

STATENS BYGGE- OG
EIENDOMSDIREKTORAT
18548*14.12.68

6 5 3 8

Norges Veterinærhøgskole.

Velferdsbygget.

Grunnundersøkelser og fundamenteringsteknisk utredning.

28/8.1968.



NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS

RÅDGIVENDE INGENIØRER

OSLO

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

ADRESSE: THV. MEYERSGT. 9
TELEFON: SENTRALBORD 68 92 90

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: 6538/RL/R

Oslo 5, 28. august 1968

Norges Veterinærhøgskole.

Velferdsbygget.

Grunnundersøkelser og fundamenteringsteknisk utredning.

Tegning nr. 6538-0,-1,-2,-3,-51.

4000-98.

Bilag 1 og 2.

A. INNLEDNING

Statens bygge- og eiendomsdirektorat planlegger et velferdsbygg for Norges Veterinærhøgskole ved Adamstuen i Oslo. Bygningen vil dekke et areal på ca. 1200 m² og skal føres opp med 1 etasje og kjeller. Bygningens bærende deler konstrueres i betong, mens fasadene skal forblendes med tegl.

Bygningsteknisk konsulent: Siv.ing. Apeland & Mjøset A/S.

Arkitekt: Ark. MNAL Rolf Ramm Østgaard.

Vi har fått i oppdrag å virke som rådgivende ingeniører i geoteknikk, og har i den forbindelse utført grunnundersøkelser for prosjektet.

Denne rapport inneholder resultatet av grunnundersøkelsene samt forslag til fundamenteringen.

B. UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET

Vårt arbeide i marken har bestått av ialt 29 ramboringer for å få en orientering om massenes art og relative fasthet, samt dybdene til fast grunn eller fjell. Videre har vi tatt opp to prøveserier med 54 mm prøvetaker for nærmere undersøkelser av grunnens geotekniske data i vårt laboratorium.

Grunnvannstanden er målt i to piezometre.

Vi viser til bilag 1 og 2 for beskrivelse av undersøkelsesmetoder og forklaring av opptegningsmåten.

C. GRUNNFORHOLD

Resultatet av undersøkelsen er vist i profiler på tegning nr. 6538-2, -3 og -4. Boringenes beliggenhet fremgår av borplanen tegning nr. 6538-1.

Terrenget på tomten ligger med svakt fall fra øst mot vest, terrengkotene varierer mellom pluss 68.5 og 66.0. Ramboringene viser at løsmassene på tomten er løst lagret. Fjellet er påtruffet i dybder varierende fra 0.4 til 11.6 m dybde under terreng. Langs den prosjekterte bygningens vestvegg er dybdene til fjell minst, herfra faller fjelloverflaten ned mot en dyprene som går i retning nordøst-sydvest. Denne dyprennen passerer under bygningens nordøstre hjørne. Under den vestre del av bygningen varierer fjellkotene mellom pluss 59.7 og pluss 66.0, og under den østre del av bygningen mellom pluss 55.4 og pluss 63.5.

Begge prøveseriene er tatt i dyprennen og viser at grunnen øverst består av et ca. 2 m tykt lag av fast siltig tørrskorpeleire. Under tørrskorpen ligger et ca. 3 m tykt lag med bløt siltig leire. Leiren er sterkt lagdelt og er oppdelt av lag og skikt av silt og sand. Under leiren ligger det i de dypeste partiene opp til 5 m med grusig sand.

Den siltige leiren har et vanninnhold mellom 30 og 40 %, hvilket betyr at den er middels kompressibel. Skjørfastheten er $1.5 - 2.0 \text{ t/m}^2$. Leiren er sensitiv, den mister mesteparten av sin fasthet ved omrøring.

Grunnen er telefarlig og må klassifiseres til telegruppe T 4.

Grunnvannstanden er målt to steder den 3/7.68. Resultatet er inntegnet på tegn. 6538-3 og -4, og viser at grunnvannstanden ligger på kote pluss 64.5 i vestre del av tomten og på kote pluss 66.4 i den østre del, henholdsvis 1.0 og 1.5 m under terreng. Grunnvannstanden kan imidlertid variere med årstidene og nedbørsforholdene.

