

1. INNLEDNING.

I forbindelse med planlegging av nye byggeområder ved Klæbu off. pleiehjem, er en av Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat i brev av 26/5 -66 anmodet om å utføre grunnundersøkelser på områdene, benevnt A, B og C, på tilsendt kart.

På område A langs hovedveien er tenkt oppført boliger i tre i 2 etasjer og kjeller, muligens rekkehus. Det dypereliggende sørligste parti av området er tenkt gjenfylt uten bebyggelse. På området B er det i østskråningen tenkt utført en boligblokk og på område C, på toppen av skråningen skal oppføres elevinternat i 2 etasjer.

En har i brev av 27/6 -66 gitt en forhåndsuttalelse på grunnlag av det kjennskap en har til grunnforholdene i området fra tidligere undersøkelser og foreslått en boreplan for den aktuelle undersøkelse.

2. UTFØRTE BORINGER.

Borearbeidet er utført i tiden 8-23/9 -66 under ledelse av boreformann F. Johnsen fra undertegnede og hjelpemannskap leiet fra A/S Anlegg.

Som det fremgår av situasjonsplanen bilag 1, er det ialt utført 6 dreiesonderinger. Disse er ført ned til 11,4-15,6 m under nåværende terreng. Fjell er ikke påvist ved noen av sonderingene.

I hull 4 er det tatt opp 29 uforstyrrede prøver av grunnen med 54 mm sylinderprøvetager. Prøvetagingen vises også i situasjonsplanen.

For måling av grunnvannstanden er poretrykkmålere satt ned ved hull 8 og 9. I hull 8 nede i skråningen er målinger foretatt i 3 og 8 meters dybde, mens det i hull 9 innenfor topp av skråning er målt i 4 og 10 meters dybde.

Resultatene av sonderingene er vist i bilag 2-4, hvor dreiemotstanden i dybden er angitt i diagrammer sammen med en jordartsbeskrivelse av grunnen.

Resultat av poretrykkmålingene er vist i bilag 9.

I tillegg 1 er det gitt en beskrivelse av boringers utførelse og opptegning.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte forseglede prøver er åpnet og undersøkt i vårt laboratorium.

Prøvene er beskrevet og klassifisert, og det er foretatt rutinemessige bestemmelser av massens romvekt og vanninnhold. Skjærfastheten er bestemt i uforstyrret og omrørt tilstand ved hjelp av konus. Uforstyrret skjærfasthet er også bestemt ved enkle trykkforsøk. Sensitiviteten, som er forholdet mellom leirens uforstyrrede og omrørte fasthet, er beregnet etter konusforsøkene.

Data fra lab.undersøkelsene er gitt i borprofil bilag 5-8. Undersøkelsesmetodene er forklart i tillegg 2.

4. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD.

Område A.

Den nordligste del av området er et forholdsvis flatt parti på ca. kote 135. Sydover faller terrenget av mot et lavere liggende parti på kote 128.

Stort sett består grunnen av meget lagdelt leire og finsand med vekslende harde og bløte lag.

I hull 5 i nord er det i ca. 2-4 meters dybde et bløtt lag hvor dreieboret synker uten dreining. Den uforstyrrede skjærfasthet er her 1-2,0 t/m². Prøvetagingen er stoppet opp i et meget hardt lag i 5,5 meters dybde.

Vanninnholdet i leirlagene varierer i området 25-35 %, mens vanninnholdet i sandlagene stort sett er mindre. Våt romvekt er ca. 1,9-2,0 t/m³.

Midt på området, ved borhull 6, synes det ved hull 5 beskrevne bløte lag i 2-4 meters dybde å nå helt opp i overflaten.

På det lavereliggende parti i syd (borhull 5) viser boringene et øvre myrlag til 1,5-2 meters dybde. Vanninnholdet i myrlaget er 120 % og våt romvekt er $1,60 \text{ t/m}^3$.

Under dette kommer en ned i en meget lagdelte leire- og siltavsetning av ca. 6 meters tykkelse. Uforstyrret skjærfasthet i denne er øverst ca. 3 t/m^2 , men avtar jevnt i dybden til 1 t/m^2 . Vanninnholdet varierer i området 20-40 %, mens våt romvekt er 1,9-2,0 t/m^3 .

