/93
 REPT 14:47:13 10/06/93
 TOT RUN TIME 0:03:25
 SAM DENS: 2.7000 g/cc
 LIQ DENS: 0.9953 g/cc
 LIQ VISC: 0.7794 cp
 RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

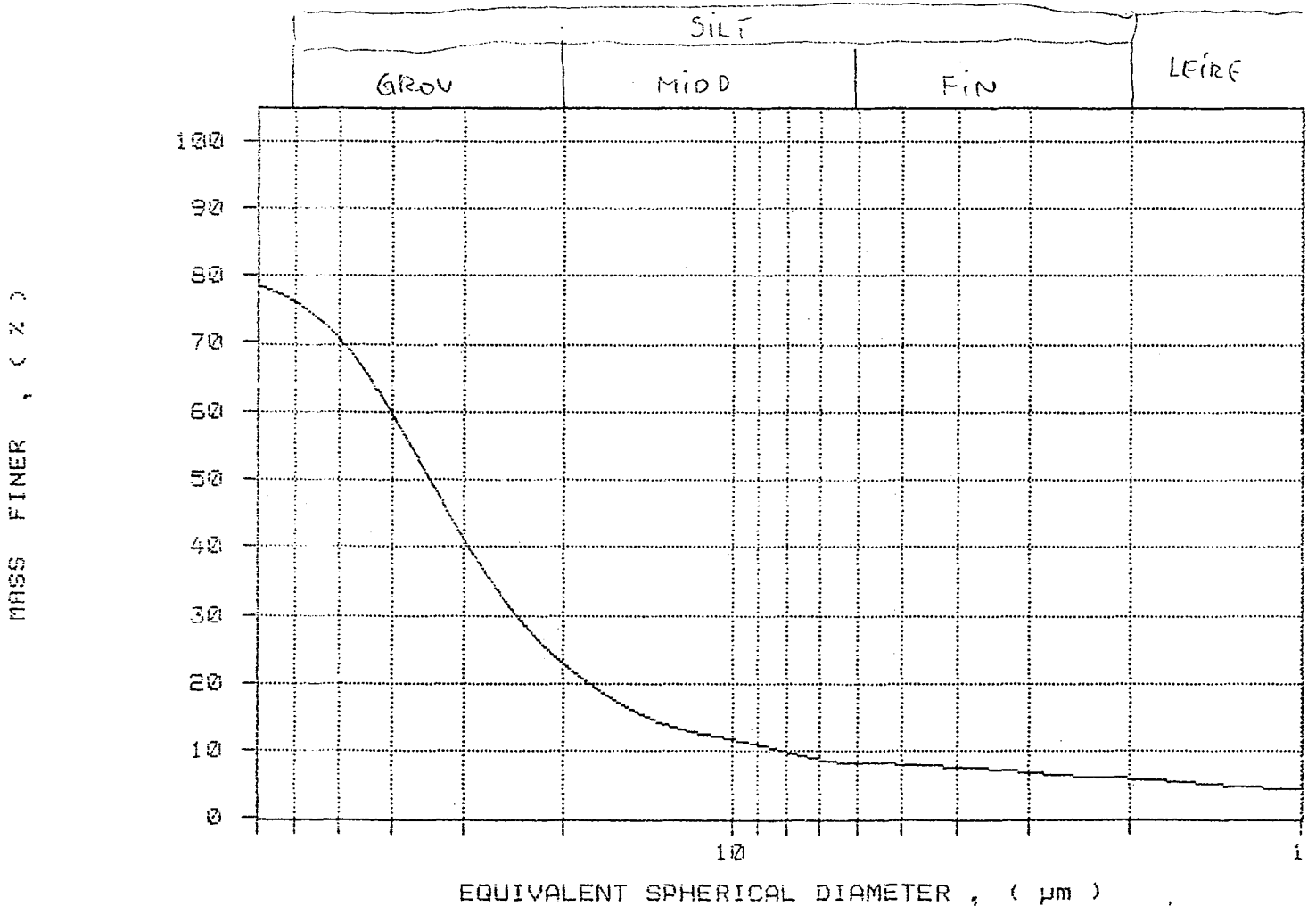


LOK: SJØ1
 DYP (m): 1.5-2.3
 PNR: 3

SAMPLE DIRECTORY NUMBER: DATA4 /94
 SAMPLE ID: 930700 Stiklestad
 SUBMITTER: Gaute Storro
 OPERATOR: Anne Nordtomme
 SAMPLE TYPE: silt / leire
 LIQUID TYPE: Water
 ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
 BASELINE/FULL SCALE: 142/ 106 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
 START 13:35:26 10/07/93
 REPT 13:38:56 10/07/93
 TOT RUN TIME 0:03:24
 SAM DENS: 2.7000 g/cc
 LIQ DENS: 0.9953 g/cc
 LIQ VISC: 0.7797 cp
 RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

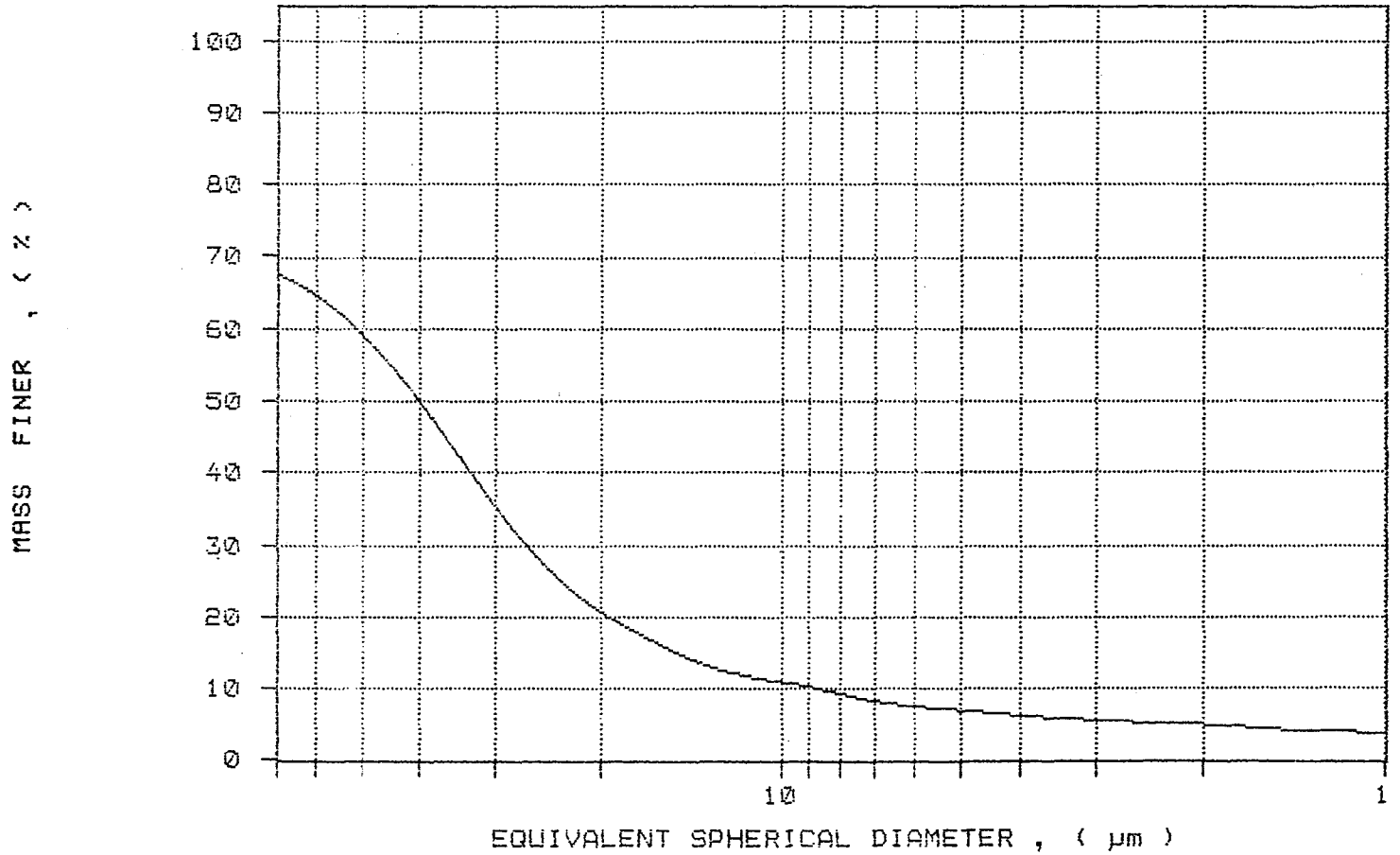


LOK: TYS1
 DYP (m): 1.5-2.3
 PNR: 6

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA4 /90
 SAMPLE ID: 930701 Stiklestad
 SUBMITTER: Gaute Storro
 OPERATOR: Anne Nordtomme
 SAMPLE TYPE: silt / leire
 LIQUID TYPE: Water
 ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
 BASELINE/FULL SCALE: 142/ 105 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
 START 15:58:32 10/06/93
 REPR 16:02:03 10/06/93
 TOT RUN TIME 0:03:24
 SAM DENS: 2.7000 g/cc
 LIQ DENS: 0.9953 g/cc
 LIQ VISC: 0.7794 cp
 RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

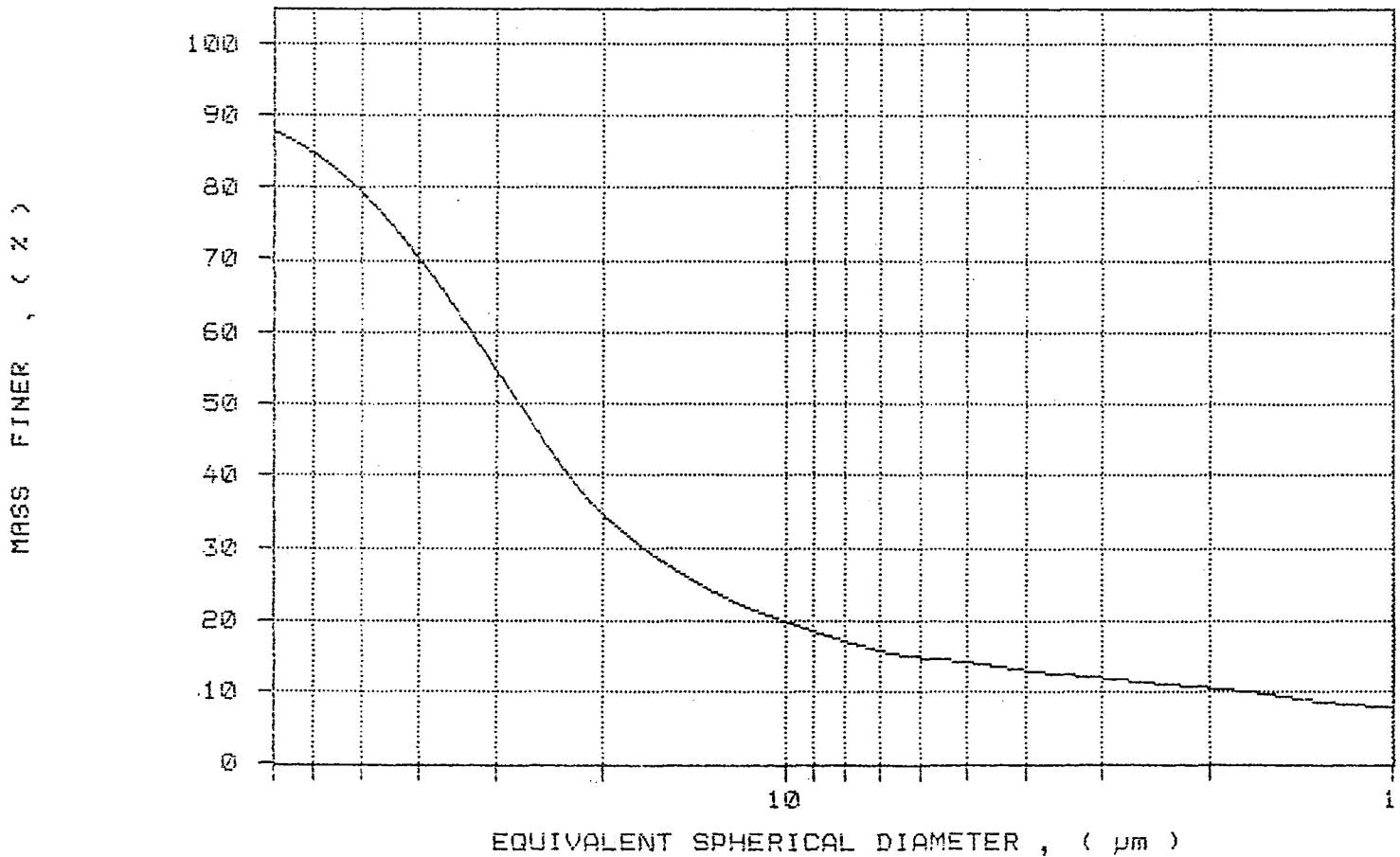


LOK: TYS2
DYP (m): 1.5-2.3
PNR: 7

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA4 /92
SAMPLE ID: 930703 Stiklestad
SUBMITTER: Gaute Storro
OPERATOR: Anne Nordtomme
SAMPLE TYPE: silt / leire
LIQUID TYPE: Water
ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
BASELINE/FULL SCALE: 142/ 106 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
START 17:03:16 10/06/93
REPT 17:06:47 10/06/93
TOT RUN TIME 0:03:24
SAM DENS: 2.7000 g/cc
LIQ DENS: 0.9953 g/cc
LIQ VISC: 0.7793 cp
RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER

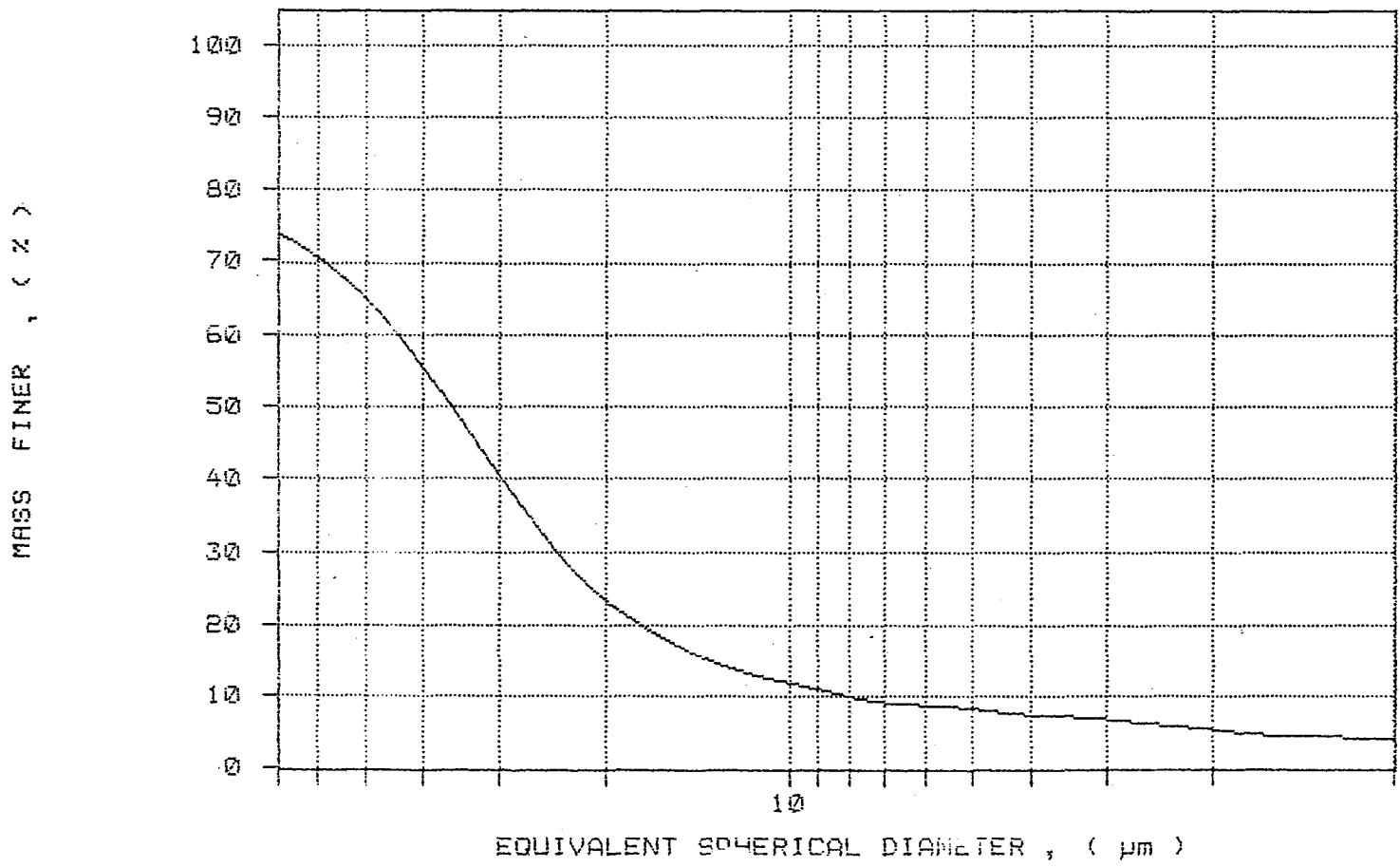


LOK: TYS2
DYP (m): 2.5-3.3
PNR: 8

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER: DATA4 /91
SAMPLE ID: 930702 Stiklestad
SUBMITTER: Gaute Storro
OPERATOR: Anne Nordtomme
SAMPLE TYPE: silt / leire
LIQUID TYPE: Water
ANALYSIS TEMP: 31.3 deg C
BASELINE/FULL SCALE: 142/ 109 kilocounts/sec

