

Bro Orkanger Havneområde.

Innpressing av spuntvegg i
pilar 4.

Grunnundersøkelse, vurdering.

o.1837-4

28.mai 1975.

Bilag 1 : Situasjonsskisse.

" 2 : Profil m/borerresultater.

" 3 : Borprofil.

Tillegg 1 : Boringers utførelse.

" 2 : Laboratorieundersøkelse.

1. INNLEDNING

Etter anmodning fra siv.ing. A. Myklebust har undertegnede utført en enkel grunnundersøkelse for kontroll av grunnforholdene ved pilar 4 ved bro over Orkla på Orkanger industriområde. En er videre anmodet om en vurdering av en spuntinnpressing som intraff under arbeidet med denne pilar.

Før broen var tidligere utført en grunnundersøkelse med resultater og fundamenteringsvurdering fremlagt i vår rapport o.1837-2. Rapporten inneholdt ikke anvisninger vedrørende oppstøtting under utgravning da det på det tidspunkt ikke var tatt stilling til prinsipiell utførelsesmetode.

2. UTFØRTE BORINGER OG UNDERSØKELSE.

Markarbeidet ble utført 9.1. 1975 av vår boreleder J. Hagemo med eget hjelpemannskap.

I to hull er til ca. 10 meters dybde utført dreiesondering. Fra ett hull er fra 4.5.- 6.5 meters dybde tatt opp 3 representative prøver med cobraprøvetaker.

Prøvene er i vårt laboratorium klassifisert og beskrevet. Borpunktens beliggenhet er vist på situasjonsplanen i bilag 1, mens resultatet av dreiesonderingene er vist i snittet i bilag 2. Jordartsfordelingen fra prøvetakingen er vist i borprofilet i bilag 3.

Boringenes utførelse og laboratorieundersøkelsene er nærmere beskrevet i tillegg 1 og 2 bak i rapporten.

3. GRUNNFORHOLD.

Sonderingene viser meget stor motstand til 2 - 3,2 meters dybde. Derunder er motstanden middels stor og noe varierende, men med en svak tendens til økning med dybden.

Prøvene, som er tatt fra det parti hvor dreiemotstanden er minst, består av friksjonsmaterialer med mellomsand og grovsand som hovedfraksjoner. Forsøk på prøvetaking videre i dybden var mislykket, da en mistet prøvene under opptrekket, muligens på grunn av at massene var grovere.

Boringene synes således å bekrefte de grunnforhold som ble funnet ved den tidligere undersøkelse, selv om en da ikke hadde borer i eller ved pilar 4.

4. STABILITET AV SPUNTVEGG.

Ifølge opplysninger fra siviling. A. Myklebust lå terrenget omkring utgravningen på kote ± 0 , graveplanum innenfor spunten var kote - 4,7 og spunten var rammet ned til kote - 6,2. Spunten var avstivet i toppen (± 0) og byggegropen tømt for vann da innpressningen skjedde.

Etterberegning av denne spunt, med vanntrykk og gradienter bestemt fra strømnnett for todimensjonal tilstand, viser en meget høy nødvendig friksjonsvinkel for likevekt av spunten.

Med ruhet mellom stål og jord såvidt høy som 1,0 gir jordtrykkskoeffissienter tatt fra Publ. 16 en nødvendig $\tan \phi$ for likevekt (labil tilstand) på 0,99 mens jordtrykkskoeffissienter tatt fra Janbu ("Fagerneskurset" 1974. Dimensjonering av konstruksjoner i og mot jord) gir $\tan \phi$ nødv. = 1,09.

Erfaringsmessig ville en i slike masser som påvist ved utgravningsdybden vanligvis anta en $\tan \phi$ i området 0,7 - 0,8. For dimensjonering av spuntlengde ville en videre dividere denne verdi med en sikkerhetsfaktor av størrelsesorden 1,3 - 1,4. Ved en forhåndsdimensjonering ville således verdier for tillatt mobilisert $\tan \phi$ i området 0,55 - 0,6 etter vår mening synes rimelig. Det synes derfor ikke å kunne være tvil om at spunten har hatt mindre dybde enn hva som ville være rimelig å foreskrive.

