

Rapport nr. 88.138

Refraksjonsseismiske målinger nær  
Lågen ved Vinstra, nord for  
Otta og syd for Dombås

Rapport nr. 88.138		ISSN 0800-3416		Åpen/Erstatning	
<b>Tittel:</b> Refraksjonsseismiske målinger nær Lågen ved Vinstra, nord for Otta og syd for Dombås					
<b>Forfatter:</b> Jan Fredrik Tønnesen			<b>Oppdragsgiver:</b> NGU/Oppland fylkeskommune		
<b>Fylke:</b> Oppland			<b>Kommune:</b> Nord-Fron, Sel og Dovre		
<b>Kartbladnavn (M. 1:250 000)</b> Lillehammer og Røros			<b>Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)</b> 1718 II Vinstra, 1718 IV Otta, 1419 II Dombås		
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Vinstra 32 5402 68285 Otta 32 5289 68530			<b>Sidetall:</b> 11		<b>Pris:</b> kr. 80,-
<b>Feltarbeid utført:</b> 09.-20.09.85		<b>Rapportdato:</b> 07.11.1988		<b>Prosjektnr.:</b> 2306.02.32	
				<b>Seksjonssjef:</b> <i>Jens S. Rasmussen</i>	
<b>Sammendrag:</b> Forekomst 3: Dombås 32 5064 68798					
<p>De refraksjonsseismiske målingene er utført i forbindelse med undersøkelser av grunnvann i løsmasser i Oppland. Målingene omfatter 6 profiler med samlet lengde ca. 2.5 km.</p> <p>Løsmassemektigheten langs profilene varierer mellom 25 og 50 m vest for Lågen ved Vinstra, mellom 30 og 90 m på sydlige del av Selsmyrene nord for Otta og mellom 12 og 20 m vest for Lågen syd for Dombås. Det nordligste profilet på Selsmyrene indikerer at det kommer opp en fjellrygg sentralt i dalen.</p> <p>Det er noe usikkert om avsetningene under grunnvannsnivå hovedsakelig består av sand og grus, eller om de er mer finstoffholdige og dermed mindre egnet for grunnvannsformål. Relativt lave seismiske hastigheter i området nord for Otta og for deler av området ved Dombås indikerer trolig at avsetningene der er forholdsvis finstoffrike. I det sydligste profilet ved Otta er det registrert morenehastighet fra ca. 35 meters dyp.</p>					
Emneord		Hydrogeologi			
Geofysikk		Løsmasse			
Refraksjonsseismikk		Fagrapport			

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. UTFØRELSE	4
3. RESULTATER	5
3.1. Vinstra (Pr. 1)	5
3.2. Otta (Pr. 2-4)	6
3.3. Dombås (Pr. 5-6)	7
4. REFERANSER	9

TEKSTBILAG

Bilag 1: Refraksjonsseismikk - Metodebeskrivelse

KARTBILAG

- 88.138-01 Oversiktskart Vinstra (M 1:50 000)
- 02 Lokalkart Vinstra (M 1:10 000)
- 03 Oversiktskart Otta (M 1:50 000)
- 04 Lokalkart Otta (M 1:10 000)
- 05 Oversiktskart Dombås (M 1:50 000)
- 06 Lokalkart Dombås (M 1:10 000)
- 07 Grunnprofil Vinstra (Pr. 1)
- 08 Grunnprofiler Otta (Pr. 2-4)
- 09 Grunnprofiler Dombås (Pr. 5-6)

## 1. INNLEDNING

I forbindelse med undersøkelse av grunnvann i løsmasser i Oppland (Nielsen 1987) ble det høsten 1985 utført geofysiske målinger på fem steder i Gudbrandsdalen. Formålet med målingene var å bestemme løsmassemektheter og avsetningstyper.

Denne rapporten omfatter resultater fra de refraksjonsseismiske målingene på tre av lokalitetene, henholdsvis vest for Lågen ved Vinstra, sydlige del av Selsmyrene nord for Otta og ved vestsiden av Lågen syd for Dombås. Målingene omfatter 6 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde ca. 2,5 km. Profilenes beliggenhet er vist i oversiktskart (kartbilag 88.138-01, -03 og -05) og lokalkart (kartbilag 88.138-02, -04 og -06).

Ved Tretten ble det utført både refraksjonsseismiske målinger og elektriske motstandsmålinger (dybdesonderinger). Ved Korgen i Lillehammer ble det kun foretatt dybdesonderinger. Data fra disse to områdene er bearbeidet av to studenter ved Universitetet i Bergen og inngår i deres hovedfagsoppgaver (Misund 1988 og Soldal 1988).

## 2. UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode (tekstbilag 1). Som registreringsinstrument ble benyttet en ABEM TRIO med 12 kanaler. I profilene ble det brukt både 100 m og 200 m lange kabelutlegg. I de lange utleggene var avstanden mellom geofonene 20 m, men ble innkortet til 10 m i hver ende. Skuddpunkt ble plassert 10 m ut fra hver endegeofon og ved midten av hvert utlegg slik at skuddpunktavstanden langs profilene ble 110 m. I de korte kabelutleggene er geofonavstander og skuddpunktavstander halvert i forhold til de lange utleggene. For å få bedret måle-

dekningen av fjellrefraktoren ble det for hvert utlegg som regel også plassert skuddpunkt i større avstand fra kabelendene (fjernskudd). I profil med flere utlegg ble fjernskudd plassert ved midtskudd og eventuelt ved endeskudd i tilstøtende utlegg.

Feltarbeidet ble utført av Jan Fredrik Tønnesen med hovedfagsstudentene Arve Misund og Oddmund Soldal som feltmedarbeidere.

### 3. RESULTATER

Resultatene av de refraksjonsseismiske målingene er framstilt som profiltolkninger i kartbilag 88.138-07 for Vinstra, -08 for Otta og -09 for Dombås. For noen av profilene er tolkningen forlenget ut til fjernskudd. Tolkningsusikkerheten vil imidlertid være betydelig større enn normalt langs profilområdene utenfor kabelutleggene. Terreng høyden langs profilene er ikke målt, men er hovedsakelig tegnet ut fra kartgrunnet. Feil i terrengoverflaten vil medføre tilsvarende feil i nivået for sjiktgrenser og fjelloverflaten.

#### 3.1. Vinstra (Pr. 1)

Fjelloverflaten når ned i underkant av 195 m o.h. i området 190-240 m fra vestenden av det 360 m lange profilet. Den skråner oppover mot begge ender av profilet til rundt 205 m o.h. Løsmassemektheten er 45-50 m der fjelloverflaten ligger dypest. Mektheten avtar til 30 m mot vestenden og 25 m mot østenden.

