

## 0. SAMMENDRAG.

Det er utført 10 sonderinger og 1 prøvetaking som supplement til tidligere undersøkelser på et område nord for STK, Namsos, hvor nytt hotell påtenkes plassert.

Boringene antyder noe ujevnt fjell i 30 - 50 meters dybde under terreng. Forøvrig ligger fjellet grunnere utenfor det angitte område, både i sør og vest (STK og stasjonsområdet) og i øst henimot Solvanggate.

Under ca. 2,5 - 3 meters uren fylling (sagflis, treverk, stokker, bark etc. + mineralsk masse) består løsmassene hovedsakelig av leire. Leira er bløt eller middels fast og kompressibel, og i nord og øst på området antas kvikk leire å forekomme i dybden.

Fundamenteringsmåten for et evt. hotell vil avhenge av prosjektets utforming, men fundamenteringsforholdene må generelt karakteriseres som vanskelige.

Et bygg med moderat høyde, maks. 3 - 4 etasjer over terreng, menes å kunne fundamenteres direkte på hel plate under forutsetning av kompensert fundamentering (kjeller på -0,5 - -1,0). Det antas imidlertid å måtte foretas oppfylling av terreng og evt. masseutskifting rundt bygget, og dette vil gi setningsmessig innvirkning på et direkte fundamentert bygg. I tilfelle det tas sikte på denne fundamenteringsmåte, foreslås overveiet forbelastning av tomten, dvs. oppfylling, masseutskifting og evt. ekstra belastning ved bygget utført i god tid før bygging.

Da svevende peler bare i moderat grad virker setningsreduerende og setningsutjevner, menes alternativet til direkte fundamentering å være peler til fjell. Pelefundamentering til fjell antas å være økonomisk gunstigst for høye bygg med konsentrerte lastnedføringer.

Spesielt godt egnede partier innen det angitte området er ikke påvist. P.g.a. meget store fjelldybder og mulige påhengskrefter ansees grove, rammede stålrørspeler best egnet, evt. borede peler (eks. Benoto, GH) ved dybder under 50 m. Vanlige prefabrikerte betongpeler Ø 23 - 34 cm synes å måtte utelukkes.

Fjelldybden må betraktes noe usikre, og det foreslås seismiske målinger og fjellkontrollboringer før prosjekt for pelefundamentering utarbeides.

Det forutsettes nøyere geotekniske vurderinger i det videre planleggingsarbeide.

## 1. INNLEDNING.

Etter anmodning fra teknisk rådmann T. Høyen har vi utført sonderinger på et område nord for van Severens tidligere sagbruk på Namsos. På området tenkes avdelt tomt for nytt hotell.

Sonderingene er utført for vurdering av fundamentering på peler til fjell som supplement til tidligere boringer fremlagt i rapport o.1253 av 25. okt. 1971. Området er vist i bilag 1.

Etter forslag fra oss er det i tillegg til sonderinger utført prøvetaking i 1 hull.

Rapporten inneholder resultater fra nye og tidligere boringer i det utpekte området, og en generell vurdering av mulige fundamenteringsmåter.

## 2. MARKARBEIDER.

Sonderingene ble utført i tiden 13. - 27. okt. og prøvetakingen 15. - 17. nov. 1977. Arbeidet ble ledet av boreformann O. Bakken.

Utstikking og nivellering ble utført av Namsos kommune, og borepunktens plassering fremgår av bilag 1, hvor også boredybder er angitt.

Resultater fra nye sonderinger (10 stk.) og prøvetaking i hull 7 er opptegnet i profilene i bilag 2 - 6. Resultater fra tidligere undersøkelser (rapportene o.1253 og o.468-2) er også tatt med i profilene.

Profilene er tegnet på grunnlag av nivellement ved de nye borepunkter. Borepunktene i rapport o.1253 ble nivellert i 1971, og profiloppteeningen bygger til dels på dette

eldre nivellement. Det er forøvrig sannsynlig at det kan ha forekommet tilleggsoppfylling eller annen terrengjustering etter 1971.

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

### 3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte prøver, 11 uforstyrrede prøver Ø 54 mm og 3 representative prøver, er nærmere undersøkt i vårt laboratorium i Trondheim.

Foruten beskrivelse og klassifikasjon er det for samtlige prøver foretatt bestemmelse av vanninnhold. For sylindreprøvene er det videre utført rutinemessig bestemmelse av romvekt og udrenert skjærstyrke  $s_u$  i uforstyrret og omrørt tilstand.

Resultatene er samlet i eget borprofil i bilag 7, mens resultater fra tidligere undersøkelse o.l253 er tatt med i bilag 8 - 9.

For bestemmelse av grunnens kompressibilitet er det utført 6 konsolideringsforsøk med resultater vist i form av deformasjons- og modulkurver i bilagene 10 - 11.

Undersøkelsesmetodene er ellers nærmere beskrevet i tillegg II bakerst.

### 4. GRUNNFORHOLD.

Terrenget på det undersøkte området er oppfylt og ligger på ca. kote +2,2 - +2,7 i borepunktene 1 - 10. Området er imidlertid ikke detaljnivellert slik at avvik i fra dette ikke utelukkes.

Samtlige 10 sonderinger er forsøkt ført til fjell. Imidlertid antas fjellet nådd i bare 4 av punktene (1, 2, 4 og 6) i mellom 33,1 og 47 meters dybde.

Ved den tidligere undersøkelse o.1253 menes fjellet nådd i 1 av punktene innen området og i 4 punkter utenfor.

