



# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

## **Atkomstvei til Alnabruterminalen og åpning av Alna**

Oppdrag nr: 6080574  
Rapport nr. 1

**Dato: 03.11.2008**

Fylke Oslo	Kommune Oslo	Sted Alnabru	UTM 06033 66453 (Euref 89)
Byggherre			
Oppdragsgiver Statens vegvesen Region øst			
Oppdrag formidlet av Statens vegvesen Region øst v/ Ivar Holtan			
Oppdragsreferanse			
Antall sider 8	Tegn. nr. 101 - 119	Bilag nr. 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Statens vegvesen  
Atkomstvei til Alnabruterminalen og  
åpning av Alna**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 6080574	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 03.11.2008	Kontr:
Oppdragsleder: Bjørnar Kristiansen		Utarbeidet av: Aiga de Zeeuw		
SAMMENDRAG				
<p>Det er i september 2008 utført grunnundersøkelser ved Alnabru for ny atkomstvei til Alnabruterminalen og renaturering av Alnaelva. Undersøkelsene som er presentert i denne rapporten omfatter til sammen 32 totalsonderinger, 5 prøveserier, 13 CPTU-sonderinger og to vingeboringer for kartlegging av løsmasseforekomster. I tillegg er det installert 5 piezometer for måling av grunnvannsnivået.</p> <p>Løsmassene domineres i nesten hele området av mektige lag med leire med delvis innskyvning av sandlag. Det er påvist kvikkleire i sør. I de øvre 1-6 m av grunnen forkommer det til dels fyllmasser og tørrskorpeleire. Helt i nord er det påvist sandig, grusig silt.</p> <p>De fleste borpunktene er ikke boret ned til berg, men er avsluttet i 15 til 36 m dybde under terreng. Bergnivået er sikkert påvist i to borpunkter på kote +89,2 og +67,7 (hhv pkt 6 og 26).</p> <p>Grunnvannsnivået er påvist mellom 1,5 og 3,7 m u. terreng, og viser fall nesten parallell med terrengnivået.</p>				

## INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	4
1.1	Oppdrag .....	4
1.2	Innhold .....	4
2	UNDERSØKELSER .....	4
2.1	Feltundersøkelser .....	4
2.2	Oppmåling .....	4
2.3	Resultater .....	6
2	GRUNNFORHOLD .....	6
2.3	Terrengforhold .....	6
3.2	Løsmasser .....	6
3.3	Grunnvann .....	6
3.4	Dybde til berg .....	7

## TEGNINGER

Tegn, nr,	Rev, nr,	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1: 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1: 2000
103		BORERESULTATER PROFIL A-A OG B-B	1: 200
104		BORERESULTATER PROFIL C-C OG D-D	1: 200
105		BORERESULTATER PROFIL E-E OG F-F	1: 200
106		BORERESULTATER PROFIL G-G	1: 200
107		BORERESULTATER PROFIL H-H	1: 200
108		BORERESULTATER PROFIL I-I	1: 200
109		BORERESULTATER PROFIL J-J	1: 200
110		BORERESULTATER PROFIL K-K	1: 200
111		BORERESULTATER PROFIL L-L	1: 200
112		BORERESULTATER PROFIL M-M	1: 200
113		BORERESULTATER PROFIL N-N	1: 200
114		BORERESULTATER PROFIL O-O OG P-P	1: 200
115		BORPROFIL HULL NR. 2	1: 100
116		BORPROFIL HULL NR. 3	1: 100
117		BORPROFIL HULL NR. 18	1: 100
118		BORPROFIL HULL NR. 23	1: 100
119		BORPROFIL HULL NR. 25	1: 100

## **TILLEGG**

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

## **BILAG**

- I KONTINUERLIG ØDOMETER BP.18, DYBDE 6,8M
- II KONTINUERLIG ØDOMETER BP.23, DYBDE 12,6M



## **1 INNLEDNING**

### **1.1 Oppdrag**

Statens vegvesen planlegger å bygge ny atkomstvei til Alnabruterminalen, og i den forbindelsen at også Alnaelva åpnes igjen og legges fra rør til terreng. Rambøll Norge AS har på oppdrag av Statens vegvesen Region øst utført geotekniske grunnundersøkelser i det aktuelle område for kartlegging av løsmasser og dybder til berg. Det er videre utført miljøtekniske undersøkelser som presenteres i en separat rapport. Tomtens beliggenhet fremgår av tegning nr. 101.

### **1.2 Innhold**

Denne rapporten inneholder data fra utførte sonderboringer og laboratorieundersøkelser utført i september og oktober 2008, samt beskrivelse av grunnforholdene basert på disse resultatene.

## **2 UNDERSØKELSER**

### **2.1 Feltundersøkelser**

Grunnundersøkelsene i dette området omfatter totalt 32 totalsonderinger, 13 CPTU-sonderinger, 5 prøveserier og 2 vingeboringer. I tillegg er det installert piezometer i 5 borpunkter. Plassering av borpunkter er vist på vedlagte situasjonsplan, tegning nr. 102. Noen borpunkter måtte pga kabler og ledninger flyttes noen meter i forhold til opprinnelig foreslått borplan.

### **2.2 Oppmåling**

Punktene er innmålt og høydebestemt av Scan Survey AS, med resultater som gitt i tabell 1 på neste side. Punktene er presentert i EuRef 89 med Oslo lokale høyder. Plassering av punktene er bestemt av Rambøll med samtykke fra Statens vegvesen.

Punkt nr.	Type boring	N (m)	Ø (m)	H (terreng)
1	Totalsondering, piezometer	6645751,7	603584,0	119,7
2	Totalsondering, prøveserie	6645636,9	603586,4	114,3
3	Totalsondering, prøveserie	6645608,5	603505,7	108,8
4	Totalsondering, CPTU	6645558,5	603541,4	109,0
5	Totalsondering, Prøveserie	6645520,8	603490,8	107,4
6	Totalsondering, vinge-boring	6645496,3	603539,6	108,1
7	Totalsondering	6645471,2	603444,3	105,9
8	Totalsondering, CPTU, piezometer	6645423,8	603486,7	105,0
9	Totalsondering	6645394,9	603361,1	101,5
10	Totalsondering	6645345,5	603410,2	100,1
11	Totalsondering	6645336,2	603300,6	100,6
12	Totalsondering, CPTU, piezometer	6645282,5	603343,6	98,9
13	Totalsondering	6645380,5	603170,4	94,8
14	Totalsondering, CPTU	6645292,2	603254,0	99,4
15	Totalsondering, CPTU	6645231,1	603291,3	97,9
16	Totalsondering	6645379,3	603113,6	90,6
17	Totalsondering, CPTU	6645317,5	603163,4	89,8
18	Totalsondering, prøveserie	6645263,8	603193,9	90,6
19	Totalsondering, CPTU, piezometer	6645244,0	603210,5	96,3
20	Totalsondering	6645214,4	603251,5	96,5
21	Totalsondering	6645207,5	603164,6	89,4
22	Totalsondering, CPTU	6645185,6	603188,1	93,0
23	Totalsondering, CPTU, prøveserie	6645167,8	603215,2	96,7
24	Totalsondering, CPTU	6645174,4	603112,0	88,6
25	Totalsondering, CPTU, prøveserie, piezometer	6645138,5	603145,8	91,3
26	Totalsondering	6645144,6	603048,3	86,7
27	Totalsondering, CPTU	6645102,9	602960,0	86,9
28	Totalsondering	6645116,6	603070,4	86,8
29	Totalsondering, CPTU, vinge-boring	6645071,0	603012,0	84,4
30	Totalsondering	6645038,9	603057,7	84,1
31	Totalsondering	6645099,8	603107,9	89,8
32	Totalsondering	6645082,5	603093,9	89,5

**Tabell 1. Koordinatliste (Euref89). Innmåling ved Scan Survey AS**

### 2.3 Resultater

Resultatene fra felt- og laboratorieundersøkelser er presentert på tegningene 103-119. Rutineundersøkelser er utført ved Rambøll sitt geotekniske laboratorium i Trondheim, mens ødometerforsøk er utført hos NTNTU. Boredybder og bergnivå er gitt i tabell 2 på neste side.

Undersøkelsesmetoder og presentasjon av resultater er generelt beskrevet i tillegg I - III. Resultater av ødometerforsøk er lagt ved som bilag I og II.

## 2 GRUNNFORHOLD

### 2.3 Terrengforhold

Generelt skråner terrenget langs planlagt vegtrasé jevnt ned fra nordøst til sørvest. Høyest ble terrenget målt i borpunkt nr. 1 i nordvest på kote 119,7 og lavest i nr. 30 i sørvest på kote 84,0. Området er brukt som industriområde og terrenget er planert rundt industribyggene. Mellom tomtene eksisterer det delvis brattere graveskråninger. Elva i vest ligger lavest i hele området på ca kote 82,0.

### 3.2 Løsmasser

Totalsonderingene og CPTU-sonderingene viser at det finnes delvis fyllmasser og tørrskorpeleire som øvre lag. Fyllmassemektighet varierer fra 0 til 3 m. Mektigheten av tørrskorpeleira er antatt mellom 2 og 6 m avhengig av grunnvannsstand.

