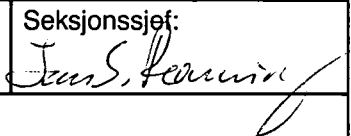


Rapport nr. 91.046		ISSN 0800-3416		Åpen/Forretningsk	
Tittel: Seismiske målinger Gubbeltåga, Rana					
Forfatter: Gustav Hillestad			Oppdragsgiver: Statkraft		
Fylke: Nordland			Kommune: Rana		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Saltdal			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 2127 IV Virvatnet		
Forekomstens navn og koordinater: Gubbeltåga 33W 5131 73668			Sidetall: 8		Pris: kr. 40,-
Feltarbeid utført: November 1990		Rapportdato: 23.01.1991		Prosjektnr.: 63.2389.00	
Seksjonssjef: 					
Sammendrag: For Rana Kraftverk kan det bli aktuelt å bore et ca. 150 m langt ventilasjonshull ved Gubbeltåga på Saltfjellet. Løsmasseforholdene ved borplassen skulle belyses ved et seismisk profil. Dypene til fjell varierte mellom 5,5 og 15 meter, og løsmassene er antagelig morene - med lydshastighet mellom 1380 og 1600 m/s. Fjellet gir inntrykk av å være endel oppsprukket.					
Emneord		Refraksjonsseismikk			
Geofysikk		Løsmasse			
Seismikk				Fagrappport	

INNHOOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

91.046-01 Grunnprofil og situasjonsplan

OPPGAVE

Gubbeltåga, som er en sideelv til Randalselva, er demmet opp, og vannet herfra føres gjennom en skråsjakt ned til en tilløpstunnel. Tidvis dannelse av en luftlomme i tunnelen har noen ganger bevirket plutselig kraftig utblåsing gjennom skråsjakten. Dette uønskede fenomen tenker man å bli kvitt gjennom et ca. 150 m langt luftehull ned til luftlommen. For å belyse løsmasseforholdene på stedet hvor man tenker å starte borhullet, skulle NGU utføre seismiske refraksjonsmålinger langs et 110 m langt profil rett over tunnelen.

UTFØRELSE

Profilet ble målt etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Det var kaldt og sterk vind under måleperioden. Vegetasjonen var ubetydelig, og bakken var dekket av et tynt snølag. Et tynt telelag skulle neppe ha influert nevneverdig på målingene. Den anvendte apparatur var en 12-kanals ABEM TRIO. Avstanden mellom seismometrene var hovedsakelig 10 m, men med noen 5 metere i nærheten av skuddene. Oppdragsgiver hadde på forhånd markert målelinjen med utsatte pinner og skaffet også 3 assistenter.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilet. De inntegnede dyp representerer egentlig de korteste avstander til sjiktgrensen - da lydbølgene ikke bare forplanter seg i vertikalplanet - og disse kan noen ganger være mindre enn de vertikale dyp. Seismogrammene ble gode, og de resulterende diagrammer har trolig gitt grunnlag for tolkninger som er noenlunde entydige i hovedtrekkene. Løsmassen består trolig av morene, med lydshastighet som varierer mellom 1380 m/s og

1600 m/s langs profilet. Tettere pakning og høyt innhold av storstein kan bidra til å øke hastigheten. Lydhastigheten i fjell er målt til 3800-3900 m/s på flankene av profilet. Denne verdien er såvidt lav at det tyder på endel oppsprekking av fjellet. Midt i profilet er hastigheten målt til 5300 m/s, hvilket tyder på meget solid fjell.

De antydde grenser mellom hastighetssonene er tegnet vertikale. Egentlig har vi ikke holdepunkter for å si hvordan de forløper. De kan like gjerne gå på skrå den ene eller andre vei. Det ble ikke utført landmåling, og målestedets plassering på kartet er bare omtrentlig - etter hukommelsen. Et holdepunkt har jeg hatt i en tilsendt skisse som viser at pel B ligger på ca. kote 762,5. Seismometrene var plassert mellom 0 og pkt. 110. Det ble også avfyrt fjernskudd i pkt. -30 og i pkt. 140. Dette gir en viss ide om dypet til fjell i forlengelsen av profilet.

Trondheim, 23. januar 1991
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 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 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 bunmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "