

NO:011

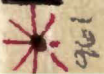
Tokerud understasjon

2. del: Undersøkelser av alternativ tomt

R - 646

31. januar 1967

NO:011



overf. NO 011
OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONSULENT

reg



OSLO KOMMUNE

GEOTEKNISK KONSULENT

Kingsgt. 22, I Oslo 4

Tlf. 37 29 00

RAPPORT OVER:

Tokerud understasjon

2. del: Undersøkelser av alternativ tomt.

R - 646

31. januar 1967.

- Bilag A og B: Beskrivelse av bormetoder
" C og D: Beskrivelse av laboratorieundersøkelser
" 4: Situasjons- og borplan
" 5: Vinge boring Hull 21
" 6: Borprofil Hull 25.
" 7: Resultat av ødometerforsøk
" 8 og 9: Terrengprofiler med borresultater
" 10: Profil B og C med stabilitetsberegninger
" 11: Situasjonsplan med motfylling.

INNLEDNING:

Vårt kontor har tidligere foretatt grunnundersøkelser for en tomt hvor Tokerud understasjon var tenkt bygget på østsiden av Tokerudbekken. Resultatene av disse undersøkelsene er fremlagt i rapport R-646 av 20/1-65.

Siden første rapport ble levert er planene for plassering av understasjonen blitt endret idet stasjonen nå er tenkt bygget på vestsiden av Tokerudbekken. Det var derfor nødvendig å foreta supplerende undersøkelser og resultatet av disse undersøkelsene fremlegges i denne rapport. Hensikten med undersøkelsene har vært å klarlegge fundamenteringsforholdene for stasjonen samt stabilitetsforholdene for hele skråningen i forbindelse med byggeprosjektet.

MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER:

Markarbeidet er utført av borlag fra vårt kontor under ledelse av borformann S. Solheim og har omfattet 6 dreiesonderinger, 3 hejarboringer, 1 vingeboring samt opptaking av 1 prøveserie. Beliggenheten av borpunktene er vist på situasjons- og borplanen bilag 4 og ved hvert borpunkt er angitt terrengkoter, boreddybde og antatt fjellkote. Beliggenheten av de tidligere borpunktene nummerert 1 - 8 som fortsatt er av interesse for prosjektet er også vist på situasjons- og borplanen.

En beskrivelse av de anvendte bormetoder er gitt på bilag A og B og resultatet av vingeboring hull 21 er vist på bilag 5.

De opptatte prøvene er undersøkt på vårt laboratorium som beskrevet på bilag C og D, resultatet av de rutine-messige undersøkelsene er gitt i borprofilen bilag 6 og av ødometerforsøkene på bilag 7.

BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE:

Tomten ligger i en forholdsvis steil østvendt skråning. Toppen av skråningen ligger på ca. kote 170 mens bunnen av skråningen ligger på ca. kote 155. Antatt fjellnivå ligger noenlunde horisontalt under det undersøkte området og nivået er under det prosjekterte bygg fra 147 - 150. Løsmassene på stedet består av en lite sensitiv, middels fast leire og tørrskorpetykkelsen varierer stort sett mellom 3 og 5 m. Tykkelsen av tørrskorpen er gjennomgående størst på det høyeste parti av tomten og fastheten av den underliggende leire er også gjennomgående større på det høyeste nivå enn nede ved bekken.

Oppe i skråningen er de målte skjærfasthetsverdiene stort sett i området 3 - 4 t/m² mens fastheten i prøvehull nr. 2 som ligger nærmere bekken er ned mot 2 t/m². Leirens vanninnhold er 30 - 35%. Ødometerforsøkene bilag 7 indikerer at leiren er noe forbelastet og har forholdsvis liten kompressibilitet. Forsøkene tyder imidlertid på at disse prøvene var noe forstyrret slik at de tallmessige verdiene fra ødometerforsøkene ikke er helt pålitelige.

På situasjons- og borplanen bilag 4 er angitt tre profiler, A, B og C og disse profilene med borresultater er opptegnet i bilag 8 og 9.

STABILITETSFORHOLD:

Profilene B og C er de ugunstigste stabilitetsmessig sett og det er derfor utført en del stabilitetsberegninger for disse profilene. Beregningene er basert på de målte verdier for den underdrenerete skjærfasthet, så kalt Su-analyse. For naturlige skråninger gir denne beregningsmetoden vanligvis ikke korrekte verdier for sikkerhetsfaktøren. Resultatene er ofte for ugunstige. Etter oppgave fra den bygnings-tekniske rådgivende ingeniør er det i beregningene regnet med en gjennomsnittlig vekt av bygget på 5,0 t/m². Resultatet av stabilitetsberegningene er vist på bilag 10. Det fremgår av beregningene at stabiliteten spesielt for det ytre område hvor man får en betydelig påfylling blir for dårlig uten bruk av kontrafylling. Størrelsen av nødvendig kontrafylling er vist i profilene. Kontrafyllingens utbredelse er ytterligere illustrert på situasjonsplanen i bilag 11. Kontrafyllingens utbredelse gjør det nødvendig å legge om Tokerudbekken på et mindre parti slik som antydnet på situasjonsplanen bilag 15.

