

0. SAMMENDRAG.

Grunnen består av fast leire, med enkelte uregelmessige bløtere partier. Innholdet av humus og tørrskorpeflekker tyder på at det er rekonsoliderte rasmasser.

Stabiliteten for en terrengrygg øst for bygget anses ikke å bli influert av utgravningen for det planlagte byggets plassering.

Ved utgraving for kjeller, vil det bli en 4 m høy graveskråning som ikke bør gis steilere helning enn 1:1. Skråningstopp forutsettes ikke belastet.

Bygget kan fundamenteres på enkeltfundamenter, søylefundamenter og veggbanketter, alternativt på hel plate. For søylefot med dimensjon minst 5 x 5 m, foreslås forsiktigvis tillatt netto såletrykk 125 kPa og for veggbankett 100 kPa for fundament med bredde over 3 m.

Total setningsgivende last fra bygget jevnt fordelt over grunnarealet, gir spenninger som er mindre enn overlagringstrykket fra bortgravde masser (kompensert), slik at setningen for hel plate blir liten og umerkelig.

Enkeltfundamenter vil beregningsmessig kunne få maksimal setning av størrelse 4 cm, med differansetning på ca. 2 cm. Ved en senteravstand mellom fundamentene på ca. 6 m, skulle ikke disse differansetninger være skadelige for bygget.


OTTAR KUMMEJEJE


Kåre Eggereide

1. INNLEDNING.

Etter oppdrag fra Trondhjems Cementstøberi & Entreprenørforretning A/S, ved siviling. Braathen, er det utført grunnundersøkelser i Utbyggingsområde Sluppen.

Bygget er planlagt over et areal $20,7 \times 43,9 \text{ m}^2$ i 6 etasjer pluss kjeller, hvorav 2 etasjer og kjeller skal oppføres foreløpig.

En forundersøkelse med to sonderinger i skråningen øst for området er tidligere utført med tanke på en orienterende stabilitetsvurdering av denne skråningen ved utgravning for bygget.

2. MARKARBEID.

Boringene er utført 19. og 20. november 1980 og i tiden 19. - 28. januar 1981.

Forundersøkelsen nærmest skråningen besto av en dreietrykksondering til 32,5 m under terreng i punkt 1 i fot og en dreiesondering til 17,80 m under terreng i punkt 2 oppe i skråningen.

Undersøkelsen for det planlagte bygg har bestått i tre dreiesonderinger til dybde h.h.v. 12,40 m, 19,60 m og 13,80 m under terreng i punktene 3, 4 og 5, samt opptak av prøver i to av punktene.

Til sammen 12 uforstyrrede prøver er tatt opp med 54 mm sylindrerprøvetaker, foruten at noen representative prøver er tatt med cobra.

Plasseringen av borpunktene er inntegnet på situasjonsplanen i bilag 1, der også tidligere boringer i området er påført.

Resultatet fra dreiesonderingene er vist i profilene i bilag 2 - 5.

Nærmere forklaring til markundersøkelsene er gitt i tillegg I.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte prøvene er åpnet og rutineundersøkt ved vårt laboratorium. Rutineundersøkelsen for uforstyrrede prøver inkluderer klassifisering og beskrivelse, bestemmelse av romvekt og vanninnhold, samt udrenert skjærstyrke bestemt i uforstyrret (s_u) og omrørt (s_r) tilstand ved konusforsøk.

Rutineundersøkelsen for representative prøver består i klassifisering, beskrivelse og vanninnholdsbestemmelse.

Resultatene er vist i borprofil i bilag 6 og 7.

Av spesialforsøk er det utført 4 ødometerforsøk for å bestemme kompressibiliteten av leira og 1 sett treaksialforsøk for å bestemme skjærstyrkeparametrene på effektivspenningsbasis.

Resultatene fra ødometerforsøkene er gitt ved $M-\sigma'$ og $\epsilon-\sigma'$ -kurver i bilag 8 og 9.

Resultatene fra treaksialforsøket er vist i bilag 10, med hovedspenningsvektor.

Forklaring til undersøkelsesmetoder og oppteigningsmåter er gitt i tillegg II og III.

