

GRAND HOTELL BONDEHEIMEN.

NAMSOS

Orienterende undersøkelse av
grunn- og fundamenteringsforhold
på 3 tomter i østre byområde.

o.2612-2

29. september 1978

Bilag:

1. Situasjonsplan m. borepkt. M= 1:1000
- 2-6 Profiler m. borerresultater M= 1:200
- 7-9 Borprofiler
- 10-12 Resultater fra ødometerforsøk
13. Resultater fra treksialforsøk
14. Påhengskrefter på peler

Tillegg:

- I. Markundersøkelser
- II. Laboratorieundersøkelser
- III. Spesielle undersøkelser

O. SAMMENDRAG.

Det er utført orienterende grunnundersøkelser på 3 alternative tomter i østre byområde for Grand Hotell Bondeheimen, Namsos.

På tomt 1 er påvist 22 - 57 meters dybde til antatt fjell. Det antas sand/grusfylling over middels fast leire.

Høgbygget i 6 et. på denne tomt foreslås fundamentert på grove peler til fjell i opp til ca. 45 meters lengde. Lavbygg i 2 et. kan fundamenteres på hel plate (kompensert). Visse setninger, størst mot øst, må påregnes for lavbygget.

Tomt 2 har uregelmessig fjelldybde innen området ca. 13 - 55 meter, tilsynelatende størst i syd. For nåværende planløsning kan neppe fjell nås overalt, og det må anvendes direkte fundamentering. Selv med kompensert fundamentering utelukkes ikke setningsmessige ulemper p.g.a. ujevnt fjell og ujevne belastninger fra bygg.

Et evt. høgbygg kan muligens fundamenteres på peler til fjell på nordre del, men betinger nøyere undersøkelser og omarbeidet prosjekt.

På tomt 3 med bløt grunn over fjell i 10 - 30 meters dybde foreslås hele bygget satt på peler til fjell. Det kan anvendes vanlige, prefabrikerte betongpeler.

Sammenlikning mellom tomtealternativene viser med utgangspunkt i fremlagte forprosjekter fra ark. Aursand at tomt 3 med full peling, geoteknisk er å foretrekke. Derneft følger tomt 1, hvor vi imidlertid, foruten store kostnader, må påpeke høg vanskelighetsgrad på pelearbeidene og mulighet for visse setningsmessige ulemper for lavbygg.

Tomt 2 ansees minst egnet med ujevn og tildels stor fjelldybde, dvs. det er usikkert om det er mulighet for peling

til fjell på hele tomten. Ved direkte fundamentering kan merkbare setninger og differansesetninger neppe unngås.

De angitte fjelldybder er bestemt ved sonderinger, dvs. usikkerhetsgraden er relativt stor. Nøyere geotekniske undersøkelser er nødvendig når tomt er valgt.

OTTAR KUMMENEJE



Eystein Enlid

1. INNLEDNING.

Etter anmodning fra siv.ing. F. G. Mørch v/ing. Onsøien på vegne av Namsos kommune har vi utført orienterende undersøkelser av grunn- og fundamenteringsforhold på 3 alternative tomter for Grand Hotell Bondeheimen i østre byområde, Namsos. Tomtenes plassering er vist i bilag 1.

Undersøkelsene er en videreføring av tidligere arbeider for å finne en egnet hotelltomt i dette området. Tidligere boreresultater og vurderinger er fremlagt i vår rapport o.2612 av 7. juni 1978. Den tidligere undersøkelsen er imidlertid bare dekkende for deler av en av de aktuelle tomter, tomt 2. De øvrige 2 tomter er således ikke tidligere undersøkt, og det har derfor vært nødvendig å utføre boreringer på disse, samt supplere de tidligere boreringer på tomt 2.

Undersøkelsene er lagt opp i samråd med siv.ing. F. G. Mørch. Det er boret relativt spredt, idet undersøkelsene er på nåværende stadium av orienterende art, med formål å grovt avklare tomtenes egnethet og prinsipper for valg av fundamentering. Boringene er ellers forsøkt lagt slik at de også skal være til mere generell nytte.

2. UTFØRTE BORINGER.

Borearbeidet ble hovedsakelig utført i tiden 12. - 14. juli og 7. - 22. aug. 1978.

Det er utført 20 dreiesonderinger med stopp i antatt fjell i 10.2. - 57.2 meters dybde under terreng. Videre er det tatt opp 23 uforstyrrede Ø 54 mm sylinderprøver i 2 hull.

Boreresultater i form av sonderingsmotstand og forenklet

jordartsoversikt ved prøvehullene er opptegnet i profiler i bilag 2 - 6. Borepunktene plassering samt terrenghøyder, boredybder og kote for antatt fjell er videre angitt på situasjonsplanen i bilag 1.

Borepunktene er utstukket og nivellert av ing. T. Mørch hos siv.ing. F. G. Mørch.

På situasjonsplan og profiler har vi videre tatt med tidligere boringer fra rapportene o.1253 og o.2612.

Boringenes utførelse og resultatfremstillingen er ellers nærmere beskrevet i tillegg I bak i rapporten.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte prøver er beskrevet og klassifisert samt rutinemessig undersøkt m.h.t. vanninnhold, romvekt og udrenert skjærstyrke s_u i uforstyrret og omrørt tilstand.

Resultater er gitt i borprofilene, bilag 7 og 8. I bilag 9 er for ordens skyld tatt med resultater fra tidligere undersøkelse o.2612 (hull 7 ved profil 22).

For undersøkelse av grunnens kompressibilitet er det videre utført 7 konsolideringsforsøk i ødrometer. Dessuten er det utført 2 treaksiale trykkforsøk for bestemmelse av effektive skjærstyrkeparametre, attraksjon a og friksjonskoeffisient $tg\phi$. Resultatene er vist i bilag 10 - 13.

En nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetoder og resultatfremstilling finnes i tilleggene II og III bakerst.

4. GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD.

Generelt.

De 3 undersøkte tomter dekker en strekning på ca. 300 meter langs Carl Gulbrandsens gate.

Området antas i dag for en stor del oppfylt til ca. kote + 1,8 - + 3,5. Nærmest Carl Gulbrandsens gate er det hovedsakelig fylt med friksjonsmaterialer (jernbane-område), mens det lenger øst er fylling med sagbruksavfall.

Dybden til fjell er generelt stor. De største dybder, 50 - 60 meter, er målt på den midtre tomten (tomt 2) og henimot denne. Fjelloverflaten synes å stige innover mot Namsos sentrum samt mot STK i syd og mot Namdalsvegen i nord, hvor de minste dybder (10 - 11 meter) er målt.

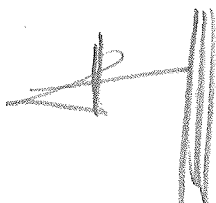
Det presiseres ellers at fjellbestemmelsene ikke må ansees helt sikre, idet lette sonderinger kan stoppe mot stein eller i faste lag over fjellet. Spesielt må de dype boringer (> 30 meter) med betydelig sonderingsmotstand over fjellet ansees lite sikker m.h.t. fjellkontakt.

Grunnen under de oppfylte masser, dvs. fra anslagsvis kote \pm 0 - + 1,0, består hovedsakelig av lagdelt leire med sand- og siltlag.

