

SO: F 12 . G 12

overført apr. 94 GC

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR

overført arbeidsdok. t



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

RAPPORT OVER:

LJABRUVN. / LJANSELVA

R-1841

14. des. 1982

- Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
" 1: Borprofil (hull 2)
" 2: Vinge boring (hull 4)
" 3: Borprofil (hull 4)
" 4: Ødometerforsøk (4,3)m
" 5: " (7,3)m
" 6: " (10,3)m
" 7: Spenningsdiagram (hull 4)
" 8: Lengdeprofil
" 9: Situasjons- og borplan

INNLEDNING

I henhold til rekvisjon nr 61285 av 10. sept. 1982 fra Oslo veivesen har Geoteknisk kontor utført geotekniske undersøkelser i Ljabruvn. ved Ljanselva. Undersøkelsen er utført i forbindelse med bygging av en ny bro, ca. 50 m vest for eksisterende bro over Ljanselva, samt utvidelse av Ljabruvn., hvilket medfører opptil ca. 4,0 m oppfylling.

Hensikten med undersøkelsen har vært å bestemme dybdene til fjell og finne parametere som kan benyttes i nødvendige beregninger i forbindelse med den planlagte oppfyllingen.

Det er tidligere utført undersøkelser i området, og disse er tatt med i den grad de er av interesse for dette oppdraget.

MARKARBEID

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 21-28 juni 1982. Undersøkelsen omfatter 8 dreietrykksonderinger til fjell, 2 uforstyrrede prøveserier og 1 vingeboring.

Dreietrykksonderingene ble utført med vår borerigg AB2, og består i å trykke en standardisert borspiss ned i grunnen med konstant hastighet på 3 m pr. min. og samtidig dreie 25 omdreininger pr. min. Nedpressingskraften som registreres automatisk på en skriver, indikerer hvor faste masser det bores i. Forøvrig er bormetodene nærmere beskrevet i bilag 0.

Borpunktene er ikke koordinatbestemt, men innmålt fra hus og grensemerker som er inntegnet på situasjonsplanen. Punktene er nivellert med utgangspunkt i FM 975 som har kotehøyde $h=63.899$.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

De uforstyrrede prøveseriene fra hull 2 og 4 ble åpnet og visuelt klassifisert i vårt laboratorium. Dermed ble vanninnhold og romvekt målt. Plastisk område og udrenert skjærstyrke ble bestemt. Udrenert skjærstyrke ble bestemt ved konusforsøk, hvoretter sensitiviteten er angitt. Resultatene av disse undersøkelsene er angitt på bilagene 1 og 3 henholdsvis hull 2 og 4.

Forøvrig er en generell beskrivelse av laboratorieundersøkelsene angitt på bilag 0.

På prøvene fra hull 4 ble det utført tilsammen fem ødometerforsøk fra 3 forskjellige nivåer. To av forsøkene ble utført med pålasting til 250 kN/ m², avlasting og rebelastning til 950 kN/ m². Resultatene fra ødometerforsøkene er vist på bilagene 4, 5 og 6.

Tolking av ødometerforsøkene

Borprofilet fra hull 4 (bilag 3) viser at de øverste fire metrene består av fast tørrskorpeleire hvor fastheten avtar gradvis i dybden. Ødometerforsøkene ble utført på prøver under tørrskorpelaget, fra 4,3, 7,3 og 10,3 m dybde. De to nederste prøvene består av meget sensitiv kvikkleire. Disse prøvene er meget ømfindtlige overfor forstyrrelser, noe som kan endre leirens egenskaper betraktelig. Tolkingen av forsøksresultatene anses imidlertid ganske pålitelige.

Det antas at leiren er overkonsolidert, men at overkonsolideringsgraden avtar med dybden. Se bilag 7. I den faste leiren mellom 4 og 5 m dybde er overkonsolideringsgraden ca. 4,6 og kompresjonsmodulen $M = 5,5 \text{ MN/ m}^2$ for effektivspenninger p' mindre enn effektivt forkonsolideringstrykk p'_c .

Under 5 m dybde, hvor det finnes kvikkleire, avtar overkonsolideringsgraden til henimot null i ca. 12 meters dybde. Dimensjoneringsparametrene som benyttes ved setningsberegningene, oppgis til $M = 3,5 \text{ MN/ m}^2$ for effektivspenninger p' mindre enn forkonsolideringstrykket p'_c . For større spenninger benyttes $M = m \sigma'$, hvor modultallet $m = 14$. Dette modultallet gjelder også i leiren mellom 4 og 5 m, men i tørrskorpeleiren settes M erfaringsmessig til 10 MN/ m².

Kompresjonsmodulen M er ved effektive spenninger opp til p'_c skjønsmessig anslått noe lavere enn middelveiden av de målte verdier for første gangs belastning og rebelastning, jfr. bilagene 4 og 5.

GRUNNFORHOLD

Hovedtyngden av boringer er konsentrert i profil B på vestsiden av den eksisterende broen. Tidligere boringer viser at på østsiden av Nedre Prinsdalsvei finnes fjell i dagen eller på meget små dybder. Profil B på bilag 8 viser videre at fjelldybden øker mot nord. Ved borhull 3 er det 12 m til fjell og ved hull 4 øker dybden til 22 m.

Prøveserien som ble tatt opp ved borhull 4 som ligger på nordsiden av Ljanselva, viser at de øverste 4 m her består av tørrskorpeleire. Derunder finnes ca. 1 m med middels plastisk, middels sensitiv og middels fast leire med skjærstyrke varierende mellom 30 og 40 kN/ m² avhengig av forsøks-type.

