

Prosjekt: 113570  
Oppdrag: Skien. Ibsenbiblioteket  
Beregning: Stabilitetsberegninger for områdestabilitet

Dato: 06.05.2024  
Dokumentnr: 117933tb1  
Utarbeidet av: Eirik Hegland  
Kontrollert av: Jon Adersen Gulbrandsen

---

**Skien. Ibsenbiblioteket**  
**Stabilitetsberegninger for områdestabilitet**

**Sammendrag:**

Skien kommune planlegger et nytt bibliotek i tilknytning til Ibsenhuset i Skien sentrum. I den forbindelse er Mad Arkitekter AS engasjert for å utføre detaljregulering for området. Til detaljregulering må fare for områdeskred/kvikkleireskred vurderes. GrunnTeknikk AS er engasjert av Mad Arkitekter for å utføre grunnundersøkelser og vurdere områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019.

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

Beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet for alle glideflater som berører planområdet. Det er imidlertid et lokalstabilitetsproblem i det nederste «trinnet» i profil B, hvor relativt grunne glideflater har for lav beregningsmessig sikkerhet.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Planer.....	4
3	Terreng og grunnforhold.....	5
3.1	Terreng.....	5
3.2	Grunnforhold .....	5
3.2.1	Planområdet.....	6
3.2.2	Nord for planområdet .....	7
3.2.3	Ibsenhuset og Brannstasjonen.....	7
3.2.4	Meierikvartalet .....	7
4	Beregningsforutsetninger.....	8
4.1	Krav til sikkerhet.....	8
4.2	Kritiske beregningsprofiler.....	8
4.3	Lagdeling .....	8
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.....	9
4.6.3	ADP-faktorer.....	12
5	Beregninger.....	13
5.1	Utførte stabilitetsberegninger og resultater .....	13
6	Kommentarer til beregningsresultatene.....	13

## TEGNINGER

117933-500 – 502 Stabilitetsberegninger

## VEDLEGG

1 Tolkning av CPTu-sonderinger

## REFERANSER

- [1] NVE (2020). Veileder 1/2019 «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*», desember 2020.
- [2] Multiconsult (2019). Datarapport 10310201-RIG-RAP-001 «*Kulturkvartalet – Skien*», datert 04.03.2019.
- [3] GrunnTeknikk AS (2024). Geoteknisk datarapport 117934r1 «*Skien. Ibsenbiblioteket, Grunnundersøkelser*», datert 19.04.2024.
- [4] Multiconsult (2016). Notat 814863-RIG-NOT-01 «*Grunnforhold i Kverndalen, Skien*», datert 01.03.2016.
- [5] NGI (1968). Rapport 68/51 «*Grunnundersøkelser for Ibsenhuset, Skien*», datert 27.12.1968.
- [6] GrunnTeknikk (2023). Geoteknisk datarapport 116743r1 «*Skien. Meierkvartalet, Grunnundersøkelser*», datert 30.01.2023.
- [7] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 del 1
- [8] Statens vegvesen håndbok V220 «*Geoteknikk i vegbygging*», juli 2022.
- [9] «CPTU Correlations for Clays». K. Karlsrud et al. (2005). ISSMGE.
- [10] «CPTU correlations for Norwegian clays: an update». Priscilla Paniagua et al. (2019).
- [11] NIFS rapport 14/2014 «*En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer*».

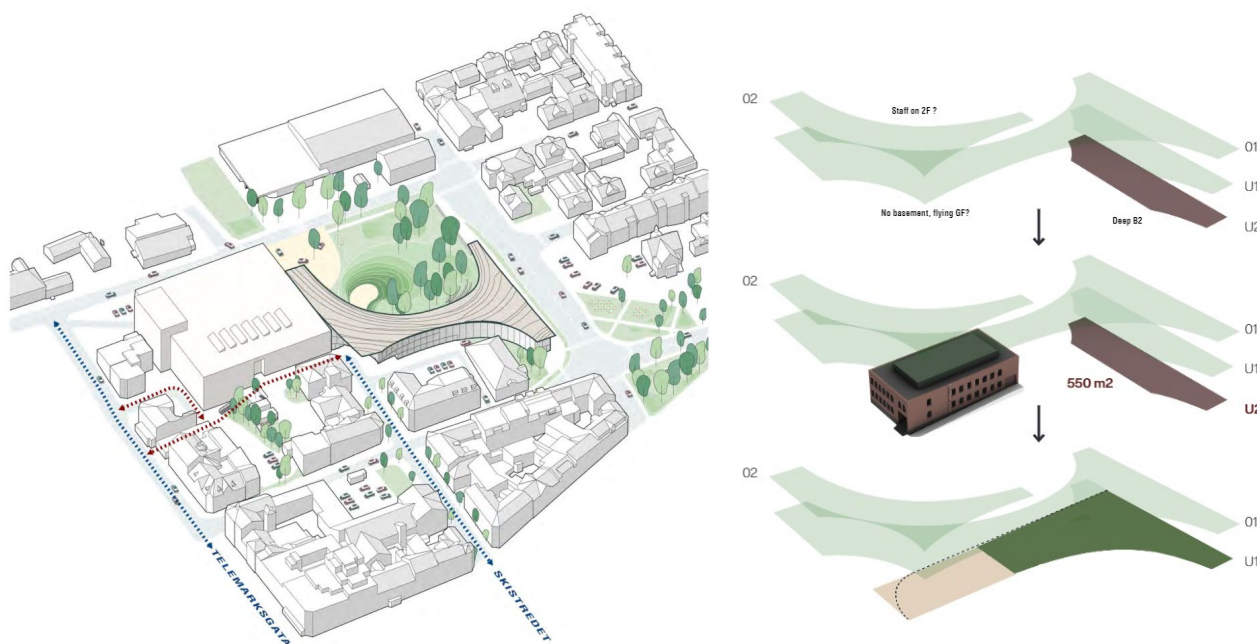
## 1 Innledning

Skien kommune planlegger et nytt bibliotek i tilknytning til Ibsenhuset i Skien sentrum. I den forbindelse er Mad Arkitekter AS engasjert for å utføre detaljregulering for området. Til detaljregulering må fare for områdeskred/kvikkleireskred vurderes. GrunnTeknikk AS er engasjert av Mad Arkitekter for å utføre grunnundersøkelser og vurdere områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 [1].

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

## 2 Planer

Foreløpige planer for prosjektet er vist på Figur 2.1 under. Eksisterende bibliotek, «brunosten», skal rives og erstattes av et nytt bibliotek i tilknytning til Ibsenhuset. Det skal lages et amfi i Lundeparken. Nytt bygg skal ha kjeller, men utstrekning og plassering av kjellernivåer er ikke bestemt på nåværende tidspunkt.



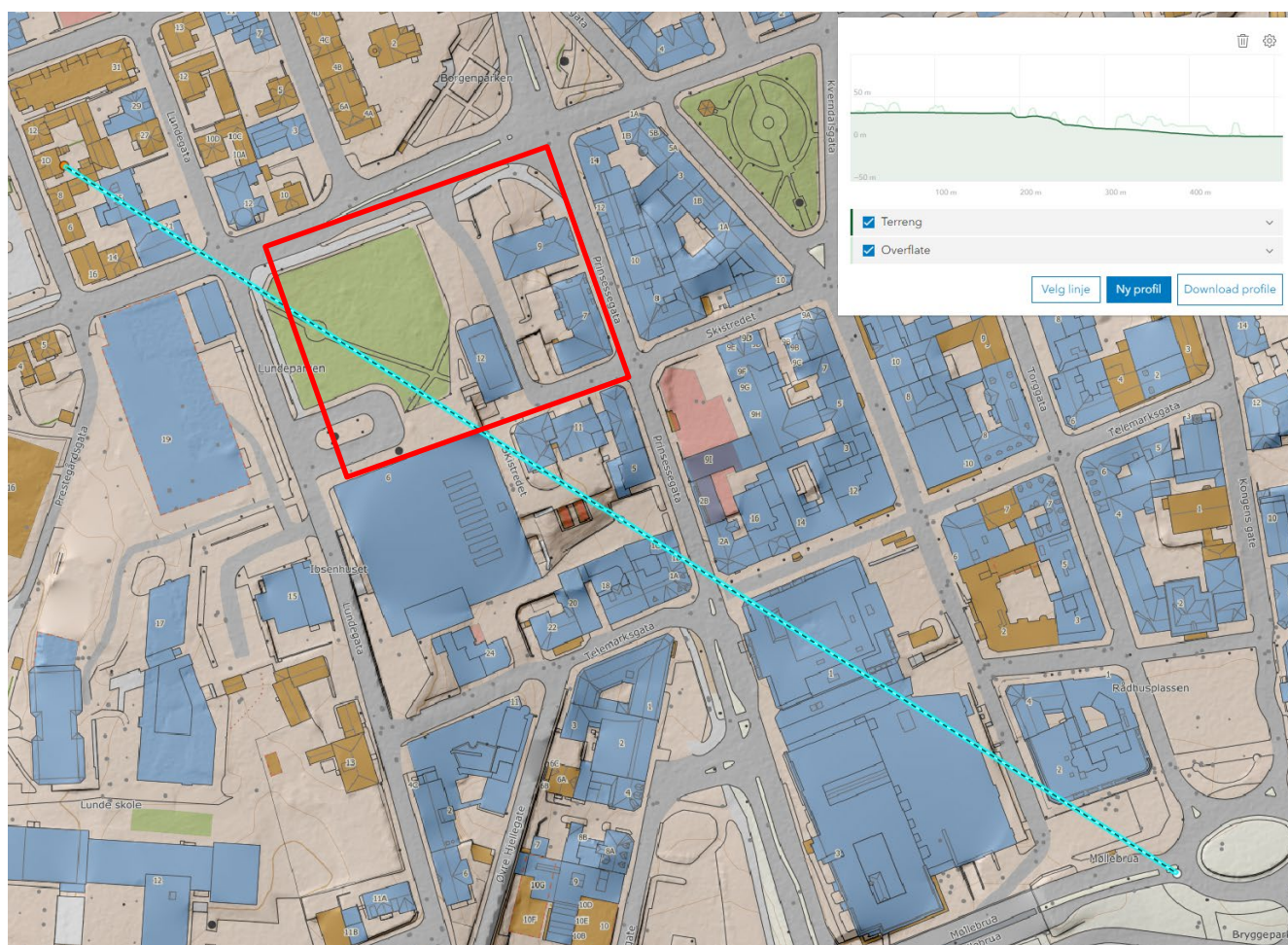
Figur 2.1 Plantegninger fra skisseprosjektet.

## 3 Terreng og grunnforhold

### 3.1 Terreng

Terreng i Lundeparken er tilnærmet flatt på ca. kote +30 til +31, og heller ned mot sørøst. Mot øst faller terrenget jevnt med helning ca. 1:11. Mot sør faller terrenget brattere i flere «trinn» med flattere partier mellom. Et kartutsnitt med terrengprofil er vist på Figur 3.1.

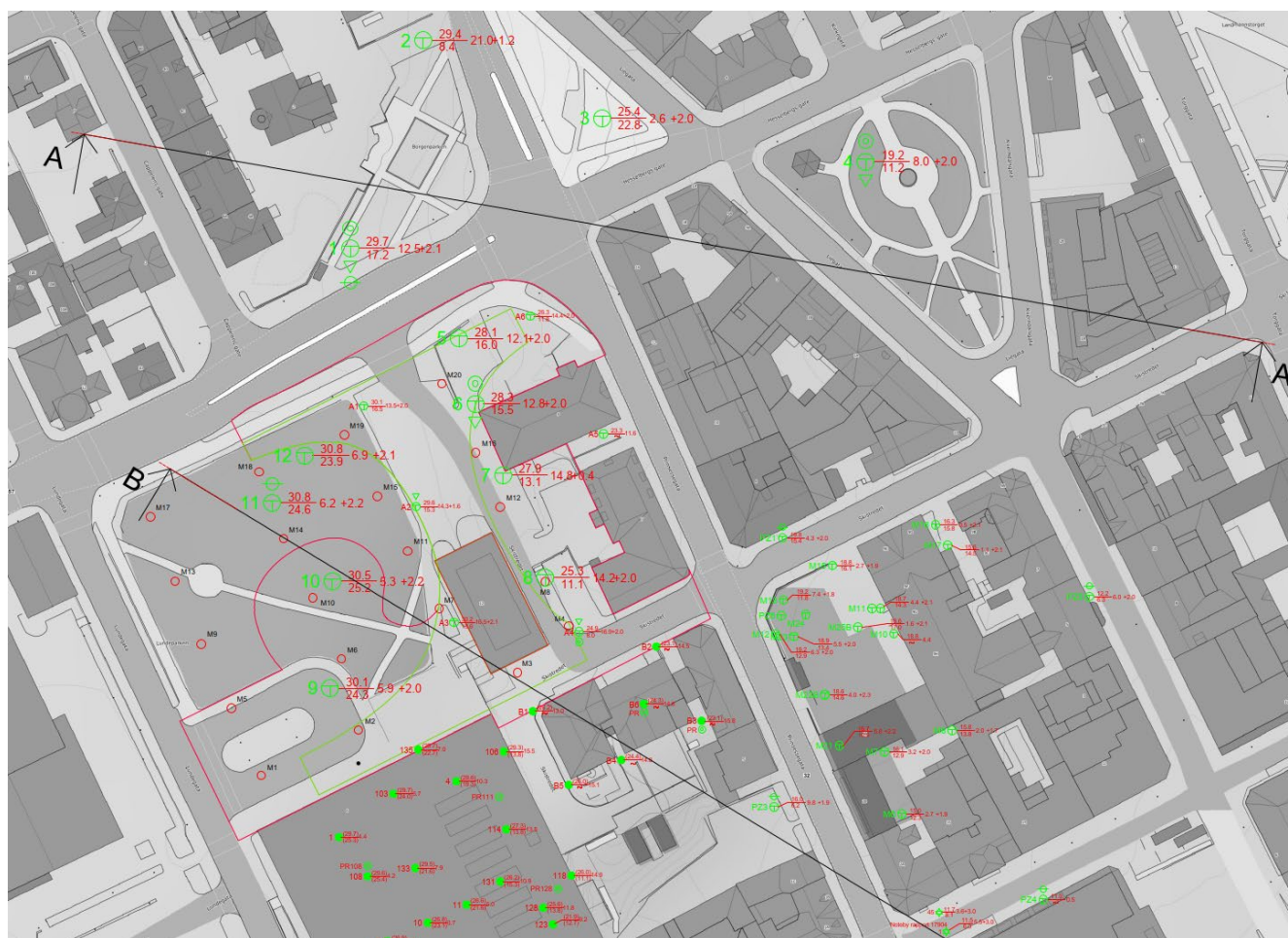
Mot nord og vest er terrenget relativt flatt, helning mindre enn 1:15.



Figur 3.1 Kartutsnitt fra Høydedata, med representativt terrengprofil. Planområdet markert med rødt.

### 3.2 Grunnforhold

Grunnforholdene på og omkring planområdet er undersøkt i flere omganger. En kort oppsummering av tilgjengelig grunnundersøkellesdata er gitt i de følgende delkapitlene. En oversikt over relevante undersøkelser er vist på borplan i Figur 3.2.



Figur 3.2 Utsnitt fra borplan, tegning 117933-1.

### 3.2.1 Planområdet

Planområdet er undersøkt av Multiconsult i 2019 [2] og GrunnTeknikk i 2024 [3], totalt 14 borpunkt.. Generelt viser totalsonderinger økende dybder til fjell fra vest mot øst. Omtrent midt i Lundeparken er dybde til fjell ca. 5 til 6 m, mens lengst øst mot Prinsessegata er det boret til over 23 m. Undersøkelsene indikerer et topplag av antatt fyllmasser av sand og grus på ca. 1 til 2 m. Derunder er det et sammenhengende lag av bløt til middels fast leire/siltig leire, som har mulig sprøbruddoppførsel. Sonderingene indikerer et lag av antatt morene/sand/grus over fjell, som varierer i mektighet mellom ca. 0 og 3 m.

Det er påvist sprøbruddmateriale (ikke kvikkleire) i stor mektighet (ca. 6 m dybde fra 3 m under terreng) i ett borpunkt i nordre del av planområdet. I sørøstre del av planområdet er det påvist sprøbruddmateriale i ca. 3 m dybde fra 1 m under terreng. Sammenligning av de øvrige sonderingsdiagrammene med punktene hvor det er påvist sprøbruddmateriale, indikerer tilsvarende oppførsel.

