

NGU Rapport 97.013

Georadarundersøkelse av flomutsatte områder  
nær Glåma ved Lauten og Arneberg  
i Åsnes kommune

Rapport nr.: 97.013		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Lauten og Arneberg i Åsnes kommune			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU / UiB, Geologisk institutt	
Fylke: Hedmark		Kommune: Åsnes	
Kartblad (M=1:250.000) Torsby		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2016 II Flisa	
Forekomstens navn og koordinater: Lauten N 33 3364 67222, Lauten S 33 3362 67207 Arneberg 33 3379 67178		Sidetall: 11	Pris: 120,-
Feltarbeid utført: Okt. 1996		Rapportdato: 03.03.1997	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 Åsnes kommune og omfatter 9 profiler med samlet lengde 2,35 km. Målingene er lokalisert til et relativt begrenset område ved Arneberg og to områder ved Lauten. 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>Georadaropptakene er karakterisert ved hovedsakelig nær horisontale reflektorer, og løsmassene regnes vesentlig å bestå av sanddominerte elveavsetninger. Dyp til grunnvannsspeil er stort sett mindre enn 5m. Fjelloverflaten er indikert på 7-14 m dyp ved Arneberg, muligens på rundt 10 m dyp langs deler av Lauten N, men framkommer ikke ved Lauten S. Gjenfylte erosjonsspor fra flommen i 1995 kan sees i noen av profilene, men det er også indikert eldre flomspor i avsetningene.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Kvartærgeologi	
Løsmasse	Elveavsetning	Hydrogeologi	
		Fagrapport	

## **INNHold**

1 INNLEDNING.....	4
2 METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING .....	5
3 RESULTATER .....	6
3.1 Lauten N (P25-P28) .....	6
3.2 Lauten S (P29-P31).....	7
3.3 Arneberg (P32-P33) .....	7
4 REFERANSER .....	8

## **TEKSTBILAG**

Georadar - metodebeskrivelse

## **DATABILAG**

Skjema for tolkning av refleksjonsmønster (etter Beres & Haeni, 1991)

## **KARTBILAG**

- 97.013-01: Oversiktskart
- 97.013-01: Georadaroppak Lauten N (P25, P26, P27 og P28)
- 97.013-03: Georadaropptak Lauten S (P29, P30 og P31)
- 97.013-04: Georadaropptak Arneberg (P32 og P33)

## 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 Åsnes kommune som omfatter 9 profiler med total lengde 2,35 km. Profilene er fordelt på tre lokalområder som vist i kartbilag 97.013-01, og betegnes som Lauten N (profil 25-28), Lauten S (profil 29-31) og Arneberg (profil 32-33). For nærmere lokalisering av profilene vises det til lokalkart i kartbilag 97.013-02, -03 og -04. Resultater fra målingene i Åmot og Elverum er omhandlet hver for seg i NGU Rapport 97.011 og 97.012 (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.

Målingene i Åsnes ble utført av Jan Fredrik Tønnesen (NGU), hovedfagsstudent Tone Dale (UiB) og hovedfagsveileder Noralf Rye (UiB) 11. oktober 1996. Utskrift av georadarprofiler (samt lokalkart med profilplassering) er vist i kartbilag 97.013-02, -03 og -04.

For oversiktens skyld nevnes at det tidligere er utført georadarmålinger på Kvesetenga like nord for området ved Arneberg (Rønning 1991) og i flere omganger på Haslemoen i Våler kommune (Rønning & Måring 1991, Måring & Rønning 1992 og Måring m.fl. 1995).



## 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.

Det er ikke utført noen CMP-målinger for å beregne radarbølgehastighet i løsmassene. Ved utplotting av georadarprofilene ble det anvendt en hastighet på 0,07 m/ns for beregning av en dybdeskala (m under terrengoverflaten). Denne verdi ble valgt både ut fra CMP-målinger utført på elveslette ved Heradsbygd i Elverum (Tønnesen 1997b) og ut fra tidligere hastighetsanalyser fra Kvesetenga (Rønning 1991) og Haslemoen (Rønning & Muring 1991). For materiale over grunnvannsspeil er nok denne hastigheten for lav, da den der kan forventes å ligge i området 0,10-0,12 m/ns. Mektigheten av den umettede sonen vil derfor være noe større enn dybdeskalaen viser. Variasjoner i terrengoverflaten er ikke lagt inn langs profilene, og høydeskala er derfor utelatt. Viktige terrengvariasjoner er angitt som kommentarer under profilutskriftene.

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

Dybderekkevidden (penetrasjonsdypet) for reflekterte georadarsignaler ser ut til å variere mellom 250 og vel 400 ns (nanosekunder) toveis gangtid, tilsvarende et dyp på fra 9 til 15 m. For tolkning av sammenheng mellom refleksjonsmønster og løsmasstype, kan et vedlagt tolkningskjema (etter Beres & Haeni 1991) være til hjelp (databilag 1).

#### 3.1 Lauten N (P25-P28)

Utskrift av de fire georadarprofilene er vist i kartbilag 97.013-02. Terrengoverflaten langs P25 ligger noe høyere enn langs de øvrige profilene. Både P27 og P28 er målt helt ned til elvekanten mot østenden. Med en antatt hastighet i overflatematerialet på minst 0.10 m/ns er grunnvannsnivået indikert på vel 5 m dyp langs P25, på 2,5-4 m dyp under dyrket jorde langs P26 og P27 og på vel 4 m dyp langs sørvestlige del av P28.

Utskriftene er karakterisert av vesentlig nær horisontale, men også noe bølgete reflektorer, og løsmassene regnes stort sett å bestå av sanddominerte elveavsetninger. Det er imidlertid en del variasjon både i refleksjonsmønster og penetrasjonsdyp langs profilene, og dette tyder på at det trolig er en del variasjon i løsmassesammensetning. En del til dels kraftige «skråreflektorer» må skyldes teknisk støy, f. eks. langs P25 pos. 335-365. Tilsynelatende tilsvarende støy preger nordlige del av P27 og sentrale deler av P28. Langs P28 kan det være en erosjonsgrøp i øvre del av avsetningen i området fra pos. 35 til pos. 100. Det er mulig at det rotete refleksjonsmønsteret som framkommer der skyldes inhomogeniteter i det påfylte overflatematerialet (påfylt etter flommen i 1995). Av eldre flomspor i avsetningene er det en ganske tydelig indikasjon langs P25 i området pos. 460-490. Det er der et klart brudd i de overflatenære horisontale reflektorene og innfyllingsmaterialet viser skrålagning.

Fjelloverflaten er usikker, men kraftig reflektivitet på 9-11 m dyp langs P26 kan representere overgang mot fjell. Det kan imidlertid heller ikke utelukkes at det fra dette dyp kommer inn finere materiale som begrenser penetrasjonen. Dersom fjelltolkningen er riktig, kan fjellet nå opp til 6-7 m dyp i østlige del av P27.

### **3.2 Lauten S (P29-P31)**

Utskrift av de tre georadarprofilene er vist i kartbilag 97.013-03. Det er lite variasjon i terrengnivå langs profilene, bortsett fra langs P29 hvor profilet følger påfylt vegbane opp og ned fra flomverket mellom pos. 140 og 205. Fra naturlig terrengoverflate er grunnvannsnivået indikert å ligge rundt 4 m dypt.

