

# Rapport

Oppdragsgiver: **Stjørdal kommune**

Oppdrag: **Steinvik lager**

Emne: **Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Dato: **4. mars 2011**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **414505 - 1**

Oppdragsleder: **Roar Skulbørstad**

Sign.:

Saksbehandler: **Roar Skulbørstad**

Sign.:

Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Leif Roar Skogmo**

## Sammendrag:

Stjørdal kommune planlegger omregulering av det tidligere militære området Steinvik lager til friluftsområde. Videre planlegges det å anlegge en parkeringsplass i tilknytning til eksisterende adkomstveg. Det aktuelle området ligger i Hammerbukta, Skatval.

Steinvik lager er et ammunisjonslager oppført av den tyske okkupasjonsmakten under den andre verdenskrig. Selve ammunisjonslageret er bygd opp av 26 stk stoller som er dekket over med løsmasser. Eiendommen ligger delvis innfor kvikkleiresone nr. 1136 Hammerbukta.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra grunnundersøkelser i forbindelse med omregulering av eiendommen.

Det er utført 12 dreietrykkssonderinger og satt ned 2 poretrykksmålere samt tatt opp 3 prøveserier for å vurdere stabilitet av kvikkleiresona samt den planlagte parkeringsplassen.

Løsmassene består i hovedsak av et topplag av matjord med mektighet mellom 0,1 og 0,5 m over grus ned til ca. 1 til 3 m under terreng. Derunder er det leire med enkelte sand- og gruslag og noe skjellrester. Leira er stedvis kvikk/meget sensitiv.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	3
2.	Utførte undersøkelser .....	3
2.1	Feltarbeider .....	3
2.2	Laboratoriearbeider .....	3
2.3	Henvisninger .....	3
3.	Grunnforhold .....	4
3.1	Generelt .....	4
3.2	Berg i dagen .....	5
3.3	Løsmasser .....	5
3.3.1	Generelt .....	5
3.3.2	Rutineanalyser .....	5
3.4	Grunnvann .....	6

## Tegninger

4000	-1d	Geoteknisk bilag, Bormetoder og opptegning av resultater
4000	-2d	Geoteknisk bilag, Geotekniske definisjoner, laboratoriedata
414505-0		Oversiktskart
	-1	Borplan
	-10	Geotekniske data, PR.2
	-11	Geotekniske data, PR.6
	-12	Geotekniske data, PR.8
	-60	Korngradering, PR.2
	-61	Korngradering, PR.8
	-100	Profil A-A
	-101	Profil B-B
	-102	Profil C-C
	-103	Profil D-D

## Vedlegg

1. Tidligere grunnundersøkelser fra kvikkleirekartlegging i Stjørdal

## 1. Innledning

Stjørdal kommune planlegger omregulering av det tidligere militære området Steinvik lager til friluftsområde. Videre planlegges det å anlegge en parkeringsplass i tilknytning til eksisterende adkomstveg. Det aktuelle området ligger i Hammerbukta, Skatval. Steinvik lager ligger delvis innfor kvikkleiresone nr. 1136 Hammerbukta.

PLAN arkitekter AS er engasjert for å utarbeide reguleringsplan for området.

Multiconsult AS er engasjert for å utføre grunnundersøkelser samt gi en orienterende vurdering av områdestabiliteten. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen. Geotekniske vurderinger vil bli gitt i rapport nr. 414505-2.

NGI har i forbindelse med kvikkleirekartlegging i Stjørdal tidligere utført undersøkelser i dette området. Det vises til rapport nr. 890059-2 (1992). Resultater fra disse undersøkelsene er delvis innarbeidet i foreliggende rapport.

## 2. Utførte undersøkelser

### 2.1 Feltarbeider

Feltarbeidet ble utført i uke 4-5/2011.

Boringene ble utført med borerigg av typen Geotech 605D.

Det er foretatt 12 dreietrykksonderinger og tatt opp 3 prøveserier med 54 mm prøvetakingsutstyr/skovelprøvetaker.

Dreietrykksondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samt dybde til fast grunn. Utstyret har begrenset nedtrengningsevne i steinholdig grunn og kan ikke benyttes til bergpåvisning.

Det er satt ned to hydrauliske piezometre for informasjon om grunnvannsforhold.

Alle høyder i rapportens tekst og tegninger refererer seg til NGOs høydesystem. Borpunktene er satt ut med sanntids Trimble GPS. Horisontal og vertikal nøyaktighet er oppgitt å være henholdsvis  $\pm 20$ mm og  $\pm 35$ mm.

### 2.2 Laboratoriearbeider

Prøvene er analysert etter standard analyseprogram i vårt geotekniske laboratorium. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene. På 2 utvalgte prøver er det tatt korngradering.

### 2.3 Henvisninger

Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 414505-1. Borpunktene er opptegnet i profil på tegning nr. -100 t.o.m. -103.

Geotekniske data for prøveseriene er vist på tegning nr. -10 t.o.m. -12. Kornfordelingskurvene er vist på tegning nr. -60 og -61.

Det vises for øvrig til rapportens generelle vedlegg tegning nr. 4000-1d og -2d for beskrivelse av undersøkelsesmetoder og geotekniske begrep.

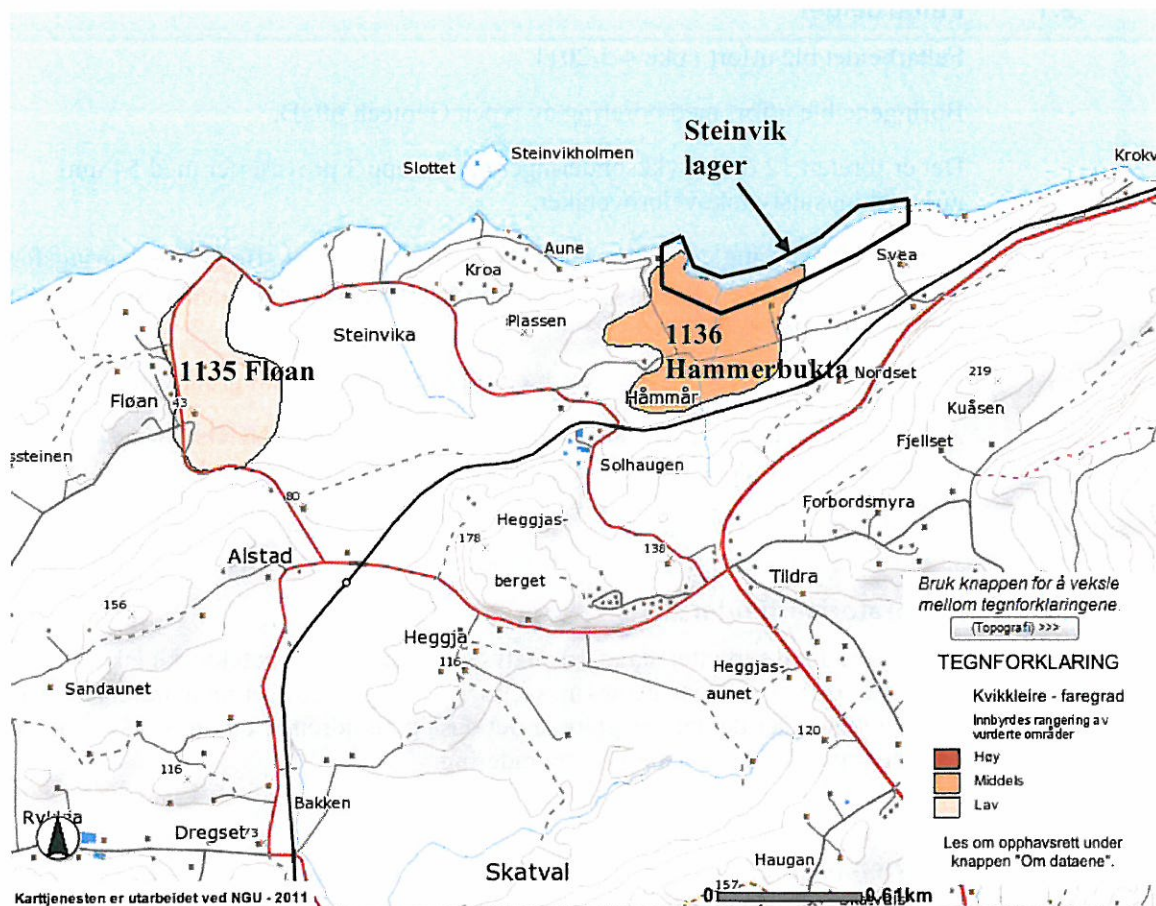
### 3. Grunnforhold

#### 3.1 Generelt

Eiendommen Steinvik lager ligger i Hammerbukta på Skatval. Steinvik lager er et ammunisjonslager oppført av den tyske okkupasjonsmakten under den andre verdenskrig. Selve ammunisjonslageret er bygd opp av 26 stk stoller som er dekket over med løsmasser. Overskuddsmasser fra utgraving for stollene ble deponert i en opparbeidet høyde i strandsonen.