For ordens skyld vil en nevne at uoverensstemmelsen mellom den etterberegnete $tg \varphi$ på 1,0 eller større og den "vanlig antatte" på 0,7 - 0,8 foruten en viss innvirkning fra det øvre fastere lag kan skyldes flere forhold som en på forhånd vil anse såvidt usikre at en vanligvis ikke vil ta dem inn i beregningene. Av slike forhold kan nevnes romvirkningen som vil kunne innvirke såvel på jord som på vanntrykkene, videre premabilitetsmessig lagdeling (som kan gi både gunstige og ugunstige utslag) samt at spuntrammingen kan gi en viss komprimering og derved en noe høyere fasthet nær spunten .

5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

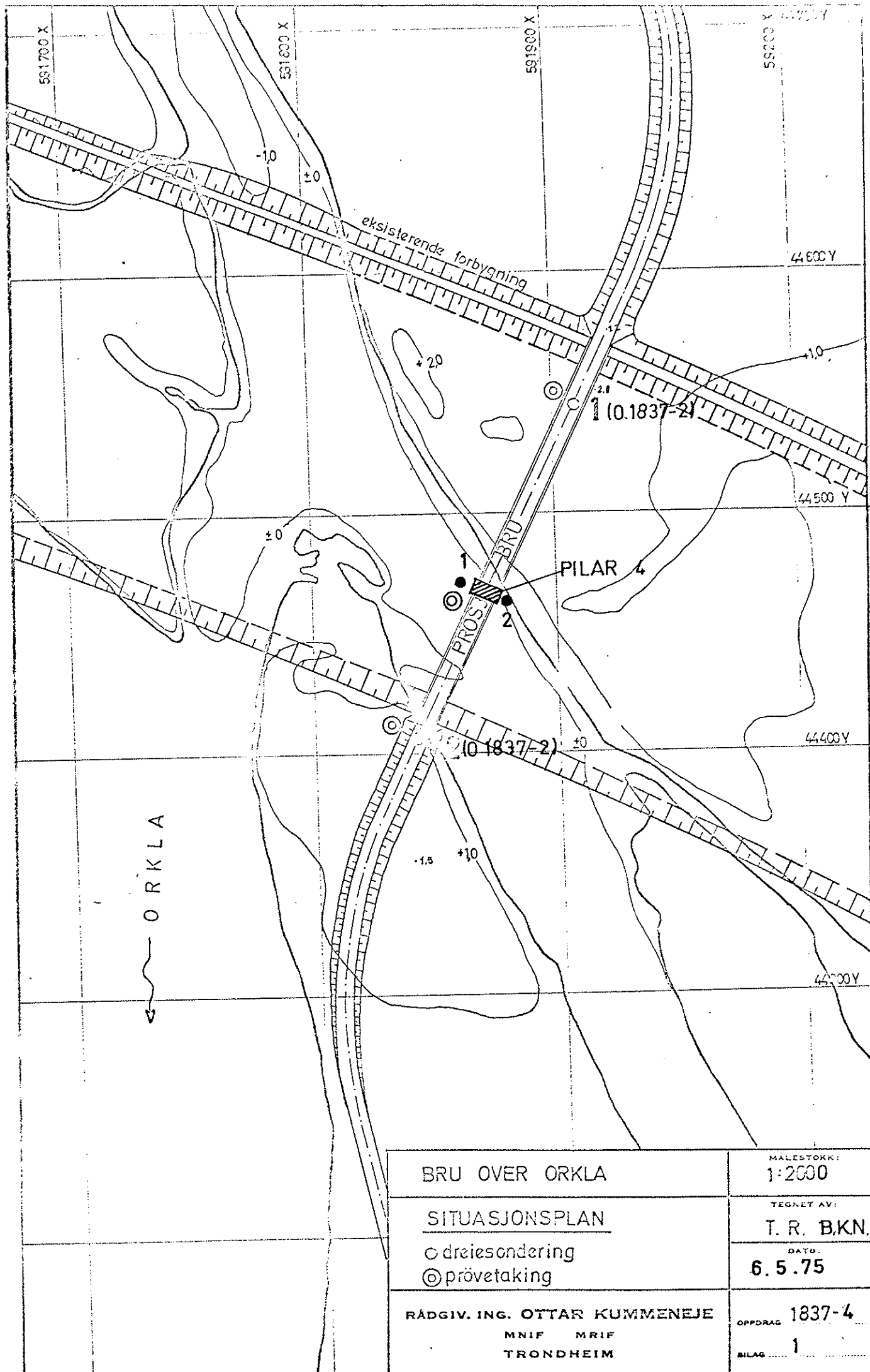
Såvel sondering som prøvetaking viser grunnforhold av samme type som funnet ved den tidligere undersøkelse.

