

Prosjekt: Skien. Kjellemoen, eneboligfelt  
Oppdrag: Skien. Kjellemoen eneboligfelt, områdestabilitet  
Beregning: Stabilitet i snitt A-A og B-B

Dato: 03.08.22  
Dokumentnr: 116356tb1\_rev1  
Utarbeidet av: Idunn Malene Bue  
Kontrollert av: Jon Adersen Gulbrandsen / Runar Larsen (rev 1)

---

### **Skien. Kjellemoen eneboligfelt, områdestabilitet Stabilitet i snitt A-A og B-B**

#### **Sammendrag:**

GrunnTeknikk AS er engasjert av Peab Eiendomsutvikling AS avd. Telemark og Vestfold v/Trond Nygård for vurdering områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 for et boligområde på Kjellemoen i Skien kommune.

Det er i forbindelse med oppdraget kartlagt en faresone for kvikkleireskred som strekker seg inn i planområdet i nord. Det må følgelig dokumenteres tilstrekkelig stabilitet i sonen. Foreliggende beregningshefte gir en oppsummering av forutsetninger og resultater fra stabilitetsberegninger utført i to kritiske snitt fra ravinedalen i nord (Lensmannsdalen) og opp mot planområdet.

Beregningene viser at stabiliteten for dagens situasjon ikke er tilstrekkelig, og at det derfor er behov for å utføre sikringstiltak før utbygging. Det er utført beregninger med sikringstiltak bestående av motfylling ned mot og over bekken i Lensmannsdalen og avlastning i en sone på skråningstoppen. Beregninger viser at dette vil bedre stabiliteten tilstrekkelig mht. prosentvis forbedring.

Det er ved befaring observert betydelig erosjon i bekken nede i Lensmannsdalen, samt flere små rasgroper i skråningen som følger av blant annet dette. Bekken må erosjonssikres for å hindre ugunstige topografiske endringer og ras i framtiden.

Detaljer blir gjort rede for i beregningsheftet, og ytterligere vurderinger er oppsummert i notatet [7].

*Det er i revisjon 1 gjort noen justeringer etter tilbakemeldinger fra uavhengig kvalitetssikring (UAK). Endringer i revisjonen er vist med kursiv.*

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Terreng og grunnforhold.....	3
2.1	Terreng.....	3
2.2	Grunnforhold.....	4
3	Beregningsforutsetninger.....	4
3.1	Krav til sikkerhet.....	5
3.2	Geometri og lagdeling.....	6
3.3	Materialparametere.....	7
3.4	Grunnvannsstand.....	8
3.5	Terrenglaster.....	8
4	Beregningsresultater.....	9
4.1	Kommentarer til resultatene.....	10
5	Konklusjon.....	10

## TEGNINGER

300	Borplan med snitt og faresone
400	Borplan med sone for motfylling, avlastning og erosjonssikring
500 - 509	Resultater fra stabilitetsberegninger utført i GeoSuite Stability

## VEDLEGG

1	Tolkning av CPTU-sondering i punkt 4
2	<i>Tolkning av effektivspenningsparametere fra CPTU 4</i>

## REFERANSER

[1]	Geoteknisk datarapport 116374r1, GrunnTeknikk AS, datert 04.04.2022
[2]	NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
[3]	NIFS rapport nr. 14 (2014) «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer»
[4]	Artikkelen «CPTU Correlations for Clays» utarbeidet av Kjell Karlsrud et. al. 2005
[5]	Geoteknisk rapport grunnundersøkelser 10286-G-01, Arkimedum AS, datert 24.11.2017
[6]	Norwegian GeoTest Sites (NGTS). Characterization and engineering properties of Halden silt. Datert 10.02.2019
[7]	Geoteknisk notat områdestabilitet 116356n1, GrunnTeknikk AS, datert 03.05.2022

## 1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av Peab Eiendomsutvikling AS avd. Telemark og Vestfold v/Trond Nygård for vurdering områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 for et planlagt boligområde på Kjellemoen i Skien kommune. Området skal opparbeides med lett trehusbebyggelse.

Det er i forbindelse med oppdraget kartlagt en faresone for kvikkleireskred som strekker seg inn i planområdet i nord, ref. [7]. Det må følgelig dokumenteres tilstrekkelig stabilitet i sonen. Foreliggende beregningshefte gir en oppsummering av forutsetninger og resultater fra stabilitetsberegninger utført i to kritiske snitt fra ravedalen i nord (Lensmannsdalen) og opp mot planområdet.

*Det er i revisjon 1 gjort noen justeringer etter tilbakemeldinger fra uavhengig kvalitetssikring (UAK). Endringer i revisjonen er vist med kursiv.*

## 2 Terreng og grunnforhold

GrunnTeknikk har utført grunnundersøkelser på området, oppsummert i ref. [1]. I tillegg har vi mottatt geoteknisk datarapport fra Arkimedum med tidligere utførte grunnundersøkelser for det planlagte boligområdet, oppsummert i ref. [5].

### 2.1 Terreng

Det undersøkte området ligger på Kjellemoen, ved Tollnes i Skien. Området består av delvis dyrket mark, hvor deler har blitt regulert til boligområde. Langs nordsiden av området faller terrenget bratt ned i en ravedal (Lensmannsdalen). I retning vest stiger terrenget slakt med gjennomsnittlig terrenghelning på ca. 1:30. Figur 1 viser flyfoto med skissemessig avgrensning av planområde innenfor rød stiplet markering.



Figur 1. Flyfoto fra norgeskart.no. Reguleringsområdet er omtrentlig vist med rødt.

## 2.2 Grunnforhold

Området ligger ifølge NGUs løsmassekart på elve- og bekkeavsetning, som typisk domineres av sandige materialer (dvs. silt, sand og grus), og ligger ofte over eldre marine avsetninger. Se Figur 2.



Figur 2. Løsmassekart fra NGU sine nettsider. Reguleringsområdet er omtrentlig vist med rødt.

Utførte grunnundersøkelser viser meget lagdelte masser som domineres av sand med tynnere lag og sjikt av silt/leire. I enkelte borpunkter er det registrert mer homogene silt-/leirlag med mektighet inntil ca. 6 m. Utførte laboratorieforsøk på opptatte sylinderprøver klassifiserer disse silt-/leirlagene som sprøbruddmaterialer.

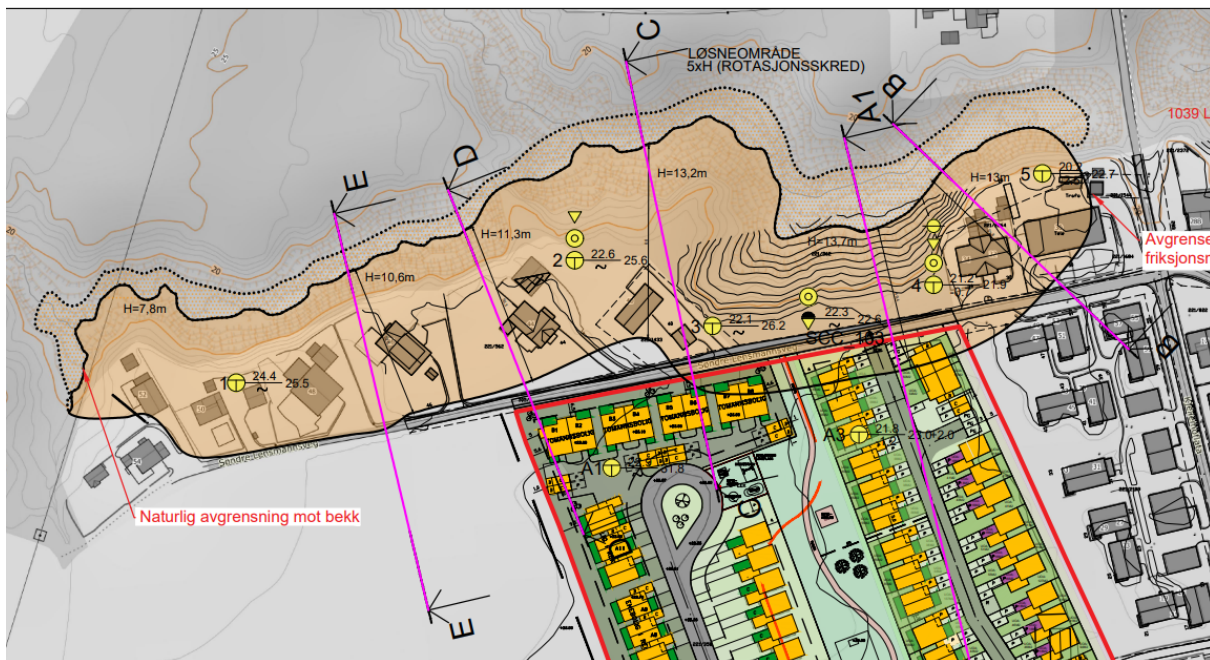
Totalsonderingene er utført med stans i løsmasser og mot antatt berg i dybder varierende mellom 21,9-26,2 m.

## 3 Beregningsforutsetninger

Snitt A1-A1 og B-B er vurdert som kritiske for det aktuelle planområdet. Det er stor høydeforskjell i snittene, samt at skråningen ligger nært planlagt bebyggelse/reguleringsområde her.

