

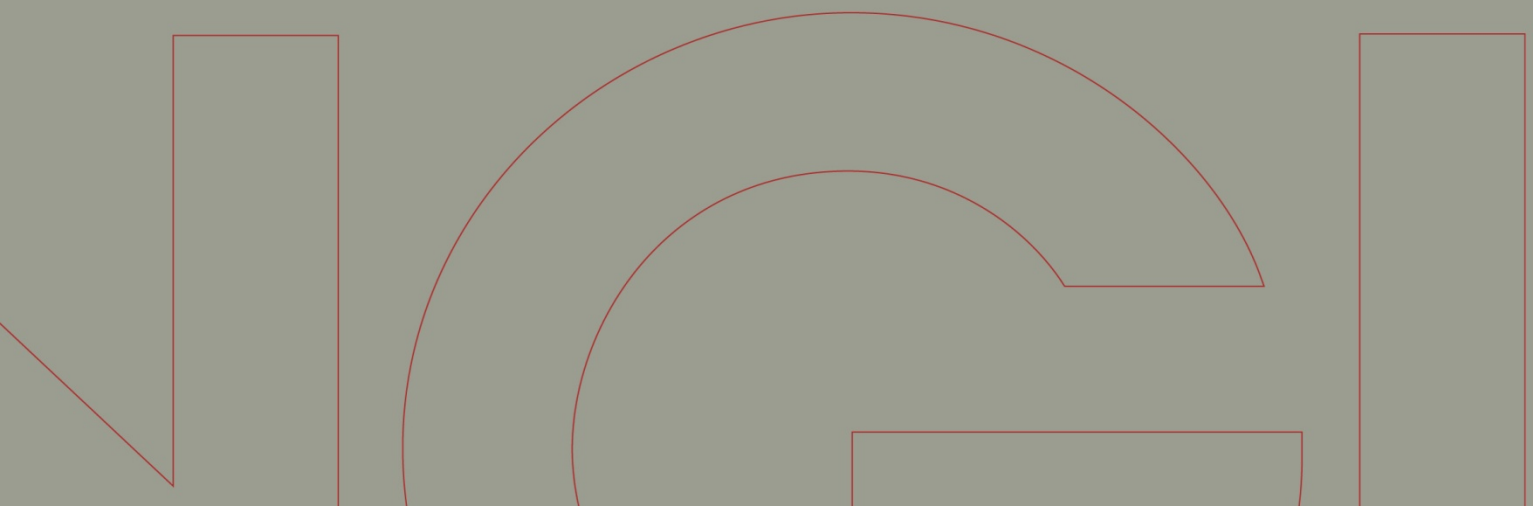


# Rapport / Report

## Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka

### Geotekniske vurderinger - områdestabilitet

20120757-02-R  
19. februar 2013  
Rev. nr.: 0



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



## Prosjekt

Prosjekt: Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka  
Dokumenttittel: Geotekniske vurderinger - områdestabilitet  
Dokumentnr.: 20120757-02-R  
Dato: 19. februar 2013  
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Sluppen  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: COWI AS  
Kontaktperson: Rune Skarstein  
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 26.11.2012  
Oppdragsbekreftelse 2 signert 18.01.2013

## For NGI

Prosjektleder: Bjørn Kalsnes  
Utarbeidet av: Bjørn Kalsnes, Cornelia Selzer,  
Byron Quan Luna  
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

## Sammendrag

NGI har foretatt geotekniske vurderinger i forbindelse med pågående planarbeid for reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka/Årum Nordre. Vurderingene inkluderer stabilitetsberegninger for sju profiler i området, to i den nordlige delen ned mot Glomma, og fem i den vestlige og sør-vestlige delen ned mot Gretnesbekken. Vurderinger gjort for området øst for E6 basert på tidligere stabilitetsberegninger for skråningen østover mot Glomma er også benyttet i arbeidet. Stabilitetsberegningene er basert på resultater fra grunnundersøkelser foretatt gjennom mange år i området.

Med utgangspunkt i NVEs retningslinjer for skredfare i kvikkleireområder, er det nødvendig med stabiliserende tiltak i de fleste delområdene hvor det er gjort beregninger. Kun i området ned mot Gretnesbekken der det er foretatt masseuttak for Lecas lettklinkerproduksjon, er forholdene funnet å være tilfredsstillende

# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev. nr.: 0  
Side: 4

stabilitetsmessig. For de andre områdene oppsummerer tabellen under beregningsresultatene, samt angir forslag til tiltak.

| Delområde                          | Profil | Dagens situasjon $\gamma_m$ | Forslag til tiltak  |
|------------------------------------|--------|-----------------------------|---|
| Nordre skråning ned mot Glomma     | A      | 1,0                         | Kalksement i topp på kanten av skråningen og i bunn.                      |
| Søndre skråning ned mot Glomma     | B      | 1,15                        | Kalksement i topp på kanten av skråningen og i bunn.                      |
| Ned mot Gretnesbekken i nordvest   | C      | 1,36                        | Mindre motfylling i nedre del av skråningen.                              |
| Ned mot Gretnesbekken i nordvest   | D      | 1,16                        | Motfylling i nedre del av skråning  |
| Ned mot Gretnesbekken i sørvest    | E      | 1,0                         | Kalksement i topp på kanten av skråningen.                                |
| Ned mot Gretnesbekken i sørvest    | F      | 1,14                        | Avlasting langs skråning eller kalksement i topp på kanten av skråningen. |
| Skråning ned mot Glomma øst for E6 |        |                             | Terrengtilpasning prosjektert i 2006                                      |

Det er behov for omfattende stabiliserende tiltak for å oppnå tilfredsstillende områdestabilitet. De utførte beregningene viser så langt at det for flere profiler ikke er mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitetsforhold ved konvensjonelle tiltak som avlasting på toppen av skråninger og utlegging av motfyllinger i skråningsfot. Det er derfor beregnet stabiliserende virkning av grunnforsterkning ved kalksementstabilisering for flere av profilene. Beregningene viser så langt at det kan være mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitetsforhold ved de foreslåtte tiltak.

Arbeid knyttet til det foreslåtte omfang av kalksementstabilisering er kostnadsestimert til rundt 40 millioner kroner (eks. MVA) for området mot Glomma, og rundt 25 millioner kroner for området mot Gretnesbekken sør for Sarpsborgveien. (Beregninger viser at motfylling ned mot Gretnesbekken er et mulig tiltak, men det forutsetter i tilfelle lukking av Gretnesbekken).

Før endelig prosjektering må det gjennomføres supplerende grunnundersøkelser, inkludert avanserte laboratorieforsøk på uforstyrrede prøver for bedre bestemmelse av jordartsparemetre. Endelig bestemmelse av omfang av tiltak må foretas etter supplerende grunnundersøkelser. Det presiseres at omfang og kostnader knyttet til kalksementstabilisering kan endres betraktelig på bakgrunn av nye grunnundersøkelser og mer detaljerte beregninger under reviderte forutsetninger.

Det understrekes at anleggsarbeider med grunnforsterkning av skråninger med kvikkleire krever poretrykksmåling og løpende oppfølging av geotekniker i hele

## Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120757-02-R

Dato: 2013-02-19

Rev. nr.: 0

Side: 5

anleggsperioden. Skråningsstabiliteten vil kunne forverres midlertidig ved poretrykksoppbygging samt omrøring av sensitiv leire, slik at det antas nødvendig å forbedre stabilitetsforholdene noe i anleggsfasen før grunnforsterkning utføres.

Avgrensning av faresone for kvikkleireskred i reguleringsområdet og tilstøtende områder er så langt ikke utført. Dette bør vurderes nærmere som del av det videre prosjekteringsarbeidet.

# Innhold

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Innledning</b>   | <b>8</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Oppgave</b>  | <b>8</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Datagrunnlag</b>   | <b>9</b>  |
| <b>4</b>  | <b>Beskrivelse av planlagt utbyggingsområde</b>                   | <b>10</b> |
| 4.1       | Kvartærgeologi  | 10        |
| 4.2       | Antropogene prosesser   | 11        |
| 4.3       | Grunnforhold i planområdet  | 11        |
| 4.4       | Historiske hendelser  | 12        |
| 4.5       | Gjennomgang av delområdene  | 12        |
| <b>5</b>  | <b>Materialparametre og beregningsforutsetninger</b>              | <b>12</b> |
| 5.1       | Lagdeling og overkonsolideringsforhold                            | 12        |
| 5.2       | Materialparametre   | 12        |
| <b>6</b>  | <b>Stabilitetsanalyser</b>  | <b>14</b> |
| 6.1       | Krav til minimum materialfaktor i henhold til NVEs veiledning     | 14        |
| 6.2       | Stabilitetsberegning, profil A                                    | 15        |
| 6.3       | Stabilitetsberegning, profil B                                    | 20        |
| 6.4       | Stabilitetsberegning, profil C                                    | 23        |
| 6.5       | Stabilitetsberegning, profil D                                    | 25        |
| 6.6       | Stabilitetsberegning, profil E                                    | 27        |
| 6.7       | Stabilitetsberegning, profil F                                    | 32        |
| <b>7</b>  | <b>Område for tidligere massetak langs Gretnesbekken</b>          | <b>36</b> |
| 7.1       | Stabilitetsberegning, profil 1                                    | 36        |
| <b>8</b>  | <b>Skråning ned mot Glomma øst for E6</b>                         | <b>37</b> |
| 8.1       | Grunnforhold  | 37        |
| 8.2       | Materialparametre   | 38        |
| 8.3       | Stabilitetsanalyser   | 38        |
| <b>9</b>  | <b>Sammendrag av beregningsresultatene</b>                        | <b>39</b> |
| <b>10</b> | <b>Prosedyrer og kostnadsestimat for kalk-sementstabilisering</b> | <b>40</b> |
| 10.1      | Prosedyrer kalk-sementstabilisering ved Glomma (profil A og B)    | 40        |
| 10.2      | Kostnadsestimat   | 41        |
| <b>11</b> | <b>Anbefalinger</b>   | <b>43</b> |
| <b>12</b> | <b>Utstrekning av faresone mhp. kvikkleireskred</b>               | <b>44</b> |
| <b>13</b> | <b>Referanser</b>   | <b>44</b> |

## Tegninger:

010 Borplan

### **Vedlegg:**

A1-A6: Tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke fra CPTU-sonderinger

B1-B3: Beregningsresultater, profil A

C1-C3: Beregningsresultater, profil B

D1-D3: Beregningsresultater, profil C

E1-E3: Beregningsresultater, profil D

F1-F3: Beregningsresultater, profil E

G1-G4: Beregningsresultater, profil F

H1-H7: Masseuttak langs Gretnesbekken, profil 1 til 7

I1-I2: Beregningsresultater, profil 1

J: Generell oversikt over området

### **Kontroll- og referanseside**

## 1 Innledning

NGI er engasjert av COWI AS for å foreta geotekniske vurderinger i forbindelse med pågående søknadsarbeid for reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka/Årum Nordre. Vurderingene omfatter områder som er berørt av planene for ny bebyggelse. Dette innebærer at områder også utenfor reguleringsområdet, men som har betydning for reguleringsområdet, også er vurdert med henblikk på områdestabilitet.

Planområdet berører 3 kvikkleiresoner. Sone 289 Gretnes ligger vest for Sundløkkaveien, på begge sider av Amerikagaten, og går ned til Glomma i vest. Risikovurdering av sonen har resultert i faregrad 2 – middels, konsekvensklasse 2 – alvorlig, som gir skredrisikoklasse 3 – middels prioritet. Sone 281 Årum ligger sør for Sarpsborgveien. Også denne sonen har faregrad 2 – middels, konsekvensklasse 2- alvorlig og resulterende skredrisikoklasse 3 – middels prioritet. På østsiden av E6 ligger sone 280 Sunnestad, med faregrad 1 – lav, konsekvensklasse 2 – alvorlig og skredrisikoklasse 3 – middels prioritet. Også på vestsiden av Gretnesbekken er det kartlagte kvikkleiresoner: Sone 282 Vesten Øst og 282 Veberg, som strekker seg fra Glomma og langs Gretnesbekken.

Grunnundersøkelsene utført i 2010 og 2011 har også påvist kvikkleire innenfor planområdet, men utenfor de kartlagte kvikkleiresonene (ref. /1/ og /2/).

I og med at det er avdekket kvikkleire i området, følger vurderingene NVEs retningslinjer for vurdering av skredfare i områder med kvikkleire (ref. /12/). Vurderingene er foretatt med basis i grunnundersøkelser gjennomført for de aktuelle delområdene i forbindelse med reguleringsplanarbeidet, samt tidligere grunnundersøkelser i området.

## 2 Oppgave

Oppgaven er i første rekke knyttet til vurdering og tolking av resultater fra grunnundersøkelser med henblikk på eventuelle funn av kvikkleire, og, ikke minst, vurdering av stabiliteten i områder hvor det er planer for ny utbygging. Det er i denne omgangen sett på skråninger ned mot Glomma på vestsiden av E6, skråninger ned mot Gretnesbekken, samt skråninger på østsiden av E6 som har betydning for planlagt utbygging også på vestsiden av E6. Det er utført nye stabilitetsberegninger for 7 profiler. Rapporten viser også til stabilitetsberegninger utført tidligere for området øst for E6. Rapporten inneholder forslag til tiltak for å tilfredsstille NVEs krav til nødvendig materialfaktor for alle profilene. Forskjellige tiltak er vurdert for de ulike profilene for å belyse hva som er praktisk mulig innenfor kravene gitt i NVEs veiledning (ref. /12/). Rapporten inneholder også en vurdering av området hvor det tidligere er foretatt masseuttak for produksjon av lettklinker ("Leca") gjennom de senere år, blant annet ved å avklare hvor store mektigheter av leire som fremdeles forefinnes i dette området.



For områder hvor det er foreslått kalk-sementstabilisering, inneholder rapporten også et kostnadsestimat for dette tiltaket.

### 3 Datagrunnlag

Dataene fra de geotekniske rapportene listet nedenfor har vært benyttet som grunnlag for stabilitetsberegninger. Samme numre er benyttet på tegning 010 slik at det er mulig å skille boringene fra de forskjellige grunnundersøkelser. Dvs, første nummer i borpunktidentitet viser til referansenummer i listen nedenfor, og andre nummer viser til boringsnummer i denne rapporten. Borpunkt 1 i referanse 2 får derved nummer 2-1 på borplanen,

Nyere NGI rapporter (etter år 2000):

- [1] NGI. Årum Nordre – Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
- [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Gretnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
- [3] NGI Ny Sandesund bru – E6 Østfold. Rapport 20051350-2-R Rev.2, 17. august 2006.
- [4] NGI. Program for økt sikkerhet mot leirskred, Nedre Glomma. Rapport 20031598-00-R, 10. oktober 2005.
- [5] NGI. Kvikkleirekartlegging, Nedre Glomma. Rapport 20031560-1, 19. juni 2004.

Eldre NGI rapporter (før år 2000):

- [6] NGI. Vurdering av stabilitetsforhold, Gretnes, Leca, Borge, (Fredrikstad) Østfold. Massetak på Gretnesplatået. Geotekniske vurderinger. En kort redegjørelse. Rapport 910048-02, 28. februar 1993.
- [7] NGI. Gretnes gård, Borge (Fredrikstad) i Østfold. Stabilitetsvurdering av depotområde. Rapport 87011-01, 18. mai 1987.
- [8] NGI. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering av massetak i Gretnes og vurdering av anleggsvei langs Gretnesbekken. Rapport 84021-01, 11. mars 1985.

Andre rapporter og grunnundersøkelser:

- [9] Norsk Teknisk Byggekontroll A/S. A/S Hafslund, Sarpsborg, Kai ved Sandesund, Utbedring. Borplan, Profil A-A. Sak Nr. 23989, 8. oktober 1982.
- [10] Norsk Teknisk Byggekontroll A/S. A/S Hafslund - Smelteverket, Havneanlegget, Sandesund. Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering. Rapport 11009, 14. mai 1971.
- [11] Norsk Teknisk Byggekontroll A/S. A/S Hafslund - Smelteverket, Kaianleg ved Sandesund. Grunnundersøkelser for materiallager. Rapport 6199, 11. september 1967.

## **4 Beskrivelse av planlagt utbyggingsområde**

### **4.1 Kwartærgeologi**

Beskrivelsene av de kvartærgeologiske forhold i det følgende er basert på ref. /15/.

I Østfold finner vi de eldste spor etter innlandsisens tilbaketrekking sør på Spjørøy og ved Brattestø på Asmaløy. Så smeltet breen slik at brefronten ble liggende et stykke lenger nord i fylket, før breen rykket fram igjen. Brefronten ble liggende langs en linje fra Moss til Halden i flere hundre år, fra 12 500 år til 11 700 år b.p. Da breen rykket fram, skjøv den sammen leire som var avleiret i havet foran breen og breene fraktet mye materiale fram til brefronten slik at det ble dannet en morenerygg, Raet, langs brefronten. Et varmere klima førte til at breen 1000 år senere, for 11 000 år siden, dannet Skimorenen som finnes helt nord i Østfold, og til at innlandsisen vel 1000 år senere var smeltet helt bort. Den mektige innlandsisen hadde med sin tyngde presset landoverflaten ned. Da breen dannet Raet, var dagens Østfold utenfor innlandsisen dekket av hav. For Nordre Borge var tiden da breen dannet Raet sør for Tunevannet, gjennom Sarpsborg, ved Sarpfossen og sør for Isesjø, viktig. Breelvene som kom fram til brefronten, fraktet med seg sand, grus og store mengder leire. Leira ble fordelt utover i havet der saltet gjorde at leirpartiklene samlet seg i mindre aggregater, ørsmå klumper av leire, som ble så tunge at de sank til bunns. På bunnen ble leirpartiklene liggende i alle retninger slik at de enkelte leirpartiklene støttet opp om de andre leirpartiklene og leirklumpene, som et korthus. Innlandsisen smeltet og ble tynnere. Vekten av isen ble mindre slik at landet begynte å heve seg igjen. Etter hvert ble mer og mer av Østfold hevet opp av havet. Åsene, sprekkedalene og leirslettene kom til syne.

Landet fortsatte å stige, og for om lag 4000 år siden vasket bølgene over leirbunnen og jevnet den til leirsletta der Gretnes på den tid lå på 25 m o.h. Da leirsletta var blitt formet og landet fortsatte å heve seg, begynte bekkene å renne på leirflaten og ut i havet, som fortsatt dannet en lang kile inn der vi i dag har Glomma. Etter hvert som landet hevet seg og kilen ble til Glomma, kunne bekkene skjære seg ned i leira

og skape bekkedaler. Gretnesbekken formet etter hvert en V-dal, eller ravine, som ble mest markert der høydeforskjellen mellom landet omkring bekken og Glomma var størst. Dermed ble Gretnesbekken skåret ned i leirsletten nærmest Glomma, vest for Gretnes. På denne måten ble landskapet ved Gretnes formet: først ble finkornige leirsedimenter avleiret i havet, så, da landblokken hevet seg, kom leira opp av havet og ble til tørt land. Deretter, med fortsatt landhevning, fikk Gretnesbekken muligheten til å grave seg ned og skape bekkedalen med en bratt skråning opp mot leirsletta rundt/15/.

#### **4.2 Antropogene prosesser**

Senere har antropogene prosesser også bidratt vesentlig til landskapsforming. Blant annet har betydelige mengder leire vært gravet ut i den sørvestlige delen av reguleringsområdet, som innsatsfaktor i lettklinkerproduksjon. NGI var over en lengre periode geoteknisk rådgiver i forbindelse med dette massetaket (ref. /6/ tom. /8/ i listen over datagrunnlag i kapittel 13).

#### **4.3 Grunnforhold i planområdet**

Planområdet ligger helt nord i Fredrikstad kommune, sør for Glomma, vest for dagens E6 på Årum. Området består i hovedsak av hav- og fjordavsetninger, leire og silt, som er bunnfelt i havet mens dette sto høyere enn i dag, ca 180 m høyere for 10 000 år siden. Massene er relativt homogene, nesten uten lag av sand eller grus. Løsmasseavsetningene består for en stor del av homogen leire med noe silt. Sonderingene indikerer at leira er bløt og sensitiv i en rekke av borepunktene. Mektigheten av løsmasser er stedvis over 30 m. Det er få drenerende sand og gruslag, og grunnvannet antas derfor å ligge forholdsvis høyt ut mot elveskråningene, 2-4 m under terreng. Poretrykkmålinger innenfor området viser noe undertrykk med dybden i forhold til hydrostatisk poretrykkfordeling (hvilket er som forventet for et område uten bakenforliggende høyere terreng som kan gi poreovertrykk).

