

- dreiesondering
- spyleboring
- + vingeboring
- ⊙ prøvetaking
- ⊗ korrosjonsmåling
- terrengkote boreddybde
- fjellkote

Øvre gate 4

Situasjonsplan
M: 1:500

Rapport over:

Grunnundersøkelser for planlagt
industribygg, Övregt.4, Stolmaker-
gaten, Korsgaten.

O.416

17.oktober 1956.

- Bilag 1. Tegnforklaring og normer.
2. Situasjonsplan.
3. Profiler med resultat av dreieboringer og vinge-boringer,
samt jordartsbeskrivelse.
4-6. Borprofiler med resultat av vinge-boring og prøvetaking.
7. Ödometerforsök.
8-9. Resultat av korrosjonssonderingene.
10. Beregning av kritisk gravedybde i leire.

1. INNLEDNING.

Efter oppdrag av 11.juni d.å. fra disponent Reidar Hauge, har Norges geotekniske institutt foretatt grunnundersøkelser for eiendommene Övregt.4, Stolmakergt.11 og Korsgt.12-14.

Det undersøkte område ligger mellom kote 12,5 og 14. Fra Övregt.4 faller terrenget i syd-östlig retning ned mot Akerselven.

Efter de foreløpige planer er tomten tenkt bebygget med et 6 etasjes industribygg med tilbaketrasket 6.etasje og kjeller under hele bygget.

2. UTFÖRTE BORINGER OG MÅLINGER.

Markarbeidet ble utført i tiden 21.juni til 14.juli d.å. under ledelse av borleder R. Larsen fra Instituttet.

Det er ialt utført 4 dreieboringer, 3 vingeboringer, 5 spyleboringer og opptaking av uforstyrrede prøver i ett hull. Det er dessuten for å undersøke grunnens korrosjonsfarlighet utført 2 korrosjonssonderinger.

Beliggenheten av samtlige boringer og målinger er angitt på situasjonsplanen, bilag 2.

Dreiesondering.

Det anvendte sonderutstyr består av 20 mm borstenger i 1 meters lengde, som skrues sammen med glatte skjöter. Boret er nederst forsynt med en 20 cm lang pyramideformet spiss med störste sidekant 3 cm, som er vridd en omdreining. Boret presses ned ved minimumsbelastning, idet belastningen ökes trinnvis opp til 100 kg.

Hvis boret ikke synker ved denne belastning, dreies det, og antall halve omdreininger pr. 50 cm nedsynkning noteres. Ved oppteigningen av resultatene er belastningen angitt i kg på venstre side av borhullet, mens diagrammet på høyre side viser antall halve omdreininger pr. meter nedsynkning.

Vingeboring.

Med vingeboret bestemmes leiras udrenerte skjærfasthet direkte i marken. Et vingekors presses ned i grunnen og dreies rundt med bestemt og jevn hastighet inntil man oppnår brudd. Maksimalt dreiemoment under vridningen gir grunnlag for å beregne skjærfastheten. Leiras skjærfasthet bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand.

Ved vurderingen av vingeborresultatene må man være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen. Skjærfastheten kan bli for stor hvis det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav hvis det presses ned stein foran vingen, slik at leira omrøres før målingen. Målingene er utført for hver meter.

Prøvetaking.

Med det anvendte prøvetakingsutstyr skjæres prøvene ut med tynnveggede rustfrie stålrør, lengde 80 cm og diameter 54 mm. Prøvesylindrene forsegles i begge ender med voks og gummihetter før de sendes til Instituttets laboratorium.

Det ble ialt ved boring 5 tatt opp 15 prøver.

3. LABORATORIEUNTERSØKELSER.

De opptatte uforstyrrede prøver er undersøkt på Instituttets laboratorium.

Prøvene skyves ut av sylindren og ved besiktigelse er det gitt en jordartsbeskrivelse. Det er utført følgende bestemmelser:

Vanninnholdet er angitt som vekt av vann i prosent av tørrvekt etter tørring ved 110° C. Det er utført 5 bestemmelser av vanninnholdet fordelt over prøvene.

Flytegrensen og utrullingsgrensen angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale.

Plastisitetsindeksen er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrenser er av betydning ved en vurdering av jordartens egenskaper. Det naturlige vanninnhold sett i relasjon til flyte- og utrullingsgrensen gir også visse opplysninger om grunnens egenskaper. Et naturlig vanninnhold høyere enn flytegrensen viser f.eks. at leira

blir flytende ved omröring.

Romvekt er angitt i t/m^3 .

Udrenert skjærfasthet er bestemt ved enkle trykkforsök på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og höyde 10 cm. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Leiras udrenerte skjærfasthet ved uforstyrret og omrört prøve er også bestemt ved konusforsök. Dette er en indirekte metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles, og den tilsvarende skjærfasthet tas ut av en tabell.

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrört materiale. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsök. Videre er sensitiviteten beregnet ut fra vingeborresultater i marken.

For å kunne utföre en setningsberegning er det foretatt en serie ödometerforsök med prøver fra forskjellige dybder. Ved et ödometerforsök innesluttet en 2 cm tykk skive av prøven med diameter 5 cm i en sylinder. Endeflatene består av poröse filtersteiner og belastningen påføres trinnvis, idet man for hvert lastetrinn bestemmer sammentrykningen av prøven som funksjon av tiden. Et uttrykk for sammentrykning av prøven er angitt ved forandringen av prøvens poretall e. Poretallet er definert som forholdet mellom volum av hulrom og volum av fast stoff.

Fra boring 5 er det ialt utfört 8 ödometerforsök i forskjellige dybder fra 2,1 til 24 m.

I bilag 7 er poretallet fremstillet som funksjon av $\log \sigma$, hvor σ er påført belastning. Det er her tatt med en typisk kurve av de utförte forsök.

4. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE.

Resultatet av vingeboringene og prøvetakingene fremgår av borprofilene, bilag 4-6, hvor det er angitt jordartsbeskrivelse og diagrammer som i de forskjellige dybder viser romvekt, naturlig vanninnhold, flyte- og utrullingsgrenser, samt skjærfasthet og sensitivitet.

