

Prosjekt: 114772
Oppdrag: Lier. Hogsbroveien 12-16
Beregning: Stabilitet

Dato: 21.11.2024
Dokumentnr: 118000tb1 rev. 1
Utarbeidet av: Eirik Hegland
Kontrollert av: Jon Adersen Gulbrandsen/Janne Reitbakk

Lier. Hogsbroveien 12-16 **Stabilitet**

Sammendrag:

GrunnTeknikk AS er engasjert av Richard Zeiner-Gundersen for å utføre en områdestabilitetsvurdering ifm. oppføringen av 3 nye eneboliger i Hogsbroveien 12-16 (gnr/bnr. 50/295).

Tiltaksområdet ligger innenfor en kvikkleirefaresone som GrunnTeknikk nylig har utredet ifm. områderegulering i Lierbyen. Der er GrunnTeknikk engasjert av Asplan Viak AS, som igjen arbeider for Lier kommune.

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

Beregninger viser at det i dagens situasjon er for lav sikkerhet i profil A, B, D og E. Et evt. brudd i profil D vil ikke kunne påvirke planområdet.

Sikkerheten må økes (iht. prosentvis forbedring i 1/2019) i profil A, B og E for at tiltaket skal kunne gjennomføres. Beregninger viser at tilstrekkelig sikkerhet kan oppnås med motfylling i bunn av skråningen nedenfor Hogsbroveien. Størrelsen på fyllingen må være mellom ca. 1,5 og 3 m høy og mellom ca. 10 og 20 m bred (ut fra skråningen).

Fyllingsgeometri må optimaliseres, og det bør i samråd med NVE og uavhengig kontrollør gjøres en vurdering av om det skal kreves høyere sikkerhetsfaktor enn prosentvis forbedring, f.eks. 1,2 i udrenert tilstand.

I rev. 1 er det gjort mindre justeringer iht. kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring.

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	10
4.3	Lagdeling.....	10
4.4	Grunnvannstand.....	11
4.5	Dimensjonerende laster	11
4.6	Materialparametere.....	11
4.6.1	Effektivspenningsparametere og romvekt.....	11
4.6.2	Udrenert skjærstyrke	11
4.6.3	ADP-faktorer	16
5	Beregninger	17
5.1	Utførte stabilitetsberegninger og resultater	17
6	Kommentarer til beregningsresultatene	18
6.1	Dagens situasjon.....	18
6.2	Økning av sikkerhet ved motfylling.....	18

TEGNINGER

118000-500 – 510 Stabilitetsberegninger

VEDLEGG

1 Tolkning av CPTu-sonderinger

REFERANSER

- [1] NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», desember 2020.
- [2] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 116043r1 rev. B «Lier. Lierbyen områderegulering - Grunnundersøkelser». Datert 30.04.2024.
- [3] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 117985r1 rev. 1 «Lier. Heggroveien 12-16 - Grunnundersøkelser». Datert 29.04.2024.
- [4] Statens vegvesen, Rapport FD278A-1, datert 21.12.1989
- [5] Statens vegvesen, Rapport FD178A, Urapporterte grunnboringer, datert 01.04.1985
- [6] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 del 1
- [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 Richard Zeiner-Gundersen for å utføre en områdestabilitetsvurdering ifm. oppføringen av 3 nye eneboliger i Heggroveien 12-16 (gnr/bnr. 50/295).

Tiltaksområdet ligger innenfor en kvikkleirefarezone som GrunnTeknikk nylig har utredet ifm. områderegulering i Lierbyen. Der er GrunnTeknikk engasjert av Asplan Viak AS, som igjen arbeider for Lier kommune.

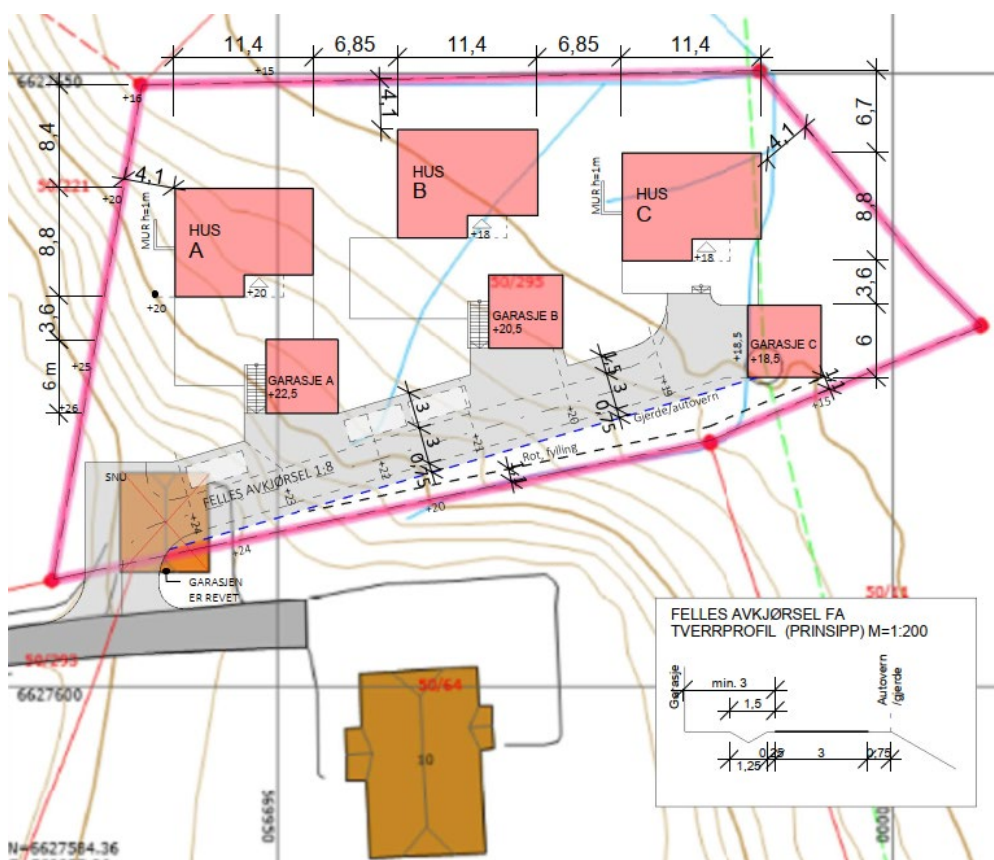
Foreliggende beregningshefte inneholder en oppsummering av utførte stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen, samt beregningsforutsetninger og parametertolkning.

I rev. 1 er det gjort mindre justeringer iht. kommentarer fra UAK.

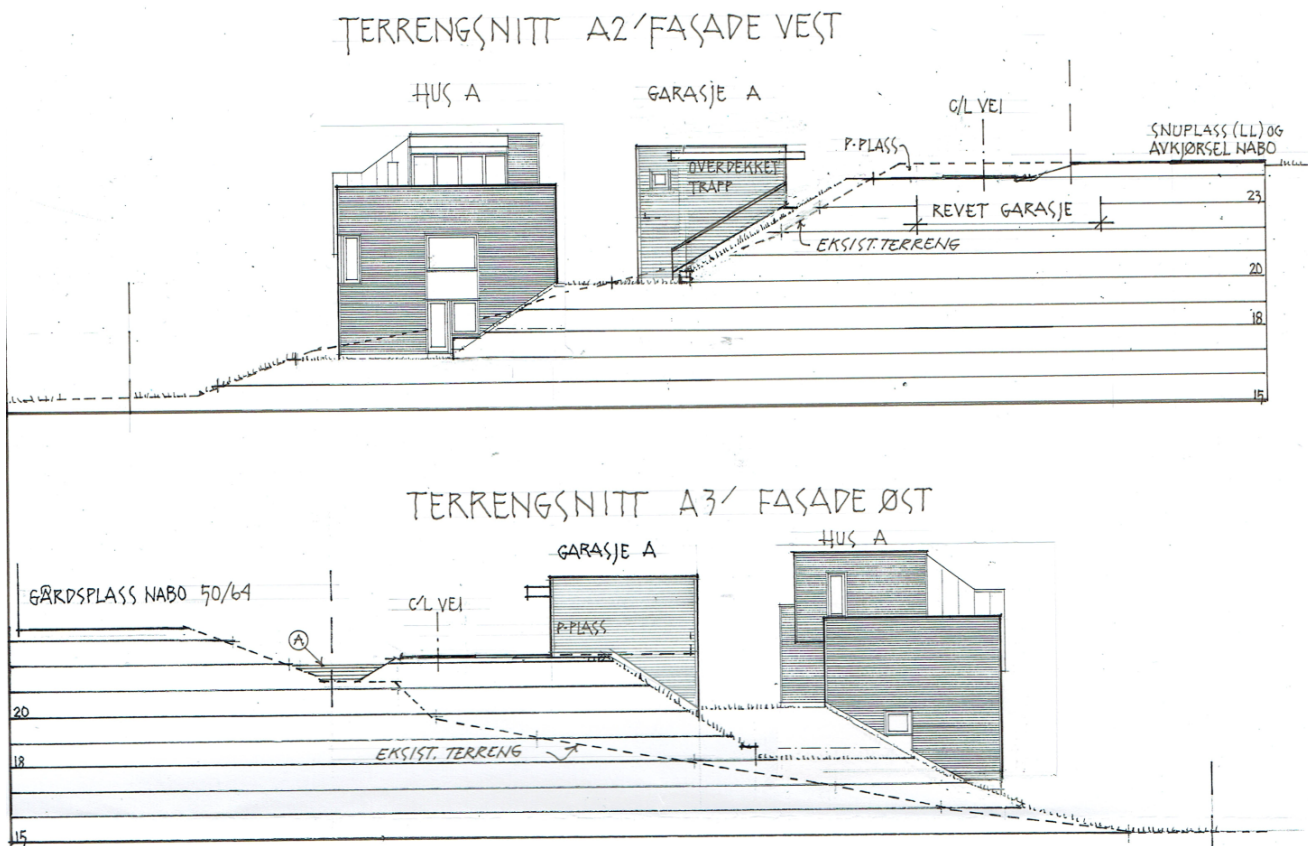
2 Planer

Det planlegges oppført 3 nye eneboliger med adresse Heggroveien 12, 14 og 16, like sør for Hegg skole i Lierbyen. Plantegning for tiltaket er vist i Figur 2.1 og to terrengsnitt er vist i Figur 2.2.

Eneboligene er planlagt i nedre del av en ca. 11 m høy skråning. Det planlegges oppfylling i bunn av skråningen, og for adkomstvei fra topp skråning. Dette medfører inntil ca. 3-4 m oppfylling.



Figur 2.1 Utsnitt fra situasjonsplan.



Figur 2.2 Snitt sett fra vest (øverst) og øst (nederst).

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terreng

Heggtoppen er et platå som ligger høyere enn området rundt. Selve platået ligger på ca. kote +32/+33, og terrenget faller av i alle retninger med varierende skråningshelning og høyde. Lokalt er det bratte skråninger med helning ca. 1:1,5.

I vest ligger Ringeriksveien i skjæring, og i øst går Hogsbroveien med gang- og sykkelvei i antatt skjæring og fylling.

Et kartutsnitt med skyggerelieff er vist i Figur 3.1, der omtrentlig plassering av byggeprosjektet er markert med rød firkant.



Figur 3.1 Kartutsnitt fra Høydedata, med skyggerelieff. Planområdet markert med rød strek.

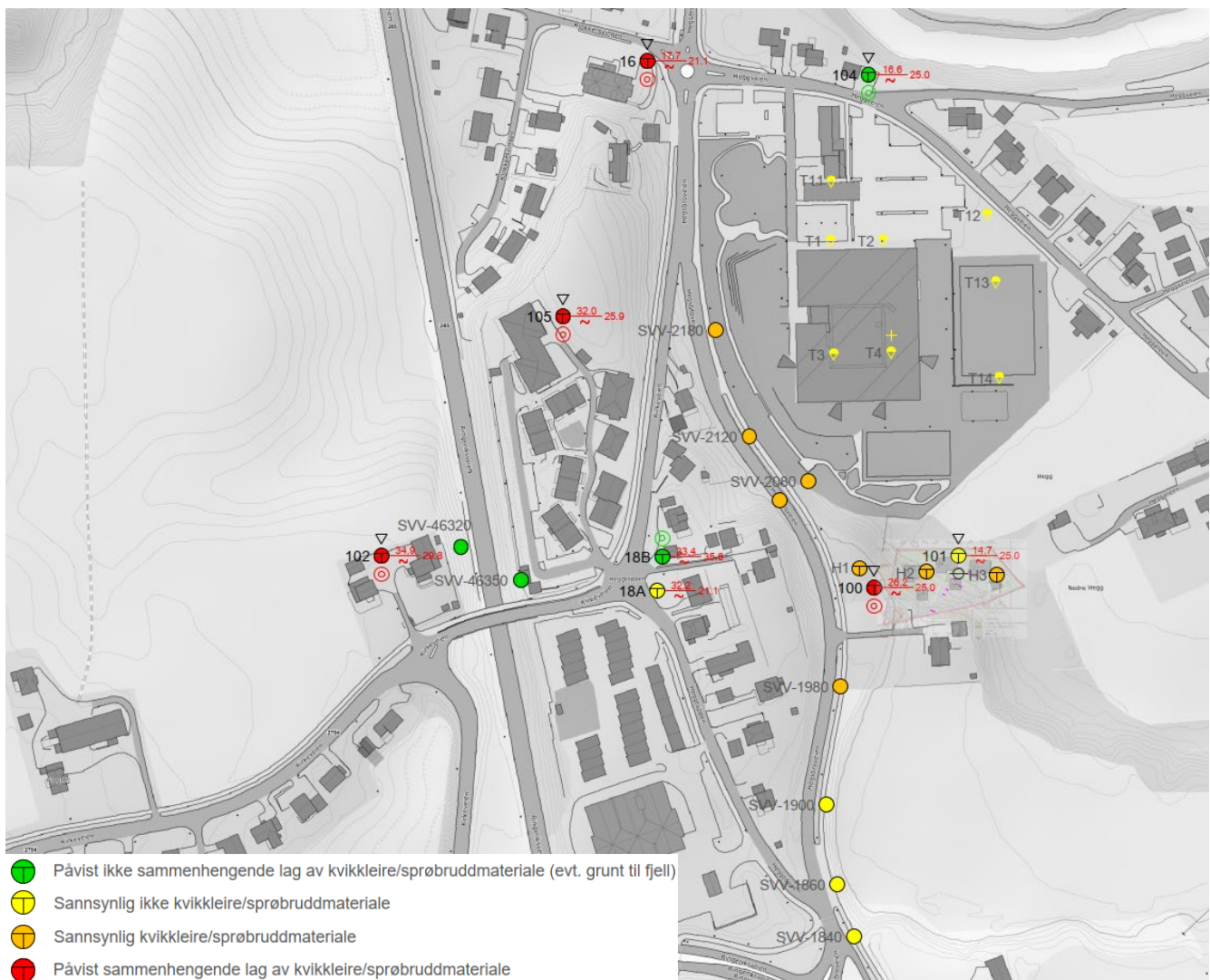
3.2 Grunnforhold

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 [2]. Det er også utført grunnundersøkelser ifm. prosjektet i Heggveien i 2024 [3]. I tillegg har Statens vegvesen utført relevant grunnundersøkelser ifm. Ringeriksveien i 1989 [4] og Heggveien i 1985 [5].

Figur 3.2 viser borplanen med utførte undersøkelser i området.

I nordre del av platået er det påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i betydelig mektighet og dybde, i prøveserier i borpunkt 16 og 105. I øst, ved Heggboveien 12-16, er det påvist sprøbruddmateriale i meget lagdelt grunn bestående av sand, silt og leire, over mer homogen leire, på topp av skråningen. I bunn av skråningen er det antatt sand over antatt overkonsolidert leire. Sonderinger og prøveserier fra Statens vegvesen indikerer tilsvarende forhold langs Heggboveien, med unntak av lengst sør.

Omtrent midt på platået, i krysset mellom Heggtoppen og Kirkeveien, er det i en prøveserie påvist ikke sammenhengende lag av sprøbruddmateriale. Sonderinger og prøveserier fra Statens vegvesen indikerer ikke-sensitive masser lengst sør på platået.



Figur 3.2 Utsnitt fra borplan, med tolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

4 Beregningsforutsetninger

4.1 Krav til sikkerhet

Generelt gjelder krav til valg av sikkerhetsfaktor/partialfaktor for jordparametere i Eurokode 7 del 1. Krav til partialfaktor er beskrevet i tabell NA.A.4, hvor kolonne M2 skal benyttes [6]. I henhold til denne tabellen er krav til partialfaktor for total- og effektivspenningsanalyse henholdsvis $F_c \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. I fotnote c til tabellen er det videre nevnt at partialfaktoren økes ut over angitte verdier når faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmateriale anses å være til stede.

Da tiltaket ligger innenfor en eksisterende kvikkleirefaresone, gjelder sikkerhetskrav gitt i NVEs veileder [1], kapittel 3.3. Planlagt tiltak medfører tilflytting av mer enn to boenheter, og plasseres dermed i tiltakskategori K4.

Dersom tiltaket forverrer stabiliteten kreves det ved totalspenningsanalyse sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$, der f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt. Verdien av f_s er gitt som 1,15. Krav til sikkerhet ved forverring blir da $F_{cu} \geq 1,6$. Krav til sikkerhetsfaktor for effektivspenningsanalyse er $F_{c\phi} \geq 1,25$.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten kreves henholdsvis $F_{cu} \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet kan F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes i henhold til krav om prosentvis forbedring. Dette gjelder for skråninger/områder, der forbedring av stabilitet opp til absolutt sikkerfaktor ikke er teknisk gjennomførbart eller kan få uforholdsmessige konsekvenser.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket gjelder $F_{cu} \geq 1,2$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.

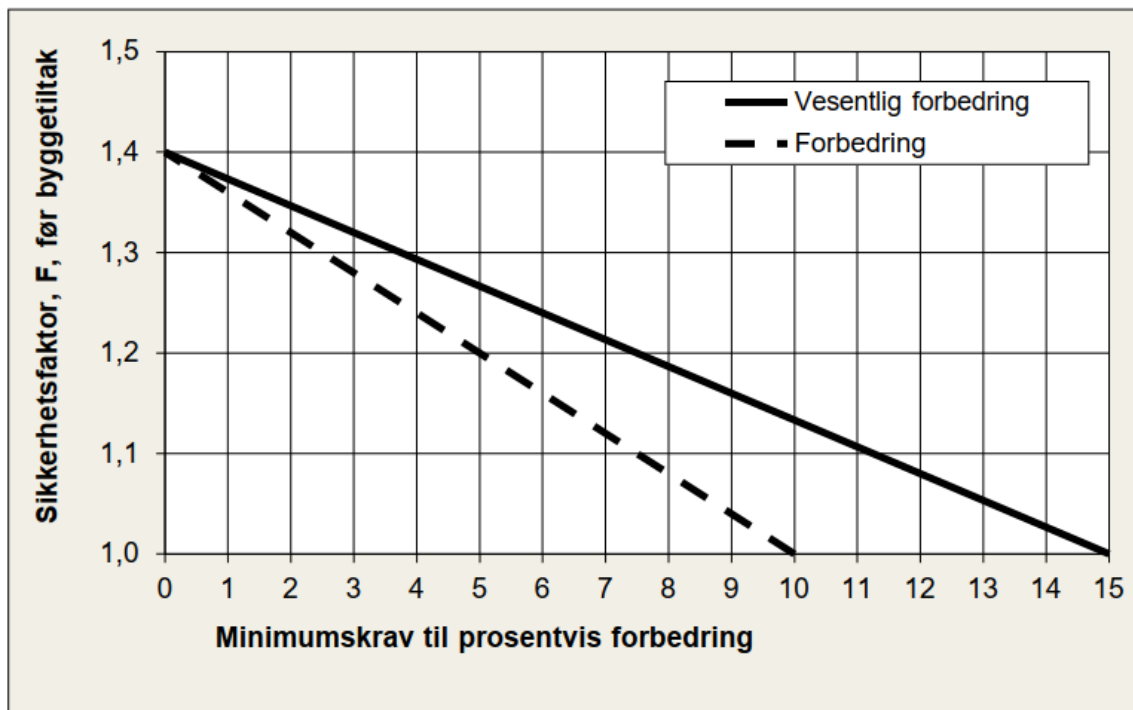
Oppsummert gjelder;

<i>Tiltakskategori:</i>	<i>K4</i>
<i>Ved forverring, udrenert;</i>	$F_{cu} \geq 1,6$
<i>Ved forverring, drenert;</i>	$F_{c\phi} \geq 1,25$
<i>For tiltak innenfor influensområde som ikke forverrer stabiliteten, udrenert;</i>	$F_{cu} \geq 1,4$
<i>For tiltak innenfor influensområde som ikke forverrer stabiliteten, drenert;</i>	$F_{c\phi} \geq 1,25$
<i>Utenfor influensområdet, udrenert</i>	$F_{cu} \geq 1,2$
<i>Utenfor influensområdet, drenert</i>	$F_{c\phi} \geq 1,25$

Krav til prosentvis forbedring ved for lav sikkerhet beregnes ut ifra Figur 4.1 og Figur 4.2. Faresonen Heggtoppen har faregrad lav, så det er krav til «forbedring».

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring

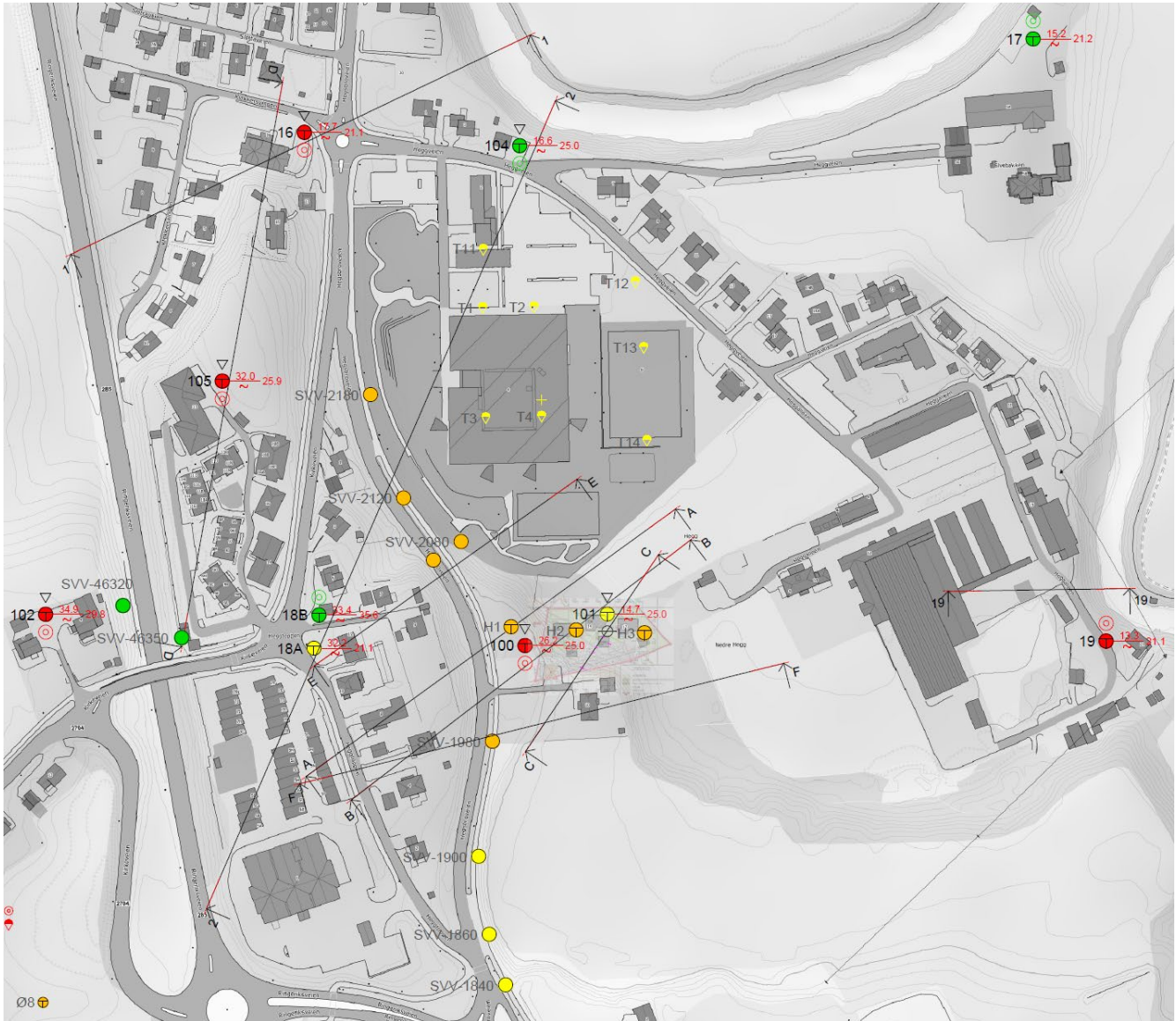
Figur 4.1 Tabell 3.3 i NVE veileder 1/2019 [1].