FUNDAMENTERINGSFORHOLD:

På grunn av at leiren ^{har} forholdsvis liten kompressibilitet og spesielt det forhold at den synes å være noe forbelastet mener vi at understasjonen kan fundamenteres på vanlig såle-fundamenter i frostfri dybde. På de stedene hvor fundamentene kommer i underkant av tørrskorpen eller dypere bør det ikke anvendes høyere fundamenttrykk enn 10 t/m². Der hvor man får minst 1,5 m tørrskorpe under fundamentene kan trykket økes til 15 t/m². Belastningen på eksisterende grunn blir størst langs byggets østre fasade. Det er derfor sannsynlig at bygget etter hvert vil få en svak skjevsetning idet denne fasaden antas og vil sette seg noe mer enn den andre. Noen store skjevsetninger er ikke ventet og da forholdene er så vidt homogene langs bygget ventes heller ikke noen særlige setningsdifferanser langs bygget. Imidlertid vil vi anse det ugunstig å fylle opp grunnen under gulvet der hvor gulvet blir liggende høyere enn nåværende terreng. Vi vil derfor foreslå at man gjør gulvet frittstående på den ytre halvdel av bygget for derved også å unngå ubehagelige setninger

av dette gulvet hvis man ikke oppnår tilstrekkelig god komprimering av de massene man ellers må fylle på.

KONKLUSJON:

De utførte grunnundersøkelser har vist at dybdene til antatt fjell innenfor tomten stort sett varierer fra ca. 9,0 til 15,0 m. Løsmassene består av en 3 - 5 m tykk tørrskorpe og derunder en middels fast lite sensitiv leire som sannsynligvis er noe forbelastet.

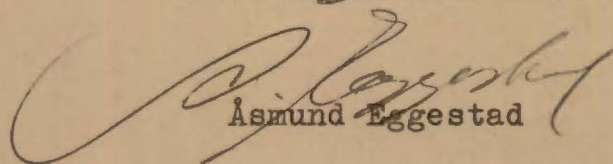
For å sikre stabilitetsforholdene bør det legges ut en kontrafylling mot bekken. Høyden og bredden av kontrafyllingen er angitt i rapporten.

Selve bygget kan etter vår mening fundamenteres på sålefundamenter med 10 - 15 t/m² som fundamenttrykk. Gulvet på den ytre halvpart av bygget kommer stort sett over nåværende terreng og vi vil anbefale å lage dette gulvet frittstående for å unngå oppfylling under gulvet.

Både fyllingsskråningene og skjæringskråningen på oversiden av bygget anbefales anlagt med helning 1:2.

Vi diskuterer gjerne saken mer detaljert under den videre behandling.

Geoteknisk konsulent



Åsmund Eggestad

Beskrivelse av sonderingsmetoder.

DREIEBORING:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynt med en 20 cm lang pyramideformet spiss med største sidekant 30 mm. Spissen er vridd en omdreining.

Boret presses ned av minimumsbelastning, idet belastningen økes trinnvis opp til 100 kg. Dersom boret ikke synker for denne belastning foretas dreining. Man noterer antall halve omdreining pr. 50 cm synkning av boret.

Ved opptegning av resultatene angis belastningen på venstre side av borhullet og antall halve omdreining på høyre side.

HEJARBORING: (RAMSONDERING).

Et Ø 32 mm borstål rammes ned i marken ved hjelp av et fall-lodd. Borstålet skrues sammen i 3 m lengder med glatte skjøter, og borstålet er nederst smidd ut i en spiss. Ramloddets vekt er 75 kg. og fallhøyden holdes lik 27 - 53 eller 80 cm, avhengig av rammemotstanden.

Hvor det er relativt store dybder (7-8 m eller mer) anvendes en løs spiss med lengde 10 cm og tverrsnitt 3.5 x 3.5 cm. Den større dimensjon gjør at friksjonsmotstanden langs stengene blir mindre og boret vil derfor lettere registrere lag av varierende hårdhet. Videre medfører denne løse spiss at boret lettere dras opp igjen idet spissen blir igjen i bakken.

Antall slag pr. 20 cm synkning av boret noteres og resultatet kan fremstilles i et diagram som angir rammemotstanden Q_0 .

