

Prosjekt: Porsgrunn. Reguleringsplan for en del av Elvegata
Oppdrag: Porsgrunn. Reguleringsplan for en del av Elvegata, grunnundersøkelser og områdestabilitet
Beregning: Stabilitet

Dato: 13.12.2016
Dokumentnr: 112199tb1
Utarbeidet av: Jon Adsersen Gulbrandsen
Kontrollert av: Eelco van Raaij

Porsgrunn. Reguleringsplan for en del av Elvegata, grunnundersøkelser og områdestabilitet
Stabilitet

Sammendrag:

Feste Grenland AS har engasjert GrunnTeknikk AS til å utføre grunnundersøkelser og vurdere områdestabiliteten i forbindelse med planarbeidet for ny reguleringsplan for en del av Elvegata i Porsgrunn.

Foreliggende beregningshefte gir en oppsummering av forutsetninger for og resultater fra utførte stabilitetsberegninger. Vurderinger og anbefalinger knyttet til områdestabilitet er beskrevet i vårt geoteknisk notat /2/.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Terreng og grunnforhold.....	4
3	Beregningsforutsetninger.....	5
3.1	Krav til sikkerhet.....	5
3.2	Geometri, lagdeling, laster grunnvannstand	7
3.3	Materialparametere	7
4	Beregningsresultater	9
	Kontrollside	17

TEGNINGER

Tegn nr.	Tittel	Målestokk
100A - 102A	Profiltegninger, profil A-A	1:300
103 - 104	Profiltegninger, profil B-B	1:300
110	Plantegning med registrert forekomst sensitive masser	1:2000

VEDLEGG

1	Dybdekart Skienselva, Blom Maritime AS datert 01.08.2002	2 sider
2	Resultater fra tolkning av CPTU sonderingene	30 sider
3	Prøveserie fra 1982 utført ved Pors garasjen i sørøst	2 sider

REFERANSER

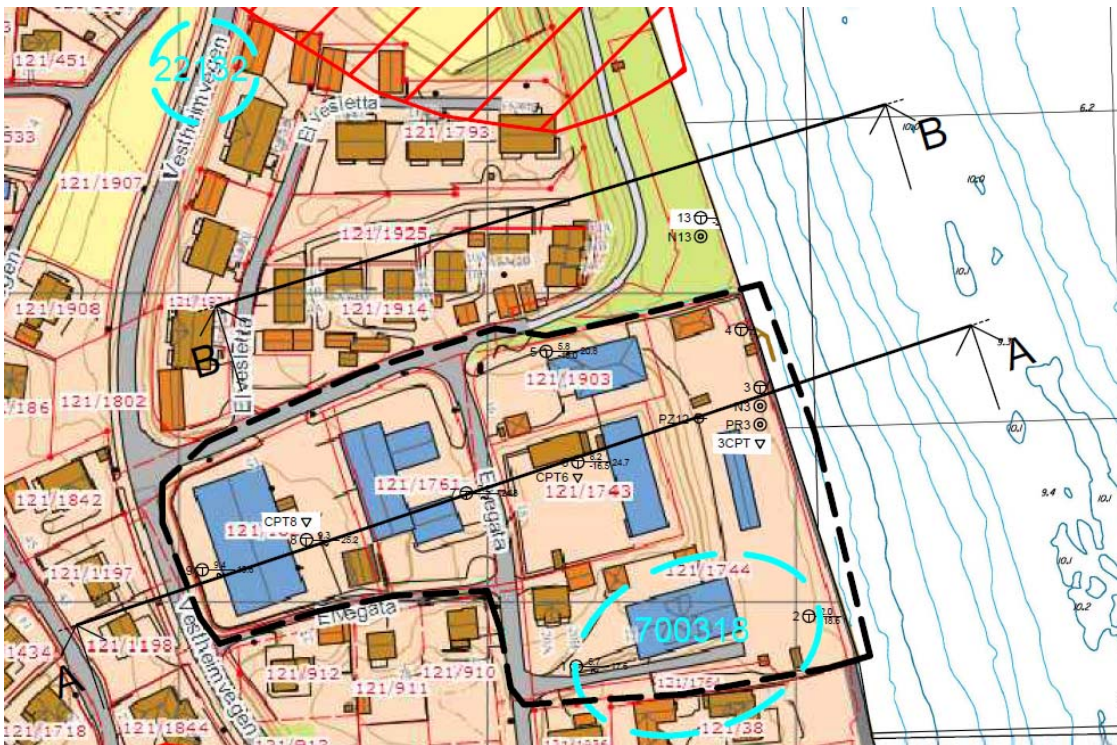
- [1] Geoteknisk datarapport 112199r1 «Porsgrunn. Reguleringsplan for en del av Elvegata» utarbeidet av GrunnTeknikk AS datert 09.11.2016
- [2] Geoteknisk notat 112199n1 «Porsgrunn. Reguleringsplan for en del av Elvegata. Områdestabilitet» utarbeidet av GrunnTeknikk AS datert 13.12.2016.
- [3] Rapport 812931-102/1 «Lahelle brygge» utarbeidet av Multiconsult AS datert 30.08.2011
- [4] Teknisk notat «Elvegata 30, Porsgrunn» oppdrag nr. 700318 utarbeidet av Multiconsult AS datert 27.05.2002
- [5] Rapport 700206-1 «Lahelle nord» utarbeidet av Multiconsult AS datert 31.05.2001
- [6] Prøveserie oppdrag nr. 22132 utarbeidet av Noteby AS datert 21.12.1983
- [7] NVE's retningslinjer nr. 2 «Flaum- og skredfare i arealplanar», revidert mai 2014
- [8] NVE's veileder nr. 7 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», utgitt 2014.
- [9] NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering)
- [10] Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», utgitt av Statens vegvesen 2010.
- [11] NIFS rapport nr. 14 (2014) «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer».
- [12] Artikkelen «CPTU Correlations for Clays» utarbeidet av Kjell Karlsrud et. al. 2005

1 Innledning

Feste Grenland AS har engasjert GrunnTeknikk AS til å utføre grunnundersøkelser og vurdere områdestabiliteten i forbindelse med planarbeidet for ny reguleringsplan for en del av Elvegata i Porsgrunn.

Foreliggende beregningshefte gir en oppsummering av forutsetninger og resultater fra utførte stabilitetsberegninger. Vurderinger og anbefalinger knyttet til områdestabilitet er beskrevet i vårt geoteknisk notat /2/.

Det er utført stabilitetsberegninger/vurderinger i to utvalgte kritiske profiler, profil A-A og B-B. Plassering av profilene er vist på figur 1 under.



Figur 1. Plantegning med plassering av profil A-A og B-B, utsnitt av tegning 110.

2 Terreng og grunnforhold

For detaljert beskrivelse av terreng og grunnforhold vises til datarapport /1/. Følgende gis en oppsummering med vekt på registrert forekomst av sprøbruddmaterialer/kvikkleire i og omkring planområdet.

Terrengen i planområdet faller generelt slakt mot Skienselva. Skråningshelning for den øvre og vestlige delen av planområdet ligger på 1:6 og slakere. Nærmere elva er det et platå som ligger på kote +7 til +8 (det øvre platået), og ca. 25 m fra elvekanten er det en ca. 4 m høy lokal skråning, som ligger med skråningshelning ca. 1:3. Deretter ligger terrenget tilnærmet flat på kote ca. +2 frem til kai konstruksjonen ved elvekanten (det nedre platået).

Grunnundersøkelser utført innenfor planområdet:

Totalsonderingene er ført til stopp mot antatt berg/fast grunn på dybder varierende mellom 16,6 – 26,2 m. Resultater fra grunnundersøkelsene viser et topplag av antatt fyllmasser/sand/silt med mektighet inntil 4 m.

Derunder er det i et lag av antatt silt/leire registrert lav og konstant til avtagende bormotstand, hvilket er en typisk indikasjon av mulig sprøbruddmaterialer (kvikkleire). Mektighet av silt-/leirlaget varierer mellom 6 – 18 m, og videre i dybden er det generelt en overgang til fastere og antatt mer siltige/sandige masser til stopp.

Prøveserie PR3 viser under topplaget lagdelte masser av silt/finsand til 4 m dybde. Videre fra 4 – 6 m dybde er det meget siltig kvikkleire over meget sensitiv/kvikk leirig silt til 8 m dybde. Fra 8 – 10 m dybde er det middels sensitiv leirig silt over siltig leire til avsluttet dybde på 12 m.

I 1982 ble det utført grunnundersøkelser for garasjebygget i den sørøstre delen av planområdet, beskrevet nærmere i /3/. Her ble det tatt opp en prøveserie, som viste middels fast kvikkleire ned til 8 m dybde over middels sensitiv siltig leire til avsluttet dybde 12 m under terreng.

Tegning -100A t.o.m. -103A viser tolket lagdeling i profil A-A.

Tidligere utførte grunnundersøkelser nord og sør for planområdet

Følgende listes opp geotekniske rapporter lagt til grunn for vurdering av forekomst av leire med sprøbruddegenskaper/kvikkleire nord og sør for planområdet:

- [4] Teknisk notat «Elvegata 30, Porsgrunn» oppdrag nr. 700318 utarbeidet av Multiconsult AS datert 27.05.2002
- [5] Rapport nr. 700206-1 «Lahelle nord» utarbeidet av Multiconsult AS datert 31.05.2001
- [6] Prøveserie oppdrag nr. 22132 utarbeidet av Noteby AS datert 21.12.1983

Figur 1 og tegning -110 viser plassering av tidligere utførte grunnundersøkelser med referanse til oppdrags nr.

3 Beregningsforutsetninger

3.1 Krav til sikkerhet

Pga. at det er ulik krav til sikkerhetsnivå for lokal- og områdestabilitet gis en definisjon av de to begrepene.

Lokal- og områdestabilitet er i NVE's veileder /8/ definert som:

Lokalstabilitet: *Betegnelsen på en lokalt avgrenset spenningstilstand med mulighet for brudd (utglidning) i grunnen. Bruddet begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen. Typiske eksempler er lokalt grunnbrudd under fylling eller fundament, lokal utglidning ved graving i skråning i byggegrop eller i skjæring (stabilitetsbrudd), eller lokal utglidning i naturlig skråning sin følge av poretrykksendring eller erosjon.*

Områdestabilitet: *En stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv fram- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmaterialer, slik som er typisk for kvikkleire. Skredet kan bli omfattende dersom det omrørte sprøbruddmaterialet for fritt utløp i fallende terreng.*

For det aktuelle området har heving av terrenget og etablering av sikringskonstruksjonen i elvekanten resultert i en forverring av stabiliteten sammenlignet med den opprinnelige situasjonen. Krav for lokalstabilitet følges derfor for lokale glidesirkler i elvekanten. For større glidesirkler som strekker seg lengere inn på området følges krav for områdestabilitet.

Lokalstabilitet

Krav til sikkerhetsnivå for lokalstabilitet vurderes iht. Eurokode 7 /9/, gjeldende regelverk for geoteknikk prosjektering.

Iht. NA 2.4.7.3.4.1 i Eurokode 7 skal dimensjoneringsmetode 3 med sett M2 for partialfaktorer brukes for dimensjonering. Minimums partialfaktorer for jordparametere M2 er beskrevet i tabell NA.A.4 i Eurokode 7, vist på figur 2. For total- og effektivspenningsanalyse er krav til sikkerhetsnivå hhv. $F = 1,4$ og $F = 1,25$ eller høyere. Siden det er fare for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer økes krav til sikkerhetsfaktor til $F = 1,5$ og $F = 1,4$ for hhv. total- og effektivspenningsanalyse. Dette sikkerhetsnivået samsvarer for totalspenningsanalyse med anbefalinger i Statens vegvesen Håndbok V220 /10/ for konsekvensklasse CC2 «Alvorlig» og sprøtt kontraktant brudd, som vist på figur 3.

Tabell NA.A.4 – Partialfaktorer for jordparametere (γ_M)^d

Jordparameter	Symbol	Sett ^{b, c}	
		M1	M2
Friksjonsvinkel ^a	γ_ϕ	1,0	1,25
Effektiv kohesjon	γ_c	1,0	1,25
Udrenert skjærfasthet	γ_{cu}	1,0	1,4
Enaksial fasthet	γ_{qu}	1,0	1,4
Tyngdetetthet	γ_γ	1,0	1,0

^a Denne faktoren gjelder for $\tan \phi$

^b Hvor det er mer ugunstig skal karakteristisk styrke av jord multipliseres med materialkoeffisienten.

^c Materialfaktoren økes ut over ovenstående verdier når faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer anses å være tilstede og når det kreves for å bringe den i overensstemmelse med anerkjent praksis for den anvendte analysemetoden og den foreliggende problemstillingen.

^d Ved analyse av områdestabilitet slik forholdene framstår uten prosjekterte tiltak kan det hende at en vil finne en lavere initiell materialfaktor enn ovenstående krav. Slike tilfeller vurderes i forhold til skredfare og områdestabilitet. Det vil normalt forutsettes at det prosjekterte tiltak gjennomføres på en måte som gir uendret eller økt materialfaktor og slik at faktorer som kan utløse brudd eller skred unngås.

Figur 2. Partialfaktorer for jordparametere tabell NA.A.4 i NS-EN 1997-1:2004+NA:2008.

Konsekvensklasse	Brudmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25 / 1,4 *	1,3 / 1,4 *	1,4
CC2 Alvorlig	1,3 / 1,4 *	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 krever at $\gamma_M \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

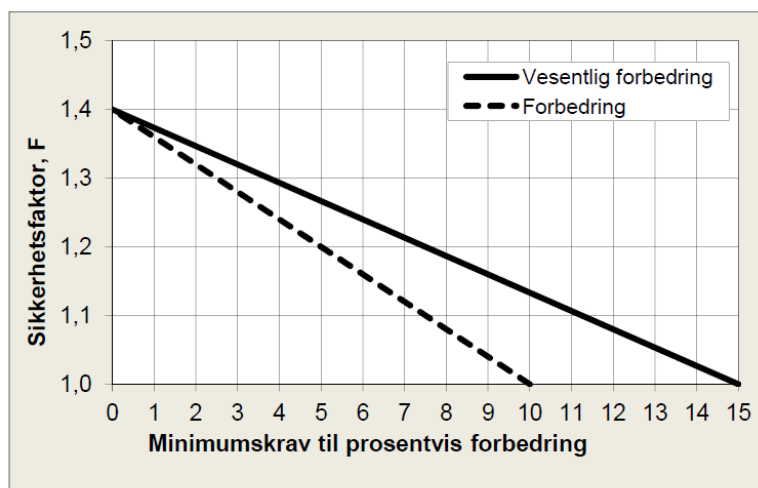
Figur 3. Valg av sikkerhetsfaktor avhengig av konsekvensklasse og brudmekanisme, Statens vegvesen Håndbok V220 /10/.

Områdestabilitet

Dersom sikkerhetsfaktor mht. områdestabilitet ikke tilfredsstillt kravene for lokalstabilitet, åpner Eurokode 7 for at det enten kan aksepteres uendret sikkerhetsfaktor eller noe forbedring i forhold til dagens situasjon.

For områder med forekomst av leire med sprøbruddegenskaper (kvikkleire) bestemmes sikkerhetsnivå for områdestabilitet iht. NVE's retningslinjer og veileder /7/ og /8/.

Tiltaket plasseres iht. veilederen i tiltaksklasse K4 og kvikkleire faresonen er klassifisert i faregradsklasse middels. Dette medfører krav til sikkerhetsfaktor lik eller høyere enn $F = 1,4$, eller prosentvis forbedring iht. kurven «forbedring» vist på figur 4 for alle glidesirkler, dersom $F < 1,4$.



Figur 5.1 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser.

Figur 4. Krav til prosentvis forbedring iht. /8/.

3.2 Geometri, lagdeling, laster grunnvannstand

Lagdeling lagt til grunn for stabilitetsberegningene i profil A-A er vist på tegning -100A t.o.m. -103A. Terrenggeometrien er bestemt ut fra høydekurver fra digitalt kommunekart, innmålt borpunkter og dybdekart for Skienselva vist i vedlegg 1. Dybdekartet over elva er med koter angitt i NN1954 systemet. For Porsgrunn området er forskjellen mellom NN2000 og NN1954 mindre enn 5 cm (<http://www.kartverket.no/NN2000>).

Basert på måling av grunnvannstanden og erfaringer fra området anvendes hydrostatisk poretrykksfordeling. Grunnvannstand lagt til grunn for stabilitetsberegningene i profil A-A er vist på tegning -100A t.o.m. -103A. Laveste vannstand i Porsgrunnselva er i beregningene lagt på kote -1.

Beregningene er for områdestabilitet i utgangspunktet utført uten terrenglast. Enkelte beregninger er utført med terrenglast 20 kPa for å vurdere begrensning av tilleggsbelastning på grunn. Beregninger for lokalstabilitet i elvekanten er utført med trafikklast 13 kPa.

For dagens situasjon forutsettes at garasjebygget i det sørvestlige hjørnet av planområdet enten er fundamentert på peler til berg/fast grunn eller kompensert for dermed ikke å gi tilleggsbelastning av grunnen.

3.3 Materialparametere

Parametere for stabilitetsberegningene er vurdert ut fra de utførte grunnundersøkelsene og erfaringsbaserte parametere. Det er utført analyser med følgende parametere i de ulike lagene:

Lag	Material modell	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	a [kPa]	s_{uD} [kPa]	A_A $s_{u,A}/s_{u,D}$	A_D $s_{u,D}/s_{u,D}$	A_P $s_{u,P}/s_{u,D}$
Sprengstein	Drenert	19	12	40	0	-	-	-	-
Sand/silt	Drenert	19	9	33	0	-	-	-	-
Silt/leire	Udrenert	20,4	10,4	24	2	Profiler	1,59	1,0	0,56
Silt/leire (sprøbruddmateriale)	Udrenert	20,4	10,4	24	2	Profiler	1,35	1,0	0,56
Lagdelt sand/silt m. enkelte leirlag	Drenert	19	9	33	0	-	-	-	-

Tabell 1 Materialparameterne

Anisotropifaktorer er bestemt iht. anbefaling i NIFS rapport /6/ (for $I_p \leq 10\%$). Aktiv sone er videre redusert med 15% i laget med antatt sprøbruddmaterialer for å ta hensyn til tøyingskompatibilitet, ref. anbefaling i NVE's veileder /5/.

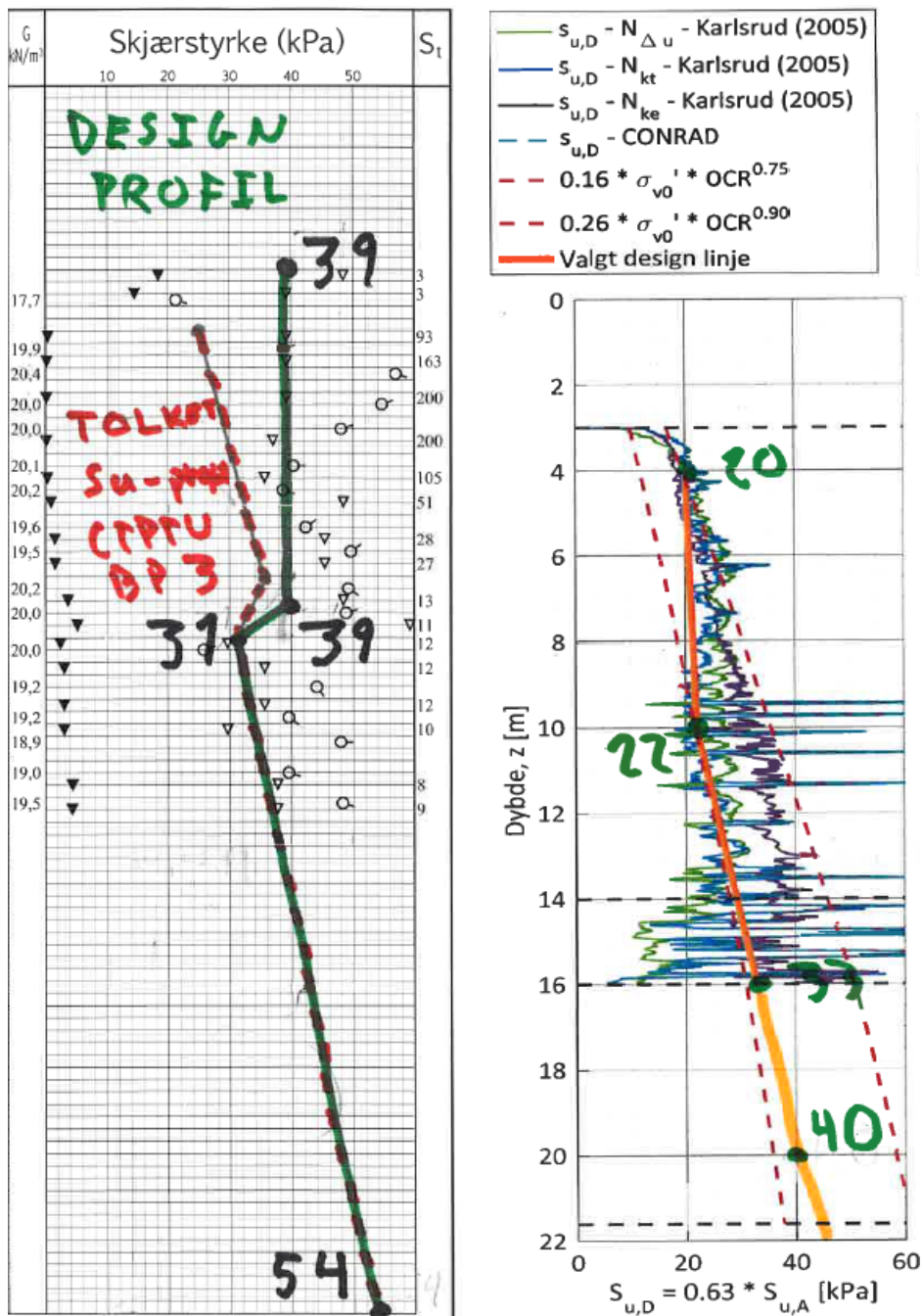
Overgangen fra sprøbruddmaterialer til antatt ikke sensitiv silt/leire er noe usikker. I stabilitetsberegningene er begge lagene derfor konservativt modellert med ADP faktorer for sprøbruddmaterialer. Denne modellering vil ha liten innvirkning på sluttresultatet, siden aktiv sone med 15% styrkereduksjon stort sett ligger i lag med antatt sprøbruddmateriale.

Det er videre utført effektivspenningsanalyser av langtidstilstanden, der silt-/leirlaget er modellert med $\varphi = 24^\circ$ og $a = 2$ kPa (bestemt konservativt ut fra erfaringsparametere).

Tolkning av CPTU sonderingene i vist i vedlegg 2. Udrenert skjærstyrke (s_u) er tolket etter korrelasjoner presentert i /12/. De anvendte korrelasjonene er bestemt ut fra treaksialforsøk utført på blokkprøver av norske leirer og gir aktiv skjærstyrkeverdier. Beregnede skjærstyrkeverdier er omregnet til direkte styrker ved å multiplisere med en faktor på 0,63 iht. anbefalte ADP faktorer fra NIFS rapport /6/. I tillegg er det anvendt korrelasjon fra CONRAD versjon 3.1.1, som gir direkte skjærstyrkeverdier. Romvekt er tolket som beste estimat i de ulike lagene.

Ut fra resultatene fra de utførte CPTU sonderingene er det tolket effektivt prekonsolideringstrykk på hhv. $\Delta p' = 40$ og 20 kPa for hhv. det nedre platået ved elvekanten (kote +2) og det øvre platået (kote +8 til +9). Design s_u -profiler for bunn og topp skråning er vist på figur 5. Profilene viser direkte s_u . Design s_u -profil for topp skråning er lagt til grunn ut fra CPTU sondering i borpunkt nr. 8, da denne viser litt lavere styrker enn CPTU sondering i borpunkt nr. 6.

Prøveserie fra 1982 utført for garasjebygget i den sørøstre delen av planområdet viser tilsvarende eller høyere styrker enn valgt design s_u -profil ved bunn skråning under topplaget. Prøveserien er vist i vedlegg 3.



Figur 5. Valgt design s_u -profiler, direkte styrker. Profil for skråning og borpunkt 3 til venstre og topp skråning og borpunkt 8 til høyre.

4 Beregningsresultater

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability versjon 15.1.4.0. Resulterende kritiske glidesirkler er vist på figur 8 t.o.m. figur 15 og resulterende sikkerhetsfaktorer for de ulike beregningene er oppsummert i følgende tabell.

Beregning nr.	Beregningsmodell	Sikkerhetsfaktor	Beskrivelse
1 - figur 8	Totalspenningsanalyse	F = 1,37	Profil A-A, dagens situasjon, store glide sirkler (områdestabilitet).
2 - figur 9	Totalspenningsanalyse	F = 1,62	Profil A-A, dagens situasjon, lokale glidesirkler i elvekanten, terrenglast 13 kPa.
3 - figur 10	Effektivspenningsanalyse	F = 1,47	Profil A-A, dagens situasjon.
4 - figur 11	Effektivspenningsanalyse	F = 1,08	Profil A-A, dagens situasjon, lokale glidesirkler i elvekanten, terrenglast 13 kPa.
5 - figur 12	Totalspenningsanalyse	F = 1,43	Profil A-A, avlastning av skråningstoppen med 0,5 m i en sone 40 m fra skråningskanten med utkiling 12 m til eksisterende terreng i hhv. øst og vest.
6 – figur 13	Totalspenningsanalyse	F = 1,41	Profil A-A, avlastning av skråningstoppen med 0,5 m i en sone 40 m fra skråningskanten med utkiling 12 m til eksisterende terreng i hhv. øst og vest. Terrenglast 20 kPa i en avstand 40 m fra skråningskanten.
7 – figur 14	Totalspenningsanalyse	F = 1,92	Profil A-A, lokal støttefylling i elvekanten, terrenglast 13 kPa
8 – figur 15	Effektivspenningsanalyse	F = 1,40	Profil A-A, lokal støttefylling i elvekanten, terrenglast 13 kPa

Tabell 2 Stabilitetsberegninger

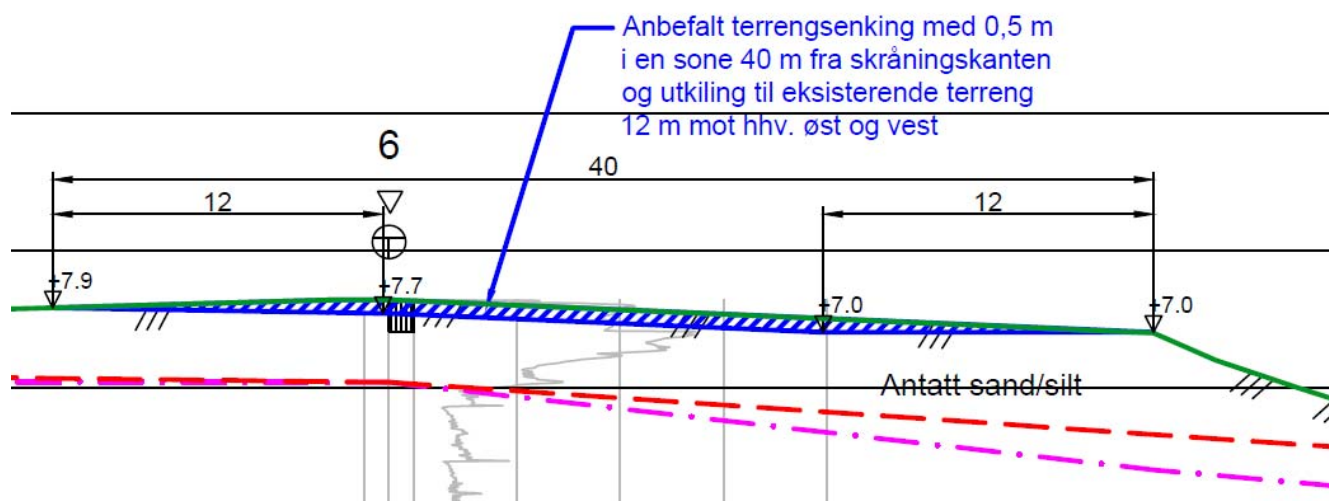
Oppsummering profil A-A

For områdestabilitet (store glidesirkler) viser beregning nr. 1 for lav beregningsmessig sikkerhet med $F_c = 1,37$ for dagens situasjon. Som stabiliserende tiltak anbefales å senke terrenget på toppen av skråningen på det øvre plataået i en sone på 40 m fra skråningskanten med minst 0,5 m og utkiling 12 m til eksisterende terreng i hhv. øst og vest. Dette gir tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet på $F_c = 1,43$ (beregning nr. 5). Beregning nr. 6 viser videre at det kan aksepteres terrenglast opptil 20 kPa i en avstand på 40 m eller mere fra skråningskanten for det øvre plataået, innenfor 40 m kan terrenget ikke belastes.