I samtlige snitt er det på bakgrunn av mengden sprøbruddmateriale vurdert at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Dette medfører at et evt. initialskred i snitt D-D og E-E ikke vil berøre det aktuelle planområdet. Det er derfor ikke nødvendig å sjekke stabiliteten i disse snittene.

Snittene er vist i Figur 3 under.

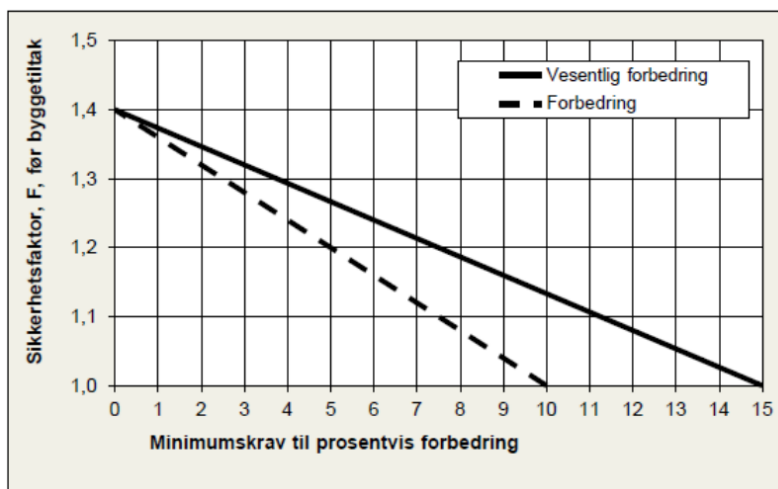


Figur 3: Utklipp fra borplan med faresone, påtegnede snitt og markering av planområde (rødt omriss).

### 3.1 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhet ifm. utredning av områdestabilitet er gitt i NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred ref. [2]. Krav til sikkerhet og evt. forbedring av sikkerhet avhenger av tiltakskategori for tiltaket og av faregrad for den kartlagte faresonen. Ved tiltakskategori K4 (strengest) vil kravet være min.  $F_{cu} = 1,4$  og  $F_{c\phi} = 1,25$ . Dersom tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korjterer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For skråninger som ligger utenfor influensområdet (utenfor  $2H$  bak skråningskant, hvor  $H$  er skråningshøyde) til skråningen vil krav til sikkerhet være  $F_{c\phi} = 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} = 1,2$ .



Figur 4: Utsnitt av figur 3.3 i NVEs veileder 1/2019 [2]. For K4 er kravet forbedring for faregrad lav/middels og vesentlig forbedring for faregrad høy.

Planlagt bebyggelse ligger utenfor influensområdet til skråningen i snitt B-B, og følgelig er krav til sikkerhet  $F_{c\phi} = 1,25$  og  $F_{cu} = 1,2$  (krav til robusthet).

I snitt A-A ligger planlagt bebyggelse så vidt innenfor skråningens influensområde. Det er videre forutsatt at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Krav til sikkerhet er dermed  $F_{c\phi} = 1,25$  og  $F_{cu} = 1,40$ .

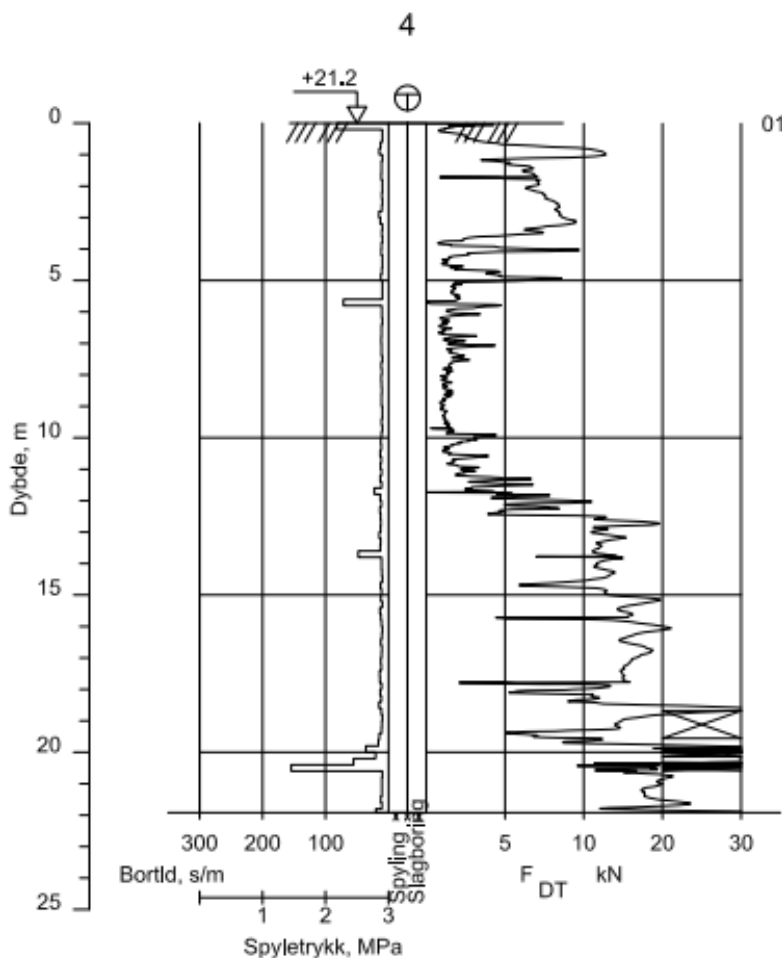
Dersom beregnet sikkerhet ikke oppfyller de absolutte kravene angitt ovenfor, kan sikkerheten forbedres prosentvis vha. terrengendringer/lette masser iht. figur 3.3 i veileder 1/2019 [2]. Se Figur 4.

For flere detaljer se kap. 3.3 i NVEs veileder, ref. [2].

## 3.2 Geometri og lagdeling

Terrengoverflaten i det aktuelle beregningssnittet er fastsatt etter terrengdata hentet fra hoydedata.no, samt høyder målt ved utførte grunnundersøkelser ref. [1, 5]. Antatt lagdeling i de aktuelle snittene er vist i vedlegg 1. Lagdelingen er hovedsakelig tolket ut fra opptatt prøveserie i borpunkt 4, samt totalsondering 4, ref. [1]. Tidligere dreietrykksondering og prøveserie utført av Scandiaconsult AS og plassert vest for profilet bekrefter tolket lagdeling.

Figur 5 viser totalsondering 4.



Figur 5: Totalsondering i borpunkt 4.

### 3.3 Materialparametere

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

Tabell 1: Materialparametere benyttet i beregninger, snitt A-A og B-B.

Lag	Materialmodell	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$s_u$ [kPa]	$A_A$ $s_{u,A}/s_{u,A}$	$A_D$ $s_{u,D}/s_{u,A}$	$A_P$ $s_{u,P}/s_{u,A}$
Tørrskorpe (sand/siltig sand)	Drenert	19	9	31	0	-	-	-	-
Sandlag	Drenert	20	10	34	3	-	-	-	-
Leire	Udrenert	20	10	30	3	Profiler	1	0,63	0,35
Fastere lag av ant. sand/grus/morene	Drenert	20	10	36	5	-	-	-	-

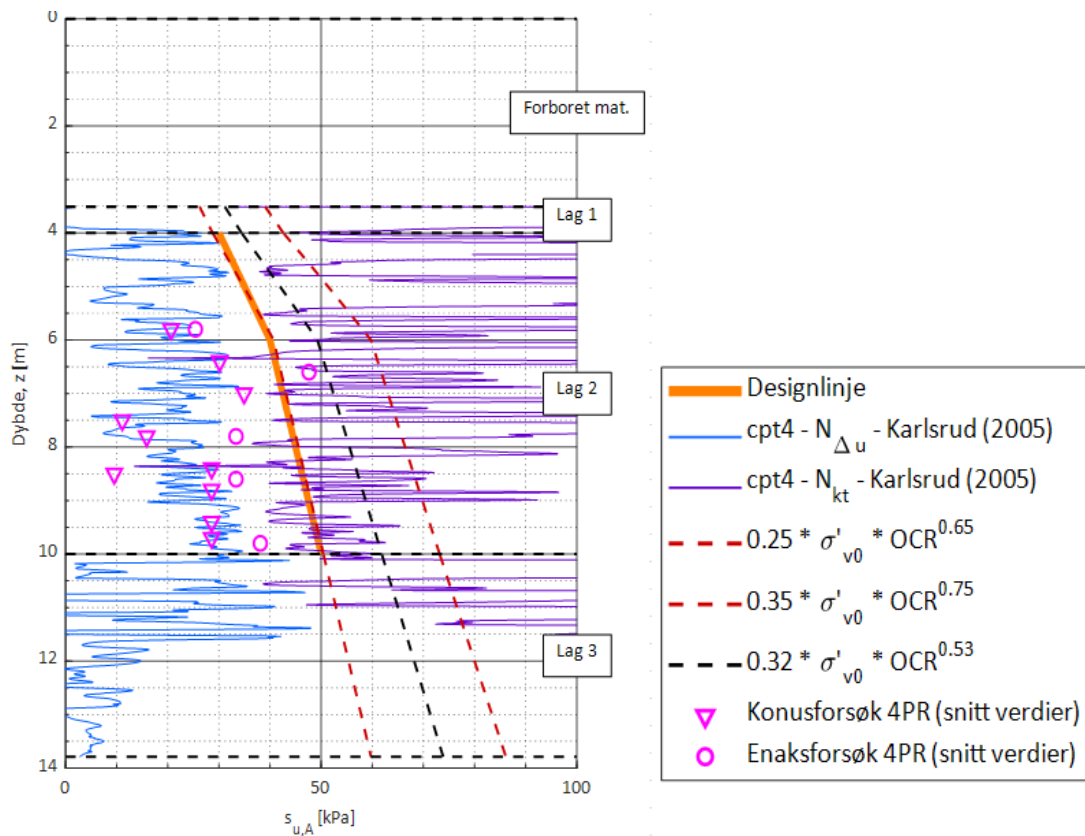
Tyngdetettheten er valgt med utgangspunkt i PR4, ref. [1]. Anisotropifaktorer (ADP faktorer) er bestemt iht. anbefaling i NIFS rapport, ref. [3].  $Ip = 7$  er anvendt ved beregning av anisotropifaktorer for kvikkleirelaget. Verdien er valgt med bakgrunn i ovennevnte prøveserie, og medfører følgende anisotropifaktorer (ADP-faktorer):

