



**DATARAPPORT FRA  
GRUNNUNDERSØKELSE**

**FAUSKE KOMMUNE**

**Boliger, Eiaveien**

**Oppdrag nr: 6110839**

**Rapport nr. 1**

**Dato: 14.2.2012**

Fylke Nordland	Kommune Fauske	Sted Eiaveien	UTM 33W 74612 5166
Byggherre Fauske kommune			
Oppdragsgiver Fauske kommune			
Oppdrag formidlet av Fauske kommune, v/Georg de Besche dy			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse 9.9.2011			
Antall sider 4	Tegn.nr 101-113	Bilag.nr. 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Fauske kommune  
Eiaveien Fauske, boliger**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 6110839	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 13.2.2012	Kontr: OMM <i>MM</i>
Oppdragsleder: Kåre Eggereide		Utarbeidet av: Kåre Eggereide <i>Kåre Eggereide</i>		
<b>SAMMENDRAG</b>				
<p>Terrenget på området ligger på ca kote +34 - +32, med svakt fall mot sørvest, iflg kart og oppmåling i borpunktene.</p> <p>Totalsonderingene viser jevn økning i motstand med dybden. CPTU - sonderingene viser liten sonderingsmotstand, med <math>q_c = 0,5 \text{ MPa} - 1 \text{ MPa}</math> spissmotstand.</p> <p>Prøvene viser at grunnen i prøvetakingspunktene består generelt av bløt til middels fast leire med tynne siltlag og enkelte gruskorn. Udrenert skjærstyrke er målt til <math>s_u = 20 \text{ kPa}</math> til <math>50 \text{ kPa}</math>.</p> <p>Sonderingene tyder ikke på kvikkleire i borpunktene. Det er ikke registrert kvikkleire i prøvene, og leira er middels sensitiv med sensitivitet <math>S_t = 4 - 13</math>. Vanninnholdet varierer fra <math>w = 24\%</math> til <math>36\%</math>.</p> <p>Vannstand er målt i prøvetakingspunktene i dybde <math>0,5 \text{ m} - 0,6 \text{ m}</math> under terreng.</p> <p>Sonderingene er avsluttet uten å nå fjell.</p>				

**INNHold**

1	INNLEDNING.....	4
1.1	Prosjekt .....	4
1.2	Oppdrag.....	4
1.3	Innhold.....	4
2	UNDERSØKELSER .....	4
2.1	Feltundersøkelser.....	4
2.2	Oppmåling .....	4
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	5
2.4	Resultater .....	5
3	GRUNNFORHOLD .....	5
3.1	Terreng.....	5
3.2	Løsmasse .....	5
3.3	Grunnvannstand .....	5
3.4	Fjell.....	5

**BILAG**

1	DOKUMENTASJON MÅLEDATA CPTU PKT 2
2	DOKUMENTASJON MÅLEDATA CPTU PKT 5

**TEGNINGER**

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1000
103		BORERESULTAT PKT 1, 2 OG 3	1 : 200
104		BORERESULTAT PKT 4, 5, 6 OG 7	1 : 200
105		BORERESULTAT CPTU PKT 2	1 : 200
106		BORERESULTAT CPTU PKT 5	1 : 200
107		BORPROFIL PKT 3	1 : 100
108		BORPROFIL PKT 5	1 : 100
109		ØDOMETERFORSØK PKT 5 LAB NR 09	
110		ØDOMETERFORSØK PKT 5 LAB NR 10	
111		ØDOMETERFORSØK PKT 5 LAB NR 13	
112 - 113		TREKKS BORHULL 5 LAB NR 10	

**TILLEGG**

I	MARKUNDERSØKELSER
II	LABORATORIEUNDERSØKELSER
III	SPESEILLE UNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

Fauske kommune planlegger utbygging av boliger i Eiaveien i Fauske. Mottatte planer viser 3 x 3 boenheter langs E6. Området for planlagt utbygging er ca 28 000 m<sup>2</sup> iflg kart.

Det er tidligere utført grunnundersøkelse på Vestmyra, vest for E6, og på østsiden på stasjonsområdet og for div utbygging.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og miljø, har utført grunnundersøkelsen på oppdrag fra Fauske kommune.

### 1.3 Innhold

Denne rapporten er en datarapport som inneholder resultater av utførte grunnundersøkelser med felt- og laboratedata, og en beskrivelse av grunnforholdene.

Geoteknisk vurdering ifbm prosjektet utarbeides separat.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene omfatter boringer i 7 punkter, med 6 punkter på tomteområdet og 1 punkt ved bekken i foten av skråningen vest for området (vest for E6). Omfanget av undersøkelsen er:

- Totalsonderinger i punkt 1 – 7.
- CPTU-sondering i punkt 2 og 5.
- Prøvetakninger i punkt 3 og 5.
- Vannstand er målt i prøvetakingspunktene 3 og 5.

Beskrivelse av boremetodene er gitt i tillegg I, "Markundersøkelser".

### 2.2 Oppmåling

Borepunkter er plassert i terrenget av Rambøll på grunnlag av kart. Oppmåling av punktene er utført av Salten Kartdata AS etter at boringene avsluttet. Punkt 1, 5 og 7 er innmålt ved TPS, og punkt 2, 3, 4 og 6 er målt ved GPS. Måleresultatene er vist i Euref 89 sone 33W, med koordinater og terrengkote som vist i tabell 1.

pkt	koordinater		terrengkote
1	7461349.3	516604.4	32.5
2	7461310.6	516649.7	33.1
3	7461266.9	516628.8	32.1
4	7461180.2	516663.1	31.8
5	7461150.8	516716.1	33.1
6	7461193.5	516749.7	34.5
7	7461215.2	516557.4	24.2

Tabell 1- Koordinatliste

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er tatt opp til sammen 14 stk 54 mm sylinderprøver i pkt 3 og 5. Prøvene er beskrevet og klassifisert i laboratoriet.

Det er utført 2 stk treaksialforsøk på prøve fra dybde ca 5,5 m under terreng i punkt 5 og 3 ødometerforsøk på prøver i hhv dybde ca 3,5 m, ca 5,5 m og ca 11,5 m under terreng i punkt 5.

Beskrivelse av laboratorieundersøkelsene er gitt i tillegg II, "Laboratorieundersøkelser" og tillegg III, "Spesielle undersøkelser".

### 2.4 Resultater

Plassering av borepunkter og boredybder er vist på situasjonsplanen i tegning 102.

Sonderingene går til dybde 19,8 m til 31,9 m under terreng. Sonderingene er avsluttet uten å nå antatt berg. Resultater av totalsonderingene og enkel beskrivelse av prøvene er vist i tegning 103 og 104. Resultatet fra CPTU – sonderingene i punkt 2 og 5 er vist i tegning 105 og 106.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er vist i borprofil på tegning 107 og 108, med borprofil fra punkt 3 og 5.

Resultater fra ødometerforsøkene er vist i tegning 109 – 111, og resultat fra treaksialforsøket er vist i tegning 112 – 113.

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Terreng

Terreng på området ligger på ca kote +34 – +32, med svakt fall mot sørvest, iflg kart og oppmåling i borpunktene. Terreng ved bekken på vestsiden av E6 ligger på ca kote +24.

### 3.2 Løsmasse

Totalsonderingene viser jevn økning i motstand med dybden. CPTU – sonderingene viser liten sonderingsmotstand, med  $q_c = 0,5 \text{ MPa} - 1 \text{ MPa}$ .

Prøvene viser at grunnen i prøvetakingspunktene består generelt av bløt til middels fast leire med tynne siltlag og enkelte gruskorn. Udrenert skjærstyrke er målt til  $su = 20 \text{ kPa}$  til  $50 \text{ kPa}$  med konusforsøk.

Sonderingene tyder ikke på kvikkleire i sonderingene. Det er ikke registrert kvikkleire i prøvene, og leira er middels sensitiv med sensitiviteten  $S_t = 4 - 13$ . Vanninnholdet varierer i fra 24% til 36%.

Ødometerforsøkene viser at leira er noe overkonsolidert, med  $OCR = 3 - 1,5$ , i prøver fra dybde 3,5 m til 11,5 m under terreng.

Treaksialforsøket på prøven i 5,6 m – 5,7 m dybde i punkt 5 viser friksjonsvinkel i størrelse  $30^\circ$  for attraksjon  $a = 5 \text{ kPa}$ .


### 3.3 Grunnvannstand

Vannstand er målt i prøvetakingspunktene i dybde 0,5 m – 0,6 m under terreng.


### 3.4 Fjell

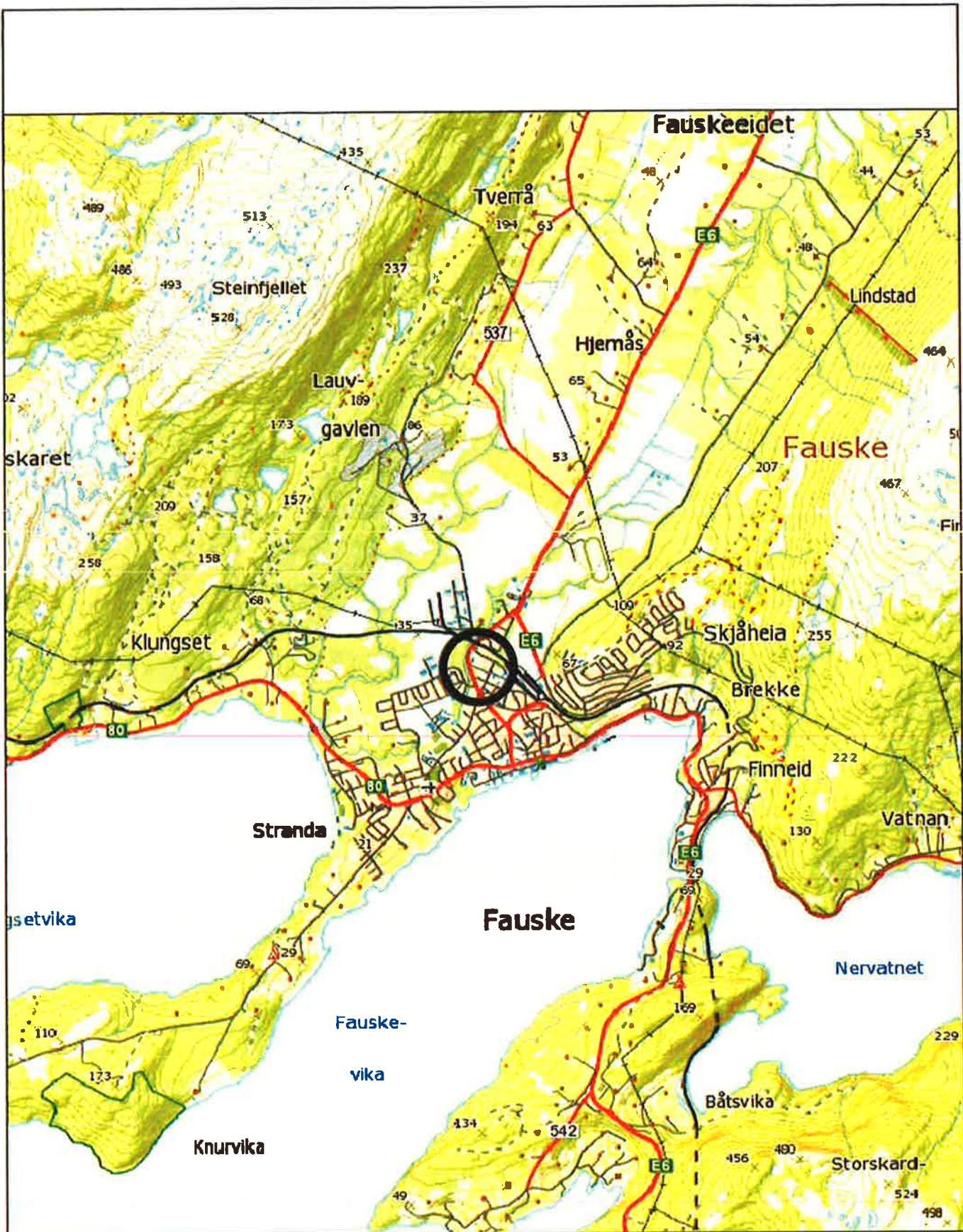
Sonderingene er avsluttet uten å nå fjell.