Under 5 m dybde finnes lite plastisk, bløt kvikkleire. Skjærstyrken varierer noe, men settes beregningsmessig til 20 kN/ m² i gjennomsnitt. Denne verdien ligger noe høyt i forhold til verdiene som ble målt mellom 7 og 12m dybde med vingebooring på samme sted, men i den meget sensitive kvikkleiren kan utpressing av "vingen" ha medført små forstyrrelser av kornskjelletet, noe som kan ha resultert i at den målte skjærstyrke er noe for lav. Resultatene fra prøveserien viser gjennomgående større skjærstyrke enn fra vingebooringen som ble utført på samme sted.

Prøveserien som ble tatt ved hull 2 , på sydsiden av Ljanselva viser at løsmassene er noe annerledes enn i hull 4. Mektigheten er her bare 6 m. Også her finnes et lag med kvikkleire, mellom 4 og 5 m dybde. Udrenert skjærstyrke settes også her til 20 kN/ m². I dette hullet er det også påtruffet et metertykt lag med leirig sand fra ca. 1,5 m under terreng.

Dreietrykksonderingsresultatene i profil B indikerer at løsmassene for en stor del består av kvikkleire, noe som kjenntegnes ved at nedpressingskraften er konstant eller avtakende i dybden. Sonderingen indikerer også et lag med fastere masser like over fjell i de fleste borpunktene.

I profil A, på østsiden av den eksisterende broen er det utført bare dreietrykksonderinger og resultatene av disse viser at løsmassene har stort sett de samme egenskaper som på vestsiden av broen.

Grunnvannstanden er ikke målt, men antas å ligge nær terrengnivå.

STABILITET

En ny bro over Ljanselva, vest for den gamle broen i Ljabruvn. bør av stabilitetshensyn ikke ha veiplanum høyere enn ca. kote 63,5. Når elvebredden i Ljanselva ligger på ca. kote 60 vil det medføre snaue 4 m oppfylling (nivåforskjell) som med vanlige mineralske fyllmasser tilsvarer en (tileggs)belastning på i underkant av 80 kN/ m².

Beregningsmessig vil denne belastningen mobilisere en udrenert skjærstyrke på 13 kN/ m². Når den gjennomsnittelige udrenerte skjærstyrken S_u settes til 20 kN/ m² langs skjærplanet, blir sikkerheten mot brudd $F = 1,5$, noe som anses som tilfredstillende.

På østsiden av den bestående broen vil en utvidelse av Ljabruvn. føre til at en del av Gjerdsrubbekken må lukkes eller flyttes. Utvidelsen i dette området medfører også en del oppfylling. Ut fra dreietrykksonderingene har løsmassene her omtrent de samme egenskapene som vest for broen. Av stabilitetshensyn bør oppfyllingen i dette området begrenses. Hvis veiutvidelsen medfører

oppfylling over kote 63,0 bør stabiliteten vurderes nærmere når det foreligger mer konkrete planer.

SETNINGER

Størrelsen på setningene vil variere avhengig av fyllingshøyde og løsmassemekktighet. De største setningene vil oppstå der en får en ugunstig kombinasjon av disse. De maksimale oppfyllingene, snaue 4 m, blir liggende i nærheten av bekkeleiene, hvor høydeforskjellen mellom eksisterende terreng og ferdig veiplan er størst. Grunnboringene viser imidlertid at løsmassemekktigheten er størst nord for Ljanselva hvor oppfyllingen er noe mindre. Den mest ugunstige kombinasjon av fyllingshøyde og løsmassemekktighet ser ut til å gi en setning på i størrelsesorden 20 cm hvorav over halvparten vil komme i løpet av de første 3 - 4 årene etter oppfylling.

En eventuell bekkelukking på østsiden av eksisterende bro ventes ikke å medføre store problemer da løsmassemekktigheten er liten langs store deler av Gjersrudbekken. I den østre delen av bekkelukkingen er imidlertid fjelldybden mer enn 10 m og dette vil kunne forårsake setninger på kulverten, men ved å ta hensyn til dette vil en bekkelukking kunne aksepteres. Et evt. nytt bekkeleie vil heller ikke medføre geotekniske problemer.

Det er ikke kjent om Ljabruveien skal krysse Ljanselva med en bro-løsning eller en kulvert-løsning. Det antas at en kulvert-løsning blir det enkleste på grunn av de store fjelldybden på nordsiden av Ljanselva. Noe setninger må påregnes under en eventuell kulvert. Denne bør legges så langt syd som mulig der hvor løsmassemekktigheten er minst. Forøvrig bør Ljanselva "rettes ut" i forbindelse med bekkelukkingen. Det anses som en fordel at en eventuell kulvert bygges vinkelrett på veitraseén. Forslag til endring av elveløpet er angitt på bilag 9. En igjenfylling av det gamle elveløpet anses i så fall nødvendig for å bedre stabiliteten i området.

En bro-løsning nødvendiggjør ytterligere beregninger og vurderinger i forbindelse med fundamenteringen av landkarene. Dette kommer vi gjerne tilbake til dersom broalternativet fortsatt er aktuelt.

Geoteknisk kontor



O. Tokheim



A. Robsrud

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 sylindrerprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindren skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindren 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.

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. Dermed blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^{x)} kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^{x)} γ (t/m^3) 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 tverrsnittsøkning 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 sammentrykningen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentryking 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 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. Der høyeste romvekt kalles 100% Proctor.

BORPROFIL

Sted: LJABRUEIEN / LJANSELVA

Hull : 2

Nivå : 60,3

Pr.φ : 54 mm

Aksialdeformasjon %



Bilag : 1

Oppdrag : R 1841

Dato : Juli 82

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt γ/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet	
				Plastisk område					Konusforsøk ∇	Vingeboring					
				20	30	40	50%			1	2	3	4		5. γ/m^2
5	TÖRRSKORPE LEIRE sandig	[Symbol]	15					1,98							
	SAND leirig	[Symbol]	16					1,81	Omrørt	Uforstyrret					
	LEIRE	[Symbol]	17					1,85							5
		[Symbol]	18					1,90							6
	KVIKKLEIRE sand og grus	[Symbol]	19					1,81							16
	AVSLUTTET xxx Anl. fjell ifølge sondering														15
10															12
15															245
20															265
25															190

BORPROFIL

Sted: LJABRUVEN / LJANSELVA

Mål: 4

Nivå: 62,5

Prø: 54 mm

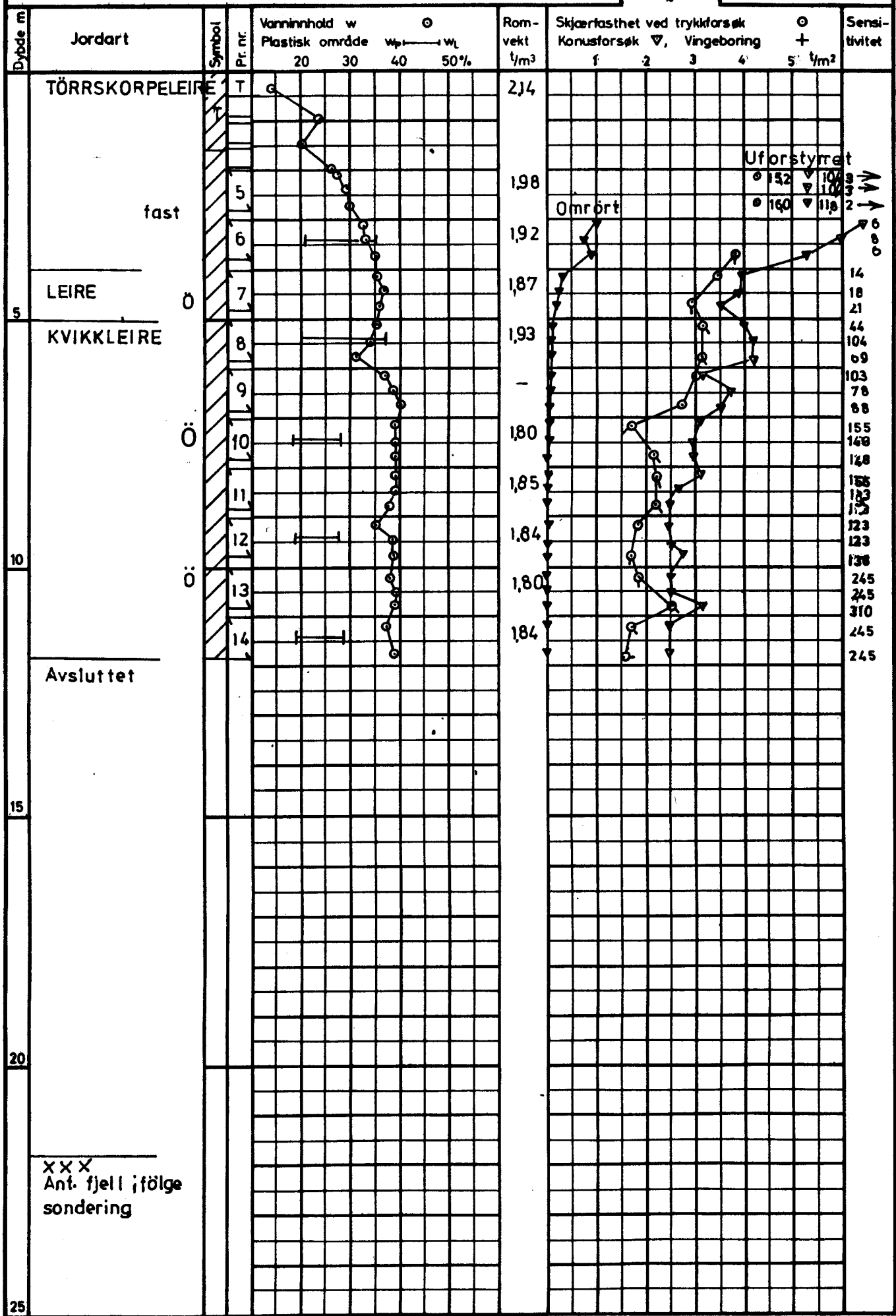
Akseldetormasjon %



Blag: 3

Oppdrag: R-1841

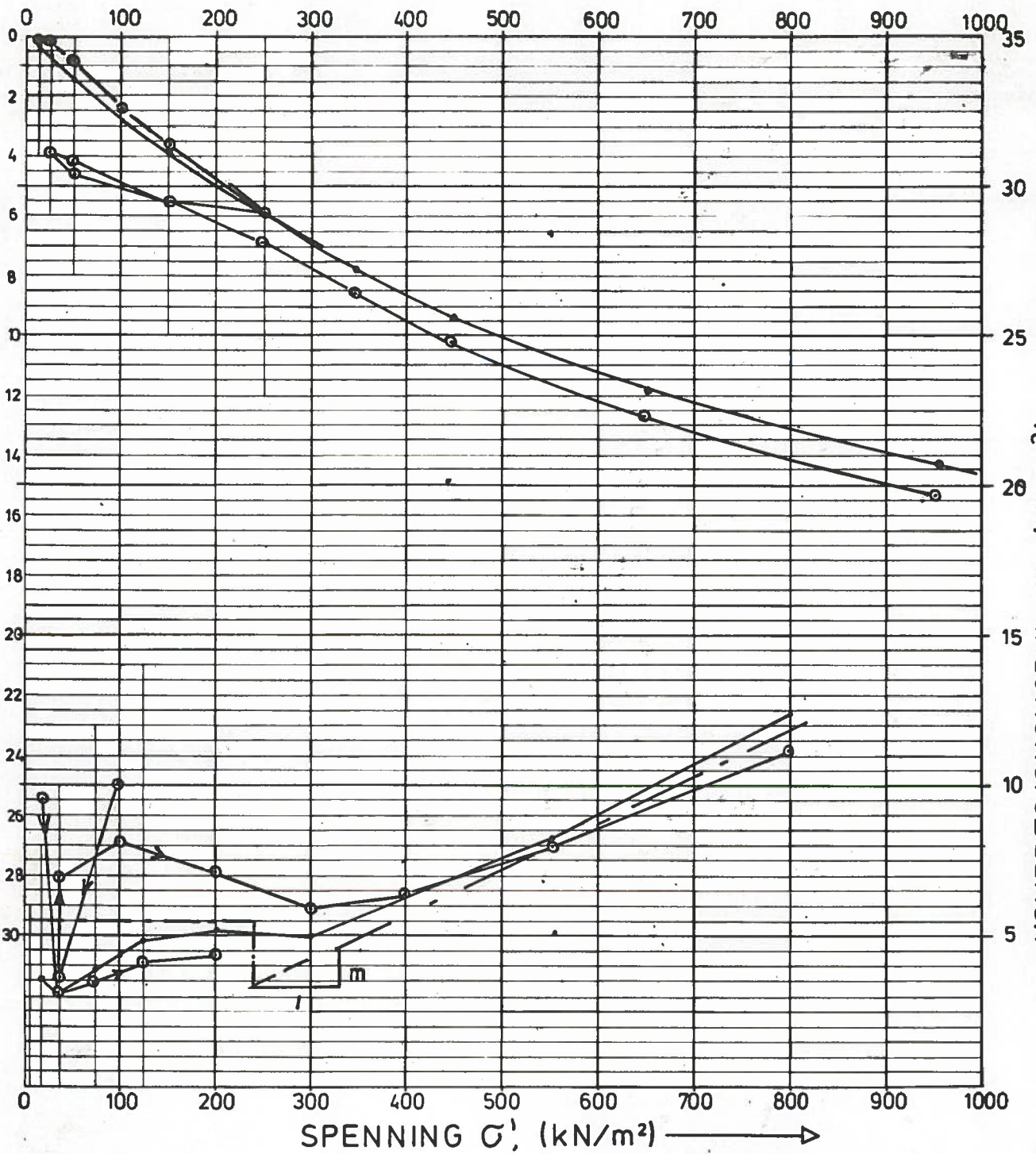
Dato: Juli 82



SPENNING σ' , (kN/m²) →

RELATIV DEFORMASJON, ϵ (%)

KOMPRESJONSMODUL M_v , (MN/m²)



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
4	1841-7	43 - 44m	54	250	4,6	LEIRE	• %avlastn.
4	1841-7	43 - 44m	54	250	4,6	LEIRE	• m/avlastn
Idealiserte kurver - - - - -							

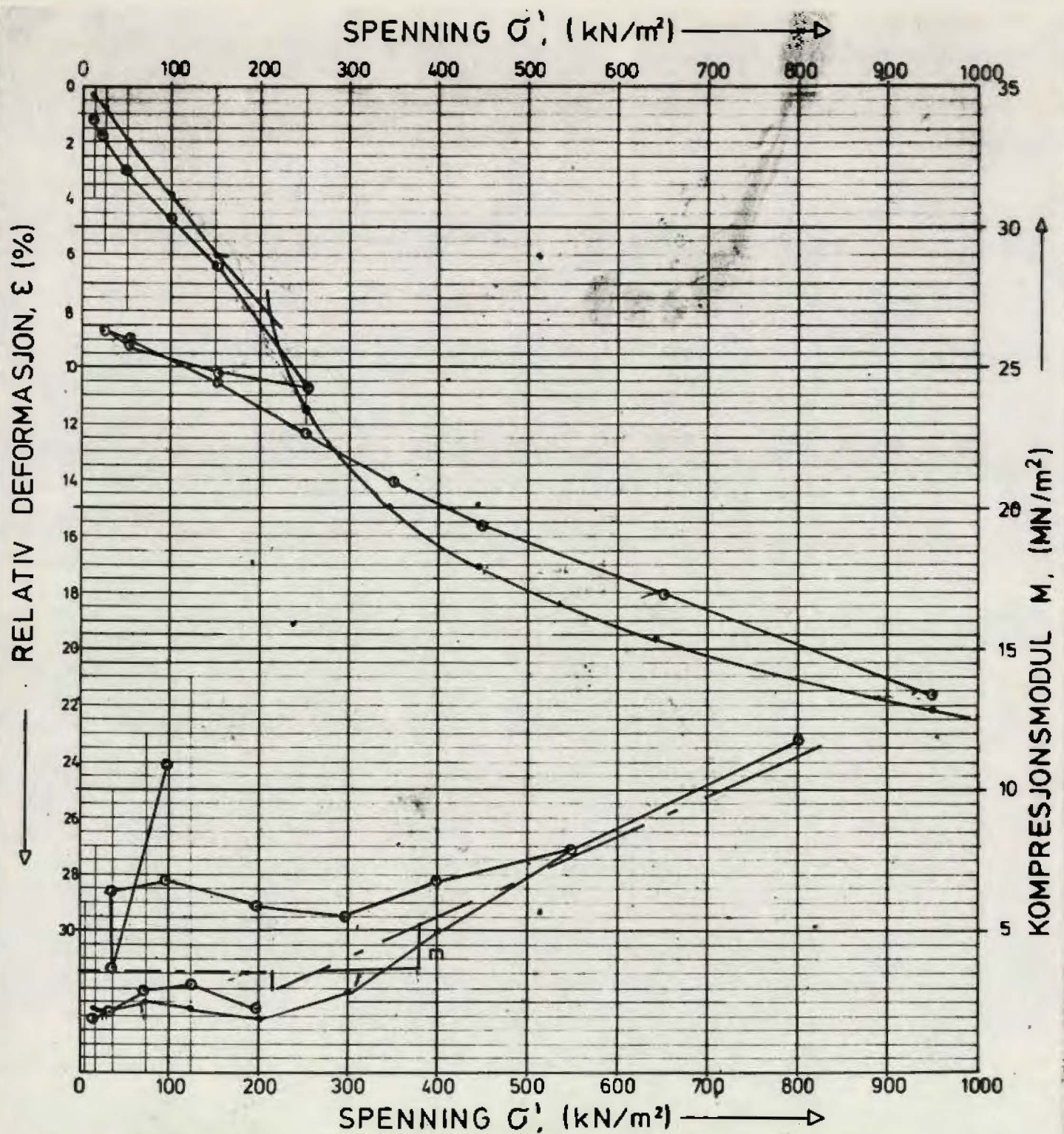
$m = 14$
 $M = 5,5 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' \leq p_c$
 $M = m \sigma'$ for $\sigma' > p_c$

