

SIVILINGENIØR PER A. MADSHUS

RÅDGIVENDE INGENIØR - GEOTEKNIKK

MEDLEM AV RÅDGIVENDE INGENIØRERS FORENING

NO,NO,9:10

OSLO KOMMUNE

FINANSRÅDMANNEN

ROMSÅS INDUSTRIOMRÅDE - FELT II

REDEGJØRELSE FOR GEOTEKNISKE FORHOLD

*NO: N9, N10, 09, 010

SIVILINGENIØR PER A. MADSHUS

RÅDGIVENDE INGENIØR - GEOTEKNIKK

MEDLEM AV RÅDGIVENDE INGENIØREKS FORENING

OSLO KOMMUNE

FINANSRÅDMANNEN

ROMSÅS INDUSTRIOMRÅDE - FELT II

REDEGJØRELSE FOR GEOTEKNISKE FORHOLD

INNLEDNING

Våren 1966 utførte vi etter oppdrag gjennom Oslo kommune, Geoteknisk konsulent, for Finansrådmannen en orienterende geoteknisk undersøkelse for Romsås industriområde, Felt II-III. Undersøkelsen omfattet en forholdsvis spredt sonderboring til fjell samt prøvetaking i tre punkter. Undersøkelsen ga en grov orientering om de geotekniske forhold til støtte for utarbeidelse av en reguleringsplan, men det forutsettes utført supplerende undersøkelser etter hvert som et slikt planleggingsarbeide gikk frem.

I forbindelse med at det ble besluttet utarbeidet en reguleringsplan for den nordøstre delen av området, Industrifelt II, ble vi høsten 1967 av Finansrådmannen anmodet om å utrede de geotekniske spørsmål denne planen medførte samt å foreta de i denne forbindelse nødvendige undersøkelser.

Den aktuelle reguleringsplan dekker også en del av felt III, betegnet felt IIIa. Det er imidlertid ikke i denne omgang utført noen undersøkelser i dette området, idet bebyggelsesplanen her ikke medførte noen spesielle geotekniske problemer; vårt oppdrag omfattet formelt heller ikke dette området.

Reguleringen er overlatt arkitekt Bengt Espen Kautsen, og Sivilingeniør Tellef Dalan virker som rådgivende ingeniør for de bygningstekniske spørsmål.

Arkitektens reguleringsforslag forutsatte en omfattende planering av det sterkt kupert terreng. Da denne førte til oppfylling over en vesentlig del av området, tildels med betydelige fyllingshøyder (opp til 20 m), reiste det seg forholdsvis store geotekniske problemer, som utkrystalliserte seg i følgende tre hovedspørsmål:

1. Stabilitetsforhold.
2. Setningsforhold.
3. Valg av fyllmasser og behandlingen av disse.

Stabiliteten er i avgjørende grad avhengig ikke bare av vekten av fyllmassene, men også av fastheten i disse; setningene av det fremtidige terreng er sterkt avhengig av kompressibiliteten av fyllmassene.

I henhold til avtale med Finansrådmannen er spørsmålet om hvilke fyllmasser som det kan bli aktuelt å anvende, diskutert med Oslo kommune, Vegvesenet. Ut fra ønsket om god stabilitet og minimale setninger er grove masser (stein, grus, sand) ubetinget best egnet som fyllmasser. Andre tenkelige masser er tørrskorpeleire og plastisk leire.

Det er uklart når prosjektet kommer til utførelse, og Vegvesenet har heller ikke full oversikt over hvilke masser som til enhver tid måtte bli disponible for oppfylling i det aktuelle området. Det syntes imidlertid utelukket at grovere masser kunne komme på tale; det måtte i beste tilfelle bli tørrskorpeleire, helst plastisk leire. Ut fra hensynet til stabilitet og setninger er det utelukket å arbeide med plastisk leire, og

det er derfor forutsatt at fyllingen kommer til å bestå av tørrskorpeleire.

De nødvendige geotekniske data for de løsavlagringer som i dag ligger i området, er bestemt dels på stedet, dels i laboratoriet på opptatte prøver. For tørrskorpefyllinger av den type som her kan bli aktuelle, har det ikke latt seg gjøre å skaffe erfaringsdata som kunne benyttes ved beregningene. Oslo kommune, Geoteknisk konsulent, har imidlertid i områdets umiddelbare nærhet, i sideveger til Fossumvegen, veg 5357 - 8001, lagt opp prøvefyllinger av tørrskorpeleire, hvor det er satt ut setningsmålere. Etter konferanse med denne etat er vi derfra gitt i oppdrag å gjøre en geoteknisk undersøkelse for en av disse fyllingene for å fremskaffe nødvendige geotekniske data for stabilitets- og setningsberegninger av slike fyllinger. Disse data har generell interesse, men kan også benyttes for det aktuelle prosjekt på Romsås. Det er laget en separat redegjørelse, datert 24.7.1968,

Oslo kommune
Geoteknisk konsulent
Veg 5357 Romsås - Prøvefylling
Geotekniske undersøkelser,

og det henvises til denne både når det gjelder gjennomføringen av undersøkelsene og resultatene av disse. Resultatene er imidlertid også inntatt i nærværende redegjørelse i den utstrekning de er benyttet i beregningene her.

I bilag 30 er gitt data både angående utførelsen av fyllingen og krav til kvaliteten av denne. Dette gjelder både den fyllingen undersøkelsen gjelder og en annen fylling i samme veg, hvor det er utført setningsobservasjoner som det er bygget på i nærværende redegjørelse.

Både for å bedre de geotekniske forhold og å redusere behovet for fyllmasser, ble planeringshøyden for feltet senket med opp til 5 m, og de endelige stabilitets- og setningsberegninger i nærværende redegjørelse er gjennomført med dette senkede nivå og forøvrig på grunnlag av arkitekt Bengt Espen Knutsens kart nr. 036101, datert desember 1967, og Sivilingeniør Tellef Dalans tegn. nr. 1068-1 - 1068-5.

Reguleringsplanen forutsetter oppførelse av industribygg, 10 enheter, hvorav alle unntatt én har størrelse 24 x 80 m. Bygningene forutsettes oppført i betong i 3 etasjer og sokkeletasje.

Det nødvendige underlag for arkitektens og bygningskonsulentens arbeide er forsøkt fremlagt etter hvert, og det er utarbeidet et notat vedrørende de geotekniske forhold, datert 6.12.1967. Notatet er bilagt arkitektens reguleringsplan.

I borplan som følger nærværende redegjørelse, er medtatt alle de undersøkelser vi kjenner til i området:

1. Undersøkelser for tunnelbanen foretatt av Oslo kommune, Geoteknisk konsulent.
2. Undersøkelser foretatt våren 1966 av Sivilingeniør Per A. Madshus.
3. Undersøkelser foretatt november 1967 av Sivilingeniør Per A. Madshus.

I redegjørelsen forøvrig er imidlertid bare de undersøkelser som er foretatt i denne omgang, omtalt, og det henvises til vår redegjørelse av 18.4.1967 angående undersøkelser foretatt våren 1967.

UTFØRTE UNDERSØKELSER

Markundersøkelser

Markundersøkelsenes primære hensikt har vært å fastslå de stabilitetsmessige forhold. Undersøkelsene har omfattet bestemmelse av massenes fasthetsegenskaper ved hjelp av vingebor, supplert med dreieboring, som er en raskere og billigere metode. I tillegg til disse undersøkelsene er det tatt opp endel prøver for undersøkelse i laboratoriet, blandt annet for å få et grunnlag for setningsberegninger.

Markundersøkelsene er utført i tiden 8.11. - 6.12.1967.

Borhullene er utsatt i marken på grunnlag av kart over området ved utmål fra eksisterende bebyggelse og innlagt på

Oslo kommunes kartverk i målestokk 1:1000. Som utgangspunkt for høydebestemmelsene er benyttet Oslo kommunes polygonpunkt nr. 2133 på kote +197,85.

Dreiesondering

Utstyret består av 1,0 m lange \varnothing 20 mm stålstenger med glatte skjøter forsynt med vridd, pyramideformet spiss med kvadratisk grunnflate med sidekant 25 mm (standard spiss). Boret belastes og dreies kun når det ikke synker for en last på 100 kg. Der hvor nedtrengningen på denne måten blir svært liten, slås boret ned med slegge.

Dreiesondering er utført i 6 hull, hvis beliggenhet fremgår av bilag 32. Her er også dybdene til fjell, terreng- og fjellkoter påført. Alle borhullene er nedført til antatt fjell, men det må på grunn av bormetodens begrensede nedtrengningsevne tas de vanlige forbehold angående de bestemte fjelldybder. I bilag 2-7 er borsynkningen som funksjon av omdreiningstallet satt opp i diagram.

Vingeboring

Utstyret består av et vingekorset som presses ned i leiren til ønsket dyp, og der påføres et dreiemoment inntil det oppstår brudd i leiren. Leirens deformasjonskurve opptegnes på et diagrampapir. Det foretas først måling for uforstyrret materiale og deretter for fullstendig omrørt materiale, som oppnås ved en rekke omdreininger av vingekorset.

Det er utført vingeboring i 10 hull, hvis beliggenhet fremgår av bilag 32. De målte bruddverdier er opptegnet i diagram i bilag 8-12.

Opptaking av uforstyrrete prøver

Til opptaking av uforstyrrete prøver benyttes et utstyr bestående av tynnveggete stålrør hvori det tas prøver med 80 cm lengde og 54 mm diameter. Hele cylinderen sendes i forseglet stand til laboratoriet.

Det er utført prøvetaking i 3 hull, hvis beliggenhet er vist i plan i bilag 32. I borprofil, bilag 13-15, er vist en oversikt over de opptatte prøvesylindre.

Laboratorieundersøkelser

Enkle klassifikasjonsundersøkelser

For å få et alminnelig kjennskap til materialenes egenskaper er følgende data bestemt på prøver fra alle prøvesylindre i den utstrekning materialenes karakter tillot dette:

1. Vanninnhold, angitt som vektprosent av tørrstoff.
2. Plastisitetsgrenser, d.v.s. grensevanninnholdet for materialets plastiske område i omrørt tilstand, angitt som vektprosent av tørrstoff.
3. Romvekt, dels av hele den opptatte prøve, dels av en mindre utskåret del av denne.
4. Skjærfasthet,
 - a) ved trykkforsøk, hvor et av materialet utskåret prisme bringes til brudd ved sammentrykking i lengderetningen,
 - b) ved konusforsøk, hvor inntrykket fra en nedfallende stålkonus måles og omregnes til skjærfasthet ved hjelp av en kalibreringstabell.
5. Sensitivitet, d.v.s. forholdet mellom skjærfastheten bestemt ved konus for uforstyrret og for helt omrørt prøve.

Resultatene av ovenstående undersøkelser er angitt i borprofil, bilag 13-15, hvor det også er gitt en jordartsbetegnelse oppsatt på grunnlag av besiktigelse av materialene og utført kornfordelingsanalyse. De benyttete signaturer og jordartsbetegnelser er angitt i bilag 1.

Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingen bestemmes dels ved sikting, dels ved hydro-meteranalyse. Slik undersøkelse er foretatt for 7 prøver. Resultatene er vist i diagram, bilag 16-18.

Kompressibilitetsbestemmelse

Undersøkelsen foregår i ødometer, hvor lave prøvestykker belastes og får anledning til å komprimeres under vannavgang. Slik undersøkelse er foretatt for 4 prøver. Resultatene er vist i bilag 19-22. For utlagt prøvefylling av tørrskorpemateriale er det utført 2 ødometerforsøk. Resultatene av disse er vist i bilag 23-24; disse forsøkene er nærmere beskrevet i redegjørelse for prøvefyllingen, datert 24.7.1968.

Bestemmelse av skjærfasthetsparametre

Bestemmelse av skjærfasthetsparametre utføres på sylindriske prøvestykker som omsluttet av en gummihud plasseres i et vannfylt trykk-kammer, og der påføres et allsidig trykk. Prøven utsettes deretter for skjærpåkjenninger ved at trykket i prøvens aksialretning økes eller reduseres i forhold til selletrykket. Prøven kan før skjærforsøket eventuelt konsolideres for selletrykket. Ved å utføre forsøk med forskjellige verdier på trykkene kan skjærfasthetsparametrene (skjærfastheten som funksjon av trykket) bestemmes.

I det aktuelle tilfellet, hvor tørrskorpen og de oppfylte lag av tørrskorpemateriale må regnes tildels å være oppsprukket, er det gjort forsøk for å bestemme den restfasthet som materialene oppviser etter oppsprekning. For å oppnå dette er prøvene snittet opp etter et antatt bruddplan før forsøket er utført. Det er også ved å utføre forsøk på en plastsylinder med tilskåret bruddplan som for prøven, skaffet mulighet for korreksjon for stempelfriksjon og virkningen av gummihud o.l.

Alle de utførte forsøk er gjennomført slik at poretrykket er målt under forsøket.

Det er utført 2 forsøk som omtalt foran med naturlig tørrskorpe. For utlagt prøvefylling av tørrskorpemateriale er det utført 2 tilsvarende forsøk; disse er nærmere omtalt i redegjørelse for prøvefyllingen, datert 24.7.1968.

Resultatene av alle forsøkene er fremstilt i bilag 25-28.

For hvert av disse er i ett diagram skjærspenningen avsatt som funksjon av normalspenningen på bruddplanet, i et annet diagram er skjærspenningen og poretrykket gitt som funksjon av prøvens sammentrykning.

Setningsobservasjoner

Det er av Geoteknisk konsulent utført setningsobservasjoner for prøvefyllingene i veg 5357 og veg 8001. For fyllingen i veg 5357 hvor de geotekniske undersøkelserne er foretatt, er dessverre setningsobservasjonene forstyrret av telen, men fra fyllingen i veg 8001, som tilfredsstillende de samme kravene, haes et klart setningsbilde. Setningsobservasjonene fra denne vedlegges som bilag 31.

GRUNNFORHOLDENE

Resultatene av de utførte grunnundersøkelser fremgår av de under beskrivelsen av disse nevnte bilag. Signaturer og betegnelser som ikke fremgår av disse, er angitt i bilag 1. Her er også angitt skalaer for de anvendte uttrykk for fasthet, sensitivitet o.s.v. Grunnforholdene kan på grunnlag av de utførte undersøkelser beskrives slik:

Det undersøkte området dekker et areal som omfattes av den aktuelle reguleringsplan. Det begrenses i grove trekk i nord av Fossumvegen, i syd av prosjektert tunnelbane; i vest støter det inn mot eksisterende bebyggelse langs Trondheimsvegen. Arealet er på ca. 0,10 km².

Området er i dag dyrket mark.

Terrenget faller i store trekk mot sydøst, men er gjennomskåret av dalsøkk som gir høydeforskjeller på opptil 20 m. Høyeste og laveste innmålte punkt innen området ligger på henholdsvis kote + 176 og + 152. I områdets vestre del ligger fjellet på kote ca. + 180 og har ubetydelig dekning. Det faller østover og ligger under den østlige delen av området på kote ca. + 150; løsavlagringene er her opptil 15 m tykke. Undersøkelsene er imidlertid ikke tilstrekkelig omfattende til at fjellformasjonene kan angis mer i detalj.