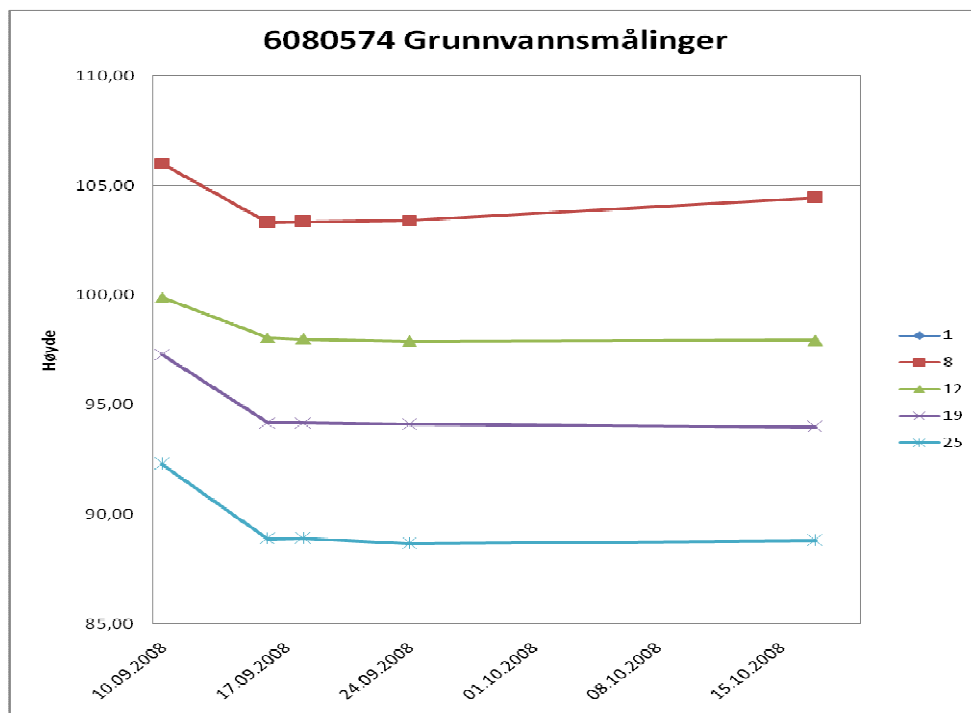
Under fyllmasse og tørrskorpeleire er det påvist leire med stor mektighet. Mektigheten varierer mellom 6 m og til over 24 m. Leira er bløt til middels fast. Det finnes delvis sandlag i leira eller partier som er grusig. Sandlagene kan oppnå 2 m mektighet. Det er også påvist kvikkleire i sør ved borpunkt nr 18 og 25.

I det nordøstlige undersøkelsesområdet ved hull 1 og 2 er det påvist sandig grusig silt. Lengre mot sørvest antas at silt går over i leire. Boringene som stopper på berg, tyder på at det finnes fastere masser som grus og sand eller morene over berg.

For mer detaljer vedrørende jordmateriale vises det til borprofiler tegninger 115-119 og til bilag I og II.

### 3.3 Grunnvann

Det er installert piezometer ved borpunktene nr. 1, 8, 12, 19 og 25. Grunnvannsmålinger fra 16.09.2008 til 17.10.2008 er vist i graf på neste side. Piezometerene er installert 10.09.2008 og ble fylt med vann til topp slange. Derfor er den første målingen den 10.09.2008 ikke representativ. Piezometeret i pkt. 1 har vært tørt hele tiden, det betyr at grunnvannsnivået har vært lavere enn bunn piezometerrør på kote 113,6. Grunnvannsnivået viser fall nesten parallell med terrengnivået. Området dreneres av Alnaelva som har antatt vannivå mellom kote 81,0 og 82,0 (ut fra kart).



### 3.4 Dybde til berg

De fleste borpunktene er ikke boret ned til berg, men er avsluttet i 15 til 36 m dybde under terreng uten fjellkontakt. Bergnivået er sikkert påvist i de to borpunktene nr. 6 på kote 89,2 og nr. 26 på kote 67,7, hvor det er boret 2,0 m i berg. I ni borpunkter er det boret til antatt berg. Bergnivået er påvist høyest på kote 89,2 i borpunkt 6 i nordøst og antatt lavest på kote 62,1 i borpunkt nr. 15 i sørvest.

Det er ikke registret berg i dagen i området.

Kontrollboring i berg er utført som angitt i tabell 2, som vises nedenfor.

Punkt	Terrengnivå	Boret i løsmasse (m)	Boret i berg (m)	Bergnivå
1	119,7	19,9	Ikke boret i berg	
2	114,3	9,8	Ikke boret i berg	
3	108,8	15,8	Ikke boret i berg	
4	109,0	15,8	Ikke boret i berg	
5	107,4	15,8	Ikke boret i berg	
6	108,1	18,9	2,0	89,2
7	105,9	19,8	Ikke boret i berg	
8	105,0	17,8	Ikke boret i berg	
9	101,5	17,8	Ikke boret i berg	
10	100,1	18,8	Ikke boret i berg	

11	100,6	21,9	Ikke boret i berg	
12	98,9	19,8	Ikke boret i berg	
13	94,8	25,0	Ikke boret i berg	
14	99,4	25,8	Ikke boret i berg	
15	97,9	35,9	0	62,1
16	90,6	21,7	0	68,9
17	89,8	25,6	0	64,2
18	90,6	21,2	0	69,7
19	96,3	25,8	Ikke boret i berg	
20	96,5	15,8	Ikke boret i berg	
21	89,4	25,8	Ikke boret i berg	
22	93,0	25,8	Ikke boret i berg	
23	96,7	25,8	Ikke boret i berg	
24	88,6	22,3	0	66,3
25	91,3	25,8	Ikke boret i berg	
26	86,7	18,9	2,0	67,7
27	86,8	16,1	0	70,7
28	86,9	23,3	0	63,6
29	84,4	17,7	0	66,7
30	84,0	25,8	Ikke boret i berg	
31	89,8	20,5	0	69,3
32	89,5	21,8	Ikke boret i berg	

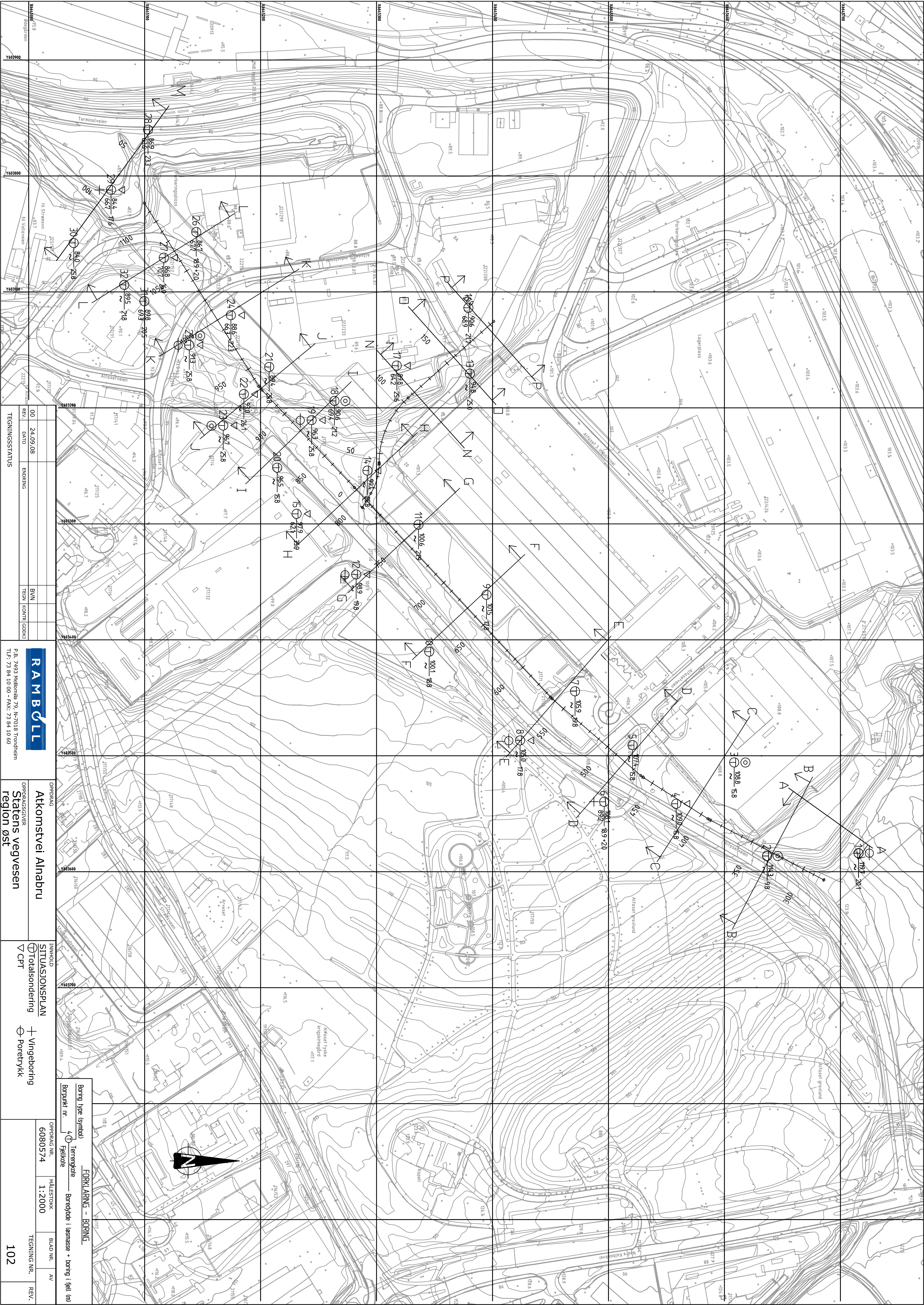
**Tabell 2. Boreddybder og bergnivå**





OVERSIKTSKART  
UTM-ref 06033 66453





REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
00	24.09.08	ENDRING	BYN	
TEGNINGSSTATUS				

P.B. 7493 Melomlia 79, N-7018 Trondheim  
Tlf: 73 84 10 00 - Fax: 73 84 10 60

OPPRAG	OPPRAGSGIVER	OPPRAG NR.	MALESTOKK	BLAD NR.	AV
Atkomstvei Alnabru	Statens vegvesen region øst	6080574	1:2000		
INNHOLD	SITUASJONSPLAN	TEGNING NR.	REV.		
	⊕ Totalsondering				
	▽ CPT				
	+ Vingeboing				
	⊖ Poretrykk				

Boring type (symbol)

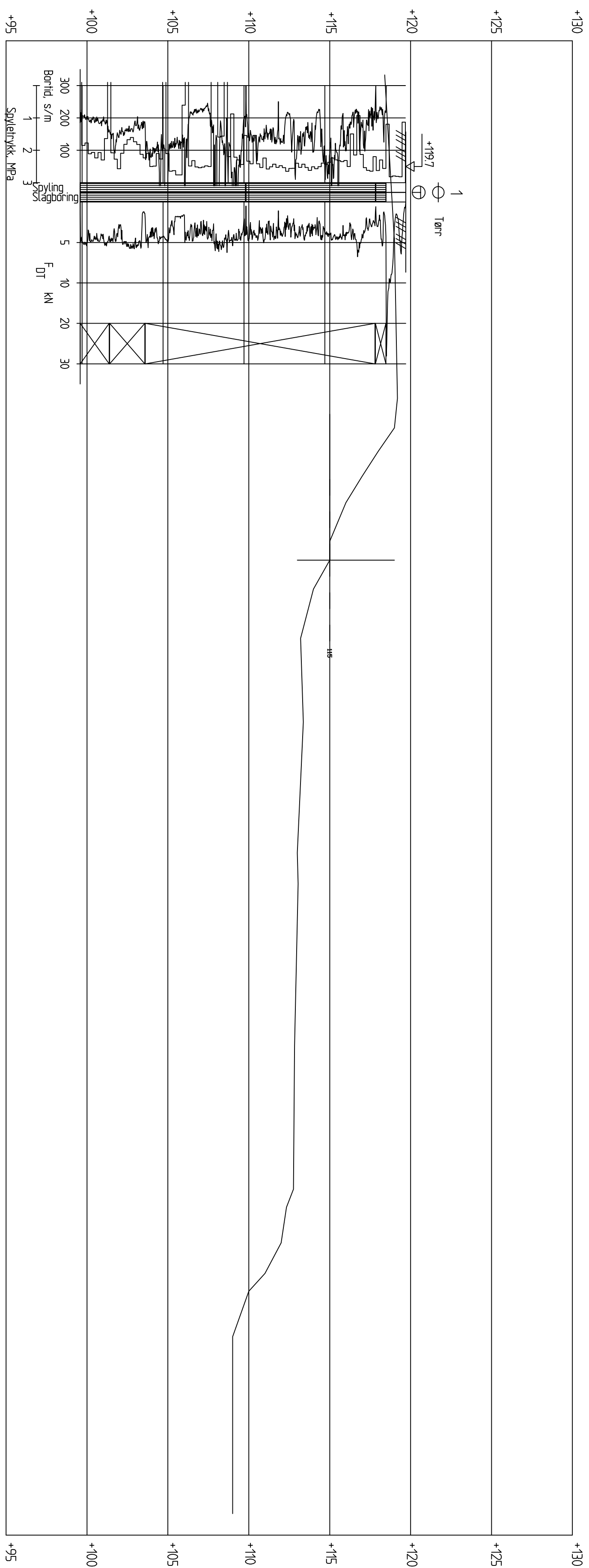
⊕ Terrangpøle

⊖ Feltpøle

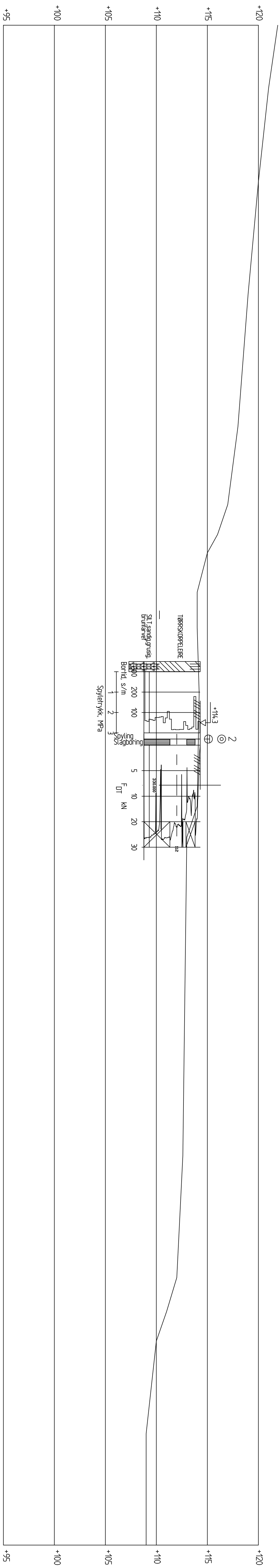
FORKLARING - BORING

Boringsnr. 102





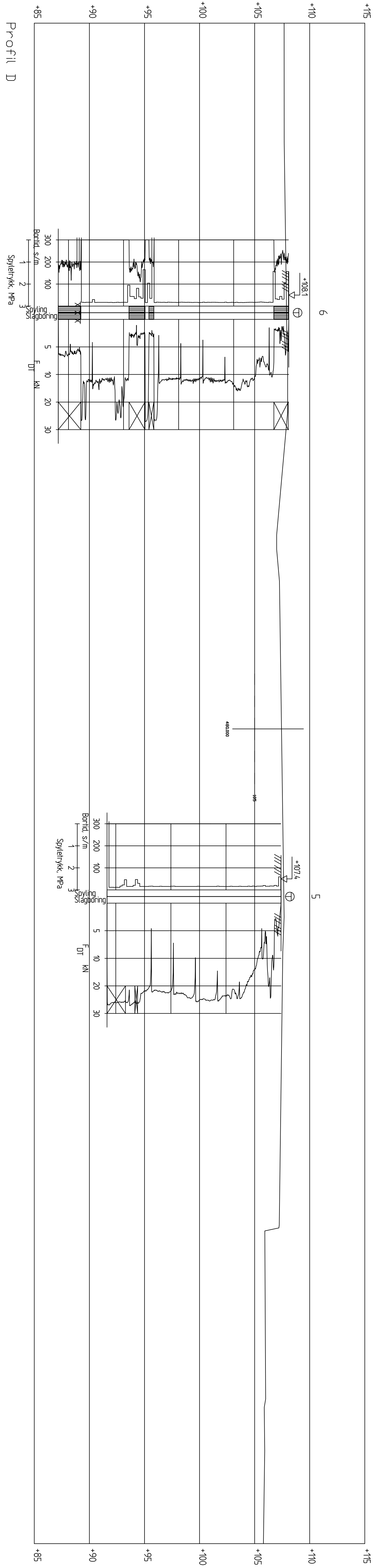
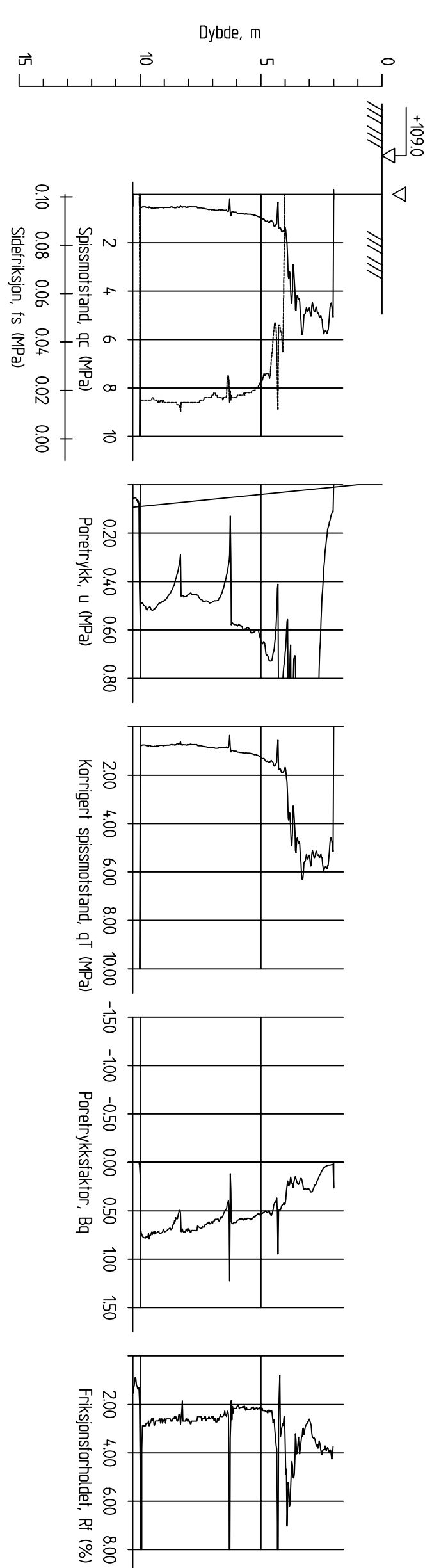
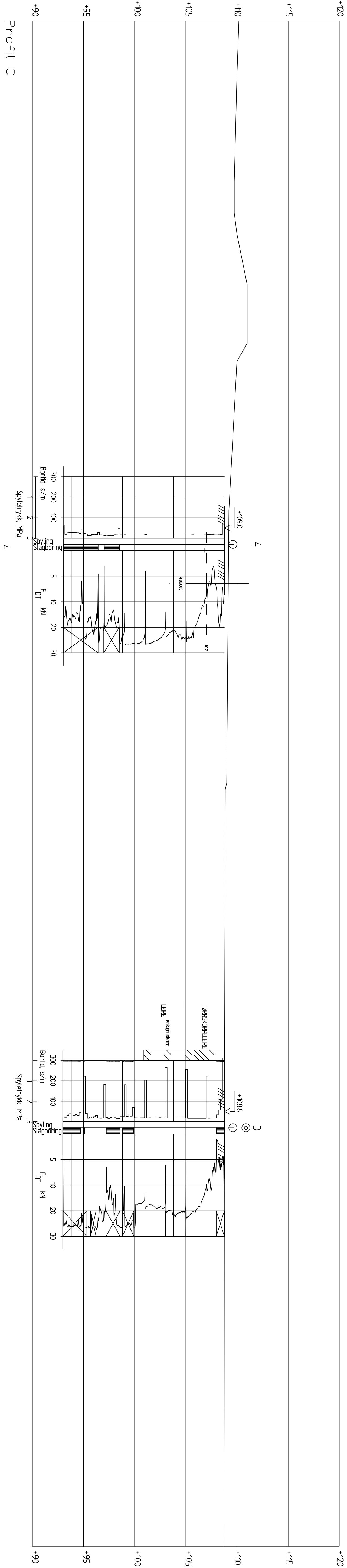
### Profil A



