

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



JAN FRIIS. MNIF. MRIF
ODD S. HOLM MNIF. MRIF
GUNNAR DAGESTAD. MNIF. MRIF
ALF G. ØVERLAND. MNIF. MRIF

RÅDGIVENDE INGENIØRER
GEOTEKNIKK - INGENIØRGEOLOGI
BETONGTEKNOLOGI

ADRESSE: THIV. MEYERSGT. 9, OSLO 5
TELEFON: 4372890
TELEGRAM: NOTEDY
BANK: ANDRESENS BANK A.S

Deres ref.:

STATENS BYGGE- OG
EIENDOMSDIREKTORAT
02915 13.12.71
DISTRIKTSKONTOR OSLO

Sak nr. og ref.: 000/ÅS

Dato: 10. desember 1971.

Statens bygge- og eiendomsdirektorat.

Sarpsborg posthus.

Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering.

Tegning nr. 11189-0,-1,-2.

4000-98.

Bilag 1 og 2.

A. INNLEDNING.

Statens bygge- og eiendomsdirektorat planlegger oppførelsen av et nytt posthus i Sarpsborg. Bygget skal ligge i kvartalet Thranes gate, Sandesundveien, Korsgata og Dronningens gate, med fasader mot Thranes gate og Sandesundveien.

Planene viser at bygget vil dekke et areal på ca. 1260 m², inkludert en kjellergarasje på ca. 360 m² under Thranes gate. Bygget skal oppføres med full underetasje og 1. etasje, og med en ca. 700 m² stor 2. etasje ut mot Thranes gate.

Arkitekter er Ernst og Arthur Brynhildsen, Arkitekter MNAL/MAA, Fredrikstad. Rådgivende ingeniører i byggeteknikk er Sivilingeniørene Adam og Støle A/S, Fredrikstad.

Vi har tidligere utført grunnundersøkelser for Brage-Fram-bygget på motsatt side av Thranes gate. Resultatet av undersøkelsene foreligger i vår rapport nr. 5840, datert 8. september 1967.

Vårt firma har etter avtale med byggherren utført en grunnundersøkelse for prosjektet. Denne rapporten inneholder resultatet av grunnundersøkelsene sammen med en vurdering av de geotekniske forhold på tomten og vårt forslag til fundamenteringsløsning.

B. UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET.

Det er utført 4 dreieboringer og 3 ramboringer for å få et inntrykk av grunnens art og relative lagringsfasthet samt dybdene til fast grunn eller fjell.

Videre er det tatt opp en prøveserie. I laboratoriet er prøvene klassifisert, og det er ellers utført de undersøkelser som er av betydning for vurderingen av de geotekniske spørsmål.

Prøveserien er supplert med en vinge-boring for direkte bestemmelse av grunnens udrenerte skjærfasthet.

Grunnvannstanden er målt i 2 piezometre.

Vi viser til bilag 1 og 2 for nærmere beskrivelse av utstyr og undersøkelsesmetoder.

C. TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD.

Tegning nr. 11189-1 viser prosjektets beliggenhet i forhold til gater og nabobygninger. Tomten ligger med jevnt fall ca. 1:30 fra Sandesundveien på ca. kote 47 ned mot Dronningens gate.

Resultatet av grunnundersøkelsene er vist i profiler på tegning nr. 11189-2. Boringenes beliggenhet fremgår av borplanen, tegning nr. 11189-1.

Undersøkelsene viser at det øverst ligger et ca. 0.5 - 1.5 m tykt lag av sandige til grusige masser med noe stein, antagelig er dette fylling. Videre nedover til ca. 2 m under terreng er det et lag av svakt utviklet tørrskorpeleire med tynne finsandlag.

Vingeboringen ved Sandesundveien viser at under tørrskorpesonen består grunnen av leire som antagelig inneholder enkelte tynne lag av sand og grus. De målte skjærfastheter ligger stort sett mellom 3 og 4 Mp/m^2 . Leiren er sensitiv og vil ved omrøring miste den vesentlige del av sin fasthet. Boringen ble avsluttet antagelig mot en stein 11.4 m under terreng.

