

NO: C1 I-II, D1 IV

1961.8.20

overfor



Amo/80

OSLO KOMMUNE

GEOTEKNISK KONTOR



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

RAPPORT OVER:

AVSKJÆRENDE KLOAKK I AKERSELVA
FRA SLÅMOTGANGEN TIL VATERLANDS BRU

R-1722-1

14. sept. 1981.

- Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
" 1: Skovlprøver
" 2: Borprofil (hull 23/25)
" 3: " (tidl.und.)
" 4: " (" ")
" 5: Skisse av spuntgrop
" 6: Lengdeprofil
" 7: Situasjons- og borplan

INNLEDNING:

I henhold til rekvisisjon nr. 21329 av 10. des. 1980 og brev av 8. des. 1980 fra Oslo Vann- og kloakkvesen har Geoteknisk kontor utført geotekniske undersøkelser i Akerselva fra Slåmotgangen til Vaterlands bru.

Hensikten med undersøkelsen har vært å klarlegge grunnforholdene og bunnforholdene langs ledningstraséen i Akerselva med hensyn til bærbarhet for anleggsmaskiner og muligheten for å treffe på fjell i traséen.

I forbindelse med ledningsanlegget skal det bygges en pumpestasjon like syd for Vaterlands bru, og plasseringen er vist på bilag 7.

Tegningsgrunnlaget for undersøkelsen er Vannverkets plantegn. nr. 22244, lengdeprofil tegn. nr. 22245 og tverrprofiler tegn. nr. 22246 og 22247, samt situasjonsplan 22525. Forøvrig nevnes det at vi tidligere har laget en lignende rapport for et ledningsanlegg lenger nord i Akerselva (R1416). Dette anlegget er utført og de praktiske erfaringene derfra bør overføres til det nye anlegget.

TIDLIGERE UNDERSØKELSER:

I vårt undergrunnsarkiv finnes det resultater fra diverse tidligere undersøkelser i nærheten, blant annet borprofiler fra 2 prøveserier på hver sin side av Vaterlands bru. Disse prøveseriene er utført av B. Haukelid i 1938 og tatt med i denne rapport. Forøvrig har NOTEBY A/S og B. Haukelid utført flere undersøkelser i området. Våre egne rapporter fra dette området er nummerert R-991, R-917 og R-1325 og de omhandler blant annet Nylandsveien.

MARKARBEID:

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 12. mars til 10. april 1981, avbrutt av påskeferien. Arbeidet omfatter 23 dreiesonderinger, 2 skovlboringer og 1 uforstyrret prøveserie.

Borpunktene er utsatt fra hushjørner og andre faste punkter som også er vist på borplanen. Videre ble alle borpunktene nivellert med utgangspunkt i FM 345 (h=3.927). På grunn av forskjellig vannstand da det ble boret og da det ble nivellert er vannstanden tilnærmet riktig på lengdeprofilet bilag 6. Bormetodene er nærmere beskrevet på bilag 0.

LABORATORIEUNDERSØKELSER:

Det ble utført rutinemessige undersøkelser på alle prøvene som ble bragt inn på laboratoriet.

Skovlprøvene ble visuelt klassifisert og vanninnholdet ble bestemt. Resultatet er vist på bilag 1.

Prøvene fra den uforstyrrede prøveserien ble også visuelt klassifisert. I tillegg ble det på disse prøvene målt vanninnhold og romvekt.

Videre ble plastisk område bestemt og udrenert skjærstyrke ble bestemt med konusforsøk og enaksialt trykkforsøk. Omrørt skjærstyrke ble også bestemt ved konusforsøk, hvorefter sensitiviteten er angitt. Borprofilet er vist på bilag 2.

Generell beskrivelse av laboratorieundersøkelsene er gitt på bilag 0.

