



DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Klæbu kommune
KI – sone 1102 Klæbu – søndre del
Oppdrag nr: 6070771
Rapport nr. 01

Dato: 10.04.2008

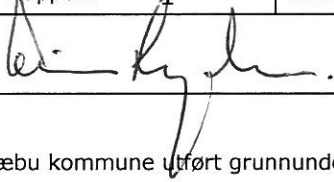
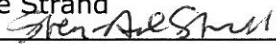
Fylke Sør - Trøndelag	Kommune Klæbu	Sted Klæbu	UTM (WGS84) 05743 70191
Byggherre			
Oppdragsgiver: Klæbu kommune			
Oppdrag formidlet av: Klæbu kommune v/Gunnar Ø Djup			
Oppdragsreferanse Rev tilbud dat. 12.10.07 fra Rambøll, bestillingsbrev fra Klæbu kommune dat. 01.11.07			
Antall sider 4	Tegn.nr 100 - 110	Bilag.nr. -	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

KLÆBU KOMMUNE
KI - sone 1102 Klæbu - søndre del

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser
Datarapport

Oppdrag	6070771	Rapport	1	Rev:	0	Dato:	10.04.08	Kontr:	AR
Oppdragsleder:	Einar Lyche 			Utarbeidet av:	Stein-Are Strand 				
SAMMENDRAG									
<p>Rambøll Norge AS har for Klæbu kommune utført grunnundersøkelser innenfor sone 1102 Klæbu – søndre del. Formålet med undersøkelsen har vært å fremskaffe data til videre bearbeidelse i forbindelse med vurderinger av skredfare, forebyggende og forbedrende tiltak. Undersøkelsen inngår i NVE (Norges Vassdrags- og Energidirektorat) sitt prosjekt: "Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred".</p> <p>Omfanget av feltarbeidet er bestemt av Klæbu kommune, og er avkortet i forhold til forslag fra Rambøll Norge AS. Grunnundersøkelsene er utført i perioden uke 7 – 8/2008, og har omfattet følgende borer/installasjoner:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 stk. dreietrykksonderinger til dybder mellom ca 24 m og 40 m. • 2 stk. CPTU trykksonderinger til dybde ca 25 m. • 1 stk. Ø 54 mm prøveserie til dybde 19 m. • 2 stk. hydrauliske piezometre i ett pkt. til dybde 7 m og 14 m. <p>I tillegg er det utført følgende laboratorieundersøkelser på det opptatte prøvemateriale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 8 stk. rutineundersøkelser på sylinderprøver. • 1 stk. anisotrop konsolidert aktivt udrenert treksialforsøk (CAUA) • 1 stk. trinnvis ødometerforsøk • 2 stk. bestemmelse av konsistensgrenser • 1 stk. kornfordelingsanalyse (slemme-/kombianalyse) 									

INNHOOLD

1	INNLEDNING	3
2	UTFØRTE UNDERSØKELSER OG OPPMÅLING	3
2.1	Grunnundersøkelser	3
2.2	Oppmåling	3
2.3	Laboratorieundersøkelser.....	4
2.4	Resultatpresentasjon.....	4
3	KOMMENTARER TIL DATAPRESENTASJONEN.....	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
100	0	OVERSIKTSKART	1 : 50 000
101	0	SONEKART – SONE 1102 KLÆBU	1 : 5 000
102	0	SITUASJONSKART - PLAN BORPUNKTER	1 : 1000
103	0	DREIETRYKKSONDERINGER: Grafisk presentasjon	1 : 200
		• Borhull 3, 4, 7 og 9	
104	0	BORHULL 5: Grafisk presentasjon	1 : 200
		• Dreietrykksondering	
		• CPTU – trykksondering	
		• Piezometer	
105	0	BORHULL 6: Grafisk presentasjon	1 : 200
		• Dreietrykksondering	
		• CPTU - trykksondering	
106	0	BORPROFIL: Rutineundersøkelse borhull 5	1 : 100
107 - 108	0	TREKSIALFORSØK: Vektor- og tøyningsskurver for prøver borhull 5	
109	0	ØDOMETERFORSØK: Trinnvis forsøk på prøve fra borhull 5	
110	0	KORNFORDELINGSKURVE: Kombi- og hydrometeranalyse på prøve fra borhull 5	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

Klæbu kommune har engasjert Rambøll Norge AS v/Divisjon Geo & Miljø, Trondheim til å utføre grunnundersøkelser i sone 1102 Klæbu - søndre del i Klæbu kommune, se oversiktskart på tegn. 100 og sonekart tegn. 101.

Grunnundersøkelsene omfatter kartlegging av kvikkleire innenfor sonen, og skal danne grunnlag for videre vurderinger av skredfare og forebyggende/forbedrende tiltak.

Undersøkelsen inngår i NVE (Norges Vassdrags- og Energidirektorat) sitt prosjekt: "Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred".

2 UTFØRTE UNDERSØKELSER OG OPPMÅLING

2.1 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene er utført i perioden uke 7 – 8/2008 under ledelse av boreleder Johan Foss fra Rambøll Norge AS.

Feltarbeidet er gjennomført i hht. boreplan utarbeidet av Rambøll Norge AS, omfangsmessig revidert av Klæbu kommune. Rambøll Norge AS er også engasjert som Klæbu kommunes geotekniske rådgiver i prosjektet.

Borpunktene plassering er vist i situasjonsplanen, tegn.102.

Boreprogrammet har bestått av følgende undersøkelser/installasjoner:

- 6 stk. dreietrykksonderinger til dybder mellom ca 24 m og 40 m.
- 2 stk. CPTU trykksonderinger til dybde ca 25 m.
- 1 stk. Ø 54 mm prøveserie til dybde 19 m.
- 2 stk. hydrauliske piezometre i ett pkt. til dybde 7 m og 14 m.

Trykksondering i pkt. 6 måtte avbrytes ved ca 3 meters dybde på grunn av faste masser, og ble gjenopptatt etter forboring ned til 4 meter under terreng.

Ved utførelse av trykksondering har en teknisk og/eller en elektrisk feil medført at verdier over 45 kPa for sidefriksjon ikke har blitt registrert. Denne feilen gjør seg bare gjeldende i relativt grovere masser (sand), og har ikke innvirkning på resultatene for trykksonderingen i leire for dette prosjektet.

Boringene er utført med beltegående fullhydraulisk borerigg av type Geotech 604 D, med elektronisk logging av boreresultatene.

Metodebeskrivelse for feltundersøkelser er presentert i tillegg I bak i rapporten.

2.2 Oppmåling

Utstikning og innmåling av borpunkter/punktkoordinater er utført med GPS ut fra Klæbu kommunes referansepkt. G25T0318.

Borpunktene koordinater er innmålt i aksesystem EUREF Sone 32, og høyder i NGO NN 1954.

Oppgitt nøyaktighet av målingene er $\pm 0,1$ m i planet og $\pm 0,3$ m i høyde.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelse av de opptatte prøver har omfattet følgende:

- 8 stk. rutineundersøkelser på sylinderprøver.
- 1 stk. anisotrop konsolidert aktivt udrenert treksialforsøk (CAUA)
- 1 stk. trinnvis ødometerforsøk
- 2 stk. bestemmelse av konsistensgrenser
- 1 stk. kornfordelingsanalyse (kombi/hydrometeranalyse)

Alle laboratorieundersøkelsene er utført ved Rambøll Norge AS sitt geotekniske laboratorium i Trondheim.

Metodebeskrivelse for laboratorieundersøkelser er presentert i Tillegg II og Tillegg III bak i rapporten.

2.4 Resultatpresentasjon

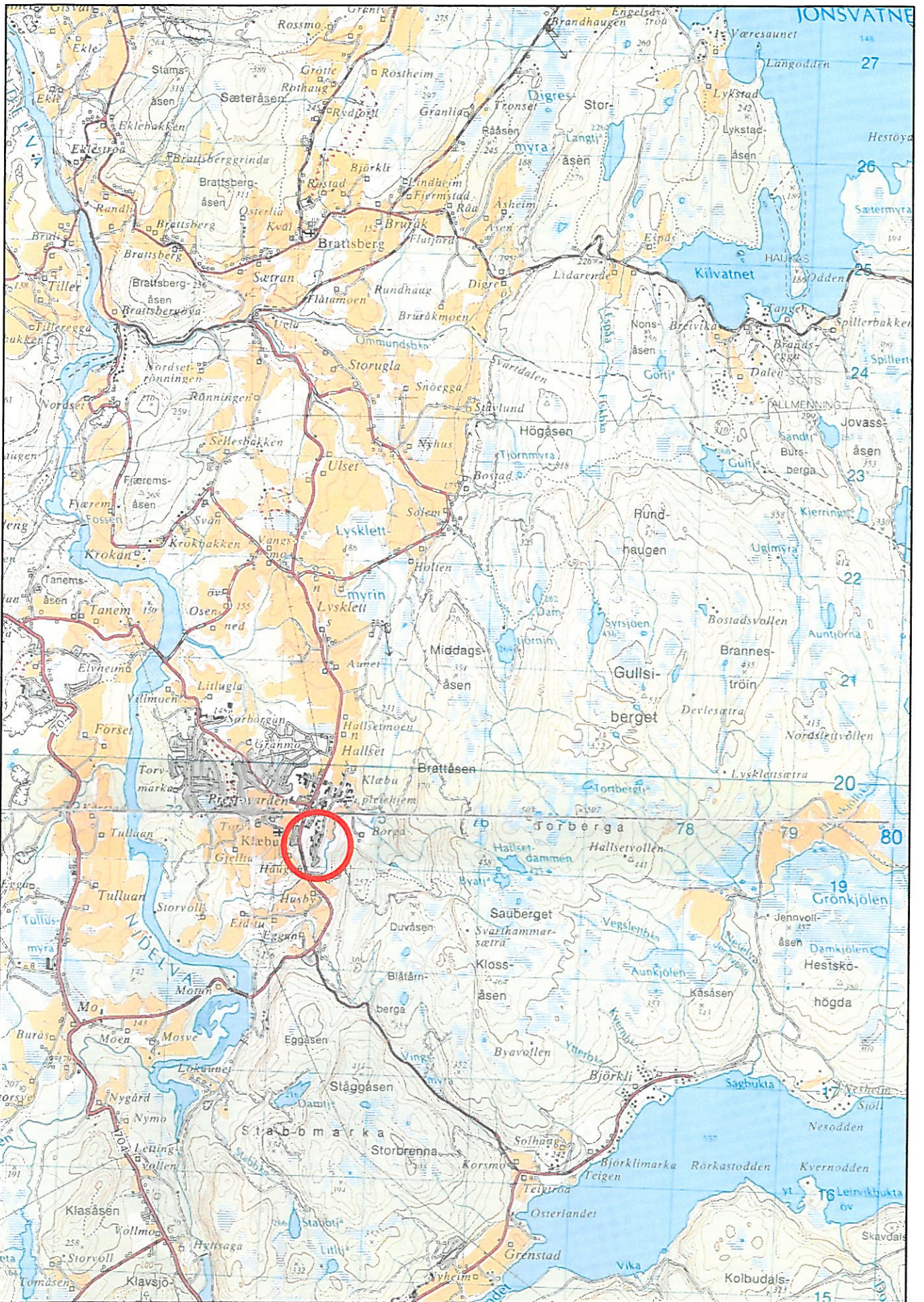
Resultat av dreietrykksonderingene (DTr), piezometermålingene og trykksonderingene (CPTU), er presentert grafisk i rapporten, tegn. 103 – 105.