Poretrykk i grunnen er målt i ett borpunkt på planområdet, plassert i nordre del av Lundeparken. Et elektrisk piezometer står med spiss i antatt morene 5 m under terreng, og indikerer en «grunnvannstand» ca. 1,3 m under terreng.

### 3.2.2 Nord for planområdet

Under grunnundersøkelsene i regi av GrunnTeknikk [3] ble det boret i 4 punkter nord og nordøst for planområdet. I borpunkt 1 nord for Hesselbergs gate indikerer totalsondering ca. 12,5 m til fjell, og antatt bløt/mulig sensitiv leire mellom ca. 3 og 9 m dybde. En prøveserie viser at det ikke er sprøbruddmateriale, med unntak av én enkelt prøve på ca. 4,5 m dybde. Lenger øst, i Ibsenparken, viser sonderingen ca. 8 m til fjell, og ca. 4 m med antatt bløt/mulig sensitiv leire. En prøveserie viser at det ikke er sprøbruddmateriale, med unntak av to prøver, på hhv. ca. 6 og 7 m dybde. I borpunkt 3, i Minneparken, er det ca. 2,6 m til fjell, og ikke antydning til sensitiv leire. I borpunkt 2, nord for Borgenparken, er det ca. 21 m til fjell, og stor mektighet av mulig bløt/sensitiv leire.

Poretrykk i grunnen er målt i borpunkt 1, med elektrisk piezometer på ca. 5 og 8,8 m dybde, med spiss i hhv. antatt leire og morene. Avlesing indikerer en «grunnvannstand» ca. 4,3 til 6,6 m under terreng.

I en vurdering for Skien kommune ifm. nytt sykehjem, har Multiconsult beskrevet grunnforholdene på flere lokaliteter nord for planområdet [4]. Mest relevant er grunnundersøkelser i Liegata 9 og ved Skien Sparebank, hvor det er påvist lag av sprøbruddmateriale. Vi har ikke tilgang til selve undersøkelsene.

### 3.2.3 Ibsenhuset og Brannstasjonen

Sonderinger utført ifm. oppføring av Ibsenhuset og den gamle brannstasjonen er beskrevet i NGIs rapport fra 1968 [5]. Generelt viser sonderingene samme trend som på planområdet. Dybde til (antatt) fjell øker fra vest mot øst. I vestre del av Ibsenhuset er det ca. 3-4 m til fjell. Her er det sprengt ut for kjeller i Ibsenhuset. Lengst øst på brannstasjonstomta er det ca. 16 m til antatt fjell. Vi har ikke tilgang til alle sonderingsdiagrammene herfra, men grunnforholdene er beskrevet i 4 prøveserier. Lagdelingen er omtrent som beskrevet på planområdet, med et topplag av fyllmasser/matjord/tørreskorpe, et lag av siltig leire, etterfulgt av et tynt lag av silt/sand over antatt fjell. Enkelte prøveserier indikerer middels sensitiv leire på grensen til sprøbruddmateriale.

### 3.2.4 Meierikvartalet

Grunnforholdene på Meierikvartalet, sørøst for planområdet, er beskrevet i GrunnTeknikks rapport fra 2023 [6]. Sonderingene viser generelt små dybder til fjell, varierende mellom ca. 0,5 og 7,4 m. Det er ikke tatt opp prøver fra dette området, men enkelte sonderinger kan indikere bløt/sensitiv leire. Grunnvannstanden er målt i flere punkter, og ligger ca. 3 m under terreng. Det er ikke tegn til poreovertrykk.

## 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 [7]. 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 sprøbruddmaterialer anses å være til stede.

For tiltak i kategori K4 som ligger innenfor faresoner, gjelder sikkerhetskrav gitt i NVEs veileder [1], kapittel 3.3.

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 skal  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes i henhold til krav om prosentvis forbedring. 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;

*Ved forverring, udrenert;*

$$F_{cu} \geq 1,6$$

*Ved forverring, drenert;*

$$F_{c\phi} \geq 1,25$$

*For tiltak innenfor influensområde som ikke forverrer stabiliteten, udrenert;*

$$F_{cu} \geq 1,4$$

*For tiltak innenfor influensområde som ikke forverrer stabiliteten, drenert;*

$$F_{c\phi} \geq 1,25$$

*Utenfor influensområdet, udrenert*

$$F_{cu} \geq 1,2$$

*Utenfor influensområdet, drenert*

$$F_{c\phi} \geq 1,25$$

### 4.2 Kritiske beregningsprofiler

Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler, profil A og B vist på Figur 3.2. Profil A er representativt for det slake, jevnt hellende terrenget mot øst fra planområdet. Profil B er representativt for terrenget mot sør/sør-øst som faller i to bratte «trinn», før det fortsetter slakt videre nedover.

### 4.3 Lagdeling

Lagdelingen i beregningsmodellen er basert på grunnundersøkelsene beskrevet i kapittel 3.2 (totalsonderinger, prøveserier og CPTu-sonderinger). Generelt er det et topplag av fyllmasser/sand/grus på ca. 1-2 m, over leire/siltig leire. Det er stedvis påvist et lag av antatt morene/sand/grus, med mektighet inntil ca. 3 m.

## 4.4 Grunnvannstand

Grunnvannstand/poretrykk i beregningsmodellen er basert på målingene beskrevet i kapittel 3.2. Målingene viser at «grunnvannstanden» ligger mellom ca. 1,3 og 6,6 m under terreng. Det er ikke tegn til poreovertrykk i bunn av skråningen (Meierikvartalet), som kunne forventes. Det er gjort målinger der i flere borpunkt, hvor poretrykksmålere i forskjellige dybder viser samme «grunnvannstand».

I beregningene er det lagt inn en «grunnvannstand» med hydrostatisk poretrykksfordeling i overgangen mellom topplag og leire. Dette er antatt konservativt, da den reelle «grunnvannstanden» er målt lavere i enkelte punkter.

## 4.5 Dimensjonerende laster

Det er ikke benyttet terrenglast/trafikklast i beregningene, med unntak av i kontroll av lokalstabilitet i det nederste «trinnet» i profil B. Der er det parkeringsplass på skråningstopp. Det er benyttet trafikklast iht. Statens vegvesen N200, dvs. en jevnt fordelt last på 19,5 kPa (inkl. lastfaktor).

## 4.6 Materialparametere

### 4.6.1 Effektivspenningsparametere og romvekt

Effektivspenningsparametere er valgt iht. konservative erfaringsparametere i ref. [8]. 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, $\varphi_k$ [°]	Attraksjon, $a$ [kPa]	Effektiv kohesjon, $c'$ [kPa]	Romvekt, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Effektiv romvekt, $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Topplag (fyllmasser, sand, grus)	30	0	0	19,0	9,0
Leire/silt	27	2	1	19,5	9,5
Morene/sand/grus	35	7	5	19,5	9,5

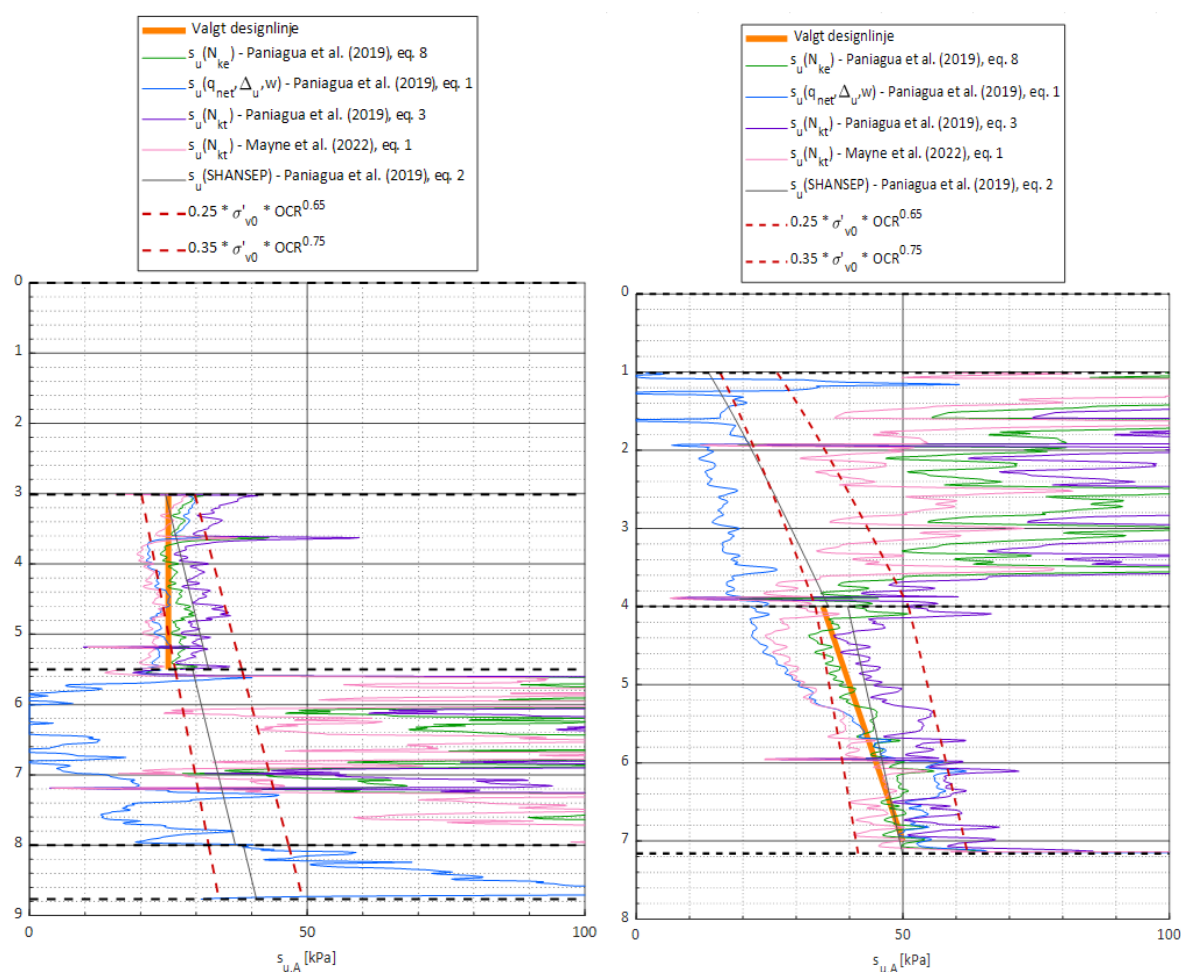
Leira modelleres hovedsakelig med totalspenningsparametere, da dette er kritisk for lange glideflater i slakt terreng. Det gjøres likevel en kontrollberegning med effektivspenningsparametere på leira, da dette kan være kritisk i lokalt brattere skråninger.

### 4.6.2 Udrenert skjærstyrke

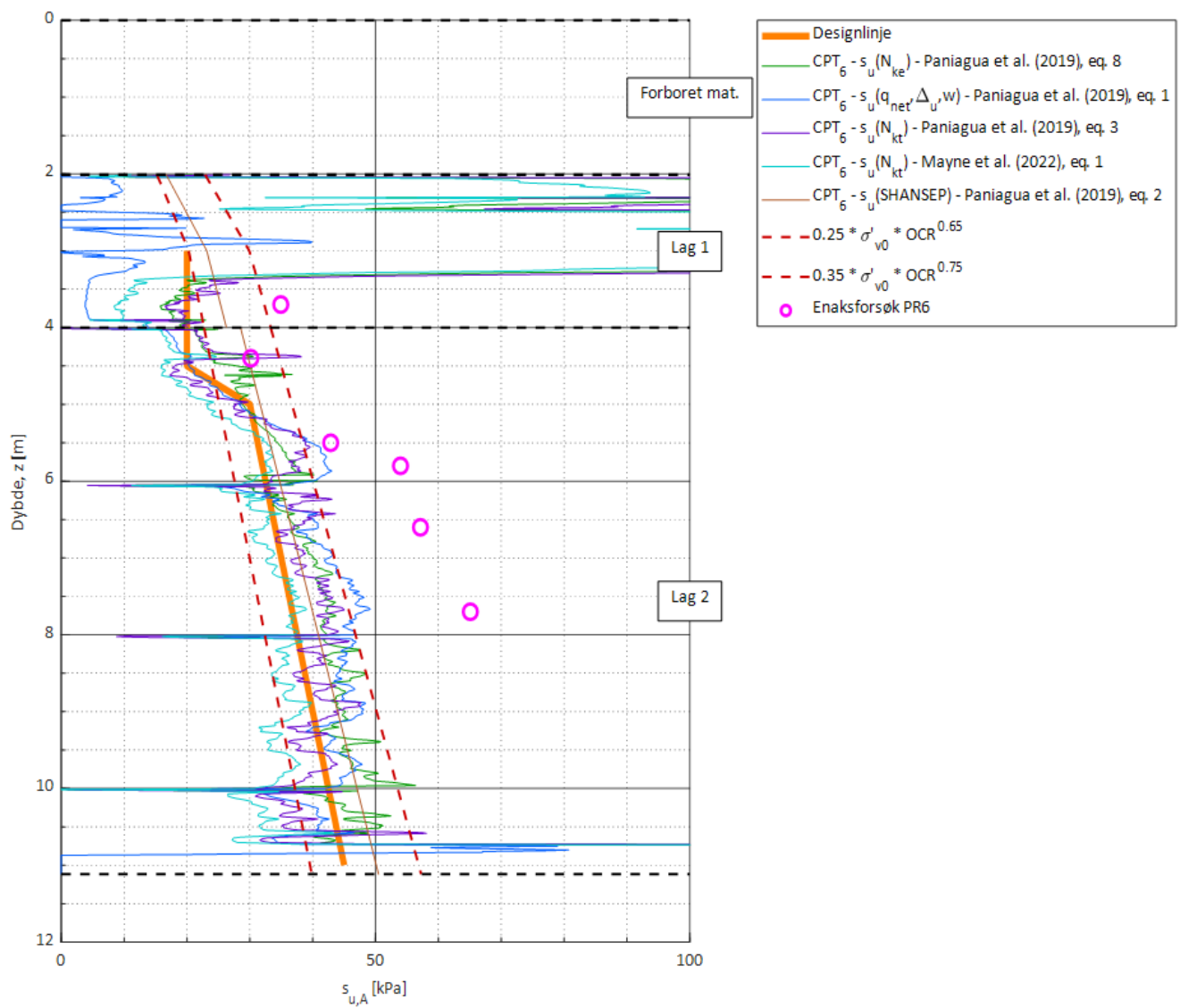
Udrenert skjærstyrke er tolket ut ifra CPTu-sonderinger og laboratorieforsøk på uforstyrrede prøver (prøveserier). CPTu-sonderingene er tolket i GrunnTeknikks tolkningsprogram, som er basert på CPTu-korrelasjoner i norske leirer fra Karlsrud et al. [9] og Paniagua et al. [10].

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. En del konus- og enaksforsøk viser meget lave styrker, og tøyning ved brudd i enaksforsøk indikerer stor prøvforstyrrelse. Av denne grunnen er ikke disse resultatene vektlagt i tolkningen av designprofiler. I prøveserie 6, mellom ca. 3 og 8 m, er tøyningen ved brudd i enaksforsøkene lav (mindre enn ca. 5 %), og målte styrkeverdier er derfor mer pålitelige. Disse indikerer en noe høyere fasthet enn det CPTu-korrelasjonene viser. Det er likevel valgt å legge designprofilet konservativt i forhold til CPTu-korrelasjonene.

