

NOTEBY AS

Rådgivende ingeniører MRIF

NVE, Region Midt-Norge

**Klokkarbekken, Hellmoen, Verdal
Forbygningsprosjekt**

**Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

16. mars 2001

300528 - 1

*Auslutt i brev
av 27.03.2001.*



Rapport

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

Oppdrag: **Klokkarbekken, Hellmoen, Verdal
Forbygningsprosjekt**

Emne: **Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

Dato: **16. mars 2001**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **300528 - 1**

Oppdragsansvarlig: **Olav Årbogen**

Sign.: *Olav Årbogen*

Saksbehandler: **Odd Arne Fauskerud**

Sign.: *Odd Arne Fauskerud*

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 ved Klokkarbekken ved Hellmoen i Verdal.

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

Klokkarbekken går i bunnen av en bekkedal med bratte dalsider (helning opp mot 1:1,5), og renner ut i Helgaa ovenfor Bjartholman. Løsmassene i det undersøkte området består for en stor del av meget lagdelte friksjons- og kohesjonsmasser. De groveste massene (sand og grus) er påvist i de øvre 6-10 m fra terrengnivå langs bekkedalen. Derunder er det overgang til uregelmessig lagdelt silt, sand og leire.

Grunnforholdene er vurdert å være gode i det undersøkte området og totalstabiliteten i dalsidene er vurdert å være relativt 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 bekkebunnen 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.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Utførte undersøkelser	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Laboratorieundersøkelser.....	3
3.	Terreng og grunnforhold.....	3
4.	Orienterende geoteknisk vurdering.....	4
4.1	Stabilitet.....	4
4.2	Tiltak.....	5
4.3	Sluttkommentar.....	5

Tegninger

4000-1D og -2D:	Geoteknisk bilag	
300528 -0:	Oversiktskart	Mål 1:50 000
-1:	Borplan	Mål 1:5 000
-10	Geotekniske data, PR1	

Vedlegg

Vedlegg 1:	Utskrifter av sonderingsresultater
Vedlegg 2:	Utskrifter og tolkning av CPTU -sondering.

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 ved Klokkarbekken ved Hellmoen i Verdal. 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 borpunkter for sondering og prøvetaking ble gjort under befaring 13.11.00 ved vår geotekniker Olav Årbogen, sammen med Martin Jespersen og Joar Storholmen, begge NVE.

Feltarbeidet ble utført under ledelse av vår borleder Olav Bakken i uke 8/01. Plassering av sonderings- og prøvetakingspunkter er vist på borplanen i tegning 300528-1.

Følgende undersøkelser er utført:

- Dreietrykkssondering i tre punkter (1, 2 og 3) med sonderingsdybder på hhv. 28, 23 og 10,7 m.
- Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) i ett punkt (ved borpunkt 2) til 17 m dybde under terreng. CPTU var opprinnelig planlagt i to punkter, men dette ble ikke ansett som nødvendig etter at dreietrykkssonderingen var utført.
- Opptak av uforstyrrede og representative prøver fra ett borhull (ved borpunkt 1), totalt to poseprøver og fire sylindreprøver.

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. Resultater fra laboratorieundersøkelsen er gitt som geotekniske data i tegning -10.

3. Terreng og grunnforhold

Klokkarbekken renner mot nordvest i bunnen av en bekkedal (erosjonsdal) med bratte dalsider, og munner ut i Helgåa. Bekken er aktivt eroderende og dalsidene i bekkedalen har maksimal gjennomsnittlig helning opp mot ca. 1:1,5, med en maksimal høydeforskjell på 35 m. Terrengtet er forholdsvis flatt nord og sør for dalen, og fra det flate platået skråner terrengtet ned mot Helgåa med helning ca. 1:2,25. Det er etablert en fylling for en kryssende vei, og bekken er lagt i rør under denne. Høydeforskjellen mellom utløpet i Helgåa og røret under veien er ca. 38 m.

Etter opplysninger fra NVE har det tidligere vært tilfeller av ekstrem-vannføring i bekken på grunn av inngrep (oppdemming).

Under befaring ble det observert en del overflateaktivitet i dalsidene, spesielt i de bratteste partiene nedenfor en fjellterskel som ligger ca 75 m nedenfor veien. Registreringer og profilering utført av NVE sommeren 2000 viser også det samme med overflateutglidninger/sig i skråningene og spor etter tidligere utglidninger i form av rasgroper (åpne og gjenvokste) og deponerte rasmasser. Oppstrøms fjellterskelen (fossen) er dalsidene slakere og høydeforskjellen er betydelig mindre.

