

Rapport nr. 85.163

Seismiske undersøkelser
ORMSETFOSS KRAFTVERK



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 85.163	ISSN 0800-3416	Åpen/Forlagt	
Tittel: Seismiske undersøkelser Ormsetfoss Kraftverk			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Verran	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1622 IV Åfjord	
Forekomstens navn og koordinater: Ormsetfoss 827 806		Sidetall: 8	Pris: kr. 40,-
Feltarbeid utført: Juli 1985		Rapportdato: 09.08.1985	Prosjektnr.: 2281
		Prosjektleder: G. Hillestad	
Sammendrag: Det skulle gjøres seismiske refraksjonsmålinger ved nytt alternativ for utløpstunnel. Dette lå øst for fjorårets profiler, og forholdene her viste seg å være klart bedre. Det ble også målt et par profiler på land i retning mot kraftstasjonen, spesielt med sikte på å avsløre om bekken i dette området har sammenheng med en svakhetsone i fjellet. Dette så ikke ut til å være tilfellet. Løsmassemektheten på land var meget liten, mens den et stykke ut i sjøen nådde godt og vel 10 m.			
Emneord	Geofysikk		Mektigheter
	Refraksjonsseismikk		Lydhastigheter

INNHold

	<u>Side</u>
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode

KARTBILAG

85.163-01 Grunnprofiler

OPPGAVE

I Verran kommune planlegger Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk utbygging av Ormsetfoss Kraftverk, og i den forbindelse fikk NGU i 1984 i oppdrag å utføre seismiske refraksjonsmålinger på en rekke lokaliteter. Resultatene er vist i NGU Rapport nr. 84.111. Forholdene ved påtenkt utløpstunnel var ikke de beste på grunn av store løsmassemektheter under vann. Det skulle derfor i år undersøkes et nytt alternativ litt lenger øst.

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. Hydrofonavstanden under vann var 10 m, mens seismometeravstanden på land var en blanding av 5 m og 10 m. Ansvarlig for målingene var forsker Gustav Hillestad assistert av Trygve Hillestad. Oppdragsgiver sørget for 2 hjelpekarer og merking av profilene i terrenget samt opplodding av vanddypene. Været var gunstig, hvilket spesielt hadde betydning når hydrofonkabelen skulle roes ut i riktig retning ved hjelp av tilbakesikt mot over-rettmerker.

RESULTATER

På vedheftede tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilene. Terreng høydene på land er tatt fra kart i målestokk 1:1 000. I sjøen er benyttet loddinger i forhold til en ukjent vannstand. I profil A fikk en gode seismo-

grammer, mens kvaliteten i profil B var atskillig dårligere. Dette skyldes at profil B for en stor del gikk i eller nær bekk som var flomstor etter kraftig regnvær. Likevel er målingene såpass tydbare at de angitte hastighetsverdier for fjellet antas å være rimelig sikre.

De gir ingen holdepunkter for at bekken representerer noen svakhetssone i fjellet. Under vann er forholdene vesentlig bedre enn i fjorårets profiler, hvis det er snakk om å dykke tunnelen 5 m.

Trondheim, 9. august 1985
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Gustav Hillestad
Gustav Hillestad
forsker

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

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/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 overdekkeshastighetene 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° .