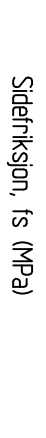
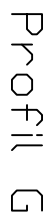
### Profil B

[illegible]





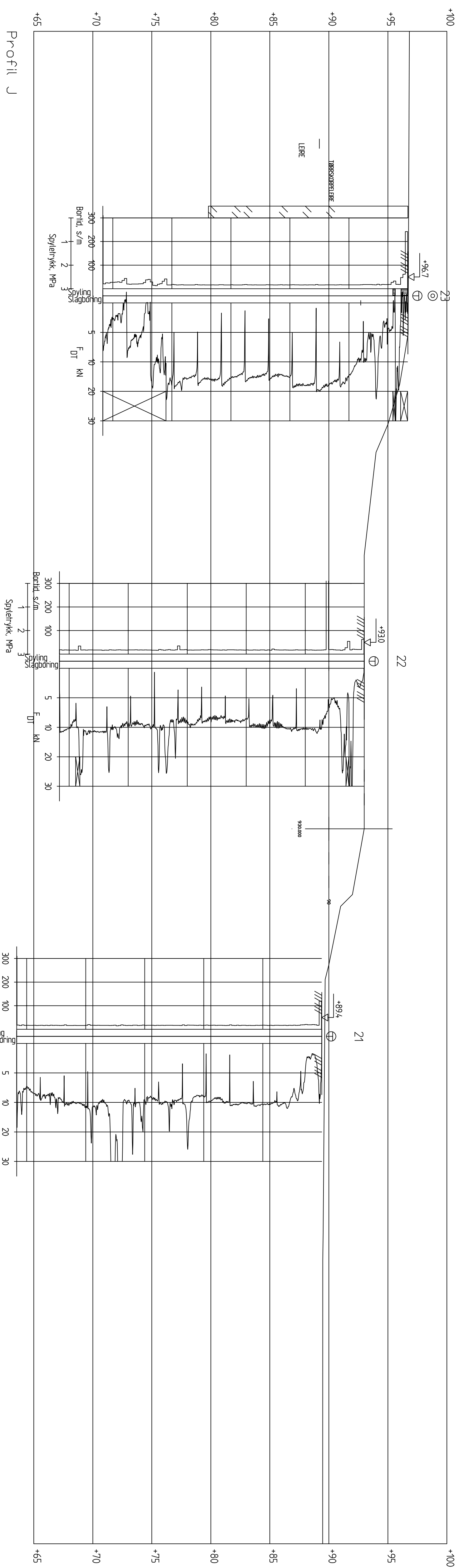


TEGNINGSSTATUS

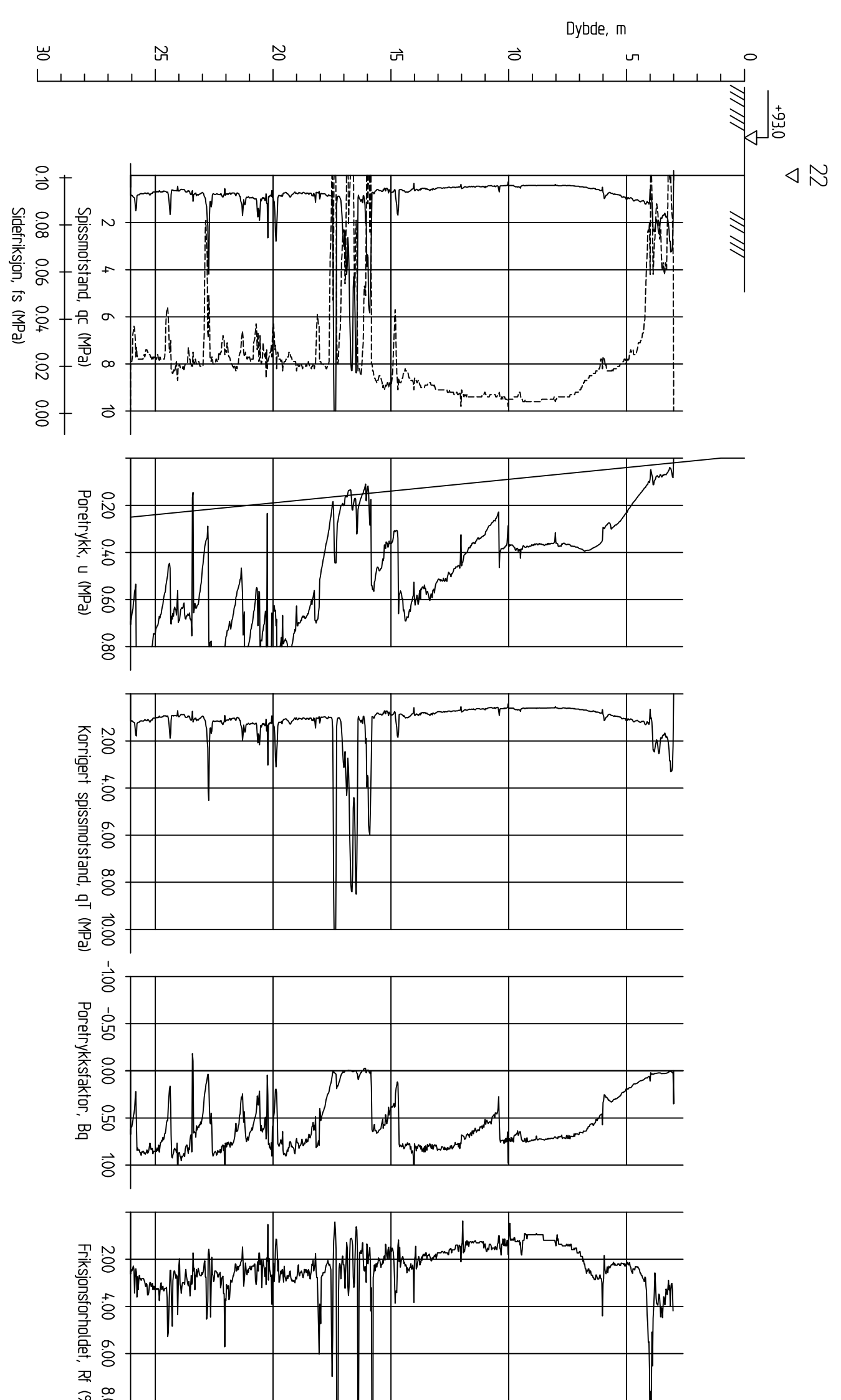
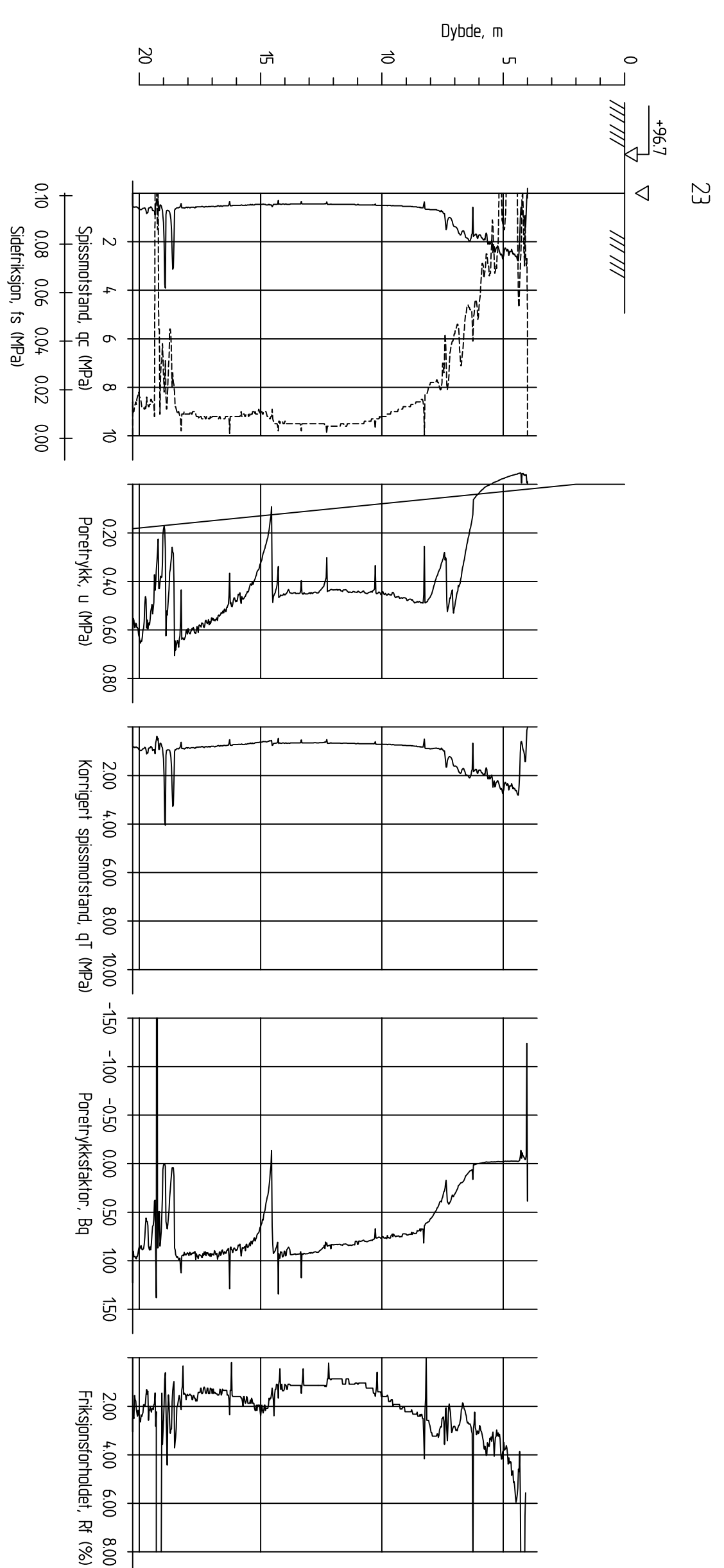








