

NOTEBY AS

Rådgivende ingeniører MRIF

NVE, Region Midt-Norge

**Rossvollbekken, Verdal
Forbygningsprosjekt**

**Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

23. april 2001

300529 - 1



Rapport

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

Oppdrag: **Rossvollbekken, Verdal
Forbygningsprosjekt**

Emne: **Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

Dato: **23. april 2001**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **300529 - 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 Rossvollbekken ved Rossvoll i Verdal.

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

Rossvollbekken går i bunnen av en bekkedal med bratte dalsider (helning > 1:1 i øvre deler), og renner ut i Verdalselva, nordvest for gårdene Leirvoll og Holmli. Skråningshøyden er varierer mellom ca. 2 og ca. 6 m langs bekkeløpet i det aktuelle området. Løsmassene i det undersøkte området består av meget lagdelte kohesjons- og friksjonsmasser (leire, silt, sand og grus), og grunnforholdene er vurdert å være relativt gode.

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 i de nedre deler av dalsidene, vil forhindre at bekken graver seg dypere ned i dalbunnen og hindre videre bekkeerosjon i dalsidene, med påfølgende lokale utglidninger mot bekken.

På grunn av de bratte skråningene i bekkedalen må det allikevel påregnes overflateglidninger i dalsidene, spesielt i perioder med sterk nedbør og ved teleløsning. Områdene nærmest elva, der skråningshøyden er størst, vil være mest utsatt.

Ut fra registrerte grunnforhold, uten påviste sensitive/kvikke masser, er vår vurdering at eventuelle utrasninger i bekkedalen vil ha begrenset omfang og pågå over noe tid, slik at de ikke 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.	Terreng og grunnforhold.....	3
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	
300529 -0:	Oversiktskart	Mål 1:50 000
-1:	Borplan	Mål 1:5 000
-10	Geotekniske data, PR1	

Vedlegg

Vedlegg 1:	Utskrifter av sonderingsresultater (drietrykksondering).
Vedlegg 2:	Utskrift og tolkning av CPTU -sondering.

1. Innledning

I forbindelse med vurdering av mulige forbygningsprosjekter i Verdal er Noteby engasjert for å gjøre grunnundersøkelser. I foreliggende rapport presenteres resultatene fra undersøkelsen som er utført langs Rossvollbekken ved Rossvoll i Verdal. Rapporten omfatter resultatpresentasjon, beskrivelse av topografi og grunnforhold og avslutningsvis en orienterende geoteknisk vurdering av området og aktuelle tiltak.

2. Utførte undersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Borpunkter for sondering og prøvetaking ble satt ut under befaring 13.11.00 av vår geotekniker Olav Årbogøn, sammen med Martin Jespersen og Joar Storholmen, begge fra NVE.

Feltarbeidet ble utført under ledelse av vår borleder Olav Bakken i uke 10/01. Borplanen på tegning 300529-1 viser plassering av sonderings- og prøvetakingspunkter og omfatter:

- Dreietrykkssondering i to punkter (1 og 2), med sonderingsdybder på hhv. ca. 25 m og ca. 31 m.
- Opptak av uforstyrrede og representative prøver fra ett borhull (ved borpunkt 1), totalt 4 poseprøver og tre sylinderprøver.
- Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) i ett punkt (ved borpunkt 2), til ca 7 m dybde under terreng.

Feltundersøkelser er beskrevet generelt 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

Prøvene fra borhull 1 (PR1) er klassifisert og rutinemessig undersøkt m.h.p vanninnhold, tyngdetetthet og udrenert skjærstyrke ved vårt geotekniske laboratorium i Trondheim. I tillegg er det utført ettpunkts flytegrensebestemmelse for én prøve. Resultater fra laboratorieundersøkelsen er gitt som geotekniske data i tegning -10.

Laboratorieundersøkelser er beskrevet generelt i geoteknisk bilag, tegning 4000-2D.

3. Terreng og grunnforhold

I august 2000 utførte NVE profilering i bekkeløpet, og vurderingene i denne rapporten baseres på disse profilene (P05-P42).

3.1 Topografi

Den delen av Rossvollbekken som er aktuell for forbygningsvurdering krysser under FV 153 i rør like vest for gården Leirvoll. Bekken renner derfra mot nordvest i bunnen av en erosjonsdal (ravine), før den munner ut i Verdalselva ca 400 m nordvest for gården Holmli.

Rossvollbekken er aktivt eroderende og dalsidene i bekkedalen har gjennomsnittlig helning som varierer mellom 1:1 og 1:2. Enkelte steder er det registrert raskanter, spesielt i øvre deler av skråningen, som står betydelig brattere inn mot omkringliggende åkerland. Høydeforskjellen mellom bekkebunnen og områdene med dyrket mark varierer mellom ca. 2 m og ca. 6 m, størst høydeforskjell er registrert i de nedre deler ned mot Verdalselva (P37 og P42). Bekkedalen blir gradvis grunnere og smalere fra P42 oppover mot riksveien. Total høydeforskjell mellom utløpet i Verdalselva og røret under veien er ca 8 m. Gjennomsnittlig helning på bekken i de øvre deler (t.o.m. P 11) er ca. 1:50. Mellom P11 og P26 er gjennomsnittlig helning ca 1:250, før bekken går over i helning ca 1:50 fram til ca. P37. Nedenfor P37 er gjennomsnittlig helning på bekken ca 1:1:12 ned til elva, bortsett fra et flatere parti mellom P38 og P41 (ca 1:250).