LJABRUVN./LIANSELVA
VEIFYLING
Ödometerforsök

R 1841
Bilag 4

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Dato juli 82



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
4	1841-10	7,3-7,4 m	81	~21,0	2,6		• u/avlastn.
4	1841-10	7,3-7,4 m	81	~21,0	2,6		⊙ m/
Idealiserte kurver - - -							

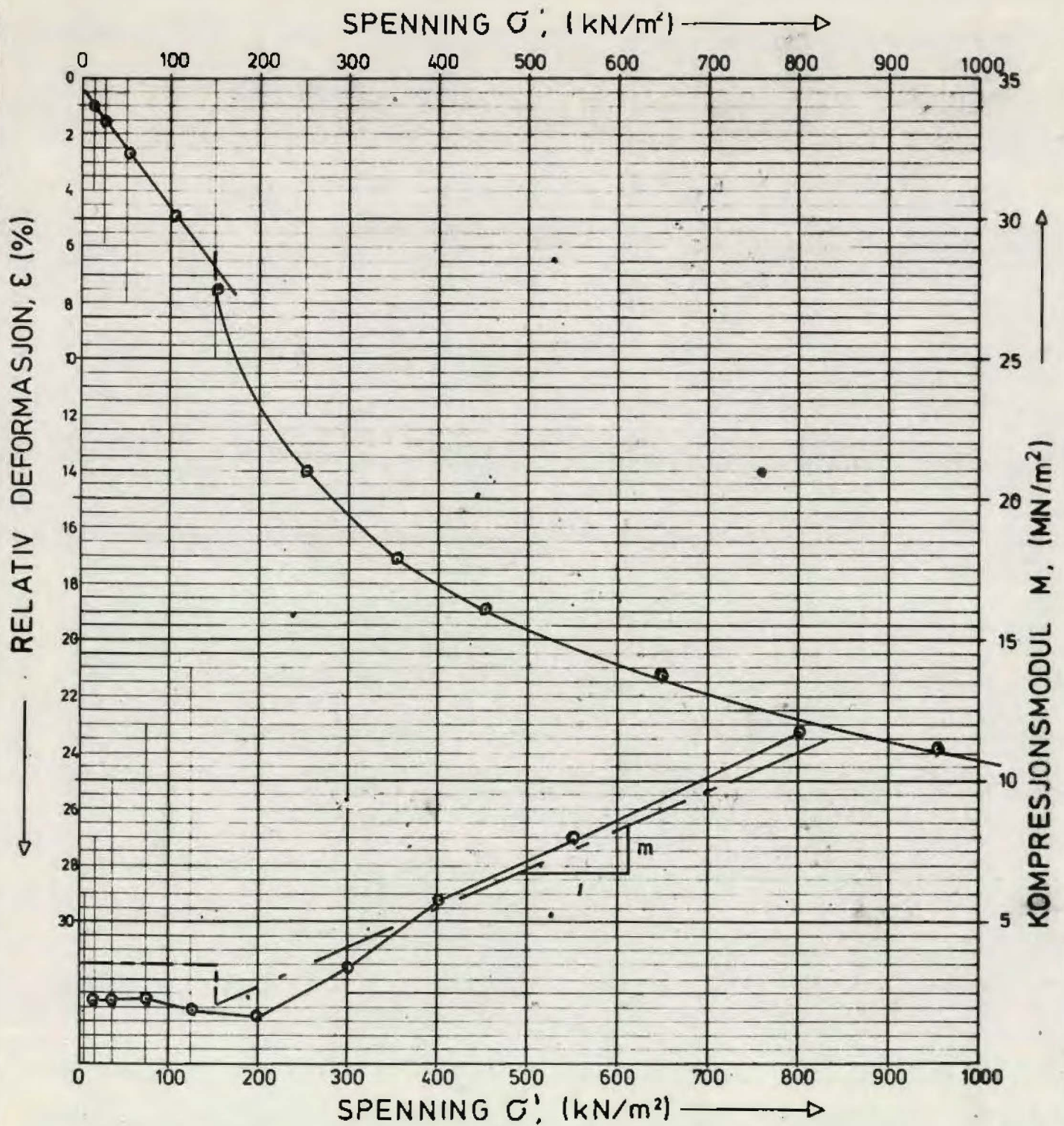
$m = 14$
 $M = 3,5 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' < p_c$
 $M = m \sigma'$ for $\sigma' > p_c$

LJABRUVN./LJANSELVA
 VEIFYLING
 Ödometerforsök

OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

R 1841
 Bilag 5

Dato: juli 82



HULL NR.:	LAB. NR.:	OYBDE	P_0 (kN/m ²)	P_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
4	1841-13	103-104 m	103	150	1,5		
4	1841-13	103-104 m	103	150	1,5		• V/avlastn.
Idealiserte kurver — — —							

