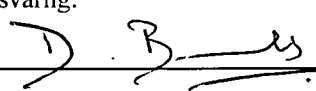


NGU Rapport 97.180

Grunnvannsundersøkelser ved sør-enden av
Rorevannet i Grimstad

Rapport nr.: 97.180		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved sør-enden av Rorevannet i Grimstad			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen og Sylvi Gaut		Oppdragsgiver: NGU/Grimstad kommune	
Fylke: Aust-Agder		Kommune: Grimstad	
Kartblad (M=1:250.000) Arendal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1611 IV Arendal	
Forekomstens navn og koordinater: Rorevannet 32 4729 64683		Sidetall: 15 Kartbilag: 2	Pris: 65,-
Feltarbeid utført: 06.06.1997	Rapportdato: 04.12.1997	Prosjektnr.: 2713.09	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med utredning av reservevannforsyning for Grimstad har Grimstad kommune og NGU inngått et samarbeidsprosjekt for å kartlegge muligheten for grunnvannsuttak fra løsmasseavsetningene i et mindre område nordvest for Roresanden. Undersøkelsene omfatter georadarmålinger og vurdering av tidligere utførte boringer.</p> <p>Georadarmålingene viser at løsmassene i det undersøkte området er bygd opp av flere avsetningsenheter. En ryggform som kan være morene-dominert med liten mulighet for uttak av grunnvann eller sand/grusdominert med gode grunnvannsmuligheter, er lokalisert sentralt i området. Sør for ryggen er det betydelig mektighet av antatt breelavsatt sand/grus som regnes å være godt egnet for grunnvannsuttak. Området nord for ryggen har mer vekslende forhold, men det er trolig brukbare muligheter også der, unntatt i nordøst nær vannet.</p> <p>På grunn av problemer med boretillatelse fra grunneiere i tillegg til kort avstand til Rorevannet anbefales Grimstad kommune å vurdere andre muligheter for plassering av reservevannkilde. Aktuelle områder vil være løsmasseavsetninger rundt Syndle.</p> <p>Dersom kommunen ønsker å fortsette undersøkelsene ved Rorevannet, anbefales det opptil 4 sonderboringer med nedsetting av prøvebrønner/sandspisser for å bestemme best egnet lokalitet for nedsetting av fullskala brønner. Boringene bør foretas med tyngre borutstyr ned til minst 20-25 m dyp i større avstand fra strandlinjen enn tidligere. Det presiseres at det rundt brønnene må foretas klausulering.</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning	
Georadar	Løsmasser	Boringer	
Vannverk stort		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. GEORADARMÅLINGER.....	4
2.1 Metode og utførelse.....	4
2.2 Resultater - Profilbeskrivelser	5
3. SAMMENFATNING GEORADARMÅLINGER OG TIDLIGERE BORINGER	8
4. KONKLUSJON OG ANBEFALING	9
5. REFERANSER	11

TEKSTBILAG

1. Georadar - metodebeskrivelse
2. Skjema for tolkning av refleksjonsmønster (etter Beres & Haeni, 1991)

DATABILAG

1. Hastighetsanalyse (CMP1)

KARTBILAG

- 97.180-01 Lokaliseringskart og utskrift av georadaropptak - profilene P1 - P5
97.180-02 Prioriterte områder for oppfølgende boringer

1. INNLEDNING

Vannforsyningskilden til Grimstad er i dag Rorevannet. Vannforbruket er normalt 6.000 m³ i døgnet, men kan til tider være oppe i over 20.000 m³ pr døgn. I tilfelle forurensning av Rorevannet har Grimstad kommune i sin hovedplan for vannforsyning sett nærmere på mulighetene for reservevannforsyning fra grunnvann. Krisevannforsyningen er ment å dekke behovet for vann til matlagning og drikke. Aktuell vannmengde vil derfor være ca. 10 l/s (Asplan Viak Sør a.s. 1992). Asplan Viak anbefalte å få en oversikt over løsmassefordelingen mot dypet ved Resvika, nordvest for Roresanden, i form av grunnboringer.

Elever ved Høgskolen i Agder har gjennom feltkurs i hydrogeologi, ledet av Torleiv Moseid, foretatt grunnundersøkelser på nordøstsiden av Roresanden. Det er her påvist større mektigheter av permeable sand og gruslag. Stedet er derimot mindre egnet til vannforsyning da en bilvei passerer rett ved og oppholdstiden i grunnen forventes å være mindre enn på vestsiden. To elever har som hovedprosjekt, foretatt sonderboringer og prøvepumper i området ved Resvika (Egge & Førstund 1997) på nordvestsiden av Rorevannet. Grunnet begrensninger i utstyr er boringene i hovedsak lokalisert langs strandkanten. Det var derfor ønskelig at NGU, som en utvidelse av undersøkelsene, skulle foreta georadarmålinger og ytterligere boringer på terrassen mellom gården Resvika og Rorevannet. Løsmasseavsetningen regnes vesentlig å bestå av breelvavsatt sand- og grusdominert materiale. Det undersøkte området ligger ved iskontaktsiden av avsetningen, og det kan derfor forventes en betydelig veksling i løsmassesammensetningen.

Befaring ble foretatt 5. mai 1997 av Sylvi Gaut (NGU), Torleiv Moseid (HiA) og Svein Flo (Grimstad kommune). Georadarmålingene ble utført 6. juni 1997 av Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og en feltassistent fra kommunen.

2. GEORADARMÅLINGER

2.1 Metode og utførelse

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. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada).

Målingene omfatter 5 profiler med samlet lengde 640 m. Lokalisering av profilene er vist i kartbilag -01. I tillegg til profilmålingene ble det utført en CMP-måling for å bestemme radarbølge-hastigheten i løsmassene.

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000V og antenner med senterfrekvens 100 MHz. Opptakstiden var 1000 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. Målingene ble utført med 8 registreringer («stacks») i hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstand var 1 m, mens det ble benyttet en flyttavstand på 0,5 m ved profilmålingene. Langs profil P1 (med lengde 310 m) ble det målt om igjen med 50 MHz antenner for om mulig å øke dybderekkevidden for georadarsignalene. Opptakstiden var da 1200 ns med samplingsintervall på 1,6 ns.

Langs P1, som følger bred sti mot nord, ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn, og et tilhørende målehjul registrerte avstanden langs profilet. Langs de øvrige profilene kan reell lengde avvike en del fra lengde angitt i profiloopptakene på grunn av tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstanden. Kommentarer om terrengdetaljer og kryssende profiler vil være til hjelp for å få sikrest mulig profilposisjonering.

Ved utskrift av profiloopptakene ble det benyttet egendefinert forsterkning. Ved denne type forsterkning settes bestemte forsterkningsverdier ved bestemte tidspunkt. Ved utskrift blir forsterkningen lineært interpolert mellom forsterkningsverdiene. Det ble videre benyttet 3- eller 2-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy.

Penetrasjonsdypet (dybderekkevidden) vil være viktigste indikator for mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmassene, da dette som regel vil beskrive mektigheten av sand/grusdominerte avsetninger. Det kan være forholdsvis god penetrasjon også i finsanddominerte avsetninger selv med et visst siltinnhold, men disse vil være dårlige vanngivere. Refleksjonsmønsteret vil som regel kunne gi en del tilleggsinformasjon om avsetningstyper og materialsammensetning. I tekstbilag 2 er vist et skjema (etter Beres & Haeni, 1991) som kan være til hjelp for tolkning av sammenhengen mellom refleksjonsmønster og løsmasstype.

2.2 Resultater - Profilbeskrivelser

Utskrift av georadaropptak langs profilene er vist sammen med lokaliseringskart i kartbilag -01. Utskrift av CMP-målingen samt resultat av hastighetsanalysen er vist i databilag 1.

