

Overført 20.06.73 CR

Tilhører Undergrunnskartverket
Må ikke fjernes



SO: F13



OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



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

RAPPORT OVER:

LJABRUDIAGONALEN

fra Østfoldbanen til N. Prinsdalsvei

R-1667-1

3. juli 1980.

1. del.: Orienterende undersøkelse.

Innholdsfortegnelse:

SAMMENDRAG	s 2
INNLEDNING	s 3
MARKARBEID	s 3
LABORATORIEUNDERSØKELSER	s 3
GRUNNFORHOLD	s 4
SETNING- OG STABILITETSFORHOLD	s 5

Bilag 0:	Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
" 1:	Situasjons- og borplan
" 2:	Lengdeprofil
" 3:	Borprofil
" 4-5:	Ødometerforsøk
" 6:	Spenninger før og etter belastning.

SAMMENDRAG:

Undersøkelsen gjelder Ljabrudiagonalens forlengelse fram til Nedre Prinsdalsvei. Linjeføringen er ennå ikke fastlagt, men det er antydnet en maksimal fyllingshøyde på ca. 4 meter ved dremskanal/bekk ved ca. pel 1580.

Det vanskeligste partiet, geoteknisk sett, finnes fra ca. pel 1570 og fram mot Nedre Prinsdalsvei. Her finnes bløt leire i 15-20 meters mektighet over fjell samtidig som betydelig oppfylling er planlagt.


Undersøkelser og beregninger så langt indikerer at oppfylling til 4 meters høyde ikke forsvarlig kan foretas uten spesielle tiltak såsom motfyllinger, trinnvis oppfylling eller delvis bruk av lette fyllmasser.

Forutsatt at en 4 meters fylling vil være stabil, vil denne beregningsmessig påføre undergrunnen 20-30 cm setninger. Setningene vil øke gradvis mot det vanskeligste partiet og burde derfor kunne aksepteres.

Vi vil understreke at mer omfattende og nøyaktige undersøkelser på det vanskeligste partiet er ønskelig for bedre kartlegging av skjærstyrke og kompressibilitet. Mer nøyaktige undersøkelser kan bl.a. tenkes å medføre at en høyere dimensjonerende skjærstyrke kan benyttes i stabilitetsberegninger slik at spesielle tiltak kanskje ikke vil vise seg påkrevd ved en fyllingshøyde på 4 meter.

Geoteknisk kontor


O. Tokheim


/A. Robsrud

INNLEDNING:

I henhold til rekvisisjon nr. 20946 av 13. mars 1980 fra Veivesenet har Geoteknisk kontor utført en geoteknisk undersøkelse i forbindelse med Ljabrudiagonalen's forlengelse fra Østfoldbanen til Nedre Prinsdalsvei.

Hensikten med undersøkelsen er å skaffe beregningsgrunnlag for å vurdere om den planlagte veien kan bygges uten spesielle tiltak.

Situasjonsplanen (bilag 1) viser ikke den siste planløsningen da denne er forandret flere ganger etter at markarbeidet var utført. Forandringene medfører blant annet at ved pel 1550 fortsetter Ljabrudiagonalen i rett linje ned på Nedre Prinsdalsvei og den kryssende veien under Ljabrudiagonalen ved pel 1550 utgår. Disse forandringene medfører at det opprinnelige veinivået senkes 3-4 m. Dette betyr at den opprinnelige fyllingen på 7-8 m reduseres til ca. 4,0 m.

I følge Veivesenet er ikke veitrasé og veinivå endelig bestemt. Denne rapporten må derfor betraktes som en orienterende undersøkelse.

MARKARBEIDET:

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 21. mars-30. april 1980. Undersøkelsen omfatter 17 enkle sonderinger, 19 dreiesonderinger og en uforstyrret \varnothing 54 mm prøveserie. Mye snø vanskeliggjorde arbeidet den første tiden.

Senterlinjen langs Ljabrudiagonalen ifølge bilag 1 ble satt ut av Veivesenet. Borpunktene ble satt ut fra senterlinjen. Punktene er nivellert med utgangspunkt fra PP 6018 (h=66,469).

Bormetodene er nærmere beskrevet i bilag 0.

