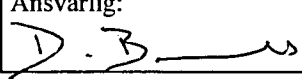


NGU Rapport 97.058

Grunnvannsundersøkelser ved Stordal, Stordal
kommune, 1996.

Rapport nr.: 97.058		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Stordal, Stordal kommune, 1996.			
Forfatter: Gaute Storrø og Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGU/Stordal kommune	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Stordal kommune	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1219 I Stranda	
Forekomstens navn og koordinater: Kvammen 32 V 3979 69183		Sidetall: 13	Pris: kr 50,-
Feltarbeid utført: August 1996		Rapportdato: 20.12.97	Prosjektnr.: 2713.15
		Ansvarlig: 	
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med NGU's deltagelse i «Prosjekt Vannforsyning» (PROVA) ble det i 1996 gjennomført grunnvannsundersøkelser ved Kvammen i Stordal kommune, Møre & Romsdal fylke. Hovedvannforsyningen for Stordal er i dag basert på bekkeinntak i Rikjenda. Kvaliteten på vannet har tidvis vært dårlig. Ifølge beregninger er dimensjonerende vannbehov for ett nytt vannforsyningsanlegg for Stordal beregnet til 8-10 l/s.</p> <p>I regi av Asplan Viak AS ble det i 1992 etablert en fullskalabrønn for langtidsprøvepumping ved Kvammen. Ifølge de rapporterte data var vannkvaliteten god brønnens kapasitet ble målt til 4-5 l/s.</p> <p>Nærområdet til den etablerte brønnen består delvis av dyrket mark. Stordal kommune ønsket derfor å få undersøkt mulighetene for ny plassering av uttaksbrønner lengre øst på Kvammen/Flatmark-området. Samtidig var det ønskelig med en vurdering av mulighetene for en arealmessig begrensnig av sikringssoner. På denne bakgrunn utførte NGU i august 1996 georadarmålinger ved Kvammen.</p> <p>Med bakgrunn i de tidligere undersøkelser samt resultatene fra georadarmålinger utført i 1996 vil vi <u>ikke</u> anbefale en ny brønnetablering i området lengst øst på elvesletta ved Kvammen/Flatmark. Både utfra mektighet og fysisk beskaffenhet synes løsmassene i dette området å være dårligere egnet for grunnvannsuttak enn massene i den eksisterende brønnlokaliteten. De gjennomførte georadarundersøkelser gir ikke grunnlag for å anbefale store endringer i forhold til det arealklausuleringsforslag som er gitt av Asplan Viak. Sone II kan begrenses slik at gårdsanleggene ved Flatmark faller utenfor denne sonen.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Geofysikk	Georadar	
Løsmasse	Grunnvannskvalitet	Grunnvannsforsyning	
	Arealbruk	Fagrapport	

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	4
1 INNLEDNING.....	5
2 METODEBESKRIVELSE.....	6
3 RESULTATER.....	7
4 KONKLUSJON OG ANBEFALING	9
5 REFERANSER.....	9

TEKSTBILAG

Georadar - metodebeskrivelse

KARTBILAG

97.057-01: Oversiktskart M 1:50000

97.057-02: Georadaropptak, P1, P2, P3, P4 og P5

FORORD

En god vannforsyning med hensyn til kapasitet og kvalitet er grunnleggende og burde være en selvfølge i vårt land som har så mye lett tilgjengelig og lite forurenset ferskvann. Likevel har nesten 1 mill nordmenn for dårlig vannforsyning, mest på grunn av feil valg av vannkilde og mangelfullt rensed vann. EU-normene og de nye norske drikkevannsforskriftene medfører behov for en bedring av drikkevannsforsyningen i mange områder. I en femårsperiode fra 1995-1999 vil ulike departement bevilge 100 mill. kr. hvert år til forbedring av vannforsyningen.

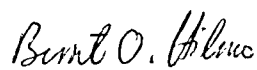
Etter initiativ fra Miljøverndepartementet gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-1992 prosjektet *Grunnvann i Norge (GiN)*. Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for økt bruk og bedre beskyttelse av grunnvannsressurser. En viktig del av prosjektet bestod i registrering av potensielle grunnvannsressurser i 301 av landets kommuner. Registreringen ble gjennomført dels ved feltarbeid (30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale. GiN-prosjektet viste muligheter for grunnvannsforsyning til over 800 forsyningssteder (over 600 000 p.e.).

