

Skipsteknisk senter, Tyholt.

Orienterende grunnundersøkelse.

O.905.

2. juli 1969.

- Bilag:
1. Oversiktskart M=1:1000 med oppgave over boringer til fjell.
 2. Fjellkotecart .
 3. Borprofil hull D-11, G-14 og K-17.

- Tillegg:
1. Boringers utførelse .
 2. Laboratorieundersøkelser.

1. INNLEDNING.

I brev av 11/3-69 ble vi av Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat engasjert til utførelse av geotekniske undersøkelser for utbygging av Skipsteknisk senter på Tyholt.

Etter møter 9/4 og 16/4 med representanter for arkitektene, Andersson & Skjånes A/S, med representanter for NTH og skipsmodelltanken samt professor Selmer-Olsen som konsulent vedr. sprengningsarbeider, ble det klart at undersøkelsen i denne omgang burde omfatte kartlegging av fjell og løsavleiringer på områdene øst og nord for Skipsmodelltanken, kfr. oversiktskartet, bilag 1.

Anleggets utforming og plasering av de enkelte bygg er ikke endelig fastlagt.

2. UTFØRTE BORINGER.

Boringene er utført i tiden 28. mai - 5. juni 1969, ledet av boreformennene I. Skaget og T. Johnsen.

For kartlegging av dybder til fjell er det boret i et rutenett med 15 meters sidekanter (bilag 1), i alt ca. 120 punkter. Boringene er utført med 20 mm's stenger og lett bensindrevet boremaskin, og boreddybdene til antatt fjell varierte mellom 0 og 3,5 meter. I enkelte punkter kan fjellbestemmelsen være noe usikker p.g.a. lite distinkt overgang mellom faste løsmasser og noe forvitret fjelloverflate, men stort sett ble det oppnådd klare fjell-indikasjoner.

Boreddybder og høyde på terreng og antatt fjell er anført på kartet, bilag 1. Høydene er bestemt ved nivellement i forhold til bolt 147 på fjell i forlengelsen av Kringkastingsvegen, med oppgitt høyde + 108,11. I bilag 2 er fjellet fremstilt ved fjellkoter. For partiet nærmest inntil Skipsmodelltanken, hvor det var umulig å bore p.g.a. oppfylte steinmasser, er fjellkotene lagt inn etter tegning fra 1936, utlånt av siv.ing. Harboe og Leganger, Trondheim.

For nærmere orientering om massene over fjellet ble det i 3 punkter, markert i bilag 1, tatt opp prøver av massene. I hull K-17 er prøvene tatt med 54 mm sylinderprøvetaker, som gir uforstyrrede prøver. Da massene viste seg å være meget faste, ble det i de øvrige to punkter tatt opp representative prøver med skrueprøvetaker.

Boringers utførelse er generelt beskrevet i tillegg 1.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Ved åpning i vårt laboratorium er prøvene beskrevet og klassifisert, og det er foretatt rutinemessige bestemmelser av vanninnhold, og for de uforstyrrede prøver romvekt og udrenert skjærfasthet, målt med konus. Videre er leiras konsistensgrenser, flyte- og utrullingsgrensen, bestemt for to prøver. Resultatene er sammenstilt i borprofilet, bilag 3. Undersøkelsesmetodene er beskrevet i tillegg 2.

4. GRUNNFORHOLD.

Det fremgår av bilag 1 og 2 at fjellet over hele det undersøkte område ligger i liten dybde, og til dels også i dagen. Nord for Skipsmodelltanken er det funnet inntil 2,6 meter løsmasser, men stort sett bare mellom 0 og 1 meter. Øst og sydøst for tanken er dybdene til fjell noe større, målt inntil 3,5 meter. Noen markert dypere kløft har imidlertid ikke kunnet påvises. Lengst øst på det undersøkte området ligger fjellet igjen grunt, og til dels i dagen i skrenten 100 m øst for tanken.

Løsavleiringene består på de grunneste partier bare av sparsomt forvittringsmateriale, mens det på de dypere partier er leire ned mot fjellet, under løsere og til dels organisk påvirkede masser i de øvre lag.

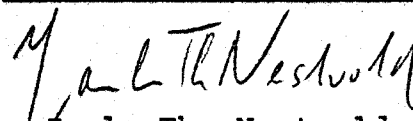
Leira er meget fast, med udrenert skjærfasthet over 20 t/m^2 i hull K-17. Vanninnholdet ligger omtrent ved nedre grense for leiras plastiske område.

5. FUNDAMENTERING.

På de undersøkte områder vil det være naturlig å fundamenterere alle større bygg til fjell. Selv om leira over fjellet er fast og lite kompressibel, og for så vidt ikke skulle gi store setninger ved rimelige tilleggsbelastninger, vil en anta at også mindre, lettere bygg normalt bør fundamenteres til fjell hvis de skal inngå som ledd i et større bygningskompleks. For eventuelle enkeltstående, mindre bygg kan det også på visse mindre deler av området komme på tale å fundamenterere direkte på leira, evt. delvis på fjell og delvis på leire, etter nærmere vurdering og retningslinjer i hvert enkelt tilfelle.

Vi står gjerne til tjeneste med videre undersøkelser eller annen bistand.


OTTAR KUMMENEJE


Jarle Th. Nestvold.

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus	Røtvekt v/m ³	Skjærfasthet τ/m^2					Sensitivitet
				20	30	40	50			1	2	3	4	5	
5	MATJORD		01												
	silt		02												
	TORRSKORPELEIRE		03	o											
	siltig		04	o											
	LEIRE ,		05	o											
0	grov														
5	HULL G-14														
	MATJORD		06												
	TORRSKORPELEIRE,		07	o											
	noe sandbl		08	o											
			09	o											
0															
5	HULL K-17														
	MATJORD		10												
	TORRSKORPELEIRE,		11	o											
	enk. gruskorn		12	o					2,07 (1,96)					> 250 ▽	
			13	o										> 250 ▽	
0	stein (flusstjell?)		14	o					2,11 (2,06)					~ 20,0 ▽	

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. skjøtestenger 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 stålstenger 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 NGU'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 en 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 Ø 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 den 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 vektsprosent 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, flytegrensen, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat. 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.

Udrenert 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 og omrørt 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. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på inn-synkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten, $S = s_u/s'_u$, 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. Prøvenes relative deformasjon oppteignes 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. Gjenliggende materiale på siktene veies, og gjennomgangen i vektsprosent 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 vektsprosent. Humusinnholdet kan også bestemmes relativt ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

Saltinnholdet i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller 0/00. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetting av sølvnitratopløsning.

Spesielle undersøkelser, f.eks. triaksial- og permeabilitetsforsøk, samt undersøkelse av grunnvannets aggressivitet overfor betong, utføres ved behov.