

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Trondheim	Sted NTH (NTNU)	UTM 5701 70329 (ED50)
Byggherre			
Oppdragsgiver NTNU, Teknisk avdeling			
Oppdrag formidlet av SIB-rådgiver Kjell Kvam/Midtnorconsult AS			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 31.07.00			
Antall sider 6	Antall bilag	Tegn.nr. 101-108	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel **NTNU-Bygg P15**

Rapport-tittel **Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

Oppdrag nr. 600271 Rapport nr.1 07.09.00

Kontrollert av: Jarle Th. Nøstvold	Utarbeidet av: Eystein Enlid
SAMMENDRAG	
<p>Original grunn består øverst av lagdelt silt, sand, tørrskorpeleire og leire og derunder av silt med sandlag og i større dybde silt med leirlag.</p> <p>En tidligere oppfylt dalsenkning berører tomten i et område ved eksisterende bygg i nordvest på tomten.</p> <p>Bygget kan fundamenteres direkte på banketter/søylefundamenter. Grunnlag for dimensjonering av fundamenter er gitt i rapporten. Under detaljprosjekteringen forutsettes det utført nøyere setningsanalyser, men det forventes i utgangspunktet ikke setningsmessige problemer av betydning ved direkte fundamentering.</p> <p>Inn mot eksisterende bygg i nord må fundamenteringsdybde etc. tilpasses eksisterende fundamenter, og det vil delvis bli nødvendig med seksjonsvis understøp av eksisterende veggbankett.</p>	

INNHold

- 1 ORIENTERING
- 2 UTFØRTE UNDERSØKELSER
- 3 GRUNNFORHOLD
- 4 GEOTEKNISK VURDERING

TEGNINGER

Tegn. nr.	Tittel	
101	OVERSIKTSKART	M=1:50.000
102	SITUASJONSPLAN	M=1:500
103	PROFIL A MED BORERESULTATER	M=1:200
104	PROFIL B MED BORERESULTATER	M=1:200
105	BORPROFIL HULL 1	
106	BORPROFIL HULL 4	
107	BORPROFIL HULL 5, TIDL. UND. O.90	
108	TIDL. TERRENGKOTER ETC, TIDL. UND. O.90.2	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

1 ORIENTERING

1.1 Prosjekt

NTNU skal oppføre nybygg på parkeringsplassen P15 beliggende sør for Institutt for Strømningsteknikk ved krysset mellom Høgskoleringen og Alfred Getz veg på østdelen av Gløshaugen i Trondheim.

Beliggenhet og plassering fremgår av tegning 101 og 102.

Bygget skal oppføres i 5 etasjer + kjeller og skal bl.a. inneholde laboratorier for arkitekt- og elektrofag samt rom for dataundervisning.

1.2 Oppdrag

På oppdrag fra NTNU, Teknisk avdeling, formidlet av Midtnorconsult AS og SIB-rådgiver Kjell Kvam, er Scandiaconsult AS, Trondheim ved Divisjon Geo og Miljø engasjert for å utføre grunnundersøkelser for prosjektet.

I tillegg omfatter oppdraget geoteknisk rådgivning og geotekniske vurderinger.

1.3 Rapportinnhold

Rapporten inneholder resultater fra de utførte undersøkelsene for prosjektet og i en viss utstrekning resultater fra tidligere undersøkelser. I tillegg gis en beskrivelse av grunnforholdene.

Videre inneholder rapporten geotekniske vurderinger og råd i forbindelse med valg av fundamenteringsmåte, dimensjonering av fundamenter og tilpasning til nabobyggets (Inst. for Strømningsteknikk) fundamenter.

2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene ble utført i uke 32/2000 og omfattet

- ☐ 4 totalsonderinger til ca. 26 m dybde
- ☐ 2 prøveserier.

Boringenes plassering fremgår av tegning 102, hvor også boredybder og nivå for terreng i borepunktene er angitt. Borepunktene er nivellert med utgangspunkt i lokalt fastmerke nr. 10 (etablert av NTNU) i Trondheim kommunes høydesystem.

Sonderingsresultater og forenklet jordartsoversikt i prøvehullene er presentert i profiler, tegning 103 og 104.

I profil A er det også tatt med resultater fra en tidligere undersøkelse for varmetekniske laboratorier (hull 5 O.90 fra september 1961).

Undersøkelsesmetoder og resultatfremstilling er nærmere forklart i tillegg I.

2.2 Laboratorieundersøkelser

Det ble i alt tatt opp 22 prøver fra 2 hull, derav 10 stk 54 mm sylinderprøver og 12 stk representative skovlprøver.

Samtlige prøver er beskrevet og klassifisert samt undersøkt mht vanninnhold. For sylinderprøvene er det i tillegg foretatt bestemmelse av tyngdetetthet (romvekt) og dessuten udrenert skjærstyrke s_u i uforstyrret og omrørt tilstand på leirholdig materiale.

Resultatene er samlet i borprofiler, tegning 105 og 106. Tilsvarende borprofil fra tidligere grunnundersøkelse (hull 5 O.90) er medtatt som tegning 107.

Laboratorieundersøkelsene er ellers nærmere beskrevet i tillegg II bakerst.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Tomten er i dag asfaltert og ligger flatt på kote + 48,2-+48,3. Vestre del av tomten er bebygd.

Tidligere terreng var imidlertid annerledes, idet en sideravine til Høgskoledalen ("Dødens dal") skar inn i Gløshaugenplataet og berørte tomten for Bygg P15. Tegning 108, som er hentet fra tidligere rapport O.90 fra september 1961, indikerer beliggenheten av sideravinen ved at opprinnelige terrengkoter er stiplet inn. I flg denne tegningen ligger tidligere dalbunn minst 4 meter under eksisterende parkeringsplass. Overgangen til original grunn vil ellers bli nærmere berørt under senere avsnitt.

3.2 Løsmasser

Original grunn består av vekslende silt, sand, tørrskorpeleire og leire 4-6 meter øverst og derunder av silt med sandlag. Fra omkring kote +35 (13 m dybde) blir det løsere grunn og sterkere innslag av leirlag i silten, men fortsatt med silt som dominerende jordart.

Det er kjent fra tidligere dype boringer at det forekommer kvikkleire på større dybde enn boringene i denne omgang er ført.

I rene leirlag er det målt skjærstyrke ned mot 20 kN/m^2 , mens det forøvrig er registrert middels høge til høge verdier ($30\text{-}100 \text{ kN/m}^2$).

Grunnen vurderes middels kompressibel, og ved tidligere undersøkelser (Institutt for Produktdesign) er det målt modultall $m=70\text{-}110$ ($\sqrt{\text{tilpasset}}$) i silt med konsolideringskoeffisient $c_v=100\text{-}200 \text{ m}^2/\text{år}$.

Som nevnt tidligere berører en tidligere, nå gjenfylt, dal byggetomten. Tegning 108 antyder tidligere terrengformasjon. Prøvetakingene i hull 1 og tidligere hull 5-O.90 bekrefter forekomst av betydelige **fyllmasser**. I prøvehullene består fyllingen av sand med humus og andre urenheter.

Ut fra prøvetakingene kan det antas at fyllingen minst går ned mot kote +44 på det dypeste. Fundamentene på eksisterende bygg nord for P15 er senket til kote +43,05 på det dypeste, og det er rimelig å anta at fundamentene er senket ekstra i forhold til den gamle dalbunnen pga forekomst av matjord eller tilsvarende uegnet fundamenteringsgrunn på toppen av originalt terreng. De samlede opplysninger fra grunnundersøkelser til forskjellig tidspunkt og fundamenteringsnivået på eksisterende bygg, gir således relativt sikre indikasjoner på at

det maksimalt er 4,5-5 m ned til original, ren grunn ved sydvestre hjørne av eksisterende Strømningsteknisk laboratorium.

3.3 Fjell

Fjelldybden er ikke bestemt, men fjellet ligger så vidt dypt at det antas å være uten betydning for det foreliggende byggeprosjektet,

3.4 Grunnvann

Grunnvann er ikke registrert ved de utførte undersøkelsene. Det er imidlertid kjent fra andre steder på Gløshaugen at det kan forekomme "hengende grunnvann" pga tette leir- og siltlag over drenert sand i større dybde. Det er lite sannsynlig at dette gjelder her, men det kan ikke helt utelukkes at det kan forekomme, i hvert fall periodevis.

4 GEOTEKNISK VURDERING

4.1 Generelt

Bygget skal oppføres i 5 etasjer med kjeller med lastnedføring til grunnen via søyler i aksesystem 7,2x7,2 m².

De geotekniske vurderingene er basert på at kjellernivået blir liggende på ca kote +44,60, dvs ca 3,7 m under eksisterende parkeringsplass.

Det ligger generelt til rette for å velge direkte fundamentering på banketter og søylefundamenter i alminnelig dybde under kjellergulvet. Imidlertid er forholdene spesielle ved eksisterende bygg mot nord, hvor det vil forekomme fylling under golv og fundamenter og hvor eksisterende fundamenter er senket i forhold til normal dybde pga det samme.

4.2 Bæreevne

I bæreevneberegning kan det generelt benyttes effektivspenningsanalyse med parametrene

- ☐ $a=0$
- ☐ $tg\phi=0,60$

Beregning basert på disse parametrene vil gi varierende bæreevne, beroende på dybde under kjellergulv, fundamentbredde og andel horisontallast.

På grunn av de relativt bløte leirlagene som er registrert foreslås det imidlertid å begrense overført grunntrykk i bruddgrensetilstanden til **150 kN/m²**. Denne begrensningen vil i hovedsak bli dimensjonerende.

4.3 Setninger

Setninger forutsettes beregnet og vurdert nøyaktig under detaljprosjekteringen.

Siden grunnen avlastes vesentlig ved den planlagte utgravningen for kjelleren, ventes setningsstørrelsen i utgangspunktet å bli relativt moderat. Det forventes således ikke at setningsmessige forhold vil være til hinder for å kunne velge direkte fundamentering.

4.4 Fundamentering inntil eksisterende bygg

Fundamenteringen av eksisterende bygg fremgår av tegn. nr. 347/611 fra Siviling. Harboe og Leganger. Tegningen viser en kontinuerlig bankett med bredde 1,75 m under ytterveggen. Uk fundament stiger fra kote +43,05 i vest til +44,6 i øst nærmest Høgskoleringen.

I vest må det forutsettes at nye fundamenter settes i samme dybde som de eksisterende og at fyllmasser må fjernes under kjellergolvet.

