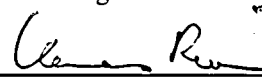


NGU Rapport 95.072

Oppfølgende miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret,
Levanger og Verdal kommuner.

Rapport nr. 95.072		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Oppfølgende miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret, Levanger og Verdal kommuner.				
Forfatter: Gaute Storrø Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: Forsvarets bygningstjeneste, Trondheim		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Verdal		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1722-4 Stiklestad		
Forekomstens navn og koordinater: FBT-lokalitet 1719 002 (Sjøfyllinga)/32V61960-707360 Nydyrkingsområde/32V6210-707380		Sidetall: 28	Pris: kr 90,-	
Feltarbeid utført: mai 1995		Rapportdato: 19.05.95	Prosjektnr.: 61.2562.03	Ansvarlig: 
Sammendrag: Etter forespørsel fra FBT/Trondheim gjennomførte NGU i mai 1995 en oppfølgende undersøkelse i tilknytning til NGU-prosjektet 63.2610.00 "Miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret, Levanger kommune". Bakgrunnen for denne oppfølgende undersøkelsen var at det under nydyrking ble påvist nedgravde tønner inneholdende tjærelignende stoffer. Det ble også gjennomført uttak og analyse av grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga. Nydyrkingsområdet: Ved hjelp av magnetiske målinger er større magnetiske anomalier, som <u>kan</u> stamme fra nedgravde tønner, påvist i tre lokaliteter. Mindre magnetiske anomalier er registrert i fire lokaliteter. Alle anomalier er lokalisert til sørvestre hjørne av nydyrkingsområdet, hvor en rekke små områder med antropogent materiale også er observert i overflaten. Innenfor denne sonen ble det også observert et område med "svart materiale med lukt av diesel/kreosot". Det svarte stoffet antas maksimalt å utgjøre et volum på 1 m ³ . Sjøfyllinga: Gjennom de grunnvannsundersøkelser som er gjennomført ved Sjøfyllinga er det ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdseil på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter.				
Emneord: Hydrogeologi		Forurenset grunn		Grunnvann
Geofysikk		Kjemiske analyser		Prøvetaking
Spesialavfall				Fagrapport

INNHALDSFORTEGNELSE

0	SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
1	INNLEDNING	7
1.1	Målsetting og strategi	7
1.2	Områdebeskrivelse	7
2	FELTARBEID, METODER OG ANALYSER	8
2.1	Geofysiske målinger	8
2.2	Uttak, forbehandling og analyse av grunnvannsprøver	9
3	RESULTATER	10
3.1	Nydyrkingsområdet	10
3.1.1	Geofysiske målinger	10
3.1.2	Markslagskartlegging	11
3.1.3	Antropogent materiale	12
3.2	Analyser av grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga	13
3.2.1	Uorganiske hovedkomponenter	14
3.2.2	Tungmetaller	14
3.2.3	Organiske analyser	18
3.2.4	Konklusjon.	18
4	VIDERE UNDERSØKELSER	19
5	REFERANSER	20

FIGURER

	FIGUR
Oversiktskart for Rinnleiret (M 1:50.000)	1
Detaljkart for nydyrkingsområdet	2
Markslagskart for nydyrket område	3
Observasjoner av antropogent materiale	4
Testmåling av magnetisk gradient over oppgravd tønne	5
Gridd av vertikal magnetisk gradient	6
Konturkart for vertikal magnetisk gradient	7
Relativ kjemisk sammensetning for grunnvann ved Sjøfyllinga	8

TABELLER (fortløpende i tekst)

	SIDE
Uorganiske hovedkomponenter i grunnvannsprøver	15
Innhold av "tungmetaller i vannprøver	16
Relativ kjemisk sammensetning for standard sjøvann og grunnvann	17

0 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Etter forespørsel fra Forsvarets Bygningstjeneste avd. Trondheim (FBT/Trondheim) gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i mai 1995 en oppfølgende miljøteknisk grunnundersøkelse i tilknytning til NGU-prosjektet 63.2610.00 "Miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret, Levanger kommune". Bakgrunnen for denne oppfølgende undersøkelsen var at det under nydyrking ble påvist nedgravde tønner inneholdende tjærelignende stoffer. For en mere utfyllende dokumentasjon henvises til NGU Rapport 93.115.

Målsettingen med undersøkelsen er å kartlegge omfanget av nedgravd magnetisk materiale innenfor det nydyrkede området samt i et tilstøtende skogsområde vest for traktorvei. Strategien for kartleggingen er å benytte en geofysisk målemetode som benevnes "vertikal magnetisk gradient", hvilket anses som den absolutt beste metode for påvisning av magnetisk materiale (jern) som ligger nedgravd under et relativt tynt løsmasseoverdekke (max 3-4 m).

På grunn av praktiske problemer (frost) ble uttak av grunnvannsprøver ved "Sjøfyllinga" utelatt ved feltarbeidet som ble gjennomført i 1993. Etter ønske fra FBT ble prøvetakingen gjennomført i tilknytning til de her omtalte grunnundersøkelser. Målsettingen med denne prøvetakingen er å klarlegge om forurenset sigevann fra Sjøfyllinga spres gjennom grunnvannstransport.

Nydyrkingsområdet:

Før de magnetiske målingene ble det satt ut et stikningsnett med tilnærmet vest-øst-gående parallelle stikningsprofiler med avstand 20 m, og med 20 m mellom stikkene i profilene. Magnetiske målinger ble foretatt i stikningsprofilene samt i senterlinjene mellom disse slik at avstand mellom måleprofiler er 10 m. Ved testmålinger over ei meget rusten tønne som lå på bakken ble det registrert en vertikal magnetisk gradient på ca. 800 nT/m. Tilnærmet samme magnetiske signatur ble funnet ved måling over tre oppgravde tønner som var mere inntakte og inneholdende tjærelignende masse. Tønnene gir ikke respons i en avstand større enn 4 m. Dette betyr at profilavstanden på 10 m er noe for stor til at en med sikkerhet vil kunne detektere alle enkeltliggende tønner. 80 % av undersøkelsesområdet er fulldekt med magnetiske målinger, forutsatt at ettersøksobjektene er tønner med tilsvarende magnetiske karakteristika som gitt foran. Etter samråd med oppdragsgiver ble det ikke vurdert som påkrevet å fulldekke undersøkelsesområdet med supplerende profiler i denne fasen av undersøkelsene.

Metallnett av størrelse ca 30x90 cm, hvorav flere er koblet sammen med kobberledninger, er pløyd opp og anbrakt på lagringssted. Dette kan være rester etter et nedgravd jordingsnett. Nettene gir klare magnetiske anomalier (ca 300 nT/m).

Større magnetiske anomalier (300-400 nT/m) er påvist i tre lokaliteter. Mindre magnetiske anomalier (50-60 nT/m) er påvist i fire lokaliteter. Alle anomalier er lokalisert til sørvestre hjørne av nydyrkingsområdet.

I tilknytning til de geofysiske målingene ble det gjennomført en enkel markslagskartlegging innenfor det nydyrkede området. I grove trekk viser kartleggingen en gradvis overgang fra grove, grusige masser i nord til sandige og siltige masser i sør. Både de grusige og de sand/siltige massene tolkes som ensgraderte strandsedimenter.

Det ble også gjennomført en enkel overflatekartlegging av antropogent materiale innenfor det nydyrkede området. Alle observasjoner er knyttet til det sørvestre hjørnet av nydyrkingsområdet, et areal som utgjør 20-25 % av det totale nydyrkingsområdet. Observasjonene består for en stor del av 1-4 m² store felter hvor murstein, betongfragmenter, glass og små metallgjenstander ses i overflaten. De fleste av disse observeres langs en ca 20 m bred, øst-vest-gående sone med småkupert terreng. Funnsted for de 3 oljefatene som ble gravd opp samt et område hvor det ble observert "svart materiale med lukt av diesel/kreosot", ligger også innenfor denne sonen. Det svare stoffet antas maksimalt å utgjøre et volum på 1 m³.

Kun i ett tilfelle er magnetisk anomali direkte sammenfallende med observasjon av antropogent materiale i overflaten. De øvrige anomalier ligger imidlertid i umiddelbar nærhet av antropogent materiale.

Fra historiske kilder er det kjent at en tysk mannskapsbrakke var plassert rett vest for traktorvei. I det området som ble undersøkt vest for traktorveien ble det ikke funnet magnetiske anomalier eller gjort klare observasjoner av antropogent materiale/menneskelige inngrep.

Konklusjon:

Det anbefales at det, inntil nærmere avklaring med hensyn til eventuelle tiltak foreligger, ikke utføres videre jordbearbeiding innen den sørvestre del av nydyrkingsområdet. Dette innebærer at 20-25 % av området i denne omgang forblir uutnyttet. Det foreslås at det aktuelle området merkes opp og avgrenses på hensiktsmessig måte.

Det anbefales at det snarest mulig blir foretatt en feltbefaring og nærmere vurdering av området hvor det er observert "svart materiale med lukt av diesel/kreosot". Volummessig utgjør dette som et maksimumsanslag 1 m³ masse. Det bør vurderes om dette materialet skal samles opp og lagres i dertil egnede beholdere.

De anviste lokaliteter med magnetiske anomalier anbefales undersøkt v.h.a. sjaktgraving.