Profilene viser tilsvarende penetrasjonsdyp og refleksjonsmønster som ved Lauten N, og løsmassene regnes vesentlig å være sanddominerte elveavsetninger. Ved flommen i 1995 brøt Glåma her igjennom flomverket og gravde ut en stor grop innenfor. Profil 31 viser klart avgrensningen mot vest av denne gropen med en skråreflektor som går ned fra pos. 82 til pos.73. Vestafør er det sammenhengende horisontale reflektorer, mens det østafør er uregelmessig refleksjonsmønster over det gjenfylte gropområdet. Kaotisk refleksjonsmønster opptrer tilsynelatende også fra materialet under grunnvannsnivå og gropen, men antas likeså å stamme fra inhomogene forhold i det påfylte materialet. Profil 29 og 30 går dels utenom og dels nær kanten av erosjonsområdet, og grensen er her mer diffus. Langs P30 kan forstyrret eller påfylt materiale trolig opptre i området pos.135-335 og langs P29 fra pos. 95 til østenden. En del skråreflektorer og stedvis kaotisk refleksjonsmønster i disse områdene skyldes trolig inhomogent overflatemateriale, mens noe skyldes teknisk støy, f. eks. rundt pos. 180 i P30 og antagelig også den relativt slake skråreflektoren østover fra pos. 110 i P29. Fjellreflektor kan ikke fastslås langs profilene i dette området.

### **3.3 Arneberg (P32-P33)**

Utskrift av georadaropptak er vist i kartbilag 97.013-04. Målingene er utført på tilnærmet flatt jorde sør for vegfylling og øst for Arneberg bru. Flommen i 1995 brøt her igjennom vegfyllingen og strømmet innover jordbruksarealene nordafør (Kvesetenga).

Grunnvannsnivå er ikke klart definert, men regnes å ligge relativt grunt, dvs. 2m dypt eller mindre. Løsmassene er dominert av nær horisontale reflektorer og regnes hovedsakelig å bestå av sanddominerte elveavsetninger. Forholdsvis markert reflektor på 5-6 m dyp kan være grense mellom to avsetningssekvenser. Markert og forholdsvis ujevn reflektor på fra 7-8 m til 13-14 m dyp regnes å representere fjelloverflaten.

Langs P32 er det horisontale refleksjons-mønsteret i øvre del av avsetningen brutt av skråreflektorer og uregelmessige reflektorer i området pos. 5-105. Det er mulig at erosjonsgrop fra 1995 er begrenset til østlige del av området, dvs. pos. 5-52, og at uregelmessighetene videre vestover tilhører et eldre dreneringsløp.

#### 4 REFERANSER

- Beres, M. Jr. & Haeni, F. P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.
- Mauring, E., Koziel, J. & Rønning, J. S. 1995: Testmålinger med georadar utført på Haslemoen, Våler kommune, Hedmark. *NGU Rapport 95.052*.
- Mauring, E. & Rønning, J. S. 1992: Georadarmålinger på Haslemoen, Våler kommune, Hedmark. *NGU Rapport 92.318*.
- Rønning, J. S. 1991: Georadarmålinger på Kvesetenga, Flisa, Åsnes kommune, Hedmark. *NGU Rapport 91.255*.
- Rønning, J. S. & Mauring, E. 1991: Georadar og refleksjonsseismiske målinger på Haslemoen, Våler kommune, Hedmark. *NGU Rapport 91.270*.
- Tønnesen, J. F. 1997a: Georadarundersøkelse av flomutsatt område nær Glåma ved Åsta i Åmot kommune. *NGU Rapport 97.011*.
- Tønnesen, J. F. 1997b: Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Øksna og Heradsbygd i Elverum. *NGU Rapport 97.012*.

## 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;

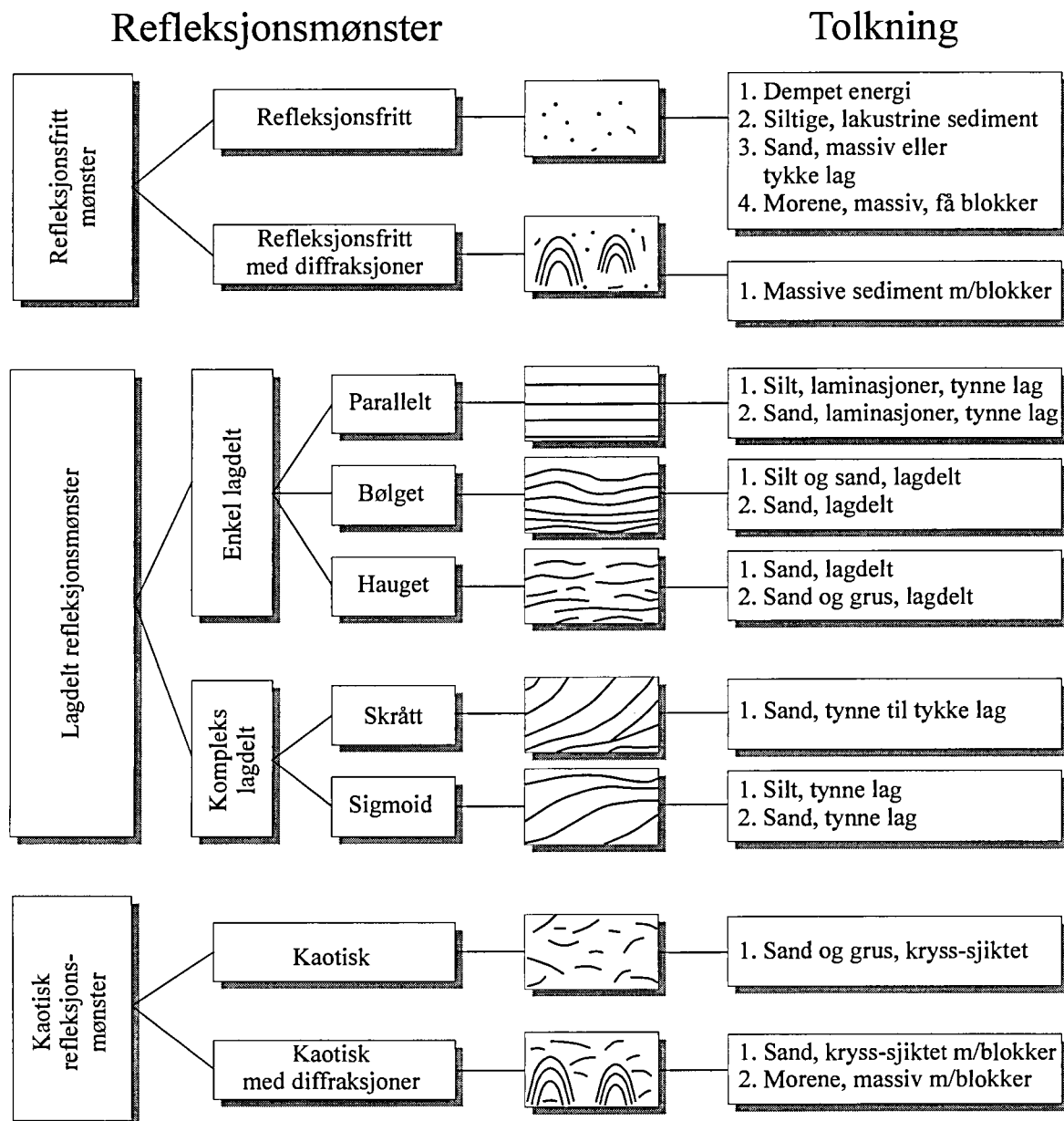
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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.

