

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Steinkjer	Sted Vibekorsen	UTM-referanse PS 255 015
Byggherre Hermann Skei, Steinkjer			
Oppdragsgiver Statens Naturskadefond			
Oppdrag formidlet av Statens Naturskadefond			
Oppdragsreferanse Brev av 28.05.85. J.nr. 3960/84 EH/øi			
Antall sider 5	Antall bilag 5	Tegn. nr. 01 - 05	Antall tillegg 2

Prosjekt - tittel Statens Naturskadefond
 Hermann Skei, Steinkjer

Rapport - tittel Grunnundersøkelse og
 stabilitetsvurdering.

Oppdrag nr. o.5404 16.september 1985

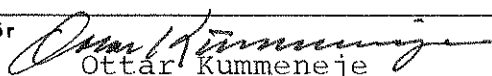
Sammendrag

Grunnen i det undersøkte området består av silt med tynne sand- og leirlag. Massene er meget erosjonsømfindtlige.

Stabiliteten mot dype utglidninger er tilfredsstillende, men overflatestabiliteten er meget anstrengt i den steile skråningen.

Sikring mot sig og lokale overflateglidninger bør utføres ved plastring av bekkeløpets sider for å hindre graving i skråningsfot ved stor vannføring. Forøvrig bør skråningene mest mulig beplantes for å motstå erosjon fra overflatevann.

Overingeniør


Ottar Kummeneje

Saksbehandler


Kyrre Emaus

1. INNLEDNING

I tiden 29. - 31.10.83 ble det utløst en utglidning på eiendommen Bekkeli i den steile skråningen mot bekken mellom R.v. 762 og Oгна. Utglidningen har en bredde på omlag 25 - 30 m. Raset ble utløst i forbindelse med sterk nedbør og snøsmelting og således stor vannføring i bekken. Utglidningen synes å være begrenset til overflaten i skråningen.

Oppdrag KUMMENEJE har etter oppdrag fra Statens Naturskadefond, foretatt grunnundersøkelser og oppmåling for å vurdere stabiliteten av skråningen ut mot bekken.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

2.1 Feltarbeide

Sonderinger Det er foretatt 2 dreiesonderinger i skråningen til henholdsvis 20 og 8,5 meters dybde under terreng.

Prøvetaking I borepunkt nr. 1 oppe på skråningstoppen er det tatt opp 54 mm sylindrerprøver til ca. 14 meters dybde.

Poretrykks- I pkt. 1 er det satt ned elektrisk pore-
måling trykksmåler til 7 og 9 meters dybde under terreng.

- Oppmåling Borepunkter og profiler er innmålt i forhold til bestående bebyggelse og nivellert med utgangspunkt i terrenghøyder gitt på kart. Høydedifferanser innen profilene er således riktige mens profilenes nivå ikke er eksakt.
- Presentasjon Boringenes og profilenes plassering er vist på situasjonsplanen, bilag 1. Bore-resultatene er grafisk framstilt i terreng-profiler, bilag 2.

2.2 Laboratoriearbeid

- Rutineforsøk Prøvene er klassifisert og romvekt, vanninnhold og udrenert skjærstyrke er bestemt for samtlige prøver.
- Treaksial-forsøk På en av prøvene er det utført treaksiale trykkforsøk for bestemmelse av jordas effektive styrkeparametre.
- Presentasjon Resultatene fra laboratorieforsøkene er presentert i borprofil, bilag 3 og ved spennings-/deformasjonskurver fra treaksial-forsøkene i bilag 4.
- Prosedyrer De benyttede regler for prosedyrer for utførelse av boringer og laboratorieforsøk er gjengitt i tillegg I og II.

3. GRUNNFORHOLD

- Terreng Terrenget er meget steilt ned mot bekken med helning ca. 1:1,5. Høydeforskjellen er omlag 12 meter.

- Hovedtrekk I hovedtrekk består løsmasseavsetningen i området av silt. Silten er noe lagdelt med tynne, (gjennomgående) partier av leire og sand.
- Geotekniske parametre Siltavsetningen har romvekt ca. $19 - 20 \text{ kN/m}^3$.
- Udrenert skjærstyrke i de mest leirige partier varierer fra ca. 20 kPa øverst til omlag 50 kPa i de dypeste prøver.
- Effektive styrkeparametre bestemt ved treaksialforsøkene er $\text{tg } \phi = 0,6$, $a = 0$, evt. $\text{tg } \phi = 0,55$, $a = 10 \text{ kPa}$.
- Poretrykk Poretrykksmålingene i punkt 1 indikerer en grunnvannstand beliggende ca. 5 meter under skråningstopp, og herfra mindre trykkøkning i dybden enn hydrostatisk.