LABORATORIEUNDERSØKELSER:

De uforstyrrede prøvene er åpnet og klassifisert på laboratoriet. Videre ble vanninnhold, konsistensgrenser, romvekt og udrenert skjærstyrke bestemt ved konusmetoden og ved enaksialt trykkforsøk. Udrenert skjærstyrke for omrørt materiale ble også bestemt ved konus.

Resultatene er vist på borprofilet, bilag 3.

Videre ble det utført ødometerforsøk på 3 av prøvene fra hull 12. Resultatene av disse er vist på bilag 4 og 5.

Forøvrig er laboratorieundersøkelsene nærmere beskrevet på bilag 0.

Tolking av ødometerforsøk

Ødometerforsøkene fra dybdeintervallet 6,4 til 8,5 meter indikerer alle at leiren er forkonsolidert, og at differensen mellom effektiv forkonsolideringsspenning (P_c') og nåværende effektivspenning (p_0)

er ca. 70 kN/m^2 ($7,0 \text{ t/m}^2$). Dybdeintervallet for forsøkene er imidlertid så begrenset at en ikke uten videre kan konstatere tilsvarende forkonsolidering på større dyp. Ved de foreløpige setningsberegninger forutsettes imidlertid en konstant differens $P_d - p_0 \approx 70 \text{ kN/m}^2$ slik som vist på bilag 6.

De målte deformasjonsmoduli (M) for spenninger lavere enn forkonsolideringsspenningen (p_c) antas for lave, hovedsakelig p.g.a prøveforstyrrelser. I foreløpige setningsberegninger benyttes $M=4 \text{ MN/m}^2$ (400 t/m^2). Over p_c benyttes lineær modul med modultall $m=13$. Idealiserte modulforløp er stiplet på bilagene 4 og 5.

I tørrskorpen antas $M=10 \text{ MN/m}^2$ (1000 t/m^2).

GRUNNFORHOLD:

Fjelldybden varierer en del langs veiprofilet, men de dypeste partiene ligger nord for pel 1570 hvor dybdene til fjell er ca. 20 m. Dreiesonderingsresultatene langs denne delen av veitraséen viser meget liten motstand. Stedvis synker dreibormaskinen av sin egen tyngde (ca. 25 kg) uten dreining av borstålet.

Syd for pel 1570 er dybdene til fjell noe mindre og varierer mellom 3 og 10 m. Der veitraséen krysser Østfoldbanen finnes fjell i dagen. Dreiesonderingsmotstanden langs denne del av veitraséen er noe større, og karakteriseres som liten/middels stor.

Det laveste terrengnivået langs veitraséen er der denne krysser en dreiskanale (bekk), ved ca. pel 1580. Her vil en finne den største høydeforskjellen mellom eksisterende terreng og antatt veinivå på den nye veien. Denne er oppgitt av Veivesenet til ca. 4 m. For vurdering av denne fyllingen på dette bløte partiet, ble det tatt opp en uforstyrret prøveserie.

Den uforstyrrede prøveserien som er tatt opp på dette stedet, viser at løsmassene øverst består av et par meter lite utviklet sandig tørrskorpe over en bløt siltig leire. Fra 3 m dybde er leiren kvikk, tildels meget bløt og har en skjærstyrke på igjennomsnitt 15 kN/m^2 ($1,5 \text{ t/m}^2$). Den høyeste sensitiviteten ble utregnet til 180 og vanninnholdet varierer i området 40-50 %.

I 13 og 14 m dybde mistet bormannskapet prøvene. Fra 15 meters dybde er den målte skjærstyrken meget liten. Prøvene må antas å være forstyrret. Vanninnholdet er forøvrig målt til ca. 40 %. Prøveserien ble avsluttet ved 19,6 m dybde mot et sand eller morenelag.

Det relativt høye vanninnholdet gjør at denne leiren er meget kompressibel og vil få tildels store setninger ved belastning. Videre vil den lave skjærstyrken og den høye sensitiviteten øke faren for brudd ved forholdsvis små belastninger.

SETNING- OG STABILITETSFORHOLD:

Stabilitet av vanlige mineralske masser

En fylling på ca. 4 meters høyde vil påføre grunnen en tilleggsbelastning på ca. 80 kN/m^2 (8 t/m^2). Med en udrenert skjærstyrke på ca. 15 kN/m^2 ($1,5 \text{ t/m}^2$) og en sikkerhetsfaktor $F=1,5$ kan ikke grunnen uten spesielle tiltak på kort sikt kunne påføres større belastning enn ca. 60 kN/m^2 eller ca. 3 meters fyllingshøyde.

