

Prosjekt: Prosjektnummer  
Oppdrag: Lier. Lierbyen områderegulering – faresone Ila  
Beregning: Stabilitet

Dato: 06.11.2024  
Dokumentnr: 118260tb1  
Utarbeidet av: Mohammed Amin Cherif  
Kontrollert av: Eirik Hegland

---

### **Lier. Lierbyen områderegulering – faresone Ila Stabilitet**

#### **Sammendrag:**

GrunnTeknikk AS er engasjert av Asplan Viak AS v/Sissel Mjølshes for å utføre en områdestabilitetsvurdering i forbindelse med områderegulering av «Ila» i Lierbyen i Lier kommune. Arbeidet har resultert i flere faresoner, som vurderes separat.

Basert på avgrensning av mulig løsneområde for faresone Ila, er det utført stabilitetsberegninger for å vurdere sikkerheten i sonen.

Foreliggende beregningshefte inneholder en oppsummering av utførte stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen, inkl. beregningsforutsetninger og parametertolkning.

Beregningene viser at dagens situasjon har lav sikkerhet.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Planer.....	4
3	Terreng og grunnforhold.....	5
3.1	Terreng.....	5
3.2	Grunnforhold .....	6
4	Beregningsforutsetninger.....	8
4.1	Krav til sikkerhet.....	8
4.2	Kritiske beregningsprofiler.....	8
4.3	Lagdeling .....	9
4.4	Grunnvannstand .....	9
4.5	Dimensjonerende laster.....	9
4.6	Materialparametere .....	9
4.6.1	Effektivspenningsparametere og romvekt.....	9
4.6.2	Udrenert skjærstyrke.....	10
4.6.3	ADP-faktorer.....	12
5	Beregninger.....	13
5.1	Utførte stabilitetsberegninger og resultater .....	13

## VEDLEGG

- 1 Tolkning av CPTu-sonderinger

## REFERANSER

- [1] NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», desember 2020.
- [2] GrunnTeknikk AS, geoteknisk notat 118260 «Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Ila – Vurdering av områdestabilitet». Datert 06.11.2024.
- [3] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 116043r1 rev. B «Lier. Lierbyen områderegulering - Grunnundersøkelser». Datert 30.04.2024.
- [4] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 del 1
- [5] Statens vegvesen håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», juli 2022.
- [6] «CPTU correlations for Norwegian clays: an update». Priscilla Paniagua et al. (2019).
- [7] NIFS rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer».

## 1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av ASPLAN VIAK AS /v Sissel Mjøltnes for å utføre en områdestabilitetsvurdering i forbindelse med områderegulering i Lierbyen i Lier kommune.

Den vurderte faresonen har navn «Ila», og har løsneområde nordøst for Lierbyen sentrum, på østsiden av Lierelva.

Foreliggende beregningshefte inneholder en oppsummering av utførte stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen, samt beregningsforutsetninger og parametertolkning.

## 2 Planer

Avgrensningen av løsneområdet er vist i Figur 1 hentet fra geoteknisk notat 118260n1, ref. [2]. Løsneområdet omfatter Ila-plataet, som er avgrenset av Lierelva i vest og sør, Ringsakerveien i nord-vest, og en ravinedal og et jorde i øst. Løsneområdet består hovedsakelig av et tett boligområde i nord og gårdsbruk i sør.



Figur 1 oversiktskart over reguleringsområdet. Det reguleringsområdet er omtrentlig markert i grått.

## 3 Terreng og grunnforhold

### 3.1 Terreng

Løsneområdet Ila har varierende høyder og dekker et stort område som vist i Figur 2. Løsneområdet ligger i terrengkote ca. +8 til +35.

Terreng i løsneområdet er varierende og består av forskjellige høyder. De kritiske skråningene i området faller mot Lierelva i vest med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:4 og en høydeforskjell på ca. 17m. Terrenget stiger gradvis vestover med en helning på ca. 1:14 til det når toppen ved Ila, med en terrenghøyde på +35m, før det faller videre vestover mot ravinedalen.

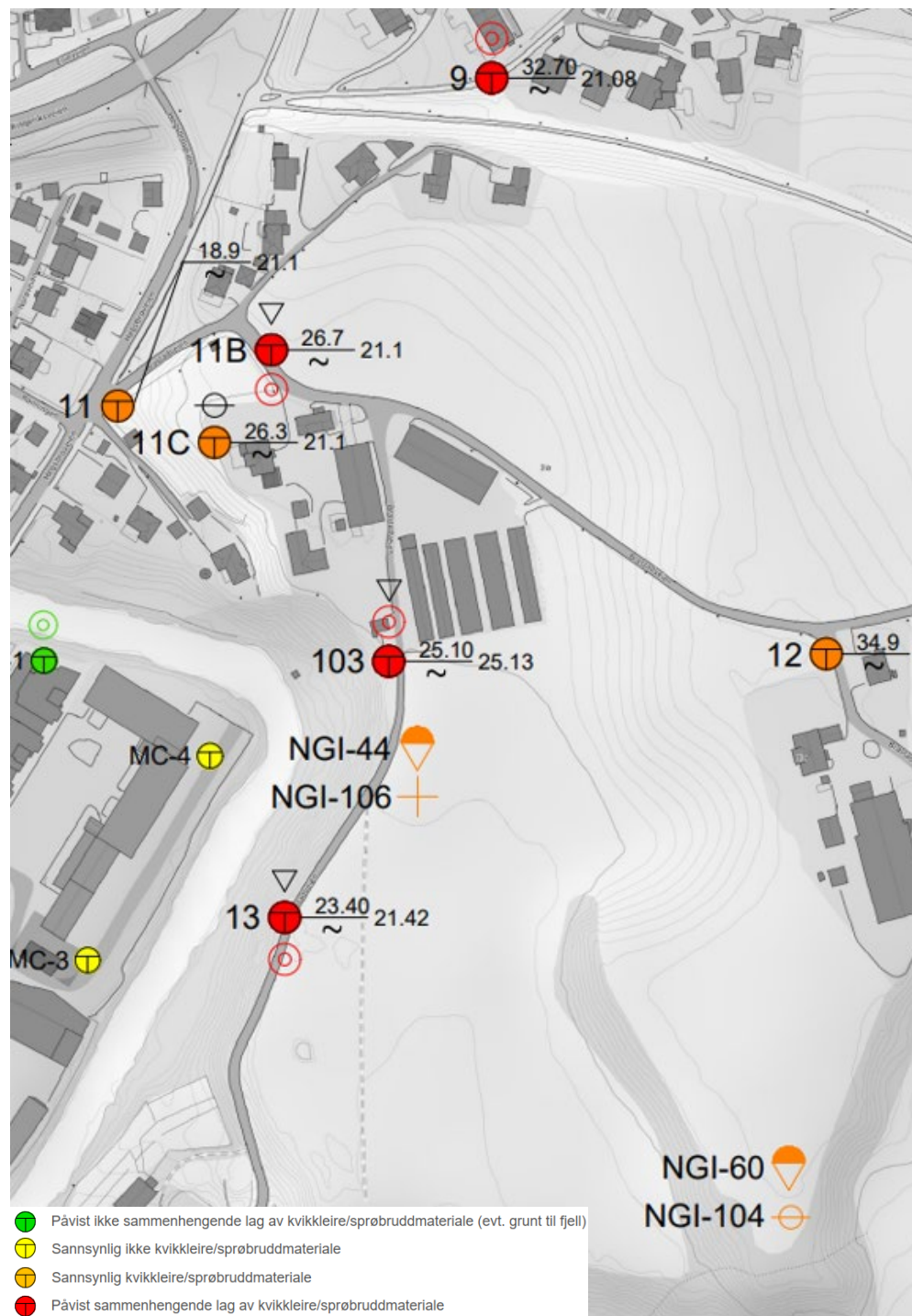
Figur 2 viser til et kartutsnitt fra Høydedata med skyggerelieff og høydeplott, planområdet er markert med rødt.



Figur 2 Kartutsnitt fra høydedata, topografisk kart med skyggerelieff og høydeplott. Aktuelle området er omtrentlig merket med rødt.



Det er utført grunnundersøkelser på området ifm. utredning av områdestabilitet [3]. Det ble utført 7 totalsonderinger til ca. 13-25 m under terreng, og tatt opp uforstyrrede 54 mm prøveserier i borpunkt 9, 11B, 13 og 103. I tillegg ble det utført CPTu-sonderinger i borpunkt 11B, 13 og 103 og installert poretrykksmålere i BP11C. Grunnforholdene består i borpunktene kort oppsummert av et tørrskorpelag over siltig leire så kvikkleire/sprøbruddmateriale.



Figur 4 Utklipp fra boreplan, med tolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

## 4 Beregningsforutsetninger

### 4.1 Krav til sikkerhet

Utredning av faresonen gjøres ikke i forbindelse med et konkret tiltak. Krav til sikkerhet vil variere avhengig av plassering av fremtidige tiltak (i eller utenfor influensområdet til kritiske skråninger) og om tiltaket forverrer sikkerheten eller ikke. Det vises til sikkerhetskrav gitt i NVEs veileder, kapittel 3.3 [1].

Generelt gjelder krav til sikkerhet i Eurokode 7 [4].

### 4.2 Kritiske beregningsprofiler

Det er utført stabilitetsberegninger i 3 profiler, Ila-1, Ila-2, og Ila-3. Plasseringen av disse er vist i Figur 6.



Figur 4 Plassering av beregningsprofiler.



### 4.3 Lagdeling

Lagdelingen i beregningsmodellen er basert på grunnundersøkelsene beskrevet i kapittel 3.2.

Ila-1: Totalsonderingen og prøveserien fra BP 11B indikerer et lag av sand/silt mellom ca.2m og 4,5m. Under dette er det et lag med leire mellom ca. 4,5m og 20m med noen lag av sand/silt. Under dette igjen er det antatt leire. BP9 viser et lag av sand/silt fra omtrent 1m til 2m dybde. Under dette laget finnes det et leirlag som strekker seg fra ca. 2m til ca. 15m. Prøveserien indikerer kvikkleire fra en dybde på 8,4 meter og ned til omtrent 15 meter. Under dette laget antas det videre å være leire.

Ila-2: Totalsonderingen og prøveserien fra BP13 indikerer et lag av sand mellom ca.2m og 8,5m med noen lag av silt. Under dette er det antatt et lag med leire(siltig) 13,5 m og under.

Ila-3: Totalsonderingen og prøveserien fra BP103 ble forboret med til 5 m under terreng. Under 5m indikerer prøveserien et lag med leire med noen lag av sand og silt.

### 4.4 Grunnvannstand

Den hydrauliske poretrykksmålingen i BP 11C, med en spiss plassert 6 meter under terreng, viser at grunnvannstand ligger ca. 4,2m under terreng. Den dypeste måleren ble ødelagt og det antas dermed en hydrostatisk poretrykkfordeling.

### 4.5 Dimensjonerende laster

Trafikklast er ikke relevant.

### 4.6 Materialparametere

#### 4.6.1 Effektivspenningsparametere og romvekt

Effektivspenningsparametere er valgt iht. konservative erfaringsparametere fra SVV, ref. [5] og GrunnTeknikks tolkningsprogram. Dette programmet er blant annet basert på CPTu-korrelasjoner i norske leirer fra Paniagua et al. [7]. Romvekt er valgt basert på målte verdier fra prøveseriene. Valgte parametere er oppsummert i tabellen under.

Tabell 2 Effektivspenningsparametere og romvekt.

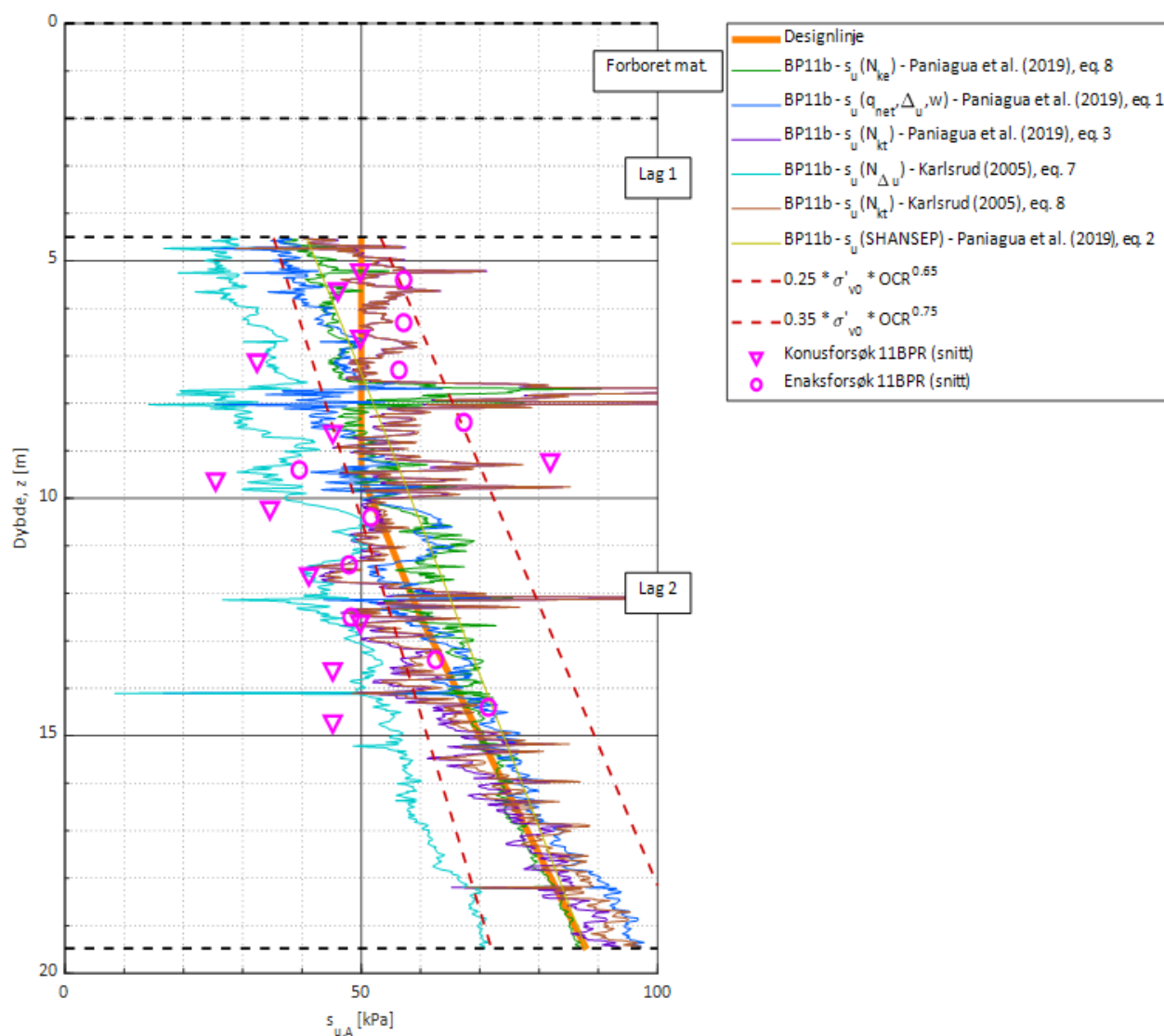
	Karakteristisk friksjonsvinkel, $\varphi_k$ [°]	Attraksjon, $a$ [kPa]	Effektiv kohesjon, $c'$ [kPa]	Romvekt, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Effektiv romvekt, $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Topplag	30	0	0	19,5	9,5
Sand/Silt	35	0	0	19,5	9,5
Leire, siltig leire	26	5	2,5	19,5	9,5

Leira modelleres hovedsakelig med totalspenningsparametere, da dette erfaringsvis er kritisk for de aktuelle forholdene. Det gjøres likevel en kontrollberegning med effektivspenningsparametere på leira.

