

NORTERMINAL AS

# GAMNESET - ILANDFØRINGSTERMINAL

## Vurdering av områdestabilitet

2014-11-14 Oppdragsnr.: 5123076



|      |            |                               |            |             |          |
|------|------------|-------------------------------|------------|-------------|----------|
| 01   | 2014-11-14 | Vurdering av områdestabilitet | GuH        | AEn         | GuH      |
| Rev. | Dato:      | Beskrivelse                   | Utarbeidet | Fagkontroll | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

## Innhold

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Innledning                                    | 6  |
| 2   | Topografi og batymetri                        | 8  |
| 3   | Grunnforhold                                  | 10 |
| 3.1 | generelt                                      | 10 |
| 3.2 | 3.3 OMRÅDE 1 – BUKta i sør (store gamnesbukt) | 10 |
| 3.3 | område 2 – bukta MOT nord                     | 11 |
| 3.4 | OMRÅDE 3 – MOT VEST                           | 13 |
| 3.5 | overkonsolideringsgrad                        | 14 |
| 3.6 | poretrykk                                     | 15 |
| 3.7 | materialparametere                            | 15 |
| 4   | Soneavgrensning og klassifisering             | 16 |
| 4.1 | avgrensning av faresone                       | 16 |
| 4.2 | klassifisering av faresone                    | 16 |
| 5   | Stabilitetsvurderinger                        | 19 |
| 5.1 | krav til sikkerhet                            | 19 |
| 5.2 | beregningsmetoder                             | 19 |
| 5.3 | beregningsresultater                          | 20 |
| 6   | Oppsummering og konklusjon                    | 21 |
| 7   | Referanser                                    | 22 |

### VEDLEGG:

1. Notat RIG-STAB-01 – Skråningsstabilitet – område 1 og 2
2. Oppsummering - Stabilitetsberegninger – område 3
3. Kartskisse med inntegnede områder med sprøbruddmaterialer

## Sammendrag

Et område ved Gamnes på nordvestre del av Tømmernes i Sør-Varanger kommune, er søkt omregulert til industriområde. Området skal benyttes til omlastingsterminal for olje fra Russland. Det er utført orienterende grunnundersøkelser i regi av NORTERMINAL AS.

Basert på utførte grunnundersøkelser er det påvist at det finnes sprøbruddmateriale innenfor planområdet. Dette gjelder primært buktene ute i sjøen men også på land. Det er derfor foretatt en vurdering av områdestabilitet iht. NVEs retningslinjer 2/2011.

Arealet på land er planlagt utvidet med store fyllinger ut i sjøen. Det er utført stabilitetsberegninger for typiske snitt i de områdene der det er påvist og antatt sprøbruddmaterialer. Tiltakskategori og faregrad krever en materialfaktor på 1,4 for dagens situasjon. I område 1 og 3 viser beregningene materialfaktorer på over 1,4 i kontrollerte snitt. For gjennomføringen av det planlagte tiltaket er det ikke krav om forbedring av sikkerheten i disse områdene, men man må påse at materialfaktoren ikke blir lavere enn 1,4 under byggearbeidene og i permanent fase.

For område 2 er beregnet materialfaktor 1,33. Dette er under kravet på 1,4. I dette området må man få til en prosentvis forbedring på 4%, som gir en materialfaktor på 1,38, i praksis 1,4. Det er her planlagt en løsning med masseutskifting. Denne må utføres på en slik måte at man har tilfredsstillende sikkerheter under utførelsen og i permanent fase. Vi mener det er mulig å få til ved å tilpasse geometri og rekkefølge for valgt løsning. Vår vurdering er at det er mulig å gjennomføre planene med akseptable løsninger, der sideeffekter er inkludert i beregningene og man har mer detaljert informasjon om grunnforholdene.

For prosjekteringen må det utføres supplerende grunnundersøkelser, for å sikre at løsningene gir tilfredsstillende materialfaktorer og for å kunne optimalisere løsningene.

Områder som er vurdert å ha løsmasser med sprøbruddegenskaper og som kan bli berørt av skred, er angitt som faresoner på kart i vedlegg 3. Utredet faregrad og materialfaktor i stabilitetsberegninger er angitt på kartet. Disse områdene skal defineres som hensynssoner i plansammenheng. Vi anbefaler at det i detaljreguleringsplanen innarbeides bestemmelser knyttet til

hensynssonene, som sikrer at områdestabilitet blir ivaretatt i senere planfaser  
Det antas ikke å bli behov for tiltak utenfor planområdet.

Iht. NVEs retningslinjer skal det foretas uavhengig kontroll av områdestabilitetsvurderingene.

# 1 Innledning

Et område ved Gamnes på nordvestre del av Tømmernes i Sør-Varanger kommune, er søkt omregulert til industriområde. Området skal benyttes til omlastingsterminal for olje fra Russland.

Det er utført orienterende grunnundersøkelser i regi av NORTERMINAL AS. Primært er disse utført for å vurdere tekniske løsninger for prosjektet. Undersøkelsene avdekket at det er kvikkleire og sensitiv leire (materialer med sprøbruddegenskaper) i området. Resultatene er derfor også benyttet til å vurdere områdestabilitet. Multiconsult har utført boringer på land og ute i sjøen. Resultater er presentert i rapport 712116-RIG-RAP-001, ref./1/. Det er også utført bunnkartlegging i sjøen. Refraksjonsseismikk og undersøkelser med multistråle ekkolodd er utført av GeoPhysix, og presentert i rapport 13151, ref. /2/.

Plan- og bygningsloven og byggt teknisk forskrift (TEK10) stiller krav om utredning av skredfare i utsatte områder. Siden det er registrert kvikkleire i området, er det utført vurderinger av områdestabiliteten. Disse er basert på NVEs retningslinjer 2/2011 "Flaum og skredfare i arealplanar", rev. 2014-05-22, ref. /3/, og tilhørende veileder ref. /4/.

De geotekniske vurderingene presentert i denne rapporten er begrenset til områdestabilitet, herunder fare for skred i sprøbruddmaterialer. Geotekniske vurderinger som ikke omfatter områdestabilitet er ikke presentert i denne rapporten. Fundamenteringsforholdene er ikke vurdert.

Området det er søkt regulering for er vist med hvit innramming på utsnitt av flybilde under:



Figur 1 – Oversikt over planområdet

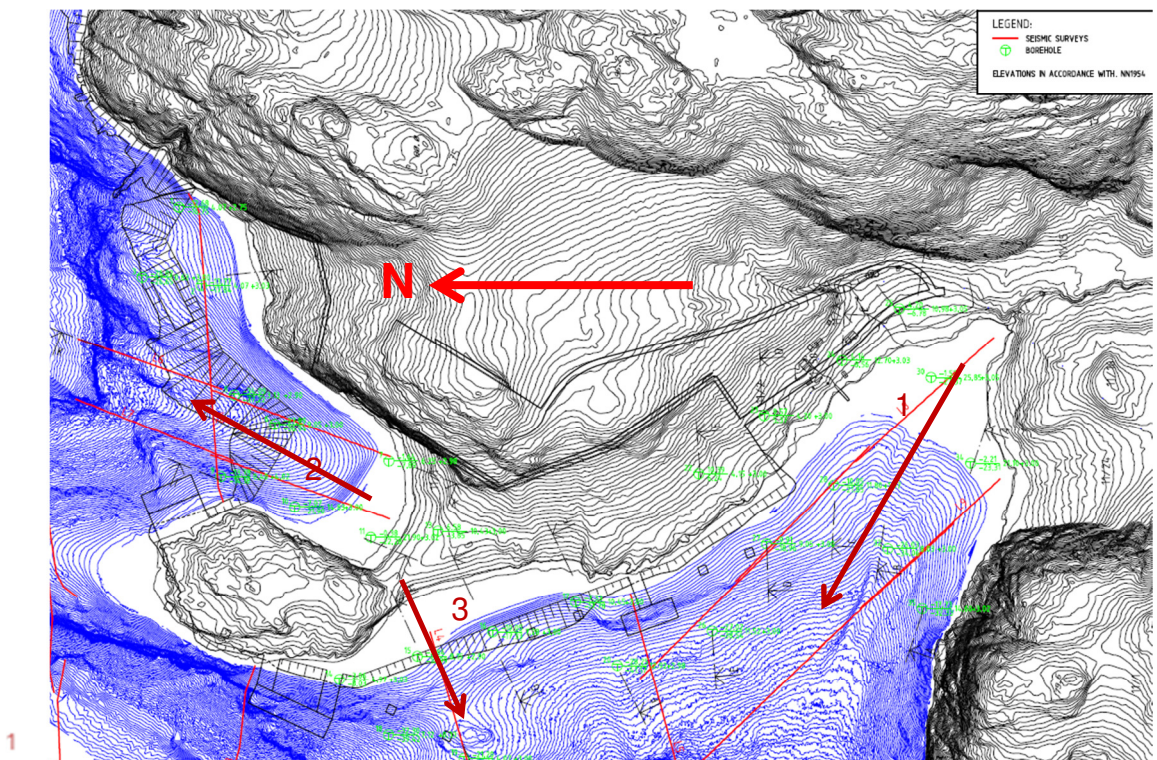
## 2 Topografi og batymetri

Planområdet ligger langs sjøen, og karakteriseres ved bratte områder med berg i dagen, og bukter og strandlinjer der terrenget og sjøbunnen flater ut. Dette kommer klart frem på flyfoto og kotekart som er gjengitt nedenfor.



*Figur 2 – Flyfoto av planområde*





Figur 3 – Kotekart over planområdet

Helninger på terreng i områder med løsmasser av betydning (referanse er gitt til piler med nummer):

1. Terreng/sjøbunnen faller slakt av mot vest, med bratteste helning på 1:4
2. Terreng/sjøbunnen heller utover i bukta mot nord med helninger på rundt 1:5 i det midtre området. Det er brattere mot land på begge sider
3. Terreng/sjøbunnen heller svakt vestover fra sjøkanten, med økende helning utover i sjøen fra ca. 1:7 til 1:4

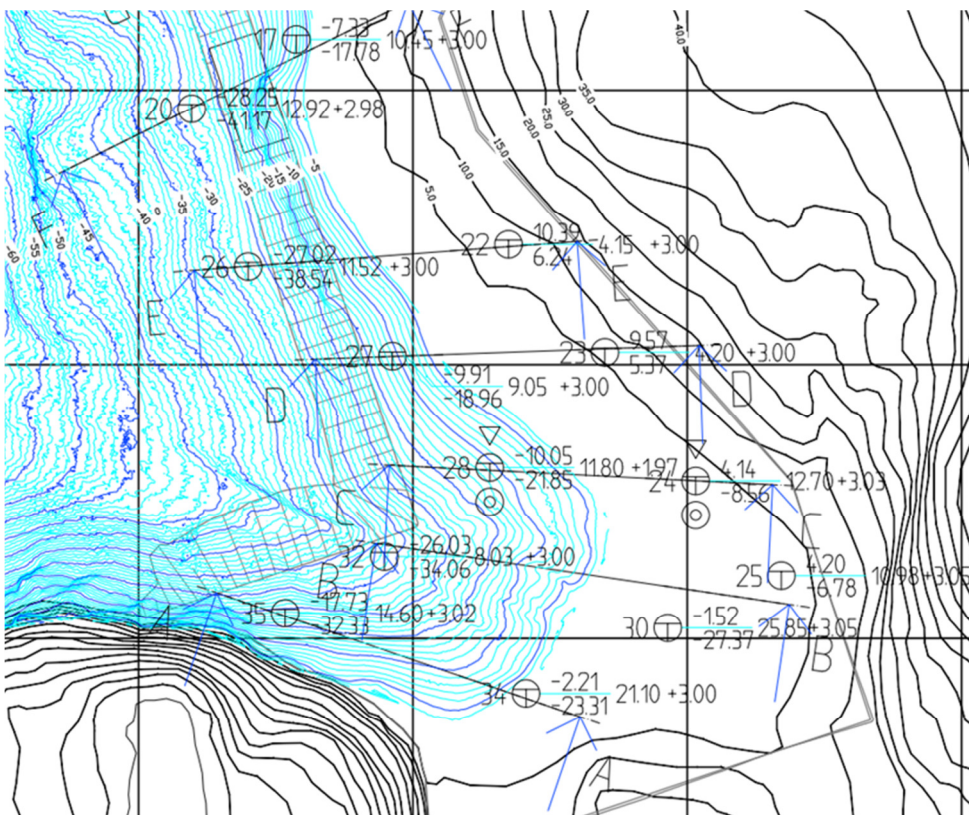
# 3 Grunnforhold

## 3.1 GENERELT

Inne i buktene, der det er løsmassemektheter av betydning, er det generelt registrert et øvre lag med svært lav sonderingsmotstand. Mektheten av det bløte laget varierer, og er størst i Store Gamnesbukkt mot sør. Der det er tatt opp prøver, viser disse at det er bløte og sensitiv leire, som i Store Gamnesbukkt er definert å være kvikk i enkelte dybdeintervaller. I dette området er det tatt opp prøver både på land og ute i sjøen, som bekrefter kvikkeleire.