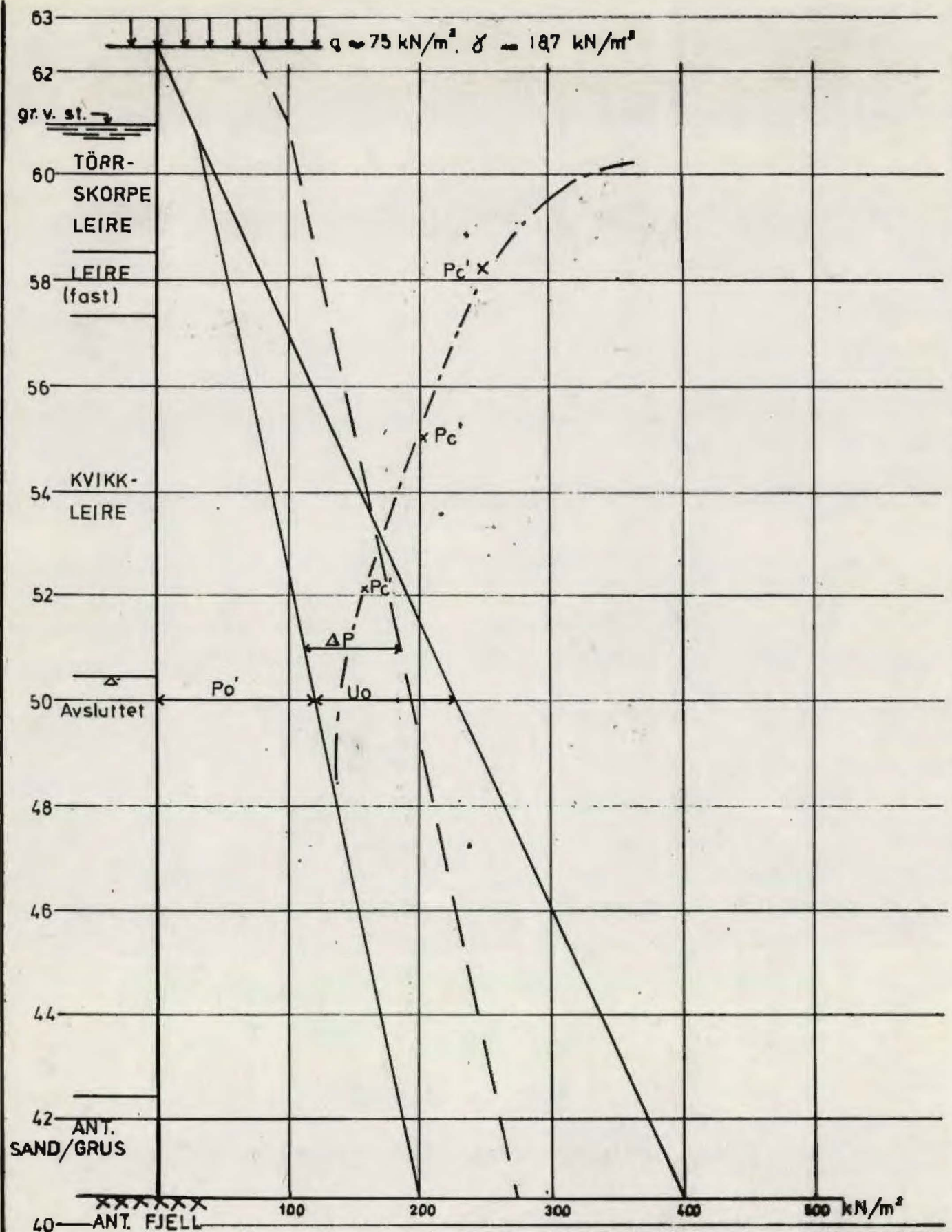
$m = 14$
 $M = 3,5 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' < P_c$
 $M = m \sigma'$ for $\sigma' > P_c$

LJABRUVN./LIANSELVA
 VEIFYLLING
 Ödometerforsök

OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

R 1841
 Blag 6

Datojuli 82



P' = effektivt overlagingstrykk
 P_o' = " " " "
 P_c' = " " forkonsolideringstrykk
 $\Delta P = q$ = vertikalt tilleggstrykk
 U_o = poretrykk (för belastning)