I følge opplysninger fra NVE har bekken senket seg med opptil 1,5-2 m i løpet av en 20-års periode(80-00), noe som kan tyde på endrede dreneringsforhold i bekkens nedslagsfelt (opparbeiding av nye jordbruksarealer o.l.), og/eller at bekken har kommet ned i lett eroderbare masser. Lengdeprofil tatt opp av NVE antyder at de øvre deler bekken har et senkningspotensiale på ytterligere ca 4-5 m.

Langs hele bekkeløpet er det registrert erosjon og ras i dalsidene i form av overflateglidninger. Det er imidlertid i de nedre deler, f.o.m. P32 og nedover mot elva, at dalsidene bærer størst preg av pågående rasaktivitet. I disse profilene er det også registrert noen dypere glidninger. Enkelte steder er det observert drensrør (fra omliggende dyrket mark) som kommer ut litt oppe i skråningene.

3.2 Grunnforhold

På grunnlag av utførte undersøkelser karakteriseres grunnforholdene i det undersøkte området som relativt gode. Sonderingene som er gjort langs bekken, viser at grunnen består av meget lagdelte antatte friksjons- og kohesjonsmasser (grus, sand, silt og leire) til stor dybde.

Topplaget synes å bestå av sand til ca 1 m under terreng. Derunder er det antatt silt og siltig sand til 4,5 m dybde. Under dette er det antatt et gruslag med stein til ca 8 m dybde i borpunkt 1. I borpunkt 2 antyder sonderingen noe løsere lagret silt ned til ca 7 m, derunder overgang til et gruslag med ca 3 m mektighet. Ca 8 m under terreng i borpunkt 1 og ca 10 m under terreng i borpunkt 2, er det antatt et ca 5-6 m tykt lag med siltig leire. Minst fasthet synes leira å ha øverst, like under det grusige laget. Dette synes også å være tilfelle ved borpunkt 2.

Videre nedover i borprofilene er det antatt lagdelte løsmasser bestående av grus, sand, silt og leire.

Prøveserien fra borhull 1 (PR1) viser et topplag av sand, før overgang til silt i ca 1 m dybde. I prøvene fra 8-12 m under terreng er det påvist siltig leire med skjellrester.

Sanden har naturlig vanninnhold på ca 9%, mens den underliggende silten har vanninnhold på 17-22%. Den siltige leira i 8-12 m dybde har naturlig vanninnhold på 23-26%, tyngdetetthet på 20,4-20,9 kN/m³ og målt udrenert skjærstyrke i området 63-156 kN/m². Omrørt skjærstyrke er målt til 5-26 kN/m². Sensitiviteten ligger mellom 4 og 16, høyest i prøven fra 9,6-10,4 m. Leira klassifiseres som fast til meget fast, og lite til middels sensitiv.

Den utførte trykksonderingen med poretrykksmåling (CPTU) er noe usikker på grunn av sterk kulde under sonderingen. Tolkningen av løsmassenes beskaffenhet er derfor trolig ikke helt korrekt¹. Sondringen gir likevel god informasjon om forholdene, med antatt sand og silt ned til avsluttet sondering ca 7 m under terreng, og generelt gode grunnforhold.

For detaljer vedrørende resultatene henvises til geotekniske data i tegning -10, og til vedlegg 1 og 2.

4. Orienterende geoteknisk vurdering

I de følgende kapitlene gis en orienterende geoteknisk vurdering av stabiliteten og behov for forbygning i det undersøkte området. Vurderingen er gjort på grunnlag av utførte undersøkelser og NVEs tverrprofiler (P05-P42).

4.1 Stabilitet

Dalsidene i bekkedalen har varierende helning. Videre er det registrert ulik grad av bekkeerosjon og rasaktivitet. Det er ikke utført stabilitetsberegninger, men på grunnlag av observerte utglidninger, skråningsgeometrien og registrerte grunnforhold, må det antas at dalsidene i enkelte profiler står med lav sikkerhet mot utglidning.

I tillegg til grunnforholdene og topografiske forhold er det, som alltid i slike bekkedaler, *poretrykksforholdene* i dalsidene og graden av *bekkeerosjon* som er de styrende faktorene for stabiliteten i skråningene. Til en viss grad er det mulig å kontrollere poretrykket i dalsidene ved å legge restriksjoner på drenering fra de omliggende jordbruksarealene. Omlegging av drenerør som kommer ut høyt oppe i skråningen (og dermed bidrar til erosjon), eller plastring av skråningen nedenfor rørutløpet, kan være aktuelle tiltak. Bekkens erosjonsaktivitet kan kontrolleres ved iverksetting av forbygningstiltak langs bekkeløpet.

