

NGU Rapport 93.077

Grunnvannsundersøkelser ved Røv i  
Surnadal kommune

Rapport nr. 93.077		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Røv i Surnadal kommune				
Forfatter: Geir Morland Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: Statkraft		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Surnadal		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1420 I Snota		
Forekomstens navn og koordinater: Røv 4962 69850		Sidetall: 24		Pris: 130,-
Feltarbeid utført: Våren 1993		Rapportdato: 18.06.93	Prosjektnr.: 63.2386.01	Ansvarlig: <i>TØNNESEN</i>
Sammendrag:				
<p>Profil fra georadarmålinger og undersøkelsesboringer har konkludert med at mulighetene for tilfredsstillende grunnvannsuttak i størrelsesorden 100 l/s ikke anses å være tilstede ved utløpet av Vindøla. De resultater som er fremkommet, kombinert med de erfaringer NGU har gjort i Rindal kommune, gjør at NGU vurderer mulighetene for uttak av tilstrekkelige mengder grunnvann i løsmassene videre oppover Surnadalen som små. Etter fullføring av undersøkelsene er grunnvannsbehovet redusert til ca. 15 l/s. Borepunkt 2 indikerer at det ligger et forholdsvis grovt sand- og gruslag ca. 0-7 m under elvenivået i Vindøla. Med det kraftig reduserte vannbehovet vil nærmere undersøkelser kunne fastslå om det er muligheter for uttak av tilstrekkelige mengder grunnvann ved Røv.</p> <p>Hvis grunnvannsmuligheter lokalisert andre steder i Surnadalen enn i nærheten av Røv og Sande kan være aktuelle, foreslår NGU at området ved Honnstad og ved Skei undersøkes nærmere for om mulig å lokalisere løsmasser med tilstrekkelig kapasitet og kvalitet for permanent grunnvannsuttak til settefiskanlegg.</p>				
Emneord:	Georadar			
Hydrogeologi	Boring		Geofysikk	
Grunnvann	Løsmasse		Fagrapport	

## INNHOILDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING .....	3
2	GEORADARMÅLINGER .....	3
2.1	Metode og utførelse .....	3
2.2	Resultater .....	4
2.2.1	Profilbeskrivelser .....	4
2.2.1.1	Område NØ (P1, P2 og P4 i kartbilag -03) .....	4
2.2.1.2	Område V (P3 og P5-P7 i kartbilag -04) .....	5
2.2.1.3	Område SØ (P9-P11 i kartbilag -05) .....	6
2.2.2	Sammenfatning og tolkning .....	7
3	GRUNNVANNSBORINGER VED RØV .....	8
4	FORSLAG TIL VIDERE OPPFØLGING .....	9
5	KONKLUSJON .....	10
6	REFERANSER .....	11

### BILAG

Tekstbilag 1	Generell beskrivelse av georadarmålinger og teoretiske prinsipper
Databilag 1	CMP-opptak for hastighetsanalyse

### VEDLEGG

Vedlegg 1	Profil fra borepunkt 1
Vedlegg 2	Profil fra borepunkt 2
Vedlegg 3	Profil fra borepunkt 3
Vedlegg 4	Profil fra borepunkt 4

### KART OG GEORADARPROFIL

93.077-01	Oversikt over utførte georadarmålinger ved Røv i Surnadal kommune
93.077-02	Anbefalte områder for oppfølgende undersøkelser med utførte sonderboringer
93.077-03	Georadarprofil 1,2 og 4
93.077-04	Georadarprofil 3, 5, 6 og 7
93.077-05	Georadarprofil 9, 10 og 11

## **1 INNLEDNING**

På bakgrunn av henvendelse fra Statkraft har Norges geologiske undersøkelse (NGU) utført georadarmålinger og undersøkelsesboringer ved Røv i Surnadal kommune for å lokalisere sand- og grusavsetninger som kan være egnet for grunnvannsuttak til et planlagt settefiskanlegg. Undersøkelsene ble gjort med utgangspunkt i et kontinuerlig vannbehov på 80-100 l/s (anslått behov i møte 11.01.93). Etter fullføring av undersøkelsene er grunnvannsbehovet redusert til ca. 15 l/s.

## **2 GEORADARMÅLINGER**

### **2.1 Metode og utførelse**

En generell beskrivelse av georadarmålinger og teoretiske prinsipper er vedlagt (tekstbilag 1). Det ble målt langs elleve profiler med en samlet lengde på ca. 3,0 km samt utført to CMP-opptak for hastighetsanalyse. Plassering av alle målingene er vist i kartbilag -01. Målingene ble utført i perioden 26.-28. april 1993.

Georadaren som ble benyttet, var av typen pulse EKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada) med 400 V sender og 50 MHz antenner. Opptakstiden varierte fra 800 til 1200 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0.8 ns. Målingene ble utført med 32 registreringer ("stacks") ved hvert målepunkt. Antenneavstand og flyttavstand var 1 m ved profil-målingene. Profillengdene er vist i tabell 1. Profillengden angir antall målepunkter multiplisert med flyttavstand. Dersom en ved måling har vært unøyaktig med antenneplasseringen, stemmer nødvendigvis ikke de angitte profillengder med de virkelige. I slike tilfeller kan informasjon om kryssende profiler, veier, grenser og terrengdetaljer benyttes for mer eksakt plassering av profilene.

Råopptak og prosesserte data for to CMP hastighetsanalyser er vist i databilag 1. Begge analysene indikerer at EM-bølgehastigheten i løsmassene ligger rundt 0.08 m/ns. Begge målepunktene er plassert forholdsvis høyt over elvenivå (13-16 m). Den relativt lave hastigheten indikerer at materialet over elvenivå også må ha et ganske høyt vanninnhold.

Hastigheten på 0.08 m/ns ble benyttet for beregning av høydeskala (m.o.h.) ved utplottingen av georadarprofilene vist i kartbilag -03, -04 og -05. Avstanden mellom horisontale tidslinjer langs profilene utgjør 100 ns i toveis gangtid, eller 4 m vertikalt dyp med den anvendte høydeskala. Langs profilene er målingene justert for variasjon i terrengoverflaten. Terrengoverflaten er dels bestemt ut fra kartgrunnlaget og dels fra



opplysninger om terrengdetaljer observert under profileringen. Det anslås at usikkerheten i terrenghøyde stort sett er mindre enn  $\pm 2$  m.

**Tabell 1. Oversikt over utførte georadarmålinger ved Røv i Surnadal kommune**

Profil	Lengde (m)	Kartbilag	Profil	Lengde (m)	Kartbilag
1	401	-03	7	80	-04
2	304	-03	8	48	-
3	403	-04	9	225	-05
4	412	-03	10	207	-05
5	416	-04	11	267	-05
6	206	-04			

## 2.2 Resultater

For vurdering av grunnvannsmuligheter ut fra georadarmålinger, vil penetrasjonsdyp under elvenivå være den viktigste positive indikator, men strukturer i løsmasser kan i tillegg gi en del informasjon om avsetningstype og løsmassesammensetning.

### 2.2.1 Profilbeskrivelser

#### 2.2.1.1 Område NØ (P1, P2 og P4 i kartbilag -03)

P1 indikerer størst penetrasjon de sørligste ca. 100 m (18-26 m) med refleksjoner ned til et nivå ca. 10 m.o.h. Videre mot nord er penetrasjonen stort sett redusert til ca. 15 m.o.h., men når ned til 13 m.o.h. mellom pos. 250 og 300. Grunnvannsnivå antydes ca. 20 m.o.h. sentralt i profilet (pos. 60-230), avtagende til 17-18 m.o.h. nordover mot enden av profilet. I området 0-140 vises lagstrukturer med fall mot sør. Videre nordover er strukturene noe varierende, men domineres av nær horisontale reflektorer. Mellom pos. 250 og 300 danner en relativt kraftig reflektor en slags skålform som når ned til 13-14 m.o.h. og hvor det over ser ut til å ligge noe skråsjiktet materiale.

