

Westcon Helgeland AS

► **Langset Skarberget detaljregulering**  
Geoteknisk vurdering

Oppdragsnr.: 52105246 Dokumentnr.: 52105246-RIG-02 Versjon: J02 Dato: 2023-11-15



**Oppdragsgiver:** Westcon Helgeland AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Arnt Skogsøy  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Stortorget 2, NO-9008 Tromsø  
**Oppdragsleder:** Tuva Cathrine Elisabeth Daae  
**Fagansvarlig:** Keren Schwartz  
**Andre nøkkelpersoner:** Paul Chabot

J02	2023-11-15	For bruk	Paul Chabot	Keren Schwartz	Tuva Cathrine Daae
A01	2023-10-10	For intern kontroll	Paul Chabot		
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammendrag

Westcon Helgeland AS planlegger å etablere et anlegg for støp av flytende betongfundamenter samt videre montasje og lagring av ferdigmonterte flytende havvindturbiner ved Langsetvågen Industriområde i Nesna kommune.

Norconsult er engasjert som rådgivende ingeniør innen geoteknikk (RIG) og i den forbindelse har tidligere utført grunnundersøkelser [1]. Denne rapporten omhandler innledende geotekniske vurderinger for tiltaket.

Tomta er todelt: Grunt sjøareal/ strandareal ved Engentjønnå like sør for Westcon Helgelands fabrikk og Skarberget øst for fabrikk, ovenfor Engentjønnå.

- Engentjønnå: Grunnforhold består i hovedsak av bløtt/løst friksjonsmasser ned til opptil 25-meters-dybde. Rutineundersøkelsene viser kvikkleire i 3 posisjoner på ca. 1-, 4- og 7-meters-dybde. Resten av materialet er klassifisert som sandig, siltig leirig material.

Grunnarbeider består av sprengsteinfylling til over dimensjonerende havnivå til antatt kote +3, Fylling kan legges direkte oppå sjøbunn med fronthelning ikke brattere enn 1:1,5. Det foreslås start ved ny sjøfronten, deretter mot omliggende skråninger i to faser: til +1 og deretter til kote +3. Det er også mulig å vurdere fylling fra land med start i vest (fra snitt B og vestover, opp til kote +1 og deretter +3).

- Skarberget: Grunnforhold består av tynt torvlag over faste masser ned til 4-meters-dybde over berg. Grunnarbeider vil bestå av fjerning av løsmasser og sprengning av berg på maks kote +60 ned til ca. kote +4 for nytt monteringsområde.

Det konkluderes med at planlagt tiltak utfyller gjeldende krav for stabilitet av fylling mot sjø samt at stabilitet av omliggende arealer utbedres. Utlegging av fylling og bergskjæring må detaljprosjekteres.

Fylling av området med underliggende leirlag med kvikk- eller sprøbruddoppførsel utløser krav til uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs veileder 1/2019.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Beskrivelse av tiltaket</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>7</b>
	3.1 Materialparametere	9
	3.2 Berg	10
	3.3 Grunnvannstand	10
	3.4 Erosjonsforhold	10
<b>4</b>	<b>Naturfare</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Områdestabilitet</b>	<b>12</b>
	5.1 Utredning iht. prosedyre	12
	5.2 Supplerende avklaringer	13
	5.2.1 <i>Aktuelle skredmekanisme</i>	13
	5.2.2 <i>Klassifisering av faresone</i>	14
<b>6</b>	<b>Stabilitet</b>	<b>16</b>
	6.1 Krav til sikkerhet	16
	6.1.1 <i>Eurokode</i>	16
	6.1.2 <i>NVEs veileder</i>	16
	6.1.3 <i>Oppsummering og gjeldende krav</i>	16
	6.2 Beregningsforutsetninger	17
	6.3 Resultater	17
	6.3.1 <i>Ny sjøfronten mot nord (Snitt A)</i>	18
	6.3.2 <i>Omliggende skråninger (Snitt B, C og D)</i>	18
	6.3.3 <i>Anleggsfase</i>	19
	6.4 Konklusjon	20
<b>7</b>	<b>Grunnarbeider</b>	<b>21</b>
	7.1 Fylling	21
	7.2 Bergskjæring	21
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>22</b>

**Vedlegg 1:** Resultater fra CPTu

**Vedlegg 2:** Utskrift av stabilitetsberegninger

## 1 Innledning

Westcon Helgeland AS planlegger å etablere et anlegg for støp av flytende betongfundamenter samt videre montasje og lagring av ferdigmonterte flytende havvindturbiner ved Langsetvågen Industriområde i Nesna kommune.

Norconsult er engasjert som rådgivende ingeniør innen geoteknikk (RIG) og i den forbindelse har tidligere utført grunnundersøkelser [1]. Denne rapporten omhandler innledende geotekniske vurderinger ifb. detaljregulering, inkl. utredning av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019.

Denne rapporten gir innledende vurderinger, herunder avklaring av sikker byggegrunn, samt utredning av geotekniske problemstillinger som må ivaretas videre ved detaljprosjektering.

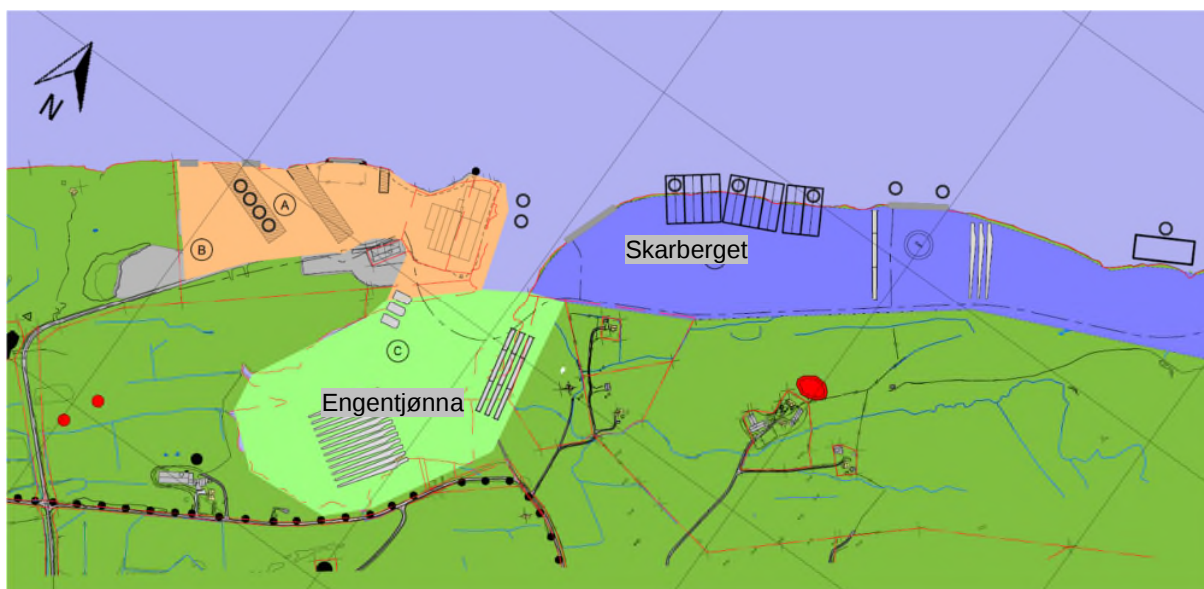
Det aktuelle området har to deler: Engentjønnna ligger nord for Skogsøyvegen og Skarberget nordøst for Longsetvegen. Begge er til fylling, sprengning og planering av et område for lagring og montering av ferdigmonterte flytende havvindturbiner. Tomta er markert rødt i Figur 1-1.



Figur 1-1: Oversiktskart (Kilde: Norgeskart)

## 2 Beskrivelse av tiltaket

Det planlagte prosjektet vist i Figur 2-1, er et nytt tørt lagerområde "C" for vindmøllekomponenter på 138250 kvm ved Engentjønnna sør for dagens fabrikk, og monteringsområde "D", ved Skarberget i øst.



Figur 2-1: Planskisse, Oversiktskart fra Nesna Maskinstasjon AS, 22-05-2023. Dagens fabrikk ligger ved område A/B i kartet.



Figur 2-2: Utlipp fra filmen av Olav Olsen Artelia Group som viser planlagt tiltak, vist fra sjøsiden.

### 3 Grunnforhold

Tomta ligger under marine grense. NGUs sitt løsmassekart i Figur 3-1 angir at løsmassene i området består av marin strandavsetning (blå), hav- og fjordavsetning (lys blå), bart fjell (rosa) og tynt lag med torv over berg.

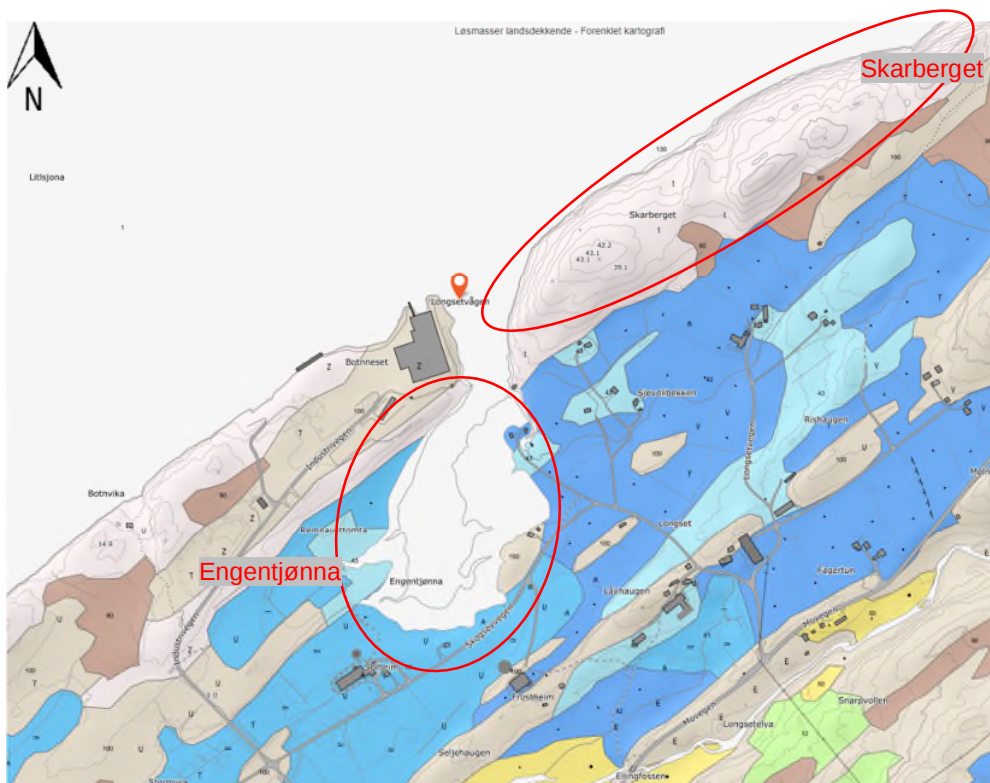
I 2019 har Multiconsult gjennomført 5 borer på den nordøstlige delen av Engentjønnna med 7 prøveserier [2]. Norconsult har også gjennomført grunnundersøkelser på tomta [1] med 17 totalsonderinger, tatt opp 6 prøveserie og utført 2 CPTu. Se borplan i Figur 3-2 og tabell over laboratorieresultater i Figur 3-3.

Engentjønnna: Terrenget er ca. flatt mellom kote -0,6 og +0,6 og er delvis gjenvunnet av sjøen, avhengig av tidevannet. Løsmassene består av bløtt/løst friksjonsmasser ned til maks. 25 meters dybde.

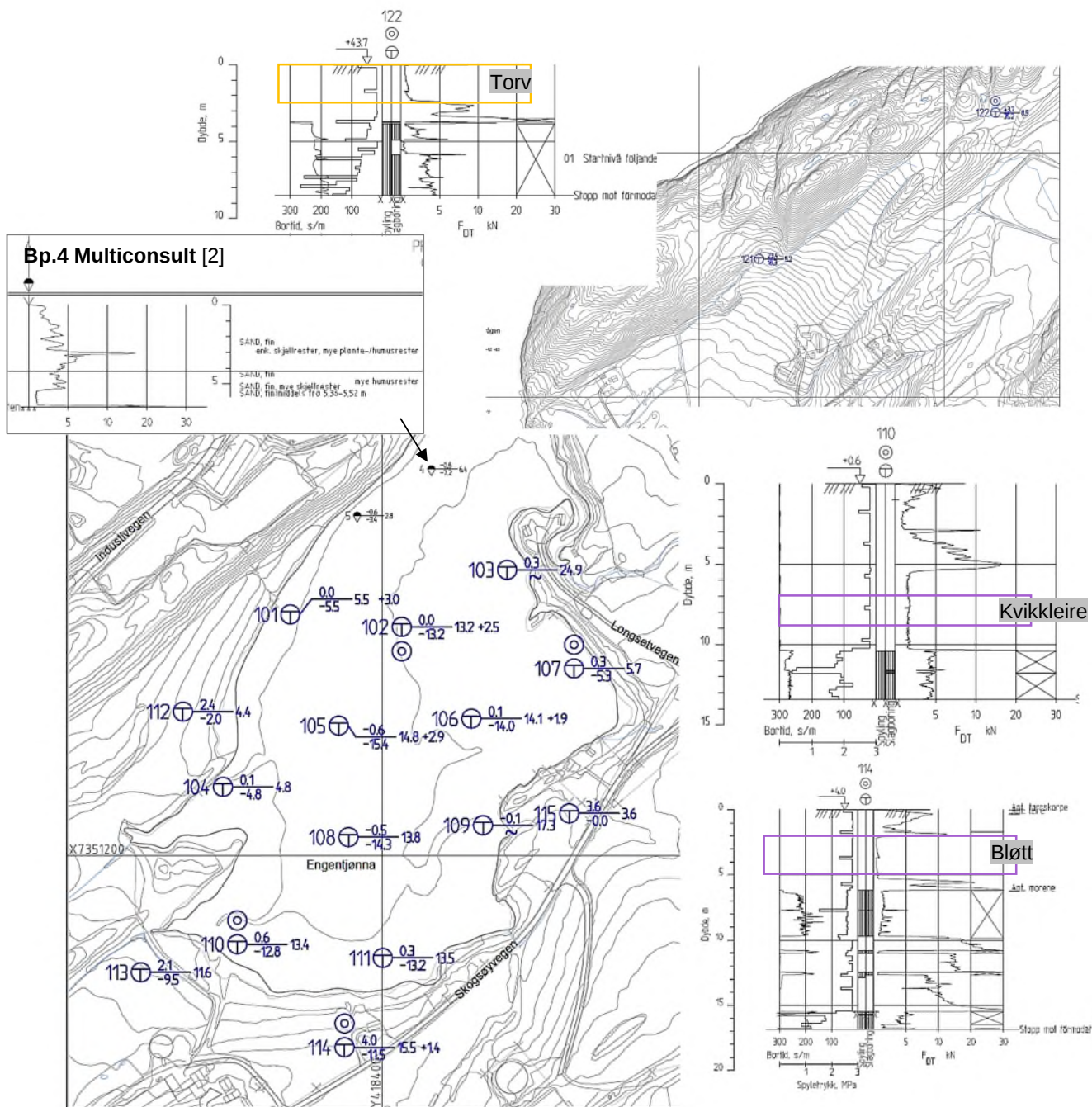
Rutineundersøkelsene for prøveserien viser kvikkleire, fra 1,2 til 1,7m i bp. 107 og fra 7,2 til 7,5m i bp.110 og sprøbruddmateriale fra 4,2 til 4,6m i bp.114. Resten av materialet er klassifisert som en sandig, siltig leirig-materiale og klassifiseres som meget telefarlig, T4.

Trykksonderinger i borepunkt 102 og 110 viser poretrykksoppbygging opp til 12-meters-dybde, noe som tyder på svært sensitiv leire.

Skarberget: Terrenget er kupert mellom kote +0,0 til +43,1. Lømassene består av torvlag over faste masser ned til 4m meters dybde. Rutineundersøkelsene for prøveserien viser torv (0,0-2,0m i bp.122) over sand over morene fra 4 m dybde og berg på 5-8 meter dybde.



Figur 3-1: NGUs løsmassekart. Området ligger under marin grense (Kilde: ngu.bo)



Figur 3-2: Utklipp fra borplan og borprofil fra totalsondring + CPTu (Norconsult [1]) og Bp. 4 fra Multiconsult [2]



Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	C <sub>ufc</sub> [kPa]	C <sub>ufc</sub> [kPa]	C <sub>uac</sub> [kPa]	ε <sub>s</sub> [%]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]
102	54	6,0-7,0	Siltig sand med skjell							19,1
		6,1-6,2								
		6,2-6,3		32,7		40,2	6,3			
		6,3-6,4	Sandig Silt	30,8	T4			36,5	10,6	19,2
		6,4-6,5								
		6,5-6,6		33,4		49,1	9,2			
6,6-6,7										
102	54	11,0-12,0	Siltig leire med sand- og gruskorn							19,6
		11,1-11,2								
		11,2-11,3	Siltig Leire	33,1	T4	12,1	2,5			
		11,3-11,4								
		11,4-11,5								
		11,5-11,6		30,0				13,8	15,0	19,8
11,6-11,7		30,5		16,0	1,7					
107	54	1,0-2,0	Siltig leire med sand- og gruskorn							20,2
		1,1-1,2	Siltig Leire	31,2	T4					
		1,2-1,3	Kvikkleire	28,8		4,5	0,3			
		1,3-1,4								
		1,4-1,5		32,0				6,2	10,4	18,9
		1,5-1,6								
		1,6-1,7	Kvikkleire	31,1		5,8	0,2			
110	54	2,0-3,0	Siltig sand med skjell og gruskorn							19,1
		2,1-2,2								
		2,2-2,3		35,1		21,2	3,1			
		2,3-2,4								
		2,4-2,5		30,7				22,6	13,3	19,1
		2,5-2,6		28,2		38,8	4,7			
		2,6-2,7								

Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	C <sub>ufc</sub> [kPa]	C <sub>ufc</sub> [kPa]	C <sub>uac</sub> [kPa]	ε <sub>s</sub> [%]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]
110	54	7,0-8,0	Siltig leire med sand- og gruskorn							20,0
		7,1-7,2								
		7,2-7,3	Kvikkleire	29,9		11,1	0,2			
		7,3-7,4		31,0				8,2	13,0	19,4
		7,4-7,5	Kvikkleire	32,2		9,2	0,2			
		7,5-7,6	Siltig Sandig Leire	25,6	T4					
7,6-7,7										
114	54	4,0-5,0	Sandig siltig leire med gruskorn og stein							20,0
		4,1-4,2								
		4,2-4,3	Sprebruddmateriale	35,3		6,4	0,6			
		4,3-4,4	Enkelte skjellfragment	30,2				7,6	15,0	18,9
		4,4-4,5								
		4,5-4,6	Sprebruddmateriale	36,5		5,3	0,4			
		4,6-4,7								
122	P	0,0-1,0	Torv, von Post skala H2							
122	P	1,0-2,0	Torv, von Post skala H7							
122	P	2,0-3,0	Sand med enkelte gruskorn							
122	P	3,0-4,0	Sand med enkelte gruskorn							

Figur 3-3: Laboratorieresultater [1].

### 3.1 Materialparametere

Forutsatte materialeparametere vises i Tabell 3-1. Disse følger i hovedsak erfaringsverdier angitt i Statens vegvesens Hb. V220 [3], i tillegg til laboratoriearbeid og CPTu utført av Norconsult [1]. Se i Vedlegg 2.

Tabell 3-1: Materialparametere (tyngde og styrke).

Materiale	Tyngdetetthet, γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tyngdetetthet neddykket, γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjonsvinkel, φ°	Attraksjon, a [kPa]	Udrenert aktiv skjærfasthet, C <sub>ucptu</sub> [kPa]
Sprengstein	19	9	42	9	-
Siltig leire	18	8	28	0	-
Siltig leire (Kvik)	18	8	28	0	12
Siltig sandig materiale	18	8	31	0	-
Sandig materiale	18	8	33	0	-
Morene	18	8	38	4	-

### 3.2 Berg

For Engentjønnå-området er berg mellom 4,8 og 15,5 meter dypt. På Skarberget er berget mellom 5,2 og 8,5 meter dypt sett i boring 121 og 122.

### 3.3 Grunnvannstand

Grunnvannstand antas å følge havnivå. For Engentjønnå angir se havnivå.no følgende:

- Dimensjonerende havnivå Sikkerhetsklasse 1 med klimapålegg +2,62
- Dimensjonerende havnivå Sikkerhetsklasse 2 med klimapålegg +2,84
- Høyvann med 1000 års gjentaksintervall +2,39
- Høyvann med 1 års gjentaksintervall +1,70
- Laveste astronomiske tidevann (LAT) / sjøkartnull -1,72

### 3.4 Erosjonsforhold

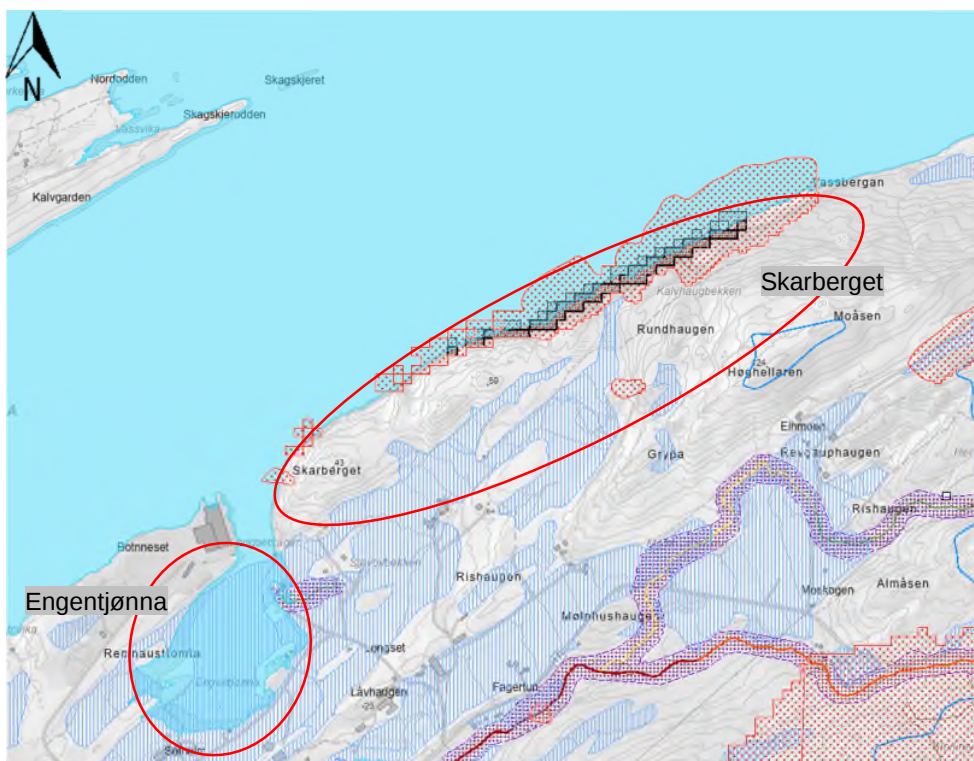
Det er ikke observert synlige tegn på erosjon på stedet. Skråningen er gresskledd med lett vegetasjon.



Figur 3-4; Bilde fra borekampanje (bilde tatt av NorBor i uke 19 til 25, 2023)

## 4 Naturfare

Ifølge NVE-Atlas ligger Engentjønnna under marin grense og innenfor aktsomhetsområde for marin leire. Tomta ligger innenfor aktsomhetsområder for stormflo (Engentjønnna), på grensen av flom (nordøst mot Engentjønnna) og steinsprang (svart) og snøskred (rød) nordvendte skråninger i Skarberget-området. Se i Figur 4-1.



Figur 4-1: Aktsomhetsområder (atlas-nve.no)

## 5 Områdestabilitet

I Engentjønnna, som følge av aktuelle grunnforhold med kvikk- og sprøbruddmateriale i grunn, må fare for områdeskred utredes for planområdet. I henhold til kap. 3 i NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred [4] skal dette avklares i detaljreguleringen.

Følgende kapiteler gir vurdering av fare for kvikkleireskred ved Engentjønnna. Ved Skarberget som er preget av blottlagt berg og morenemasser er fare for kvikkleireskred utelukket. Det regnes ikke nødvendig med detaljerte vurderinger.

### 5.1 Utredning iht. prosedyre

NVE har beskrevet en stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare, se kap. 3.2 [4]. Utførte vurderinger er kort oppsummert i Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare i henhold til kap. 3.2 i NVE-veileder 1/2019

Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes ingen tidligere dokumenterte faresoner i og rundt området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	En del av området ligger under marin grense. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale innenfor planområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Skråningene rundt tomten har en høyde > 5 meter og en helning > 1:20 og tilfredsstillende dermed terrengkriteriene i NVEs veileder 1/2019 for områder der det kan gå skred. Dette vil si at tomta ligger innenfor potensielt utløpsområde.
4	Bestemme tiltakskategori	Tiltak med nytt lagerareal for vindmøllekomponenter vil havne K3.  <b>K3</b> Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulige løsneområder	Fire kritiske profiler er identifisert og vist på Figur 6-1.
6	Befaring	Bilder har blitt tatt i løpet av borefasen og gjennomgått av geotekniker. Det vises til kap. 3.4.
7	Undersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser med dype borehull på tomten, se Kapittel 3 i denne rapporten. Resultatene fra disse viser lagdelt grunn med fast, bløtt og sprøtt materiale.
8	Vurdering av mulige skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme vurderes iht. flytteskjema i Figur 4.3 veilederen [4]:  Leira ved tomta er sprøbruddmateriale med omrørt fasthet og flyteindeks som indikerer mulig retrogresjon. Videre er andel sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate < 40%, noe som gir

Steg	Prosedyre	Vurdering
		<p>aktuell skredmekanisme rotasjonskred eller flakskred.</p> <p>Flakskred utelukkes for tomta ettersom dagens og fremtidig sjøbunn/terreng regnes som for slake [4].</p> <p>Mer informasjon rundt våre vurderinger er gitt i kapittel 5.2.1.</p>
9	Klassifisering av faresone	<p>Vi har vurdert det planlagte lagerområde til å ligge i faregrad «Lav» og konsekvensklasse «Mindre alvorlig» i permanent situasjon.</p> <p>Mer informasjon rundt våre vurderinger er gitt i kapittel 5.2.2.</p>
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	<p>Tiltaket etableres med tilfredsstillende sikkerhet i henhold til dagens regelverk.</p> <p>Mer informasjon rundt våre vurderinger er gitt i kapittel 6.</p>
11	Melding av faresoner og grunnundersøkelser	<p>Grunnundersøkelser der det er påtruffet kvikkmateriale skal rapporteres i den Nasjonale databasen for grunnundersøkelser. Norconsult kan bistå med dette.</p> <p>Siden det er dokumentert tilfredsstillende sikkerhet etter utlegging av masser, vil innføring av en ny faresone som regel ikke medføre restriksjoner på bruken av områdene. Mer informasjon om våre vurderinger finnes i kapittel 6.</p>

## 5.2 Supplerende avklaringer

Følgende kapiteler gir utvidede avklaringer knyttet utvalgte vurdering presentert i Tabell 5-1.

### 5.2.1 Aktuelle skredmekanisme

Aktuell skredmekanisme vurderes iht. Figur 4.5 i veilederen [4]. Flytskjemaet vises i Figur 5-1 nedenfor med aktuelle anmerking/ valg tatt for prosjektet.

Leira ved tomta er sprøbruddmateriale med omrørt fasthet og flyteindeks som indikerer mulig retrogresjon, se kap.3 i denne rapporten. Andel sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate vurderes for planlagt topografi i henhold til prinsipp vist i Figur 5-2.

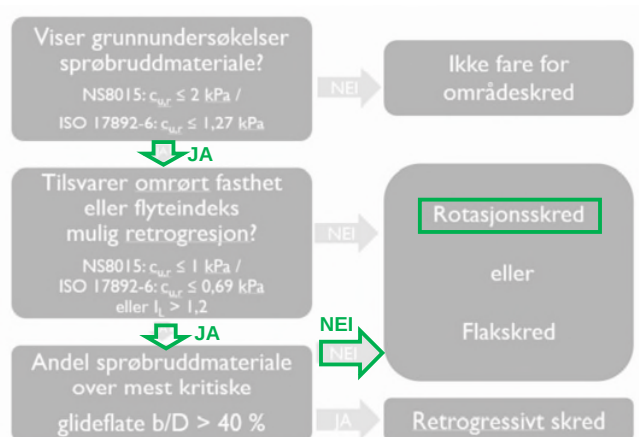
For planlagt topografi er dybden  $0,25 \times 5 = 1,25$  meter, det vil si 0,5 meter over topp leirlaget. Dette gir andel sprøbruddmateriale (b/D, kfr. Figur 5-2) lik null eller tilnærmet null. Dette vil si  $b/D < 40\%$  og aktuell skredmekanisme rotasjonskred eller flakskred.

Flakskred kan oppstå når det er svake lag i bakken, parallelt med terrenget. Typisk for denne feilmekanismen er et terreng som er jevnt skrånende inn i et åpent område eller utløp, dog med helning på mellom ca. 1:5 og 1:2,5 [5].

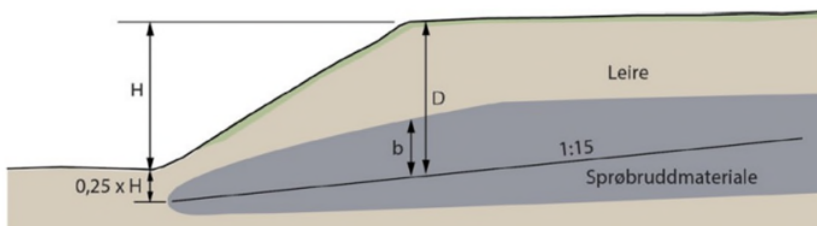
Flakskred er utelukket for området fordi terrenget i øst, nær Snitt D med en bankens helning på 1:3, ikke anses å være en jevn helling. De jevne skråninger rundt Engentjønnna, bak skråningskantener er slake (i gjennomsnitt 1:15), og utgjør ikke en risiko for Flakskred.

Det konkluderes med at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Henholdsvis er området utsatt for skred på  $5 \times H$  bak foten av skråningen, der H er skråningshøydene. Se illustrasjon i Figur 5-3.

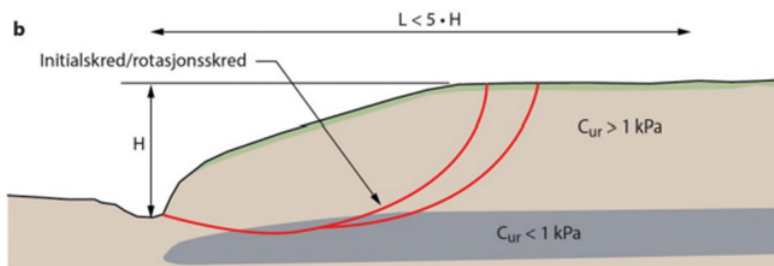
Topp av skråning er kote +5 gir H = 5 meter og utsatt område til 25 meter bak planlagt fylling.



Figur 5-1: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, med valg merket i grønt [4]



Figur 5-2: Prinsipp for vurdering av b/D (andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflate) ved dype glideflater [4]



Figur 5-3: Prinsipp for avgrensning av løsneområdet for en rotasjonsskred når det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate [4]

## 5.2.2 Klassifisering av faresone

Faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap.4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 [4]. Det er blant annet tatt hensyn til overtrykk i leiren etter fylling og den lille

stabilitetsforbedringen som utgjør etableringen av fullstendig fylling. Dette gir faregrad «Lav». Konsekvensklasse er «Mindre alvorlig». Se detaljering i Figur 5-4.

FAKTORER	VEKTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)		KONTROLLFELT	
		Score	Poeng	Maxscore	Maxpoeng
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	3	3
Skråningshøyde i meter	2	0	0	3	6
OCR	2	3	6	3	6
Poretrykk - overtrykk	3	1	3	3	9
Poretrykk - undertrykk	-3		0		0
Kvikkleiremektighet	2	3	6	3	6
Sensitivitet	1	2	2	3	3
Erosjon	3	1	3	3	9
Inngrep forverring	3		0	3	9
Inngrep forbedring	-3	1	-3		0
Sum			17		51
%av maksimal poengsum			33,3 %		100,0 %
Faregrad LAV					
<b>KONSEKVENSKLASSE</b>					
FAKTORER	VEKTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav-høy)		KONTROLLFELT	
		Score	Poeng	Maxscore	Maxpoeng
Boligeneheter	4	0	0	3	12
Næringsbygg, personer	3	0	0	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	1	1	3	3
Vei, ÅDT	2	1	2	3	6
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	3	6
Kraftnett	1	1	1	3	3
Oppdemning/flom	2	1	2	3	6
Sum			6		45
%av maksimal poengsum			13,3 %		100,0 %

Figur 5-4: Faregrad og konsekvensklasse vurderinger, rett etter etablering

## 6 Stabilitet

Ifølge TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet [6] skal byggverket prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk.

### 6.1 Krav til sikkerhet

Generelt krav til sikkerhetsfaktor og krav til dokumentasjon fremgår av Eurokode 0 og 7 [7] [8]. NVEs veileder konkretiserer sikkerhetsprinsipp og krav til sikkerhetsfaktor ved skråninger i kvikkleiresoner avhengig av type tiltak.

#### 6.1.1 Eurokode

Tabell NA.A.4 i Eurokode 7 [8] stiller generelt krav til partiell sikkerhetsfaktor for løsmassene,  $F_{cu} \geq 1,4$  i udrenert analyse og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  i drenert analyse.

Anmerkning c i tabellen angir imidlertid at partialfaktoren skal økes ut over overstående verdier ved faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddsmaterialer.

Anmerkning d tillater å legge til grunn et prinsipp om prosentvis forbedring ved sikringstiltak i stedet for krav til gjeldende partialfaktorer dersom dette regnes som forsvarlig. Det skal i tillegg dokumenteres både omfang av et slik tiltak, robusthet mot uventet lastendring samt konsekvenser ved brudd.

Det er videre forutsatt at topografien og grunnforholdene er godt dokumentert samt gjennomførbarhet på tiltaket.

#### 6.1.2 NVEs veileder

Tiltak med lagring av tungt vindmølleutstyr og transportvei kvalifiserer tiltaket som et K3 tiltak i henhold til kap. 3.3.1 i NVEs veileder,

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K3 fremgår av kap. 3.3.6:

- Tiltak som forverrer stabiliteten: Absolutt sikkerhetskrav  $F_{cu} \geq 1,40 \times f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddseffekt og settes lik 1,15.
- Tiltak som ikke forverrer stabiliteten: Kravet til sikkerhet er  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVEs veileder.
- Skråninger utenfor influensområdet til tiltaket: Krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3

#### 6.1.3 Oppsummering og gjeldende krav

Gjeldende krav til sikkerhetsfaktor ved ulike tilfeller er oppsummert i tabell 3 nedenfor.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten og som har krav til sikkerhet på 1,40 og 1,25 for henholdsvis udrenert og drenert analyse er det nødvendig å øke sikkerhetsfaktoren prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE veilederen dersom sikkerhetsfaktoren er lavere. Prosentvis forbedring kan derimot kun oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser.



Tabell 6-1: Oversikt over gjeldende krav til sikkerhetsfaktor

Tilfelle	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, $F_{cu}$	Sikkerhetsfaktor i drenert analyse, $F_{c\phi}$
Forverring av stabiliteten	$\geq 1,61$	$\geq 1,25$
Ikke forverring av stabiliteten	$\geq 1,40$	$\geq 1,25$
Skråning utenfor influensområdet	$\geq 1,20$	$\geq 1,25$

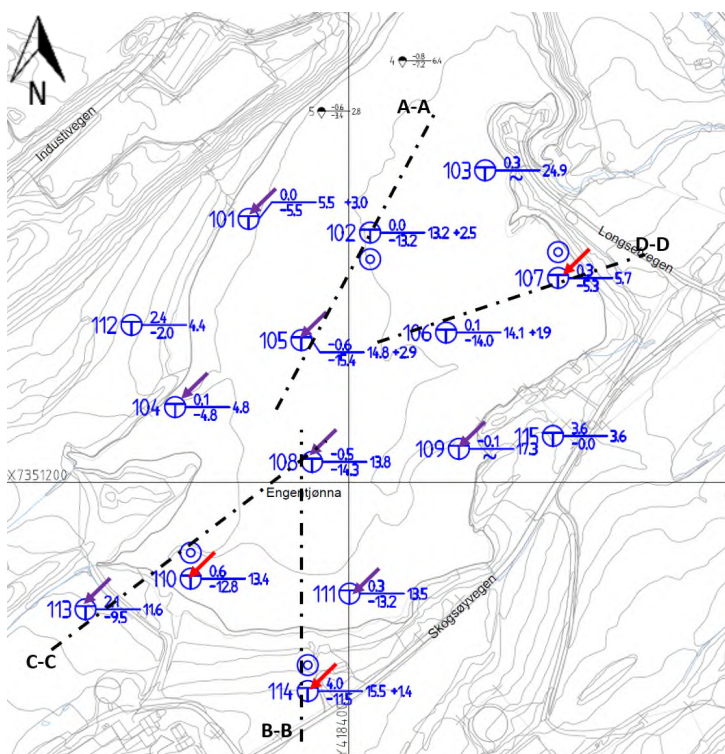
## 6.2 Beregningsforutsetninger

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av regneprogram Geosuite Stabilitet versjon 16.1.1.0. Videre er det benyttet materialparametere som angitt i Tabell 3-1 samt C-profiler tilsvarende resultat fra tolkning av CPTu ved aktuelle borprofiler. Grunnvannstand er antatt ved lavvann (LAT).

Fyllingshøyden er satt til kote +3, dvs. noe over dimensjonerende havnivå, med en fronthelling på 1:1,5.

## 6.3 Resultater

Stabiliteten er beregnet for profilene A, B, C og D, jf. Figur 6-1 i anlegg og i permanent situasjon.



Figur 6-1: Kritiske profiler (Norconsult [1]), kvikkleire bekreftet av lab (rød pil) og bløtt materiale (ingen lab - lilla pil)

Ved beregninger i anleggsfase skilles det mellom fylling fra landsida (dvs. med gravemaskin på toppen av omliggende skråningen) eller fra sjøsida (dvs. med start fra sjø og mot omliggende skråninger), og om

skjærflaten går gjennom det sprø sjiktet (udrenert analyse) eller gjennom friksjonsmaterialer (drenert materiale) i anleggsfasen.

Resultater viser at sjete ved sjøside blir stabil ved direkte utlegging av masser på sjøbunn og at ferdig fylt område vil være stabiliserende for omliggende skråninger.

Videre viser beregningene at anleggsarbeidene i hovedsak kan gjøres med start fra omliggende skråninger, men at fylling fra land ikke gir tilfredsstillende stabilitet ved Snitt D ( $F_{cu} < 1,61$ ). Dette vil si at fylling fra land kan medføre utglidning. Ved utlegging i to faser, til kote +1 og deretter til kote +3, gir dog tilfredsstillende stabilitet.

Følgende kapiteler gir resultater for sjøfront (Snitt A) og fylling ved omliggende skråninger (Snitt B, C og D) - Utsnitt fra beregningene er tilgjengelige i Vedlegg 2.

### 6.3.1 Ny sjøfronten mot nord (Snitt A)

Seksjon A er forlenget til inngangen til bukten der sjøfronten skal ligge. På grunn av likhetene mellom bp.102 (sentrum av bukta, Norconsult [1]) og bp.04 (innløpet til bukten, Multiconsult [2]), hvor det er observert lignende lagdeling.

Beregningene består av en 5 m fylling (eller til kote +3) med en helning på 1:1,5 og en last på 40 kPa for den permanente situasjonen. Resultatene er delt inn i to analyser, drenert ( $c$ ,  $\phi$ ) der skjærglidningsflaten ikke krysser sprøbruddlaget og udrenert (ADP) der skjærglidningsflaten krysser sprøbruddlaget.

Tabell 6-2: Stabilitet ved sjøfronten:

Profil	Analyse	Sikkerhetsfaktor
Snitt A	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,56 $\geq$ 1,25 (krav)
	Udrenert, totalspenningsanalyse	2,19 $\geq$ 1,61 (krav)

### 6.3.2 Omliggende skråninger (Snitt B, C og D)

Fylling ved foten av de omliggende skråningene vil påvirke stabiliserende. Resultater fra beregninger viser at de omliggende skråninger unntatt Snitt D har tilfredsstillende stabilitet.

Dagens situasjon og den fullførte fyllingssituasjonen er vist i Tabell 6-3. I dette tilfellet med forbedrende tiltak er det tatt utgangspunkt i krav tilsvarende «ikke forverring».

Tabell 6-3: Omliggende skråninger, Dagens og permanent situasjon med fylling

Profil	Situasjon	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, $F_{cu}$
Snitt B	Dagens situasjon	6,97 $\geq$ 1,40 (krav)
Snitt C	Dagens situasjon	10,1 $\geq$ 1,40 (krav)
Snitt D	Dagens situasjon	1,15 $<$ 1,40 (krav)
	Med fylling	5,74 $\geq$ 1,40 (krav)

### 6.3.3 Anleggsfase

Seksjon B, C og D er stabilitet vurdert for to situasjoner: Fylling med gravemaskin på omliggende skråninger (fra landsida) og fylling av sjete ved ny sjøfront og fylling med gravemaskin mot land. Beregningene består av en 3 m fylling (til kote +3) med en helning på 1:1,5 og en trafikklast på 19,5 kPa for den midlertidige situasjonen i anleggsfasen.

Resultatene er presentert i Tabell 6-4 for drenert analyse (c,  $\phi$ ) der skjærglidningsflaten ikke krysser leirlaget og udrenert analyse (ADP) der skjærglidningsflaten krysser leirlaget.

Tabell 6-4: Stabilitet i byggefasen

Profil	Utførelse	Analyse	Sikkerhetsfaktor
Snitt B	Utlegges fra sjøsida	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,68 $\geq$ 1,25 (krav)
		Udrenert, totalspenningsanalyse	2,52 $\geq$ 1,61 (krav)
	Utlegges fra landsida	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,72 $\geq$ 1,25 (krav)
		Udrenert, totalspenningsanalyse	2,00 $\geq$ 1,61 (krav)
Snitt C	Utlegges fra sjøsida	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,99 $\geq$ 1,25 (krav)
		Udrenert, totalspenningsanalyse	2,00 $\geq$ 1,61 (krav)
	Utlegges fra landsida	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,73 $\geq$ 1,25 (krav)
		Udrenert, totalspenningsanalyse	3,08 $\geq$ 1,61 (krav)
Snitt D	Utlegges fra landsida	Udrenert, totalspenningsanalyse	1,27 $<$ 1,61 (krav)
	Utlegges fra sjøsida	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,83 $\geq$ 1,25 (krav)
		Udrenert, totalspenningsanalyse	1,53 $<$ 1,61 (krav)
		Udrenert, totalspenningsanalyse med motfylling til kote +1	1,82 $\geq$ 1,61 (krav)

## 6.4 Konklusjon

Planlagt fylling med fremtidige lagerområdet skal tilfredsstillende krav til stabilitet i TEK17 § 10-2  
Konstruksjonssikkerhet [6] og NVEs veileder 1/2019 [4].

I dette tilfellet er det lagt til grunn at konstruksjonen av planlagt tiltak og sjøfronten vil innebære forverring av stabilitet, som vil si at aktuelt sikkerhetskrav er  $F_{cu} \geq 1,61$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Disse kravene oppfylles. For øvrig vil det planlagte tiltaket medføre en forbedring av stabiliteten for omliggende skrånninger.

De relevante sikkerhetskravene anses å kunne oppfylles for anleggsfasen dersom utfyllingen skjer fra sjø. For eksempel kan det først etableres sjete ved fyllingsfronten direkte på sjøbunn. Deretter kan det fylles fra sjøsida og mot omliggende skrånninger. Fyllingen utføres i 2 faser: til kote +1 og deretter til kote +3. Det er også mulig å fylle fra land til kote +1 med start i vest (fra Snitt B og vestover), men hele østsiden (Snitt D) må fylles fra sjø. Detaljert rekkefølge på grunnarbeider utarbeides som en del av detaljprosjektering.

Fyllingen blir utsatt for tidevann og bølger og må sikres mot disse, ved utlegging av filterlag og plastring. Dette må dimensjoneres av spesialist i kystteknikk i detaljprosjekteringsfase. Et mulig resultat av disse vurderinger kunne være at sjøfront må heves til over kote +3.

## 7 Grunnarbeider

Grunnarbeider er todelt: Strandareal ved Engentjønnå like sør for Westcon Helgelands fabrikk og Skarberget øst for fabrikk, ovenfor Engentjønnå.

- Engentjønnå: Grunnarbeid består i å legge en fylling til kote +3 (sprengstein) direkte oppå sjøbunn, med helning  $\leq 1:1,5$ . Fylling kan utlegges med start ved ny sjøfronten, deretter jobbes med å fylle mot eksisterende skråninger vis beregning med motfylling til +1. Deretter til kote +3. Det er også mulig å vurdere fylling fra land med start i vest (fra snitt B og vestover, opp til kote +1 og deretter +3).
- Skarberget: Grunnarbeid består av fjerning av løsmasser over berg (i hovedsak torv), og sprengning av bergmasser (på maks. ca. kote +60) ned til ca. havnivå for monteringsområde.

Fylling med kvalitetsmasser som beskrevet i kapittel 7.1.

### 7.1 Fylling

Fyllmasser kan legges med maks. helning 1:1,5 og skal være godt sortert telefri sprengstein. Fyllingen komprimeres lagvis i henhold til NS 3458 [9], normal komprimering. Største steindiameter skal ikke være større enn 300 mm og ikke overstige 2/3 av lagtykkelsen.

Frosne jordmasser skal ikke legges i fyllinger. Fyllingsarbeider kan normalt utføres om vinteren så lenge lufttemperaturen ikke er lavere enn ca.  $-5^{\circ}\text{C}$  og det ikke kommer nedbør. Materialer som har frosset når leggingen avbrytes, må fjernes. Spesielle tiltak må iverksettes ved fyllingsarbeid ved lavere temperaturer. Dette kan f.eks. omfatte bruk av vintermating, varmearbeid og spesielt god fremdriftsplanlegging for å hindre snø og is i tilførte masser og planum.

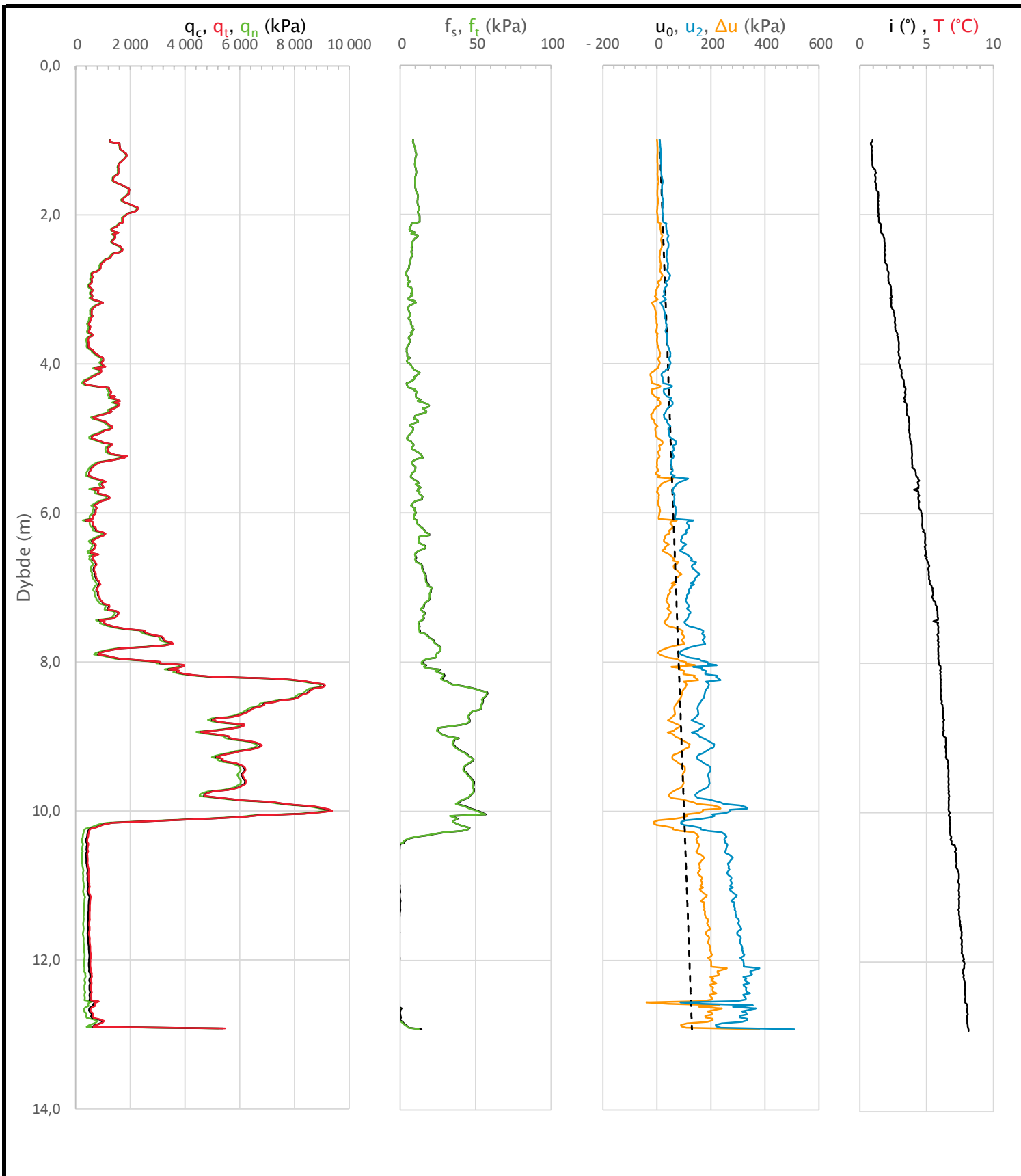
### 7.2 Bergskjæring


Planlagte skjæringer ved Skarberget i berg vurderes av ingeniørgeolog som en del av detaljprosjektering.

## 8 Referanser

- [1] Norconsult , «Langset Skarberget detaljregulering - Datarapport,» 2023.
- [2] Multiconsult, «Langsetvågen – Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport,» 2019.
- [3] Håndbok V220, «Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, 2022.
- [4] NVE, «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2019.
- [5] L. H. O. L. & R. S. E. Jean-Sebastien L'Heureux, «Landslides Along Norwegian Fjords: Causes and Hazard Assessment,» 2013.
- [6] Standard Norge, «FOR-2017-06-19-840. Byggteknikk forskrift (TEK 17),» 2017.
- [7] Eurokode 0, «NS-EN 1990:2002+NA:2008 + A1:2005 + NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.,» 2016.
- [8] Eurokode 7, «NS-EN 1997-1: 2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler.,» 2020.
- [9] Standard Norge, «NS 3458 Komprimering - krav og utførelse».
- [10] Direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap , «Tema - Samfunnets kritiske funksjoner - Hvilken funksjonsvene må samfunnet opprettholde til enhver tid?,» 2016.
- [11] Arbeidstilsynet, «Forskrift om utførelse av arbeid».

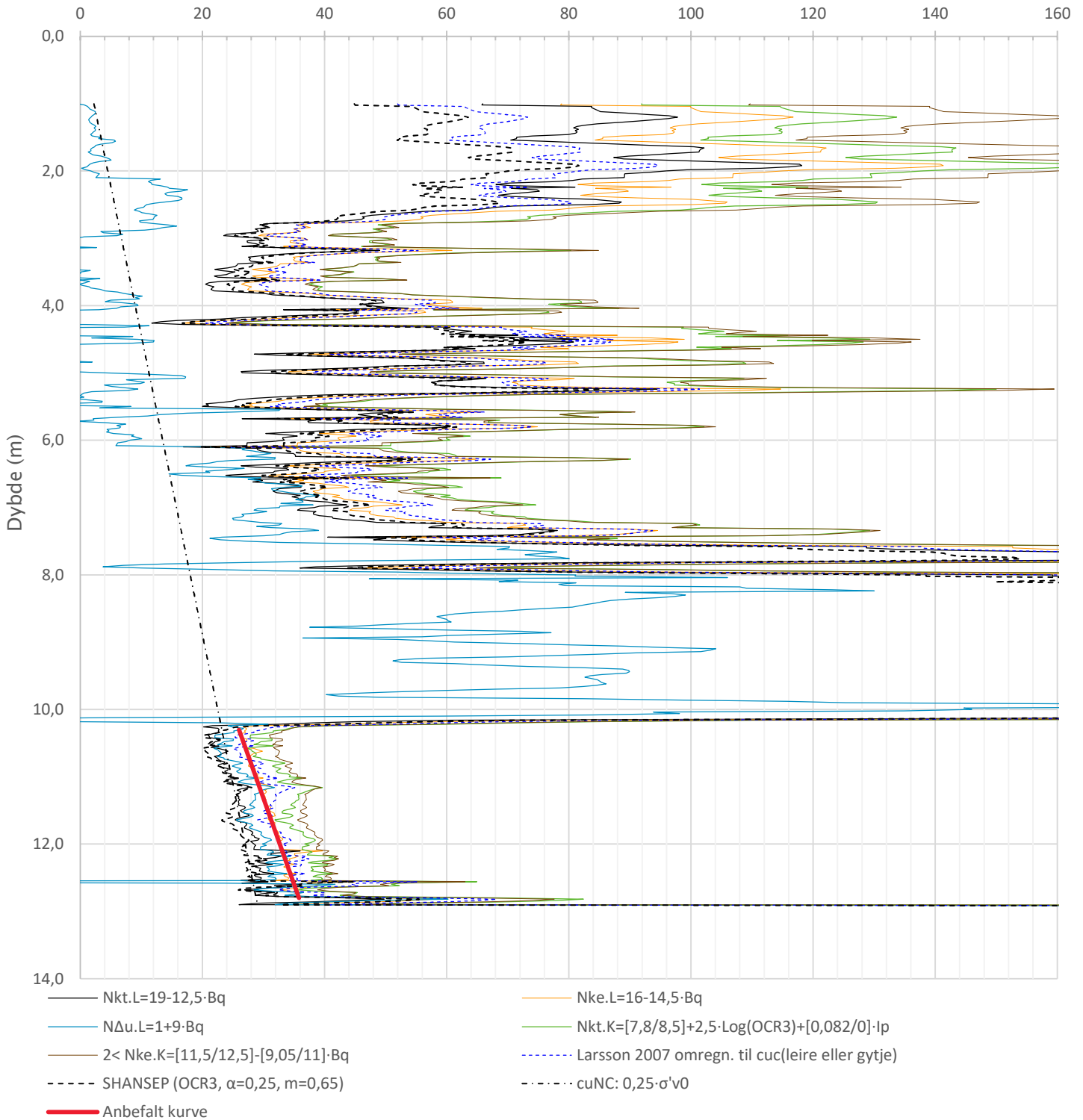
## **Vedlegg 1: Resultater fra CPTu**



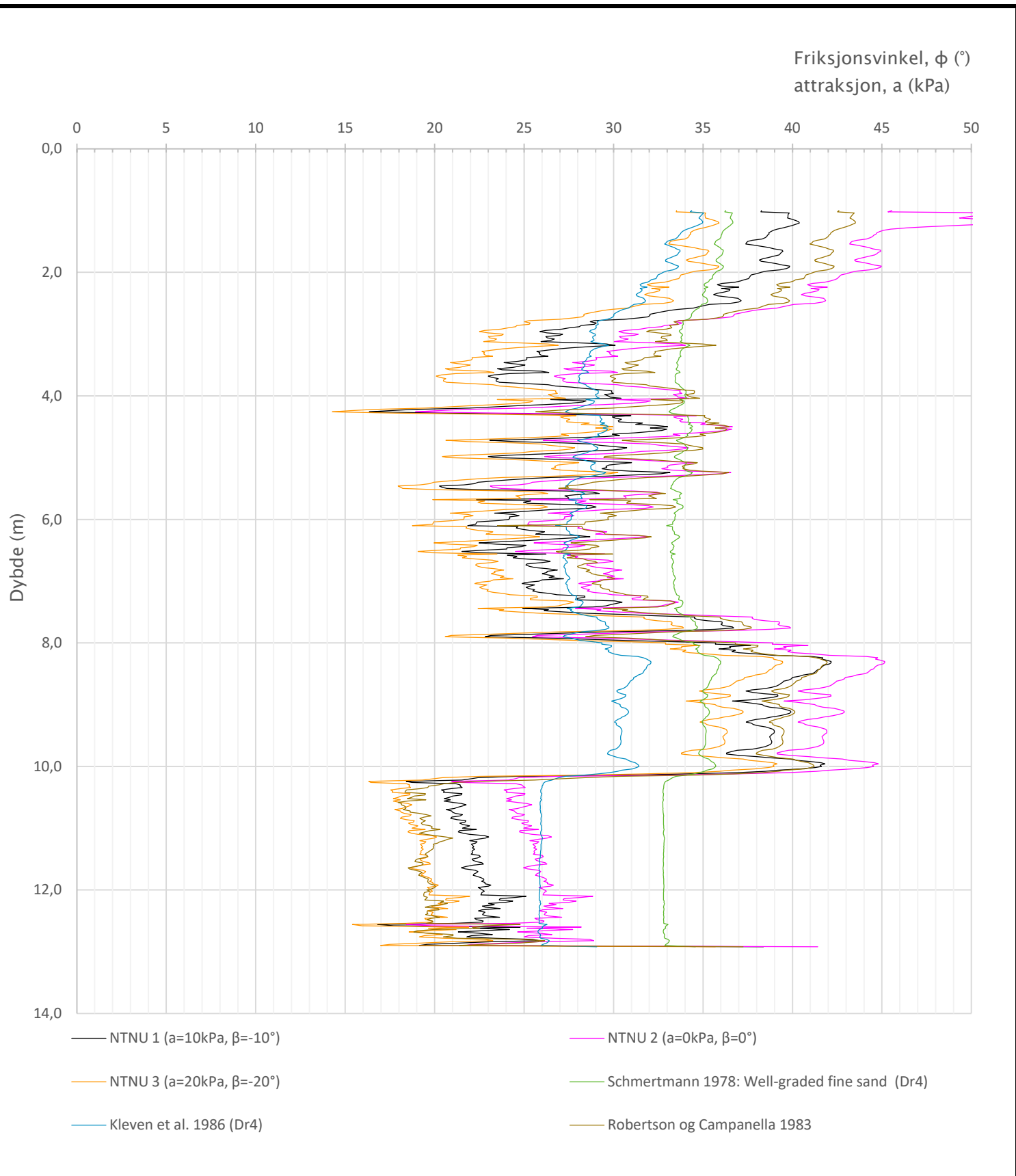
Prosjekt		Prosjektnummer: 52105246		Borhull
<b>Langset Skarberget detaljregulering</b>				<b>102</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerede måleverdier				<b>5453</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PauCha	KerSch	KerSch	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur
Westcon Helgeland AS	2023-05-11	Rev. dato	<b>3</b>	



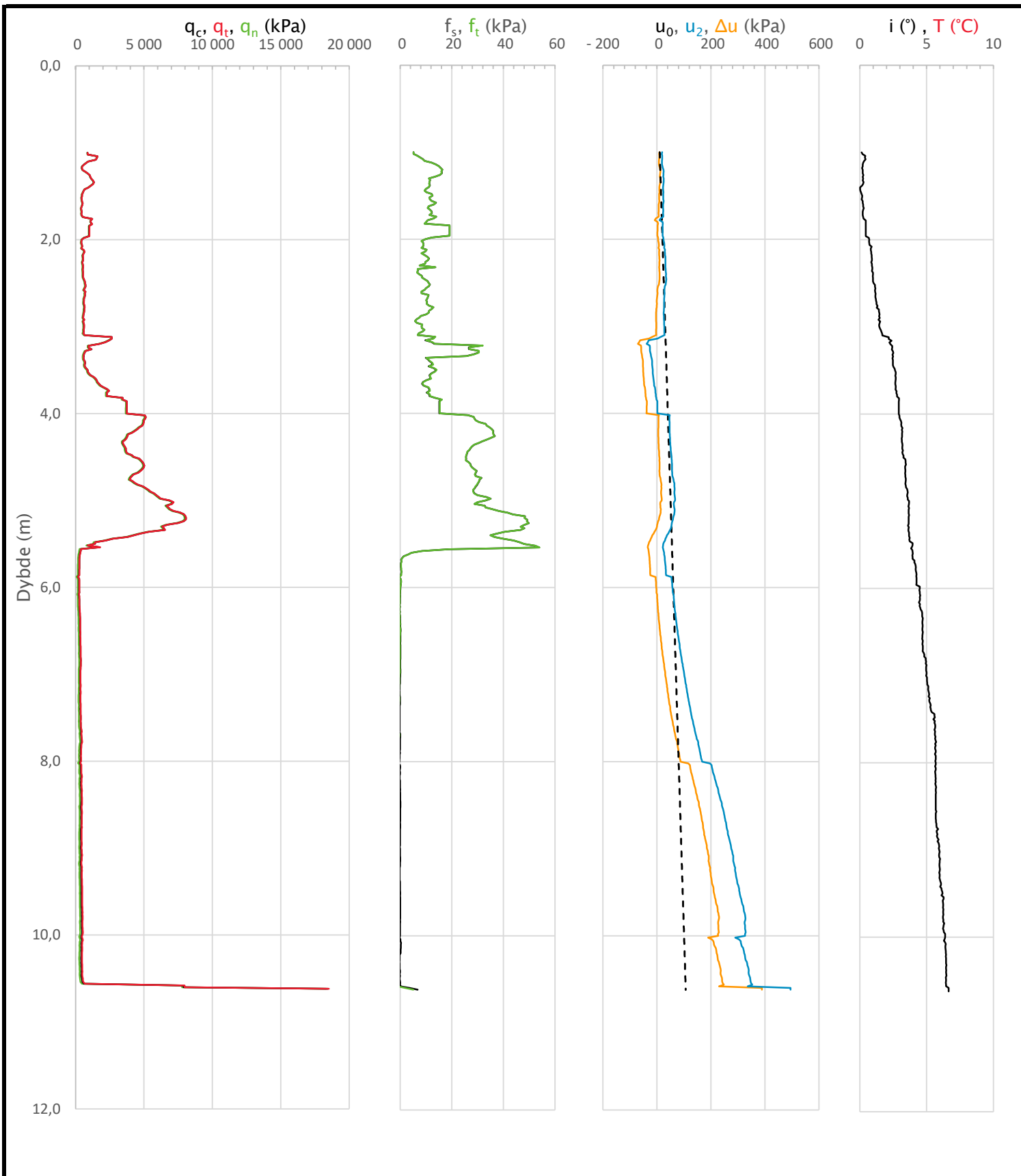
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt			Prosjektnummer: 52105246	Borhull
<b>Langset Skarberget detaljregulering</b>				<b>102</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5453</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PauCha	KerSch	KerSch	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur
Westcon Helgeland AS	2023-05-11	Rev. dato	<b>5</b>	

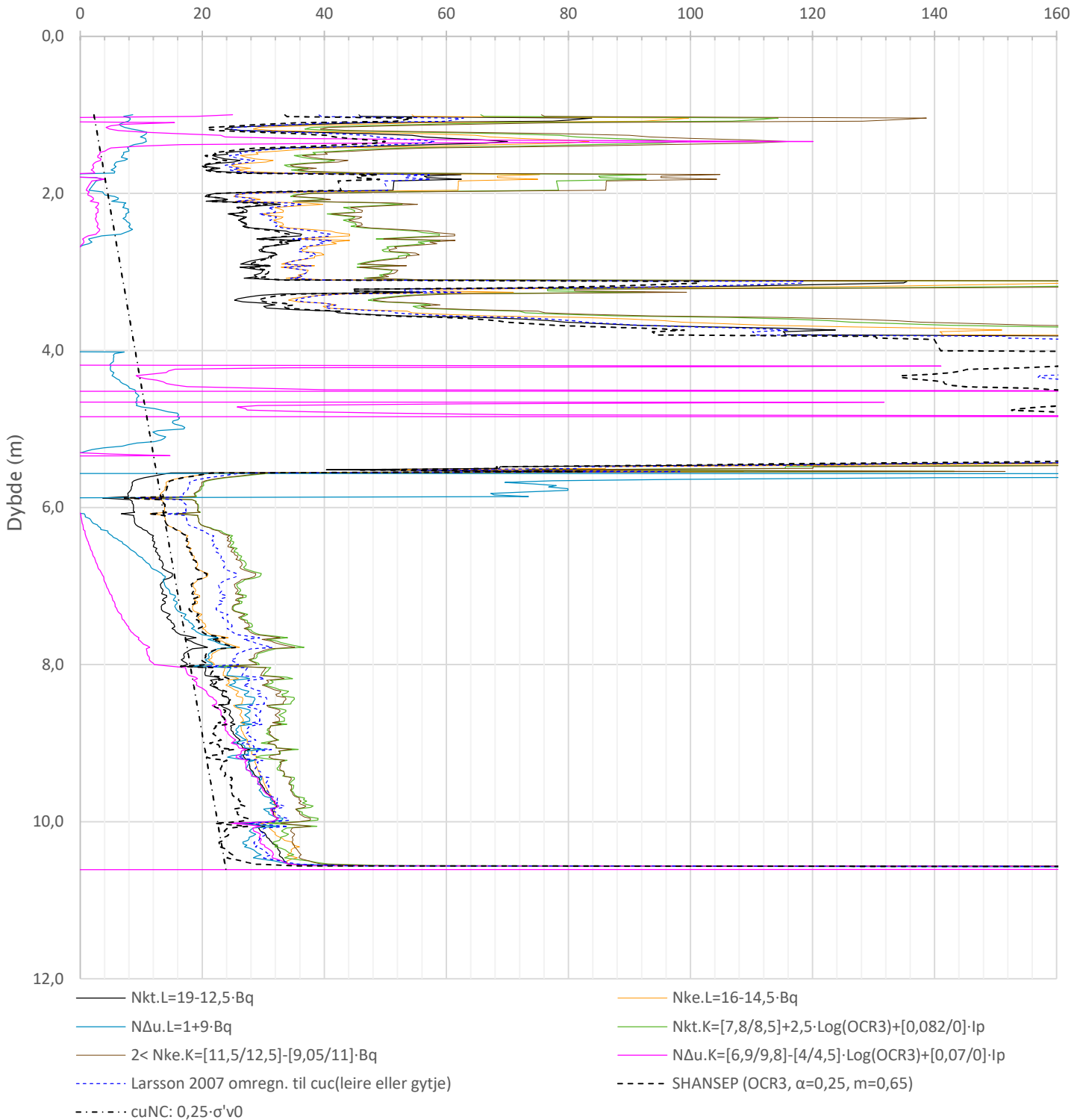


Prosjekt		Prosjektnummer: 52105246		Borhull
<b>Langset Skarberget detaljregulering</b>				<b>102</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5453</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PauCha	KerSch	KerSch	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Westcon Helgeland AS	2023-05-11	Rev. dato	
				<b>6</b>

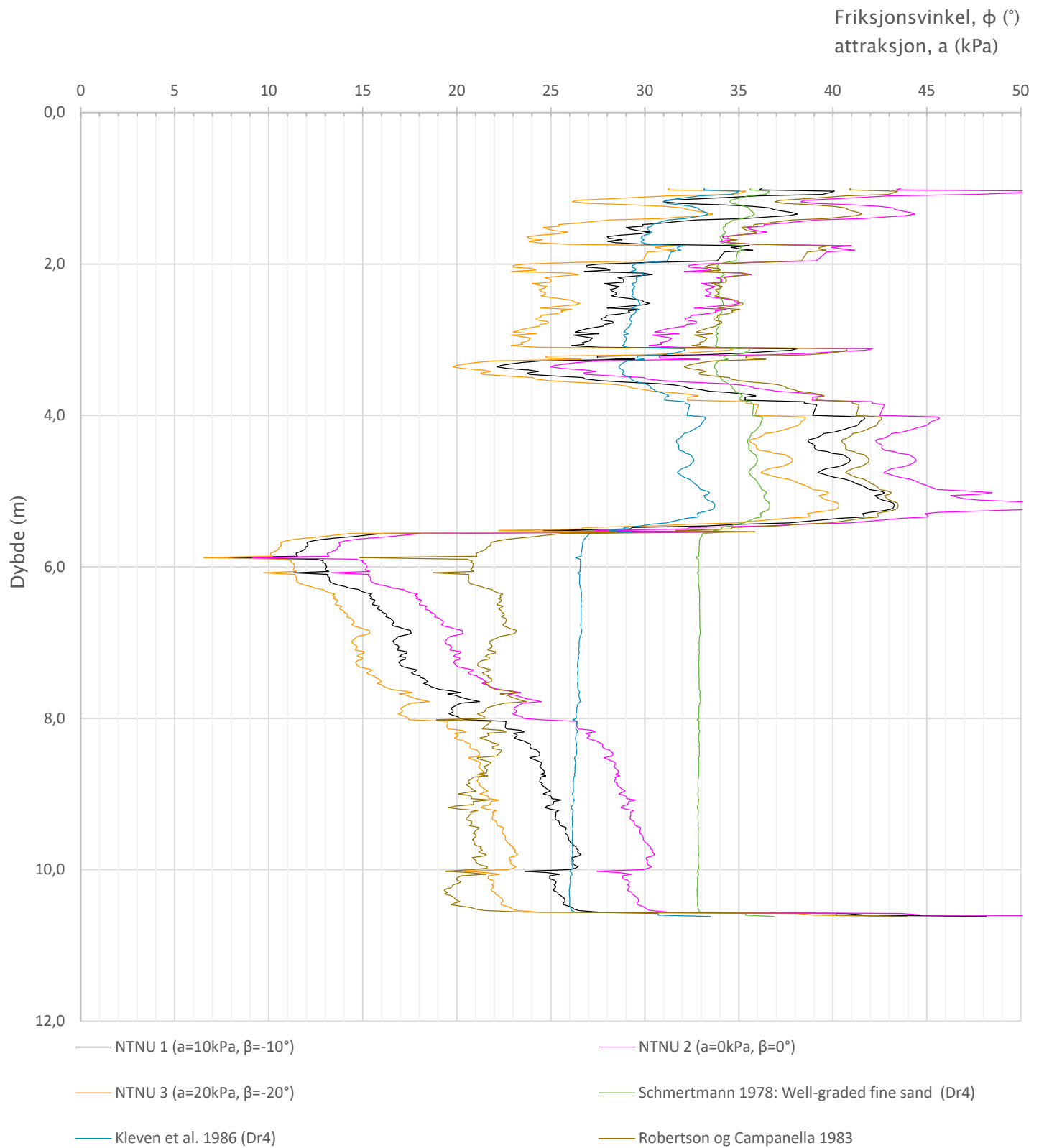



Prosjekt		Prosjektnummer: 52105246		Borhull
<b>Langset Skarberget detaljregulering</b>				<b>110</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerede måleverdier				<b>5453</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PauCha	KerSch	KerSch	<b>1</b>
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Westcon Helgeland AS	2023-05-16	Rev. dato	<b>3</b>

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



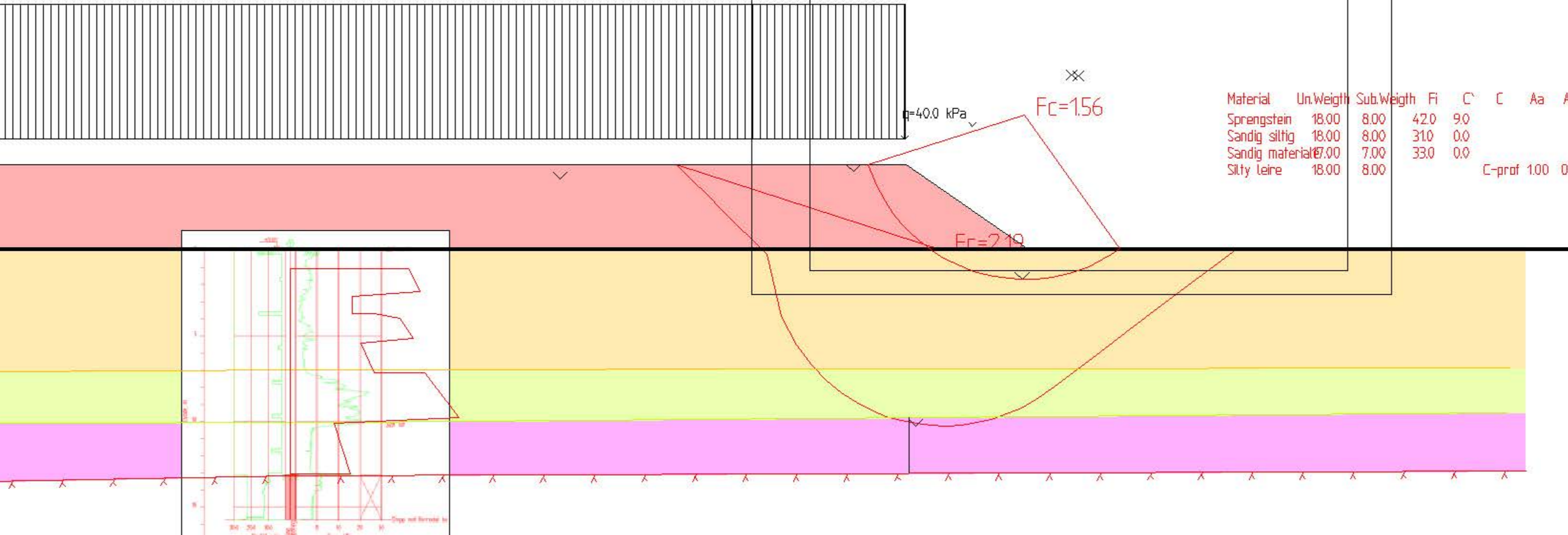
Prosjekt			Prosjektnummer: 52105246		Borhull
<b>Langset Skarberget detaljregulering</b>					<b>110</b>
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					<b>5453</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	PauCha	KerSch	KerSch	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Westcon Helgeland AS	2023-05-16	Rev. dato	5		



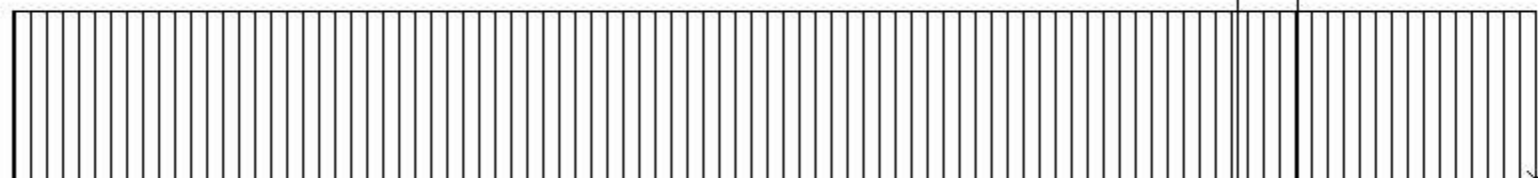
Prosjekt			Prosjektnummer: 52105246		Borhull
<b>Langset Skarberget detaljregulering</b>					<b>110</b>
Innhold					Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon					<b>5453</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	PauCha	KerSch	KerSch	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Westcon Helgeland AS	2023-05-16	Rev. dato	6	

## **Vedlegg 2:** Utskrift av stabilitetsberegninger

SNITT A



SNITT B Fra Land



q=19.5 kPa

× ×

$F_c = 1.72$

$F_c = 2.00$

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Bløtt sandig sil	19.00	8.00	31.0	0.0				
Sandig siltig	18.00	8.00	33.0	0.0				
Sandig siltig leire	19.00	9.00	39.0	0.0	C-prof	100	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	38.0	4.0				

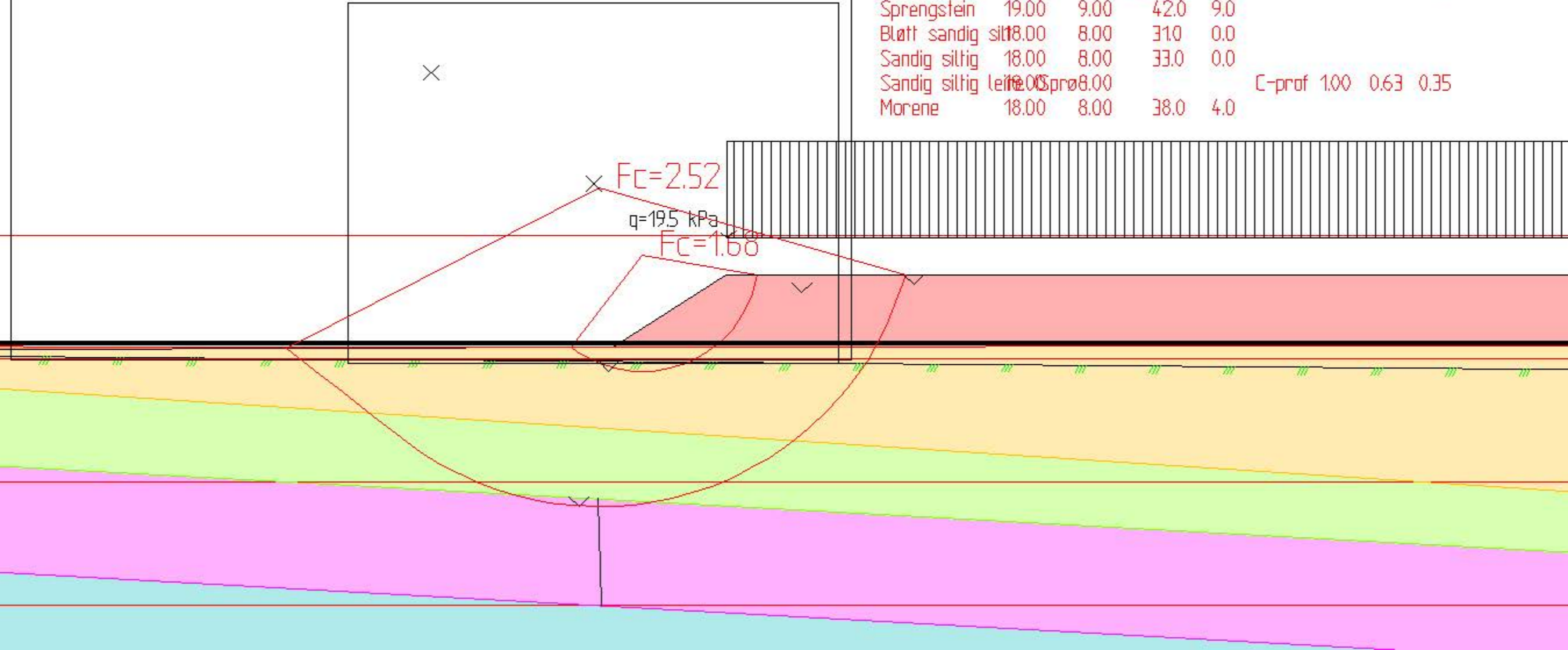
1:15

x:\nor\oppdrag\mo i rana\521\05\52105246\bin\geoteknikk\geoarkiv\stabgraf.rvt\profile - left-fylling.dwg

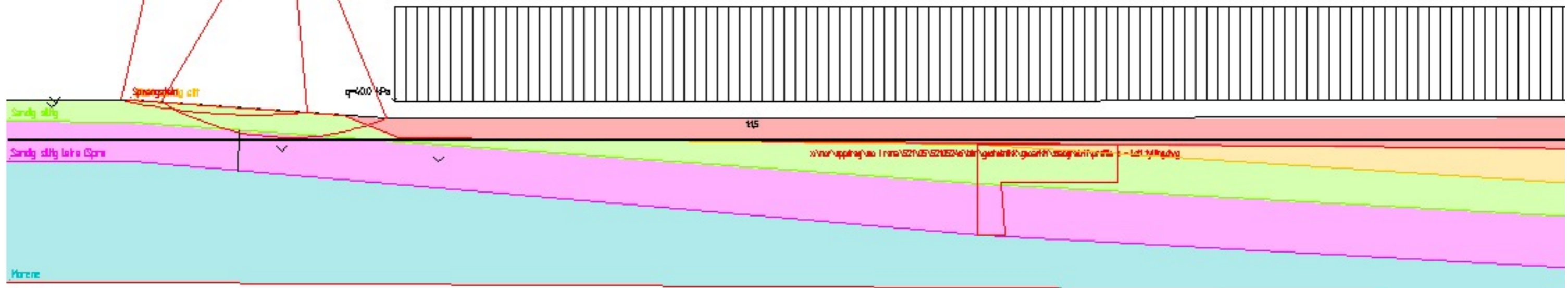
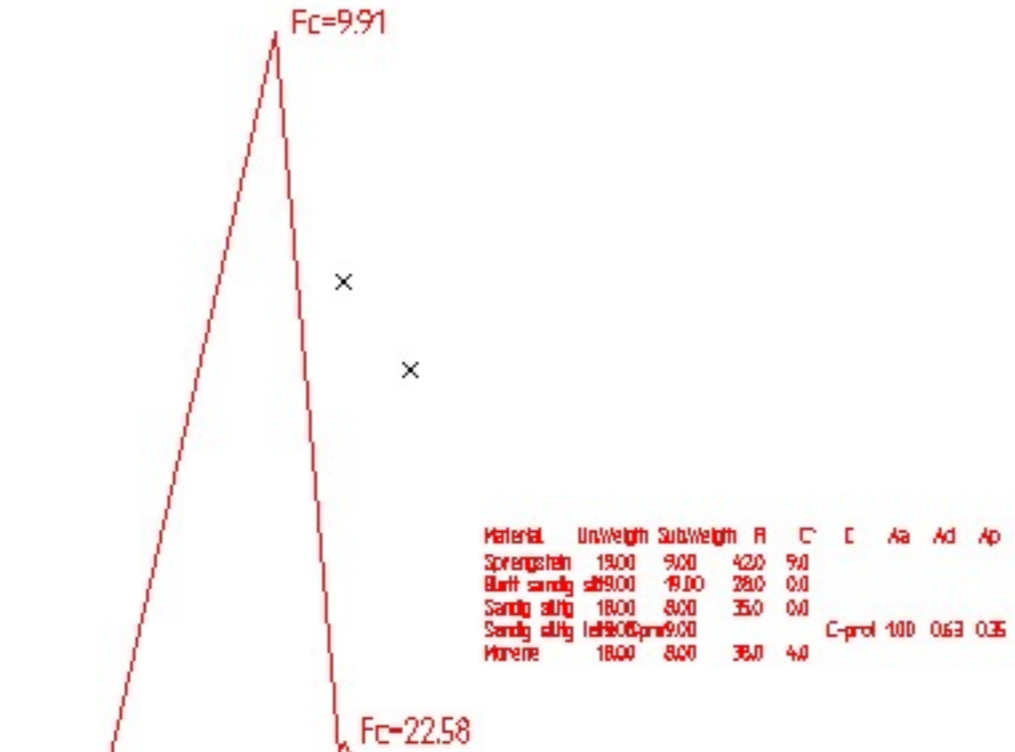


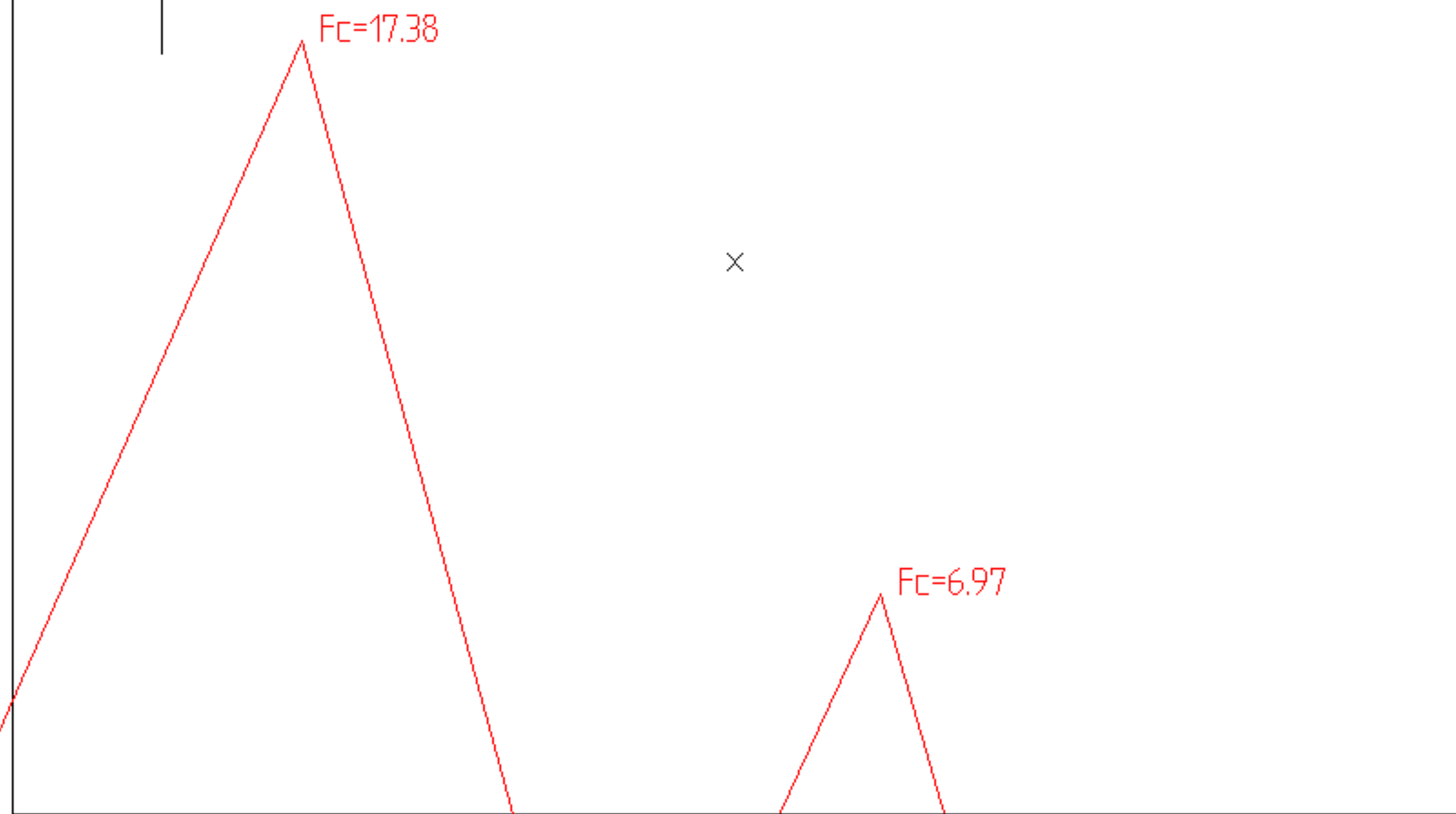
Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Bløtt sandig silt	18.00	8.00	31.0	0.0				
Sandig siltig leire	18.00	8.00	33.0	0.0				
Sandig siltig leire	18.00	8.00	33.0	0.0				
Morene	18.00	8.00	38.0	4.0				
					C-prof	1.00	0.63	0.35

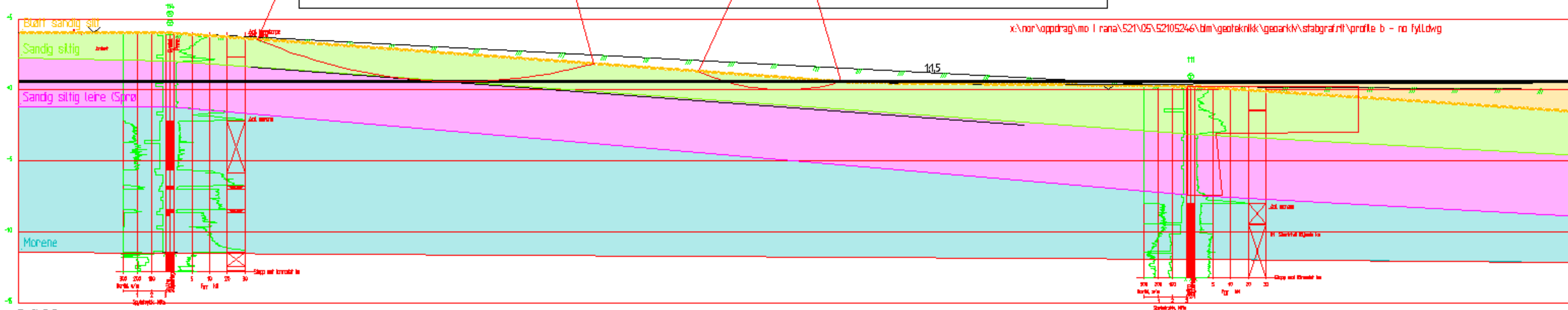


SNITT B Fullfylling

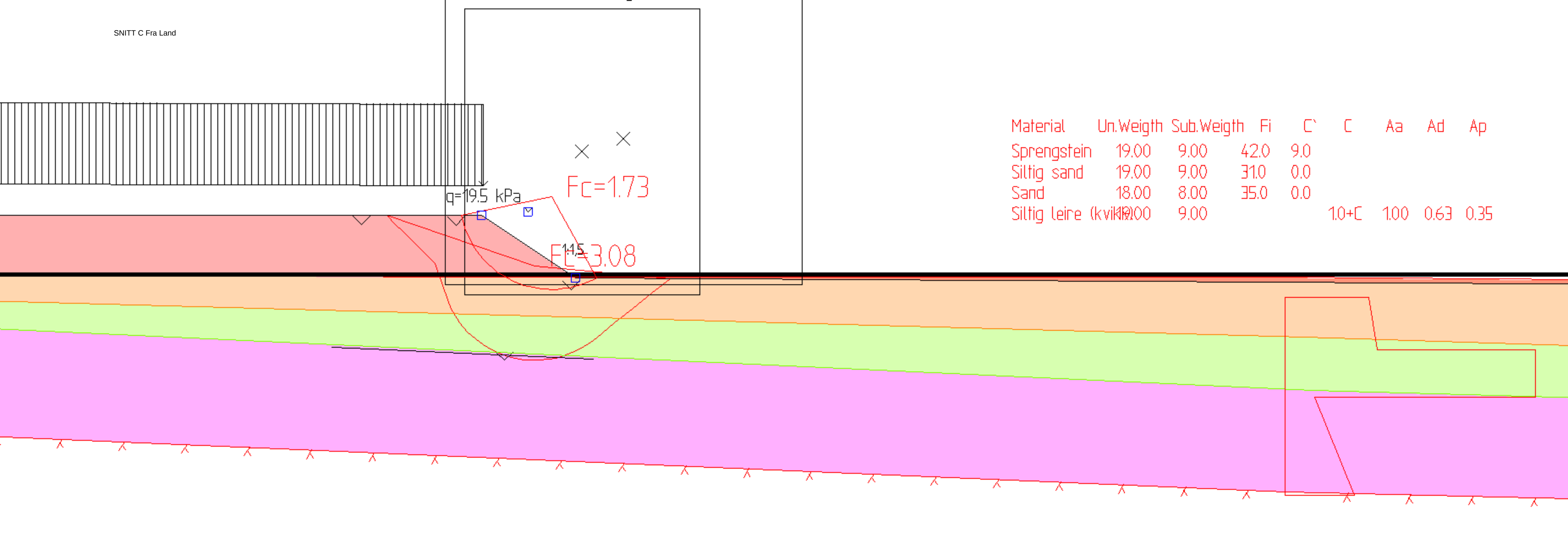




Material	Un.Weight	Sub.Weight	F <sub>i</sub>	C	C	A <sub>a</sub>	A <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>
Bløtt sandig silt	19.00	19.00	28.0	0.0				
Sandig siltig	18.00	8.00	35.0	0.0				
Sandig siltig leire	9.00	9.00				E-prof 100	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	38.0	4.0				



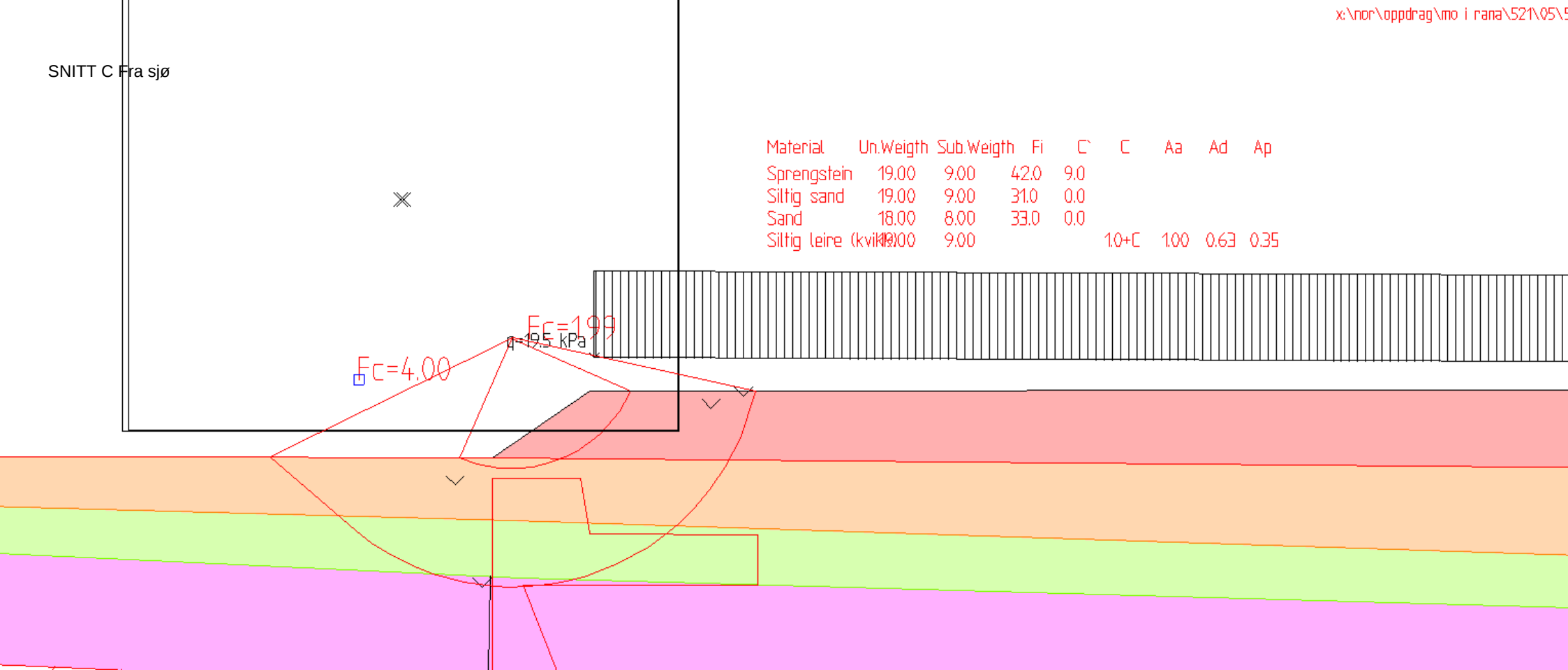
SNITT C Fra Land



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Siltig sand	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	35.0	0.0				
Siltig leire (kvil)	10.00	9.00			1.0+C	1.00	0.63	0.35

SNITT C Fra sjø

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Siltig sand	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	33.0	0.0				
Siltig leire (kvik)	10.00	9.00			10+C	100	0.63	0.35

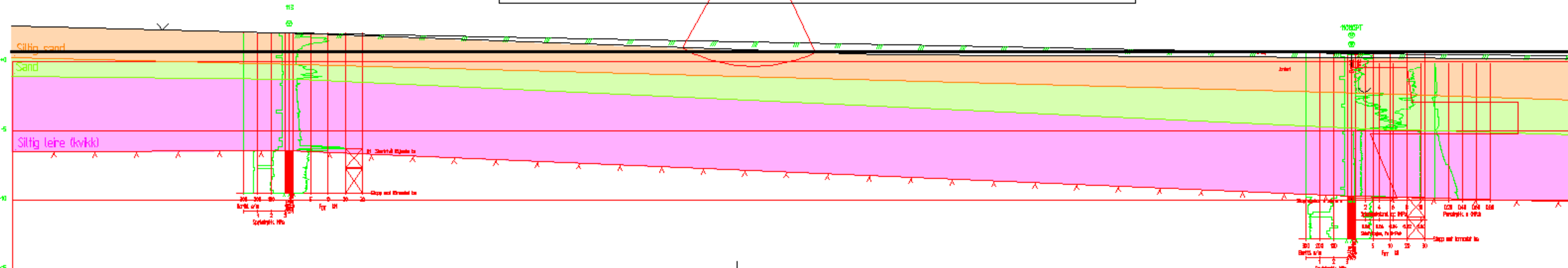


SNITT C Dagens situasjon

×

$F_c = 10.13$

Material	Un.Weight	Sub.Weight	F	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig sand	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	18.00	8.00	35.0	0.0				
Siltig leire (kvkk)	100	9.00			10+C	1.00	0.63	0.35

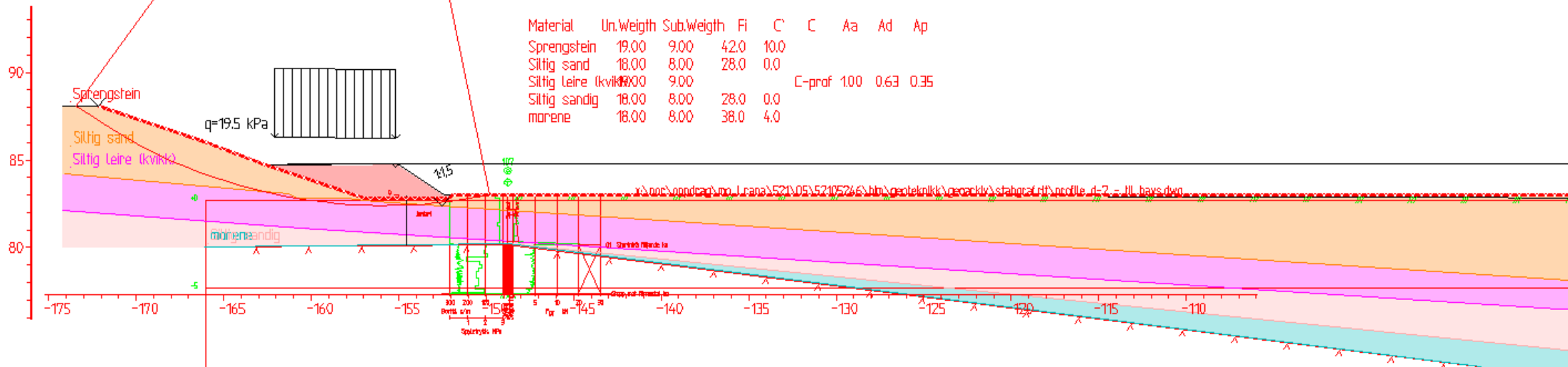


Profil C-C  
1:10

SNITT D Fra land

Fc=1.31

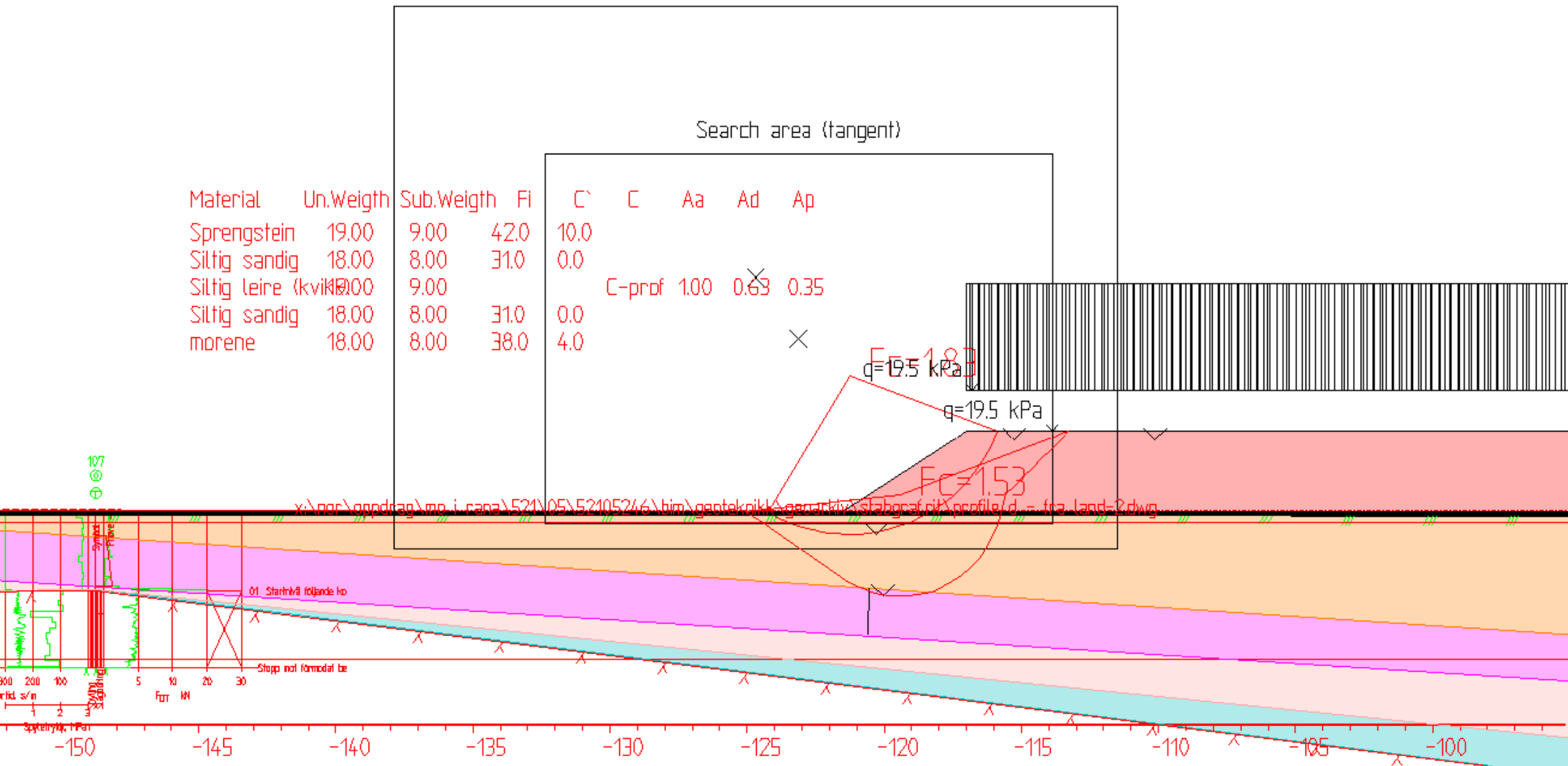
x



Search area (tangent)

Search area (tangent)

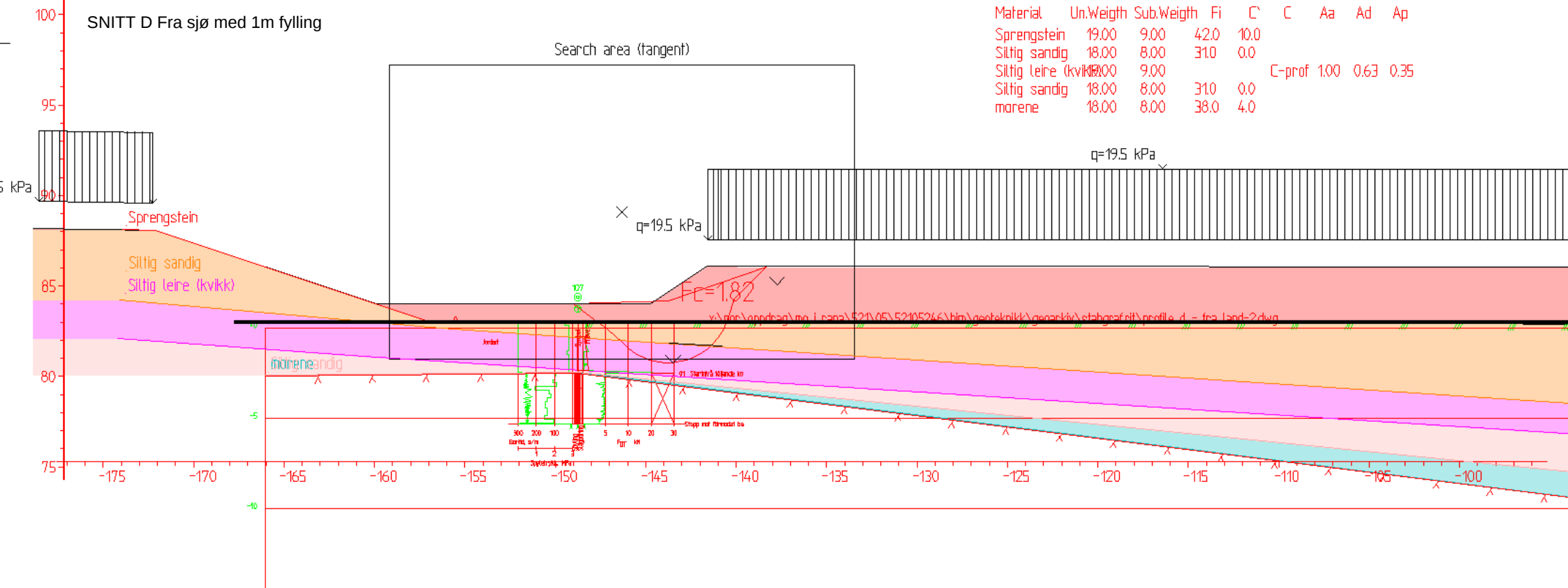
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	10.0				
Siltig sandig	18.00	8.00	31.0	0.0				
Siltig leire (kvik)	18.00	9.00	31.0		C-prof	1.00	0.63	0.35
Siltig sandig	18.00	8.00	31.0	0.0				
morene	18.00	8.00	38.0	4.0				



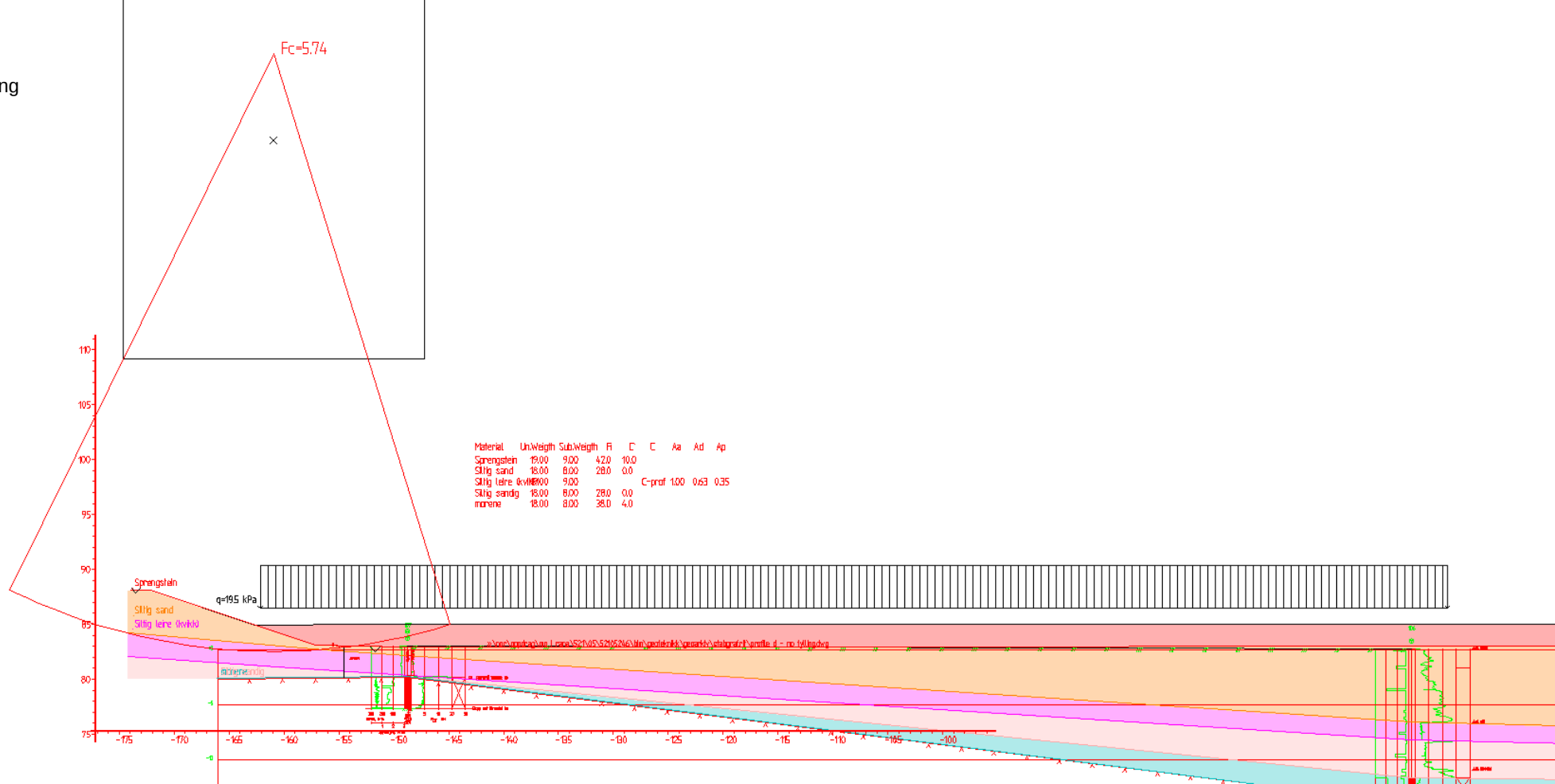


SNITT D Fra sjø med 1m fylling

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	10.0				
Siltig sandig	18.00	8.00	31.0	0.0				
Siltig leire (kvikk)	18.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Siltig sandig	18.00	8.00	31.0	0.0				
morene	18.00	8.00	38.0	4.0				



# SNITT D Fullfylling



# SNITT D Dagens situasjon