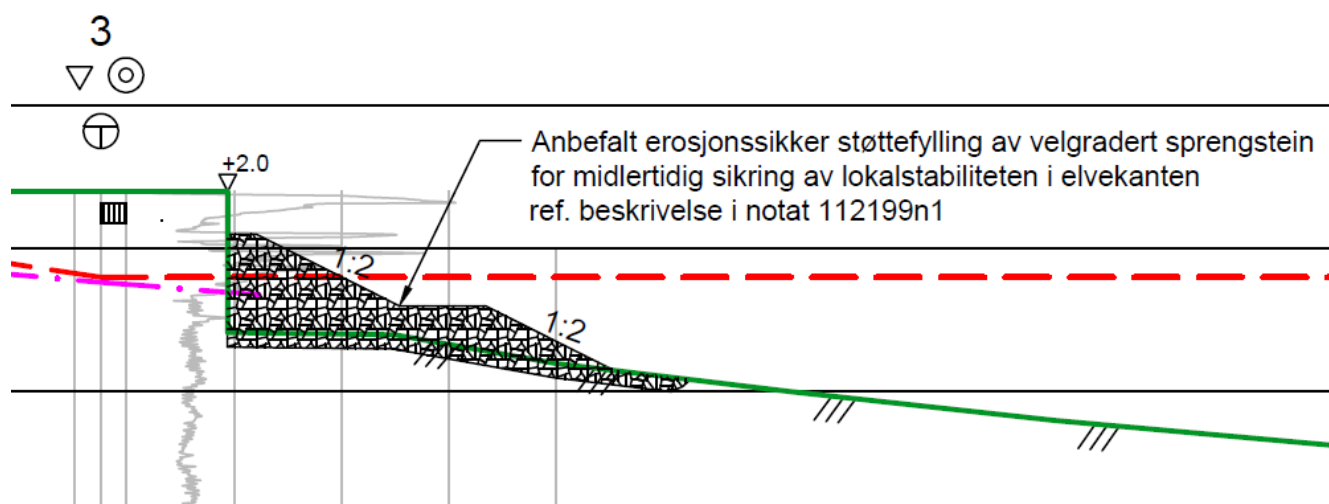
Mht. lokal stabilitet i elvekanten viser beregning nr. 4 dårlig stabilitet med sikkerhetsfaktor $F = 1,1$ for lokale glidesirkler i elvekanten.

Prosjektering og integritet av eksisterende bolverk er ukjent. I beregning 3,4,7 og 8 for lokalstabilitet har vi derfor tillat glidesirkler som kommer ut rett over elvebunnen «gjennom» bolverket. Beregninger er derfor konservativ. Men bolverket er i dårlig stand og bør utbedres som beskrevet i mer detalj i notat 112199n1.

For å ivareta lokalstabiliteten i elvekanten anbefales det å legge ut en midlertidig erosjonssikker støttefylling, som vist i prinsipp på figur 6. Beregning nr. 7 og 8 viser tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet $F = 1,40$ med en slik støttefylling. Støttefyllingen må detaljprosjekteres.



Figur 6. Anbefalt minimums avlastning av skråningstoppen, utsnitt av tegning -101A.

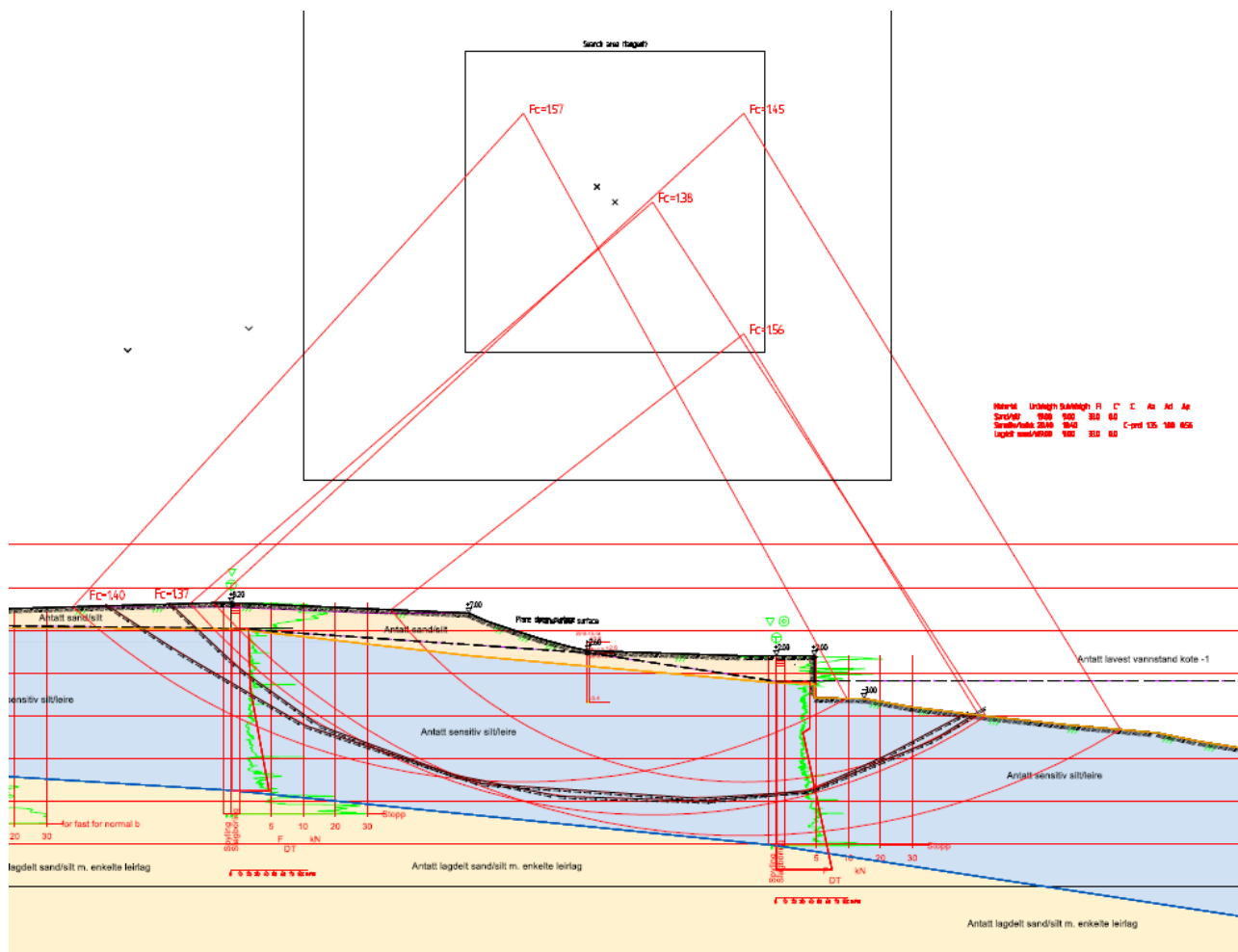


Figur 7. Forslag for støttefylling for å ivareta lokalstabiliteten i elvekanten, utsnitt av tegning -102A.

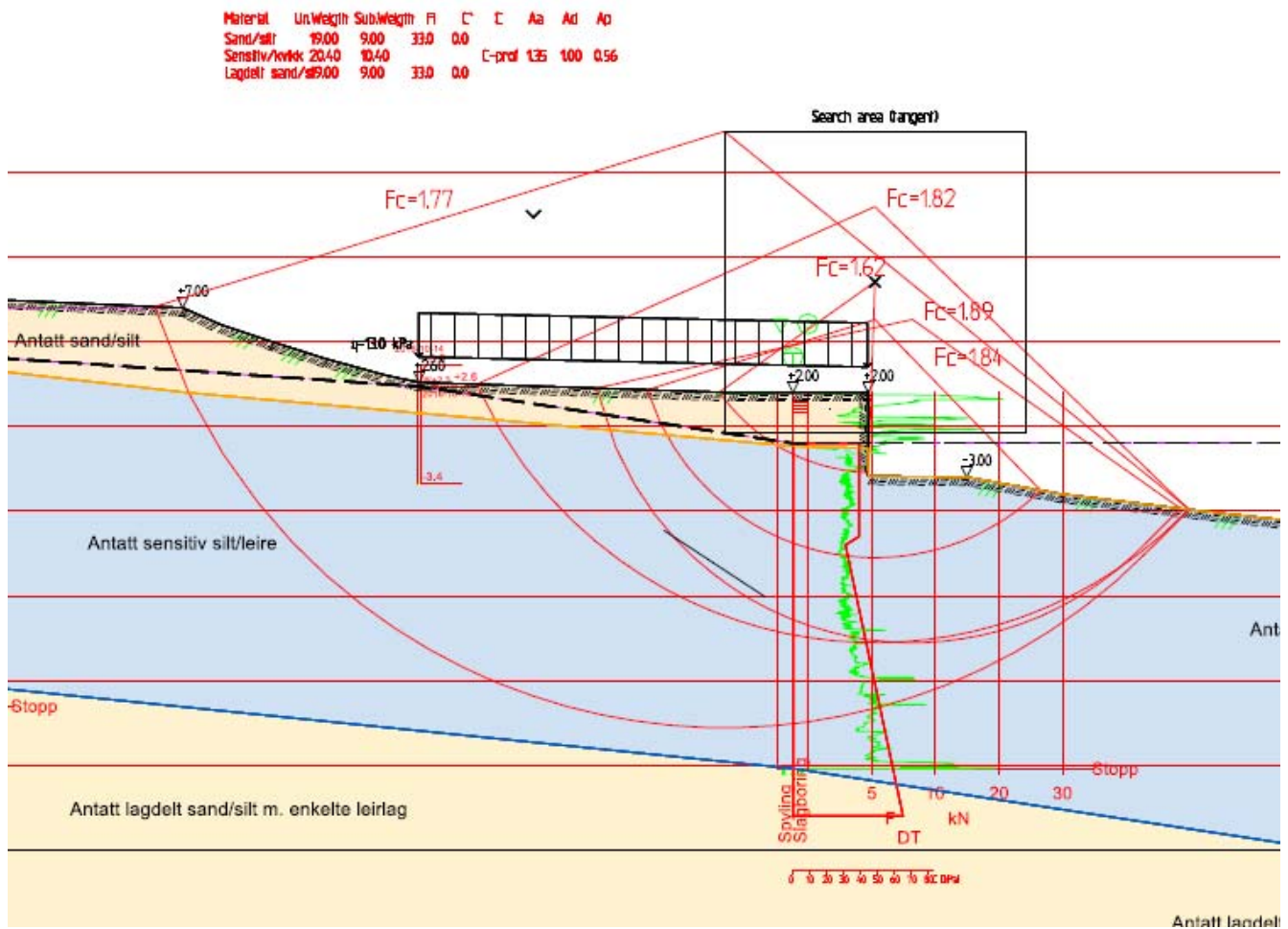
Profil B-B

Tegning -103 og -104 viser terrengnivå i profil B-B sammenstilt med terrengnivået i profil A-A. Ved sammenligning ses at skråningstoppen for det øverste platået ligger ca. 2 m lavere og terrenget ved elvekanten ca. 1 m lavere i profil B-B. Stabiliteten for dagens situasjon vurderes derfor som tilfredsstillende mht. områdestabilitet. Dette gjelder også lokalstabilitet i elvekanten, forutsatt at spuntkonstruksjonen i elvekanten sikres, som beskrevet i notatet /2/.

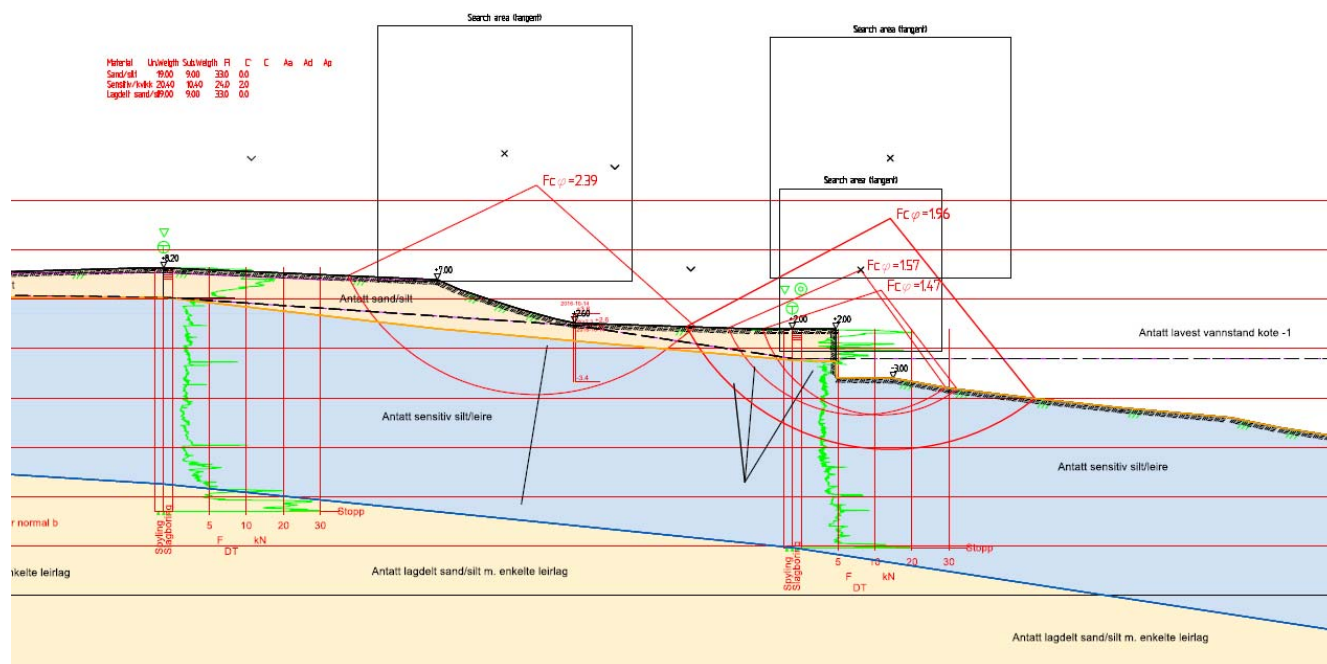
Områdestabiliteten i profil B-B vurderes dermed som tilfredsstillende, da skråningen må stå med sikkerhetsfaktor $F > 1,4$. Lokalstabiliteten ved elvekanten vurderes også tilfredsstillende i dagens situasjon, der sikkerhetsfaktor for lokale glidesirkler må være $F > 1,5$. Dette gjelder for situasjonen uten terrenglast, hvilket vurderes aktuelt for dagens terreng i profil B-B. Dette forutsetter imidlertid at stabiliteten av bolverket i elvekanten ivaretas, som beskrevet i notatet /2/.



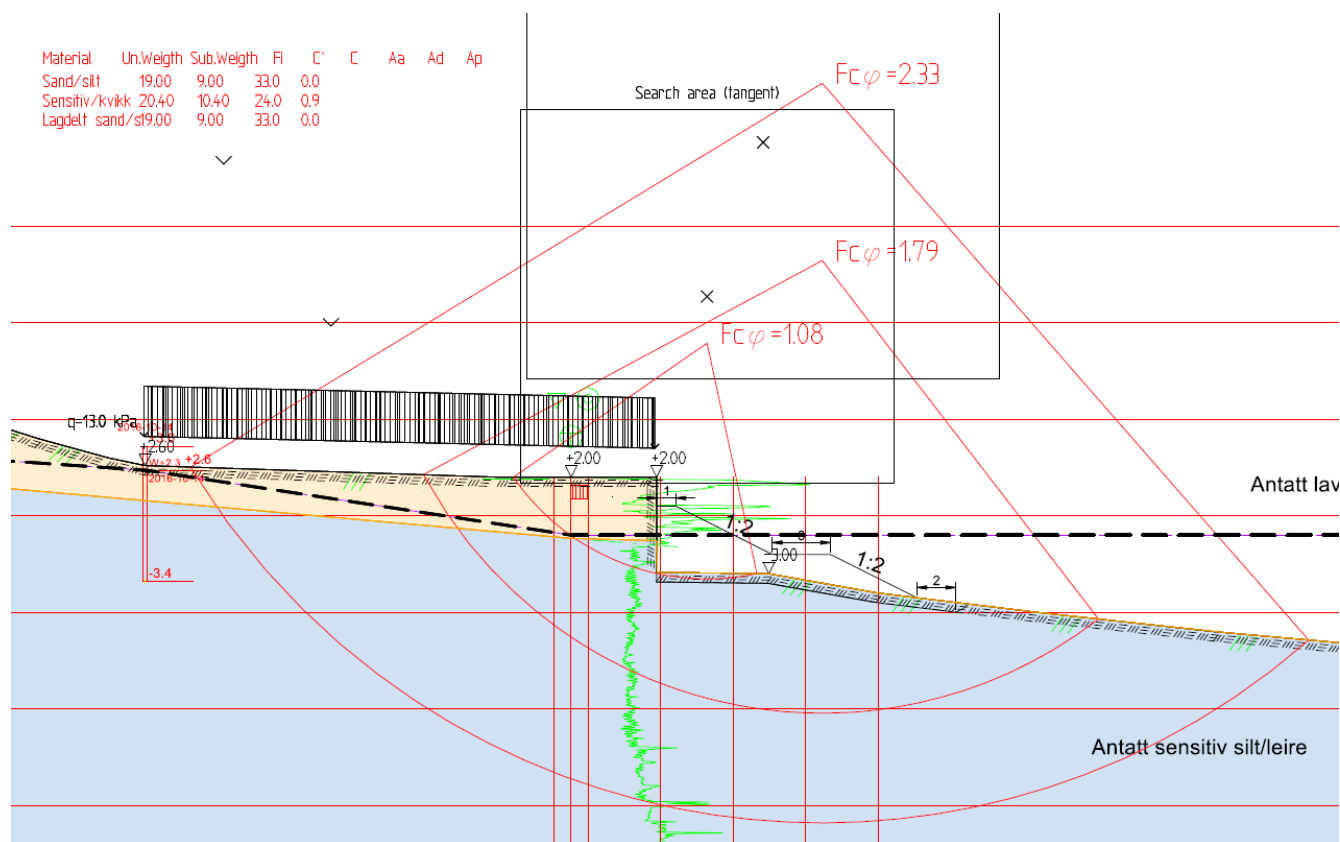
Figur 8. Beregning nr. 1, profil A-A, dagens situasjon, totalspenningsanalyse, store glide sirkler (områdestabilitet).



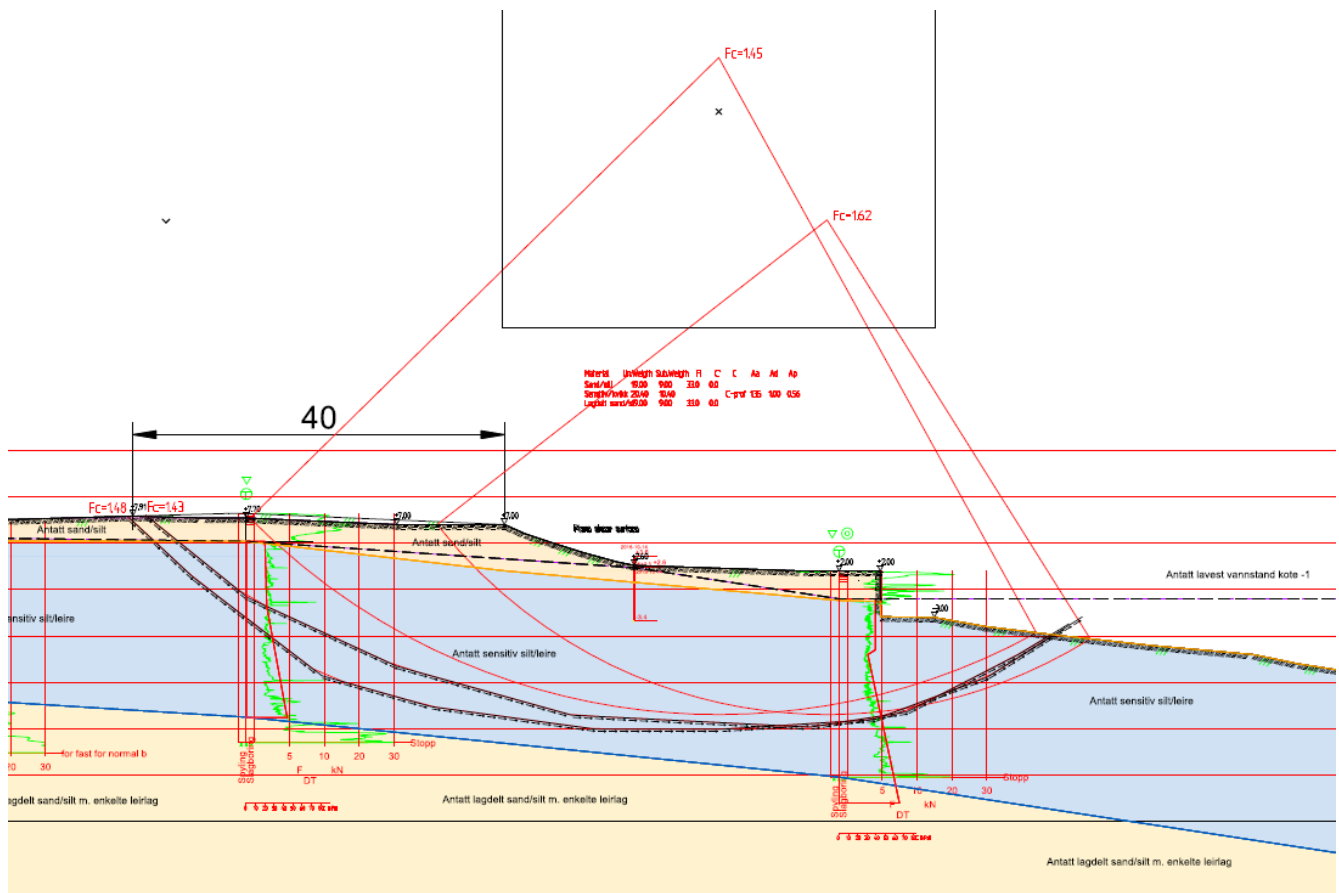
Figur 9. Beregning nr. 2, profil A-A, dagens situasjon, lokal stabilitet, terrenglast 13 kPa, totalspenningsanalyse.



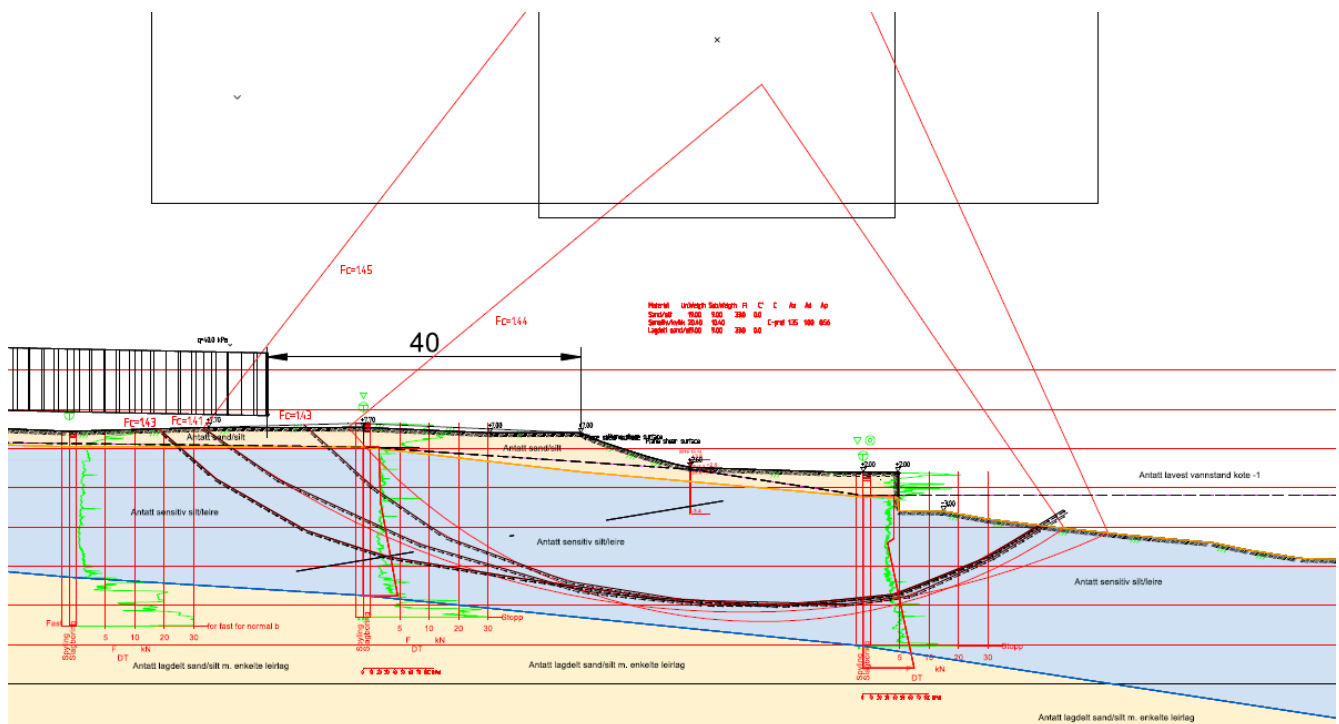
Figur 10. Beregning nr. 3, profil A-A, dagens situasjon, effektivspenningsanalyse.



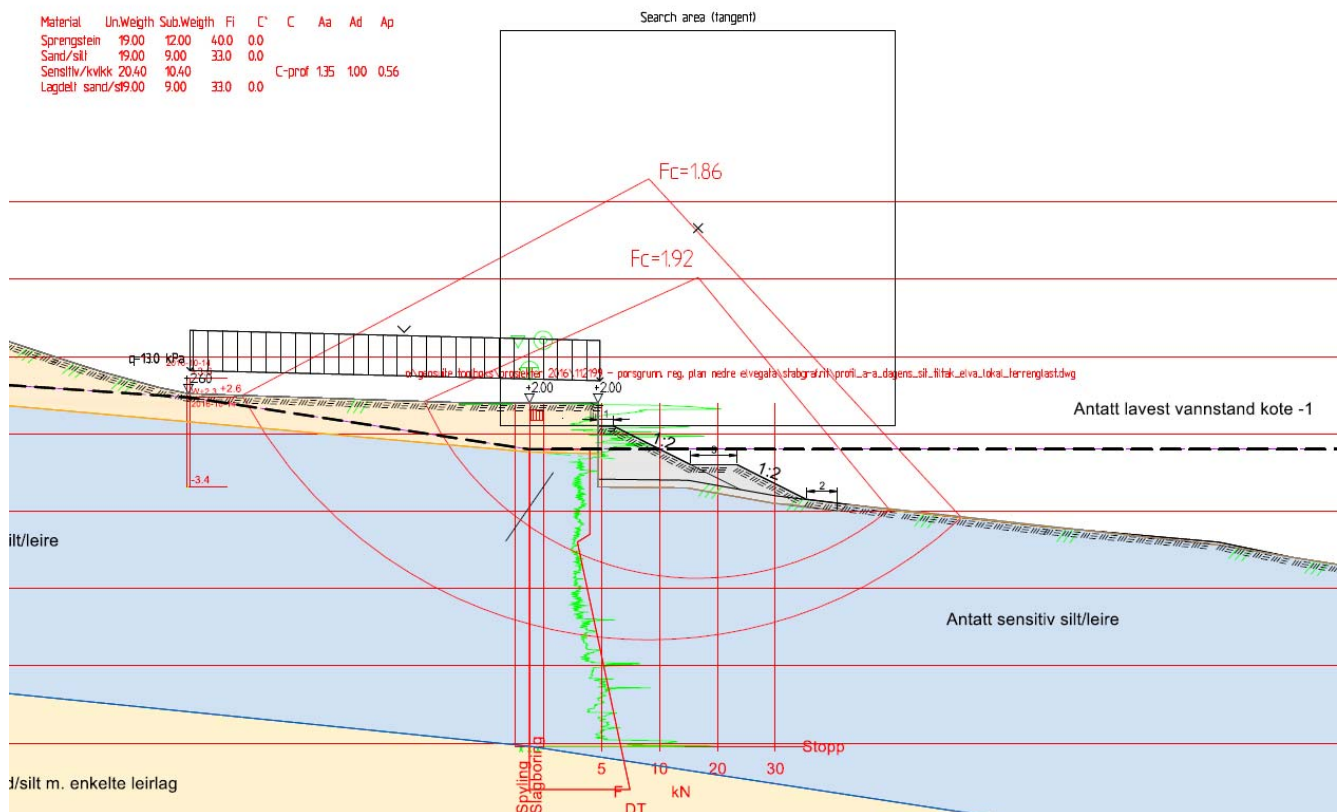
Figur 11. Beregning nr. 4, profil A-A, dagens situasjon, lokalstabilitet, terenglast 13 kPa, effektivspenningsanalyse.



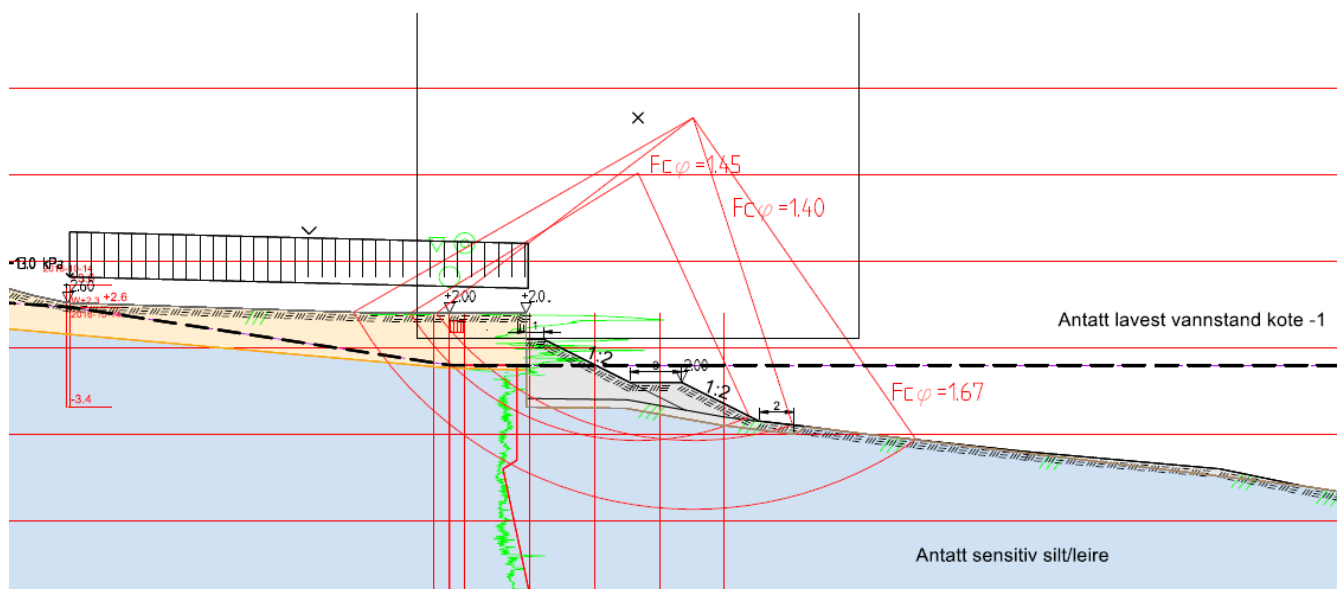
Figur 12. Beregning nr. 4, profil A-A, avlastning skråningstopp, totalspenningsanalyse.