Resultat av laboratorieundersøkelsene (rutine + konsistensgrenser) er vist opptegnet på borprofil, tegn. 106, treksialforsøk på tegn. 107 – 108, ødometerforsøk på tegn. 109 og kornfordelingsanalyse på tegn. 110.

3 KOMMENTARER TIL DATAPRESENTASJONEN

Resultater fra undersøkelsene er kun presentert som data, dels i utolket form. Tolkning av data kan avhenge av bruksformålet, og tillegges derfor den part som skal bearbeide de aktuelle geotekniske problemstillinger.

Av samme grunner som foran inneholder rapporten ikke noen egen beskrivelse av grunnforholdene.



Klæbu kommune
 Kl-sone 1102, Klæbu

MALESTOKK

1: 50 000

OPPDRAG

6070771

RAMBOLL

OVERSIKTSKART

Kartblad (M711) : 1621 IV Trondheim
 UTM-ref (WGS84) : 05743 70192

TEGNET/KONTR.

SAS/ *[Signature]*

BILAG

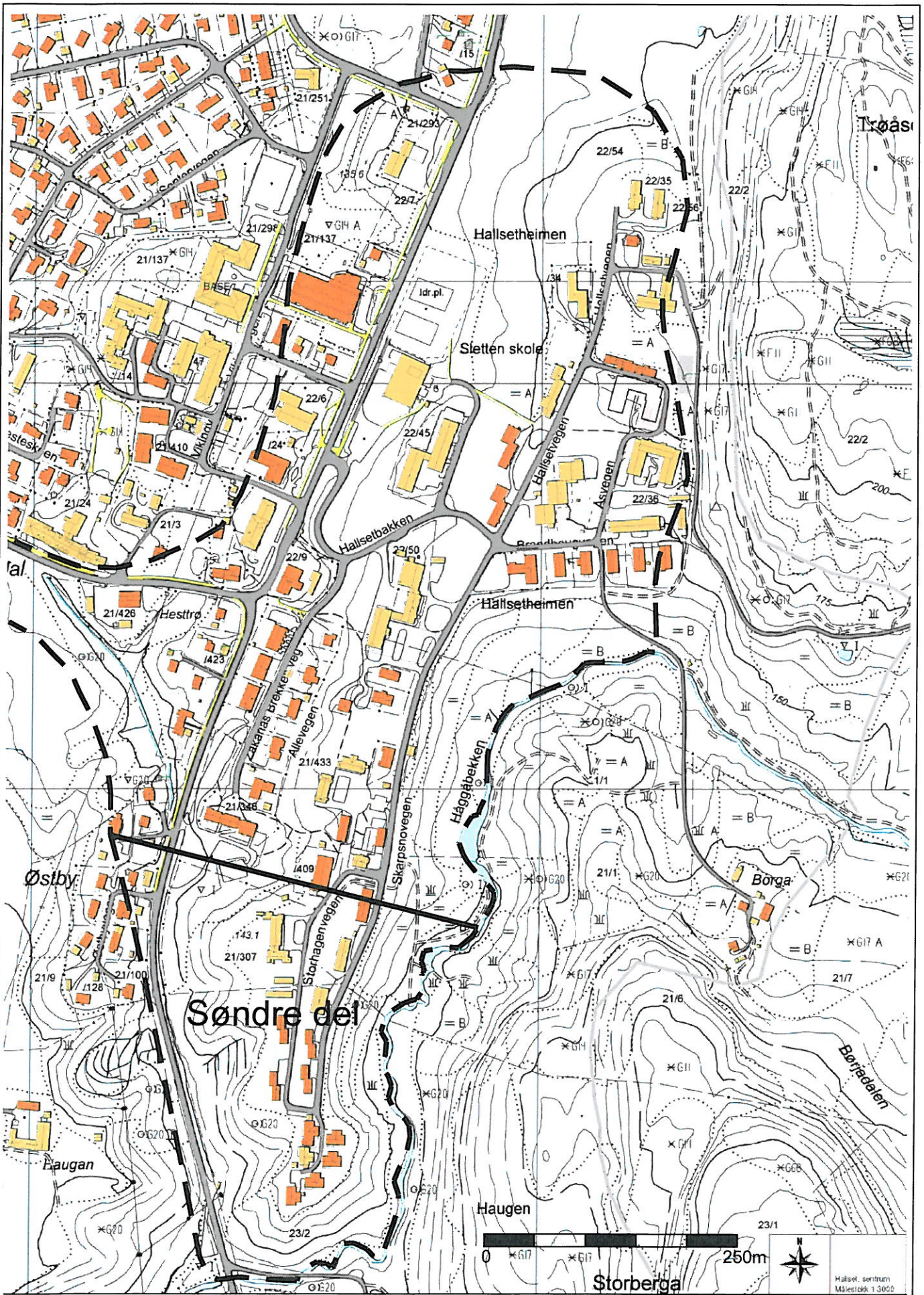
-

DATO

17.03.08

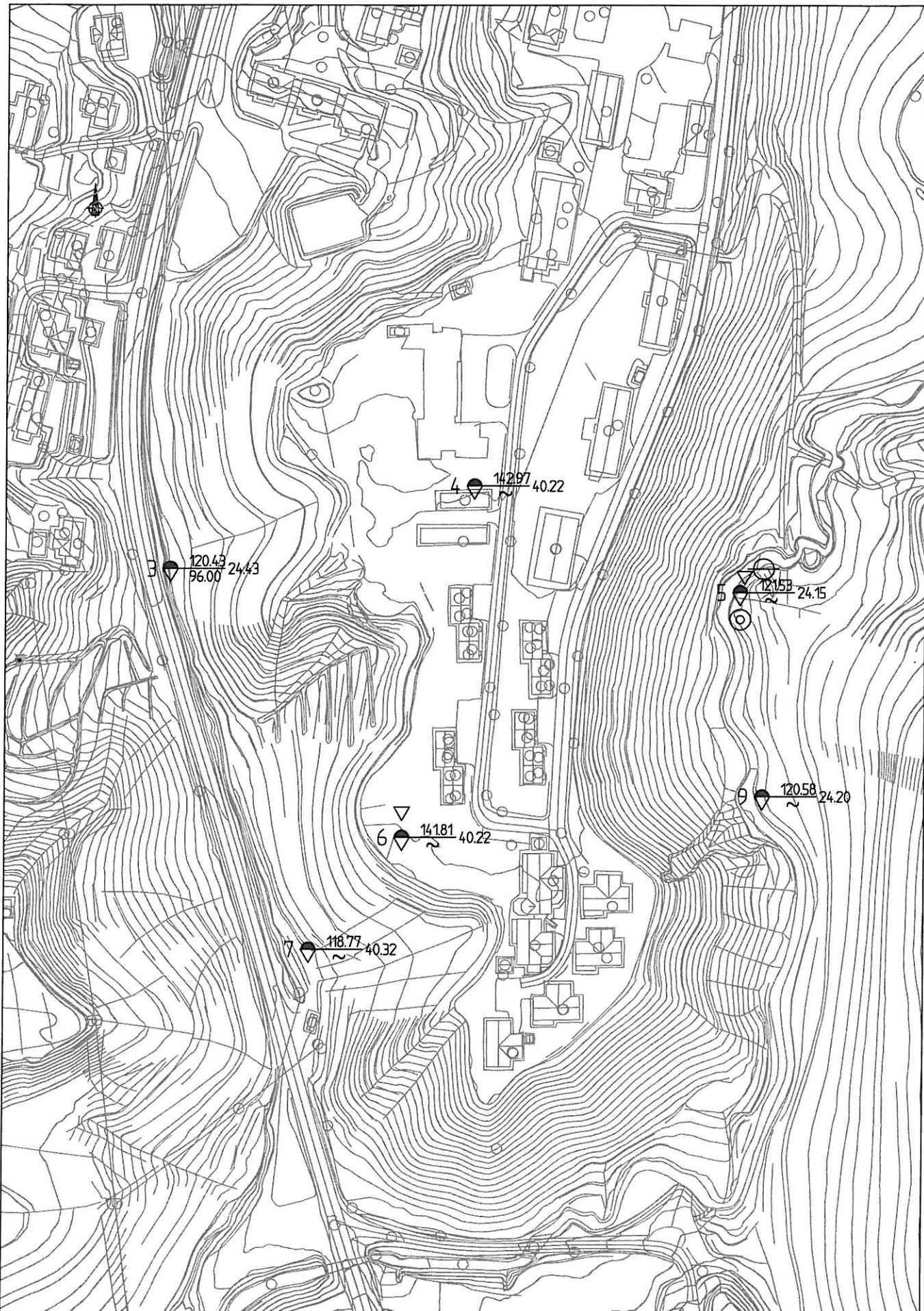
TEGN. NR.