Figur 4.2 Figur 3.3 i NVE veileder 1/2019 [1]. Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor.

4.2 Kritiske beregningsprofiler

Det er utført stabilitetsberegninger i 6 profiler, A til F. Plasseringen av disse er vist på Figur 4.1.



Figur 4.3 Plassering av beregningsprofiler.

4.3 Lagdeling

Lagdelingen i beregningsmodellen er basert på grunnundersøkelsene beskrevet i kapittel 3.2. Generelt indikerer sonderinger og prøveserier et topplag av sand (stedvis siltig eller grusig) på mellom ca. 2 og 4 m. Under dette er det en lagpakke av veldig lagdelte løsmasser bestående av sand, silt og leire med mellom ca. 2 og 10 m mektighet. Mektigheten er størst i borpunkt 100. Under dette igjen er det en mer homogen siltig leire til antatt stor dybde.

4.4 Grunnvannstand

Poretrykksmåling i borpunkt 101 viser antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra terreng i bunn av skråning. Oppover i skråningen er grunnvannstanden antatt i overgangen mellom topplaget og de lagdelte massene.

4.5 Dimensjonerende laster

Der det er relevant benyttes trafikklaster iht. Statens vegvesens vegnormal N200, dvs. en jevnt fordelt last på 19,5 kPa (inkl. lastfaktor på 1,3).

4.6 Materialparametere

4.6.1 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	19,5	9,5
Lagdelt sand, silt, leire	31	0	0	20,0	10,0
Leire, siltig leire	26	5	2,5	20,0	10,0

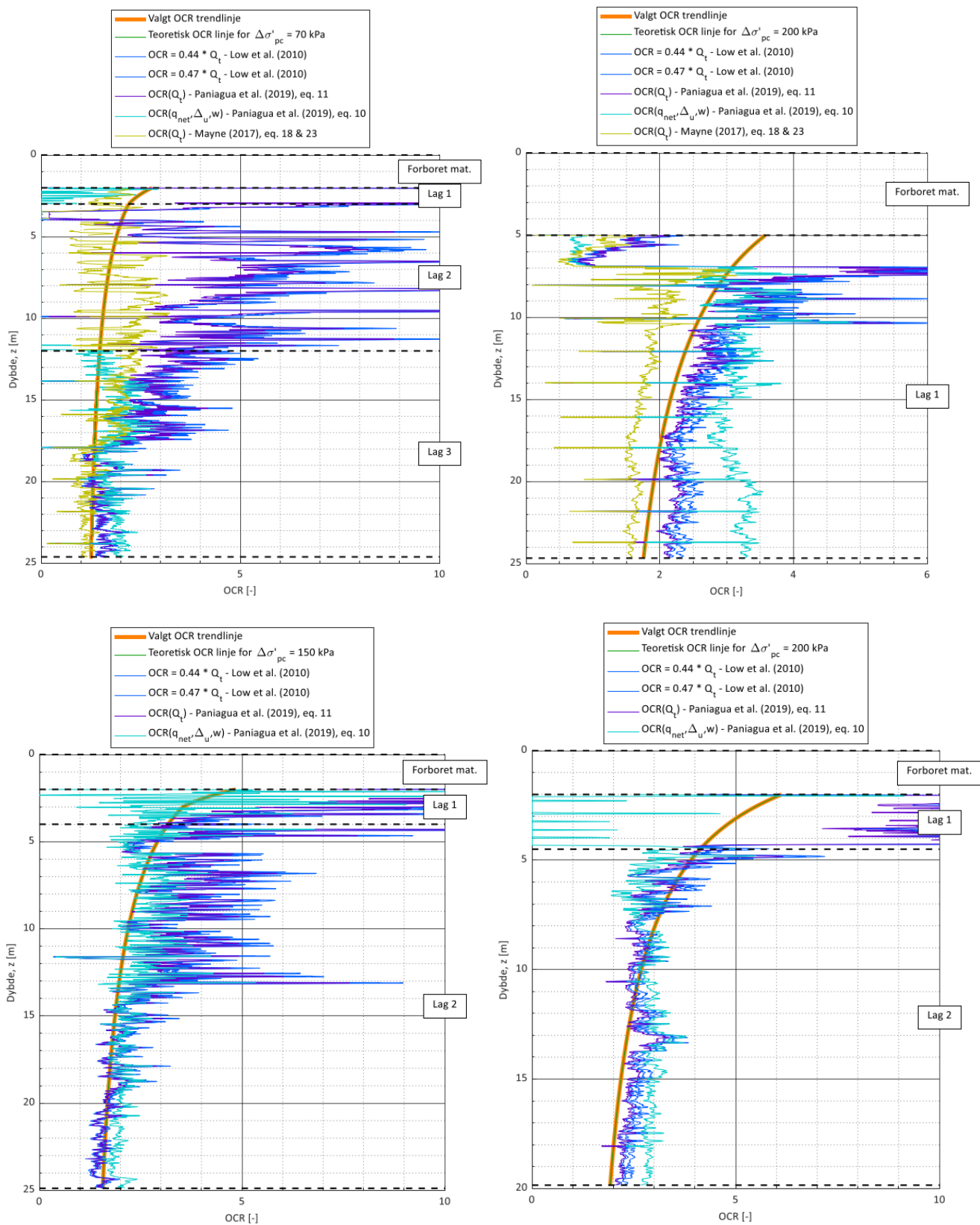
Leira modelleres hovedsakelig med totalspenningsparametere, da dette erfaringsvis er kritisk for de aktuelle forholdene. Det gjøres likevel en kontrollberegning med effektivspenningsparametere på leira.

4.6.2 Udrenert skjærstyrke

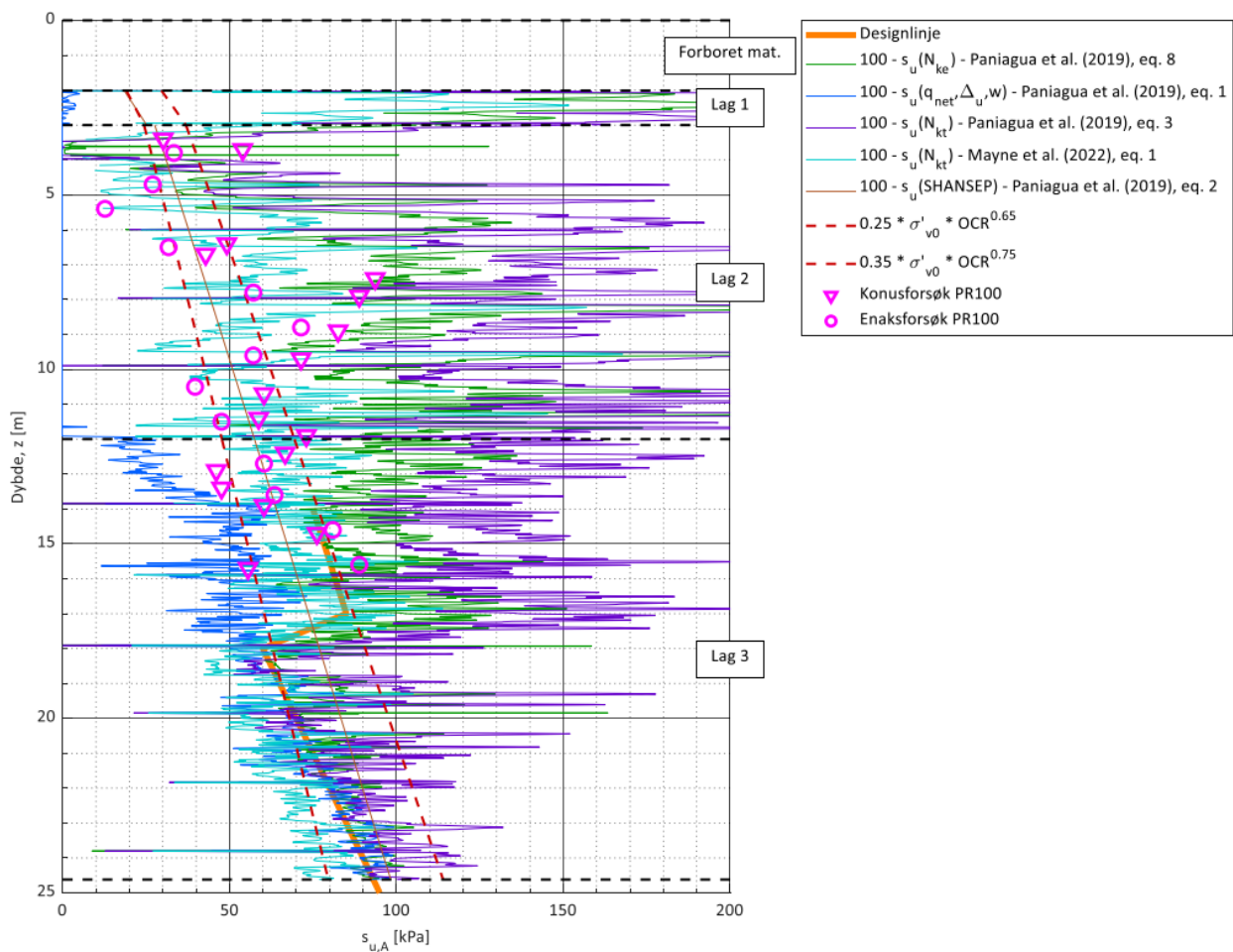
Udrenert skjærstyrke er tolket ut ifra CPTu-sonderinger og laboratorieforsøk på uforstyrrede prøver (prøveserier). CPTu-sonderingene er tolket i GrunnTeknikks tolkningsprogram, som bl.a. er basert på CPTu-korrelasjoner i norske leirer fra Paniagua et al. [8]. I borpunkt 18 er det valgt en designlinje basert på enaks- og konusforsøk.

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 er vist i Figur 4.5 til Figur 4.8.

I noen s_u -korrelasjoner, samt SHANSEP-linjer, benytter OCR som inputparameter. OCR tolkes også fra CPTu-korrelasjoner. Tolkning av OCR-linje som inngår i videre tolkning tilpasses CPTu-korrelasjoner ved å angi en antatt $\Delta\sigma'_{pc}$ (tidligere overlagingstrykk). Tolkninger av OCR er vist på Figur 4.4. Generelt er $\Delta\sigma'_{pc}$ høyere i bunn av skråningene ved Heggtoppen, enn på toppen, hvilket er forventet med tanke på hvordan løsmassene i området er avsatt og erodert bort.



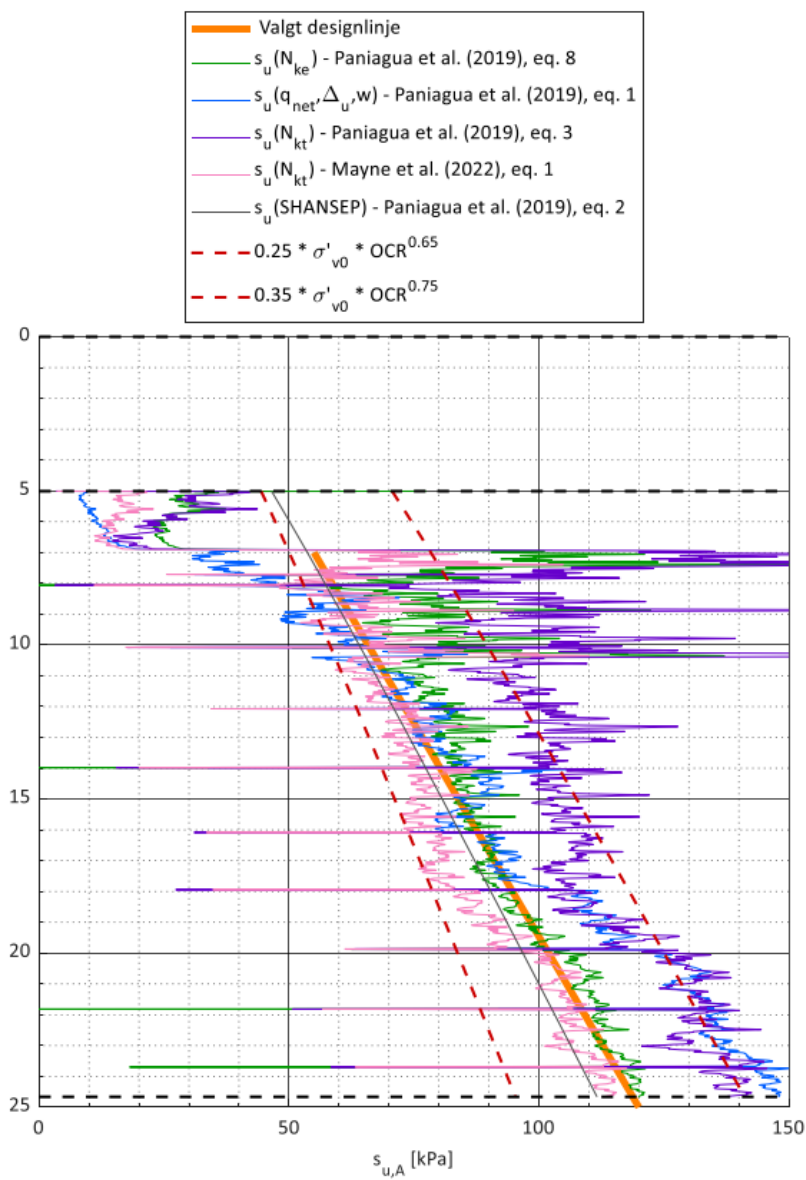
Figur 4.4 Tolkning av OCR fra CPTu-sonderinger. Fra øverst til venstre: bopunkt 100, 101, 105 og 16.



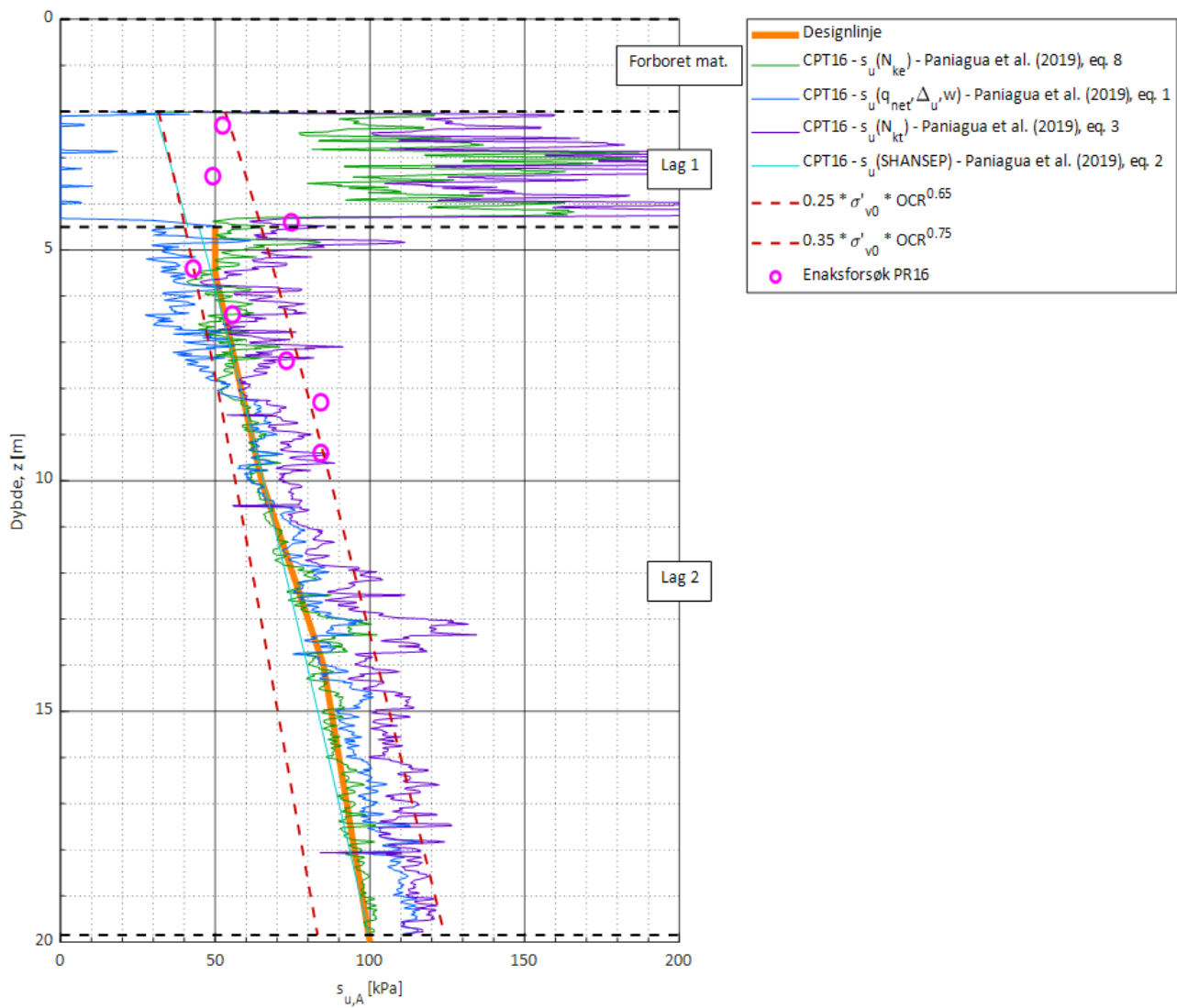
Figur 4.5 Tolkning av CPTu-sondering i borpunkt 100, med prøvedata og valgt designlinje.

Designlinje er kun tolket fra 14-15 m dybde. I CPTu-sondering er det omtrent ved denne dybden at det observeres en poretrykksoppbygning, som indikerer leirige masser med udrenert oppførsel. Det gjøres imidlertid en kontrollberegning med leire fra ca. 12 m. Da ekstrapoleres designlinjen lineært oppover, parallelt med øvre SHANSEP-linje.

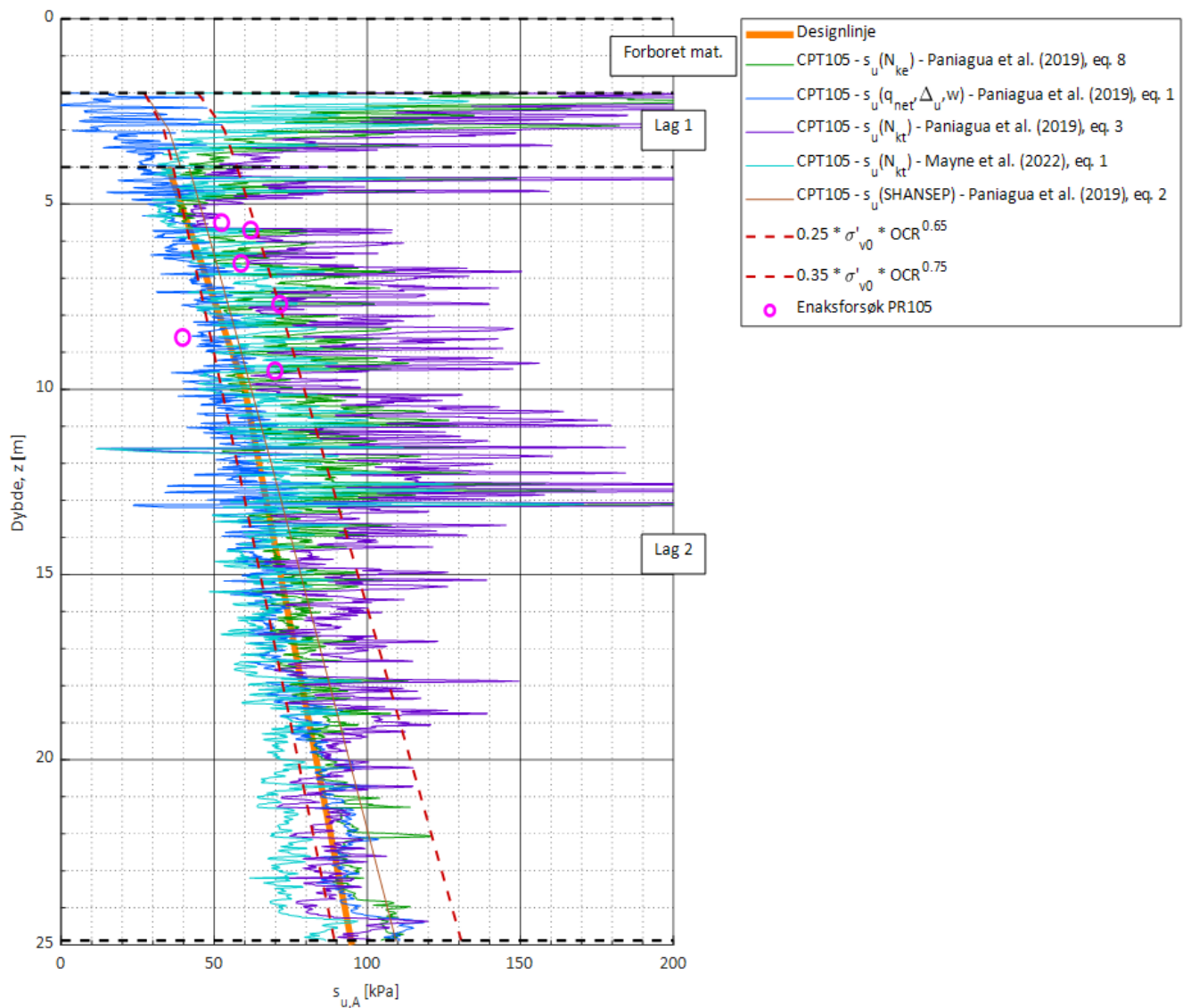
Kontrollberegningen gir tilnærmet samme sikkerhetsfaktor i profil E.



Figur 4.6 Tolkning av CPTu-sondering i borpunkt 101, med valgt designlinje.



Figur 4.7 Tolking av CPTu-sondering i borpunkt 16, med prøvedata og valgt designlinje.



Figur 4.8 Tolking av CPTu-sondering i borpunkt 105, med prøvedata og valgt designlinje.

4.6.3 ADP-faktorer

Det er benyttet ADP-faktorer iht. anbefalinger i NIFS rapport 14/2014, ref. [9]. Det er ikke utført flytegrenseforsøk på opptatte prøver (det ble forsøkt på enkelte prøver, men de smuldret opp). Derfor antas det at plastisitetsindeksen er mindre enn 10 % (gir størst reduksjon i direkte og passiv sone). For $I_p < 10$ gjelder;

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

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 5.1 nedenfor.

Tabell 5.1 Utførte beregninger.

Beregningsnr.	Beskrivelse	Tegningsnr.
1	Profil A. Dagens situasjon. Udrenert. Trafikklast på Hegsbroveien og Heggtoppen.	118000-500
2	Profil A. Dagens situasjon. Drenert. Trafikklast på Hegsbroveien og Heggtoppen.	118000-501
3	Profil B. Dagens situasjon. Udrenert. Trafikklast på Hegsbroveien og Heggtoppen.	118000-502
4	Profil C. Dagens situasjon. Udrenert. Ikke regnet med trafikklast (snittet vurderer lokalstabilitet i skråningen ved tiltaket).	118000-503
5	Profil E. Dagens situasjon. Udrenert. Trafikklast på Hegsbroveien. Profilet stopper i Heggtoppen.	118000-504
6	Profil F. Dagens situasjon. Udrenert. Ikke regnet med trafikklast (snittet vurderer lokalstabilitet i skråningen ved tiltaket, profil A og B er representative for den større skråningen opp til Heggtoppen).	118000-505
7	Profil A. Motfylling for økt sikkerhet (ca. 3 m høy, 20 m bred). Udrenert. Trafikklast på Hegsbroveien og Heggtoppen.	118000-506
8	Profil B. Motfylling for økt sikkerhet (ca. 1,5-2 m høy, 10 m bred). Medregnet noe oppfylling iht. planer for byggene. Udrenert. Trafikklast på Hegsbroveien og Heggtoppen.	118000-507
9	Profil E. Motfylling for økt sikkerhet (ca. 2,5-3 m høy, 20 m bred). Udrenert. Trafikklast på Hegsbroveien.	118000-508
10	Profil D. Dagens situasjon. Udrenert. Trafikklast vurdert ikke relevant.	118000-509
11	Profil D. Dagens situasjon. Drenert. Trafikklast vurdert ikke relevant.	118000-510

Tabell 5.2 Beregningsresultater.