På foreliggende grunnlag må spesielle tiltak iverksettes for å nå opp i en fyllingshøyde på 4 meter.

Dette kan f.eks. være utlegging av kontrafyllinger der fyllingshøyden overskrider 3 meter. I praksis kan dette bli vanskelig da disse vil komme inn på privat grunn.

Trinnvis oppfylling, d.v.s. at det i første omgang bare fylles opp til ca. 3 meter vil trolig også kunne gi tilfredsstillende resultat. Vi vil i så fall måtte se nærmere på hvor lang tid den reduserte fyllingen må ligge før det kan fylles til full høyde. Delvis bruk av lette fyllmasser, f.eks. Siporex/Ytong vil kunne redusere terrengbelastningen til 60 kN/m^2 og dermed gi tilfredsstillende stabilitet. Dette vil imidlertid bli relativt kostbart.

Vi vil understreke at den foreliggende undersøkelsen gir et spinkelt grunnlag for vurdering av løsmassenes skjærstyrke på det vanskeligste partiet. Det ble imidlertid ansett for lite hensiktsmessig å foreta en mer omfattende undersøkelse på det nåværende tidspunkt da veiens linjeføring enda ikke er bestemt. Med mer omfattende og nøyaktige undersøkelser, herunder treaksialforsøk, vil vi ikke se bort fra at den beregningsmessige skjærstyrken kan økes noe, slik at fyllingen kan utlegges til 4 meters høyde uten spesielle tiltak. Den påviste forkonsolidering kan tyde på dette. Supplerende undersøkelser bør derfor inngå i detaljplanlegging av veien. Ved videre bearbeiding av linjeføring bør en søke å redusere fyllingshøyden til under 4 meter. Dette også av setningshensyn.

Setninger:

Med kompressibilitet av leirmassene som angitt under "Laboratorieundersøkelser" vil en belastning på grunnen medføre 20-30 cm setninger av et 15-20 meter tykt leirlag forutsatt at denne belastningen ikke medfører stabilitetsproblemer.

Evt. redusert belastning, f.eks. ved delvis bruk av lette masser vil beregningsmessig redusere setningene i samme forhold.

Vi antar at setninger av denne størrelse kan aksepteres, sett på bakgrunn av at fyllingshøyde og grunnforhold/fjellldybde forandres gradvis slik at setningene øker gradvis mot det vanskeligste partiet ved bekken (pel 1580 - 1600). Noe setninger vil også påløpe allerede i byggeperioden, slik at setningene på selve veibanen skulle bli mindre enn angitt ovenfor.

fra 4m fylling

Vi vil imidlertid også her påpeke behovet for supplerende undersøkelser for bedre kartlegging av komprssibiliteten av det bløte leirlaget.

Bekken (drenskanalen) som veitraséen krysser der fyllingen er høyest må legges i rør (lukkes). På grunn av de forventede setningene bør diameteren på rørene velges med tanke på fremtidige setninger, men det bør vurderes nærmere når fyllingshøyden er endelig bestemt og eventuelle supplerende undersøkelser er foretatt.

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

Enkel sondering betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slag-sondering 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 vingekorset 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 kanebor. 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.

Poretrykksmåling 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 (poretrykksnivået).

BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Romvekt ^x_v (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 midter 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.