100



Klæbu kommune
 Kl-sone 1102, Klæbu
 Oversiktskart
 Avgrensing av Kl-sone 1102

MALESTOKK	DPPDRAG
1 : 5000	6070771
TEGNET/KONTR.	BILAG
SAS/ <i>[Signature]</i>	-
DATO	TEGN. NR.
27.03.08	101



Klæbu kommune
 Kl-sone 1102, Klæbu

Situasjonsplan

- ◆ Dreietrykksøndering ⊖ Piezometer
- ▽ Trykksøndering (CPTU)
- ⊙ Prøvetaking

MALESTOKK

1:2000

TEGNET/KONTR.

SAS/ *[Signature]*

DATO

10.03.08

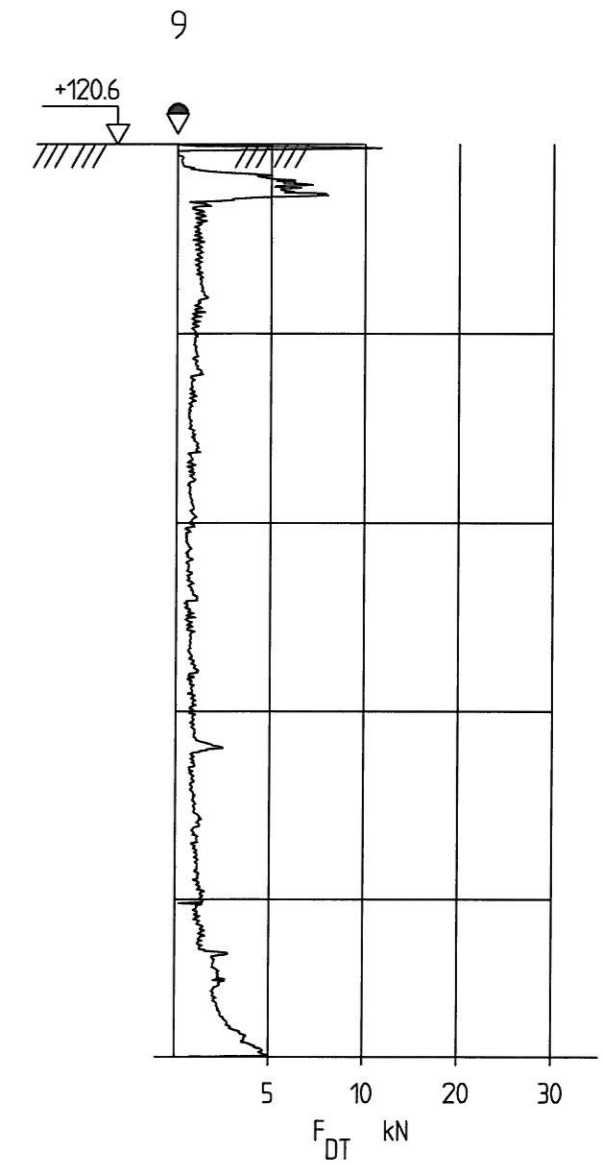
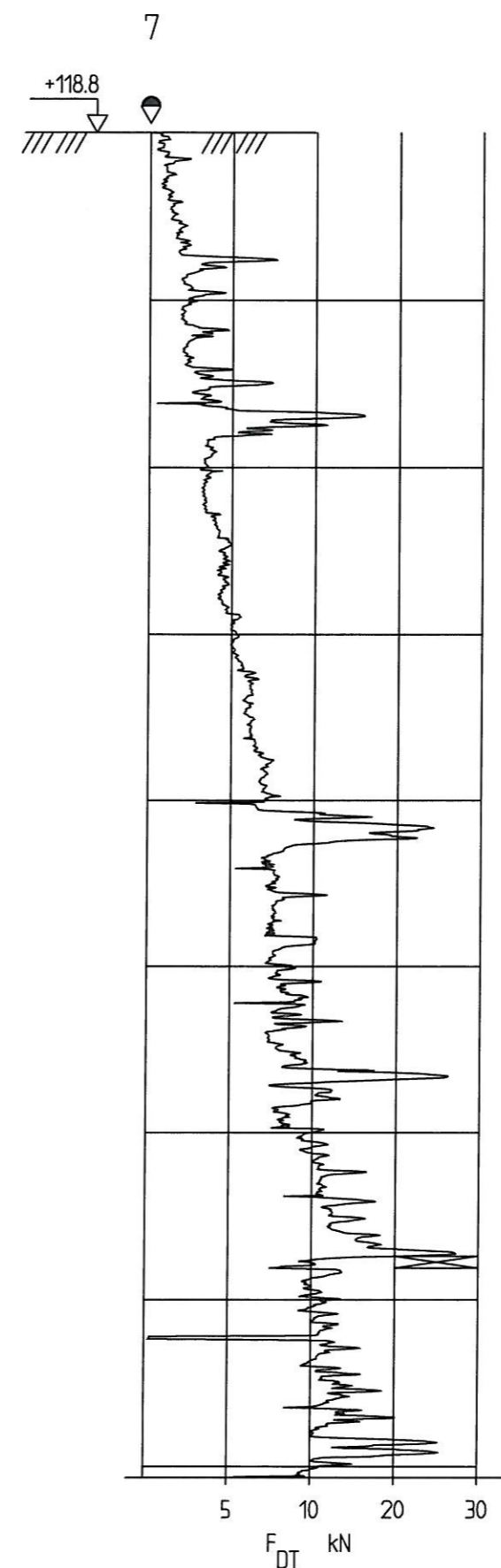
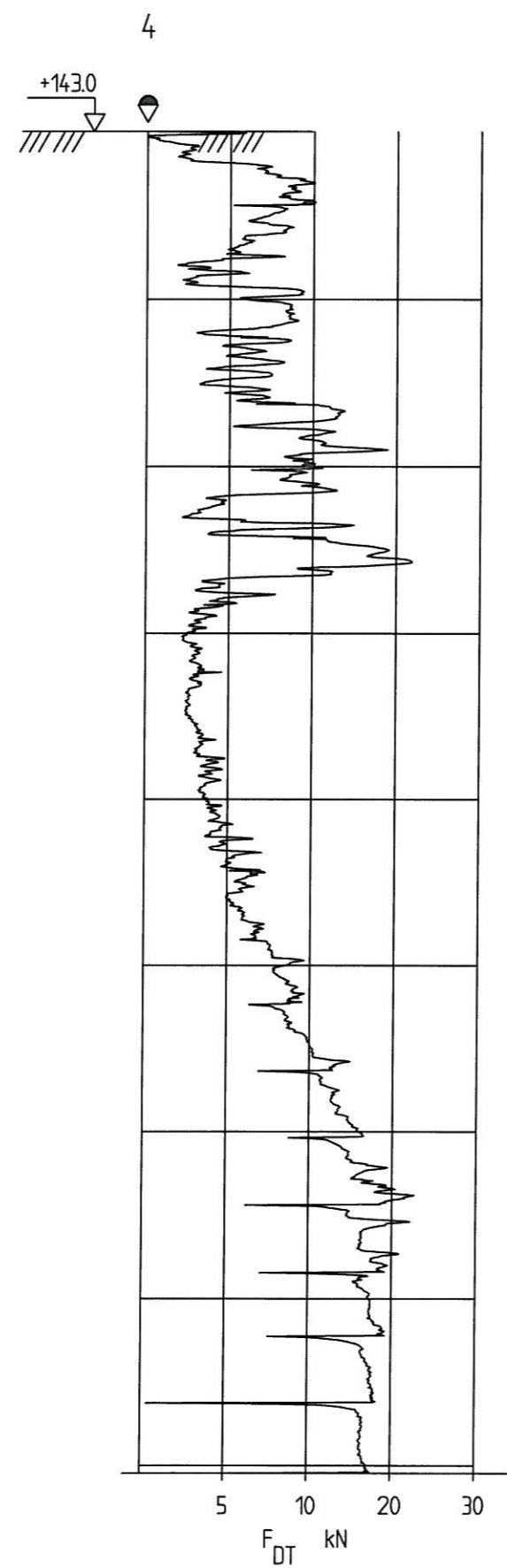
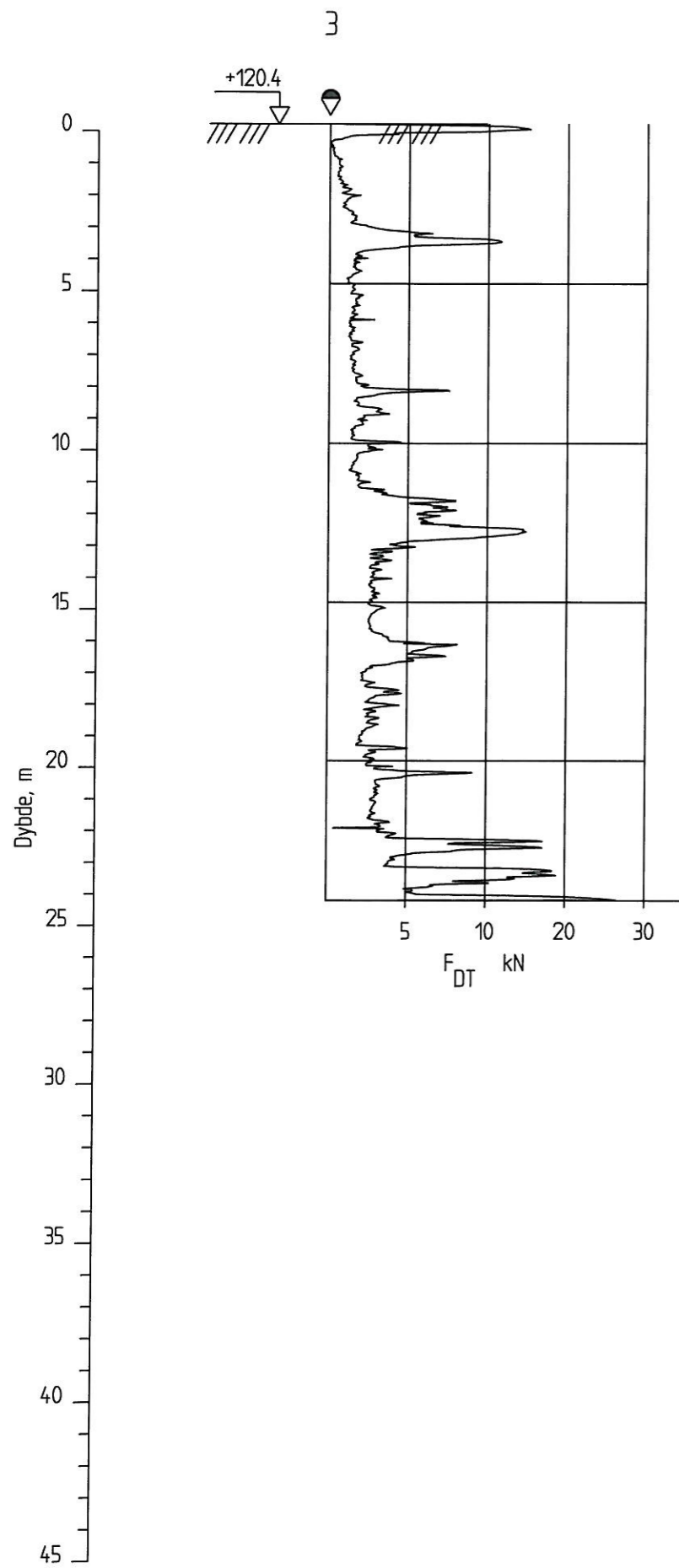
OPPDRAG