Sjøfyllinga:

Det ble tatt ut 2 grunnvannsprøver fra observasjonsbrønn 1. Vanntilsiget for denne brønnen viste seg å være overraskende godt (2.1-2.2 l/min). Dette bekrefter antagelsen fra 1993-undersøkelsene om at den forvitrede skiferen/fyltitten har en permeabilitet som muliggjør en viss grunnvannsstrømning.

Analysen av uorganiske hovedkomponenter i grunnvann fra Sjøfyllinga viser et betydelig innhold av sjøsalter. Dette er ikke uventet idet fyllinga ligger i et typisk marint miljø som oversvømmes av salt/brakk-vann regelmessig ved flo sjø. Den kjemiske sammensetningen viser likevel at vannet også har en klar grunnvannskomponent.

Analysene av tungmetaller i grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga indikerer at det her kan foreligge "forurensings"-kilder som bl.a. gir forhøyet innhold av kobber og krom. De hydrokjemiske forhold i dette området er fra naturens side meget komplekse, med blanding av sjøvann, grunnvann og overflatevann. Det er derfor ikke mulig å avgjøre hvorvidt den eventuelle "forurensing" er menneskeskapt eller naturskapt. Ingen av de målte tungmetallkonsentrasjoner overstiger nederlandsk B-verdi.

Ved hjelp av PID-målinger på "headspace"-gass anses det som sannsynliggjort at grunnvann fra Sjøfyllinga ikke inneholder alvorlige hydrokarbonforurensinger. Det vurderes derfor ikke som påkrevet å gjennomføre detaljerte organiske analyser for de innsamlede prøver.

Gjennom de grunnvannsundersøkelser som er gjennomført ved Sjøfyllinga er det ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdsel på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter.

Konklusjon:

Utfra de resultater som foreligger etter kjemiske analyser av grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga, vurderes det ikke som nødvendig å gjennomføre videre undersøkelser i dette området.

1 INNLEDNING

Etter forespørsel fra Forsvarets Bygningstjeneste avd. Trondheim (FBT/Trondheim) gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i tidsrommet 3.-10. mai 1995 en oppfølgende miljøteknisk grunnundersøkelse i tilknytning til NGU-prosjektet 63.2610.00 "Miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret, Levanger kommune". Bakgrunnen for disse oppfølgende undersøkelsene var at det under nydyrking ble påvist nedgravde tønner inneholdende tjærelignende stoffer. For en mere utfyllende dokumentasjon av administrative og faglige rutiner knyttet til prosjektet henvises til NGU Rapport 93.115 "Miljøtekniske grunnundersøkelser på Rinnleiret, Levanger kommune.

1.1 Målsetting og strategi

Målsettingen med undersøkelsen er å kartlegge omfanget av nedgravd magnetisk materiale innenfor det nydyrkede området samt i et tilstøtende skogsområde vest for traktorvei. Strategien for kartleggingen er å benytte en geofysisk målemetode som benevnes "vertikal magnetisk gradient", hvilket anses som den absolutt beste metode for påvisning av magnetisk materiale (jern) som ligger nedgravd under et relativt tynt løsmasseoverdekke (max 3-4 m). Målingene utføres i et profilnett med profilavstand 10 m og målinger for hver andre meter i profilene. Nærmere beskrivelse av målemetode og utførelse er gitt i avsnitt 2.1.

På grunn av praktiske problemer (frost) ble uttak av grunnvannsprøver ved "Sjøfyllinga" (lokalitet 1, figur 1) utelatt ved feltarbeidet som ble gjennomført i 1993. Etter ønske fra FBT ble prøvetakingen gjennomført i tilknytning til de her omtalte grunnundersøkelser. Målsettingen med denne prøvetakingen er å klarlegge om forurenset sigevann fra Sjøfyllinga spres gjennom grunnvannstransport.

1.2 Områdebeskrivelse

Nydyrkingsområdet ligger rett øst for Rinnelva i Verdal kommune, mellom Fättenkanalen og E6 (figur 1 og 2). Området tilhører den mere sentrale del av Verdals-øra, d.v.s. det flate deltaområdet rundt munningen av Verdalselva/Rinnelva. Dette gjenspeiles også i løsmassene idet relativt grove, grusige masser observeres i dette området. Løsmassene i det mere perifere, sørvestlige deltaområdet som ble undersøkt i 1993 var dominert av finkornige sand/silt-sedimenter.

Den totale løsmassemektigheten i området er betydelig. Ved industriområdet Aker-Verdal, som ligger ca 1.5 km nord-nord-vest for undersøkelsesområdet, er det ifølge seismikkprofiler mer enn 160 m løsmasser over fjell. Det er ikke utført boringer eller andre målinger for å

kartlegge dyp til grunnvannsspeil ved nydyrkingsområdet. Utfra vannstanden i Fåttenkanalen anslås maksimalt dyp til grunnvannsspeil til 1.5-2.0 m. En naturlig dreneringsretning for grunnvann fra undersøkelsesområdet vil være mot Fåttenkanalen og Rinnelva, d.v.s. mot nordvest.

Utfra historiske kilder er det kjent at en betydelig tysk aktivitet foregikk i dette området under andre verdenskrig, bl.a. i tilknytning til flyplass (figur 2) som ble anlagt av tyskerne og mannskapsbrakk(e)r innen den vestlige "utstikkeren" av undersøkelsesområdet.

2 FELTARBEID, METODER OG ANALYSER

2.1 Geofysiske målinger

Ved magnetiske målinger over deponi/avfallsplasser vil jernholdige gjenstander kunne gi magnetiske anomalier. Magnetisérbare 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. Målingene ble utført med et Scintrex ENVI-MAG magnetometer. Dette magnetometeret har to målesonder. Magnetisk feltstyrke i én av sondene samt differansen mellom magnetisk feltstyrke i begge sondene blir registrert ved hver målestasjon. Sistnevnte parameter kalles vertikal magnetisk gradient. Denne er svært følsom for grunne, magnetiske objekter, og en trenger ikke utføre korleksjon for daglig drift i det naturlige magnetfeltet. Det er den vertikale magnetiske gradienten som er benyttet som parameter ved tolkningen. Sondene har en vertikal innbyrdes avstand på 0.5 m, der den øverste sonden er 2 m over bakken. Magnetometerets følsomhet er 0.1 nT/m.

Formålet med de magnetiske målingene var primært å finne avgrensningen av et eventuelt større område med nedgravd, jernholdig materiale, sekundært å påvise eventuelle punktlokaliteter (tønner e.l.) med nedgravd jernavfall. I sistnevnte tilfelle ble det i utgangspunktet påpekt at det innenfor de gitte prosjektrammer ikke kunne forventes en 100 % dekning av området med hensyn til påvisning av punktlokaliteter.

Lokaliseringen av det undersøkte området er vist i tegning 95.072-01. Før måling ble det satt ut et stikningsnett med tilnærmet vest-øst-gående parallelle stikningsprofiler med avstand 20 m, og med 20 m mellom stikkene i profilene. Stikningsprofilene er orientert etter et eget, fritt valgt koordinatsystem der den nord-sør-gående traktorveien fungerer som grunnakse i Y-retning. For å muliggjøre senere rekonstruksjon av stikningsnettet ble følgende fastpunkter innmålt;

Gul/grønn-stripet grensepåle i sørvestre hjørne av dyrkingsområde: 105X-23Y

Magnetiske målinger ble foretatt i stikningsprofilene samt i senterlinjene mellom disse slik at avstand mellom måleprofiler er 10 m. I de enkelte måleprofiler er målinger utført med 2 m's avstand. Der hvor anomalier ble påvist, ble det foretatt detaljmålinger for eksakt lokalisering av anomalisentrum. Det ble foretatt testmålinger over ei meget rusten, oppgravd tønne, som lå på bakken utenfor måleområdet (figur 5). Hensikten med dette var å se hvilken respons ei slik tønne ville gi. I tillegg har en lagt et innfyllende kortprofil over funnstedet for tre tønner (figur 4) som er gravd opp. Dette for om mulig å finne rester etter gjenværende tønner på samme sted. Plassering og lengde av alle målte profilene er vist i figur 7. Total profillengde var ca. 2520 m.

2.2 Uttak, forbehandling og analyse av grunnvannsprøver

For hver grunnvannsprøvetaking ble det samlet inn to parallelle delprøver;

- prøve 1: 500 ml plastflaske for analyse av alkalitet, pH og ledningsevne.
- prøve 2: 1000 ml glassflaske med slipt glasstopp for organiske analyser (GC og EOX).

Ved grunnvannsprøvetaking ble Grundfos miljøpumpe (MP1) benyttet. Brønnene ble rensesumpet umiddelbart etter etablering høsten 1993. Brønnene sto så uberørt frem til prøvetakingen i mai 1995. Det var da forventet at en betydelig gjenslamming hadde funnet sted i brønnene. Dette viste seg ikke å være tilfelle, og en konvensjonell rensesumping, med uttak av vannmengder på 30 liter (ca 7 brønnvolum), viste seg å være tilstrekkelig før uttak av den første prøven. Vannet var da "blankt", d.v.s. minimalt innhold av suspenderte mineralkorn, og viste stabil verdi for ledningsevne og temperatur ved "on-line"-målinger.