Rammemotstanden beregnes slik: $Q_0 = \frac{W \cdot H}{\Delta s}$ hvor W er loddets vekt,

H er fallhøyden og Δs er synkning pr. slag. Dette diagram blir ikke opptegnet hvis man bare er interessert i dybden til fjell eller faste lag.

COBRABORING:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynt med en spiss.

Dette utstyr rammes til antatt fjell eller meget faste lag med en Cobra bormaskin.

SLAGBORING:

Det anvendte borutstyr består av et sett 25 mm borstenger med lengdene 1, 2, 3, 4, 5 og 6 m. Stengene blir slått ned inntil antatt fjell er nådd. (Bestemmes ved fjellklang).

SPYLEBORING:

Utstyret består av 3 m lange $\frac{1}{2}$ " rør som skrues sammen til nødvendige lengder.

Gjennom en spesiell spiss som er skrudd på rørene, strømmer vann under høyt trykk, og løsner jordmassene foran spissen under nedpressing av rørene. Massene blir ført opp med spylevannet. Bormetoden anvendes i finkornige masser til relativt store dyp.

Beskrivelse av prøvetaking og måling av skjærfasthet og porevannstrykk i marken.

PRØVETAKING:

A. 54 mm stempelprøvetaker Med dette utstyr kan man ta opp uforstyrrede prøver av finkornige jordarter. Prøven tas ved at en tynnvegget stålsylinder med lengde 80 cm og diameter 54 mm presses ned i grunnen. Sylinderen med prøven blir forseglet med voks i begge ender og sendt til laboratoriet.

B. Skovelbor Dette utstyr kan anvendes i kohesjonsjordarter og i friksjonsjordarter når disse ligger over grunnvannsnivået. Det tas prøver (omrørt masse) for hver halve meter eller av hvert lag dersom lagtykkelsen er mindre.

C. Kannebor Prøvetakeren består av en ytre sylinder med en langsgående skjærformet spalteåpning, løst opplagret med en dreiefrihet på 90° på en indre fast sylinder med langsgående spalteåpning. Prøvetakeren fylles ved at skjæret ved dreining skraper massen inn i den indre sylinder. Utstyret kan anvendes ved friksjons- og kohesjonsjordarter.

VINGEBORING:

Skjærfastheten bestemmes i marken ved hjelp av vingebor. Et vingekors som er presset ned i grunnen dreies rundt med en bestemt jamn hastighet inntil en oppnår brudd. Maksimalt torsjonsmoment under dreiningen gir grunnlag for beregning av skjærfastheten. Grunnens skjærfasthet bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand. Målingene utføres i forskjellige dybder. Ved vurdering av vingeborresultatene må en være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen. Skjærfasthetsverdien kan bli for stor dersom det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav dersom det presses ned en stein foran vingen, slik at leira omrøres før målingen.

PIEZOMETERINSTALLASJONER:

Til måling av poretrykket i marken anvendes et utstyr som nederst består av et porøst Ø 32 mm bronsefilter. Dette forlenges oppover ved påskrudde rør. Fra filteret føres plastslange opp gjennom rørene. Filteret med forlengelsesrør presses eller rammes ned i grunnen. Systemet fylles med vann og man måler vanntrykket ved filteret ved å observere vannstanden i plastslangen. Poretrykksmålninger må som regel foregå over lengre tid for å få registrert variasjoner med årstid og nedbørsforhold.

Beskrivelse av vanlige laboratorieundersøkelser:

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. For sylinderprøvenes vedkommende blir det skåret av et tynt lag i prøvens lengderetning. Derved blir eventuell lagdeling synlig.

Dernest blir følgende bestemmelser utført:

Romvekt γ (t/m^3) av naturlig fuktig prøve.

Vanninnhold w (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

Flytegrensen w_L (%) og utrullingsgrensen w_P angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen I_P er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrenser er meget viktige ved en bedømmelse av jordartenes egenskaper. Et naturlig vanninnhold over flytegrensen viser f.eks. at materialet blir flytende ved omrøring. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Skjærfastheten s (t/m^2) er bestemt ved enaksede trykkforsøk. Prøven med tverrsnitt 3.6×3.6 cm og høyde 10 cm skjæres ut i senter av opptatt prøve, \emptyset 54 mm. Det er gjennomgående utført to trykkforsøk for hver prøve. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittssøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre er 'uforstyrret' skjærfasthet s og omrørt skjærfasthet s' bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Sensitiviteten $S_t = \frac{s}{s'}$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsøk. Sensitiviteten bestemmes også ut fra vingeborresultatene. Ved små omrørte fastheter vil imidlertid selv en liten friksjon i vingeboret kunne influere sterkt på det registrerte torsjonsmoment, slik at sensitiviteten bestemt ved vingebor blir for liten.

Beskrivelse av spesielle laboratorieundersøkelser:

ØDOMETERFORSØK:

For å finne en leires sammentrykkbarhet utføres ødometerforsøk. Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av leiren med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt.