I den type masser som er registrert i dette området, er det ingen fare for store, retrogressive (bakovergripende) utglidninger (slik som f.eks i kvikkleire), som kan true omkringliggende bebyggelse og infrastruktur. Det må imidlertid påregnes noe aktivitet i dalsidene, i form av overflateglidninger, spesielt i perioder med sterk nedbør og under teleløsning. Det kan heller ikke utelukkes at det i ekstremtilfeller kan forekomme dypere glidninger som kan berøre tilstøtende jordbruksarealer i begrenset omfang. Dette vil spesielt kunne forekomme i den dypeste delen av bekkedalen.

4.2 Tiltak

Totalstabiliteten for bekkedalen og omliggende arealer er vurdert å være relativt gode, og den registrerte aktiviteten i dalsidene langs bekken vil ikke være kritisk for stabiliteten i omkringliggende områder. Dersom bekken fortsetter å grave seg ned i dalbunnen, med tilsvarende hastighet som de siste 20 årene, vil de tilstøtende jordbruksarealene imidlertid raskt bli liggende mer utsatt til for fremtidige ras/utslaking.

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

¹ På grunn av sterk kulde er det antatt at registrert poretrykksrespons er for lav. Dette medfører at korrigert spissmotstand, q_t og styrkeparametre (s_u og $\tan\phi$) blir tolket lavere enn de hadde vært ved korrekt registrert poretrykk. CPTU-sonderingen med tilhørende tolkning indikerer derfor litt dårligere grunnforhold enn det som er reelt.

(utslaking/plastring). Dette skulle ikke være nødvendig av geotekniske årsaker, da denne rasaktiviteten ikke har andre konsekvenser enn noe inngripen i dyrkede arealer.

Bekkesenkningen og bekkens erosjon i dalsidene, med påfølgende utglidninger, kan effektivt kontrolleres ved iverksetting av relativt enkle forbygningstiltak langs bekkeløpet. Et eventuelt tiltak vil omfatte heving av bekkebunnen med 1-2 m, og plastring med stein i nedre del av dalsidene. Forbygningens utstrekning må vurderes på stedet, gjerne i samråd med geotekniker ved befaring. Dersom det blir aktuelt å gå inn med tiltak i området, vil en mulig utstrekning gå fra de nedre deler av bekken (ved Verdalselva) og opp til ca. P32.

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, og dermed vil aktiviteten avta med tiden. Skråningene vil bli mer stabile etter hvert som de bratteste partiene blir slaket ut (ved utglidning).

I tillegg til de nevnte tiltakene vil det være en stor fordel å beholde så mye som mulig av eksisterende vegetasjon i skråningene.

Slik topografien er i området i dag, vil tiltak som beskrevet kun ha effekt på dyrket mark.

Avgjørelse om hvorvidt tiltak skal iverksettes, og detaljert 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:	Rossvoll	Øst: 6260	Nord: 70757

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 23. april 2001		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	23.04.01	OAF						
	Kontrollert	23.04.01	OAF						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	23.04.01	OAF						
	Kontrollert	23.04.01	OAF						
Teknisk innhold	Utarbeidet	23.04.01	OAF						
	Kontrollert	23.04.01	OAF						
Format	Utarbeidet	23.04.01	OAF						
	Kontrollert	23.04.01	OAF						

Anmerkninger

Godkjent for utsendelse

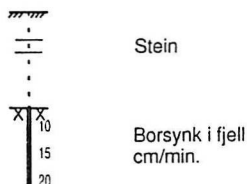
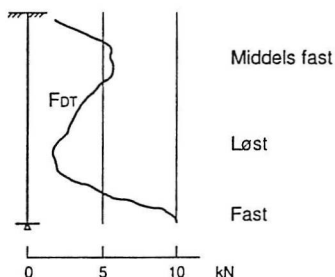
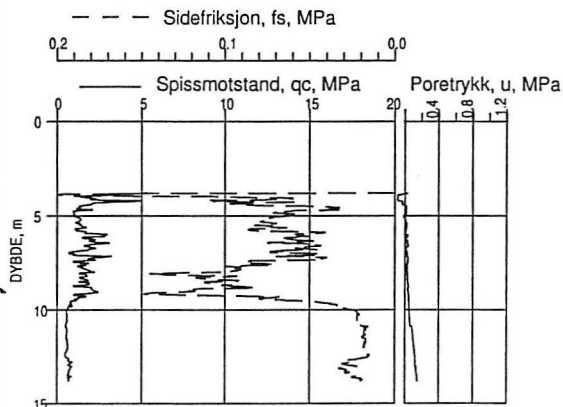
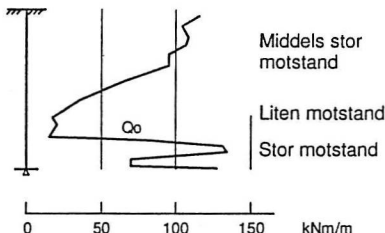
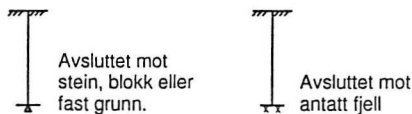
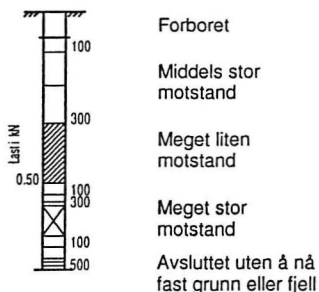
(Seksjonsleder/Avdelingsleder)

