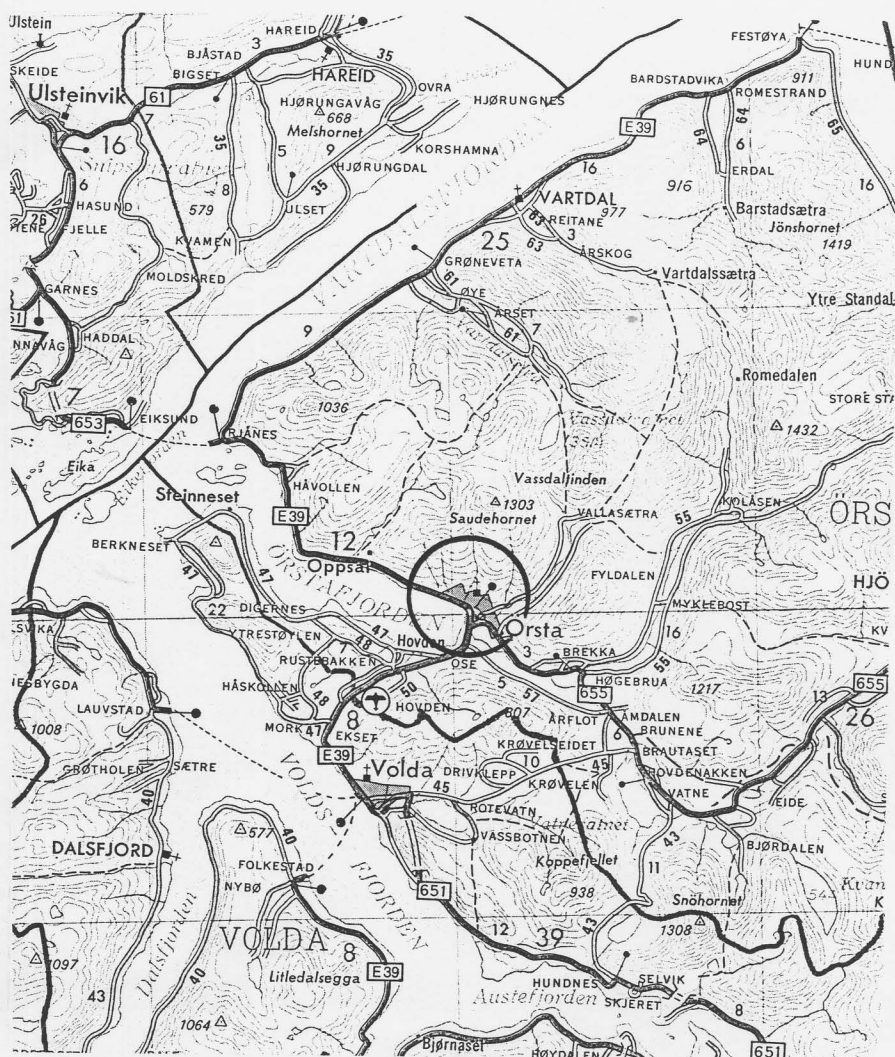


Oppdrag T-251 A rapport nr. 1

Seismiske undersøkelser for tunnel

Mork - Ørsta sentrum



8. desember 1999



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Oppdrag T-251 A, rapport nr. 1

Seismiske undersøkelser for tunnel Mork - Ørsta sentrum

Sammendrag

I forbindelse med planer for tunnel Mork - Ørsta sentrum, er det utført seismiske undersøkelser for et kritisk område for tunnelen.

Området ble undersøkt med 5 stk. profiler a 110 m.

Profilinje nr. I ble lagt tilnærmet over planlagt tunneltrasé. Det ble ikke oppnådd refraksjon fra fjell i denne linjen og dybde til fjell er på denne bakgrunn beregnet til over 50 m.

For de øvrige profilene er registrert dybde til fjell mellom 11 og 36 m.

Det er registrert lagdeling i løsmassene med to lag over hele det undersøkte området..

Over kote 65 er registrert fjellhastighet 4000 - 5000 m/sek. Dvs. en middels til fast og hard bergart.

Nedenfor kote 65 er registrert fjellhastighet 3000 - 3100 m/s. Hastighetsreduksjonen kan skyldes måleretningen på fjellflaten og forvitring i fjelloverflaten.