4. GEOTEKNISK VURDERING

- Stabilitet Sikkerheten mot omfattende, dyptgående utglidninger i skråningen er tilfredsstillende ved eksisterende belastningssituasjon. Overflatestabiliteten er imidlertid meget anstrengt slik at sig og mindre lokale overflateglidninger vil kunne forekomme, spesielt i forbindelse med stor nedbør og evt. erosjon i skråningsfot. Raset som ble utløst i 1983 synes således å være betinget av kombinasjonen stor nedbør, stor vannføring i bekken og erosjon i skråningsfoten.

Erosjon

Massene i området er meget lett eroderbare. Ubevokst eller ubeskyttet skråning vil derfor være sterkt utsatt for erosjon ved stor nedbør. Partier mot bekken hvor det ikke naturlig er oppnådd "erosjonshud" vil være utsatt for graving, spesielt i bekkens "yttersvinger" hvor den hydrauliske påkjenning er størst. Registreringer langs bekkeløpet tyder på at erosjon og lokale utglidninger har forekommet nettopp på slike partier.

På situasjonsplanen, bilag 1 er angitt med skravur områder hvor overflateglidninger ut mot bekken har forekommet.

Tiltak

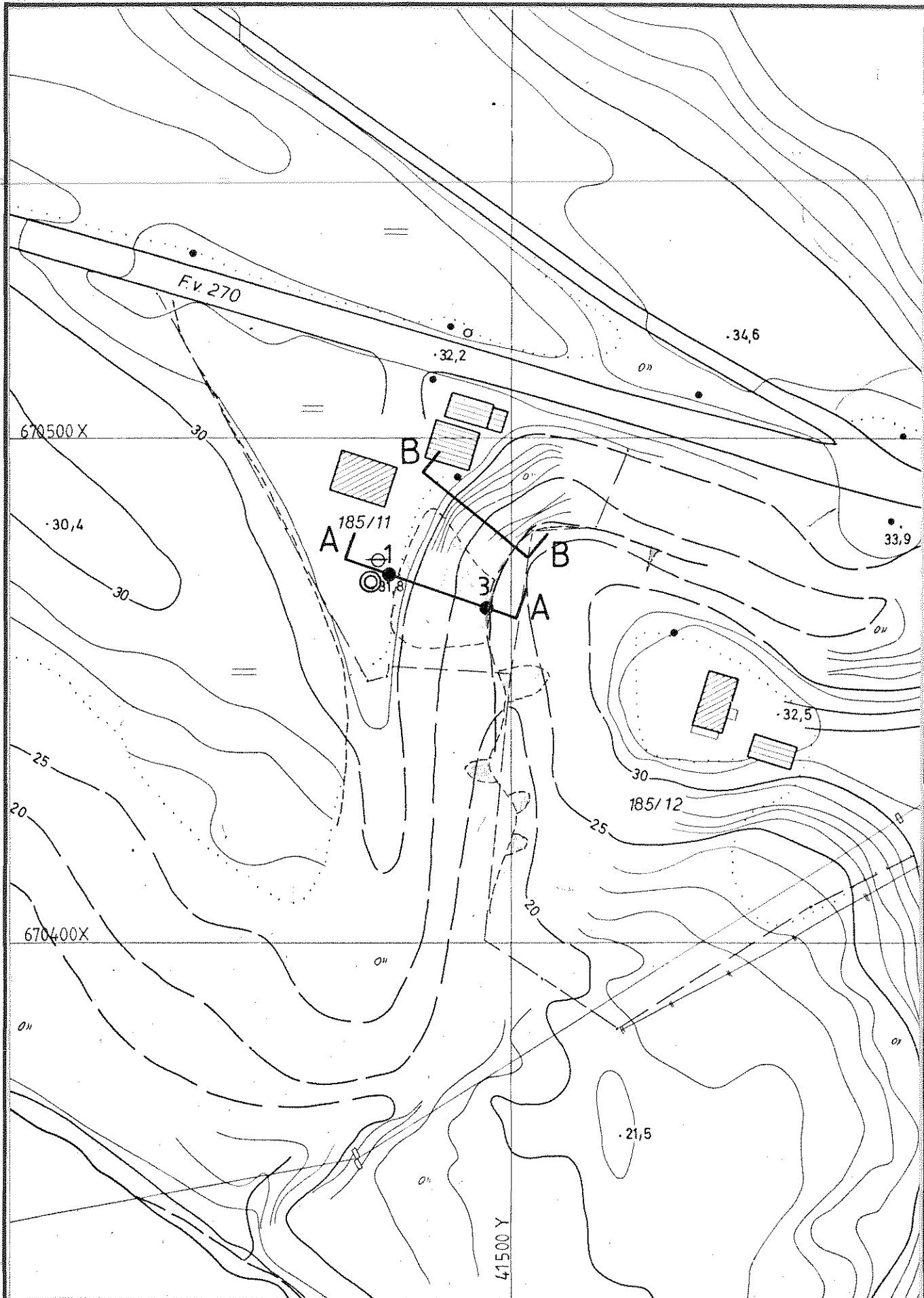
Da den naturlige stabilitet for dype glidninger i skråningen er tilfredsstillende bør det utføres tiltak som tar sikte på å forbedre overflatestabiliteten.