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4365	Opplysning:	18-bit	
<b>SONDEDATA</b>				
Arealforhold, a:	0.801	Arealforhold, b:	0	
Kallberingsdato:	21.12.2010	Utførende:	Geotech AB	
<b>EGENSKAP (fra kallberingsark)</b>	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>	
Maksimum spenning [MPa]	50	0.5	2	
Måleområde [MPa]:	50	0.5	2	
Opplysning 12-bit:	-	-	-	
Opplysning 18-bit:	0.646	0.0103	0.0188	
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	16.15	0.2575	0.9212	
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40	
Merknad:				
<b>UTFØRELSE</b>				
Borpunkt nr.:	2	Dato:	26.10.2011	
Borleder:	Aulfes, Knut Arne	Assistent:	Rundmo, Odd-Einar	
Filtartype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mattringemedium:	Frostvæske	
Forøkning:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	9.05	
Forbering [m]:	9.01	Sondetemperatur slutt [°C]:	5.19	
Sum boring [m]:	19.8	Kontroll skrivar [m]:	19.86	
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	7.2	
Merknad:				
<b>MÅLEVARIALE</b>				
<b>EGENSKAP</b>	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>	
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1.5585	0.0248	0.0889	
<b>NULLPUNKTKONTROLL</b>				
<b>FAKTOR</b>	<b>NA (q)</b>	<b>NB (f)</b>	<b>NC (u)</b>	
Før sondering:				
Etter sondering:				
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0.0187	0.1	-0.8	
<b>NØYAKTIGHETSVALDERING GEOTECH - VALDERING AV ANVENDELSESKLASSE</b>				
<b>MÅLESTØRRELSE</b>	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>	
Samlert nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	20.9045	0.1351	0.9077	
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_1$ [kPa]:	35	5	10	
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_2$ [kPa]:	100	15	25	
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_3$ [kPa]:	200	25	50	
<b>ANVENDELSESKLASSE:</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Vurdering profil:				
Oppdragsgiver: <b>Fauske kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Boliger Eiaveien</b>			
Borpunkt nr.:	<b>2</b>	Sonde:	<b>4365</b>	
	Dato:	<b>26.10.2011</b>	Tegnet:	<b>OER</b>
	Oppdragsnr.:	<b>6110839</b>	Blag nr.:	<b>1</b>
		Kontrollert:		

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4365	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0.801	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	21.12.2010	Utførende:	Geotech AB
<b>BOENSKAP (fra kalibreringsark)</b>	<b>SPISSENOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>
Maksimum spenning [MPa]	50	0.5	2
Måleområde [MPa]:	50	0.5	2
Opplysning 12-bit:	-	-	-
Opplysning 18-bit:	0.646	0.0103	0.0188
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	16.15	0.2575	0.9212
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merkeord:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	5	Dato:	26.10.2011
Borleder:	Rundmo, Odd-Einar	Assistent:	Aulfes, Knut Arne
Filtertype:	Ferdigmettet porresfilter	Mettringemedium:	Frostvæske
Peranring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	8.98
Perforing [m]:	1	Sondetemperatur slutt [°C]:	5.18
Sum boring [m]:	29.78	Kontroll skriver [m]:	29.8
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	7.63
Merkeord:			
MÅLEVARIALE			
<b>BOENSKAP</b>	<b>SPISSENOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1.5343	0.0245	0.0875
NULLPUNKTKONTROLL			
<b>FAKTOR</b>	<b>NA (q)</b>	<b>NB (f)</b>	<b>NC (u)</b>
Per sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0.0136	0.1	-1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
<b>MÅLESTØRRELSE</b>	<b>SPISSENOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>
Sannet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	15.7803	0.1348	1.1063
Tilrett nøyaktighet A1, $\Delta_1$ [kPa]:	35	5	10
Tilrett nøyaktighet A2, $\Delta_2$ [kPa]:	100	15	25
Tilrett nøyaktighet A3, $\Delta_3$ [kPa]:	200	25	50
<b>ANVENDELSESKLASSE:</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Fauske kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Boliger Eiaveien</b>		
Borpunkt nr.:	<b>5</b>	Sonde:	<b>4365</b>
	Dato:	26.10.2011	Tegnet:
	Oppdragsnr.:	6110839	OER
			2



00	12.02.2012	Rapport	efg	KEg	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6110839    Skala: 1:50.000    Status: Rapport

**Boliger Elavelen**  
Fauske kommune

Oversiktskart

Koordinater (UTM33W): 74612 5166



P.B. 7493 Mellomlia 79  
N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Teigning nr.

101

Rev.