NGU har på bakgrunn av de forannevnte momentene startet prosjektet «*Økt bruk av grunnvann*». Formålet er en sikker dokumentasjon av kvantitet og kvalitet av grunnvannsforekomster som kan nyttes til allmennlig drikkevannsforsyning. Bedre vannforsyning til næringsmiddel- og reiselivsbedrifter er også prioritert.

Prosjektet gjennomføres som et samarbeidsprosjekt mellom NGU, fylkeskommuner og kommuner. Prioriteringen av kommuner vil bli gjort i samarbeid med fylkeskommunene, mens prioriteringen av forsyningssteder vil bli foretatt i samråd med kommunene.

I samråd med fylkesmyndighetene i Møre & Romsdal og ut fra kommunenes/vannverkseierenes interesse for prosjektet ble kommunene Surnadal, Vestnes, Stordal, Norddal og Ørsta valgt for grunnvannsundersøkelser i 1996. Arbeidet i de enkelte kommuner er planlagt i samarbeid med teknisk etat/vannverkseieren.

Prosjektet finansieres av Møre & Romsdal fylkeskommune (25 %), de enkelte kommuner/vannverkseiere (15 %) og NGU (60 %). I tillegg har kommunene/vannverkene bidratt med en egeninnsats i form av innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.


Bernt Olav Hilmo
Hovedprosjektleder


Gaute Storror
forsker

1 INNLEDNING

I forbindelse med NGU's deltagelse i «Prosjekt Vannforsyning» (PROVA), som er et nasjonalt prosjekt for kvalitetsforbedring innen drikkevannsektoren administrert av Folkehelse (SIFF), ble det i 1996 gjennomført grunnvannsundersøkelser ved Kvammen i Stordal kommune, Møre & Romsdal fylke.

Hovedvannforsyningen for Stordal er i dag basert på bekkeinntak i Rikjenda. Kvaliteten på vannet har tidvis vært dårlig bl.a. med høyt fargetall og påviste colibakterier. Ifølge beregninger utført av Østlandskonsult AS er dimensjonerende vannbehov (maks. døgnforbruk) for ett nytt vannforsyningsanlegg for Stordal beregnet til 8-10 l/s.

Det ble gjennomført relativt omfattende forundersøkelser med tanke på å kartlegge grunnvannsmuligheter i Stordal kommune i 1990 (NGU Rapport 90.136). Forundersøkelsene indikerte positive forhold for grunnvannsuttak på sørsiden av Stordalselva ved Kvammen. I regi av Asplan Viak AS ble det i 1992 etablert en fullskalabrønn for langtidsprøvepumping ved Kvammen. Ifølge rapport fra Asplan Viak AS var vannkvaliteten god og dimensjonerende kapasitet for brønnen ble målt til 4-5 l/s (Dagestad, A. 1992).

Nærområdet til den etablerte brønnen består delvis av dyrket mark. Stordal kommune ønsket derfor å få undersøkt mulighetene for ny plassering av uttaksbrønner lengre øst på Kvammen/ Flatmark-området. Samtidig var det ønskelig med en vurdering av mulighetene for en arealmessig begrenning av de sikringssoner som er skissert i Asplan Viak's forslag til arealklausulering rundt eksisterende brønn. På denne bakgrunn utførte NGU i august 1996 georadarmålinger ved Kvammen. Feltarbeidet ble utført av:

Torleif Lauritsen (NGU)
Thoralf Moen (feltassistent)
Gaute Storrø (NGU)

2 METODEBESKRIVELSE

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 50 MHz-antenner og 1000 V sender (P1-P3) og med 200 MHz-antenner og 400 V sender (P4 og P5). Dempningen av radarbølgene er større ved 200 MHz-antenner enn ved måling med 50 MHz-antenner. Ved presentasjon av 200 MHz-opptakene har en derfor i noen grad kompensert for dette ved å øke dempningsfaktoren med 100 % i forhold til 50 MHz-opptakene.

Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 m. Flyttavstanden var 1 m ved måling av P1, P2 og P3, mens ved måling av P4 og P5 ble flyttavstanden holdt til 45 cm. 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.

3 RESULTATER

Det ble utført georadarmålinger langs 5 profiler på sørsida av Stordalselva ved Kvammen. Tre av profilene (P1-P3) ble målt med 50 MHz antenner, mens profilene P4 og P5 ble målt med 200 MHz antenner for studering av detaljer rundt eksisterende brønn, B5 (Haugen m. fl., 1990). Opptakene og profilenes beliggenhet er presentert i kartbilag -02. Opptakene viser deltastrukturer (skrålag) ned til ca. 20 m dyp og området skulle være godt egnet for grunnvannsuttak. Posisjonsangivelsene refererer til posisjonene som er angitt på toppen av opptakene.