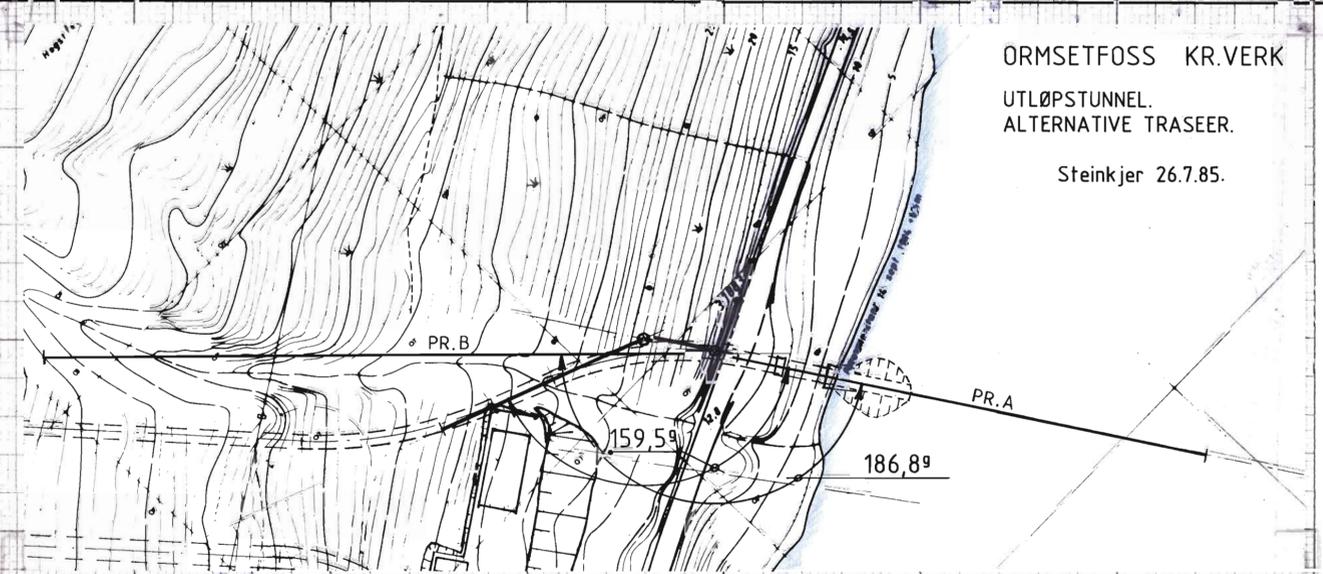
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opp-tegnete diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelig dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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

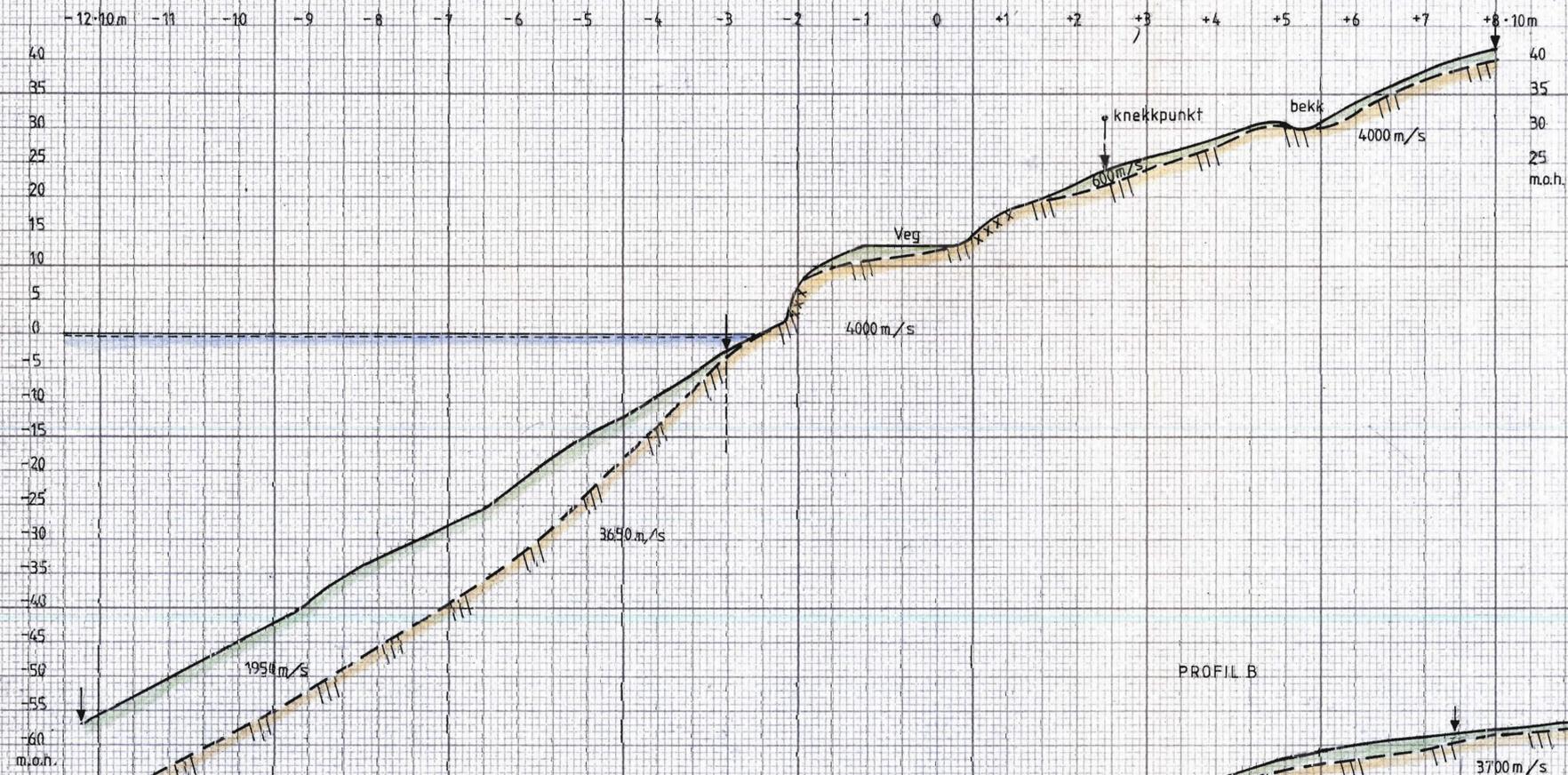
Når en oppnår førsteklases seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne 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 bunmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



