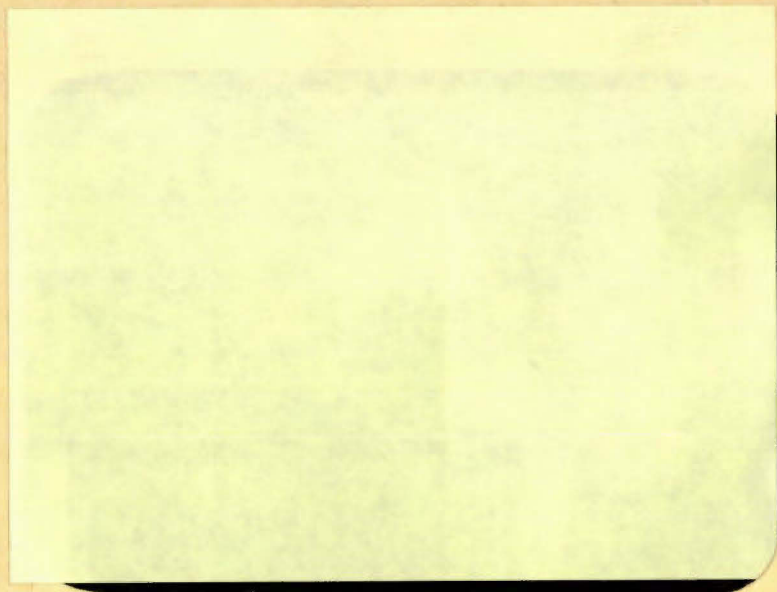


Tilhører Undergrunnskartverket

Må ikke fjernes



NV: B4

anf. fra


OSLO KOMMUNE

GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor
KINGOS GT. 22, OSLO 4
Telf. 35 59 60

RAPPORT OVER:

HOVEDKLOAKKETTUNNEL MAJORSTUA-FRANTZEBRÅTEN

23
R-1065-~~22~~ 15. sept. 1982

Del 22: Setninger på kapellet og driftsbygningen i Vestre Gravlund.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	2
INNLEDNING	3
MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	3
GRUNNFORHOLD	4
SETNINGER	5
Måleresultater	5
Beregnet setning	6
Framtidige setninger	6
UTBEDRING AV SKADER	7

Bilag	0: Beskrivelse av bor- og laboratorieundersøkelser
"	130: Situasjons- og borplan
"	131: Borprofil hull nr. 3
"	132: Ødometerforsøk hull nr. 3, 3,4 - 3,5 m
"	133: " " " " " 6,25- 6,35 "
"	134: " " " " " 10,4 -10,5 "
"	135: " " " " " 14,45-14,55 "
"	136: Poretrykksmålinger ved kapellet, nær borhull nr. 1
"	137: Setningsmålinger
"	138: Spenningsdiagram
"	139: Setningskurve

SAMMENDRAG

Boringer på Vestre Gravlund viser at det ved driftsbygningen er opptil ca 10 m dybde til fjell og ved kapellet ca 17 m på det meste. Under begge bygninger varierer dybden til fjell betydelig. Ved kapellet er det i dybden påtruffet bløt kvikkleire.

Målinger ved kapellet viser at poretrykket ved fjell har sunket etter at avløpstunnelen ble boret ved årsskiftet ca 100 m lengre sør og har etter dette variert mellom 25 kN/m² og 75 kN/m² under det tidligere nivået. Dette svarer til 2,5-7,5 senkning av grunnvannstanden.

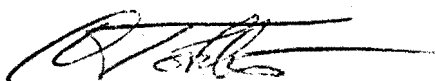
På kapellet og driftsbygningen er de maksimale setninger målt til h.h.vis ca 14 cm og ca 6 cm. Målingene kom imidlertid i gang først noen måneder etter at poretrykket sank, slik at en del setninger ikke er registrert. Ved kapellet utgjør dette kanskje så mye som 8 cm. Både på kapellet og driftsbygningen har det oppstått betydelige skjevsetninger, og på kapellet har dette medført helninger på opptil 7% bare i måleperioden. Helninger av denne størrelse vil normalt medføre store skader.

Setningene har i flg. målingene forløpt høyst ujevnt over tid. Siste år er det registrert opptil 6 cm setninger på kapellet, noe som gjør det vanskelig å forutsi det framtidige setningsforløpet. Vi antar likevel at 3/4 av setningene på kapellet nå har påløpt, og en enda høyere andel på driftsbygningen.

Vi har ikke store innvendinger til at oppussingsarbeider igangsettes nå, men ser helst at disse utsettes ett år p.g.a. den usikkerhet siste års store setninger har skapt.

Framtidige setninger kan gjøre det nødvendig med ytterligere oppussing senere. For å unngå dette ber vi OVK vurdere å installere et permanent vanninfiltrasjonsanlegg. Spesielt dersom siste års store setningshastighet mot formodning skulle vedvare, vil et infiltrasjonsanlegg bli aktualisert.

Geoteknisk kontor


O. Tokheim


/ S. Mjåset

INNLEDNING

Etter oppdrag fra Oslo vann- og kloakkvesen i brev av 1.3.82 har geoteknisk kontor foretatt grunnundersøkelser ved kapellet og driftsbygningen på Vestre Gravlund. Bakgrunnen for dette er at bygningene har fått en del setninger og setningsskader etter at avløpstunnelen ble drevet gjennom området ved årsskiftet 1975/76. Tunnelen passerer ca 100 m sør for kapellet.

Poretrykkmålinger ved kapellet og setningsmålinger på dette, samt på driftsbygningen bekrefter at tunnelen har medført redusert poretrykk i grunnen og setninger på bygningene. Det er registrert opptil 14 cm setninger på kapellet etter at målingene begynte i april 1976.

Det er nå ønskelig å få foretatt oppussing av bygningene, og vårt kontor er bedt om å vurdere om tidspunktet for oppussing er gunstig sett ut fra faren for framtidige setninger. Som det framgår av vårt brev av 25.2.1982, har det vært nødvendig å utføre grunnundersøkelser på stedet for å kunne vurdere dette.

MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Det er utført 13 enkle sonderboringer og opptatt en uforstyrret Ø 54 mm prøveserie av mannskaper fra vårt kontor i tiden 17.-22.3. 1982. Borpunktens plassering, samt resultater av boringene er vist på situasjons- og borplanen, bilag 130. På situasjonsplanen er det også inntegnet tidligere boringer (unummerert) ved driftsbygningen.

Videre er det nedsatt 2 poretrykkmålere til h.h.vis 8,5 m og 11,5 m dybde ved kapellets nord-vestre hjørne, på samme sted hvor det tidligere ble nedsatt en poretrykkmåler til fjell.

Borpunktene er innmålt i forhold til eksisterende bygninger, og nivellert med utgangspunkt i pp 9314, høyde h=44.882.

Den uforstyrrede prøveserien ble åpnet og undersøkt ved vårt laboratorium. Vanlige rutineundersøkelser er utført, og med resultater opptegnet i borprofilet, bilag 131.

Videre er det utført i alt 8 ødometerforsøk med resultater opptegnet i bilag 132-135. Hensikten med disse forsøkene har vært å undersøke løsmassenes kompressibilitet (sammentrykkbarhet) og forkonsolidering (belastningshistorie), noe som er grunnlaget for beregning av setninger.

Bormetoder og laboratorieundersøkelser er forøvrig nærmere beskrevet på bilag 0.

Tolking av ødometerforsøk.

Forsøkene er utført med prøver fra 4 forskjellige dybder. Fra hver dybde er det utført 2 forsøk, hvorav ett med trinnvis pålastning til 250 kN/m², avlastning og rebelastning. Det andre forsøket er utført med trinnvis belastning til 950 kN/m².

Forsøkene tyder på at leiren er forkonsolidert i hele dybdeintervallet, jfr. spenningsdiagrammet på bilag 138. Ut fra de relativt lave skjærstyrkeverdiene som er registrert, er det likevel tvilsomt om leiren er forkonsolidert under 8-10 meters dybde.

