

Prosjekt: Lier. Lierbyen områderegulering
Oppdrag: Lier. Lierbyen områderegulering – faresone Frogner
Beregning: Stabilitet

Dato: 27.11.2024
Dokumentnr: 118258tb1 rev. 1
Utarbeidet av: Anders Nyaas og Eirik Hegland
Kontrollert av: Janne Reitbakk

Lier. Lierbyen områderegulering – faresone Frogner Stabilitet

Sammendrag:

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

Basert på avgrensing av mulig løsneområde for faresonen Frogner, er det nå utført stabilitetsberegninger for å vurdere sikkerheten i sonen.

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

I ravineskråningen nord i faresonen er sikkerhetsfaktor tilnærmet 1,0. I øvre skråninger i faresonen er sikkerheten noe bedre.

I rev. 1 er det gjort noen mindre justeringer av romvekt, grunnvann og designlinje for udrenert skjærstyrke, og dermed gjort nye beregninger.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Terreng og grunnforhold.....	3
3	Beregningsforutsetninger.....	5
3.1	Krav til sikkerhet.....	5
3.2	Kritiske beregningsprofiler.....	5
3.3	Lagdeling.....	5
3.4	Grunnvannstand.....	5
3.5	Dimensjonerende laster.....	5
3.6	Materialparametere.....	6
3.6.1	Effektivspenningsparametere og romvekt.....	6
3.6.2	Udrenert skjærstyrke.....	6
3.6.3	ADP-faktorer.....	8
4	Beregninger og resultater.....	9

TEGNINGER

118258-500 - 505 Stabilitetsberegninger

VEDLEGG

1 Tolkning av CPTu-sonderinger

REFERANSER

- [1] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 116043r1 rev. B «Lier. Lierbyen områderegulering - Grunnundersøkelser». Datert 30.04.2024.
- [2] NGI, rapport 830014-2 «Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred». Datert januar 1994.
- [3] Statens vegvesen, rapport FD-308A-1, datert 28.06.1989.
- [4] Statens vegvesen, rapport F-278A-1, datert 21.12.1989.
- [5] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 del 1
- [6] NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», desember 2020.
- [7] Statens vegvesen håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», juli 2022.
- [8] «CPTU correlations for Norwegian clays: an update». Priscilla Paniagua et al. (2019).
- [9] NIFS rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer».

1 Innledning

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

Basert på avgrensning av mulig løsneområde for faresonen Frogner, er det nå utført stabilitetsberegninger for å vurdere sikkerheten i sonen. Foreliggende beregningshefte inneholder en oppsummering av utførte stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen, samt beregningsforutsetninger og parametertolkning.

I rev. 1 er det gjort noen mindre justeringer av romvekt, grunnvann og designlinje for udrenert skjærstyrke, og dermed gjort nye beregninger.

2 Terreng og grunnforhold

Løsneområdet for faresonen Frogner er på ca. 130 mål og består av et jorde som er avgrenset av en ravnedal i nordvest og Ringeriksveien i øst. Mot sør avsluttes sonen nord for gården Frogner, samt Kirkeveien. Fra Ringeriksveien stiger terrenget generelt mot vest, med helning ca. 1:6. Terrenget flater så ut noe, men fortsetter å stige jevnt mot vest/sørvest. Ravineskråningen i nord er ca. 12-13 m høy, med helning ca. 1:2. Lokalt er skråningen mot Ringeriksveien bratt og høy, der veien ligger i skjæring (ved Kirkeveien 4). Figur 3.1 viser til et kartutsnitt fra Høydedata med skyggerelieff og høydeplott.



Figur 2.1 Kartutsnitt fra Høydedata, med skyggerelieff. Foreløpig løsneområde er omtrentlig markert med rødt.

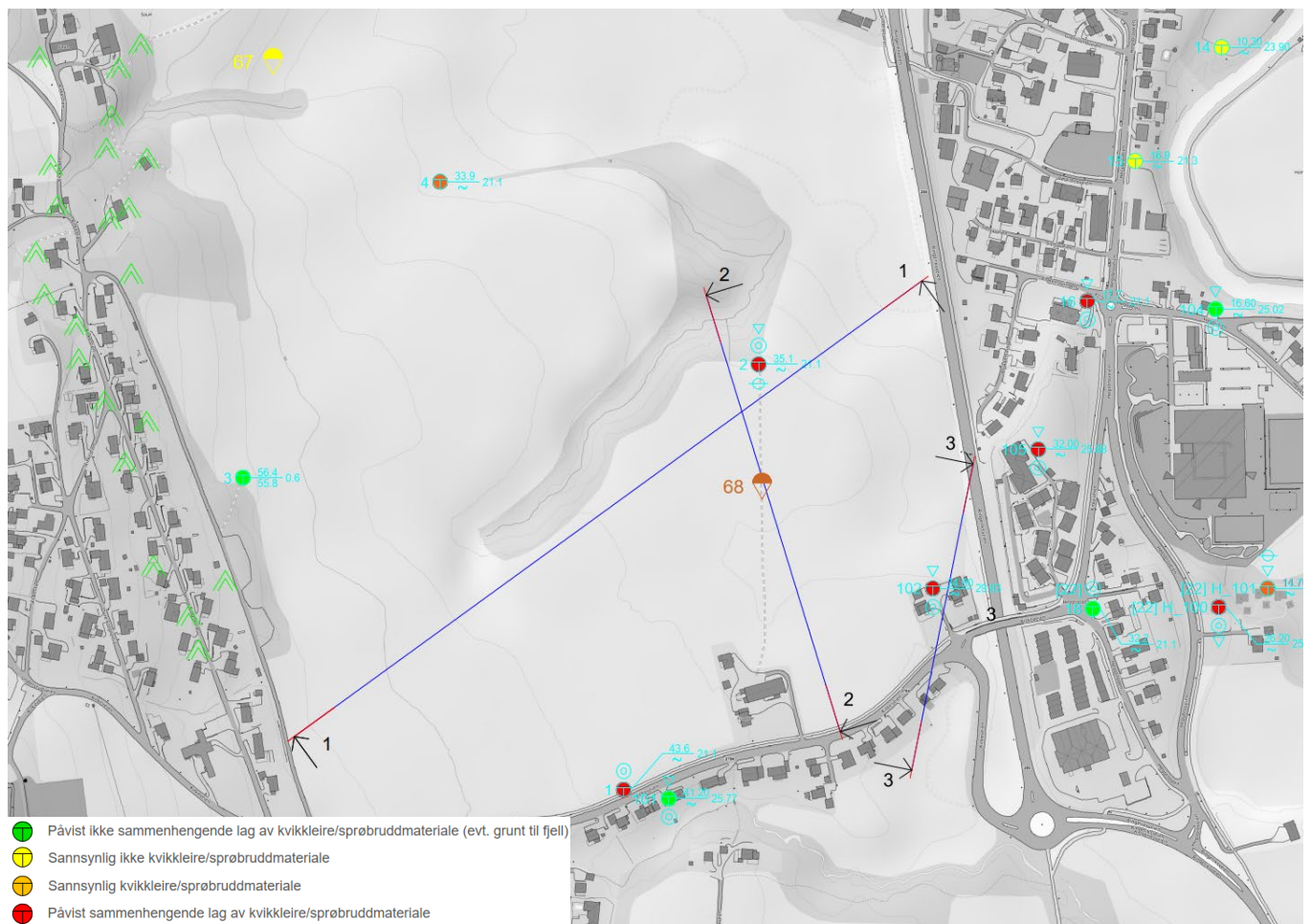
Grunnforholdene i området er dokumentert ved grunnundersøkelser i flere omganger. Grunnundersøkelser er utført i to runder ifm. områderegulering for Lier kommune i 2023 og 2024 [1].

NGI utførte på oppdrag fra Statens naturskadefond én dreietrykkssondering på Frogner i 1983 [2]. NGIs rapport beskriver: «*boringen indikerer meget bløt kvikkleire fra 2,5 til 23,5 m dybde*». I tillegg har Statens vegvesen utført relevante grunnundersøkelser ifm. Ringeriksveien i 1989 [3, 4].

Figur 3.2 viser borplan med utførte undersøkelser i området, samt aktuelle beregningssnitt.

Generelt viser aktuelle grunnundersøkelser bløt leire til stor dybde, under et topplag på ca. 1-2 m. I borpunkt 2 er det påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire fra 9 m under terreng, og i borpunkt 102 fra ca. 6 m under terreng.

Det er satt 2 hydrauliske poretrykksmålere i borpunkt 2, med spiss på hhv. 6 og 15 m under terreng. Avlesninger antyder en «grunnvannstand» ca. 2 m under terreng, og noe undertrykk i dybden.



Figur 2.2 Utsnitt fra borplan, med tolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale, og plassering av beregningsprofiler.

3 Beregningsforutsetninger

3.1 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 [6].

3.2 Kritiske beregningsprofiler

Det er utført stabilitetsberegninger i 3 profiler, 1 til 3. Plasseringen av disse er vist på Figur 2.2.

3.3 Lagdeling

Lagdelingen i beregningsmodellen er basert på grunnundersøkelsene beskrevet i kapittel 2. Generelt indikerer sonderinger og prøveserier et topplag av friksjonsmasser (antatt sand) på mellom ca. 2 og 4 m. Under dette er det leire til stor dybde.

3.4 Grunnvannstand

I hydrauliske poretrykksmålere i borpunkt 2 er «grunnvannstanden» målt til ca. 2-5 m under terreng. Det legges konservativt til grunn en grunnvannstand på 2 m på skråningstopp, med hydrostatisk poretrykkfordeling i dybden. I bunn av skråningene er grunnvannstanden lagt grunnere, helt opp i terreng i ravinen (profil 2).

3.5 Dimensjonerende laster

Det er ikke benyttet terrenglaster i beregningene, da kritiske profiler går på et jorde. Trafikklaste fra evt. gårdsdrift og parkering ved Kirkeveien 4 er ikke medregnet, da disse anses som minimale påkjenninger.

3.6 Materialparametere

3.6.1 Effektivspenningsparametere og romvekt

Effektivspenningsparametere er valgt iht. konservative erfaringsparametere i ref. [7]. Romvekt er valgt basert på målte verdier fra prøveseriene. Valgte parametere er oppsummert i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Effektivspenningsparametere og romvekt.

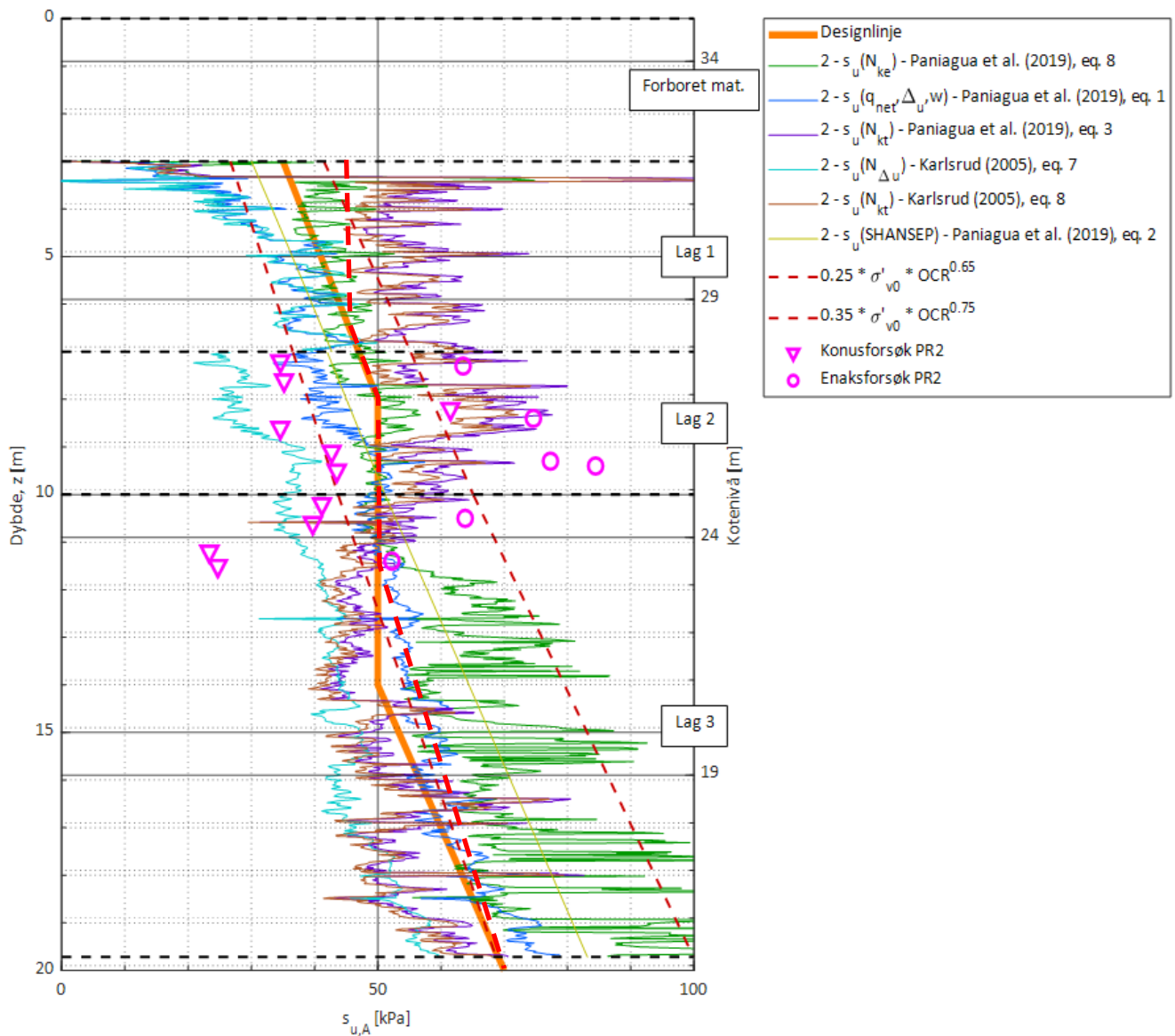
	Karakteristisk friksjonsvinkel, φ_k [°]	Attraksjon, a [kPa]	Effektiv kohesjon, c' [kPa]	Romvekt, γ [kN/m ³]	Effektiv romvekt, γ' [kN/m ³]
Topplag sand	33	0	0	19,0	9,0
Leire, siltig leire (profil 1 og 2)	26	5	2,5	20,0	10,0
Leire, siltig leire (profil 3)	26	5	2,5	19,5	9,5