Prøven er innesluttet av en sylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn.

Sammentrykkingen av prøven uttrykkes ved forandringen av leirens poreteknologi e , når trykket p økes. Resultatet fremstilles i et $e - \log p$ diagram.

Forsøkene danner grunnlag for beregning av størrelsen og tidsforløpet av konsolideringssetningene i marken. Tidsforløpet er i vesentlig grad avhengig av dreneringsforholdene og beregningen av dette er derfor relativt usikker.

PROCTOR STANDARDFORSØK:

Proctorapparatet består av en prøvesylinder og et fall-lodd. Sylindere hvori prøven stemples, har en diameter på 10 cm og en høyde på 18 cm. Den er delt i to deler, slik at man etter at prøven er ferdig stampet kan løsgjøre den øverste sylinder og skjære av jordprøven, hvorved man i den nederste sylinder får en prøve med høyde 10 cm til bestemmelse av tørr-romvekten. Prøvesylindere står på et dreibart underlag. Fall-loddets diameter er halvt så stor som sylindere, og ved å dreie denne en viss vinkel mellom hvert slag, kan prøven få en jevn kompromering.

Fall-loddet har en vekt på 2,5 kg. og ved standardforsøk lar man det falle fritt 30 cm.

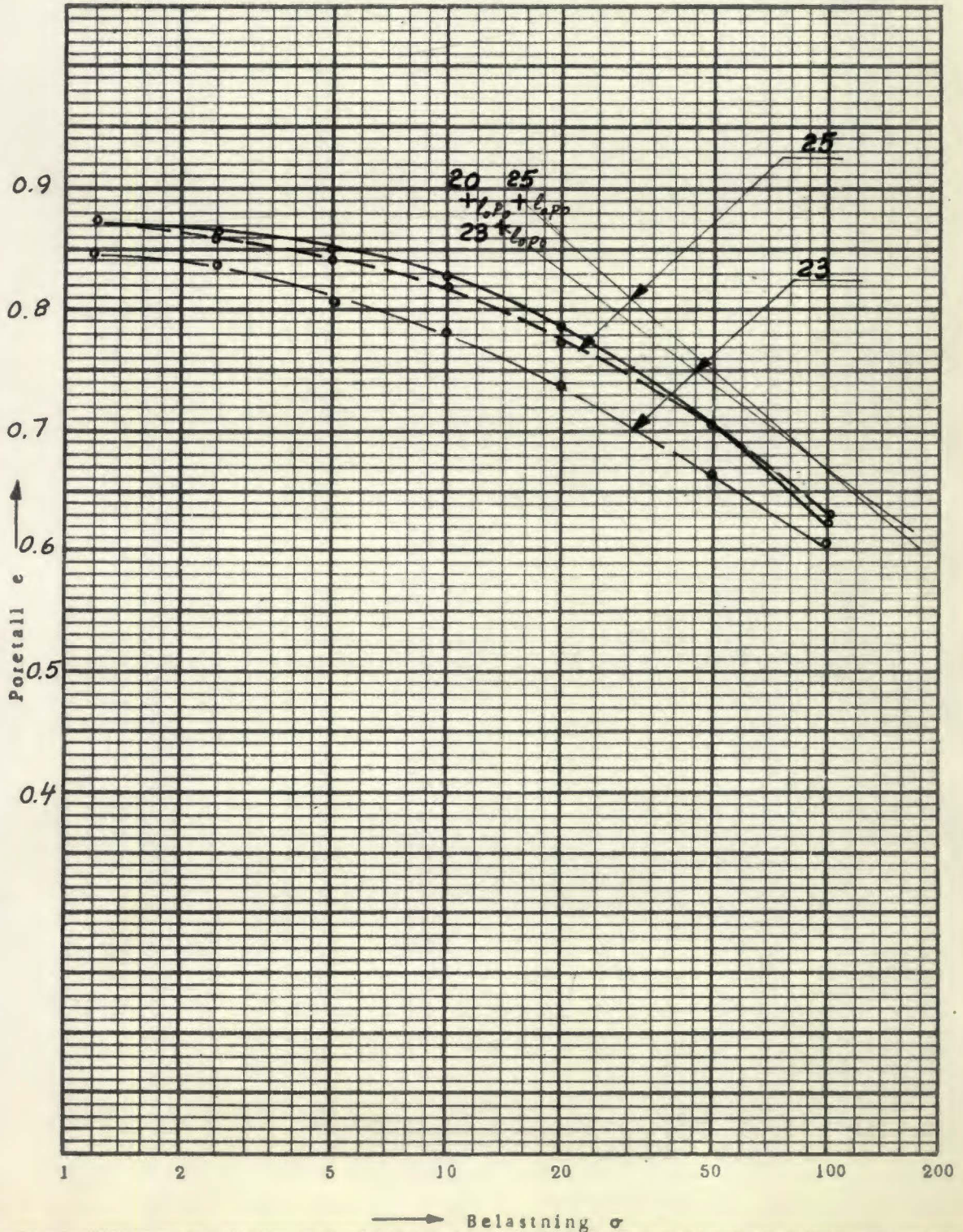
Prøvematerialet må være frasiktet komponenter større enn 16 mm.