På bilagene 133-135 er tolking m.h.t. kompressibilitet angitt. I setningsberegninger foreslås benyttet:

$$\begin{aligned} \text{For } \sigma &\leq p_c' & : & \quad M = 5 \text{ MN/m}^2 \\ \text{" } \sigma &> p_c' & : & \quad M = m\sigma' \text{ hvor} \\ & & & \quad m=15 \end{aligned}$$

Her uttrykker M kompressjonsmodul, σ' effektiv vertikalspenning i leiren og p_c' forkonsolideringstrykk. For spenninger under forkonsolideringstrykket er modulen anslått mellom de målte verdier for 1. gangs belastning og rebelastning.

For beregning av setningers tidsforløp i normalkonsolidert leire foreslås benyttet følgende konsolideringskoeffisient:

$$c_v = 4 \text{ m}^2/\text{år}$$

GRUNNFORHOLD

Ved kapellet varierer dybden til antatt fjell i borpunktene mellom 6,3 m lengst i sør-øst og 17,2 m i nord-vest. Ved driftsbygninger er dybdene mindre, lengst i sør-øst 3,0 m og lengst i nord-vest 9,8 m.

Borprofilet viser at det i hull 3 ved kapellet finnes tørrskorpe og fast leire ned til ca 4 m dybde. Derunder finnes middels fast leire ned til 6-7 m under terreng, og deretter bløt eller meget bløt leire. Fra ca 8 meters dybde betegnes leiren som kvikk.

Bilag 136 viser et stabilt porevanntrykk ved fjell, svarende til en grunnvannstand ca 4 m under terreng ved kapellet fram til årsskiftet 1975/76. Deretter sank trykket brått og har senere variert i området 25-75 kN/m² under det tidligere nivået, svarende til senkning av grunnvannstanden mellom 2,5 m og 7,5 m.

De to nye poretrykkmålerene nedsatt i 1982 viser relativt sett høyere trykk (potensial) oppe i leirmassene, dvs. at grunnvannet har en gradient rettet mot fjellet. Dette er karakteristisk for en situasjon hvor løsmassene dreneres til fjellet.

Det er utført betydelig forinjeksjon og etterinjeksjon på tunnelstrekningen nærmest kapellet. Over en strekning på 400 m (pel 3500 - pel 3900) er det gjennomsnittlig pr meter tunnel benyttet ca 70 kg sement og ca 29 l kjemiske midler. Etterinjeksjon ble utført kort tid etter at tunnelen var boret, og av poretrykkmålingene synes det som om disse injeksjonsarbeidene ikke i særlig grad har bidratt til å opprettholde det opprinnelige poretrykket ved kapellet.

Poretrykket viser tydelige sesonsvariasjoner, og er gjennomgående lavest på ettervinteren når vanntilstrømmingen er minst.

SETNINGER

Måleresultater

Setningsmålinger er foretatt av Nerdrums Opmaaling A/S på kapellet og driftsbygningen på i alt 20 bolter. Målingene startet først i mars/april 1976 etter at det var registrert poretrykkfall og tegn til setninger på driftsbygningen.

På bilag 137 er det inntegnet setninger på de bolter som har fått størst og minst setninger på driftsbygningen og kapellet. På driftsbygningen varierer setningene mellom 6 mm og 56 mm, dvs. en største setningsdifferens på 50 mm, og på kapellet mellom 51 mm og 138 mm, dvs. største setningsdifferens på 87 mm. Største registrerte helning på driftsbygningen er drøyt 2 ‰ (mellom bolt 1 og 2) og på kapellet ca 7 ‰ (mellom bolt 6 og 7). Erfaringsmessig vil helninger av denne størrelse medføre sprekkskader, og i siste tilfelle betydelige sådanne. Som tidligere nevnt kom setningsmålingene først i gang 4-5 måneder etter at poretrykket sank. Setningene og helningene er derfor trolig noe større enn det som er oppgitt ovenfor.

I følge målingene har det pågått svært lite setninger i en periode på 3½ år regnet fra våren 1978. Fra høsten 1981 har det på nytt påløpt betydelige setninger, og spesielt på kapellet har det påløpt meget betydelige setninger. Vi kan ikke gi noen fullgod forklaring på det ujevne setningsforløpet. Poretrykket ved kapellet har riktignok vært meget lavt en periode på ettervinteren 1982, men dette står ikke i noe rimelig forhold til de setninger som har påløpt i den senere tid.

Setningene lengst syd-øst på kapellet er minst, og dette samsvarer med at dybden til fjell her er minst. Ved driftsbygningen er dybdene til fjell gjennomgående mindre enn under kapellet. Dette samsvarer med at setningene på driftsbygningen er betydelig mindre enn på kapellet.

Beregnet setning.

Ut fra de laveste poretrykk som er registrert ved kapellet har vi på bilag 138 angitt setningsgivende spenningsendringer på det stedet hvor fjellet ligger dypest, og hvor den uforstyrrede prøveserien er opptatt. Med de data som tidligere er oppgitt for leirens kompressibilitet, er setningene beregnet til 5 cm. Dette er betydelig mindre enn de maksimale setninger på kapellet. Antas imidlertid at leiren i dybden er normal-konsolidert, slik som den relativt lave udrenerte skjærstyrken kan tyde på, blir de beregnede setninger ca 9 cm. Dette er fortsatt mindre enn den registrerte maksimalsetning på ca 14 cm og tyder på at poretrykkreduksjonen lokalt kan være større enn det som er målt, og at leiren lokalt kan være mer kompressibel enn hva som er målt i laboratoriet. Tar man også i betraktning at noe setninger påløpt også før målingene kom i gang, må vi fastslå at de maksimale setninger er endel større enn hva beregningene skulle tilsi.

Framtidige setninger.

Setninger framkommer stort sett som følge av at de effektive spenninger i løsmassene øker. Når den ytre belastning er konstant, kan de effektive spenninger øke ved at poretrykket avtar. I det aktuelle tilfellet betyr dette at fortsatte setninger er avhengig av om poretrykket fortsatt vil falle.

Når en ser bort fra sesongvariasjonene har poretrykket ved kapellet stort sett vært konstant ved fjell. Lenger oppe i løsmassene har poretrykkmålinger bare pågått ganske kort tid. Det er likevel grunn til å anta at poretrykket her har fallende tendens, noe som skulle tilsi fortsatte setninger.

For å kunne beregne framtidige setninger med særlig nøyaktighet, må en vite hvordan poretrykket på lang sikt vil stabilisere seg i hele dybdeprofilen. I det aktuelle tilfellet er det såvidt betydelige usikkerhetsfaktorer at vi ikke finner grunnlag for en direkte beregning av framtidige setninger. På bilag 139 har vi likevel antydnet et teoretisk beregnet forløp for de maksimale setninger på kapellet. Dette er framkommet ved å forutsette et setningsgivende leirlag på 8 m tykkelse nærmest fjell, dvs. at drenasje bare gjør seg gjeldende over de nederste 8 m. Dette samsvarer med de poretrykkobservasjoner som er gjort til nå. Videre er den angitte konsolideringskoeffisient $c_v = 4 \text{ m}^2/\text{år}$ benyttet.

Beregning i h.h. til Janbu, "Grunnlag i geoteknikk", Fig. 45.3, modell B, tilsier at primærsetningene vil være avsluttet i løpet av ca 19 år. Når en antar at setningene startet 1.1.1976, får en at de 13,8 cm setninger som maksimalt er registrert på kapellet i tiden etter 30.4.1976 utgjør 47 % av de totale forventede setninger. Videre får en at hele 28 % av setningene, eller ca 8 cm påløp før målingene kom i gang, dvs. at totalt er nå 3/4 av setningene påløpt. Gjenstående setninger er dermed anslått til ca 7 cm.