Fjellet i området består av leirskifer. Det er overveiende sannsynlig at det ikke finnes alunskifer på tomten og heller ikke aggressivt grunnvann. Denne antagelse er basert på en fjellprøve som ble tatt

i forbindelse med utarbeidelsen av en generalplan for området i 1963.

D. FUNDAMENTERING

Den prosjekterte bygning må betegnes som setningsømfintlig. På grunn av de varierende dybder til fjell ville en direkte fundamentering medført en viss risiko for skadelige setninger. Vi anbefaler derfor bygningen fundamentert til fjell. De bærende konstruksjoner kan delvis settes direkte på fjell, mens mesteparten av bygningen må fundamenteres på peler eller pilarer til fjell.

På grunn av den bløte leiren må en peleramming utføres fra et høyere nivå enn ferdig utgravet byggegrube. Det samme gjelder pilargraving, dersom man forutsetter å bruke anleggsmaskiner til utgraving av pilarhullene. I leire med skjærfasthet 1.5 t/m^2 vil man kunne grave pilarhull ned til 5 m dybde, før sikkerheten mot bunnoppressing blir for liten. Denne dybde er derfor naturlig å velge som overgang mellom pele- og pilarfundamenteringen.

Bygningen skulle dermed få følgende fundamentering: Vestveggen kan settes direkte på fjell. Resten av bygningens vestre del kan pilarfundamenteres, mens det øvrige settes på peler.

Som peler vil vi anbefale fabrikkfremstilte, skjøtbare betongpeler med tverrsnitt ca. 600 cm^2 . Pelerammingen forutsettes utført med 3-4 t fallodd.

Av vedlagte rammeinstruks nr. 6538-51 fremgår de krav vi har oppstilt for utførelse av pelearbeidene, og prinsippene for pelekontroll. Det kan bli nødvendig å endre disse spesifikasjonene når entreprenøren er valgt og peleutstyret er kjent.

Gangen i pelearbeidet blir i korthet følgende:

Pelene rammes med en bestemt energi til fast grunn eller fjell. Når pelene treffer fjell foretas en innmeisling av spissen ved hjelp av et stort antall slag med liten fallhøyde. Deretter innstilles fallhøyden som angitt i rammeinstruksen, og pelene må tilfredsstille et bestemt kriterium som fastslår tillatt synkning på de 5 siste slagserier á 10 slag. Da feste for pelespiss kan påvirkes ved ramming av nabopeler og massefortrenging, foretar man en etterramming etter at

nabopelene er rammet. Pelene må nivelleres flere ganger, slik at man har kontroll med fjellfestet.

På grunn av den avlastning av byggegropen som utgravingen medfører, kan man risikere at grunnen sveller og at pelene hever seg. Det kan da bli påkrevet med en ny etterramming. Da grunnens bæreevne i bunnen av byggegruben er for dårlig for peleaggregatet, må eventuell etterramming utføres med lettere utstyr, f.eks. luftlodd.

Pilarhullene må sikres under utgravingen.

Ved skråfjell kan det bli nødvendig å sprengre eller kile ut fot for pilarene, som eventuelt boltes inn i fjellet.

Det er sannsynlig at den grusige sanden er vannførende, og at det kan bli nødvendig å utføre pilarene med undervannstøp.

Under kjellergulv på grunnen bør det legges et lag av 15 cm sand med 10 cm finpukk over, laget bør komprimeres.

E. UTGRAVING

Bygningens kjellergulv er planlagt på kote pluss 65.10. Det betyr at bunn av byggegruben vil komme på ca. kote pluss 64.70. Maksimal gravedybde vil derfor bli ca. 3.6 m i det sydøstre hjørnet av tomten. Med en leire med skjærfasthet 1.5 t/m^2 og 3.6 m gravedybde blir sikkerheten mot grunnbrudd 1.25. Man må derfor under ingen omstendighet plasere lagre av bygningsmaterialer, deponere gravemasser eller på annen måte øke belastningen på grunnen i dette området, mens utgravingen pågår. Dette bør gjelde ca. 20 m langs søndre og østre vegg med utgangspunkt i det sørøstre hjørnet.