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

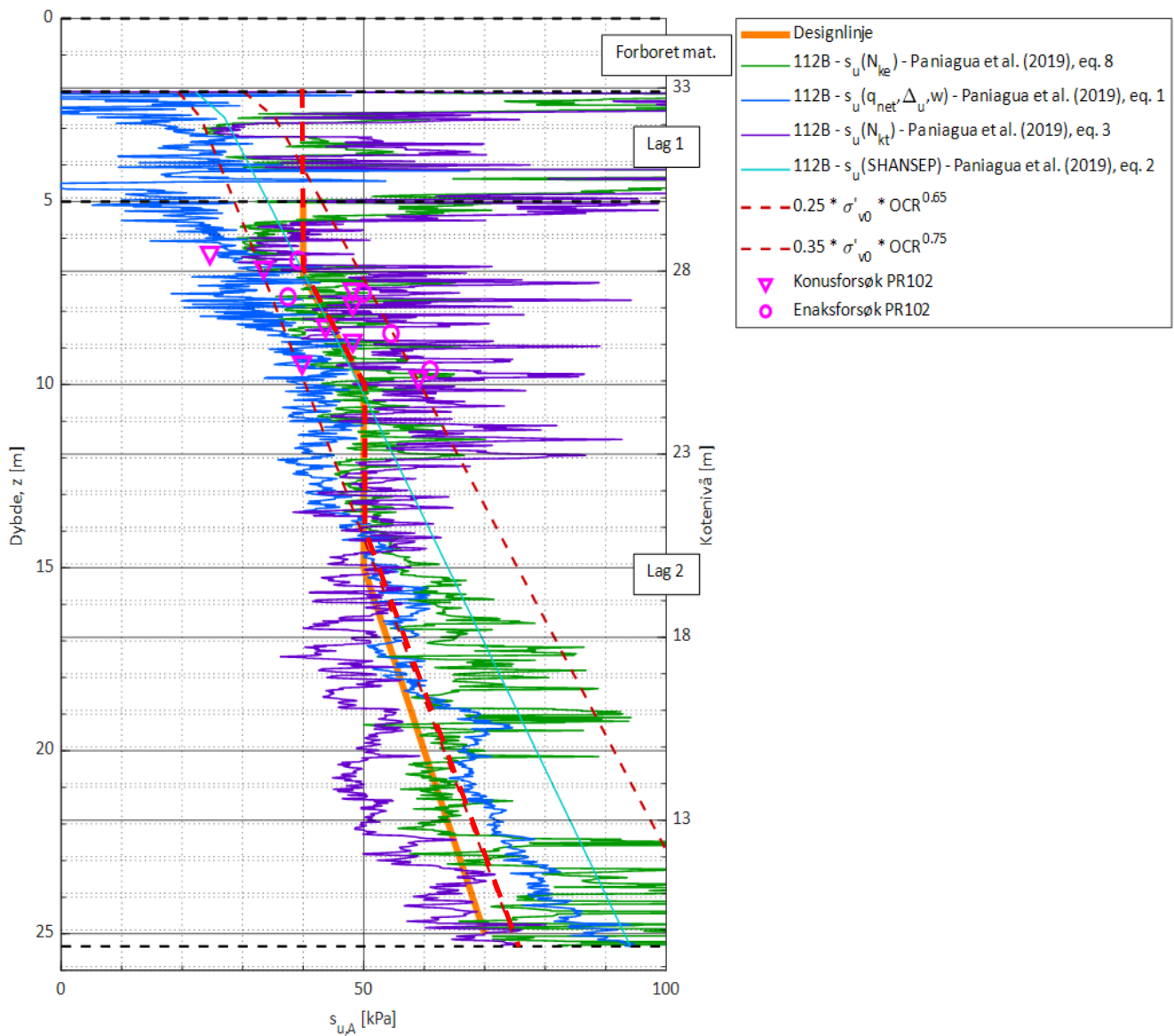
3.6.2 Udrenert skjærstyrke

Udrenert skjærstyrke er tolket ut ifra CPTu-sonderinger og laboratorieforsøk på uforstyrrede prøver (prøveserier). CPTu-sonderingene er tolket i GrunnTeknikks tolkningsprogram, som bl.a. er basert på CPTu-korrelasjoner i norske leirer fra Paniagua et al. [8].

Konus- og enaksforsøk antas å angi tilnærmet direkte udrenert skjærstyrke, c_{ud} , og justeres til aktiv styrke ut ifra ADP-faktorer, som beskrevet i kapittel 3.5.3. Valgte designlinjer er vist i Figur 3.1 til 3.2. En detaljert tolkning av CPTu-sonderingene er vist i vedlegg 1.



Figur 3.1 Tolkning av CPTu-sondering i borpunkt 2, med prøvedata og valgt designlinje. Revidert designlinje er vist med rød strek (rev. 1).



Figur 3.2 Tolkning av CPTu-sondering i borpunkt 102, med valgt designlinje. Revidert designlinje er vist med rød strek (rev. 1).

3.6.3 ADP-faktorer

Det er benyttet ADP-faktorer iht. anbefalinger i NIFS rapport 14/2014, ref. [9]. Plastisitetsindeksen er stort sett mindre enn 10 % i de relevante prøveseriene. For $I_p < 10$ gjelder;

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

4 Beregninger og resultater

Stabilitetsberegningene er utført i programmet GeoSuite Stability, versjon 22.0.2.0. Beregningene er gjort for plan spenningstilstand (2D). Vurderte problemstillinger og beregningsresultater er oppsummert i Tabell 4.1 Beregningene er vist på tegning 118258-500 til -505.

Tabell 4.1 Utførte beregninger.

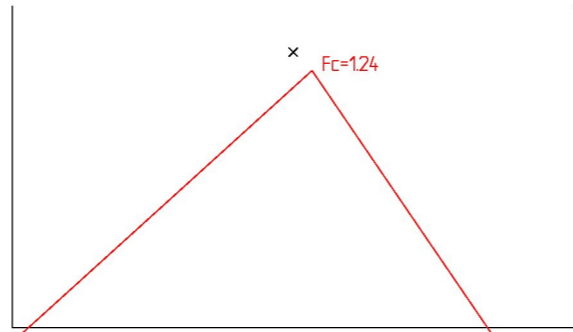
Beregningsnr.	Beskrivelse	Sikkerhetsfaktor	Tegning nr.
1	Profil 1. Dagens situasjon. Udrenert.	1,24	118258-500
2	Profil 1. Dagens situasjon. Drenert.	2,43	118258-501
3	Profil 2. Dagens situasjon. Udrenert.	0,98	118258-502
4	Profil 2. Dagens situasjon. Drenert.	1,16	118258-503
5	Profil 3. Dagens situasjon. Udrenert.	1,39	118258-504
6	Profil 3. Dagens situasjon. Drenert.	2,30	118258-505

Kontrollside

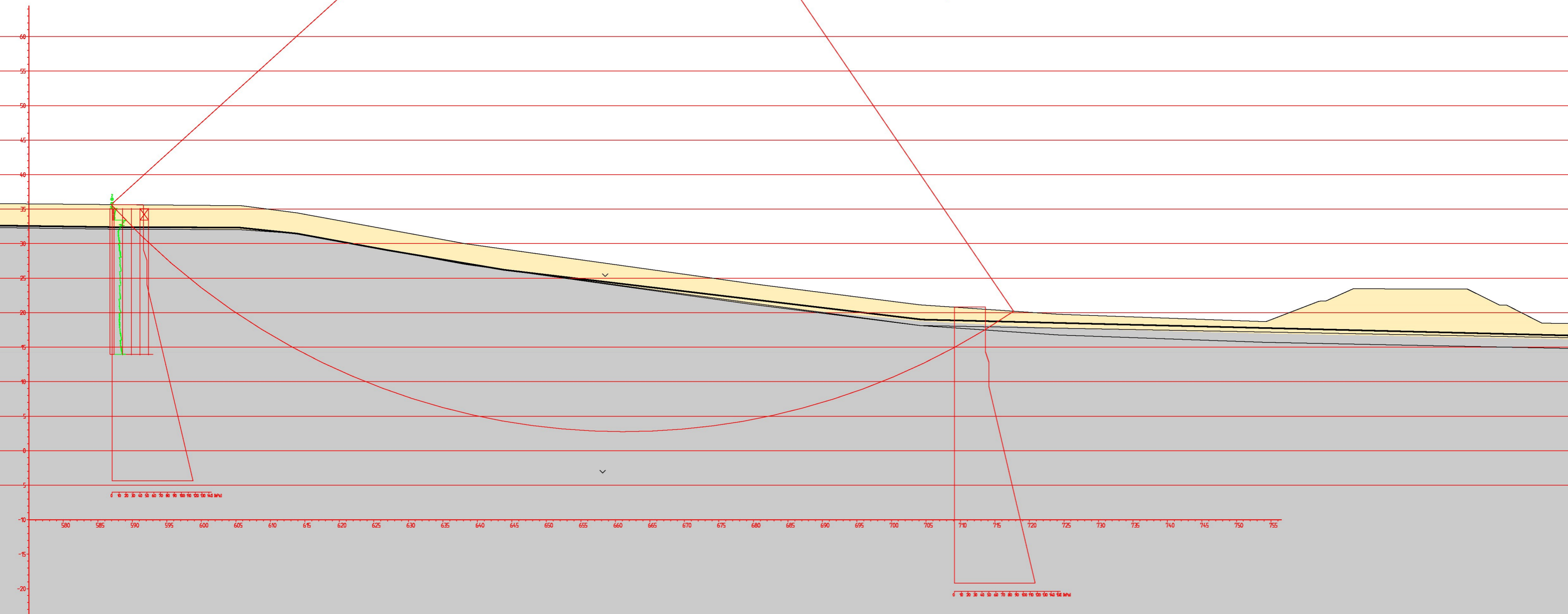
Dokument	
Dokumenttittel: Lier. Lierbyen områderegulering - faresone Frogner, Stabilitet	Dokument nr: 118258tb1 rev. 1
Oppdragsgiver: Lier. Lierbyen områderegulering - faresone Frogner	Dato: 27.11.2024
Emne/Tema: Stabilitet	

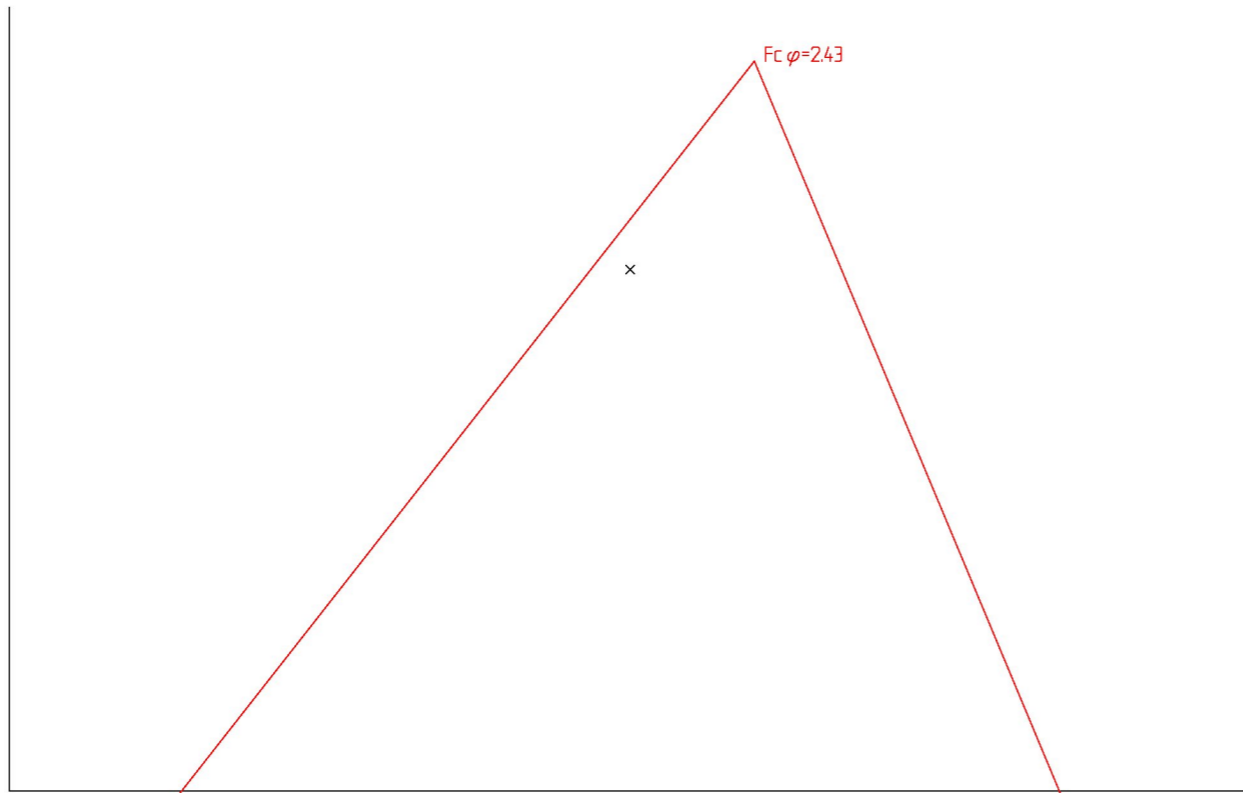
Sted		
Land og fylke: Norge, Buskerud	Kommune: Lier	
Sted: Lierbyen		
UTM sone: 32V	Nord: 6627640	Øst: 569960

