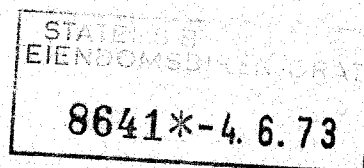


**NOTEBY**  
NORSK TEKNISK  
BYGGEKONTROLL A.S



RÅDGIVENDE INGENIØRER - MNIF, MRIF  
GEOTEKNIKK, INGENIØRGEOLOGI, GEOFYSIKK  
BETONGTEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL

P. 5/6-73



8 9 9 1

STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT

NOTODDEN LÆRERSKOLE.

STATENS LÆRERSKOLE I FORMING, NOTODDEN.

---

GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSARBEIDER  
ANBUDSRAPPORT

9. mai 1973

INNHALDSFORTEGNELSE:

A.	INNLEDNING	Side 3
B.	UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET	" 3
C.	GRUNNFORHOLD	" 4
D.	FUNDAMENTERING	" 5
E.	GRAVING, TILBAKEFYLLING	" 8
F.	GULV PÅ GRUNNEN	" 9
G.	DRENERING	" 10
H.	PLANERINGS- OG FYLLINGSARBEIDER	" 10
I.	VEIER OG PASSER	" 11
K.	KALKSTABILISERING	" 13

TEGNINGER:

8991-0	Kartutsnitt	
-1.1	Borplan	(løs i lomme)
-2a	Profil A-A	
-3a	" B-B	
-4	" C-C, D-D og E-E	
-5	" F-F og G-G	
-6	Prøveserie II og III	
-7	Prinsippskisse for sprengning i overgang mellom fjell og løsmasser	
-8	Setningsmålere	
-91	Instruks for utførelse av kalkstabilisering	
-500	Trykkdreiesonderinger, beskrivelse	
4000-118	Grensekurver for bærelagsgrus	

Bilag 1 og 2.

Overingeniør: A.G. Øverland

Saksbehandler: G. Ilsaas/ÅS

A. INNLEDNING.

Det skal føres opp et nytt skoleanlegg i Notodden. Anlegget utgjøres av Notodden Lærerskole og Statens Lærerskole i forming, Notodden, og omfatter lærerskolefløy, formingsfløy, sentralblokk og kroppsøvningsavdeling. I tilknytning til skolen skal det opparbeides idrettsbane, plasser, gang- og bilveier. Beliggenheten av prosjektet er vist på kartutsnitt over området, tegning nr. 8991-0.

Statens bygge- og eiendomsdirektorat står som byggherre, utførende arkitekter er Telearkteam og rådgivende ingeniører i byggeteknikk er A.L. Høyen, Skien.

Vårt firma er engasjert som rådgivende ingeniører i geoteknikk, og har i den forbindelse utført grunnundersøkelser for skoleanlegget. Resultatene av de orienterende undersøkelser er gitt i rapport datert 28/7.1971.

Den foreliggende rapport inneholder resultatene av samtlige boringer. Videre er planene for grunnarbeidene behandlet. Rapporten inngår som en del av anbudsdocumentene for skoleanlegget.

B. UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET.

Det er ialt utført ca. 30 trykkdreiesonderinger på skoletomten. Videre er det utført en rekke dreie- og ramsonderinger i forbindelse med den tidligere orienterende undersøkelsen. Sonderingene gir en orientering om løsmassenes art og relative lagringsfasthet samt dybder til fast grunn eller antatt fjell.

Det er gravd prøvegropar med traktorgraver for prøvetaking av løsmassene. Videre er det tatt tre prøveserier med uforstyrrede prøver som er undersøkt i vårt laboratorium.

Det er satt ned 3 piezometre for observasjon av grunnvannstanden.

Vi viser til bilag 1 og 2 samt bilag nr. 8991-500 for nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetoden og fremstilling av resultatene.

C. GRUNNFORHOLD.

Bygningenes og boringenes beliggenhet fremgår av borplanen, tegning nr. 8991-1.1. Hvert borpunkt er påført terrengkote, boret dybde og antatt fjellkote. Resultatene av undersøkelsene fremgår av profilene, tegning nr. 8991-2a,-3a,-4 og -5.

