

NGU Rapport 97.011

Georadarundersøkelse av flomutsatt område nær  
Glåma ved Åsta i Åmot kommune

Rapport nr.: 97.011		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarundersøkelse av flomutsatt område nær Glåma ved Åsta i Åmot kommune			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU / UiB, Geologisk institutt	
Fylke: Hedmark		Kommune: Åmot	
Kartblad (M=1:250.000) Lillehammer		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1917 II Rena	
Forekomstens navn og koordinater: Åsta 32 6275 67742		Sidetall: 11	Pris: 90,-
Feltarbeid utført: Okt. 1996		Rapportdato: 06.02.1997	Prosjektnr.: 2562.01
		Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>NGU har i samarbeid med UiB høsten 1996 utført georadarmålinger på en del flomutsatte områder nær Glåma i kommunene Åmot, Elverum og Åsnes. Formålet med målingene var å kartlegge lagdeling, mektighet og sammensetning av løsmasser langs vassdraget, og å se på variasjoner i sammensetning både lokalt og mellom de ulike områdene.</p> <p>Denne rapporten er begrenset til målingene i Åmot kommune og omfatter 7 profiler med samlet lengde nær 2,2 km. Målingene er lokalisert til et relativt begrenset område nord for utløpet av Åsta. Rapporteringen består stort sett i en presentasjon av alle måledata med bare en kort resultatvurdering. Måleresultatene skal brukes i en hovedfagsoppgave ved UiB hvor mer inngående geologisk tolkning og vurdering vil bli utført.</p> <p>Ned til 8-10 m dyp regnes løsmassene vesentlig å bestå av sand og grus, men det er trolig finest materiale lengst øst i området. Fra 8-10 m dyp kan det være mer finkornig materiale (finsand?) og strukturene tyder på at løsmassene er avsatt og bygd utover mot øst. Grunnvannsnivå er stedvis indikert på 3-5 m dyp. Antatt fjelloverflate ligger trolig mindre enn 5 m dypt vestligst i området og kan nå opp mot 10 m dyp i sørøstligste del. Mulig fjelloverflate er forøvrig indikert på 12-15 m dyp, men fjellet kan stedvis ligge enda dypere.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Kvartærgeologi	
Løsmasse	Hydrogeologi		
		Fagrapport	

## **INNHold**

1 INNLEDNING.....	4
2 METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING .....	5
3 RESULTATER .....	5
4 REFERANSER .....	7

## **TEKSTBILAG**

Georadar - metodebeskrivelse

## **DATABILAG**

1. Hastighetsanalyse (CMP1)
2. Skjema for tolkning av refleksjonsmønster (etter Beres & Haeni, 1991)

## **KARTBILAG**

- 97.011-01: Oversiktskart
- 97.011-02: Georadaropptak, profil 1
- 97.011-03: Georadaropptak, profil 2, 3, 4, 5, 6 og 7

## 1 INNLEDNING

I samarbeid med Geologisk institutt ved Universitetet i Bergen har NGU utført georadarmålinger på en del flomutsatte områder nær Glåma i Åmot, Elverum og Åsnes kommuner. Det er totalt målt 33 profiler med samlet lengde vel 10,6 km.

Formålet med målingene var å kartlegge lagdeling, mektighet og sammensetning av løsmassene langs vassdraget, og å se på variasjoner i sammensetning både lokalt og mellom de ulike områdene.

Denne rapporten er begrenset til målingene i Åmot kommune som omfatter 7 profiler med total lengde nær 2,2 km. Alle profilene er lokalisert til et relativt begrenset område nord for utløpet av Åsta like vest for Glomstadfoss bru over Glåma (se kartbilag 97.011-01 til -03). Resultater fra målingene i Elverum og Åsnes er omhandlet hver for seg i NGU Rapport 97.012 og 97.013 (Tønnesen 1997a og 1997b). Rapporteringen for hver kommune består stort sett i en presentasjon av alle måledata med bare en kort resultatvurdering.

Måleresultatene skal brukes i en hovedfagsoppgave ved UiB hvor mer inngående geologisk tolkning og vurdering vil bli utført. Dette datasettet vil bli samtolket med annen geologisk og geofysisk informasjon fra områdene. Georadarmålingene er tenkt å kunne gi en del informasjon om løsmassenes evne til å lagre grunnvann ved endring av elvenivå, dessuten som bakgrunn for å vurdere løsmassenes eroderbarhet. De kan i en viss utstrekning angi lokalisering av tidligere elveløp/flomløp og viser hvor det tidligere har vært flomgjennombrudd i elveforbygningene langs Glåma. De kan muligens også si noe om hvor det kan være størst fare for gjennombrudd ved framtidige flommer. En del av disse aspektene regnes å bli omhandlet i det oppfølgende hovedfagsarbeidet.

Kvartærgeologisk kart 1917 II Rena i målestokk 1:50 000 (Østeraas 1985) viser at det undersøkte området ligger på nordlige del av elveviften som er bygd opp ut fra Åsta. De høyereliggende avsetningene vest for jernbanelinjen består av breelvmateriale. Fjellblotninger opptrer langs Åstas elveløp vestover fra litt ovenfor jernbanelinjen. Langs østsiden av Glåma er det fjellblotninger fra brua og sørover.

Målingene i Åmot ble utført av Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og hovedfagsstudent Tone Dale (UiB) 8. oktober 1996. Utskrift av georadarprofiler samt lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag 97.011-02 og -03.

## 2 METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

En generell beskrivelse av georadarmetoden er gitt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada).

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000V og antenner med senterfrekvens 100 MHz. Opptakstiden var 800 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. For å lette gjennomføringen av målingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1.0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte måling for hver 0,5 m. I hvert målepunkt (posisjon) ble det foretatt 8 registreringer som ble summert. Underveis langs profilet ble det skrevet inn kommentarer om kryssende profiler, veier, jordegrenser og andre terrengdetaljer for å få sikrest mulig profilposisjonering.