Det presiseres ellers at det ikke er kontrollboret i fjellet, og at fjellbestemmelsene således, i betraktning av de store boreddybder, må ansees noe usikre.

De øvrige sonderinger antas stoppet i stein eller annen fast grunn over fjellet i 21,2 - 46 meters dybde. Boreutstyrets kapasitet ble utnyttet i samtlige punkter.

De samlede fjellsonderinger viser ingen klar regelmessighet i fjelloverflaten, som således antas å være noe kupert og ligge i 30 - 50 meters dybde innen området. Kfr. bilag 1 - 6. Fjellet stiger imidlertid i syd, utenfor området, henimot Namsos stasjon og STK, hvor det er påvist fjell i dybde mindre enn 20 meter.

Sonderingene viser ellers middels motstand i det øvre antatt oppfylte lag ned til ca. kote  $\pm$  0.

Derunder viser de fleste sonderinger relativt liten motstand med til dels synk i det øverste parti av original grunn. Videre ned viser boringene i vest (pkt. 1, 4, 7, 8 og 15 (o.1253) økende sonderingsmotstand mot større dyp.

Lenger øst øker derimot ikke dreiemotstanden med dybden under kote -15 og -20. Sogar er det fall i sonderingsmotstanden og til dels synk på stor dybde i enkelte punkter (pkt. 30 (o.1253), 6).

Fra ca. kote -20 er forøvrig grunnen på hele området tydeligvis meget lagdelt med enkelte meget faste lag, sann-

synligvis sandlag.

Prøvetakingen i hull 7 i sydvest viser under 2,5 - 3 meter uren fyllmasse lagdelt leire. Leira er bløt til middels fast med  $s_u = 10 - 15 \text{ kN/m}^2$  øverst økende til  $30 - 40 \text{ kN/m}^2$  i ca. 20 meters dybde og har liten til middels sensitivitet.

De utførte konsolideringsforsøk viser at leira sannsynligvis er svakt overkonsolidert med et prekonsolideringstrykk ca.  $30 - 50 \text{ kN/m}^2$  høyere enn nåværende effektiv overlagrings-trykk. Leira må likevel karakteriseres som kompressibel.

Lenger øst har leira i flg. tidligere prøvetakinger (bilag 8 og 9) noe forskjellig beskaffenhet, i det det er påvist homogen, bløt leire til 10 - 15 meters dybde. Derunder er det bløt, lagdelt leire som i hull 19 (o.1253) i profil E blir kvikk fra ca. 22 meter under terreng.

Området er forøvrig noe for dårlig dekket med prøvetakinger til at avgrensning av bl.a. den kvikke leira kan foretas.

De boringene som ble avsluttet uten fjellkontakt antas ellers stort sett å være stoppet i fast grunn, trolig i faste sandlag eller morene.

For nærmere detaljer om grunnforholdene henvises ellers til rapportens bilag.

## 5. FUNDAMENTERINGSFORHOLD.

a) Generelt. Med et øvre lag av urene fyllmasser (sagflis etc.) og derunder bløt og kompressibel leire til stor dybde, synes fundamenteringsforholdene generelt heller å måtte karakteriseres som noe vanskelige.

Det aktuelle området som vurderes i denne rapporten er vist i bilag 1. Området er i dag allerede noe oppfylt, men det antas at høydejustering og evt. utskifting av uren fylling rundt bygg er aktuelt.

Fjelldybene synes ujevne med muligheter for lokale variasjoner, og partier spesielt egnet for peling til fjell utpeker seg derfor ikke. Direkte fundamentering og svevende peler synes evt. best egnet på sydligste del (ved pkt. 7 og 8).

b) Direkte fundamentering. Bæreevnemessig er det mulig å anvende direkte fundamentering i ren, original grunn under fyllmassene.

For hel fundamentplate kan det anvendes såletrykk  $50 \text{ kN/m}^2$  + minste overlagingstrykk i bunnplatens nivå utenfor bygget.

Enkeltfundamenter ned i bløt leire synes å kunne belastes med netto såletrykk  $40 \text{ kN/m}^2$ . Ved evt. fundamentering i sand/grusfylling over leira vil det forøvrig være grunnlag for å øke såletrykket.

Ved direkte fundamentering antas imidlertid setningene å bli avgjørende.

Området er allerede oppfylt noe, men antas tilnærmet ferdigkonsolidert for denne belastning. Setningsgivende belastninger forøvrig antas å inntre fra

- oppjustering av terreng til +3,0 (max. last  $10 \text{ kN/m}^2$ )
- masseutskifting av uren fylling (max. last  $10 \text{ kN/m}^2$ )
- tilleggslast fra bygg.

Terrengjustering og masseutskifting over et større område antas samlet å kunne medføre setninger av størrelsesorden 15 cm over lang tid (teoretisk 20 - 80 år), og terreng-

justering alene tilsvarende ca. 10 cm

Direkte fundamenterte bygg vil måtte følge disse terrengsetningene.

Et bygg på enkeltfundamenter vil få en del setninger i tillegg. Eksempelvis kan et 20 m<sup>2</sup> søylefundament få 6 - 8 cm tilleggssetning på et bygg uten kjeller, og tilsvarende ca. 2 - 4 cm setning etter avlastning for kjeller.

Da enkeltfundamenter bare er mulig for lette bygg p.g.a. lav bæreevne, samt at det foreligger muligheter for setningsmessige ulemper, synes direkte fundamentering på enkeltfundamenter lite aktuelt for større hotellbygg.