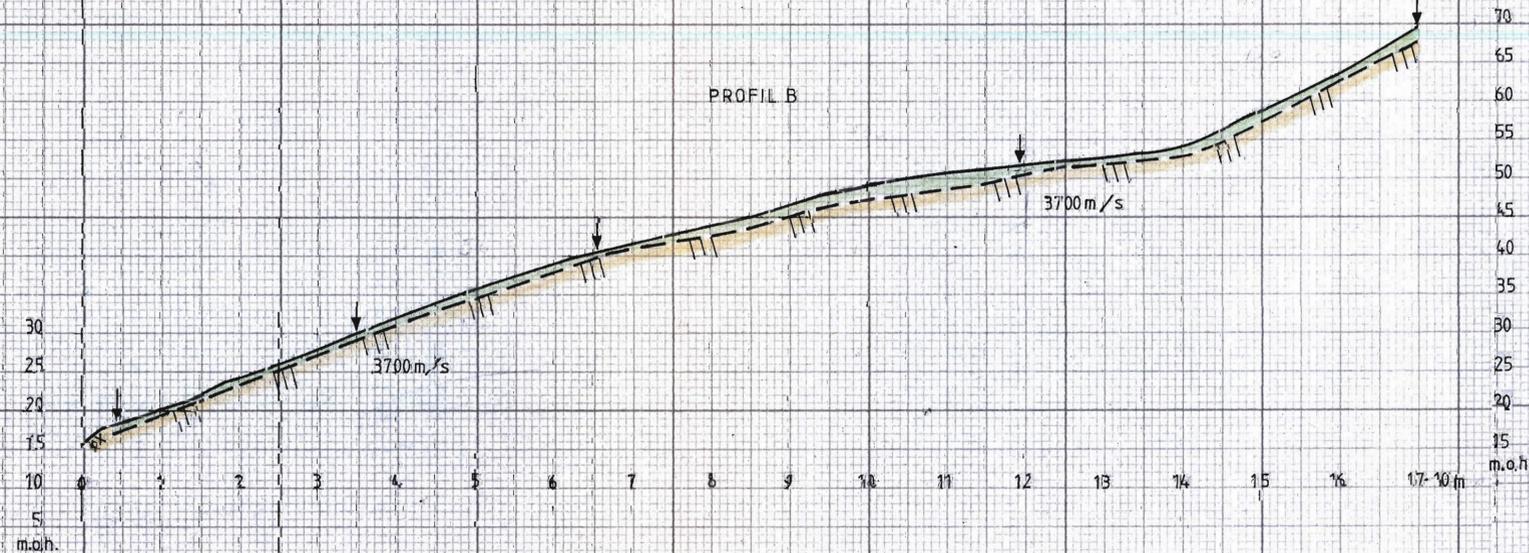
PROFIL A



TEGNFØRKLARING

- Havoverflate
- Terrengoverflate med skuddpunkt
- Indikerer fjelloverflate
- Fjell i dagen

PROFIL B



NORD-TRØNDELAG E-VERK SEISMISKE UNDERSØKELSER ORMSETFOSS KRAFTVERK NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JULI-85
	1:500	TAC T.H.	AUG-85
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE "TRONDHEIM"	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)	
	85.163-01	1622 IV	