Undersøkelsene av løsavlagringene har vært konsentrert om områdets sydøstre del, hvor store oppfyllingshøyder nødvendiggjorde et best mulig kjennskap til massene. I dette området består løsavlagringene av en leirig silt som danner en meget fast tørrskorpe på opp til 5 m tykkelse og som derunder er middels fast, sensitiv og på enkelte punkter kyikk. Materialet er overalt lite kompressibelt. I området forøvrig, hvor det ikke foreligger prøvetakning, men bare sonderboringer, har materialet etter alt å dømme samme sammensetning, også her eksisterer det en meget fast tørrskorpe av tykkelse opp til 5 m.

Over fjell er det påtruffet et sandlag med varierende tykkelse.

Grunnvannstandens beliggenhet er ikke bestemt.

STABILITETSFORHOLDENE

Terrenget har, slik dette ligger i dag, en tilstrekkelig stabilitetsmessig sikkerhet.

De planeringsarbeider som skal utføres, medfører oppfyllinger over det eksisterende terreng på opp til 17 m høyde i området sydøst for blokk 1. Fyllingen er ved avslutningen mot sydøst forutsatt gitt en avtagende helning mot foten, regnet fra toppen 0-5 m 1:2, 5-10 m 1:3 og fra 10 m 1:4.

De store fyllingshøydene reiser et problem både med hensyn til stabiliteten av selve fyllingen og av terrenget som belastes av fyllmassene.

Det første problemet er utelukkende bestemt av fyllmassenes fasthetsegenskaper og kan løses ved valg av hensiktsmessige masser og et omhyggelig arbeide med oppbygningen av fyllingen. For det andre problemet kommer også fasthetsforholdene for de naturlige masser inn.

I det aktuelle tilfellet kan det, som angitt foran, bare bli aktuelt med fyllinger av tørrskorpeleire. Fasthetsforholdene for tørrskorpefyllinger vil variere sterkt med utførelsen. Da det som nevnt forelå lite materiale til å bedømme hvilke fasthetsverdier som kunne oppnåes, ble det foretatt fasthetsbestemmelser for en prøvefylling av tørrskorpemateriale i nærheten av undersøkelsesområdet.

På grunnlag av alle de utførte undersøkelser er det for beregning av stabiliteten etter en vurdering valgt følgende data for de forskjellige materialer og de aktuelle analysemetoder:

1. Ved stabilitetsanalyse med direkte bestemte skjærfasthetsverdier (s_u -analyse):

Fylling av tørrskorpeleire	$s_u = 2,5 \text{ t/m}^2$
Naturlig tørrskorpe	$s_u =$ målte vingeborverdier, unntatt i strekksonen hvor $s_u = 2,0 \text{ t/m}^2$
Naturlig plastisk leire	$s_u =$ målte vingeborverdier

hvor s_u betegner udrenert skjærfasthet.

2. Ved stabilitetsanalyse med skjærfasthetsverdier beregnet på grunnlag av bestemte parametre ($c\phi$ -analyse):

Fylling av tørrskorpe	$tg\phi=0,40$	$c=0$	t/m^2	$\Delta u=0$	t/m^2
Naturlig tørrskorpe, aktiv sone	$tg\phi=0,50$	$c=0$	"	$\Delta u=0$	"
Naturlig tørrskorpe, passiv sone	$tg\phi=0,50$	$c=4,0$	"	$\Delta u=0$	"
Naturlig plastisk leire	$tg\phi=0,55$	$c=0,5$	"	$\Delta u= 0,5 \times$	påført belastning

hvor $tg\phi$ betegner forholdet mellom skjærfasthet og effektiv normalspenning i marken,

c betegner skjærfastheten for effektiv vertikal-spenning i marken = 0,

Δu betegner tilleggs-poretrykk i marken.

For grunnvannstanden er gjort følgende antakelse:

Grunnvannstanden i marken i dag er ikke målt. Det er imidlertid påvist et gruslag direkte på fjell i en rekke av borhullene, og da gruslaget må antas å ha fritt utløp i de laveste deler av terrenget, må det, med den topografi området har, antas at væsketrykket over fjell er meget nær null. Etter oppfyllingen er det for stabilitetsundersøkelsene antatt at grunnvannstanden har en hydrostatisk fordeling fra 2 m under ferdig terreng, men med en parabolisk reduksjon mot null mot gruslaget over fjell.

For beregningene er terrenget forutsatt planert som vist på Sivilingeniør Tellef Dalans tegn. 1068-1 - 1068-5.

Det er regnet med en belastning på 8 t/m^2 på de bebyggete flater, forøvrig er terrenget regnet ubelastet. (Oppførelse av bygninger som representerer en større belastning enn angitt, vil være av liten betydning for stabiliteten, idet det bebyggete areal er lite, men forholdene bør vurderes på ny hvis belastningen overstiger det angitte.)

Det vedlegges et snitt som viser forholdene på det parti hvor de stabilitetsmessige forhold er ugunstigst (bilag 29).

Med de foran nevnte forutsetninger har såvel selve fyllingen som terrenget med fylling den nødvendige stabilitetsmessige sikkerhet.

De anførte beregningsforutsetningene gjelder for en bestemt fremgangsmåte ved utførelsen av fyllingsarbeidene.

De anvendte data for tørrskorpefyllingen er hentet fra den nevnte prøvefyllingen. Utførelsen og kvaliteten av denne

fremgår av bilag 30, og det er en forutsetning for anvendelsen av foranstående data at den aktuelle fylling utføres slik at den minst tilfredsstillende de krav som er stilt til prøvefyllingen.

Under oppfyllingsarbeidet oppstår det en økning av poretrykket i massene, både i fyllingsmaterialene og i de naturlige masser. Som det fremgår, er det gjort bestemte forutsetninger angående størrelsen av disse trykkene, og det er nødvendig at det utføres måling både i fyllingen og i de naturlige masser under oppbyggingen av fyllingen, og at fyllingshastigheten reguleres slik at de forutsatte verdier ikke overskrides. Foruten denne målingen er det nødvendig at fyllingsarbeidet kontrolleres omhyggelig, idet fyllingens kvalitet er sterkt avhengig av utførelsesmetoden.

Som det fremgår senere, er det forutsatt at det legges ut et drenerende lag under fyllmassene og i halv høyde i disse. Nærmere detaljer vedrørende utfyllingen av disse lag (og evt. behov for flere lag) må vurderes nærmere.

Spørsmålet om behandling av skråningene for å unngå overflateras, må utredes spesielt. Det bør anvendes drenasje for å ta vare på overflatevann både på selve plataet og i skråningene.

SETNINGSFORHOLDENE

Setningene av det oppfylte terreng er sammensatt av setningene i fyllmassene og setningene i den naturlige grunn på grunn av belastningen fra fyllmassene.

Til bedømmelse av setningene i fyllmassene has foruten resultatene av laboratorieundersøkelsene, resultatene av de setningsobservasjoner som Geoteknisk konsulent har utført for en prøvefylling (se bilag 31).

Det gjør seg noen usikkerhet gjeldende ved beregning av setninger i fyllmassene, idet nedbrytningen av den struktur fyllingen har ved utleggingen kan skje på forskjellig måte og med forskjellig hastighet, bl.a. avhengig av tilførselen av vann.

De prøver som er tatt fra prøvefyllingen, viser at denne allerede 1-2 måneder etter utleggingen var meget tett, og hvis det sees bort fra de setninger som måtte foregå under og

umiddelbart etter oppfyllingen, skulle de utførte kompresjonsforsøk på de fra fyllingen uttatte prøver kunne danne grunnlag for setningsberegningene. Det må dog tas hensyn til at det i slikt materiale kan inntre store deformasjoner under forsøkene p.g.a. ujevnheter i prøveoverflaten, slik at kompresjonsmodulen fastsettes med hensyntagen til dette og med støtte i forholdet mellom denne modul og materialets skjærfasthet. Det er på dette grunnlag valgt en verdi for modulen nær 2.gangsbelastningskurven for materialet.

Setningsobservasjonene av prøvefyllingen gir alene ikke tilstrekkelig grunnlag for å bedømme setningene i den aktuelle fyllingen, bl. a. fordi prøvefyllingen har så liten høyde (4 m mot den aktuelle fyllingen opp til 17 m). Den understøtter imidlertid en beregning på det grunnlag som er nevnt foran.

For den naturlige tørrskorpen gjelder det samme forhold angående tilleggsdeformasjoner av prøvestykket som nevnt for fyllingsmaterialet. Verdier for kompresjonsmodulen er valgt i relasjon til den udrenerte skjærfasthet bestemt med vingebor, idet det da er valgt en meget forsiktig verdi for dette forhold (100).

På grunnlag av de verdier man ovenfor er kommet frem til, er setningene i fyllingen der hvor denne får sin største høyde, 17 m, beregnet til 22 cm; i de naturlige masser er setningene der hvor forholdene stiller seg ugunstigst (15 m fylling over 3 m tørrskorpe og 7 m plastisk leire) beregnet til 22 cm. For setningsberegningene er forutsatt at grunnvannstanden etter oppfyllingen blir liggende som i dag, i nivå med overgangen til fjell.

Totalsetningene av terrenget blir på det ugunstigste parti etter ovenstående av størrelse 40 cm.

Setningenes tidsforløp er det meget vanskelig å angi. Setningstiden er avhengig av dreneringsmulighetene i massen. Drenerende sjikt vil i naturlige masser normalt ligge tettere enn det er mulig å påvise, og setningstiden blir derfor normalt

vesentlig kortere enn den man slutter seg til. Under forutsetning av at det imidlertid ikke eksisterer drenasjonsveger utover de som kan påvises i de naturlige massene, eller som er laget kunstig i fyllmassene, og at disse således innskrenker seg til ett sandsjikt på fjell, ett ved underkant fylling og ett midt i denne, er 75% av de angitte setninger beregnet å ta 1 år. Etter all sannsynlighet vil setningene i de naturlige masser gå raskere; i fyllingen er det anledning til å øke setningshastigheten ved å legge inn ekstra sandlag. Den angitte tid gjelder fra det tidspunkt fyllingen er ferdig utlagt; skulle oppbyggingstiden bli meget lang, vil en forholdsvis betydelig del av setningene kunne være avsluttet før fyllingsarbeidet er ferdig.

Beregningene av setningenes tidsforløp baserer seg ikke på kompresjonsforsøkene, men på erfaringstall som er valgt under hensyntagen til de øvrige geotekniske data og med støtte i setningsforløpet for prøvefyllingen.

På de steder hvor fyllingshøyden er lavere enn på det parti som danner grunnlag for beregningene, vil setningene generelt bli mindre enn angitt ovenfor. Setningene vil imidlertid variere ikke bare med fyllingshøyden, men også med tykkelsen av plastisk, naturlig leire (tørrskorpen er meget fast og foranlediger små setninger). Det vil på grunnlag av det foreliggende materiale kunne beregnes setninger i de forskjellige deler på området, men dette er foreløpig ikke gjort.

I tillegg til ovennevnte setninger vil det inntre setninger for de enkelte bygninger på grunn av den belastning disse gir på terrenget. Dette er nærmere omtalt nedenfor.

FUNDAMENTERING AV BYGNINGENE

Da terrengsetningene de første årene er relativt store, kan det ikke regnes med at området kan bebygges før ett år etter at oppfyllingsarbeidet er avsluttet. Jevne terrengsetninger vil være uskadelige for bygningene, selv om de er relativt

store; det må imidlertid i dette tilfellet også regnes med forholdsvis store setningsujevnheter på grunn av de forhold som er nevnt foran, og disse vil være av betydning for bygningene.

Det vil tilrådes at setningsforløpet for terrenget blir fulgt, idet det derved kan fås et sikrere holdepunkt for når bebyggelse kan finne sted.

Også tidspunktet for legging av vann- og kloakkledninger i vegene bør fastsettes under hensyntagen til setningsforholdene.

De oppfylte tørrskorpemassene vil etter de foretatte undersøkelser å dømme få stor fasthet, og det kan regnes med å fundamenterer bygninger med vanlige belastninger og ikke for store krav til setningsjevnhet, direkte på massene. Fastheten må imidlertid regnes å variere forholdsvis sterkt i de øvre lag, og det må tilrådes at det for hver enkelt bygning blir gjort en spesiell undersøkelse som grunnlag for fastsettelse av tillatt grunntrykk og vurdering av fundamenteringsforholdene forøvrig.

Meget tunge eller spesielt setningsømfintlige bygninger vil det antakelig være riktig å fundamenterer til fjell, antakelig på peler, men dette bør vurderes i hvert enkelt tilfelle.


Slik bebyggelsesplanen er utformet i dag, blir bare bygningene 1, 2, 6 og 7 i nevneverdig grad liggende på oppfylte masser. De øvrige bygninger ligger på naturlig tørrskorpe eller fjell, hvor forholdene for en direkte fundamentering er enda gunstigere enn på det oppfylte materiale.

SPESELLE OPPLYSNINGER

Spørsmålet om valg av parametre for stabilitetsberegningene og setningsberegningene har vært diskutert med professor Janbu, Norges Tekniske Høgskole, og han har gitt verdifulle råd på dette punktet. Laboratorieundersøkelsene for å fremskaffe









skjærfasthetsparametre er utført ved Norges Tekniske Høgskole,
Institutt for geoteknikk.

Oslo, 25.7.1968


Per A. Madshus

TEGNFORKLARING OG NORMER FOR BETEGNELSE AV JORDARTER

SIGNATUR

	Grus og stein
	Sand
	Silt
	Leire
	Moréne
	Fylling
	Mat jord
	Torv

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse		Betegnelse
> 20	mm	Stein
20 - 6	mm	Grov Grus
6 - 2	mm	Fin Grus
2 - 0,6	mm	Grov Sand
0,6 - 0,2	mm	Middels Sand
0,2 - 0,06	mm	Fin Sand
0,06 - 0,02	mm	Grov Silt
0,02 - 0,006	mm	Middels Silt
0,006 - 0,002	mm	Fin Silt
< 0,002	mm	Leire

SKJÆRFASSTHET

Skjærfasthet	Betegnelse
< 1,25 t/m ²	Meget bløt
1,25 - 2,5 t/m ²	Bløt
2,5 - 5 t/m ²	Middels fast
5 - 10 t/m ²	Fast
> 10 t/m ²	Meget fast