00



2 ⊕  $\frac{331}{\sim}$  19.9

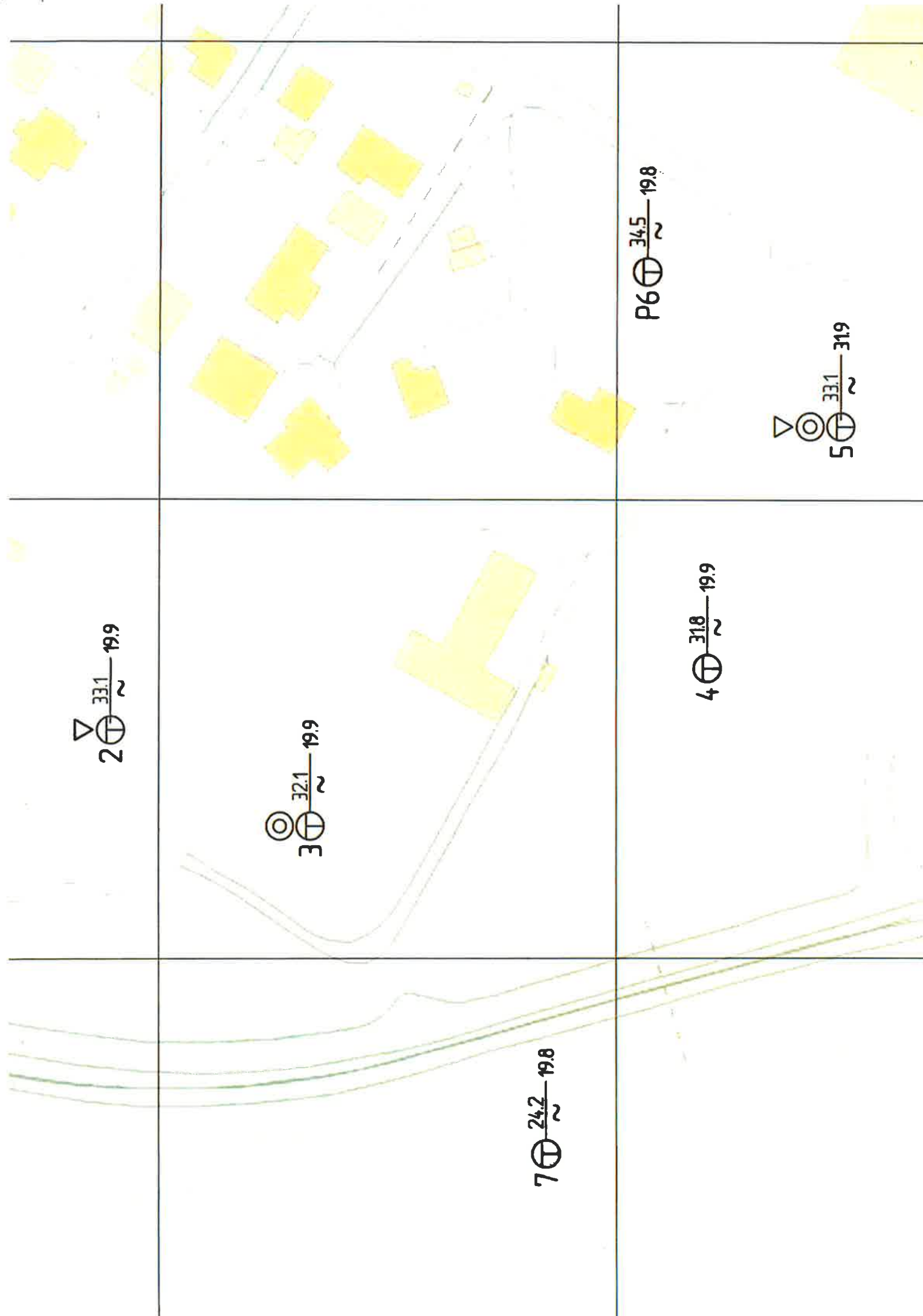
3 ⊕  $\frac{321}{\sim}$  19.9

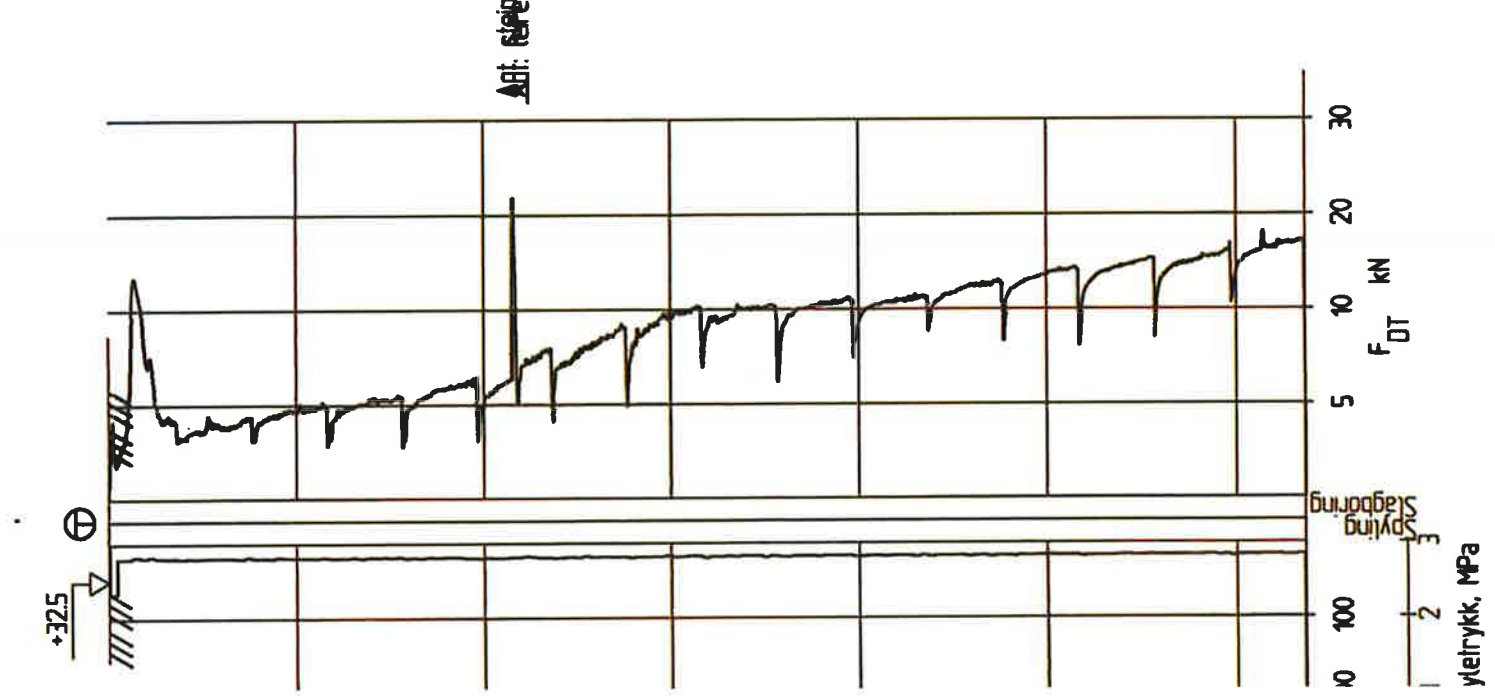
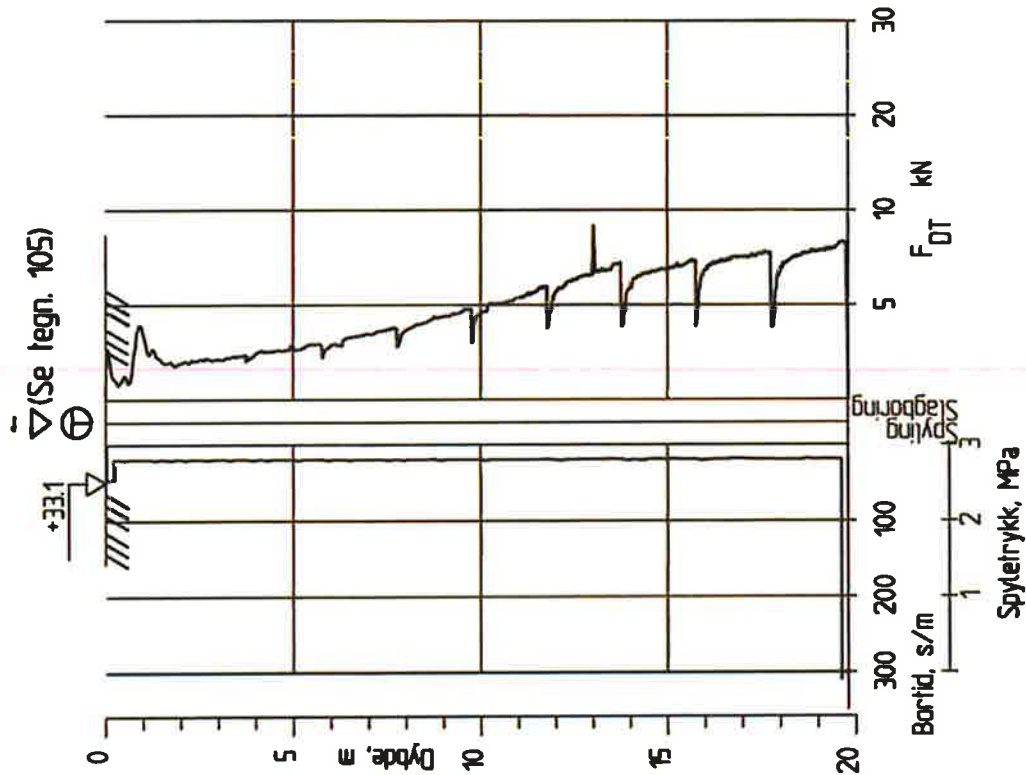
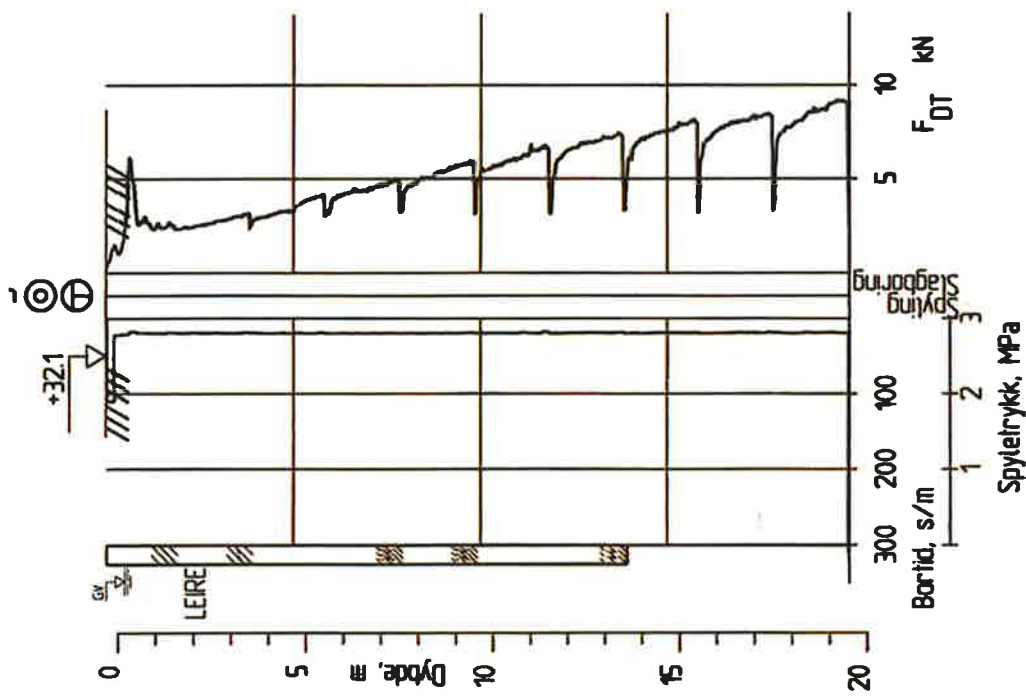
7 ⊕  $\frac{242}{\sim}$  19.8

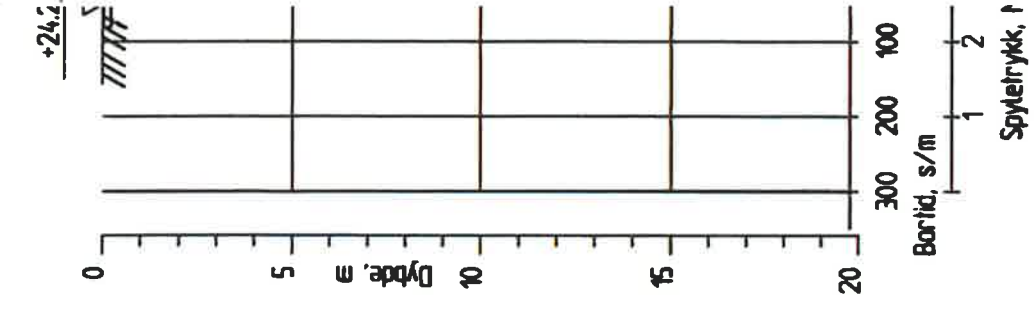
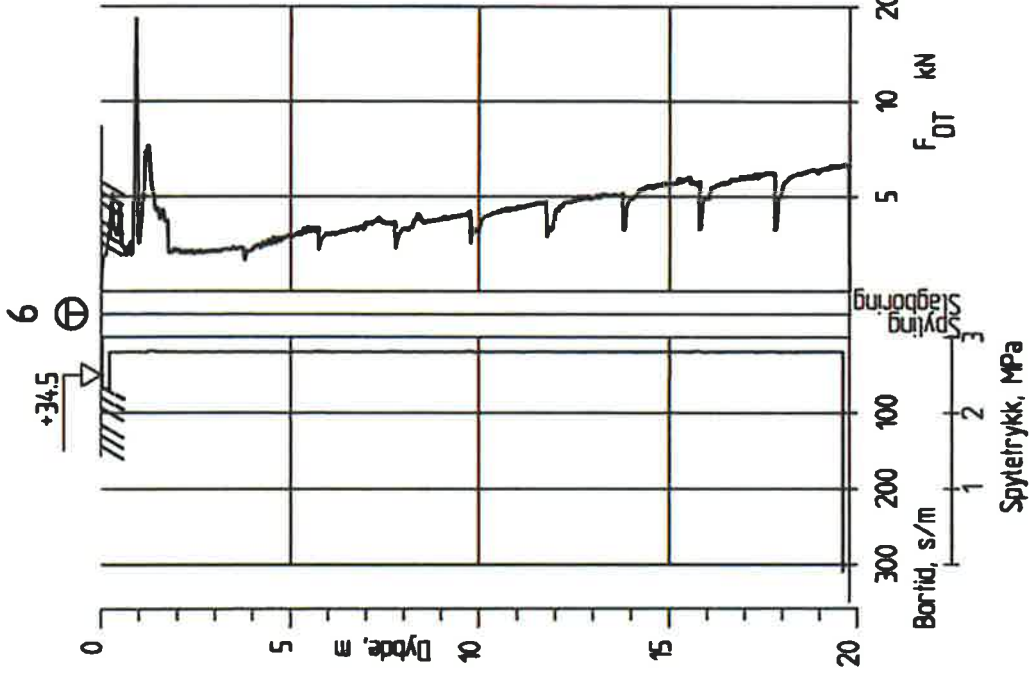
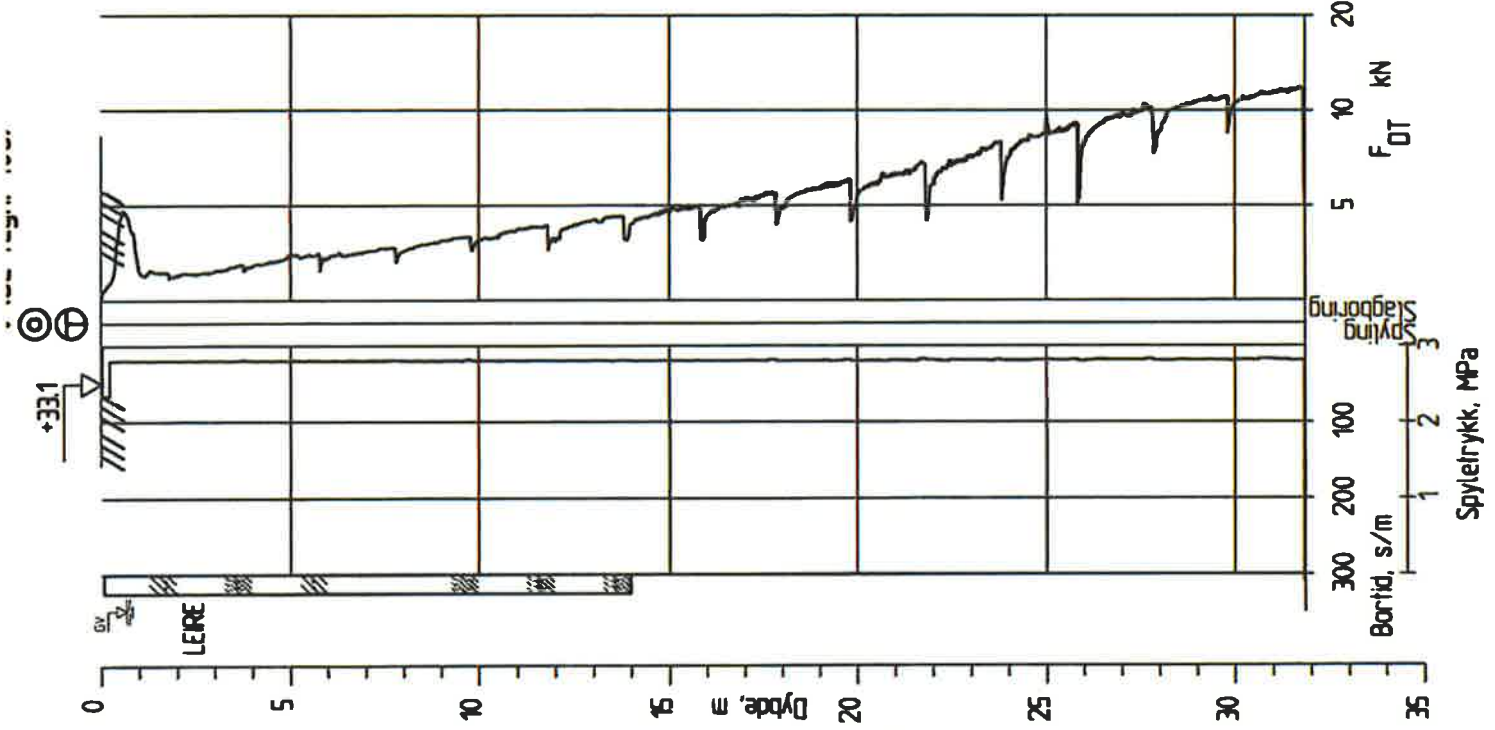
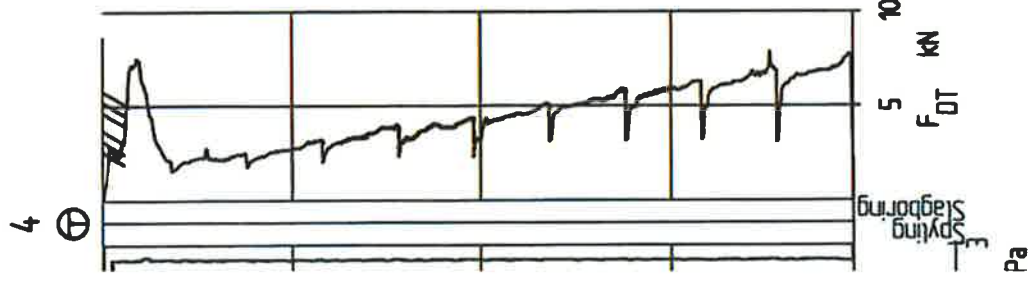
4 ⊕  $\frac{318}{\sim}$  19.9