På sydligste del, tomt 1, antas leira stort sett å være bløt til middels fast, men ikke kvikk (bilag 9). Nordover blir imidlertid grunnen bløtere, slik at det tildels på tomt 2 og på tomt 3 forekommer kvikkleire, sogar i betydelig mektighet nærmest Namdalsvegen.

Grunnen må generelt karakteriseres som noe kompressibel, selv om ødometerforsøkene indikerer svak forkonsolidering i øvre lag.

I vår tidligere rapport o.2612 er det i generelle trekk redegjort for fundamenteringsforholdene. På det utvidede område som nå er undersøkt, kan mange av de tidligere fremlagte synspunkter gjøres gjeldende.



For lave bygg, eksempelvis 2 - 3 etasjer, kan det normalt anvendes direkte fundamentering på hel plate under forutsetning av avlastende utgravning for kjeller (kompensert fundamentering).

Det kan generelt anvendes såletrykk 50 kN/m^2 + overlagringstrykket ved u.k. fundamentplate.

Ved kompensert fundamentering vil bygningsvekten alene gi små setninger, men tidligere og spesielt ny oppfylling vil gi terrengsetninger som gjør at bygg vil dras noe med. Ved ujevn fylling eller ujevn fjelldybde foreligger også muligheter for generende setningsdifferanser.

For mellomhøge bygg, ser en heller ikke bort fra at kompensert fundamentering kan anvendes. Det vil imidlertid her kreves såpass dyp utgravning at det sannsynligvis må påregnes spunting rundt byggegroppen.

Idet svevende peler i leire gir moderat setningsmessig bedring, bør det for bygg over 4 etasjer derfor tas sikte på pelefundamentering til fjell.

P.g.a. oppfylling og evt. masseutskifting synes det vanskelig å unngå påhengskrefter på pelene. For moderate fjelldybder 10 - 25 meter skulle påhengskreftene bli moderate og vanlige prefabrierte betongpeler ($A = 600 - 1300 \text{ cm}^2$) kunne anvendes. Ved større dybder bør det

imidlertid regnes med grovere peler, så som in situ støpte pillarer eller rammede, utstøpte stålrør, evt. grove betongpeler. Beregning av påhengskrefter og peletnyttelse er vist i bilag 14.

Av de foreliggende sonderinger indikeres at fjelloverflaten er kupert med mulighet for lokale brattheng. Med den harde bergart som finnes i Namsosområdet (grunnfjell - gneisgrangitt) mener en det generelt vil være noe vanskelig å oppnå fjellfeste. Dette gjelder både etablering av fjellfot for pillarer og innmeisling av fjellspiss. Vanskelighetene med etablering av fjellfeste må påregnes å øke med dybden til fjell.

Tomt 1.

Ark. Aursand har fremlagt forprosjekt for bebyggelse av denne tomten med en 6 etasjes høgblokk og et lavbygg i 2 etasjer med kjeller.

Tomten anvendes i dag av jernbanen og er oppfylt til henimot riktig høyde (+ 2,6 - + 3,4) med antatt brukbare fyllmasser.

Under det øvre lag med fyllmasse er det påvist liten sonderingsmotstand med synk øverst, men relativt sterkt tiltagende motstand i dybden. Dette, sammen med tidligere prøvetaking øst for tomten (bilag 9), indikerer at grunnen hovedsakelig består av middels fast, ikke-kvikkløire. I dybden er grunnen tilsynelatende mere lagdelt med innslag av fastere, antatt sandige lag.

Dybden til antatt fjell øker fra 20 - 25 meter i profil 28 til 57 meter i profil 22 i nord.

Høggbygget vil med direkte fundamentering på hel plate av hensyn til bæreevnen måtte senkes relativt dypt.

Setningene p.g.a. bygningsvekten vil likevel beregningsmessig bli store, av størrelsesorden 20 - 30 cm.

Det må derfor anvendes pelefundamentering til fjell med pelelengder av størrelsesorden 20 - 45 meter.

P.g.a. noe terrengjustering utvendig må det regnes med påhengskrefter på pelene. Med den betydelige fjelldybde på nordre del av høgbygget synes derfor store peletverrsnitt å måtte anvendes, og med bakgrunn i bilag 14 kan vi foreslå nøyere vurdering av disse peletyper:

In situ støpte pillarer (Benoto, GH e.l.)
Stålrørspeler (utstøpte Ø 60 - 80 cm) med fjellspiss.
Evt. store prefab. betongpeler, eks. Herkules H1300 og H 2000.

En kombinasjon av peletyper kan evt. være økonomisk.

Ved samtlige peletyper må det påregnes visse problemer med fjellfeste p.g.a. steilt og hardt fjell. Således antas sprengning av fjellfot tildels å kunne bli nødvendig for in-situ støpte pillarer.

Ved lavbygget med fjelldybde henimot 55 - 60 meter, kan fundamentering til fjell med rimelighet ikke velges.

En må således anvende direkte fundamentering, og en anser en løsning med hel plate og kompensert utgravning setningsmessig gunstigst.

Ved kompensert fundamentering fås visse mindre setninger ved rebelastning av grunnen, og i dette tilfelle antas disse å kunne bli maks. av størrelsesorden 3 - 5 cm.

X B !

For direkte fundamenterte bygg vil ny oppfylling bidra med noe tilleggssetning. På denne tomten blir imidlertid terrengjusteringene små, men noe ekstra oppfylling ventes på østsiden av bygget.

*Best
m/ansvar*
Lavbygget vil således kunne få tilleggslast på den ene siden, hvilket kan medføre tilleggssetning av størrelsesorden ca. 5 cm.

NB!
Vi mener derfor det er realistisk å vente 3 - 5 cm setning for lavbygget inn mot Carl Gulbransons gate og muligens av størrelsesorden 10 cm mot øst.

→
En antar at setninger av denne størrelse kan bli godt merkbare, men at evt. ulemper i noen grad avhenger av de forholdsregler som blir tatt.

Tomt 2.

Denne tomten er tildels dekket av tidligere undersøkelser. Kfr. rapport o.2612.

Arkitektens forprosjekt viser 2 gjesteromsblokker i 4 et. med et 2 - etasjes mellombygg.

Belastningene fra bygget utgjør $70 - 90 \text{ kN/m}^2$ for de 4- etasjes blokkene og ca. 50 kN/m^2 for den lave.

Undersøkelsene viser ujevnt fjellforløp med fjelldybde mellom 13 og 54 meter. Det er tilsynelatende dypest i syd på tomten, men en frykter at de foreliggende boringer ikke har avdekket alle lokale variasjoner i løsmassemektheten.

Terrenget på tomten ligger for lavt mot øst (+ 1,7 - 1,8) og antas der oppfylt med sagavfall.

Grunnen består ellers av hovedsakelig leire som virker mer lagdelt i dybden. I sør antas leira middels fast og ikke kvikk (bilag 9), men den synes å bli bløtere og tildels kvikk nordover. I hull Bl2 er således påvist bløt til middels fast leire (kvikk i 12 - 18 meters dybde), likeledes som det ved sonderingene i profil 14 - 10 er indikasjoner på bløt/kvikk leire.

Med ujevnt og uoversiktlig fjellforløp med maks. fjelldybde henimot 55 meter, anser en det høyst usikkert om pelefundamentering til fjell er teknisk mulig på hele tomt 2. F.eks. er Benotopeler ikke utført til større dybde enn 50 meter i Norge.

