

NGU Rapport nr. 89.132

Seismiske målinger

Åheim

Vanylven, Møre og Romsdal

Rapport nr. 89.132		ISSN 0800-3416		^{ÅPEN} Åpen/Fortrolig til okt. 1992	
Tittel: <p style="text-align: center;">Seismiske målinger Aheim</p>					
Forfatter: Gustav Hillestad			Oppdragsgiver: A/S Olivin		
Fylke: Møre og Romsdal			Kommune: Vanylven		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Ulsteinvik			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1119 III Vanylven		
Forekomstens navn og koordinater: Gusdal 32V 3212 68804			Sidetall: 8		Pris: Kr. 58,-
Feltarbeid utført: Sept. 1989		Rapportdato: 30.10.1989		Prosjektnr.: 32.2532.01	Seksjonssjef: <i>Jens S. Kvern</i>
Sammendrag: <p>A/S Olivin er igang med å bygge en transporttunnel fra bruddet ved Gusdal til Aheim. Grunnforholdene i tunneltraseen ved påhuggsområdet på Gusdal ble undersøkt ved seismiske refraksjonsmålinger. Det ble beregnet løsmassemektigheter på opptil ca. 20 m. Påhugget kommer antakelig i olivin med lyd hastighet på 5850 m/s, mens tunnelen ganske fort kommer inn i fjell med hastighet 4800 m/s. Det er rimelig å anta at dette er gneis, og isåfall kan man regne med alminnelig godt fjell på den målte strekning.</p>					
Emneord		Refraksjonsseismikk		Lyd hastighet	
Geofysikk		Løsmasse		Sprekkesone	
Seismikk		Mektighet		Fagrapport	

INNHold

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

89.132-01 Grunnprofil og situasjonsplan

OPPGAVE

A/S Olivin har planlagt en transporttunnel fra Gusdal til Åheim. Driften er allerede igang fra Åheim-siden. Stigningsforholdene for tunnelen på Gusdal-siden er foreløpig ikke bestemt. Bl.a. må en ta hensyn til løsmassemekktighet og fjellkvalitet under planleggingen. For å hjelpe til å belyse disse forholdene ble NGU engasjert til å gjøre seismiske refraksjonsmålinger et stykke innover langs tunnelen fra påhuggsområdet.

UTFØRELSE

Profilet ble målt 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 hovedsakelig 10 m, men med noen 5 m nærmest skuddpunktene.

Strekningen mellom 0 og 330 m ble dekket av seismometre. Terrenget var ganske ulendt med mye undervegetasjon. Oppdragsgiver skaffet 2 assistenter og sørget for merking av profilretning. Det var en del mekanisk støy fra virksomheten i det nærliggende bruddet og fra tunge lastebiler. Dessuten kom det inn 50 Hz elektrisk støy fra høgspenningsledninger. Det var noe regn mens målingene pågikk, men ikke særlig sterk vind.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilet. De inntegnede dyp representerer

egentlig de korteste avstander til sjiktgrensene - da lydbølgene ikke bare forplanter seg i vertikalplanet - og disse kan noen ganger være mindre enn de vertikale dyp. Sjiktgrensene må betraktes som utglattet, slik at finere detaljer ikke alltid kommer frem. På grunn av støykilder ble seismogrammenes kvalitet under middels, selv om en tildels brukte større spengladninger enn vanlig. Hastigheten i det øverste laget varierer sterkt - fra 360 m/s til 1150 m/s. De lave verdiene svarer trolig til mer eller mindre tørr sand og grus. De høyeste verdiene tyder på silt eller leire. Fra ca. pkt. 200 er det indikasjoner på et lag nr. 2 i overdekket - med hastighet 1600-2200 m/s. Her er det rimelig å tenke seg morenemasser. Et slikt lag nr. 2 kan også finnes andre steder i profilet - i blind sone. Et lag med hastighet 2000 m/s nærmest fjell i f.eks. pkt. 120 vil kunne ha en maksimal mektighet på ca. 6 m uten at laget kommer frem i diagrammene. Det betyr isåfall at fjelloverflaten i dette punkt ligger ca. 4 m lavere enn angitt.

Hastighetene i fjellet er meget høye på den nedre del av profilet, hvilket ut fra tidligere erfaring ser ut for å være normalt for kompakt, uforvitret olivin. Øverst i profilet er hastigheten 4800 m/s. Her er man formodentlig kommet inn i gneisen, og hastigheten tyder da på normalt godt fjell.

Terrenghøydene er tatt fra kart i målestokk 1:1000 opp til ca. 200 m, og videre oppover fra kart i målestokk 1:5000. Høydene på de 2 kartene differerer et par meter i overgangen.

Trondheim, 30. oktober 1989

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Geofysisk avdeling



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 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 innfallsloddet, 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° .