Dato:

23.04.01

Sign.:

Kjell Kristmann



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 (Q_0) pr. m neddriving.

$$Q_0 = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$

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 vha. en elektronisk data-logger 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 sonderespiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften FDT 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

Godkjent

Oppdragsnr.

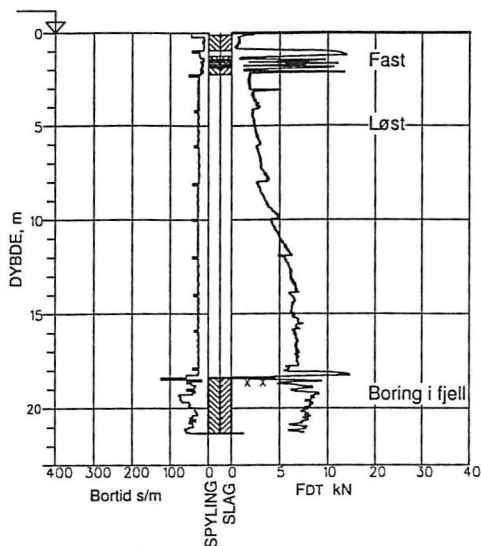
4000

Tegningsnr.

1

Rev.

D



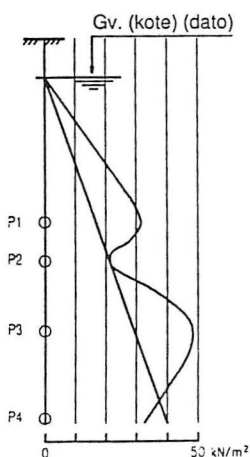
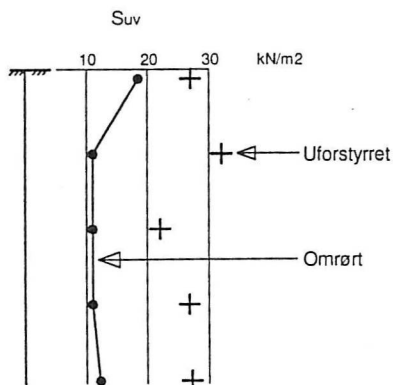
Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler



Resultater av laboratorieundersøkelser vises på egne ark



Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjætbare borstenger og 57 mm borkrone.

Under nedboring i bløte lag fungerer utstyret som sonderbor (dreietrykkssondering) og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 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 kjernerør med diamantkone nederst. Når kjernerøret 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 borrhigg 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 sylindren 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. Udrøret skjærstyrke (S_{uv} 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:

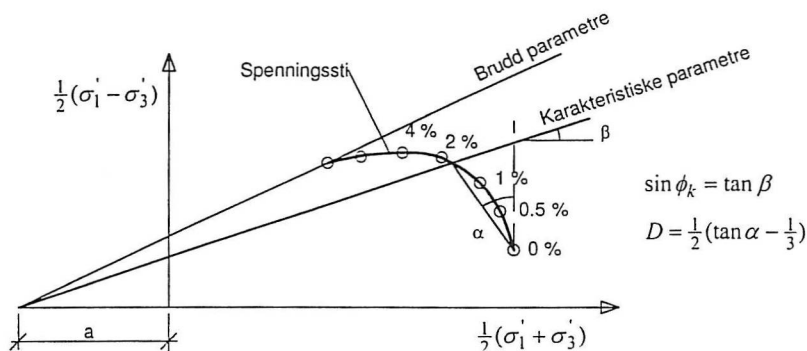
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
Gytje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

SKJÆRSTYRKE

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

Effektivspenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre (a , ϕ og D)

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningsstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av hovedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial 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°C .

GEOTEKNISK BILAG

GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEDATA



NOTEBY AS

Dato
15.12.1999

Konstr./Tegnet
ABe

Kontrollert
JAF

Godkjent
O. Bør

Oppdragsnr.
4000

Tegningsnr.

2

Rev.

D

FLYTEGRENSE (W_L %)
PLASTISITETSGRENSE (W_p %)
PLASTISITETSIKKEDEKS (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 (ρ_s g/cm³)

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

DENSITET (ρ t/m³)

er massen av prøven pr. volumenhet.

