

Rapport nr. 86.092

Seismiske målinger  
ANGVIK



# 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. 86.092	ISSN 0800-3416	Åpen for tryk	
Tittel: Seismiske målinger Angvik			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Gjemnes	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Alesund		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1320 I Tingvoll	
Forekomstens navn og koordinater: Angvik 32V 4517 69738		Sidetall: 8	Pris: kr. 40,-
		Kartbilag:1	
Feltarbeid utført: Sept. -85	Rapportdato: 30.06.1986	Prosjektnr.: 2298.24	Prosjektleder: B.A. Follestad
Sammendrag:  Seismiske refraksjonsmålinger ble utført ved et grustak nær Angvik for å skaffe opplysninger om dybdeforholdene og eventuelle materialgrenser. Det ble beregnet ca. 10 m tørr sand og grus på toppen, og den totale tykkelse av løsmassene lå mellom 20 og 30 m.			
Emneord	Løsmasse		
Geofysikk	Grus		
Seismikk	Fagrapport		

INNHOOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode  
Lydhastigheter i løsmasser

KARTBILAG

86.092-01 Situasjonsplan og grunnprofil

## OPPGAVE

Det skulle måles ett profil med refraksjonsseismikk like ved et grustak nær Angvik. Bjørn Follestad hadde på forhånd satt ut noen merker i terrenget langs det ønskede profil. Hensikten var å skaffe opplysninger om dybdeforholdene og eventuelt påvise materialgrenser.

## UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 12-kanals ABEM TRIO. Avstanden mellom seismometrene var hovedsakelig 20 m, men med noen 10 m avstander i begge ender. Været var bra, og støyen fra grustaket var ikke særlig sjenerende.

Torbjørn Haugen var assistent.

Terrenghøydene er tatt fra økonomisk kart.

## 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. Seismogrammenes kvalitet var god, men de resulterende diagrammer er likevel ikke så lette å tolke. Man

ser i ettertid at det kunne ha vært nyttig å avfyre noen flere skudd. Hastigheten i topplaget holder seg stabilt langs profilet på ca. 800 m/s. Dette dreier seg om tørr sand/grus og tykkelsen varierer mellom 8 og 12 m. I lag nr. 2 har en beregnet hastigheten til 1450 m/s i den sydlige del av profilet. Dette kan skyldes en materialforandring til leire eller morene, men det er heller ikke noe i veien for at hastigheten er betinget av vannmettet sand og grus. I den nordlige del er lyd hastigheten betydelig høyere - 2000 m/s. Her er det rimelig å regne med at det må finnes ganske kompakt bunnmorene. Målingene gir ikke grunnlag for å angi hvordan grensen forløper mellom 1450 m/s-laget og 2000 m/s-laget. Hastigheten i berggrunnen er beregnet til 4050 m/s.

Trondheim, 30. juni 1986  
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 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  $25^{\circ}$ .

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.

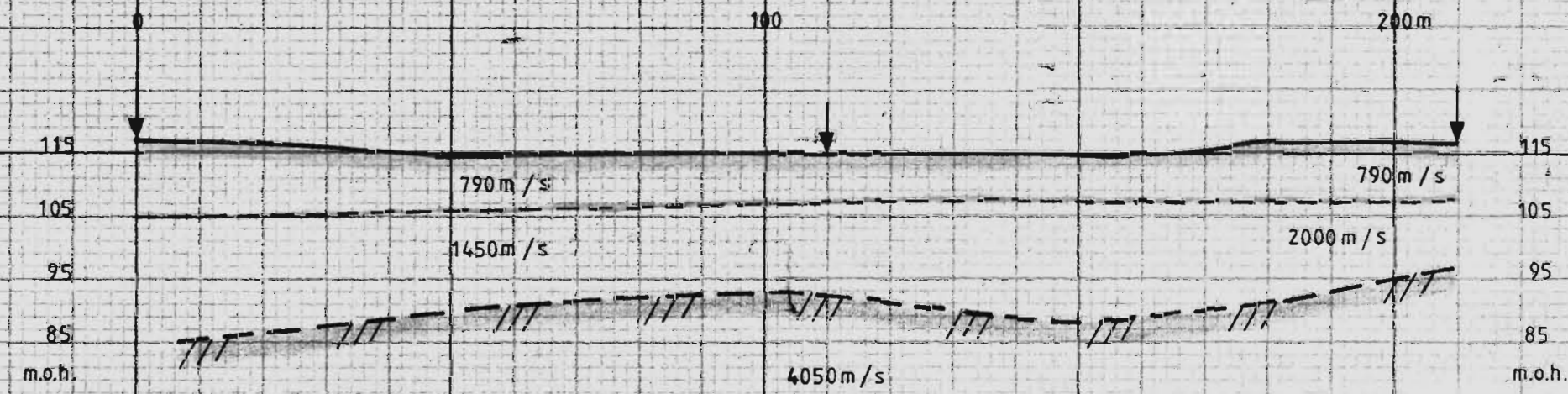
Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer 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