SENSITIVITET

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand

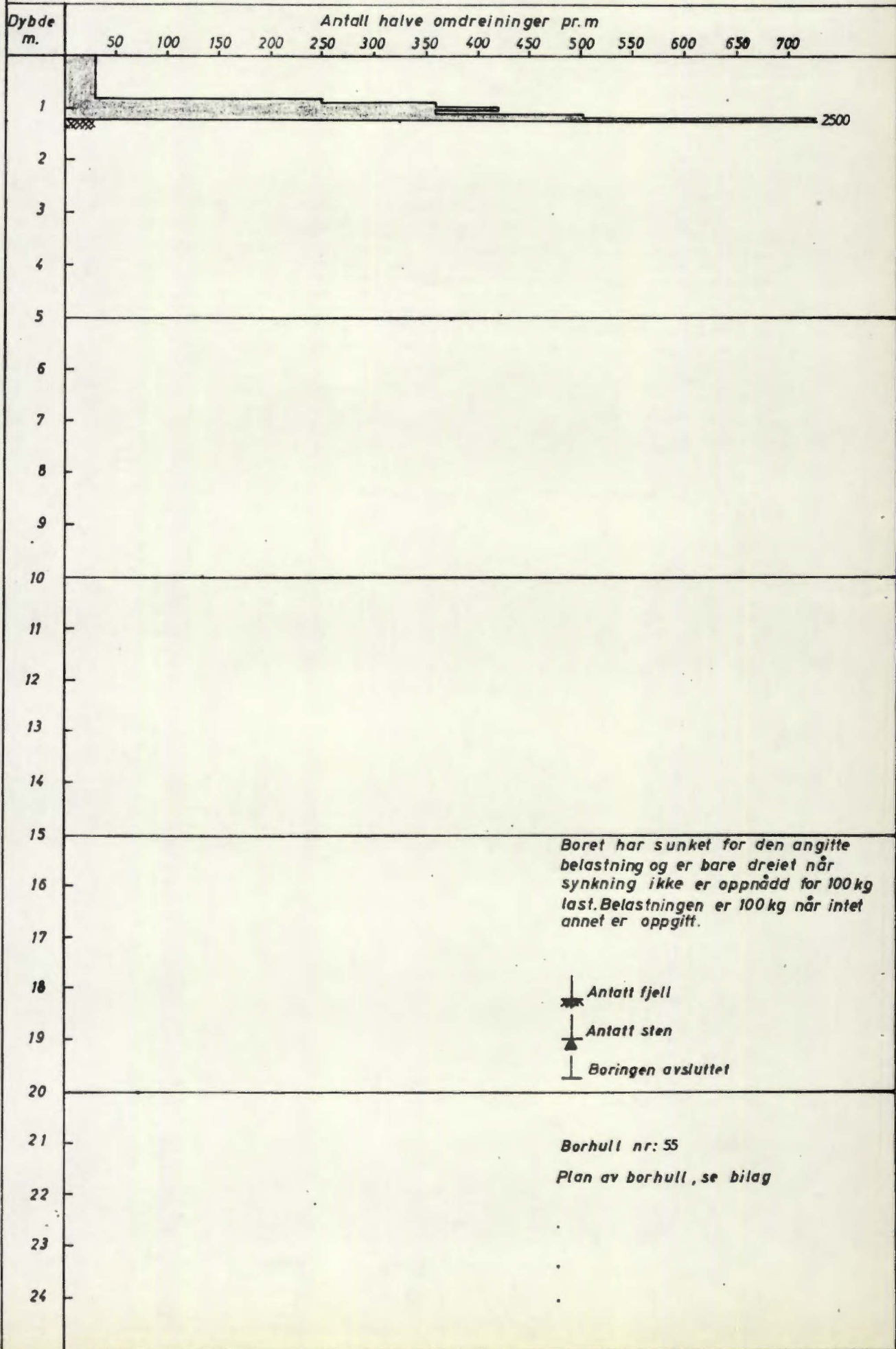
Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikk
> 32	Meget kvikk

DREIESONDERING

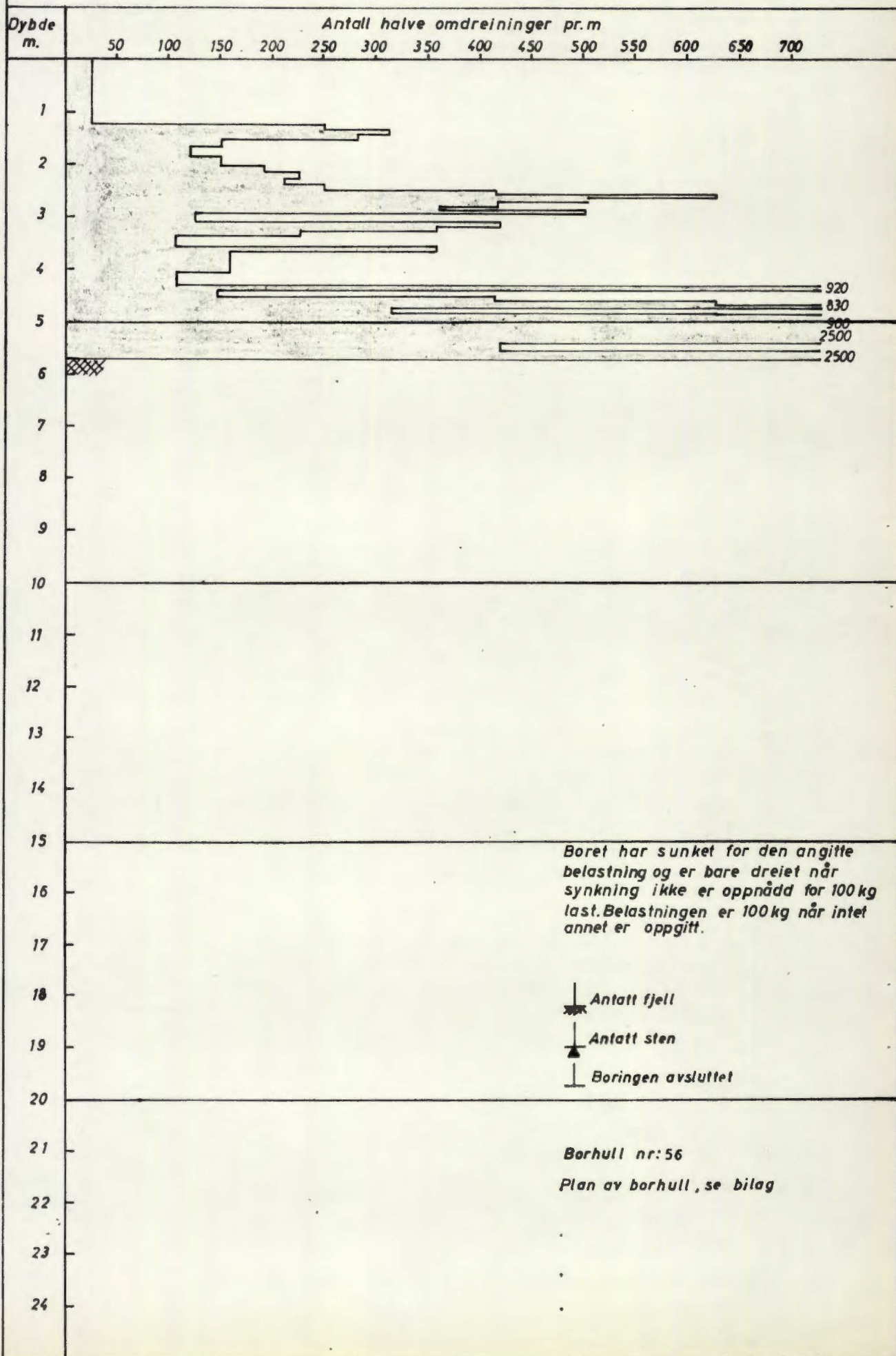
Bilag 2

Dybde m.	Antall halve omdreininger pr.m													
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
1	slått													
2	✱													
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16	Boret har sunket for den angitte belastning og er bare dreiet når synkning ikke er oppnådd for 100 kg last. Belastningen er 100 kg når intet annet er oppgitt.													
17														
18	 Antatt fjell													
19	 Antatt sten													
20	 Boringen avsluttet													
21	Borhull nr: 52													
22	Plan av borhull , se bilag													
23	.													
24	.													

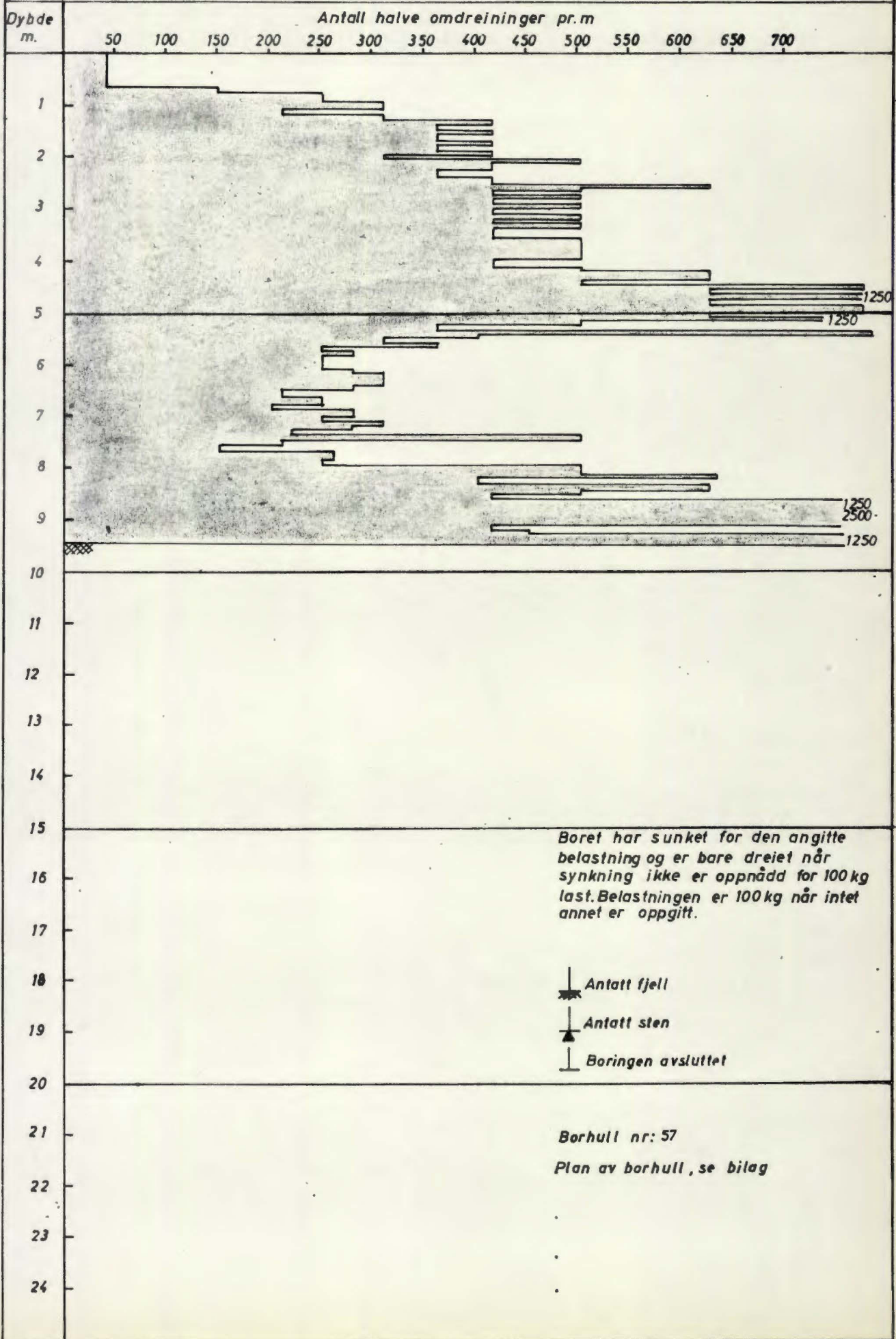
DREIESØNDERING







DREIESONDERING



DREIESONDERING

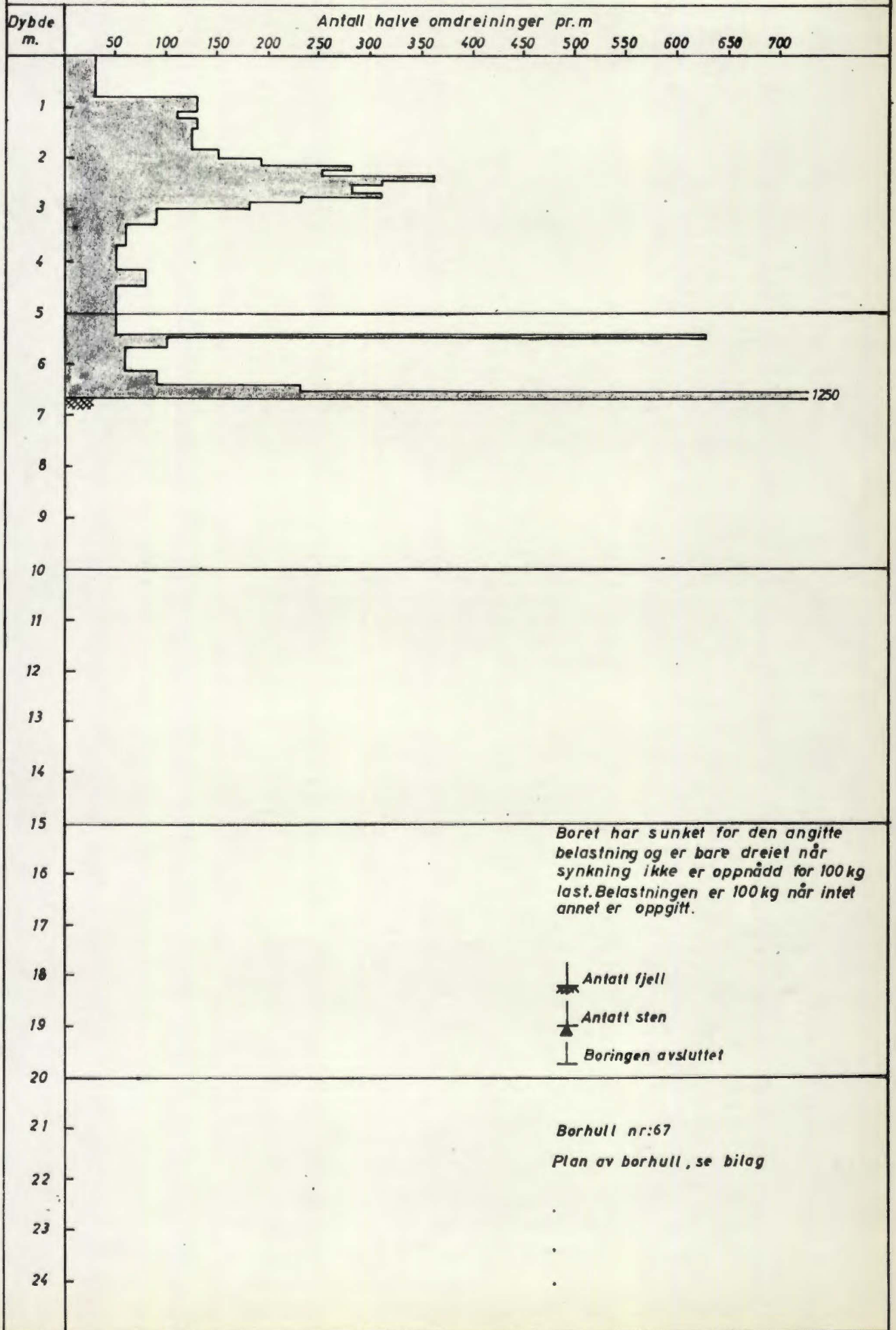


DREIESONDERING

Dybde m.	Antall halve omdreininger pr.m												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
1	slått												
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16	Boret har sunket for den angitte belastning og er bare dreiet når synkning ikke er oppnådd for 100 kg last. Belastningen er 100 kg når intet annet er oppgitt.												
17													
18	 Antatt fjell												
19	 Antatt sten												
20	 Boringen avsluttet												
21	Borhull nr: 65												
22	Plan av borhull, se bilag												
23	.												
24	.												