## 3.2 3.3 OMRÅDE 1 – BUKTA I SØR (STORE GAMNESBUKT)

Det er i dette området det er registrert bløte masser med relativt stor mektighet, og leira er definert som kvikk. Det er tatt opp uforstyrrede prøver både på land (borpunkt 24) og ute i sjøen (borpunkt 28), som bekrefter dette. Plassering av borpunkter og profiler er vist nedenfor.



Figur 4 – Utsnitt av borplan – område 1- jfr. rapport fra Multiconsult, ref./ 1/

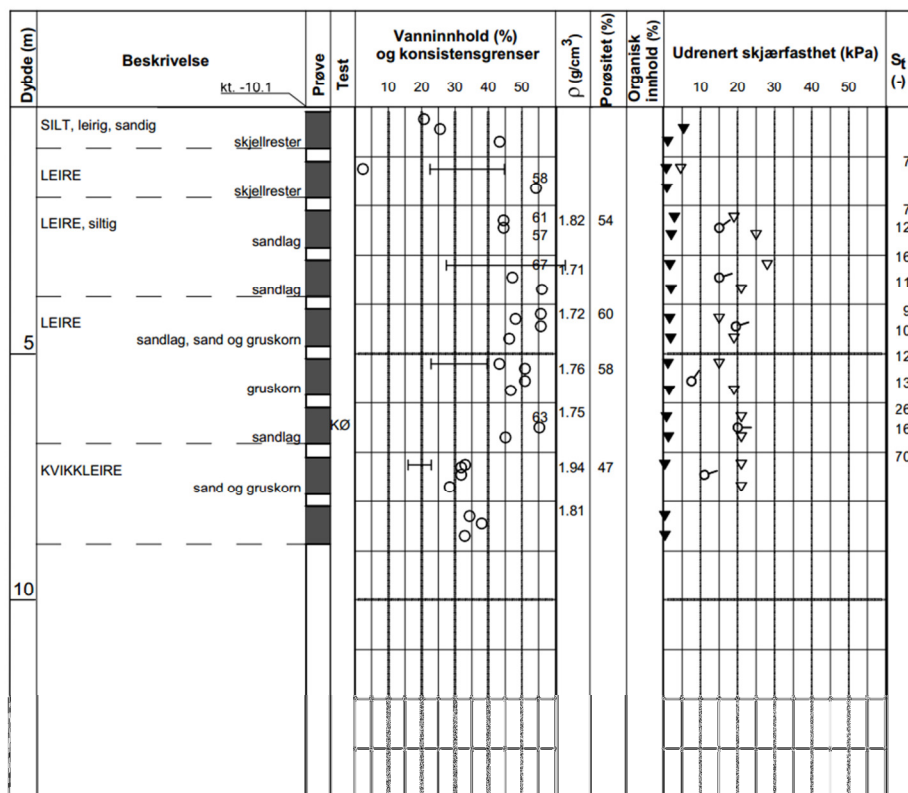
Profil C-C representerer typisk snitt i dette området:



Figur 5 – Typisk snitt i område 1 – profil C-C i rapport fra Multiconsult, ref./ 1/

Selv om det ikke er mulig å se detaljer på profilet over, kommer det klart frem at det er svært lav sonderingsmotstand og bløte masser ned til 10 – 15 m dybde. Andre sonderingsprofiler i dette området viser at mektigheten på det bløte laget kan være på opptil 20 m.

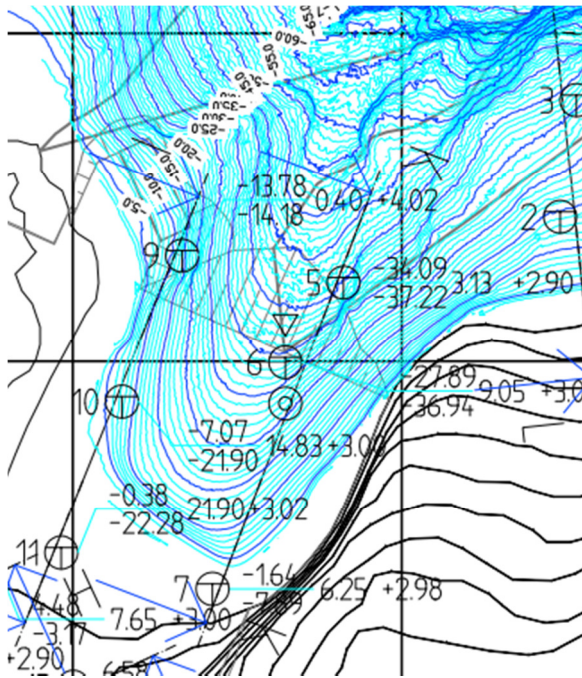
Nedenfor er borprofil i borpunkt 28 ute i sjøen gjengitt:



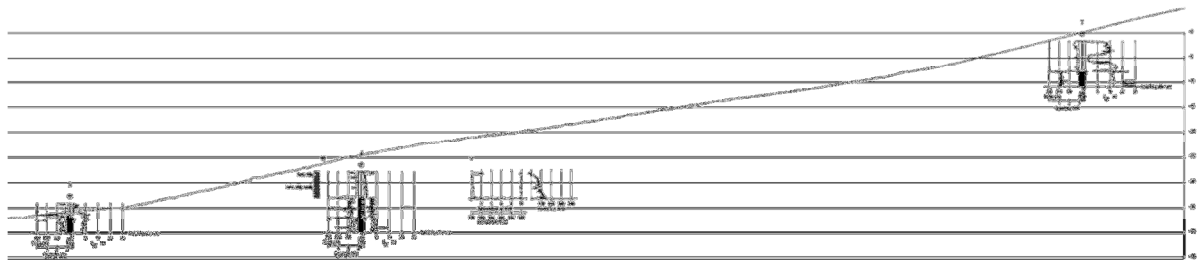
Figur 6 – Borprofil fra borpunkt 28, rapport fra Multiconsult ref./ 1/

### 3.3 OMRÅDE 2 – BUKTA MOT NORD

Her er det tatt opp uforstyrrede prøver i borpunkt 6, med plassering som vist nedenfor. Typisk snitt er representert med profil K- K i rapport fra Multiconsult.



Figur 7 – Utsnitt av borplan område 2- rapport fra Multiconsult, ref./ 1/



Figur 8 – Typisk snitt i område 2 – profil K-K i rapport fra Multiconsult, ref./ 1/

I det midtre punktet av dette profilet er det tatt opp uforstyrrede prøver. Borprofilet viser:

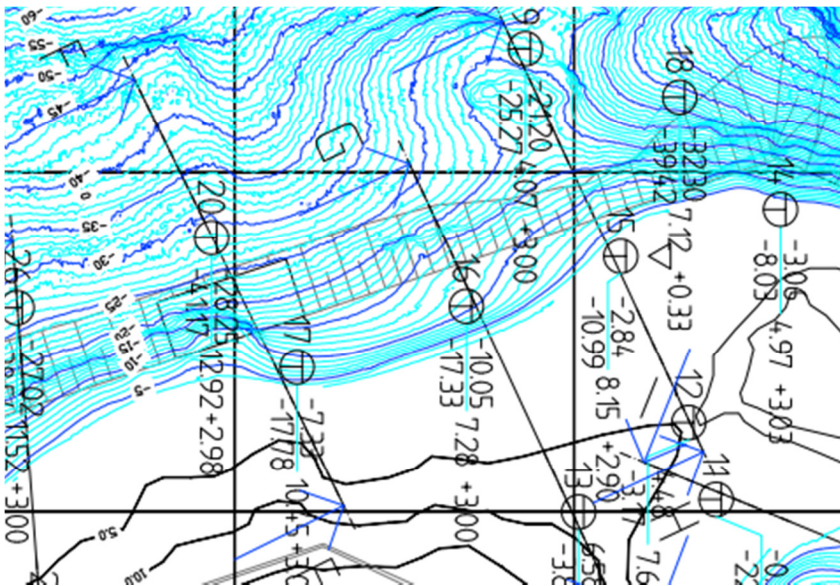
| Dybde (m) | Beskrivelse           | Prøve | Test         | Vanninnhold (%) og konsistensgrenser |    |    |    |    | $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> ) | Porøsitet (%) | Organisk innhold (%) | Udrenert skjærfasthet (kPa) |    |    |    |    | S <sub>t</sub> (-) |    |
|-----------|-----------------------|-------|--------------|--------------------------------------|----|----|----|----|-----------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|----|----|----|----|--------------------|----|
|           |                       |       |              | 10                                   | 20 | 30 | 40 | 50 |                             |               |                      | 10                          | 20 | 30 | 40 | 50 |                    |    |
|           | SAND, siltig          |       | skjellrester |                                      |    |    |    |    | 1.97                        |               |                      |                             |    |    |    |    |                    |    |
|           | LEIRE, siltig         |       |              |                                      |    |    |    |    | 1.60                        | 67            |                      |                             |    |    |    |    |                    | 7  |
|           |                       |       |              |                                      |    |    |    |    | 1.66                        | 63            |                      |                             |    |    |    |    |                    | 12 |
|           |                       |       |              |                                      |    |    |    |    | 1.81                        |               |                      |                             |    |    |    |    |                    | 6  |
|           | LEIRE, siltig, sandig |       | KØ           |                                      |    |    |    |    | 1.66                        | 63            |                      |                             |    |    |    |    |                    | 13 |
|           |                       |       |              |                                      |    |    |    |    | 1.81                        |               |                      |                             |    |    |    |    |                    | 11 |
|           |                       |       |              |                                      |    |    |    |    | 1.69                        | 62            |                      |                             |    |    |    |    |                    | 13 |
| 5         | LEIRE, siltig         |       | finsandlag   |                                      |    |    |    |    | 1.69                        | 62            |                      |                             |    |    |    |    |                    | 20 |
|           |                       |       |              |                                      |    |    |    |    | 1.69                        | 62            |                      |                             |    |    |    |    |                    | 15 |

Figur 9 – Borprofil prøveserie i punkt 6, rapport fra Multiconsult ref./1/

Dette viser at det under et øvre sandlag er bløt sensitiv leire i 1 – 5 m dybde under sjøbunnen. Sonderingsprofilene (ikke gjengitt over) indikerer at det er fastere masser på land, og at disse her består av silt, sand og grovere masser.

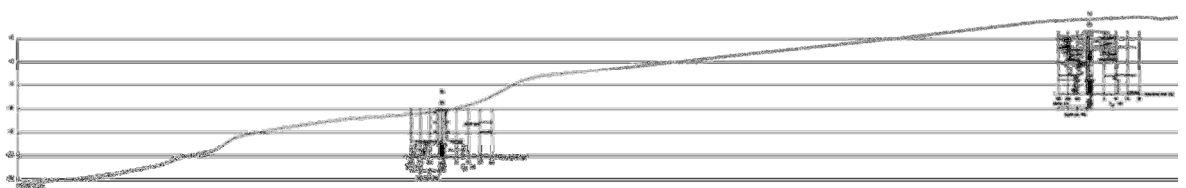
### 3.4 OMRÅDE 3 – MOT VEST

I dette området er det ikke tatt opp prøver, men utført totalsonderinger og en trykksondering (CPTU).