6070771

BILAG

TEGN. NR.

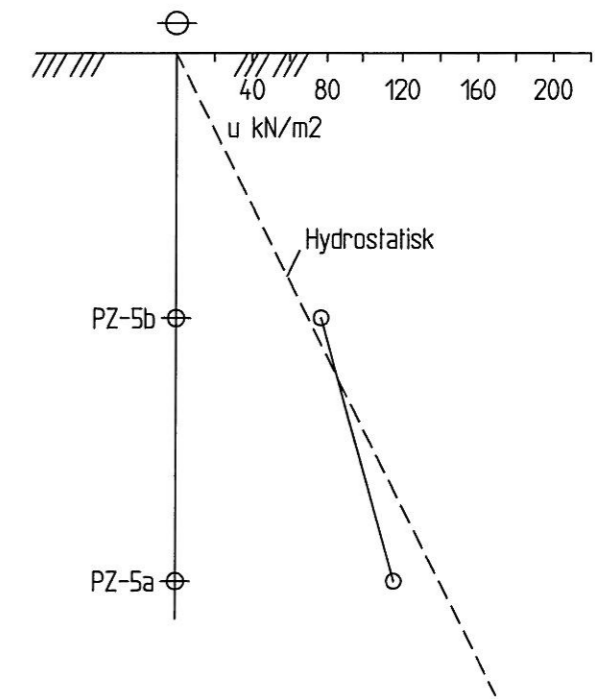
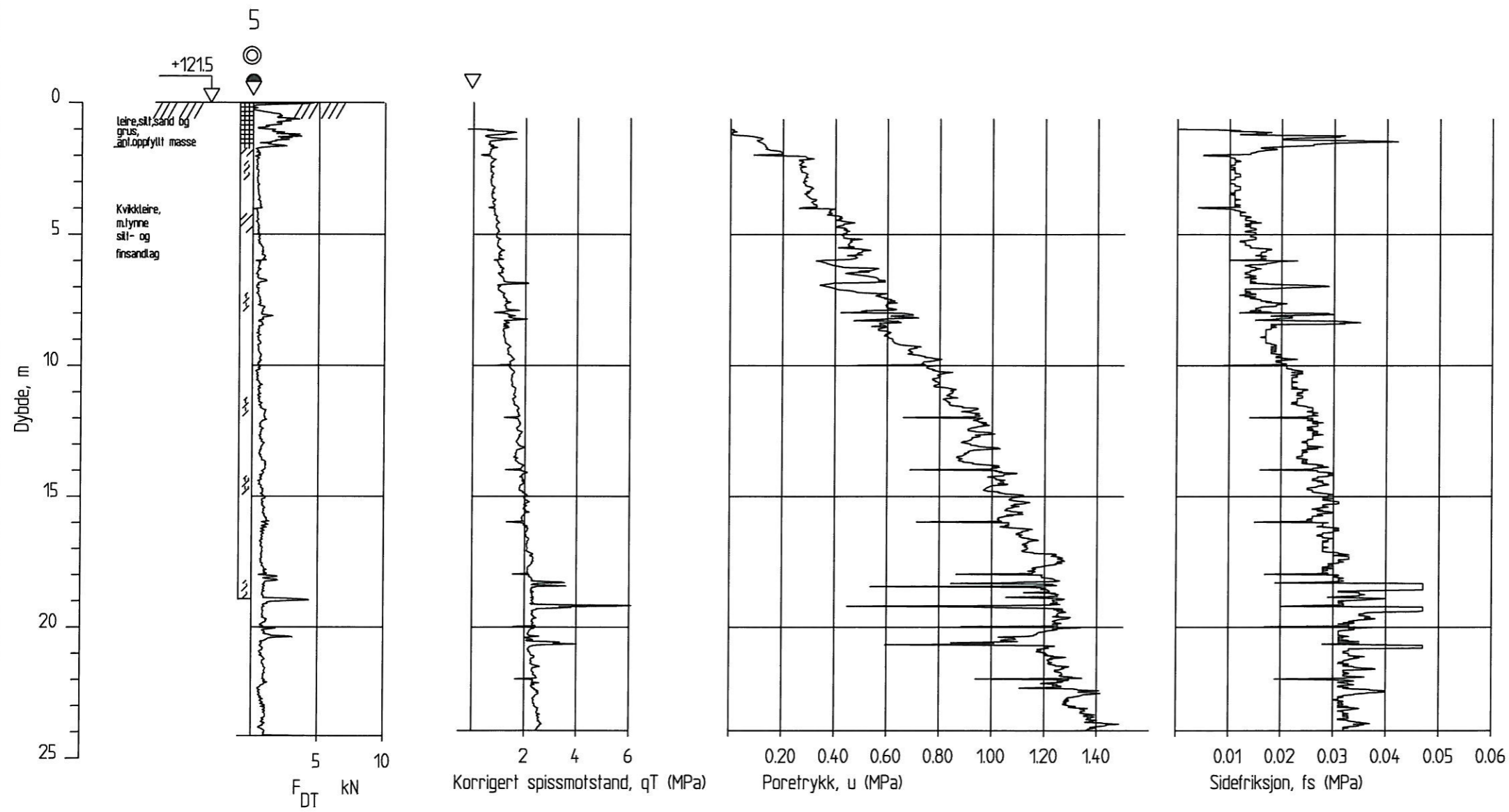
102



RAMBOLL

Klæbu kommune
 Kl-sone 1102, Klæbu
 Boreresultater pkt 3 - 4 - 7 - 9
 Dreielektrykksondering

MALESTOKK	DPPDRAG
1:200	6070771
TEGNET/KONTR.	BILAG
SAS <i>AC</i>	
DATO	TEGN. NR.
10.03.08	103



Klæbu kommune
K1-sone 1102, Klæbu

Boreresultater pkt 5

▼ Dreiestrykksondering

▽ Trykksondering

⊙ Prøvetaking

⊖ Piezometer

MALESTOKK

1:200

TEGNET/KONTR.

