

# NOTEBY AS

Rådgivende ingeniører MRIF

**NVE, Region Midt-Norge**

**Follobekken, Verdal  
Forbygningsprosjekt**

**Grunnundersøkelser  
Geoteknisk vurdering**

**19. april 2001**

**300527 - 1**



# Rapport

Oppdragsgiver: **NVE, Region Midt-Norge**

Oppdrag: **Follobekken, Verdal  
Forbygningsprosjekt**

Emne: **Grunnundersøkelser  
Geoteknisk vurdering**

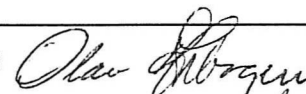
Dato: **19. april 2001**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **300527 - 1**

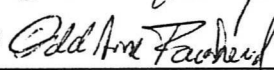
Oppdragsansvarlig: **Olav Årbogen**

Sign.:



Saksbehandler: **Odd Arne Fauskerud**

Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Mads Johnsen**

## Sammendrag:

I forbindelse med vurdering av mulige forbygningsprosjekter i Verdal er Noteby engasjert for å gjøre grunnundersøkelser.

I denne rapporten presenteres resultatene fra undersøkelsen utført langs Follobekken ved Krågsvoll i Verdal.

I rapportens siste del gis en orienterende geoteknisk vurdering av området sammen med en vurdering av aktuelle tiltak (forbygning).

Follobekken går i bunnen av en bekkedal med bratte dalsider (helning > 1:1 i øvre deler), og renner ut i Helgåa sør for RV 757. Løsmassene i det undersøkte området består for en stor del av lagdelt leire, silt og sand. Kvikkleire er ikke registrert i de undersøkte punktene.

Grunnforholdene er vurdert å være relativt gode i det undersøkte området, og totalstabiliteten i dalsidene antas å være god. Faren for store utglidninger i form av store monolittiske massebevegelser er vurdert å være liten.

Det er registrert en god del overflateaktivitet i dalsidene i bekkedalen. Poretrykksforholdene i skråningen sammen med bekkeerosjon er vurdert å være de styrende faktorene for rasaktiviteten i bekkedalen. Begge faktorene er direkte avhengige av nedbørsforhold og dreneringsforhold fra de omliggende arealene.

Tiltak med steinsetting av bekkibunnen og plastring oppetter dalsidene, vil forhindre at bekken graver seg dypere ned i dalbunnen og videre bekkeerosjon i dalsidene, med påfølgende lokale utglidninger mot bekken.

På grunn av de bratte dalsidene må det allikevel påregnes overflateglidninger i dalsidene, spesielt i perioder med sterk nedbør og ved teleløsning.

Ut fra registrerte grunnforhold, uten påviste sensitive/kvikke masser, er vår vurdering at eventuelle ras utløst i bekkedalen vil ha begrenset omfang og pågå over noe tid, slik at de neppe vil utgjøre noen trussel for boliger eller infrastruktur.

Dimensjonering og utforming av eventuelle tiltak overlates til NVE.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	3
2.	Utførte undersøkelser .....	3
2.1	Feltundersøkelser .....	3
2.2	Laboratorieundersøkelser.....	3
3.	Topografi og grunnforhold .....	4
3.1	Topografi .....	4
3.2	Grunnforhold .....	4
4.	Orienterende geoteknisk vurdering.....	5
4.1	Stabilitet .....	5
4.2	Tiltak.....	5

## Tegninger

4000-1D og -2D:	Geoteknisk bilag	
300527 -0:	Oversiktskart	Mål 1:50 000
-1:	Borplan	Mål 1:5 000
-10	Geotekniske data, PR1	

## Vedlegg

Vedlegg 1:	Utskrifter av sonderingsresultat (dreietrykkssondering).
Vedlegg 2:	Utskrifter og tolkning av CPTU -sonderinger.

## 1. Innledning

I forbindelse med vurdering av mulige forbygningsprosjekter i Verdal er Noteby engasjert for å gjøre grunnundersøkelser. I denne rapporten presenteres resultatene fra undersøkelsen utført langs Follobekken ved Krågsvoll i Verdal.

Det ble i første omgang utført en innledende grunnundersøkelse for å få en grov oversikt over grunnforholdene. På grunnlag av resultatene fra den innledende undersøkelsen, vurderte vi det nødvendig å utvide undersøkelsesomfanget.

I rapportens siste del gis en orienterende stabilitetsvurdering av området sammen med en vurdering av aktuelle tiltak(forbygning).

## 2. Utførte undersøkelser

### 2.1 Feltundersøkelser

Utsetting av borpunkt for den innledende undersøkelsen ble gjort under befaring 13.11.00 ved vår geotekniker Olav Årbogen, sammen med Martin Jespersen og Joar Storholmen, begge NVE. Supplerende borpunkt ble satt ut under feltarbeidet etter anvisning på kart.

Feltarbeidet ble utført under ledelse av vår borleder Olav Bakken i uke 9 og 10/01. Borplanen på tegning 300527-1 viser plassering av sonderings- og prøvetakingspunkter og omfatter:

#### Innledende undersøkelse:

- Dreietrykkssondering i ett punkt (1). Sonderingsdybde ca 22,5 m.
- Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) i ett punkt (ved borpunkt 1) til ca 10 m dybde under terreng.

#### Supplerende undersøkelse:

- Opptak av uforstyrrede og representative prøver fra ett borhull (ved borpunkt 1), totalt to poseprøver og to sylinderprøver.
- Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) i ett punkt (ca 150 m nedenfor borpunkt 1) til ca 10,5 m dybde under terreng.

Feltarbeider er beskrevet i geoteknisk bilag, tegning 4000-1D.

Utskrifter av sonderingsresultater er gitt i vedlegg 1. Utskrifter og tolkning av CPTU - sondering er gitt i vedlegg 2.

### 2.2 Laboratorieundersøkelser

Opptatte prøver er klassifisert og rutinemessig undersøkt m.h.p vanninnhold, tyngdetetthet og udrenert skjærstyrke ved vårt geotekniske laboratorium i Trondheim. I tillegg ble det utført ettpunkts flytegrensebestemmelse for to prøver. Resultater fra laboratorieundersøkelsen er gitt som geotekniske data i tegning -10.

### 3. Topografi og grunnforhold

I august 2000 utførte NVE profilering i bekkeløpet, og vurderingene i denne rapporten baseres på disse profilene.

#### 3.1 Topografi

I det området av Follobekken der forbygningstiltak skal vurderes, renner bekken sørover fra en kulvert som krysser under RV 757. Bekken renner i bunnen av en ravine med maksimal høydeforskjell mellom bekkedunn og omkringliggende dyrket mark på ca 7,5 m. Ravinen går mellom gården S. Kråg i øst og Krågsvoll i vest, like sør for riksveien.