Emneord: *Seismikk*

Fylke: *Møre og Romsdal*
Anlegg/parsell: *Mork - Ørsta sentrum*
UTM-ref.: *LQ 51 01*
Kontor: *Geoteknisk kontor*
Saksbehandler: *Willy Holm*
Dato: *8. desember 1999*

/ RDA

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

I INNLEDNING	2
II MÅLEARBEIDER	2
III MÅLERESULTATER	2

VEDLEGG

Bilag 1 A Tegnforklaring

Tegning T-251 A -01 Kart over seismiske profiler

-02 Seismiske profiler, linje I - V

I Innledning

Vegvesenet i Møre og Romsdal utfører undersøkelser i forbindelse med planer for tunnel fra Mork til Ørsta sentrum.

I denne sammenheng har vegkontoret i Møre og Romsdal bedt Vegteknisk avdeling om å utføre seismiske refraksjonsmålinger for å kartlegge dybder til fjell over et anvist område som er aktuelt for tunneltraséen.

Den foreliggende rapport beskriver utførte målinger og resultatene av disse.

II Målearbeider

Det fysikalske grunnlag for målingene er at trykkbølger forplanter seg med forskjellig hastighet i medier med ulike elastiske egenskaper. Refraksjonsmetoden betinger at forplantningshastigheten i de forskjellige lag øker med dybden under terreng. Målingene går ut på å finne tiden det tar fra en trykkbølge utløses i et punkt på overflaten (ved slag eller sprengning) til den når andre punkt i kjent avstand fra det første. På bakgrunn av målte gangtider er det da mulig å få et bilde av trykkbølgenes forplantningshastighet og forplantningsmønster og dermed tykkelsen av de forskjellige lag i undergrunnen.

Målingene ble utført i uke nr. 40 i 1999. Det ble benyttet en tolvkanals refraksjonsseismograf av typen NIMBUS ES 1210 F.

Målingene ble utført i 5 profiler som vist på tegning T-251 A -01. Det er foretatt noen praktiske tilpasninger av de opprinnelige linjeforslagene fra Vegkontoret i Møre og Romsdal.

Oppmåling av profilene er foretatt av Vegkontoret i Møre og Romsdal. Kart med de innlagte seismiske profilene og nivellementsdata ble oversendt Vegteknisk avdeling i uke 41/99. Korrigerte geofonhøyder er mottatt 1999-12-03.

III Måleresultater

Løsmassene er registrert i to lag over hele området. Et topplag med generell hastighet 400 - 800 m pr. sek. Beregnet tykkelse på topplaget er fra 2 - 3 m. I det underliggende løsmasselaget er det registrert høye hastigheter: Fra 2000 m/sek til 2500 m/sek. De høyeste hastighetene indikerer en meget fast og hard vannmettet morene.

I linje nr. I som er lagt tilnærmet over planlagt tunneltrasé, fikk en ikke refraksjon fra fjell, selv med utskudd 50 m utenfor endene av profillinjen. Dette viser at fjelloverflaten har en avstand på mer enn 50 m fra terrengnivået i målelinjen for hele profilet.

Linje nr. II og III er lagt tilnærmet parallelt med linje I mot øst og mot høyere kotenivå, som vist på tegning T-251 A -01. Beregnet dybde til fjell mot G-1 er mellom 36 og 37 m, og mot G12 er beregnet dybde mellom 26 og 27 m. Dette dybdenivå til fjell samsvarer med beregnet dybde til fjell for linje nr. V G1 - G4. Men en skal ikke se bort fra at det kan være siderefraksjon fra et bratt fjellparti øst for G 9 - G 12 i linje II som registreres. Derfor kan den vertikale dybde til fjell under dette partiet av linje II være betydelig større. En totalsondering ca. 10 m utenfor G1 i linje II viser 37,3 m til fjell.

Linje nr. III ligger helt tydelig på et platå ovenfor en fjellskrent.

Fjelloverflaten synes å være ganske slett, bare en liten høyning under G8.

Beregnet dybde til fjell forøvrig i profilet er mellom 12 og 14 m.

En totalsondering ca. 4 m utenfor G1 linje III og 2 m østenfor denne viser 12,5 m til fjell . Midt i profilet er registrert hastighet i topplaget litt lavere enn for området for øvrig (350 m/sek)

Linje nr. IV og nr. V er lagt tilnærmet vinkelrett i kryssing over linje nr. II og III.

Tolkning av linje V viser at det er en bratt fjellskrent mellom G6 og G3 der spranget er over 10 m. Beregnet dybde til fjell mot G1 er omkring 25 m.

I linje nr. IV er refraksjonene meget utydelige. Dette kan skyldes at fjellskrenten har en ujevn front mot vest, kombinert med en lokal topp eller en kjempeblokk mellom G3 og G6.

Fra G7 faller fjellet bratt av mot vest og beregnet dybde mot G12 er omkring 24 m.