Hastighetsanalysen indikerer at radarbølgehastigheten i løsmassene langs P1 ligger rundt 0,09 m/ns ned til de dypere deler av profilet (250-550ns), mens den kan være rundt 0,11 m/ns øverst i relativt tørt materiale. Verdien på 0,09 m/ns er benyttet for beregning av høydeskala i profilutskriftene. Terrenghøyden langs profilene er lagt inn hovedsakelig på grunnlag av

lokalkart (M 1:1 000), mens enkelte variasjoner støtter seg på iakttagelser under måling. Det var forholdsvis lav vannstand i Rorevannet og den er anslått å ligge 38,0-38,5 m o.h.. Grunnvannsspeil opptrer som en markert reflektor rundt 39-40 m o.h. langs store deler av P1, P2 og P4. Dersom det regnes at hastigheten i materialet over er 0,11 m/ns, vil grunnvannsspeilet kunne ligge opptil 1 m lavere, og kan dermed egentlig ligge helt i flukt med Rorevannet. Langs P3 og det meste av P5 ligger grunnvannsspeilet så grunt at det ikke kan skilles ut fra overflaterreflektoren.

Dybderekkevidden for reflekterte georadarsignaler varierer mellom 15 og 30 m langs profilene, dvs. ned til mellom 25 og 15 m o.h., som tilsvarer et dyp på 13-23 m under grunnvannsspeil. Refleksjonsmønsteret varierer betydelig, fra kaotisk og med områder med kraftige diffraksjoner, til markert skrålagning, og med overgang til både haug og bølget usammenhengende og til nær horisontale reflektorer. Førstnevnte mønster kan indikere sand/grus-avsetninger med blokker eller morenedominert materiale med blokker, og det er derfor vanskelig å avgjøre om løsmassene er godt eller dårlig egnet for grunnvannsformål. Skrålagning indikerer strømvassatt sand/grus og regnes som gunstig for grunnvannsuttak. Haug og bølget usammenhengende reflektorer kan også representere sand/grusdominert materiale og være gunstig for grunnvannsformål, mens utholdende nær horisontale reflektorer trolig indikerer mer finkornig materiale og er dermed dårligere egnet for grunnvannsuttak.

Profil P1

I georadaropptaket målt med 100 MHz antenner kan grunnvannsspeilet sees stort sett langs hele profilet, men er minst markert i nordligste del. I tre områder (pos. 0-20, 120-145 og 180-215) ser det ut som vannmettet materiale kommer nærmere overflaten. For første og siste område skyldes det trolig forholdsvis finkornig og tett materiale i lag nær overflaten, mens det midterste området også kan skyldes drenering langs søkk fra vest. Det er best penetrasjon og kraftigst refleksivitet i området mellom pos. 50 og 170. I området pos. 80-190 er det i øvre del skrålagning med fall mot sør som når ned til rundt 26 m o.h. rundt pos. 160 og grunner opp til 35 m o.h. ved pos. 80. Underliggende avsetning har haug og bølget usammenhengende reflektorer. En ryggform med mindre penetrasjon og forholdsvis kaotisk refleksjonsmønster og med til dels kraftige diffraksjoner stikker opp i området mellom pos. 170 og 230. Nordafor er det til dels også kaotisk mønster, men haug og bølget usammenhengende reflektorer er mer framtrædende. Nord for pos. 250 er det muligens en grense mellom to avsetninger i nivå rundt 32 m o.h. Mellom pos. 260 og 290 er det i øvre del en innfyllingsstruktur med antatt noe mer finkornig materiale enn forøvrig.

Georadaropptaket målt med 50 MHz antenner har noe bedre penetrasjon, men det har dårligere oppløsning og mer utholdende diffraksjoner, noe som gjør refleksjonsmønsteret mer uklart og vanskeligere å tolke. I sør kan en reflektor som heller slakt nedover mot nord fra rundt 22 m o.h. ved start i profilet til 17 m o.h. ved pos. 120 indikere fjelloverflaten. Reflektor rundt 20 m o.h. fra pos.145 til 165 kan heller ikke helt utelukkes å være fjell, likeså

en slakt hellende reflektor som går ned til under 10 m o.h mot sør i nordligste del av profilet (pos.275-300). Dersom noen av disse reflektordelene i stedet representerer en grense i løsmassene, antas materialet under å være morenedominert og dårlig egnet for grunnvannsuttak.

Profil P3

Profilet som for det meste følger strandlinjen av Rorevannet, viser stort sett tilsvarende strukturer som i P1. Den sentrale ryggformen har her toppunkt rundt pos. 110 og det er oppnådd størst penetrasjon og kraftigst reflektivitet i området sør for ryggen. Sørøver fra ryggen fram til pos. 175 er det skrålagning med avtagende mektighet med overgang til nær horisontale, men noe uregelmessige reflektorer, under. Sør for pos. 190 er det de øvre ca. 8 m utholdende horisontale reflektorer som indikerer forholdsvis finkornig materiale (finsand ?), mens underliggende løsmasser regnes å være noe grovere. Under ryggformen og videre nordover er det meget varierende penetrasjon og reflektivitet. Dette kan delvis skyldes varierende innhold av finstoffrikt materiale nær overflaten i strandsonen. I ryggformen er det svake indikasjoner på skrålag med fall mot sør i sørlige del og mot nord i nordlige del. Videre nordover er det stort sett bølget og haugformet refleksjonsmønster, men langs de nordligste 25-30 m av profilet indikerer horisontale reflektorer betydelig mektighet av forholdsvis finkornig materiale. Mer uregelmessige reflektorer fra ca. 22 m o.h. og nedover kan imidlertid bety at det kommer inn grovere materiale under dette nivået . Mellom pos. 25 og 55 er det i øvre del av avsetningen en innfyllingsstruktur som også ble påvist i P1. Det er sannsynlig at reflektoren som skråner nedover fra ca. 22 m o.h. ved sørenden til et nivå rundt 17 m o.h. i området 40-60 m nordafor indikerer fjelloverflaten. Lenger nord er fjelloverflaten uvisst. Muligens representerer enkelte reflektordeler i området 15-25 m o.h. fjelloverflaten.

Profil P2

Dette nordligste tverrprofilet viser at det lengst øst (dvs. pos. 30-45) er en lomme med nær horisontale reflektorer med antatt forholdsvis finkornig materiale. Dette ble også påvist nordligst i kryssende profil P3. Mektigheten av finstoffmaterialet øker kraftig mot enden av profilet og når ned til ca. 20 m. o.h. Vestover er det indikert en slak stigende reflektor i området 32-34 m o.h. Den kan representere overgang mellom to avsetnings-sekvenser, noe som også ble antydnet for kryssende profil P1. En svak reflektor som skråner slakt nedover fra ca. 20 m o.h. ved vestenden til ca. 12 m ved østenden kan muligens indikere fjelloverflaten.

Profil P5

Dette mellomste tverrprofilet viser vesentlig en markert innfyllingsgrop og at den tilhører samme innfyllingsstruktur som påvist i P1 og P3. Gropen tolkes å være en gjenfylt dødisgrop. En svak reflektor rundt 20 m o.h. langs profilet kan indikere fjelloverflaten.

Profil P4

Dette sørligste tverrprofil er målt på tvers av skrålagningen sør for ryggformen. Slakt hellende reflektor fra ca. 34 m o.h. lengst vest til 26-27 m o.h. ved østenden regnes å indikere overgang mot avsetningene i ryggformen.

3. SAMMENFATNING GEORADARMÅLINGER OG TIDLIGERE BORINGER

Lokalisering av 10 tidligere sonderboringer (Egge & Førsund 1997) med lett borutstyr er vist sammen med georadarprofilene i kartbilag -01. Boringene er fra 12 til 16 m dype, dvs. at de når ned til 24-28 m o.h. Boringene er foretatt av studenter med liten erfaring i å gjenkjenne masser i dypet og det må derfor tas forbehold om at deres tolkning av massene kan være gal. I borpunktene B2, B4 og B6 ble det i tillegg utført testpumping og tatt løsmasseprøver (spyleprøver) og vannprøver.