Gjennomsnittlig skråningshelning i dalsidene i bekkedalen varierer mellom ca 1:1 og 1:3. Enkelte steder står skråningene med helning  $>1:1$  i den øvre delen. Total høydeforskjell mellom kulverten under riksveien og bekkens utløp i Verdalselva er ca 11 m. Områdene med dyrket mark på begge sider av bekkedalen ligger med slak helning ned mot Verdalselva.

Det er registrert erosjon og rasaktivitet langs store deler av det undersøkte bekkeløpet. Bare i de nederste delene ned mot utløpet i elva er skråningene så slake at det ikke er registrert utglidninger eller sig. De siste 10–15 metrene ut mot elva er flat flommark. Ovenfor dette er det påvist gammel og nyere rasaktivitet i form av rasgroper og deponerte rasmasser, helt opp til forbygningen for kulvertutløpet, sør for riksveien.

#### 3.2 Grunnforhold

De utførte grunnundersøkelsene (sonderinger og prøvetaking) viser at grunnen i det undersøkte området består av lagdelt leire, silt og sand.

Dreietrykkssonderingen i borpunkt 1 viser et topplag av antatt tørrskorpeleire ned til ca. 2 m dybde. Derunder er det antatt uregelmessig lagdelt siltig leire, silt og sand til stor dybde. Løsmassene har tendens til økende fasthet med dybden, og fra ca. 17 m dybde er det boret med økt rotasjon. Dreietrykkssonderingen ble avsluttet i ca 22 m dybde under terreng.

Fra samme borhull (1) ble det tatt opp en prøveserie (PR1). Prøvene bekrefter et overliggende, meget fast tørrskorpeleire og overgang til lagdelt leire og silt i ca. 2 m dybde. Det er påvist leire med sand og gruskorn i 2-3,5 m dybde. Prøven fra 7-8 m er klassifisert som leirig silt.

Tørrskorpeleira har vanninnhold på ca 20%. Leira fra 2-3,5 m har påvist naturlig vanninnhold på ca 21-24%. Den udrenerte skjærstyrken er målt til ca 33 kN/m<sup>2</sup> for én prøve. Omrørt skjærstyrke ligger i området 3-17 kN/m<sup>2</sup>. Flytegrensen for leira er ca. 24 %. Leira klassifiseres som middels fast, og lite sensitiv ( $S_r=2$ ). Den leirige silten i 7-8 m dybde har naturlig vanninnhold på 20-27%, flytegrense på ca 32 % og udrenert skjærstyrke i området 26-40 kN/m<sup>2</sup>. Omrørt skjærstyrke ligger mellom 7 og 21 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten er målt til 2-4.

Utførte trykksonderinger med poretrykksmåling (CPTU) er noe usikre på grunn av sterk kulde under sondering. Tolkningen av løsmassenes beskaffenhet og lagdeling er derfor trolig ikke helt korrekt<sup>1</sup>. Sonderingene bekrefter allikevel hovedinntrykket av grunnforholdene, med lagdelte kohesjons- og friksjonsmasser og generelt gode grunnforhold.

<sup>1</sup> På grunn av sterk kulde er det antatt at registrert poretrykk er for lavt. Dette medfører at korrigeret spissmotstand,  $q_c$ , korrigeret friksjon,  $f_c$  og styrkeparametre ( $s_u$  og  $\tan\phi$ ) blir tolket lavere enn de hadde vært ved korrekt registrert poretrykk. CPTU-sonderingene med tilhørende tolkning viser derfor noe dårligere grunnforhold enn dreietrykkssonderingen og prøveserien.

Det er ikke registrert kvikkleire i grunnen i noen av borpunktene.

#### 4. Orienterende geoteknisk vurdering

I det følgende presenteres en orienterende geoteknisk vurdering av det undersøkte området. Vurderingen omfatter stabilitet lokalt i skråningene, og for området totalt sett. Videre diskuteres behov for tiltak (forbygning), og mulige løsninger skisseres. Vurderingene er gjort på grunnlag av de utførte undersøkelsene og NVEs tverrprofiler (P01-P51).

##### 4.1 Stabilitet

Grunnforholdene i det undersøkte området karakteriseres som middels gode. I bekkedalen er det registrert flere mindre utglidninger, men dette er for en stor del overflateglidninger. Som tidligere omtalt varierer skråningshellingen i dalsidene noe. Det er ikke gjort stabilitetsberegninger for profilene, men ut i fra dalsidenes geometri og registrerte grunnforhold, antas det at skråningene i enkelte partier av bekken står med lav sikkerhet mot utglidning. Dette bekreftes av forholdsvis stor grad av overflateaktivitet, og de registrerte, noe dypere, rasgropene.

*Poretrykksforholdene* i dalsidene, sammen med den pågående *bekkeerosjonen* er antatt å være de styrende faktorene for rasaktiviteten i dalsidene. Restriksjoner på drenering fra de omliggende jordbruksarealene, kan til en viss grad gi noe mer kontroll med poretrykket i dalsidene. Bekkeerosjonen i dalbunnen kan hindres ved forbygning i bekkeløpet.

Utrasninger i form av store monolittiske massebevegelser er, på grunnlag av foreliggende grunnundersøkelser, vurdert å være lite sannsynlig. Det må allikevel påregnes noe lokal overflateaktivitet i dalsidene, spesielt i perioder med sterk nedbør og under teleløsning.

Videre kan det ikke utelukkes at det i ekstremtilfeller kan forekomme dypere glidninger som kan berøre omliggende arealer i begrenset omfang.

I de bratteste partiene opp mot de omliggende arealene med dyrket mark, er vår vurdering at framtidige overflateglidninger ikke kan unngås uten vesentlige terrenginngrep.

##### 4.2 Tiltak

Totalstabiliteten for områdene i og rundt bekkedalen er vurdert å være relativt gode.

Den registrerte aktiviteten i dalsidene vil, isolert sett, ikke være kritisk for stabiliteten i det undersøkte området. Dersom bekken fortsetter å grave seg ytterligere ned i dalbunnen, vil imidlertid de omkringliggende jordbruksarealene ligge mer utsatt til for framtidige utglidninger.

Ved valg av en løsning som innebærer å forhindre at Follobekken skal grave seg ytterligere ned i dalbunnen, med påfølgende utglidninger, er det nødvendig å iverksette enkle forbygningstiltak langs bekkeløpet. Et slikt tiltak kan begrenses til heving av bekkeløpet med ca. 1-2 m og etablering av steinplastring oppetter dalsidene. Utstrekning av forbygningen må vurderes på stedet, gjerne i samråd med geotekniker ved en eventuell befaring. Dersom det velges å gå inn med tiltak i dette området, tilrår vi at hele strekningen sør for RV 757 forbygges.