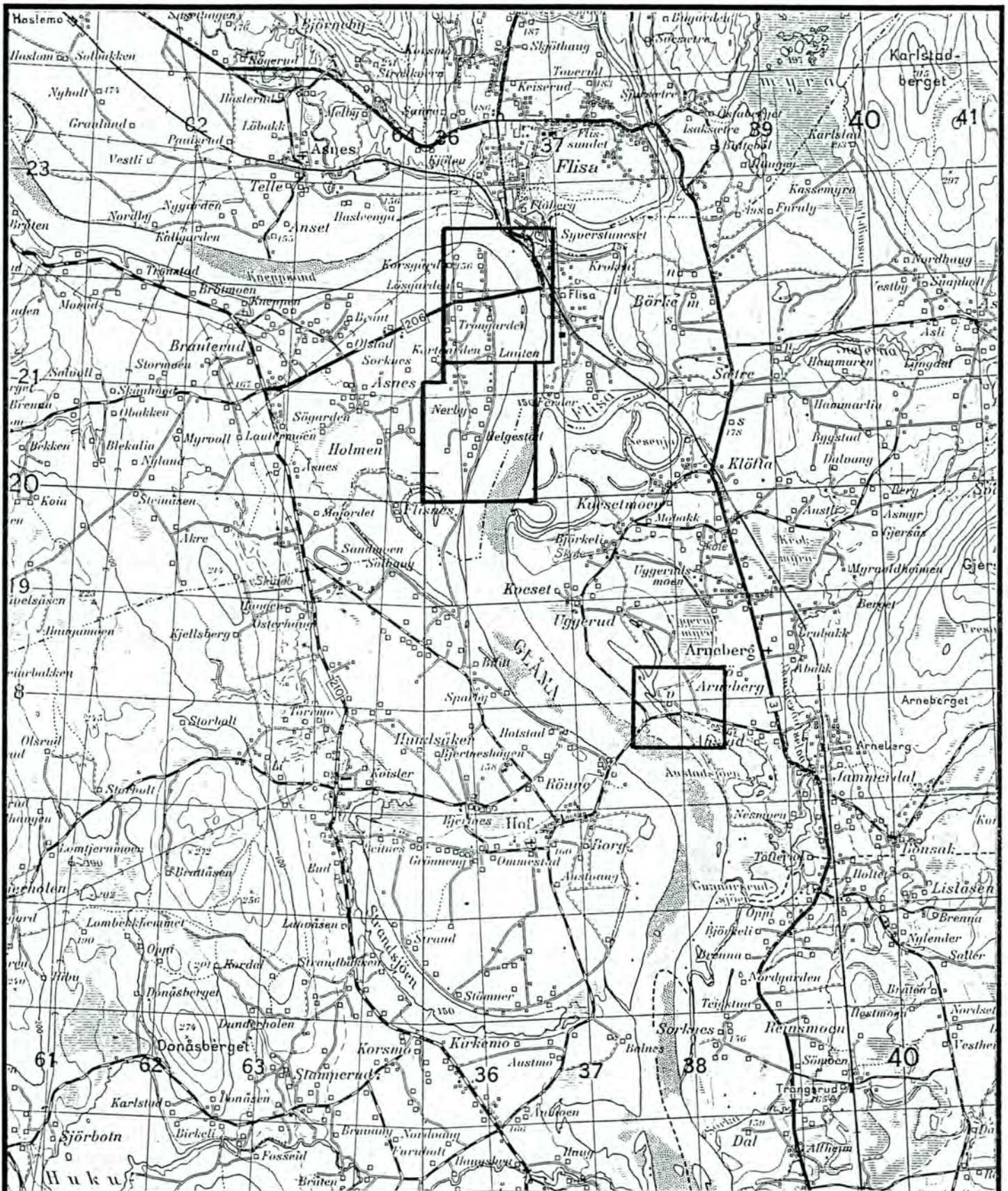
<u>Medium</u>	$\epsilon_r$	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	1	0.3	0
<i>Ferskvann</i>	81	0.033	0.1
<i>Sjøvann</i>	81	0.033	1000
<i>Leire</i>	5-40	0.05-0.13	1-300
<i>Tørr sand</i>	5-10	0.09-0.14	0.01
<i>Vannmettet sand</i>	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
<i>Silt</i>	5-30	0.05-0.13	1-100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

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



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





NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT  
 OVERSIKTSKART - GEORADARMÅLINGER  
**LAUTEN OG ARNEBERG**  
 ÅSNES KOMMUNE, HEDMARK

