

RAPPORT OVER:

BAV-anlegg Bekkelaget renseanlegg.

Grunnundersøkelser.

R-1425

21. april 1978.

**OSLO KOMMUNE**  
GEOTEKNISK KONTOR

*Overført #83*

SO:D6 I

57

109



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

**RAPPORT OVER:**

BAV-anlegg Bekkelaget renseanlegg.

Grunnundersøkelser.

R-1425

21. april 1978.

- Bilag 0 : Standardbeskrivelse av bor- og laboratorie-  
arbeider.
- " 1 : Situasjons- og borplan.
- " 2 : Fjellkotecart.
- " 3 - 5 : Bornprofiler, pkt. 2,22 og 25.
- " 6 : Profiler A-A - D-D.

#### INNLEDNING:

Etter oppdrag fra Oslo vann- og kloakkvesen, brev av 8.12.1976, har Geoteknisk kontor foretatt grunnundersøkelser for BAV-anlegg (komposteringsanlegg for kloakkslam) på Bekkelaget renseanlegg. Markarbeidet er gjort av vårt kontor i tidsrommet 18.-23.1.-77.

Denne rapporten inneholder resultater fra grunnundersøkelsene og geoteknisk veiledning for anleggsarbeidene.

Vårt kontor har tidligere utført en del grunnundersøkelser i området og resultater fra disse undersøkelsene er tatt med i denne rapporten i den grad de er av interesse.

#### GRUNNFORHOLD:

Bilag 1 er situasjons- og bormplan for grunnundersøkelsene som er gjort for BAV-anlegget. Det er foretatt fjellkontrollboringen i 11 nummererte punkter. Ved hvert borpunkt er påført terrengkote, kote for antatt fjell, borybde i løsmasse og borybde i antatt fjell. Det er tatt opp uforstyrrede prøver av løsmassene i pkt. 2 for dette oppdraget og tidligere i pkt. 22 og 25 for oppdrag B-1092. For nærmere beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser henvises til bilag C.

På grunnlag av nye og tidligere boringer er det tegnet et fjellkotecart, bilag 2. Kartet må betraktes som orienterende; det kan være lokale avvik i fjelloverflatens beliggenhet. Som man ser går det en dyp fjellkløft rett øst for byggeområdet. Innenfor byggets yttervegger er det til dels fjell i dagen (nedsprengt fjell), og den dybeste beliggenhet av fjelloverflaten som er registrert, er i borpkt. 5 der fjellet ligger på kote -7,6.

Grunnforholdene må betraktes som dårlige, med løsmasser av svært varierende karakter. Under nåværende terreng er det et tynt tørrskorpelag med maksimal tykkelse på ca. 1 m. Derunder er det leire med avtagende skjærfasthet, se bilag 3-5. I pkt. 25 er det i 3-4 m dybde under opprinnelig terreng på kote +3,3 målt udrenerte skjærfastheter på under  $1,0 \text{ t/m}^2$  ( $10 \text{ KN/m}^2$ ), dvs. at leiren er meget bløt. Leiren kan til dels være kvikk, dvs. at den blir nærmest flytende ved omrøring. I leiren kan det

være lag av sand, grus og stein.

I en dybde av 4-7 m avløses leiren av mer sandige og grusige masser. Innenfor byggeområdet må man regne med at det til dels er leire rett på fjell og til dels sand og grus mellom leire og fjell.

I dyprennen er det under en dybde på 5-10 m sand, grus og stein med spredte blokker.

#### GEOLOGISKE FORHOLD:

Grensen mellom grunnfjellets gneisbergarter og de yngre kambro-siluriske sedimentbergarter danner en forkastningssone i området for dette anlegget. Bergartene i området kan derfor være ganske gjennomgått av sprekker og riss. De større sprekker kan også være leirfylt. I det området hvor dette anlegg skal ligge, er det sedimentbergarter som i det vesentlige består av knollekalker dvs. en grunnmasse av leirstein men med relativt store mengder kalkknoller.

Lagenes strøkretning er N 60<sup>o</sup> og med et fall på ca. 50<sup>o</sup> i nordlig retning. Selve forkastningssonen har retning N 160<sup>o</sup> og faller 90<sup>o</sup> mot syd-vest. De 5 første metrene av sedimentbergartene synes å ha endel alunskifer innblandet, men dette vil neppe komme inn i anlegget.

Erfaringene fra utsprengning av Bekkelagskollen viser at gneisen (øst for sedimentbergartene) synes å være mere oppklistret og kanskje også mere forvitret i forkastningssonen enn sedimentbergartene. Bergarten kan derfor tildels ha meget lav fasthet.

#### FUNDAMENTERING:

BAV-anlegget skal hovedsakelig fundamenteres direkte på nedsprenget fjell. Under en mindre del av silohuset ligger fjellet under bunnplaten og her skal benyttes peler og pilarer. Pelene skal rammes med luftlodd med totalvekt minst 1500 kg etter at utgravningen er ferdig. Man må regne med at det kan være skrått fjell, hvorfor det skal benyttes forsterkede bunnpeler. Innmeisling av pelene skal skje ved slagserier av 30 sek.

varighet inntil synkningen pr. serie er tilnærmet null. Det skal være kontrollør fra vårt kontor til stede under pelerammingen.

Pilarene graves ut inne i kumringer el.l. Ved skrått fjell må det etableres fjellfot i form av bolter eller ved at fjellet meisles/sprenges ned.

#### SPUNTING OG AVSTIVNING:

Spunt er nødvendig der dybden til fjell er større enn ca. 2,0 m. På deler av spuntveggene skal det benyttes fordyblingsbolter. Hver enkelt spuntåål skal innmeisles for å sikre best mulig kontakt med fjellet. Spunten skal overalt slås i lås for å få en tettest mulig spunt m.h.t. innstrømming av vann og evt. inntrengning av masser.

Spuntveggene skal dels avstives med hjørneavstivning og dels med stag. Stagene forankres enten i ankervegger av spunt eller i fjell. I anbudet skal det gis priser både på forankring i ankervegger og i fjell.

Stag til fjell i retning mot Mosseveien vil få lengder på opptil 35-40 m i løsmasser. De vil komme inn i gneisen på østsiden av dyprennen, og her kan fjellet være oppsprukket. Forankringen av stagene må skje i friskt fjell, hvilket kan gi noe lengre borlengde enn teoretisk nødvendig.

#### GRAVING:

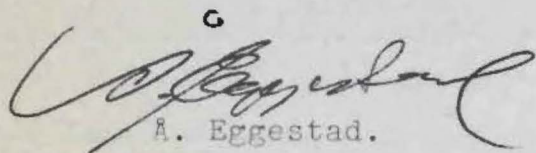
Massene som skal graves ut er stort sett bløt leire. Over fjell kan det være sand- og grusmasser med stor vanntilstrømming som vanskeliggjør gravearbeidet. Utpumping av vann må påregnes.

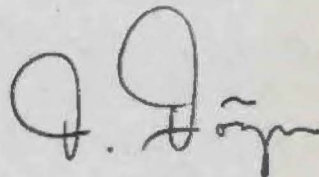
Det understrekes at det p.g.a. til dels bløt, kvikkaktig leire, må utvises forsiktighet ved gravearbeidet og at det innenfor byggegropen aldri må være høydeforskjeller på mer enn 1,5 - 2,0 m for å unngå utglidninger.

SPRENGNING:

Det er her ikke utført undersøkelser for å bestemme bergartens sprengbarhet, men disse leirsteiner og knollekalker er relativt lettsprengte.

Geoteknisk kontor

  
A. Eggestad.

  
/T. Føyn.