Tomten for skoleanlegget ligger i en sydvendt skråning. Det er fjell i dagen i et område midt i tomten og i skråningen i øst.

Resultatene av sonderboringene tyder på relativt ensartede løsmasser på den del av tomten som skal bebygges. Under ca. 4 - 5 m tørrskorpeleire og silt er det middels fast til meget fast siltig leire avbrutt av finsandlag. Over fjell er det et lag av fastere masser, sannsynligvis sand eller morene med varierende tykkelse. Boringene har stoppet mot blokker eller fjell i 2.5 til 13.2 m dybde. Dybdene er minst i bygningens begrensning mot nordvest og nordøst og øker i sydlig retning.

Grunnvannstanden vil variere med nedbørsmengde og årstidene, men synes etter målingene å ligge minst 4 m under terreng.

Massene i området er meget telefarlige.

Nedenfor er grunnforholdene for de forskjellige bygninger behandlet mer i detalj:

Lærerskolefløyen.

Sonderboringene viser at fjellet faller av i sydøstlig retning. Antatt fjell er påtruffet i 3.5 til 4.9 m under nåværende terreng.

Prøvegrop 3 som er avsluttet i ca. 4 m dybde viser øverst tørrskorpesilt etterfulgt av tørrskorpeleire ned til fjell.

Sentralblokken.

Dybdene til antatt fjell varierer ifølge boringene fra 3.0 til 8.6 m. Fjellet faller av i sydlig retning.

Tykkelsen på tørrskorpesonen er ca. 3 - 4 m. Trykkdreiesonderingene tyder ellers på tilsvarende grunnforhold som i tomten for formingsfløyen som beskrevet nedenfor.

#### Formingsfløyen.

Dybden til faste masser eller fjell øker i sydvestlig retning fra 2.5 til 11.3 m. Boringene tyder på ensartede løsmasser i området.

Prøvegrop 2 viser tørrskorpesilt og -leire, og er avsluttet ca. 3.5 m under terreng.

Prøveserie III tatt vest i tomten viser tørrskorpemasser til ca. 3 m under terreng. Deretter følger fast til middels fast siltig leire med vanninnhold på 20 - 25%. Prøveserien er avsluttet i ca. 6 m dybde i et lag av finsand like over antatt fjell.

I piezometer 3, som er satt ned til ca. 4.5 m dybde, ble det ikke påvist grunnvann i måleperioden.

#### Kroppsvøvningsavdelingen.

I tomten for kroppsvøvningsavdelingen er dybden til fjell jevnt over større enn i tomten forøvrig. Det er boret fra 4.3 til 13.2 m før antatt fjell er påtruffet.

Prøveserie II tatt ca. midt i tomten viser øverst ca. 0.5 m tykt lag av silt, etterfulgt av fast til middels fast, siltig tørrskorpeleire til ca. 5 m dybde. Tørrskorpeleiren går gradvis over i siltig leire. Vanninnholdet i løsmassene øker fra ca. 20% like under terreng til ca. 30% i 5 m dybde. Serien er avsluttet ca. 8 m under terreng.

På hele skoletomten er leirmassenes vanninnhold moderate og udrenert skjærfasthet er forholdsvis høy. Massene antas å være lite kompressible.

#### D. FUNDAMENTERING.

Skoleanlegget består av ialt fire bygninger, adskilt med fuge. Sentralblokken, lærerskolefløyen og formingsfløyen er prosjektert med overkant kjellergulv på kote 128. Gulvet rundt bassenget i kroppsvøvningsavdelingen er prosjektert til kote 127.5.

I deler av tomten for lærerskolefløyen, sentralblokken og formingsfløyen ligger fjellet over fundamenteringsnivå. Fjellet undersprenges her til ca. 60 cm under o.k. gulv. Bygningene fundamenteres delvis på veggskiver og pilar til fast fjell, delvis på sålefundamenter direkte på komprimert sprengstein.

Hvor fjellet ligger under fundamenteringsnivå fundamenteres bygningen på veggskiver i grøfter til fjell, på sjaktede pilarer eller sålefundamenter direkte i løsmassene.