Figur 10 – Utsnitt av borplan område 3- rapport fra Multiconsult

Typisk snitt i dette området er:



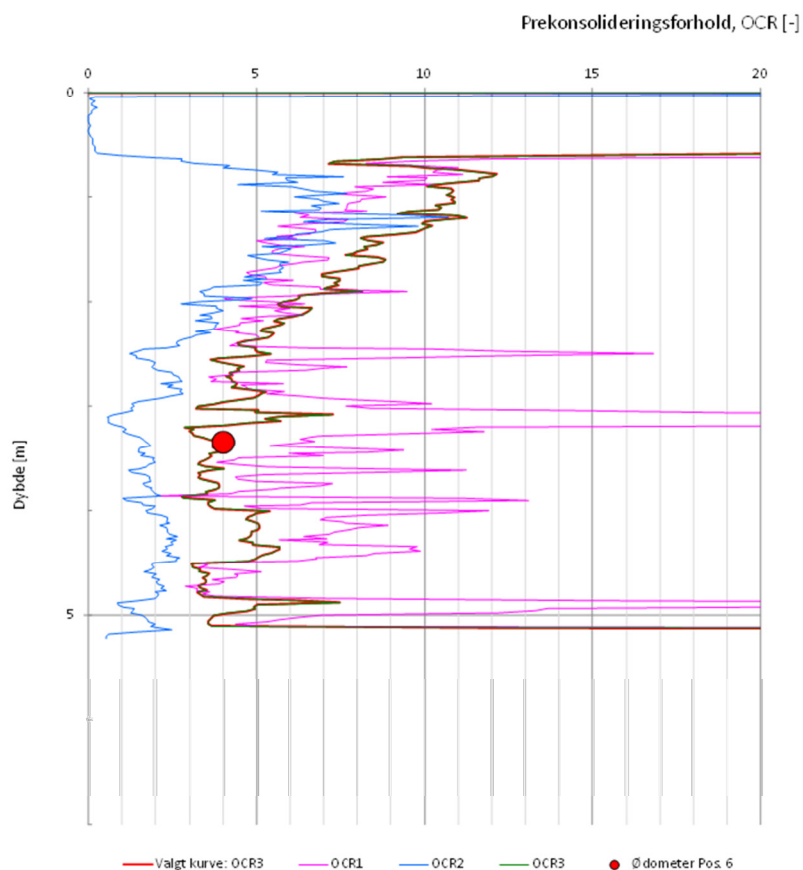
Figur 11 – Typisk snitt i område 3 – profil G-G i rapport fra Multiconsult, ref. 1

Sonderingsmotstanden i borpunkt 16 til venstre i profilet antyder at løsmassene består av bløt sensitiv leire. På land er det, basert på sonderingsprofilen til høyre, antatt å være friksjonsmasser. Trykksonderingen i borpunkt 15 viste ulogiske resultater. Tolkningen ga derfor ingen fornuftige resultater, og er ikke benyttet for bestemmelse av jordparametere. I dette området er det antatt parametere basert på resultater i tilstøtende områder.

### 3.5 OVERKONSOLIDERINGSGRAD

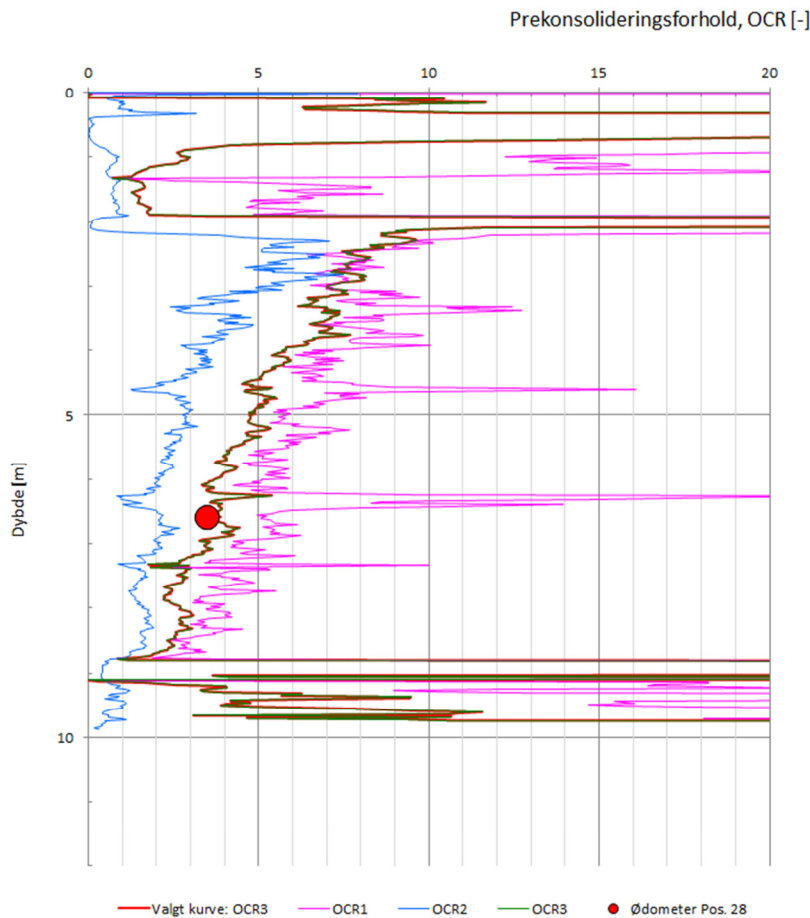
Overkonsolideringsgrad er tolket fra trykksonderinger og basert på ødometerforsøk.

Tolkning av resultater i borpunkt 6 gir:



Figur 12 – Tolkning av trykksondering borpunkt 6

Tilsvarende fra borpunkt 28:



Figur 13 – Tolkning av trykksondering borpunkt 28

Basert på disse resultatene er det antatt OCR-verdier som er større enn 2 i den sensitive leira. Denne verdien er benyttet i vurdering av faregrad, se kap. 4.2.

### 3.6 PORETRYKK

Det er ikke utført poretrykkmålinger. Basert på registrering av poretrykk i friksjonsmasser under trykksonderingene, er det antatt hydrostatisk poretrykkfordeling fra havnivå/terrengnivå.

### 3.7 MATERIALPARAMETERE

Materialparametere er vist i vedlegg 1 og 2, og ikke gjengitt her.

# 4 Soneavgrensning og klassifisering

## 4.1 AVGRENSNING AV FARESONE

En faresone angir antatt maksimalt areal som kan bli berørt av en skredhendelse. Avgrensning av sonen kan baseres på utbredelsen av sprøbruddmateriale og/eller topografiske kriterier. Foreliggende grunnundersøkelser indikerer at det er sensitiv leire og løsmasser med sprøbruddegenskaper i buktene der det er løsmasser av betydning. På land er det kun registrert sprøbruddmateriale i bukta mot sør.

Det er planlagt tiltak i sjøen som strekker seg tilbake til områder på land der det ikke er registret sprøbruddmaterialer. Vi har valgt å ta med områder i sjøen inn i faresonene, selv om dette er i grenseland i forhold til det som definert i NVE's Veiledning, jfr. ref. /4/. Her er faresoner langs strender kommentert, men det står ikke noe konkret om områder ute i sjøen.

## 4.2 KLASSIFISERING AV FARESONE

Kvalitativ vurdering av skadekonsekvens og faregradsklasse utføres iht. ref./ 5/.

Skadekonsekvens er inndelt i 3 klasser; Mindre alvorlig (1), alvorlig (2) og meget alvorlig (3). Evaluering av skadekonsekvens utføres ved hjelp av tabellen i *Figur 14*. Konsekvensklasse 1 omfatter soner med poengsum fra 0 til 6. Poengsum 7-22 gir klasse 2, og poengsum 23-45 gir klasse 3. Vi har vurdert området å være i skadekonsekvensklasse 1 før utbygging og 2 etter utbygging.

| Faktorer                  | Vekt-tall | Konsekvens, score |           |              |       | Score, før | Poeng, før | Score, etter | Poeng, etter |
|---------------------------|-----------|-------------------|-----------|--------------|-------|------------|------------|--------------|--------------|
|                           |           | 3                 | 2         | 1            | 0     |            |            |              |              |
| Boligheter, antall        | 4         | Tett>5            | Spredt>5  | Spredt<5     | Ingen | 0          | 0          | 0            | 0            |
| Næringsbygg, personer     | 3         | >50               | 10-50     | <10          | Ingen | 0          | 0          | 2            | 6            |
| Annen bebyggelse, verdi   | 1         | Stor              | Betydelig | Begrenset    | Ingen | 0          | 0          | 3            | 3            |
| Vei, ADT                  | 2         | >5000             | 1001-5000 | 100-1000     | <100  | 0          | 0          | 2            | 4            |
| Toglinje, baneprioritet   | 2         | 1-2               | 3-4       | 5            | Ingen | 0          | 0          | 0            | 0            |
| Kraftnett                 | 1         | Sentral           | Regional  | Distribusjon | Lokal | 0          | 0          | 1            | 1            |
| Oppdemming/fiom           | 2         | Alvorlig          | Middels   | Liten        | Ingen | 0          | 0          | 0            | 0            |
| Max. poeng ved full score |           | 45                | 30        | 15           | 0     |            | 0          |              | 14           |
| % av maksimal poengsum    |           |                   |           |              |       |            | 0          |              | 31           |

Konsekvensklasse før utbygging 1  
 Konsekvensklasse etter utbygging 2

*Figur 14: Evaluering av skadekonsekvens*



Faregrad er inndelt i 3 klasser; lav (1), middels (2) og høy (3). Faregraden evalueres ved hjelp av tabellen i figur 9. Poengsum 0-17 gir klasse 1, 18-25 gir klasse 2 og 26-51 gir klasse 3. Vi har vurdert området å være i faregradsklasse 1 både før og etter utbygging.

| Faktorer                              | Vekt-tall | Faregrad, score |                   |                 |              | Score, før | Poeng | Score, etter | Poeng, etter |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|------------|-------|--------------|--------------|
|                                       |           | 3               | 2                 | 1               | 0            |            |       |              |              |
| Tidligere skredaktivitet              | 1         | Høy             | Noe               | Lav             | Ingen        | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Skråningshøyde, meter                 | 2         | >30             | 20-30             | 15-20           | <15          | 3          | 6     | 3            | 6            |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2         | 1,0-1,2         | 1,2-1,5           | 1,5-2           | >2,0         | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Poretrykk Overtrykk, kPa              | 3<br>-3   | >+30<br>>-50    | 10-30<br>-(20-50) | 0-10<br>-(0-20) | Hydrostatisk | 0          |       | 0            | 0            |
| Kvikkleiremektighet                   | 2         | >H/2            | H/2-H/4           | <H/4            | Tynt lag     | 2          | 4     | 2            | 4            |
| Sensitivitet                          | 1         | >100            | 30-100            | 20-30           | <20          | 2          | 2     | 2            | 2            |
| Erosjon                               | 3         | Aktiv/glidn.    | Noe               | Lite            | Ingen        | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Inngrep forverring                    | 3         | Stor            | Noe               | Liten           | Ingen        | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Inngrep forbedring                    | -3        | Stor            | Noe               | Liten           | Ingen        |            |       | 0            | 0            |
| Max. poeng ved full score             |           | 51              | 34                | 16              | 0            |            | 12    |              | 12           |
| % av maksimal poengsum                |           |                 |                   |                 |              |            | 24    |              | 24           |

Faregradsklasse før utbygging 1  
 Faregradsklasse etter utbygging 1

Figur 15: Evaluering av faregrad – Område 1

| Faktorer                              | Vekt-tall | Faregrad, score |                   |                 |              | Score, før | Poeng | Score, etter | Poeng, etter |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|------------|-------|--------------|--------------|
|                                       |           | 3               | 2                 | 1               | 0            |            |       |              |              |
| Tidligere skredaktivitet              | 1         | Høy             | Noe               | Lav             | Ingen        | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Skråningshøyde, meter                 | 2         | >30             | 20-30             | 15-20           | <15          | 3          | 6     | 3            | 6            |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2         | 1,0-1,2         | 1,2-1,5           | 1,5-2           | >2,0         | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Poretrykk Overtrykk, kPa              | 3<br>-3   | >+30<br>>-50    | 10-30<br>-(20-50) | 0-10<br>-(0-20) | Hydrostatisk | 0          |       | 0            | 0            |
| Kvikkleiremektighet                   | 2         | >H/2            | H/2-H/4           | <H/4            | Tynt lag     | 2          | 4     | 2            | 4            |
| Sensitivitet                          | 1         | >100            | 30-100            | 20-30           | <20          | 2          | 2     | 2            | 2            |
| Erosjon                               | 3         | Aktiv/glidn.    | Noe               | Lite            | Ingen        | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Inngrep forverring                    | 3         | Stor            | Noe               | Liten           | Ingen        | 0          | 0     | 0            | 0            |
| Inngrep forbedring                    | -3        | Stor            | Noe               | Liten           | Ingen        |            |       | 3            | -9           |
| Max. poeng ved full score             |           | 51              | 34                | 16              | 0            |            | 12    |              | 3            |
| % av maksimal poengsum                |           |                 |                   |                 |              |            | 24    |              | 6            |

Faregradsklasse før utbygging 1  
 Faregradsklasse etter utbygging 1

Figur 16: Evaluering av faregrad – Område 2 og 3

Som det kommer frem av evalueringen presentert over, vil faregradsklassen være den samme for alle områdene.