Beregnete dybder til fjell er vist på profiler tegning nr. T-251 A -02.

Beregnete laggrenser i løsmassen er antydnet med stiplet strek.

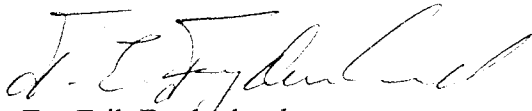
Fjellhastighetene varierer betydelig over det undersøkte området. I linje nr. III er registrerte fjellhastigheter mellom 4000 og 5000 m/s. En kjenner ikke bergartene i området, men 4000 m/sek indikerer en middels fast og hard bergart uten overflateforvitring av betydning. Registrerte hastigheter på 5000 m/sek og over, viser vanligvis en meget fast og hard bergart uten overflateforvitning.

I og nedenfor den antatte fjellskrenten dvs. nedre halvdel av linjene IV og V samt mot G12 i linje II er registrerte fjellhastigheter 3000 - 3300 m/sek, noe som kan indikere refraksjon fra bruddflaten på fjellskrenten. Her kan hastighetsreduksjonen mot lavere kotenivå skyldes en kombinasjon av måleretning og forvitring i overflaten.

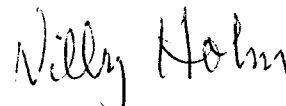
Når det gjelder målenøyaktighet regner en vanligvis med mulig avvik på $\pm 10 \%$ av beregnet dybde for dybder over 10 m. For mindre dybder kan mulig avvik være 1 m.

En må ellers ta i betraktning metodens tredimensjonale virkning. Beregnet dybde representerer korteste avstand mellom måleprofilen og de enkelte laggrenser, men ikke nødvendigvis i vertikal retning.

Vegteknisk avdeling
Geoteknisk kontor



Tor Erik Frydenlund
sjefsingeniør



Willy Holm
overingeniør

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

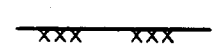
Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	1 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	10 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
◎	2 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊙	11 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	3 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	12 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊗	4 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	13 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	5 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊕	14 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
◊	6 Dreietrykks-sondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	15 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrørt skjærstyrke.
▽	7 CPT / Trykks-sondering	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⌒	16 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	8 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	17 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	9 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.	⊕	18 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVAER OG DYBDER (i meter)

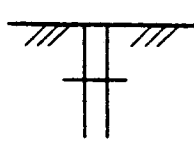
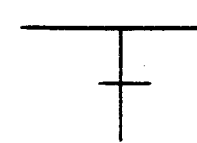
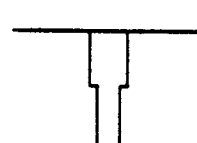
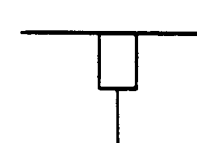
 $\star \frac{12,8}{-5,7} 18,5+3,0$

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
 Under linjen : sikker fjellkote.

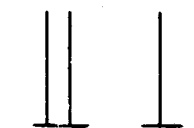
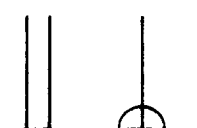
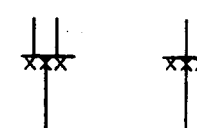
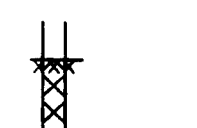
OPPTEGNING I PROFIL
Generelt


 Terreng
 
 Fjell
 
 Vannstand

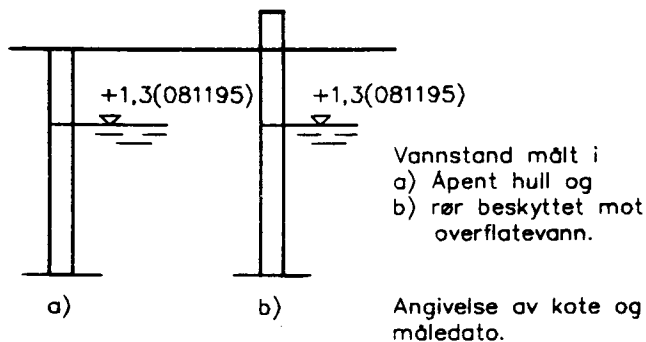
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



 Forboret
 

 Forboret med tyngre utstyr

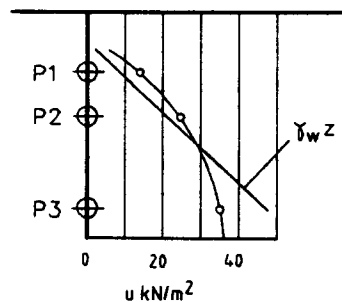
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)


 Boring avsluttet
 
 Ant. stein, blokk eller fast grunn.
 