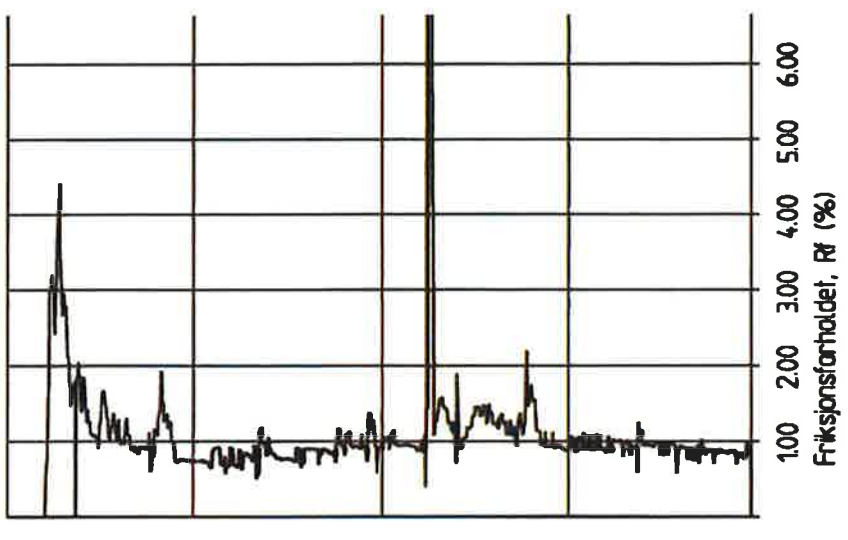
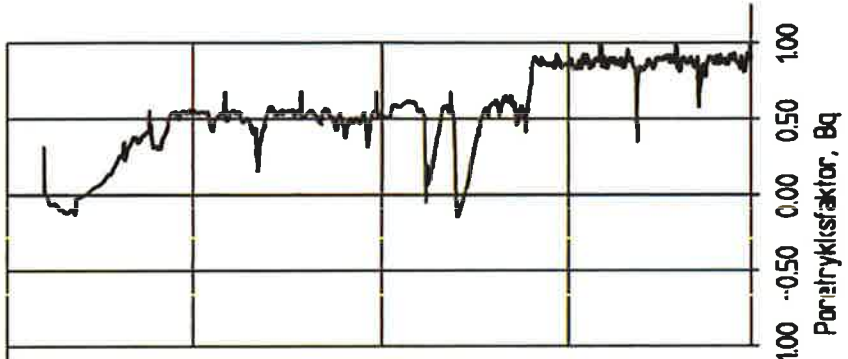
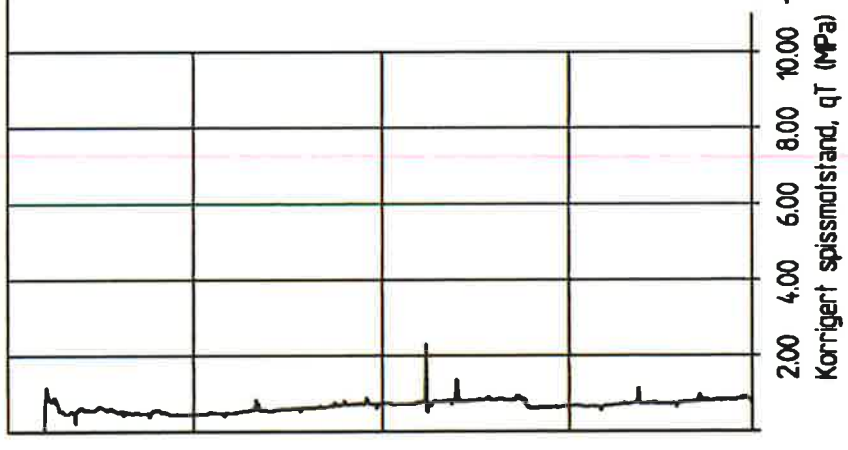
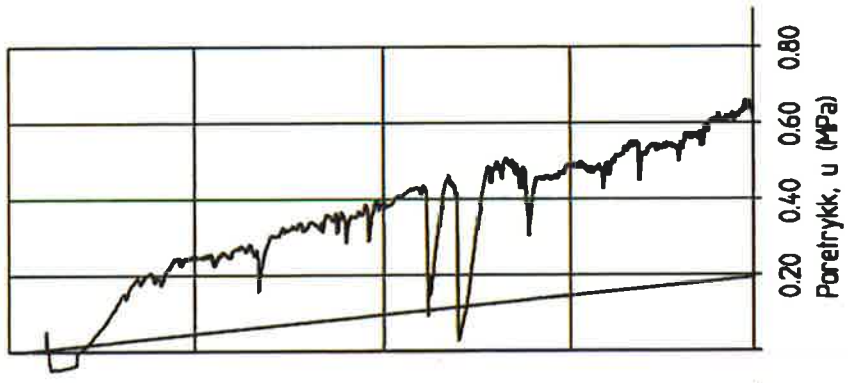
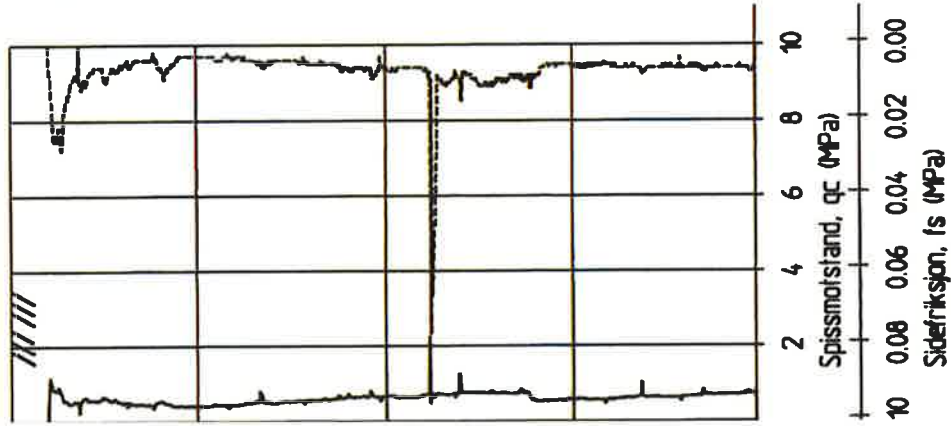
P6 ⊕  $\frac{34.5}{\sim}$  19.8

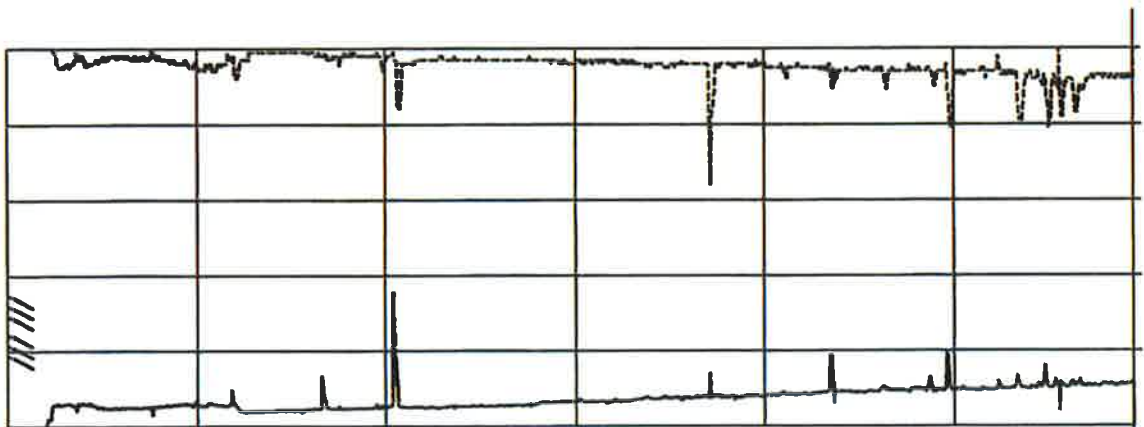
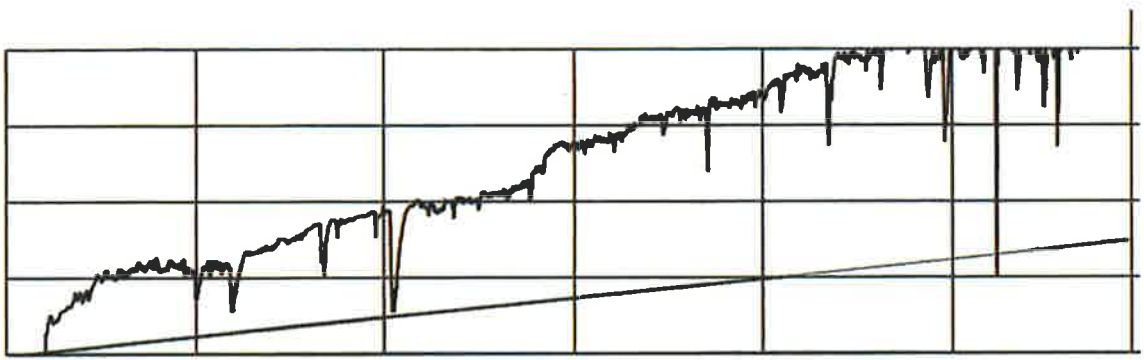
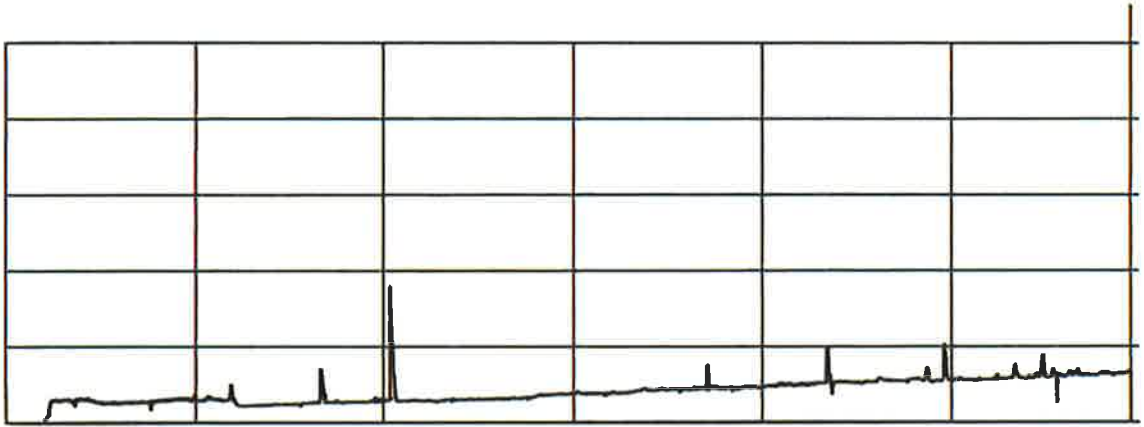
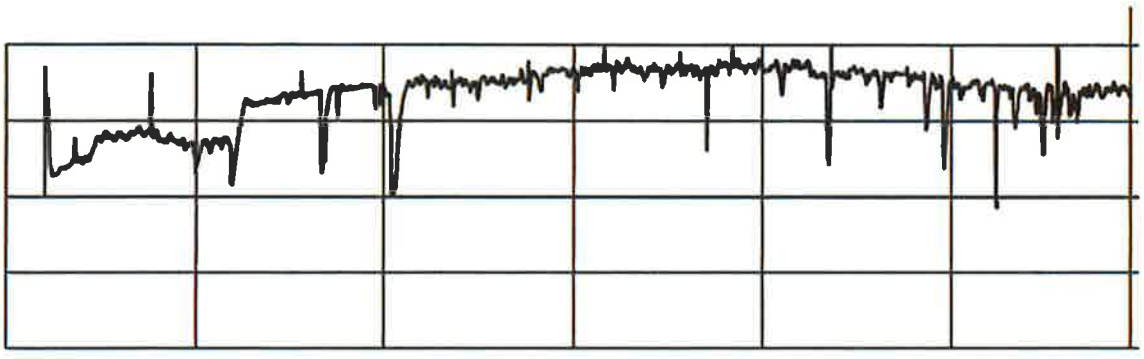
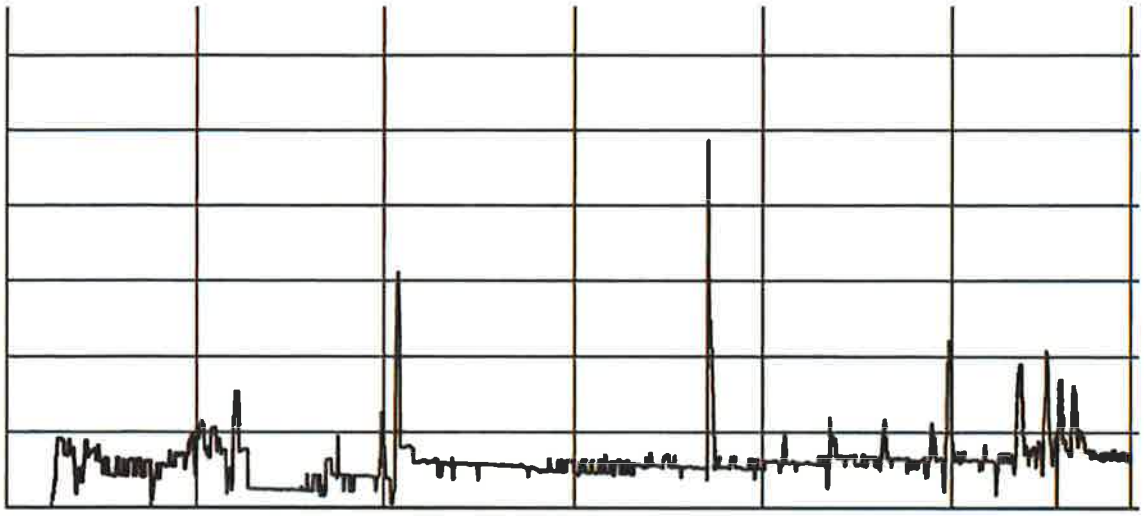
5 ⊕  $\frac{331}{\sim}$  319