KORNFORDELINGSANALYSER:

Korngraderingen av grovkornige masser ($d > 0,06$ mm) som sand og grus blir bestemt ved sikting. Det benyttes en vanlig siktesats med maskeåpninger 8.0 - 4.0 - 2.0 - 1.0 - 0.5 - 0.25 - 0.12 og 0.06 mm.

For finkornige jordarter ($d < 0.06$ mm) som silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved hjelp av et hydrometer bestemmes synkehastigheten av de forskjellige kornfraksjoner og på grunnlag av Stoke's lov kan kornstørrelsen tilnærmet beregnes.

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde m	Effektivt overlagerings-trykk ν/m^2	For-belastning ν/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolide-ringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitets-modul ν/m^2
646-20		6.5	11.2	Ca 20.0	—			
-23		9.5	13.9	Ca 20.0	0.23			
-25		11.5	15.6	—	0.26			



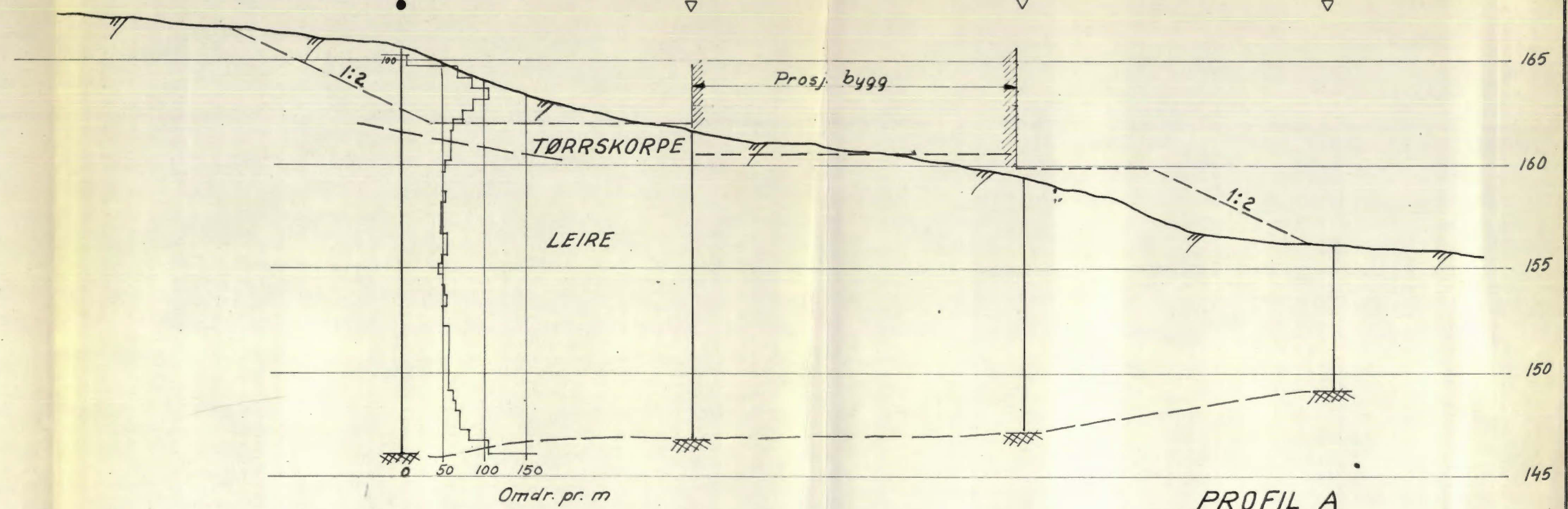
Anmerkninger *Prøvene, spesielt nr. 23, synes å være forstyrret.*