4. GRUNNFORHOLD.

Terrenget på tomten ligger på ca. kote 36, og er tilnærmet horisontalt. Øst for det planlagte bygget, ca. 40 m fra østre langvegg, går det fram en terrengrygg fra øst. Skråningen her har helning 1:2,5 og total høyde ca. 35 m over tomteplanet.

Tidligere undersøkelser i Sluppen-området har vist at de øvre lag på det horisontale området består av rekonsoliderte rasmasser fra eldre kvikkleireras. Rasmasser kjennetegnes ved vekslende bløte og faste partier, uten regelmessige lag, og ved tørrskorpetegn og humusflekker.

Terrengryggen i øst antas å være en gjenstående rygg av den opprinnelige løsavleiring etter skredaktivitet i området. Det er ikke tidligere foretatt grunnundersøkelser i det nærmestliggende skråningsparti. Boringer på toppen av ryggen 150 - 200 m øst viser kvikkleire i 9 m dybde, og det er også observert kvikkleire ved boringer 150 m lenger sør. De innledende boringene ved foten av skråningen, som vist i bilag 2, kan tyde på at kvikkleira strekker seg fram til skråningsfot mot rasmassene.

Dreiesonderingene for bygget i bilag 3 viser liten motstand til 2 - 3 m under terreng, bortsett fra tørrskorpen i toppen. Videre i dybden er motstanden relativt jevnt økende. I punkt 3 i nordøst er motstanden mere ujevn, noe som kan bety lagdeling med bløtere lag. Lagene antas ikke å ha horisontal kontinuitet, da de andre boringene ikke viser de samme lagene.

Dreiemotstanden er stor, og boringene er avsluttet i dybde 12 - 15 m p.g.a. stor boremotstand.

Prøvetakingen på tomten viser fast tørrskorpeleire til ca. 2 m dybde. Fra ca. 2 m er det middels fast økende til fast leire ved boringenes avslutning i dybde 11 m. Leira har tynne humuslag, humusflekker og enkelte tørrskorpelag dypere i avleiringen. I dybde 10 m er det et parti med siltig leire.

Vanninnholdet ligger i området 22 - 32%.

Kornfordelingsdiagram er vist i bilag 11.

Humus og uregelmessig lagdeling i dybden tyder på at det er rekonsoliderte rasmasser, og en har ved prøvetakingen ikke nådd ned i original avsatte masser.

Fra tidligere undersøkelser er opprinnelig terreng antatt å ligge på dybde 18 m under nåværende terreng.

Ødometerforsøkene tyder på at det er en fast leire, med modultall $m = 29$ for belastning over forkonsolideringstrykket. Materialet synes normalkonsolidert, med unntak av et forsøk som viser overkonsolidering. Dette skyldes antakelig de varierende material-egenskapene og uregelmessig avsetning.

For belastning under forkonsolideringstrykket er benyttet konstant modul, $M = 4000$ kPa.

De to treaksialforsøkene for skjærstyrkebestemmelse viser noe forskjellig resultat. Årsaken er at den ene prøven består av tørrskorpe, avsatt i 6,6 m dybde etter raset. Ved å sammenholde disse resultatene med tidligere treaksialforsøk på materiale fra dette området, antas friksjonen å være $\tan \phi = 0,4 - 0,5$ og attraksjon $a = 10 - 20$ kPa.

Spenningsstien viser at leiren har sterk poretrykksoppbygging ved belastning utover in-situ tilstand. Imidlertid viser leiren dilatant oppførsel ved såkalt flytning. Dvs. at for store deformasjoner vil poretrykket avta og styrken øke. Dette er egenskaper som ikke forventes hos marine, normalkonsoliderte leirer, men som er rimelige hos ikke-marine leirer og rekonso-lidert, omrørt, marin leire.

5. STABILITET AV SKRÅNING OG UTGRAVNING AV BYGGEGRUPP.

Opprinnelig terrengoverflate antas å gå fra øst på skrå ned under rasmassene. Tidligere boringer ca. 120 m fra skråningsfot synes å ha nådd opprinnelig terreng 18 m under nåværende terreng.

En utgravning nær skråningsfot vil svekke stabiliteten av skråningen, og kan ikke tilrås uten en nøyere undersøkelse utover de utførte sonderinger.

For den nåværende plassering av bygget, vil imidlertid den planlagte utgravning for bygget ikke ha betydning for stabiliteten av skråningen.

