

Bruavegen Industriområde

Geoteknisk prosjekteringsrapport

Reguleringsplan



Dokumentnr. 21303-RIG02

Versjon 2

16.2.2022



Prosjekt

Prosjektnavn: Bruavegen Industriområde
Prosjektfase: Reguleringsplan
Oppdragsgiver: ASBJØRN KROGSTAD AS
Kontaktperson: Odd-Henrik Krogstad

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer: 21303
Ansvarlig geotekniker: Trym Abrahamsen
Andre nøkkelpersoner: Callum Jacobson

Dokument

Dokumenttype: Geoteknisk prosjekteringsrapport

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
1	17.1.2022	Til levering	Callum Jacobson	Trym Abrahamsen
2	16.2.2022	<i>Justert etter uavhengig kvalitetssikring</i>	<i>Callum Jacobson</i>	<i>Trym Abrahamsen</i>

Sammendrag

Det gjennomføres planforslag for Bruavegen industriområde på Lundamo i Melhus kommune. Tomten ligger rett ved Lund kvikkleiresone og det er derfor nødvendig å dokumentere tilstrekkelig stabilitet i nærliggende skråninger langs elvebredden innenfor denne sonen. ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk prosjektering.

Grunnundersøkelser fra toppen av elvebredden viser et topplag bestående av leire. Under dette er et tynt lag faste friksjonsmasser. Deretter er det leire til stor dybde. Grunnundersøkelser fra bunnen av elvebredden viser et tynt topplag friksjonsmasser over leire til stor dybde. Det er tatt opp flere prøver som er definert som kvikkleire eller sprøbruddmateriale og det er antatt kvikkleire i det nedre leirlaget.

Tomten ligger nær kvikkleiresonen 459 Lund. Tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres i nærliggende skråninger i denne sonen med stabilitetsberegninger iht. NVEs veileder 1/2019.

Tomten vurderes å ikke ligge innenfor et løснеområde for kvikkleireskred på grunn av topografi, og å være tilstrekkelig sikret mot erosjon iht. NVEs veileder 1/2019 på grunn av tidligere gjennomførte sikringstiltak.

Justeringer i versjon 2 er markert blått og i kursiv. Dette er justeringer etter uavhengig kvalitetssikring av Watnconsult.

Foreliggende rapport er utarbeidet av ERA Geo AS, som har opphavsrett til hele og deler av rapporten. Rapporten må ikke benyttes til andre formål enn omfattet av kontrakten mellom oppdragsgiver og oss. Rapporten må ikke gjøres tilgjengelig til tredjepart, eller endres, uten vårt samtykke.

Innholdsfortegnelse

Tomten ligger nær	2
1 Innledning	4
2 Beskrivelse av tiltaket og tomten	4
3 Grunnforhold	6
3.1 Grunnvann	6
4 Regelverk	6
4.1 Standarder.....	6
4.2 Krav til sikkerhet områdestabilitet	7
5 Naturfare	7
6 Geotekniske vurderinger	8
6.1 Områdestabilitet	8
6.1.1 Materialparametere	9
6.1.2 Løsneområde	10
6.1.3 Utløpsområde	10
6.1.4 Erosjon	10
7 Konklusjon	11
Referanser	11

Vedlegg

Vedlegg - Ødometertolkning

V301 Stabilitetsprofil A

V302 Stabilitetsprofil B

CPTu E1

CPTu E4

1 Innledning

Det gjennomføres planforslag for Bruavegen Industriområde på Lundamo i Melhus kommune. Etter tilbakemelding fra kommunen er det behov for videre vurdering av kvikkleirefare på tomten.

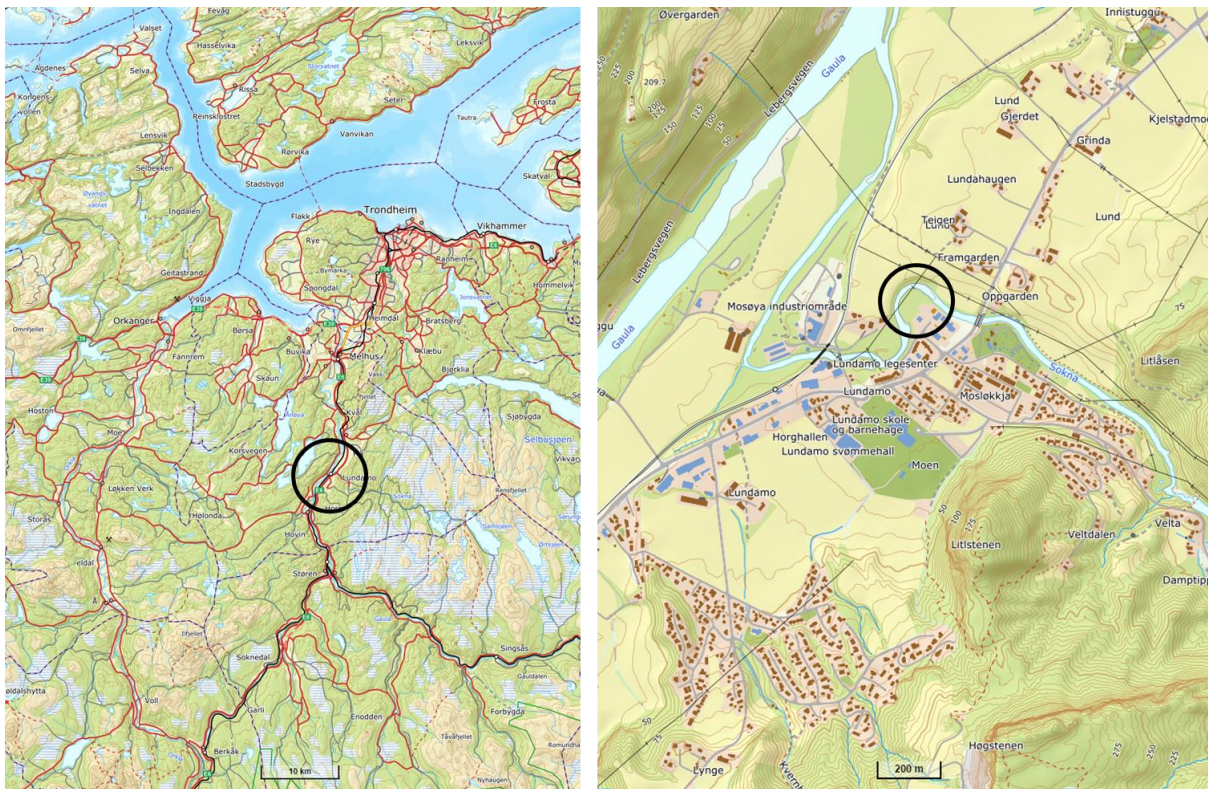
Tomten ligger rett ved Lund kvikkleiresone. Det ligger også innenfor et aktsomhetsområde for flom.

Da den aktuelle tomten ligger innenfor mulig utløpssone for skråning på motsatt side av elven er det behov for å dokumentere tilstrekkelig stabilitet av denne skråningen.

ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk vurdering av områdestabiliteten.

2 Beskrivelse av tiltaket og tomten

Tiltaket ligger på et flatt område langs den sørvestlige siden av Lundesokna. Det er ca. 10 m høye, bratte skråninger langs den nordvestlige bredden av elven. Løsmassekart fra NGU antyder at løsmassene ved tiltaket består av elveavsetning og marin strandavsetning.



Figur 1: Tiltakets plassering i Melhus kommune (Kilde: norgeskart.no, hentet 12.11.2021)



Figur 2: Topografisk kart med skyggerelieff (atlas.nve.no).



Figur 3: Flyfoto av tiltaket (Kilde: kart.finn.no, hentet 2.1.2022).

3 Grunnforhold

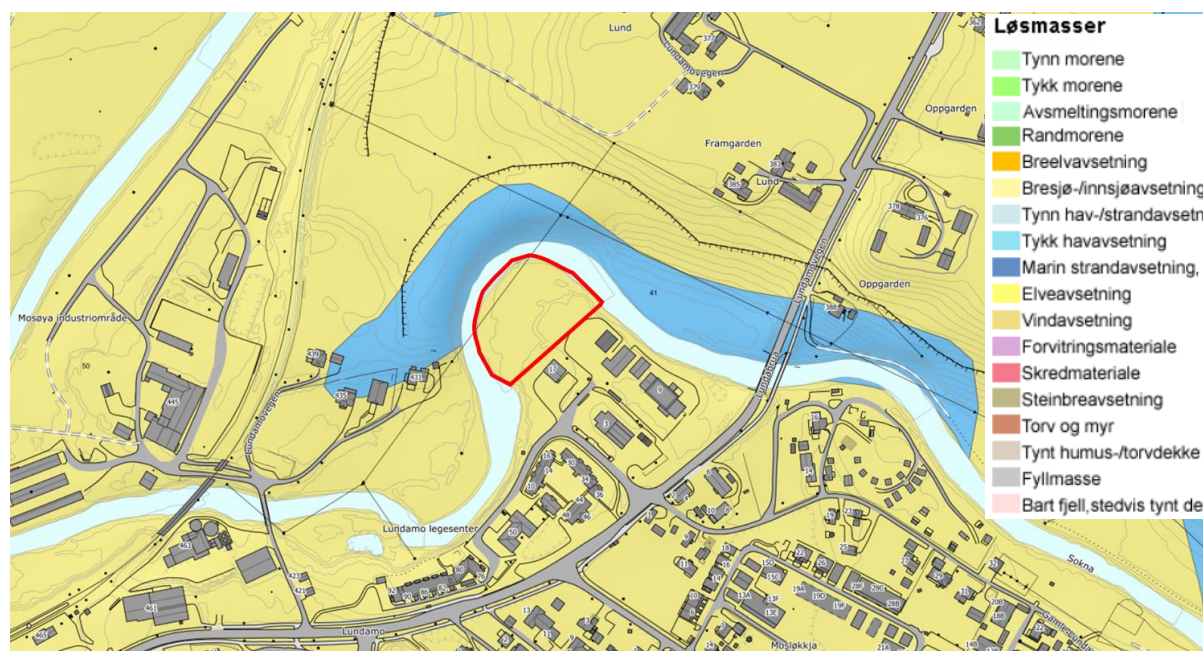
Det ble utført grunnundersøkelser av Lingen Grunnboring i november 2021, rapportert av ERA Geo i rapport 21303-RIG01 (1). Det vises til denne rapporten for detaljerte resultater fra grunnundersøkelsene. Det ble boret til 20 meters dybde i alle borehull. Det er ikke påtruffet berg i noen av posisjonene, så avstanden til berg er ikke kjent.

Totalsonderinger og prøver fra toppen av elvebredden viser et topplag bestående av leire ned til ca. 3,5–7,0 m dybde. Under dette er et lag faste friksjonsmasser med tykkelse på ca. 1,0–2,0 m. Deretter er det leire til stor dybde.

En totalsondering langs elvebredden, i bunn av skråningen, viser et topplag friksjonsmasser over leire til stor dybde.

Det er tatt opp prøver som er definert som sprøbruddmateriale på 9,5 m og 12 m dybde i posisjon E1. Det er antatt kvikkleire i deler av leirlaget i alle posisjoner.

Løsmassekart fra NGU antyder at løsmassene ved tiltaket består av elveavsetning og marin strandavsetning, se Figur 4.



Figur 4: Løsmassekart. (Kilde: ngu.no, hentet 12.11.2021).

3.1 Grunnvann

Det er installert 2 piezometre på henholdsvis 8 og 15 m dybde i posisjon E1. Det øverste piezometeret indikerer en grunnvanstand på ca. 5 m dybde, mens det dypeste indikerer grunnvannsstand ca. 10 m under terreng. Det vurderes at dette skyldes undertrykk i leiren.

