

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute

Rapport

Grunnundersøkelser i forbindelse
med utbyggingen av det oppfylte
areal på Sørenga-utstikkeren, Oslo.

O. 481.8

10. januar 1967

OSLO — BLINDERN — TLF. 69 58 80

Bilagsfortegnelse :

1. Tegnforklaring og normer
- 2-6. Borprofiler
7. Ødometerforsøk
- 8-11. Poretrykksmålinger
12. Resultater av boringer på det nye fyllingsområde
13. Resultater av boringer på det gamle fyllingsområde
14. Setninger
- 15-17 Stabilitetsberegning
18. Setningsprognose
19. Situasjonsplan

Tilleggsliste :

- | | |
|-----|----------------------------|
| IA | Beskrivelse av boremetoder |
| IB | " " " |
| IIA | Laboratorieundersøkelser |
| IIB | " " |

INNLEDNING

I forbindelse med den prosjekterte utbygging av de oppfylte arealer på Sørenga-utstikkeren, har Instituttet etter oppdrag i brev av 22. juli 1966 fra Oslo Havnevesen foretatt grunnundersøkelser etter et program som beskrevet i rapport O. 481.7, datert 14. juli 1966.

- De foreliggende planer går ut på å bebygge kaiarealet med 5 lagerskur som utgjør en belastning av størrelsesorden 10 t/m^2 , hvorav 3 t/m^2 er nyttelast på gulv i 1. etasje. Områdene utenom skurene skal nyttes for transport og utelager.

Det er i den foreliggende rapport fremlagt resultatene av de utførte undersøkelser samt på grunnlag av dette undersøkelsesmateriale foretatt en vurdering av stabilitet og setninger i forbindelse med fundamenteringen av skurene.

Undersøkelsene har innbefattet måling av påhengskrefter på et antall stålpeler rammet til fjell innen det nye og gamle fyllingsområde. Resultatene av disse forsøk vil bli fremlagt i en separat rapport.

MARKARBEIDET

Markarbeidet ble utført i tidsrommet 30. august - 7. oktober samt 18. - 19. november, og har vært ledet av tekniker H. Aspen fra Instituttet.

Arbeidet har omfattet prøvetagning gjennom den gamle fylling på 5 steder, hvor man i den underliggende leire har foretatt vingeboringer. I ett tilfelle (hull 203), er også opptatt noen uforstyrrede leirprøver. Videre er tatt én vingeboring utenfor kaien på nordsiden av det eldre fyllingsområde. Innen det senest oppfylte område er tatt en vingeboring med beliggenhet nær sydvestre hjørne av prosjektert lagerskur A.

Det er installert to grupper poretrykksmålere, henholdsvis på det nye fyllingsområde nær sydvestre hjørne av skur A, og på det tidligere oppfylte område, nær nord-østre hjørne av skur A. I tillegg har man fra før to grupper poretrykksmålere installert innen det område som er fylt opp etter 1960.

Beliggenheten av de forskjellige boringer og installasjoner er vist på situasjonsplanen i bilag 19. Resultatene er fremlagt i bilagene 8-14. Med hensyn til beskrivelse av den benyttede boringsteknikk henvises til tilleggene IA og IB.

Entreprenørservice A/S har vært engasjert til å foreta Lindøboring for nedsettelse av foringsrør gjennom steinfyllingen på det senest oppfylte område. Videre har Norboring ved leder S. Dahlen delvis bistått ved prøvetagning og vinge-boringer. Nivellement av terrengsetningsmålere (samt prøvepeler og noen kaipeler) er siden begynnelsen av oktober utført ca. hver annen uke av Bloms Oppmåling.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

De opptatte jordprøver er undersøkt på Instituttets laboratorium etter et standard program som beskrevet i Tillegg IIA. Resultatene er fremstilt i borprofilene i bilagene 2-6.

I tillegg er på tre av leirprøvene under den eldre fylling utført ødometer-forsøk (kfr. Tillegg IIB) med resultater som vist på bilag 7.

STABILITET

En påføring av en belastning på det oppfylte areal vil bevirke en økning av skjærspenningene i fyllmassene og den underliggende leire, hvilket vil forverre fyllingens nuværende stabilitetsforhold. Da fyllingen like etter utleggingen har en meget lav sikkerhetsfaktor, vil spørsmålet om i hvilken grad det er mulig å belaste området uten fare for utglidninger avhenge av hvor lenge fyllingen har ligget, og således i hvilken grad det har skjedd en skjærfasthetsøkning i leiren som følge av en konsolidering under fyllingens vekt.

Det er i tidligere rapport O. 481.7 gitt resultatene av en stabilitetsanalyse for det forholdsvis nylig utfylte område ved vestre ende av kaiskur A. Beregningene, som var basert på vinge-boringer foretatt i juni 1965, dvs 0.5-1.0 år etter at fyllingen var utlagt, viste en sikkerhetsfaktor for ubelastet fylling på ca. 1.4. Da dette tilsvarer den sikkerhet man vanligvis forlanger ved angjeldende byggverk, viste således beregningene at enhver anbringelse av nyttelast på fyllingen på dette sted ville medføre utilfredsstillende stabilitetsforhold.