Prøveserien tatt nær byggets nordre hjørne ved Thranes gate viser sandig leire med spredte gruskorn. Udrenert skjærfasthet ligger i området 2 - 2.5 Mp/m^2 . Leiren er meget sensitiv, tildels kvikk, slik at den i omrørt tilstand vil bli nærmest flytende. Vanninnholdet varierer fra ca. 15 til ca. 35%, hvilket indikerer moderat kompressibilitet. Prøveserien ble avsluttet i sandig leire 12.6 m under terreng.

De målte dybder til fast grunn (ant. grus eller morene) varierer fra 13 - 15 m ved Sandesundveien til ca. 22 m i byggets vestre hjørne.

Målingene viser at grunnvannstanden i november - desember 1971 ved Sandesundveien ligger ca. 1.3 m under terreng og ca. 0.5 m under terreng ved byggets nedre del. Den vil variere med årstid og nedbørsforhold.

Bortsett fra de sandige og grusige fyllmassene er grunnen middels til meget telefarlig, teleklasse T3 - T4.

D. FUNDAMENTERING.

Ifølge de foreliggende planer skal o.k. gulv i underetasjen ligge på kote 45.5 og o.k. gulv i kjellergarasjen på ca. kote 44.6.

Vi vil anbefale at bygget fundamenteres på såler direkte på grunnen. Tillatt såletrykk vil variere noe avhengig av fundamentets form, men kan for forprosjektet settes til 8 Mp/m^2 for banketter og 11 Mp/m^2 for kvadratiske fundamenter.

Ved direkte fundamentering vil det oppstå setninger i de underliggende leirlag som følge av fundamentbelastningene. Setningene vil avhenge av belastningenes størrelse og utbredelse. Ut ifra vårt nåværende kjennskap til prosjektet regner vi med at setningene vil bli moderate og noenlunde jevne, og at de ikke vil medføre skader av praktisk betydning. Når det foreligger endelige planer med belastningsoppgave må det foretas beregning av setningene.

Gulvet i underetasjen og kjellergarasjen kan legges direkte på grunnen. I dette tilfelle vil vekten av utgravet masse være større enn den samlede effekt av nyttelast og den grunnvannsenkning som vil oppstå som følge av drenering av underetasjen og kjelleren. Gulvene vil derfor ikke få setninger som følge av konsolidering i den underliggende leire. Setningene vil dermed bli begrenset til elastiske setninger, og antas å bli meget små.

E. UTGRAVING.

Med gulvkoter som nevnt i kapittel D ovenfor vil største gravedybde bli av størrelsen 3 m. Generelt kan utgravingen utføres åpent med graveskråning 1:1 uten inndeling i seksjoner. Vi har ennå ingen fullstendig oversikt over bestående kabler og ledninger på tomten og i nabolaget, heller ^{ikke} over tilstøtende nabobygningers fundamentering, kjellerkoter osv. Disse forhold må klarlegges i detalj før det utarbeides graveplan med beskrivelse av utgravingen og de nødvendige sikringstiltak. Såvidt vi forstår vil kjellergarasjen bli liggende nærmest vegg i vegg med garasjen i Brage-Fram bygget (gulvkote 43.9).

Gravingen må utføres med bakgraverutstyr fra naturlig terreng. Ved gravingen vil man komme ned i de sensitive leirmassene, og det må vises aktsomhet slik at grunnen under ferdig gravenivå ikke forstyrres. Vi vil foreslå at gravingen i leirmassene utføres med graveskuffe med plan skjær (uten tenner).

De tilstrømmende vannmengder antas å bli beskjedne, men det gjøres spesielt oppmerksom på at det skal lite vann til før massene blir oppbløtete. Ved trafikk i byggegropen vil slike masser fort bli nærmest flytende. Kjøring med lastebiler eller andre anleggsmaskiner i bunnen av byggegropen må ikke forekomme. Vi vil anbefale at det på ferdig gravenivå legges et lag av magerbetong i takt med utgravingen. Når
beholdt.
Rensk før utlegging av magerbetong må utføres for hånd.