Figur 13. Beregning nr. 5, profil A-A, avlastning skråningstopp og terrenglast 20 kPa, totalspenningsanalyse.



Figur 14. Beregning nr. 6, profil A-A, lokal støttefylling i elvekanten, terrenglast 13 kPa, totalspenningsanalyse




Figur 15. Beregning nr. 7, profil A-A, lokal støttefylling i elvekanten, terrenglast 13 kPa, effektivspenningsanalyse.

Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Porsgrunn. Reguleringsplan for en del av Elvegata, grunnundersøkelser og områdestabilitet, Stabilitet	Dokument nr: 112199tb1
Oppdragsgiver: Feste Grenland AS	Dato: 13.12.2016
Emne/Tema: Stabilitet	

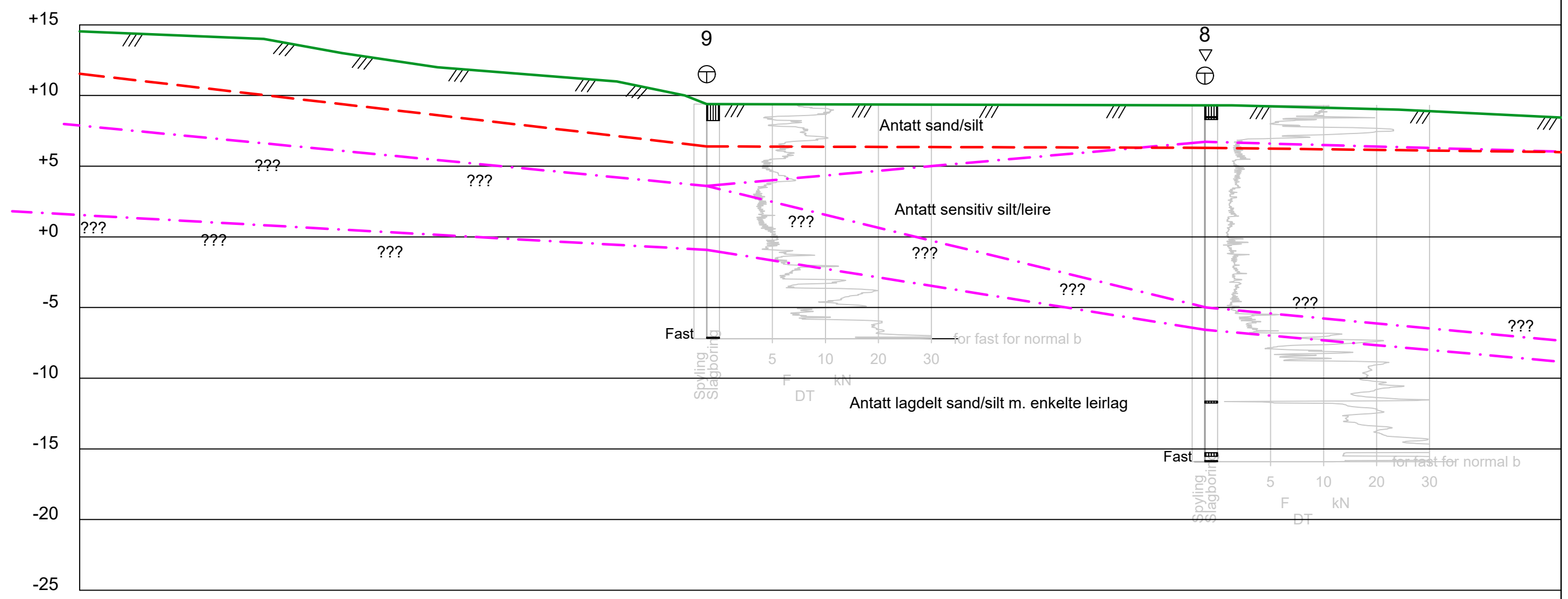
Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark	Kommune: Porsgrunn	
Sted: Elvegata		
UTM sone: 32V	Nord: 6556900	Øst: 537100

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	13.12.16	JAG	15.12.16	EvR
	Korrekt oppdragsnavn og emne	13.12.16	JAG	15.12.16	EvR
	Korrekt oppdragsinformasjon	13.12.16	JAG	15.12.16	EvR
	Distribusjon av dokument	13.12.16	JAG	15.12.16	EvR
	Laget av, kontrollert av og dato	13.12.16	JAG	15.12.16	EvR
	Faglig innhold	13.12.16	JAG	15.12.16	EvR

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 16.12.16	Sign.: 

TEGNFORKLARING :

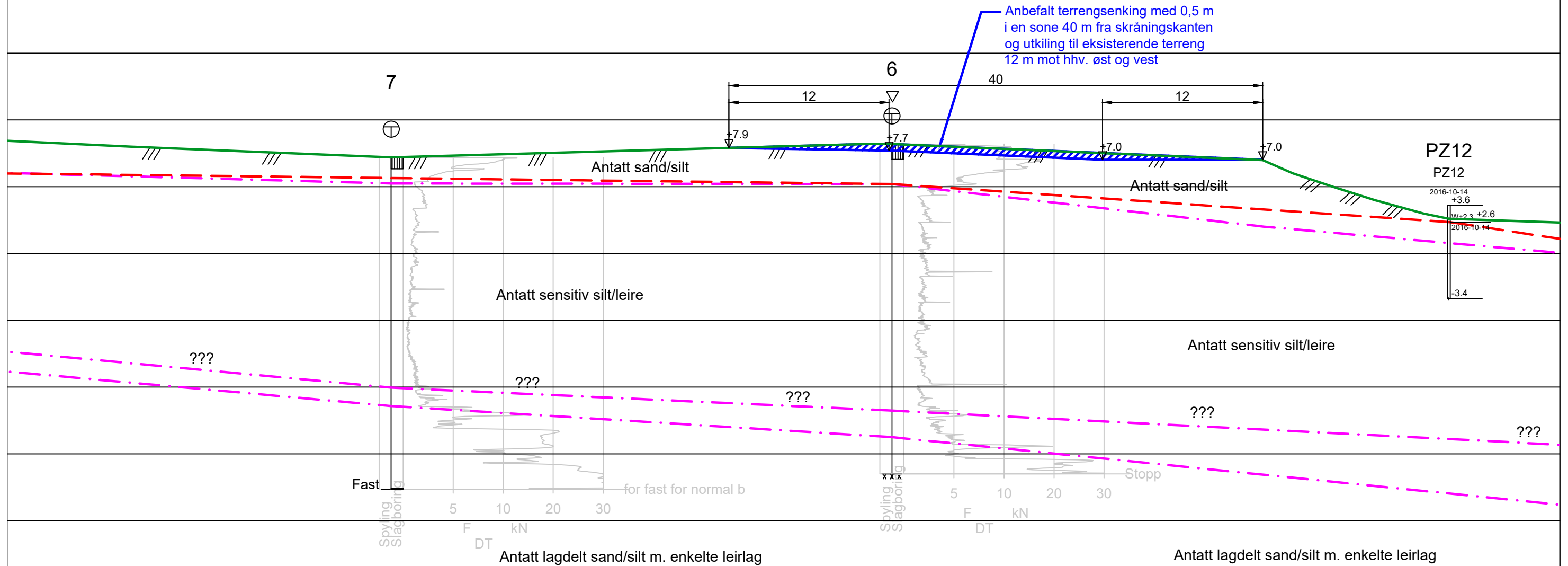
	Dagens terreng fra kartgrunnlag
	Antatt lagdeling
	Antatt grunnvannstand



Profil A-A del 1/3
1 : 300

A	Antatt lagdeling og GVS påtegnet	01.12.2016	JAG	EvR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Feste Grenland AS Porsgrunn. Reg. plan Elvegata		Dato	Tegn.	Kontr.
		07.11.2016	TS	JAG
Profil A-A del 1/3		Målestokk	Originalformat	
		M = 1 : 300	A3	
		Status	Tegning i notat	
		Tegningsnummer	112199-100	Rev.
www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07				

TEGNFORKLARING :	
	Dagens terreng fra kartgrunnlag
	Antatt lagdeling
	Antatt grunnvannstand






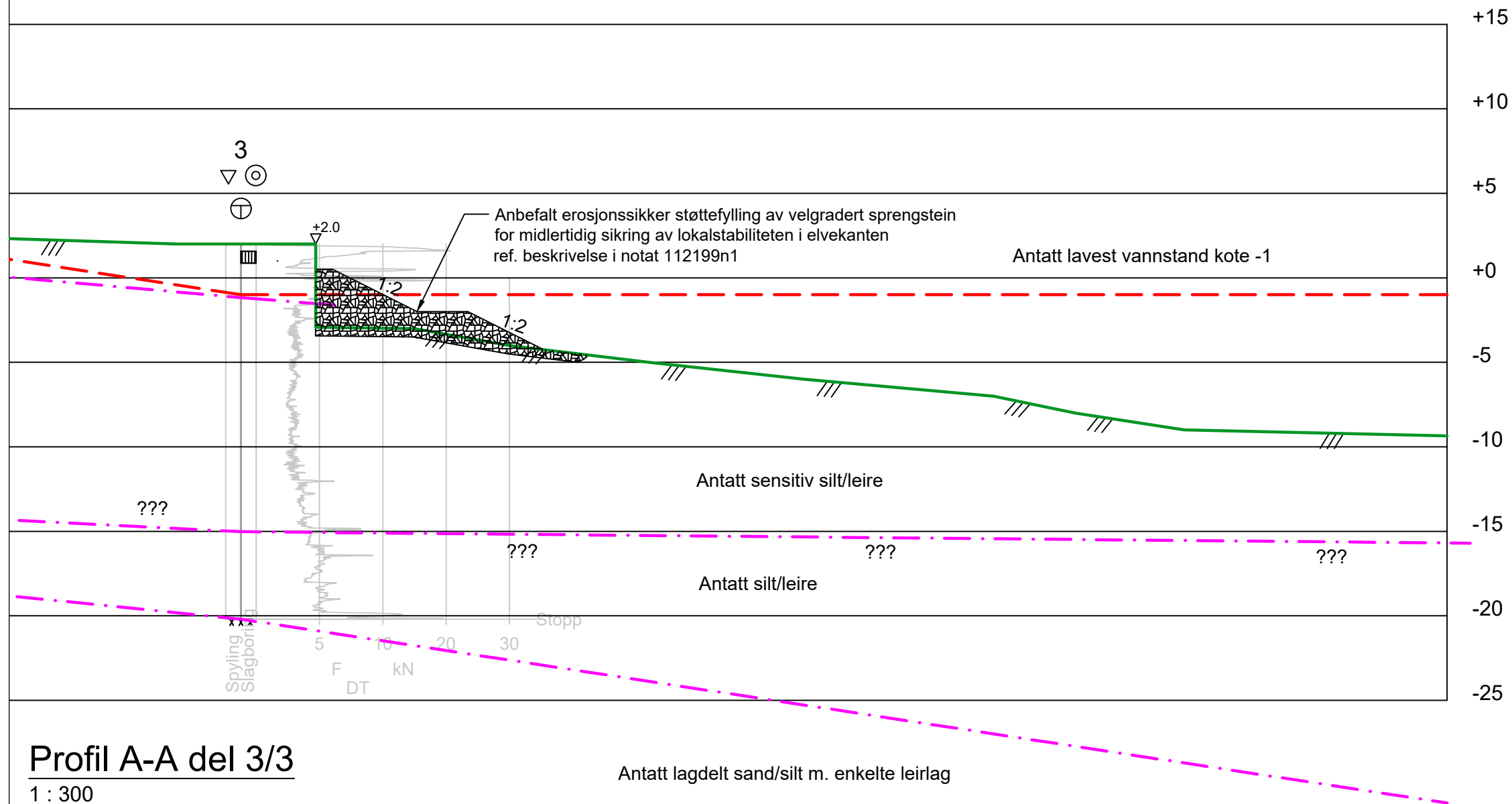
Profil A-A del 2/3

1 : 300

A	Antatt lagdeling og GVS påtegnet	01.12.2016	JAG	EvR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Feste Grenland AS Porsgrunn. Reg. plan Elvegata		Dato	Tegn.	Kontr.
		07.11.2016	TS	JAG
Profil A-A del 2/3		Målestokk	Originalformat	
		M = 1 : 300	A3	
GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07		Status	Tegning i notat	
		Tegningsnummer	112199-101	Rev.

TEGNFORKLARING :

-  Dagens terreng fra kartgrunnlag
-  Antatt lagdeling
-  Antatt grunnvannstand





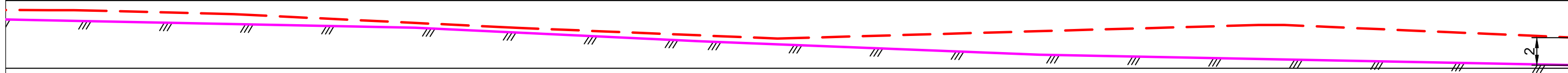
Profil A-A del 3/3

1 : 300

A	Antatt lagdeling og GVS påtegnet, samt støttefylling i elvekanten	01.12.2016	JAG	EvR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Feste Grenland AS Porsgrunn. Reg. plan Elvegata		Dato	Tegn.	Kontr.
		07.11.2016	TS	JAG
Profil A-A del 3/3		Målestokk	Originalformat	
		M = 1 : 300	A3	
GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07		Status	Tegning i notat	
		Tegningsnummer	112199-102	Rev.

TEGNFORKLARING :

-  Dagens terreng fra kartgrunnlag
-  Terrengnivå, profil A-A



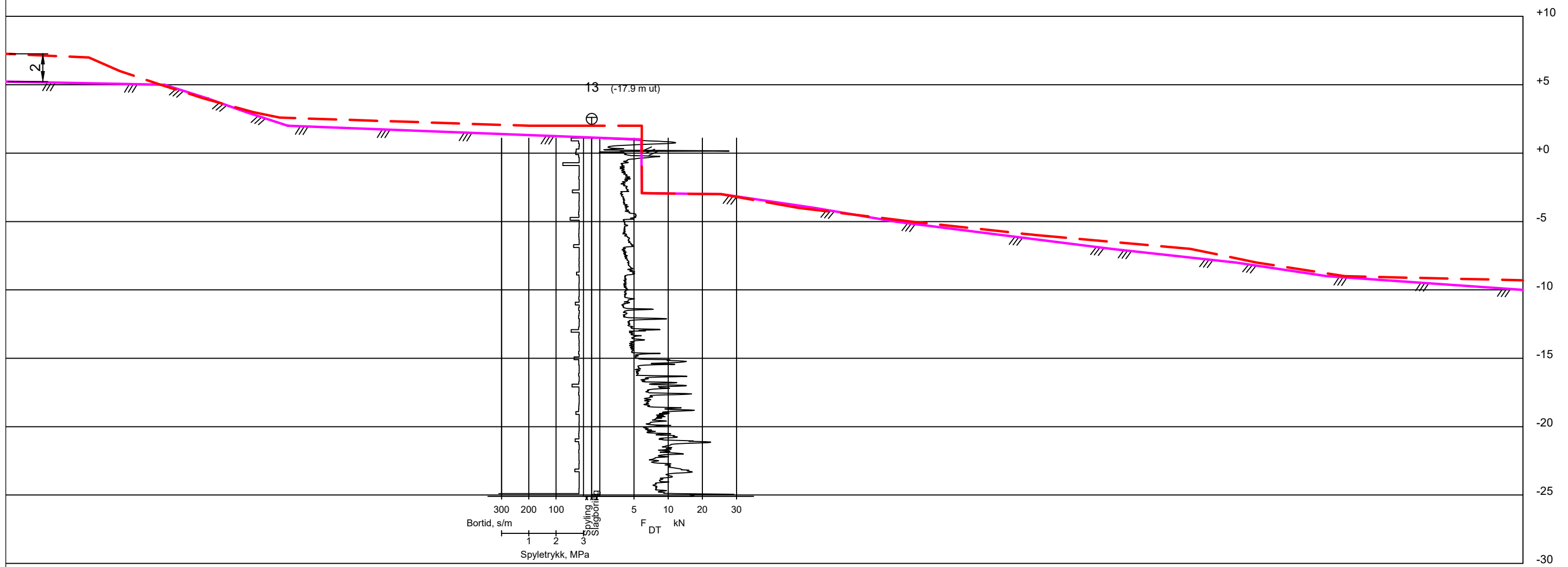
Profil B-B del 1/2

1 : 300

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Feste Grenland AS	Dato 09.12.2016	Tegn. JAG	Kontr. EvR
	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	Målestokk M = 1 : 300	Originalformat A3	
	Profil B-B del 1/2	Status Tegning i notat		
	 GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07	Tegningsnummer 112199 -103		Rev. .

TEGNFORKLARING :

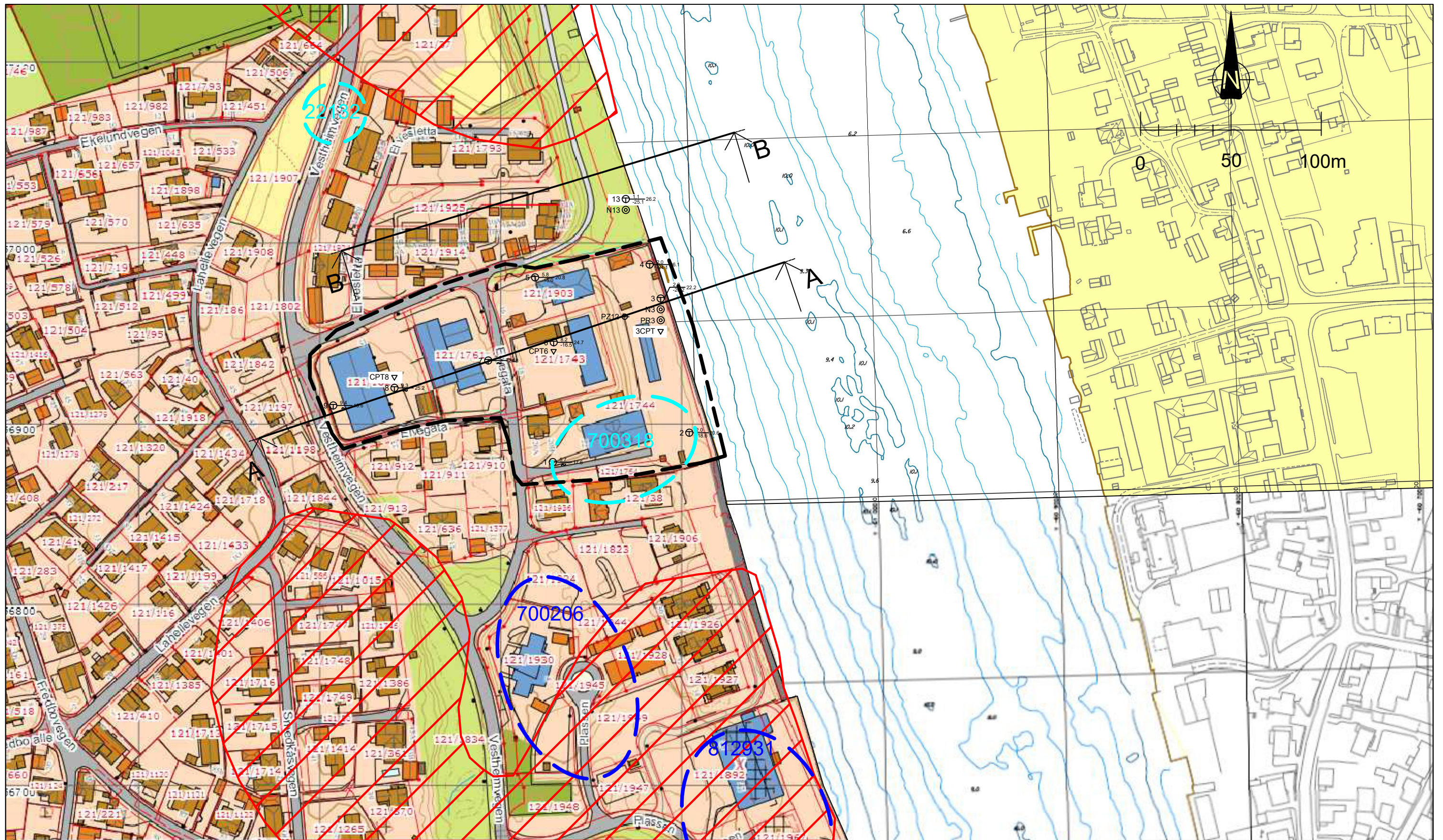
- /// Dagens terreng fra kartgrunnlag
- Terrengnivå, profil A-A



Profil B-B del 2/2

1 : 300

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Feste Grenland AS Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	Dato	Tegn.	Kontr.
		09.12.2016	JAG	EvR
		Målestokk	Originalformat	
		M = 1 : 300	A3	
	Profil B-B del 2/2	Status	Tegning i notat	
		Tegningsnummer		Rev.
	GRUNNTEKNIKK AS	www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07	112199 -104	A



Aktuelt planområde



Nasjonalt kartlagte kvikkleire faresoner (Stadion i nord, Lahelle i sør)



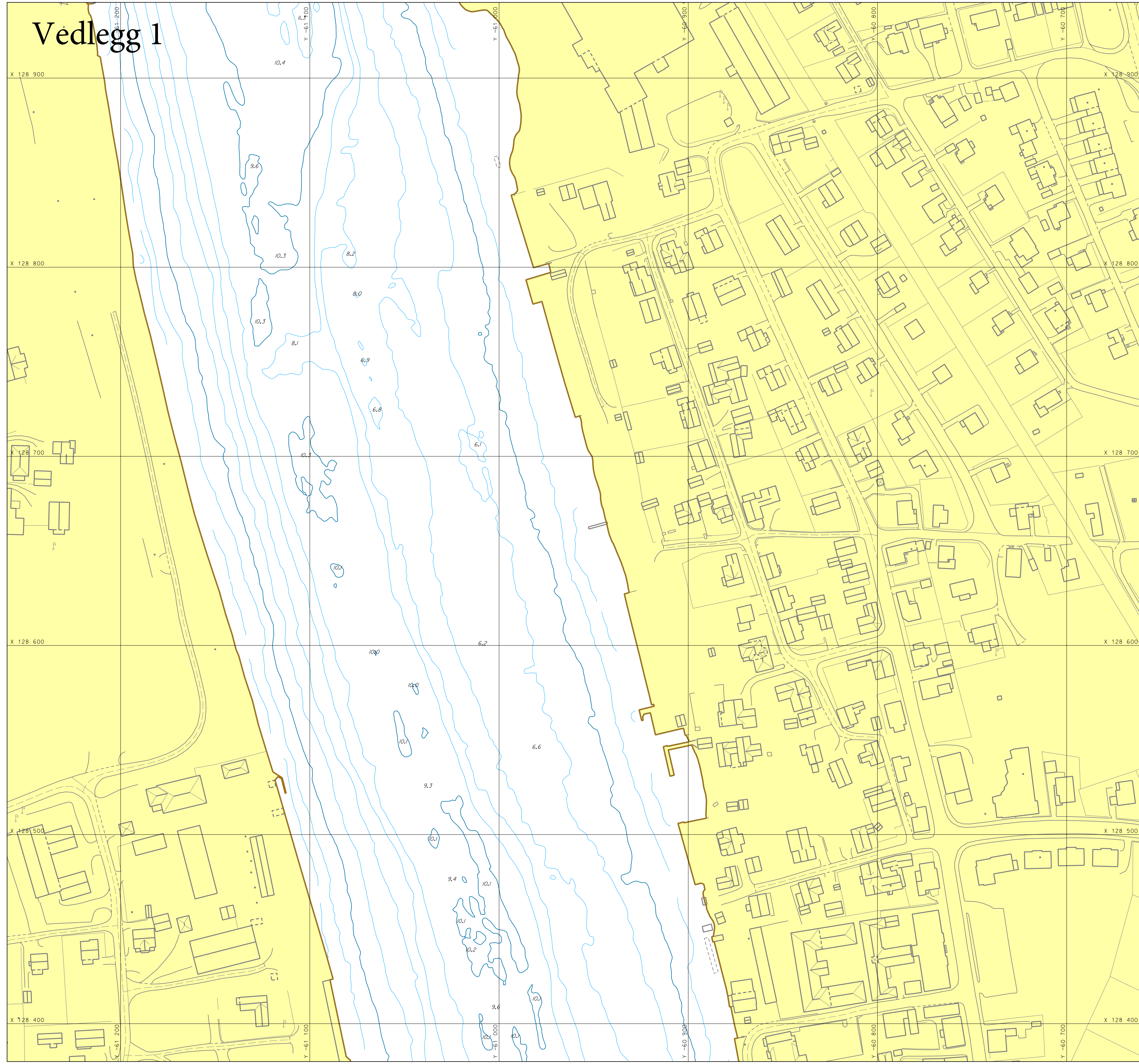
Plassering tidligere grunnundersøkelser - antatt sensitiv/kvikk leire



Plassering tidligere grunnundersøkelser - antatt ikke sensitiv/kvikk leire

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Feste Grenland AS	09.12.2016	JAG	EvR
	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	Målestokk 1 : 2000	Originalformat A3	
	Plantegning med registrert sensitiv leire	Status Tegning i notat		
	 www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer	Rev.	
		112199-110		

Vedlegg 1



LEGEND

- Coastline (MHW)
- G-contour (Vref)
- Depth contours
- 12.5 Depth (posdef. in decimalpoint)
- (12.5) Depth out of position (posdef. in -)
- Subsea cable
- Pipeline
- Buys and spars
- Lights
- PP1000 RTK reference station including height
- H=5.620
- Survey boundary

Legends are common for all Blom Maritime AS projects, variations may occur.

DESCRIPTION

SURVEY PERIOD June 2002
WATER LEVEL Based on RTK height
OBSERVATIONS Based on RTK height
ECHOSOUNDER SURVEY VESSEL S/L Bistang

POSITIONING
 - surface Trimble 7400 RTK (1), NT3000 DGPS (2)
 - subsea -

RTK REF. STATION TE29 Blånseien
 - easting -60 547.847
 - northing 126 969.018
 - elevation 29.989m

ECHOSOUNDERS
 - multibeam EM3000
 - singlebeam -

MOTION SENSORS
 - gyro Robertson SKR82
 - attitude TSS DMS05 motion sensor

NOTES

Contours are generated from a 1 x 1 m DTM. (digital terrain model):
 Navigation symbols e.g. buoys, lights is not included on this chart.

Unless stated elsewhere, all data processed using Neptune software by Kongsberg Simrad AS.
 Digital terrain modelling and contouring are performed using Cfloor by Rosar ASA.
 Chartlayout and cartographic editing performed using MicroStation J.
 Data given in the NGO48 system is transformed to BUREF89 by use of WSKTRANS v.4.0.