GRUNNFORHOLD:

Undersøkelsen viser at dybdene til fjell langs ledningstraséen er oppimot 20 m de første 50-60 m fra Slåmotgangen og sydover mot Vaterland bru. Deretter avtar dybdene til fjell betydelig, og fra borpunkt 8 og til Hausmanns bru er det flere steder registrert løsmassetykkelse på ca. 1 meter. Videre sydover øker løsmassemekktigheten jevnt på til punkt 20 hvor fjelldybden er ca. 28 m. Ved den planlagte pumpestasjonen er dybdene til fjell ca. 19 m.

Ledningstraséen går over land de første 100 m nordfra og sydover. På denne strekningen antyder skovlprøven ved borpunkt 3 at løsmassene består av en siltig, sandig leire med vanninnhold på 30-40 % til 5 m dybde hvor prøven ble avsluttet. Det finnes noe humus øverst.

Videre sydover mot Hausmanns bru går ledningstraséen i Akerselva og løsmassene nærmest brua antas å bestå av noe slam, sand og grus. Ved borpunkt 7 ble det imidlertid boret 7,5 m i meget bløte leirmasser. Dreieborresultatene viser "sig" hvilket vil si at borstengene synker ved 100 kg belastning uten omdreininger.

Fra Hausmanns bru og sydover går ledningstraséen på land til borpunkt 19, hvor det ble tatt opp en skovlprøve. Denne prøven viser at løsmassene består av de samme massene som i den nordligste delen av traséen, d.v.s. siltig, sandig leire med gjennomsnittlig vanninnhold på ca 40 % til 5 m dybde, hvor prøven ble avsluttet.

Fra borhull 19 følger ledningstraséen for det meste elva sydover til den planlagte pumpestasjonen ved Vaterland bru. Her viser den uforstyrrede prøveserien (bilag 2) at løsmassene ute i elva består av ca. 1 m grus og stein over en lite sensitiv, meget plastisk og middels fast leire med spredte sand og siltlag. Udrenert skjærstyrke varierer meget avhengig av forsøkstype. For dybder mindre enn 10 m viser de enaksiale trykkforsøkene en udrenert skjærstyrke på ca 30 kN/m², mens konusforsøkene viser mellom 40 og 50 kN/m². Dypere enn 10 m er resultatene noe lavere for begge forsøkstyper. Prøveserien ble avsluttet i 16 m dybde.

Prøveserien fra 1938 (bilag 3 og 4) viser udrenert skjærstyrke for leiren på noe i underkant av 40 kN/m² ned til ca 10 meters dybde.

På grunnlag av det foreliggende materialet er det benyttet en udrenert skjærstyrke på 35 kN/m² i de beregningene som er utført for avstivningen i pumpestasjonen.

LEDNINGSGRØFT

Lengst nord der ledningstraséen går over land antas det at gravingen av grøfta ikke vil by på særlige problemer. Vi vil imidlertid påpeke at der grøftedybdene blir større enn 2-2,5 m kan det bli nødvendig med en eller annen form for avstivning av grøfteveggene. Forøvrig antas det at grøfteveggene kan stå med skråning 2:1, men man må være forberedt på å slake ut disse til 1:1 under ugunstige forhold. Man må også være forberedt på å få en del vanninnsig i grøfta, men det antas at vannet vil kunne pumpes ut så lenge grøfta skjermes mot elva. Lengdeprofilen fra Vannverket viser også at ledningen stedvis får liten overdekning, og her kan det være behov for isolasjon mot frost.

Ca. 80 m syd for Slåmotgangen går ledningstraséen ut i Akerselva og her antas det at Vannverkets foreslåtte løsning skulle være velegnet. Denne går ut på at det legges ut en fylling over ledningstraséen i tilstrekkelig bredde til at maskinelt utstyr kan trafikkere der. Fyllingen må være høyere enn høyeste vannstand i anleggsperioden. Når ledningen så skal legges graves det grøft i disse massene. Den nedre delen av denne fyllingen bør bestå av relativt tette masser for å unngå altfor stort vanninnsig.