# STANDARD BESKRIVELSER

## BESKRIVELSE AV BORMETODER

*Enkel sondering* betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.

*Dreiboring* 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  $\phi$  54 mm sylindrerprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylinderen skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylinderen 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. Derneft blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket <sup>x</sup>) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt  $\gamma$  ( $t/m^3$ ) 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  $w_p$  (%) 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 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 nedsynkninger 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 <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**  $x)$  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 sammentryking  $\epsilon$  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.

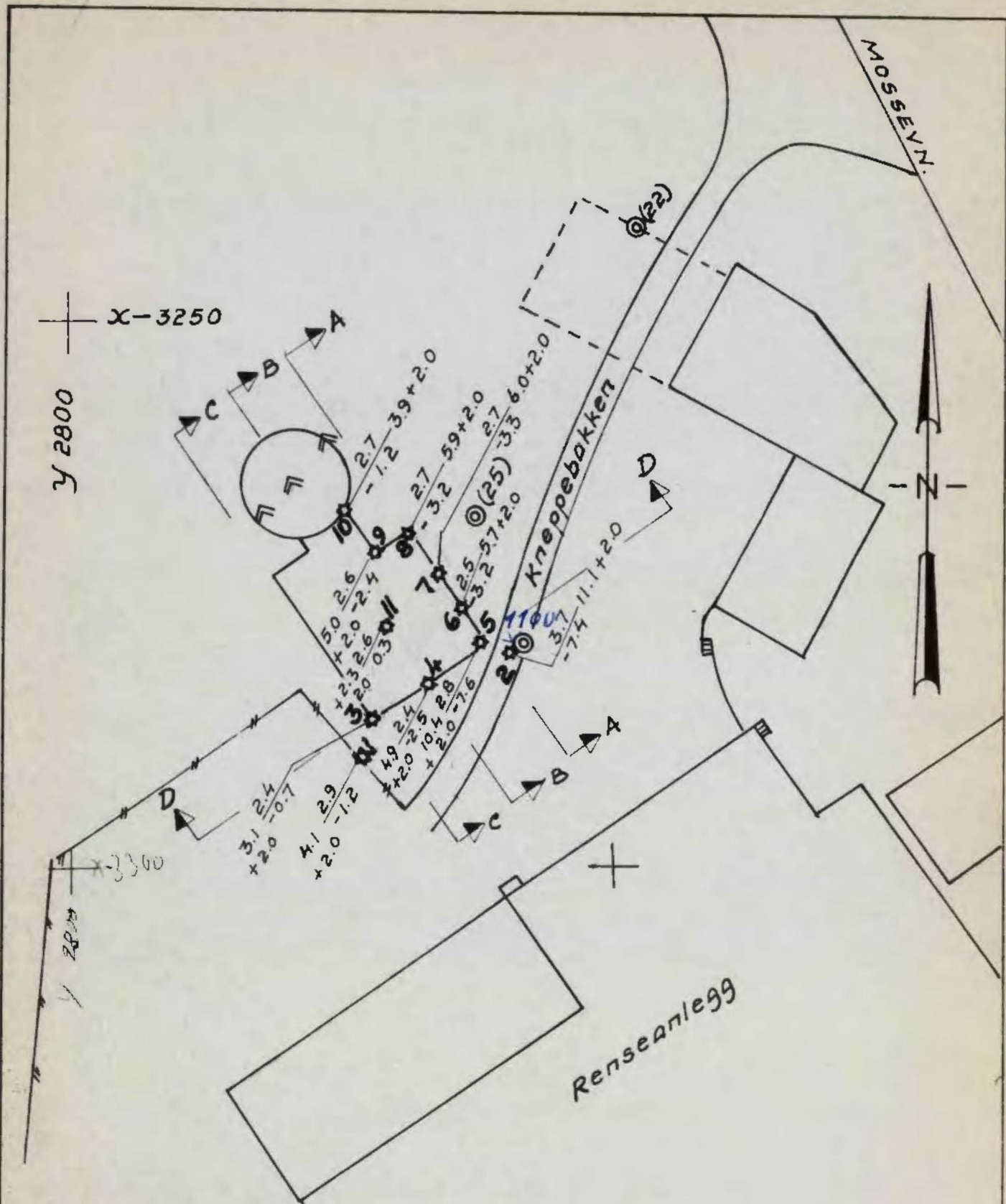
**Kornfordelingsanalyser** av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. 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. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.