Utgravingen kan foregå i åpen byggegrop med graveskråninger ikke brattere enn 1:1. Gravemassene må tas ut med bakgraver for at bunnen av byggegropen skal bli minst mulig forstyrret. Gravearbeidene i den østre del av tomten bør foregå fra øst mot vest, og gravemaskinen må ikke trafikere skråningstopper med høydeforskjeller større enn 2.5 m. Gravemasser som eventuelt deponeres i tomtens vestre del, må ikke legges høyere enn kote pluss 68.0, de øvrige gravemassene kjøres bort etter hvert.

En eventuell avgraving av tomten for etablering av et arbeidsplan for fundamenteringsarbeidene bør ikke gjøres dypere enn ca. 1 m. Derved beholder man ca. 1 m av tørrskorpeleiren intakt, som anleggs-maskinene kan trafikere på.

Graving av pilarhull og eventuelle grøfter utføres etter "Rundskriv nr. 151 fra Statens arbeidstilsyn: Rundskriv for graving og avstivning av grøfter m.v."

F. DRENASJE. TILBAKEFYLLING.

Langs utvendige kjellervegger må det anlegges en effektiv drenasje med tilslutning til sand- og pukklaget under kjellergulvet. Drenasjen bør utføres etter de prinsipper som fremgår av vedlagte tegning nr. 4000-98.

Langs yttervegger tilbakefylles med ikke-telefarlige sand- eller grusmasser.

G. KONTROLL

Vi kan påta oss den nødvendige kontroll med peleramming og utgravingsarbeidene.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S
Jan Friis

Sj. Finborud
Sj. Finborud

(ansvarlig medarbeider)

R. Lauritzsen

R. Lauritzsen.

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 sonderboringer finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetaking og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene plasseres på grunnlag av resultatet av sonderboringer 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, vingeboring 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 borchullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borchullet.

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

Dreieboret 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 dreieboret, 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 3/4" rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnettet eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsvivel. Spyleboret er egnet for oppsøking av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

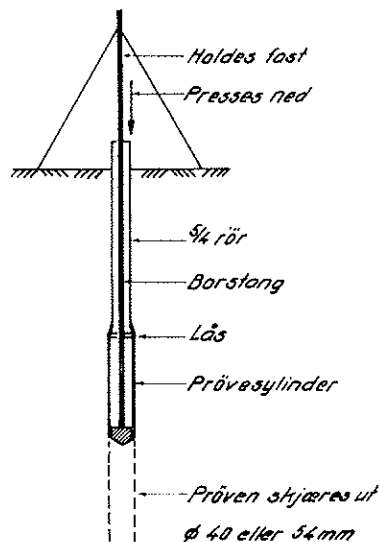
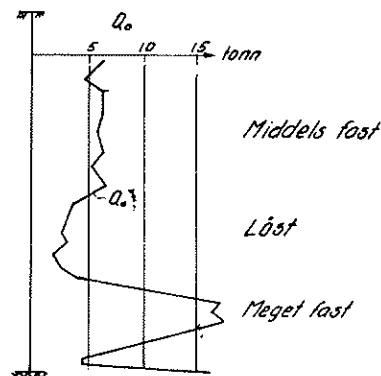
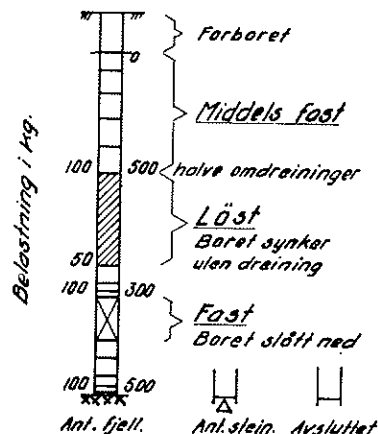
PRØVETAKING

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 3/4" rør. Nederst i sylindren er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempelet er fastlåst i sylindrens nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempelet holdes fast og sylindren presses ned ved hjelp av forlengelsesrørene 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.

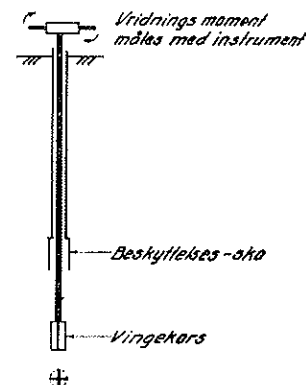


RØRKJERNEBOR

(tubkjernebor) 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 skoen og inn i et indre rør som av og til tas opp og tømmes for prøvemasse.