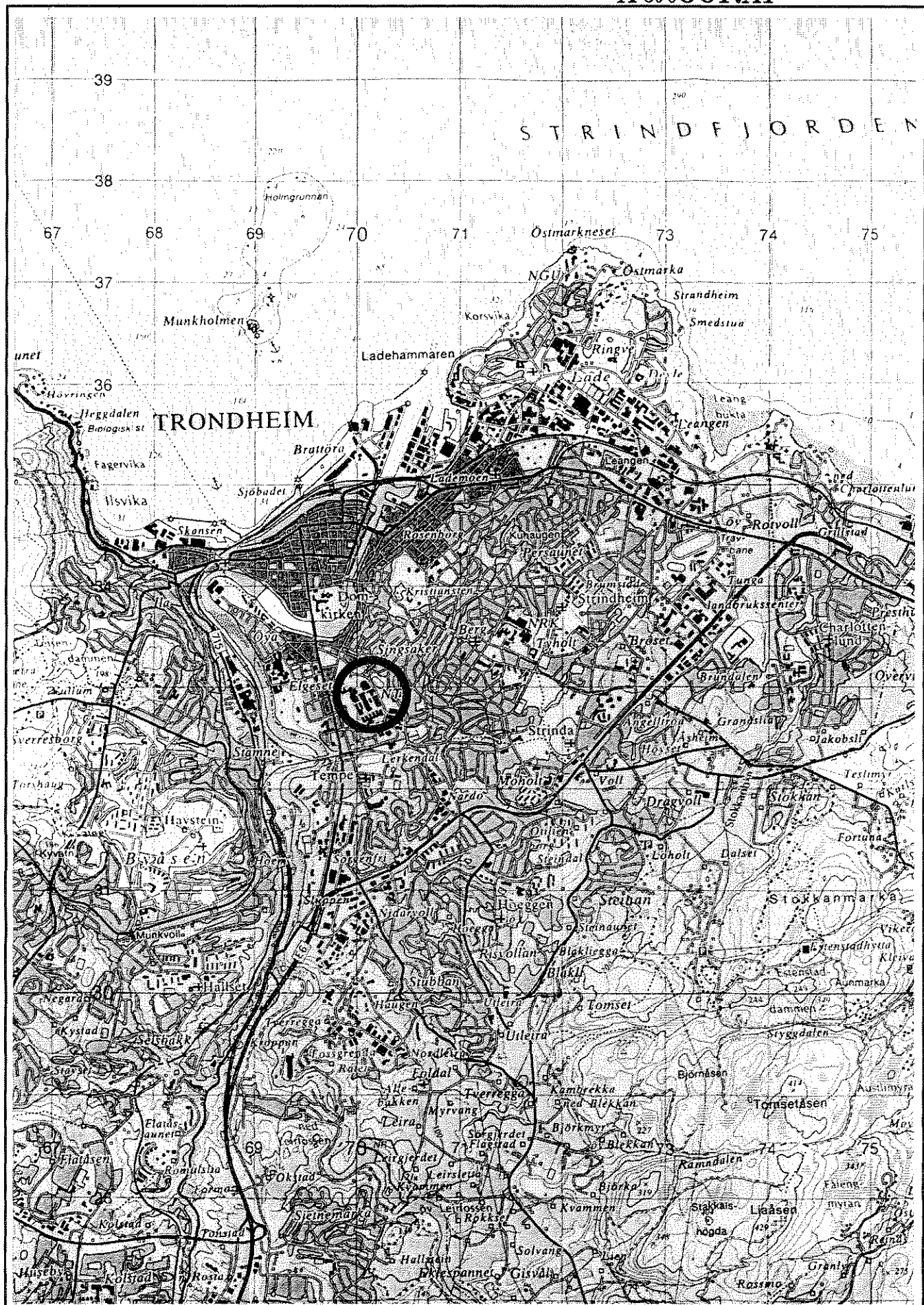
Østre del av eksisterende fundamentbankett blir imidlertid liggende for høyt i forhold til nytt kjellergolv og nye fundamenter. Her må eksisterende fundamentbankett understøpes seksjonsvis over en total lengde på omkring 10 m. Understøpen må detaljprosjekteres og utføres nøyaktig slik at eksisterende bygg ikke påføres deformasjoner.


4.5 Utgravning

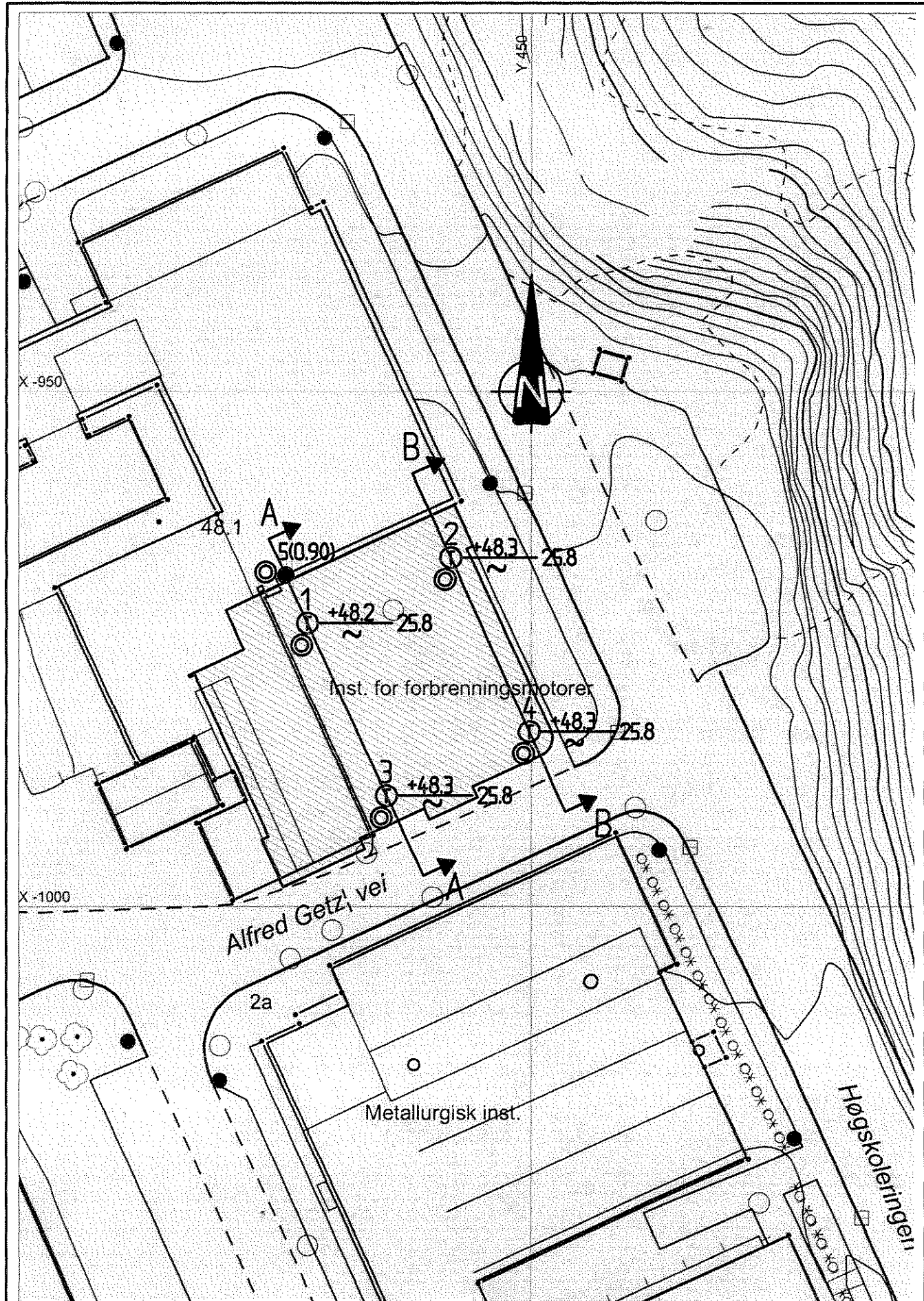
Utgravningen antas å kunne utføres uten å komme i kontakt med grunnvannstanden, men dette kan ikke utelukkes helt.

Ved graving over grunnvannstanden vil det vanligvis kunne benyttes graveskråning 1:1,25-1:5. Dersom plasshensyn ikke tillater skråningsutslag av den nevnte størrelse, må det foretas oppstøtting av skråningene med spunt.

Under utførelsen må det påsees nøye at fyllmasser i den tidligere dalen og fyllmasser som evt måtte finnes andre steder, fjernes.



 SCANDIACONSULT	NTNU BYGG P15	MÅLESTOKK 1 : 50000	OPPDRA 600271
	OVERSIKTSKART	TEGNET/KONTR.	BILAG
	Kartblad (M711) : TRONDHEIM 1621 IV UTM-ref. (WGS84) : 05701 70329	00/EE	TEGN. NR.
		DATO 16.08.00	101



	NTNU BYGG P15	MÅLESTOKK 1 : 500	OPPDAG 600271
	SITUASJONSPLAN	TEGNET/KONTR. 00/EE	BILAG
	① Totalsondering ⊙ Prøveserie ● Dreiesondering	DATO 24.08.00	TEGN. NR. 102

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	SAND, grusig		16										
	TØRRSKORPESILT, leirig		17					19.9 (20.5)					74.5 74.3
	SAND, m. siltlag		18					16.4 (17.2)					
	SILT, m. leirtag		19					18.0 (18.1)					
	TØRRSKORPELEIRE, siltig m. siltlag		20					19.8 (19.6)					65.16 72.17
	TØRRSKORPE-LEIRE		21					19.4 (19.9)					82.3
	SAND, grusig siltlag		22					16.6					
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :

(strek angir def.% v/ brudd)

Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : /

Penetrometerforsøk :

Konsistensgrense :

W_p |————| W_L

Andre forsøk :

T = Treksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Kornfordeling



SCANDIACONSULT

NTNU
BYGG P15

BORPROFIL HULL: 4

Terr.høyde: +48.3 Skovl+
Prøve ø: 54mm

DATO

08/00

TEGNET AV
KS/DD

KONTR

EE

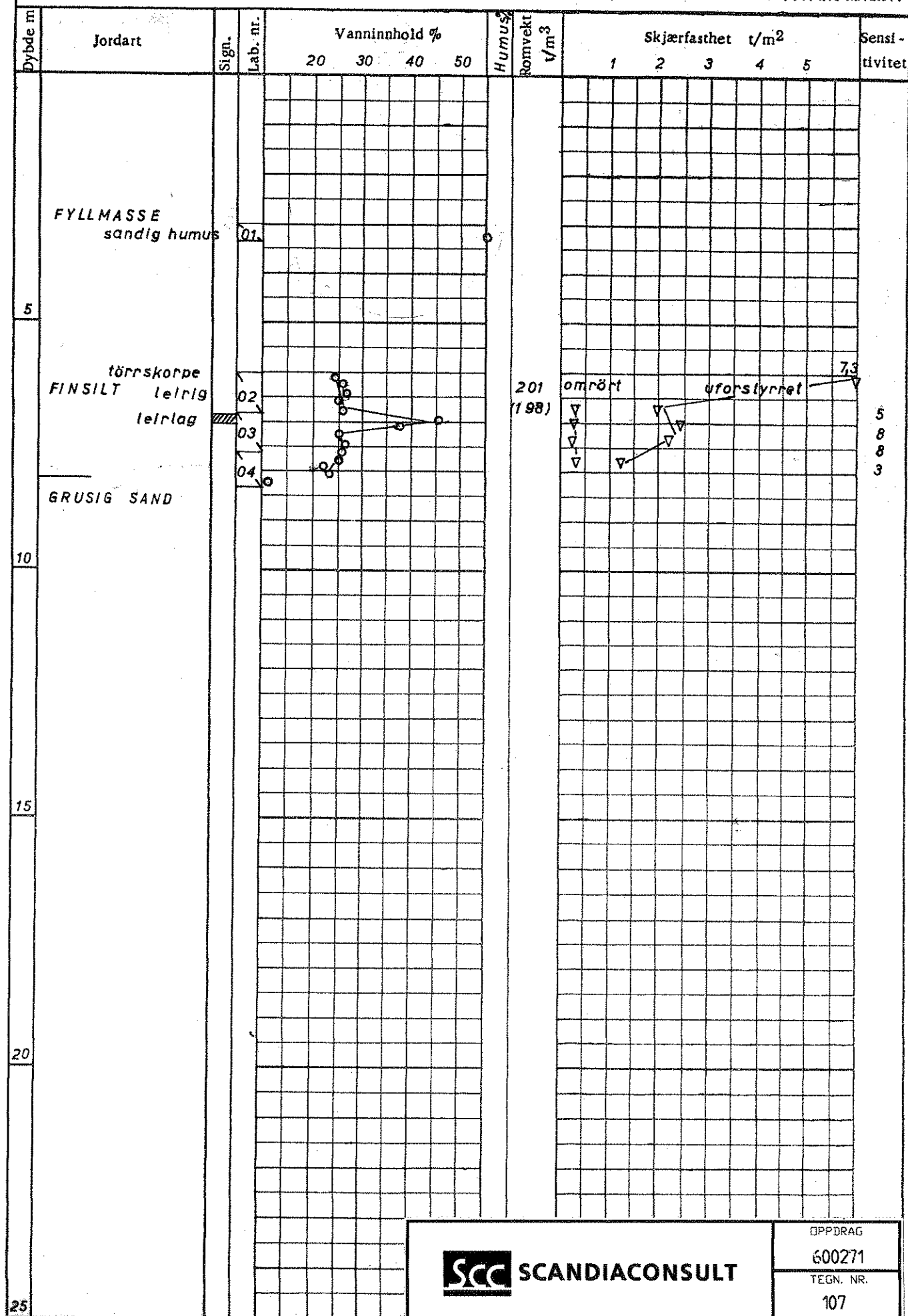
OPPDRAG

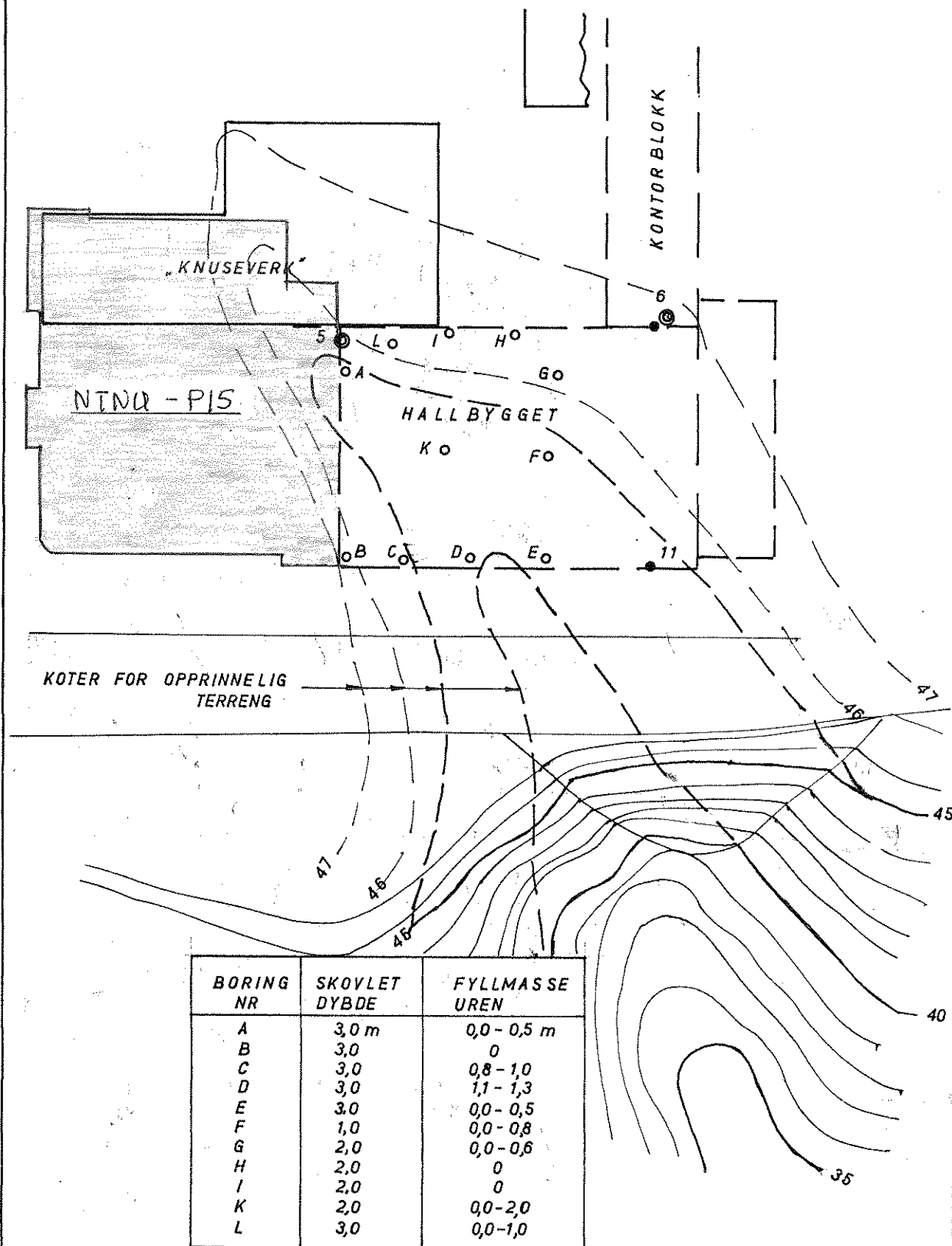
600271

BILAG

TEGN. NR.

106





DYBDER I FORHOLD TIL UTGRAVD
NIVÅ I BYGGEGROPEN.

VARMETEKNISKE LAB. NTH

Hallbygget, sørseksjonen.

Skovlboringer

M = 1:500

Tegn.

G.L.

Dato

4/11 61



SCANDIACONSULT

DPPDRAG

600271

TEGN. NR.

108

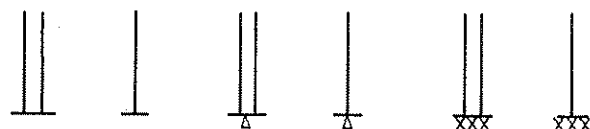
O-nr. 0.90.2

Bilag 1

MARKUNDERSØKELSER

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

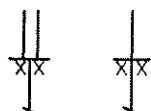
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



Boring avsluttet
(årsak ikke angitt)

Antatt stein,
morene, sand ol.

Antatt fjell



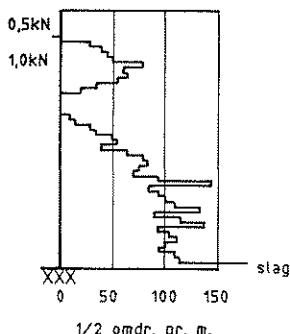
Boret i antatt fjell.
(Hvis overgangen er ukjent,
settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og
kjerne opptatt.

● Dreiesondering

utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



⊕ Totalsondering

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

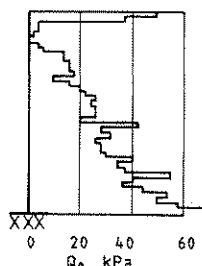
▼ Ramsondering

utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.

Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.



⊗ Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

⊙ Prøvetaking

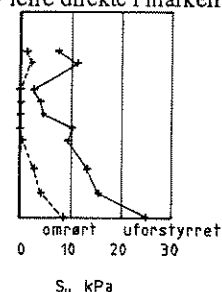
utføres for undersøkelse i laboriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de åpnes i laboriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindreprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

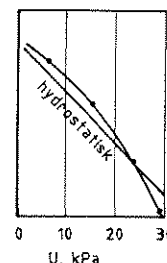
+ Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



⊖ Porevanntrykket

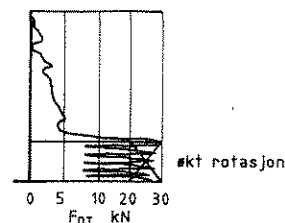
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ Dreietrykksondering

utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressingskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSØKELSER

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110°C .

Flytegrense

(w_L i %) og utrullingsgrense (w_p i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen $w_L - w_p$ benevnes plastisitetindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

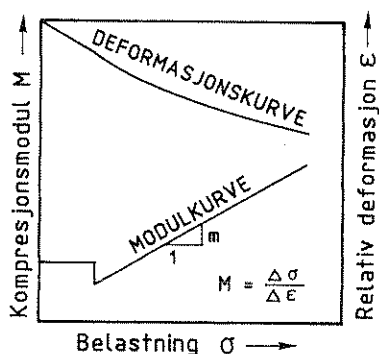
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykksøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S_t)

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke $< 0,5 \text{ kN/m}^2$.

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modul-kurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiamter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

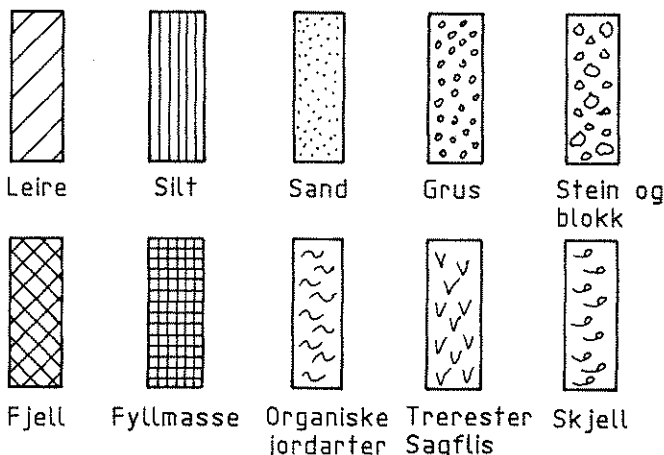
Fraksi.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

Jordarten

benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).



Anmerkning

- Leire: T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavssymboler settes inn i materialsignaturen:
Ca. = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurlulle