

NGU Rapport 98.147

Georadarundersøkelse av sedimentene i Gaulas
elvbunn.

Rapport nr.: 98.147		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarundersøkelse av sedimentene i Gaulas elvebunn.			
Forfatter: Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGU/NVE	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Melhus	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621 III Støren og 1621 IV Trondheim	
Forekomstens navn og koordinater: (se sammendrag)		Sidetall: 11	Pris: 185,-
Feltarbeid utført: September 1998		Rapportdato: Desember 1998	Prosjektnr.: 2809.00
		Ansvarlig: <i>Jens S. Rømnung</i>	
Sammendrag:			
<p>I forbindelse med NVEs Vassdragsmiljøprogram har NGU utført georadarmålinger langs 5 elvestrekninger i Melhus kommune. Hensikten med disse målingene var generelt å studere georadarmetodens muligheter for detektering av leiroverflata i elvebunnen, samt spesielt å finne dyp til leire ved de 5 utvalgte erosjonsområdene.</p> <p>Georadarmetoden fungerte meget godt for kartlegging av dyp til leire i Gaulas elveløp. Langs de aller fleste profilene har det vært mulig å detektere en klar og utholdende reflektor i overgangen mellom leirdominert materiale og overliggende sand- og gruslag.</p> <p>I Skjærvollslykkja Naturresevat er gjennomsnittlig grusmektighet estimert til ca. 2-3 m. Ved Lundesoknas utløp er det detektert grusmektigheter fra 1.5 m til 4 m. Ved Møstas utløp ligger grusmektigheten alt overveiende rundt 1.5-2 m, men med unntak av enkelte mektigere partier på opptil 8 m tykkelse. Ved Losen ser gjennomsnittlig grusmektighet ut til å være større på Gaulas østside (4-5 m) enn på vestsida av elva (1.5-2 m). Nord for Kaldvellas utløp er det registrert sand- og grusmasser ned til maksimum 4-5 m dyp, mens minstedypet ligger rundt 1.5-2 m. Ved Kuba indikerer målingene store variasjoner i grusmektighet; fra 1 m til maksimum 8 m. Ved denne lokaliteten ble det dessuten utført 3 sonderboringer som bekrefter tolkingen av georadaropptakene.</p> <p>Forekomstens navn og koordinater (Sone 32V, datum WGS84): Skjærvollslykkja 563450 6995000, Lundesoknas utløp 564500 7004000, Møstas utløp 565350 7006800, Losen 565100 7007800, Kaldvellas utløp 564900 7009100 og Kuba 563900 7017100</p>			
Emneord:	Geofysikk	Georadar	Løsmasse
	Grus	Leire	Erosjon
	Elveerosjon	Sonderboring	Fagrapport

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING.....	4
3. RESULTATER	5
3.1 Skjærvollslykkja naturreservat	5
3.2 Lundesoknas utløp.....	6
3.3 Møstas utløp	6
3.4 Losen	7
3.5 Kaldvellas utløp.....	7
3.6 Kuba	8
4. KONKLUSJON	9
5. REFERANSER	10

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1: Georadar - metodebeskrivelse

KARTBILAG

98.147 -01	Oversiktskart; Skjærvollslykkja	M 1: 50 000
-02	Oversiktskart; Kaldvella, Losen, Møsta og Lundesokna	M 1: 50 000
-03	Oversiktskart; Kuba	M 1: 50 000
-04	Georadaropptak; Skjærvollslykkja, P1 og P4	M 1: 5 000
-05	Georadaropptak; Lundesoknas utløp, P5	M 1: 5 000
-06	Georadaropptak; Møstas utløp, P6 og P7	M 1: 5 000
-07	Georadaropptak; Kaldvellas utløp - Losen, P8, P9 og P10	M 1: 5 000
-08	Georadaropptak; Kuba, P2 og P3	M 1: 5 000

1. INNLEDNING

I forbindelse med NVEs Vassdragsmiljøprogram, for å undersøke grusmektighet og leirblotting i Gaulas elvebunn, har NGU utført georadarmålinger langs 5 elvestrekninger i Melhus kommune. Hensikten med disse målingene var generelt å studere georadarmetodens muligheter for kartlegging av dyp til leire i elvebunnen, samt spesielt å finne dyp til leire ved de 5 utvalgte erosjonsområdene.

De 5 lokalitetene som ble valgt var Skjærvollslykkja naturreservat sør for Hovin, Lundesoknas utløp ved Lundamo, Møstas utløp ved Høgset, strekningen Kaldvella - Losen ved Ler og Kuba ved Melhus sentrum. På disse stedene er det påvist erosjon i leire og kartlegging av grusmektighet kan si noe om forventet utvikling. Ved Kuba ble det i tillegg utført 3 sonderboringer, for å verifisere tolkingen av georadaropptakene. Områdenes beliggenhet er vist i kartbilagene 98.147-01, -02 og -03.

Også tidligere har NGU utført geofysiske undersøkelser av løsmassene langs Gaula. I forbindelse med grunnvannsundersøkelser er det utført georadarmålinger langs flere elvestrekninger bl.a. ved Støren (Segar m/flere, 1996 og Segar m/flere, 1997). I tillegg er det utført boringer i forbindelse med grusundersøkelser i Gaulosen (Ottesen, 1990 og Ottesen, 1986), i Gaula mellom Gaulosen og Støren (Ottesen, 1987) og i Støren-området (Ottesen og Wolden, 1987). For oversiktens skyld kan det også nevnes at NSB/Jernbaneverket har utført boringer ved Møsta (Jan Naust, personlig meddelelse) og at Statens Vegvesen har utført boringer nær Gaula ved Melhus i forbindelse med trasé for ny E6 (Svein Hove, personlig meddelelse).

2. METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og strukturer, samt grunnvannsnivåets beliggenhet. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag 1.

Målingene ble utført med digital georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 200 MHz-antennene og 400 V sender. Alle profiler er målt med total opptakstid på 800 ns. Samplingsintervallet var hele tiden 0.8 ns. Signalene ble summert («stacket») 32 ganger ved hvert målepunkt (posisjon). Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 m og en flyttavstand på 0.5 m. På grunn av unøyaktig flytting av antennene vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene, ikke alltid stemme nøyaktig med avstander på kartet. I slike tilfeller kan en støtte seg til merknadene nederst på opptakene, om

kryssing av bekker, veier o.l. Langs profilene ble det dessuten målt ut og satt ned trestikker påskrevet posisjoner for hver 50 meter. Det ble gjort merknader nederst på opptakene ved passering av disse.

På grunn av redusert penetrasjon er opptakene presentert med kun 250 ns opptakstid. Dybdeaksen er «strukket ut» i forhold til horisontal akse, for å få større dybdeoppløsning. En har benyttet forsterkningstype SEC (Spreading and Exponential Compensation) med en dempningsfaktor på 0.3 dB/m. Ved hver lokalitet er det utført CMP-målinger for å beregne radarbølgenes utbredelsehastighet i løsmassene. Ved utplotting av georadaropptakene ble det anvendt en hastighet målt ned til leiroverflata. Dette for å få et riktig dyp ned til leirhorisonten.

3. RESULTATER

Georadarmetoden fungerte meget godt for kartlegging av dyp til leirdominert materiale i Gaulas elveløp. Marin leire har vanligvis meget god elektrisk ledningsevne. Energien i georadarbølgene blir derfor absorbert i dette mediet, og en vil normalt ikke få avtegnet reflektorer i leira. I opptakene fra Gaula sees en klar refleksor i overgangen til leirdominert materiale. Dette kan i noen tilfeller skyldes at grunnvannet følger den tette leiroverflata og at det er dette «laget» med grunnvannsstrøm som avtegnes på opptaket. Enkelte steder hvor leirhorisonten er blottlagt, har en da også observert vannutslag over leira. I andre tilfeller kan den klare reflektoren representere bunnlaget (grus/stein) i tidligere elveløp. På grunn av dårlig kartgrunnlag (koteavstand 5 m) er opptakene ikke terrengkorrigerede. Grunnvannsreflektoren kan derfor stedvis være noe ujevn og varierende penetrasjonsdyp kan i noen tilfeller skyldes varierende høyde over elvenivå/leirhorisont.

3.1 Skjærvollsløkkja naturreservat

I dette området er det utført georadarmålinger langs 2 profiler; P1 og P4. Profilenes totale lengde var 1361 m. Opptakene og profilenes beliggenhet er presentert i kartbilag -04.

P1

Profilen går på elvesletta langs elva fra Bruahølen til nordenden av Ytter Skjærvollsløkkja. Opptaket er plottet fra sør mot nord (retning nedstrøms). I starten av profilen (fra posisjon 0 til 25) , ved Bruahølen, sees løsmassereflektorer ned til maksimum 6 meters dyp. Her danner bunnen av reflektorene en traufom som muligens kan representere et gammelt elveløp utgravd i leire. Over leira tolkes massene som sand og grus. Videre utover i profilen sees leiroverflata som en utholdende refleksor ved ca. 2-3 m dyp. En meget svak og horisontal refleksor kan stedvis sees ved ca. 1.5 m dyp. Denne representerer trolig grunnvannsspeil. Mellom posisjonene 985 og 1060 er dypet til leire størst. Her indikeres en løsmassetykkelse (sand og grus) på ca 5 m, mens grunnvannsspeilet sees ved ca. 3 m dyp.

P4

Profilen er målt på tvers av profil 1, fra elveterrassen nærmest dagens elvebredd og vestover til Innistuløkkja. Opptaket er plottet fra øst mot vest. Langs hoveddelen av profilen ligger dypet til leire på ca. 2.5-3.5 m. Over leira tolkes massene som sand og grus. I siste del av opptaket (mot vest) er dypet til leire størst. Her sees strukturer i løsmassene som indikerer et gammelt elveløp og bunnen av dette ligger på ca. 4 m dyp. Mellom posisjonene 32 og 75 kan grunnvannspeil antydes ved ca. 3 m dyp.

3.2 Lundesoknas utløp

Like sør for utløpet av Lundesokna er det utført georadarmålinger langs ett profil, P5. Profilen ble målt langs Gaula på østsiden av elveløpet. Målingene startet i skråningen ned mot elva, og fra posisjon 60 går profilen opp på elveterrassen. Profilets lengde er 486 m. Opptaket er presentert i kartbilag -05. Et forsøk på å legge supplerende profiler på elvebanken straks utenfor Lundesoknas utløp måtte oppgis, da lokaliteten var utilgjengelig uten båt.

P5

Opptaket er plottet fra sør mot nord (retning nedstrøms). I starten av profilen ligger leiroverflata på ca. 1.5 m dyp. Over leira tolkes massene som sand og grus. Tykkelsen av overliggende sand og grus øker utover i profilen i takt med at terrenget stiger. På dyrkajorda nærmest Lundesoknas utløp indikeres dyp til leire på ca. 4 m. Dette ble senere verifisert ved at en i skrenten ned mot elva observerte en leirhorisont nettopp ved dette nivået.

3.3 Møstas utløp

I dette området ble det utført målinger langs profilene P6 og P7, med en total lengde på 637 m. Profilene dekker området for Gaulas gamle løp ved gården Nerløberg. Opptakene og profilenes plassering er presentert i kartbilag -06.

P6

Profil 6 er plottet fra sør mot nord (retning nedstrøms). Opptaket viser relativt store variasjoner i dyp til leire. Over leira tolkes massene som sand og grus. I starten av profilen (posisjon 0) sees leiroverflata ved ca. 6 m dyp. Ved posisjon 25 er dypet til leirhorisonten redusert til 1.5 m. Dette dypet varierer lite utover i profilen fram til posisjon 350. Herfra sees leiroverflata mellom 4 og 8 m dyp. Ellers sees tidligere erosjonskanaler ved posisjonene 200, 230 og 310.

P7

Opptaket er plottet fra vest mot øst og viser et maksimalt dyp til leire på ca. 3.5 m. Minst dyp til leire sees ved posisjon 55. Her indikeres et overliggende sand- og gruslag på bare 1.5 m tykkelse. Tidligere erosjonskanaler indikeres ved posisjon 50 og mellom posisjonene 80 og 115.

3.4 Losen

Ved Losen er det utført georadarmålinger langs to profiler. P8 er lagt på vestsida av elva mens P9 starter ca. 250 m lenger sør, på østsida. Begge profilene går langs elvebanken ca. 0-2 m over vannstand. Profilenes samlede lengde er 745 m. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -07. Tykkelsen av sand- og gruslagene er alt overveiende størst på østsida av Gaula.

P8

Opptaket er presentert fra sør mot nord (retning nedstrøms), og viser at leiroverflata ligger tilnærmet horisontalt langs hele profilet. Over leira tolkes massene som sand og grus. I starten av profilet (posisjon 0), hvor terrengoverflata ligger høyest, erkjennes leirhorisonten ved ca. 2 m dyp. I enden av profilet sees leiroverflata ved ca. 1 m dyp. I elvebredden, øst for profilet, ble det observert en blottlagt leirhorisont. Nivået for leiroverflata langs profilet stemmer godt overens med observasjoner av leire i elva.

P9

Profilet er plottet fra sør mot nord (retning nedstrøms). Opptaket viser at leira ligger dypere på denne sida av elva enn på Losen-sida. Fra starten av profilet (posisjon 0) og fram til posisjon 310 indikeres leiroverflata ved ca. 3-4 m dyp. Fra posisjon 310 stuper leiroverflata mot dypet. I denne delen av profilet kan leirhorisonten stedvis følges ned til ca. 7 m dyp, men kan ligge dypere på grunn av manglende dybderekkevidde på radarbølgene.

3.5 Kaldvellas utløp

Profil 10 er målt nordover fra Kaldvellas utløp. Profilets totale lengde er 550 m. Opptaket og profilets plassering er vist i kartbilag -07.

P10

Fram til posisjon 410 går profilet på elvbanken ca. 0-1 m over vannstanden i elva. Fra posisjon 425 går profilet oppe på elveterrassen som ligger ca. 2-3 m over elva. Opptaket er plottet fra sør mot nord (retning nedstrøms). Fram til posisjon 55 antas leiroverflata å ligge på ca. 4 m dyp. Overliggende masser tolkes som sand/finsand, med et topplag av sand og grus. Fra posisjon 55 og fram til posisjon 75 kiler sand- og gruspakken ut på ca. 3 m dyp. Videre utover langs profilet ser leirhorisonten ut til å ligge på ca. 1.5 m dyp. Mellom posisjonene 175 og 280 indikeres stedvis et større dyp til leira (maksimum 3 m), og fra posisjon 385 til posisjon 500 sees leiroverflata ved ca. 2 m dyp. Fra posisjon 500 til enden av profilet erkjennes en gradvis økning av sand- og grustykkelsen til ca. 4 m.

3.6 Kuba

Ved denne lokaliteten er det utført georadarmålinger langs 2 profiler (P2 og P3). Profilenes totale lengde er 750 m. I tillegg ble det foretatt 3 sonderboringer (Bh1-Bh3) for å verifisere tolkingen av georadaropptakene. Opptakene og profilenes plassering er presentert i kartbilag - 08.

P2

Profilen er målt langs tidligere elveløp på sørvestsida av Kuba. Opptaket er plottet retning nedstrøms. Langs dette profilet indikeres relativt betydelige variasjoner i dyp til leira. Over leira tolkes massene som sand og grus. I starten av profilet (posisjon 0) sees leirhorisonten ved ca. 3.5 m dyp. Herfra øker tykkelsen av overliggende sand og grus, men det er vanskelig å følge leirhorisonten på grunn av manglende penetrasjon. En svak indikasjon ved 8 meters dyp (posisjon 60) kan representere leirhorisonten. Dypet ned til leira avtar deretter gradvis til ca. 2 m ved posisjon 175. Fra posisjon 175 til posisjon 270 avtar dypet ned til leira fra ca. 2.5 m til ca. 1 m. Mellom posisjonene 270 og 420 danner sand- og gruslagene 3 ulike trauffer som kan indikere gamle gjenfylte elveløp. Gjennomsnittlig dyp av disse er ca. 5 m. Fra posisjon 420 til enden av profilet varierer dypet til leira fra 1 til 2 m. Mellom posisjonene 470 og 560 sees skrålåg under leirhorisonten. Disse kan representere sandlag i leira.

P3

Dette profilet er målt på tvers av P2, fra den gamle elvebredden ved grustak og over til Kuba. I starten av profilet (posisjon 0) indikeres leiroverflata ved ca. 3.5 m dyp. Utover langs profilet avtar dypet ned til leira gradvis. Ved enden av profilet er sand- og grustykkelsen redusert til ca. 1.5 m.

Sonderboringer

Sonderboringene ble plassert langs georadarprofil 2. Boringene bekrefter tolkingen av georadaropptaket. Ved Bh 2 og Bh 3 kom ikke spylevæsken opp til markoverflata, trolig fordi spylevæsken lekket ut i grove masser i topplaget. Det var derfor ikke mulig å fastslå leirhorisonten ut fra fargen på spylevæsken i disse sonderingene.

Bh1 ble plassert ved posisjon 217 (226 m fra starten av profilet). Borrappen viser grus og stein ned til ca. 1.6 m dyp. Fra 1.6 m påtreffes sandig leire, og fra 4.7 m dyp er leira uten sand. Hullet ble boret til 7.6 m dyp.

Bh 2, som ble boret ved posisjon 49 (dvs 50 m fra starten av profilet), ga grusige masser ned til 6.4 m dyp, og leirholdige materialer under dette ned til enden av sonderingen ved 9.7 m dyp.