Utførte sonderinger viser at grunnen består av meget lagdelte friksjons og kohesjons -masser (grus, sand, silt og leire), for det meste antatte fluviale avsetninger. De grovste massene (grus og sand) synes å ligge i det øvre laget ned til ca 5-10 m under terreng på sidene av bekkedalen. Derunder er det overgang til uregelmessig lagdelt silt, sand og leire. I borpunkt 2 antyder sonderingene (dreietrykk og CPTU) et lag med middels fast leire/silt i ca. 12,5-14m dybde.

Dreietrykk-sonderingene er ført til stopp mot fast grunn/stein eller antatt fjell i 27,9, 22,94 og 10,7 m dybde, henholdsvis i borpunkt 1, 2 og 3.

Den opptatte prøveserien fra borhull 2 bekrefter at grunnen er meget lagdelt, med grusig sand i topplaget og uregelmessig lagdelt silt, med sandlag og enkelte tynne leirlag derunder.

Sanden i topplaget har målt vanninnhold 2-9%. I de underliggende lagdelte massene er naturlig vanninnhold målt til 20-28%, med en liten tendens til økende vanninnhold med dybden. Udrenert skjærstyrke er målt der hvor det var mulig, og registrerte verdier ligger i området 33-40 kN/m². Omrørt skjærstyrke er målt til 5-7 kN/m². Massene karakteriseres som lite sensitive med sensitivitet på 5-8. Målt tyngdetetthet ligger i området 20,2-20,6 kN/m³.

Tolkning av CPTU-sonderingen antyder in situ verdier av udrenert skjærstyrke i området 30 – 180 kN/m².

For detaljer vedrørende grunnforholdene henvises til geotekniske data i tegning -10, utskrifter fra dreietrykk-sonderinger i vedlegg 1 og utskrifter og tolkning av CPTU-sondering i vedlegg 2.

4. Orienterende geoteknisk vurdering

4.1 Stabilitet

Grunnforholdene i området kan på grunnlag av den utførte undersøkelsen karakteriseres som gode. Grunnen består for en stor del av friksjonsmasser (sand og grus) i øvre lag, og med kohesjonsmaterialer (leire og silt) i dybden. Rasaktiviteten er stort sett begrenset til overflateutglidninger.

På bakgrunn av dette kan det sies at *poretrykksforholdene* i dalsidene, sammen med *bekkeerosjonen* er de styrende faktorene for stabiliteten i området. Begge faktorer er avhengig av nedbørsforhold og dreneringsbetingelser fra de omliggende arealene.

Poretrykket i dalsidene kan til en viss grad kontrolleres ved at det legges restriksjoner på drenering og arealbruk for de flate områdene til hver side for bekkedalen. Bekkeerosjonen kan kontrolleres ved etablering av 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.

4.2 Tiltak

Den registrerte overflateaktiviteten i dalsidene er ikke, isolert sett, vurdert til å være kritisk for stabiliteten av områdene rundt bekkedalen.

Hvis bekken fortsetter å senke seg i bunnen av dalen, kan det imidlertid ikke utelukkes at utglidninger kan berøre dyrket areal nord for dalen og skogsarealer sør for dalen.

Bolighuset nedenfor veien ved borpunkt 2 legger ved fjellterskelen. Videre bekkeerosjon vil etter vår oppfatning neppe medføre risiko for utglidninger som kan true dette huset.

Dersom det velges å forhindre at Klokkarbekken skal grave seg ytterligere ned i dalbunnen og inn i dalsidene, med påfølgende lokale utglidninger ned mot bekken, er det nødvendig å iverksette forbygningstiltak. Tiltaket kan begrenses til steinsetting og heving av bekkebunnen med 1-2 m og plastring oppetter dalsidene. I utstrekning vil et slikt tiltak kunne startes ved utløpet til Helgåa, og føres opp til fjellterskelen (fossen).

I tillegg til nevnte tiltak, vil det være en stor fordel å beholde så mye som mulig av vegetasjonen i dalsidene.

Videre er det viktig å sørge for at røret under den kryssende veifyllinga har tilstrekkelig kapasitet og ikke kan tettes til, slik at faren for damoppbygging reduseres.

Endelig utforming og dimensjonering av eventuelt tiltak overlates til NVE.

4.3 Sluttkommentar

Det er registrert en god del overflateaktivitet i skråningene ned mot Klokkarbekken. *Totalstabiliteten* av dalsidene i bekkedalen er derimot vurdert å være god i nåværende situasjon. Iverksetting av forbygningstiltak i Klokkarbekken vil ikke forbedre totalstabiliteten, men forhindre at bekken graver seg dypere ned i dalen og videre inn i dalsidene, med påfølgende utløsning av lokale ras.

Overflateaktiviteten i de øvre delene av skråningene vil ikke reduseres i vesentlig grad med de skisserte tiltakene. For å oppnå en slik effekt må det iverksettes svært omfattende tiltak.

Arkivreferanser:

Fagområde:	GEO		
Stikkord:	Grunnundersøkelse, stabilitet, forbygning		
Land/Fylke:	Sør-Trøndelag	Kartblad:	1722 I
Kommune:	Verdal	UTM koordinater, Sone:	33V
Sted:	Hellmoen	Øst: 3530	Nord: 70818

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 16. mars 2001		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	16.03.01	OAF						
	Kontrollert	16.03.01	OAF						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	16.03.01	OAF						
	Kontrollert	16.03.01	OAF						
Teknisk innhold	Utarbeidet	16.03.01	OAF						
	Kontrollert	16.03.01	OAF						
Format	Utarbeidet	16.03.01	OAF						
	Kontrollert	16.03.01	OAF						

Anmerkninger

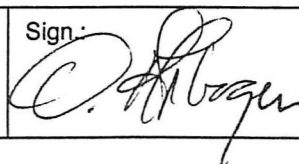
Godkjent for utsendelse

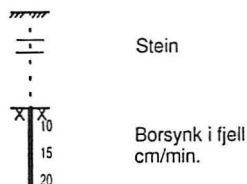
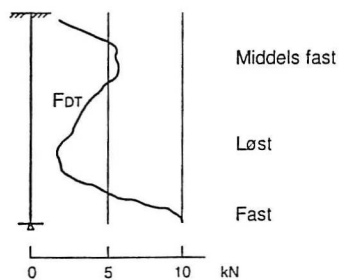
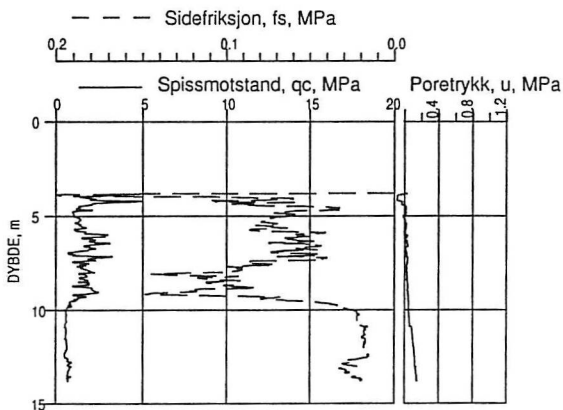
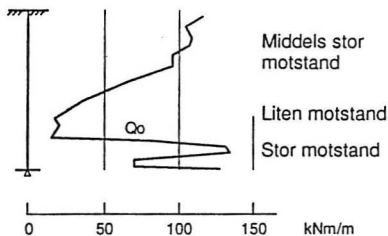
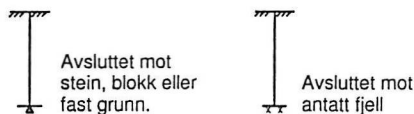
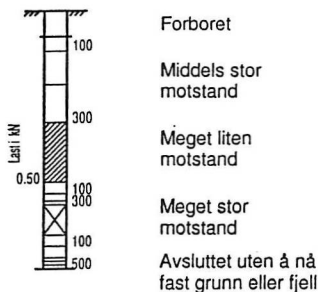
(Seksjonsleder/Avdelingsleder)

Dato:

16/3-2001

Sign:





● DREIESONDERING

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

Bormotstanden illustreres med tverrstrekk 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 (q_c) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (f_s) 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 sonderspiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften F_{DT} 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. Bar

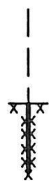
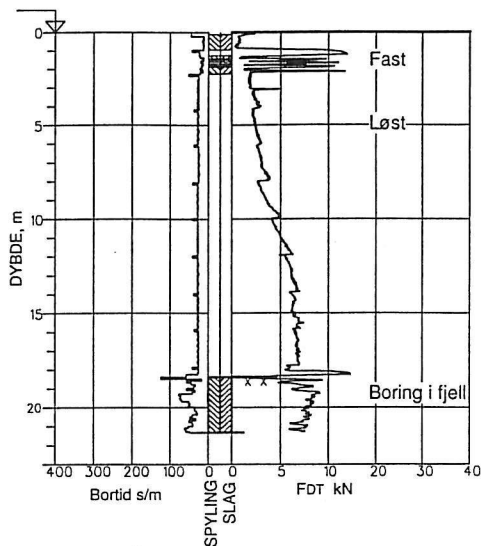
Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr.

1

Rev.