Foreløpig synes det derfor å være naturlig å ta sikte på direkte fundamentering på hel plate (kompensert) slik byggets utforming er iflg. forprosjekt.

Byggets tre deler bør imidlertid adskilles med fuger.

Direkte fundamentering er bæreevnemessig mulig.

For å oppnå kompensert fundamentering må o.k. gulv ligge opp til 4,5 meter under nåv. terreng. Det må derfor ansees nødvendig å spunte rundt byggegropen.

Ved kompensert fundamentering fås teoretisk forskjellig fundamenteringsdybde etter etasjeantallet. De setninger som vil inntre ved rebelastning av grunnen, kan anslagsvis andra til størrelsesorden 5 cm med visse differanser i henhold til variasjoner i såletrykk og fjelldybde.

Det vil sannsynligvis videre måtte regne med noe setningsgivende oppfylling og masseutskifting, spesielt på øst-siden. En utelukker ikke at setningene mot øst totalt kan bli av størrelsesorden 15 cm.

En del av disse setningene vil ellers som det fremgår kunne unngås dersom man kan unnlate tilleggsoppfylling eller fylle med lette materialer (eks. bark) utvendig.

Både erfaringsmessig på bakgrunn av de nevnte totalsetninger og under henvisning til variable belastninger og fjelldybder forventes endel differansesetninger. En ser således ikke bort fra at den påtenkte fundamentering på tomt 2 kan medføre setningsmessige ulemper, både i form av relative deformasjoner mellom de 3 tre deler og differanser innenfor de enkelte deler.

En vil også nevne at usikkerhetene i vurderingsgrunnlaget ansees størst på tomt 2.

Det sees ellers ikke bort fra at nøyere fjellkontroll og omarbeiding av prosjektet kan vise mulighet for pelefundamentering av høgbygg i nord på tomten (profil 12 - 10), men foreløpig er dette noe usikkert.

Tomt 3.

I bilag 1 er vist arkitektens forslag til plassering av bygg. En alternativ plassering er vist stiplet.

Bygget er prosjektert med et lavbygg i 2 et. + kjeller nærmest sentrum og et høgbygg i 7 etasjer med delvis kjeller. Utvendig terreng er angitt på + 3,8, dvs. opp til 2 meter over nåværende terreng.

Antatt fjell ligger 10 - 11 meter dypt nærmest Namdalsvegen og faller derfra sydover og østover til ca. 30 meters dybde ved planlagt gågate.

Sonderingene viser iflg. bilag 5 og 6 hovedsakelig lav sonderingsmotstand. Prøvetakingen bekrefter at grunnen er bløt, idet det er påvist bløt til middels fast leire ($s_u = 18 - 35 \text{ kN/m}^2$) over bløt kvikkleire ($s_u = 10 - 25 \text{ kN/m}^2$) i 10 meters dybde.

Med tanke på direkte fundamentering må fundamenteringsforholdene ansees heller vanskelig med meget bløt og kompressibel grunn, varierende løsmassemekktighet og tildels betydelig oppfylling utvendig.

Av bæreevnemessige grunner må u.k. fundamentplate ved direkte fundamentering av høgbygg føres ned til ca. kote - 1,2. I dette tilfelle vil primærsetningene beregningsmessig bli av størrelsesorden opptil 20 - 25 cm med differansesetninger trolig minst halvparten av totalsetningene.

Høgbygget foreslås derfor pelefundamentert på peler til fjell. Vanlige prefabrikerte betongpeler med areal 600 - 900 cm² antas gunstigst økonomisk.

Brukslast for disse må reduseres p.g.a. påhengskrefter. Forutsatt gode forundersøkelser og god kontroll skulle det imidlertid foreløpig kunne tas sikte på noe høyere peleutnyttelse enn vanlig når påhengskrefter utgjør en vesentlig del av totallasten. F.eks. kan brukslast beregnes etter formelen $Q_{\text{bruks}} = 0,75 (Q_{\text{nom}} - Q_{\text{neg}})$ hvor Q_{nom} = nominell bruddlast og Q_{neg} = påhengskraft iflg. bilag 14.

Lavbygget er vist med fundamentplate på ca. + 2,0, dvs. omtrent ved nåv. terreng i øst og 1,5 - 2 meter under terreng inn mot Namdalsvegen/Carl Gulbrandsens gate.

Uten ekstra utgravning oppnås ikke kompensert fundament-
ering og setninger av størrelsesorden 10 - 15 cm er
sannsynlig.

I stedet for en ekstra utgravning for å redusere setningene,
vil vi i dette tilfelle foreslå pelefundamentering også
av lavbygget. Dette er en bedre teknisk løsning og
sannsynligvis ikke vesentlig dyrere enn ekstra kjeller.

Dersom en flytting av bygget sydover blir aktuell (kfr.
bilag 1), vil fjelldybden øke til maks. omtrentlig 30
meter.

Prinsipielt skulle imidlertid fundamentløsningene kunne
bli de samme, evt. kan grovere betongpeler (eks. H 1300)
kunne bli mere aktuell. Ved flytting av bygget kan ellers
større kostnadsdifferanse mellom pelefundamentering og
ekstra kjeller ventes.

Sammenlikning.

Foruten de kostnadsmessige sider, som siv.ing. F. G. Mørch
utreder, må de 3 tomtealternativene sammenliknes rent
teknisk. I forbindelse med kostnader vil vi forøvrig nevne
at det bør tas i betraktning relativt betydelige kostnader
til fjellkontrollbøringer og kontroll, spesielt for evt.
alternativ med borede in situ støpte pillarer.

Ut fra fundamenteringsteknisk synspunkt anser en tomt 3
med full pelefundamentering utvilsomt best egnet for
det antydete hotellbygg, og dermed preferanse for den
plassering ark. Aursand har tatt sikte på (nærmest Namdals-
vegen).

For tomt 1 kan peling for høgbygget benyttes. Med fjelldybde over 40 meter og tildels steilt og hardt fjell ansees peling/pillarsetting imidlertid teknisk meget krevende. Påhengskrefter vil ellers redusere utnyttbarheten av pelene. Det må regnes med betydelige forundersøkelser og omfattende kontroll under utførelsen, samt etterprøving av betongkvalitet (kjerneboring, sonometrisk kontroll) ved in situ støpte pillarer.

Lavbygget på tomt 1 kan neppe settes på fjell, og 3 - 10 cm setning og visse setningsmessige ulemper virker sannsynlig.

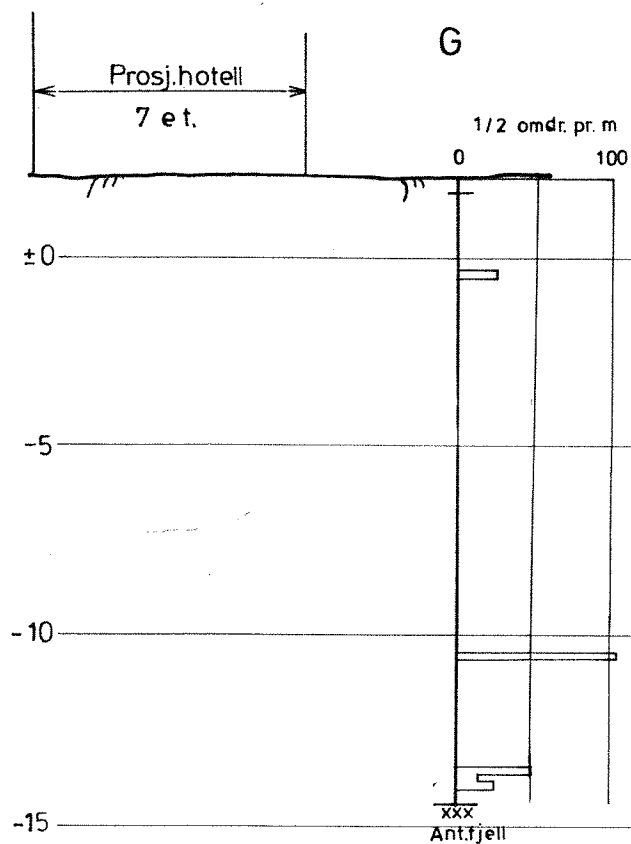
Tomt 2 har noe ujevne og uoversiktlige fjelldybder, og ansees m.h.t. fundamenteringsforhold vanskeligst av de 3 tomtealternativer, såfremt fremlagt bebyggelsesforslag beholdes.

Da dybden tildels er noe stor for peling til fjell, må direkte fundamentering antagelig påregnes anvendt. Beregningsgrunnlaget er noe usikkert, men totalsetninger av størrelsesorden 15 cm og differanser mellom de 3 deler og innen de enkelte deler ansees sannsynlig. Visse ulemper kan derfor neppe helt unngås.

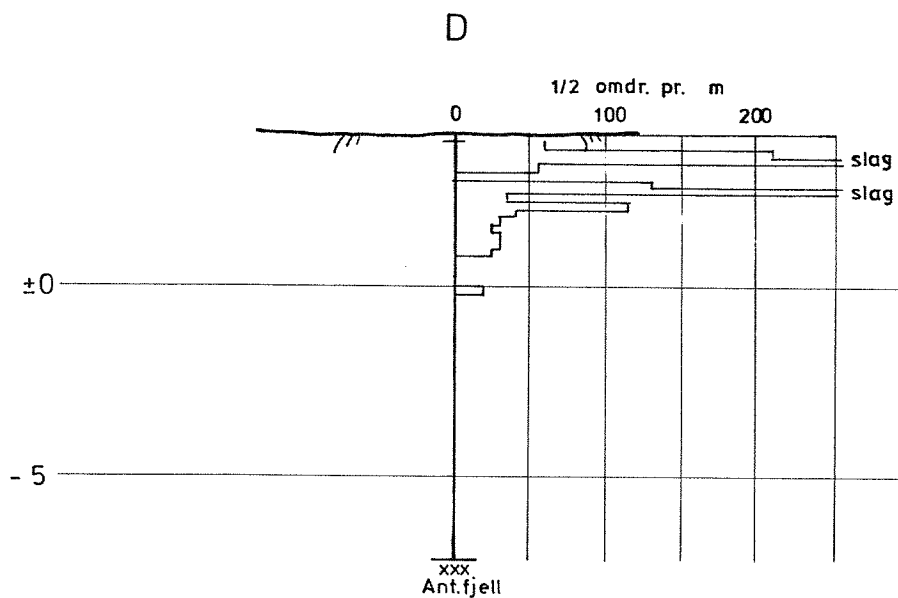
Bygget på tomt 2 kan muligens tilpasses noe bedre til de indikerte fjelldybder, dvs. det skulle være visse muligheter for et pelefundamentert høgbygg i nord.

En håper de fremlagte undersøkelsesresultater og vurderinger er tilstrekkelige til valg av tomtealternativ. Etter valg av tomt og bearbeiding av bebyggelsesplan må videre geotekniske undersøkelser påregnes.

PROFIL 2



PROFIL 4



Siv. ing.
OTTAR KUMMENEJE



TRONDHEIM
BODØ — TROMSØ



GRAND HOTELL BONDEHEIMEN
NAMSOS, TOMT 3

PROFIL 2 og 4

Boreresultater

MÅLESTOKK
1:200

TEGNET AV
EE/TL

DATO
13.9.78

OPPDRAG
2612-2

BILAG
6

TEGN NR.

BORPROFIL			HULL: B 12		TERR.NIVÅ: +2,60		PRÖVE Ø: 54mm	
Dybde	Jordart	Sign.	Lab.nr.	Vanninnhold (w) i %	Rørvekt kN/m ³	Udrenert skjærstyrke (s _u) i kN/m ²	Sensitivitet	
				20 30 40 50		10 20 30 40 50		
	S AND, middels, grovsand og grusbl.		01	3,1				
			02		21,2			
	Humuslag Siltlag		03	199,0	18,6 (18,5)		3	
	S and, fin		04		19,8 (19,8)		4	
			05		19,7 (18,5)		3	
5	LEIRE, lagdelt m. siltlag - og finsand- partier		06		19,9		13	
			07		19,8 (19,3)		16	
10			08		19,6 (19,4)		10	
			09		20,1 (19,9)		10	
15	Sand, fin						11	
	KVIKKLEIRE, lagdelt m. tynne siltlag - og finsand- partier		10		20,0 (19,1)		8	
20							11	
							12	
							14	
							35	
							40	
							61	
							58	

Siv. ing.

OTTAR KUMMENEJE

TRONDHEIM

BODØ — TROMSØ

Sted: NAMSØS Mnd/år: 08/78

Enkelt trykkforsøk: (strek angir def % w/brudd)

Konussforsøk - Omrørt Uforstyrret:

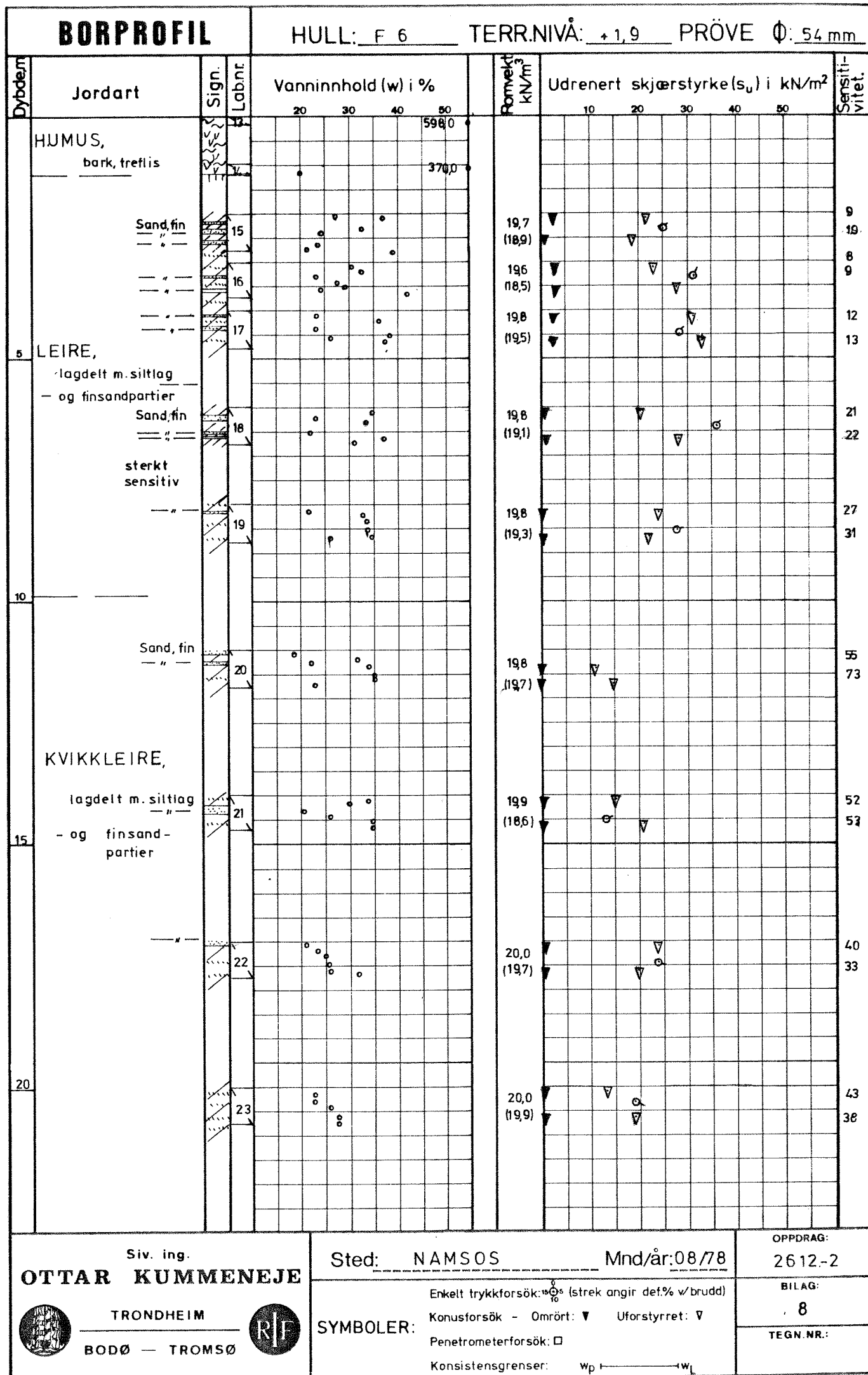
Penetrometerforsøk

Konsistensgrenser: w_p ————— w_L

OPPDRAK: 2612-2

BILAG: 7

TEGN.NR.:



Siv. ing.
OTTAR KUMMENEJE



TRONDHEIM

BODØ — TROMSØ



Sted: NAMSØS

Mnd/år: 08/78

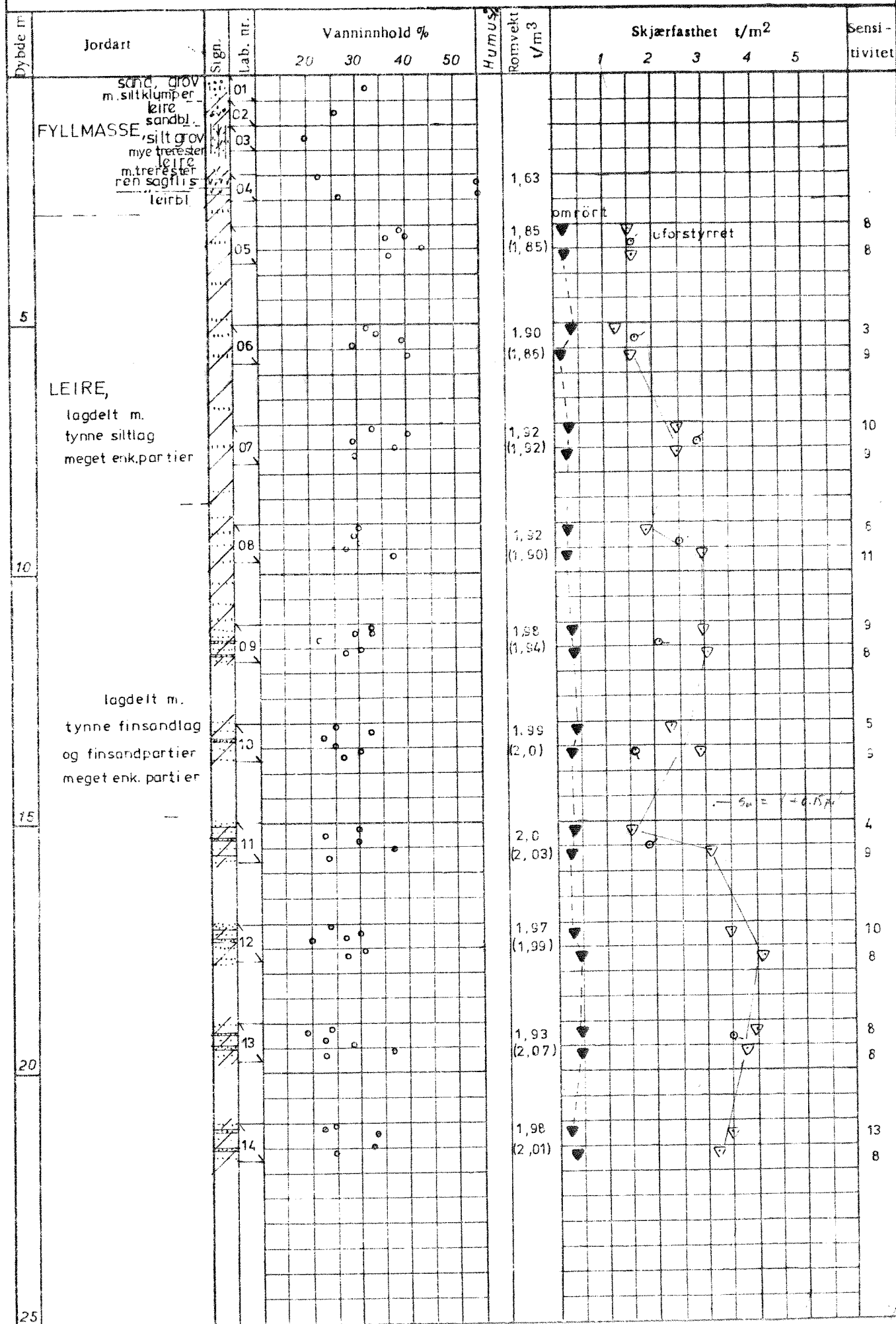
SYMBOLER:

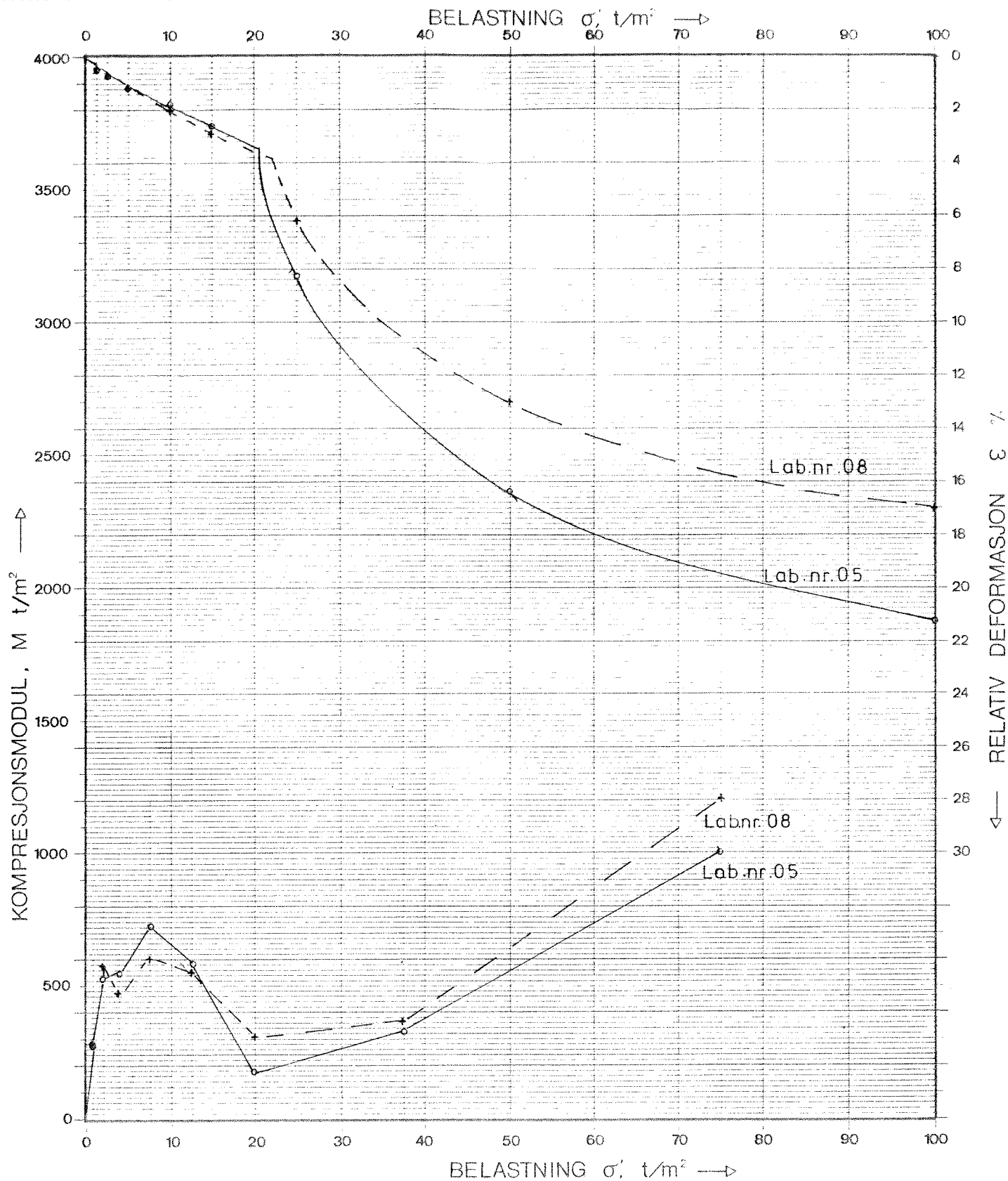
Enkelt trykkforsøk: σ_0^s (strek angir def.% w/brudd)
 Konusforsøk - Omrørt: ∇ Uforstyrret: ∇
 Penetrometerforsøk: \square
 Konsistensgrenser: w_p — w_L

OPPDRAG:
2612-2

BILAG:
8

TEGN.NR.:





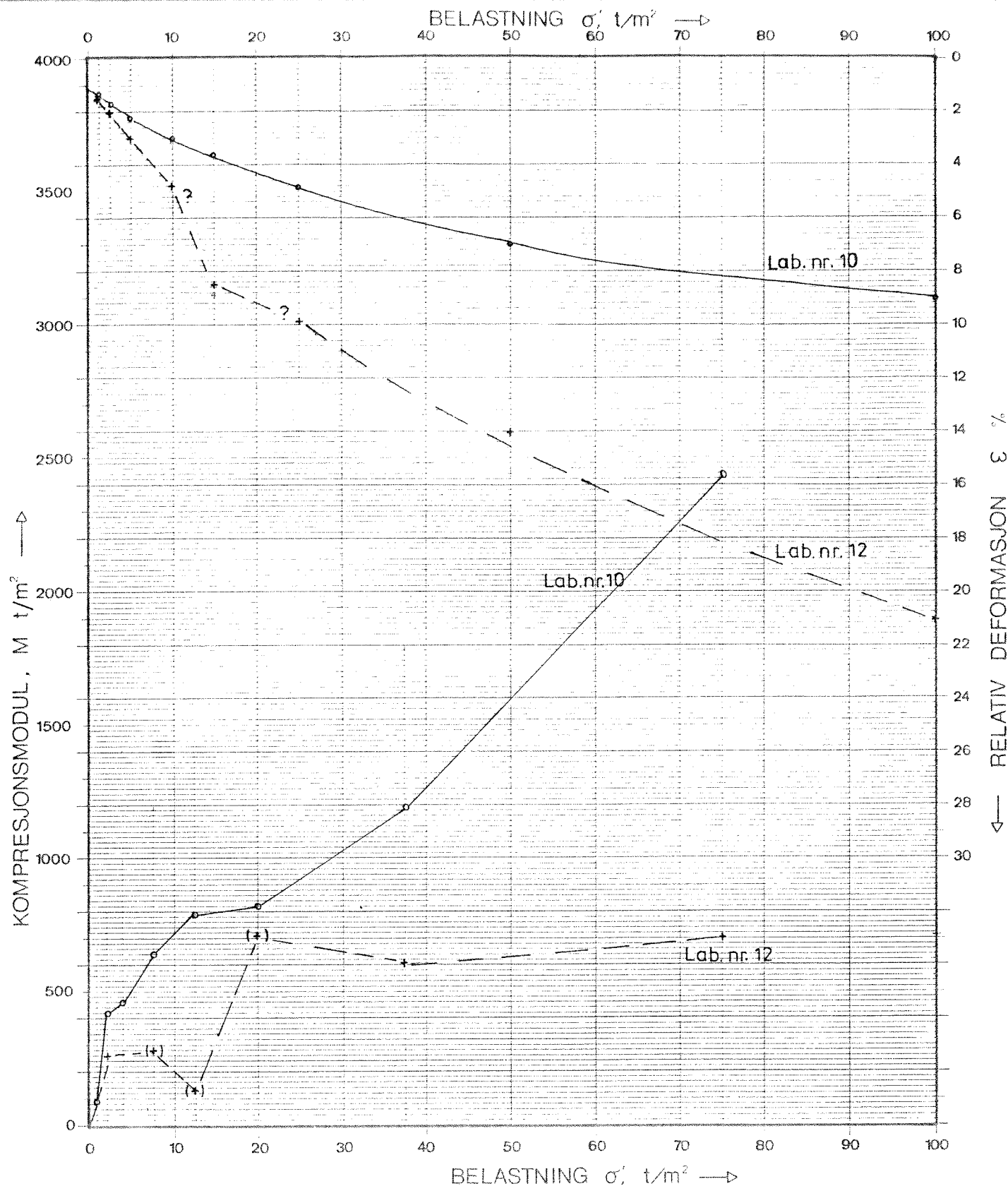
LAB nr.	HULL nr.	DYBDE m.	EFF OVERLAG-RINGSTRYKK p'_c , t/m ²	FORBELASTNINGSTRYKK p'_c , t/m ²	MODUL FUNKSJON	MODUL TALL m	ANMERKNING
05	B 12	5,35	~7,5	20			
08	— " —	11,4	~13,0	22			

ØDOMETERFORSØK

RADGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE
MRIF - MNIF

TRONDHEIM - TROMSØ

Sted GRAND HOTELL, Sign. E.E./AME
NAMSØS Oppdrag 2612 - 2
Dato Aug. 78 Bilag 10



LAB nr.	HULL nr.	DYBDE m.	EFF OVERLAG-RINGSTRYKK p_0 , t/m ²	FORBELASTNINGSTRYKK p_1 , t/m ²	MODUL FUNKSJON	MODUL TALL m	ANMERKNING
10	B 12	17,4 m	~19				
12	— " —	23,4 m	~25				

ØDOMETERFORSØK

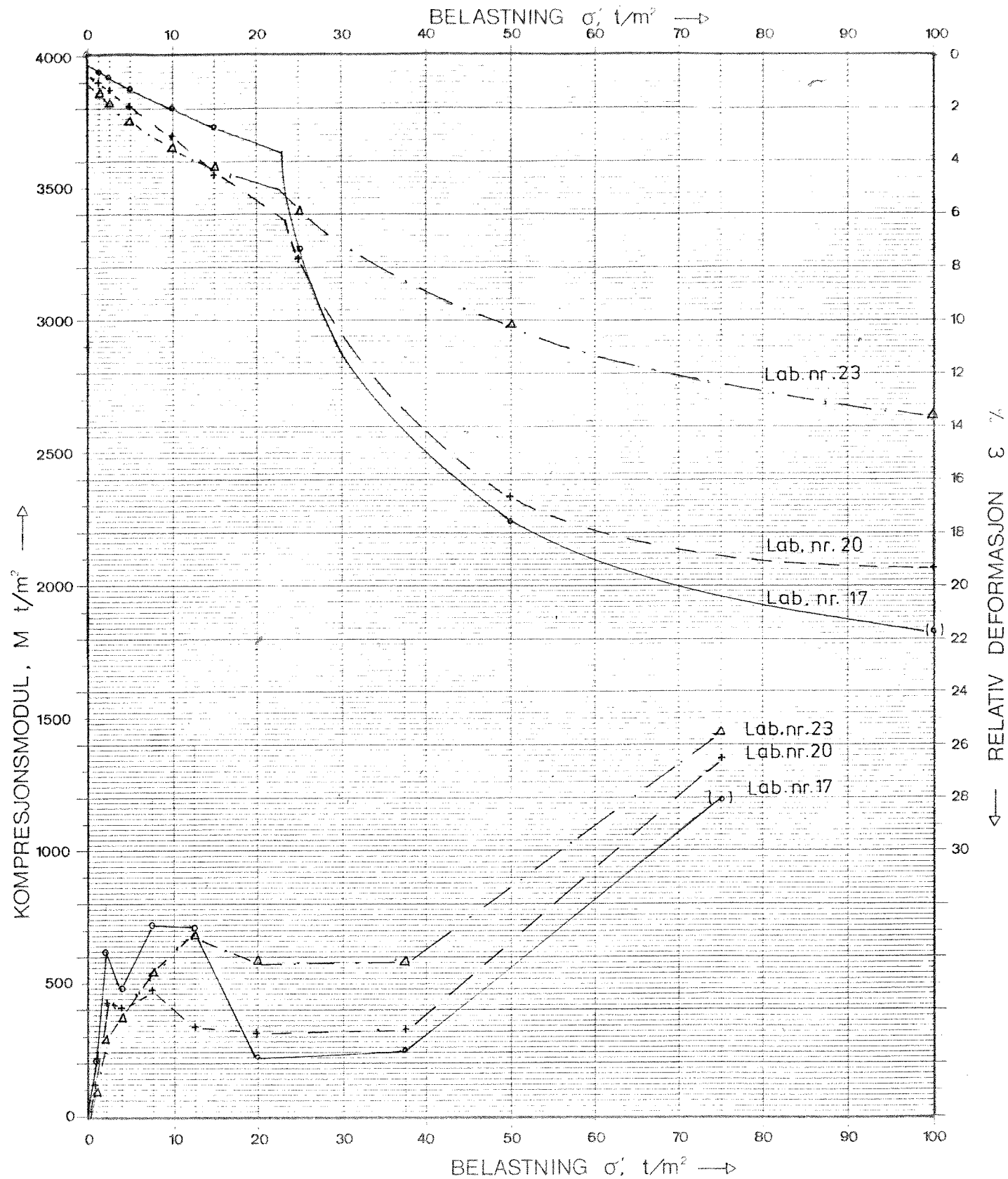
RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE
MRIF — MNIF

TRONDHEIM — TROMSØ

Sted GRAND HOTELL, Sign EE/ AME

NAMSØS Oppdrag 2612 - 2

Date Aug. 78, Bridge 11



LAB. nr.	HULL nr.	DYBDE m	EFF OVERLAG- RINGSTRYKK p_c , t/m ²	FORBELAST- NINGSTRYKK p_c , t/m ²	MODUL FUNKSJON	MODUL TALL m	ANMERKNING
17	F 6	4,50	~5,5	23			
20	---	11,45	~12,5	24			
23	---	20,4	~21,5	23			