En siste sondering, Bh 3, ble plassert ved posisjon 239 (250 m fra profilets start). Sonderingen ga, som forventet, tilnærmet samme resultat som i Bh 1: Et ca. 1.5 m tykt topplag med grus og

stein. Under dette laget ligger sandholdig leire ned til 5.7 m dyp. Fra 5.7 m er leira tilnærmet fri for sand. Sonderingen gikk ned til 7.8 m dyp.

4. KONKLUSJON

I forbindelse med NVEs Vassdragsmiljøprogram har NGU utført georadarmålinger langs 5 elvestrekninger i Melhus kommune. Hensikten med målingene var å finne dyp til leire.

Georadarmetoden fungerte meget godt for kartlegging av dyp til leire i Gaulas elveløp. Langs de aller fleste profilene har det vært mulig å detektere en klar og utholdende reflektor i overgangen mellom leirdominert materiale og overliggende sand- og gruslag. I Skjærvollslykkja Naturresevat er gjennomsnittlig grusmektighet estimert til ca. 2-3 m. Ved Lunde-soknas utløp er det detektert grusmektigheter fra 1.5 m til 4 m. Ved Møstas utløp ligger grusmektigheten alt overveiende rundt 1.5-2 m, men med unntak av enkelte mektigere partier på opptil 8 m tykkelse. Ved Losen ser gjennomsnittlig grusmektighet ut til å være større på Gaulas østside (4-5 m) enn på vestsida av elva (1.5-2 m). Nord for Kaldvellas utløp er det registrert sand- og grusmasser ned til maksimum 4-5 m dyp, mens minstedypet ligger rundt 1.5-2 m. Ved Kuba indikerer målingene store variasjoner i grusmektighet; fra 1 m til maksimum 8 m. Ved denne lokaliteten ble det dessuten utført 3 sonderboringer som bekrefter tolkingen av georadaropptakene.

5. REFERANSER

Segar, D., m.flere, 1996: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Midtre Gauldal kommune. *NGU Rapport 96.066.*

Segar, D., m. flere, 1997: Grunnvannsundersøkelser i Midtre Gauldal kommune. *NGU Rapport 97.135.*

Ottesen, D., 1986: Grusundersøkelser på eiendommen Sundet (154/), Trondheim. *NGU Rapport 86.162.*

Ottesen, D., 1987: Uttak av sand og grus i Gaula. *NGU Rapport 86.184.*

Ottesen, D. og Wolden, K., 1987: Sand og grusundersøkelser i Støren-området, Sør-Trøndelag. *NGU Rapport 87.089.*

Ottesen, D., 1990: Løsmasseundersøkelser i Gaulosen, Sør-Trøndelag. *NGU Rapport 90.041.*

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 planparallel 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;

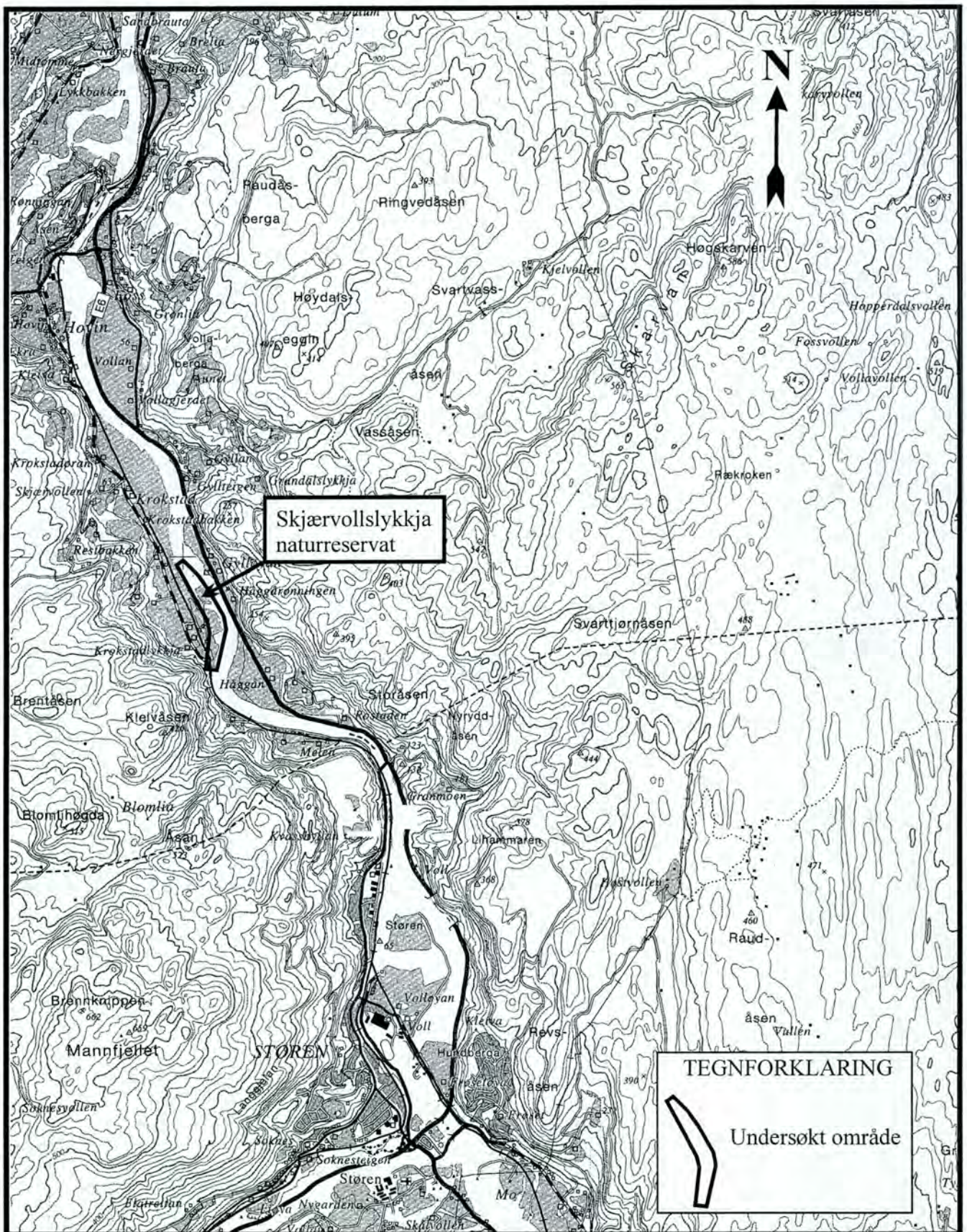
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. 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 dempning av bølgepulsene 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.



NGU/NVE

Oversiktskart

SKJÆRVOLLSLYKKJA

MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

Sept. 1998

TEGN T.L.

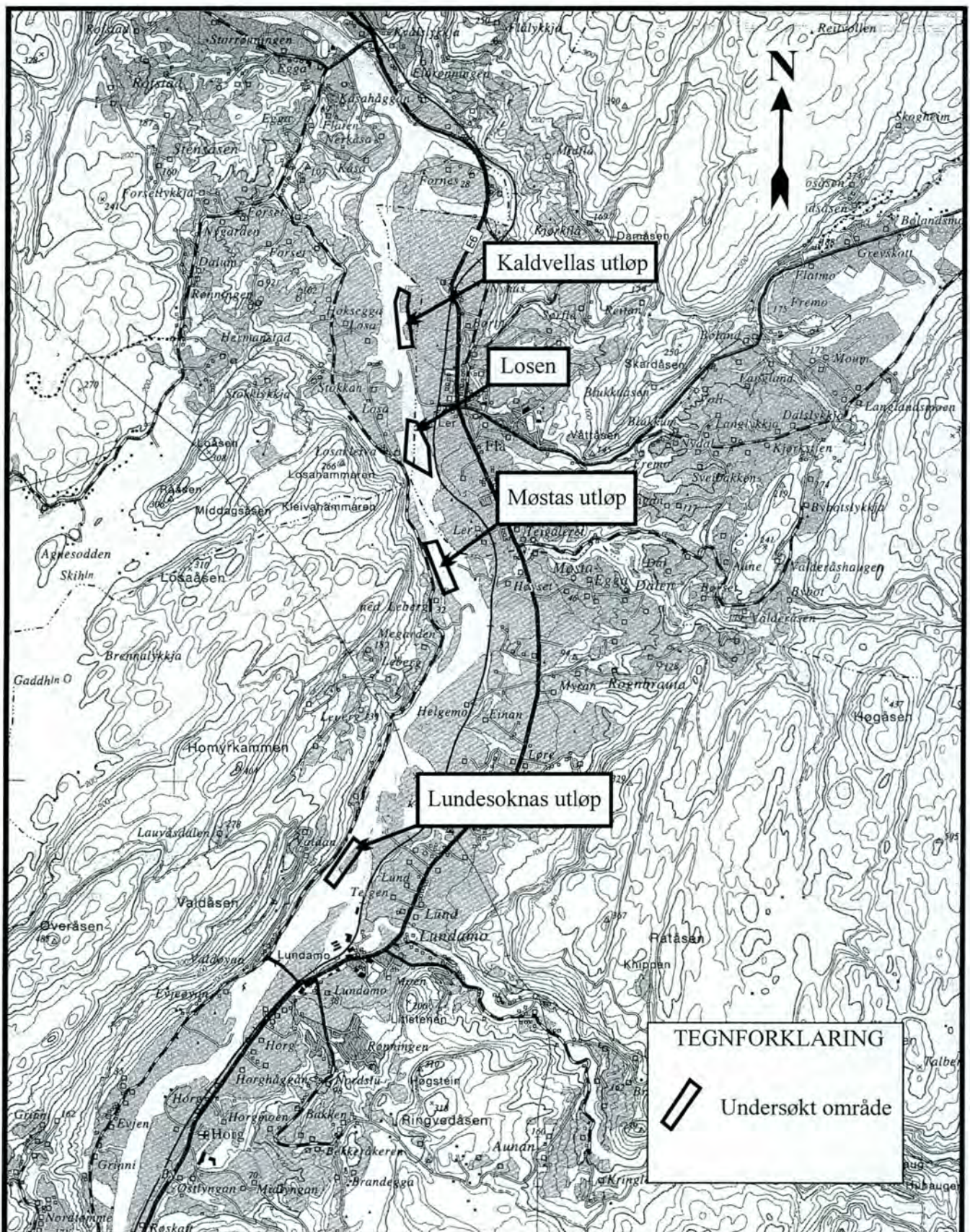
Des. 1998

TRAC

KFR

TEGNING NR
98.147-01

KARTBLAD NR
1621 III



NGU/NVE
 Oversiktskart
**KALDVELLA - LOSEN -
 MØSTA - LUNDESOKNA**
 MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

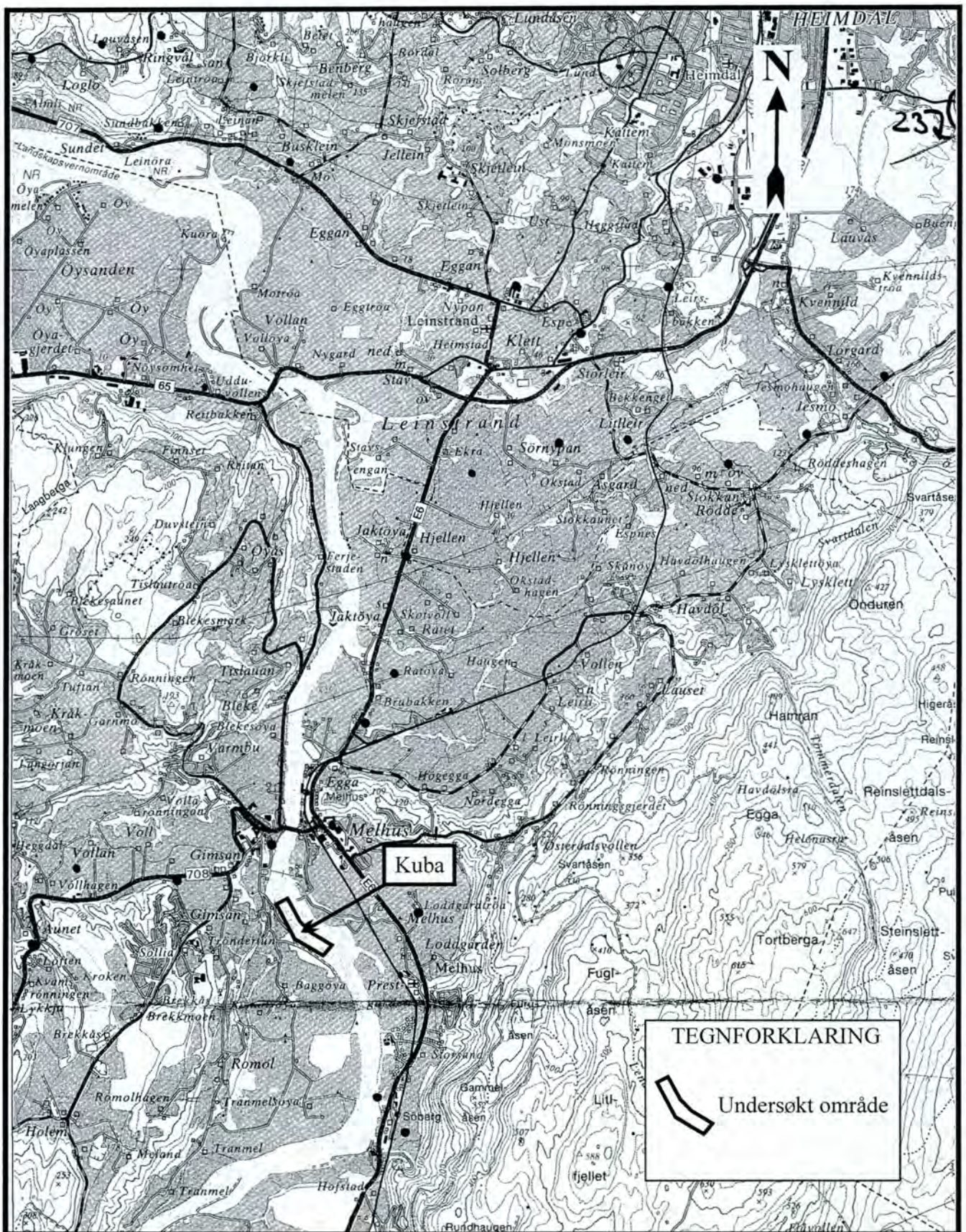
Sept. 1998

Des. 1998


NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 98.147-02

KARTBLAD NR
 1621 III

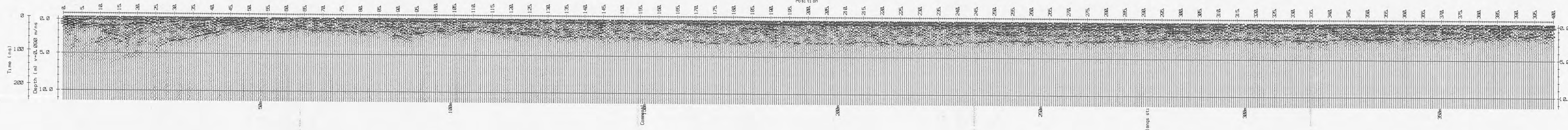


TEGNFORKLARING

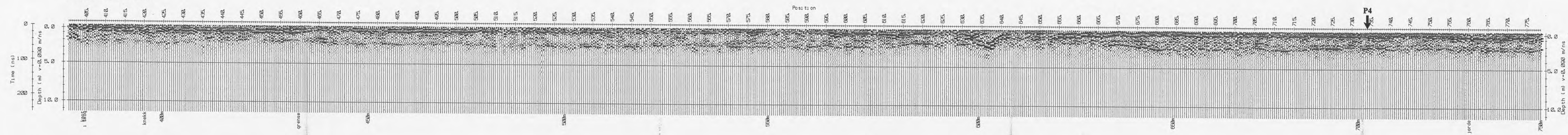
 Undersøkt område

NGU/NVE Oversiktskart KUBA MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK 1 : 50000	MÅLT T.L.	Sept. 1998
		TEGN T.L.	Des. 1998
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.147-03	KARTBLAD NR 1621 IV	

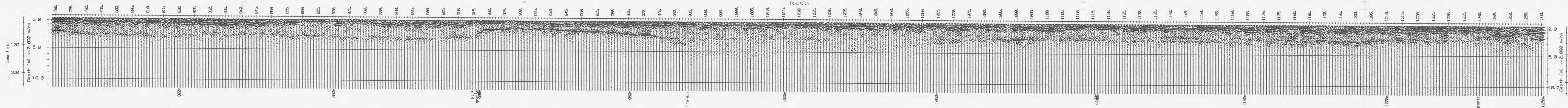
PROFIL 1



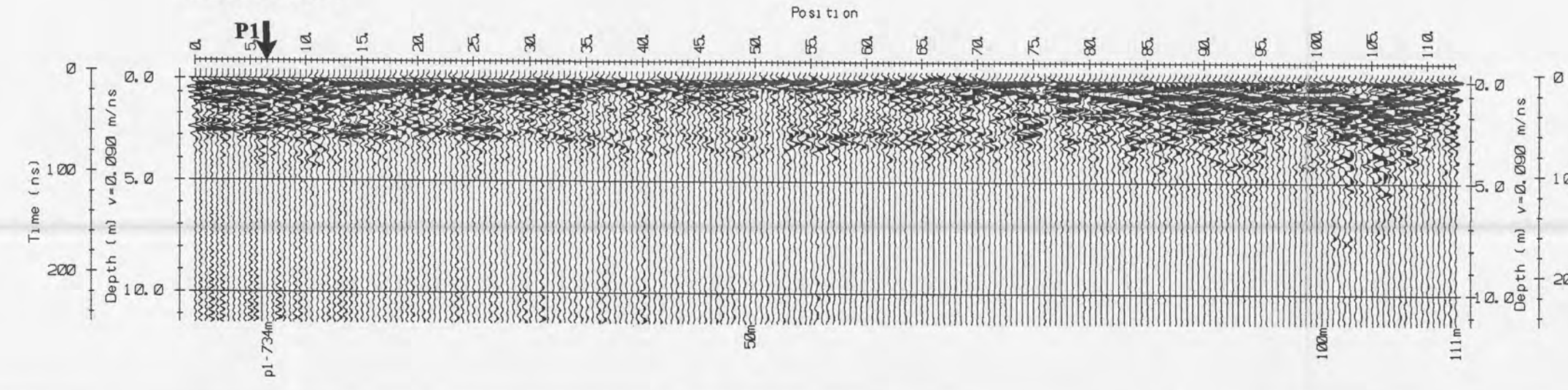
PROFIL 1, forts.