D

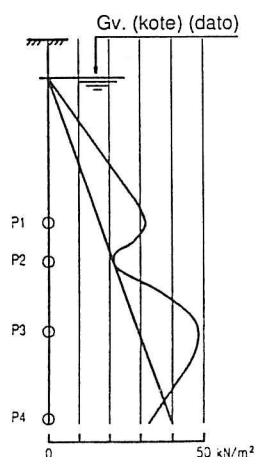
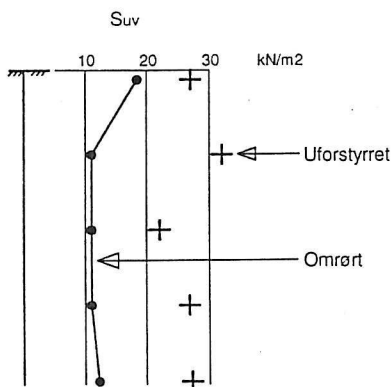


Kjerneboring i fjell



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 kjernerør med diamantkroner nederst. Når kjernerøret er fullt heises borstengen 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 sylindere presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert 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:

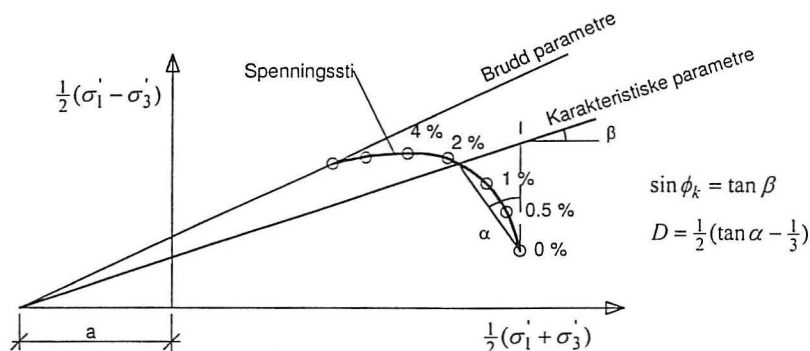
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
Gytje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning \div 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 "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av hovedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial tøyning avmerket på spenningstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke (S_u [kN/m²])

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk (S_{Ut}), 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
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 (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 $g \approx 10$ m/s²)

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 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 ($p_a = 100$ kN/m²)

KORNFORDELINGSANALYSE

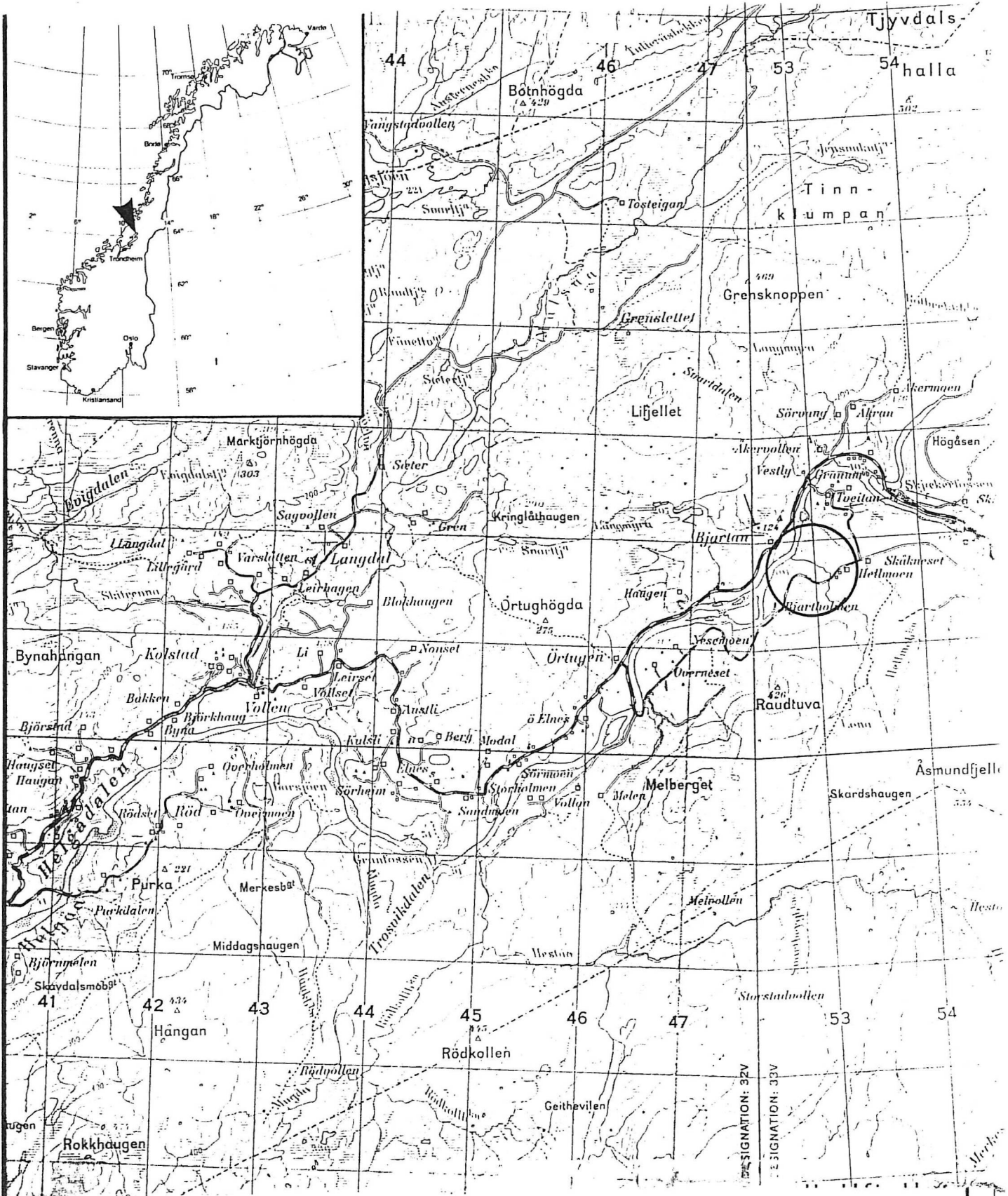
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes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