TØRR DENSITET (ρ_D t/m³)

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

SPESIFIKK TYNGDETETHET (γ_s kN/m³)

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) (γ kN/m³)

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

TØRR TYNGDETETHET (tørr romvekt) (γ_D kN/m³)

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 spesifikasjon 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

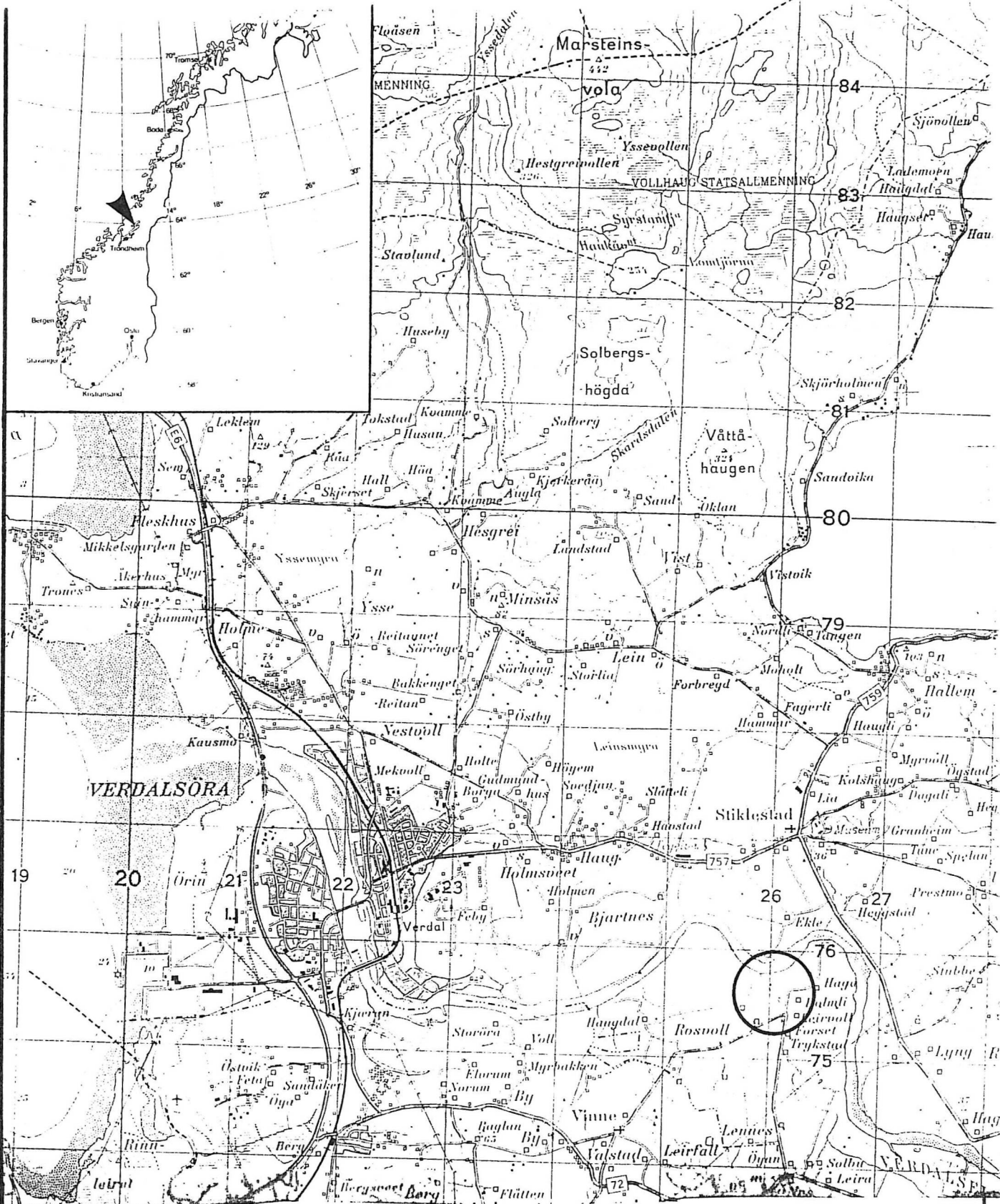
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes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


