

13. Hovedstyret
1 JAN 1968
7631/3125

Forlengelse av kulvert for
Ladebekken
ved Leangen stasjon
Supplerende grunnundersøkelse
og stabilitetsberegninger.

NORGES STATSBANER
BRUKKONTORET

Bk-mappe

O.470-2.

376

21. des. 1966.

- Bilag 1: Situasjonsplan m/borpunkter.
" 2-3: Profiler med stabilitetsberegninger.
" 4: Borprofil hull H.

- Tillegg 1: Boringers utførelse.
" 2: Laboratorieundersøkelser.

1. INNLEDNING.

Det er tidligere utført grunnundersøkelse i kulvertens tracé ved passeringen av jernbanelinjen ved Leangen stasjon med sikte på å presse rør gjennom fyllingen under linjen. Resultatene er fremlagt i rapport o.47o datert 25/2 -66.

Da en akter å gå frem i åpen utgravning til pel 24o, er en av rådgiv.ing. Ed. Harboe bedt om å vurdere stabiliteten fra sidene mot denne, og eventuelt om nødvendig utføre supplerende undersøkelser.

Utgravningen er prosjektert til 7-8 meter under nåværende terreng i foten av en 4-5 meter høy skråning, slik at den samlede høydeforskjell vil bli ca. 12 meter. Da de tidligere borerer bare er foretatt langs tracéens senterlinje, fant en det nødvendig med supplerende borerer ved topp av skråning på østsiden.

2. SUPPLERENDE BORINGER - LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De supplerende borerer er utført først i desember d.å. under ledelse av boreformann F. Johnsen. Det er ved skråningstopp i borpunkt H utført dreiesondering til dels med slagboring til vel 8 m dybde, og deretter prøvetaking med 54 mm sylindrerprøvetaker til 3,5 m dybde. Borpunktets plassering er vist i situasjonsplanen i bilag 1, og resultatet av dreiesonderingen er fremstillet grafisk i profil i bilag 2 og 3.

De opptatte, uforstyrrede prøver er forseglet og brakt til vårt laboratorium til undersøkelse. Etter åpningen er prøvene klassifisert og deretter på vanlig måte undersøkt for bestemmelse av romvekt og vanninnhold. Udrenert skjærfasthet er bestemt med penetrometer, da prøvene var for faste for det vanlige utstyr.

Resultatene av disse forsøk er gitt i borprofilet i bilag 4. Boringene og laboratorieforsøkene er nærmere beskrevet i tillegg 1 og 2 bak i rapporten.

4. STABILITET.

Stabiliteten ut mot den prosjekterte utgravning er beregnet i 2 profiler v.h.a. sirkulærsylindriske glideflater. Beregningen

har bestått i en sammenligning mellom krefter som søker å gi utglidning av "bruddlegemer" begrenset av valgte glideflater og skjærfasthetene i jorden som søker å holde legemet på plass.

Ved s_u -analysen, som anvendes ved slike midlertidige skjæringer, har en uttrykt stabiliteten ved en sikkerhetsfaktor som er forholdet mellom jordens skjærfasthet og de opptredende skjærspenninger langs glideflaten. I det ene profil har en også ved $c\phi$ -analyse som bl.a. anvendes ved vurdering av langtidsstabiliteten av permanente skjæringer, beregnet nødvendig friksjonsvinkel for likevekt.

a. Pel 236+5.

I dette profil er for de 2 inntegnede glideflater beregnet sikkerhetsfaktor ved s_u -analyse henholdsvis 2,32 og 3,47 og nødvendig friksjonsvinkel ved $c\phi$ -analyse 20 og 19°.

b. Pel 240.

Også i dette profil er stabiliteten undersøkt ved 2 sirkulærsylindriske glideflater som er tegnet inn i bilag 3. Beregnet sikkerhetsfaktor ved s_u -analyse er 2,62 og 2,33.

Stabilitetsberegningene er utført for det fremtidige graveprofil som vist i bilag 2 og 3 og med skjærfasthetsverdier fra prøvetakingene. Under skråningstoppen har en forsiktigvis antatt overgangen til bløtere leire i den dybden dreiesonderingen måtte stoppes.

5. KONKLUSJON.

På grunnlag av de utførte stabilitetsberegninger mener en at fremføringen av kulverten frem til jernbanen, som planlagt skulle kunne gjennomføres i åpen utgravning uten stabilitetsmessig fare. Selv om utgravningen skulle bli stående åpen over lengre tid, skulle heller ikke dette medføre fare for utglidning, da $c\phi$ -beregningene ved pel 236+5 viser relativt beskjeden nødvendig friksjonsvinkel for likevekt.