Utgravningen for bygget vil gi gravedybde på ca. 4 m. Med den svakeste skjærstyrkeverdi funnet i graveplanet, er ikke vertikal gravevegg stabil, og en foreslår derfor at det regnes med graveskråning 1:1. Eventuell henlegging av gravemasser eller belastninger (kraner e.l.) nær skråningstopp forutsettes nøyere vurdert stabilitetsmessig.

Langs nedkjøringsrampen må det bygges støttemur, som også forutsettes dimensjonert når utformingen er kjent.

6. FUNDAMENTERING.

6.1. Generelt.

Fundamenteringsforholdene må sies å være relativt gode, og det er bæreevnemessig mulig å fundamenter direkte på enkeltfundamenter med søylefundamenter og veggbanketter, eventuelt på hel plate under bygget. Endelig valg vil foruten det økonomiske avhenge av tolererbare setninger og differanser.

6.2. Bæreevne - såletrykk.

Enkeltfundamentene vil bestå av søylefundament med relativt høye laster i kjernen av bygget og veggbanketter for vegglastene i yttervegger. Bæreevnen er kontrollert i bruddgrensetilstanden med lastfaktorer $\gamma_f = 1,2$ og $1,6$ for henholdsvis egenlast og nyttelast. Som materialfaktor er benyttet $\gamma_m = 1,4$ for effektivspenningsanalysen og $\gamma_m = 1,5$ for totalspenningsanalysen.

I rasmasser kan en ikke se bort fra bløte partier med lavere skjærstyrke. Ved å ta hensyn til de svakeste partiene, er det beregningsmessige tillatte netto såletrykk 125 kPa for søylefundament med dimensjon over 5 x 5 m. Forutsatt nøye inspeksjon under utgravingen, for å lokalisere og eventuelt ta hensyn til svakere partier, vil en imidlertid kunne tilrå såletrykket øket til 150 kPa for søylefundamentene.

For veggbankett med bredde over 3 m er på samme måte det beregningsmessige tillatte netto såletrykk 100 kPa for vertikal last, eventuelt med økning til 125 kPa. For smalere banketter må såletrykket reduseres.

Under beregningen er det forutsatt vertikal last. Ved betydelige horisontalkrefter og moment i fundamentplan, vil effektivt areal av fundamentet reduseres.

6.3. Setninger.

Grunnen består av fast normalkonsolidert leire. Modultall beregnet fra konsolideringsforsøk er $m = 29$ for belastning over forkonsolideringstrykket. Modul for belastning under forkonsolideringstrykket er $M = 4000 \text{ kPa}$.

Som setningsgivende last er benyttet brukslaster med materialfaktor $\gamma_m = 1,0$ på egenlast og $\gamma_m = 0,5$ på nyttelast.

Med netto utgraving på 3,20 m, vil utgravingen kompensere for det meste av setningsgivende laster.

For enkeltfundamenter vil netto setningsgivende last bli mellom $q_n = 11 \text{ kPa}$ og $q_n = 27 \text{ kPa}$, som vil gi beregningsmessig maksimal setning opp til ca. 4 cm.

Differensialsetningen mellom fundamentene skulle da bli ca. 2 cm over en avstand på 6 m.

Ved fundamentering på hel plate vil den setningsgivende last være fullt kompensert når lasten er jevnt fordelt. Spenningskonsentrasjoner kan likevel gi noe setning, men disse vil være ubetydelige for bygget.

6.4. Konklusjon.

En forutsetter at endelig fundamentplan med beregnede belastninger fremlegges oss for kontroll før utførelse.

Beregnete setninger er små, og differensialsetningene mellom nabofundamenter skulle være ubetydelige for bygget. Som foran nevnt, vil uregelmessige forhold i grunnen kunne gi større differanser, og forholdene bør inspiseres ved utgravingen.