Det har gjennom århundrene foregått kontinuerlige erosjons- og skredprosesser i Glommavassdraget. Dette har ført til at dagens terrengnivå langs elven ligger noe lavere enn opprinnelig, dvs. på avsetningstidspunktet. Geoteknisk sett betyr det at leiren i bunn av skråningene kan være noe ”forkonsolidert”, dvs. komprimert under vekten av tidligere større overlagering av løsmasser enn det som er tilfelle i dag. Kunnskap om slike forhold er viktig for de geotekniske vurderingene, idet en forkonsolidert leire har høyere styrke enn en normalkonsolidert leire, og også andre (normalt å anse som mer gunstige) deformasjonsegenskaper.

Fordi det er påvist sensitiv/kvikk leire i grunnen og betydelig mektighet av leire, er en vurdering av områdestabiliteten for området påkrevet i forbindelse med reguleringsplanarbeidet, og vil også danne et grunnleggende premiss for all anleggsvirksomhet innenfor området.

#### **4.4 Historiske hendelser**

Det er registrert flere historiske skred i området: Et skred ble utløst ved Gretnes gård i 1925, men andre leirskred har også skjedd i nærheten, ved Sanne i 1923, på Moum i 1929 og 1931, på Rolvsøy i 1955 og i Fredrikstad i 1980. En viktig landskapsformende prosess i leirområder er elve- og bekkeerosjon som skaper raviner. Når skråninger når kritiske verdier for høyde eller helning, kan det utløses større og mindre skred. Skredene er en direkte følge av bratte og/eller høye skråninger. I et geologisk perspektiv begrenses erosjon av fjelloverflate eller terskler i vassdraget. Stor dybde til fjell eller nedenforliggende stabilt vannspeil gir et stort erosjonspotensiale der ravinene blir dypere enn der dybde til fjell og erosjonspotensialet er mindre. Utvasking av salter i leire gir "kvikk" eller sensitiv leire og større, mer tilbakeskridende, skred enn en har i ikke-kvikk/lite sensitiv leire. Kvikkleire kan være stabil under dagens betingelser, men store skred kan bli utløst av eksempelvis små initialskred langs vassdrag som følge av naturlig erosjon, eller som følge av lokale utgravninger, overbelastninger av terrenget ved oppfylling, eller som følge av andre anleggsarbeider, derunder sprengning.

#### **4.5 Gjennomgang av delområdene**

En oversikt over grunnforhold fordelt på delområder er gitt i Vedlegg J. Vedlegget presenterer en oversikt over grunnundersøkelser foretatt i de enkelte delområdene, samt en oppsummering av sentrale elementer knyttet til grunnforhold, slik som eventuelle observasjoner av kvikkleire og dybde til fjell.

### **5 Materialparametre og beregningsforutsetninger**

#### **5.1 Lagdeling og overkonsolideringsforhold**

Lagdeling er basert på tolking av sonderinger, supplert med opphentede prøver. Der det er usikkert hvilken dybde det er til fast grunn/antatt fjell er det normalt valgt stor dybde til fast grunn/fjell i beregningsmodellen, da dette er konservativt.

Udrenert skjærfasthet er estimert med hensyn til tilsynelatende overlaging fra tidligere terreng over dagens terrengnivå, der tolking av utførte CPTU-sonderinger gir grunnlag for det. Raviner er generelt antatt dannet ved erosjon/skredaktivitet, og for bunn av raviner er det som hovedregel antatt overkonsolidering minimum tilsvarende høyden på sideterrenget. Denne antakelsen bør dog verifiseres ved CPTU-sondering og/eller prøvetaking med tilhørende laboratorieundersøkelser der antakelsene viser seg å være kritiske med hensyn til stabilitetsforhold. Også lagdeling/løsmassemekting i foten av skråningene er avgjørende for stabiliteten, og bør derfor dokumenteres bedre i neste planfase.

#### **5.2 Materialparametre**

Romvekt av leire er bestemt ut fra opptatte prøver der dette finnes. For steinfylling og tørrskorpe er det benyttet erfaringsverdier for romvekt.

Udrenert skjærfasthet er estimert med utførte CPTU-sonderinger som tolkingsgrunnlag, sammen med poretrykkmålinger og resultater fra laboratorieanalyser av opptatte prøver.

Leiras udrenerte styrke varierer avhengig av retning på skjærplanet. Anisotropifaktorer for udrenert ADP-analyse i leire er for "ikke sprøbruddmateriale" satt til hhv. 1, 0,7 og 0,4 for hhv. aktiv, direkte og passiv skjærfasthet. I "sprøbruddmateriale" er anisotropifaktorene satt til 1, 0,65 og 0,35. I tillegg er aktiv skjærfasthet i hht. ref. /12/ redusert med 15 % dersom skjærfastheten er bestemt ved tolkning av CPTU-sondering korrelert med blokkprøver, dvs. anisotropifaktoren for aktiv udrenert skjærfasthet er redusert til 0,85 i lag med sprøbruddmateriale.

Som hovedregel er aktiv skjærfasthet uten reduksjon lagt inn som karakteristiske styrkeprofiler (se Vedlegg A) i beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet (ref. /12/). Evt. reduksjon av udrenert skjærfasthet er så gjort i beregningsprogrammet ved justering av anisotropifaktorene for hvert enkelt jordlag i modellen.

Det er så langt ikke utført triaksialforsøk på prøver fra området. Slike forsøk bør utføres i forbindelse med supplerende grunnundersøkelser for neste planfase, for å verifisere/kalibrere tolkning av CPTU-sonderinger samt for å fremskaffe drenerte styrkeparametre for sensitiv leire. Som effektive styrkeparametre i beregningene er det derfor benyttet forsiktig antatte erfaringsverdier. Romvekt og effektive styrkeparametre benyttet i beregningene er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Materialparametre brukt i beregningene (drenerte styrkeparametre er erfaringsverdier)

|                        | Total romvekt $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Friksjonsvinkel $\phi'$<br>[°] | Attraksjon $a$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------|--|--------------------------------|--|
| Steinfylling (drenert) | 19   | 42                             | 0                                      |
| Tørrskorpeleire        | 18   | 32                             | 0                                      |
| Leire                  | 18/18,5 <sup>(1)</sup>                         | 27                             | 0                                      |
| Kvikkleire             | 18/18,5 <sup>(1)</sup>                         | 27                             | 0                                      |

<sup>1</sup> I profilene A, B, C, D og E er det antatt 18 kN/m<sup>3</sup> i profil F er det antatt 18,5 kN/m<sup>3</sup>.

## 6 Stabilitetsanalyser

Borpunkter fra referansene nevnt i kapittel 3 er vist på tegning 010.

Stabilitetsanalysene er utført langs sju lengdeprofiler, hhv. A til F, og profil 1 i området for tidligere masseuttak. Beliggenhet av profilene fremgår av tegning 010. For profilene A og B er det regnet stabilitet av skråningen ned mot Glomma (kaiområdet), for profilene C og D er det regnet stabilitet av skråningen ned mot Grefnesbekken mot nordvest, og for profilene E og F er det regnet stabilitet av skråningen ned mot Grefnesbekken mot sørvest.

Det bemerkes at topografien i den sørlige delen av planområdet er relativt kompleks, og det vil i senere planfase være nødvendig å kontrollere flere profiler enn de som nå er beregnet. Beregningsgrunnlaget må også forbedres (dette gjelder hele planområdet), dvs. at mer detaljerte grunnundersøkelser inkludert laboratorieanalyser må utføres.

Resultater fra stabilitetsanalysene er vist i følgende vedlegg:

- B1-B3: Profil A
- C1-C3: Profil B
- D1-D3: Profil C
- E1-E3: Profil D
- F1-F3: Profil E
- G1-G4: Profil F
- I1-I2: Profil 1

### 6.1 *Krav til minimum materialfaktor i henhold til NVEs veiledning*

For byggeprosjekter som medfører tilflytting av mennesker kreves det at beregningsmessig sikkerhet (materialfaktor) er bedre enn  $\gamma_m = 1,4$ . Dersom så ikke er tilfelle, må stabiliteten forbedres ved stabiliserende tiltak.

Minimumskrav til materialfaktor etter stabiliserende tiltak for kritisk glideflate er, ut fra NVEs retningslinjer (ref. /12/),  $\gamma_m = 1,4$ . Dette kravet er ofte ikke gjennomførbart i praksis eller innenfor rimelige økonomiske rammer. Alternativt kan det derfor benyttes en metode som innebærer forbedring av dagens stabilitetsforhold etter gitte kriterier. Krav om ”vesentlig forbedring” i hht. ref. /12/ innebærer inntil 15 % forbedring av beregningsmessig sikkerhet ut fra dagens situasjon, avhengig av dagens stabilitetsforhold. Dette vil da være kravet til områdestabiliteten innenfor kvikkleiresonen for å kunne tillate nye byggeprosjekter innenfor kvikkleiresonen, dersom det benyttes konvensjonelle stabiliserende tiltak som motfyllinger og annen terrengtilpasning.

Prosentvis forbedring av stabilitetsforholdene med eksempelvis 15 % for beregningsmessig labil skråning gjelder kun for topografiske endringer, dvs. utlegging av motfyllinger, terrengavlastning, skråningsutslakning mv. For andre

stabiliserende tiltak, som for eksempel jordforsterkning ved kalksmentstabilisering, gjelder kravet om minimum materialfaktor  $\gamma_m = 1,4$ .

## 6.2 Stabilitetsberegning, profil A

Beliggenhet av lengdeprofil A er vist på tegning 010. Profil A starter vest for Sundløkkaveien og går ned til Glomma. Skråningen ned på kaia er ca. 13 m høy, med skråningshelning ca. 1:2,2.

### 6.2.1 Grunnforhold, profil A

Det er utført boring i flere punkter langs profilet. Det er utført dreietrykkssondering i punkt 2-22, fjellkontrollboring i punktene 11-1, 11-3, 11-5, 11-9 og 11-11, vingeoring i punkt 11-VB1, og i tillegg prøvetaking i punktene 11-1, 11-3 og 11-11 (ref. [2] og [11]).

Tolkede laggrenser fremgår av beregningsprofilene (vedlegg B). Det er antatt kvikkleire langs hele profil A. Ved punkt 2-22 er det antatt sensitiv/kvikkleire fra ca. kote +10, dvs. 6 m under terreng. Dreietrykkssondering er avsluttet i antatt kvikkleire på ca. 14 m dybde. Mektighet av løsmasser er derved minst 14 m. Nede på kaia er det antatt sensitiv/kvikkleire fra ca. kote -1, dvs. 3-4 m under terreng. Fjellkontrollboringer er avsluttet på ca. 9-17 m dybde.

For toppen av skråningen er det benyttet udrenert skjærstyrkeprofil fra CPTU-sondering 2-18, som ligger sør for profilet. Tolkning av CPTU-sonderingene ved sondering 2-18 indikerer noe overkonsolidering, tilsvarende ca. 4 m tidligere overlaging over dagens terrengnivå. Poretrykksmålingene indikerer hydrostatisk poretrykksforhold fra ca. 8 m dybde.

### 6.2.2 Dagens situasjon, profil A

#### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,0^{(2)}$  for den mest kritiske glideflate, dvs. at skråningen beregningsmessig er labil. Kritisk glideflate er ca. 40 m lang og 9 m dyp. Kritisk glideflate skjærer ned i kvikkleire, med dypeste punkt av glideflaten ca. 2 m under nivå av kaia (ca. kote +1).

Udrenert analyse er også utført for sirkulær skjærflate med utgående på varierende kotenivå, hhv. 3, 6 og 9 m over foten av skråningen (vedlegg B1 og Tabell 6-1). Materialfaktoren for disse glideflatene er høyere enn  $\gamma_m = 1,0$ , og glideflatene går ikke ned i antatt kvikkleire.

<sup>2</sup> I en første beregning var beregnet materialfaktor for den mest kritiske glideflate mindre enn 1,0 (ca. 0,7). Fordi dagens skråning er stabil, kan skråningen pr. definisjon ikke ha materialfaktor < 1,0. Skjærstyrken er derfor oppjustert slik at beregnet materialfaktor for kritisk glideflate er 1,0.

## Drenert analyse

Resultater fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg B2. Beregningene er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sondering på toppen av skråningen og hydrostatisk fra terreng ned på kaia, og gir materialfaktor  $\gamma_m = 0,94$  for mest kritiske glideflate. Dette er noe lavere enn verdien som tilsvarer labil skråning ( $\gamma_m = 1,0$ ), og innebærer at forutsetningene for den drenerte analysen er noe for konservative (dette kan gjelde både poretrykksantakelsene og drenerte styrkeparametre). Det antas for videre analyser at materialfaktoren for dagens situasjon tilsvarer labil skråning, dvs. minimum materialfaktor  $\gamma_m = 1,0$ .

Krav om ”vesentlig forbedring” i hht. ref. /12/ innebærer da 15 % forbedring av beregningsmessig sikkerhet ut fra dagens situasjon med utgangspunkt i materialfaktor  $\gamma_m = 1,0$  for dagens tilstand.

Materialfaktoren ved drenert analyse er også beregnet for sirkulære skjærflate med utgående 3 m og 6 m over foten av skråningen (vedlegg B2 og Tabell 6-1). Opp til utgående på 3 m over foten av skråningen er beregnet minste materialfaktor  $\gamma_m < 1,4$  (hoveddelen av kritisk skjærflate går i leire<sup>3</sup>).

Tabell 6-1 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse av dagens situasjon, samt nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå ”vesentlig forbedring” i hht. ref. /12/. Som beskrevet tidligere gjelder muligheten til å anvende prosentvis forbedring bare for topografiske endringer, ikke for jordforbedring (eksempelvis kalk/semestabilisering).

*Tabell 6-1 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil A, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon, og krav til forbedring i hht. ref. /12/.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                               | $\gamma_m$          |                          |                  |                         |
|---------------|---|---------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|
|               |   | Udrenert analyse    |                          | Drenert analyse  |                         |
|               |   | Dagens situasjon *) | Vesentlig forbedring **) | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) |
| A_0           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate     | 1,0                 | 1,15                     | 0,94             | 1,08                    |
| A_0a          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn | 1,14                | 1,25                     | 1,27             | 1,33                    |
| A_0b          | Dagens situasjon - utgående 6 m over bunn | 1,21                | 1,30                     | 1,42             | -                       |
| A_0c          | Dagens situasjon – utgående 9 m over bunn | 1,32                | 1,36                     | -                | -                       |

\*) med oppjustert su profil som diskutert over

\*\*) Krav i hht. ref. /12/.

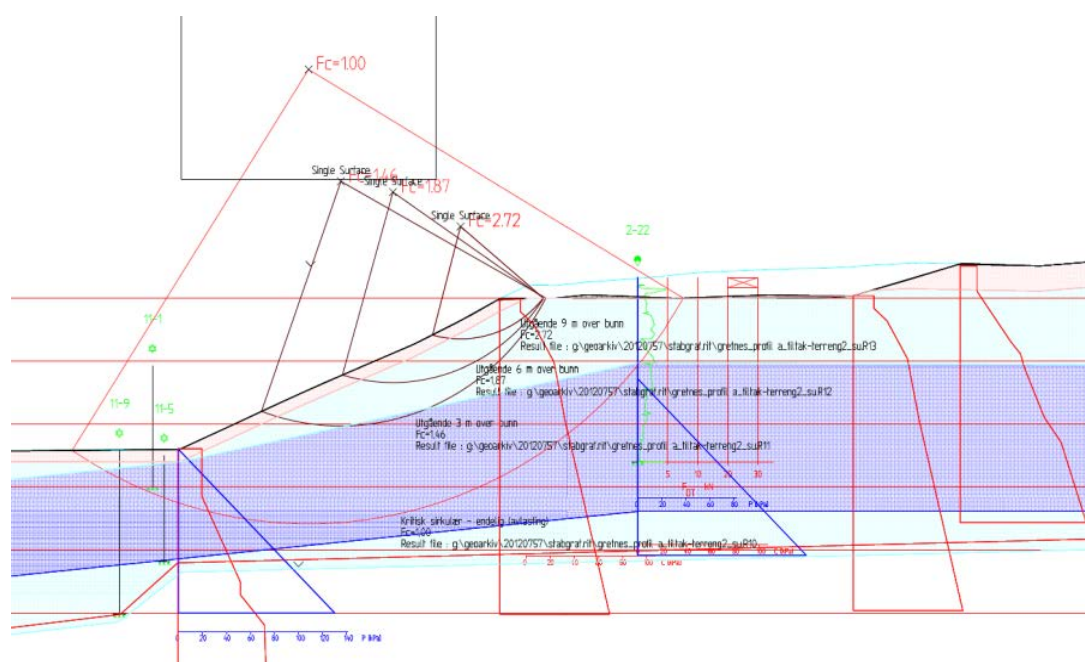
<sup>3</sup> Overflatestabilitet og grunn glidning vurderes her ikke kritisk for utløsning av kvikkleireskred.





Figur 6-2 viser terrengtilpasning med avlasting av terreng bak toppen av skråningen med ca. 2,5 m i bredde ca. 25-30 m. Den beregningsmessige materialkoeffisienten for udrenert belastningstilstand etter avlasting er 1,0, dvs ingen forbedring fra dagens situasjon, og følgelig ikke tilstrekkelig tiltak for å oppfylle NVEs krav.

På dette grunnlaget konkluderer vi at stabiliteten etter avlasting ikke er tilfredsstillende, og alternativet med bruk av terrengtilpasning er derfor ikke vurdert nærmere i skråningen mot kaia (profiler A og B).



Figur 6-2 Profil A - Terrengtilpasning – avlasting på toppen av skråningen.  $h=2-3$  m,  $b=25-30$  m.

## Kalk-sementstabilisering

Kalk-sementstabilisering øker styrken i grunnen ved mekanisk innblanding av en blanding av kalk og sement i grunnen. Ved kjemisk reaksjon fører dette til økt styrke av det stabiliserte jordvolumet.

Materialparametre for leira er som beskrevet i kapittel 5.2. For jordvolumer som er forsterket ved kalk-sementstabilisering er det ved stabilitetsberegningene brukt en udrenert aktiv skjærstyrke  $s_{uA} = 100$  kPa, med anisotropifaktorer som for leire som i ustabilisert grunn. Det er vanlig prosedyre ved vurdering av kalk/sementstabilisering å først bestemme seg for en ønsket skjærfasthet i grunnen, for deretter å vurdere nødvendig nødvendig omfang av kalk-sementstabilisering for å tilfredsstillere stabilitetskravene, her NVEs krav til minimum materialfaktor ( $\gamma_m = 1,40$ ). Merk at for jordfortsterkning kan ikke prinsippet om prosentvis forbedring fra NVE-veiledningen (ref. /5/) benyttes.