Sidene i bekkeløpet, spesielt i "yttersvinger" og der en har registrert tidligere erosjon, bør derfor plastres til omlag 1 meter over flomvannstand. Plastringen bør utføres med f.eks. sprengstein i et lag på ca. 0,5 meter tykkelse, separert fra de originale masser med en tynn fiberduk.

Fra toppen av plastringen og videre ca. 5 m oppover skråningen legges et filterlag på ca. 30 cm tykkelse av puk, også dette separert fra originale masser med fiberduk.

I bilag 5 er vist prinsipp for utførelsen.

Forøvrig anses det gunstig at skråningene beplantes for bedre å motstå erosjon fra overflatevann.



Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



SKEI, STEINKJER

SITUASJONSPLAN

- Dreiesondring
- ⊙ Pröveserie

MÅLESTOKK

1:1000

TEGNET AV

KE. / 00

DATO

20.08.85

OPPDRAG

54.04

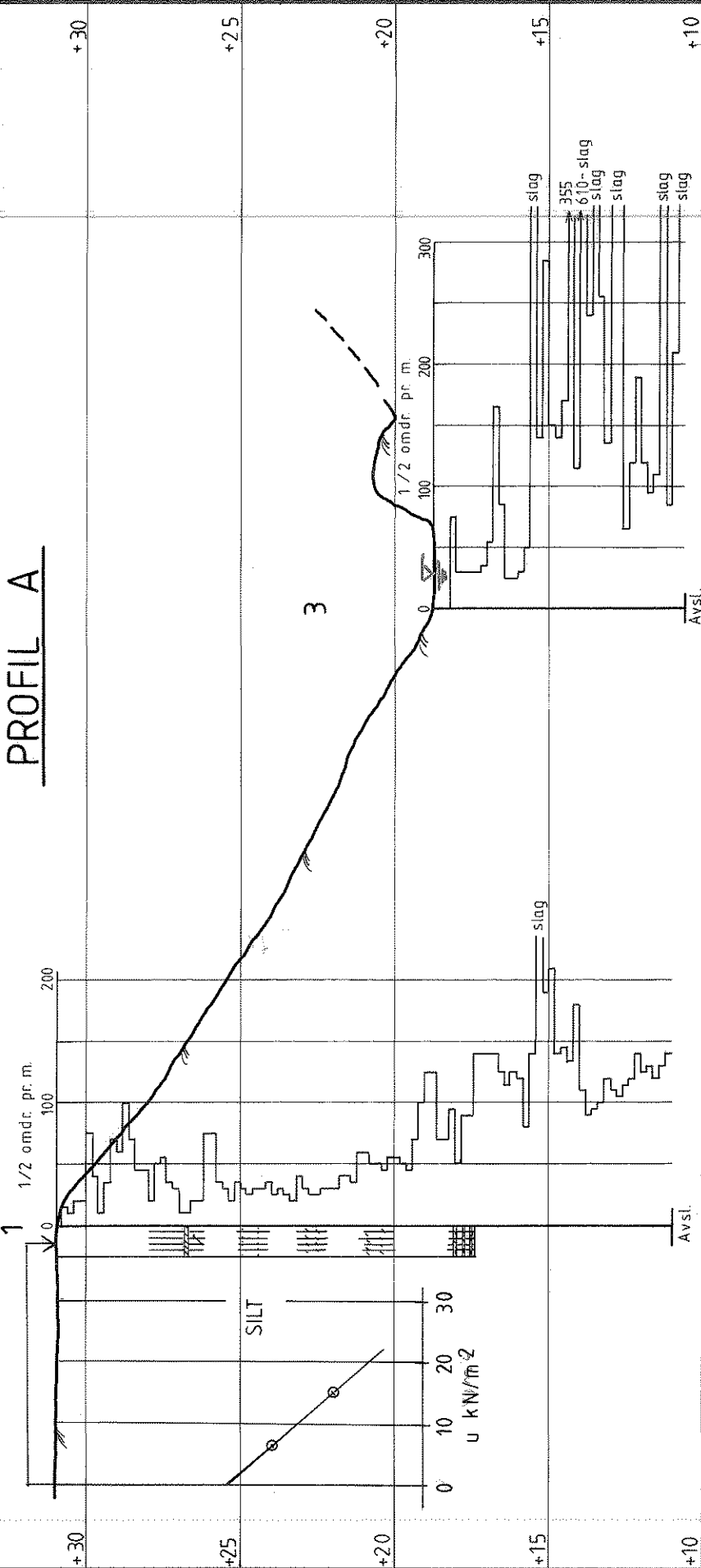
BILAG

1

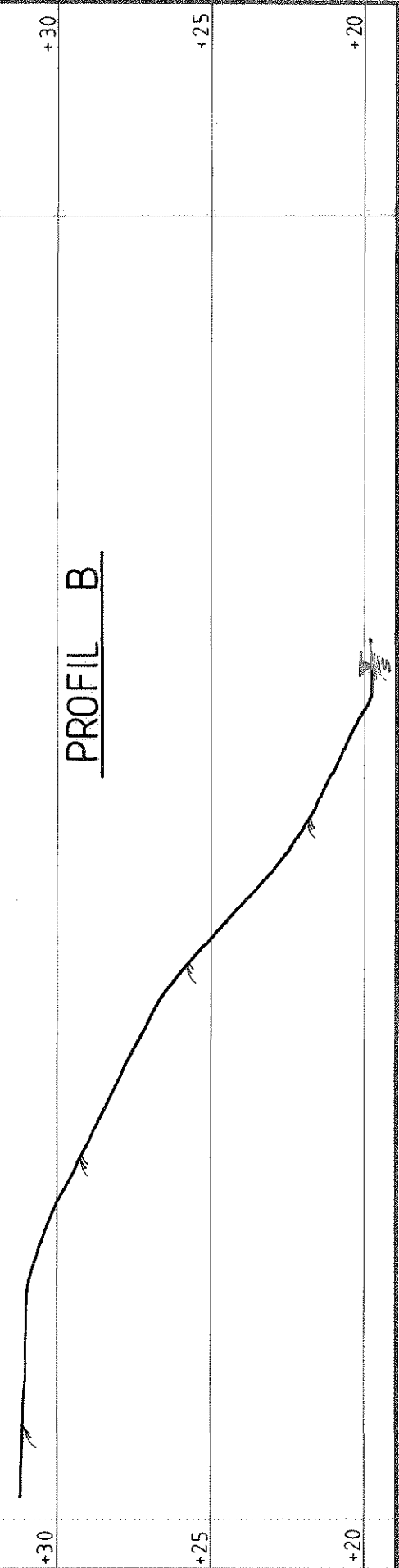
TEGN. NR.

01

PROFIL A



PROFIL B



Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje

TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ

SKEI, STEINKJER

PROFIL A, B

Borerresultater

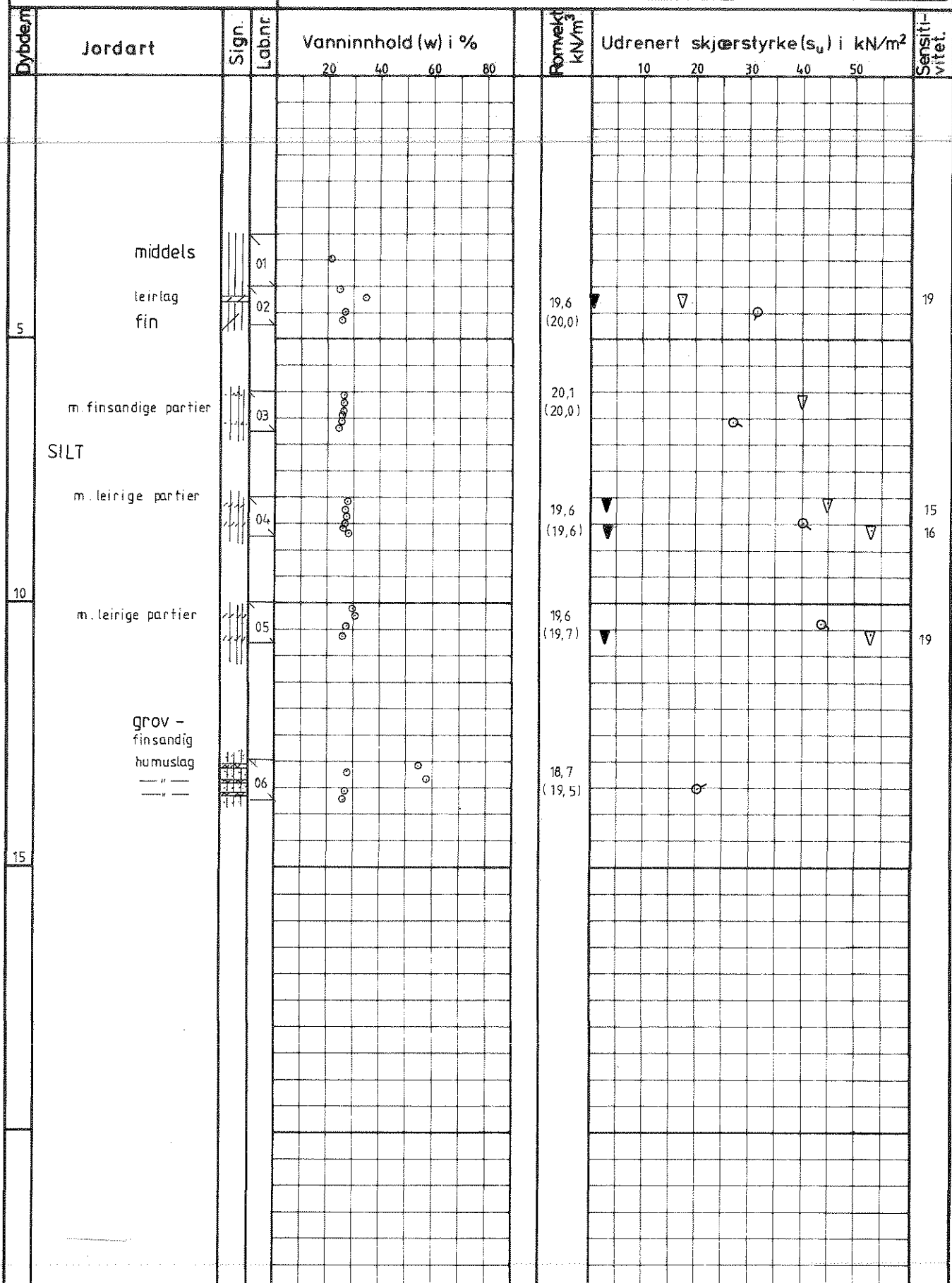
MÅLESTOKK 1:200	OPPDRAG 5404
TEGNET AV T.G./00	BILAG 2
DATO 20.08.85	TEGN. NR. 02