P1

Fram til posisjon 195 m sees et bølget og hauget refleksjonsmønster over fjell. Dette tolkes som lagdelt materiale av sand og grus, og er trolig godt egnet for grunnvannsuttak. Fjellet starter trolig helt i dagen ved posisjon 0 m, og går ned til ca. 15 m dyp ved posisjon 110 m. Herfra er det vanskelig å følge fjellreflektoren videre. En markert skrå refleksor går fra overflata ved posisjon 185 m ned til ca. 18 m dyp ved posisjon 255 m. Reflektoren markerer trolig overgang til en annen avsetningsretning. Fra posisjon 185 m sees typiske deltastrukturer med topset-, foreset- og bottomsetlag. Topplaget består trolig av stein, grus og sand i en tykkelse av ca. 3-5 m. Skrålagene tolkes som lagdeling av grus og sand, og skulle gi meget gode muligheter for grunnvannsuttak. Tykkelsen av deltaet øker gradvis, og når sin maksimale tykkelse (ca. 20-25 m) ved posisjon 480 m.

P2

Fra posisjon 0 m til ca. posisjon 25 m går trolig fjellreflektoren på skrå fra 10 m dyp til ca. 14 m dyp. Fra posisjon 25 m er refleksiviteten for dårlig til at fjelloverflata kan følges videre. På de fire siste tracene går imidlertid trolig fjellet skrått opp fra 9 til 6 m dyp. Svak refleksivitet i deler av opptaket kan tyde på ensgradert materiale, trolig sand, men dårlig refleksivitet kan også skyldes god elektrisk ledningsevne i bakken p.g.a næringsalter fra landbruk eller innhold av silt/leire. En meget svak refleksor på ca. 10 m dyp sees mellom posisjonene 35 m og 75 m. Fra posisjon 75 m går reflektoren på skrå opp til ca. 3 m dyp ved posisjon 95 m. Reflektoren kan representere grense mot underliggende siltige masser.

P3

Grunnvannsspeilet sees ved ca. 2 m dyp. En kraftig og utholdende refleksor sees på ca. 6 m dyp fra starten av profilet og fram til posisjon 60 m. Herfra skrå refleksoren ned til ca. 12 m dyp mot slutten av profilet. Reflektoren markerer bunnen av en skrålagspakke (delta-utbygging) som trolig består av lagdelt sand og grus. En annen noe mindre markert refleksor sees under den første, ved ca. 10-12 m dyp ved posisjon 0 m. Denne skrå (bølgende) ned til ca. 15 m dyp ved profilets slutt. Mellom disse to laggrensene er refleksiviteten svak, noe som

kan indikere mer ensgradert materiale, trolig sand. Gradvis avtagende reflektivitet mot dypet indikerer økende innhold av finstoff (siltige masser).

P4

Profilet er målt med 200 MHz-antenner, og går ca. 5 m øst for eksisterende brønn, B5 (tegning -02). Opptaket viser at strukturen i løsmassene er nokså lik langs hele profilet. Noe svak reflektivitet kan skyldes at næringsalter fra landbruk (gjødsling) demper energien i radarbølgene. Et bølget og hauget reflektormønster tolkes som lag av sand og grus. Reflektiviteten avtar nedover i opptaket. Dette kan skyldes økende innhold av finstoff mot dypet og/eller at energien i radarbølgene avtar gradvis nedover i opptaket. Grunnvannsnivået kan ikke med sikkerhet erkjennes i opptaket.

P5

Profilet passerer ca. 5 m nord for eksisterende brønn, B5. Opptaket viser et 5 m tykt topplag, tolket som lag av stein/grus/sand. Under topplaget sees skrålag (delta-struktur) som trolig består av lagdelt grus og sand. Reflektiviteten i skrålagene avtar gradvis nedover i opptaket. Dette kan indikere økende innslag av finstoff (siltige masser) mot dypet, men kan også skyldes at energien i radarbølgene er avtagende. Opptaket viser ellers ingen store endringer i løsmassestrukturen langs profilet. Grunnvannsspeilet sees trolig på ca. 2 m dyp.