I tre profiler, bilag 3, er - foruten resultatene av dreie- og vingeboringene også angitt en jordartsbeskrivelse. Grunnforholdene kan stort sett beskrives på følgende måte:

Under et øvre 1-2 m lag av fyllmasser, vesentlig sand, og tørrskorpe består grunnen av en blöt, siltig leire. I 7,5 og 10 m dybde er det ved prøvetakingen påvist lag av ren sand. Leiras uforstyrrede skjærfasthet ligger gjennomgående på 2 t/m^2 . Foruten å være blöt, må leira betegnes som meget sensitiv til kvikk.

Fra 8-10 m dybde tiltar leiras skjærfasthet fra 2 t/m^2 til ca. 5 t/m^2 i 23,5 m dybde. Ved boring 5 består grunnen fra denne dybde og ned til fjell, som er påtruffet i 26,3 m dybde, av fin sand.

Av spyleboringene fremgikk det at det også på de dypereliggende partier finnes sand eller grus over fjellet.

Fjellets beliggenhet.

Å gi en beskrivelse av fjellets beliggenhet ut fra de få boringene er vanskelig, men det fremgår at fjellet på det undersøkte areal er meget kupert.

Den minste dybde til fjell er målt i Korsgaten i hull 7 til 23,2 m.

Foruten å skråne noe utover mot Övregate, faller fjellet sterkt av mot boring 4 omtrent midt på arealet. Dybden er her målt til 41,2 m. Boringene i Stolmakergaten viser at fjellet ligger noenlunde horisontalt langs gaten, idet dybdene til fjell er målt til 39,2 m og 40,9 m, henholdsvis i hull 1 og 3.

Det er meget som taler for at dybden til fjell på sine steder er større enn ovenfor angitt.

Samtlige boringsdybder er angitt på situasjonsplanen, bilag 2.

5. KORROSJONSUNTERSÖKELSE.

Med henblikk på eventuell fundamentering på stålpeler til fjell, er det foretatt en undersökelse av grunnens korrosivitet.

Målingene i marken er utfört av tekniker K. Tungesvik.

Undersökelse av grunnens korrosjonsfarlighet.

Til undersökelse av leira ble det anvendt en korrosjonssonde utviklet ved Norges geotekniske institutt.

Denne undersøkelsesmetode beror på at et galvanisk element bestående av en magnesiumspiss og et stålrør, innbyrdes atskilt ved en 1 cm tykk plexiglassisolasjon, drives ned i grunnen ved hjelp av forlengelsesrør. Fra magnesiumspissen og stålrøret føres isolerte kabler opp gjennom forlengelsesrørene til måleinstrumentene. Formålet med sonden er å registrere størrelsen av de faktorer som ansees å være av viktighet for korrosjonsprosessene. Ved hjelp av påtrykt tusenperioders vekselstrøm bestemmes grunnens relative elektriske ledningsevne. Ved å multiplisere den inverse relative ledningsevne med en konstant, får man jordens spesifikke resistivitet. Ved hjelp av et lavohmig amperemeter bestemmes den galvaniske strømproduksjon i kortsluttet tilstand. Ved å multiplisere den galvaniske strømproduksjon med summen av jordmotstand og motstanden i ledninger og amperemeter, finnes det galvaniske elements effektive elektromotoriske kraft i kortsluttet tilstand. Denne elektromotoriske kraft er et uttrykk for den katodiske depolarisasjon, som er en meget viktig faktor ved korrosjonsprosesser.

Som ytterligere korrosjonsfremmende faktorer inngår variasjoner i elektromotorisk kraft langs pelens lengderetning, variasjoner i jordartens elektriske motstand i pelens lengderetning og dessuten en funksjon av temperatur og av permeabilitet.

Om vi betegner korrosiviteten K, har vi:

$$K = \frac{kE}{\ln R} \quad f\left(\frac{dE}{dx}\right) \quad f\left(\frac{dR}{dx}\right) \quad f\left(\frac{dT}{dt}\right) \quad f(q)$$

E = effektiv EMK i prosent av sondens maksimalverdi,

R = spesifikk jordmotstand,

T = temperatur,

t = tid,

q = produkt av permeabilitet og hydraulisk trykkgradient.

Basert på opptrukne stålstenger og peler, samt laboratorieforsøk, har Instituttet forsøksvis oppstillet en skala der jordartene er oppdelt

i 5 grupper, svarende til stigende grad av korrosivitet. Denne skala svarer til homogene jordforhold. I dette skjema betyr:

- Korrosivitetsgruppe 1: umerkelig korrosjon,
2: uskadelig korrosivitet,
3: korrosivitet som under ugunstige omstendigheter vil kunne skade tynne pelekonstruksjoner,
4: korrosivitet som normalt vil kunne skade stål-
peler,
5: meget høy korrosivitet, stålpler bør ikke anvendes uten i forbindelse med galvanisk beskyttelse eller andre beskyttelsesanordninger.

Av nedenstående tabell ser man hvorledes korrosivitetsgruppene avhenger av effektiv elektromotorisk kraft og spesifikk jordmotstand.^{x)}

Sepsifik jordmotstand		Effektiv elektromotorisk kraft i %			
Ω cm	<40%	40-60%	60-80%	80-100%	
<100	2	3	4	5	
100- 500	2	3	3-4	4-5	
500- 2500	2	2	3	4	
2500-12500	1	2	2-3	3-4	
> 12500	1	1	1-2	2-3	

x) NB. Denne skala er litt forskjellig fra et skjema vi tidligere har benyttet.

Det ble foretatt målinger i 2 hull merket 2 og 6 på bilag 2. Resultatene av målingene er angitt på bilag 8 og 9. Som det fremgår av disse, kan grunnens korrosivitet stort sett henføres til våre korrosjonsgrupper 3 og 4. Eventuelle stålpler bør derfor beskyttes mot korrosjon.

6. FUNDAMENTERINGEN.

På grunnlag av de foreliggende opplysninger om grunnforholdene, har Instituttet foretatt en vurdering av de mulige fundamenteringsløsninger som kan komme på tale.

De alternativer som kan komme på tale er:

- Direkte fundamentering i samsvar med foreliggende prosjekt.
- Flytende fundamentering.

- c) Fundamentering på adhesjonspeler, trepeler.
- d) Fundamentering på stålpeler til fjell.

a) Direkte fundamentering.

Efter de foreliggende planer er bygningen tenkt oppført i 6 etasjer og en utgraving for kjeller på ca. 2,6 m. Dette vil medføre at grunnen efter oppføringen av bygningen blir utsatt for tilleggslast, idet bygningen veier mere enn vekten av utgravet jord for kjeller.