Georadarmålingene viser at det sentralt i området er en ryggform med begrenset penetrasjon og usikker sammensetning (P1 pos. 170-230 og P3 pos. 90-130). Den kan være morene-dominert med liten mulighet for uttak av grunnvann eller sand/grusdominert med gode grunnvannsmuligheter. Sonderboring B5, som ligger på sørlige del av ryggformen nær pos. 122 i P3, antyder sand/grovsand-lag ned til 14 m dyp. Dette indikerer at avsetningene i ryggformen kan være egnet for grunnvannsformål, men relativt høy penetrasjons-motstand i boringen tyder på forholdsvis kompakte masser.

Størst georadarpenetrasjon og kraftigst reflektivitet, tildels med markert skrålagning, er påvist i området like sør for ryggformen (P1 pos.80-170 og P3 pos. 130-180). I boring B6 vest for pos. 145 i P3 er løsmassene ved sondering karakterisert som vekslende grovsand/fingrus-lag ned til 13 m dyp, mens det ut fra kornfordelingsanalysene ser ut til å være en større andel middels sand. Ut fra en totalvurdering av massene, synes området sør for ryggformen å være mest lovende for større grunnvannsuttak.

Nord for ryggen viser georadarmålingene varierende løsmasseforhold, men området kan med noen unntak være godt egnet for grunnvannsformål. Området lengst nordøst nærmest vannet (P2 pos. 30-45 og P3 pos. 0-25) er sannsynligvis dårlig egnet på grunn av betydelig mektighet av relativt finstoffrikt materiale. Sonderboring B1 (sør for P2 pos. 30) bekrefter vesentlig finsand mot dypet (8-12 m). Langs P5 og deler av P1 og P3 (henholdsvis pos. 260-290 og pos. 25-55) er det indikert en mulig dødisgrop som er gjenfylt av relativt finkornig materiale.. Boring B2 er lokalisert sentralt i gropen, og både sondering og kornfordelingskurver viser at innfylt materiale ned til 11 m dyp er dominert av finsand, mens det synes å være mer vekslende materiale under. I hvert fall de øvre deler av avsetningene vil her være dårlig egnet for grunnvannsformål. Stedvis i georadarprofil P1 nord for pos. 250 og i P2 pos. 0-30 er det

antydning av en reflektor 32-34 m o.h.. Den kan representere grensen mellom to avsetningssekvenser, som kan ha forskjellig sammensetning og dermed ulike grunnvannsmuligheter, men kan også skyldes et spesielt grovt eller fint lag i avsetningene. Sonderboring B7 lengst nord mot vannet og B9 nær pos. 250 i P1 indikerer løst lagret og forholdsvis grovt materiale rundt dette nivå, likeså i borpunkt B4 lenger sørøst.

Georadarmålingene indikerer mulig men usikker fjelloverflate en del steder i området i nivå fra 10 til 22 m o.h., men den kan ikke utelukkes å ligge betydelig dypere.

Vannanalyser fra borehullene i B4 og B6 (Egge & Førstund 1997) indikerer at det i området kan være problemer med for høyt manganinnhold i vannet sammenliknet med Drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet 1995). I den sammenheng understrekes det at for å kunne bedømme grunnvannets kvalitet er det nødvendig med en langtids prøvepumping med jevnlig prøvetaking over ett år da vannkvaliteten ofte endres etter en tids pumping. For høyt innhold av mangan har i utgangspunktet ingen helsemessige skadevirkninger, men vil kunne føre til slamavleiringer på pumpe og rørledninger og ha bruksmessige problemer.

4. KONKLUSJON OG ANBEFALING

Georadarmålingene viser at løsmassene i det undersøkte området er bygd opp av flere avsetningsenheter. En ryggform av usikker sammensetning er lokalisert sentralt i området. Tidligere sonderboringer viser at ryggformen kan være egnet for grunnvannsformål. Sør for ryggen er det betydelig mektighet av antatt breelavsatt sand/grus som regnes å være godt egnet for grunnvannsuttag. Nord for ryggformen er det mer vekslende løsmasseforhold, men det er trolig brukbare grunnvannsmuligheter også der, med unntak av et par avgrensede partier dominert av finstoffrikt materiale.

Vannanalyser fra borehullene i B4 og B6 (Egge & Førstund 1997) indikerer at det i området kan være problemer med for høyt manganinnhold i vannet sammenliknet med Drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet 1995).

En eventuell grunnvannsforsyning fra området vil baseres på infiltrasjon fra Rorevannet, og kort avstand til vannet kan føre til for kort oppholdstid i grunnen. Da man i tillegg har problemer med boretilatelse fra grunneiere, anbefales det at Grimstad kommune vurderer andre muligheter for plassering av reservevannkilde.

NGU har foretatt kvartærgeologisk kartlegging i målestokk 1:50 000 innenfor kartblad Arendal (Bergstrøm 1997). Denne kartleggingen viser få egnede løsmasselokaliteter og løsmasseavsetningene ved Syndle (Asplan Viak Sør 1992 og Kirkhusmo 1992) bør derfor

undersøkes nærmere trass i mulig konflikt med tidligere avfallsdeponi og lagune for avløpsvann samt masseuttak. Det finnes i tillegg en løsmasseavsetning ved utløpet av Bjørkoselva i Syndle nord for Lundemoen.

Kommunen bør vurdere å involvere Høgskolen i Agder til disse undersøkelsene.

Dersom kommunen ønsker å gå videre med planene om reservevannforsyning ved Rorevannet, anbefales det å utføre 3-4 sonderboringer med tyngre borutstyr for lokalisering av brønnplassering. Ved egnede løsmasseforhold må det settes ned prøvebrønner/sandspisser (normalt 32 mm) og foretas testpumping med prøvetaking av vann og løsmasser for bestemmelse av kapasitet, kvalitet og filterdimensjonering. Ut fra disse data bør det på best egnet lokalitet settes ned en eller flere fullskala brønner for langtids prøvepumping.

Det anbefales at eventuelle nye boringer gjøres til større dyp (20-25 m) enn tidligere. I kartbilag -02 er det inntegnet 4 områder i prioritert rekkefølge. Forslag til plassering av borpunkt er angitt for hvert område. Område 1 lengst nord på avsetningen ligger gunstigst til da oppholdstiden i grunnen trolig vil være lengst, men man vil her komme i konflikt med jordbruket dersom det foregår gjødsling eller sprøyting av dyrket mark. Område 2 i sør regnes å være best ut fra en samlet vurdering av georadar-målinger og boringer, men mulig avrenning fra gården vil være et problem i tillegg til kort oppholdstid. Område 4, som dekker selve ryggformen, er mest usikker med hensyn til egnethet ut fra georadarprofilene og er derfor gitt lavest prioritet.

Det presiseres at det rundt en fullskala brønn må foretas klausulering. Bestemmelse av sonene 1, 2 og 3 vil ikke være mulig før etter en langtids pumpetest. Sone 0 omfatter brønnområdet og skal gjerdes inn med et minimum 15 m x 15 m gjerde for å hindre all annen ferdsel enn det som er nødvendig for drift av anlegget.

5. REFERANSER

Asplan Viak Sør a.s. 1992: Hovedplan vannforsyning, Grimstad kommune.

Beres, M. Jr. & Haeni, F. P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.