Bortsett fra en strekning på ca. 30 m ved borhull 7, hvor det er påvist meget bløt leire, anses dette å være en god løsning. Fyllingen bør bli liggende som isolasjon og vekt over ledningen. Her kan nemlig permanent oppfylling tillates, i det setningsfaren er liten på grunn av de små fjelldybdene. Mellom punktene 6 og 8 derimot er mektigheten av den bløte leiren så stor at fyllingen her bør begrenses til et minimum på grunn av faren for setninger. For å motvirke eventuell oppdrift bør det benyttes vekter (betongrør), og hvis frosten blir et problem bør ledningen isoleres med ekspandert polystyren el.l. Videre bør alt slam og annen dårlig masse på elvebunnen fjernes før det legges ut fylling. Dette gjelder overalt hvor ledningen blir liggende over elvebunnen. Det anses som en fordel om det legges ut en større fylling over denne strekningen så snart som mulig slik at noe av setningene blir unnagjort før ledningen legges. Men etter at ledningen er lagt må det meste av denne fyllingen fjernes.

Fra Hausmanns bru til borhull 19 hvor ledningen stort sett blir liggende på land, henvises det til kommentarene for den delen av ledningen som ligger lengst nord. I tillegg påpekes det at grøften stedvis blir opptil 3,5 m dyp, slik at den må avstives, eller det må graves med relativt slake skråninger (f.eks. 1:1).

Lengst syd ved den planlagte pumpe-stasjonen blir ledningen også lagt i grøft på elvebunnen. Her kan det med fordel benyttes samme fremgangsmåte som nord for Hausmanns bru, men fyllingshøyden må begrenses mest mulig for å unngå fremtidige setninger. På denne strekningen må det også tas hensyn til ledningens oppdrift under legging dersom grøftebunnen ligger under vann.

PUMPESTASJON

I følge Vannverket skal pumpe-stasjonen ved Vaterland bru ha en innvendig diameter på 2,0 m og innvendig bunn på kote - 4,5 m. Som innerforsikaling skal det benyttes kumringer, og utgravningens avstivning (spunt) bør benyttes som ytterforsikaling. Minimumsavstand mellom innerkant kumringer og avstivet utgraving er satt til 25 cm; med puter som bygger ca 25 cm blir pumpe-stasjonens vegger minst ca 50 cm tykke der det ikke er avstivning (veggtykkelsen i kumringene medregnet).

Innvendige minimumsmål på spunten blir 3,0 m x 3,0 m. Det anses som en fordel at spunten benyttes som ytterforsikaling da dette medfører mindre utgraving og følgelig bedre stabilitet.

Dimensjoner på putene kan reduseres en del hvis det benyttes avstivning i hjørnene. Dette antas imidlertid ikke å gi en rimeligere løsning. Hvis putene fjernes før støping kan størrelsen på spuntgropa reduseres med ca 50 cm slik at målene på utgravningen blir 2,5 m x 2,5 m. En forutsetning for dette er imidlertid at veggene må støpes seksjonsvis og herdes tilstrekkelig for å kunne oppta jordtrykket på spuntveggen før stiverlagene fjernes. Dimensjonene på putene kan på denne måten reduseres noe.

Dimensjonerende momenter for spunt og avstivning er angitt på bilag 5, med forslag til typebetegnelse i parentes. Bjelkene som er vist fungerer både som puter og avstivning.

I forbindelse med typebetegnelsen på spunt og puter er det forutsatt stål med flytegrense ca. 2300 kp/cm². Spunten forutsettes rammet i lås og det må sørges for god kontakt mellom spunt og puter, evt. ved påsveising av skiver for mellomlegg. Valg av stål-kvaliteter er imidlertid opp til entreprenøren. Det antas at eventuell vannlekkasje i utgravningen blir minimal hvis det benyttes hjørnelåser.