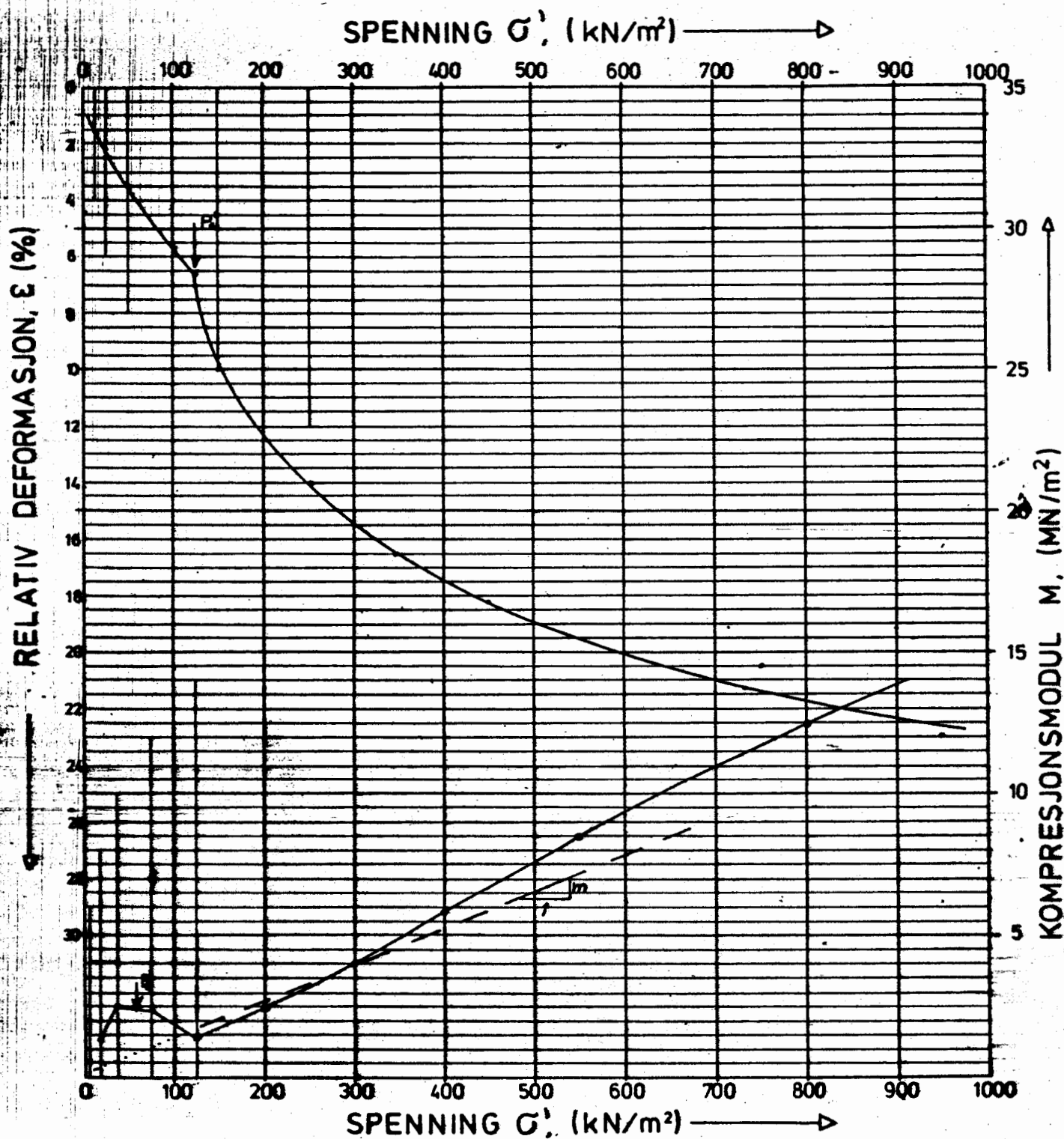
Kornfordelingsanalyser av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørr tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved 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 pakkningsegenskapene 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.



HULL NR:	LAB. NR:	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM
26	1667-8/80	6.4 m	57	125		KYIKKLEIRE $m=13$	

M tørrskorpe: 10 MN/m^2 (1000 t/m^2)

M oc-leire: 4 MN/m^2 (400 t/m^2)