P2, som fortsetter mot sør fra P1, viser de nordligste ca. 100 m relativt kraftig reflektivitet de øvre 10 m og derfra opptrer svakere reflektorer ned til et penetrasjonsnivå på 14-15 m.o.h. Penetrasjonsdyp avtar mot sør og når ikke lavere enn 20 m.o.h. mellom pos. 170 og 230. Fra pos. 250 og ut profilet når penetrasjonen ned til rundt 10 m.o.h. Grunnvannsnivå er ikke identifisert. I nordlige halvdel er det i øvre del av avsetningen skrålagning med slakt fall mot sør, mens det under er nær horisontale reflektorer. I sørligste del av profilet gjenspeiler reflektorene mer kompliserte avsetningsforhold, men i hvert fall i øvre del vises skrålagning med fall mot nord.

P4 er målt bare 1-3 m over elvenivå fra nordenden og fram til pos. 300, men stiger derfra opp til riksveien og følger denne mot vest fram til enden av P2. De nordligste 50-60 m fås refleksjoner ned til rundt 12 m.o.h. Penetrasjonen avtar noe mot sør og varierer mellom 15 og 20 m.o.h. mellom pos. 90 og 250. Videre fram til pos. 360 sees refleksjoner ned til mellom 12 og 15 m.o.h. Lengst sørvest langs riksveien indikeres refleksjoner ned mot 5-10 m.o.h. I den nordligste delen (pos. 0-60) er det horisontale reflektorer. Det ser ut som det stikker opp en struktur med topp-punkt ved pos. 250-260. På nordsiden i strukturen observeres enkelte reflektorer med fall mot nord, mens reflektorene på sørsiden har fall mot sør. I den sørligste delen av profilet synes det å være tilnærmet horisontale reflektorer over 20 m.o.h. Langs riksveien mot enden av profilet kan det i materialet under antydes skrålagning med fall mot øst.

#### 2.2.1.2 Område V (P3 og P5-P7 i kartbilag -04)

P3 har penetrasjonsdyp stort sett i området 15-18 m, avtagende til ca. 8 m lengst vest. Det vil si at det sees refleksjoner ned til et nivå fra 12 til 15 m.o.h. Grunnvannsnivå er ikke identifisert. Profilet er dominert av nær horisontale reflektorer, men langs de østligste ca. 100 m har reflektorene et tydelig fall mot vest.

P5 har stort sett tilsvarende penetrasjon som P3, dvs. ned til rundt 15 m.o.h. Østligste del er dominert av en nær horisontal reflektor 26-28 m.o.h. med svak reflektivitet under. Fra pos. 100 til 240 er det skrånende reflektorer med slakt fall mot vest. Langs resten av profilet ser det ut til å være nær horisontal lagdeling. I dette området er det en ujevn kraftig reflektor fra 0 til 5 m under overflaten. Den regnes å representere bunnen av myr. Bølgehastigheten i myrmaterialet antas å være en god del lavere enn i løsmassene for øvrig, og i profilutskriften vil endring i myrtykkelsen også påvirke forløpet av underliggende reflektorer.

P6 viser en penetrasjon på rundt 15 m de nordlige ca. 120 m økende til 25-30 m mot sørenden, dvs. ned til 15-16 m.o.h. i nordlige del og ned til 5-10 m.o.h. mot sørenden.

I den nordlige delen er det tilnærmet horisontal lagdeling, men ujevn reflektor fra bunn av myr påvirker også forløpet av underliggende reflektorer noe. Fra pos. 120 og sørover får lagene en slak helning med fall mot nord. I sørligste del av profilet ser det ut til at det under kommer inn materiale med steilere skrålagning. Materialet når opp til 30 m.o.h. ved sørenden og skråner ned mot 16-17 m.o.h. etter ca. 50 m mot nord.

P7 er målt på høyereliggende terrasse sør for P6 og er plassert langs toppen av grustak noen få meter innenfor brattkant. Profilet viser markert skrålagning med ganske steilt fall mot nord og nordøst. Reflektor i nivå ca. 39 m.o.h. kan representere grunnvannsnivå. Pga. relativt tørre masser i avsetningene i grustaket antas det at den anvendte hastighet på 0.08 m/ns er en del for lav. Det er derfor sannsynlig at antydte grunnvannsnivå i virkeligheten kan ligge ned mot 30 m.o.h.

P8 er ikke vist. P8 dekker området mellom pos. 80 og 35 i P7 og er målt med lengre opptakstid, men gir ikke informasjon utover det som sees i P7.

#### 2.2.1.3 Område SØ (P9-P11 i kartbilag -05)

P10 er målt oppe på tilsvarende avsetningsterrasse som P7, mens P9 og P11 er plassert i betydelig lavere nivå henholdsvis langs vest- og østsiden av Vindøla.

P10 indikerer en penetrasjon på 15-20 m de første 100 m, men den er redusert til 12-15 m mellom pos. 50 og 75. I den nordlige halvdel er penetrasjonen i området 25-30 m. Dette vil si at målingene når ned til ca. 35 m.o.h. i sørlige del og ned til 20-25 m.o.h. i nordlige del. Profilet domineres av skrålagning med varierende fall mot nord. Grunnvannsnivå er usikkert, men kan muligens antydes fra 36-37 m.o.h. ved nordenden stigende til 42-43 m.o.h. mot sør midtveis i profilet og videre mot sør. Det kan også her være anvendt for lav hastighet i løsmassene og grunnvannsnivå kan derfor ligge 5-7 m lavere enn antydte.

P9 er målt bare 1-4 m over elvenivå. Penetrasjonen er 10-12 m i nordlige del (pos. 0-140), men er begrenset til 4-5 m i sørlige del. De nordlige 80-100 m ser det ut til å være noe skrålagning med fall mot sør. I området mellom pos. 75 og 140 er det en markert reflektor med dypeste parti i nivå ca. 13 m.o.h. ved pos. 85. Den stiger slakt til 17 m.o.h. ved pos. 140. I sørlige del av profilet er det ubetydelig med strukturer under elvenivå. Det er fjell i dagen ved sørenden av profilet.

P11 har de nordligste 100 m en penetrasjon på 10-15 m, mens den lenger sør stort sett er mindre enn 5 m, dvs. at målingene i nordlige del når ned til mellom 16 og 20 m.o.h.,

mens de i sørlige del ikke når ned under 20-22 m.o.h. I nordligste del er det noen reflektorer med fall mot nord. Det er fjell i dagen noen meter sør for profilet ved pos. 60-65. Det er lite strukturer langs sørlige del av profilet og fjell kommer i dagen ved sørenden.

## 2.2.2 Sammenfatning og tolkning

Georadarmålingene nord for riksveien (P1-6) gir penetrasjon ned til et dyp som varierer mellom 10 og 20 m over havnivå. Under dette nivå regnes det stort sett å være fin-kornige avsetninger (silt/leire) uegnet for grunnvannsformål. Med et elvenivå i Surna og Vindøla i området 17-22 m.o.h. vil georadarpenetrasjonen under elvenivå utgjøre en relativ tynn sone fra noen få og opptil 10-12 m. Sør for Vindølbrua er det bare i et område langs vestsiden av elva det er georadarpenetrasjon under elvenivå.

Dominerende trekk for avsetningene nord for riksveien er dels slak skrålagning med fall mot vest og dels nær horisontale reflektorer. Disse løsmassene regnes å være avsatt som elve/delta-avsetninger der Surna munnet ut i fjorden i en periode under landhevningen etter siste istid. Mest markert skrålagning i deltaavsetningene er observert i første del av P1, P2 og P3, likeså langs deler av P5. Berghaugen regnes å være en erosjonsrest fra dette deltaet, og opprinnelig deltaoverflate må derfor ha ligget en god del høyere enn nåværende overflate på begge sider av haugen. I en slik deltaavsetning må det generelt forventes økende innslag av finere materiale mot dypet.

Vestligst i det undersøkte området er det observert tydelig skrålagning med ganske steilt fall mot NNØ i breelv-viften ut fra Vindøldalen (P7), og skrålagningen fortsetter ned under de yngre elve/deltasedimentene i hoveddalføret (sørlige del av P6).

