

TIL: Consto Sør AS  
v/Thomas Gunnestad

Kopi:

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 18.08.2021  
Dokumentnr: 115770n1  
Prosjekt: 115770  
Utarbeidet av: Stian Tovsen  
Kontrollert av: Sivert S Johansen

---

## Kragerø. Kirkebukta brygge Stabilitet fyllingsfot og vurdering av motfylling

### Sammendrag:

GrunnTeknikk AS er engasjert av Consto Sør AS v/Thomas Gunnestad for geoteknisk prosjektering av ny boligbebyggelse på Kirkebukta brygge i Kragerø kommune.

Foreliggende notat inneholder en beskrivelse av utførte stabilitetsberegninger langs fyllingsfronten utenfor planområdet, samt en vurdering av stabiliserende motfylling, arbeidsrekkefølge og krav til utlegging.

Utførte stabilitetsberegninger viser tilnærmet labil tilstand for dagens fyllingsfront. Det vil derfor bli behov for en stabiliserende motfylling. Grovt overslag av volum gir ca. 3500 m<sup>3</sup> sprengtstein. Motfylling legges ut med splittlekter fra sørøst mot nordvest, med rekkefølge beskrevet nedenfor:

1. Utlegging av pute med sand. Utføres iht. føringer fra miljørådgiver
2. Utlegging av dekklag med velgradert puk 20-120 mm, lagtykkelse  $\leq 1$  m, ca. 1815 m<sup>3</sup>
3. Utlegging av grovsprengt steinfraksjon,  $d_{maks} \leq 700$  mm, lagtykkelse  $\leq 1,5$  m, ca. 1685 m<sup>3</sup>

Utlegging av motfylling overvåkes kontinuerlig med multistråleskanning (ca. 3 målinger). Vi anbefaler at det etableres setningsmålere langs fyllingstoppen, samt at det utføres tilstandsregistrering på Ytre Strandvei 46.

Nærmere vurdering av miljørådgiver kan avklare om krav til siltgardin unngås dersom finfraksjonen i sprengtsteinmassene fjernes, samtidig som turbiditet overvåkes.

Endelig utførelse må avklares i samråd med utførende, slik at man oppnår en god gjennomføring med tilstrekkelig kontroll. Utleggingsprosedyre må tilpasses etter hvert som man får erfaring.

Nærmere gjennomgang fremgår av notatet.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Planer.....	3
3	Terreng og grunnforhold.....	4
4	Beregningsresultater.....	5
4.1	Beregning dagens situasjon .....	5
4.2	Beregning prosjektert motfylling.....	6
5	Geotekniske vurderinger.....	6
5.1	Geometri prosjektert motfylling.....	6
5.2	Arbeidsrekkefølge og krav til utlegging.....	8
5.3	Tilstandsregistrering og overvåking.....	9
6	Sluttkommentar .....	9

## TEGNINGER

115770-1	Borplan med dybdekoter og skissering av motfylling
115236-100	Profil A
115236-101	Profil B

## VEDLEGG

1	Tolkning CPTU i borepunkt 6
---	-----------------------------

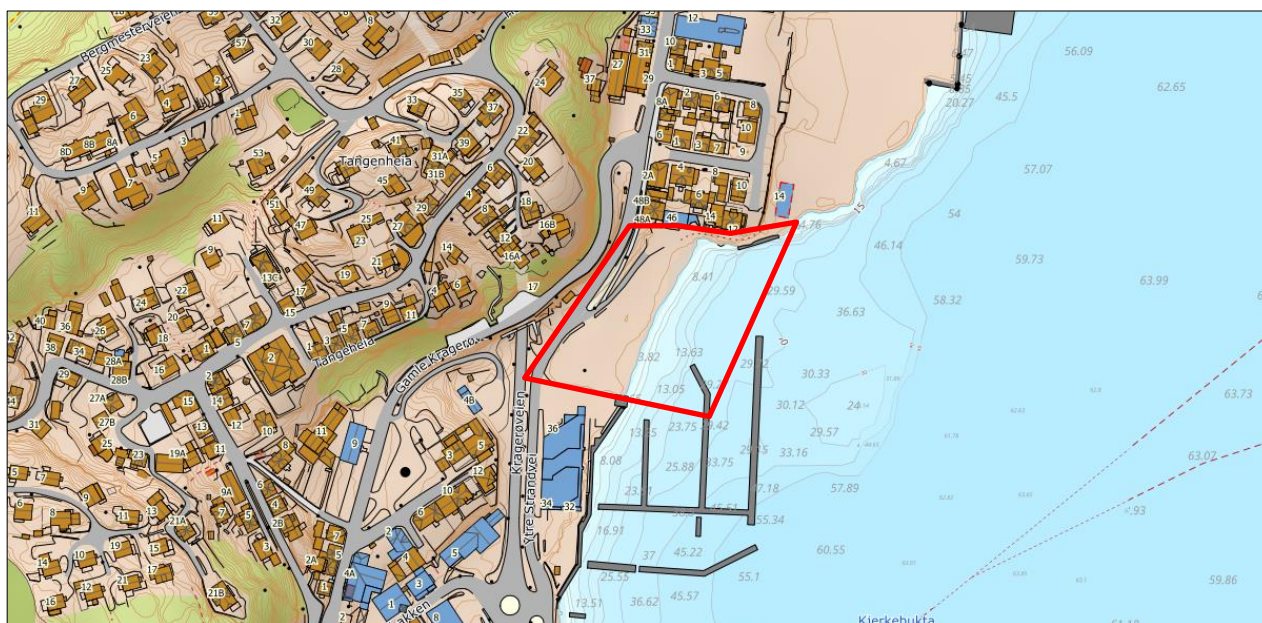
## REFERANSER

- [1] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 115236r1, datert 26.05.2021
- [2] Multiconsult AS, geoteknisk datarapport 10201969-RIG-RAP-001, datert 24.04.2018
- [3] Multiconsult AS, miljøtekniske grunnundersøkelser 10201969-RIGm-RAP-01, datert 14.03.2018
- [4] Multiconsult AS, geoteknisk datarapport 810436 - 1, datert 21.mai 2007
- [5] GrunnTeknikk AS, teknisk beregningshefte 1157670tb1, datert 03.08.2021

## 1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av Consto Sør AS v/Thomas Gunnestad for geoteknisk prosjektering av ny boligbebyggelse på Kirkebukta brygge i Kragerø kommune.