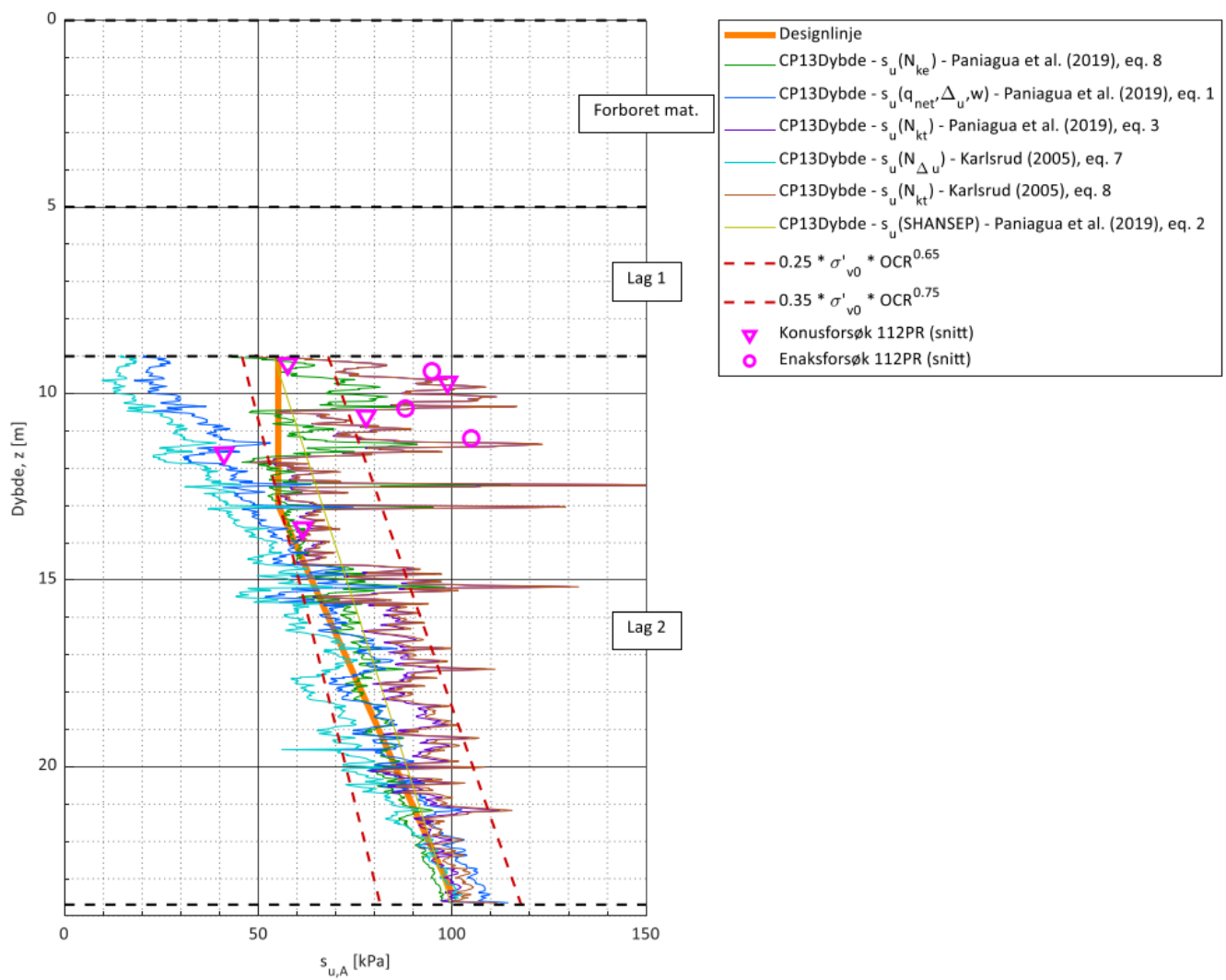
## 4.6.2 Udrenert skjærstyrke

Udrenert skjærstyrke er tolket ut ifra CPTu-sonderinger og laboratorieforsøk på uforstyrrede prøveserier. CPTu-sonderingene er tolket i GrunnTeknikks tolkningsprogram, som bl.a. er basert på CPTu-korrelasjoner i norske leirer fra Paniagua et al. [6]. CPTu-sonderinger ble utført i BP 11B, BP 13 og BP 103. En designlinje ble valgt basert på enkelforsøk, konusforsøk og CPTu-korrelasjoner.

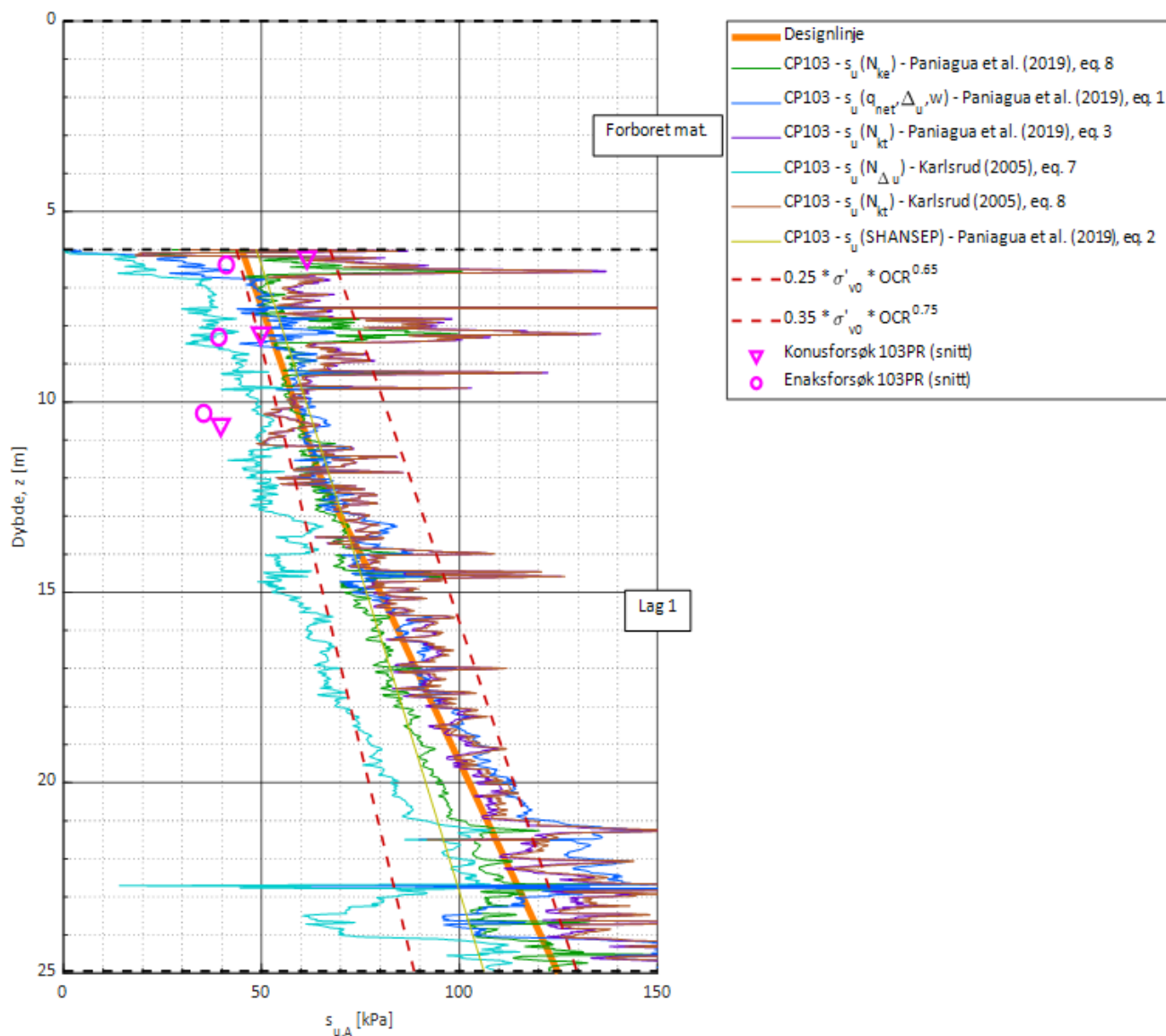
Konus- og enaksforsøk angir tilnærmet direkte udrenert skjærstyrke,  $c_{UD}$ , og justeres til aktiv styrke ut ifra ADP-faktorer, som beskrevet i kapittel 4.6.3. Valgte designlinjer for profil Ila-1, Ila-2 og Ila 3 er vist i Figur 9 til Figur 11.



Figur 5 Tolkning av CPTu-sondering i BP 11B for profil Ila-1, med valgt designlinje.



Figur 6 Tolkning av CPTu-sondering i BP 13 for profil Ila-2, med valgt designlinje.



Figur 7 Tolkning av CPTu-sondering i BP 103 for profil Ila-3, med valgt designlinje.

### 4.6.3 ADP-faktorer

Det er benyttet ADP-faktorer iht. anbefalinger i NIFS rapport 14/2014, ref. [7]. Utført flytegrenseforsøk viser at alle 3 prøveserier fra BP11B, 13 og 103 indikerer at plastisitetsindeksen er 10 % eller mindre. For  $I_p \leq 10$  gjelder følgende;

$$A_a = 1,00, A_d = 0,63 \text{ og } A_p = 0,35 \quad (A_d = c_{uD}/c_{uA} \text{ og } A_p = c_{uP}/c_{uA})$$

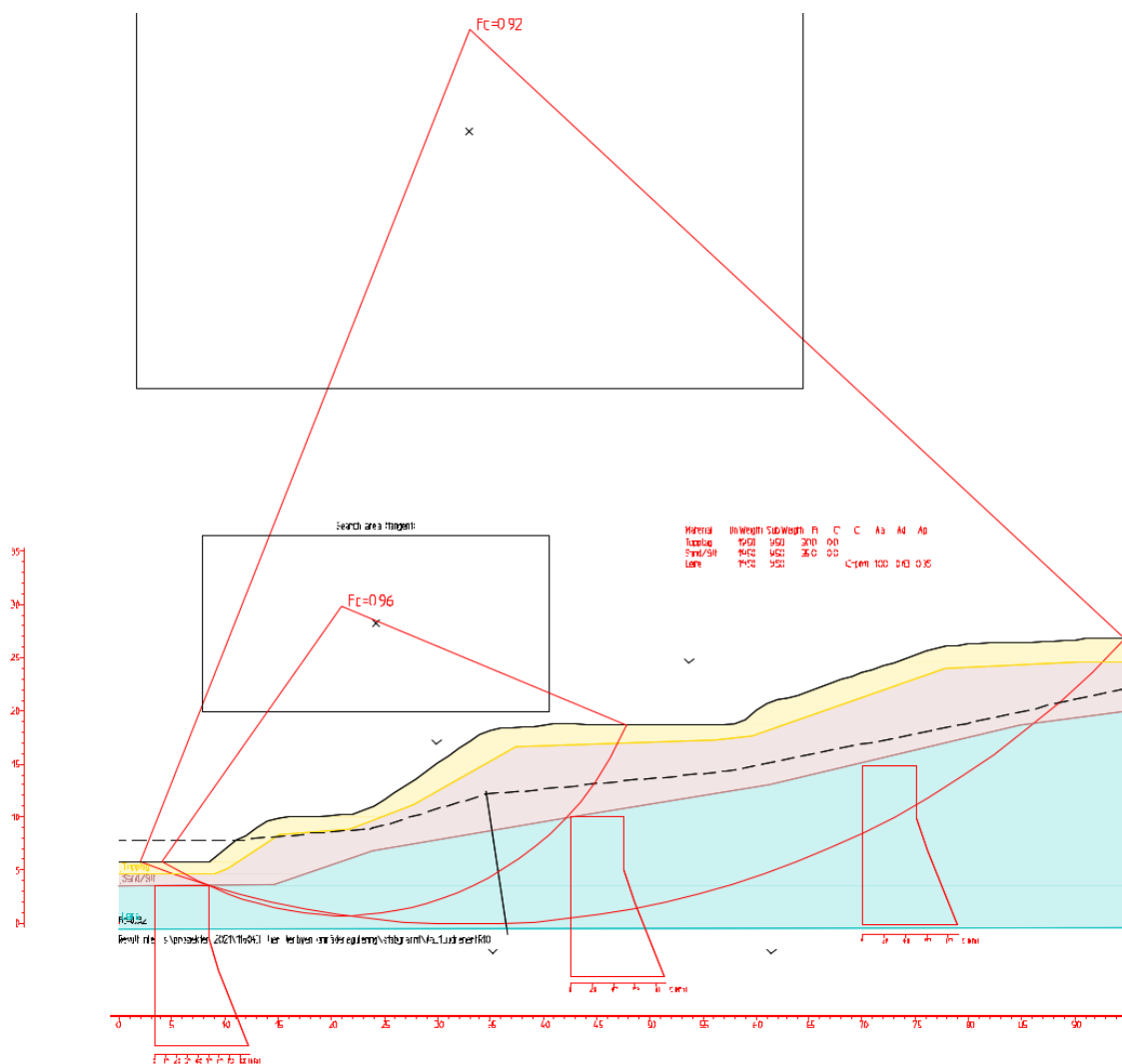
## 5 Beregninger

### 5.1 Utførte stabilitetsberegninger og resultater

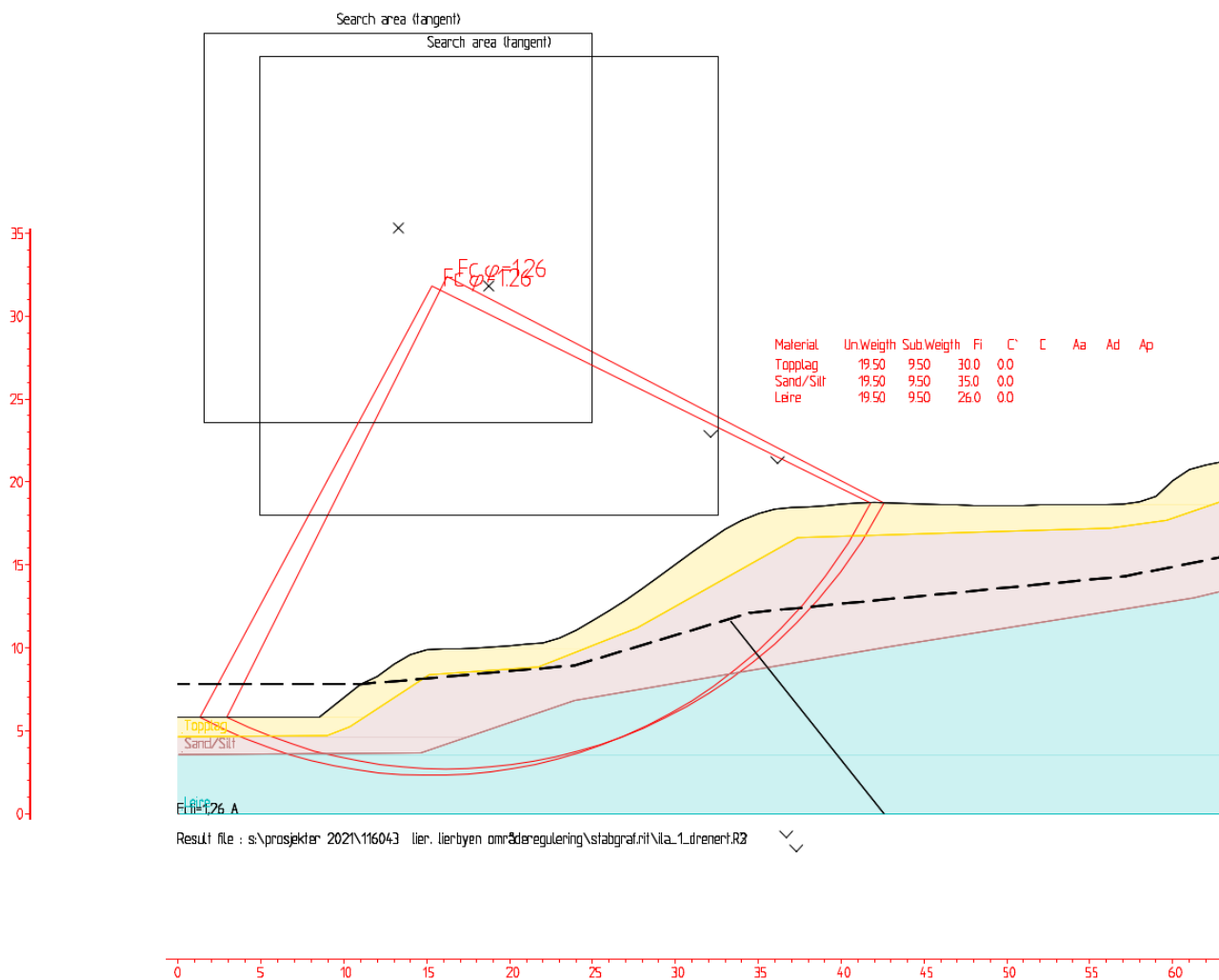
Stabilitetsberegningene er utført i programmet GeoSuite Stability, versjon 22.0.2.0. Beregningene er gjort for plan spenningstilstand (2D). Vurderte problemstillinger er oppsummert i Tabell 4 og beregningsresultatene er presentert i Tabell 5.

Tabell 4 Utførte beregninger.