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 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. Dernest 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 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 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 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 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 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: AKERSELVA, Vaterlands bru

Hull : 3 og 19

Nivå : 1,4 og 1,2

Prøφ : SKOVLING

Aksialdeformasjon %

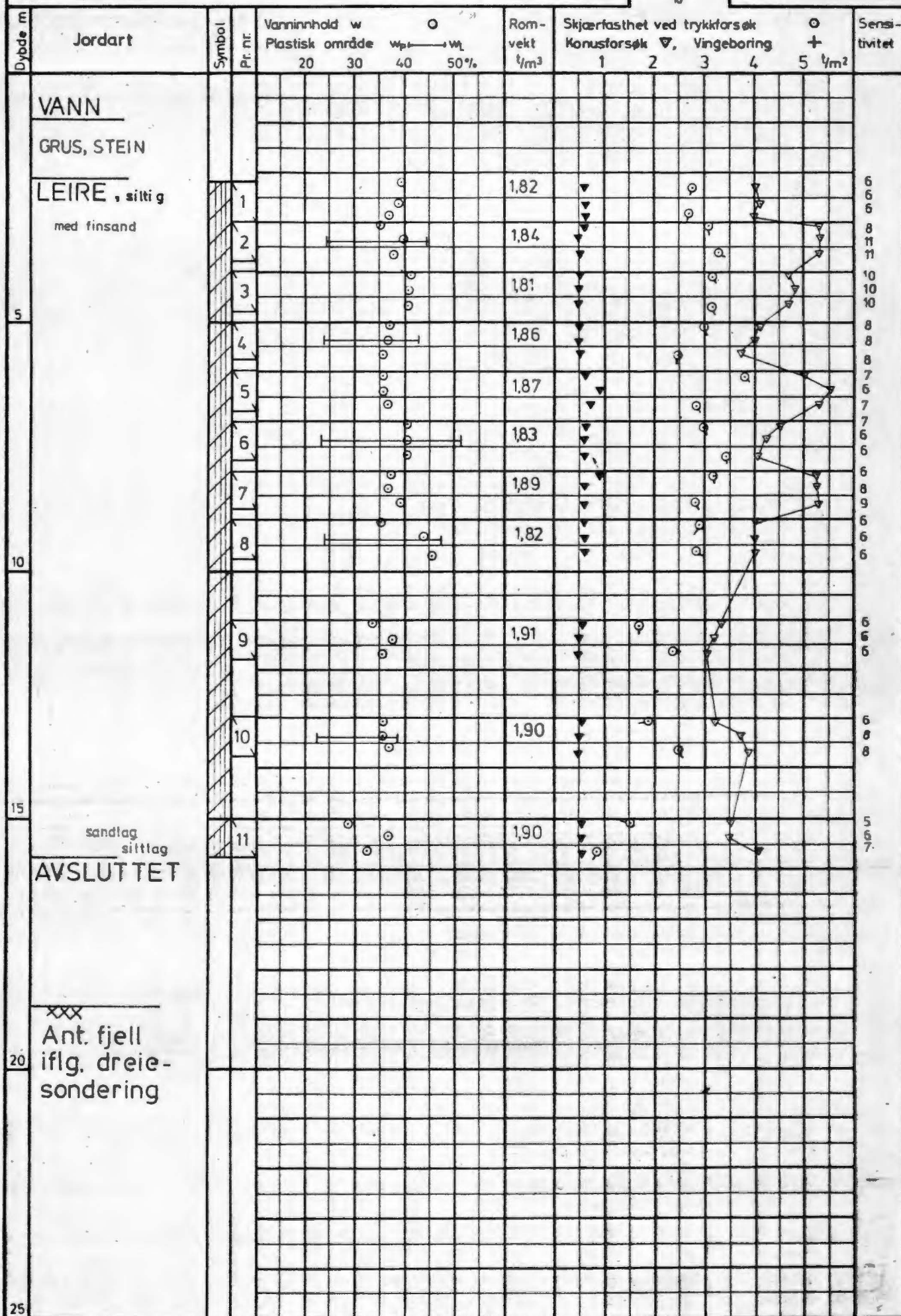


Bilag : 1

Oppdrag : R-1722

Dato : Aug. 81

Dybde m	Jordart	Symbol	Vanninnhold w				Plastisk område	Romvekt γ/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet
			20	30	40	50%			Konusforsøk ∇	Vingebooring	+	γ/m^2	
0	Hull 3												
5	LEIRE humus siltig sandig												
	sand												
5	Avsluttet												
0	Hull 19												
5	LEIRE humus siltig sandig												
5	Avsluttet												
10													
15													