Iht. NVEs kvikkleirekartlegging ligger Steinvik lager delvis innenfor kvikkleiresone nr. 1136 *Hammerbukta*, se figur 3.1. Sona er klassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 2.

I forbindelse med kvikkleirekartlegginga ble det utført grunnundersøkelser ved gården Hammer, se vedlegg 1.



Kvikkleiresona strekker seg opp til ca. kote + 50. Gjennomsnittlig skråningshelning fra bakkant av kvikkleiresona og ned mot strandsona er ca. 1:10.

Det går en bekk gjennom området øst for gården Hammer. Det er ikke registrert pågående erosjon langs bekken.

### 3.2 Berg i dagen

Det er registrert berg i dagen flere plasser innenfor kvikkleiresona samt like i nærheten.

Observasjoner av berg i dagen er skissert på borplanen, tegning nr. -1.

### 3.3 Løsmasser

#### 3.3.1 Generelt

Alle sonderinger er avsluttet i meget faste masser mellom 2,5 og 12 m under terreng.

Sonderingsresultatene indikerer at grunnen er ujevnt lagdelt. Sonderingsmotstanden varierer mellom lav til stor.

Prøvetaking viser at løsmassene under et topplag av matjord med mektighet 0,1-0,5 m består av sand og grus ned til 1 til 3 m under terreng. Derunder er det leire. Leira er stedvis kvikk og meget sensitiv. Videre er det registrert sand og gruslag samt skjellrester i leira/kvikkleira. Under leira viser sonderingene et meget fast lag. Dette laget er basert på sonderingsmotstanden vurdert til å være morene eller fast lagret sand/grus.

#### 3.3.2 Rutineanalyser

**Proveserie PR.2**, tegning nr. 414505-10, er tatt opp ved borpunkt 2. Prøveserien viser et tynt topplag av matjord på 0,1 m over sandig grus med vanninnhold mellom 14 og 18 %. Fra 1,5 m under terreng er det leire ned til ca. 4 m under terreng hvor prøveserien er avsluttet. Det er registrert både skjellrester og gruslag i leira. Målt vanninnhold i leira varierer mellom 13 og 31 %. På de opptatte prøvene er det målt en densitet mellom 1,89 og 2,08 g/cm<sup>3</sup>. Udrenert skjærfasthet er målt til mellom 15 og 40 kN/m<sup>2</sup>. Omrørt skjærfasthet er målt til mellom 4,5 og 9 kN/m<sup>2</sup>. Leira er bløt til middels fast og lite til middels sensitiv.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 414505-60.

**Proveserie PR.6**, tegning nr. 414505-11, er tatt opp ved borpunkt 6. Prøveserien viser et topplag med matjord på 0,4 m over leirig grus ned til 1,3 m under terreng. Vanninnholdet i grusen er målt til 13 %. Derunder er det leire med enkelte skjellrester og enkelte gruslag. Målt vanninnhold i leira varierer mellom 20 og 39 %. På de opptatte prøvene er det målt en densitet mellom 1,82 og 2,08 g/cm<sup>3</sup>. Udrenert skjærfasthet er målt til mellom 17 og 38 kN/m<sup>2</sup>. Omrørt skjærfasthet er målt til mellom 4 og 13,5 kN/m<sup>2</sup>. Leira er bløt til middels fast og lite sensitiv. Prøveserien er avsluttet ca. 7 m under terreng.

**Proveserie PR.8**, tegning nr. 414505-12, er tatt opp ved borpunkt 8. Prøveserien viser et topplag på 0,3 m med matjord. Videre ned til 1,0 m under terreng er det påtruffet leirig grus med vanninnhold på 19 %. Fra 1,0 m under terreng er det påtruffet leire med enkelte tynne siltlag. Leira er delvis kvikk og meget sensitiv. Målt vanninnhold i leira varierer mellom 29 og

44 %. På de opptatte prøvene er det målt en udrenert skjærfasthet mellom 14 og 39 kN/m<sup>2</sup> og densitet mellom 1,80 og 1,96 g/cm<sup>3</sup>. Omrørt skjærfasthet varierer mellom 0,5 og 3,0 kN/m<sup>2</sup>. Leira er bløt til middels fast og middels til meget sensitiv. Prøveserien er avsluttet ca. 9 m under terreng.

### 3.4 Grunnvann

Det er satt ned to hydrauliske poretrykksmålere. Disse er satt ned ved BP. 11 og BP. 12 i dybde 5,0 m under terreng. Tabell 3.1 viser målte poretrykk og tilsvarende grunnvannsnivå.

Tabell 3.1 Poretrykksavlesning

Borpunkt	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Løsmasser ved pz-spiss	Høyeste avleste poretrykk [kPa]	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
11	+39,8	+34,8	Kvikkleire	36,4	+38,5
12	+19,9	+14,9	Leire	32,0	+18,1

\* Hydrostatisk poretrykksfordeling

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

**Arkivreferanser:**

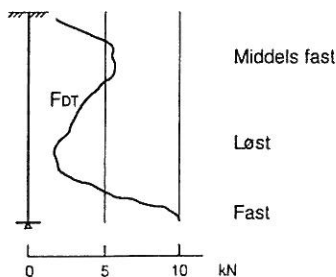
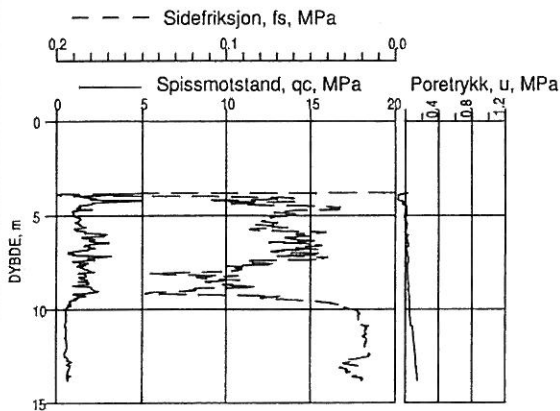
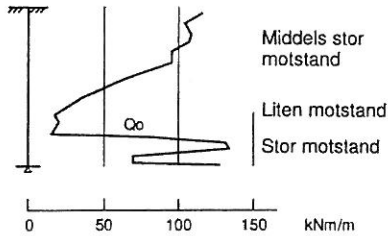
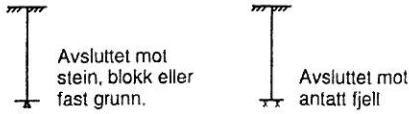
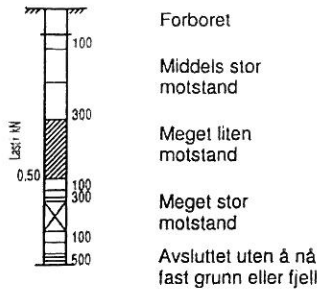
Fagområde:	geoteknikk		
Stikkord:	datarapport, kvikkleire, sensitiv leire		
Land/Fylke:	Nord-Trøndelag	Kartblad:	1622 II
Kommune:	Stjørdal	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Hammerbukta	Øst: 5911	Nord: 70470

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 4. mars 2011		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	04.03.11	ROS						
	Kontrollert	04.03.11	ØMS						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	04.03.11	ROS						
	Kontrollert	04.03.11	ØMS						
Teknisk innhold	Utarbeidet	04.03.11	ROS						
	Kontrollert	04.03.11	ØMS						
Format	Utarbeidet	04.03.11	ROS						
	Kontrollert	04.03.11	ØMS						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato:		Sign:			
				04.03.11		Anne Vik			



### 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. Skravrur 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 sonder-spiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften FDT registreres automatisk og angis i kN.