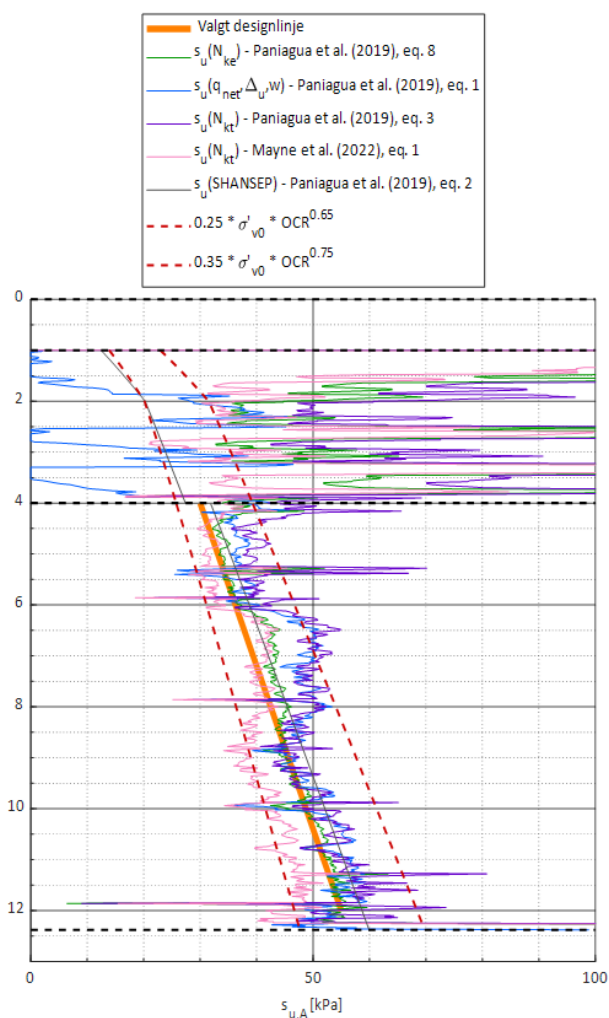
Valgte designprofiler for CPTu-sonderingene er vist i Figur 4.1 til Figur 4.3.



Figur 4.1 Tolket aktivt skjærstyrkeprofil fra CPTu-sonderinger i borhull 1 (venstre) og 4 (høyre).



Figur 4.2 Tolket aktivt skjærstyrkeprofil fra CPTu-sondering i borhull 6.



Figur 4.3 Tolket aktivt skjærstyrkeprofil fra CPTu-sonderinger i borhull A2 (venstre) og A4 (høyre).

### 4.6.3 ADP-faktorer

Det er benyttet ADP-faktorer iht. anbefalinger i NIFS rapport 14/2014, ref. [11]. I dybden viser prøveseriene en plastisitetsindeks,  $I_p$ , mellom ca. 8 og 12 %. Det antas en gjennomsnittlig  $I_p$  på 10 %. 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. Udrenert. Sirkulære og sammensatte glideflater.	117933-500
2	Profil B. Udrenert. Sirkulære og sammensatte glideflater. Med og uten trafikklast på topp av det nederste trinnet.	117933-501
3	Profil B. Drenert. Sirkulære glideflater. Med trafikklast på topp av det nederste trinnet.	117933-502

Tabell 5.2 *Beregningsresultater.*

Beregningsnr.	Sikkerhetsfaktor	Krav	Kommentar
1	1,61 – 1,96	1,4	Sikkerhet OK.
2	1,17 – 1,67	1,4	Sikkerhet OK for glideflater som berører planområdet. For lav sikkerhet lokalt i det nederste trinnet, med trafikklast (uten OK). Beregningsmessig sikkerhet enda lavere enn vist for grunne overflateglidninger.
3	1,14 – 1,67	1,25	Sikkerhet OK for dypere glideflater, berører ikke planområdet. Grunnere glideflater har for lav sikkerhet.

## 6 Kommentarer til beregningsresultatene

Beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet for alle glideflater som berører planområdet. Det er imidlertid et lokalstabilitetsproblem i det nederste «trinnet» i profil B, hvor relativt grunne glideflater har for lav beregningsmessig sikkerhet.

## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Skien. Ibsenbiblioteket, Stabilitetsberegninger for områdestabilitet	Dokument nr: 117933tb1
Oppdragsgiver: Skien. Ibsenbiblioteket	Dato: 06.05.2024
Emne/Tema: Stabilitetsberegninger for områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark	Kommune: Skien	
Sted: Skien sentrum		
UTM sone:	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring/dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent av:
00	Originaldokument	01.05.24 Eirik Hegland	06.05.24 Jon Adsersen Gulbrandsen	06.05.24 Jon Adsersen Gulbrandsen







## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 19.04.2024	Oppdrag Skien. Ibsenbiblioteket	Oppdrag nr. 117933
Ktr. JAG	Dato 30.04.2024		Side nr. 1

## Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil: 3852-1-CPT.std  
 Borpunkt nr.: 1ny  
 Dato for utførelse: #####  
 Borleder:  
 Terrengnivå [m]: 29,6  
 Forboringsdybde [m]: 3  
 Grunnvannstand [m]: 4  
 Stopp dybde [m]: 8,8  
 Stoppkode: 93

## 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=..)

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

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	94	94		2
Friksjon:	0	0	0		1
Poretrykk:	0	26,599	26,599		3

Maks. helningavvik: Avvik [^o] 7,7 Anv. kl. 4

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

Maks. vertikalt avvik målt dybde: [m] 0,04 [%] 0,5 Anv. kl. 1/2

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

Maks. horisontalt avvik: [m] 0,68

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: 1

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

Evt. kommentarer til forsøket:





# Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

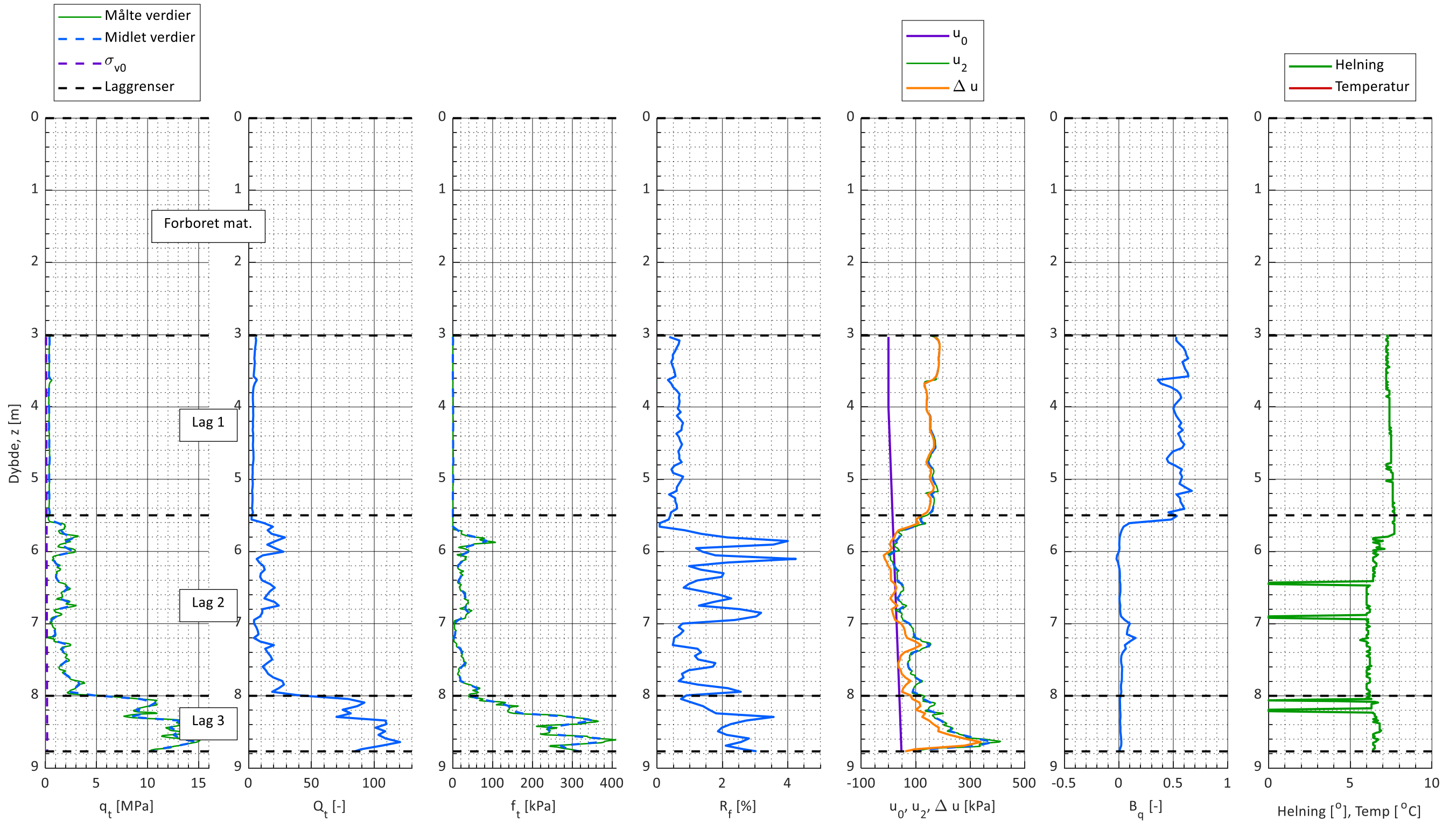
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	1ny
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024	4	3	

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							
x_max							

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





# Tolkning CPTU

## Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

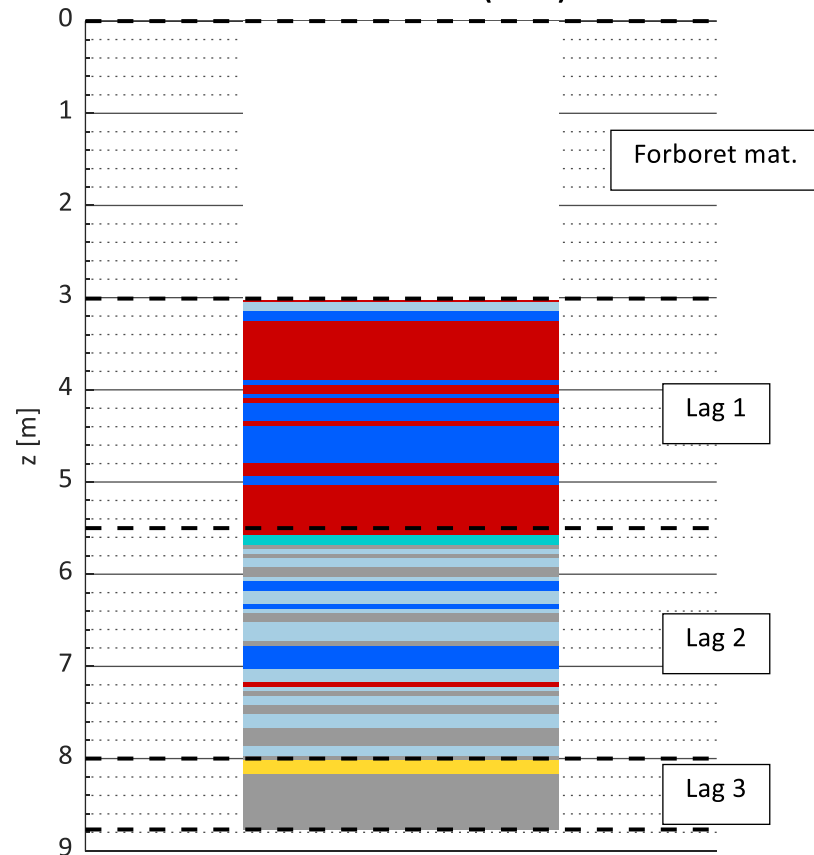
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	1ny
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		4	4