Langs Vindøla under P4 er det indikert en slak oppstikkende struktur med interne skråreflektorer. I nordlige del er det observert enkelte svake reflektorer med fall mot nord, mens reflektorene sørover i dette området har fall mot sør. Avsetningsforholdene for denne strukturen er usikker, men den kan tenkes å bestå av breelvdominert materiale fra en fase i utbyggingen av breelv-viften fra Vindøldalen. P10 oppe på breelv-viften viser generelt skrånende lag med fall mot nord, men varierende helning og penetrasjon indikerer at utbyggingen av breelv-viften i fjorden har foregått i flere faser.

Georadarundersøkelsene peker dermed ut to-tre lokaliteter som kan være aktuelle for nærmere vurdering av løsmassesammensetning og grunnvannskapasitet. Plassering av lokalitetene er vist i kartbilag -02. For hver lokalitet er det lagt vekt på følgende forhold angitt i prioritert rekkefølge:

- a) Penetrasjonsdyp under elvenivå
- b) Avsetningstype (breelvmateriale foretrukket framfor elve/delta-sedimenter)
- c) Mulighet for kommunikasjon mellom grunnvann og elvevann
- d) Avsetningsstrukturer

Georadarmålingene tyder på at det under elvenivå ved lokalitet A og C kan være breelvmateriale, mens det ved lokalitet B er elve-/deltasedimenter. Målingene indikerer at lokalitet B kan være det best egnede området på elvedeltaet med størst georadarpenetrasjon, markert skrålagning og samtidig nærhet til elva. Lokalitet C antas å ha bedre materialtype enn lokalitet B, men på grunn av stor avstand fra elva og dermed liten mulighet for hydraulisk kommunikasjon med Vindøla, er dette området ikke prioritert. Det er imidlertid sannsynlig at det finnes breelvmateriale under elvenivå også i området mellom lokalitet A og C.

### 3 GRUNNVANNSBORINGER VED RØV

På grunnlag av georadarmålingene ble det valgt ut fire punkter for prøveboring langs Vindøla for å avklare mektighet og sammensetning av evt. vannførende sand- og grusavsetninger, se kartbilag -02. Det skulle også drives ned prøvebrønner for enkle kapasitetstester samt uttak av vannprøver.

I perioden 5-6.05.93 ble de fire punktene sonderboret. Boreprofilene er vist i vedlegg 1-4. Alle sonderboringene viser at det under elvenivået ligger finstoffrike masser som går over til leire mot dypet. Massene som ble gjennomboret var så finstoffholdige at det ikke ble foretatt kapasitetstesting og uttak av vannprøver i de fire borepunktene. Georadarmålingene kombinert med sonderboringene indikerer at det er lite trolig at det innen området finnes tilstrekkelige mektigheter av vannmettede sand- og grusavsetninger som er egnet til uttak av de grunnvannsmengder som først ble oppgitt (80-100 l/s). De resultater som er fremkommet ved undersøkelsen av grunnvannsmulighetene ved Vindølas utløp ved Røv kombinert med de erfaringer NGU har gjort i Rindal kommune, gjør at NGU vurderer mulighetene for uttak av så store mengder grunnvann i løsmassene videre oppover Surnadalen som små.

Etter fullføring av undersøkelsene er grunnvannsbehovet redusert til ca. 15 l/s. Borepunkt 2 indikerer at det ligger et forholdsvis grovt sand- og gruslag ca. 0-7 m under elvenivået i Vindøla. Med det kraftig reduserte vannbehovet vil nærmere undersøkelser kunne fastslå om det er muligheter for uttak av tilstrekkelige mengder grunnvann ved Røv.

#### 4 FORSLAG TIL VIDERE OPPFØLGING

Hvis grunnvannsmuligheter lokalisert andre steder i Surnadalen enn i nærheten av Røv og Sande kan være aktuelle, foreslår NGU at området ved Honnstad og ved Skei undersøkes nærmere.

Ved Honnstad utførte NGU i forbindelse med GiN-prosjektet (Grunnvann i Norge) i 1990 seismiske undersøkelser (Haugen og Hillestad 1990). Det ble målt to kryssende profiler der det ikke ble registrert refrakterte signaler fra fjell. Det betyr at de gjennomsnittlige dyp til fjell trolig er større enn 120 m. Det ble detektert to lag, et tynt, tørt gruslag på toppen med en hastighet på ca. 450 m/s og et underliggende lag med en hastighet på mellom 1400-1600 m/s. Hastigheten i det underliggende laget indikerer at det kan være muligheter for å hente ut grunnvann fra løsmassene. En lavere hastighet ville tydet på silt og leire, mens en hastighet høyere enn 1800 m/s kunne indikert tett bunnmorene.

Ved Skei utførte Kummeneje i 1985 to borerer etter grunnvann, en ved Syltbakkan og en ved Røtet (Berger 1985). Boringen ved Syltbakkan tydet på minst 10 m sand under grunnvannspeilet, mens boringen ved Røtet tydet på ca. 6 m grusig sand under grunnvannspeilet. De vannprøver som ble tatt i forbindelse med boringen tyder på at grunnvannet ved Syltbakkan er til tildels svært jernholdig og har lav pH, mens grunnvannet ved Røtet hadde saltsmak og luktet H<sub>2</sub>S under 7 m dybde. Undersøkelser Kummeneje tidligere har utført har påvist vesentlig større mektigheter av sand lenger nord og vest i forhold til borepunktet på Røtet.

De grunnvannsundersøkelser NGU har utført i Sunndal kommune har vist at det kan være mulig å finne områder av både horisontal og vertikal utstrekning der grunnvannet kan ha et akseptabelt jerninnhold. Disse områdene er trolig lokalisert i nærheten av Surna. NGU vil derfor foreslå at området på nordvestsiden av Øye bru (E 65) blir undersøkt med to prøveboringer. Hvis settefiskanlegget kan tåle et visst innslag av brakkvann, kan det også være aktuelt å undersøke områder lengre ut på Surnas delta.

## 5 KONKLUSJON

Profil fra georadarmålinger og undersøkelsesboringer har konkludert med at mulighetene for tilfredsstillende grunnvannsuttak i størrelsesorden 100 l/s ikke anses å være tilstede ved utløpet av Vindøla. De resultater som er fremkommet, kombinert med de erfaringer NGU har gjort i Rindal kommune, gjør at NGU vurderer mulighetene for uttak av tilstrekkelige mengder grunnvann i løsmassene videre oppover Surnadalen som små. Ved en reduksjon i grunnvannsbehovet til ca. 15 l/s kan det imidlertid være muligheter for å dekke dette behovet med grunnvann ved Røv.

Hvis grunnvannsmuligheter lokalisert andre steder i Surnadalen enn i nærheten av Røv og Sande kan være aktuelle, foreslår NGU at området ved Honnstad og ved Skei undersøkes nærmere for om mulig å lokalisere løsmasser med tilstrekkelig kapasitet og kvalitet for permanent grunnvannsuttak til settefiskanlegg.