Nedenfor er gitt en kort beskrivelse av de nevnte fundamenteringsalternativ:

#### Fundamentering direkte på fjell.

En del av tomten for skoleanlegget må som nevnt sprenges ut. De bærende veggene føres delvis direkte ned på fjell. Det skal utføres grundig rensk av utsprengt fjell med fjerning av alle løse blokker og opprensning av slepper.

Hvor fjellet ligger 1 - 2 m under endelig gravenivå kan det graves grøfter og veggene kan fundamenteres på skiver til fjell. Det forutsettes grundig rensk av løsmasser over fjell.

#### Sjaktede pilarer.

I enkelte søylepunkter i lærerskolefløyen og sentralblokken skal det benyttes sjaktede pilarer.

For sjaktdybder mindre enn ca. 2 m kan det graves åpent til fjell uten spesiell sikring av gravesidene.

Pilarer med større dybde enn 2 m må avstives innvendig slik at løsmassene hindres i å trenge inn i sjakten. Det kan nyttes et tynnvegget stålrør som trekkes etter at pilaren er støpt, stålpunt som rammes til fjell eller betongringer som blir stående etter utstøping. Ved skråfjell kan det bli nødvendig å sette ned kort trespunt inne i sjakten helt ned til fjell.

Det antas ikke å oppstå særlige ulemper som følge av tilstrømmende grunnvann. Umiddelbart før utstøping skal finrensk være foretatt i lenset pilarhull.

Det må overalt sørges for god kontakt mellom pilar og fjell. Ved plant fjell støpes pilaren rett på fjell. Ved helning innenfor pilartverrsnittet på opptil 1:3 skal det settes ned bolter for forankring av pilarfoten. Det forutsettes benyttet Ø 25 mm bolter min. 1 m ned i fast fjell. Ved større helning enn 1:3 skal det sprenges ut horisontal fjellfot i fullt tverrsnitt.

#### Sålefundamenter.

Hvor fjell stikker opp over fundamentnivå skal fjellet undersprenges *hordan?* og komprimeres. Enkelte av de bærende veggene i sentralblokken og formingsfløyen skal fundamenteres med stripefundamenter direkte på den komprimerte undersprengte sprengsteinen.

Enkeltfundamenter og stripefundamenter direkte i løsmassene settes på et avrettingslag av grus eller på magerbetong.

Nedenfor er det på bakgrunn av de utførte boringene kort gjengitt fundamenteringsmåten for de enkelte bygningene. Entreprenøren skal i samråd med byggherrens konsulenter enkelte steder i sentralblokken utføre enkle supplerende sonderinger for å få en bedre oversikt over fjellforløpet. Endelig avgjørelse vedrørende fundamenteringen tas med bakgrunn i resultatene av supplerende boringer.

#### Lærerskolefløyen.

Nordre langvegg fundamenteres direkte på utsprengt rensket fjell. Tverrveggene fundamenteres delvis på utsprengt fjell og delvis på veggskiver til fjell hvor dette ligger under fundamenteringsnivå. Innvendige søyler føres til fjell gjennom den komprimerte sprengsteinen, og søyler i søndre langvegg fundamenteres til fjell på sjakede pilarer.

#### Sentralblokken.

De to gjennomgående langveggene nordøst i bygget samt den nordøstre veggen i tilfluktsrommet fundamenteres direkte på utsprengt fjell. Veggene forøvrig fundamenteres på stripefundamenter direkte på sprengsteinsfyllingen og i løsmasser. Søylefundamentene føres enten ned til fjell ved sjakede pilarer eller fundamenteres på enkeltfundamenter i løsmassene. Supplerende enkle sonderboringer utføres syd i sentralblokken for å klarlegge om sjakede pilarer eller direkte fundamentering vil være mest hensiktsmessig.

Formingsfløyen.

Sydøst i bygget stikker fjellet opp, og veggene fundamenteres på stripefundamenter på sprengstein. Forøvrig fundamenteres bygningen på stripe- og enkeltfundamenter i løsmassene.

Kroppsøvningsavdelingen.

Bygningen fundamenteres på stripefundamenter i løsmassene, og bassenget settes på hel plate direkte på grunnen. Utvendige søyler fundamenteres på enkeltfundamenter ført ned til frostsikkerdybde.

E. GRAVING. TILBAKEFYLLING.

Nedenfor gjennomgås i korthet forutsatte fremdriftsmåte for fundamenteringsarbeidene. Eventuelle alternative fremdriftsmåter forutsettes drøftet og godkjent av byggherrens konsulenter.