TELEFARLIGHET

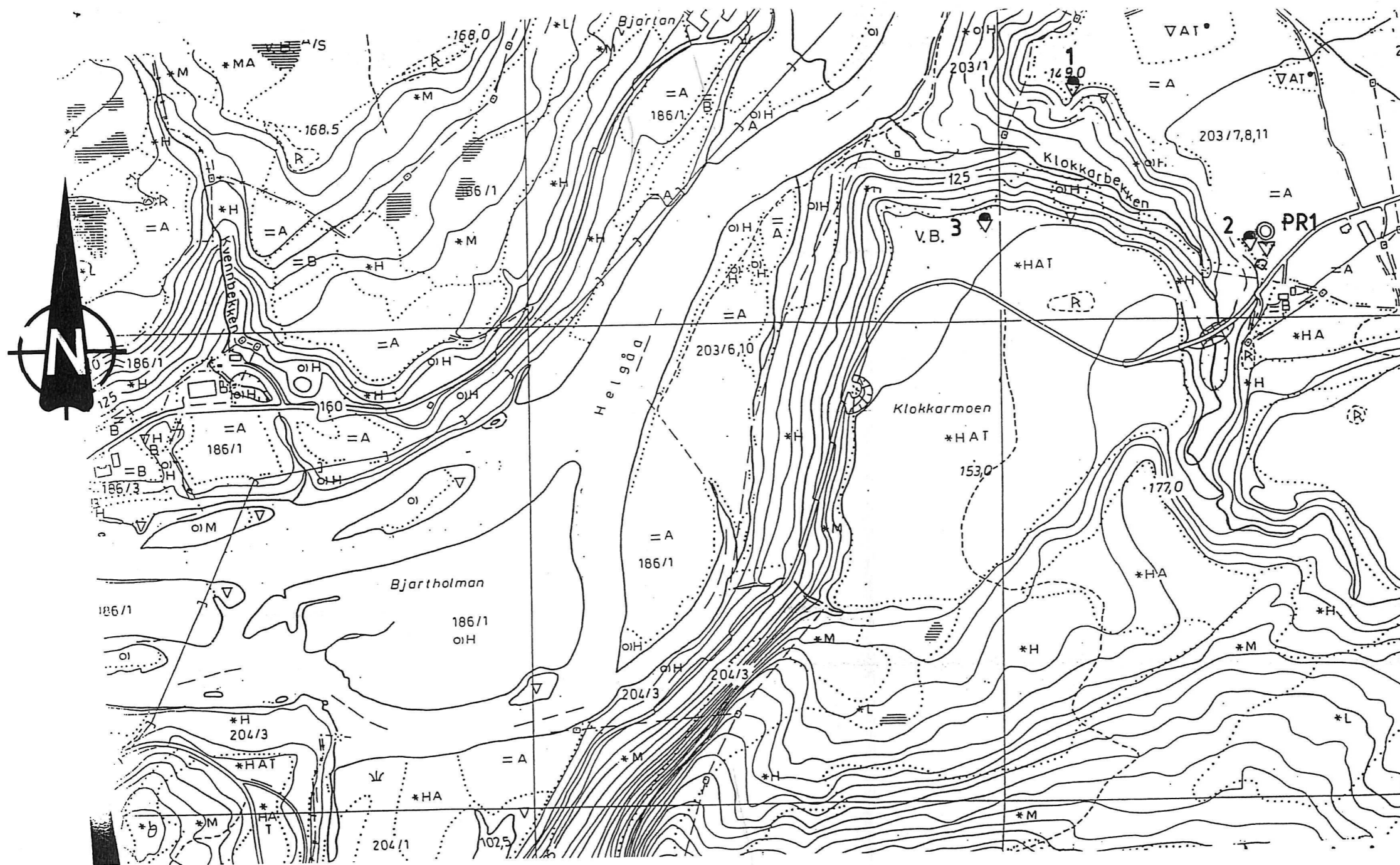
bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

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 $A =$ bruttoareal normalt strømrørningen $i =$ gradient i strømrørningen



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE REGION MIDT-NORGE KLOKKARBEKKEN, HELLMON, VERDAL Grunnundersøkelser	Original format	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	OVERSIKTSKART	Målestokk			
		1:50000			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-74 20 TRONHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		16.03.01	IW	<i>CAP</i>	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
	300526		0.		



