



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 183	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv Trondheimske	Ekstern rapport nr NGU 2115	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Seismiske målinger ved Fossem i Steinkjer

Forfatter

Tønnesen, Jan Fredrik

Dato

19

Bedrift

NGU

Kommune Steinkjer	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad 17233	1: 250 000 kartblad
-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	---------------------

Fagområde Geofysikk	Dokument type	Forekomster
Råstofftype Vann/grunnvann	Emneord Vann	

Sammendrag

De seismiske målingene er et ledd i undersøkelsene om mulighetene for grunnvannsuttak fra løsmasseryggen som skiller Fossemvatnet fra Reinsvatnet. Det er målt ett seismisk profil langs hver side av ryggen, hvert rundt 400 m langt.

Målingene viser at morenemateriale med seismisk hastighet rundt 1900 m/s kommer nær opp til terrengoverflaten langs nordsiden av ryggen, mens samme materiale langs sørsiden finnes på dyp fra 13 - 15 m under overflaten av Reinsvatnet. Vannmettet materiale over med hastighet 1400 - 1500 m/s kan være sand og grus eller silt og leire. Løsmassetypen bør undersøkes nærmere med boring eller elektrisk sondering. Morenematerialet kan være for tett for store grunnvannsuttak.

Dyp til fjell fra terrengoverflaten varierer fra 40 m til vel 50 m langs nordsiden av ryggen med de største dyp langs den østlige delen av profilet. Langs sørsiden varierer dypet fra 25 m til 80 m, og det er grunnet i østenden av profilet og dypest langs den vestlige delen.

NGU Rapport nr. 2115

Seismiske målinger ved
FOSSEM
Steinkjer, Nord-Trøndelag

1983



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39 Postboks 3006
Tlf. (075) 15 860 7001 Trondheim

Postgironr. 5 16 82 32
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 2115		Åpen/ For offentlig
Tittel: Seismiske målinger ved Fossem i Steinkjer		
Oppdragsgiver: Nord-Trøndelag fylkeskommune		Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen
Forekomstens navn og koordinater: Fossem 272 055		Kommune: Steinkjer
Fylke: Nord-Trøndelag		Kartbladnr. og -navn (1:50000): 1723 III Steinkjer
Utført: Feltarbeid: 8. november 1983 Rapport : November 1983		Sidetall: 6 Tekstbilag: 2 Kartbilag: 3
Prosjektnummer og -navn:		
Prosjektleder:		
Sammendrag: De seismiske målingene er et ledd i undersøkelsene om muligheten for grunnvannsuttak fra løsmasseryggen som skiller Fossemvatnet fra Reinsvatnet. Det er målt ett seismisk profil langs hver side av ryggen, hvert rundt 400 m langt. Målingene viser at morenemateriale med seismisk hastighet rundt 1900 m/s kommer nær opp til terrengoverflaten langs nordsiden av ryggen, mens samme materiale langs sørsiden finnes på dyp fra 13-15 m under overflaten av Reinsvatnet. Vannmettet materiale over med hastighet 1400-1500 m/s kan være sand og grus eller silt og leire. Løsmassetypen bør undersøkes nærmere med boring eller elektrisk sondering. Morenematerialet kan være for tett for store grunnvannsuttak. Dyp til fjell fra terrengoverflaten varierer fra 40 m til vel 50 m langs nordsiden av ryggen med de største dyp langs østlige delen av profilet. Langs sørsiden varierer dypet fra 25 m til 80 m, og det er grunnest i østenden av profilet og dypest langs den vestlige delen.		
Nøkkelord	Geofysikk	Grunnvann
	Refraksjonsseismikk	Mektigheter
	Løsmasser	Hastigheter

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHold

	<u>Side</u>
INNLEDNING	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	5

TEKSTBILAG

- Bilag 1: Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
" 2: Seismiske hastigheter i løsmasser

KARTBILAG

2115-01	Oversiktskart	(1:50 000)
-02	Oversiktskart	(1: 5 000)
-03	Grunnprofiler	(1: 2 000)

INNLEDNING

De seismiske målingene er utført over løsmasseryggen som skiller Fossemvatnet fra Reinsvatnet. Målingene er et ledd i undersøkelserne om det er mulighet for grunnvannsuttak fra løsmasseavsetningen.

Hensikten med målingene var å beregne dyp ned til fjell og antyde løsmassetyper i avsetningen ut fra seismiske hastigheter.

Det ble målt ett profil langs hver side av ryggen. Profilet langs nordsiden ved Fossemvatnet er i underkant av 400 m langt, mens profilet langs sørsiden ved Reinsvatnet er 420 m. Oversikt over profilenes beliggenhet er vist i kartbilagene 2115-01 og -02.

UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, se bilag 1. Som registreringsinstrument ble benyttet en ABEM Trio med 12 kanaler.

Det ble brukt 200 m lange kabelutlegg og bare ett kabelutlegg for hvert profil. Avstanden mellom geofonene var 20 m, men den ble innkortet til 10 m i hver ende av utleggene. Skuddpunkt ble plassert 10 m ut fra hver endegeofon. Dessuten ble det plassert fjernskudd 110 m vestenfor vestskuddet i begge profiler, 65 m østenfor østskuddet i profil 1 på nordsiden av ryggen og 90 m østenfor østskuddet i profil 2 på sørsiden.

Det var noe grunnstøy i området og det var vanskelig å få gode seismiske signaler fra skuddpunktene som var plassert i tørt overflatemateriale. Fjernskuddene ble plassert under vann og gav gode signalopptak.

Feltarbeidet ble utført av Ragnar Opdahl og Jan Fredrik Tønnesen fra NGU og en assistent fra oppdragsgiver.

RESULTATER

Resultatene av målingene er vist i kartbilag 2115-03.

Profil 1. Fjelloverflaten ligger dypest 70-100 m fra østenden av profilet 32-34 m under havnivå. Mot østenden stiger den opp til 25-27 m under havnivå, mens den langs vestre halvdel av profilet er 22-24 m under havnivå. Løsmassetykkelsen er vel 50 m der fjellet ligger dypest, mens den er 42-44 m langs vestlige halvdel av profilet. Det er et 1-3 m tykt overflatesjikt med seismisk hastighet 500 m/s, mens løsmassene under ser ut til å ha hastighet rundt 1900 m/s.

Profil 2. Fjelloverflaten når høyest ved østenden av profilet 6-8 m under havnivå. Vestover mot midten av profilet skråner fjellet ned til 36-38 m under havnivå og derfra videre ned mot 50-60 m under havnivå vel 100 m fra vestenden. Mot enden av profilet stiger trolig fjelloverflaten opp til 40-50 m under havnivå. Løsmassetykkelsen er nær 80 m der fjellet ligger dypest. Midt i profilet er tykkelsen 60-62 m og den tynner ut mot østenden til 25 m. Ved vestenden er tykkelsen 60-70 m. Overflatesjiktet har seismisk hastighet 350-400 m/s. Det er 4-6 m tykt langs store deler av profilet, men regnes å tynne ut mot hver ende. Sjiktet under ser ut til å ha seismisk hastighet 1400-1500 m/s. Det er 14-17 m tykt med undergrense 3-5 m over havnivå. I underliggende løsmasser er seismisk hastighet rundt 1900 m/s.

Tolkningsusikkerheten vil være større enn normalt langs profilområdene utenfor kabelutleggene. Terreng høyden langs profilene er ikke målt, men er vesentlig tegnet på grunnlag av kartet.

Seismiske hastigheter rundt 1900 m/s indikerer morenemateriale. På nordsiden av ryggen når morenematerialet nær opp til terrengoverflaten, mens det på sørsiden ligger 13-15 m under vannoverflaten i Reinsvatnet. Materialet over morenen med hastighet 1400-1500 m/s kan være vannmettet sand og grus, men silt og leire vil ha tilsvarende hastighet. Overflatesjiktet på sørsiden av ryggen er tørr sand og grus. Det kan være en direkte fortsettelse fra vannmettet sand- og grussjikt under, eller det kan være strandvasket materiale som er avsatt utover silt og leire.

Løsmassetypen under grunnvannsnivå på sørsiden av ryggen bør undersøkes nærmere ved boring eller elektrisk sondering. Moreneavsetninger er ofte dårlig egnet for større grunnvannsuttak. De har gjennomgående lavere porøsitet enn sand- og grusavsetninger, men av større betydning er det at moreneavsetninger kan ha svært lav permeabilitet.

Trondheim, 29. november 1983
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan Fredrik Tønnesen

Jan Fredrik Tønnesen
geofysiker

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

Metoden grunner seg på at lydens forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/sek i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/sek 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 $\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2}$. Når R blir $= 90^\circ$, 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 hastig-

heten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25° .