Ved fundamentering på hel plate derimot vil en ved kompensert fundamentering omtrent helt unngå setninger i tillegg til områdesetninger p.g.a. oppfylling og evt. masseutskifting. Med kompensert fundamentering menes at vekten av de utgravde masser er lik eller større enn lasten fra bygget.

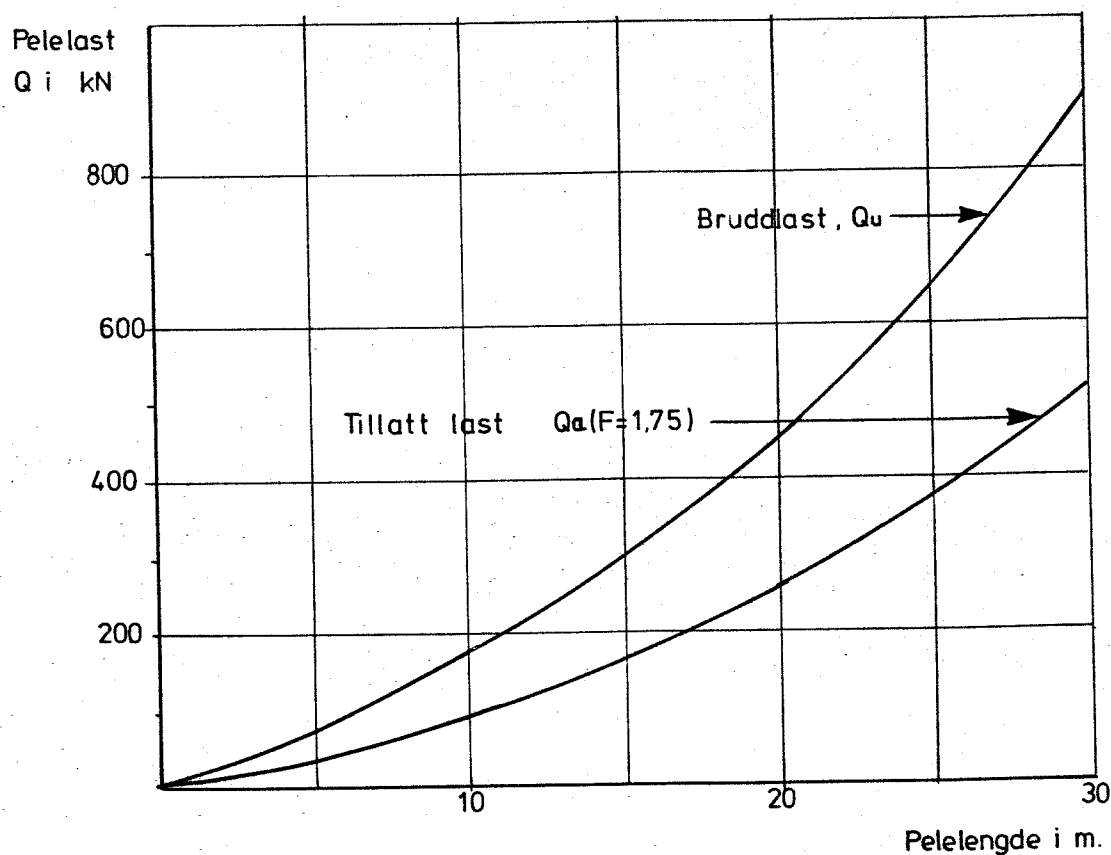
Kompensert fundamentering for et bygg med 4 etasjer + kjeller antas å betinge utgravning til ca. 3,5 meter under nåværende terreng (-1,0). Dersom det ikke oppnås full kompensering av bygningsvekten, vil det derimot måtte regnes med visse setninger. F.eks. vil beregningsmessig tilleggsetning for et 25 x 40 meter bygg med tilleggslast 25 kN/m<sup>2</sup> kunne bli av størrelsesorden 10 cm over lang tid, dvs. totalsetning ca. 25 cm.

Etter vår mening kan derfor direkte fundamentering på hel plate bare anvendes ved nær fullstendig kompensasjon av bygningslast. Videre bør den setningsmessige virkning fra oppfylling/masseutskifting overveies redusert ved å utføre disse tiltak på forhånd. Ved oppfylling innen det bebygde areale på forhånd, kan setningene reduseres ytterligere.



F.eks. menes oppfylling og masseutskifting utvendig, i kombinasjon med 1,5 meter oppfylling ved bygg, 1 år på forhånd, å redusere setningene til ca. 10 cm. Dersom ujevne terrengsetninger på utvendige arealer kan tolereres, kan videre masseutskifting utelukkes til fordel for mindre setninger på bygg.

c) Fundamentering på svevende peler. På bakgrunn av prøvetaking i hull 7 gir overslagsmessig beregning av lastkapasitet for eksempelvis  $600 \text{ cm}^2$  svevende peler følgende resultat:



Da negativ friksjon vil virke langs øvre del av pelene, vil tillatt last muligens måtte reduseres noe i forhold til diagrammet.

Brukslast 300 - 400 kN for 25 meters peler ansees sannsynlig.

Svevende peler gir heller ikke setningsfri fundamentering. For det tidligere nevnte eksempel (bygg: 25 x 40 meter, tilleggslast: 25 kN/m<sup>2</sup>) blir setningene beregningsmessig ca. 5 cm p.g.a. bygningslast alene. I tillegg kommer virkning av at omkringliggende terreng setter seg.