SCALE 1:1000

Contour interval: 1m

Coordinate reference system: NGO 1948, akse 3.
 Vertical reference: NN54

INDEX OF 1:1000 PLATES

3	Issued for use	01.08.2002	SL	RUE	KA
2	Issued for client comments	25.07.2002	SL	RUE	KA
1	Issued for internal control	23.07.2002	SL	RUE	KA
REV.	REVISION	DATE	BY	CHECKED	APPROVED

Blom
Blom Maritime AS
 Gauselveien 90
 N-4032 Stavanger, NORWAY
 telephone: +47 51 70 85 00
 fax: +47 51 70 85 01
 email: maritime@blom.no
 http://maritime.blom.no/

CLIENT
NVE Norges vassdrags og energidirektorat

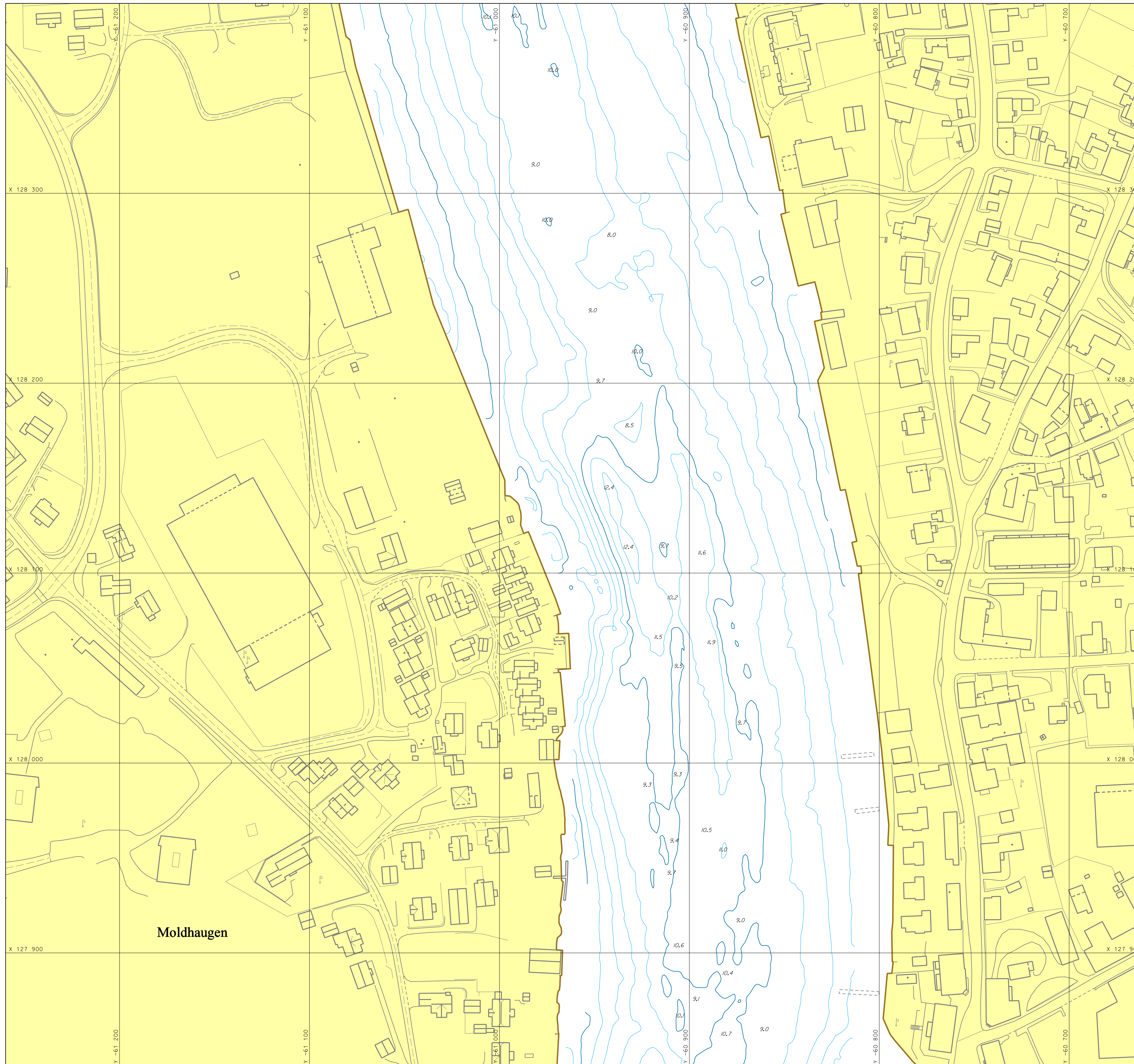
CLIENT PROJECT
Kartlegging av Skienselva

TITLE
Dybdekart

AREA
Skien - Porsgrunn

DRAWING No.	0204128	INT. FILENAME	0204128-012-01.dgn	AREA	
Contract No.	Project No.	Org. Code	Area/System	Disc Code	Draw. Code
				012	0
				3	0

Original sheet: A1



LEGEND

- Coastline (MHW)
- G-contour (Vref)
- Depth contours
- 12.5 Depth (posdef. in decimalpoint)
- (12.5) Depth out of position (posdef. in -)
- Subsea cable
- Pipeline
- Buys and spars
- Lights
- PP1000 RTK reference station including height
- H=5.620
- Survey boundary

Legends are common for all Blom Maritime AS projects, variations may occur.

DESCRIPTION

SURVEY PERIOD June 2002

WATER LEVEL Based on RTK height

OBSERVATIONS Based on RTK height

ECHOSOUNDER SURVEY VESSEL S/L Bistang

POSITIONING

- surface Trimble 7400 RTK (1), NT300D DGPS (2)
- subsea -

RTK REF. STATION TE29 Blånseen

- easting -60 547.847
- northing 126 969.018
- elevation 29.989m

ECHOSOUNDERS

- multibeam EM3000
- singlebeam -

MOTION SENSORS

- gyro Robertson SKR82
- attitude TSS DMS05 motion sensor

NOTES

Contours are generated from a 1 x 1 m DTM. (digital terrain model):

Navigation symbols e.g. buoys, lights is not included on this chart.

Unless stated elsewhere, all data processed using Neptune software by Kongsberg Simrad AS. Digital terrain modelling and contouring are performed using Cfloor by Rosar ASA. Chart layout and cartographic editing performed using MicroStation J.

Data given in the NGO48 system is transformed to BUREF89 by use of WSKTRANS v.4.0.

SCALE 1:1000

Contour interval: 1m

Coordinate reference system: NGO 1948, akse 3.

Vertical reference: NNS4

INDEX OF 1:1000 PLATES

3	Issued for use	01.08.2002	SL	RUE	KA
2	Issued for client comments	25.07.2002	SL	RUE	KA
1	Issued for internal control	23.07.2002	SL	RUE	KA
REV.	REVISION	DATE	BY	CHECKED	APPROVED

Blom Maritime AS
 Gauselveien 90
 N-4032 Stavanger, NORWAY
 telephone: +47 51 70 85 00
 fax: +47 51 70 85 01
 email: maritime@blom.no
 http://maritime.blom.no/

Blom

CLIENT
 NVE Norges vassdrags og energidirektorat

CLIENT PROJECT
 Kartlegging av Skienselva

TITLE
 Dybdekart

AREA
 Skien - Porsgrunn

BLOM PROJECT No. 0204128 **INT. FILENAME** 0204128-013-01.dgn

DRAWING No. 013 **Seq. No.** 0 **3**

Original sheet: A1

Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. JAG	Dato 30.11.2016	Oppdrag	Oppdrag nr. 112199
Ktr. EvR	Dato 16.12.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	Side 1

Filnavn .cpt fil: 3cpt.cpt

Fylles ut av brukeren
Hentes fra CPT fil (sjekkes)

Borpunkt nr. [-]:	3	
Dato for utførelse:	9/16/2016	
Borleder:	PL	
Terrengnivå [m]:	+2	
Forboringsdybde [m]:	3	
Grunnvannstand [m]:	2	
z_offset [m]:	0	Korrigerings av z verdi (CPTU på sjø), ellers lik 0
Stopp dybde [m]:	20,1	
Stoppkode [-]:	90	

Sonde nr. [-]:	4580	
Programvare:	CPTLOG-2.00	
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,843	Sjekket/korrigert med CPTU sertifikat: Ja
Korreksjonsfaktor, b [-]:	0	Sjekket/korrigert med CPTU sertifikat: Ja

Nullverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	5396	5416,5	20,5	0,4	1
Friksjon:	111,4	110,7	0,7	0,6	1
Poretrykk:	412,7	412,8	0,1	0,0	1

	Avvik [°]	Anv. Kl.
Maks. helningavvik:	6,4	4

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

	Vert. avvik [m]	Vert. avvik [%]	Anv. Kl.	Hor. Avvik [m]
Maks dybdeavvik:	0,03	0,1	1/2	0,82

Pga. helning

Resulterebde anvendelsesklasse [-]: Anvendelsesklasse 4 (pga. helning ellers kl. 1)

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

Kommentarer til forsøket:

GRUNNTEKNIKK Tolkning CPTU
Lagdeling og klassifisering

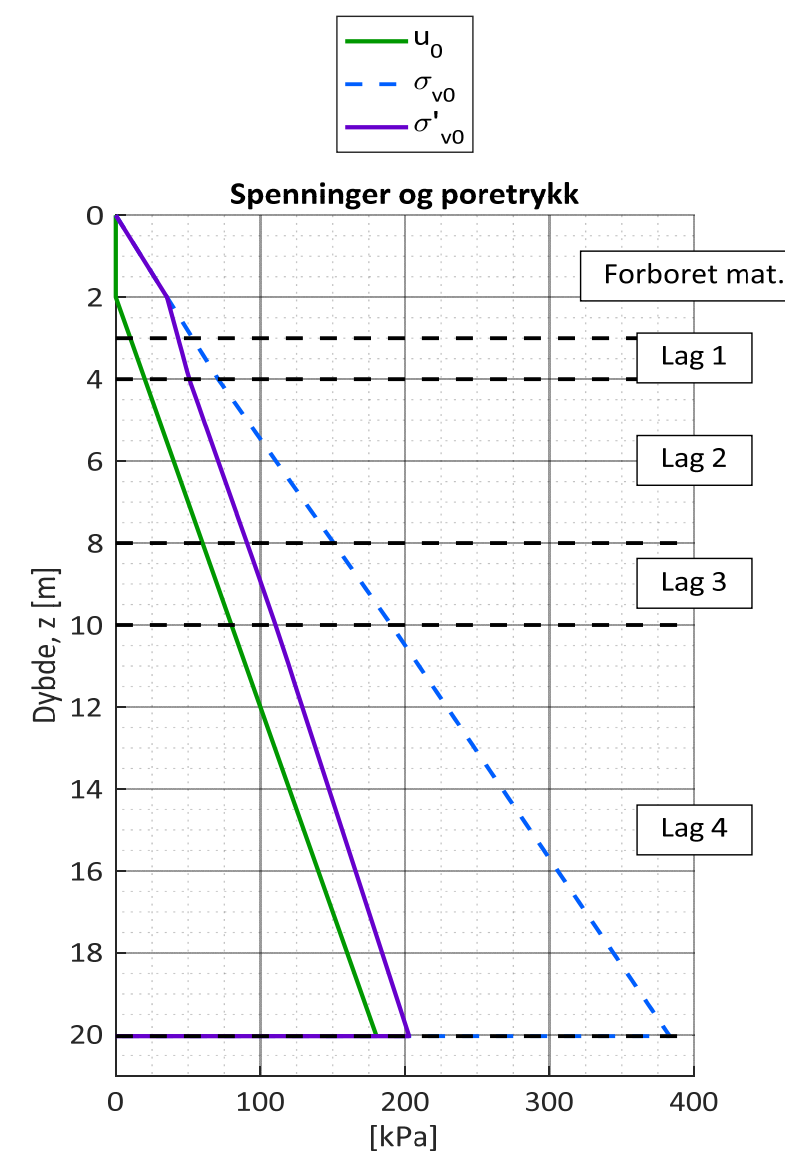
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			2	2

Lengde for kurve utglating [m]: Materiale defineres som følgende: 1=Drenert,2=Udrenert,3=Ikke tolket

Lagdeling	Toppnivå	Romvekt	Materiale	Klassifisering
Forboret	0,0	17,7		
Lag 1	3,0	17,7	1 Silt/leire	
Lag 2	4,0	20	2 Silt/leire (muligens kvikk)	
Lag 3	8	19,9	2 Silt/leire (muligens kvikk)	
Lag 4	10,0	19,2	2 Silt/leire m. sandlag (muligens kvikk)	
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				

Poretrykksprofil

z [m]:	u ₀ [kPa]:
2	0
20	180

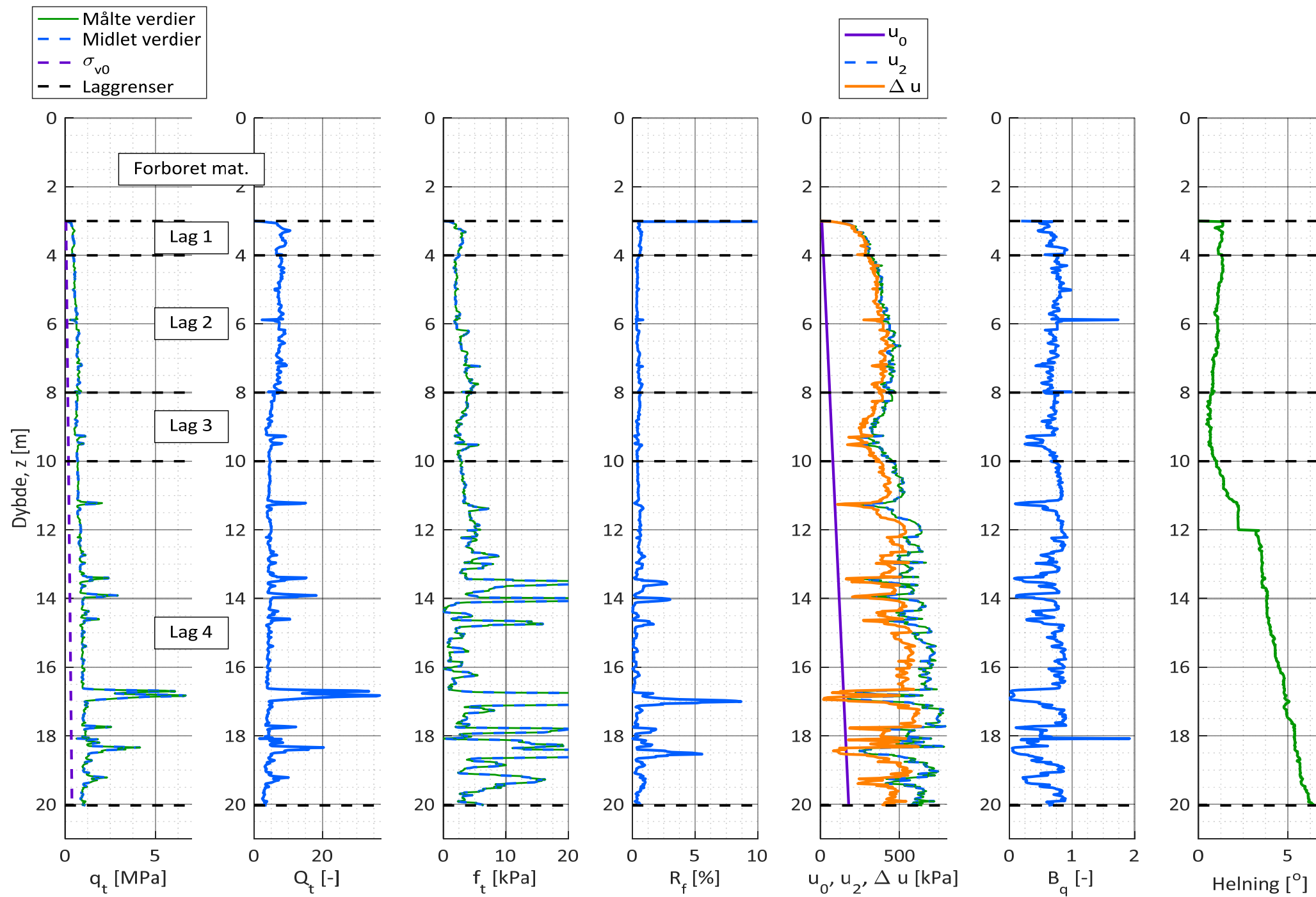


Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte paramere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			2	3

Manuelle plot grenser	q _t [MPa]	Q _t [MPa]	f _t [kPa]	R _f [%]	u ₀ [kPa]	B _q [-]	Helning [°]
X_min							
X_max			20	10			



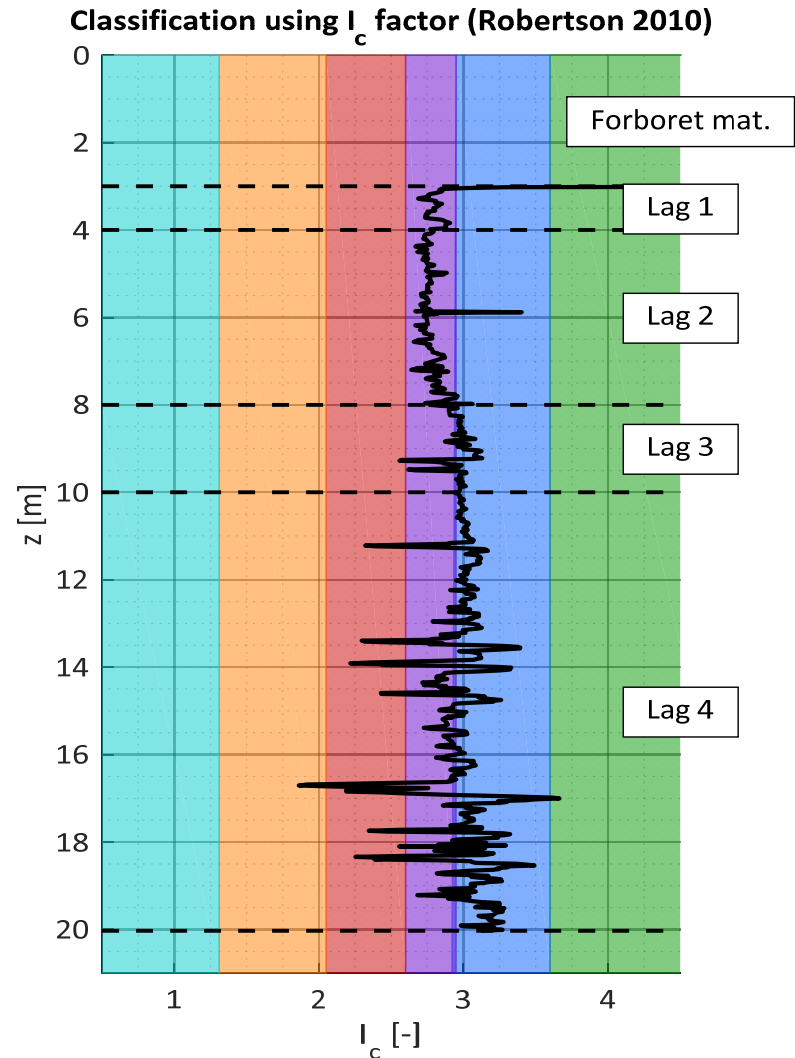
Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson chart (2010)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			2	4

NB! Fargene på de to figurene under viser til to ulike ting! På figuren til venstre viser ulike farger til de ulike robertson soner. På figuren til høyre viser fargene til valgt lagdeling.

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 silty sand
Rob. 2010 zone 7 - Gravely sand to dense sand

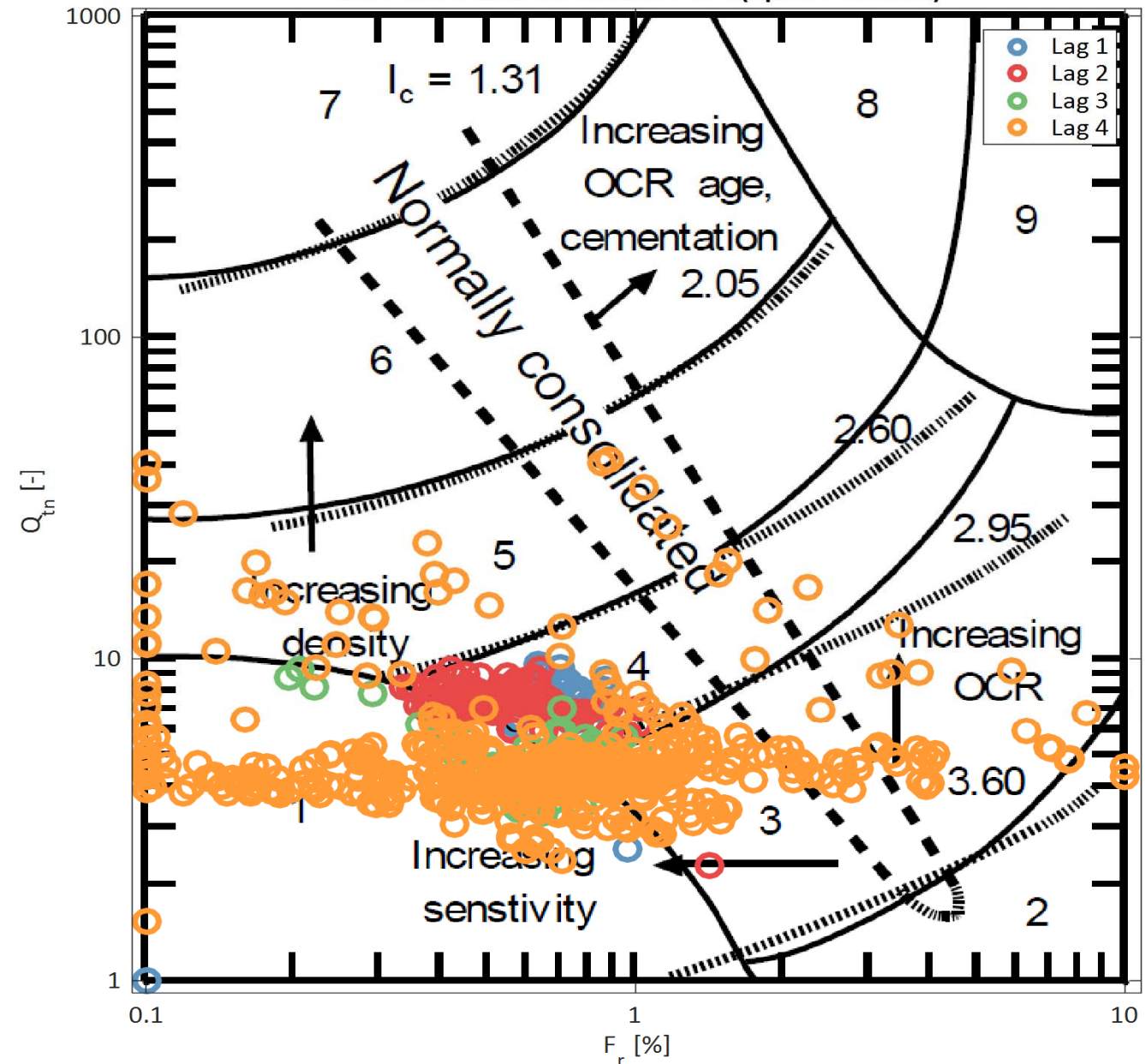


Robertson 2009/2010 chart soner:

Zone	Soil behaviour type	I_c	Coefficient of permeability Guidelines, k
1	Sensitive, fine grained	N/A	$3 \cdot 10^{-10}$ til $3 \cdot 10^{-3}$
2	Organic soils - clay	>3.6	$1 \cdot 10^{-10}$ til $1 \cdot 10^{-8}$
3	Clays - silty clay to clay	2.95 - 3.6	$1 \cdot 10^{-10}$ til $1 \cdot 10^{-9}$
4	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	2.6 - 2.95	$3 \cdot 10^{-9}$ til $1 \cdot 10^{-1}$
5	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	2.05 - 2.6	$1 \cdot 10^{-7}$ til $1 \cdot 10^{-5}$
6	Sands - clean sand to silt sand	1.31 - 2.05	$1 \cdot 10^{-5}$ til $1 \cdot 10^{-3}$
7	Gravelly sandy to dense sand	<1.31	$1 \cdot 10^{-3}$ til 1
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A	$1 \cdot 10^{-8}$ til $1 \cdot 10^{-3}$
9	Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)	N/A	$1 \cdot 10^{-9}$ til $1 \cdot 10^{-7}$

Robertson (2009) foreslår videre: Drenert respons dominerer hovedsakelig for $I_c < 2.5$ og drenert respons hovedsakelig for $I_c > 2.7$

Robertson 2010 normalized chart (update to 1990)



Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Eslami Fellenius chart (1997)

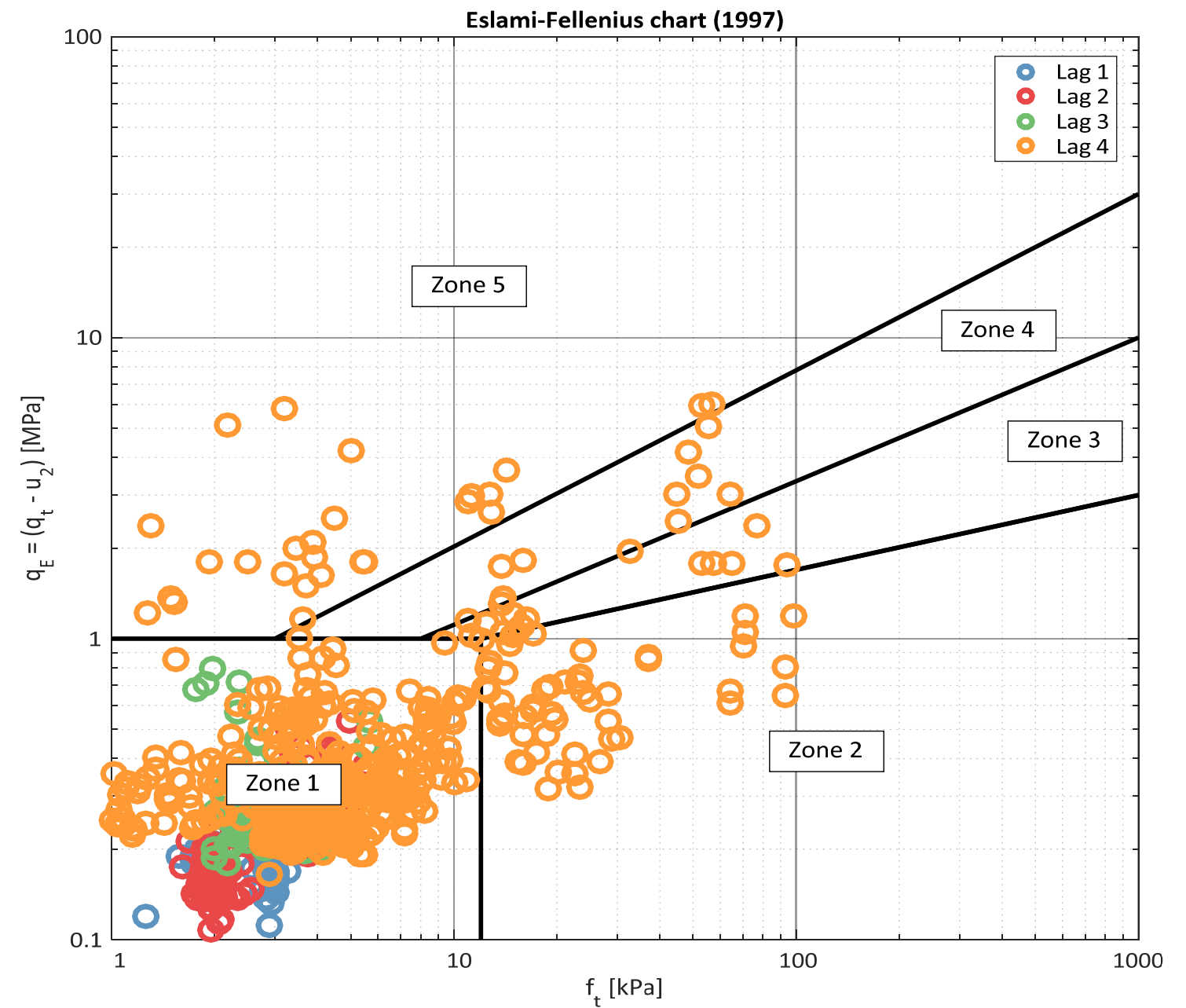
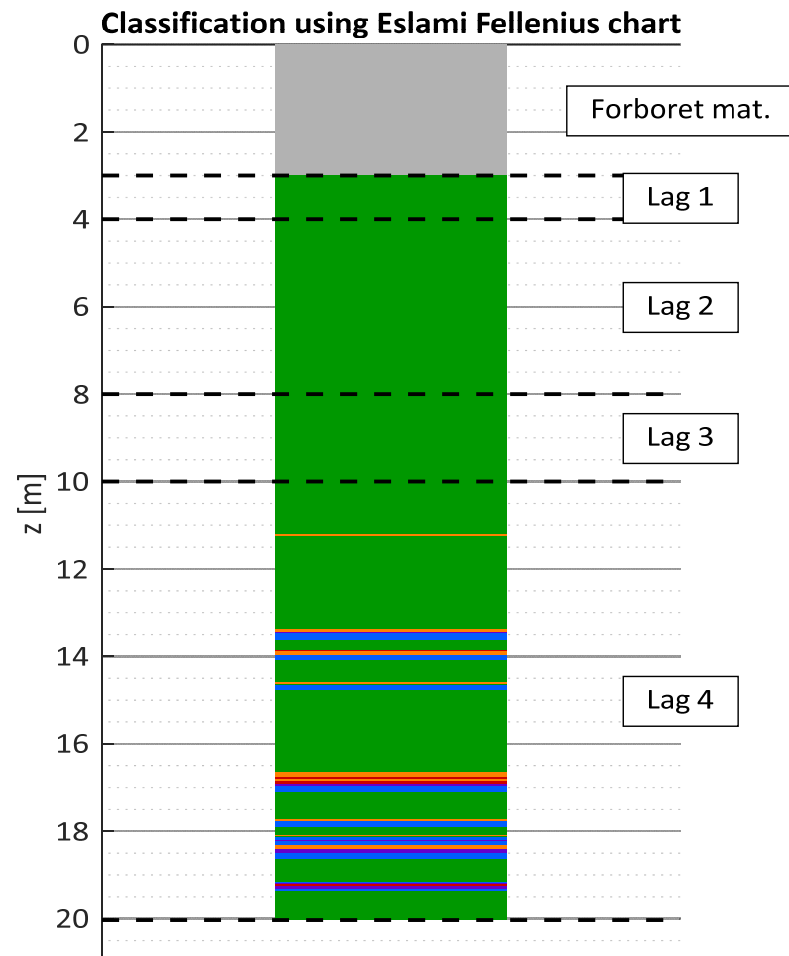
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	22.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			2	5

Eslami Fellenius (EF) chart soner:

Zone	Classification
1	Sensitive and collapsible clay and/or silt
2	Clay and/or silt
3	Silty clay and/or clayey silt
4	Sandy silt and/or silty sand
5	Sand and/or sandy gravel

NB! Fargene på de to figurene under viser til to ulike ting! På figuren til venstre viser ulike farger til de ulike EF kategorier. På figuren til høyre viser fargene til valgt lagdeling.