TELEFARLIGHET

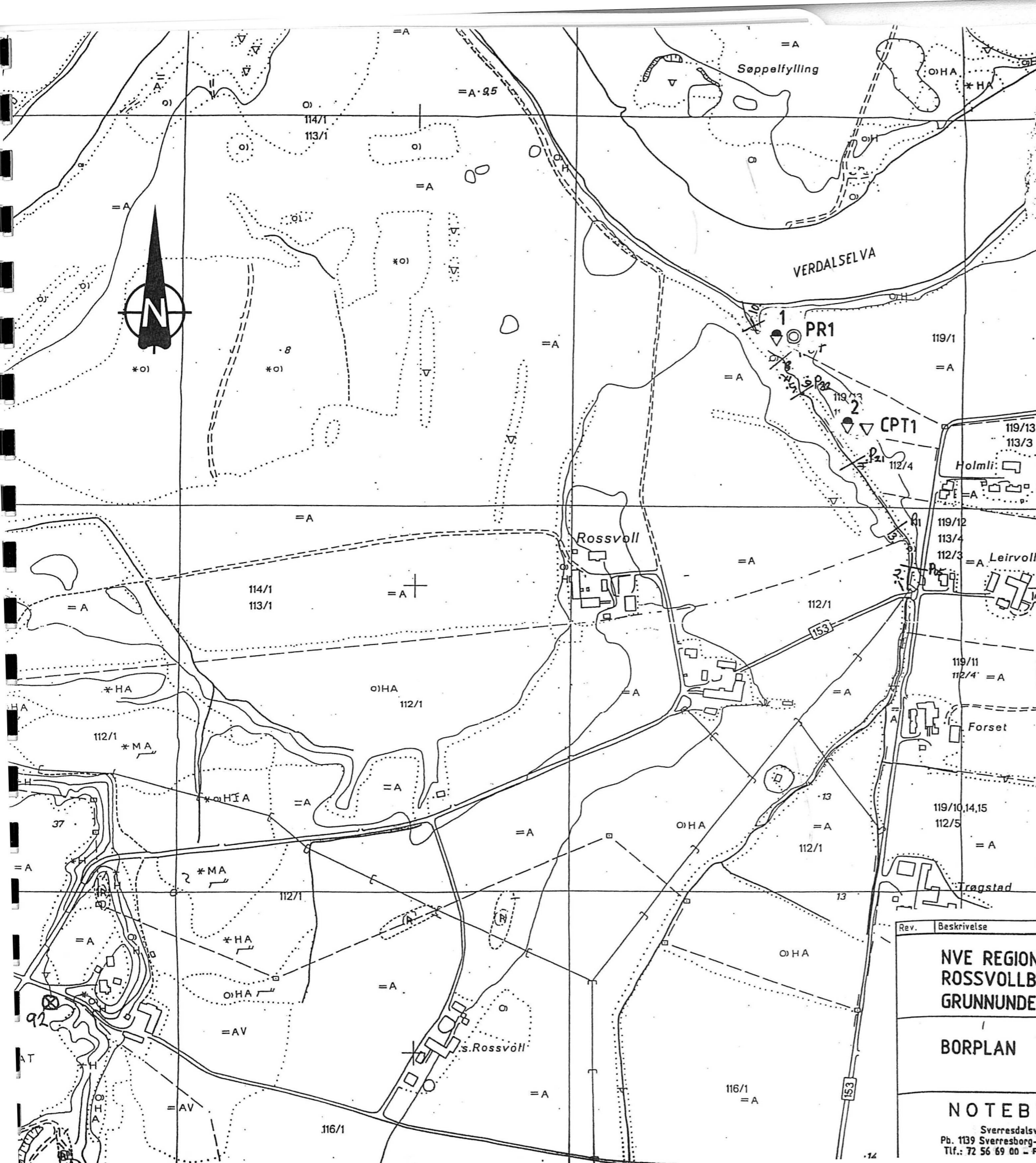
bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stige høyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

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.
	NVE REGION MIDT-NORGE ROSSVOLLBEKKEN, VERDAL GRUNNUNDERSØKELSE	Original format	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	OVERSIKTSKART	Målestokk	1:50000		
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20.04.01	VS	OAF	OAF
		300529	0		



- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▽ RAMSONDERING
 - TOTALSONDERING
 - ☆ FJELLKONTROLLBORING
 - ⊕ KJERNEBORING
 - ◇ TRYKKDREIESONDERING
 - PRØVESERIE
 - PRØVEGRUPP
 - ▽ TRYKKSONDERING
 - + VINGEBORING
 - ⊖ PORETRYKKMÅLING
 - ^^ FJELL I DAGEN
- BORHULL NR. TERRENG (BUNN) KOTE BCRET DYBDE + (BCRET I FJELL)
 ANTATT FJELLKOTE
- BORBOOK NR. 15208 LAB. BOK NR. 1915
- KARTGRUNNLAG: ØKONOMISK KARTVERK
- UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE REGION MIDT-NORGE ROSSVOLLBEKKEN, VERDAL GRUNNUNDERSØKELSE	Original format	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	BORPLAN	Målestokk			
		1: 5000			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 54 40 20	Dato 19.04.01	Konstr./Tegnet VS	Kontrollert EAP	Godkjent [Signature]
		Oppdragsnr. 300529	Tegningsnr. 1		Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	DYBDE m PRØVE	VANNINHOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n	O _{h0}	γ	SKJÆRSTYRKE S _u ($\frac{KN}{m^2}$)					S-	
		20	30	40	50				%	%	$\frac{KN}{m^3}$	10	20		30
SAND	0,9														
SILT															
LEIRE, siltig skjellrester															
Ant. sandig, grusig materiale	5														
LEIRE, siltig skjellrester															
sandig									20,9						63 ∇ 4
															63 ∇ 4
	10								20,6						73 ∇ 16
									20,4						112 ∇ 6
															156 ∇ 6
	15														


PR = PRØVESERIE
 SK = SKOVLEBORING
 PG = PRØVEGROP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR.: 15208
 LAB.BOKNR.: 1915