Setningene skyldes dels at grunnen under pelene setter seg og at negative påhengskrefter øker lasten på pelegruppen. Tillegget fra dette antas å kunne bli opp til 10 cm, slik at de totale setninger blir av samme størrelsesorden som terrengsetningene ellers, dvs. ca. 15 cm.

Setningene reduseres således ikke vesentlig i forhold til kompensert direktefundamentering, men alternativet antas å bli vesentlig dyrere.

d) Peler til fjell. Med de foreliggende ujevne fjelldybder er det vanskelig å utpeke spesielt egnede partier for peling til fjell.

Boringene 2,6 og 30 - o.1253 helt i nord antas imidlertid stoppet mot fjell, og antyder mulighet for pelefundamentering på 30 - 45 meter lange peler der.

Peler til fjell må påregnes å få store påhengskrefter p.g.a. at området som helhet setter seg.

Ved pelelengder over 30 meter vil påhengskreftene bli så store at vanlig prefabrikerte betongpeler (Ø 23 - Ø 34 cm) blir lite effektive og derfor ikke aktuelle. Det bør således

anvendes grove peler med diameter over 0,5 meter.

Aktuelle peletyper er de in-situ støpte peler, enten utstøpte, åpne rør (Benoto, GH) eller lukkede rør.

Maks. dybde for Benoto- og GH-peler oppgis til 40 - 50 meter, og disse er derfor aktuelle der hvor fjelldybden ikke er større enn dette. Det utelukkes ikke at fjelldybden stedvis overstiger dette.

Lukkede stålrør antas å kunne nedrammes på nordre og østre del med bløt grunn i dybden. I sør ser en derimot ikke bort fra relativt stor nedrammingsmotstand.

e) Vurdering. Etter vår mening er det 2 fundamenteringsløsninger som peker seg ut, avhengig av hotellbyggets utforming.

Et relativt lavt hotellbygg kan fundamenteres direkte på hel plate. Det forutsettes kompensert fundamentering, og for å unngå kostbar, spuntet utgraving bør høyden ikke overstige 3 - 4 etasjer over terreng.

Virkning av terrengsetninger bør i tilfelle direkte fundamentering søkes redusert ved forbelastning av grunnen.

Ved svevende peler kan oppnås tilnærmet samme setningsmessige forhold som ved kompensert, direkte fundamentering, men antas å falle økonomisk dårligere ut. Alternativet synes derfor på nåværende grunnlag mindre aktuelt.

Derimot er spissbærende peler til fjell aktuelle, spesielt ved konsentrert bebyggelse med stort etasjeantall.

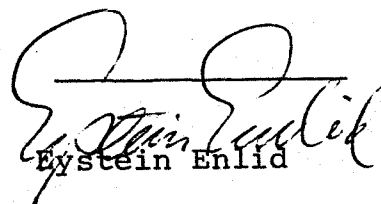
Det forutsettes anvendt grove peler med diameter over 0,5 meter, i det påhengskreftene for disse vil utgjøre en mindre del av total lastkapasitet enn for slankere peler.

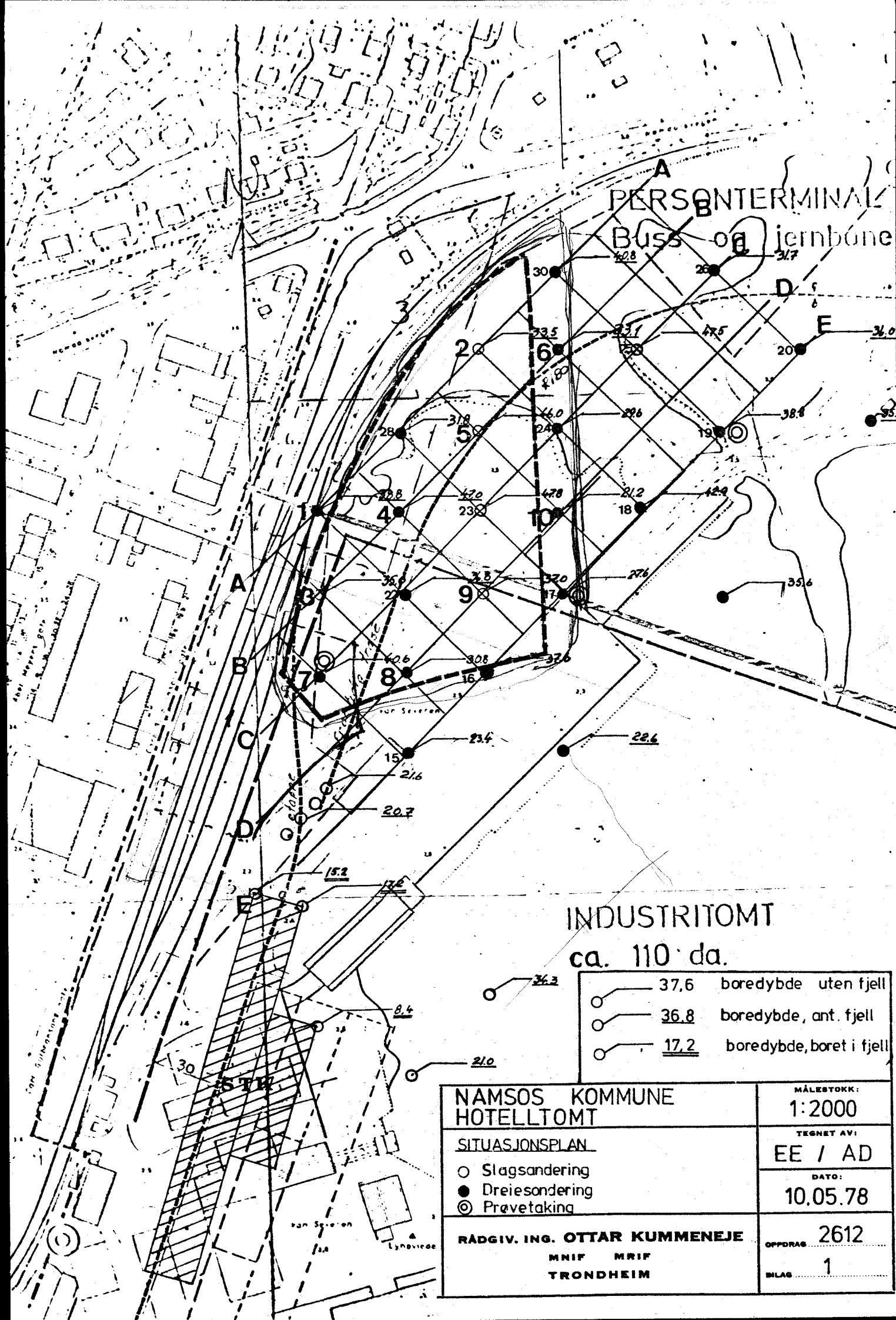
Fjelldybdenes synes ujevne og må ansees noe usikre på grunnlag av lette sonderinger. En utelukker derfor ikke fjelldybde over 50 meter, noe som tilsier at borede peler (Benoto, GH) ikke kan benyttes over alt på området. Rammede stålrørspeler med fjellsko ansees egnet, og minst nedrammingsmotstand antas å forekomme på nordre og østre del med bløt grunn i dybden.