På bilag 139 er tidsskalaen angitt logaritmisk. Diagrammet viser at når en ser bort fra sprangene i målt setning, stemmer den teoretiske beregningen ganske bra overens med forløpet av de målte setningene. Dette understøtter i noen grad den teoretiske beregningen og dermed antagelsen om at de maksimale gjenstående setninger på kapellet er av størrelsesorden 7 cm. Av dette forventes ca 5 cm å være påløpt innen 1990.

For kapellet utgjør de forventede framtidige tilleggssetningene drøyt 30 % av de setninger som allerede er påløpt. Ved driftsbygningen er dybdene til fjell betydelig mindre, noe som av flere årsaker skulle tilsi at setningene forløper raskere. De forventet gjenstående setningene på driftsbygningen blir dermed relativt sett mindre enn på kapellet, kanskje i området 10-20 % av de allerede påløpte setningene, dvs. 1-2 cm. Alle tall for forventet framtidige setninger er imidlertid meget usikre. Spesielt vil en evt. ytterligere reduksjon av poretrykket ved fjell medføre større setninger.

UTBEDRING AV SKADER

Vårt kontor har ikke foretatt registrering og nærmere vurdering av de bygningsskader som er oppstått p.g.a. setninger på kapellet og driftsbygningen. Vi er dermed ikke kjent med hvor store kostnader som vil medgå til utbedring av skadene, og kan heller ikke vurdere behovet for senere oppussing som følge av evt. framtidige setninger. Dette sammen med hvor påtrengende det er å komme igang med oppussing straks må ha betydning for valg av tidspunkt for oppussing.

Både teori og målinger, jfr. bilag 139, viser at den gjennomsnittlige setningshastigheten avtar ganske raskt med tiden. Teoretisk skulle nå den maksimale setningshastigheten på kapellet være ned i ca ½ cm pr. år, og for driftsbygningen betydelig lavere. Det skulle derfor ikke være særlig stor gevinst ved å utsette oppussingsarbeidene med mindre disse kan utsettes i flere år. Vi har på denne bakgrunn ikke større innvendinger mot at disse igangsettes nå.

Vi vil imidlertid påpeke at det i løpet av siste år har påløpt opptil 6 cm setninger på kapellet. Selv om setningene totalt etter dette ikke er større enn hva som er forventet i h.h. til bilag 139, kan vi ikke utelukke at de senere tids setninger skyldes forhold som vi ikke har oversikt over. Vi vil derfor primært foreslå at oppussingsarbeidene utsettes ett år for dermed å få bekreftet at den høye setningshastigheten ikke vedvarer.

Som et generelt prinsipp bør en unngå at poretrykket senkes permanent i nærheten av fjellanlegg med tanke på de betydelige setningsproblemer og ulemper som kan oppstå. Når det ikke har lyktes å reetablere et normalt poretrykknivå ved injeksjon og tetting av tunnelen, bør en vurdere muligheten for å reetablere poretrykket ved hjelp av vanninfiltrasjon.

I det aktuelle tilfellet er det etter de kunnskaper vi har bare kapellet og driftsbygningen på Vestre Gravlund som har fått skader p.g.a. setninger. Vi er derfor i tvil om hva som kostnadmessig er gunstigst, enten å installere et infiltrasjonsanlegg i den hensikt å unngå framtidige skader, eller å reparere de skader som evt. måtte oppstå p.g.a. framtidige setninger. Som et utgangspunkt for vurderinger vil vi anslå kostnadene for et permanent infiltrasjonsanlegg til 200.000-300.000 kroner pluss årlige driftskostnader av størrelsesorden 10.000 kroner.

Dersom det skulle vise seg at siste års store setningshastigheter vedvarer, f.eks. som følge av at drenasjeforholdene over tid er blitt endret, vil behovet for et vanninfiltrasjonsanlegg være ytterligere styrket.

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

Enkel sondering betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.

Dreieboring utføres ved å måle synkninger under dreining når boret er lastet med 100 kg. Synker det for mindre last dreies ikke. Boret er forsynt med en pyramideformet spiss som er vridd en omdreining. Lengden av spissen er 20 cm og sidekanten er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreininger pr. m synkning på høyre side av hullet, og lasten på boret på venstre side.

Fjellkontrollboringer utføres med trykkluftdrevet bergbor. Både topphammer og senkborhammer kan brukes. Fjellkontrollen består i å registrere når man har fått en langsom og relativt jevn synkning av boret idet dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 3 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.

Vingeboring brukes til å måle jordartens udrenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes utfra målt torsjonsmoment på et vingekor som presses ned i ønsket dybde og dreies rundt inntil brudd oppstår. Grunnens fasthet bestemmes først i uforstyrret, og etter brudd i omrørt tilstand. Resultatene kan i sterk grad påvirkes av sand, grus og stein ved vingekorset. Det skal også bemerkes at resultatene av andre grunner i mange tilfelle må korrigeres før fasthetsverdiene brukes i stabilitetsberegninger.

Prøvetaking kan utføres med forskjellig utstyr. Ønskes "uforstyrrede" prøver brukes en ϕ 54 mm sylinderprøvetaker som er forsynt med et tette sluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindere er skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindere med prøve blir trukket opp igjen, forseglet i begge ender, og bragt til laboratoriet. Ønskes bare såkalte "representative" prøver, brukes enklere utstyr som skovelbor og kannebor. Felles for disse er at massen skaves inn i en beholder som deretter tas opp. Tilsvarende prøver kan også tas ved å skru en stålskrue ned i grunnen og trekke den opp igjen.

Poretrykkemåling går ut på å måle trykket i de vannfylte porene i jordarten. Dette gjøres ved å føre ned til ønsket dybde et såkalt piezometer som består av et stålrør med et porøst filter i enden. Vann fra jordarten vil kunne trenge inn gjennom filteret mens jordpartiklene blir holdt tilbake. På innsiden av filteret kan man så enten ha en elektrisk trykkmåler som registrerer det vanntrykket som bygges opp og som balanserer med poretrykket utenfor, eller filteret er forbundet med en tynn slange inne i stålrøret. Stigehøyden av vannet i slangen er da porevannstrykket i filterets nivå. Ved fremstilling av resultatene angis som regel det nivå (m.o.h.) som vannet stiger til (poretrykknivået).

BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Dernest blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^x) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^x γ (t/m³) av naturlig fuktig prøve.

Vanninnhold w (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

Flytegrensen w_L (%) og utrullingsgrensen w_p (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen I_p er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrensene er viktige ved bedømmelse av jordartens egenskaper. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter plastisitet:

Lite plastisk leire	I_p	< 10
Middels plastisk leire	I_p	= 10-20
Meget plastisk leire	I_p	> 20

Skjærfastheten s (t/m^2) bestemmes ved enaksede trykkforsøk. Normalt blir det skåret ut et prøvestykke med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm på midten av sylinderprøven. Unntaksvis blir fullt tverrsnitt (ϕ 54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre blir uforstyrret skjærfasthet s og omrørt skjærfasthet s' bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell. Både trykkforsøk og konusforsøk gir udrenert skjærfasthet.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter udrenert skjærfasthet:

Meget bløt leire	$s < 1,25 t/m^2$	\approx	12,5 kN/m ²
Bløt leire	$s = 1,25 - 2,5 t/m^2$	\approx	12,5 - 25 """"
Middels fast leire	$s = 2,5 - 5,0 t/m^2$	\approx	25 - 50 """"
Fast leire	$s = 5,0 - 10,0 t/m^2$	\approx	50 - 100 """"
Meget fast leire	$s > 10 t/m^2$	\approx	100 """"

Sensitiviteten $s'_t = \frac{s}{s}$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter sensitivitet:

Lite sensitiv leire	$S_t < 8$
Middels sensitiv leire	$S_t = 8 - 30$
Meget sensitiv leire	$S_t > 30$

Følgende spesielle forsøk blir utført etter nærmere vurdering i hvert tilfelle:

Ødometerforsøk s'_t utføres for å finne en jordarts sammentrykkbarhet. Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av jordarten med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt. Prøven er innesluttet i en sylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentrykking ϵ som funksjon av belastningen. Setningsutviklingen tegnes opp i tidsdiagram. Dette gir grunnlag for beregning både av setningenes størrelse og tidsforløp. Tidsforløpet er imidlertid særlig usikkert på grunn av mange ukjente faktorer som spiller inn.