SAS

DATE

27.03.08

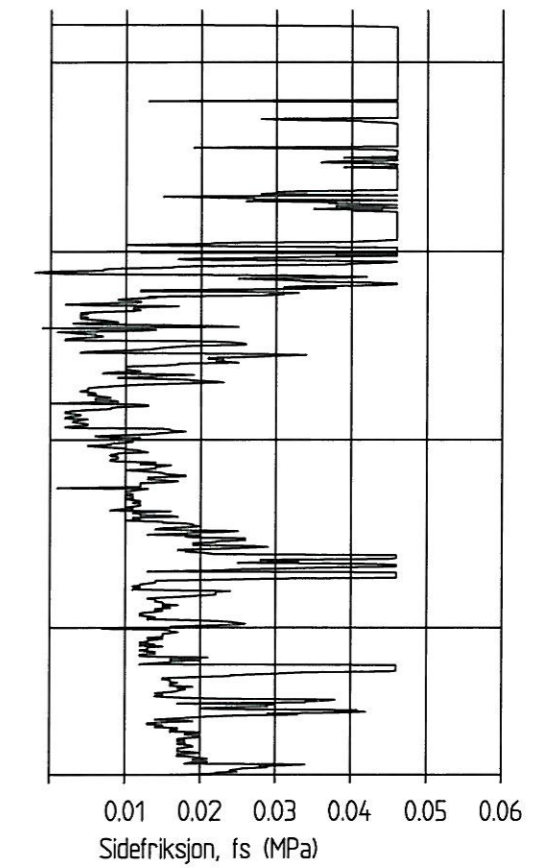
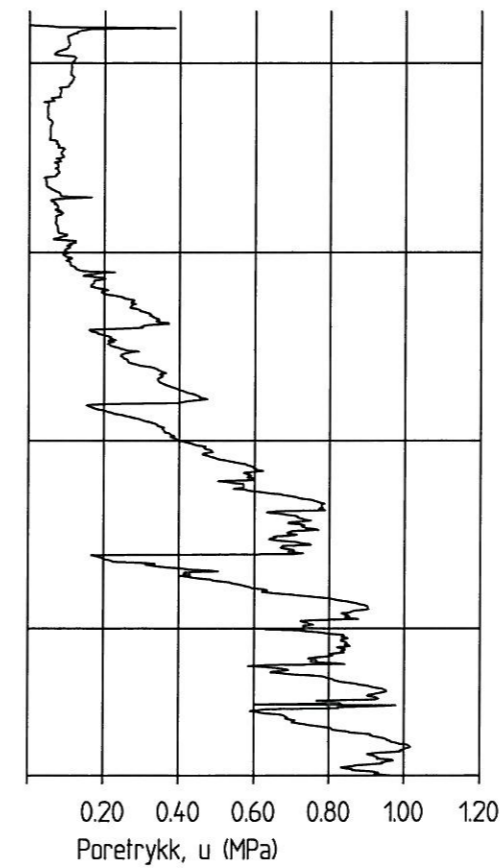
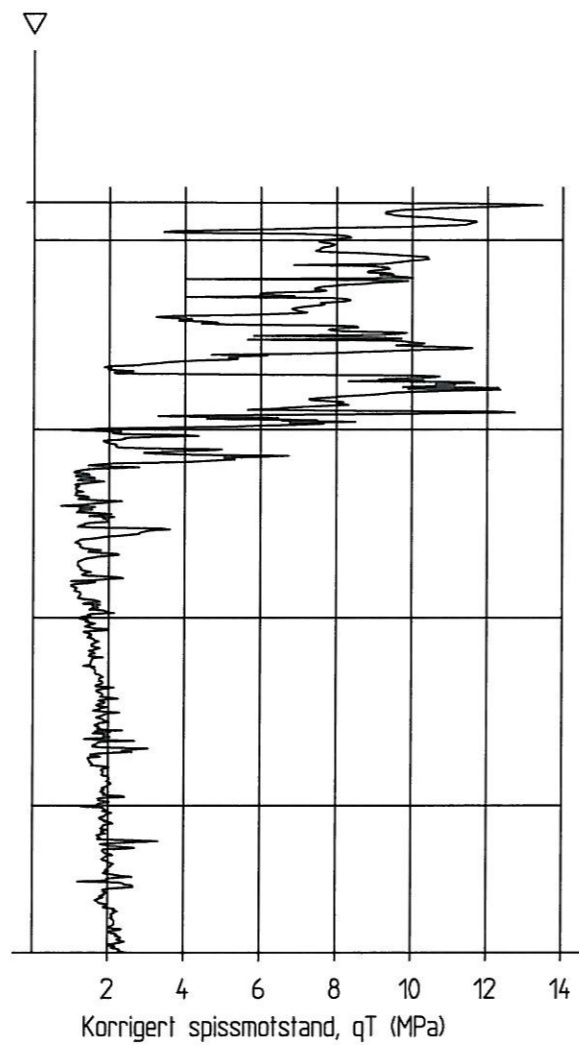
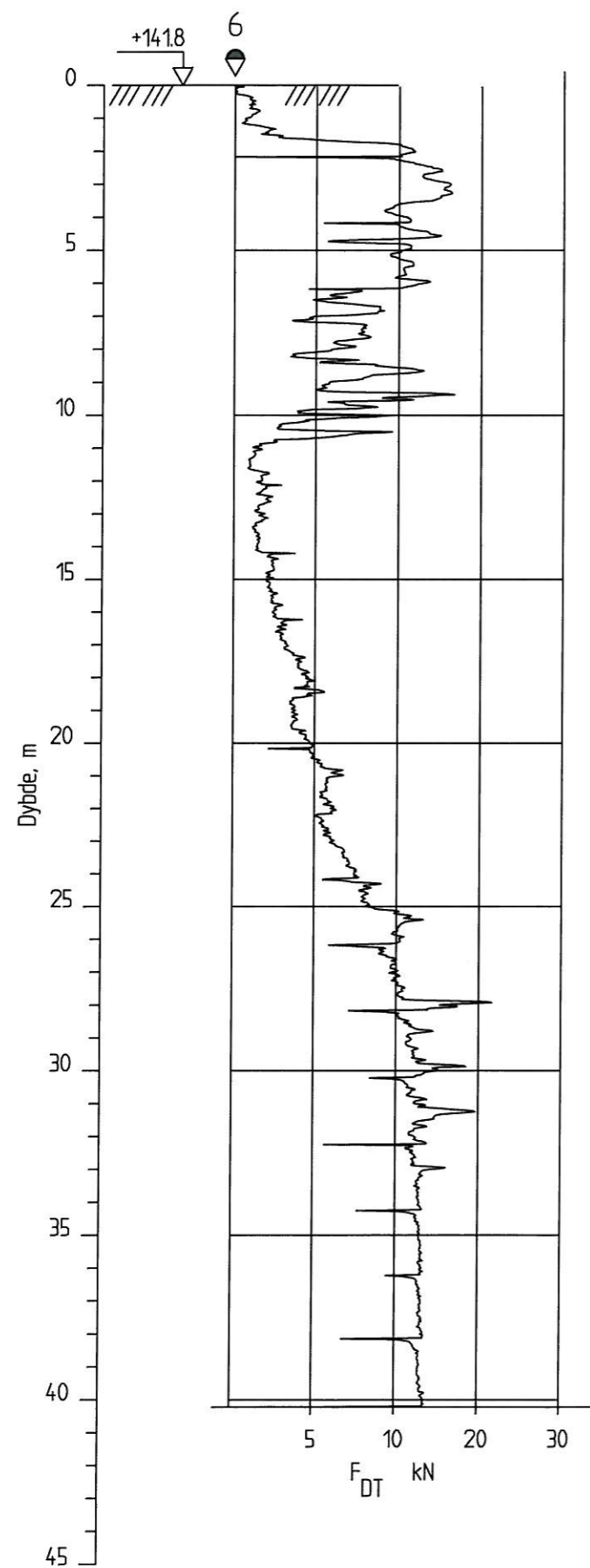
DPPDRAG

6070771

BILAG

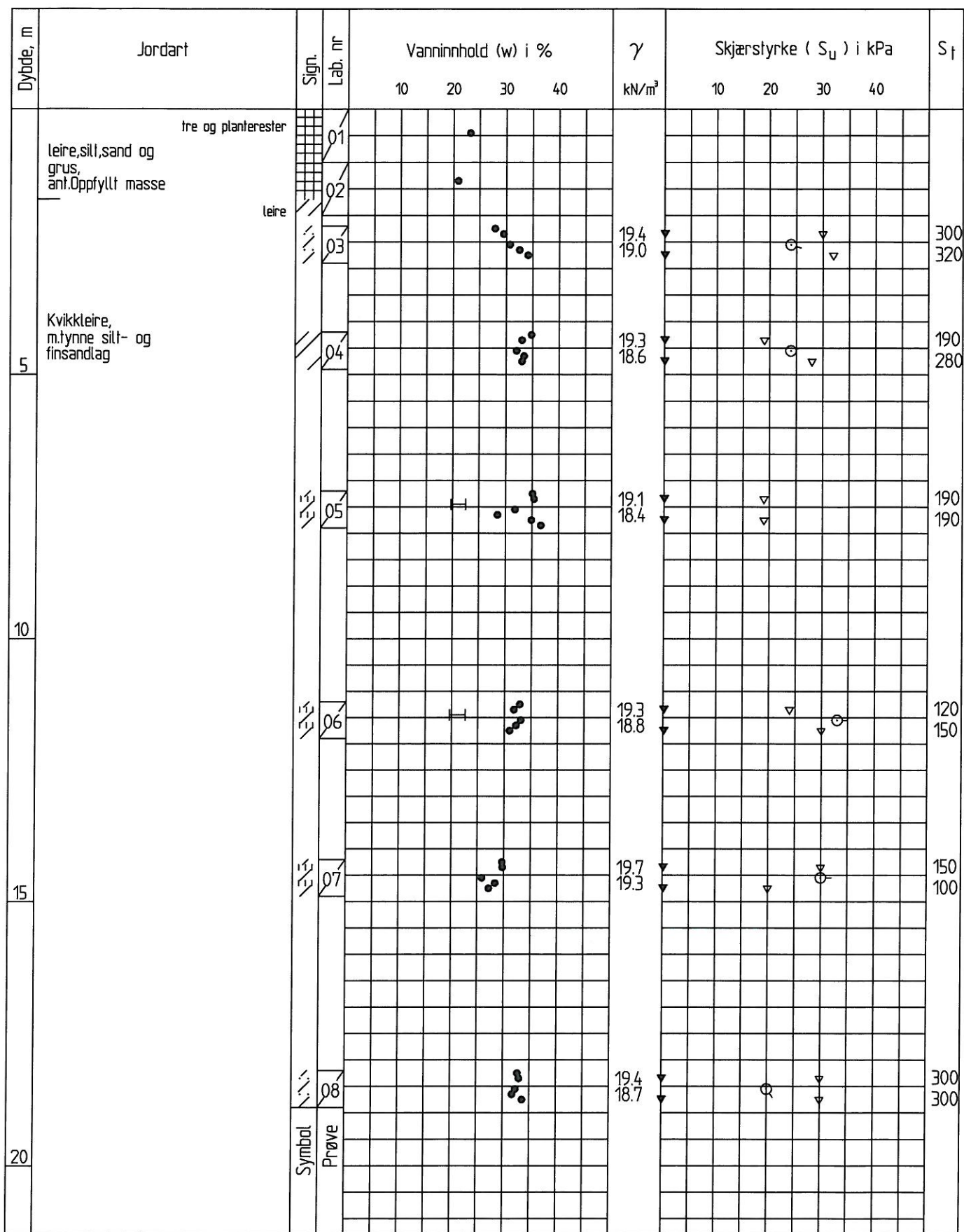
TEGN. NR.