Kvalitetssikring/dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent av:
00	Originaldokument	06.09.2024 Eirik Hegland	10.09.2024 Janne Reitbakk	10.09.2024 Janne Reitbakk
01	Revisjon etter uavhengig kontroll	26.11.2024 Eirik Hegland	27.11.2024 Janne Reitbakk	27.11.2024 Janne Reitbakk

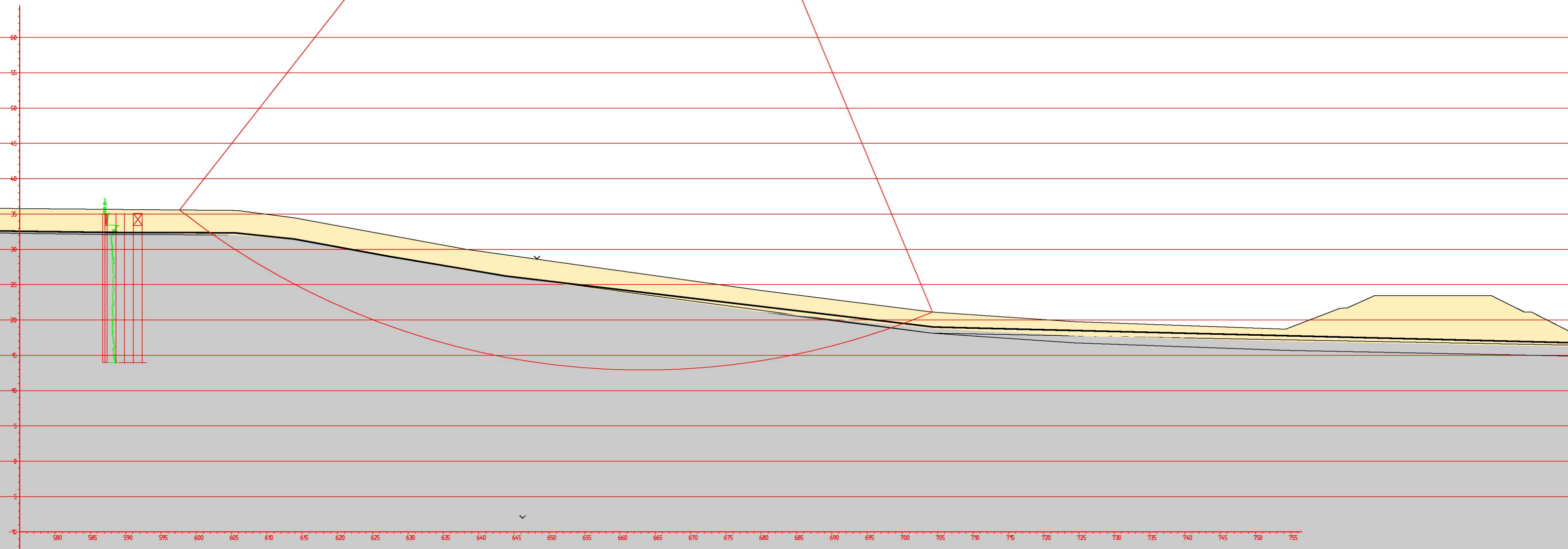


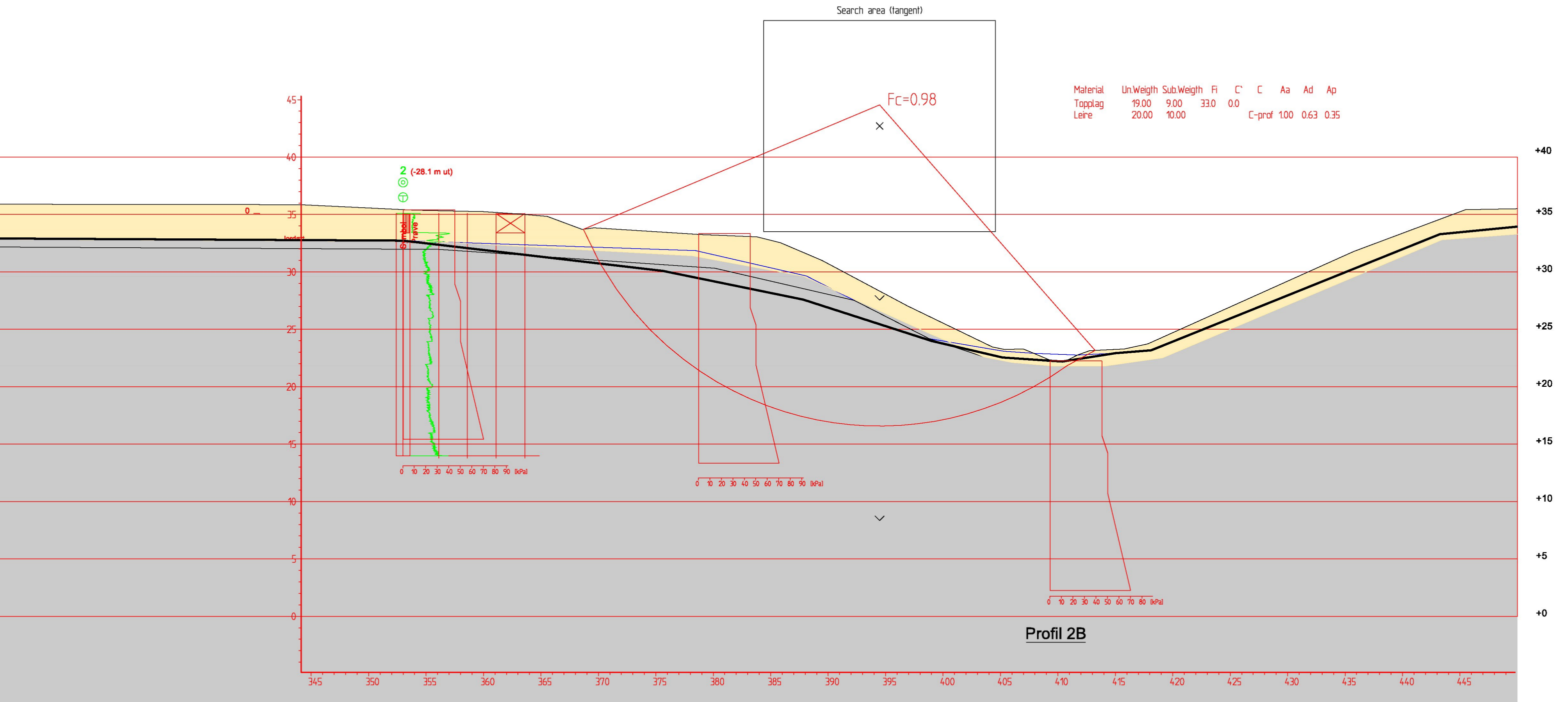
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fl	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	330	0.0				
Leire	20.00	10.00			C-profil	1.00	0.63	0.35

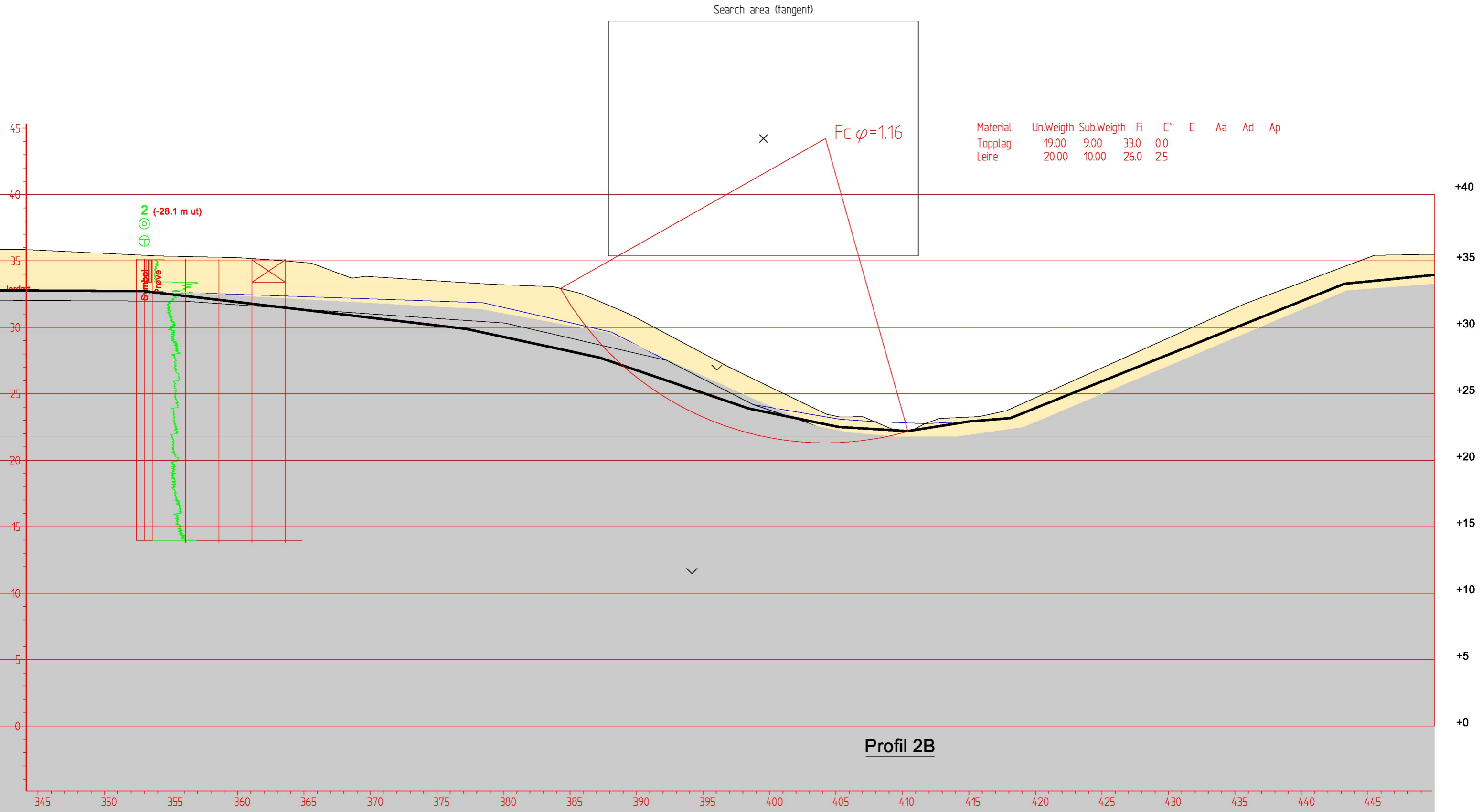




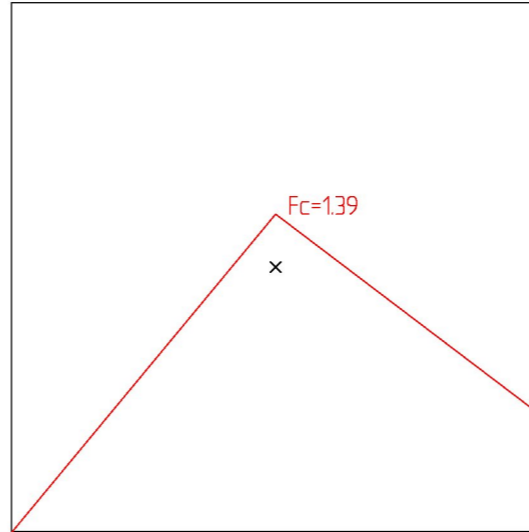
Material	Un.Weight	Sub.Weight	F _i	C	C	A _a	A _d	A _p
Topplag	19.00	9.00	330	0.0				
Leire	20.00	10.00	26.0	25				





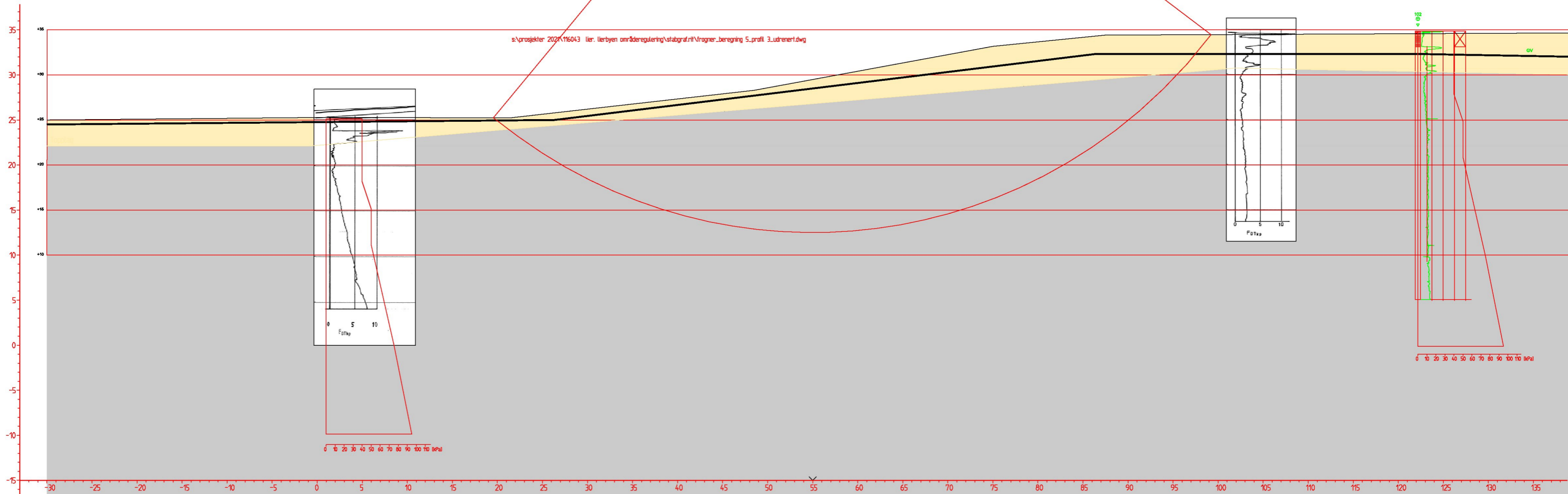


Search area (tangent)