BORPROFIL

HULL: 1

TERR.NIVÅ: _____

PRÖVE Ø: 54 mm



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

Sted: STEINKJER

Mnd/år: 08 / 85

OPPDRAG:
5404

SYMBOLER:

Enkelt trykkforsøk: σ_0^* (strek angir def.% w/brudd)

Konussforsøk - Omrørt: ∇ Uforstyrret: ∇

Penetrometerforsøk: \square

Konsistensgrenser: w_p ————— w_L

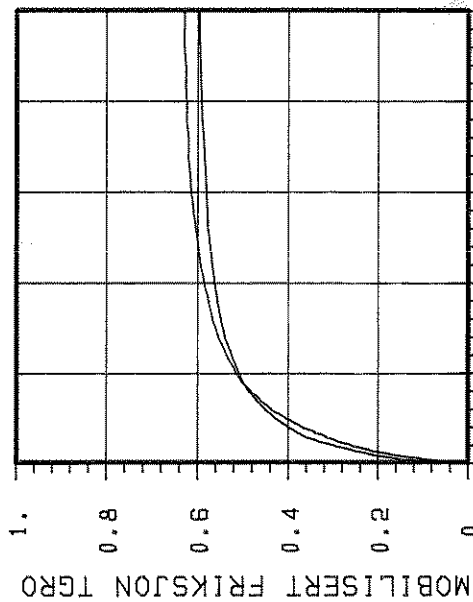
BILAG:
3

TEGN.NR.:
03

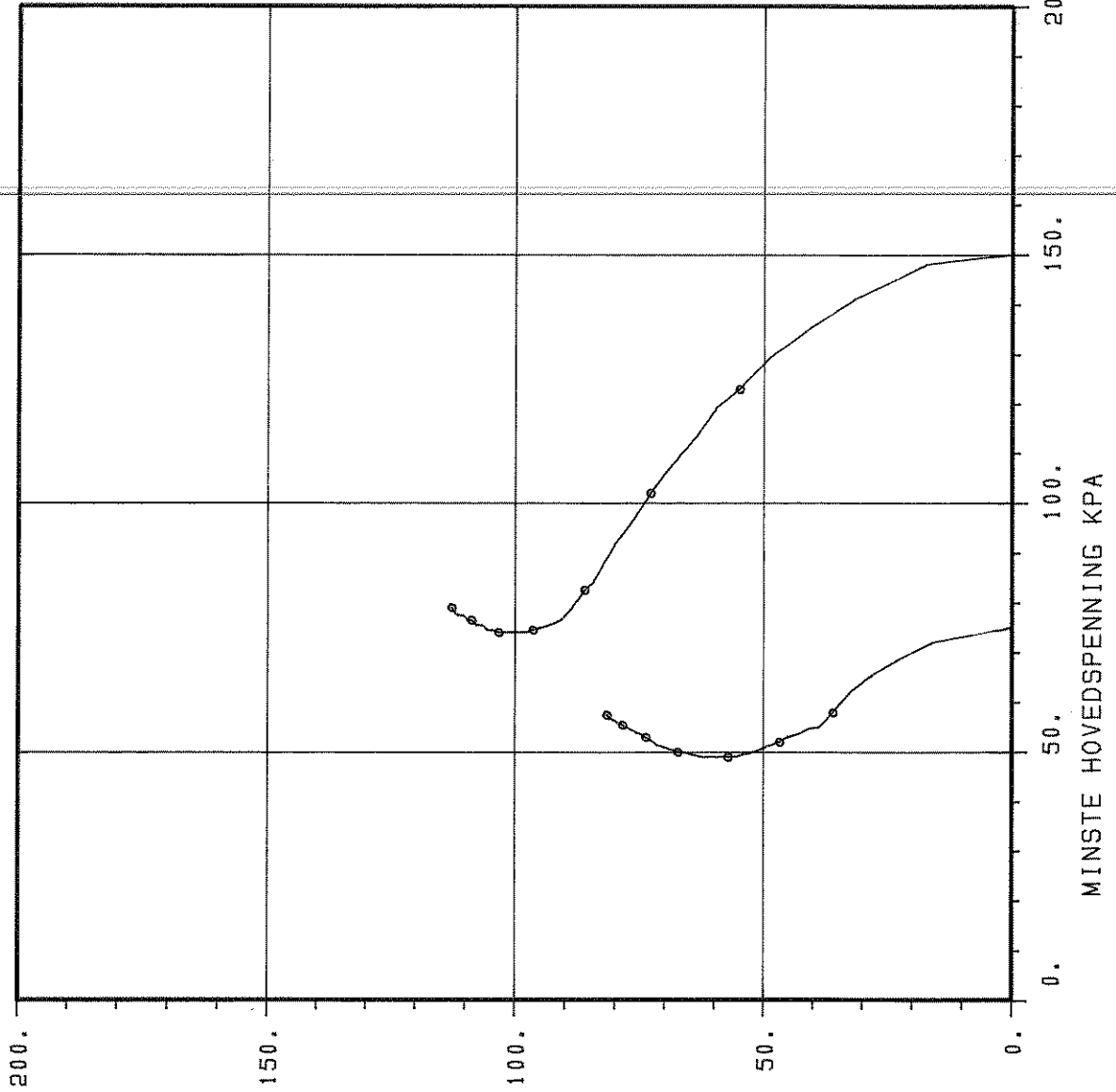
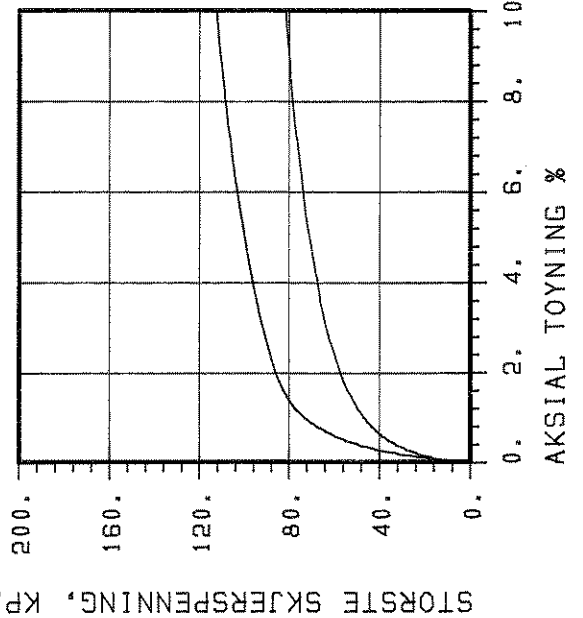
HULL 1 LAB 03-01 D=6.35M SILT, M/FINSANDIGE PARTIER,

HULL 1 LAB 03-02 D=6.45M

ATTRAKSJON : 20.00 KPA



STORSTE SKJERSPENNING, KPA



Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ



STEINKJER

TREAKSIALFORSØK

MÅLESTOKK

OPPDRAG

5404

TEGNET AV

BILAG

STEIN. TRX

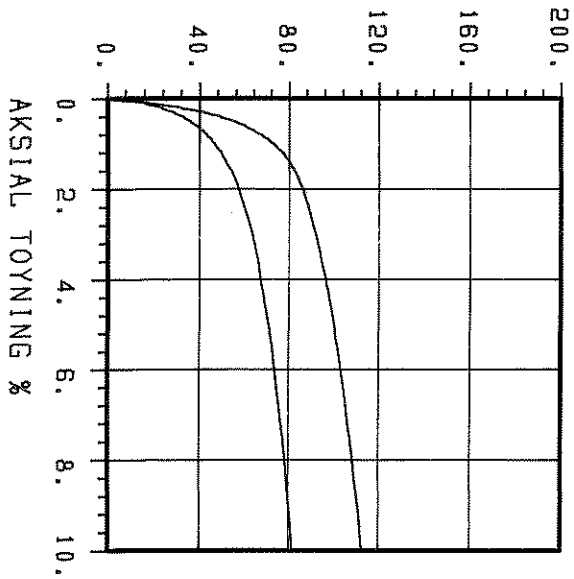
4

DATO

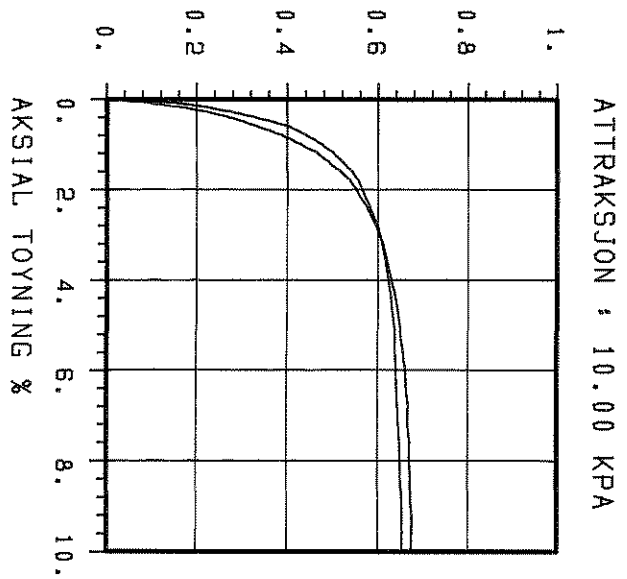
TEGN. NR

04

STORSTE SKJERSPENNING, KPA

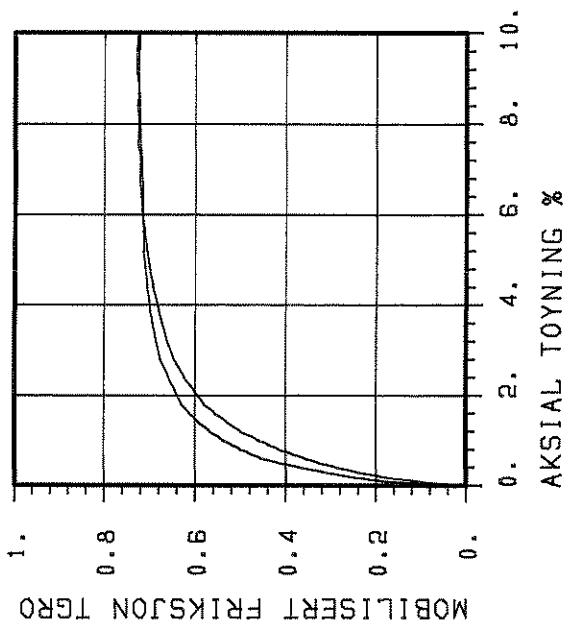


MOBILISERT FRIKSJON TGRO