I tillegg til profilmålingene er det utført en CMP-måling for å kunne anslå EM-pulsens hastighet i løsmassene. Utskrift av CMP-opptak og resultat av hastighetsanalysen er vist i databilag 1. Den indikerer at hastighet ned til reflektorer på et tidsdyp fra 150 til 350 ns kan ligge på rundt 0,08 m/ns, mens den grunnere kan ligge på rundt 0.1 m/ns. Ved utplotting av georadarprofilene ble det anvendt en hastighet på 0,08 m/ns for beregning av en dybdeskala (m under terrengoverflaten). Hastigheten er for lav for øverste del av profilet (for materiale over grunnvannsspeil), og mektigheten av den umettede sonen kan derfor være noe større enn dybdeskalaen viser. Variasjoner i terrengoverflaten er ikke lagt inn langs profilene, og høydeskala er derfor utelatt.

Ved utskrift av profilopptakene 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 4-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy.

## 3 RESULTATER

Utskrift av georadaropptak er vist i kartbilag 97.011-02 for det østvest-gående langprofilet P1 (lengde 760 m), og i kartbilag 97.011-03 for de øvrige 6 profilene (P2-P7). Opptakene skjemmes en del av støy, og den er særlig kraftig langs siste del av P5 og langs P7. Det relativt høye støynivået skyldes trolig vesentlig interferens med signaler fra Nordhuesenderen som er lokalisert vel 9 km sør for måleområdet.

Dybderekkevidden (penetrasjonsdypet) for reflekterte georadarsignaler ser ut til å variere mellom 250 og 400 ns (nanosekunder) toveis gangtid, tilsvarende et dyp på 10 til 16 m. For

tolkning av sammenheng mellom refleksjonsmønster og løsmassetype, kan et vedlagt tolkningsskjema (etter Beres & Haeni 1991) være til hjelp (databilag 2). Opptakene er karakterisert ved forholdsvis kraftig refleksivitet de øvre 8-10 m, og refleksjonsmønsteret varierer fra kaotisk til nær horisontale men for det meste lite sammenhengende reflektorer. Mest sammenhengende reflektorer i øvre del av avsetningene opptrer i øst nær Glåma. De øvre avsetningene regnes vesentlig å bestå av sand og grus, men det er trolig finest materiale lengst øst på elvevifta. Fra 8-10 meters dyp er det svakere men mer utholdende reflektorer og det opptrer slak skrålagning som indikerer at materialet trolig er avsatt og bygd utover mot øst. Dette materialet regnes å være mer finkornig enn den øvre del av elvevifta (finsand?).

Grunnvannsnivå kan stykkevis indikeres på 3-5 m dyp langs profilene. Antatt fjelloverflate ligger trolig mindre enn 5 m dypt i vestligste del av P1 (pos. 760- 670) og kan nå opp mot 10 meters dyp i østligste del av området (dvs. østligste deler av P1 og P3 og langs P7). Mulig fjelloverflate kan forøvrig svakt indikeres på 12-15 meters dyp, men fjellet kan nok stedvis nå enda dypere.

#### 4 REFERANSER

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

Tønnesen, J. F. 1997a: Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Øksna og Heradsbygd i Elverum. *NGU Rapport 97.012*

Tønnesen, J. F. 1997b: Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Lauten og Arneberg i Åsnes kommune. *NGU Rapport 97.013*.

Østeraas, T. 1985: Rena 1917 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000. *NGU*.

## 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  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetsstallet.  $\epsilon_r$ -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  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

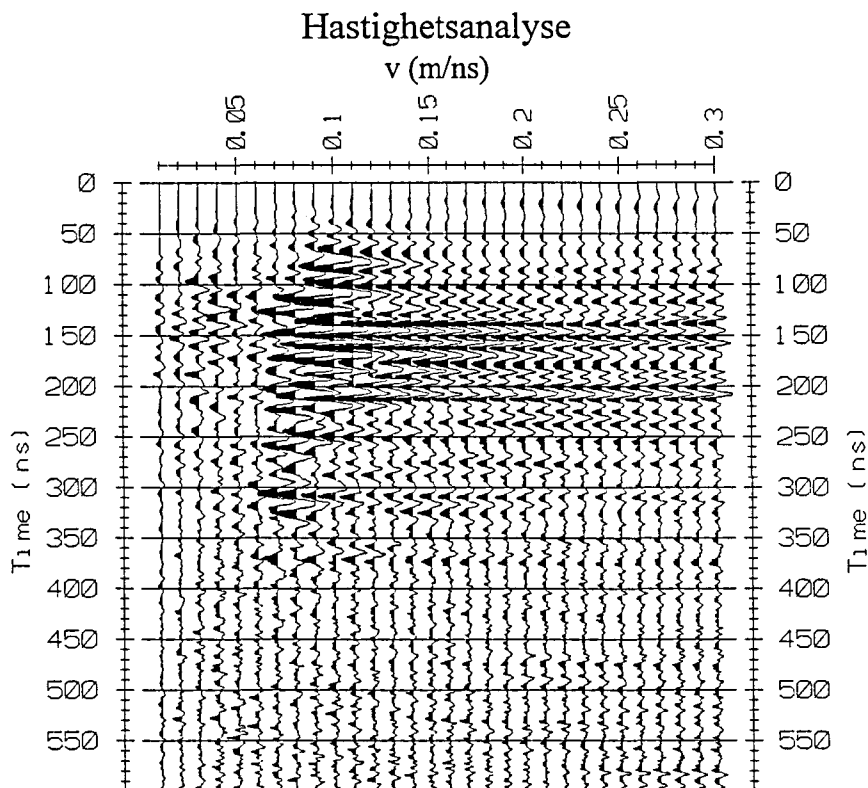
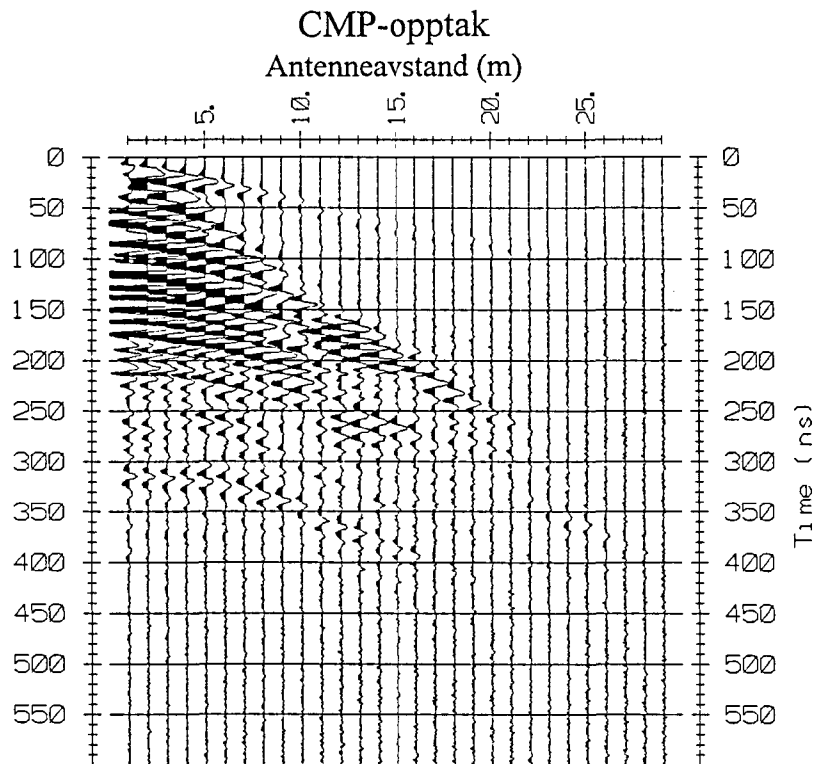