Beregningsnr.	Beskrivelse	Sikkerhetsfaktor	Figur nr.
1	Profil Ila-1. Dagens situasjon. Udrenert.	0,92	10
2	Profil Ila-1. Dagens situasjon. Drenert.	1,26	11
3	Profil Ila-2. Dagens situasjon. Udrenert.	0,85	12
4	Profil Ila-2. Dagens situasjon. Drenert.	0,92	13
5	Profil Ila-3. Dagens situasjon. Udrenert.	1,25	14
6	Profil Ila-3. Dagens situasjon. Drenert.	1,19	15

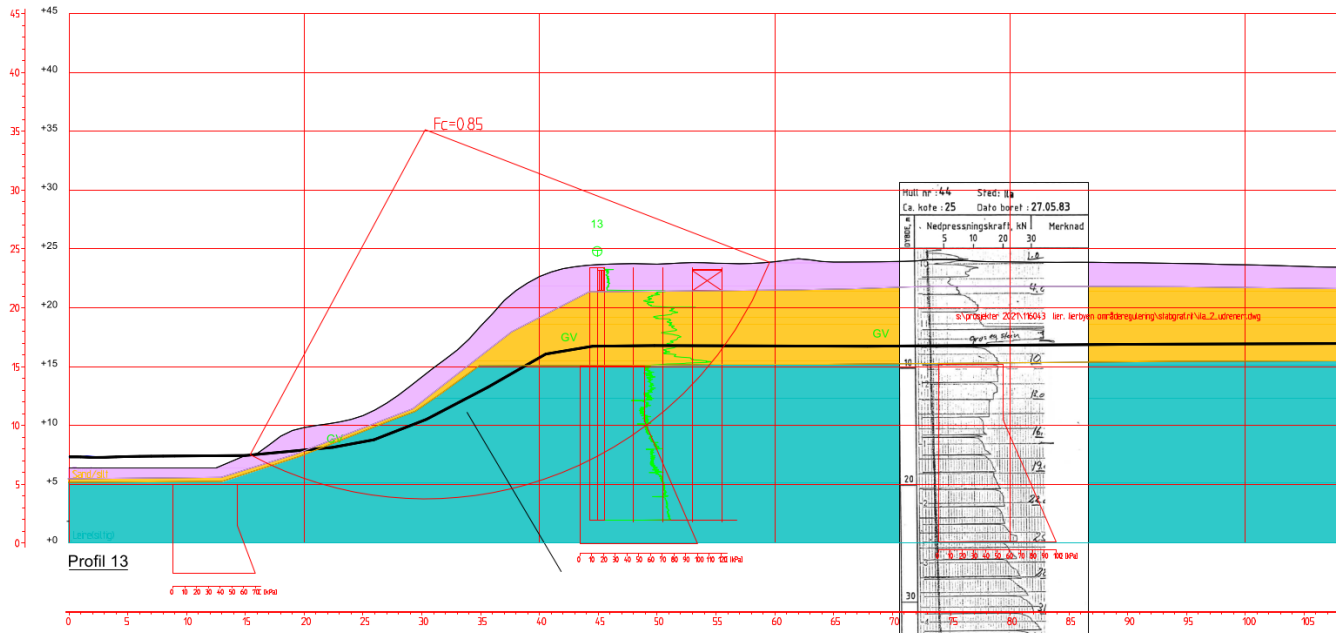


Figur 8 Utsnitt fra beregning 1 (Profil Ila-1, udrenert). Oppnådd sikkerhetsfaktor 0,92.

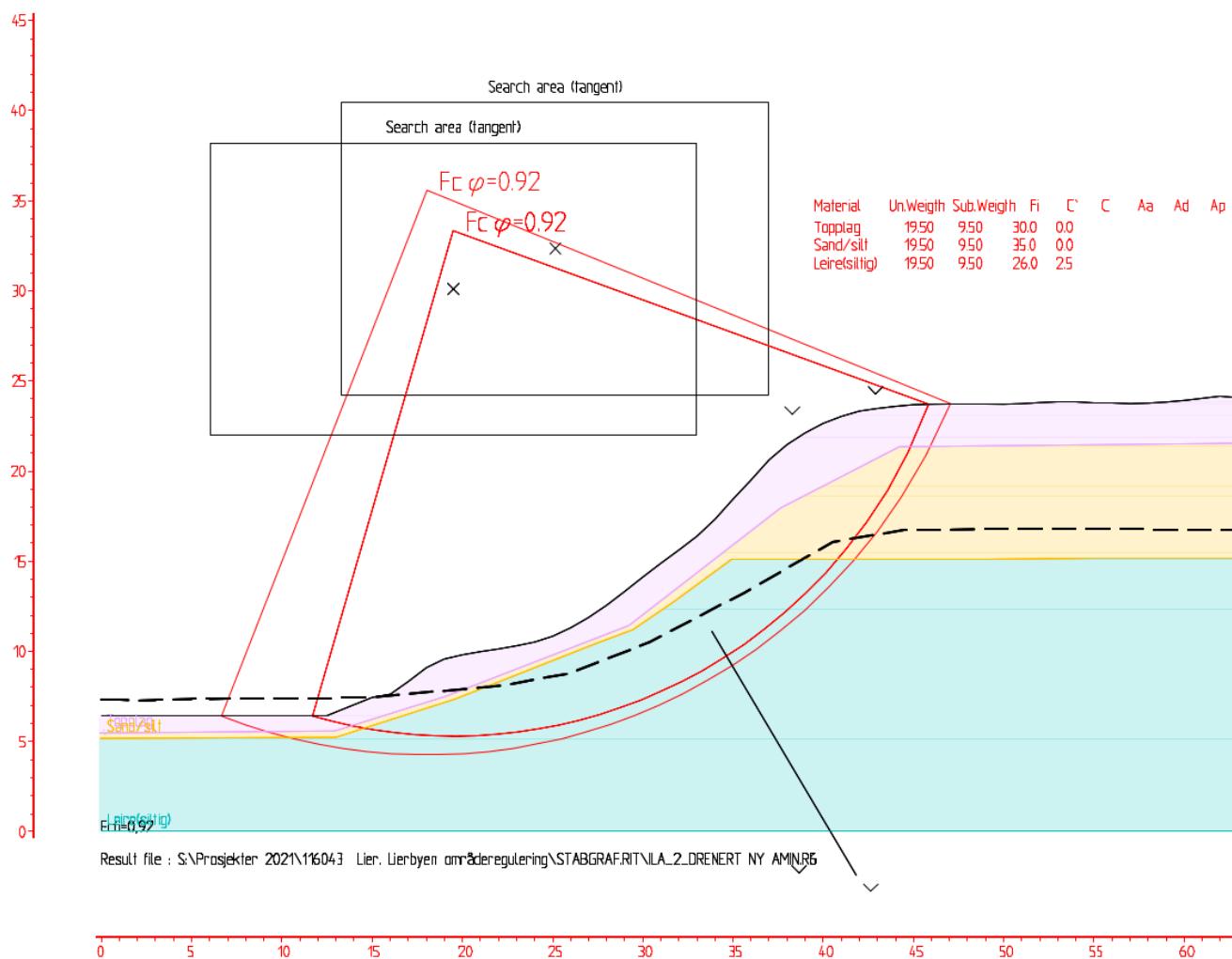


Figur 9 Utsnitt fra beregning 2 (Profil Ila-1, drenert). Oppnådd sikkerhetsfaktor 1,26.

Material	Lin	Wegh	SubWegh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.50	9.50	30.0	0.0					
Sand/silt	19.50	9.50	33.0	0.0					
Leirefallig	19.50	9.50			C-prof	100	0.63	0.35	

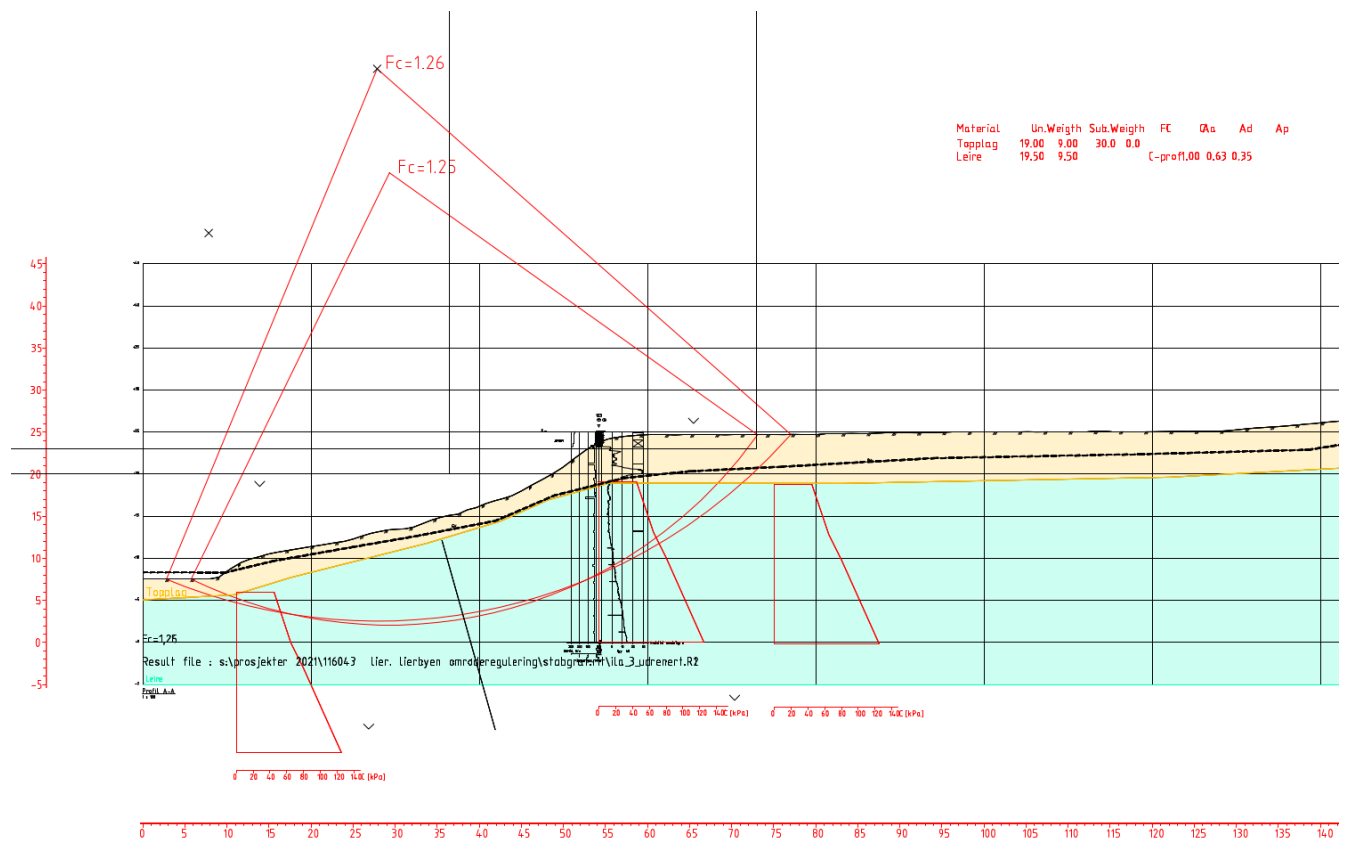


Figur 10 Utsnitt fra beregning 3 (Profil Ila-2, udrenert). Oppnådd sikkerhetsfaktor 0,85.

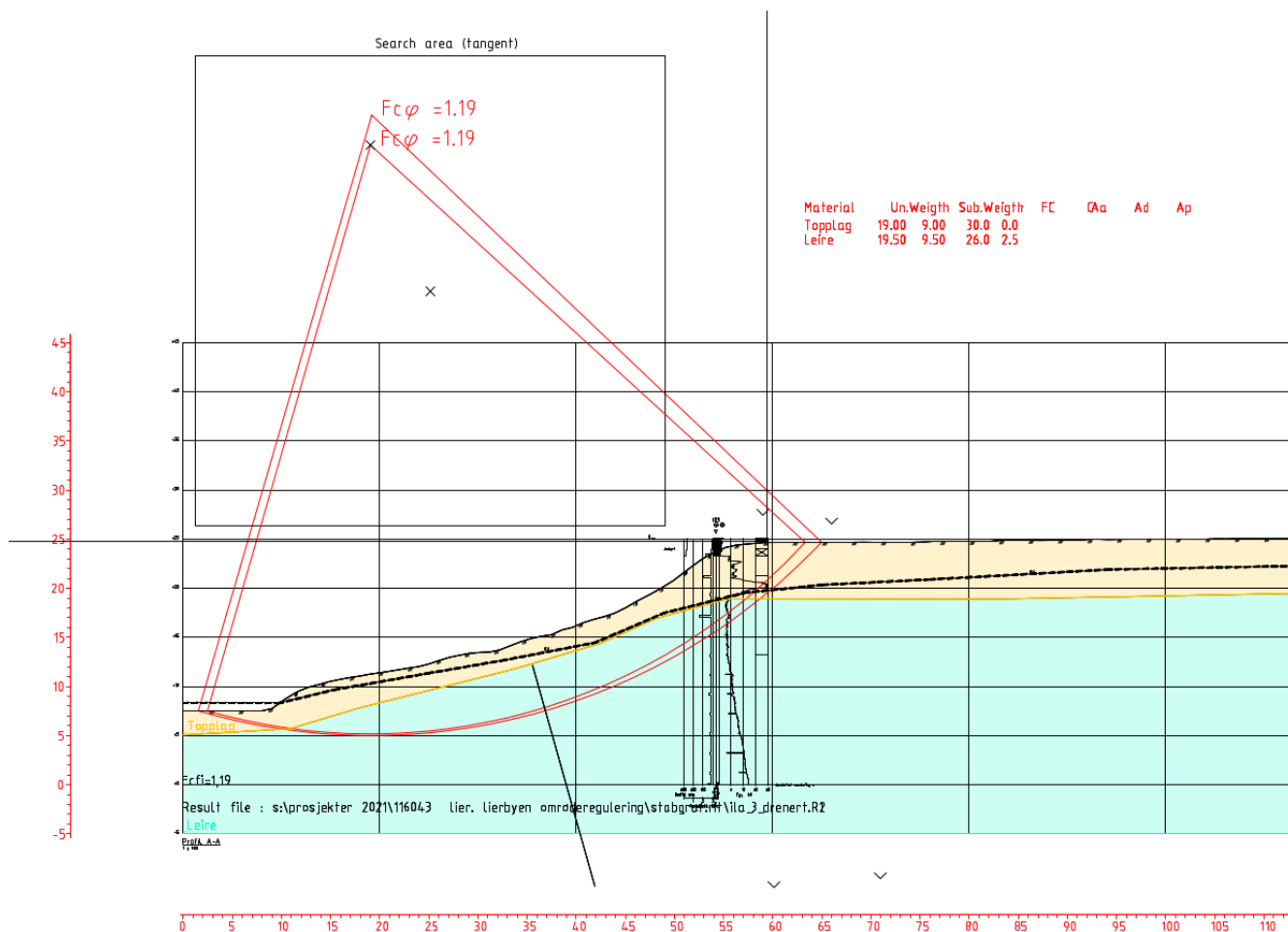


Figur 11 Utsnitt fra beregning 4 (Profil Ila-2, drenert). Oppnådd sikkerhetsfaktor 0,92.





Figur 12 Utsnitt fra beregning 5 (Profil 11a-3, udrenert). Oppnådd sikkerhetsfaktor 1,25.



Figur 13 Utsnitt fra beregning 6 (Profil 11a-3, drenert). Oppnådd sikkerhetsfaktor 1,19.

## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Lier. Lierbyen områderegulering – faresone Ila, Stabilitet	Dokument nr: 118260tb1
Oppdragsgiver: Lier. Lierbyen områderegulering – faresone Ila	Dato: 06.11.2024
Emne/Tema: Stabilitet	

Sted	
Land og fylke: Norge, Buskerud	Kommune: Lier
Sted: Lierbyen	
UTM sone:	

Kvalitetssikring/dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent av:
00	Originaldokument	30.09.24 Mohammed Amin Cherif	18.10.2024 Eirik Hegland	06.11.2024 Eirik Hegland

## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. MAC	Dato 18.06.2024	Oppdrag	Oppdrag nr. 118260
Ktr. EH	Dato 19.06.2024	Områdestabilitet IIa, Lierbyen	Side nr. 1

**Fargekoder:**

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	11bcpt.cpt
Borpunkt nr.:	11b
Dato for utførelse:	14.08.2023
Borleder:	Olav
Terrengnivå [m]:	26,7
Forboringsdybde [m]:	2
Grunnvannstand [m]:	4,2
Stopp dybde [m]:	20,0
Stoppkode:	90

## Forsøkstype

- CPTU på land  
 CPTU på sjø

Evt. korrigering z verdier [m] 0

Evt. korrigering u2 verdier [kPa] 0

Format .cpt logfil

GeoTech CPTU (D=..QC=..FS=..U=..TA=..O=..B=..)

