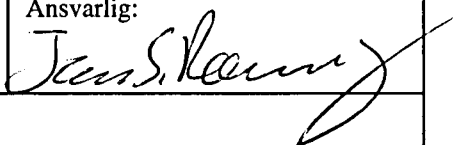


NGU Rapport 94.078  
Georadarmålinger ved  
Skjeggemoen, Vega kommune,  
Nordland.

Rapport nr. 94.078		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Georadarmålinger ved Skjeggemoen, Vega kommune, Nordland.				
Forfatter: Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: Vega kommune		
Fylke: Nordland		Kommune: Vega		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Vega		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1726 II Vega		
Forekomstens navn og koordinater: Skjeggemoen 32 V 6309 72831		Sidetall:7	Pris: 60,-	
Feltarbeid utført: 11.10.-12.10. 1994		Rapportdato: 19.10. 1994	Prosjektnr.: 63.2389.00	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>Det er utført georadarmålinger langs 4 profiler ved Sjøggemoen, Vega kommune, Nordland. Formålet med undersøkelsen var å forsøke å finne best egnet område for videre boringer i forbindelse med grunnvannsuttak fra løsmasser.</p> <p>Georadaropptakene har gitt meget varierende og moderat penetrasjon. Målingene viser elveavsetningens tykkelse og lagdeling over godt ledende marin leire, og bare på enkelte steder har en fått reflektorer som kan representere fjelloverflata. I gjennomsnitt kan en se løsmassereflektorer ned til ca. 350 ns (to-veis gangtid). Med en antatt hastighet på 0.06 m/ns (vanntettet sand) tilsvarer dette et dyp på ca. 10 m.</p>				
Emneord: Geofysikk		Grunnvann		Georadar
				Fagrapport

## INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	3
2	UTFØRELSE .....	3
3	RESULTATER .....	3
4	KONKLUSJON .....	5

## VEDLEGG

Vedlegg 1. Georadar, metodebeskrivelse.

## KARTBILAG

94.078-01	Oversiktskart	M 1:50.000
02	Profilkart	M 1: 5.000
03	Georadaropptak, profil 1, 2, 3 og 4.	

## **1 INNLEDNING**

I et samarbeid med Vega kommune har NGU utført georadarmålinger langs 4 utvalgte profiler ved Skjeggemoen på Vega. Målingene, som ble utført etter anbefaling fra NGU's hydrogeolog Tidemann Klementsrud, er et ledd i undersøkelsen av muligheten for uttak av grunnvann i løsmasser. Hensikten med målingene var først og fremst å få en oversikt over løsmassestrukturer og dyp til fjell.

## **2 UTFØRELSE**

Profilene ble stukket med kompass og målebånd, og merket for hver 20 m med stikker påskrevet lengdeangivelse. En oversikt over profilenes plassering er vist i kartbilag -02. Profilenes lengde og plassering er delvis styrt av begrensninger i framkommelighet p.g.a. vegetasjonen.

Målingene ble utført med georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 50 Mhz-antenner og 400V sender. Alle profiler er målt med total opptakstid på 1000 ns. Samplingsintervallet var hele tiden 1.6 ns. Signalene ble summert ("stacket") 32 ganger ved hvert målepunkt. Antenneavstanden og flyttavstanden ble holdt til 1 m. I praksis vil man ikke være istand til å flytte antennene nøyaktig 1 m. Det vil derfor alltid være tilfeldige eller systematiske feil i flyttavstanden. Posisjonene og lengdene som er angitt øverst på opptakene, vil derfor ikke stemme nøyaktig med avstander på kartet. I slike tilfeller kan en støtte seg til merknadene (nederst på opptakene) om kryssende profiler og oppmålte avstander, for en eksakt plassering av profilene. Posisjonsangivelsene på toppen av opptakene forteller forøvrig hvilken vei profilene er målt.

På grunn av vedvarende regn under målingene hadde en store problemer med fuktighet i instrumentet. Bestemmelse av EM-bølgenes hastighet i løsmassene ble av den grunn mislykket. Som grunnlag for beregning av tykkelsen av løsmassene har en valgt en gjennomsnittshastighet på 0.06 m/ns. Denne hastigheten er anbefalt for vannmettet sand.