**TEGNFORKLARING**

- Terrengkote Bordybde + boring i fjell
- Ant. fjellkote
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Pröveserie
- Tidl. boring: (22), (25), R-1092
- ⋈ Fjell i dagen

<b>BEKKELAGET RENSEANL.</b>	Målestokk	1:500	Kart ref. SO D 6 I
	<u>Komposteringsanlegg.</u>	R. 1425	
<u>Situasjons- og borplan</u>	Bilag 1		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato Apr. 78		



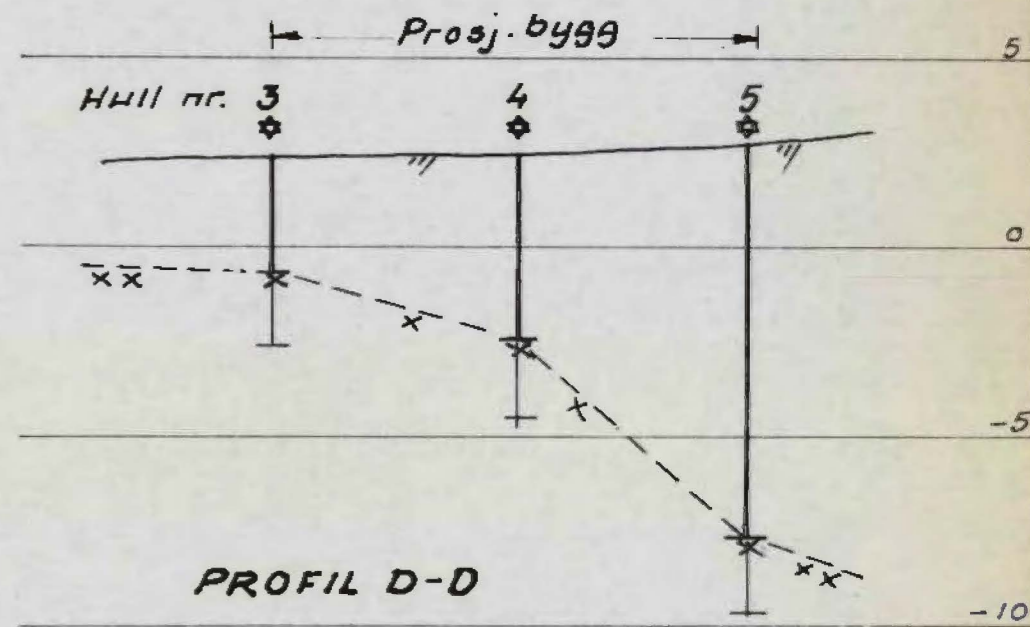