Samme prøvetakingsprosedyre ble benyttet både for observasjonsbrønn 1 og 2 (figur 8 og 11, NGU rapport 93.115). Etter rensesumping av brønn 2, med uttak av 3 liter vann (ca ett brønnvolum), ble det funnet at grunnvannstilsiget var såvidt lite at det ikke ble vurdert som hensiktsmessig å benytte denne brønnen for prøvetaking. Det ble da besluttet å foreta en lengre tids prøvepumping fra brønn 1, for å trekke inn grunnvann fra et større areal, for så å ta ut en supplerende vannprøve.

Følgende vannanalyser ble utført:

<u>ICAP:</u>	Laboratorium:	NGU
	Metode:	Argon-plasma-spektrofotometer (ICAP)
	Instrument:	Jarell-Ash modell 975 ICAP

Elementer og
deteksjonsgrenser: Se vedlegg 5, NGU Rapport 93.115

AA: Loboratorium: NGU
Metode: Atom-absorbsjon (AA)
Instrument: AA 5000/HGA 500/AA 403/MHS 1
Elementer: Pb, Cd og Hg
Deteksjonsgrenser: Se vedlegg 5, NGU Rapport 93.115

IC: Laboratorium: NGU
Metode: Høytrykks ione-kromatograf (HPIC)
Instrument: Dionex 2010i m/høysensitiv kondukt.detektor
Elementer og
deteksjonsgrenser: Se vedlegg 5, NGU Rapport 93.115

Alkalitet/pH/ledningsevne: Se vedlegg 5, NGU Rapport 93.115

3 **RESULTATER**

3.1 **Nydyrkingsområdet**

3.1.1 Geofysiske målinger

Resultatet av testmålingen over ei tønne som lå på bakken, er vist som profilplott i figur 5. Figuren viser at tønna, som forøvrig var meget opprustet, gir en vertikal magnetisk gradient på ca. 800 nT/m. En mindre opprustet tønne kan muligens gi noe større utslag. På østsiden av tønna ser en at utslaget slår negativt. Ved disse testmålingene har en benyttet samme målepunktavstand som for målingene forøvrig (2 m). En tettere målepunktavstand ville trolig ha avdekket negative verdier også på vestsida av tønna. Det går dessuten fram av figuren at tønna ikke gir respons i en avstand større enn 4 m. Dette betyr at profilavstanden på 10 m, som er benyttet her, er for stor til at en med sikkerhet vil kunne detektere alle enkeltliggende tønner. En blindsoner med bredde 2 m oppstår mellom hver 10-meter's Y-profillinje. Dette innebærer at 80 % av undersøkelsesområdet er fulldekt med magnetiske målinger, forutsatt at ettersøksobjektene er tønner med tilsvarende magnetiske karakteristika som gitt foran. Oppdragsgiver ble kontaktet med forespørsel om det var ønskelig å fulldekke området med supplerende 5m's profiler. Dette ble ikke vurdert som påkrevet i denne fase av undersøkelsene.

Måledata fra samtlige profiler er satt sammen i et overflatekart med griddede verdier (figur 6) og et konturkart (figur 7). Figurene viser at en ikke har detektert et større sammenhengende anomalt område, men kun noen få enkeltstående anomalier.

Anomalien ved koordinat 126X/60Y viste seg å skyldes en bit av et jordingsnett (?), som så vidt stakk opp av bakken. Da denne ble fjernet, fikk en ikke anomale verdier her. Ved finmåling ble imidlertid en ny anomali av samme størrelse (ca 300 nT/m) påvist i posisjon 126X/65Y.

En anomali av størrelse ca. 300 nT/m er detektert ved koordinat 126X/80Y. En kraftigere anomali er påvist ved koordinat 158X/20Y (ca.370 nT/m).

Tre tønner som ble funnet ved nydyrking av området er lagt ved siden av hverandre ved koordinat 121X/21Y, altså tilside for profil 20Y. Ved passering på nordsiden av disse (profil 20Y) oppsto en kraftige negative magnetiske gradient-verdier (ca. -750 nT/m). En enkelt måling av vertikal gradient over den midterste tønna ga ca. 800 nT/m.

Det er ellers påvist mindre anomalier (50-60 nT/m) i posisjonene 150X/20Y (3 enkeltobjekter) og 110X/40Y.

En anomali som strekker seg fra posisjon 230X/150Y til 240X/180Y skyldes metallgjerde.

I tillegg til konturangivelsen i figur 7 er samtlige anomalier avmerket i figur 4.

Konklusjon: Testmålinger over oppgravde tønner viser klare magnetiske anomalier av størrelsesorden 800 nT/m og med utstrekning ca 4 m. Med den anvendte profiltetthet (10 m) er 80% av det nydyrkede området fulldekt med magnetiske målinger. Større magnetiske anomalier (300-400 nT/m) er påvist i tre lokaliteter. Mindre magnetiske anomalier (50-60 nT/m) er påvist i fire lokaliteter. Alle anomalier er lokalisert til sørvestre hjørne av nydyrkingsområdet.

3.1.2 Markslagskartlegging

I tilknytning til de geofysiske målingene ble det gjennomført en enkel markslagskartlegging innenfor det nydyrkede området. Som kartleggingskriterium ble det i første rekke benyttet en visuell vurdering av kornstørrelse for opp-pløyde masser, d.v.s. dominerende kornfraksjon for masser ned til ca 0.5 m's dyp. Det ble samtidig foretatt en vurdering av terrengform.

Markslagskartet er gitt i figur 3. I grove trekk viser kartet en gradvis overgang fra grove, grusige masser i nord til sandige og siltige masser i sør. Innen grusområdet finnes en sone med rødlig masser. Denne sammenfaller med en svak depresjon i terrenget (10-20 cm) og tolkes som en lokal, naturlig dreneringskanal hvor jern er felt ut p.g.a. god oksygentilgang. Både de grusige og de sand/siltige massene tolkes som ensgraderte strandsedimenter.

En smal "rygg" av grove, kantete steinmasser strekker seg fra posisjon 120X/20Y til posisjon 180X/40Y. Dette antas å være et menneskeskapt (antropogent) fenomen, knyttet til gjenfylling av en grøft.

Fra posisjon 100X/30Y til posisjon 200X/50Y strekker det seg et ca 20 m bredt område med "småkupert" terreng (høydevariasjoner +/- 10-20 cm). Massene innen dette området er finsand/silt. Området bærer tydelig preg av menneskelig aktivitet.

3.1.3 Antropogent materiale

I tilknytning til de geofysiske målingene ble det gjennomført en enkel overflatekartlegging av antropogent materiale innenfor det nydyrkede området. Resultatene er vist i figur 4. Alle observasjoner er knyttet til det sørvestre hjørnet av nydyrkingsområdet, begrenset av N-S-gående traktorvei, Ø-V-gående gjerde samt linje langs posisjonene 185X/0Y - 185X/60Y - 140X/85Y - 100X/100Y. Dette arealet utgjør 20-25 % av det totale nydyrkingsområdet.

Observasjonene består for en stor del av 1-4 m² store felter hvor murstein, betongfragmenter, glass og små metallgjenstander kan observeres i overflaten. De fleste av disse observeres langs en linje fra posisjon 110X/40Y til 180X/50Y, d.v.s. innenfor den avgrensing som i figur 3 er markert som "kupert område". Funnsted for de 3 oljefatene som ble gravd opp samt et område hvor det ble observert "svart materiale med lukt av diesel/kreosot", ligger også på denne linjen. Dette svarte stoffet ser ut til å være opp-pløyd, stedegent materiale, men kan også være materiale som har ramlet ut av oppgravde tønner. Det svarte stoffet antas maksimalt å utgjøre et volum på 1 m³.

Flere metallnett, av størrelse ca 30x90 cm, er pløyd opp og anbrakt på avmerket lagringssted. Et gjenliggende nett ble observert i posisjon 125X/60Y og gav naturlig nok en klar magnetisk anomali. Nettet ble fjernet og anomalien forsvant, d.v.s. anomalien var knyttet til dette nettet og ikke til magnetisk materiale på større dyp. Flere av nettene er koblet sammen med kobberledninger, hvilket kan bety at dette er rester etter et nedgravd jordingsnett.

De observerte magnetiske anomalier er inntegnet i figur 4. Kun i ett tilfelle (posisjon 130X/80Y) er anomali direkte sammenfallende med observasjon av antropogent materiale i

overflaten. De øvrige anomalier ligger imidlertid i umiddelbar nærhet av antropogent materiale.

Fra historiske kilder er det kjent at en tysk mannskapsbrakke var plassert rett ved traktorveien, nærmere bestemt vestover fra posisjon ca 100X/30Y. Eksakt beliggenhet av inngangspartiet er gitt ved to stor aske-trær. I det området som ble undersøkt vest for traktorveien (profilene 40Y, 50Y og 60Y) ble det ikke funnet magnetiske anomalier eller gjort klare observasjoner av antropogent materiale/menneskelige inngrep. To gamle betongfundamenter, sannsynligvis fra brakker, er observert hvorav det ene ligger i posisjon ca 40X/60Y.