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

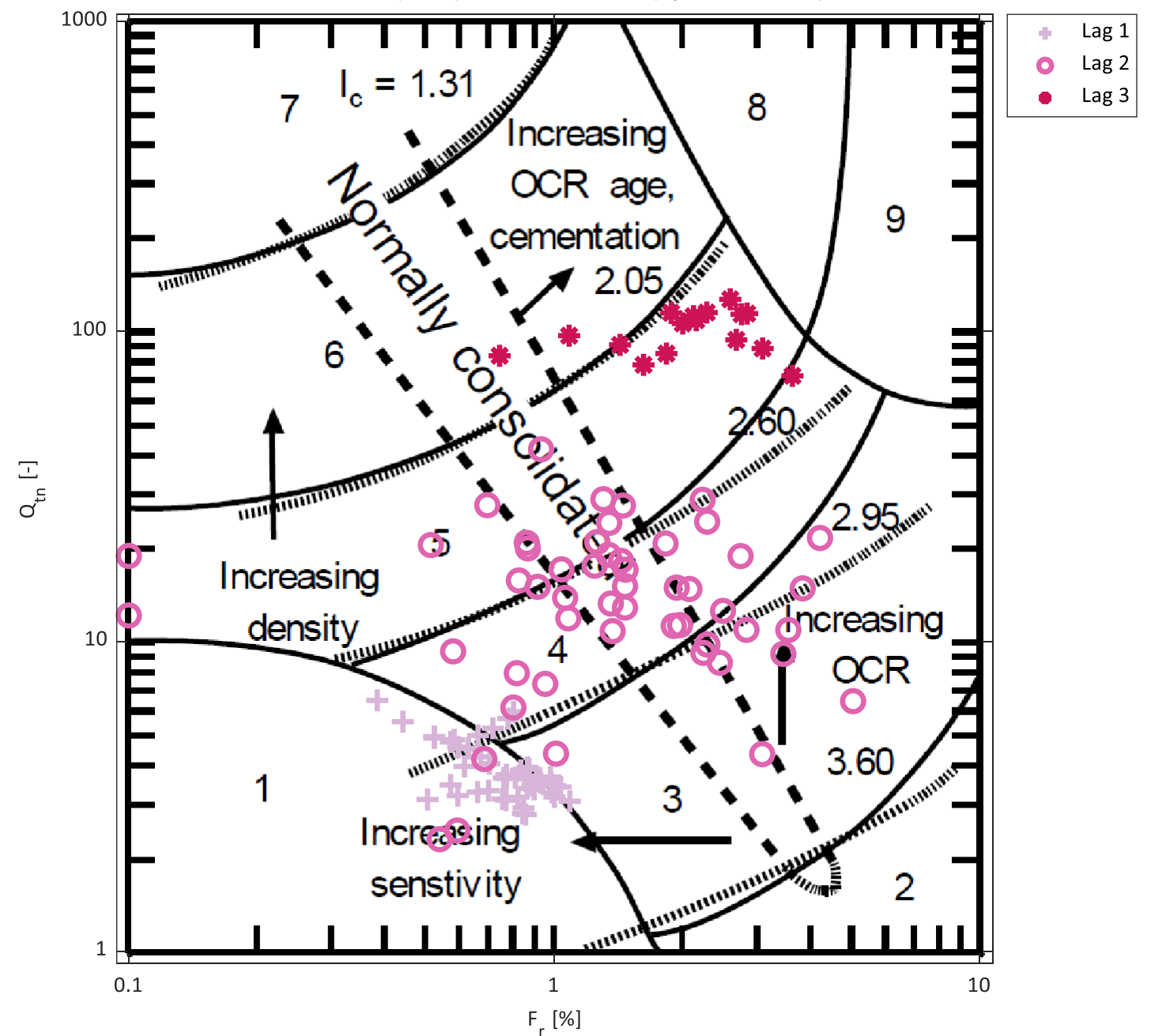
Classification Robertson (2010) chart



### Robertson 2010 chart soner:

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

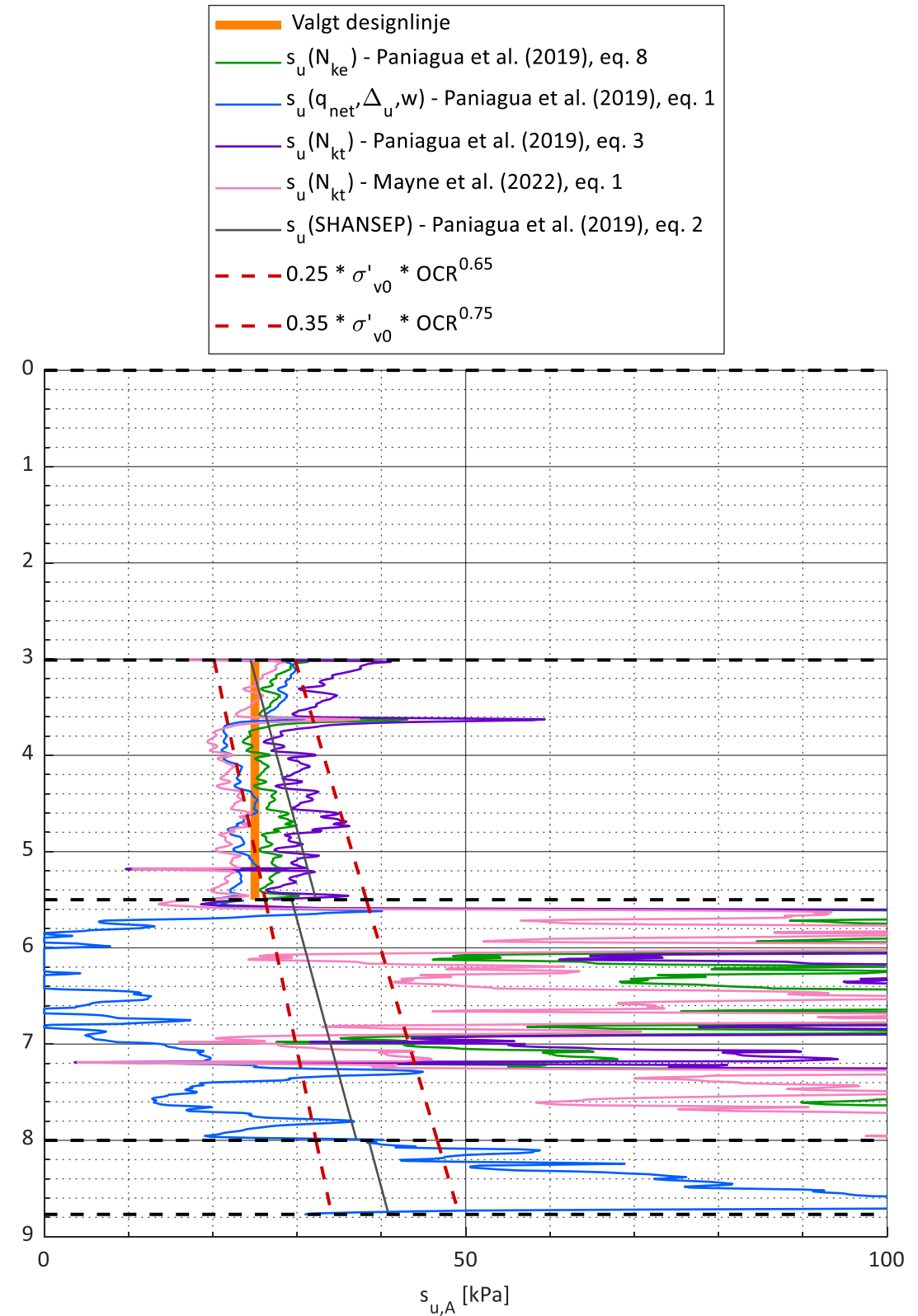
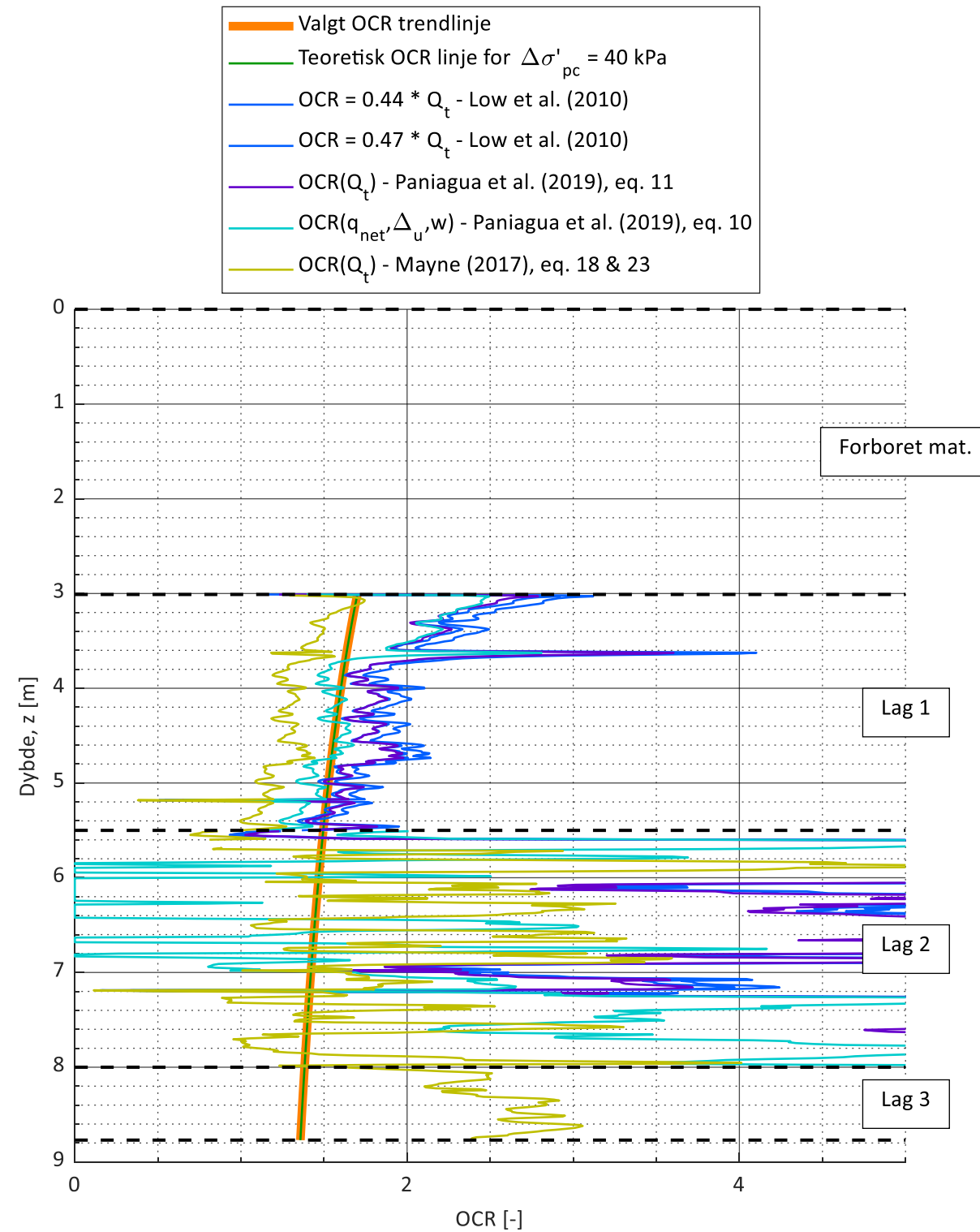
Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)





Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	1ny
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024	4	6	

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	5      100



## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
EH	19.04.2024		117933
Ktr.	Dato	Skien. Ibsenbiblioteket	Side nr.
JAG	30.04.2024		1

## Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPTU fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil: 3852-4 CPT.std  
 Borpunkt nr.: 4CPT  
 Dato for utførelse: #####  
 Borleder:  
 Terrengnivå [m]: 29,6  
 Forboringsdybde [m]: 1  
 Grunnvannstand [m]: 4  
 Stopp dybde [m]: 7,2  
 Stoppkode: 93

## 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=..)

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

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	38	38		2
Friksjon:	0	-0,2	0,2		1
Poretrykk:	0	9,8	9,8		1

Maks. helningavvik: Avvik [^o] 7,4 Anv. kl. 4

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

Maks. vertikalt avvik målt dybde: | [%] Anv. kl.  
 0,04 0,6 1/2

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

Maks. horisontalt avvik: [m]  
 0,70

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: 1

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

Evt. kommentarer til forsøket:





# Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

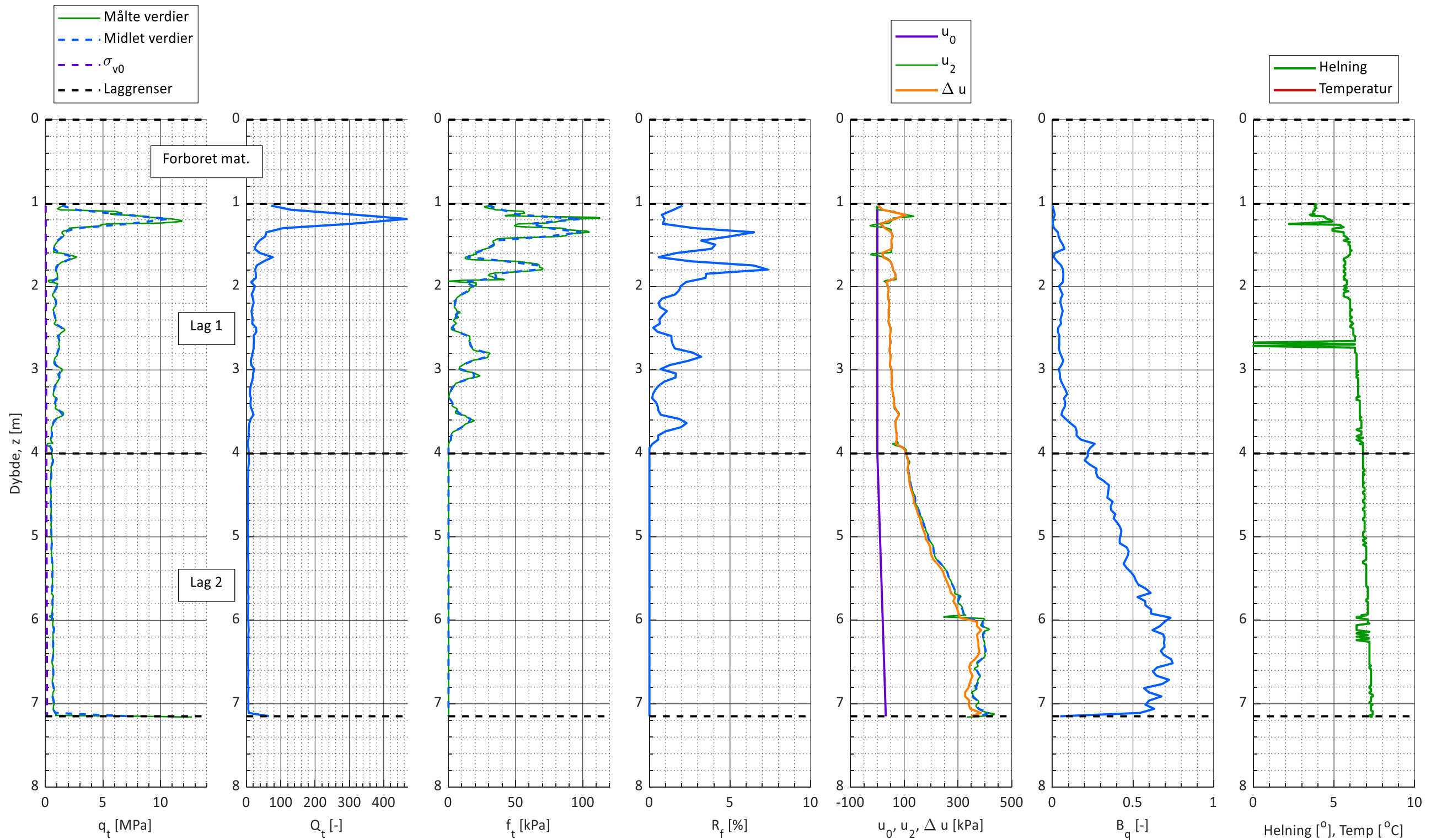
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	4CPT
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024	4	3	

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 [°]
x_min							
x_max							

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





# Tolkning CPTU

## Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

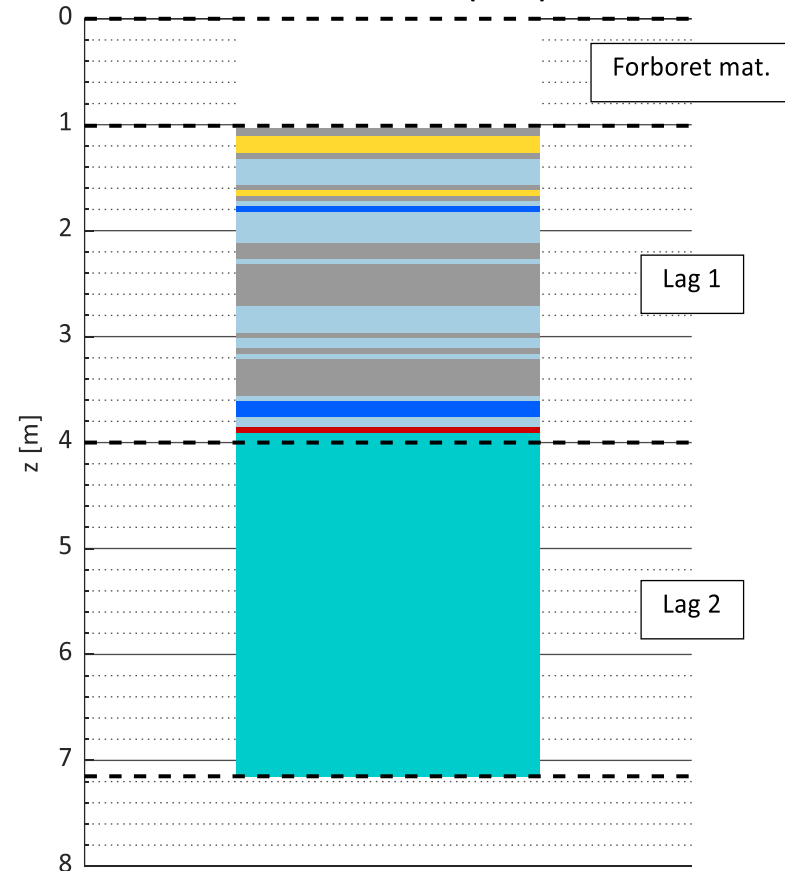
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	4CPT
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		4	4

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

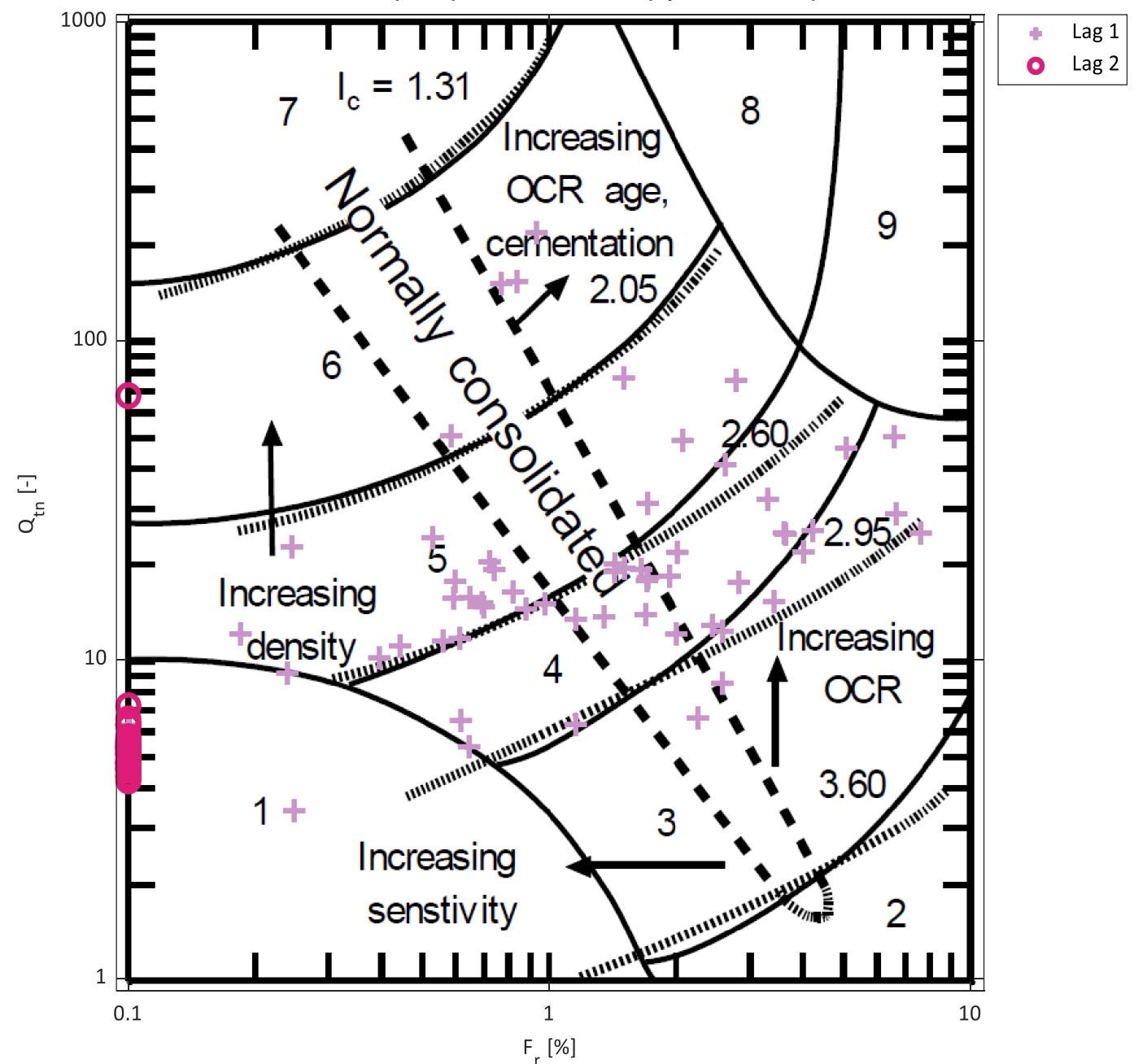
Classification Robertson (2010) chart



### Robertson 2010 chart soner:

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

Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)







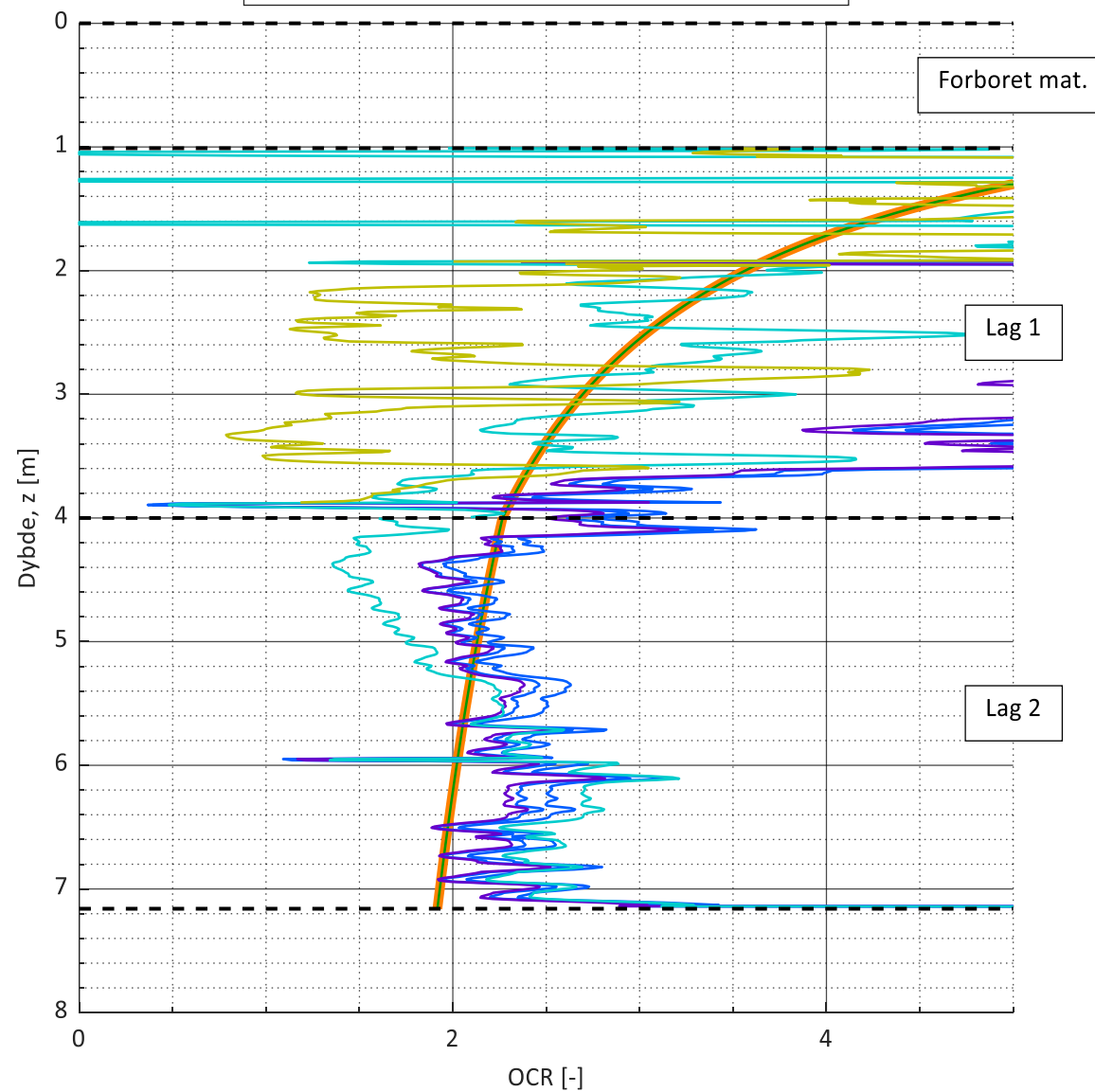
# Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

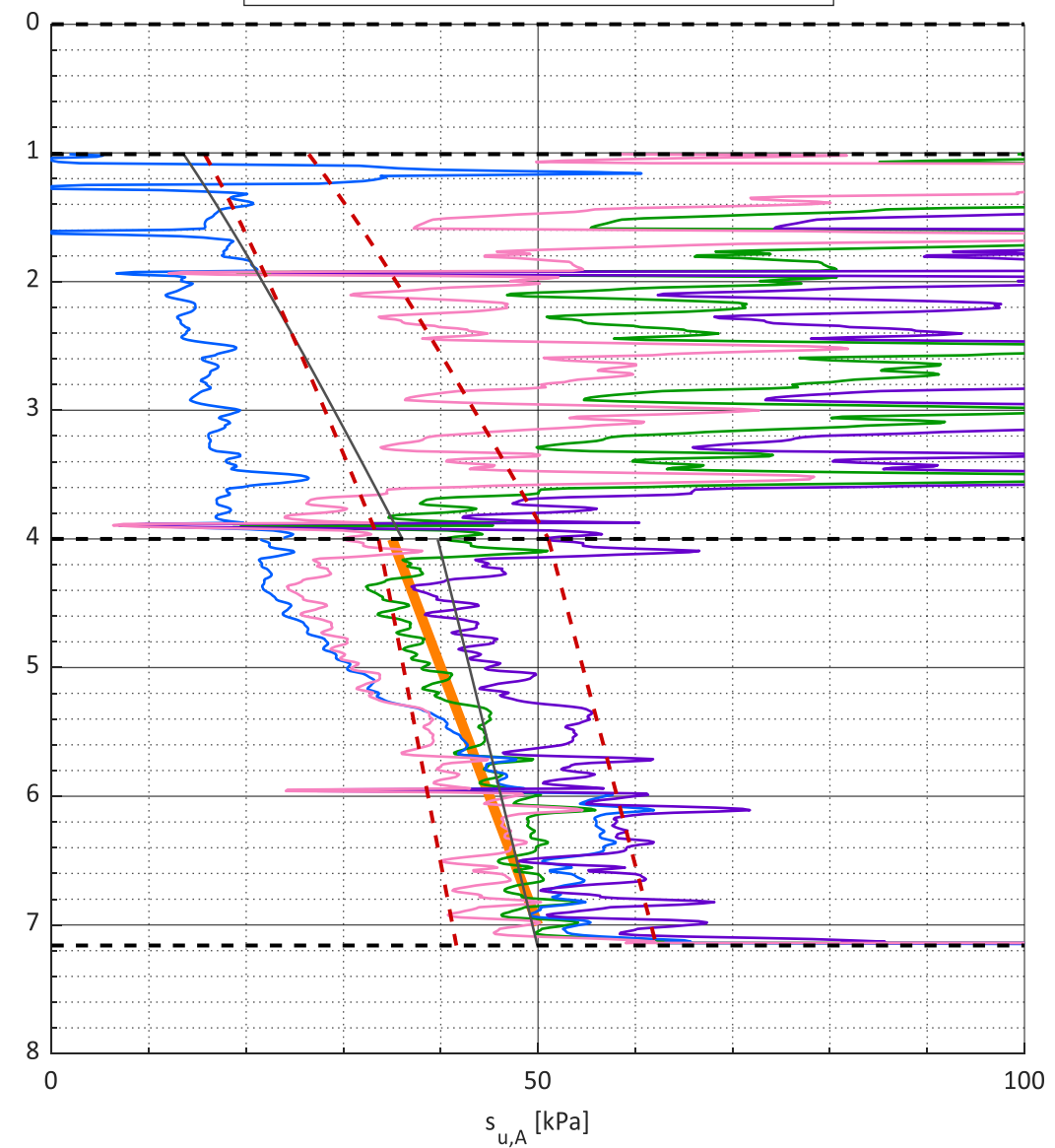
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	4CPT
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024	4	6	

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	5      100

- 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>) - Mayne (2017), eq. 18 & 23



- Valgt designlinje
- 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>kt</sub>) - Mayne et al. (2022), eq. 1
- 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>



## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 19.04.2024	Oppdrag Skien. Ibsenbiblioteket	Oppdrag nr. 117933
Ktr. JAG	Dato 30.04.2024		Side nr. 1

## Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil: 3852-6-CPT.std  
 Borpunkt nr.: 6  
 Dato for utførelse: #####  
 Borleder:  
 Terrengnivå [m]: 29,6  
 Forboringsdybde [m]: 2  
 Grunnvannstand [m]: 3  
 Stopp dybde [m]: 11,2  
 Stoppkode: 93

## 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=..)

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

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	16	16		1
Friksjon:	0	-0,5	0,5		1
Poretrykk:	0	-14,599	14,599		2

Maks. helningavvik: Avvik [^o] 12,8 Anv. kl. 4

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

Maks. vertikalt avvik målt dybde: [m] 0,06 [%] 0,6 Anv. kl. 1/2

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

Maks. horisontalt avvik: [m] 1,03

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: 1

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

Evt. kommentarer til forsøket:





# Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

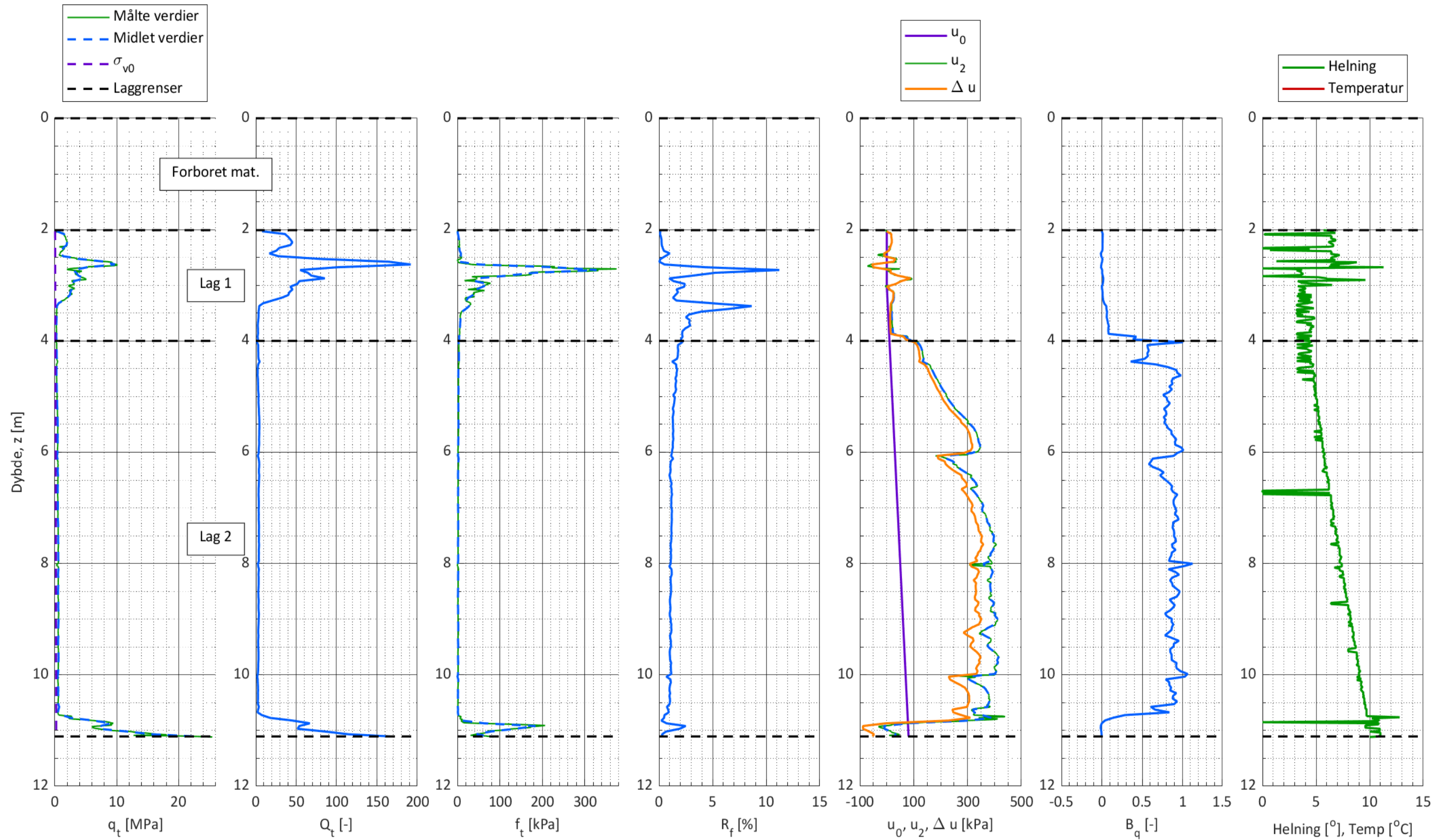
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		3	3

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							
x_max							

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





# Tolkning CPTU

## Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

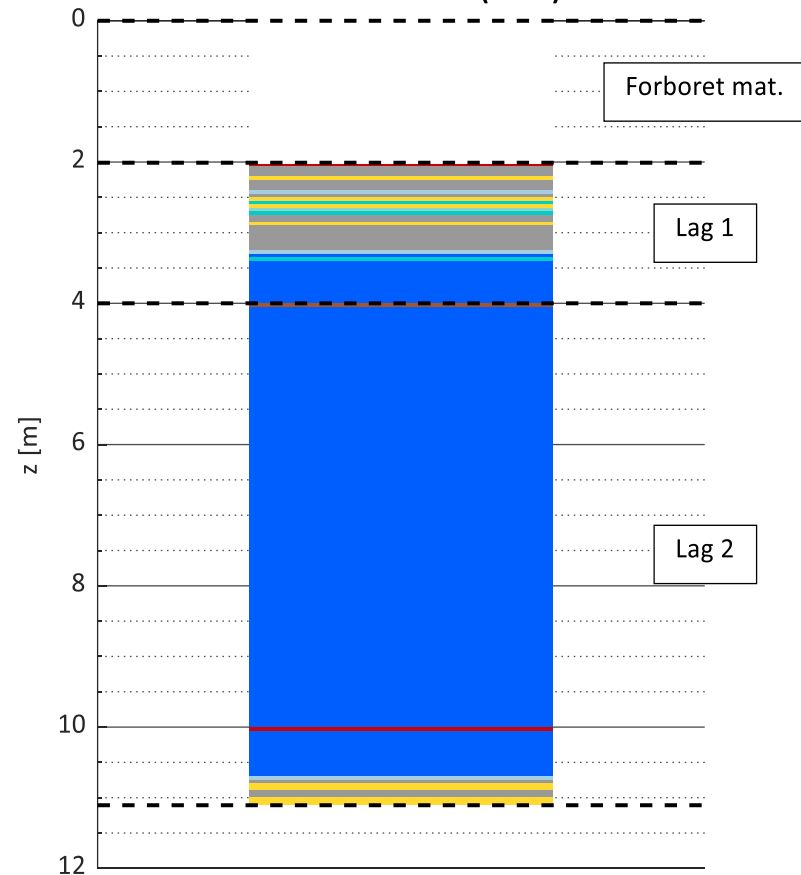
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		3	4