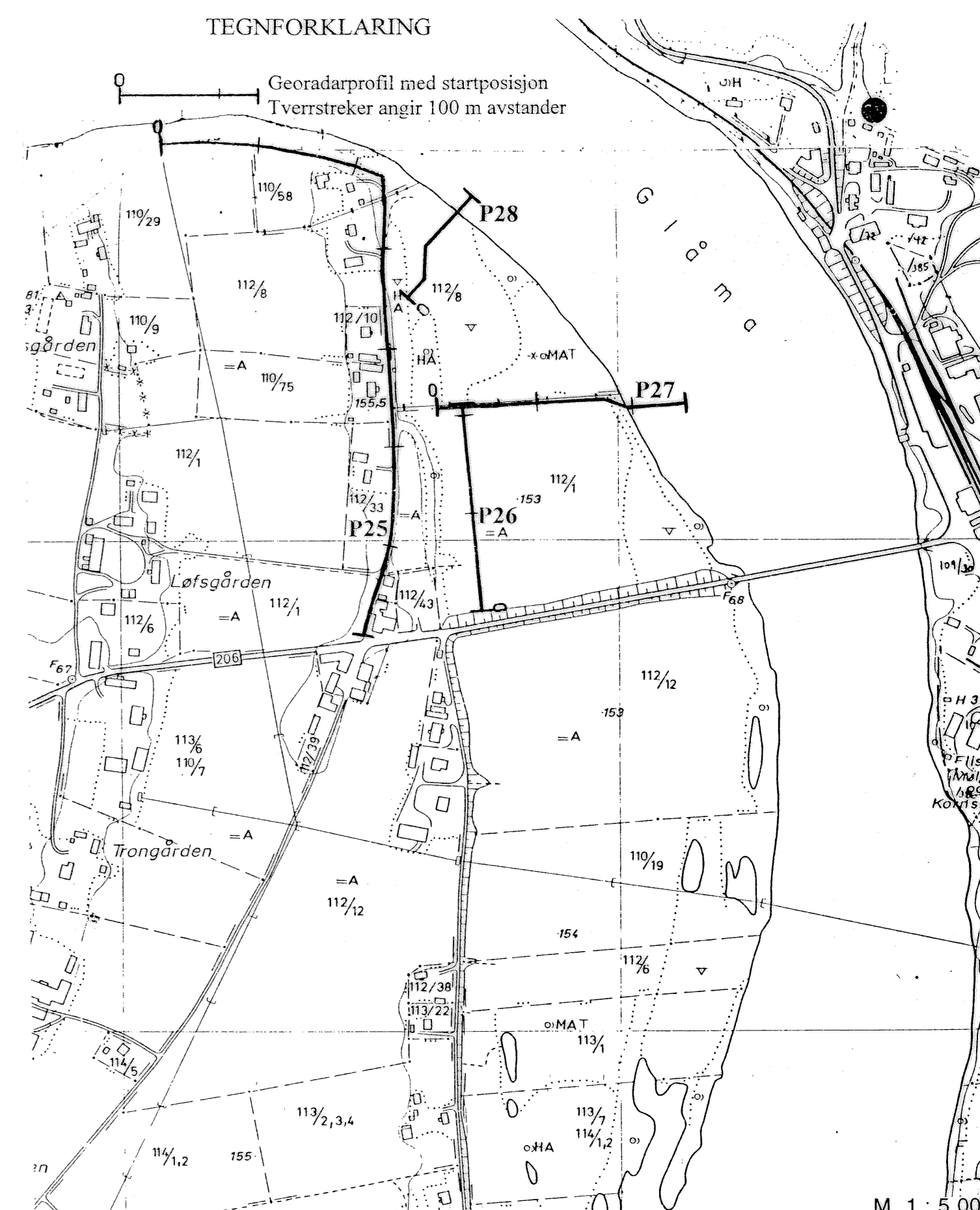
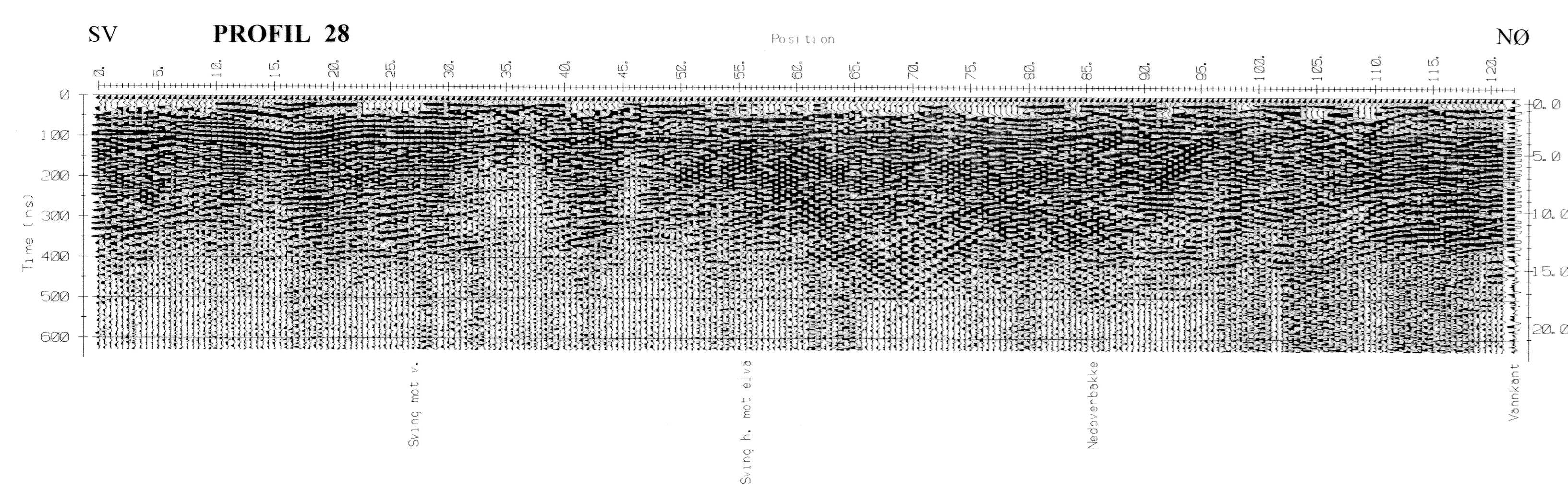
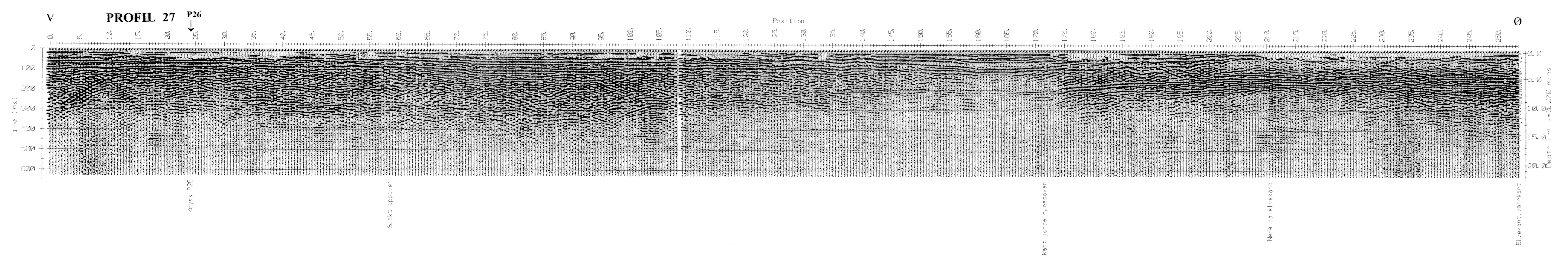
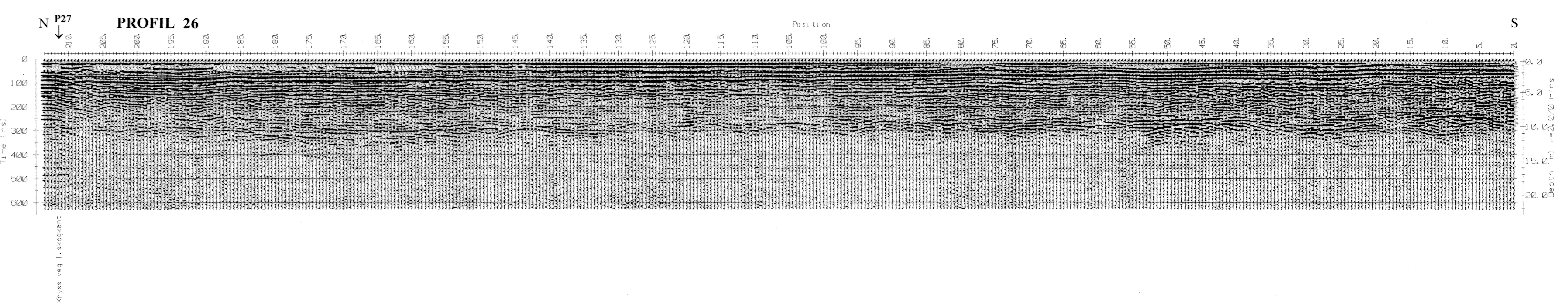
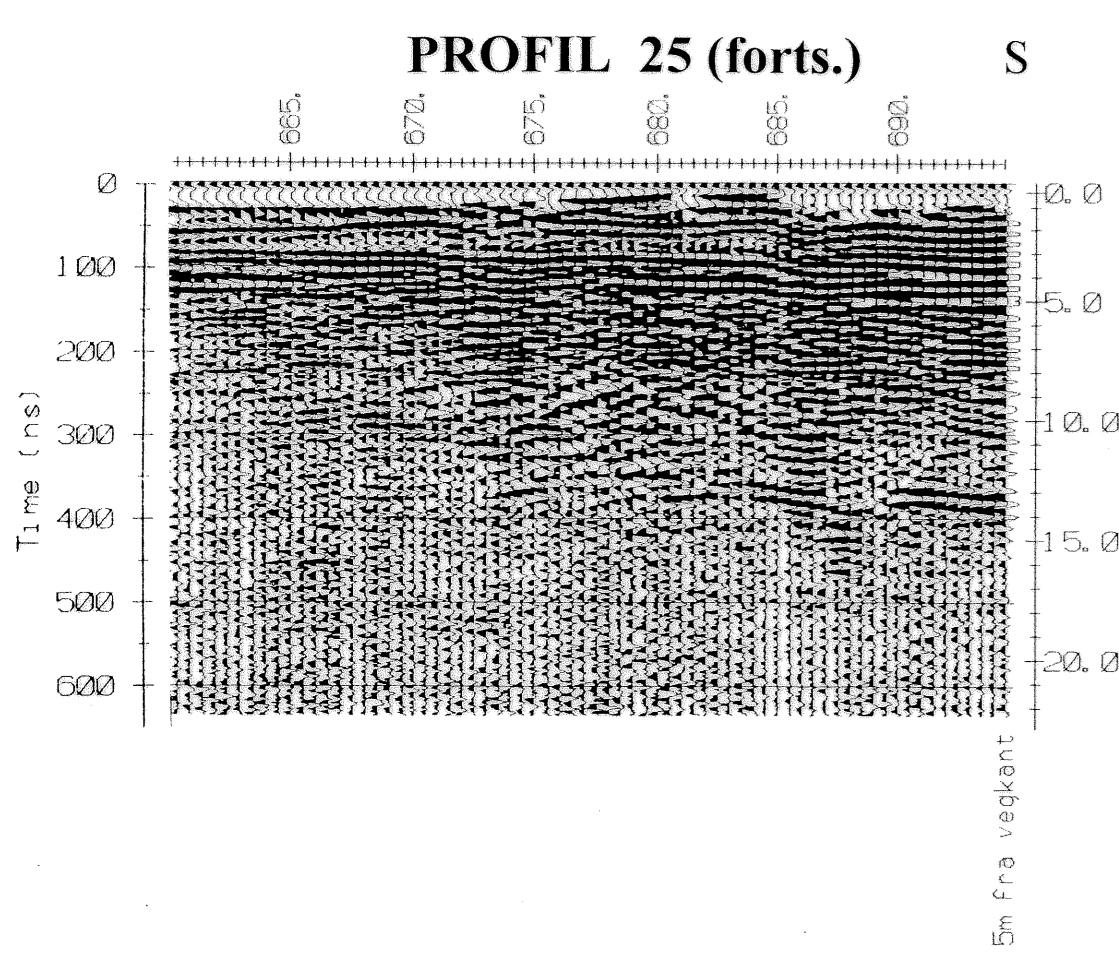
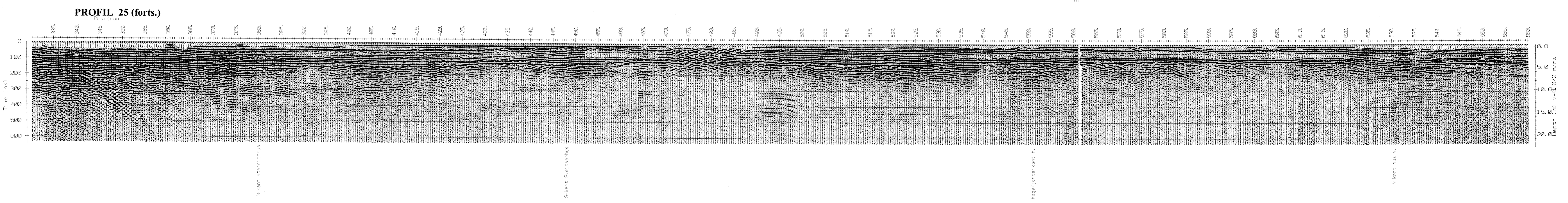
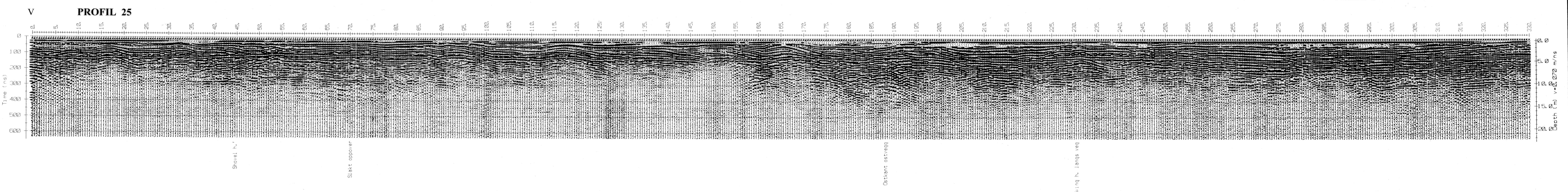
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1 : 50 000	MÅLT JFT	OKT. -96
	TEGN JFT	JAN. -97
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR  
 97.013-01