Frictionsforholdet, Rf (%)

Poretrykksfaktor, Bq

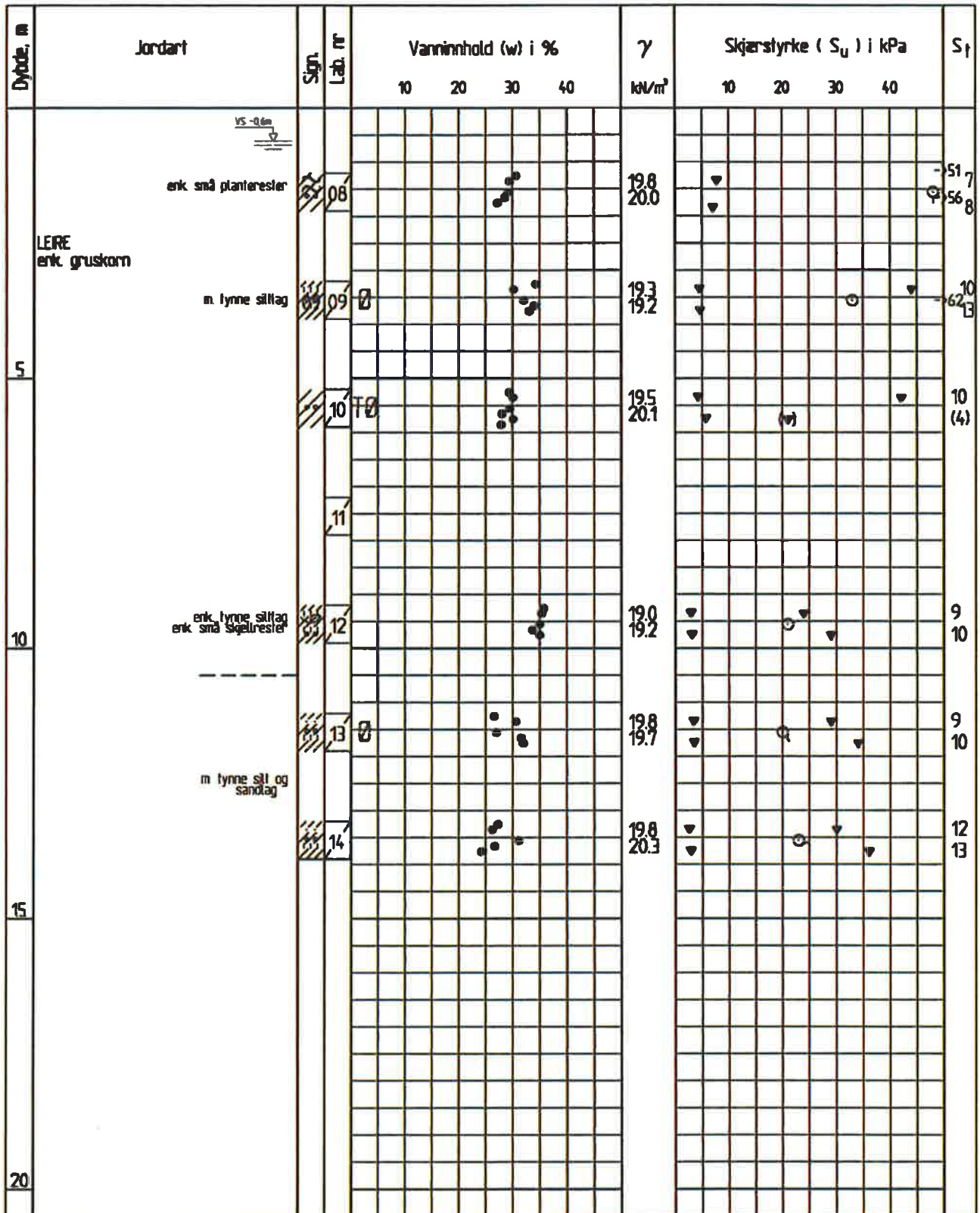
Korrigert spissmotstand, qT (MPa)

Poretrykk, u (MPa)

Spissmotstand, qc (MPa)

Siderfriksjon, fs (MPa)





Enkelt trykkforsøk : (strek anglr def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrt: /

Penetrometerforsøk Konsistensgrense W<sub>p</sub> | W<sub>L</sub>

Andre forsøk:

T = Treksialforsøk Ø = Ødometerforsøk

K = Kornfordeling

00	12.02.2012	Rapport	ehg	KEg	KEg
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6110839 Målestokk: 1:100 Skala: Rapport