Borehull nr. 23

26

29

1



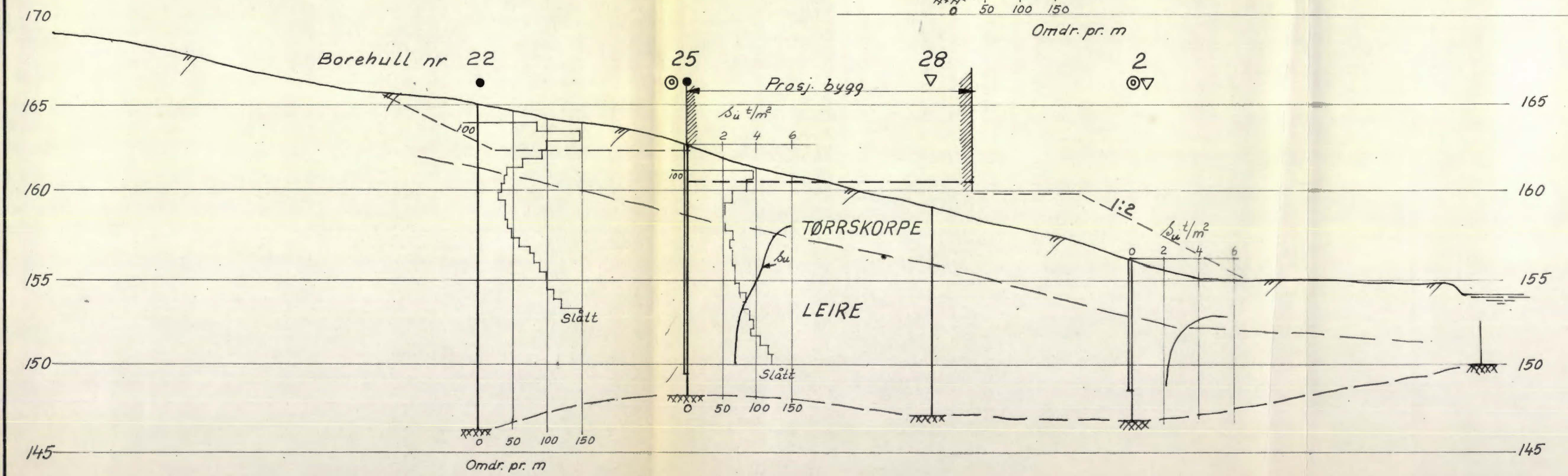
PROFIL A

Borehull nr. 22

25

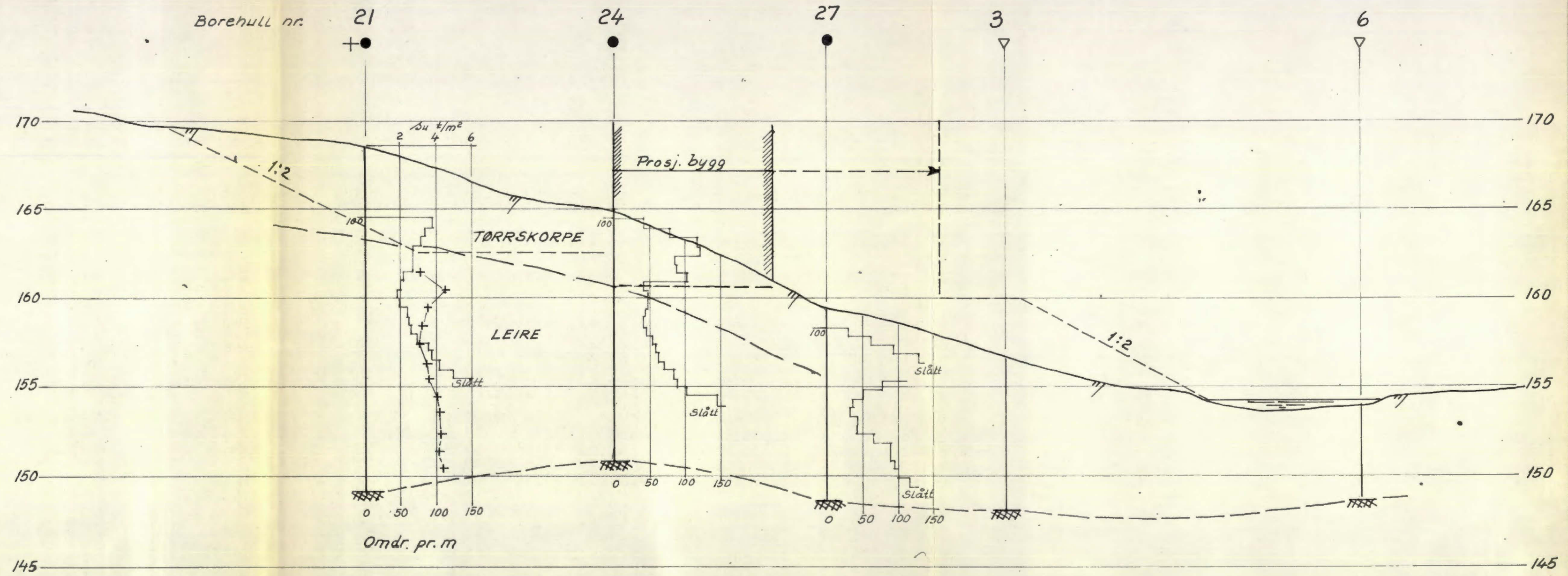
28

2

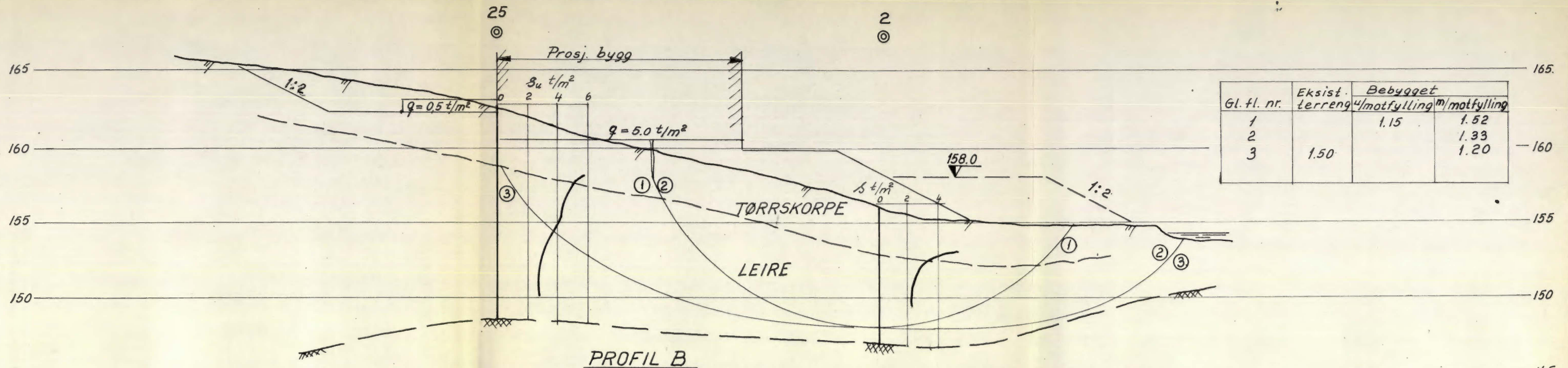


PROFIL B

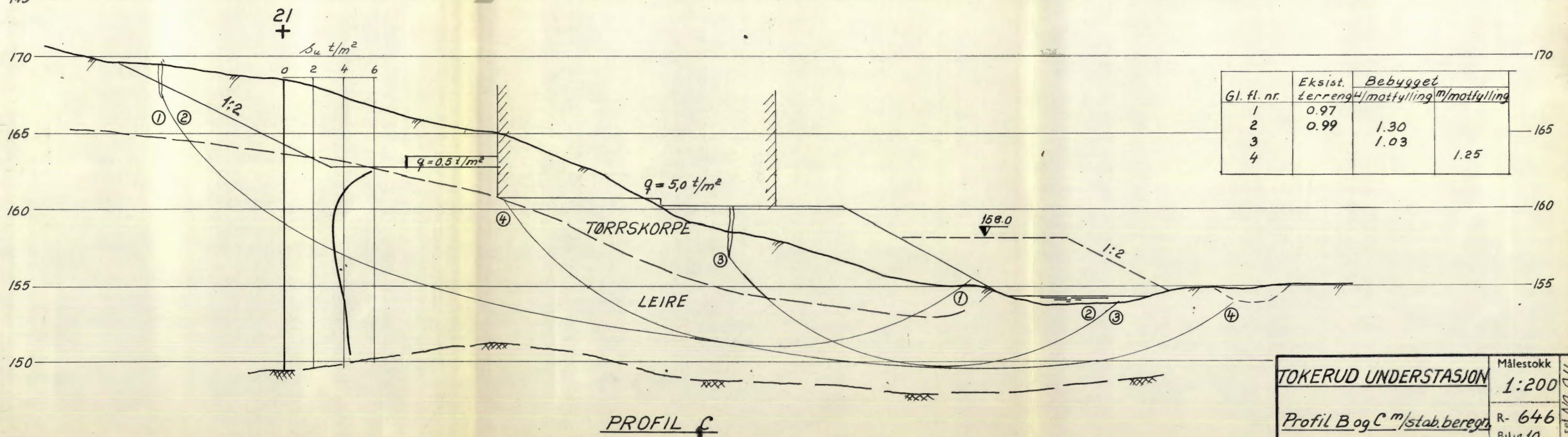
TOKERUD UNDERSTASJON	Målestokk 1:200	Kart ref. NO. 0-11
Profil A og B	R- 646 Bilag 8	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk konsulent	Dat. Jan. 66	



TOKERUD UNDERSTASJON		Målestokk 1:200
Profil C		R- 646 Bilag 9
OSLO KOMMUNE Geoteknisk konsulent		Dato/Jan 66 Kart ref NO-0.11