4 Regelverk

4.1 Standarder

I henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 (2) skal det for tiltak som berører kvikkleiresoner fastsettes tiltakskategori etter Tabell 3.1 og 3.2. Sammen med faregrad før utbygging angir tiltakskategorien krav til kontroll av prosjekteringen. Det vurderes at industriområdet havner i tiltaksklasse K3. Ved tiltakskategori K3 kreves det kvalitetssikring utført av uavhengig foretak.

4.2 Krav til sikkerhet områdestabilitet

Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet settes ut fra NVE veileder nr. 1/2019 (2). I henhold til kap. 3.3.7:

«Hvis tiltaket ligger foran foten (i utløpsområdet) av skråningen, ligger skråningen utenfor influensområdet til tiltaket dersom stabiliteten ikke forverres pga. f.eks. graving eller peleramming»

Videre står det under 3.3.6:

«For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet for tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{cp} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cp} og F_{cu} økes prosentvis...»

Det vurderes at tiltaket ligger utenfor influensområdet til skråningen og krav til sikkerhet settes dermed til $F_{cp} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$.

Under 4.8 er det henvist til NIFS rapport 15/2016 som beskriver hvordan sikkerhet for skråninger hvor stabiliteten ikke blir påvirket av byggetiltaket vurderes:

«Effektivspenningsanalyse kan benyttes for å beregne en skrånings sikkerhet, under følgende forutsetninger (vurdert av geotekniker):

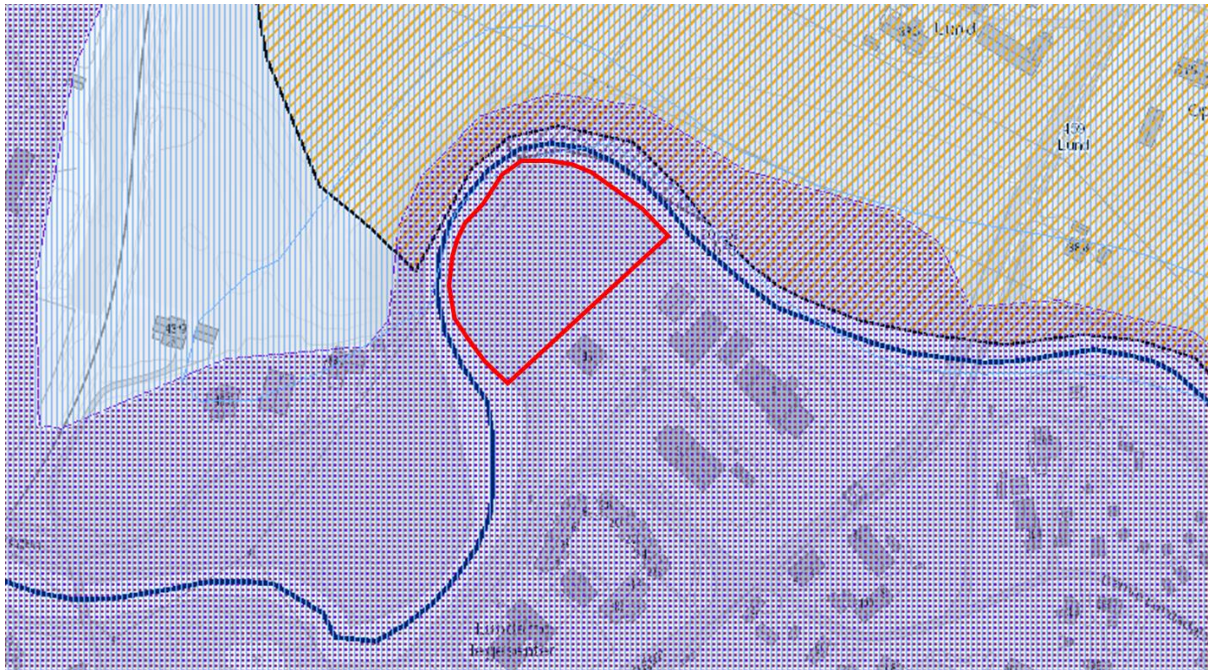
- *Skråningen er i en permanent, dvs. tilnærmet stasjonær spenningstilstand innenfor poretrykkets naturlige variasjon med årstider, herunder også medregnet påregnelig/erfaringsmessig virkning fra langvarig nedbør (se kap. 5.3.2 og 7.2.2)*
- *Poretrykksfordelingen er godt undersøkt i skråningen og at det tas hensyn til variasjoner som nevnt ovenfor (se kap. 7.2.2)*
- *Det ikke er erosjon som forverrer stabiliteten i skråningen, eller at skråningen er erosjonssikret (erosjon som potensielt kan medføre fare for udrenerte spenningsendringer, dvs. at fare for undergraving/utglidning i skråningen på forhånd forbygges/erosjonssikres). Det forutsettes at sikringstiltaket ikke endrer spenningstilstanden negativt.*
- *Lagdelling, effektive styrkeparametere og tyngdetetthet er tilfredsstillende bestemt iht. kap. 5 og 7.*
- *Totalspenningsanalyse dokumenterer tilstrekkelig robusthet mot uforutsette situasjoner ($F_{cu} \geq 1,20$ iht. kap. 3.3.6)».*

5 Naturfare

Det er undersøkt for naturfarer på NVE Atlas. Det er registrert aktsomhetsområder for kvikkleire og flom ved tomten.

Tomten ligger like sør for den allerede utredede kvikkleiresonen 459 Lund med middels faregrad. Derfor ligger tomten innenfor en mulig utløpsone for kvikkleireskred.

Et aktsomhetsområde for flom finnes langs Lundesokna. Flomfare må vurderes av en hydrogeolog.



Figur 5: Registrerte naturfarer, flomfare i lilla, kvikkleiresone 459 Lund i oransje, mulighet for marin leire i hele området. (Kilde: atlas.nve.no, hentet 2.1.2022).

6 Geotekniske vurderinger

6.1 Områdestabilitet

Det er gjort beregninger knyttet til stabiliteten av kvikkleireforekomstene for skråninger som strekker seg nord og vest for tiltaket. Disse skråningene ligger i en faresone for kvikkleire, men ligger utenfor influensområdet for tiltaket. Derfor gjelder krav til sikkerhet $F_{\text{cp}} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{\text{cu}} \geq 1,20$, iht. NVEs veileder 1/2019. Se også kapittel 4.2 for NVEs krav til sikkerhet for områdestabilitet.

Stabilitet ble beregnet med Geosuite Stability v. 16.1.5.0 i to snitt for øst-vest (Profil A) og nord-sør (Profil B), se Figur 6. For resultater av stabilitetsberegningene, se henholdsvis vedlagte tegninger V301 og V302.



Figur 6: Plassering av stabilitetsprofiler.

6.1.1 Materialparametere

Det er gjennomført grunnundersøkelser inkludert trykksøndering (CPTu) og laboratorieforsøk for å definere lagdeling av jordmaterialer og skjærfasthet i leirelaget med kvikkleire. Anisotropi-faktorer brukt for kvikkleire er de som anbefales i NIFS rapport 14/2014 (3).

OCR for leiren er tolket ut fra 2 ødometerforsøk, som vist i vedlegg og Tabell 2. Både ødometerforsøk, samt rutineforsøk på vanninnhold og skjærstyrke, indikerer at det er overkonsolidering med OCR større enn 4. Modultallet er vanskelig å tolke, da ødometerne kun er kjørt til 1200 kPa og prekonsolideringsspenningen er høy. Modultallet har derimot ikke betydning i denne sammenheng.

Udrenert skjærfasthet i leiren (og sandlaget for konservatisme) er modellert med C-profil i Geosuite. C-profilene er basert på tolkningen av treaksforsøk og CPTu-data, se vedlegg 1 og 2. Det kommenteres at CTPu-forsøkene er av god kvalitet og at det er godt samsvar mellom prekonsolidering fra ødometerforsøk og tolkningsmetoder i trykksønderingen. Skjærspenning fra treaksialforsøkene ligger derimot et stykke under metodene fra CPTu. I beregningene er det konservativt valgt å legge størst vekt på treaksialforsøkene.

Drenerte parametere for leiren er tolket ut fra 3 treaksialforsøk, som vist i Figur 7.

Parametere for andre materialer ble valgt basert på anbefalte parametere fra Statens vegvesens håndbok V220 (5).

Grunnvannstanden ble modellert på 5 m dybde fra toppen av skråningen basert på poretrykksmålinger. Det er benyttet hydrostatisk trykk, som er en konservativ tilnærming, da poretrykksmålinger indikerer undertrykk i leirelaget.

For stabilitetsberegninger benyttes følgende materialparametere:

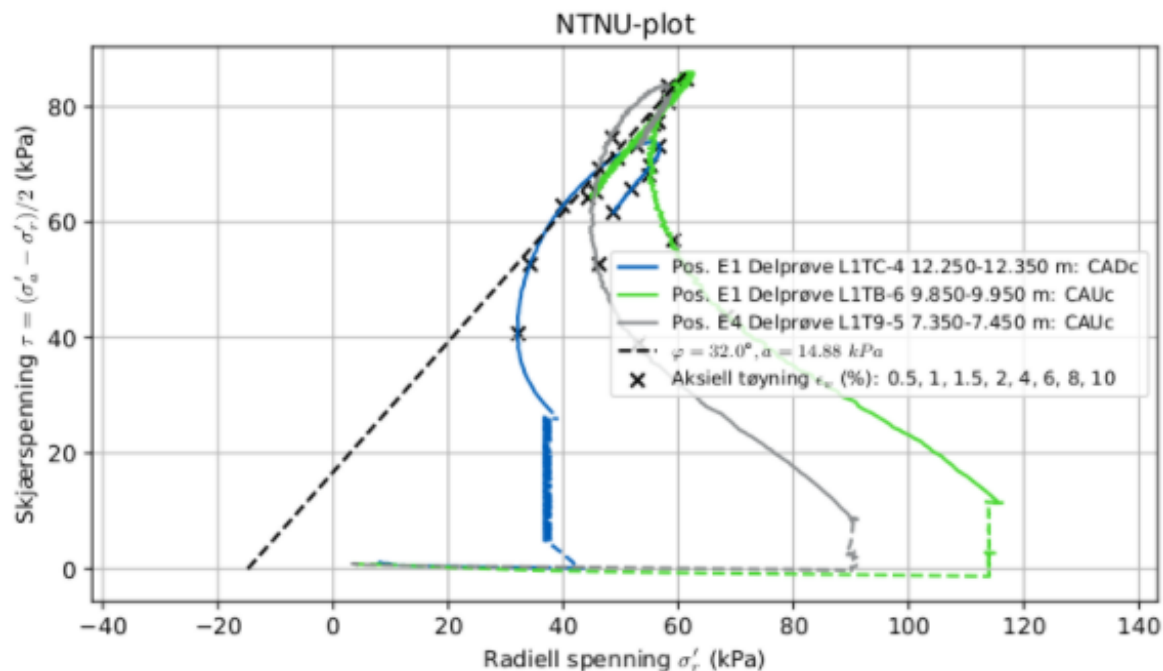
Tabell 1: Materialparametere

Materiale	Dim. tyngdetetthet	Friksjonsvinkel, drenert	Kohesjon	Skjærfasthet, udrenert	Anisotropi-faktorer for kvikkleire		
	kN/m ³	grader		kPa	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19,0	30	0	-	-	-	-
Leire	19,7	32	9,3	C-profil	1,00	0,63	0,35
Sand	19,0	31	0	C-profil	1,00	0,63	0,35

Tabell 2: Sammendrag av ødomertolkning

Posisjon	Dybde	σ_{v0}' *	$p0'$	OCR	M
E1	9,85 m	141 kPa	ca. 730 kPa	ca. 5,2	ca. 16 MPa
E4	7,30 m	116 kPa	ca. 730 kPa	ca. 6,3	ca. 16 MPa

* σ_{v0}' basert på romvekt fra laboratorieforsøk og grunnvannstand på 5 m dybde.