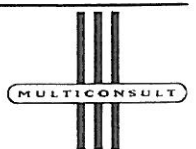
### FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm bor-krone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vann-spyling. 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



MULTICONSULT AS

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAF

Godkjent O. Bør

Oppdragsnr.

Tegningsnr.

Rev

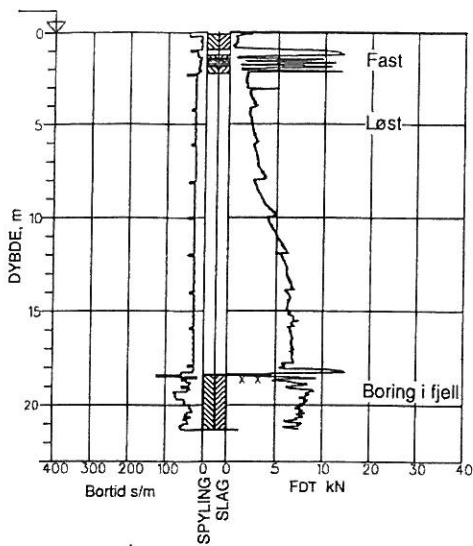
III. 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

4000

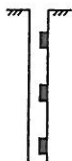
1

D



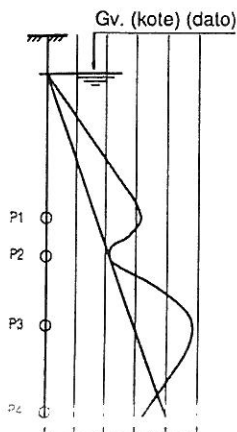
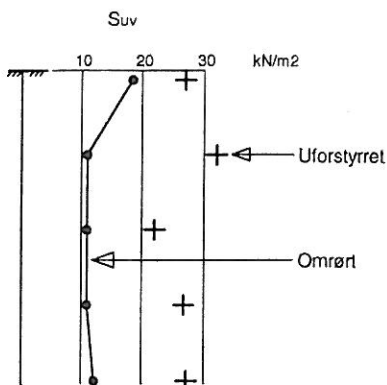


Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler

Resultater av laboratorieundersøkelser vises på egne ark



## Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjøtbare 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 bortid vises på venstre side.



## KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjernerør med diamantkroner 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 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 sylinderen 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 ( $S_{uv}$  kN/m<sup>2</sup>) 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:

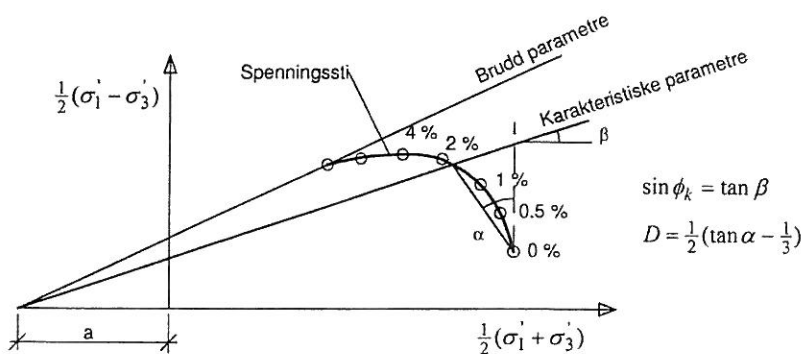
<b>Torv</b>	<i>Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
<b>Gytje, dy</b>	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
<b>Mold</b>	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
<b>Matjord</b>	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

## SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning + 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 spenningstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



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

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

### SENSITIVITET ( $S$ )

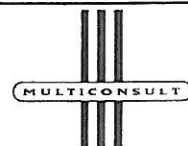
er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

### VANNINNHOLD ( $W$ %)

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

## GEOTEKNISK BILAG

### GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEDATA



MULTICONSULT 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** ( $\rho_s$  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  $g \approx 10$  m/s<sup>2</sup>)

**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 ( $p_a = 100$  kN/m<sup>2</sup>)

## KORNFORDELINGSANALYSE

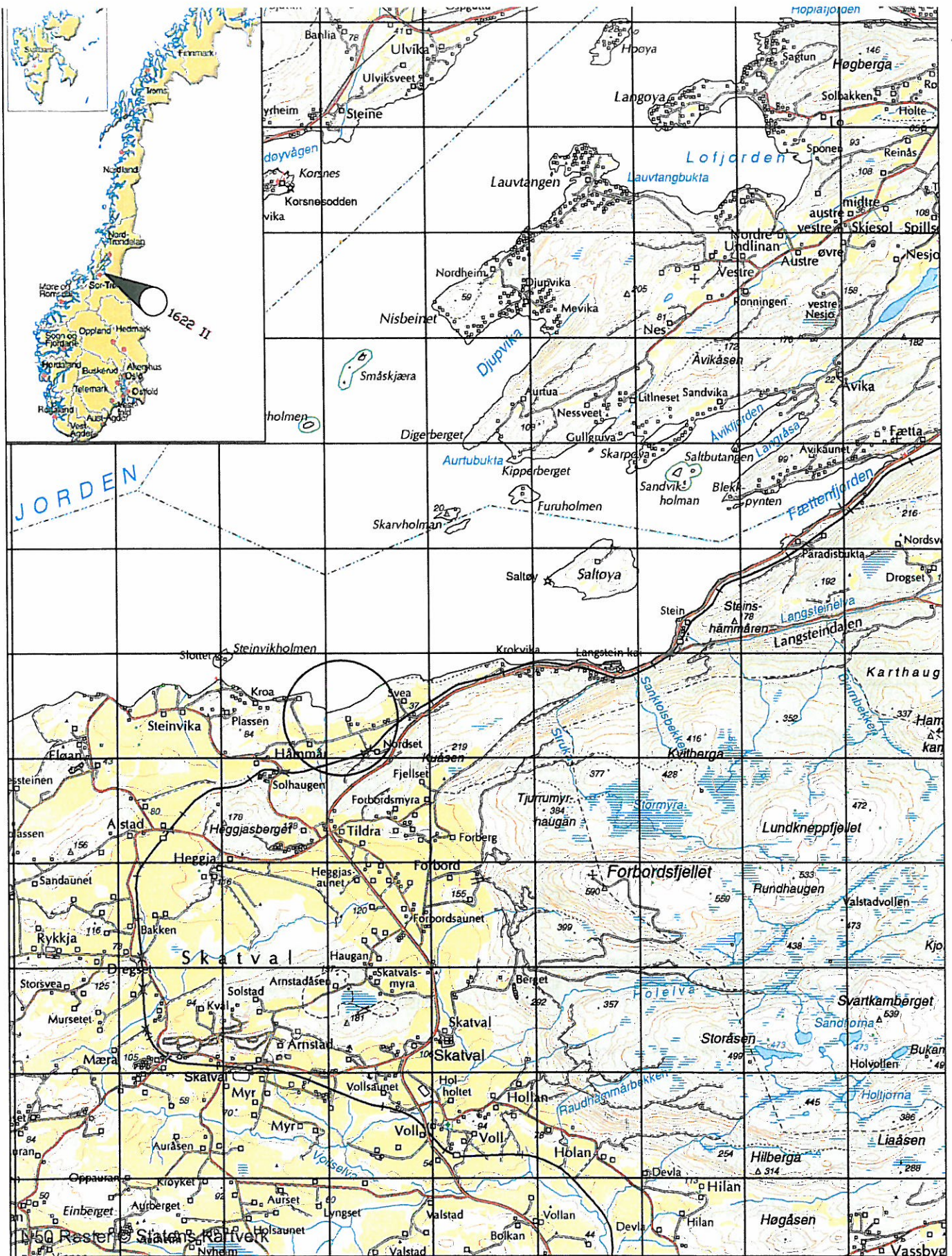
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes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