Videre i dybden kommer en ned i kvikkleire. Uforstyrret fasthet er her ca. $1,5 \text{ t/m}^2$. De 2 dypeste prøver, tatt henholdsvis i 10,2-11 og 12,2-13,0 meters dybde, viser lavere skjærfasthet, men leiren er her blitt forstyrret ved prøvetakingen slik at målt skjærfasthet er lavere enn den virkelige opptredende. Vanninnholdet i kvikkleiren varierer stort sett mellom 25-35 %, mens våt romvekt er ca. $1,9 \text{ t/m}^3$.

Område B og C.

Område C ligger ytterst på det øvre platå på kote 147. Terrenget faller herfra i en skråning på ca. 1:5 ned mot hovedveien. Skråningen og det flatere parti ned mot veien danner område B.

Oppe på platået, område C, viser boringene øverst fyllmasse til ca. 2 meters dybde. Under denne kommer en ned i en meget lagdelt tørrskorpe. Tykkelsen av denne er ca. 2,5 m. Den udrenerte skjærfasthet i tørrskorpen ligger i området $3-5 \text{ t/m}^2$. Våt romvekt er ca. $1,9 \text{ t/m}^3$.

Videre i dybden viser prøvetakingen meget lagdelte leire- og finsandmasser. I 8,5 meters dybde er påvist et horisontalt kvikkleirelag. Udrenert skjærfasthet i dette er $2,0 \text{ t/m}^2$. De øvrige leirlag er stort sett sensitive med skjærfastheter varierende mellom $1,8-4 \text{ t/m}^2$. Vanninnholdet i massen ligger i området 25-35 % og våt romvekt er ca. $1,95 \text{ t/m}^3$.

I skråningen (område B) viser prøvetakingen i hull 8 øverst humus-

holdig silt til ca. 3 meters dyp. Udrenert skjærfasthet i silten varierer fra 1,0-1,5 t/m². Vanninnholdet varierer mellom 20-40 % og våt romvekt er ca. 1,90 t/m³.

Under silten kommer en ned på meget lagdelt leire. Et bløtere lag i ca. 4,5 meters dybde er observert. Skjærfastheten her ligger i området 1,5-2,0 t/m².

Poretrykkmålingene ved hull 9 på toppen av skråningen viser at grunnvannet står i ca. 4 meters dybde. Da dette er i tørrskorpen, skulle det tyde på at grunnvannstanden her svinger noe. Målingene viser også at grunnvannet dreneres av mot dypereliggende finsandlag.

I skråningen mot område B viser grunnvannstandsmålingene at grunnvannet står 0,5 m under terreng. Også her synes som om dypereliggende finsandlag i noen grad virker drenerende på grunnvannet.

5. FUNDAMENTERING OG STABILITET.

Område A.

På den nordlige del av område A forstår en at det er tenkt oppført boliger i 2 etasjer og kjeller, muligens rekkehus.

Det tidligere nevnte øvre bløte lag vil sannsynligvis medføre endel vanskeligheter ved gravearbeidet, dessuten vil overskårede finsandlag føre til vannsig inn i byggegropen. En antar at tillatt fundamenttrykk ikke bør overstige 5-6 t/m².

I forsenkningen mot syd er det påtenkt utfylling uten bebyggelse. Da grunnen under et leire- og siltlag består av kvikkleire, sannsynligvis til stort dyp, er det viktig at høydeforskjellen mellom topp utfylling og bunn av forsenkning på vestsiden av hovedveien ikke blir så stor at stabilitetsproblemer oppstår. Det samme gjelder for det lavereliggende parti på område B syd for oppfyllingen.

En oppfylling vil dessuten medføre visse setninger av kloakkledningen som passerer her. Ved 2 meters oppfylling vil setningen anslagsvis andra til 20-30 cm.

Område B og C.

For å undersøke de stabilitetsmessige konsekvenser en bebygging av område C og muligens B vil medføre, er det utført stabilitetsberegninger i profil I.

De antatte glideflater og resultatet av beregningene er vist i bilag 3.

Beregningene er utført med plane glideflater ved likevektsbetraktning og går ut på å bestemme nødvendig skjærfasthet for likevekt og så sammenligne denne med de i marken målte verdier .

Glideflate 1 er lagt gjennom de tidligere nevnte kvikke og bløte lag i hull 8 og 9 i henholdsvis 4,5 og 8,5 meters dybde, men passerer mellom disse lag av forskjellig fasthet. Nødvendig skjærfasthet langs denne glideflate er $1,6 \text{ t/m}^2$.