- Aktiv sone:  $s_{u,A}/s_{u,A} = 1$
- Direkte sone:  $s_{u,D}/s_{u,A} = 0,63$
- Passiv sone:  $s_{u,P}/s_{u,A} = 0,35$

Det er utført tolkning av CPTU-sonderingen utført i borpunkt 4. Tolkningen er vist i vedlegg 1. Grunnet svært lagdelte masser med mye innhold av sand og silt var det stor og hyppig variasjon i registrert poretrykk. CPTU-en indikerte derfor ikke en «entydig» skjærstyrkeprofil i det siltige- og sandige leirlaget. Det ble også utført CPTU i borpunkt 2, som viser samsvarende skjærstyrke. Denne er imidlertid ikke medtatt i dette beregningsheftet, da den ikke er relevant for de aktuelle beregningssnittene.

I silt og siltige masser ligger skjærstyrken generelt høyere enn for leire, ifølge ref. [6] mellom  $0,3 - 0,5\sigma'_{v0}$ . Videre vil konus og enaks ofte underestimere skjærstyrken i siltig og sandig leire pga. stor «intern omrøring». Med bakgrunn i dette er det valgt å justere skjærstyrken opp til nedre Shansep-linje, som med tanke på ovenstående også trolig er noe forsiktig. Dette pga. at anvendt tolkning av skjærstyrke ut fra CPTU er basert på norske leiravsetninger. Benyttet designprofil for udrenert skjærstyrke er vist i Figur 6 på neste side.

*Friksjonsvinkelen i leira er med bakgrunn i foreliggende prøveserier [1] og tolkning av effektivspenningsparametere fra CPTU 4, satt lik 30°. I stabilitetsberegningene benevnes det aktuelle laget som «leire», men massene er i praksis svært lagdelte, med et gjennomgående høyt innhold av silt og sand. Friksjonsvinkelen er derfor vurdert nærmere silt enn homogen leire. Tolkning av effektivspenningsparametere fra CPTU 4 er vist i vedlegg 2.*



Figur 6: Designprofil udrenert skjærstyrke (aktiv skjærstyrke).

### 3.4 Grunnvannsstand

Bekken nede i Lensmannsdalen er regnet som tørr i samtlige beregninger, da dette er mest ugunstig for stabiliteten.

Hydraulisk poretrykksmåler i borpunkt 4 ble installert med spiss 10 m under terreng, og var tørr da den ble avlest ca. 3 uker senere. Dette kan skyldes at spissen stod i sandmasser under leirlaget. Grunnvannstanden vil generelt variere med årstider og nedbørsforhold.

I beregningene er grunnvannstand lagt ca. 8 m under terreng på skråningstoppen. Dette er omtrent i et skille mellom et sandlag over et leirlag, og vi vurderer det som sannsynlig med et grunnvannsnivå her.

### 3.5 Terrenglaster

I NVEs veileder for vurdering av områdestabilitet, kap. 5.2, anbefales det ikke bruk av snølaster eller generelle trafikklaster.



## 4 Beregningsresultater

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability versjon 22.0.1.0. Resulterende kritiske glidesirkler er vist på tegning 500-501, og resulterende sikkerhetsfaktorer for beregningene er oppsummert i Tabell 2 nedenfor.

Beregning nr.	Snitt	Modell	Sikkerhetsfaktor	Beskrivelse	Krav til forbedring
500	A-A	Udrenert	$F = 1,13$	Dagens situasjon	7 %, dvs. $F = 1,21$
501	A-A	Drenert	$F = 1,64$	Dagens situasjon	Tilstrekkelig
502	A-A	Udrenert	$F = 1,21$ <i>Krav <math>F \geq 1,21</math></i>	Med avlastning på skråningstoppen. Avlastet sone er ca. 9 m bred, og 1,3 m dyp.	Tilstrekkelig sikkerhet
503	A-A	Udrenert	$F = 1,39$	Dagens situasjon, stor sirkulær glideflate	Tilstrekkelig
504	A-A	Udrenert	$F = 1,44$	Med avlastning på skråningstoppen, stor sirkulær glideflate	Tilstrekkelig
505	B-B	Udrenert	$D = 0,93$	Dagens situasjon	10 %, dvs. $F = 1,02$
506	B-B	Drenert	$F = 1,04$	Dagens situasjon	9 %, dvs. $F = 1,13$
507	B-B	Udrenert	$F = 1,39$	Dagens situasjon, sammensatt glideflate	Tilstrekkelig stabilitet
508	B-B	Udrenert	$F = 1,02$ <i>Krav <math>F \geq 1,02</math></i>	Med motfylling i dalen, ned over bekken. Motfylling 1,4 m på det tykkeste, og ca. 15 m bred.	Tilstrekkelig stabilitet
509	B-B	Drenert	$F = 1,22$ <i>Krav <math>F \geq 1,13</math></i>	Med motfylling	Tilstrekkelig

Tabell 2: Resulterende sikkerhetsfaktorer fra stabilitetsberegning

## 4.1 Kommentarer til resultatene

### Snitt A-A

I snitt A-A er beregnet sikkerhet for en langtidssituasjon (afi-beregninger) tilstrekkelig med  $F_{c\phi} = 1,64$ . Ved bruk av udrenerte parametere er beregnet stabilitet imidlertid ikke tilstrekkelig, med  $F_{cu} = 1,13$ . Dette medfører krav om 7 % forbedring.

Det er utført en beregning med avlastning i skråningstoppen i snitt A-A. Det er fjernet masser i en sone med bredde på ca. 9 m, og med tykkelse på ca. 1,3 m. Beregningen viser tilfredsstillende stabilitet iht. kravet om prosentvis forbedring, med  $F_{cu}$  på 1,21.

Sammensatte glideflater bør iht. NVEs kvikkleireveileder [2] kontrolleres der det er gjennomgående svake lag. Vi har i snitt A-A valgt å bruke en sirkulærsylindrisk glideflate med sirkelsentrum høyt over skråningen, da det er enklere å finne mest kritiske flate med denne metoden. Glideflaten vil omtrent tilsvare en sammensatt glideflate og vise samme sikkerhet. Det er gjort beregning både for dagens situasjon og med avlastning på skråningstoppen. Beregnet sikkerhet  $F_{cu}$  for flakskred er 1,39 og 1,44 hhv. før og etter avlastning på skråningstoppen. Altså oppnås også noe forbedring ved avlastning på skråningstoppen.

### Snitt B-B

Beregningene viser for lav sikkerheten i snitt B-B både ved bruk av udrenerte og drenerte parametere. I udrenert beregning fås sikkerhet  $F = 0,93$ , som medfører krav om 10 % forbedring. Afi-analyse gir beregnet sikkerhet på  $F = 1,04$ , som medfører krav om prosentvis forbedring på 9 %.

Det er utført beregninger med en motfylling over elva og opp mot skråningen. Motfyllingen har i beregningene en maksimal tykkelse på 1,4 m, med avtagende tykkelse opp mot skråningstoppen. Motfyllingen har en bredde på ca. 15 m. Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet iht. kravet om prosentvis forbedring ved både drenert og udrenert analyse, med  $F_{cu} = 1,02$  og  $F_{c\phi} = 1,22$ .

Sammensatte glideflater (flakskred) er kontrollert også i snitt B-B. Beregningen viser tilstrekkelig sikkerhet med  $F = \geq 1,4$  for dagens situasjon.

## 5 Konklusjon

Beregningene viser at stabiliteten for dagens situasjon ikke er tilstrekkelig, og at det derfor er behov for tiltak før utbygging. Det er utført beregninger med sikringstiltak bestående av motfylling ned og over bekken i Lensmannsdalen i snitt B-B, og avlastning i en sone på skråningstoppen i snitt A-A. Beregninger viser at dette vil bedre stabiliteten tilstrekkelig mht. prosentvis forbedring.