Tomten graves ut til foreskrevet nivå, og oppstikkende fjell renskes for løsmasser. Fjell undersprenges til minst 0.6 m under o.k. gulv. For stripefundamenter undersprenges minst 1.1 m under o.k. gulv, og for grøfter og ledninger til nødvendig nivå, se sprengningsplan fra byggeteknisk konsulent og bunnledningsplaner fra VVS-konsulent.

I overgangen mellom løsmasser og fjell hvor fjellet faller med større helning enn 1:4, sprenges og tilbakefylles som vist på tegning nr. 8991-7.

Overskudd på sprengstein transporteres bort fra skjæringen, og denne avrettes og komprimeres med minst 3 Mp slepevibrovalse og 6 dekkende overfarter, eller med utstyr og utførelse som gir tilsvarende effekt. Ved eventuell avretting skal det benyttes knust stein 0 - 20 mm eller lignende materiale.

Det graves grøfter og sjakter for veggskiver og pilarer gjennom den komprimerte sprengsteinsfyllingen til fjell. Grøfter for ledninger og stripefundamenter graves til foreskrevet dybde.

Graving.

Byggegrubene kan graves ut i åpen skjæring og med graveskråninger ikke brattere enn 1.5:1. Visse problemer kan oppstå med lokal innrasing av skråningen på grunn av vanntilsig i perioder med nedbør. Det kan bli nødvendig å legge avskjærende drenggrøfter for å oppnå uforstyrret grunn under fundamentene.



Grøfter for ledninger og rør inntil 2 m dybde kan graves åpent uten at det treffes spesielle sikringstiltak. For grøfter som er dypere enn 2 m skal det ifølge regler fra Statens Arbeidstilsyn benyttes en lett avstivning. Alternativt kan benyttes et kombinert graveprofil, d.v.s. uavstivet grøft med passende helning for øvre del, og avstivet grøft for nedre del. Det vises forøvrig til pkt. 4 i "Veiledning ved graving og avstivning av grøfter", Oslo 1969 fra Statens Arbeidstilsyn.

#### Tilbakefylling.

Bunn av grøfter i løsmasser og sprengstein justeres til riktig nivå med minst 10 cm velgradert friksjonsmateriale og komprimeres med vibroplate eller eventuelt håndstamper. I løsmassegrøfter tilbakefylles med velgradert sand/grusmasser til minst 0.5 m over topp rør. Den videre tilbakefylling kan utføres med friksjonsmateriale eller uoppbløtt tørrskorpeleire. Bløt leire eller humusholdige masser skal ikke nyttes. I sprengsteinsgrøfter fylles med grov grus eller singel til 25 cm over topp rør. Deretter fylles med finere steinmateriale til topp av grøft som pakkes forsiktig.

Når fyllhøyden over rør er minst 50 cm kan vibroplate eller håndstamper nyttes. Den videre utlegging både i løsmasse- og sprengsteinsgrøfter skal skje lagvis i 25 cm tykke lag, og hvert lag komprimeres med 3 passeringer av 100 - 200 kg vibroplate eller håndstamper.

Rundt fundamenter tilbakefylles med grov grus.

Massene skal komprimeres.

#### F. GULV PÅ GRUNNEN.

I deler av tomten fundamenteres gulvet direkte på den komprimerte sprengsteinen. Hvor det er løsmasser skal gulvet bygges opp av et 15 cm tykt kapilærbrytende lag av kult eller singel. For å hindre at leire og silt fra den underliggende byggegrunnen trenger opp i det kapilærbrytende laget må det først legges ut et 10 cm tykt filterlag av velgradert sand. Største kornstørrelse bør ikke overstige 64 mm.

*Bunde med fast grus.*

Dersom det benyttes dampsperre og en er sikker på å få denne tett, kan det kapilærbrytende laget sløyfes. Som bærelag under gulv benyttes da 25 cm velgradert grov sand eller grus. Bærelagsmassene skal da ha en korngradering som ligger innenfor grensekurvene gitt på tegning nr. 4000-118.