Sonde nr.:	5694
Programvare:	CPTLOG-2.00
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,866
Korreksjonsfaktor, b [-]:	0

Sjekket/korrigert med sertifikat (ja/nei) : ja

Sjekket/korrigert med sertifikat (ja/nei) : ja

Nullpunktsverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	7139,7	7140,9	1,2	0,0	1
Friksjon:	113	112,9	0,1	0,1	1
Poretrykk:	262,2	262,3	0,1	0,0	1

	Avvik [ $\Delta\sigma$ ]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	24,6	4

Krav maks. 15 grader iht. NGF melding nr. 5 for å kunne bruke forsøket.

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,56	2,8	>4

Beregnet ut fra målt helning (z-verdier korrigeres for beregnet avvik).

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	3,94

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: Klasse 1, sett bort fra helningavvik.

Iht. NGF melding nr. 5 "Utførelse av trykksondering".

Evt. kommentarer til forsøket:





# Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

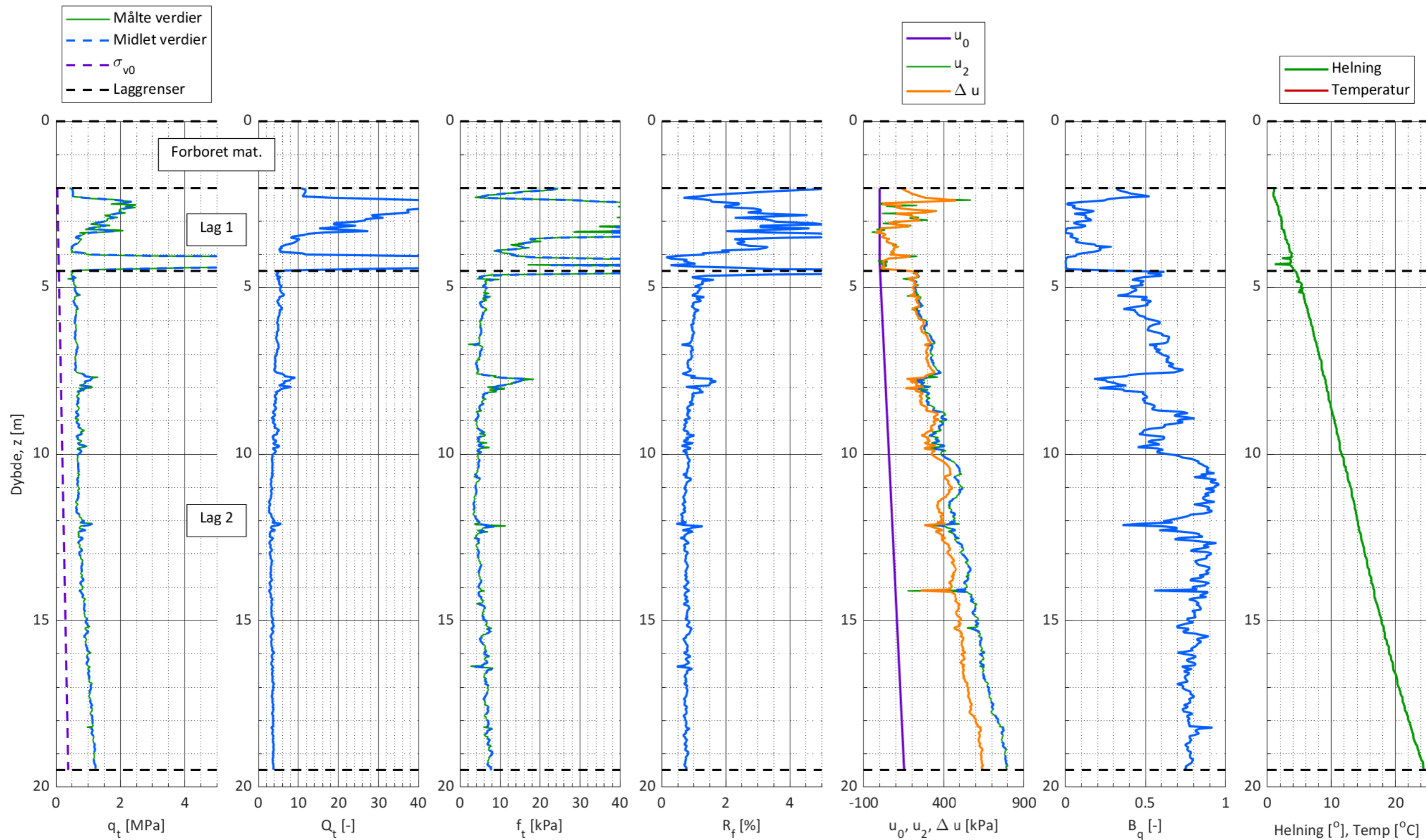
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	18.06.2024	Områdestabilitet Ila, Lierbyen	118260	11b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4,2	3

Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering):

	q <sub>t</sub> [Mpa]	Q <sub>t</sub> [-]	f <sub>t</sub> [kPa]	R <sub>f</sub> [%]	u <sub>0</sub> [kPa]	B <sub>q</sub> [-]	Helning [^o]
x_min						0	
x_max	5	40	40		5		

Målte parametere (q<sub>c</sub>, f<sub>s</sub> og u<sub>2</sub>) er korrigert iht. SGI (2015)



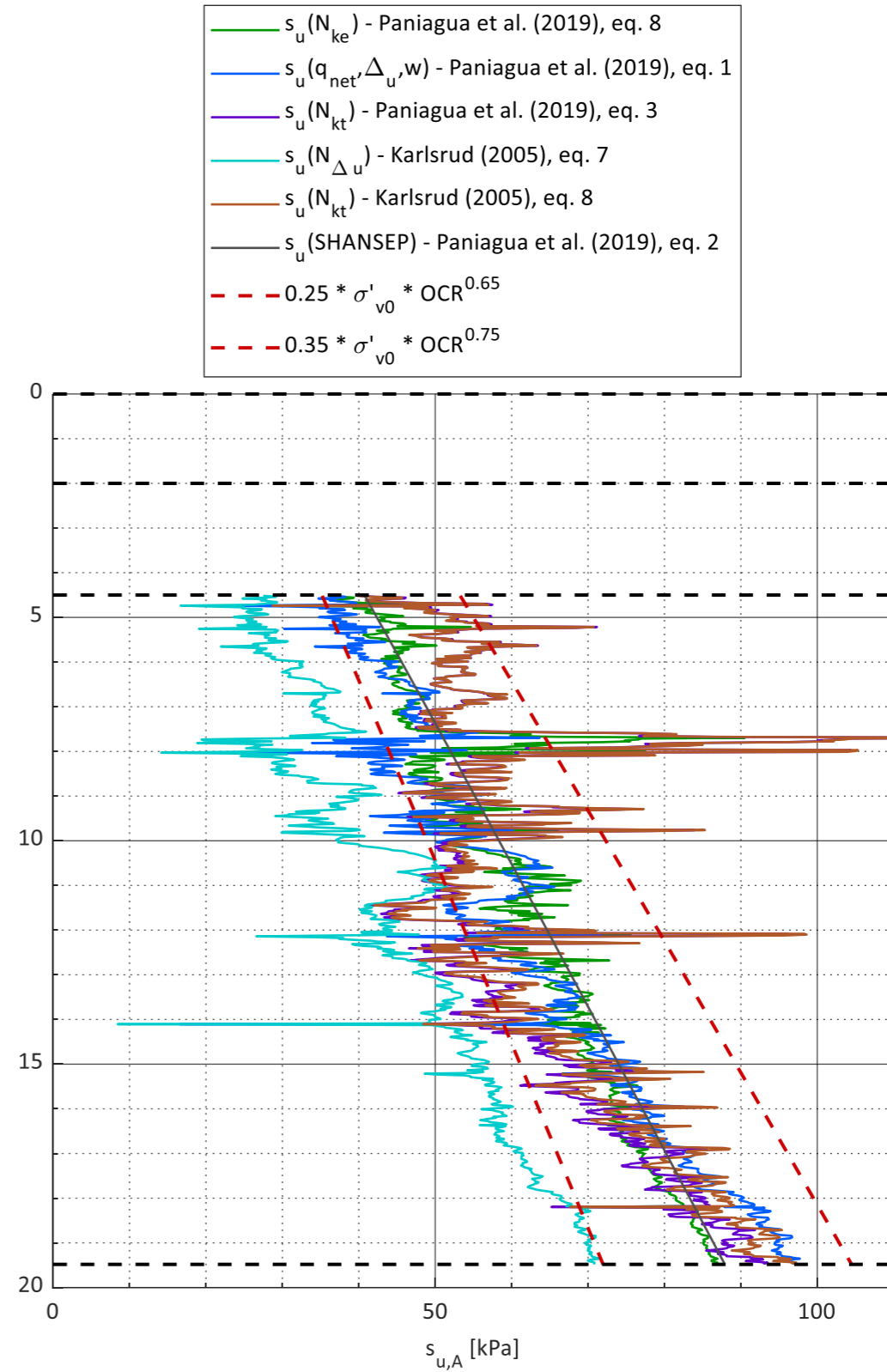
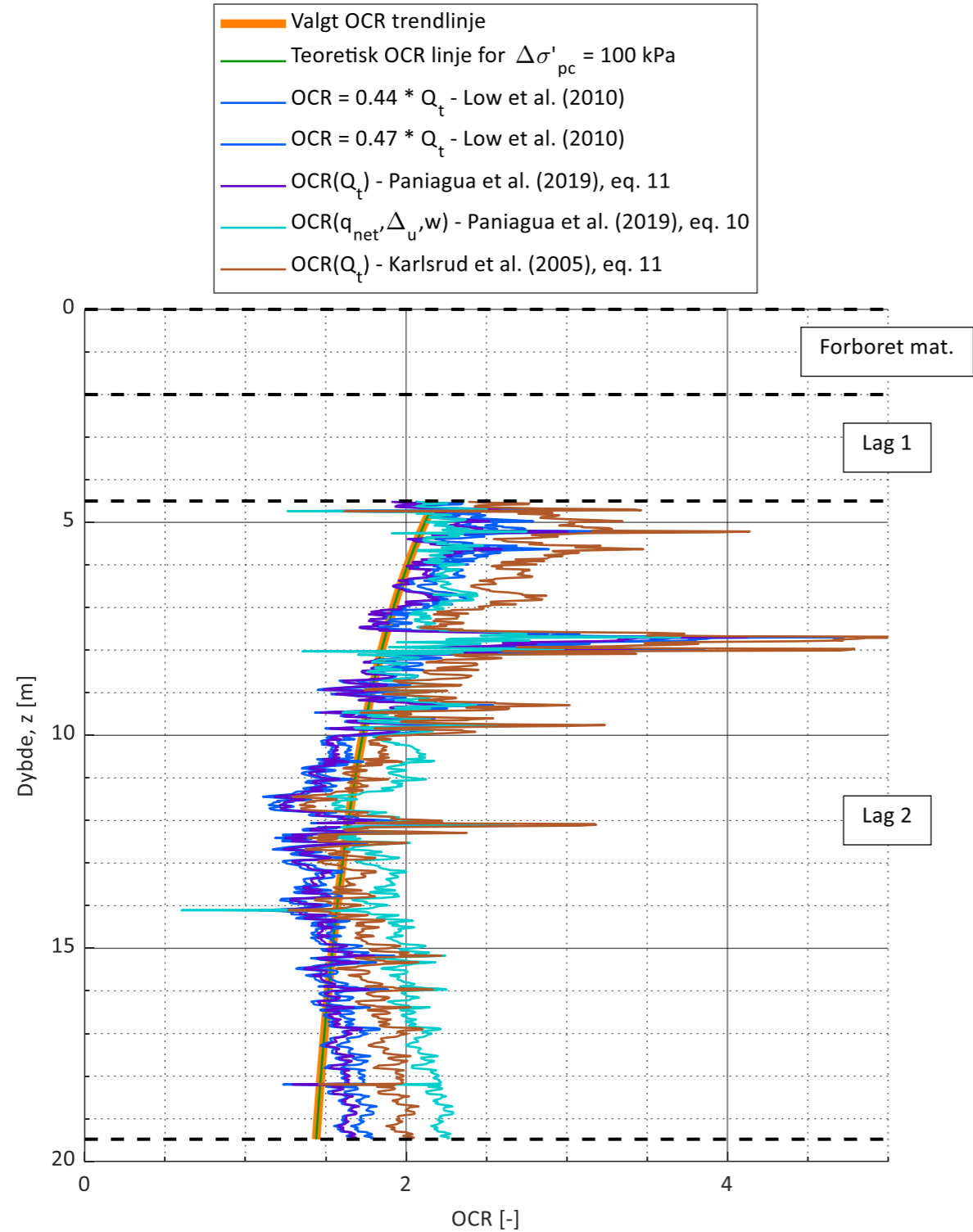


# Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	18.06.2024	Områdestabilitet Ila, Lierbyen	118260	11b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024	4,2	4	

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	
x_max	5      110



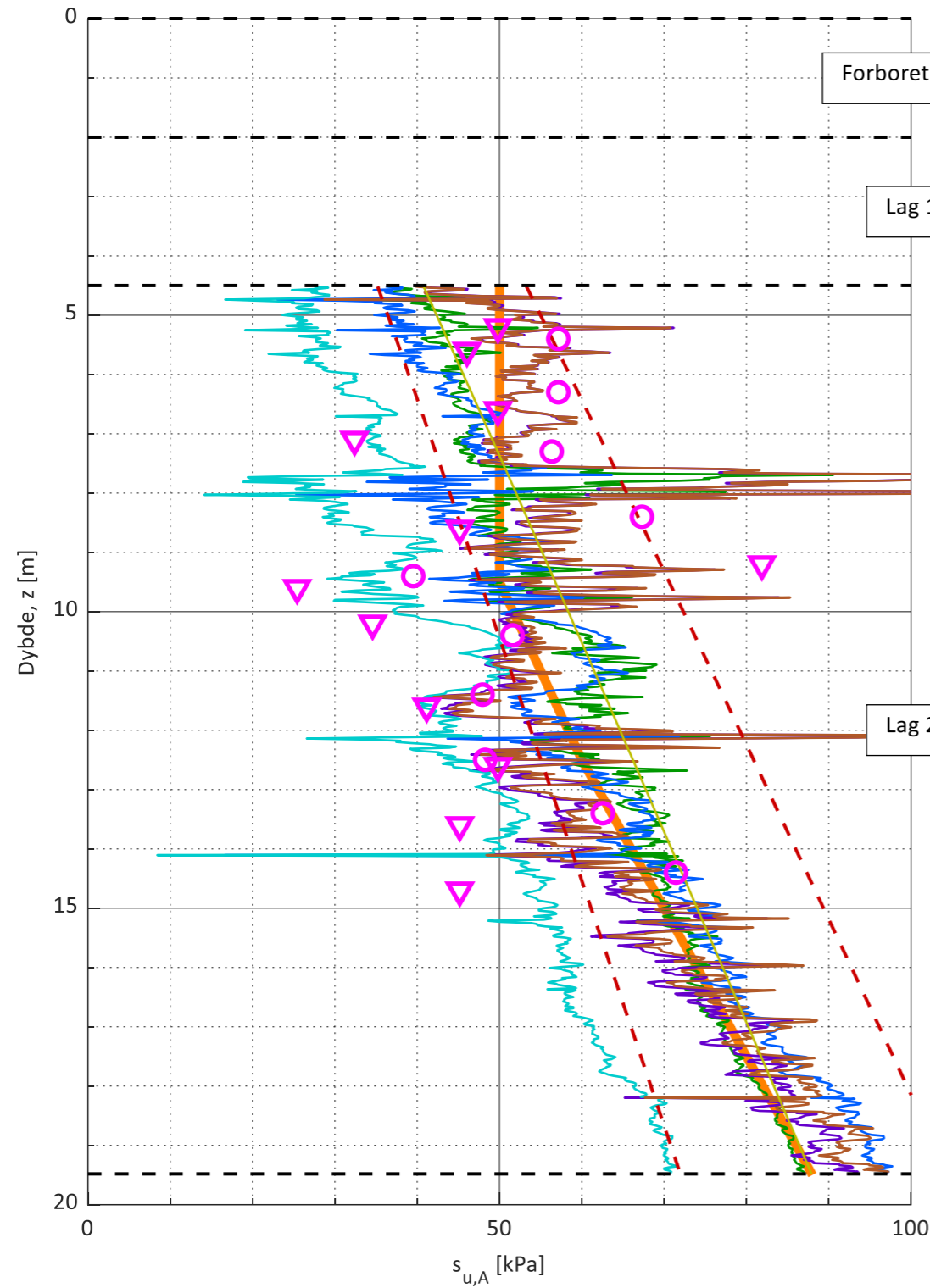


# Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	18.06.2024	Områdestabilitet Ila, Lierbyen	118260	11b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4,2	5