For å danne seg et bilde av setningenes størrelse ved en eventuell direkte fundamentering, er det foretatt en setningsberegning under forutsetning av at tilleggslasten utgjør 2 t/m^2 . Setningsberegningen er utført på grunnlag av ødometerforsøk med prøver fra boring 5. Ut fra de nevnte antagelser er den midlere setning beregnet til 16 cm. På grunn av de store variasjoner i dybden til fjell, må man regne med at det oppstår noen setningsdifferanser.

I tillegg til de beregnede setninger vil man ytterligere få noen setninger som skyldes rekonsolidering av den omrørte og oppbløtte sone i bunnen av utgravingen like under fundamentsålen. Leira er i denne dybde bløt og sensitiv.

Selv om bygningen utføres monolitisk, dvs. som en meget stiv konstruksjon uten utbygg, er det mulig at setningene og setningsdifferansen ved en tilleggslast på 2 t/m^2 eller mere blir så store at det oppstår bygningskader og andre ulemper.

b) Flytende fundamentering.

Efter Instituttets mening vil den riktigste, og også den økonomisk gunstigste, fundamenteringsmåte på slik byggegrunn være å utføre en flytende fundamentering på hel, gjennomgående såle. En flytende fundamentering vil si at bygningsvekten ikke overskrider vekten av utgravd masse for kjelleren.

Setningene vil med en slik fundamentering være minimale, idet man ikke får noen setning som følge av konsolidering av de dypere liggende leirlag.

En flytende fundamentering kan realiseres med mindre bygningsvekt, dvs. færre etasjer eller med øking av fundamenteringsdybden, eller

ved en kombinasjon av disse løsninger.

Utgraving av byggegropen.

Ved en eventuell økning av fundamenteringsdybden, vil den dypere-liggende bløte leire medføre en viss fare for oppressing av bunnen av byggegropen under utgravingen. Faren for oppressing kan uttrykkes ved sikkerhetsfaktoren

$$F = \frac{N_c \cdot s_u}{\gamma \cdot D + q}$$

N_c = faktor avhengig av utgravingsdimensjoner og dybdeforhold

γ = midlere romvekt

D = gravedybde

q = belastning på terrenget

s = midlere skjærfasthet under bunn ned til en dybde av $2/3$ av utgravingsbredden.

Verdien av faktoren N_c kan tas ut av diagrammet i bilag 10. Ved en midlertidig utgraving bør det forlanges en sikkerhet mot oppressing av bunnen på minst 1,3.

Skulle sikkerheten for en samlet utgraving av hele byggetomten bli liten, kan en med seksjonsvis utgraving med støping og midlertidig belastning av seksjonene oppnå større sikkerhet.

c) Fundamentering på adhesionspeler, av tre.

Ved å fundamenterer bygningen på svevende trepeler vil man kunne redusere bygningens setninger betraktelig.

Trepeler i leire oppnår med tiden en bæreevne som omtrent tilsvarer pelenes overflate gange leiras uforstyrrede skjærfasthet pluss spissmotstanden, som utgjør spissarealet multiplisert med 9 ganger leiras skjærfasthet.

Ved bruk av 15 m lange peler vil man kunne regne med en beregningsmessig bæreevne på ca. 26 tonn pr. pel. Ved dimensjonering av pelfundamentene på grunnlag av beregnet bæreevne av pelene, bør det forlanges en sikkerhet på 2,0. Ved å utføre belastningsforsøk på prøvepeler 2 og 4 uker etter pelerammingen, kan man bestemme bæreevnen og korrigere antallet av

pelers. Man kan da regne med en sikkerhet på 1,75 ut fra målte bruddlaster.

d) Fundamentering på stålpeler til fjell.

Av undersøkelsene fremgår det at fjellet må være meget kupert på det undersøkte området, idet dybdene til fjell varierer fra 23,2 m i hull 7 til 41,2 m i hull 4. Det kan derfor bli vanskelig å oppnå tilfredsstillende feste for pelespissene i de bratte fjellskråningene. Dessuten må man regne med å måtte beskytte pelene mot korrosjon.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Under et øvre lag med fyllmasser er det tørrskorpe til ca. 2 m dybde. Derunder består grunnen av blöt, siltig leire med skjærfasthet ca. 2 t/m^2 . Fastheten öker med dybden fra ca. 2 t/m^2 i 8-10 m dybde til 5 t/m^2 i ca. 24 m dybde. Over fjellet ligger det sand- og grusavsetninger. Dybdene til fjell varierer sterkt. Av de 5 borer til fjell er største dybde 41,2 m og minste 23,2. Grunnen må betegnes som korrosjonsfarlig.

Generelt kan det sies fölgende om fundamenteringsforholdene på tomten:

- a) Dybdene til fjell er store og fjellet står tildels meget steilt. En fundamentering på stålpeler til fjell vil derfor bli relativt kostbart, og det er også visse usikkerheter forbundet med å oppnå tilfredsstillende feste for pelespissene. Dessuten er grunnen korrosjonsfarlig, slik at det må foretas en korrosjonsbeskyttelse. Instituttet finner derfor ikke å kunne tilråde en fundamentering på stålpeler til fjell.
- b) Hvis bygningsvekten tilnærmet kan ekvivaleres med vekten av utgravd masse for kjeller, kan man gjennomföre en flytende fundamentering på hel fundamentsåle uten at det oppstår skadelige setninger.

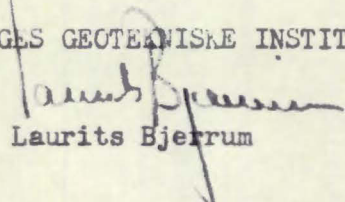
Det kan, avhengig av utgravingens form, graves til 3,5-4 m dybde i avstivet utgraving uten fare for oppressing av bunnen i utgravingen.

- c) Hvis man ikke kan oppnå en flytende fundamentering, kan man for å redusere setningene fundamenterer på adhesjonspeler av tre. Man må da være oppmerksom på de ulemper og skader som kan oppstå på nabobygg på grunn av massefortrengningen ved pelerammingen. Med hensyn til pelens bæreevne og bygningens setninger, vil det være en fordel om pelene kunne rammes noen tid för

bygningen föres opp.