Bolliger Elavelen  
Fauske kommune

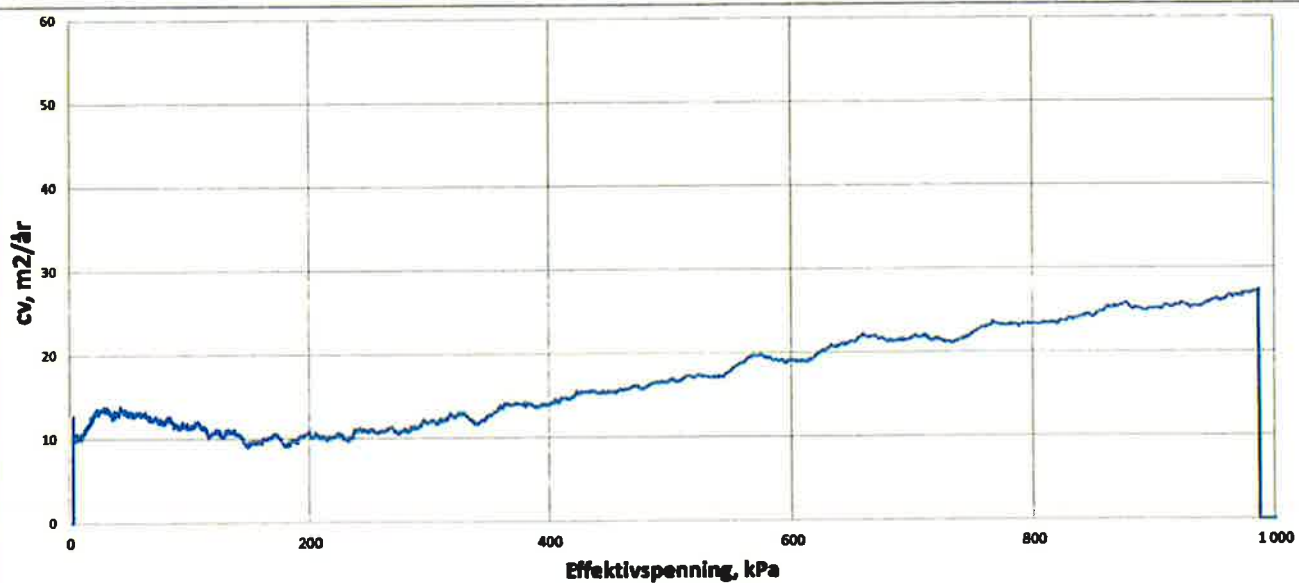
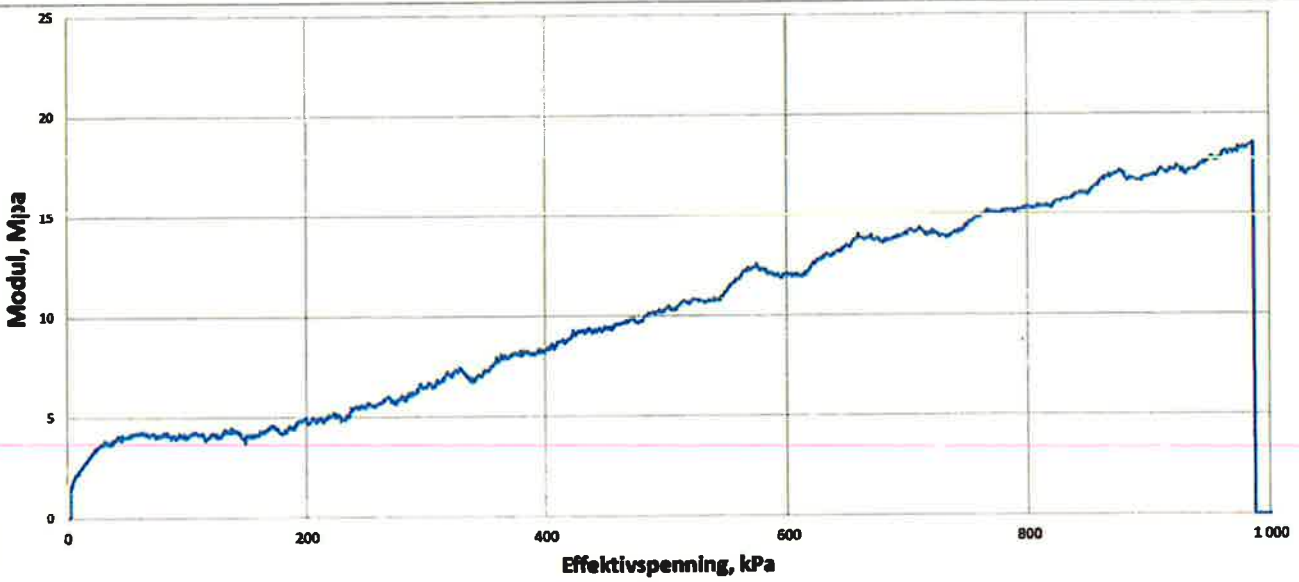
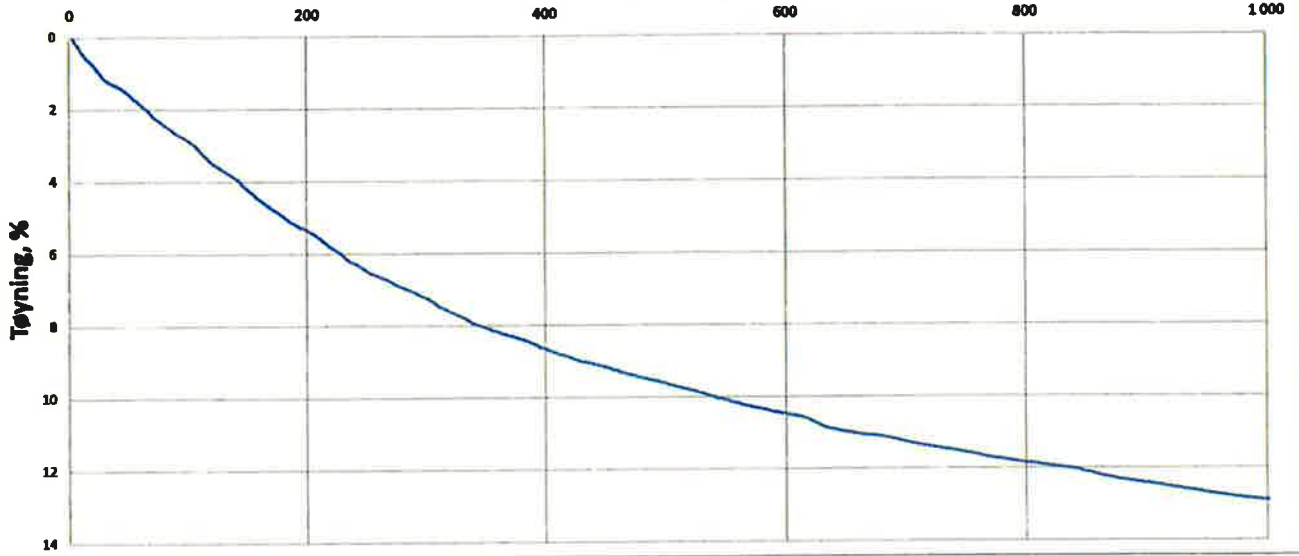


P.B. 7493 Mellomila 79  
N-7018 Trondheim  
Tlf: 73 84 10 00 - Fax: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

BORPROFIL HULL NR.: 5  
TERRENGHØYDE: +33,1 PRØVETYPE: 54mm

Tegning nr. 108 Rev. 00

Effektivspenning, kPa



pkt 5 lab 9 dybde 3,45m Leire



Fauske kommune

Boliger Eiaveien

Ødometer pkt 5 lab 09

Oppdrag  
6110839

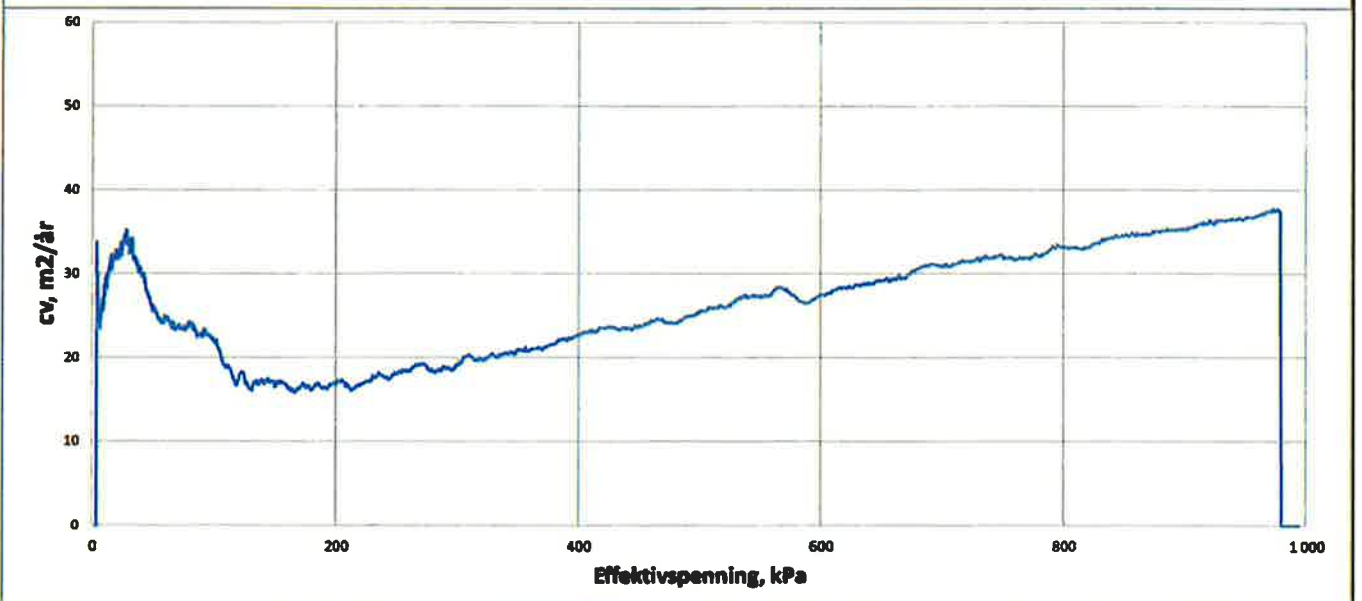
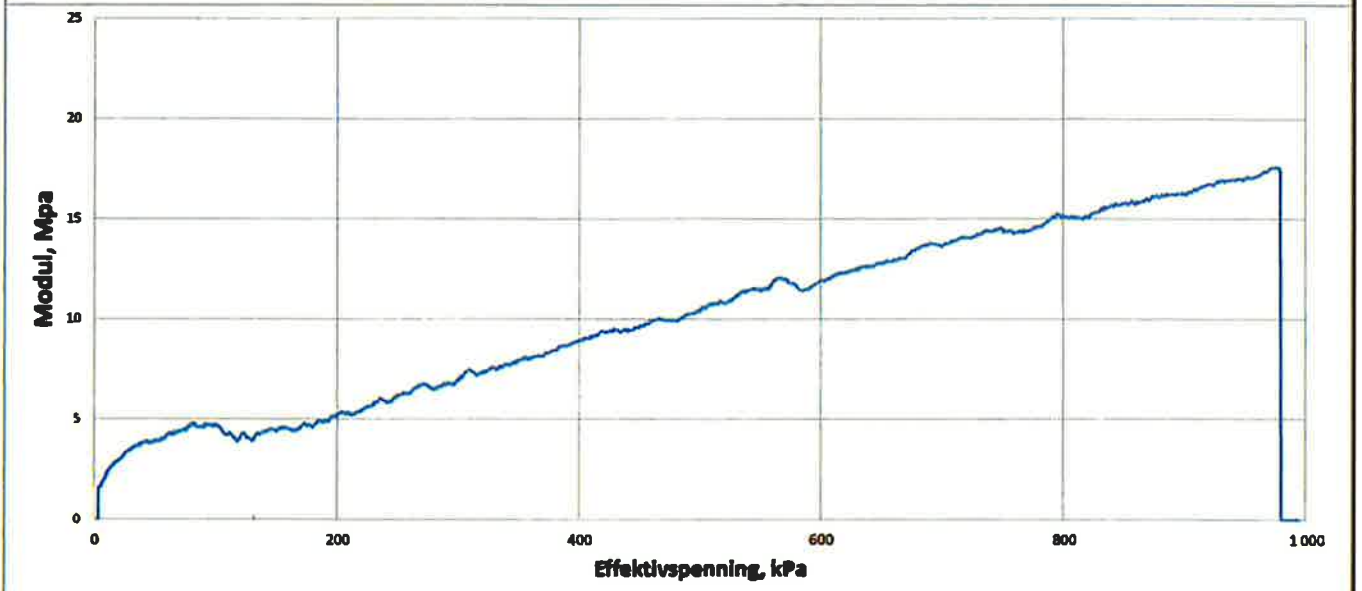
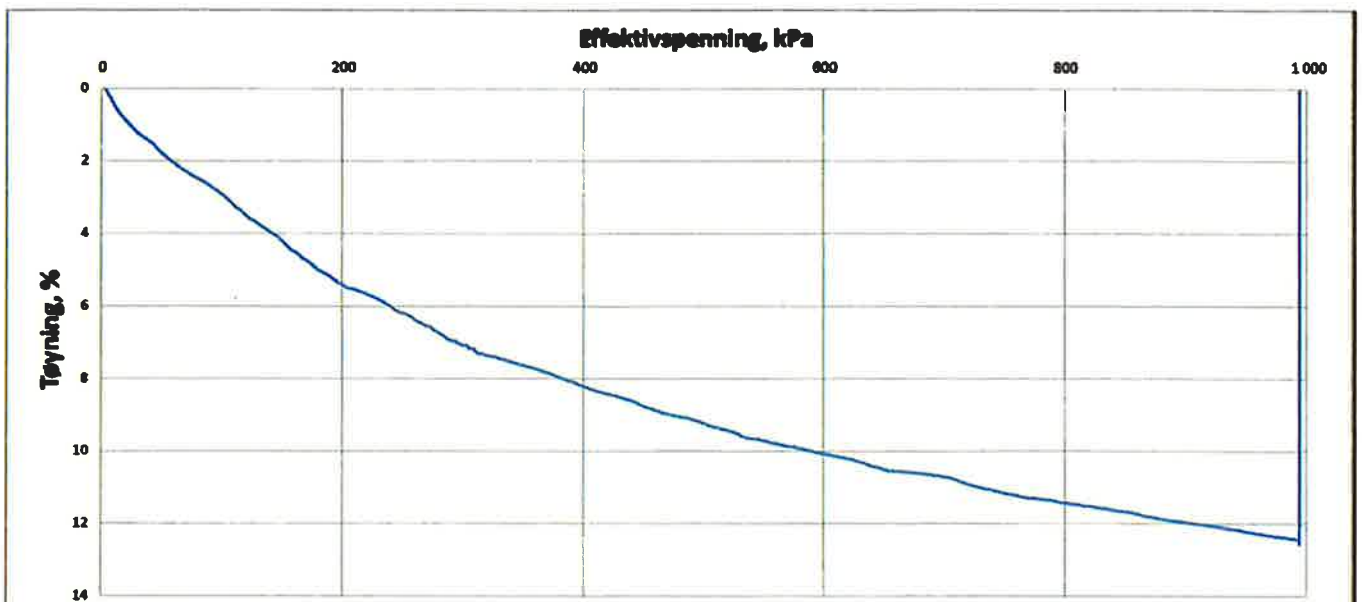
Tegn./kontr.  
ESK/Ked