Kornfordelingsanalyser av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved hjelp av hydrometer bestemmes synkehastigheten av de forskjellige kornfraksjoner og på grunnlag av Stoke's lov kan kornstørrelsen tilnærmet beregnes.

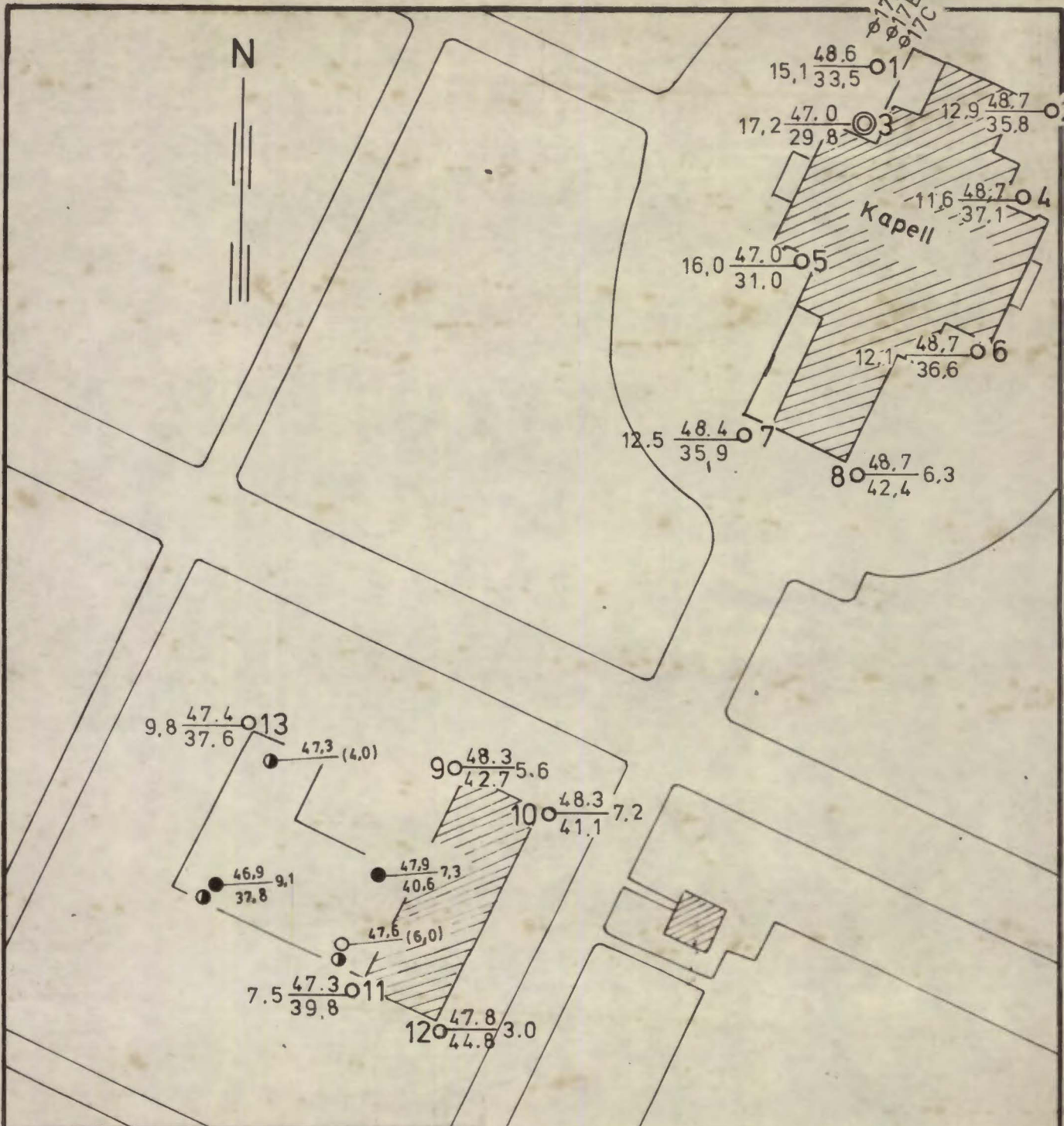
Fortorvningsgraden i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H10, planterester ikke synlig.

Organisk innhold (humusinnhold) bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

Proctorforsøk brukes til å undersøke pakkingssegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert Proctor. Den siste innebærer størst pakkingsarbeid. Forsøkene utføres med varierende vanninnhold, og det vanninnhold som gir høyest tørr romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.

N



Tegnforklaring:

- Terrengekote
- Ant.fjellkote
- ~ Ikke boret til fjell
- ▲ Fjell i dagen
- Enkel sondering
- Dreiesondering
- + Vingeboring
- ⊙ Prøvetaking
- ⊙ Prøvetaking med skovlbor o.l.
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◇ Dreie-trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling 17A, 17B, 17C

Utført

tidligere boringer unummerert
nye boringer nummerert

Utgangspunkt for nivellement:

Kartgrunnlag:

VESTRE GRAVLUND

Kapell og Driftsbygning

Situasjons- og borplan

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk konsulent

Målestokk

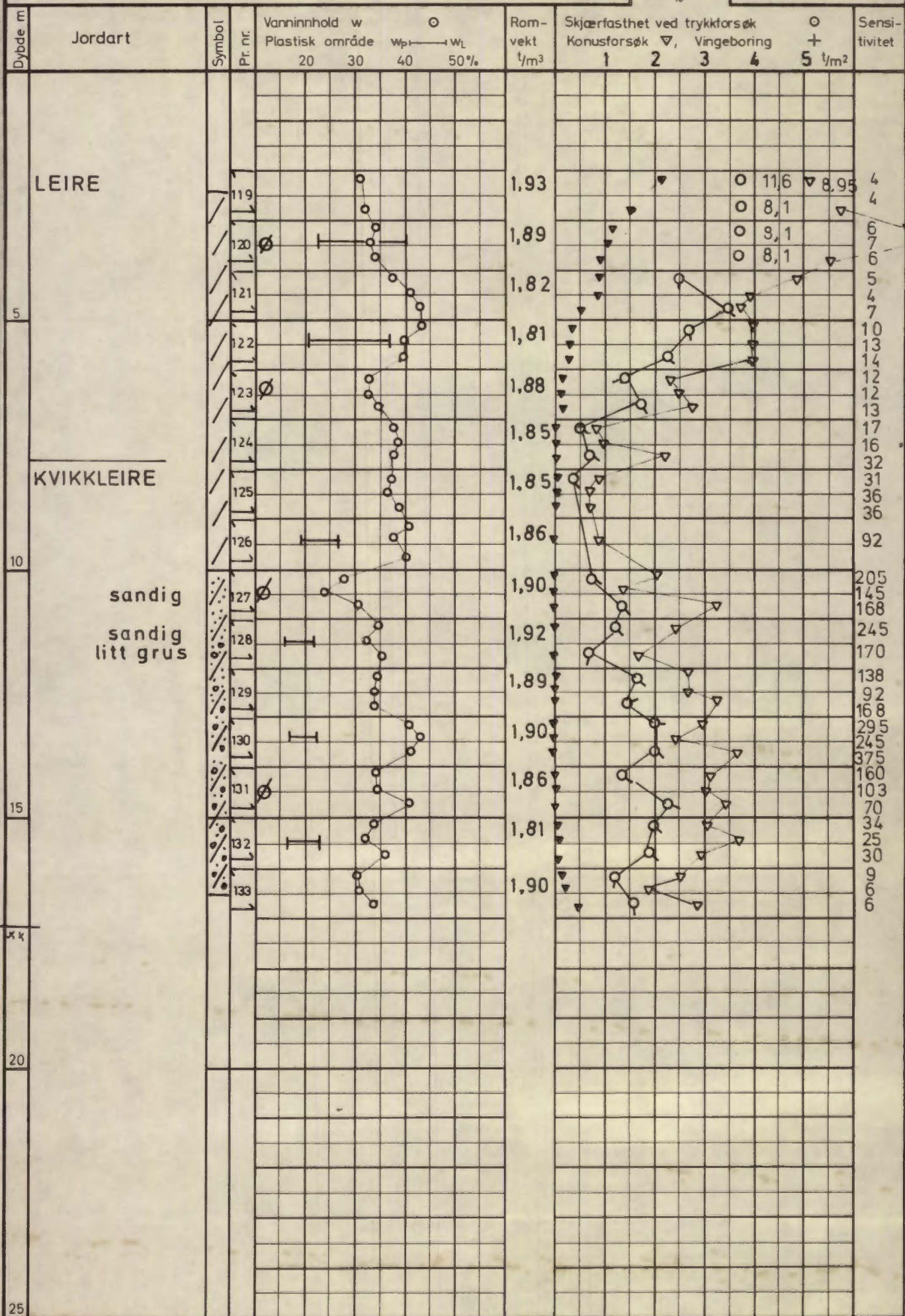
1: 500

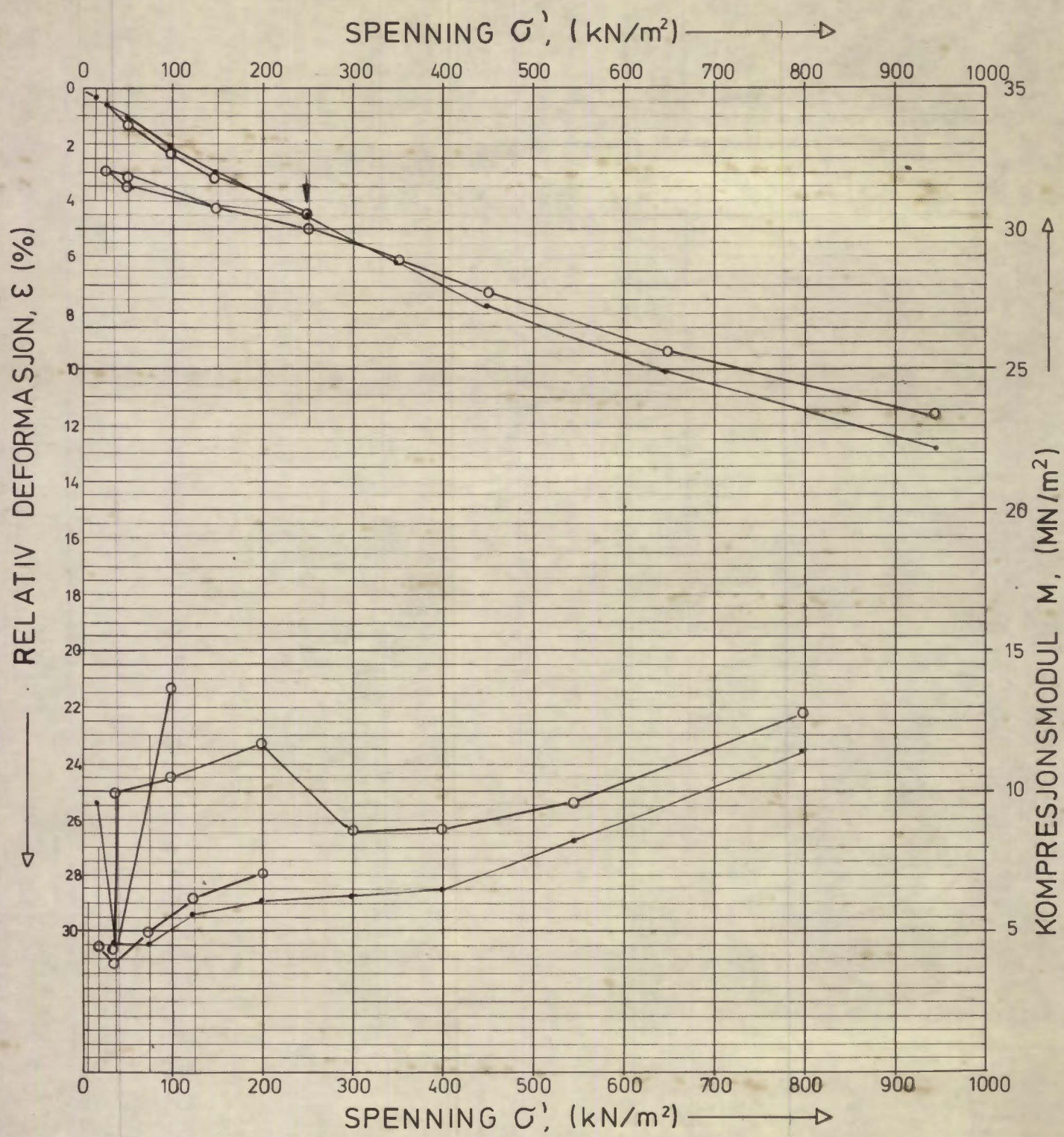
R-1065 22

Bilag 130

Dato 10.11.82

Kart ref. NV, B-4





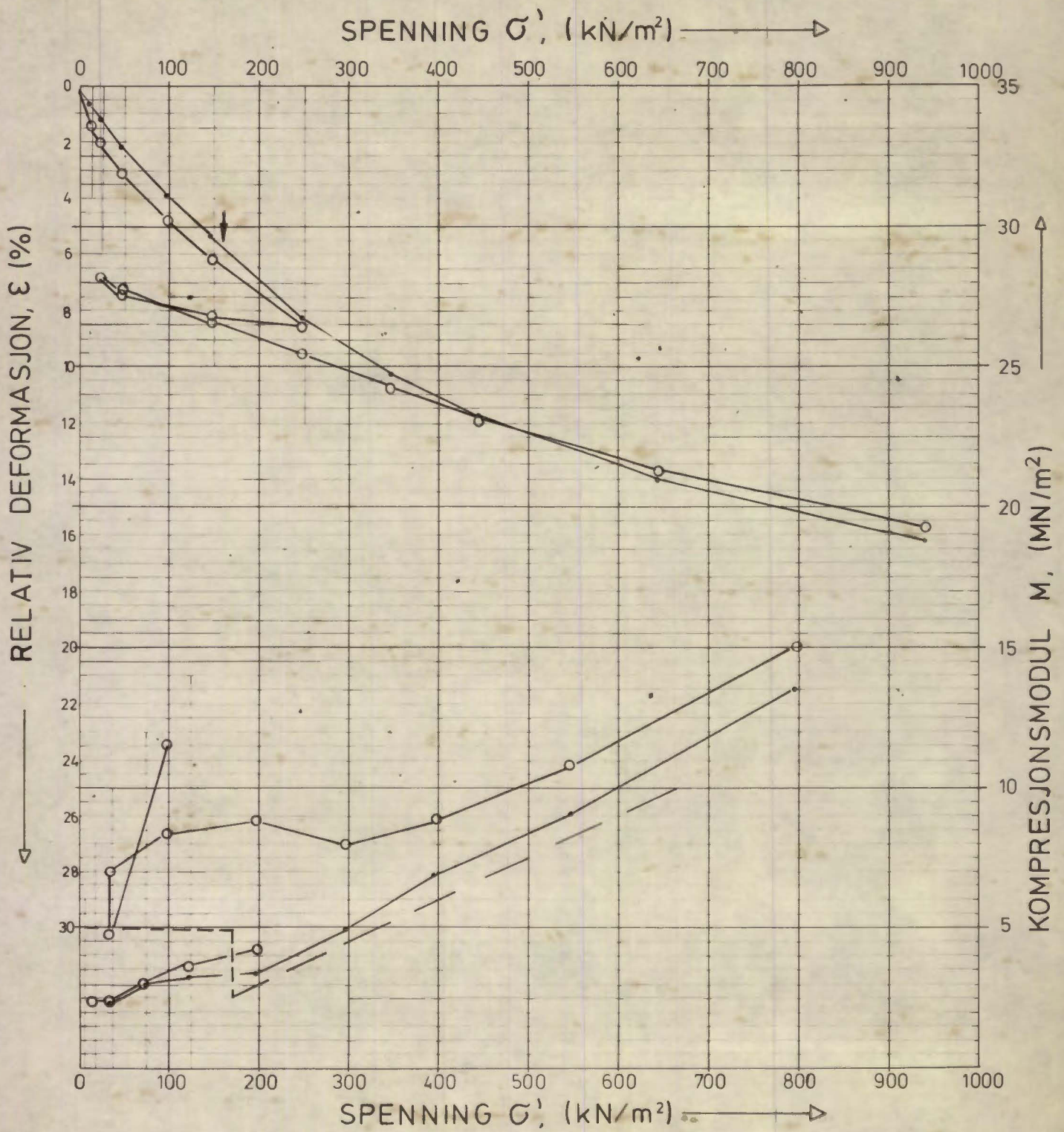
HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	p_0 (kN/m^2)	p_c (kN/m^2)	OCR	JORDART	ANM.
3	1065 - 120	3,4 - 3,5	55	250-350	4,5-6,4	LEIRE	
3	— " —	— " —					