## **3 RESULTATER**

Opptakene fra georadarmålingene er vist i kartbilag -03. Terrengvariasjonen langs profilene 3 og 4 er såpass stor at en har foretatt en terrengkorleksjon. I disse to tilfellene har en hentet høydene fra topografisk kart i målestokk 1:5000, og opptakene er forsynt med vertikale høydeakser. I de to andre opptakene (1 og 2) har en benyttet dybdeakser som refererer til dypet under markoverflata. På noen av opptakene kan en stedvis se en overflateparallel "reflektor" ved 650 ns. Denne er ikke reell, men skyldes systematisk støy i opptakene.

### 3.1 Profil 1

Profilen går vestover over et tidligere elveleie og ender mot en skrent som danner den gamle elvebredden. Karakteristisk for dette opptaket er en kraftig reflektor som går mer eller mindre sammenhengende gjennom hele profilen. Reflektoren er dagnær i starten av profilen, skråner nedover mot et maksimumsdyp ved ca. posisjon 130 (300 ns), for derfra å gå mot overflata igjen. Denne reflektoren representerer trolig gammel elvebunn. Under elvebunnen sees, vest for posisjon 40, bare en meget svak reflektor. Under denne reflektoren får en ikke reflektert energi, og den representerer derfor trolig overgangen til godt ledende marin leire. Øverst i opptaket sees overflateparallele reflektorer som danner et topplag med en samlet tykkelse på ca. 3 m. Det er vanskelig å påvise en klar reflektor som representerer grunnvannsspeilet. Grunnvannsspeilet ligger sannsynligvis såvidt høyt at dets reflektor interfererer med reflektorer i topplaget. Fra ca. posisjon 50 ser en ingen eller meget svake reflektorer mellom topplaget og elvebunnen. Dette tyder på at en her har et lag med ensgradert materiale, sannsynligvis finsand. Under elvebunnen kan en øst for posisjon 55 se bruddstykker av en bølgende reflektor som kan representere fjelloverflata. Denne reflektoren går fra posisjon 6 (250 ns) og opp til posisjon 20 (100 ns), for derfra å bølge ned mot dypet igjen til posisjon 62 (350 ns). Herfra går fjelloverflata dypere enn det penetrasjonsdypet en har oppnådd i dette opptaket. Fjelloverflatas toppunkt ved posisjon 20 (100 ns) korresponderer med en forlengelse av fjellryggen som stikker ut i dalen fra sør, og som muligens får Markaelva til å gjøre en sving akkurat her (se kartbilag -02).

Mellom posisjonene 123 og 128 har signalene falt ut. Dette skyldes fuktproblemer i instrumentet p.g.a. vedvarende regn.

### 3.2 Profil 2

Profilen går fra Markaelva og nordover, over det gamle elveleiet, hvor profilen krysses av profil 1 ved posisjon 107. Strukturene i opptaket er i hovedsak likt strukturene fra profil 1. Den gamle elvebunnen sees som en delvis sammenhengende, kraftig reflektor som går fra posisjon 56 (200 ns) til posisjon 160 (250 ns). Herfra skråner reflektoren mot overflata igjen mot slutten av profilen. Over denne reflektoren kjenner en igjen laget med ensgradert materiale (liten reflektivitet) og over dette et ca. 3 m mektig topplag. I starten av opptaket, fram til posisjon 20, er EM-bølgenes penetrasjonsdyp meget begrenset. Dette kan tyde på at en her har godt ledende materiale (trolig marin leire) nokså dagnært. Penetrasjonen er sannsynligvis styrt av fjelltopografien, ved at dypet til leira avtar ut mot dalsiden.

### **3.3 Profil 3**

Profilen går vestover nærmest parallelt med Markaelva. Ved posisjon 15 krysses profilen av profil 2. Dersom en sammenligner reflektiviteten i dette kryssningspunktet mellom profilene 2 og 3, ser en at reflektorene som representerer topplaget, er mye kraftigere i profil 3. Dette skyldes geologisk anisotropi. Profilen er ellers preget av lite utholdende reflektorer og meget varierende penetrasjonsdyp. Fra posisjon 60 går profilen på tvers over en løsmasserygg. Her øker det grovere topplagets tykkelse til ca. 5 m. Selv om reflektorene i ryggen er lite utholdende, gir de indikasjoner på tilnærmet horisontal lagdeling. Under topplaget finner en sannsynligvis godt ledende materiale, trolig marin leire. Reflektoren som representerer grunnvannspeilet kan stedvis følges i dette topplaget.