Konklusjon: Ved kartlegging av antropogent materiale er flere små felter (1-4 m²) med murstein, betongrester, glass og små metallgjenstander observert. Alle disse observasjonene er knyttet til sørvestre hjørne av nydyrkingsområdet. Kun i ett tilfelle er magnetisk anomali direkte sammenfallende med observasjon av antropogent materiale i overflaten. De øvrige anomalier ligger imidlertid i umiddelbar nærhet av antropogent materiale. "Svart materiale med lukt av diesel/ kreosot" er observert på overflaten innenfor det samme sørvestre området.

3.2 Analyser av grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga

På grunn av praktiske problemer (frost) ble uttak av grunnvannsprøver ved "Sjøfyllinga" utelatt ved feltarbeidet som ble gjennomført i 1993. Etter ønske fra FBT ble prøvetakingen gjennomført i tilknytning til de her omtalte grunnundersøkelser. Dette er således en prøvetaking som må betraktes helt isolert fra de geofysike undersøkelser som er gjennomført i nydyrkingsområdet.

Det ble tatt ut 2 prøver fra observasjonsbrønn 1 (figur 8 og 11, NGU Rapport 93.115). Vanntilsiget for denne brønnen viste seg å være overraskende godt (2.1-2.2 l/min) og det ble tatt ut to prøver; prøve 1 etter 15 min. rensesumping og prøve 2 etter 45 min. rensesumping. Ved rensesumping av observasjonsbrønn 2 ble det påvist meget dårlig vanntilsig (<0.1 l/min). Det ble derfor ikke gjennomført prøvetaking fra denne brønnen.

Avstanden mellom de to brønnene er liten (17 m) og de geologiske forhold er relativt ensartede; et tynt lag av bløt, siltig leire (0.5 -1.0 m) over sterkt forvitret grønnskifer/fylitt. Begge brønnene er boret slik at filteret står ned i den forvitrede berggrunnen. Brønn 1 er imidlertid 0.5 m lengre enn brønn 2 slik at filteret (1 m) i sin helhet står i den forvitrede bergarten. Dette bekrefter antagelsen fra 1993-rapporten om at den forvitrede skiferen/fylitten har en permeabilitet som muliggjør en viss grunnvannsstrømming.

3.2.1 Uorganiske hovedkomponenter

Analyseresultater for uorganiske hovedkomponenter er gitt i tabell 1. Som referanse er anført kvalitetsnormer for drikkevann. Som det fremgår overskrides maksimumsverdiene for alle parametre med unntak av sulfat, nitrat og fluorid. Grunnvannet ved Sjøfyllinga har derfor så avgjort ikke en kvalitet som gjør det egnet i drikkevannssammenheng. Dette skulle heller ikke forventes idet dette er et typisk marint miljø som oversvømmes av salt/brakk-vann regelmessig ved flo sjø. At vannet har en klar grunnvannskomponent fremgår likevel utfra den kjemiske endringen fra prøve 1 til prøve 2. Prøve 2, som p.g.a. lengre pumpetid bør vise klare grunnvannskarakter, har et lavere absoluttinhold av alle hovedkomponenter (10-15 %) med unntak av silisium, jern og aluminium, som viser en entydig økning (50-300 %). Dette er typiske grunnvannskomponenter. Dette går enda klarere frem når en betrakter den relative (meq%) sammensetningen for grunnvannsprøvene (tabell 3). Her observeres et klart underskudd i det relative innhold av typiske sjøvannskomponenter (Na, Mg, Cl, Br) og samtidig et overskudd av typiske grunnvannskomponenter (Ca, Si, Fe, Mn). Forholdet er også visualisert i figur 8 hvor det fremgår at grunnvann fra Sjøfyllinga står i en mellomstilling i forhold til "Standard sjøvann" og "Grunnvann fra Tyskerfyllinga" (NGU Rapport 93.115), med tanke på relativt innhold av hovedkomponenter.

3.2.2 Tungmetaller

Analyseresultater for innhold av tungmetaller i grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga er gitt i tabell 2. Som referanse er anført grenseverdier i henhold til det reviderte nederlandske ABC-systemet (Visser, 1993). Grenseverdiene her er gjennomgående noe lavere (20-25 %) enn de ABC-verdier som ble lagt til grunn for vurderingene i NGU-rapport 93.115. A-verdiene var tidligere definert utfra hva som ble betraktet som **naturlige bakgrunnsverdier** i Nederland. Revisjonen av det nederlandske systemet har bl.a. bestått i definering av nye A-verdier og C-verdier utfra **økotoksikologiske kriterier**. Systemet er i tillegg knyttet opp mot volumetriske betingelser slik at C-verdiene representerer middelkonsentrasjonen av det gitte stoff innen et jordvolum på 25 m³ (grunnvannsvolum på 100 m³). Angivelse av separate B-verdier er i det reviderte systemet erstattet av relasjonen $B = (A + C)/2$.

Grunnvannsprøvene har et innhold av kobber og kadmium som er noe høyere enn A-verdi. Verdiene for nikkel, molybden, krom og fosfor ligger med sikkerhet lavere enn B-verdi, men kan, p.g.a. høy deteksjonsgrense, ligge noe høyere enn A-verdi. innholdet av tungmetaller øker generelt fra prøve 1 til prøve 2, hvilket indikerer at det er grunnvannet, og ikke sjøvannet, som er tungmetallkilden.

Kobber og kadmium for grunnvann fra Sjøfyllinga ligger også høyere (h.h.v. 400-600% og 200-300%) enn tilsvarende tall for vann fra Lotrabekken/kanalen (vannprøve 1 og 2,

Tabell 1:

UORGANISKE HOVEDKOMPONENTER I GRUNNVANNSPRØVER

Som referanse er angitt kvalitetsnormer for drikkevann i henhold til "Forskrift om vannforsyning og drikkevann" av 01.01.95 (Sosial- og Helsedepartementet).

LOKALITET: GRUNNVANN FRA SJØFYLLINGA, RINNLEIRET, LEVANGER KOMM.	BORHULL NR: 1
---	----------------------

PRØVE NR: NGU-oppdrag:	1	2			SIF KVALITETS- NORMER	
	95/093	95/093			VEILED. VERDI	MAKS. VERDI
BRØNN NR: DATO:	1	1				
	03.05.95	03.05.95				
KATIONER						
Kalsium mg/l	59.8	51.9			15-25	-
Magnesium mg/l	34.3	31.0			-	20
Natrium mg/l	329	289			<20	150
Kalium mg/l	15.5	15.7			<10	12
Silisium mg/l	2.5	4.6			-	-
Bohr µg/l	321	353			300	-
Jern µg/l	530	814			<50	200
Mangan µg/l	123	109			<20	<50
Aluminium µg/l	262	844			<50	200
Sum kationer meq/l*	20.51	18.11			-	-
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na + K					
Sulfat mgSO ₄ ⁼ /l	98.8	89.5			<25	100
Klorid mg/l	617	519			<25	-
Nitrat mgNO ₃ ⁻ /l	0.8	1.5			-	44
Bikarb. mgHCO ₃ ⁻ /l	304	296			-	-
Fluorid µg/l	<500	<500			-	1500
Bromid µg/l	1450	1200			-	-
Sum anioner meq/l	24.39	21.42			-	-
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	2180	1940			<400	-
pH	7.6	7.6			7.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Temperatur °C	4.0	3.9			<12	25
Alkalitet mmol/l	4.99	4.85			0.6 - 1.0	-

Tabell 2:

INNHold AV "TUNGMETALLER" I VANNPRØVER

I tillegg til analyseresultatene gjengitt i tabell 1 er det utført analyser på uorganiske parametre gjengitt i nedenforstående tabell. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er angitt (Visser, W. 1993). Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er gitt i kursiv. Analysedata større enn C-verdi er **uthevet**. Der hvor annet ikke er spesifisert angir analysedataene **totalverdier**. Alle tall i µg/l.

PRØVE NR: NGU-oppdrag: BRØNN NR:	1	2	NEDERLANDSKE ABC-VERDIER		
	95/093 1	95/093 1	A	B	C
METALLER					
Ti	5.7	28.4	-	-	-
Cu	14.6	17.0	15	45	75
Zn	2.6	4.7	65	430	800
Pb	1.2	1.6	15	45	75
Hg	<0.01	<0.01	0.05	0.18	0.3
Ni	<20	<20	15	45	75
Co	<10	<10	20	60	100
V	<5	<5	-	-	-
Mo	<10	<10	5	150	300
Cd	0.9	0.9	0.4	3.2	6
Cr	<10	<10	1	15	30
Ba	13.7	16.2	50	338	625
P	<100	<100	50	200	700
Sr	1200	1000	-	-	-
Zr	<5	<5	-	-	-
Ag	<10	<10	-	-	-
Be	<1	<1	-	-	-
Li	7.1	9.1	-	-	-
Sc	<1	<1	-	-	-
Ce	<50	<50	-	-	-
La	<10	<10	-	-	-
Y	<1	<1	-	-	-

Tabell 3:

Relativ kjemisk sammensetning (meq%) for standard sjøvann (Bearman, 1989) sammenlignet med grunnvann fra Sjøfyllinga (forholdstall B:A).