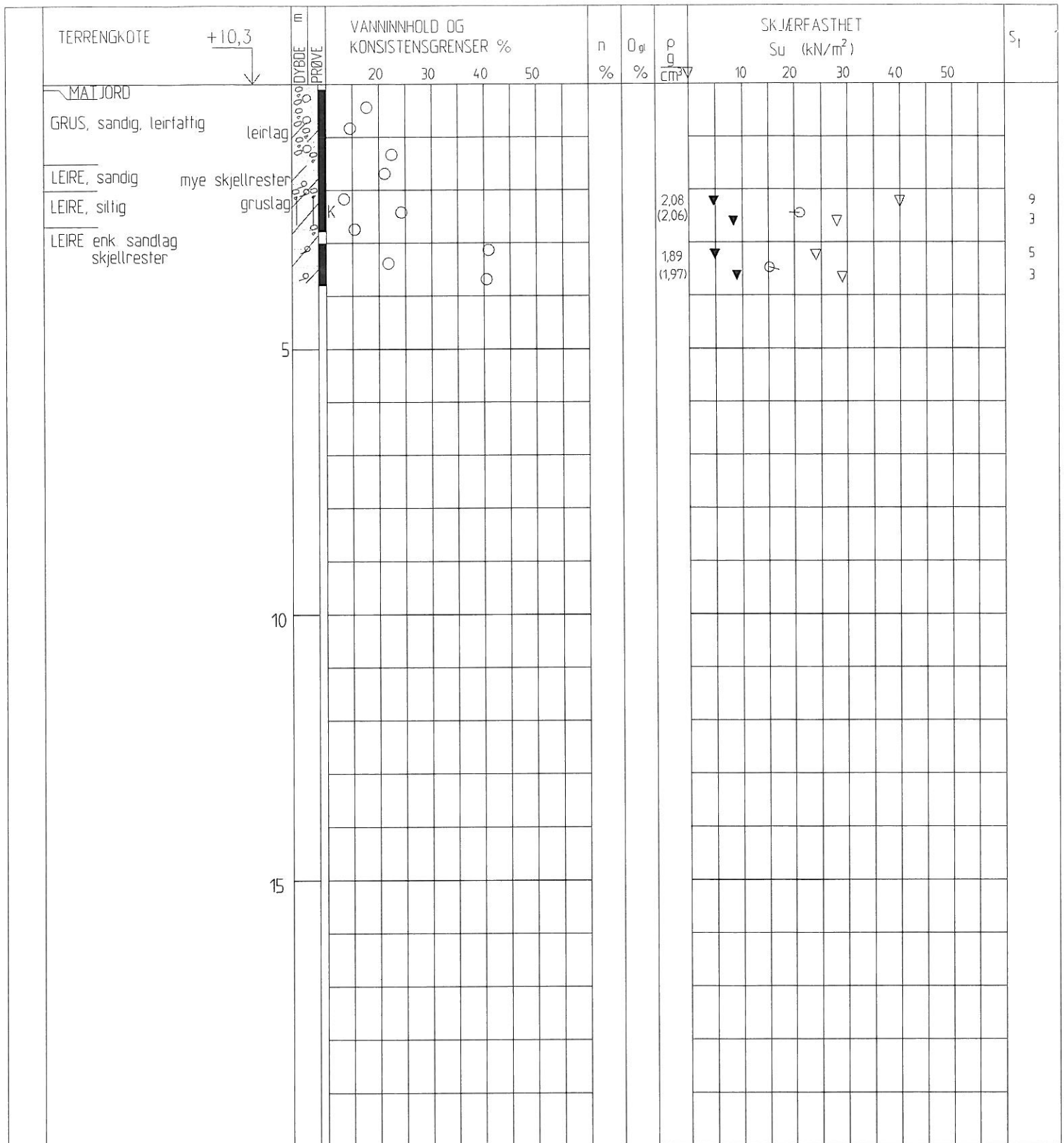
**PERMEABILITETEN** ( $k$  cm/s eller m/år)

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  $A$  = bruttoareal normalt strømretningen  
 $i$  = gradient i strømretningen



OVERSIKTSKART		Borplan nr.	
STJØRDAL KOMMUNE STEINVIK LAGER		Målestokk 150 000	-1 
MULTICONSULT AS	Dato 04.03.2011	Tegnel ROS	Kontrollert <i>OWS</i>
7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70	Oppdragsnr. 414505	Tegningsnr. 0	Godkjent <i>AW</i> Rev.






PR = PRØVESERIE  
 SK = SKOVLEBORING  
 PG = PRØVEGROP  
 VB = VINGEBORING  
 BORBOK NR.: 26073  
 LABBOK NR.: 2199

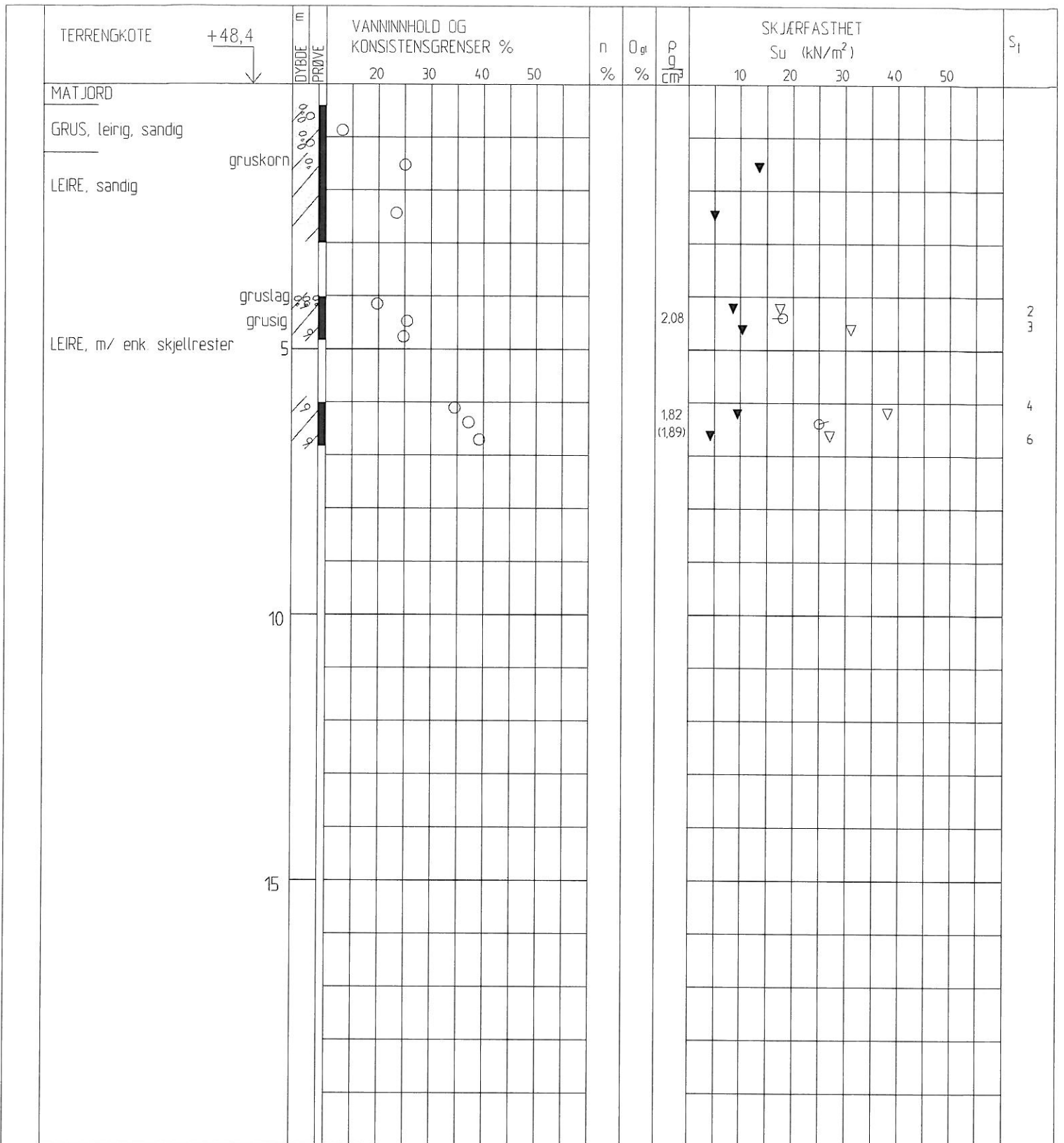
○ NATURLIG VANNINNHOOLD  
 — W<sub>t</sub> FLYTEGRENSE  
 — W<sub>F</sub> — " — KONUSMETODE  
 — W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
 O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
 O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
 ▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET  
 ○ TRYKKFORSØK  
 ⊕ 5% DEFORMASJON VED BRUDD  
 + VINGEBORING  
 S<sub>i</sub> SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