- DREIESONDERING ⚙ FJELLKONTROLLBORING ○ PRØVESERIE + VINCEBORING
- ENKEL SØNDERING ⚙ KJERNEBRING □ PRØVEGRUP ⊖ PORETRYKMÅLING
- ▽ RAMSONDERING ⚙ TRYKKDREIESONDERING ▽ TRYKKSØNDERING ⚙ FJELL I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING

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

BORBOX NR. LAB. BOX NR.

KARTGRUNNLAG:

UTCANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE REGION MIDT-NORGE FORBYGNINGSPROSJEKT, KLOKKARBAKKEN VERDAL Grunnundersøkelser		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 56 69 20	Dato 14.03.01	Konstr./Tegnet IW	Kontrollert EAF	Godkjent
		Oppdragsnr. 300528	Tegningsnr. 1		Rev.


TERRENGKOTE ca.150 BUNNKOTE	DYBDE I PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSE %				n %	O _{h0} %	γ $\frac{KN}{m^3}$	DUPPSTYRKE S _u ($\frac{KN}{m^2}$)					S.
		20	30	40	50				10	20	30	40	50	
humus	0-1													
SAND, grusig	1-5													
	5													
SILT, uregelmessiglagdelt leirig m/sandlag og enk. tynne leirlag	5-10													
	10													
	10-15													
	15													
	15-20													
	20													
	20-20,2													
	20,2													7
	20,2-20,6													
	20,6													8
	20,6-20,5													
	20,5													5
	20,5-19,9													5
	19,9												112	

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING
BORBOK NR: 10903
LAB.BOKNR.: 1915

○ NATURLIG VANNINNHold
---| W_L FLYTEGRENSE
W_F FLYTEGRENSE KONUSMETODE
- - - W_p PLASTISITETSGRENSE

n = POROSITET
O_{h0} = HUMUSINNHold
O_u = GLØDETAP
γ = TYNGDETTETET
▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
○ TRYKKFORSØK
+ VINGEBORING
S_u SENSITIVITET

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

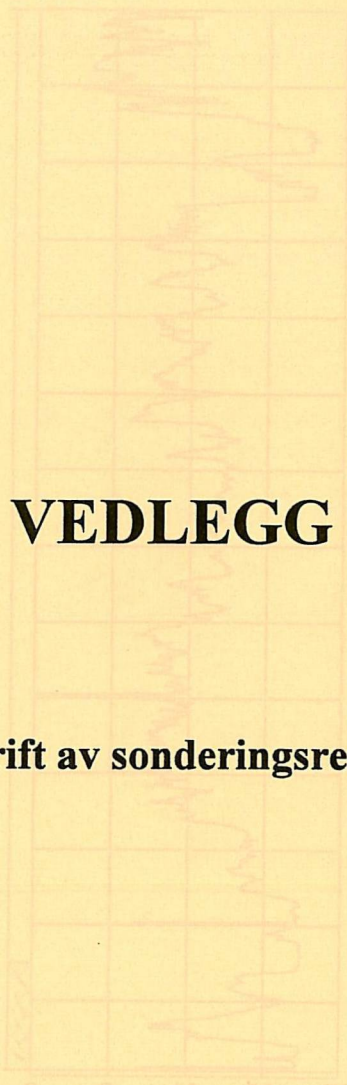
GEOTEKNISKE DATA NVE REGION MIDT-NORGE FORBYGNINGSPROSJEKT KLOKKARBEKKEN VERDAL Grunnundersøkelser	Boring nr. PR1	
	Borplan nr. 300528-1	
	Boredato: 22.02.01	

NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato 14.03.01	Konstr. Tegner TW	Kontrollant QAP	Godkjent
	Oppdragsnr. 300528	Tegningsnr. 10	Rev.	