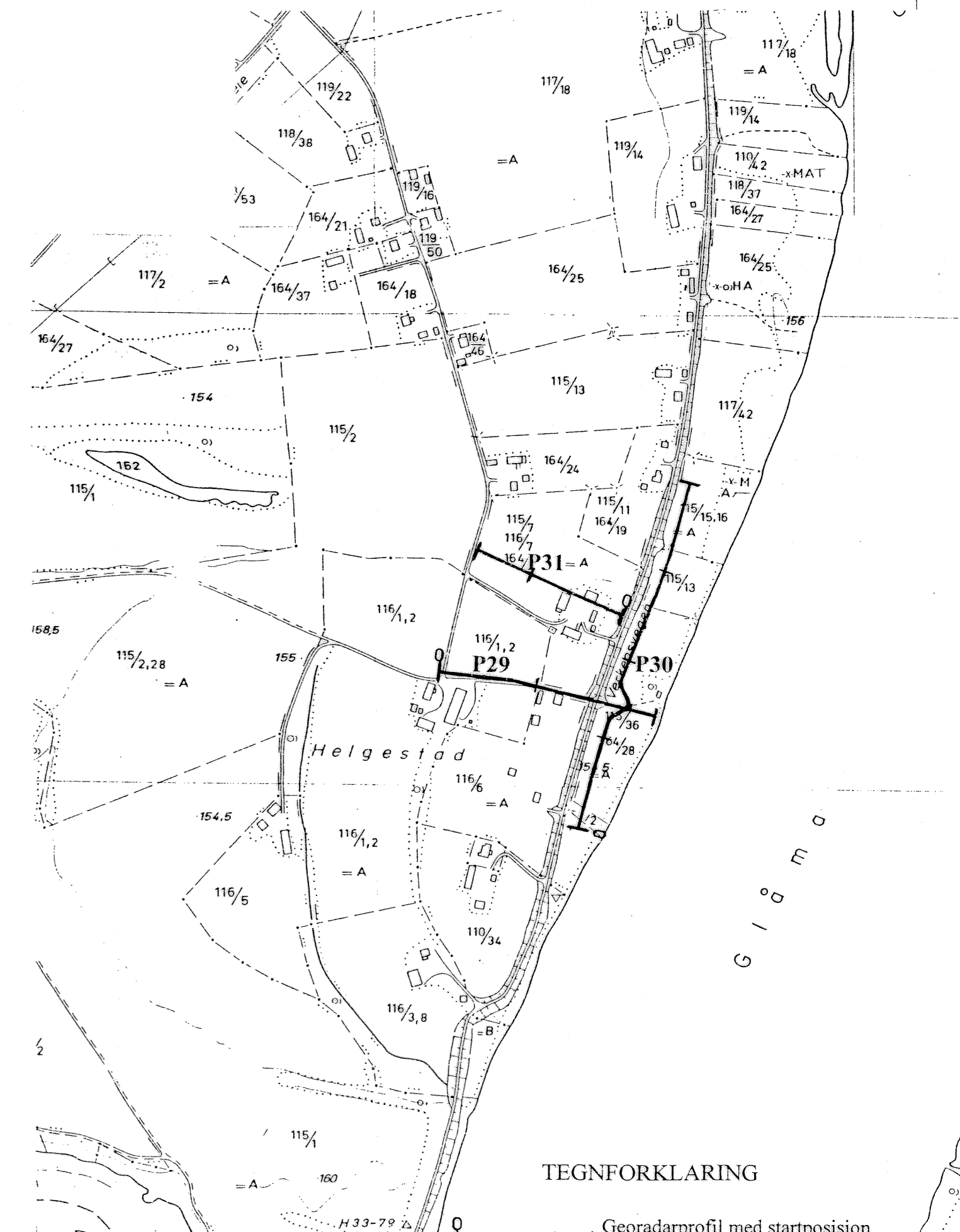
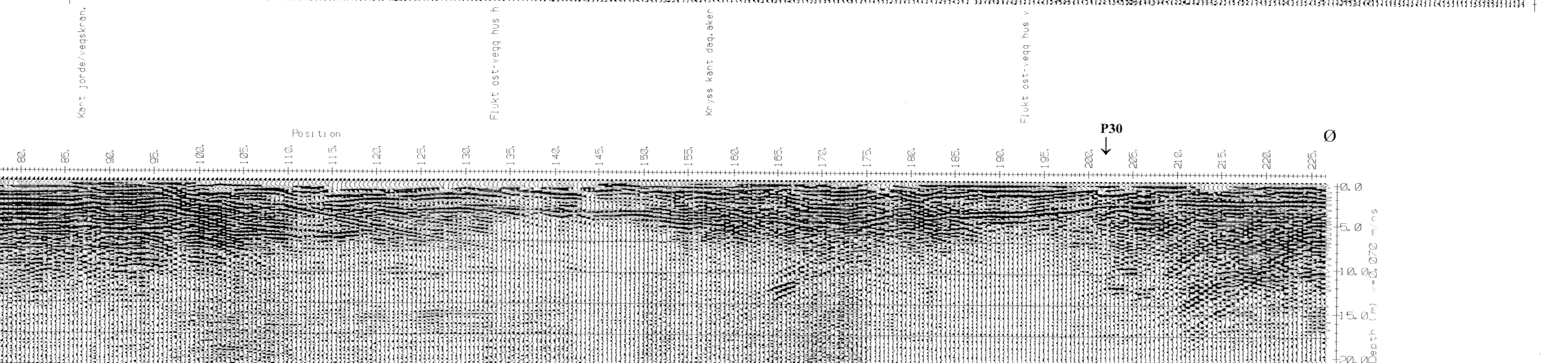
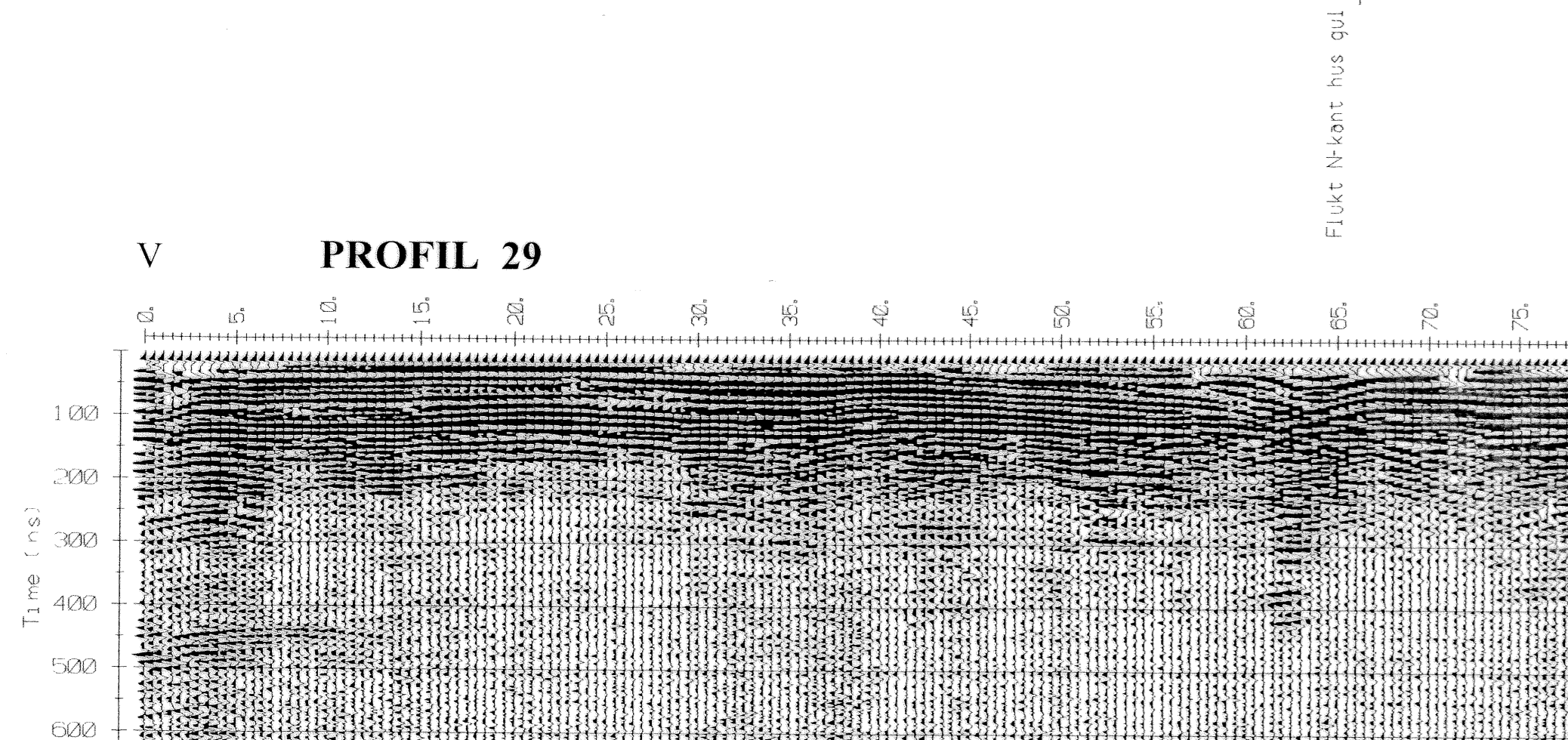