## 6 REFERANSER

- Berger, B., 1985: Grunnvannsundersøkelser på Syltbakken og Røtet. Oppdrag nr. 0.3911-2. *Kummeneje, Trondheim.*
- Follestad, B.A., 1984: Stangvik. Kvartærgeologisk kart 1420 IV, M = 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Follestad, B.A. og Hamborg, M., 1982: Skei. Kvartærgeologisk kart BQR 115116-20, M = 1:20.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Haugen, M. og Hillestad, G., 1990: Grunnvannsundersøkelser 1990. Surnadal kommune, Møre og Romsdal. *NGU Rapport 90.139.*
- Krill, A.G., 1987: Stangvik. Foreløpig berggrunnsgeologisk kart 1420 IV, M = 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Norges geologiske undersøkelse, 1987: Halså. Upublisert kvartærgeologisk tolkningskart 1421 III, M = 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Tønnesen, J.F., 1985: Refraksjonsseismiske målinger på Surnas delta i Surnadalsfjorden, Møre og Romsdal. *NGU Rapport 85.117.*



## 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;

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

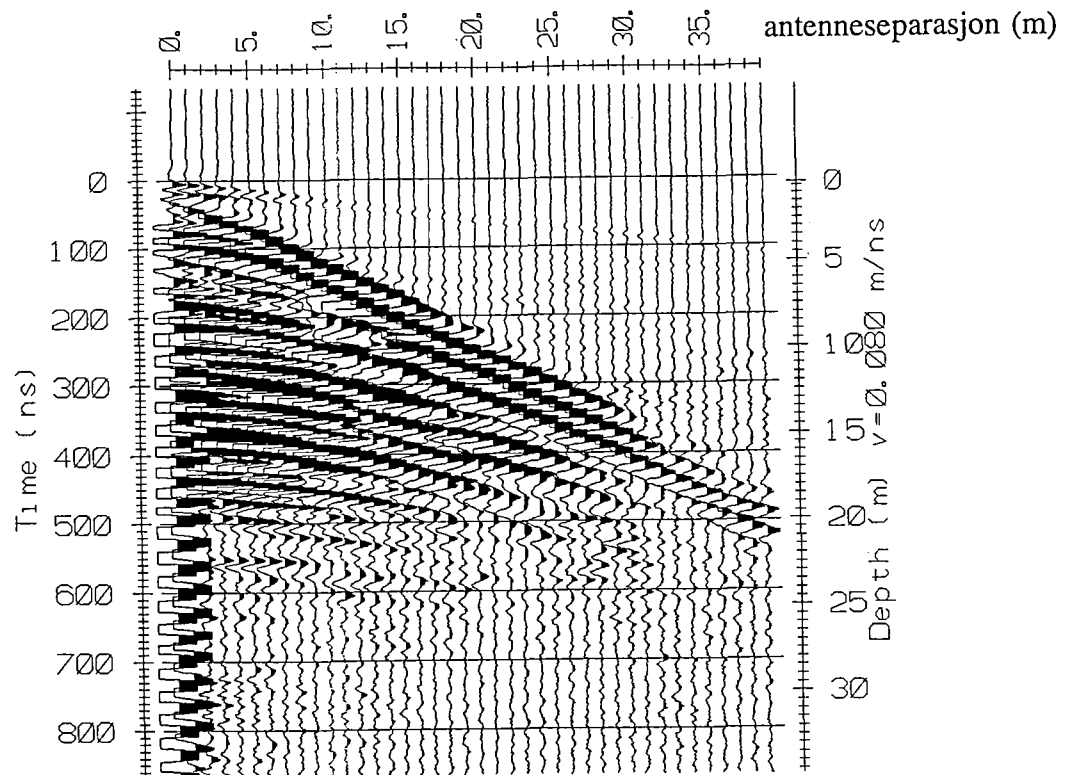
hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetsstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser 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.

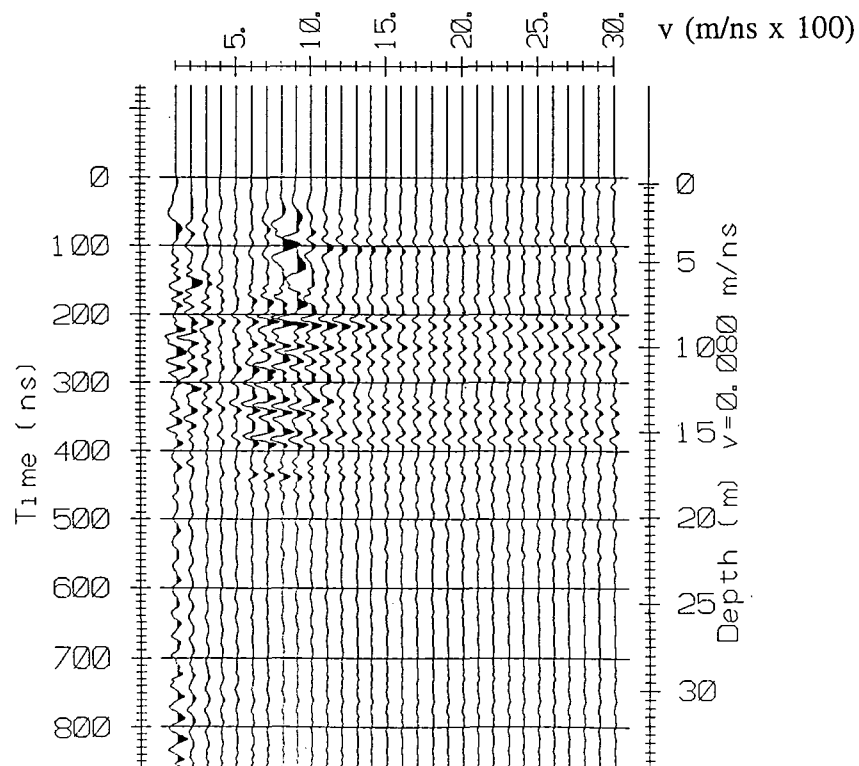
<u>Medium</u>	<u><math>\epsilon_r</math></u>	<u><math>v</math> (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
Luft	1	0.3	0
Ferskvann	81	0.033	0.1
Sjøvann	81	0.033	1000
Leire	5-40	0.05-0.13	1-300
Tørr sand	5-10	0.09-0.14	0.01
Vannmettet sand	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
Silt	5-30	0.05-0.13	1-100
Fjell	5-8	0.10-0.13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