Med et slikt enkelt tiltak vil overflateaktiviteten i dalsidene, til en viss grad, fortsette som tidligere, med muligheter for oppbygging av mindre rasdammer og påfølgende dambrudd og noe flomvannføring. Forbygningen hindrer imidlertid videre bekkeerosjon, dermed vil

aktiviteten avta med tiden, og skråningene vil bli mer stabile etter hvert som de bratteste partiene blir slaket ut (ved glidninger). Som tidligere nevnt, er det nødvendig med vesentlige terrenginngrep for å unngå disse overflateglidningene. Dette skulle ikke være nødvendig av geotekniske årsaker, da denne rasaktiviteten ikke har andre konsekvenser enn noe inngripen i dyrkede arealer.

For å bedre overflatestabiliteten i dalsidene ytterligere, vil det, i tillegg til kontroll med drenering, være en fordel å beholde så mye av skråningsvegetasjonen som mulig. Eventuelt kan maskinell utslaking av skråninger, med borttransportering av overskuddsmasse og nyplantning av egnede planter/trær, vurderes.

Endelig utforming og dimensjonering av eventuelt tiltak overlates til NVE.

**Arkivreferanser:**

Fagområde:	GEO		
Stikkord:	Grunnundersøkelser, forbygning,		
Land/Fylke:	Nord Trøndelag	Kartblad:	1722 IV
Kommune:	Verdal	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Krogsvoll	Øst: 6286	Nord: 70744

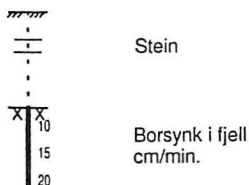
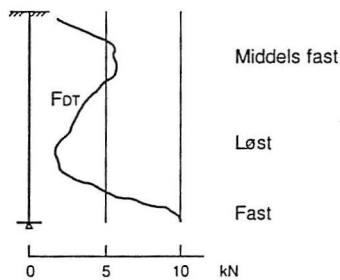
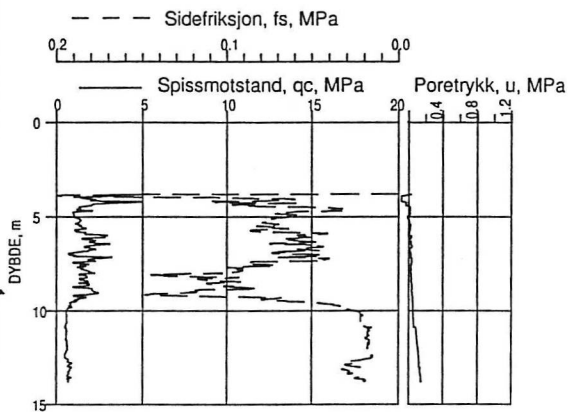
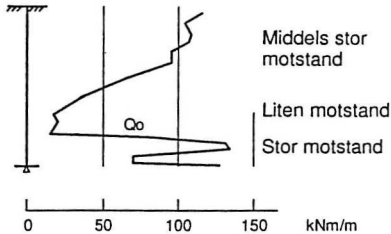
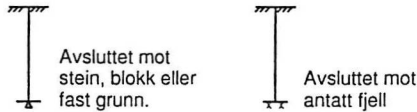
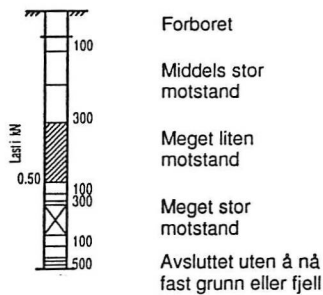
**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 19. april 2001		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	19.04.01	OAF						
	Kontrollert	19.04.01	OAF						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	19.04.01	OAF						
	Kontrollert	19.04.01	OAF						
Teknisk innhold	Utarbeidet	19.04.01	OAF						
	Kontrollert	19.04.01	OAF						
Format	Utarbeidet	19.04.01	OAF						
	Kontrollert	19.04.01	OAF						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Seksjonsleder/Avdelingsleder)				Dato:		Sign.:			
				19.04.01		Kjell Kristian			





## ● DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (22mm) med 30 mm skruespiss. Boret dreies med hånd- eller motorkraft under 1kN vertikallast. Nedsynkning registreres.

Bormotstanden illustreres med tverrstrek i den dybde spissen nådde for hver 100 halve omdreining. Skravur angir synkning uten dreining, påført vertikallast under synk angis på venstre side av borchullet. Kryss angir at boret ble slått ned.

## ○ ENKEL SONDERING

Borstål slås med slegge eller bormaskin eller spyles til fast grunn (eller antatt fjell).

## ▼ RAMSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (32 mm) med 38 mm spiss (6-kantet). Boret rammes med en rammeenergi på opptil 0.5 kNm. Antall slag for hver 0.5 m registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet (Qo) pr. m neddriving.

$Q_o = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$

## ▽ TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk sonde med kon spiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften (qc) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (fs) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen (CPT). I tillegg kan poretrykket (u) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig vhja. en elektronisk datalogger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsoliderings-egenskaper).

## ◇ DREIETRYKKSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften F0T registreres automatisk og angis i kN.

## ☆ FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For registrering av fjell bores flere meter i fjell. Evt. med registrering av borsynk (cm/min).

# GEOTEKNISK BILAG

## BORMETODER OG OPPTEGNING AV RESULTATER



**NOTEBY AS**

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAF

Godkjent O. Bør

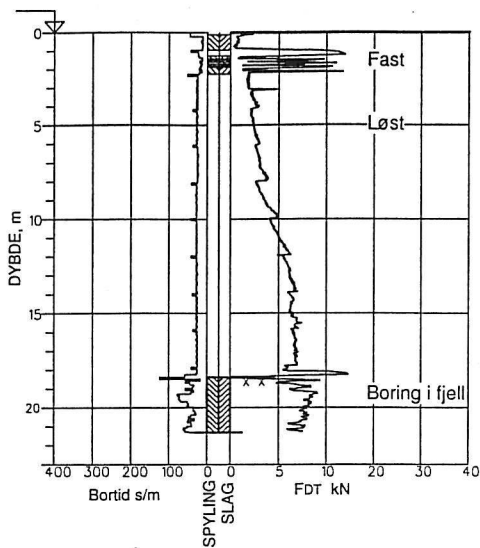
Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr.

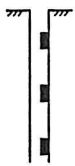
1

Rev.