F. DRENASJE. VEIER OG PLASSER.

For å sikre tørr underetasje og kjellergarasje må det legges drenasje rundt grunnmurene og under gulvene. Vi vil anbefale at drenasjen utføres som vist på prinsippskissen, tegning nr. 4000-98.


For eventuell oppfylling under veier og plasser antar vi at laget av sandige og grusige masser nærmest terreng vil være egnet. Som det fremgår av kapitel C er lagtykkelsen ganske varierende fra sted til sted på tomten slik at vi vanskelig kan si noe bestemt om hvor mange m³ det dreier seg om.

G. SLUTTBEMERKNING.

Vi vil be om å få planene forelagt til endelig vurdering av de geotekniske forhold når forprosjektet er utarbeidet.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S
Jan Friis


A.G. Øverland


O.Ø. Østmoe

Boringsutstyr. Opptegning av resultatet av sonderboringer

HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderboringer med forskjellige typer redskap brukes for å få den første orientering om dybdene til fjell eller fast grunn samt art og lagringsfasthet av massen. Ved sonderboringene finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetakning og laboratorieundersøkelsen av prøvene fåes nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene olaseres på grunnlag av resultatet av sonderboringene og det foreliggende tekniske problem, slik at de best mulig blir representative for byggegrunnen.

Undersøkelsene i marken kan foruten sonderboring og prøvetaking omfatte måling av grunnvannstanden eller porevannstrykket ved piezometere, vingeoring for skjærfasthetsbestemmelse, belastningsforsøk direkte på grunnen eller på peler, setningsobservasjoner osv.

DREIEBOR

er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned for hånd eller motor.

Motstanden mot boret tegnes opp med en tverrstrek på borhullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borhullet.

Skravert borhull angir at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borhullet. Er borhullet merket med kryss betyr det at boret er slått ned.

Dreiboret gir forholdsvis god orientering om art og lagringsfasthet av den masse som det bores gjennom.

RAMSONDERING

utføres med 32 mm borestål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallodd på 75 kg, som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Rammearbeidet registreres som det antall slag med fallhøyde 50 cm som skal til for å drive boret ned 50 cm. Resultatet tegnes opp ved å avsette rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{tm/m})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$ tm/m tilsvarende en løs grunn.

$Q_0 = 10-20$ tm/m tilsvarende en fast grunn.

Ramboret har normalt større nedtrengningsevne enn dreiboret, men gir mindre pålitelige opplysninger om arten av jordmassene. Ramboret gir gode opplysninger om den dybde peler må rammes til for å oppnå den forutsatte bæreevne.

SPYLEBOR

består av $\frac{3}{4}$ " rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnett eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsvivel. Spyleboret er egnet for oppsøkning av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

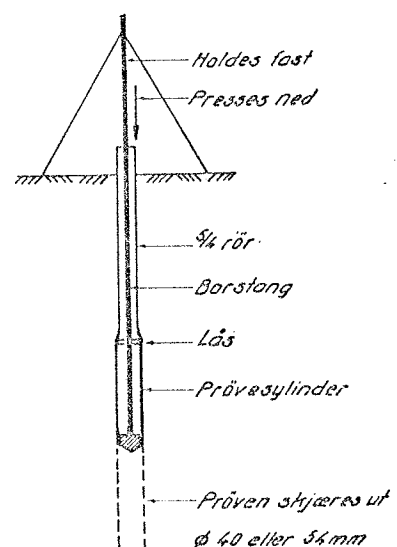
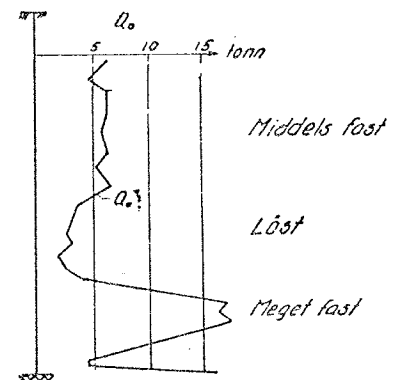
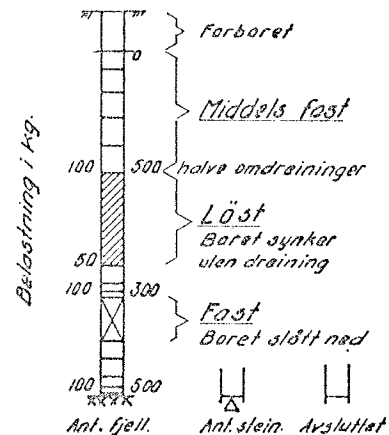
PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av $\frac{5}{8}$ " rør. Nederst i sylindere er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempelet er fastlåst i sylindere nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempelet holdes fast og sylindere presses ned ved hjelp av forlengelsesrør og skjærer ut prøven.