 Ant. fjell, berg. Ring=bergindikator
 
 Boret i ant. fjell
 
 Boret i fjell og kjerne opptatt

GRUNNVANNSTAND



⊖ PORETRYKK

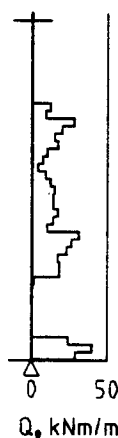


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LRV	Laveste regulerte vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

▼ RAMSONDERING

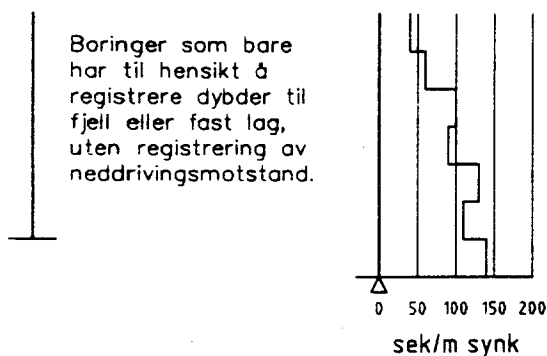


Rammemotstanden Q₀ angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
H = Fallhøyde (m)
s = Synk i m pr. slag

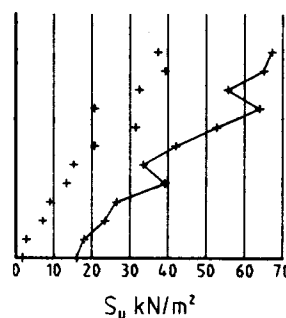
○ ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

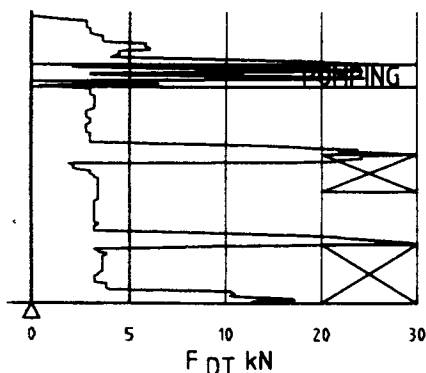
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjærstyrke.

● DREIETRYKKSONDERING

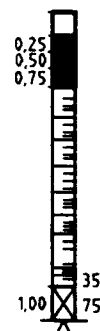


Vanlig boring med 25 omdr./min.
Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek.
Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

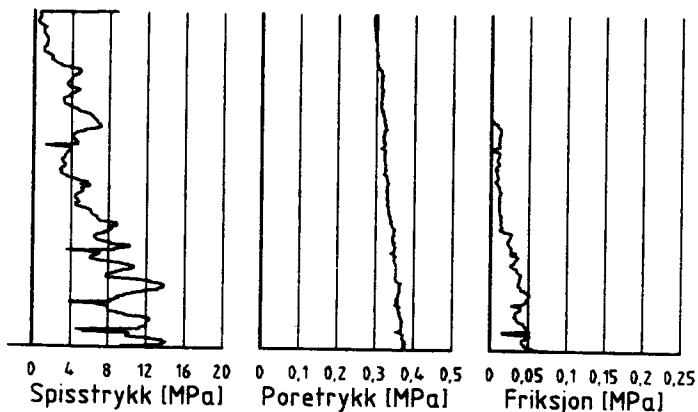
● DREIESONDERING



Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

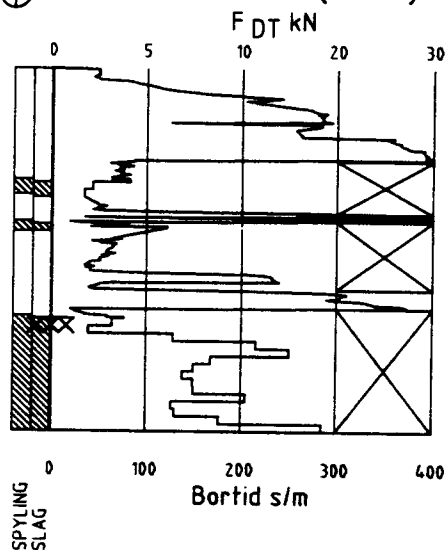
Hel tverrstrek for hver 100 halvomdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreininger vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstrek.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borchullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