LOKALITET:	STANDARD SJØVANN (A) meq%	GRUNNV. SJØFYLLING (B) meq%	B:A
Na ⁺	38.5	31.5	0.82
Mg ²⁺	8.7	6.2	0.71
Ca ²⁺	1.7	6.6	3.88
K ⁺	0.8	0.9	1.13
B ³⁺	0.1	0.2	2.00
Si ⁴⁺	2.3 x 10 ⁻²	0.8	34.78
Sr ²⁺	1.5 x 10 ⁻²	6.0 x 10 ⁻²	4.00
Li ⁺	2.5 x 10 ⁻³	2.3 x 10 ⁻³	0.92
P ⁵⁺	8.2 x 10 ⁻⁴	< 4.0 x 10 ⁻²	-
Ti ⁴⁺	3.3 x 10 ⁻⁴	1.1 x 10 ⁻³	3.33
Mo ⁶⁺	4.9 x 10 ⁻⁵	< 1.4 x 10 ⁻³	-
Ba ²⁺	2.5 x 10 ⁻⁵	4.4 x 10 ⁻⁴	17.60
Al ³⁺	1.6 x 10 ⁻⁵	6.4 x 10 ⁻²	4000
Ni ²⁺	4.9 x 10 ⁻⁶	< 1.5 x 10 ⁻³	-
V ⁺	4.1 x 10 ⁻⁶	< 2.2 x 10 ⁻⁴	-
Cr ³⁺	1.6 x 10 ⁻⁶	< 1.3 x 10 ⁻³	-
Zn ²⁺	1.2 x 10 ⁻⁶	1.8 x 10 ⁻⁴	150
Cu ²⁺	2.5 x 10 ⁻⁷	1.0 x 10 ⁻³	4000
Cd ²⁺	1.6 x 10 ⁻⁷	3.5 x 10 ⁻⁵	219
Fe ²⁺	1.2 x 10 ⁻⁷	4.2 x 10 ⁻²	350000
Zr ⁴⁺	8.2 x 10 ⁻⁸	< 2.4 x 10 ⁻⁴	-
Hg ²⁺	2.5 x 10 ⁻⁸	< 2.2 x 10 ⁻⁷	-
Mn ²⁺	1.2 x 10 ⁻⁸	9.9 x 10 ⁻³	825000
Pb ²⁺	4.1 x 10 ⁻¹⁰	2.6 x 10 ⁻⁵	63415
Cl ⁻	45.2	38.3	0.85
SO ₄ ²⁻	4.6	11.0	2.39
HCO ₃ ⁻	0.2	4.5	22.5
Br ⁻	7.0 x 10 ⁻²	4.0 x 10 ⁻²	0.57
NO ₃ ⁻	7.0 x 10 ⁻²	2.9 x 10 ⁻²	0.41
F ⁻	5.8 x 10 ⁻³	< 5.7 x 10 ⁻²	-

tabell 3, NGU Rapport 93.115) og grunnvann fra Tyskerfyllinga (vannprøve 9 og 10, tabell 7, samme rapport). Fra tabell 3 (denne rapport) ses en tydelig anriking av disse komponentene i grunnvannet også i forhold til standard sjøvann. I tillegg fremstår jern, mangan, bly, aluminium og sink som tydelig anriktet i tabell 3.

De hydrokjemiske forhold ved Sjøfyllinga er fra naturens side meget kompliserte. Som omtalt foran oversvømmes området jevnlig av salt/brakk-vann. I tørrlagte perioder vil betydelig fordamping og transpirasjon foregå, med muligheter for oppkonsentrering av sporelementer fra sjøvann. Denne anrikingseffekten er ganske klart dokumentert ved analyse av vannprøver fra øvre del av Lotra-bekken (NGU Rapport 93.115). Berggrunnen i området er sterkt forvitret, hvilket innebærer at det finner sted en betydelig utluting av grunnstoffer fra mineraler. I et såvidt komplisert hydrokjemisk system er mulighetene for kvantitativt å skille mellom natur og "unatur" minimale. Den eneste praktiske muligheten synes derfor å være å konsekvent referere til de absoluttverdier som er angitt i referansesystemet (ABC-verdier). Ingen av de målte tungmetallkonsentrasjoner overstiger nederlandsk B-verdi.

3.2.3 Organiske analyser

Ved grunnvannsprøvetakingen på Sjøfyllinga ble det også samlet inn prøver med tanke på organiske analyser (GC for bestemmelse av totale hydrokarboner). Prøvene er inntil videre lagret ved NGU. Etter at prøvene hadde stått lagret uforstyrret og gasstett i 13 dager ble en PID-måling på "headspace"-gass utført. Som nullgass ble ren uteluft benyttet og som spangass ble 91 ppm isobutylene benyttet. Analysene viste et resultat på 2.5-3.0 ppm. Ved lukttest ble ingen odør av hydrokarboner eller hydrogensulfid registrert. NGU besitter ingen data som muliggjør en konvertering fra PID-målinger på væskeheadspace til f.eks. totale hydrokarboner i væsken målt ved GC. Erfaringer fra måling på jordgass (Storrø, 1995) viser at for jordprøver som inneholder relativt små mengder mineralolje (5-10 mg/kg, nederlandsk B-verdi er 2500 mg/kg) viser PID-målingene betydelig høyere utslag (15-20 ppm). Utfra en totalvurdering synes det derfor å være grunnlag for å konkludere med at alvorlig hydrokarbonforurensing ikke foreligger for grunnvann fra Sjøfyllinga. Det vurderes derfor ikke som påkrevet å gjennomføre detaljerte organiske analyser for de innsamlede prøver.

3.2.4 Konklusjon.

Analyser av uorganiske hovedkomponenter i grunnvann fra Sjøfyllinga viser et betydelig innhold av sjøsalter. Dette er ikke uventet idet fyllinga ligger i et typisk marint miljø som oversvømmes av salt/brakk-vann regelmessig ved flo sjø. Den kjemiske sammensetningen viser likevel at vannet også har en klar grunnvannskomponent.

Analysene av tungmetaller i grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga indikerer at det her kan foreligge "forurensings"-kilder som bl.a. gir forhøyet innhold av kobber og krom. De hydrokjemiske forhold i dette området er fra naturens side meget komplekse, med blanding av sjøvann, grunnvann og overflatevann. Det er derfor ikke mulig å avgjøre hvorvidt den eventuelle "forurensing" er menneskeskapt eller naturskapt. Ingen av de målte tungmetallkonsentrasjoner overstiger nederlandsk B-verdi.

Ved hjelp av PID-målinger på "headspace"-gass anses det som sannsynliggjort at grunnvann fra Sjøfyllinga ikke inneholder alvorlige hydrokarbonforurensinger. Det vurderes derfor ikke som påkrevet å gjennomføre detaljerte organiske analyser for de innsamlede prøver.

Gjennom de grunnvannsundersøkelser som er gjennomført ved Sjøfyllinga er det ikke avdekket forurensingsforhold som har konsekvenser for planteliv/dyreliv/menneskelig ferdsel på lokalt nivå eller i tilstøtende resipienter.

4 VIDERE UNDERSØKELSER

Nydyrkingsområdet:

Det anbefales at det, inntil nærmere avklaring med hensyn til eventuelle tiltak foreligger, ikke utføres videre jordbearbeiding innen den sørvestre del av nydyrkingsområdet. Dette innebærer at 20-25 % av området i denne omgang forblir uutnyttet.

Det foreslås at det aktuelle området merkes opp og avgrenses på hensiktsmessig måte. Merkeband trekkes langs en linje, som i det følgende er angitt med referanse til det stikningsnett som er satt ut i området:

100X-10Y 185X-10Y 185X-60Y 140X-85Y 100X-100Y 100X-10Y

Det anbefales at det snarest mulig blir foretatt en feltbefaring og nærmer vurdering av det område ved posisjon 118X-40Y hvor det er observert "svart materiale med lukt av diesel/kreosot". Volummessig utgjør dette som et maksimumsanslag 1 m³ masse. Det bør vurderes om dette materialet skal samles opp og lagres i dertil egnede beholdere.

Omfanget av videre undersøkelser/tiltak innen nydyrkingsområdet vil avhenge noe av resultatene fra de kjemiske analyser av jordprøver og materiale fra oppgravde tønner. Disse analysene er under utførelse (ENCO A/S). Uavhengig av dette resultat bør imidlertid de anviste lokaliteter med magnetiske anomalier undersøkes v.h.a. sjaktgraving. Utfra en helhetlig bedømmelse av resultatene fra kjemiske analyser og sjaktning bør det gjøres en vurdering av omfanget av eventuelle supplerende magnetiske målinger, jord- og grunnvannsprøvetaking.

Sjøfyllinga:

Utfra de resultater som foreligger etter kjemiske analyser av grunnvannsprøver fra Sjøfyllinga, vurderes det ikke som nødvendig å gjennomføre videre undersøkelser i dette området.