Bergstrøm, B. 1997: 1611 IV Arendal Kvartærgeologisk kart. *Norges geologiske undersøkelse* (under utarbeidelse)

Egge, T. og Førsvund, G. 1997: Reservevannskilde for Grimstad kommune. *Rapport 01/1997. Hovedprosjekt for ingeniørutdanningen, Avdeling for miljø og naturforvaltning, Grimstad, Høgskolen i Agder*

Kirkhusmo, L.A. 1992: Grunnvann i Grimstad kommune. *NGU Rapport 92.062*

Sosial- og helsedepartementet 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

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;

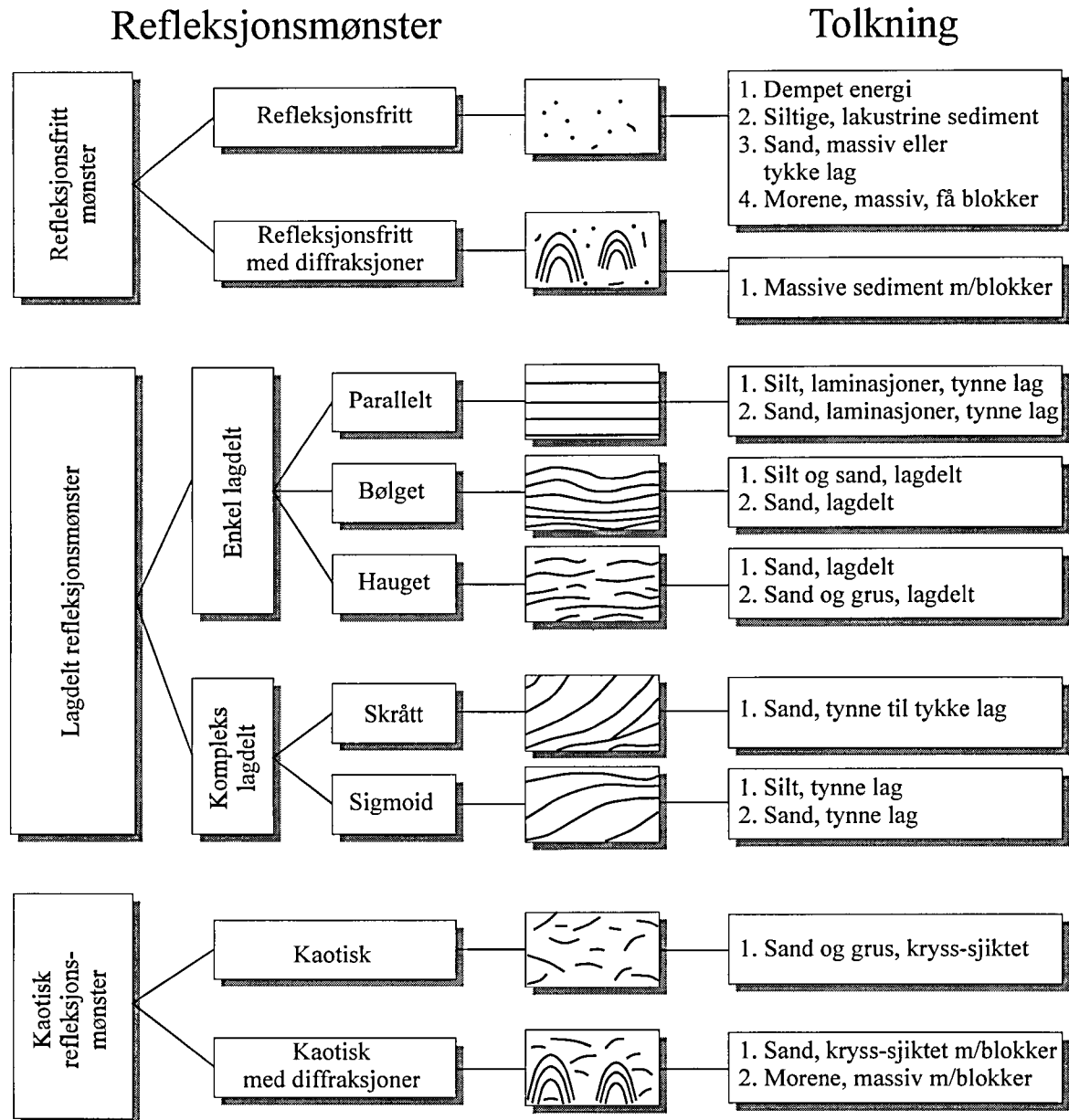
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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 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.

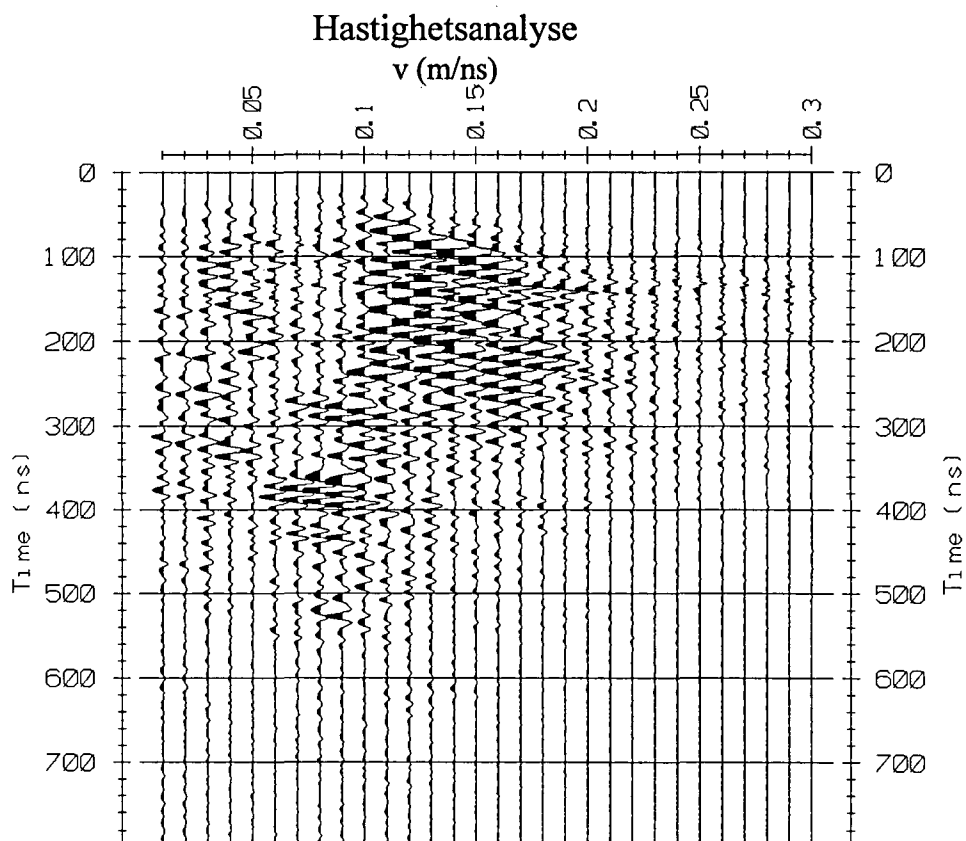
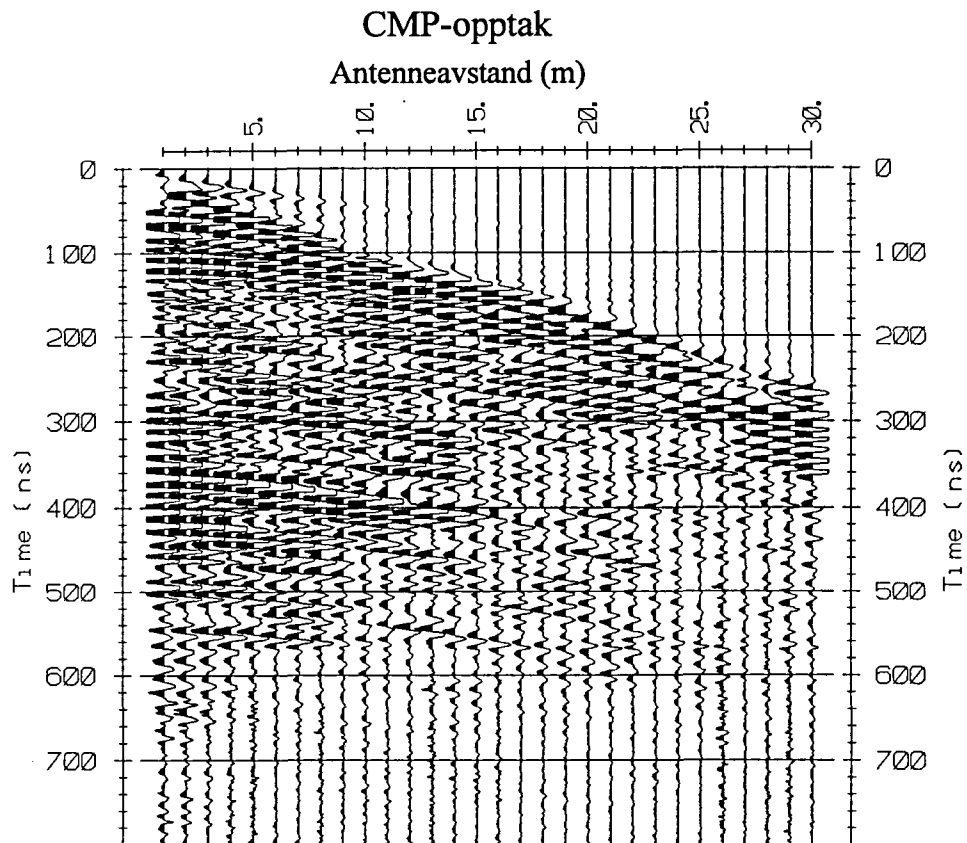
<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14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