<h1 style="text-align: center;">GEOTEKNISKE DATA</h1> <p style="text-align: center;">Stjørdal kommune Steinvik lager Grunnundersøkelser</p>		Boring nr. 2	Tegningens filnavn Hull 2-10.dwg
		Borplan nr. -1	
<b>MULTICONSULT AS</b>		Bored dato: 31.01.2011	
Dato 03.03.2011	Tegnet kjt	Kontrollert DMS	Godkjent ADV
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		414505	10



PR = PRØVESERIE  
 SK = SKOVLEBORING  
 PG = PRØVEGRØP  
 VB = VINGEBORING  
 BORBOK NR.: 26073  
 LAB.BOK NR.: 2199

○ NATURLIG VANNINNHOLD  
 — W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
 — W<sub>F</sub> — KONSUMETODE  
 — W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE


n = PORØSITET  
 O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOLD  
 O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
 ▼ OMRØRT SKJÆRFASTHET  
 ○ TRYKKFORSØK  
 ⊕ 5% DEFORMASJON VED BRUDD  
 + VINGEBORING  
 S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Stjørdal kommune  
 Steinvik lager  
 Grunnundersøkelser

Boring nr. 6	Tegningens filnavn Hull 6-11.dwg
Borplan nr. -1	
Boret dato: 31.01.2011	

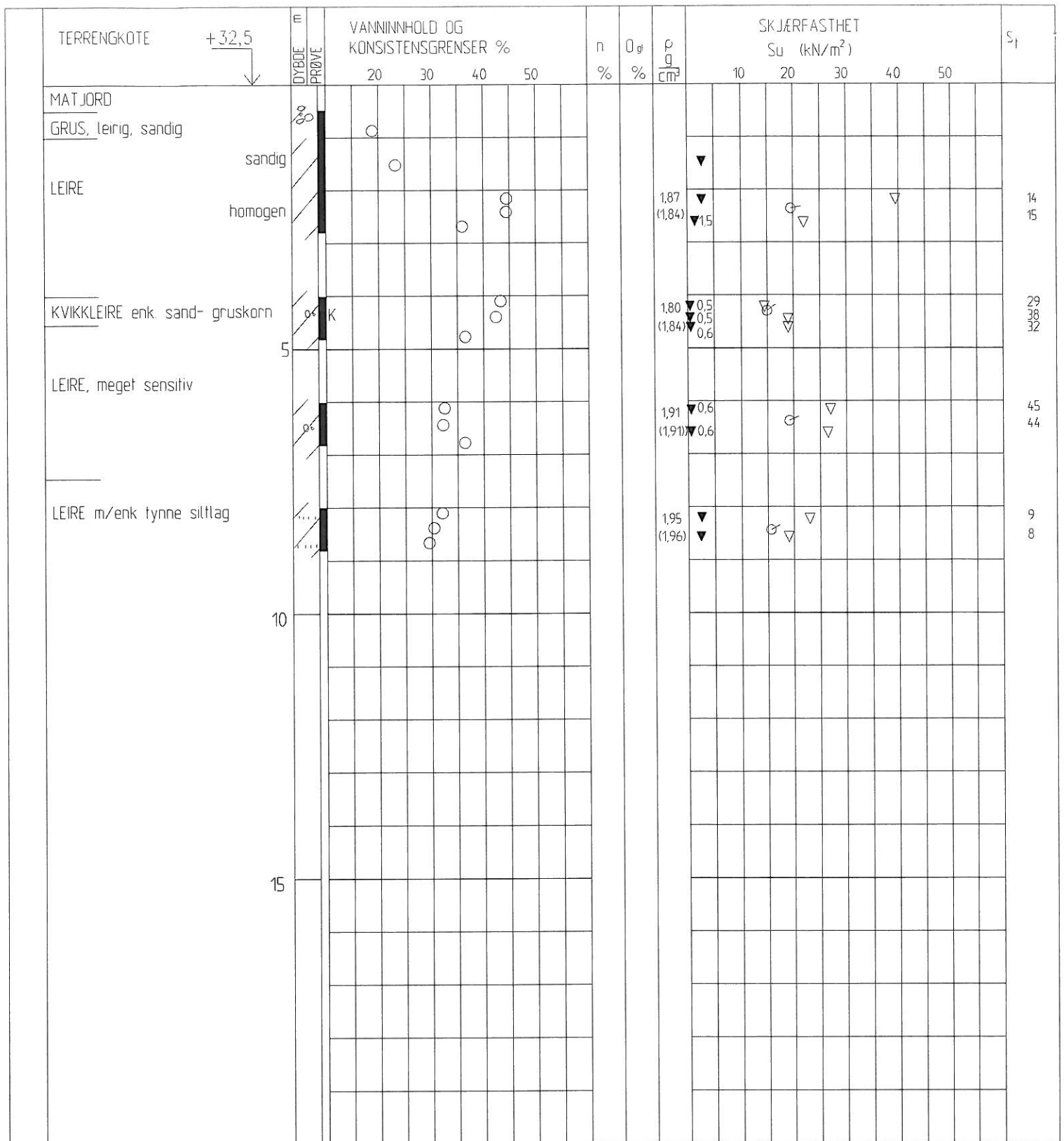
**MULTICONSULT AS**

Dato 03.03.2011

Tegnet kjt

Kontrollert OMC

Godkjent ARV




PR = PRØVESERIE  
 SK = SKOVLEBORING  
 PG = PRØVEGRUPP  
 VB = VINGEBORING  
 BORBOK NR: 26073  
 LABBOK NR: 2199

○ NATURLIG VANNINNHold  
 — W<sub>t</sub> FLYTEGRENSE  
 — W<sub>F</sub> — " — KONUSMETODE  
 — W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