Lagene skal komprimeres med minst 100 - 200 kg vibroplate eller 1 - 2 tonns vibrovalse, i begge tilfelle med 5 dekkende passeringer.

#### G. DRENERING.

Bygningene skal dreneres i overensstemmelse med tegninger fra VVS-konsulenten. Som drensrør benyttes mufferrør eller perforerte plastrør. Ved bruk av mufferrør skal rørskjøtene dekket med ren singel. Over drensrørene og opp langs veggen fylles med filtermasser av sand og grus, som skal hindre vanntrykk mot veggen og at finkornede masser som finsand, silt og leire vaskes inn i rørene. Ved eventuell bruk av mineralullmatter eller plastfolie med knaster må det sørges for god forbindelse mellom filterlaget over rørene og drenssjiktet langs veggen.

Det drenerende laget under gulv må stå i forbindelse med utvendig drenasje. Hvor veggene føres på skiver til fjell skal det anordnes utsparinger i veggen for hver 3 m. For å sikre god bortledning av overvann skal terrenget utenfor bygningene falle av minst 1:50 i 3 m avstand.

Tilbakefyllingsmasser langs veggene skal innbygges lagvis og hvert lag skal pakkes med egnet utstyr.

#### H. PLANERINGS- OG FYLLINGSARBEIDER.

De utgravde massene i tomten for bygningene skal nyttes til oppfylling for parkeringsplass og veier sydvest for skoleanlegget og til idrettsplassen i skråningen sydvest for lærerskolefløyen. Parkeringsplassen skal ligge på ca. kote 128, mens nivå for idrettsplassen er satt til kote 123. Dette medfører oppfylling på opptil ca. 4 m for parkeringsplassen og ca. 6 m for idrettsbanen.

I fyllinger som skal danne underlag for veier og plasser må det bare benyttes masser som kan komprimeres slik at fyllingens egensetninger blir minimale. Egnede masser er uorganiske tørrskorpemasser med omrørt fasthet større enn  $3 \text{ Mp/m}^2$  og vanninnhold fra 15 til 25%. Dette vil i praksis si at løsmassene ned til 3 - 4 m under terreng vil være godt egnet. *i uoppbløtt tilstand, og når maljorden er fjernet.*

Utfylling på frossen mark kan ikke tillates, og arbeidene må normalt ikke utføres ved temperaturer under  $0^{\circ}\text{C}$ . Fyllmassene skal være fri for snø, is og teleklumper. Sterk oppbløting av fyllmassene i regnværperioder eller sterk uttørring i godværsperioder må unngås. Massene skal normalt transporteres direkte til fyllingsområdet uten mellomlagring.

Massene skal legges ut lagvis og komprimeres med egnet utstyr, f.eks. beltedozer eller tunge anleggsmaskiner med gummihjul. På ekstra tørre masser kan det være aktuelt å benytte vibrovalse. Dersom det benyttes gummihjul-komprimering bør fyllingsoverflaten glattes med glattvalse eller vibrovalse ved stans i arbeidet, f.eks. ved dagens slutt eller på grunn av ugunstige værforhold.

Nei.

For å kunne observere fyllingens setninger skal det installeres setningsmålere som skal nivelleres med jevne mellomrom. Setningsmålerne kan utformes som vist på tegning nr. 8991-8.

?

#### I. VEIER OG PLASSER.

I forbindelse med skoleanlegget skal det opparbeides bil- og gangveier, parkeringsplasser og idrettsbane. Nedenfor er gitt alternative løsninger for overbygningen:

##### Tilkjørselsvei og parkeringsplasser.

###### Alternativ I

Filterlag, grus	15 cm
Forsterkningslag, sprengstein d max 20 mm eller maskinkult 0 - 175 mm	30 cm
Bærelag, pukk 30 - 50 mm forkilt med finpukk 16-22 mm	10 cm
Slitelag, asfaltgrusbetong $80 \text{ kg/m}^2$	<u>3 cm</u>
Samlet overbygning:	<u>58 cm</u>

###### Alternativ II

Filter- og forsterkningslag, grus	45 cm
Avrettingslag, knust stein 0 - 20 mm	5 cm
Slitelag, asfaltgrusbetong $80 \text{ kg/m}^2$	<u>3.0 cm</u>
Samlet overbygning	<u>53.0 cm</u>