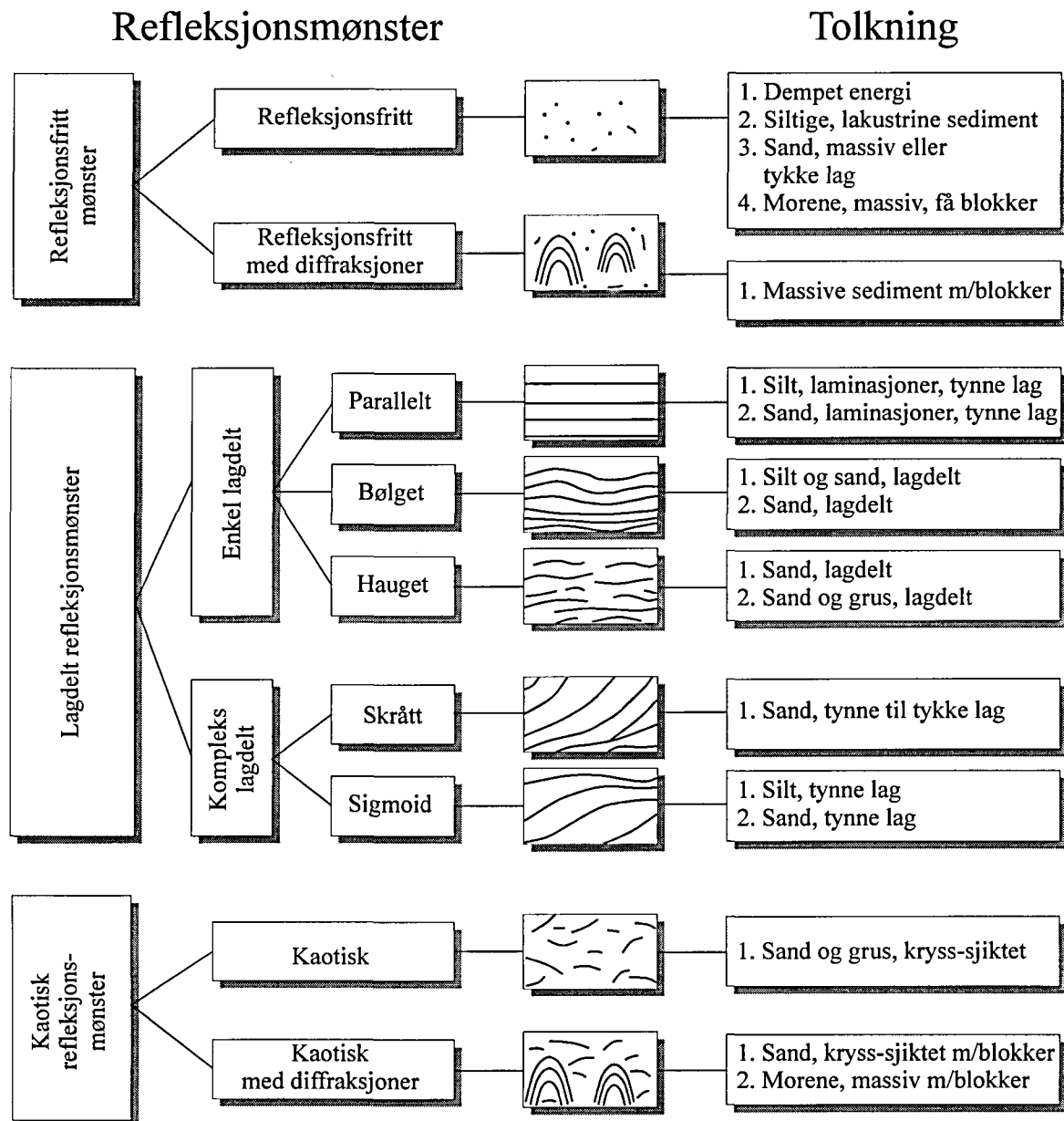
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin 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.