4 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Med bakgrunn i tidligere undersøkelser samt resultatene fra georadarmålinger utført i 1996, vil vi ikke anbefale en ny brønnetablering i området lengst øst på elvesletta ved Kvammen/Flatmark. Både utfra mektighet og fysisk beskaffenhet synes løsmassene i dette området å være dårligere egnet for grunnvannsuttak enn massene i den eksisterende brønnlokaliteten (B5, tgning -02). Når dette usikre uttakspotensialet sammenholdes med de relativt positive konklusjoner som allerede er gitt for vannmengde og vannkvalitet i det eksisterende brønnområdet, vil vi klart anbefale at arbeidet i dette området videreføres med etablering av en produksjonsbrønn nr 2.

Områdene fra eksisterende brønn (B5) og vestover til Kvammen bru synes ifølge georadaropptakene å være mest interessante med tanke på etablering av en produksjonsbrønn nr 2. Utfra øvrige arealinteresser i området (jordbruk) antas det imidlertid som ønskelig at brønn nr 2 plasseres øst for B5 og fortrinnsvis så nært opp mot sistnevnte som mulig. Løsmasseforholdene i nærområdet rundt B5 synes, ifølge georadaropptakene, å være relativt homogene. Det anses derfor som rimelig sikkert at en ny brønn plassert 40-50 m øst for eksisterende brønn, og med samme utforming/dimensjonering som denne, vil ha samme kapasitet som B5 (4-5 l/s). Det anbefales at geologisk sakkyndig er tilstede under brønnetableringen for å vurdere hvorvidt produksjonsbrønn 2 likevel bør plasseres vest for B5.

De gjennomførte georadarundersøkelser gir ikke grunnlag for å anbefale store endringer i forhold til det arealklausuleringsforslag som er gitt av Asplan Viak. Det er gjort en kontrollregning av størrelsen på sone I, og denne bør ha en radius på ca 90 m ved dimensjonerende vannuttak på 10 l/s. Dette er i tråd med Asplan Viak's forslag. Vi foreslår imidlertid at sone II begrenses slik at gårdsanleggene ved Flatmark faller utenfor denne sonen.

5 REFERANSER

- Haugen, M. m.fl. (1990): Grunnvannsundersøkelser 1990 Stordal kommune, Møre og Romsdal. *NGU Rapport 90.136*
- Dagestad, A. (1992): Stordal kommune. Statusrapport grunnvannsundersøkelser Kvammen. Asplan Viak Sør 1992.
- Dagestad, A. (1993): Stordal kommune. Grunnvannsanlegg Kvammen. Beskyttelsessoner. Asplan Viak Sør 1993.

TEKSTBILAG

Georadar - metodebeskrivelse

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 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 dempning 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.