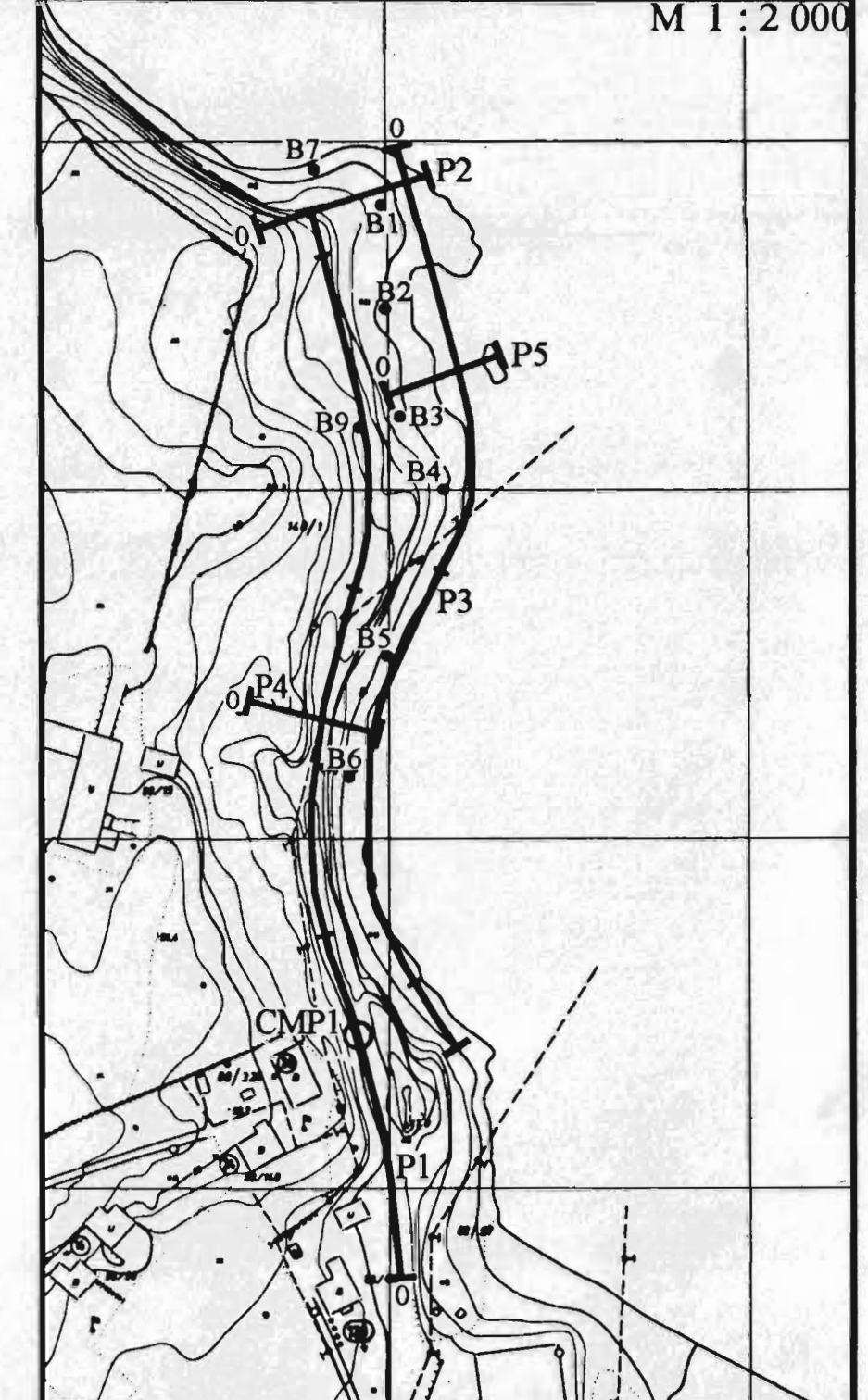
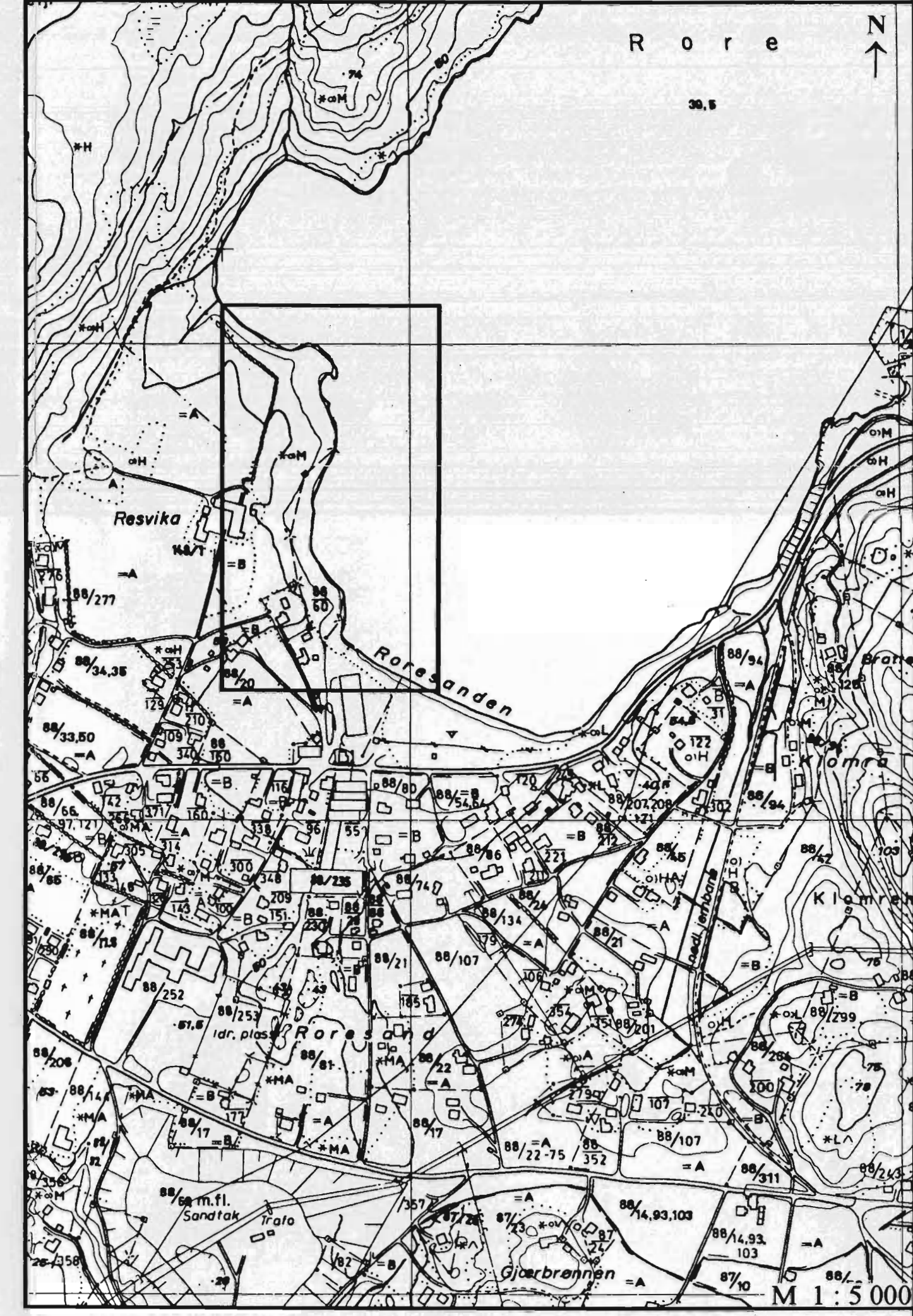
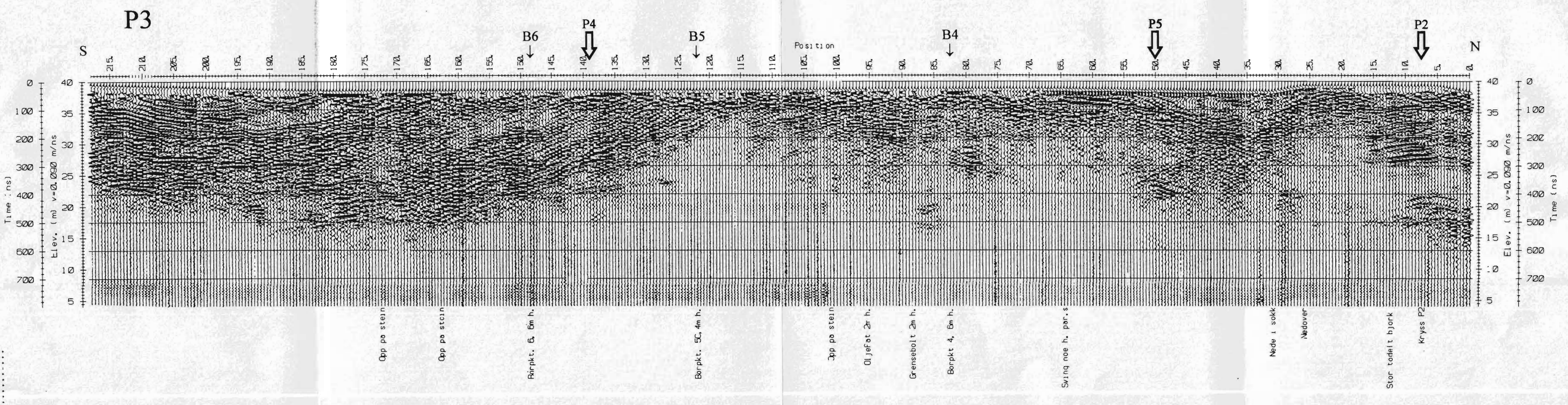