Prøvetakeren trekkes opp og etter forsegling med voks blir prøvene sendt til laboratoriet for undersøkelse.

RAM-PRØVETAKERE

brukes i meget fast masse. De er i prinsippet som 40 og 54 mm prøvetaker, men vesentlig solidere, slik at de kan rammes ned i grunnen. Prøvene blir ikke uforstyrrede, men blir representative for grunnen hva de øvrige geotekniske egenskaper angår.

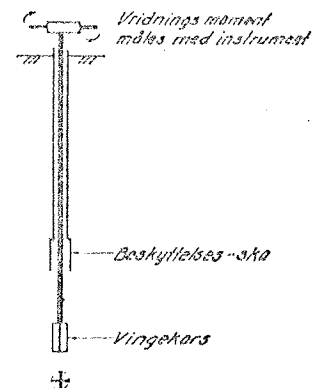


RØRKJERNEBOR

(tubkjærnebor) brukes til prøvetaking i faste masser. Et 3" foringsrør med spesiell sko og slagstykke rammes ned med et 150 kg fallodd. Prøver av massen trenger opp gjennom skoene og inn i et indre rør som av og til tas opp og tømmes for prøvemasse.

VINGEBOR

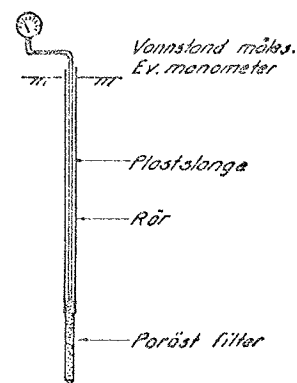
brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør det mulig å dreie vingekorset rundt ved hjelp av et instrument som samtidig registrerer det maksimale torsjonsmoment ved brudd i leirmassen rundt vingekorset. Skjærfastheten finnes av en kalibreringskurve.



PORETRYKKSÅLING. BESTEMMELSE AV GRUNNVANNSTANDEN

Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk instrument eller ved et tilkoblet manometer.

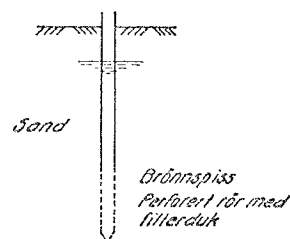
En brønnspeiss brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.



FJELLKONTROLLBORING

foregår med vognbormaskiner av type Atlas Copco BVB-21. Bormaskinen er montert på en foring på en vogn. Mating og opptrekk skjer via kjedetrekk fra en luftmotor. Til boringen brukes 32 mm borstenger i 3 m lengder, som skjøtes ved hjelp av muffer med repgjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkrysskjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m³/min. kompressor og 6 atø lufttrykk.

Med dette utstyr kan bores gjennom all slags grunn, fra leire til steinfylling. Overgangen mellom løs masse og fjell konstateres ved øket bormotstand og ved at boringen gir jevn fremdrift i fjell. Det bores vanligvis 3—5 m ned i fjellet for å påvise fjellets beliggenhet med full sikkerhet.