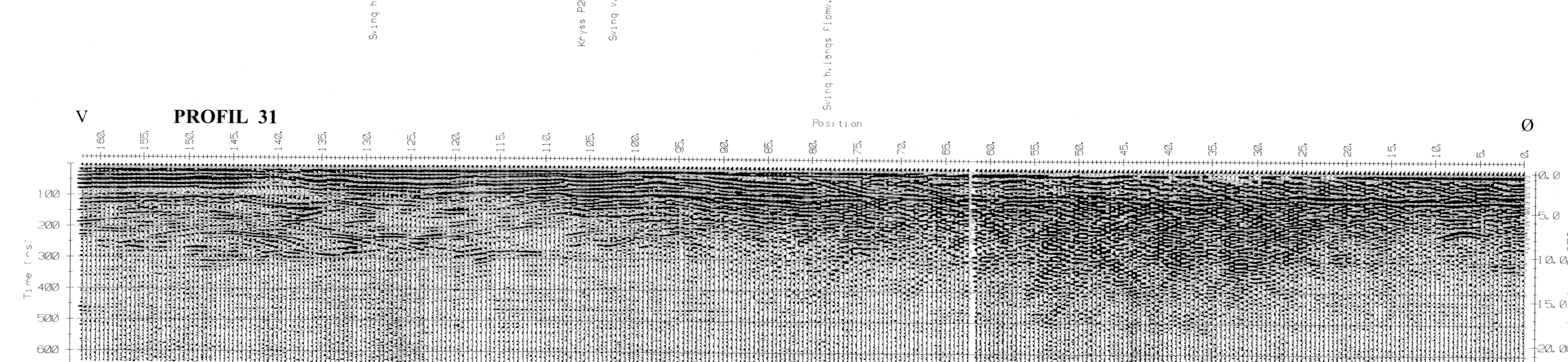
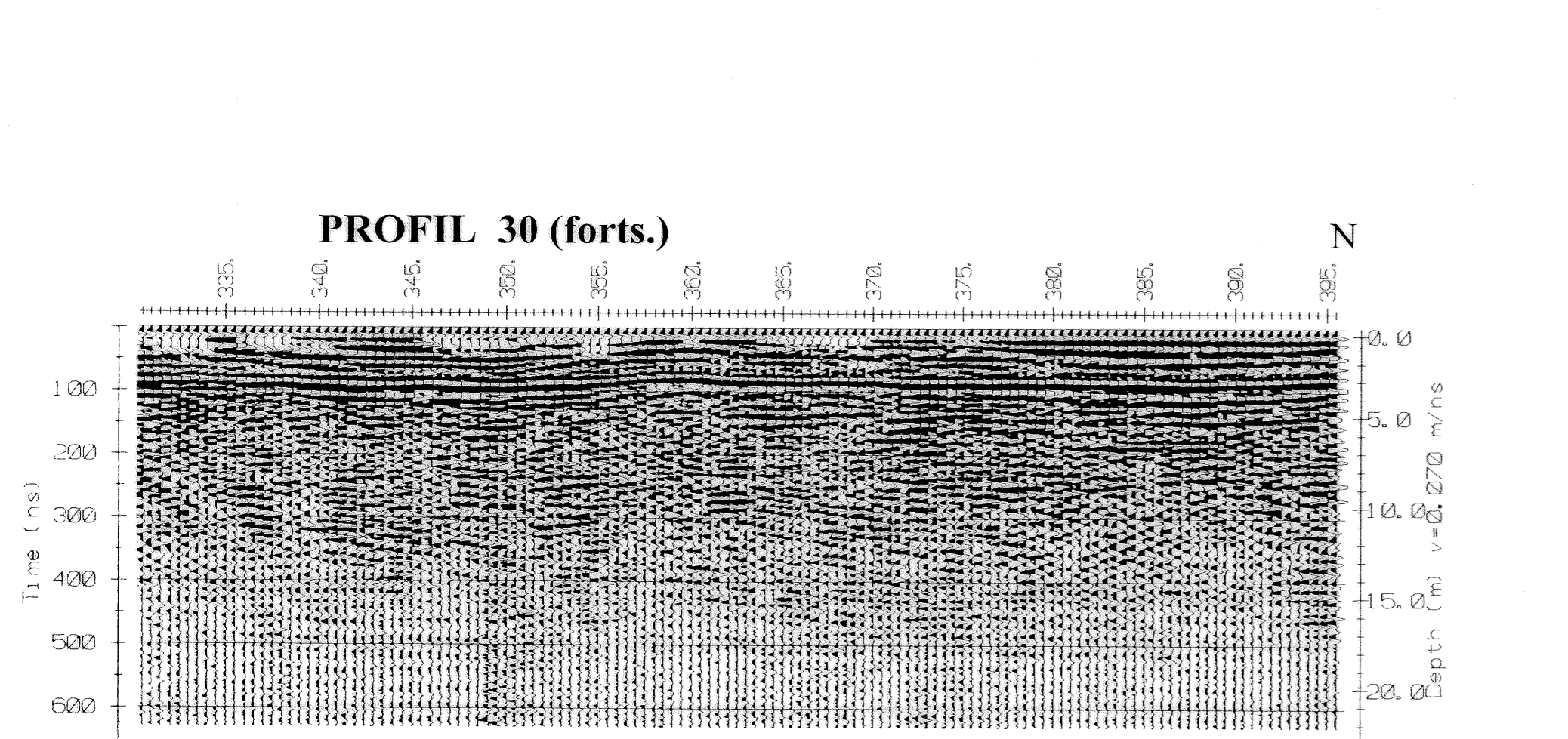
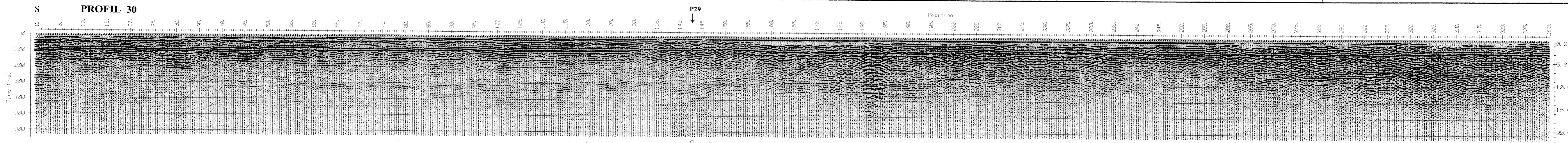
KARTBLAD NR  
 2016 II