- EF zone 1 - Sensitive and collapsible clay/silt
- EF zone 2 - Clay/silt
- EF zone 3 - Silt clay/clayer silt
- EF zone 4 - Sandy silt/silty sand
- EF zone 5 - Sand/sandy gravel

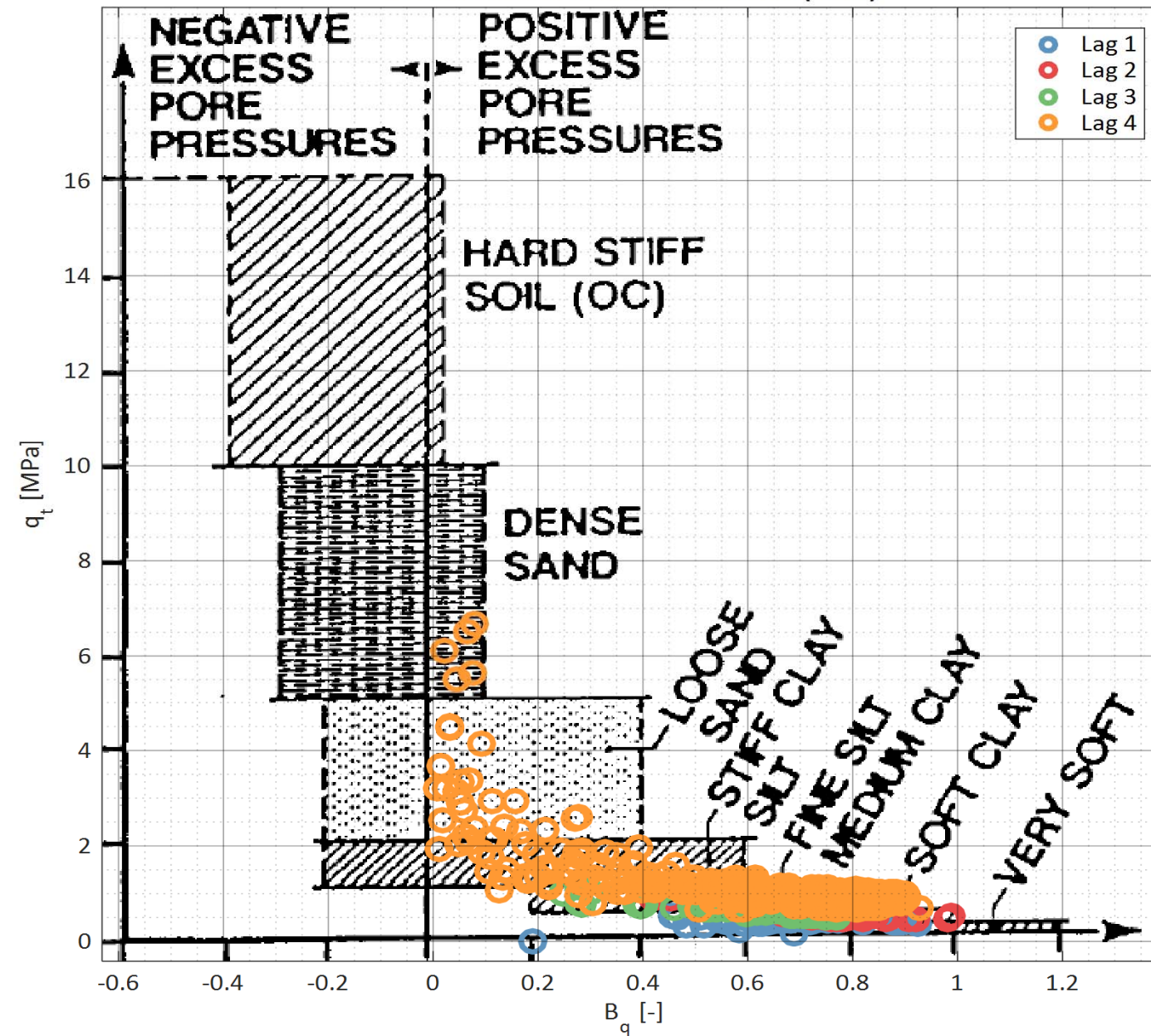


Tolkning CPTU

Klassifisering og ladeling - Senneset et. al. chart (1989)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	06.09.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
		2	6	

Senneset et. al. classification chart (1989)



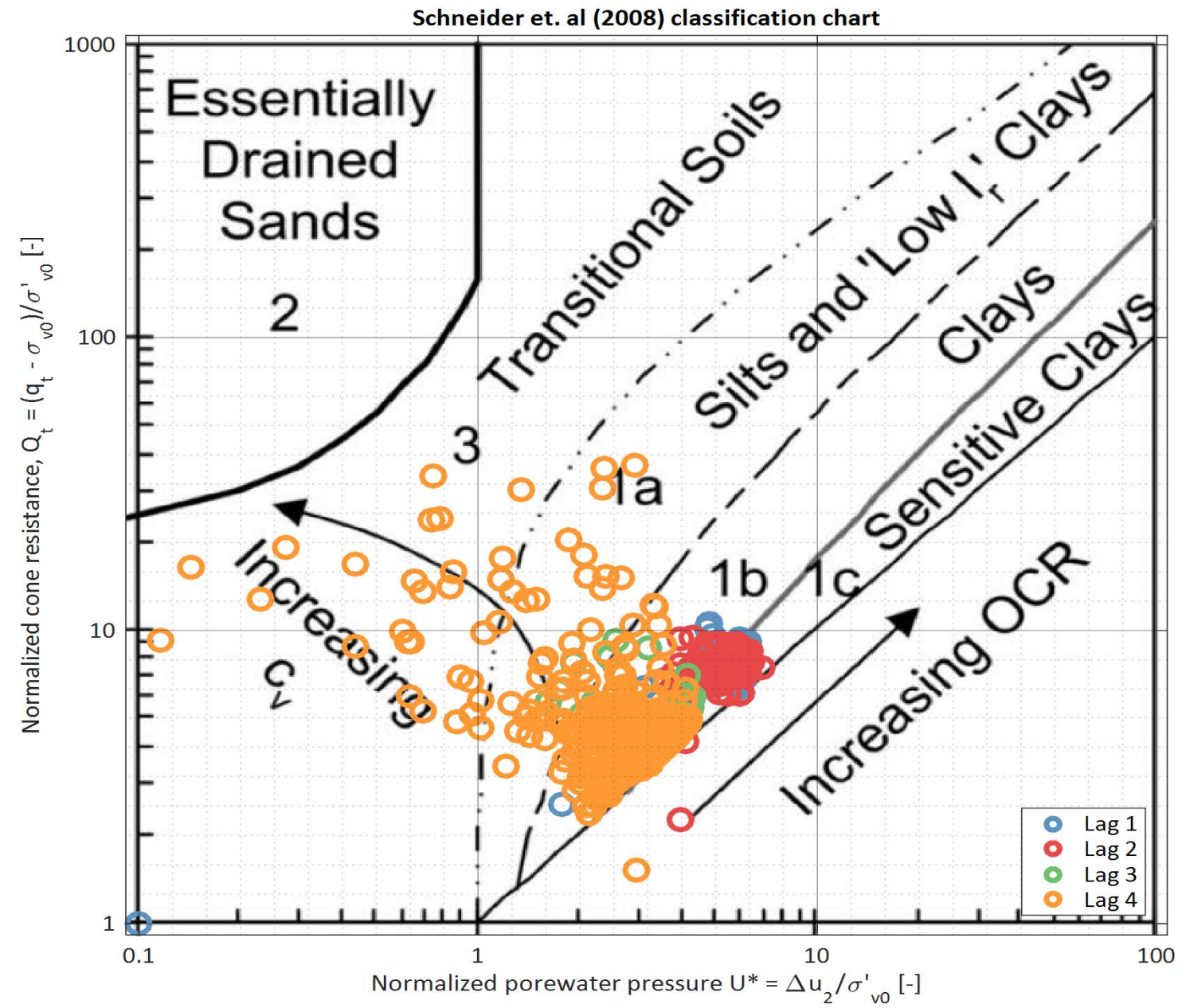
Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - drenert/udrenert oppførsel

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	06.09.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			2	7

Schneider et. al. (2008) chart soner:

Zone	Soil type
1a	Silts and "low I _r " clays
1b	Clays
1c	Sensitive clays
2	Essentially drained sands
3	Transitional soils



Tolkning CPTU

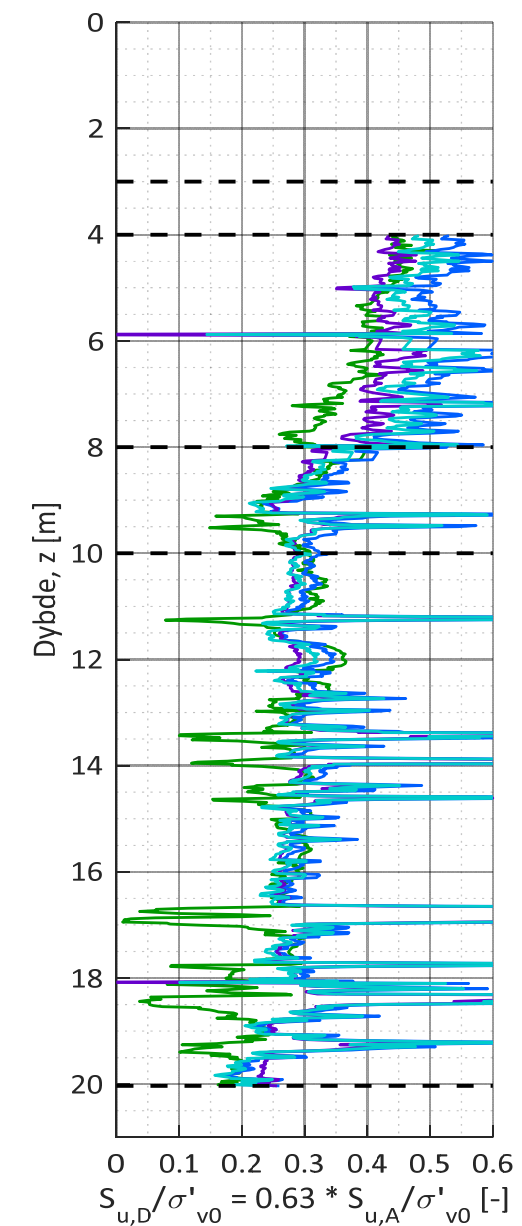
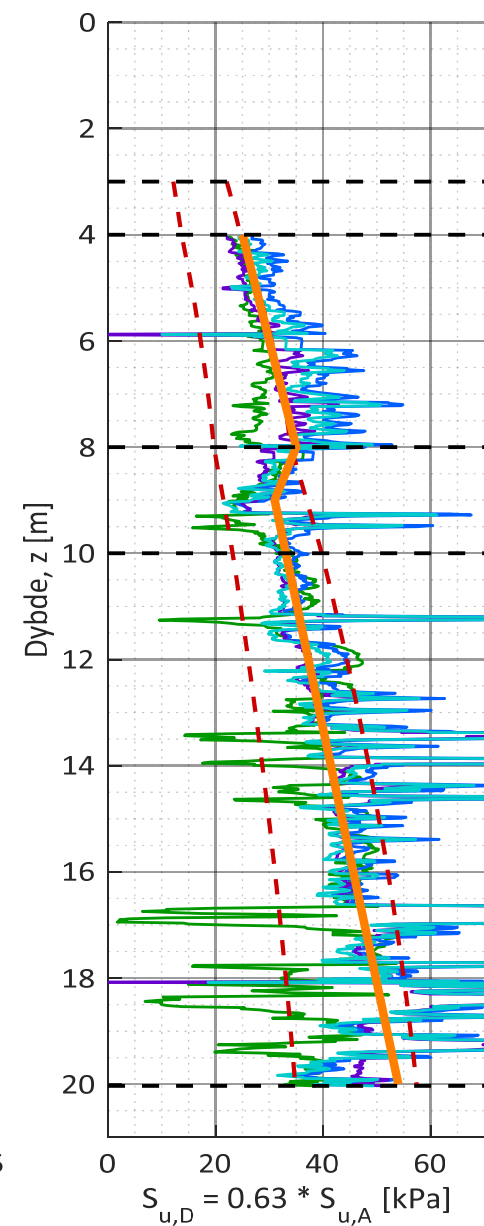
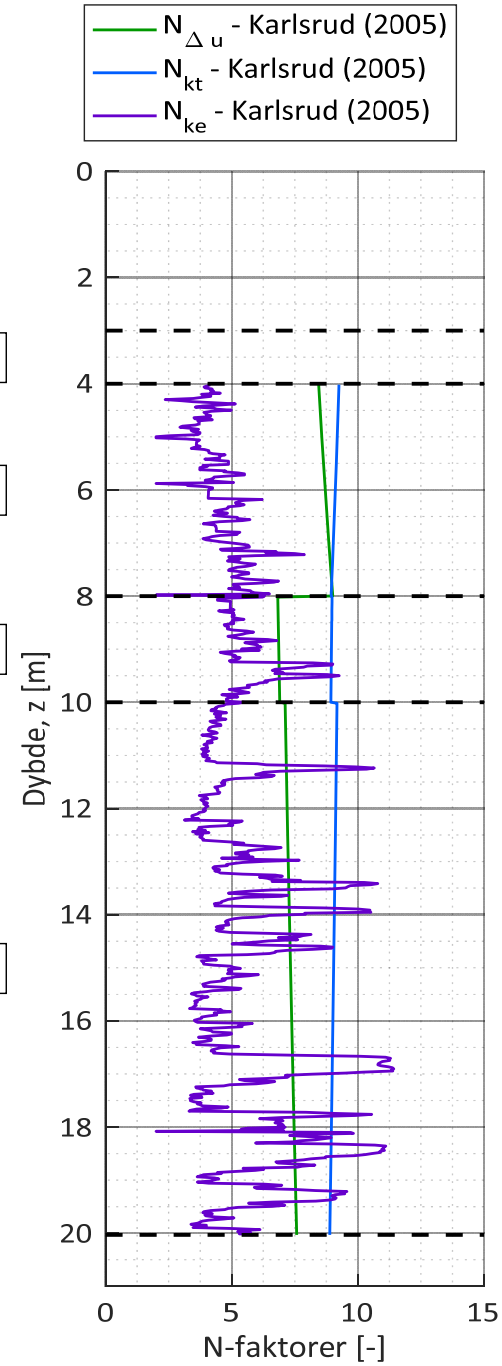
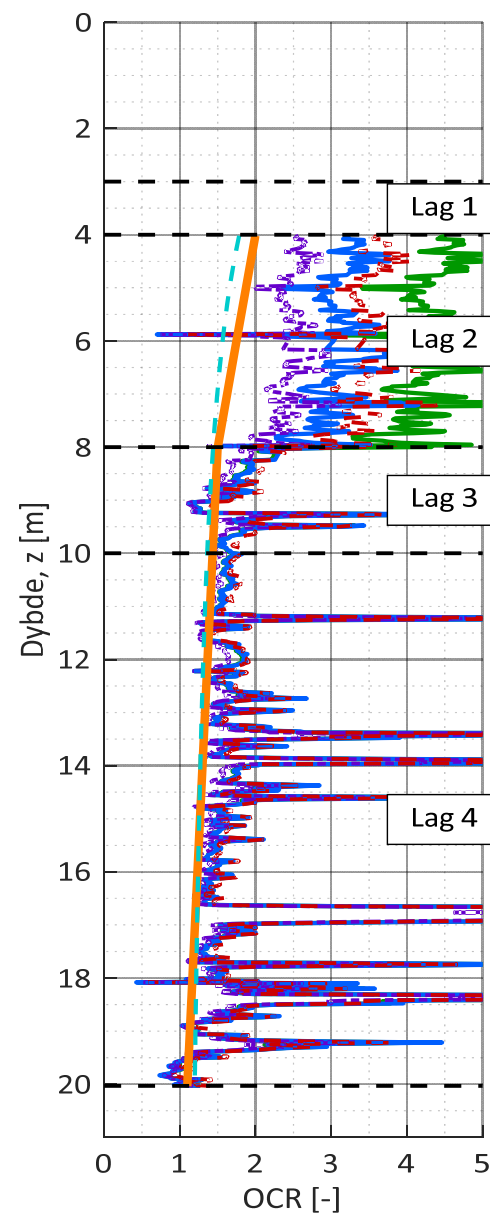
Udrenert skjærstyrke og OCR

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JaG	06.10.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	3
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			2	9

- OCR (Qt) - Karlsrud (2005)
- $OCR = 0.25 * Q_t^{1.25}$ - Robertson (2009)
- $OCR = 0.33 * Q_t$ - Mayne (1990)
- - - OCR - CONRAD
- - - Antatt opprindelig OCR ($\Delta\sigma'_{pc} = 40$ kPa)
- OCR tolket

- $S_{u,D} - N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{kt}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{ke}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D}$ - CONRAD
- - - $0.16 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- - - $0.26 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.90}$
- Valgt design linje

- $S_{u,D} - N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{kt}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{ke}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D}$ - CONRAD

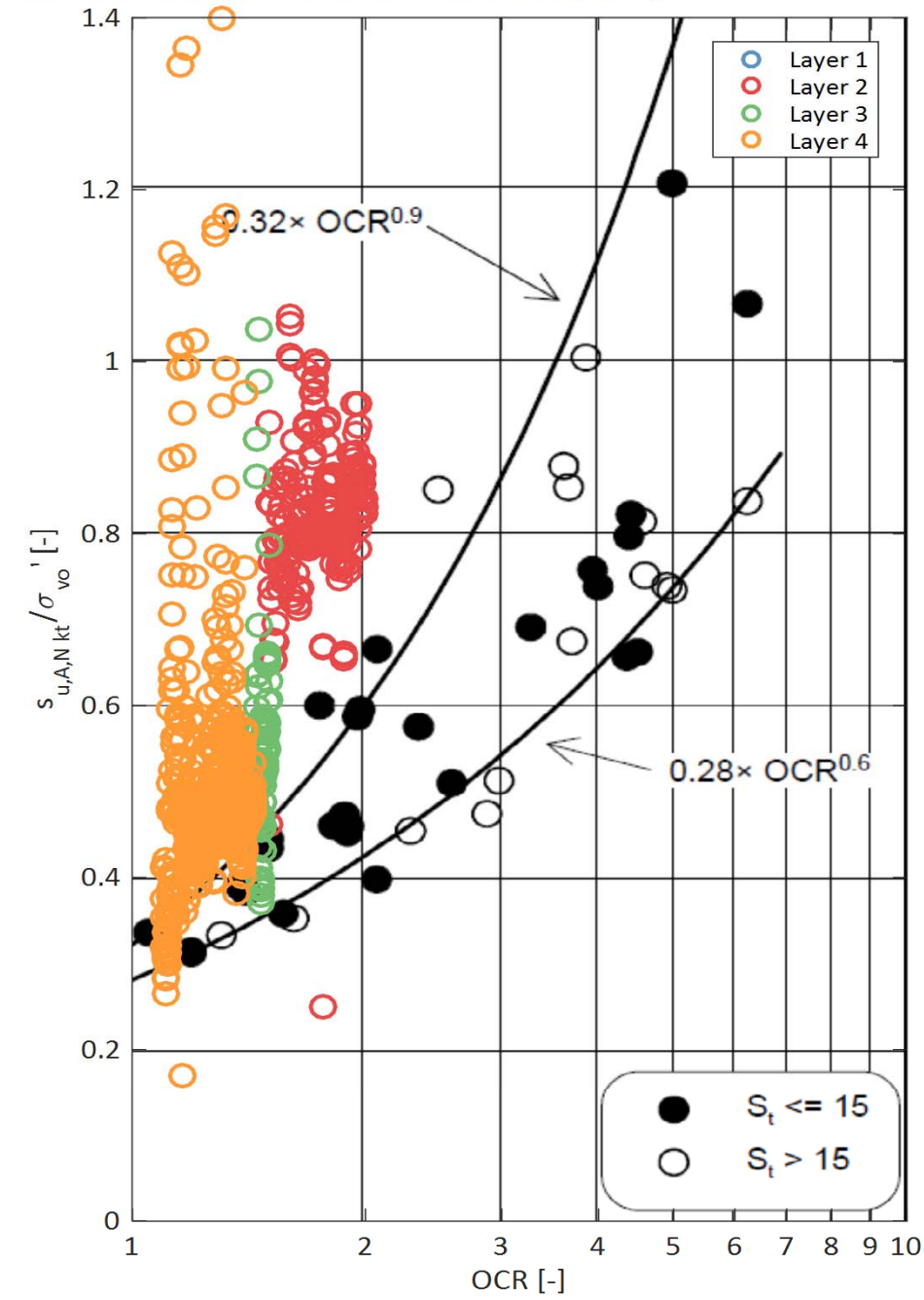
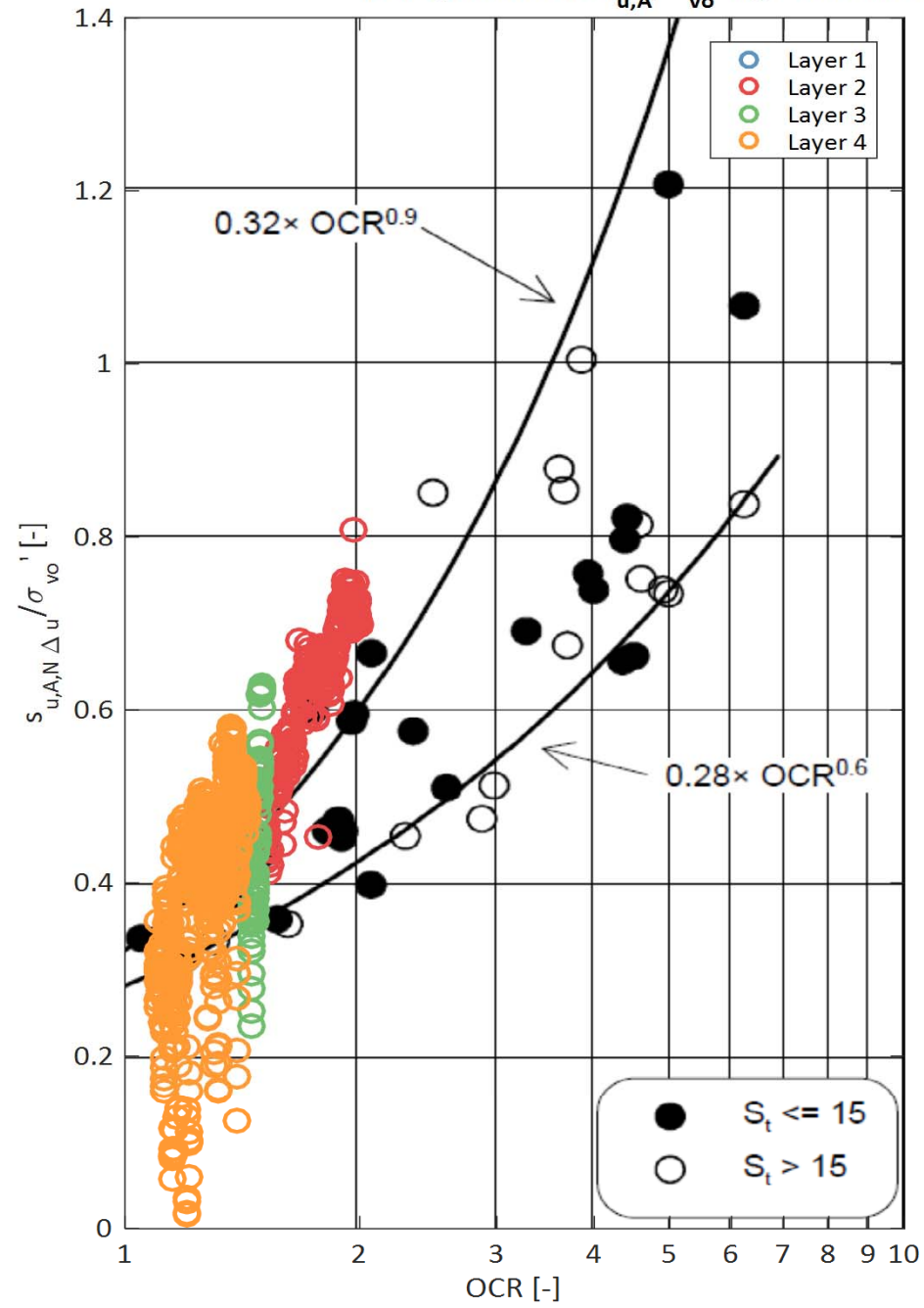


Tolkning CPTU

OCR sammenlignet med databaseverdier for norske leirer

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JaG	06.10.2016		112199	3
Ktr.	Dato	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	GVS [m]	Side nr.
			2	10

Relasjon mellom $s_{u,A} / \sigma'_{vo}$ og OCR basert på treksforsøk av blokprøver - K. Kalsrud et. al. (2005)



Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. JAG	Dato 30.11.2016	Oppdrag	Oppdrag nr. 112199
Ktr. EvR	Dato 16.12.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	Side 1

Filnavn .cpt fil: 6cpt.cpt

Fylles ut av brukeren
Hentes fra CPT fil (sjekkes)

Borpunkt nr. [-]:	6
Dato for utførelse:	9/16/2016
Borleder:	PL
Terrengnivå [m]:	+8,2
Forboringsdybde [m]:	3
Grunnvannstand [m]:	3
z_offset [m]:	0
Stopp dybde [m]:	19,0
Stoppkode [-]:	93

Korrigerings av z verdi (CPTU på sjø), ellers lik 0

Sonde nr. [-]:	4754		
Programvare:	CPTLOG-2.00		
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,857	Sjekket/korrigert med CPTU sertifikat:	Ja
Korreksjonsfaktor, b [-]:	0,01	Sjekket/korrigert med CPTU sertifikat:	Ja

Nullverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	7487,5	7464,4	23,1	0,3	1
Friksjon:	128,5	129,3	0,8	0,6	1
Poretrykk:	235,2	234,8	0,4	0,2	1

Maks. helningavvik:	Avvik [°]	Anv. Kl.
	3,6	3

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

Maks dybdeavvik:	Vert. avvik [m]	Vert. avvik [%]	Anv. Kl.	Hor. Avvik [m]
	0,01	0,1	1/2	0,66

Pga. helning

Resulterebde anvendelsesklasse [-]: Anvendelsesklasse 3 (pga. helning ellers kl. 1)

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

Kommentarer til forsøket:

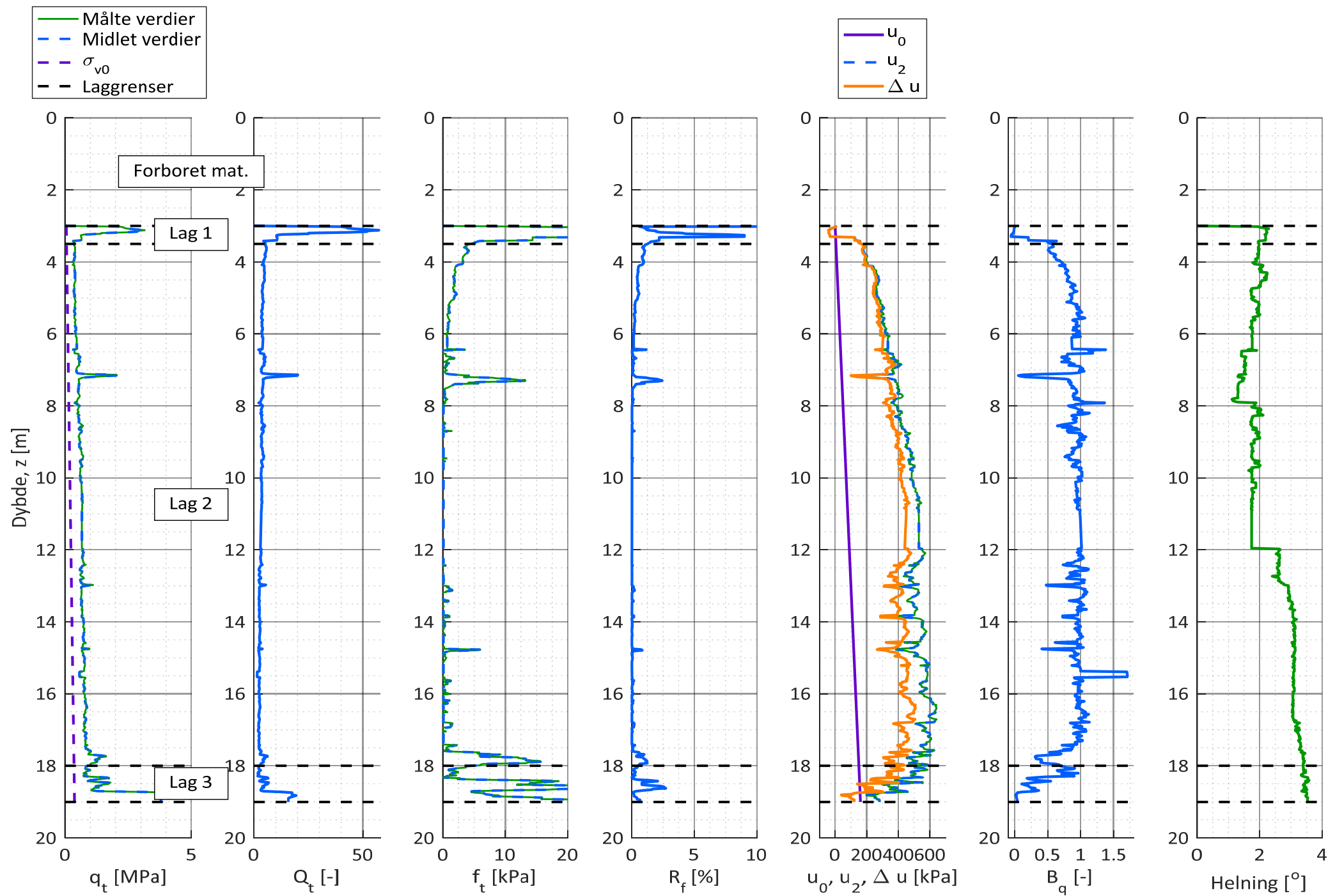
Mistet kontakt med poretrykksmåler fra 11 - 12 m dybde.
Tolkning videre nedover må anvendes forsiktig!

Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte paramere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	3

Manuelle plot grenser	q _t [MPa]	Q _t [MPa]	f _t [kPa]	R _f [%]	u ₀ [kPa]	B _q [-]	Helning [°]
X_min							
X_max			20	10			



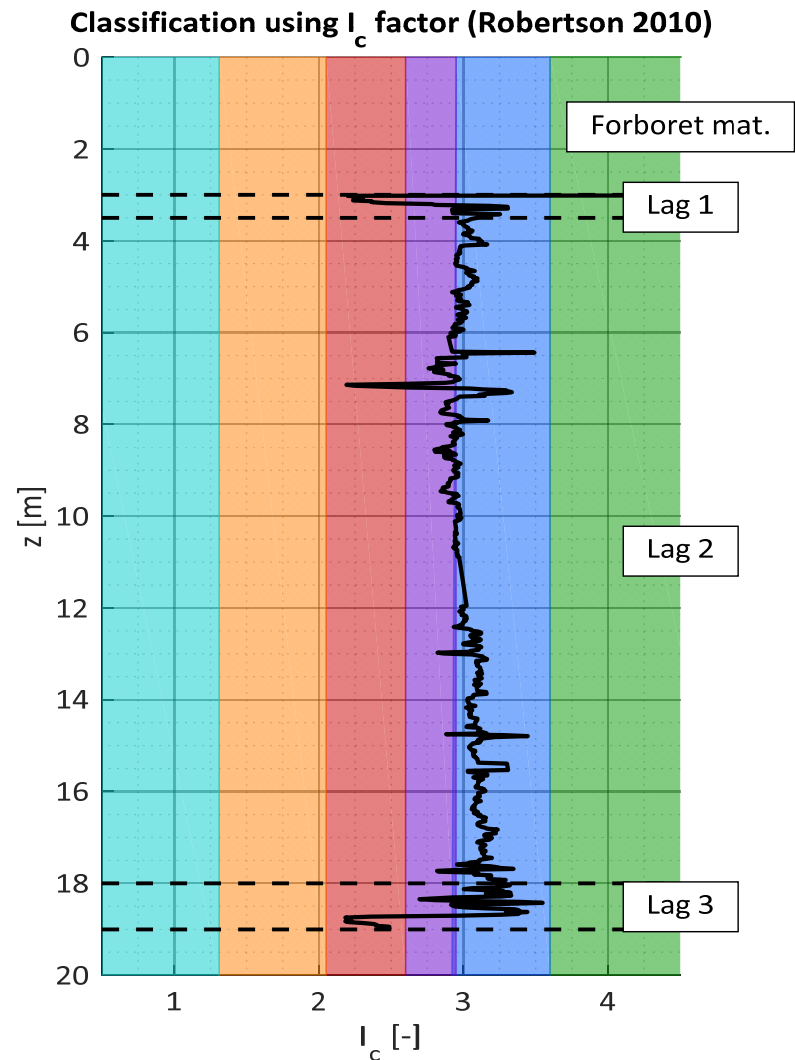
Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson chart (2010)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	4

NB! Fargene på de to figurene under viser til to ulike ting! På figuren til venstre viser ulike farger til de ulike robertson soner. På figuren til høyre viser fargene til valgt lagdeling.

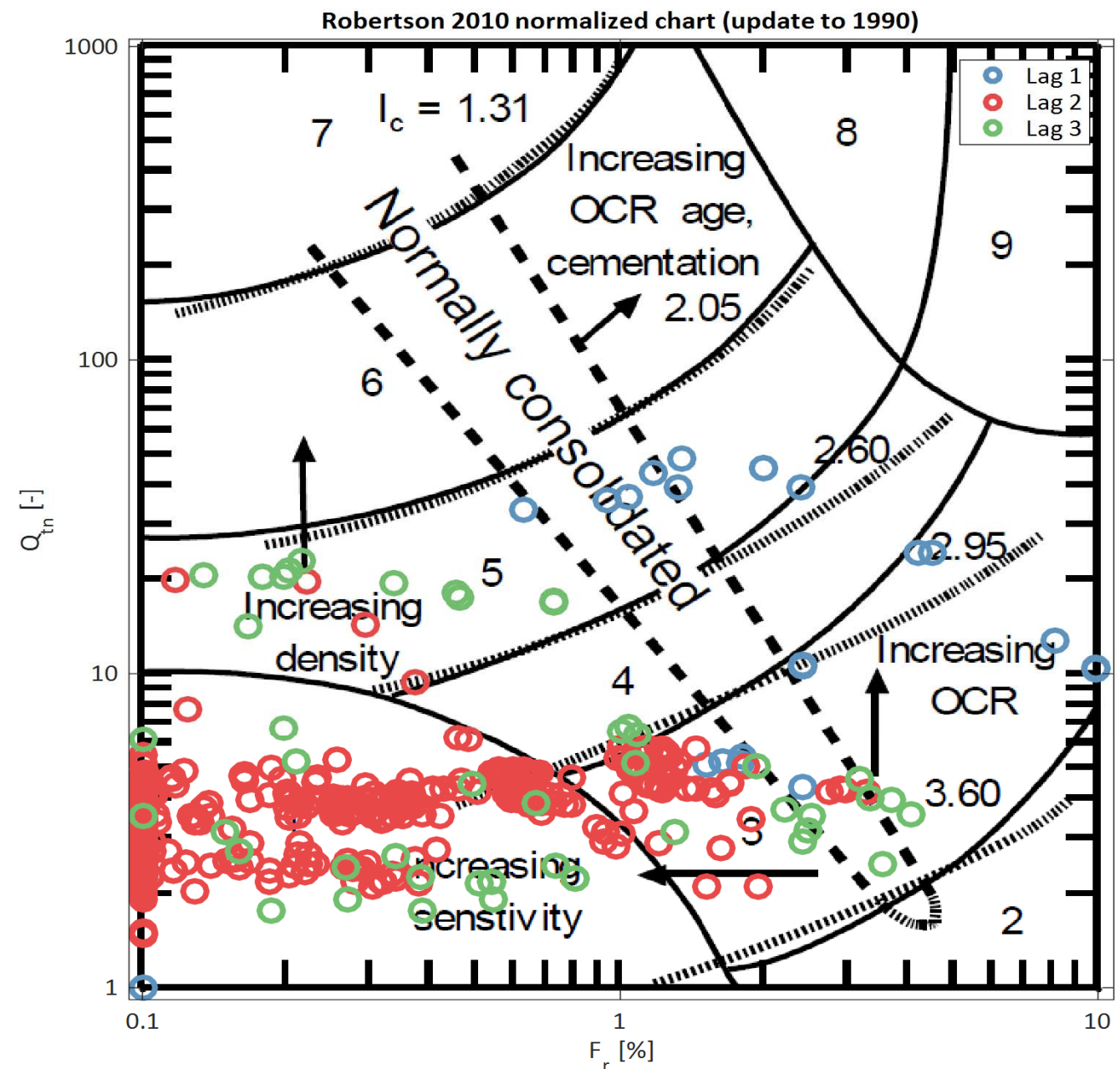
- Rob. 2010 zone 2 - Organic soil to clay
- Rob. 2010 zone 3 - Clays: Silty clay to clay
- Rob. 2010 zone 4 - Silt mixtures: Clayey silt to silty clay
- Rob. 2010 zone 5 - Sand mixtures: Silty sand to sandy silt
- Rob. 2010 zone 6 - Sands: Clean sand to silty sand
- Rob. 2010 zone 7 - Gravely sand to dense sand



Robertson 2009/2010 chart soner:

Zone	Soil behaviour type	I_c	Coefficient of permeability Guidelines, k
1	Sensitive, fine grained	N/A	$3 \cdot 10^{-10}$ til $3 \cdot 10^{-3}$
2	Organic soils - clay	>3.6	$1 \cdot 10^{-10}$ til $1 \cdot 10^{-8}$
3	Clays - silty clay to clay	2.95 - 3.6	$1 \cdot 10^{-10}$ til $1 \cdot 10^{-9}$
4	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	2.6 - 2.95	$3 \cdot 10^{-9}$ til $1 \cdot 10^{-1}$
5	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	2.05 - 2.6	$1 \cdot 10^{-7}$ til $1 \cdot 10^{-5}$
6	Sands - clean sand to silt sand	1.31 - 2.05	$1 \cdot 10^{-5}$ til $1 \cdot 10^{-3}$
7	Gravelly sandy to dense sand	<1.31	$1 \cdot 10^{-3}$ til 1
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A	$1 \cdot 10^{-8}$ til $1 \cdot 10^{-3}$
9	Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)	N/A	$1 \cdot 10^{-9}$ til $1 \cdot 10^{-7}$

Robertson (2009) foreslår videre: Drenert respons dominerer hovedsakelig for $I_c < 2.5$ og drenert respons hovedsakelig for $I_c > 2.7$



Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Eslami Fellenius chart (1997)

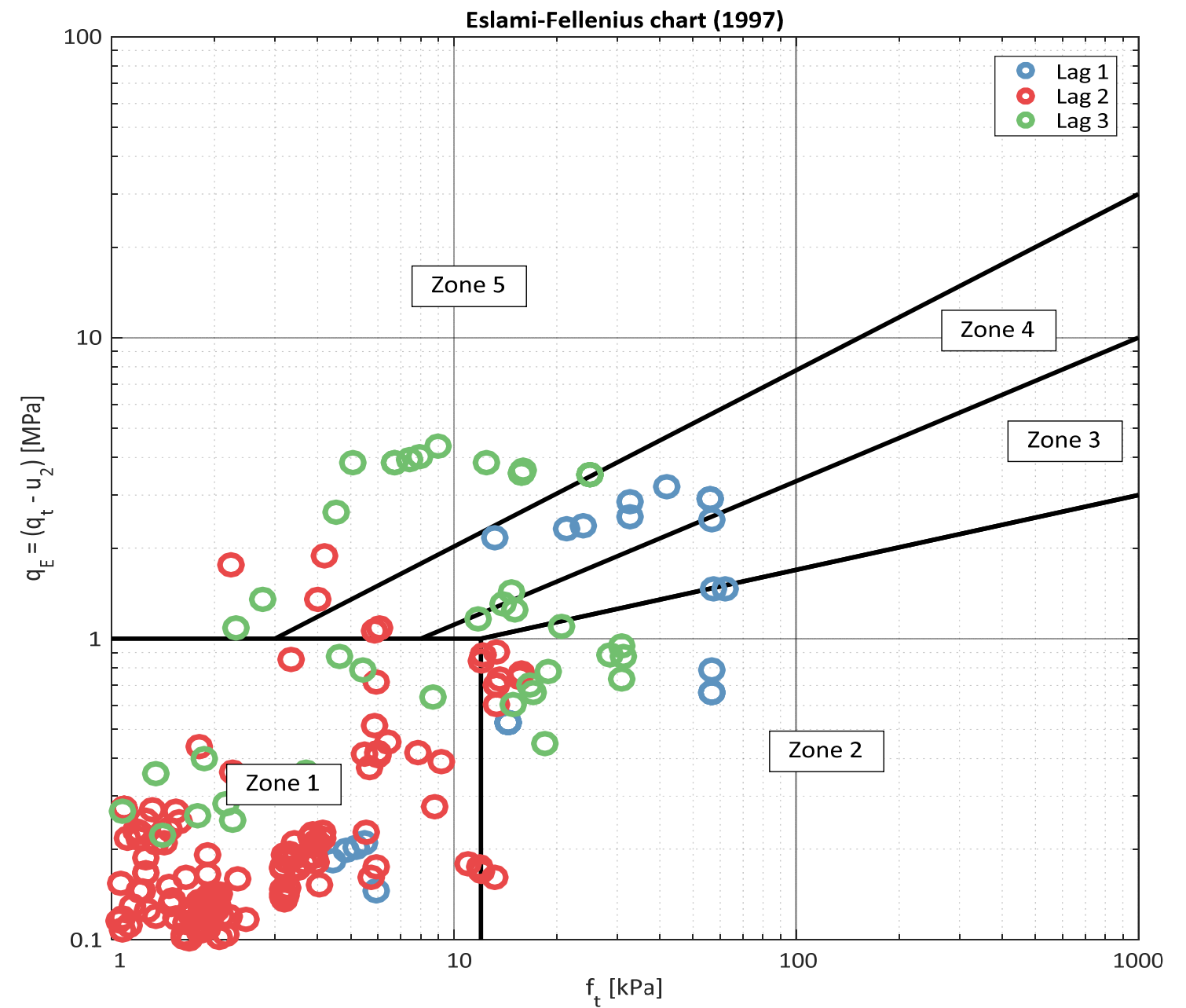
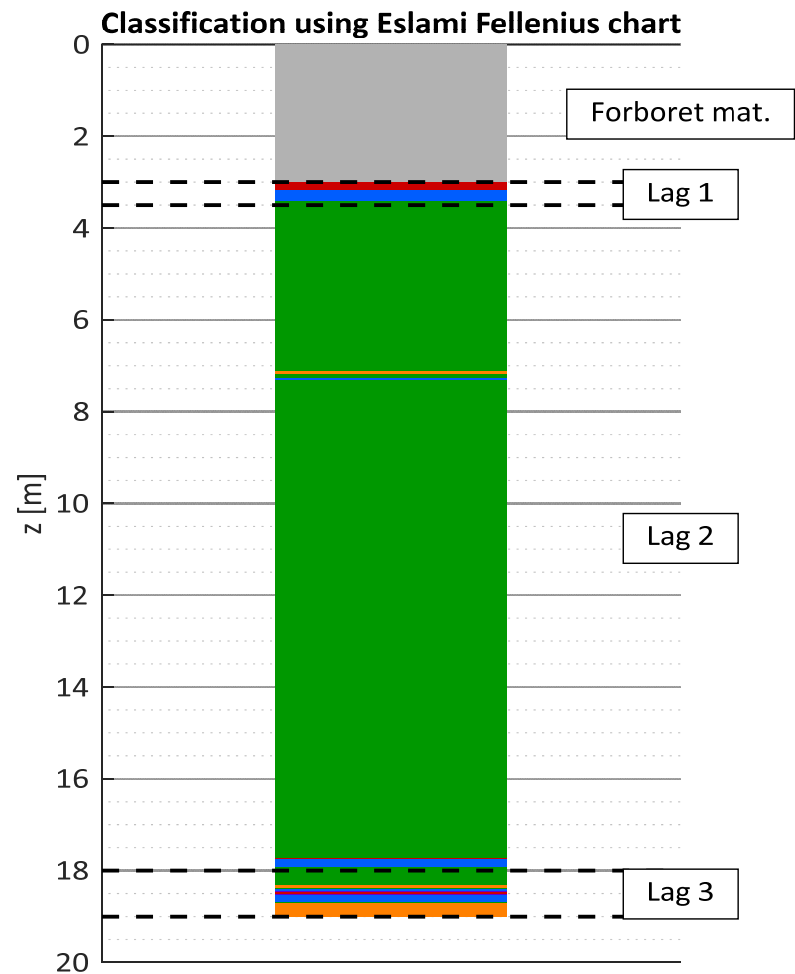
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	22.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	5

Eslami Fellenius (EF) chart soner:

Zone	Classification
1	Sensitive and collapsible clay and/or silt
2	Clay and/or silt
3	Silty clay and/or clayey silt
4	Sandy silt and/or silty sand
5	Sand and/or sandy gravel

NB! Fargene på de to figurene under viser til to ulike ting! På figuren til venstre viser ulike farger til de ulike EF kategorier. På figuren til høyre viser fargene til valgt lagdeling.

- EF zone 1 - Sensitive and collapsible clay/silt
- EF zone 2 - Clay/silt
- EF zone 3 - Silt clay/clayer silt
- EF zone 4 - Sandy silt/silty sand
- EF zone 5 - Sand/sandy gravel

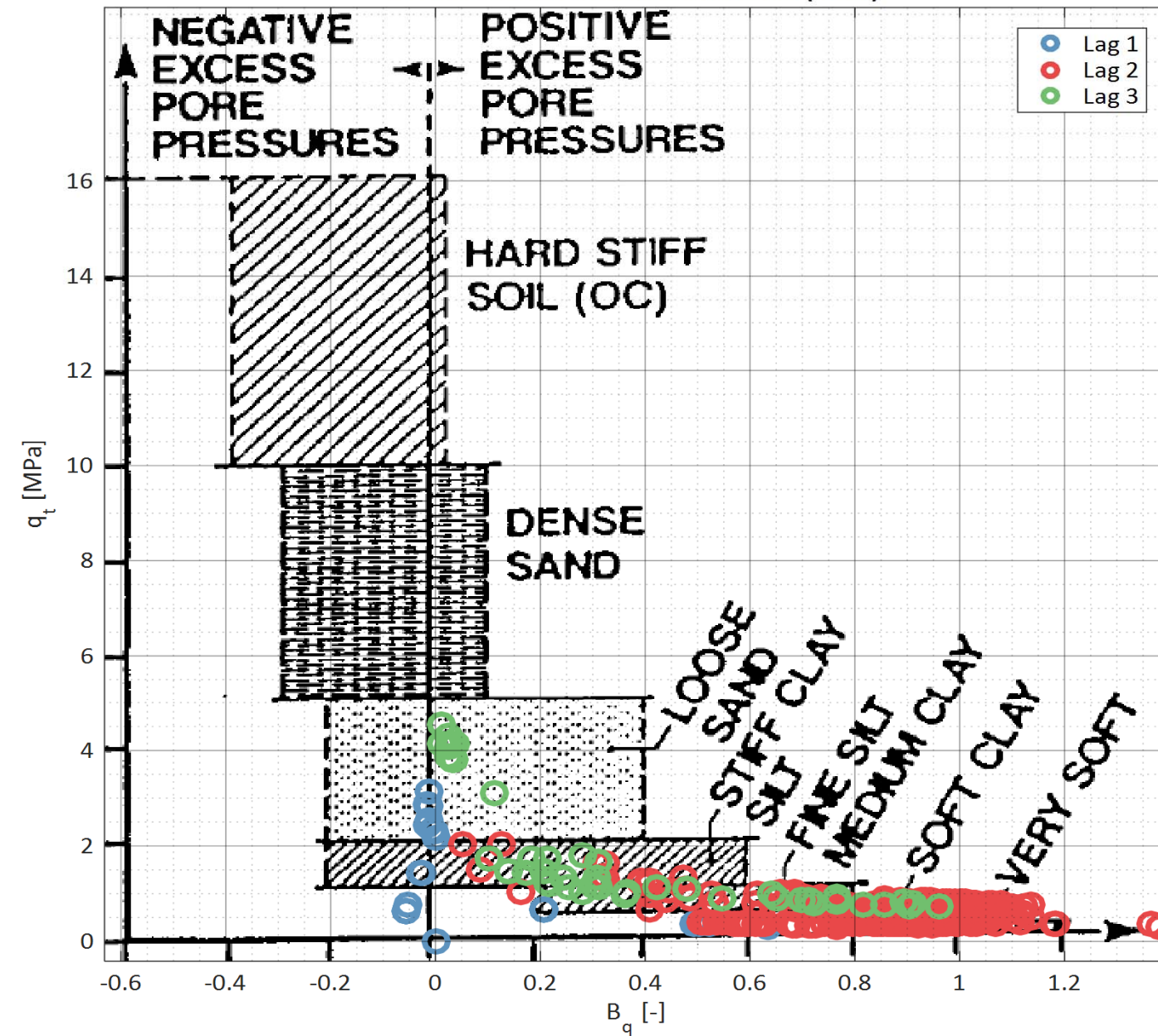


Tolkning CPTU

Klassifisering og ladeling - Senneset et. al. chart (1989)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	06.09.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
		3	6	

Senneset et. al. classification chart (1989)



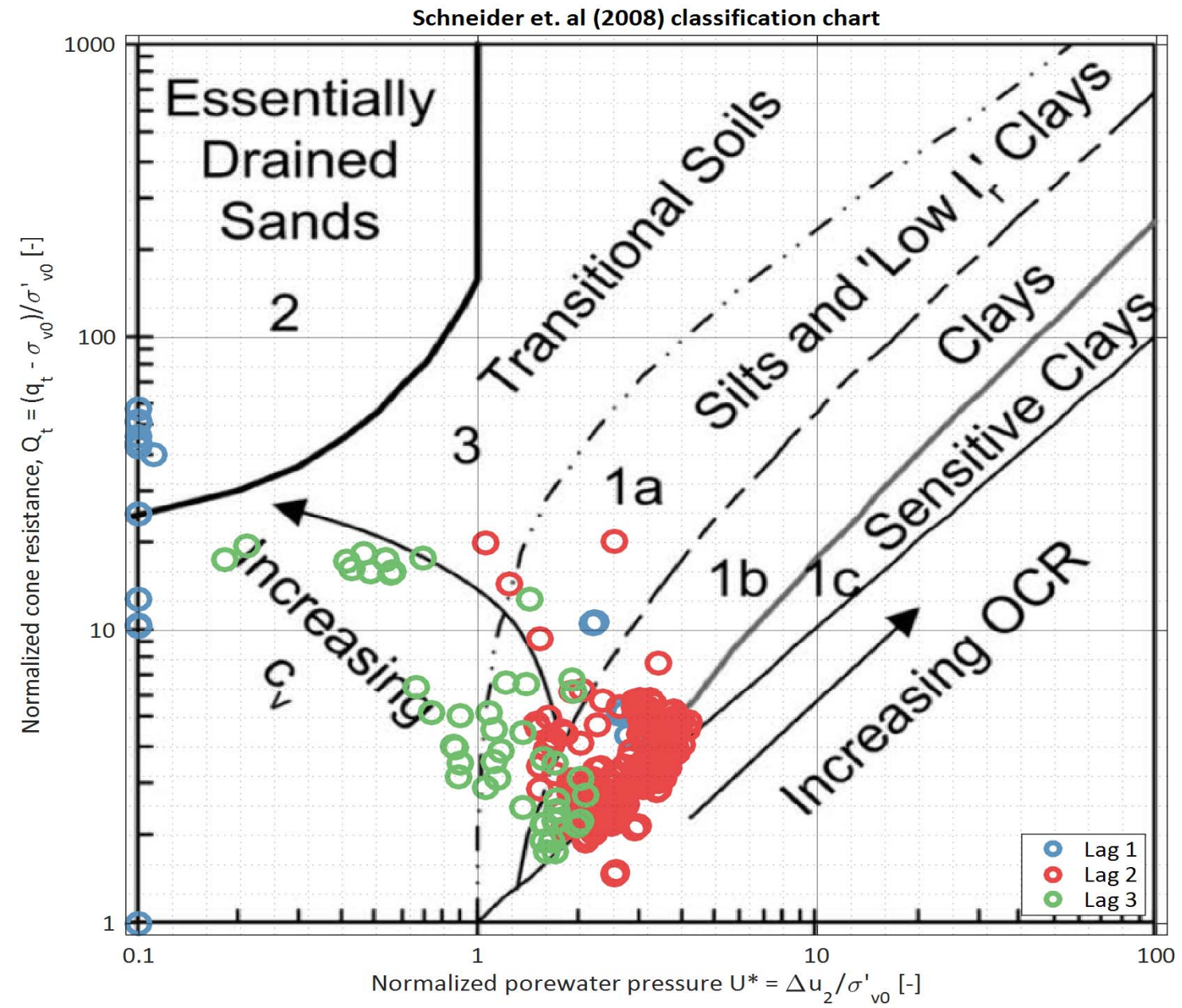
Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - drenert/udrenert oppførsel

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	06.09.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	7

Schneider et. al. (2008) chart soner:

Zone	Soil type
1a	Silts and "low I _r " clays
1b	Clays
1c	Sensitive clays
2	Essentially drained sands
3	Transitional soils



Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

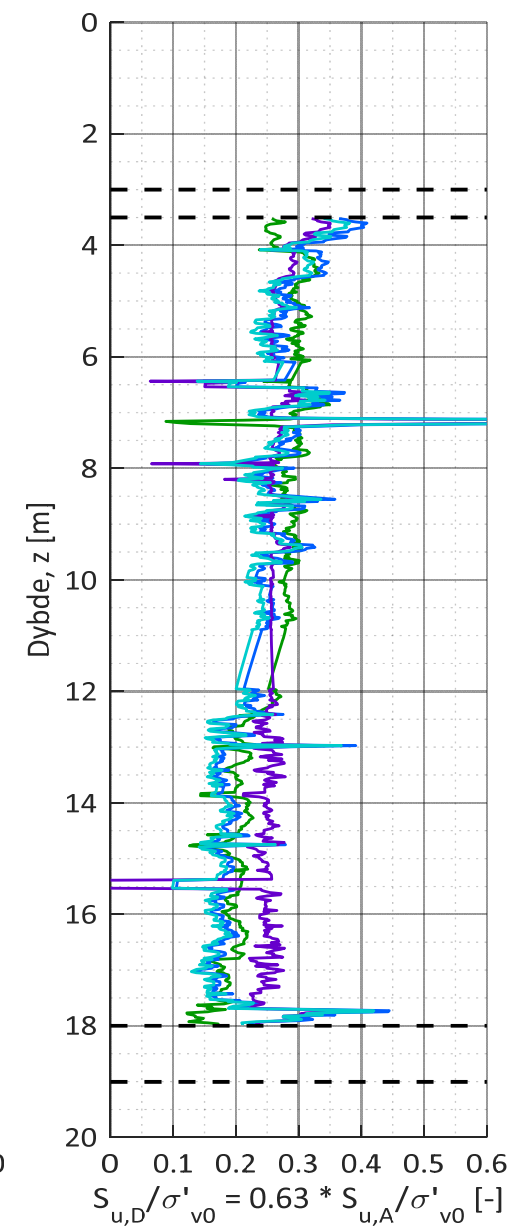
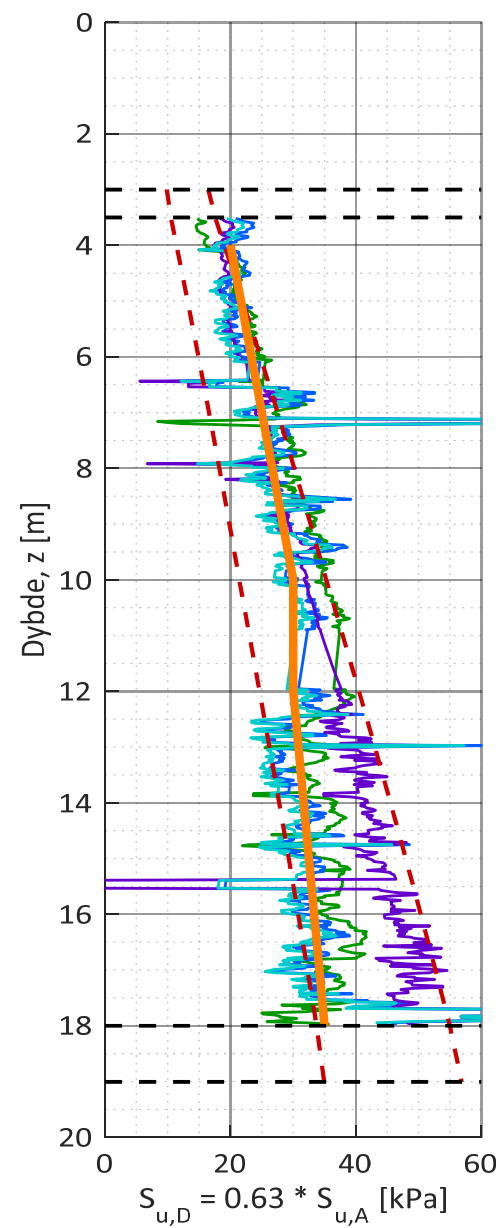
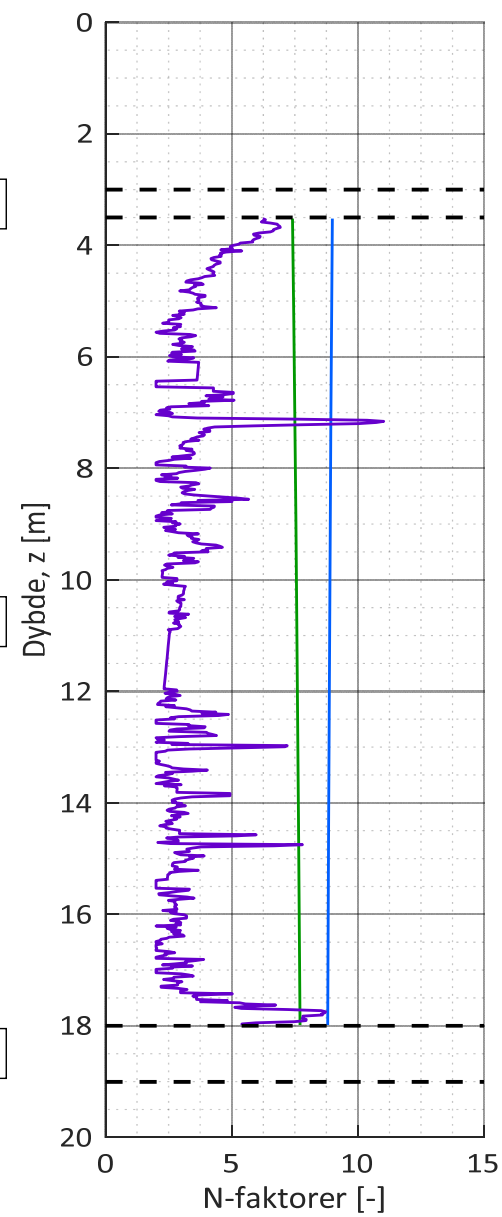
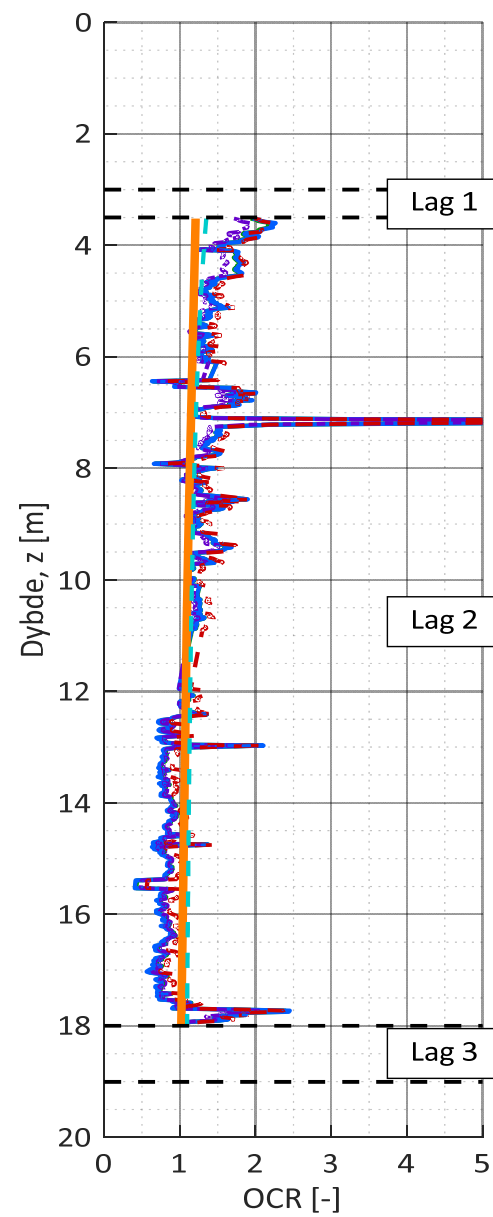
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JaG	06.10.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	9