For å undersøke effekten av at fyllingen nu har ligget i lengere tid, 1.5-2.0 år, er det tatt en ny vinge boring (207) i nærheten av den tidligere boring (102) fra 1965. Som det fremgår av det opptegnede diagram i bilag 12 gir de to boringer tilnærmet identiske resultater. Dette viser at det forholdsvis raskt finner sted en betydelig konsolidering og skjærfasthetsøkning ned til ca. 10 m under fyllingen, men at den videre konsolidering og særlig i større dybder, foregår vesentlig langsommere.

På bilag 15 er vist hvordan beregnet sikkerhetsfaktor avhenger av den nyttelast som anbringes på fyllingen. Under forutsetning av at 1. etasjes gulv i lagerskur A legges direkte på fyllingen, men at bygget forøvrig fundamenteres på peler til fjell, vil en nyttelast på 3 t/m^2 i og utenfor skuret gi en beregnet sikkerhetsfaktor på 1.12. En slik fundamenteringsmåte vil således kreve at man treffer tiltak for å bedre stabilitetsforholdene langs den del av skuret som blir liggende på den nye fylling. Hvis mulig av hensyn til kravet til vanddybden utenfor kaien, vil man foreslå at stabiliseringen utføres ved legging av en kontrafylling av grus eller stein til kote -7 innen en avstand av ca. 30 m utenfor kailinjen.

En vesentlig fordel ved den foreslåtte kontrafylling er at den også sikrer fyllingens stabilitet under den skjærfasthetsnedsettelse i leiren som erfaringsmessig skjer ved pelerammingen. Da det med tiden vil skje en konsolidering og skjærfasthetsøkning i leiren både under fyllingen og kontrafyllingen, vil kontrafyllingen kunne fjernes etter noen år. Dette krever imidlertid at man kontrollerer stabilitetsforholdene på grunnlag av nye boringer.

Resultatene av de utførte vingeboringer innen det område som ble utfylt før år 1900 er inntegnet på bilag 13. Som man ser er skjærfastheten av leiren under fyllingen ned til omkring kote -25 gjennomgående av størrelsesorden $5-6 \text{ t/m}^2$ ved østre ende av skurene A og D (profil II) hvor fyllingen har en tykkelse på 11-12 m, og noe mindre, $4-5 \text{ t/m}^2$, ved østre ende av skurene B og C (profil III) hvor fyllingstykkelsen er 7-8 m. På nordsiden av det utfylte område viser boring 206 utenfor kaien øverst et vel 2 m tykt slamslag, derunder øker skjærfastheten fra ca. 2 t/m^2 på kote -13 til $4-5 \text{ t/m}^2$ på kote -20 til -25. Området syd for fyllingen har tidligere vært oppfylt innen en avstand av 30-40 m fra nuværende kailinje. Det er derfor rimelig å anta at leirens skjærfasthetsegenskaper er de samme innen dette område som under fyllingen.

Resultatene av utførte stabilitetsberegninger i profil II og III for søndre begrensning av fyllingen, er vist på bilag 16. Det vil fremgå at fyllingens stabilitet ved østre parti av skur A (profil II s) er tilfredsstillende med beregnet sikkerhetsfaktor idag på vel 2.0 og med sikkerhet 1.65 under forutsetning av en nyttelast i og utenfor skuret på 3 t/m^2 .

Videre østover blir fyllingens stabilitet gradvis dårligere som en følge av fyllmassenes avtagende tykkelse. Ved østre ende av lagerskur B (profil III s) er således beregningsmessig sikkerhetsfaktor idag, hvis det forutsettes en vanndybde utenfor kaien på 10 m, 1.55, og sikkerheten avtar til 1.25 ved anbringelse av en belastning på 3 t/m^2 på fyllingen. Hvis vanndybdene utenfor kaien her er 8 m, som man har fått oppgitt er forutsatt, vil beregningsmessig sikkerhetsfaktor variere med nyttelast på fyllingen omtrent som vist ved den stiplede kurve i diagrammet på bilag 16. Man ser da at en nyttelast på 3 t/m^2 i og utenfor skuret nettopp vil gi en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor på 1.4.

Det vil fremgå av det ovenstående at det også for skur B's vedkommende av stabilitetsmessige hensyn kun kan bli tale om å fundamenterer 1. etasjes gulv direkte på fyllingen, og at bygget forøvrig må settes på peler til fjell. En tillatt belastning på 3 t/m^2 på gulvet må videre forutsette at man kontrollerer at bunnen på de nærmeste 30 m utenfor kaien ikke ligger lavere enn på kote -8, og i motsatt fall fyller opp til dette nivå.

Som det fremgår av diagrammet i bilag 17 er stabilitetsforholdene langs nordsiden av fyllingsarealet ikke vesensforskjellige fra det som foran er referert for sydsiden. Leiren har på nordsiden en noe lavere skjærfasthet utenfor kaien hvor det tidligere ikke har ligget noen fylling. Effekten av dette oppveies imidlertid delvis av at skjærfasthetene under fyllingen her er noe høyere enn på sydsiden, muligens som følge av at dette areal har vært benyttet som kull-lager.

Av nederste kurve i diagrammet ser man at profil IIIN ved østre ende av lagerskur C har en sikkerhetsfaktor idag på 1.4. Ved belastning av fyllingen med 3 t/m^2 reduseres sikkerheten til 1.15. Dette innebærer at man for å kunne tillate en terrenglast på 3 t/m^2 må legge ut en midlertidig kontrafylling av grus eller stein til kote -7 inntil 30 m fra kailinjen som foran beskrevet for skur A. Da stabilitetsforholdene forbedres i vestlig retning kan kontrafyllingens tykkelse reduseres tilsvarende, slik at det fylles til kote -9 i vestre ende av skur C. Nødvendigheten av den foreslåtte kontrafylling gjelder

naturligvis uansett om det kun oppføres et foreløbig skur som settes direkte på fyllingen, hvis det blir snakk om en belastning av størrelsesorden 3 t/m^2 .

Øverste kurve i diagrammet på bilag 17 viser hvordan beregnet sikkerhetsfaktor for området ved østre ende av lagerskur D (profil IIN) varierer med den belastning som anbringes på fyllingen. For en belastning i og utenfor skuret på 3 t/m^2 er sikkerheten 1.55, mens man for en tilleggslast på 1.5 t/m^2 innen skuret, det vil si total gulvbelastning på 4.5 t/m^2 , får $F = 1.4$. Da det må formodes at stabilitetsforholdene blir noe dårligere vestover langs skuret, anbefales også for dette skur å sette tillatt belastning på fyllingen til 3 t/m^2 .

Det er ikke utført noen stabilitetsanalyse med henblikk på oppførelsen av skur E ytterst på Sørengautstikkeren. På det søndre parti, hvor det før den endelige utfyllingen i lengere tid har ligget betydelige mengder dumpegrus både innenfor og utenfor kailinjen, kan en gjøre regning med at det fra stabilitetsmessige hensyn vil være mulig å plassere en gulvlast på 3 t/m^2 på fyllingen, men at bygget forøvrig må fundamenteres på peler til fjell. På nordre parti, i Sørengautstikkerens nordvestre hjørne, hvor det ikke har vært utfyllt dumpegrus og hvor endelig oppfylling fremdeles ikke er fullført, vil selv det ferdige fyllingsprofil uten terrengbelastning ha utilstrekkelig sikkerhet. (Kfr. rapport O.481.5 av 9. juli 1965). Man har i nevnte rapport anført at en stabilisering av fyllingen på dette sted med henblikk på å kunne tillate en viss fremtidig terrengbelastning, kan gjøres ved at man midlertidig legger ut fyllingen med overhøyde og med en kontrafylling foran fyllingen. Høyden av kontrafyllingen vil avhenge av hvilket tidspunkt kaien skal bygges på dette sted, idet en snarlig kaiutbygging, f. eks. i løpet av 1-2 år etter at fyllingen er plassert, vil øke kravet til fyllingsfrontens stabilitetsforhold.

Man vil presisere at den konsolidering av leiren som skjer under fyllingen er en langsom prosess og at det på dette sted vil ta flere år fra den ovenfor nevnte fylling er utført til man kan få en kombinasjon av 10 m kai og kaiskur med tillatt gulvbelastning på f. eks. 3 t/m^2 .

SETNINGER

Instituttet har gjort et forsøk på å vurdere hvilke fremtidige setninger og setningshastigheter man må påregne innen det oppfylte område på Sørenga. Til støtte for en slik vurdering har man fra tidligere resultatene av en rekke ødometerforsøk for bestemmelse av leirens kompressibilitet, hvorved man

innen en viss grad av sikkerhet kan bestemme setningenes størrelse i leiren som funksjon av belastningsintensitet og dybder til fjell (kfr. rapport O. 481.4 av 6. juni 1962). Det er videre tidligere, i rapport O. 481.7 av 14. juli 1966, angitt et sannsynlig tidsforløp av setningene i leiren, hovedsakelig basert på utførte setningsmålinger i Bjørvika samt på et målepunkt på den gamle fylling på Sørenga.

Det er ved de siste undersøkelser foretatt målinger av terrengsetninger over hele det utfylte område. Videre er tatt opp en rekke prøver av den eldre fylling for vurdering av hvilke setninger man kan forvente i selve fyllmassene under påføring av en terrenglast. Endelig gir det materiale man har fra poretrykksobservasjonene på forskjellige steder under fyllingen et visst grunnlag for å vurdere med hvilken hastighet poretrykksreduksjonen i leiren og derved setningene finner sted.

Setninger på grunn av fylling.

På den del av området som er fylt opp etter 1960 er det i tidsrommet 19/10-12/12 målt terrengsetninger fra 20 - 75 mm (bilag 12), det vil si setningshastigheter av størrelsesorden 10 - 50 cm/år. I diagrammet øverst til høyre i bilag 14 er avsatt målt setningshastighet som funksjon av fyllingens alder ved vedkommende målepunkt. Under hensyntagen til at målingen på den ett år gamle fylling (nord-vestre hjørne) ikke inkluderer bare konsolideringssetninger, men også skjærdeformasjoner, samt til at målingene på den 5 - 6 år gamle fylling gir noe for store setninger som følge av senere oppjustering av terrenget, er trukket en kurve som viser den omtrentlige relasjon mellom setningshastighet og fyllingens alder.

Ved integrasjon av arealet under denne kurve fås den stiplede kurve som viser relasjonen mellom setning og tid etter oppfylling. Den benyttede analysemetode er tilnærmet og resultatene således beheftet med en viss usikkerhet. Dette skyldes for det første at den tid man har observert setninger er meget kort. Videre er det vanskelig å definere hvor lang tid fyllingen har ligget på hvert sted både fordi selve utfyllingen tar en viss tid, og fordi andre forhold kommer inn i bildet som tidligere utlagt dumpegrus og senere oppjusteringer av fyllingen. I de områder ytterst på Sørengautstikkeren hvor det tidligere er utfylt dumpegrus, har fyllingen gjennomgående en noe større tykkelse enn forøvrig, hvilket bidrar til å oppveie virkningen av at en relativt større del av setningene her har funnet sted før fyllingen er ført opp til endelig høyde.

Det skal bemerkes at det tids-setningsforløp man er kommet frem til på bilag 14 er i god overensstemmelse med hva som ble antatt i rapport O. 481.7, videre synes det å bekrefte totalsetninger av samme størrelsesorden som tidligere beregnet, 150-180 cm.

Det er ved siden av ovennevnte analyse basert på direkte setningsmålinger også foretatt en teoretisk beregning av tids-setningsforløpet på grunnlag av en revidert beregningsmåte som er foreslått av professor N. Janbu i en artikkel til den 6. internasjonale geoteknikerkongress i 1965. Denne beregningsmåte adskiller seg fra den konvensjonelle metode ved at det tas hensyn til at konsolideringen skjer først i de nærmeste lag under fyllingen hvor de største setninger skriver seg fra. Dette fører således til et raskere beregnet setningsforløp like etter utleggingen av fyllingen.

Det således beregnede setningsforløp, under antagelse av en midlere fyllings-tykkelse på 13 m og mektighet av leiravsetningen på 44 m, er i nederste diagram på bilag 18 sammenlignet med tids-setningsforløpet bestemt på grunnlag av setningsmålingene. I samme diagram er også antydnet et setningsforløp som man har kommet frem til på grunnlag av poretrykksmålingene ved installasjon B. Det er her delvis på grunnlag av målinger anslått hvilke poretrykk man ville fått ved en tenkt plutselig utlegging av fyllingen, derefter er tilnærmet antatt at det er samme forhold mellom setningen på et bestemt tidspunkt og beregnet totalsetning som mellom poretrykksreduksjonen på det samme tidspunkt og total poretrykksreduksjon til endelig hydrostatisk trykkfordeling i leiren. De to øverste diagrammene i bilag 18 viser henholdsvis målte poretrykk og beregnede setninger ca. 1.5 og 3.7 år etter oppfylling.

Det vil fremgå av nederste diagram i bilag 18 at de tre forskjellige metoder for bestemmelse av tids-setningsforløpet gir et relativt entydig resultat. Dette diagram representerer etter Instituttets mening det beste grunnlag man har for vurdering av setningsforløpet under fyllingen på Sørenga. Man vil se at over halvparten av de totale konsolideringssetninger (80 - 100 cm) finner sted i løpet av de første 2 år, og at ca. $3/4$ av setningene er unnagjort etter 4 år. For å unngå unødige omfattende justeringer av gulvhøydene i skurene bør man ikke oppføre disse før fyllingen på vedkommende sted har ligget ihvertfall 3-4 år.

På den gamle fylling ble i tidsrommet 19/10 - 15/11 målt terrengsetninger på ca. 0.5 cm, mens det fra 15/11 - 12/12 ikke ble registrert noen setning. Sannsynligvis må de målte setninger skyldes en oppfylling av terrenget, idet man ved det tidligere etablerte målepunkt på denne fylling (rapport O. 481.7) i tidsperioden fra 1950 til 1960 har registrert en meget beskjedne setningshastighet, ca. 2 mm/år. Såvel de observerte poretrykk som ødometerforsøk på leirprøver tatt under den gamle fylling synes å bekrefte at leiravsetningen her er meget nær ferdigkonsolidert og at det således for tiden skulle foregå ubetydelige setninger.

Setninger som følge av bebyggelse.

En utbygging av det oppfylte areal som betinger en gjennomsnittlig terrenglast over hele området på $2-3 \text{ t/m}^2$ vil beregningsmessig medføre en økning av de totale konsolideringssetninger i leiravsetningen på 15-20 cm.

I tillegg vil påføringen av en terrengbelastning føre til setninger i selve fyllmassene. På det eldre fyllingsområde har de opptatte prøver vist (bilag 2-6) at fyllingen inneholder flere lag hovedsakelig bestående av organisk materiale. Det kan således nevnes at ved boring 204 ved østre ende av prosjektert skur C utgjør disse lag samlet ca. 1.5 m eller over 20% av fyllingens totale tykkelse. Ved 4 av de 5 prøveserier er det grunn til å anta at disse lag av organisk materiale (hovedsakelig flis) ihvertfall representerer en tykkelse av størrelsesorden 1 m. Ved siden av disse organiske masser inneholder fyllingen også lag av silt, leire og slam. Selv om det ikke eksisterer noe grunnlag for å beregne setningene i fyllmassene, vil man anse det rimelig å anta at dette setningsbidrag ihvertfall kan bli av samme størrelsesorden som konsolideringssetningene i leiren, dvs 15-20 cm.

På den nye fylling som ikke inneholder lag av flis vil en terrengbelastning på $2-3 \text{ t/m}^2$ gi vesentlig mindre setninger i selve fyllmassene.

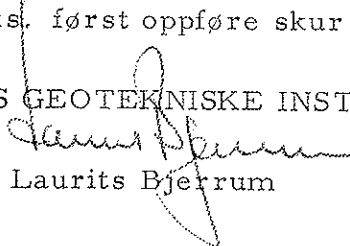
KONKLUSJON

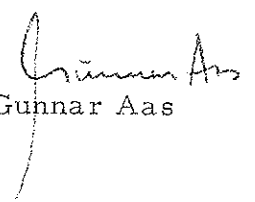
På grunnlag av det materiale som foreligger fra tidligere og nu utførte grunnundersøkelser på Sørenga, kan det trekkes følgende konklusjoner med hensyn til fundamenteringen av de prosjekterte lagerskur :

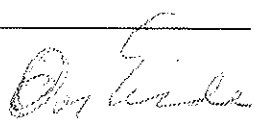
- 1) Under forutsetning av at skurene, inklusive nyttelast, representerer en belastning av størrelsesorden 10 t/m^2 , vil det ikke være mulig av hensyn til fyllingen og kaiens stabilitet å foreta en direkte fundamentering på fyllingen. Man må således for samtlige skur gjøre regning med å fundamenterer selve bygget på peler til fjell, mens 1. etasjes gulv under visse forutsetninger som nevnt nedenfor, kan legges direkte på fyllingen.
- 2) En tillatt nyttelast i og utenfor skurene på 3 t/m^2 vil medføre at stabilitetsforholdene ikke blir tilfredsstillende på et parti ved vestre del av skur A, hvor fyllingen har ligget kun i kort tid, dessuten lengst inne på området ved østre del av skurene B og C hvor fyllingen har minst tykkelse. På disse steder vil det bli nødvendig å etablere en midlertidig kontrafylling ved oppfylling av sjøbunnen til kote -8 til -7 i 30 m bredde foran kaien.
- 3) Spesielt dårlig er stabilitetsforholdene ved nord-vestre hjørne av skur E hvor fyllingen fremdeles ikke er fullført. Man burde her for å unngå en forsinkelse av utbyggingen, snarest legge ut fyllingen med utenforliggende kontrafylling og overhøyde på fyllingen. Høyden av kontrafyllingen vil avhenge av når kaien skal bygges på dette sted, idet en snarlig utbygging av kaien vil øke kravet til fyllingsfrontens stabilitet.
- 4) De totale konsolideringssetninger i leiren som følge av utfyllingen på Sørenga, kan bli av størrelsesorden 150-180 cm. Av disse setninger vil sannsynligvis over halvparten skje i løpet av de to første år efter at fyllingen er fullført, og nok en fjerdepart i løpet av de neste 2 år.
- 5) En utbygging av det oppfylte areal som betinger en gjennomsnittlig terrenglast over hele området på $2-3 \text{ t/m}^2$, vil beregningsmessig medføre en økning av de totale konsolideringssetninger i leiren på 15-20 cm. Man må dessuten regne med setninger av samme størrelsesorden i fyllmassene innen det gamle fyllingsområde, hvor fyllingen inneholder relativt betydelige mengder organisk materiale, hovedsakelig flis. På den nye fylling vil ovennevnte terrengbelastning gi vesentlig mindre setninger i fyllmaterialet.

- 6) Ved direkte fundamentering av gulvet i lagerskurene vil dette sette seg i forhold til bygget forøvrig, som forutsettes pelet til fjell. For å unngå unødige omfattende justering av gulvhøydene, bør man ikke oppføre skurene på fylling som har ligget kortere tid enn 3-4 år. Av denne grunn, og også fra et stabilitetsmessig synspunkt, ville det være fordelaktig å utsette byggingen av skur A noe, og f. eks. først oppføre skur B.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Laurits Bjerrum







Gunnar Aas


Ove Eide

/hc

TEGNFORKLARING OG NORMER FOR BETEGNELSE AV JORDARTER

SIGNATUR

	Fyllmasse
	Grus
	Sand
	Silt
	Leire

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse	Betegnelse
> 20 mm	Stein
20 - 6 mm	Grov- grus
6 - 2 mm	Fin-
2 - 0.6 mm	Grov-
0.6 - 0.2 mm	Mellom- sand
0.2 - 0.06 mm	Fin-
0.06 - 0.002 mm	Silt
< 0.002 mm	Leire

SKJÆRFASTHET

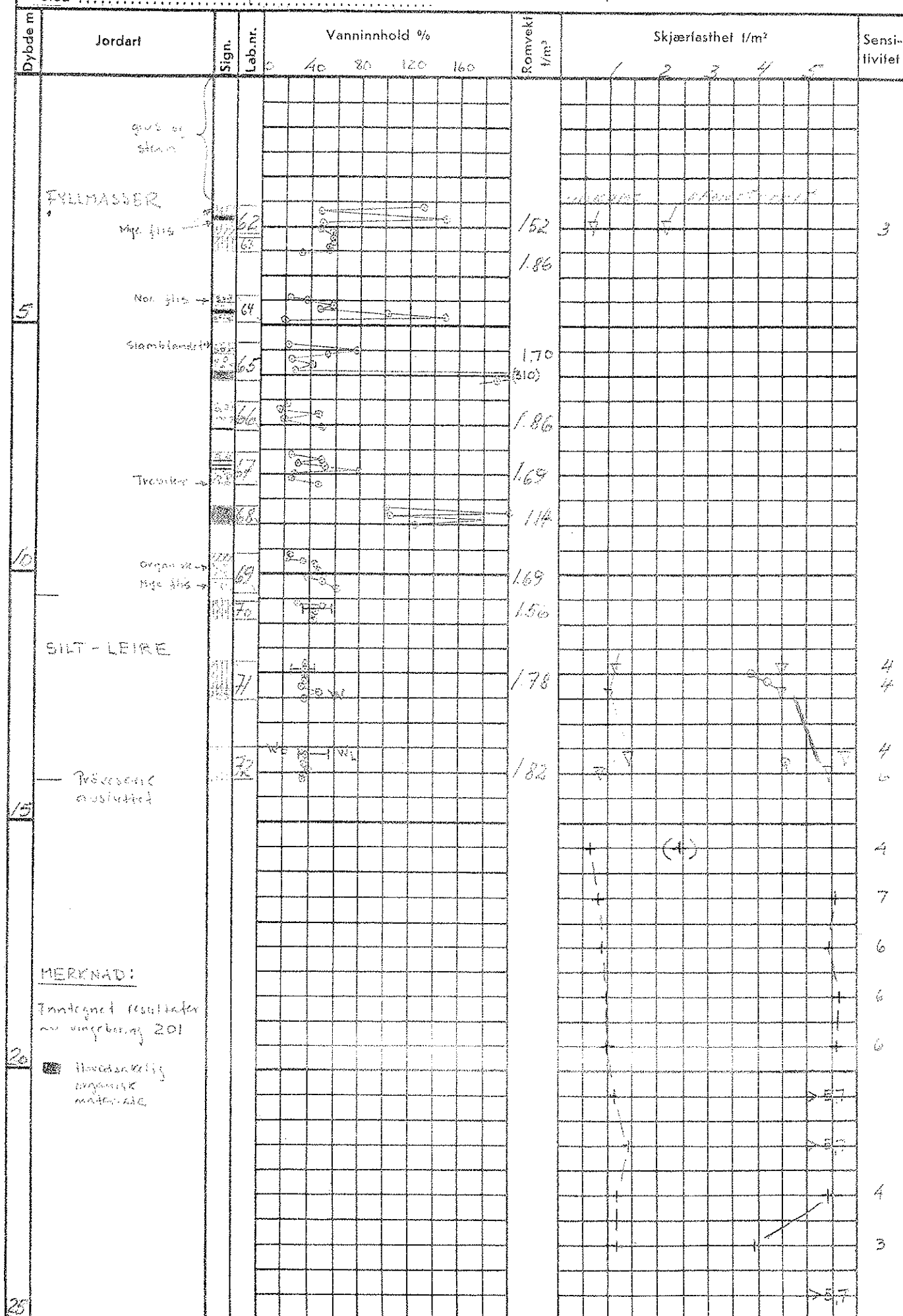
Skjærfasthet	Betegnelse
< 1.25 t/m ²	Meget bløt
1.25 - 2.5 t/m ²	Bløt
2.5 - 5 t/m ²	Middels fast
5 - 10 t/m ²	Fast
> 10 t/m ²	Meget fast

SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand

Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikkl
> 32	Meget kvikk
Leire med stor sensitivitet og som i omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles "kvikkleire".	

BORPROFIL

Sted SØRENGA OSLO
 Hull 201 Bilag 2
 Nivå 192 Oppdrag 0481-8
 Prøve ϕ 54 mm Dato 3-10-66

 + vingeboring ● enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

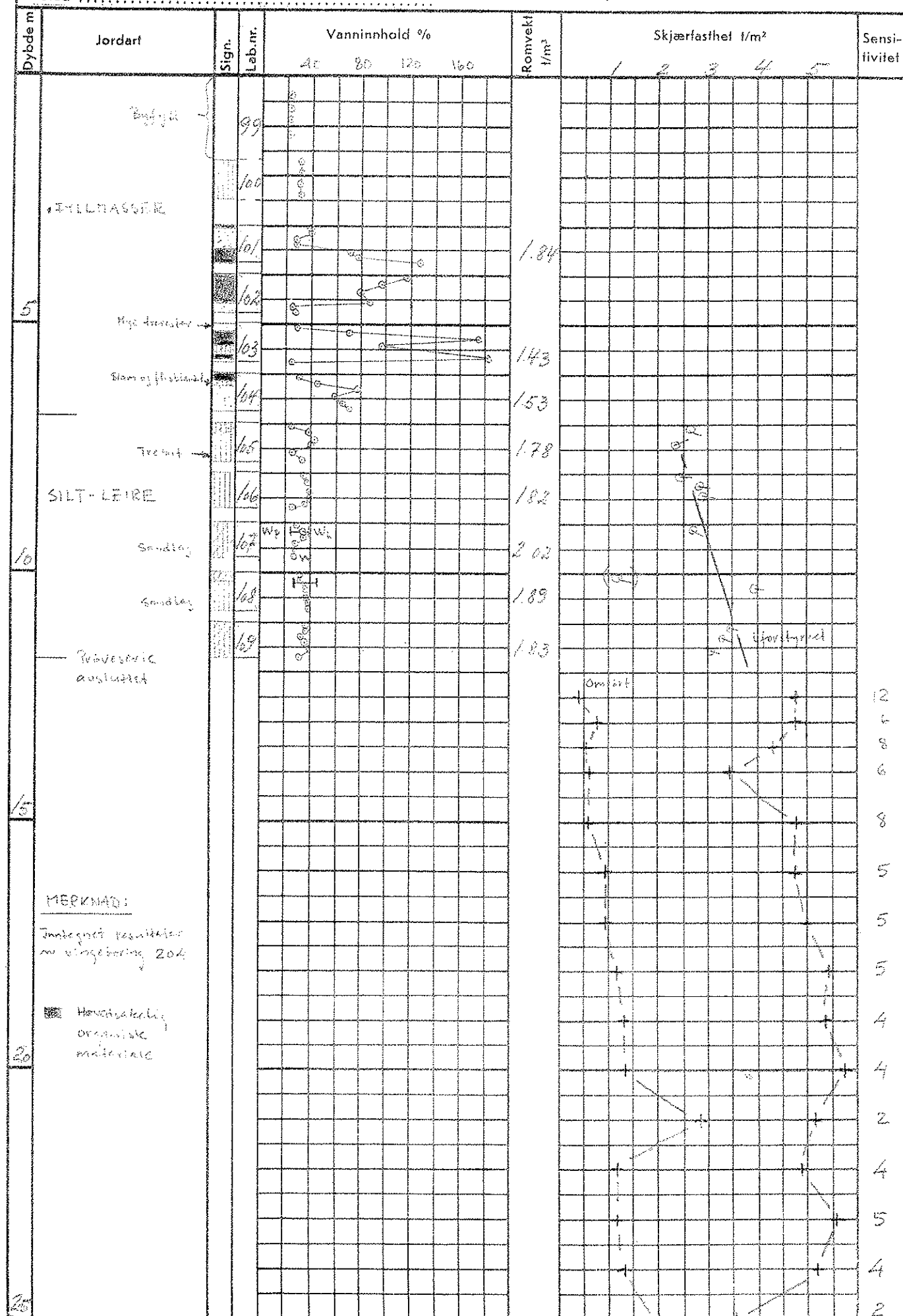
BORPROFIL

Sted SØRENGA OSLO
 Hull 202 Bilag 3
 Nivå 120 Oppdrag 0401-8
 Prøve ϕ 54 mm Dato 3-10-66

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab.nr.	Vanninnhold %				Romvekt 1/m ³	Skjærfesthet 1/m ²					Sensi- livit																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
				40	80	120	160		1	2	3	4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
5	Fyllmasse Bygget Sand leire																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

 + vingebooring ○ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_U = utrullingsgrense


BORPROFIL

Sted SØRENHÅ OSLO
 Hull 204 Bilag 5
 Nivå 140 Oppdrag 0.481-8
 Prøve ϕ 54 mm Dato 3-10-66


BORPROFIL

Sted SØRENGA OSLOHull 205 Bilag 6
Nivå 2.00 Oppdrag 9.481-8
Prøve ϕ 54mm Dato 13-10-66

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab.nr.	Vanninnhold %				Romsvekt γ/m^3	Skjærfasthet t/m^2					Sensitivitet
				40	80	120	160		1	2	3	4	5	
5	Sten, grus													
	leire med grus, sten og trevasser	1/0												
10	Fyllmasser													
	sand, grus													
	fin, sand													
		1/1						1.47						
		1/2						1.66						
	SILT-LEIRE	1/3						1.84						
	Prøvetegning avsluttet													
15														
20														
25														

 Hovedsakelig organisk materiale

ØDOMETERFORSØK

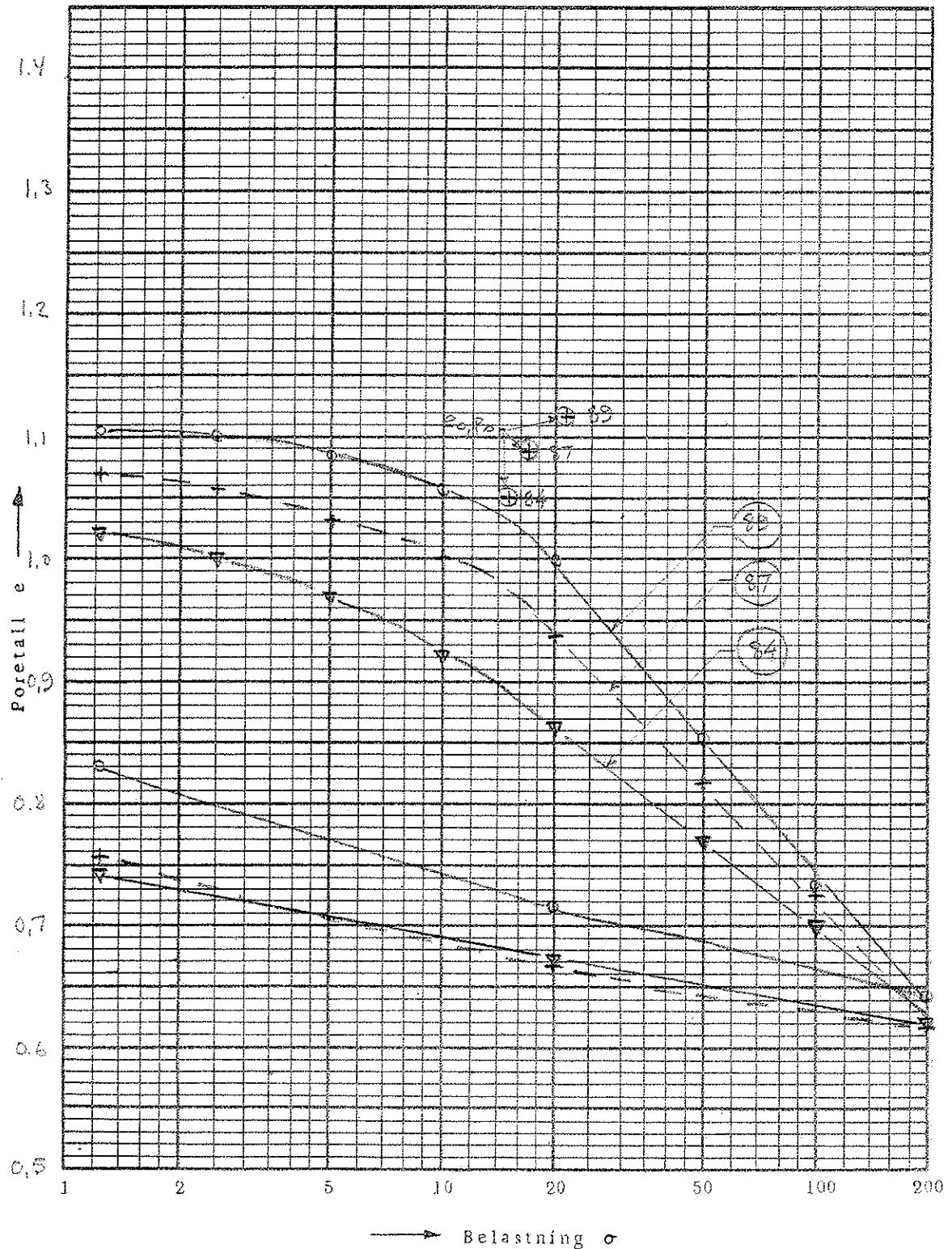
Boring 203

Oppdrag 0481-8

Grunnvannstand 1.6 m

Sign. FE

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde m.	Effektivt overlagrings- trykk τ/m^2	For- belast- ning τ/m^2	C_c Sammen- tryknings- tall	% Primær- setning	c_v Konsolide- ringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitets- modul τ/m^2
84		15.6	~ 15	NC				
87		18.3	~ 17	NC				
89		24.8	~ 21	NC				



Anmerkninger