Beregningsnr.	Sikkerhetsfaktor	Krav	Kommentar
1	1,04 - 1,18	1,4 (1,25)	For lav sikkerhet, både for overflatestabilitet lokalt i skråningen ved tiltaket, og for lange og dypere glideflater (sirkulære og sammensatte).
2	1,04 - 1,81	1,25	Grunne glideflater er de samme som i forrige beregning. Lange/dype glideflater har god sikkerhet.
3	1,26 - 1,32	1,4	For lav sikkerhet. Lavest sikkerhet for lokalstabilitet i den nederste skråningen. Overflatestabilitet OK.
4	1,51	1,4	Sikkerhet OK.
5	0,98 - 1,25	1,4 (1,25)	Sikkerhet for lav. Lavest sikkerhet for store glideflater.

6	1,28 - 1,45	1,4 (1,25)	Sikkerhet OK. Overflatestabilitet har sikkerhet 1,28, som er OK iht. krav ved effektivspenningsanalyse.
7	1,18 - 1,77	1,14	Krav til forbedring er ca. 8-9 %, dvs. sikkerhetsfaktor ca. 1,14 (vil helst oppnå 1,2). Prosentvis forbedring oppnås også i de lange glideflatene. OK sikkerhet oppnås med motfylling. Overflatestabilitet i den bratte skråningen fortsatt noe lav. God sikkerhet i fronten på motfylling.
8	1,34-1,36	1,30	Krav til forbedring er ca. 3,5 %, dvs. sikkerhetsfaktor ca. 1,30. Prosentvis forbedring oppnås også i den lange glideflaten (krav ca. 2 %).
9	1,13 - 1,58	1,10	Krav til forbedring er 10 %, dvs. sikkerhetsfaktor ca. 1,10 (vil helst oppnå 1,2). OK sikkerhet oppnås med motfylling.
10	1,17 - 1,31	1,4	Sikkerhet for lav.
11	1,46 - 1,98	1,25	Sikkerhet OK.

6 Kommentarer til beregningsresultatene

6.1 Dagens situasjon

Beregninger viser at det i dagens situasjon er for lav sikkerhet i profil A, B, D og E. Et evt. brudd i profil D vil ikke kunne påvirke tiltak planlagt i Hegsbroveien 12-16.

6.2 Økning av sikkerhet ved motfylling

Sikkerheten må økes (iht. prosentvis forbedring i 1/2019) i profil A, B og E for at tiltaket (boliger i Hegsbroveien 12-16) skal kunne gjennomføres. Beregninger viser at tilstrekkelig sikkerhet kan oppnås med motfylling i bunn av skråningen nedenfor Hegsbroveien. Størrelsen på fyllingen må være mellom ca. 1,5 og 3 m høy og mellom ca. 10 og 20 m bred (ut fra skråningen). Utstrekning av motfyllingen i retning nord-sør utenfor planområdet må vurderes nærmere.

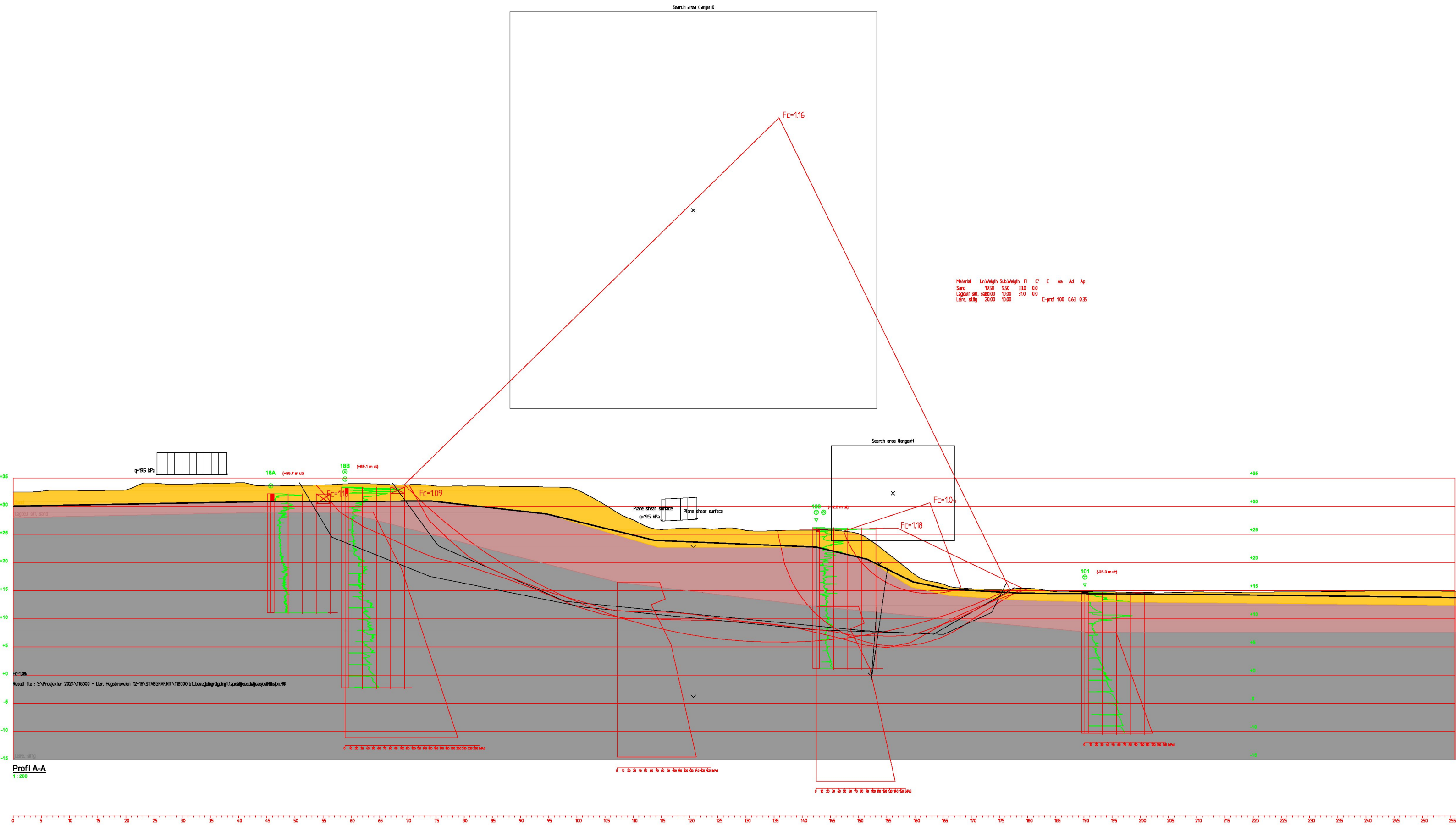
Fyllingsgeometri må optimaliseres, og det bør i samråd med NVE og uavhengig kontrollør gjøres en vurdering av om det skal kreves høyere sikkerhetsfaktor enn prosentvis forbedring, f.eks. 1,2 i udrenert tilstand.

Kontrollside

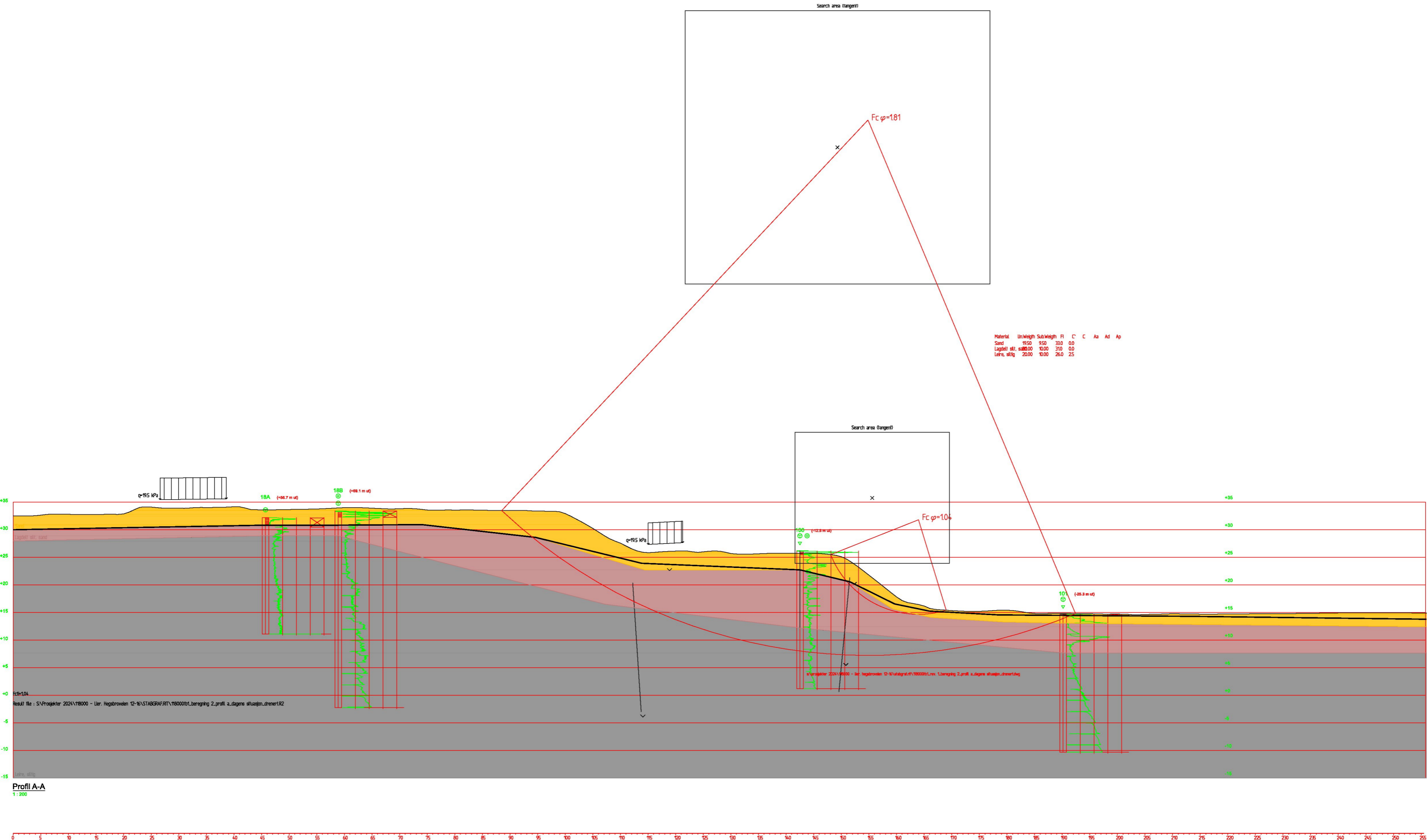
Dokument	
Dokumenttittel: Lier. Hogsbroveien 12-16, Stabilitet	Dokument nr: 118000tb1 rev. 1
Oppdragsgiver: Lier. Hogsbroveien 12-16	Dato: 21.11.2024
Emne/Tema: Stabilitet	

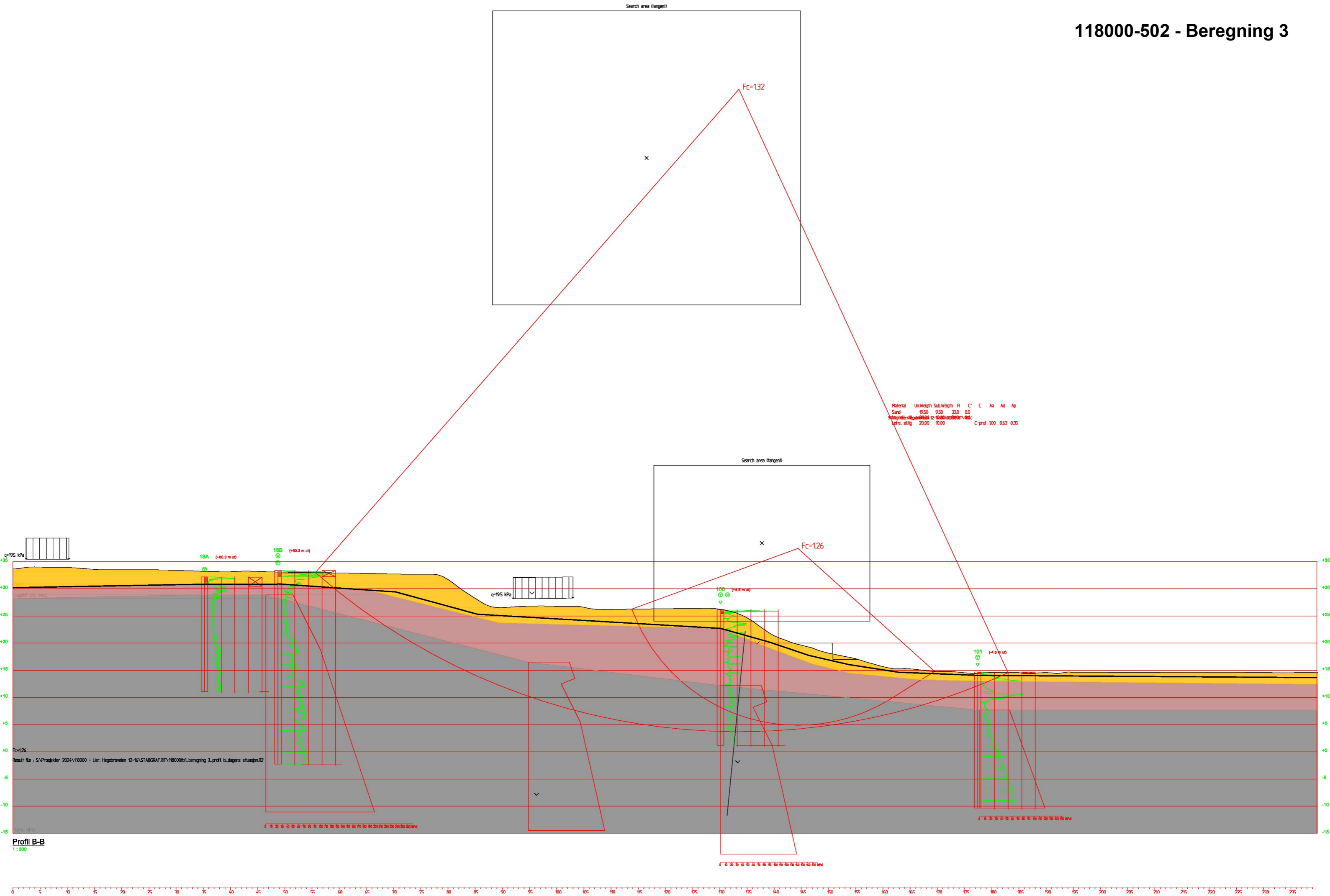
Sted		
Land og fylke: Norge, Buskerud	Kommune: Lier	
Sted: Lierbyen		
UTM sone: 32V	Nord: 6627640	Øst: 569960

Kvalitetssikring/dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent av:
0	Originaldokument	06.05.24 Eirik Hegland	22.05.2024 Jon Adsersen Gulbrandsen	22.05.2024 Jon Adsersen Gulbrandsen
1	Revisjon etter UAK	21.11.24 Eirik Hegland	21.11.24 Janne Reitbakk	21.11.24 Janne Reitbakk



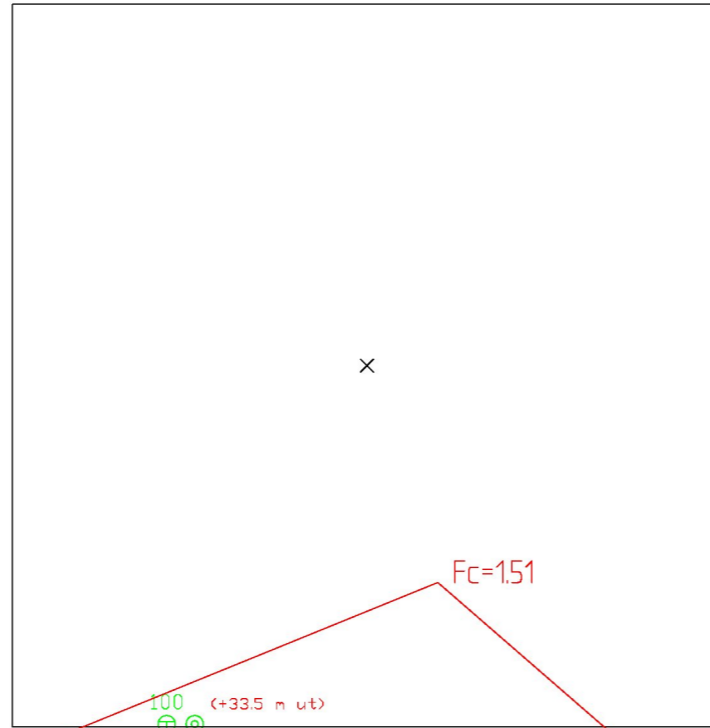
Profil A-A
1:200



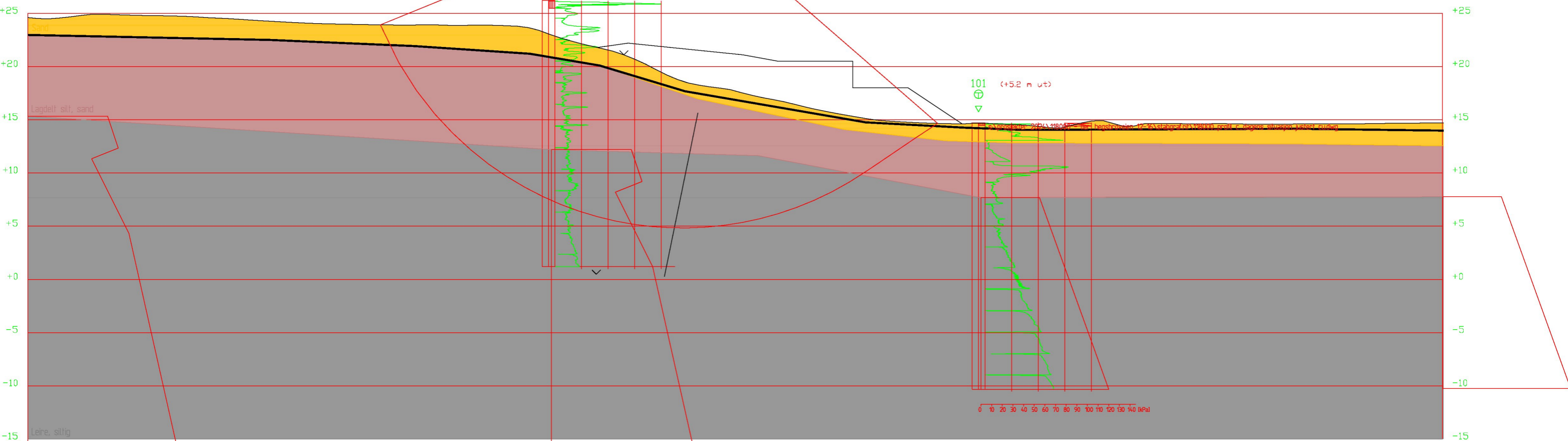


Profil B-B
1:200

Search area (tangent)



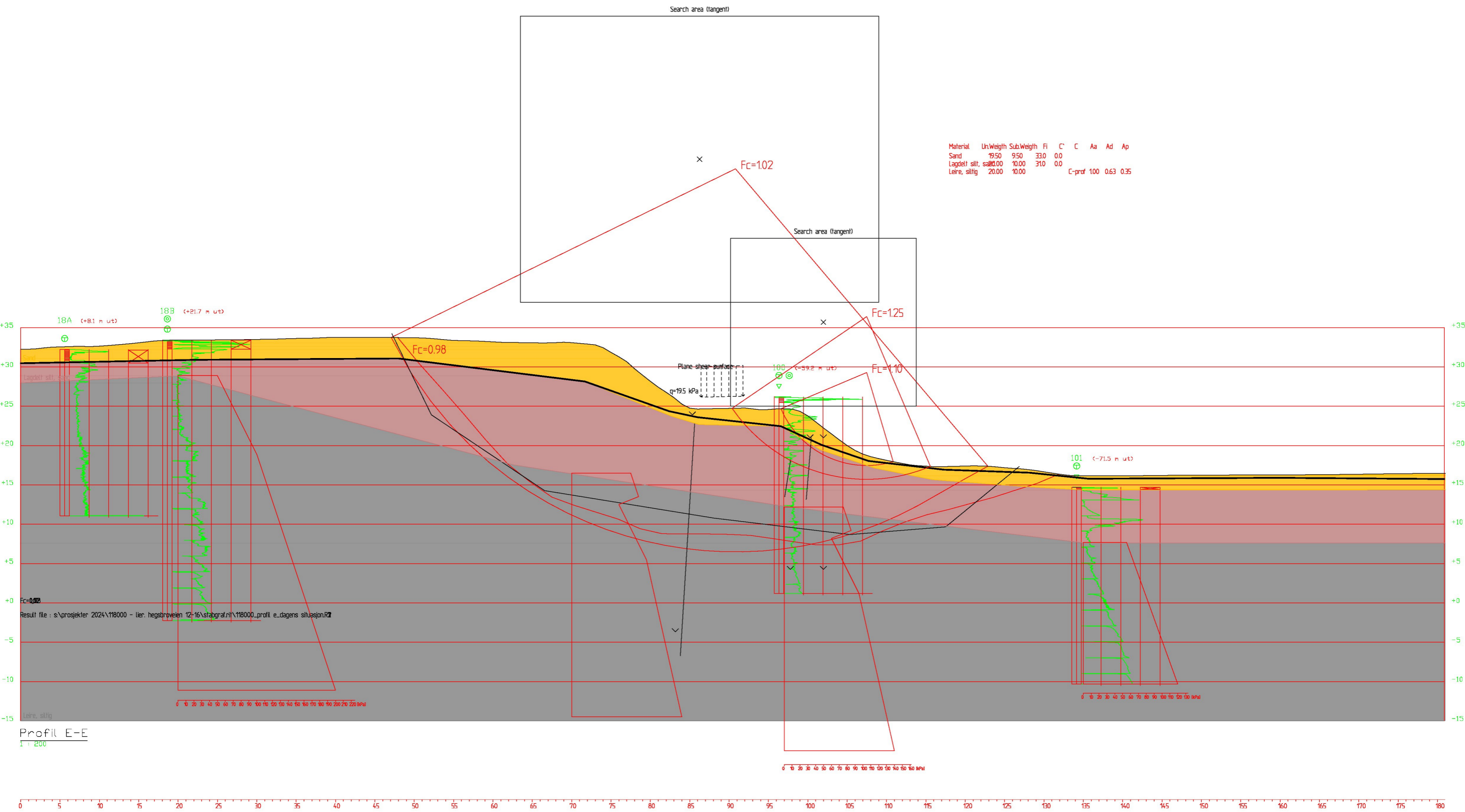
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	19.50	9.50	33.0	0.0				
Lagdelt silt, sand	20.00	10.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