- OCR (Qt) - Karlsrud (2005)
- $OCR = 0.25 * Q_t^{1.25}$ - Robertson (2009)
- $OCR = 0.33 * Q_t$ - Mayne (1990)
- - - OCR - CONRAD
- - - Antatt opprindelig OCR ($\Delta\sigma'_{pc} = 20$ kPa)
- OCR tolket

- $N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- N_{kt} - Karlsrud (2005)
- N_{ke} - Karlsrud (2005)

- $S_{u,D} - N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{kt}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{ke}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D}$ - CONRAD
- - - $0.16 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- - - $0.26 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.90}$
- Valgt design linje

- $S_{u,D} - N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{kt}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{ke}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D}$ - CONRAD

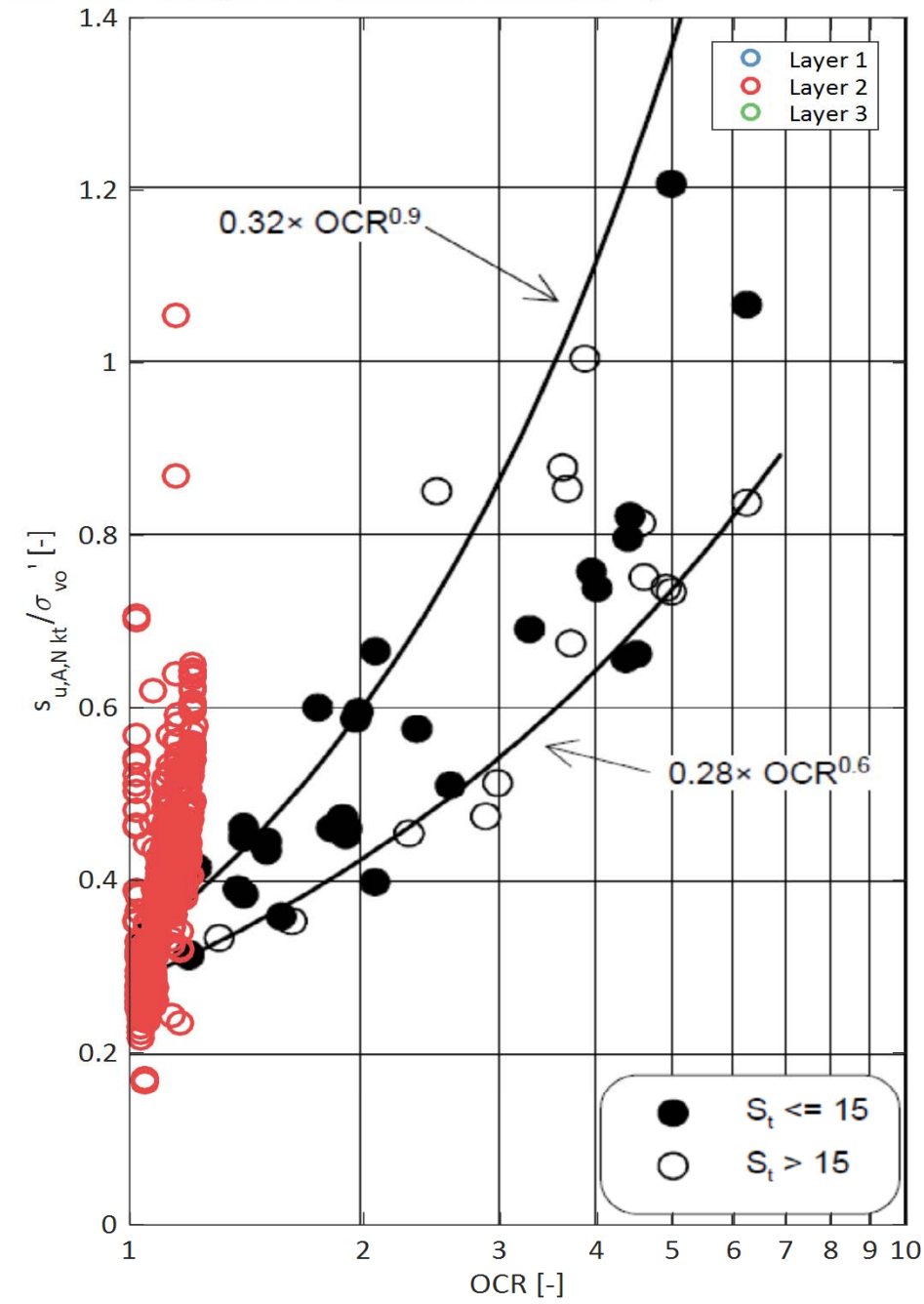
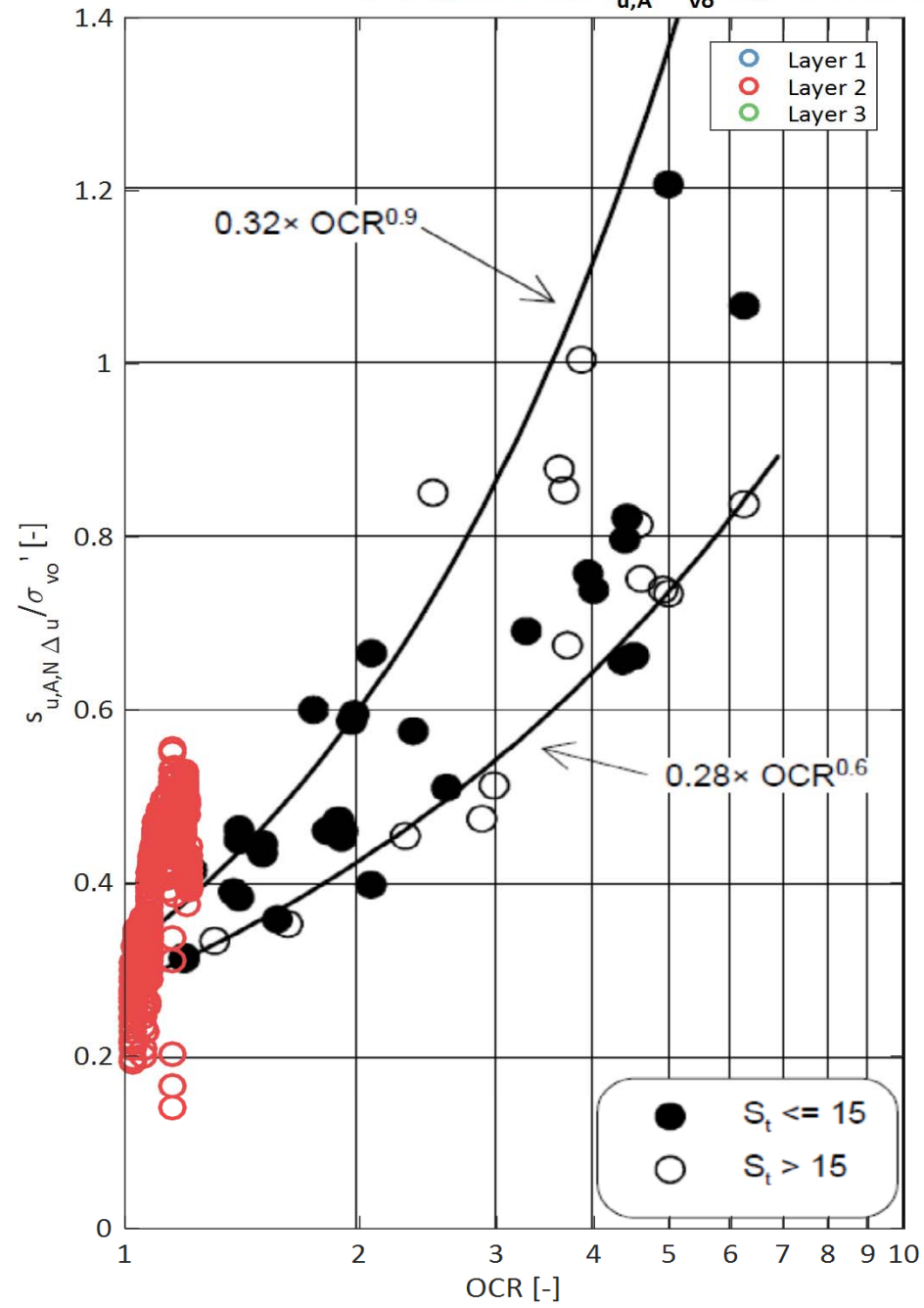


Tolkning CPTU

OCR sammenlignet med databaseverdier for norske leirer

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JaG	06.10.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	6
Ktr.			GVS [m]	Side nr.
			3	10

Relasjon mellom $s_{u,A} / \sigma'_{vo}$ og OCR basert på treksforsøk av blokprøver - K. Kalsrud et. al. (2005)



Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. JAG	Dato 30.11.2016	Oppdrag	Oppdrag nr. 112199
Ktr. EvR	Dato 16.12.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	Side 1

Filnavn .cpt fil: 8cpt.cpt

Fylles ut av brukeren
Hentes fra CPT fil (sjekkes)

Borpunkt nr. [-]:	8	
Dato for utførelse:	9/20/2016	
Borleder:	PL	
Terrengnivå [m]:	+9,3	
Forboringsdybde [m]:	3	
Grunnvannstand [m]:	3	
z_offset [m]:	0	Korrigerings av z verdi (CPTU på sjø), ellers lik 0
Stopp dybde [m]:	21,7	
Stoppkode [-]:	93	

Sonde nr. [-]:	4754	
Programvare:	CPTLOG-2.00	
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,857	Sjekket/korrigert med CPTU sertifikat: Ja
Korreksjonsfaktor, b [-]:	0,01	Sjekket/korrigert med CPTU sertifikat: Ja

Nullverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	7457,5	7452,9	4,6	0,1	1
Friksjon:	131,6	130,4	1,2	0,9	1
Poretrykk:	235,7	235,1	0,6	0,3	1

	Avvik [°]	Anv. Kl.
Maks. helningavvik:	6,7	4

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

	Vert. avvik [m]	Vert. avvik [%]	Anv. Kl.	Hor. Avvik [m]
Maks dybdeavvik:	0,04	0,2	1/2	1,22

Pga. helning

Resulterebde anvendelsesklasse [-]: Anvendelsesklasse 4 (pga. helning ellers kl. 1)

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

Kommentarer til forsøket:



Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	2

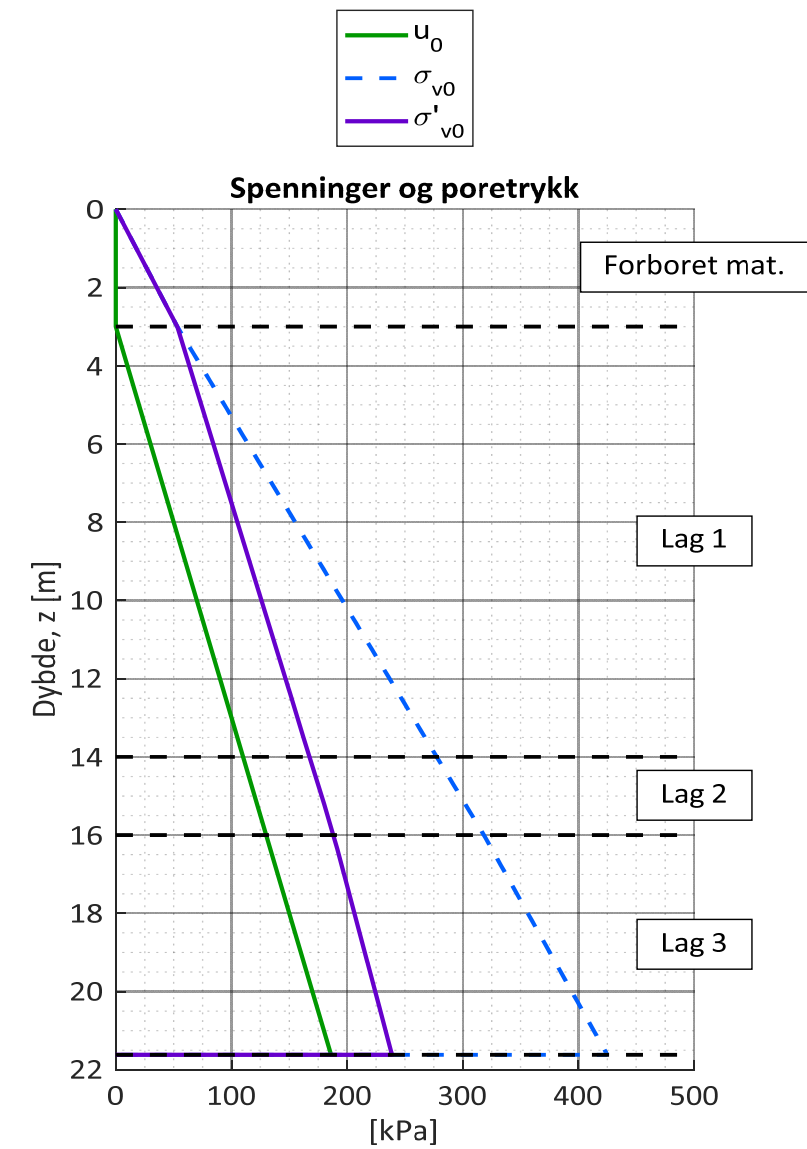
Lengde for kurve utglattung [m]:

Materiale defineres som følgende: 1=Drenert,2=Udrenert,3=Ikke tolket

Lagdeling	Toppnivå	Romvekt	Materiale	Klassifisering
Forboret	0,0	17,7		
Lag 1	3,0	20,4	2	Silt/leire (muligens kvikk)
Lag 2	14	20,4	2	Antatt sand/silt m. sandlag
Lag 3	16	19	1	Antatt lagdelt sand/silt masser med enkelte leirlag
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				

Poretrykksprofil

z [m]:	u ₀ [kPa]:
3	0
19	160

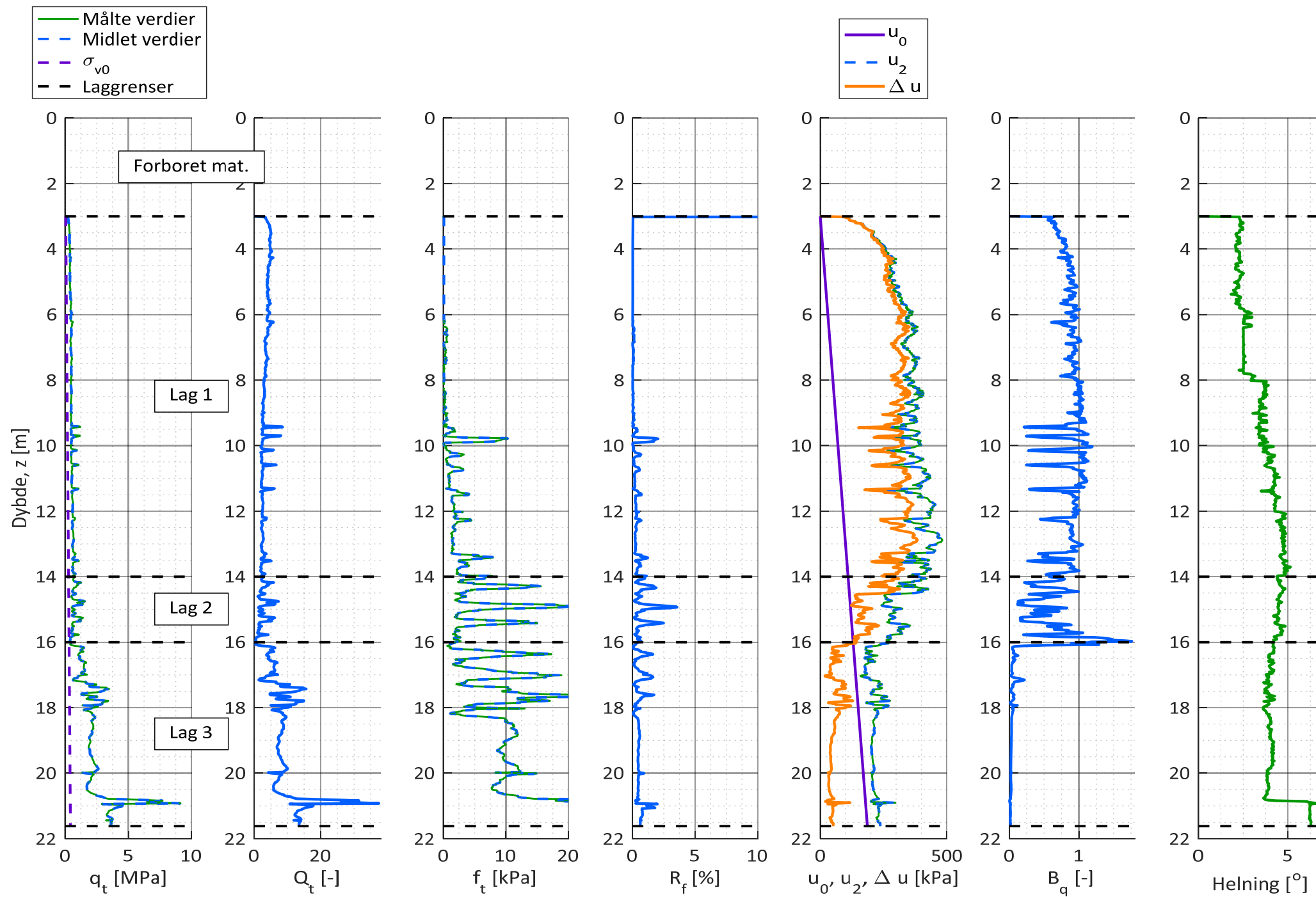


Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - Målte og normaliserte paramere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	3

Manuelle plot grenser	q _t [MPa]	Q _t [MPa]	f _t [kPa]	R _f [%]	u ₀ [kPa]	B _q [-]	Helning [°]
X_min							
X_max			20	10			



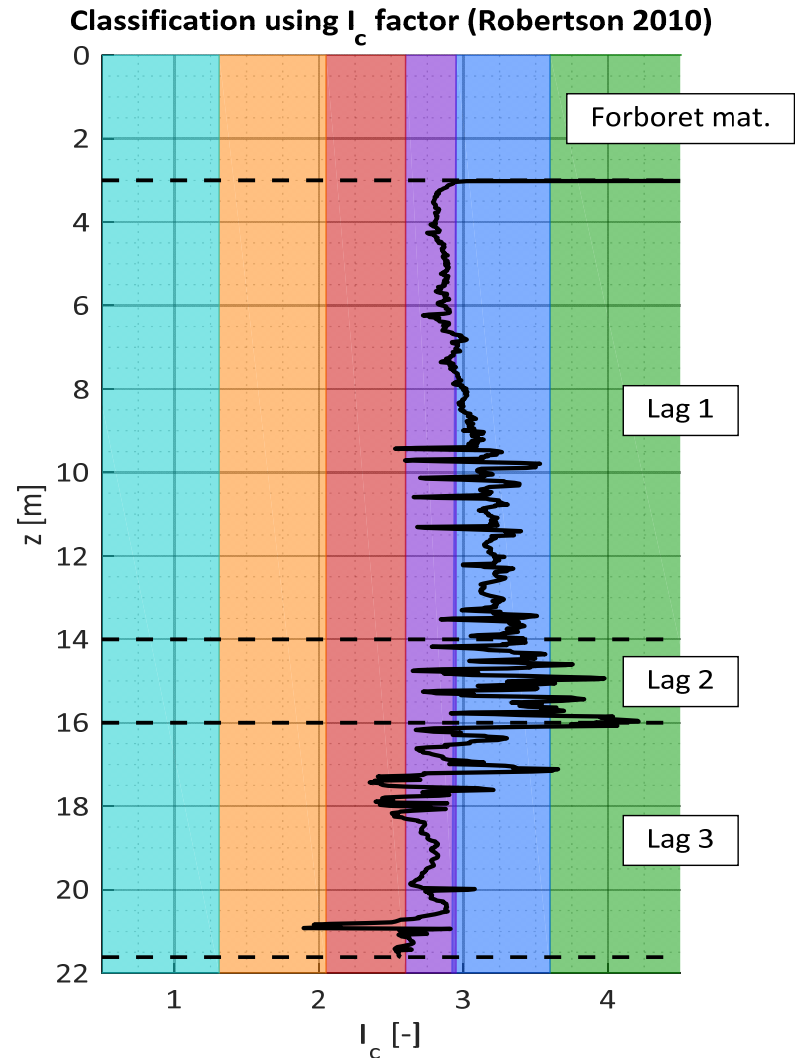
Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - Robertson chart (2010)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	28.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	4

NB! Fargene på de to figurene under viser til to ulike ting! På figuren til venstre viser ulike farger til de ulike robertson soner. På figuren til høyre viser fargene til valgt lagdeling.

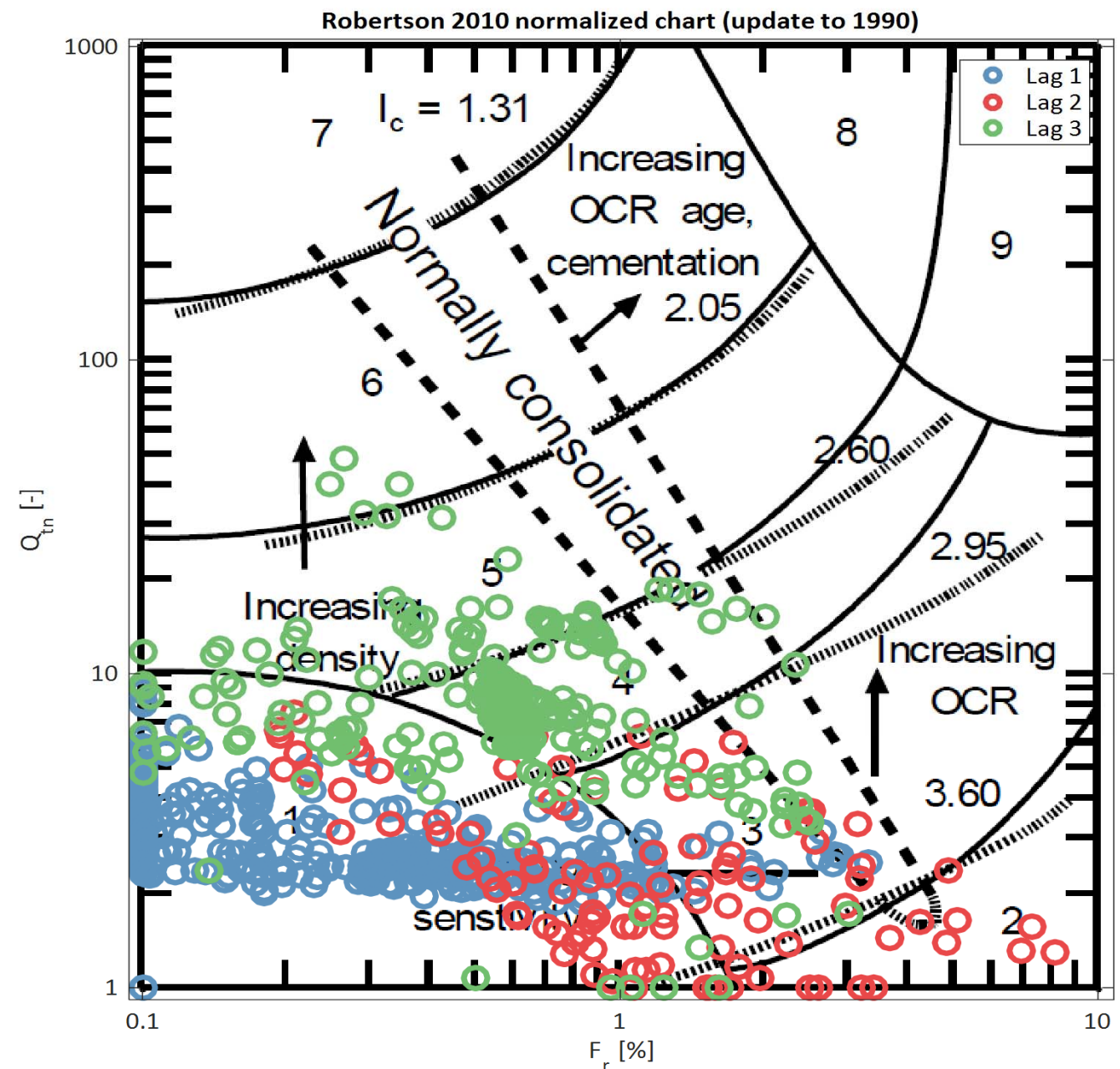
Rob. 2010 zone 2 - Organic soil to clay
Rob. 2010 zone 3 - Clays: Silty clay to clay
Rob. 2010 zone 4 - Silt mixtures: Clayey silt to silty clay
Rob. 2010 zone 5 - Sand mixtures: Silty sand to sandy silt
Rob. 2010 zone 6 - Sands: Clean sand to silty sand
Rob. 2010 zone 7 - Gravely sand to dense sand



Robertson 2009/2010 chart soner:

Zone	Soil behaviour type	I_c	Coefficient of permeability Guidelines, k
1	Sensitive, fine grained	N/A	$3 \cdot 10^{-10}$ til $3 \cdot 10^{-3}$
2	Organic soils - clay	>3.6	$1 \cdot 10^{-10}$ til $1 \cdot 10^{-8}$
3	Clays - silty clay to clay	2.95 - 3.6	$1 \cdot 10^{-10}$ til $1 \cdot 10^{-9}$
4	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	2.6 - 2.95	$3 \cdot 10^{-9}$ til $1 \cdot 10^{-1}$
5	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	2.05 - 2.6	$1 \cdot 10^{-7}$ til $1 \cdot 10^{-5}$
6	Sands - clean sand to silt sand	1.31 - 2.05	$1 \cdot 10^{-5}$ til $1 \cdot 10^{-3}$
7	Gravelly sandy to dense sand	<1.31	$1 \cdot 10^{-3}$ til 1
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A	$1 \cdot 10^{-8}$ til $1 \cdot 10^{-3}$
9	Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)	N/A	$1 \cdot 10^{-9}$ til $1 \cdot 10^{-7}$

Robertson (2009) foreslår videre: Drenert respons dominerer hovedsakelig for $I_c < 2.5$ og drenert respons hovedsakelig for $I_c > 2.7$



Tolkning CPTU

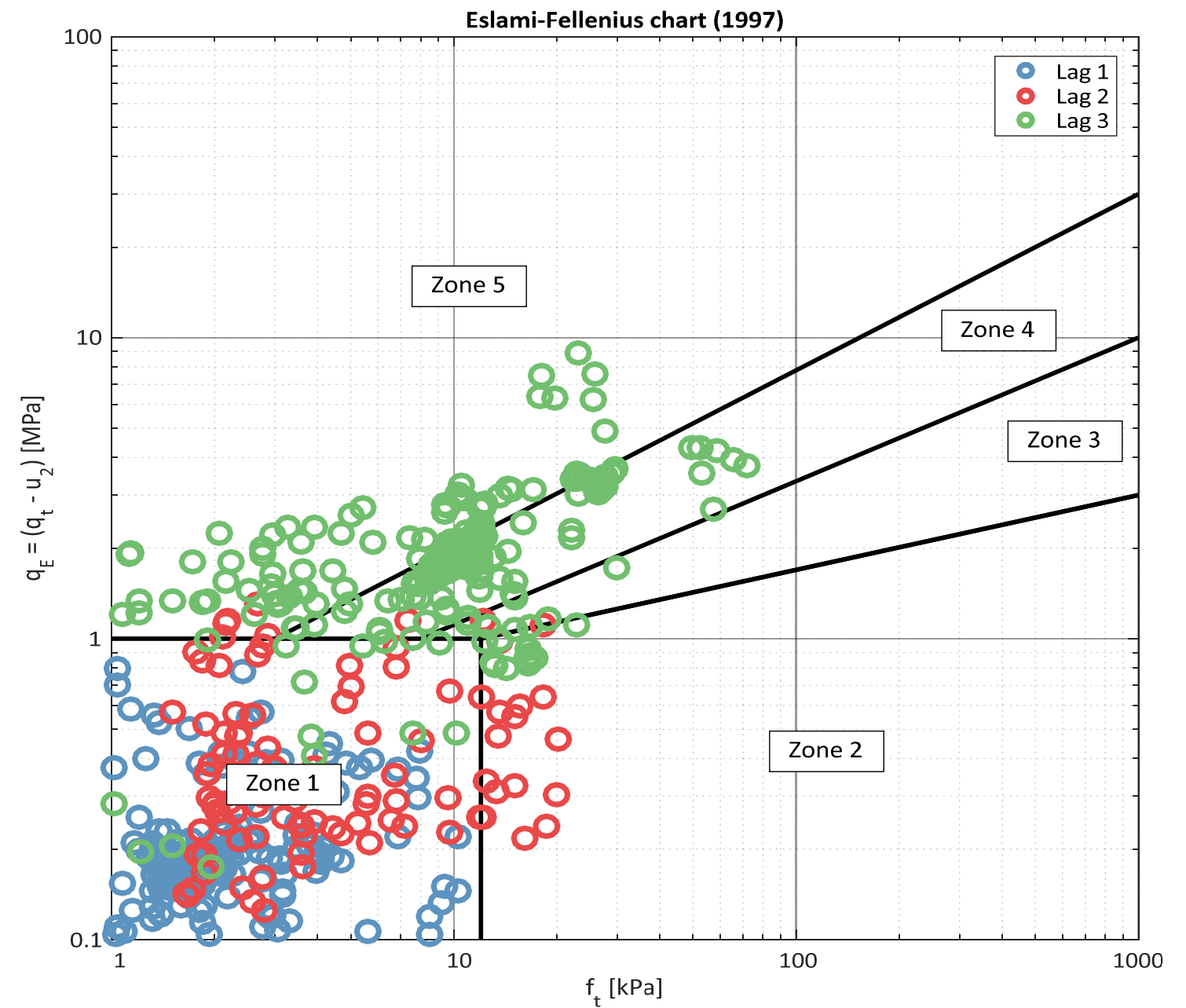
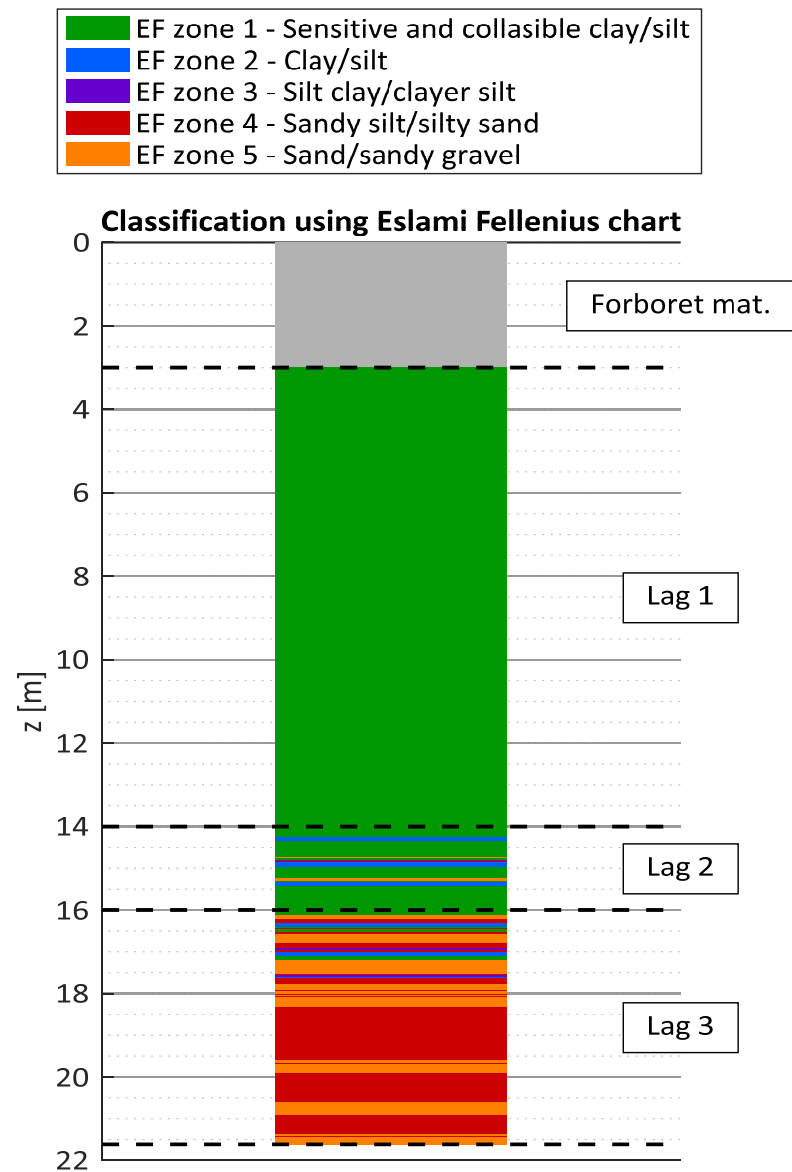
Klassifisering og lagdeling - Eslami Fellenius chart (1997)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	22.11.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	5

Eslami Fellenius (EF) chart soner:

Zone	Classification
1	Sensitive and collapsible clay and/or silt
2	Clay and/or silt
3	Silty clay and/or clayey silt
4	Sandy silt and/or silty sand
5	Sand and/or sandy gravel

NB! Fargene på de to figurene under viser til to ulike ting! På figuren til venstre viser ulike farger til de ulike EF kategorier. På figuren til høyre viser fargene til valgt lagdeling.

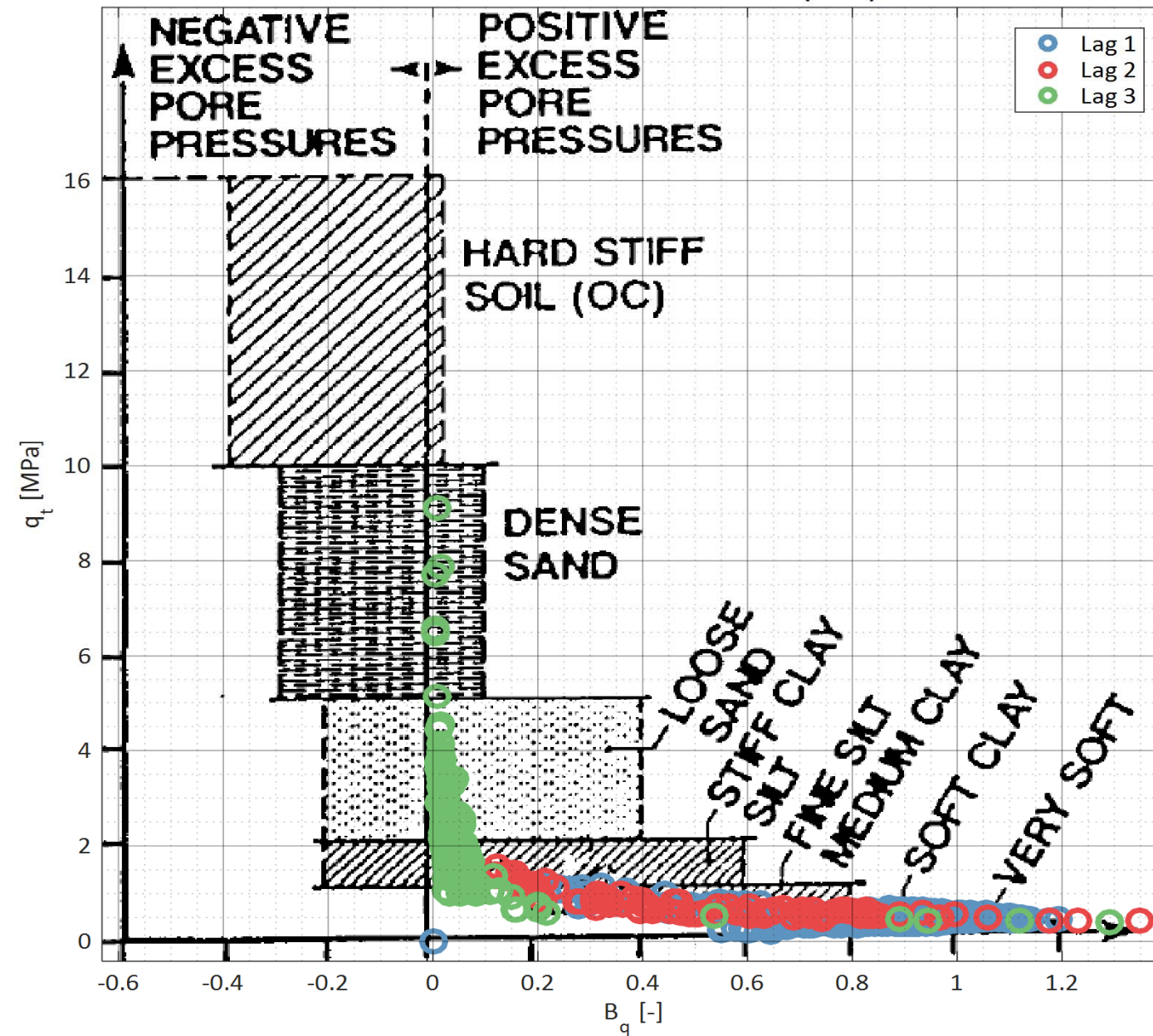


Tolkning CPTU

Klassifisering og ladeling - Senneset et. al. chart (1989)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	06.09.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
		3	6	

Senneset et. al. classification chart (1989)



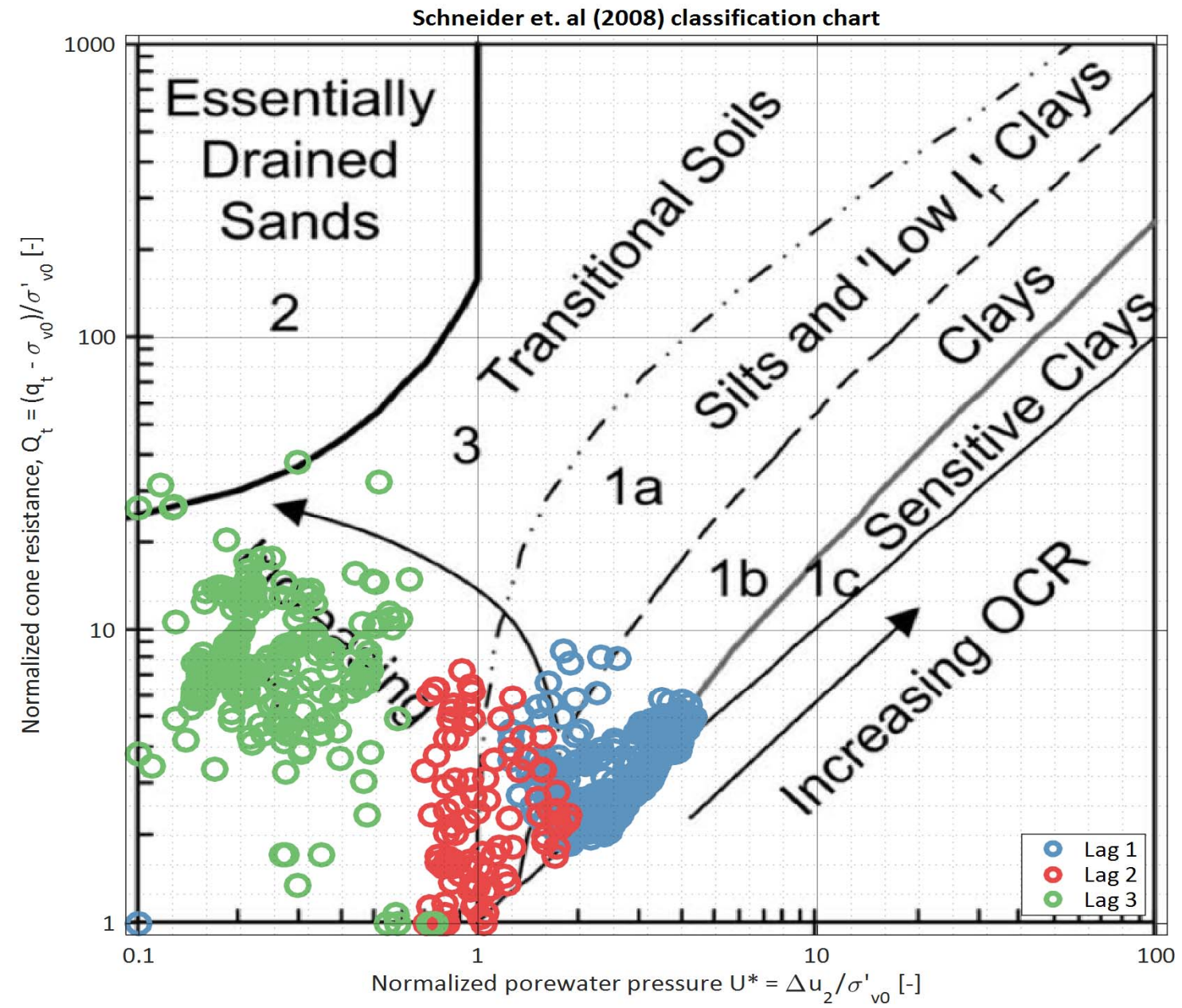
Tolkning CPTU

Klassifisering og lagdeling - drenert/udrenert oppførsel

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JAG	06.09.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	7

Schneider et. al. (2008) chart soner:

Zone	Soil type
1a	Silts and "low I _r " clays
1b	Clays
1c	Sensitive clays
2	Essentially drained sands
3	Transitional soils



Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR

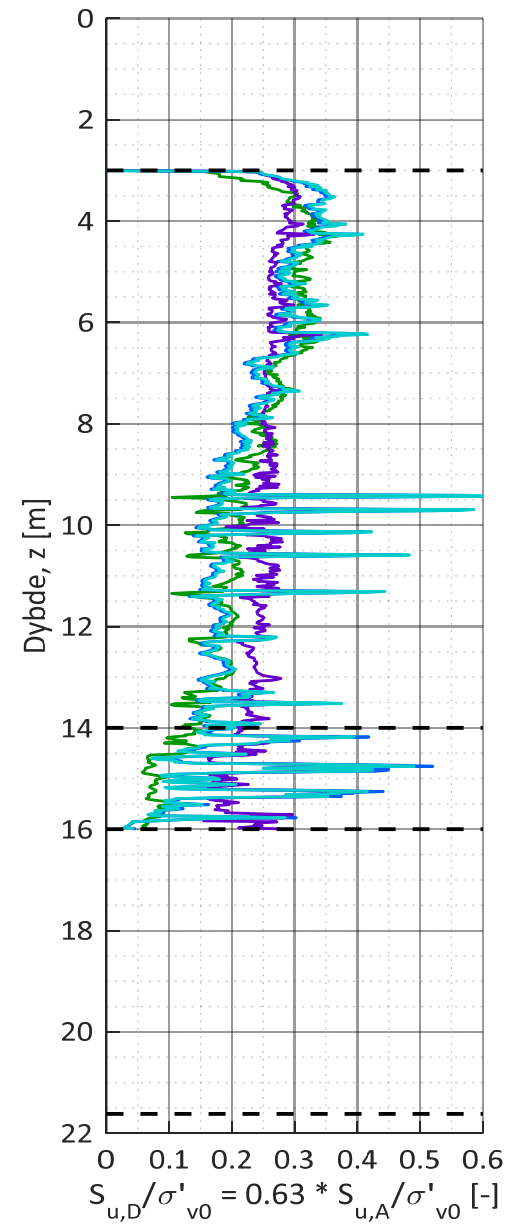
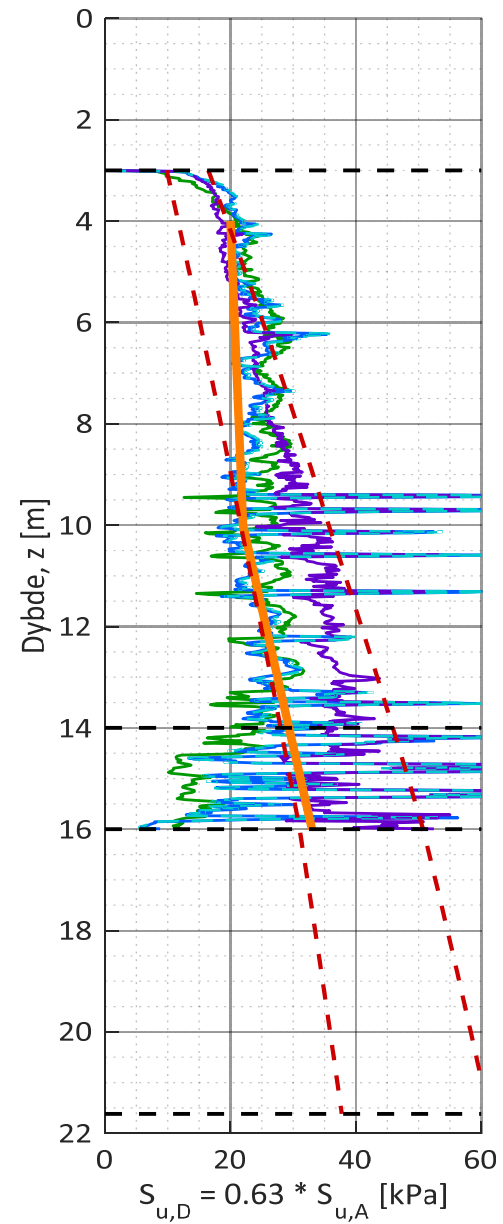
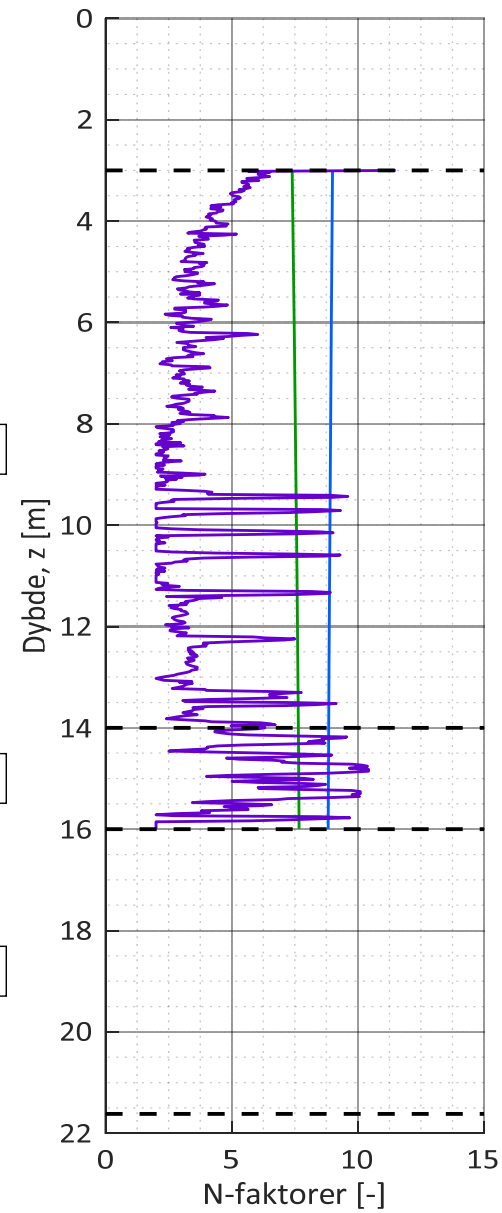
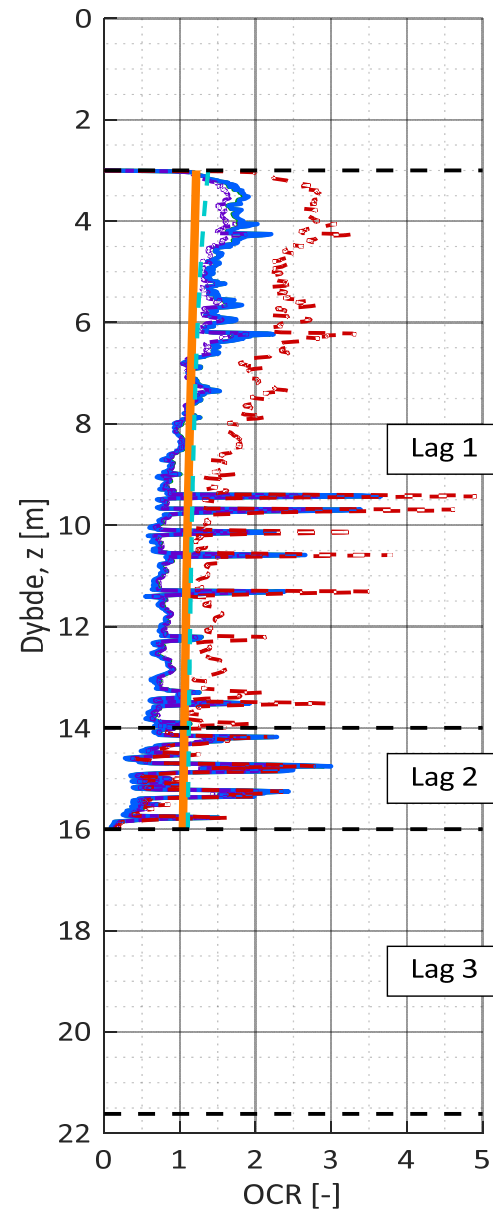
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JaG	06.10.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
			3	9

- OCR (Qt) - Karlsrud (2005)
- $OCR = 0.25 * Q_t^{1.25}$ - Robertson (2009)
- $OCR = 0.33 * Q_t$ - Mayne (1990)
- - - OCR - CONRAD
- - - Antatt opprindelig OCR ($\Delta\sigma'_{pc} = 20$ kPa)
- OCR tolket

- $N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- N_{kt} - Karlsrud (2005)
- N_{ke} - Karlsrud (2005)

- $S_{u,D} - N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{kt}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{ke}$ - Karlsrud (2005)
- - - $S_{u,D}$ - CONRAD
- - - $0.16 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- - - $0.26 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.90}$
- Valgt design linje

- $S_{u,D} - N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{kt}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D} - N_{ke}$ - Karlsrud (2005)
- $S_{u,D}$ - CONRAD

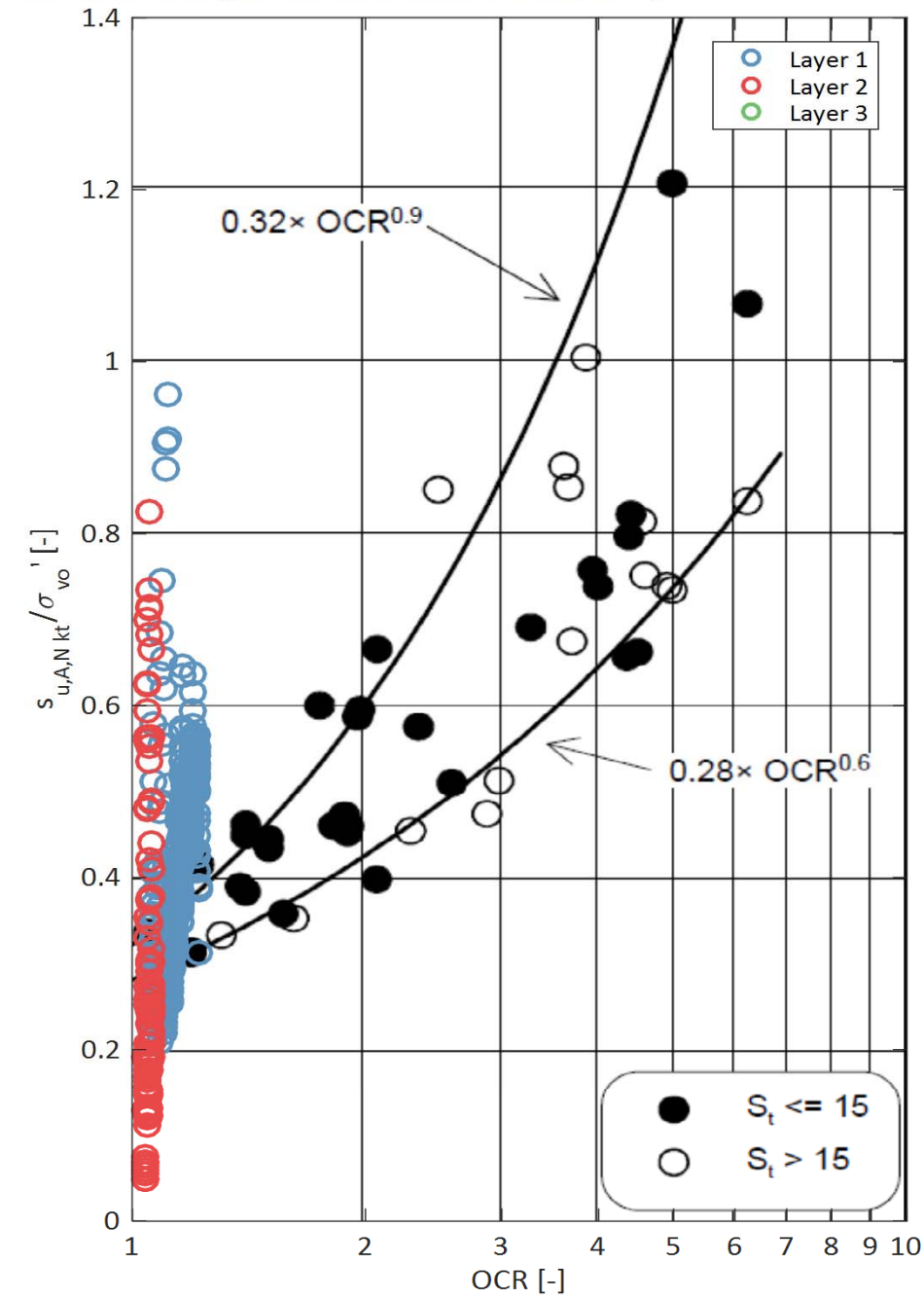
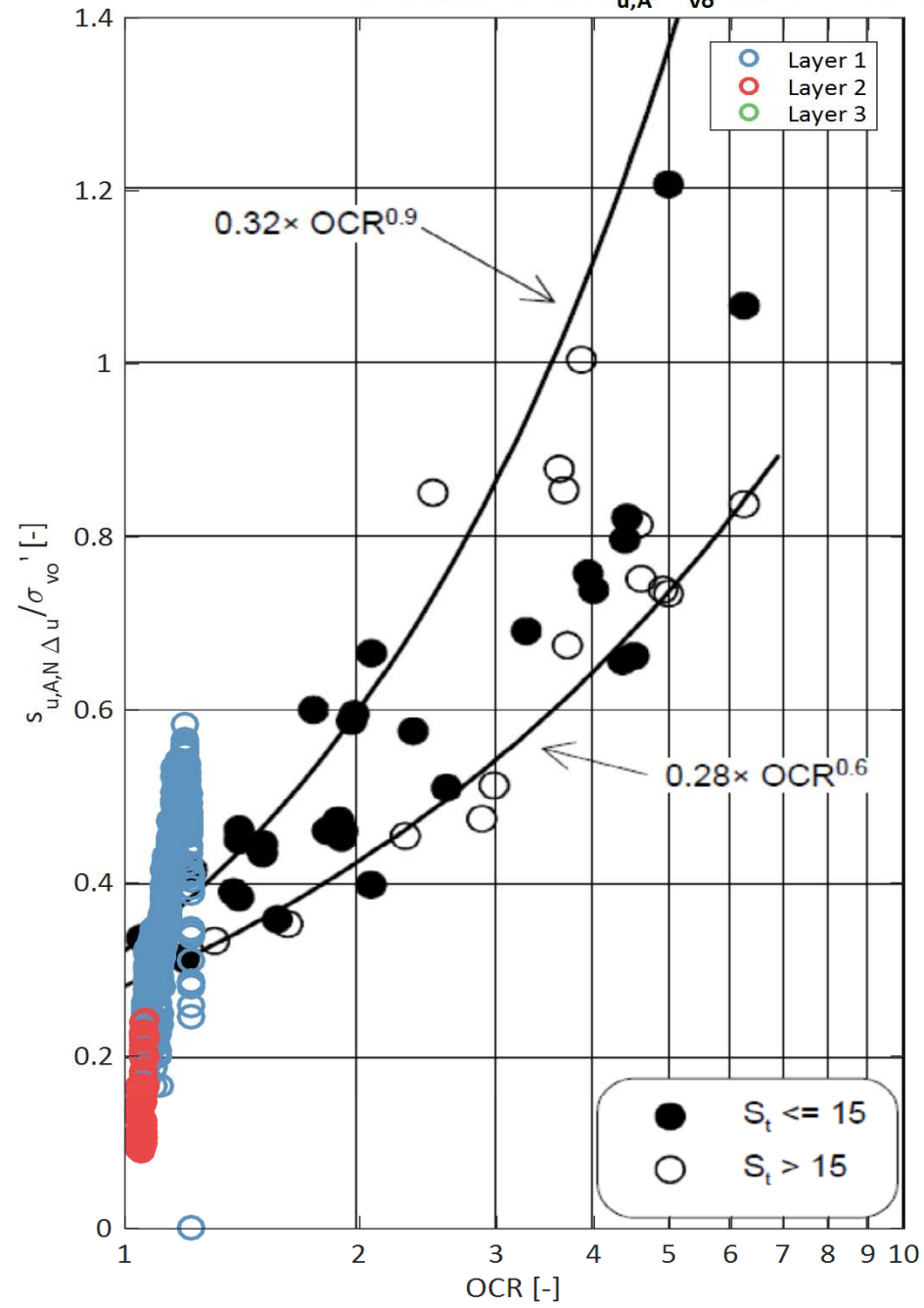


Tolkning CPTU

OCR sammenlignet med databaseverdier for norske leirer

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Burpunkt nr.
JaG	06.10.2016	Porsgrunn. Reg. plan Elvegata	112199	8
Ktr.			GVS [m]	Side nr.
			3	10

Relasjon mellom $s_{u,A} / \sigma_{vo}'$ og OCR basert på treksforsøk av blokprøver - K. Kalsrud et. al. (2005)



BORING NR
BORET DATO 29.9.82

GEOTEKNISKE DATA

BORPLAN NR
22084-2

TERRENGKOTE 2.80 BUNNKOTE	DYBDE (m) PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n %	O _{na} %	ρ t/m ³	SKJÆRFESTHET S _u (kN/m ²)					S _t
		20	30	40	50				10	20	30	40	50	
Siltig kvikkleire	86							20.2						125
	87							20.1						103
	88							19.3						319
Kvikkleire	89							19.9						353
	90							20.5						44
Siltig leire	91							20.4						15

Kommentar:

*Boringene ble avsluttet ~ 20 m
M. korning i faste
sandmasser.*

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
— (W_F) FINHETSTALL ELLER
(W_L) FLYTEGRENSE
— (W_p) UTRULLINGSGRENSE

n = PORØSITET
O_{na} HUMUSINNHOOLD
▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK

Vedlegg til notat dat. 27.05.2002

NOTEBY AS
Rådgivende ingeniører MRIF

OPPDRAG NR.

700318

VEDL. NR.

3

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGR.

4000-515a

KONTR.

TEGNET

DATO

MÅ

AF

6.10.82