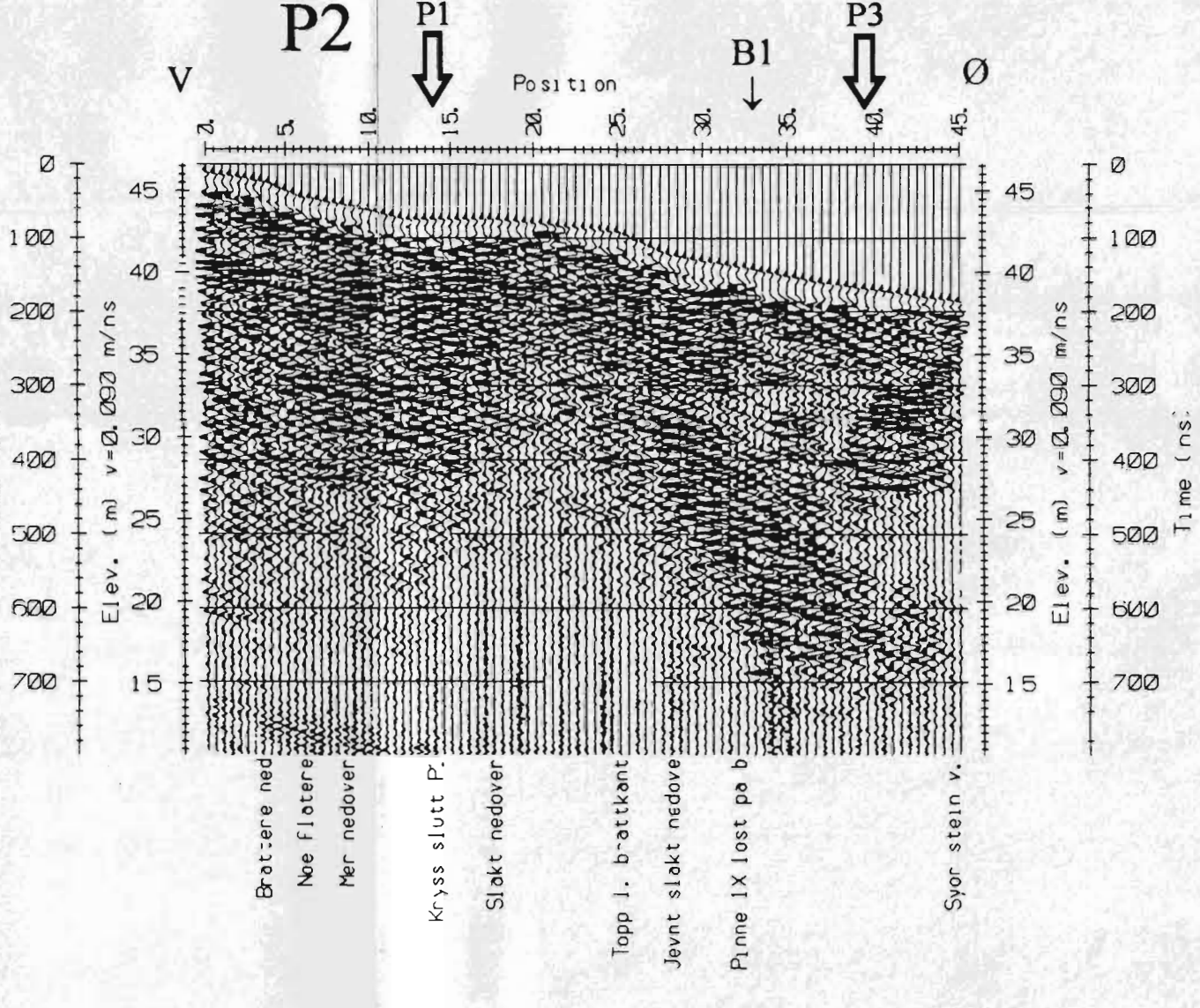
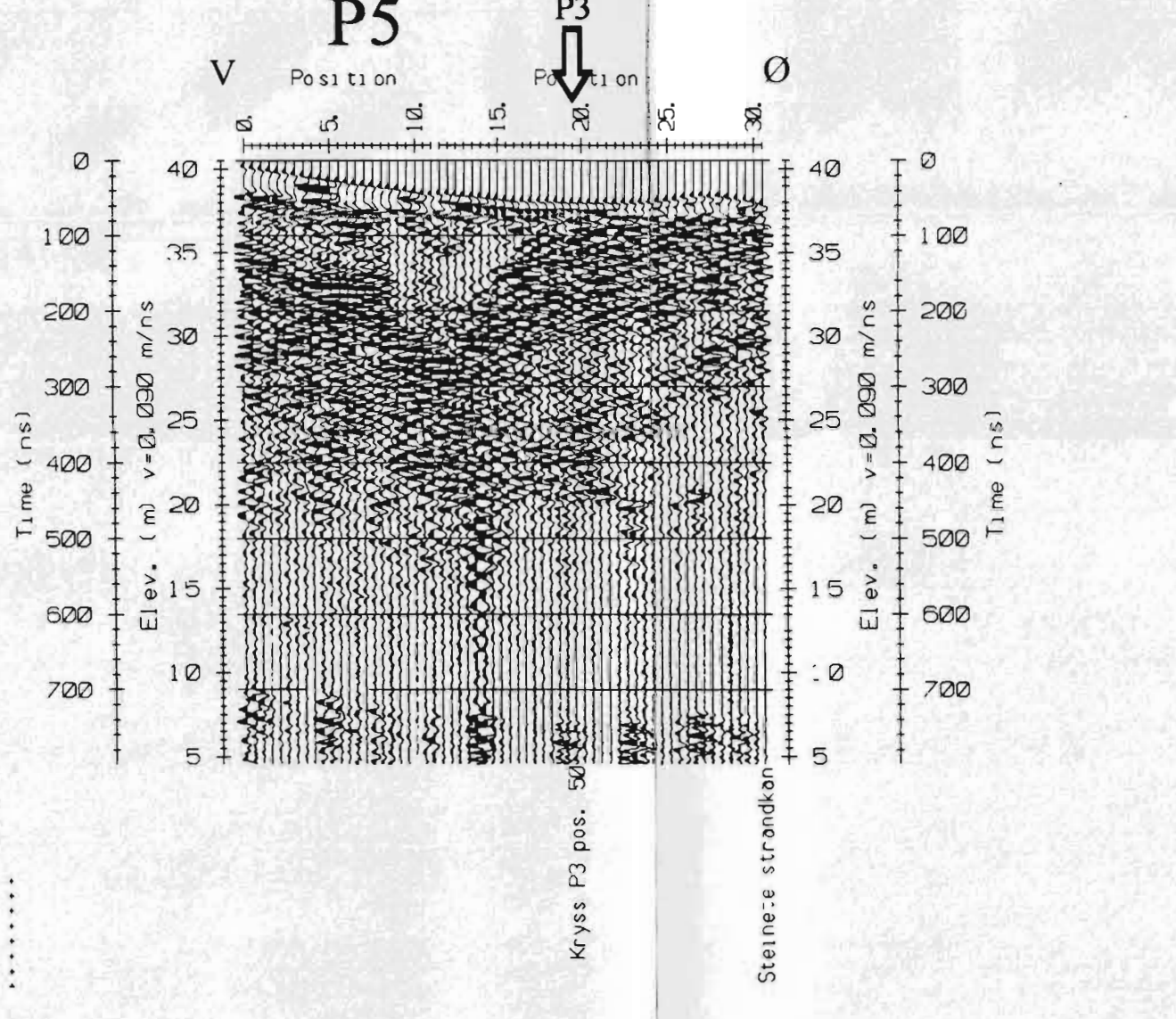
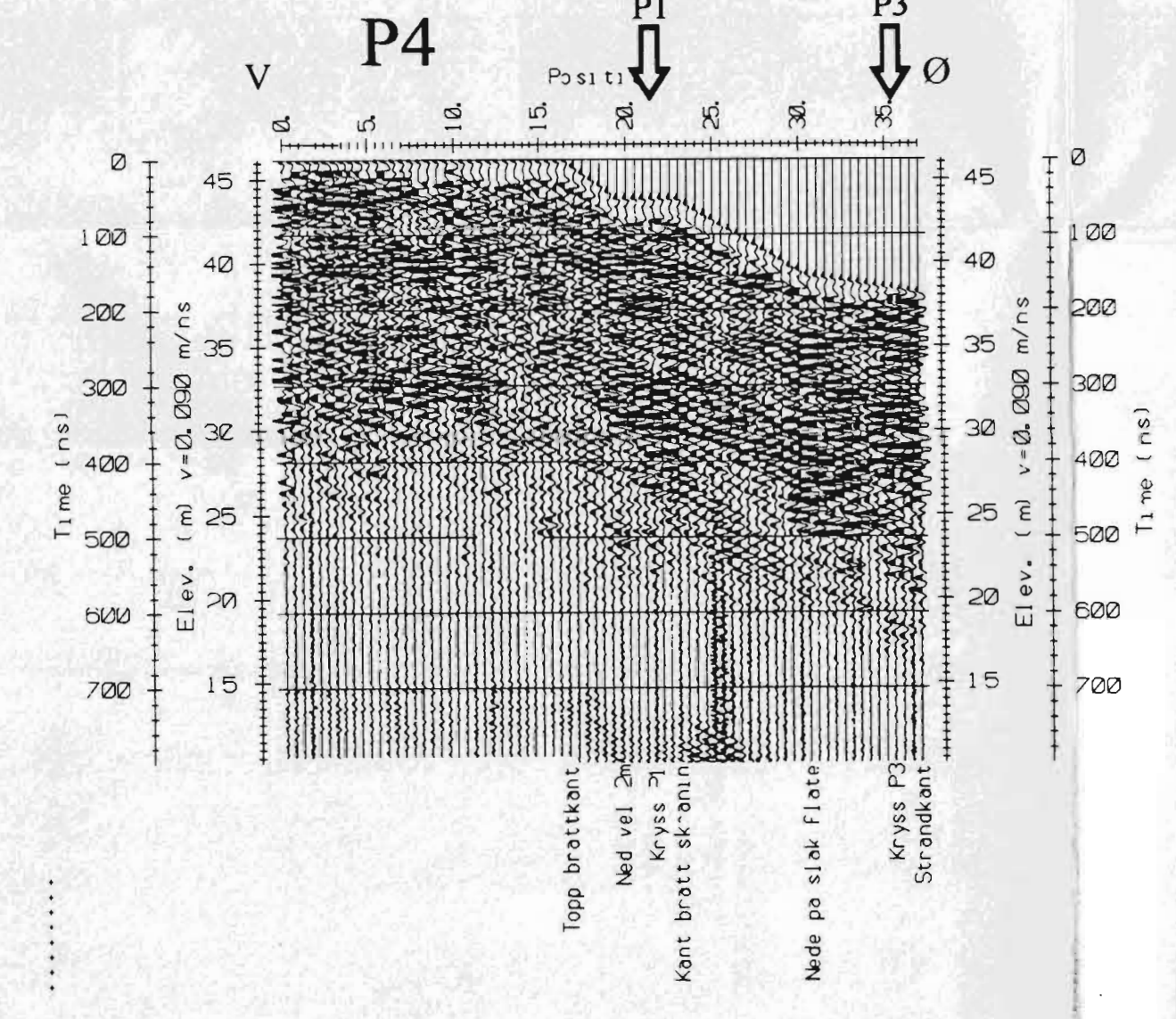