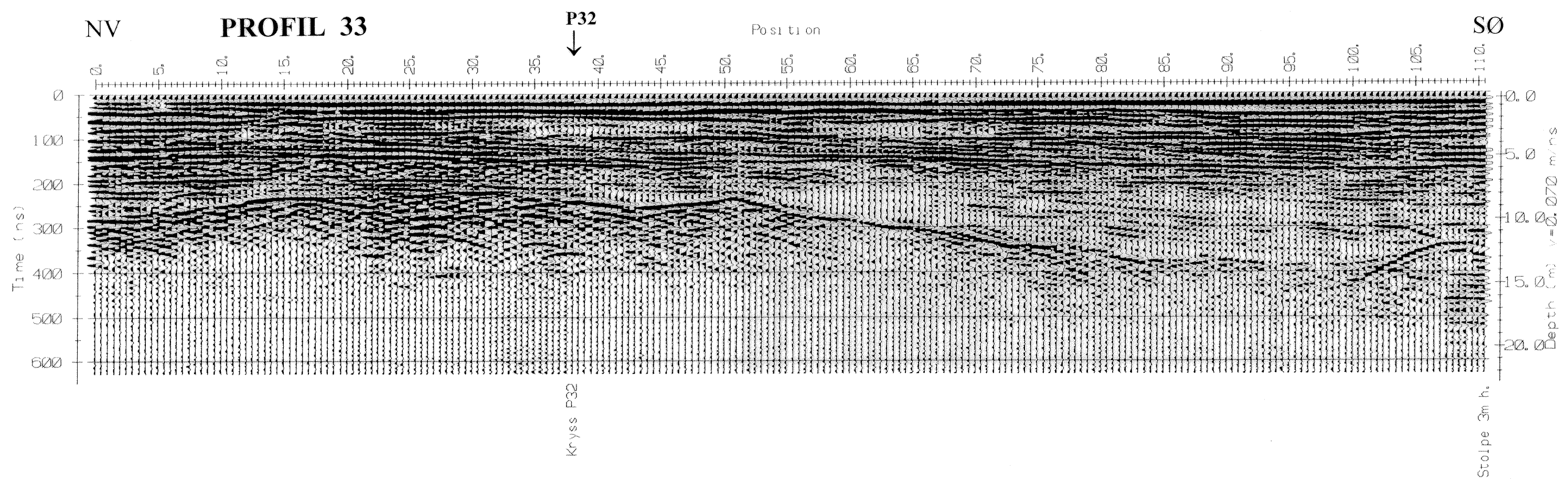
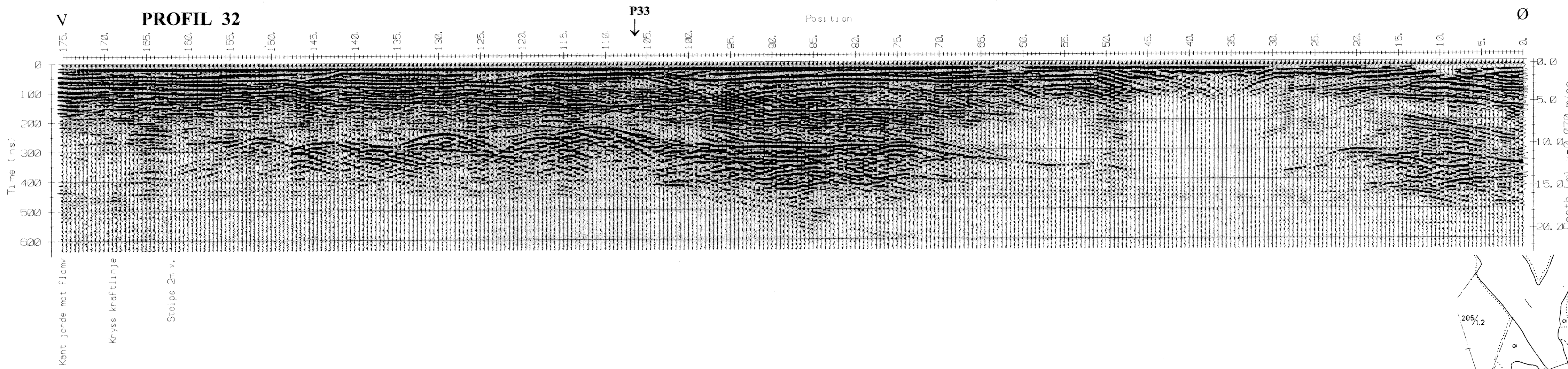
NGU / UB, GEOLOGISK INSTITUTT GEORADARMÅLINGER GEORADAROPPTAK PROFIL 25, 26, 27 OG 28 LAUTEN N ÅSNES KOMMUNE, HEDMARK	MÅLSTOKK	OBS. JFT	OKT. -96
	TEGN. JFT	JAN. -97	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	97.013-02	KARTBLAD NR. 2016 II