D



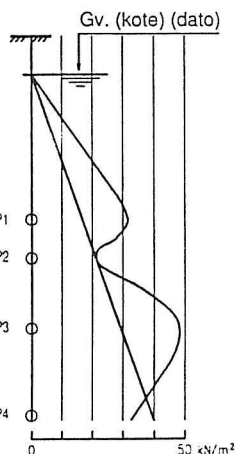
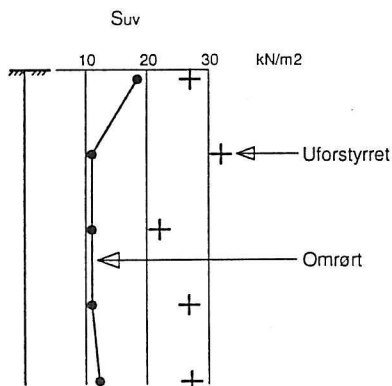
Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler



Resultater av laboratorieundersøkelser vises på egne ark



## Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjøtbare borstenger og 57 mm borkrone.

Under nedboring i bløte lag fungerer utstyret som sonderbor (dreietrykksondering) og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreihastighet 25 omdr./min. Når det påtreffes faste lag, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. For registrering av fjell kan det bores flere meter i fjell.

Nedpressingskraften registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens og bortid vises på venstre side.



## KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjerneør med diamantkroner nederst. Når kjerneøret er fullt heises borstrengen opp og kjernen tas ut for merking og senere klassifisering eller prøving.

Det kan benyttes bor av ulike typer og diametre, og det er mulig å ta kjerner som er orientert i forhold til fjellstrukturen.



## MASKINSKOVLING

Utføres med hul borstang påsveisert en spiral (auger). Med borrhjelp kan det skovles til 5 - 20 m avhengig av massenes art og fasthet og av grunnvannstanden. Det kan tas forstyrrede prøver fra forskjellige dyp.

Skovling kan også utføres med enklere utstyr (skovlbor).



## PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stål- eller plast-sylinder (60 - 90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir cylinderen presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



## VINGEBORING

Utføres ved at et vingekor (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert skjærstyrke (Suv kN/m²) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.



## MÅLING AV GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret, i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

## MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

## ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

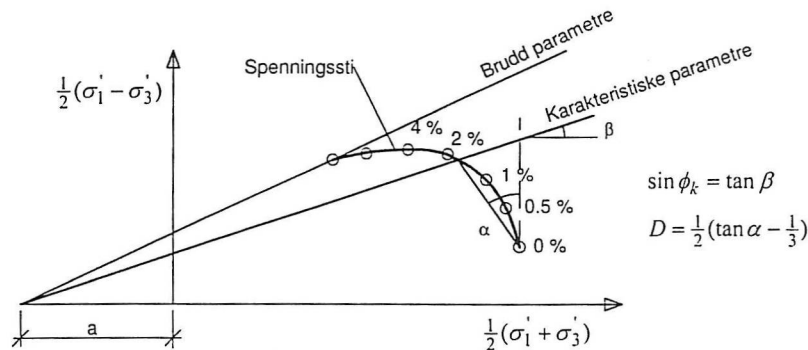
<b>Torv</b>	<i>Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svartorv).</i>
<b>Gytje, dy</b>	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
<b>Mold</b>	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
<b>Matjord</b>	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

## SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning  $\pm$  poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre ( $a$ ,  $\phi$ ,  $D$ , eller  $S_{Ua}$ ,  $S_{Ud}$ ,  $S_{Up}$ )

### Effektivspenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre ( $a$ , $\phi$ og $D$ )

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av hovedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksiell tøyning avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



### Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ [ $kN/m^2$ ])

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk ( $S_{Uk}$ ), konusforsøk ( $S_{Uk}$ ), udrenerte treaksialforsøk ( $S_{Ua}$ ,  $S_{Up}$ ), direkte skjærforsøk ( $S_{Ud}$ ) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU))

### SENSITIVITET ( $S$ )

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

### VANNINNHOLD ( $W$ %)

angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking ved  $110^\circ C$ .

## GEOTEKNISK BILAG

### GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEDATA



**NOTEBY AS**

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet  
ABe

Kontrollert

2AF

Godkjent

0.13r

Oppdragsnr.

4000

Tegningsnr.

2

Rev.

D

**FLYTEGRENSE ( $W_L$  %)**

**PLASTISITETSGRENSE ( $W_p$  %)**

**PLASTISITETSINDEKS ( $I_p$  %) ( $I_p = W_L - W_p$ )**

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

**PORØSITET ( $n$  %)**

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

**PORETALL ( $e$ )**

er volum av porer delt på volum av fast stoff:  $e = \frac{\text{volum av porer}}{\text{volum av fast stoff}}$ , eller som  $e = \frac{n}{100 - n}$  hvor  $n$  (porøsitet) gis i %

**KORNDENSITET ( $\rho_s$  g/cm<sup>3</sup>)**

er massen av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff.

**DENSITET ( $\rho$  t/m<sup>3</sup>)**

er massen av prøven pr. volumenhet.

**TØRR DENSITET ( $\rho_D$  t/m<sup>3</sup>)**

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

**SPESIFIKK TYNGDETETHET ( $\gamma_s$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s \cdot g$  hvor  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ )

**TYNGDETETHET (romvekt) ( $\gamma$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av prøven pr. volumenhet ( $\gamma = \rho \cdot g = (1+w/100)(1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

**TØRR TYNGDETETHET (tørr romvekt) ( $\gamma_D$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet. ( $\gamma_D = \rho_D \cdot g = (1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

## KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

**HUMUSINNHOLD (ONa)**

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også brukes.

## KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen  $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$ . Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter  $m$  (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi ( $M$ ), eller som spenningsavhengig med modultall,  $m_{OC}$  ( $M = m_{OC} \cdot \sigma'$ ).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall,  $m_{NC}$  ( $M = m_{NC} \cdot \sigma'$ ).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall  $m_s$  ( $M = p_a \cdot m_s \cdot \sqrt{\sigma'/p_a}$ ), hvor  $p_a$  er atmosfærisk trykk ( $p_a = 100 \text{ kN/m}^2$ )