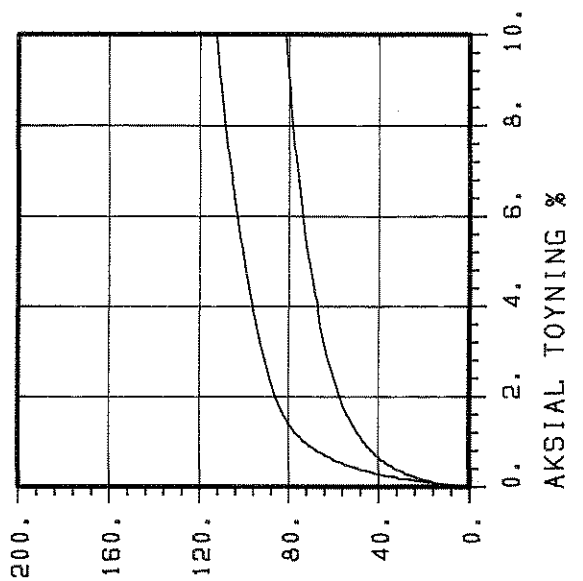


ATTRAKSJON : 10.00 KPA

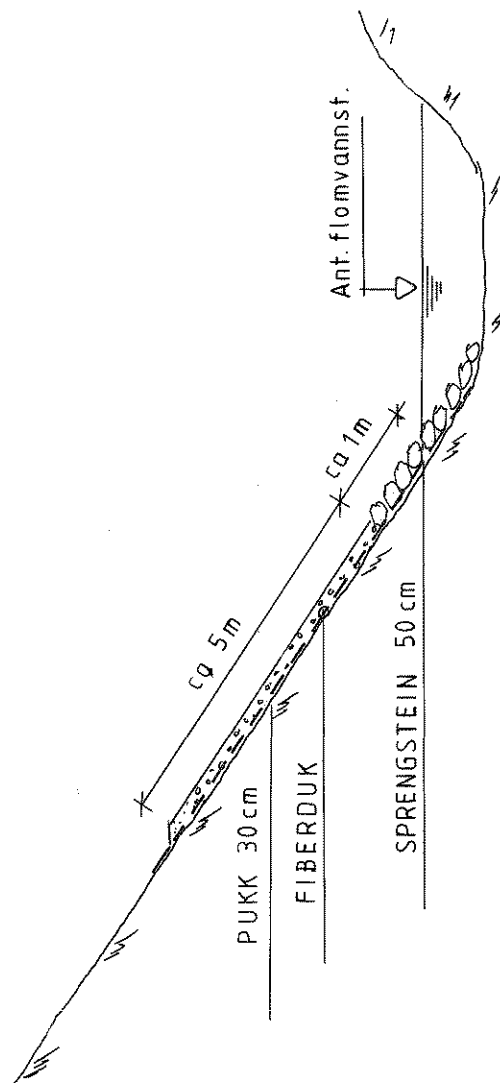
ATTRAKSJON : 0.00 KPA



STORSTE SKJERSPENNING, KPA



AKSIAL TOYNING %



Kummeneje
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



TRONDHEIM
GJØVIK BODØ TROMSØ



SKEI, STEINKJER

EROSJONSSIKRING

MÅLESTOKK

1:100

OPPDRAG

5404

TEGNET AV

BILAG

5

DATO

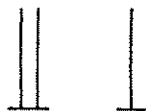
22.08.85

TEGN. NR.

