

RAPPORT OVER:

Sentralhavna, utfylling i Bjørvika.

R-1410

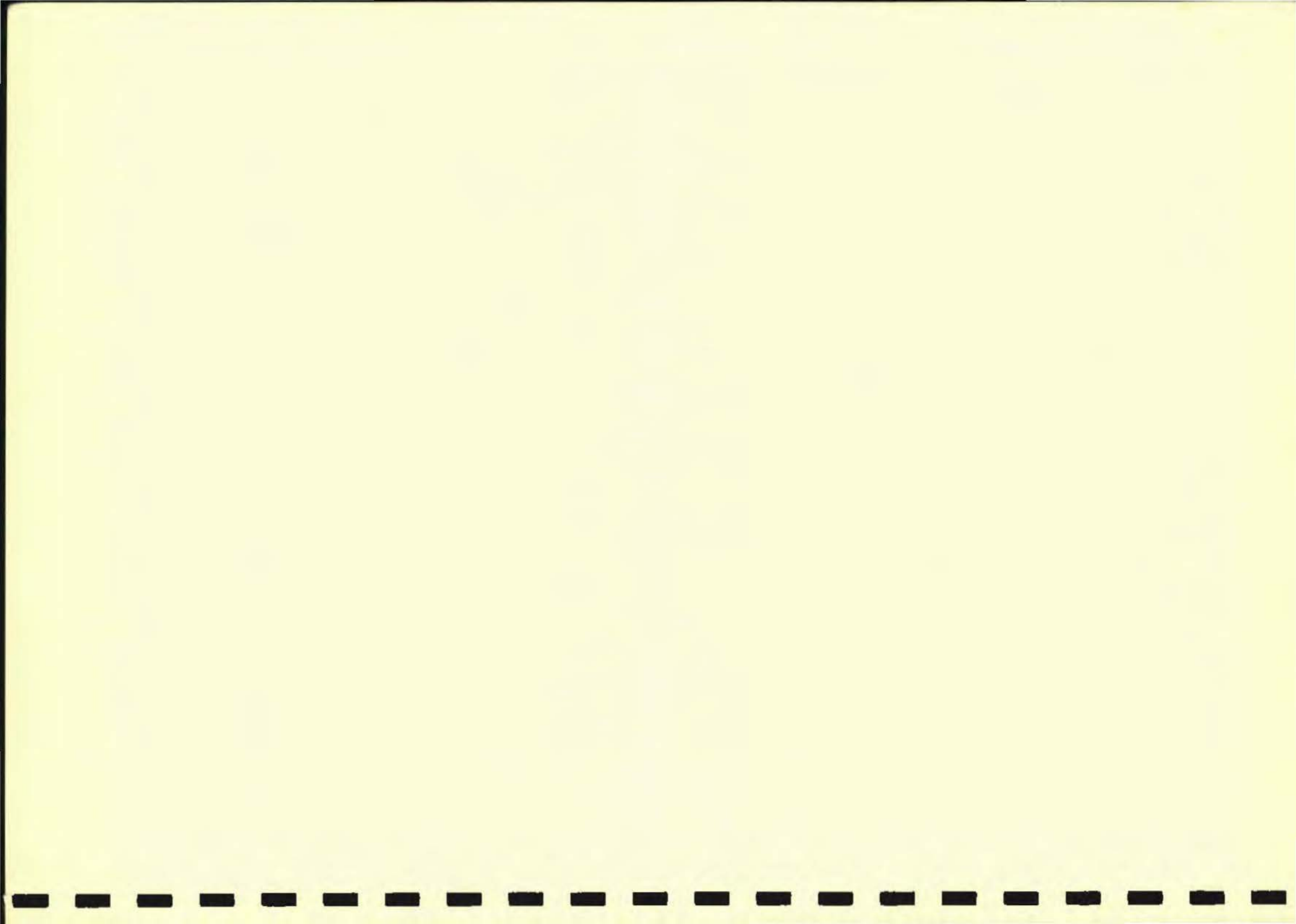
28. april 1978.

**OSLO KOMMUNE**  
GEOTEKNISK KONTOR

SO: C1<sup>III</sup>, C2<sup>IV</sup>



reg





OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor  
KINGOS GT. 22, OSLO 4  
TLF. 37 29 00

**RAPPORT OVER:**

Sentralhavna, utfylling i Bjørvika.

R-1410

28. april 1978.

- Bilag 0 : Standardbeskrivelse av bor- og labora-  
toriearbeider.
- " 1-9 : Prøveserier.
- " 10-14 : Vingeboringer.
- " 15-17 : Profiler med dreieborresultater.
- " 18 : Setningskurver fra Terminalbygget.
- " 19 : Situasjons- og borplan.

#### INNLEDNING:

Etter oppdrag fra Oslo havnevesen ved rekvisisjon nr. 663 av 3.1.77 har Geoteknisk kontor foretatt grunnundersøkelser med tanke på utfylling i Bjørvika. Hensikten med boringene har vært å få en oversikt over fjelldybden og løsmasseforholdene i Bjørvika og på dette grunnlag gi en stabilitets- og setningsmessig vurdering av en eventuell utfylling.

#### MARKARBEIDET:

På situasjons- og borplanen, bilag 19, er de utførte boringer angitt nummerert fra 1 til 27. Ute i Bjørvika ble det utført 23 dreieboringer samt tatt opp 2 prøveserier. Disse prøveseriene er nummerert 26 og 27. Inne på kaiområdet ble det tatt opp 2 prøveserier nummerert 24 og 25. Videre ble det montert 1 poretrykksmåler i borpunkt 25. Boringene ble delvis utført i tidsrommet november - desember 76 og delvis på forsommeren 77. Borarbeidene ble utført av mannskaper fra vår markavdeling med noe assistanse av A/S Grunnboring som boret ned foringsrør gjennom fyllmassene inne på kaiområdet.

#### BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE:

Vanndybden i Bjørvika er stort sett 7-9 m. Dybdene til fjell varierer ganske meget. Ved Palékaia's sentrale del ligger fjellet på ca. kote -60. Langs Langkaia ligger fjellet på ca. kote -20 og langs Krankaia ligger fjellet på ca. kote -40. De største fjelldybden er registrert innen en nordøst-sørvestgående dypsoner. Denne dypsonen ser ut til å krysse Palékaia's sentrale del og strekker seg ca. 100 m utover i Bjørvika. Lenger utover ser det ut til at fjelldybden stort sett begrenser seg til ca. kote -40.

Løsmassene består øverst av et slamlag som går over i gytjig leire. Videre nedover i dybden ser det ut til å være leire praktisk talt helt til fjell. Leira inneholder lokale sand- og gruslag. På stor dybde ser leira ut til å være mer ens sand-grusig. De øvre leirlagene har et vanninnhold på ca. 50% og leira kan her karakteriseres som bløt til meget bløt. Vanninnholdet avtar gradvis til 30-35% i ca. 20 m dybde under sjøbunnen. Fastheten i leira tiltar stort sett gradvis med dybden,

og fra ca. 20 m dybde kan leira karakteriseres som middels fast. Bilag 1-3 viser 3 prøveserier som ligger innenfor det oppfylte området i Bjørvika. Disse prøveseriene ble tatt opp før utfyllingen ble foretatt. Bilag 1 og 2 viser prøveserier samt vingeborresultater utført av Norges geotekniske institutt i 1955. Prøveserien på bilag 3 viser prøver ned til 44 m under sjøbunn. Denne prøveserien er utført av vårt kontor i 1957. Bilag 4 viser en prøveserie som er utført av Norges geotekniske institutt i 1955. Denne prøveserien ble tatt opp der hvor "Holger Danske" nå legger til. Bilag 5 viser en prøveserie som ble tatt opp utenfor Revierhavna. Bilag 6 viser en prøveserie fra borpunkt 27 som ligger noenlunde midt ute i Bjørvika ca. 250 - 300 m utenfor Palékaia. Begge de sistnevnte prøveserier er utført av vårt kontor i 1977.