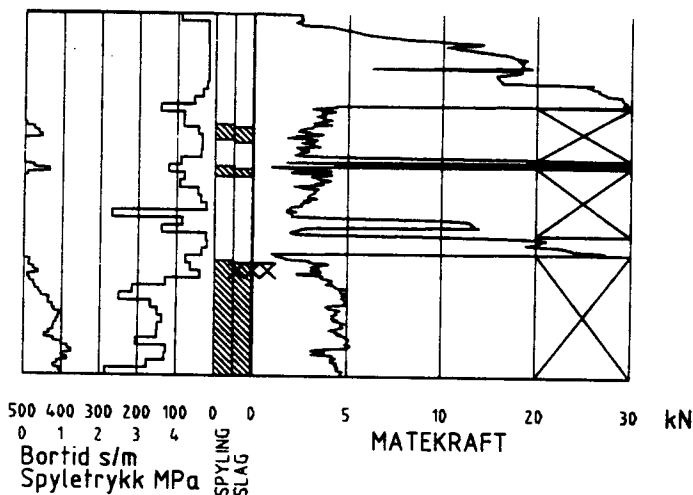
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebyte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørsskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Pumping begynner
- 73 Pumping avsluttet
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

© PRØVESERIE
Materialsignatur (iht. NGF)

Anmerkning



Fjell



Stein og blokk



Grus



Sand

T = tørrskorpe
Leire: R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

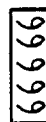
Grusig morene



Silt



Leire



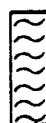
Skjell



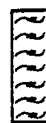
Fyllmasse



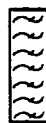
Trerester
Sagflis



Matjord



Torv
Planterester



Gytje, dy
(vannavsatt)

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

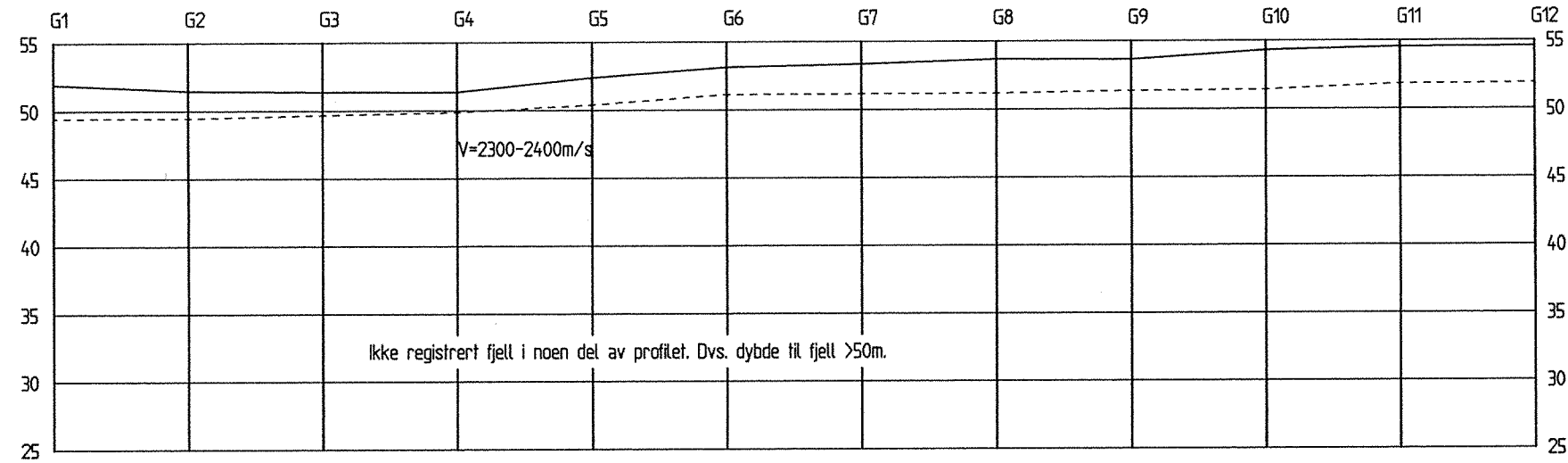
Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