ØDOMETERFORSØK

RADGIV. ING. OTTAR KUMME NEJE
MRIF - MNIF

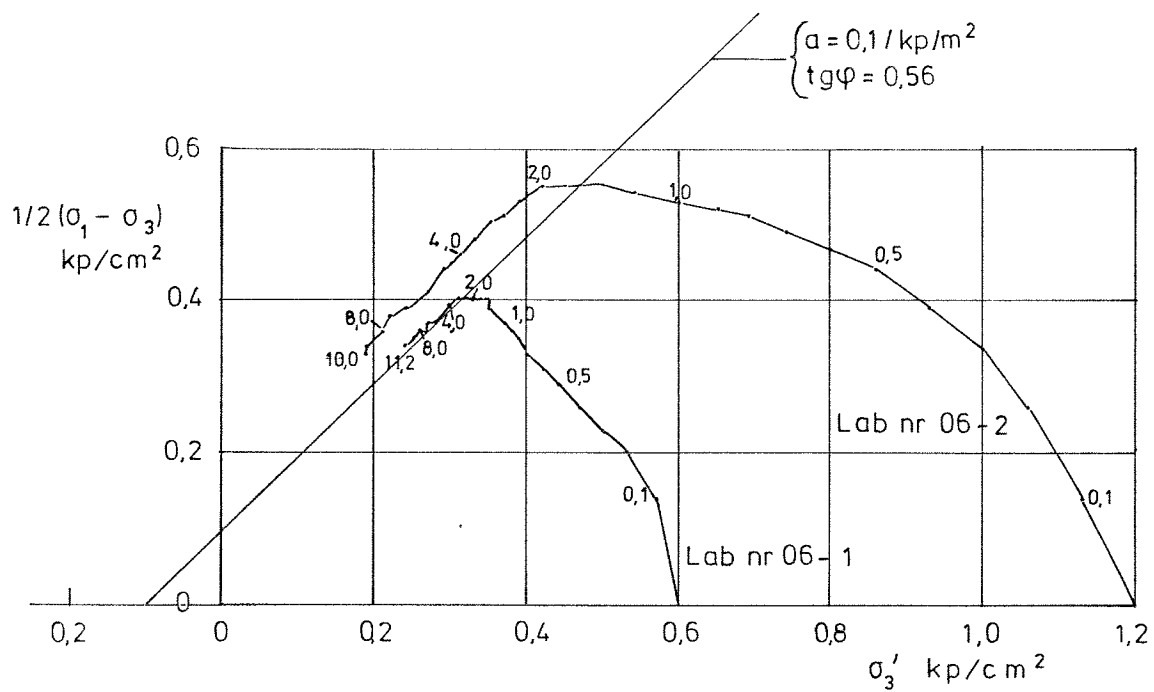
TRONDHEIM - TROMSØ



Sted GRAND HOTELL, Sign EE / AME

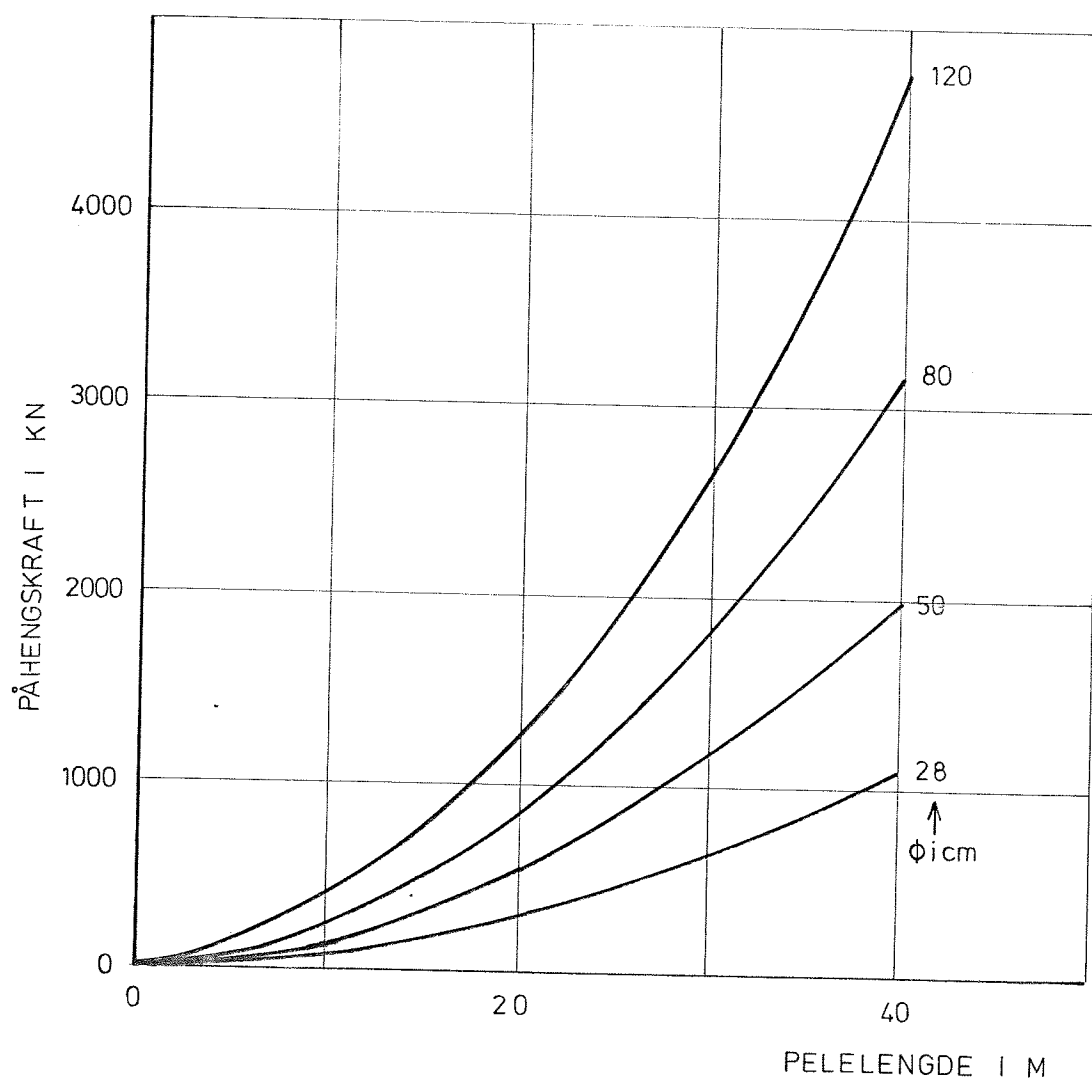
NAMSØS Oppdrag 2 612-2

Dato Aug, 78

Bilag 12





<div>Siv. ing.</div> <div>OTTAR KUMMENEJE</div> <div>  <div>TRONDHEIM</div> <div>BODØ — TROMSØ</div>  </div>	NAMSOS		MÅLESTOKK	OPPDRAG 2612-2
	Treaksialforsök		TEGNET AV KS/AME	BILAG 13
	Hull B -12, d=7,4m, 7,5m		DATO 1. 0 9-78	TEGN. NR.



FORELÖPIG FORSLAG TIL PELEUTNYTTELSE.:

$$\underline{\underline{Q_{bruks.} = 0.75 (Q_{nom} \div Q_{neg})}}$$

<div>Siv. ing.</div> <div>OTTAR KUMMENEJE</div> <div>  <div>TRONDHEIM</div> <div>BODØ — TROMSØ</div>  </div>	GRAND HOTELL BONDEHEIMEN NAMSOS		MÅLESTOKK	OPPDRAG 2612-2
	PELEFUNDAMENTERING TIL FJELL		TEGNET AV EE/AME	BILAG 14
	PÅHENGSKREFTER		DATO 20·09·78	TEGN NR.

LABORATORIEUNDERSKØKELSER.

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

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

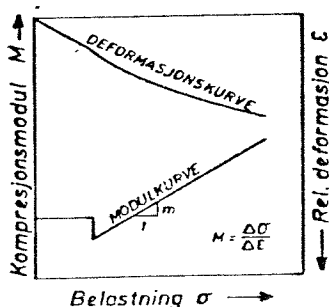
Vanninnhold
(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110°C .

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 plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke
(s_u i KN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk 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) 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 modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vektetapet (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 korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materiale 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 sedimentasjons hastighet.

Fraksjonsbetegnelse	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse 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).

Materialsignatur:

	Fjell		Silt		Torv
	Blokk		Leire		Trerester
	Stein		Fyllmasse		Skjell
	Grus		Matjord		Morereleire
	Sand		Gytje, dy		Grusig morene

Anmerkning:

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

SPESIELLE UNDERSØKELSER.

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate med diameter 16 cm som kan skrus ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_d \text{ max.}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

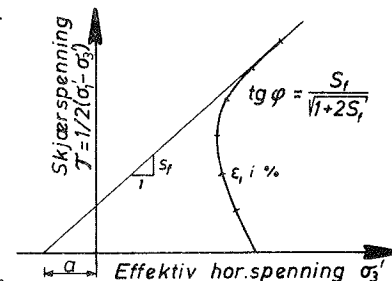
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden tilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene,

friksjonsvinkel (φ) og attraksjon (a i KN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \varphi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).



Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.

Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tetteste lagring av mineralpartiklene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_d \text{ max.}$ og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarende Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelseshastighet $= 0,05$ inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stampelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarende vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stampelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.