UNIT NUMBER: 1
START 16:23:40 10/06/93
REPR 16:27:12 10/06/93
TOT RUN TIME 0:03:25
SAM DENS: 2.7000 g/cc
LIQ DENS: 0.9953 g/cc
LIQ VISC: 0.7794 cp
RUN TYPE: Standard

CUMULATIVE MASS PERCENT FINER VS. DIAMETER



LOK: TYS3
DYP (m): 1.5-2.3
PNR: 9

PRØVETAKER: Ø54 mm stempelprøvetaker, tot.lengde 1.4 m, prøvelengde 0.8 m

PRØVE NR: 0
LOKALITET: SJØFYLLINGA PUNKT 0 (SJØ0)
DYP: 0.60 - 0.90 m under overflate
TOTAL LENGDE: 0.30 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) 0.60-0.77 Bløt silt/leire.
 0.77-0.82 Torvlag.
 0.82-0.87 Grusig sand.
 0.87-0.90 Skifer fra underliggende berggrunn (sterkt forvitret grønnskifer).

BESKRIVELSE: Prøven ble tatt for test av prøvetaker. Ingen analyser er utført. Bemerk lag (fri tekst) av organisk materiale (torv) ca 0.7 m under overflaten.

SAND (vekt%): -
 SILT (vekt%): -
 LEIR (vekt%): -

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|-----|-----|--------------|-----|-------|
| NEI | NEI | NEI | NEI | NEI | |

PRØVE NR: 1 (1.1 - 1.3 m) og 2 (1.3 - 1.5 m)
LOKALITET: SJØFYLLINGA PUNKT 1 (SJØ1)
DYP: 1.00 - 1.50 m under overflaten
TOTAL LENGDE: 0.50 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) 1.00 - 1.20 Veksling mellom leire og tynne (mm) sandlag, fast.
 1.20 - 1.37 Bløt silt/finsand, homogen.
 1.37 - 1.50 Fastere, leirrikt materiale

BESKRIVELSE: -
 (fri tekst)

| | | |
|---------------|----|----|
| | 1 | 2 |
| SAND (vekt%): | 24 | 37 |
| SILT (vekt%): | 50 | 47 |
| LEIR (vekt%): | 26 | 16 |

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|-----|-----|--------------|-----|-------|
| 1 OG 2 | NEI | 2 | 1 OG 2 | 2 | |

PRØVE NR: 3
LOKALITET: SJØFYLLINGA PUNKT 1 (SJØ1)
DYP: 1.5 - 2.3 m
TOTAL LENGDE: 0.8 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: Homogen, bløt silt leire med mikroskopiske (< mm) lag av finsand/grovsilt.
 (fri tekst) Fjell (sterkt forvitret grønskifer) på 2.5 m's dyp.

SAND (vekt%): 18
SILT (vekt%): 57
LEIR (vekt%): 25

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| JA | JA | JA | JA | JA | |

PRØVE NR: 4
LOKALITET: SJØFYLLINGA PUNKT 2 (SJØ2)
DYP: 0.5 - 1.3 m
TOTAL LENGDE: 0.8 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: Homogen og relativt fast leirholdig silt. Fjell (sterkt forvitret grønskifer) på
 (fri tekst) 1.5 m's dyp.

SAND (vekt%): -
SILT (vekt%): -
LEIR (vekt%): -

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| NEI | JA | JA | JA | JA | |

PRØVE NR: 5
LOKALITET: SJØFYLLINGA PUNKT 3 (SJØ3)
DYP: 1.0 - 1.15 m
TOTAL LENGDE: 0.15 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: Prøve av underliggende berggrunn ved sjøfyllinga (sterkt forvitret grønnskifer) Prøvetatt ved hjelp av kjerneboringsutstyr.
 (fri tekst)

SAND (vekt%): -
SILT (vekt%): -
LEIR (vekt%): -

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| NEI | JA | JA | JA | JA | |

PRØVE NR: 6
LOKALITET: TYSKERFYLLINGA PUNKT 1 (TYS1)
DYP: 1.5 - 2.3 m
TOTAL LENGDE: 0.8 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: Finsand/grovsilt med tydelig "mikro"-lagdeling (varvig) som følge av varierende finsandinnhold. Mange smålinser (1-2 mm) av mørkere karakter (mineralseparasjon ?) opptrer. Mer enn 50 % av prøven ligger i grovsiltfraksjonen, og materialet er relativt fast.
 (fri tekst)

SAND (vekt%): 22
SILT (vekt%): 72
LEIR (vekt%): 6

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| JA | JA | JA | JA | JA | |

PRØVE NR: 7
LOKALITET: TYSKERFYLLINGA PUNKT 2 (TYS2)
DYP: 1.5 - 2.3 m
TOTAL LENGDE: 0.8 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: (fri tekst) Finsand/grovsilt med tydelig "mikro"-lagdeling (varvig) som følge av varierende finsandinnhold. Materialet er noe fastere enn prøve 6 og inneholder noe skjellfragmenter og organisk materiale. 45 % av materialet ligger i grovsilt-fraksjonen.

SAND (vekt%): 33
SILT (vekt%): 62
LEIR (vekt%): 5

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|-----|-----|--------------|-----|-------|
| JA | NEI | JA | JA | JA | |

PRØVE NR: 8
LOKALITET: TYSKERFYLLINGA PUNKT 2 (TYS2)
DYP: 2.5 - 3.3 m
TOTAL LENGDE: 0.8 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: (fri tekst) Finsandig grovsilt med tydelig "mikro"-lagdeling (varvig) som følge av varierende finsandinnhold. Mange smålinser (1-2 mm) av mørkere karakter (mineralseparasjon ?) opptrer. Mer enn 50 % av prøven ligger i grovsilt-fraksjonen, og materialet er relativt fast.

SAND (vekt%): 12
SILT (vekt%): 78
LEIR (vekt%): 10

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| JA | JA | JA | JA | JA | |

PRØVE NR: 9
LOKALITET: TYSKERFYLLINGA PUNKT 3 (TYS3)
DYP: 1.5 - 2.3 m
TOTAL LENGDE: 0.8 m
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover) -

BESKRIVELSE: Finsand/grovsilt med tydelig "mikro"-lagdeling (varvig) som følge av varierende finsandinnhold. Mange smålinser (1-2 mm) av mørkere karakter (mineralseparasjon ?) opptrer. Mer enn 50 % av prøven ligger i grovsiltfraksjonen, og materialet er relativt fast.
 (fri tekst)

SAND (vekt%): 28
SILT (vekt%): 66
LEIR (vekt%): 6

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| JA | JA | JA | JA | JA | |

PRØVE NR:
LOKALITET:
DYP:
TOTAL LENGDE:
BESKRIVELSE:
 (fra topp og nedover)

BESKRIVELSE:
 (fri tekst)

SAND (vekt%):
GROVSILT (vekt%):
LEIR (vekt%):

| KORNFORDELING | GC | EOX | TUNGMETALLER | PID | ANNET |
|---------------|----|-----|--------------|-----|-------|
| | | | | | |

MÅLEOMRÅDE OG USIKKERHET FOR UORGANISKE ANALYSER AV FAST STOFF OG VÆSKE VED NGUs KJEMISKE LABORATORIER.

METODE: Inductive Coupled Argon Plasma (ICAP)

| MATERIALE | PARAMETER | METODE | MÅLEOMRÅDE | USIKKERH. |
|------------|-----------|--------|-----------------|------------|
| Fast stoff | Si | ICAP | 160 ppm - 100 % | ± 10% rel. |
| " | Al | " | 20 ppm - 100 % | " |
| " | Fe | " | 5 ppm - 100 % | " |
| " | Ti | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Mg | " | 100 ppm - 100 % | " |
| " | Ca | " | 200 ppm - 100 % | " |
| " | Na | " | 200 ppm - 100 % | " |
| " | K | " | 100 ppm - 100 % | " |
| " | Mn | " | 0.2 ppm - 100 % | " |
| " | P | " | 10 ppm - 100 % | " |
| " | Cu | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Zn | " | 2 ppm - 100 % | " |
| " | Pb | " | 5 ppm - 100 % | " |
| " | Ni | " | 2 ppm - 100 % | " |
| " | Co | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | V | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Mo | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Cd | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Cr | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Ba | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Sr | " | 2 ppm - 100 % | " |
| " | Zr | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Ag | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | B | " | 5 ppm - 100 % | " |
| " | Be | " | 0.2 ppm - 100 % | " |
| " | Li | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Sc | " | 0.2 ppm - 100 % | " |
| " | Ce | " | 10 ppm - 100 % | " |
| " | La | " | 1 ppm - 100 % | " |
| " | Y | " | 0.2 ppm - 100 % | " |
| " | Sb | " | 10 ppm - 100 % | " |
| " | As | " | 10 ppm - 100 % | " |
| Væske | Si | ICAP | > 20 ppb | ± 10% rel. |
| " | Al | " | > 20 ppb | " |
| " | Fe | " | > 10 ppb | ± 5% rel. |
| " | Ti | " | > 5 ppb | " |
| " | Mg | " | > 50 ppb | " |
| " | Ca | " | > 20 ppb | " |
| " | Na | " | > 50 ppb | ± 10% rel. |
| " | K | " | > 500 ppb | ± 20% rel. |
| " | Mn | " | > 1 ppb | ± 5% rel. |
| " | P | " | > 100 ppb | " |
| " | Cu | " | > 5 ppb | " |
| " | Zn | " | > 2 ppb | " |
| " | Pb | " | > 50 ppb | ± 20% rel. |
| " | Ni | " | > 20 ppb | ± 5% rel. |
| " | Co | " | > 10 ppb | " |
| " | V | " | > 5 ppb | " |
| " | Mo | " | > 10 ppb | ± 10% rel. |
| " | Cd | " | > 5 ppb | ± 20% rel. |
| " | Cr | " | > 10 ppb | ± 10% rel. |
| " | Ba | " | > 2 ppb | ± 5% rel. |
| " | Sr | " | > 1 ppb | " |
| " | Zr | " | > 5 ppb | ± 10% rel. |
| " | Ag | " | > 10 ppb | " |
| " | B | " | > 10 ppb | " |
| " | Be | " | > 1 ppb | ± 5% rel. |
| " | Li | " | > 5 ppb | ± 20% rel. |
| " | Sc | " | > 1 ppb | ± 5% rel. |
| " | Ce | " | > 50 ppb | ± 20% rel. |
| " | La | " | > 10 ppb | ± 10% rel. |
| " | Y | " | > 1 ppb | ± 5% rel. |
| " | Sb | " | > 50 ppb | ± 20% rel. |
| " | As | " | > 100 ppb | " |

**MÅLEOMRÅDE OG USIKKERHET FOR UORGANISKE ANALYSER AV FAST STOFF
OG VÆSKE VED NGUs KJEMISKE LABORATORIER.**

METODE: Atomabsorpsjon - Grafittovnteknikk (AAG)
 Atomabsorpsjon - Kalddampeteknikk (AAK)
 Ioncromatograf (IC)

| MATERIALE | PARAMETER | METODE | MÅLEOMRÅDE | USIKKERH. |
|------------|-------------------------------|---------|-------------------|---------------|
| Fast stoff | Pb | AAG | 0.5 ppm - 100% | ± 10% rel. |
| " | Cd | " | 0.05 ppm - 100% | ± 20% rel. |
| " | Hg | AAK | 0.01 ppm - 100% | ± 10% rel. |
| Væske | Pb | AAG | > 2 ppb | " |
| " | Cd | " | > 0.02 ppb | " |
| " | Hg | AAK | > 10 ppt | " |
| " | F ⁻ | IC | > 50 ppb | " |
| " | Cl ⁻ | " | > 100 ppb | " |
| " | Br ⁻ | " | > 20 ppb | " |
| " | NO ₃ ⁻ | " | > 50 ppb | " |
| " | PO ₃ ³⁻ | " | > 200 ppb | " |
| " | SO ₄ ²⁻ | " | > 100 ppb | " |
| " | Ledningsevne | NS 4721 | 0.004 - 0.2 mS/m | ± 0.004 mS/m |
| " | | | > 0.2 mS/m | ± 2% rel. |
| " | pH | NS 4720 | | ± 0.05 pH |
| " | Alkalitet | NS 4754 | 0.03 - 0.2 mmol/l | ± 0.03 mmol/l |
| | | | 0.2 - 2 mmol/l | ± 0.04 mmol/l |
| | | | > 2 mmol/l | ± 2.5% rel. |

**I RAPPORTEN FRA SINTEF-SI OVER ORGANISKE ANALYSER ER DEN
PRØVENUMMERERING SOM ER BENYTTET I NGU'S RAPPORT
PÅFØRT MED UTHEVET SKRIFT (PNR 1 o.s.v).**

Norges Geologiske Undersøkelse
 P.B. 3006
 7002 Trondheim

Att:Gaute Storrø

SINTEF SI

Adresse/Address:
 Postboks 124 Blindern
 N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:
 Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:
 +47 22 06 73 00

Telefax:
 +47 22 06 73 50

Telex:
 71 536 SI N

Enterprise nr.: 948007029

Rapport

Deres ref.:
 Gaute Storrø

Vår ref.:
 FOR/270090.13

Direkte innvalg:
 22 067632

Oslo,
 1993-12-22

Oppdragets tittel:

Oppdrag nr.:
 270090.13
 Prøveserie.:
 1993-74.1-8
 1993-184.1-8

ANALYSE AV TOTALMENGDE HYROKARBONER (THC) OG EKSTRAHERBART ORGANISK HALOGEN (EOX) I JORD OG VANNPRØVER

Sammendrag

Det er ikke påvist mineralolje i de 6 analyserte jordprøvene. Prøvene inneholder små mengder upolare organiske forbindelser som naturlig kan forekomme i denne type jord. Det er ikke påvist hydrokarboner i vannprøvene. EOX er ikke påvist hverken i vannprøvene eller jordprøvene.

Innledning

SINTEF-SI mottok 8 jordprøver den 28.09.93 og 6 vannprøver den 15.11.93 for analyse av henholdsvis (EOX) og mineraloljeanalyse utført med GC.(THC). Bare 6 av de 8 jordprøvene skulle analysert m.h.p. mineralolje.(Prøve NGU 01 og NGU 05 ble utelatt)

Prøveoversikt

Jordprøver:

| PNR | Prøvenavn: | Beskrivelse: |
|-----|-------------------------|---|
| 2 | NGU 01 EOX 24.09.93 | |
| 3 | NGU 02 EOX, GC 24.09.93 | Grå leire, litt glatt tynn, ingen spesiell lukt |
| 4 | NGU 03 EOX, GC 24.09.93 | Grå leire, ingen spesiell lukt |
| 5 | NGU 04 EOX, GC 24.09.93 | Leire/ mer jordaktig, lukter svidd |
| 6 | NGU 05 EOX 24.09.93 | |
| 7 | NGU 06 EOX, GC 24.09.93 | Leire/jord, ingen spesiell lukt |
| 8 | NGU 07 EOX, GC 24.09.93 | Leire/jord, svarte flekker, svak oljelukt |
| 9 | NGU 08 EOX, GC 24.09.93 | Små stein/grus, ingen spesiell lukt |

Vannprøver:

| PNR | Prøvenavn: | Beskrivelse: |
|-----|-------------------------------|--|
| 1 | 1 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Klar, grønnaktig |
| 2 | 2 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Litt matt, grønnaktig |
| 5 | 3 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Gulbrun, klar |
| 6 | 4 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Stålgrønn, klar |
| 8 | 5 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Klar, litt grønnaktig |
| 9 | 6 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Litt matt, litt grønnaktig |
| 10 | 7 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Litt matt, litt grønnaktig, litt plastlukt |
| 11 | 8 Rinnleiret - Verdal 9.11.93 | Klar, litt grønnaktig |

Eksperimentelt
Jordprøver
THC-analyse i jordprøver:

Prøvene ble ekstrahert med metanol og diklormetan vha. ultrasonisk sonde (50 ml metanol + 50 ml metanol/diklormetan + 2 x 50 ml diklormetan). Diklormetanfasen ble isolert ved risting med 2 x 75 ml vann. Diklormetan-ekstraktene ble tørket med natriumsulfat, oppkonsentrert og polare komponenter fjernet ved kromatografering på Bond-Elut Silica kolonne (Analytichem International). Etter eluering med hexan fra Bond-Elut ble ekstraktene oppkonsentrert og analysert med gasskromatografi (GC).

Denne teknikken gir opplysning om fordeling av ulike komponenter i prøven som funksjon av kokepunkt. Dette vil gi opplysning om hvilken oljetype prøven består av. Metoden er også kvantitativ ved at detektorresponsen (arealet) av prøven sammenlignes med responsen for kjent standard, i dette tilfellet en marin diesel.

Vanninnholdet i prøvene ble bestemt ved at en aliquot av prøvene ble tørket i 2 døgn ved 105°C, og både EOX og THC-resultatene ble beregnet på tørrstoff.

EOX- analyse i jordprøver

Prøvene ble ekstrahert to ganger med en blanding av sykloheksan/isopropanol (25 ml : 25 ml). Sykloheksanekstraktene ble kombinert og vasket 3 ganger med surt vann (pH ca.2) for å fjerne eventuelt uorganisk klorid. Ekstraktet ble tørket med rensert natriumsulfat og inndampet til lite volum ca 1-2 ml. under nitrogen atmosfære.

EOCl og EOBr ble bestemt i en delprøve ved nøytronaktiveringsanalyse. (NAA). Resultatene ble beregnet på tørt materiale. Blindprøve ble analysert parallelt.

Vannprøver
Forbehandling av vannprøver

Vannprøvene inneholdt noe fnokket bunnfall. Ca.2/3 av de respektive prøvene ble derfor avdekantert. Den resterende delen med fnokker ble filtrert gjennom et Pyrex 2 glassfilter, og filtratet ble kombinert med resten av vannprøven. Vannprøvene ble delt i to, 500 ml. for THC analyse og 500 ml til EOX analyse.

THC- analyse i vannprøver:

Prøvene ble ekstrahert 3 ganger med diklormetan (50+20+20 ml). Diklormetan-ekstraktene ble tørket med natriumsulfat, oppkonsentrert og polare komponenter fjernet ved kromatografering på Bond-Elut Silica kolonne (Analytichem International). Etter eluering fra Bond-Elut ble ekstraktene oppkonsentrert og analysert med gasskromatografi (GC).

EOX - analyse i vannprøver.

Prøvene (500 ml) ble surgjort til pH ca. 2 med svovelsyre og ekstrahert to ganger med sykloheksan (25 ml + 25 ml). Ekstraktene ble kombinert og emulsjoner frosset ut over natten.

Ekstraktene ble vasket 3 ganger med surt vann pH ca. 2, og tørket med rensed natriumfosfat.

Ekstraktene ble inndampet til lite volum ca. 1-2 ml under nitrogenatmosfære. En aliquot av ekstraktet ble analysert m.h.p. EOCl og EOBr ved nøytronaktiveringsanalyse.

En blindprøve ble analysert parallelt.

Resultater**Jordprøver**THC-resultat i jordprøver

Resultatene fra GC analysen viser at det ikke ble påvist mineralolje i de 6 analyserte jordprøvene.

Prøvene inneholder små mengder upolare organiske forbindelser i kokepunkts området ca. 340° - 460°C. Hydrokarbonene er ikke av typen mineralolje, og kan være naturlig forekommende i denne typen jord. Mengden organiske forbindelser, kvantifisert mot standard marin diesel, er beregnet til mindre enn 2 mg/kg tørr jord. Unntaket er prøve NGU 8 hvor mengden er beregnet til 2.2 mg/kg tørr jord.

Vedlagt følger gasskromatogram av de 6 analyserte prøvene sammen med en blindprøve og standard marin diesel.

EOX-resultat i jordprøver

Det er ikke påvist kvantifiserbare mengder EOCl eller EOBr i noen av jordprøvene.

Deteksjonsgrense EOCl= 0,02 µg/g jord (tørrvekt)

Deteksjonsgrense EOBr= 0,01 µg/g jord (tørrvekt)

VannprøverTHC-resultat i vannprøver

Resultatene fra GC analysen viser at det ikke kunne påvises hydrokarboner i noen av de analyserte vannprøvene. Kvantifiseringsgrensen for hydrokarboner i denne analysen er 0.2 mg/l vann.

Vedlagt følger gasskromatogram av de 8 analyserte prøvene sammen med en standard marin diesel.

EOCl-resultat i vannprøver

Det er ikke påvist kvantifiserbare mengder EOCl eller EOBr i noen av vannprøvene.

Deteksjonsgrense EOCl=1,6 µg/l vann

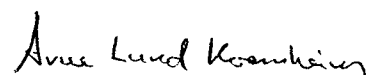
Deteksjonsgrense EOBr=0,8 µg/l vann

Prøver oppbevares på SINTEF SI i 6 måneder etter at oppdraget er utført om ikke annet avtales med oppdragsgiver. Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEF SIs analyselaboratorium. SINTEF SI tar intet ansvar for oppdragsgivers bruk av resultatene eller for konsekvenser av slik bruk. *Delvis* kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF SI.

Med hilsen
SINTEF SI



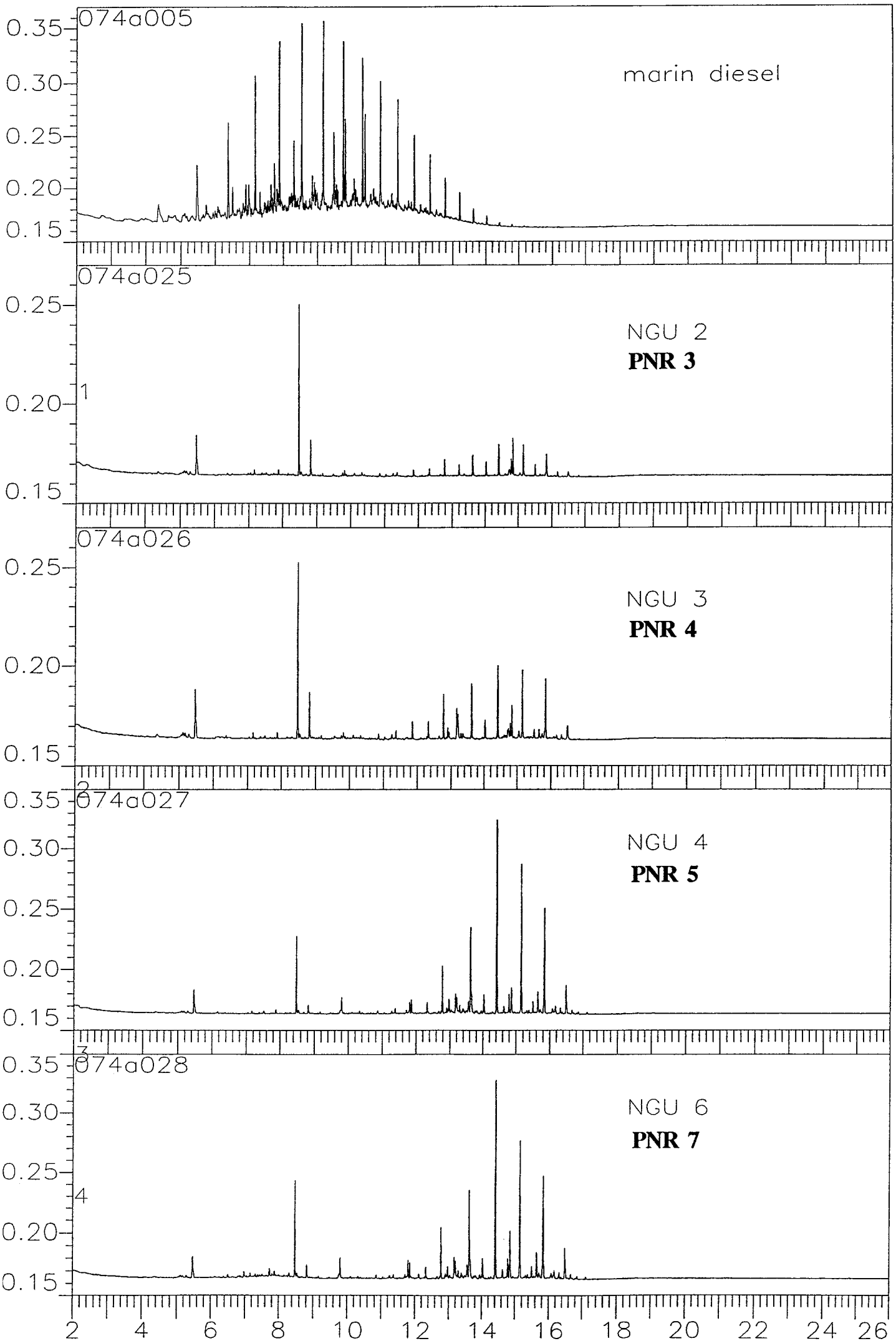
Frøydis Oreid
Prosjektleder

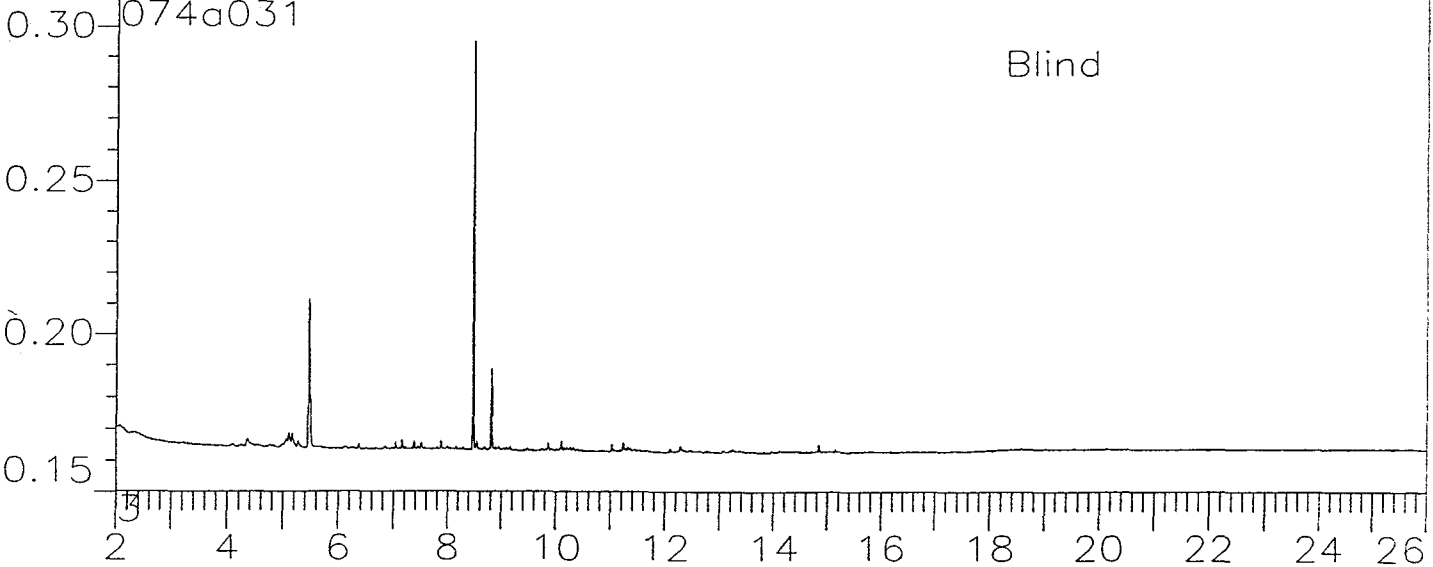