— Idealiseret modul kurver

LJABRUDIAGONALEN
Fra Østfoldbanen til
N. Prinsdalsvei
Ødometerforsök

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

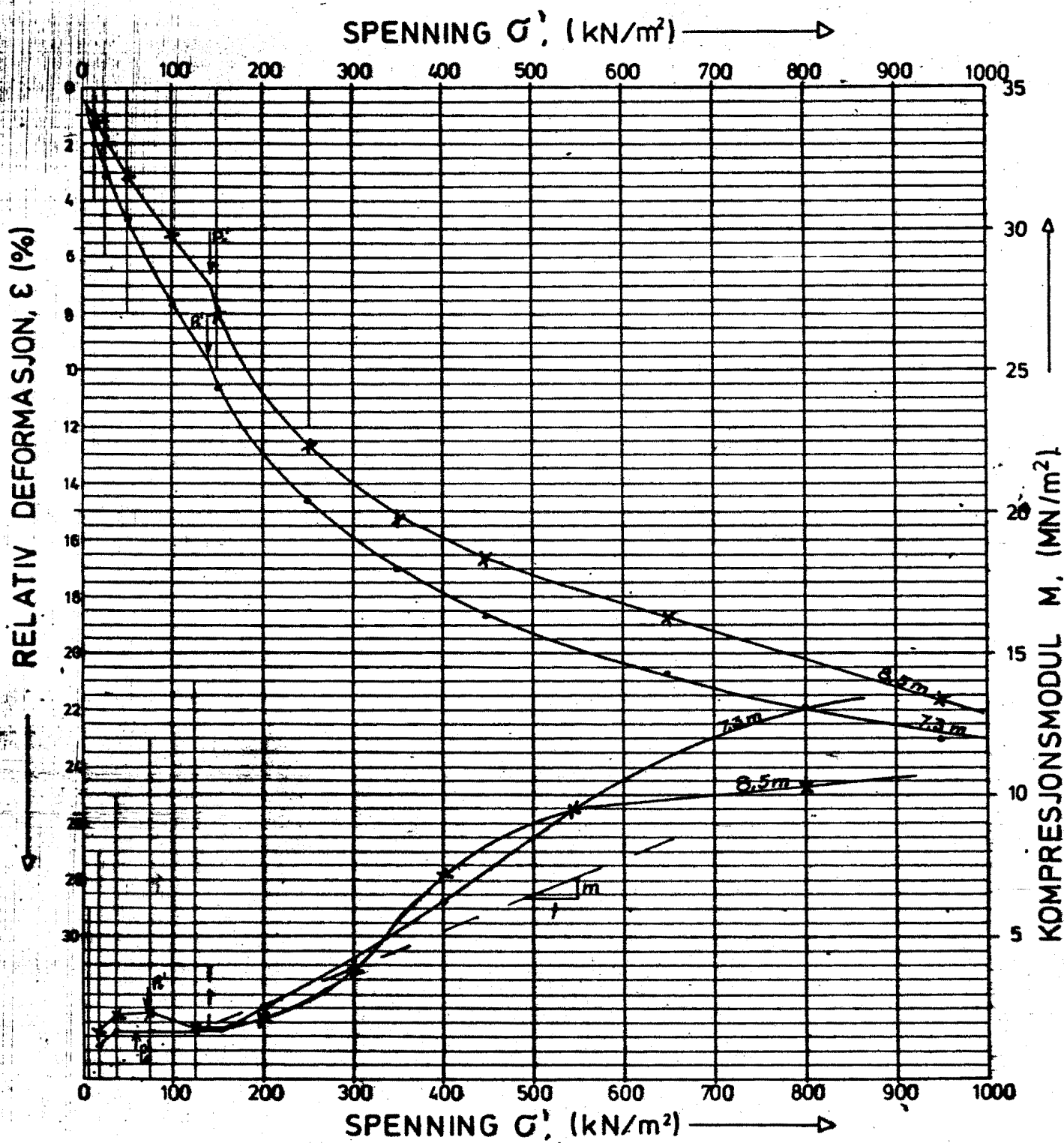
Målestokk

R1667

Bilag 4

Dato Juni 80

Kart ref.



HULL NR:	LAB NR:	DYBDE	P_0 (kN/m ²)	P_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM
21	1667-9/80	7.3 m	64	140		KVIKKLEIRE	$m=13$
21	1667-10/80	8.5 m	74	145		— " —	$m=13$ x

M tørrskorpe: 10 MN/m^2 (1000 t/m^2)

M oc-leire: 4 MN/m^2 (400 t/m^2)