Gangveier og plasser med sporadisk biltrafikk:Alternativ I

Filterlag, grus	15 cm
Forsterkningslag, sprengstein d max 120 mm eller maskinkult, 20 - 120 mm	20 cm
Bærelag, puk 30 - 50 mm forkilt med finpuk 16-22 mm	10 cm
Slitelag, asfaltgrusbetong $80 \text{ kg/m}^2$	<u>3 cm</u>
	<u>48 cm</u>

Alternativ II

Filter- og forsterkningslag, grus	35 cm
Avrettingslag, knust stein 0 - 20 mm	5 cm
Slitelag, asfaltgrusbetong $80 \text{ kg/m}^2$	<u>3 cm</u>
	<u>43 cm</u>

Stier og fortau.Alternativ I

Filter- og forsterkningslag, grus	20 cm
Bærelag, puk 30 - 50 cm forkilt med finpuk 16-22 mm	10 cm
Slitelag, asfaltgrusbetong $80 \text{ kg/m}^2$	<u>3 cm</u>
	<u>33 cm</u>

Alternativ II

Filter- og forsterkningslag, grus	20 cm
Avrettingslag, knust stein 0 - 20 mm	5 cm
Slitelag, asfaltgrusbetong $80 \text{ kg/m}^2$	<u>3 cm</u>
	<u>28 cm</u>

I alternativ I forutsettes benyttet sprengstein fra tomten i forsterkningslaget. Kravet til største steinstørrelse er her at det ikke skal benyttes stein som bygger mer enn 2/3 av lagtykkelsen. Større stein må frasorteres, sprettes eller knuses. Det kan være økonomisk å øke lagtykkelsen fremfor å måtte frasortere eller knuse store deler av steinmaterialet.

I alternativ II forutsettes lagt ut et filter- og forsterkningslag av grus på opptil 45 cm. Det skal benyttes velgradert uorganisk grus eller sand. Største tillatte steindiameter er 150 mm forutsatt at stein med diameter større enn 60 mm er mindre enn 15%. Kornfordelingskurven for massene skal forøvrig ligge mellom grensekurvene gitt på tegning nr. 4000-118.

Filter- og forsterkningslaget legges i lagtykkelse på maks. 25 cm og hvert lag komprimeres med 5 passeringer av ca. 3 Mp vibrovalse.

Dersom det er ønskelig å ha et foreløpig slitelag kan bærelaget penetreres med ca.  $3.5 \text{ l/m}^2$  bituminøst bindemiddel og avstrøs med ca.  $25 \text{ kg/m}^2$  asfaltmasse. Dette stabiliserer og tetter overflaten på veier og plasser slik at det kan benyttes til anleggstrafikk frem til slitelaget legges.

En økonomisk oppbygging av veier og plasser vil bl.a. være avhengig av tilgang på materialer fra lokale massetak og materialpriser. Entreprenøren kan komme med forslag til alternative oppbygninger av veilegemet. Eventuelle alternative forslag med angivelse av massene og krav til komprimering skal forelegges og godkjennes byggherrens rådgivere.

#### K. KALKSTABILISERING.

Dersom massene i bunn av byggegropene og ved utlegging i fyllingene er oppbløtt f.eks. ved nedbør, kan det bli nødvendig å kalkstabilisere. Hvis entreprenøren av praktiske grunner ønsker å foreta kalkstabilisering utover det som pålegges, skal omkostningene dekkes av entreprenøren med mindre annet ikke avtales med byggherren.

Foreløpig forutsettes brukt  $15 \text{ kg}$  kalk pr.  $\text{m}^2$ , men mengden må justeres under arbeidets gang. Det bør benyttes ulesket kalk som spres pneumatisk fra tankbil eller ved utlegging av sekker i rutenett og utraking for hånd.

Kalken blandes inn i det øverste laget av leiren med f.eks. jordbruksfreser. Fresingen fortsetter til man får en homogen blanding av kalk og leire.

Overflaten komprimeres umiddelbart etter at fresingen er avsluttet.  
Til komprimering kan benyttes beltedozer og valser med og uten  
vibrering, og man må regne med 4 - 6 overfarer.

Nei.