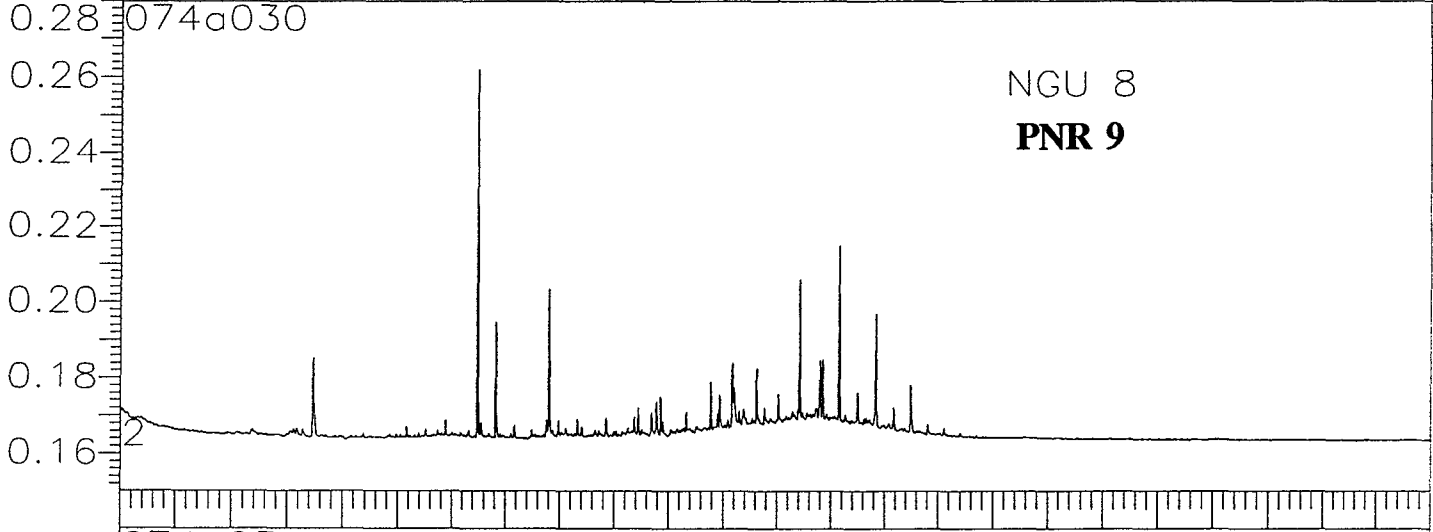
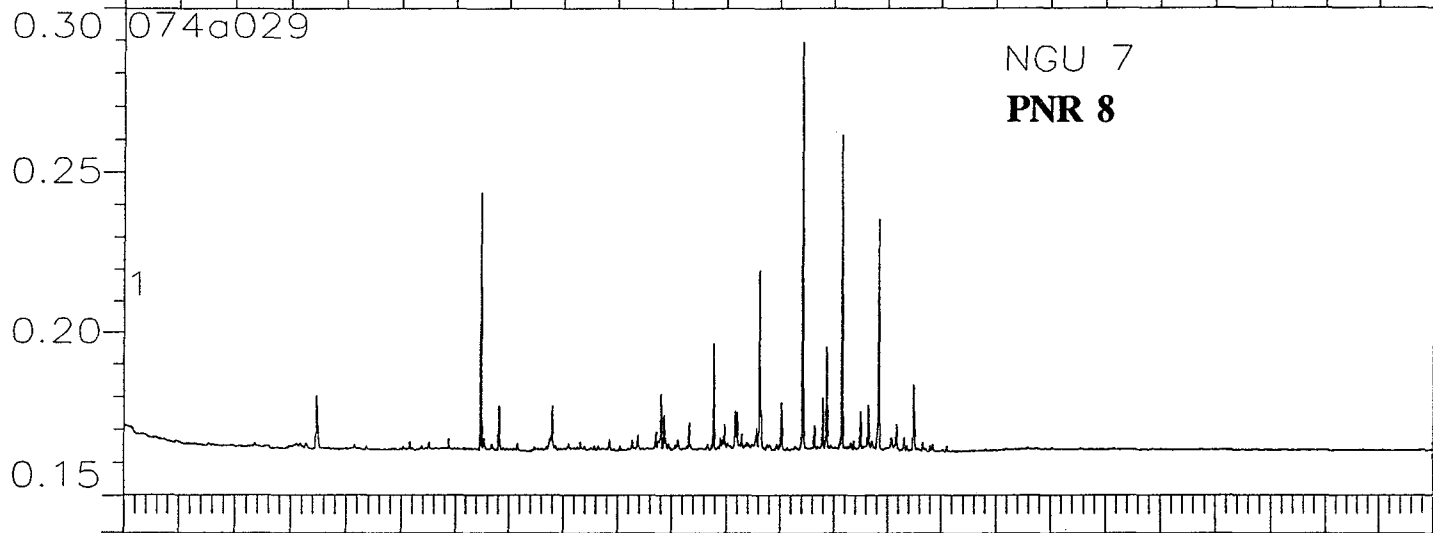
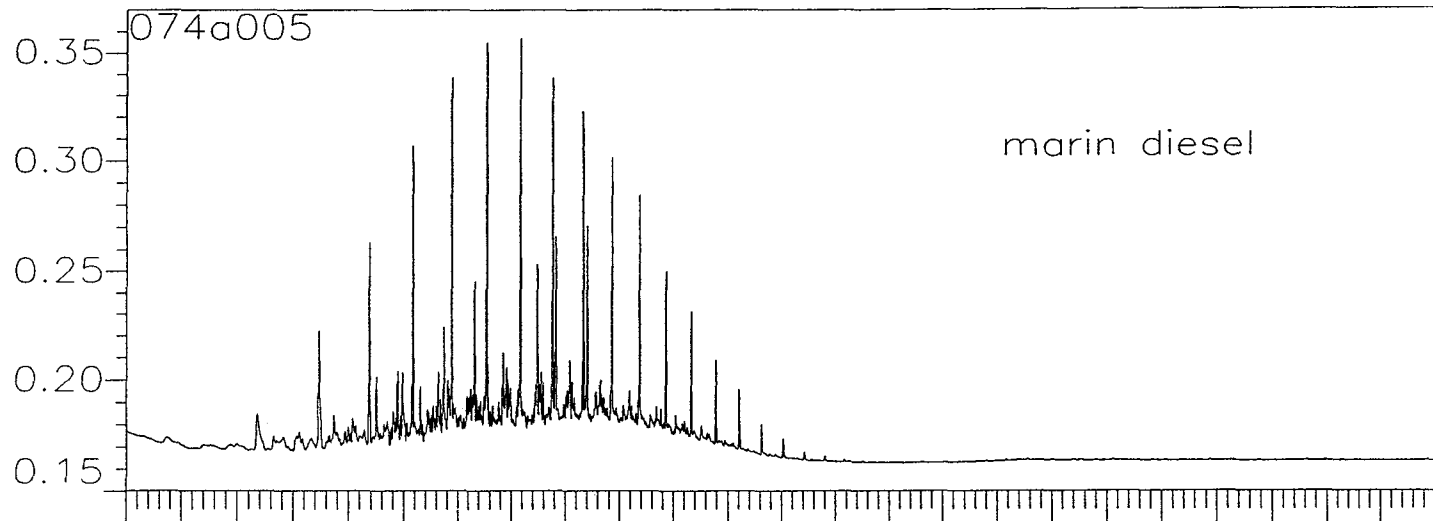