På den 140 m brede elveterrassen i vest er det registrert et 3-4 m tykt topplag med seismisk hastighet 250-400 m/s. Lav hastighet indikerer tørt og løst pakket materiale, trolig relativt finkor-

nig (finsand). I underliggende materiale kan de øverste ca. 6 m være tilsvarende vannmettet materiale med seismisk hastighet 1200-1300 m/s. I materialet under grunnvannsnivå for øvrig er det registrert hastighet rundt 1500 m/s. Denne hastigheten representerer trolig sand og grus, men den kan også skyldes finere avsetninger som vil være dårlig egnet for grunnvannsuttak. Det er ikke utelukket at det nederst i avsetningen kan opptre morenemateriale med høyere seismisk hastighet (blindsone-lag).

### 3.2. Otta (Pr. 2-4)

Profil 2 lengst syd indikerer at fjelloverflaten er 205-210 m o.h. i området 150-250 m fra vestenden av det 360 m lange profilet. Den skråner opp både mot vest og øst til mellom 230 og 240 m o.h. Løsmassemektheten vil da være 85-90 m sentralt i profilet og avtar til rundt 60 m ved endene.

I det kryssende profil 3 er fjelloverflaten beregnet å skråne oppover mot nord fra 220 m o.h. ved sydenden til ca. 250 m o.h. Mot det nordlige fjernskuddet i profilet (550 m) ser fjellet ut til å gå slakt nedover igjen. Løsmassemektheten langs profilet avtar fra 75 m lengst syd til 45-50 m i nord.

I det vel 700 m lange profil 4 nordenfor kommer det opp en fjellrygg eller kolle som når opp til et nivå rundt 265 m o.h. i området 250-300 m fra vestenden. Mot vest skråner fjellet ned til 225-230 m o.h., mens det mot øst går ned til 240 m o.h. ved endeskudd (440 m). Fjelloverflaten ligger enda noe lavere under fjernskuddet ved 550 m, mens den skråner opp mot østenden av profilet til bare 10-20 m under Lågens nivå. Løsmassemektheten er ca. 30 m over toppen av fjellryggen, mens den øker til ca. 70 m mot vest og til 60 m øst for ryggen.

Det 4-6 m tykke overflatelaget over grunnvannsnivå har seismisk hastighet 300-450 m/s. Det regnes å være sanddominerte elveavsetninger med innslag av organisk materiale (myr).

I avsetningene under grunnvannsnivå er seismisk hastighet 1400-1500 m/s i profil 3 og 4. I profil 2 er det et øvre sjikt med hastighet 1300 m/s, mens underliggende materiale ser ut til å ha hastighet nær 1500 m/s. Det øvre sjiktet forsvinner lengst øst, mens mektigheten øker vestover i profilet.

Materialet under grunnvannsnivå kan være sand og grus, men de forholdsvis lave hastighetsverdiene (1400-1500 m/s) indikerer trolig relativt finkornige avsetninger som vil være dårlig egnet for grunnvannsformål. Hastigheten 1300 m/s indikerer løsere kornpakning og trolig også mer finstoffrikt materiale enn for øvrig.

I profil 2 ser det ut til å komme inn materiale med morenehastighet rundt 2100 m/s fra 34-36 meters dyp under terrengnivå. Sjiktgrensen er ikke registrert langs hele profilet, men er antatt å fortsette i samme nivå. Det er ikke registrert morenehastighet i profil 3 og 4, men i profil 3 er det utført beregninger som viser at det der kan ligge opptil 40 m mektige moreneavsetninger som et blindsonelag. Fjelloverflaten kan da ligge opptil 10-12 m dypere enn beregnet uten moreneavsetninger.

### 3.3. Dombås (Pr. 5-6)

I profil 5 langs Lågen skråner fjelloverflaten slakt oppover mot nordvest fra ca. 475 m o.h. i sydøst. Løsmassemektheten avtar fra ca. 20 m i sydøst og er 12-13 m langs nordvestlige del av profilet. Fjelloverflaten skråner også slakt oppover mot vest langs det kryssende profil 6, mens løsmassemektheten varierer mellom 16 og 20 m.

I begge profiler er det et 2-3 m tykt overflatesjikt med seismisk hastighet 300-400 m/s. Lengst sydøst i profil 5 er det registrert hastighet rundt 1800 m/s i underliggende avsetning. Hastigheten

kan tyde på morenedominert materiale. I området hvor profilene krysser er hastigheten 1500-1600 m/s. Denne indikerer at avsetningen der trolig vesentlig består av sand og grus. Nordvestover i profil 5 er hastigheten i løsmassene dårlig bestemt, men er i området 1400-1600 m/s. Vestover i profil 6 er hastigheten bestemt til ca. 1400 m/s. Den relativt lave verdien kan indikere mer finstoffholdige avsetninger. Langs de to profilene peker området rundt krysningspunktet seg ut som gunstigst for videre vurdering av muligheten for grunnvannsuttak.

Trondheim, 7. november 1988  
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling

*Jan Fredrik Tønnesen*

Jan Fredrik Tønnesen  
forsker



#### 4. REFERANSER

- Hillestad, G. & Nielsen, J.T. 1988: Grunnvannsundersøkelser ved Otta og Mysuseter, Sel kommune, Oppland fylke. NGU rapport 88.019.
- Misund, A. 1988: Kwartærgeologi og hydrogeologi ved Tretten i Gudbrandsdalen. Hovedfagsoppgave i geologi, studieretning kvartærgeologi. Univ. i Bergen våren 1988.
- Nielsen, J.T. 1987: Ressurskart 1:50 000 - Grunnvann i løsmasser med beskrivelse, Nord-Fron kommune, Oppland fylke. Status pr. 01.09.86. NGU rapport 87.005.
- Nielsen, J.T. 1987: Ressurskart 1:50 000 - Grunnvann i løsmasser med beskrivelse, Sel kommune, Oppland fylke. Status pr. 01.09.86. NGU rapport 87.006.
- Nielsen, J.T. 1987: Ressurskart 1:50 000 - Grunnvann i løsmasser med beskrivelse, Dovre kommune, Oppland fylke. Status pr. 01.09.86. NGU rapport 87.007.
- Soldal, O. 1988: Kwartærgeologi og hydrogeologi på Hovemoen ved Lillehammer. Hovedfagsoppgave i geologi, studieretning kvartærgeologi. Univ. i Bergen våren 1988.

REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Metoden grunner seg på at lydets forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/s (meter pr. sekund) i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En "lydstråle" fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom 2 sjikt hvor lydhastigheten er henholdsvis  $V_1$  og  $V_2$ , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles  $i$ . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel  $R$  med innfallslodden, slik at

$$\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2} . \text{ Når } R \text{ blir } = 90^\circ, \text{ vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen og vi har } \sin i = \frac{V_1}{V_2}$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller  $i_c$ .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi årsak til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen  $i_c$ . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå frem før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnytter en ved å plassere seismometre langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner i samme linje. En får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan en oppnå en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengover-

flate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger  $25^{\circ}$ .

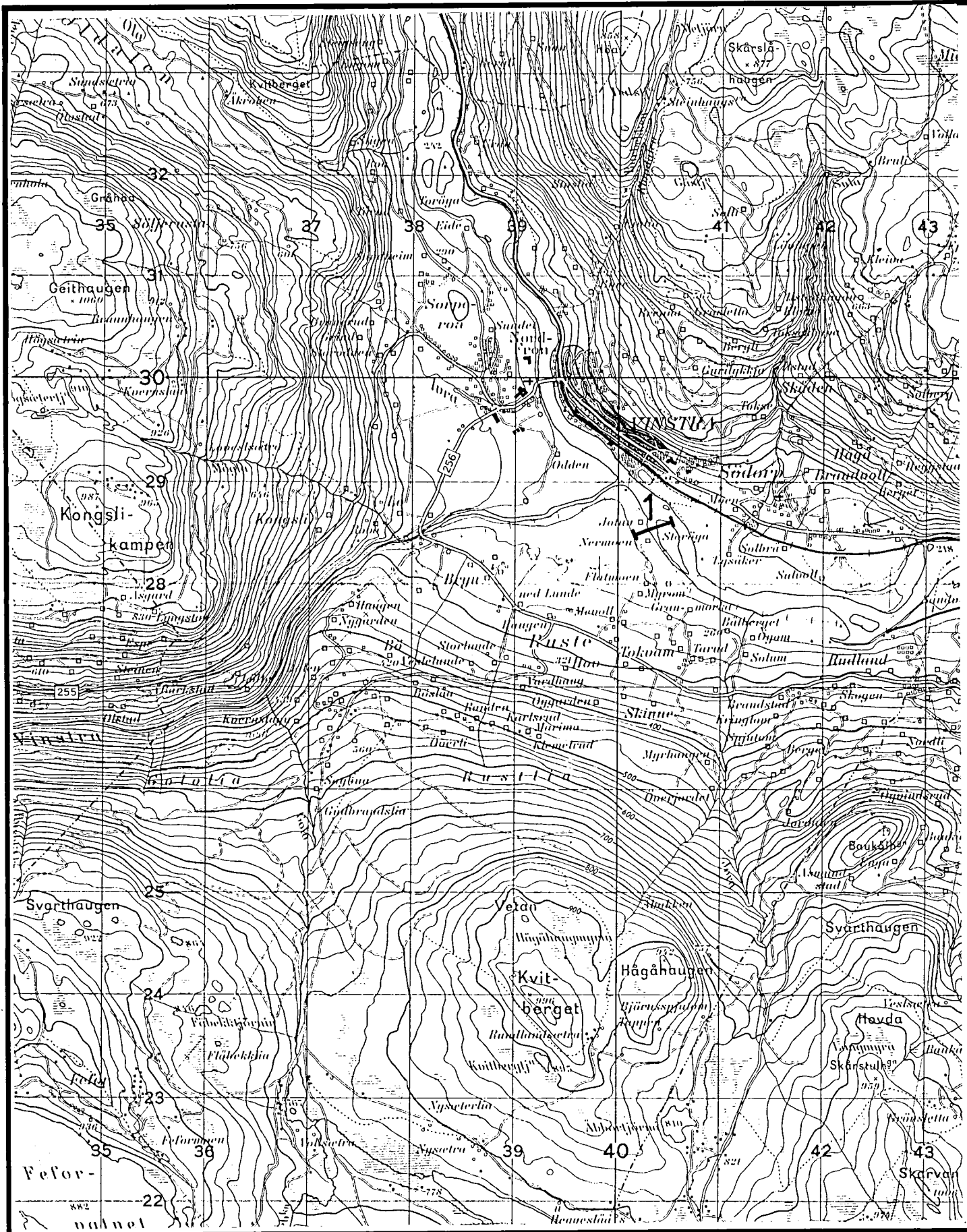
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis lyden på sin vei nedover i jordskorpen treffer et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det aldri komme refrakterte bølger opp igjen til overflaten, og lavhastighetsjiktet vil derfor ikke kunne erkjennes av måledataene. De virkelige dyp vil være mindre enn de beregnede. Generelt må en si at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt.

Dersom det ikke opptrer systematiske feil som beskrevet ovenfor, er erfaringsmessig usikkerheten i dybdeberegningene under 10% for dyp større enn 10 m og 1 m for mindre dyp. De største hastighetsendringer opptrer ved overgangen "tørre"/vannmettede løsmasser og overgangen løsmasser/fjell. Nedenfor er angitt seismisk hastighetsområde for de mest vanlige løsmassetyper. Spesielt under grunnvannsnivå er det betydelig hastighetsoverlapp mellom løsmassetypene.

Soner med lave hastigheter i fjell skyldes som regel oppsprukket (dårlig) fjell. Normalt er hastigheten i fast fjell i området fra 4000 til godt over 5000 m/s.

#### LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

Organisk materiale		150 - 500 m/s
Sand og grus	- over grunnvann	200 - 800 "
Sand og grus	- under "	1400 - 1600 "
Morene	- over "	700 - 1500 "
Morene	- under "	1500 - 1900 "
Hardpakket bunmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



NGU - OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
OVERSIKTSKART

### VINSTRA

NORD - FRON, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT J.F.T.

TEGN

TRAC

KFR.