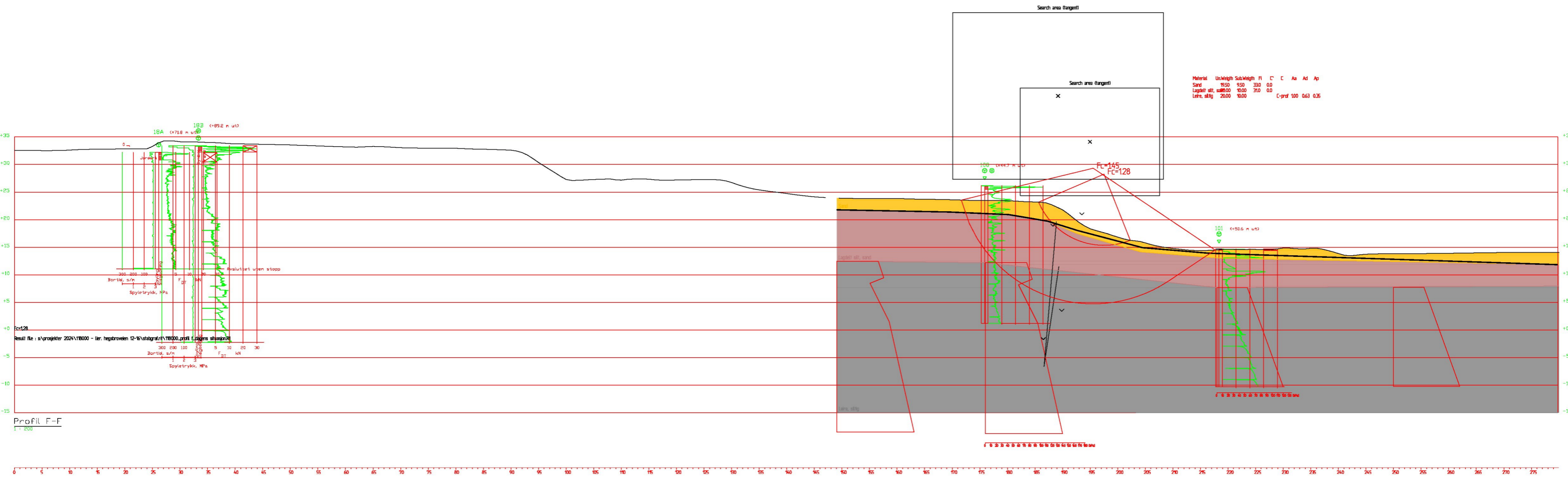


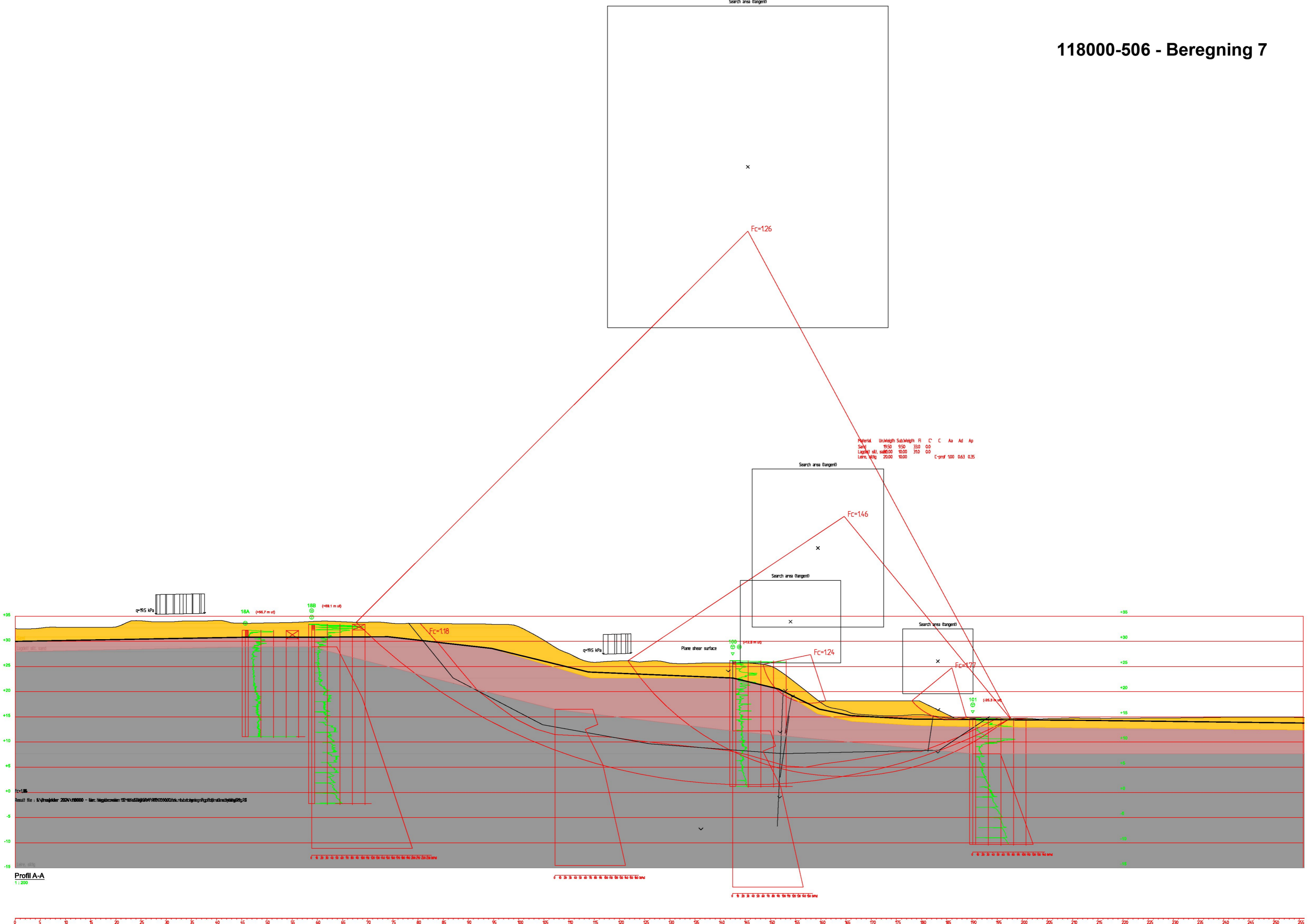
Profil C-C
1 : 200

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 kPa

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130

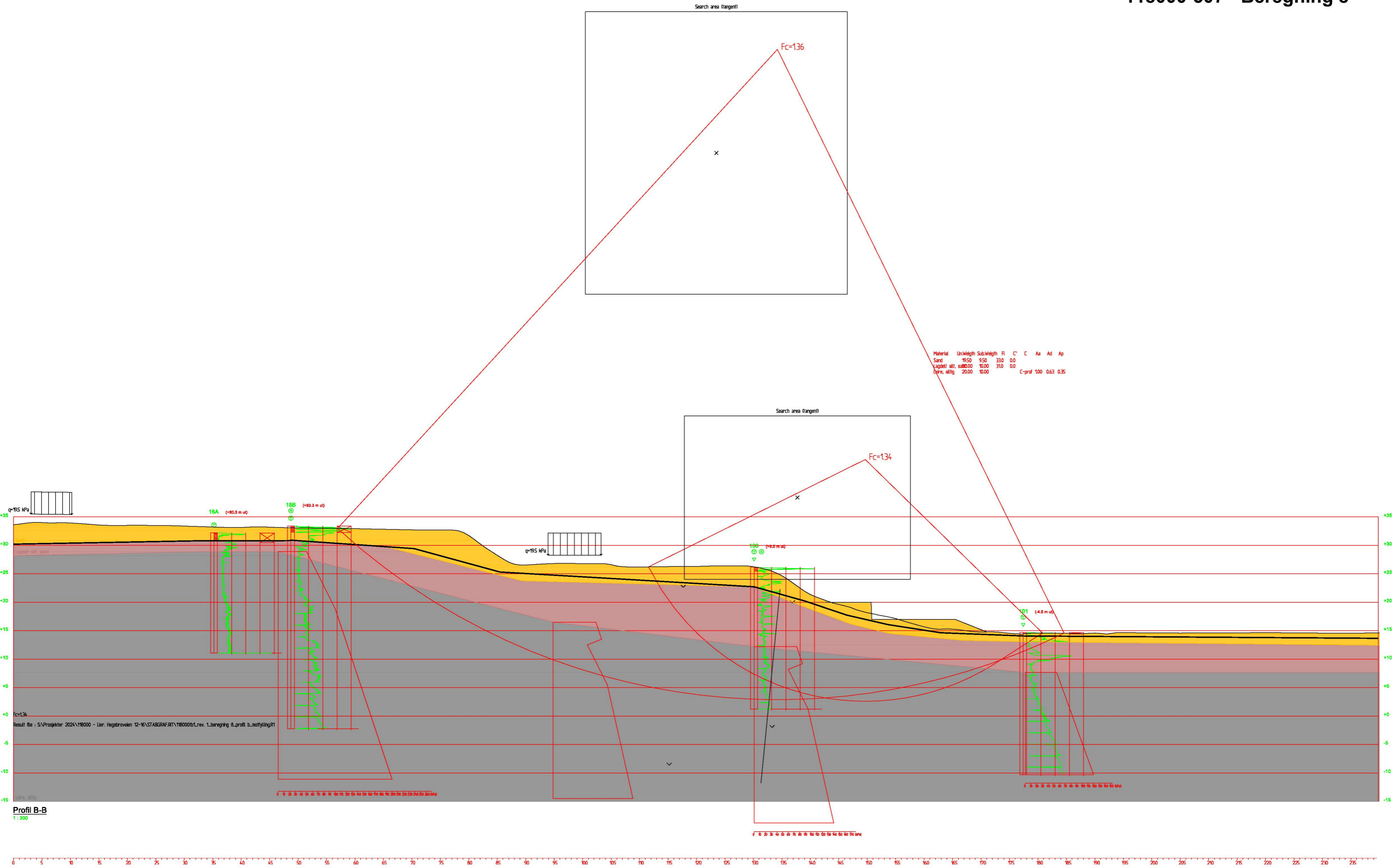






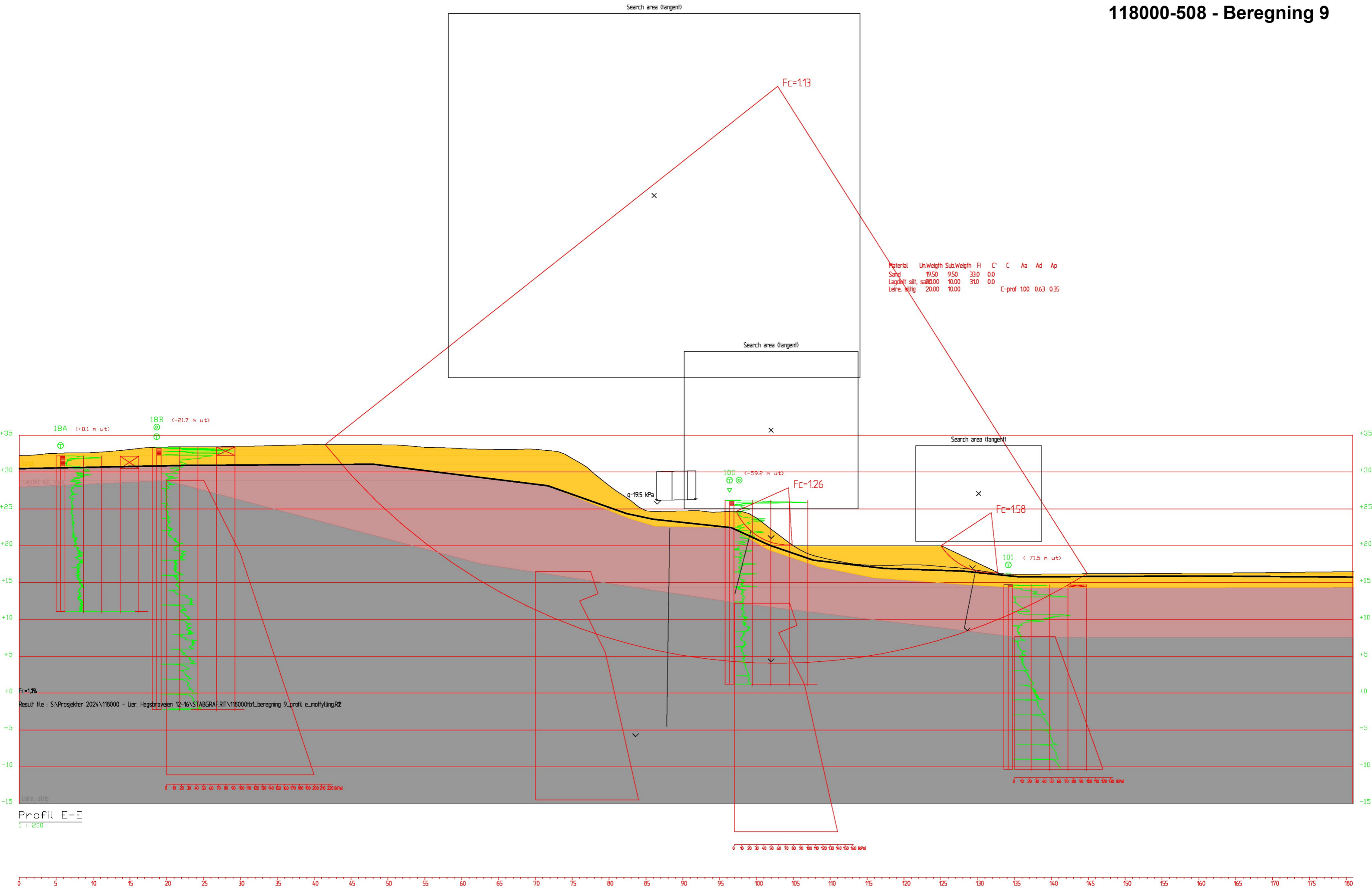
Profil A-A

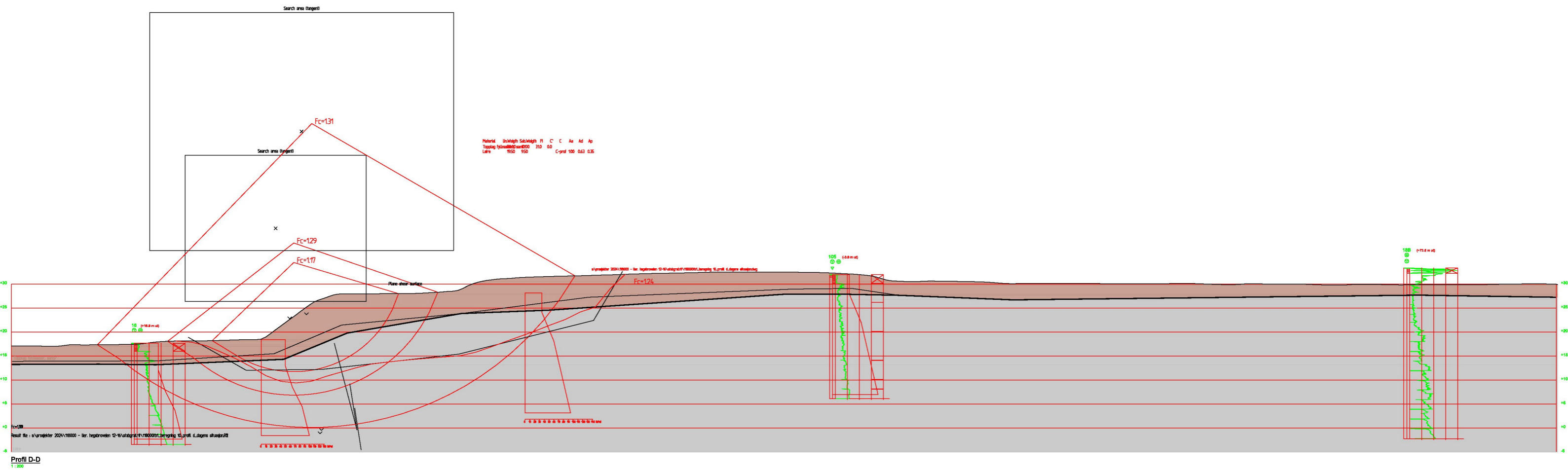
1:200

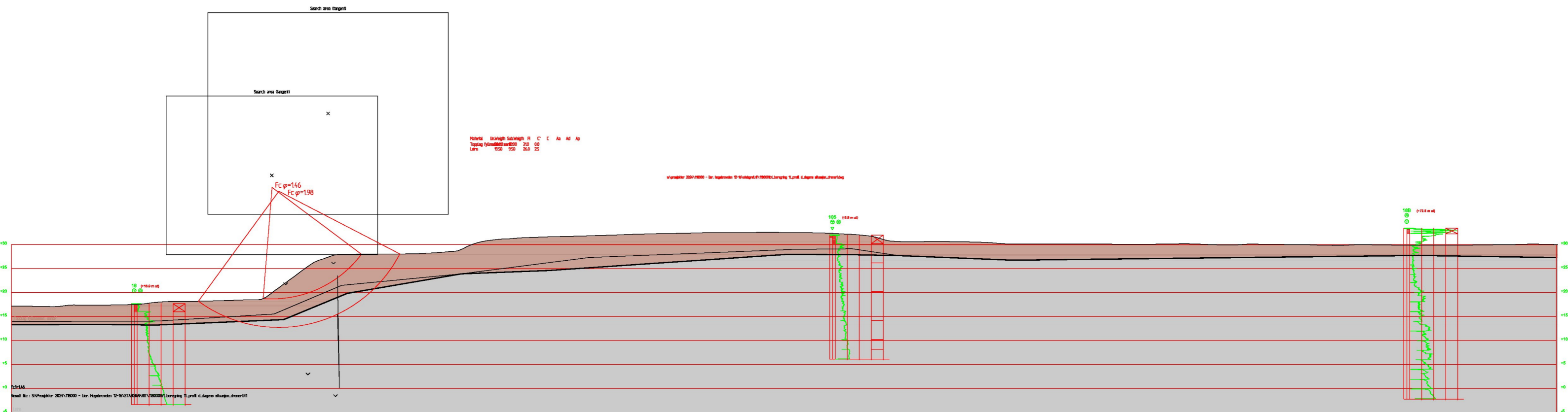


Profil B-B

1:200







Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 01.04.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000
Ktr.	Dato		Side nr. 1

Filnavn .cpt fil: 3828-100-CPT.std
 Borpunkt nr.: 100
 Dato for utførelse: #####
 Borleder: silje
 Terrengnivå [m]: 26,2
 Forboringsdybde [m]: 2
 Grunnvannstand [m]: 3
 Stopp dybde [m]: 25,0
 Stoppkode: 90

Sonde nr.: 52112
 Programvare: cf-31-PC
 Korreksjonsfaktor, a [-]: 0,7
 Korreksjonsfaktor, b [-]: 0,008

Fargekoder:
 Fylles ut av brukeren
 Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)
 Må utfylles/sjekkes!

Forsøkstype
 CPTU på land
 CPTU på sjø

Evt. korrigering z verdi [m] 0

Format .cpt logfil

Envi 1 CPTU (D=..B=..A=..U=..Q=..F=..TA=..)

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:	0	-20	20		1
Friksjon:	0	-0,7	0,7		1
Poretrykk:	0	-16,1	16,1		2

Maks. helningavvik: Avvik [^o] 16,2 Anv. kl. 4

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

Maks. vertikalt avvik målt dybde: [m] 0,39 [%] 1,6 Anv. kl. >4

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

Maks. horisontalt avvik: [m] 4,14

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse:

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

Evt. kommentarer til forsøket:



Tolkning CPTU

Versjon 5.60 revidert 26.11.2023

Lagdelling og klassifisering - input parametere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024	Lier. Hegsbroveien 12-16	118000	100
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	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)

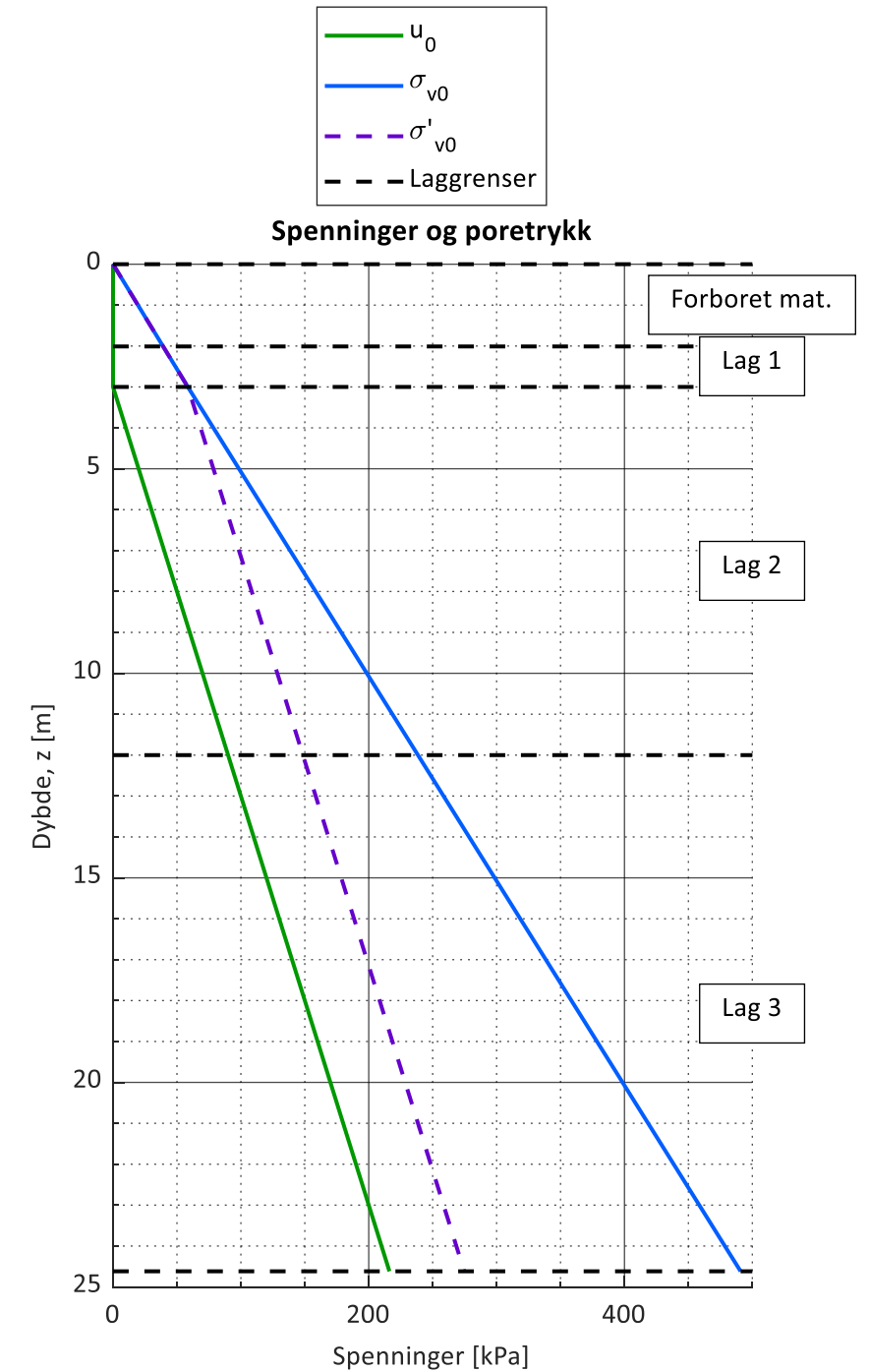
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdelling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	19,5	Sand, siltig
Lag 1	2,0	19,5	Sand, siltig
Lag 2	3	20	Lagdelt sand, silt og leire
Lag 3	12	20	Silt, leirig
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]
3	0
24	210





Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

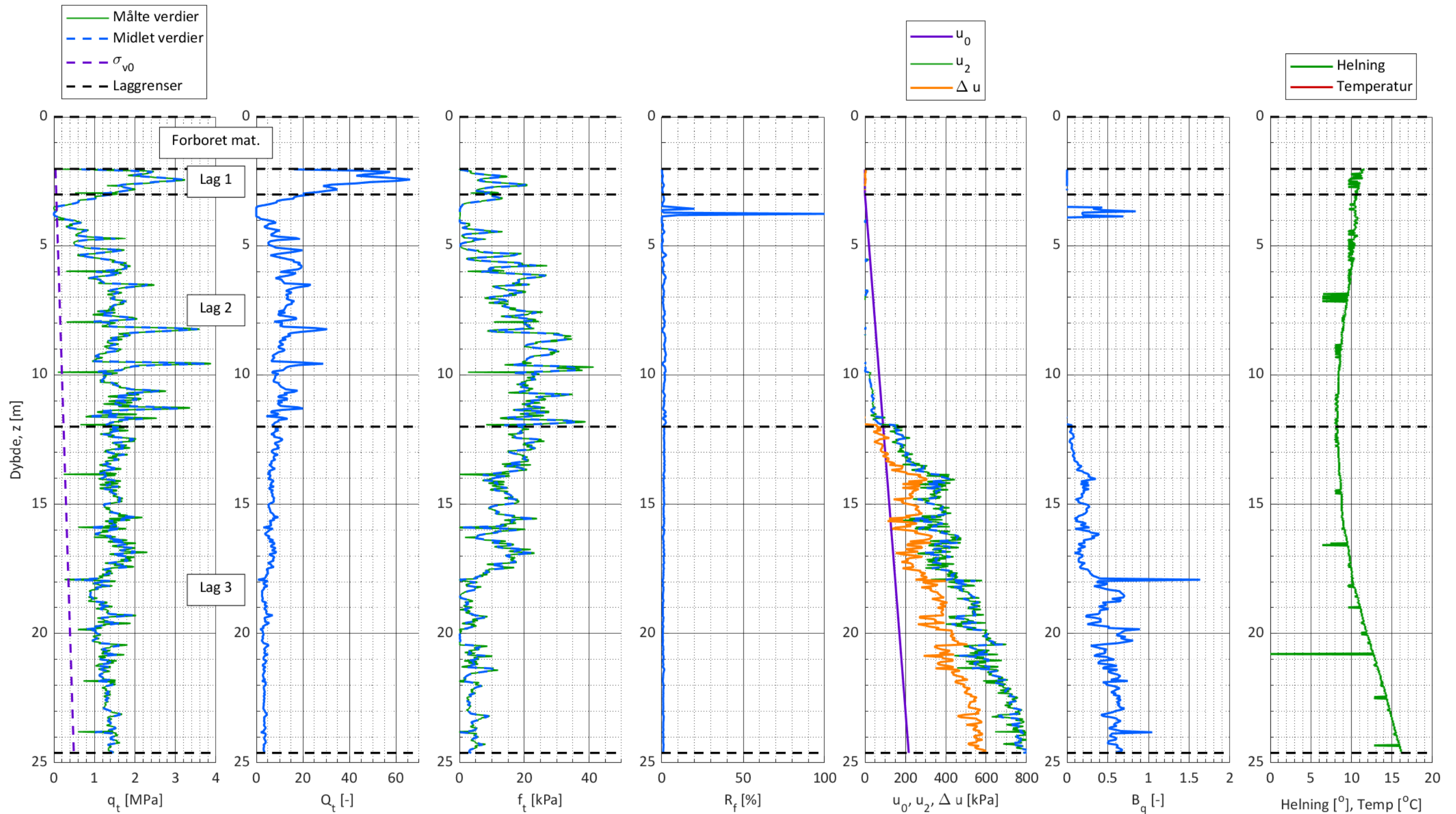
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024	Lier. Hogsbroveien 12-16	118000	100
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	3

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					0	0	
x_max					800	2	

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





Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

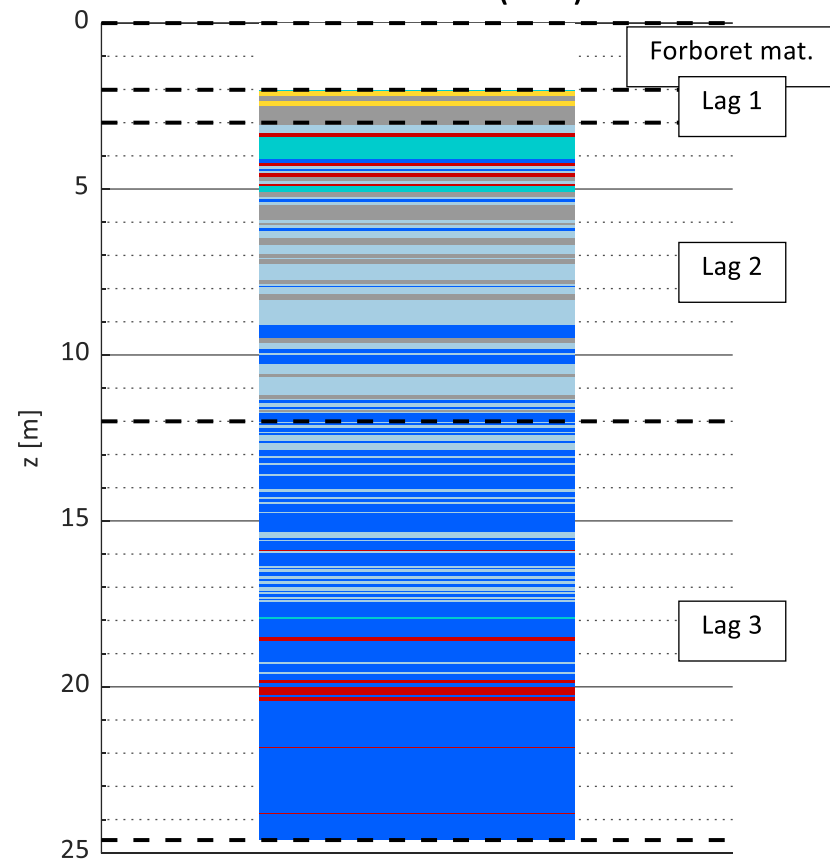
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024		118000	100
Ktr.	Dato	Lier. Hegsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			3	4

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

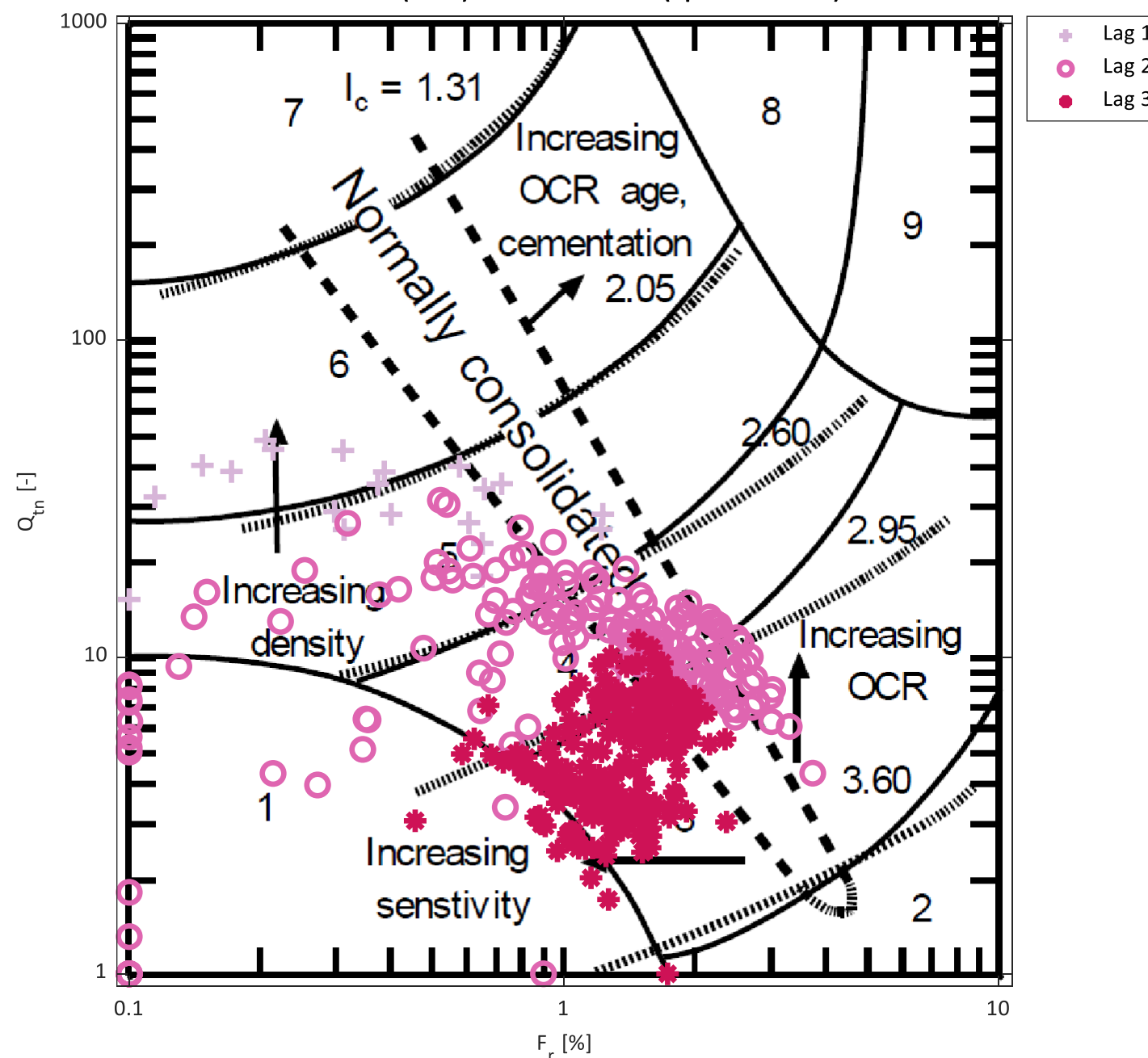
Classification Robertson (2010) chart



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. EH	Dato 01.04.2024	Oppdrag Lier. Hogsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000	Borpunkt nr. 100
Ktr.	Dato		GVS [m] 3	Side nr. 5

Lagdeling	Toppnivå	Plot (1/0)	S _t [-]	I _p [%]	w [%]	Plot ID [-]
Forboret	0,0	-	-	-	-	-
Lag 1	2,0	1	5,0	10,0	15,0	
Lag 2	3,0	1	50,0	10,0	25,0	
Lag 3	12,0	1	50,0	10,0	25,0	
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
 Plot direkte s_u

su,D/su,A [-]

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]
14	75
17	85
18	60
25	95

OCR(Q_t) - Mayne (2017) - Brukerdefinert

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

A	B

Teoretisk SHANSEP linje - Brukerdefinert

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

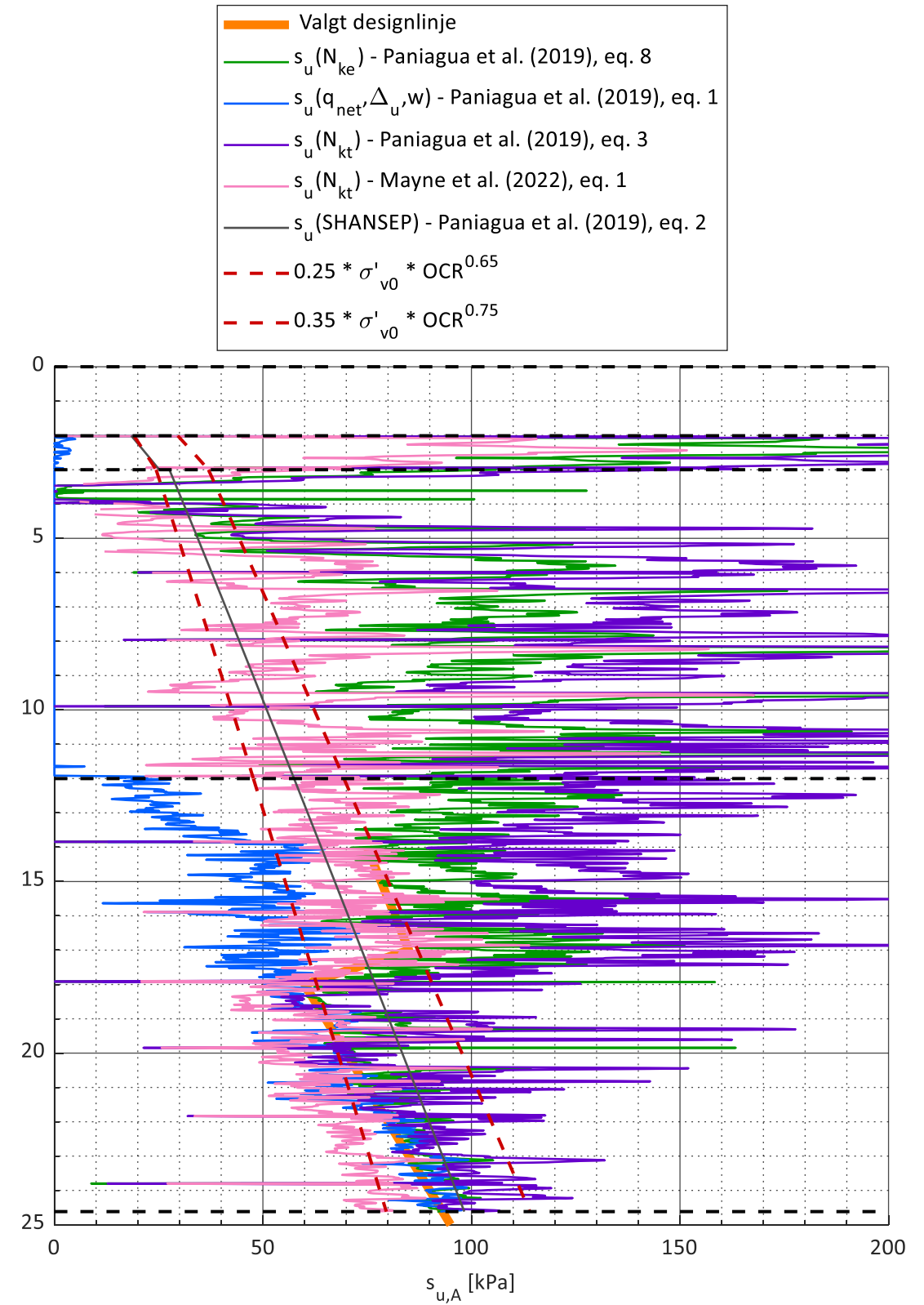
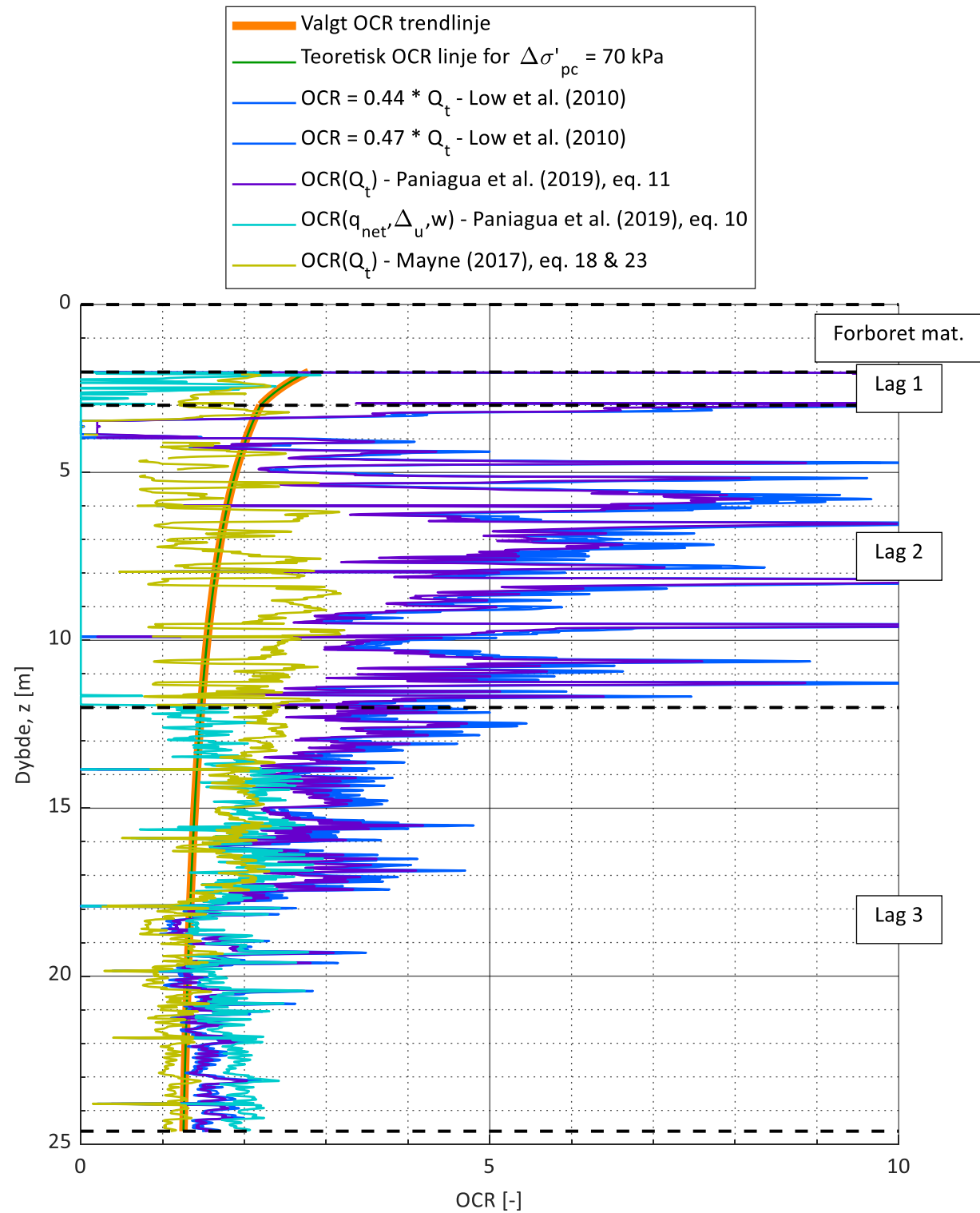
A	S	m

- 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)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024	Lier. Hegsbroveien 12-16	118000	100
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	6

Manuelle plotgrenser		
	OCR [-]	s _u [kPa]
x_min	0	0
x_max	10	200



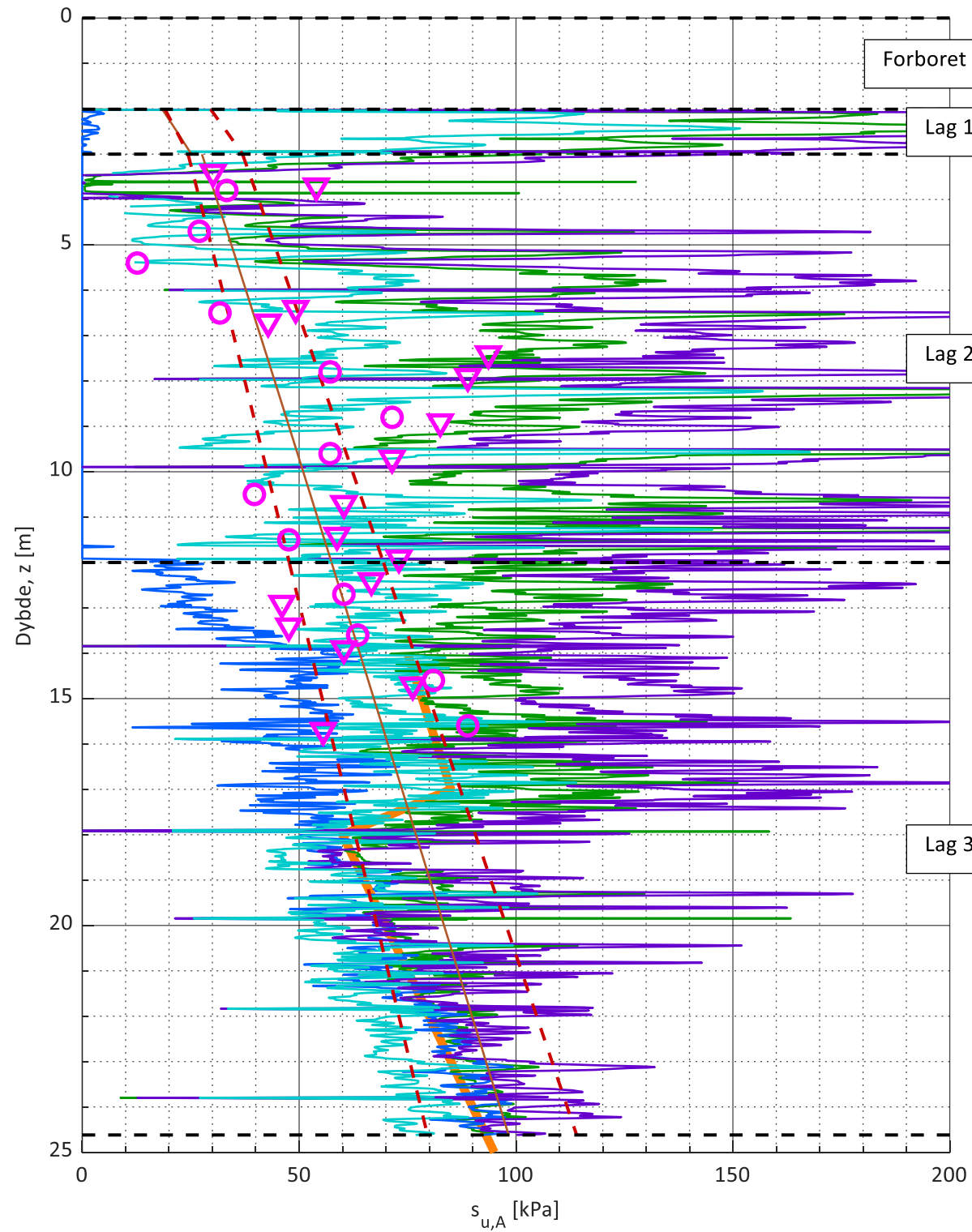


Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign. EH	Dato 01.04.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000	Borpunkt nr. 100
Ktr.	Dato		GVS [m] 3	Side nr. 8

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	200



- Designlinje
- $100 - s_u(N_{ke})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- $100 - s_u(q_{net}, \Delta_u, w)$ - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- $100 - s_u(N_{kt})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- $100 - s_u(N_{kt})$ - Mayne et al. (2022), eq. 1
- $100 - s_u$ (SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- ▽ Konusforsøk PR100
- Enaksforsøk PR100

z [m]	s_u [kPa]
14	75
17	85
18	60
25	95

Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 01.04.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000
Ktr.	Dato		Side nr. 1

Filnavn .cpt fil: 3828-101-CPT.std
 Borpunkt nr.: 101
 Dato for utførelse: #####
 Borleder: silje
 Terrengnivå [m]: 14,7
 Forboringsdybde [m]: 5
 Grunnvannstand [m]: 0
 Stopp dybde [m]: 25,1
 Stoppkode: 90

Sonde nr.: 52112
 Programvare: cf-31-PC
 Korreksjonsfaktor, a [-]: 0,7
 Korreksjonsfaktor, b [-]: 0,008

Fargekoder:
 Fylles ut av brukeren
 Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)
 Må utfylles/sjekkes!

Forsøkstype
 CPTU på land
 CPTU på sjø

Evt. korrigering z verdi [m] 0

Format .cpt logfil

Envi 1 CPTU (D=..B=..A=..U=..Q=..F=..TA=..)