Figur 7: Tolkning av treaksialforsøk.

6.1.2 Løsneområde

Tiltaket ligger på et flatt område foran foten av skråningene på andre siden av Lundesokna mot vest og nord. Mot sørøst er terrenget tilnærmet flatt.

Derfor vurderes det at tomten ikke ligger i mulige løsneområder for kvikkleireskred iht. NVEs veileder 1/2019 (2).

6.1.3 Utløpsområde

Beregningene av skråningsstabilitet viser tilstrekkelig stabilitet i skråningene iht. NVEs veileder 1/2019 (2), med $F_{\text{c}\varphi} \geq 1,25$ og $F_{\text{cu}} \geq 1,20$ i begge snitt.

I drenerte beregninger viser en sikkerhetsfaktor på 1.51, mens udrenerte beregninger viser 1.79.

6.1.4 Erosjon

Iht. NVEs veileder 1/2019 skal det for K3 tiltak vurderes erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket (2).

Tiltaket ligger langs Lundesokna og tåen til en kvikkleireholdig skråning ligger på motsatt side av elva. Derfor er det viktig at erosjonssikring finnes langs Lundesokna for å hindre at elva graver i skråningen slik at skred utløses.

Det dokumenteres av NVE at erosjonssikringstiltak ble prosjektert for en 330 m lang strekning langs Lundesokna i samme område som dagens foreslåtte industriområde-tiltak (6). Prosjekterte erosjonssikringstiltak inkluderte plassering av stein langs elva, nedplanering og utslaking av elvebredden, og massefjerning langs innvendig sving av elva, se Figur 8. Disse tiltakene ble igangsatt og ferdigstilt i 2016 (7).

Derfor vurderes det at skråningen er tilstrekkelig sikret mot erosjon.



Figur 8: Oversiktskart over erosjonssikringstiltak. (Kilde: NVE, 2011).

7 Konklusjon

Tomten ligger nær kvikkleiresonen 459 Lund. Tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres i nærliggende skråninger i denne sonen med stabilitetsberegninger iht. NVEs veileder 1/2019.

Tomten vurderes å ikke ligge innenfor et løснеområde for kvikkleireskred, og å være tilstrekkelig sikret mot erosjon iht. NVEs veileder 1/2019.

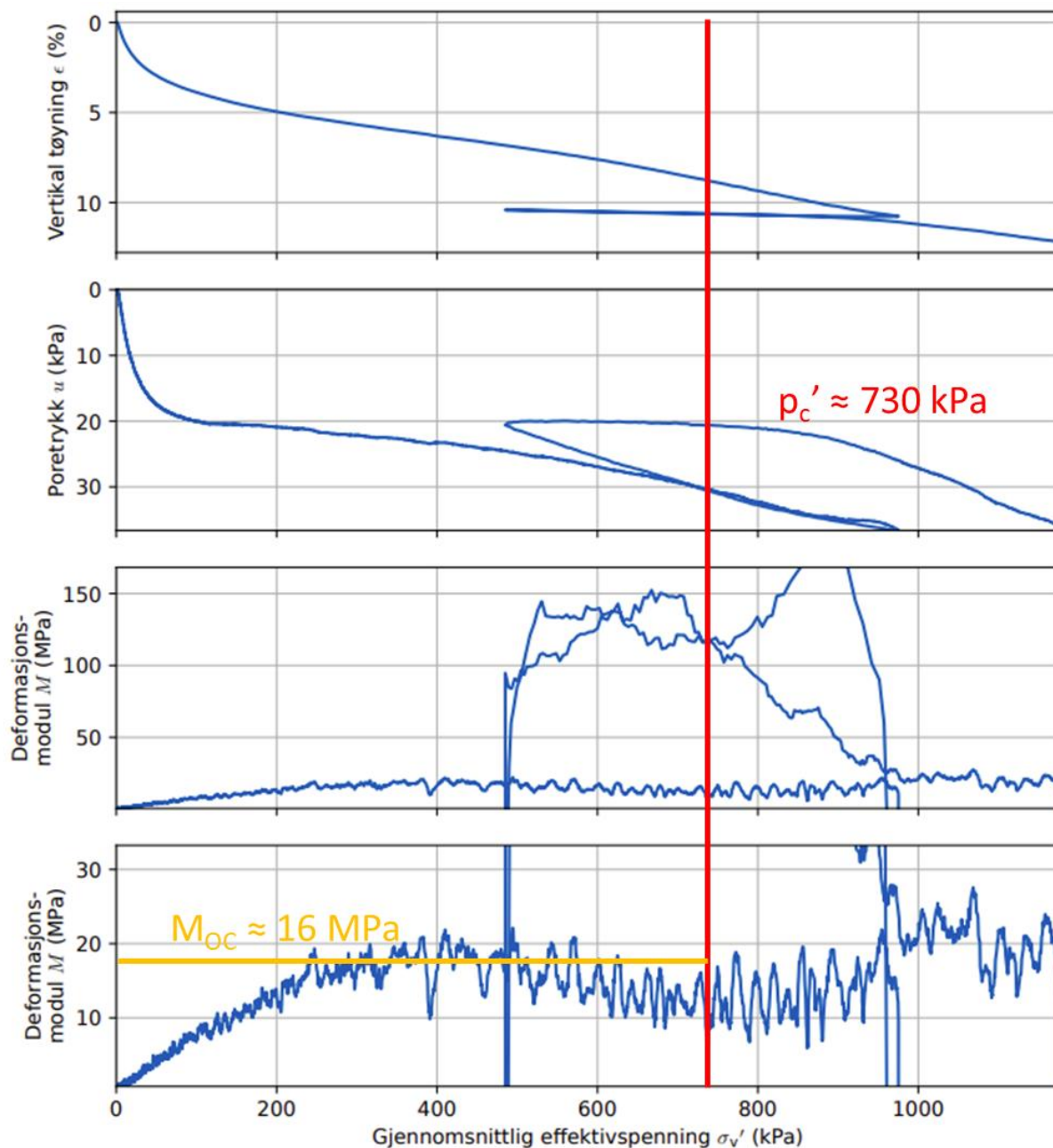
Det vurderes at tomten er egnet for tiltaket.

Referanser

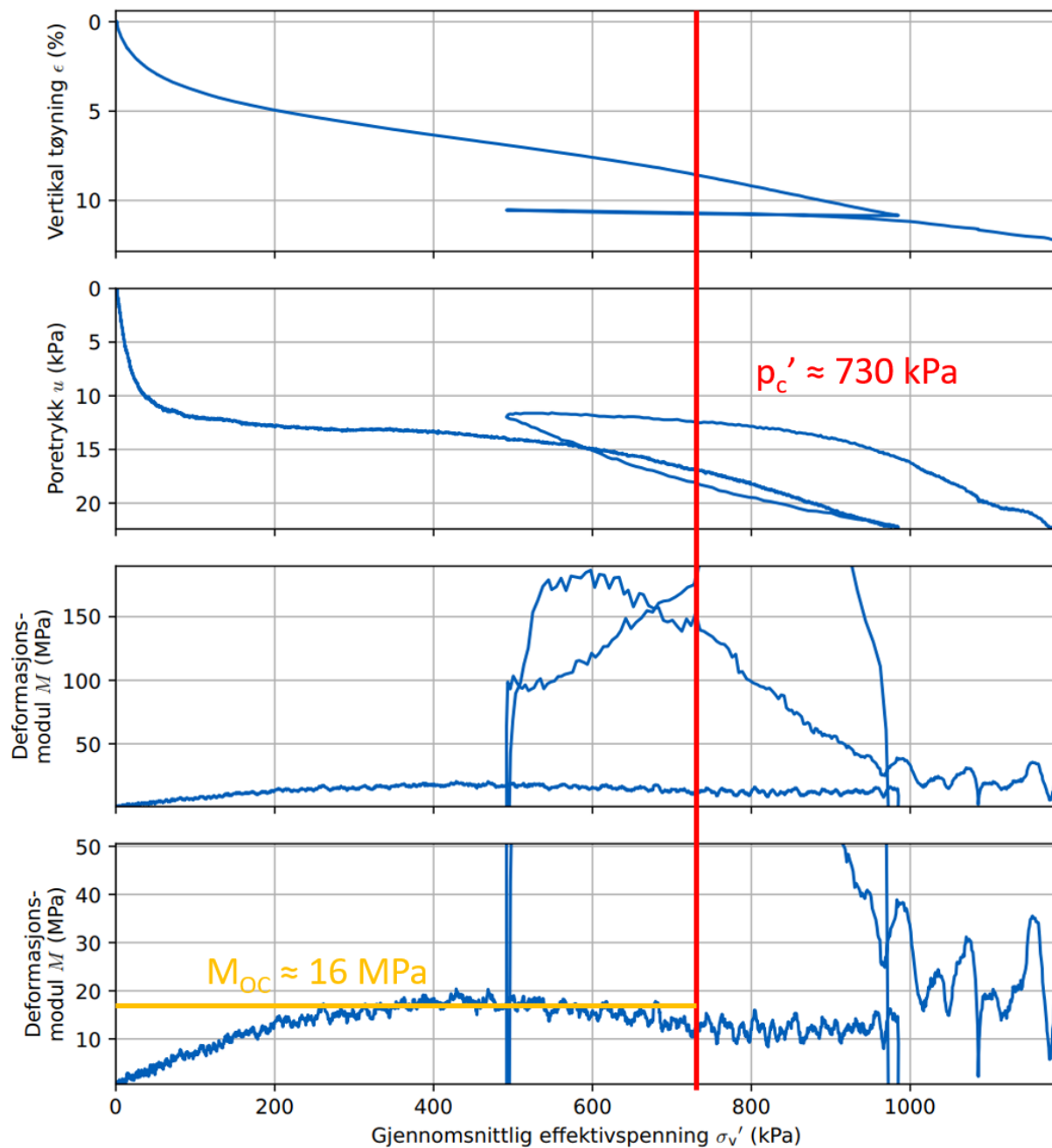
1. ERA Geo. 21303-RIG01 Geoteknisk datarapport. 2021.
2. Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE. Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. 2020.
3. Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. 2014.
4. Norsk Geoteknisk Forening, NGF. Melding 11 - Veiledning for prøvetaking. 2013.
5. Statens vegvesen. Håndbok N200 Vegbygging. 2021.
6. Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE. Tiltak i vassdrag - 9481 Lundesokna ved Lundamo - revidert plan. Melhus kommune, Sør-Trøndelag. 2011.
7. Melhus kommune. Erosjonssikring i Lundesokna på Lundamo. [Internett] 13 september 2016. [Sitert:] <https://www.melhus.kommune.no/erosjonssikring-i-lundesokna-paa-lundamo.5907234-382048.html>.

Vedlegg - Ødometertolkning

E1 - Dybde 9,8 - 9,85



E4 - Dybde 7,3 - 7,35





Vi gir deg trygg grunn.