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

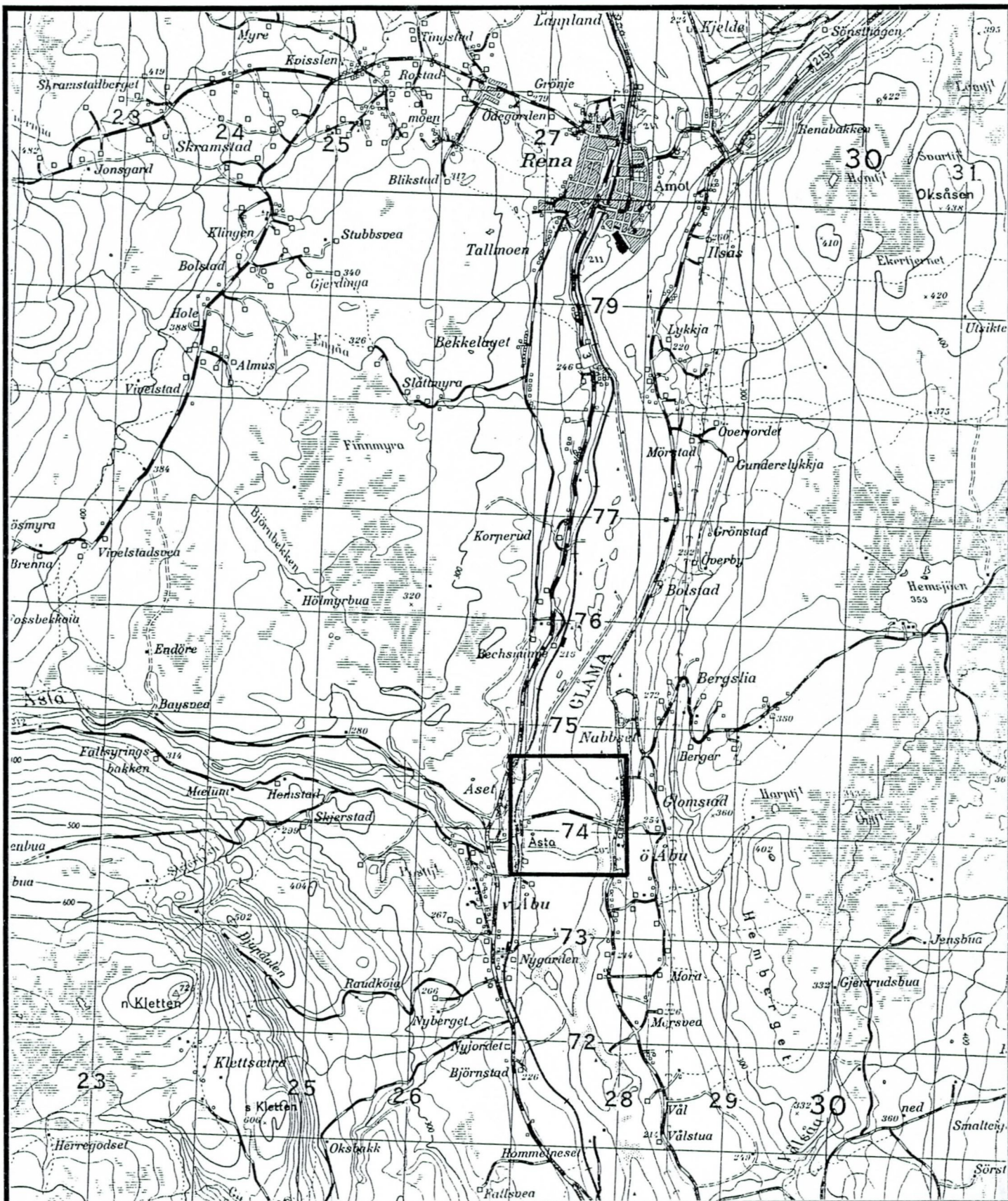
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