Figur 1 nedenfor viser oversiktskart fra norgeskart.no, med skissering av aktuelt område innenfor rødt omriss.



Figur 1. Oversiktskart hentet fra norgeskart.no.

Foreliggende notat inneholder en beskrivelse av utførte stabilitetsberegninger langs fyllingsfronten utenfor planområdet, samt en vurdering av stabiliserende motfylling, arbeidsrekkefølge og krav til utlegging.

## 2 Planer

Vi har forstått at det planlegges tre boligblokker med inntil 4 etasjer og felles underliggende parkeringskjeller. Utklipp fra fasade øst er vist på figur 2.



Figur 2. Utklipp av tegning A.20.16-40-01

Det skal også etableres kaikonstruksjoner og badeanlegg langs sjøfronten, som ikke er omfattet av vår bistand i saken.

### 3 Terreng og grunnforhold

Opptegnede boringer og detaljert beskrivelse av grunnforhold fremgår av ref. [1] til [4]. I det videre gis en overordnet beskrivelse.

Aktuelt planområde er tidligere fylt ut, og ligger i dag slakt fallende fra ca. kote +1,8 i vest, til ca. kote +1 ved sjøfronten i øst. Tidligere strandlinje antas å ligge ca. parallelt med Ytre Strandvei.

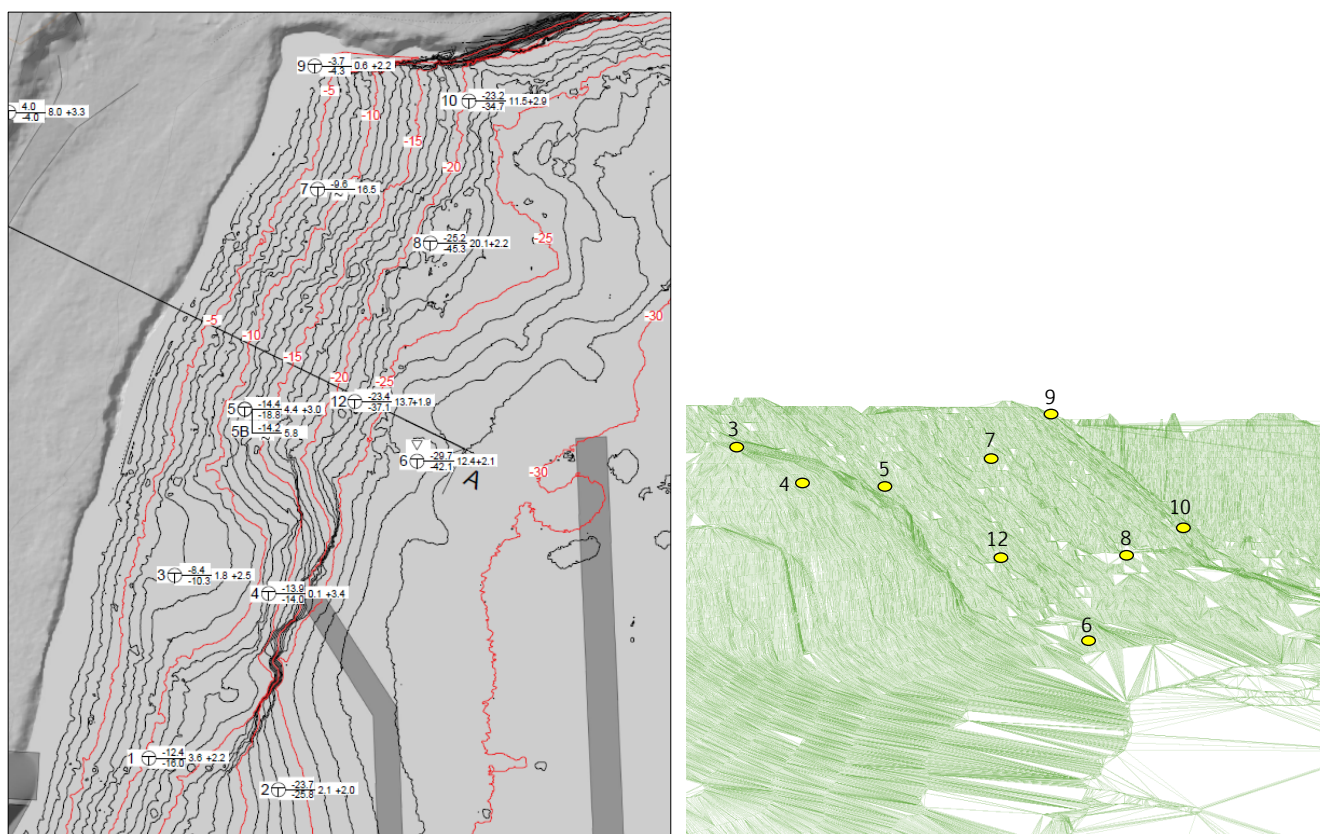
Dagens fyllingsfront faller generelt til ca. kote -25, med helning ca. 1:1,2. Øst for den søndre delen av planområdet er det registrert en antatt fjellrygg fra ca. 7 m vanddyp (omkring borepunkt 3 og 4 ref. [1]). Utenfor fjellryggen faller terrenget tilnærmet vertikalt inntil ca. 10 m.

Utførte sonderinger er generelt ført til dybder varierende mellom 0,1 til 25,1 m, med stopp mot antatt fjell/fast grunn. Med enkelte unntak er sonderingene utført med minimum 2 m innboring i antatt fjell.

Grunnundersøkelsene viser generelt fyllmasser mot antatt fjell med varierende mektighet. Fyllmassene antas å bestå av mye stein og blokk, samt noe innslag av mer finkornige masser.

