

N.S.B. Hovedsty
Innr. 17. JAN 1968
Nr. 7631/3.2

Grunnundersøkelse
for forlengelse av kulvert for Ladebekken
under jernbanefylling ved Leangen stasjon.

NORGES STATSBANER
BRUKKONTORET

Bk-mappe

O.47o

376

25. februar 1966.

- Bilag 1. Situasjonsplan.
---"--- 2. Lengdeprofil, med jordartsbeskrivelse.
---"--- 3-9. Borprofiler, boring A til G.

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

1. INNLEDNING.

I brev av 15.12. 1965 fra sivilingeniørene Harboe & Leganger er vi anmodet om å utføre grunnundersøkelse for en forlengelse av kulvert for Ladebekken under jernbanens hovedspor ved Leangen stasjon.

Jernbanesporet ligger på fylling over Ladedalen i det aktuelle området for kryssingen, og da det også er vikespor på fyllingen er det meget om å gjøre at det ikke blir synkninger av fyllingen mens kulvertarbeidet pågår. En metode som kan være aktuell for fremføringen av kulverten, er å presse rør gjennom eller under fyllingen.

Trondheim Ingeniørvesen har tidligere utført en rekke dreiesonderinger langs kulverttracéen ned til aktuell dybde for kulverter. For en nærmere beskrivelse av grunnen langs tracéen ble vi anmodet om å utføre prøvetakinger i 7 punkter.

2. UTFØRTE BORINGER.

Prøvetakingene er utført i tiden 20.1 - 14.2 1966 med F. Hagen som boreformann og hjelpemannskap leiet fra A/S Anlegg.

I 7 prøvetakingshull med beliggenhet som vist på situasjonsplaner er det ialt tatt opp 70 stk. uforstyrrete prøver med 54 mm sylindrerprøvetaker. Prøvetakingene er utført ned til dybder fra 10-13 m under terreng eller 5 til 6 m under bunn av prosjektert kulvert.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte prøver er undersøkt ved vårt laboratorium. Etter utskyving av cylinderen blir prøvene beskrevet og jordartsklassifisert. Det utføres videre bestemmelse av vanninnhold og romvekt og for finkornige prøver blir den udrenerte skjærfasthet bestemt ved konusmetoden, med enkle trykkforsøk og for faste prøver med penetrometer. Sensitiviteten som er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og fullstendig omrørt prøve, blir beregnet i henhold til konusforsøkene.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er vist i tall og dia-

grammer på borprofilene, bilag 3-9, og i tillegg 2 er lab.undersøkelser nærmere beskrevet.

4. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE.

En beskrivelse av grunnen langs kulverttracéen er gitt på lengdeprofilen, bilag 2, hvor også enkelte typiske dreiesonderinger er vist.

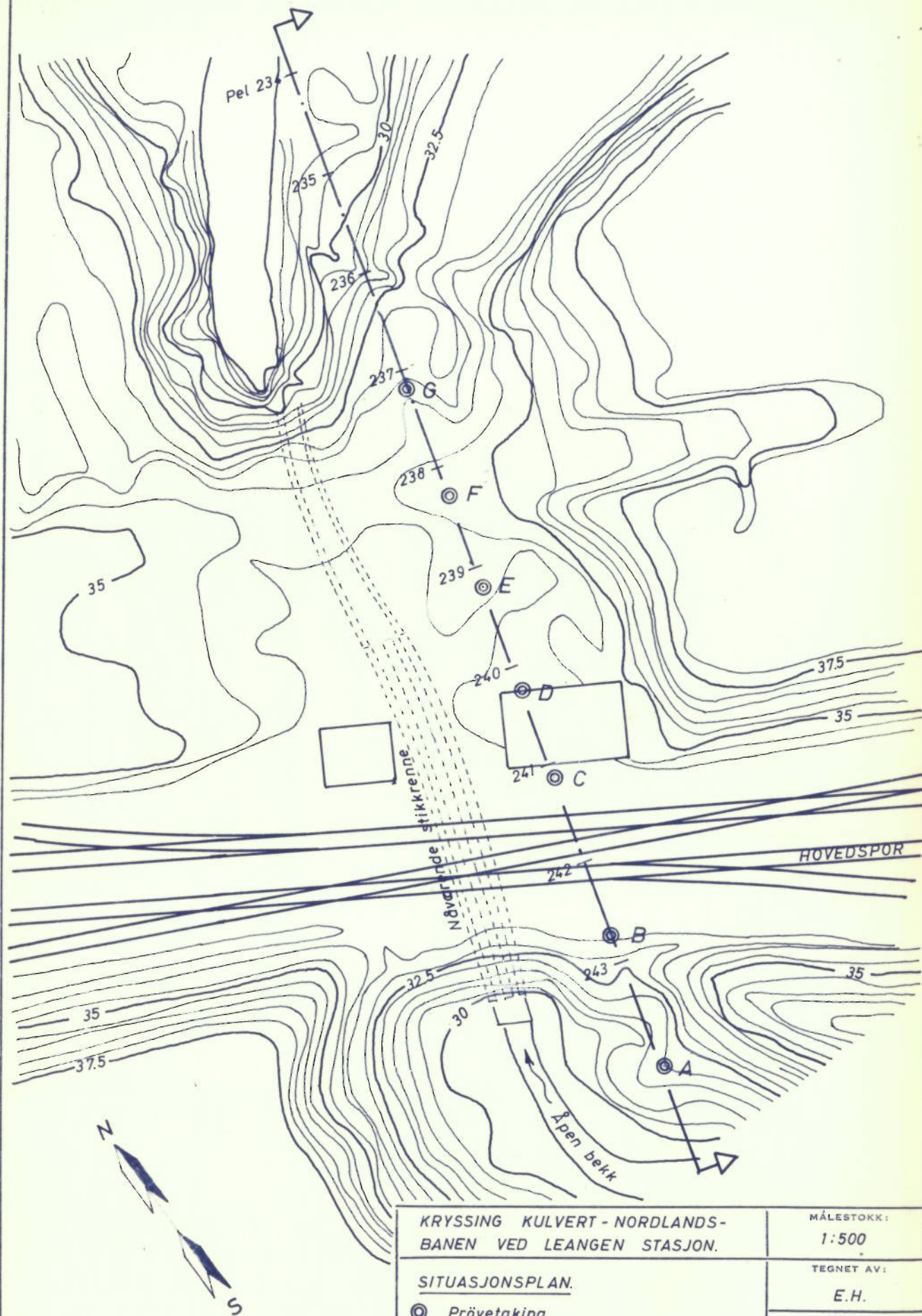
Prøvetakingene på strekningen fra ca. pel 237 og til pel 244 viser at grunnen i de øvre lag består av fyllmasse frem til ca. pel 243+5,0. Fyllingen som i det vesentlige består av forholdsvis fast leire, har en maksimal tykkelse på ca. 6 m ved prøvetaking C og avtar til ca. 3 meter ved prøvetaking F. Prøvetaking A viser original grunn fra terreng. På jernbanens område består fyllingen ned til ca. 1 m's dybde av sand og grus og ellers kan leirfyllingen være noe humusholdig eller jordblandet.