ERA Geo er et uavhengig spesialistselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

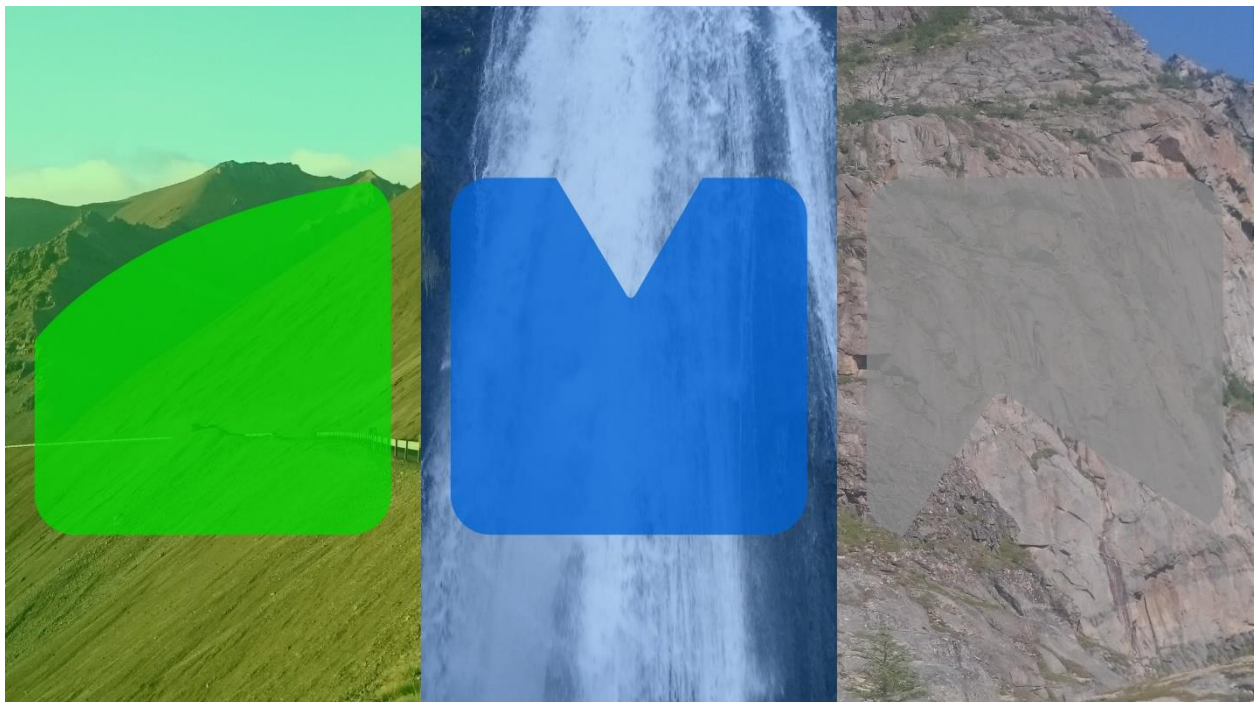
ERA Geo AS

era-geo.no

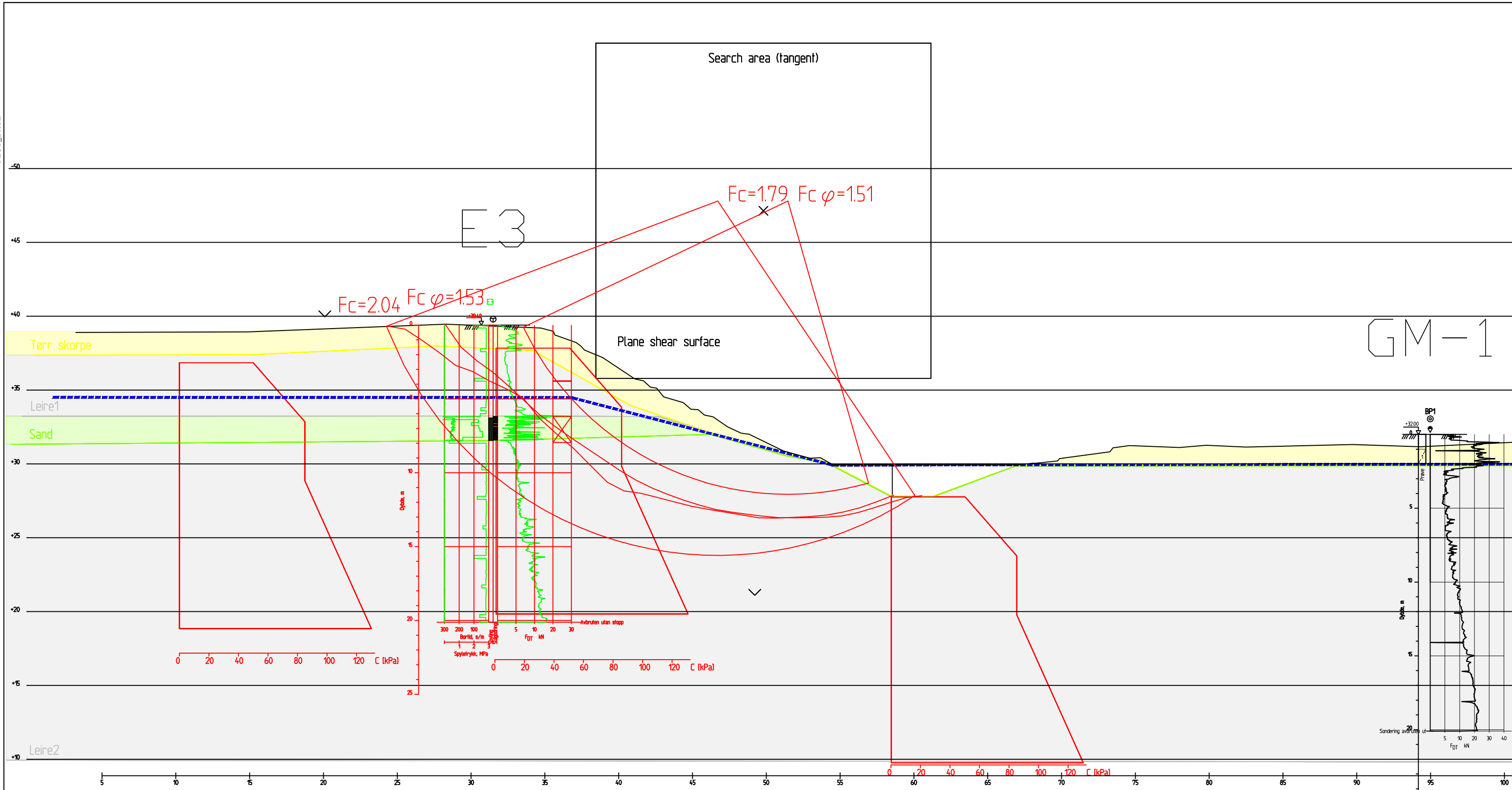
Verftsgata 10
6416 Molde

Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

Org.nr. NO 920 591 035 MVA



PLOT_DATE



Profil
1: 100

Drenerte beregninger


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire1	19.70	9.70	32.0	9.3
Sand	19.00	9.00	31.0	0.0
Leire2	20.0	10.00	32.0	9.3

Udrenerte beregninger

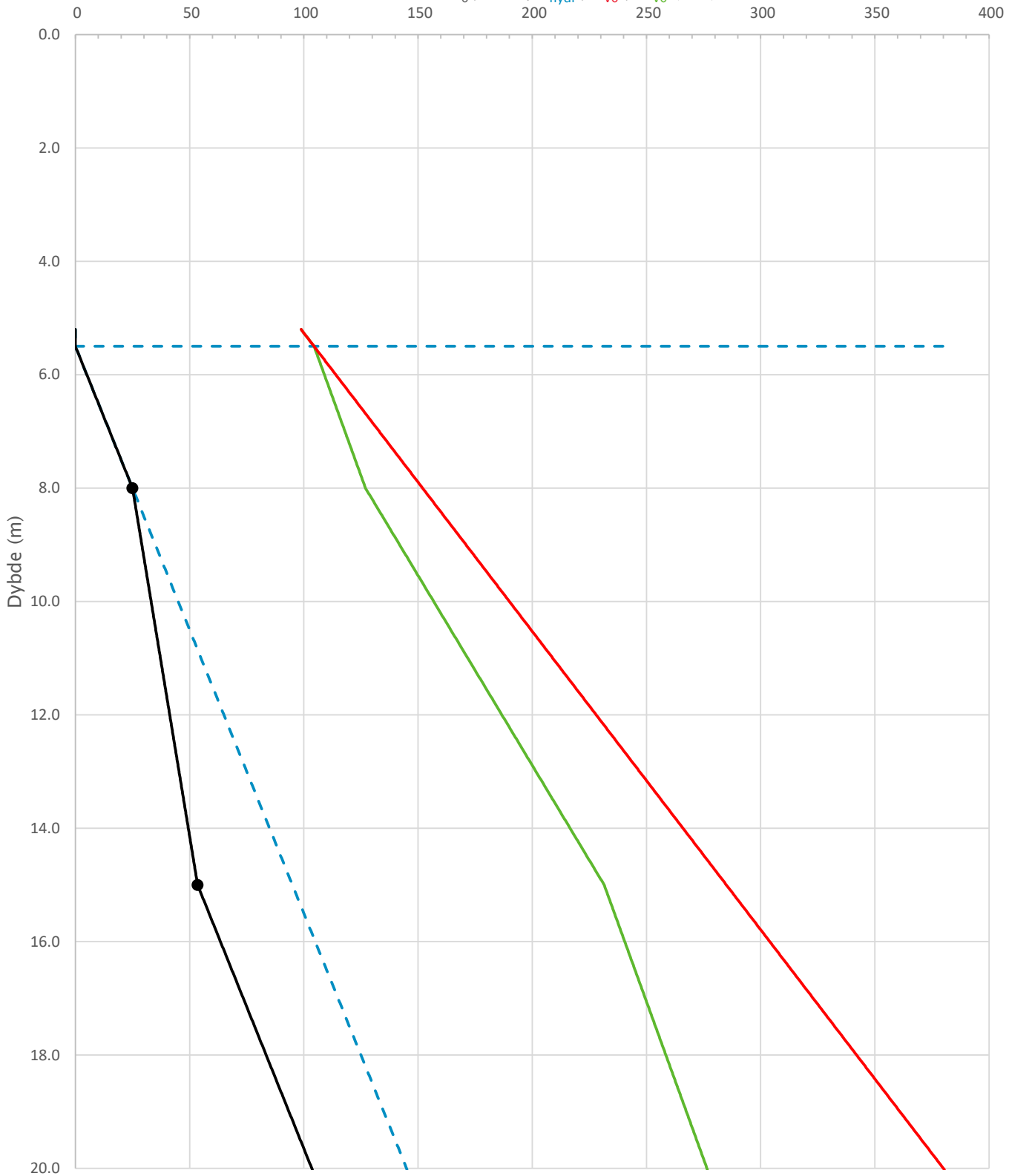
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0	-	-	-	-
Leire1	19.70	9.70	-	-	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand	19.00	9.00	31.0	0.0	-	-	-	-
Leire2	20.00	10.00	-	-	C-prof	1.00	0.63	0.35

1	Til bruk	CJ	TA	17.1.2022
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Profil A		Målestokk (A3) 1:250		
Stabilitetsprofil		Dato 17.1.2022		
Bruavegen Industriområde		Kunde Asbjørn Krogstad AS		
ERA Geo		Oppdragsnr. 21303		
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		Vedlegg til 21303-RIG02		
V301			1	