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	100



- Designlinje
- BP11b -  $s_u(N_{ke})$  - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- BP11b -  $s_u(q_{net}, \Delta_u, w)$  - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- BP11b -  $s_u(N_{kt})$  - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- BP11b -  $s_u(N_{\Delta u})$  - Karlsrud (2005), eq. 7
- BP11b -  $s_u(N_{kt})$  - Karlsrud (2005), eq. 8
- BP11b -  $s_u$  (SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - -  $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - -  $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- ▽ Konusforsøk 112PR (snitt)
- Enaksforsøk 112PR (snitt)

z [m]	s_u [kPa]
4,5	50
9,5	50
12,5	60
19,5	88





# Tolkning CPTU

Effektivspenningsparametere NTH metoden

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	18.06.2024	Områdestabilitet Ila, Lierbyen	118260	11b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4,2	6

Lagdeling	Toppnivå	Plot [1/0]
Forboret	0,0	-
Lag 1	2,0	1
Lag 2	4,5	1
Lag 3		
Lag 4		
Lag 5		
Lag 6		
Lag 7		
Lag 8		
Lag 9		
Lag 10		
Lag 11		
Lag 12		
Lag 13		
Lag 14		
Lag 15		
Lag 16		
Lag 17		
Lag 18		
Lag 19		
Lag 20		

Inputs	a' [kPa]	β [°]
Formel 1	0,0	-10,0
Formel 2	5,0	-10,0
Formel 3		
Formel 4		
Formel 5		
Formel 6		

Data treksforsøk	
Plot tittel	
z [m]	φ [°]

## Styrende ligning - Sandven (1990)

$$N_m = (N_q - 1) / (1 + N_u * B_{q2}) = (q_t - \sigma_{v0}) / (\sigma'_{v0} + a')$$

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * \exp((\pi - 2 * \beta) * \tan(\varphi'))$$

$$N_u = 6 * \tan(\varphi') * (1 + \tan(\varphi'))$$

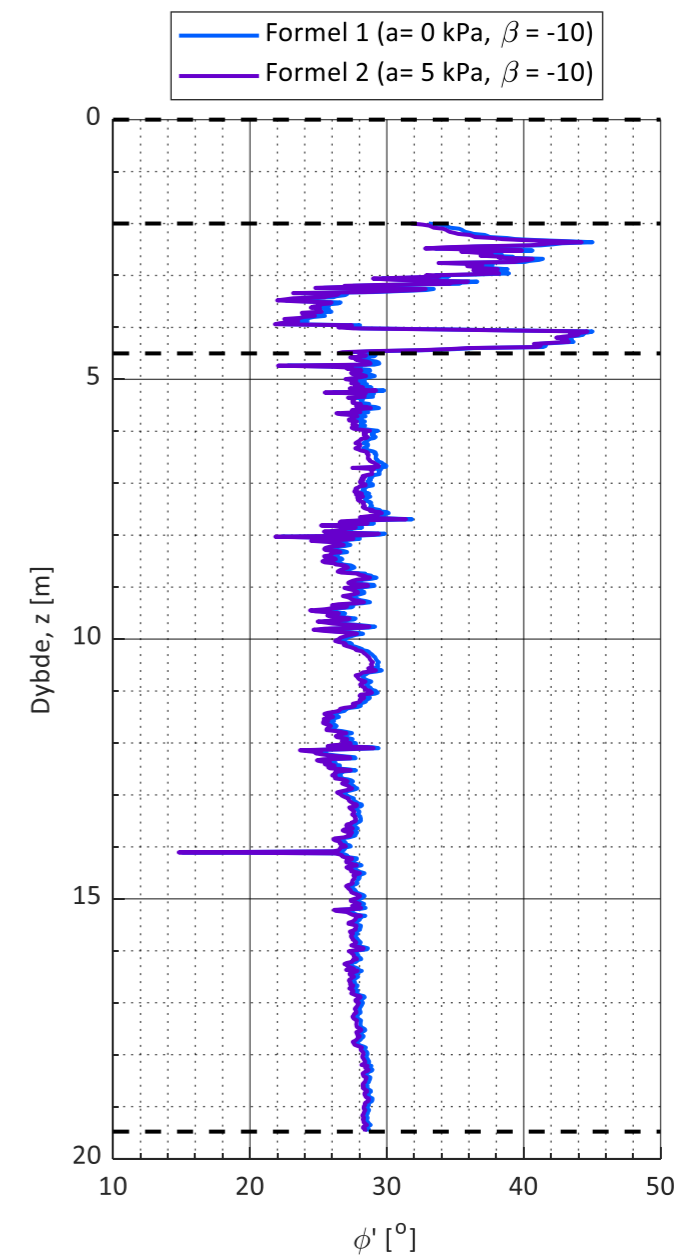
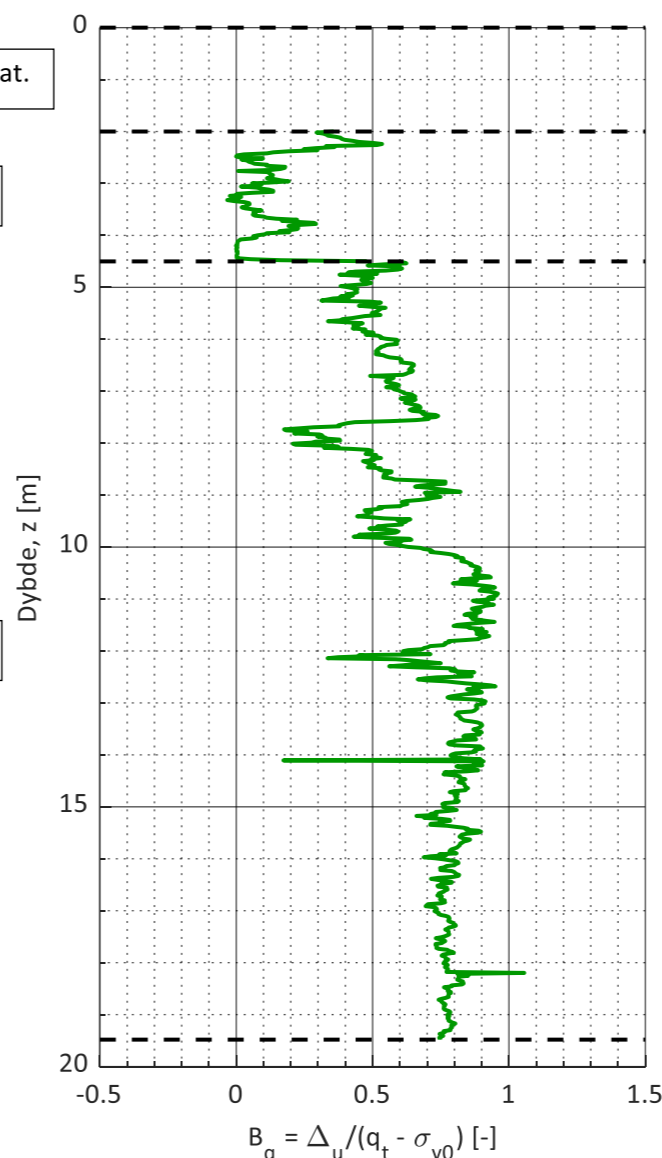
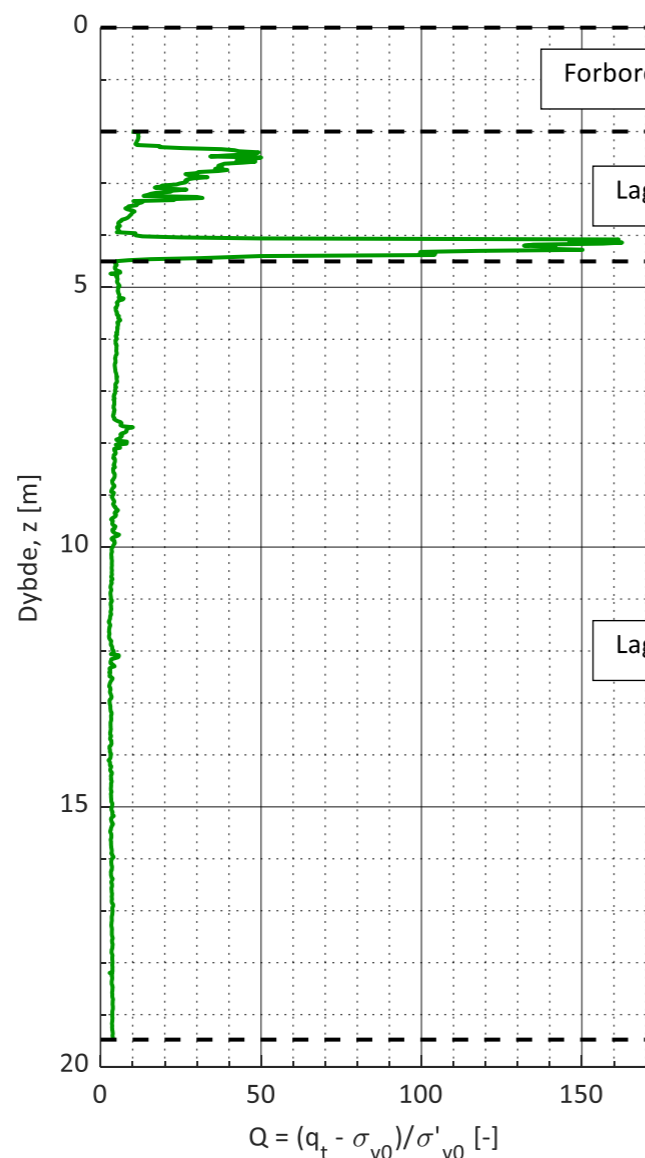
Der  $N_q$  er bæreevnfaktor spissmotstand,

$N_u$  er bæreevnfaktor poretrykk og

$\beta$  er plastifiseringsvinkel (ligger mellom -40 til +30 grader)

Manuelle plotgrenser	Q plot	B <sub>q</sub> plot	φ plot
x_max			
y_max			

Evt. kommentarer



## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. MAC	Dato 17.06.2024	Oppdrag	Oppdrag nr. 118260
Ktr. EH	Dato 19.06.2024	Områderegulering Ila, Lierbyen	Side nr. 1

**Filnavn .cpt fil:** cpt13bcptu.cpt  
**Borpunkt nr.:** cpt13b  
**Dato for utførelse:** 18.03.2024  
**Borleder:** Kjetil  
**Terrengnivå [m]:** 23,4  
**Forboringsdybde [m]:** 5  
**Grunnvannstand [m]:** 4,2  
**Stopp dybde [m]:** 23,9  
**Stoppkode:** 90

**Sonde nr.:** 4580  
**Programvare:** CPTLOG-2.00  
**Korreksjonsfaktor, a [-]:** 0,884  
**Korreksjonsfaktor, b [-]:** 0

Nullpunktsverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	3738,3	3739,2	0,9	0,0	1
Friksjon:	147,4	147,5	0,1	0,1	1
Poretrykk:	409,2	411,6	2,4	0,6	1

**Maks. helningavvik:**

Avvik [ $^{\circ}$ ]	15,6
Anv. kl.	4

Krav maks. 15 grader iht. NGF melding nr. 5 for å kunne bruke forsøket.

**Maks. vertikalt avvik målt dybde:**

[m]	0,24
[%]	1,0
Anv. kl.	>4

Beregnet ut fra målt helning (z-verdier korrigeres for beregnet avvik).

**Maks. horisontalt avvik:**

[m]	2,60
-----	------

Beregnet ut fra målt helning.

**Resulterende anvendelsesklasse:** Klasse 1, sett bort fra helnings avvik.

Iht. NGF melding nr. 5 "Utførelse av trykksondering".

**Evt. kommentarer til forsøket:**

### Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

### Forsøkstype

- CPTU på land  
 CPTU på sjø

Evt. korrigeringsverdi [m]: 0

Evt. korrigeringsverdi u2 [kPa]: 0

Format .cpt logfil

GeoTech CPTU (D=..QC=..FS=..U=..TA=..O=..B=..)

Sjekk/korrigert med sertifikat (ja/nei): ja

Sjekk/korrigert med sertifikat (ja/nei): ja



# Tolkning CPTU

Versjon 5.70 revidert 13.05.2024

## Lagdeling og klassifisering - input parametere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områderregulering Ila, Lierbyen	118260	cpt13b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4,2	2

### Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregn

### Valg av klassifiseringsdiagrammer

- Robertson( 2010) F<sub>r</sub> - Q<sub>t</sub> diagram
- Schneider et. al. (2008) U\* - Q<sub>t</sub> diagram
- Rask tolkning (uten klassifiseringsdiagrammer)

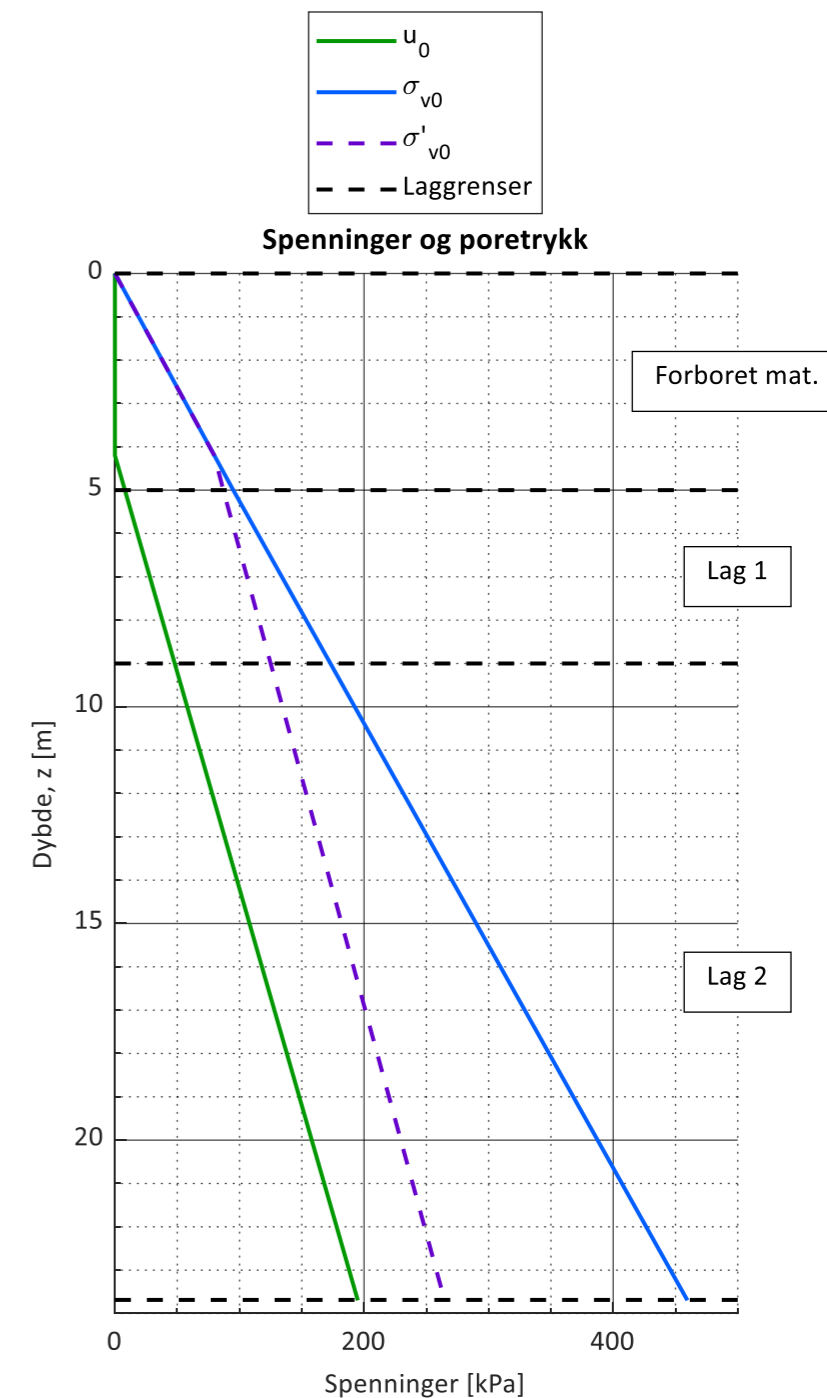
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdeling	Toppnivå [m] $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]		Klassifisering
Forboret	0,0	19	
Lag 1	5,0	19,5	Antatt sand
Lag 2	8,5	19,5	Antatt silt
Lag 3	13,5	19,5	Antatt leire(Siltig)
Lag 4			
Lag 5			
Lag 6			
Lag 7			
Lag 8			
Lag 9			
Lag 10			
Lag 11			
Lag 12			
Lag 13			
Lag 14			
Lag 15			
Lag 16			
Lag 17			
Lag 18			
Lag 19			
Lag 20			