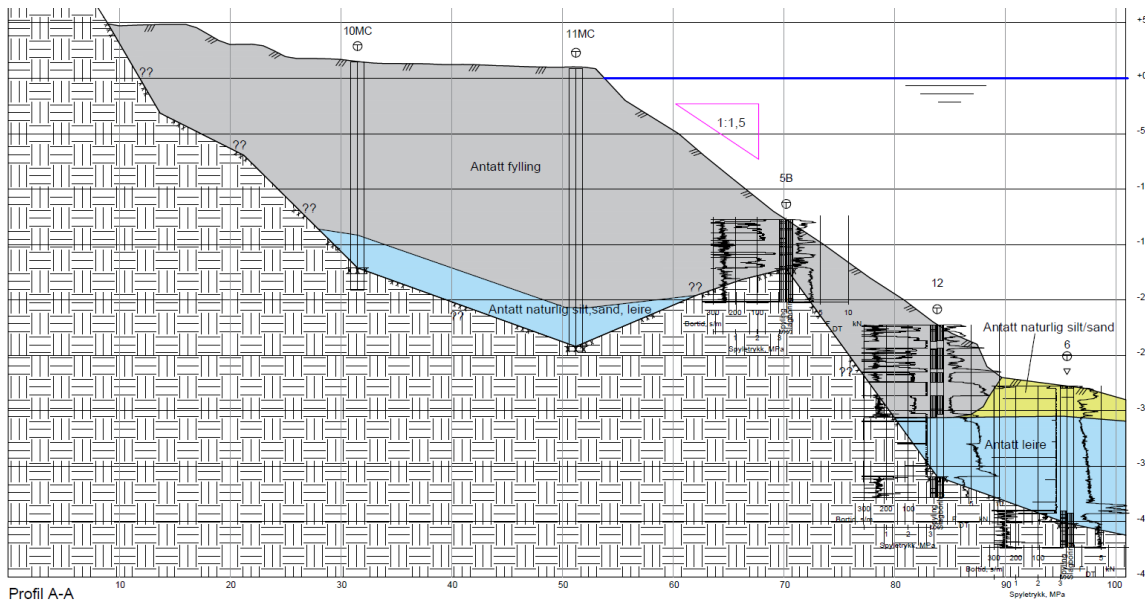
Større mektighet med finkornige masser av antatt silt/leire er registrert i borepunkt 6, 8 og 12 ref. [1].

Figur 3 nedenfor viser utklipp fra tegning 115236-1, samt 3D bilde sett fra sør mot nord med skissering av aktuelle borpunkter (t.h.).



Figur 3. Utklipp fra tegning -1, samt 3D-bilde med skissering av borpunkter sett fra sør mot nord (t.h.).

Figur 4 på neste side viser utklipp fra tegning 115236-100, med skissering av topografi, grunnundersøkelser og lagdeling i profil A.



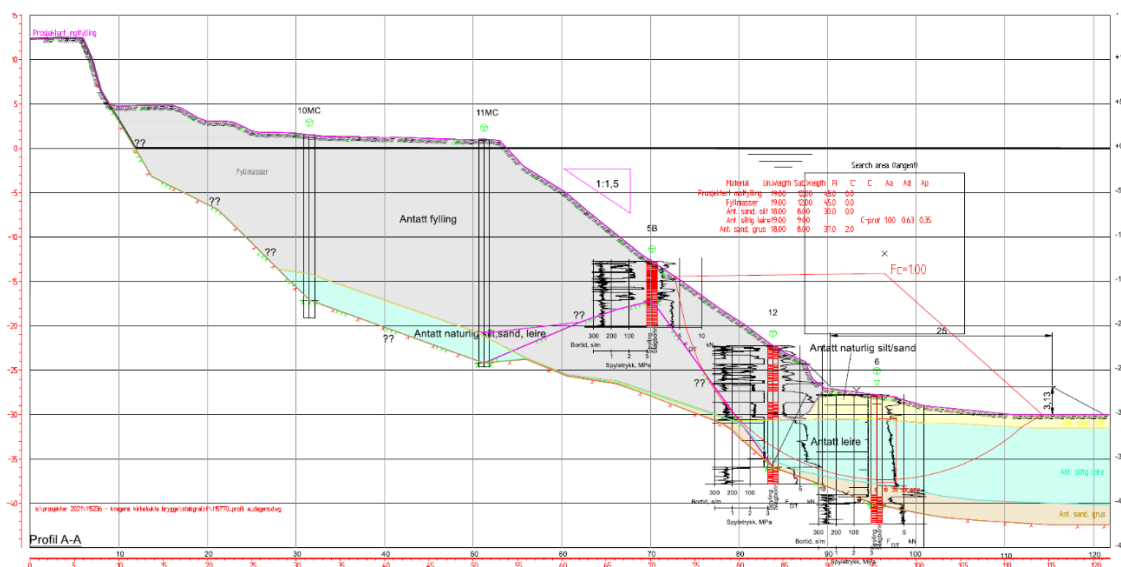
Figur 4. Utklipp fra profil A på tegning -100, med skissering av utførte grunnundersøkelser, antatt grunnforhold og dybder fra multistråleskanning.

## 4 Beregningsresultater

En detaljert beskrivelse av valgte beregningsforutsetninger og resultater er presentert i teknisk beregningshefte 115770tb1 [5].

### 4.1 Beregning dagens situasjon

Figur 5 viser utklipp fra beregning av dagens situasjon i udrenert situasjon (totalspenningsanalyse).

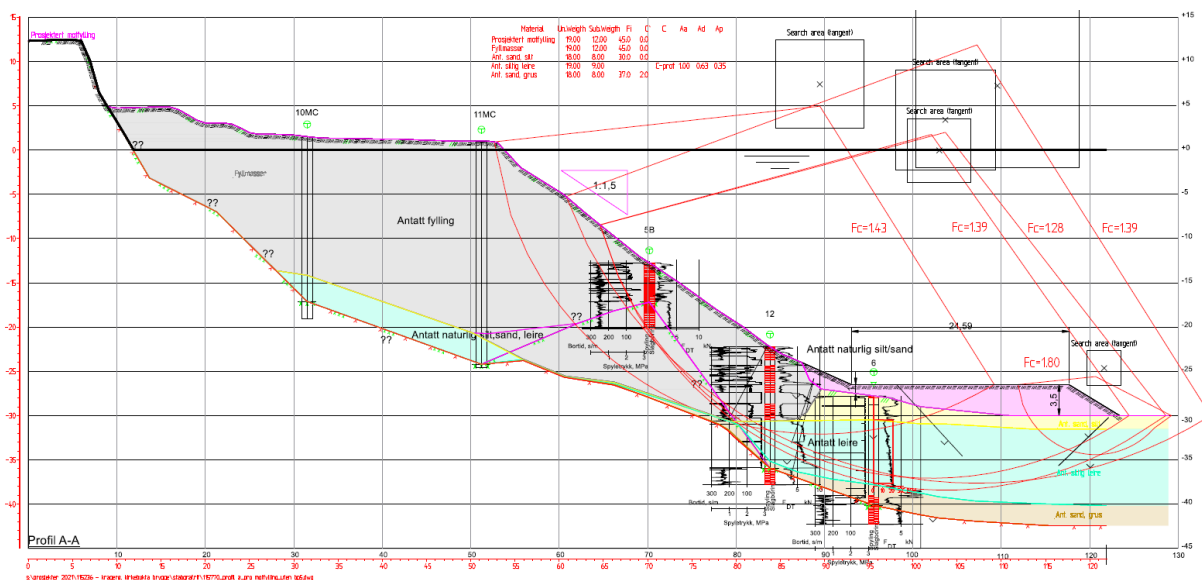


Figur 5. Utklipp fra beregning av dagens situasjon, totalspenningsanalyse [5]