LJABRUEIEN / LIANSELVA

VEIFYLLING

Spenningsdiagram

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk

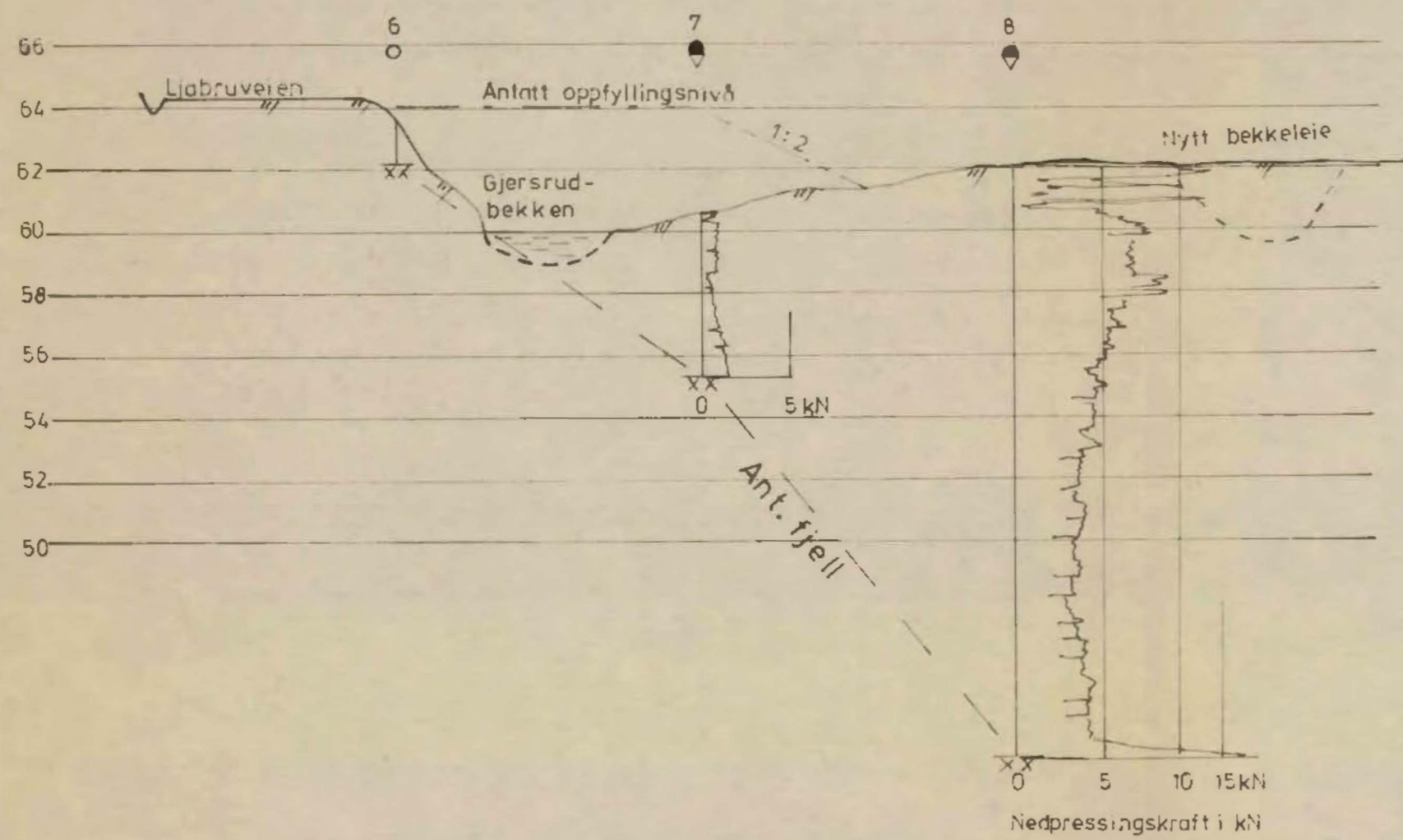
R-1841

Bilag 7

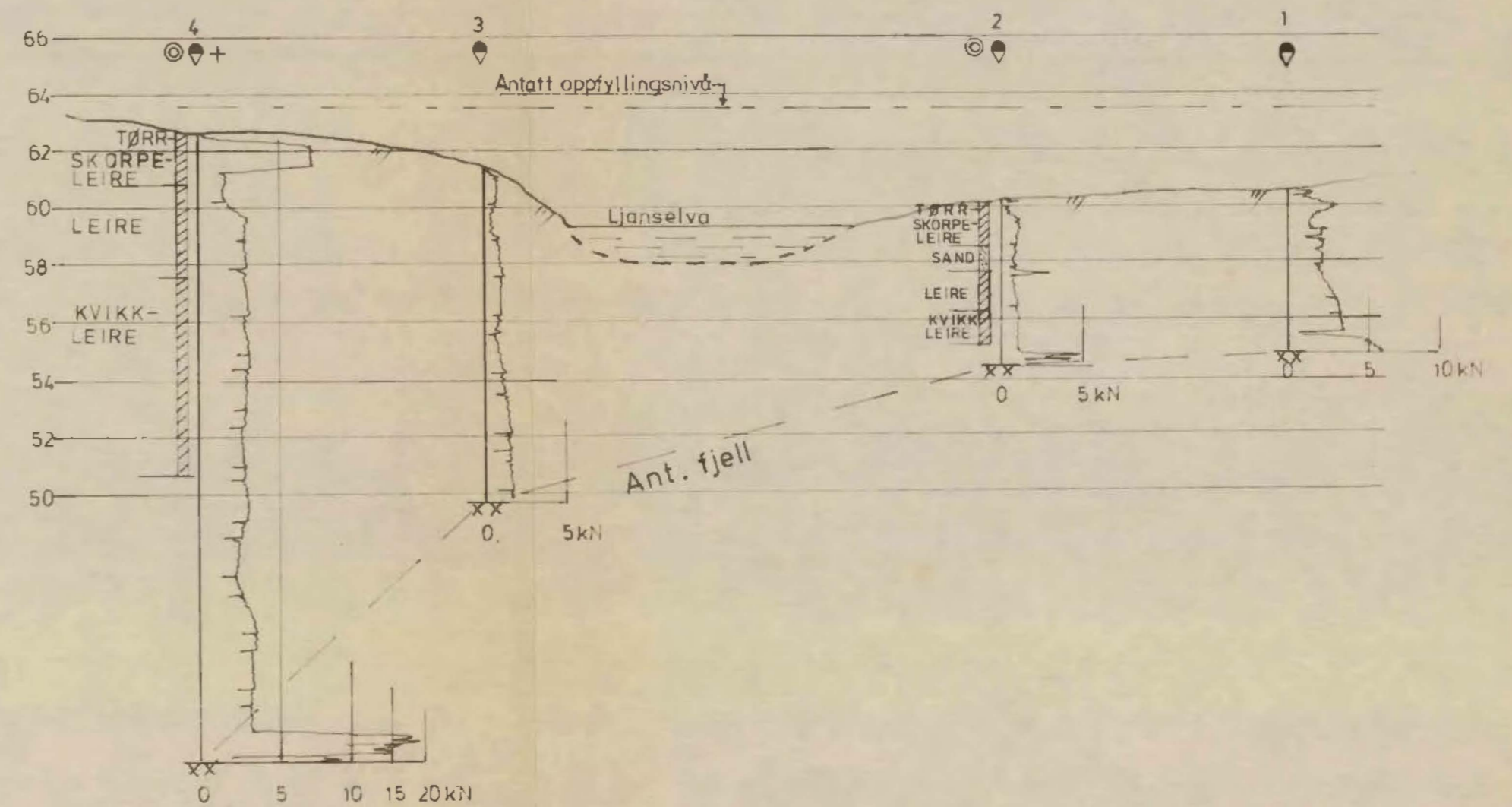
Dato Nov. 82

Kart ref.