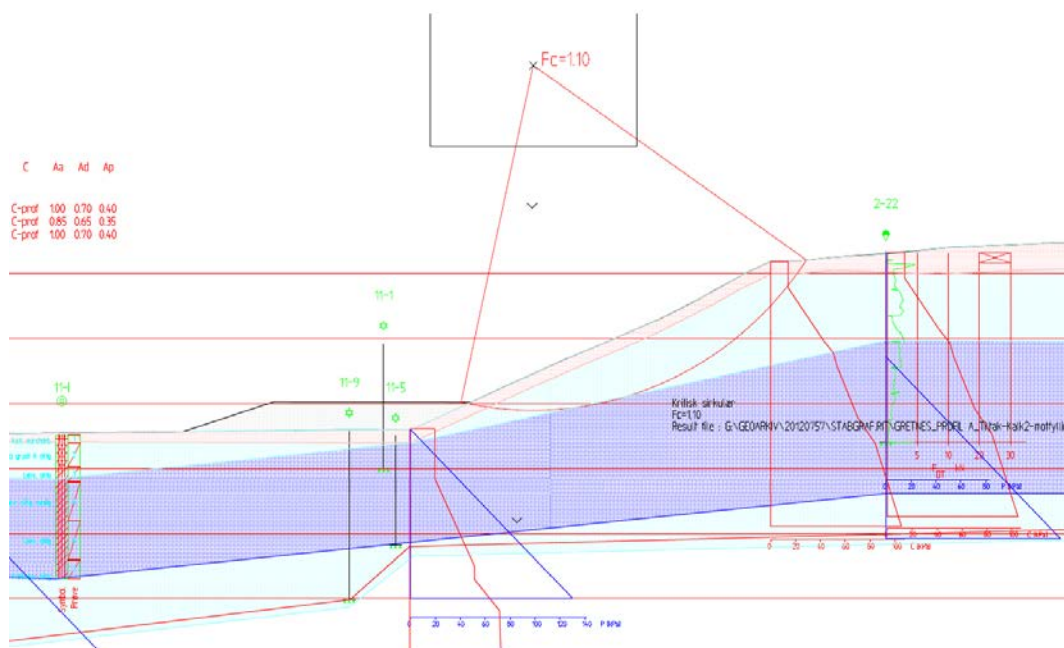
Resultater for analyse av kalk-sementstabilisering er vist i vedlegg B3. Kritisk skjærflate er vist. Tabell 6-2 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert analyse med kalk-sementstabilisering. Omfang av kalk-sementstabilisert sone er resultat av en optimalisering basert på dagens kunnskap om grunnforholdene. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende.

*Tabell 6-2 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil A. Udrenert analyse av dagens situasjon og med stabiliserende tiltak: kalk-sementstabilisering.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                               | $\gamma_m$       |              |
|---------------|---|------------------|--------------|
|               |   | Udrenert analyse |              |
|               |   | Dagens situasjon | Etter tiltak |
| A_1           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate     | 1,0              | 1,40<br>*)   |
| A_1a          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn | 1,14             | 2,40         |
| A_1b          | Dagens situasjon - utgående 6 m over bunn | 1,21             | 3,22         |
| A_1c          | Dagens situasjon – utgående 9 m over bunn | 1,32             | 6,14         |

\*) Kritisk skjærflate etter tiltak ikke identisk med skjærflate før oppfylling.

Stabiliteten kan temporært svekkes under installasjon av kalksement-peler. Den midlertidige svekking kan potensielt føre til utglidning. Sikkerheten under installasjon bør derfor ivaretas ved utlegging av en temporær motfylling av sand i nedre del av skråningen som midlertidig forbedrer stabiliteten. Figur 6-3 viser horisontal motfylling i foten av skråningen med gjennomsnittlig tykkelse 2 m og ca. 16 m kronelengde som forbedrer dagens materialfaktor (1,0) på 10 % til 1,1.



Figur 6-3 Temporær motfylling under installasjon av kalksement-peler.

Det anbefales at det utføres ytterligere grunnundersøkelser inkludert kvalitetsprøvetaking og avanserte laboratorieforsøk (triaksialforsøk) for bedre å kunne definere styrkeforholdene langs hele profilet før detaljprosjektering.

### 6.3 Stabilitetsberegning, profil B

Beliggenhet av lengdeprofil B er vist på tegning 010. Profil B starter sør for Amerikagaten og går ned til Glomma. Skråningen ned til kaia er ca. 17 m høy, med helning ca. 1:5,3. I tillegg kommer dybden av Glomma. NGI sitter ikke inne med bathymetriske data over Glomma i området.

#### 6.3.1 Grunnforhold, profil B

Det er utført boring i flere punkter langs profilet. Det er utført CPTU-sondering samt installasjon av piezometre i punkt 4-109, vinge-boring i punktene 10-3 og 10-4, og i tillegg prøvetaking i punktene 10-IV og 10-7. Boringene har vært utført tidligere (se referanser /4/ og /11/).

Tolkede laggrenser fremgår av beregningsprofilene (vedlegg C). Det er antatt kvikkleire i skråningen. Ved punkt 4-109 er det antatt sensitiv/kvikkleire fra ca. kote +19, dvs. 5-6 m under terreng. Sondering er avsluttet i antatt leire på ca. 17 m dybde. Mektighet av løsmasser er derved minst 15-20 m (se også ref. /11/). Nede på kaia er det ikke antatt sensitiv/kvikkleire.

Tolkning av CPTU-sonderingene ved sondering 4-109 indikerer at løsmassene her kan anses normalkonsolidert. Poretrykksmålinger fra ref. /11/ viser at grunnvannet

ligger 3-4 m under terreng og et betydelig poreundertrykk med dybden i forhold til hydrostatisk.

### 6.3.2 Dagens situasjon, profil B

#### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,15$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 160 m lang og 15 m dyp. Kritisk glideflate skjærer ned i kvikkleire og leire nedenfor, med dypeste punkt av glideflaten ca. 6,5 m under bunn av skråningen (ca. kote +0,3).

Udrenert analyse er også utført for sirkulær skjærflate med utgående på varierende kotenivå, hhv. 3, 6 og 8 m over foten av skråningen (vedlegg C1 og Tabell 6-3). Skjærsirkler med utgående opp til nivå 6 m over foten av skråningen har alle beregnet materialfaktor  $\gamma_m < 1,4$ .

#### Drenert analyse

Resultater fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg C2. Beregningene er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sondering på toppen av skråningen og hydrostatisk fra ca. kote 0 ned på kaia, og gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,94$  for mest kritiske glideflate.

Tabell 6-3 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse av dagens situasjon, samt nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå "vesentlig forbedring" i hht. ref. /12/.

*Tabell 6-3 Stabilitetsberegninger, profil B, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon, og krav til forbedring i hht. ref. /12/.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                               | $\gamma_m$       |                         |                  |                         |
|---------------|---|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
|               |   | Udrenert analyse |                         | Drenert analyse  |                         |
|               |   | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) |
| B_0           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate     | 1,15             | 1,26                    | 1,94             | -                       |
| B_0a          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn | 1,20             | 1,29                    | -                | -                       |
| B_0b          | Dagens situasjon - utgående 6 m over bunn | 1,27             | 1,33                    | -                | -                       |
| B_0c          | Dagens situasjon - utgående 8 m over bunn | 1,42             | -                       | -                | -                       |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

### 6.3.3 Stabiliserende tiltak, profil B

Ut fra kravene i ref. 12 kreves det stabiliserende tiltak ved profil B. I likhet med profil A er dette utfordrende på grunn av eksisterende og planlagt bebyggelse på kaia og på toppen av skråningen.

Følgende tiltak er vurdert:

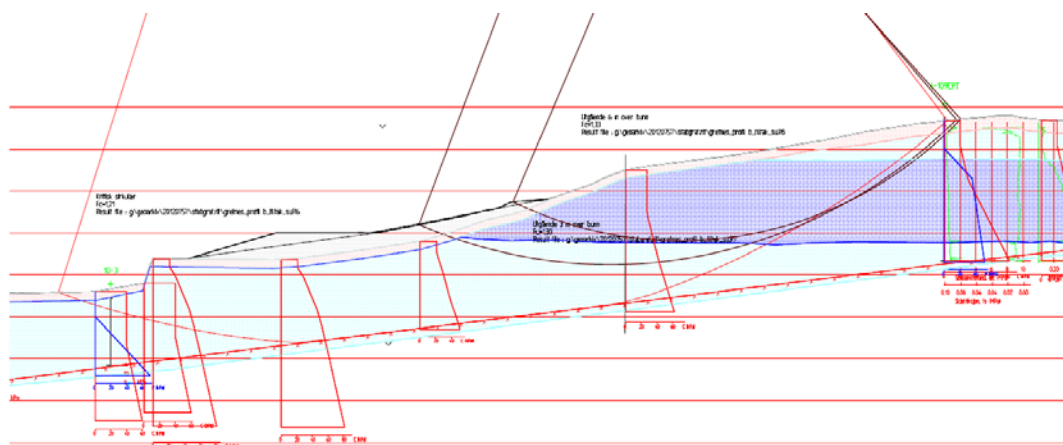
- Motfylling av stein i nedre del av skråningen;
- Kalk-sementstabilisering.

Med bakgrunn i vurderingene som ble gjort for avlastning i profil A har denne type tiltak ikke blitt vurdert for profil B.

#### **Motfylling**

Figur 6-4 viser at utlegging av motfylling av stein i nedre del av skråningen ikke gir tilstrekkelig forbedret stabilitet av skråningen, gitt antatt arealbegrensning på utbredelse av slik fylling. Oppfylling i skråningen ovenfor eksisterende støttemur vil medføre at kritisk glideflate endrer seg, og vil slå ut nedenfor støttemuren.

Kritisk glideflate med tiltak går ned til antatt fjell. Fjelloverflaten er ikke kartlagt i detalj, og reell materialfaktor kan derfor være dårligere enn beregnet. Dybde til fjell langs profilet bør derfor kartlegges bedre ved supplerende grunnundersøkelser i neste planfase.



Figur 6-4 Motfylling av stein i nedre del av skråningen.

#### **Kalk-sementstabilisering**

Oppnådd skjærstyrke i stabilisert jord ved kalk-sementstabilisering er basert på samme antagelser som i profil A (se ovenfor).

Resultater for analyse av kalk-sementstabilisering er vist i vedlegg C3. Tabell 6-4 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert analyse med kalk-sementstabilisering. Omfang av kalk-sementstabilisert sone er resultat av en

optimalisering med dagens kunnskap om grunnforholdene. Kritisk skjærflate er vist. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende.

*Tabell 6-4 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil B. Udrenert analyse av dagens situasjon og med stabiliserende tiltak: kalk-sementstabilisering.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                               | $\gamma_m$       |              |
|---------------|---|------------------|--------------|
|               |   | Udrenert analyse |              |
|               |   | Dagens situasjon | Etter tiltak |
| B_1           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate     | 1,15             | 1,47<br>*)   |
| B_1a          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn | 1,20             | 2,05         |
| B_1b          | Dagens situasjon - utgående 6 m over bunn | 1,27             | 2,56         |
| B_1c          | Dagens situasjon – utgående 8 m over bunn | 1,42             | -            |

\*) Kritisk skjærflate etter tiltak ikke identisk med skjærflate før oppfylling.

#### **6.4 Stabilitetsberegning, profil C**

Beliggenhet av lengdeprofil C er vist på tegning 010. Profil C starter øst for Kildevoldveien og går ned til Gretnesdalen/Gretnesbekken. Skråningen ned i ravinen er ca. 22 m høy, med helning ca. 1:10.

##### **6.4.1 Grunnforhold, profil C**

Det er utført boring i to punkter nær profilet, i punktene 2-4 og 2-5. Det er utført dreietrykksondering i begge punktene.

Tolkede laggrenser er vist i beregningsprofilene (vedlegg D). Det er antatt kvikkleire langs hele profilet. Ved punkt 2-4 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +21 og nedover. Dreietrykksondering er avsluttet i et fast lag, antatt sand og grus, på ca. 24,5 m dybde. Mektighet av løsmasser er derved minst 24,5 m. Ved punkt 2-5 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +16.5. Dreietrykksondering er avsluttet i et fast lag, antatt fjell, på ca. 7,5 m dybde. Det er antatt at fjelloverflaten stiger svakt opp mot vest.

Skjærstyrkeprofil ved punkt 2-5 er hentet fra CPTU-sondering 2-2 som ligger sør fra profilet. Tolkning av CPTU-sonderingene ved sondering 2-2 indikerer en liten overkonsolidering, tilsvarende ca. 2 m tidligere overlaging over dagens terrengnivå. Poretrykkmålingene indikerer hydrostatisk poretrykksfordeling fra ca. 3,3 m dybde.

## 6.4.2 Dagens situasjon, profil C

### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,33$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 150 m lang og 21 m dyp. Kritisk glideflate skjærer ned i kvikkleire, med dypeste punkt av glideflaten ca. på kote -3,5 m.

Udrenert analyse er også utført for sirkulær skjærflate med utgående 3 m over kritiske glideflate (vedlegg D1 og Tabell 6-5). Denne skjærsirkel har beregnet materialfaktor  $\gamma_m = 1,39$ .

### Drenert analyse

Resultater fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg D2. Beregningene er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sondering i skråningen og hydrostatisk fra ca. kote +2,0 ned i ravinen, og gir materialfaktor  $\gamma_m = 3,03$  for mest kritiske glideflate (Tabell 6-5).

Tabell 6-5 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse av dagens situasjon, samt nødvendig materialfaktor etter stabiliserende tiltak for å oppnå "vesentlig forbedring" i hht. ref. /12/.

*Tabell 6-5 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil C, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon, og krav til forbedring i hht. ref. /12/.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                                  | $\gamma_m$       |                         |                  |                         |
|---------------|--|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
|               |  | Udrenert analyse |                         | Drenert analyse  |                         |
|               |  | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) |
| C_0           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate        | 1,34             | 1.36                    | 3.03             | -                       |
| C_0a          | Dagens situasjon - utgående 3 m over kritisk | 1,39             | 1.40                    | -                | -                       |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

## 6.4.3 Stabiliserende tiltak, profil C

Utlegging av motfylling av stein i nedre del av skråningen vil forbedre stabiliteten av skråningen, og anses å være det enkleste tiltaket for å forbedre sikkerheten for skråningene inn mot ravinen. Dersom dette tiltaket blir aktuelt, må det gjøres detaljerte undersøkelser i foten av skråningen. Stabilitet av skråningen ned mot bekken må ivaretas.



## Udrenert analyse

Resultater for udrenert analyse av stabiliserende tiltak er vist i vedlegg D3. Tabell 6-6 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert analyse av horisontal motfylling i nedre del av skråningen med gjennomsnittlig tykkelse 2.2 m og ca. 25 m kronelengde. Motfyllingen er resultat av en optimalisering. Kritisk skjærflate er vist. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende. Det bemerkes at topografien varierer mye langs settet bekken, og stabiliserende tiltak må detaljprosjekteres med hensyn til dette.

*Tabell 6-6 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil C. Udrenert analyse av dagens situasjon og med stabiliserende tiltak: 4 m fylling i nedre del av skråningen.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                                  | $\gamma_m$       |                         |              |
|---------------|--|------------------|-------------------------|--------------|
|               |  | Udrenert analyse |                         |              |
|               |  | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Etter tiltak |
| C_1           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate        | 1,33             | 1.36                    | 1,41<br>**)  |
| C_1a          | Dagens situasjon - utgående 3 m over kritisk | 1,39             | 1.40                    | 1,42         |
| C_1b          | Stabilitet av fyllingsfot, helning 1:5       |                  |                         | 2.11         |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

\*\*\*) Kritisk skjærflate etter tiltak ikke identisk med skjærflate før oppfylling.

## **6.5 Stabilitetsberegning, profil D**

Beliggenhet av lengdeprofil D er vist på tegning 010. Profil D starter sør for Sarpsborgsveien og går ned til Gretnesdalen/Gretnesbekken. Skråningen ned i ravinen er ca. 14 m høy, med helning ca. 1:18 i nedre del av skråningen og ca. 1:3 i øvre del av skråningen.

### **6.5.1 Grunnforhold, profil D**

Det er utført boring i tre punkter nær profilet, i punktene 1-5, 2-1 og 2-2. Det er utført dreietrykksondering i punktene 2-1 og 2-2, totalsondering i punkt 1-5, CPTU-sondering i alle tre punktene, og i tillegg installasjon av piezometre i punktene 1-5 og 2-2. Boringene er hentet fra ref. /2/ og /1/.

Tolkede laggrensere fremgår av beregningsprofilene (vedlegg E). Det er antatt kvikkleire langs hele profilet. Ved punkt 2-1 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +11 og nedover. Dreietrykksondering er avsluttet mot antatt fjell, på ca. kote +1,5 m. Mektighet av løsmasser er derved minst 15,5 m. Ved punkt 2-2 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +11 til ca. kote +1. Dreietrykksondering er avsluttet mot antatt fjell, på ca. kote -10 m. Mektighet av løsmasser er derved minst 28 m. Ved punkt 1-5 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +13 til ca. kote +6. Totalsondering er avsluttet i et fast lag, antatt fjell, på ca. kote -21 m. Mektighet av

løsmasser er derved minst 38 m. Boringene indikerer at fjelloverflaten synker ned både mot nordvest og mot sørøst fra punkt 2-2.

Tolkning av CPTU-sonderingene indikerer overkonsolidering tilsvarende hhv. ca. 10 m (sondering 1-5), ca. 4 m (sondering 2-1) og ca. 2 m (sondering 2-2) tidligere overlaging over dagens terrengnivå. Poretrykksmålingene indikerer noe hydrostatisk undertrykk ved punkt 1-5 og hydrostatisk poretrykksfordeling fra ca. 3,3 m dybde ved punktene 2-1 og 2-2.

### 6.5.2 Dagens situasjon, profil D

#### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,16$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 20 m lang og 5-6 m dyp. Kritisk glideflate skjærer ned i kvikkleire, med dypeste punkt av glideflaten ca. på kote +9 m.

Udrenert analyse er også utført for sirkulær skjærflate med utgående 3 m over kritisk glideflate (vedlegg E1 og Tabell 6-7). Denne skjærsirkelen har beregnet materialfaktor  $\gamma_m = 1,34$ .

#### Drenert analyse

Resultater fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg E2. Beregningene er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sonderinger i skråningen, og gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,71$  for mest kritiske glideflate (Tabell 6-7).

Tabell 6-7 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil D, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon, og krav til forbedring i hht. ref. /12/.

| Beregning nr. | Beskrivelse                                  | $\gamma_m$       |                         |                  |                         |
|---------------|--|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
|               |  | Udrenert analyse |                         | Drenert analyse  |                         |
|               |  | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) |
| D_0           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate        | 1,16             | 1,26                    | 1,71             | -                       |
| D_0a          | Dagens situasjon - utgående 1 m over kritisk | 1,34             | 1,37                    | -                | -                       |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

### 6.5.3 Stabiliserende tiltak, profil D

Utlegging av motfylling av stein i nedre del av skråningen vil forbedre stabiliteten av skråningen, og anses å være det enkleste tiltaket for å forbedre sikkerheten for skråningene ned mot ravinen.

#### Udrenert analyse

Resultater for udrenert analyse av stabiliserende tiltak er vist i vedlegg E3. Tabell 6-8 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert analyse av horisontal motfylling i nedre del av skråningen med gjennomsnittlig tykkelse 1,6 m og ca. 10 m kronelengde. Motfyllingen er resultat av en optimalisering. Kritisk skjærflate er vist. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende.

Lokalstabilitet av fyllingen er kontrollert og vist i vedlegg E3. For udrenert analyse gir helning 1:2 tilfredsstillende stabilitet ( $\gamma_m = 1,65$ ).

*Tabell 6-8 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil C. Udrenert analyse av dagens situasjon og med stabiliserende tiltak: 1,6 m fylling i nedre del av skråningen.*

| Beregnings nr. | Beskrivelse   | $\gamma_m$       |                         |              |
|----------------|---|------------------|-------------------------|--------------|
|                |   | Udrenert analyse |                         |              |
|                |   | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Etter tiltak |
| D_1            | Dagens situasjon - kritisk skjærflate   | 1,16             | 1,26                    | 1,36 (**)    |
| D_1a           | Dagens situasjon - utgående 1 m over kritisk skjærflate fra udrenert analyse, dagens sit. (D_1) | 1,34             | 1,37                    | 1,64         |
| D_1b           | Stabilitet av fyllingsfot, helning 1:2  | -                | -                       | 1,65         |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

\*\*) Kritisk skjærflate etter tiltak ikke identisk med skjærflate før oppfylling.

## 6.6 Stabilitetsberegning, profil E

Beliggenhet av lengdeprofil E er vist på tegning 010. Profil E starter nord for Kilevoldveien og går ned til Gretnesdalen/Gretnesbekken. Skråningen ned i ravinen er ca. 12 m høy, med helning ca. 1:2,3.

### 6.6.1 Grunnforhold, profil E

Det er utført boring i to punkter nær profilet, i punktene 2-1 og 2-2, men ingen boringer nær skråningskanten mot bekken. Det er utført dreietrykksondering og CPTU-sondering i begge punktene, og i tillegg installasjon av piezometre i punkt 2-2.

Tolkede laggrenser fremgår av beregningsprofilene (vedlegg F). Det er antatt kvikkleire langs hele profilet, med antatt lagtykkelse ca. 7 m. Beliggenhet av kvikkleire i skråningen er usikkert.

Fast grunn/fjell er antatt på ca. kote -10 m. Mektighet av løsmasser er ca. 28 m ved sondering 2-2.

Tolkning av CPTU-sonderingene indikerer noe overkonsolidering, tilsvarende hhv. ca. 4 m (sondering 2-1) og ca. 2 m (sondering 2-2) tidligere overlaging over dagens terrengnivå. Poretrykksmålingene indikerer hydrostatisk poretrykksfordeling fra ca. 3,3 m dybde ved punktene 2-1 og 2-2.

## 6.6.2 Dagens situasjon, profil E

### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,0^{(4)}$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 32 m lang og ca. 7,5 m dyp. Ut fra antatt lagdeling skjærer kritisk glideflate ned i kvikkleire, med dypeste punkt av glideflaten på kote +0,5 m.

Udrenert analyse er også utført for sirkulær skjærflate med utgående på varierende kotenivå, hhv. 3, 6 og 8 m over foten av skråningen (vedlegg F1 og Tabell 6-9). Skjærsirkler med utgående opp til nivå 6 m over foten av skråningen har alle beregnet materialfaktor  $\gamma_m < 1,4$ .

### Drenert analyse

Resultater fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg F2. Beregningene er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sondering i skråningen, og gir materialfaktor  $\gamma_m = 0,91$  for mest kritiske glideflate. Dette er lavere enn verdien som tilsvarer labil skråning ( $\gamma_m = 1,0$ ), og innebærer at forutsetningene for den drenerte analysen er noe for konservative. Det antas da at materialfaktoren tilsvarer labil skråning. Det er sannsynlig at drenerte skjærstyrkeparametre i leire kan oppjusteres noe dersom det utføres triaksialforsøk som del av supplerende grunnundersøkelser i neste planfase.

---

<sup>4</sup> I en første beregning var materialfaktor for mest kritiske glideflate mindre enn 1,0. Siden dagens tilstand (stabil skråning) ikke kan ha en materialfaktor mindre enn 1 er det udrenerte skjærstyrkeprofilet oppjustert slik at beregnet materialfaktor blir 1,0.

Tabell 6-9 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil E, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon, og krav til forbedring i hht. ref. /12/.

| Beregning nr. | Beskrivelse                                    | $\gamma_m$         |                           |                  |                        |
|---------------|--|--------------------|---------------------------|------------------|------------------------|
|               |  | Udrenert analyse   |                           | Drenert analyse  |                        |
|               |  | Dagens situasjon*) | Vesentlig forbedring (**) | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring*) |
| E_0           | Kritisk sirkulær på platå                      | 3,59               | -                         | 6,33             | -                      |
| E_0a          | Dagens situasjon - kritisk skjærflate i ravine | 1,00               | 1,15                      | 0,91             | 1,05                   |
| E_0b          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn      | 1,13               | 1,24                      | 1,25             | 1,32                   |
| E_0c          | Dagens situasjon - utgående 6 m over bunn      | 1,37               | 1,39                      | 1,69             | -                      |
| E_0d          | Dagens situasjon – utgående 8 m over bunn      | 2,17               | -                         | -                | -                      |

\*) Med oppjustert su profil som diskutert over

\*\*) Krav i hht. ref. /12/.

### 6.6.3 Stabiliserende tiltak, profil E

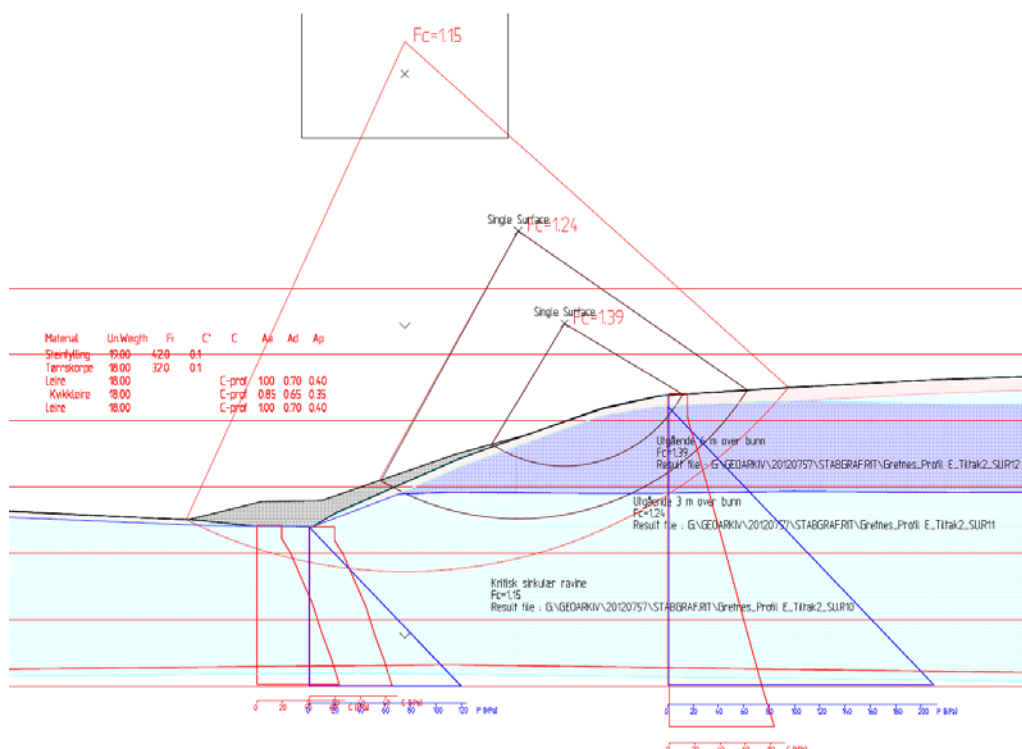
Utbygging på Gretnesplatå krever stabiliserende tiltak ned mot Gretnesdalen/Gretnesbekken for å få tilstrekkelig områdestabilitet. Følgende tiltak er vurdert:

- Motfylling av stein i nedre del av skråningen;
- Avlastning langs skråning;
- Kalk-sementstabilisering.

## Motfylling

Utlegging av motfylling av stein i nedre del av skråningen vil forbedre stabiliteten av skråningen. Likevel forutsetter dette at bekken må legges i rør eller flytte noe mot sør, hvilket etter sigende ikke er ønskelig av miljømessige årsaker. Her er det imidlertid også kvikkleiresone, slik at graving i foten av skråningen på motsatt side av bekken ikke kan gjøres uten geotekniske vurderinger.

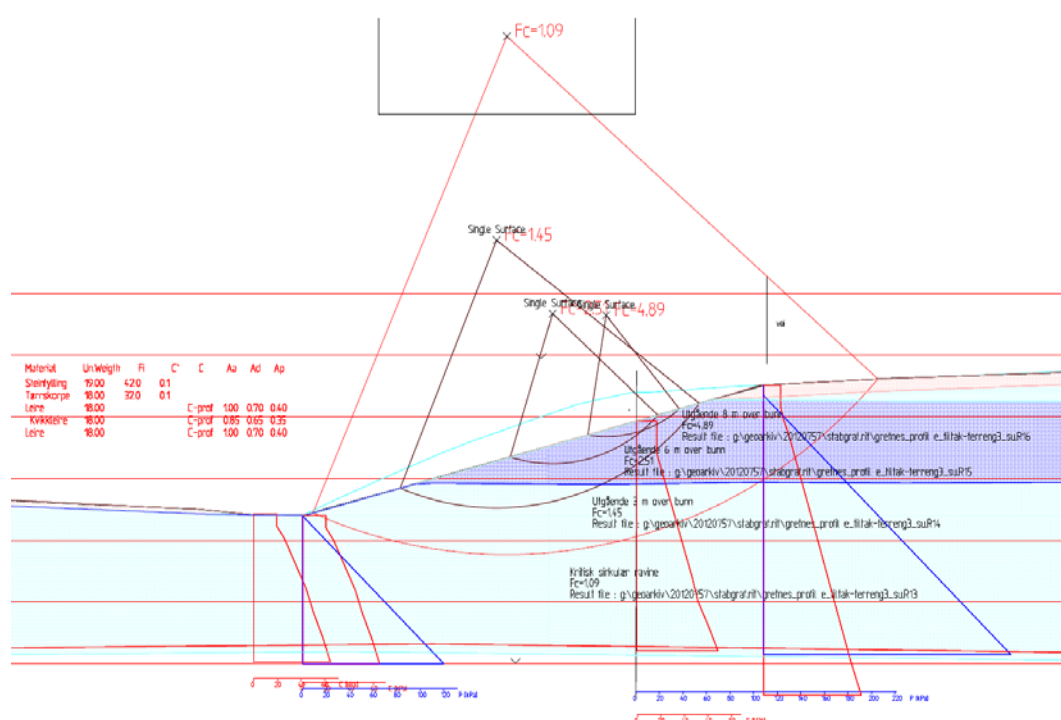
Figur 6-5 viser resultater for udrenert analyse av motfylling i nedre del av skråningen. Motfyllingen har gjennomsnittlig tykkelse 2 m og ca. 5 m kronelengde. I tillegg er det modellert en skråfylling med avtakende tykkelse opp til ca. kote +9. Motfyllingen er resultat av en optimalisering. Kritisk skjærflate for situasjon med motfylling er vist, i tillegg til skjærsirkler med utgående lenger opp i skråningen. Motfylling som beskrevet gir tilstrekkelig sikkerhet for alle de viste skjærsirklene.



Figur 6-5 Stabiliserende tiltak, profil E - Motfylling av stein i nedre del av skråningen.

## Avlasting

Mulighetene for å forbedre stabilitetsforholdene ved avlasting på toppen av skråningen er begrenset ved Sarpsborgveien. Figur 6-6 viser stabilitetsberegning ved avlasting (utslaking) av skråningen. Største avlasting ved tidligere skråningskanten er 2,5 m. Ny skråningskant ligger omtrent 11 m bak tidligere skråningskant. Avlasting forandrer spenningsforhold i skråningen med redusert skjærstyrke som resultat, og Figur 6-6 Figur 6-1 viser at avlastingen i dette tilfelle ikke har ønsket forbedrende effekt på stabiliteten.



Figur 6-6 Stabiliserende tiltak, profil E – Avlasting.

## Kalk-sementstabilisering

Styrkeøkning ved grunnforsterkning med kalk-sementstabilisering er basert på samme antagelser som for profil A (se ovenfor).

Resultater for analyse av kalk-sementstabilisering er vist i vedlegg F3. Tabell 6-10 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert analyse med kalk-sementstabilisering. Utstrekning av kalk-sementstabilisert sone er resultat av en optimalisering basert på dagens kunnskap om grunnforholdene. Kritisk skjærflate er vist. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende. Lokale skjærflater i ravinen (i den del av skråningen som ikke er kalk-sementstabilisert) kan fortsatt ha materialfaktor mindre enn 1,4 etter tiltaket. Lokal utrasing i skråningen mot bekken

er derved fortsatt mulig, men dette vil ikke ha betydning for områdestabiliteten, forutsatt at tiltaket utføres på en måte som gir tilstrekkelig sikkerhet for bakenforliggende områder.

*Tabell 6-10 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil E. Udrenert analyse av dagens situasjon og med stabiliserende tiltak: kalk-sementstabilisering.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                                    | $\gamma_m$          |              |
|---------------|--|---------------------|--------------|
|               |  | Udrenert analyse    |              |
|               |  | Dagens situasjon *) | Etter tiltak |
| E_1           | Kritisk sirkulær på platå                      | 3,59                | -            |
| E_1a          | Dagens situasjon - kritisk skjærflate i ravine | 1,00                | 1,45 **)     |
| E_1b          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn      | 1,13                | 3,17         |
| E_1c          | Dagens situasjon - utgående 6 m over bunn      | 1,37                | 5,91         |

\*) Med oppjustert su profil

\*\*) Kritisk skjærflate etter tiltak ikke identisk med skjærflate før tiltak.

Det er behov for mer detaljerte grunnundersøkelser som grunnlag for detaljprosjektering av tiltak i dette området.

## **6.7 Stabilitetsberegning, profil F**

Beliggenhet av lengdeprofil F er vist på tegning 010. Profil F starter nord for Sarpsborgsveien og går ned til Gretnesdalen/Gretnesbekken. Skråningen ned i ravinen er ca. 8 m høy, med helning ca. 1:2,75.

### **6.7.1 Grunnforhold, profil F**

Det er utført boring i tre punkter nær profilet, i punktene 1-2, 1-4 og 1-5. Det er utført totalsondering i alle tre punktene, og i tillegg CPTU-sondering og installasjon av piezometre i punktene 1-2 og 1-5. Boringene er utført i forbindelse med utredningen (ref. /1/). Det er imidlertid ikke utført boringer nær skråningskanten mot bekken.

Tolkede laggrenser fremgår av beregningsprofilene (vedlegg G). Det er antatt grunt beliggende kvikkleire langs hele profilet. Ut mot skråningskanten og ned mot bekken er det ingen boringer, og lagdelingen er usikker. Kvikkleiras beliggenhet og mektighet av løsmasser bør kartlegges mer detaljert i neste planfase.

Ved punkt 1-2 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +23,5 til ca. kote +18,5. Totalsondering er avsluttet mot fast grunn, antatt fjell, på ca. kote +0,5 m. Ved punkt 1-4 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +21,5 til ca. kote +6,5. Totalsondering er avsluttet mot fast grunn, antatt fjell, på ca. kote -8,5 m. Ved



punkt 1-5 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +13 til ca. kote +6. Totalsonderingen er avsluttet i et fast lag, muligens morene, på ca. kote -21 m. Mektighet av løsmasser er minst 38 m ved borpunkt 1-5. Det er antatt at fjelloverflaten synker ned mot sørvest mellom punktene 1-2 og 1-4.

Tolking av CPTU-sonderingene indikerer overkonsolidering tilsvarende hhv. ca. 10 m tidligere overlaging ved sondering 1-5, men kun ca. 1,5 m tidligere overlaging over dagens terrengnivå ved sondering 1-2. Poretrykksmålingene indikerer noe hydrostatisk undertrykk ved punkt 1-5 og hydrostatisk poretrykksfordeling fra ca. 1,5 m dybde ved punkt 1-2.

### 6.7.2 Dagens situasjon, profil F

#### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,14$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 40 m lang og ca. 11 m dyp. Kritisk glideflate skjærer ned i kvikkeleire, med dypeste punkt av glideflaten ca. på kote -3,0 m.

Udrenert analyse er også utført for sirkulær skjærflate med utgående på varierende kotenivå, hhv. 1,5 og 3 m over foten av skråningen (vedlegg G1 og Tabell 6-11). Skjærsirkler med utgående opp til nivå 1,5 m over foten av skråningen har beregnet materialfaktor  $\gamma_m < 1,4$ .

#### Drenert analyse

Resultater fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg G2. Beregningene er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sondering i skråningen, og gir materialfaktor  $\gamma_m = 1,23$  for mest kritiske glideflate (Tabell 6-11).

*Tabell 6-11 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil F, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon, og krav til forbedring i hht. ref. /12/.*

| Beregning nr. | Beskrivelse                                    | $\gamma_m$       |                         |                  |                         |
|---------------|--|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
|               |  | Udrenert analyse |                         | Drenert analyse  |                         |
|               |  | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) |
| F_0           | Kritisk sirkulær på plataå                     | 2,71             | -                       | 5,55             | -                       |
| F_0a          | Dagens situasjon - kritisk skjærflate i ravine | 1,14             | 1,25                    | 1,23             | 1,31                    |
| F_0b          | Dagens situasjon - utgående 1,5 m over bunn    | 1,23             | 1,31                    | 1,41             | -                       |
| F_0c          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn      | 1,47             | -                       | -                | -                       |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

### 6.7.3 Stabiliserende tiltak, profil F

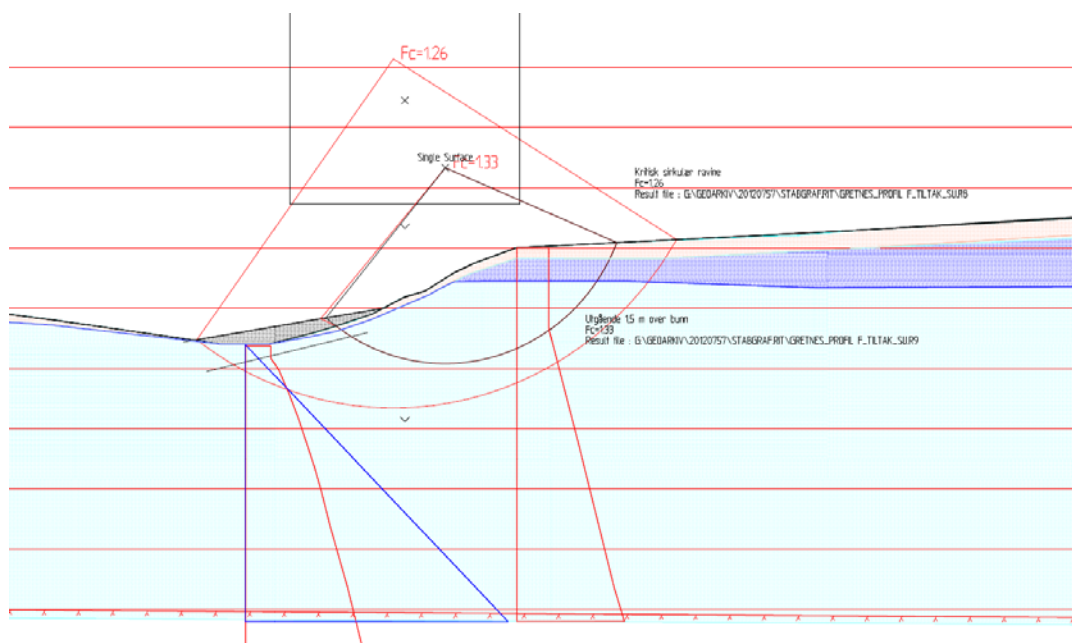
Som for profil E krever utbygging på Gretnesplatået stabiliserende tiltak i profil F ned mot Gretnesdalen/Gretnesbekken for å få tilstrekkelig områdestabilitet. Følgende tiltak er vurdert:

- Motfylling av stein i nedre del av skråningen;
- Avlastning langs skråning;
- Kalk-sementstabilisering.

#### Motfylling

Utlegging av motfylling av stein i nedre del av skråningen vil forbedre stabiliteten av skråningen. Likevel forutsetter dette at bekken må legges i rør eller flytte noe mot sør, noe som kan være uaktuelt ut fra miljøhensyn. Her er det også kvikkleiresone som grenser til bekken, og graving i foten av skråningen på motsatt side av bekken for evt. omlegging av bekkeløpet kan ikke gjøres uten geotekniske vurderinger.

Figur 6-7 viser resultater for udrenert analyse av skråfylling med helning ca. 1:6 til nivå 3 m over bunn av skråningen og total lengde ca. 16 m. Motfyllingen er resultat av en optimalisering. Resultater er vist for kritisk skjærsirkel, og for skjærsirklene identisk med skjærsirkler i Tabell 6-11. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende ut fra krav i ref. /12/.



Figur 6-7 Stabiliserende tiltak, profil F - Motfylling av stein i nedre del av skråningen.

## Avlastning

Mulighetene for å forbedre stabilitetsforholdene ved avlastning er begrenset ved Sarpsborgveien som ligger på toppen av skråningen. Vedlegg G5 viser terrengtilpasning med avlastning langs skråningen. Største avlastning ved tidligere skråningskant er 4,5 m. Ny skråningskant ligger omtrent 45 m bak tidligere skråningskant. Etter avlastning er beregnet materialfaktor tilfredsstillende ut fra krav i ref. /12/.