ROTASJONSBORING

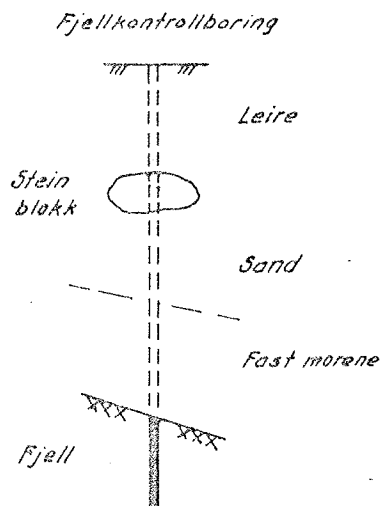
foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjellets beliggenhet med full sikkerhet. Man får kjerner av større stein og av fjellet, men kun lite representative prøver av den masse som ligger over fjellet. Til kjøling av kronen og stabilisering av borchullet brukes enten vannspyling eller spyling med tung borvæske.

HJELPEUTSTYR

består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utforing av borchullet, og som ofte er forsynt med en rammespeiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetaking i sand og grus. Borvesken består bl. a. av oppslemmet bentonit eller leire og hindrer borchull i sand fra å rase sammen.

I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løser massene ved bunnen av borchullet.



Det brukes motornokker, motorpumper og bortårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør.

Nedtrykningsåk og forankringsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.

Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

LEIRE

er et meget finkornig materiale med kornstørrelser ned til noen tusendels millimeter, og hvor omtrent halvparten av volumet opptas av vann. Ved en økning av belastningen oppstår porevannstrykk, som etterhvert ebber ut. Denne konsolidering krever tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

SAND

er et grovkornet materiale, hvor porene kan utgjøre 20—60 % av volumet. Ved en belastningsøkning vil porevannstrykket straks dreneres ut og setningene og fasthetsøkningen kommer raskt.

SILT (MOSAND og MJELE eller KVABB) er mellomjordarter med kornstørrelse 0,06—0,002 mm.

MORENE

er en usortert istidsavleiring inneholdende alle kornstørrelser fra leire til store stein. Det skilles mellom grusig, sandig og siltig morene samt moreneleire ut i fra den kornstørrelsen som dominerer jordarten.

SKJÆRFASTHETEN (k , S_u eller τ_f)

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynkingen av en konus med bestemt form og vekt og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Ved konusforsøk, enaksiale trykkforsøk eller vingebor bestemmes den udrenerte skjærfasthet hvis anvendelse i geotekniske beregninger er betinget av at belastningene påføres såvidt hurtig at jordarten ikke får anledning til å avgi eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i t/m^2 og opetegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE (c' og φ')

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omsluttet med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Prøven blir dernest belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsolideringstrykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av de effektive hovedspenninger.

Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

SENSITIVITETEN (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemt ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100 (kvikkleirer).

RELATIV FASTHET (H_1)

er et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand. H_1 bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1.

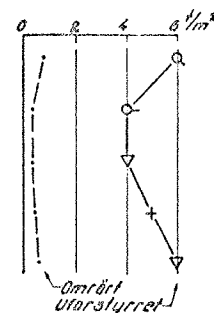
Vi definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINNHALDET (W)

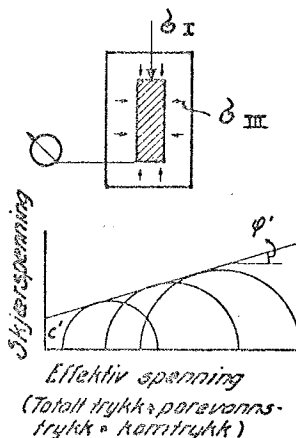
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under 110°C .

Ved sandprøver kan det bero på tilfeldigheter hvor meget vann det er i porene. Vanligvis oppgis det vanninnhold som tilsvarer vannfylte porer ved den målte porøsitet.

Normalt vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold tyder på høy kompressibilitet.



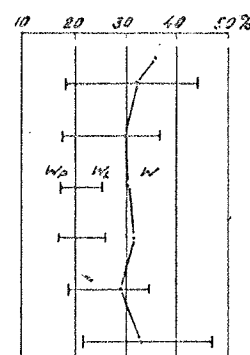
- Trykkforsøk
- 15-0-5 % deformasjon ved brudd
- ▽ Konusforsøk
- + Vingebor



FLYTEGRENSE (W_L) og UTRULLINGSGRENSE (W_P)

(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omtørrt leire går over fra plastisk til flytende konsistens henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

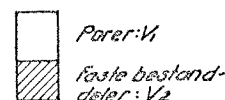
Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.