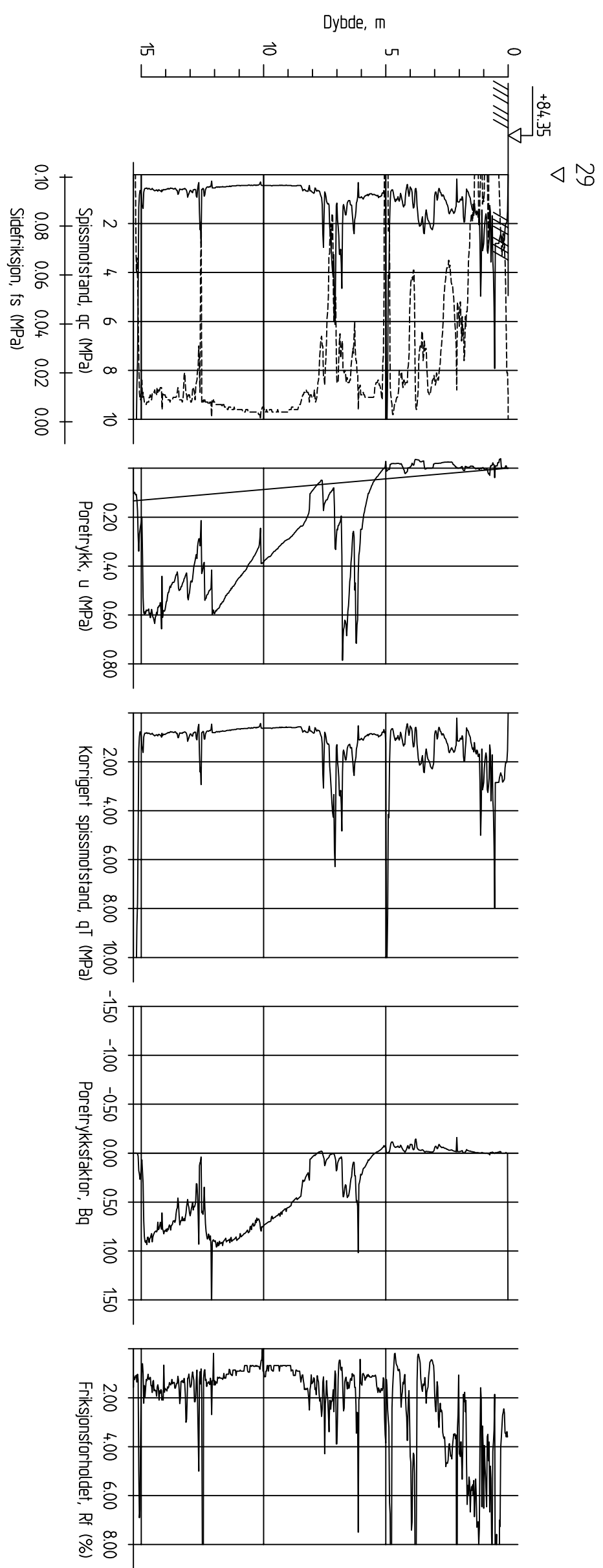
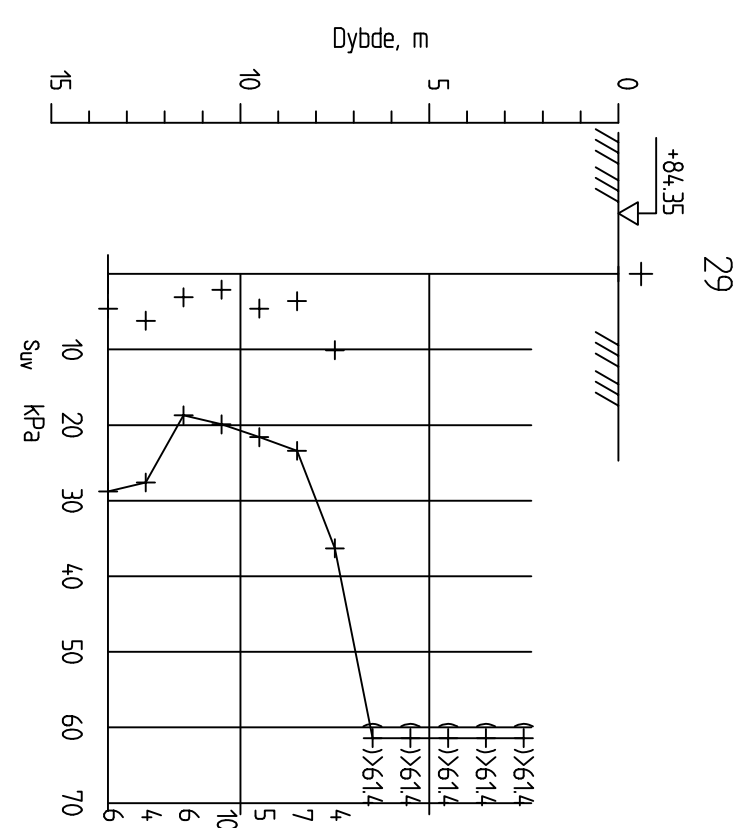
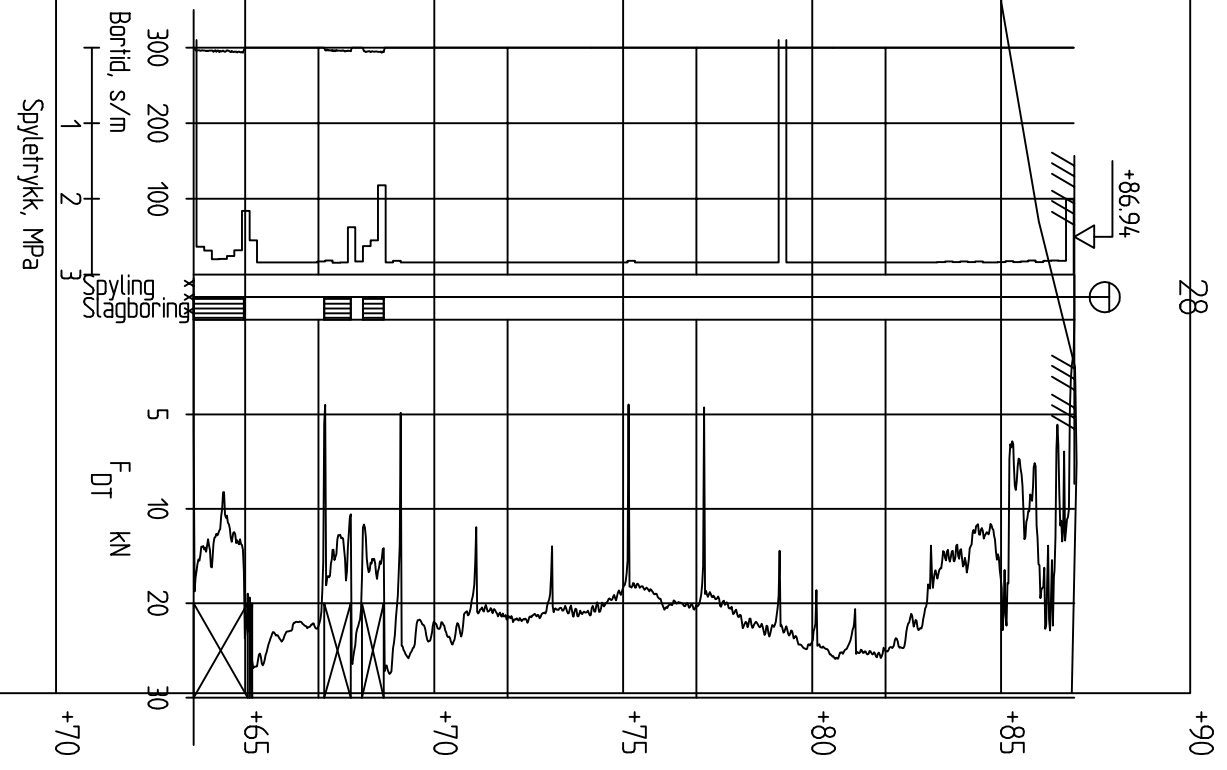
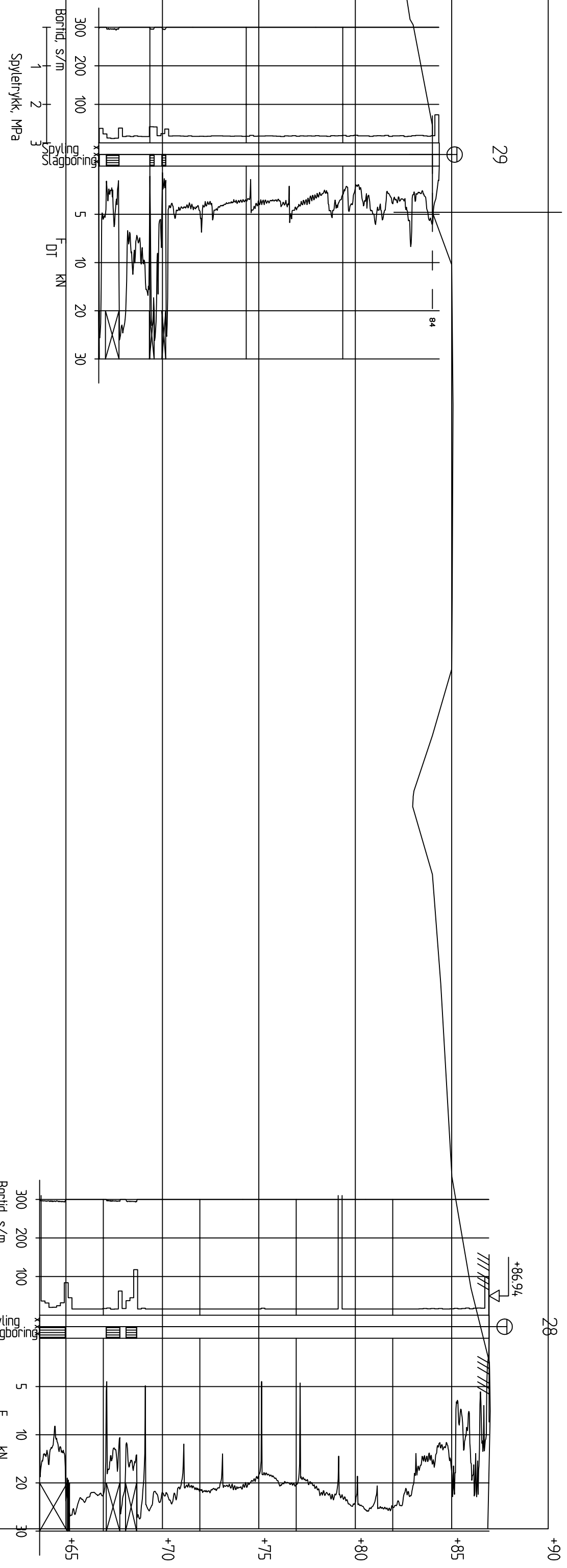
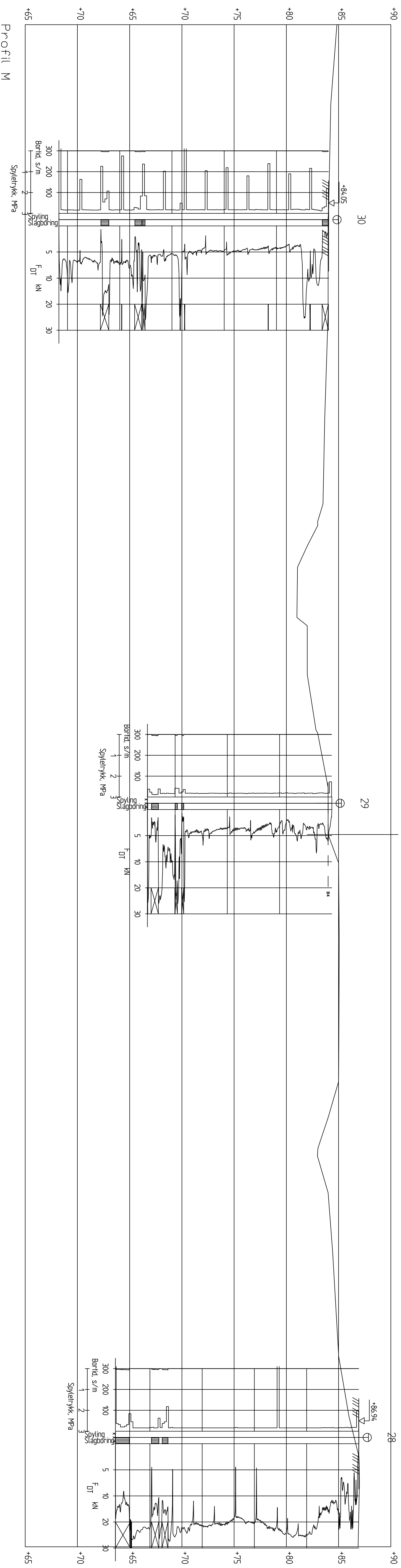
## Profil