## Kalk-sementstabilisering

Oppnådd skjærfasthet ved tiltak med kalk-sementstabilisering er basert på samme antagelser som i profil A (se ovenfor). Resultater for analyse av kalk-sementstabilisering er vist i vedlegg G4. Tabell 6-12 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert analyse med kalk-sementstabilisering. Omfang av kalk-sementstabilisert sone er resultat av en optimalisering basert på dagens kunnskap om grunnforholdene. Kritisk skjærflate er vist. Etter tiltaket er beregnet materialfaktor tilfredsstillende. Lokale skjærflater i skråningen ned mot ravinen (i sonen som ikke er kalk-sementstabilisert) kan ha materialfaktor mindre en 1,4. Lokal utrasing mot bekken kan derved være mulig også etter at stabiliserende tiltak er utført, forutsatt at tiltaket utføres på en måte som gir tilstrekkelig sikkerhet for bakenforliggende områder.

Tabell 6-12 Stabilitetsberegninger, Gretnes, profil F. Udrenert analyse av dagens situasjon og med stabiliserende tiltak: 1) terrengtilpassning, og 2) kalk-sementstabilisering.

| Beregning nr. | Beskrivelse   | $\gamma_m$       |                         |                    |                          |
|---------------|---|------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|
|               |   | Udrenert analyse |                         |                    |                          |
|               |   | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Etter tiltak       |                          |
|               |   |                  |                         | Terrengtilpassning | Kalk-sementstabilisering |
| F_1           | Kritisk sirkulær på plata                             | 2,71             | -                       | -                  | -                        |
| F_1a          | Dagens situasjon - kritisk skjærflate                 | 1,14             | 1,25                    | 1,86<br>**)        | 1,59<br>**)              |
| F_1b          | Dagens situasjon - utgående 1,5 m over bunn av ravine | 1,23             | 1,31                    | 4,13               | 2,62                     |
| F_1c          | Dagens situasjon - utgående 3 m over bunn av ravine   | 1,47             | -                       | -                  | -                        |

\*) Krav i hht. ref. /12/. Men stabilisering med kalk-sement krever materialfaktor 1,4.

\*\*\*) Kritisk skjærflate etter tiltak ikke identisk med skjærflate før oppfylling.

## 7 Område for tidligere massetak langs Gretnesbekken

I 1985 foretok NGI grunnundersøkelser og vurdering for planlagt anleggsvei i skråning samt stabilitetsvurdering av masseuttaket mot Gretnesbekken (se ref. /8/ og tegning 010). NGI utarbeidet et forslag til geometri på graveskråninger, i og utarbeidet graveplaner for utgravning på masseuttaket. Det var planlagt utgravning til kote 0 over det meste av leirfeltet. NGI foreslo at graveskråningen skulle følge morene-/gruslaget eller berg.

For å avklare dagens geometri av graveskråningen og lagdeling er profiler I til VII fra rev. /8/ sammenlignet med profiler 1 til 7 (se vedlegg H1-H7) opptegnet fra dagens terrengkoter.

Vedlegg H1-H7 viser at det bortsett fra i profil 1 bare ligger igjen enkelte, avgrensede kvikkleirelommer i skråningen. Basert på dette grunnlaget er områdestabiliteten tilfredsstillende.

Grunnforholdene i skråningen ned mot Gretnesbekken er ikke jevne, de tidligere undersøkelsene indikerer at både dybden til fjell og beliggenheten og mektigheten av kvikkleire er varierende (se vedlegg H1-H7).

Før detaljprosjektering anbefales det utført supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for vurdering av fundamenteringsløsninger.

### 7.1 Stabilitetsberegning, profil 1

I skråningen langs profil 1 ligger det fremdeles et betydelig kvikkleirelag. Skråningsstabiliteten er derfor kontrollert for dette profilet. Beliggenhet av lengdeprofil 1 er vist på tegning 010. Skråningen ned i ravinen er ca. 19 m høy, med helning ca. 1:10.

#### 7.1.1 Grunnforhold, profil 1

Det er utført dreietrykksondering i tre punkter i profilet, i punktene 8-7, 8-11 og 8-18. Boringene har vært utført tidligere (se referanse /8/).

Tolkede laggrenser er vist i beregningsprofilene (vedlegg I). Det er antatt kvikkleire langs hele skråningen og ned i bunn til boring 8-7 i profilet. Ved punkt 8-18 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +15,5. Dreietrykksondering er avsluttet i et fast lag, antatt fjell, på ca. 11 m dybde. Ved punkt 8-11 er det antatt sensitiv/kvikk leire fra ca. kote +5,5. Dreietrykksondering er avsluttet i et fast lag, antatt fjell, på ca. 11,5 m dybde. Fjelloverflaten stiger opp mot vest.

Skjærstyrkeprofil på toppen av skråningen er hentet fra CPTU-sondering 4-109 som ligger nord fra profilet. Tolkning av CPTU-sondering i borpunkt 4-109 indikerer at løsmassene her kan anses normalkonsolidert. Poretrykksmålinger fra ref. /11/ viser at grunnvannet ligger 3-4 m under terreng med et betydelig poreundertrykk med dybden i forhold til hydrostatisk poretrykk.

### 7.1.2 Dagens situasjon, profil 1

#### Udrenert analyse

Udrenert stabilitetsanalyse av dagens situasjon med forutsetningene over, gir materialfaktor  $\gamma_m = 2,04$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate er ca. 80 m lang og 9,5 m dyp. Kritisk glideflate skjærer ned i kvikkleire, med dypeste punkt av glideflaten ca. på kote 10,2 m.

#### Drenert analyse

Resultatet fra drenert analyse av dagens situasjon er vist i vedlegg I2. Beregning er gjort med de samme poretrykksbetingelser som er lagt til grunn ved tolkning av CPTU-sondering i skråningen og med hydrostatisk poretrykk fra ca. kote +3. Med disse antakelsene blir beregnet materialfaktor  $\gamma_m = 3,24$  for mest kritiske glideflate. Tabell 7-1 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse av dagens situasjon for profil 1.

Med bakgrunn i beregningsresultatene anbefales ingen stabiliserende tiltak i dette profilet.

Tabell 7-1 Stabilitetsberegninger, Grefnes, profil 1, dagens situasjon. Materialfaktor for dagens situasjon.

| Beregning nr. | Beskrivelse                                  | $\gamma_m$       |                  |
|---------------|--|------------------|------------------|
|               |  | Udrenert analyse | Drenert analyse  |
|               |  | Dagens situasjon | Dagens situasjon |
| 1_0           | Dagens situasjon - kritisk skjærflate        | 2,04             | 3.24             |
| 1_0a          | Dagens situasjon - kritisk skjærflate global | 2,12             | -                |

## 8 Skråning ned mot Glomma øst for E6

### 8.1 Grunnforhold

I 2006 og 2007 foretok NGI grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger for Ny Sandesund bru, ved Landkar syd, akse A0 (se ref. /3/).

Basert på ref. /3/ kan grunnforholdene beskrives som følger: Øverst finner vi tørrskorpe med mektighet varierende fra ca. 2 m i bunnen av skråningen til ca. 3 m på toppen. I toppen av skråningen ligger det trolig et ca. 4 m tykt lag med leire over kvikkleire. Kvikkleira strekker seg helt ned til fjelloverflaten på ca. 16 m dyp. Kvikkleirelaget kiler ut horisontalt med minkende mektighet ut mot skråningen. I underkant av skråningsknekk ligger det trolig leire over fjell. Omtrent midt i skråningen indikerer boringene at kvikkleira ligger like under tørrskorpa. I underkant av kvikkleirelaget påtreffes to markerte innskutte sandlag. I foten av

skråningen er det ingen indikasjon på kvikkleire. Nord for profilet indikerer dreietrykksonderingen mulig sensitiv leire i dybdeintervallet 7-12 m under terreng. Laggrensene nedover skråningen og i foten er usikre da det ikke finnes prøveserier fra dette området. I tillegg ligger boring 104 i utkanten av den aktuelle skråningen.

Ved landkaret ligger fjellet på ca 16 m dyp. Fjelloverflaten faller langs brutrasèen og i bunn av ravinen mellom akse A3 og A5 ligger fjellet 2-4 m dypt. Fra landkaret og ut mot skråningstopp (hull 101) ligger fjellet relativt flatt. Herfra faller fjelloverflaten noe brattere enn terrenget. I foten av skråningen (hull 104) ligger fjellet på 24-25 m dyp.

## 8.2 Materialparametre

Stabilitetsanalysene er vist i detalj i ref. /3/.

Udrenert skjærfasthet ble tolket ut fra CPTU-sonderinger i hull 3-100 og 3-101 på toppen av skråningen og 3-104, 3-105, 3-106 og 3-108 i foten av skråningen. Det ble antatt grunnvann på dybde 7 m under terreng ved toppen av skråningen, og hydrostatisk poretrykkfordeling ned til 12 m. Deretter øker poretrykket med 6,92 kPa per meter. I foten av skråningen antas hydrostatisk poretrykkfordeling fra 2 m under terreng.

Anisotropifaktorer for udrenert ADP-analyse i leire er for "ikke sprøbruddmateriale" satt til hhv. 1, 0,7 og 0,4 for hhv. aktiv, direkte og passiv skjærfasthet. Skjærstyrken i kvikkleire ble redusert med 15% for å ta høyde for sprøbruddoppførsel og eventuell progressiv bruddutvikling.

Romvekt av tørrskorpeleire og leire er basert på laboratorieresultater fra Statens Vegvesen. Drenerte styrkeparametre er basert på triaksialforsøk på bløt leire fra Noteby. Romvekt og effektive styrkeparametre benyttet i beregningene er vist i Tabell 8-1.

*Tabell 8-1 Materialparametre brukt i beregningene (drenerte styrkeparametre er basert på laboratorieresultater fra Statens Vegvesen og Noteby).*

|                            | Total romvekt $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Friksjonsvinkel $\phi'$<br>[°] | Attraksjon $a$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Tørrskorpeleire</b>     | 18   | 32                             | 0                                      |
| <b>Leire (d=3 m)</b>       | 18   | 25,5                           | 14                                     |
| <b>Kvikkleire (d=16 m)</b> | 18   | 24,5                           | 20                                     |

## 8.3 Stabilitetsanalyser

Udrenert stabilitetsanalyse av daværende dagens situasjon med forutsetningene over, ga materialfaktor  $\gamma_m = 1,01$  for mest kritiske glideflate. Kritisk glideflate var ca. 75 m lang og 20 m dyp. Kritisk glideflate skar ned i kvikkleire, med dypeste punkt av glideflaten på ca. kote -4. Tabell 8-2 viser resultater fra stabilitetsberegningene.

På grunn av geotekniske, anleggstekniske, landskapsmessige og miljømessige forhold ble terrengavlasting foretrukket i forhold til å legge ut motfylling i bunnen av skråningen. Det ble anbefalt å senke terrenget bak toppen av skråningen med ca. 2 m, og avrunde skråningstoppen ved å senke terrenget ytterlige 1 m. Prosjektert terrengavlastningen ville gitt 11-18% forbedring av beregningmessig stabiliteten. I hht. ref. /12/, som krever 15% forbedring av beregningsmessig sikkerhet med utgangspunkt i beregningsmessig kritisk materialfaktor for dagens tilstand, er denne forbedringen tilfredsstillende.

*Tabell 8-2 Stabilitetsberegninger, profil 3-A. Udrenert analyse av daværende dagens situasjon, og situasjon med stabiliserende tiltak (avlasting av terrenget bak toppen av skråningen med ca. 2 m).*

| Beregning nr. | Beskrivelse  | $\gamma_m$       |                         |              |
|---------------|--|------------------|-------------------------|--------------|
|               |  | Udrenert analyse |                         |              |
|               |  | Dagens situasjon | Vesentlig forbedring *) | Etter tiltak |
| 3-A_0         | Bakkant av glidesirkel på toppen av skråningen       | 1,17             | 1,27                    | 1,30         |
| 3-A_0a        | Bakkant av glidesirkel 10 m bak toppen av skråningen | 1,03             | 1,17                    | 1,21         |
| 3-A_0b        | Bakkant av glidesirkel 20 m bak toppen av skråningen | 1,01             | 1,16                    | 1,19         |
| 3-A_0c        | Bakkant av glidesirkel 30 m bak toppen av skråningen | 1,02             | 1,17                    | 1,20         |
| 3-A_0d        | Bakkant av glidesirkel 40 m bak toppen av skråningen | 1,04             | 1,18                    | 1,20         |

\*) Krav i hht. ref. /12/.

Det presiseres at det ikke er avklart om de foreslåtte tiltakene gjengitt over virkelig er utført.

## 9 Sammen drag av beregningsresultatene

Tabell 9-1 oppsummerer stabilitetsvurderingene som er gjort for de forskjellige delområdene. Analyseresultatene indikerer at stabilitetsforholdene er marginale i en rekke av beregningsprofilene. Det er påvist betydelig mektighet av kvikkleire, stedvis grunt beliggende, og grunnvannet antas å ligge høyt i store deler av området. Generelt er skråningsstabiliteten dårlig i alle beregnede profiler, og i alle beregningsprofiler er det behov for stabiliserende tiltak i større eller mindre grad. I flere delområder er det lite mulighet for konvensjonelle stabiliserende tiltak (topografiendring) av hensyn til eksisterende og planlagt bebyggelse, eller av andre hensyn (eksempelvis miljøhensyn langs Gretnesbekken). Kalk-/sementstabilisering er vurdert i profilene A, B, E og F.

Mer detaljerte grunnundersøkelser må utføres i neste planfase.

Tabell 9-1 Oppsummering av stabilitetsvurderinger med forslag til tiltak

| Delområde                          | Profil | Dagens situasjon $\gamma_m$ | Forslag til tiltak  |
|------------------------------------|--------|-----------------------------|---|
| Nordre skråning ned mot Glomma     | A      | 1,0                         | Kalksement i topp på kanten av skråningen og i bunn.                      |
| Søndre skråning ned mot Glomma     | B      | 1,15                        | Kalksement i topp på kanten av skråningen og i bunn.                      |
| Ned mot Gretnesbekken i nordvest   | C      | 1,36                        | Mindre motfylling i nedre del av skråningen.                              |
| Ned mot Gretnesbekken i nordvest   | D      | 1,16                        | Motfylling i nedre del av skråning  |
| Ned mot Gretnesbekken i sørvest    | E      | 1,0                         | Kalksement i topp på kanten av skråningen.                                |
| Ned mot Gretnesbekken i sørvest    | F      | 1,14                        | Avlasting langs skråning eller kalksement i topp på kanten av skråningen. |
| Skråning ned mot Glomma øst for E6 |        |                             | Terrengtilpasning prosjektert i 2006                                      |

## 10 Prosedyrer og kostnadsestimat for kalk-sementstabilisering

### 10.1 Prosedyrer kalk-sementstabilisering ved Glomma (profil A og B)

Det er svært viktig ved alle typer tiltak for kvikkleirestabilisering (KS) at stabiliteten ikke temporært forverres. Ved injisering av kalk-sementpeler vil det oppstå poreovertrykk samt omrøring av grunnen med påfølgende tap av skjærfasthet, noe som er ugunstig for stabiliteten. Det foreslås derfor at det gjøres tiltak før kalk-sementstabilisering utføres for å bedre stabiliteten temporært i områder hvor den beregnede stabiliteten er marginal. Følgende prosedyrer foreslås ved kvikkleirestabilisering i området nord mot Glomma.

1. Etablering av motfylling ved skråningsfoten (nede på flata mot kaia).
2. Installasjon av poretrykksmålere for kontinuerlig måling av poretrykkssituasjonen.
3. Installering av kalk-sementpeler nede på flata under kontinuerlig overvåking av poretrykkene. Det må lages prosedyrer mht når KS-stabilisering kan gjøres basert på målte poretrykkverdier. Det vil kunne være behov for å flytte riggen noe fram og tilbake på området avhengig av poretrykksutviklingen. Geotekniker må følge opp stabiliseringsarbeidene løpende.
4. KS-stabilisering oppe på brinken av skråningen. Samme krav til poretrykksovervåking og eventuell flytting som for punkt 3.



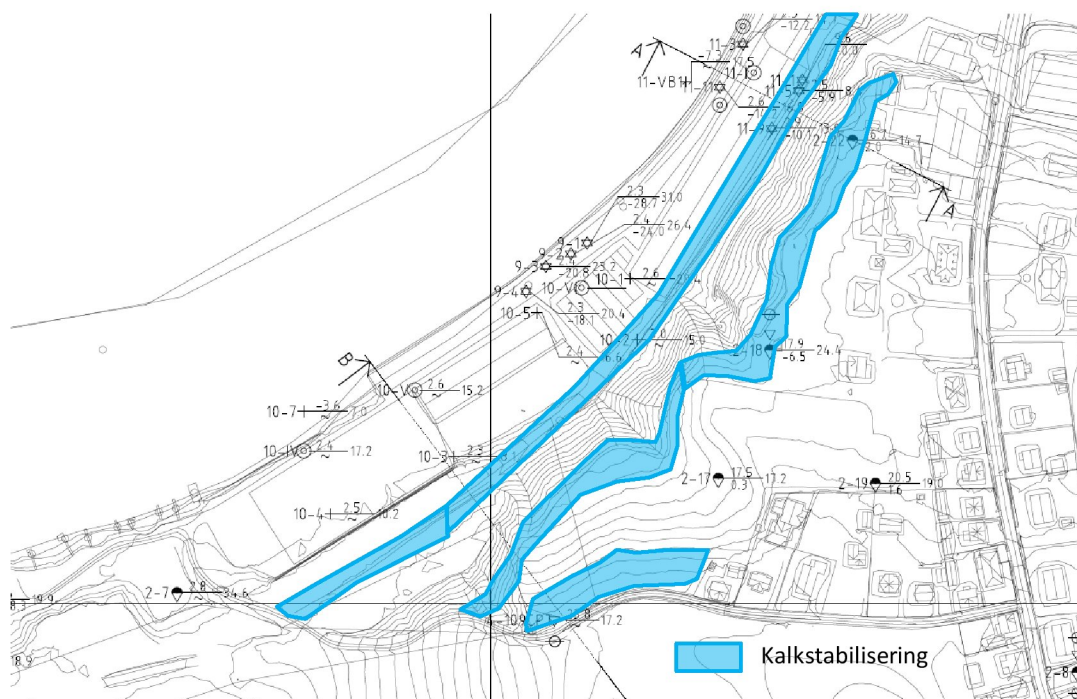
5. KS stabilisering nede i skråning. Det er antakelig behov for lett materiell med begrenset tårnhøyde for stabilisering i skråningen, på grunn av helningsforholdene.
6. Fjerning av motfylling gjøres når jordforbedringen er gjennomført og leira har oppnådd tilstrekkelig styrke.

Det presiseres at det vil være behov for løpende oppfølging i felt av geotekniker under stabiliseringsarbeidene for å følge opp at prosedyrene mht. tilstrekkelig stabilitet i alle arbeidets faser følges.