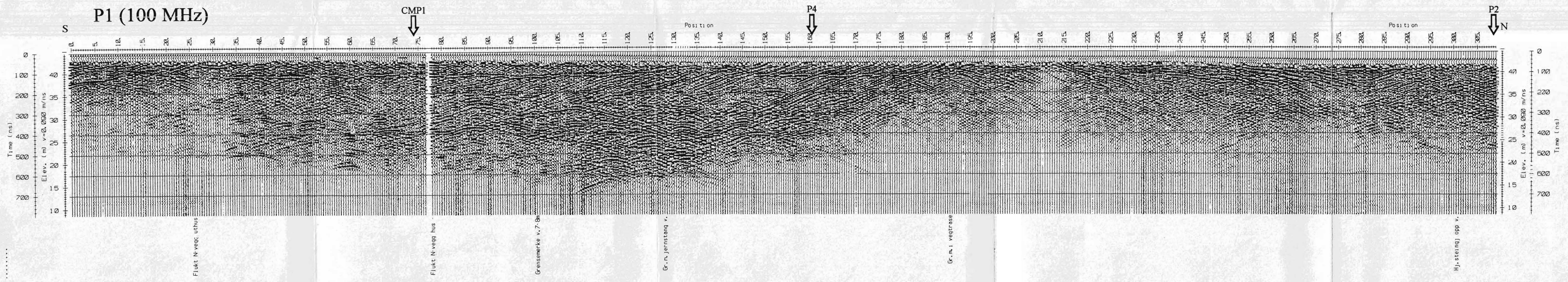
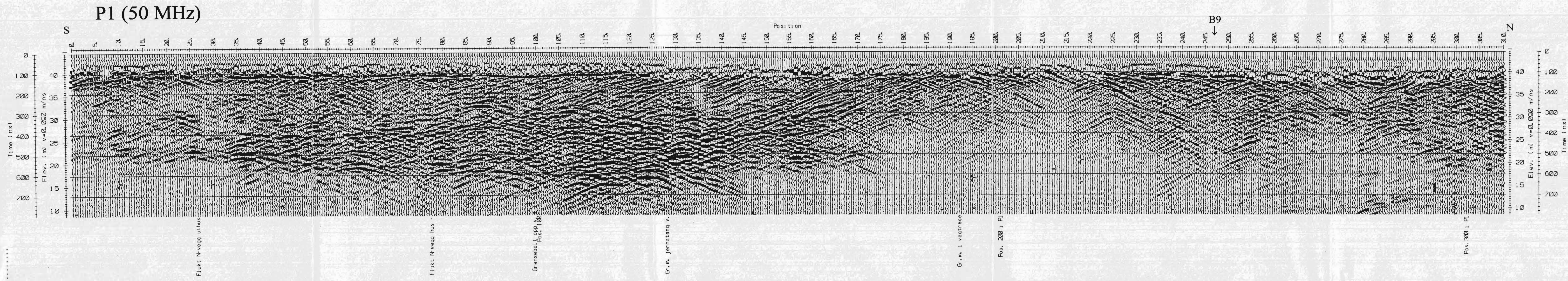
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