Mannskapet som arbeider med kalken må være skikkelig beskyttet slik  
at ikke kroppen kommer i kontakt med kalken, da den kan skade hud,  
øyne og slimhinner. Vindforholdene må tas i betraktning slik at ikke  
vind fører kalken inn i boligområder.

Det vises forøvrig til "Instruks for utførelse av kalkstabilisering"  
bilag nr. 8991-91.

NOTEBY  
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S

*fr* A.G. Øverland  
*[Signature]*

*G. Ilsaas*  
G. Ilsaas

## 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 prøvetaking og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås 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, vinge-boring 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 nå 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 tilsvarer en løs grunn.

$Q_0 = 10-20$  tm/m tilsvarer 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 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.

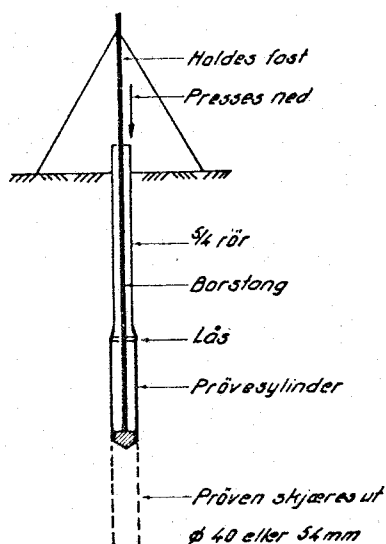
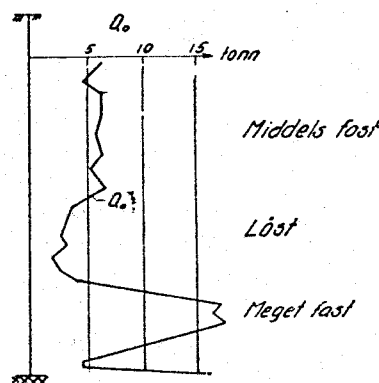
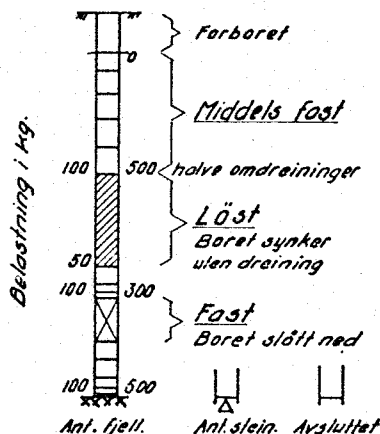
### PRØVETAKING

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 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 ufortyrede, 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 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 brønnspiss 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 repgjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkrysskjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m<sup>3</sup>/min. kompressor og 6 atmotrykk.

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

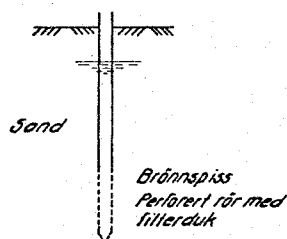
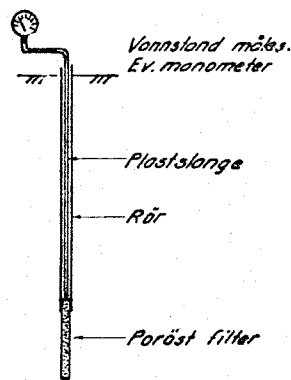
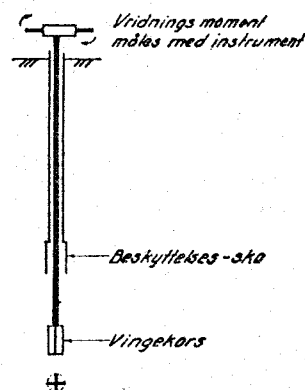
består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utforing av borchullet, og som ofte er forsynt med en rammespiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

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.

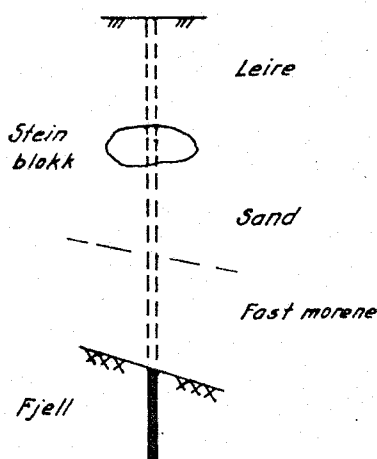
I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løser massene ved bunnen av borchullet.