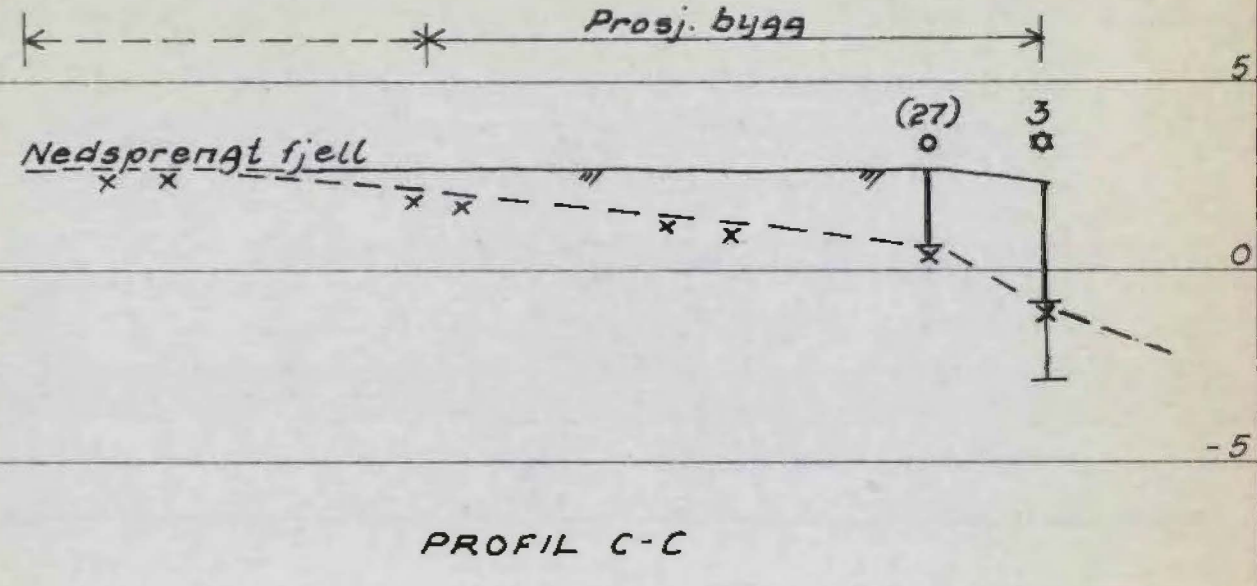
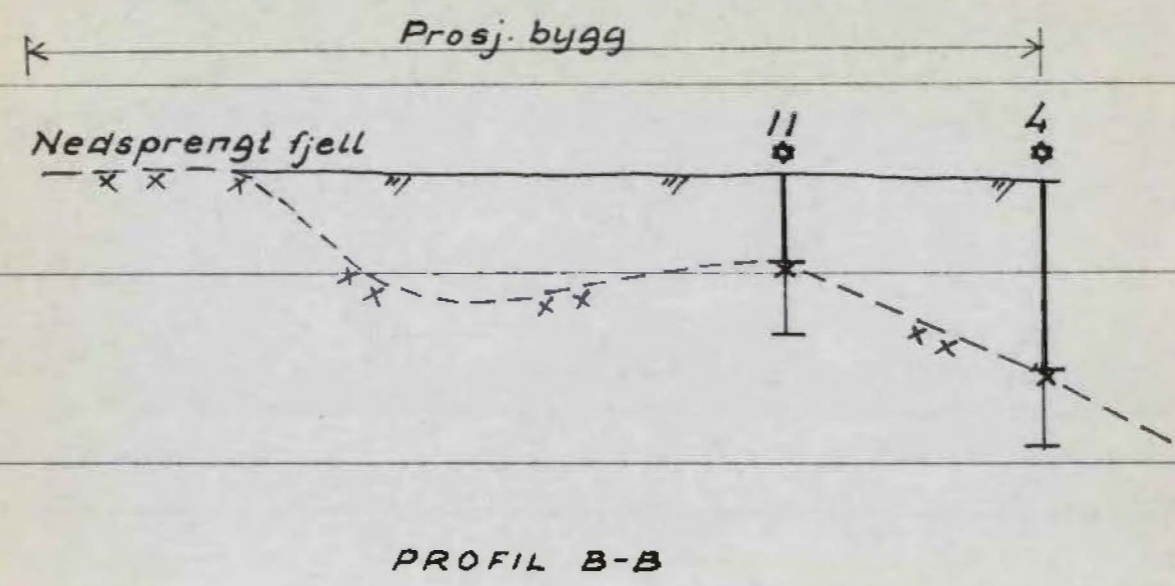
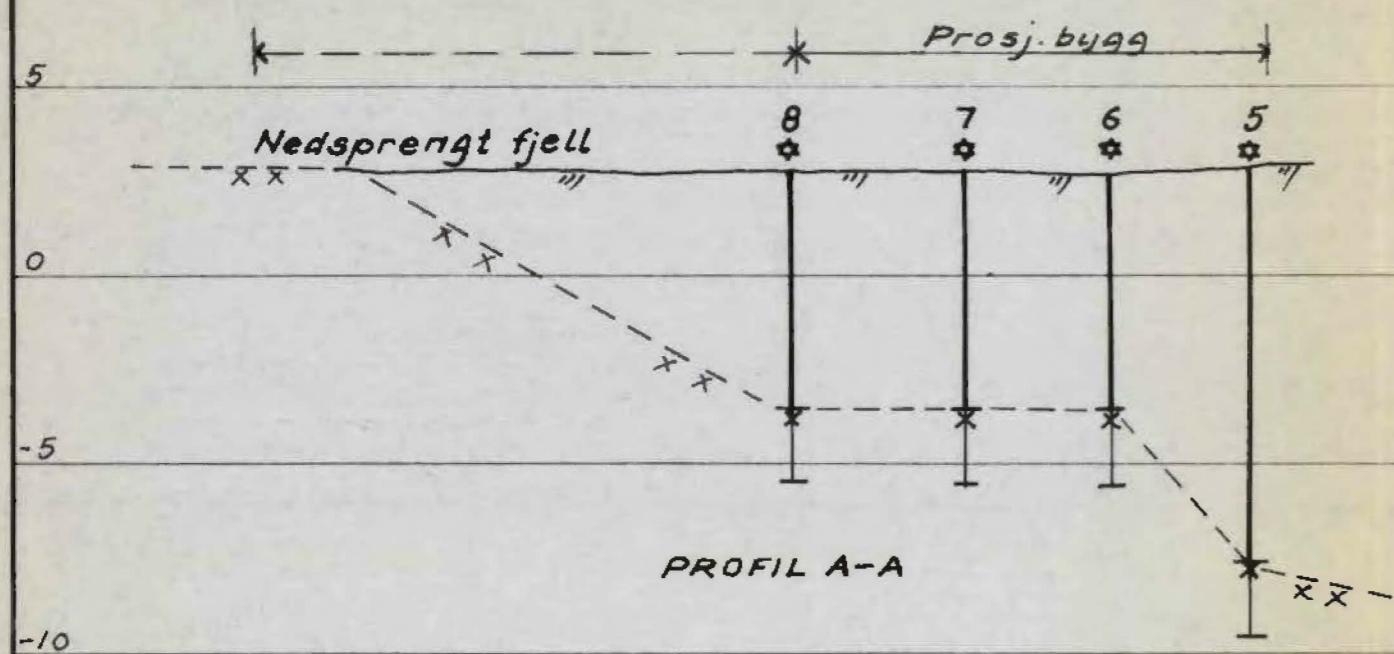






Sted: BEKKELAGET RENSEANL.

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$					Konusforsøk $\nabla$ , Vingebooring $\circ$					
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10 $\gamma/m^2$	
	Tørrskorpe		1											
			1					1,95						3
	Siltig leire		2					1,91						4
			3					1,86						4
	Sand, grus og stein		4					1,94						3
5			5					1,90						4
	Siltig leire													
	Avsluttet mot fast masse													
10														
15														
20														
25														



o Enkel sondering  
 | x Ant. fjell  
 | boring i fjell  
 Tidl. boring: (27), R-1092

Rettet:		Målestokk 1:200	Kart ref.
BEKKELAGET RENSEANL.			
Komposteringsanlegg.		R-1425	Bilag 6
Profil A-A til D-D		Dato Apr. 78	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor.			