### Beregning av u<sub>0</sub> poretrykksprofil

- Beregn poretrykksprofil fra angitt GVS
- Angi poretrykksprofil manuelt

z [m]	u <sub>0</sub> [kPa]
4,2	0
23	188





# Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

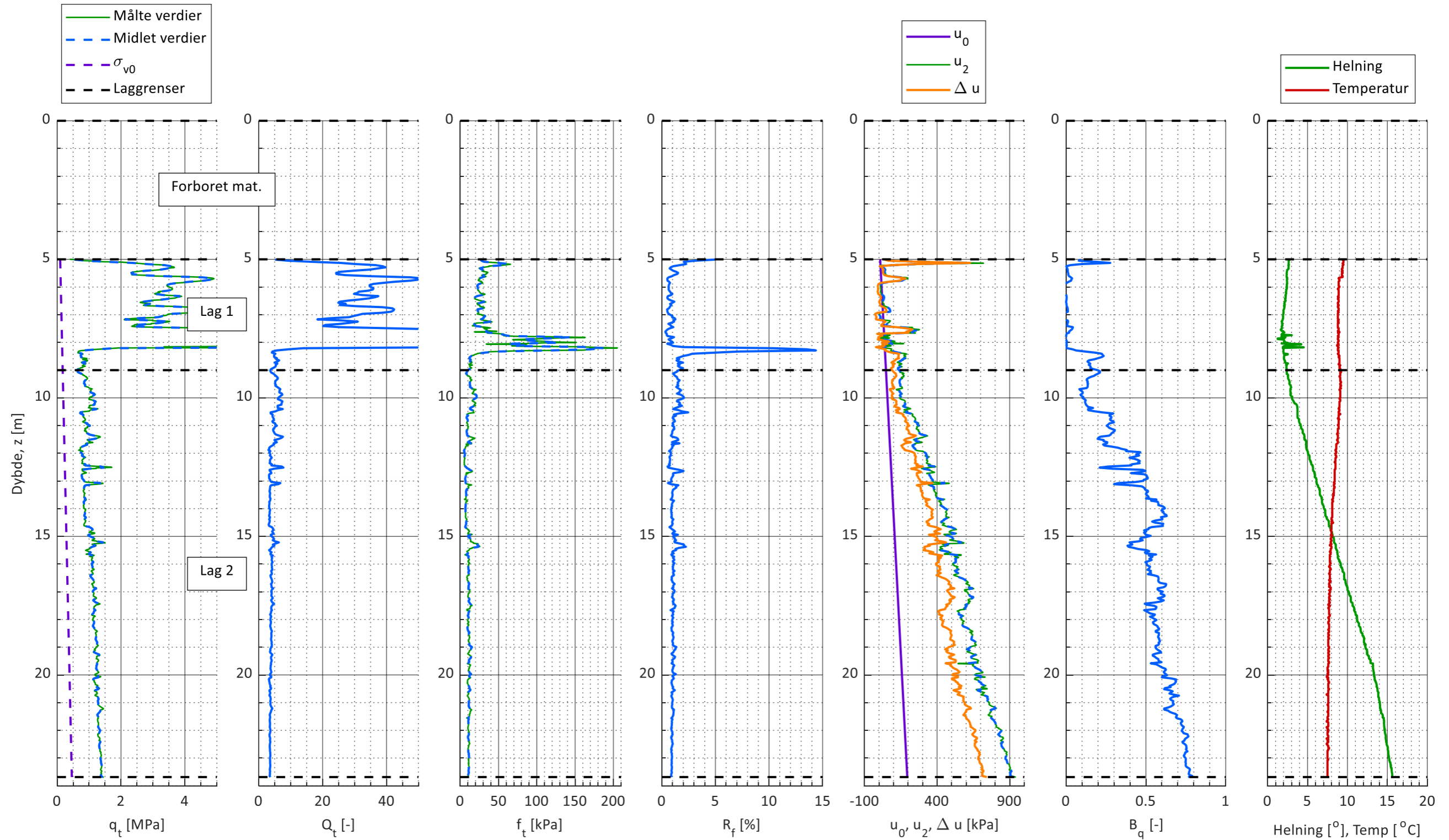
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områderregulering Ila, Lierbyen	118260	cpt13b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4,2	3

Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering):

	q <sub>t</sub> [Mpa]	Q <sub>t</sub> [-]	f <sub>t</sub> [kPa]	R <sub>f</sub> [%]	u <sub>0</sub> [kPa]	B <sub>q</sub> [-]	Helning [^o]
x_min							0
x_max	5	50					

Målte parametere (q<sub>c</sub>, f<sub>s</sub> og u<sub>2</sub>) er korrigert iht. SGI (2015)





# Tolkning CPTU

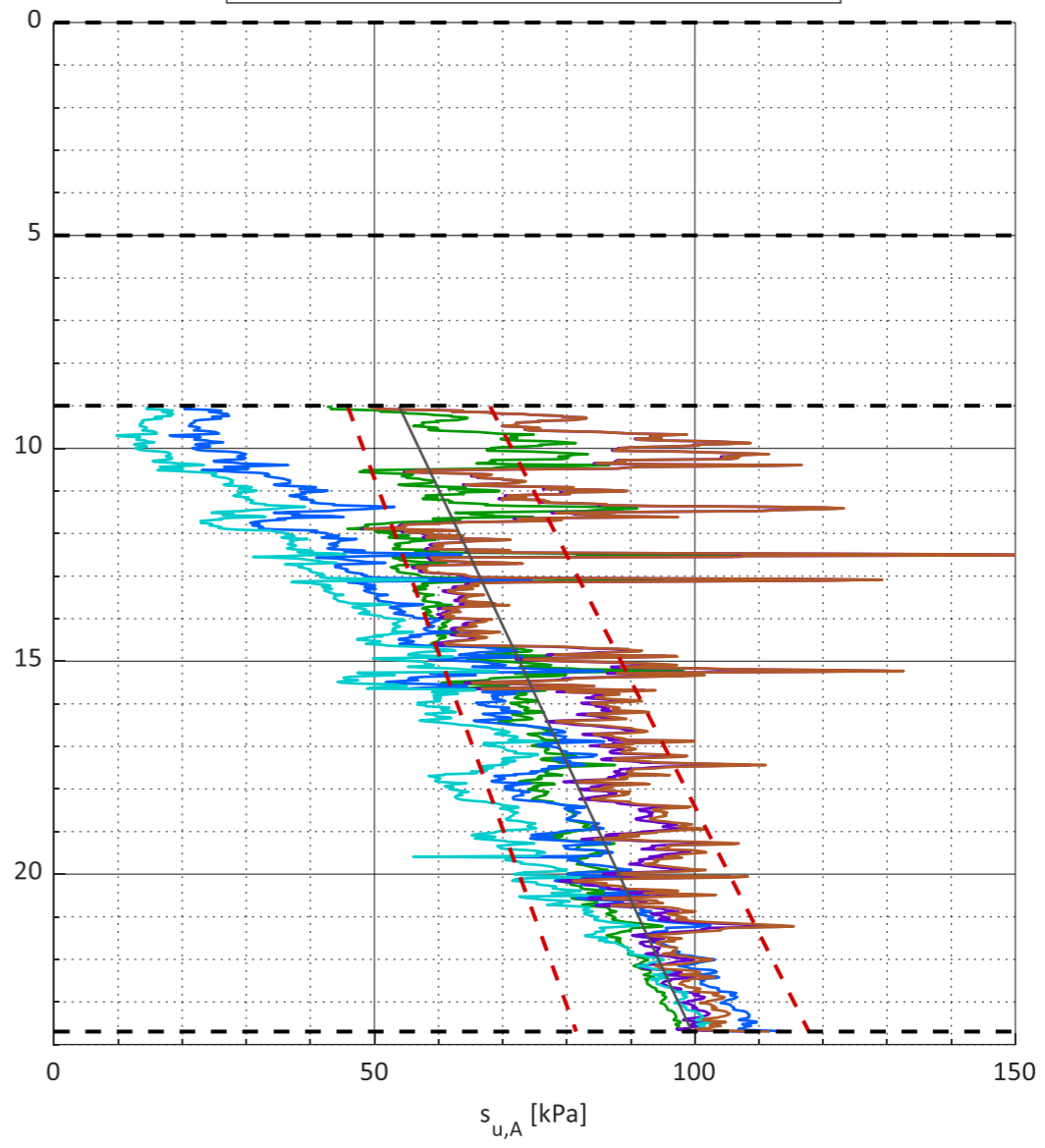
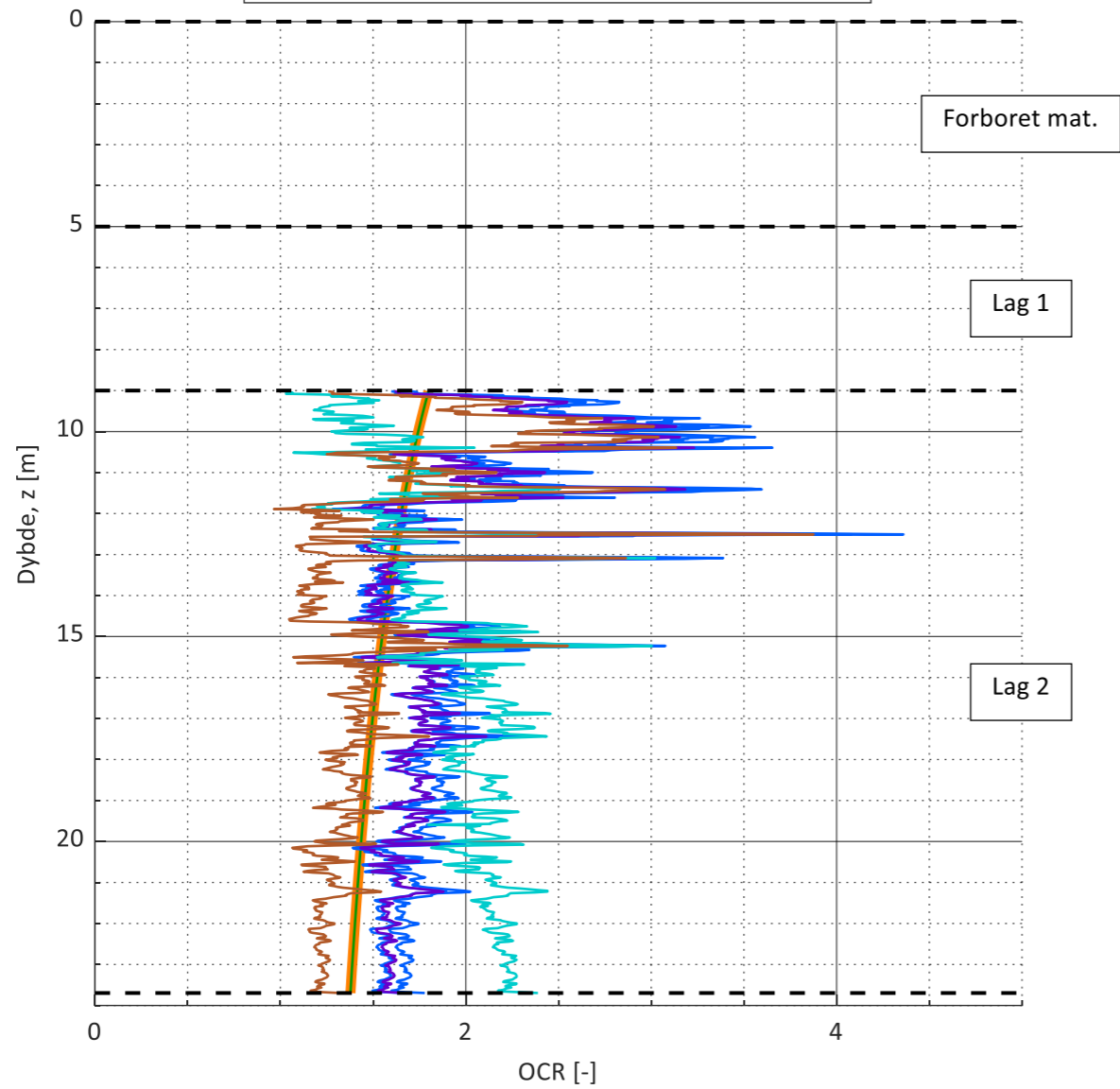
Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områderregulering Ila, Lierbyen	118260	cpt13b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024	4,2	4	

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	5      150

- Valgt OCR trendlinje
- Teoretisk OCR linje for  $\Delta\sigma'_{pc} = 100$  kPa
- OCR = 0.44 \* Q<sub>t</sub> - Low et al. (2010)
- OCR = 0.47 \* Q<sub>t</sub> - Low et al. (2010)
- OCR(Q<sub>t</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 11
- OCR(q<sub>net</sub>, Δ<sub>u</sub>, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 10
- OCR(Q<sub>t</sub>) - Karlsrud et al. (2005), eq. 11

- s<sub>u</sub>(N<sub>ke</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- s<sub>u</sub>(q<sub>net</sub>, Δ<sub>u</sub>, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- s<sub>u</sub>(N<sub>kt</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- s<sub>u</sub>(N<sub>Δu</sub>) - Karlsrud (2005), eq. 7
- s<sub>u</sub>(N<sub>kt</sub>) - Karlsrud (2005), eq. 8
- s<sub>u</sub>(SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - - 0.25 \* σ'<sub>v0</sub> \* OCR<sup>0.65</sup>
- - - 0.35 \* σ'<sub>v0</sub> \* OCR<sup>0.75</sup>







# Tolkning CPTU

Effektivspenningsparametere NTH metoden

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områderegulering Ila, Lierbyen	118260	cpt13b
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4,2	6

Lagdeling	Toppnivå	Plot [1/0]
Forboret	0,0	-
Lag 1	5,0	1
Lag 2	8,5	1
Lag 3	13,5	1
Lag 4		
Lag 5		
Lag 6		
Lag 7		
Lag 8		
Lag 9		
Lag 10		
Lag 11		
Lag 12		
Lag 13		
Lag 14		
Lag 15		
Lag 16		
Lag 17		
Lag 18		
Lag 19		
Lag 20		

Inputs

	a' [kPa]	β [°]
Formel 1	0,0	-10,0
Formel 2	5,0	-10,0
Formel 3		
Formel 4		
Formel 5		
Formel 6		

Data treksforsøk

Plot tittel	z [m]	φ [°]

## Styrende ligning - Sandven (1990)

$$N_m = (N_q - 1) / (1 + N_u * B_{q2}) = (q_t - \sigma_{v0}) / (\sigma'_{v0} + a')$$