## KORNFORDELINGSANALYSE

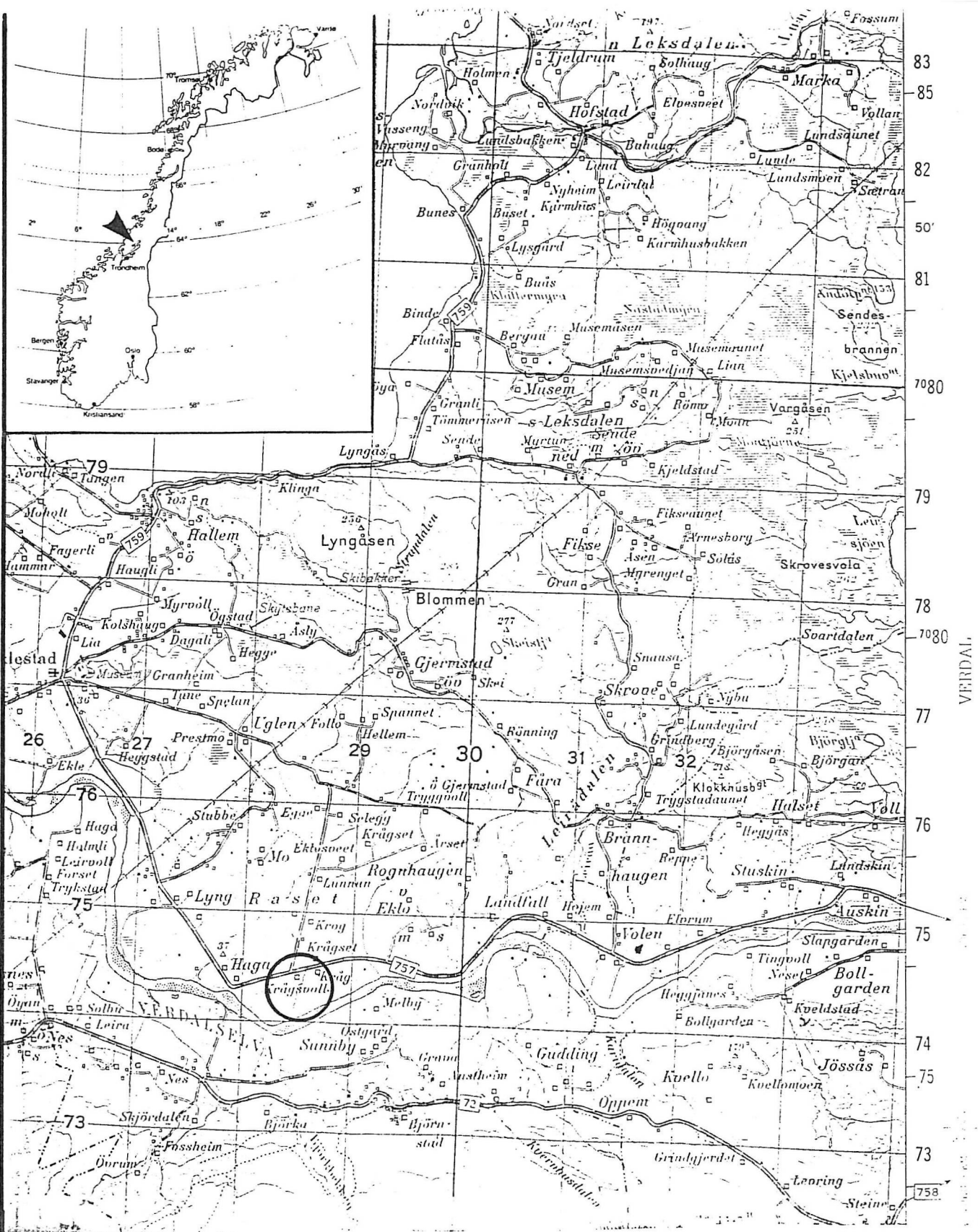
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklens sedimentasjonshastighet.


## TELEFARLIGHET

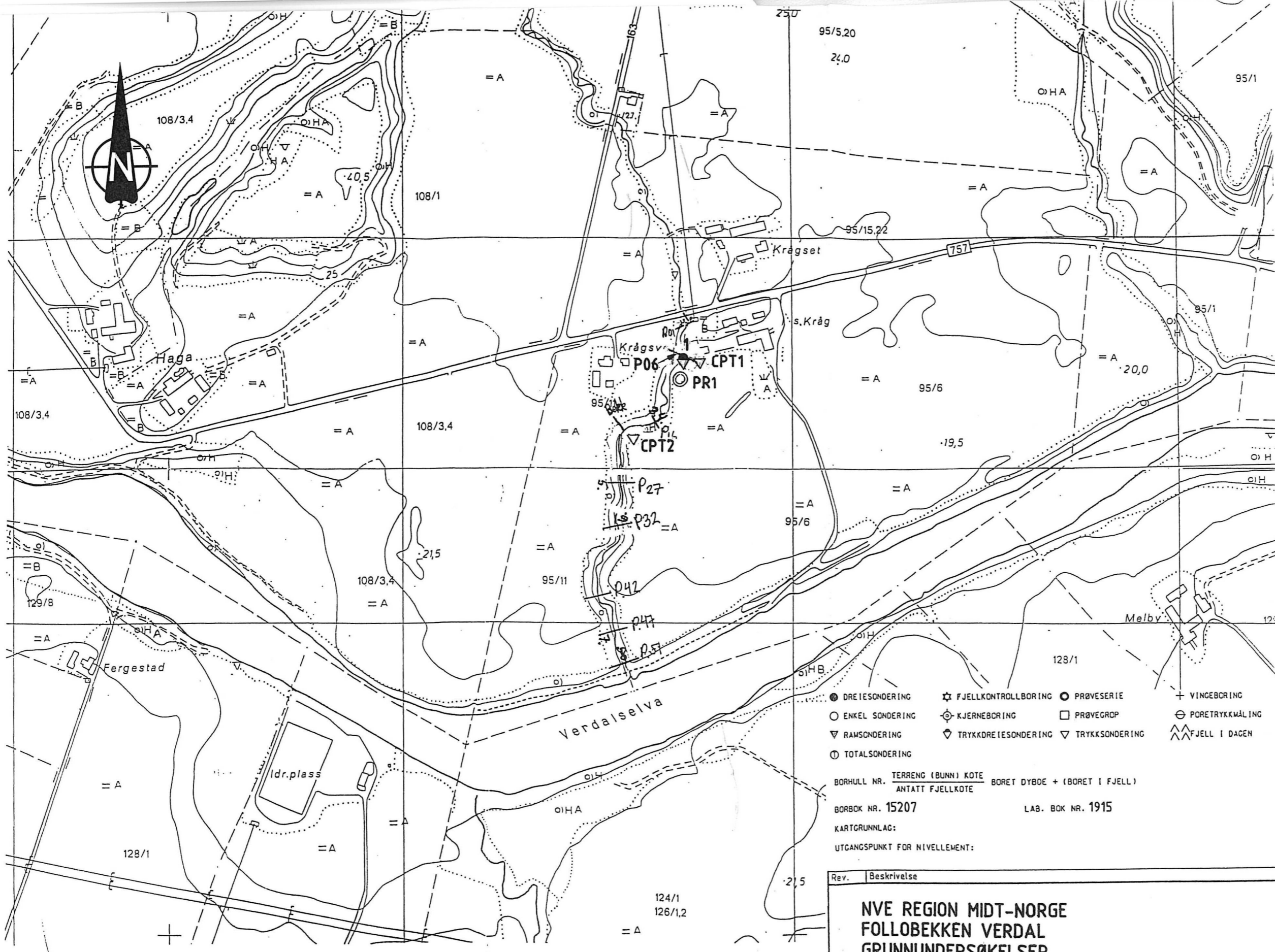
bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefartig), T2 (lite telefartig), T3 (middels telefartig) og T4 (meget telefartig).