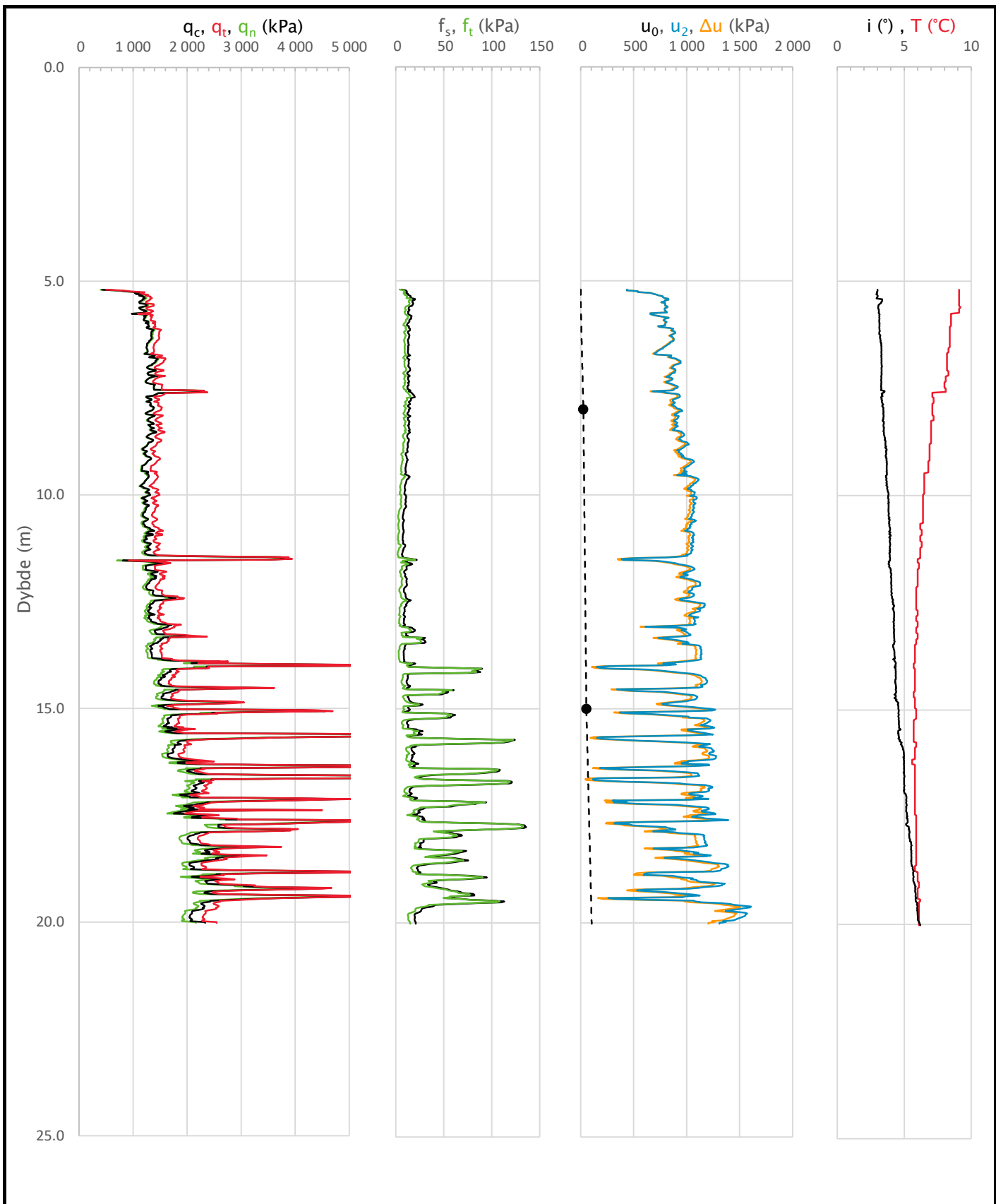
STI


Sonde og utførelse						
Sondennummer	5613		Boreleder		Kristoffer	
Type sonde	0		Temperaturendring (°C)		3.6	
Kalibreringsdato	28.01.2021		Maks helning (°)		6.2	
Dato sondering	01.11.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1287		3589		3445	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5928		0.0106		0.0221	
Arealforhold	0.8380		0.0020			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	7.109		0.339		3.209	
Temperaturområde (°C)	5-40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7511.2		133.9		264.3	
Registrert etter sondering (kPa)	-35.5		0.7		-1.4	
Avvik under sondering(kPa)	35.5		0.7		1.4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	9691.5		135.9		1607.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	36.1	0.4	0.7	0.5	1.4	0.1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Bruavegen Industriområde					E1	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5613	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	CJ	TA			1	
Lingen Grunnboring	Dato sondering	Revisjon	Figur		1	
	01.11.2021	Rev. dato				

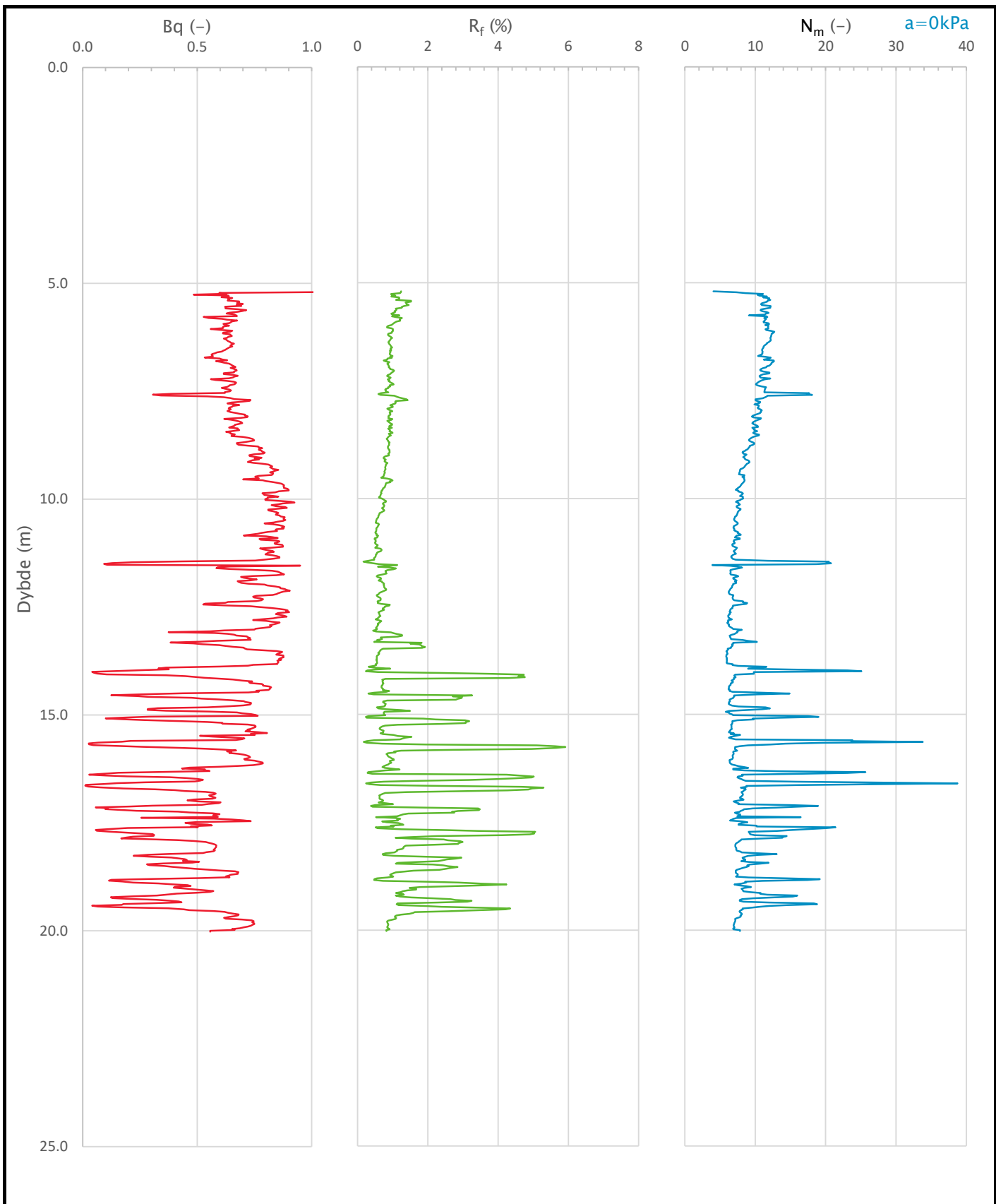
u_0 , GVS, u_{hydr} , σ_{v0} , σ'_{v0} (kPa)




Prosjekt Bruavegen Industriområde			Borhull E1	
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			Sondennummer 5613	
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 01.11.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 2



Prosjekt Bruavegen Industriområde			Borhull E1
Innhold Måledata og korrigererte måleverdier			Sondennummer 5613
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 01.11.2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 3



Prosjekt Bruavegen Industriområde			Borhull E1	
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold			Sondennummer 5613	
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 01.11.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 4

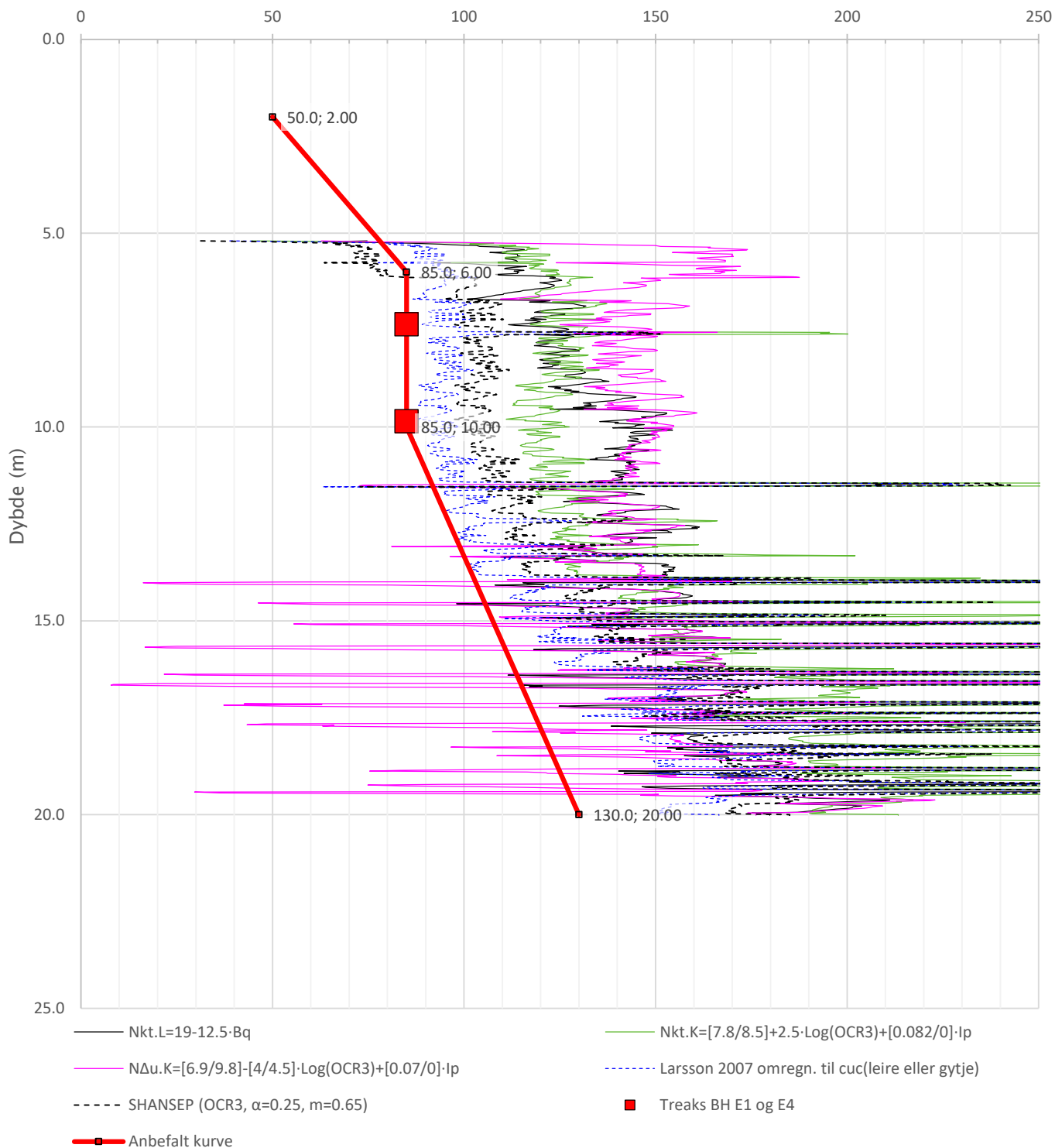
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH E1 og E4: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