Etterberegning av spuntveggen viser at spenningene i jorden med den beskjedne rammedybde, ved innpressingen heller har ligget høyere enn hva en vanligvis vil anta maksimalt mobiliserbart i slike materialer, og betydelig høyere enn hva en ville tilrå mobilisert.

Vi står gjerne til tjeneste ved evt. diskusjon av fremlagte resultater og vurdering.

OTTAR KUMMENEJE

Odd A. Rye
Odd A. Rye



BRU OVER ORKLA

MALESTOKK:
1:2000

SITUASJONSPLAN

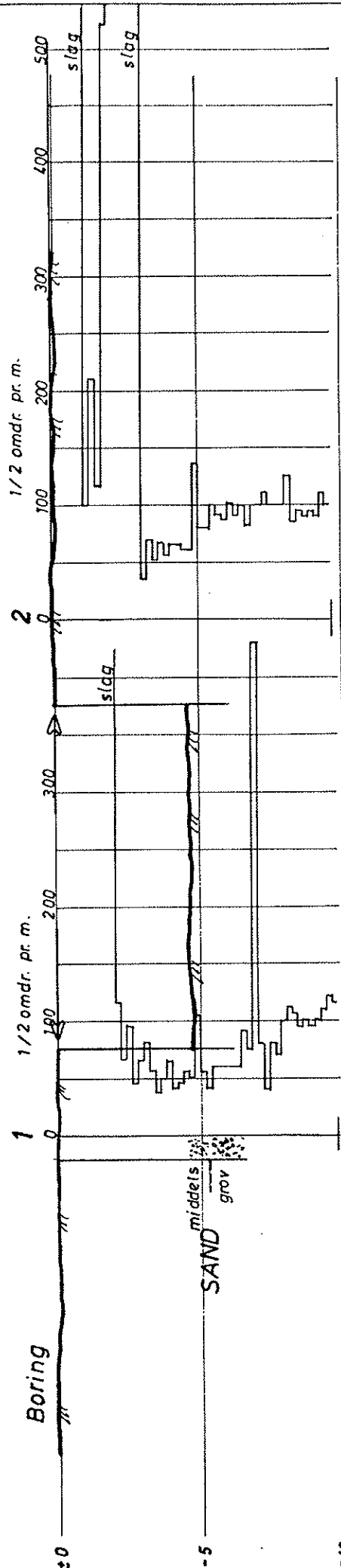
TEGNET AV:
T. R. BKN.

○ dreiesondering
◎ prøvetaking

DATO:
6.5.75

RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE
MNIF MRIF
TRONDHEIM

OPPDRAK 1837-4
BILAG 1



BRU OVER ORKLA

MÅLESTOKK:

1 : 200

PROFIL

TEGNET AV:

B.K.N.

boreresultater

DATO:

6.5.75

RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE

OPPDRAG 1837

MNIF MRIF
TRONDHEIM

BILAG 2

RÅDGIV. ING. O. KUMMENEJE

BOR PROFIL

Sted **ORKANGER**Hull **1** Bilag **3**Nivå **+0** Oppdrag **Q.1837-14**Prøve **φ Cøbrq** Dato **APRIL 75**

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %					Humus	Rørvekt V/m ³	Skjærfasthet t/m ²					Sensl- tivitet
				20	30	40	50				1	2	3	4	5	
5	<i>middels grovsandig</i>	01														
	SAND <i>grov</i>	02														
	<i>m. gruskorn</i>	03														
10																
15																
20																
25																

+ vingebooring ⊙ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

T i l l e g g 1 BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERINGSBORING FOR GRUNNENS RELATIVE FASTHET, EVT. FJELLDYBDE.