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * \exp((\pi - 2 * \beta) * \tan(\varphi'))$$

$$N_u = 6 * \tan(\varphi') * (1 + \tan(\varphi'))$$

Der N<sub>q</sub> er bæreevnfaktor spissmotstand,

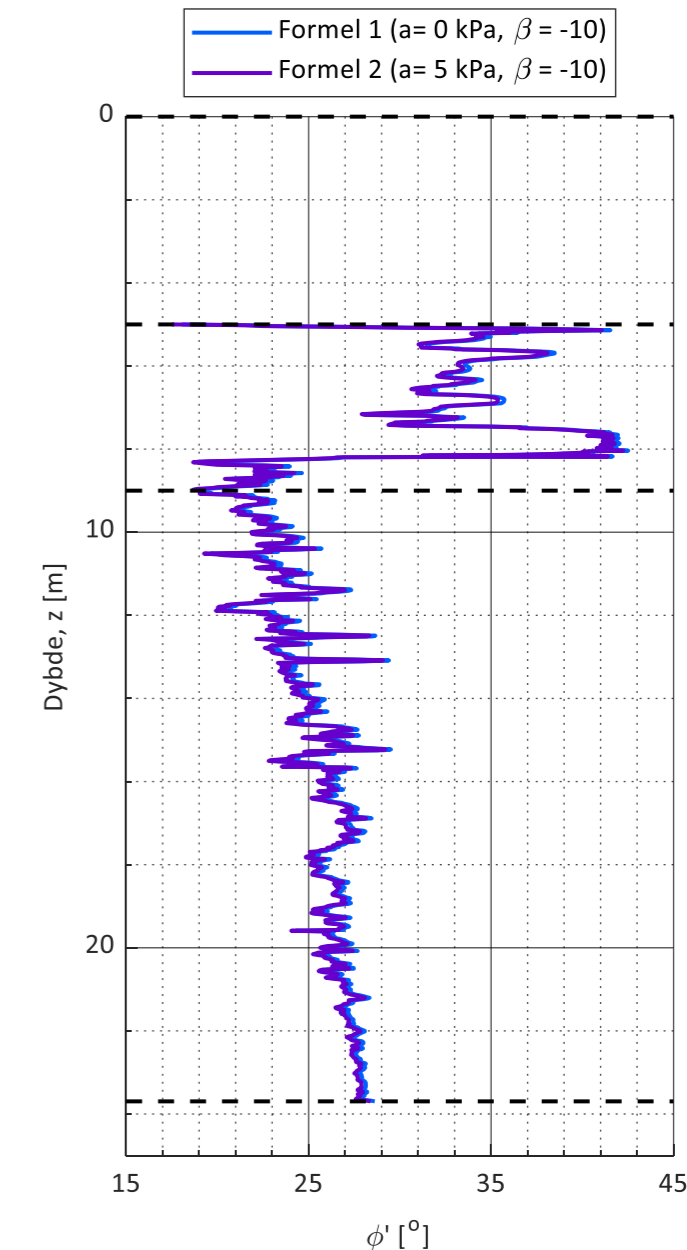
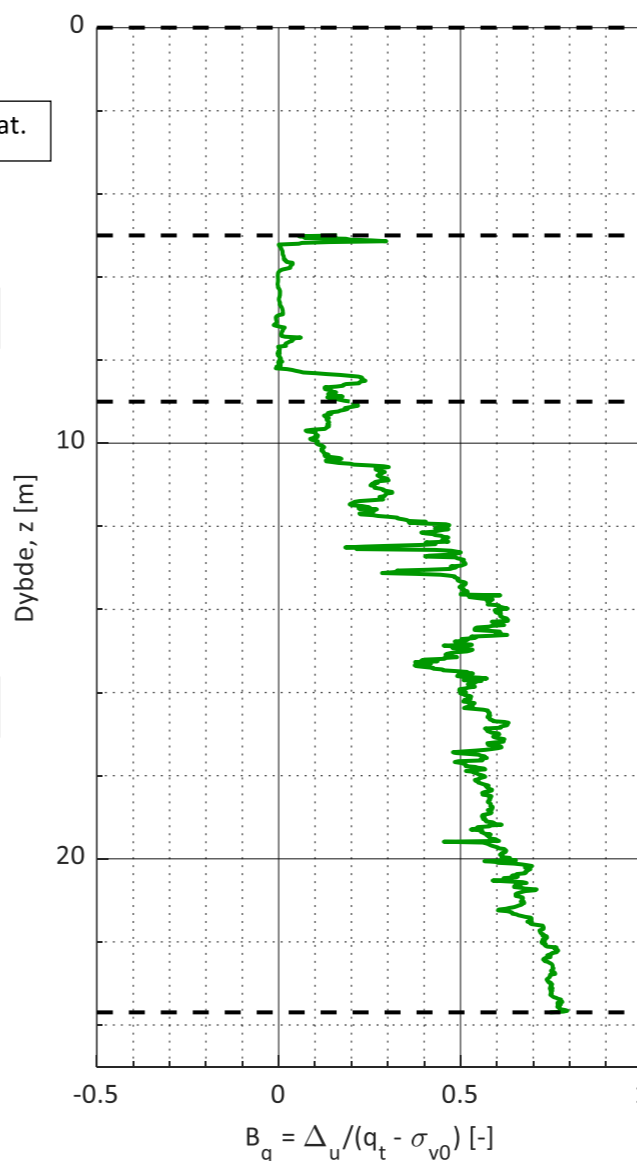
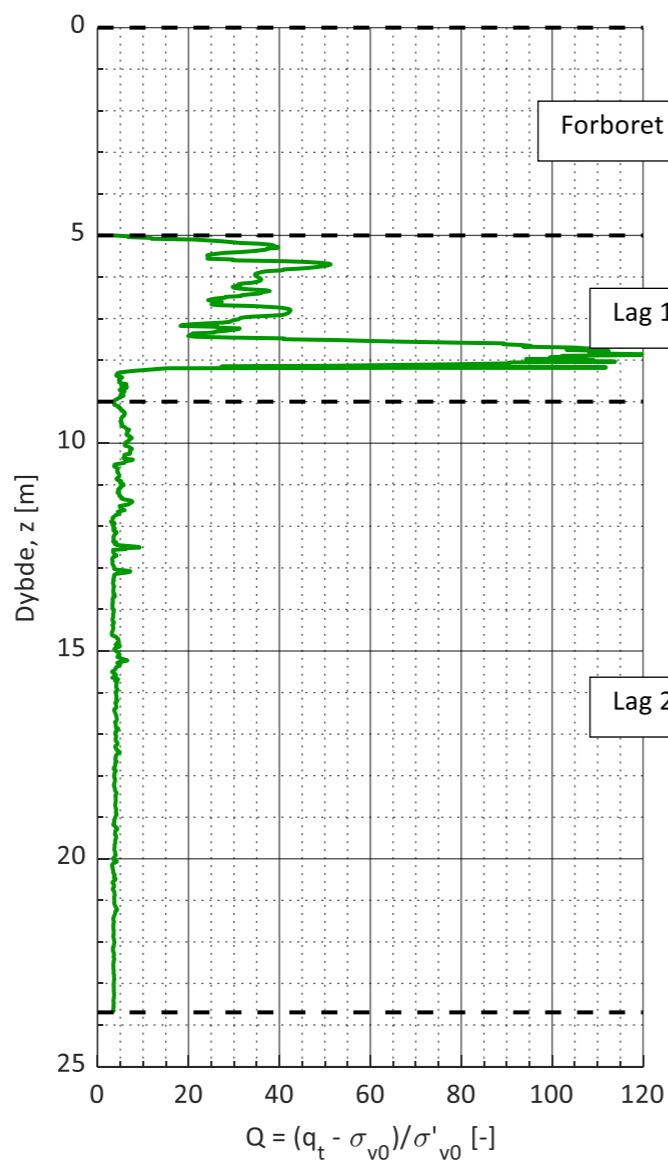
N<sub>u</sub> er bæreevnfaktor poretrykk og

β er plastifiseringsvinkel (ligger mellom -40 til +30 grader)

Manuelle plotgrenser

	Q plot	B <sub>q</sub> plot	φ plot
x_max			
y_max			

Evt. kommentarer



## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. MAC	Dato 17.06.2024	Oppdrag	Oppdrag nr. 118260
Ktr. EH	Dato 19.06.2024	Områdestabilitet IIa	Side nr. 1

**Fargekoder:**

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	103cptu.cpt
Borpunkt nr.:	103
Dato for utførelse:	18.03.2024
Borleder:	Kjetil
Terrengnivå [m]:	25,1
Forboringsdybde [m]:	6
Grunnvannstand [m]:	4
Stopp dybde [m]:	25,1
Stoppkode:	90

**Forsøkstype**

- CPTU på land  
 CPTU på sjø

Evt. korrigering z verdier [m] 0

Evt. korrigering u2 verdier [kPa] 0

Format .cpt logfil

GeoTech CPTU (D=..QC=..FS=..U=..TA=..O=..B=..)

Sonde nr.:	4580
Programvare:	CPTLOG-2.00
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,884
Korreksjonsfaktor, b [-]:	0

Sjekket/korrigert med sertifikat (ja/nei) : ja

Sjekket/korrigert med sertifikat (ja/nei) : ja

Nullpunktsverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	3741	3731,9	9,1	0,2	1
Friksjon:	147,6	147,7	0,1	0,1	1
Poretrykk:	410,1	411,2	1,1	0,3	1

	Avvik [°]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	45,0	4

Krav maks. 15 grader iht. NGF melding nr. 5 for å kunne bruke forsøket.

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,11	0,4	3/4

Beregnet ut fra målt helning (z-verdier korrigeres for beregnet avvik).

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	1,80

Beregnet ut fra målt helning.

**Resulterende anvendelsesklasse:** Klasse 1, sett bort fra helnings avvik.

Iht. NGF melding nr. 5 "Utførelse av trykksondering".

**Evt. kommentarer til forsøket:**





# Tolkning CPTU

Versjon 5.70 revidert 13.05.2024

## Lagdeling og klassifisering - input parametere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områdestabilitet Ila	118260	103
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4	2

### Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

### Valg av klassifiseringsdiagrammer

- Robertson( 2010) F<sub>r</sub> - Q<sub>t</sub> diagram
- Schneider et. al. (2008) U\* - Q<sub>t</sub> diagram
- Rask tolkning (uten klassifiseringsdiagrammer)

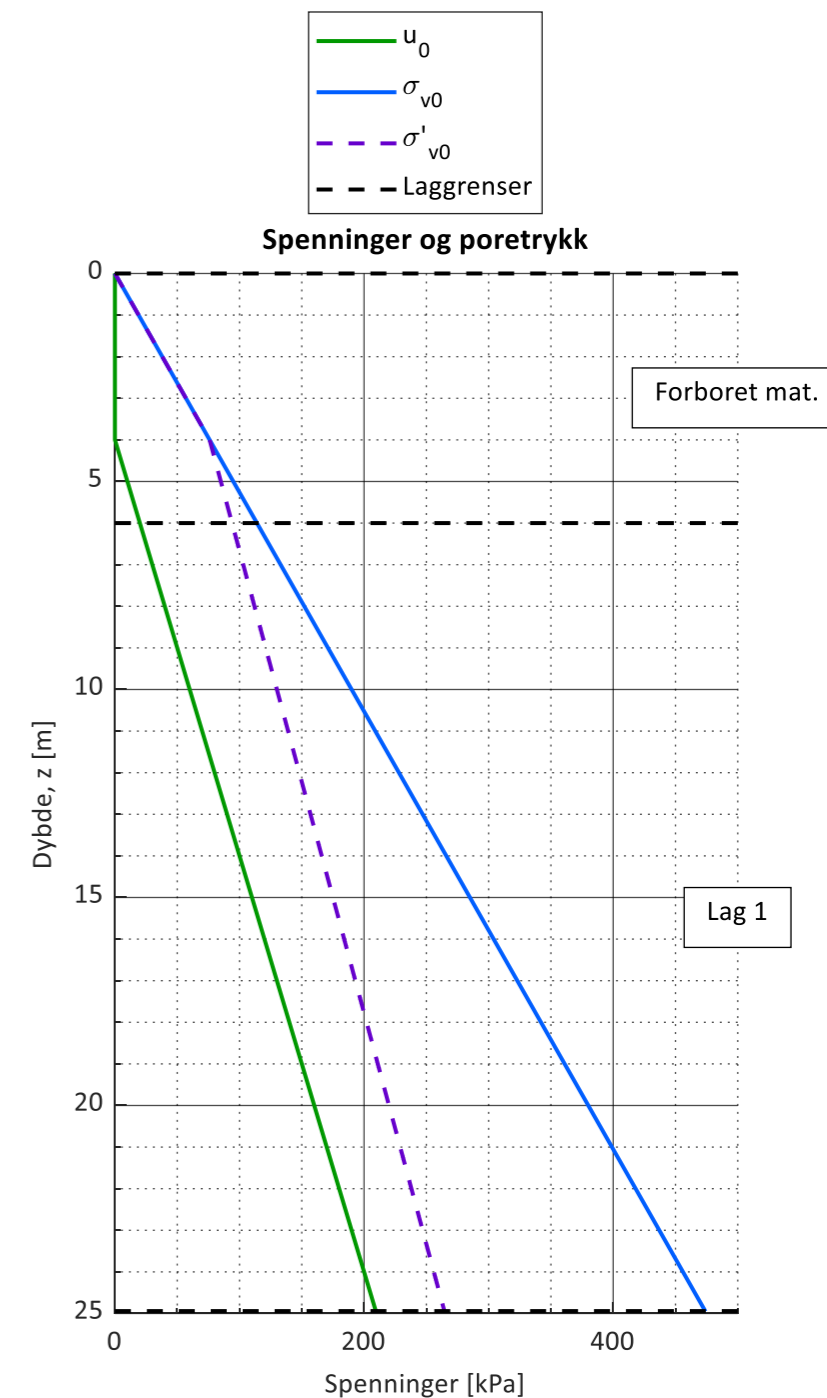
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdeling	Toppnivå [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Klassifisering
Forboret	0,0	19	Forboret
Lag 1	6,0	19	Antatt leire (siltig/sandig)
Lag 2			
Lag 3			
Lag 4			
Lag 5			
Lag 6			
Lag 7			
Lag 8			
Lag 9			
Lag 10			
Lag 11			
Lag 12			
Lag 13			
Lag 14			
Lag 15			
Lag 16			
Lag 17			
Lag 18			
Lag 19			
Lag 20			

### Beregning av u<sub>0</sub> poretrykksprofil

- Beregn poretrykksprofil fra angitt GVS
- Angi poretrykksprofil manuelt

z [m]	u <sub>0</sub> [kPa]
4	0
24	200





# Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

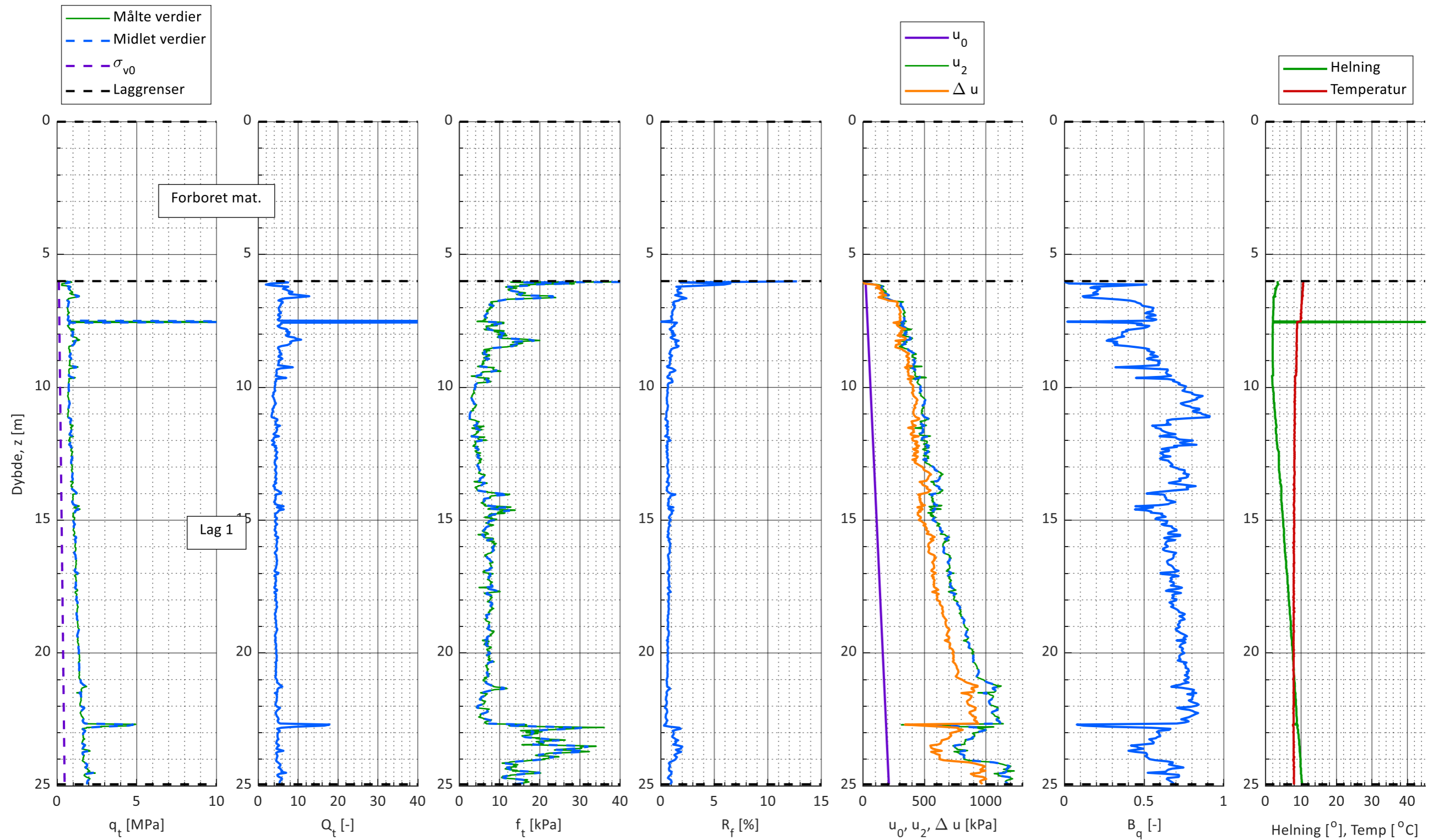
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områdestabilitet Ila	118260	103
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024	4	3	

Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering):

	q <sub>t</sub> [Mpa]	Q <sub>t</sub> [-]	f <sub>t</sub> [kPa]	R <sub>f</sub> [%]	u <sub>0</sub> [kPa]	B <sub>q</sub> [-]	Helning [^o]
x_min	0	0	0	0	0	0	0
x_max	10	40	40				

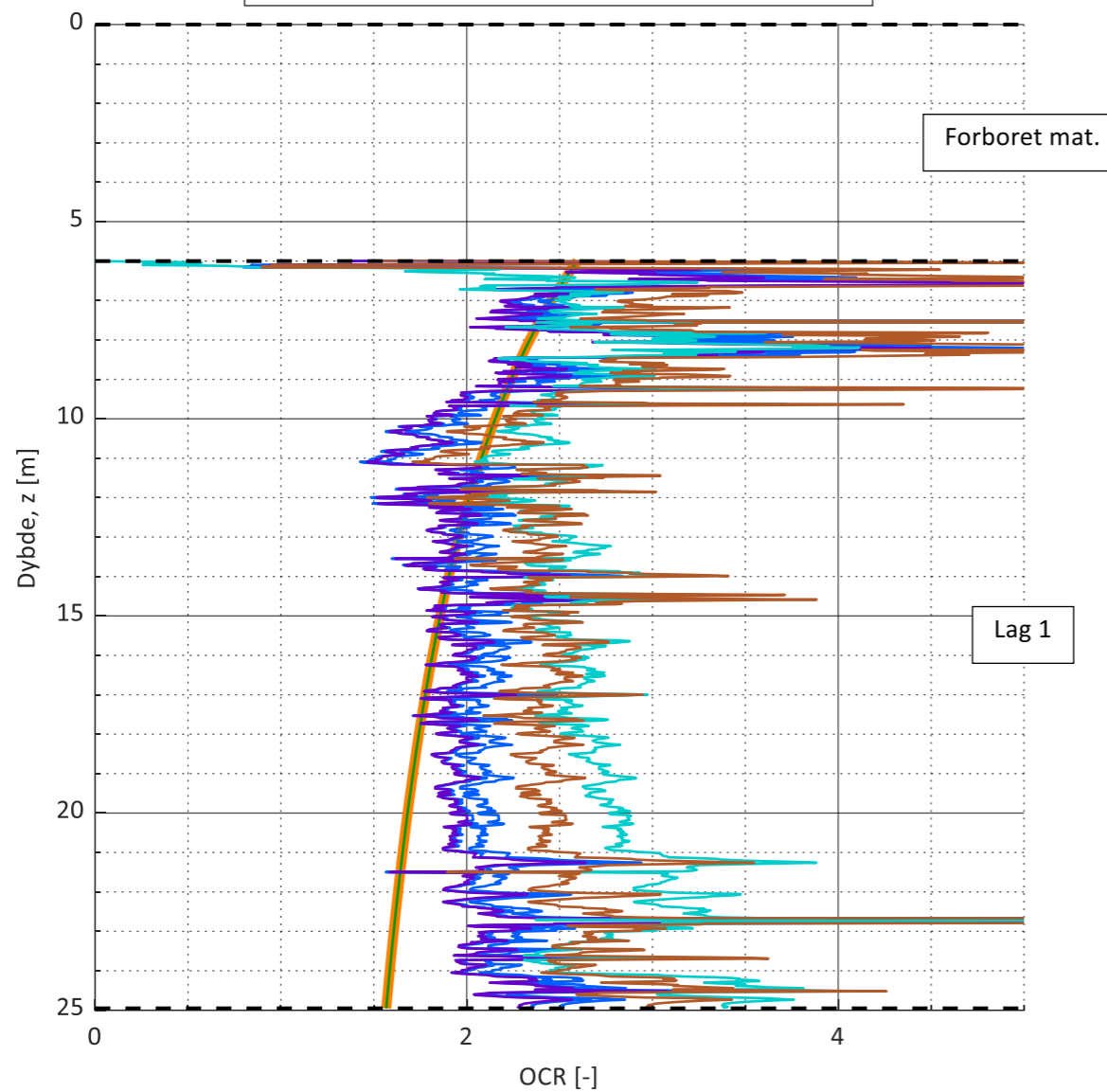
Målte parametere (q<sub>c</sub>, f<sub>s</sub> og u<sub>2</sub>) er korrigert iht. SGI (2015)



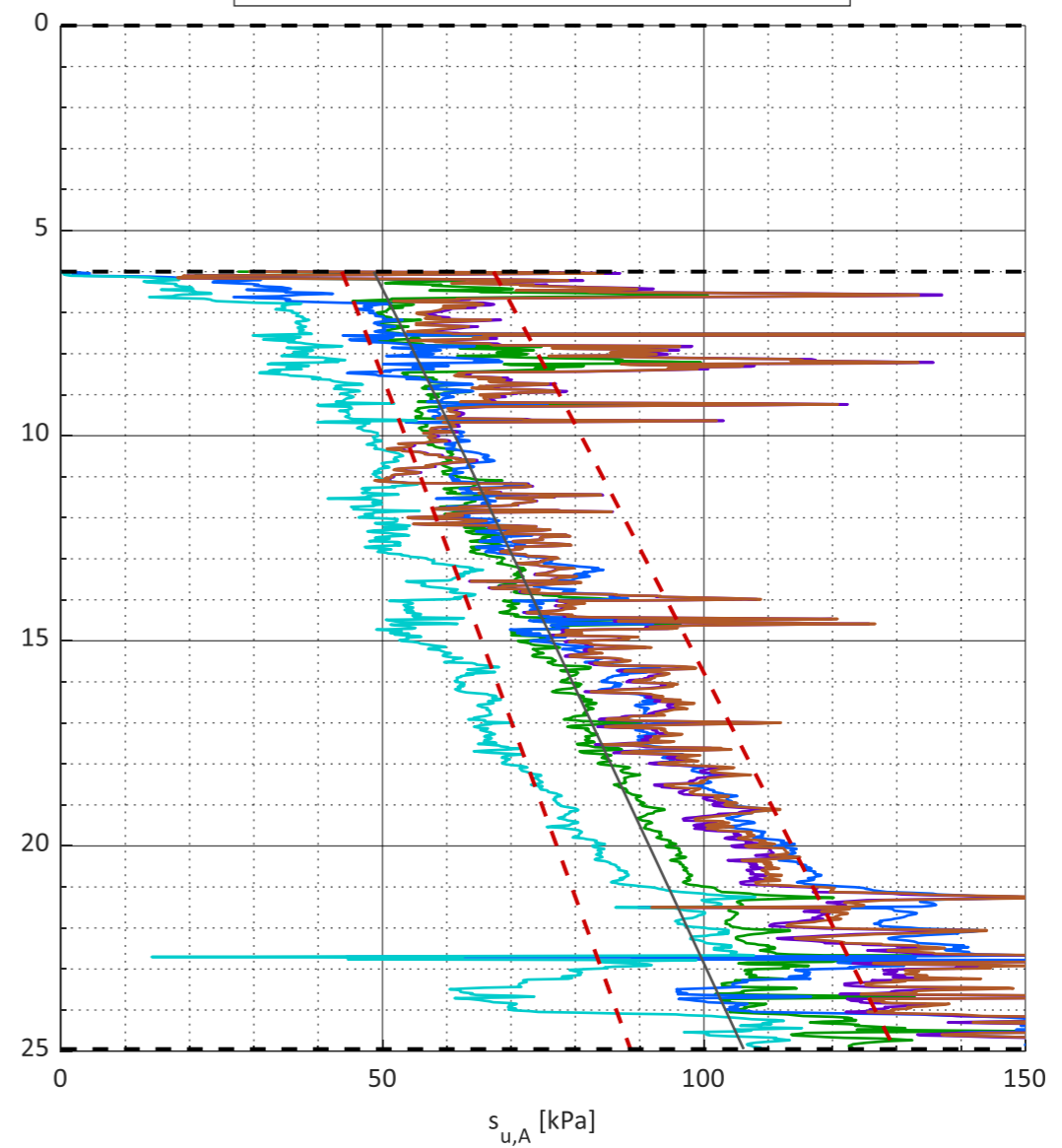
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024	Områdestabilitet Ila	118260	103
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024	4	4	

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	5      150

- Valgt OCR trendlinje
- Teoretisk OCR linje for  $\Delta\sigma'_{pc} = 150$  kPa
- OCR = 0.44 \* Q<sub>t</sub> - Low et al. (2010)
- OCR = 0.47 \* Q<sub>t</sub> - Low et al. (2010)
- OCR(Q<sub>t</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 11
- OCR(q<sub>net</sub>, Δ<sub>u</sub>, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 10
- OCR(Q<sub>t</sub>) - Karlsrud et al. (2005), eq. 11



- s<sub>u</sub>(N<sub>ke</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- s<sub>u</sub>(q<sub>net</sub>, Δ<sub>u</sub>, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- s<sub>u</sub>(N<sub>kt</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- s<sub>u</sub>(N<sub>Δu</sub>) - Karlsrud (2005), eq. 7
- s<sub>u</sub>(N<sub>kt</sub>) - Karlsrud (2005), eq. 8
- s<sub>u</sub>(SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - - 0.25 \* σ' <sub>v0</sub> \* OCR<sup>0.65</sup>
- - - 0.35 \* σ' <sub>v0</sub> \* OCR<sup>0.75</sup>



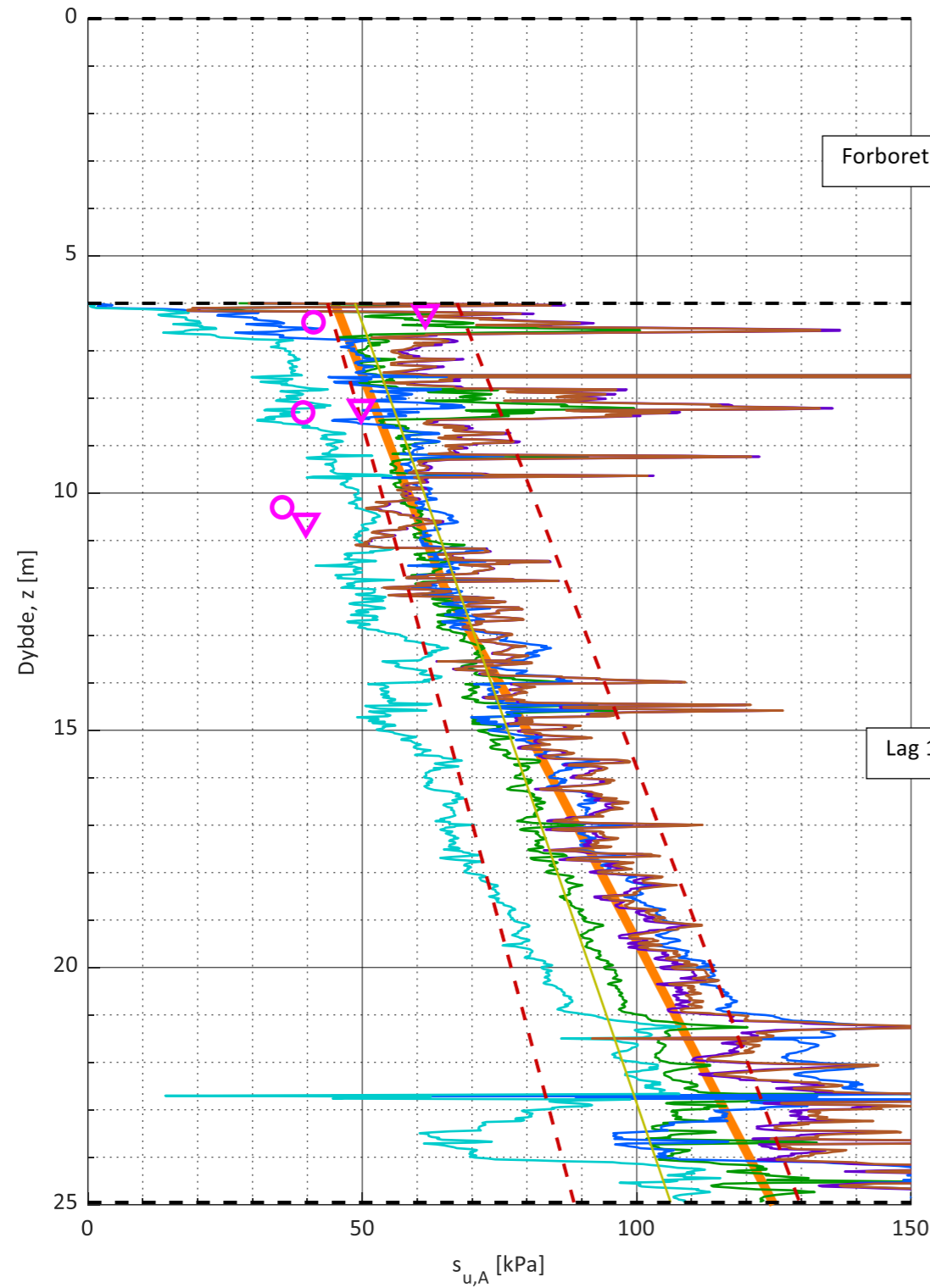


# Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024		118260	103
Ktr.	Dato	Områdestabilitet IIa	GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4	5

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	150



- Designlinje
- CP103 -  $s_u(N_{ke})$  - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- CP103 -  $s_u(q_{net}, \Delta_u, w)$  - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- CP103 -  $s_u(N_{kt})$  - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- CP103 -  $s_u(N_{\Delta u})$  - Karlsrud (2005), eq. 7
- CP103 -  $s_u(N_{kt})$  - Karlsrud (2005), eq. 8
- CP103 -  $s_u$  (SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - -  $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - -  $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- ▽ Konusforsøk 103PR (snitt)
- Enaksforsøk 103PR (snitt)

z [m]	s_u [kPa]
6	45
12	65
15	80
25	125



# Tolkning CPTU

Effektivspenningsparametere NTH metoden

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
MAC	17.06.2024		118260	103
Ktr.	Dato	Områdestabilitet Ila	GVS [m]	Side nr.
EH	19.06.2024		4	6

Lagdeling	Toppnivå	Plot [1/0]
Forboret	0,0	-
Lag 1	6,0	1
Lag 2		
Lag 3		
Lag 4		
Lag 5		
Lag 6		
Lag 7		
Lag 8		
Lag 9		
Lag 10		
Lag 11		
Lag 12		
Lag 13		
Lag 14		
Lag 15		
Lag 16		
Lag 17		
Lag 18		
Lag 19		
Lag 20		

Inputs	a' [kPa]	β [°]
Formel 1	0,0	-10,0
Formel 2	5,0	-10,0
Formel 3	0,0	-20,0
Formel 4		
Formel 5		
Formel 6		

Data treksforsøk	
Plot tittel	
z [m]	φ [°]

## Styrende ligning - Sandven (1990)

$$N_m = (N_q - 1) / (1 + N_u * B_{q2}) = (q_t - \sigma_{v0}) / (\sigma'_{v0} + a')$$

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * \exp((\pi - 2 * \beta) * \tan(\varphi'))$$

$$N_u = 6 * \tan(\varphi') * (1 + \tan(\varphi'))$$

Der N<sub>q</sub> er bæreevnfaktor spissmotstand,

N<sub>u</sub> er bæreevnfaktor poretrykk og

β er plastifiseringsvinkel (ligger mellom -40 til +30 grader)

Manuelle plotgrenser	Q plot	B <sub>q</sub> plot	φ plot
x_max			
y_max	50		

Evt. kommentarer

