

NGU Rapport 2000.130

Georadarmålinger i forbindelse med nytt
mikrosilicadeponi ved Kvakland, Orkdal
Sør- Trøndelag

Rapport nr.: 2000.130		ISSN 0800-3416	Gradering: <i>Åpen</i>
Tittel: Georadarmålinger i forbindelse med nytt mikrosilicadeponi ved Kvakland, Orkdal, Sør-Trøndelag			
Forfatter: Einar Dalsegg & Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGI	
Fylke: Sør- Trøndelag		Kommune: Orkdal	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1521 I Orkanger og 1521 IV Snillfjord	
Forekomstens navn og koordinater: Kvakland 32W 53580 701810 (WGS 84)		Sidetall: 8 Kartbilag: 2	Pris: <i>Kr. 80,-</i>
Feltarbeid utført: 07.12 2000	Rapportdato: 14.12.2000	Prosjektnr.: 2562.01	Ansvarlig: <i>Jens S. Kæmøy</i>
Sammendrag:			
<p>I forbindelse med vurdering av nytt mikrosilicadeponi ved Kvakland i Orkdal kommune har NGU utført georadarmålinger langs fire profiler. Det undersøkte området ligger på en breelavsetning hvor det tidligere har vært grusuttak.</p> <p>Georadarmålingene har på alle profilene indikasjoner på reflektorer som kan skyldes fjelloverflata. Selv om flere av indikasjonene er meget usikre, støtter georadarmålingene tolkingen fra oppdragsgiver at det er en fjellrygg mellom grustaket og elva.</p> <p>Målingene indikere flere skiktgrenser i de overliggende løsmasser, med et markert topplag på de fleste profiler. Det er få indikasjoner på skrålag, noe som trolig skyldes at profilene i hovedsak går på tvers av avsetningsretningen.</p>			
Emneord: Georadar	Løsmasse	Geofysikk	
		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3. RESULTATER OG KOMMENTARER	4
4. KONKLUSJON	6

DATABILAG

Databilag 1 Innmålte koordinater og høyder.

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1 Georadar - Metodebeskrivelse

KARTBILAG

2000.130-01 Oversiktskart 1: 50 000
-02 Georadaropptak P1, P2, P4 og P5

1. INNLEDNING

I forbindelse med vurdering av nytt mikrosilicadeponi ved Kvakland i Orkdal kommune har NGU utført georadarmålinger langs fire profiler. Det undersøkte området ligger på en breelavsetning hvor det tidligere har vært grusuttak.

Da det var store endringer i terrenget i forhold til tilsendt oversiktskart med angitte profiler, ble beliggenheten av profilene noe endret, og profil 3 ble kuttet ut. Dette ble på forhånd klarert med oppdragsgiver. For koordinatfesting og terrengkorrigering av profilene ble det benyttet en kombinasjon av differensiell satelittnavigasjon (DGPS) og nivellering.

Beliggenhet av det undersøkte området framgår av kartbilag -01.

Målingene ble utført 7.12. 2000 av Einar Dalsegg og Jomar Gellein fra NGU.

2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av metoden er vedlagt (Tekstbilag 1). Georadaren som ble benyttet var av typen "pulseEKKO 100" (Sensors & Software Inc. Canada). Det ble benyttet 100 MHz-antennor og 1000 V sender. Antenneseparasjonen og målepunktavstanden langs profilet var henholdsvis 1 og 0,5 meter. På grunn av unøyaktig flytting av antennene vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene, ikke alltid stemme nøyaktig med avstanden i terrenget. De korrekte avstandene er angitt nederst på opptaket.

Før målingene startet ble profilene stukket og stikker ble satt ned med angitte koordinater for hver 25 meter. Profilenes beliggenhet og startpunkt er angitt på kartbilag -02.

Ved dybdekonverteringen har en tatt utgangspunkt i en sonderboring ved profil 4. Det foreligger ikke eksakt posisjonsangivelse på denne sonderboringen, så angivelsen på kartbilag -02 kan være noe unøyaktig. Dyp til fjell er her angitt til 14 meter. Ut fra tolket fjellreflektor gir dette en radarbølgehastighet på 0.12 m/ns. Den benyttede hastighet på 0.12 m/ns er trolig riktig over de tørre massene, mens den er for høy for de deler av profilene som går over de mer vannmettede massene ned mot elva. Dybden ned til reflektorene i dette området vil da bli for stor. For profil 1, hvor deler av profilet går over vannmettede masser, er hastigheten satt til 0.10 m/ns. For profil 5, hvor hele profilet går over den vannmettede delen av avsetningen, er hastigheten satt til 0.07 m/ns.

3. RESULTATER OG KOMMENTARER

Resultater fra innmåling/nivellering av profilene framgår av Databilag 1.

Georadaropptakene er presentert i kartbilag -02 og alle profilene er plottet fra sør mot nord.

Profil 1 følger grusveg fra hovedveg og går på tvers av avsetningen sørvest for grustaket. Opptaket indikerer reflektorer ned til ca. 15 meters dyp uten noen markert fjellreflektor. I den nedre delen av reflektormønstreet indikeres en svak, usammenhengende reflektor som kan representere fjelloverflaten. Denne ser ut til å ligge ved nivå 146 - 148 mellom posisjonene 0 og 37, for så og stige opp til nivå 152 ved posisjon 57. Derfra og sørover går den ned til nivå

144 ved posisjon 230, for så å stige til nivå 147 ved posisjon 253. Derfra og sørover ser fjellnivået ut til å synke til ca. nivå 143 ved posisjon 285. Det presiseres at dette er en usikker, men mulig tolking av fjelltopografien i dette profilet.

I de overliggende masser indikeres en markert gjennomgående skiktgrense som representerer bunnen av et topplag. Dette topplaget ser ut til å ha en tykkelse fra 2 til 5 meter.

Profil 2 følger en grusveg på tvers av avsetningen fram til skrenten. Her svinger profilet mot øst og går ned til elva. I den sydlige delen av profilet kan fjelloverflaten muligens indikeres, mens fjellets forløp blir mere usikkert i den nordlige delen av profilet. Ved posisjon 265 indikeres fjellet til å ligge på nivå 137, og stiger trolig i en bølget form opp til nivå 149 ved posisjon 180. Videre mot nord ser fjelloverflaten ut til å gå ned igjen, og flater muligens ut langs nivå 142 - 144 fra posisjon 172 og nordover. Det er ikke mulig å følge denne reflektoren nord for posisjon 95.

I de overliggende massene sees klare skiktgrenser. Et markert søkk i løsmassestrukturene vises ved posisjon 80. Denne trauformen kan representere et gammelt elveløp med bunn på ca. nivå 147. Ut over den markerte nedsynkingen er det få indikasjoner på skrålag, noe som kan skyldes at profilet går på tvers av avsetningsretningen.

Profil 4 går fra elvebredden og opp skrent i retning nordvest. Det er ingen markert fjellreflektor langs profilet og angivelsen er følgelig noe usikker. Fjelloverflaten nede på sletta mot elva er indikert til å ligge på nivå 136 - 137 m.o.h., men det reelle dypet er trolig noe mindre på grunn av at korrekt hastighet i dette området er noe lavere (ca. 0.08 m/ns). Fjelloverflaten ser ut til å stige til nivå 149 ved posisjon 60. Videre mot nord blir nivået noe lavere (ca. 145 m.o.h.), og fra posisjon 105 forsvinner fjellreflektoren gradvis.

Det er i de overliggende massene flere indikasjoner på skiktgrenser. Oppe på deltaavsetningen indikeres et topplag på ca. 5 meter med underliggende masser med skrålag.

Grunnvannspeilet ligger grunt (1-2 meter) nede på sletta, mens det ikke er indikasjoner på vannspeil øst for posisjon 50.

Profil 5 går fra elvebredden og litt opp i skrent mot nordvest. På grunn av teknisk svikt mangler noe data ved posisjon 25. Profilet krysser en brønn ved ca. posisjon 12.

Grunnvannspeilet ligger meget grunt (ca. 1 m dyp) langs hele profilet. Heller ikke dette opptaket gir noen markert fjellreflektor. Mest trolig indikeres fjell ved nivå 136 ved posisjon 0 og øker gradvis til nivå 138 - 140 ved posisjon 66. I de overliggende massene indikeres en skiktgrense ved nivå 140 på posisjon 0. Denne stiger til grunnvannsnivå (nivå 143 - 144) ved posisjon 48. Under denne skiktgrensen indikeres skrålag med svak helling mot elva.

4. KONKLUSJON

Georadarmålingene har på alle profilene indikasjoner på reflektorer som kan skyldes fjelloverflata. Selv om flere av indikasjonene er meget usikre, støtter georadarmålingene tolkingen fra oppdragsgiver at det er en fjellrygg mellom grustaket og elva.

Målingene indikere flere skiktgrenser i de overliggende løsmasser, med et markert topplag på de fleste profiler. Det er få indikasjoner på skrålag, noe som trolig skyldes at profilene i hovedsak går på tvers av avsetningsretningen.

Innmålte koordinater og høyder (WGS-84, Sone 32):

Profil	Koordinat	UTM-N	UTM-E	Høyde
1	0	7018052.90	535574.69	159.71
1	60			162.27
1	90			160.91
1	75	7017978.84	535579.29	162.06
1	137	7017920.97	535572.64	156.66
1	150			156.41
1	275	7017919.16	535705.95	155.21
2	0	7018185.99	535829.13	160.57
2	75			158.07
2	138			159.57
2	175	7018025.56	535896.94	158.45
2	250	7018047.19	535968.67	147.67
4	0	7018058.60	536007.02	146.25
4	45			147.16
4				160.13
5	0	7018105.30	536059.19	144.67

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulserne og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



UNDERSØKT OMRÅDE



NGI
 OVERSIKTSKART GEORADAR
KVAKLAND
 ORKDAL, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT E.D.

TEGN E.D.

TRAC

KFR

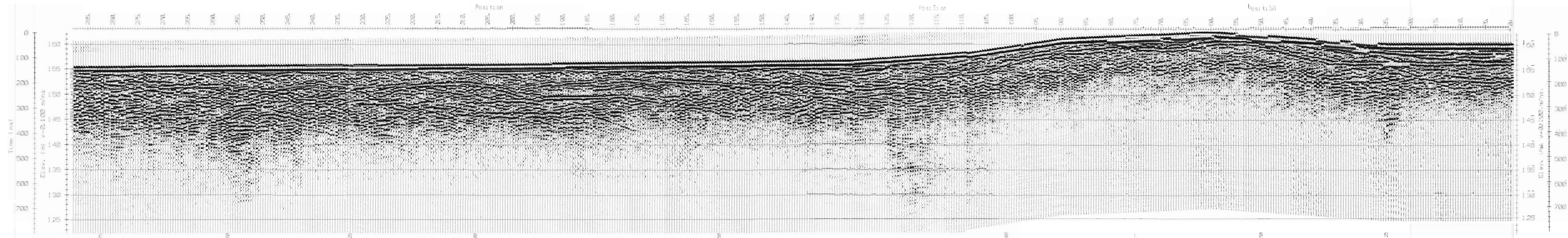
Nov. 2000

Nov. 2000

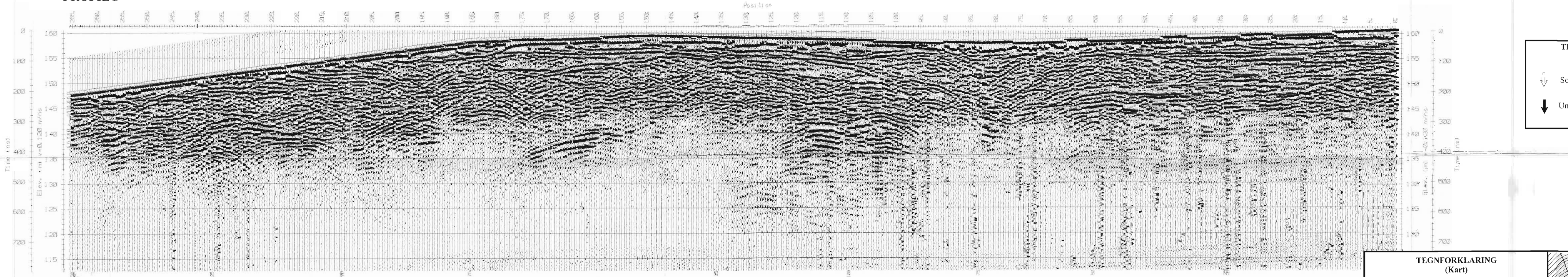
KARTBILAG NR
 2000.130-01

KARTBLAD NR
 1521 I og IV

PROFIL 1



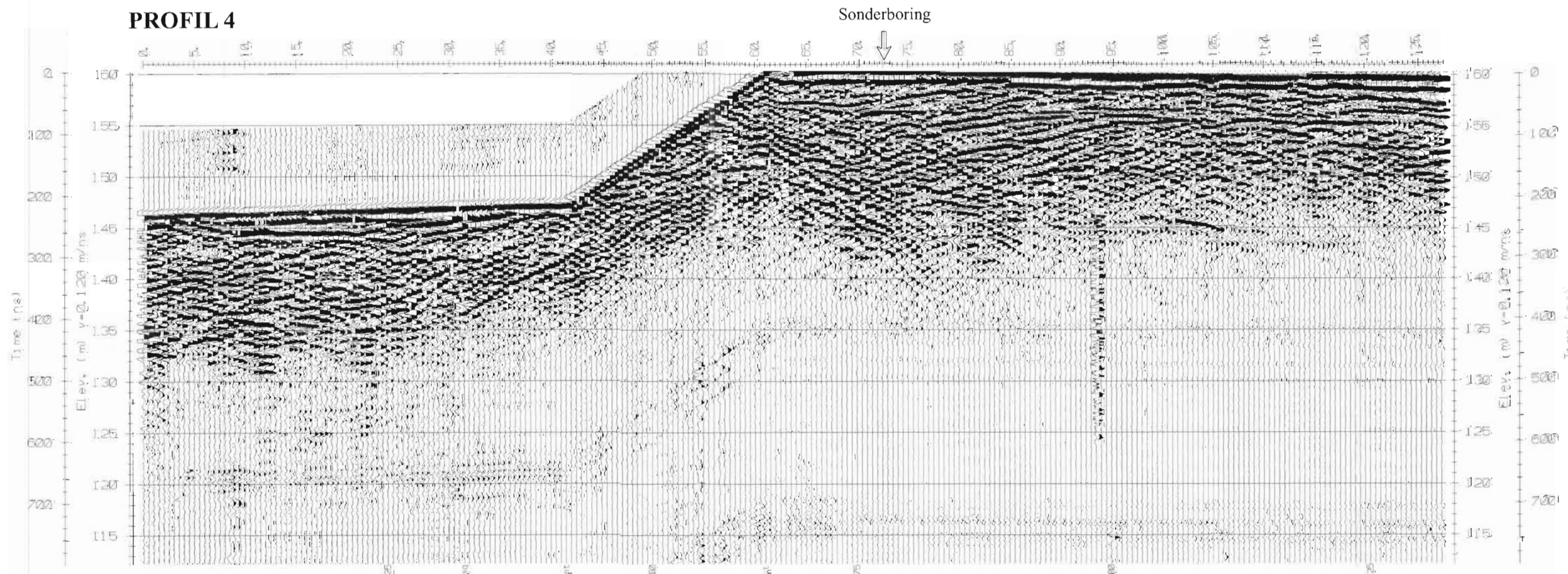