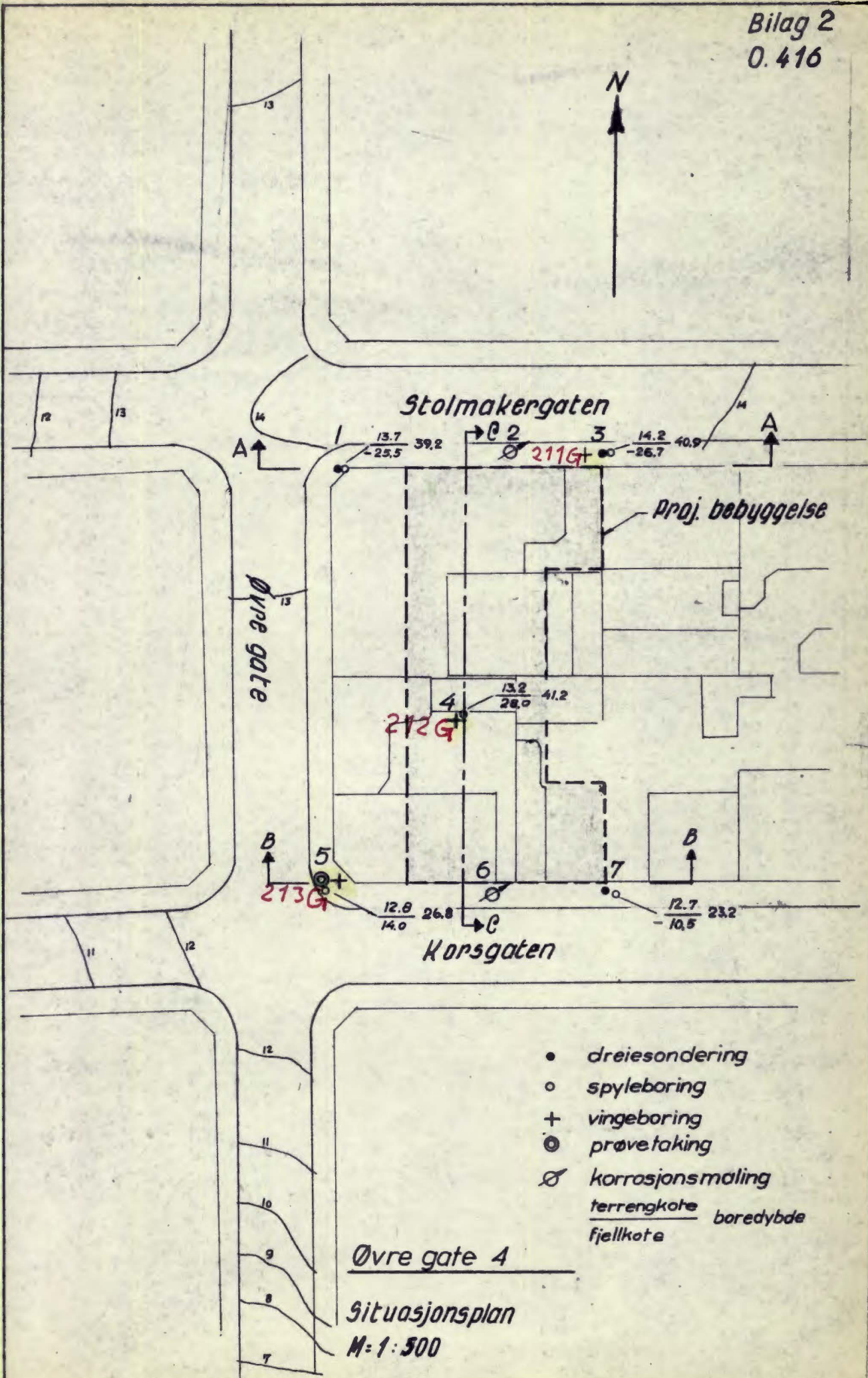
Instituttet står gjerne til tjeneste ved en detaljert prosjektering
av fundamenteringen.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Laurits Bjerrum

Ove Eide

LJ/ET



Øvre gate 4

Situasjonsplan

M:1:500

kote

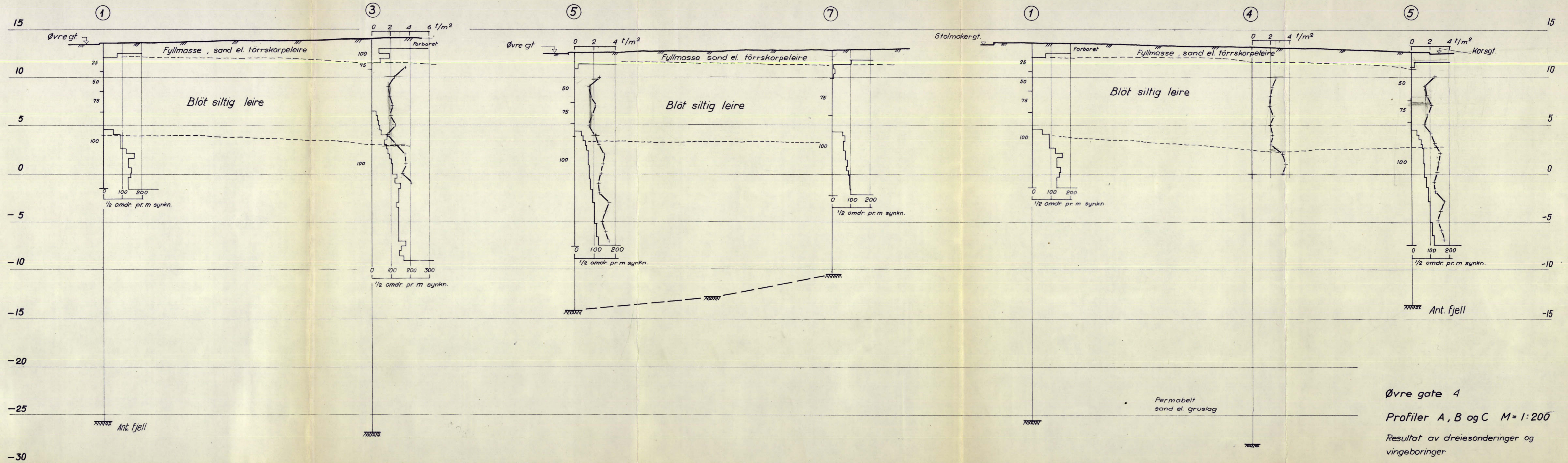
20

Profil A Stolmøkergt.