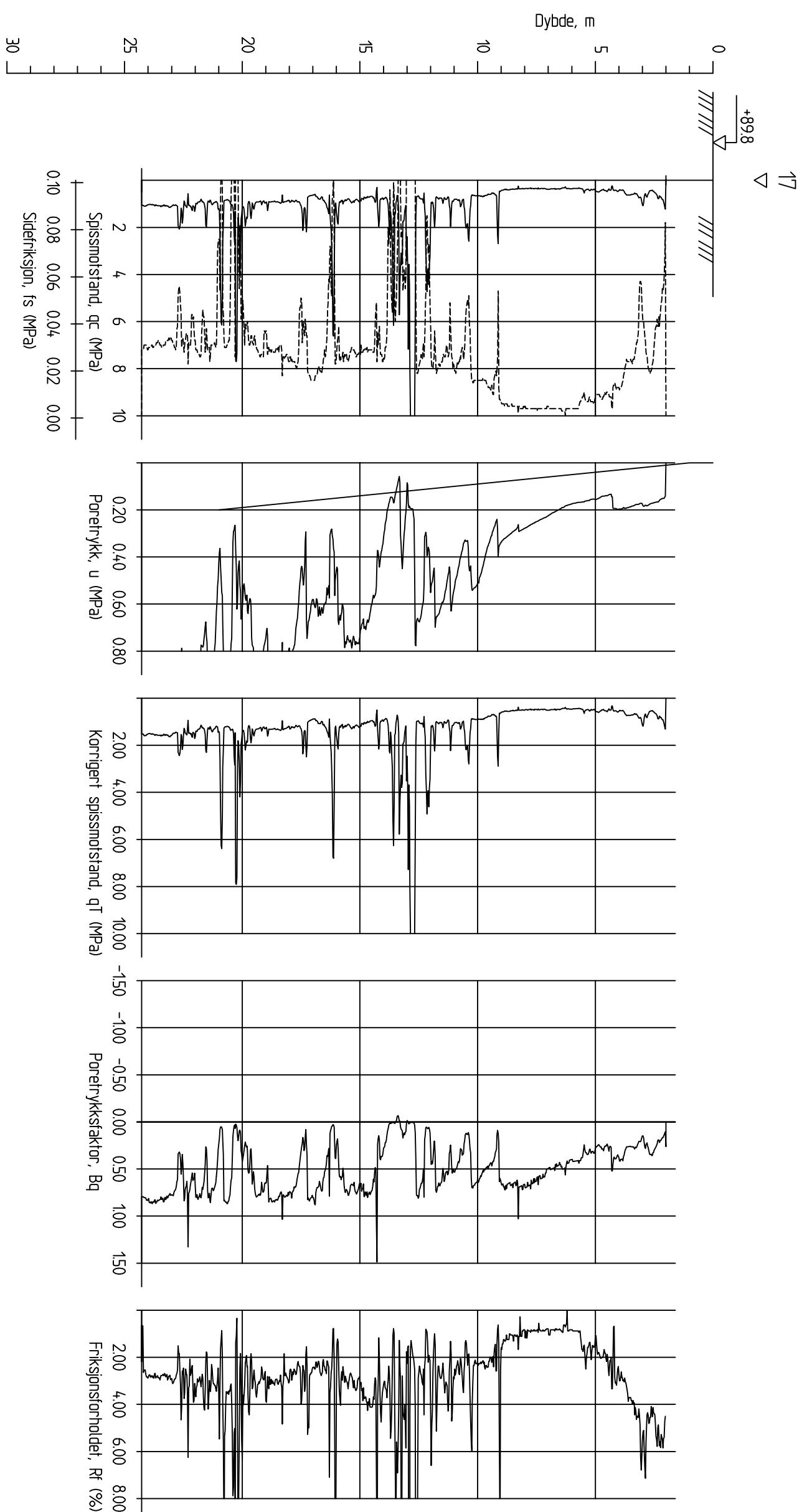
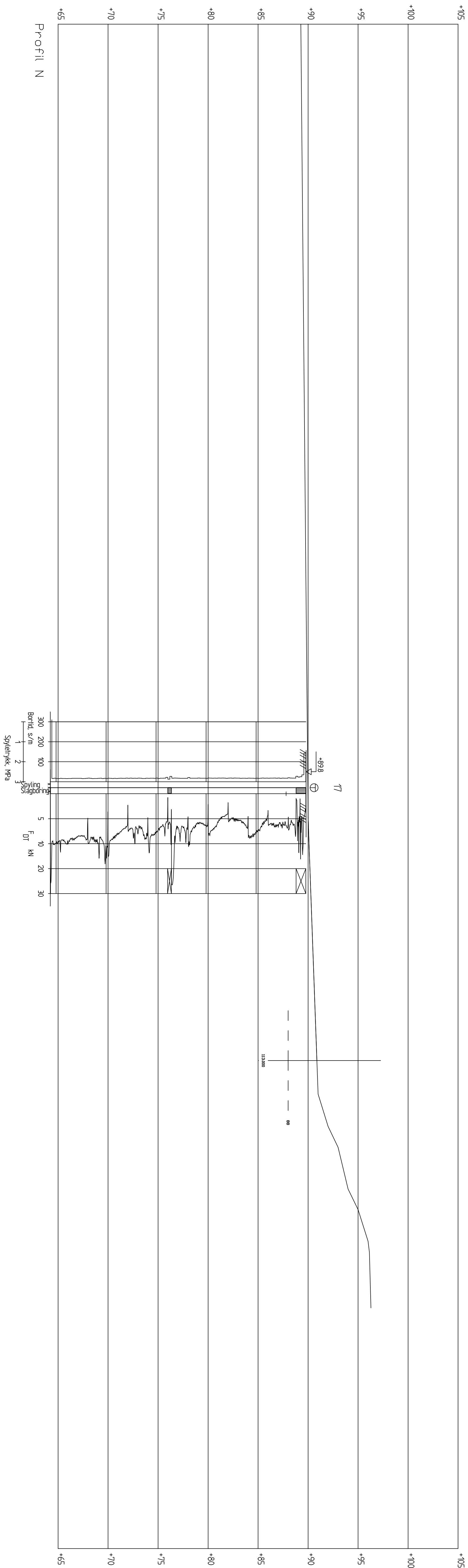
[illegible]