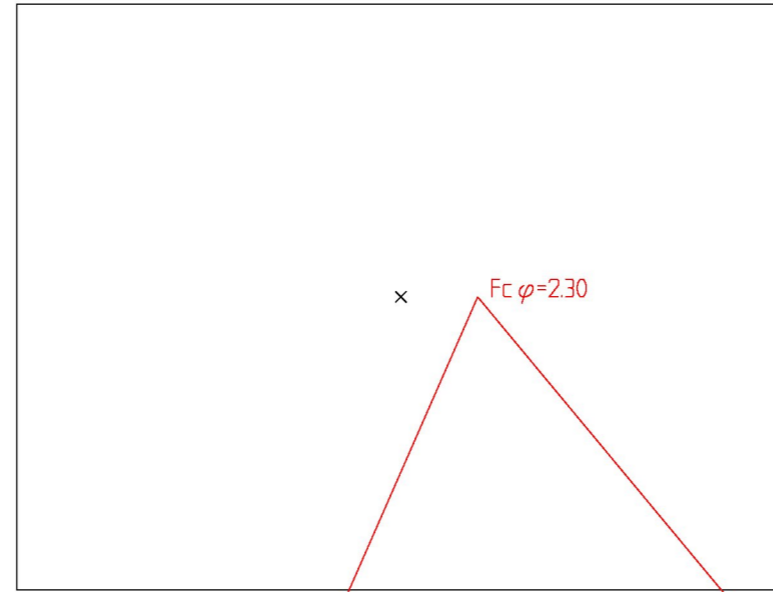


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

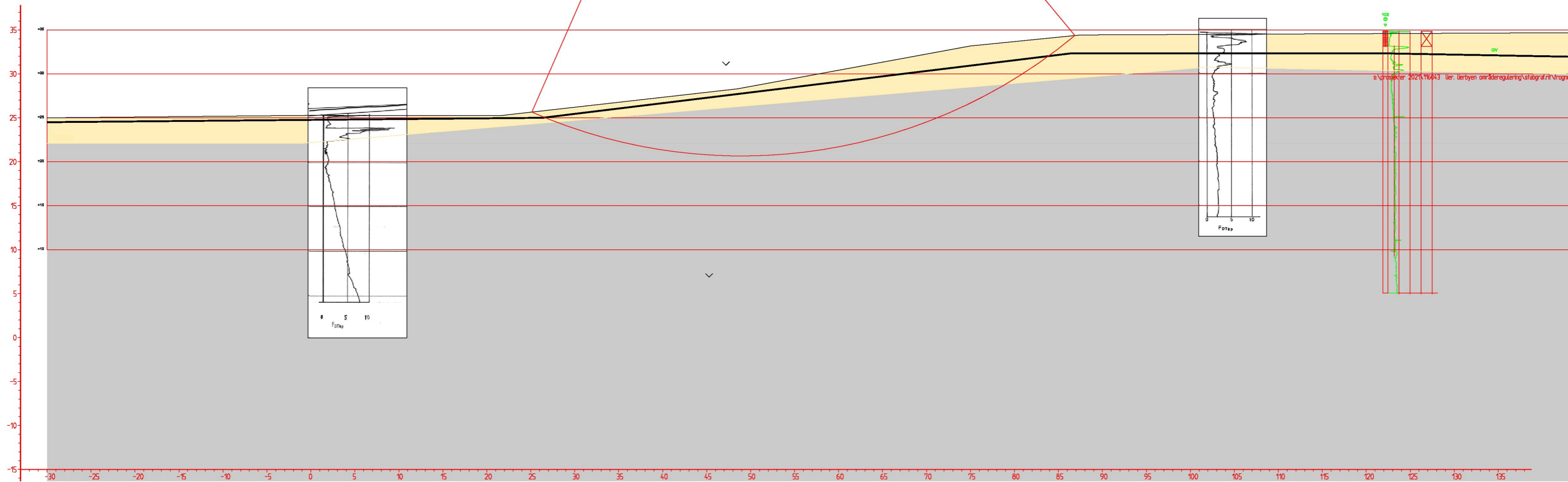
s:\prosjekt\2024\116043_lerbyen_omradereregulering\stabgraf.rvt\fragner_beregning_5_profil_3_utdrenet.dwg



Search area (tangent)



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	33.0	0.0			
Leire	19.50	9.50	26.0	25			



Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258
Ktr.	Dato		Side nr.
EH	15.08.2024		1

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	2cpt.cpt
Borpunkt nr.:	2
Dato for utførelse:	16.08.2023
Borleder:	Olav
Terrengnivå [m]:	34,9
Forboringsdybde [m]:	3
Grunnvannstand [m]:	2,7
Stopp dybde [m]:	19,9
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:	7138	7136,8	1,2	0,0	1
Friksjon:	113,5	112,7	0,8	0,7	1
Poretrykk:	261,9	261,9	0	0,0	1

	Avvik [Δ]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	13,3	4

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

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,22	1,1	>4

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

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	2,49

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse:

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.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	2

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

Valg av klassifiseringsdiagrammer

- Robertson (2010) F_r - Q_t diagram
- Schneider et. al. (2008) U* - Q_t diagram
- Rask tolkning (uten klassifiseringsdiagrammer)

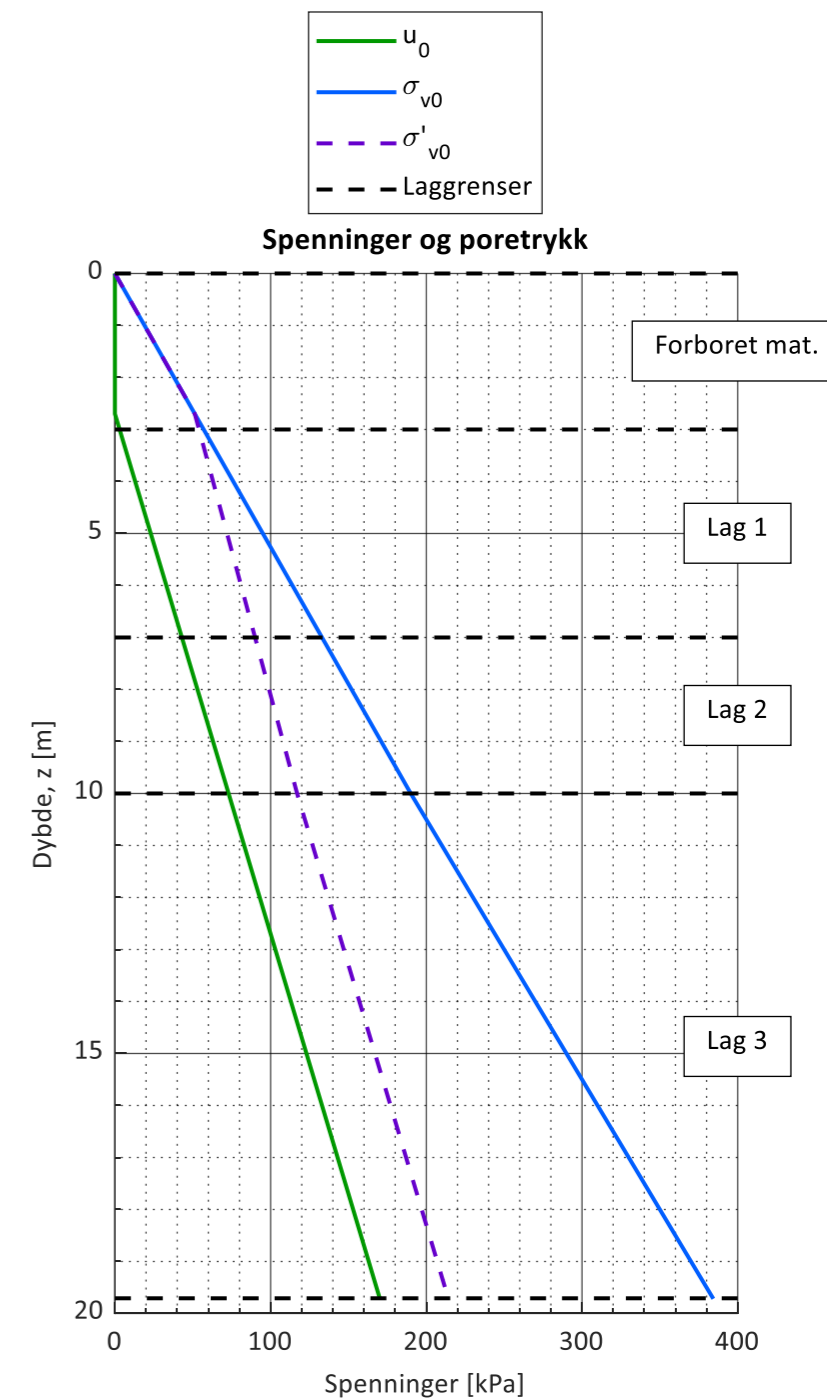
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdeling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	19	
Lag 1	3,0	19	
Lag 2	7	19	
Lag 3	10	20	
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 u₀ poretrykksprofil

- Beregn poretrykksprofil fra angitt GVS
- Angi poretrykksprofil manuelt

z [m]	u ₀ [kPa]
2,7	0
19	163





Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

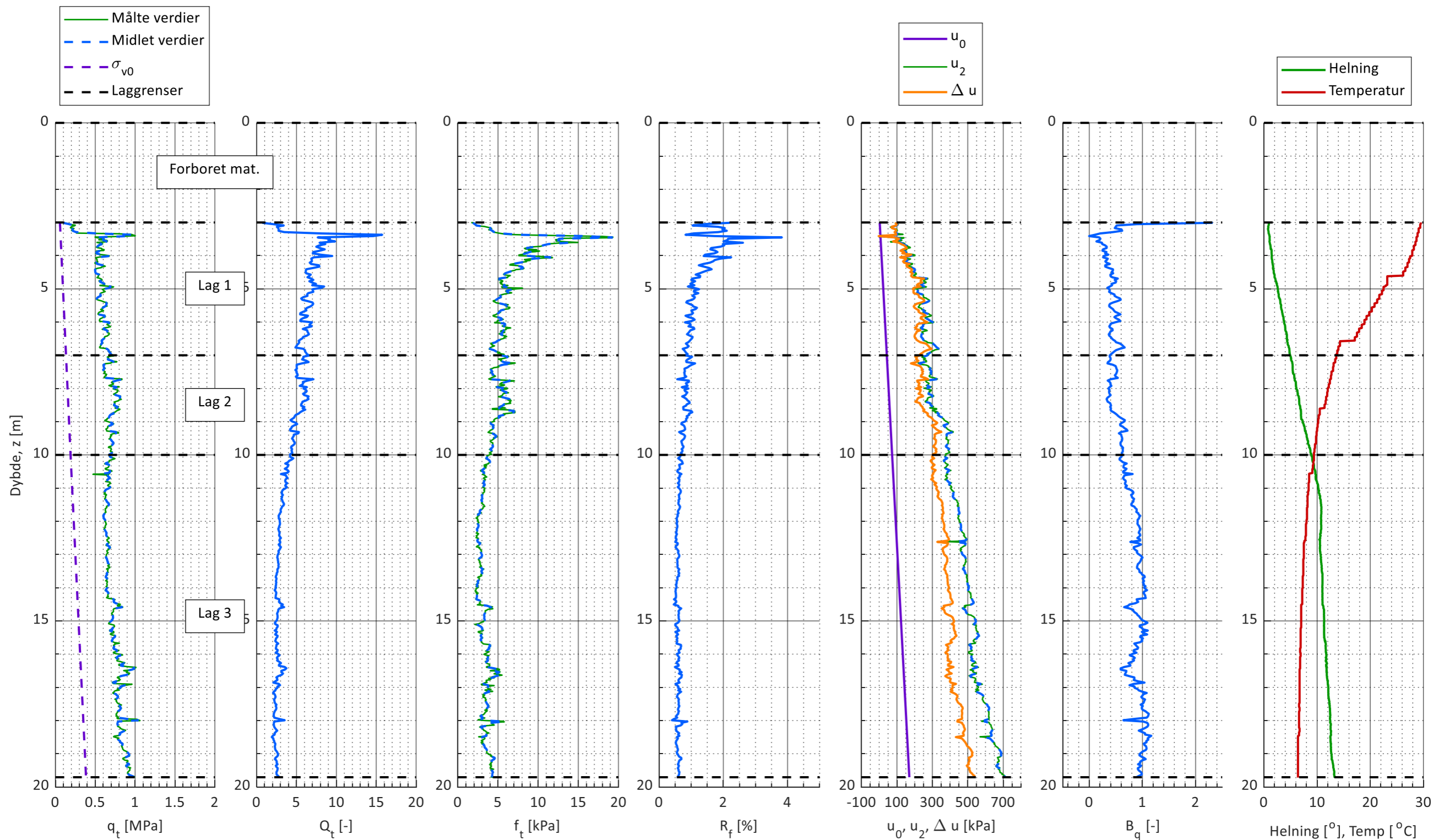
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024		118258	2
Ktr.	Dato	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	3

Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering):

	q _t [Mpa]	Q _t [-]	f _t [kPa]	R _f [%]	u ₀ [kPa]	B _q [-]	Helning [^o]
x_min							
x_max							

Målte parametere (q_c, f_s og u₂) er korrigert iht. SGI (2015)