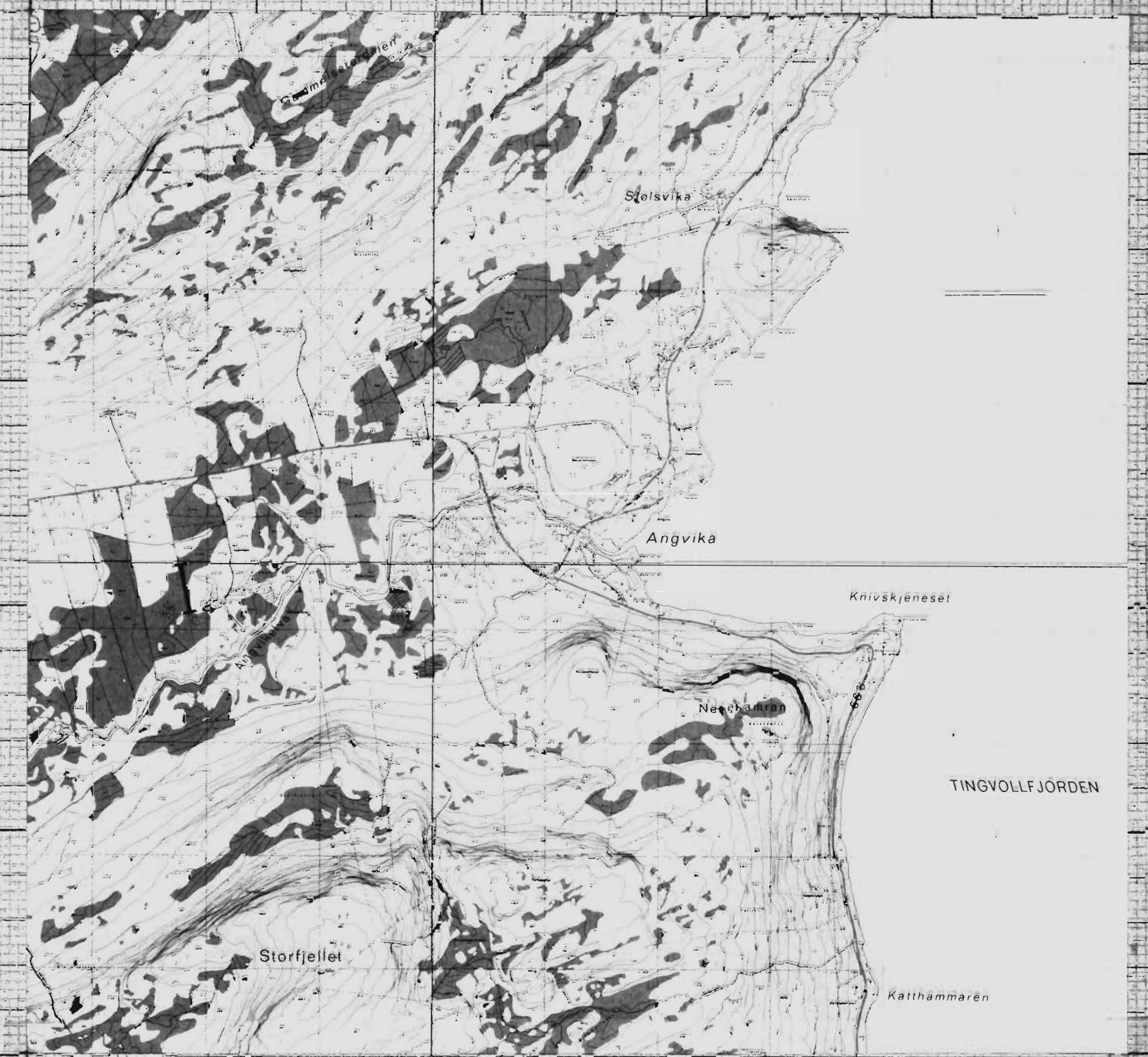
Organisk materiale		150 - 500 m/s
Sand og grus	- over grunnvann	200 - 800 "
Sand og grus	- under "	1400 - 1600 "
Morene	- over "	700 - 1500 "
Morene	- under "	1500 - 1900 "
Hardpakket bunnmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "





TEGNERFORKLARING

- ↓ Terrengeoverflate med skuddpunkt
- Sjiktgrense
- /// Indikert fjelloverflate



NGU SEISMISKE MÅLINGER ANGVIK MØRE OG ROMSDAL	MÅLESYKKEL	MÅLT G.H.	SEPT. 85
	1:1000	TEGN G.H.	FEB. 86
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD (A5)	
	86.092-01	1320 1	