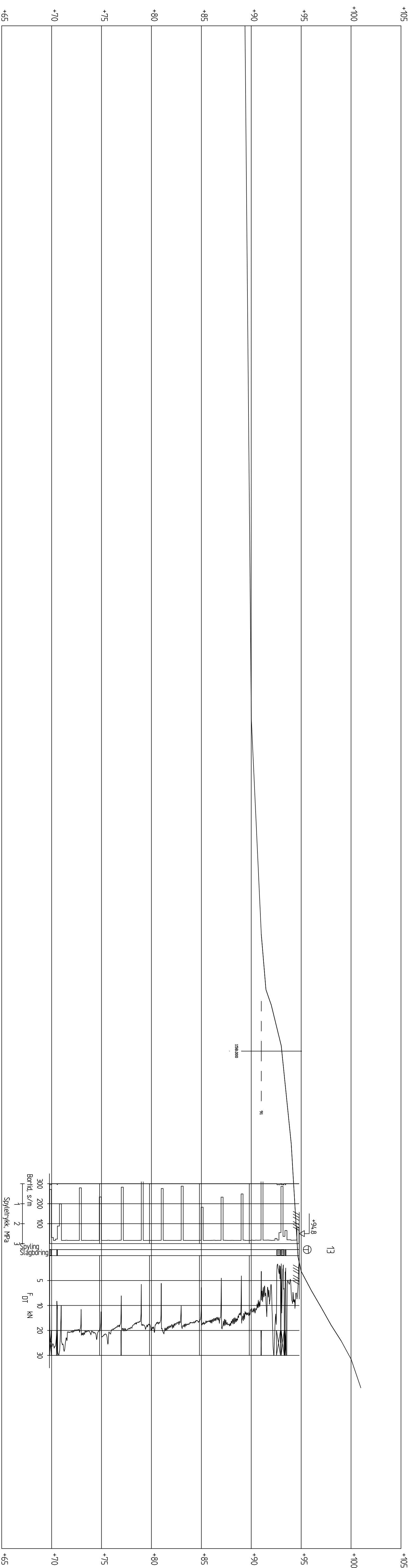




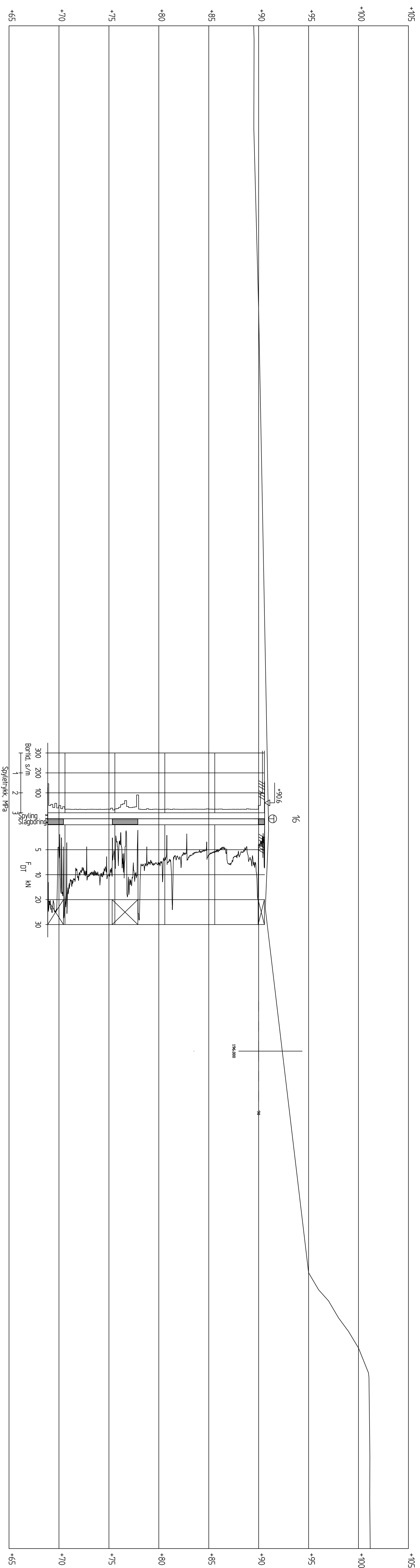


[illegible]

[illegible]



## Profil



# Profil P

[illegible]



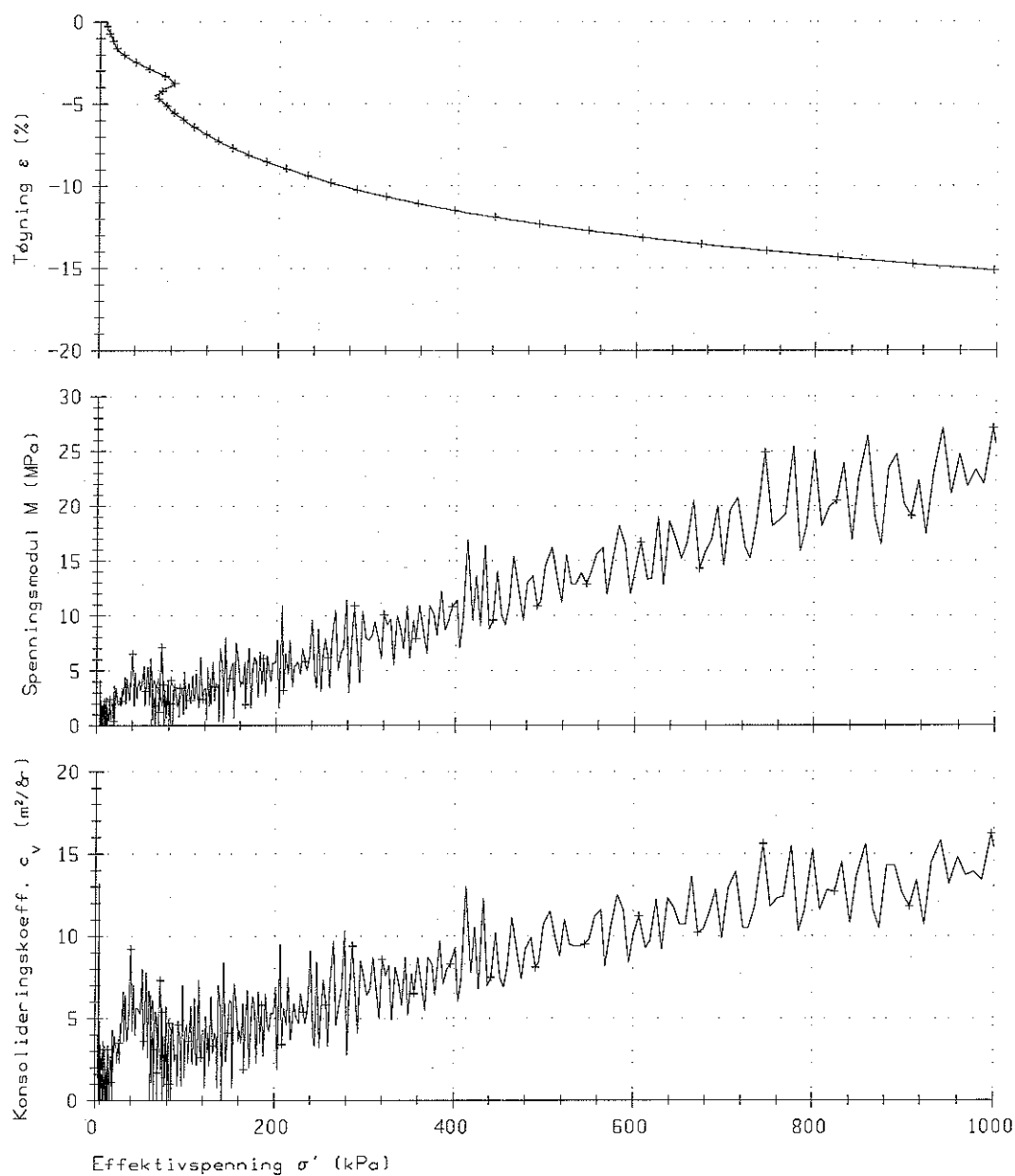




[illegible]