Tolkning CPTU

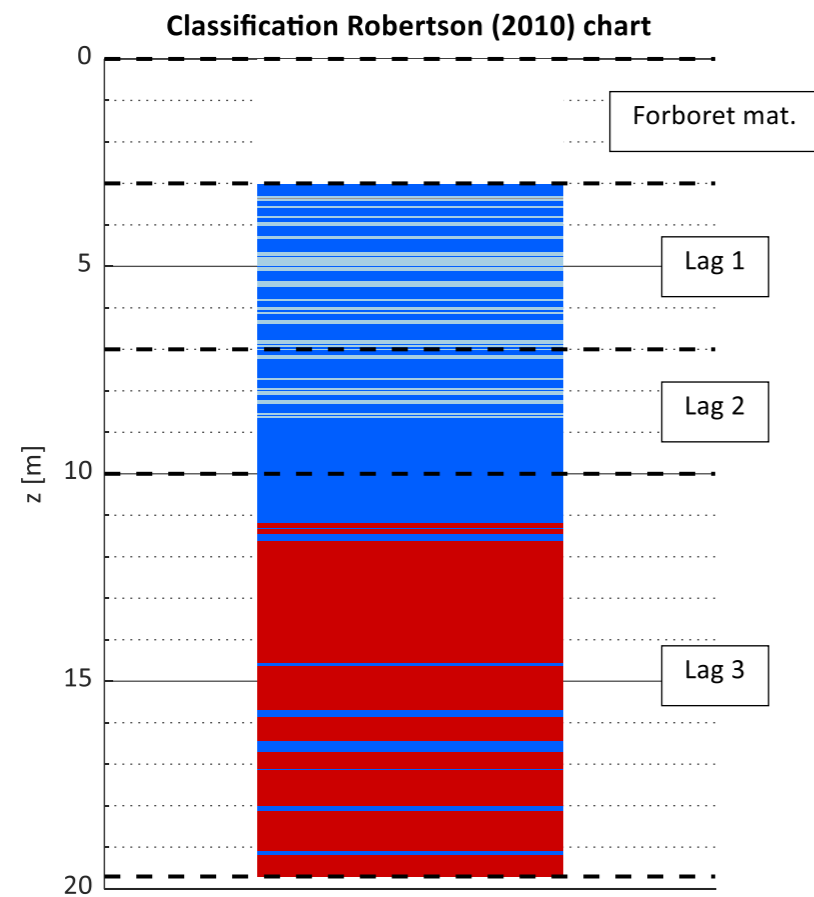
Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	4

Anvendelse av diagrammet: Generell klassifisering

NB! Klassifisering av sensitive materialer med diagrammet er forbundet med stor usikkerhet!

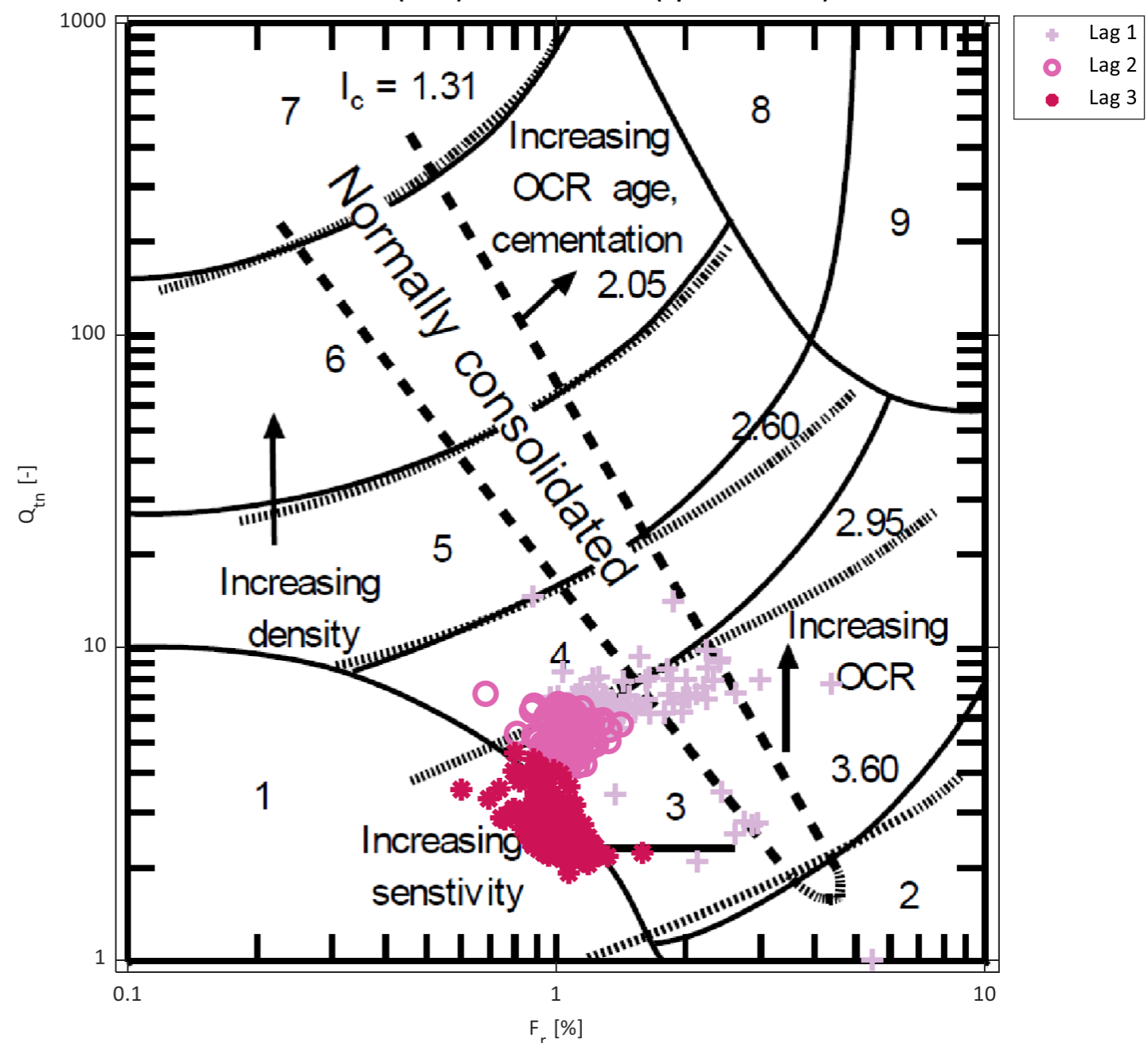
- Rob. 2010 zone 1 - Fine grained (possibly sensitive)
- Rob. 2010 zone 2 - Organic soil to clay
- Rob. 2010 zone 3 - Clays: Silty clay to clay
- Rob. 2010 zone 4 - Silt mixtures: Clayey silt to silty clay
- Rob. 2010 zone 5 - Sand mixtures: Silty sand to sandy silt
- Rob. 2010 zone 6 - Sands - clean sand to silt sand
- Rob. 2010 zone 7 - Gravelly sandy to dense sand
- Rob. 2010 zone 8 - Very stiff sand to clayey sand
- Rob. 2010 zone 9 - Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)
- Out of model



Robertson 2010 chart soner:

Zone	Soil behaviour type	I _c	Coefficient of permeability Guidelines, k
1	Fine grained (possibly sensitive)	N/A	3*10 ⁻¹⁰ til 3*10 ⁻³
2	Organic soils - clay	>3.6	1*10 ⁻¹⁰ til 1*10 ⁻⁸
3	Clays - silty clay to clay	2.95 - 3.6	1*10 ⁻¹⁰ til 1*10 ⁻⁹
4	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	2.6 - 2.95	3*10 ⁻⁹ til 1*10 ⁻¹
5	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	2.05 - 2.6	1*10 ⁻⁷ til 1*10 ⁻⁵
6	Sands - clean sand to silt sand	1.31 - 2.05	1*10 ⁻⁵ til 1*10 ⁻³
7	Gravelly sandy to dense sand	<1.31	1*10 ⁻³ til 1
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A	1*10 ⁻⁸ til 1*10 ⁻³
9	Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)	N/A	1*10 ⁻⁹ til 1*10 ⁻⁷

Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)





Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR - input paramtere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	5

Lagdeling	Toppnivå	Plot (1/0)	S _t [-]	I _p [%]	w [%]	Plot ID [-]
Forboret	0,0	-	-	-	-	-
Lag 1	3,0	1	5,0	5,0	28,0	
Lag 2	7,0	1	35,0	5,0	26,0	
Lag 3	10,0	1	200,0	5,0	26,0	
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						

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren
Beregnes

Plot innstillinger

I_P [%] (for beregning av ADP faktor):

Plot aktiv s_u **su,D/su,A [-]**

Plot direkte s_u

OCR trendlinje (for beregning av s_u)

Antatt Δσ'_{pc} [kPa]
1B)

1B) Teoretisk OCR linje (angitt ovenfor) ▼

z [m]	OCR [-]
1A)	

Resultater ødometerforsøk

Plot tittel

z [m]	Δσ' _{pc} [kPa]

Brukerdefinerte N-faktorer

Type N-faktor	N-faktor [-]	Tegnforklaring	Plot ID
N _{Du} (direkte s _u)	▼		
N _{kt} (direkte s _u)	▼		
N _{ke} (direkte s _u)	▼		
N _{Du} (direkte s _u)	▼		
N _{kt} (direkte s _u)	▼		
N _{ke} (direkte s _u)	▼		

Lagre plot for design linje (ark 4)

Filnavn:

s_u designlinje

z [m]	s _u [kPa]
3	35
8	50
14	50
20	70

OCR(Q_t) - Mayne (2017) - Brukerdefinert

$$OCR = A / \sigma'_{v0} * (q_t - \sigma'_{v0})^B$$

A	B

Teoretisk SHANSEP linje - Brukerdefinert

$$s_u = A + \sigma'_{v0} * S * OCR^m$$

A	S	m

- OCR plots
- 1B) Teoretisk OCR linje (angitt i selle J10)
 - 2) OCR = 0.44 * Q_t - Low et al. (2010)
 - 3) OCR = 0.47 * Q_t - Low et al. (2010)
 - 4) OCR(Q_t) - Paniagua et al. (2019), eq. 11
 - 5) OCR(q_{net}, Du, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 10
 - 6) OCR(Q_t) - Karlsrud et al. (2005), eq. 11
 - 7) OCR(Q_t) - Mayne (2017), eq. 18 & 23
 - 8) OCR(Q_t) - Mayne (2017), eq. 18 (brukerdefinert)

- s_u plots
- 1) s_u(N_{ke}) - Paniagua et al. (2019), eq. 8
 - 2) s_u(q_{net}, Du, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 1
 - 3) s_u(N_{kt}) - Paniagua et al. (2019), eq. 3
 - 4) s_u(N_{Du}) - Karlsrud (2005), eq. 7
 - 5) s_u(N_{kt}) - Karlsrud (2005), eq. 8
 - 6) s_u(N_{ke}) - Karlsrud (2005), eq. 10
 - 7) s_u(N_{kt}) - Mayne et al. (2022), eq. 1
 - 8) s_u(SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
 - 9) s_u(SHANSEP) nedre verdi - Karlsrud (2013)
 - 10) s_u(SHANSEP) øvre verdi - Karlsrud (2013)