Under fyllmassen ligger det et lag meget fast leire, sannsynligvis tidligere tørrskorpe, med udrenert skjærfasthet fra 15 t/m^2 til $>23 \text{ t/m}^2$. Laget som har en tykkelse på 1-2,5 m, har et vanninnhold på ca. 20 % og en romvekt $2,05 - 2,15 \text{ t/m}^3$. I hull A har dette laget en tykkelse på ca. 6,5 m.

Videre i dybden kommer en over i en middels fast til fast leire med skjærfasthet i området $3-10 \text{ t/m}^2$, et vanninnhold som stort sett ligger mellom 25 og 30 % og en romvekt mellom $1,95$ og $2,05 \text{ t/m}^3$. Leira er heller lite sensitiv med verdier for sensitiviteten fra 3 til 7.

OTTAR KUMMENEJE.

Gunnar Lundgren
Gunnar Lundgren.



KRYSSING KULVERT - NORDLANDS-
BANEN VED LEANGEN STASJON.

SITUASJONSPLAN.

⊙ Prøvetaking

MÅLESTOKK:

1:500

TEGNET AV:

E.H.

DATO:

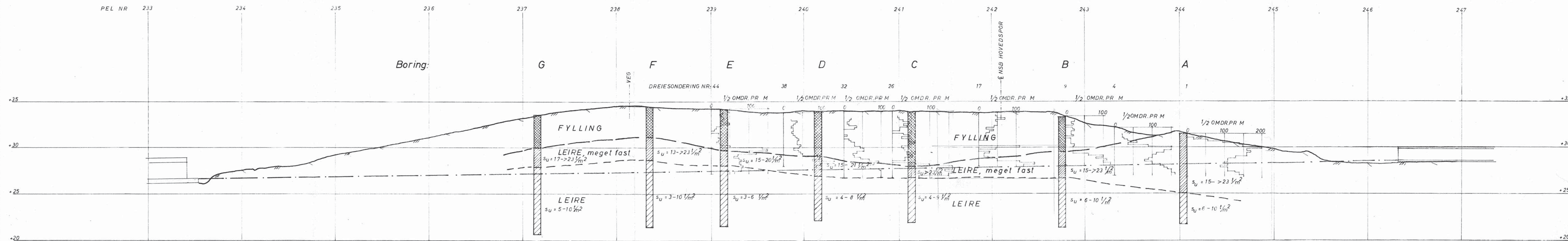
25.2.-66

Rådgiv. ing. OTTAR KUMMENEJE

MNIF MRIF
TRONDHEIM

OPPDRAG. 0. 470

BILAG. 1



TEGNFORKLARING:

— tidligere terrengoverflate.

- - - grense mellom meget fast og middels fast leire.

..... o.k. bunn av prosjektert kulvert.