Profil B Korsgt

Profil C [Øvre gt.]

kote
20



Øvre gate 4

Profiler A, B og C M=1:200

Resultat av dreiesonderinger og vingeboringer

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT, okt. 56

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

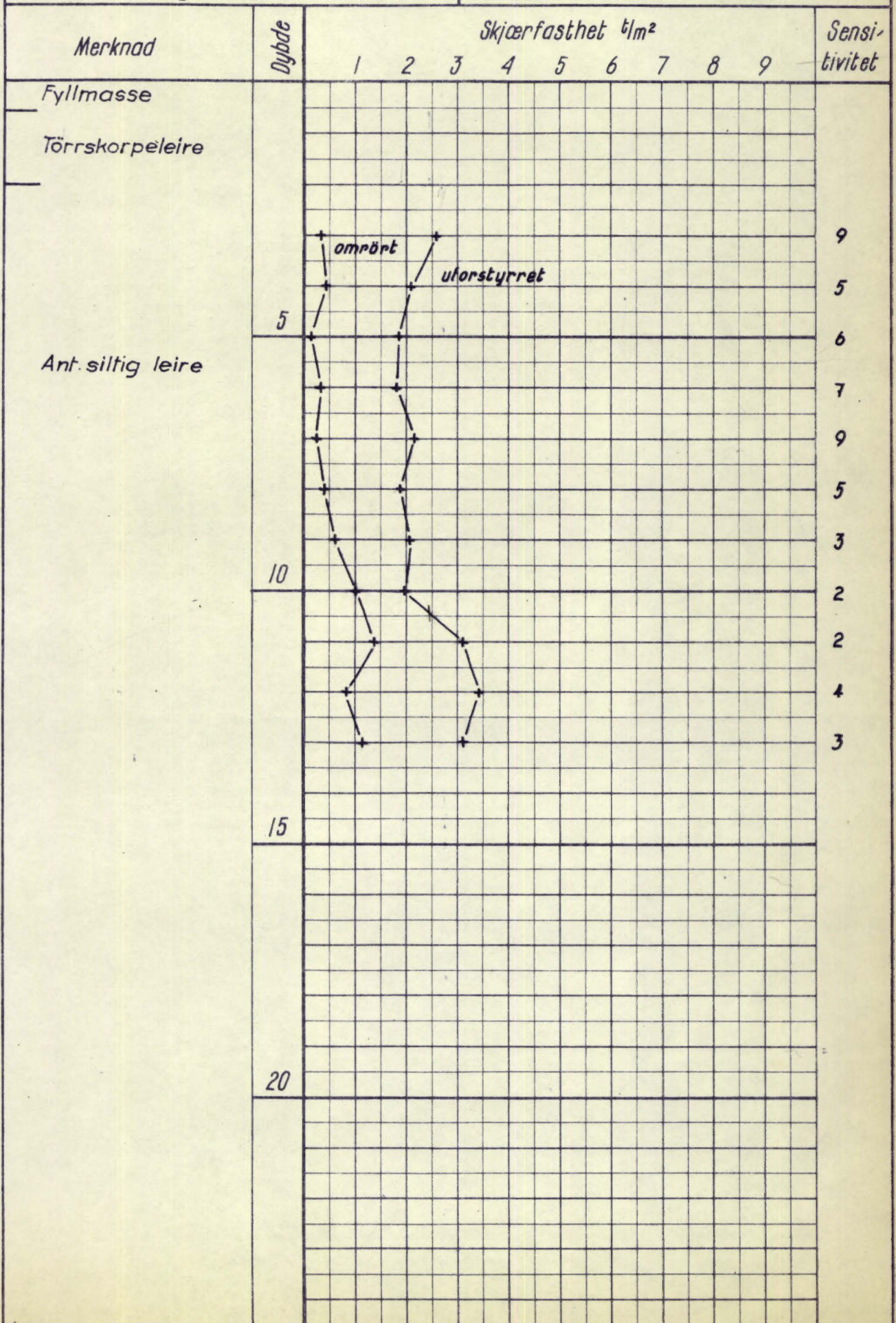