VINGEBOR

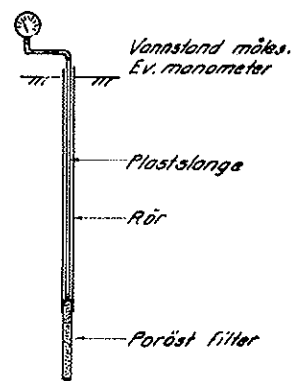
brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør 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.



PORETRYKSMÅLING. 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.

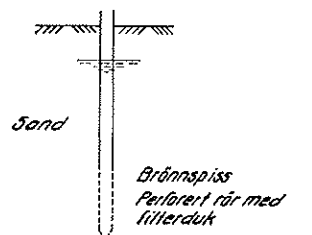
En brønsspiss brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.



FJELLKONTROLLBORING

foregår med vognbormaskiner av type Atlas Copco BVB-21. Bormaskinen er montert på en føring 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 muffe med repjenger. 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

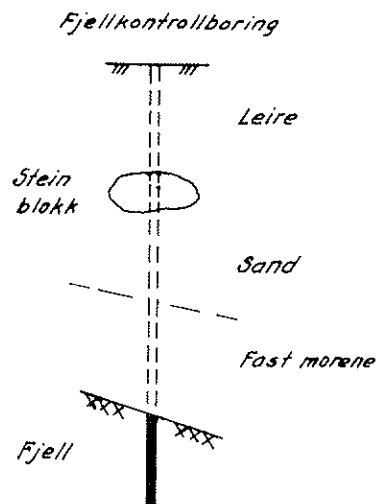
foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned 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 rammespiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetakning 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 løsner 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.

Nedtrykkningsåk 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 0,002—0,006 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 opptegnes 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.

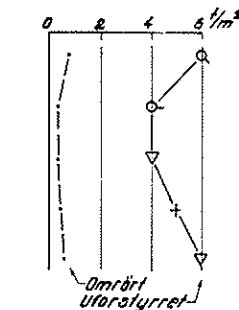
Vi definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINNHALDET (W)

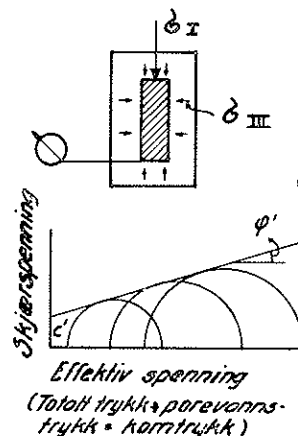
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking under 110°C .

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.



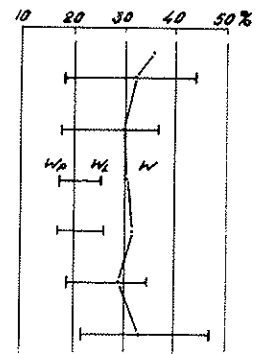
- Trykkforsøk
- 15-5 % deformasjon ved brudd
- ▽ Konusforsøk
- + Vingebor



FLYTEGRENSE (W_L) og UTRULLINGSGRENSE (W_P)

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

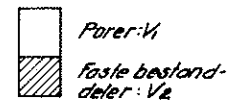
Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.

**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.



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

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

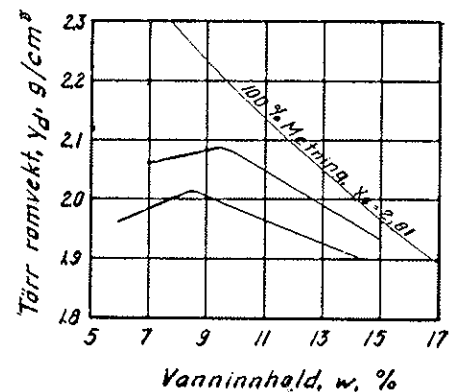
$$w = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{s_s} \%$$

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.