Før endelig vurdering av peling til fjell og gunstigst plassering av bygget, bør det foretas seismisk fjelldybdebestemmelse i noen profiler over området, samt kontrollboring med tungt, trykkluftdrevet utstyr.

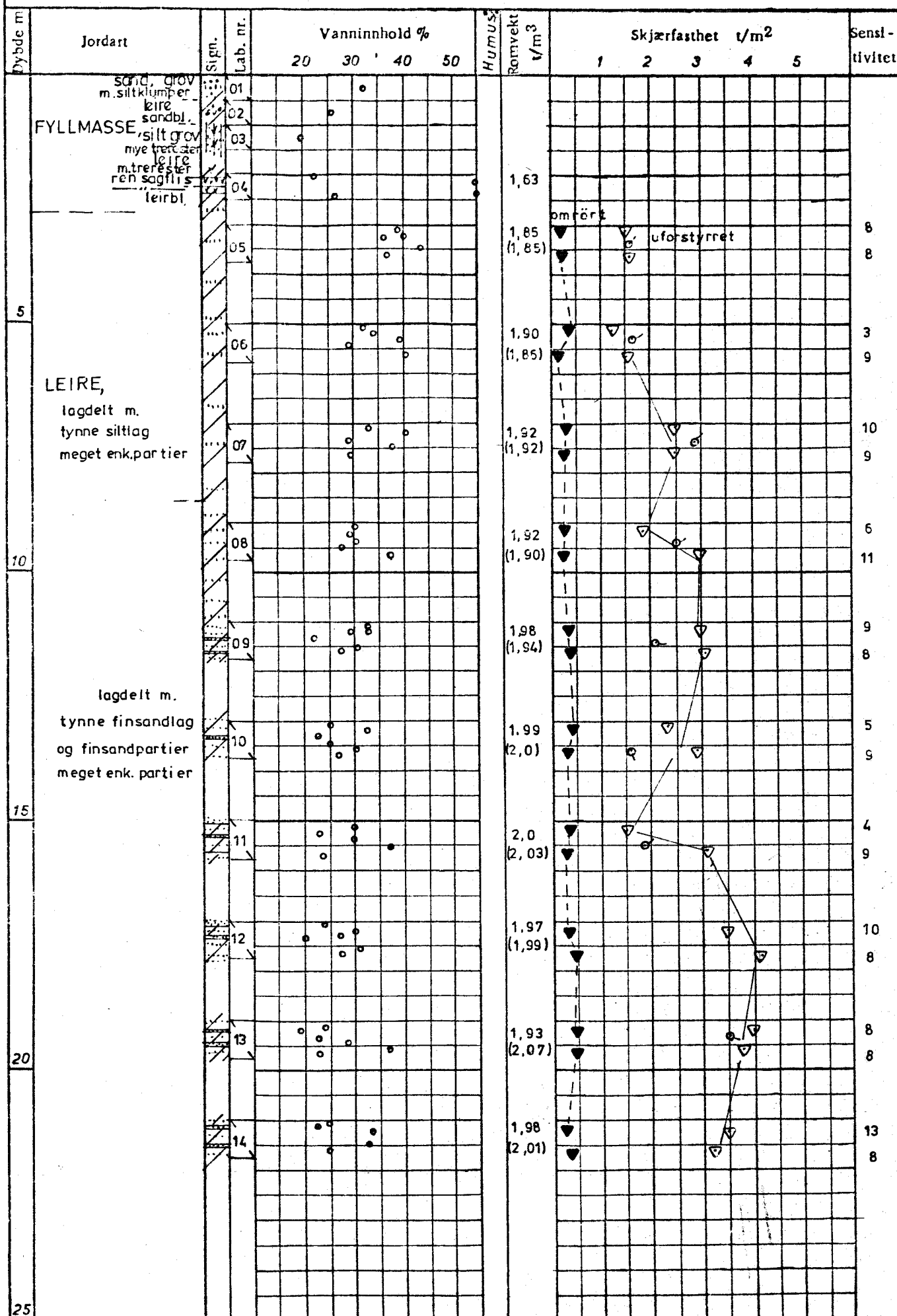
Det kan forøvrig nevnes at det p.t. arbeides med en generell grunnundersøkelse på det nylig oppfylte område. Dersom steder utenfor det opptrukne felt er aktuelle, henvises derfor til den kommende rapport o.2735.