### Åsta, Åmot, CMP1, P5-pos.140

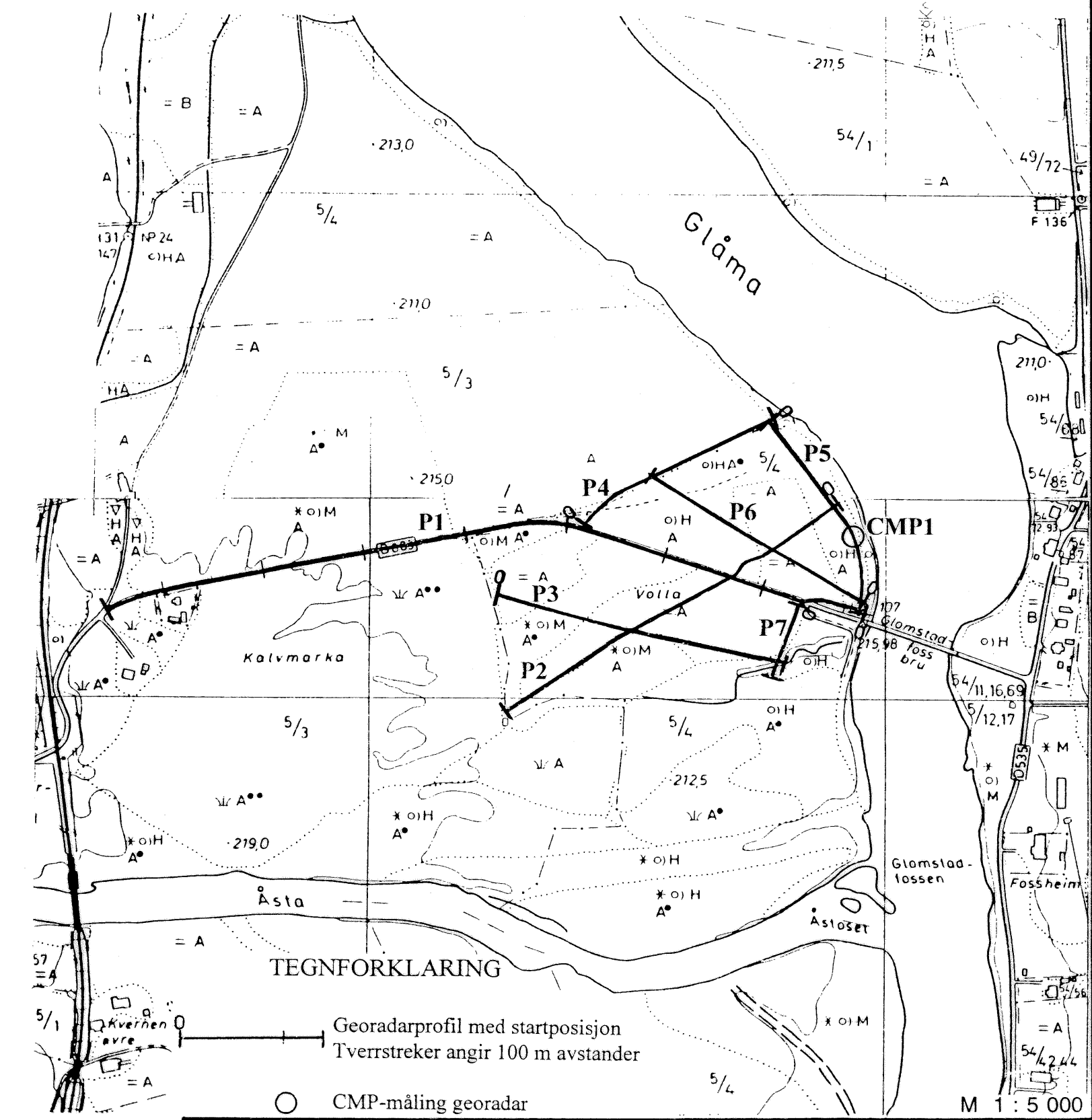
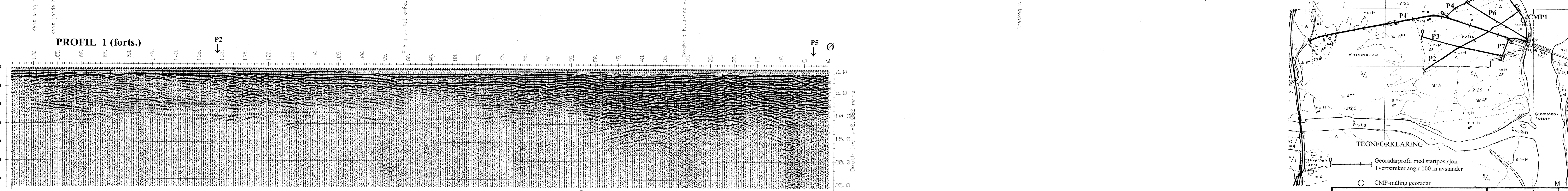
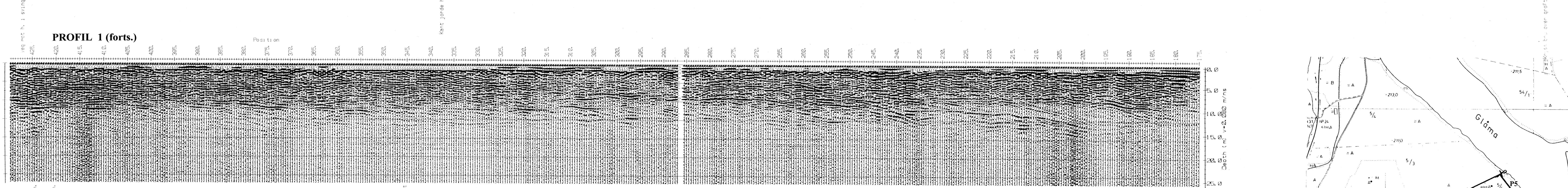
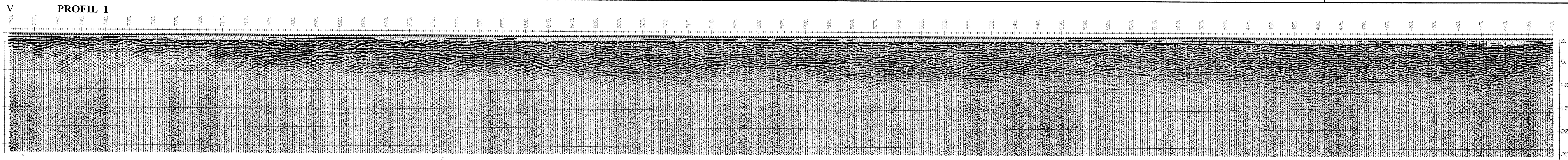