Arne Lund Kvernheim
Laboratorieleder

Vedlegg:4

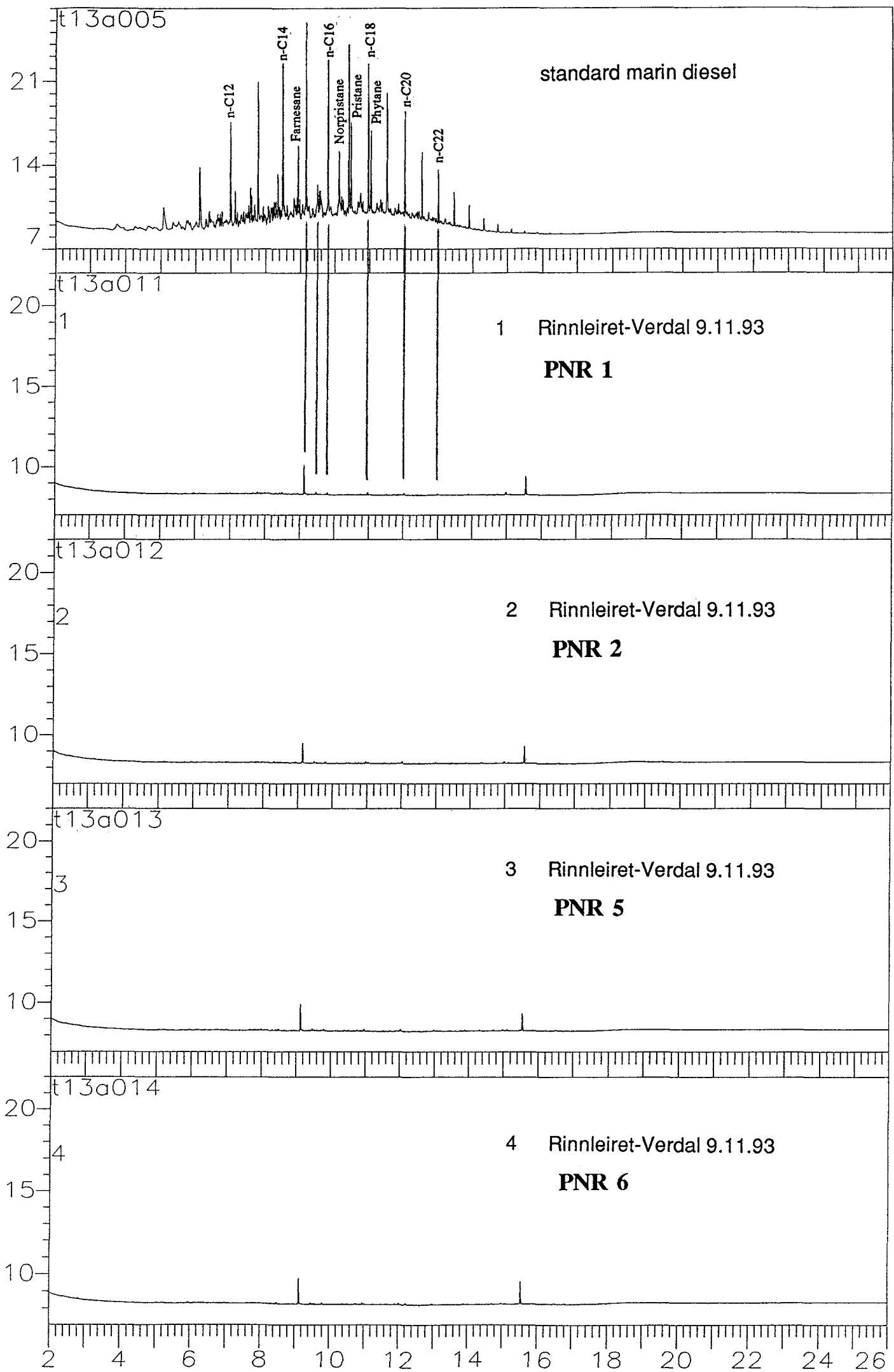
JORDPRØVER

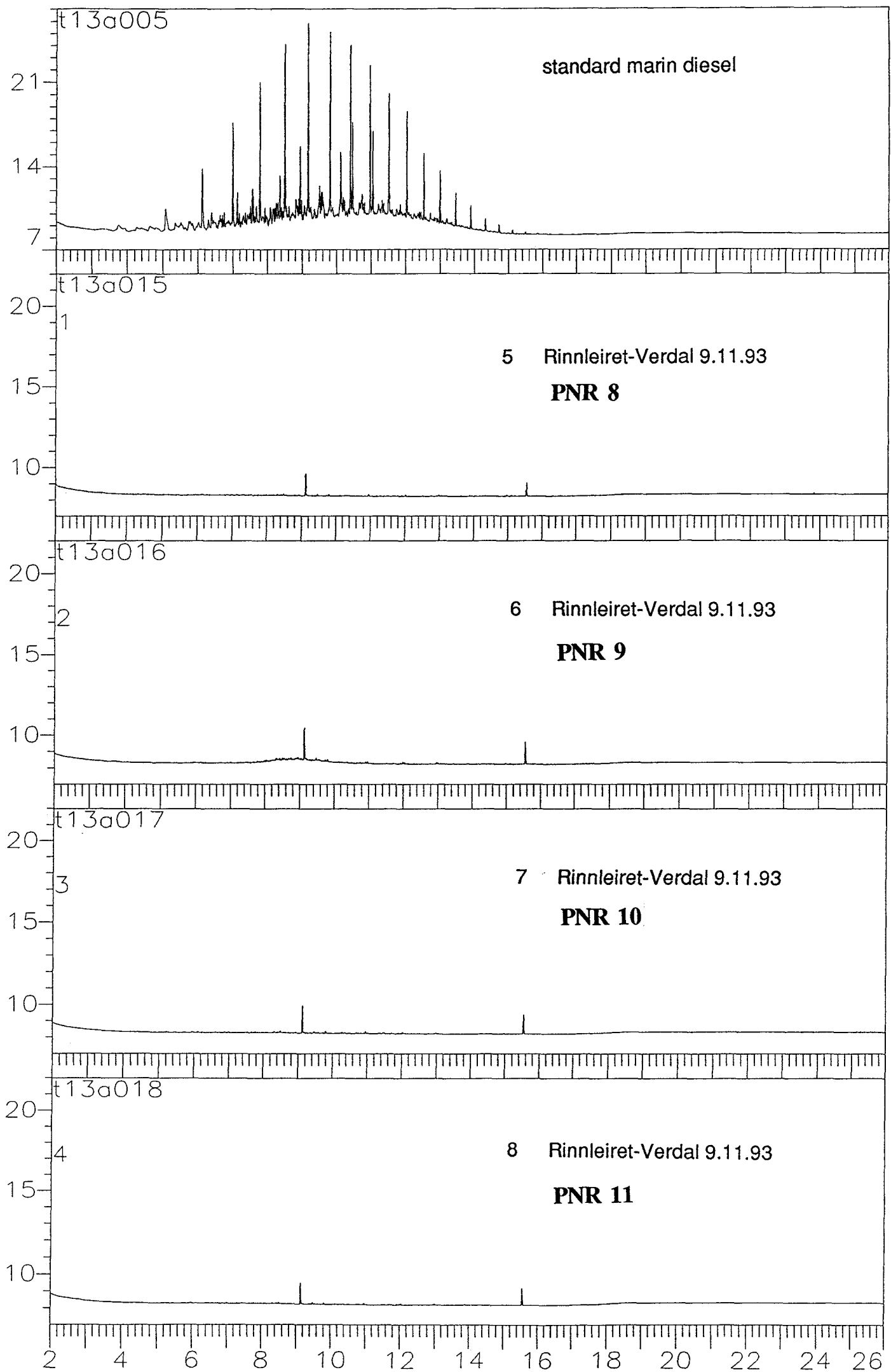




2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26

VANNPRØVER





t13a005

standard marin diesel

t13a015

5 Rinnleiret-Verdal 9.11.93
PNR 8

t13a016

6 Rinnleiret-Verdal 9.11.93
PNR 9

t13a017

7 Rinnleiret-Verdal 9.11.93
PNR 10

t13a018

8 Rinnleiret-Verdal 9.11.93
PNR 11

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26

"NATURLIG BAKGRUNNSVERDI" (A-VERDI) FOR BEKKESEDIMENTPRØVER I VERDALSOMRÅDET. •

Påfølgende side viser "naturlige geokjemiske bakgrunnsverdier" for bekkesedimentprøver i Verdalsområdet sammenstilt med geokjemiske analyseverdier for sedimentprøver fra Rinnleiret (Sjøfyllinga og Tyskerfyllinga).

Sammenstillingen viser at det er en entydig **nivåforskjell** mellom bakgrunnsprøvene og Rinnleiretprøvene. I dette begrepet ligger at Rinnleiretprøvene viser analyseverdier som gjennomgående ligger på et nivå 2-4 ganger høyere enn bakgrunnsprøvene (se kolonnen A:B), samtidig som det prosentvise innhold av ulike komponenter i de to prøvemediene er nokså ensartet.

Forklaringen på dette ligger hovedsaklig i ulikheter i kornstørrelse for de to prøvetypene. Bekkesedimentene er vanligvis relativt grovkornige (ca 180-20 μm , d.v.s. finsand/grovsilt) mens Rinnleiretprøvene domineres av leirblandet (5-20%) silt (50-60%). Ved ekstraksjon (totaloppslutning i autoklav) vil dette automatisk medføre høyere stoffkonsentrasjoner i syreekstraktet fra silt/leir-prøvene enn fra sand/silt-prøvene. Generelle forhold knyttet til analyseteknikken (ekstraksjon, instrumentkalibrering og analyse) medfører også at det ikke er mulig å oppnå eksakt reproduserbarhet ved analyse av to separate prøveserier.

Utfra dette konkluderes det med at de geokjemiske analysene av Rinnleiretprøvene viser god overensstemmelse med naturlige geokjemisk bakgrunnsverdier for Verdalsområdet. Ingen tungmetaller eller basekationer fremstår med entydige, anomale verdier i forhold til bakgrunnsprøvene. Tabellen viser tilsynelatende et avvik for bly (Pb) med forholdstall A:B = 1:1. Forklaringen er at bekkesedimentene er analysert med en kvantifiseringsgrense $\text{Pb} > 5 \text{ mg/kg}$. De fleste bekkeprøvene har blyinnhold lavere enn 5 mg/kg slik at virkelig middelvei (A) er lavere enn den angitte. Rinnleiretprøvene er analysert med kvantifiseringsgrense 0.5 mg/kg (atomabsorpsjon).

TUNGMETALLER I BAKGRUNNSPRØVER.

Tabellen viser geokjemidata for bakgrunnsprøver sammenlignet med tilsvarende data for sedimentprøver fra "Sjøfyllinga" og "Tyskerfyllinga". Bakgrunnsdataene består totalt av 8 enkeltprøver av bekkersedimenter fra Verdals-området.

| | BAKGRUNNSPRØVER (BEKKESEDIMENT) | | PRØVER SJØFYLLING OG TYSKERFYLLING | | A:B | NEDERL. A-VERDI |
|---------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|-------|--------------------|
| | VARIASJON | MIDDELV. (A) | VARIASJON | MIDDELV. (B) | | |
| Si | 28 - 109 | 70 | 168 - 296 | 248 | 1:3,5 | - |
| Al | 5 - 6 | 6 | 9 - 23 | 13 | 1:2,2 | - |
| Fe | 8 - 10 | 9 | 17 - 34 | 21 | 1:2,3 | - |
| Ti | 342 - 952 | 643 | 661 - 1.200 | 933 | 1:1,5 | - |
| Mn | 128 - 261 | 180 | 222 - 538 | 333 | 1:1,9 | - |
| P | 421 - 773 | 596 | 601 - 800 | 688 | 1:1,2 | - |
| Cu | 5 - 11 | 7 | 25 - 36 | 29 | 1:4,1 | 50 |
| Zn | 17 - 27 | 21 | 37 - 69 | 44 | 1:2,1 | 200 |
| Pb | 5 - 14 | 7 | 5 - 12 | 7 | 1:1 | 50 |
| Ni | 7 - 10 | 8 | 23 - 39 | 29 | 1:3,6 | 50 |
| Co | 5 - 7 | 6 | 10 - 15 | 11 | 1:1,8 | 20 |
| V | 13 - 20 | 17 | 24 - 55 | 32 | 1:1,9 | - |
| Mo | 1 - 3 | 2 | <2 | <2 | - | 10 |
| Cd | <1 | <1 | 0.2 - 0.6 | 0.3 | - | 1 |
| Cr | 10 - 15 | 13 | 18 - 24 | 27 | 1:2,1 | 100 |
| Ba | 8 - 13 | 11 | 22 - 84 | 37 | 1:3,4 | 200 |
| B | 0.6 - 4.5 | 2.2 | <1 | <1 | - | - |
| Hg | - | - | 0.01 - 0.02 | 0.01 | - | 0.5 |
| BASEKATIONER | | | | | | |
| Mg | 2.8 - 3.2 | 2.9 | 6 - 13 | 8 | 1:2,8 | - |
| Ca | 3.4 - 4.6 | 4.1 | 8 - 28 | 18 | 1:4,4 | - |
| Na | 0.1 - 0.2 | 0.2 | 0.3 - 1.2 | 0.5 | 1:2,5 | - |
| K | 0.5 - 0.8 | 0.7 | 2.2 - 6.8 | 3.1 | 1:4,4 | - |

Alle tall i "mg pr. kg tørrstoff", med unntak av Al, Fe, Mg, Ca, Na og K (g/kg).