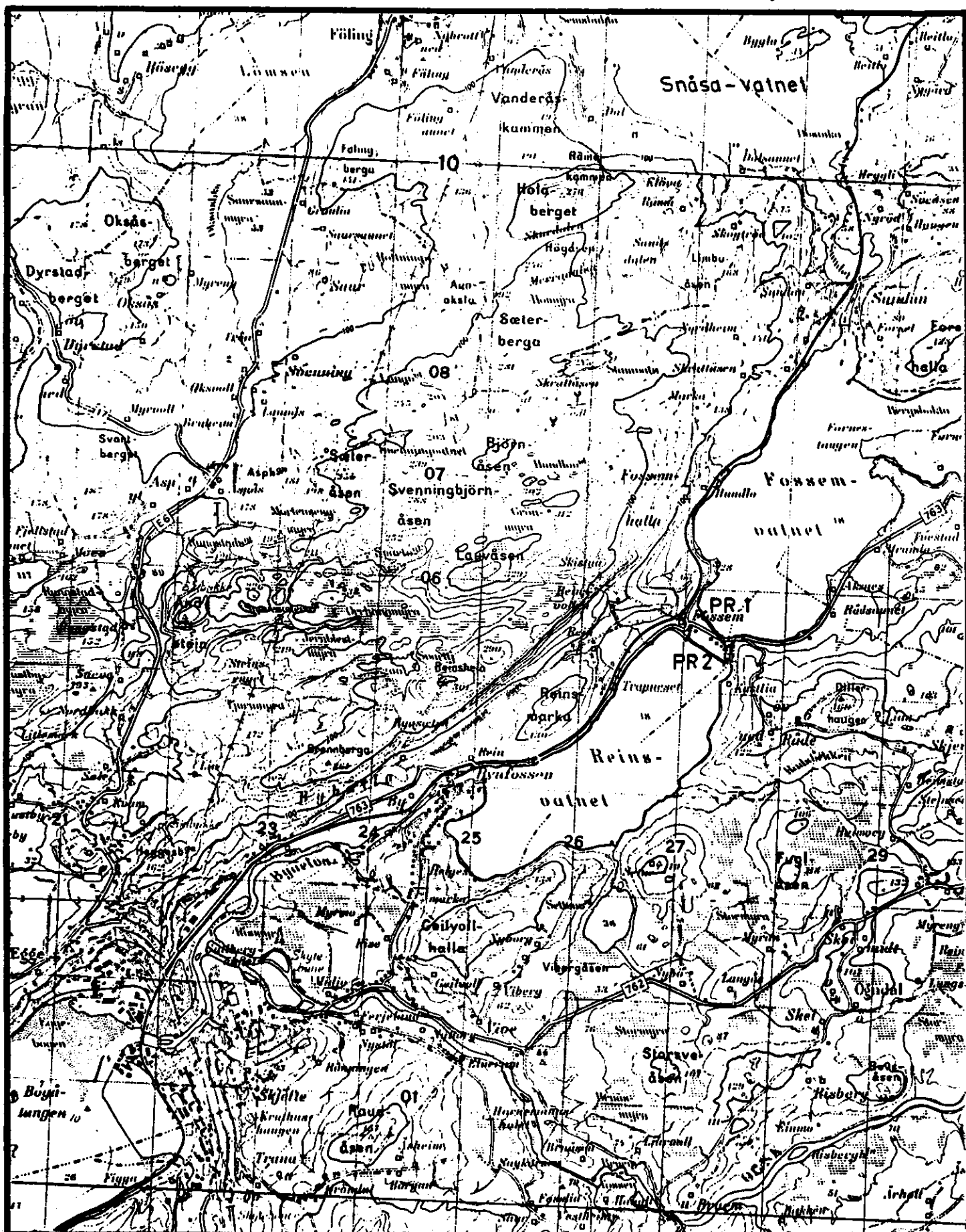
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opp-tegnete diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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 lavhastighetssjiktet 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.

Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Når en oppnår førsteklasses seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne med prosentvis store feil i dypene.

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 bunnmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



NORD-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE

SEISMISKE MÅLINGER
OVERSIKTSKART
FOSSEM, STEINKJER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 50 000

OBS. J.F.T. Nov. 83

TEGN. J.F.T. —/—

TRAC. R.O. —/—

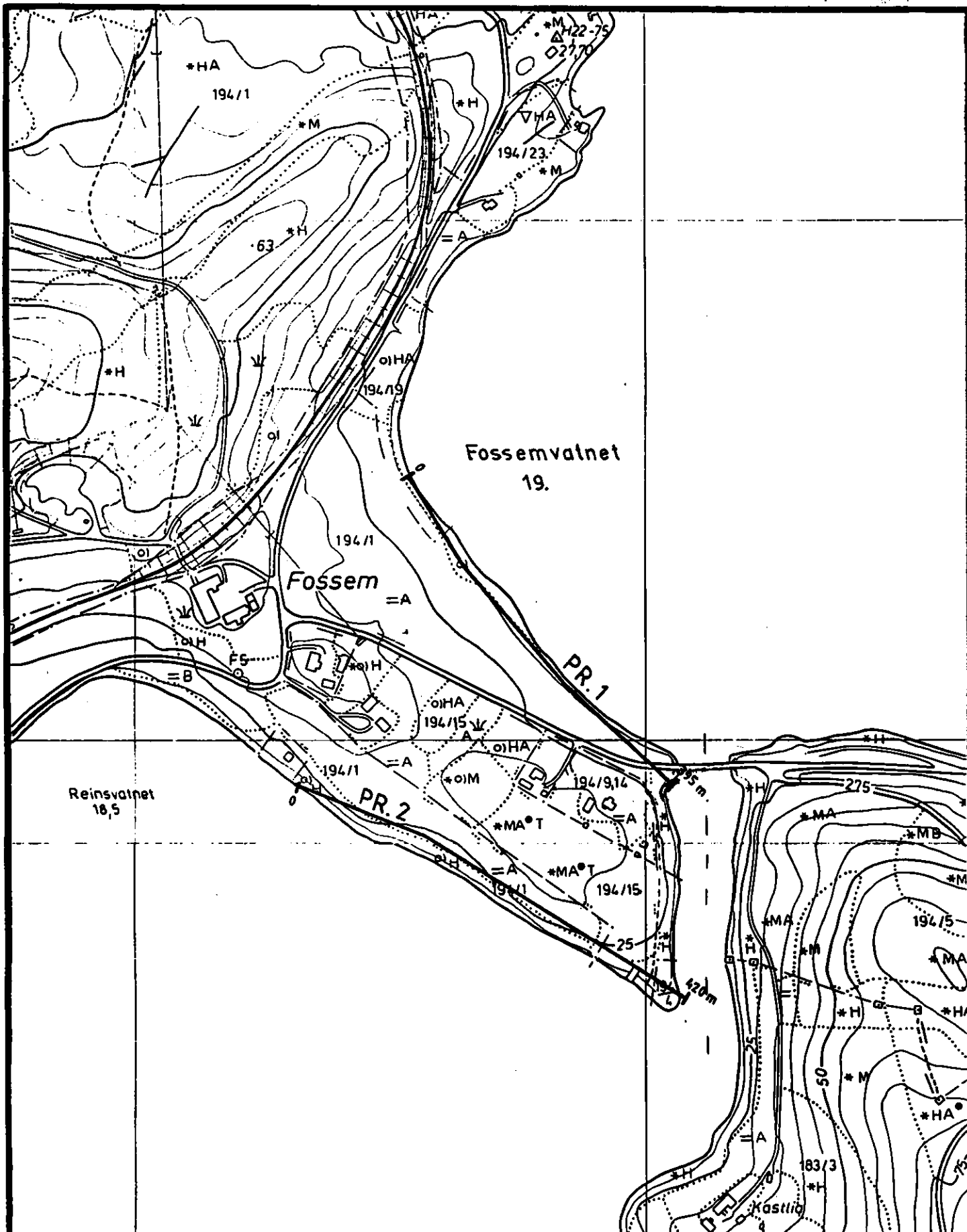
KFR.

TEGNING NR.

2115 - 01

KARTBLAD NR.