Det er på befaring observert betydelig erosjon i bekken nede i Lensmannsdalen, samt flere små ras i skråningen som følger av blant annet dette. Bekken må erosjonssikres for å hindre ugunstige topografiske endringer og ras i framtiden.


Nærmere vurderinger knyttet til prosjektert sikringstiltak og behov for erosjonssikring langs bekken er beskrevet i notat områdestabilitet ref. [7].

## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Skien. Kjellemoen eneboligfelt, områdestabilitet , Stabilitet i snitt A-A og B-B	Dokument nr: 116356tb1_rev1
Oppdragsgiver: PEAB Eiendomsutvikling AS	Dato: 03.08.22
Emne/Tema: Stabilitetsberegninger	

Sted		
Land og fylke: Norge. Vestfold og Telemark	Kommune: Skien	
Sted: Kjellemoen		
UTM sone:	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
1	Oppsett av dokument/maler	02.08.22	IMB	03.08.22	Rula
1	Korrekt oppdragsnavn og emne	02.08.22	IMB	03.08.22	Rula
1	Korrekt oppdragsinformasjon	02.08.22	IMB	03.08.22	Rula
1	Distribusjon av dokument	02.08.22	IMB	03.08.22	Rula
1	Laget av, kontrollert av og dato	02.08.22	IMB	03.08.22	Rula
1	Faglig innhold	02.08.22	IMB	03.08.22	Rula

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 03.08.2022	Sign.: 



**TEGNFORKLARING :**

- |                   |                       |               |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondring   | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop   | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondring  | + Vingeboring | ⋈ Fjell i dagen    |
| ▽ CPT sondering   | ⊕ Totalsondering      | ⊙ Prøveserie  | ● Naverboring      |

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

**NAVNGIVNING BORPUNKTER:**

1 t.o.m. 6: GrunnTeknikk AS denne rapport  
 A1 t.o.m. A4: Arkimedum AS [1]  
 SCC\_103: Scandiaconsult AS [2]

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Peab Eiendomsutvikling AS Skien. Kjellemoen, eneboligfelt	26.04.2022	ST	JAG
	Plantegning m/skissering av faresone	Målestokk 1 : 1500	Originalformat A3	Status Tegning i beregningshefte
		Tegningsnummer 116356-300		Rev. .



www.grunnteknikk.no  
 Tlf.:45904500



**TEGNFORKLARING :**

- |                   |                       |               |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondring   | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop   | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondring  | + Vingeboring | ⋈ Fjell i dagen    |
| ▽ CPT sondering   | ⊕ Totalsondering      | ⊙ Prøveserie  | ● Naverboring      |

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$  Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

**NAVNGIVNING BORPUNKTER:**

- 1 t.o.m. 6: GrunnTeknikk AS denne rapport
- A1 t.o.m. A4: Arkimedum AS [1]
- SCC\_103: Scandiaconsult AS [2]

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	<b>Peab Eiendomsutvikling AS</b>	27.04.2022	ST	JAG
	<b>Skien. Kjellemoen, eneboligfelt</b>	Målestokk 1 : 1500	Originalformat A3	
<b>Plantegning m/skissering av sikringstiltak</b>		Status Tegning i beregningshefte		
GRUNNTEKNIKK		www.grunnteknikk.no		Rev.
		Tlf.:45904500		
		116356-400		.







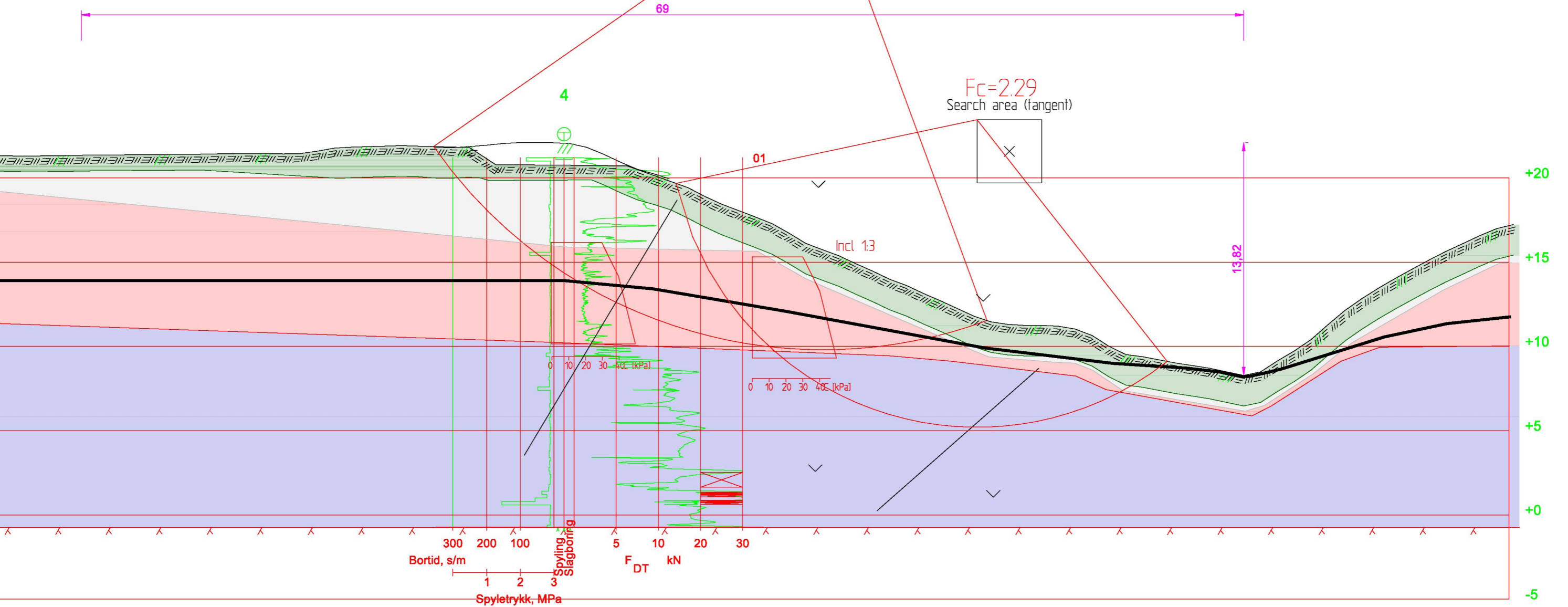
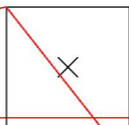
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sandlag	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand/grus/mor	20.00	10.00	36.0	5.0				

Search area (tangent)



69

$F_c = 2.29$   
Search area (tangent)



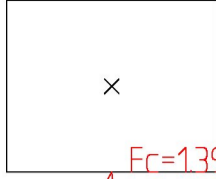


503

Snitt A-A

Udrenert analyse

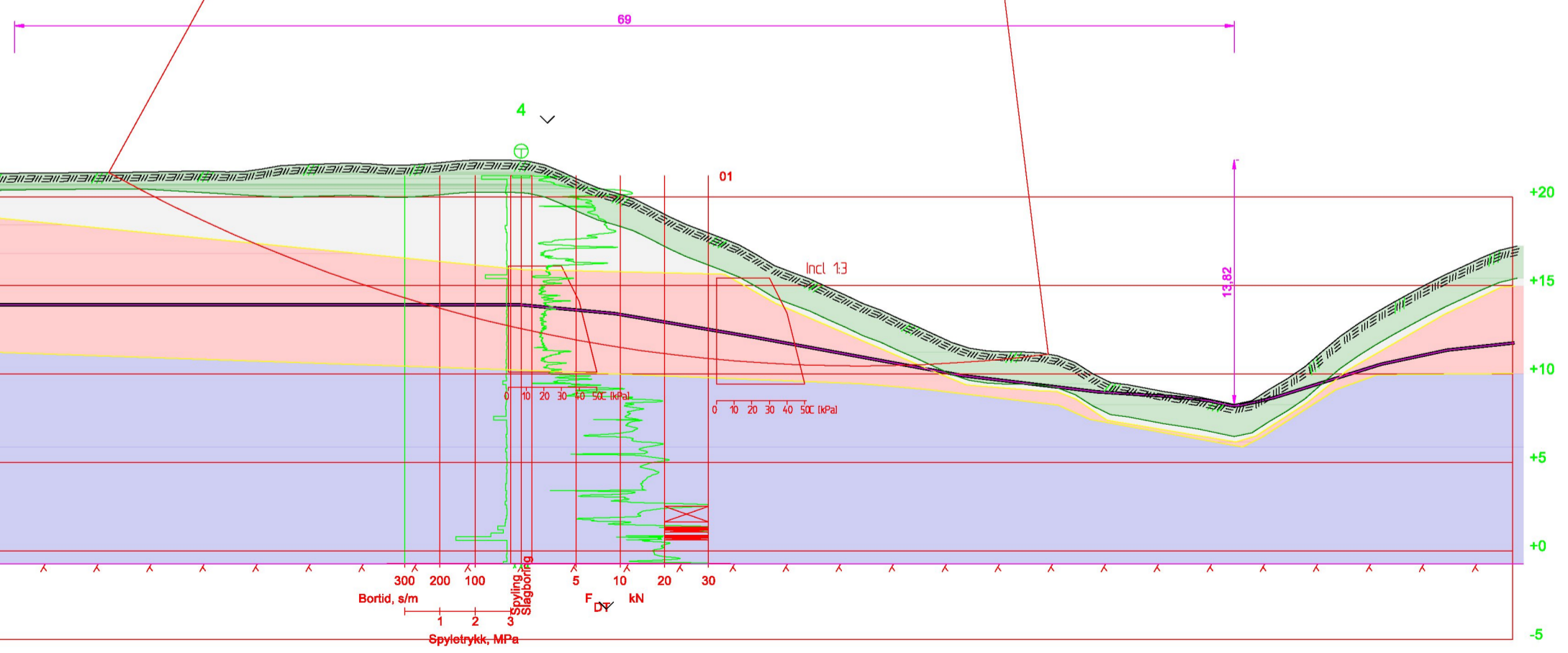
Search area (tangent)



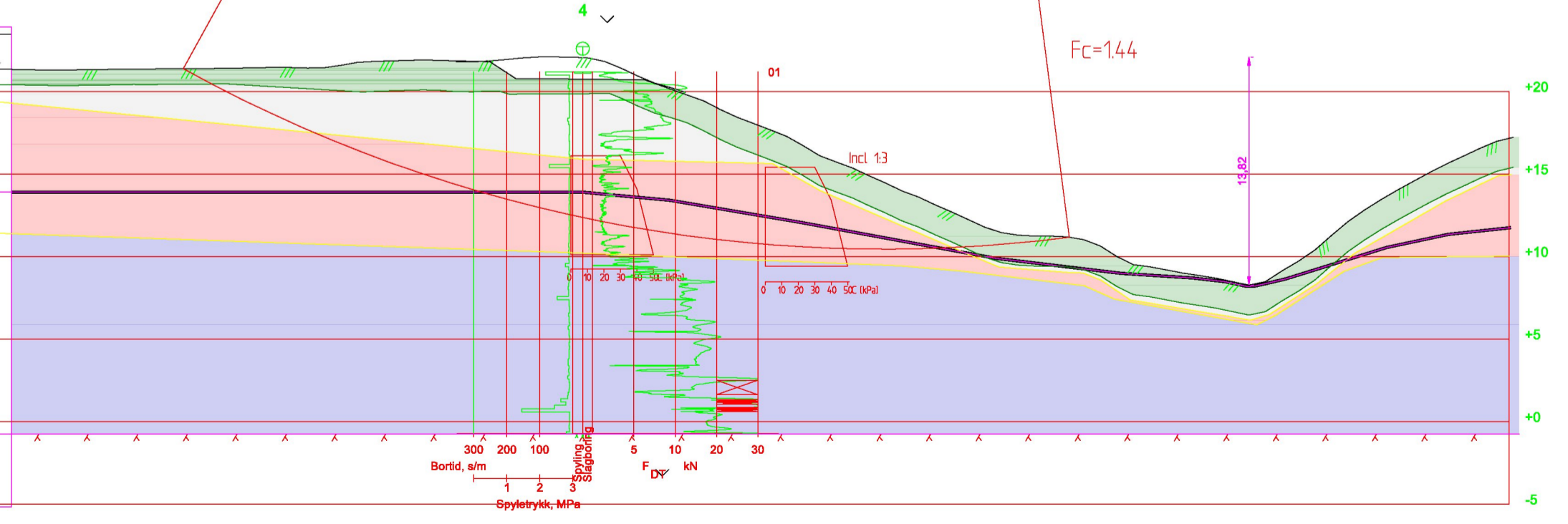
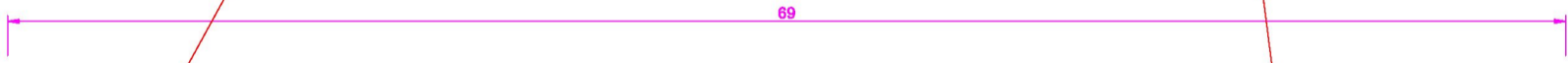
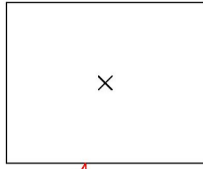
Fc=139



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sandlag	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	36.0	5.0	C-prof	100	0.63	0.35
Sand/grus/mo	20.00	10.00	36.0	5.0				



Search area (fangent)





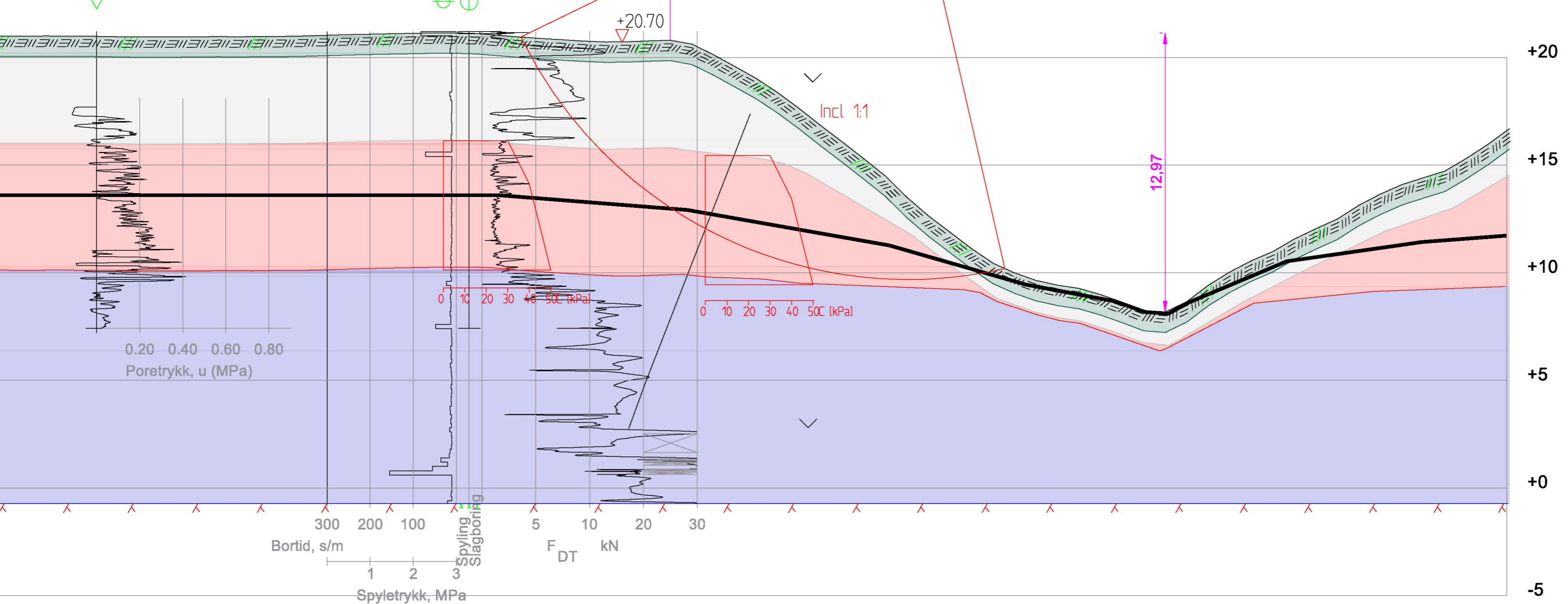
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand/grus/mo	20.00	10.00	36.0	5.0				

Search area (tangent)  
 $f_c = 0.93$

CPT4

PZ4

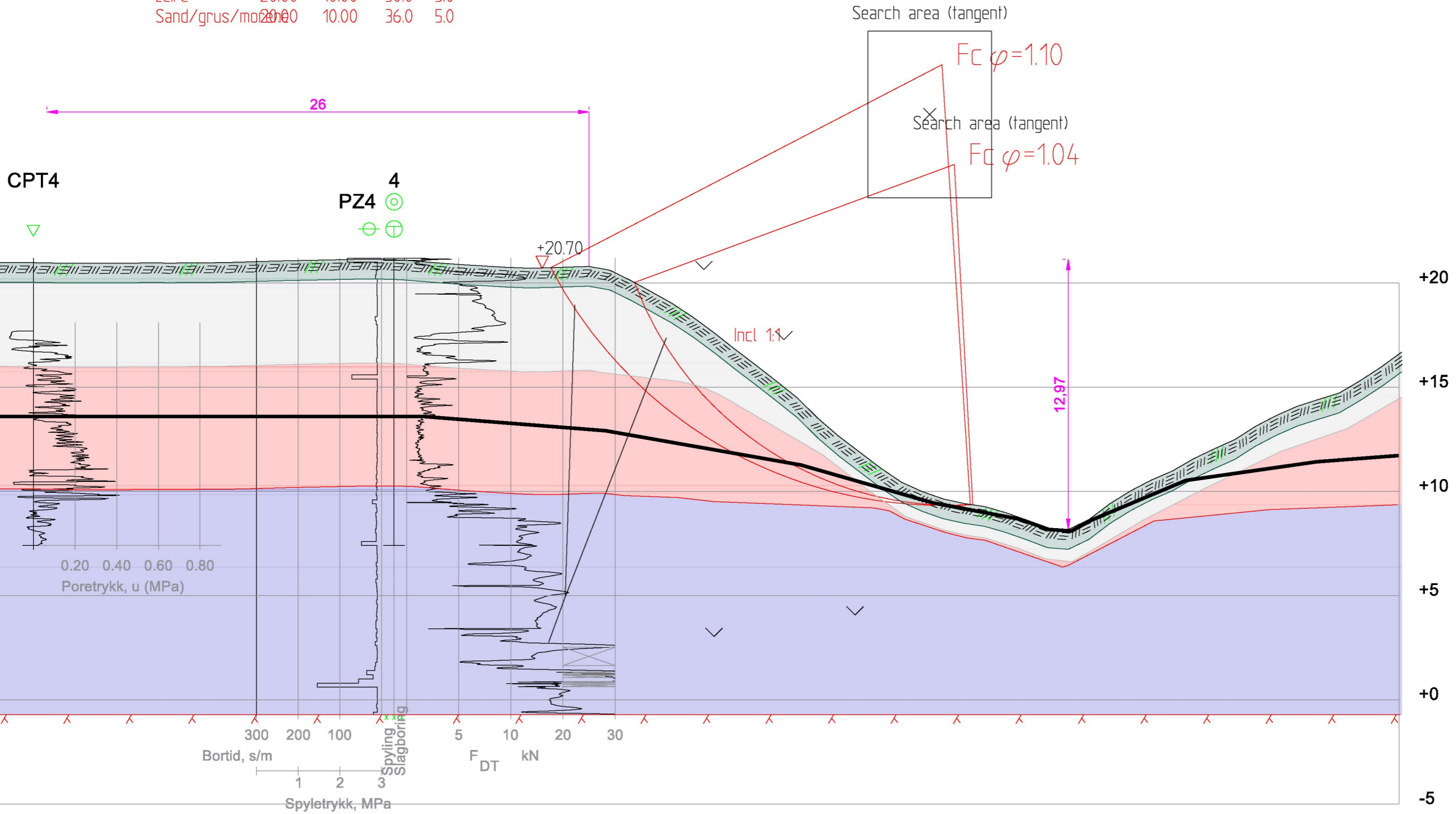
4

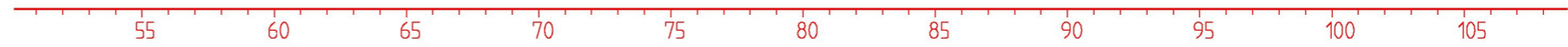




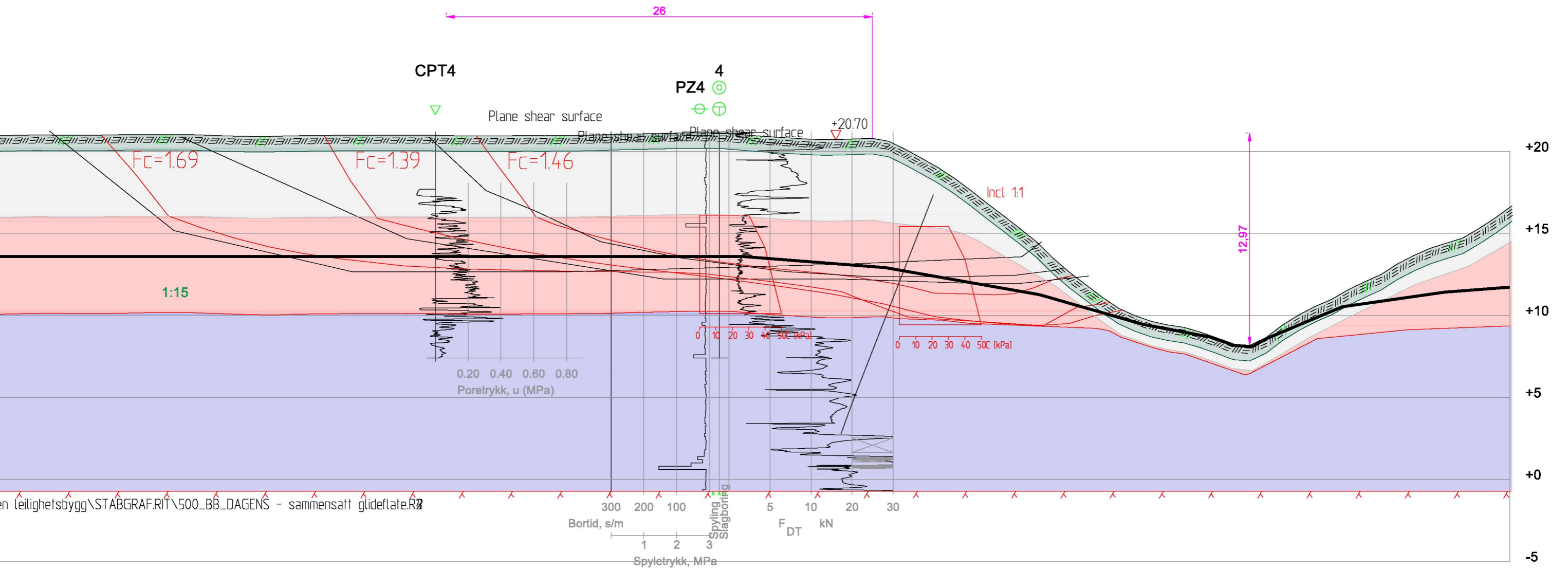
Drenert analyse

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Sand/grus/mor	20.00	10.00	36.0	5.0				





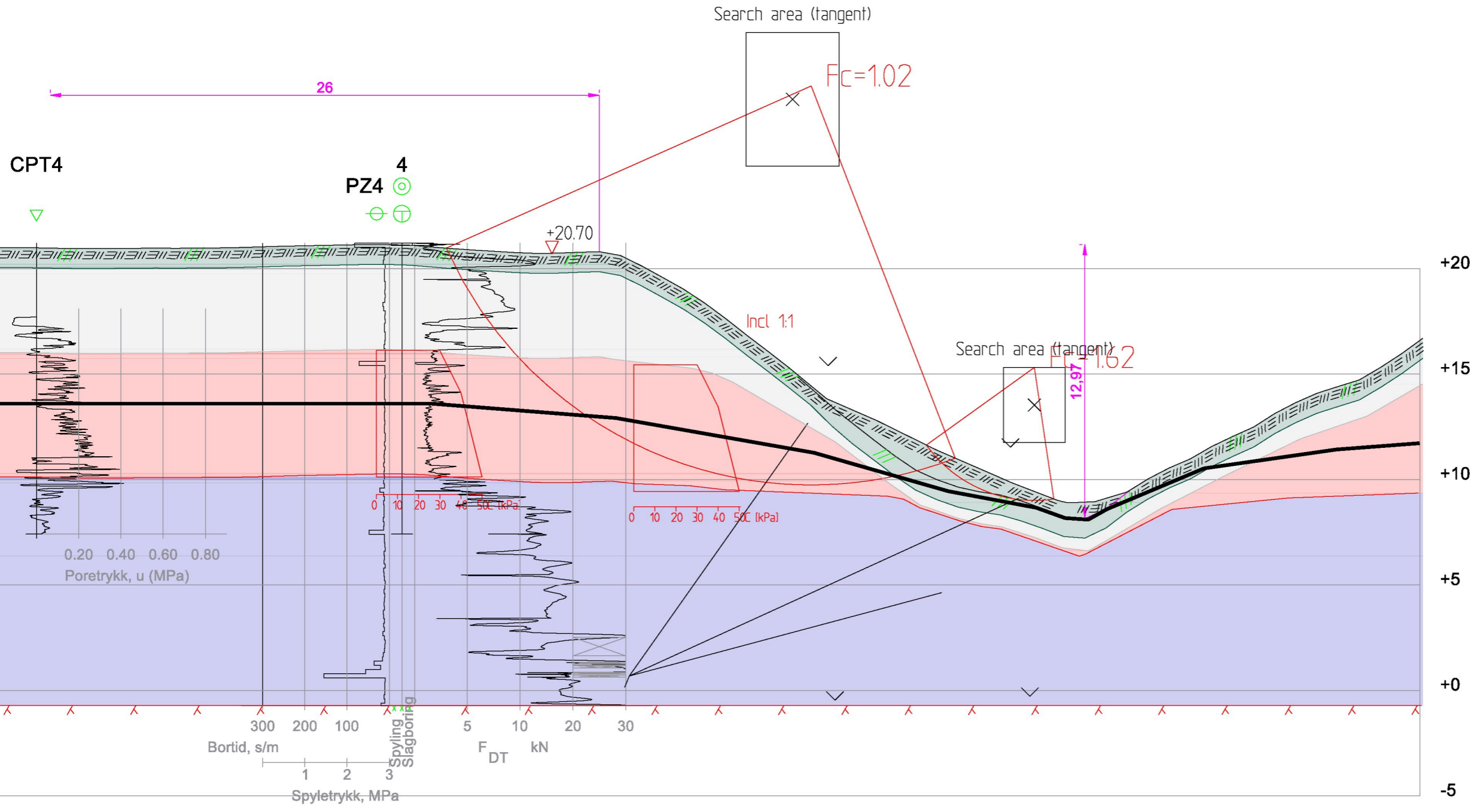
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand/grus/mo	20.00	10.00	36.0	5.0				



en leilighetsbygg\STABGRAF.RIT\500\_BB\_DAGENS - sammensatt glideflate.R2

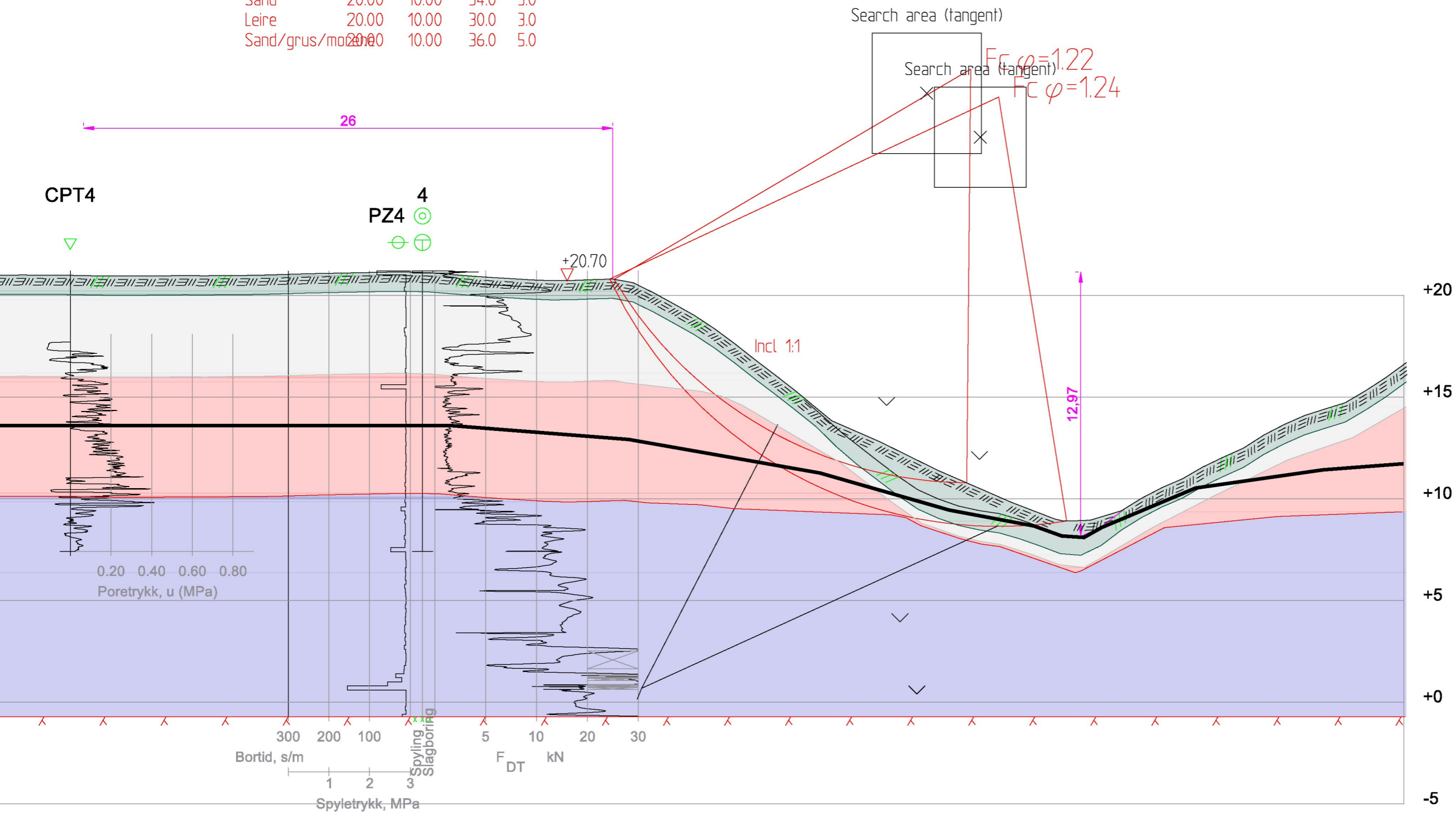
Udrenert analyse

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand/grus/mor	20.00	10.00	36.0	5.0				



Drenert analyse

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Sand/grus/mo	20.00	10.00	36.0	5.0				



GRUNNTEKNIKK		Tolkning CPTU		Versjon 4.17 revidert 29.03.2022	
Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data					
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.		
IMB	22.04.2022		116356		
Ktr.	Dato	Skien. Kjellemoen, eneboligfelt	Side		
JAG	26.04.2022		1		
<b>Filnavn .cpt fil:</b>	...\\3133-4-CPT.cpt	<b>Fargekoder:</b>			
<b>Borpunkt nr.:</b>	4	Fylles ut av brukeren			
<b>Dato for utførelse:</b>	#####	Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)			
<b>Borleder:</b>	Tor	NB! Må utfylles			
<b>Terrengnivå [m]:</b>	21,2	Forsøkstype			
<b>Forboringsdybde [m]:</b>	3,5	<input checked="" type="radio"/> CPTU på land <input type="radio"/> CPTU på sjø - utført fra vannoverflaten <input type="radio"/> CPTU på sjø - utført fra sjøbunnen			
<b>Grunnvannstand [m]:</b>	6	<b>Evt. korrigering z verdi [m]</b>			
<b>Stopp dybde [m]:</b>	13,8	0			
<b>Stoppkode:</b>	91	Format .cpt logfil			
<b>Sonde nr.:</b>	51402	Envi 2 (D=..U=..Q=..F=..TA=..O=..)			
<b>Programvare:</b>	DESKTOP-1SMTLA1				
<b>Korreksjonsfaktor, a [-]:</b>	0,72	Sjekket/korrigert med sertifikat [ja/nei] : ja			
<b>Korreksjonsfaktor, b [-]:</b>	0,006	Sjekket/korrigert med sertifikat [ja/nei] : ja			
<b>Nullpunktsverdier</b>	<b>Før [kPa]</b>	<b>Etter [kPa]</b>	<b>Avvik [kPa]</b>	<b>Avvik [%]</b>	<b>Anv. kl.</b>
<b>Spissmotstand:</b>	0	14	14	65535,0	>4
<b>Friksjon:</b>	0	0,199	0,199	65535,0	>4
<b>Poretrykk:</b>	0	-3	3	65535,0	4
<b>Maks. helningavvik:</b>	<b>Avvik [^o]</b>	<b>Anv. kl.</b>			
	1,6	1/2			
<i>Krav maks. 15 grader iht. NGF melding nr. 5 for å kunne bruke forsøket.</i>					
<b>Maks. vertikalt avvik målt dybde:</b>	<b>[m]</b>	<b>[%]</b>	<b>Anv. kl.</b>		
	0,00	0,0	1/2		
<i>Beregnet ut fra målt helning (z-verdier korrigeres for beregnet avvik).</i>					
<b>Maks. horisontalt avvik:</b>	<b>[m]</b>				
	0,22				
<i>Beregnet ut fra målt helning.</i>					
<b>Resulterende anvendelsesklasse:</b>	Klasse 1				
<i>Iht. NGF melding nr. 5 "Utførelse av trykksøndering".</i>					
<b>Evt. kommentarer til forsøket:</b>					
Prosentvis avvik kan ikke benyttes for ENVI sonder. Dersom det ses på absolutte verdier fås klasse 1.					





Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
IMB	22.04.2022	Skien. Kjellemoen, eneboligfelt	116356	4
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	26.04.2022	6	3	

Målte parametere ( $q_c, f_s$  og  $u_2$ ) er korrigert iht. SGI (2015)

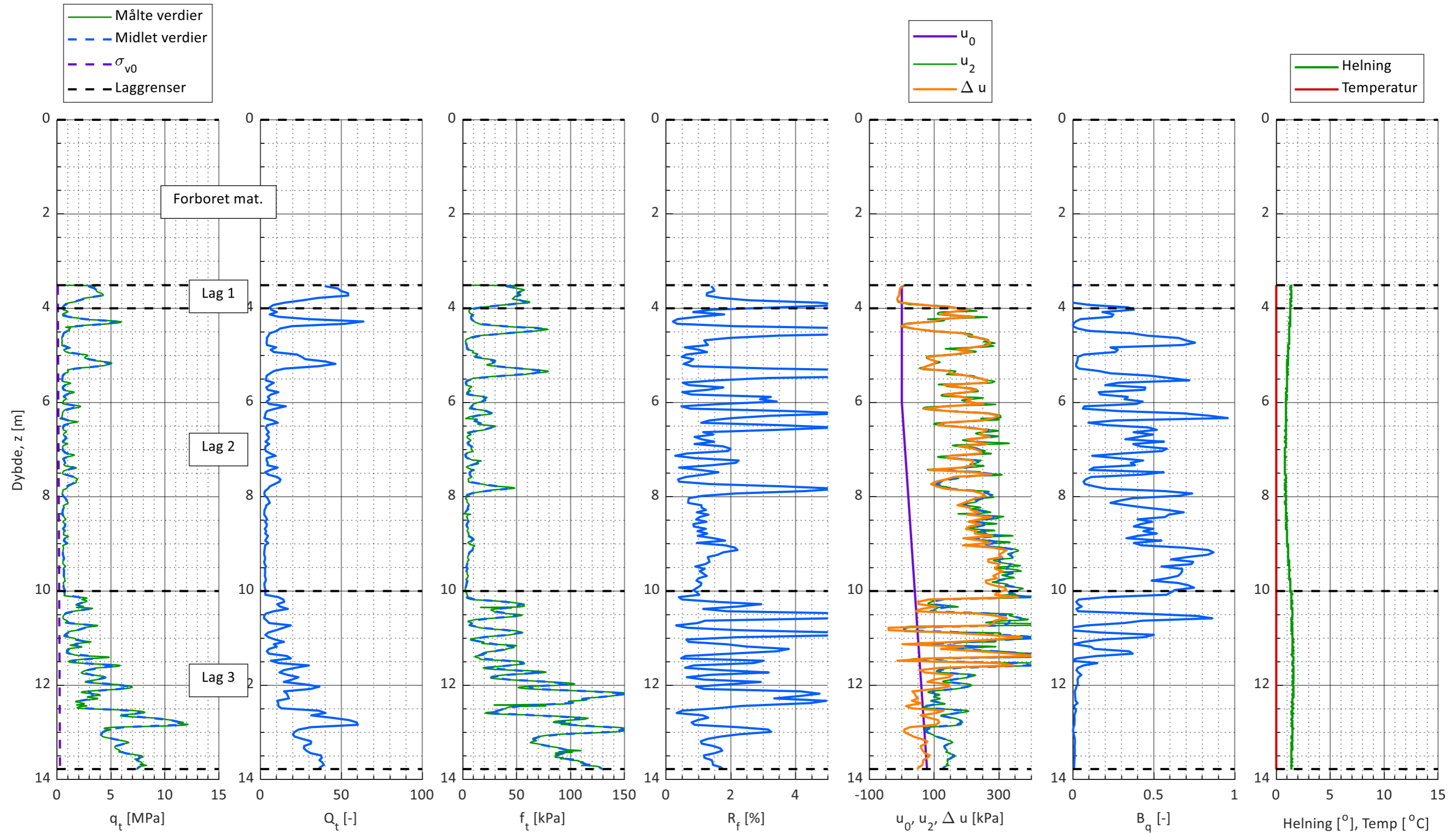
Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering/NGF mal valgt nedenfor):

	$q_t$ [Mpa]	$Q_t$ [M-]	$f_t$ [kPa]	$R_f$ [%]	$u_0$ [kPa]	$B_q$ [-]	Helning [ $^{\circ}$ ]
x_min							
x_max	15	100	150	5	400	1	15

Automatisk skalering av plotgrenser:

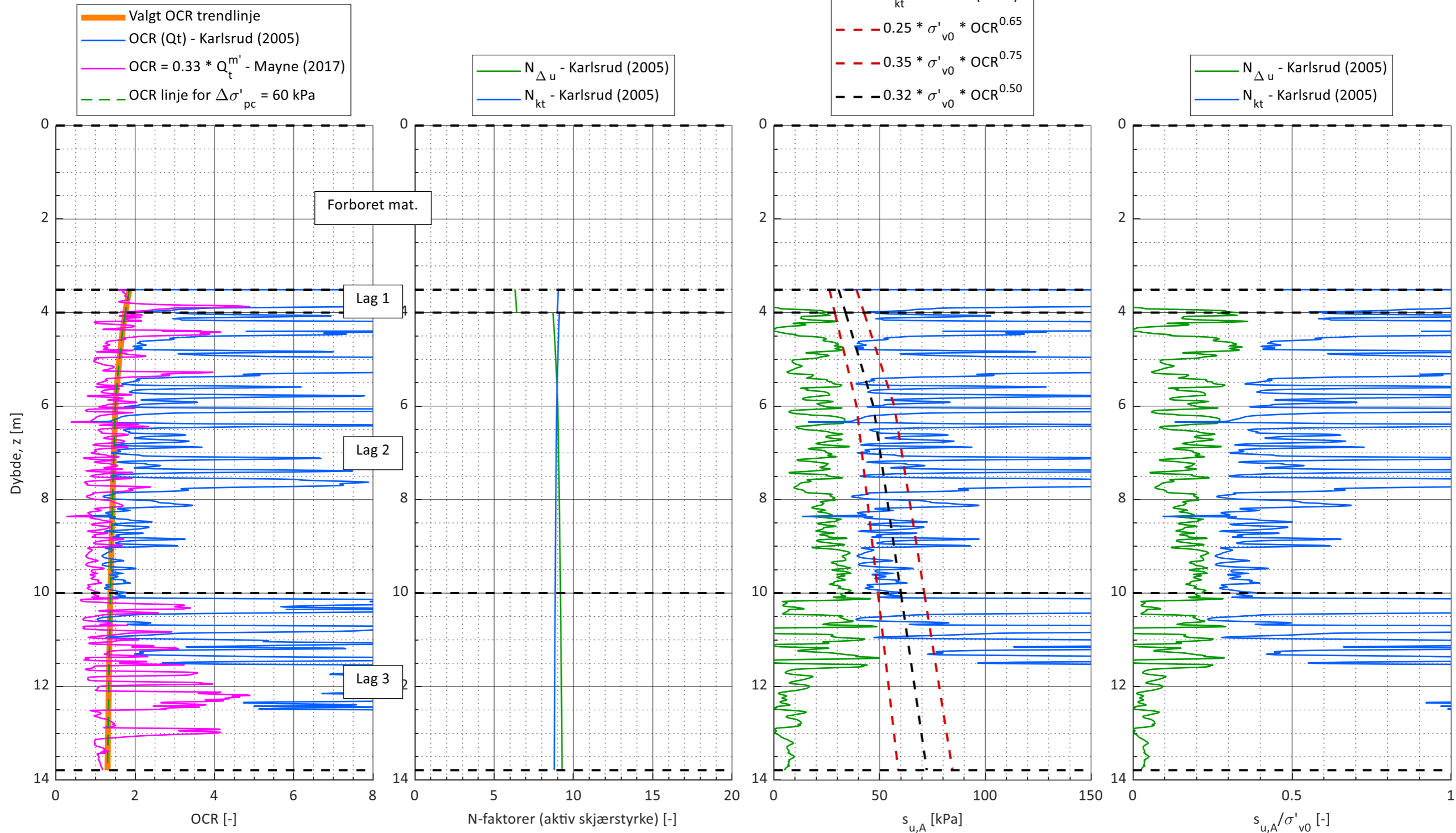
- Skaler x-akser iht. NGF mal (ellers anvendes automatisk skalering)
- Skaler z-akser iht. NGF mal (ellers anvendes automatisk skalering)



Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
IMB	22.04.2022	Skien. Kjellemoen, eneboligfelt	116356	4
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
JAG	26.04.2022	6	4	

Manuelle plotgrenser

	OCR [-]	N [-]	s <sub>u</sub> [kPa]	s <sub>u</sub> /s' <sub>v0</sub> [-]
x_min	0	0	0	0
x_max	8	20	150	1





# Tolkning CPTU

Effektivspenningsparametere NTH metoden

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

## Styrende ligning - Sandven (1990)

$$N_m = (N_q - 1) / (1 + N_u * B_{q2}) = (q_t - \sigma_{v0}) / (\sigma'_{v0} + a')$$

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * \exp((\pi - 2 * \beta) * \tan(\varphi'))$$

$$N_u = 6 * \tan(\varphi') * (1 + \tan(\varphi'))$$

Der  $N_q$  er bæreevnefaktor spissmotstand,

$N_u$  er bæreevnefaktor poretrykk og

$\beta$  er plastifiseringsvinkel som ligger i intervallet -40 til +30 grader

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
IMB	22.04.2022		116356	4
Ktr.	Dato	Skien. Kjellemoen, eneboligfelt	GVS [m]	Side nr.
JAG	26.04.2022		6	4

Lagdeling	Toppnivå	Plot [1/0]
Forboret	0,0	-
Lag 1	3,5	0
Lag 2	4,0	1
Lag 3	10,0	0
Lag 4		
Lag 5		
Lag 6		
Lag 7		
Lag 8		
Lag 9		
Lag 10		
Lag 11		
Lag 12		
Lag 13		
Lag 14		
Lag 15		
Lag 16		
Lag 17		
Lag 18		
Lag 19		
Lag 20		

Inputs

$\beta_{min}$  [°]  $\beta_{max}$  [°]  $a'$  [kPa]  Beregn attraksjon

10,0 20,0 5,0

$N_m$  [-]  $B_{q2}$  [-]  Overstyr beregnet  $N_m$

2,90 0,60  Overstyr beregnet  $B_{q2}$

Outputs

$a'$  [kPa]  $\varphi'_{min}$  [°]  $\varphi'_{max}$  [°]

5,0 28,2 31,5

$N_m$  [-]  $B_{q2}$  [-]

2,90 0,60

Manuelle plotgrenser

	$N_m$ plot	$B_q$ plot
$x_{max}$	200	1000
$y_{max}$	1000	500

$N_m$  og  $B_q$  bestemmes iht. Mayne (2016) ved lineær regression i det aktuelle laget. Dette gir bare en verdi for effektiv friksjonsvinkel i hvert lag. Effektiv attraksjon kan videre bestemmes ved bruk av  $N_m$  plottet, som skjæringspunktet på x-aksen.

Evt. kommentarer