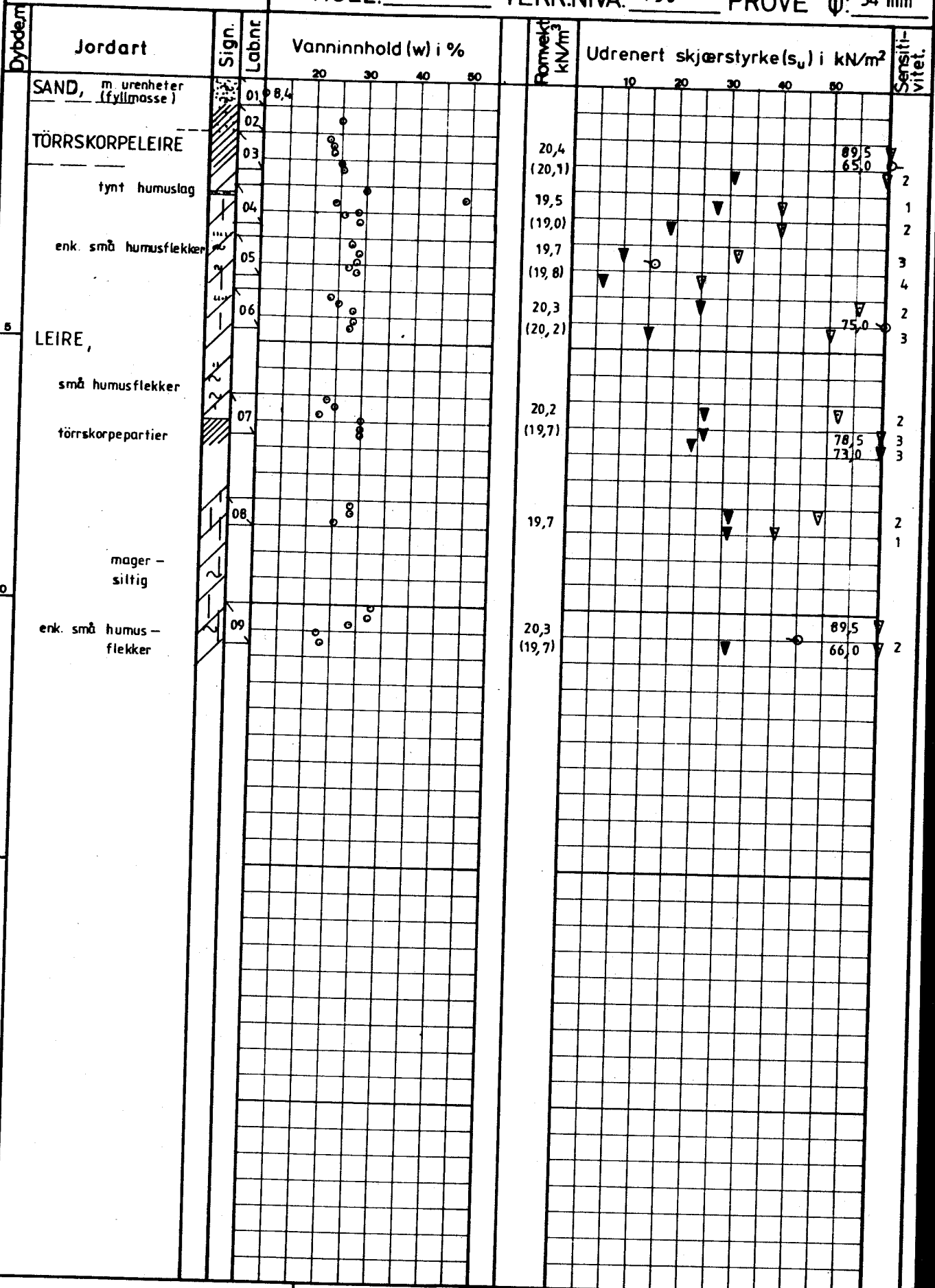
Hvis det er liten økonomisk forskjell på de to fundamenteringsalternativene med hel plate og med enkeltfundamenter, vil hel plate være å foretrekke, da en plate bedre tar vare på ujevne grunnforhold.

BORPROFIL

HULL: 4

TERR.NIVÅ: +36

PRÖVE Ø: 54 mm



Siv. ing.

OTTAR KUMMENEJE

TRONDHEIM

BODØ - TROMSØ



Sted: SLUPPENVEIEN 12 Mnd/år: 01/81

SYMBOLER:

Enkelt trykkforsøk: (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt: Uforstyrret:

Penetrometerforsøk:

Konsistensgrenser: w_p ————— w_L

OPPDAG:

3475

BILAG:

6

TEGN.NR.:

BORPROFIL

HULL: 3

TERR.NIVÅ: +36

PRÖVE Ø: 54 mm

Dybde

Jordart

Sign.

