

Rapport nr. 86.112

Seismiske målinger
KOPPANG VANNVERK



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 86.112	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet	
Tittel: Seismiske målinger Koppang vannverk			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: Stor-Elvdal kommune	
Fylke: Hedmark		Kommune: Stor-Elvdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1918 III Stor-Elvdal	
Forekomstens navn og koordinater: Myrstad 32V 6064 68300		Sidetall: 8	Pris: kr. 40,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført: Mai 1986	Rapportdato: 03.06.1986	Prosjektnr.: 2399.00	Prosjektleder: G. Hillestad
Sammendrag: Seismiske målinger ble utført i området omkring grunnvannsuttaget på Myrstad, som forsyner Koppang med drikkevann. Målingene skulle sammen med utførte boringer danne grunnlag for å vurdere tilsigsforholdene mot brønnen.			
Emneord	Løsmasse		
Geofysikk	Stort vannverk		
Seismikk	Fagrapport		

INNHOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastigheter i løsmasser

KARTBILAG

86.112-01 Situasjonsplan og grunnprofiler

OPPGAVE

Seismiske målinger skulle utføres i området ved grunnvannsanlegget på Myrstad, som forsyner Koppang og omegn med drikkevann. Målingene skulle bidra til å kaste lys over tilsigsforholdene mot brønnen, spesielt med tanke på eventuell forurensning fra terrasseflaten i nord. På elvesletta var det allerede utført ca. 10 boringer av NGUs Seksjon for hydrogeologi, som også hadde foreslått hvor de seismiske profilene skulle plasseres.

UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 24-kanals ABEM TRIO. Avstanden mellom seismometrene var 10 m i profil 1 og 20 m i profilene 2 og 3. Været var bra i måleperioden. Det var en del sjenerende trafikkstøy fra nærliggende riksvei med mye tungtrafikk, og flere skudd måtte av den grunn skytes om igjen.

Avd.ing. Øystein Jæger var assistent.

Terrenghøydene er tatt fra økonomisk kart i målestokk 1:5000.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilene. De inntegnede dyp representerer egentlig de korteste avstander til sjiktgrensene - da lydbølgene ikke bare forplanter seg i vertikalplanet - og disse kan leilighetsvis være mindre enn de vertikale dyp. Sjiktgrensene må

betraktes som utglattede linjer, hvor de finere detaljer ikke alltid kommer frem. Kvaliteten av seismogrammene var til en viss grad påvirket av trafikkstøy, men var for det meste ganske god. De resulterende gangtidsdiagrammer later til å gi grunnlag for noenlunde entydige tolkninger. Topplaget viser hastigheter som varierer mellom 350 m/s og 600 m/s. Det svarer nok til forholdsvis tørr sand og grus av forskjellig gradering. I profil 1 er det tydelige indikasjoner på at den tørre massen består av 2 lag over hverandre, mens det i de andre profilene bare fremkommer ett tørt lag. Under de tørre massene varierer hastighetene mellom 1500 m/s og 1950 m/s. Dette kan dreie seg om vannmettet grus, morene eller leire. Hvor en har den høyeste hastighet, later det ikke til å være tette masser - kfr. borhull nr. 9. Så den høye hastighetsverdi skyldes formodentlig ekstra mye stor stein. Sjiktgrensen har såpass gradient under bakkeskråningen at det er nærliggende å tro at det her fins tette lag. I profil 3 kommer ikke 1500 m/s-laget frem i diagrammene under den høyereliggende slette, men jeg har regnet med at det finnes også her - i den blinde sone. Når jeg ser bort fra at det her kan være gjort en feil antakelse, regner jeg med +10% usikkerhet i dybdeangivelsene.

Trondheim, 3. juni 1986
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Gustav Hillestad
Gustav Hillestad
forsker

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 lyd hastigheten 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 lyd hastigheten 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° .