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

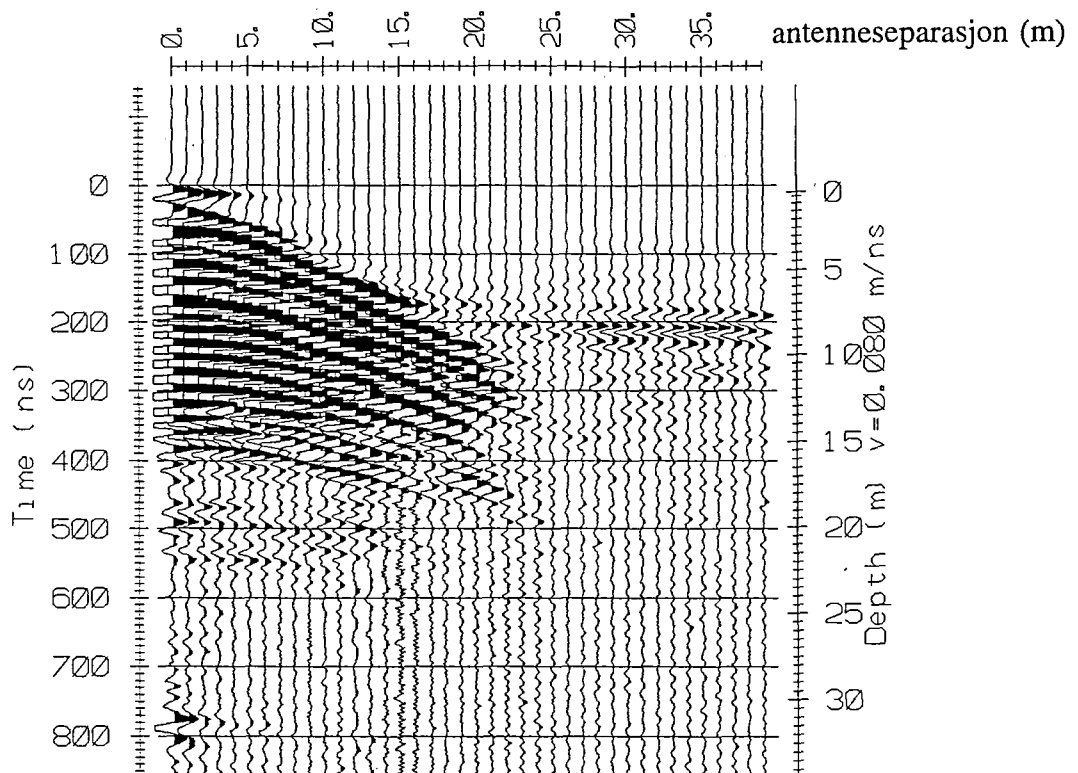
## CMP-opptak CMP1



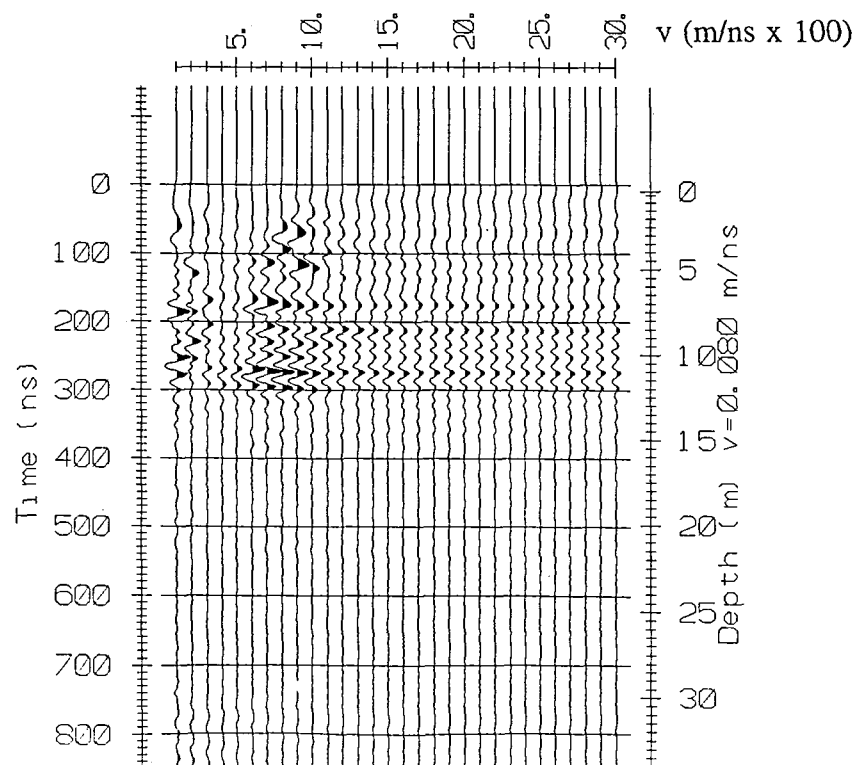
## Hastighetsanalyse



## CMP-opptak CMP2



## Hastighetsanalyse



**SONDERBORING, UNDERSØKELSESTRØNN I LØSMASSER**

VEDLEGG 1

**STED:** Røv i Surnadal kommune

**DATO:** 05.05.93

**BOREPUNKT NR:** 1

**BOREUTSTYR:** Borro borelegg

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):**      **SONE:**      **Ø-V:**      **N-S:**

**NGO-KOORDINATER:**

**KARTBLAD:**      **AKSE:**      **Y(Ø-V):**      **X(N-S):**

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BOREPUNKTET:** Ca. 25 m.o.h.

**BRØNN-/FILTERTYPE:** Sonderboring

**MERKNAD:** Borepunktet ligger ca. 3 m over Vindøla

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Grus, sand, stein		S	0	B					
2.5	Sand	0:35		1	G					
3.5	Sand, finsand	0:37		1	"					
4.5	Finsand	0:36		2	"					
5.5	-----	0:38		2	"					
6.5	Siltig finsand	0:30		2	"					
7.5	-----	0:26		3	"					
8.5	-----	0:20		4	"					
9.5	-----	0:20		4	"					
10.5	Leir	0:20		4	"					Går ned uten rotasjon
11.5	--"---	0:20		4	"					-----
12.5	--"---	0:10		8	"					-----
13.5	--"---	0:10		8	"					-----
14.5	--"---	0:10		8	"					-----
15.5	--"---	0:10		8	"					-----
16.5	--"---	0:10		8	"					-----
17.5	--"---	0:10		8	"					-----

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESTRØNN I LØSMASSER**

VEDLEGG 2

**STED:** Røv i Surnadal kommune

**DATO:** 05.05.93

**BOREPUNKT NR:** 2

**BOREUTSTYR:** Borro borerigg

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):**      **SONE:**      **Ø-V:**      **N-S:**

**NGO-KOORDINATER:**

**KARTBLAD:**      **AKSE:**      **Y(Ø-V):**      **X(N-S):**

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BOREPUNKTET:** Ca. 37 m.o.h.

**BRØNN-/FILTERTYPE:** Sonderboring

**MERKNAD:** Borepunktet ligger ca. 15 m over Vindøla

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Sand m/grus									
2.5	-----	0:15		1	B/G					
3.5	Sand m/gruslag	0:30		"	G					
4.5	Sand/finsand	0:25		2	"					
5.5	-----	0:20		"	"					
6.5	Finsand/silt	0:20		5	"					
7.5	-----	0:15		5-6	"					
8.5	-----	0:20		"	"					
9.5	-----	0:20		"	"					
10.5	-----	0:20		6	"					
11.5	-----	0:25		"	"					
12.5	Tettere, siltig	0:45	DS	"	"					
13.5	-----	0:40	"	"	"					
14.5	-----	0:45	"	5-6	"					
15.5	Siltig, grus	1:10	S	3-6	"					Grus fra 15,0 m
16.5	Grusig	1:05	"	2						Boreslam borte
17.5	Grusig, grovt	1:30	"	1-2						
18.5	-----	1:40	"							
19.5	-----	2:10	"							Blokk ?
20.5	Grovt, hardt	3:45	"							
21.5	Tettere masser	1:15	"	2						
22.5	Sand/finsand	1:10	DS	5						Fra 22,0 m
23.5	-----	0:55		6-8						
24.5	Siltig finsand	0:30		8-10						
25.5	-----	0:25		"						
26.5	-----	0:45		5-8						
27.5	-----	0:45		"						Lagdelt
28.5	-----	0:35		"						-----
29.5	-----	0:40		"						-----
30.5	-----	0:45	DS	"						-----
31.5	-----	0:25		10-12						-----
32.5	-----	0:25		"						-----
33.5	-----	0:30		"						-----

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSESTRØNN I LØSMASSER**

VEDLEGG 3

**STED:** Røv i Surnadal kommune

**DATO:** 06.05.93

**BOREPUNKT NR:** 3

**BOREUTSTYR:** Borro borerigg

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):**      **SONE:**      **Ø-V:**      **N-S:**

**NGO-KOORDINATER:**

**KARTBLAD:**      **AKSE:**      **Y(Ø-V):**      **X(N-S):**

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BOREPUNKTET:** Ca. 32 m.o.h.

**BRØNN-/FILTERTYPE:** Sonderboring

**MERKNAD:** Borepunktet ligger ca. 10 m over Vindøla

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpetid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Finsand		DS	1	G					Grus i toppen
2.5	-----	0:40		2	"					
3.5	Sand m/grove korn	1:10		"	"					
4.5	Finsand	0:35		"	"					
5.5	-----	0:35		"	"					
6.5	-----	0:40		3	"					
7.5	-----	0:45		"	"					
8.5	Siltig	0:55		"	"					
9.5	-----	0:47		"	"					
10.5	-----	Borestrengen gikk tett og resten av profilet ble tørrsondert								
11.5	-----									
12.5	-----									
13.5	-----									
14.5	Leir									
15.5	--"--									
16.5	--"--									
17.5	--"--									
18.5	--"--									
19.5	--"--									
20.5	--"--									
21.5	--"--									
22.5	--"--									
23.5	--"--									

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

**SONDERBORING, UNDERSØKELSEBRØNN I LØSMASSER**

VEDLEGG 4

**STED:** Røv i Surnadal kommune

**DATO:** 06.05.93

**BOREPUNKT NR:** 4

**BOREUTSTYR:** Borro borerigg

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):**      **SONE:**      **Ø-V:**      **N-S:**

**NGO-KOORDINATER:**

**KARTBLAD:**      **AKSE:**      **Y(Ø-V):**      **X(N-S):**

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BOREPUNKTET:** Ca. 23 m.o.h.