Dato  
31.01.2012

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
109





pkt 5 lab 10 dybde 5,5m leire



Fauske kommune

Boliger Eiaveien

Ødometer pkt 5 lab 10

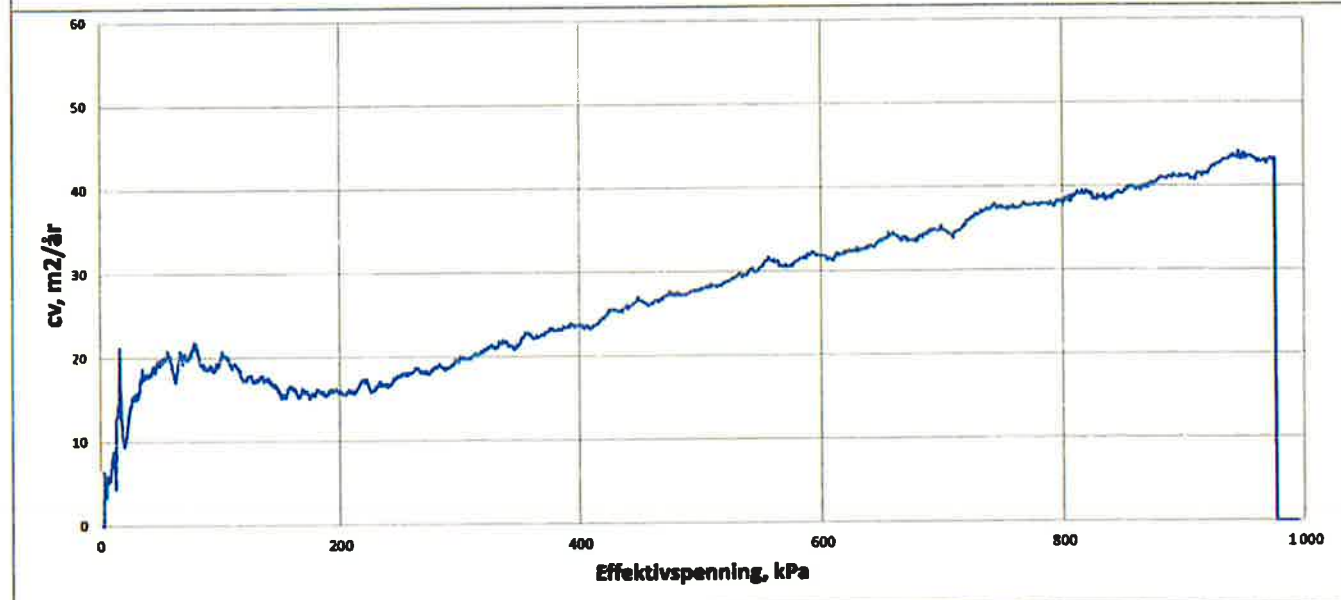
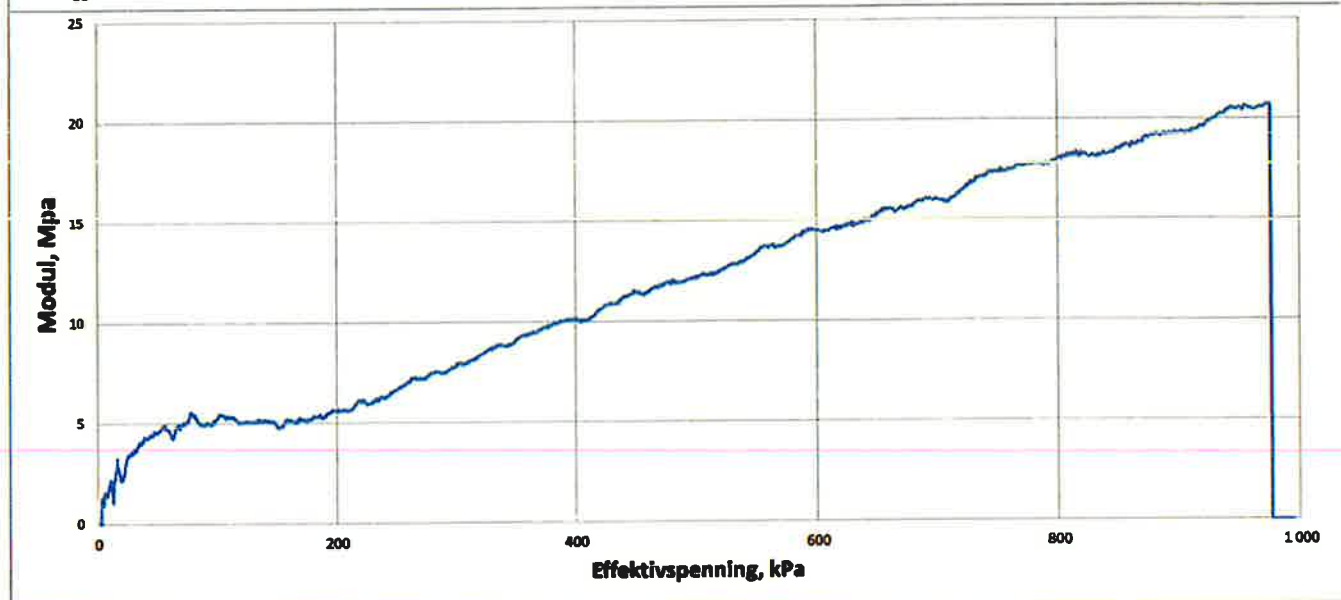
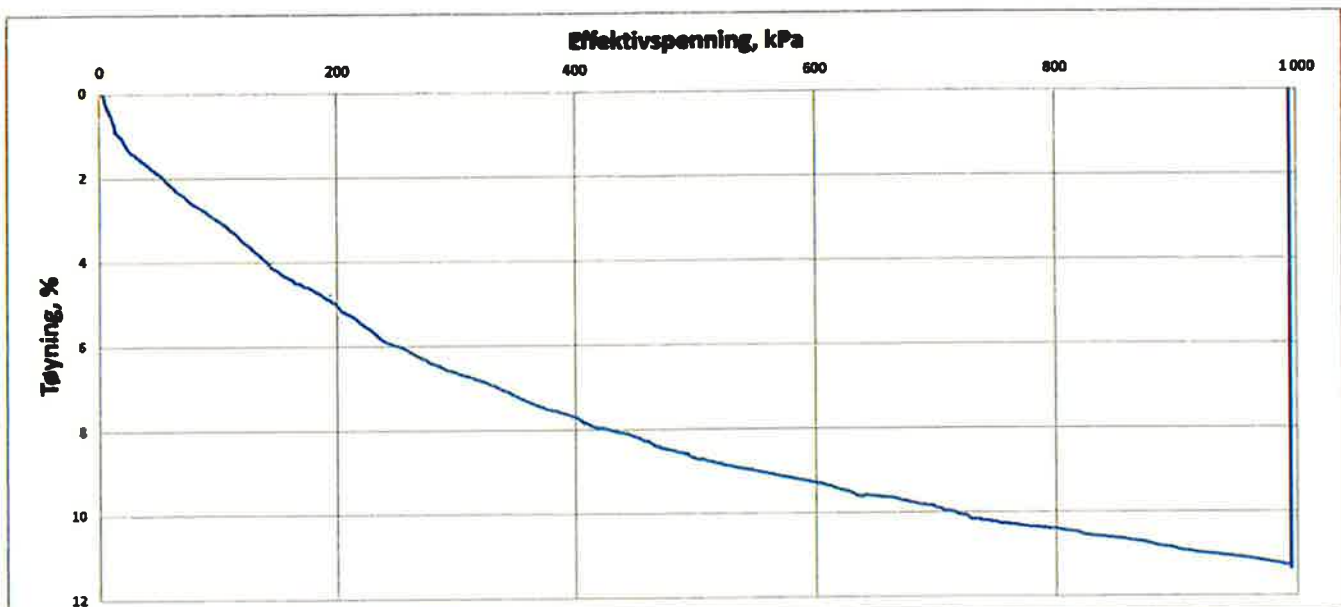
Tegn./kontr.  
ESK/KEg

