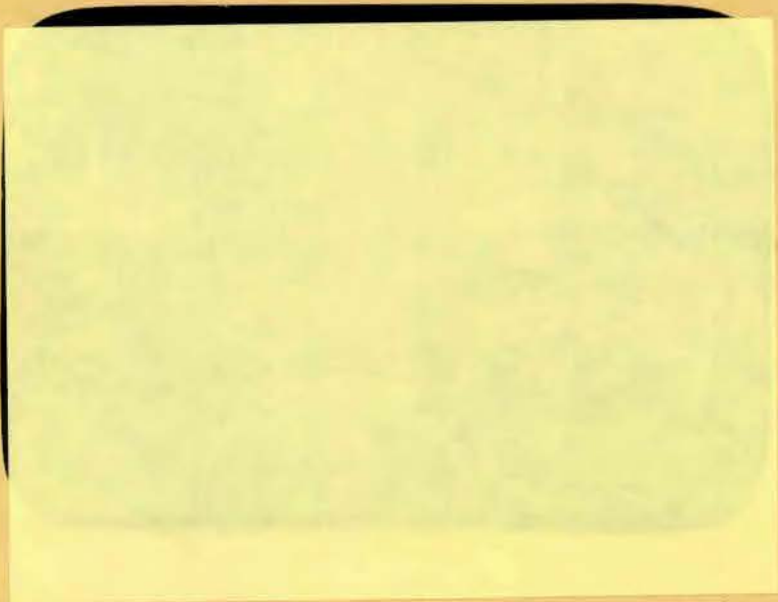


50. 115



OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



Tilhører Undergrunds kartverket
Må ikke fjernes



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

RAPPORT OVER:

AVKJØRING TIL BJØRNDAL

R-1784-1 3. feb. 1982.

Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratoriearbeider
" 1: Borprofil, hull 2
" 2: Ødometerforsøk
" 3: " "
" 4: " "
" 5: Spenningsdiagram
" 6: Tverrprofiler
" 7: Lengdeprofiler
" 8: Prinsippskisse av motfylling
" 9: Situasjons- og borplan

INNLEDNING

I henhold til rekvisisjon nr 48638 av 17. nov. 1981 fra Oslo veivesen har geoteknisk kontor foretatt en geoteknisk undersøkelse ved den planlagte avkjøringen (vei 1790) fra Ljabruveien til Bjørndal.

Hensikten med undersøkelsen var å lokalisere fjell og bestemme fastheten i løsmassene for å beregne stabiliteten og størrelsen på eventuelle setninger. Etter opplysninger fra OVV medfører veiprojektet en maksimal fyllingshøyde på ca 4 m over eksisterende terreng.

Den planlagte veifyllingen vil krysse Gjerdsrudbekken som skal lukkes med "armco-rør ($d=2,0$ m). En planlagt fotgjengerundergang vil også bli liggende i den planlagte veifyllingen noen meter vest for bekken. Denne er også vurdert med hensyn til eventuelle setnings- og stabilitetsproblemer.

MARKARBEID

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 25. - 27. nov. og 4. og 7. des. 1981. Arbeidet omfatter 7 enkle sonderinger, 8 dreie-trykksonderinger og en uforstyrret prøveserie i hull 2.

Dreie-trykksonderingene ble utført med vår borerigg AB 2 og utføres ved å trykke en standardisert borspiss ned 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.

Borpunktene er nivellert med utgangspunkt i FM 552 som har høyde $h=108,740$. Borpunktene ble satt ut etter veivesenets peler i C som var delvis bevart.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

Prøvene fra den uforstyrrede prøveserien ble visuelt klassifisert. Det ble målt vanninnhold og romvekt. Videre ble plastisk område bestemt og udrenert skjærstyrke ble bestemt med konusforsøk og enaksialt trykkforsøk. Omrørt skjærstyrke ble også bestemt med konusforsøk hvoretter sensitiviteten er angitt. Resultatet av denne undersøkelsen er vist på bilag 1.

Generell beskrivelse av laboratorieundersøkelsene er gitt på bilag 0.

Det ble utført tilsammen 6 ødometerforsøk på prøvene fra hull 2, hvorav tre ble utført med avlastning og rebelastning. Resultater fra ødometerforsøkene er vist på bilag 2, 3 og 4.

Tolking av ødometerforsøkene

Ødometerforsøkene fra prøveserien i hull 2 ble utført på leire fra dybdene 3,25, 5,25 og 6,25 m. Resultatene viser at leiren er overkonsolidert, med et forkonsolideringstrykk, P_c' på ca 200 kN/m² (20 t/m²). Dette gir en overkonsolideringsgrad (OCR) på ca 4 der forsøkene ble utført. Idealisererte kurver for kompresjonsmodul (M) er angitt på bilagene 2, 3 og 4 og er skjønnsmessig anslått til middelverdien mellom de målte verdiene fra førstegangsbelastningen og de målte verdiene fra rebelastningen. For spenninger mindre enn P_c' er dermed kompresjonsmodulen stabil. For spenninger større enn P_c' øker kompresjonsmodulen lineært med effektivspenningen.

Forsøkene tyder på at forkonsolideringstrykket er konstant ($p_c' = 200$ kN/m²) under 2-3 m dybde. Det vil si at overkonsolideringsgraden avtar med dybden (se bilag 5). Over dette nivå er P_c' påvirket av forvitringssonen og er meget høyt (se bilag 5).

GRUNNFORHOLD

Resultatene fra de utførte boringene viser at dybdene til fjell langs avkjøringsrampen til Bjørndal er størst nærmest Ljabruveien. Ved pel 10 (hull 1) ble dybden målt til 13,1 m. Forøvrig er løsmassemektheten gradvis avtagende med økende pelnummer (mot sør), og ved pel 50 er fjelldybden målt til 1,6 m. Dette er vist på bilag 9.

Den uforstyrrede prøveserien som ble tatt opp ved hull 2 viser at løsmassene der består av ca 2 m tørrskorpe over en middels sensitiv, middels plastisk, meget bløt/bløt leire. Den udrenerte skjærstyrken varierer mellom 7 og 15 kN/m² (0,7 og 1,5 t/m²) målt ved enaksialt trykkforsøk og mellom 16 og 27 kN/m² (1,6 og 2,7 t/m²) målt ved konusforsøk. Det bemerkes at forskjellen mellom de to forsøksmetodene er meget stor (ca 10 kN/m²). Metodene er nærmere forklart på bilag 0.