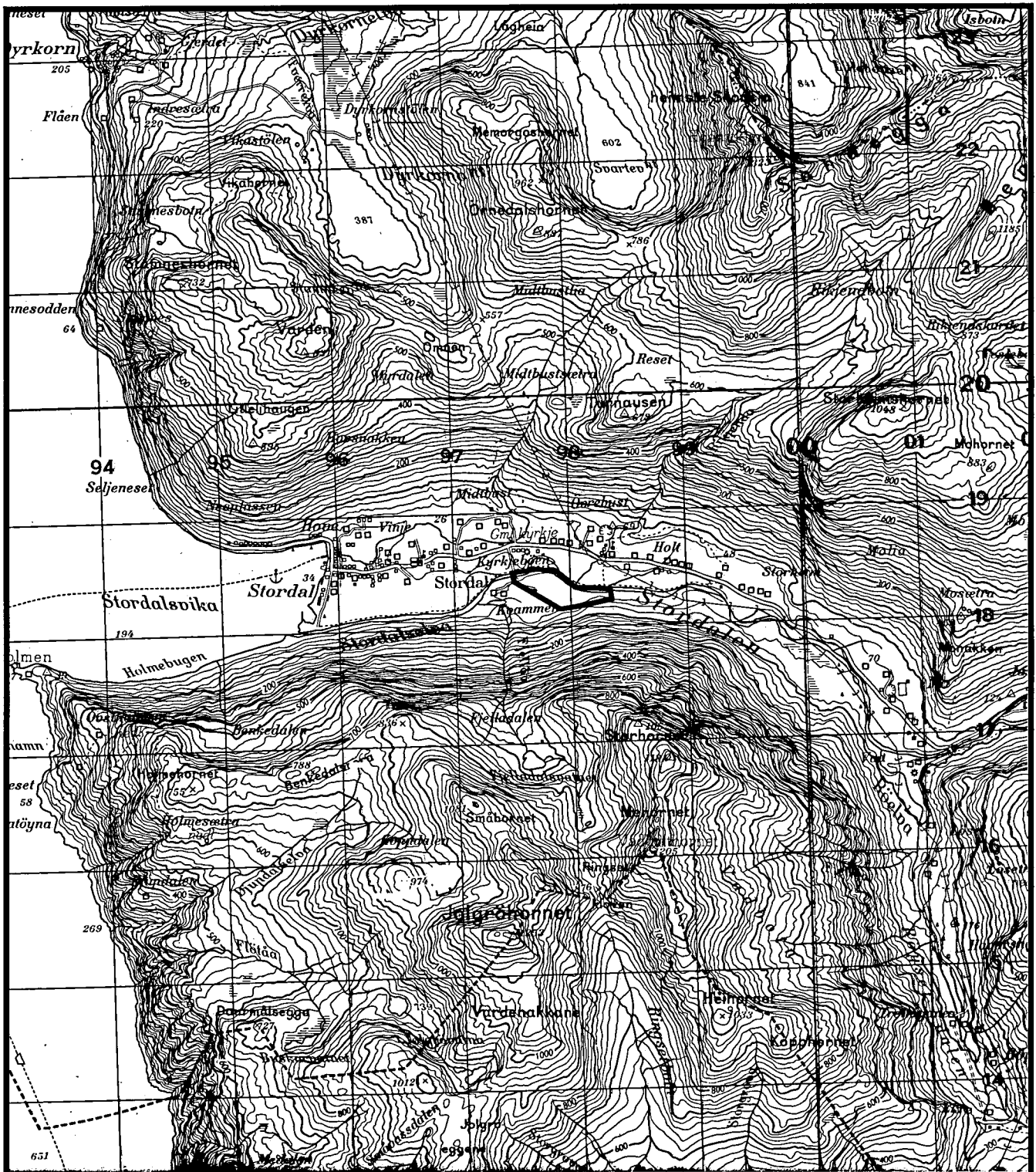
<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</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 dielektrisitetsstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