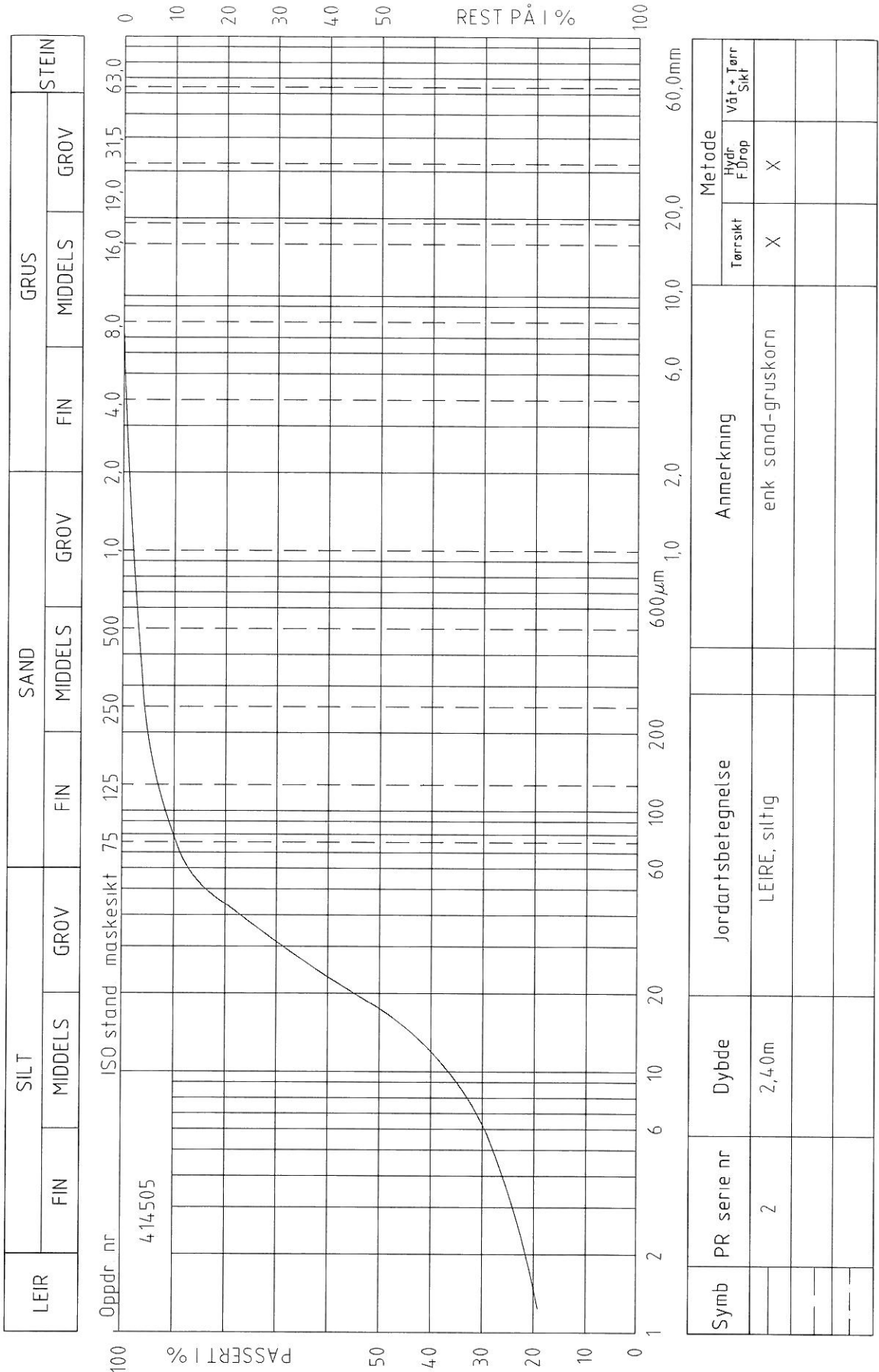
n = PORØSITET  
 O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
 O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
 ▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET  
 ○ TRYKKFORSØK  
 ⊕ % DEFORMASJON VED BRUDD  
 + VINGEBORING  
 S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

<h1 style="text-align: center;">GEOTEKNISKE DATA</h1> <p style="text-align: center;">Stjørdal kommune Steinvik lager Grunnundersøkelser</p>		Boring nr	8	Tegningens titelnavn	Hull 8-12.dwg
		Borplan nr	-1		
<b>MULTICONSULT AS</b>		Bored dato	31.01.2011		Kontrollert
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Dato	03.03.2011	Tegnet	kjt
			414500		12





Symb	PR serie nr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Metode		
				Tørrsikt	Hydr. F. Drop	Våt + Tørr Sikt
	2	2,40m	LEIRE, siltig	X	X	