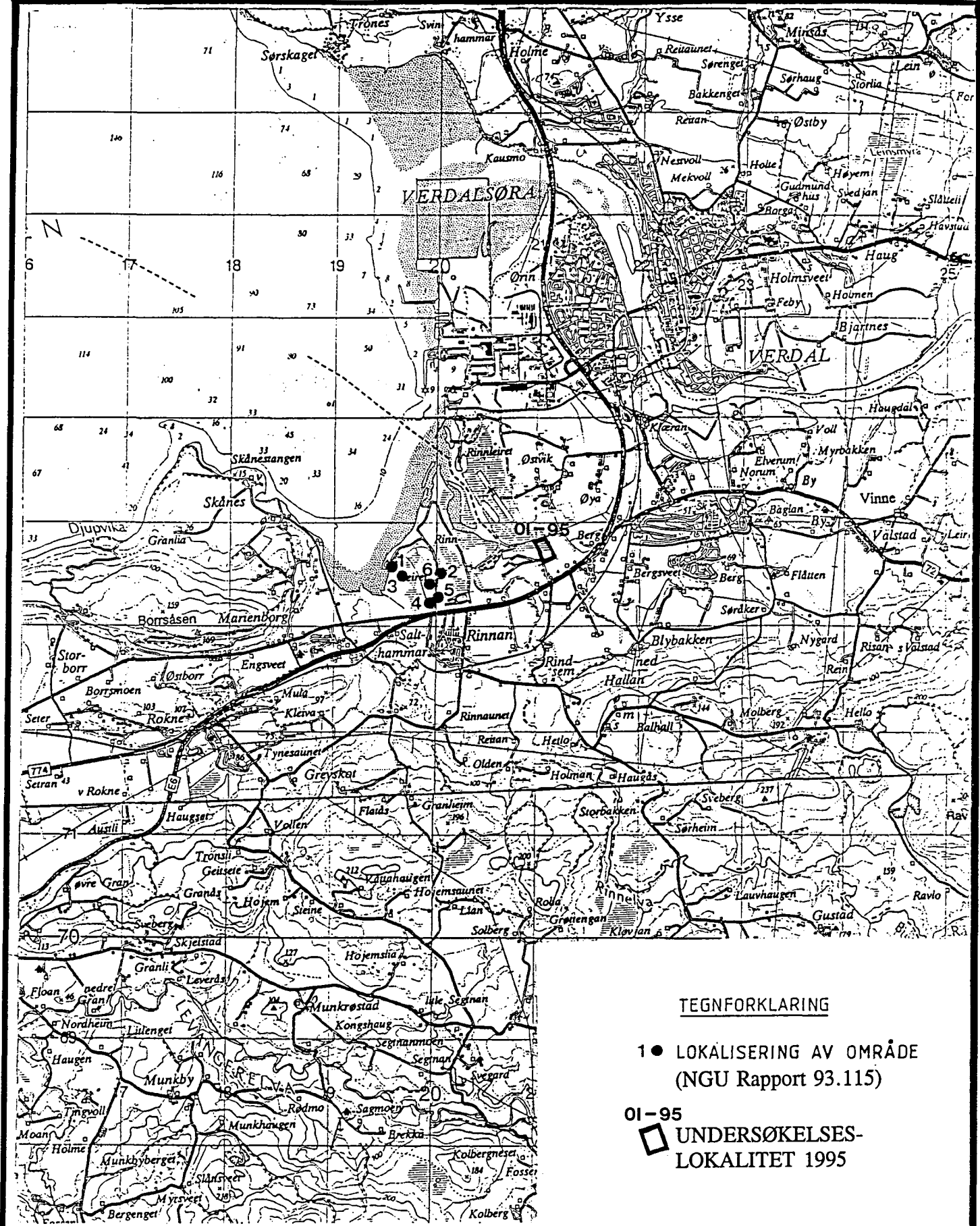
5 REFERANSER

Visser, W. J. F. 1993: Contaminated Land Policies in some Industrialized Countries. Technical Soil protection Committee, The Hague - Netherland.

Bearman, G. 1989 (ed.): Seawater; its composition, properties and behaviour. Pergamon press in association with the Open University, Walton Hall - England.

Storrø, G. 1995: Miljøtekniske grunnundersøkelser ved Værnes flystasjon, Stjørdal kommune. NGU Rapport 95.009A og B.

Det henvises forøvrig til referanser gitt i NGU rapport 93.115.



TEGNFORKLARING

1 ● LOKALISERING AV OMRÅDE
(NGU Rapport 93.115)

01-95
□ UNDERSØKELSESLOKALITET 1995

NGU / FBTS - OSLO
 OVERSIKTSKART, SAMTLIGE UNDERSØKTE OMRÅDER
 RINNLEIRET
 VERDAL OG LEVANGER KOMMUNER, NORD-TRØNDELAG

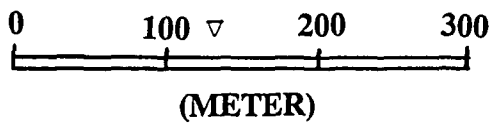
MÅLESTOKK
 1:50 000

MÅLT JFT/TL	NOV.1993
TEGN TL	MAI 1995
TRAC	
KFR.	

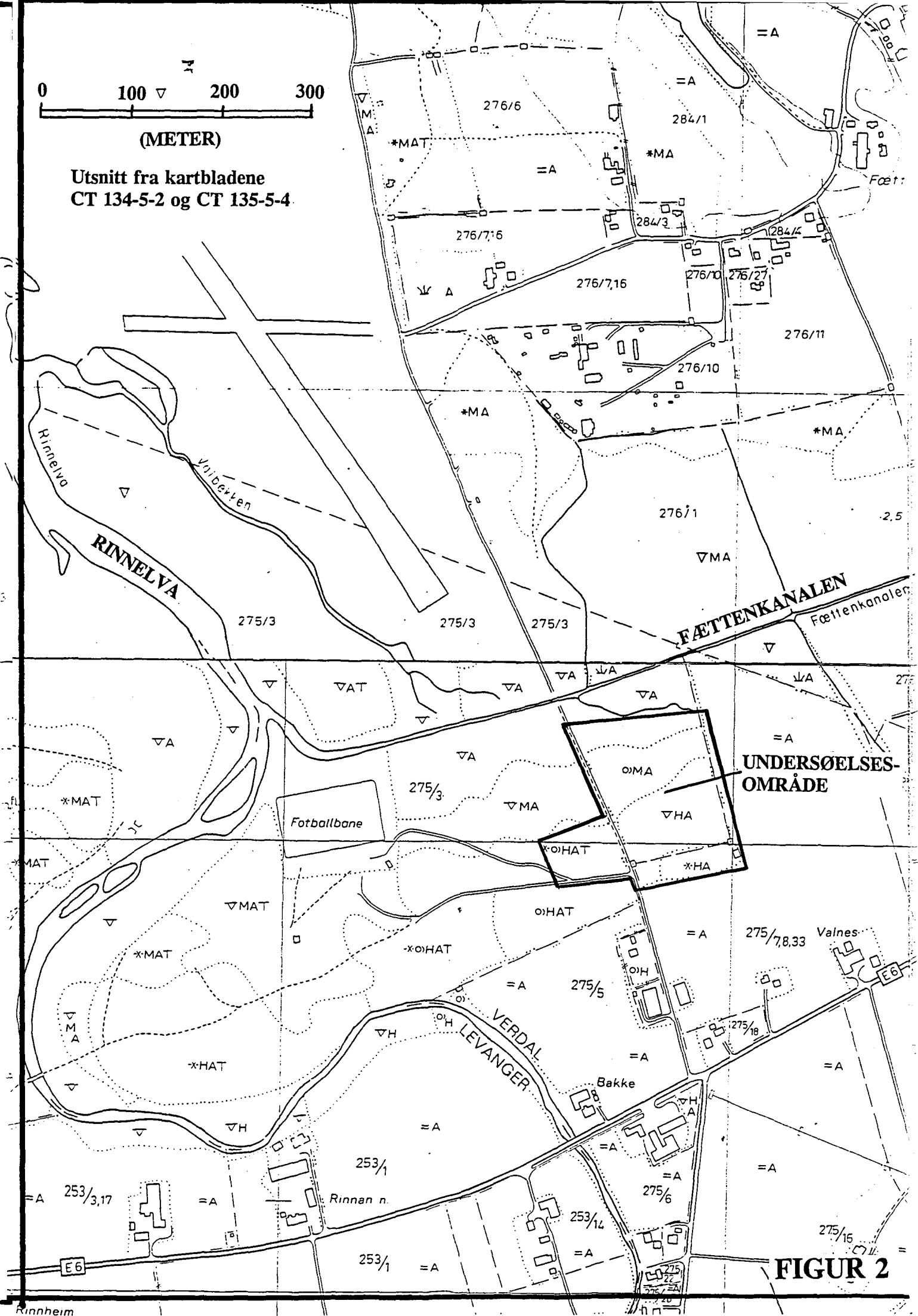
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 95.072 - 01

