

NGU rapport 90.036

Seismiske målinger

ÅSTADALEN

Ringsaker, Hedmark

Rapport nr. 90.036	ISSN 0800-3416	Åpen/For salg	
Tittel: Seismiske målinger Åstadal			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: NGU/NLH	
Fylke: Hedmark		Kommune: Ringsaker	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Lillehammer		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1917 III Åsmarka	
Forekomstens navn og koordinater: Skvaldra 32V 6015 67914		Sidetall: 8	Pris: kr. 50,-
Feltarbeid utført: Juli 1989		Rapportdato: 13.03.1990	Prosjektnr.: 32.2532.01
Seksjonssjef: <i>Jens S. Kvervick</i>			
Sammendrag: Det ble utført seismiske refraksjonsmålinger langs et 1600 m langt profil i lia ovenfor et hytteområde ved elva Skvaldra. Hensikten var å skaffe data om overdekkets mektighet og sammensetning, spesielt med sikte på øket forståelse av vanntransporten i undergrunnen. Tykkelsen av løsmassene varierte mellom 0 og 20 m. På større partier ble det registrert hastigheter som svarer til tette morenemasser.			
Emneord	Kvartærgeologi		
Geofysikk	Hydrogeologi		
Refraksjonsseismikk	Løsmasse	Fagrapport	

INNHold

Side

OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

90.036-01 Situasjonsplan og grunnprofil

OPPGAVE

Det skulle måles et profil fra en myr nær elva Skvaldra på tvers av kotene i retning mot fjellet Tuva. Det gjaldt å finne ut mest mulig om overdekkets mektighet og sammensetning, spesielt med sikte på øket forståelse av vanntransporten i undergrunnen. Profilets plassering var foreslått av professor Sylvi Haldorsen ved NLH på Ås.

UTFØRELSE

I løpet av de dagene som var avsatt for jobben, ble det målt et profil på ca. 1600 m etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 24 kanals ABEM TRIO. Avstanden mellom seismometrene var hovedsakelig 10 m, men med noen 5 metere i nærheten av skuddene. Terrenget var forholdsvis jevnt skrånende. Store deler av profilet var uten sjenerende vegetasjon, men på et parti nedenfor midten var det tett kjerr, som sinket målingene. Selv om arbeidet ble gjort i midten av juli, var det kaldt og vått og tildels ufyselig vær. Assistentene var Eirik Mauring fra NGU og Leif Jakobsen fra NLH.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilet. For å få et hendig format har jeg brukt forskjellig målestokk for lengde og høyde. 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.

Sjiktgrensene må betraktes som utglattede, hvor de finere detaljer ikke alltid kommer frem. Seismogrammene ble gode, og de resulterende løpetidsdiagrammene har gitt grunnlag for tolkninger som er noenlunde entydige når det gjelder hovedtrekkene.

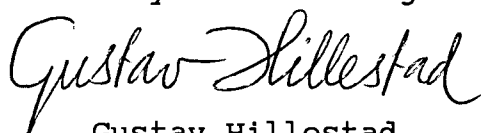
På den nederste halvdel av profilet er det et topplag med hastighet som varierer mellom 420 m/s og 1300 m/s. Dette laget har formodentlig varierende sammensetning av sand og grus. Tykkelsen av dette laget, som er permeabelt, er ca. 10 m på myra og minker oppover til 0 i området 500-600 m. Under topplaget er det et tykkere løsmasselag med hastigheter mellom 1600 m/s og 2200 m/s. Dette dreier seg nok om morenemasser, som er lite permeable.

Fra ca. 780 m til ca. 1260 m fremkommer det ikke hastigheter som kan forbindes med bunnmorene. Her ligger verdiene på 800-1000 m/s tildels med et topplag på 500-600 m/s. Dette er trolig masser som vannet kan renne gjennom uten større hindringer. Omtrent ved pkt. 640 skulle en vente at vann som kommer gjennom løsmassene ovenfra blir presset frem i overflaten fordi de tette morenemassene her går helt til topps. Høyt oppe i profilet - mellom pkt. 1270 og pkt. 1450 - er det også registrert bunnmorene nærmest fjellet. Her ligger den imidlertid under betydelig mektighet av løsmasse, som er vanngjennomtrengelig. Langs storparten av profilet ligger hastigheten i fjellet i området 4450-4900 m/s, som svarer til jevnt godt fjell. På de nederste par hundre meter ser det ut som fjellet er ekstra kompetent uten oppsprekking, med hastighet på 5400 m/s.