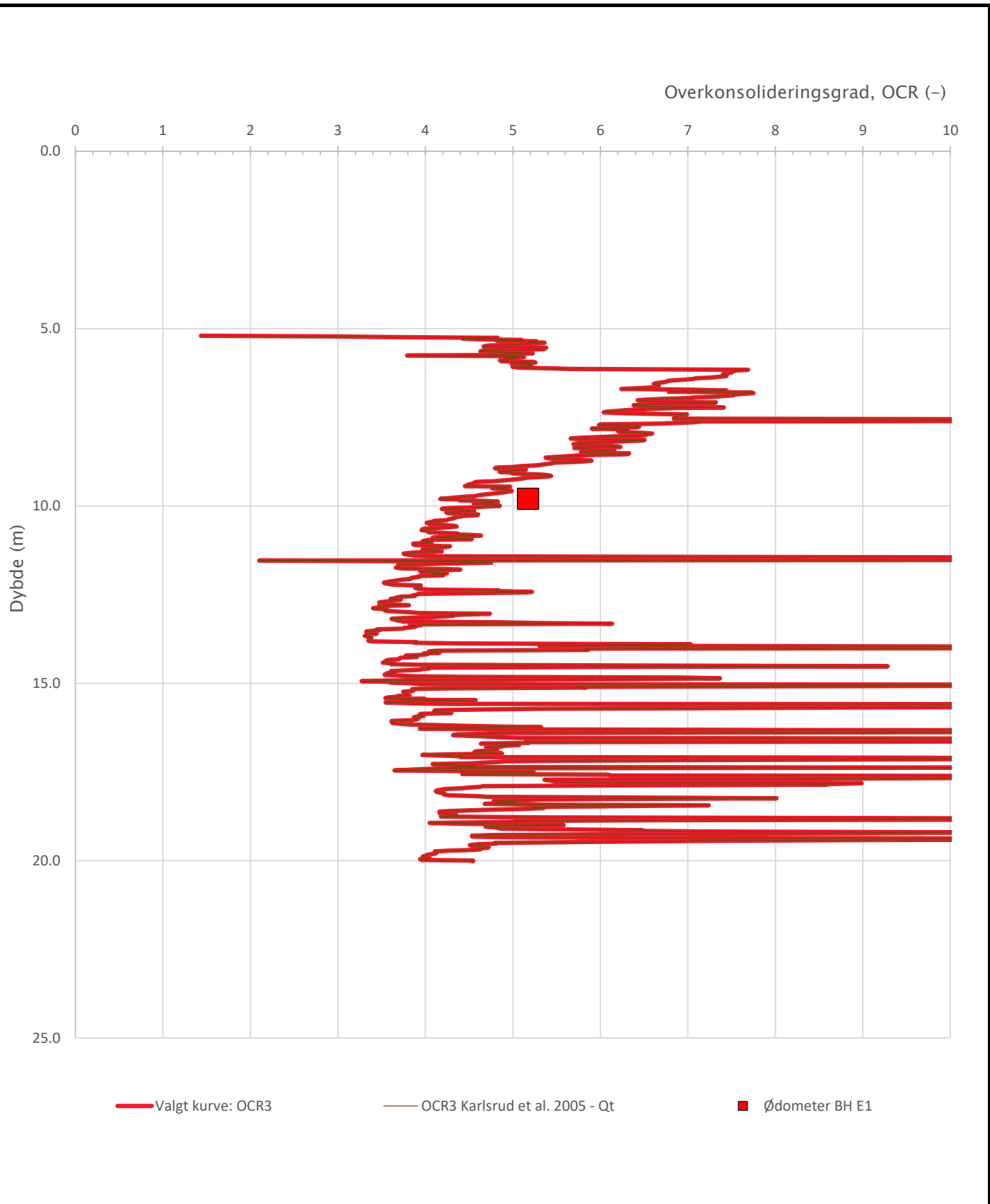
Enaks BH E1: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$


Konus BH E1: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

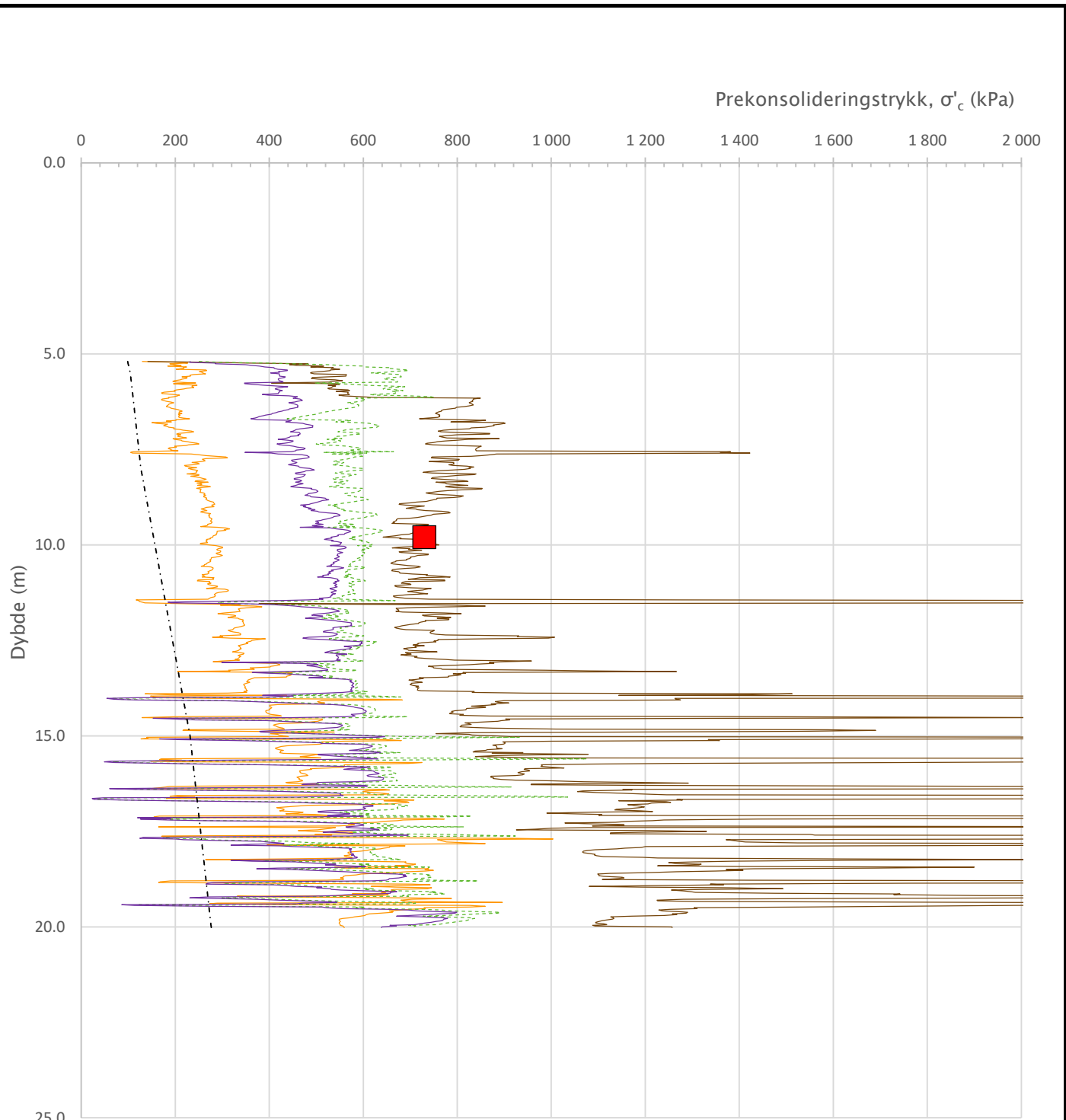
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




Prosjekt Bruavegen industriområde				Borhull E1
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5613
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 01.11.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5




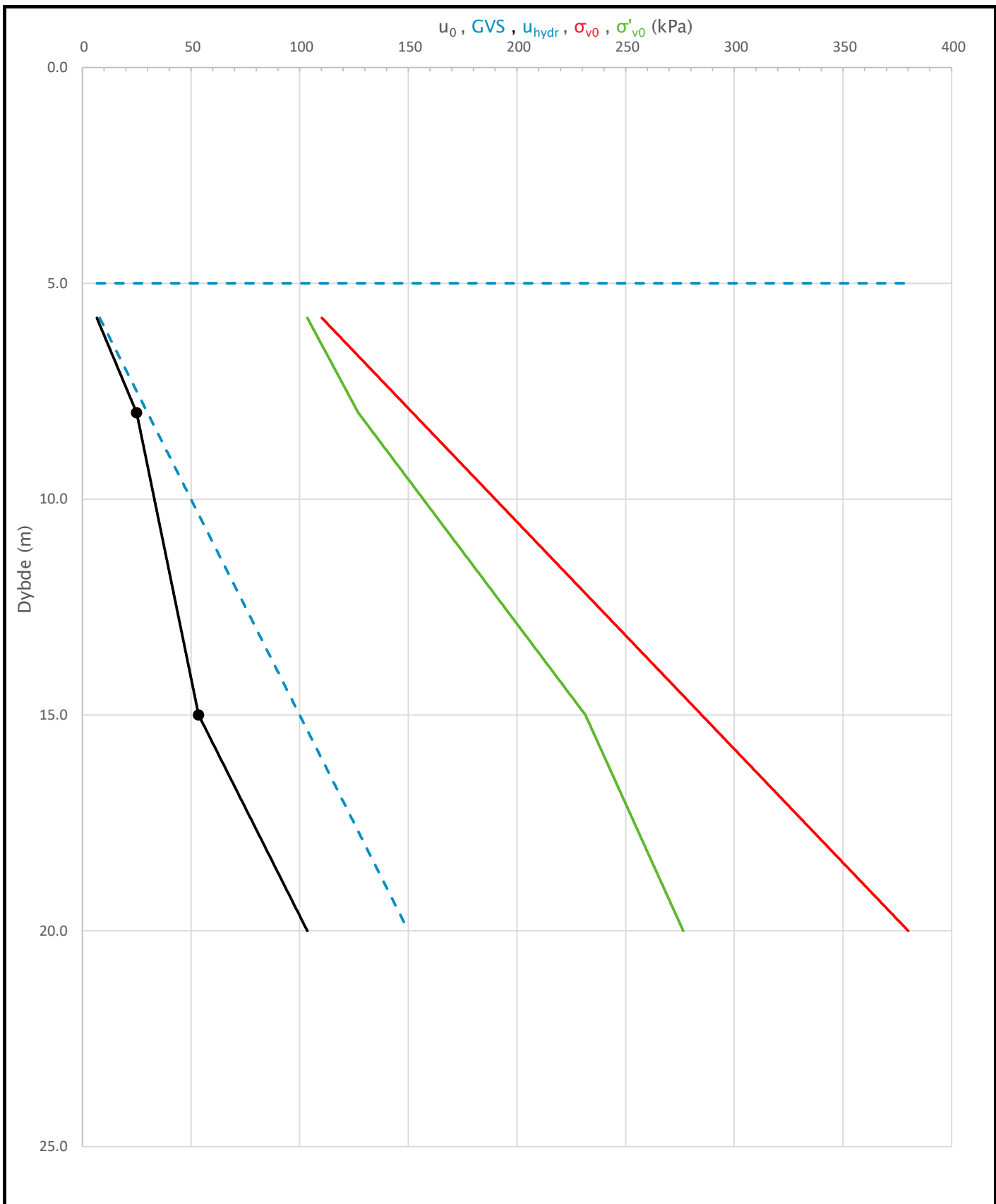
Prosjekt Bruavegen industriområde				Borhull E1
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer 5613
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 01.11.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 6