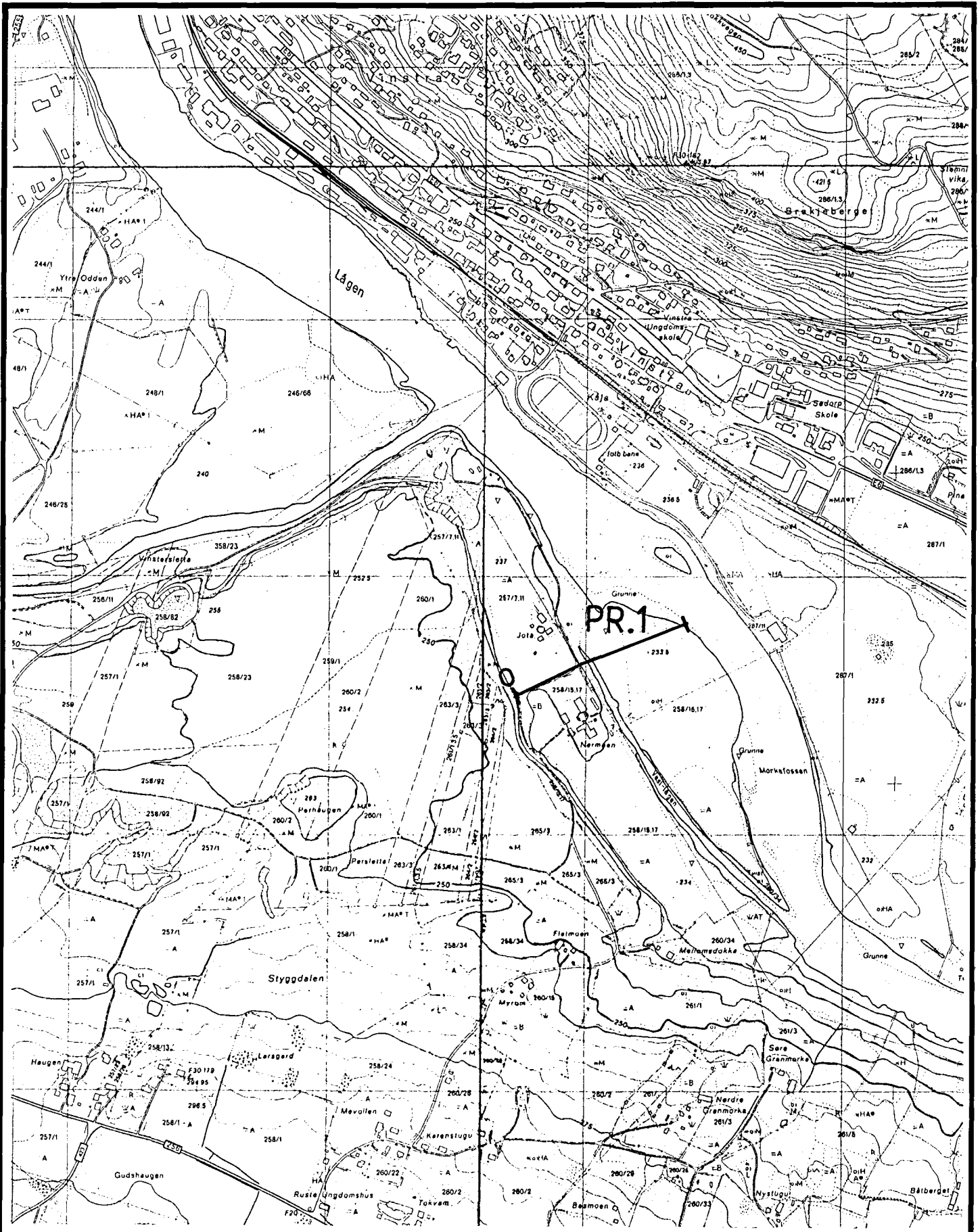
SEP. 85

TEGNING NR.

88.138 - 01

KARTBLAD NR.

1718 II



NGU - OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
LOKALKART

VINSTRÅ

NORD - FRON, OPPLAND

MÅLESTOKK

1:10 000

MÅLT J.F.T.

TEGN

TRAC

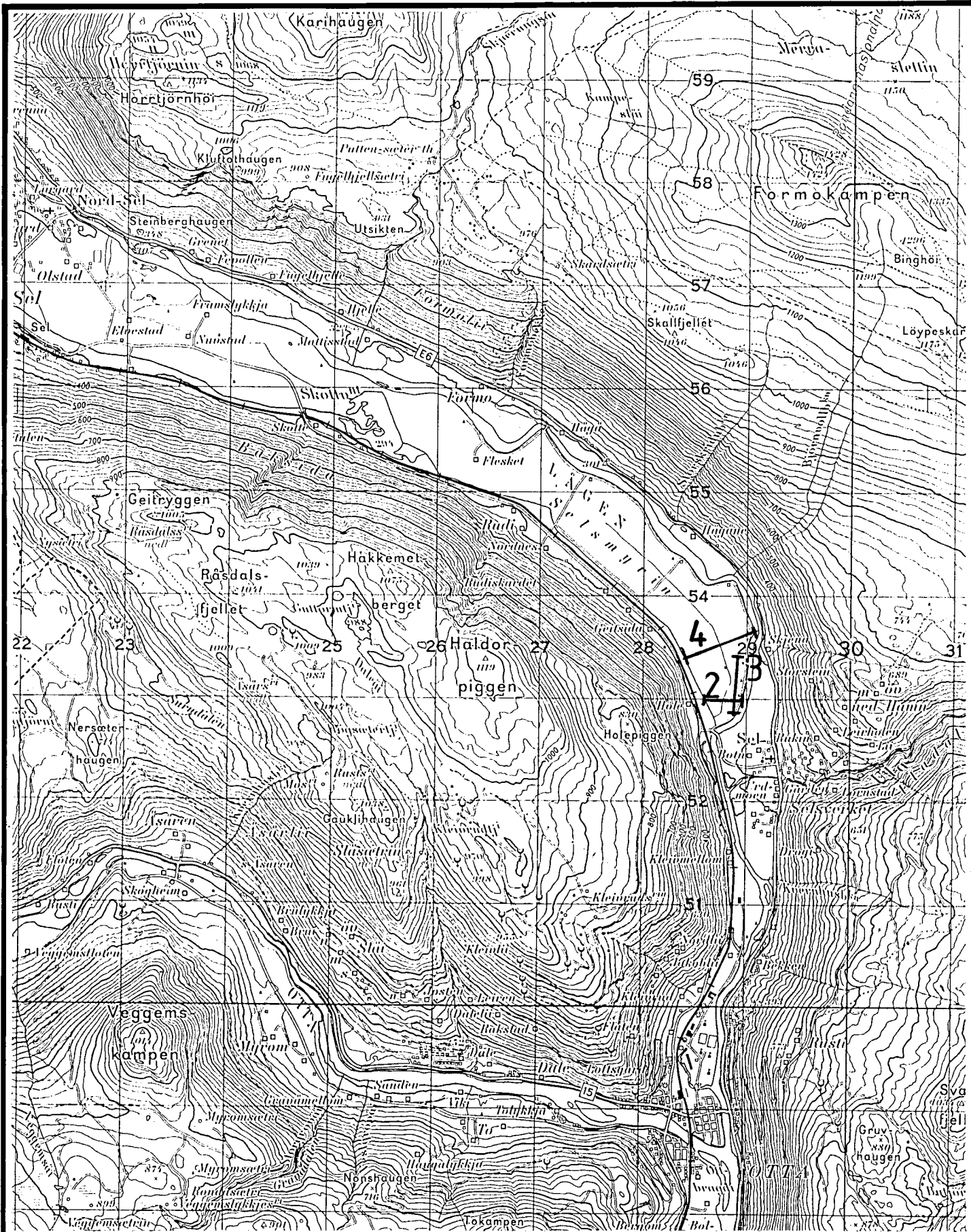
KFR.

SEP. 85

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR.  
88.138 - 02

KARTBLAD NR.  
1718 II



NGU - OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
OVERSIKTSKART

OTTA

SEL, OPPLAND

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT J.F.T.

TEGN

TRAC

KFR.

SEP. 85

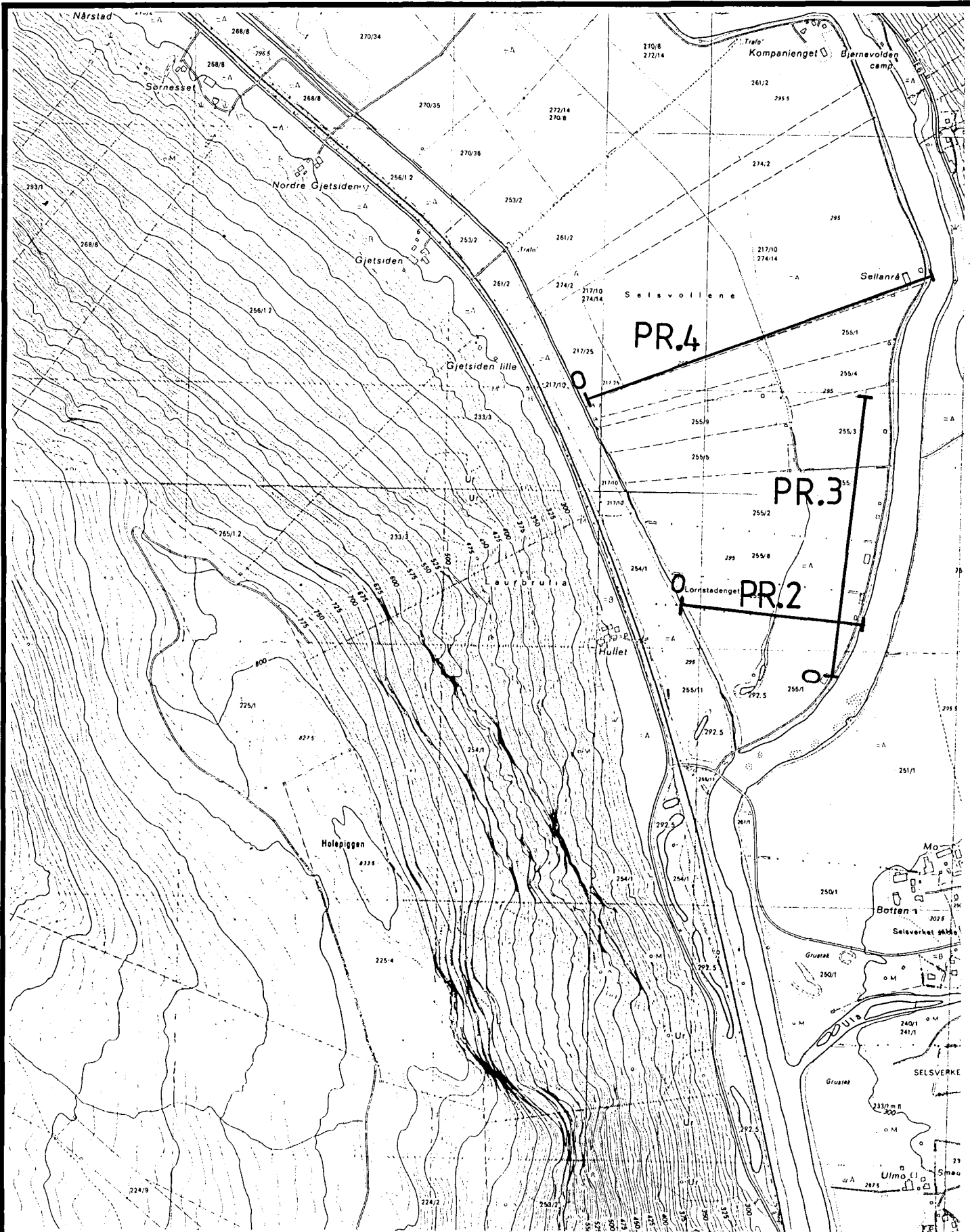
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR.

88.138 - 03

KARTBLAD NR.

1718 IV



NGU - OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
LOKALKART

OTTA

SEL, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:10 000

MÅLT J.F.T.

TEGN

TRAC

KFR.

