

NGU Rapport nr. 91.208

Seismiske målinger ved
KOLBREK,
Øvre Eiker, Buskerud

| | | | |
|--|---------------------|---|----------------------------|
| Rapport nr. 91.208 | ISSN 0800-3416 | Åpen/ Fortrolig tekst | |
| Tittel: Seismiske målinger ved Kolbrek | | | |
| 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: Kolbrek 32V 5501 66303 | | Sidetall: 8 | Pris: kr. 50,- |
| Feltarbeid utført: Juni 1991 | | Rapportdato: 16.07.1991 | Prosjektnr.: 63.2372.00 |
| Seksjonssjef: <i>Jan S. Rønning</i> | | | |
| Sammendrag: I tilknytning til planlegging av et vannverk basert på grunnvann ble det utført seismiske refraksjonsmålinger på land langs 2 profiler ved Drammenselva nær Kolbrek. Hensikten var å finne dypet til grunnvannsspeil og til fjell. Sonen med vannmettet sand og grus ser ut til å kunne ha en maksimal mektighet på ca. 20 m. | | | |
| Emneord | Refraksjonsseismikk | Grunnvannsforsyning | |
| Geofysikk | Hydrogeologi | | |
| Seismikk | Løsmasse | Fagrappport | |

INNHold

| | Side |
|------------|------|
| OPPGAVE | 4 |
| UTFØRELSE | 4 |
| RESULTATER | 4 |

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

91.208-01 Grunnprofiler og situasjonsplan

OPPGAVE

Øvre Eiker kommune arbeider med planer om et nytt vannverk basert på grunnvann. I den forbindelse ble NGU gjennom rådgivende ingeniør Carl-H. Knudsen A/S engasjert til å utføre seismiske refraksjonsmålinger langs 2 profiler ved Drammenselva nær Kolbrek. Plasseringen av profil 1 ble valgt i samråd med konsulentfirmaets siv.ing. Sissel Tvedten under befaring like før målingenes start. Profil 2 fikk jeg fullmakt til å legge noenlunde loddrett på profil 1 på et sted hvor vegetasjonen ikke var for sjenerende tett.

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. På de sydligste 200 m av profil 1 var avstanden mellom seismometrene 20 m. Forøvrig var avstandene 10 m. Det var stille, overskyet vær med endel regnbyger mens målingene ble utført. Det var ingen sjenerende mekanisk eller elektrisk støy. Nivellement ble ikke utført. Terreng høydene er tatt fra økonomisk kart, supplert med noen notater. I profil 1 har en regnet med at terrengoverflaten ligger på kote 15. Det virket iallfall som at profilet måtte være tilnærmet horisontalt. I den grad terrengoverflaten er lagt inn galt, vil både sjiktgrensen og fjelloverflaten ligge tilsvarende galt, i det de beregnede mektigheter forhåpentlig er noenlunde korrekte. Profil 1 ble lagt et par meter lenger fra elva enn de utførte boringene. Oppdragsgiver skaffet assistent til målingene.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilene. De inntegnede dyp representerer egent-

lig de korteste avstander til sjiktgrensene - og disse kan ofte være noe mindre enn de vertikale dyp. Sjiktgrensene må betraktes som utglattede linjer, hvor finere detaljer ikke kommer frem. Seismogrammene ble gode, men de resulterende gangtidsdiagrammer har ikke gitt grunnlag for helt entydige tolkninger. Topplaget har hastigheter som varierer mellom 330 m/s og 510 m/s. Dette svarer til tørr sand og grus av noe varierende sammensetning. Mektigheten av dette laget er trolig angitt med rimelig god nøyaktighet - anslagsvis ± 1 m. Lydhastigheten i lag nr. 2 er godt bestemt bare på de nordligste 110 m av profil 1. På resten av profil 1 samt i profil 2 blir lag nr. 2 praktisk talt liggende i "blind sone". Jeg har regnet med verdien 1500 m/s - som er den vanligste i vannmettet sand og grus - og jeg anslår usikkerheten av mektigheten i dette laget til å være ± 2 m. Den høyere verdien 1700 m/s lengst nord i profil 1 kan skyldes ekstra mye stor stein. Men den kan også skyldes innhold av leire eller morene, og derfor blir det ikke mulig å sette tallet i forhold til permeabilitet.