Rorevann, Grimstad, CMP1, P1-pos.74





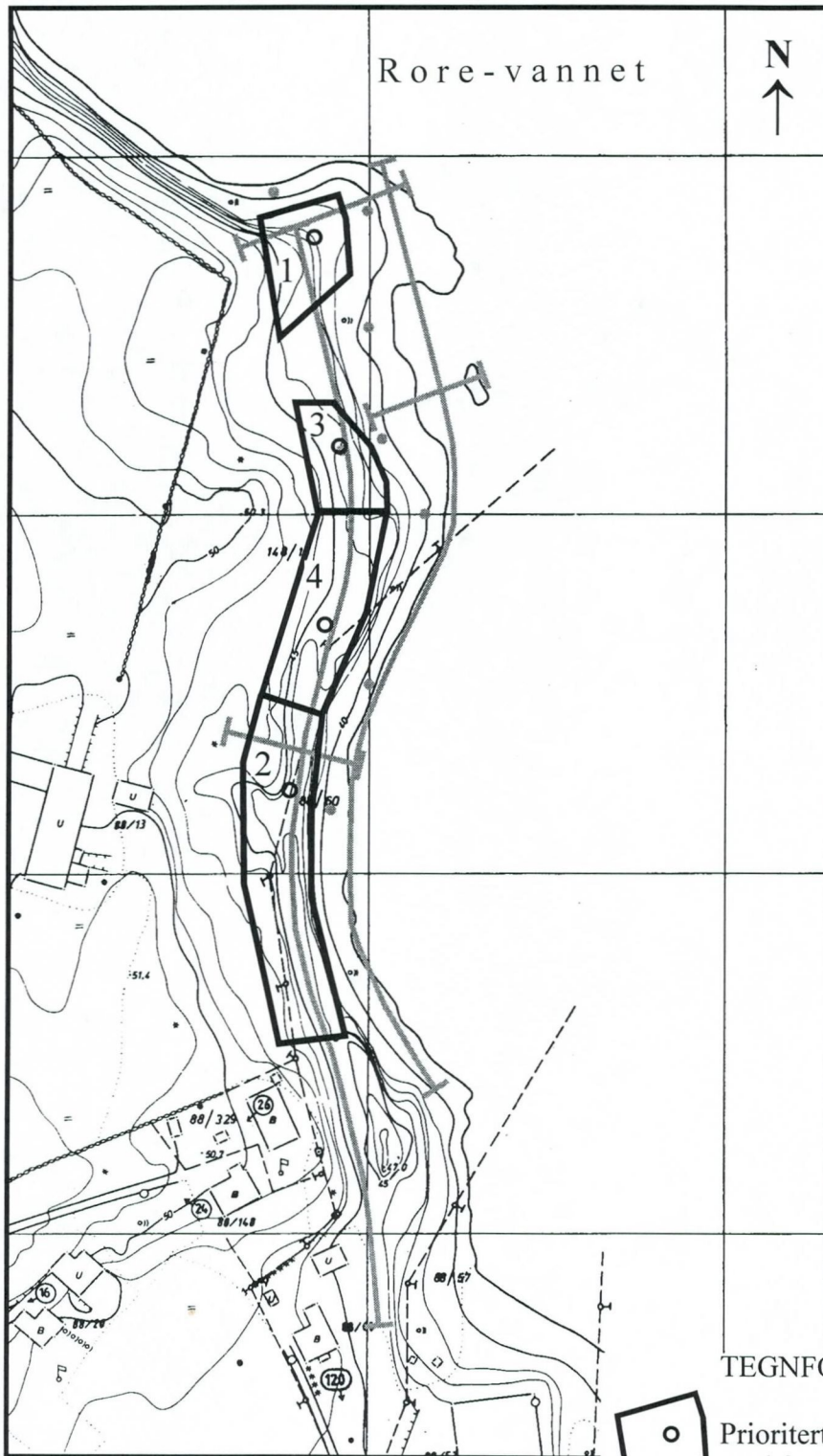
TEGNFORKLARING PROFILER

P4 ↓ Kryssende profil

CMP1 ↓ Posisjon for CMP-måling

B1 ↓ Tidligere boring

NGU / GRIMSTAD KOMMUNE GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4 OG P5 ROREVANNET GRIMSTAD KOMMUNE, AUST-AGDER	MALESTOKK	MÅLT JFT	JUNI '97
		TEGN JFT	DES. '97
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAG NR. 97.180-01	KARTBLAD NR. 1611 IV	



NGU / GRIMSTAD KOMMUNE
 PRIORITERTE OMRÅDER FOR NYE BORINGER

ROREVANNET

GRIMSTAD KOMMUNE, AUST-AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 2 000

MÅLT JFT

TEGN JFT

TRAC

KFR

JUNI -97

DES. -97

KARTBILAG NR.
 97.180-02

KARTBLAD NR
 1611 IV