Beregningen viser tilnærmet labil tilstand for en dyp glideflate ved fyllingsfoten. Sikkerheten er ikke tilfredsstillende, og det er nødvendig med en motfylling/slake ut fyllinga for å bedre stabiliteten.

## 4.2 Beregning prosjektert motfylling

Det er prosjektert en motfylling med inntil 3,5 m mektighet, og total bredde ca. 36 m. Utklipp av beregning i totalspenningsanalyse er vist på figur 6 nedenfor.



Figur 6. Utklipp fra beregning av planlagt motfylling, totalspenningsanalyse

Beregningen viser en sikkerhet varierende mellom  $F_c = 1,28 - 1,80$ .

For totalspenningsanalyse er det krav til sikkerhetsnivå på  $F_c \geq 1,4$  iht. Eurokode 7 del 1. Det er derfor vurdert 3D effekter for beregnet glideflate med  $F_c = 1,28$ .

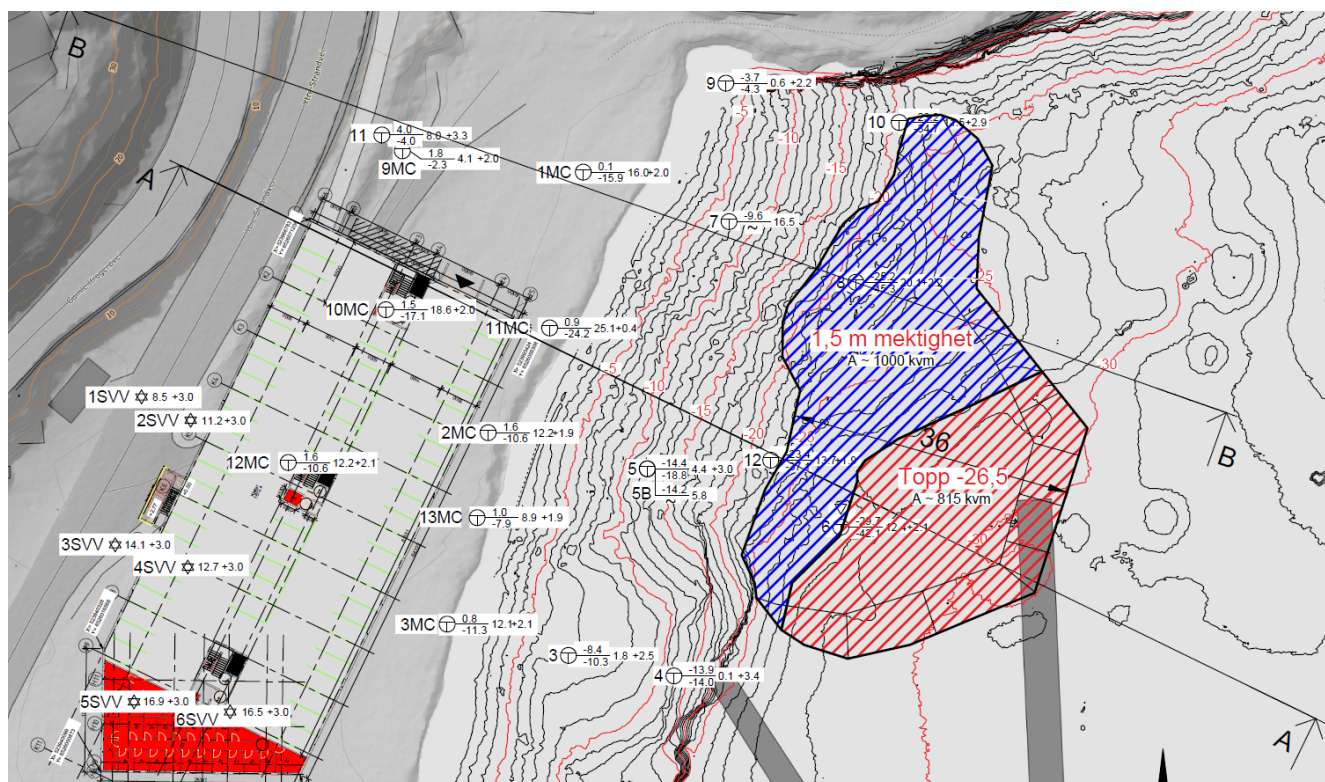
3D effekter oppstår typisk når tilstøtende terreng har vesentlig bedre stabilitet enn det profilet som beregnes. Aktuell glideflate er avgrenset mot oppstikkende fjell til begge kanter, samt at det er registrert noe fastere forhold i naboprofil B. Anvendelse av 3D effekter utføres kun for lange og dype glidesirkler, der det iht. 3 ulike metoder oppnås en beregnet effekt. Videre begrenses anvendt 3D effekt til maksimalt 15%.

For prosjektert motfylling medfører samtlige metoder tilstrekkelig 3D-effekt, med beregningsmessig sikkerhet varierende mellom  $F_{c3D} = 1,41 - 1,53$ .

## 5 Geotekniske vurderinger

### 5.1 Geometri prosjektert motfylling

Figur 7 på neste side viser utklipp fra tegning 115770-1 Rev A, med skissering av prosjektert motfylling.