C:\Magnet\000\1\1\1.dgn Mar. 03, 1999 09:20:33

VEDLEGG 1

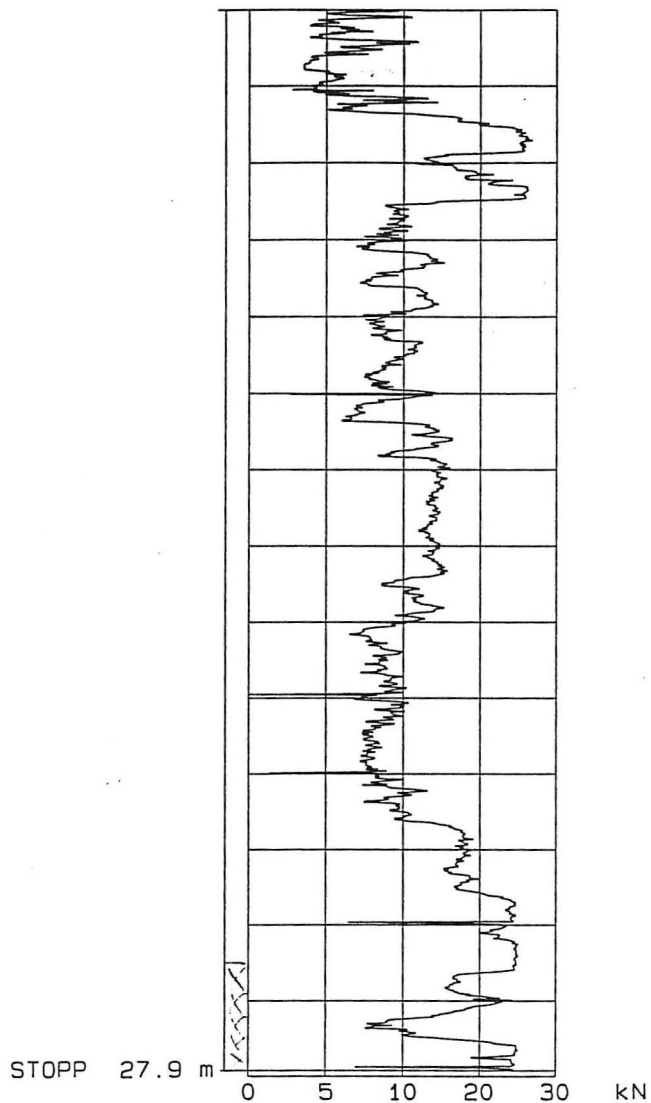
Utskrift av sonderingsresultater



Oppdrag nr. 300528100	Profilnr. / Sp. nr. 0 m SIDE: 0 m	Heiye + 0
Firma NOTEBY AS	Dato 200101P3	Målestokk 1: 200
		Side 3 (1)
Oppdragsnavn Klokkarbekken	Fl.	23020340_DTR

1

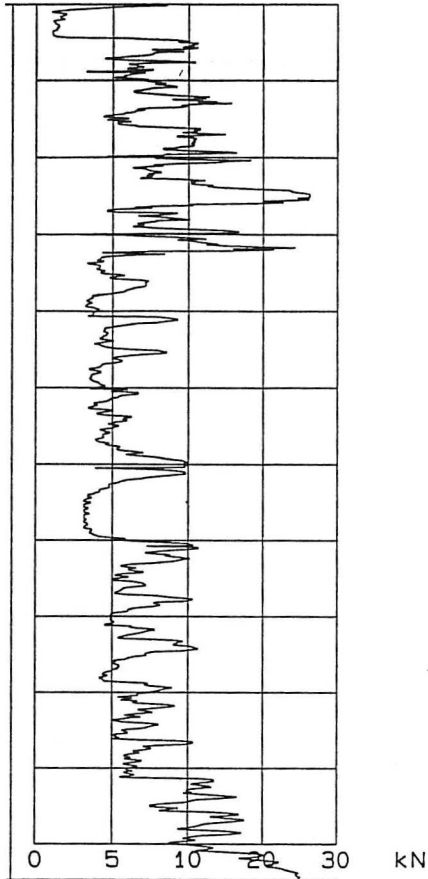
DTR + 0



Oppdragsnr. 300528100	Profilnr./Bp.nr 0 m .SIDE: 0 m	Høyde + 0
Firmanavn NOTEBY AS	Dato 20010123	Målestokk 1: 200
	Side 1 (1)	Tegn. nr.:
Oppdragsnavn Klokkarbekken	Fil : 23020340.DTR	

2

DTR + 0

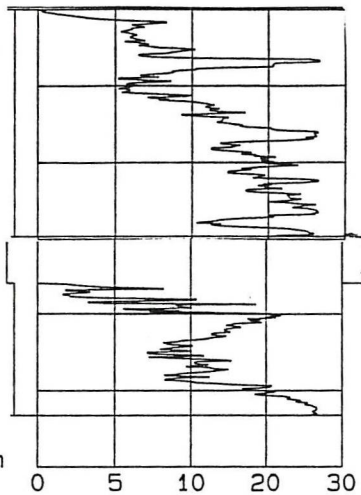


STOPP 23 m

Oppdragsnr. 300528100	Profilnr./Bp.nr 0 m .SIDE: 0 m	Høyde + 0
Firmanavn NOTEBY AS	Dato 20010123	Målestokk 1: 200
	Side 1 (1)	Tegn. nr.:
Oppdragsnavn Klokkarbekken	Fill: 23010339.DTR	