Bilag 7 og 8 viser resultatene fra to prøveserier inne på fyllingsområdet utført av vårt kontor i 1977. Prøveseriene er tatt i borpunktene 24 og 25, henholdsvis plassert i den tidligere Slusa og ved terminalbygget på Palékaia. Disse prøveseriene viser at mektigheten på fyllmassene er ca. 14 m. Det vil si at underkant fylling ligger 5-6 m lavere enn opprinnelig sjøbunn. Under fyllmassene er leira konsolidert i betydelig grad. Således har vanninnholdet i de øvre leirlagene fått en reduksjon på ca. 10%. I de samme leirlagene har skjærfastheten øket med størrelsesorden 100%. Målinger utført ved enkle trykkforsøk og kompresjonsforsøk viser skjærfasthetsverdier som stort sett varierer mellom 3,5 og 4,5 t/m<sup>2</sup>.

Bilag 9 viser en prøveserie fra borpunkt 26. Denne prøveserien ble utført av oss i 1977 og er tatt fra utstikkeren hvor "Holger Danske" legger til. Denne prøveserien viser at det her er ca. 9 m fylling over leirlagene. Disse fyllmassene skrives seg fra motfyllingen som ble lagt ut i forbindelse med fyllingsarbeidet. Motfyllingsmassene har også medført konsolidering og dermed fasthetsøkning i de underliggende leirlag, men virkningen er her betydelig mindre enn det en måler inne på Palékaia.

I tillegg til prøveresultatene er det lagt ved resultater fra 5 vingeboringer i denne rapporten. Bilag 10 og 11 viser 2 vingeboringer som ble utført av Norges geotekniske institutt i 1977. Bilag 10 viser en vingeboring fra den tidligere Slusa og bilag 11

viser en vingebooring som ble tatt ca. 50 m sør for Krankaia. Bilagene 12,13 og 14 viser 3 vingeboringer som ble utført av vårt kontor i 1957. Vingeboringene på bilagene 12 og 13 ble utført i borpunkter som ligger ca. 15 m utenfor Palékaia. Vingeboeringen på bilag 14 ble utført i et borpunkt som ligger ca. 15 m utenfor Langkaia.

Bilagene 15-17 viser lengdeprofiler med dreieborresultatene inntegnet. Dreieboringene tyder på at det er små variasjoner med hensyn til løsmassenes art i Bjørvika.

På situasjons- og borplanen, bilag 19, er alle de boringer som blir omtalt i denne rapporten angitt. Innenfor det tidligere utfyllingsområdet i Bjørvika er det utført en rekke prøveserier og vingeboringer som ikke er tatt med her. Ute i havnebassenget er det også foretatt boringer tidligere. På situasjons- og borplanen er de tidligere utførte boringer som antas å ha nådd fjell, angitt ved påført fjellkote.

Tidligere geotekniske rapporter som har interesse i denne sammenheng:

Norges geotekniske institutts rapport nr. 0.223 av 15.10.55, grunnundersøkelser i Bjørvika.

Norges geotekniske institutts rapport nr. 0.500 av 16.12.57, grunnundersøkelser på Nylands Verksted.

Christiani & Nielsens rapport av juli 1957, Bjørvika kaianlegg.

Geoteknisk kontors rapportserie: Grunnundersøkelser for vei og kaiprosjekt Bjørvika, R-45 av 1955.

#### STABILITETSFORHOLDENE:

Utfyllingen i Bjørvika kan tenkes gjennomført på flere måter. Ved ensidig utfylling fra tipp må en regne med at fyllmassene trenger ned i leira minst 5-6 m. De øverste leirlagene som for en stor del også inneholder slam og gytje, vil presses opp foran fyllingen som en valk og på denne måten danne en form for motfylling. Disse massene bør mudres vekk etter hvert da dette er masser som gir meget store setningsbidrag dersom disse blir nedfylt.

Dersom en vesentlig del av fyllmassene kommer sjøveien bør det på forhånd foretas en mudring langs bunnen til ca. kote -10. Antagelig vil det for Bjørvikutfyllingen bli en kombinasjon av fylling fra dumpelørjer og fylling fra tipp. Utfyllingen bør da styres slik at det fylles i avtrappede nivåer foran selve tippen.

En ensidig utfylling fra Palékaia kan medføre skadelige deformasjoner på de innenforliggende veikonstruksjoner. Underkjøringen som krysser under E-18, er fundamentert på stålpeler til fjell og ligger med en minsteavstand på ca. 30 m fra nåværende kailinje. Underkjøringen har allerede fått betenkelig store horisontaldeformasjoner. Horisontalbevegelsene på underkjøringen må antas å utvikle seg som en funksjon av de totale setninger en har i dette området. I følge våre observasjoner er det ingenting som tyder på at bevegelsene på underkjøringen vil opphøre i de nærmeste årene selv om bevegelsene viser noe avtagende tendens. På lengre sikt vil en større utfylling i Bjørvika etter vår oppfatning kunne redusere horisontalbevegelsene på underkjøringen. Det er imidlertid viktig at en ved utfyllingen så langt råd er unngår en midlertidig forverring av situasjonen. Dette mener vi best kan gjøres ved at fyllingen i prinsippet starter ute i Bjørvika 50-60m fra Palékaia. Tippen må da starte fra Krankaia ved at det her først blir fylt ut en ranke hvorfra det gradvis blir fylt mot Palékaia. Under fyllingsfasen må det påregnes regelmessige deformasjonsmålinger på underkjøringen.

Når det ensidig fylles fra tipp vil det stadig foregå utglidninger ved fyllingsfronten. Erfaringsmessig skjer ikke disse utglidningene på noen dramatisk måte. Utglidningene har stort sett karakter av store deformasjoner der bevegelsene ved en utglidning gjerne skjer over flere døgn.

Detaljer vedrørende fyllingsprosedyren bør diskuteres nærmere når en har fått oversikt over massetilgangen. Generelt sett skulle en ha best styring over fyllingsarbeidet dersom tilgangen på masser sjøveien er såvidt stor at en stadig kan bygge opp en tilstrekkelig motfylling foran selve tippen. Nivået på motfyllingen bør ligge på ca. kote -5 og strekke seg 30-40 m utenfor tippen.

De første årene etter at fyllingen er utlagt må vanndybde utenfor fyllingen begrenses til ca. 6 m. Etter hvert som det skjer en konsolidering av leirlagene, kan det mudres til større dybde. Antagelig vil vanndybden kunne økes til bortimot 10 m vel 10 år etter at fyllingen er avsluttet. Det vil naturligvis være ønskelig å operere med større vanndybde på et tidligere tidspunkt. For at dette skal la seg gjøre må fyllmassene i prinsippet presses ytterligere ned i leirmassene ved fronten av fyllingen. En omfattende masseutskifting ved ekstra dyp mudring kombinert med overhøyde på fyllingen kan da komme på tale.

#### SETNINGSFORHOLDENE:

En utfylling i Bjørvika vil medføre store konsolideringssetninger. På grunnlag av ødometerforsøk er det tidligere funnet en beregningsmessig total setning på 1,4 m der dybdene til fjell er 40 m. Det ble antatt at ca. 50% av disse setningene ville være unnagjort i løpet av 4 til 5 år etter at fyllingen var utlagt.

På bilag 18 er det vist setningskurver opptegnet på grunnlag av målinger som er foretatt på terminalbygget ved Palékaia. Fyllingen ble her utlagt i 1959 og setningsmålingene på Terminalbygget startet opp i begynnelsen av 1961. Vi har således ingen målinger å støtte oss til for tiden før 1961, men har antatt noe forsiktig at setningene i denne perioden har vært 30-35 cm. Kurvene på bilag 18 viser at setningsforløpet har vært ganske likt i de tre målepunktene langs søndre langvegg. Her er totalsetningene på nåværende tidspunkt kommet opp i vel 2 m. På nordre langvegg er totalsetningene ca. 30 cm mindre. Her skiller imidlertid målepunkt A14 seg klart ut med mindre setninger. Målepunkt A14 ligger ved byggets nordvestre hjørne hvor dybdene til fjell må antas å være betydelig mindre enn under bygget forøvrig. Det er interessant å se hvilken betydelig setningsforskjell en har mellom terminalbyggets søndre og nordre langvegg. Denne setningsdifferansen må i hovedsak forklares ut fra forholdet at størrelsen av totalsetningene avtar med økende avstand fra fyllingskanten. I tillegg til ovennevnte vil totalsetningene være avhengige av dybdene til fjell samt av avstand fra tidligere kailinje.

Det er fremdeles store poreovertrykk i leira under terminalbygget. Poretrykksmåleren i punkt 65 viser et overtrykk på  $1,0 \text{ kp/cm}^2$  (tilsvarer 10 m vannsøyle) i 35 m dybde under terreng.

I 1970 ble det foretatt en oppretting av kaiplassen foran terminalbygget. Det skal da være fylt opp bortimot 1 m. Denne utfyllingen avspeiler seg tydelig på setningsmålingene langs søndre langvegg ved et ekstra setningsbidrag. Det må snart foretas en ny oppjustering av kaiområdet foran terminalbygget som igjen vil medføre et nytt setningsbidrag. Denne utviklingen er naturligvis ikke ønskelig og for den fremtidige utfyllingen bør det overveies å legge ut fyllingen med overhøyde. Forbelastning bør også overveies i denne sammenheng.

#### KONKLUSJON:

De undersøkelser vi har foretatt viser at løsmasseavsetningene varierer ganske lite fra sted til sted ute i Bjørvika. Stort sett er det slam og gytjeholdig leire over en bløt til middels fast leire med lag av silt og sand. På store dybder er leira noe sand- og grusig. Dybdene til fjell varierer fra ca. kote -20 til ca. kote -60. Innen det oppfylte området i Bjørvika pågår det konsolidering i leirlagene som har medført en betydelig fasthetsøkning i leira.

En utfylling i Bjørvika kan tenkes gjennomført på flere måter. Ved ensidig utfylling fra tipp må en regne med at fyllmassene trenger ganske langt ned i leiravsetningene. De øverste leirlagene som er slam og gytjeholdige vil bli presset opp og skjøvet foran fyllingsfronten som en valk. Disse massene bør mudres vekk etter hvert. Ved fylling fra dumpelørjer bør det på forhånd foretas en mudring langs sjøbunnen slik at slam og gytjeholdige masser fjernes før fyllmassene dumpes.

På grunn av risikoen for deformasjon på veikonstruksjonene innenfor Palékaia, må det tilrås at utfyllingen starter 50-60 m ute i Bjørvika og at det herfra fylles innover mot Palékaia. Tippen må da nødvendigvis starte fra Krankaia.

Med de meget dype leiravsetninger en har i Bjørvika vil en oppfylling medføre store konsolideringssetninger. På lang sikt kan totalsetningene bli av størrelsesorden 1,5 - 2,5 m. Det er lite en i dette tilfellet kan gjøre for å redusere setningene, men det bør overveies å fremskynde setningene ved å forbelaste fyllingsområdet eller i det minste legge ut fyllingen med overhøyde.

Et av de største problemene en har ved utfylling av Sentralhavna, vil være å få etablert en stabil fylling med tilstrekkelig vann- dybde utenfor. Det kan være ønskelig med vanddybder på 11 m utenfor kailinjen. Stabilitetsmessig må vanddybden begrenses til 5-6 m de første årene etter at utfyllingen er foretatt. Stabilitetsforholdene ved fyllingsfronten blir bedre des lenger ned i leira fyllmassene presses. En omfattende dypmudring kan således komme på tale for i rimelig tid å kunne oppnå en ønskelig vanddybde utenfor fyllingen.

Geoteknisk kontor

  
A. Eggestad.

  
H. Sem.

# 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 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  $\phi$  54 mm sylind-erprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylind-eren skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylind-eren 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. Derne- st blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket <sup>x</sup>) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt <sup>x</sup>)  $\gamma$  ( $t/m^3$ ) 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  $w_D$  (%) 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 tverrsnittøking 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 der 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 <sup>2</sup>
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 lastetrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentrykking  $s$  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.

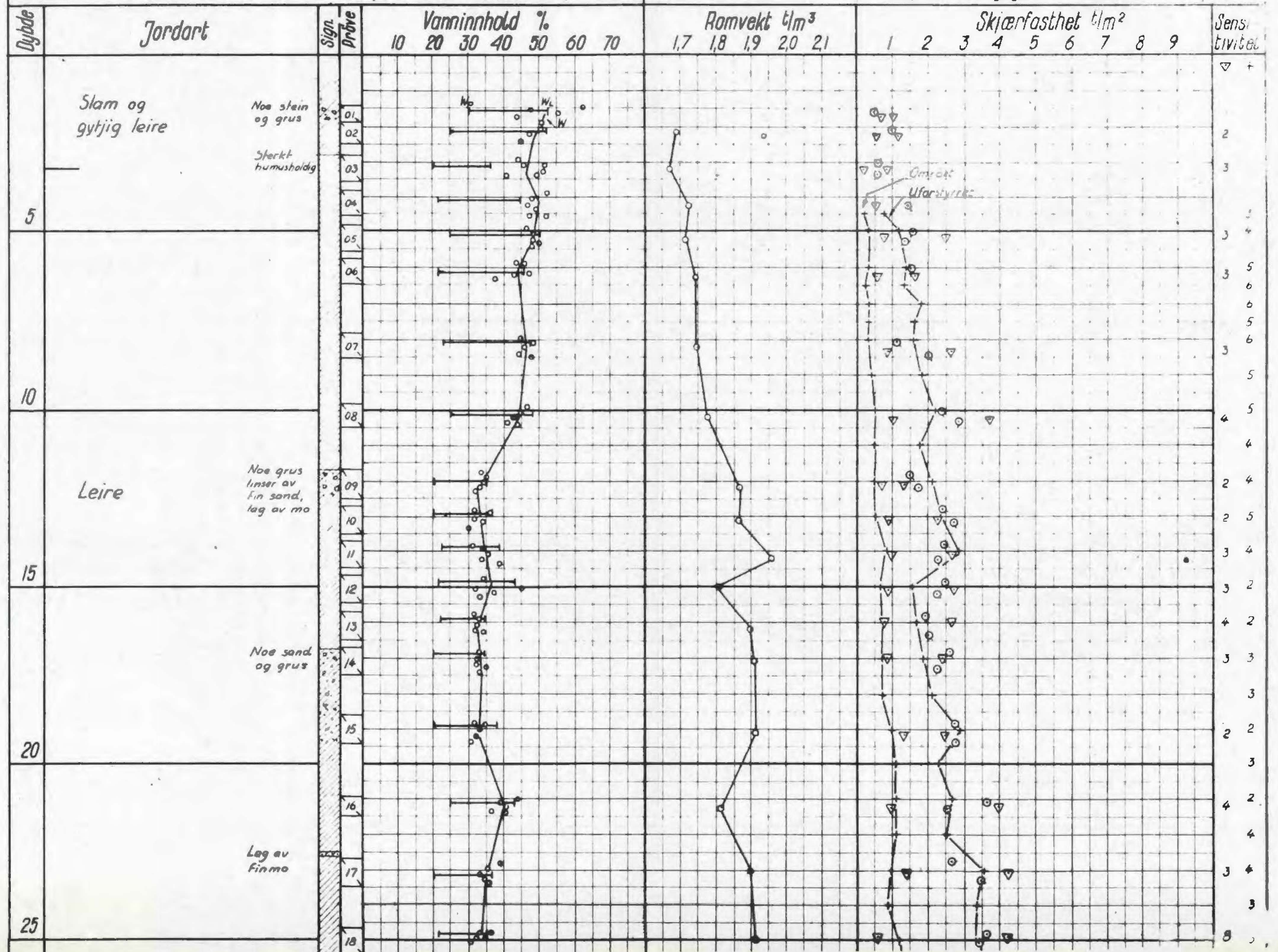
**Kornfordelingsanalyser** av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. 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 - H 10, 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.