1723 III



NORD-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE

SEISMISKE MÅLINGER OVERSIKTSKART FOSSEM, STEINKJER

**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM**

MÅLESTOKK

1:5000

OBS. J.F.T. Nov. 83

TEGN. J.F.T. ———#————

TRAC. R.O. 4

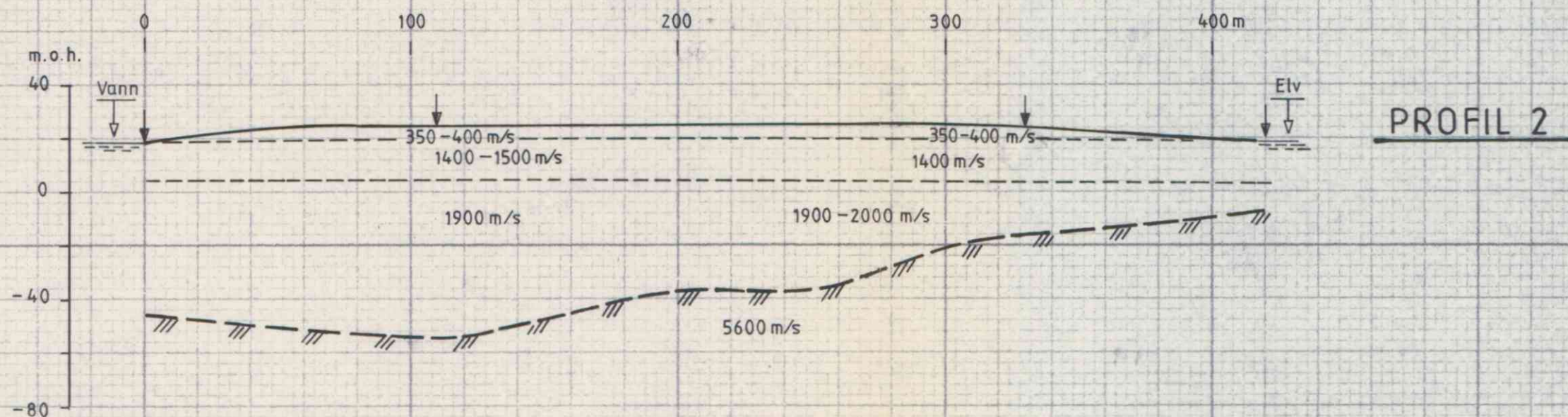
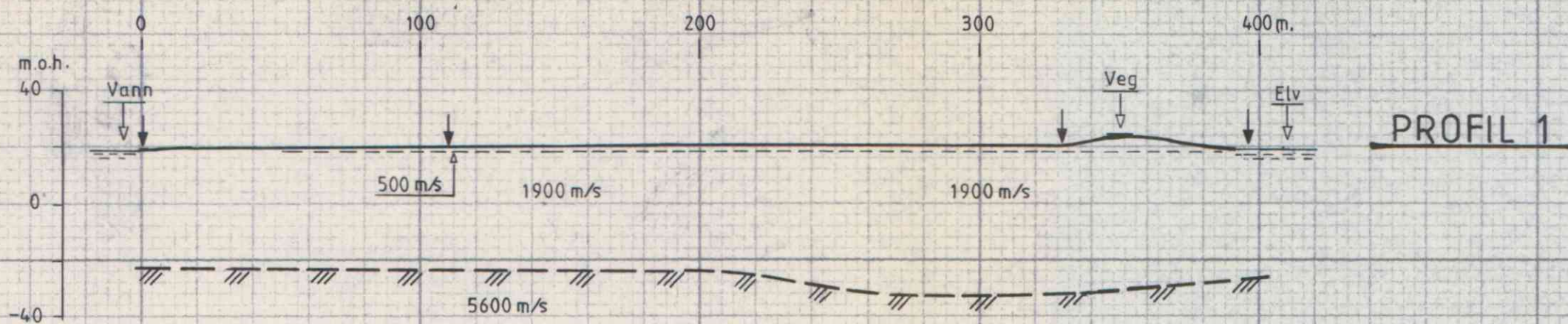
KFR.

TEGNING NR.

2115 - 02

KARTBLAD NR.

1723 III



TEGNFORKLARING

- ↓ Terrengoverflate med skuddpunkt
- Sjiktgrense i løsmasser
- /// Beregnet fjelloverflate

NORD-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE
SEISMISKE MÅLINGER
GRUNNPROFILER
FOSSEM, STEINKJER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1:2000

OBS. J.F.T.	Nov. 83
TEGN. J.F.T.	— " —
TRAC. R.O.	— " —
KFR.	

TEGNING NR.
2115 - 03

KARTBLAD NR.
1723 III