HUMUSINNHOLDET (o)

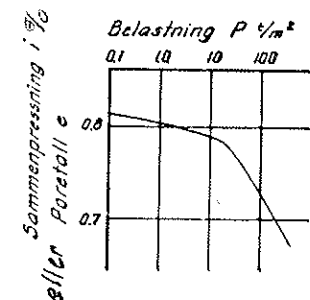
blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humuserte organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørrstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.

KOMPRESSIBILITETEN

måles ved ødometerforsøk, 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

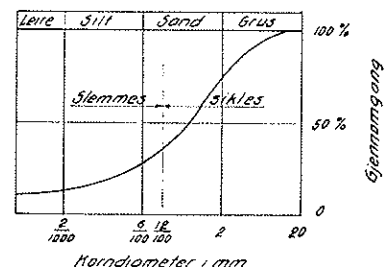
utføres ved sikting fra fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers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

**TELEFARLIGHET**

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

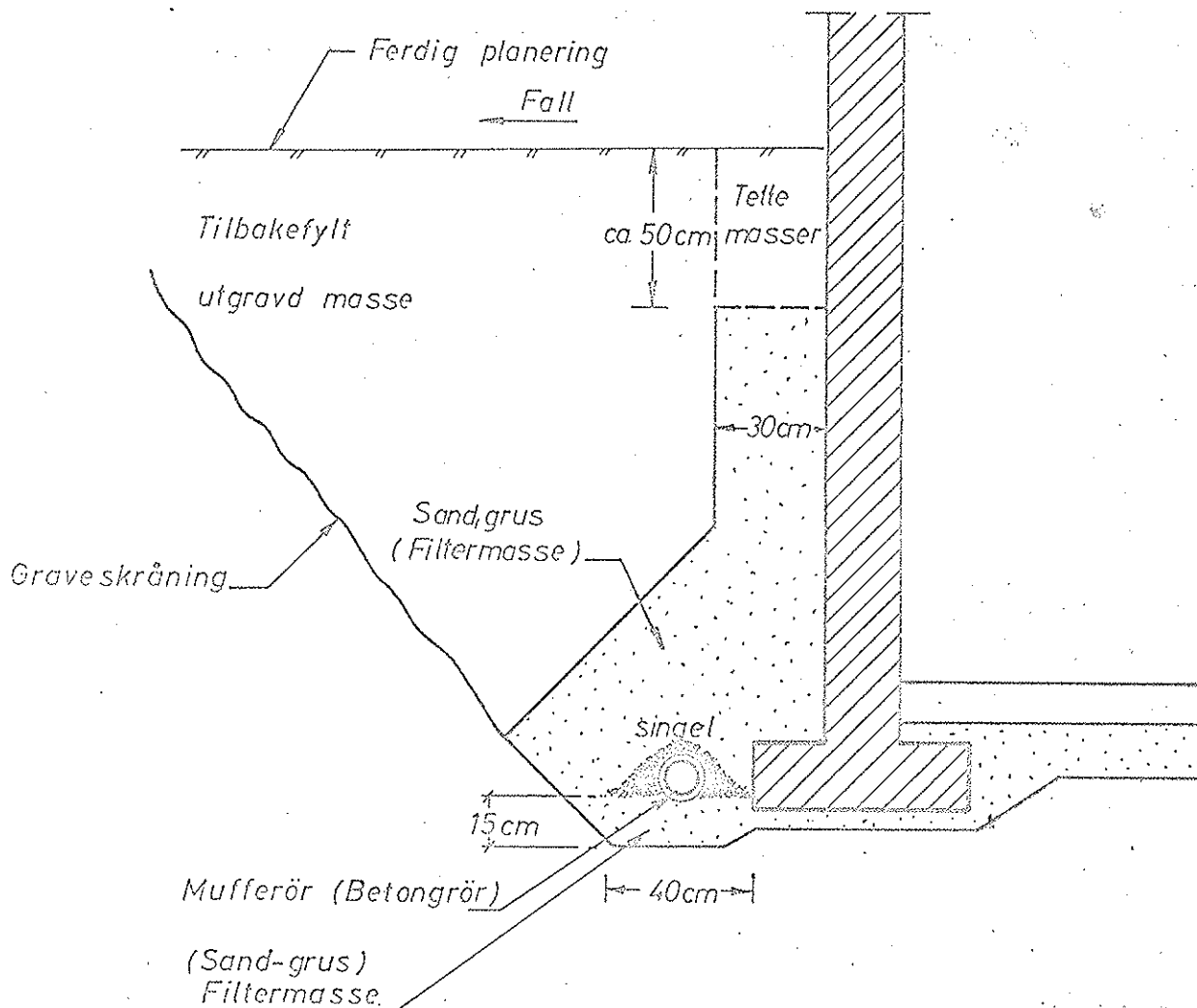
PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)

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 ødometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykkfall.