Dreiesondering utføres med normaldreiebor som nederst består av en 20 cm. lang pyramideformet spiss med sidekant 3 cm., som er vridd en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtestenger i en meters lengder. Boret belastes trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det, manuelt eller med motor, og antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning blir notert. Ved opptegningen er antall halve omdreininger pr. meter synkning vist grafisk i dybden i borhullet, og belastningen angitt til venstre i diagrammet.

Ramsondering utføres med 32 mm. massive stålstenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et fallodd med vekt 70 kg. og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $Q_0 = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. slag.

Maskinsondering utføres med lette bensindrevne fjellboremaskiner, hvor 20 mm. borstenger, skjøtbare i 1 meters lengder og forsynt med en spesiell spiss, rammes ned i grunnen. Den observerte nedsynkningshastighet som funksjon av dybden gir et relativt bilde av grunnens fasthet, men metoden benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGU's 54 mm prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm. og lengde 80, eller 40 cm. Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovlboring i de øvre lag, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, og v.h.j.a. forskjellige typer ram-prøvetakere. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylindreprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende.

C. MÅLINGER.

Vingeoring bestemmer udrenert skjærfasthet in situ ved at en vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærfasthet. Skjærfastheten bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand for hver halve og hele meter i dybden.

Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer som nederst består av et sylindrisk filter av sintret bronse i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes Ø 32 mm. emnesrør etter hvert som det presses ned i grunnen til ønsket måledybde. Fra filterets gjennomhullede kjerne fører en 8 mm. plastslange innvendig i rørene opp til overflaten. Vannstanden i slangen observeres med tiden til den innstiller seg på en bestemt høyde, og vannstandshøyden over filteret gir porevanntrykket i filterdybden. Ved vannstand betydelig over terreng, påsettes plastslangen manometer for trykkmåling. Porevanntrykket måles i flere dybder og opptegnes som funksjon av dybden.

Grunnvannstanden observeres direkte ved vannstand i borhullet.

Korrosjonssondering utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). En måler i forskjellig dybde strømstyrke og motstand i elementet, og kan da beregne en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand, hvorav korrosjonsfare for jern og stål kan vurderes.

T i l l e g g 2. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves ut av cylinderen, beskrives og klassifiseres jordarten. For hver prøve utføres videre følgende bestemmelser:

Romvekt (t/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold (%) i vektsprosent av materiale tørket ved $110^{\circ}C$, med 3 - 5 bestemmelser fordelt over prøven.

Plastisk område (for leirig materiale) i omrørt tilstand angis i % vanninnhold. Den øvre grense, flytegrensen, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat. Den nedre grense for det plastiske område er utrullingsgrensen, W_p , og området $W_L - W_p$ benyttes plastisitetsindeks.

Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring. Det plastiske område og flytegrensen øker også i alminnelighet med innhold av finere korn, leirpartikler.

Udrenert skjærfasthet, s_u , (t/m^2) bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm. og høyde 10 cm. Skjærfastheten regnes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten bestemmes også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på inn-synkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten, $S = s_u/s'_u$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet.

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompressibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm² og høyde 2 cm. belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvenes relative deformasjon opptegnes som funksjon av belastning i logaritmisk målestokk, konsolideringskurven.

Kornfordeling bestemmes for grovkornete materialer ved å sikte tørket materiale på sikt med maskeåpninger ned til 0,06 mm. Gjennommene materiale på siktene veies, og gjennommengen i vektsprosent tegnes opp i et kornfordelingsdiagram mot siktenes maskeåpning. For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synkehastighet i vann. Av en suspensjon av vann og kjent vekt av materiale måles volumvekt i bestemt dybde som funksjon av tid. Av dette kan en regne seg til kornfordelingen.

Jordarten benevnes i henhold til kornenes størrelse, med substantiv for den dominerende og adjektiv for medvirkende fraksjoner.

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein
Kornstørrelse mm.	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-20	> 20

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50 % av humusinnholdet, som angis i vektsprosent. Humusinnholdet kan også bestemmes relativt ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

Saltinnholdet i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller 0/00. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetting av sølvnitratopløsning.

Spesielle undersøkelser, f.eks. triaksial- og permeabilitetsforsøk, samt undersøkelse av grunnvannets aggressivitet overfor betong, utføres ved behov.