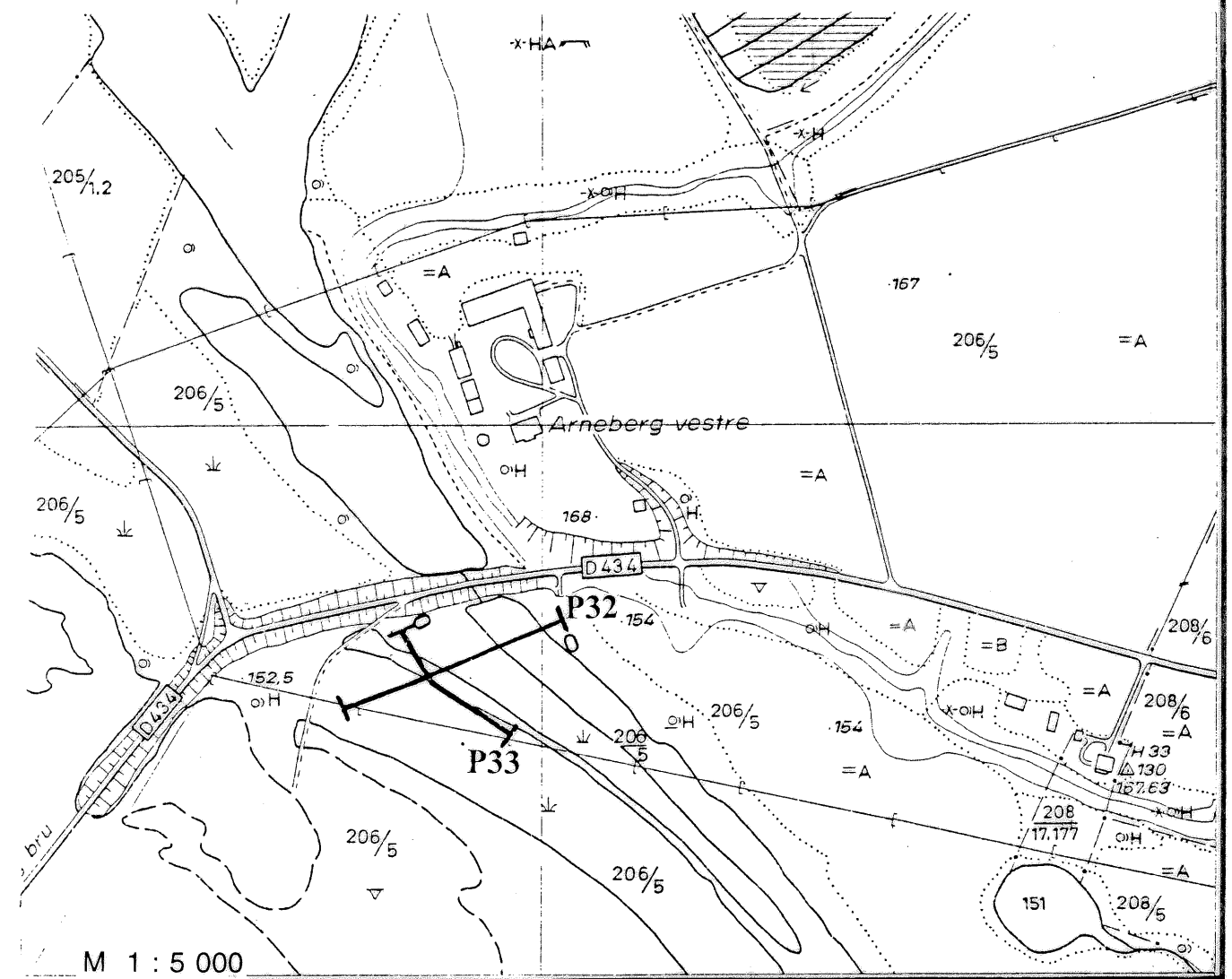
NGU / UIB, GEOLOGISKE INSTITUTT GEORADARMÅLINGER GEORADAROPPTAK PROFIL 29, 30 OG 31 LAUTEN S ÅSNES KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	OKT. -96
		TEGN JFT	JAN. -97
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	97.013-03	2016 II	





#### TEGNFORKLARING

Georadarprofil med startposisjon



NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT GEORADARMÅLINGER GEORADAROPPTAK PROFIL 32 OG 33 ARNEBERG ÅSNES KOMMUNE, HEDMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	OKT. -96
		TEGN. JFT	JAN. -97
		TRAC.	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 97.013-04	KARTBLAD NR. 2016 II	