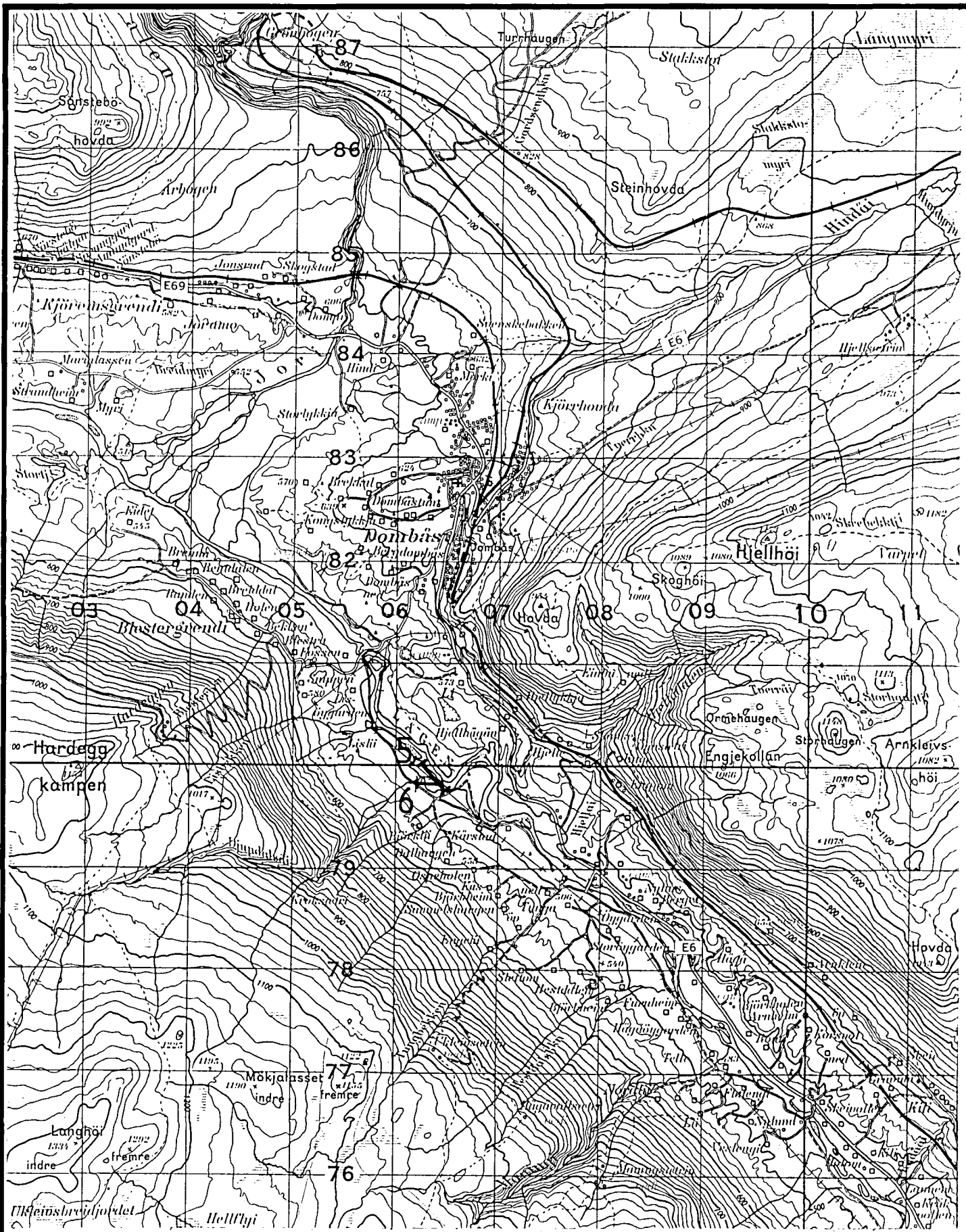
SEP. 85

TEGNING NR.

88.138 - 04

KARTBLAD NR.

1718 IV



NGU - OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
OVERSIKTSKART

**DOMBÅS**

DOVRE, OPPLAND

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT J.F.T.

SEP. 85

TEGN

TRAC

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

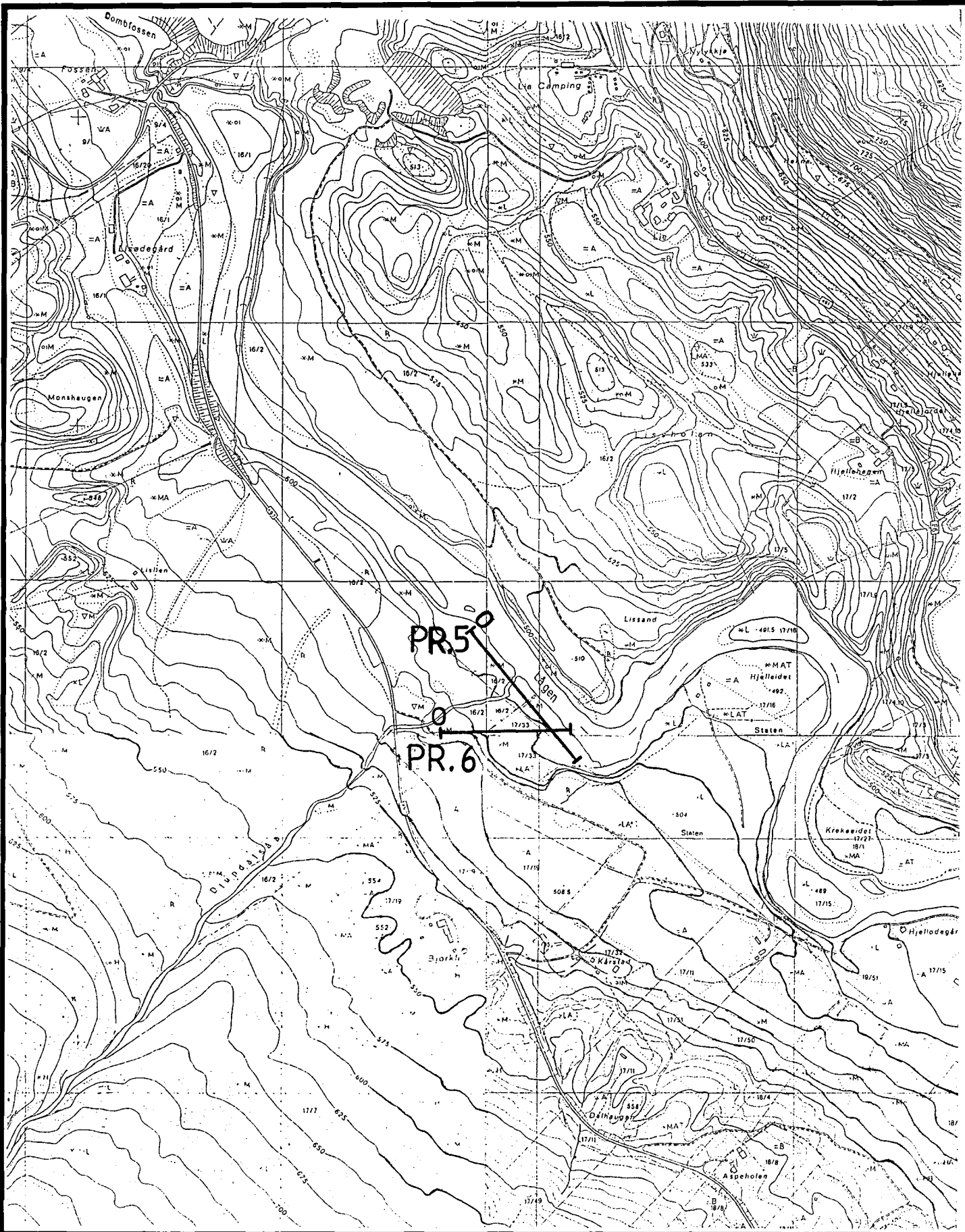
TEGNING NR.

88.138 - 05

KARTBLAD NR.

1419 II





NGU - OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
LOKALKART

**DOMBÅS**

DOVRE, OPPLAND

MÅLESTOKK

1:10 000

MÅLT J.F.T.

TEGN

TRAC

KFR.