— — —: idealiserte modulkurver

LJABRUDIAGONALEN
Fra Østfoldbanen til
N. Prinsdalsvei
Ødometerforsøk

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk

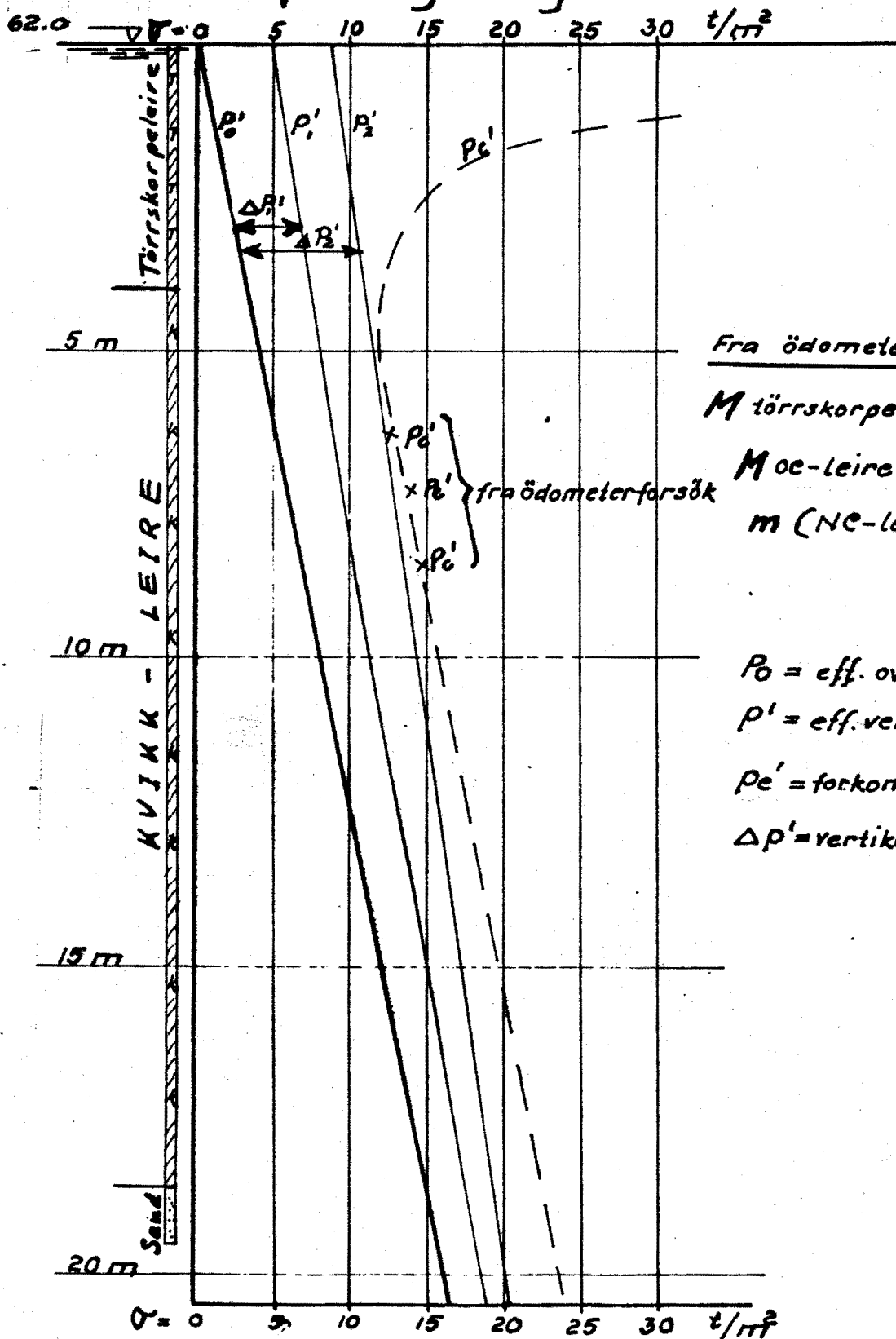
R 1667

Bilag 15

Dato Jun 80

Kart ref.

Spenningsdiagram



Fra ødometerforsøk:

$$M \text{ tørrskorpe} = 1000 \text{ t/m}^2$$

$$M_{oc-leire} = 400 \text{ t/m}^2$$

$$m \text{ (NC-leire)} = 13$$

P_0 = eff. overlagringstrykk

P' = eff. vertikaltrykk

P_e' = forkonsolideringstrykk

$\Delta P'$ = vertikalt tilleggstrykk

Fylling ≈ 18 m bred

$$\Delta P' = \Delta P_0' \frac{B}{z+B}$$

P_1' = 3m Siporex / ytoug, 1m stein ($8.0 \frac{t}{m^2}$)

P_2' = Ren steinfylling ($8.0 \frac{t}{m^2}$)

LJABRUDIAGONALEN

Østfoldb.-N. Prinsdalsvei

Spenninger før og etter belastn

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk
hor 1:400
vert 1:100

R-1667

Bilag 6

Dato Juni 1960

Kart ref.