Ödometerforsök
ved KAPELLET

R 1065
Bilag 132

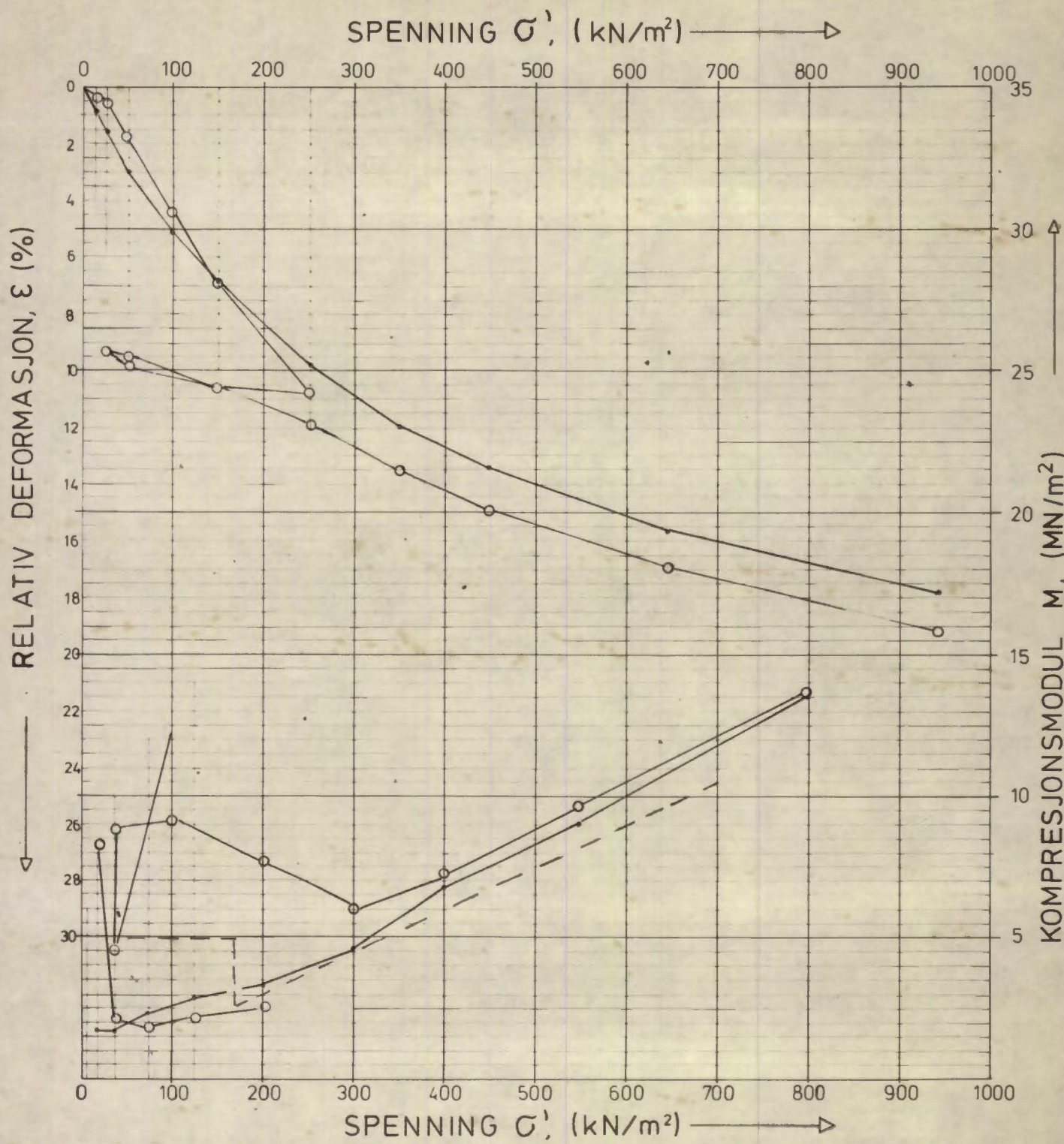
OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Dato aug 82



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE m	p_0 (kN/m^2)	p_c (kN/m^2)	OCR	JORDART	ANM.
3	1065 - 123	6,25 - 6,35	80	170	2.1	LEIRE	
3	— " —	— " —					

$\sigma' \leq p_c$ $M = 5 \text{ MN/m}^2$ $\sigma' > p_c$ $M = m \sigma'$ hvor $m = 15$ $c_v = 4 \text{ m}^2/\text{år}$	Ödometerforsök ved KAPELLET	R 1065 Bilag 133
	OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Datoaug 82