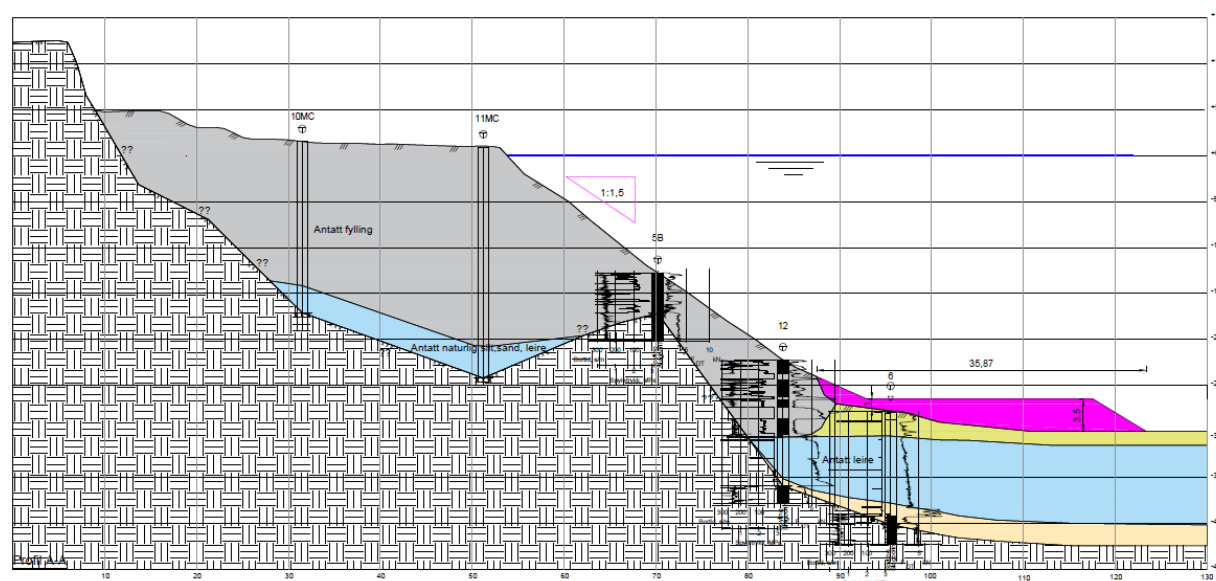


Figur 7. Utklipp fra tegning 115770-1

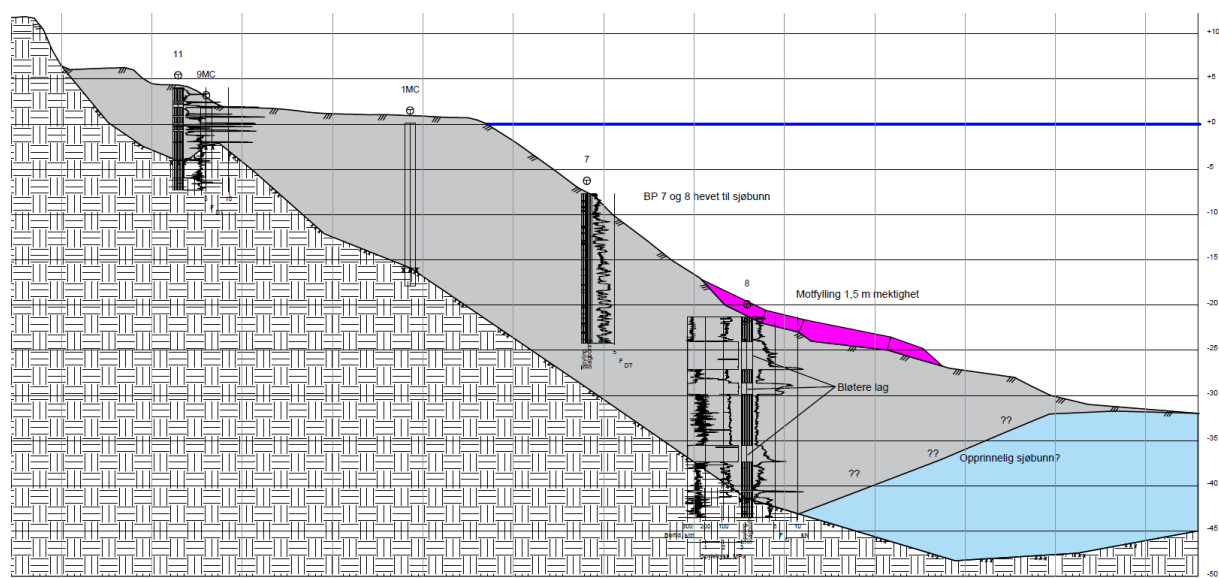
**Rød skravering:** Motfyllingen legges ut med topp på ca kote -26,5, dvs. inntil 3,5 m mektighet fra kote -30 i øst og gradvis avtakende mektighet mot nordvest.

**Blå skravering:** Motfyllingen legges ut med 1,5 m mektighet. Strekker seg ca. fra kote -28 i sør/sørøst og helt frem til bukta i nord.

Figur 8 og 9 viser skissering av motfylling i hhv. profil A og B.



Figur 8. Utklipp fra tegning 115770-100. Skissering av motfylling i profil A.



Figur 9. Utklipp fra tegning 115770-101. Skissering av motfylling i profil B.

Grovt overslag av volum gir behov for ca. 3500 m<sup>3</sup> sprengtsteinsmasser for ovenstående løsning.

## 5.2 Arbeidsrekkefølge og krav til utlegging

Utfylling må foregå i tråd med føringer fra Statsforvalteren. Normalt vil det ikke være lov med tiltak i sjø mellom 15 mai til 15 september.

På grunn av den oppstikkende fjellryggen i sjøen, bør grunnarbeider på bygget sør for akse K4/K5 kunne utføres før eller samtidig med motfyllingen i sjø.

Motfyllingen må legges ut med splittlekter fra sørøst mot nordvest (hvor profil A krysser motfylling i sørøst). På denne måten vil ikke stabilitetsforholdene i fyllingsfoten bli forverret.

Det er avgjørende at motfyllingen etableres som følger:

1. **Utlegging av pute med sand. Utføres iht. føringer fra miljørådgiver.**
2. **Utlegging av dekklag med velgradert pukk 20 - 120 mm, ca. 1815 m<sup>3</sup>**
  - a. Forsiktig utlegging med mektighet inntil 1 m.
  - b. Laget legges ut jevnt over et større område. Unngå smale/høye ranker med steinmasser som kan forårsake brudd.
  - c. Etter utlegging av dekklaget må det gå minimum 1 døgn før videre utfylling.
3. **Utlegging av grovsprengt steinfraksjon,  $d_{maks} \leq 700$  mm, ca. 1685 m<sup>3</sup>**
  - a. Legges ut med lagtykkelse inntil 1,5 m.
  - b. Minst 1 døgn mellom utlegging av hvert lag i sørøst hvor mektigheten er størst (3,5 m).