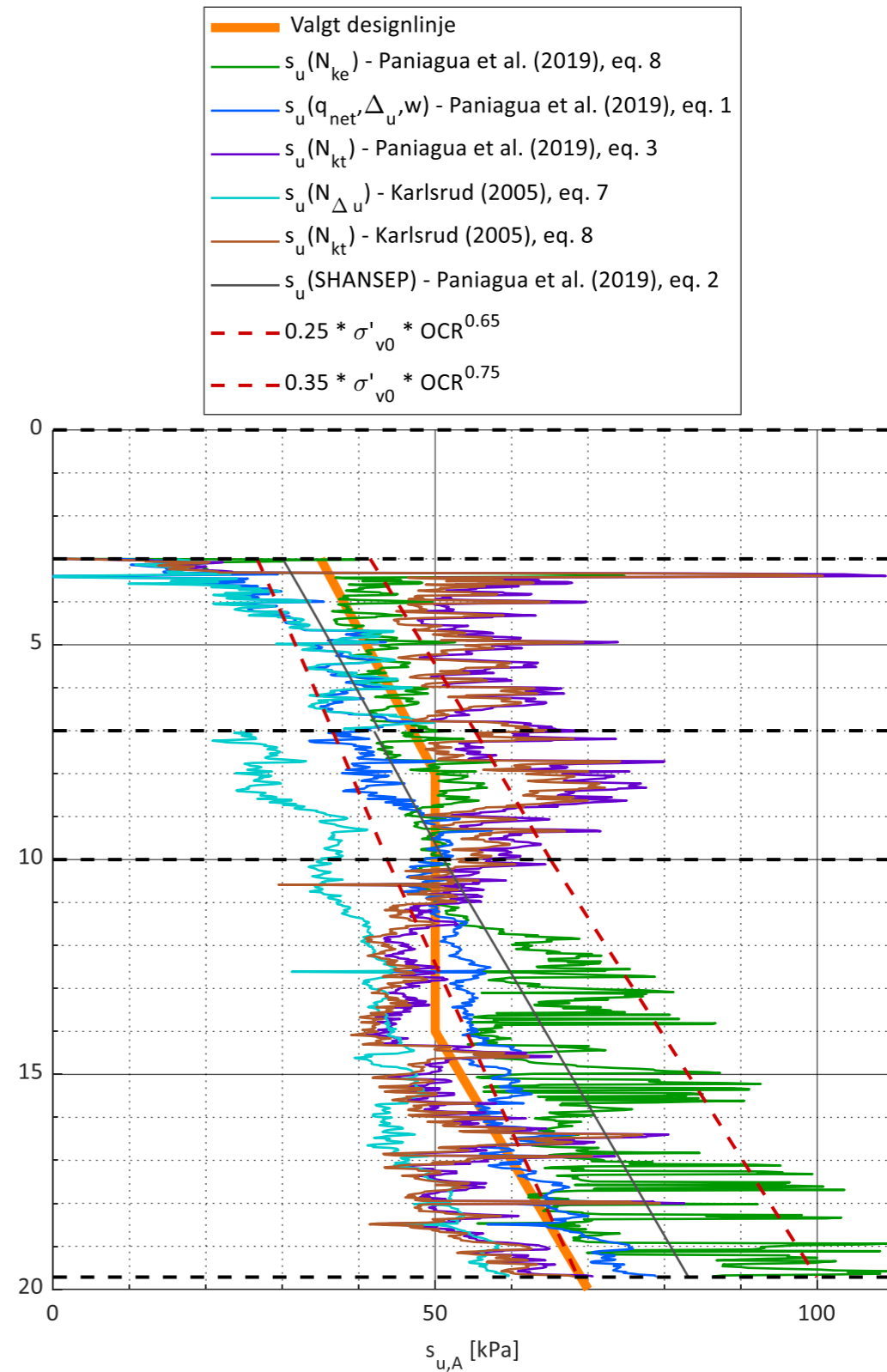
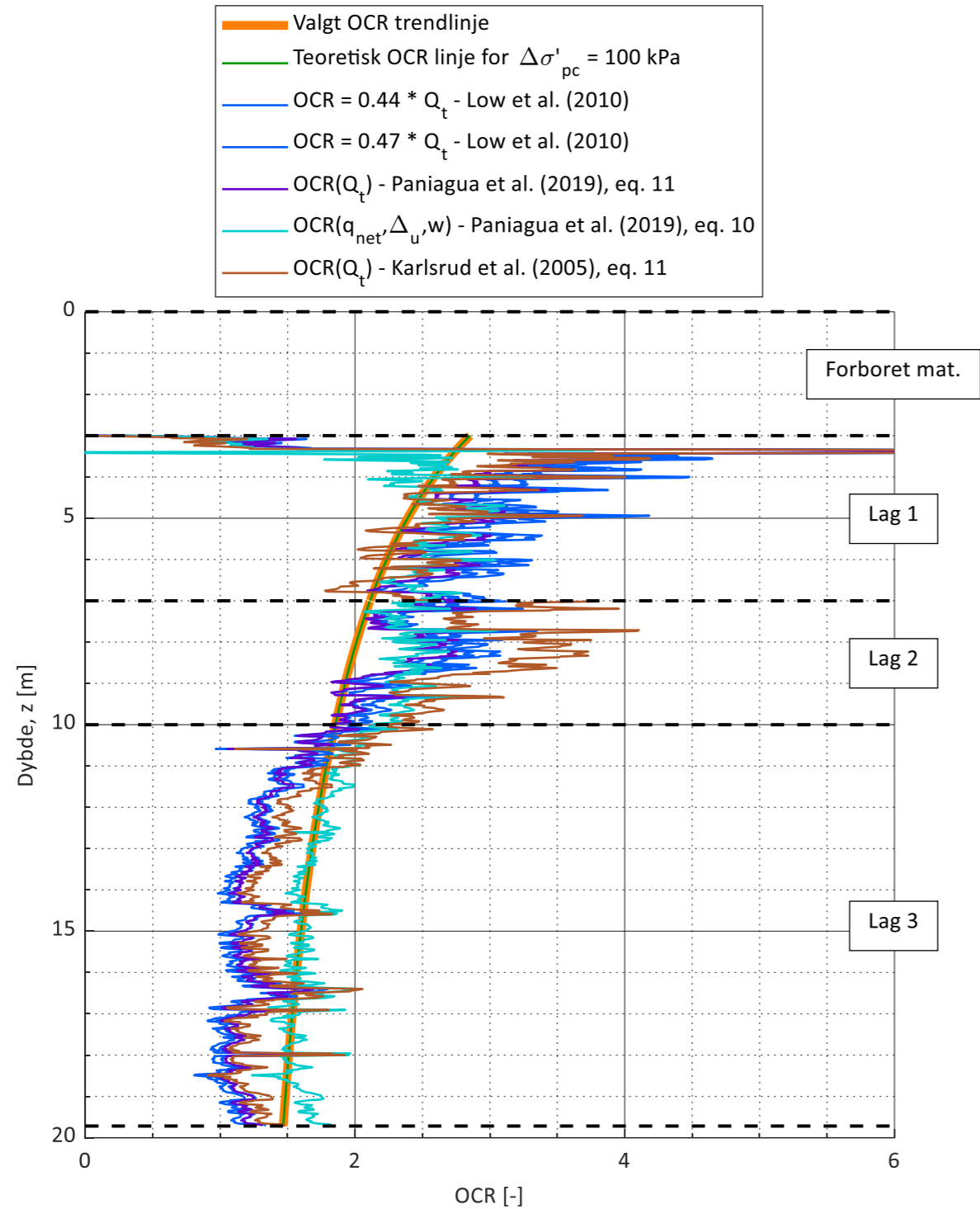


Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024		118258	2
Ktr.	Dato	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	6

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-] s _u [kPa]
x_min	0 0
x_max	6 110



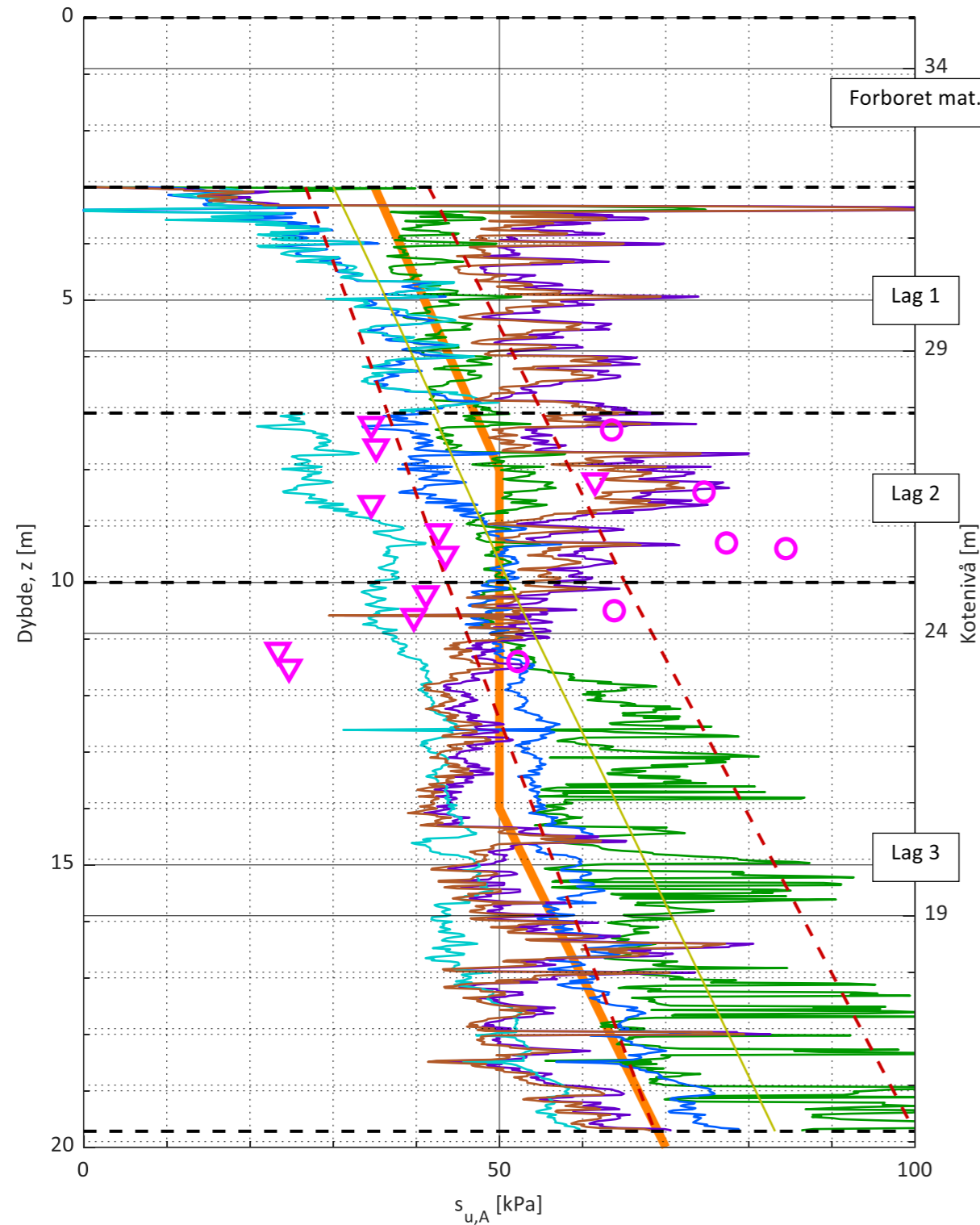


Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	7

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	100



- Designlinje
- $2 - s_u(N_{ke})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- $2 - s_u(q_{net}, \Delta_u, w)$ - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- $2 - s_u(N_{kt})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- $2 - s_u(N_{\Delta u})$ - Karlsrud (2005), eq. 7
- $2 - s_u(N_{kt})$ - Karlsrud (2005), eq. 8
- $2 - s_u$ (SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- ▽ Konusforsøk PR2
- Enaksforsøk PR2

z [m]	s_u [kPa]
3	35
8	50
14	50
20	70

Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258
Ktr.	Dato		Side nr.
EH	15.08.2024		1

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	102cptu.cpt
Borpunkt nr.:	102
Dato for utførelse:	13.03.2024
Borleder:	Kjetil
Terrengnivå [m]:	34,9
Forboringsdybde [m]:	2
Grunnvannstand [m]:	2,7
Stopp dybde [m]:	25,5
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:	3719	3711,7	7,3	0,2	1
Friksjon:	147,2	147,4	0,2	0,1	1
Poretrykk:	408,7	411,3	2,6	0,6	1

	Avvik [°]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	8,5	4

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

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,15	0,6	3/4

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

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	2,50

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse:

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.
AN	13.08.2024		118258	102
Ktr.	Dato	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	2

Fargekoder:

- Fylles ut av brukeren
- Beregnes

- Valg av klassifiseringsdiagrammer
- Robertson (2010) F_r - Q_t diagram
 - Schneider et. al. (2008) U* - Q_t diagram
 - Rask tolkning (uten klassifiseringsdiagrammer)

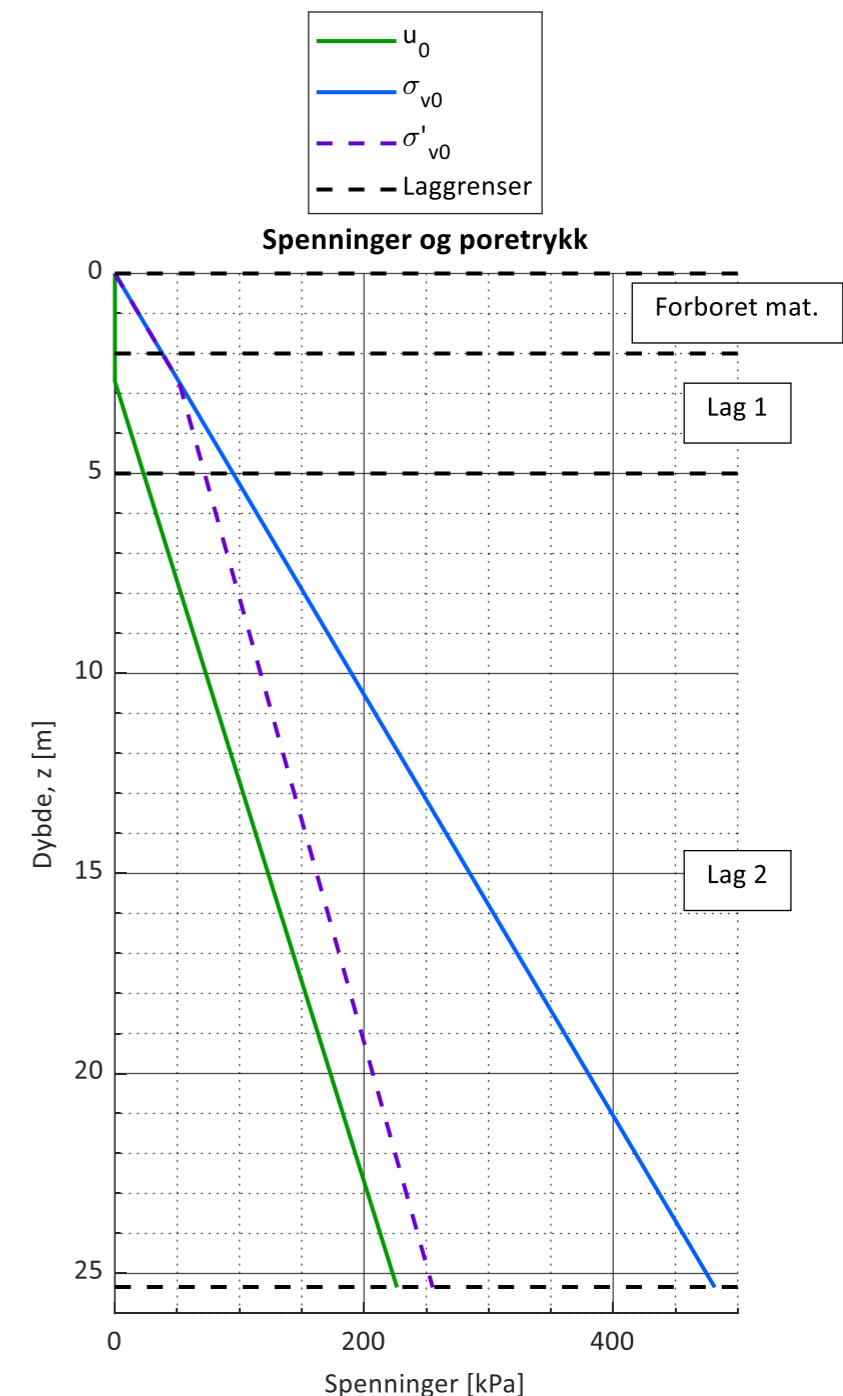
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdeling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	19	
Lag 1	2,0	19	
Lag 2	5	19	
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 u₀ poretrykksprofil

