

Bygningsingeniøravdelingen NTH
Omlegging av kloakk-ledning.

Grunnundersøkelse, stabilitet og
setning.

O.669-2.

21. april 1969.

- Bilag 1: Situasjonsplan m/borpunkter
" 2-3: Profil I-III m/boreresultater og stabilitets-
beregninger.
" 4-6: Borprofiler, hull 1,4 og 6.
" 7: Setningskurver fra ødometerforsøk.

- Tillegg 1: Boringers utførelse
" 2: Laboratorieundersøkelser.

1. INNLEDNING.

Etter anmodning fra Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat i brev av 25. 2. 1969 har undertegnede utført grunnundersøkelse for prosjektert kloakkomlegging i utbyggingsområdet for bygningsingeniøravdelingen NTH.

Nåværende kloakkledning som gjennomløper utbyggingsområdet i øst-vestlig retning, er syd for Brannlaboratoriet planlagt avskjært og ført rundt området på sydsiden til sammenføring med nåværende ledning lenger vest.

Avskjæringsgrøften sydover (A 12 - A 11) vil få en dybde under nåværende terreng økende sydover fra ca. 8 meter ved A-12 til ca. 10 meter ved A-11 (se bilag 1).

Dessuten er det prosjektert en spillvannsledning sydover fra Materialteknisk institutt til sammenføring ved den prosjekterte omlagte ledning ved kum A-7 (bilag 1). Den prosjekterte adkomstvei til området vil medføre en maksimal overfylling over denne ledning på ca. 5 meter ved kum A-6.

Denne grunnundersøkelse tar sikte på å klarlegge stabilitetsforholdene ved den relativt dype avskjæringsgrøft, og dessuten om overfyllingen over prosjektert spillvannsledning kan være setningsmessig betenkelig.

2. UTFØRTE BORINGER.

Markarbeidet er utført i tiden 5-14. mars 1969 under ledelse av boreformann T. Johnsen med hjelpemannskap dels fra undertegnede, dels fra gartner Lian.

Det er utført tilsammen 6 dreiesonderinger med motorisert dreiebor til dybde under terreng 12-15 meter.

Videre er det fra 3 hull til dybde 9-12 meter tatt opp uforstyrrede prøver med 54 mm sylindrerprøvetaker, tilsammen 25 prøver.

Borpunktene er stukket ut og nivellert ved siv.ing. Rye fra undertegnedes kontor.

Plasering og nummerering av borpunktene er vist på situasjonsplanen i bilag 1, mens sonderingsresultater og jordartsbeskrivelse fra prøvetaking er gitt i profil I-III i bilagene 2 og 3.

Boringenes utførelse er nærmere beskrevet i tillegg 1 bak i rapporten.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte, uforstyrrede prøver er forseglet og brakt til vårt laboratorium til undersøkelse.

Etter åpningen er prøvene først klassifisert og beskrevet og deretter underkastet rutinemessige forsøk for bestemmelse av romvekt og vanninnhold.

Udrenert skjærfasthet er i uforstyrret tilstand bestemt ved konusforsøk, enkle trykkforsøk og penetrometer, og i omrørt tilstand bare ved konusforsøk.

Sensitiviteten, dvs. forholdet mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet, gir uttrykk for fasthetsnedsettelsen ved omrøring av jordarten, og er utregnet på grunnlag av konusforsøkene.

Kompressibiliteten er, med henblikk på setningsvurdering, undersøkt for 2 prøver ved forsøk i ødometer.

Forsøksresultatene er gitt i borprofil i bilagene 4-6 og setningskurver fra ødometerforsøk i bilag 7.

Forsøksmetodene i laboratoriet er mer detaljert beskrevet i tillegg 2 bakerst i rapporten.

4. GRUNNFORHOLD.

Ved den prosjekterte avskjæringsgrøft består grunnen øverst av fyllmasse til dybde 5-7 meter under nåværende terreng. Fyllingen synes dels å være veifylling for den tidligere og nåværende Lerkendalsvegen, dels synes denne å bestå av masser som er fylt ut videre vestover i den senere tid. Det er av denne grunn, som det fremgår av bilag 2, en viss uoverensstemmelse mellom kart og nivellert terreng i det noe av fyllmassen synes å være lagt ut etter at kartet ble laget.

Fyllmassen synes nærmest Lerkendalsvegen (boring 1) hovedsakelig å bestå av relativt fast leire eller tørrskorpeleire, til dels noe sandblandet.

Ved borhull 4 består fyllingen også av fast leire, men med et finsandlag i 3-5 meters dybde.

Under fyllmassen er det øverst en meget fast tørrskorpeleire med tykkelse 2-2,5 meter og videre i dybden en middels fast, sensitiv leire med vanninnhold 25-35 % og udrenert skjærfasthet 5-6 t/m².

Ved kum A-6 hvor man vil få størst overfylling over spillvannsledningen fra Materialteknisk institutt, består grunnen øverst av en 1,5 meter tykk, fast tørrskorpeleire og videre i dybden en middels fast, noe uregelmessig lagdelt leire med vanninnhold 25-30 % og udrenert skjærfasthet 3-5 t/m².

Da det er påvist spredte humusforekomster i dybden, kan det tyde på at grunnen her består av tidligere rasmasser fra områdene innefor.

5. STABILITET.

Ved graving av avskjæringsgrøften til dybde 8-10 meter, er det antydnet først å planere ned det oppfylte terreng, som vist i bilag 2, til et nivå hvorfra videre utgravning kan foregå med vanlig grøftegraver.

En har forutsatt en grøftedybde på 4 meter, som med en helning på f.eks. 1:2 mot Lerkendalsvegen gir en ca. 5 meters nedplanering som vist i bilag 2.

Faren for at en slik nedplanering og grøft kan sette stabiliteten av veien i fare, er undersøkt ved inntegnede glideflater i profil I og II. Stabiliteten er undersøkt ved su-analyse, da en regner at grøften vil bli stående åpen i relativt kort tid.

I profil I er det ved de 2 inntegnede glideflater beregnet nødvendig udrenert skjærfasthet for likevekt på 3,1 og 3,6 t/m².

I profil II er tilsvarende beregningsresultater 2,1 t/m² og 3,4 t/m² for de inntegnede glideflater.

Da leiren i dybden har målt skjærfasthet vesentlig over den beregningsmessig nødvendige, og en dessuten tar hensyn til tørrskorpen og den overliggende, faste fyllmasse, finner en at den våste utførelse av avskjæringsgrøften ikke skulle være stabilitetsmessig betenkelig.

Det forutsettes imidlertid at grøften videre fra det nedplanerte nivå stemples på forskriftsmessig måte for å sikre mot mer lokalt nedfall fra siden.

6. SETNINGER.

Den prosjekterte kloakkledning fra Materialteknisk institutt vil ved kum 6 få maksimal overfylling over nåværende terreng på ca. 4,5 meter. Overfyllingen vil avta relativt jevnt til begge sider til 0 omtrent 30 meter til hver side.

Da grunnen i dette område ifølge denne og tidligere undersøkelser viser betydelige variasjoner lokalt og kan synes for en del å bestå av tidligere rasmasser, vil en pålitelig setningsberegning vanskelig kunne gjennomføres.

Imidlertid har en på grunnlag av de utførte ødometerforsøk gjort et setningsoverslag. Det synes på grunnlag av dette at en over lang tid vil kunne få en maksimal setning under oppfyllingen av

størrelse opptil 30-40 cm, sannsynligvis avtakende jevnt med oppfyllingshøyden til hver side fra kum A-6.

Denne antydende setning vil redusere det oppgitte fall mellom kum A-6 og A-7 fra 29 0/00 til rundt regnet 20 0/00.

Hvis en slik fall-reduksjon kan tolereres og ledningen gjøres i stand til å ha differansesetningene, skulle overfyllingen over den prosjekterte kloakkledning ikke være setningsmessig betenkelig.

For å sikre ledningen bør det på denne strekningen med overfylling legges en såle av magerbetong som virker utjevne på eventuelle lokale ujevnheter og setningsdifferanser.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

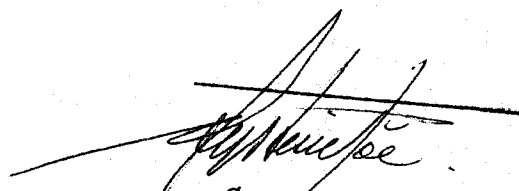
Grunnen i området er noe varierende, men består stort sett av en øvre ca. 2 meter tykk tørrskorpeleire og underliggende midt-dels fast leire. Ved prosjektert avskjæringsgrøft ved Lerkendalsveien er tidligere terreng overfylt med 5-7 meter fyllmasse, hovedsakelig relativt fast leire med sandlag.

Den planlagte nedplanering og avskjæringsgrøft som vist i bilag 2 skulle etter våre beregninger ikke være stabilitetsmessig betenkelig, forutsatt forskriftsmessig stempeling mot lokalt nedfall fra siden.

Den prosjekterte spillvannsledning fra Materialteknisk institutt må p.g.a. overfylling ved bygging av adkomstvei ventes å få visse setninger, anslagsvis maksimalt 30-40 cm ved kum 6. En slik setning vil føre til fallreduksjon til ca. 20 0/00 mellom kum 6 og 7, og skulle ikke være betenkelig forutsatt at ledningen kan ta setningsvariasjonene.

En står fortsatt gjerne til tjeneste ved evt. diskusjon av de fremlagte resultater.

OTTAR KUMMENEJE


 Ø. Røe.

T i l l e g g 1. BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERINGSBORING FOR GRUNNENS RELATIVE FASTHET, EVT. FJELLDYBDE.

Dreiesondering utføres med normaldreiebor som nederst består av en 20 cm. lang pyramideformet spiss med sidekant 3 cm., som er vridd en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtstenger i en meters lengder. Boret belastes trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det, manuelt eller med motor, og antall halve omdreininger pr. 20 cm. synkning blir notert. Ved opptegningen er antall halve omdreininger pr. meter synkning vist grafisk i dybden i borhullet, og belastningen angitt til venstre i diagrammet.

Ramsondering utføres med 32 mm. massive stålstrenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et fallodd med vekt 70 kg. og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $Q_0 = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. slag.

Maskinsondering utføres med lette bensindrevne fjellboremaskiner, hvor 20 mm. borstenger, skjøtbare i 1 meters lengder og forsynt med en spesiell spiss, rammes ned i grunnen. Den observerte nedsynkningshastighet som funksjon av dybden gir et relativt bilde av grunnens fasthet, men metoden benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm. og lengde 80, eller 40 cm.. Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovlboring i de øvre lag, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, og v.h.j.a. forskjellige typer ram-prøvetakere. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende.

C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer udrenert skjærfasthet in situ ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærfasthet. Skjærfastheten bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand for hver halve og hele meter i dybden.

Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer som nederst består av et sylindrisk filter av sintret bronse i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes \varnothing 32 mm. emnesrør etter hvert som det presses ned i grunnen til ønsket måledybde. Fra filterets gjennomhullede kjerne fører en 8 mm. plastslange innvendig i rørene opp til overflaten. Vannstanden i slangen observeres med tiden til det innstiller seg på en bestemt høyde, og vannstandshøyden over filteret gir porevanntrykket i filterdybden. Ved vannstand betydelig over terreng, påsettes plastslangen manometer for trykkmåling. Porevanntrykket måles i flere dybder og opptegnes som funksjon av dybden.

Grunnvannstanden observeres direkte ved vannstand i borhullet.

Korrosjonssondering utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). En måler i forskjellige dybde strømstyrke og motstand i elementet, og kan da beregne en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand, hvorav korrosjonsfare for jern og stål kan vurderes.

T i l l e g g 2 . LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves ut av sylindren, beskrives og klassifiseres jordarten. For hver prøve utføres videre følgende bestemmelser:

Romvekt (t/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold (%) i vektspersent av materiale tørket ved $110^{\circ}C$, med 3 - 5 bestemmelser fordelt over prøven.

Plastisk område (for leirig materiale) i omrørt tilstand angis i % vanninnhold. Den øvre grense, flytegrense, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat, rysteapparat.^L Den nedre grense for det plastiske område er utrullingsgrensen, W_p , og området $W_L - W_p$ benevnes plastisitetsindeks.

Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring. Det plastiske område og flytegrensen, øker også i alminnelighet med innhold av finere korn, leirpartikler.

Uorenert skjærfasthet, s_u , (t/m^2) bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm. Skjærfastheten regnes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten bestemmes også i uforstyrret, s_u , som omrørt, s' , tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell.

Sensitiviteten, $S = s/s'$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet.

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompressibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvens porettall, forholdet mellom volum av porer og volum av fast stoff, opptegnes som funksjon av belastning i logaritmisk målestokk, konsolideringskurven.

Kornfordeling bestemmes for grovkornete materialer ved å sikte tørket materiale på sikt med maskeåpninger ned til 0,06 mm. Gjennliggende materiale på siktene veies, og gjennomgangen i vektspersent tegnes opp i et kornfordelingsdiagram mot siktenes maskeåpning. For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synkehastighet i vann. Av en suspensjon av vann og kjent vekt av materiale måles volumvekt i bestemt dybde som funksjon av tid. Av dette kan en regne seg til kornfordelingen.

Jordarten benevnes i henhold til kornenes størrelse, med substantiv for den dominerende og adjektiv for medvirkende fraksjoner.

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein
Kornstørrelse mm.	0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-20	20

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50 % av humusinnholdet, som angis i vektspersent.

Saltinnhold i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller o/oo. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetting av sølvnitratoppløsning.