**PORØSITETEN (n)**

er volumet av prøvene i % av totalvolumet av prøven. En leire har normalt porøsitet på omkring 50 %. En sand kan ha porøsiteter fra ca. 20 % til ca. 60 %. En høy porøsitet tyder på høy kompressibilitet.

PORETALLET (e)

er definert som forholdet mellom porevolumet og volumet av fast stoff i en prøve.



$$n = \frac{V_1 \cdot 100}{V_1 + V_2}$$

$$e = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n}{1-n}$$

$$w = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{s_g} \%$$

ROMVEKTEN (γ)

er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten

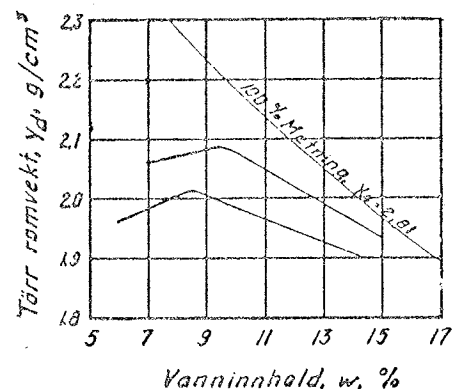
TØRR ROMVEKT (γ_D)

er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet av en prøve.

PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkes). Prøver av den masse som skal undersøkes innstemples i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm² eller 25 kgm/cm²) og for hvert forsøk bestemmes tørr romvekt og vanninnholdet. Resultatene fremstilles i et diagram der tørr romvekt vises som funksjon av vanninnholdet.

Proctor-maksimum er den maksimalt oppnådde tørre romvekt. Det tilsvarende vanninnhold betegnes som det optimale vanninnhold.

**HUMUSINNHALDET (o)**

blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humuserte organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørrstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.

KOMPRESSIBILITETEN

måles ved odometerforsøk, hvor en leirprøve påføres belastning trinnvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningstall og konsolideringskoeffisient som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.

KORNFORDELINGSANALYSE

utføres ved sikting fra fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers sedimentasjonshastighet.

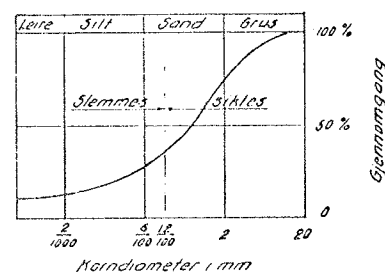
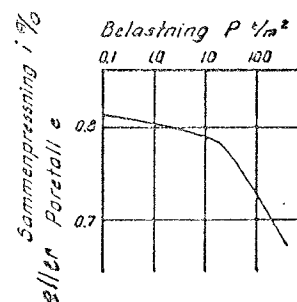
TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarmeter. Telefarligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefarlig), T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig).

PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)