○ NATURLIG VANNINHOLD
 --- W_L FLYTEGRENSE
 W_p FLYTEGRENSE KONSUSMETODE
 - - - - W_p PLASTISITETSGRENSE

○ = POROSITET
 O_{h0} = HUMUSINHOLD
 O_{h0} = GLØDETAP
 γ = TYNGDETTETTHET

∇ KONUSFORSØK
 ∇ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
 ○ TRYKKEFORSØK
 ∇ DEFORMASJON VED BRUDD + VINGEBORING
 S. SENSITIVITET

○ = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERINGSFORSØK T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA NVE REGION MIDT-NORGE ROSSVOLLBEKKEN, VERDAL GRUNNUNDERSØKELSE	Boring nr. PR1	
	Borplan nr. 300529~1	
	Borings dato 06.03.01	

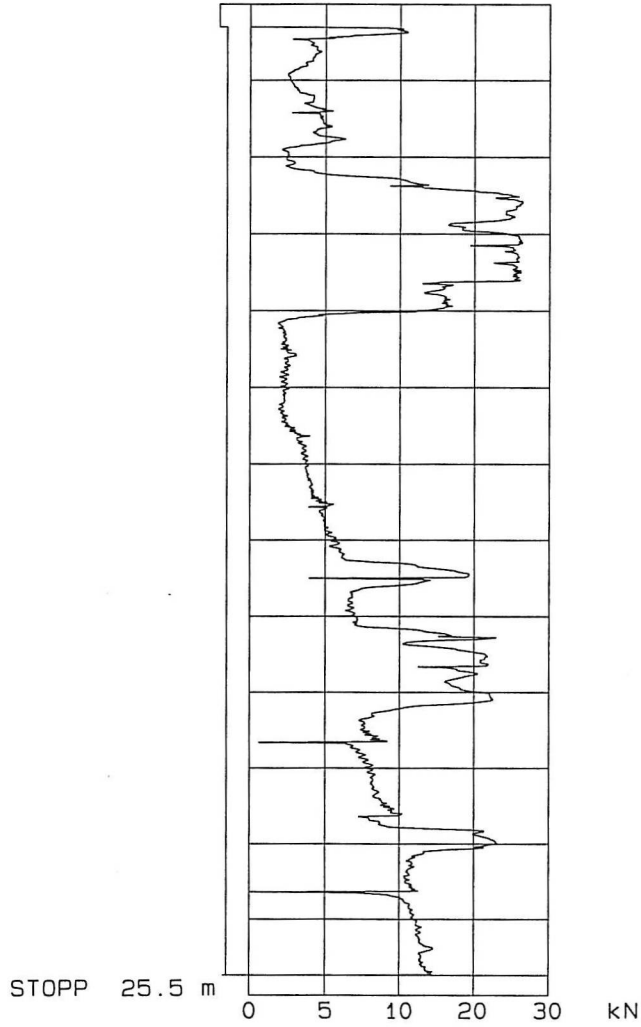
NOTEBY AS Sverresdalsveien 26	Dato 19.04.01	Konstr. Tegnet vs	Kontrollert OUR	Godkjent 
	Oppdragsnr. 300529	Tegningsnr. 40	Rev.	

VEDLEGG 1

Utskrift av sonderingsresultater, borpunkt 1 og 2

1

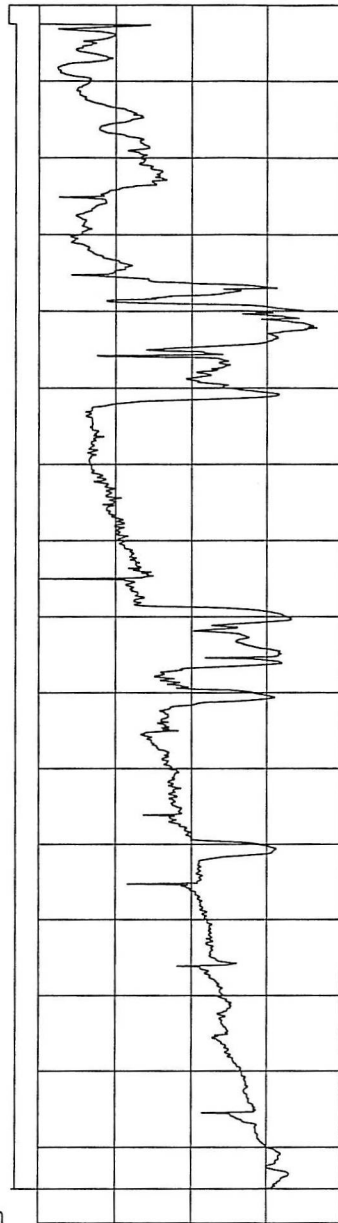
DTR + 0



Oppdragsnr. 300529100	Profilnr./Bp.nr 0 m .SIDE: 0 m	Høyde + 0
Firmanavn NOTEBY AS	Dato 20010205	Målestokk 1: 200
	Side 1 (1)	Tegn. nr.:
Oppdragsnavn Rossvollbekken	Fil : 05010345.DTR	