Labnr.

Vanninnhold (w) i %

20 30 40 50

Formekt
kN/m³

Udrenert skjærstyrke (s_u) i kN/m²

10 20 30 40 50

Sensitivitet

5

mager
enk. humusflekker
enk. tørrskorpe-
flekker

tørrskorpe-
parti

LEIRE,

10

mager-
siltig

enk. små humus-
flekker

10

11

12

13

14

15

20,5
(20,0)

19,6
(19,4)

19,5
(19,2)

20,2
(19,8)

21,1
(20,6)

2

2

3

3

2

3

2

2

2

Siv. ing.
OTTAR KUMMENEJE



TRONDHEIM

BODØ — TROMSØ



Sted: SLUPPENVEIEN 12

Mnd/år: 02/81

OPPDRAG:

3475

BILAG:

7

TEGN.NR.:

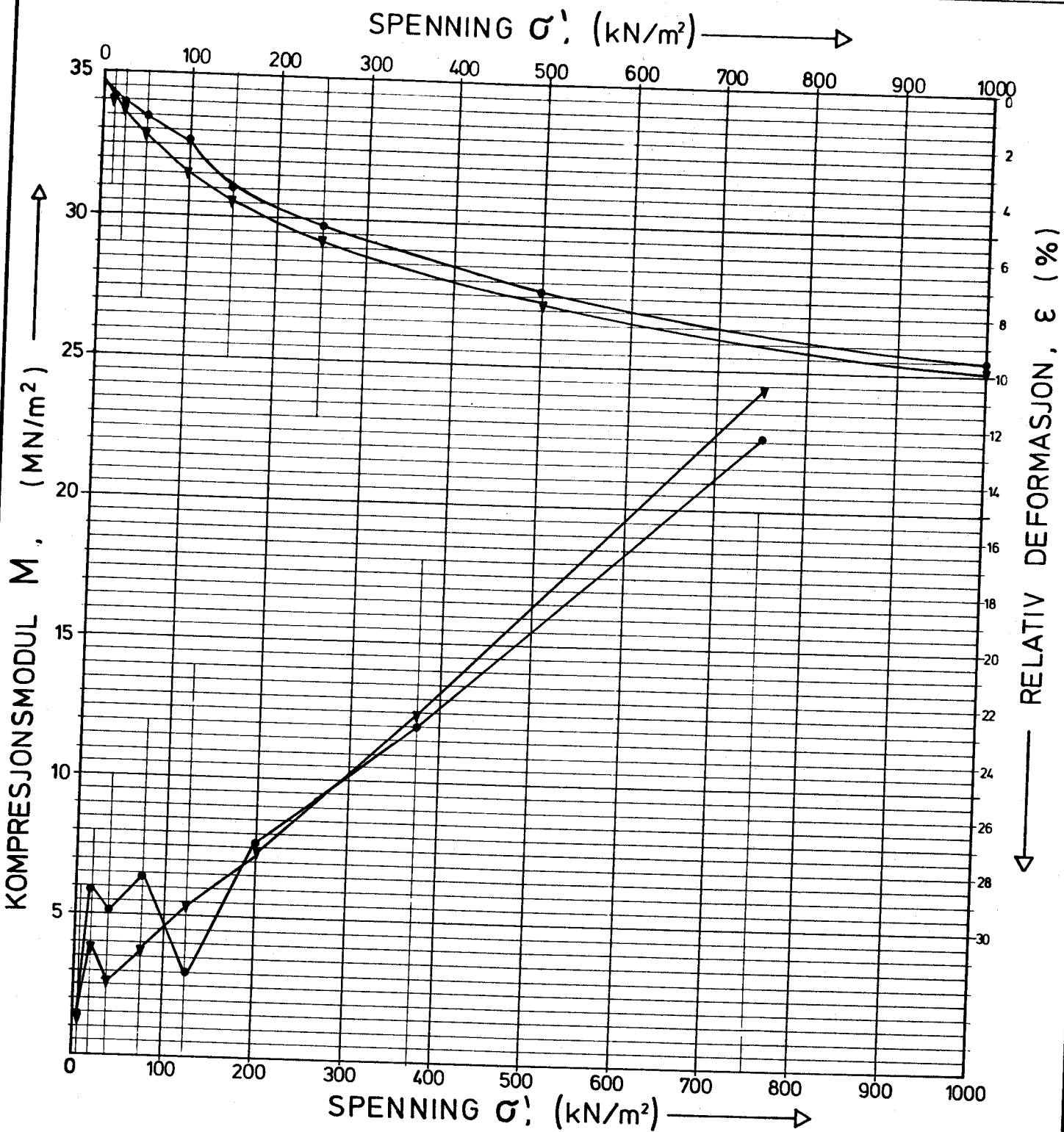
SYMBOLER:

Enkelt trykktorsøk: (strek angir def.% w/brudd)

Konuforsøk - Omrørt: Uforstyrret:

Penetrometerforsøk:

Konsistensgrenser: w_p ————— w_L

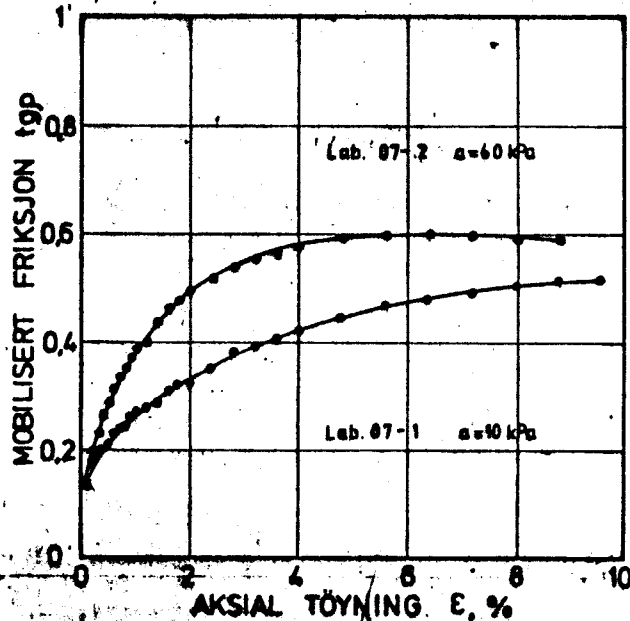
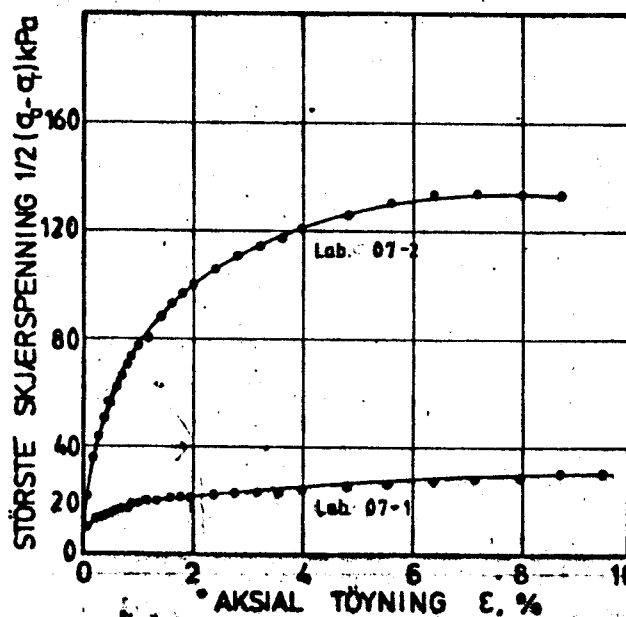
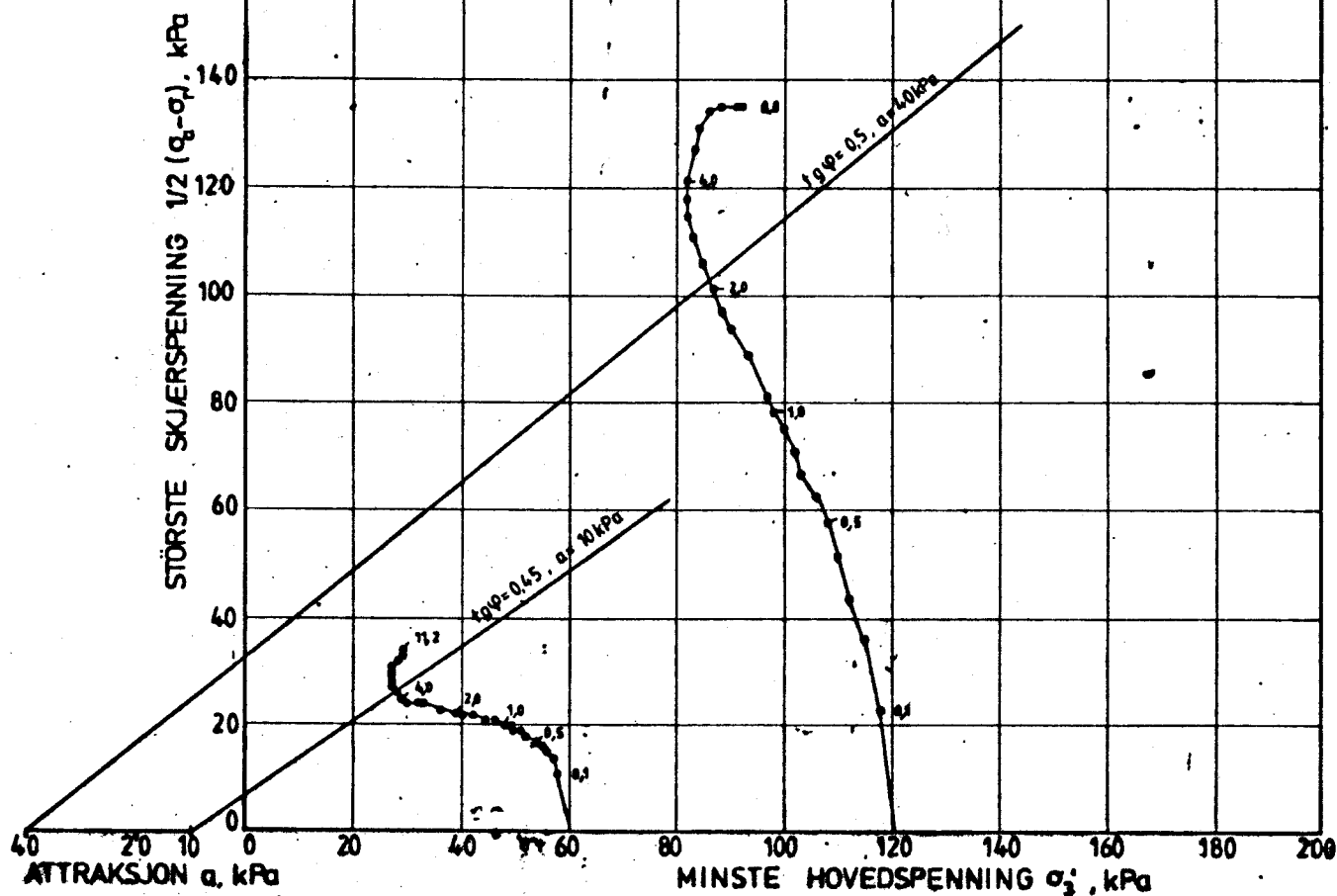


PRØVEDATA , Sted : SLUPPENVEIEN 12 Mnd/år: 02/81

LAB. NR:	HULL NR:	DYBDE:	p'_0 (kN/m ²)	p'_c (kN/m ²)	OCR	JORDART	ANM.
14	3	9,60				LEIRE , mager	—●—
15	3	11,25				— " —	—▼—

Siv. ing. OTTAR KUMMENEJE TRONDHEIM BODØ — TROMSØ		BELASTNINGSFORSØK I ØDOMETER Relativ deformasjon og kompresjonsmodul	OPPDRAG: 3475 BILAG: 9 TEGN. NR:
---	--	---	--

HULL NR.	LAB NR.	PRØVEDYBDE NR.	EFF. OVERLAG SPENN. kPa	FORKONS. SPENN. kPa	ANM.
4	07	1 2	6,20 6,60		LEIRE TØRRSKORPELAG



Siv. Ing.
OTTAR KUMMENEJE



TRONDHEIM

BODØ — TROMSØ



TC & E, UTBYGGINGSOMR. SLUPPEN, DEL 2

Treaksialforsøk

MÅLESTOKK

TEGNET AV
K.St./TE

DATO
01. 81

OPPDRAG

3475

BILAG

10

TEGN. NR.