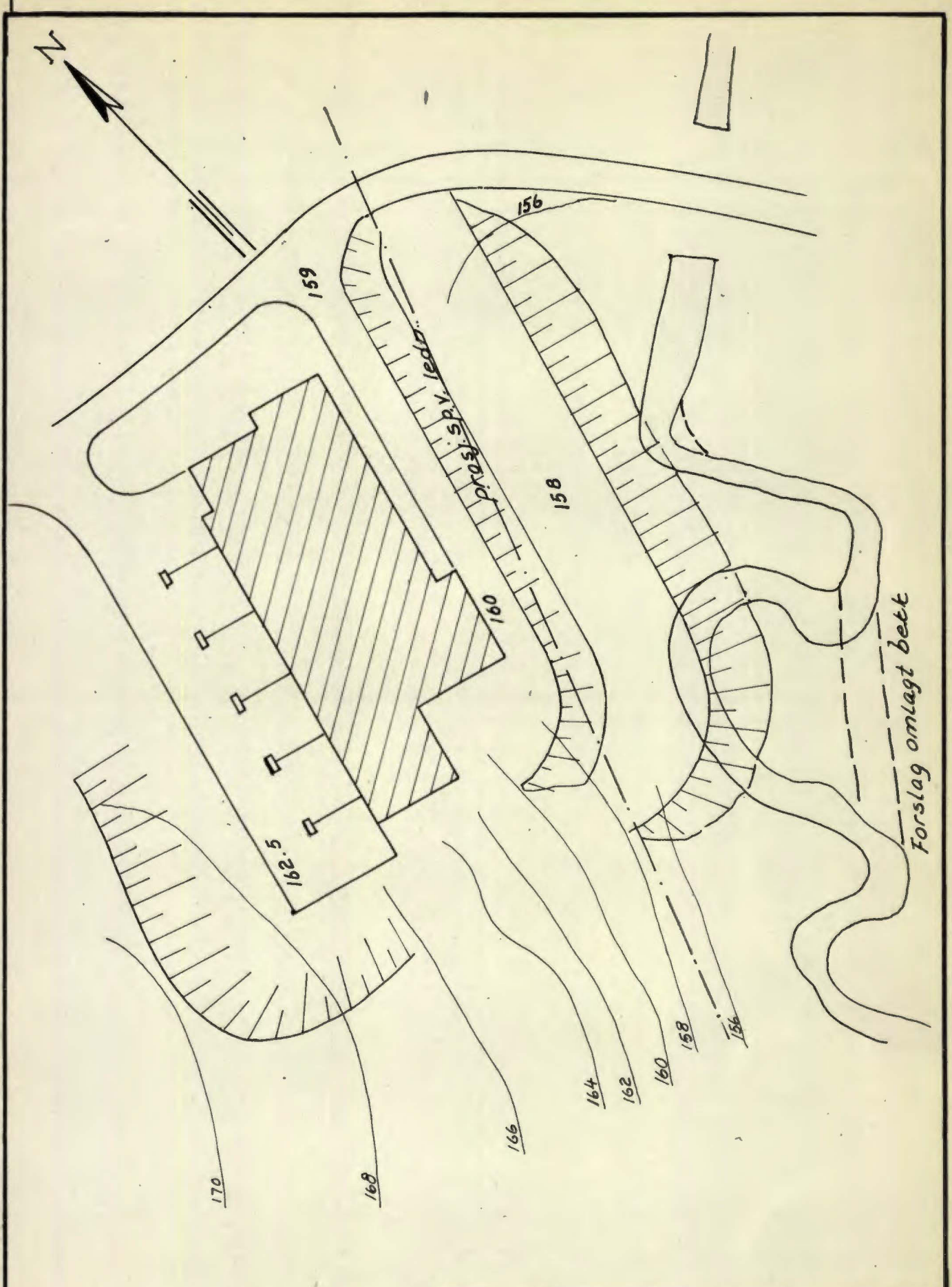


Gl. fl. nr.	Eksist. terreng	Bebygget	
		u/m	m/m
1		1.15	1.52
2			1.33
3	1.50		1.20



Gl. fl. nr.	Eksist. terreng	Bebygget	
		u/m	m/m
1	0.97		
2	0.99	1.30	
3		1.03	
4			1.25

TOKERUD UNDERSTASJON		Målestokk 1:200
Profil B og C $m/stab.bereg.$		R- 646
OSLO KOMMUNE Geoteknik konsulent		Bitag 10
Date Jan 67		Kart ref. NO 011



TOKERUD UNDERSTASJON	Målestokk 1:500	Kart ref. NO 0 11
<i>Situasjonsplan m/motfylling</i>	R-646 Bilag 11	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk konsulent	Dato Jan 67	