Spuntveggen skulle bare være nødvendig for å oppta de lokale krefter fra last på siden, og det skulle derfor greie seg med en relativt beskjeden avstivning i topp.

P.g.a. den store fasthet kan rammingen av spuntveggen bli noe hård og muligens vanskelig for lette spunthammere.

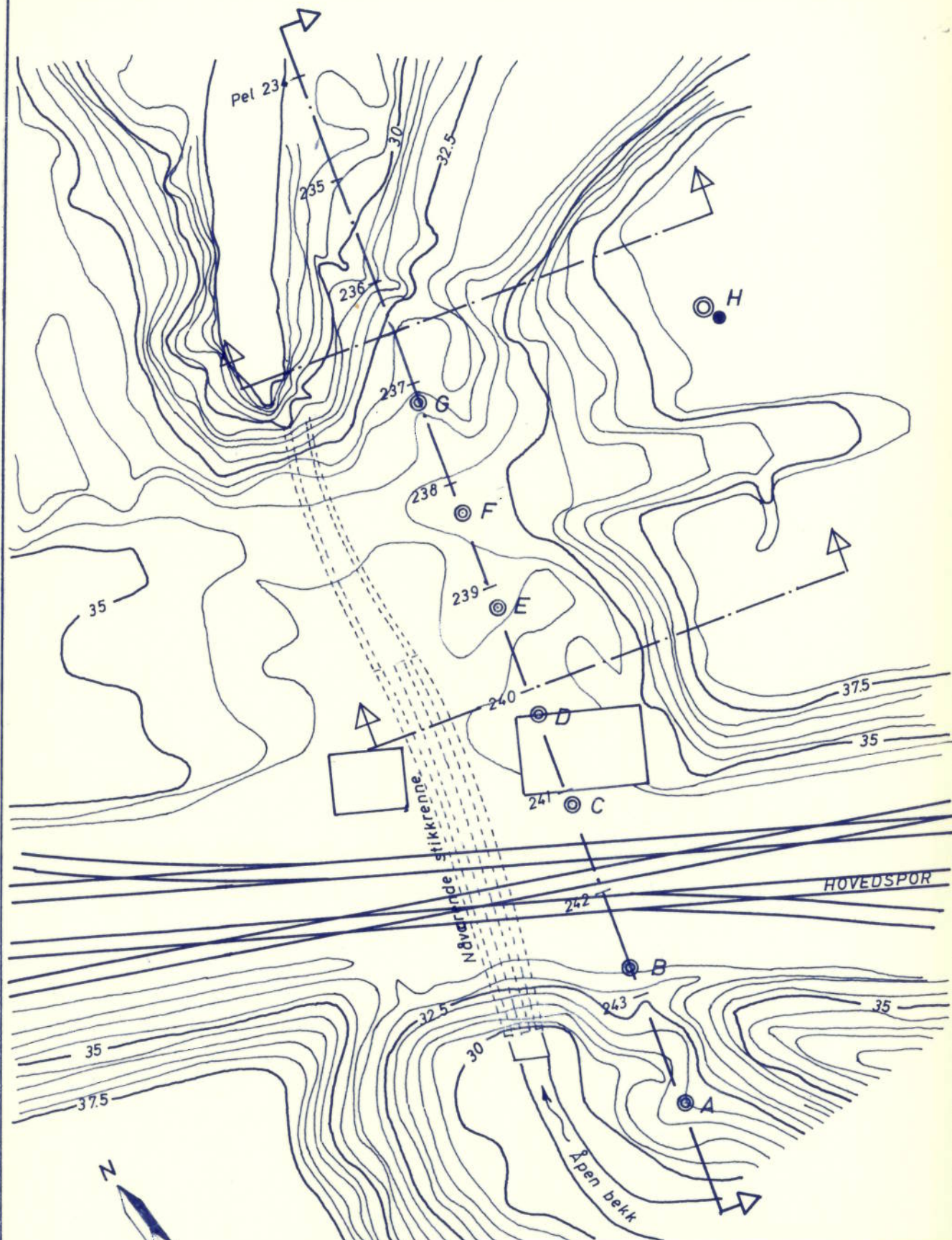
Det er vanskelig å beregne nøyaktig motstand mot ramming, men hvis det viser seg vanskelig å komme ned med lett utstyr, kan en enten grave seg noe videre ned gjennom tørrskorpen for ramminge starter, eller gå over til tyngre rammeutstyr.