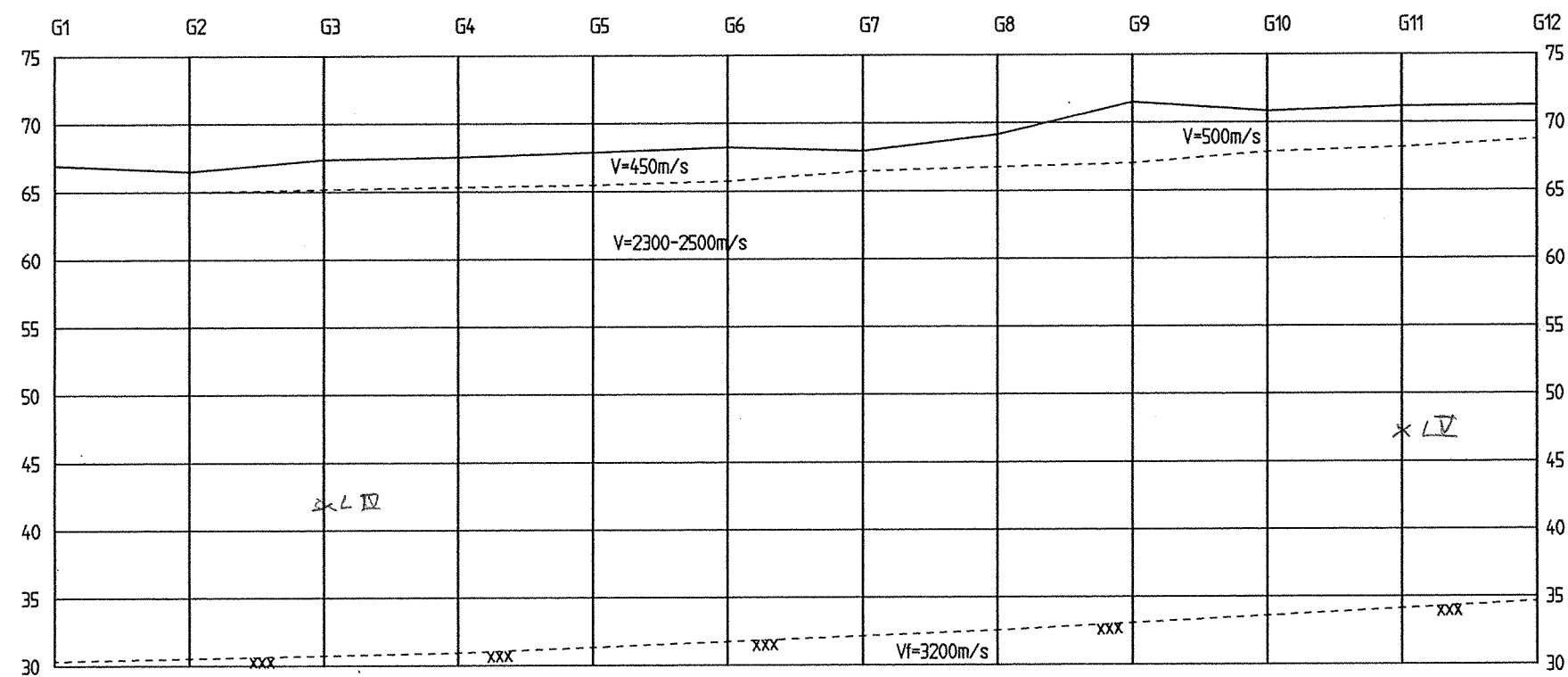
Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _p W _L W _F	• 	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjærstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	S _{uk} S _{u'k} S _{ut}	▽ ▽ a	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: 15-5% 10
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	 O _c O _{gl} O _{Na} vP		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ -H ₁₀