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.



## Fjellkontrollboring





## Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

**LEIRE**  
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 over tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

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

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

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

**SKJÆRFASTHETEN** ( $k$ ,  $S_u$  eller  $\tau_f$ )  
en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sidevidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynkingen av en konus med bestemt vekt 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 oppregnes oftest i diagram på tegningene med givelse av bruddformasjonen.

**SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE** ( $c'$  og  $\phi'$ )  
tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel) bestemmes ved triaksialforsøk og gir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omgittes med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig trykk i en trykkselle. Prøven blir deretter belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsoliderings- trykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av effektive hovedspenninger.

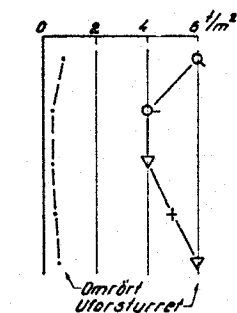
Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

**SENSITIVITETEN** ( $S$ )  
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).

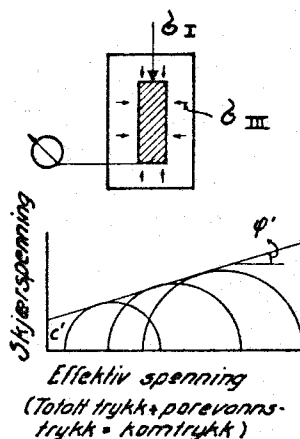
**RELATIV FASTHET** ( $H_1$ )  
et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand. Den bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1. Den definerer en kvikkleire som en leire med  $H_1$  mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer flytende konsistens.

**VANNINNHALDET** ( $W$ )  
gir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking under  $110^\circ \text{ C}$ .

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 tøstet. Det normale vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold er på høy kompressibilitet.



- Trykkforsøk
- % 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 porøsitet 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.

**ROMVEKTEN ( $\gamma$ )**

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

**TØRR ROMVEKT ( $\gamma_D$ )**

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/cm<sup>3</sup> eller 25 kgm/cm<sup>3</sup>) 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 humusferte 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.

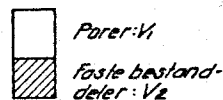
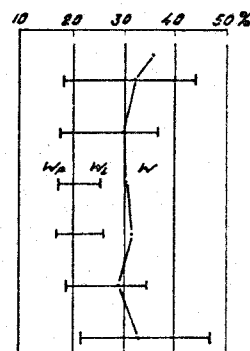
**TELEFARLIGHET**

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.

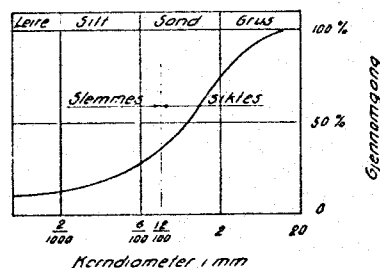
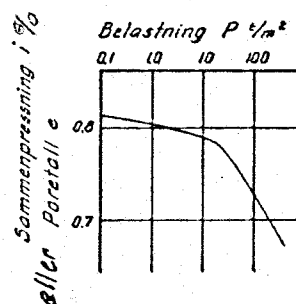
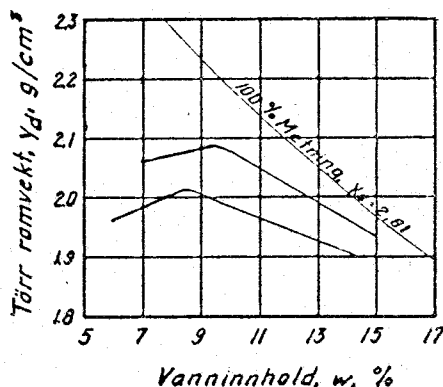
Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved odometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykkfall.



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

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

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



## Grensekurver for bærelagsgrus

## LABORATORIUM:

**Send**

**Stein**

10

## TEKNOLOGI

**CEOTEMARK**



**4000-118**


100

**addn**

1

**Sigma.**

**Oppdrag:**

**Nr. 8991-0**