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:	0	-14	14		1
Friksjon:	0	-0,5	0,5		1
Poretrykk:	0	-14,799	14,799		2

Maks. helningavvik: Avvik [^o] 21,2 Anv. kl. 4

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

Maks. vertikalt avvik målt dybde: [m] 0,45 [%] 1,8 Anv. kl. >4

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

Maks. horisontalt avvik: [m] 3,51

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse:

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

Evt. kommentarer til forsøket:



Tolkning CPTU

Versjon 5.60 revidert 26.11.2023

Lagdeling og klassifisering - input parametere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024		118000	101
Ktr.	Dato	Lier. Hogsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			0	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)

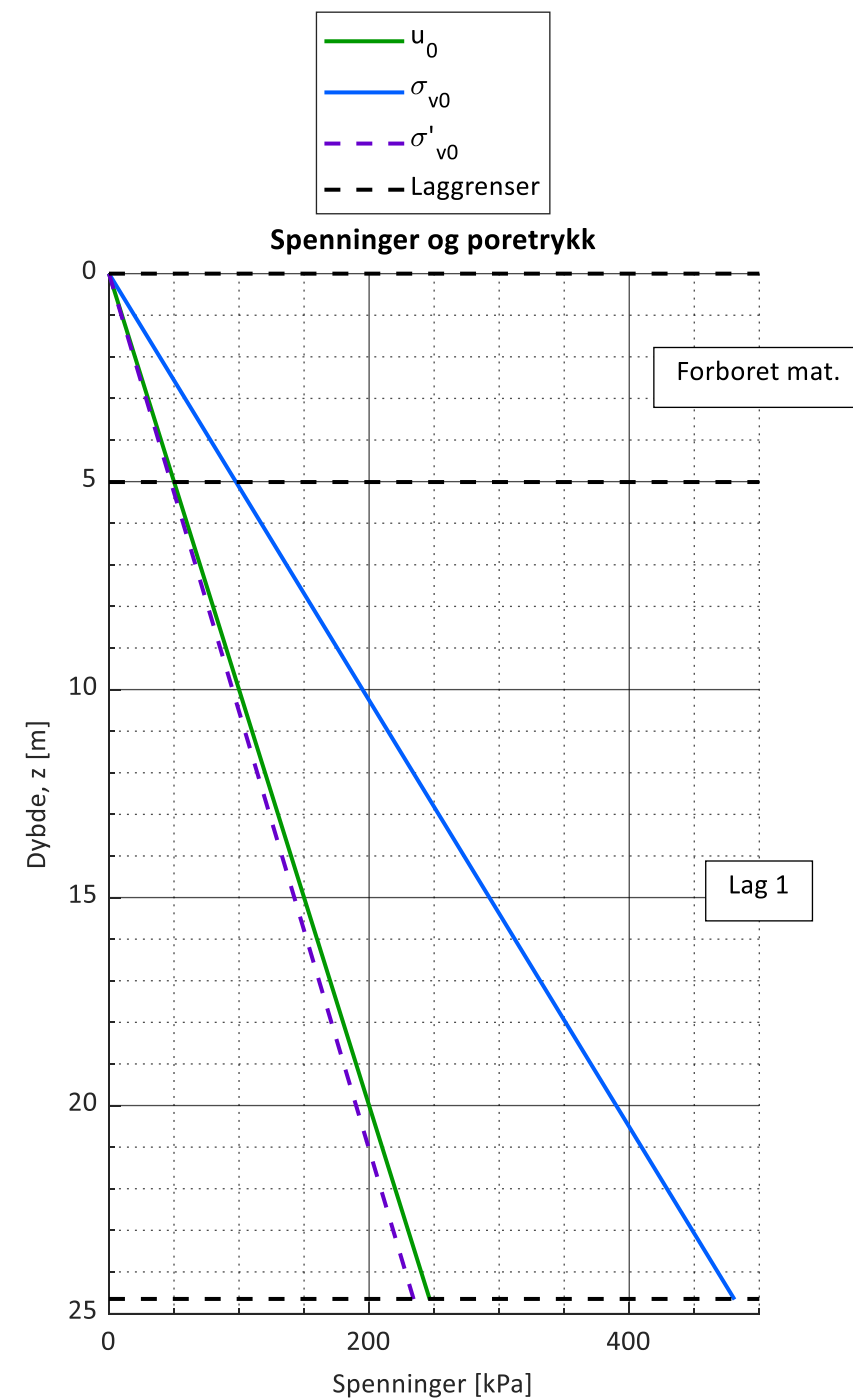
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdeling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	19,5	Topplag, sand, silt
Lag 1	5,0	19,5	Leire, siltig
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 u₀ poretrykksprofil

- Beregn poretrykksprofil fra angitt GVS
- Angi poretrykksprofil manuelt

z [m]	u ₀ [kPa]
0	0
24	240



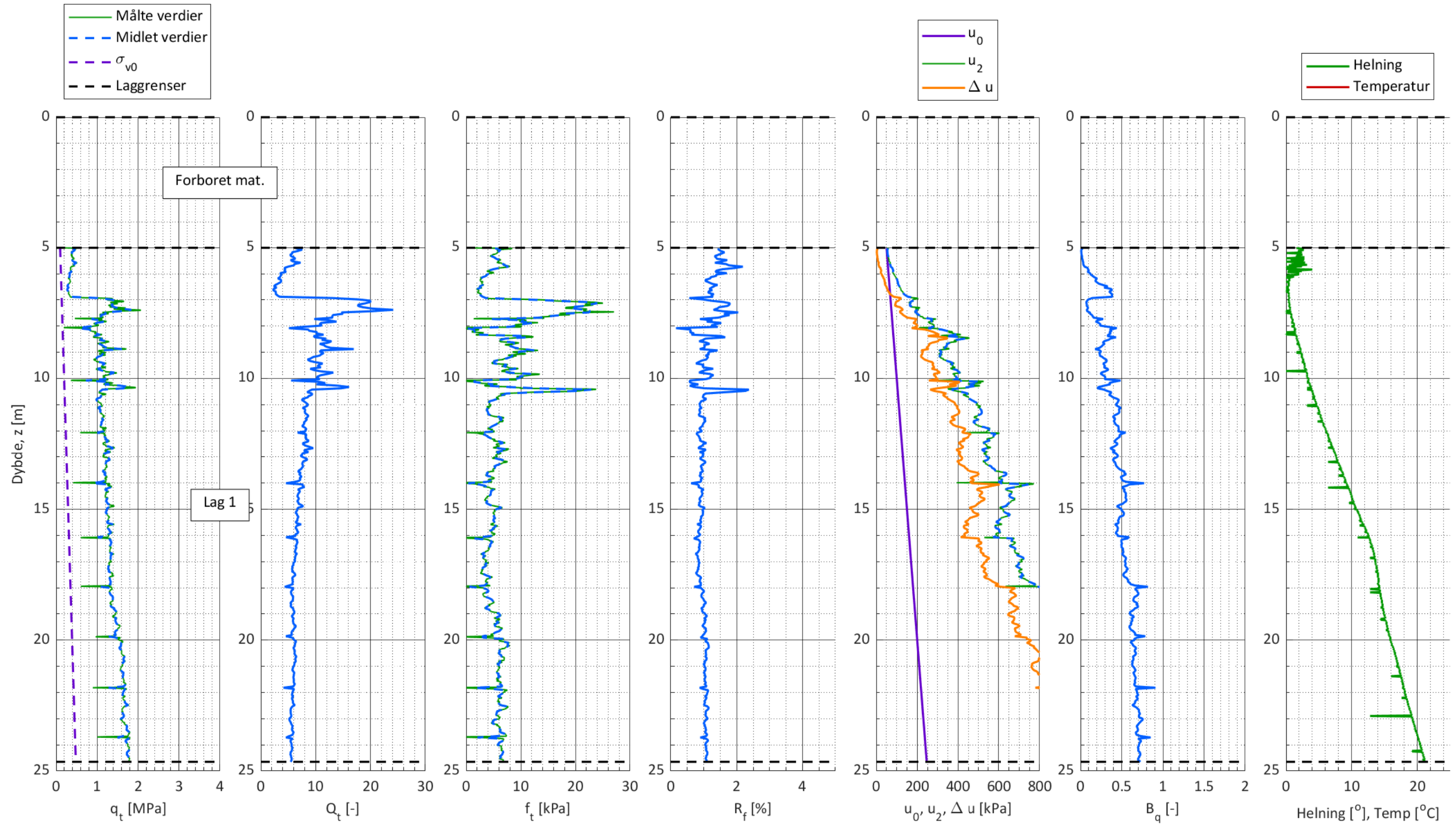
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024	Lier. Hegsbroveien 12-16	118000	101
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			0	3

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					0	0	
x_max					800	2	

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





Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

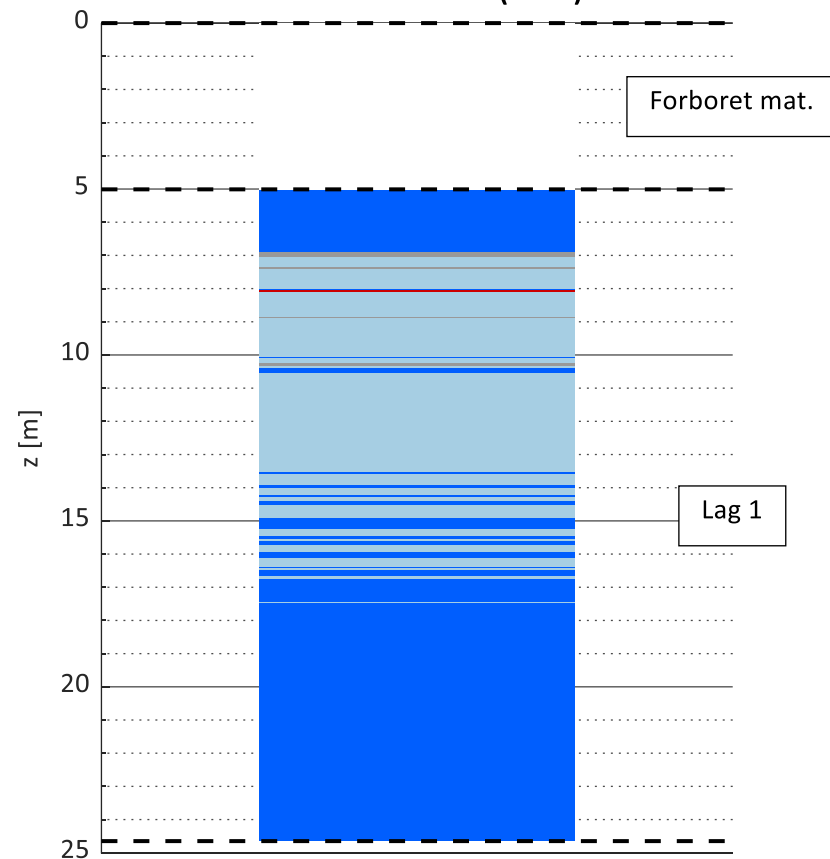
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.04.2024		118000	101
Ktr.	Dato	Lier. Hegsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			0	4

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

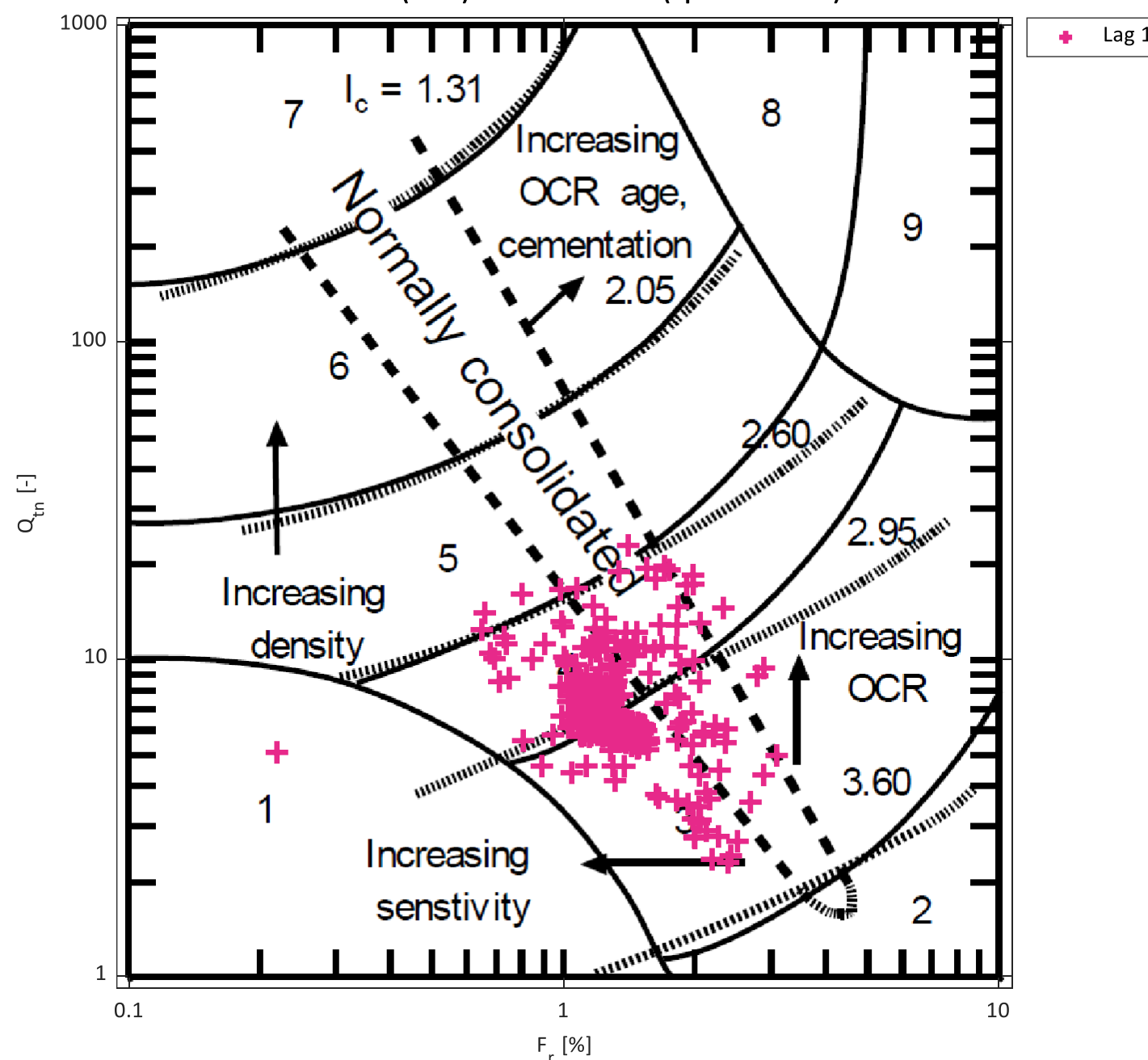
Classification Robertson (2010) chart



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)



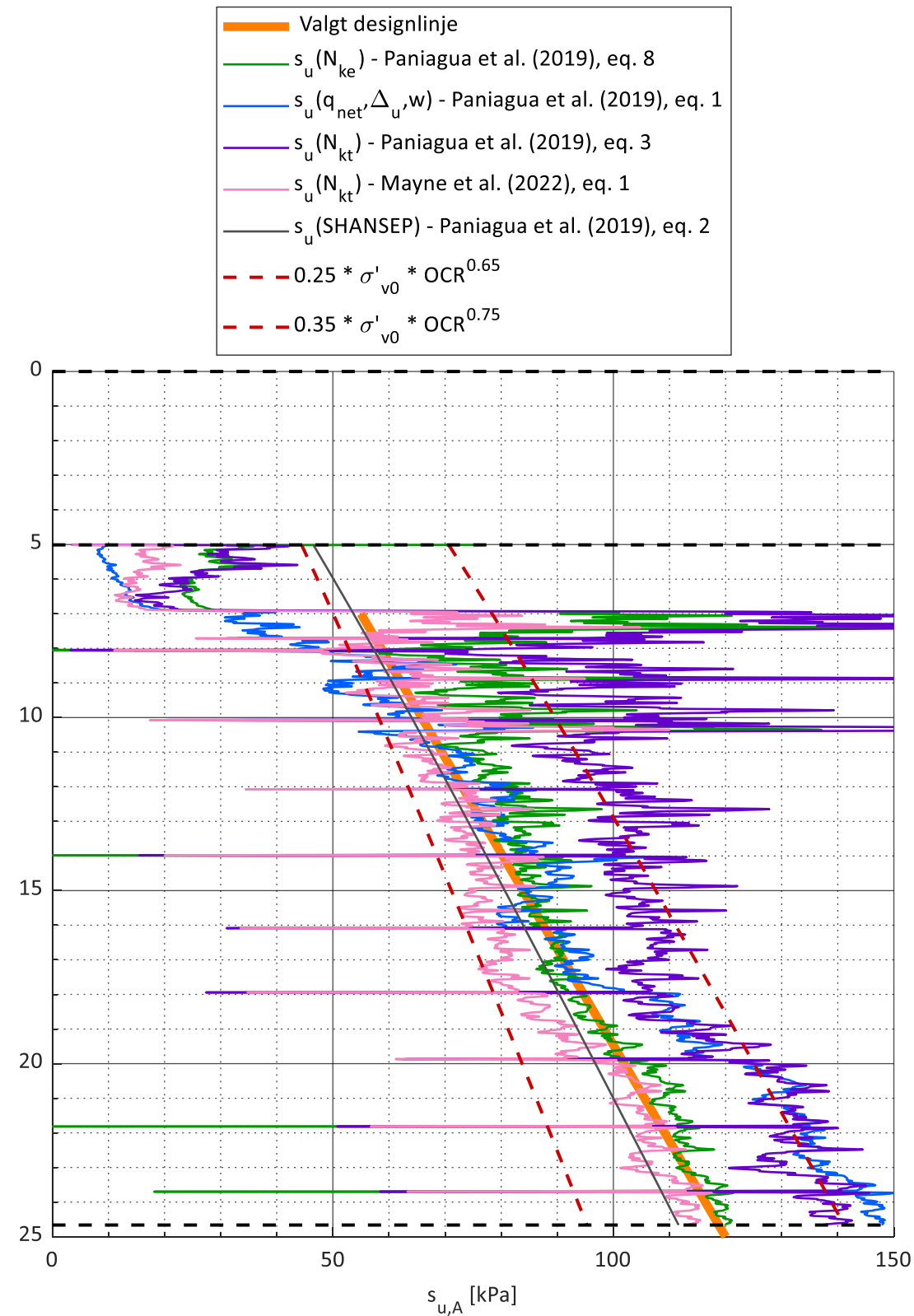
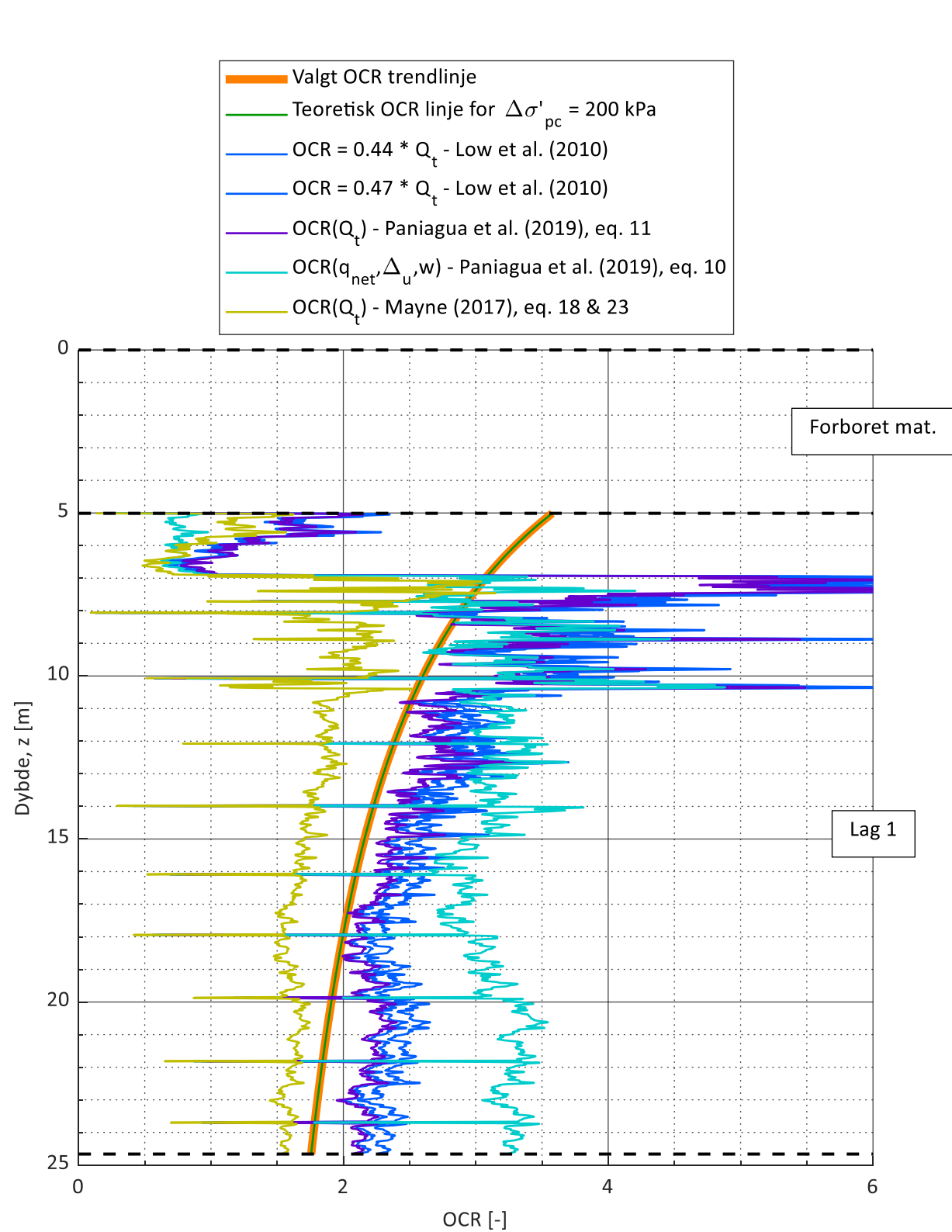


Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign. EH	Dato 01.04.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000	Borpunkt nr. 101
Ktr.	Dato	GVS [m] 0	Side nr. 6	

Manuelle plotgrenser							
	<table border="1"> <tr> <th>OCR [-]</th> <th>s_u [kPa]</th> </tr> <tr> <td>x_min</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>x_max</td> <td>6</td> </tr> </table>	OCR [-]	s _u [kPa]	x_min	0	x_max	6
OCR [-]	s _u [kPa]						
x_min	0						
x_max	6						



Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 01.05.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000
Ktr.	Dato		Side nr. 1

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	105cptu.cpt
Borpunkt nr.:	105
Dato for utførelse:	15.03.2024
Borleder:	Kjetil
Terrengnivå [m]:	32
Forboringsdybde [m]:	2
Grunnvannstand [m]:	3
Stopp dybde [m]:	25,5
Stoppkode:	90

Forsøkstype

- CPTU på land
 CPTU på sjø

Evt. korrigering z verdi [m] 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

Nullpunktverdi	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	3736,4	3737,3	0,9	0,0	1
Friksjon:	148,8	147,7	1,1	0,7	1
Poretrykk:	406,9	406,5	0,4	0,1	1

	Avvik [^o]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	20,6	4

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

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,60	2,3	>4

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

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	4,68

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: 1

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

Evt. kommentarer til forsøket:



Tolkning CPTU

Versjon 5.60 revidert 26.11.2023

Lagdelling og klassifisering - input parametere

Sign. EH	Dato 01.05.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000	Borpunkt nr. 105
Ktr.	Dato		GVS [m] 3	Side nr. 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)

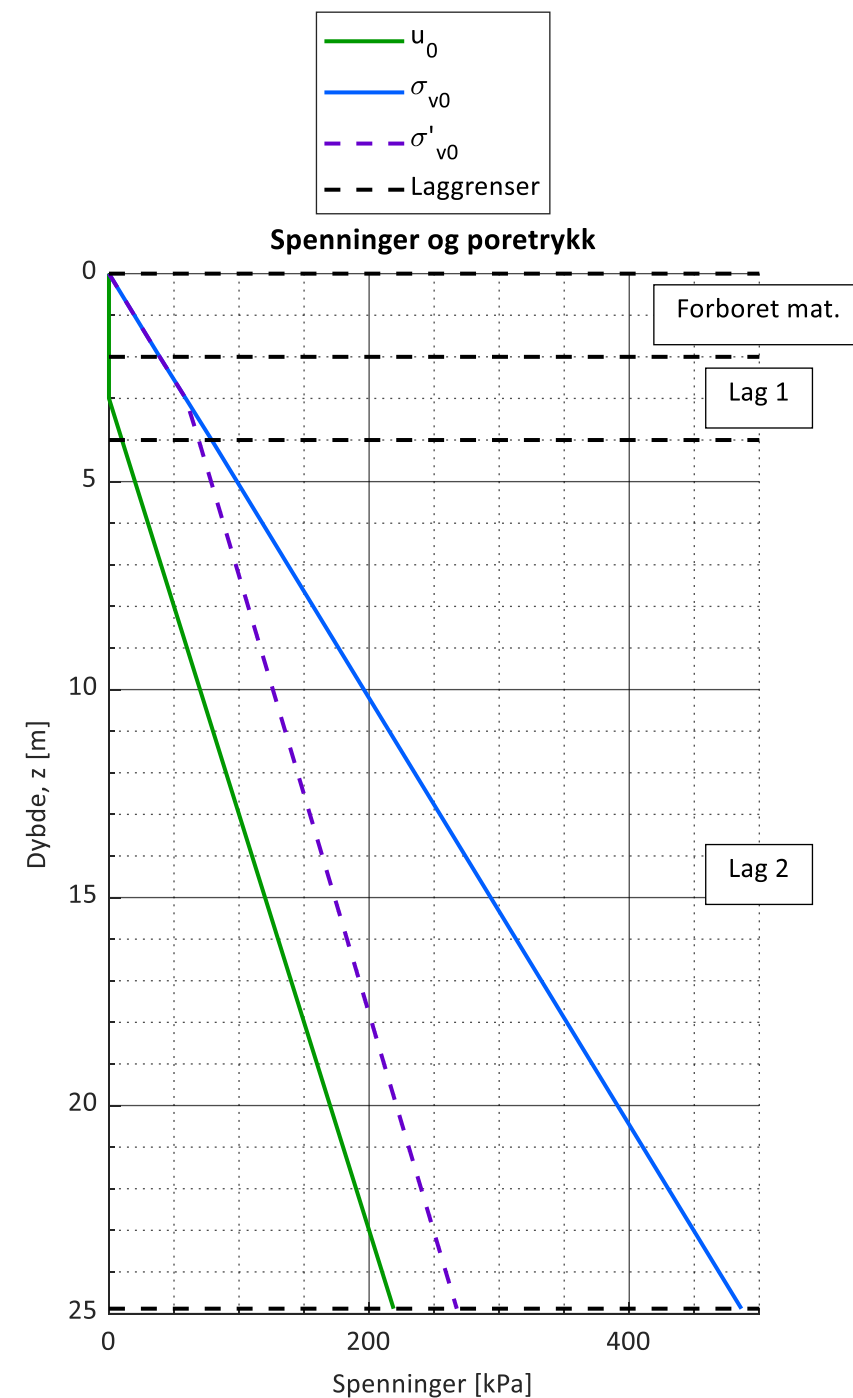
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdelling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	19,5	Fyllmasser
Lag 1	2,0	20	Leire, siltig, sandig
Lag 2	4	19,5	Leire, kvikkleire
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]
3	0
24	210





Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

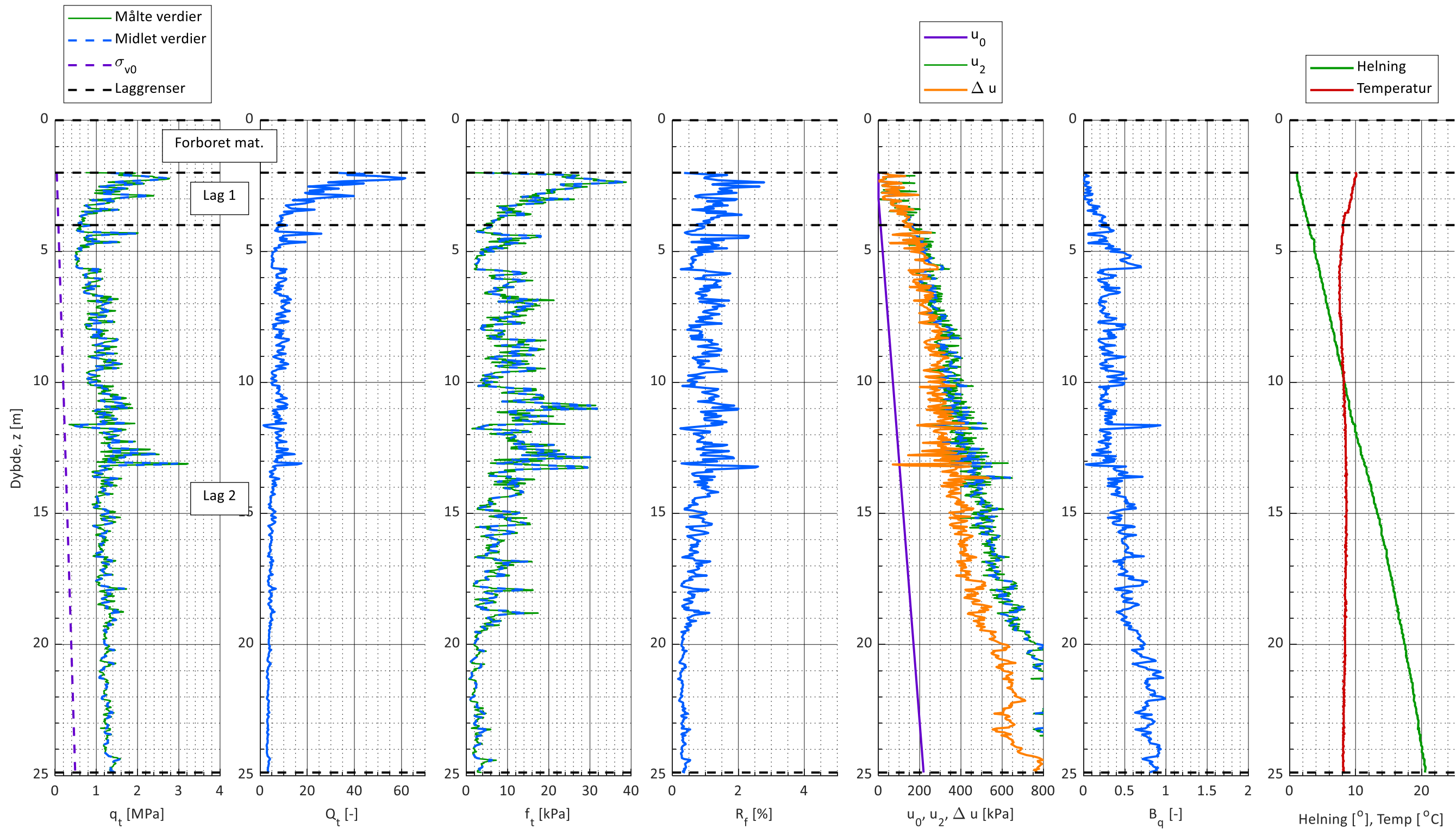
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.05.2024	Lier. Hegsbroveien 12-16	118000	105
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	3

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					0	0	
x_max					800	2	

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





Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

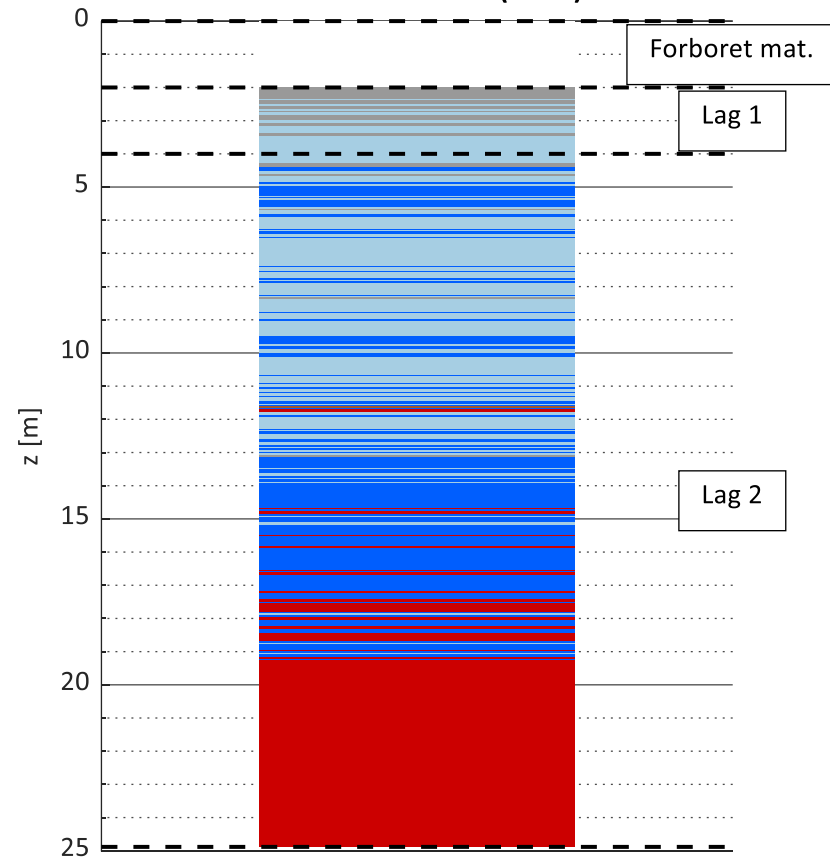
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.05.2024		118000	105
Ktr.	Dato	Lier. Hegsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			3	4

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

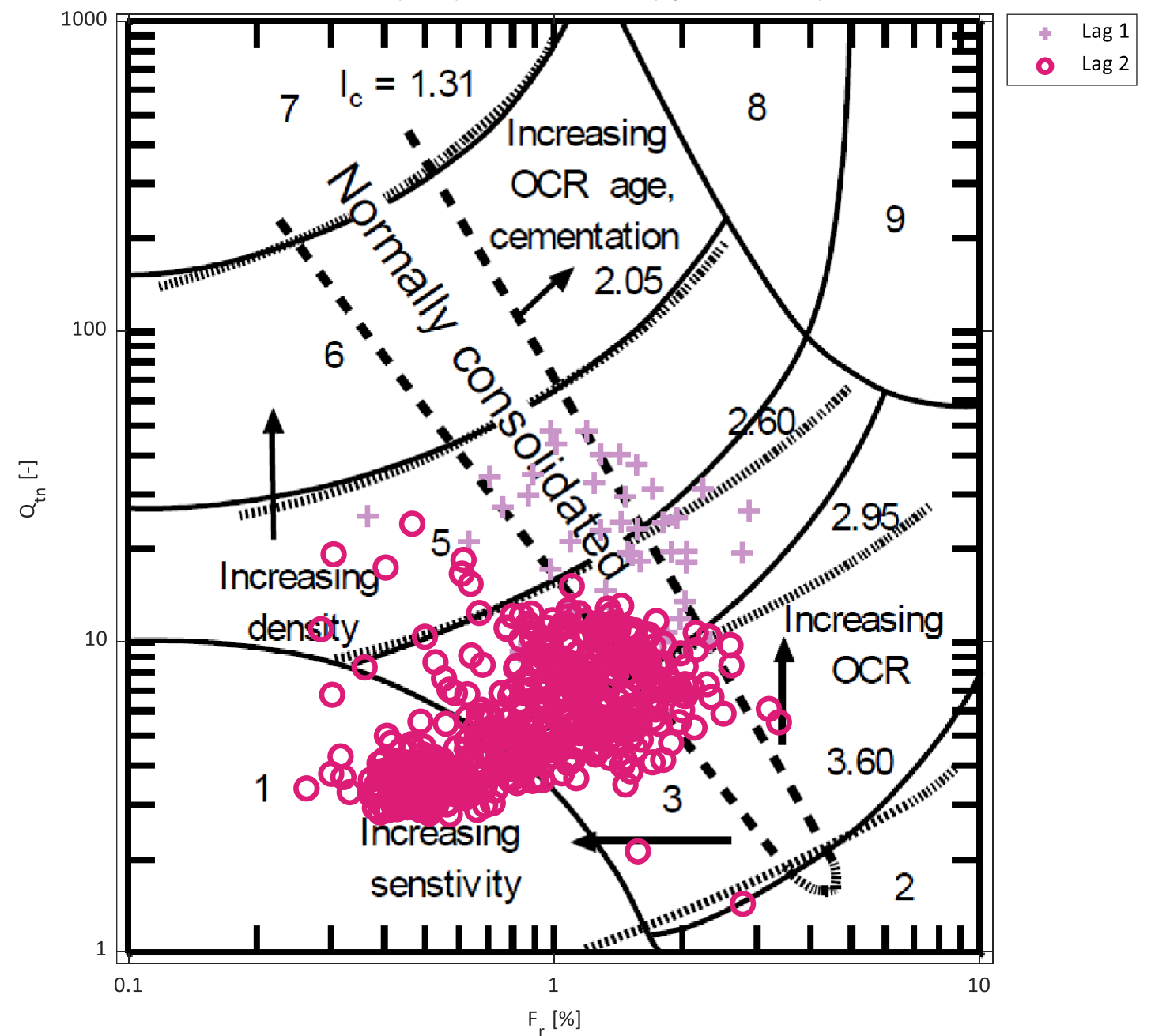
Classification Robertson (2010) chart



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.
EH	01.05.2024	Lier. Hogsbroveien 12-16	118000	105
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	5

Lagdeling	Toppnivå	Plot (1/0)	S _t [-]	I _p [%]	w [%]	Plot ID [-]
Forboret	0,0	-	-	-	-	-
Lag 1	2,0	1	5,0	10,0	25,0	
Lag 2	4,0	1	50,0	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): 10,0

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

Plot direkte s_u 0,63

OCR trendlinje (for beregning av s_u)

Antatt Δσ' pc [kPa]
1B) 150

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: CPT105

s_u designlinje

z [m]	s _u [kPa]
4	35
10	60
25	95

OCR(Q_t) - Mayne (2017) - Brukerdefinert

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

A	B

Teoretisk SHANSEP linje - Brukerdefinert

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

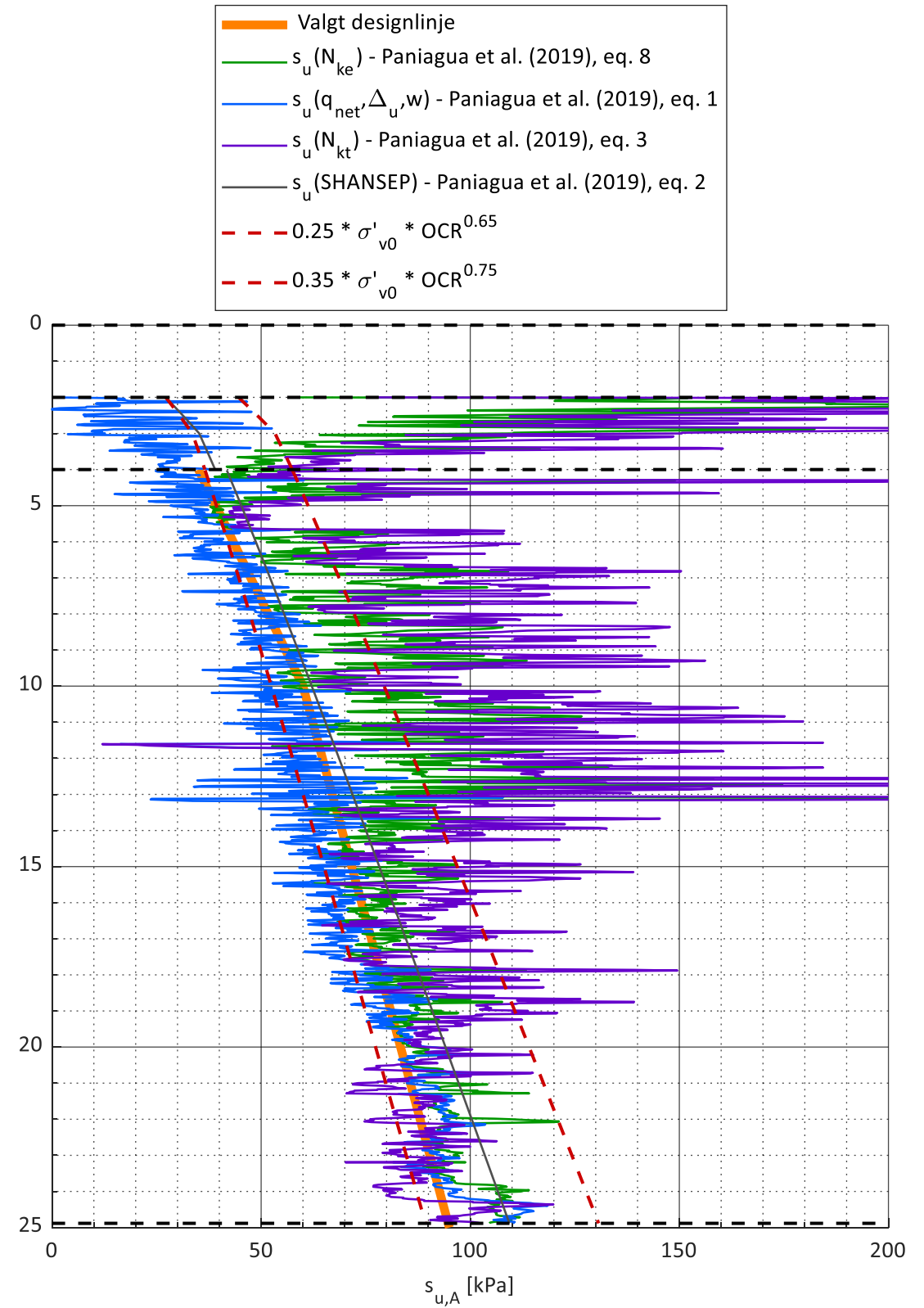
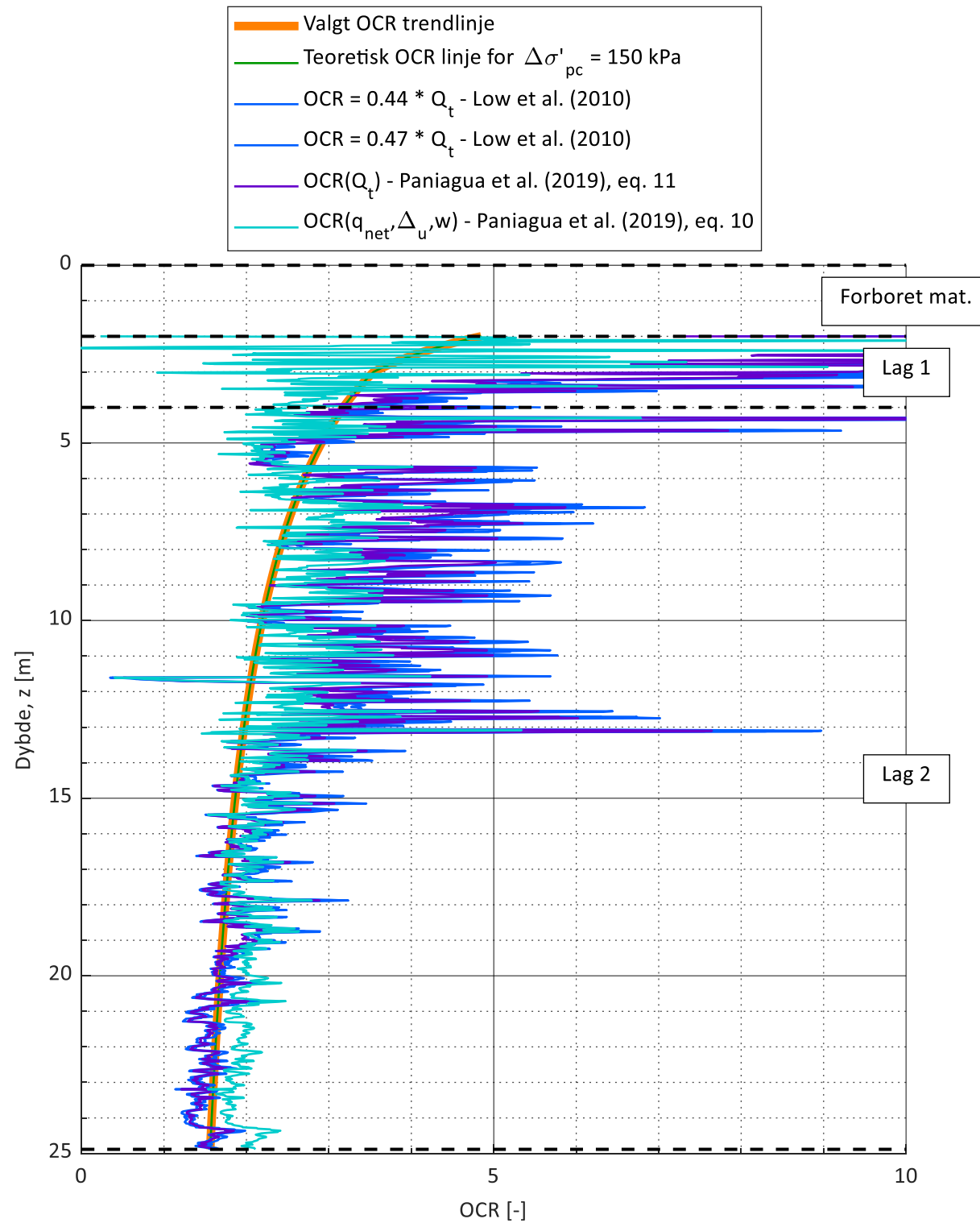
A	S	m

- 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)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.05.2024	Lier. Hegsbroveien 12-16	118000	105
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	6

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-] s _u [kPa]
x_min	0 0
x_max	10 200



Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 01.05.2024	Oppdrag Lier. Heggroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000
Ktr.	Dato		Side nr. 1

Filnavn .cpt fil: 16cpt.cpt
 Borpunkt nr.: 16cpt
 Dato for utførelse: 11.07.2023
 Borleder: Olav
 Terrengnivå [m]: 17,7
 Forboringsdybde [m]: 2
 Grunnvannstand [m]: 2
 Stopp dybde [m]: 20,6
 Stoppkode: 90

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

Nullpunktsverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	7112,2	7128	15,8	0,2	1
Friksjon:	112,8	113	0,2	0,2	1
Poretrykk:	263	262,5	0,5	0,2	1

Maks. helningavvik: Avvik [$\Delta\sigma$] 28,5 Anv. kl. 4

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

Maks. vertikalt avvik målt dybde: [m] 0,73 [%] 3,6 Anv. kl. >4

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

Maks. horisontalt avvik: [m] 4,52

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: 1
 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. korrigering z verdi [m] 0

Format .cpt logfil

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

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

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



Tolkning CPTU

Versjon 5.60 revidert 26.11.2023

Lagdeling og klassifisering - input parametere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.05.2024		118000	16cpt
Ktr.	Dato	Lier. Hegsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			2	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)

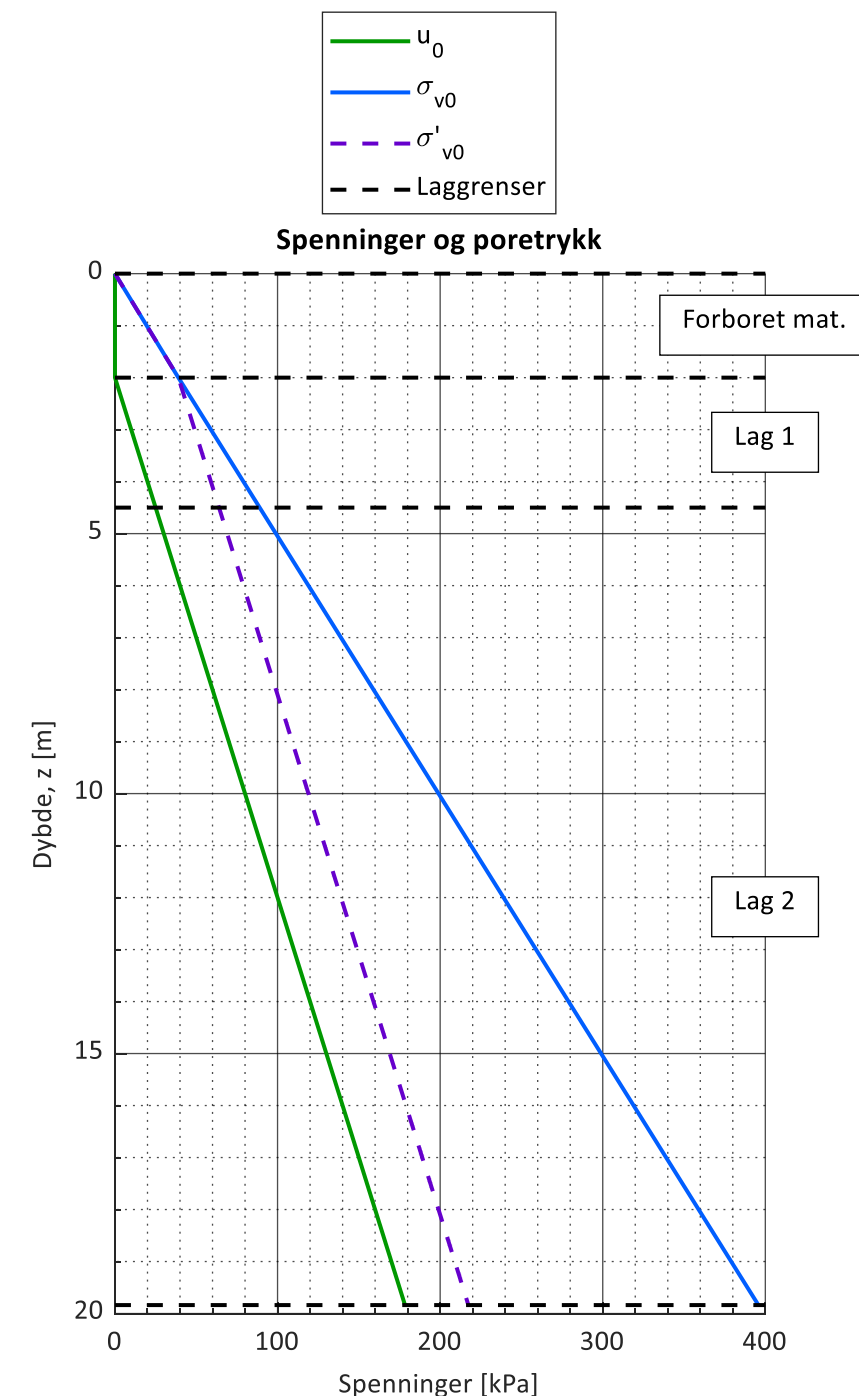
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdeling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	19,5	Fyllmasser
Lag 1	2,0	20	Leire, siltig, sandig
Lag 2	4,5	20	Leire, kvikkleire
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	0
19	170





Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

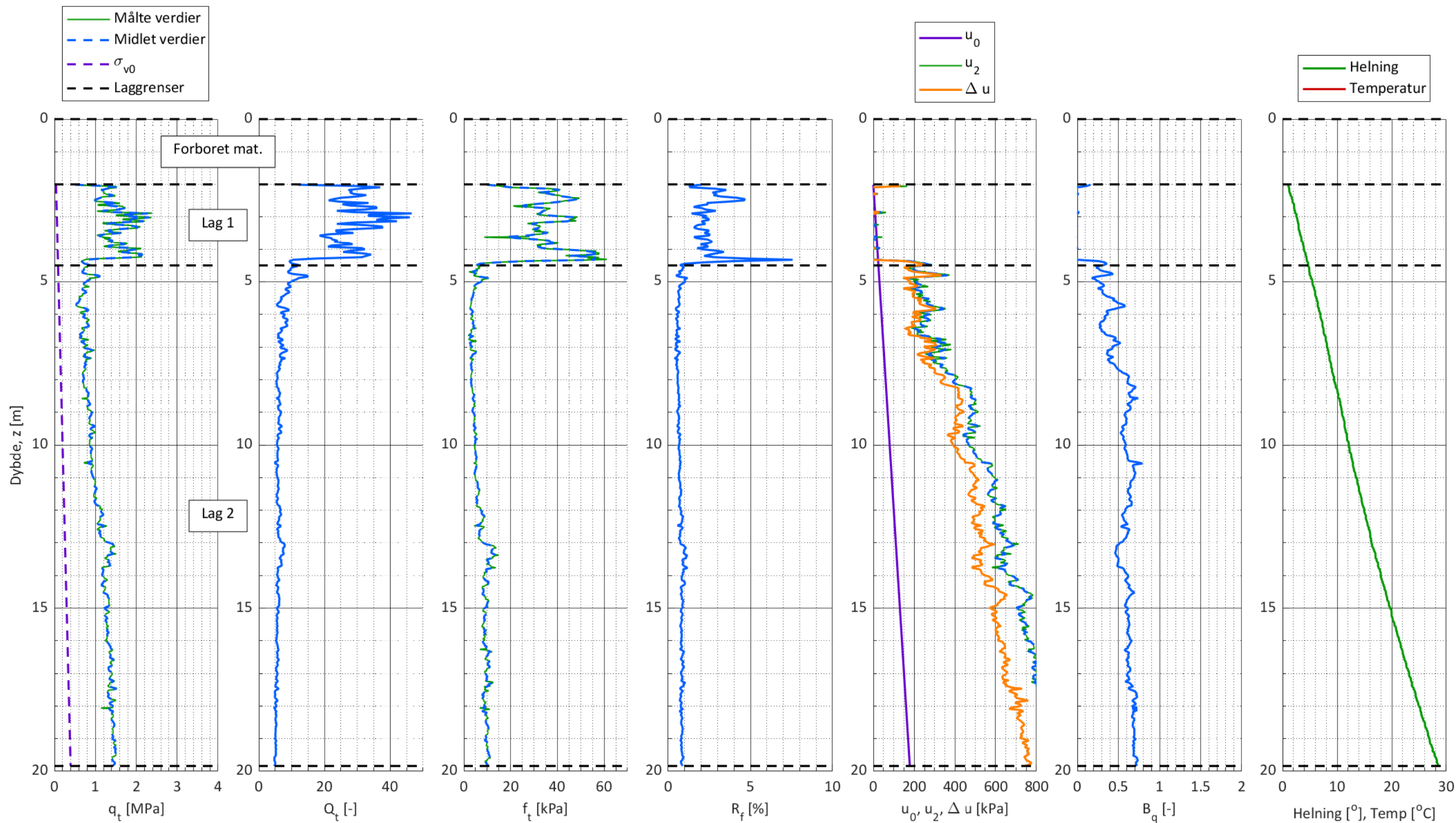
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.05.2024	Lier. Hegsbroveien 12-16	118000	16cpt
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
		2	3	

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				0	0	
x_max				800	2	

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





Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

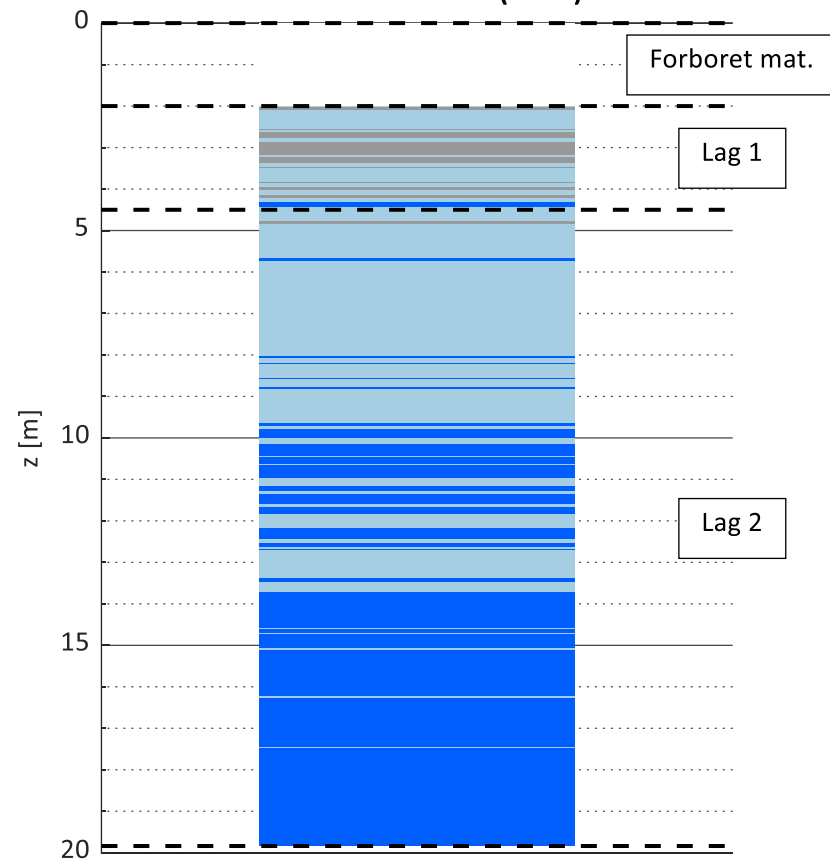
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	01.05.2024		118000	16cpt
Ktr.	Dato	Lier. Hegsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			2	4

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

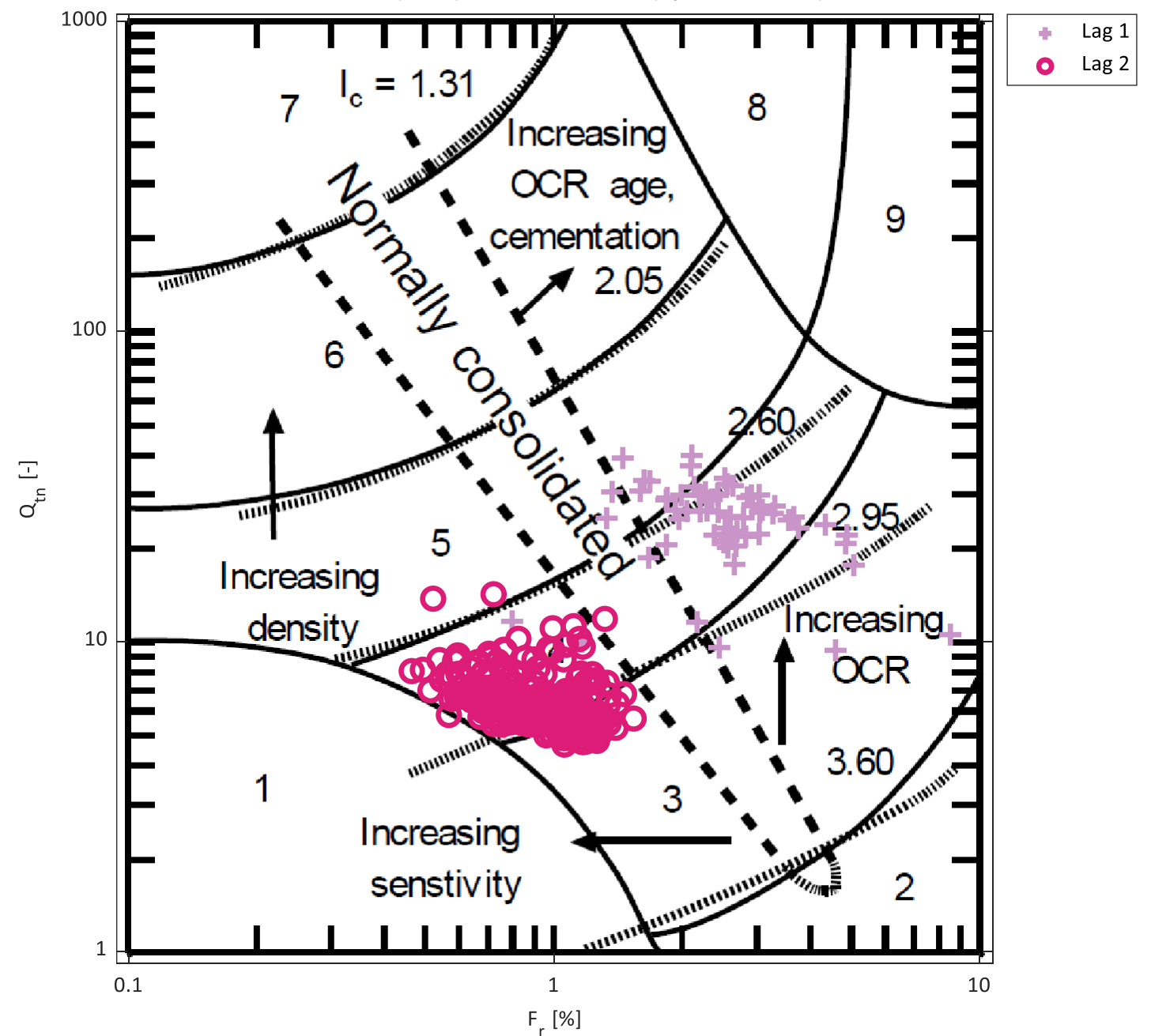
Classification Robertson (2010) chart



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.
EH	01.05.2024		118000	16cpt
Ktr.	Dato	Lier. Hegsbroveien 12-16	GVS [m]	Side nr.
			2	5

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren
Beregnes

Plot innstillinger

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

- Plot aktiv s_u
 Plot direkte s_u

su,D/su,A [-]

Lagdeling	Toppnivå	Plot (1/0)	S_t [-]	I_p [%]	w [%]	Plot ID [-]
Forboret	0,0	-	-	-	-	-
Lag 1	2,0	1	5,0	10,0	25,0	
Lag 2	4,5	1	50,0	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						

OCR trendlinje (for beregning av s_u)

Antatt $\Delta\sigma'_{pc}$ [kPa]

1B)

1B) Teoretisk OCR linje (angitt ovenfor) ▼

z [m]	OCR [-]
1A)	

Resultater ødometerforsøk

Plot tittel

z [m]	$\Delta\sigma'_{pc}$ [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]
4,5	50
5,5	50
10	65
14	85
20	100

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)

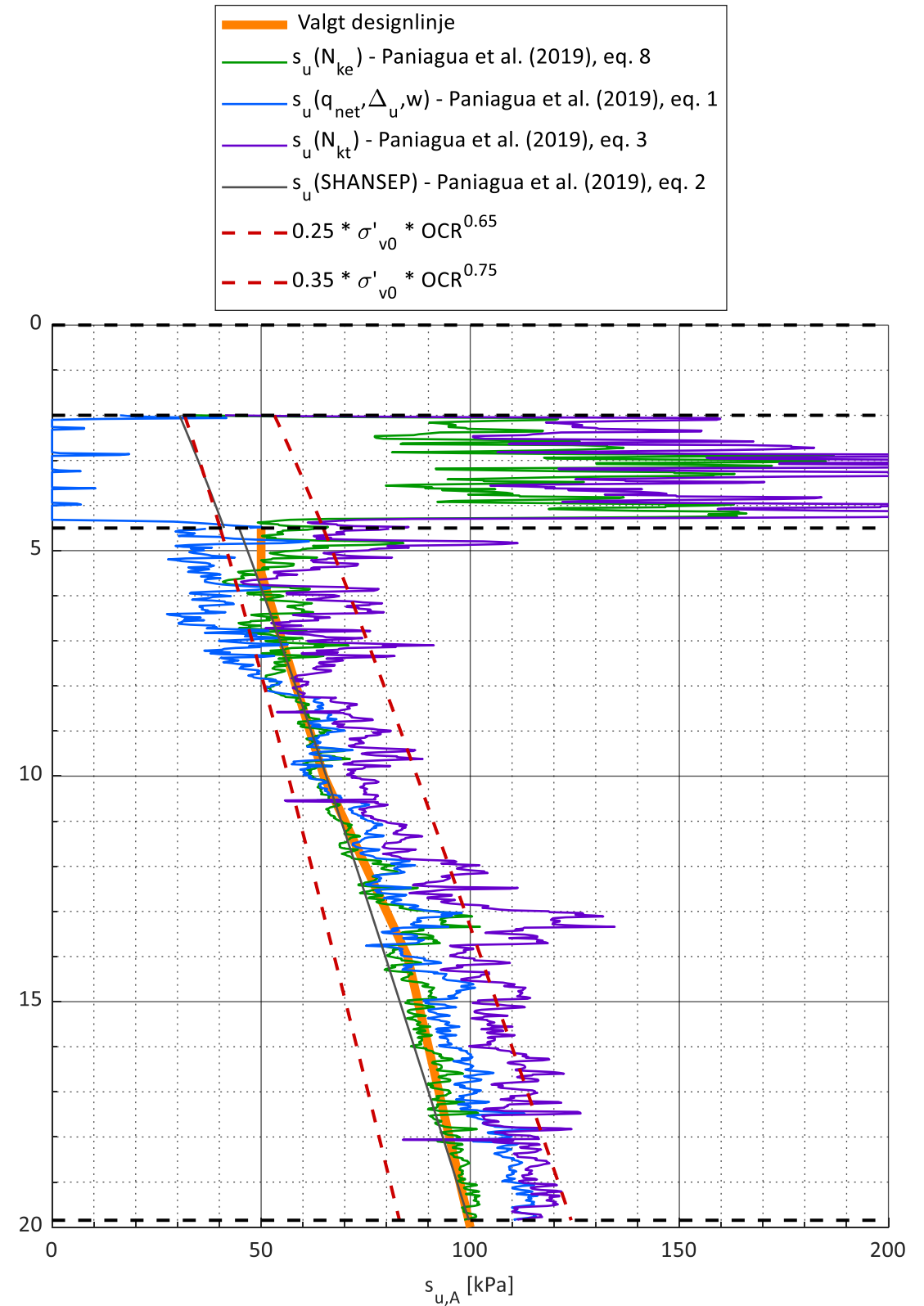
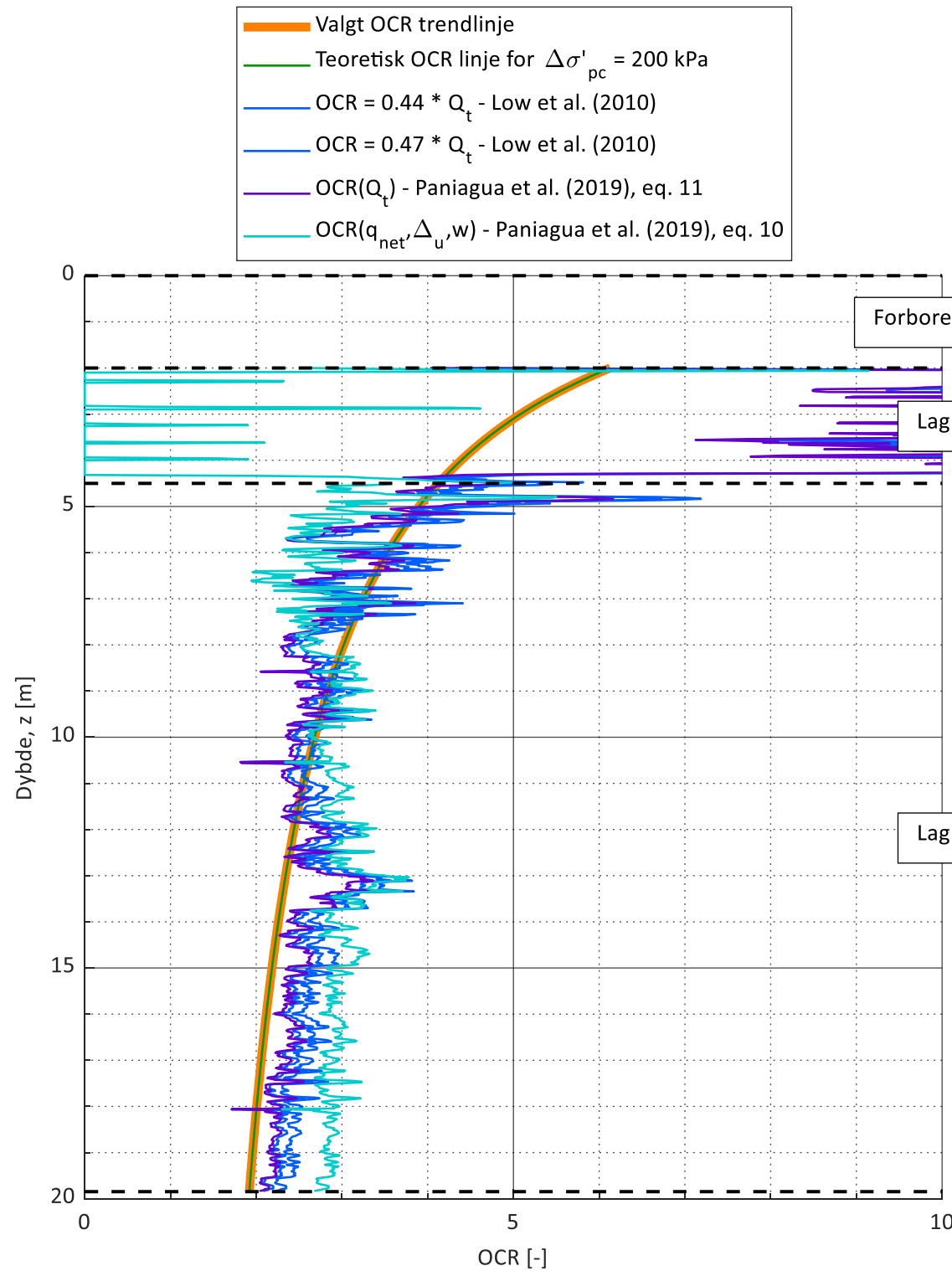


Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign. EH	Dato 01.05.2024	Oppdrag Lier. Heggbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000	Borpunkt nr. 16cpt
Ktr.	Dato	GVS [m] 2	Side nr. 6	

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-] s _u [kPa]
x_min	0 0
x_max	10 200



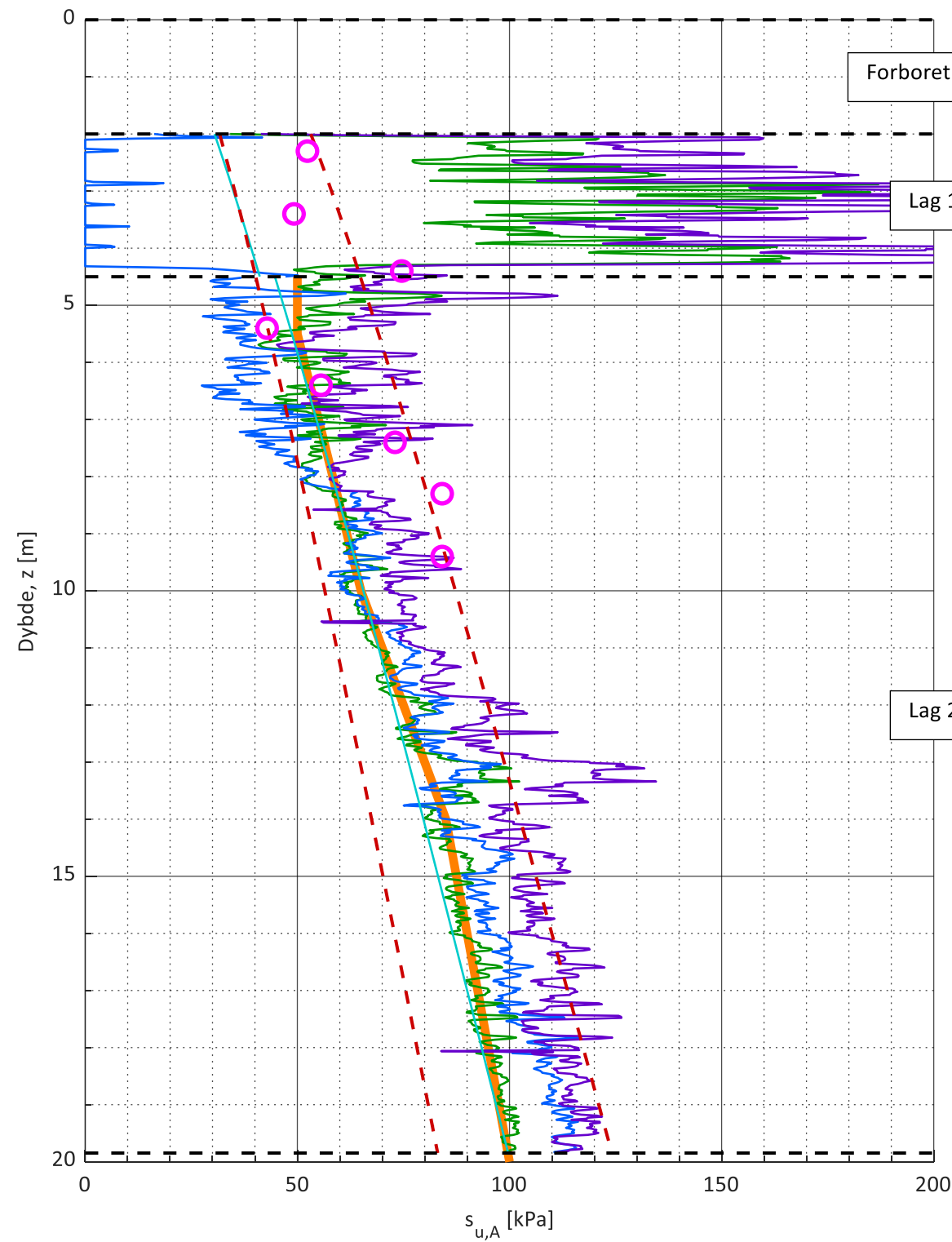


Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign. EH	Dato 01.05.2024	Oppdrag Lier. Hegsbroveien 12-16	Oppdrag nr. 118000	Borpunkt nr. 16cpt
Ktr.	Dato		GVS [m] 2	Side nr. 8

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	200



- Designlinje
- CPT16 - $s_u(N_{ke})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- CPT16 - $s_u(q_{net}, \Delta_u, w)$ - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- CPT16 - $s_u(N_{kt})$ - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- CPT16 - s_u (SHANSEP) - Paniagua et al. (2019), eq. 2
- - - $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - - $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- Enaksforsøk PR16

z [m]	s_u [kPa]
4,5	50
5,5	50
10	65
14	85
20	100