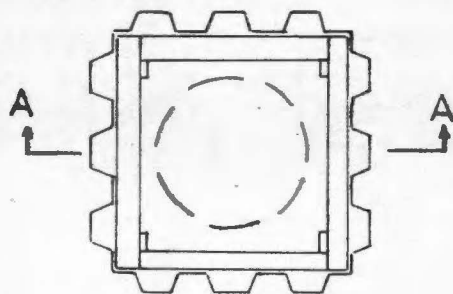




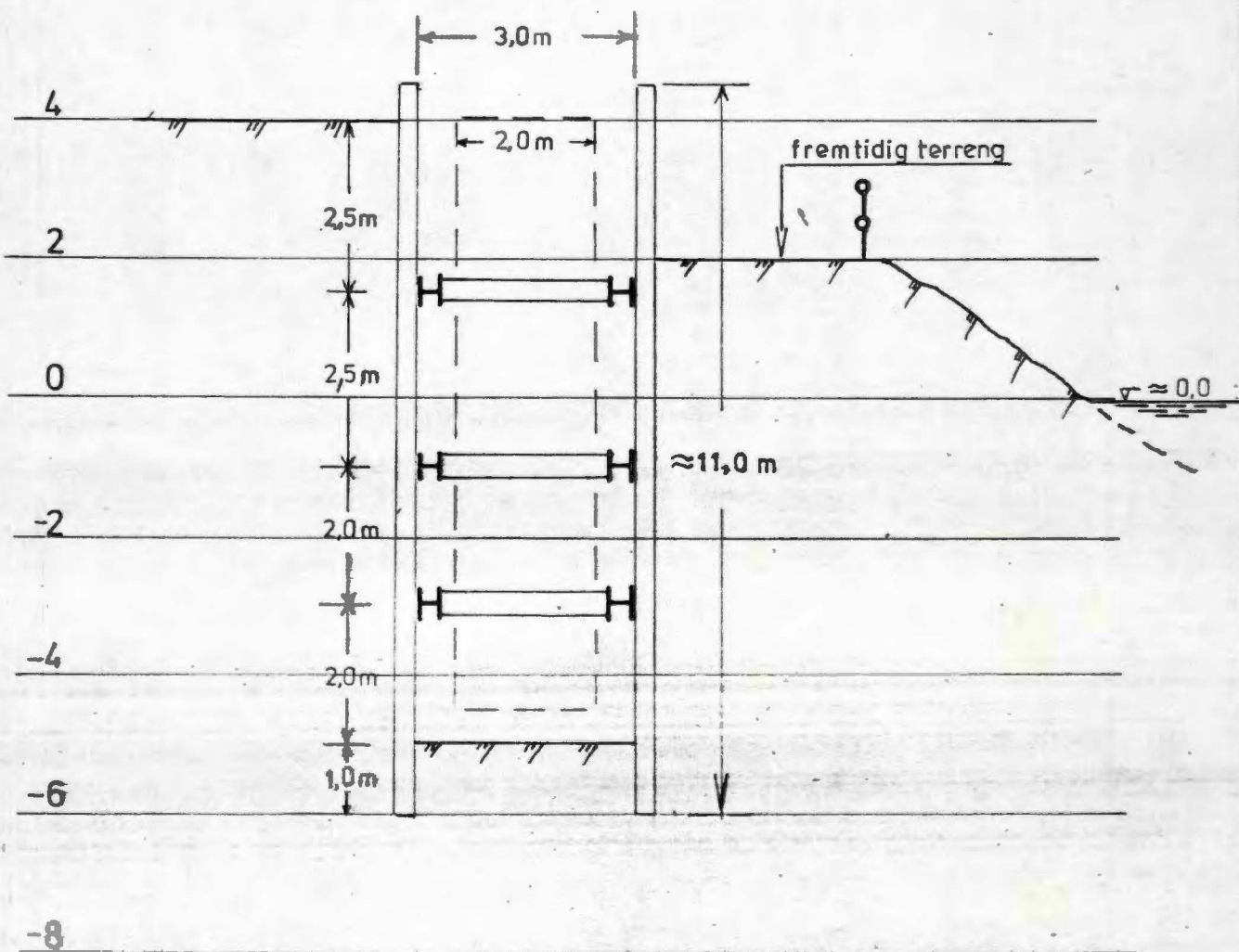
Dybde m	Jordart	Symbol	Pt. nr.	Vanninnhold w				Romvekt γ_{m^3}	Stjærtehet ved trykforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇ , Vingebrøring		σ	τ		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10 γ_{m^2}	
	LEIRE skjellrester							2.07						
								1.86						
								1.78						
								1.84						
5								1.86						
								1.86						
								1.83						
								1.83						
								1.88						
10								1.87						
								1.88						
								1.89						
	grus							1.87						
								1.94						
15								1.94						
	Avsluttet													
20														
25														