For glideflate 2 som delvis følger glideflate 1 er nødvendig skjærfasthet $1,9 \text{ t/m}^2$. Glideflate 3 følger det nevnte horisontale kvikkleirelag observert i hull 9. Nødvendig skjærfasthet er her $0,8 \text{ t/m}^2$.

Når en for ugunstigste glideflate tar hensyn til at glideflaten skjærer gjennom lag med større skjærfasthet enn de nevnte bløtlag, skulle det ikke være noen fare for en større utglidning langs denne, de nuværende belastninger tatt i betraktning.

Ved bygging av elevinternat på område C såvidt nær platåkanten, vil imidlertid stabiliteten forverres og en vil foreslå at det nyttes kompensert fundamentering. Dette betyr at vekten av bygget ikke må overstige vekten av utgravd masse. Ved fundamenteringen må en påse at fundamentene føres ned på original grunn og ikke blir stående i de øvre fyll-masser. Det totale fundamenteringstrykk bør ikke overskride 10 t/m^2 .

Ved en eventuell bebyggelse i skråningen ned mot hovedveien (område B) vil det også muligens være nødvendig med kompensert fundamentering og ved eventuell bebyggelse her bør byggehøyden reduseres til 2 etasjer.

Som nevnt under beskrivelse av grunnforholdene, består de øverste 3 m i skråningen av silt. Da grunnvannet her står like under terreng, vil en få adskillig vannsig og dermed mulige utrasninger under gravearbeidet. Totalt fundamenttrykk bør her ikke overstige $7-8 \text{ t/m}^2$.

6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Område A.

Den nordligste del av området danner et forholdsvis flatt parti på kote 134-136. Grunnen her består av meget lagdelt leire og finsand med vekslende harde og bløte lag. I nord er observert et meget bløtt lag i 2-4 meters dybde. Midt på området synes dette å ligge helt i overflaten.

Ved bygging av de her påtenkte tomannsboliger eller rekkehus, vil dette bløte lag sannsynligvis kunne skape vansker for gravearbeidet, dessuten vil overskårede finsandlag føre til vannsig inn i byggegropen. Totalt fundamenttrykk bør ikke overstige $5-6 \text{ t/m}^2$.

På det dypereliggende parti i syd består grunnen under et øvre ca. 2 m tykt myrlag av lagdelt silt og leire. Under dette kommer en ned i kvikkleire som sannsynligvis fortsetter til stort dyp.

Ved en oppfylling i forsenkningen, er det derfor viktig at høydeforskjellen mellom topp fylling og bunn av de sønnenfor- og vestenforliggende (vest for hovedvei) forsenkninger ikke blir så stor at stabilitetsproblemer oppstår. En oppfylling vil dessuten føre til setninger av kloakkledningen som passerer her. 2 meters fylling vil føre til setninger på ca. 20-30 cm.

Område B og C.

Område C ligger ytterst på det øvre platå på kote ca. 147. Herfra skråner terrenget vestover med en helning ca. 1:5 ned mot hovedveien. Skråningen og det flatere parti mot veien danner område B.

På område C består grunnen under en øvre 2 m tykk fyllmasse av lagdelt tørrskorpeleire til ca. 5 m dybde. Under denne ligger meget lagdelte leire- og finsandlag. Udrenert skjærfasthet er ca. $3-4 \text{ t/m}^2$. I 8,5 meters dybde ligger et horisontalt kvikkleirelag med skjærfast-

het ca. $2,0 \text{ t/m}^2$.

I skråningen mot vest består grunnen øverst av humusholdig silt til ca. 3 meters dyp. Videre i dybden består grunnen av en meget lagdelt leire. Et bløtt lag i 4,5 meters dybde med skjærfasthet $1,5-2,0 \text{ t/m}^2$ er observert.

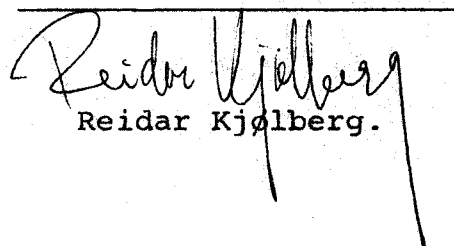
Grunnvannstandsmålingene viser at grunnvannet på toppen av skråningen (område C) står i tørrskorpen i ca. 4 meters dybde. I skråningen står grunnvannet bare 0,5 m under terreng.

