

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute

Rapport.

Grunnundersøkelser i Bjørvika.

O.223

15.oktober 1955.

FORSKNINGSVEIEN 1, OSLO 3 — TLF. 695880

Bilagsfortegnelse.

1. Tegnforklaring
2. Situasjonsplan.
- 3-10. Borprofiler hull 1-8.
11. Profil I.
12. Profil II, senterlinje projekttert veg.
13. Profil I med innlagt fylling og kontrafylling.

1. Innledning.

Etter oppdrag fra Oslo Kommune, Byplankontoret har Norges geotekniske institutt foretatt grunnundersøkelser i Björvika.

I forbindelse med utbyggingen av Sentralstasjonen og havneanleggene er det påtenkt en utfylling av indre Björvika. Det som er særlig aktuelt er planlegging av en trafikkåre fra Bispegt. over Havnebassenget enten på fylling, alternativt på bro eller delvis på fylling og delvis på bro.

Da planene er på et forberedende stadium har instituttet sett det som sin oppgave i første rekke å klarlegge grunnforholdene, og videre i store trekk redegjøre for mulighetene for å foreta en utfylling av det indre havnebaseng. Dette gjelder således stabilitet- og setningsforhold for en skissert utfylling. En mere detaljert behandling av problemene har man funnet det riktigst å la utstå til planene er mere avklaret, idet det foreliggende materiale skulle gi tilstrekkelig grunnlag for en vurdering av forholdene

2. Utførte boringer og målinger.

Markarbeidet er utført i tiden 2/8 til /9-1955 under ledelse av boreleder G. Kvale fra instituttet med boremannskap fra Oslo Havnevesen.

Det er foretatt vingeboringer i 8 hull og tatt opp uforstyrrede prøver i 5 hull. Beliggenhet av disse boringene er vist på situasjonsplan i bilag 2. Profilene er opptegnet på grunnlag av målinger og opplodding av sjøbunnen utført av instituttet. Fjelllets beliggenhet er angitt ifølge tidligere av Oslo Havnevesen utførte spyleboringer.

Vingeboring.

Ved vingeboring bestemmes grunnens skjærfasthet direkte i marken. Et vingekors presses ned i grunnen og dreies rundt med en bestemt og jevn hastighet inntil man oppnår brudd. Maksimalt vridningsmoment under dreilingen gir grunnlag for å beregne skjærfastheten. Grunnens skjærfasthet bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand.

Ved vurderingen av vingeborresultatene må man være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen. Skjærfastheten kan bli for stor hvis det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav hvis det presses ned stein foran vingen slik at leir omrøres før målingen.

Det er tilsammen utført vingeboringer i 8 borhull. Målingene er utført for hver 0,5 eller 1,0 m dybdeforskjell ned til 16 - 26 m under sjøbunnen.

Prøvetaking.

Med det anvendte prøvetakingsutstyr skjæres prøvene ut med tynnveggede stålrør, lengde 80 cm og diameter 54 mm. Prøvesylindere forsegles i begge ender med voks og gummihefter for den transporteres til laboratoriet.

Det ble fra 5 prøvetakingshull tatt opp tilsammen 77 uforstyrrede jordprøver.

3. Laboratorieundersøkelser.

De opptatte prøver er undersøkt på instituttets laboratorium. Prøvene skyves ut av sylindrene og ved besiktigelse blir det gitt en jordartsbeskrivelse. Videre er det utført følgende bestemmelser:

Romvekt er angitt i t/m^3 .

Vanninnhold, vekt vann i prosent av tørrstoff etter tørking ved $110^{\circ} C$.

Flytegrense og utrullingsgrense er vanninnholdet i prosent ved høyeste og laveste grense for plastisk område av omrørt materiale.

Skjærfastheten er bestemt ved enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten av uforstyrret og omrørt prøve er også bestemt ved konusforsøk.

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrørt materiale.

Ödometerforsøk.

For å kunne utføre en setningsanalyse er det utført konsolideringsforsøk i ödometer. Fra hull 4 er det kjørt 9 forsøk med prøver fordelt over dybdeintervallet 3 - 25 m.

Videre er det tatt av ialt 15 prøver fra hullene 1, 2 og 6 for ödometerforsøk. Disse prøver har man latt utstå inntil det er tatt nærmere standpunkt til fyllingsprosjektet.

Prinsippet ved ödometerforsøkene er at en skive av leiren med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt. Prøven som er innesluttet i en stålsylinder ligger mellom to poröse filterstener. Lasten påføres stegvis, og sammentrykningen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert laststeg.

Forsøkene gir grunnlag for å beregne de totale setninger i marken og tid-setningsforløpet.

4. Beskrivelse av grunnforholdene.

Resultatet av de utførte grunnundersøkelser fremgår av borprofilene bilag 3 - 10 hvor det er angitt jordartsbetegnelser og diagrammer som i de forskjellige dybder under sjøbunnen viser romvekt, naturlige vanninnhold, flyte- og utrullingsgrenser samt skjærfasthet og sensitivitet.

Vanndybdene i det indre havnebassenget er stort sett 4 - 8 m. De målte dybder er gjennomgående noe mindre enn angitt på Oslo Havnevesens bunnkotekart nr. 6133^B av 4/7-1951.

Grunnforholdene kan i store trekk beskrives på følgende måte:

Överst ligger det et 3 - 4 m tykt lag av blöt slam og gytig leire. Dette laget avtar noe i tykkelse ut over bukta.

Under dette övre lag består grunnen overalt av leire til store dybder, sannsynligvis helt ned mot fjellet også på de dypeste partier. Leira inneholder enkelte steder noe sand og gruskorn.

Leiras skjærfasthet tiltar med dybden fra ca. 1 t/m^2 like under slamlaget til ca. 3 t/m^2 i 10 - 14 m dybde. I denne dybde skjer det et drop i skjærfastheten, idet denne videre nedover et parti på 2 - 4 m ligger på ca. 2 t/m^2 , og delvis også så lavt som $1,5 \text{ t/m}^2$. Deretter öker skjærfastheten igjen med dybden til 3 - 4 t/m^2 i ca. 25 m dybde. Leira må således for en vesentlig del betegnes som blöt, og på större dybder middels fast.

Leira er lite til middels sensitiv idet forholdet mellom uforstyrret og omrört fasthet stort sett ligger fra 2 - 6.

Vanninnholdet avtar fra ca. 50 % i en 3 - 4 m dybde til ca. 30 % i 20 - 25 m dybde. Leira er middels fet med flytegrense omkring eller litt over det naturlige vanninnhold.

Dybden til antatt fjell, målt fra normal vannstand varierer ifölge tidligere utførte spyleboringer fra ca. 20 til ca. 60 meter. De minste dybder er funnet ved Tollbubrygga og de største litt öst for midten av Björvika. Herfra stiger fjellet igjen og dybden til antatt fjell ved Kranbrygga er målt til ca. 45 meter. Fjellet danner således en dyprenne som löper omtrent parallellt med Tollbubrygga. Antatte fjellkoter er inntegnet på situasjonsplan i bilag 2.

5. Fyllingsprosjektet.

Det er sett på et fyllingsprosjekt som omfatter en utfylling av det indre havnebasseng til og med den projekteerte veg. Ved en slik utfylling er det to hovedproblemer som gjør seg gjeldene, nemlig stabiliteten av fyllingen og setningene.

Stabilitet.

Man må gjøre regning med at fyllingen i alle tilfeller vil synke ned i det øvre bløt slamlaget, eller klemme dette foran seg som en valk hvis det fylles fra tipp. Dette spørsmålet er imidlertid av sekundær betydning.

Det avgjørende med hensyn til fyllingens stabilitet er hvorvidt det vil kunne finne sted dyperegående utglidninger i leira.

Forutsettes det en oppfylling til kote + 2,2 er det med en gang innlysende at denne fylling ikke vil kunne bli stabil med en vanlig fyllingsskråning, idet belastningen fra fyllingen er nærmere det dobbelte av leiras bæreevne. For å få en stabil fylling blir det nødvendig å avtrappe denne med en kontra-fylling i omtrent halv høyde. Da det er bløt leire til stor dybde slik at dyperegående utglidninger vil kunne være kritiske, blir det nødvendig å gjøre kontrafyllingen relativt bred.

I bilag 13 er det på grunnlag av foreløpige beregninger skissert en slik kontrafylling.

De samme forhold som her er nevnt vil også gjøre seg gjeldene for en enkelt vegfylling over bukta.

Med de foreliggende grunnforhold vil det heller ikke langs den projekteerte veglinje være mulig å bygge en kai på en seng av dumpegrus med oppfylling bakkenfra, slik som det for en stor del har vært utført her i Oslo.

Ved en eventuell utfylling med kontrafylling vil det av hensyn til stabiliteten være nødvendig å foreta utfyllingen i to etapper, idet den delen som ligger høyere enn kontrafyllingen utføres til slutt.

Setninger.

På grunnlag av de utførte ødometerforsøk på prøver fra borhull 4 er det foretatt en setningsanalyse for fyllingsprosjektet.

Det er her sett bort fra setningene i det øvre slamlag idet det som tidligere nevnt er regnet med at fyllingen vil synke ned i dette lag eller presse det til side. I alle tilfeller vil setningen av dette lag skje relativt hurtig slik at denne delen av setningen vesentlig vil være undagjort i anleggstiden.

For en belastning over et stort areal med ca. 12 t/m^2 , tilsvarende fyllingshøyde 7,8 m under vann og 2,0 m over vann, er det ved antatt dybde til fjell 40 m, funnet en beregningsmessig total setning på ca. 1,4 m. Setningene vil strekke seg over en lang årrekke, men foregå hurtigst i begynnelsen og deretter med avtagende hastighet. Overslagsmessig vil ca. 50 % av setningene ha funnet sted etter 4 til 5 år.

Setningenes størrelse vil være avhengi av fyllingshøyden på de forskjellige partier og på lengre sikt også av dybden til fjell.

6. Konklusjon.

De utførte undersøkelser har gitt en god oversikt over grunnforholdene i det indre havnebasseng ved Björvika.

Under et øvre 3 - 4 m tykt sterkt humusholdig lag består grunnen av blöt leire som i 10 - 15 m dybde går over i middels fast leire. I denne dybde minker skjærfastheten til ca. $1,5 - 2 \text{ t/m}^2$ og tiltar deretter igjen med dybden. Ved ca. 20 meter dybde har vi igjen en relativ fast leire.

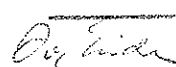
Utførte stabilitetsberegninger har vist at det ikke uten videre lar seg gjøre å legge ut en fylling som projektert. For å oppnå tilstrekkelig stabilitet blir det nødvendig å avtrappe fyllingen med en relativt bred kontrafylling. Det er på grunnlag av ödometerforsök funnet en beregningsmessig total setning av størrelsesorden 1 - 1,5 m. Resultatet av ödometerforsökene og setningsberegningene vil bli sammenstillet i en egen rapport.

Stort sett må det således sies at en utfylling av indre Björvika vil by på vanskeligheter både av stabilitet- og setningsmessig art.

Den foreliggende rapport skulle kunne gi grunnlag for en vurdering av fyllingsprosjektet. Hvis dette kommer til utförelse er det fra instituttets side forutsetningen at det foretas en mere detaljert behandling av stabilitet- og setningsspörsmålet.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Laurits Bjerrum


Ove Eide