# KORNGRADERING

Stjørdal kommune  
Steinvik lager

Boring nr. 2  
Borplan nr. -1  
Boret dato: 01.02.2011



**MULTICONSULT AS**

7486 TRONDHEIM  
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Date: 03.03.2011

Oppdragsnr: 414505

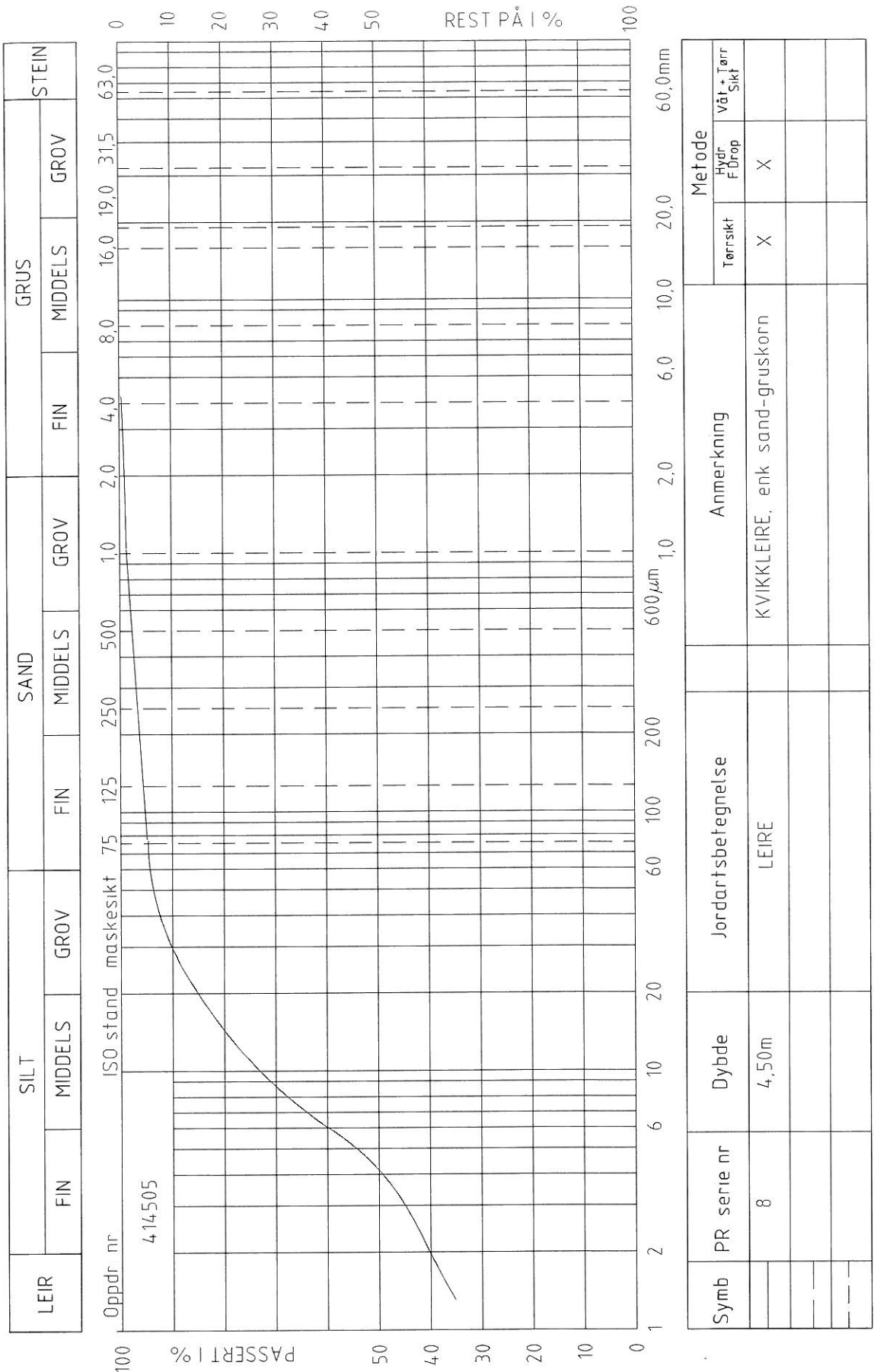
Kontnr./Tegnet  
kit

tegningsnr: 60

Kontrollert  
RIT

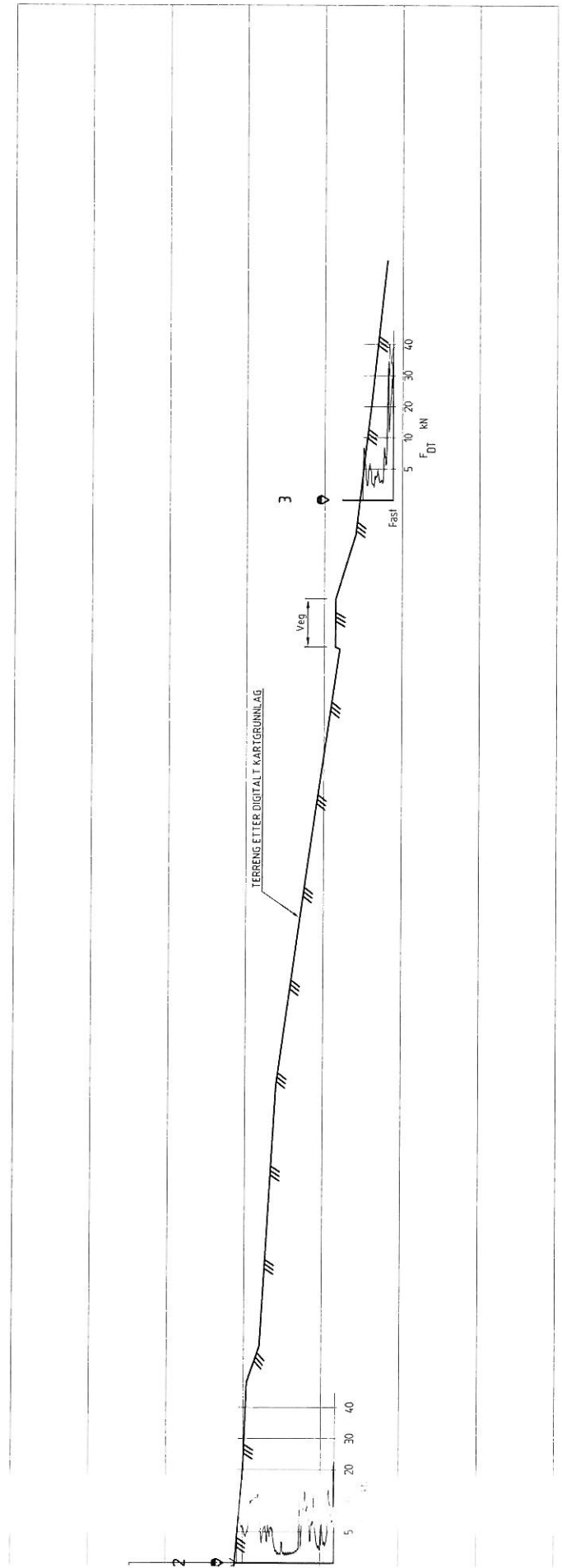
Godt signert  
ADP

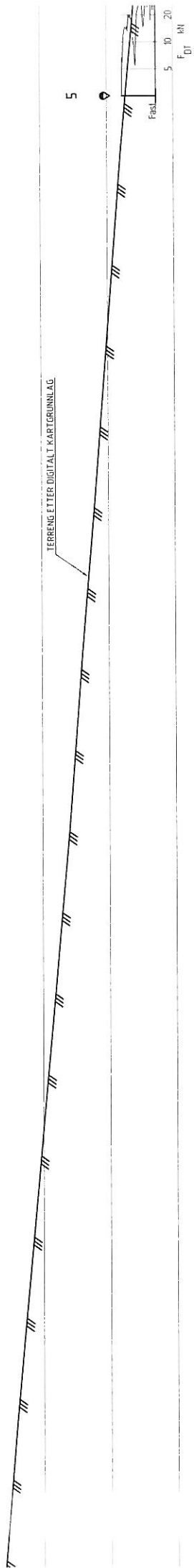
F. S.



<b>KORNGRADERING</b>		Boring nr.	8		
Stjørdal kommune		Borplan nr.	-1		
Steinvik lager		Boret dato:	01.02.2011		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Date	03.03.2011	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
7486 TRONDHEIM			kit		APV
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	414505				

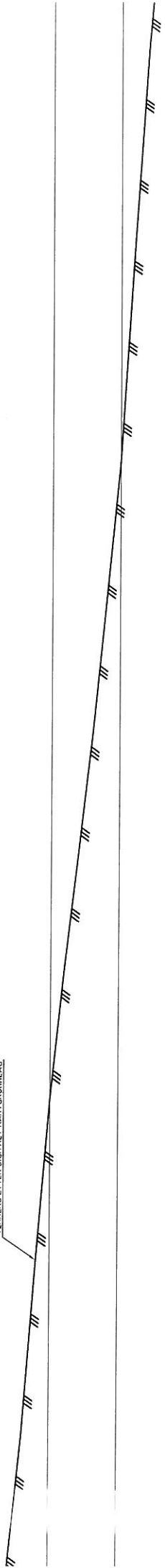
+25  
+20  
+15  
+10  
+5  
+0  
-5  
-10