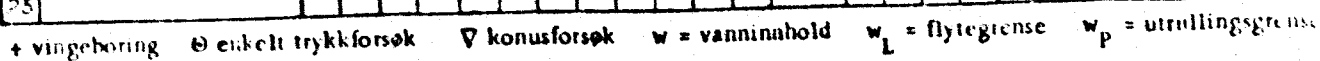
OTTAR KUMMENEJE

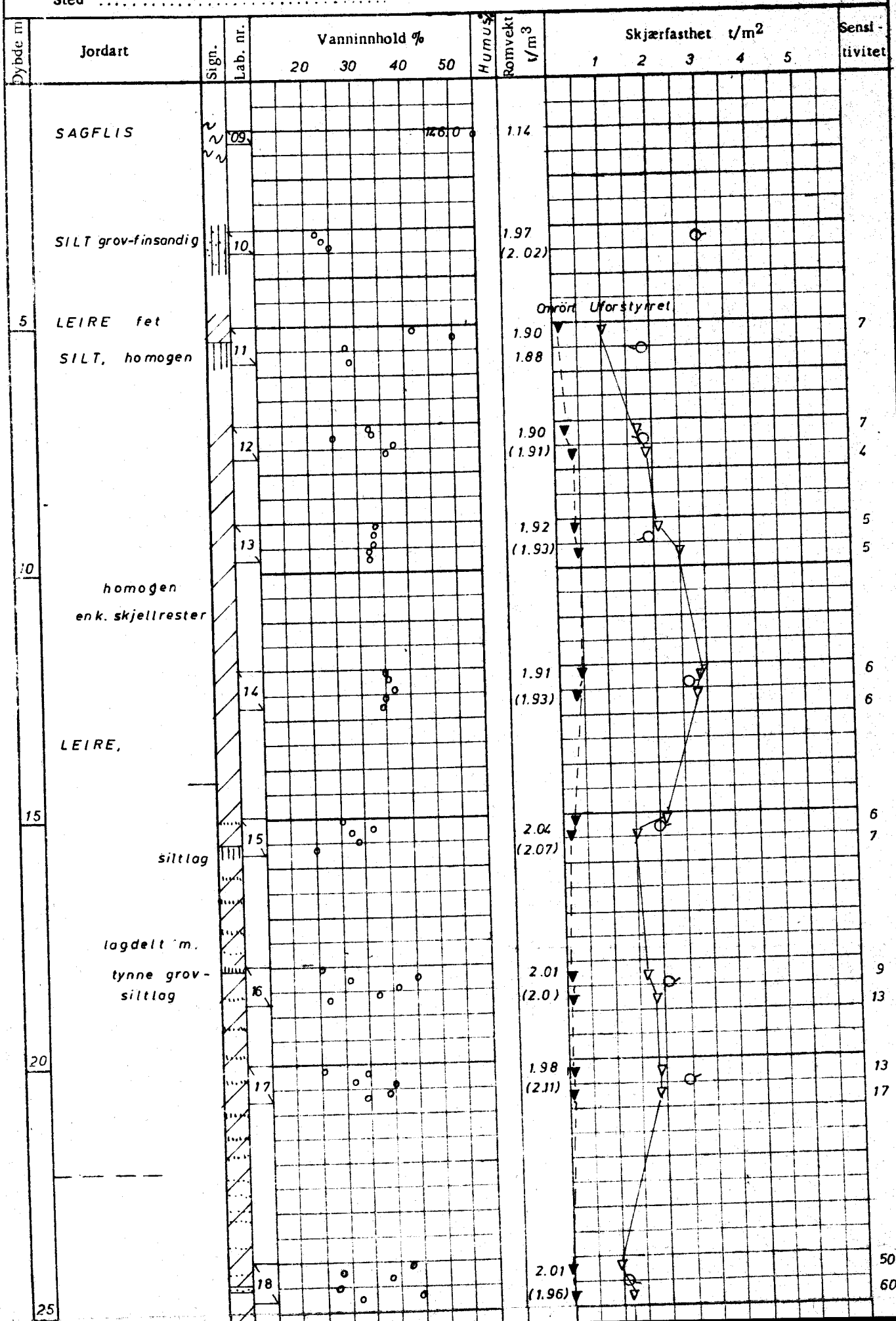
  
Eystein Enlid



<b>NAMSOS KOMMUNE</b> <b>HOTELLTOMT</b>	<b>MÅLESTOKK:</b> <b>1:2000</b>
<b>SITUASJONSPLAN</b> ○ Slagsandring ● Dreiesandring ⊙ Prøvetaking	<b>TEGNET AV:</b> <b>EE / AD</b> <b>DATO:</b> <b>10.05.78</b>
<b>RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE</b> <b>MNIF MRIF</b> <b>TRONDHEIM</b>	<b>OPPDRAK</b> 2612 <b>BILAG</b> 1