PROFIL A-A



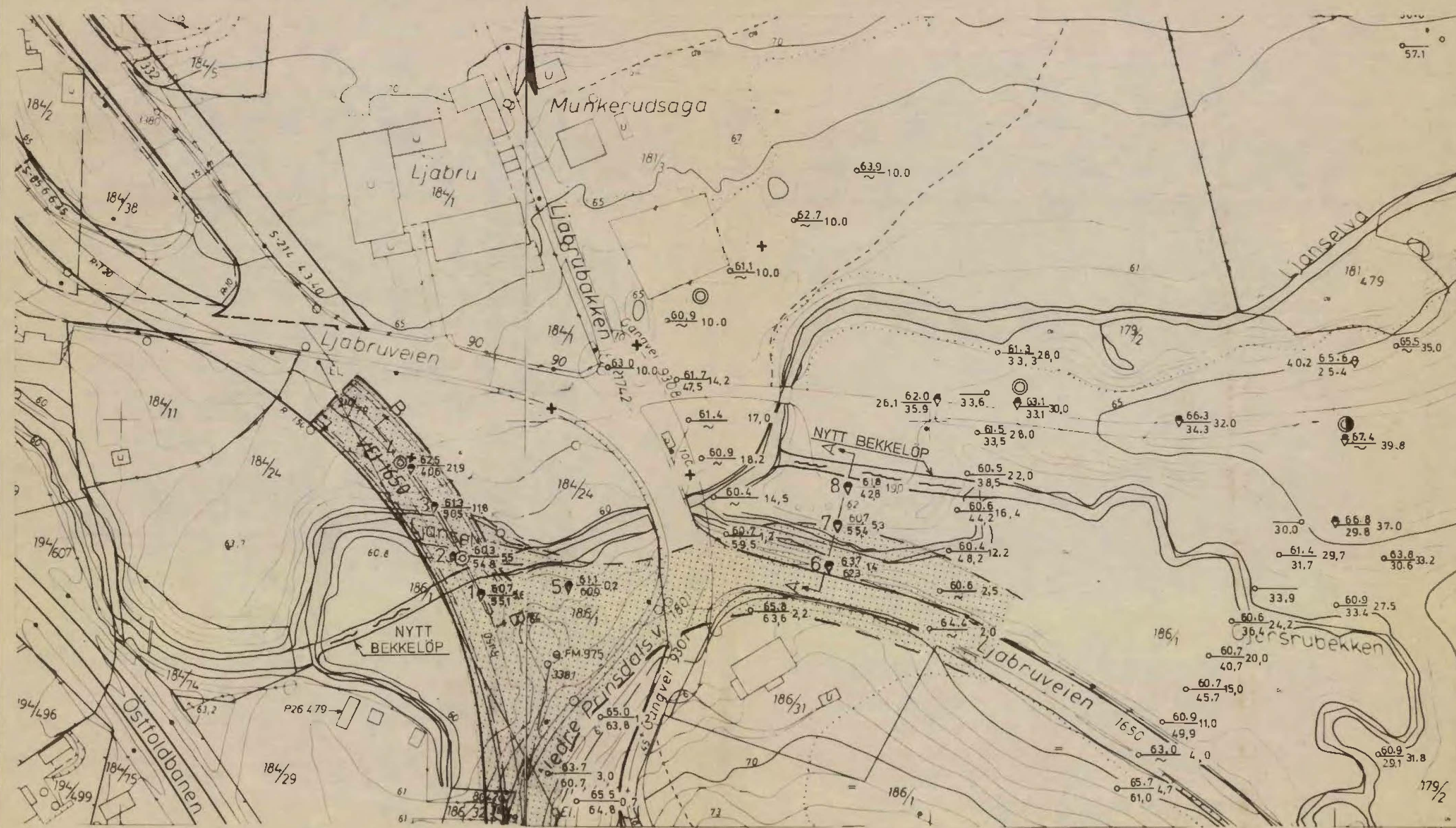
PROFIL B-B



Rettet:

LJABRUVN / LJANSELVA	Målestokk
PROFIL A-A	1:200
PROFIL B-B	R-1841
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 8
	Dato JUN 82

Kart ref.



Tegnforklaring:

- | | | | |
|---|-------------------------------|------------|---|
| ○ | Terrengekote | Boreddybde | |
| ○ | Ant fjellkote | | |
| ~ | Ikke borett til fjell | | |
| ▲ | Fjell i dagen | | |
| ○ | Enkel sondering | | □ |
| ● | Dreiesondering | | □ |
| + | Vingeboring | | □ |
| ⊙ | Prøvetaking | | ⊗ |
| ⊙ | Prøvetaking med skovlbor o.l. | | □ |
| ☆ | Fjellkontrollboring | | □ |
| ⊖ | Dreie-trykksondering | | ⊗ |
| ⊖ | Poretrykksmåling | | □ |

Utgangspunkt for nivellement: FM 975
 Kartgrunnlag: 1972

LJABRUVN./LJANSELVA Situasjonsplan Borplan	Målestokk	1:1000
	R.	1841
	Bilag	9
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Dato 26/82

F12.G12
Kart ref. SO, F-GX