Langs størstedelen av profil 1 er hastigheten i fjellet meget høy - 5400 m/s. Bare lengst i syd tyder hastigheten 4200 m/s på en svakhetssone med betydelig oppsprekking. Fjellhastigheten i profil 2 er stipulert til 5400 m/s. Den ble ikke bestemt ut fra målingene fordi det ikke ble skutt fjernskudd. Hindringene var på den ene siden Drammenselva og på den andre siden en stor kornåker, hvor vi nødvendig ville lage noen skuddgrop.

Trondheim, 16. juli 1991
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 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° .

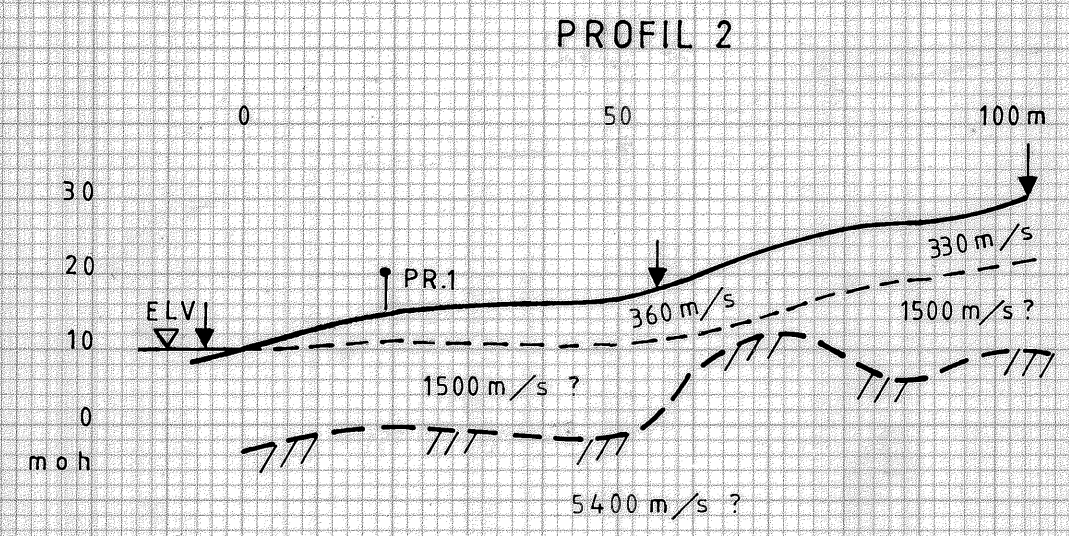
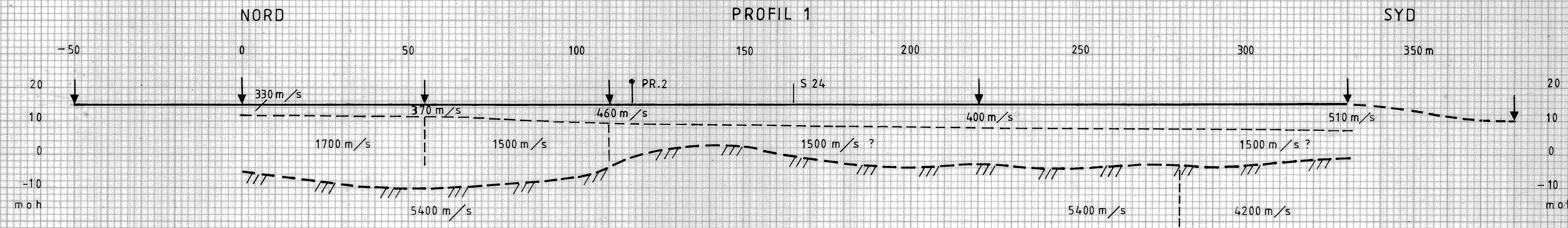
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnete diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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 bunnmorène | | 1900 - 2800 " |
| Leire | | 1100 - 1800 " |



- TEGNFORKLARING**
- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
 - SJIKTGRENSE
 - INDIKERT FJELLOVERFLATE



| | | | |
|---|---------------------------------|------------------|---------------|
| ØVRE EIKER KOMMUNE SEISMISKE MÅLINGER KOLBREK ØVRE EIKER, BUSKERUD | MÅLESTOKK 1:1000 | MÅLT G.H. | JUNI 1991 |
| | | TEGN. G.H. | JULI 1991 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR. 91.208-01 | TRAC. T.H. | JULI 1991 |
| | | KFR. <i>GH</i> | AUG. 1991 |
| | | TEGNING NR. | KARTBLAD NR. |
| | | 91.208-01 | 1417 I |