KVIKKLEIRE

logdelt m.

lyne fmsandlog

30

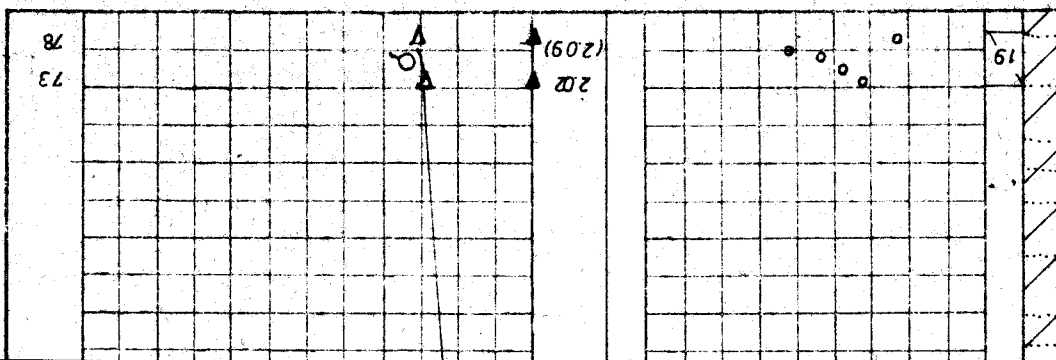
+ vingeboiling @ enkelt tryk forsøk

$\Delta$  konusforsøk

$w$  = vanninnhold

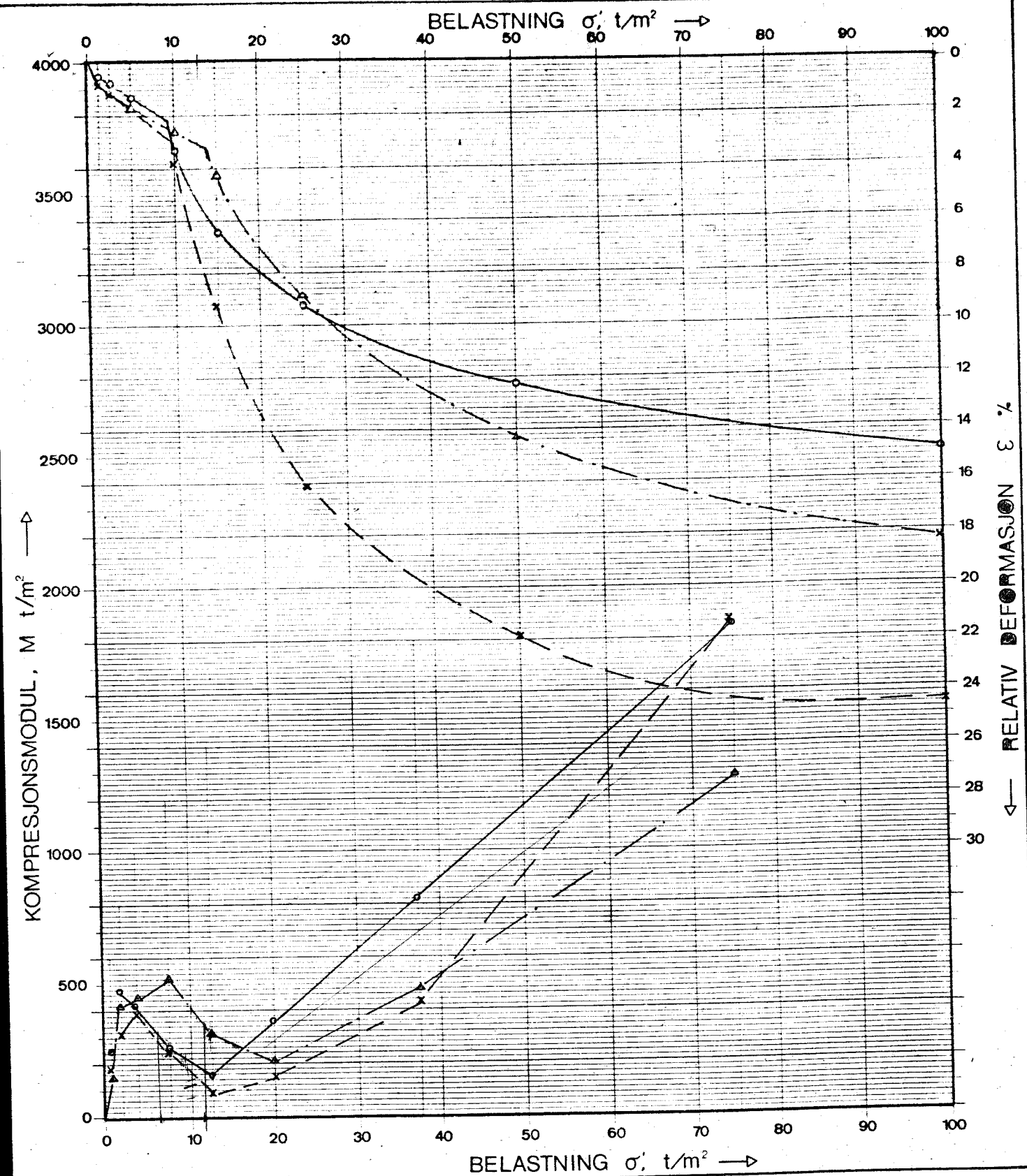
$w_L$  = flytegrense

$w_p$  = utvellingsgrense



73

78



LAB. nr.	HULL nr.	DYBDE m	EFF OVERLAG- RINGSTRYKK $p_c$ t/m²	FORBELAST- NINGSTRYKK $p_0$ t/m²	MODUL FUNKSJON	MODUL TALL m	ANMERKNING
06	7	5,35	7,0	9,0			—●—
05	"	3,4	5,4	9,0			---x---
08	7	9,35	10,2	14,0			-·-△-·-