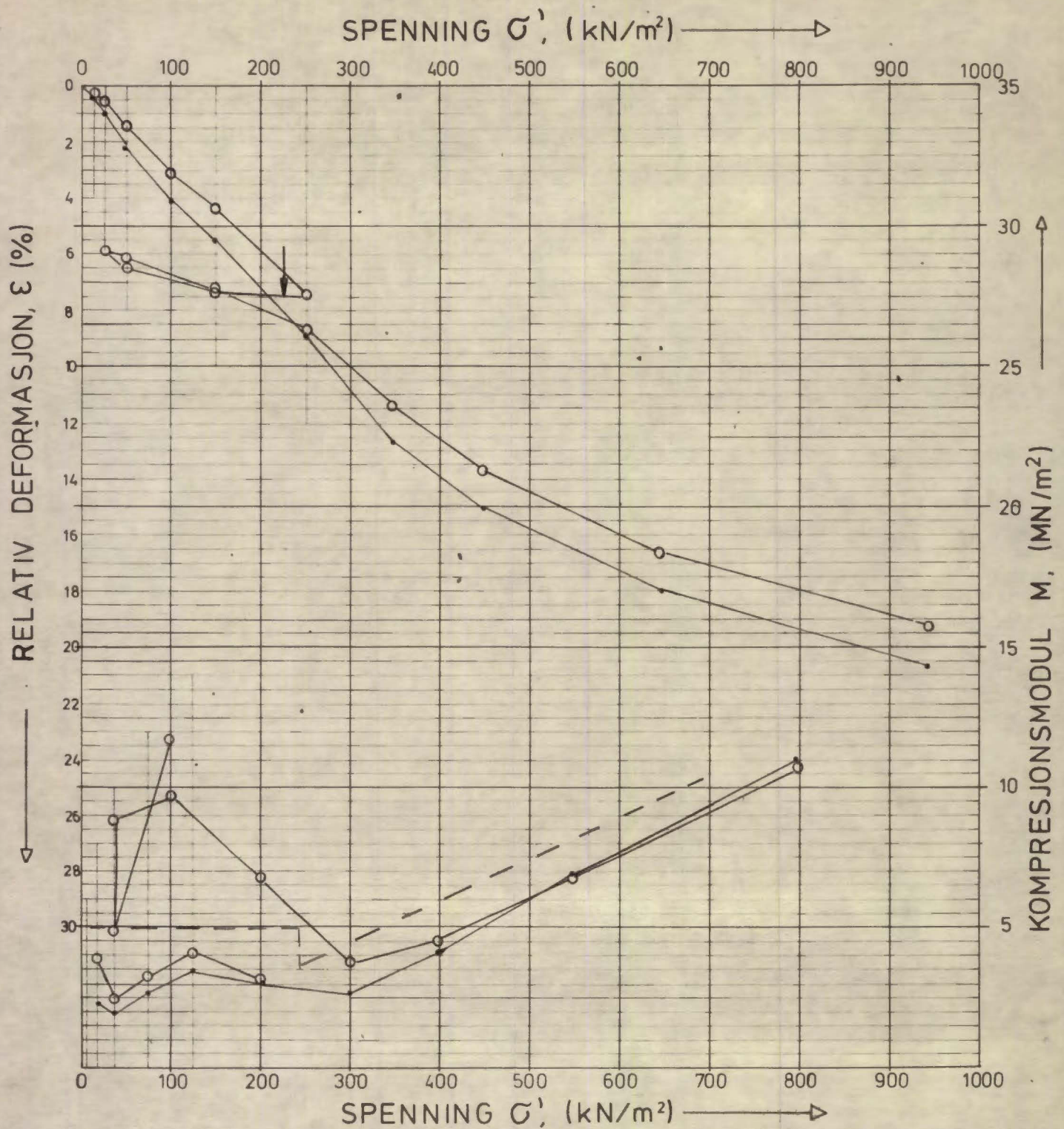
HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE m	p_0 (kN/m ²)	p_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
3	1065 - 127	10,4-10,5	115	170	1,5	KVIKKLEIRE	
3	— " —	— " —					

$\sigma' \leq p_c'$ $M = 5 \text{ MN/m}^2$
 $\sigma' > p_c'$ $M = m \sigma'$ hvor
 $m = 15$
 $c_v = 4 \text{ m}^2/\text{\AA}r$

Ödometerforsök
ved KAPELLET

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

R 1065
Bilag 134
Dato aug 82



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	p_0 (kN/m^2)	p_c (kN/m^2)	OCR	JORDART	ANM.
3	1065 - 131	14,45-14,55	180	230-250	1,3	KVIKKLEIRE	
3	— " —	— " —					

$\sigma' \leq p_c$ $M = 5 \text{ MN/m}^2$
 $\sigma' > p_c$ $M = m\sigma'$ hvor
 $m = 15$
 $c_v = 4 \text{ m}^2/\text{år}$