Den representative skjærstyrken er tatt ut på grunnlag av de laveste verdiene som er ved enaksialt trykkforsøk, men det er også tatt hensyn til forventet mobilisert skjærstyrke på grunn av overkonsolideringsgraden, noe som tilsier at den kan heves noe, til ca 15 kN/m² (1,5 t/m²). Prøveserien ble avsluttet mot sand og grus ved 7 m dybde.

Grunnvannstanden ble ikke målt, men på grunn av Gjerdsrudbekken antas det at grunnvannstanden ligger ca 0,5 m under terrengnivå.

Som nevnt under markarbeid, ble 8 av boringene utført som dreie-trykksonderinger. Resultatene fra disse er fremstilt på bilag 6 og viser at sonderingsmotstanden er relativt liten (1-2 kN) under tørrskorpelaget ved pel 10, 20 og 30. Sør for pel 30 er dybdene til fjell mindre og det bløte leirlaget under tørrskorpen har mindre mektighet og er tildels ubetydelig.

Boringene viser også at det finnes et sand og/eller siltlag over fjell med varierende mektighet. Resultatene fra hull 8 avviker fra de øvrige boringene og tyder på at løsmassene inneholder mer sand og silt i dette området.

STABILITET

Den planlagte avkjøringen til Bjørndal får en fylling på inntil 4,0 m (bilag 6 og 7). Med "vanlige" fyllmasser som har romvekt (γ) tilnærmet lik 2,0 t/m³, tilsvarer det en tilleggsbelastning på ca 80 kN/m² på eksisterende løsmasser. I det kritiske området hvor grunnforholdene er "dårligst" er ikke fyllingshøyden mer enn ca 3,7 m, men med de eksisterende grunnforholdene som er beskrevet foran, blir sikkerheten mot grunnbrudd noe for lav for en slik fylling. Det anses nødvendig med enklere tiltak for å bedre stabiliteten.

Flere tiltak har vært vurdert, men det antas at en mindre motfylling vil være det som faller rimeligst. Forslag til utforming av en motfylling som vil bedre stabiliteten tilstrekkelig er vist på bilag 8. Forslaget innebærer at veiskråningen slakes ut til helning 1:5 fra ca 1 m under veiplanen ned til eksisterende terreng. Mot syd kan denne motfyllingen avsluttes når dybdene til fjell blir mindre enn 3-4 m som vist på bilag 9.

Et grovt overslag viser at det vil gå med ca 400 m³ fyllmasse til en motfylling som vist på bilag 8. Det antas at bekken kan holdes åpen hvis elvebredden steinsettes slik at erosjon ikke kan vaske ut fyllmassene. Videre nevnes det at under fyllingsarbeidene må motfyllingen fylles opp sammen med veifyllingen.

SETNING

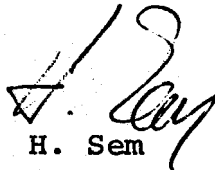
Tilleggsbelastningen i det kritiske området v/pel 10 og 20 blir som nevnt ca 70 kN/m². Dette antas på lang sikt å forårsake en setning på i underkant av 15 cm i massene under veifyllingen. Eventuelle egensetninger i fyllingen er ikke medregnet da disse skulle bli ubetydelige ved lagvis utlegging og komprimering av fyllmassene.

Mot syd vil setningene gradvis avta etterhvert som løsmassemektingen avtar, men mot nord (Ljabruveien) er fjellforløpet brattere og setningene får en bråere overgang.

Der setningene forventes å bli størst skal Gjerdsrubbekken legges i rør under hovedfyllingen. De antatte setningene er moderate og forventes ikke å forårsake problemer så lenge røret er noe overdimensjonert og har godt fall.

Ved fotgjengerundergangen blir setningene små, men hvis undergangen skal dreneres på tvers av lengderetningen bør dette skje mot nord da eventuelle mindre setninger antas å oppstå på denne siden på grunn av fjellforløpet.

Geoteknisk kontor


H. Sem


/ 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 syrnkninger 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 omdreining 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 tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindere 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.

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. Derrest 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 ($\phi 54$ mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittstøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheter.

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 $x)$ 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.

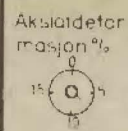
Organisk innhold (humusinnhold) bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

Proctorforsøk brukes til å undersøke pakningsegenskapene 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 pakningsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert Proctor. Den siste innebærer størst pakningsarbeid. Forsøkene utføres med varierende vanninnhold, og det vanninnhold som gir høyest tørr romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.