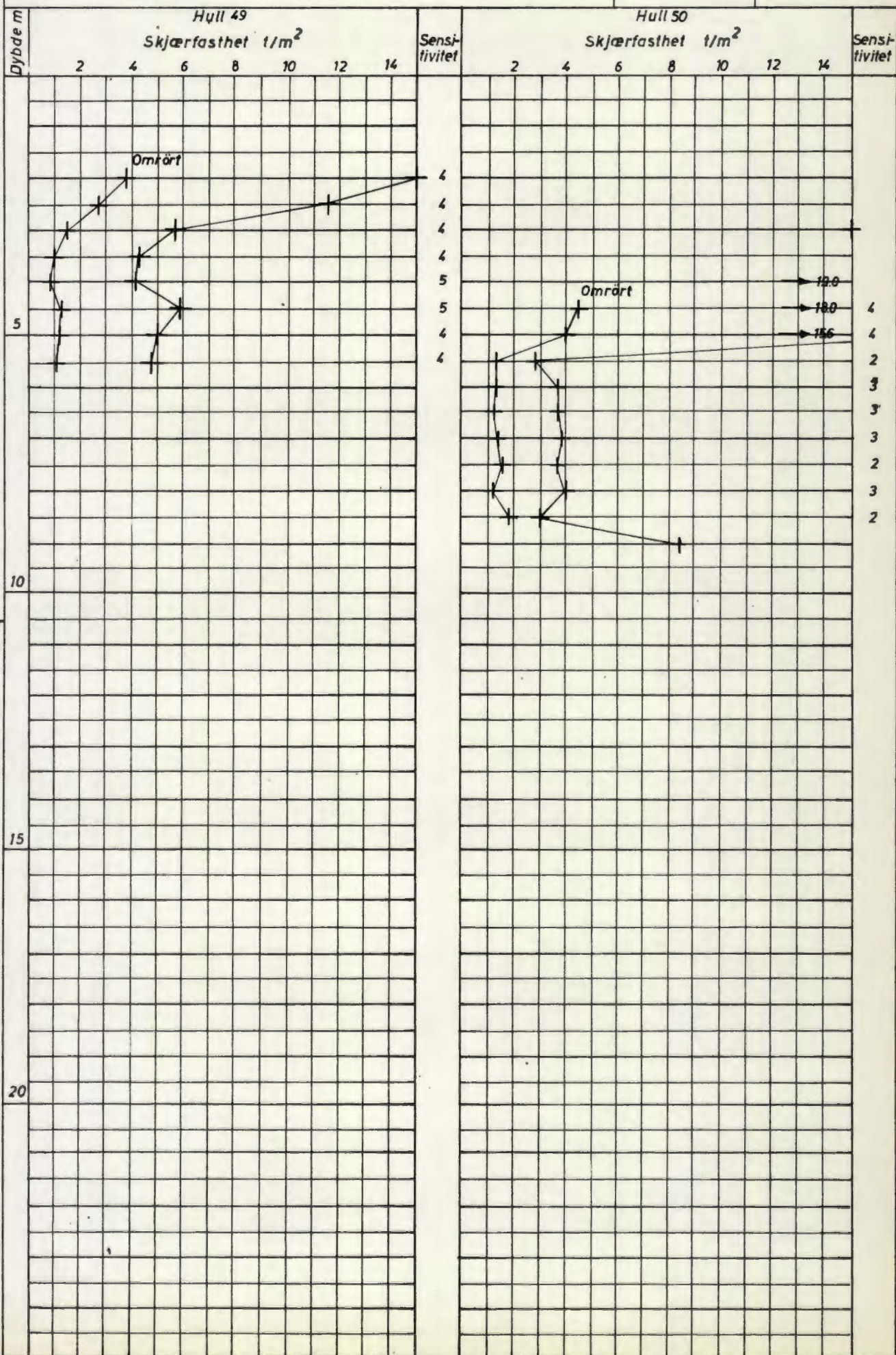
DREIESONDERING

Bilag 7



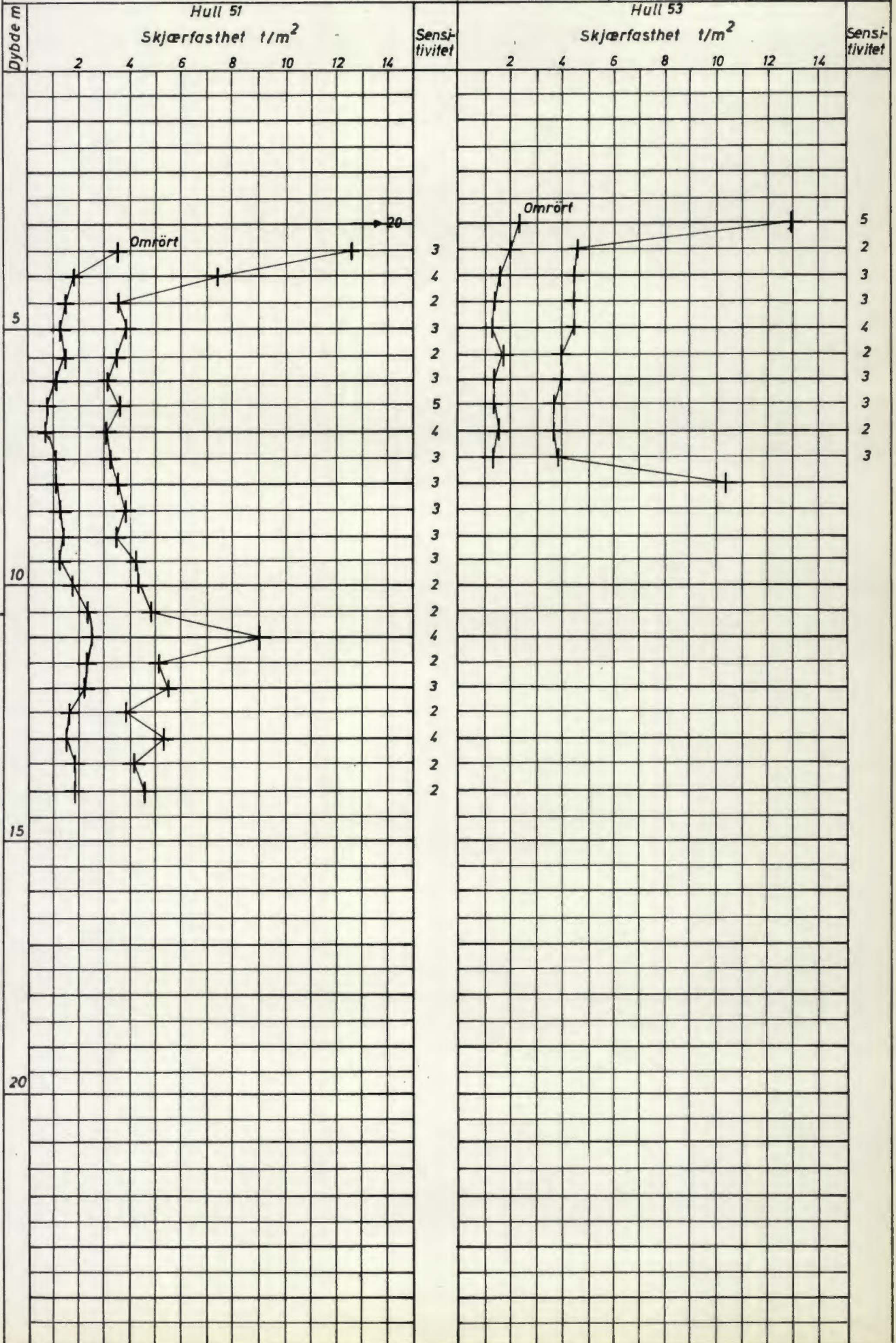
VINGEBORPROFIL

Sted



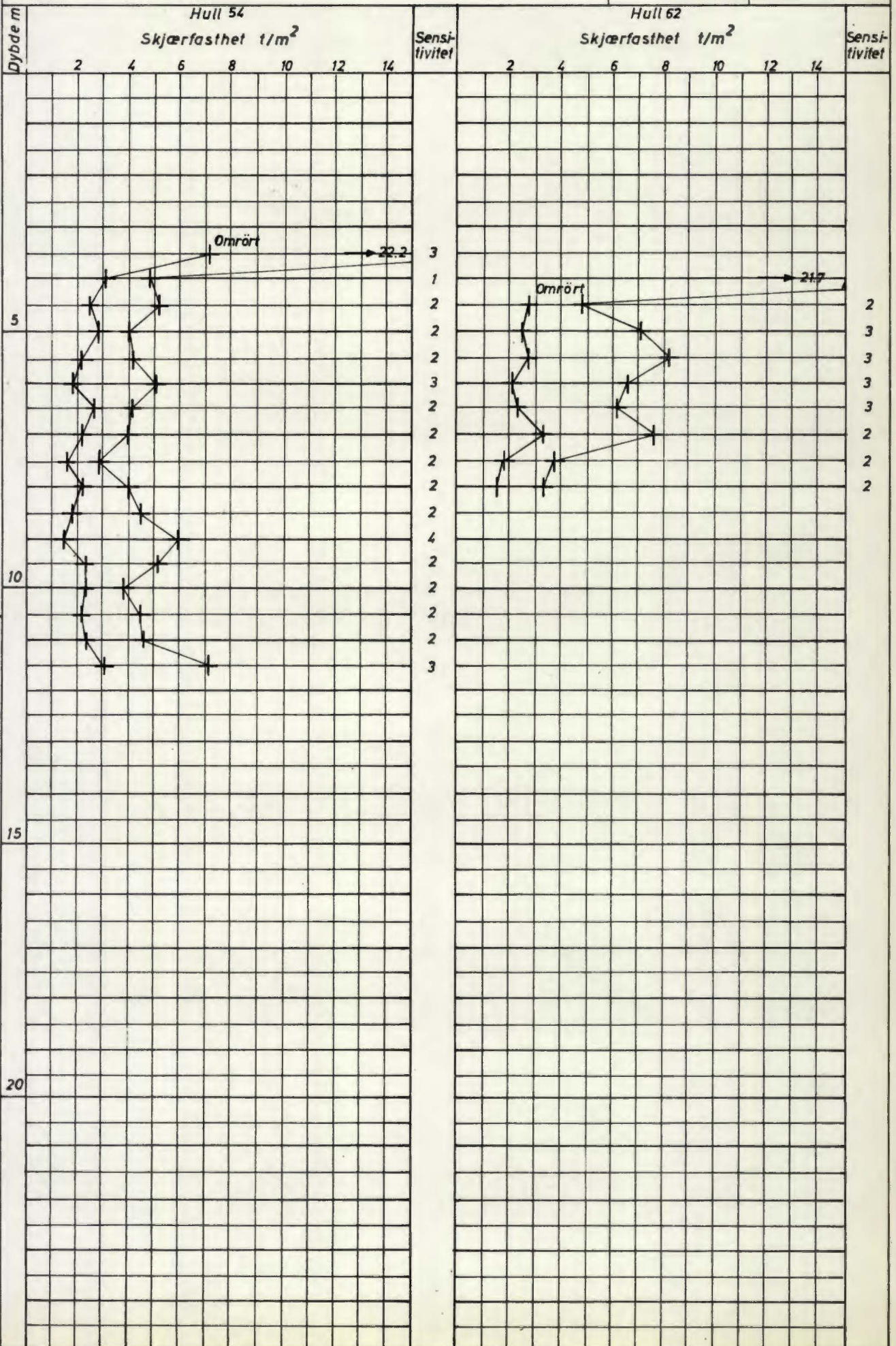
VINGEBORPROFIL

Sted



VINGEBORPROFIL

Sted



PRØVETAKNINGSPROFIL

Sted

Hull ... 59 ...

Bilag 13

Nivå ... +162.6 ...

Oppdrag. 498 ..

Prøve Ø. 54 mm.

Dato NOV. 1967 ..

Dybde m	Jordart	Vanninnhold %				Rørmvkt t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					Sensitivitet
		10	20	30	40		2	4	6	8	10	
	Tørskorpe											
5	LEIRIG SILT med tyntesandlag											
						1.92	▽			▽	⊙	7
						1.95	▽			▽	⊙	8
						1.91	▽			▽	⊙	8
						1.90	▽			▽	⊙	8
						1.92	▽			▽	⊙	9
						1.95	▽			▽	⊙	8
						1.94	▽			▽	⊙	8
						1.95	▽			▽	⊙	8
						1.93	▽			▽	⊙	7
					1.99	▽			▽	⊙	15	
10												
15												
20												

+ vingeboring ⊙ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_l = flytegrense w_u = utrullingsgrense

PRØVETAKNINGSPROFIL

Sted

Hull 60 Bilag 14

Nivå ... +171,4 ... Oppdrag. 498 ..

Prøve Ø. 54 mm. Dato. NOV. 1967. . .

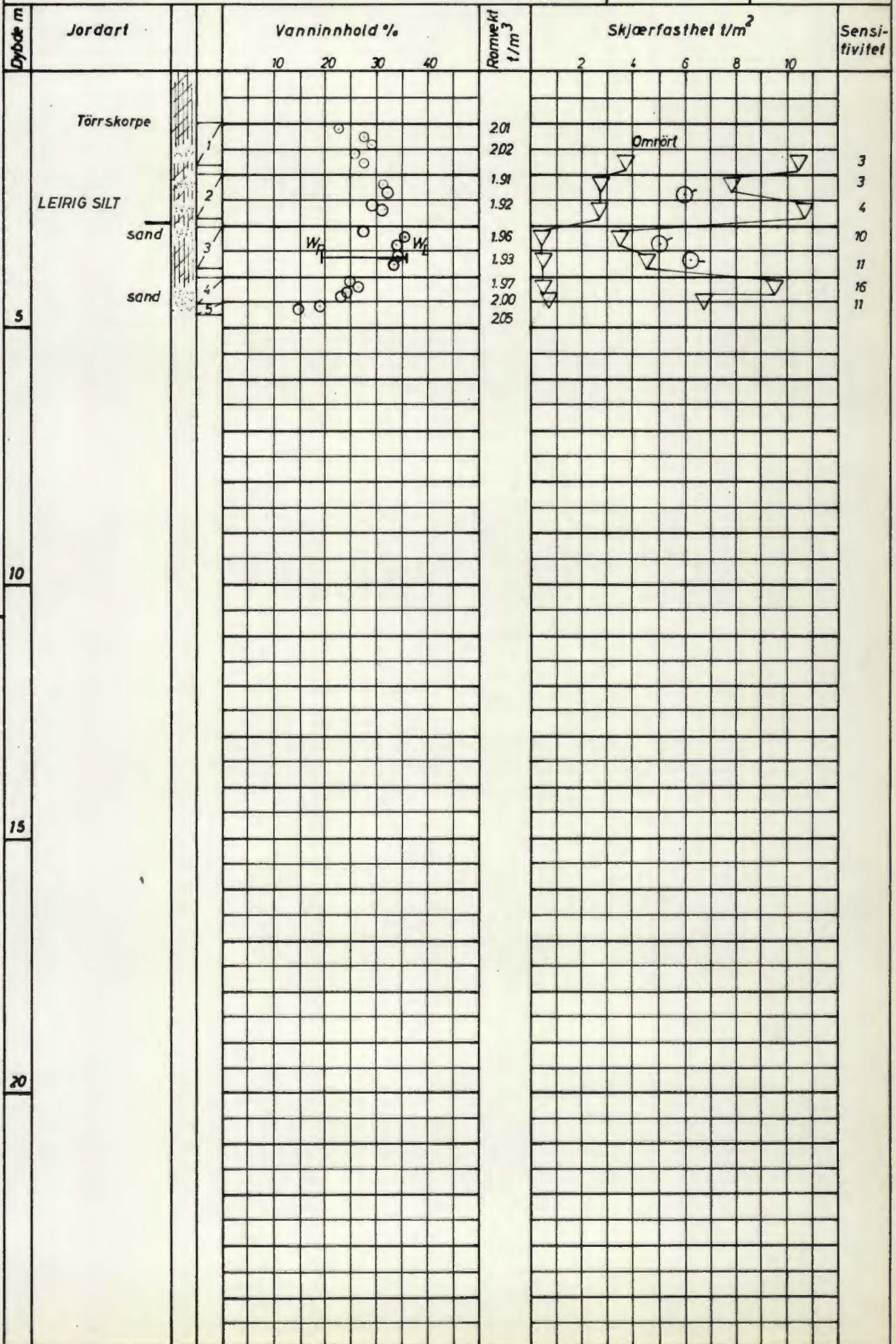
Dybde m	Jordart	Vanninnhold %				Rørvekt t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					Sensitivitet
		10	20	30	40		2	4	6	8	10	
	Tørrskorpe											
5	LEIRIG SILT med tynne sandlag	1	W _L ——— W _L			1.96						4
		2				1.95						
		3				1.93						7
		4				1.95						4
		5				1.98						2
		6				1.97						2
		7				1.95						1
10					1.98						3	
					1.95						2	
					1.92						6	
					1.93						6	
					1.96						8	
15												
20												