**PERMEABILITETEN ( $k$  cm/s eller m/år)**

bestemmer den vannmengde  $q$  som vil strømme gjennom en jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også)  $q = k \cdot A \cdot i$  hvor  $A = \text{bruttoareal normalt strømrretningen}$   
 $i = \text{gradient i strømrretningen}$



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	<b>NVE REGION MIDT-NORGE</b> <b>FOLLOBEKKEN, VEDAL</b> <b>GRUNNUNDERSØKELSE</b>	Original format	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	<b>OVERSIKTSKART</b>	Målestokk	<b>1:50000</b>		
		Dato			
	NOTEBY AS	Oppdragsnr.	300527	Godkjent	REI
	Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-74 20 TRONDEHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato	19.04.01	Godkjent	REI
		Oppdragsnr.	300527	Godkjent	REI
		Dato	19.04.01	Godkjent	REI
		Oppdragsnr.	300527	Godkjent	REI



- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▽ RAMSONDERING
- ⊙ TOTALSONDERING
- ☆ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ KJERNEBORING
- ◇ TRYKKDREIESONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ▽ TRYKKSONDERING
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYK MÅLING
- ⌘ FJELL I DAGEN

BORHULL NR. TERRENG (BUNN) KOTE BORET DYBDE + (BORET I FJELL)  
 ANTATT FJELLKOTE

BORBOOK NR. 15207 LAB. BOK NR. 1915

KARTGRUNNLAG:  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	<b>NVE REGION MIDT-NORGE            FOLLOBEKKEN VERDAL            GRUNNUNDERSØKELSER</b>	Original format	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	<b>BORPLAN</b>	Målestokk <b>1:500</b>			
	<b>NOTEBY AS</b> Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 Fax: 72 56 69 20	Dato <b>19.04.01</b>	Konstr./Tegnet <b>vs</b>	Kontrollert <b>OP</b>	Godkjent <b>KEK</b>
		Oppdragsnr. <b>300527</b>	Tegningsnr. <b>1</b>		Rev.



# VEDLEGG 1

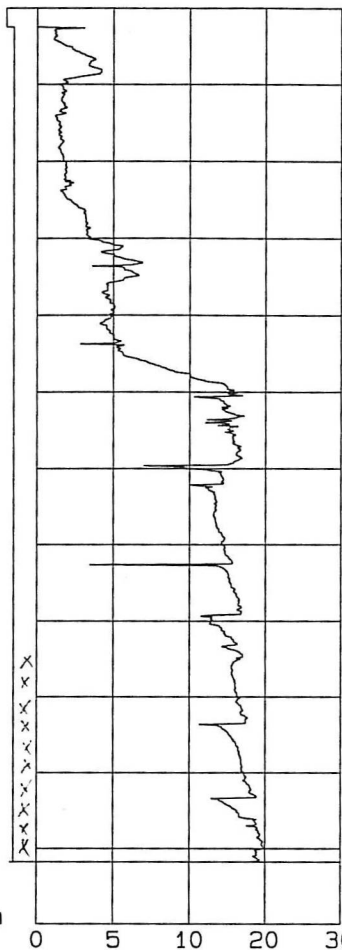
Utskrift av sonderingsresultat, borpunkt 1

Revisjonsnr. 300527100	Revisjonsår 2015	Revisjonsnr. 2015-01	Revisjonsår 2015
Follobekken		Revisjonsnr. 2015-01	Revisjonsår 2015
NOTEBY AS		Revisjonsnr. 2015-01	Revisjonsår 2015
Follobekken		Revisjonsnr. 2015-01	Revisjonsår 2015



1

DTR + 0



STOPP 22.4 m

0 5 10 20 30 kN

Oppdragsnr. 300527100	Profilnr./Bp.nr 0 m .SIDE: 0 m	Høyde + 0	
Firmanavn NOTEBY AS		Dato 20010129	Målestokk 1: 200
		Side 1 ( 1)	Tegn. nr.:
Oppdragsnavn Follobekken		Fil : 29020344.DTR	