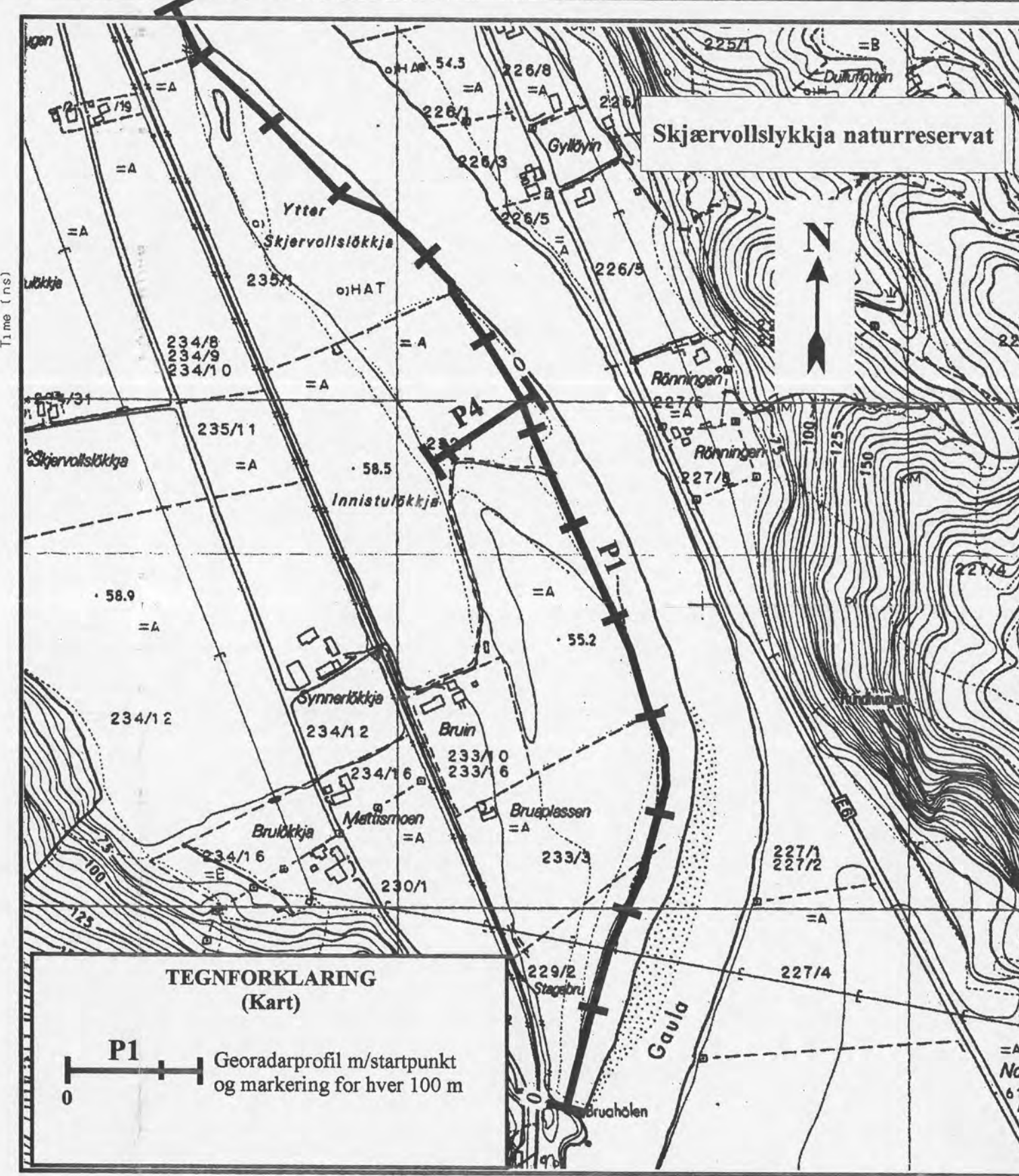
PROFIL 1, forts.



PROFIL 4

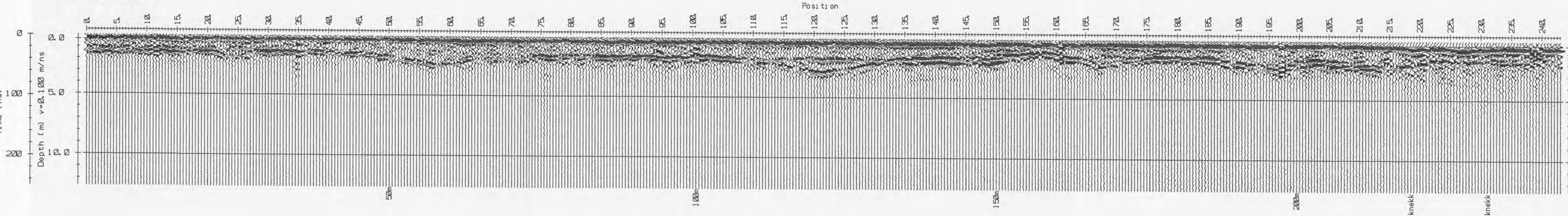


TEGNFORKLARING (opptak)
 P4 ↓ Kryssende georadarprofil

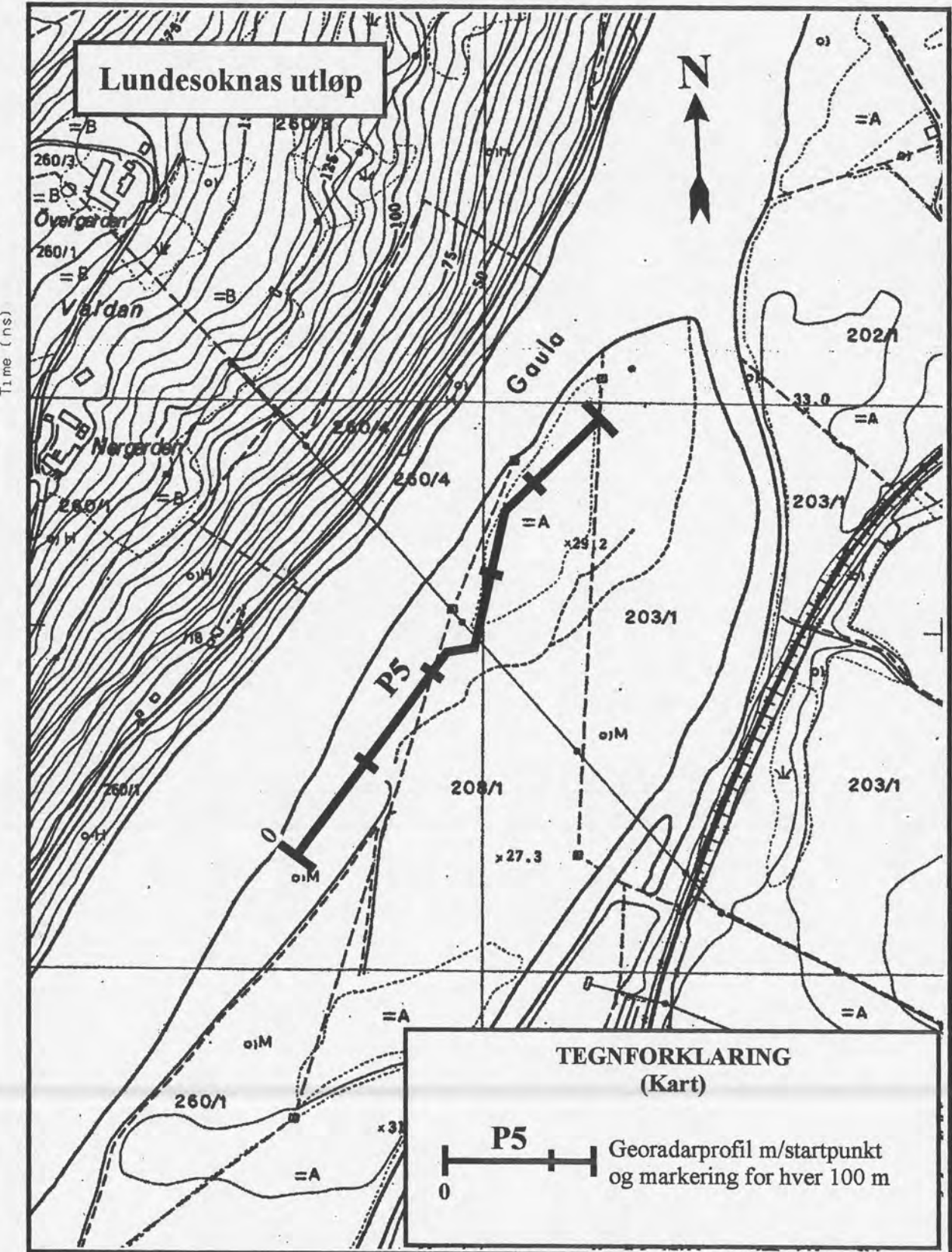
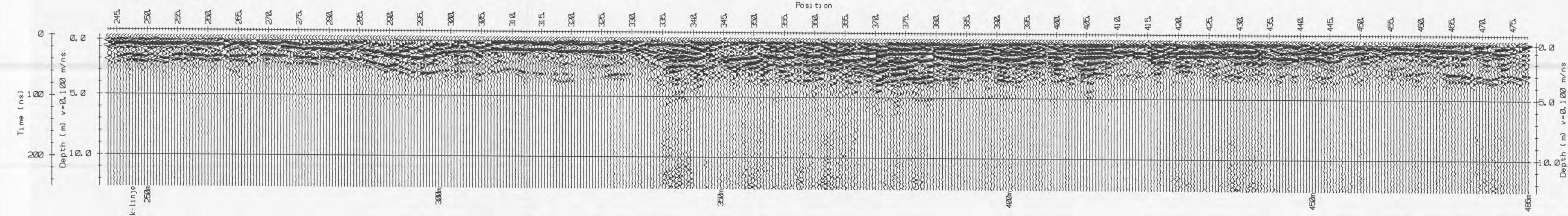


NGU/NVE GEORADAROPPTAK, P1 OG P4. SKJÆRVOLLSLYKKJA MELHUS KOMMUNE, SØR-TRONDHELAG	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	Sept. 1998
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	Des. 1998
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR	KARTBLAD NR	
	98.147-04	1621 III	

PROFIL 5



PROFIL 5, forts.

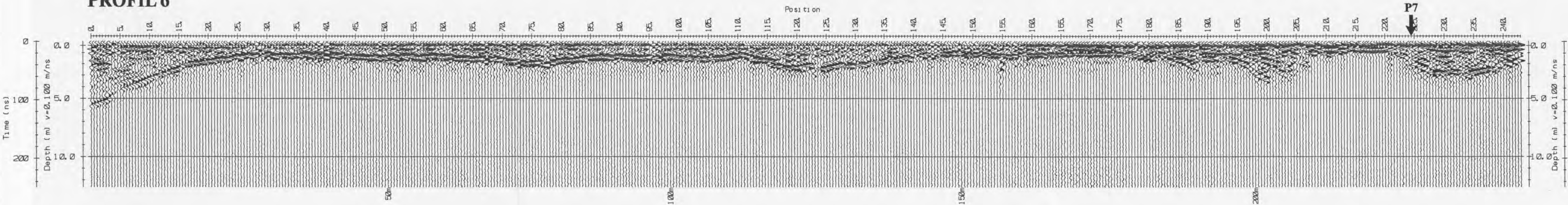


TEGNFORKLARING (Kart)

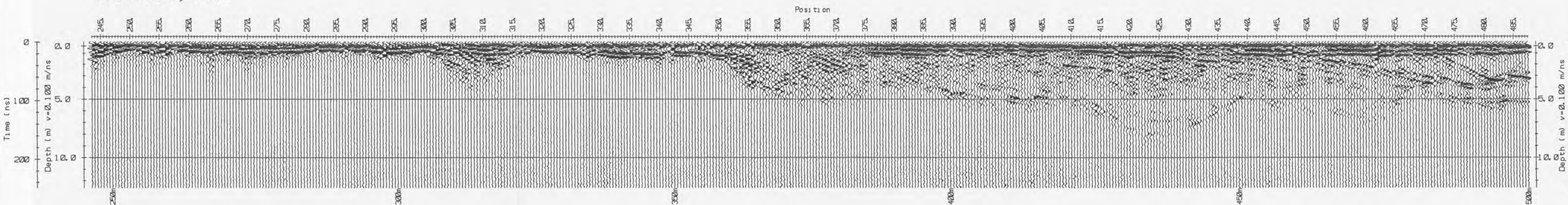
P5 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

NGU/NVE GEORADAROPPTAK, P5 LUNDESOKNAS UTLØP MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	Sept. 1998
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	Des. 1998
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	98.147-05	1621 III	

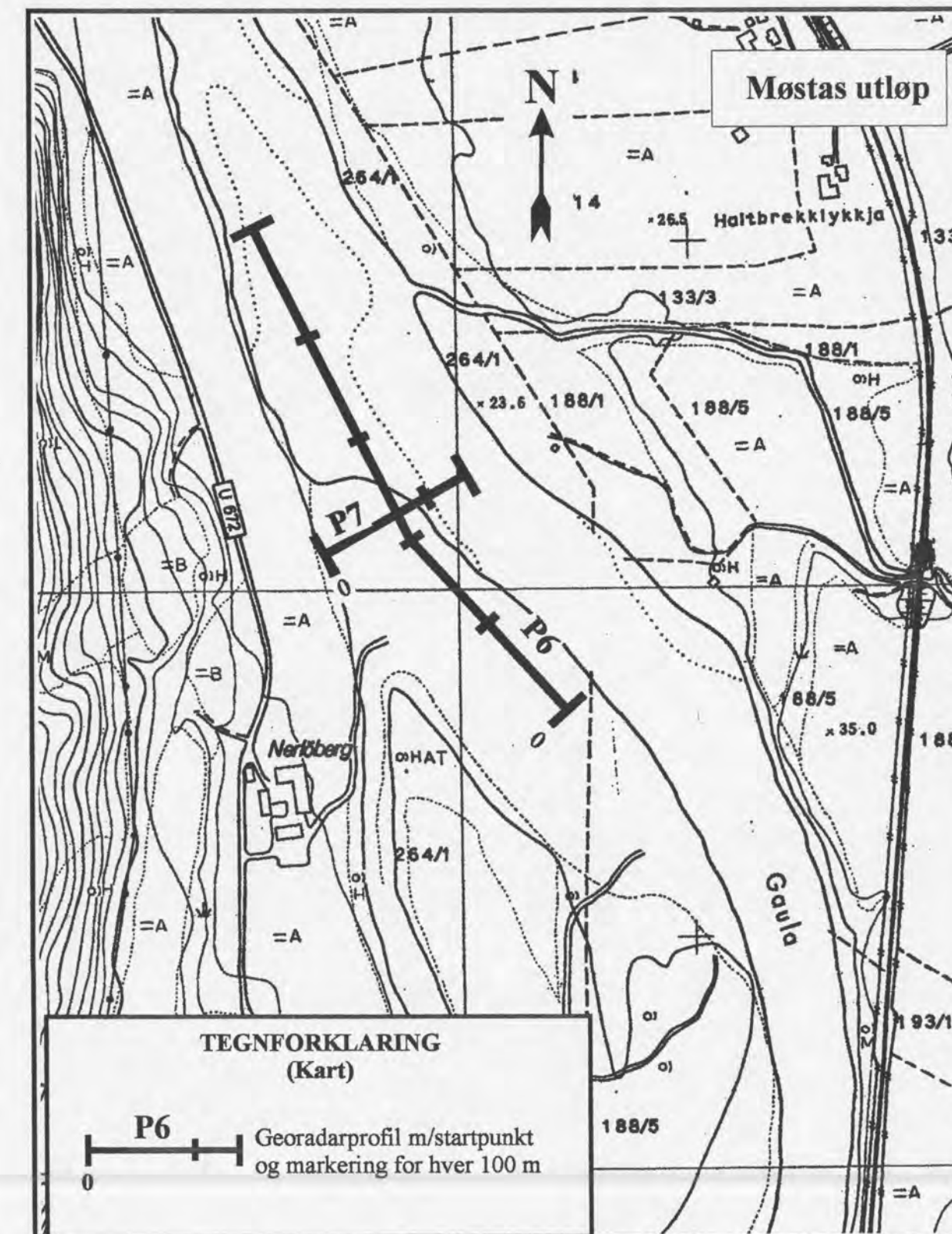
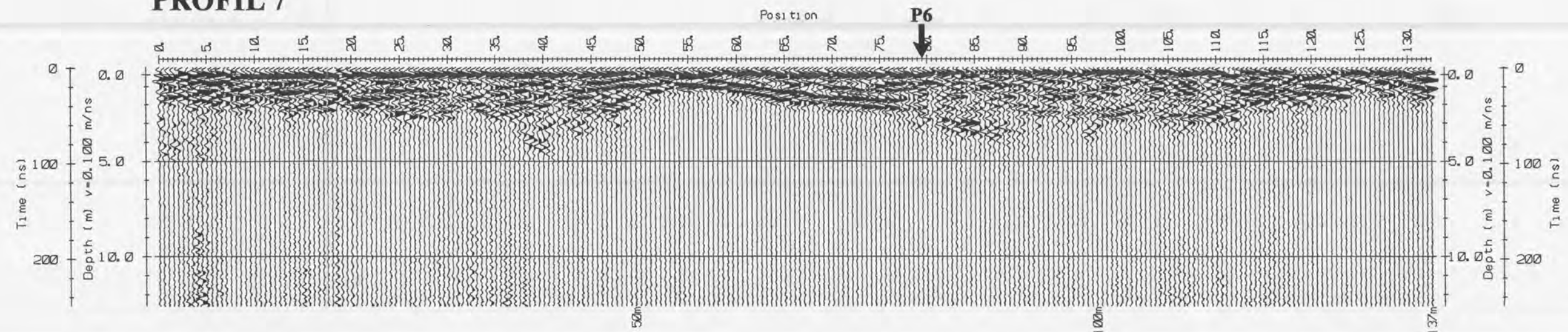
PROFIL 6



PROFIL 6, forts.



PROFIL 7

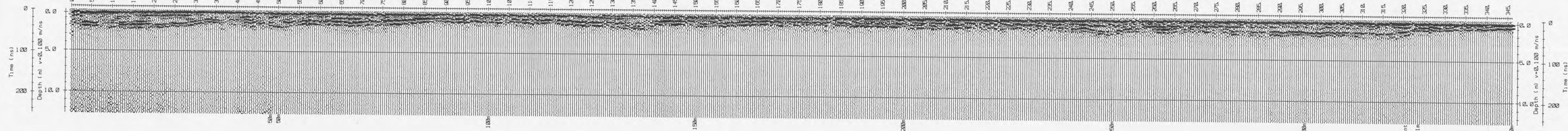


TEGNFORKLARING (Kart)

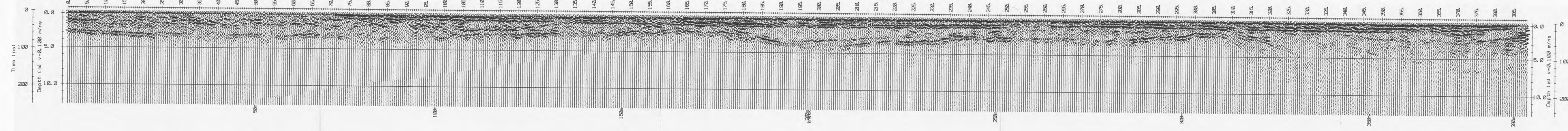
P6 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

NGU/NVE GEORADAROPPTAK, P6 OG P7 MØSTAS UTLØP MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	Sept. 1998
	1:5000 (Kart)	TEGN T.L.	Des. 1998
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	98.147-06	1621 III	

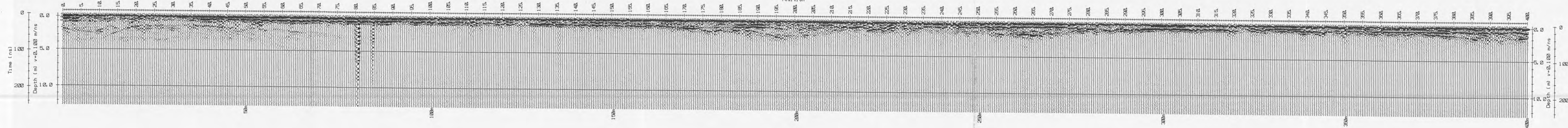
PROFIL 8



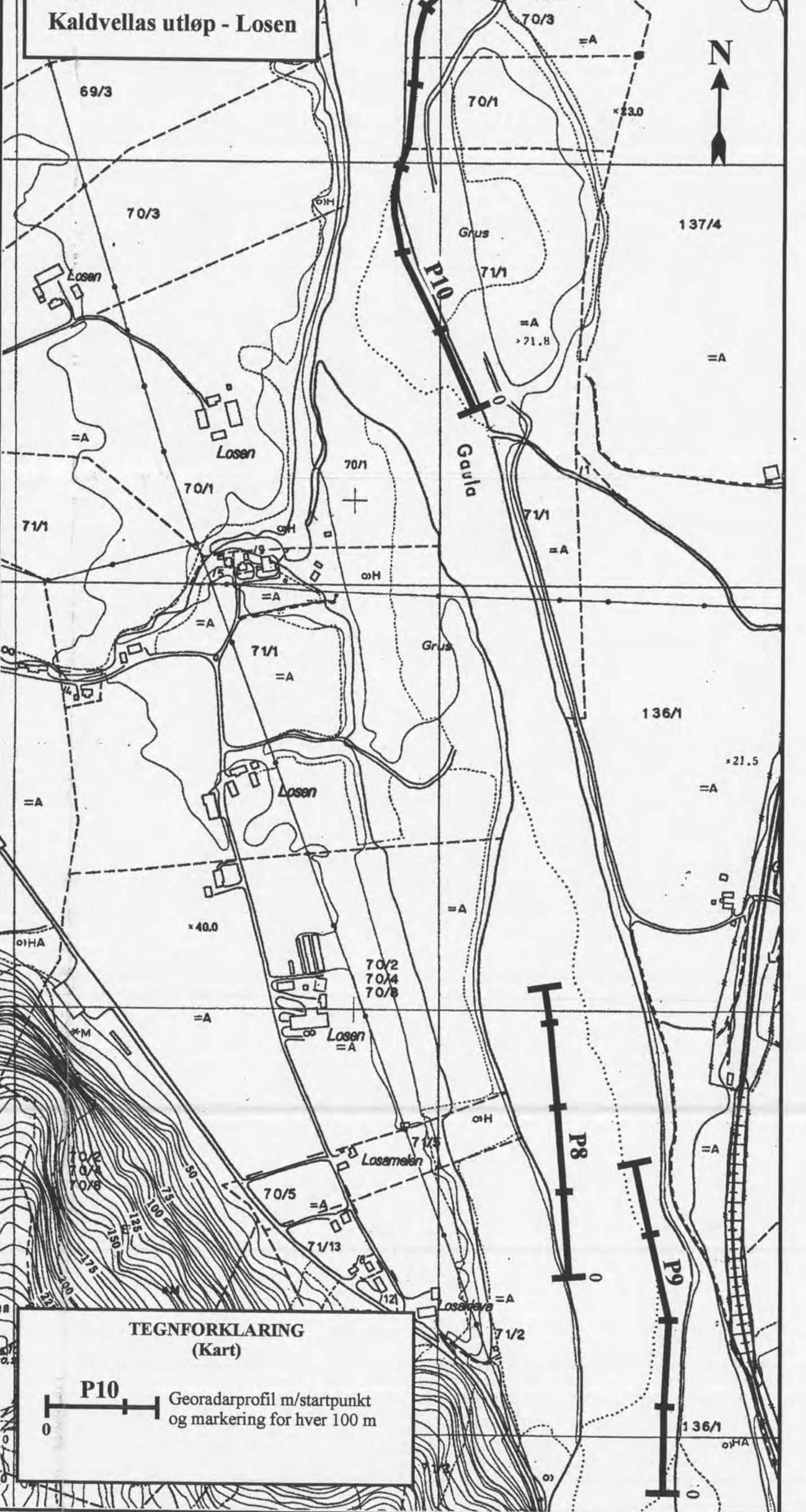
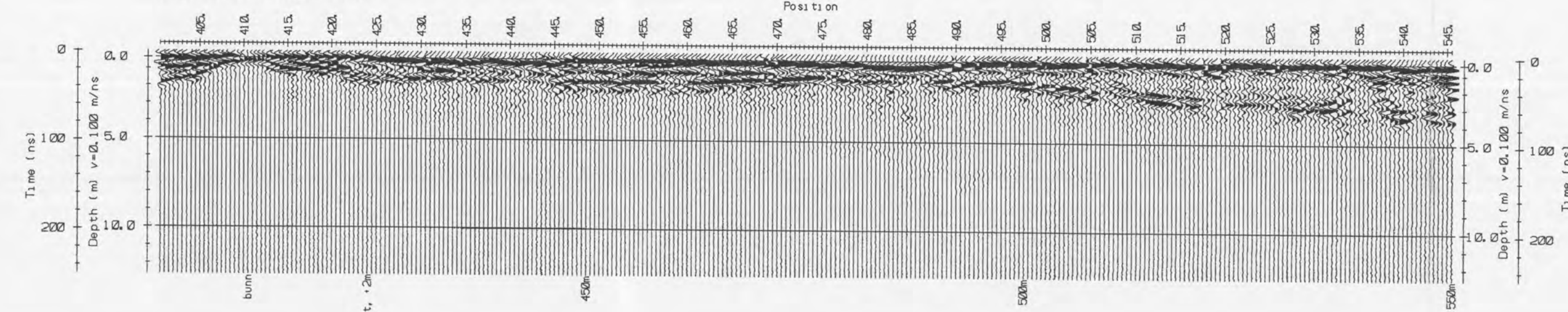
PROFIL 9



PROFIL 10



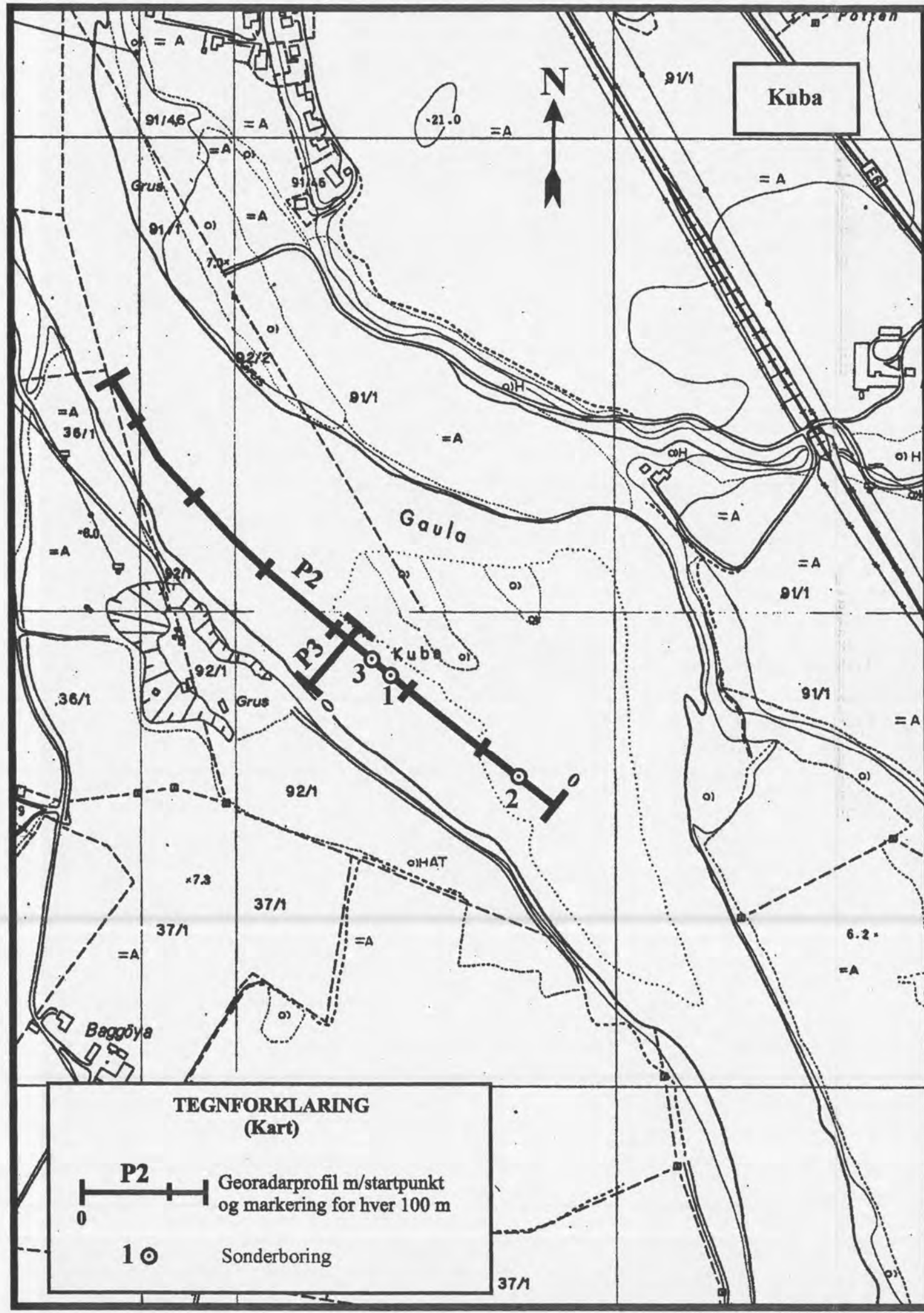
PROFIL 10, forts.



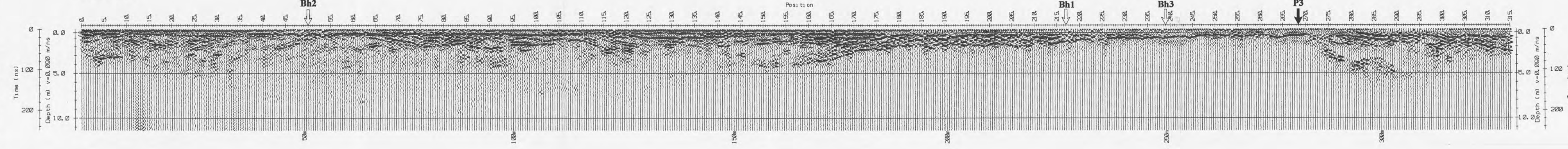
TEGNFORKLARING (Kart)

P10 Georadarprofil m/ startpunkt og markering for hver 100 m

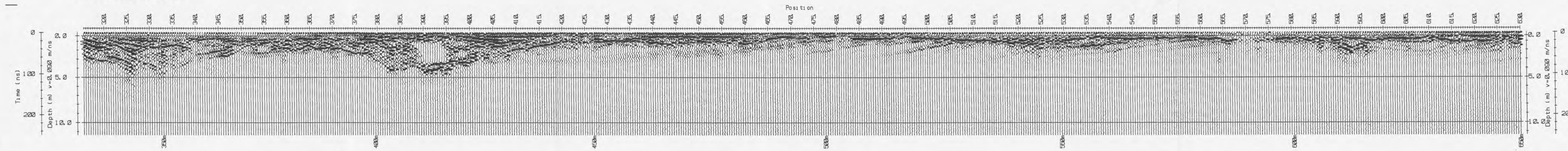
NGU/NVE GEORADAROPPTAK, P8, P9 OG P10 KALDVELLAS UTLØP - LOSEN MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT TL. TEGN TL. TRAC KFR	Sept. 1998 Des. 1998
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 98.147-07	KARTBLAD NR 1621 III	



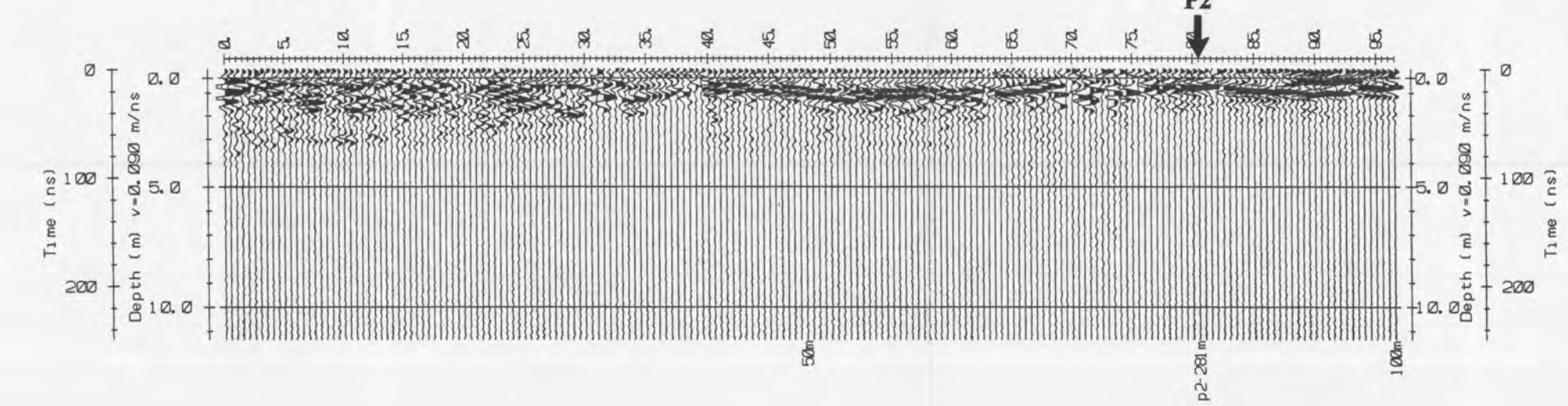
PROFIL 2



PROFIL 2, forts.



PROFIL 3



TEGNFORKLARING (opptak)

P3 ↓ Kryssende georadarprofil

Bh1 ↓ Sonderboring

NGU/NVE GEORADAROPPTAK, P2 OG P3 KUBA MELHUS KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT T.L. Sept. 1998 TEGN T.L. Des. 1998 TRAC KFR
	KARTBILAG NR. 98.147-08	KARTBLAD NR. 1621 IV