- Beregn poretrykksprofil fra angitt GVS
- Angi poretrykksprofil manuelt

z [m]	u ₀ [kPa]
2,7	0
25	223





Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

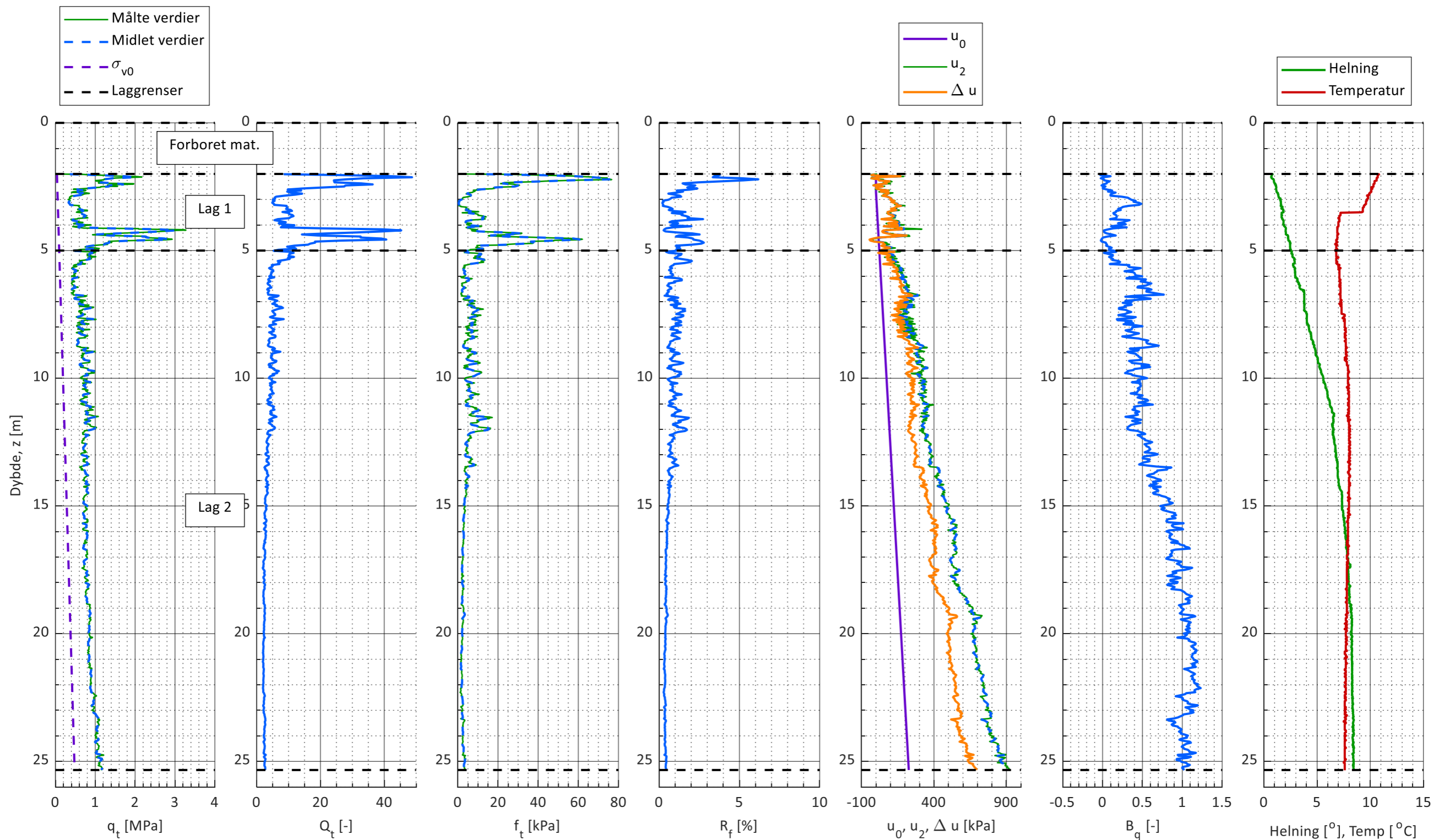
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	3

Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering):

	q _t [Mpa]	Q _t [-]	f _t [kPa]	R _f [%]	u ₀ [kPa]	B _q [-]	Helning [^o]
x_min							
x_max							

Målte parametere (q_c, f_s og u₂) er korrigert iht. SGI (2015)





Tolkning CPTU

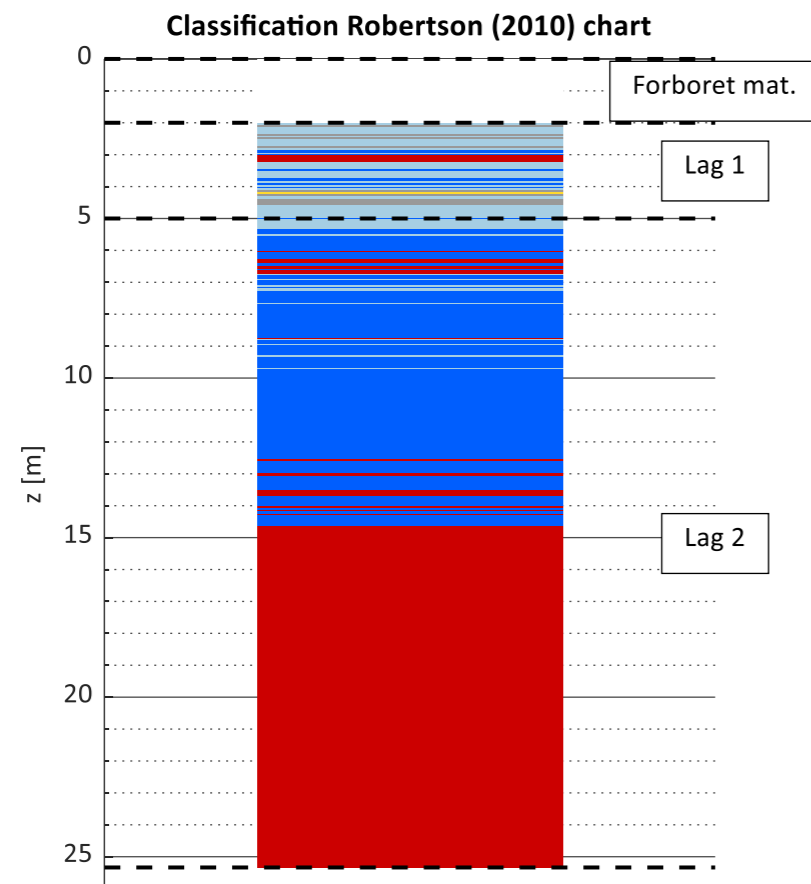
Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024	2,7	4	

Anvendelse av diagrammet: *Generell klassifisering*

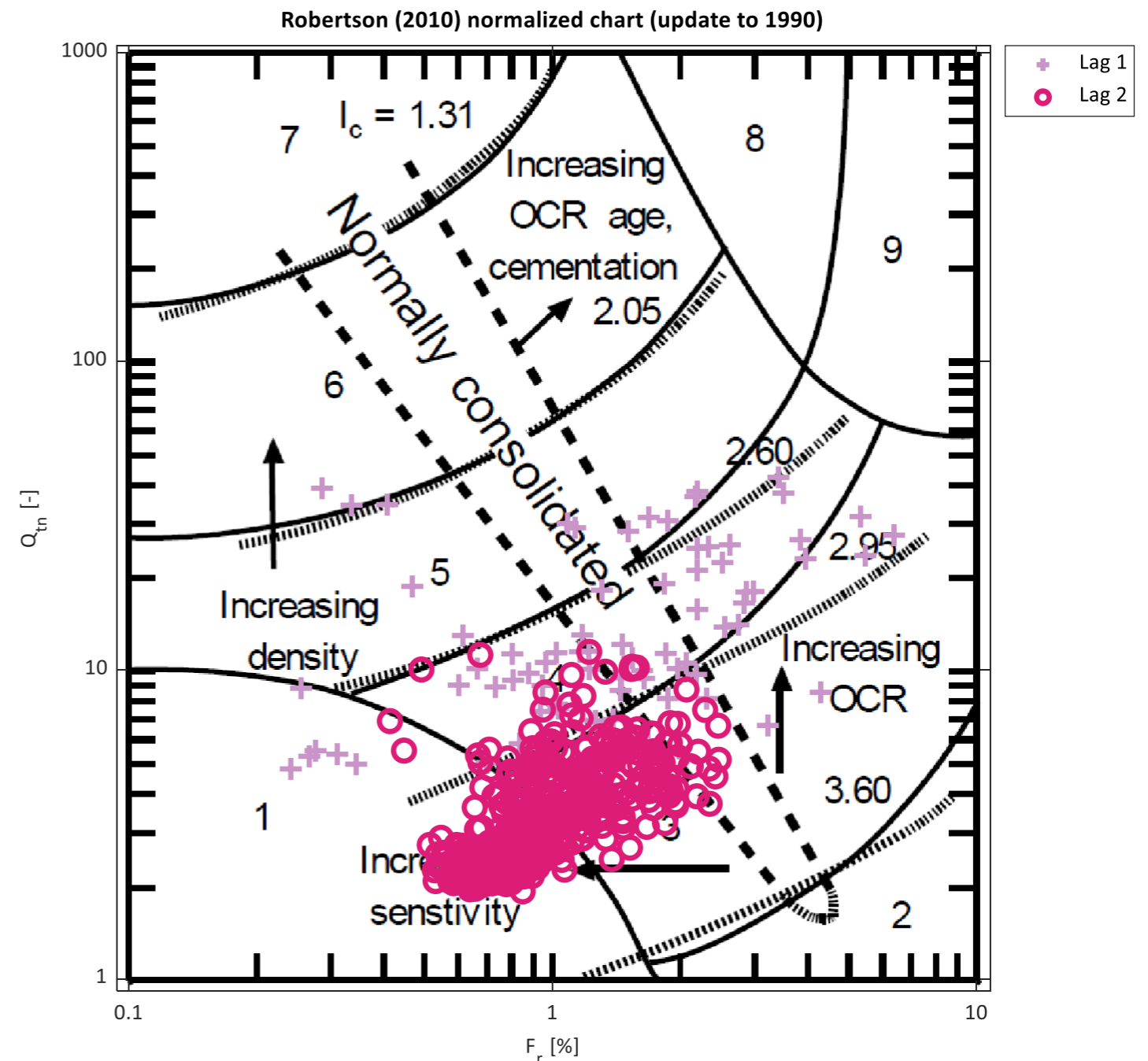
NB! Klassifisering av sensitive materialer med diagrammet er forbundet med stor usikkerhet!

- Rob. 2010 zone 1 - Fine grained (possibly sensitive)
- Rob. 2010 zone 2 - Organic soil to clay
- Rob. 2010 zone 3 - Clays: Silty clay to clay
- Rob. 2010 zone 4 - Silt mixtures: Clayey silt to silty clay
- Rob. 2010 zone 5 - Sand mixtures: Silty sand to sandy silt
- Rob. 2010 zone 6 - Sands - clean sand to silt sand
- Rob. 2010 zone 7 - Gravelly sandy to dense sand
- Rob. 2010 zone 8 - Very stiff sand to clayey sand
- Rob. 2010 zone 9 - Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)
- Out of model



Robertson 2010 chart soner:

Zone	Soil behaviour type	I _c	Coefficient of permeability Guidelines, k
1	Fine grained (possibly sensitive)	N/A	3*10 ⁻¹⁰ til 3*10 ⁻³
2	Organic soils - clay	>3.6	1*10 ⁻¹⁰ til 1*10 ⁻⁸
3	Clays - silty clay to clay	2.95 - 3.6	1*10 ⁻¹⁰ til 1*10 ⁻⁹
4	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	2.6 - 2.95	3*10 ⁻⁹ til 1*10 ⁻¹
5	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	2.05 - 2.6	1*10 ⁻⁷ til 1*10 ⁻⁵
6	Sands - clean sand to silt sand	1.31 - 2.05	1*10 ⁻⁵ til 1*10 ⁻³
7	Gravelly sandy to dense sand	<1.31	1*10 ⁻³ til 1
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A	1*10 ⁻⁸ til 1*10 ⁻³
9	Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)	N/A	1*10 ⁻⁹ til 1*10 ⁻⁷





Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR - input paramtere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	5

Lagdeling	Toppnivå	Plot (1/0)	S _t [-]	I _p [%]	w [%]	Plot ID [-]
Forboret	0,0	-	-	-	-	-
Lag 1	2,0	1	20,0	20,0	30,0	
Lag 2	5,0	1	20,0	10,0	30,0	
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						

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren
Beregnes

Plot innstillinger

I_P [%] (for beregning av ADP faktor):

Plot aktiv s_u **su,D/su,A [-]**

Plot direkte s_u

OCR trendlinje (for beregning av s_u)

Antatt Δσ'_{pc} [kPa]
1B)

1B) Teoretisk OCR linje (angitt ovenfor) ▼

z [m]	OCR [-]
1A)	

Resultater ødometerforsøk

Plot tittel

z [m]	Δσ' _{pc} [kPa]

Brukerdefinerte N-faktorer

Type N-faktor	N-faktor [-]	Tegnforklaring	Plot ID
N _{Du} (direkte s _u)	▼		
N _{kt} (direkte s _u)	▼		
N _{ke} (direkte s _u)	▼		
N _{Du} (direkte s _u)	▼		
N _{kt} (direkte s _u)	▼		
N _{ke} (direkte s _u)	▼		

Lagre plot for design linje (ark 4)