Omrørt

+ vingeboerier ○ enkelt tubelforankring ▽ horisontalt vanninnhold ———— utvullingsgrense

PRØVETAKNINGSPROFIL

Sted



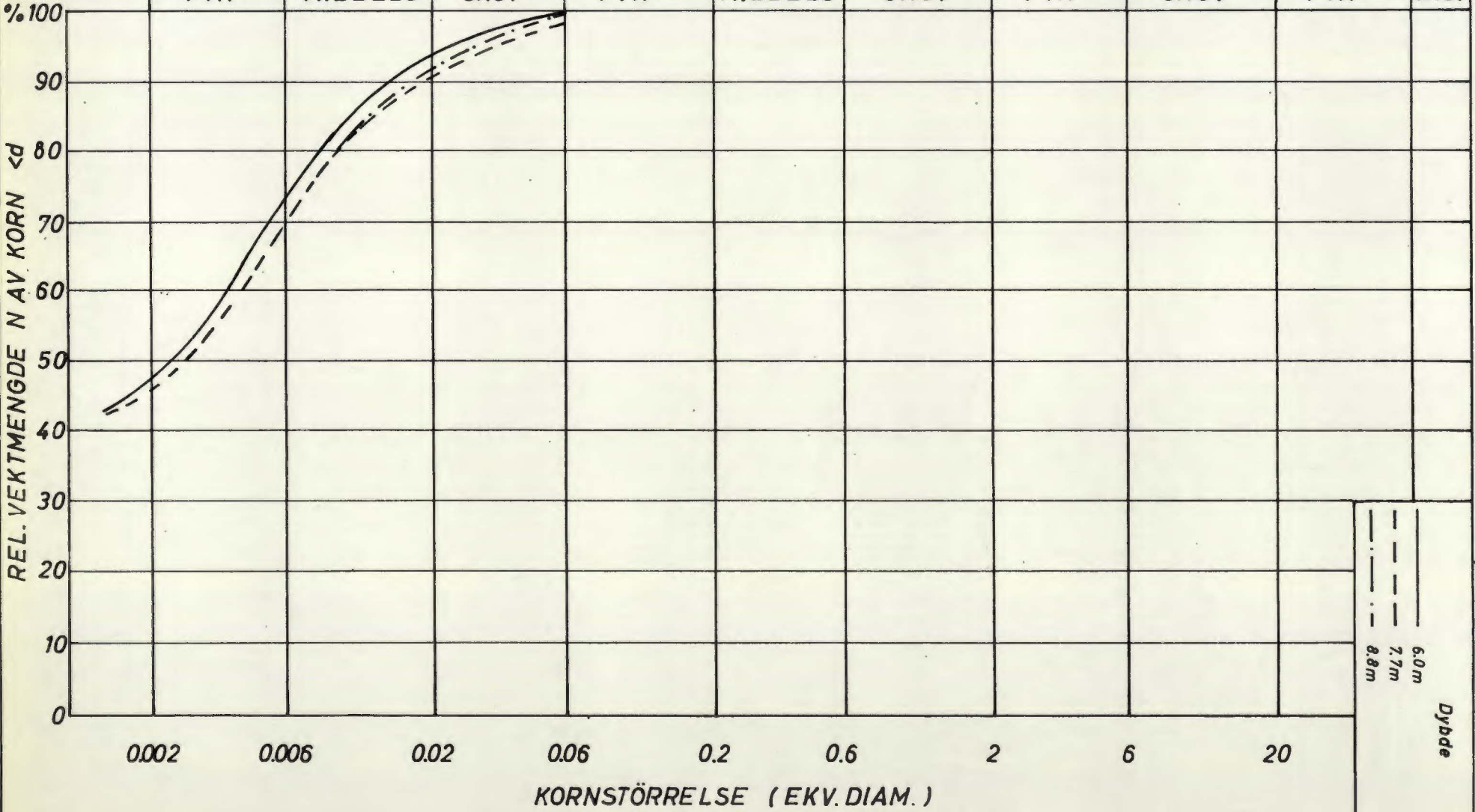
+ vingeboering ⊙ enkelt trykforøk ▽ konusforøk w = vanninnhold w_r = flytegrense w_p = utrullingsgrense

KORNFORDELING

Sted.

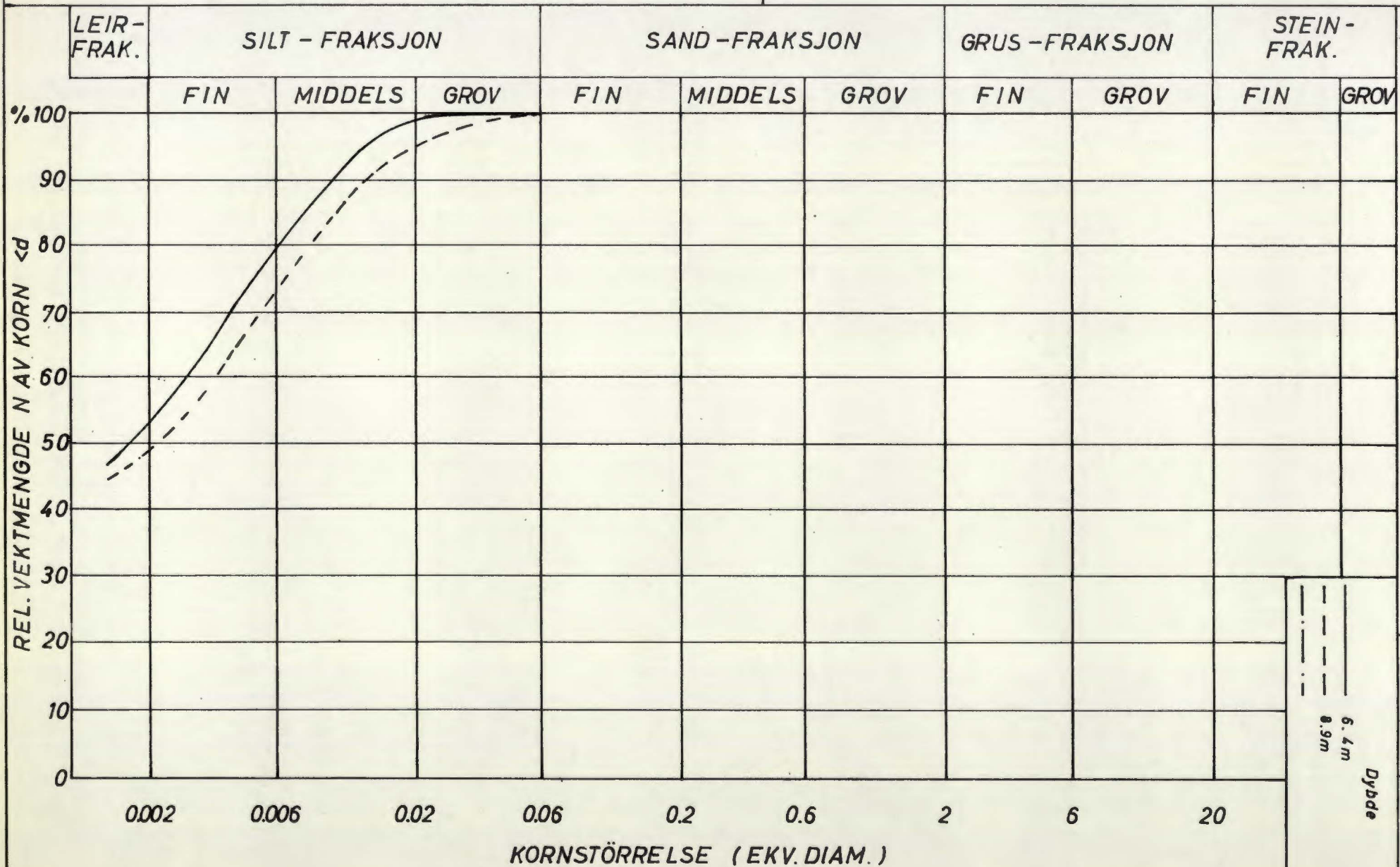
Hull 59.
 Nivå. 157.6.
 Sign. E.F.
 Bilag 16.
 Anlegg. 490
 Dato MARS 1968.

LEIR-FRAK.	SILT - FRAKSJON			SAND - FRAKSJON			GRUS - FRAKSJON		STEIN - FRAK.	
	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	GROV	FIN	GROV



Dybde
 6.0m
 2.7m
 0.8m

KORNSTÖRRELSE (EKV. DIAM.)



Dybde
 ——— 6.4m
 - - - 8.9m
 ·····

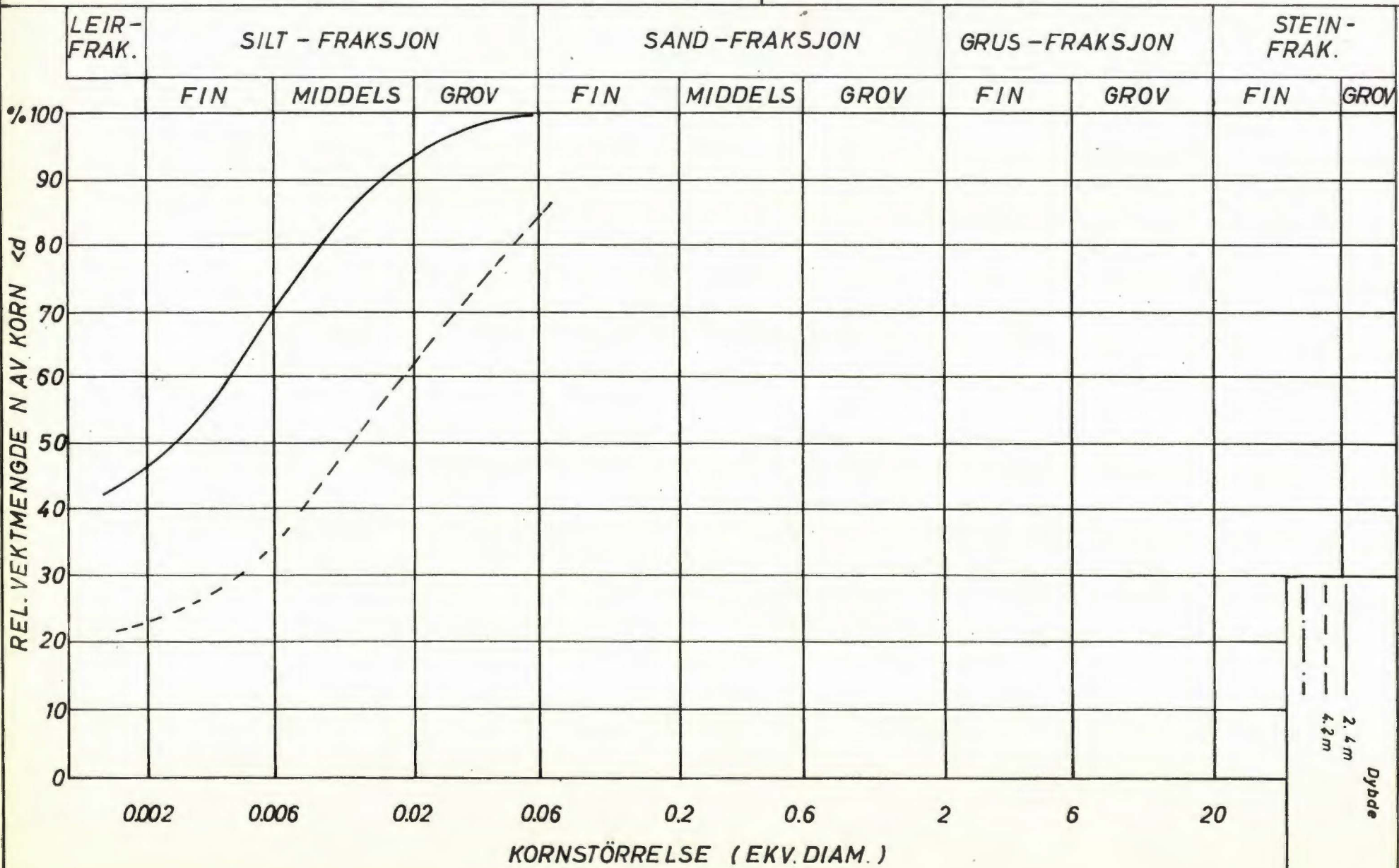
SIVILINGENIØR PER A. MADSHUS
 RÅDGIVENDE INGENIØR . OSLO
KORNFORDELING
 Sted

Hull . 60 Bilag . 17
 Nivå +171.4 Anlegg . 498
 Sign . E. E. Dato MARS 1958 .

KORNFORDELING

Sted.....

Hull 61..... Bilag 18.....
 Nivå +154.4... Anlegg. 498...
 Sign. E. E. Dato MARS 1968.



