

Rapport nr. 90.107	ISSN 0800-3416	Åpen/ Kort digstik	
Tittel: Seismiske målinger Hellefossen, Øvre Eiker			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: Øvre Eiker kommune	
Fylke: Buskerud		Kommune: Øvre Eiker	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Skien		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1714 I Hokksund	
Forekomstens navn og koordinater: Hellefossen 32V 504284		Sidetall: 9	Pris: kr. 60,-
Feltarbeid utført: Juni 1990		Rapportdato: 01.08.1990	Prosjektnr.: 63.2372.00
Seksjonssjef: <i>Jens S. Kvernåen</i>			
Sammendrag: I tilknytning til planlegging av et grunnvassverk ble det utført seismiske refraksjonsmålinger på land langs 2 profiler nord for Hellefossen i Drammenselva. Hensikten var å finne dypet til grunnvannsspeil og til fjell. I det mest interessante profilet tyder målingene på at vannmettet sand og grus har en mektighet av 15-20 m over en strekning på bortimot 200 m av profilet.			
Emneord	Refraksjonsseismikk		
Geofysikk	Hydrogeologi		
Seismikk	Løsmasse	Fagrapport	

INNHOOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	5

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

90.107-01 Situasjonsplan
-02 Grunnprofiler

OPPGAVE

Rådgivende ingeniør Carl-H. Knudsen A/S hadde påtatt seg å utføre grunnvannsundersøkelser ved Drammenselva for Øvre Eiker kommune. I den forbindelse ble NGU engasjert til å gjennomføre seismiske refraksjonsmålinger langs 2 profiler nord for Hellefossen. Hovedmålsettingen var å finne dypet til grunnvannsspeil og til fjell. Profilenes plassering ble valgt i samråd med konsulentfirmaets siv.ing. Sissel Tvedten og er vist på vedheftet tegning.

UTFØRELSE

Profil 1 ble målt 1-2 m fra skinnegangen til NSB på elvesiden. Profil 2 ble målt nær elva. Den sydlige halvdel av profil 2 fulgte en sti gjennom skogen, og den nordlige halvdel gikk i samme retning gjennom buskaset. På den nordlige halvdel fjernet profilet seg noe fra elva samtidig som terrenghøyden økte - anslagsvis 5-7 m.

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 24 kanals ABEM TRIO, og avstanden mellom seismometrene var 10 m, men med noen 5 metere i nærheten av skuddene. Det var ingen sjenerende mekanisk eller elektrisk støy i måleområdet. Været var meget bra. Det ble ikke utført nivellement, og terrenghøydene ble tatt fra økonomisk kart med 5 m ekvidistanse. Her er det en feilkilde som kan ha ført til at terrenghøyden er angitt noen meter galt. Assistent ved målingene var Sissel Tvedten.

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 noen ganger være mindre enn de vertikale dyp. De angitte sjiktgrensene må betraktes som utglattede linjer, hvor de finere detaljer ikke kommer frem.

I profil 1 ble seismogrammene dårlige. En årsak til dette var doggdannelse i oscillografen som førte til at noen av strekene på filmen ble dårlig lesbare. En annen årsak var at den løse grusen under svillene ga dårlig lydforplantning fra skuddene. Lengst i nord ligger fjellet meget grunt, og fra ca. pkt. 100 stikker fjellet mot dypet samtidig som det avtegner seg to lag i løsmassene. Det øverste laget - med hastigheter i intervallet 300-480 m/s - har en mektighet på opp til 11-12 m og består av tørr sand og grus. I det underliggende løsmasselag er hastigheten beregnet til ca. 1000 m/s. Verdien er for lav til å representere vannmettede masser. Det kan dreie seg om godt komprimert sand og grus, men det er kanskje vel så sannsynlig at det her ligger silt eller leire. På et parti nær midten av profilet ser det ut som hastigheten i lag nr. 2 er ca. 1400 m/s. Dette kunne være forenlig med vannmettet grus, men også med silt og leire. En skikkelig bestemmelse av lydshastigheten i fjellet fikk en bare i den nordlige del av profilet, hvor fjellet ligger grunt. Det er i beregningene antatt at denne verdien holder seg uforandret langs resten av profilet.

I profil 2 ble seismogrammene stort sett gode. De resulterende løpetidsdiagrammer viser 2 sjikt i overdekket langs hele profilet. I det øverste laget av tørr sand og grus varierer hastigheten mellom 300 m/s og 520 m/s. Mektigheten ligger stort sett på 2-3 m, men øker til ca. 7 m lengst nord. Den tilnærmet horisontale sjiktgrense svarer trolig til grunnvannsspeilet. Under denne grensen varierer hastigheten i løsmassene mellom 1300 m/s og 1900 m/s.

Den høyeste verdien 1900 m/s - som fins lengst syd - kan harmonere med ganske hard morene, mens de øvrige verdiene er mer forenlig med vannmettet sand og grus. I fjellet ser det ut til å være en lavhastighetssone mellom pkt. 60 og pkt. 100. Her er det sannsynligvis betydelig oppsprekking i fjellet. Forøvrig langs profilet tyder hastighetene på solid fjell.

Trondheim, 1. august 1990
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Gustav Hillestad
Forsker
(sign.)

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 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° .

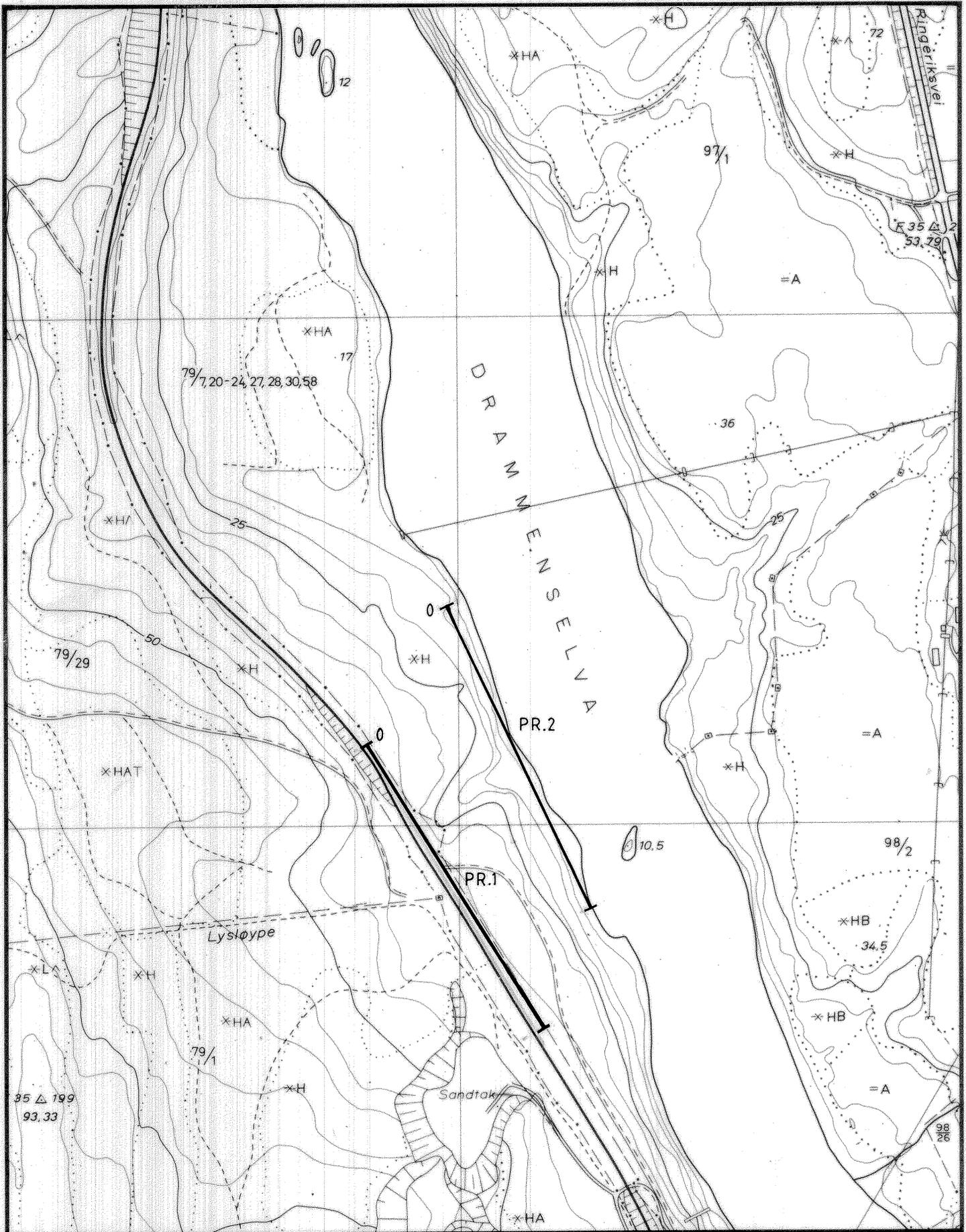
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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



ØVRE EIKER KOMMUNE / C.H. KNUDSEN A/S
 SEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
 HELLEFOSSEN, ØVRE EIKER

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT G.H.	JUNI 1990
TEGN G.H.	JULI 1990
TRAC T.H.	AUG. 1990
KFR. <i>GH.</i>	— —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 90.107-01

KARTBLAD NR.
 1714 I