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt γ/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område					Konusforsøk ∇ , Vingeboring					
				20	30	40	50%		2	4	6	8		10 γ/m^2
	LEIRE													
							1,85							
							1,83							
							1,80							
5							1,87							
							1,87							
							1,83							
							1,83							
							1,87							
10							1,92							
							1,84							
							1,80							
							1,85							
							1,87							
15							1,85							
							1,91							
							1,88							
							1,86							
							1,93							
	grus													
	Avsluttet													
20														
25														



SNITT A-A



SPUNT: $M_{max} \approx 35 \text{ tm/m}$ (BZ 20)
 PUTER: $M_{max} \approx 15 \text{ tm/m}$
 AVSTIVNING: $P_{max} \approx 15 \text{ t/m}$ } (HE 240 B)

AKERSELVA

Avskjærende kloakk
 Skisse av spunt ved
 pumpestasjon.
 Vaterland bru

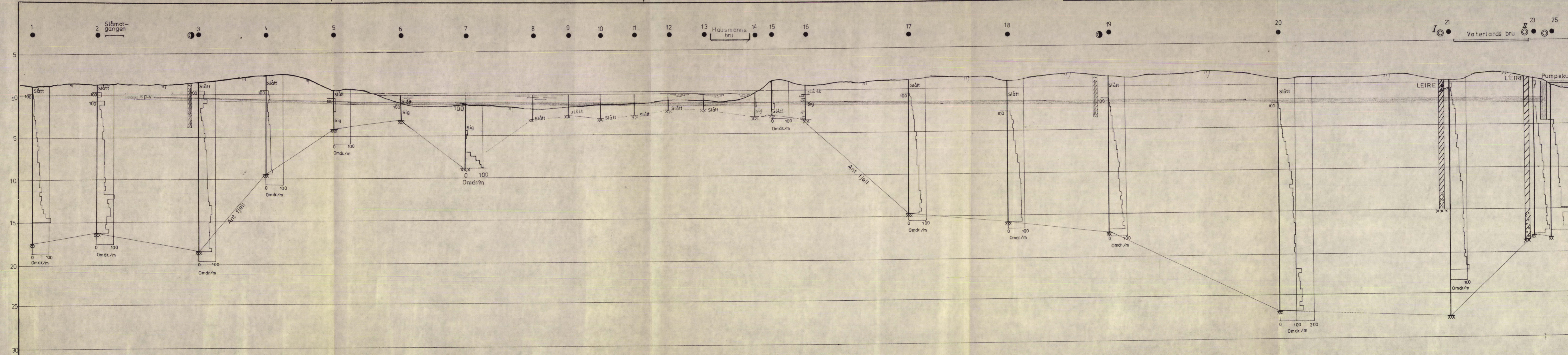
OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