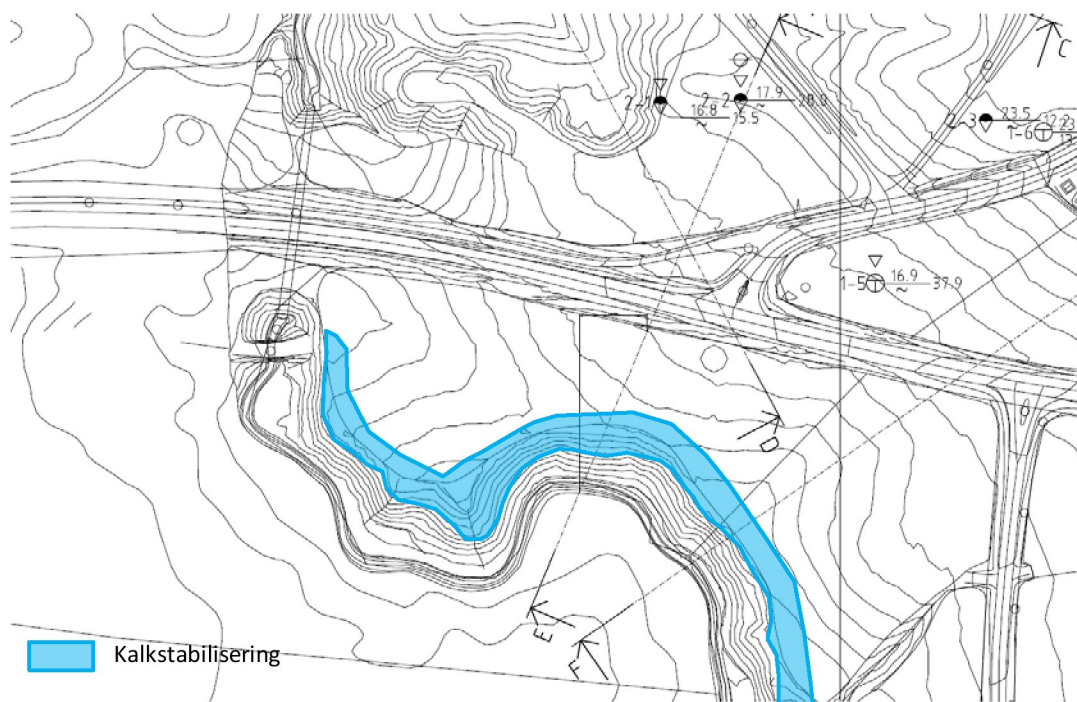
## **10.2 Kostnadsestimat**

Dette foreløpige kostnadsestimatet for kalk-sementstabilisering er basert på beregningene beskrevet tidligere i rapporten og enkle overslagstall for kostnader for denne type tiltak. I fasen for detaljert prosjektering er det nødvendig med mer detaljerte analyser både med hensyn til behov for mengde av kalk-sementstabilisering og kostnader dette vil medføre. Det presiseres også at det bør gjennomføres en ny runde med grunnundersøkelser både for generell avklaring av lagdeling, og for bedre styrkevurderinger. I en slik fase bør det for eksempel gjennomføres et langt mer avansert laboratorieprogram blant annet med treaksialforsøk på uforstyrrede prøver. Dette kan føre til at omfanget av tiltak i detaljprosjekteringen kan endres ganske betraktelig i forhold til det som her er gitt, hvilket selvsagt kan ha en stor konsekvens for kostnadene relatert til kalk-sementstabilisering som foreslås.

Det inneværende forslaget til tiltak innebærer kalk-sementstabilisering i relativt store områder nord ned mot Glomma (Figur 10-1) og i sør ned mot Grefnesbekken (Figur 10-2).



Figur 10-1 Forslag kalk-sementstabilisering i nord ned mot Glomma.



Figur 10-2 Forslag kalk-sementstabilisering sør ned mot Grefnesbekken.

Kostnadene som er estimert i denne omgang dekker følgende aktiviteter:

- Geoteknisk prosjektering;
- Kalk-sementstabilisering i angitt område.

Tabell 10-1 oppsummerer estimat av kostnader. Alle verdier er eks MVA.

Tabell 10-1 Estimert av kostnader knyttet til kalk-sementstabilisering.

| Aktivitet                      | Kostnadsestimat område Glomma (MNOK) | Kostnadsestimat område Gretnesbekken (MNOK) |
|--------------------------------|--------------------------------------|---|
| Kalk-sementstabilisering       | 35                                   | 24  |
| Diverse merarbeid <sup>1</sup> | 5                                    | 1   |
| <b>TOTALT</b>                  | <b>40</b>                            | <b>25</b>                                   |

- 1) Diverse arbeid knyttet til kalk-sementstabiliseringen dekker for eksempel kostnader til motfylling mot Glomma, poretrykksinstallasjon og måling, oppfølging av geotekniker i felt.

Kostnadsestimat for kalk- og sementstabiliseringen er basert på KS stabilisering som vist på Figurer 10-1 og 10-2. Totalt nødvendig areal for KS stabilisering er beregnet til å være ca. 9.100 m<sup>2</sup> (netto stabilisert areal innenfor et areal på 22.000 m<sup>2</sup> hvor stabiliserende tiltak foreslås). Nødvendig dybde av stabiliseringen varierer mellom 10 og 30 m, og i gjennomsnitt ca. 17 m. Detaljerte stabilitetsberegninger ligger til grunn for forslaget til omfang av tiltak som beskrevet i Figurer 10-1 og 10-2. NVEs krav til skråningsstabilitet, dvs. minimum materialfaktor på  $\gamma_m = 1.4$ , er lagt til grunn.

Merk at kostnadene refererer til entreprisestnader (eks. MVA), dvs. ikke inkluderer byggeledelse, brakkerigg, etc. Det foreløpige anslag for nødvendig kalk-sementstabilisering vil medføre en betydelig anleggsperiode, antakelig i størrelsesorden mange måneder for én rigg.

## 11 Anbefalinger

Stabilitetsberegningene er til dels utført på et noe tynt datagrunnlag. Særlig gjelder dette ut mot skråningskanten og i bunn av skråningene i profilene C, D, E og F. Materialparametre, poretrykksbetingelser og lagdeling er her basert på nærmestliggende boringer, antakelser om overkonsolideringsforhold og poretrykk mv.

Nye og mer detaljerte grunnundersøkelser vil være nødvendig i neste planfase for bedre dokumentasjon på grunnforhold og lagdeling og spesielt bedre kartlegging av kvikkleiras utbredelse. Dette gjelder generelt hele området omfattet av reguleringsplanen, samt områder utenfor planområdet i den grad områdene har betydning for områdestabiliteten.

Det bør i den forbindelse også utføres mer avanserte laboratorieforsøk, derunder triaksialforsøk, for å få sikrere bestemmelse av skjærstyrkeparametre, og evt. også ødometerforsøk som hjelp til bestemmelse av overkonsolideringsforhold samt som grunnlag for evt. setningsvurderinger.

## 12 Utstrekning av faresone mhp. kvikkleireskred

Terreng og grunnforhold tilsier at naturlige kvikkleireskred kan skje innenfor planområdet. Normalt håndteres slike områder ved at det avgrensnes faresoneområder i henhold til definerte kriterier gitt i NVEs veiledning (ref. /12/). Detaljert avgrensning av faresone for kvikkleireskred er så langt ikke gjort som ledd i de geotekniske vurderingene beskrevet i denne rapporten. Så langt er det i dette studiet foretatt geotekniske analyser for mulige stabiliserende tiltak som kan gjøre det mulig å imøtekomme krav til områdestabilitet gitt i NVEs veiledning for utbygging i kvikkleireområder i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan. Det vil i praksis si at hele området er vurdert som én faresone. Dersom de foreslåtte stabiliserende tiltakene gjennomføres (forutsatt supplerende grunnundersøkelser og geotekniske tilleggsutredninger i neste planfase) vil kravene til områdestabilitet også være innfridd for prosjektområdet.

Ikke desto mindre kan det være et generelt behov for å utferdige konkrete faresoner for hele området som omfattes av reguleringsplanen samt tilstøtende områder. Dette vil ikke minst være et nyttig virkemiddel i tilfelle utbyggingsplanene endres til bare å inneholde deler av det opprinnelige forslag.

## 13 Referanser

- /1/ NGI (2012). Årum Nordre – Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
- /2/ NGI (2011). Supplerende grunnundersøkelser, Gretnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
- /3/ NGI (2006). Ny Sandesund bru – E6 Østfold. Rapport 20051350-2-R Rev.2, 17. august 2006.
- /4/ NGI (2005). Program for økt sikkerhet mot leirskred, Nedre Glomma. Rapport 20031598-00-R, 10. oktober 2005.
- /5/ NGI (2004). Kvikkleirekartlegging, Nedre Glomma. Rapport 20031560-1, 19. juni 2004.
- /6/ NGI (1993). Vurdering av stabilitetsforhold, Gretnes, Leca, Borge, (Fredrikstad) Østfold. Massetak på Gretnesplatået. Geotekniske vurderinger. En kort redegjørelse. Rapport 910048-02, 28. februar 1993.

- /7/ NGI (1987). Gretnes gård, Borge (Fredrikstad) i Østfold. Stabilitetsvurdering av depotområde. Rapport 87011-01, 18. mai 1987.
- /8/ NGI (1985). Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering av massetak i Gretnes og vurdering av anleggsvei langs Gretnesbekken. Rapport 84021-01, 11. mars 1985.
- /9/ Norsk Teknisk Byggekontroll A/S (1982). A/S Hafslund, Sarpsborg, Kai ved Sandesund, Utbedring. Borplan, Profil A-A. Sak Nr. 23989, 8. oktober 1982.
- /10/ Norsk Teknisk Byggekontroll A/S (1971). A/S Hafslund - Smelteverket, Havneanlegget, Sandesund. Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering. Rapport 11009, 14. mai 1971.
- /11/ Norsk Teknisk Byggekontroll A/S (1967). A/S Hafslund - Smelteverket, Kaianleg ved Sandesund. Grunnundersøkelser for materiallager. Rapport 6199, 11. september 1967.
- /12/ NVE (2011): Retningslinjer 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 15. april 2011. ISSN: 1501 – 9810.
- /13/ ViaNova GeoSuite AB (2009): GeoSuite. GS Stability. Version 5.0.5.
- /14/ PostoGRAF Stabilitet 3.0 (1993). Manualtillegg. Beast, A Computer Program for Limit Equilibrium analysis by the Method of Slices. Consulting Civil Engineer Carl J. Frimann Clausen. Revisjon2, 15. oktober 1993.
- /15/ Klemsdal, T. (2004). Landformene i Østfold. Natur i Østfold.1-2, 2002. s. 7-31



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkeltsondering
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

|                                   |                            |      |
|-----------------------------------|----------------------------|------|
| Tegningstittel:<br><b>BORPLAN</b> | Tegningsnr.:<br><b>010</b> | Rev. |
|-----------------------------------|----------------------------|------|

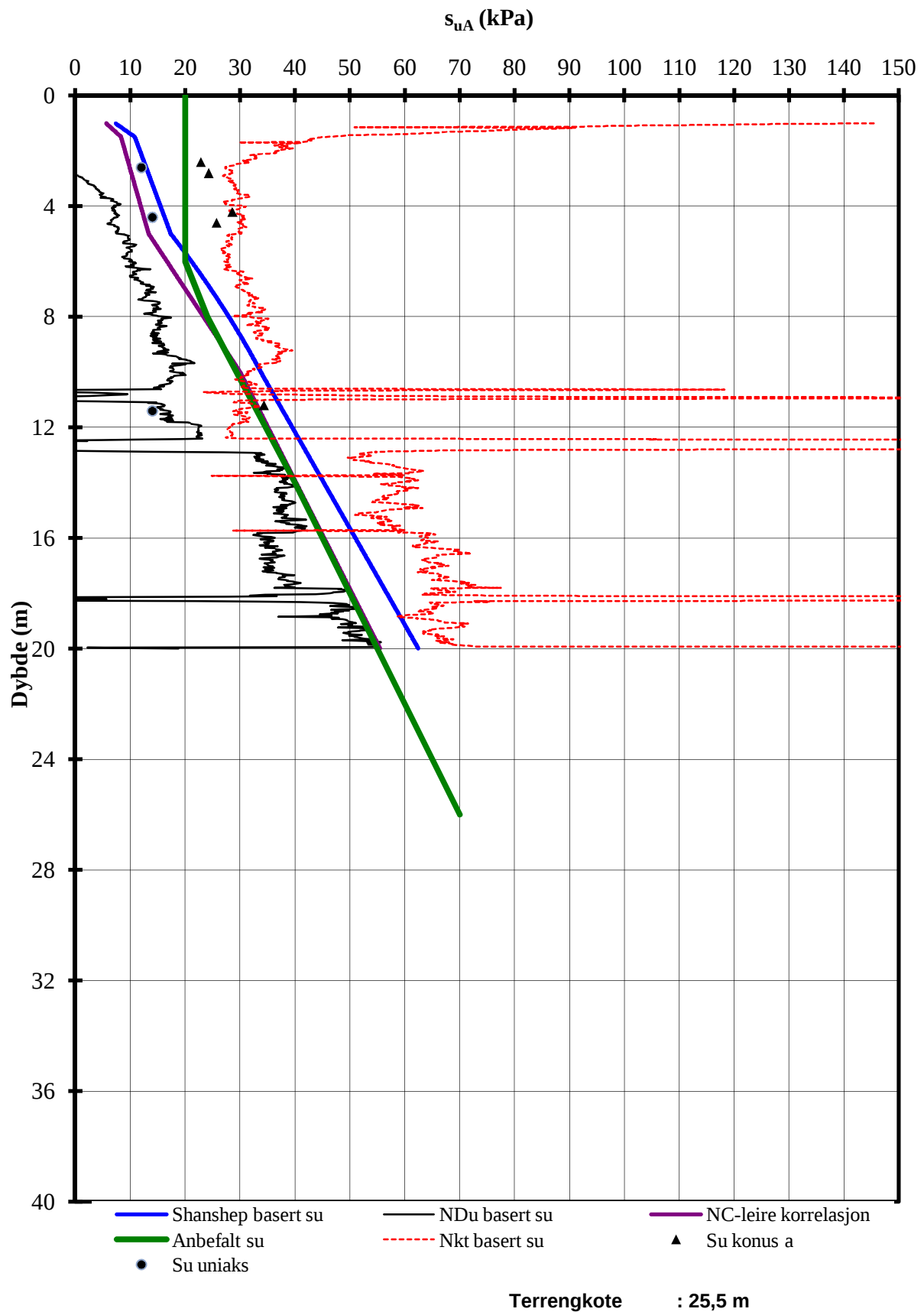
|   |   |
|---|---|
| <p><b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br/><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER - OMRÅDESTABILITET</b></p> <p><b>BORPLAN</b></p> | <p>Status:<br/>Original format<br/>A-1<br/>Tegningens tittel:<br/>010 Borplan<br/>Skala:<br/>1:2000</p> |
|---|---|

|   |  |   |                             |                  |
|---|--|---|-----------------------------|------------------|
| NGI<br>Sognsveien 72 · PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no | Dato:<br>18.02.2013<br>Oppdragsnr.:<br><b>20120757</b> | Karakt. / Tegnet:<br>K JA<br>Tegningsnr.:<br><b>010</b> | Kontrollert:<br>HHe<br>Rev. | Godkjent:<br>BGK |
|---|--|---|-----------------------------|------------------|



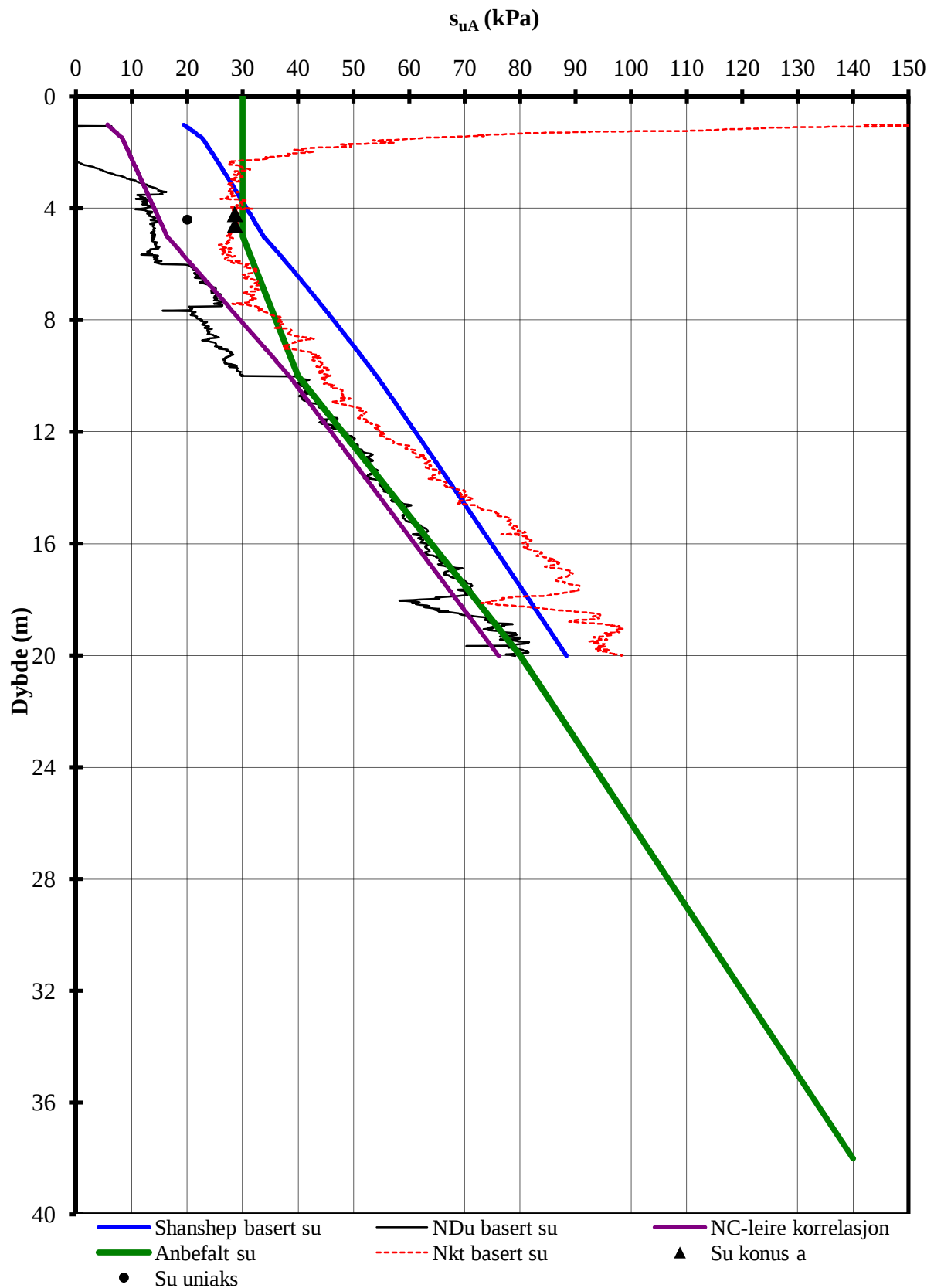
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg    A   -   **Tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke fra CPTU-sonderinger**




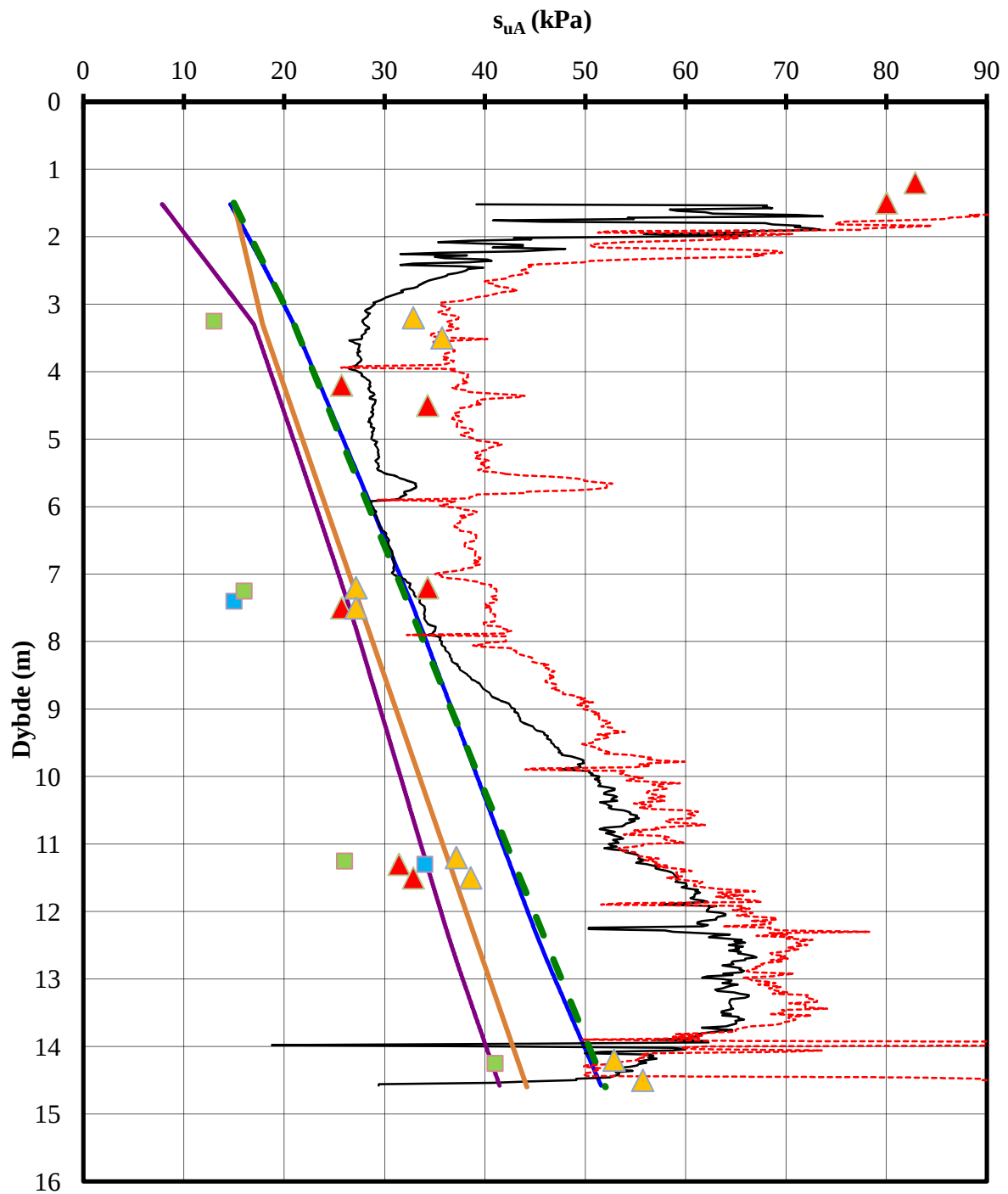
|                    |   |          |             |            |
|--------------------|---|----------|-------------|------------|
| <b>Nordre Årum</b> | Rapport nr.   | 20120757 | Figur nr.   | A1         |
|                    | Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. |          | Tegner      | Dato       |
| Borhull2           |   |          | JMC         | 2012-10-16 |
|                    |   |          | Kontrollert |            |
|                    |   |          | Godkjent    |            |
|                    |   | JMC      |             |            |





Terrengkote : 16,9 m  
 Tidl. terrengn 27 m


|   |   |            |
|---|---|------------|
| <b>Årum Nordre - geotekniske vurderinger</b><br><br>Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.<br><br>Borhull5 | Rapport nr.   | Figur nr.  |
|   | 20120757  | A2         |
|   | Tegner  | Dato       |
|   | BQL   | 2012-10-16 |
| Kontrollert   |  |            |
| JMC   |   |            |
| Godkjent  |   |            |
| JMC   |   |            |

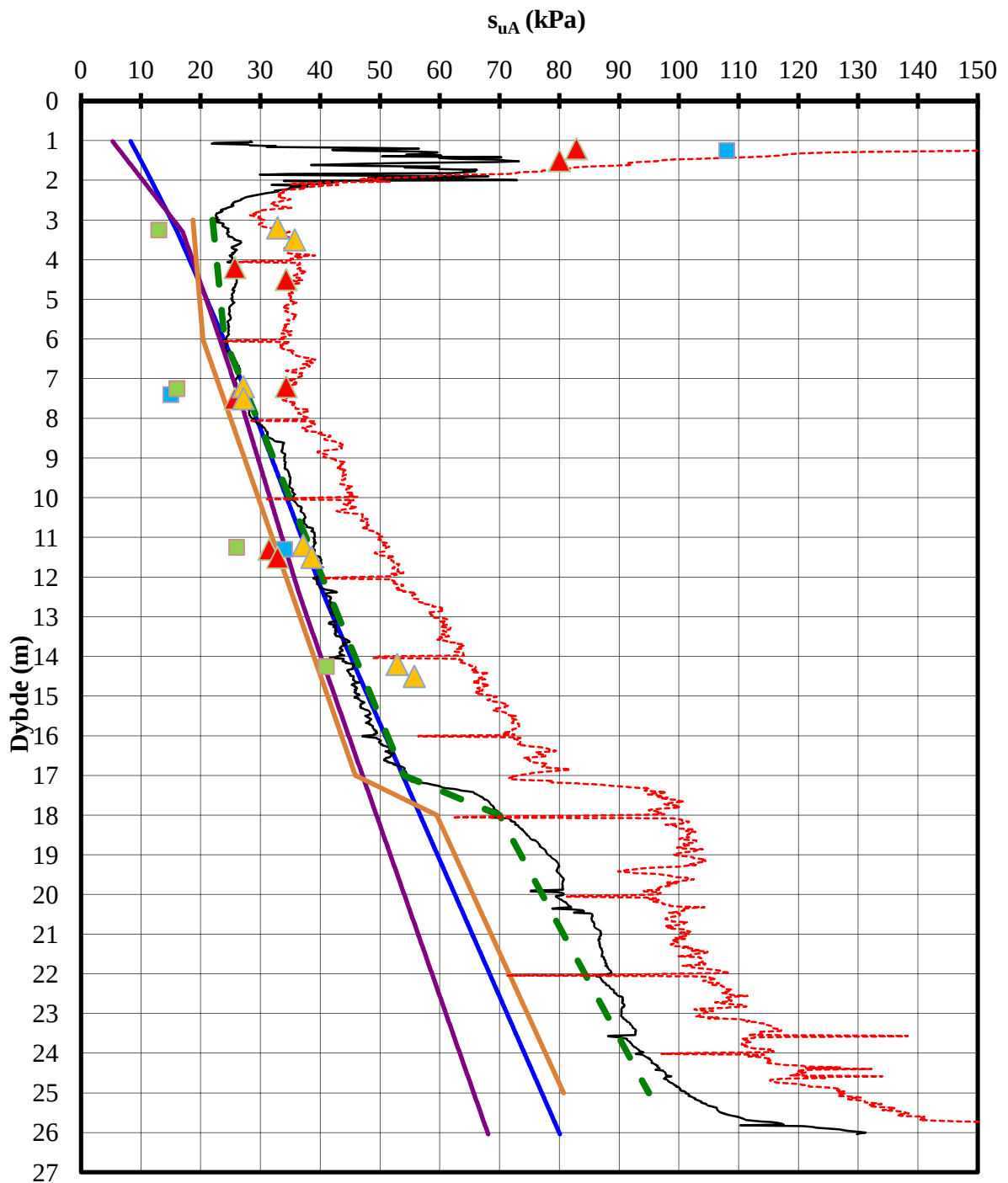


- Shanshep basert su
- Su,a enaks, PR8
- - - Anbefalt karakteristisk su,a
- Su,a enaks, PR2
- Ndu basert su
- Design su,a
- - - Nkt basert su
- NC-leire korrelasjon
- ▲ Su,a konus, PR8
- ▲ Su,a konus, PR2

Terrengkote : 16.84 m  
 Terrengkote : 20.8 m

#VALUE!

|   |             |   |
|---|-------------|---|
| <b>Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka</b>             | Rapport nr. | Figur nr.   |
|   | 20100534    | A3  |
| Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.<br><br>Borhull1 | Tegner      | Dato  |
|   | HHe         | 2010-12-20  |
|   | Kontrollert |  |
| Godkjent  |             |   |
|   | HHe         |   |




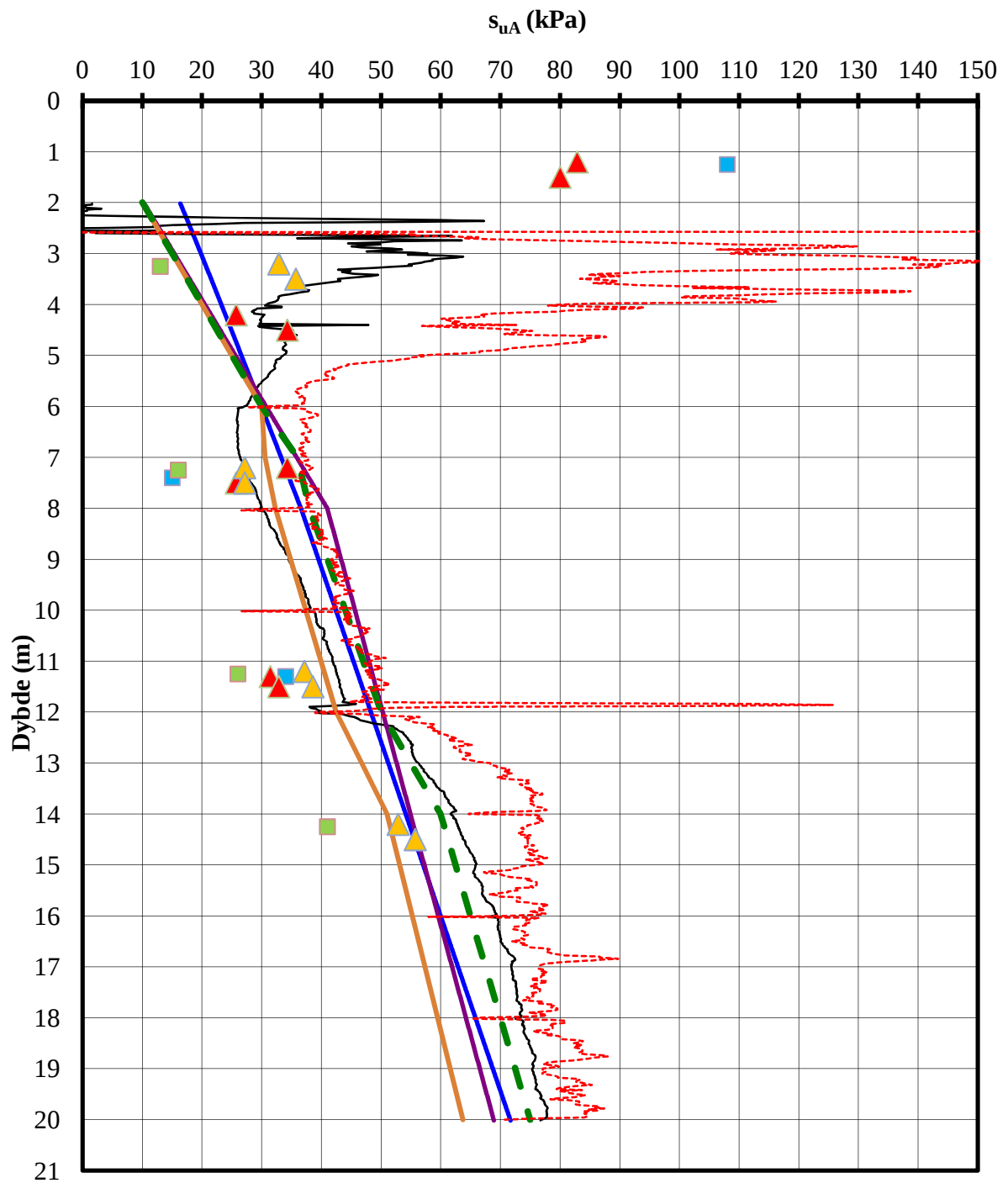
- Shanshep basert su
- NDu basert su
- NC-leire korrelasjon
- Su,a enaks, PR8
- Design su,a
- ▲ Su,a konus, PR8
- Anbefalt karakteristisk su,a
- Nkt basert su
- ▲ Su,a konus, PR2
- Su,a enaks, PR2

Terrengkote : 17.9 m

Terrengkote : 19.9 m

#VALUE!


|   |             |   |
|---|-------------|---|
| <b>Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka</b>             | Rapport nr. | Figur nr.   |
|   | 20100534    | A4  |
| Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.<br><br>Borhull2 | Tegner      | Dato  |
|   | HHe         | 2010-12-20  |
|   | Kontrollert |  |
| OAH   |             |   |
|   | Godkjent    |   |
|   | HHe         |   |

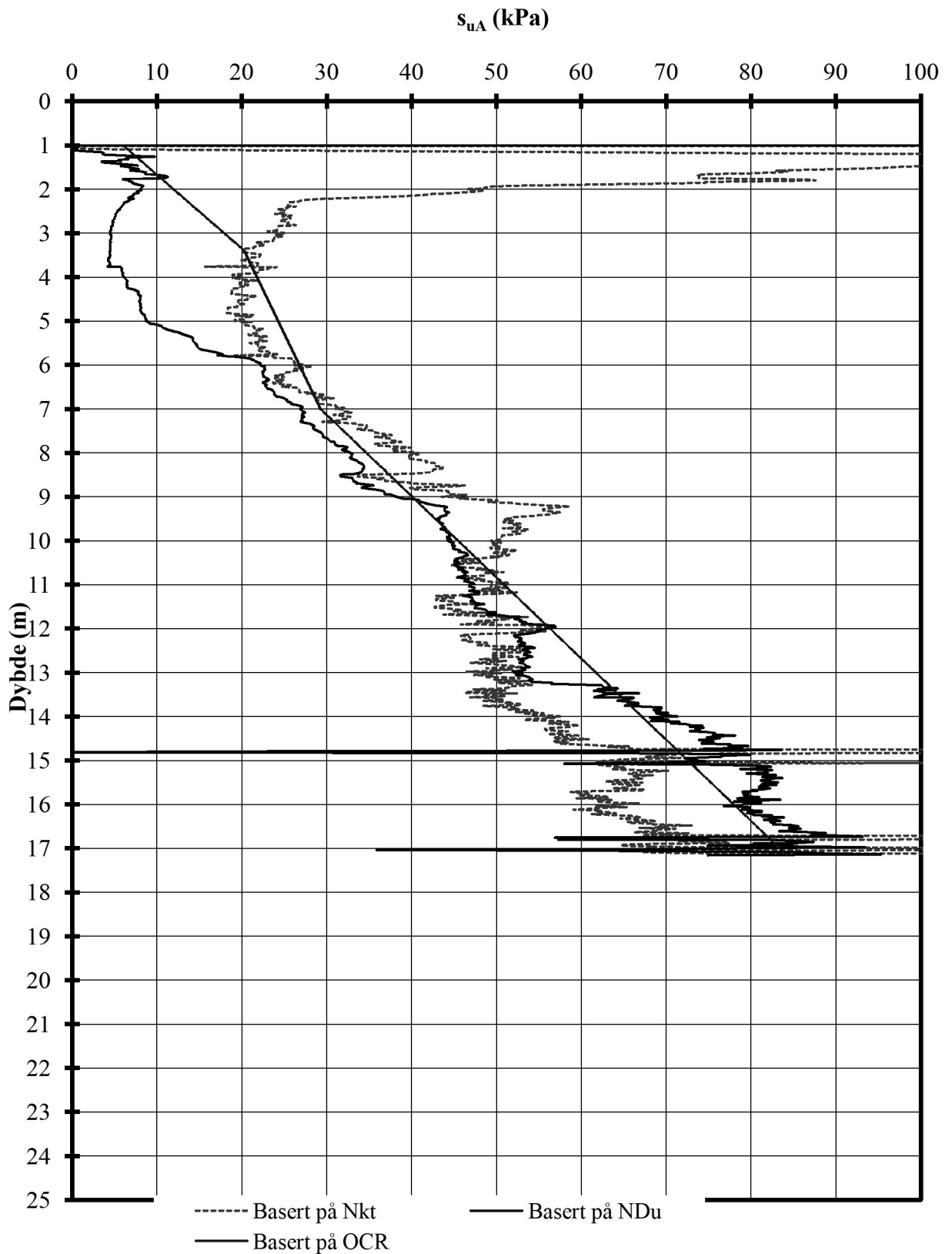


- Shanshep basert su
- Su,a enaks, PR8
- - - Anbefalt karakteristisk su,a
- Su,a enaks, PR2
- NDu basert su
- Design su,a
- - - Nkt basert su
- NC-leire korrelasjon
- ▲ Su,a konus, PR8
- ▲ Su,a konus, PR2

Terrengkote : 17.9 m  
 Terrengkote : 21.9 m

#VALUE!


|  |             |   |
|--|-------------|---|
| <b>Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka</b>              | Rapport nr. | Figur nr.   |
|  | 20100534    | A5  |
| Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.<br><br>Borhull18 | Tegner      | Dato  |
|  | HHe         | 2010-12-20  |
|  | Kontrollert |  |
| Godkjent   |             |   |
|  | HHe         |   |



$N_{kt}$       =                      10  
 $N_{Du}$       =                      8

Terrengekote      : 23,81 m  
 Grunnvannstand   : 3,4 m under terreng

#VALUE!

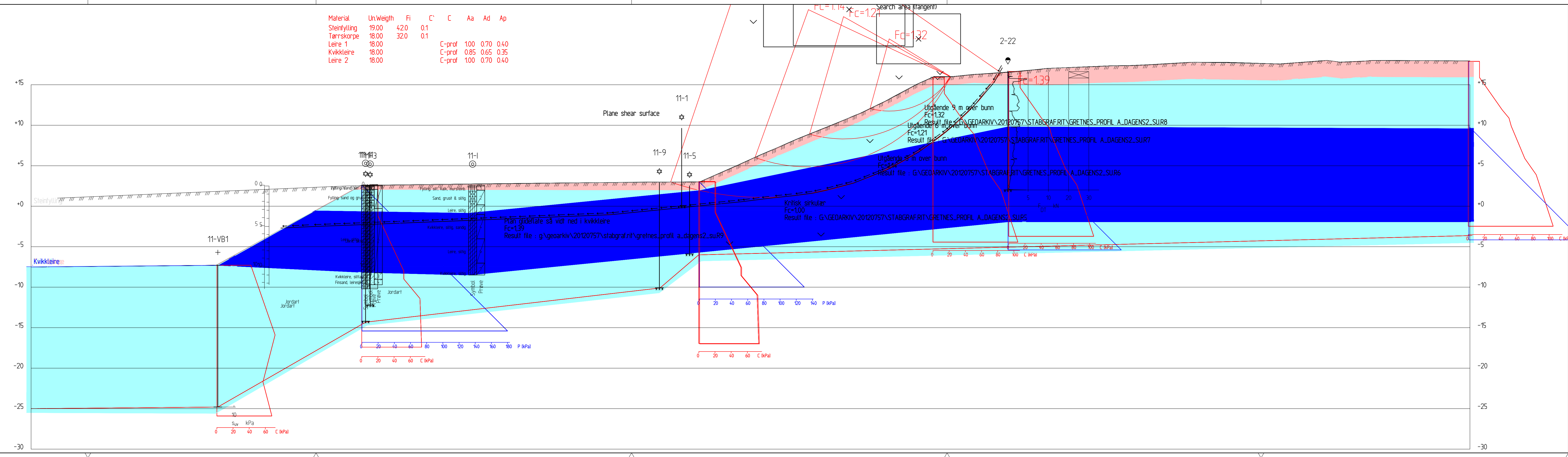
|  |   |            |
|--|---|------------|
| <b>Program for økt sikkerhet mot leirskred. Nedre Glomma</b><br><br>Resultater fra CPT 109<br><br>Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretryksrespons | Rapport nr.   | Figur nr.  |
|  | 20031598-1  | A6         |
|  | Tegner  | Dato       |
|  | OG  | 2005-09-06 |
| Kontrollert  | <br><b>NGI</b> |            |
| Godkjent   |   |            |



Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg B - Beregningsresultater, profil A

| Material     | Un.Weigth | Fi   | C   | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|-----------|------|-----|--------|------|------|------|
| Steinfylling | 19.00     | 42.0 | 0.1 |        |      |      |      |
| Tærnskorpe   | 18.00     | 32.0 | 0.1 |        |      |      |      |
| Leire 1      | 18.00     |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire   | 18.00     |      |     | C-prof | 0.85 | 0.65 | 0.35 |
| Leire 2      | 18.00     |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |



| Rev   | Beskrivelse | Dato   | Tegn.                                      | Kontr.                | Godkj.          |
|---|-------------|--|--|-----------------------|-----------------|
|   |             |  |  |                       |                 |
| REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA<br>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET   |             | Original format<br>A-3LLL<br>Tegningens filnavn<br>B1-GRETNES_PROFIL A_DAGENS2_SU<br>Målestokk |  |                       |                 |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL A-A, DAGENS SITUASJON<br>UDRENERT ANALYSE   |             | 1200   |  |                       |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013<br>Oppdragsnr.<br>20120757  | Konstr./Tegnet<br>KJA<br>Tegningsnr.<br>B1 | Kontr./Tegnet<br>HHHe | Godkjent<br>BGK |