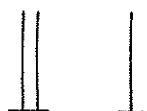
05

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

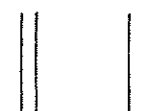
AVSLUTNING AV BORING (GJELDER ALLE SONDERINGSTYPER).



Boring avsluttet (årsak ikke angitt)



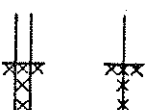
Antatt sten, morene, sand c.l.



Antatt fjell

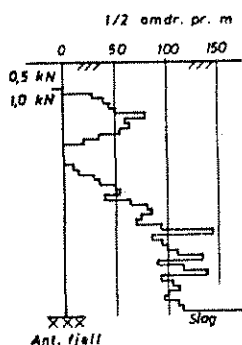


Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmålstegn.)



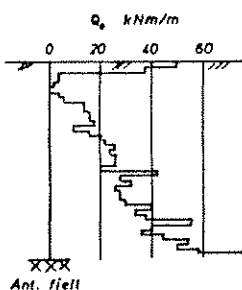
Boret i fjell og kjerne opp-tatt.

● **Dreiesondering** utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opp-tegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borchullet og belastningen angis til venstre for borchullet.



○ **Enkel sondering** består av slagboring med lett fjellboremaskin eller spyleboring til fast grunn eller fjell. Ved slagboring med en spesiell spiss kan ned-synkingshastigheten registreres som funksjon av dybden som uttrykk for boremotstanden. Myrddybden bestemmes ved hjelp av en lett myr-dybdeprøvetaker som presses ned til antatt myrbunn hvor prøve tas for kontroll.

▼ **Ramsondering** utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fall-høyde 0,6 m. Mot-standen mot ned-ramming regis-treres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m) angis i}$$

diagram som funksjon av dybden.

⊙ **Fjellkontrollboring**

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkrone nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker på-visning.

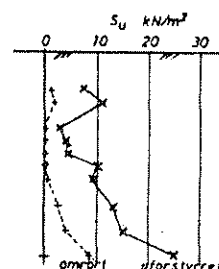
⊙ **Prøvetaking**

utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stem-pelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveg-gede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av opp-spylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylind-erprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstill-er formålet.

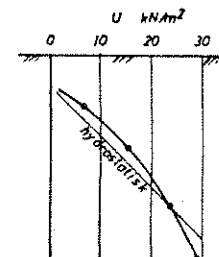
+ **Vinge-boring**

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastig-het til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras u-drenerte skjærstyrke, som også måles i om-rørt tilstand etter brudd.



⊖ **Porevanntrykket**

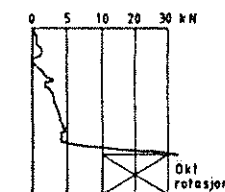
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vann-trykket ved filteret registreres enten hy-draulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektro-nisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filtret.



⊖ **Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borchullet.

⊖ **Dreietrykksondering**

utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpres-ningskraft for å holde nor-mert nedtrengningshastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastig-het ikke kan opprettholdes, økes rotasjons-hastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSEKELSE

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt
(γ i kN/m³) for hel sylindere og utskåret del.

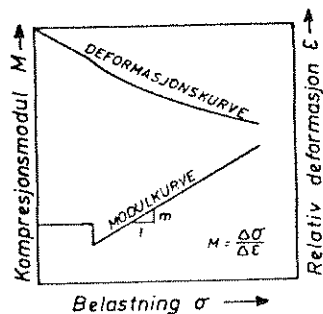
Vanninnhold
(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °C.

Flytegrense
(w_L i %) og utrullingsgrense (w_p i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen w_L - w_p benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke
(s_u i kN/m²) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm² (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S)
er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m².

Kompressibilitet
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm² og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold
(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling
ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjons hastighet.

Fraksjonsbetegnelse	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2-60	60-600	> 600	

Jordarten
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter
klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).

	Fjell		Silt		Torv
	Blokk		Leire		Trerester
	Stein		Fyllmasse		Skjell
	Grus		Matjord		Moreneleire
	Sand		Gytje, dy		Grusig morene

Anmerking

- T = tørrskorpe
- Leire: R = resedimenterte masser
- K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavssymboler settes inn i materialsignaturen:
 - Ca = kalkkonkresjoner
 - Fe = jernkonkresjoner
 - AH = aurhelle