Dybde
 2.4m
 4.2m

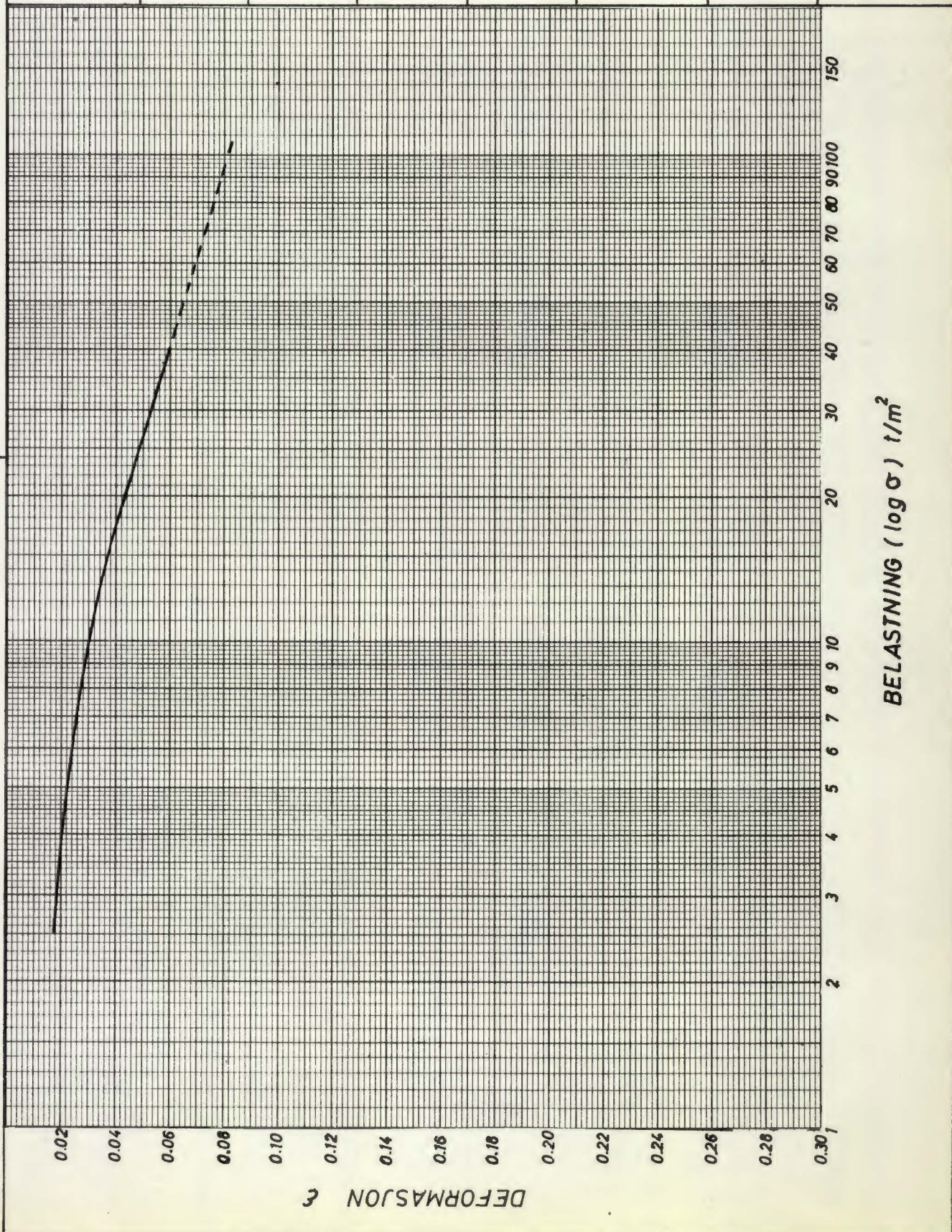
KOMPRESSIBILITETSBESTEMMELSE

Sted

Hull . 60
Nivå . +171,4
Grunnvannstand

Bilag 22
Oppdrag 498
Dato JAN. 1968

Syl. nr.	Prøve nr.	Dybde m.	Effektivt overlagrings-trykk t/m^2	For-belast-ning t/m^2	N_{ϵ} Kompressibili-tetsfaktor	C_c Sammen-tryknings-tall	m Deforma-sjonsmodul
3	D	6,4			0,06	0,11	38

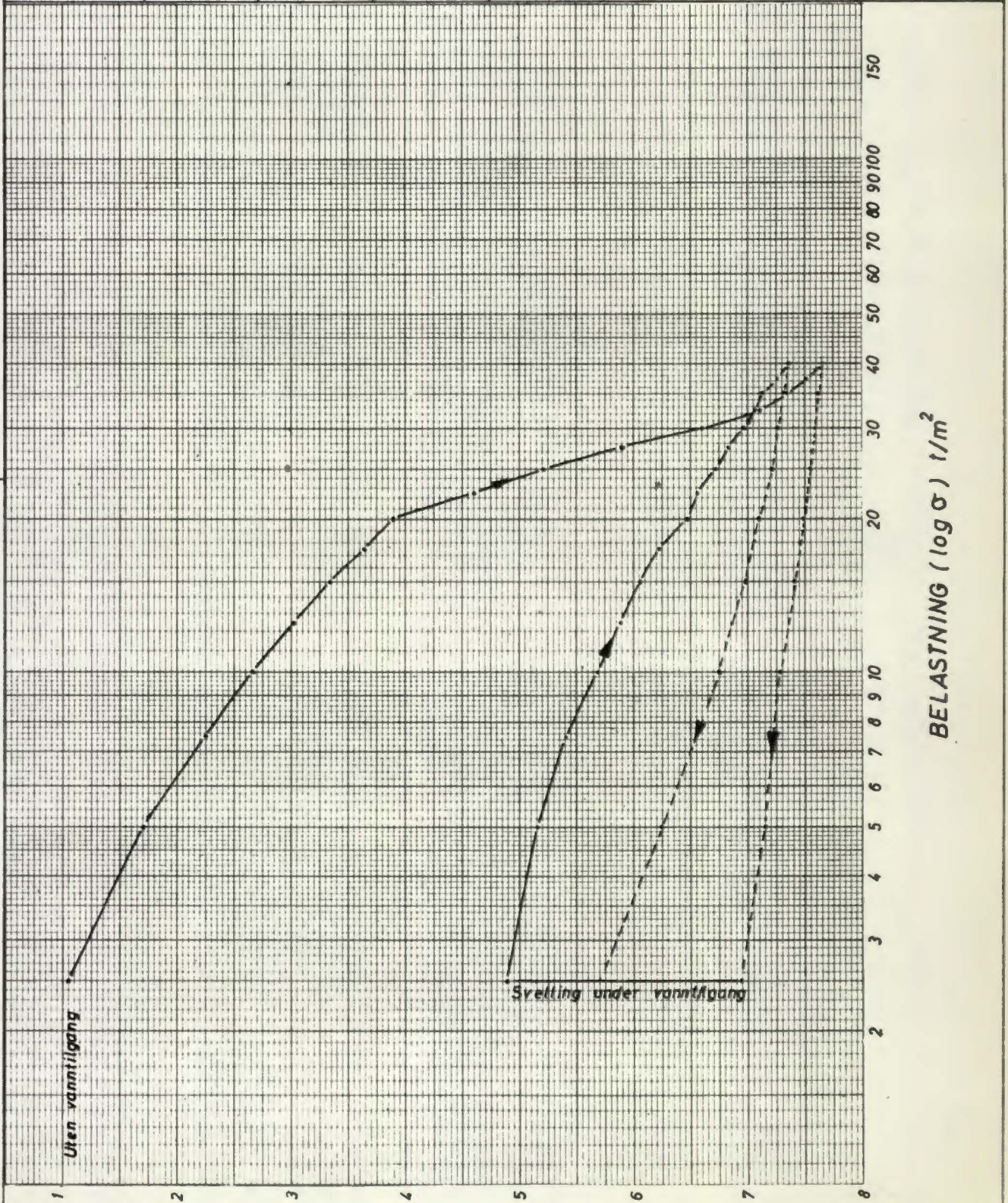


KOMPRESSIBILITETSBESTEMMELSE

Sted

Syl. nr.	Prøve nr.	Dybde m.	Effektivt overlagrings-trykk t/m^2	Forbelastning t/m^2	N_c Kompressibilitetsfaktor	C_c Sammentryknings-tall	m Deforma-sjonsmodul
2	D	2.15			- 0.13	0.20	13
2	D	2.15			- 0.03	0.06	77

1. g. belast.
2. g. belast.
(etter svelling.)



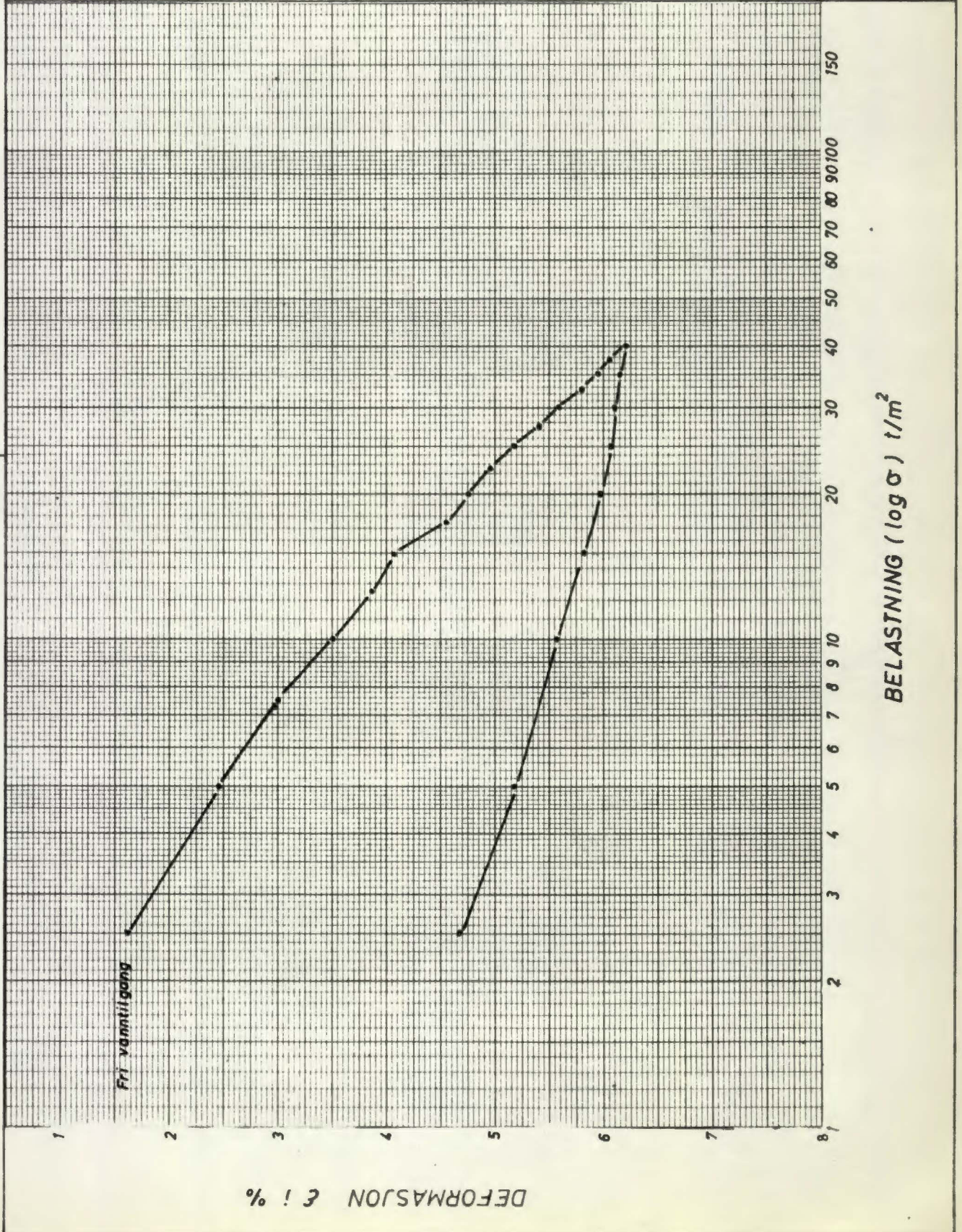
DEFORMASJON ε ! %

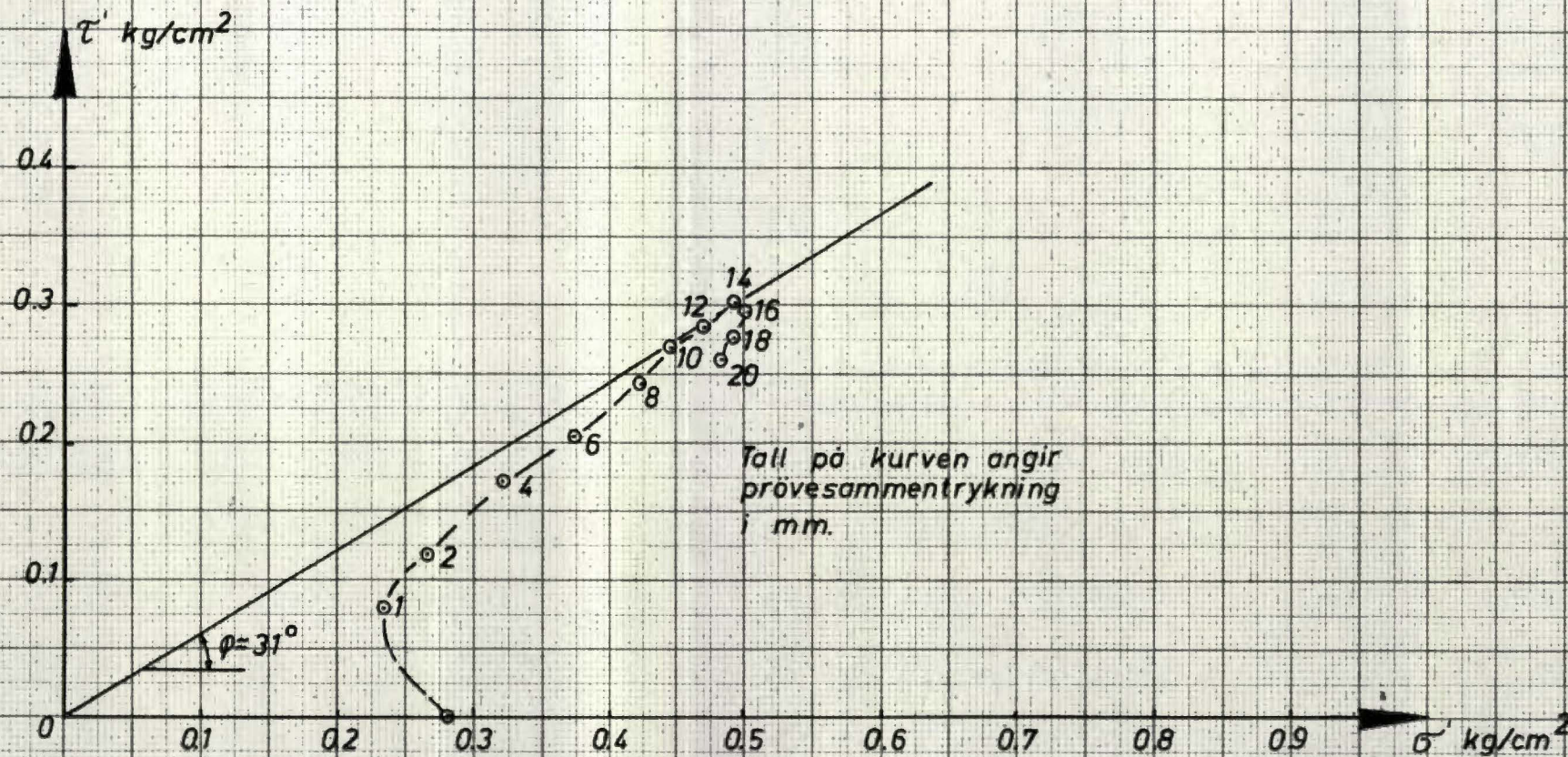
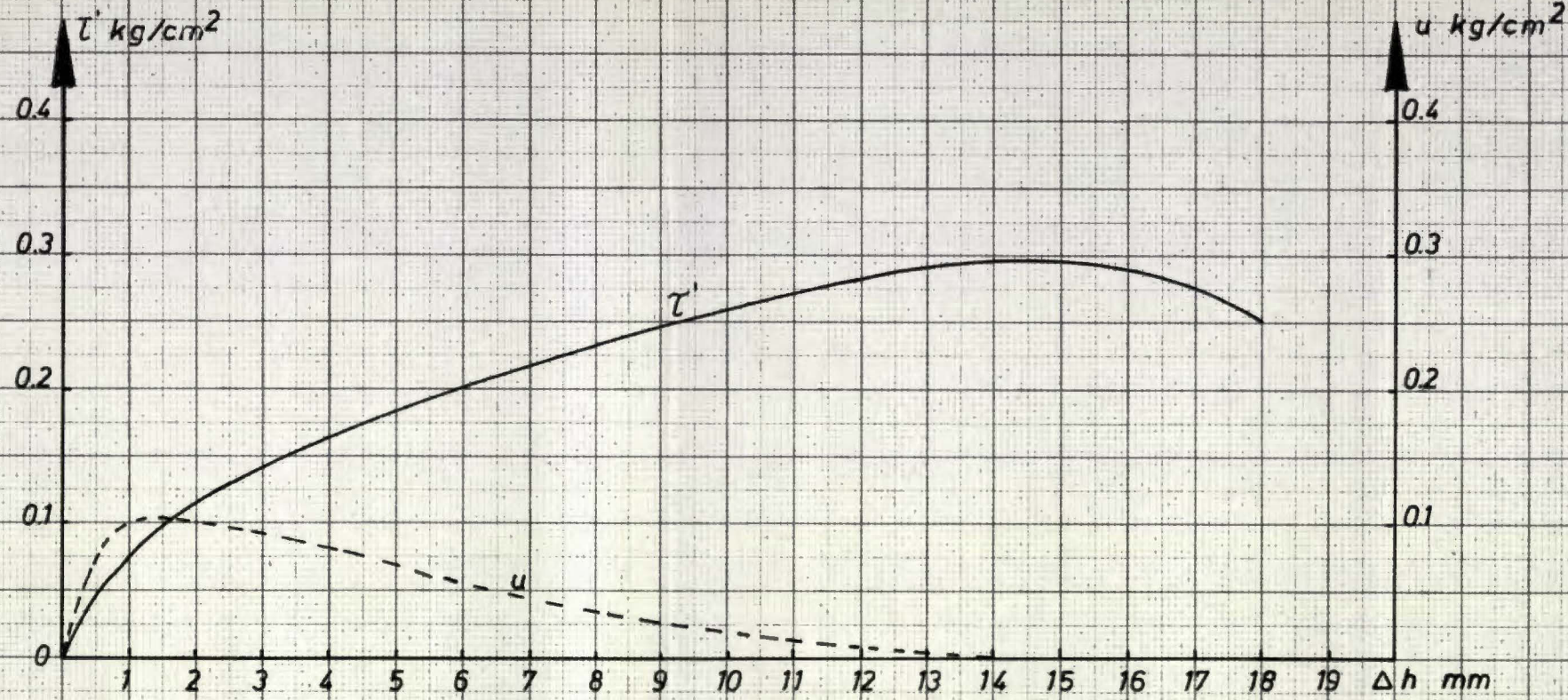
KOMPRESSIBILITETSBESTEMMELSE