Det må gjennomføres multistråleskanning av området etter hvert lag, slik at man har kontroll på eventuelle bevegelser i grunnen. Dvs. måling etter utlagt dekklag, etter første lag med grovsprengt stein og en siste måling for å kontrollere ferdig utlagt motfylling.

Dekklaget, ref. pkt. 2, vil fungere som en beskyttende såle mot jordmassene, der belastningen medfører konsolidering og økt styrke i massene. Siden det er registrert liten/ingen poretrykkoppbygning i CPTU 6 ned til ca. 3,3 m dybde, vurderes det tilstrekkelig å vente minst 1 døgn mellom utlegging av dekklag og grovsprengt fraksjon.



I områder med topplag av bløt leire/gytje vil trolig deler av motfyllinga bli fortrenget. Volumet på fylling må derfor regnes større enn endring på skanning. Større mektighet enn beskrevet vil kunne forverre stabilitetsforholdene og må unngås.

Dersom multistråleskanning avdekker lokale brudd/stor fortrenkning ved utlegging av dekklag, kan det bli aktuelt å avvente videre utlegging slik at massene får tid til å konsolidere og bygge opp tilstrekkelig styrke.

Normalt vil det være behov for siltgardin ved utfylling i sjø. En nærmere vurdering av miljørådgiver kan avklare om det er tilstrekkelig om finfraksjonen i sprengtsteinmassene fjernes, samtidig som turbiditet overvåkes.

Endelig utførelse må avklares i samråd med utførende, slik at man oppnår en god gjennomføring med tilstrekkelig kontroll. Utleggingsprosedyre må tilpasses etter hvert som man får erfaring.

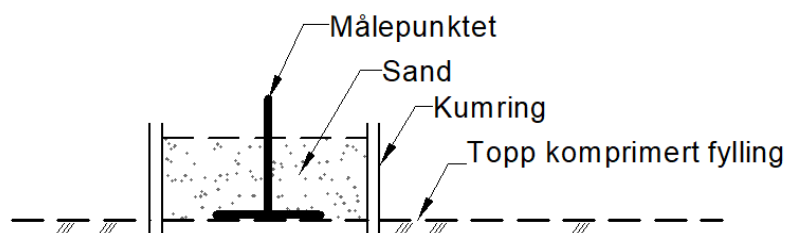
### 5.3 Tilstandsregistrering og overvåking

Ift. bevegelser i fyllingsfronten, anbefaler vi at det etableres setningsmålere med jevne mellomrom ca. fra akse K3 til bukta i nord (eks. hver 15 m dvs. 4 stk.).

Det er en fordel at setningsmålerne etableres så raskt som mulig, slik at evt. bevegelser før motfyllingen etableres kan fanges opp. Dette ble signalisert i e-post datert 07.07.2021.

Setningene måles med et presisjonsnivellement (+/- 1 mm) basert på et stabilt fastpunkt et stykke unna som ikke er påvirket, f.eks. fjellet i nord. Referansemålinger utføres umiddelbart når målerne er etablert. Deretter utføres målinger 1 gang i måneden med jevne mellomrom frem til motfyllingen er etablert og setningsutviklingen har stoppet opp. Dette avklares nærmere med geoteknisk sakkyndig.

Figur 10 viser prinsipp for etablering av setningsmålere.



Figur 10. Prinsipp for etablering av setningsmålere

1. Kumring skal etableres for å beskytte målepunktet
2. Solid stålplate i bunn med et målepunkt (påsveiset stålstang)
3. Kumringen tilbakefylles med sand

Vi anbefaler at det utføres tilstandsregistrering på eksisterende bygg nær motfyllingen som ikke er fundamentert til fjell. Dette gjelder fortrinnsvis Ytre Strandvei 46.

## 6 Sluttkommentar


Dersom det avdekkes avvikende forhold enn hva som er beskrevet i foreliggende notat, må geoteknisk sakkyndig kontaktes for ny vurdering.

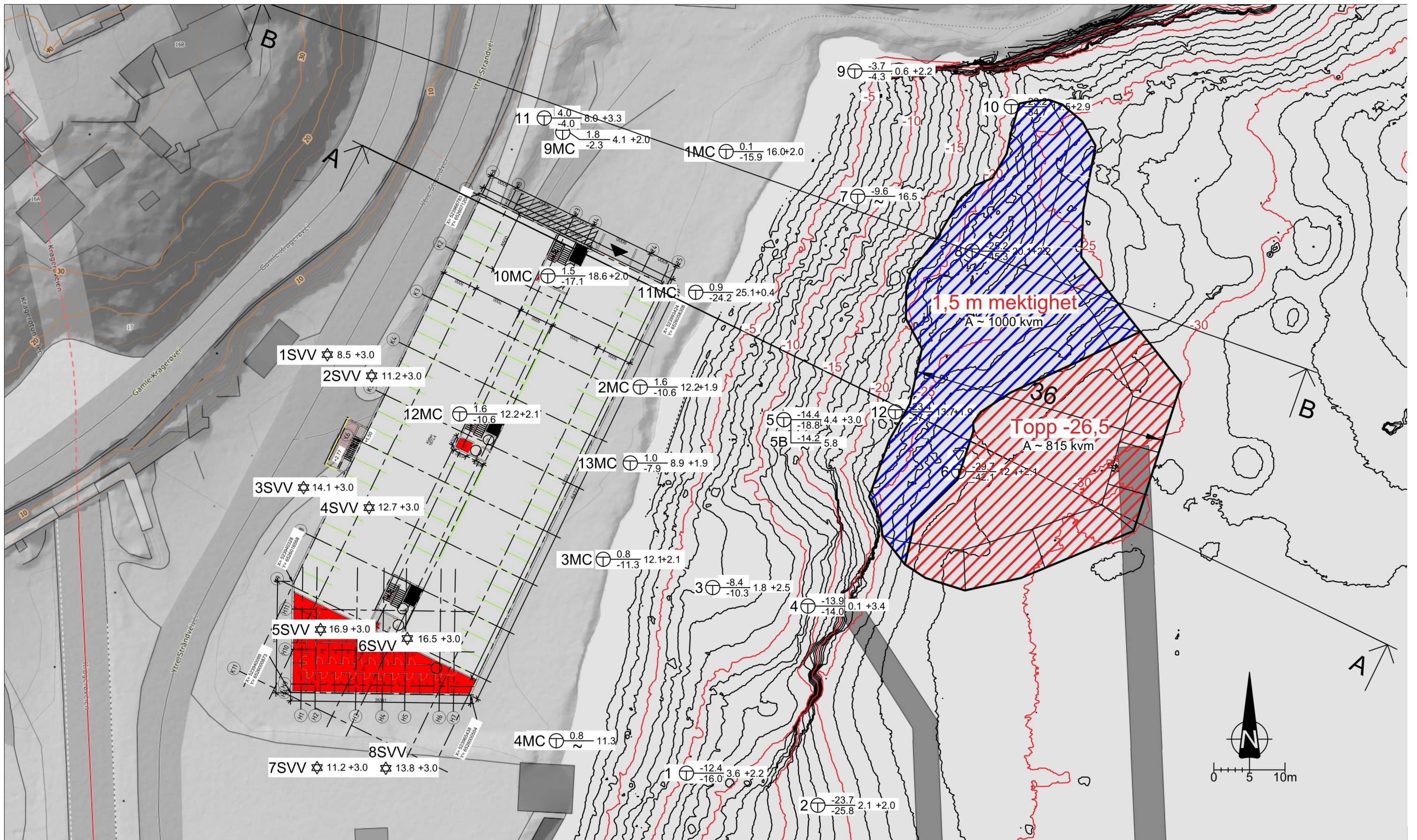
## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Kragerø. Kirkebukta brygge, Stabilitet fyllingsfot og vurdering av motfylling	Dokument nr: 115770n1
Oppdragsgiver: Consto Sør AS	Dato: 18.08.2021
Emne/Tema: Stabilitet fyllingsfot og vurdering av motfylling	

Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark Vestfold	Kommune: Kragerø	
Sted: Kirkebukta		
UTM sone: 32V	Nord: 6526039	Øst: 524009

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	17.08.21	ST	18.8.21	ssj
	Korrekt oppdragsnavn og emne	17.08.21	ST	18.8.21	ssj
	Korrekt oppdragsinformasjon	17.08.21	ST	18.8.21	ssj
	Distribusjon av dokument	17.08.21	ST	18.8.21	ssj
	Laget av, kontrollert av og dato	17.08.21	ST	18.8.21	ssj
	Faglig innhold	17.08.21	ST	18.8.21	ssj

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 18.8.21	Sign.: 



**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Naverboring

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

Kartgrunnlag: hoydedata.no, dybdekart fra SeaWorx AS i 2021, grunnundersøkelser fra GrunnTeknikk AS i 2021 og Multiconsult AS i 2007 / 2018  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

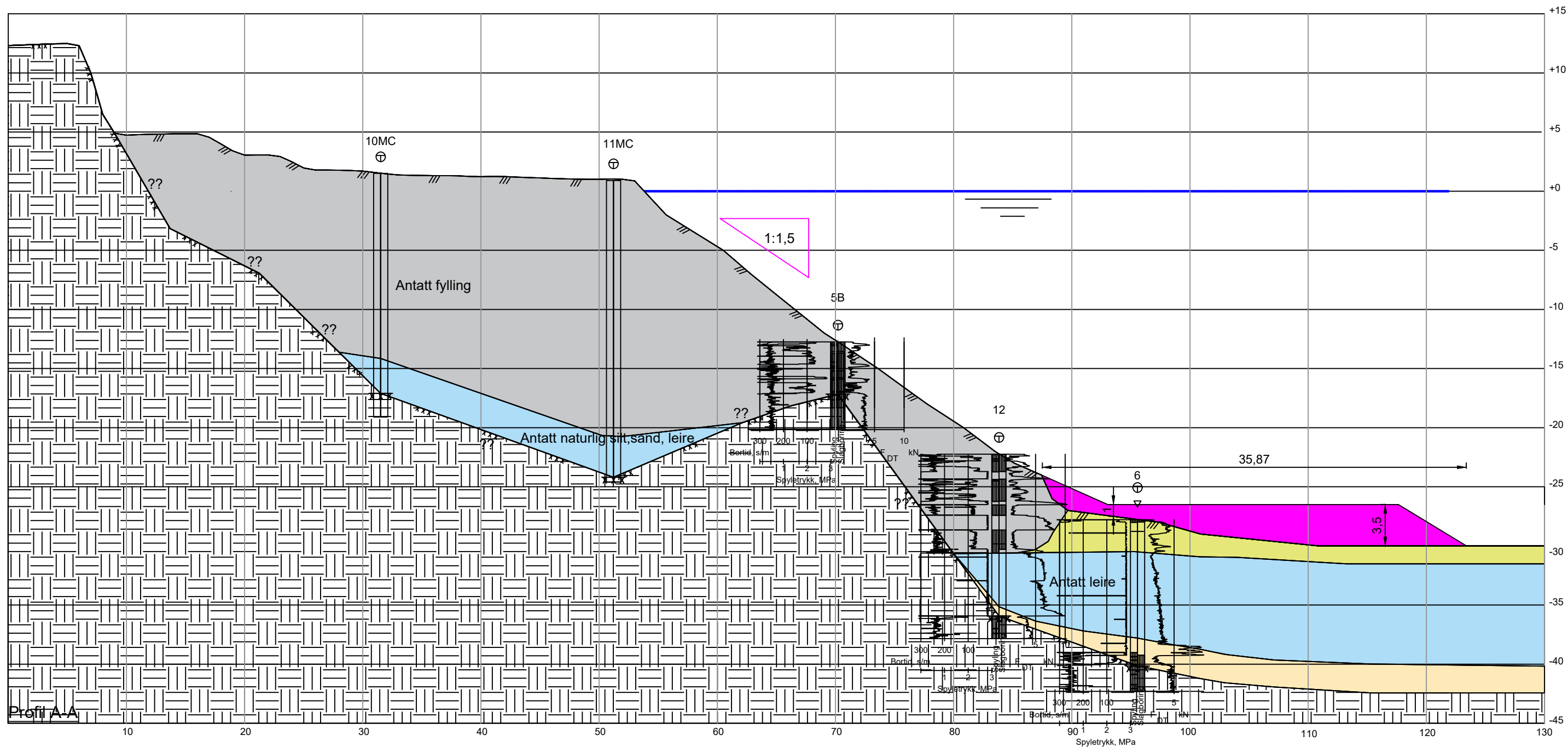
Beskrivelse

**Consto Sør AS**  
**Kragerø. Kirkebukta brygge**  
**Skissering motfylling**



www.grunnteknikk.no  
 Tlf.:45904500

Dato	10.08.2021	Tegn.	ST	Kontr.	ssj
Målestokk	1 : 500	Originalformat	A3		
Status	Tegning i notat				
Tegningsnummer	115770-1	Rev.	A		