PROFIL 2



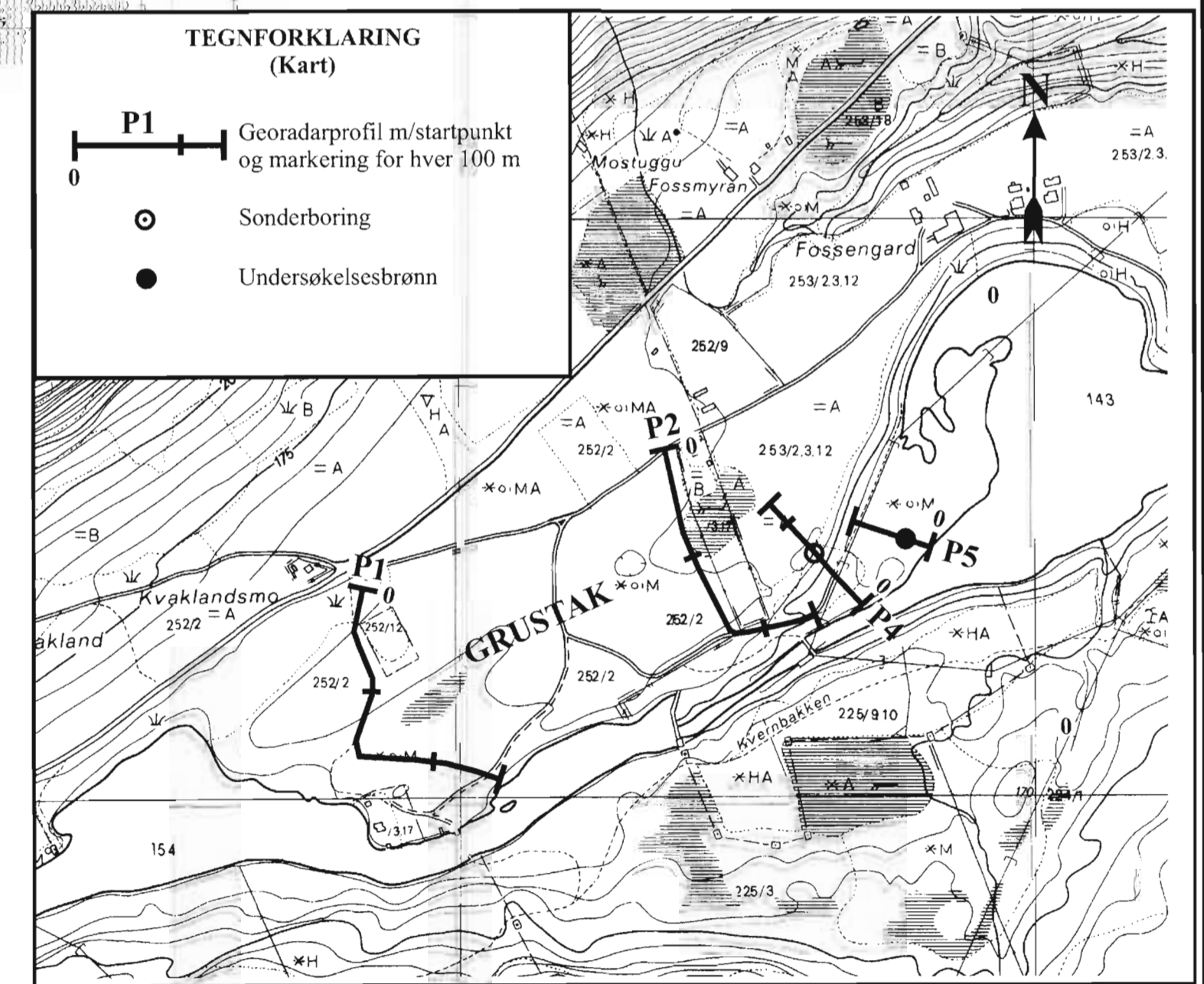
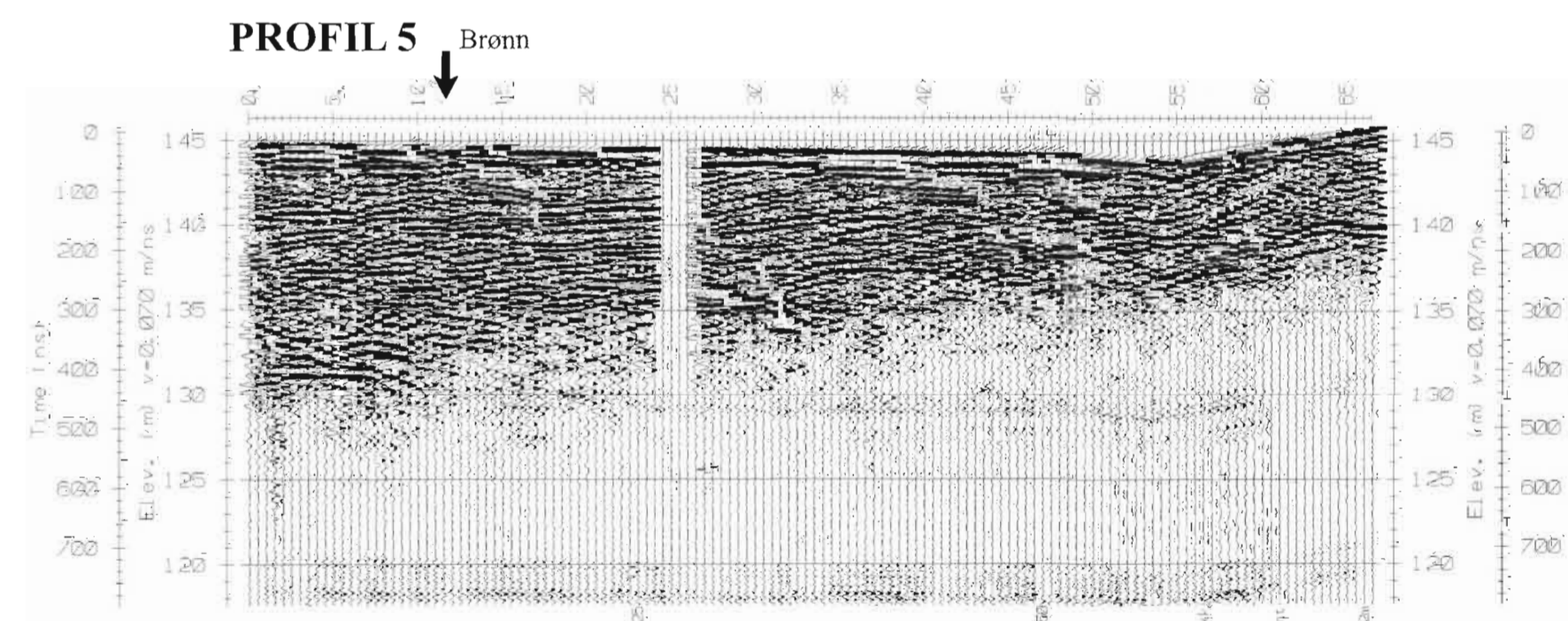
TEGNFORKLARING (opptak)

- ↙ Sondorboring
- ↓ Undersøksbrønn

PROFIL 4



PROFIL 5



NGI	MÅLSTOKK (opptak)	MÅLT E.D.	Des. 2000
GEORADAROPPTAK P1, P2, P4 og P5	1:5 000	TEGN E.D.	Des. 2000
KVAKLAND	TRAC	KFR	
ORKDAL, SØR-TRØNDELAG			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 2000.130-02	KARTBLAD NR 1521 I og IV	