### **3.4 Profil 4**

Profilen går sørøstover på tvers av dalen, og krysser profil 3 og Markaelva. Penetrasjonsdypet på nordsida av Markaelva er relativt lite, noe som tyder på at en her har overveiende godt ledende finstofflag under topplaget. Topplaget ser ut til å variere en del i tykkelse, fra 1 til 4 m. Sør for elva øker penetrasjonen dramatisk. Her er refleksjonsmønsteret stort sett kaotisk, noe som vanligvis indikerer grovere avsetninger. Løsmassene her kan derfor bestå av materiale som er utrast fra dalsiden.

## **4 KONKLUSJON**

Georadarmålingene viser elveavsetningens tykkelse og lagdeling over godt ledende marin leire. Lagdelingen viser strukturer av gammelt, igjenfylt elveleie på profilene 1 og 2, og løsmasse-tykkelsen er størst i området rundt kryssningspunktet mellom disse to profilene. En eventuell grunnvannsbrønn bør derfor primært bores her, men reflektormønsteret kan tyde på at materialet består av finstoff. Den underliggende leira er forholdsvis dagnær mot dalsidene, og på grunn av dens innvirkning på penetrasjonsdypet, har en bare unntaksvis kunnet detektere fjelloverflata.

## 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 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><math>\epsilon_r</math></u>	<u><math>v</math> (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.





NGU/VEGA KOMMUNE

OVERSIKTSKART

# SKJEGGEMOEN

VEGA KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50.000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