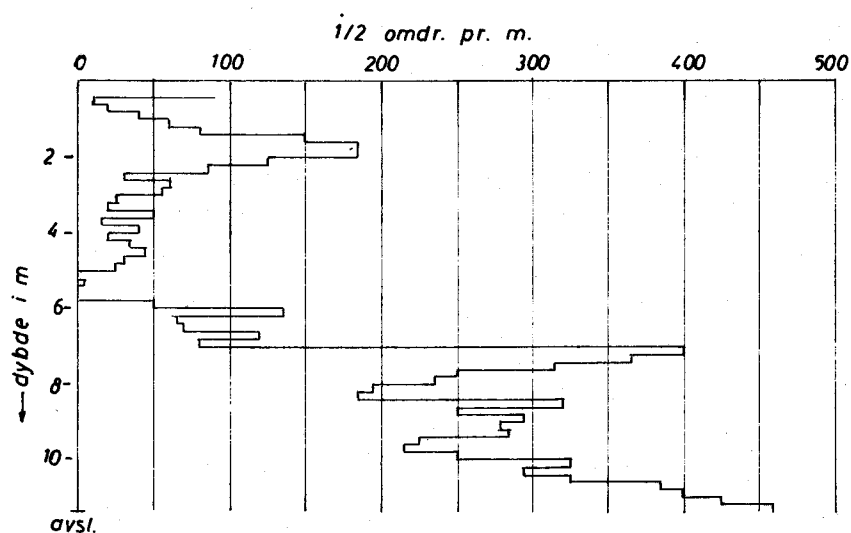
Stabilitetsmessig synes det ikke å være noen fare for større glidninger i skråningen med de nuværende belastninger, men en økning av belastningen ved bebyggelse kan ikke tilrådes om tilfredsstillende stabilitet skal opprettholdes. Ved bygging av elevinternatet er det derfor nødvendig med kompensert fundamentering, d.v.s. at belastning fra bygget ikke overskrider vekten av de utgravde masser. Fundamentene bør føres gjennom fyllmassene og ned på original grunn. Det totale fundamenttrykk bør ikke overskride 10 t/m^2 .

Ved en eventuell bebyggelse i skråningen mot vest (område B), bør det også nyttes kompensert fundamentering. Byggehøyden bør reduseres til 2 etasjer. Ved graving i den øvre løst lagrede silt, vil vanskeligheter sannsynligvis oppstå da grunnvannet her står bare 0,5 m under terreng. Totalt fundamenttrykk bør ikke overstige $7-8 \text{ t/m}^2$.

En står gjerne fortsatt til tjeneste ved den videre planlegging.


OTTAR KUMMENEJE.


Reidar Kjølberg.



STATENS BYGGE-OG EIENDOMSDIREKT.
NYTT BOLIGFELT KLÆBU OFF. PL. HJEM.

DREIESONDERING HULL 10.