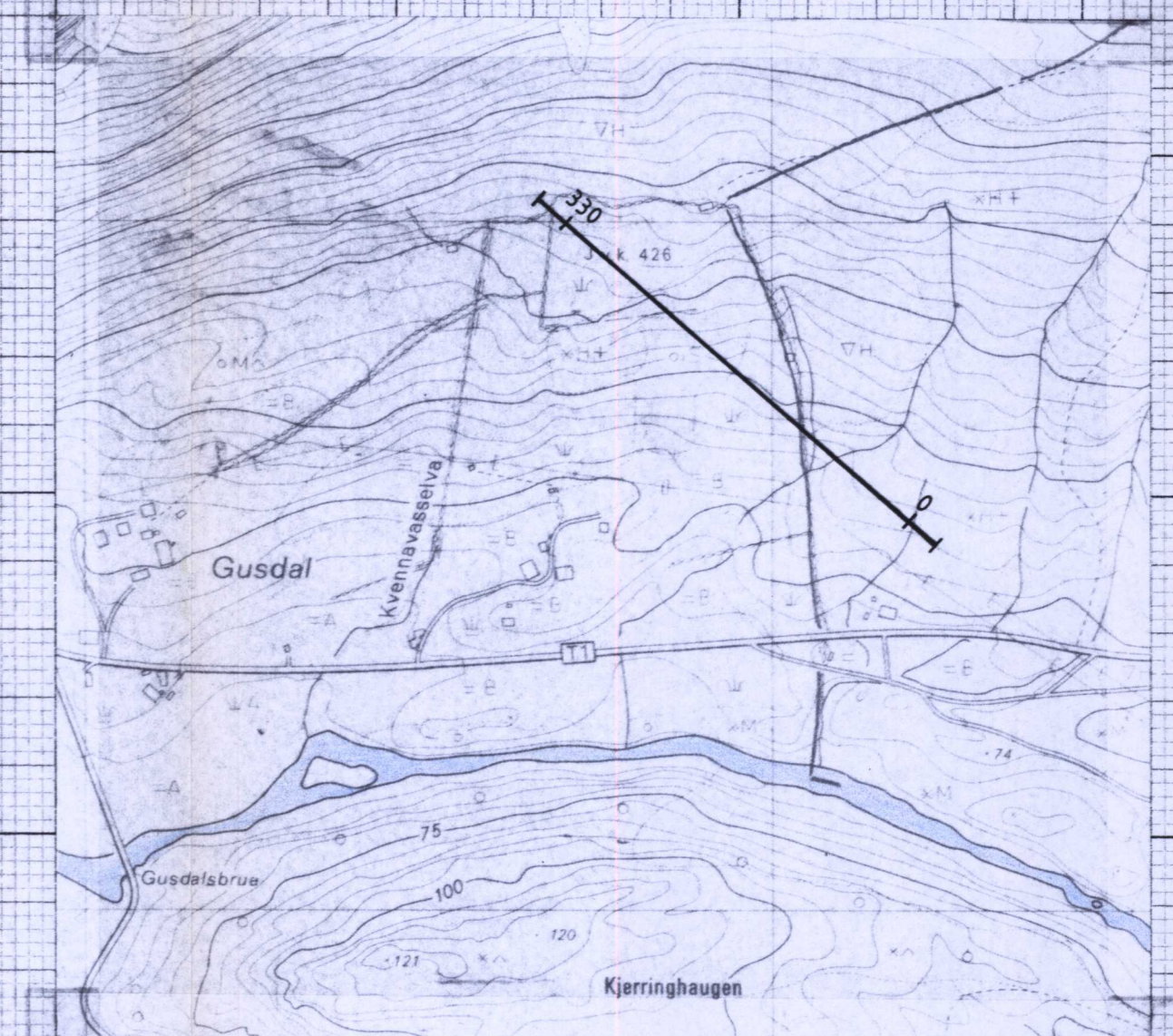
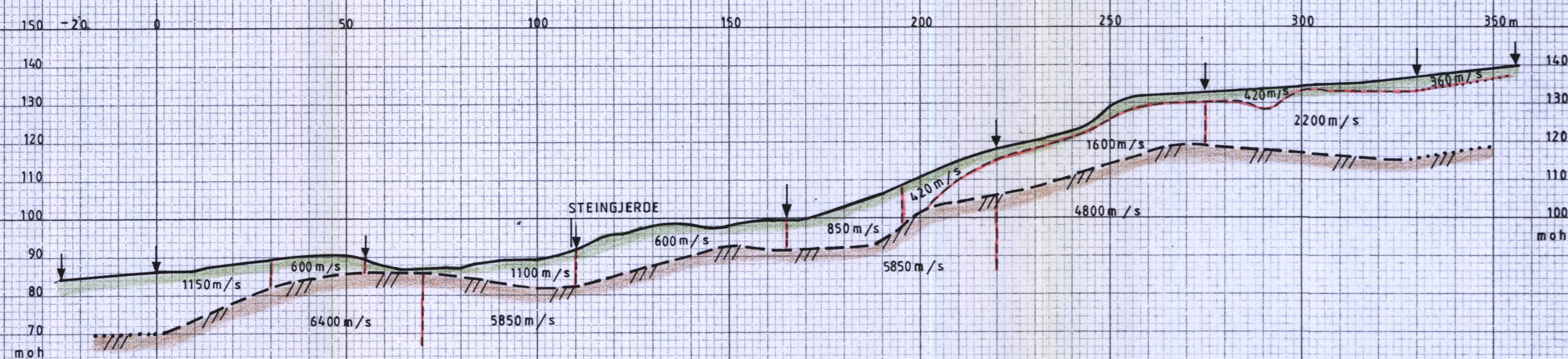
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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

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.

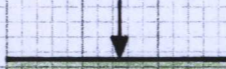
Når en oppnår førsteklases seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne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

A/S OLIVIN REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER ÅHEIM, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT G.H. SEPT. 89
	1:1000	TEGN. G.H. OKT. 89
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	89.132-01	1119 III