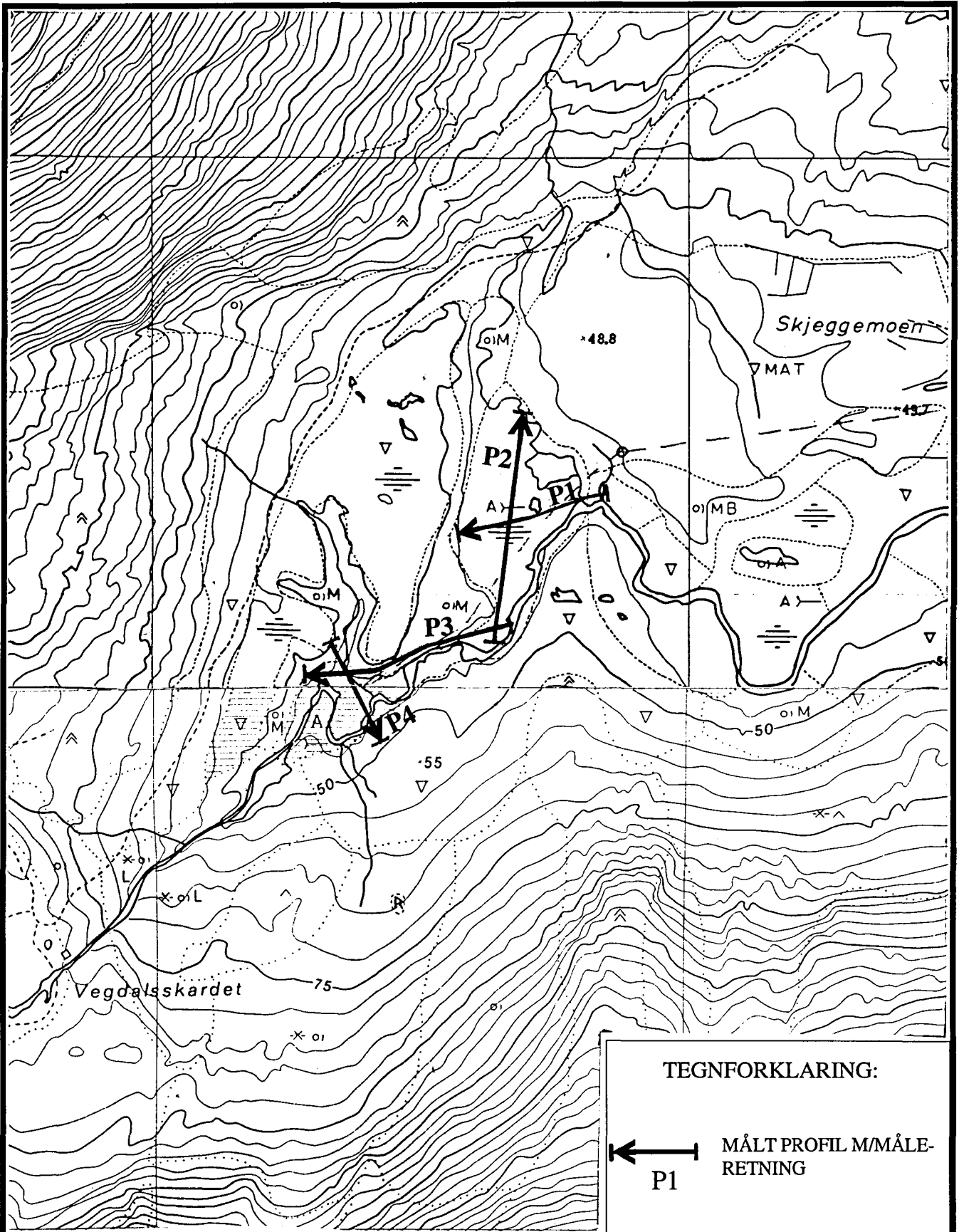
KFR

OKT. 1994

OKT. 1994

TEGNING NR  
94.078-01

KARTBLAD NR  
1726 II



NGU/VEGA KOMMUNE  
GEORADARPROFILER

# SKJEGGEMOEN

VEGA KOMMUNE, NORDLAND

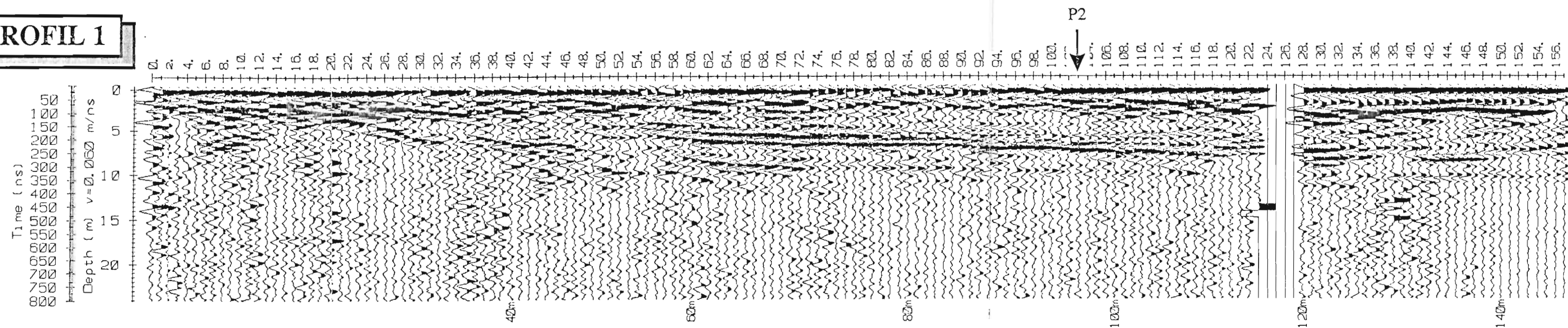
MÅLESTOKK  1:5.000	MÅLT T.L.	OKT. 1994
	TEGN T.L.	OKT. 1994
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

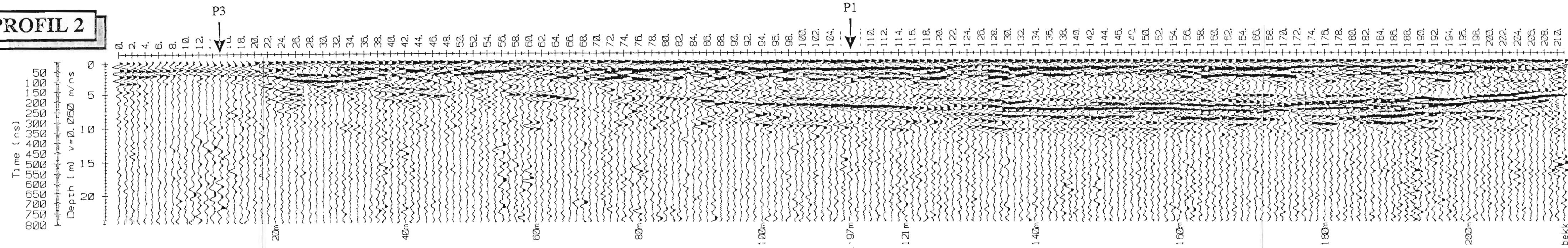
TEGNING NR  
94.078-02

KARTBLAD NR  
1726 II

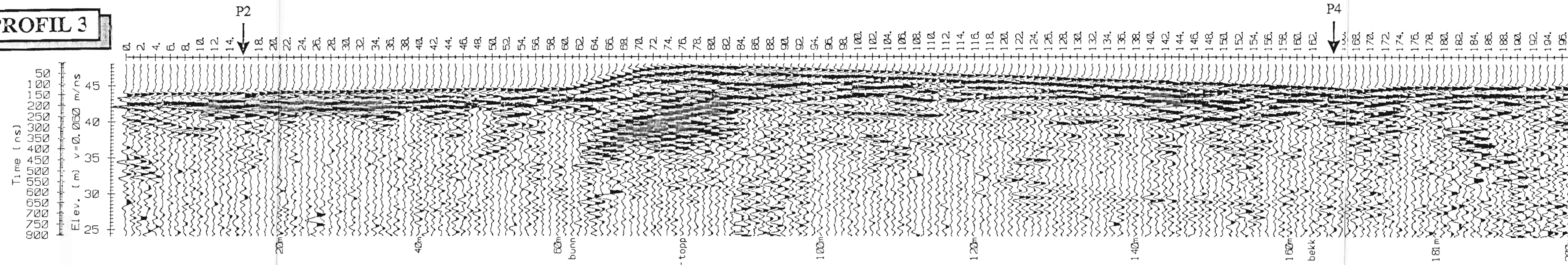
**PROFIL 1**



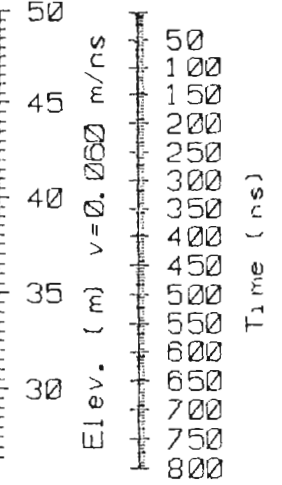
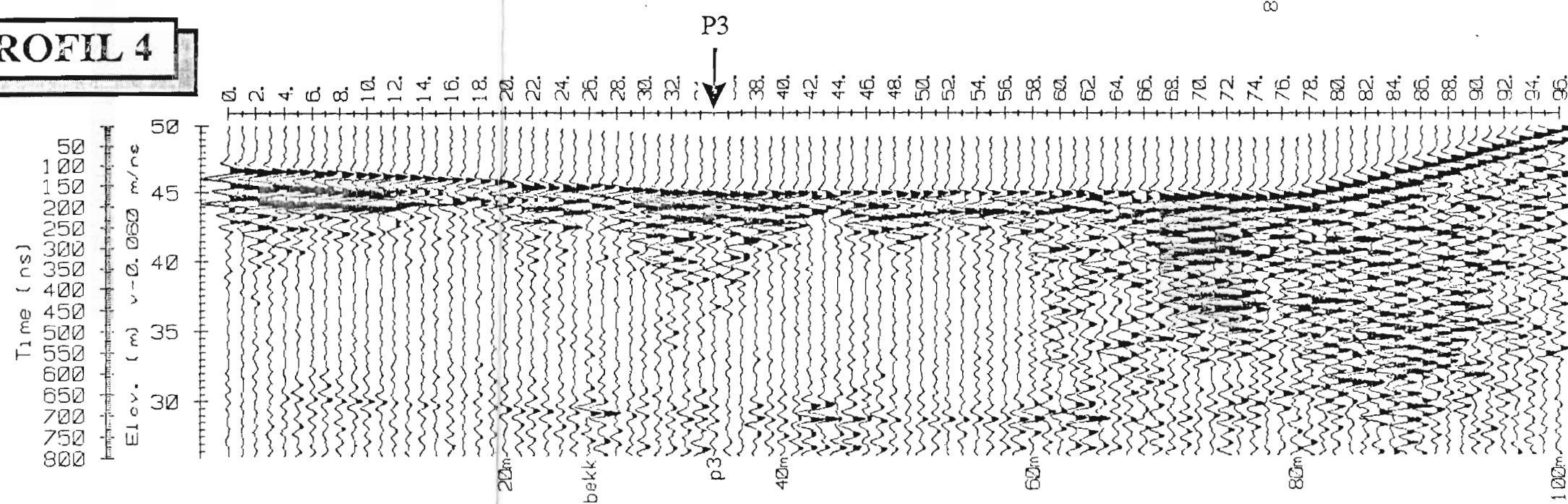
**PROFIL 2**



**PROFIL 3**



**PROFIL 4**



TEGNFORKLARING:  
 P2  
 ↓  
 KRYSSENDE PROFIL

NGU/VEGA KOMMUNE GEORADAROPPTAK <b>SKJEGGEMOEN</b> VEGA KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT T.L.	OKT. 1994
	1:5.000	TEGN T.L.	OKT. 1994
		TRAC	
	KFR		
NORGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 94.078-03	KARTBLAD NR 1726 II	