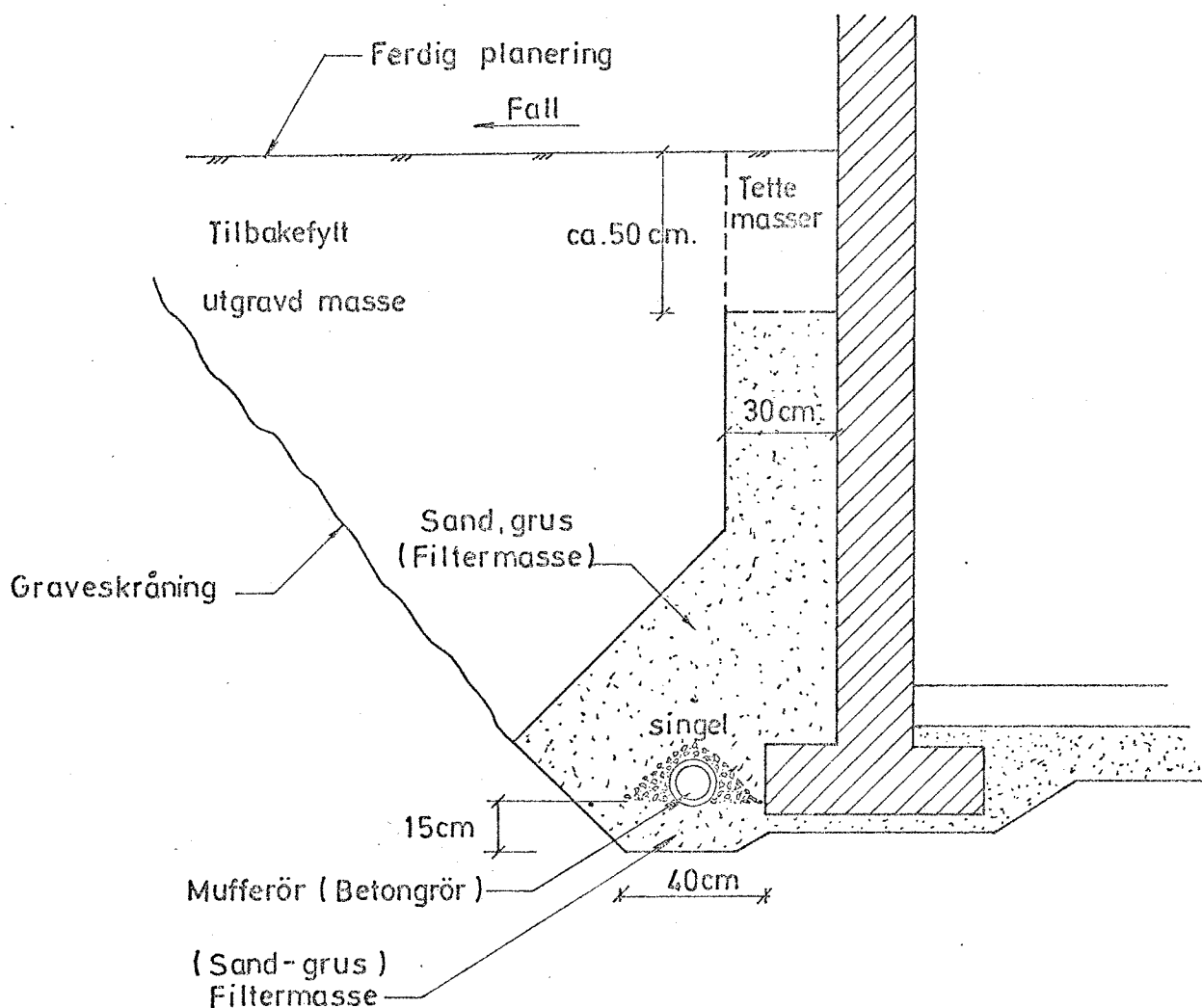
er definert ved Darcys lov, $V = k \cdot I$, hvor V er strømningshastigheten av porevannet og I er gradienten. k uttrykkes vanligvis i cm/sek, og ligger for leirer i området 10^{-6} til 10^{-9} cm/sek. og for sand i området 10^{-1} til 10^{-3} cm/sek. Under en gradient på $I = 1$ kan strømningshastigheten i fet leire følgelig være så liten som 1 cm i året.

Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved odometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykfall.



Drenasje langs grunnmur

Prinsippskisse, M=1:20



Merknader:

1. Det bør normalt anvendes 4" - 6" betongmufferør. Dersom grunnvannet er aggressivt, (myr, sulfatholdig grunnvann e.l.) benyttes spesielle rør av motstandsdyktig materiale.
2. Rørenden settes halvt inn i muffen og sentreres, f.eks. ved hjelp av små stein i muffen.
3. Rørskjøtene skal dekkes med ren singel.
Glassvatt, treull eller andre organiske materialer skal ikke anvendes over rørskjøtene.
4. Filtermasse av sand og grus i rørsengen og over rørene skal hindre at finkornede masser (finsand, silt og leire) vaskes inn i rørene. Det skal benyttes filtermasse med kornfordeling som er avpasset etter de masser som skal dreneres (kfr. filterkrav).
5. Det skal være forbindelse fra grus- eller kultlag under kjellergulvet til drenasjesystemet.

Oppdrag: **SARPSBORG POSTHUS**

11189-0