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

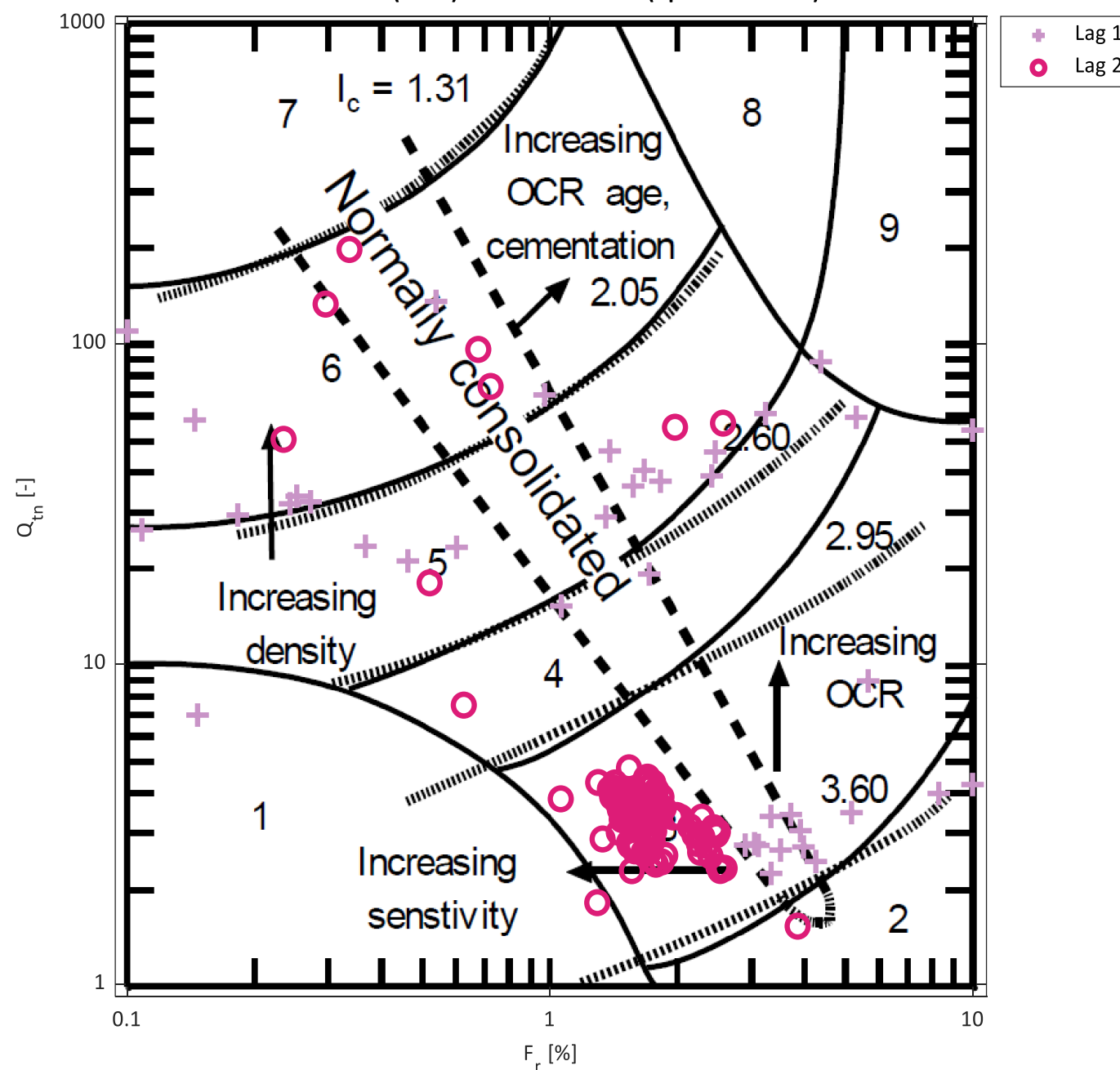
Classification Robertson (2010) chart



### Robertson 2010 chart soner:

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

Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)





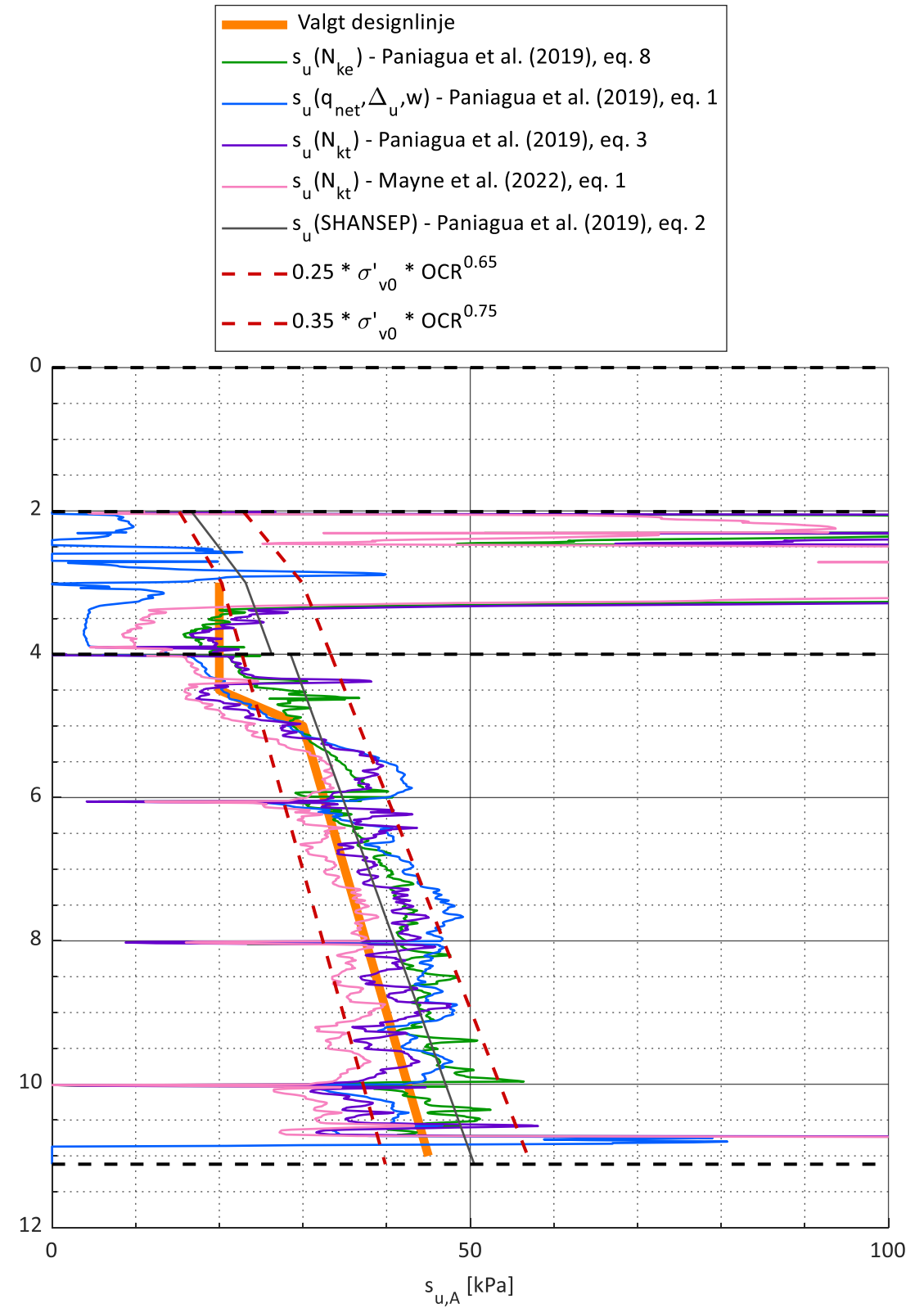
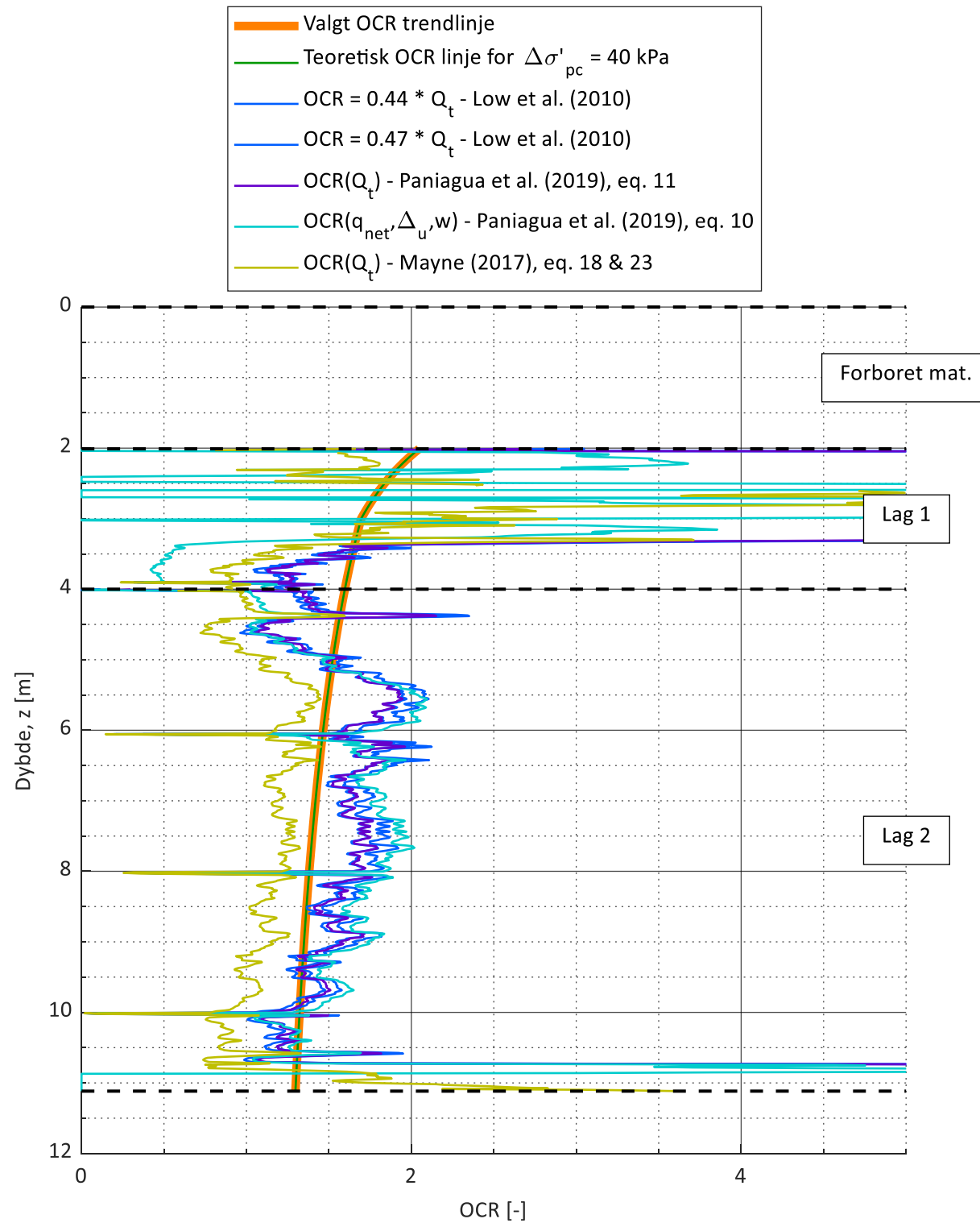


# Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		3	6

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	5      100





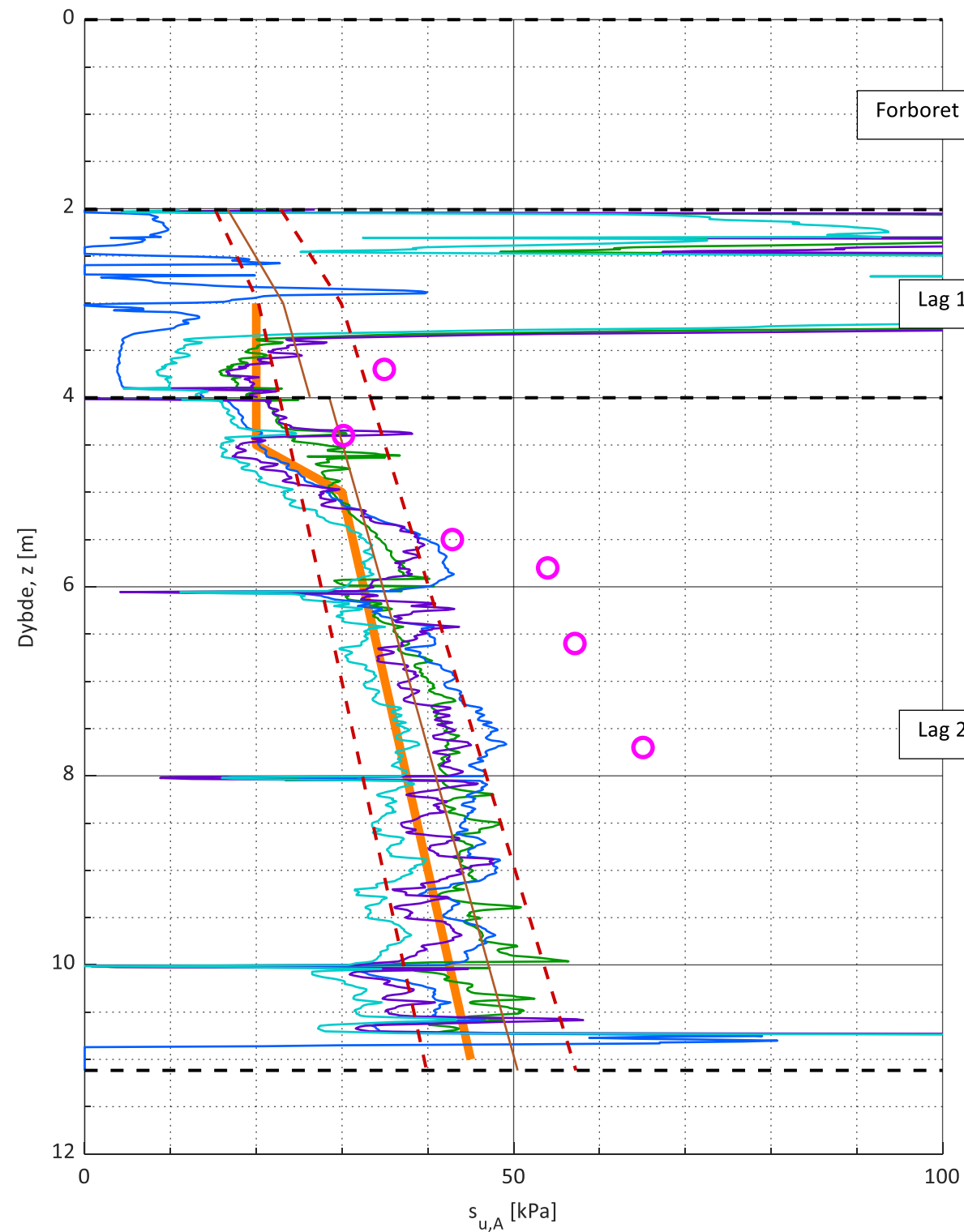


# Tolkning CPTU

Designprofil udrenert skjærstyrke

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		3	8

Manuelle plotgrenser	
s_u [kPa]	
x_min	0
x_max	100



- Designlinje
- CPT<sub>6</sub> - s<sub>u</sub>(N<sub>ke</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 8
- CPT<sub>6</sub> - s<sub>u</sub>(q<sub>net</sub>, Δ<sub>u</sub>, w) - Paniagua et al. (2019), eq. 1
- CPT<sub>6</sub> - s<sub>u</sub>(N<sub>kt</sub>) - Paniagua et al. (2019), eq. 3
- CPT<sub>6</sub> - s<sub>u</sub>(N<sub>kt</sub>) - Mayne et al. (2022), eq. 1
- CPT<sub>6</sub> - 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>
- Enaksforsøk PR6

z [m]	s_u [kPa]
3	20
4,5	20
5	30
11	45

## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 19.04.2024	Oppdrag Skien. Ibsenbiblioteket	Oppdrag nr. 117933
Ktr. JAG	Dato 30.04.2024		Side nr. 1

## Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	2.cpt
Borpunkt nr.:	2
Dato for utførelse:	07.02.2019
Borleder:	tew
Terrengnivå [m]:	29,6
Forboringsdybde [m]:	1
Grunnvannstand [m]:	2
Stopp dybde [m]:	12,4
Stoppkode:	93

## 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.:	4584
Programvare:	CPTLOG-2.00
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,845
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:	7221,3	7229,5	8,2	0,1	1
Friksjon:	124,7	124,6	0,1	0,1	1
Poretrykk:	258,5	257,4	1,1	0,4	1

	Avvik [°]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	2,0	3

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

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,00	0,0	1/2

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

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	0,09

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.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		2	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)

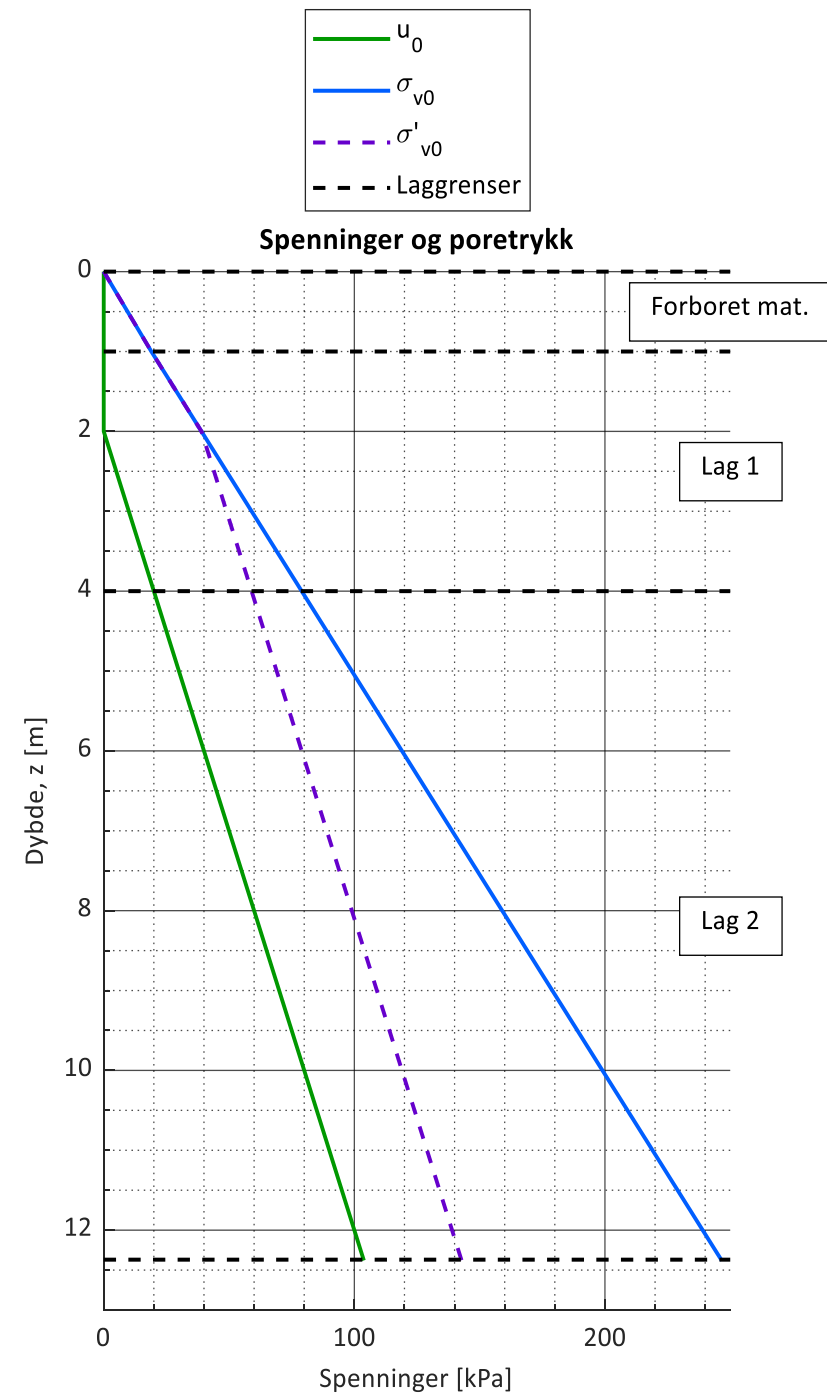
Lengdeintervall for midling av data [m]: 0,05

Lagdelling	Toppnivå [m]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Klassifisering
Forboret	0,0	19	Topplag/fyllmasser
Lag 1	1,0	20	Leire (antatt sandig/grusig)
Lag 2	4	20	Leire, siltig
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]
2	0
12	100





# Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

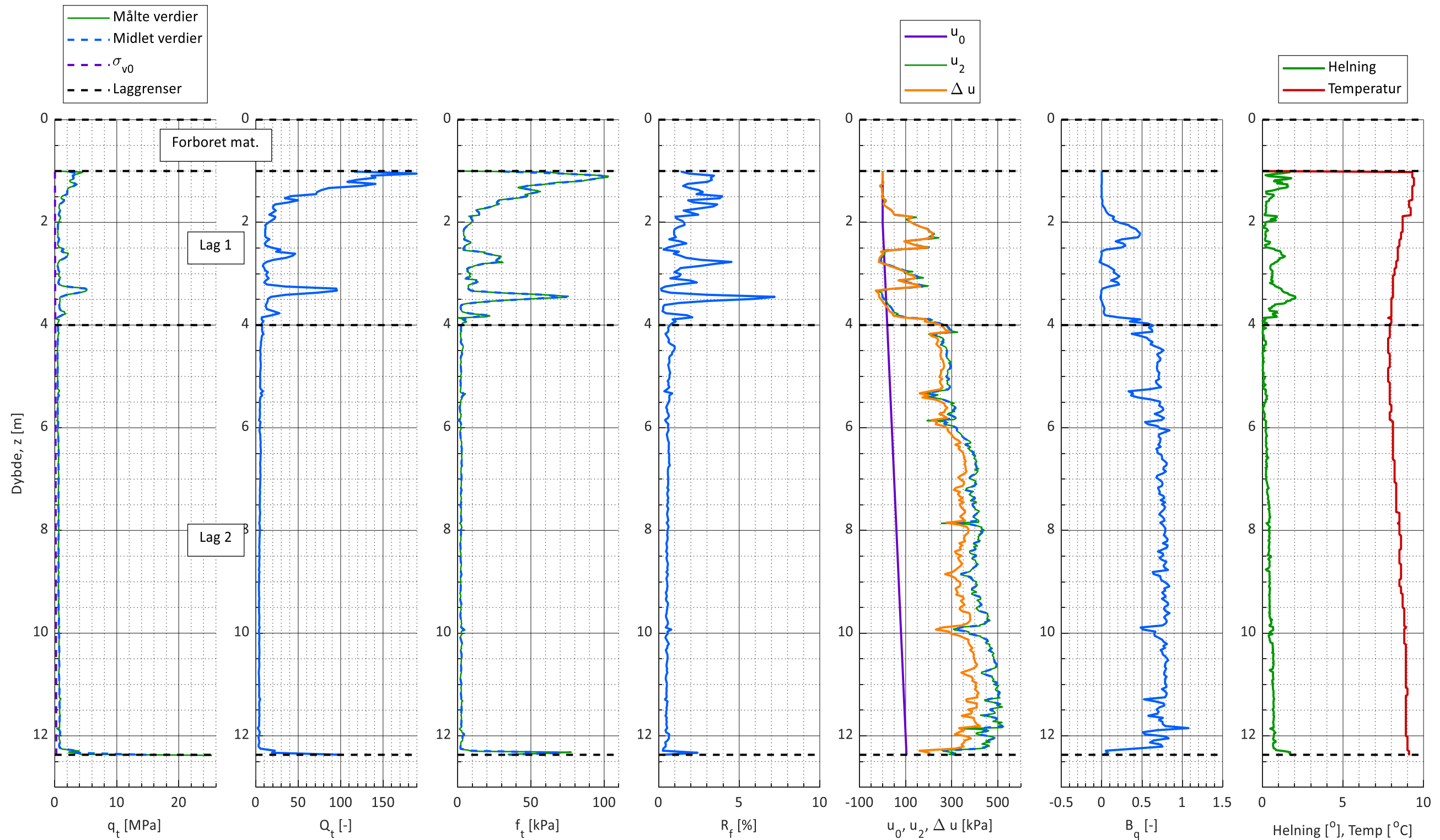
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		2	3

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							
x_max							

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



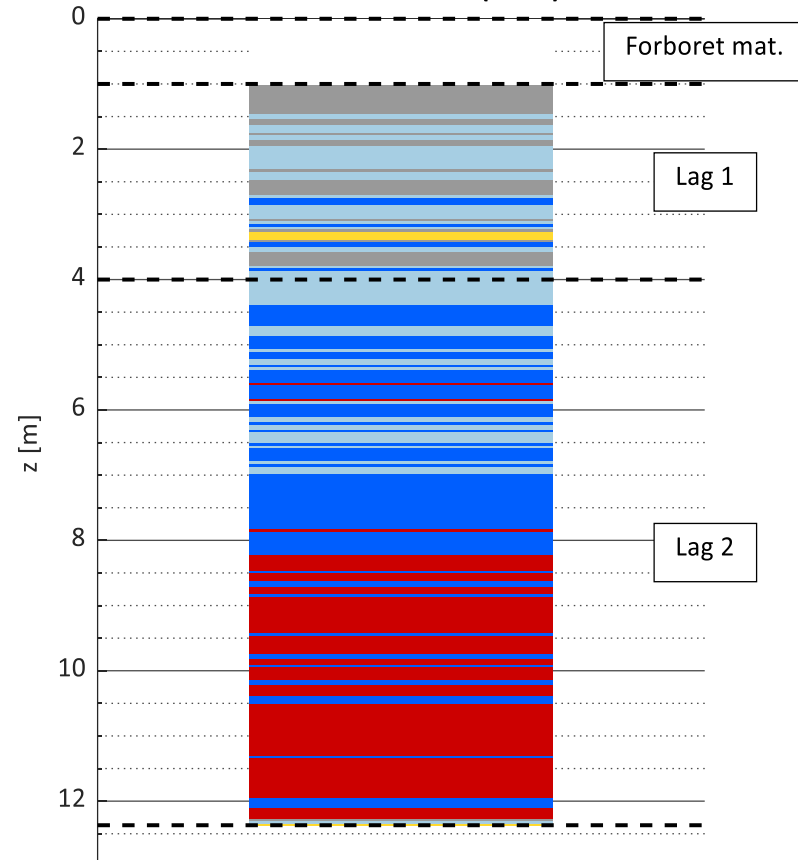
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		2	4

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

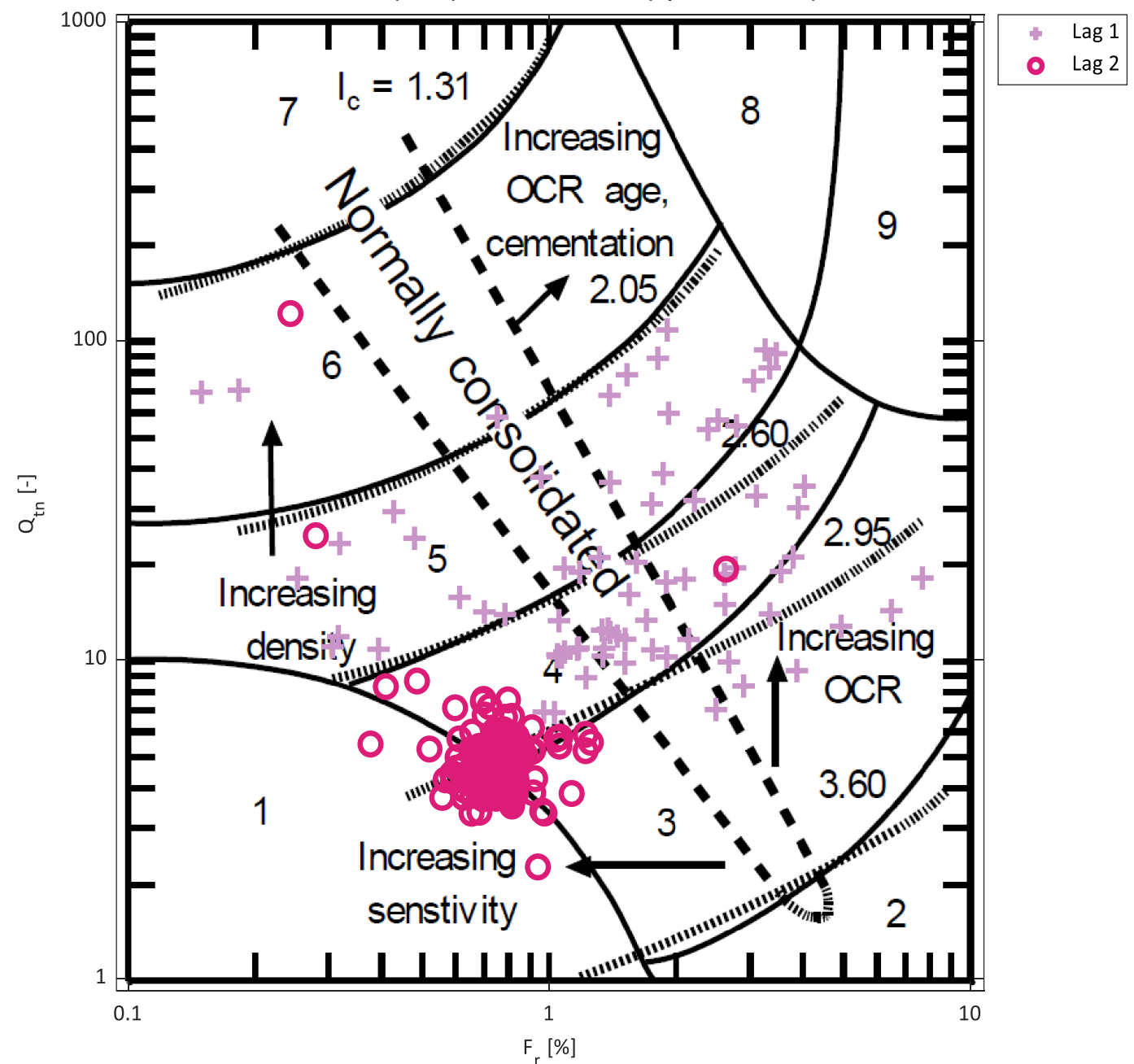
Classification Robertson (2010) chart



### Robertson 2010 chart soner:

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

Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)







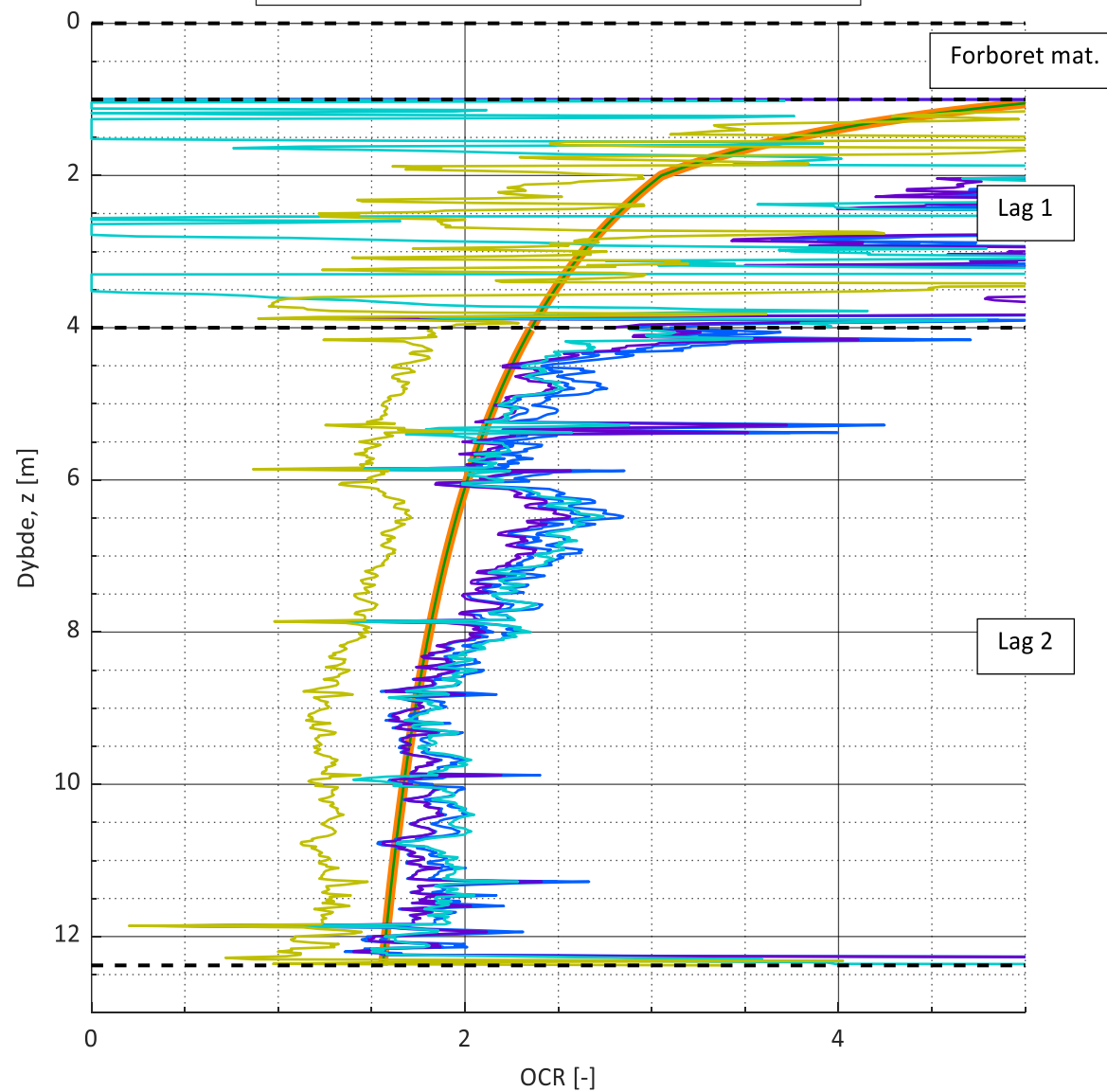
# Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