**BRØNN-/FILTERTYPE:** Sonderboring

**MERKNAD:** Borepunktet ligger ca. 2,5 m over Vindøla

Dyp m	Materialtype	Borsynk min/m	Slag	Vann- trykk kg	Bore- slam	Temp. °C	Pumpe- tid før vann- prøvetaking i minutter	Vann- føring l/s	Prøve- nummer	Merknad
1.5	Sand, grus		S		G					
2.5	Grus	0:50								Boreslam borte
3.5	Sand/finsand	0:15		2						
4.5	-----	0:30		"	G					
5.5	Finsand/silt	0:45		"	"					
6.5	Silt/leir	0:20		"	"					Ned u/rotasjon
7.5	-----	0:23		"	"					
8.5	-----	0:20		3	"					
9.5	-----	0:20		"	"					
10.5	-----	0:15		3-5	"					
11.5	-----	0:17		"	"					
12.5	Leir	0:12		5	"					
13.5	---"	0:11		"	"					
14.5	---"	0:12		5-6	"					
15.5	---"	0:13		"	"					
16.5	---"	0:10		8-10	"					
17.5	---"	0:11		"	"					
18.5	---"	0:11		"	"					
19.5	---"	0:11		"	"					
20.5	---"	0:12		"	"					
21.5	---"	0:13		"	"					
22.5	---"	0:12		"	"					
23.5	Hardt lag (silt?)	1:15		10-12	"					

S: Slag DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

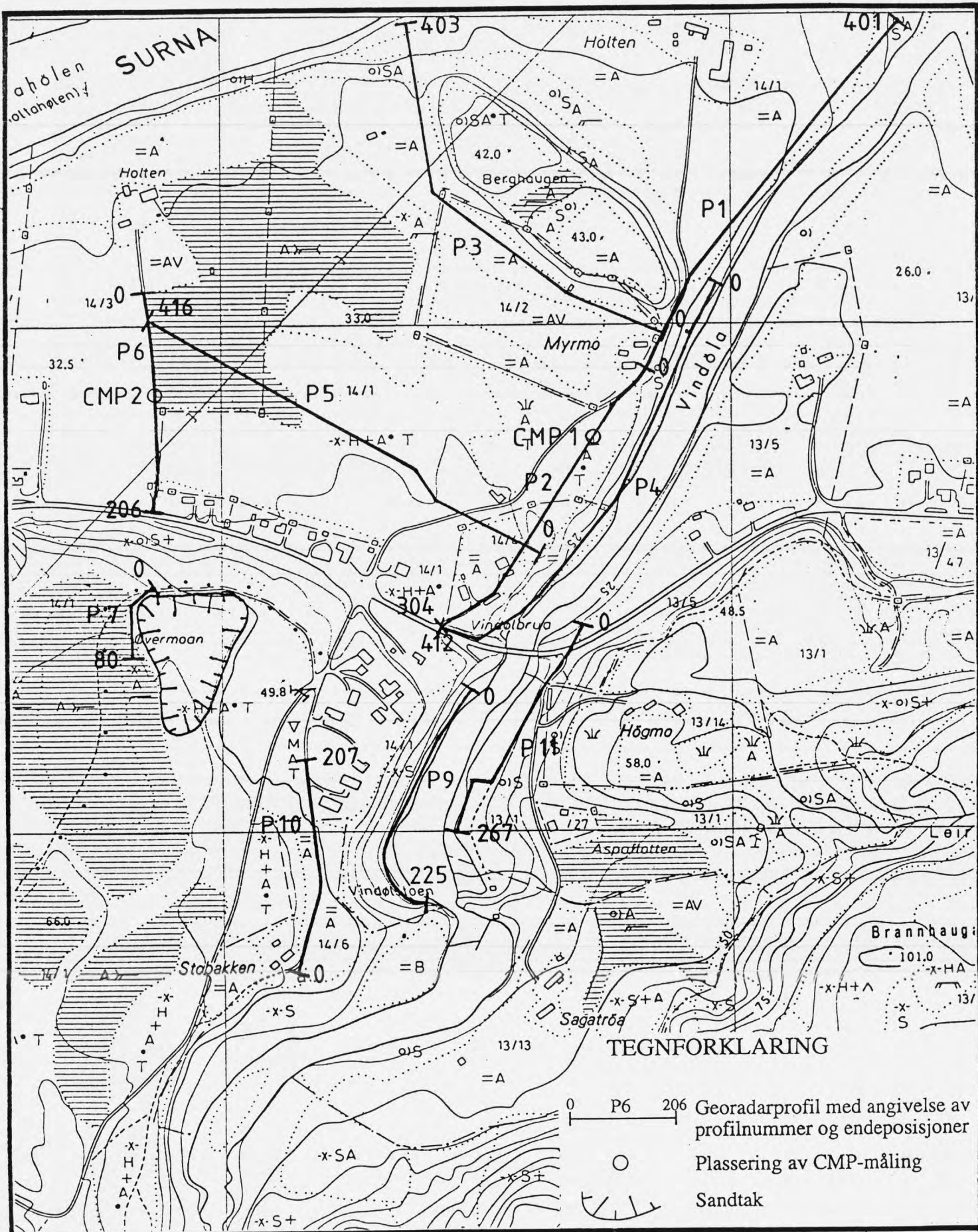
S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve





NGU/STATKRAFT  
 GEORADARMÅLINGER  
 OVERSIKTSKART

RØV

SURNADAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JK/JFT

TEGN JFT

TRAC

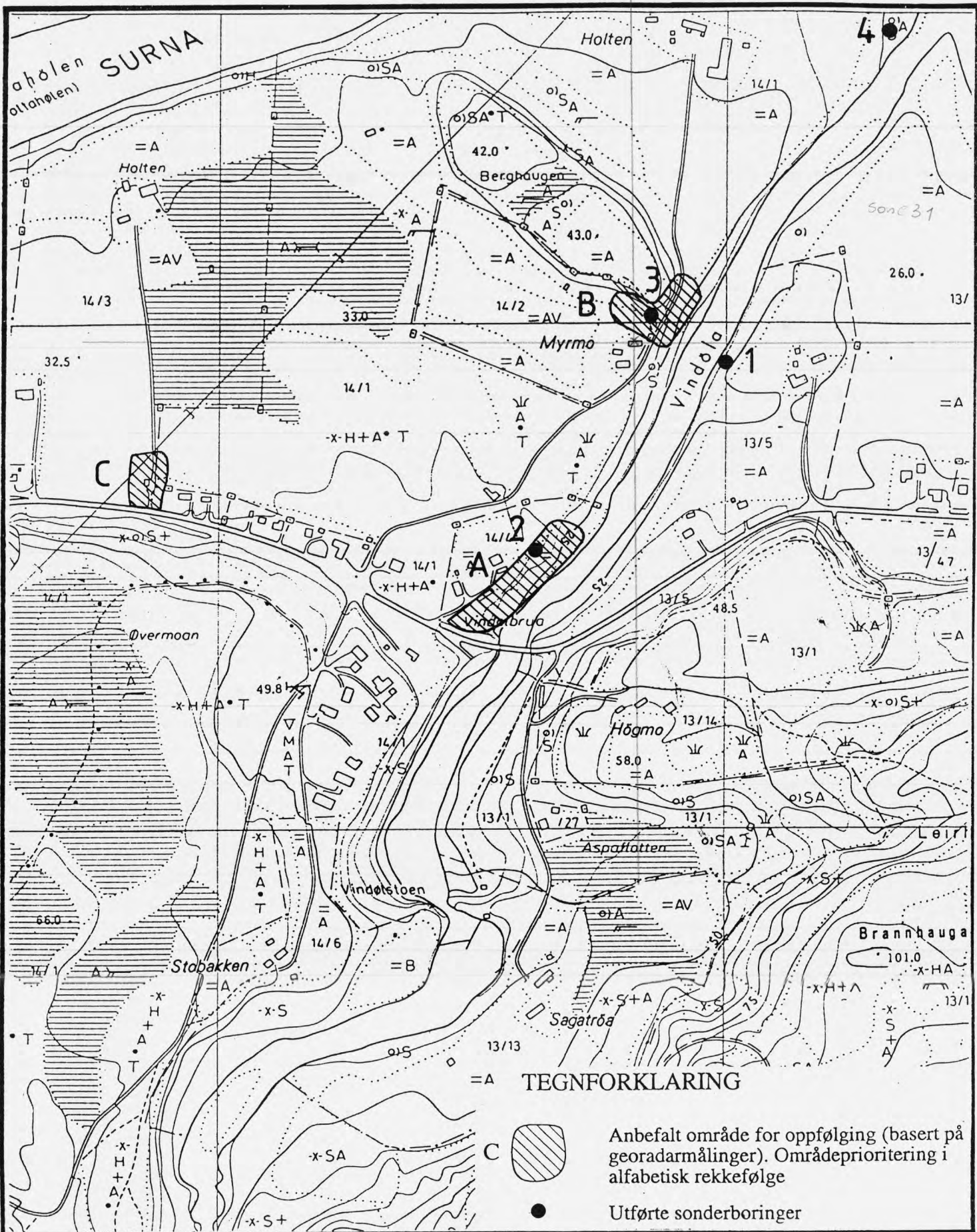
KFR

APR. -93

JUNI -93

TEGNING NR  
 93.077-01

KARTBLAD NR  
 1420 I



NGU/STATKRAFT  
 GRUNNVANNSUNDERSØKELSE  
 ANBEFALTE OMRÅDER OG UTFØRTE BORINGER  
 RØV  
 SURNADAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT

TEGN JFT

TRAC

KFR

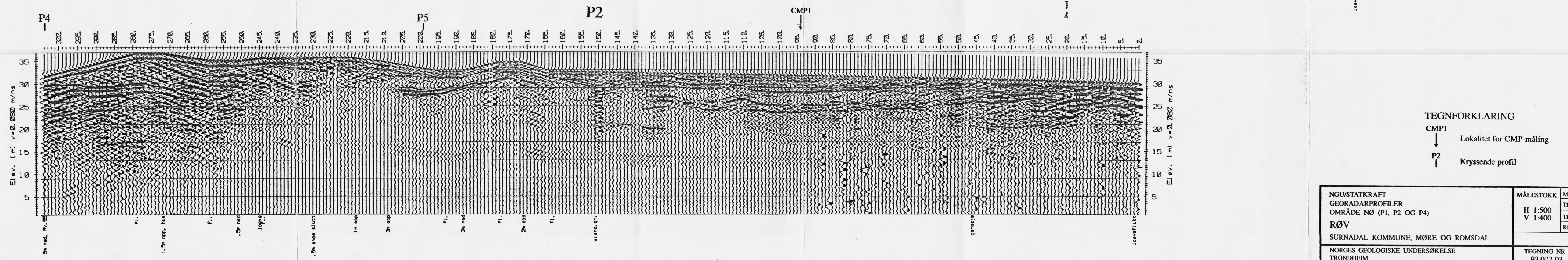
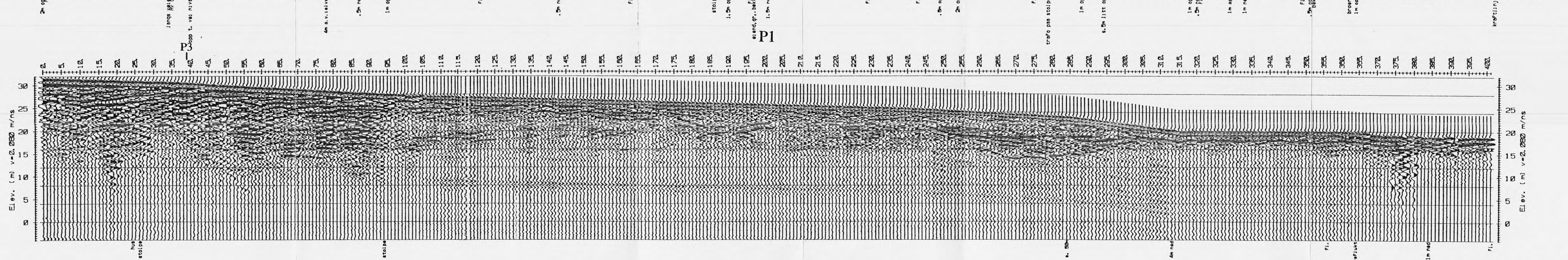
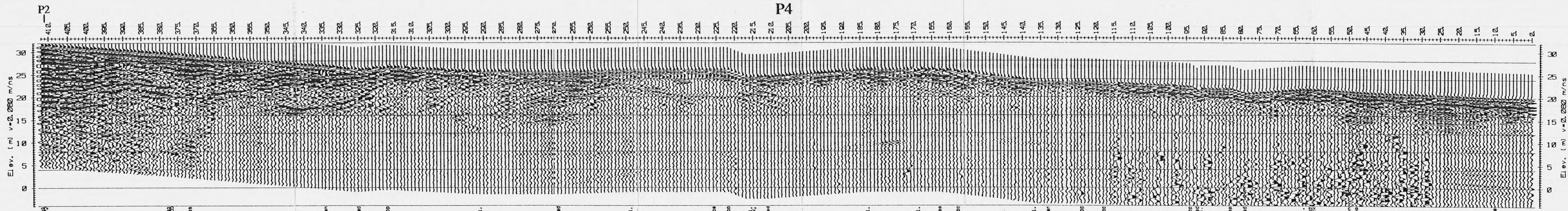
JUNI -93