KARTBILAG

97.057-01: Oversiktskart M 1:50000

97.057-02: Georadaropptak, P1, P2, P3, P4 og P5



Undersøkt område

N



NGU/STORDAL KOMMUNE

Oversiktskart

STORDAL

STORDAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

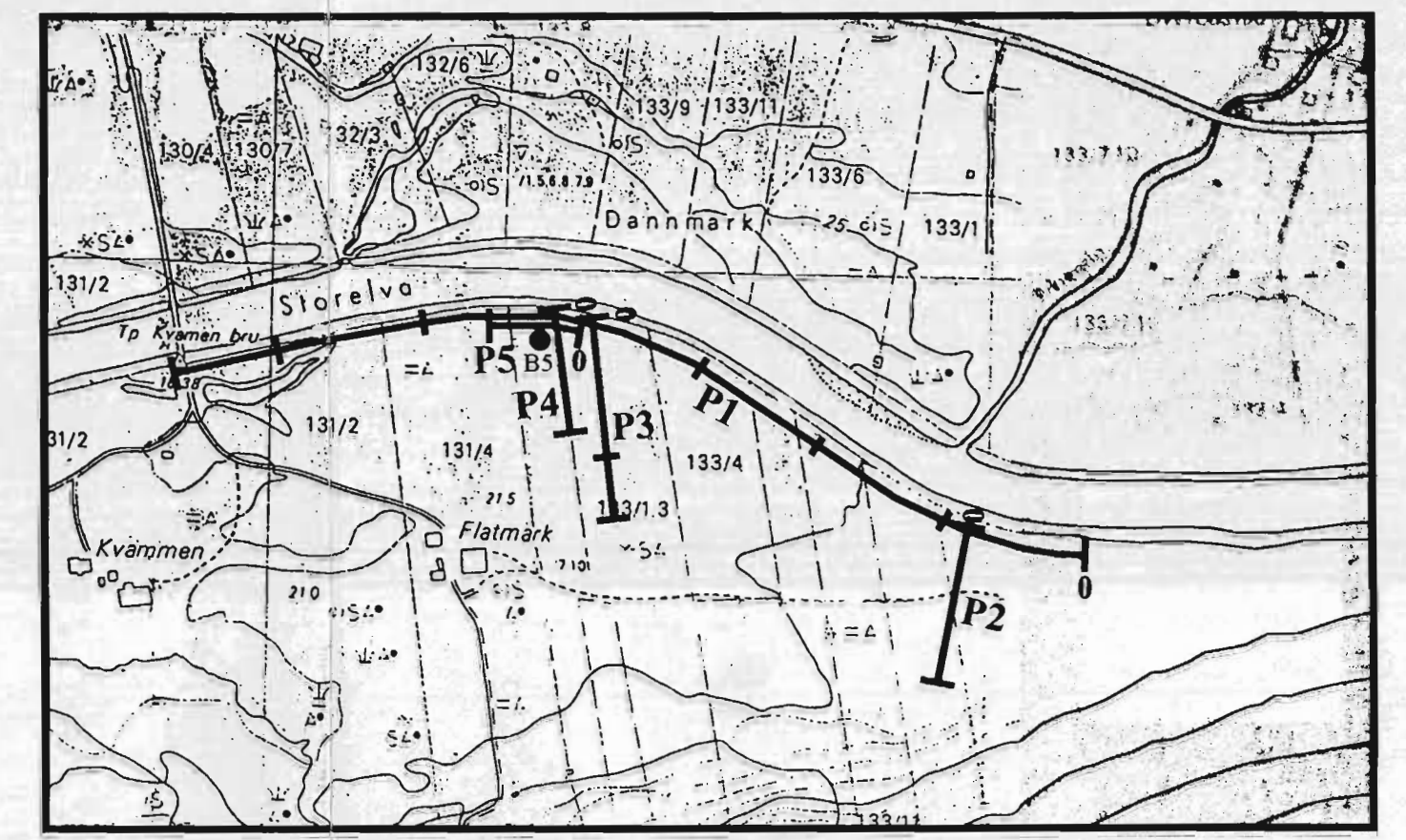
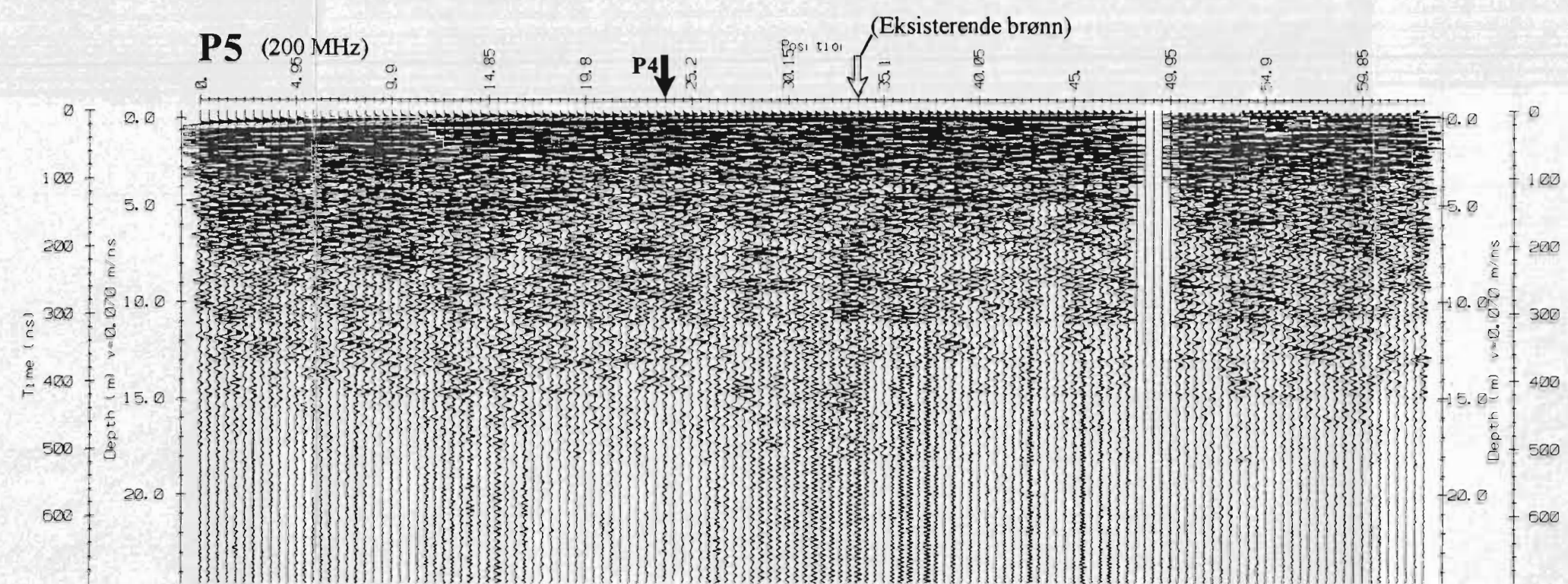