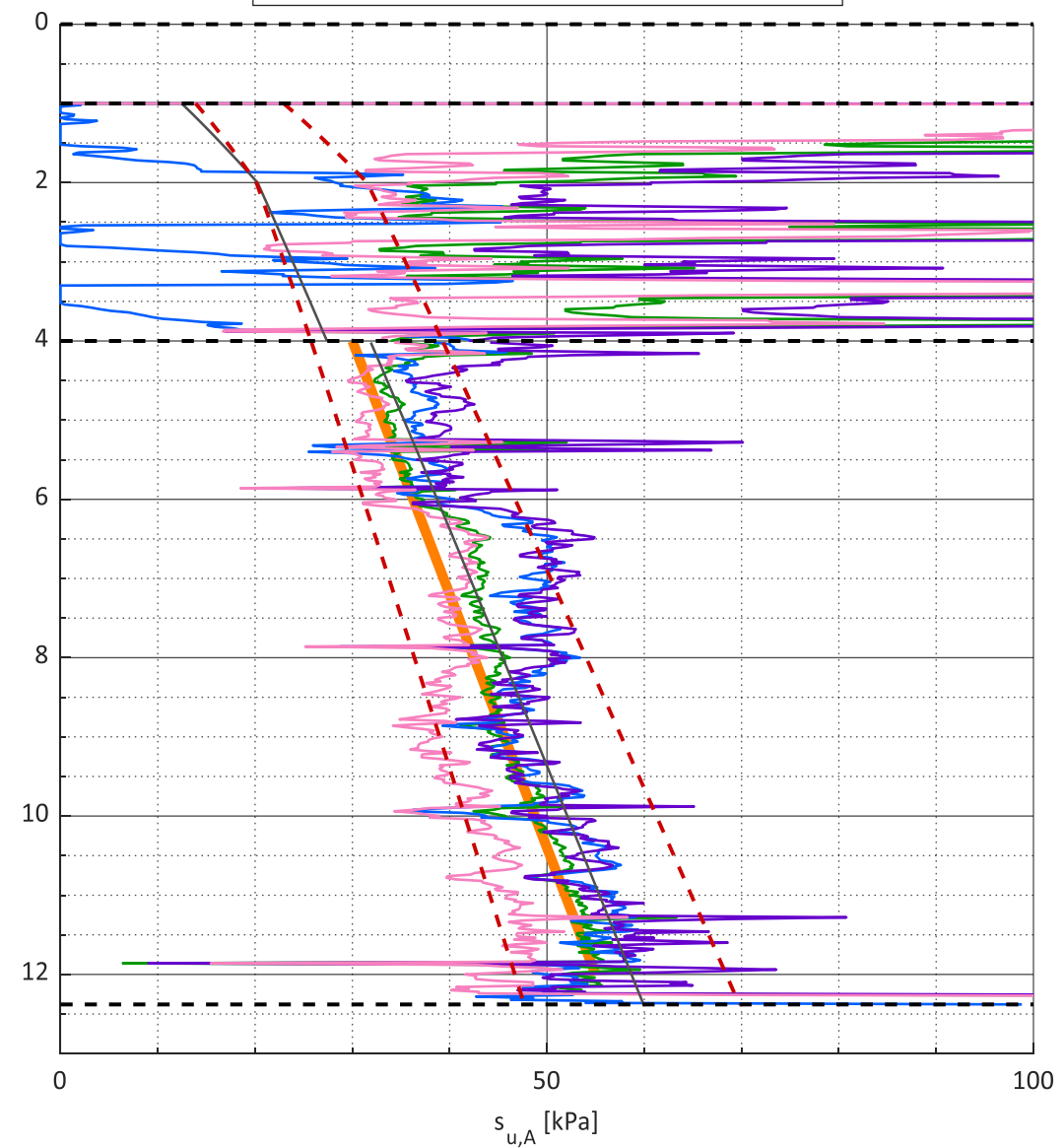
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	2
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		2	6

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	5      100

- Valgt OCR trendlinje
- Teoretisk OCR linje for  $\Delta\sigma'_{pc} = 80$  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>) - Mayne (2017), eq. 18 & 23



- Valgt designlinje
- 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>kt</sub>) - Mayne et al. (2022), eq. 1
- 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>



## Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. EH	Dato 19.04.2024	Oppdrag Skien. Ibsenbiblioteket	Oppdrag nr. 117933
Ktr. JAG	Dato 30.04.2024		Side nr. 1

## Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)

Må utfylles/sjekkes!

Filnavn .cpt fil:	4.cpt
Borpunkt nr.:	4
Dato for utførelse:	07.02.2019
Borleder:	tew
Terrengnivå [m]:	24,9
Forboringsdybde [m]:	2
Grunnvannstand [m]:	1
Stopp dybde [m]:	12,7
Stoppkode:	93

## 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.:	4584
Programvare:	CPTLOG-2.00
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,845
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:	7175,8	7214,3	38,5	0,5	2
Friksjon:	124,5	124,3	0,2	0,2	1
Poretrykk:	258	257,8	0,2	0,1	1

	Avvik [^o]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	4,0	3

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

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,01	0,1	1/2

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

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	0,36

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: 1  
 iht. NGF melding nr. 5 "Utførelse av trykksondering".

Evt. kommentarer til forsøket:





# Tolking CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte parametere

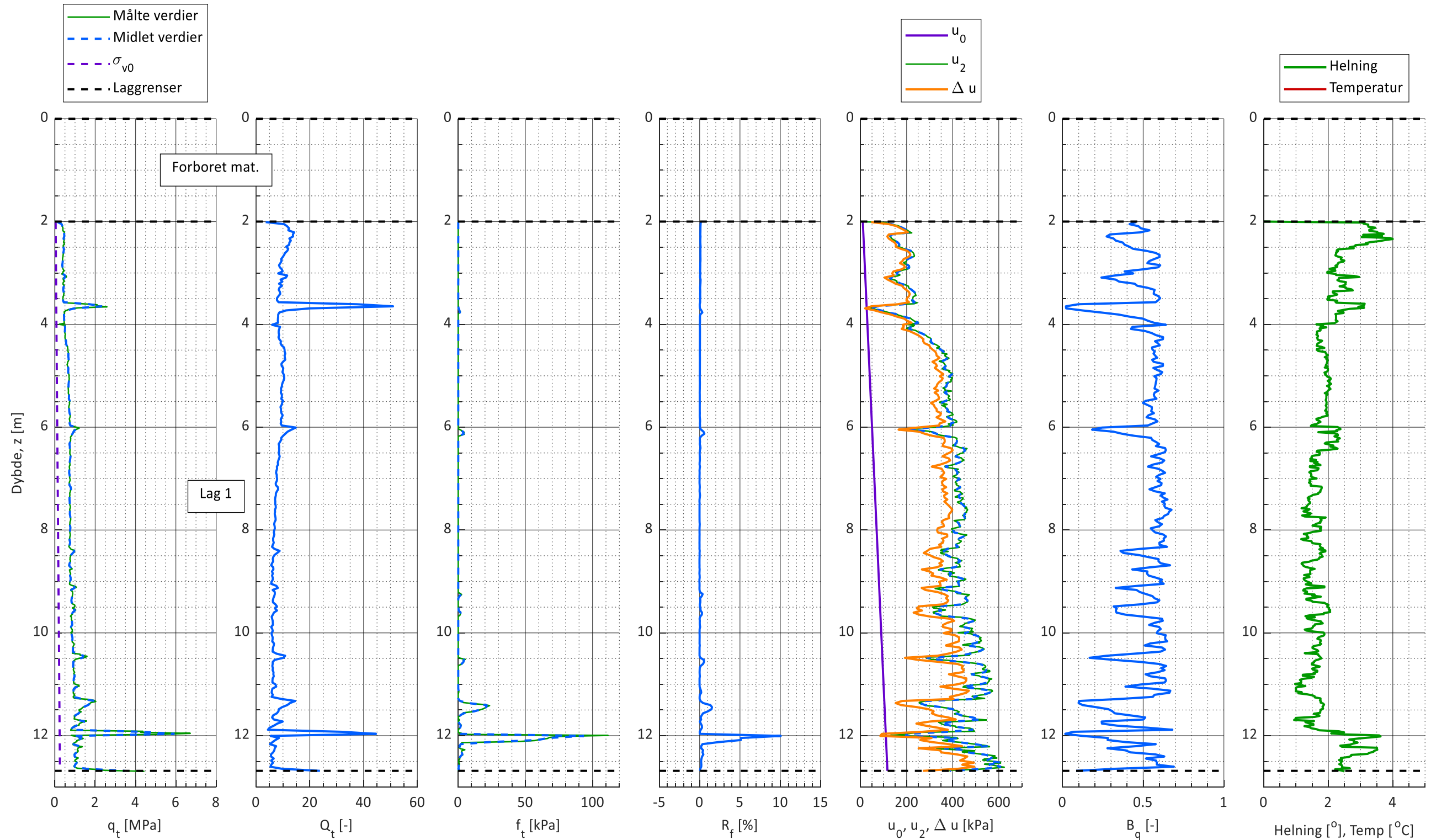
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	4
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		1	3

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							
x_max							

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





# Tolkning CPTU

## Klassifisering og lagdeling - Robertson (2010) chart

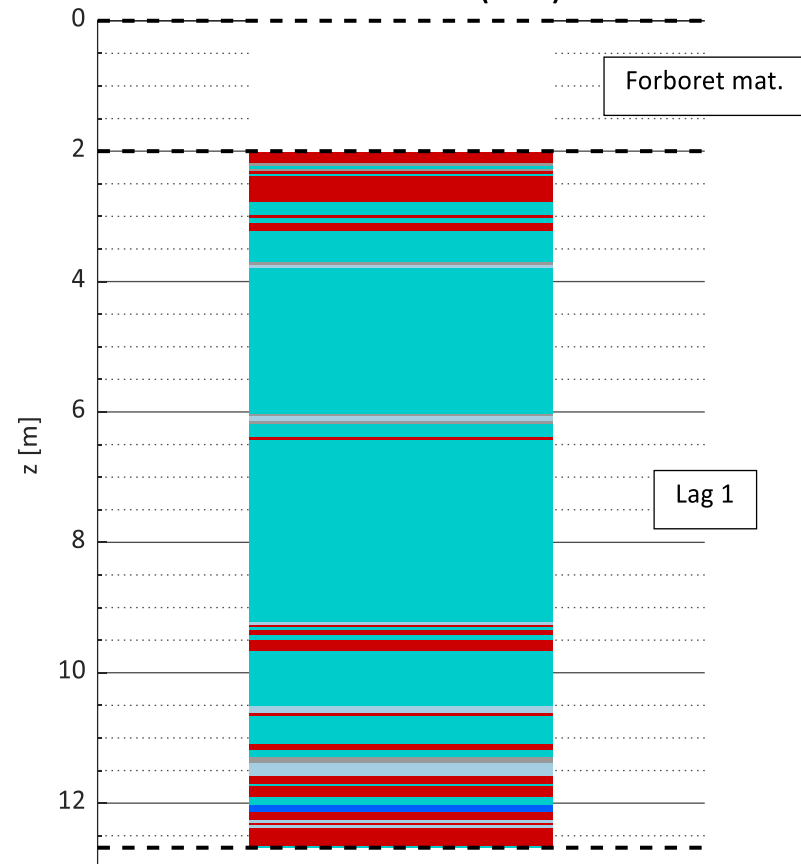
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	4
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		1	4

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

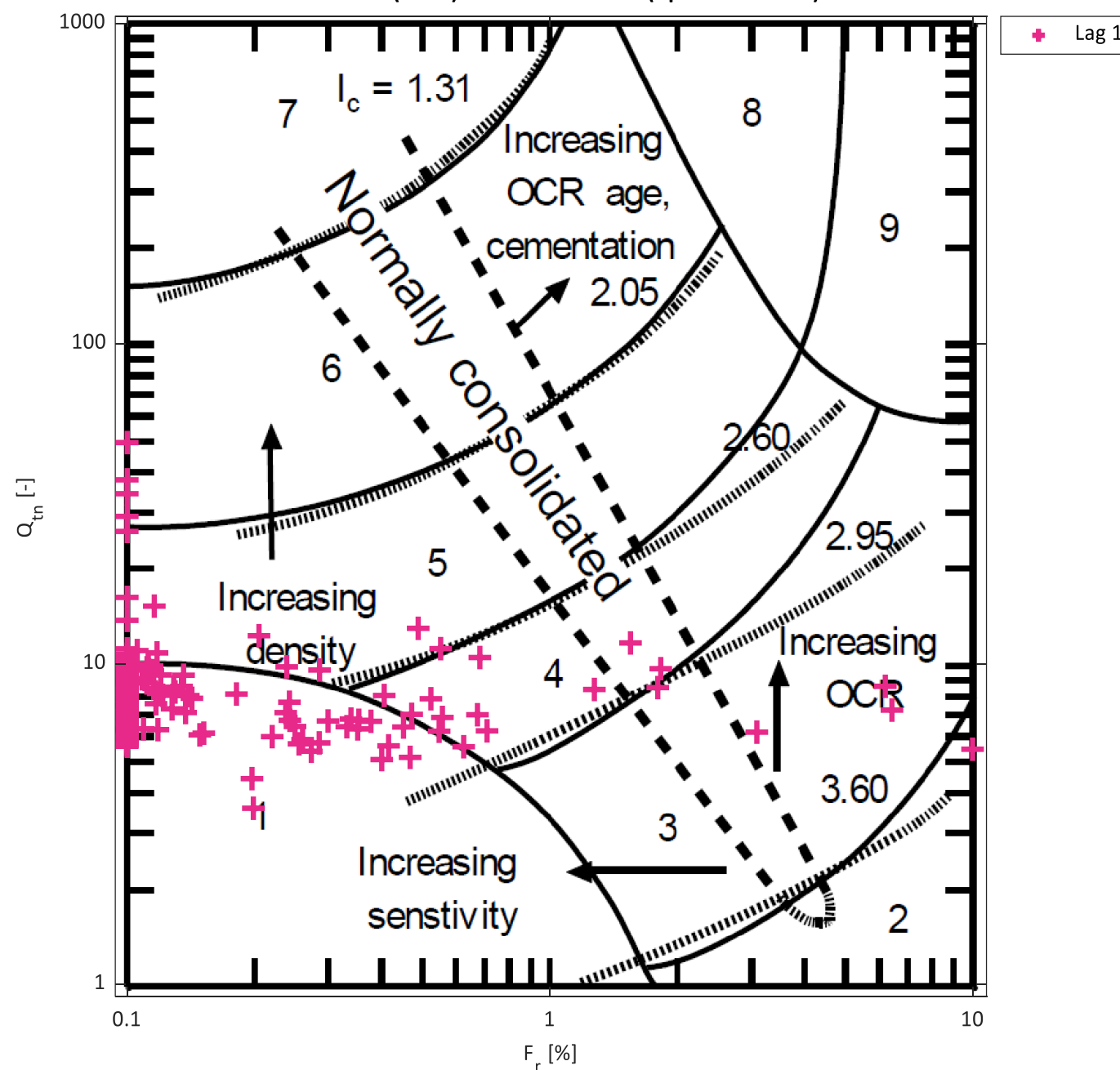
Classification Robertson (2010) chart



### Robertson 2010 chart soner:

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

Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)







# Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
EH	19.04.2024	Skien. Ibsenbiblioteket	117933	4
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	30.04.2024		1	6

Manuelle plotgrenser	
	OCR [-]      s <sub>u</sub> [kPa]
x_min	0      0
x_max	10      150