Dato  
09.01.2012

Oppdrag  
6110839

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
110



pkt 5 lab 13 dybde 11,50m Leire, m.tynne sandlag



Fauske kommune

Boliger Eiaveien

Ødometer pkt 5 lab13

Tegn./kontr.  
ESK/Keg

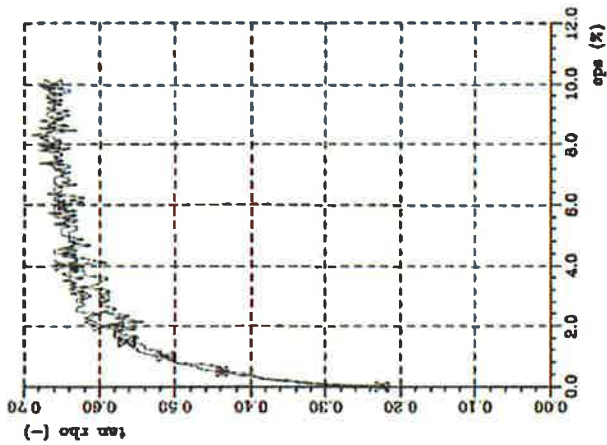
Dato  
31.01.2012

Oppdrag  
6110839

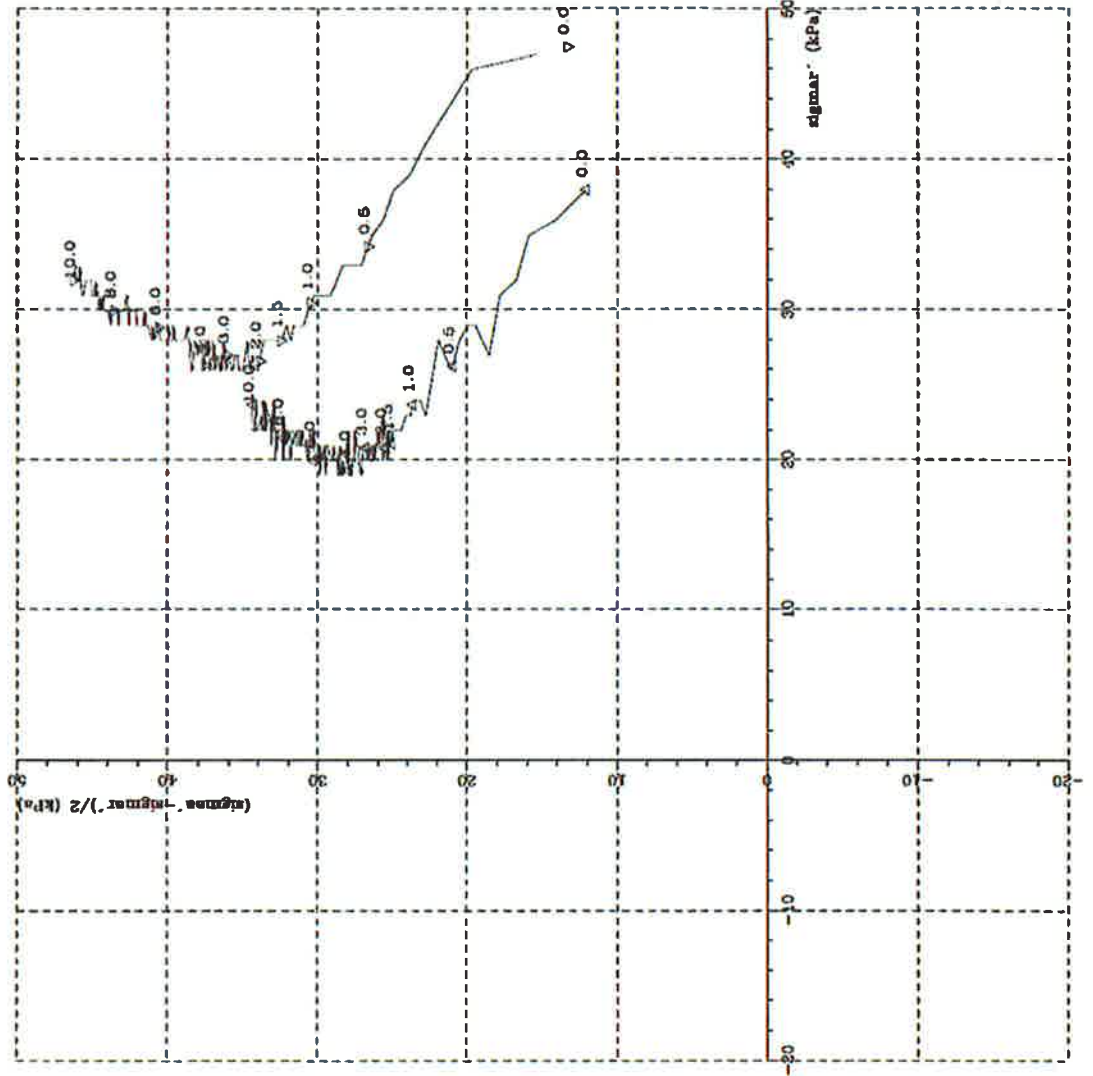
Bilag  
-

Tegn. Nr.  
111

Sym	Profil	Dybde(m)	Løbnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
↖	5	5.60	10	CAUA	4.30	4	Leire
↗	5	5.70	10	CAUA	5.00	4	Leire



$a$  (kPa) = 5.00  
 $a$  (kPa) = 5.00



Fauske kommune  
Boliger Eiaveien

TREKSIALFORSØK, punkt 5

MÅLESTOKK

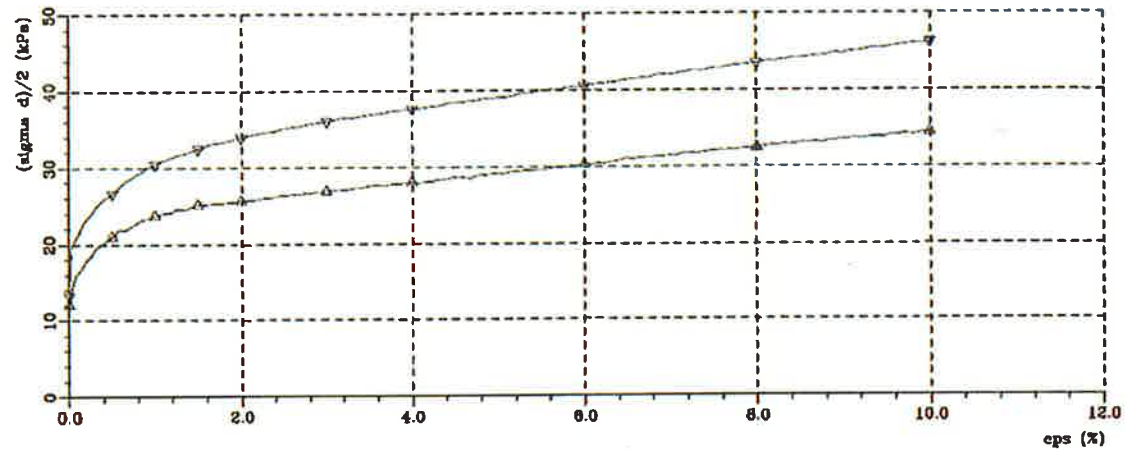
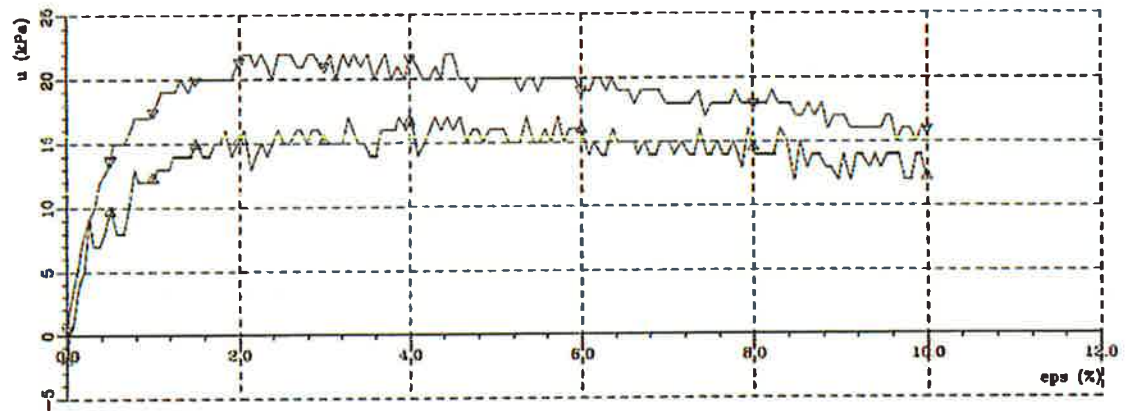
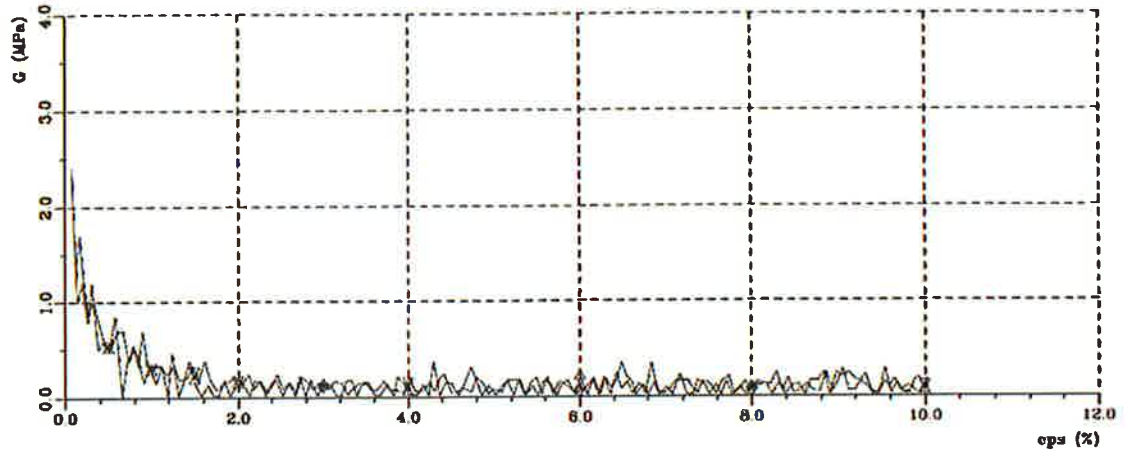
TEGNET  
KEg/

DATO  
13.2.2012

OPPDRA  
6110839

BILAG

TEGN.NR.  
112



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
	5	5.60	10	CAUA	4.30	4	Leire
	5	5.70	10.	CAUA	5.00	4	Leire



Fauske kommune  
Boliger Eiaveien  
TREAKSIALFORSØK, punkt 5

MÅLESTOKK	OPPDRAG 6110839
TEGNET KEg/ <i>big</i>	BILAG
DATO 13.2.2012	TEGN.NR. 113

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).



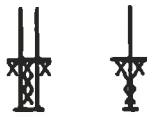
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



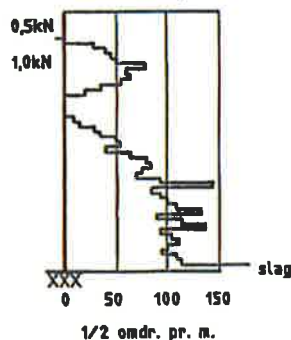
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kjerne opptatt.

● 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 omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved optegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



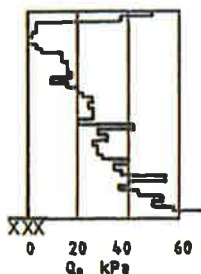
Ⓣ Totalsondering

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

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyltrykk 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:

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

angis i diagram som funksjon av dybden.

⊛ 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

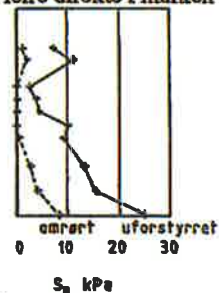
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindrer 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 ramprøvetaker, 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 egners seg for vanlig sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

+ 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.

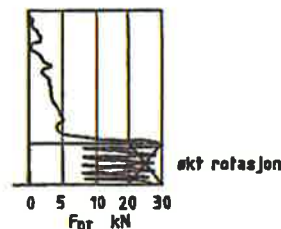


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ 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

( $\gamma$  i  $\text{kN/m}^3$ ) for hel sylinder og utskåret del.

### Vanninnhold

( $w$  i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

### 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

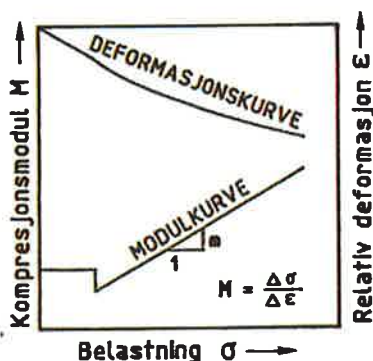
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor 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 ( $S_p$ )

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med **kvikkeleire** 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  $20 \text{ cm}^2$  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 modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



### Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutoopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vektprosent (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  $0,06 \text{ mm}$ . For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korn diameter 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.

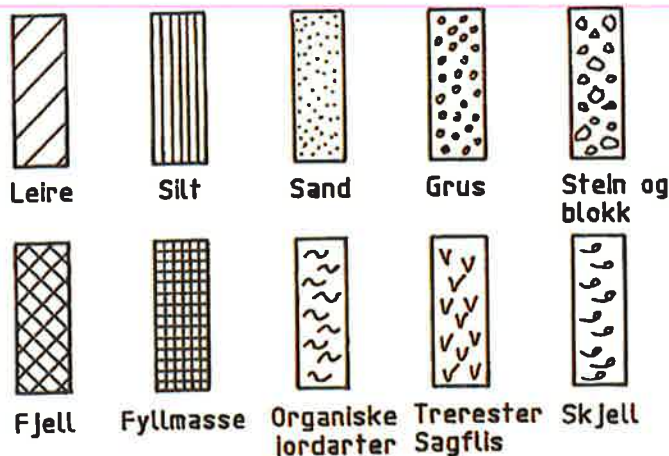
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	$> 600$

### 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, gyttje, dy, matjord).



### Anmerkning

- Leire: T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkeleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For kongresjoner kan bokstavssymboler settes inn i materialsignaturen:  
Ca. = kalkkongresjoner  
Fe = jernkongresjoner  
AH = aurlulle

**SPESEIELLE UNDERSØKELSER**

**SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER.**

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate 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  $\gamma_d$  ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt  $\gamma_{d\ max}$  bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes  $\gamma_d$  ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde 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 utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

Platebelastningsforsøk.

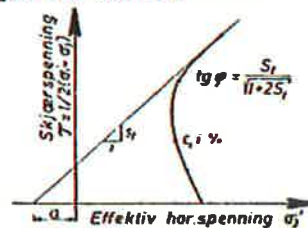
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 ( $\phi$ ) og attraksjon (a i kN/m<sup>2</sup>, 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 oftest 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 tettete 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 samnhørende 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- og 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<sup>2</sup> 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.