Sted.

Hull Bilag 24
 Nivå 167.0 Oppdrag 55.4(498)
 Grunnvannstand Dato FEB. 1968

Syl. nr.	Prøve nr.	Dybde m.	Effektivt overlagerings-trykk t/m^2	For-belast-ning t/m^2	N_{ϵ} Kompressibili-tetsfaktor	C_c Sammen-tryknings-tall	m Deforma-sjonsmodul
4	C	3.7			0.05	0.08	46

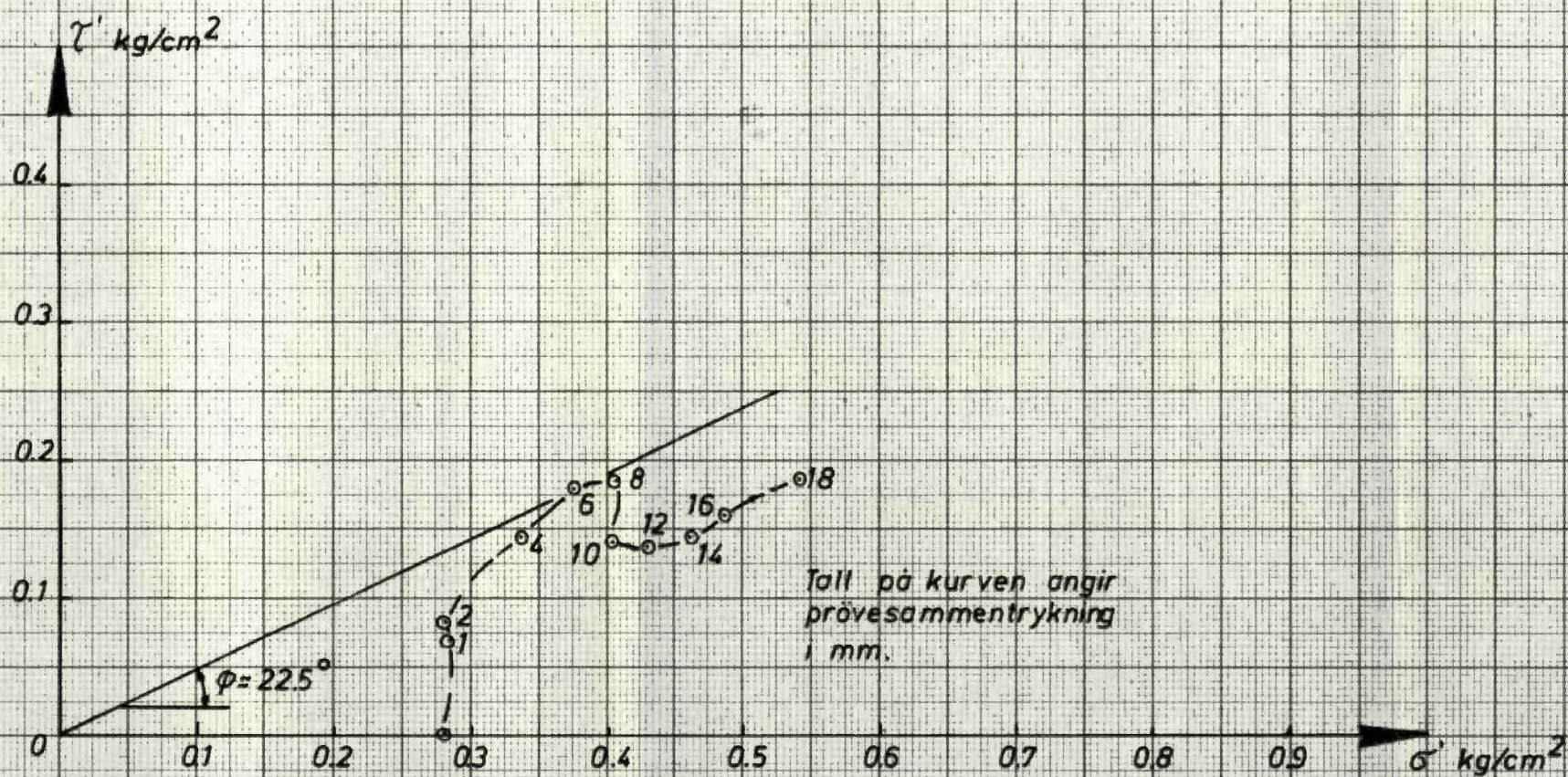
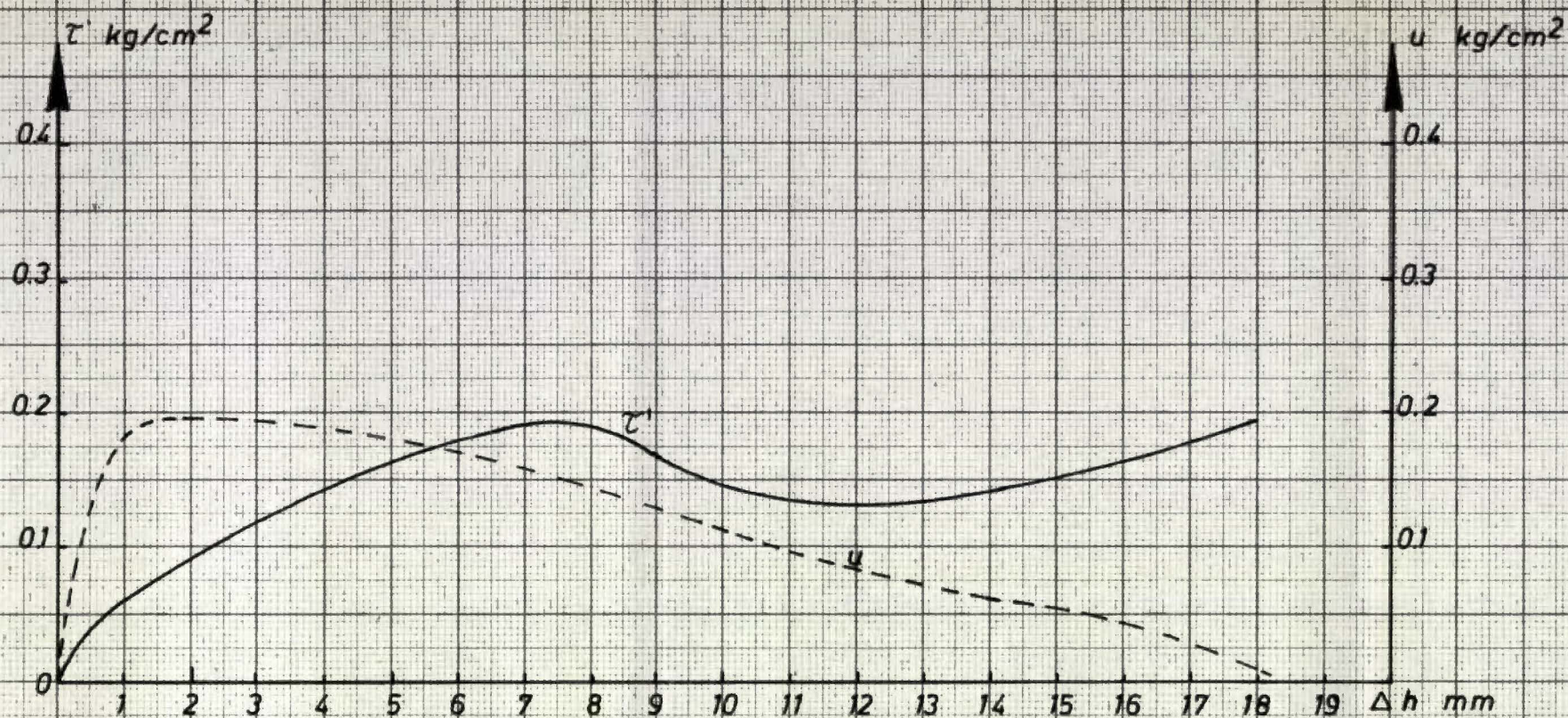




Hull 61 - prøve: 1D
 Dybde: 1,4 m
 Slette trykk: $\sigma_s = 0,28 \text{ kg/cm}^2$
 Utgangshøyde for prøve: $h = 9,67 \text{ cm}$

σ' - effektiv normalspenning på bruddplanet
 τ' - skjærspenning i bruddplanet
 u - poretrykk
 Δh - prøvens aksiale sammenstrykning

ROMSÅS INDUSTRIOMRÅDE - FELT II
 Bestemmelse av skjærfasthetsparametre



Hull 61 - prøve: 2A
 Dybde: 21 m
 Slette trykk: $\sigma_s = 0,42 \text{ kg/cm}^2$
 Utgangshøyde for prøve: $h = 8,49 \text{ cm}$

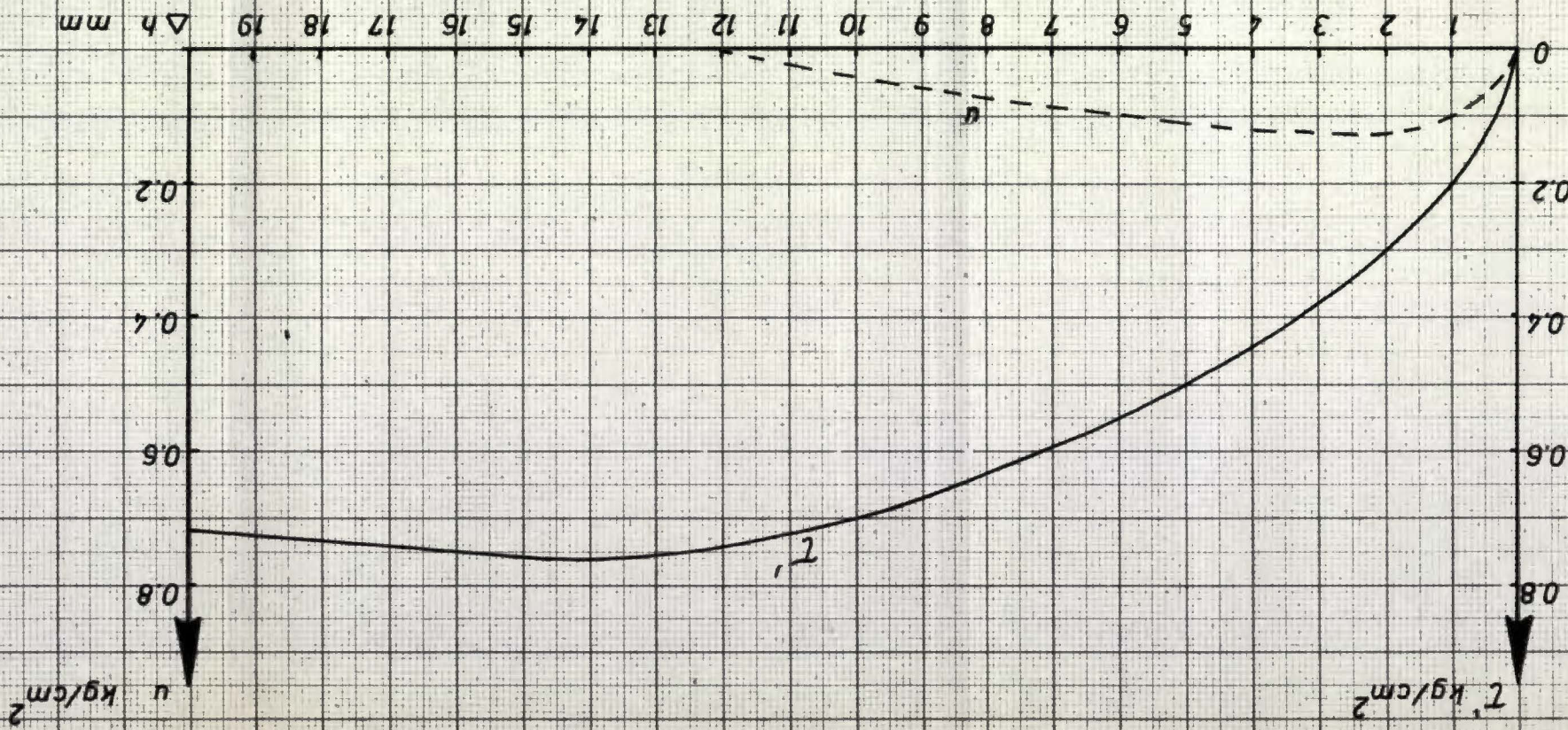
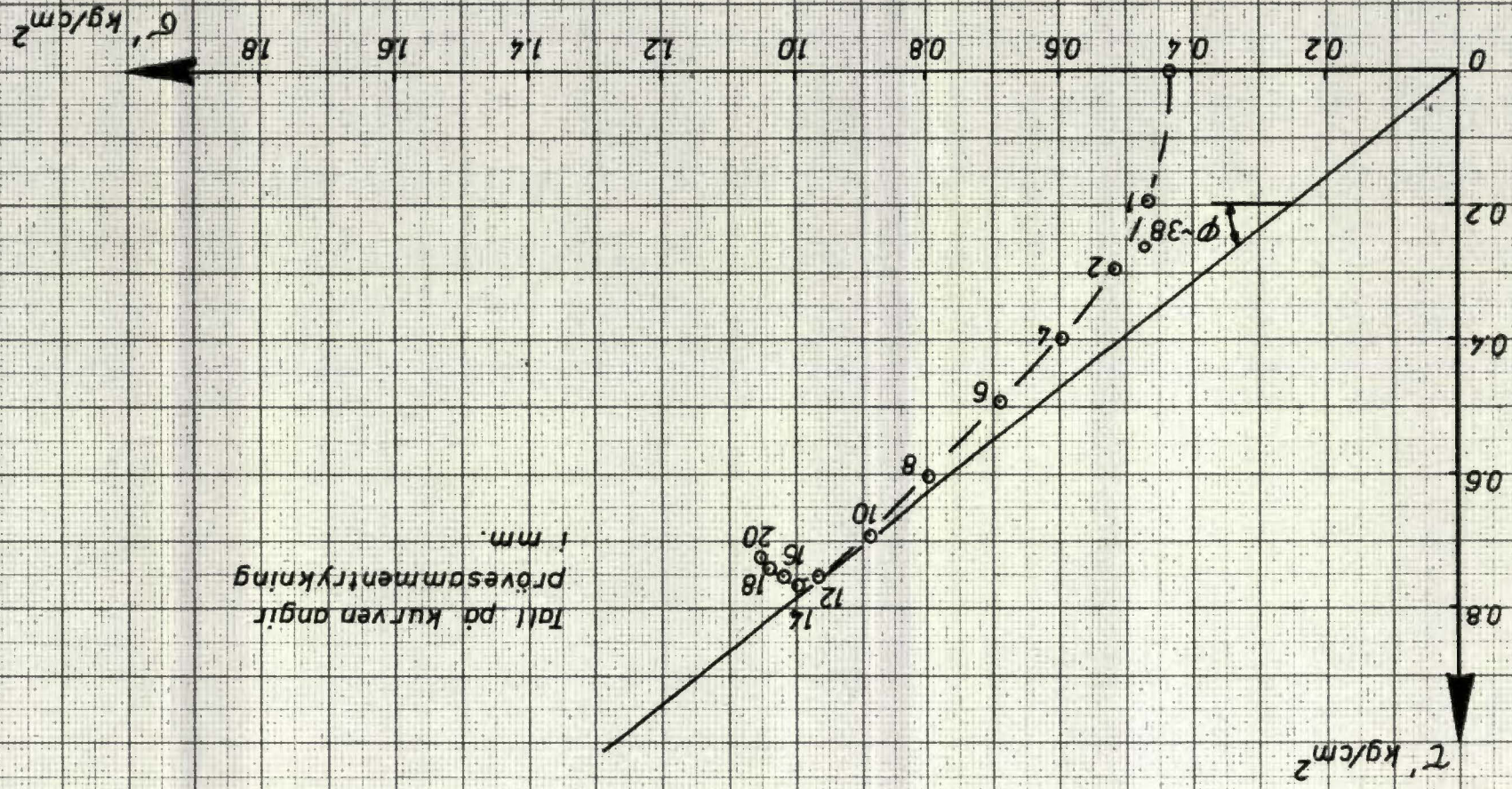
σ' - effektiv normalspenning på bruddplanet
 τ - skjærspenning i bruddplanet
 u - poretrykk
 Δh - prøvens aksiale sammentrykning