En står fortsatt gjerne til tjeneste.

Ottar Kummeneje.



Øystein Røe.



KRYSSING KULVERT - NORDLANDS-
BANEN VED LEANGEN STASJON.

SITUASJONSPLAN.

- ⊙ Prøvetaking
- Dreiesondering

Rådgiv. ing. OTTAR KUMMENEJE
MNIF MRIF
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:
1:500

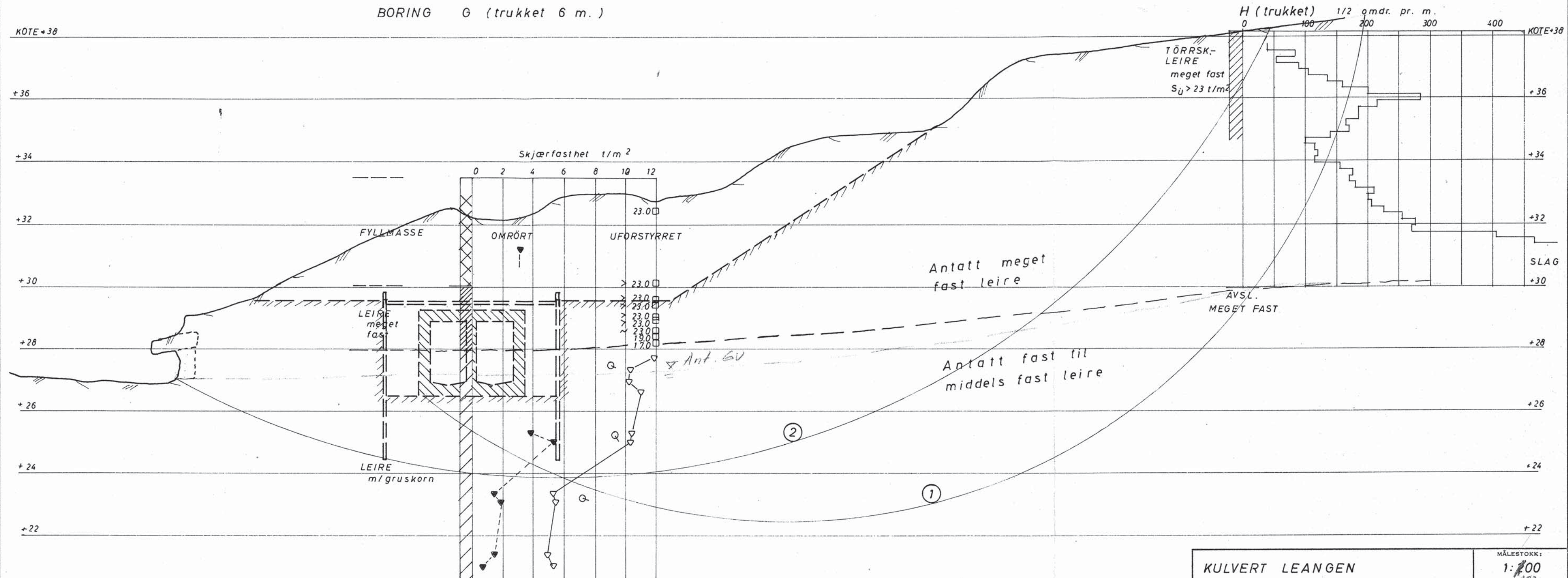
TEGNET AV:
E.H.

DATO:
25.2.-66

OPPDRAG... 0.470
BILAG... 1

PEL 236+5

BORING G (trukket 6 m.)



BEREGNET STABILITET :

GLIDEFLATE 1

— " — 2

S_u-ANALYSE

F = 2.32

F = 3.47

CP-ANALYSE

φ_{nödv.} ≈ 20°

φ_{nödv.} ≈ 19°

KULVERT LEANGEN

PEL 236+5

Stabilitetsberegninger

Sivilingeniør OTTAR KUMMENEJE

MNIF MRIF
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:
1:100

TEGNET AV:
Ö.R.

DATO:
17. 12. 66

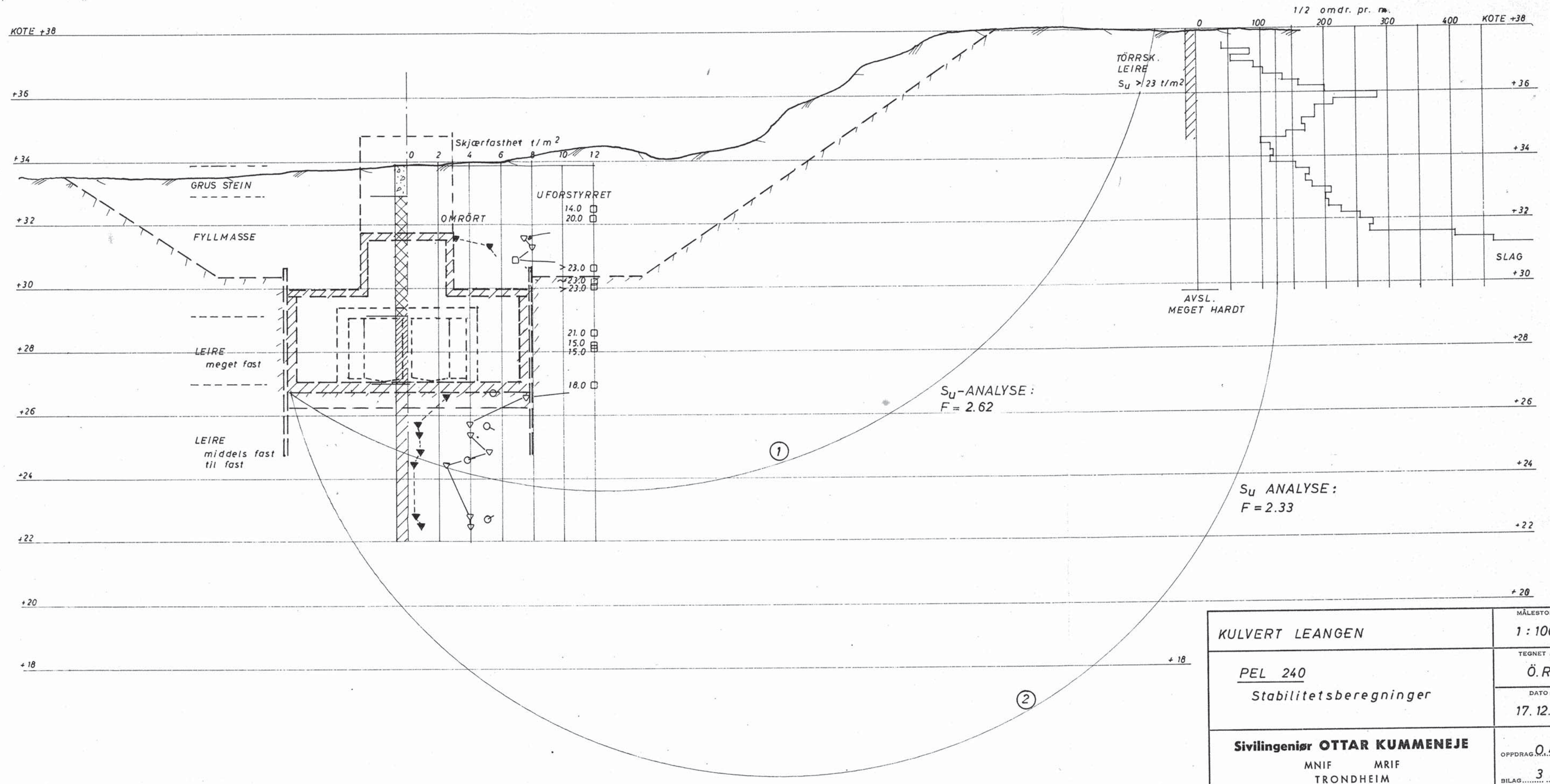
OPPDRAK: 0.470-2

BILAG: 2

PEL 240

BORING D

H (trukket 25 m)



KULVERT LEANGEN	MÅLESTOKK: 1 : 100
PEL 240 Stabilitetsberegninger	TEGNET AV: Ö. R.
	DATO: 17. 12. 66
Sivilingeniør OTTAR KUMMENEJE MNIF MRIF TRONDHEIM	OPPDRAG: 0.470-2 BILAG: 3

BORPROFIL

Sted ..LEAN ØEN.....

Hull ..H..... Bilag ..4.....

Nivå ..c.c. k. + 38.7..... Oppdrag ..0.470-2.....

Prøve ø 54 mm..... Dato ..Des. 66.....

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus %	Røntgen vekt t/m ³	Skjærfasthet t/m ²						Sensitivitet
				20	30	40	50			2	4	6	8	10	12	
	MATJORD															
	TÖRRSKORPE		01						2.00					23.0		
	LEIRE								(1.91)							
	meget fast		02						2.11							
	noe oppsprukket								(2.08)							
	LEIRE meget fast		03						2.00							
									(2.05)							
5																
10																
15																
20																
25																

+ vingebooring ⊙ enkelt trykkforsøk

▽ konusforsøk

w = vanninnhold

w_L = flytegrensew_p = utrullingsgrense

□ penetrometer

T i l l e g g 1. BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERBORING FOR GRUNNENS RELATIVE FASTHET, EVT. FJELLDYBDE.

Dreiesondering utføres med normaldreiebor som nederst består av en 20 cm. lang pyramideformet spiss med sidekant 3 cm., som er vridd en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtstenger i en meters lengder. Boret belastes med loddvекter trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det og antall halve omdreininger pr. 20 cm. synkning blir notert. Ved opptegningen er antall halve omdreininger pr. meter synkning vist grafisk i dybden i borhullet, og belastningen angitt til venstre i diagrammet.

Ramsondering utføres med 32 mm. massive stålstenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av fallodd og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedrammingen registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $C_0 = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. slag.

Cobrasondering utføres med en lett bensindreivet fjellboremaskin, hvor 20 mm. borstenger, skjøtbare i 1 meters lengder og forsynt med en spesiell spiss, rammes ned i grunnen. Den observerte nedsynkningshastighet som funksjon av dybden gir et relativt bilde av grunnens fasthet, men boret benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med AGI's 54 mm. prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindre med innvendig diameter 54 mm. og lengde 80, eller 40 cm. Prøvene forsegles i begge ender med voks og gummihefter for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovleboring i de øvre lag, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende. I fast grunn tas prøver med 54 mm. eller 34 mm. ramprøvetaker.

C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer udrenert skjærfasthet in situ ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærfasthet. Skjærfastheten bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand for hver halve og hele meter i dybden.

Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer som nederst består av et sylindrisk filter av sintret bronsje i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes \varnothing 32 mm. emnesrør etter hvert som det presses ned i grunnen til ønsket måledybde. Fra filterets gjennomhullede kjerne fører en 3 mm. plastslange innvendig i rørene opp til overflaten. Vannstanden i slangen observeres med tiden til det innstiller seg på en bestemt høyde, og vannstandshøyden over filteret gir porevanntrykket i filterdybden. Ved vannstand betydelig over terreng, påsettes plastslangen manometer for trykkmåling. Porevanntrykket måles i flere dybder og opptegnes som funksjon av dybden.

Grunnvannstanden observeres direkte ved vannstand i borhullet.

T i l l e g g 2. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves tut av sylindren, beskrives og klassifiseres jordarten. For hver prøve utføres videre følgende bestemmelser:

Romvekt (t/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold (%) i vektprosent av materiale tørket ved $110^\circ C$, med 3 - 5 bestemmelser fordelt over prøven.

Plastisk område (for leirig materiale) i omrørt tilstand angis i % vanninnhold. Den øvre grense, flytegrense, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat, rysteapparat. Den nedre grense for det plastiske område er utrullingsgrensen, W_P , og området $W_L - W_P$ benevnes plastisitetsindeks. Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Endet naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring. Det plastiske område og flytegrensen, øker også i alminnelighet med innhold av finere korn, leirpartikler.

Udrenert skjærfasthet, s_u , (t/m^2) bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm. og høyde 10 cm. Skjærfastheten regnes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten bestemmes også i uforstyrret, s_u , som omrørt, s'_u , tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell.

Sensitiviteten, $S = s/s'_u$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet.

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompressibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm. belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvens poretrykk, forholdet mellom volum av porer og volum av fast stoff, opptegnes som funksjon av belastning i logaritmisk målestokk, konsolideringskurven.

Kornfordeling bestemmes for grovkornete materialer ved å sikte tørket materiale på sikt med maskeåpninger ned til 0,06 mm. Gjennliggende materiale på siktene veies, og gjennomgangen i vektprosent tegnes opp i et kornfordelingsdiagram mot siktens maskeåpning. For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synkehastighet i vann. Av en suspensjon av vann og kjent vekt av materiale måles volumvekt i bestemt dybde som funksjon av tid. Av dette kan en regne seg til kornfordelingen.

Jordarten benevnes i henhold til kornenes størrelse, med substantiv for den dominerende og adjektiv for medvirkende fraksjoner.

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein
Kornstørrelse mm.	0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-20	>20

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50 % av humusinnholdet, som angis i vektprosent.

Saltinnhold i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller o/oo. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetning av sølvnitratoppløsning.