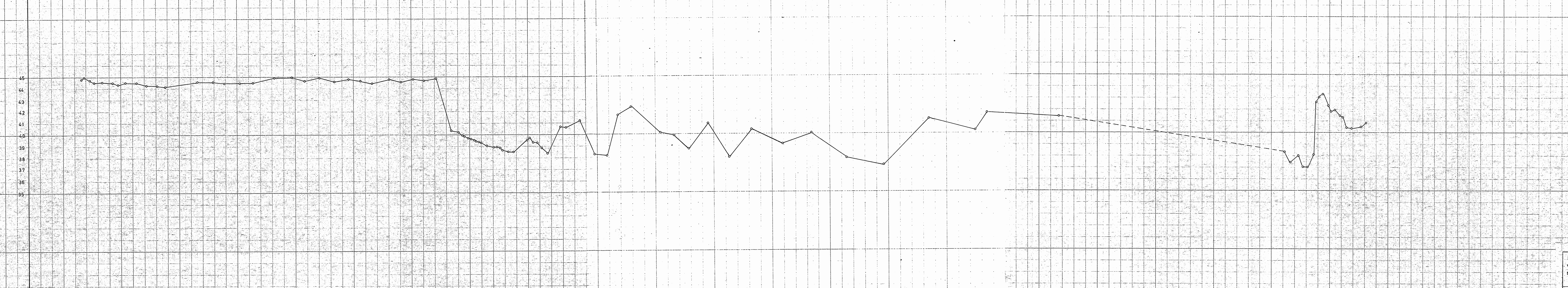
Ödometerforsök
ved KAPELLET

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

R 1065
Bilag 135

Datoaug 82

KOTE 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983

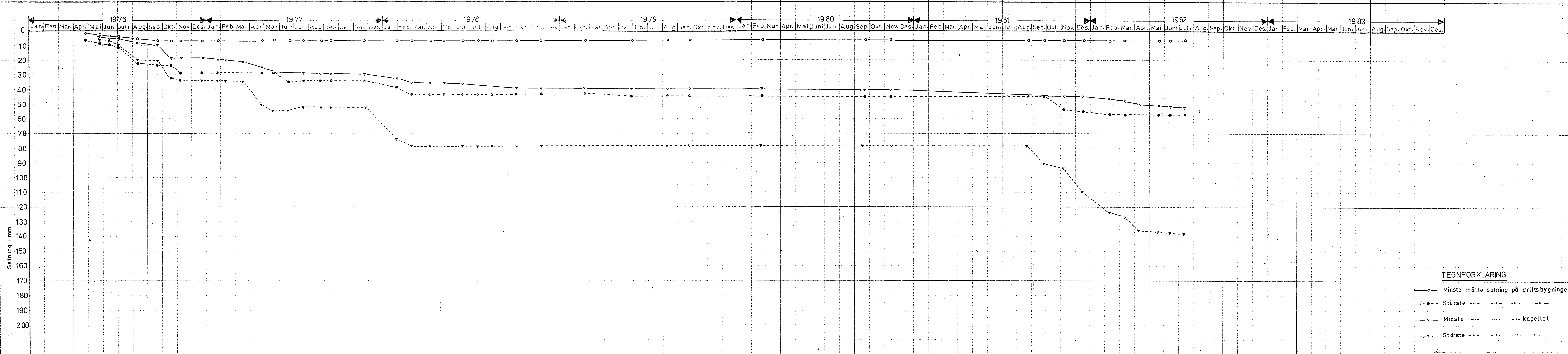


PORETRYKSMÅLINGER
ved Kapellet
nær borhull nr.1

OSLO KOMMUNE
Geoteknik-kontor

Målestokk
R. 1065
Bilag 136

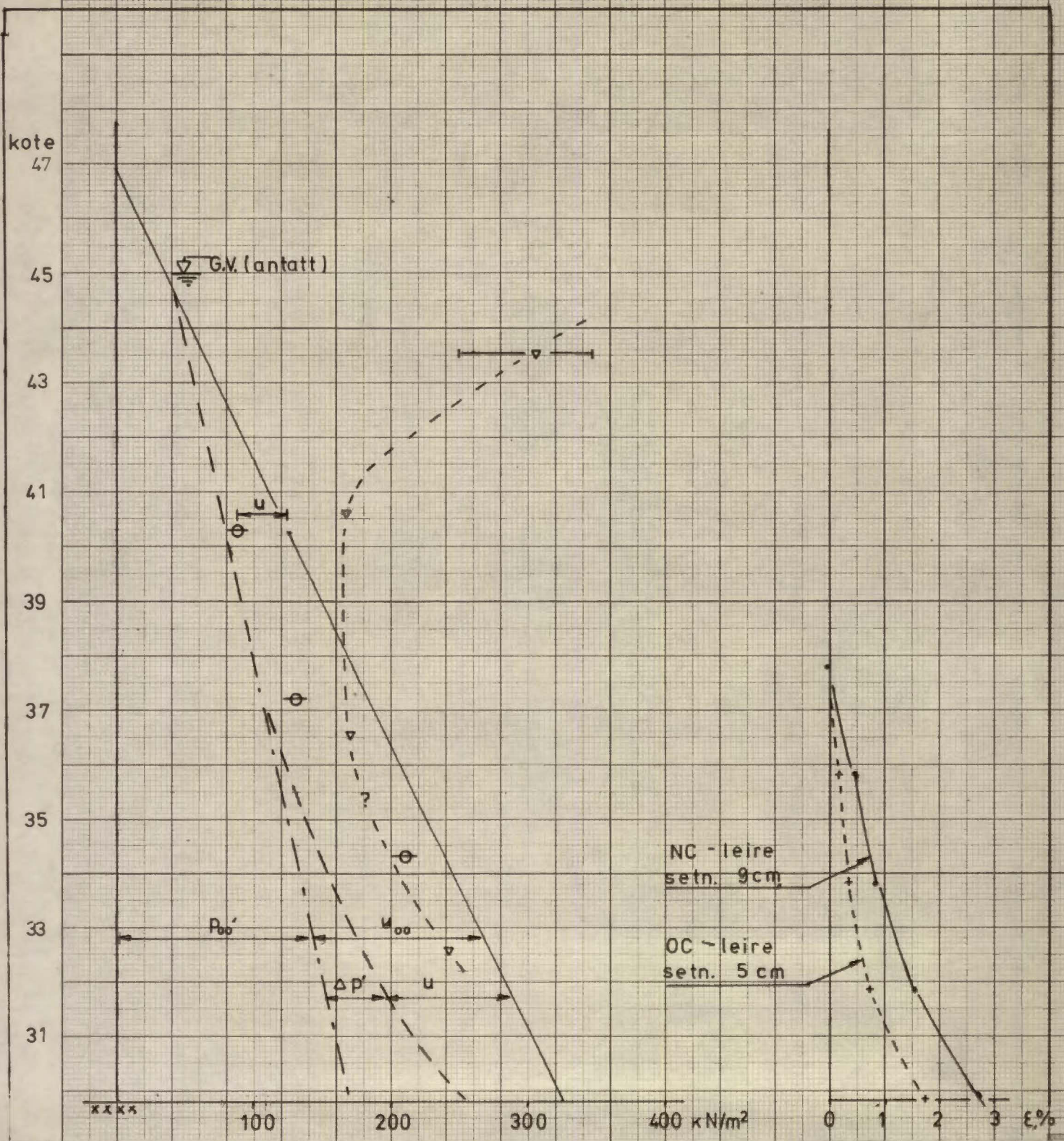
Dato aug 82



TEGNFORKLARING

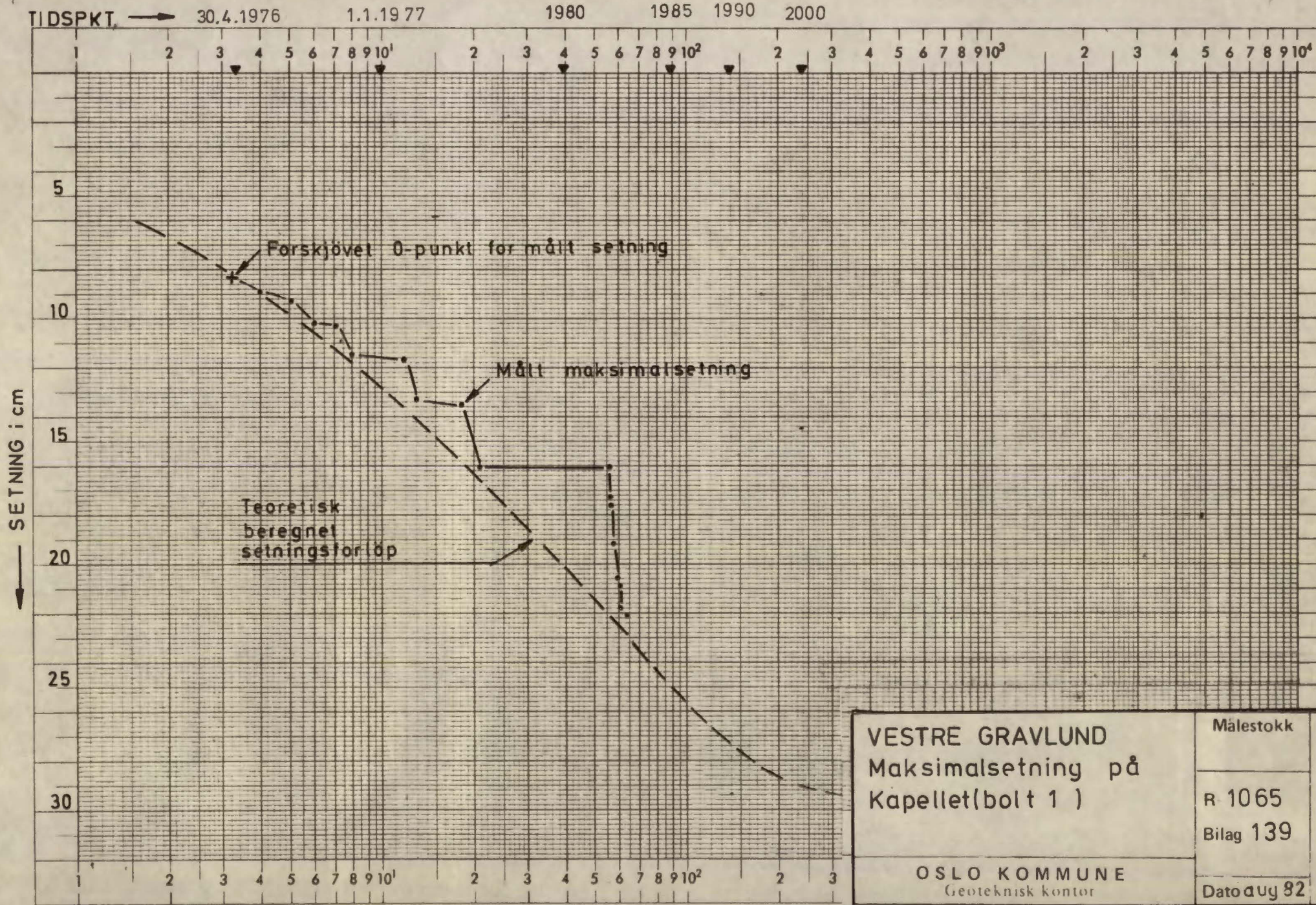
- Minste målte setning på driftsbygningen
- Største målte setning på driftsbygningen
- △— Minste målte setning på kapellet
- ▲- Største målte setning på kapellet

SETNINGSMÅLINGER Kapellet og driftsbygningen	Målestokk
	R- 1065 Bilag 137
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato aug 82 Kart ref.



- p_{oo}' : Ant. eff. spenning för drenering
- u_{oo} : Ant. poretrykk — " —
- $\Delta p'$: Ant. spenningsendr. p.g.a. drenasje
- ∇ : Forkonsolideringsspenning p_c' i flg. ödometerforsök
- \ominus : Resultat poretryckmåler i hull 1.

VESTRE GRAVLUND In-situ spenninger Målt og beregnet poretrykk Beregnet setning	Målestokk	Kart ref.
	R- 1065	
	Bilag 138	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato sep 82	



VESTRE GRAVLUND
 Maksimalsetning på
 Kapellet (bolt 1)

Målestokk
 R 1065
 Bilag 139
 Dato dug 92

OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

Kart ref.