Ang.: Drenasje langs grunnmur - Prinsippskisse M=1:20



Merknader:

1. Det bør normalt anvendes 4" - 6" betongmufferør. Dersom grunnvannet er aggressivt, (myr, sulfatholdig grunnvann el.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.
Glassvett, 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 avnasset etter de masser som skal dreneres (kfr. filterkrav).
5. Det skal være forbindelse fra grus- eller kultlag under kjellergulvet til drenasiesystemet.

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

- Peler.** Det forutsettes anvendt prefabrikerte skjøtbare betongpeler, tverrsnitt ca. 600 cm².
Betongkvalitet B-500. Det tillates ikke rammet peler med lavere alder enn 28 døgn. Betongens trykkstyrke skal da være minst 500 kg/cm². Det vil bli tatt stikkprøver.
- Peler som har fått sprekkdannelser under transport, oppheising e.l. skal kasseres uten omkostninger for byggherren.
- Pelespiss.** Pelene skal være forsynt med fjellsko av akselstål, herdet til Brinell 400-500 eller tilsvarende hård stål-kvalitet. Fjellskoene skal ha minimum spissdiameter 80 mm og høyde 220 mm regnet fra egg til u.k. bunn av betongpel.
- Pelelengde.** Antatte pelelengder 5-12 m. Ramming med jomfru tillates ikke.
- Rammeutstyr.** Fallodd med vekt 3-4 tonn. Det forutsettes slaghetten av stål med hardvedinnlegg.
- Protokoll** Rammeprotokoll skal føres for hver pel på utlevert skjema, som skal inneholde alle nødvendige opplysninger om pelen og pelingen. Originalene oppbevares av entreprenøren, og kopi sendes Siv.ing. Apeland & Mjøset A/S og NoTeBy fortløpende. Et eksempel på hvordan ramme-protokoll skal føres er vedlagt.
- Utsetting** Alle peler, også eventuelle erstatningspeler skal utsettes fra bestemte og vel etablerte akser for bygget og innmåles i forhold til disse etter rammingen. Entreprenøren er ansvarlig for utsettingen. Peler som står mer enn 10 cm ut av stilling etter ramming kan bli vraket av bygningsteknisk konsulent.

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

Ramming.

Hver pel skal ansettes i lodd. Oppretting av pelen må ikke utføres etter at mer enn 2 m av pelen er nedrammet.

Fallhøyden skal ved ramming gjennom løsavleiringene ikke overstige 35 cm. Når fjell ventes påtruffet, eller senest når synkningen pr. slag blir lik eller mindre enn 5 mm, går man over til å ramme slagserier.

Peler på fjell innmeisles ved hjelp av 150 slag i slagserier á 50 slag og fallhøyde 15 cm. Deretter innstilles fallhøyden som angitt:

Pelens lengde	Fallhøyde
L < 8.0 m	15 cm
8.0m < L < 15.0 m	25 mm

Synkningsmåling.

Når pelens synkning etter hver slagserie á 10 slag blir mindre enn 20 mm, skal synkningsmåling utføres. Målingene utføres på en av følgende måter:

1. En høvlet planke festes til to stolper som er nedslått i grunnen på hver side av pelen i ca. 1.5 m avstand fra denne. Med bordets ene kant som linjal trekkes for hvert slagserie en strek på et klebebånd festet til pelen, eller på selve pelen. Avstanden mellom strekene måles.
2. En nivellerkikkert oppstilles på et uforstyrret sted i byggegroppen og avlesning gjøres på en meterstokk som holdes mot et merke på pelen.