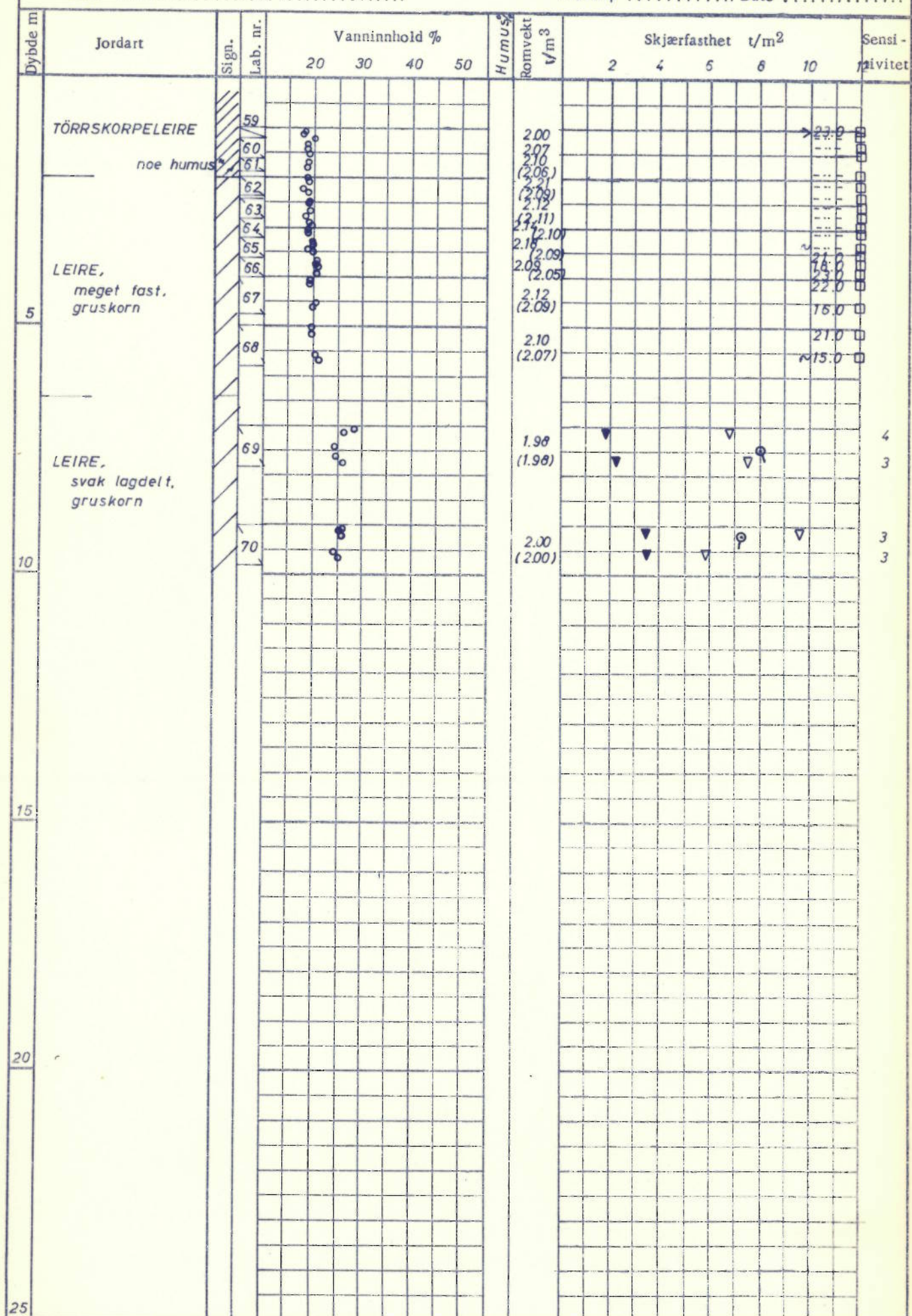
KRYSSING KULVERT - NORDLANDS-BANEN VED LEANGEN ST.	MÅLESTOKK: M=1:200
PROFIL dreiesondering, prøvetaking, jordartsbeskrivelse	TEGNET AV: G.L.
	DATO: 14.2. -66
Sivilingeniør OTTAR KUMMENEJE MNIF MRIF TRONDHEIM	OPPDRAG: O. 470 BILAG: 2