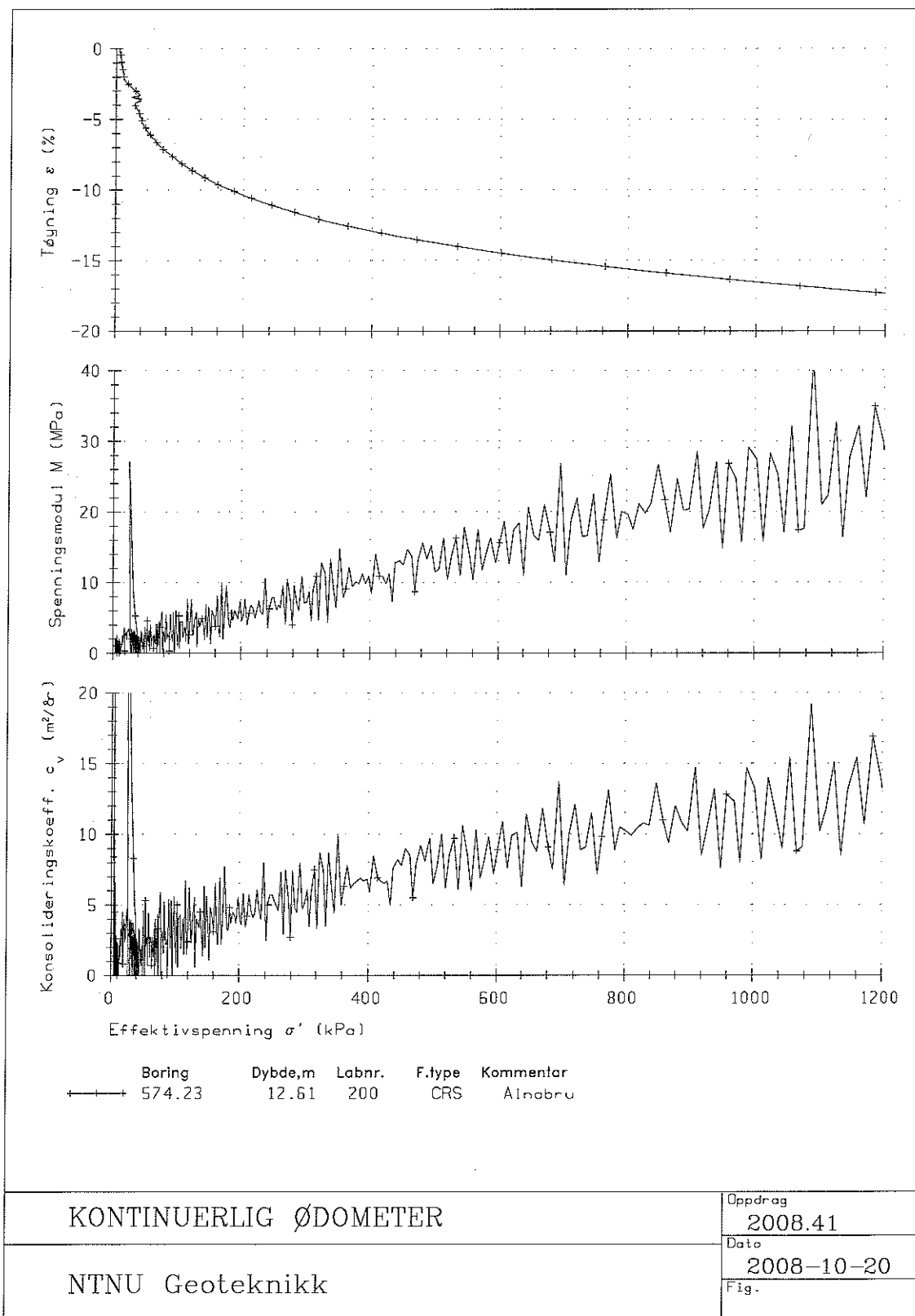
Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
574.18	6.83	111	CRS	Alnøbru

KONTINUERLIG ØDOMETER

NTNU Geoteknikk

Oppdrag  
2008.41Dato  
2008-10-27

Fig.



KONTINUERLIG ØDOMETER

NTNU Geoteknikk

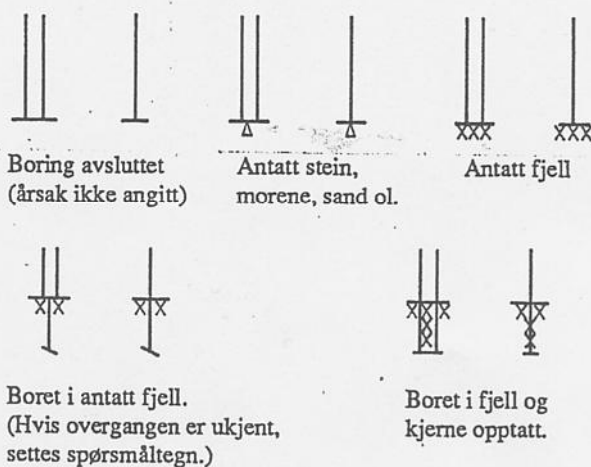
Oppdrag  
2008.41Dato  
2008-10-20

Fig.

## MARKUNDERSØKELSER

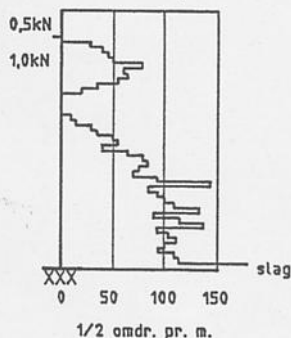
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



### 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 opptegninger 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 borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

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

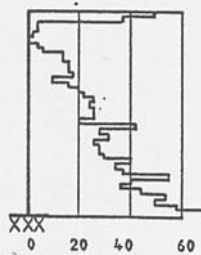
### Ramsondering

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:

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

angis i diagram som funksjon av dybden.



### Fiellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkrone 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

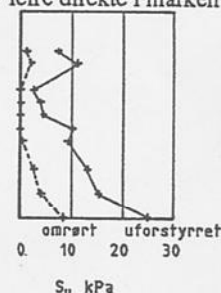
utføres for undersøkelse i laboriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 uttørking før de åpnes i laboriet.

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 grunnens ikke egner seg for vanlig sylinderprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

### Vinge-boring

bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, 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 sintert 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.

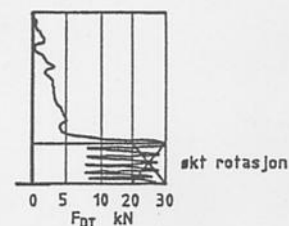


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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

### Udrenert skjærstyrke

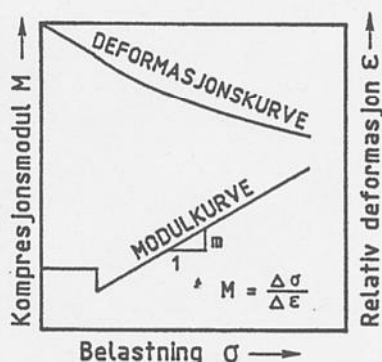
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor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

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  $20 \text{ cm}^2$  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 natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (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 siktning av fraksjonene større enn  $0,06 \text{ mm}$ . For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiamter 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.

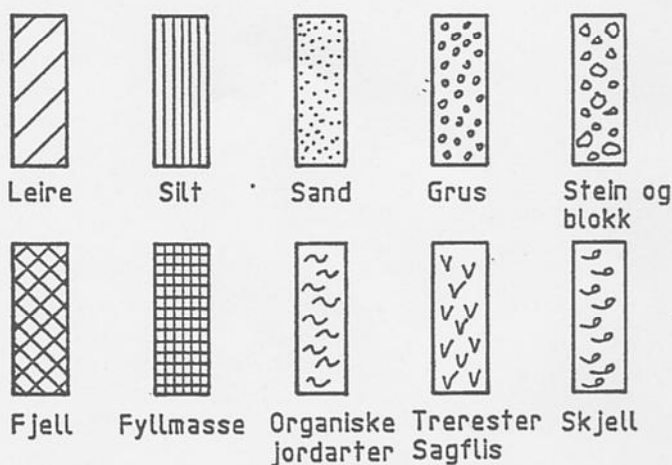
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	$> 600$

### 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, gytje, dy, matjord).



### Anmerking

- Leire: 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 = aurlulle

## SPESEIELLE UNDERSØKELSER

### SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER.

#### Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruerplate 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  $\text{kN/m}^2$ , 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 oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



#### Permeabilitetskoeffisienten

( $k$  i  $\text{cm/s}$ ) 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 mineralkornene, 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 samhoørende 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 tilhoørende vanninnhold  $W_{\text{opt}}$ .

#### 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 tilsvare Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelseshastighet = 0,05  $\text{inch pr. min.}$  presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvare 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.