VINGEBORING

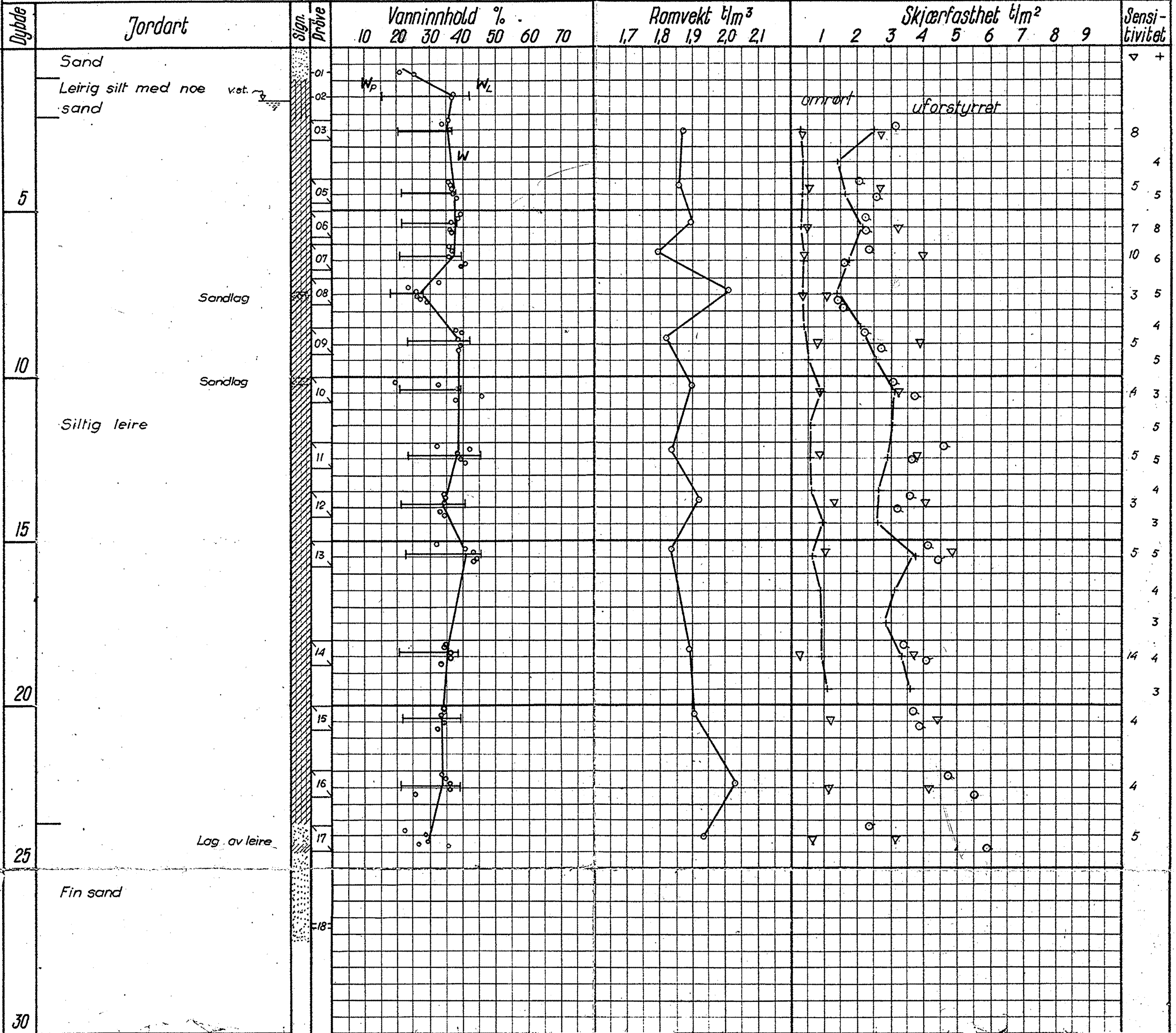
Sted: Øvre gate 4

Hull: 4 Bilag: 5

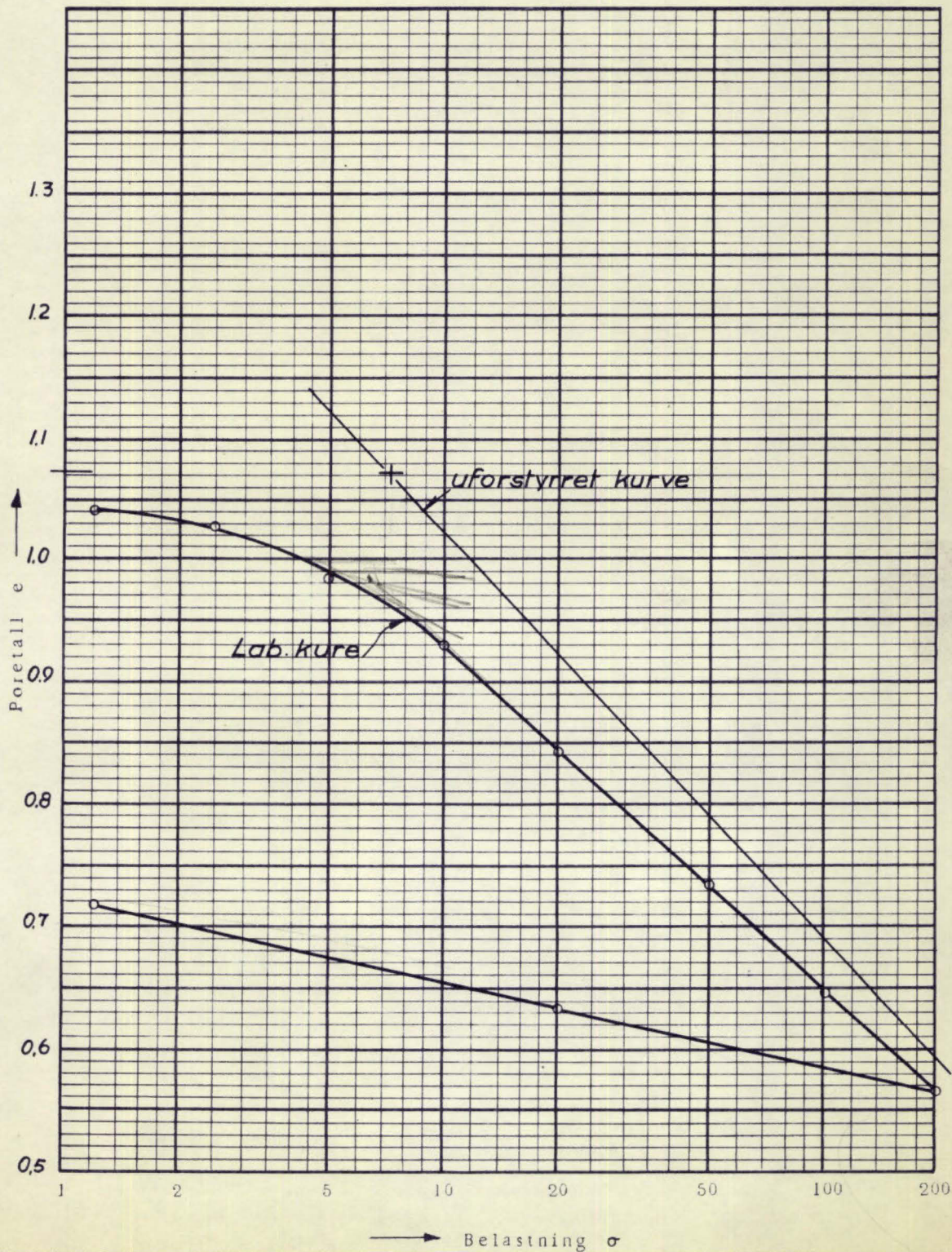
Nivå: 13,2 Oppdr.: 0.416

Ving: 65 x 130 Dato: 5/7 - 56





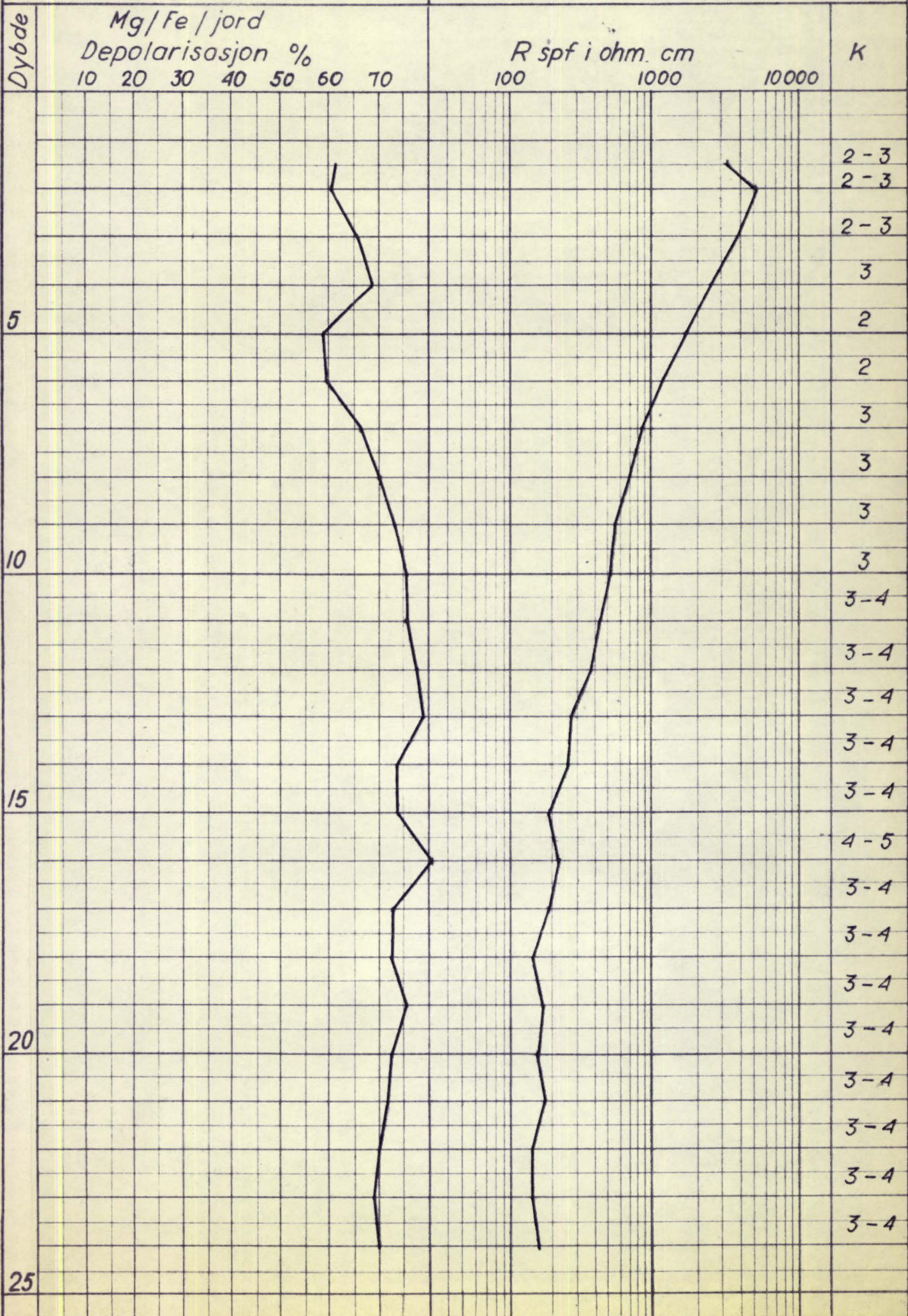
Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde m.	Effektivt overlagringstrykk t/m^2	Forbelastning t/m^2	C_c Sammentryknings-tall	% Primærsetning	c_v Konsolideringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitetsmodul t/m^2
<i>0.416-07</i>		<i>6.4</i>	<i>7.3</i>		<i>0,33</i>	<i>75</i>		