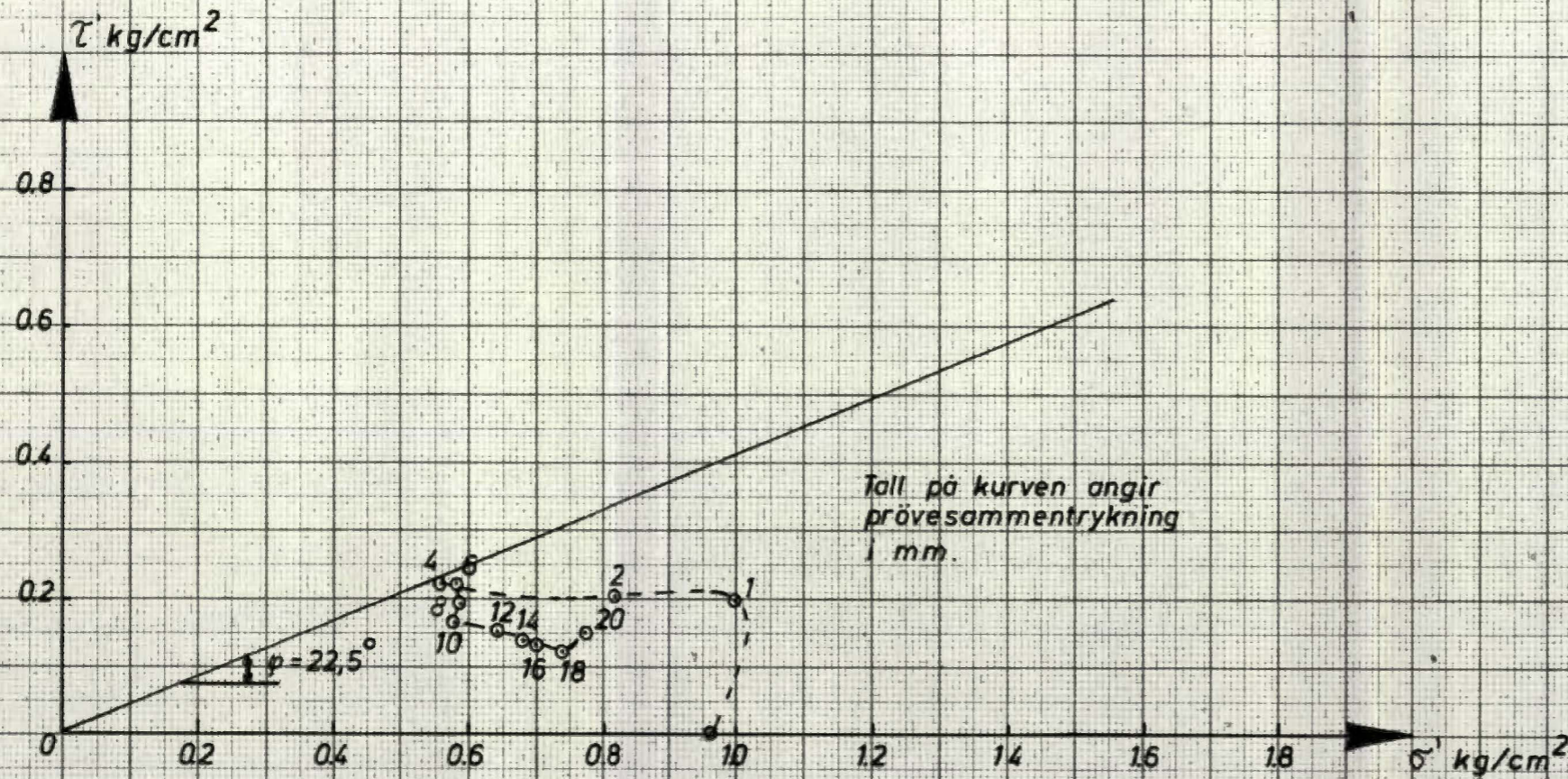
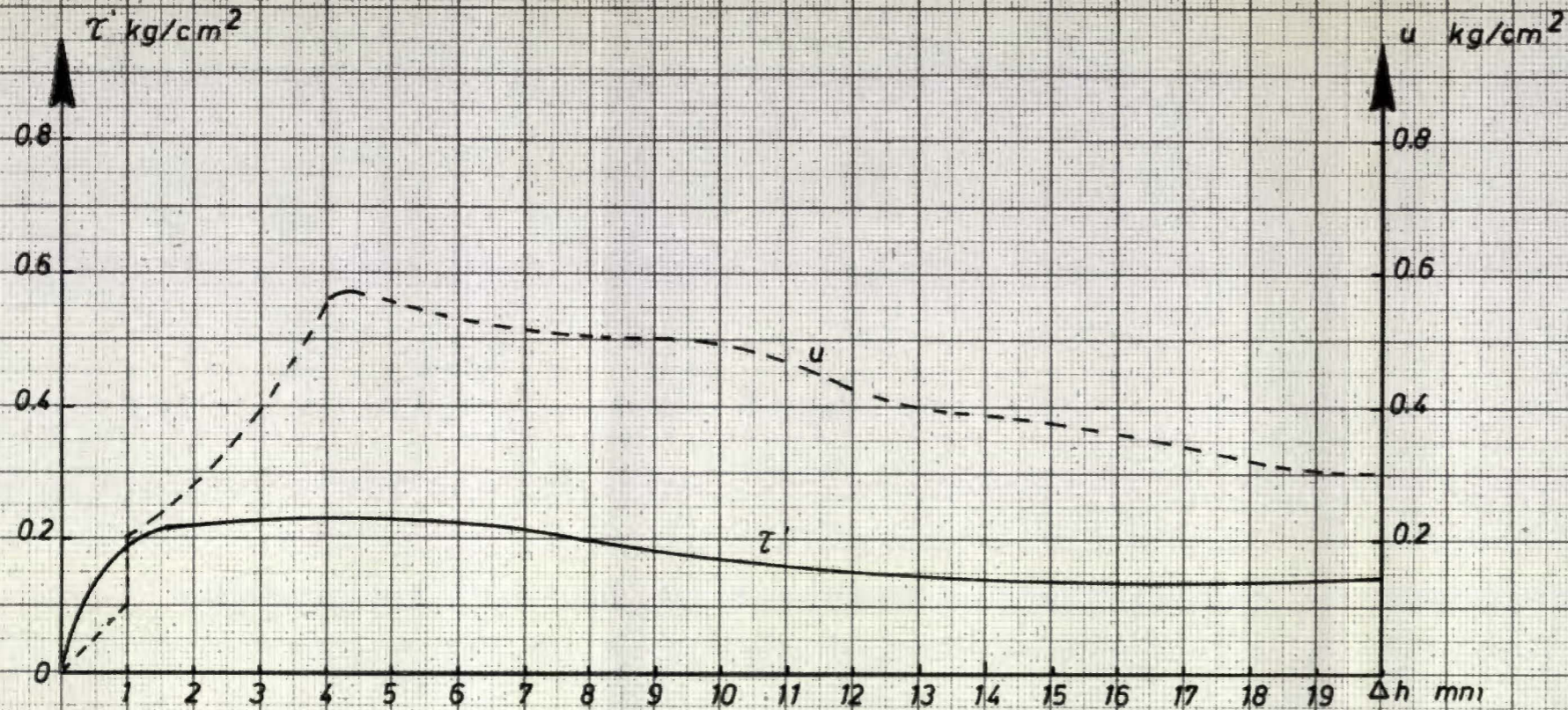
ROMSÅS INDUSTRIOMRÅDE - FELT II
 Bestemmelse av skjærfasthetsparametre

Bestemmelse av skjærasthetsparametre
VEG 5357 ROMSÅS - PROVEFYLLING

Δh - prøvens aksiale sammenstrykning
u - poretrykk
T - skjærspenning i bruddplanet
 σ - effektiv normalspenning på bruddplanet

Prøve: 2E — dybde 2,2m
Selletrykk: $\sigma_s = 0,44 \text{ kg/cm}^2$
Utgangshøyde for prøve: $h = 9,55 \text{ cm}$



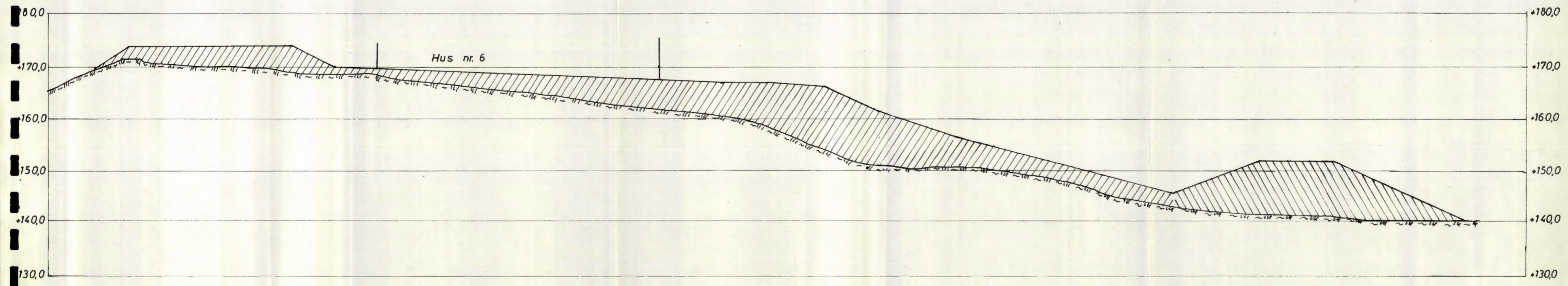


Tall på kurven angir prøvesammentrykning i mm.

Prøve: 5B - dybde 4,8 m
 Selletrykk: $\sigma_3 = 0,96 \text{ kg/cm}^2$
 Utgangshøyde for prøve: $h = 10,05 \text{ cm}$

σ' - effektiv normalspenning på bruddplanet
 τ' - skjærspenning i bruddplanet
 u - poretrykk
 Δh - prøvens aksiale sammentrykning

VEG 5357 ROMSÅS - PROVEFYLLING
 Bestemmelse av skjærfasthetsparametre



Profil 1-1
M = 1/500

PRØVEFYLLING I (VEG 5357)

Geotekniske undersøkelser er foretatt i fyllingen (se redegjørelse av 8.6.1968).

Utførelse

Massen er kjørt ut med hjuldumpere og skjovet ut med bulldozere i lag på 30-40 cm tykkelse.

Fyllingen er utført i tiden mai-juni 1967.

Fyllingshøyden er ca. 6 m (der hvor undersøkelsene er foretatt).

Kvalitetskrav til fyllingen

Med 20% vanninnhold	-	rumvekt	2,03	t/m ³
" 30%	"	-	"	1,93 "

PRØVEFYLLING II (VEG 8001)

Setningsmålinger i fyllingen er foretatt av Geoteknisk konsulent (se bilag 31).

Utførelse

Massen er kjørt ut med scrapers i lag på 20 cm tykkelse.

Fyllingen er utført i tiden sept.-okt. 1967.

Fyllingshøyden er ca. 4 m (der hvor setningsmålinger er foretatt).

Kvalitetskrav til fyllingen

Med 20% vanninnhold	-	rumvekt	2,03	t/m ³
" 30%	"	-	"	1,93 "



- △ Tidligere utført ramsøndering. (Oslo kommune G.K.)
- ▲ " " maskinlagsøndering. " " "
- " " dreiesøndering " " "
- ⊙ " " prøvetaking, forstyrrede prøver. " " "
- Dreiesøndering Nr. $\frac{\text{Terrengkote}}{\text{Kote antatt fjell}}$ Dybde.
- Maskinlagsøndering Nr. $\frac{\text{Terrengkote}}{\text{Kote antatt fjell}}$ Dybde.
- ⊕ Prøvetaking, uforstyrrede prøver. Nr. $\frac{\text{Terrengkote}}{\text{Dybde}}$.
- ⊙ Prøvetaking, forstyrrede prøver.
- + Vingeboring. Nr. $\frac{\text{Terrengkote}}{\text{Dybde}}$.

Høydeutgangspunkt: Oslo kommunes P.p nr. 2133 kote +197,85

OSLO KOMUNE
 FINANSRÅDMANNEN
 ROMSÅS INDUSTRIOMRÅDE - FELT II-III
 BORPLAN
 M = 1:1000