# CPT sondering uppmätta parametrar

Referens

Nivå vid referens 0.00 m

Grundvattenyta 1.00 m

Startdjup 1.00 m

Förbormningsdjup 1.00 m

Förbortat material

Utrustning

Geometri Normal

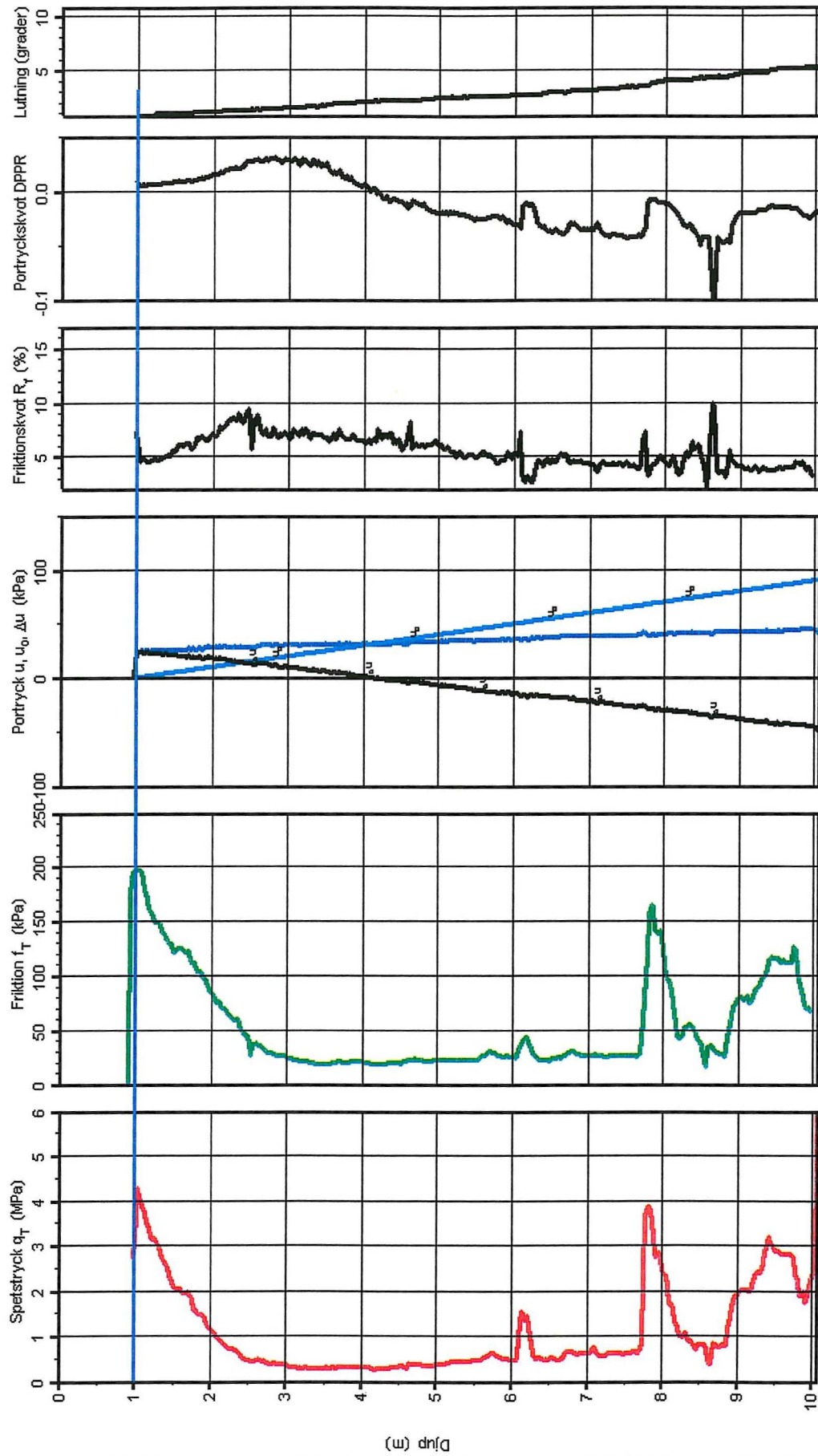
Projekt Follobekken

Projekt nr 300527.100

Plats

Borrhål CPT 1

Datum 26.02.01



# CPT sondering utvärderad enligt SGI Info 15

Referens

Nivå vid referens 0.00 m

Grundvattentyta 1.00 m

Startdjup 1.00 m

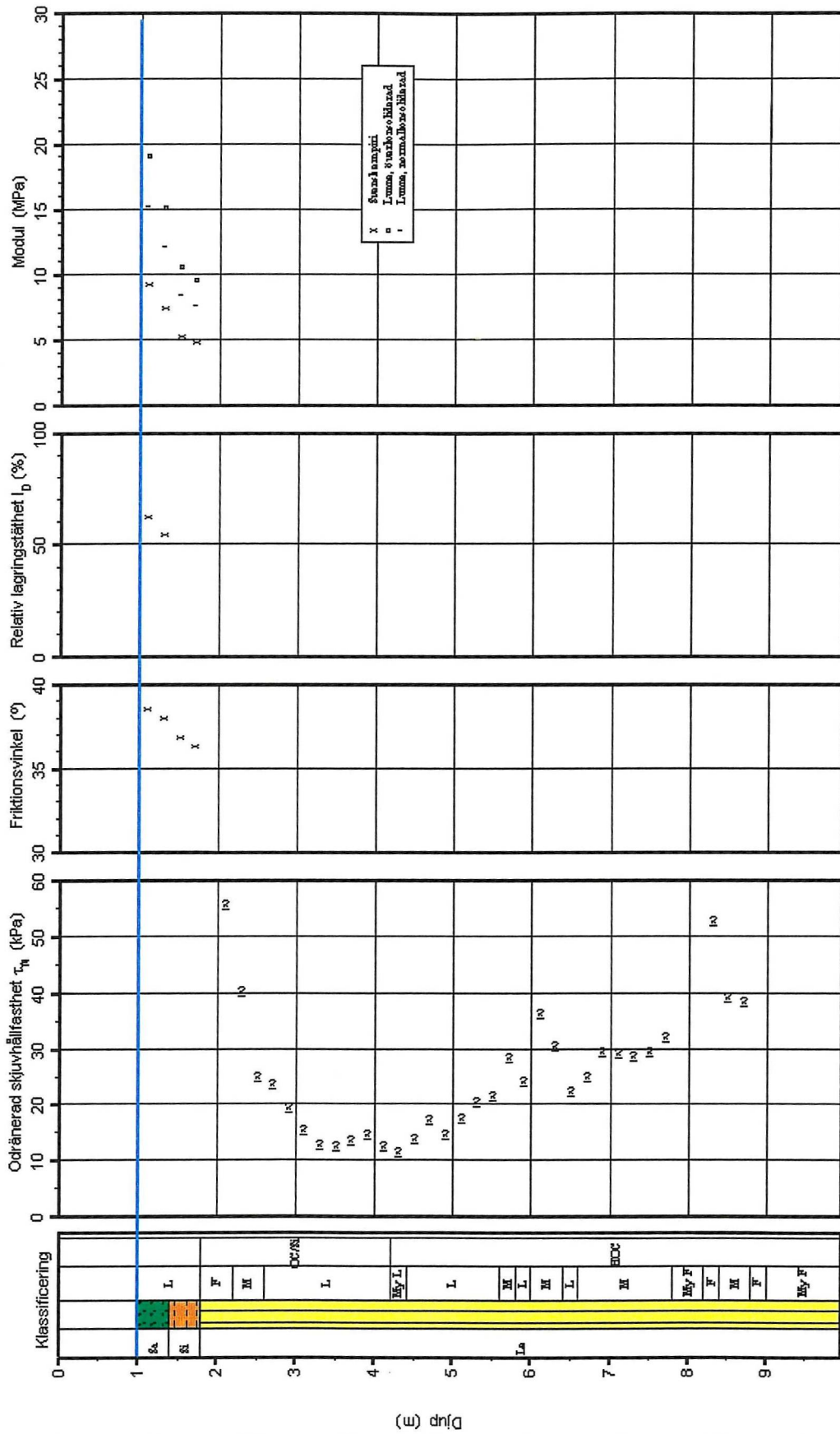
Förbormingsdjup 1.00 m

Förbortat material

Utrustning

Geometri Normal

Projekt Follobekken  
 Projekt nr 300527.100  
 Plats  
 Borrhål CPT 1  
 Datum 26.02.01