Trondheim, 13. mars 1990

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Geofysisk avdeling



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 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° .

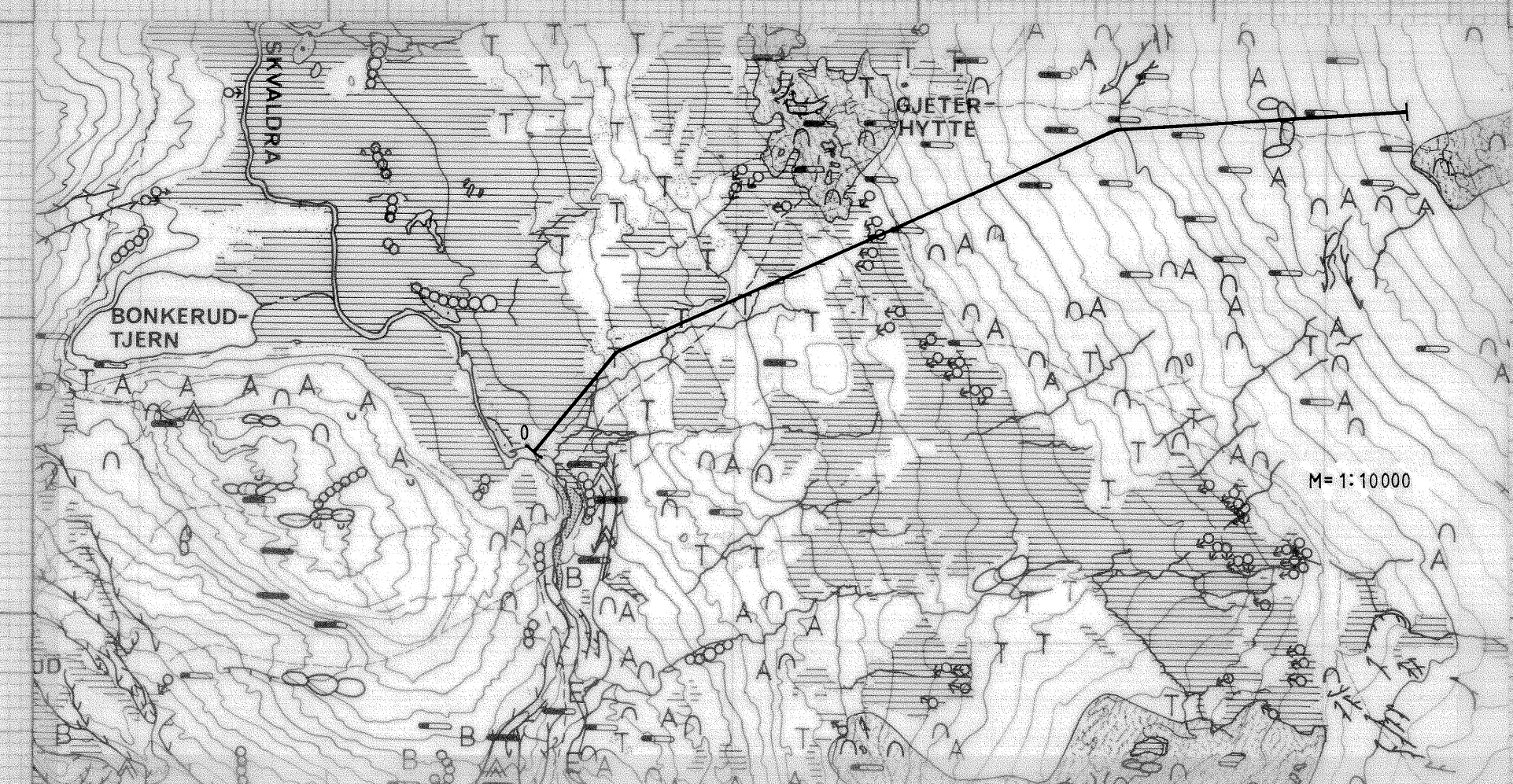
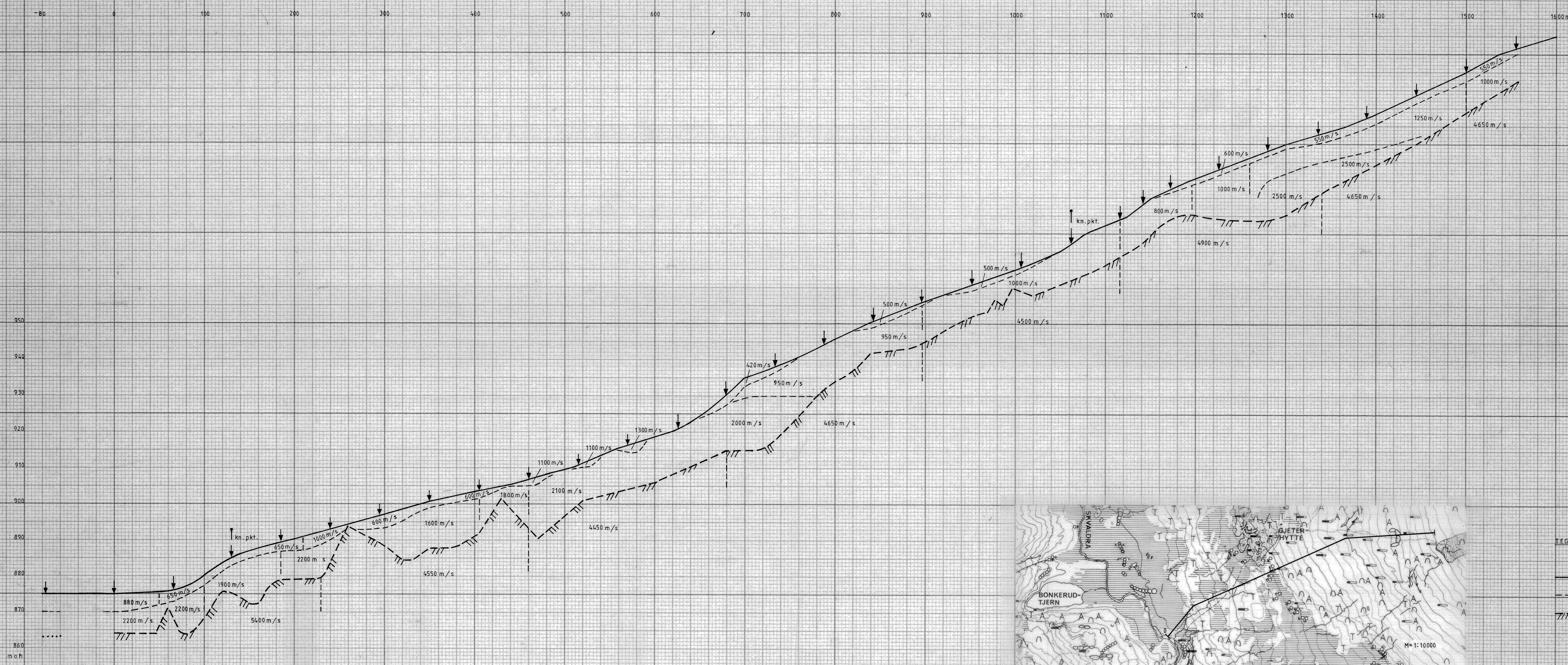
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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



TEGNFORKLARING:

- ↓ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- - - - - SJIKTBØNSE
- /// INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU/NLH SEISMISKE MÅLINGER ÅSTADALEN GRUNNPROFIL OG OVERSIKTSKART NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	OBS. G.H.	JULI 1989
	LM=1:2000	TEGN. G.H.	FEB. 1990
	HM=1:500	TRAC. T.H.	MARS 1990
	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	90.036-01	1917 III	