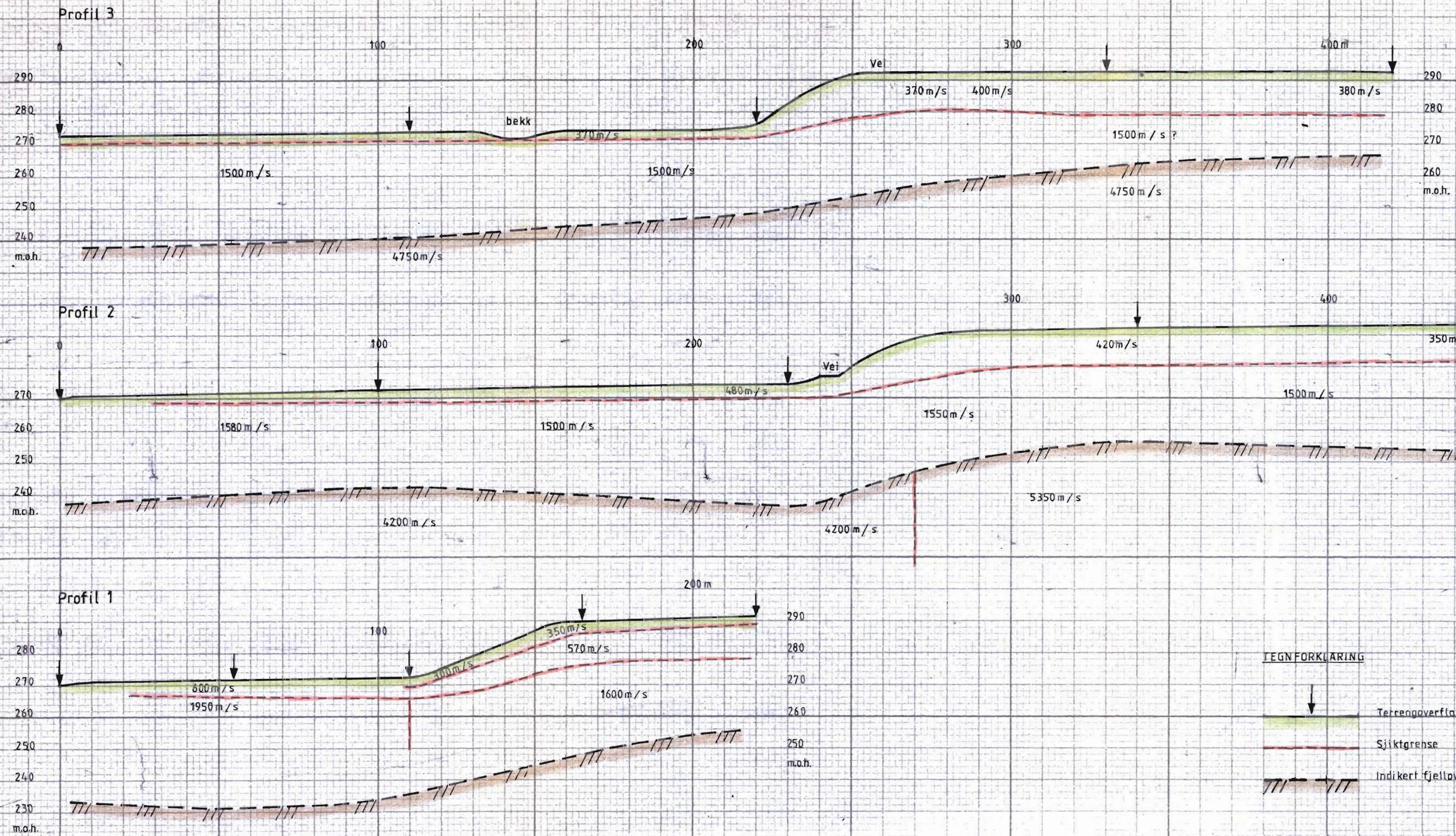
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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