KARTBLAD NR.
 1722 IV

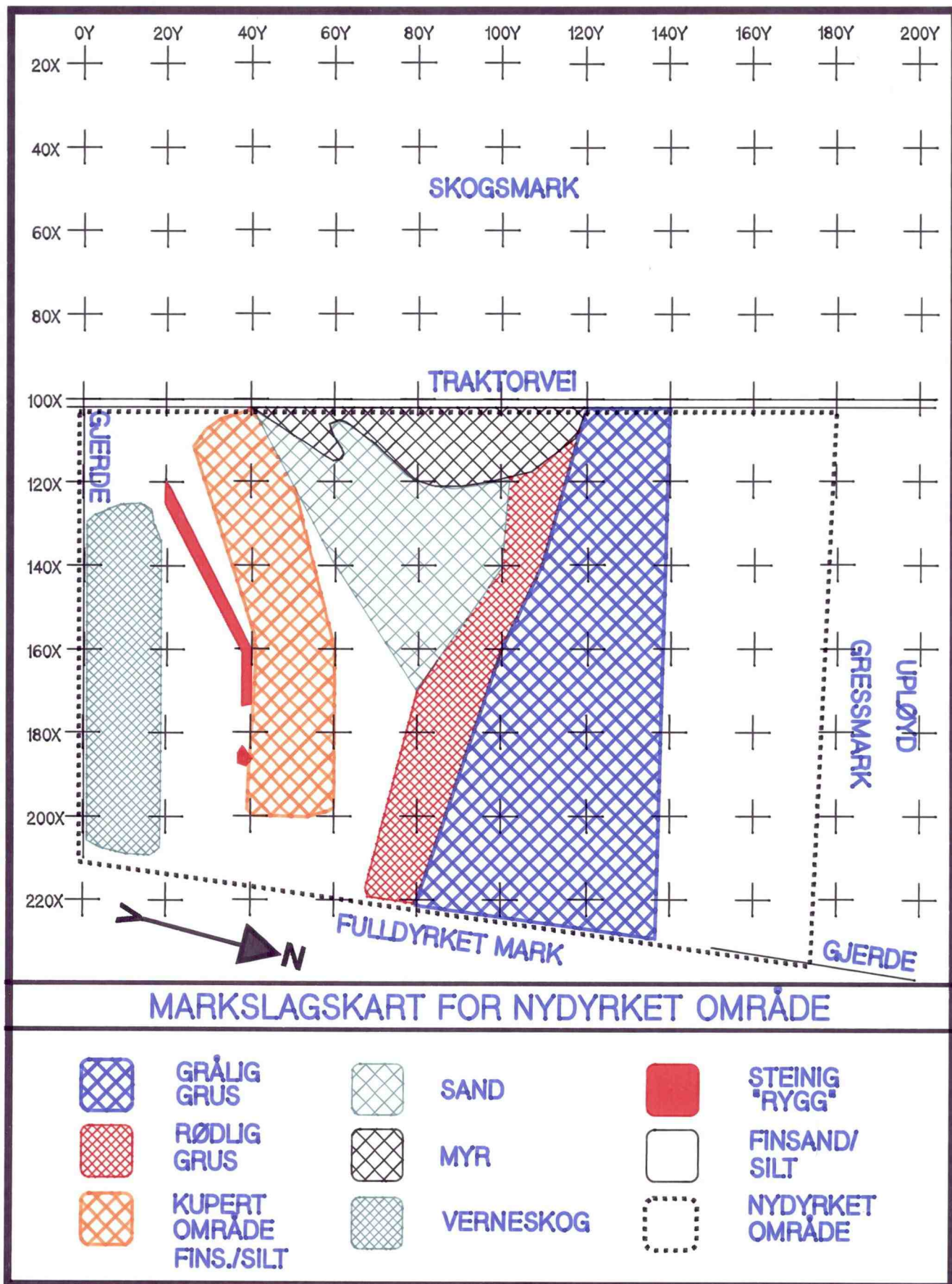


Utsnitt fra kartbladene
CT 134-5-2 og CT 135-5-4

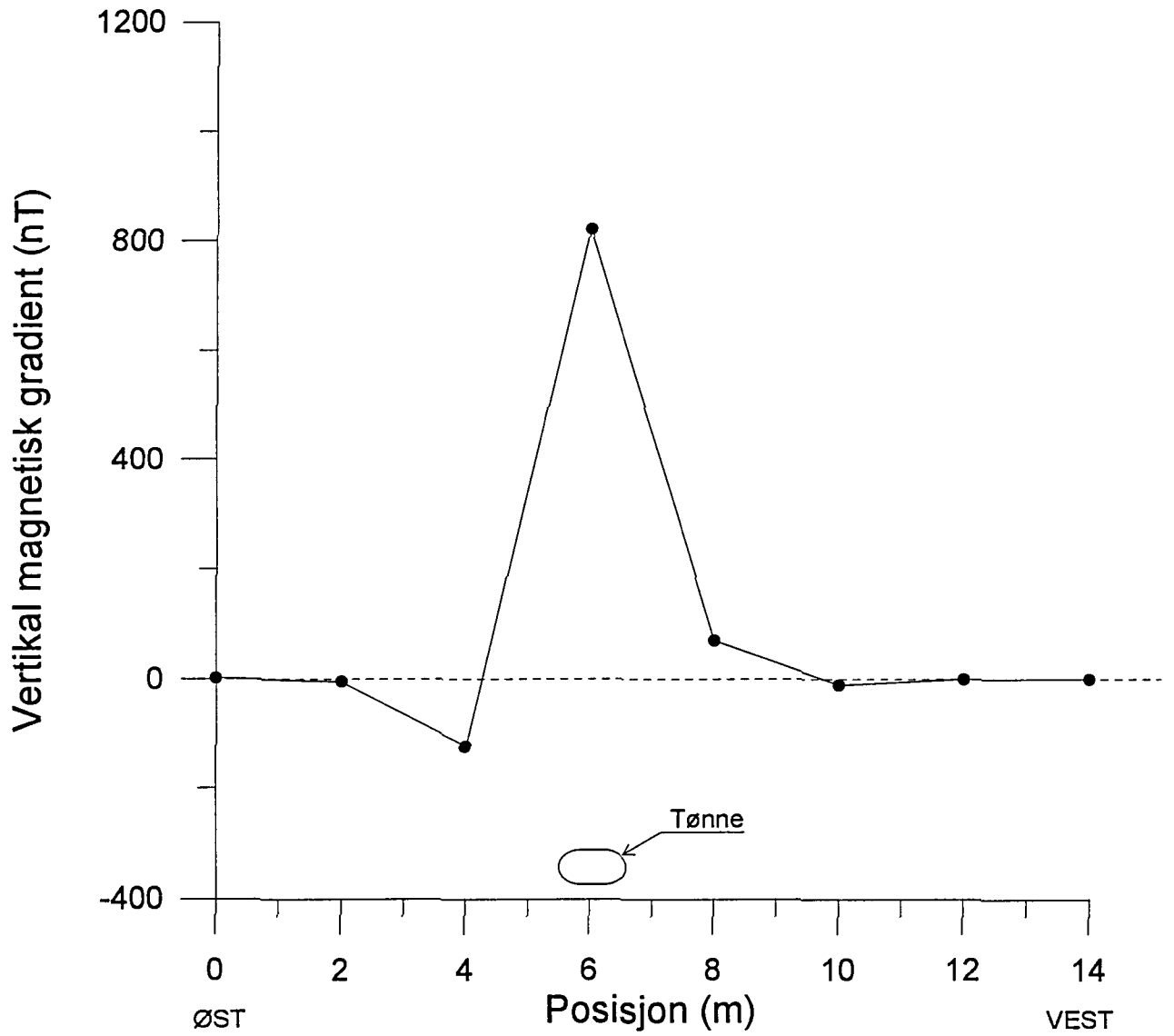


FIGUR 2

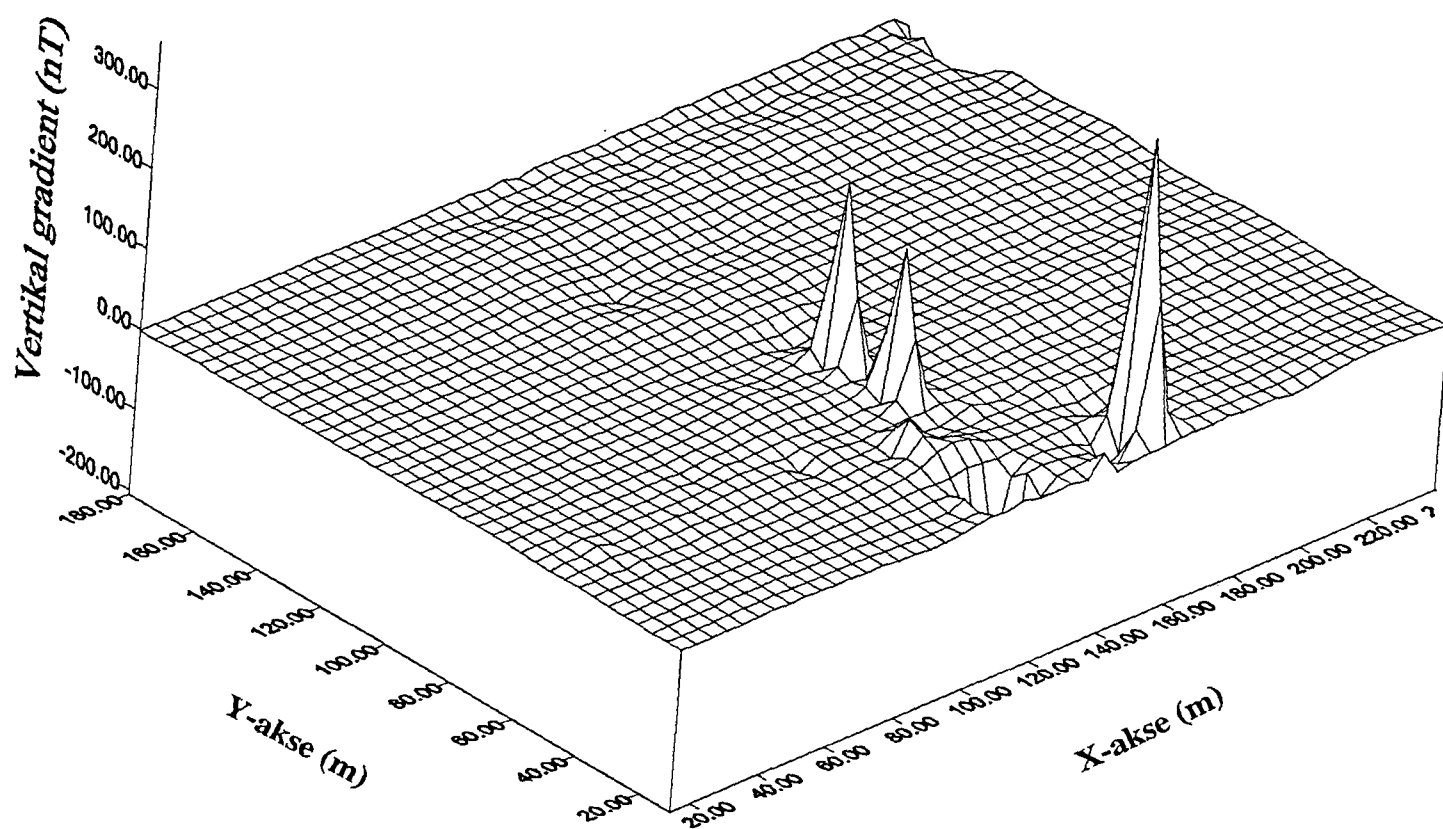
Rinnheim



FIGUR 3



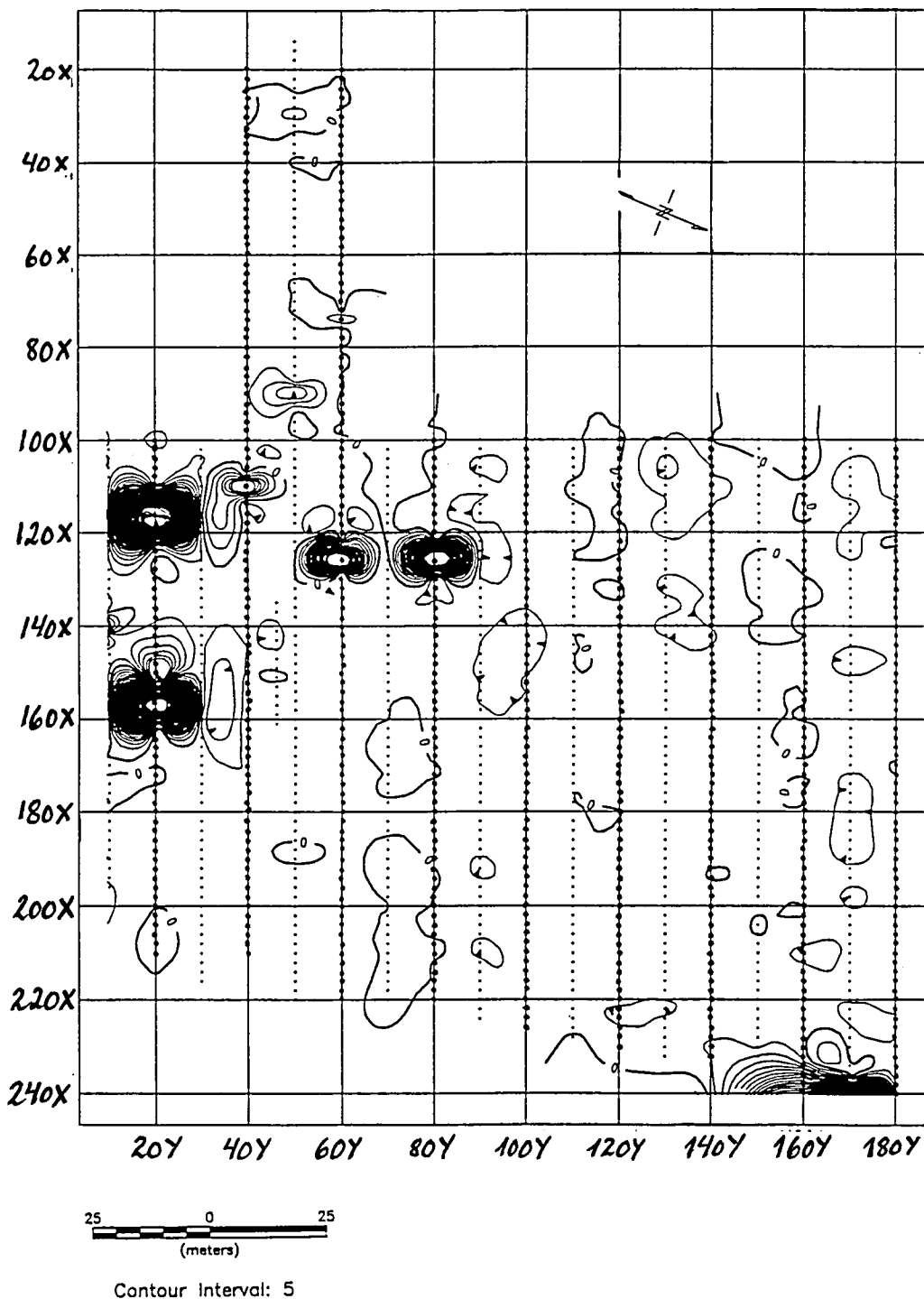