104



Klæbu kommune
 Kl-sone 1102, Klæbu
 Boreresultater pkt 6
 Dreietrykksondering
 Trykksondering

MALESTOKK	DPPDRAG
1:200	6070771
TEGNET/KONTR.	BILAG
SAS	
DATO	TEGN. NR.
10.03.08	105



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/ brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ∇ / ∇
 Penetrometerforsøk : Konsistensgrense : W_p | ————— | W_L Andre forsøk :
 T = Treksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Kornfordeling



Kløbu kommune
Kl-sone 1102, Kløbu

BORPROFIL HULL: 5

Terr.høyde: 121.5 Prøve ø: 54 mm

DATO
10.03.08

OPPDRAG
6070771

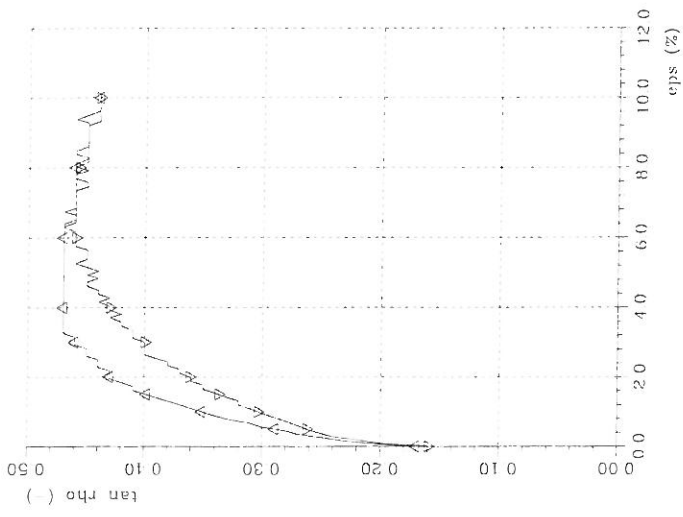
TEGNET AV
SAS

BILAG

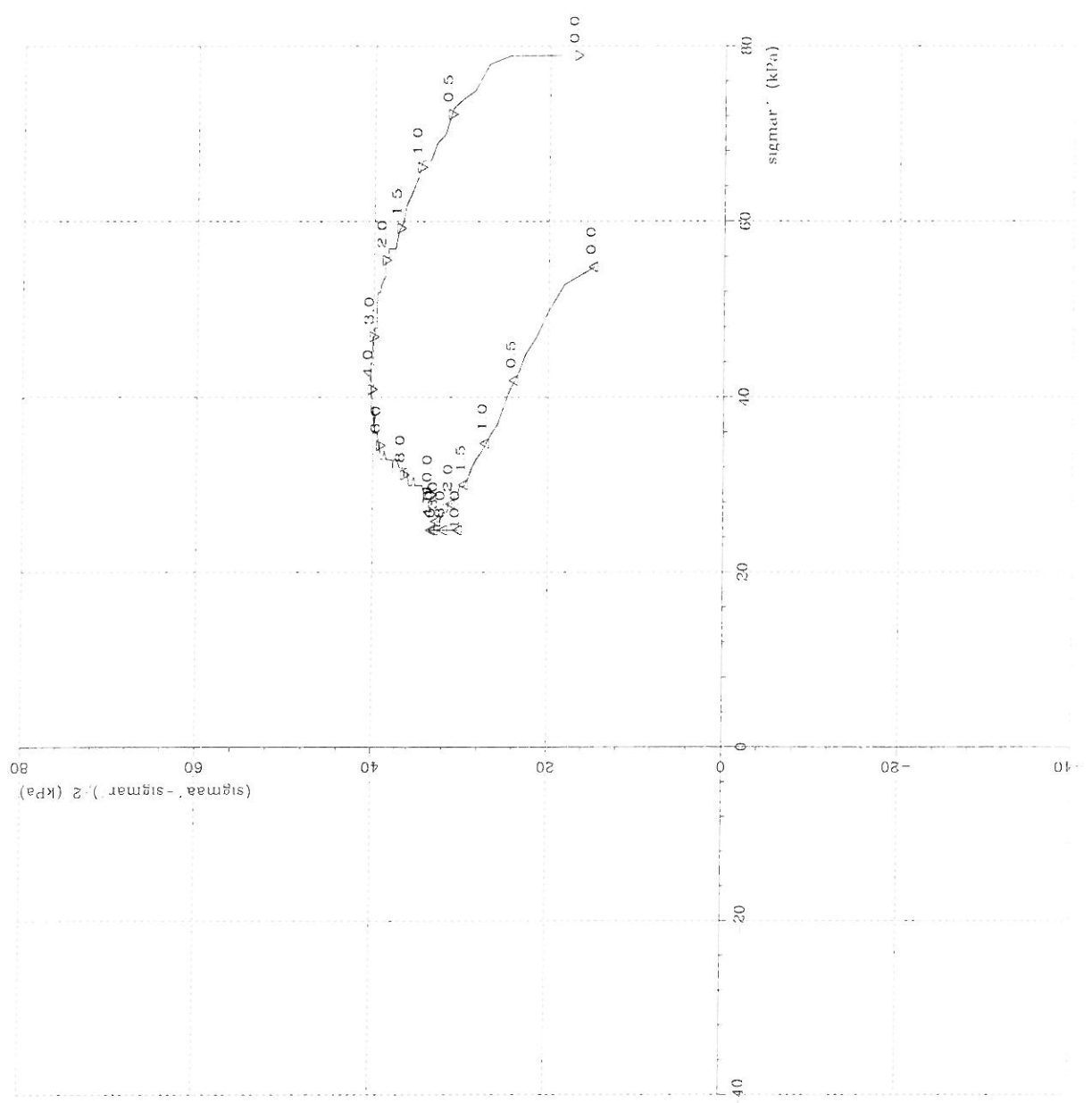
KONTR

TEGN. NR.
106

Stav	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkslype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
5	5	7.60	05	CAUA	13.00	4	Kvikkleire
5	5	7.70	05	CAUA	7.20	4	Kvikkleire