3

DTR + 0



BORET GJENNOM FAST LAG/STEIN

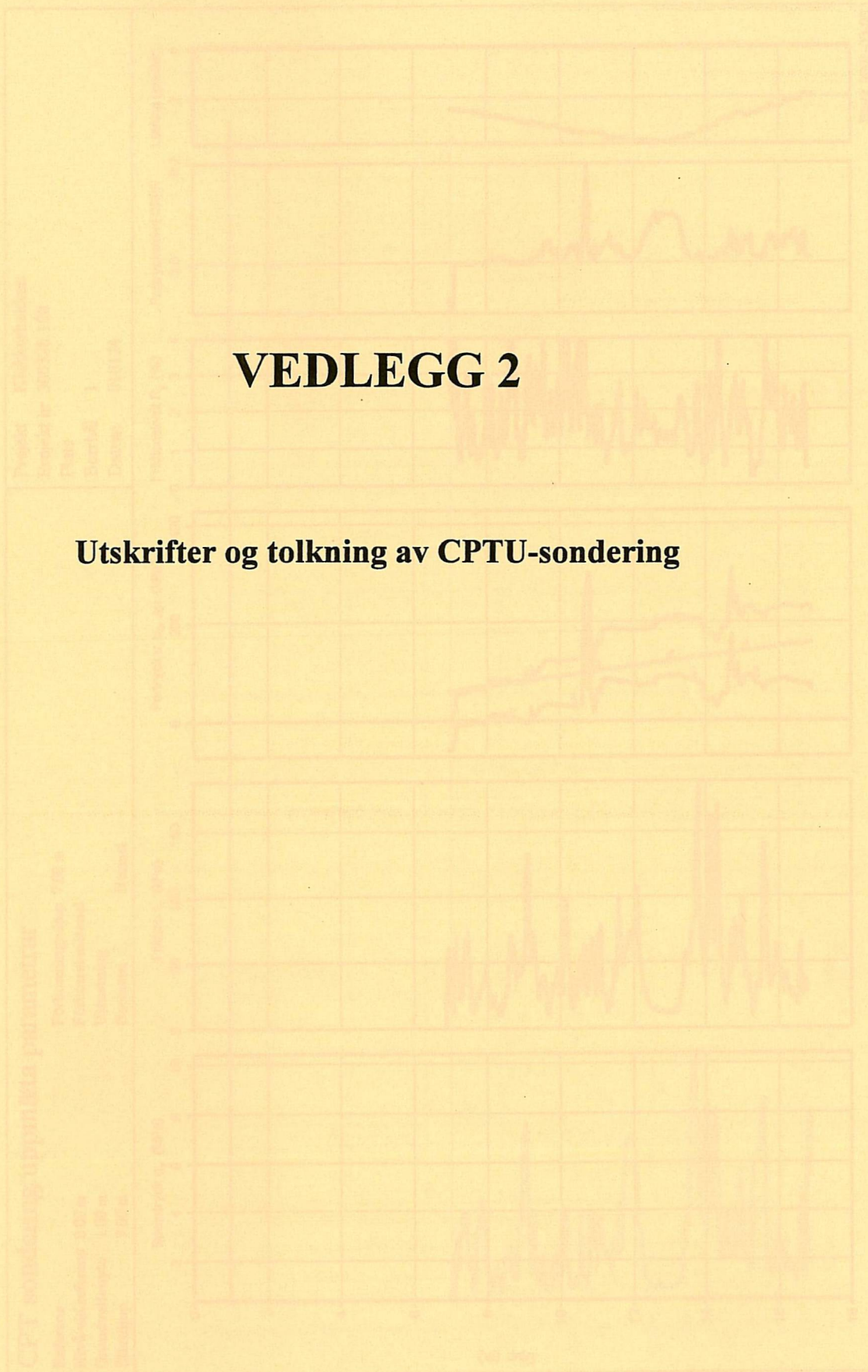
STOPP 10.7 m

0 5 10 20 30 KN

Oppdragsnr. 300528100	Profilnr./Bp.nr 0 m .SIDE: 0 m	Høyde + 0
Firmanavn NOTEBY AS	Dato 20010124	Målestokk 1: 200
	Side 1 (1)	Tegn. nr.:
Oppdragsnavn Klokkarbekken	Fil : 24020342.DTR	

VEDLEGG 2

Utskrifter og tolkning av CPTU-sondering



CPT sondering uppmätta parametrar

Referens
 Nivå vid referens 0.00 m
 Grundvattenyta 1.00 m
 Startdjup 7.00 m

Förboringsdjup 7.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Projekt Klokkarbekken
 Projekt nr 300528.100
 Plats
 Borrhål 1
 Datum 010124