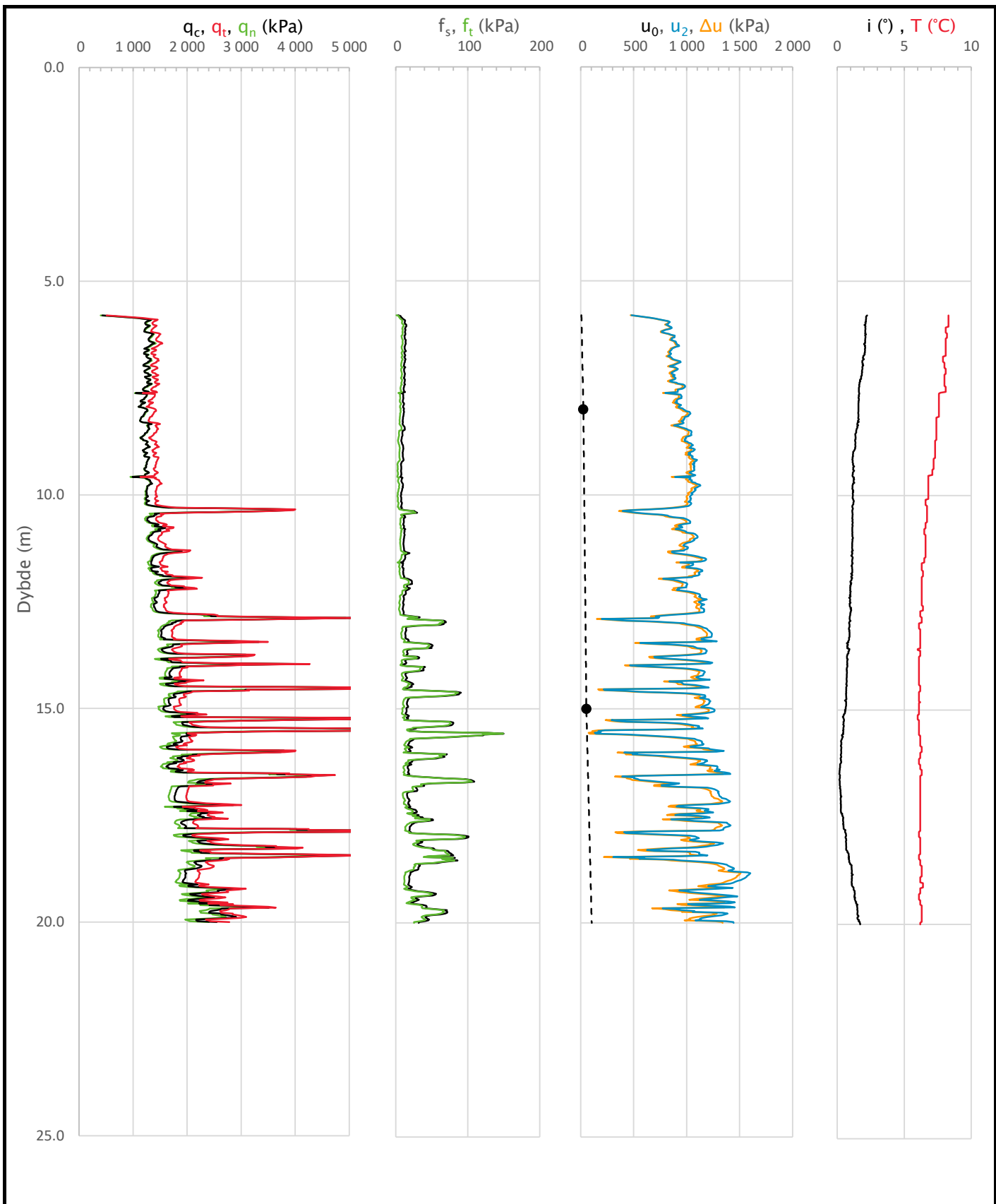
— σ'c1 Mayne 2012
 — σ'c5 Karlsrud OCR3
 - - - σ'c8 Sandven 1990
 — σ'c9 Mayne 2011
■ Ødometer BH E1
 - - - - - σ'v0


Prosjekt Bruavegen industriområde				Borhull E1
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondennummer 5613
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 01.11.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 7

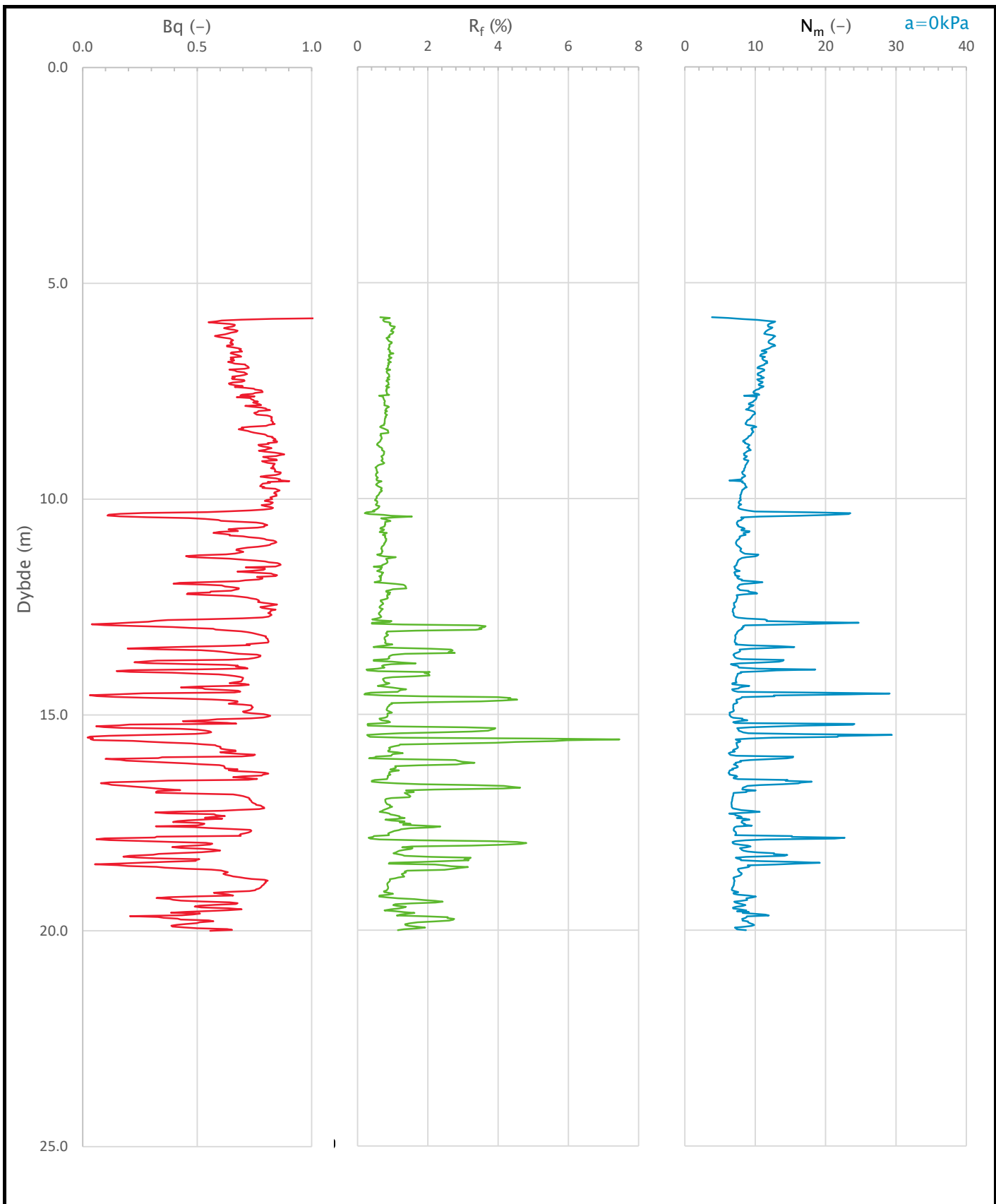
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5613		Boreleder		Kristoffer	
Type sonde	0		Temperaturendring (°C)		2.3	
Kalibreringsdato	28.01.2021		Maks helning (°)		2.2	
Dato sondering	02.11.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1287		3589		3445	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5928		0.0106		0.0221	
Arealforhold	0.8380		0.0020			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	7.109		0.339		3.209	
Temperaturområde (°C)	5-40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7521.3		134.1		263.9	
Registrert etter sondering (kPa)	-15.4		-1.0		-2.5	
Avvik under sondering (kPa)	15.4		1.0		2.5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	7091.2		149.9		1601.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	16.0	0.2	1.0	0.7	2.5	0.2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Del 2: 6 til 20 m dybde						
Prosjekt			Prosjektnummer: 21303		Borhull	
Bruavegen industriområde					E4 del 2	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5613	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	CJ	TA			1	
Lingen Grunnboring	Dato sondering	Revisjon	Figur		1	
	02.11.2021	Rev. dato				




Prosjekt		Prosjektnummer: 21303		Borhull	
Bruavegen industriområde				E4 del 2	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5613	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	CJ	TA			
	Lingen Grunnboring	Dato sondering	Revisjon	Figur	2
		02.11.2021	Rev. dato		



Prosjekt		Prosjektnummer: 21 303		Borhull	
Bruavegen industriområde				E4 del 2	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigererte måleverdier				5613	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	CJ	TA		Figur	3
	Lingen Grunnboring	Dato sondering	Revisjon		
		02.11.2021	Rev. dato		



Prosjekt		Bruavegen industriområde		Prosjektnummer: 21 303	Borhull
Innhold		Avledede dimensjonsløse forhold		Sondenummer 5613	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	CJ	TA		Figur	4
Lingen Grunnboring		Dato sondering	Revisjon		
		02.11.2021	Rev. dato		