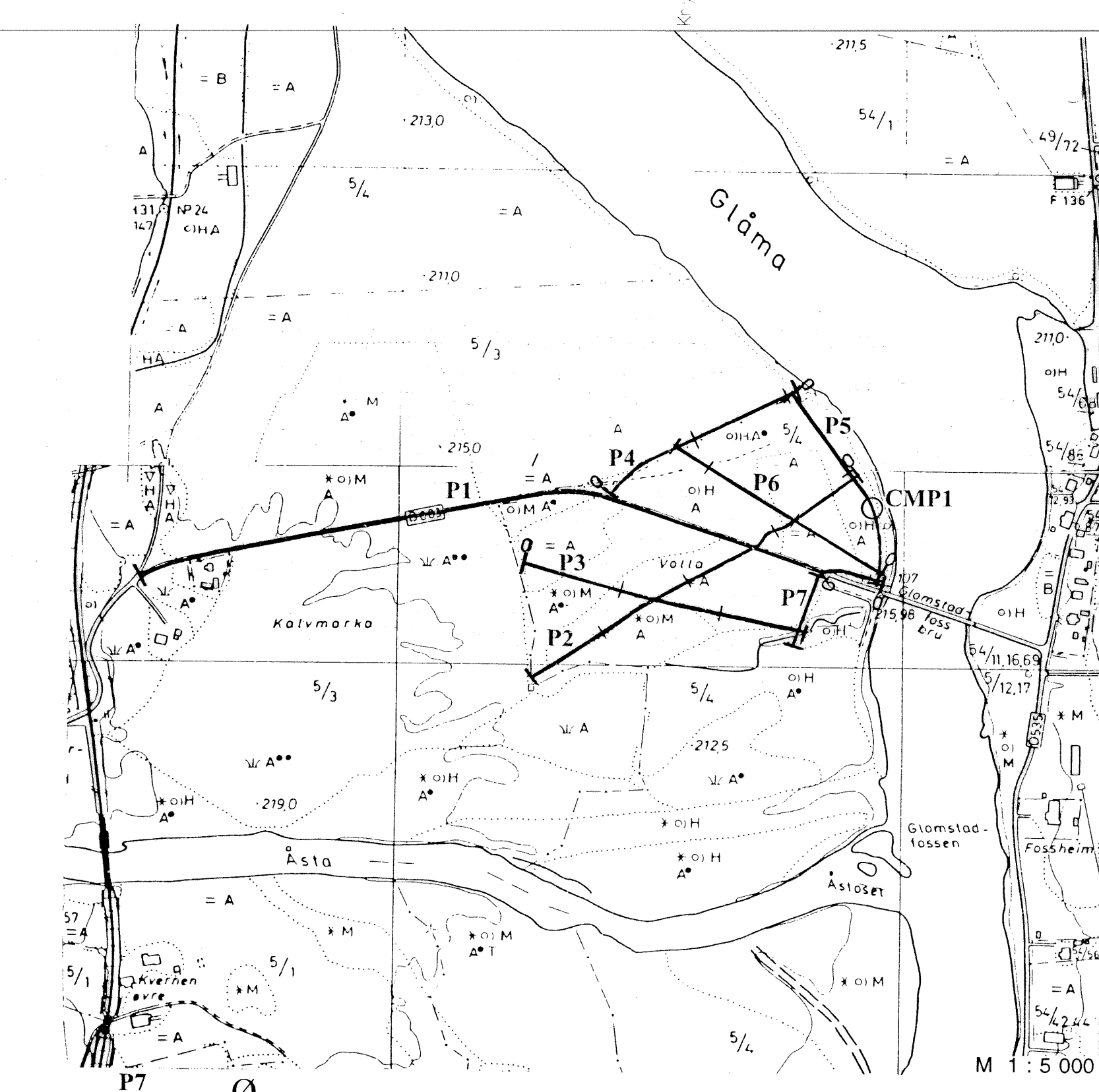
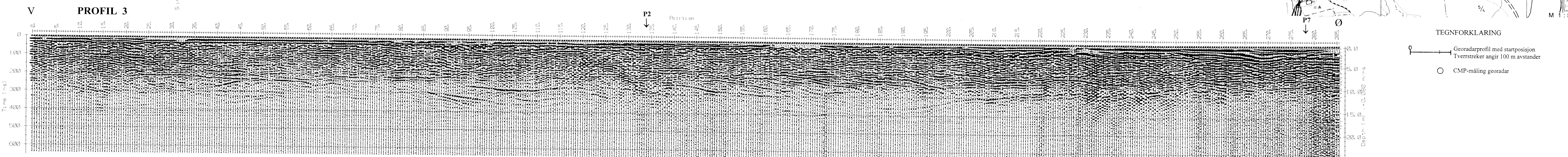
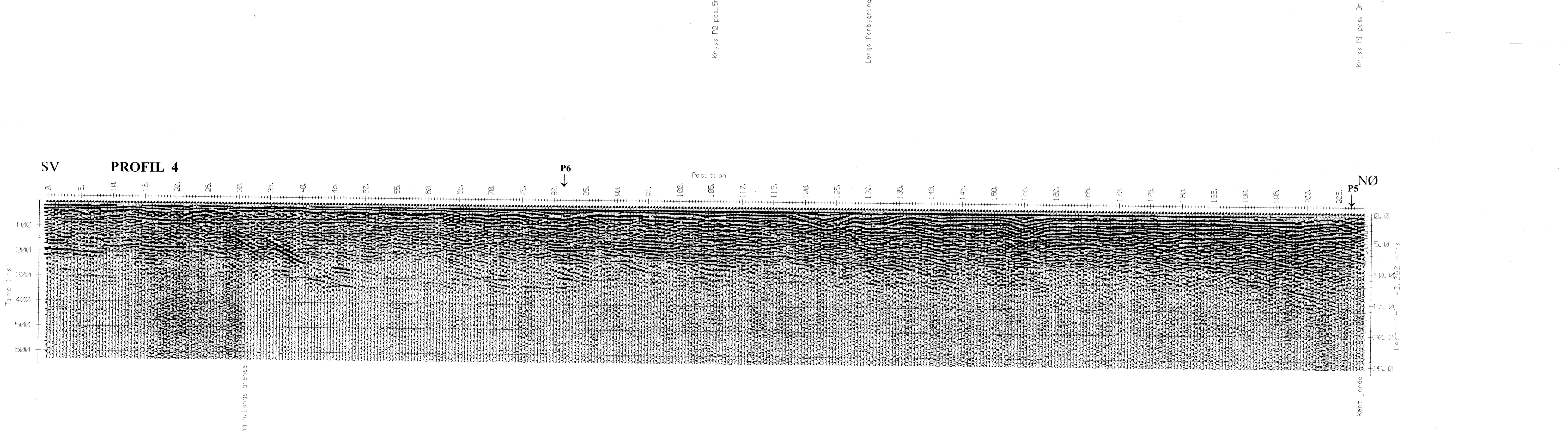
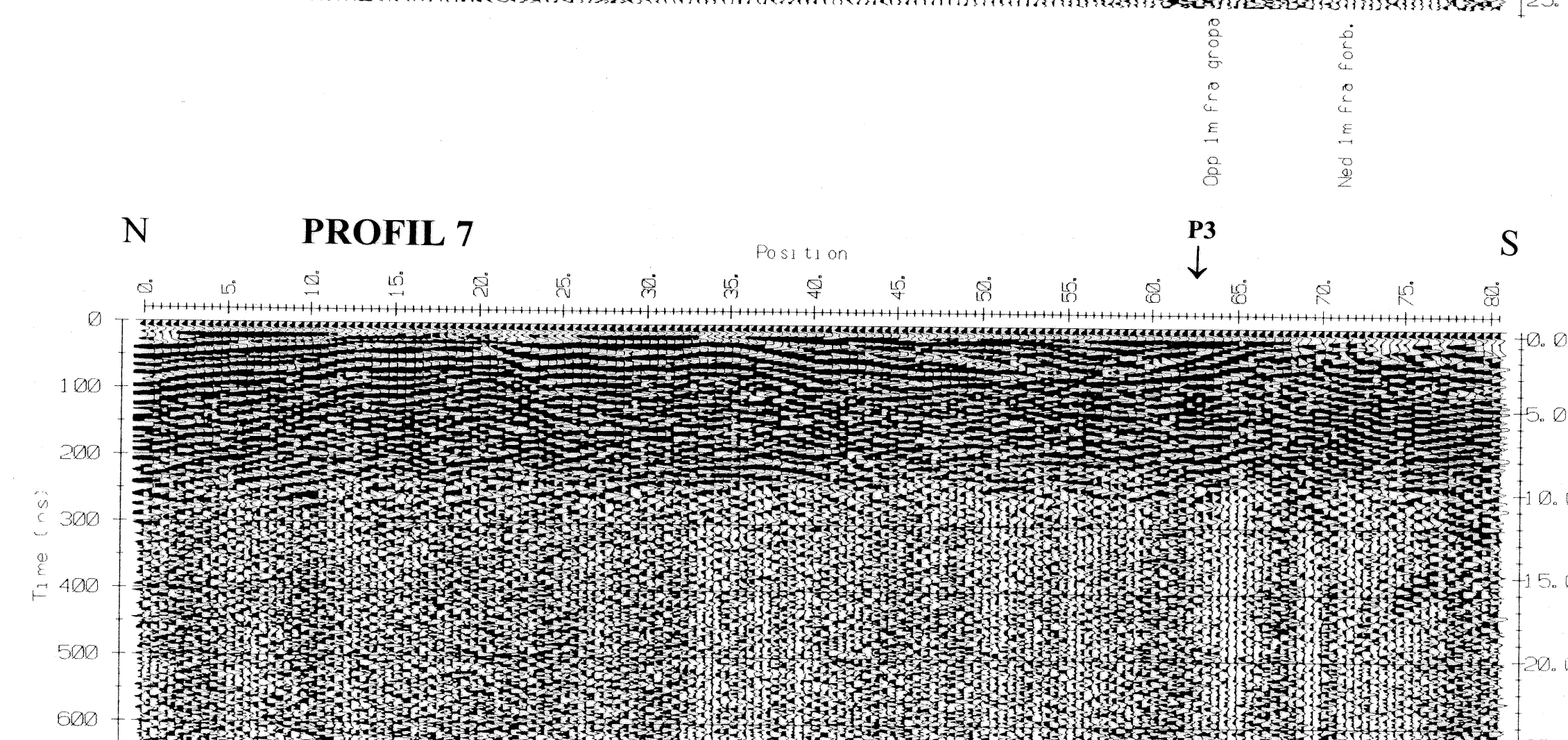
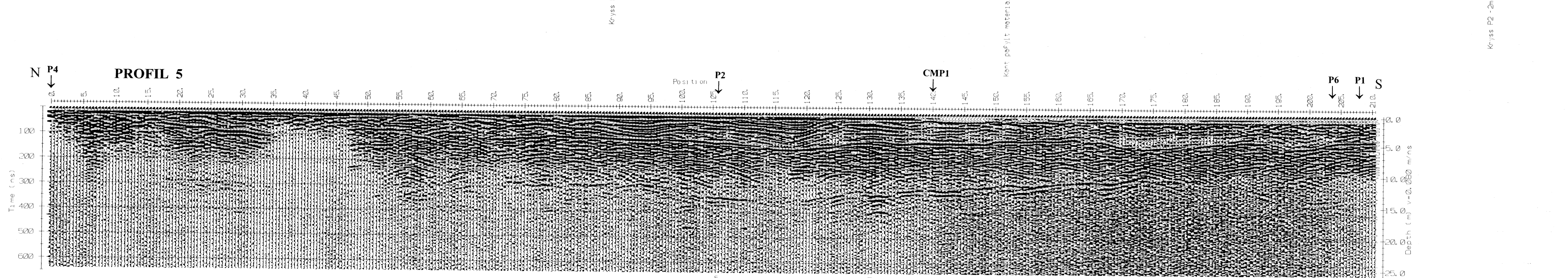
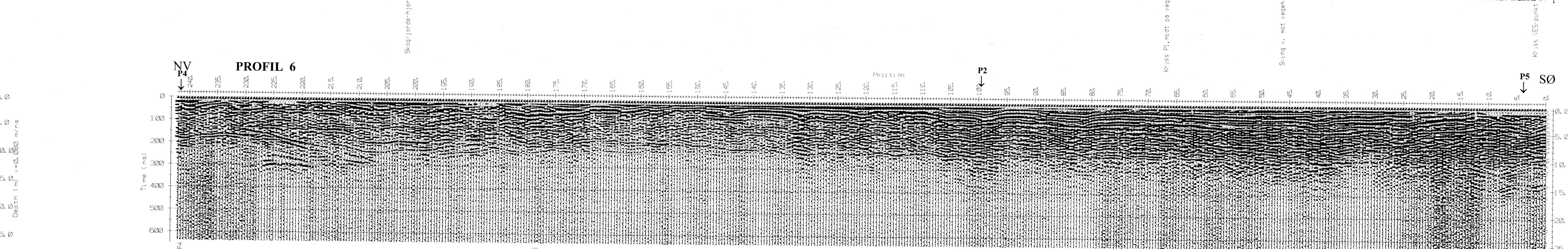
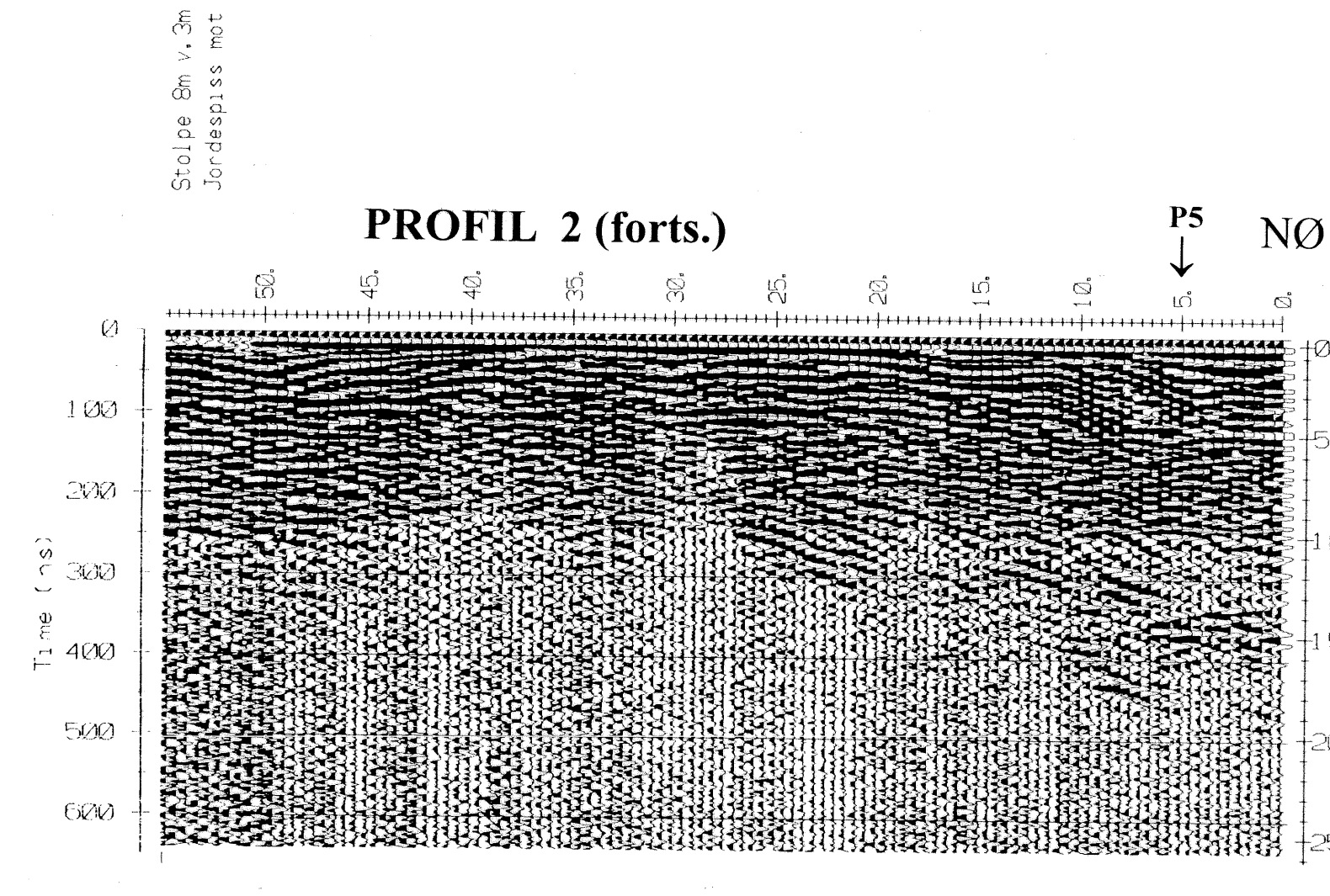
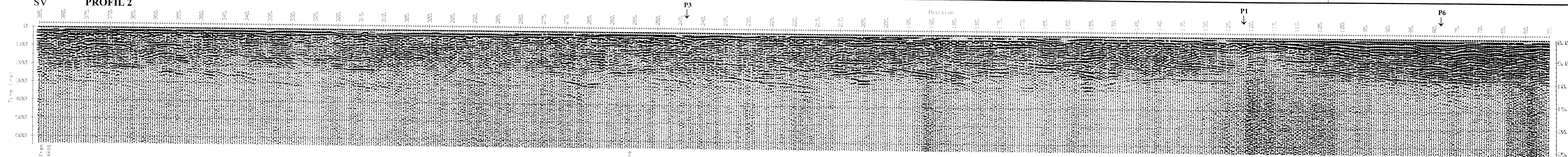
Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).



NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT OVERSIKTSKART - GEORADARMÅLINGER <b>ÅSTA</b> ÅMOT KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK 1 : 50 000	MÅLT JFT OKT. -96
		TEGN JFT JAN. -97
	TRAC	
	KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.011-01	KARTBLAD NR 1917 II



NGU / UIB, GEOLOGISK INSTITUTT GEORADARMÅLINGER GEORADAROPPTAK PROFIL 1 ÅSTA ÅMOT KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	OKT. -96
		TEGN JFT	JAN. -97
		TRAC	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	97.011-02	1917 II	



TEGNFORKLARING

○ Georadarprofil med startposisjon  
 Tverrstreker angir 100 m avstander

○ CMP-måling georadar

NGU / UB, GEOLOGISK INSTITUTT	WÆLESTOKK	OBS. JFT	OCT. 96
GEOADARMÅLINGER	TEGN. JFT	JAN. 97	
GEOADAROPPTAK PROFIL 2, 3, 4, 5, 6 OG 7	TRAC.		
ÅSTA	KFR.		
ÅMOT KOMMUNE, HEDMARK			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
TRONDHEIM	97.011.03	1917 II	