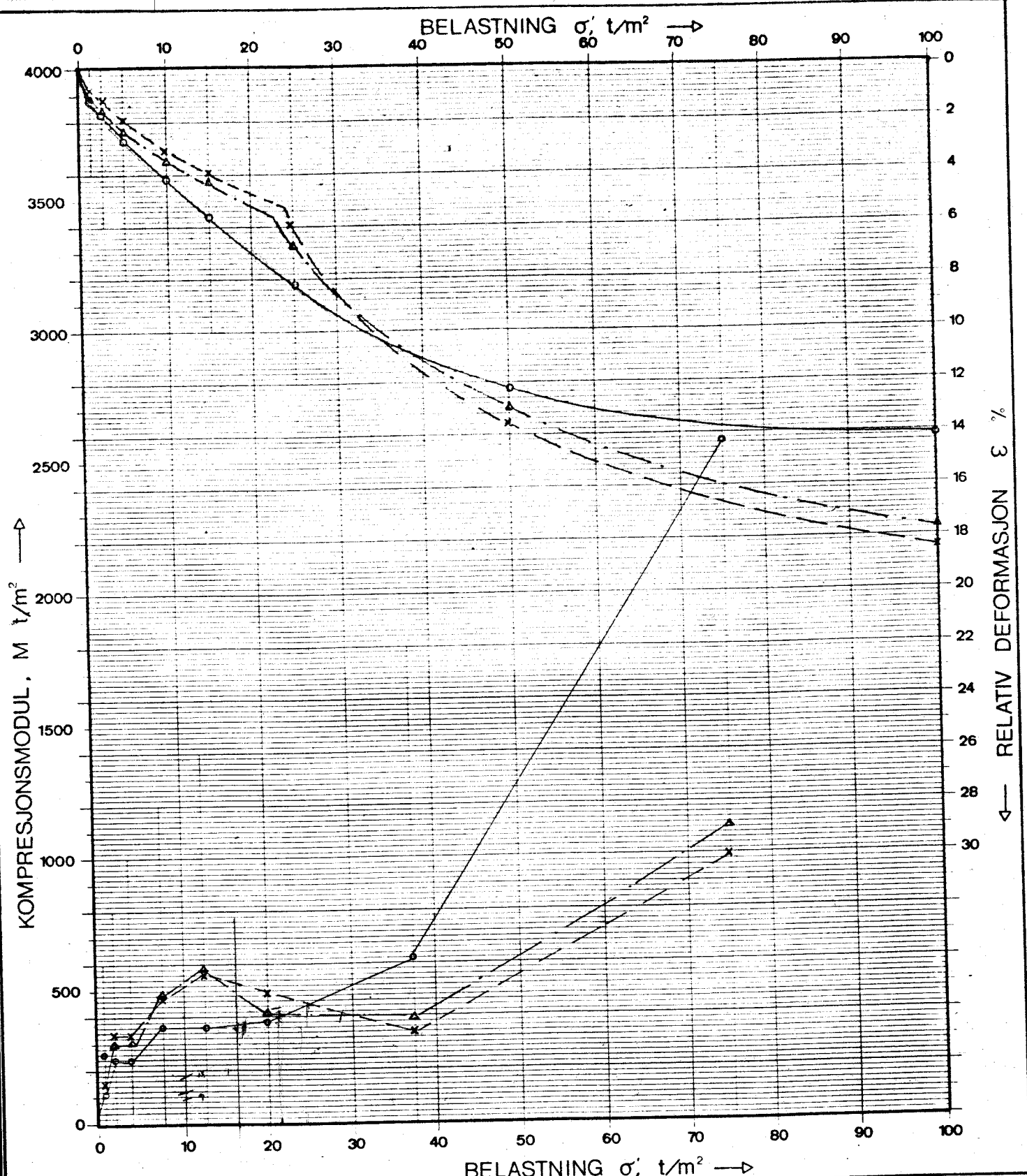
## ØDOMETERFORSØK

RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE  
MRIF - MNIF  
TRONDHEIM - TROMSØ

Sted. GRAND. Sign. BKN

NAMSOS Oppdrag. 2612

Dato 14.12.77 Bilag 10



LAB. nr.	HULL nr.	DYBDE m.	EFF OVERLAG- RINGSTRYKK $p_0$ t/m <sup>2</sup>	FORBELAST- NINGSTRYKK $p_1$ t/m <sup>2</sup>	MODUL FUNKSJON	MODUL TALL m	ANMERKNING
10	7	13,25	13,8	?			—○—
12	"	17,5	18,0	24			- - -x- - -
14	"	21,35	21,35	23			- · -△- · -

# ØDOMETERFORSØK

RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE  
MRIF - MNIF

TRONDHEIM - TROMSØ

Sted. GRAND. Sign. BKN

NAMSOS Oppdrag 2612

Dato 14. 12. 77 Bilag 11