Risiko er lik skadekonsekvens multiplisert med faregrad. Tallverdien for risiko fremkommer ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Som vist i Figur 17 er risiko inndelt i 5 klasser, hvor 1 er lavest og 5 er høyest. På grunnlag av vurderingene beskrevet over har vi kommet til at planområdet befinner seg i risikoklasse 0 før utbygging (tallverdi 0). Etter utbygging havner man i risikoklasse 3 og 2, for henholdsvis område 1 og område 2/3 (tallverdier på 744 og 186). Grunnen til at område 1 får risikoklasse 3, er at det pr. i dag ikke er planlagt tiltak som forbedrer stabiliteten i dette området, da det er vurdert å være teknisk og økonomisk svært krevende.

Risikoklasse inngår som en del av den nasjonale kartleggingen av kvikkleiresoner, og benyttes ikke direkte i videre planarbeid og prosjektering.

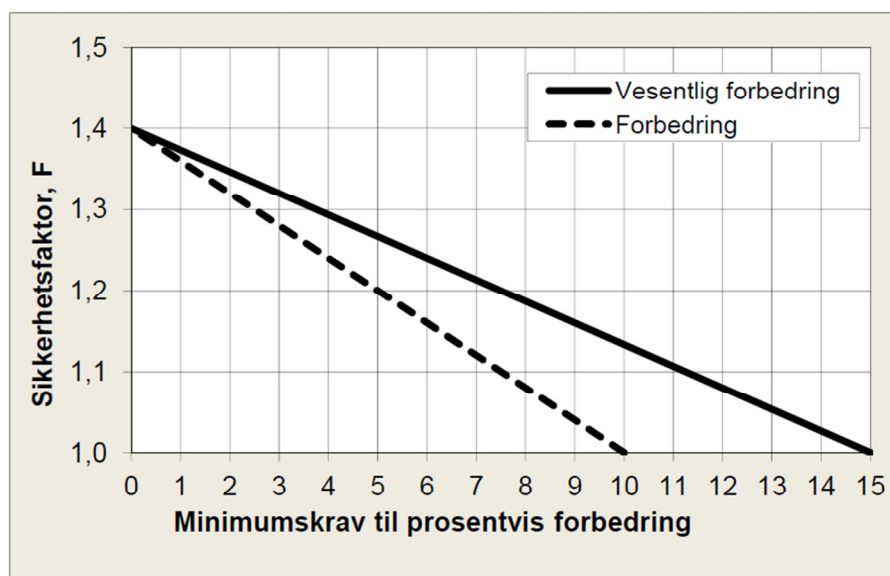
- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Figur 17: Risikoklasser

# 5 Stabilitetsvurderinger

## 5.1 KRAV TIL SIKKERHET

Ref. /4/ legges til grunn for stabilitetsberegningene. Krav til sikkerhet avhenger av tiltakskategori og faregradsklasse før utbygging. Som beskrevet i kapittel 4 har vi kommet frem til at vi har faregradsklasse 1 (lav) før utbygging. Utbyggingsplanene for området, slik de foreligger, gir etter vår vurdering grunnlag for å velge tiltakskategori 4. Tiltakskategori 4 gjelder blant annet for større næringsbygg og industrianlegg. Dette medfører at det må dokumenteres ved stabilitetsberegninger at materialfaktoren (forholdet mellom tilgjengelig og mobilisert skjærfasthet langs potensielle glideflater) er minimum 1,4. Materialfaktoren etter at planlagt tiltak er gjennomført, må ikke bli mindre enn 1,4 og tilfredsstillende gjeldende regelverk for prosjekteringen. Er beregnede sikkerheter lavere enn 1,4, er det krav om vesentlig forbedring av denne. Krav til forbedring er vist Figur 18.



Figur 18: Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer, ref. /4/

## 5.2 BEREGNINGSMETODER

Iht. ref. /4/ skal sikkerheten mot utglidning bestemmes både for dagens situasjon med drenert jordoppførsel, og for hendelser som kan medføre udrenert jordoppførsel. For å tilfredsstillende dette utføres stabilitetsberegninger både med effektive styrkeparametre (friksjonsvinkel og attraksjon) og

udrenert skjærfasthet  $S_u$  for leira. Beregningene er utført i programmet Geosuite stabilitet. Beregningene er beskrevet i detalj i vedlegg 1 og 2. Aktive skjærfastheter er redusert med 15%, siden de er utledet av CPTU-sonderinger, og tolkningen er basert på resultater fra blokkprøver. Vi viser til kap. 7 i Veilederen, ref. /4/.

For snitt i område 3 er det kun utført analyser med udrenerte parametere. Dette er vurdert å være på den sikre siden, da effektive styrkeparametere er antatt å gi høyere materialfaktorer. Da disse beregningene i utgangspunktet ble utført for annet formål, er de aktive skjærfasthetene ikke redusert med 15%. Vi har derfor valgt å redusere de beregnede materialfaktorene med 15%, når resultatene er benyttet til å vurdere områdestabilitet.

## 5.3 BEREGNINGSRISIKO

### Område 1 – Store Gammesbukta

To snitt er kontrollert, og begge gir høye materialfaktorer. Disse ligger på rundt 3,0 som er langt over kravet på 1,4.

### Område 2 – Bukta mot nord

Her er det utført stabilitetsberegninger i et typisk snitt midt i bukta. Beregningene gir materialfaktorer på 1,33. Beregningsmodellen forutsetter at bukta er uendelig bred. Det beregnede snittet representerer en begrenset bredde, siden bukta er relativt smal. Man har derfor betydelige sideeffekter som ikke kommer med i beregningene. Antar man et meget forsiktig bidrag fra sideeffekten på 5%, vil man oppnå en materialfaktor på 1,4. Denne kan beregnes mer nøyaktig i neste fase av prosjektet.

### Område 3 – bukta mot vest

Beregningene viser at materialfaktor for dagens situasjon er 2,0 for en udrenert analyse. Det er planlagt å fylle ut i sjøen for å øke tilgjengelig areal. Det er tenkt en løsning der man fjerner bløt leire, og bytter denne ut med sprengstein. Dette vil gi økt sikkerhet for permanent situasjon, sammenlignet med det man har i dag. Det er utført kontroll av materialfaktoren for en midlertidig situasjon, med graveskråning i leira før den er skiftet ut med sprengstein. For denne situasjonen er materialfaktoren 1,4 (inklusive reduksjon på 15%).

## 6 Oppsummering og konklusjon

Basert på utførte grunnundersøkelser er det påvist at det finnes sprøbruddmateriale innenfor planområdet. Det er derfor foretatt en vurdering av områdestabilitet iht. NVEs retningslinjer 2/2011, ref. /3/.

Det er utført stabilitetsberegninger i typiske snitt i de tre områdene der det er påvist løsmasser med mektighet av betydning, og der det er antatt eller bekreftet å være masser med sprøbruddegenskaper.

Beregningene viser at materialfaktorene er over kritisk grense på 1,4 for dagens situasjon i område 1 og 3. Dette medfører at det ikke er behov for tiltak for å bedre stabiliteten. Man må imidlertid påse at materialfaktoren for de tiltakene som skal gjennomføres tilfredsstillende gjeldene regelverk. I praksis vil dette medføre at materialfaktoren for alle faser ikke skal være mindre enn 1,4. Kontroll av graveskråninger for masseutskifting/mudring viser at det er mulig å oppnå tilfredsstillende sikkerhet for midlertidig situasjon.

I område 2 er beregnet materialfaktor 1,33. Dette er under kravet på 1,4. I dette området må man få til en prosentvis forbedring på 4%, som gir en materialfaktor på 1,38. I praksis bør man oppnå en materialfaktor på 1,4. Også her er det planlagt en løsning med masseutskifting. Denne må utføres på en slik måte at man har tilfredsstillende sikkerheter under utførelsen og i permanent fase. Vi mener det er mulig å få til ved å tilpasse geometri og rekkefølge for valgt løsning. Vår vurdering er at det er mulig å gjennomføre planene med akseptable løsninger, der sideeffekter er inkludert i beregningene og man har mer detaljert informasjon om grunnforholdene.

For prosjekteringen må det utføres supplerende grunnundersøkelser, for å sikre at løsningene gir tilfredsstillende materialfaktorer og for å kunne optimalisere løsningene. Da vi ikke har tilgjengelig informasjon om leirlagenes beliggenhet annet enn i borpunktene, mener vi det er gjort konservative antagelser om utbredelsen av den bløte leira.

Områder som er vurdert å ha løsmasser med sprøbruddegenskaper og som kan bli berørt av skred, er angitt som faresoner på kart i vedlegg 3. Utreddet faregrad og materialfaktor i stabilitetsberegninger er angitt på kartet. Disse områdene skal defineres som hensynssoner i plansammenheng. Vi anbefaler at det i detaljreguleringsplanen innarbeides bestemmelser knyttet til hensynssonene, som sikrer at områdestabiliteten blir ivaretatt i senere planfaser. Det antas ikke å bli behov for tiltak utenfor planområdet.

Iht. NVEs retningslinjer skal det foretas uavhengig kontroll av områdestabilitetsvurderingene.

# 7 Referanser

1. Grunnundersøkelser – Datarapport, Multiconsult. Dokument nr. 712116-RIG-RAP-001
2. Rapport Refraksjonsseismikk og multistråle ekkolodd, GeoPhysix. Prosjekt nr. 13151
3. NVE retningslinjer 2/2011, "Flaum- og skredfare i arealplanar", revidert 2014-05-22, Internett: [http://webby.nve.no/publikasjoner/retningslinjer/2011/retningslinjer2011\\_02.pdf](http://webby.nve.no/publikasjoner/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_02.pdf)
4. NVE veileder 7/2014, "Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper", vedlegg 1 til NVEs retningslinjer 2/2011, Internett: [http://webby.nve.no/publikasjoner/veileder/2014/veileder2014\\_07.pdf](http://webby.nve.no/publikasjoner/veileder/2014/veileder2014_07.pdf)
5. NGI rapport nr. 20001008-2, «Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire», revisjon 3, 8. oktober 2008, Internett: [http://www.nve.no/PageFiles/3743/20081008-2\\_Kartlegging%20og%20klassifisering%20av%20faresoner%20kvikkleire\\_Rev03\\_final.pdf](http://www.nve.no/PageFiles/3743/20081008-2_Kartlegging%20og%20klassifisering%20av%20faresoner%20kvikkleire_Rev03_final.pdf)

Utarbeidet av: **Andreas Brathetland**Kontroll av: **Gunhild Hennum**Dato: **2014-11-14**

## **Gamneset – Skråningsstabilitet, område 1 og 2**

### **BAKGRUNN**

Det planlegges å utarbeide en ilandføringsterminal ved Gamneset i Sør-Varanger kommune, ca. 5 km nordvest for Kirkenes. I forbindelse med planarbeidet for dette prosjektet er det utført beregninger for vurdering av områdestabilitet.

Det er tidligere utført stabilitetsberegninger for snitt for fylling sør for Gamneset (område 3). Disse beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet (materialfaktor >1,4). Det er nå utført ytterligere beregninger for å kartlegge stabiliteten ved Store Gamnesbukta og ved den mindre bukta i nord. Disse beregningene er utført for dagens situasjon, og planlagte fyllinger/utgravinger er derfor ikke medtatt i beregningene.

Dette notatet beskriver stabilitetsberegningene som er utført for Store Gamnesbukta (område 1) og den mindre bukta i nord (område 2).