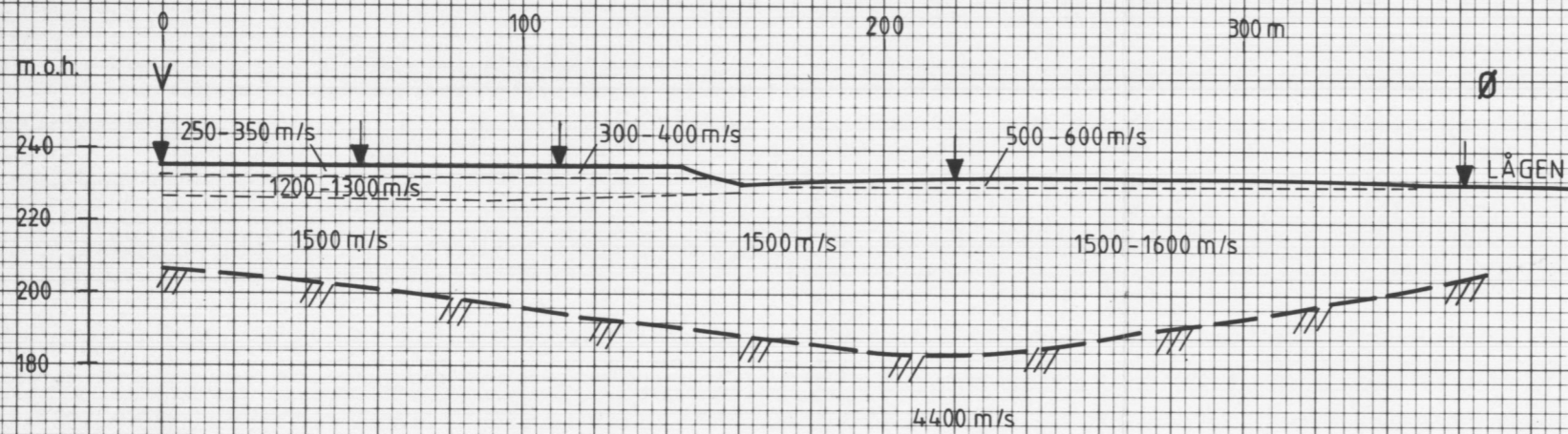
SEP. 85

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM


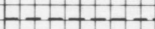
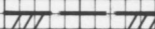
TEGNING NR.  
88.138 - 06

KARTBLAD NR.  
1419 II

PROFIL 1



TEGNFORKLARING

-  TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
-  SIKTGRENSE I LØSMASSER
-  BEREGNET FJELLOVERFLATE

NGU/ OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
SEISMISKE MÅLINGER  
GRUNNPROFILER