BORPROFIL

Sted **REVIERHAVNA SO:C2 IV**

Hull **55**  
 Førdi **± 0.0**  
 Prø **54 mm**

A-sigdetor  
masjon %



Bilag **# 5**  
 Oppdrag **R-1360**  
 Dato **Feb. 77**

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr	Værdier i %				Rim- lest 1/m <sup>2</sup>	Sjærtasthet ved trykforøk				Sensi- tivitet	
				20	30	40	50%		Konustorøk	▽	Vingeboring	+		10 1/m <sup>2</sup>
5	VANN													
10	Slam	—	30				(w=71,7)	1.64	▼	○				6
			31	—	—	—	—	1.74	▼	○	△			6
			32					1.74	▼	○	○			4
	LEIRE		33	—	—	—	—	1.78	▼	○	△			3
			34					1.76	▼	○	△			5
15			35	—	—	—	—	1.77	▼	○	△			5
			36					1.77	▼	○	○			4
			37	—	—	—	—	1.86	▼	○	△			4
			38					1.86	▼	○	△			4
			39	—	—	—	—	1.82	▼	○	△			4
20			40					1.83	▼	○	△			5
			41	—	—	—	—	1.84	▼	○	△			4
			42	skjell				1.81	▼	○	△			10
	ANT. FJELL													
25														

BORPROFIL

Sted: **BJØRVIKA SO:C2 IV**

Hull : 27

Nivå : -10.0

Pr.φ : 54mm

Aksialdeformasjon %



Bilag : 6

Oppdrag : R-1410

Dato : Aug. 77

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w, Plastisk område				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet
				20	30	40	50%		Konusforsøk $\nabla$	Vingeboring	+	$1/m^2$	
5	LEIRE	skjellrester	57					1.73					3
			58					1.73					4
			59					1.76					4
			60					1.76					3
			61					1.79					3
			62					1.79					3
			63					1.77					3
			64					1.79					3
			65					1.86					2
			66					1.82					3
			67					1.84					3
			68					1.88					3
			69					1.86					3
10													
15													
20													
25													

Avsluttet

BORPRØFIL

Sted: **BJØRVIKA SO:C1 III**

Hull : **24**

Nivå : **+ 2.0**

Prø : **54 mm**

Aksialdeformasjon %



Bilag : **7**

Oppdrag : **R-1410**

Dato : **Des. 76**

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsøk $\nabla$ , Vingebrøring		$\circ$	$+$		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	$\gamma/m^2$
	<b>STEINFYLLING</b>	$\Delta$												
15			1					1.66						2
			2					1.89						2
			3					1.87						3
			4					1.89						3
20			5					1.92						3
	<b>LEIRE</b>		6					1.88						3
			7					1.91						3
			8					1.84						3
			9					1.90						3
25			10					1.93						2
			11					1.95						3
	<i>sand og grus</i>	$\circ$	12					1.93						3
	<i>grus</i>	$\Delta$	13					1.99						4
			14					1.90						4
30			15					1.90						3
	<i>sand og grus</i>	$\Delta$	16					2.31						2
	<b>Avsluttet i leire</b>													



BORPROFIL

Sted: **BJØRVIKA SO:C7 III**

Hull: **26**

Nivå: **+2.2**

Pr.Ø: **54 mm**

Aksialdeformasjon %



Bilag: **9**

Oppdrag: **R-1410**

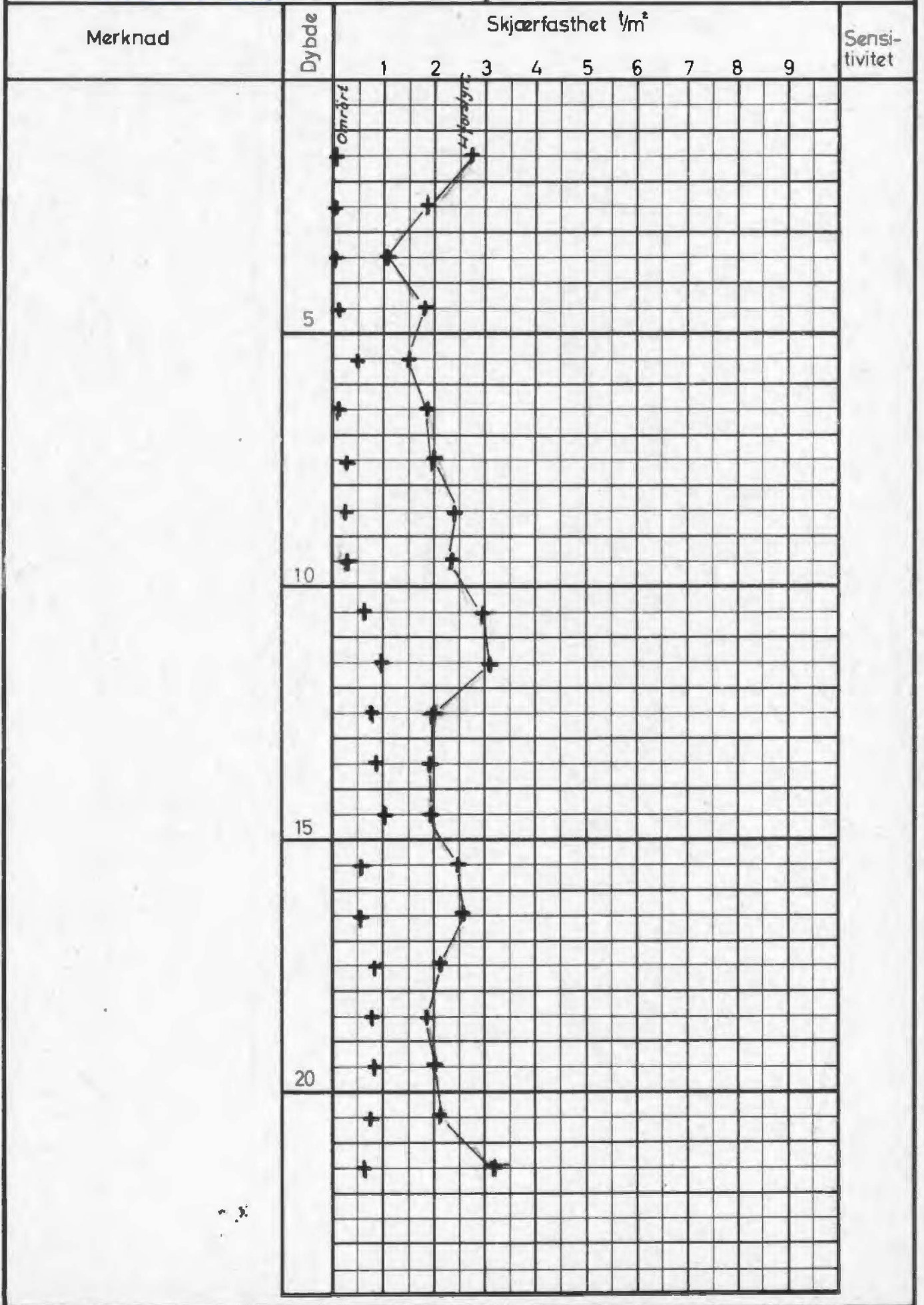
Data: **Jan.77**

Dybde m	Jordart	Symbol	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet
			Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsøk $\nabla$ , Vingeboring		$\ominus$	$\oplus$	
		Pr. nr	20	30	40	50%	2	4	6	8	10	$\gamma/m^2$
	<b>FYLLING</b>											
15	grus silt matjord	36					1.83					4
		37	-----				1.82					4
		38					1.85					3
	<b>LEIRE</b>	39	-----				1.84					3
		40					1.79					3
20		41	-----									3
		42					1.84					4
		43	-----				1.81					4
		44					1.84					3
		45	-----				1.82					4
25		46					1.88					3
		47	-----				1.96					2
		48					1.96					3
		49	-----				1.96					4
	grus	50					1.92					4
30	"	51	-----				1.96					5
		52					1.91					3
		53	-----				1.92					3
		54					1.98					2
		55	-----				2.00					2
35	<b>Avsluttet</b>	56					2.00					3

OSLO KOMMUNE GEOTEKNISK KONTOR  
 VINGEBORING **SENTRALHAYNA**

Sted: **BJØRVIKA** *v/Slusa*  
*SO: C-1 III*

Hull: <sup>0.500</sup>*15 (NGI-57)* Bilag: *10*  
 Nivå: *÷ 5.0* Oppdr: *R-1410*  
 Ving: *65 x 130* Dato: *1957*







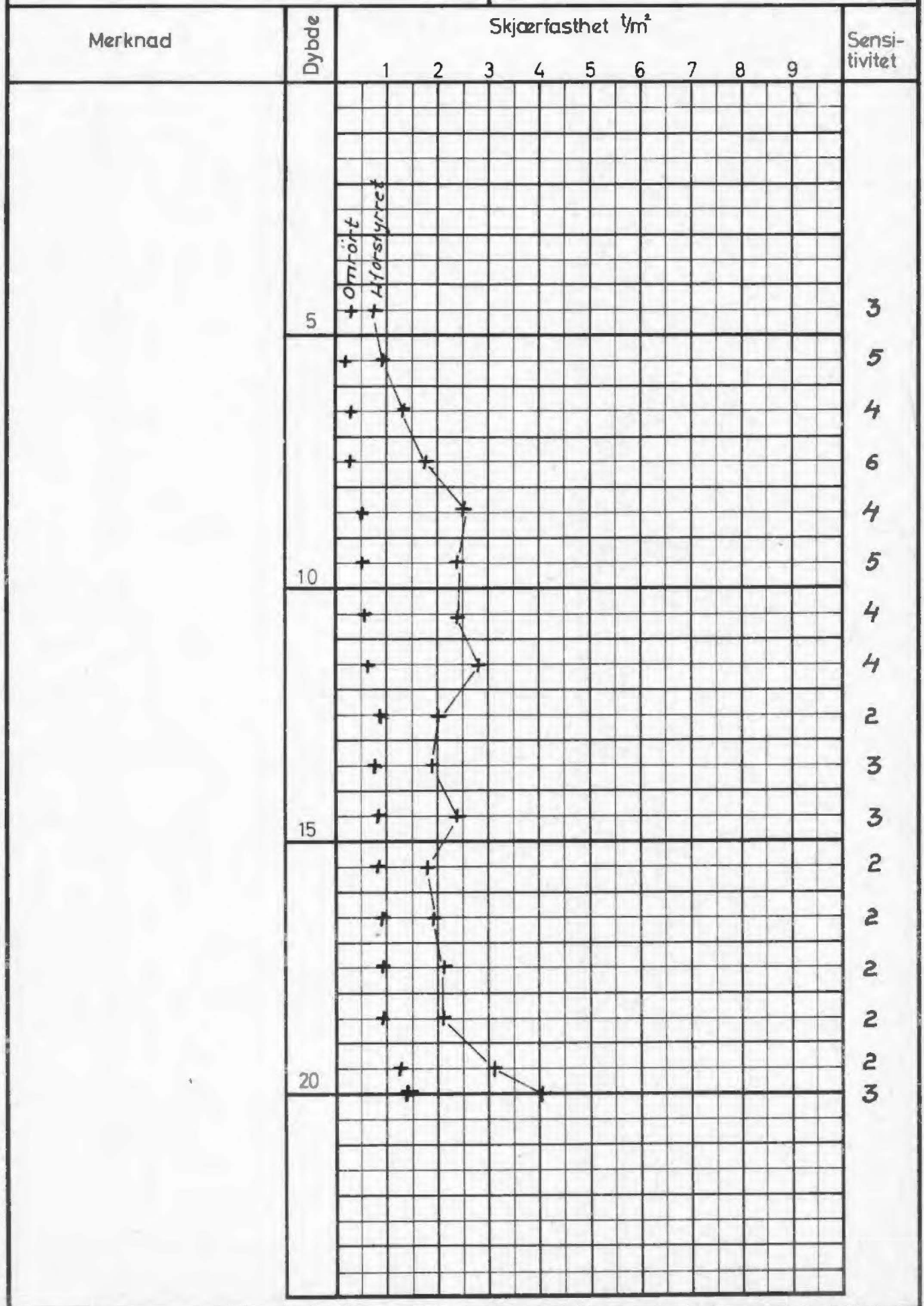
OSLO KOMMUNE GEOTEKNISK KONTOR  
 VINGEBORING

Sted: BJØRYKA SO:C7 III

Hull: 11 (R-45) Bilag: 13

Nivå: ÷ 6.3 Oppdr: R-1410

Ving: 65 x 130 Dato: 7-3-57



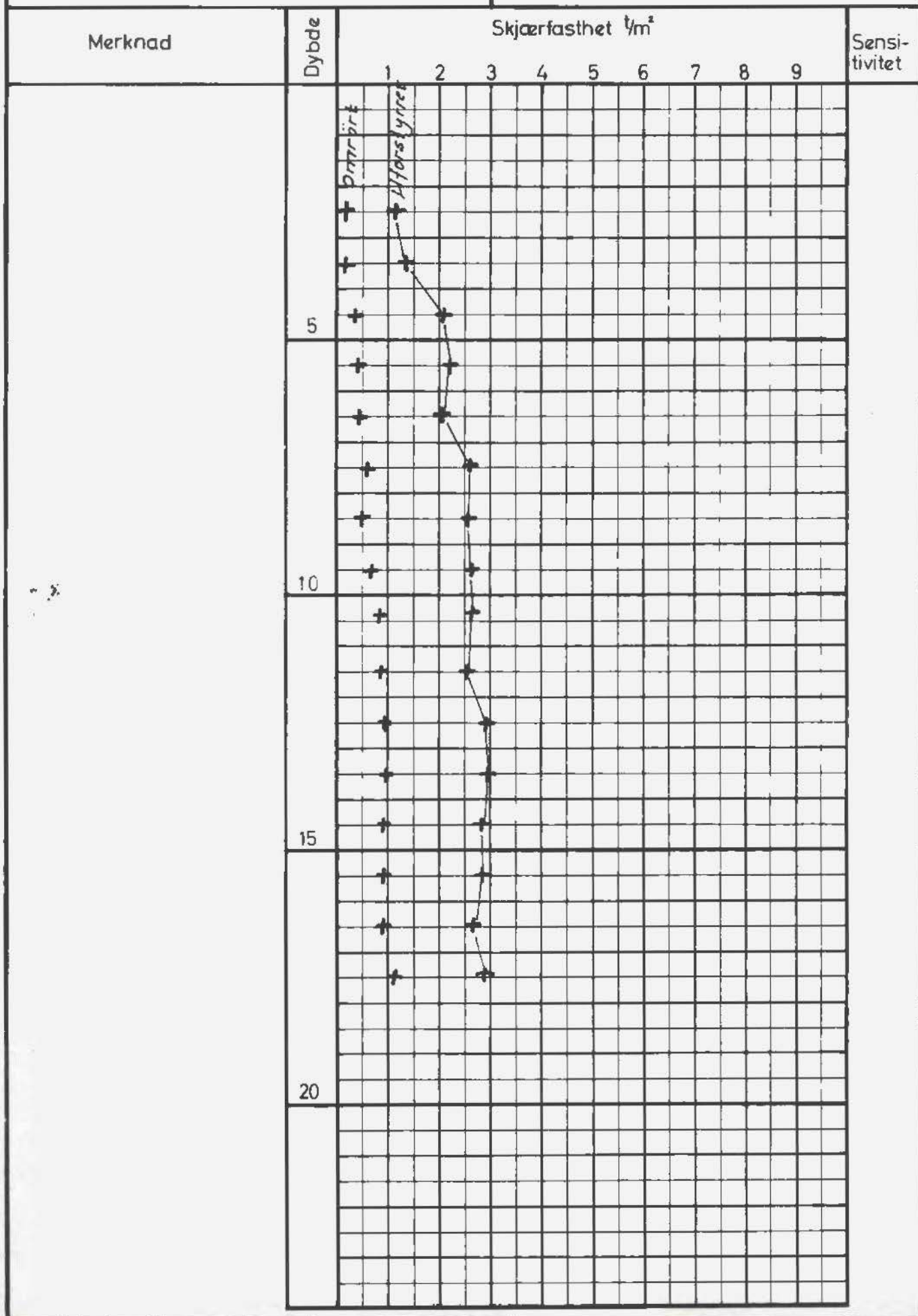
OSLO KOMMUNE GEOTEKNISK KONTOR  
 VINGEBORING

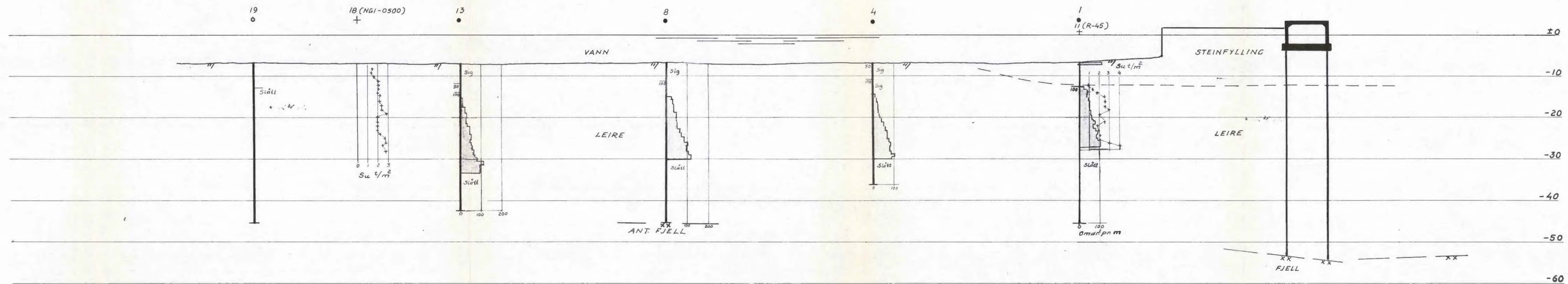
Sted: BJØRVIKA SO:C1 III

Hull: 12 (R-45) Bilag: 14

Nivå: ÷ 0.0 Oppdr: R-1410

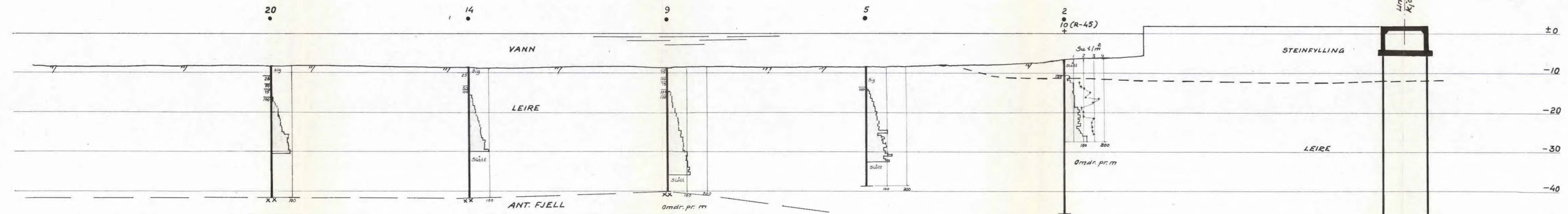
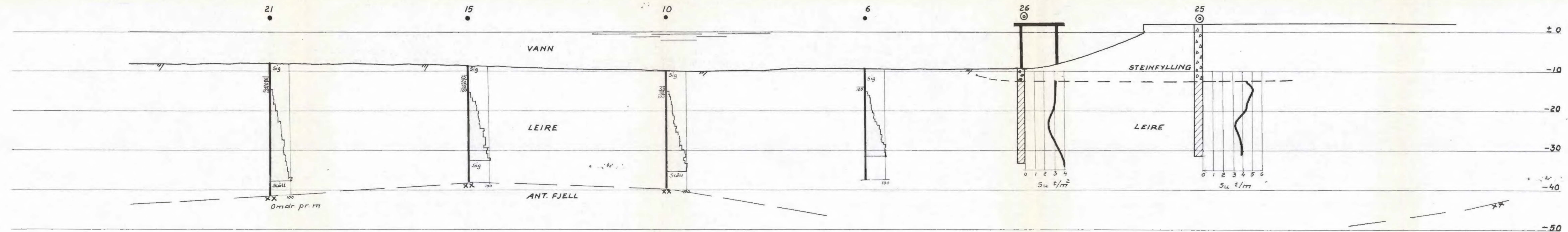
Ving: 65 x 130 Dato 12-3-57





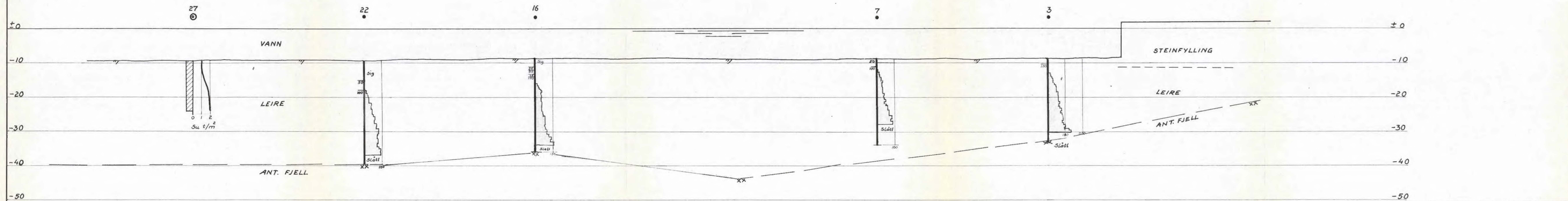
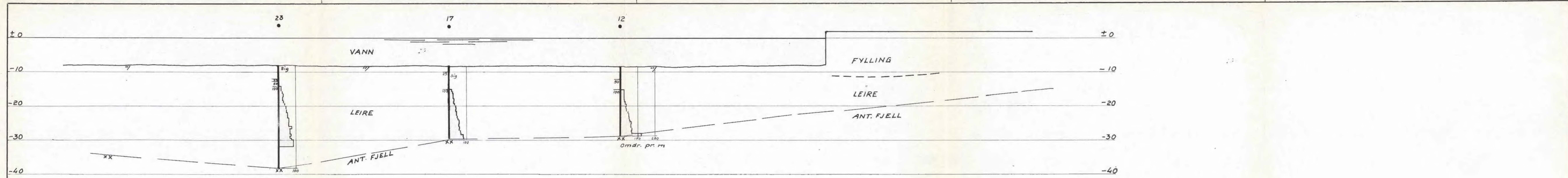
<b>SENTRALHAVNA</b>	Målestokk <b>1:500</b>
<b>Utfylling i Bjørvika</b>	R. <b>1410</b>
<i>Situasjons- og borplan</i>	Bilag <b>15</b>
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato <b>Apr. 78</b>

Kart ref.



<b>SENTRALHAYNA</b>		Målestokk 1:500
<b>Utfylling i Bjørvika</b>		R. 1410
<b>Situasjons- og borplan</b>		Bilag 16
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Dato 19/1-78

Kart ref.



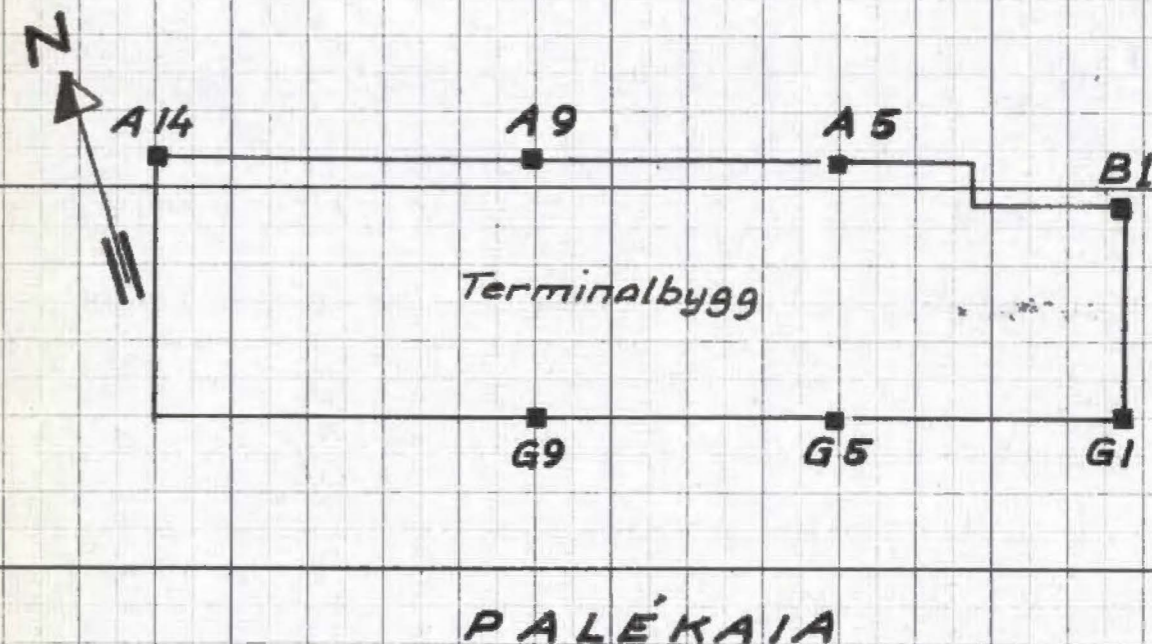
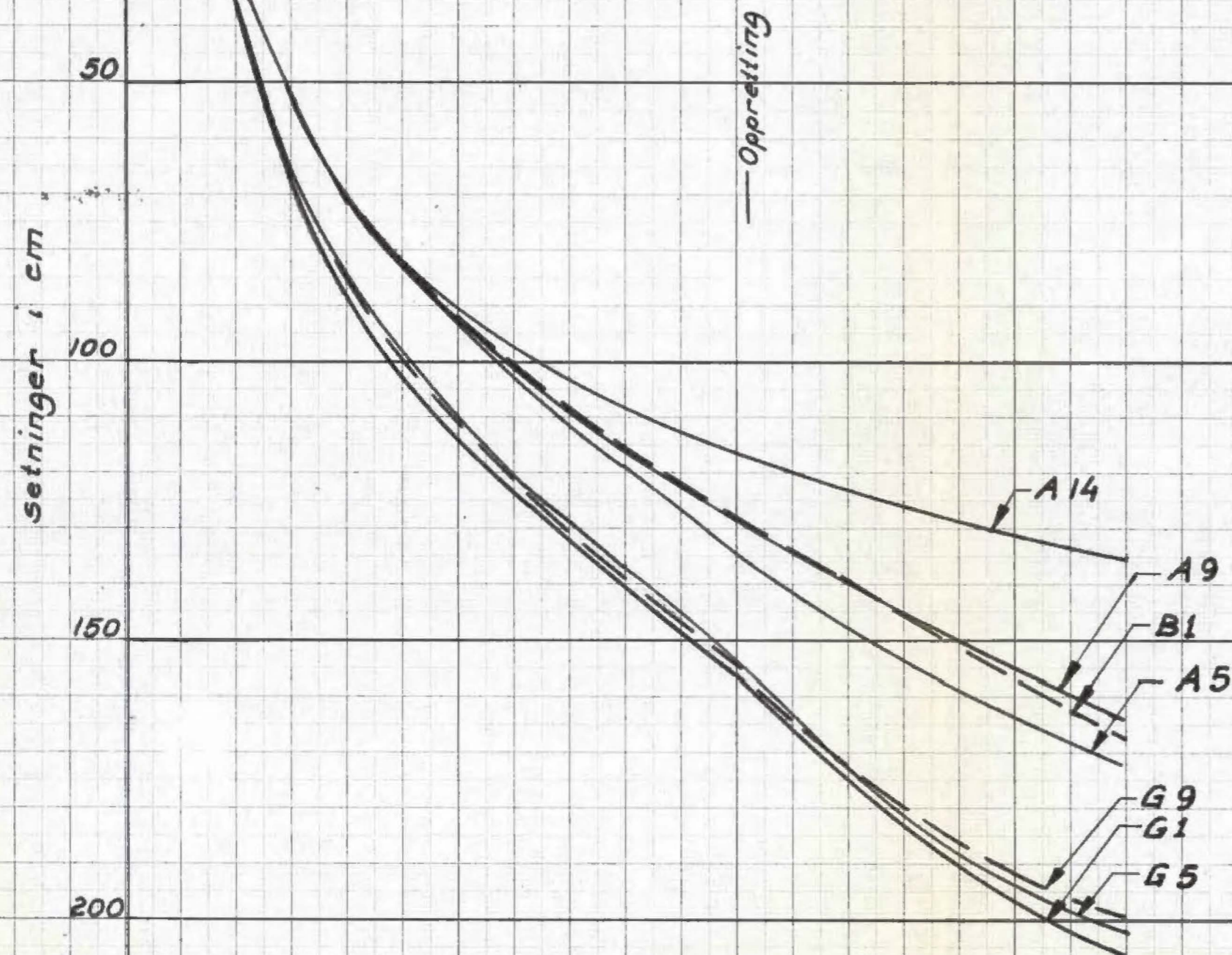
<b>SENTRALHAVNA</b>		Målestokk
<b>Utfylling i Björvika</b>		1:500
<b>Situasjons- og borplan</b>		R. 1410
OSLO KOMMUNE		Bilag 17
Geoteknisk kontor		Dato Apr. 78

Kart ref.

Tidsangivelse

År 1960 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78

Ant. setning på fyllingen før målingene startet

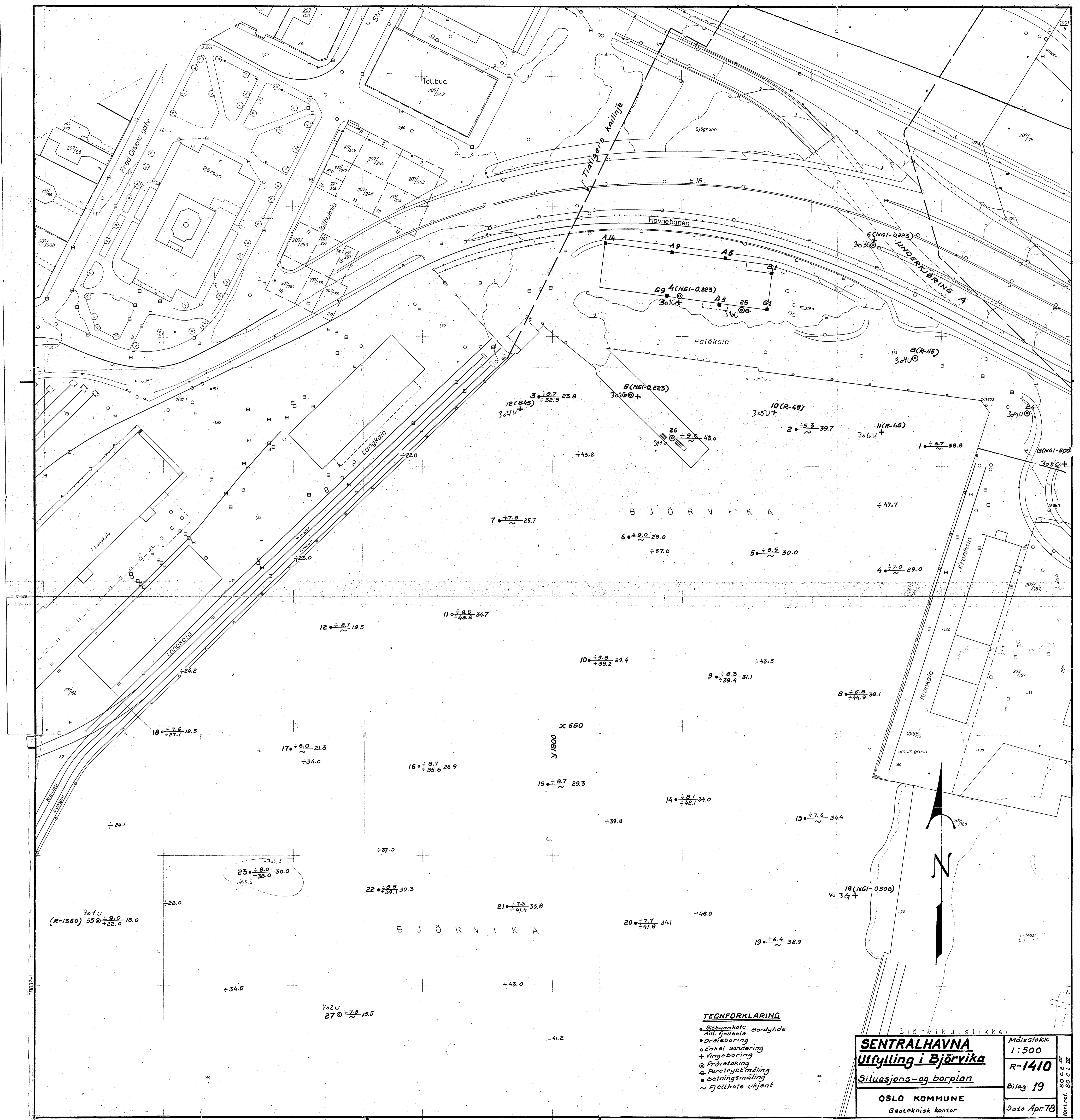


Utfylling i Björvika  
 Setningsmålinger under  
 Terminalbygget på Palé-  
 kaia.

OSLO KOMMUNE  
 Geoteknisk kontor

Arbeidsnr. R-1410  
 Bilag 18  
 Dato Apr 78

Kart nr.



Fred. Olsens Garte  
Børsen

Tollbua  
207/242

Tollbukåla  
207/245  
207/247  
207/244  
207/243  
207/248  
207/249  
207/253  
207/254  
207/255  
207/256

Langkåla  
207/158  
207/159  
207/160  
207/161  
207/162  
207/163  
207/164  
207/165  
207/166  
207/167  
207/168  
207/169  
207/170  
207/171  
207/172  
207/173  
207/174  
207/175  
207/176  
207/177  
207/178  
207/179  
207/180  
207/181  
207/182  
207/183  
207/184  
207/185  
207/186  
207/187  
207/188  
207/189  
207/190  
207/191  
207/192  
207/193  
207/194  
207/195  
207/196  
207/197  
207/198  
207/199  
207/200

Havnebanen  
E 18  
Palékaia  
UNDERKJØRING A

1 (R-45) 304U+  
2 5.3 39.7  
3 8.7 23.8  
4 9.0 28.0  
5 8.5 30.0  
6 9.0 28.0  
7 7.8 25.7  
8 6.8 38.1  
9 8.3 31.1  
10 9.8 29.4  
11 8.5 34.7  
12 8.7 19.5  
13 7.6 34.4  
14 8.1 34.0  
15 8.7 29.3  
16 8.7 26.9  
17 8.0 21.3  
18 7.6 19.5  
19 6.4 38.9  
20 7.7 34.1  
21 7.6 33.8  
22 8.8 30.3  
23 8.0 30.0

B J Ö R V I K A

B J Ö R V I K A



**TEGNFORKLARING**

- Sjøbunnkote
- Ant. fjellkote
- Dreieboring
- + Enkel sondering
- + Vingeboring
- ⊙ Prøvetaking
- ⊙ Poretrykkmåling
- Setningsmåling
- ~ Fjellkote ukjent

<b>SENTRALHAVNA</b> <b>Utfylling i Björvika</b> Situasjons- og borplan		Målestokk 1:500
		R-1410
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Bilag 19
		Data Apr 78