2

DTR + 0



STOPP 31.1 m 0 5 10 20 30 kN

Oppdragsnr. 300529100	Profilnr./Bp.nr 0 m .SIDE: 0 m	Høyde + 0	
Firmanavn NOTEBY AS		Dato 20010205	Målestokk 1:200
		Side 1 (1)	Tegn. nr.:
Oppdragsnavn Rossvollbekken		Fil : 05020346.DTR	

VEDLEGG 2

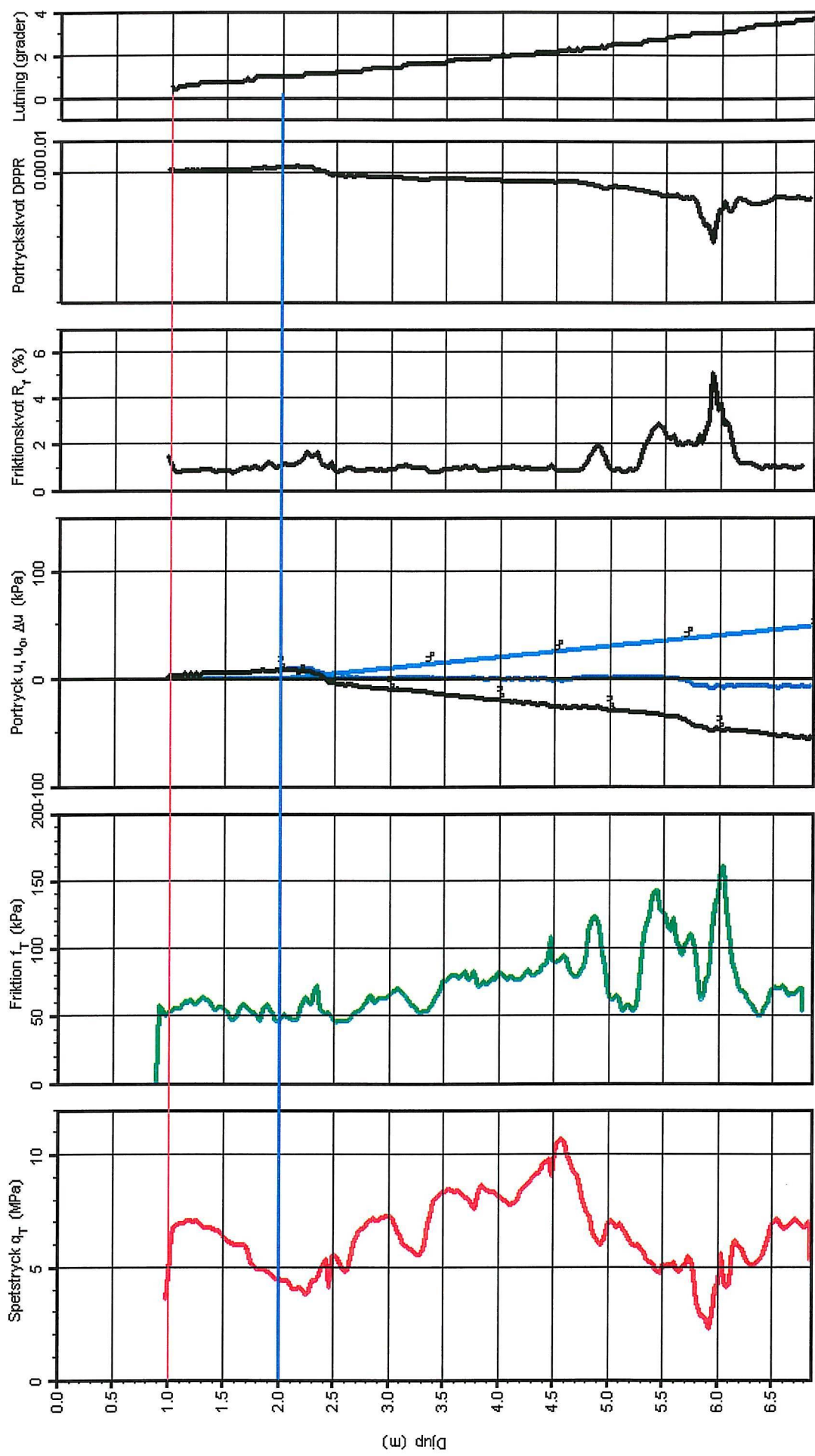
Utskrift og tolkning av CPTU-sondering, borpunkt 2

CPT sondering uppmätta parametrar

Referens
 Nivå vid referens 0.00 m
 Grundvattentyta 2.00 m
 Startdjup 1.00 m

Förboringsdjup 1.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Projekt Rossvollbekken
 Projekt nr 300529.100
 Plats
 Borrhål CPT 1
 Datum 06.03.01



CPT sondering utvärderad enligt SGI Info 15

Referens
 Nivå vid referens 0.00 m
 Grundvattentyta 2.00 m
 Startdjup 1.00 m

Förborringsdjup 1.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Projekt Rossvollbekken
 Projekt nr 300529.100
 Plats
 Borrhål CPT 1
 Datum 06.03.01