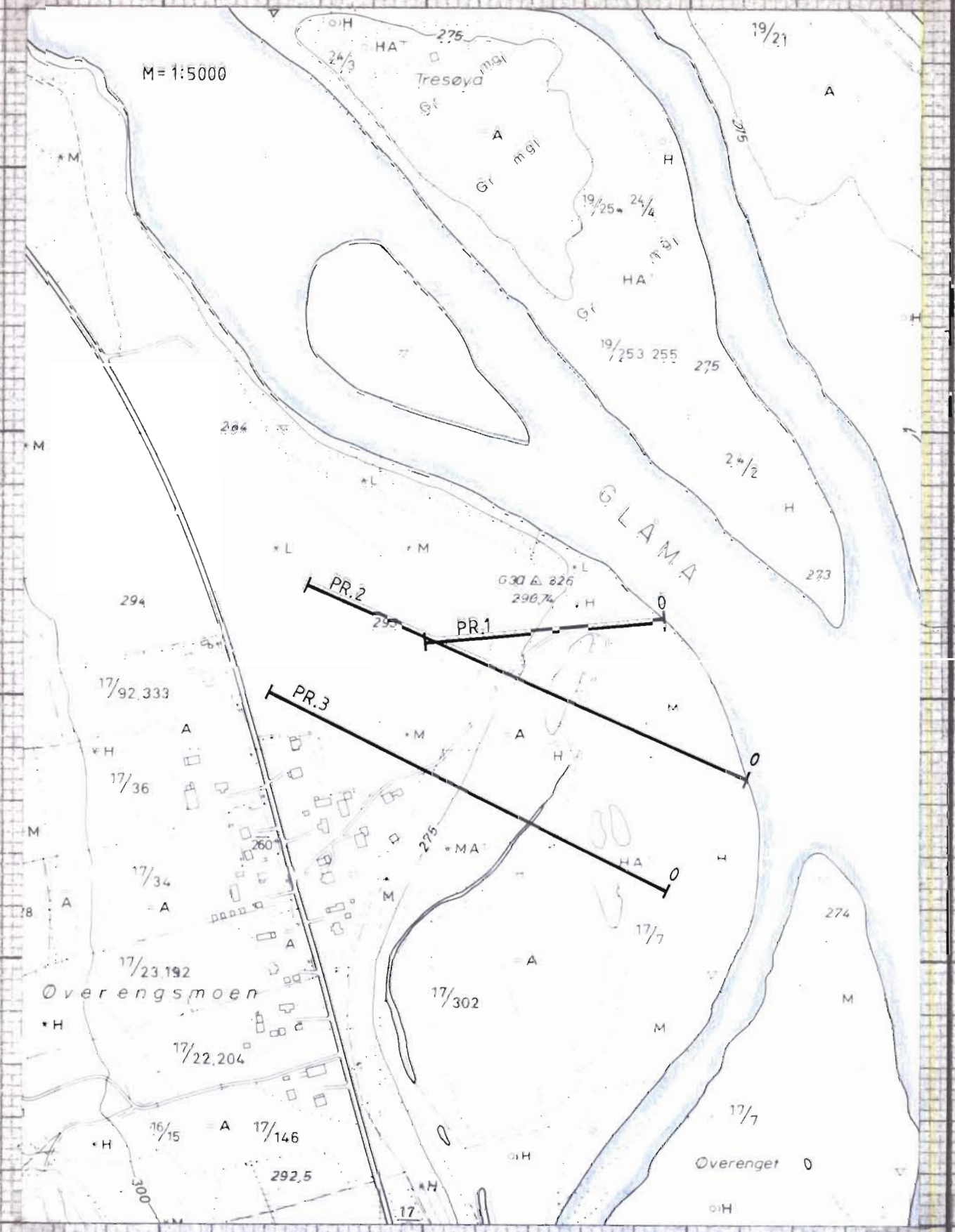
LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

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 "



TEGNFORKLARING

- Terrengoverflate med skuddpunkt
- Sjiktgrense
- Indikert fjelloverflate



STOR-ELVDAL KOMMUNE SEISMISKE MÅLINGER KOPPANG VANNVERK	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	MÅT - 86
	1:1000	TEGN G.H.	- - -
NORDES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNINGS NR.	TRAC T.H.	- - -
	86.112-01	KFR 911	- - -
	KARTBLAD (K.M.S.)		1918 III