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR  
 93.077-02

KARTBLAD NR  
 1420 I

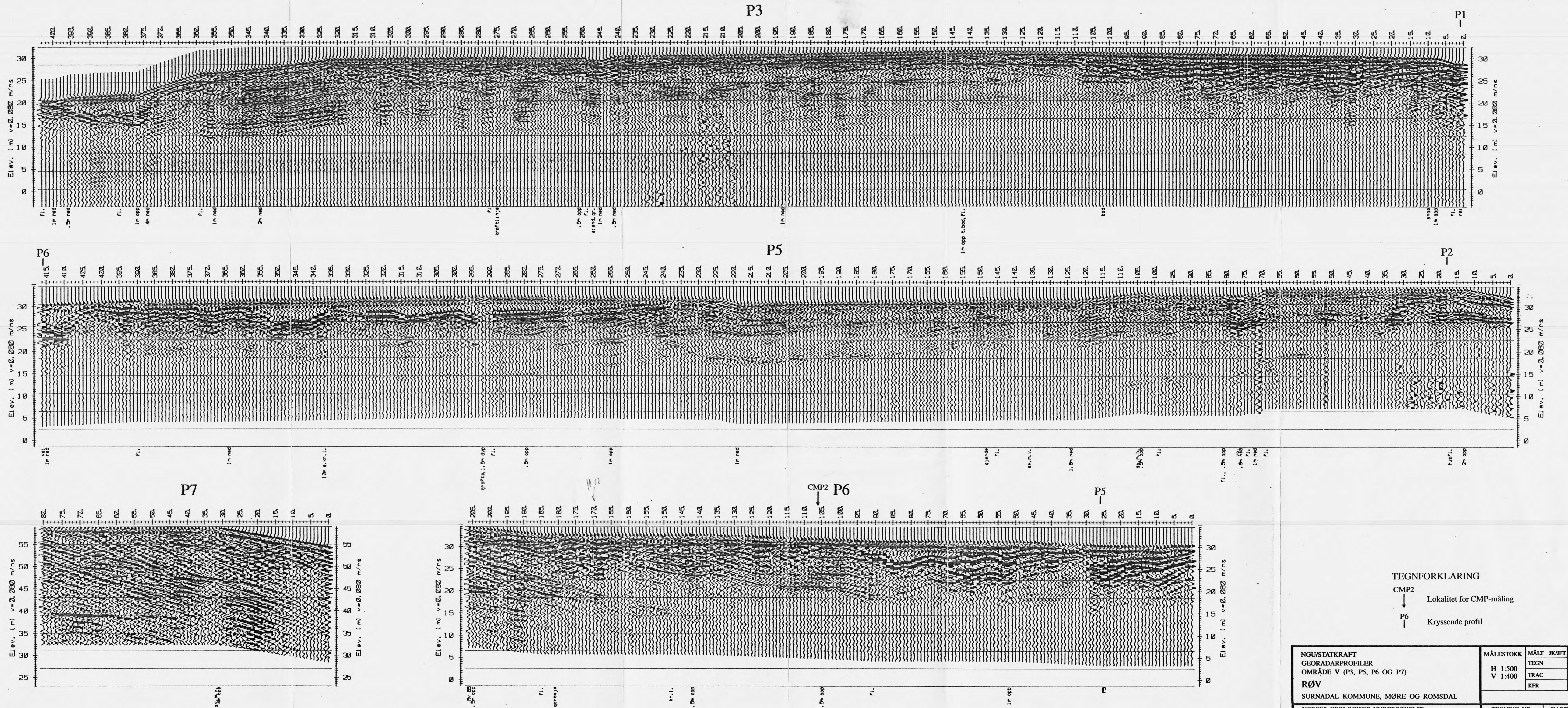




TEGNFORKLARING  
 CMP1 ↓ Lokalitet for CMP-måling  
 P2 ↓ Kryssende profil

NGU/STATKRAFT GEORADARPROFILER OMRÅDE NØ (P1, P2 OG P4) RØV SURNADAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT JK/JFT	APR. -93
	H 1:500 V 1:400	TEGN TRAC KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.077-03	KARTBLAD NR 1420 I	





TEGNFORKLARING  
 CMP2 ↓ Lokalitet for CMP-måling  
 P6 ↑ Kryssende profil

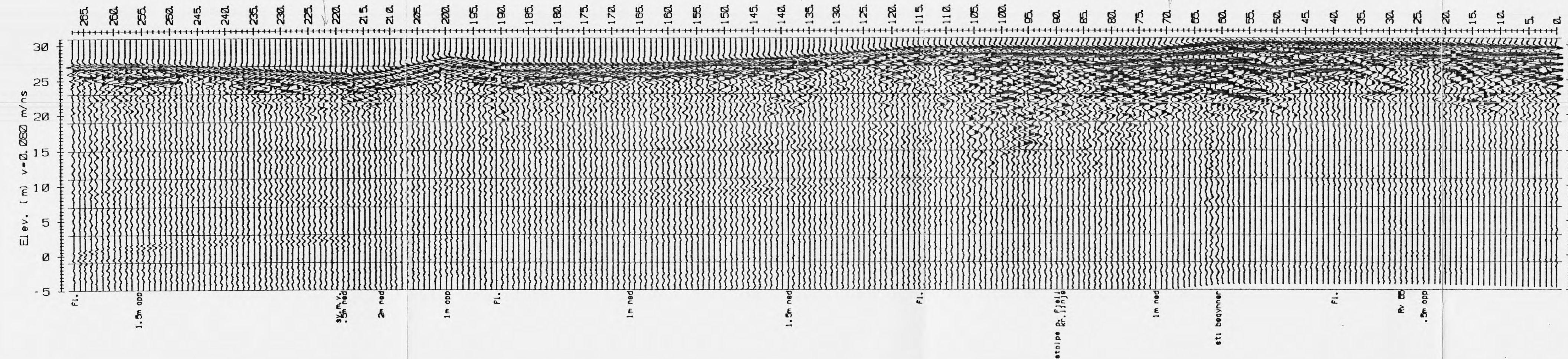
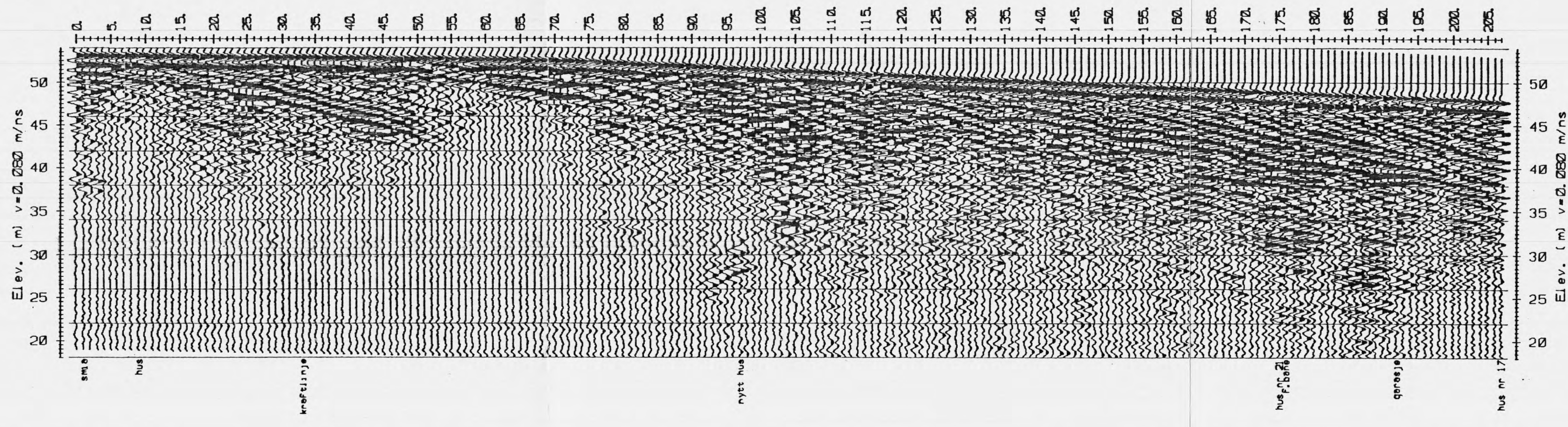
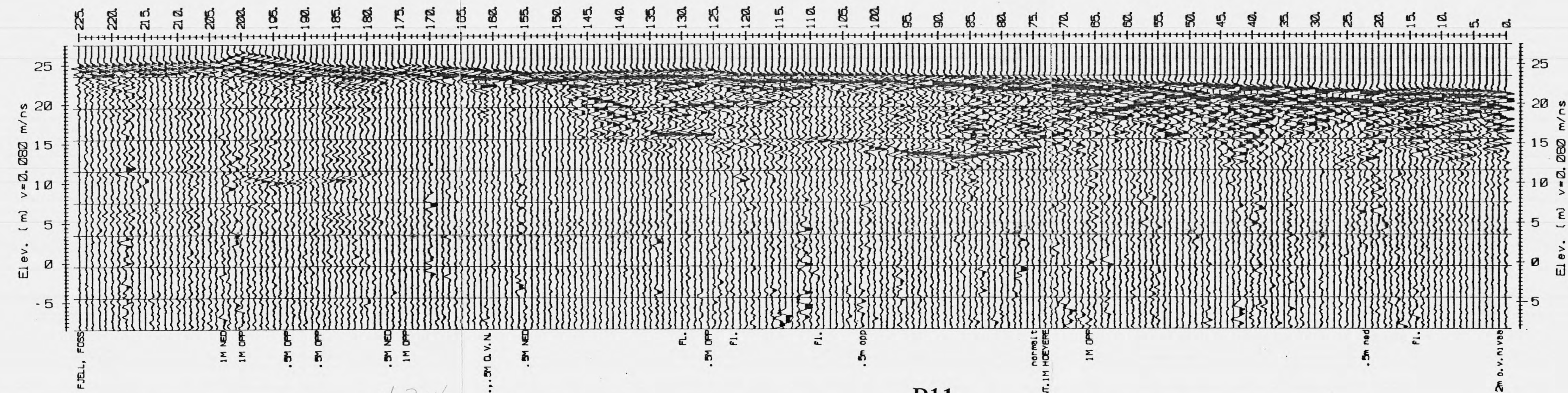
NGU/STATKRAFT GEORADARPROFILER OMRÅDE V (P3, P5, P6 OG P7) <b>RØV</b> SURNADAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT JKJFT	APR. 93
	H 1:500 V 1:400	TEGN TRAC KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.077-04	KARTBLAD NR 1420 I	



P9

P10

P11



NGU/STATKRAFT GEORADARPROFILER OMRÅDE SØ (P9, P10 OG P11) <b>RØV</b> SURNADAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT JK/FT	APR. 93
	H 1:500 V 1:400	TEGN TRAC KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.077-05	KARTBLAD NR 1420 I	