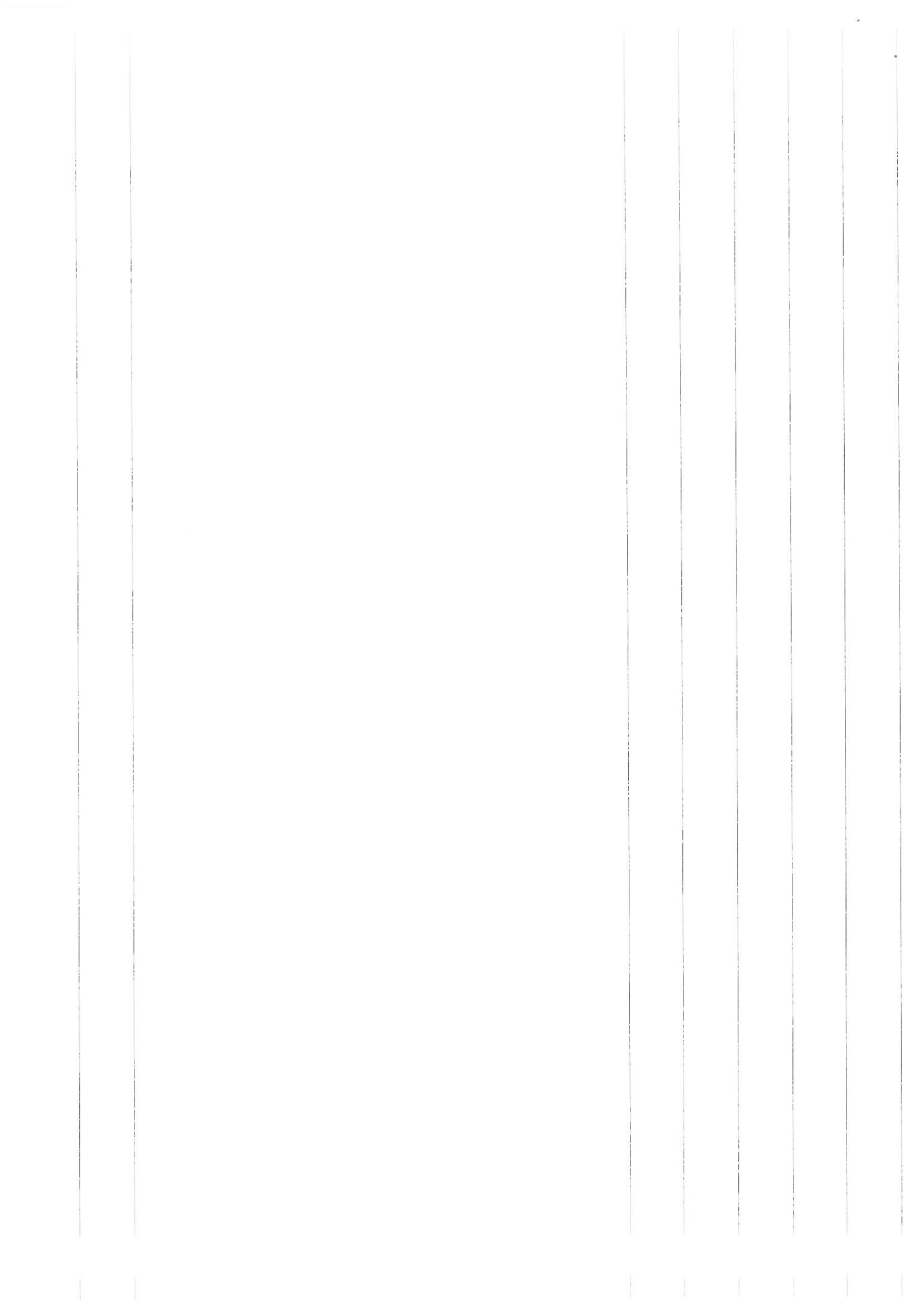




TERRENG ETTER DIGITAL KARTIRUNNLAG

JERRENG ETTER DIGITALI KARTGRUNNLAG





## VEDLEGG 1

### **Tidligere grunnundersøkelser fra kvikkleirekartlegging i Stjørdal**

**(5 sider)**



Norges  
Geotekniske  
Institutt  
Norwegian  
Geotechnical  
Institute

## RAPPORT

KARTLEGGING AV OMRÅDER MED  
POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED

RAPPORTEN OMFATTER KARTBLADET  
FROSTA, M = 1:50 000

## BORERESULTATER

Oppdragsgiver: Statens naturskadefond

890059-2

MAI 1992

RAPPORTEN PRESENTERER RESULTATENE AV FELTARBEID SOM ER UTFØRT I FORBINDELSE MED FORELIGGENDE PROSJEKT. DREIE-TRYKKSONDERINGENE ER TOLKET MED HENSYN PÅ KVIKKLEIRE. TOLKNINGEN ER BEHEFTET MED NOE USIKKERHET, DA DEN BASERES PÅ EMPIRISK GRUNNLAG. UNDERSØKELSENE ER KUN ORIENTERENDE, OG VURDERING AV STABILITET FORUTSETTER DERFOR SUPPLERENDE UNDERSØKELSER.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Odd Gregersen

---

Astri Eggen

Arbeid også utført av: Frode Sandersen





## 1 FELTARBEID

Det er i alt utført 68 dreie-trykksonderinger og 4 vingeboringer.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden november - desember 1991. Boringene er utført av Bjørn Thune. Plassering av borepunktene er vist på de vedlagte kartbladene, målestokk 1:20 000, krf. Kartbilag 1 - 7.

I Tillegg I er gitt en kort beskrivelse av boremetodene som er benyttet.

## 2. RESULTATER

Registreringskurven fra sonderingene er vist på Fig. 1 - 76. I tillegg til disse kurvene er det angitt en del supplerende informasjon som er av betydning for boreresultatet. Resultatene fra vingeboringene er presentert i Fig. 77 - 80.

Tolkningen av dreietrykksonderingene med hensyn til forekomst av kvikkleire, slik det fremgår av registreringskurvene, er basert på erfaring og vil således innebære en viss usikkerhet. Undersøkelsene må derfor kun betraktes som orienterende og må ikke alene legges til grunn for prosjektering, som for eksempel beregninger av skråningsstabilitet eller vurdering av virkningen av terrenginngrep.

Kriteriene for tolkning av sonderingene er omtalt i rapport 890059-1, datert mai 1992.

Områdene med antatt eller påvist kvikkleire er avmerket på Kartbilag 1 - 7. For beskrivelse av faresonene, nærmere opplysninger om kartleggingsarbeidene, forutsetningene for prosjektet og bruken av kartene henvises til nevnte rapport.



## LISTE OVER VEDLEGG

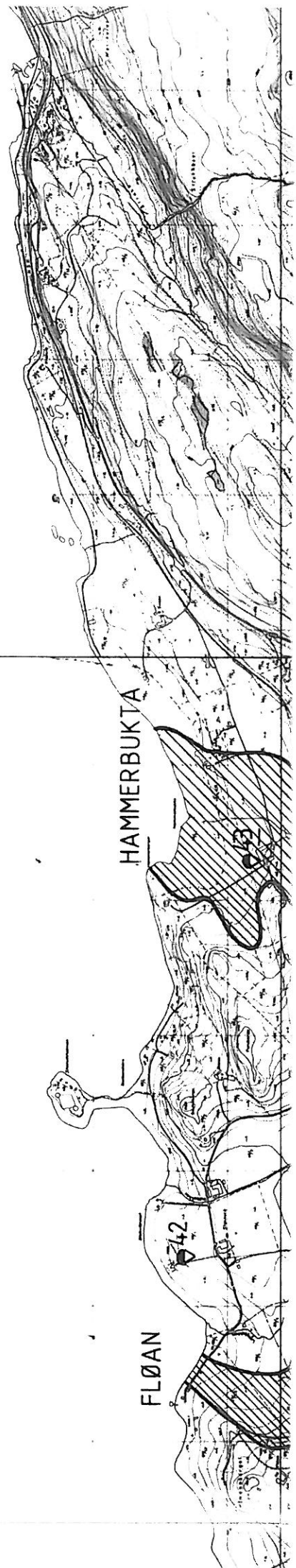
Figurer

Figur 1 - 76      Dreietrykksonderinger  
Figur 77 - 80      Vingeboringer

Tillegg

Tillegg I              Markundersøkelser - Boremetoder

1. Kartblad Frosta	Oversikt over kartbilag	M = 1:50 000
2. Kartblad Skogn	Oversikt over borepunkter	M = 1:20 000
3. Kartblad Åsen	Oversikt over borepunkter	M = 1:20 000
4. Kartblad COP 129-130	Oversikt over borepunkter	M = 1:20 000
5. Kartblad Ausetvatnet	Oversikt over borepunkter	M = 1:20 000
6. Kartblad Stjørdalshalsen	Oversikt over borepunkter	M = 1:20 000
7. Kartblad Hegramo	Oversikt over borepunkter	M = 1:20 000

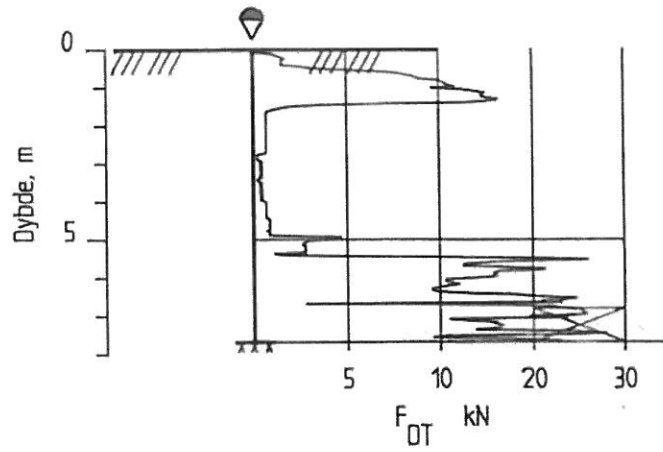


HAMMERBUKTA

FLØAN

E S E N T R . J . O . P . D E N

43



## KARTLEGGING AV KVIKKLEIREOMRÅDER

Rapport nr.  
890059-2Figur nr.  
48Kartblad 1622-2, Frosta  
Dreietrykksondering  
M = 1 : 200  
Borhull nr. : 43Tegner  
TsaDato  
02.03.92

Kontrollert

Aeg  
Godkjent

Dato boret :911203