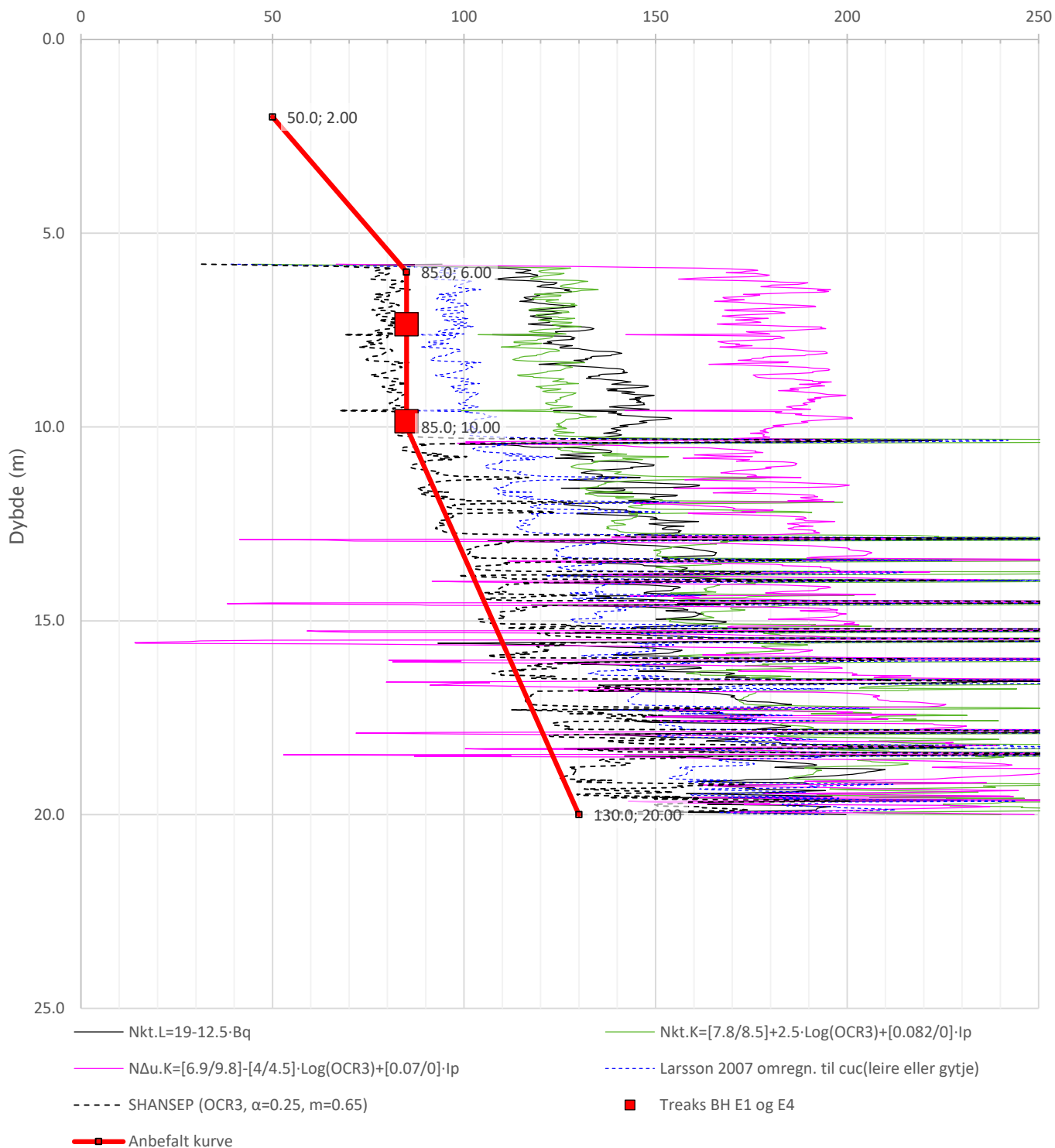
Anisotropiforhold i figur:


Treks BH E1 og E4: $c_uC/cuc_{ptu} = 1.000$

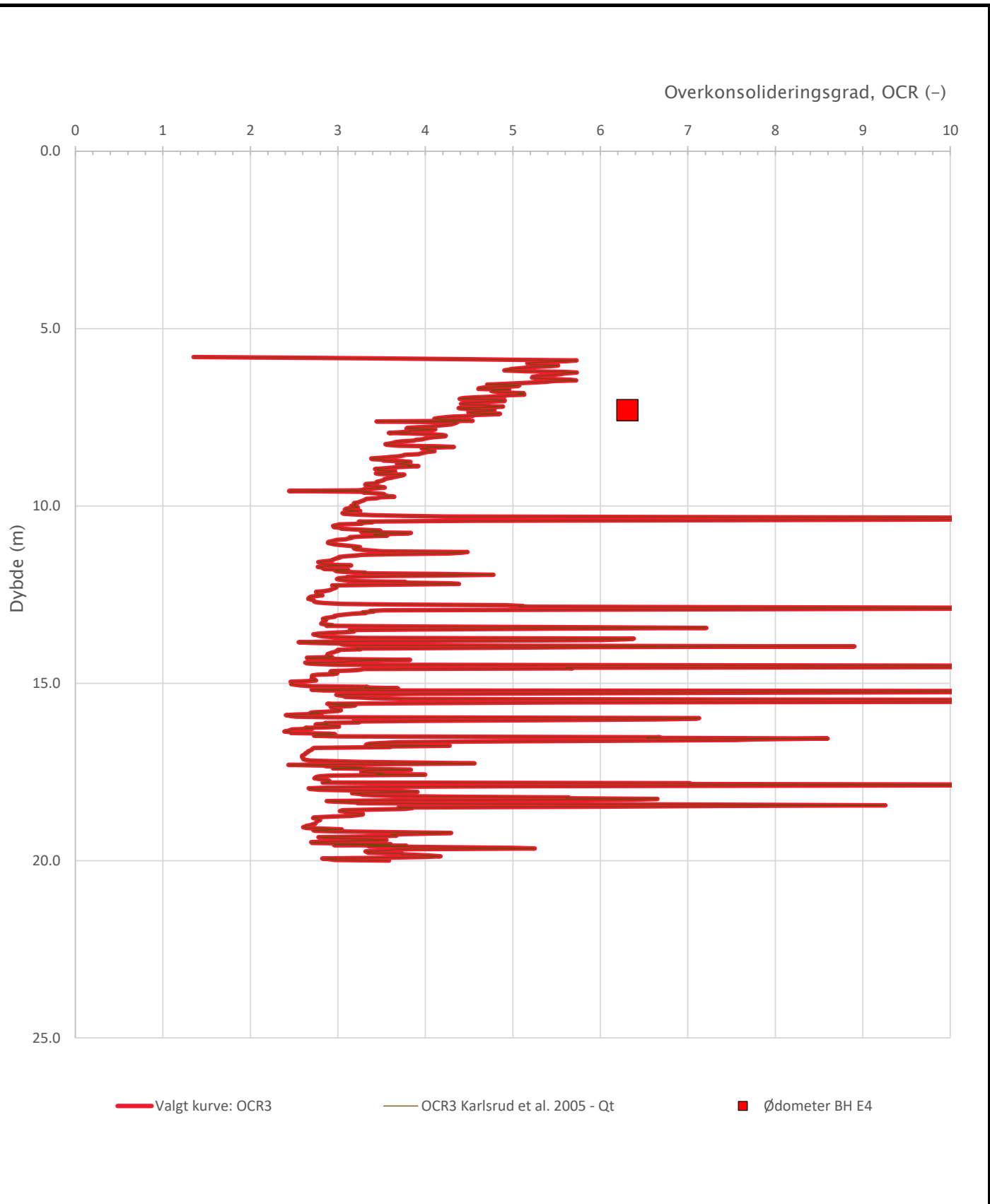
Enaks BH E4: $c_{uc}/cuc_{ptu} = 0.630$


Konus BH E4: $c_{ufc}/cuc_{ptu} = 0.630$

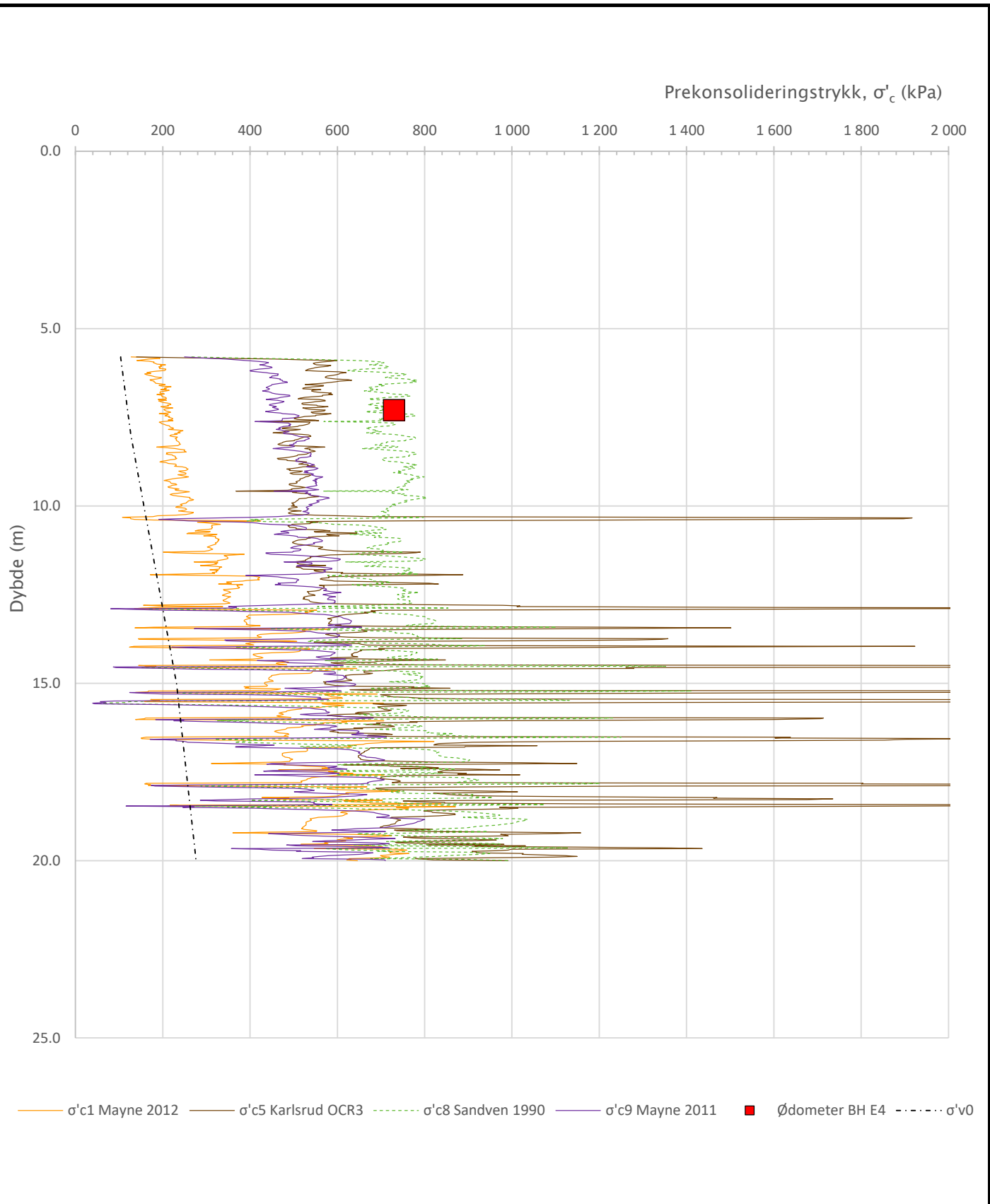
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




Prosjekt		Bruavegen industriområde		Prosjektnummer: 21 303	Borhull
Innhold		Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		E4 del 2	
Sondenummer		5613		Anvend.klasse 1	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Figur	
	CJ	TA		5	
Lingen Grunnboring	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		
	02.11.2021				



Prosjekt Bruavegen industriområde			Prosjektnummer: 21 303		Borhull E4 del 2	
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR					Sondennummer 5613	
	Utført CJ	Kontrollert TA	Godkjent		Anvend.klasse 1	
	Lingen Grunnboring	Dato sondering 02.11.2021	Revisjon	Rev. dato	Figur 6	



Prosjekt		Bruavegen industriområde		Prosjektnummer: 21303	Borhull
Innhold		Prekonsolideringstrykk, σ'_c		Sondennummer 5613	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	CJ	TA		Figur	7
Lingen Grunnboring	Dato sondering	Rev. dato			
	02.11.2021				