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

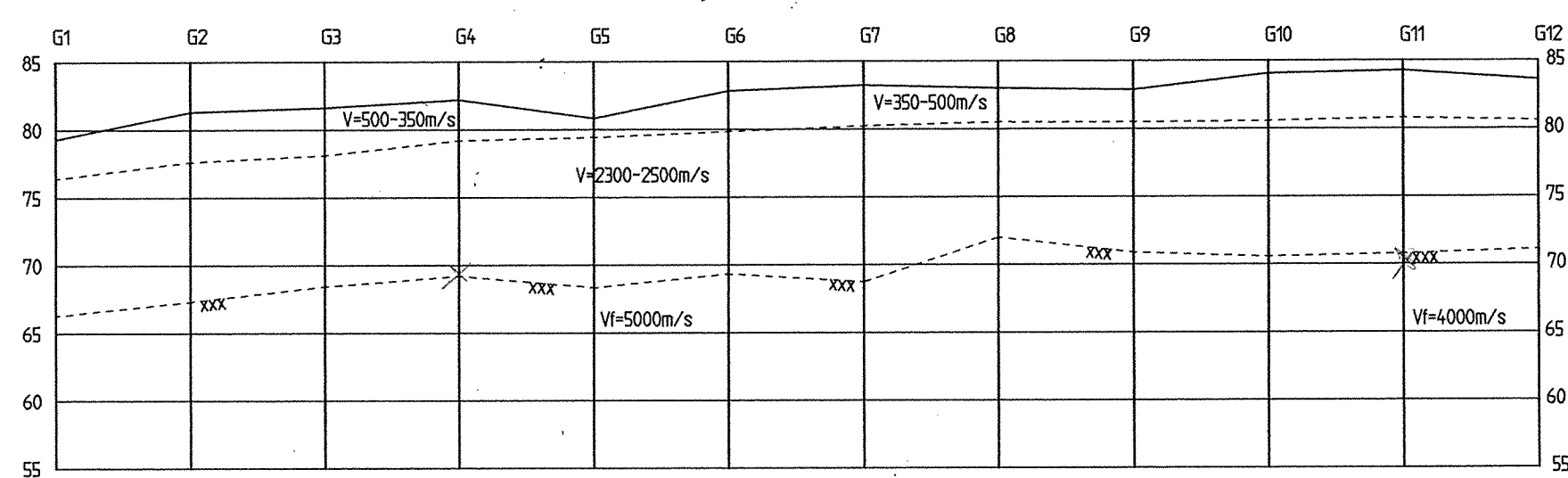
Linje I



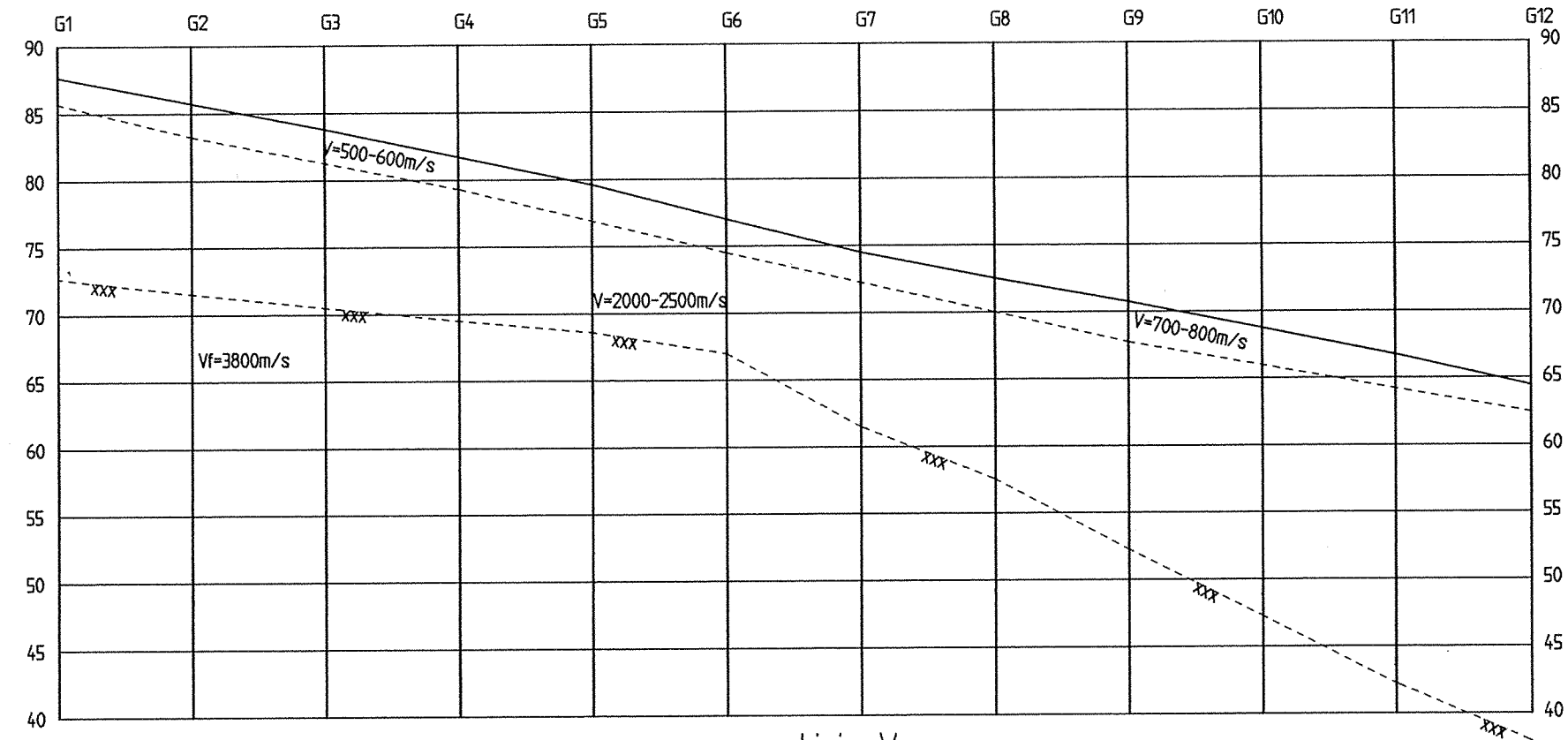
Linje II



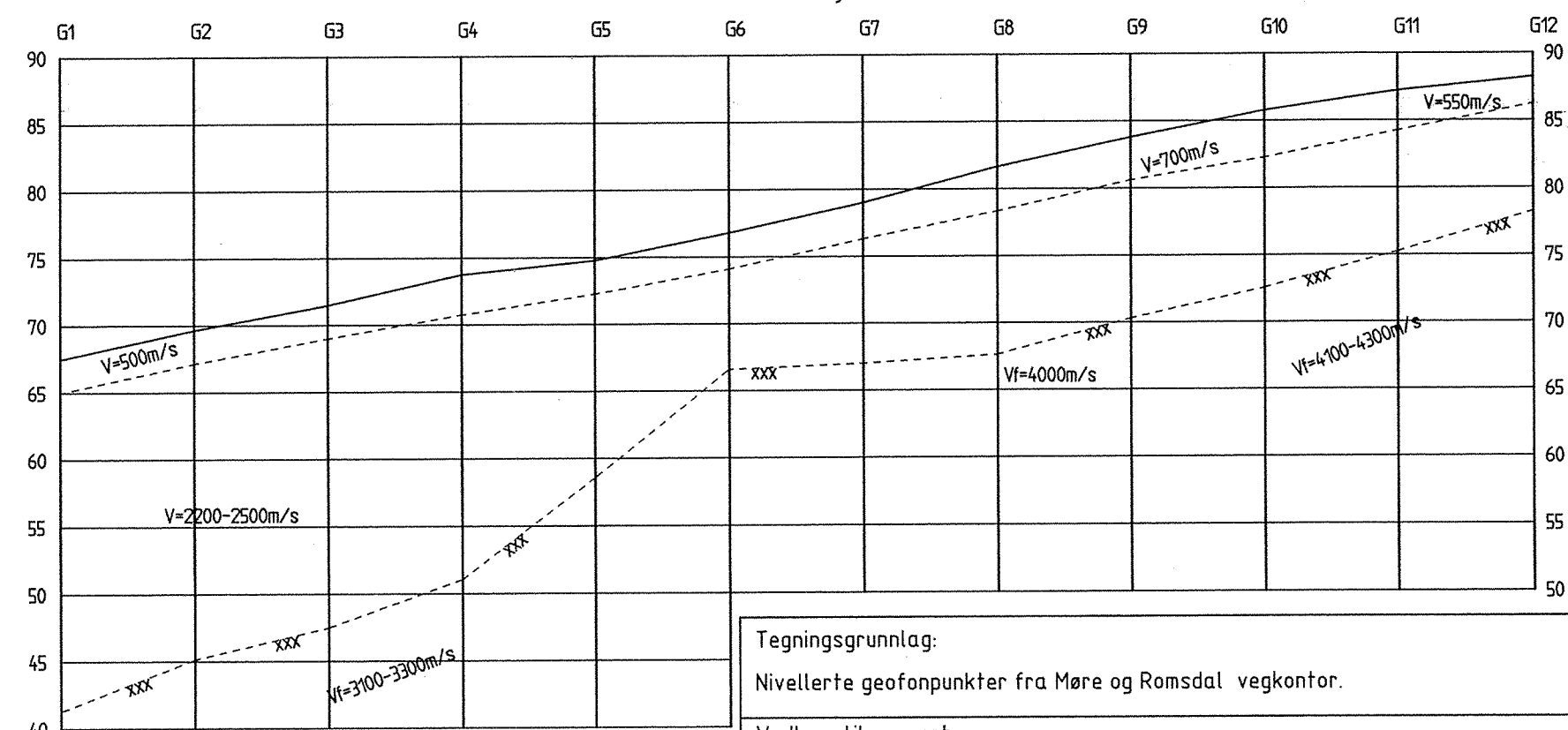
Linje III



Linje IV



Linje V



Tegningsgrunnlag:
Nivellerte geofonpunkter fra Møre og Romsdal vegkontor.

Vedlegg til rapport:

Seismiske profiler, Linje I - V	Målestokk 1:500	Boret:
		Tegn.: 271199 AØI
		Saksb.: WH

GRUNNUNDERSØKELSE:
E39/06
TUNNEL GJENNOM ØRSTA VEST

Tegning nr.
T 251A - 02