VINSTRÅ  
FRON KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

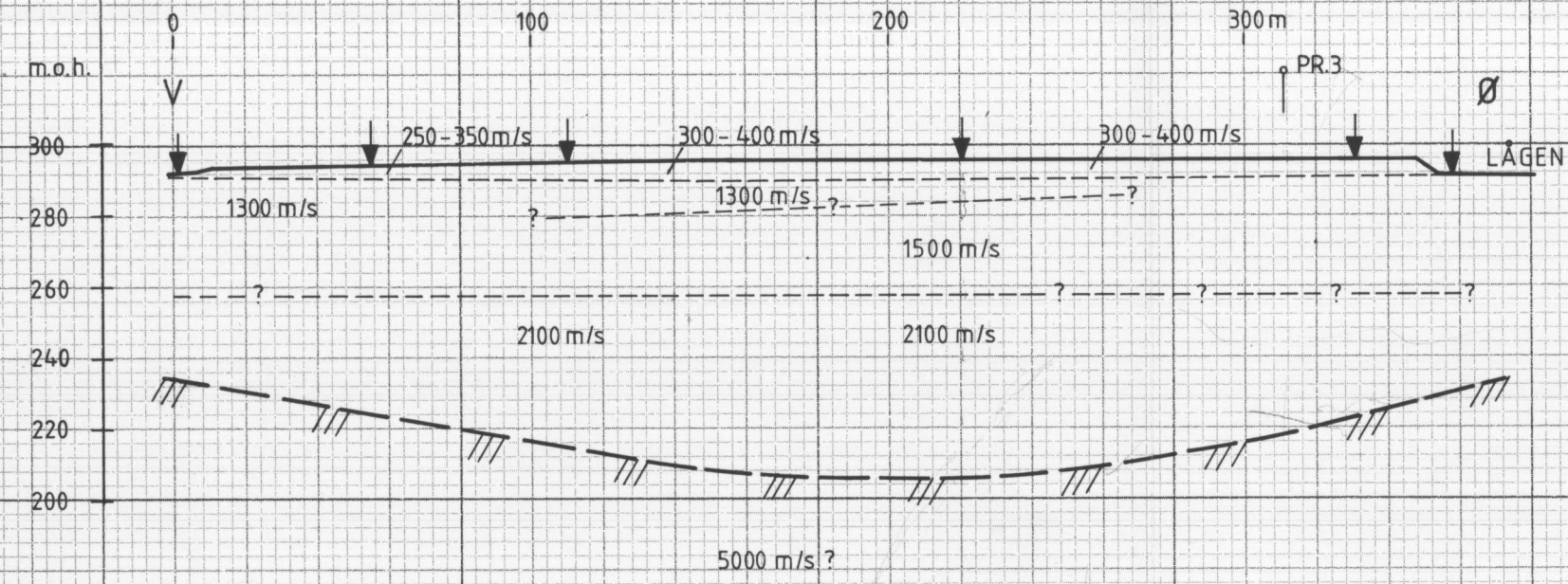
MÅLESTOKK  
1:2000

MÅLT J.F.T.	SEPT. - 85
TEGN J.F.T.	JULI - 88
TRAC G.S.	AUG. - 88
KFR	

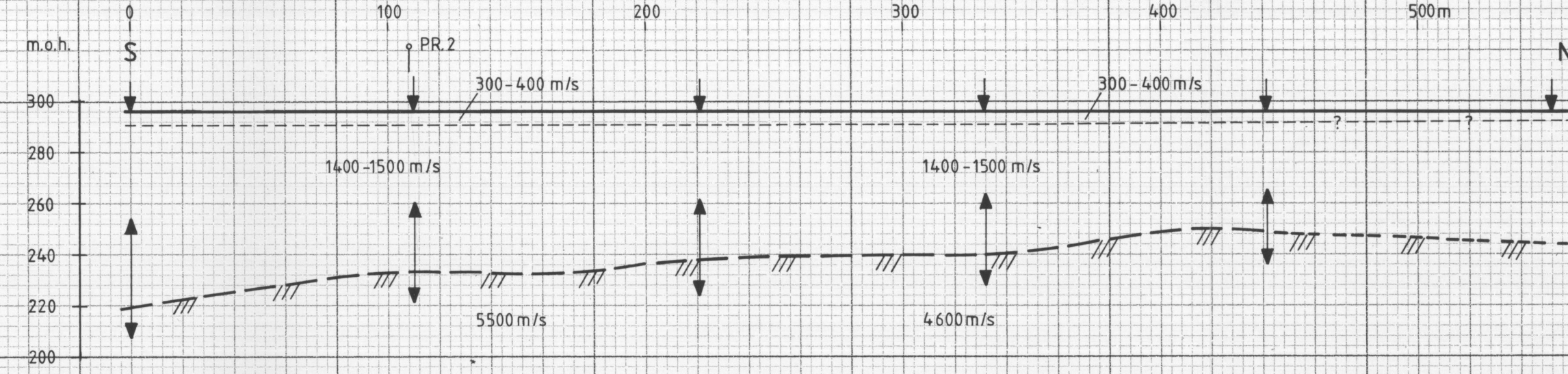
TEGNING NR.  
88.138-07

KARTBLAD NR.  
1718 II

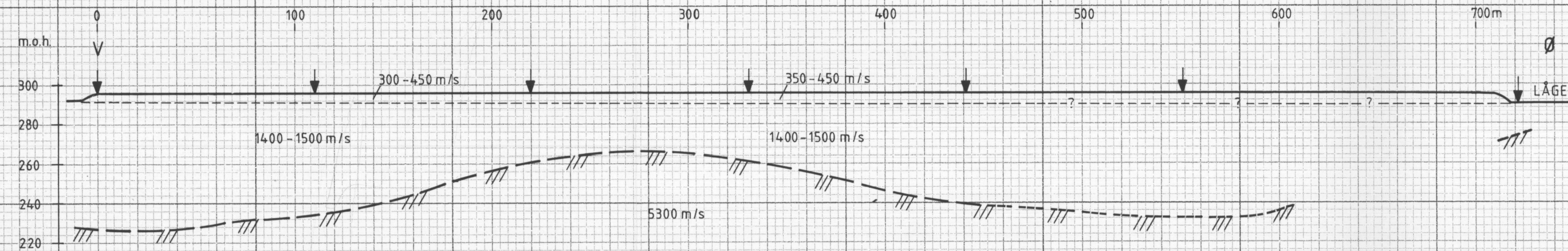
PROFIL 2



PROFIL 3



PROFIL 4

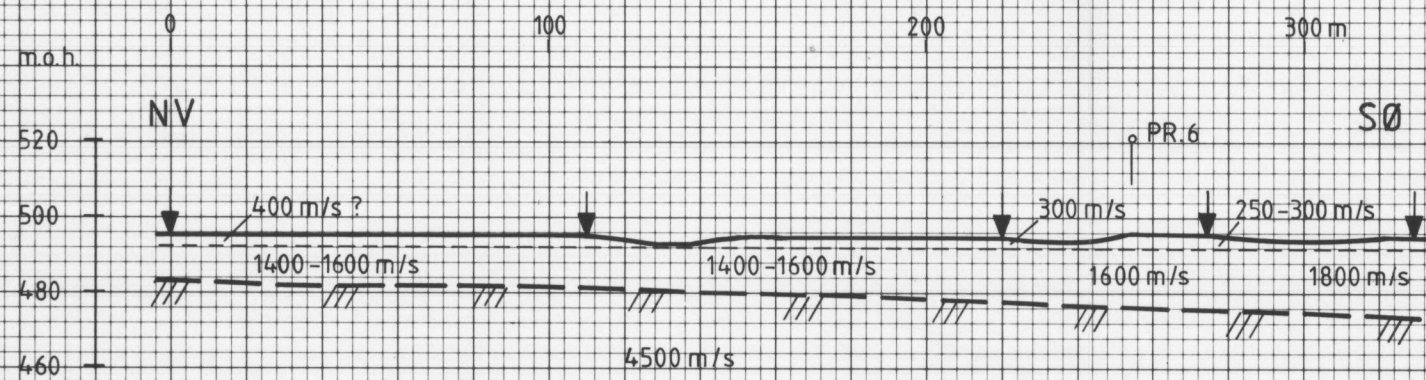


TEGNFORKLARING

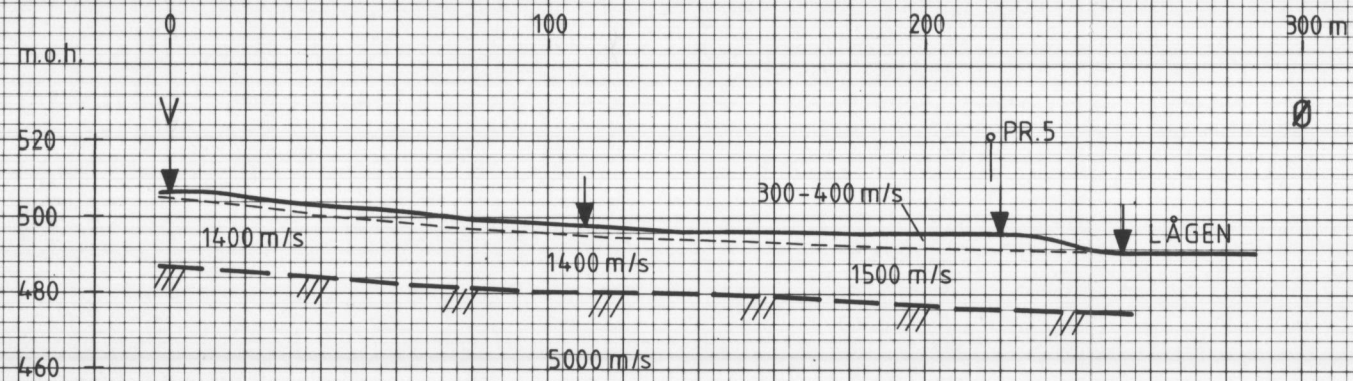
- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE I LØSMASSER
- BEREGNET FJELLOVERFLATE
- USIKKER FJELLOVERFLATE
- MAKS. MEKTIGHET AV LAG MED HASTIGHET 2100 m/s (BLINDSONE)

NGU / OPPLAND FYLKESKOMMUNE SEISMISKE MÅLINGER GRUNNPROFILER <b>OTTA</b> SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT J.F.T.	SEPT - 85
	1:2000	TEGN. J.F.T.	JULI - 88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC. G.S.	AUG. - 88	
	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
88.138-08	1718 IV		

PROFIL 5



PROFIL 6



TEGNFORKLARING

- ▼ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- - - SJIKTGRENSE I LØSMASSER
- /// BEREGNET FJELLOVERFLATE

NGU/ OPPLAND FYLKESKOMMUNE  
 SEISMISKE MÅLINGER  
 GRUNNPROFILER  
**DOMBÅS**  
 DOVRE KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK <b>1:2000</b>	MÅLT J.F.T.	SEPT. - 85
	TEGN J.F.T.	JULI - 88
	TRAC G.S.	AUG. - 88
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR. <b>88.138-09</b>	KARTBLAD NR. <b>1419 II</b>
---------------------------------	--------------------------------