Filnavn:

s_u designlinje

z [m]	s _u [kPa]
5	40
7	40
10	50
15	50
25	70

OCR(Q_t) - Mayne (2017) - Brukerdefinert

$$OCR = A / \sigma'_{v0} * (q_t - \sigma'_{v0})^B$$

A	B

Teoretisk SHANSEP linje - Brukerdefinert

$$s_u = A + \sigma'_{v0} * S * OCR^m$$

A	S	m

- OCR plots
- 1B) Teoretisk OCR linje (angitt i selle J10)
 - 2) OCR = 0.44 * Q_t - Low et al. (2010)
 - 3) OCR = 0.47 * Q_t - Low et al. (2010)
 - 4) OCR(Q_t) - Paniagua et al. (2019), eq. 11
 - 5) OCR(q_{net}, Du, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 10
 - 6) OCR(Q_t) - Karlsrud et al. (2005), eq. 11
 - 7) OCR(Q_t) - Mayne (2017), eq. 18 & 23
 - 8) OCR(Q_t) - Mayne (2017), eq. 18 (brukerdefinert)

- s_u plots
- 1) s_u(N_{ke}) - Paniagua et al. (2019), eq. 8
 - 2) s_u(q_{net}, Du, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 1
 - 3) s_u(N_{kt}) - Paniagua et al. (2019), eq. 3
 - 4) s_u(N_{Du}) - Karlsrud (2005), eq. 7
 - 5) s_u(N_{kt}) - Karlsrud (2005), eq. 8
 - 6) s_u(N_{ke}) - Karlsrud (2005), eq. 10
 - 7) s_u(N_{kt}) - Mayne et al. (2022), eq. 1
 - 8) s_u(SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
 - 9) s_u(SHANSEP) nedre verdi - Karlsrud (2013)
 - 10) s_u(SHANSEP) øvre verdi - Karlsrud (2013)

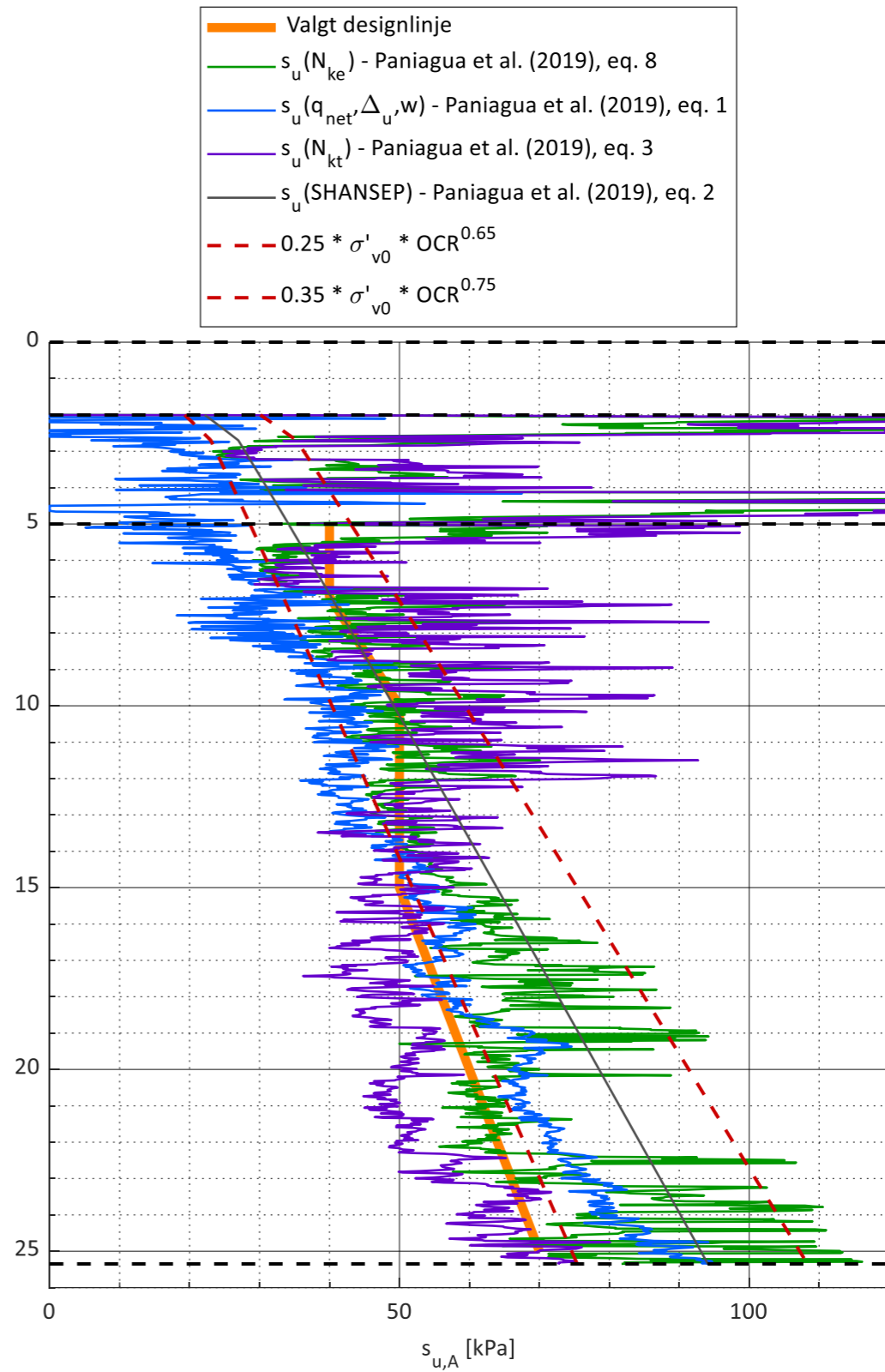
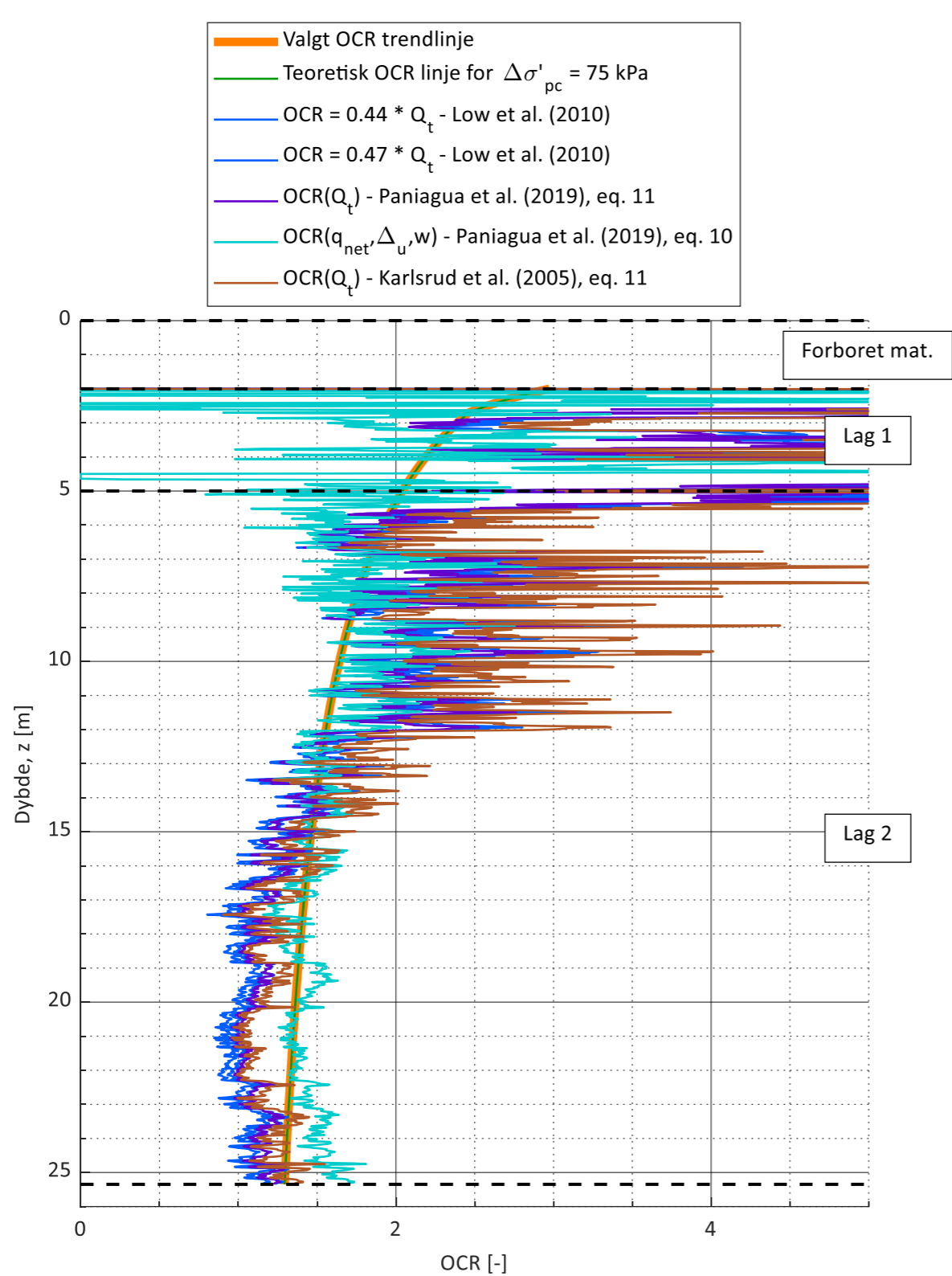


Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	118258	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	6

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-] s _u [kPa]
x_min	0 0
x_max	5 120



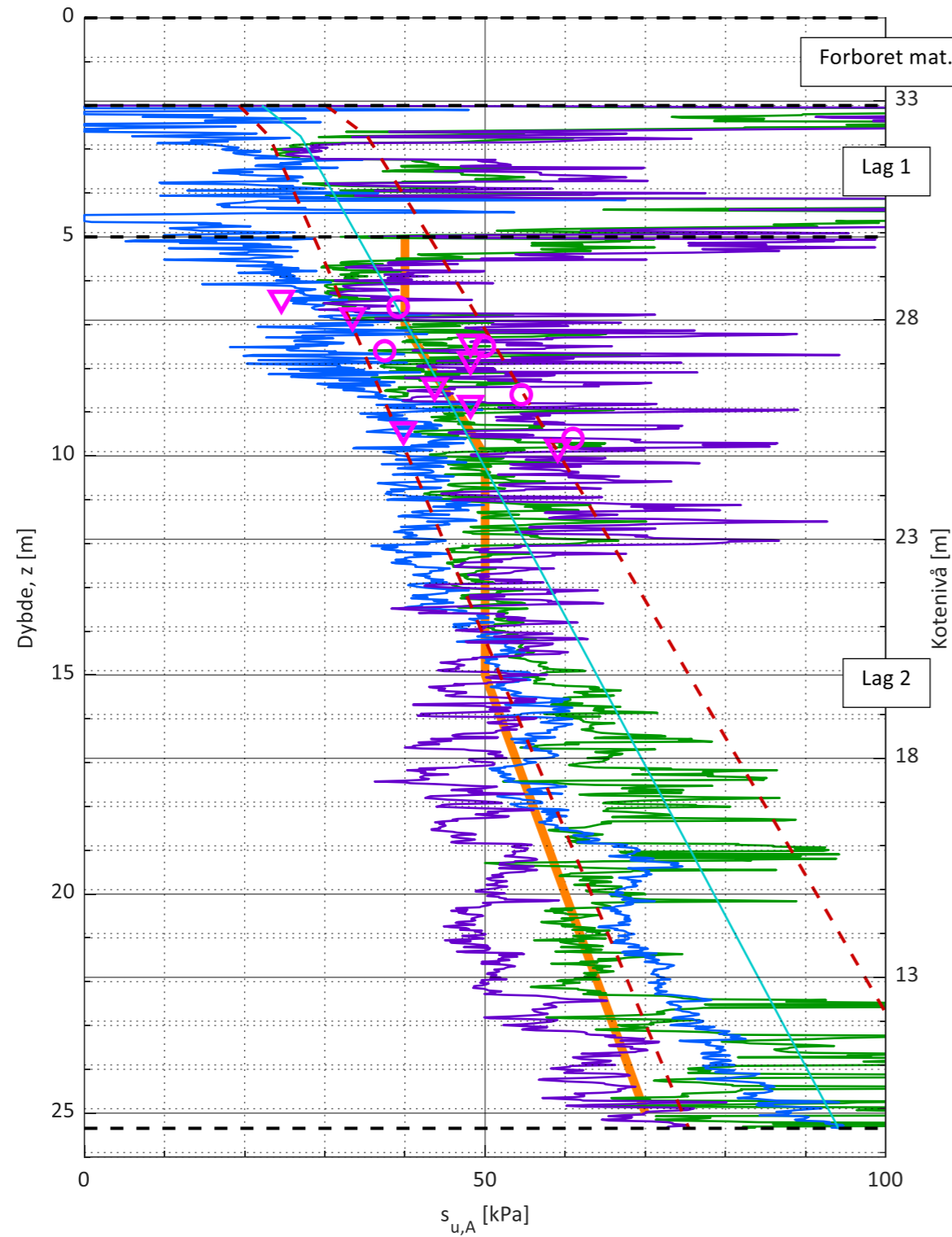


Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
AN	13.08.2024		118258	102
Ktr.	Dato	Lier. Lierbyen områderegulering, faresone Frogner	GVS [m]	Side nr.
EH	15.08.2024		2,7	7

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	100



- Designlinje
- 112B - $s_u(N_{ke})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- 112B - $s_u(q_{net}, \Delta_u, w)$ - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- 112B - $s_u(N_{kt})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- 112B - s_u (SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - - $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - - $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- ▽ Konusforsøk PR102
- Enaksforsøk PR102

z [m]	s_u [kPa]
5	40
7	40
10	50
15	50
25	70