BORPROFIL

Sted LEANGEN

Hull A Bilag 3

Nivå Oppdrag 0.470

Prøve ϕ 54 mm Dato FEBR. - 66

+ vingeboering ⊙ enkelt trykkforsøk

▽ konusforsøk

w = vanninnhold

 w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

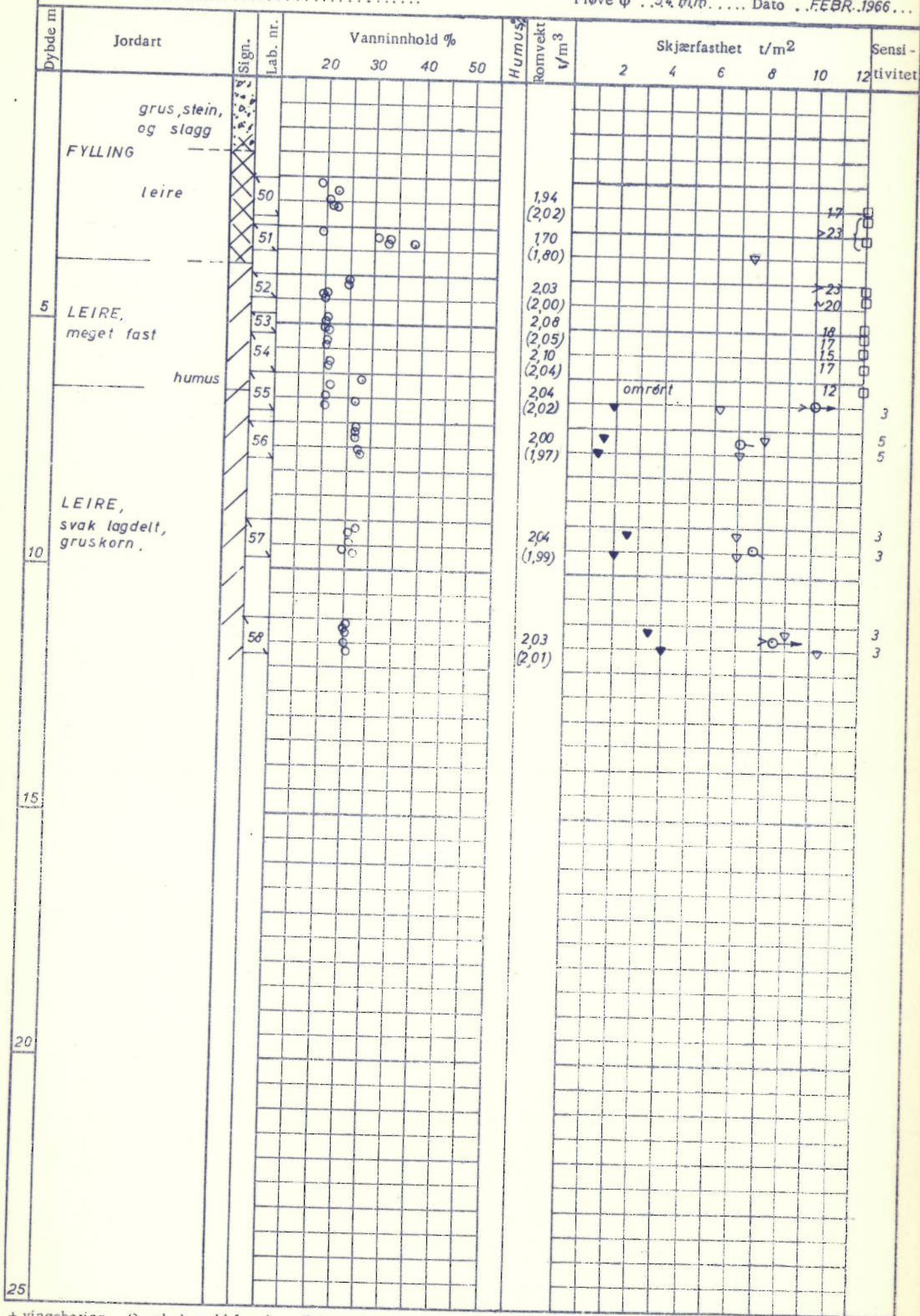
□ penetrometer

BORPROFIL

Sted LEANGEN

Hull B Bilag 4

Nivå Oppdrag 0.470

Prøve ϕ 54 mm. Dato FEBR. 1966

+ vingebooring

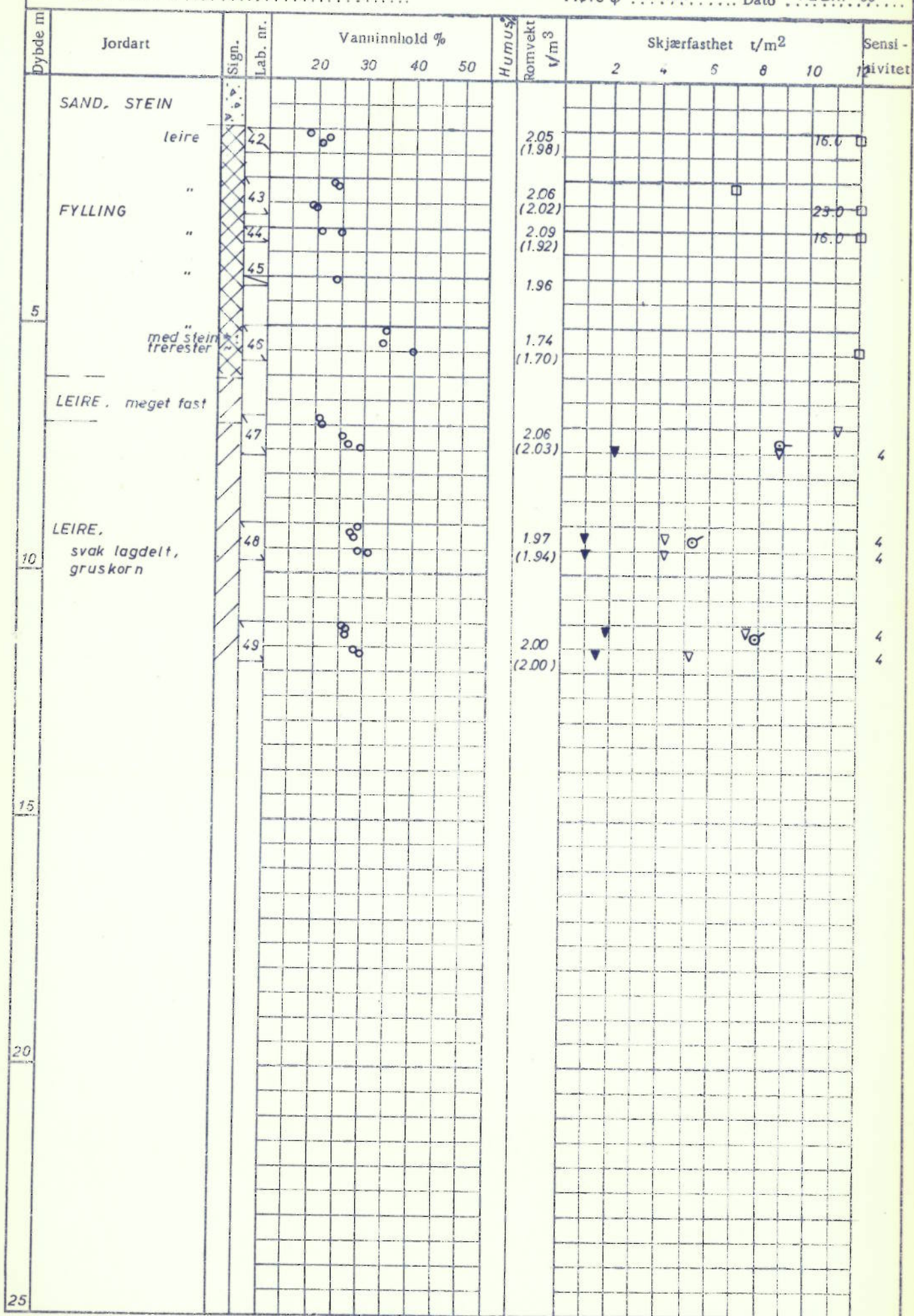