Figur 5: Testmåling av vertikal magnetisk gradient over ei tønne som ligger på bakken. Profilet går fra øst mot vest.



Figur 6: Gridd av vertikal magnetisk gradient

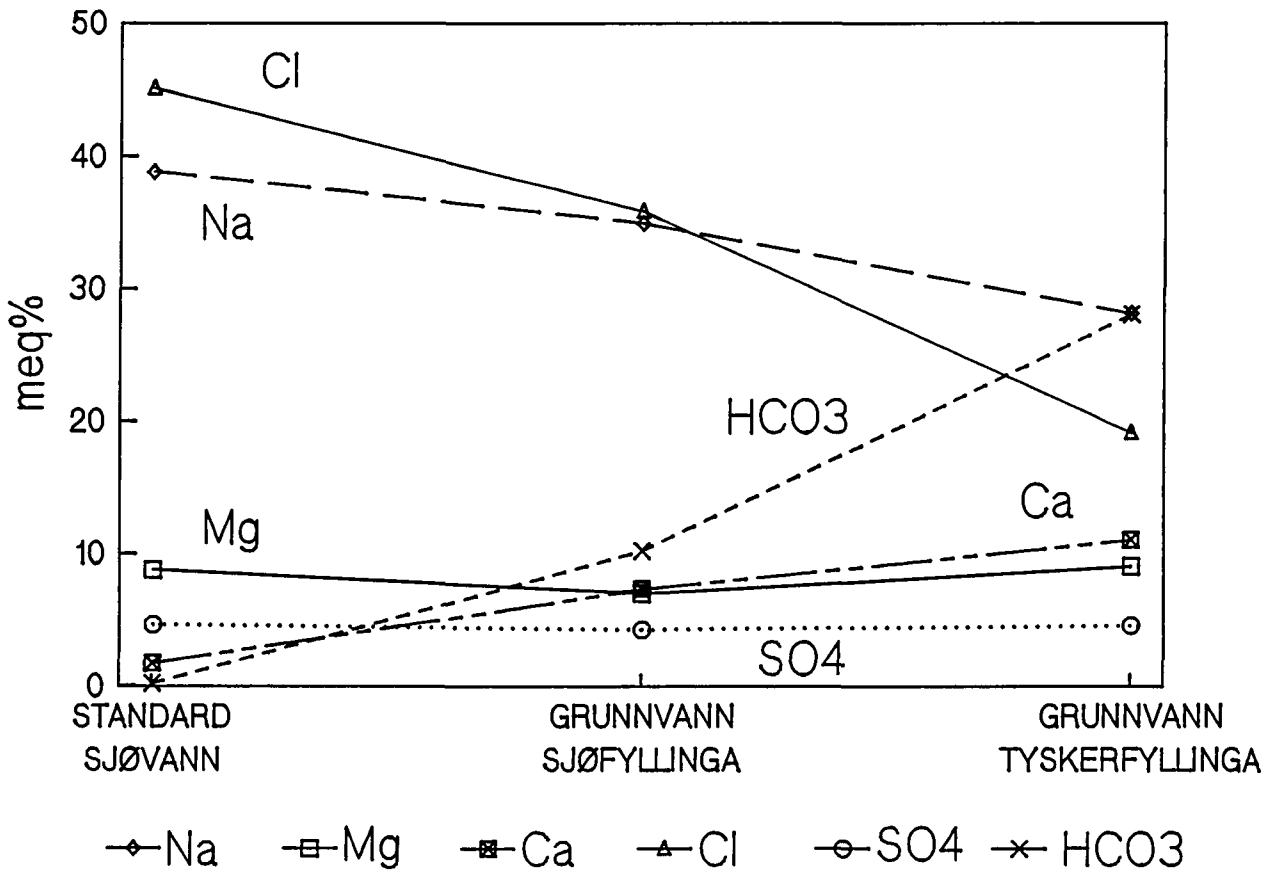
Vertikal magnetisk gradient

ENVI-MAG
RINNLEIRET



Figur 7: Konturkart av vertikal magnetisk gradient.

RELATIV KJEMISK SAMMENSETNING SJØFYLLINGA



FIGUR 8