# CPT sondering uppmätta parametrar

Referens

Nivå vid referens 0.00 m

Grundvattentyta 1.00 m

Startdjup 1.00 m

Förborrningsdjup 1.00 m

Förborrat material

Utrustning

Geometri Normal

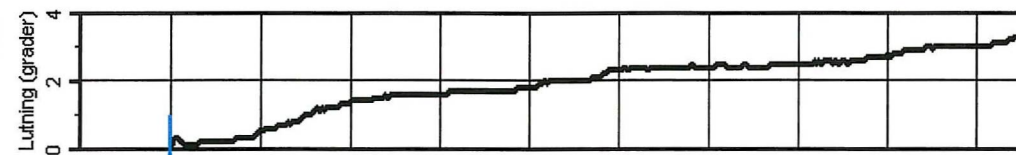
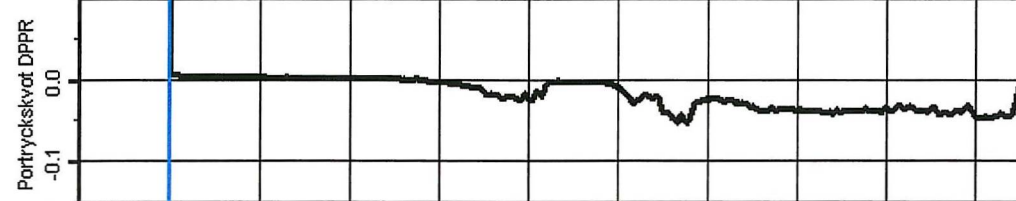
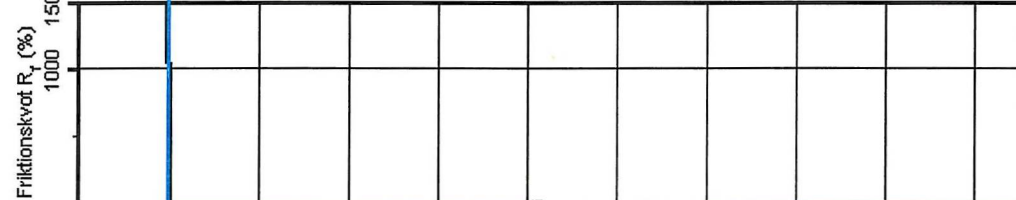
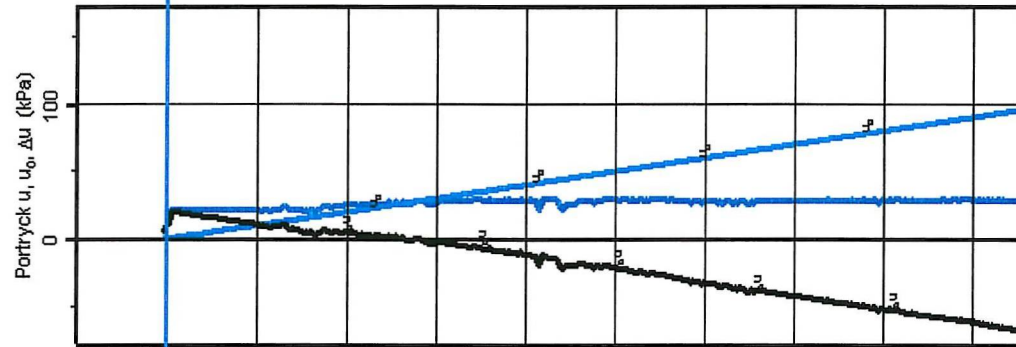
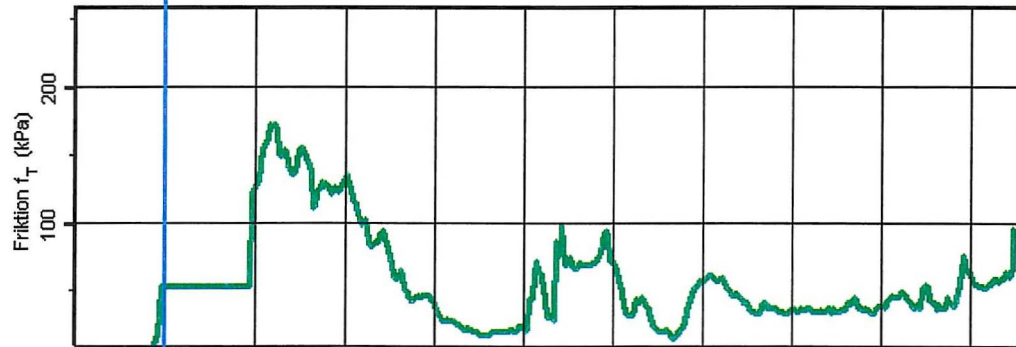
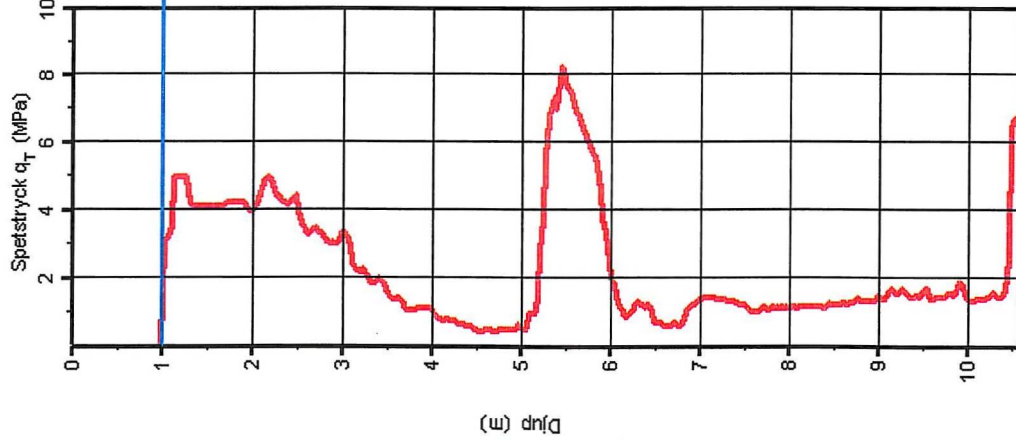
Projekt Follbekken

Projekt nr 300527.100

Plats

Borrhål CPT 2

Datum 08.03.01



Djup (m)

# CPT sondering utvärderad enligt SGI Info 15

Referens  
Nivå vid referens 0.00 m  
Grundvattenyta 1.00 m  
Startdjup 1.00 m

Förborrningsdjup 1.00 m  
Förborrat material  
Utrustning  
Geometri Normal

Projekt Follobekken  
Projekt nr 300527.100  
Plats  
Borrhål CPT 2  
Datum 08.03.01