⊙ enkelt trykkforsøk

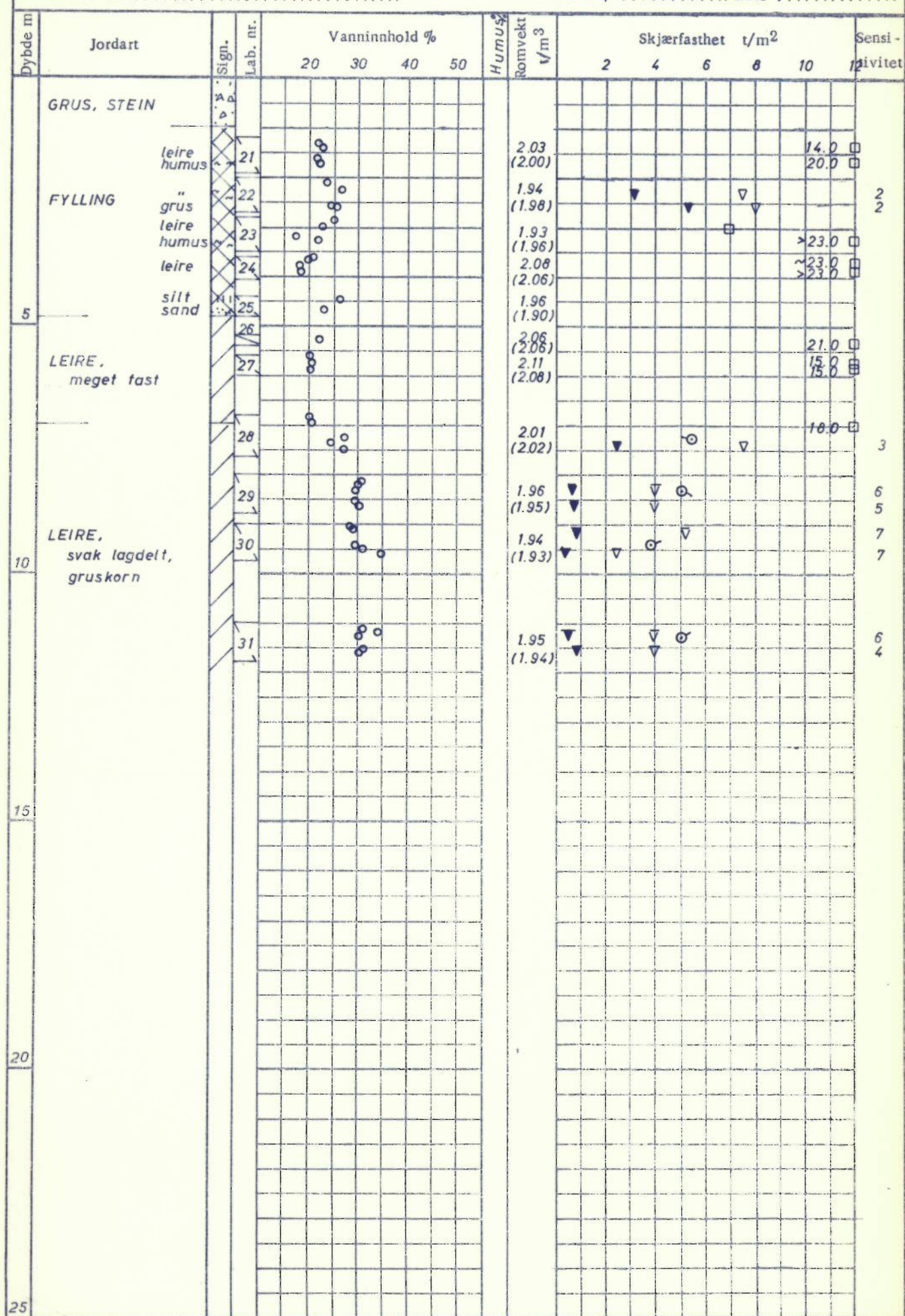
▽ kornusforsøk

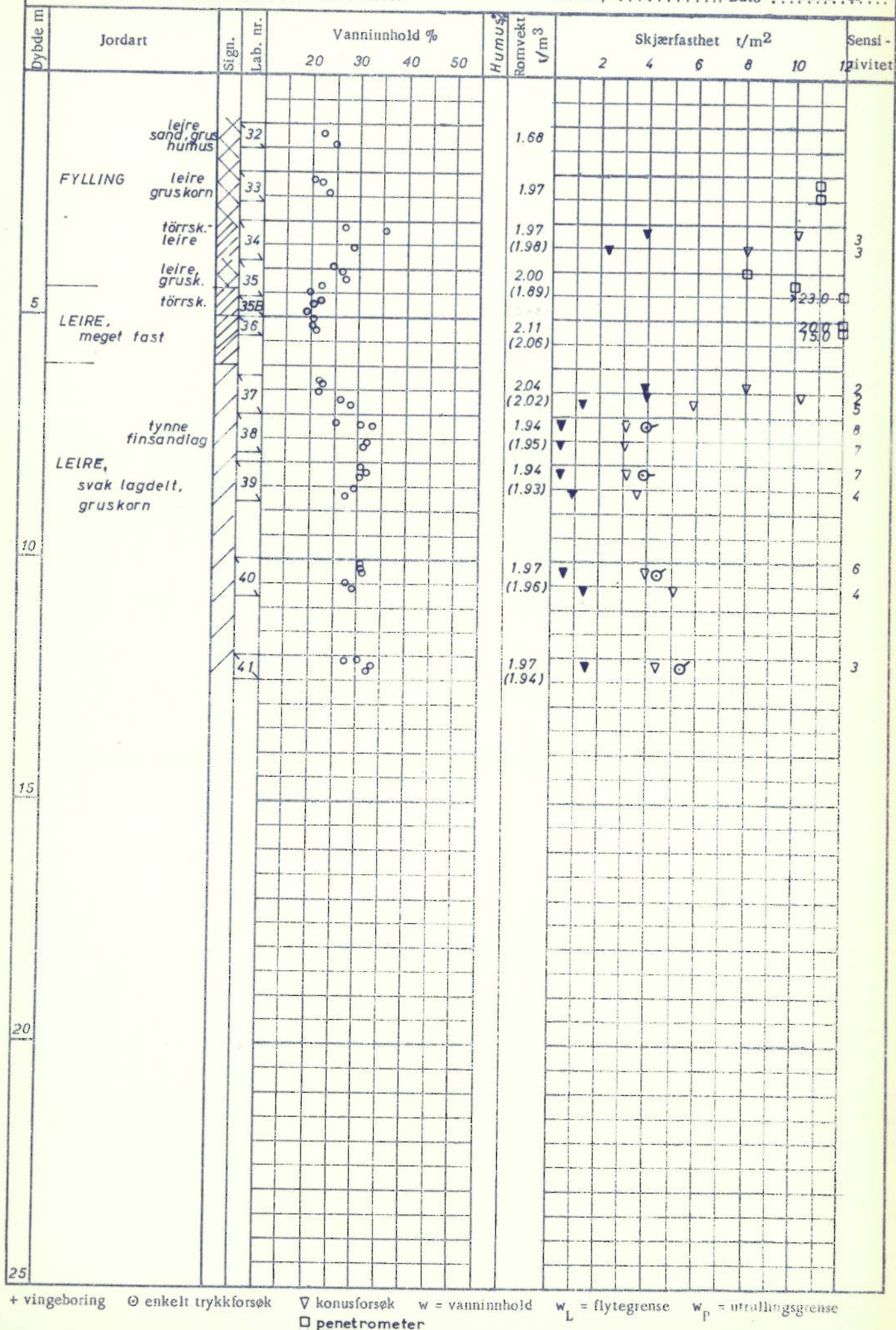
w = vanninnhold

 w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

□ penetrometer

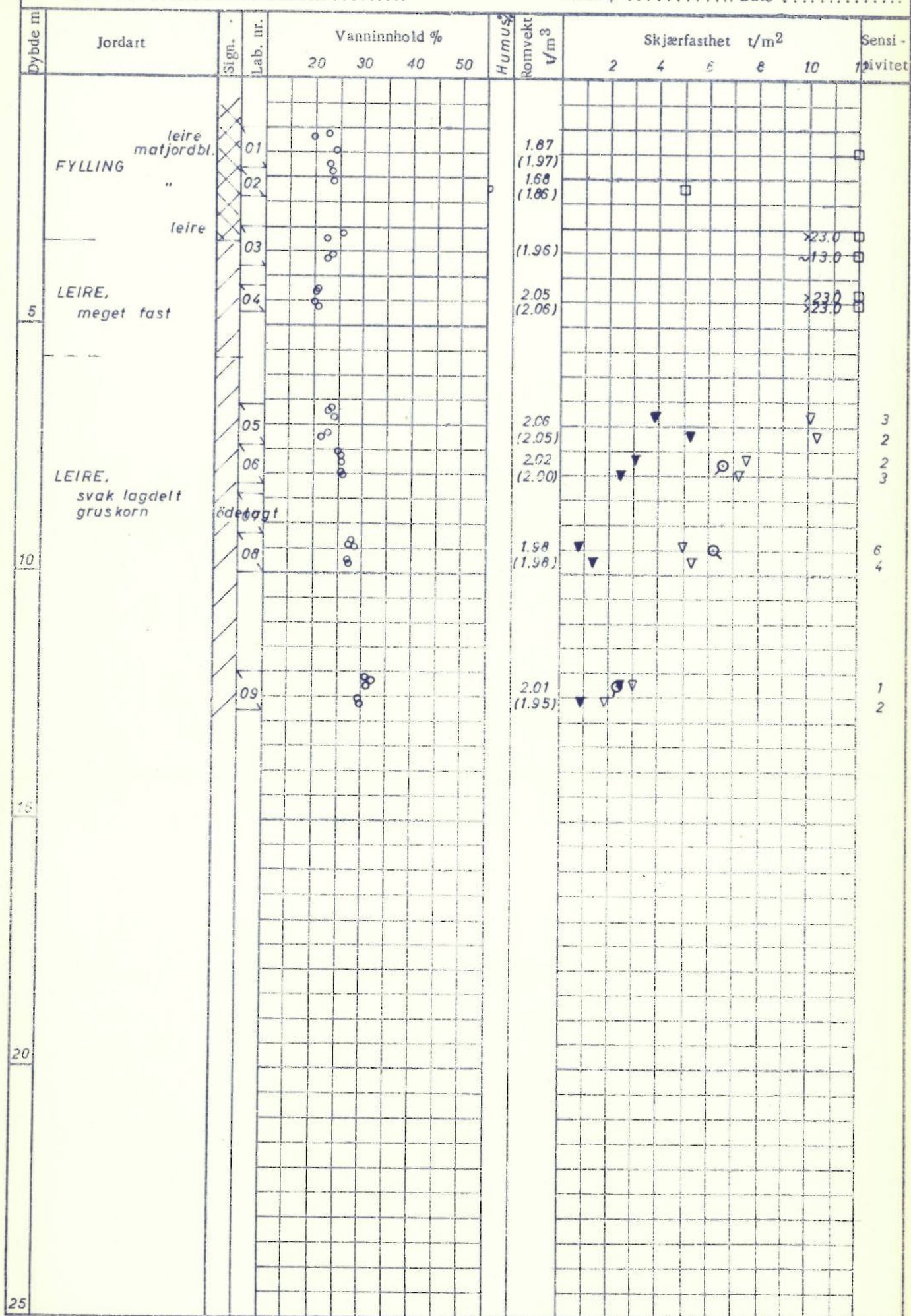






BORPROFIL

Sted LEANGEN

 Hull F Bilag 8
 Nivå Oppdrag 0.470
 Prøve ϕ 54 mm Dato FEBR.-86
+ vingebooring \odot enkelt trykkforsøk ∇ konusforsøk

w = vanninnhold

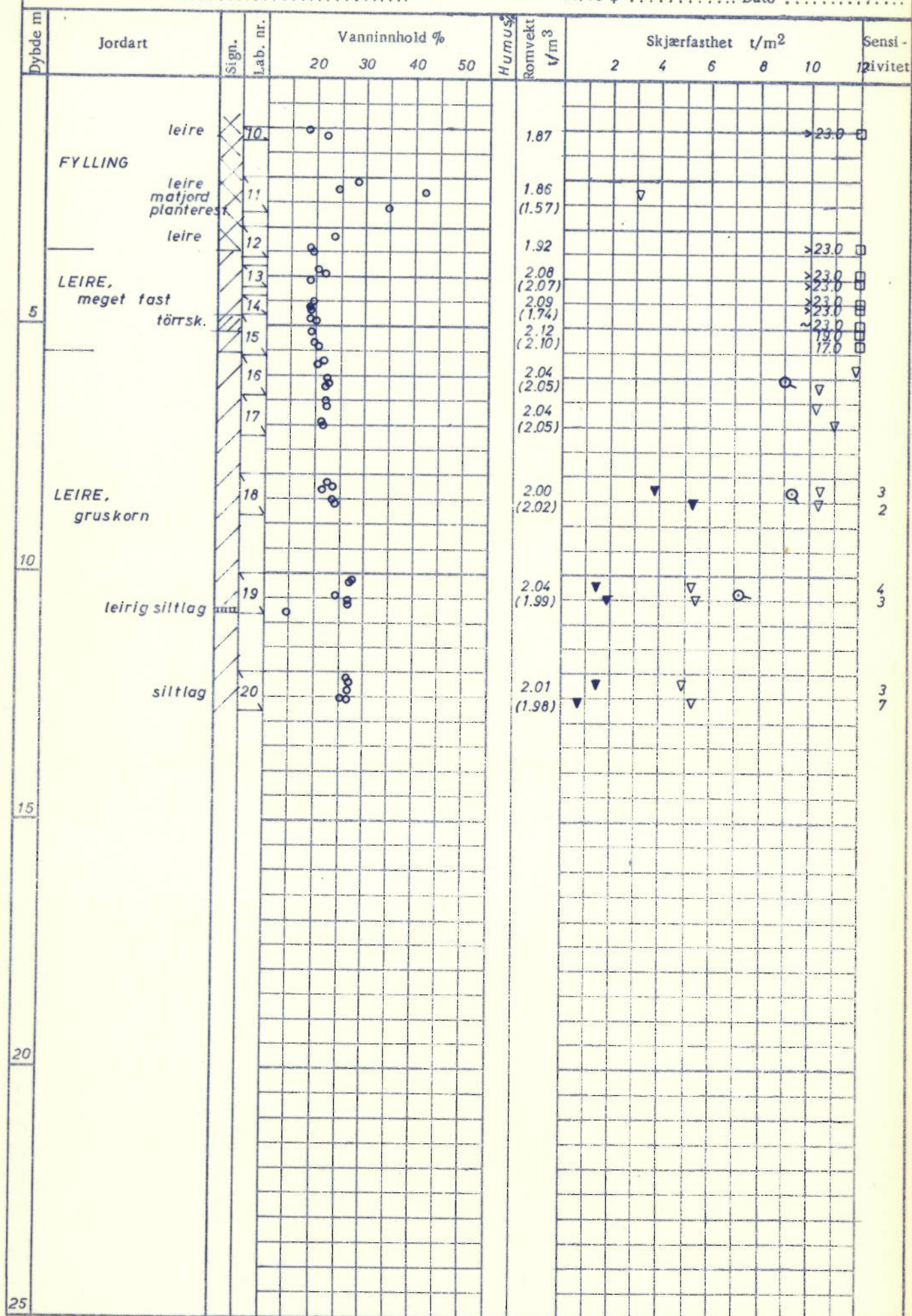
 w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense \square penetrometer

BORPROFIL

Sted LEANGEN

Hull 6 Bilag 9

Nivå Oppdrag 0.470

Prøve ϕ 54 mm Dato FEBR. -66

+ vingeboing \odot enkelt trykkforsøk ∇ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_P = utrøllingsgrense
 \square penetrometer

T i l l e g g 1. BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERINGSBORING 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 vridt en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtstenger i en meters lengder. Boret belastes med loddvakter 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 borchullet, 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 et fallodd og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $Q = WH/s$, 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 relativtbilde av grunnens fasthet, men boret benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm. prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm. og lengde 30, eller 40 cm. Prøvene forsegles i begge ender med voks og gummihetter 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 sylindreprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende. I fast grunn tas prøver med 54 mm. eller 34 mm. ramprøvetaker.

C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer uorenert 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 uorenerte 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 den 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 borchullet.

T i l l e g g 2. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves ut 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 vektspersent 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, flytegrensen, 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 plastisitetssindeks.

Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Er det 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' , tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynken av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell.

Sensitiviteten, $S = s/s'$, 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 porevolum, 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 $0,06 \text{ mm}$. Gjennomsnittlige materialer på siktene veies, og gjennomgangen i vektspersent 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 vektspersent.

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.