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

- Kriterium.** Peler på fjell.
- Synkningen for de siste 5 slagserier a 10 slag med fallhøyde som beskrevet under "Ramming" skal vise avtagende tendens og tilsammen være mindre enn 15 mm.
- Etterramming.** Alle peler skal etterrammes, etter at pelene i nærheten er rammet. Man stiller følgende krav til etterrammingen:
- Pelens synkning for 2 slagserier a 10 slag skal tilsammen være lik eller mindre enn 5 mm med fallhøyder som angitt under "Ramming". Synkningen skal være jevn eller avtagende.
- Dersom dette krav ikke tilfredsstilles skal rammingen fortsettes inntil rammekriteriet er oppfylt på nytt.
- Nivellering.** Hver peletopp nivelleres inn umiddelbart etter avsluttet etterramming og umiddelbart før kapping. Viser de to nivellementer at noen pel har beveget seg mer enn 5 mm opp eller ned, skal pelen etterrammes på ny før den kappes.
- Alle nivellementer skal protokollføres med angivelse av dato.
- Gjenvunnede peler** Gjenvunnede peler tillates brukt om igjen kun 1 - en - gang.
- Vrakpeler** Oppfører noen pel seg unormalt med hensyn til synkningsforløp, skråstilling eller ekstrem dybde (stor eller liten), og den mulighet foreligger at pelen kan være høyd eller brukket, skal dette protokollføres med angivelse av dato. Spørsmålet om erstatningspeler skal i hvert enkelt tilfelle tas opp med de rådgivende ingeniører.

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

Kontroll.

Under pelearbeidet vil byggherren ha en kontrollør på byggeplassen. Hans plikter skal være:

1. Førings av rammeprotokoll.
2. Å påse at arbeidet blir utført som beskrevet i denne instruks.
3. Å underrette byggherren og NoTeBy A/S snarest om eventuelle vanskeligheter eller uregelmessigheter i arbeidet.

Godkjennelse.

Ingen peler tillates kappet før godkjennelse foreligger fra Siv.ing. Apeland & Mjøset A/S og Norsk Teknisk Byggekontroll A/S.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S
Jan Friis


Bj. Finborud

(ansvarlig medarbeider)



R. Lauritzsen.

Bilag: Eksempel på førings
av rammeprotokoll, side 5.

Peleprotokoll (A)

Pel nr. 35
(ref. til peleplan)

Anlegg Norges Veterinærhøgskole

Rammet 18 / x 19 67

Rekkefølge nr.

Peletype 600 cm²

Støpt 10 / y 19 67

Pelelengde, før kapp, inkl. spiss (sum av skjøtlengder) L = 8.22 + 2.0 = 10.22 m

Overpel: Topp.diam. " Rot diam. " Underpel: Topp.diam. " Rot diam. "

Skråpel Rammeutstyr Loddets vekt (effektivt) 3 t.

Fallh. cm.	Antall slag	Synk mm	Fallh. cm.	Antall slag	Synk mm	Anmerkning Dato - Koter peletopp - Etteterramming
35	10	70	9			
"	"	55	9.5 m i bakken.			Pelen gikk lett ned til 9.5 m dybde.
"	"	15	Antatt fjell.			for H = 50 cm. Økende motstand videre ned.
15	50	25	Innveisling			Begynte måling ved 9.5 m i bakken.
15	50	10				
15	50	8				
25	10	5)			
"	"	3)			
"	"	2)			
"	"	1) 11 mm			
"	"	0)			
<u>Etteterramming 21/x. 1967. Eksempel 1.</u>						
25	10	3)			
"	"	1) 4 mm			Peletopp kote 5.023
						Kontrollniv. før kapp 5.023 OK
<u>Etteterramming 21/x. 1967. Eksempel 2.</u>						
25	10	17				
"	"	6)			
"	"	3)			
"	"	1) 11 mm			
"	"	1)			Peletopp kote 5.011
"	"	0)			Kontrollniv. før kapp 5.011 OK.
Antall slagserier: for betaling: 0						
Antall slagserier:						
kapp, kote.						4.00

Peletopp etter avsluttet ramming og etterranging og før kapp, kote 5.011

Vertikal pelelengde (L x 0,) 10.220 m

Pelespiss kote - 5.209

Ført av:

Godkjent
Ja/Nei

av:

Avregnings-
lengde:

9.21 m