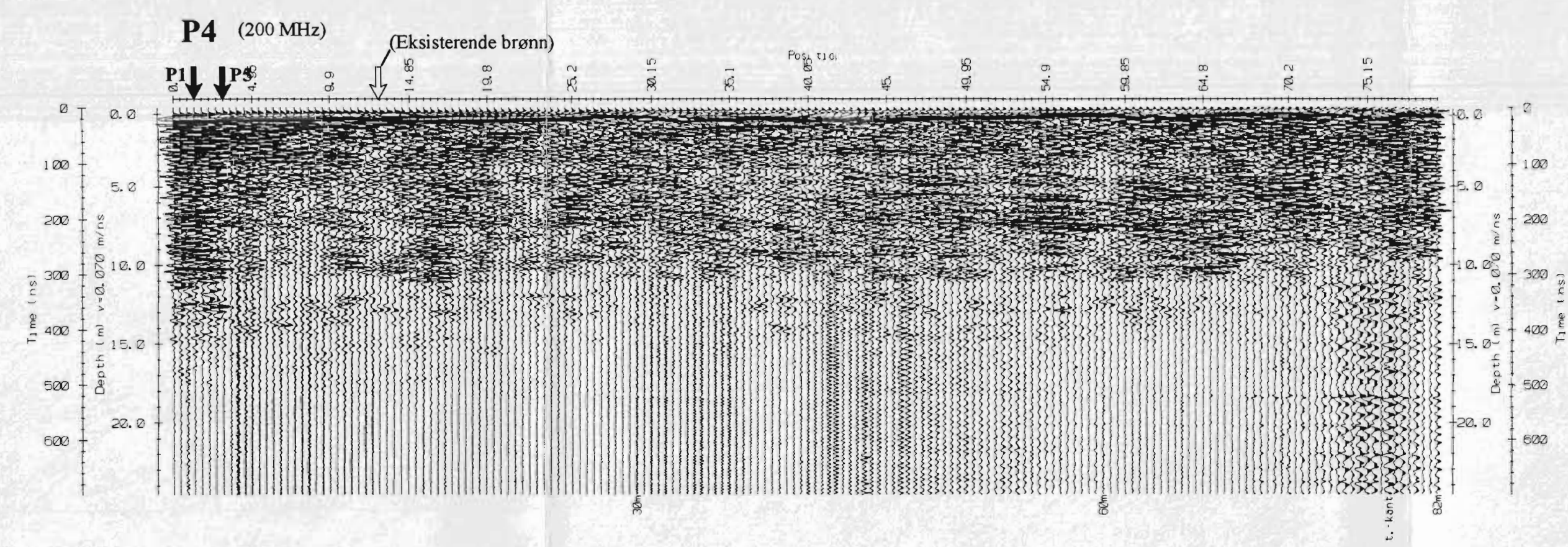
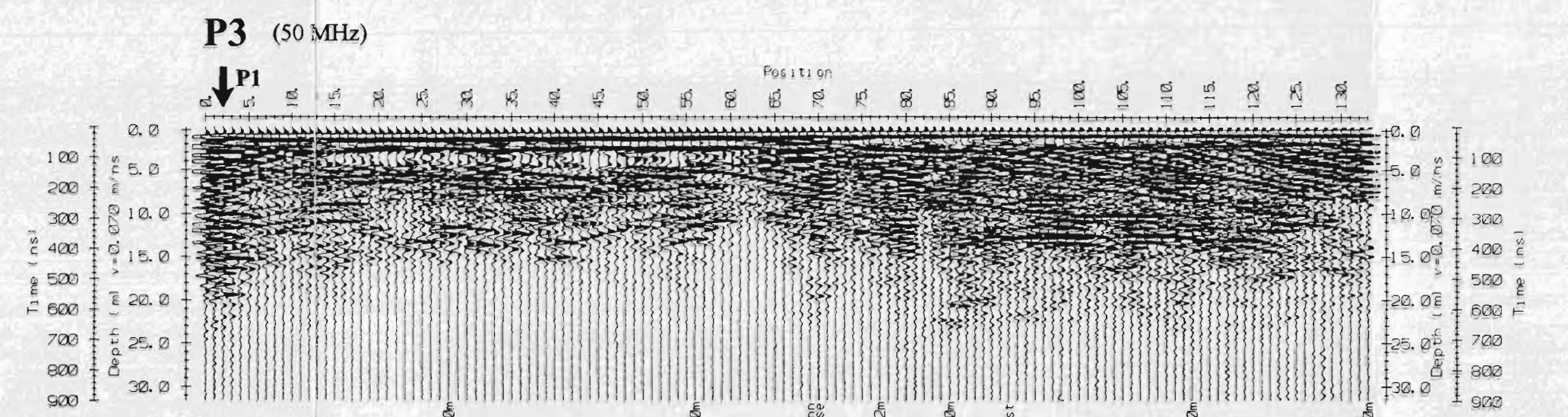
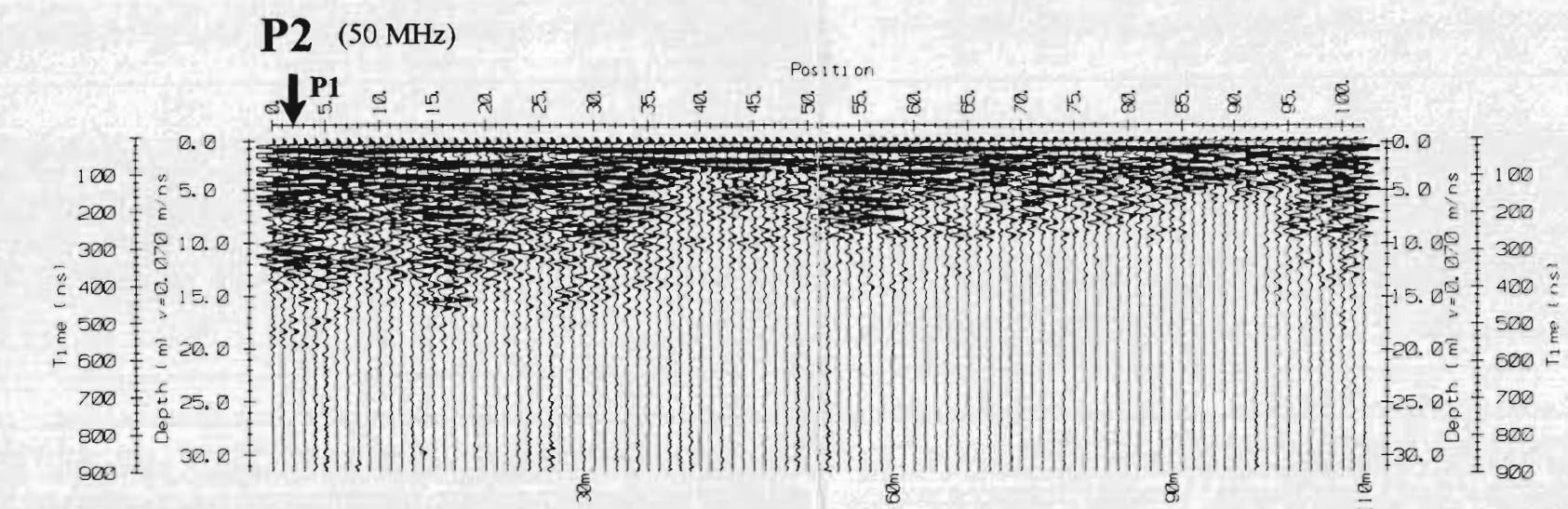
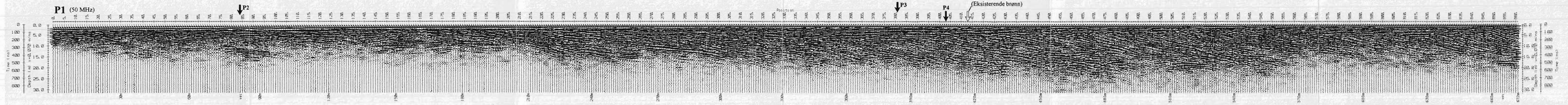
KFR

August - 96

April - 97

TEGNING NR
97.058-01

KARTBLAD NR
1219 I



TEGNFORKLARING

	georadarprofil m/startposisjon og markering for hver hundre profilmeter
	eksisterende brønn

NGU/STORDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4 OG P5 STORDAL STORDAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT TL.	August -96
	1:5000	TEGN TL.	April -97
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	97.058-02	AV 102-5-2	