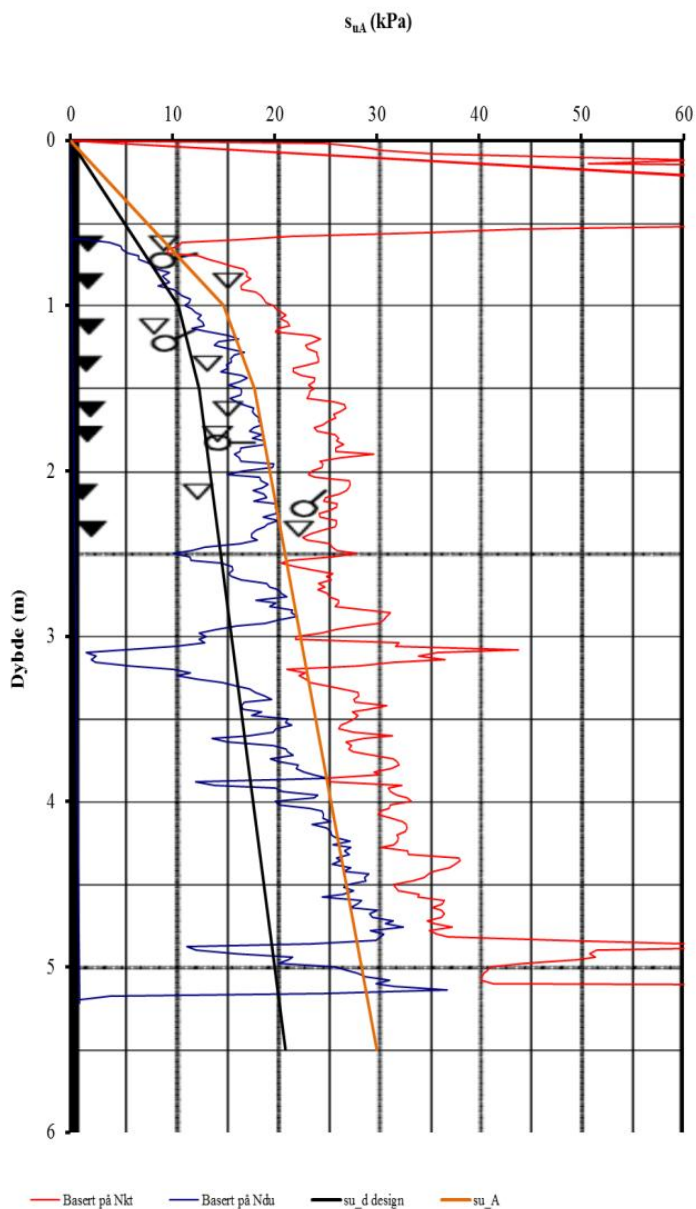
### **STABILITETSBEREGNINGER**

Stabilitetsberegningene er utført i Geosuite Stabilitet. Det er utført beregninger i tre ulike snitt, O-1a, O-1b og O-2 (se vedlegg 1 for beliggenhet).

Det er utført totalsonderinger, CPT og prøveserier i området. Terrengoverflaten i beregningsnittene er hentet fra 3D kartgrunnlag. Det er tatt utgangspunkt i grunnundersøkelsene ved valg av jordparameter og lagdeling. Snitt O-1a er opptegnet basert på totalsonderinger i punkt 23, 28 og 32, samt CPT og prøveserie i punkt 28. Snitt O-1b er opptegnet basert på totalsonderinger i punkt 24 og 32, samt CPT og prøveserie i punkt 24. Snitt O-2 er opptegnet basert på totalsonderinger i punkt 5, 6, og 7, samt CPT og prøveserie i punkt 6.

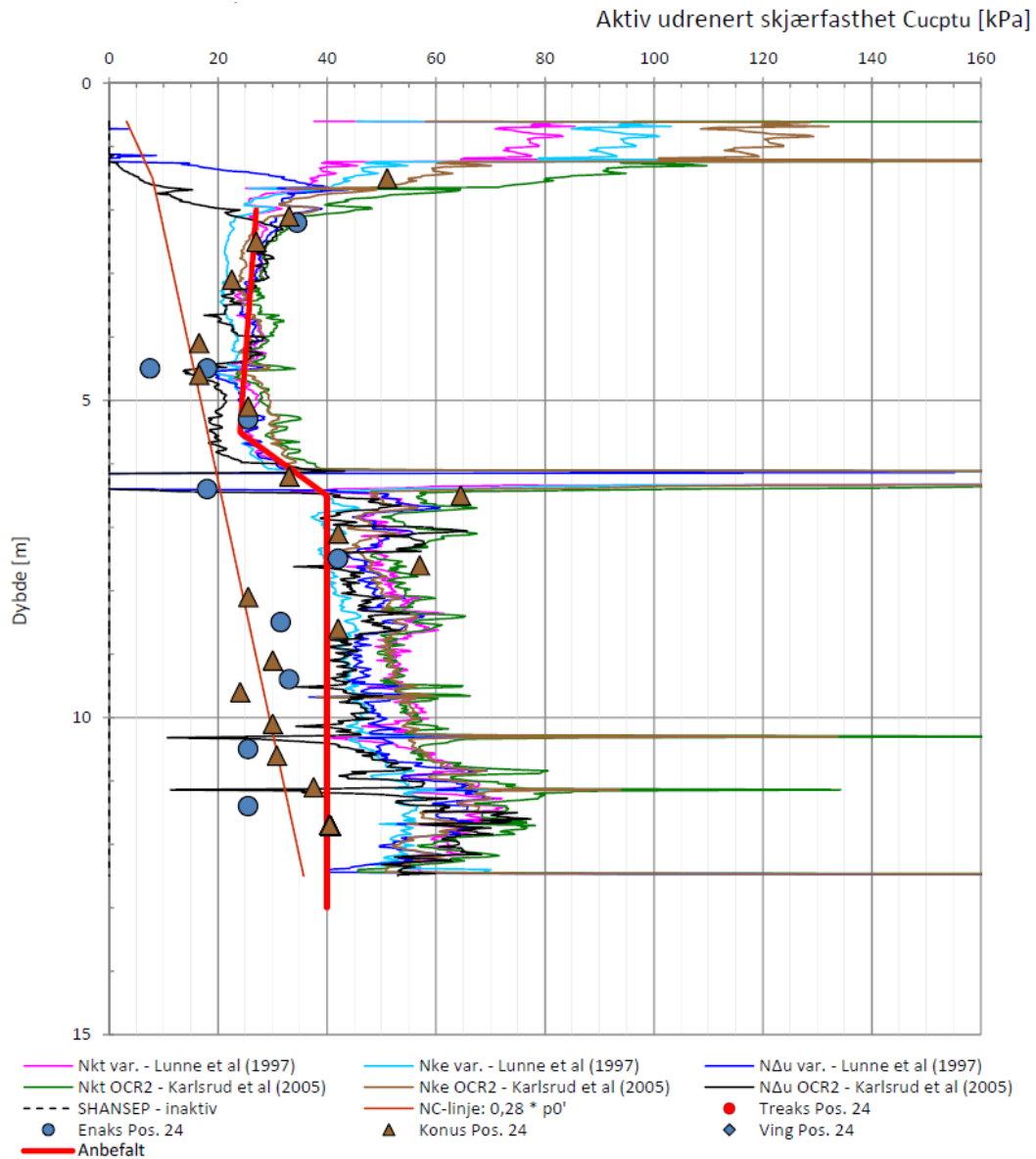
I beregningene er det antatt bløt leire over et fastere morenelag. Det er utført både drenerte og udrenerte analyser for samtlige beregningsnitt. For udrenert analyse er det benyttet SuA-profiler for leira som er basert på tolkning av CPT utført i punkt 6, 24 og 28. SuA-profilene er vist i Figur 1 - Figur 3 for henholdsvis snitt O-1a, O-1b og O-2. I NVEs veileder "Sikkerhet mot kvikkleireskred" anbefales det å redusere den målte aktive skjærfastheten fra blokkprøver med 15%. CPT-tolkningen er basert på blokkprøve-korrelasjoner, og det er derfor benyttet anisotropifaktor 0,85 for aktiv styrke i leira for de udrenerte beregningene. For passiv og direkte styrke i leira er anisotropifaktorer på henholdsvis 0,4 og 0,7 benyttet. I de drenerte analysene er det for leira benyttet friksjonsvinkel  $\phi = 25^\circ$ , og attraksjon  $a = 0$  kPa. Romvekt  $\gamma = 17$  kN/m<sup>3</sup> er benyttet for leira. For morenelaget er det benyttet romvekt,  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>, friksjonsvinkel  $\phi = 32^\circ$ , og attraksjon  $a = 0$  kPa for både drenerte og udrenerte analyser.

Det er krav om at materialfaktoren skal være > 1,4 for å ha tilfredsstillende sikkerhetsnivå.

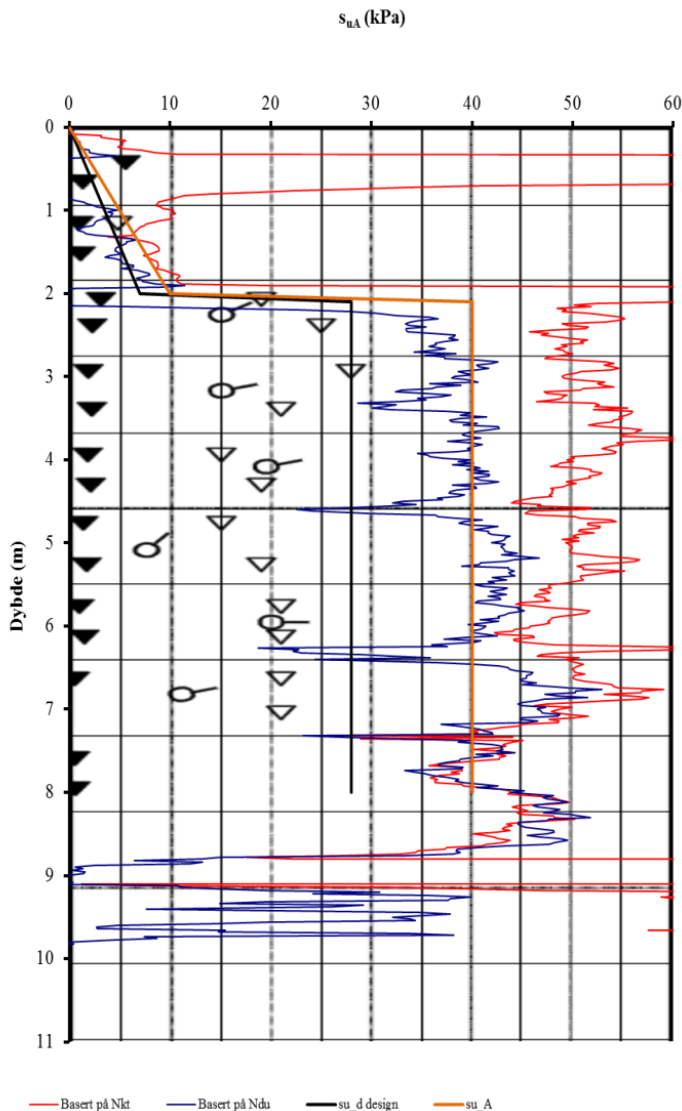


Figur 1: Su-profil, tolkning av CPT utført i punkt 6





Figur 2:  $S_u$ -profil, tolkning av CPT utført i punkt 24 ( $S_uA$ -design angitt som rød linje)



Figur 3: Su-profil, tolkning av CPT utført i punkt 28

## RESULTATER

Det er foretatt stabilitetsberegninger i tre snitt, to i Store Gamnesbukta (område 1) og ett i den mindre bukta i nord (område 2). Beliggenhet av snittene er vist i vedlegg 1. Resultatene fra stabilitetsberegningene er vist i vedlegg 2-7.

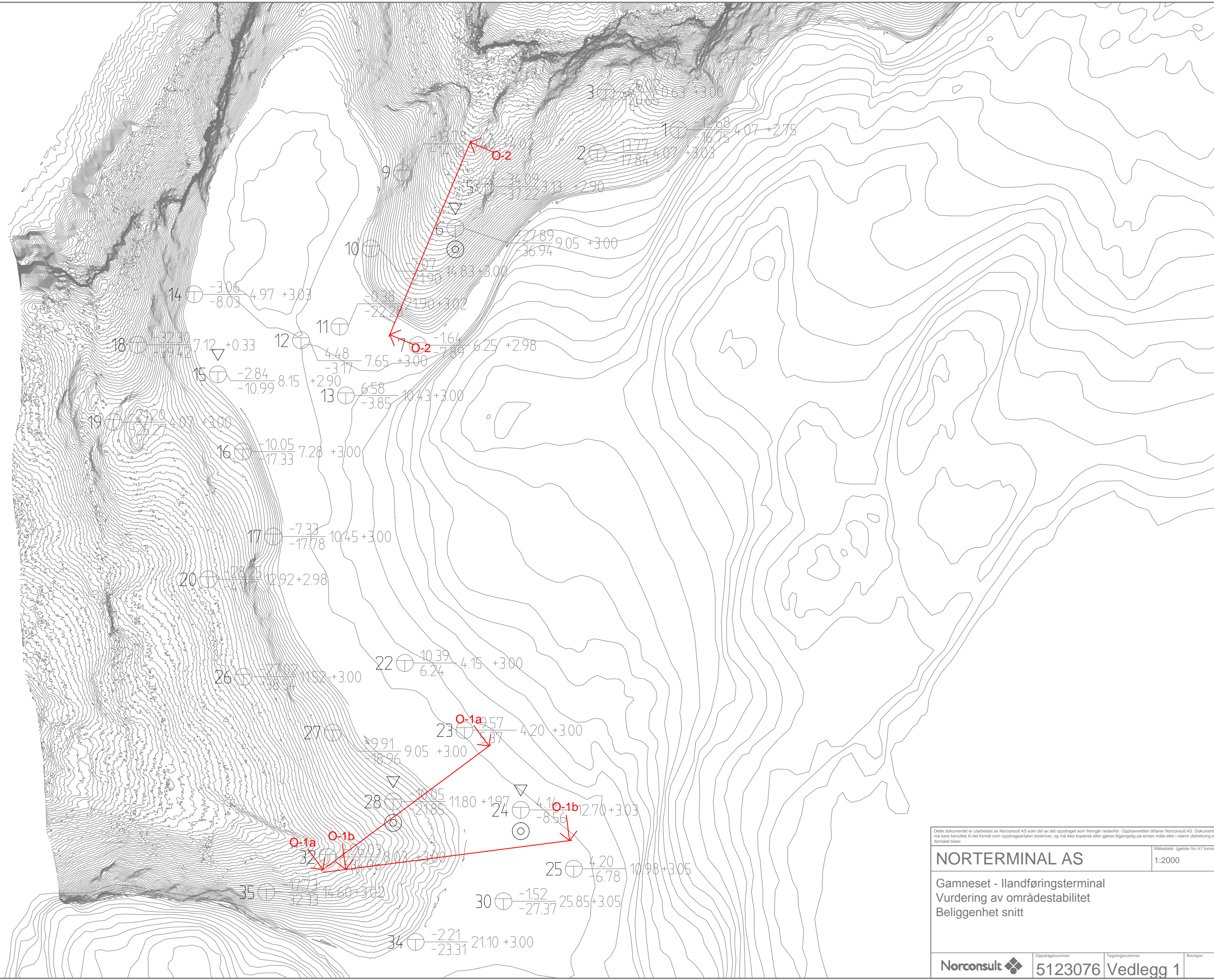
Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet (materialfaktor > 1,4) for snitt O-1a og O-1b. Den laveste beregnede materialfaktor er 3,0 i område 1. For snitt O-2 viser imidlertid den udrenerte beregningen (vedlegg 6) en sammensatt glideflate med materialfaktor 1,33. Materialfaktoren i område 2 er dermed lavere enn kravet om materialfaktor > 1,4.

## Vedlegg

Vedlegg 1: Beliggenhet av beregningsnitt

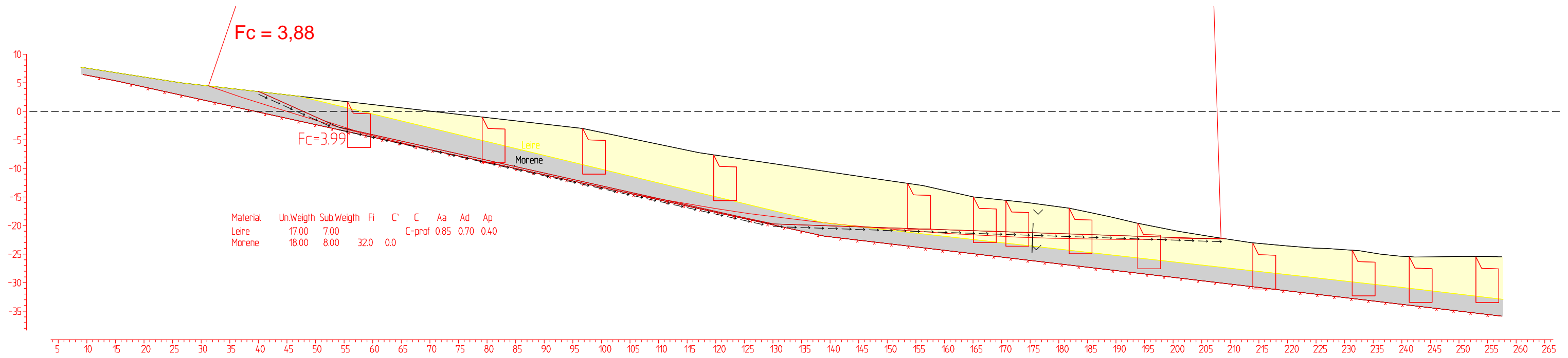
Vedlegg 2-7: Stabilitetsberegninger

\\norconsult.com\dokument\opproding\Norvik\5123076\DK\Grunnarbeider\Modell\Kladd\ArB\72116-RIG-TEG-1\_NyKartGrunnlag\_med\_smit.dwg - ArBm - Plottet: 2014-11-14, 15:27:46 - XREF = planetegning

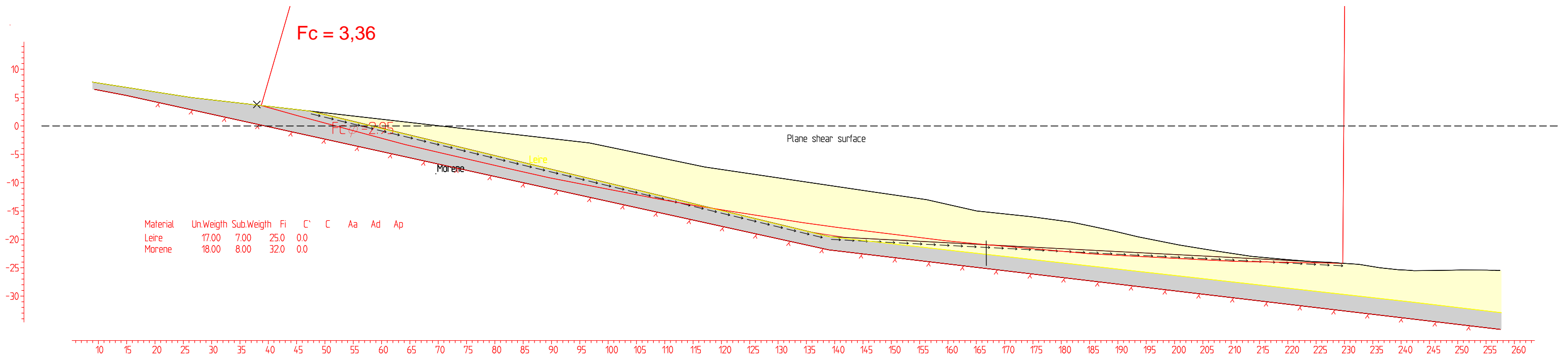


|   |                           |                                   |
|---|---------------------------|-----------------------------------|
| Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier. |                           | Målestokk (gjelder for A1 format) |
| <b>NORTERMINAL AS</b>   |                           | 1:2000                            |
| Gamneset - Ilandføringsterminal<br>Vurdering av områdestabilitet<br>Beliggenhet snitt   |                           |                                   |
| Norconsult  | Oppdragsnummer<br>5123076 | Tegningsnummer<br>Vedlegg 1       |
|   |                           | Revisjon                          |

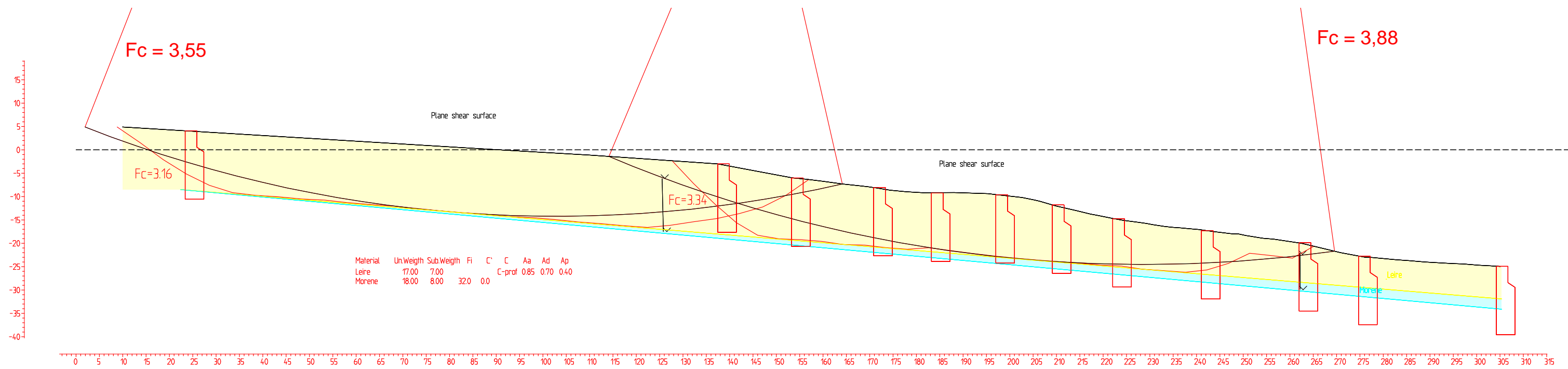
Vedlegg 2: O-1a - udrenert



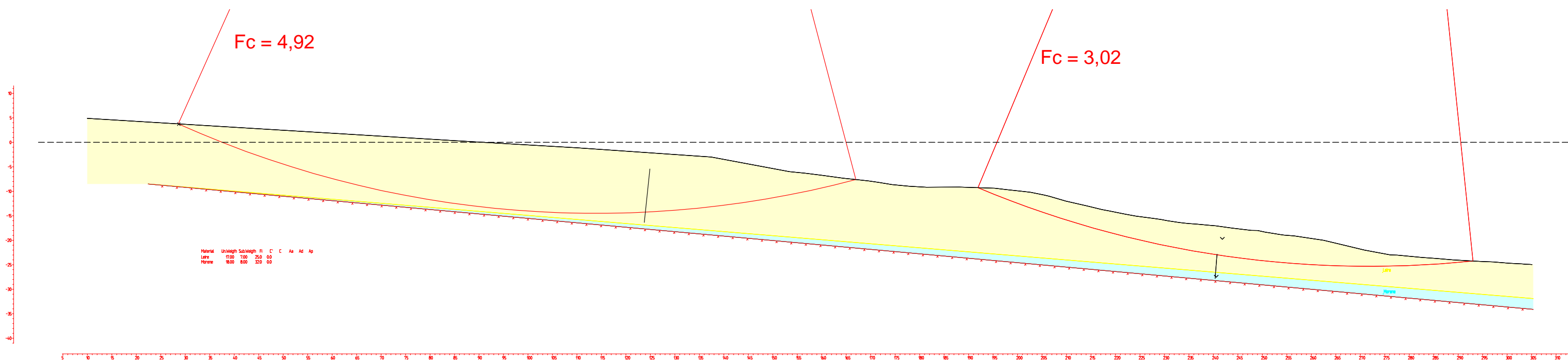
### Vedlegg 3: O-1a - drenert



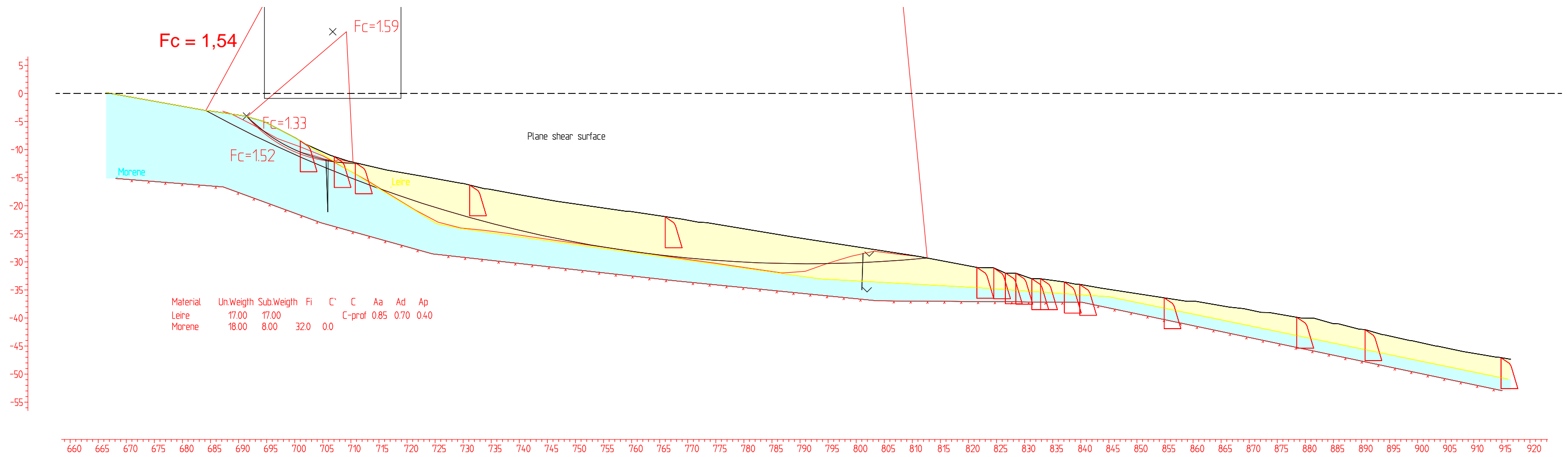
Vedlegg 4: O-1b - udrenert



Vedlegg 5: O-1b - drenert

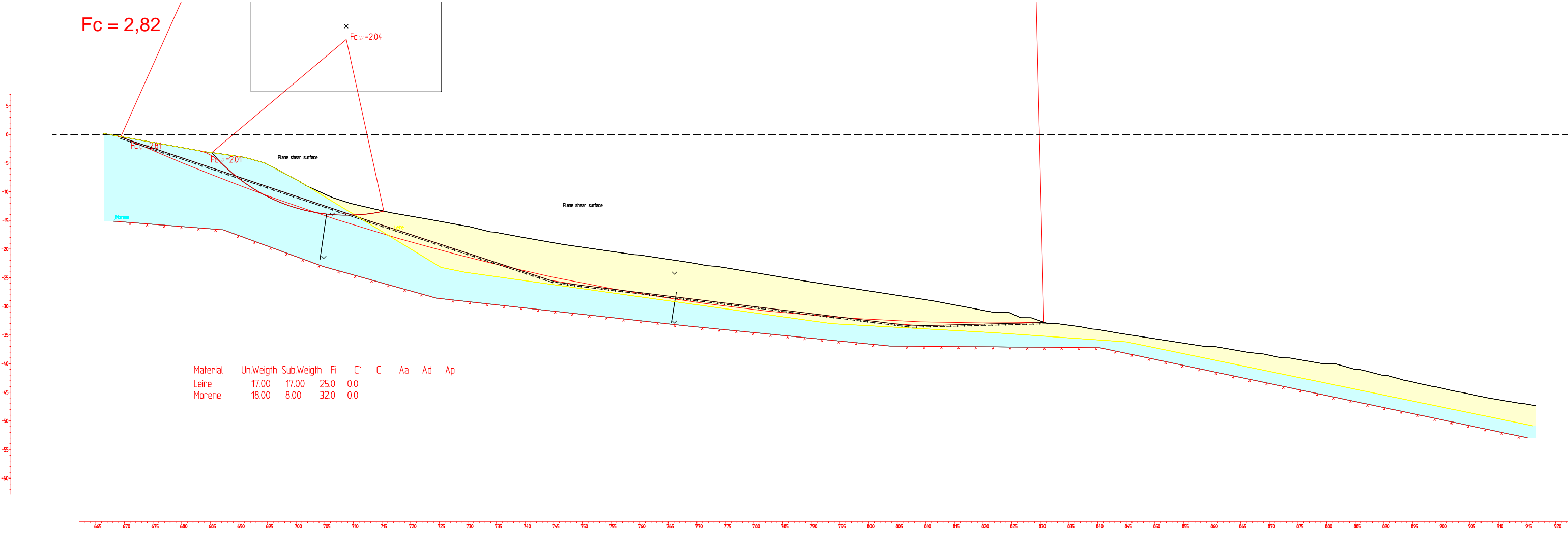


Vedlegg 6: O-2 - udrenert





Vedlegg 7: O-2 - drenert



|                   |                          |  |                              |
|-------------------|--------------------------|--|------------------------------|
| Sign.<br>KnHBe    | Dato/ Date<br>2014-06-27 | Prosjekt/ Project<br>Gamnes<br>Stabilitetsberegninger område 3 | Prosj.nr./Proj.no<br>5123076 |
| Ktr./ Chkd<br>GuH | Dato/ Date<br>2014-06-30 |  |                              |

Ref.

## KONTROLL AV SKRÅNINGSTABILITET

Hensikten med dette notatet er å kontrollere stabiliteten av skråning ved mudring. Stabilitet er vurdert for profil G-G. Profiltegning er henta fra 712116-RIG-TEG-100.

### Konklusjon:

Beregning av stabilitet ved mudring:

- Beregninger i Profil G-G viser at det kan graves 1:1 med tilstrekkelig sikkerhet ( $>1.4$ ), gitt at forutsetningene gjelder.

### 1 Input

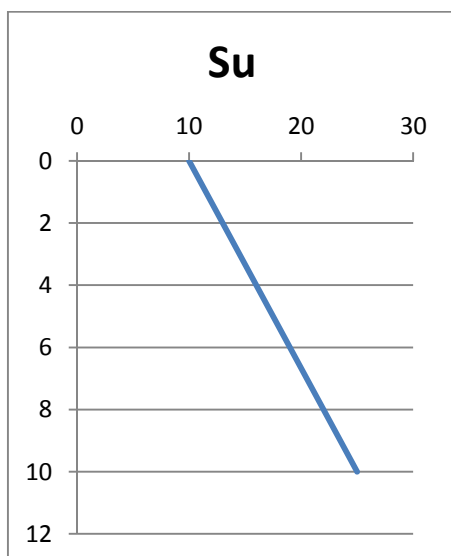
Programmet GeoSuite Stabilitet er benyttet til beregningene.

#### 1.1 Jordparametere

Det er utført grunnundersøkelser i form av totalsonderinger og prøveserier.

- I beregningene er udrenert skjærstyrke ( $Su_{\text{direkte}}$ ) antatt fordelt med dybde som vist i Figur 1.
- Videre er følgende sammenhenger brukt:  $Su_{\text{direkte}} = 0.7 \cdot Su_{\text{aktiv}}$ , og  $Su_{\text{passiv}} = 0.4 \cdot Su_{\text{aktiv}}$
- Leirens tyngdetetthet er antatt å være,  $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ .

Antagelsene er basert på resultater fra prøver tatt i borehull 6, 24, og 28.



Figur 1:  $Su$ -direkte variasjon med dybde

#### 1.2 Sikkerhet

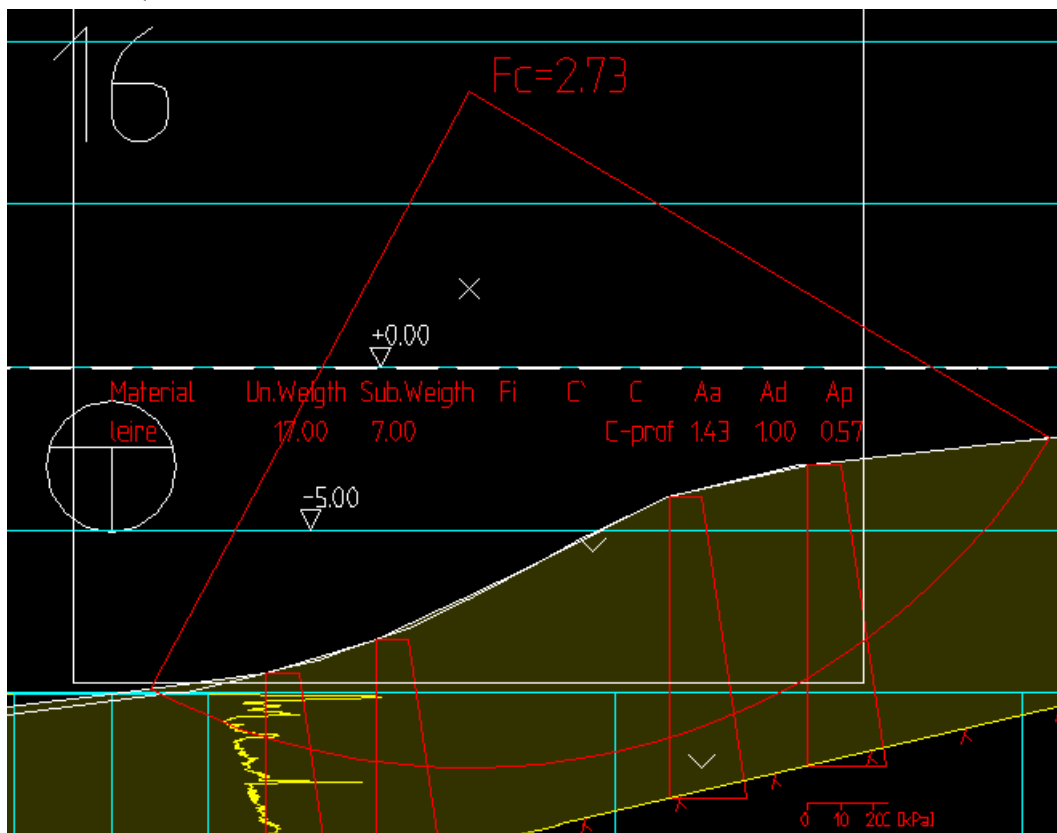
Forsøk angir meget sensitiv leire, og det er funnet kvikkleire i området.

### 2 Beregninger

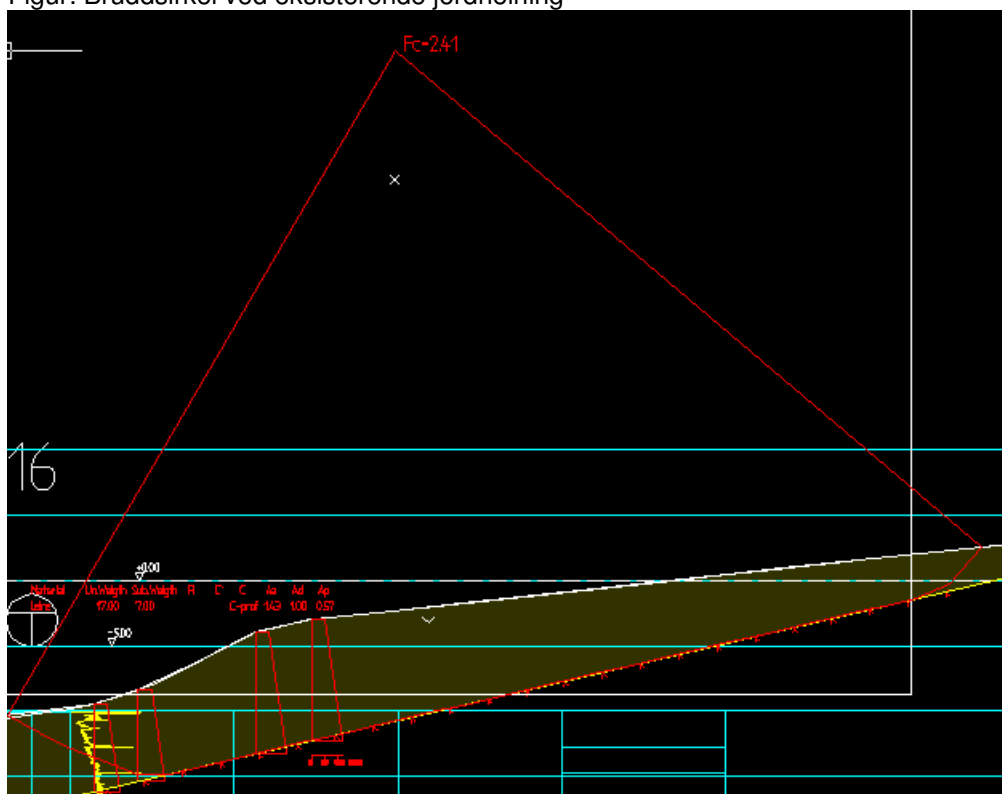
#### 2.1 Stabilitet eksisterende skråning

|                   |                          |                                 |                              |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Sign.<br>KnHBe    | Dato/ Date<br>2014-06-27 | Prosjekt/ Project<br>Gamnes     | Prosj.nr./Proj.no<br>5123076 |
| Ktr./ Chkd<br>GuH | Dato/ Date<br>2014-06-30 | Stabilitetsberegninger område 3 |                              |

Ref.



Figur: Bruddsirkele ved eksisterende jordhelning



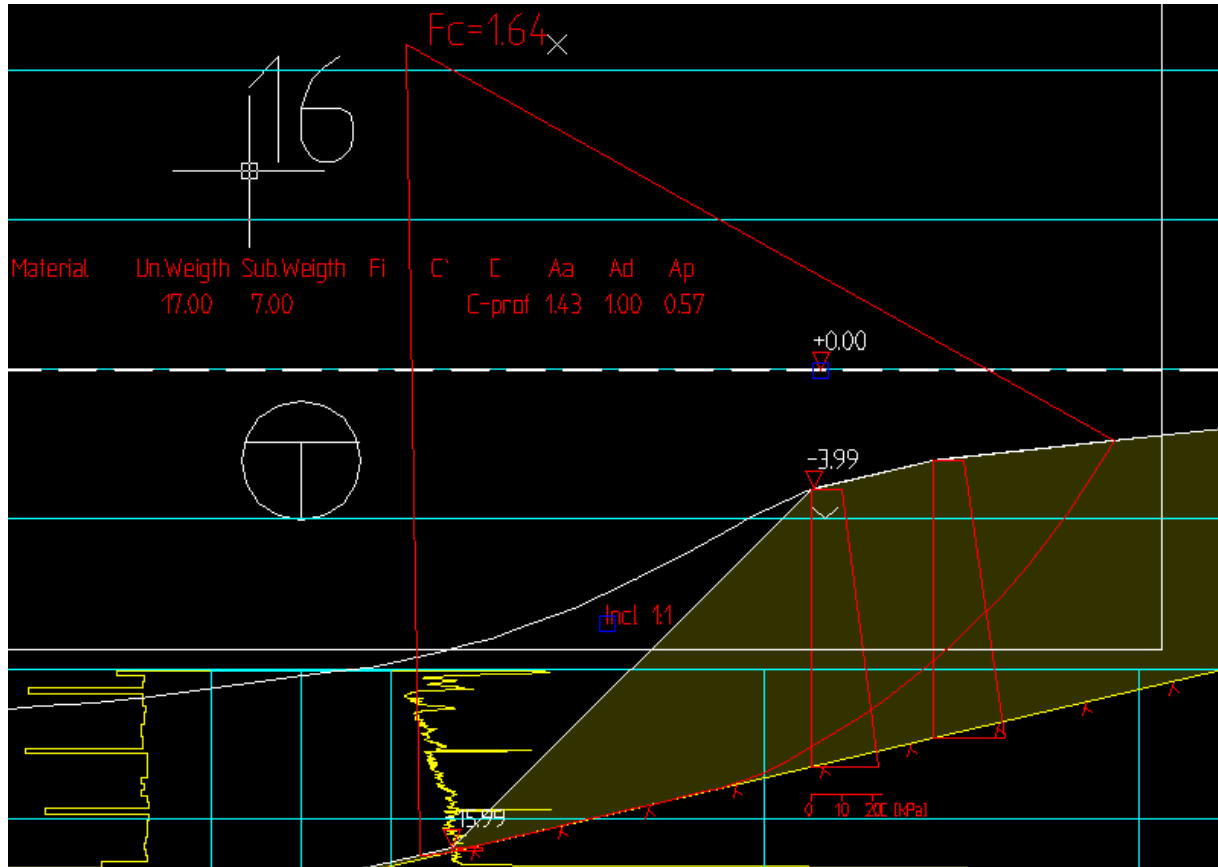
Bruddsirkele med lavest sikkerhet ( $F_c=2.41$ ) i eksisterende skråning, er funnet til å gå langs berg.

|                   |                          |                                 |                              |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Sign.<br>KnHBe    | Dato/ Date<br>2014-06-27 | Prosjekt/ Project<br>Gamnes     | Prosj.nr./Proj.no<br>5123076 |
| Ktr./ Chkd<br>GuH | Dato/ Date<br>2014-06-30 | Stabilitetsberegninger område 3 |                              |

Ref.

## 2.2 Stabilitet ved mudring

Stabilitet ved mudring er vurdert for skråninger fra strandlinjen og utover.

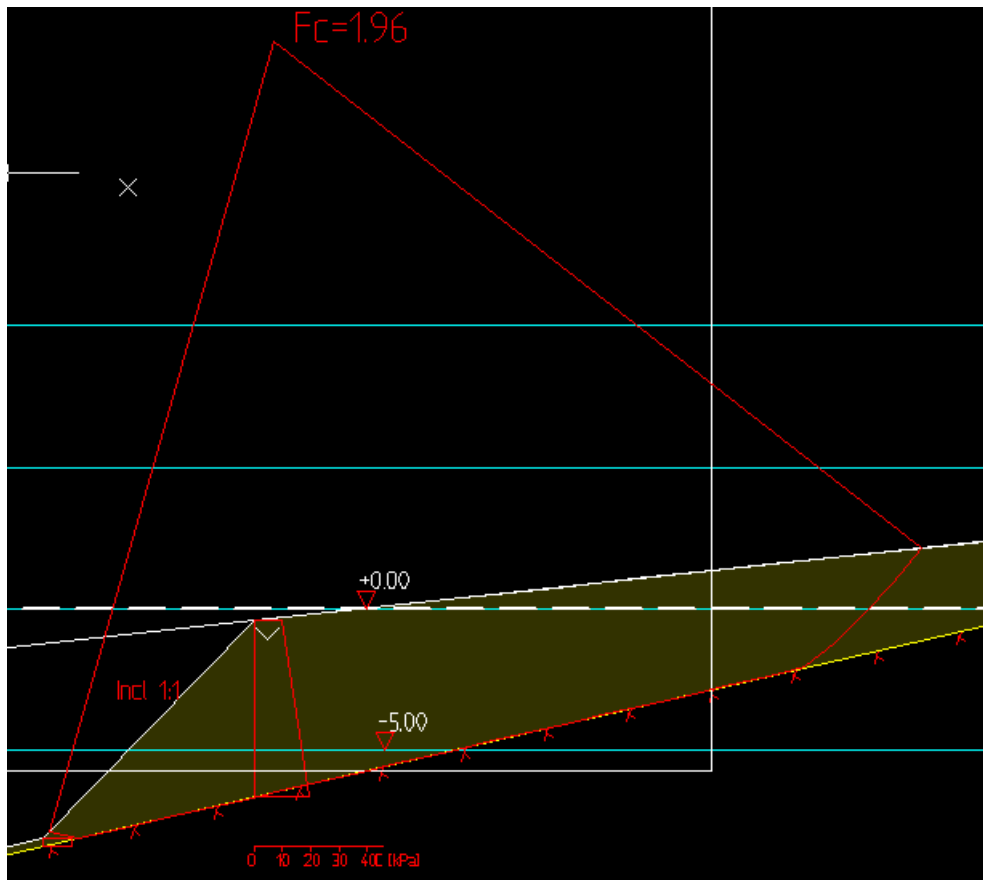


Figur: Graveskråning i området med dypest jordlag i profil G-G (ca. 30m fra strandlinjen)

- $F_c = 1.64$
- Sikkerheten for stabilitet er mer enn tilstrekkelig med gitte forutsetninger, selv med graveskråning 1:1.

|                   |                          |                                 |                   |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Sign.<br>KnHBe    | Dato/ Date<br>2014-06-27 | Prosjekt/ Project<br>Gamnes     | Prosj.nr./Proj.no |
| Ktr./ Chkd<br>GuH | Dato/ Date<br>2014-06-30 | Stabilitetsberegninger område 3 | 5123076           |

Ref.



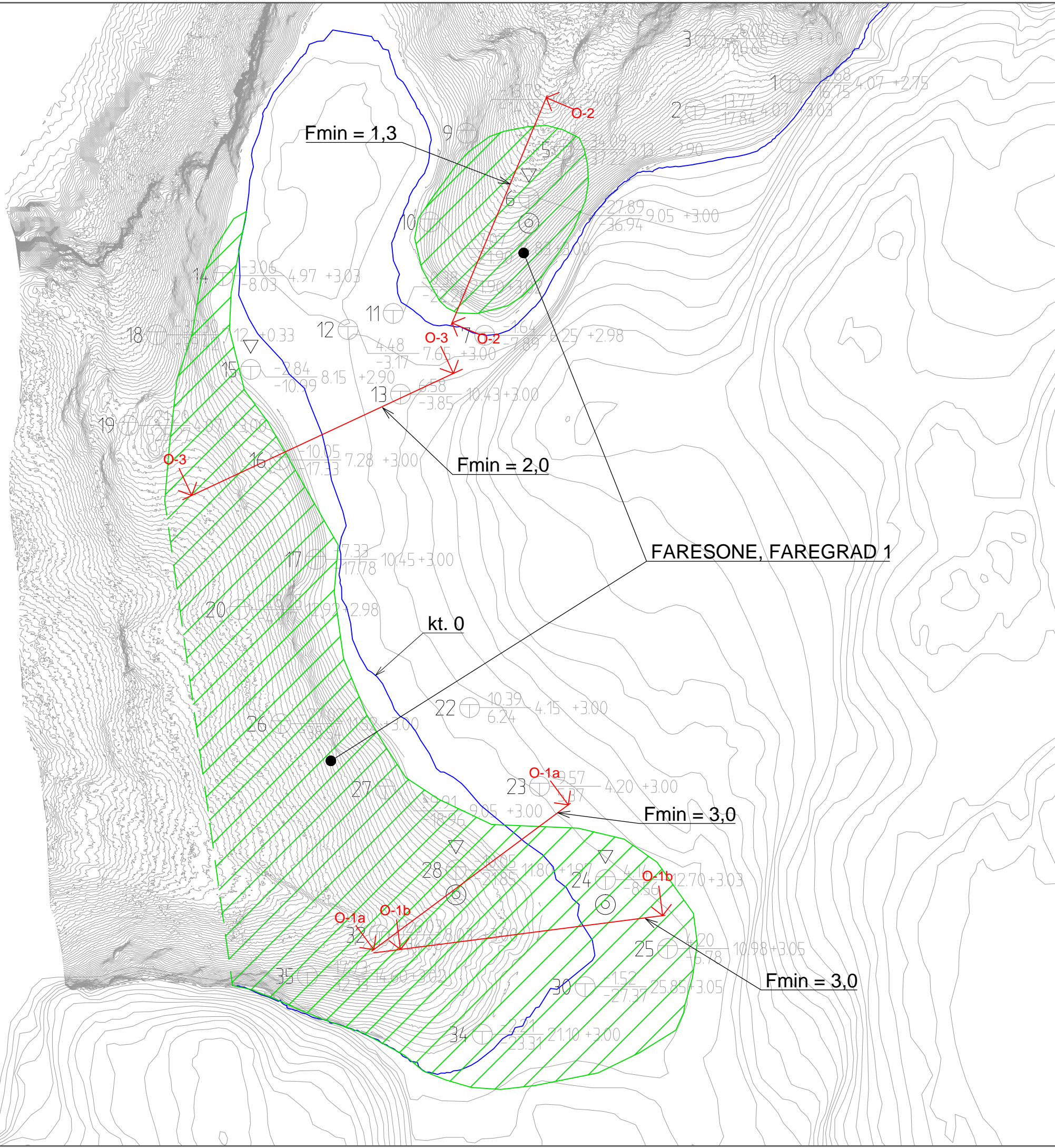
Figur: Tilfelle graveskråning opp mot strandlinjen

- $F_c=1.96$
- Sikkerheten for stabilitet er mer enn tilstrekkelig med gitte forutsetninger, selv med graveskråning 1:1.

### 3 Arbeidsfiler

Tilgjengelig fra

X:\nor\oppdrag\Narvik\512\30\5123076\DAK\Grunnarbeider\Modell\Geoarkiv\STABGRAF.RIT\



Fmin = 1,3

Fmin = 2,0

FARESONE, FAREGRAD 1

kt. 0

Fmin = 3,0

Fmin = 3,0

Detle dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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.

**NORTERMINAL AS** Målestokk (gjelder for A1 format)  
1:2000

Gamneset - Ilandføringsterminal  
Vurdering av områdestabilitet  
Faresoner

**Norconsult**  Oppdragsnummer  
**5123076** Tegningsnummer  
**Vedlegg 3** Revisjon

\\norconsult.com\utfiler\toppdrag\Narvik\5123076\DAK\Grunnarbeider\Mode\1\Sprebudsjettmateriale.dwg - AnBr - Plottet: 2014-11-14, 15:20:36 - XREF = Kartgunning, plantegning