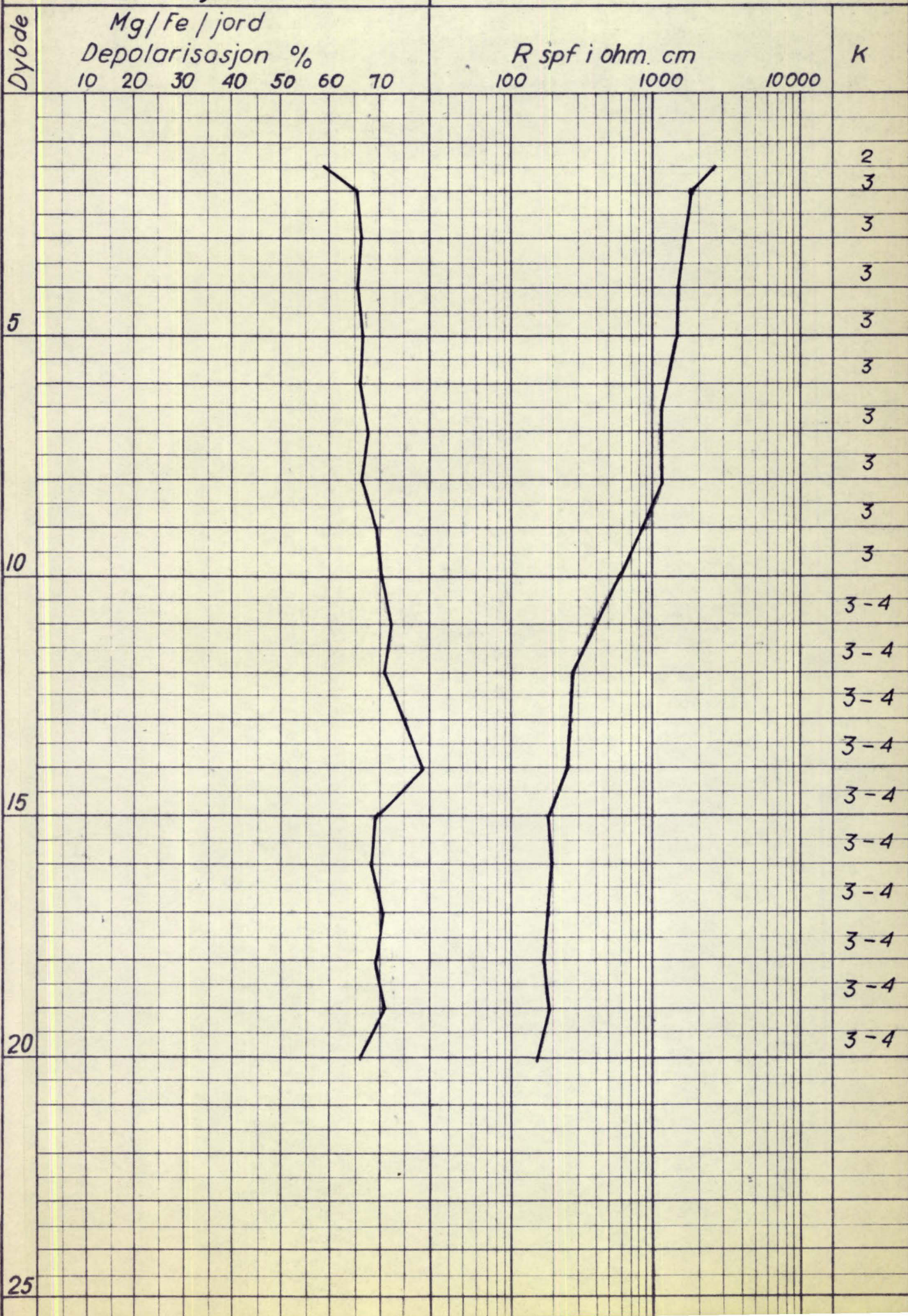


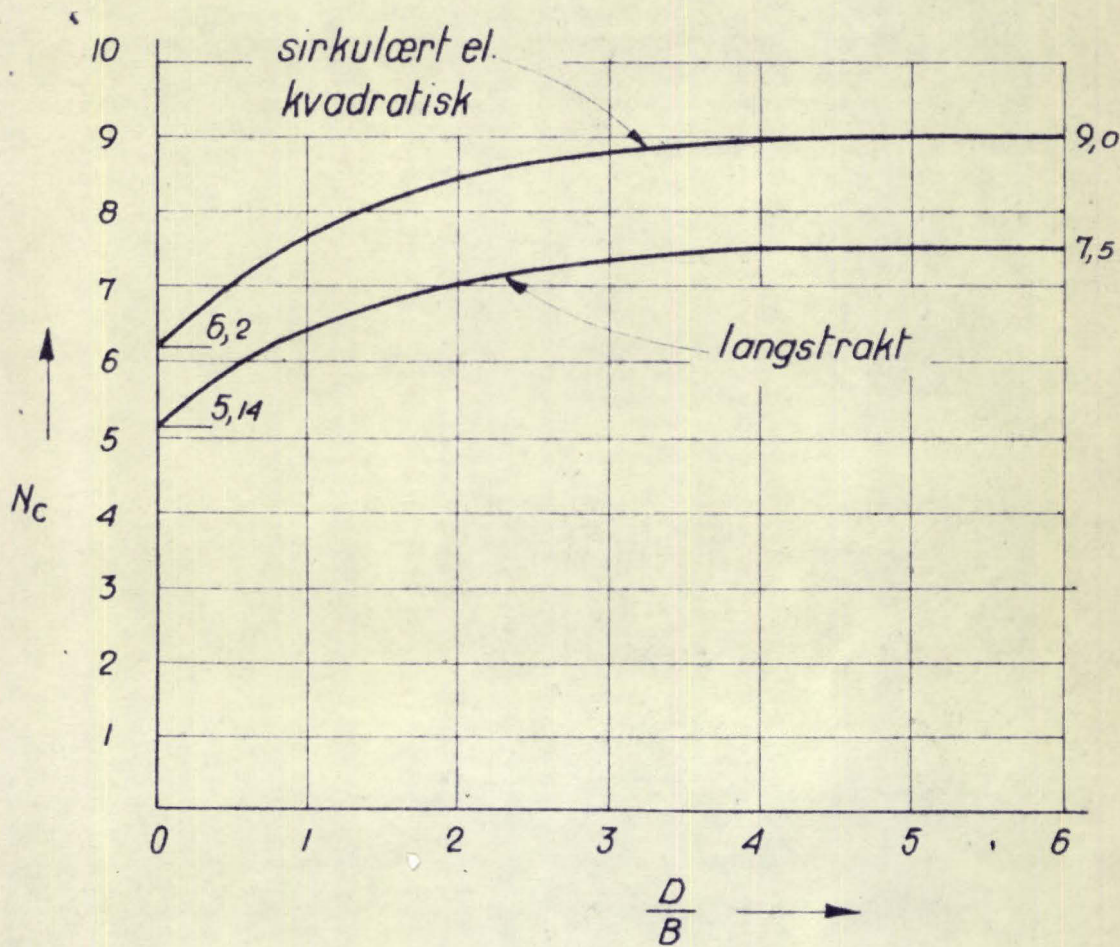
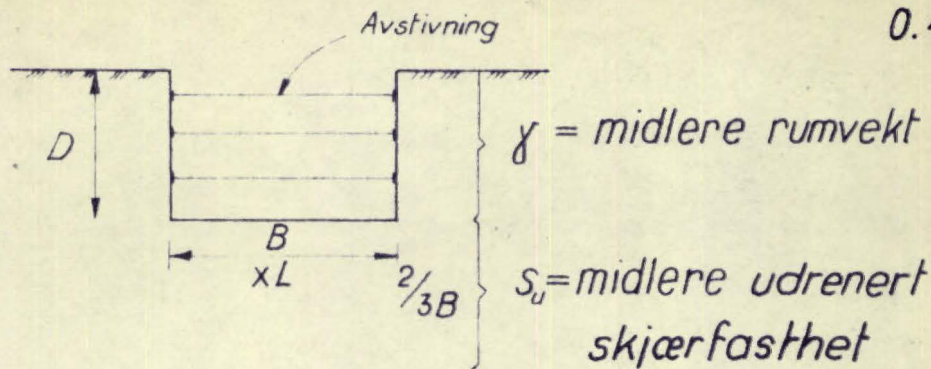
Anmerkninger

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 KORROSJONSSONDERING
 Sted: Øvre gate 4

Hull: 2 Bilag: 8
 Nivå: 13,8 Oppdr.: 0.416
 Gr.v.st.: Dato:







$$\gamma \cdot D_{\text{krit.}} = N_c \cdot s_u$$

eller: $D_{\text{krit.}} = N_c \frac{s_u}{\gamma}$

Sikkerhets faktor: $F = \frac{N_c}{\gamma \cdot D + q}$
 s_u

Ved interpolasjon settes

$$N_c(\text{rektangulært}) = (0,84 + 0,16 \frac{B}{L}) N_c(\text{kvadratisk})$$

Diagram og formel for beregning
av kritisk gravedybde