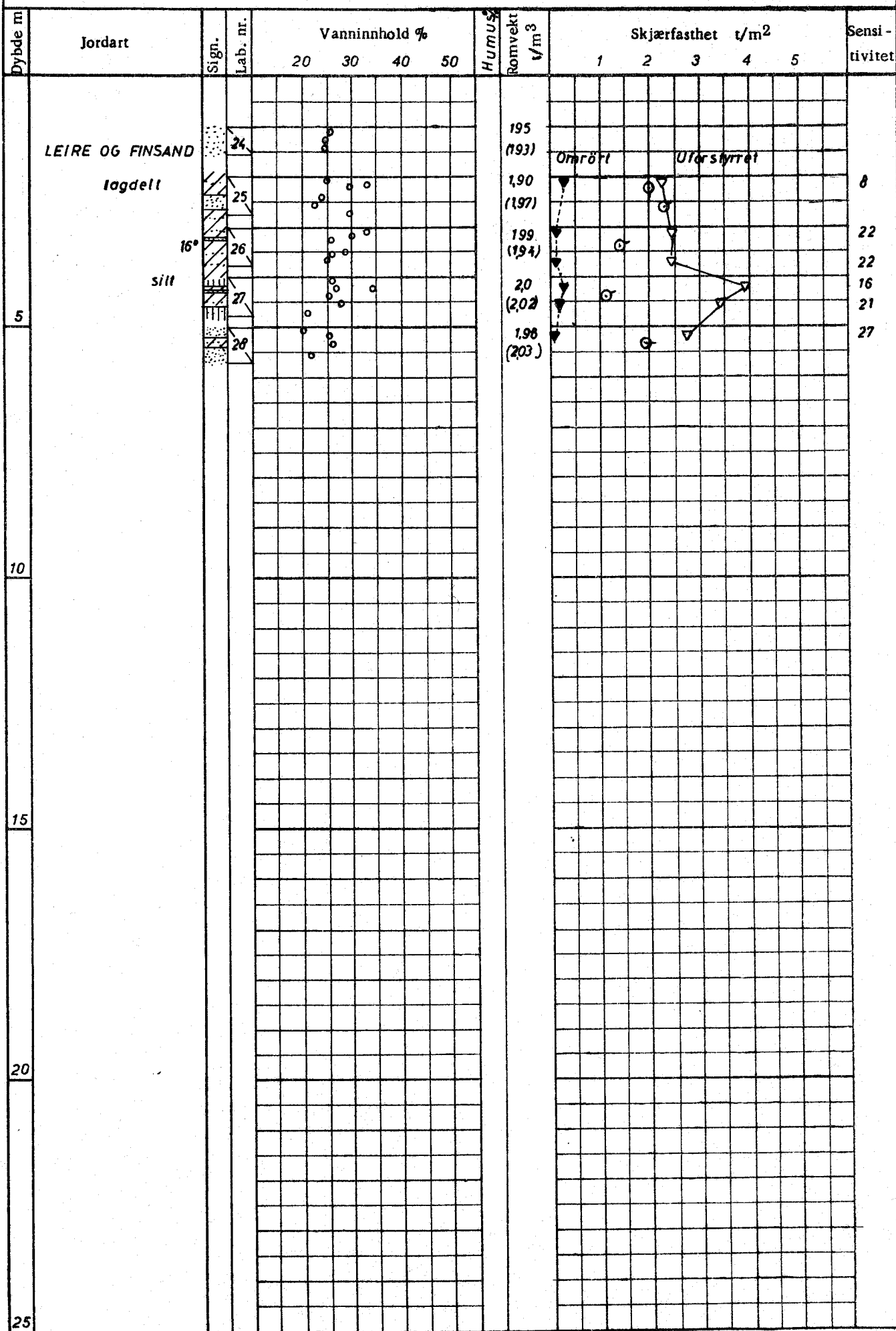
Rådgiv. Ing. OTTAR KUMMENEJE
MNIF MRIF
TRONDHEIM

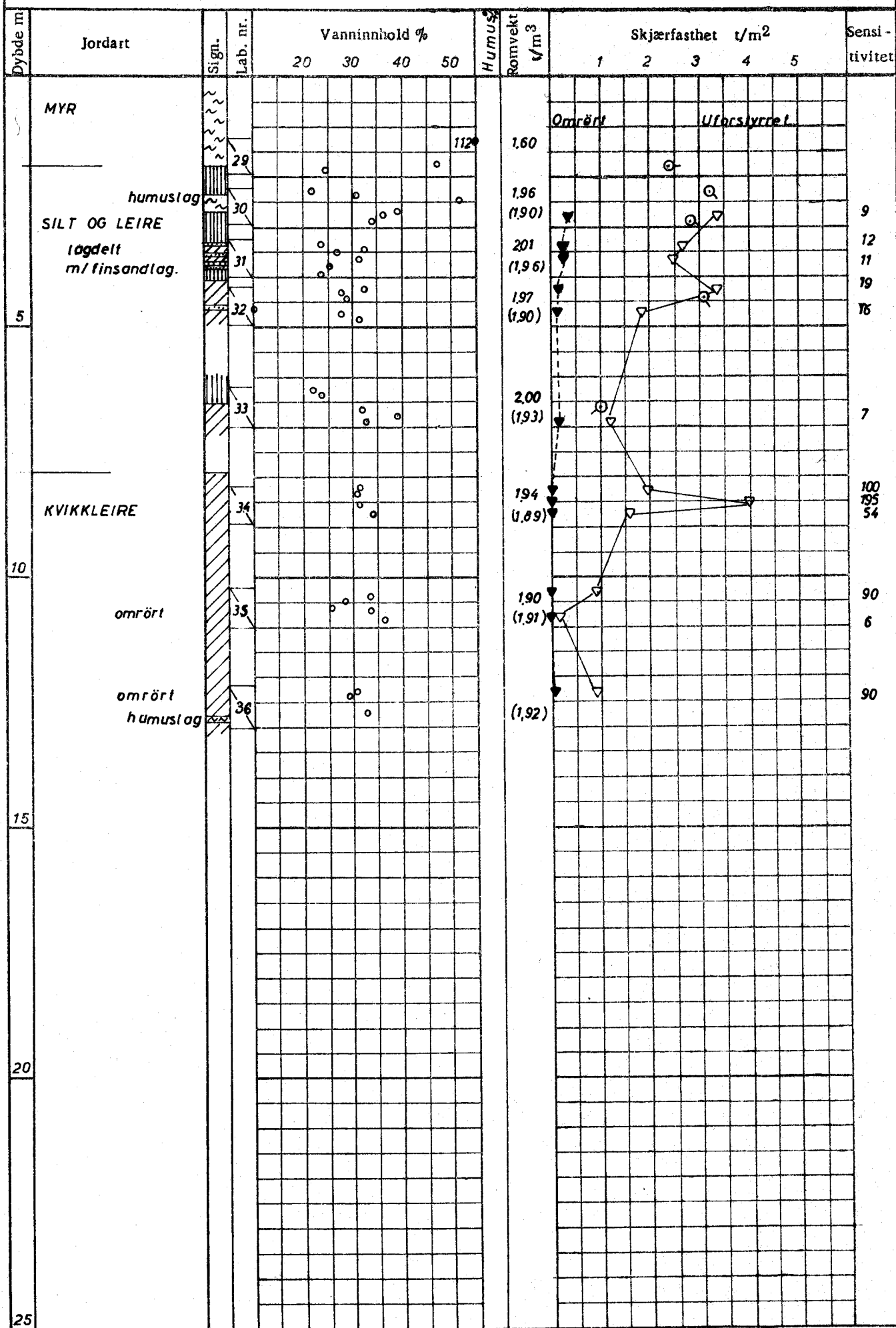
MÅLESTOKK:

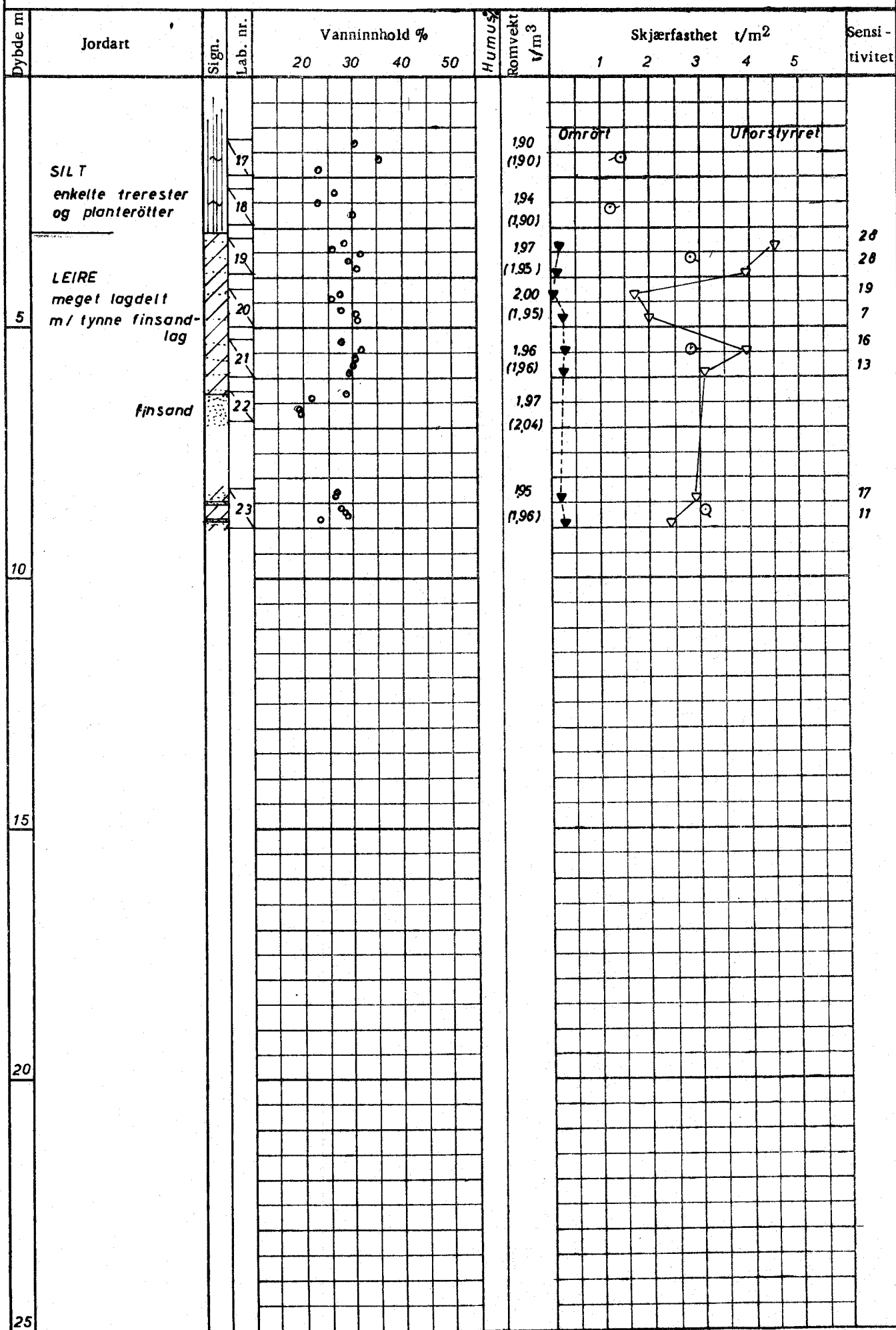
TEGNET AV:
RSK

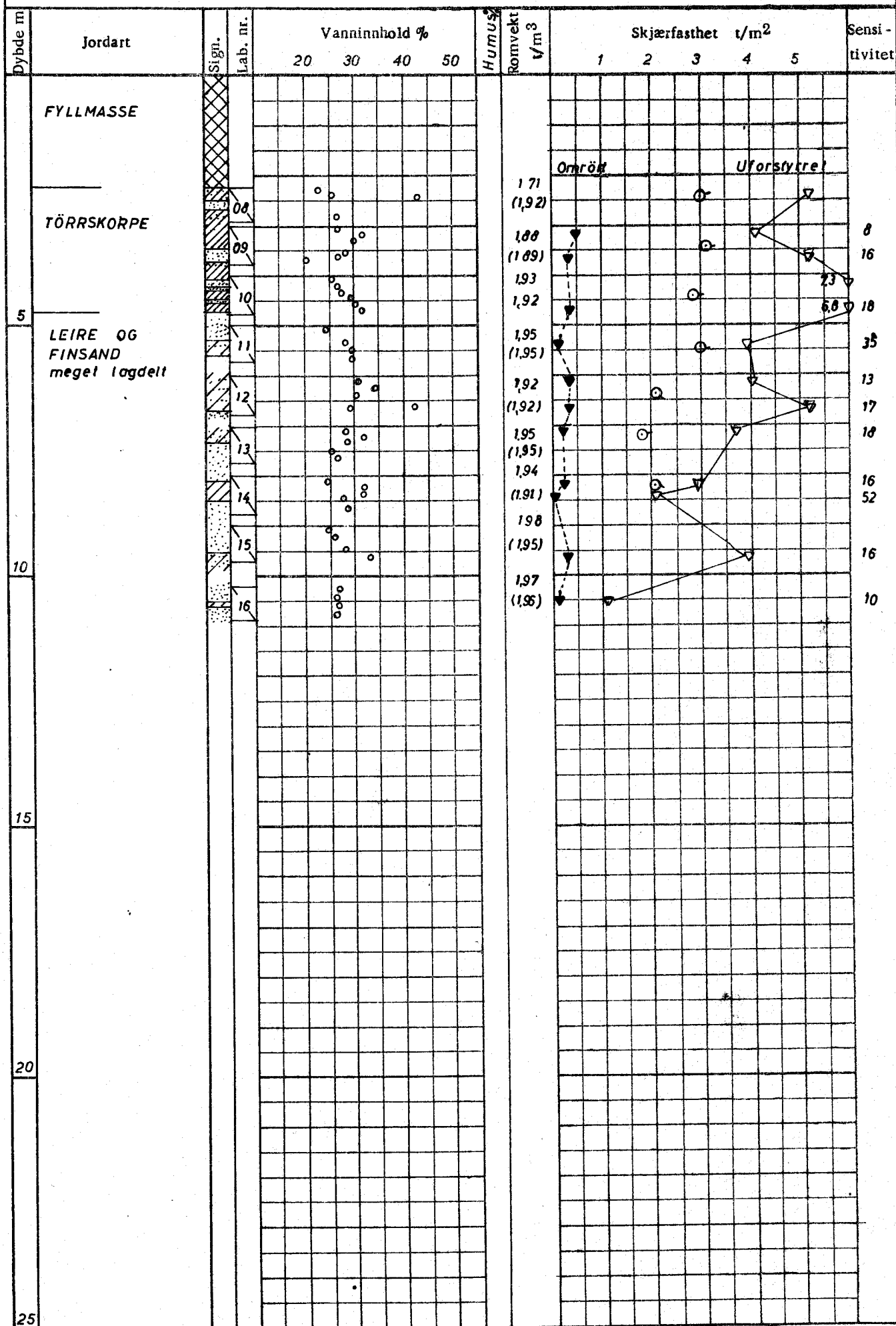
DATO:
Okt. 66

OPPDRAK 0.533-2
BILAG 4

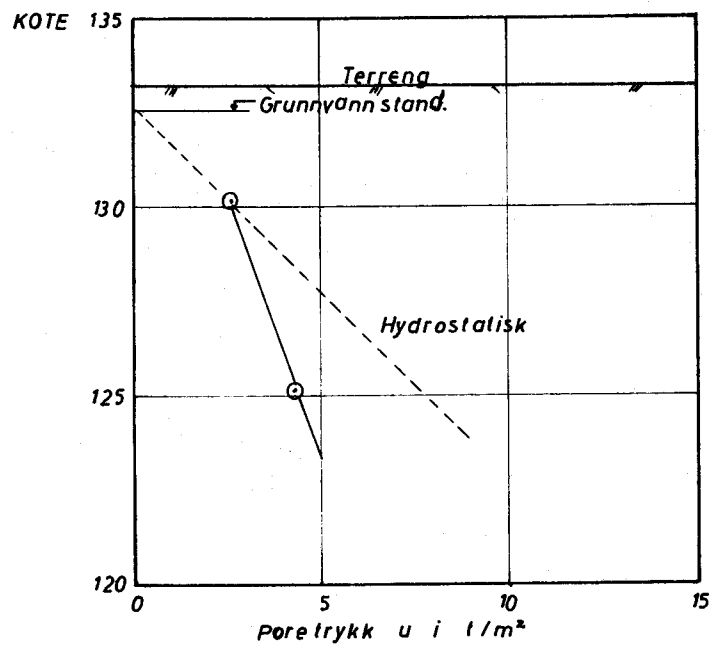




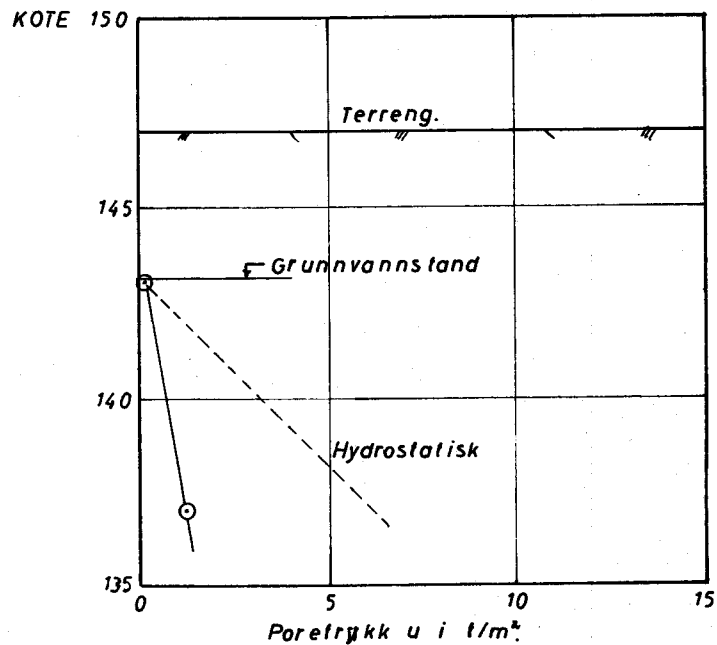




Hull 8.



Hull 9.



STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKT.
NYTT BYGGFELT KLÆBU OFF. PL. HJEM.

MÅLESTOKK:

GRUNNVANNSTANDSMÅLINGER
HULL 8 OG 9.

TEGNET AV:

RSK

DATO:

Okf. 66.

Rådgiv. Ing. OTTAR KUMMENEJE

MNIF MRIF
TRONDHEIM

OPPDRAK. 0.533-2

BILAG. 9