Målestokk
 1:100

R-1722
 Bilag 5

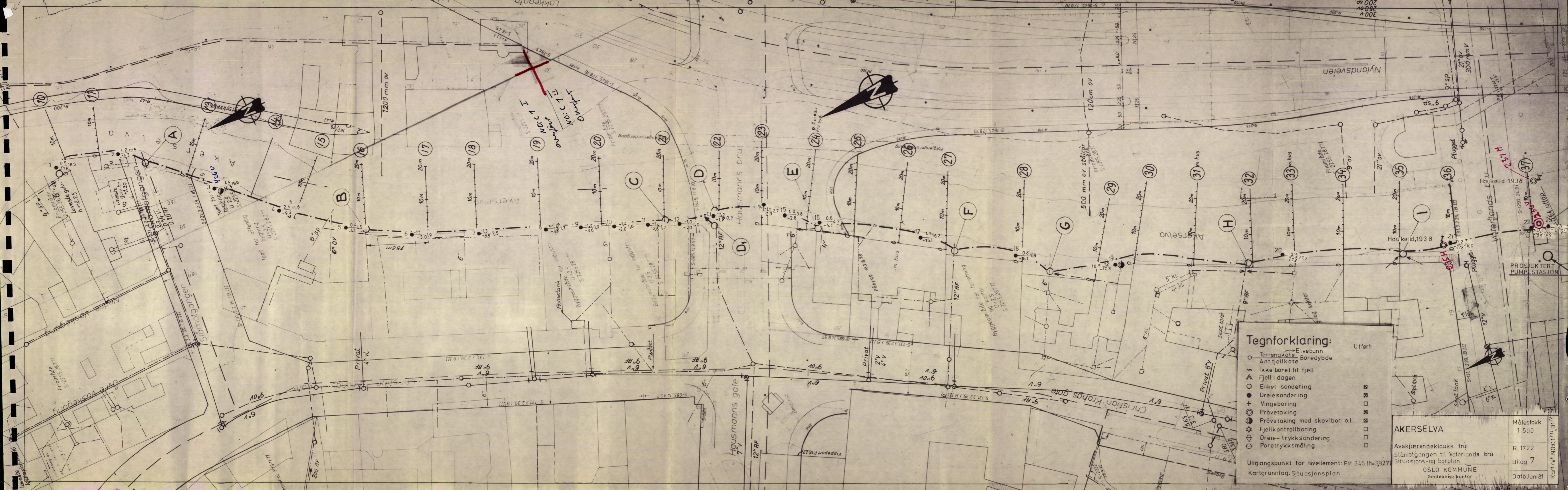
Dato Aug. 81

Kart ref.



NB! Bare boringpunktene er nivellert.
 Terrenget forøvrig er tilfeldig inntegnet.

AKERSELVA		Målestokk H=1:500 V=1:200
Avskjærendekloakk fra Slåttgangen til Vaterlands bru		R. 1722
Dreiesonderinger v/ Lengdeprofil		Bilag 6
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Dato Juni 81
		Kart ref.



Tegnforklaring:

- → Elvebunn
- → Ant.fjellkote
- △ → Ikke boret til fjell
- ▲ → Fjell i dagen
- → Enkel sondering
- → Dreiesondering
- ⊕ → Vingeboring
- ⊙ → Prøvetaking
- ⊗ → Prøvetaking med skovlbor o.l.
- ★ → Fjellkontrollboring
- ⊖ → Dreie-trykksondering
- ⊕ → Poretrykksmåling

Utført:

AKERSELVA

Avskjærende kloakk frå
Slåmøtgangen til Vaterlands bru
Situasjons- og borplan

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk
1:500
R. 1722
Bilag 7
Dato Juni 81
Kart ref. NO-C1-11, D1-IV

Utgangspunkt for nivellement: FM 345 (h=3927)
Kartgrunnlag: Situasjonsplan