a (kPa) = 20.00
 a (kPa) = 20.00



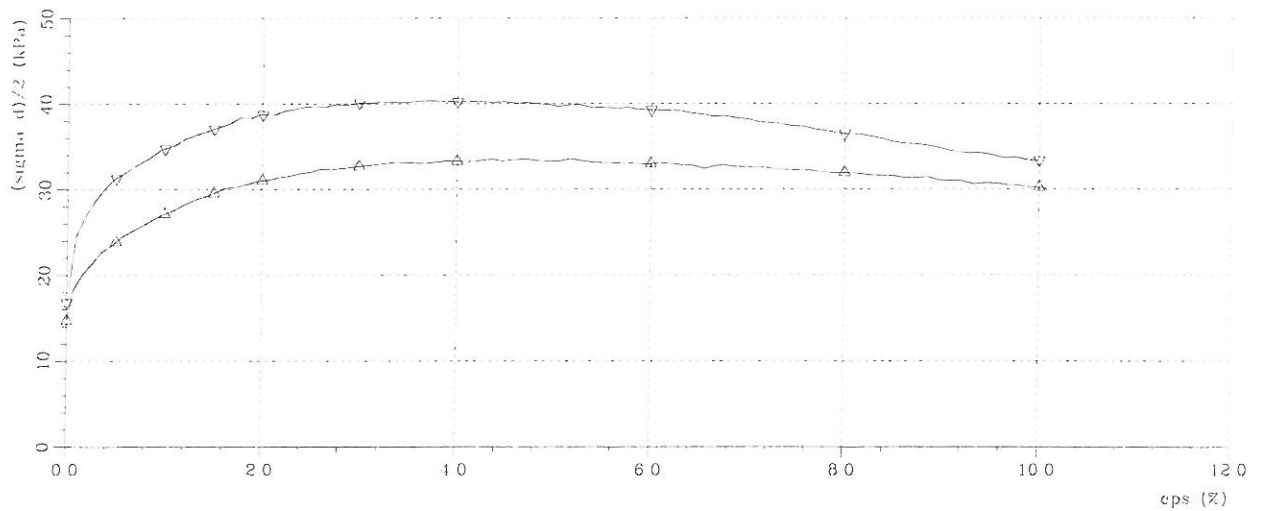
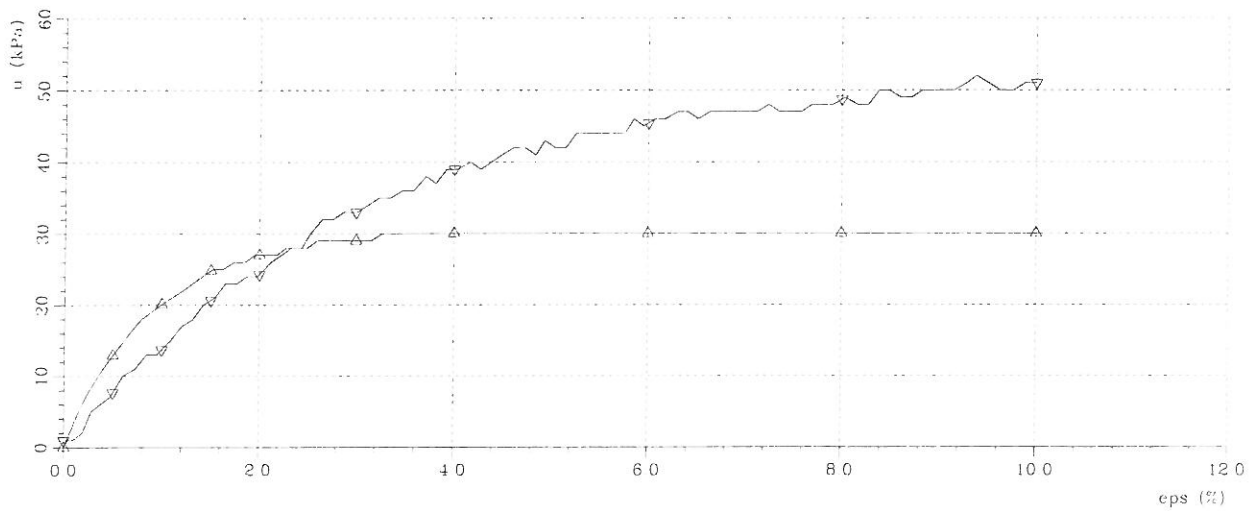
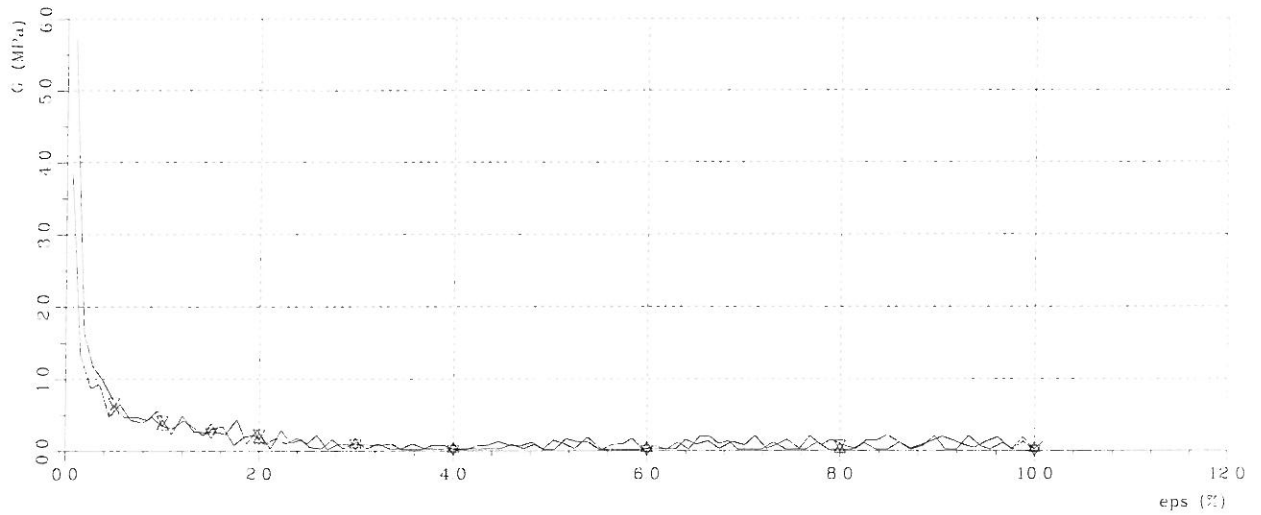
TREKSIALFORSØK



RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr nr
6070771

Dato
27.3.08

Fig
107



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr	Kommentar
	5	7.60	05	CAUA	13.00	4	Kvikkleire
	5	7.70	05	CALA	7.20	4	Kvikkleire

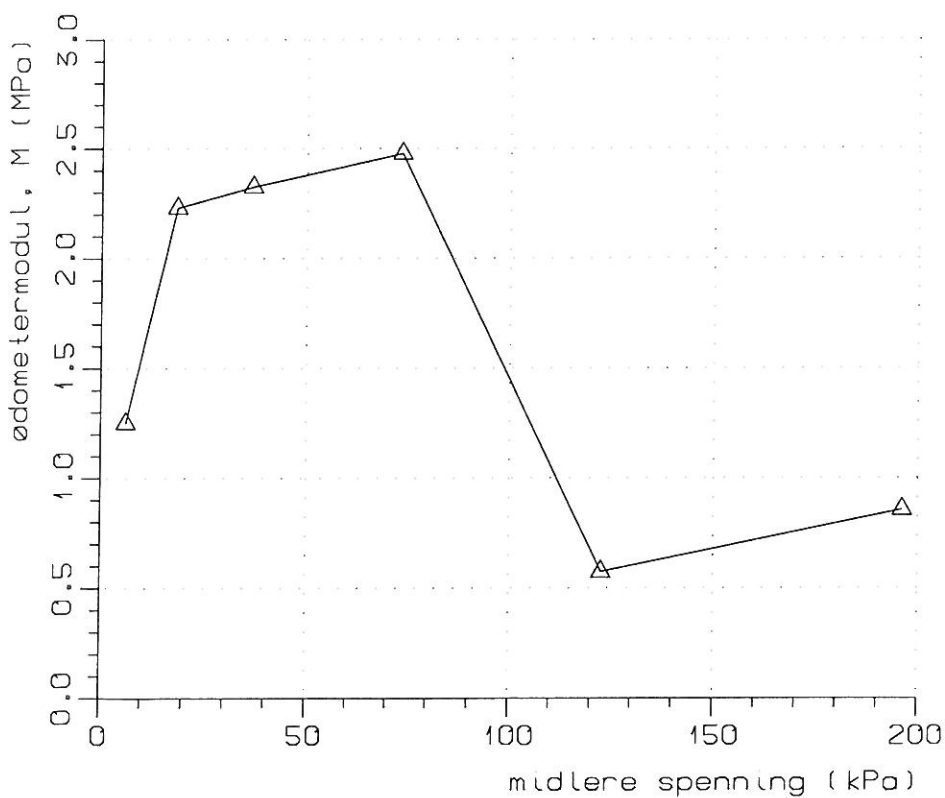
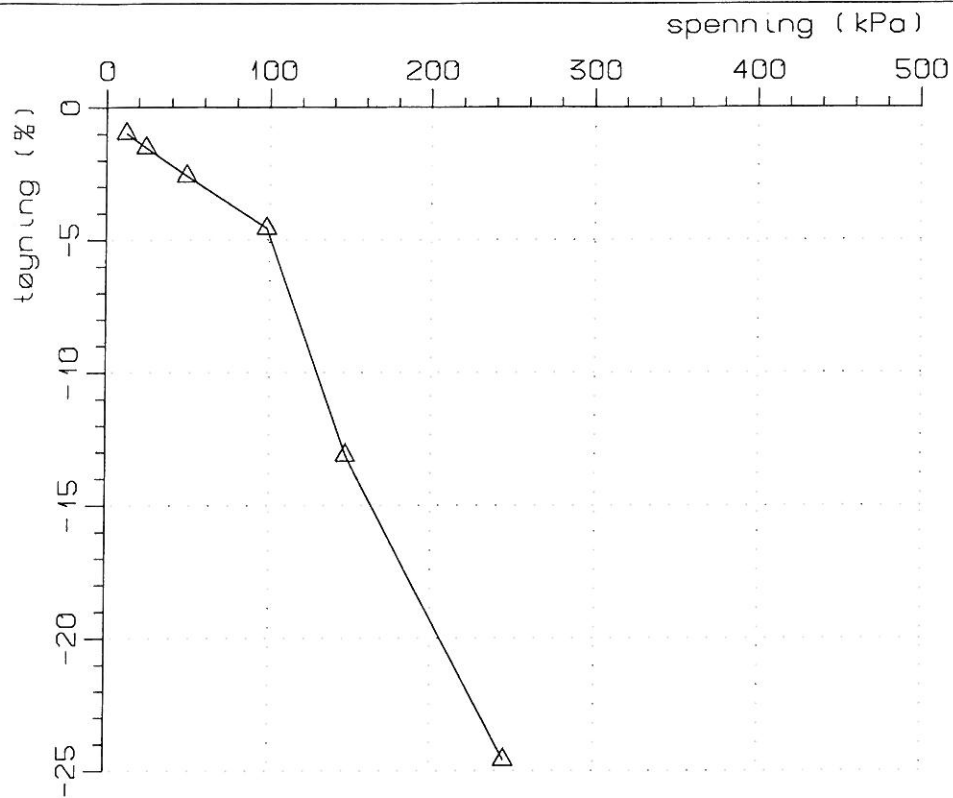
TREAKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr nr
6070771