BORPROFIL

Sted: **BJÖRNDAL**

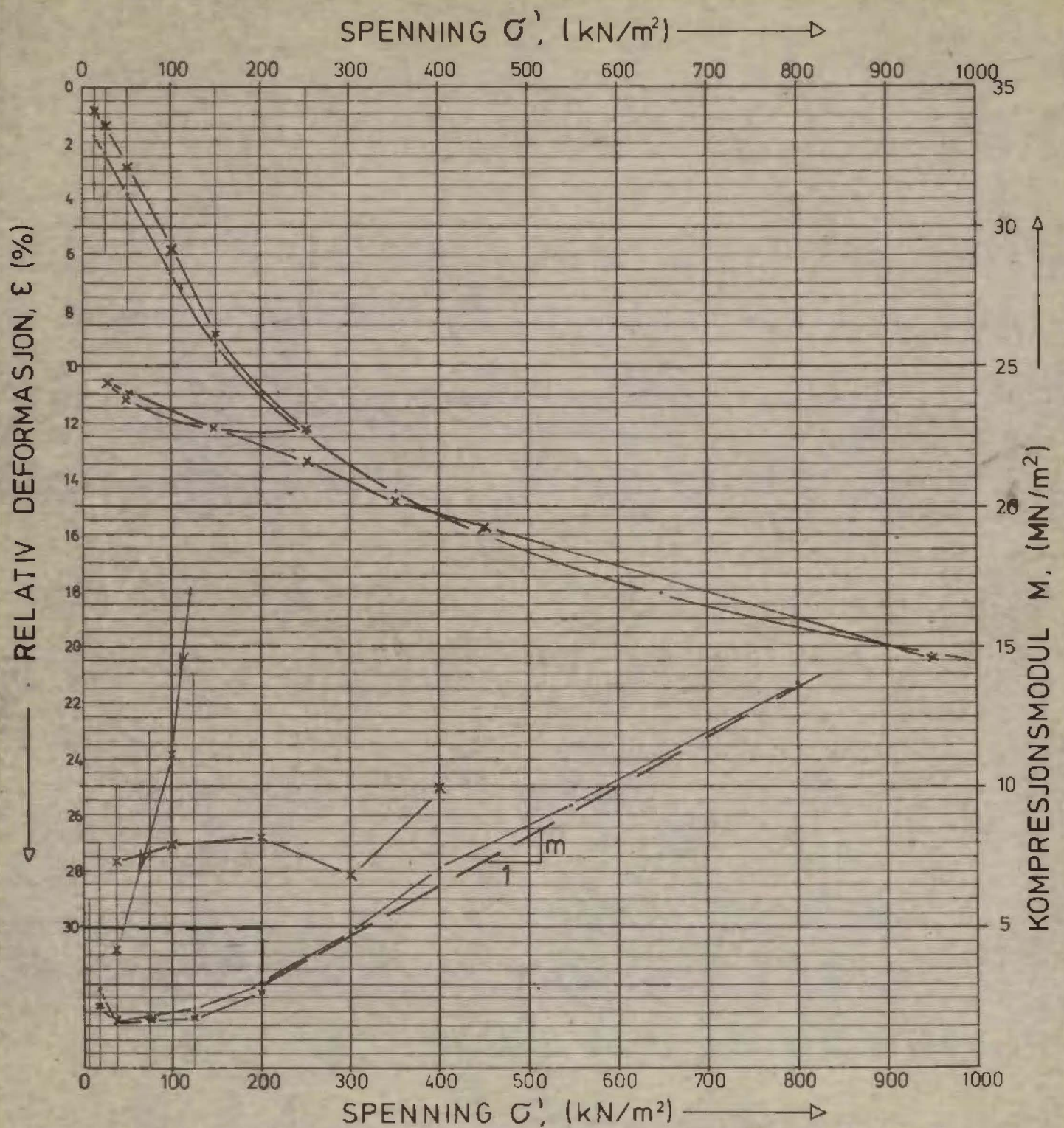
Hull: 2
 Nivå: 106,3
 Røp: 54mm



Bilag: 1
 Oppdrag: R-1784
 Dato: Des 81

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr	Vanninnhold w				Romvekt γ_{m^3}	Skjærfesthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
				Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇		Vingeboring			
				20	30	40	50%		1	2	3	4	5	γ_{m^2}
	Ant. v. st. TØRRSKORPE LEIRE							1,93						2
		Ö	1					1,84						6
		Ö	2					1,81						4
		Ö	3					1,82						7
5	LEIRE	Ö	4					1,80						6
		Ö	5					1,87						5
	litt sand og grus	Ö	6											8
	Avskjult mot hardere masser													11
	xxx Ant. fjell ifølge sondering													8
10														11
15														9
20														
25														

representativ s_u

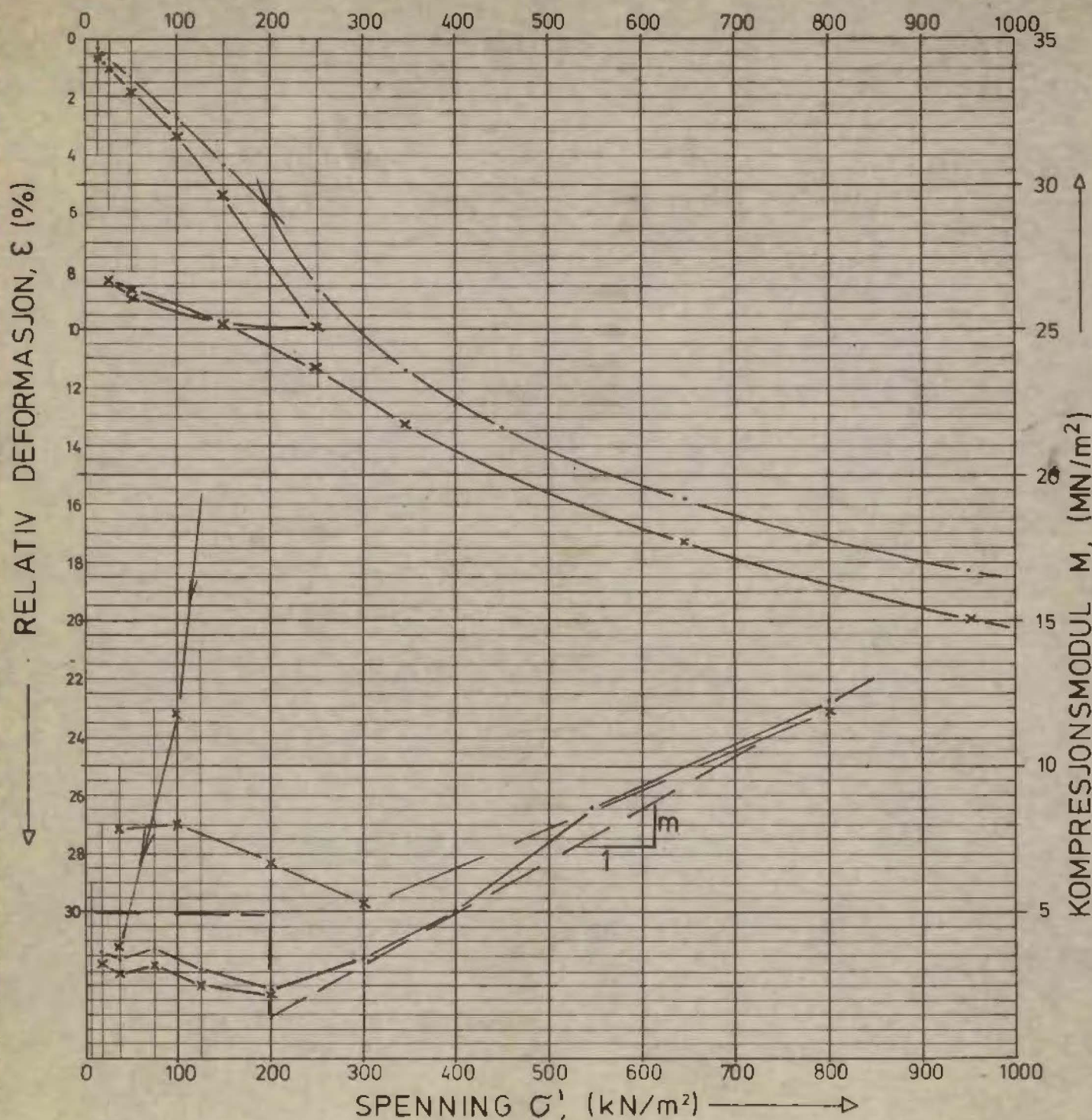


HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	P_0 (kN/m ²)	P_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
2	1784-3	3,25 m	32,6			LEIRE ($\frac{1}{4}$ avlastning)	•
2	— " —	— " —	— " —			— " — ($\frac{1}{4}$ avlastning)	x
Idealiserte kurver							— — —

m-18 $M \approx 5,0 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' \leq P_c$ $M \approx m \sigma'$ for $\sigma' \geq P_c$ P_0 -effektivt overlagingstrykk P_c - — " — overkonsolideringstrykk	AVKJÖRING TIL BJÖRNDAL		Målestokk
	Ödometerforsök		R 1784
	OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Bilag 2
			Dato

Kart.ref.

SPENNING σ' , (kN/m²) \longrightarrow



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	P_0 (kN/m ²)	P_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM
2	1784-5	52-53m	48,6	200	≈ 4	Leire (^u /avlastning)	•
2	1784 5	— " —	— " —			— " — (^m /avlastning)	X
Idealiserte kurver							— — —

$m=18$
 $M \approx 5,0 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' \leq P_c$
 $M \approx m \sigma'$ for $\sigma' \geq P_c$
 P_0 -effektivt overlagringstrykk
 P_c - " " overkonsolideringstrykk

AVKJÖRING TIL BJÖRNDAL

Ödometerforsök

OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

Målestokk

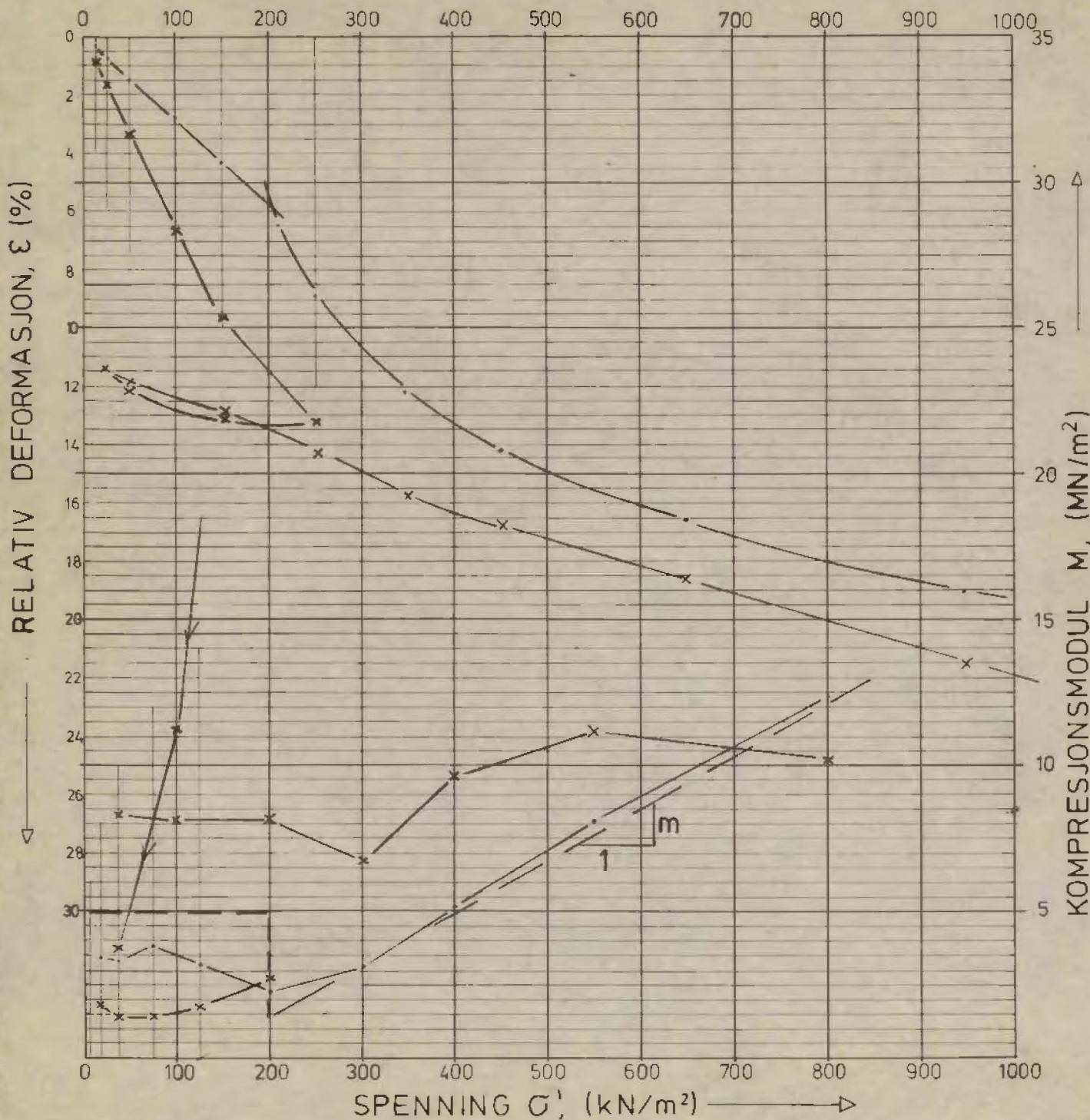
R 1784

Bilag 3

Dato

Kart.ref.

SPENNING σ' , (kN/m²) \longrightarrow



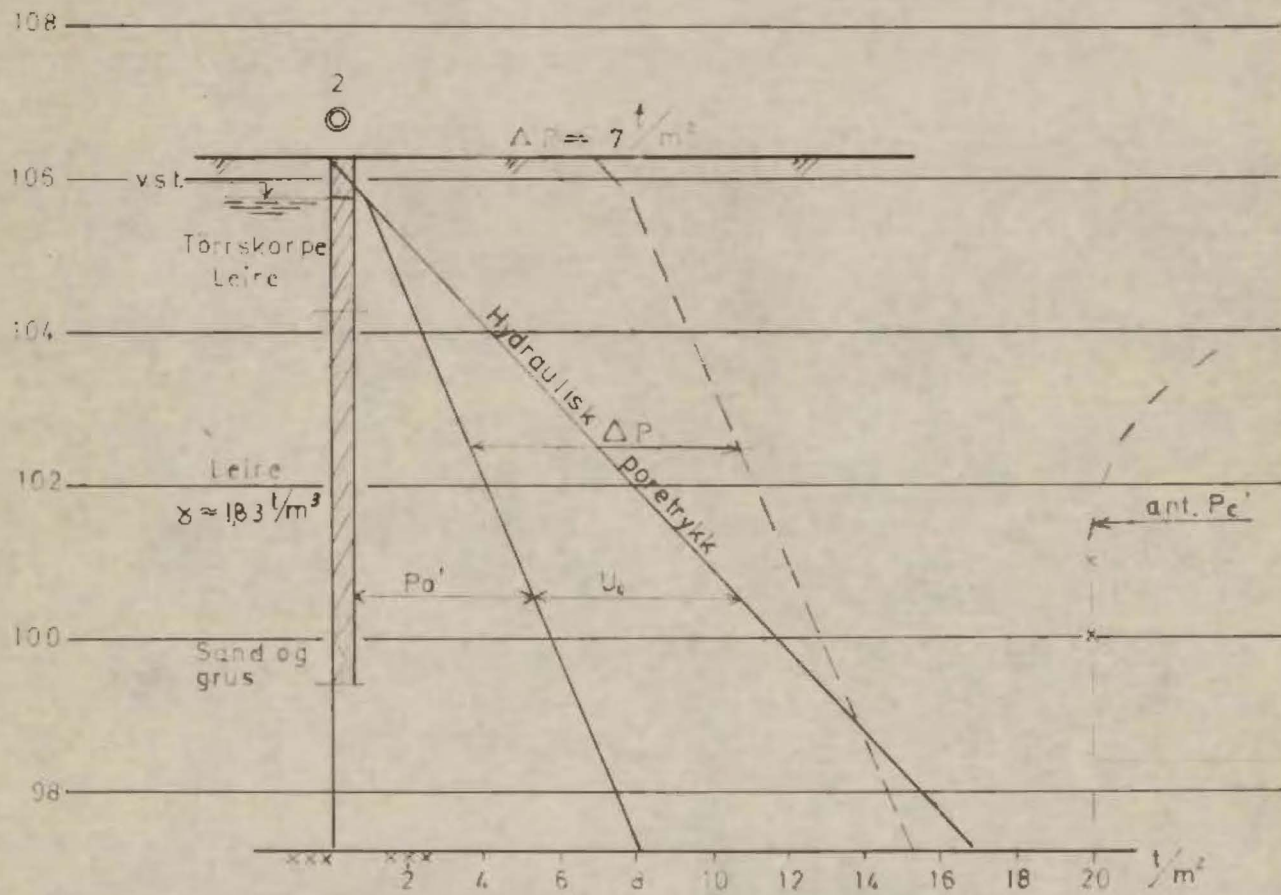
HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
2	1784-6	62-63m	56.9	205	≈ 4	Leire (1/4 avlastning)	•
2	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " (1/4 avlastning)	X
Idealiserte kurver							— — — —

$m = 18$
 $M \approx 5,0 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' \leq p_c$
 $M \approx m \sigma'$ for $\sigma' \geq p_c$
 p_0 = effektivt overlagingstrykk
 p_c = — " — overkonsolideringstrykk

AVKJÖRING TIL BJÖRNDAL
 Ödometerforsök
 OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

Målestokk
 R 1784
 Bilag 4
 Dato

Kart ret

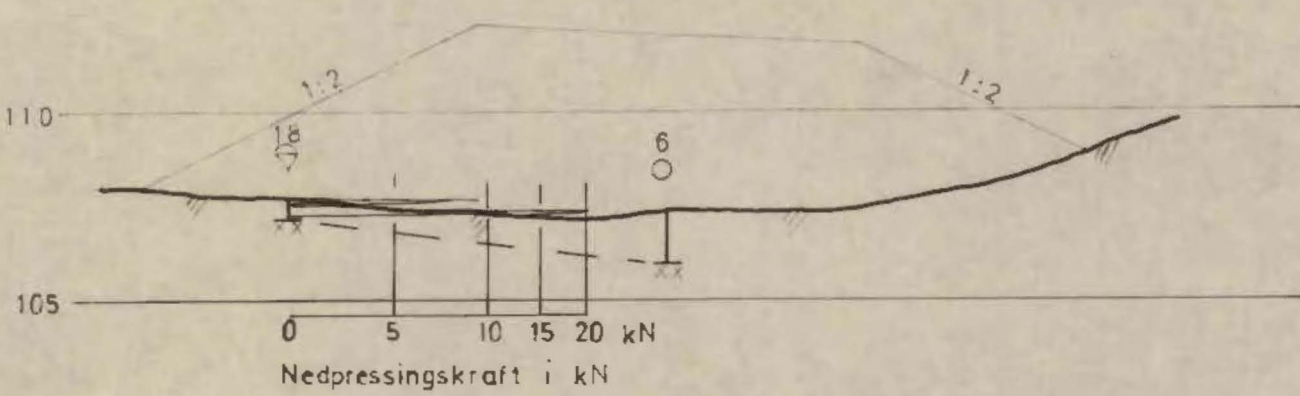
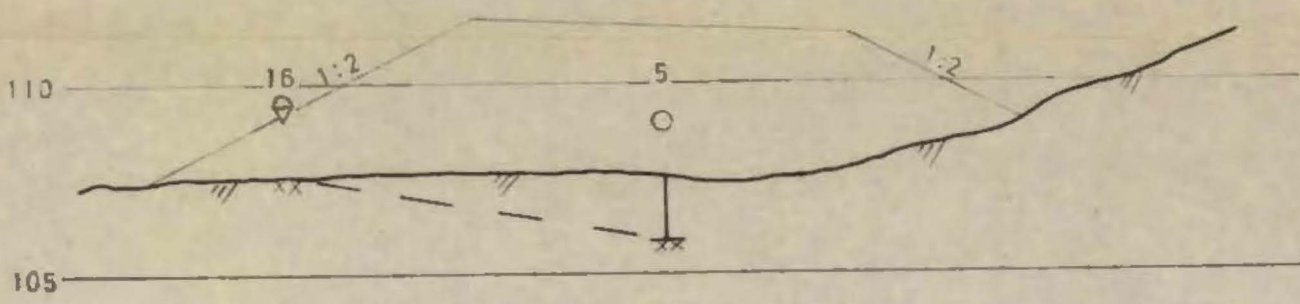
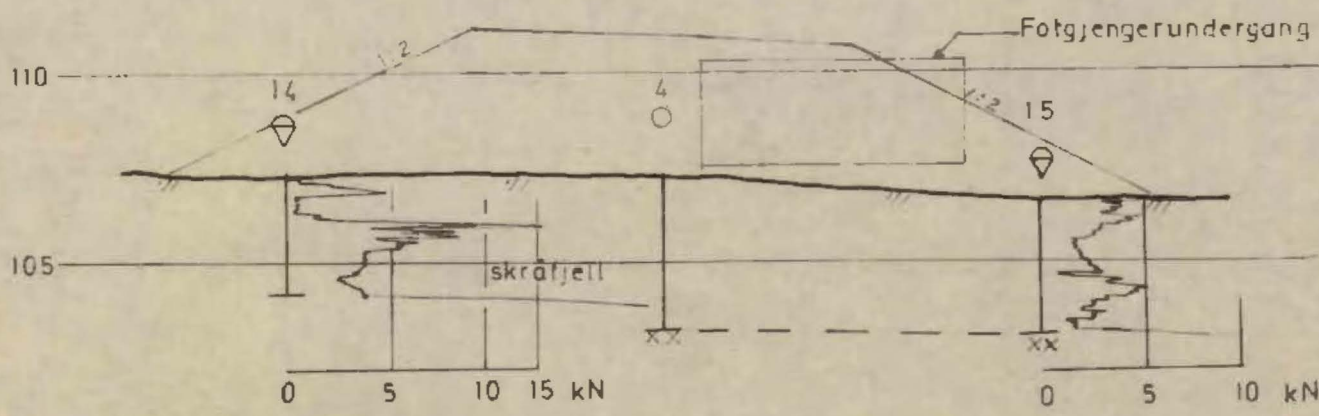
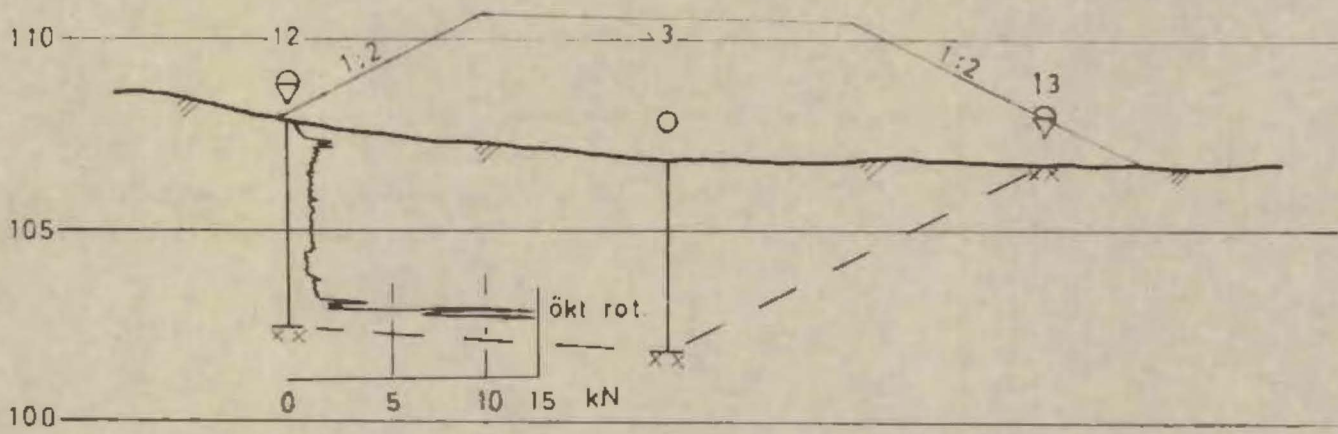
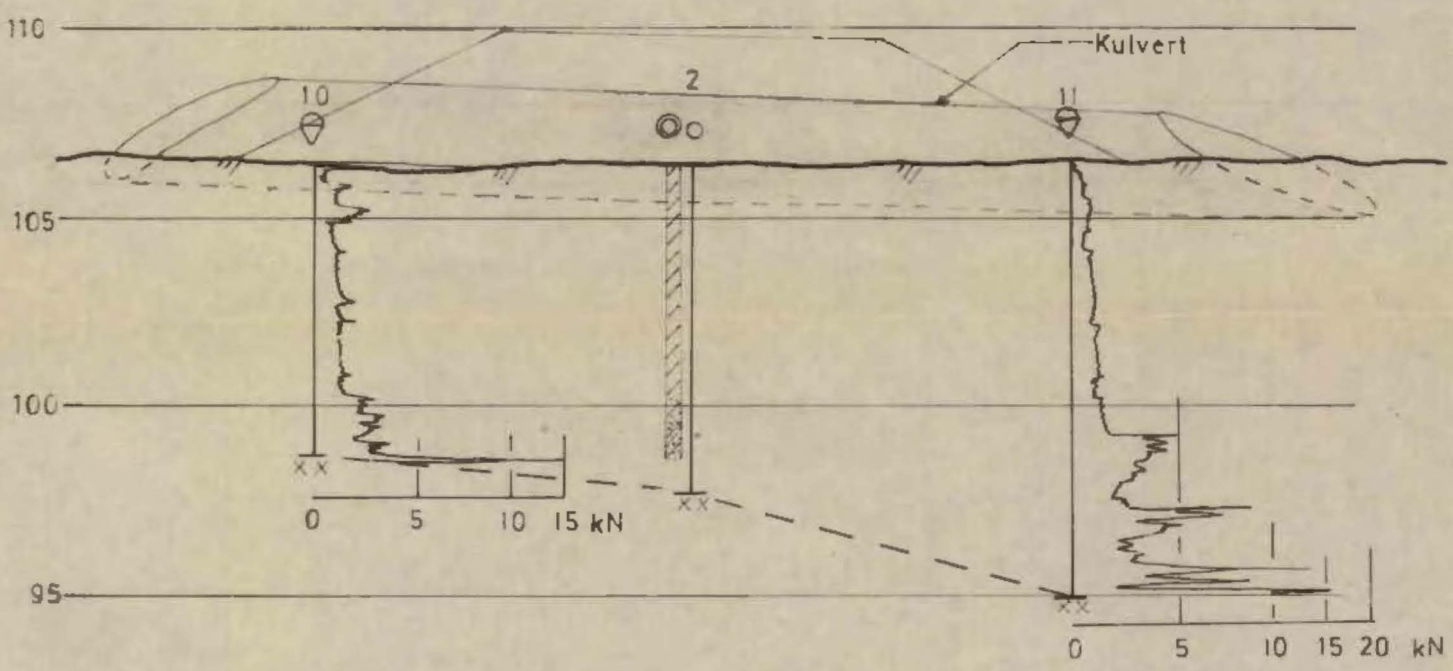
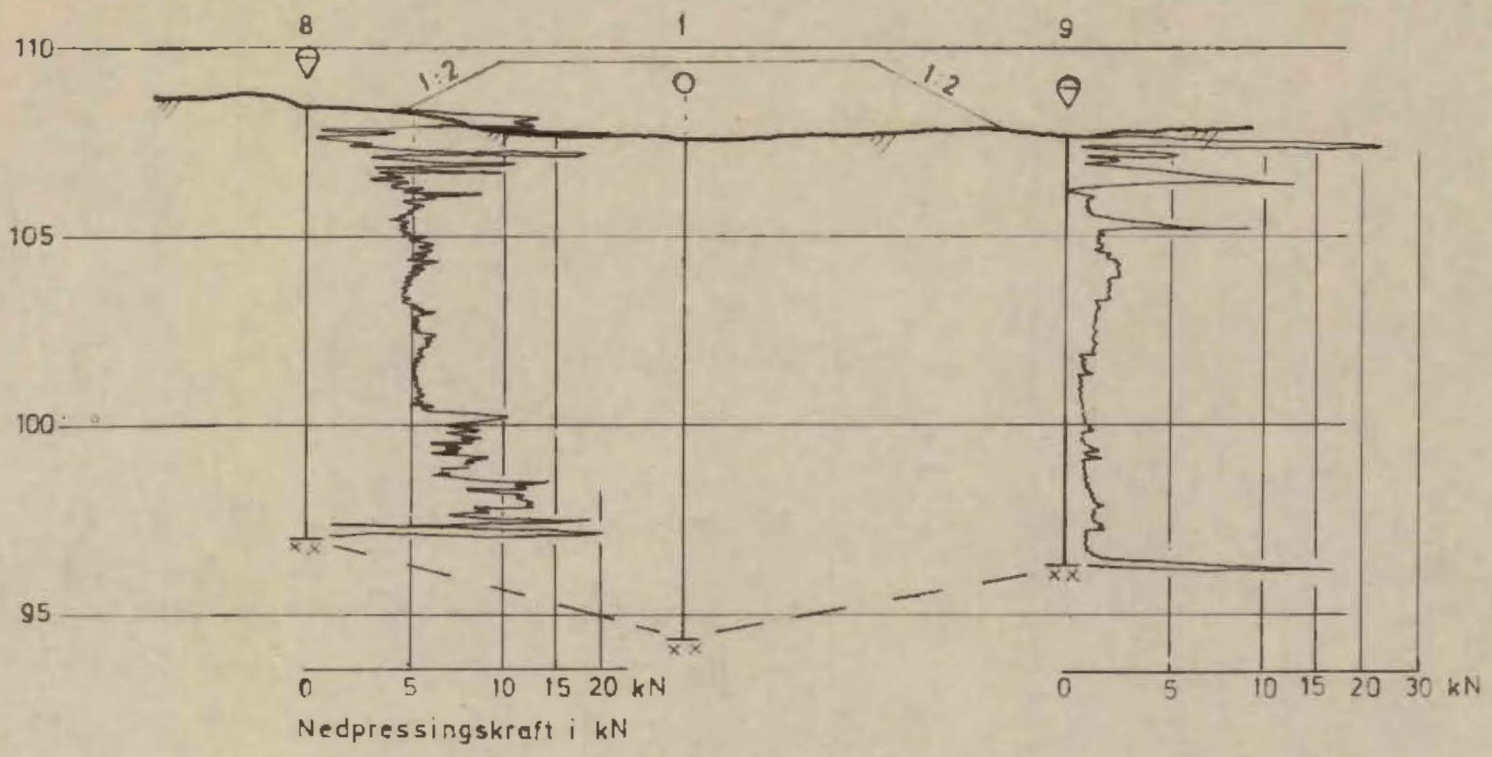


TEGNFORKLARING

- x Forkonsolideringstrykk fra ødometerforsøk
- P_0' Effektivt overlagingstrykk
- P_c' — " — forkonsolideringstrykk
- ΔP — " — tilleggsbelastning
- P_0 Totalt overlagingstrykk
- U_0 Poretrykk

BJØRNDAL	Målestokk	Kart ref.
Avkjøringsrampe	R-1784	
Spenningsdiagram	Bilag 5	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato Jan 82	

TVERRPROFILER M. 1:200



Rettet:

AVKJÖRING TIL BJÖRNDAL

Tverrprofiler

Målestokk

1:200

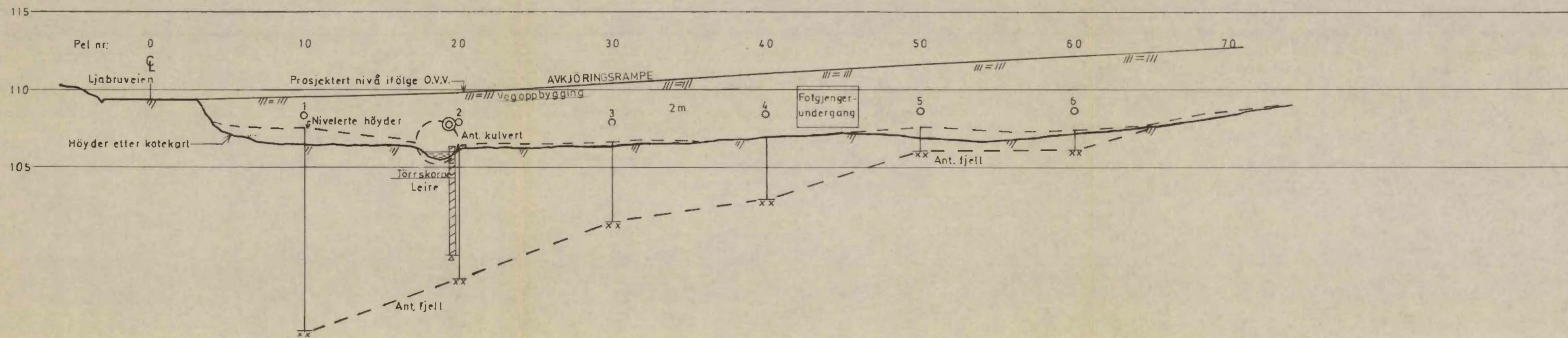
R-1784

Bilag 6

OSLO KOMMUNE
Geoteknik kontor

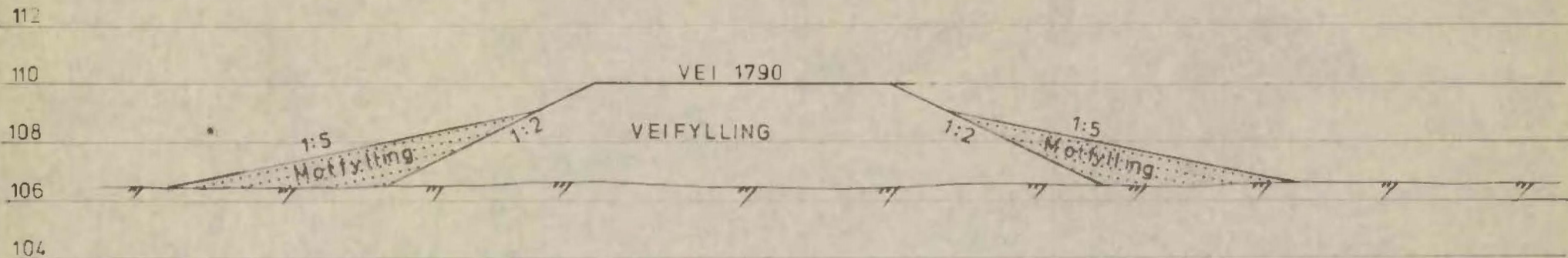
Dato jan 82

Kart ref.



Rettet:	
AVKJØRING TIL BJØRNDAL	Målestokk 1:200
Lengdeprofil	R-1784
	Bilag 7
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato jan.82

Kart ref.

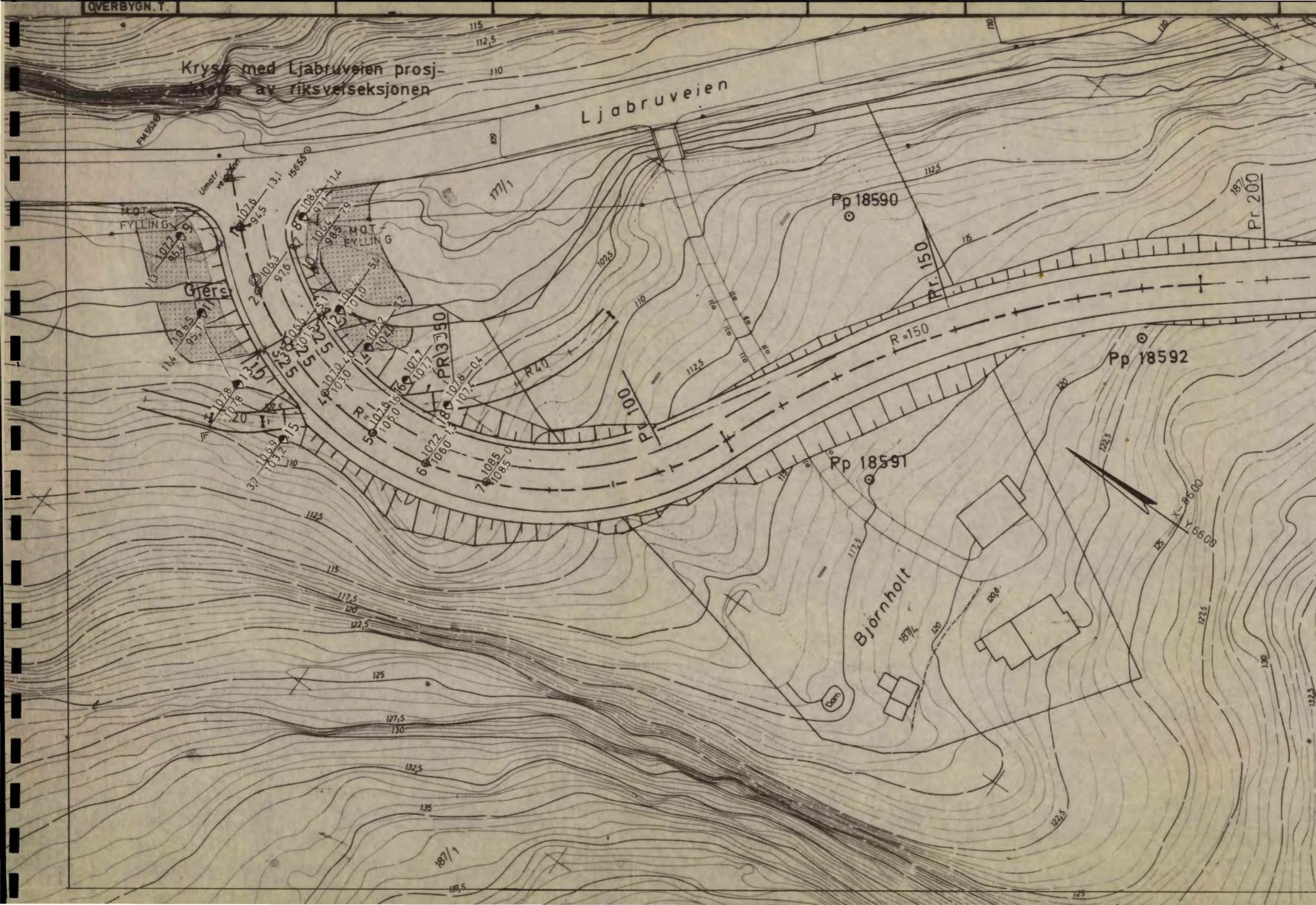


ANTATT VOLUM $\approx 400\text{m}^3$

OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		AVKJÖRING TIL BJÖRNDALEN Prinsippkisse av motfylling	
Dato jan 82	Bilag 8	R. 1784	Målestokk 1:200
Kart ref.			

Kryss med Ljabruveien prosj-
ektet av riksvesteksjonen

Ljabruveien



Tegnforklaring:

- | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|
| ○ | Terrengkote | |
| ○ | Antfjellkote | Boredybde |
| ∨ | Ikke boret til fjell | |
| ▲ | Fjell i dagen | |
| ○ | Enkel sondering | ☒ |
| ● | Dreiesondering | □ |
| + | Vingeboring | □ |
| ⊙ | Prøvetaking | ☒ |
| ⊕ | Prøvetaking med skovlbor o.l. | □ |
| ☆ | Fjellkontrollboring | □ |
| ⊖ | Dreie-trykksondering | ☒ |
| ⊗ | Poretrykksmåling | □ |
| ▨ | Matfylling | |
| | Utgangspunkt for nivellement: FM 552 | |
| | Kartgrunnlag: O.V.V. | |

Utført:

AVKJÖRING TIL BJÖRNDAL	Målestokk 1: 500	Kart ref. S.O. 15
Situasjons-og boreplan	R-1784 Bilag 9	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato jan-82	