**TEGNFORKLARING :**

- |                   |                       |               |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondering  | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop   | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondering | + 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: hoydedata.no, dybdemålinger fra Telemark Seawox AS, borer på land fra Multiconsult AS (10201969-RIG-RAP-001)  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Beskrivelse

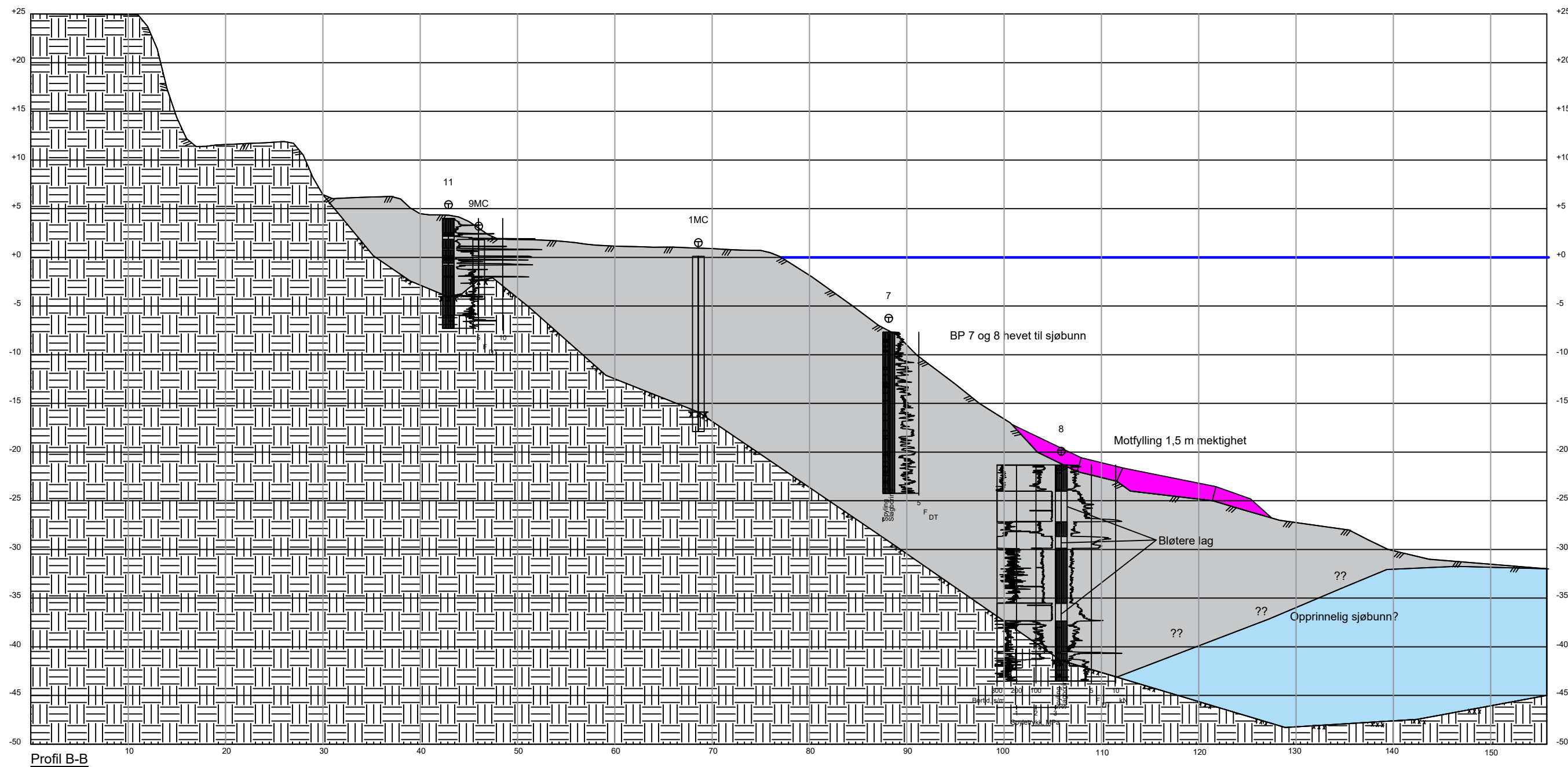
**Consto Sør AS**  
**Kragerø. Kirkebukta brygge**

**Profil A\_A med skisseringer**



www.grunnteknikk.no  
 Tlf.:45904500

Dato	04.08.2021	Tegn.	ST	Kontr.	ssj
Målestokk	1 : 350	Originalformat	A3		
Status	Tegning i rapport				
Tegningsnummer	115236-100	Rev.	.		



TEGNFORKLARING :

- |                   |                       |               |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondering  | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop   | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondering | + 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: hoydedata.no, dybdemåling Telemark Seaworx AS, boring på land av Multiconsult AS  
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Beskrivelse

Consto Sør AS  
 Kragerø. Kirkebukta brygge  
 Profil B\_B med skisseringer



www.grunnteknikk.no  
 Tlf.:45904500

Dato 26.06.2021	Tegn. ST	Kontr. ssj
Målestokk 1:450	Originalformat A3	
Status Tegning i notat		
Tegningsnummer 115236-101		Rev. .

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
ST	07.05.2021	Kragerø. Kirkebukta brygge	115236	6
Ktr.	Dato		Vanndybde [m]	Side nr.
			29,7	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]	$Q_t$ [Mpa]	$f_t$ [kPa]	$R_f$ [%]	$u_0$ [kPa]	$B_q$ [-]	Helning [ $^{\circ}$ ]
x_min							
x_max		500					

Automatisk skalering av plotgrenser:

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