Dato
27. 3. 08

Fig
108



Løb.nr. : 05
 Pr.beskr. : Kvikkleire

Dybde : 7.45m
 Profil : 5

TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6070771

Date
03-04-2008

Fig.
109



KLÆBU KOMMUNE
KL-sone 1102 Klæbu

KORNFORDELING

MÅLESTOKK

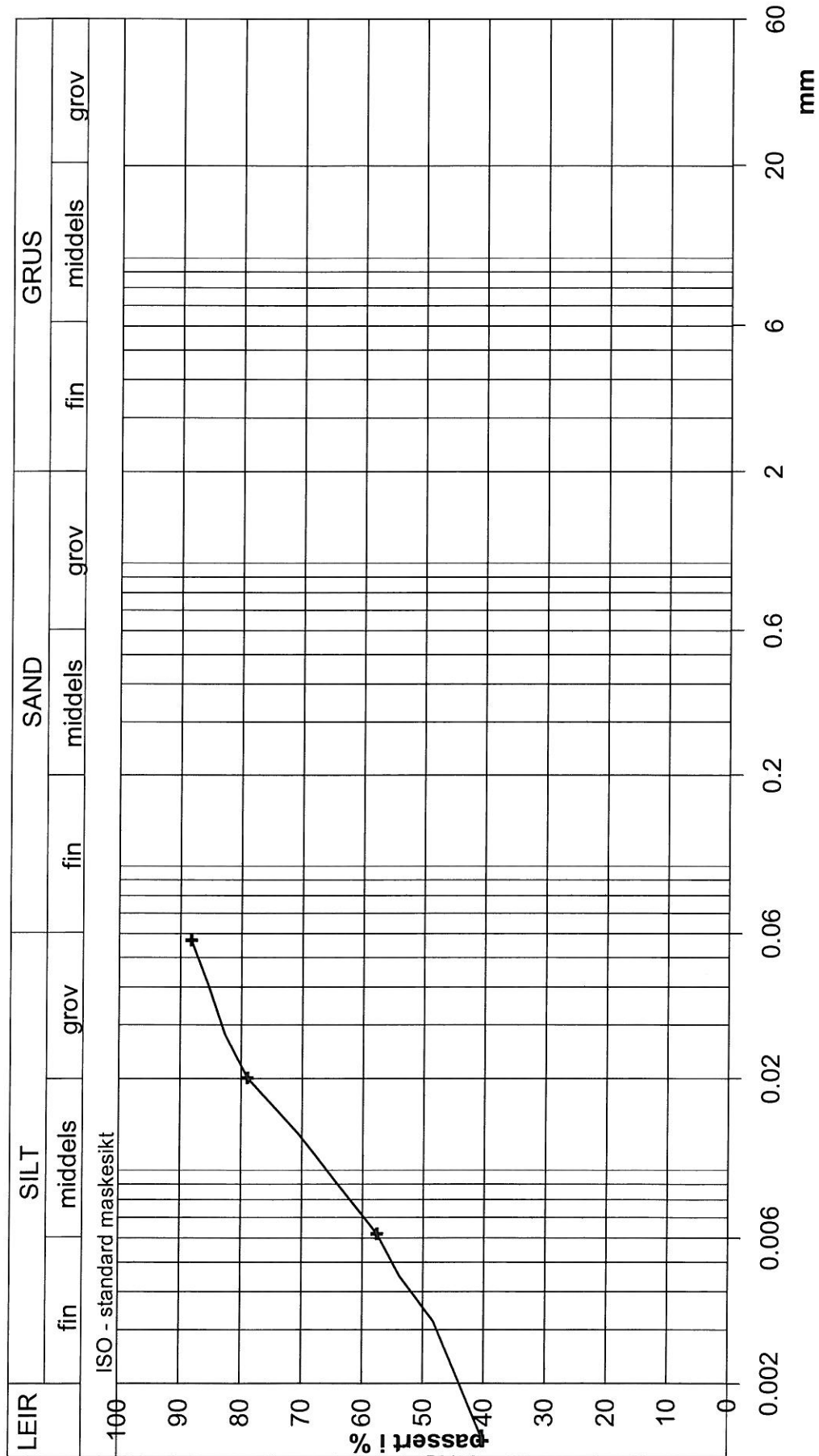
OPPDRA
6070771

TEGNET
BVN/

BILAG

DATO
27.03.2008

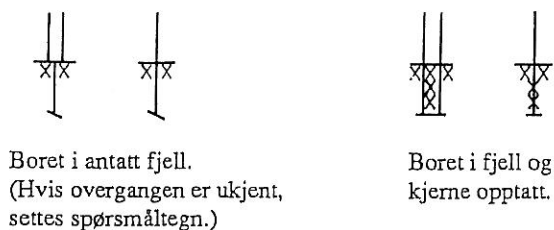
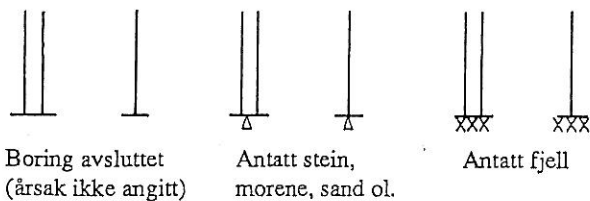
TEGN.NR.
110



MARKUNDERSØKELSER

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

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).

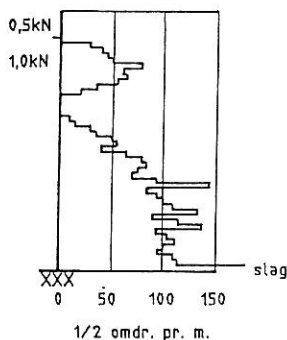


⊗ **Fjellkontrollboring**
utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

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

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

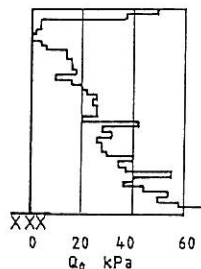
● **Dreiesondering**
utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreining pr.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



⊕ **Totalsondering**
kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

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

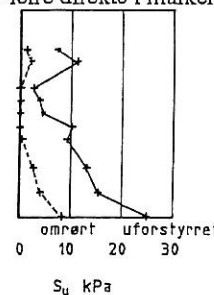


Rammemotstanden:

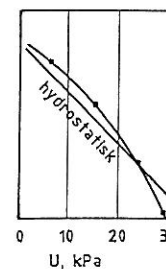
$$Q_0 = \frac{\text{Loddvækt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.

+ **Vingeboring**
bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

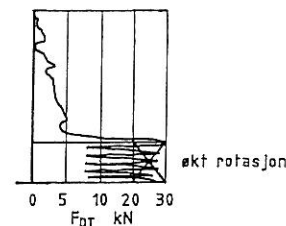


⊖ **Porevanntrykket**
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller **elektronisk** ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ **Dreietrykksondering**
utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Romvekt

(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

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

Flytegrense

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

Udrenert skjærstyrke

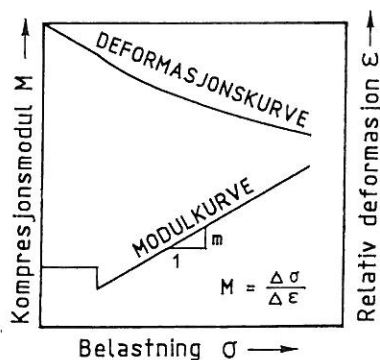
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S_t)

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke $< 0,5 \text{ kN/m}^2$.

Kompressibilitet

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



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

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

Saltinnhold

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

Kornfordeling

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

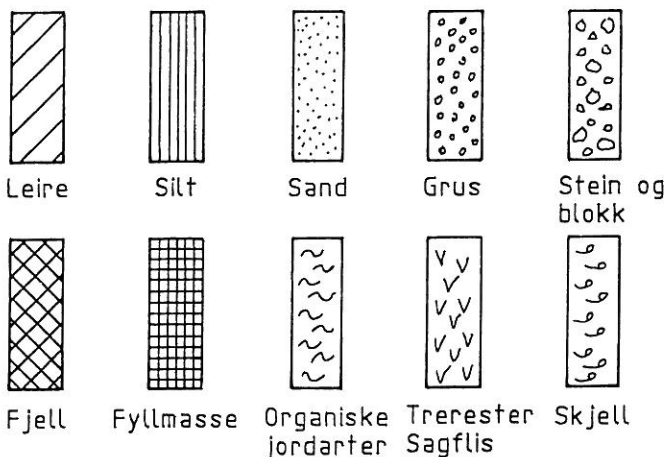
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

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

Organiske jordarter

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



Anmerkning

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

SPESEIELLE UNDERSØKELSER

SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d \max}$ bestemt ut fra standardisert komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravede materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravede hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravede materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

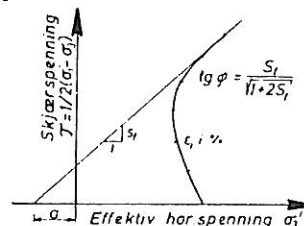
SPESEIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i kN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \phi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).

Forsøket fremstilles of-

est som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tetteste lagring av mineralkomene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_{d \max}$ og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelsehastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.