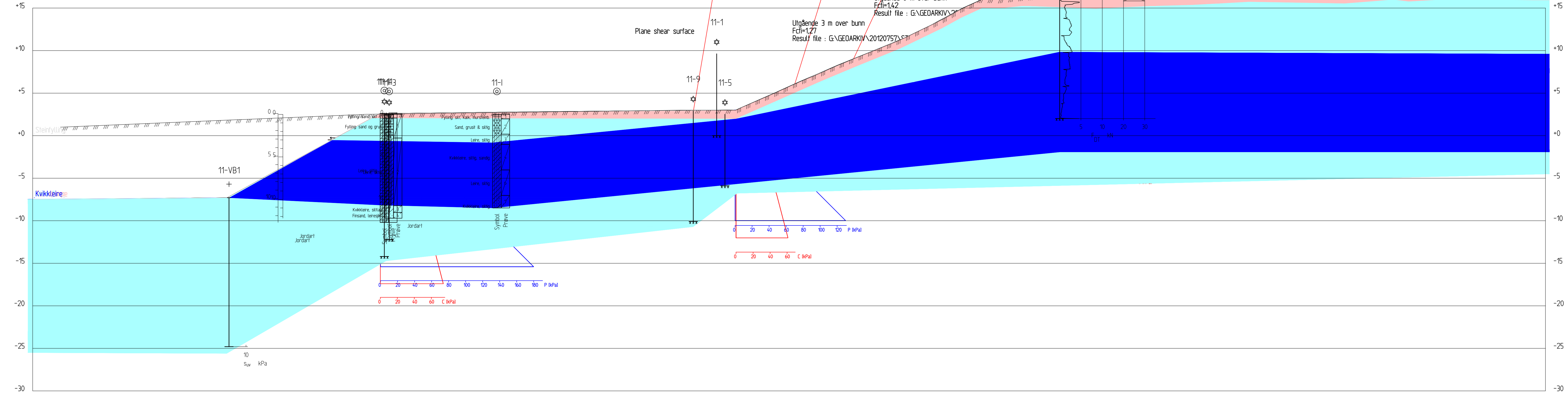
| Material     | Un.Weigth | Fi   | C   | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------|-----|----|----|----|
| Steinfylling | 19.00     | 42.0 | 0.1 |    |    |    |
| Tørreskorpe  | 18.00     | 32.0 | 0.1 |    |    |    |
| Leire 1      | 18.00     | 27.0 | 0.1 |    |    |    |
| Kvikkleire   | 18.00     | 27.0 | 0.1 |    |    |    |
| Leire 2      | 18.00     | 27.0 | 0.1 |    |    |    |


Kritisk sirkulær  
 $F_{ct} = 0.94$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL A\_DAGENS\_a-phi.R5

Utgående 6 m over bunn  
 $F_{ct} = 1.42$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL A\_DAGENS\_a-phi.R5

Utgående 3 m over bunn  
 $F_{ct} = 1.27$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL A\_DAGENS\_a-phi.R5

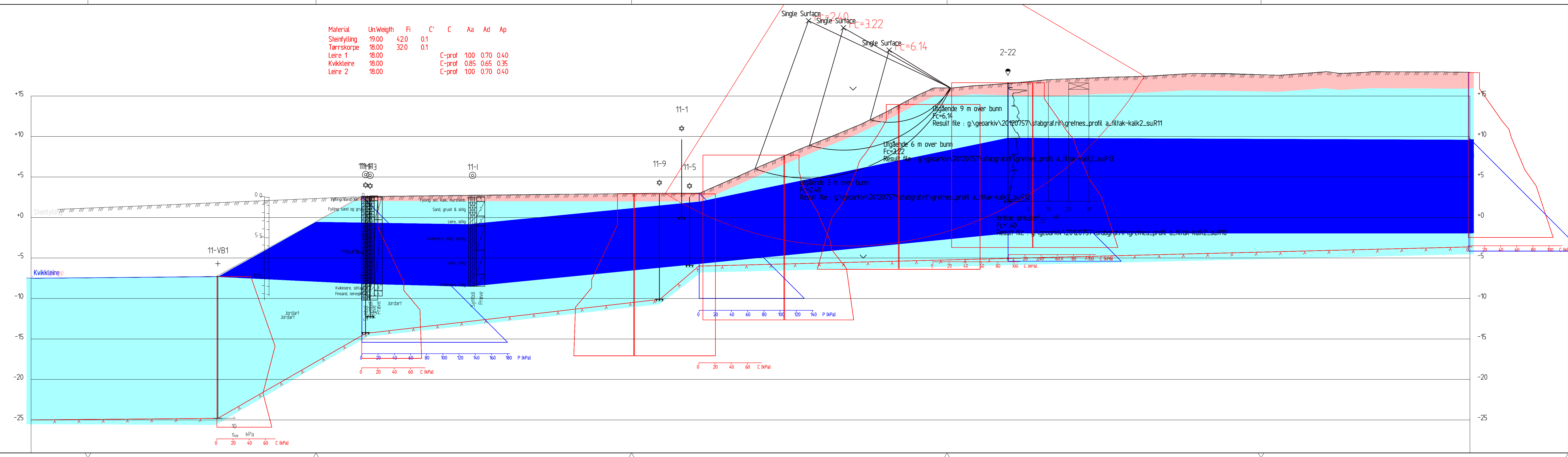
Plane shear surface



| Rev   | Beskrivelse | Dato   | Tegn.   | Kontr.              | Godkj.          |
|---|-------------|--|---|---------------------|-----------------|
|   |             |  |   |                     |                 |
| REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA<br>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET   |             | Original format<br>A-3LLL<br>Tegningens filnavn<br>B1-GRETNES_PROFIL A_DAGENS_a-phi<br>Målestokk |   |                     |                 |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL A-A, DAGENS SITUASJON<br>DRENERT ANALYSE  |             | 1200   |  |                     |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013   | Konstr./Tegnet<br>KJA   | Kontr./Tegnet<br>HH | Godkjent<br>BGK |
| Oppdragsnr.<br>20120757   |             | Tegningsnr.<br>B2  |   | Rev.                |                 |



| Material     | Un.Weight | Fi   | C   | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|-----------|------|-----|--------|------|------|------|
| Steinfylling | 19.00     | 4.20 | 0.1 |        |      |      |      |
| Tørnskorpe   | 18.00     | 3.20 | 0.1 |        |      |      |      |
| Leire 1      | 18.00     |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire   | 18.00     |      |     | C-prof | 0.85 | 0.65 | 0.35 |
| Leire 2      | 18.00     |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |

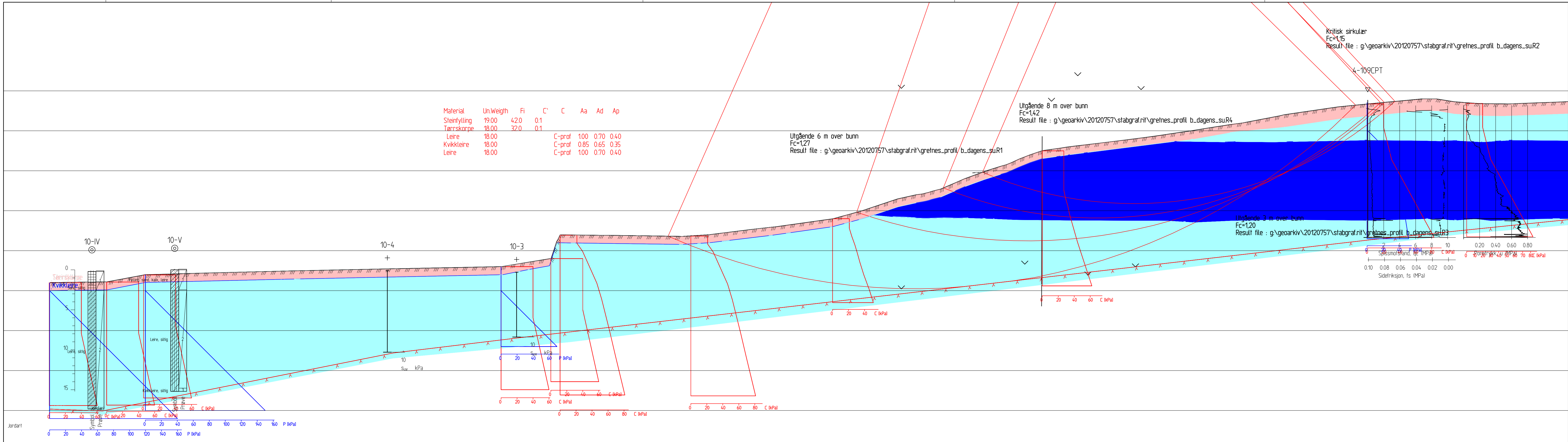


| Rev   | Beskrivelse | Dato               | Tegn.                   | Kontr.                | Godkj.            |
|---|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|
|   |             |                    |                         |                       |                   |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                    |                         |                       |                   |
| <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL A-A</b><br><b>TILTAK KALKSEMENTPELER</b><br><b>UDRENERT ANALYSE</b>                                    |             |                    |                         |                       |                   |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013 | Oppdragsnr.<br>20120757 | Konstr./Tegnet<br>KJA | Tegningsnr.<br>B3 |
|   |             |                    | Kontrollert<br>HH       | Godkjent<br>BGK       | Rev.              |



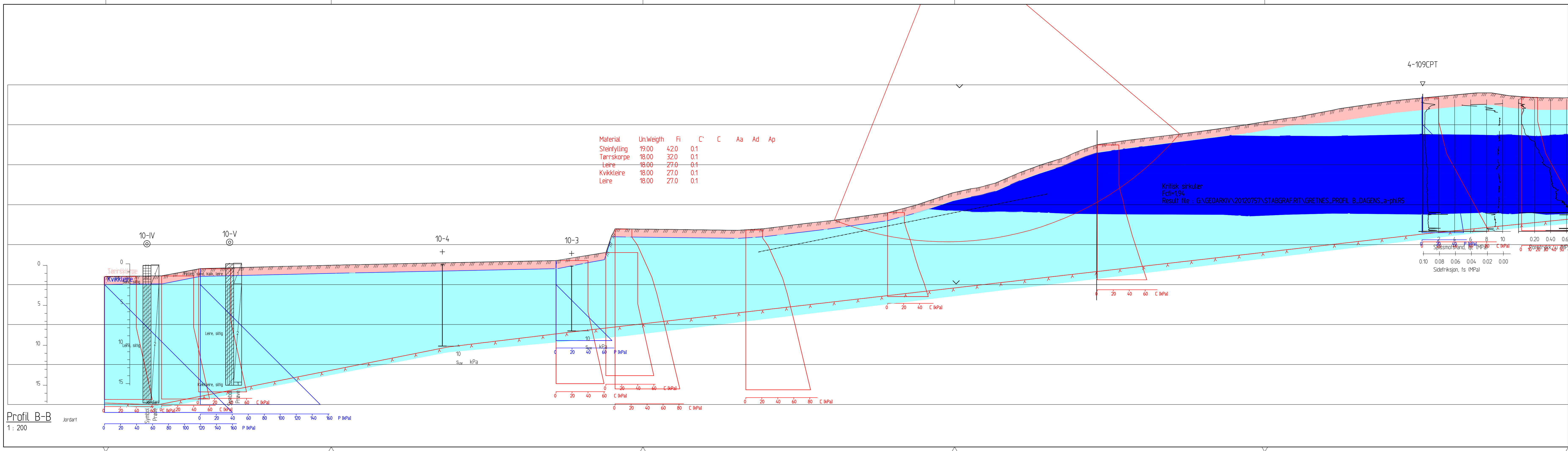
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0


## Vedlegg C - Beregningsresultater, profil B

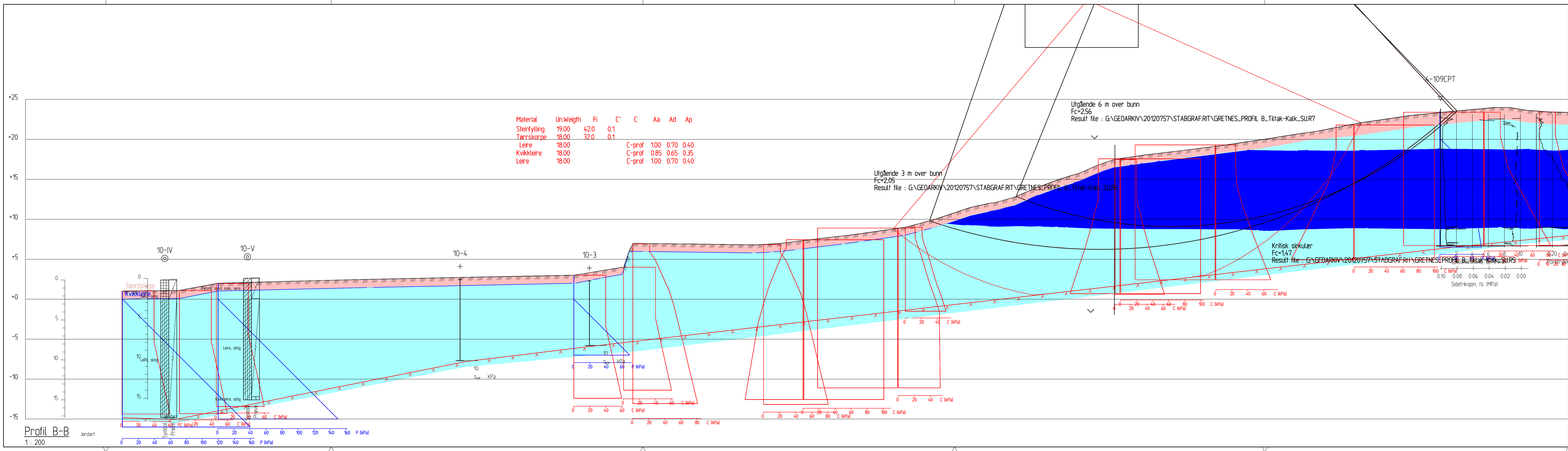


|   |             |             |                |               |          |
|---|-------------|-------------|----------------|---------------|----------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato        | Tegn.          | Kontr.        | Godkj.   |
|   |             |             |                |               |          |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b>  |             |             |                |               |          |
| <b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>   |             |             |                |               |          |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL B-B, DAGENS SITUASJON   |             |             |                |               |          |
| UDRENERT ANALYSE  |             |             |                |               |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato        | Konstr./Tegnet | Kontr./Tegnet | Godkjent |
|   |             | 18.02.2013  | KJA            | HHe           | BGK      |
|   |             | Oppdragsnr: | Tegningsnr.    | Rev.          |          |
|   |             | 20120757    | C1             |               |          |





|   |             |  |                       |                    |                 |
|---|-------------|--|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Rev   | Beskrivelse | Dato   | Tegn.                 | Kontr.             | Godkj.          |
|   |             |  |                       |                    |                 |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             | Original format<br>A-3LLL<br>Tegningens filnavn<br>C1-GRETNES_PROFIL B_DAGENS_a-phi<br>Målestokk |                       |                    |                 |
| <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL B-B, DAGENS SITUASJON</b><br><b>DRENERT ANALYSE</b>  |             | 1200<br>    |                       |                    |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013   | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontrollert<br>HHc | Godkjent<br>BGK |
|   |             | Oppdragsnr.<br>20120757  | Tegningsnr.<br>C2     | Rev.               |                 |



| Rev   | Beskrivelse | Dato               | Tegn                    | Kontr                 | Godkj               |
|---|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
|   |             |                    |                         |                       |                     |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                    |                         |                       |                     |
| <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL B-B</b><br><b>TILTAK KALKSEMENTPELER</b><br><b>UDRENERT ANALYSE</b>                                    |             |                    |                         |                       |                     |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013 | Oppdragsnr.<br>20120757 | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontrollert<br>HHHe |
|   |             |                    |                         | Godkjent<br>BGK       | Rev.<br>C3          |



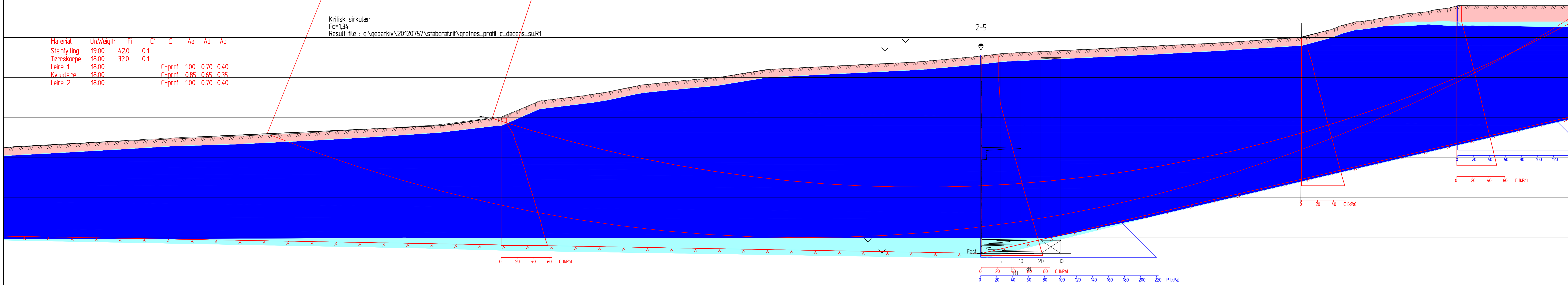
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg D - Beregningsresultater, profil C

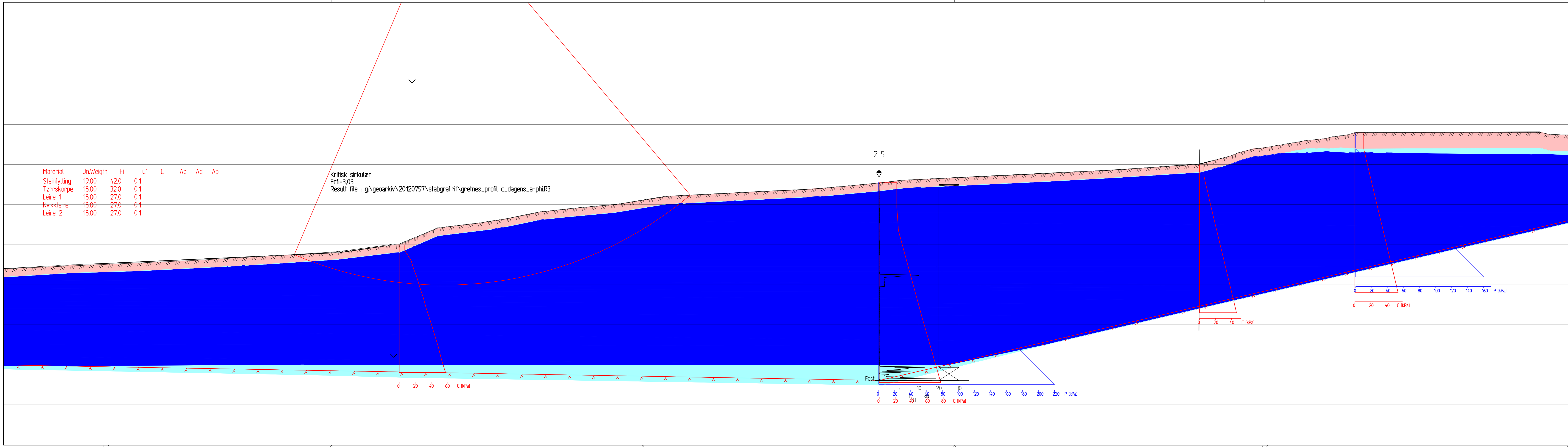
Utgående 2 m over kritisk  
 $F_c=1,39$   
 Result file : g:\geoarkiv\20120757\stabgraf.rif\gretnes\_profil\_c\_dagens\_su.R2

Kritisk sirkulær  
 $F_c=1,34$   
 Result file : g:\geoarkiv\20120757\stabgraf.rif\gretnes\_profil\_c\_dagens\_su.R1

| Material     | Un    | Weight | Fi   | C      | C    | Aa   | Ad   | Ap |
|--------------|-------|--------|------|--------|------|------|------|----|
| Steinfylling | 19.00 |        | 42.0 | 0.1    |      |      |      |    |
| Tørnskorpe   | 18.00 |        | 32.0 | 0.1    |      |      |      |    |
| Leire 1      | 18.00 |        |      | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |    |
| Kvikkleire   | 18.00 |        |      | C-prof | 0.85 | 0.65 | 0.35 |    |
| Leire 2      | 18.00 |        |      | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |    |

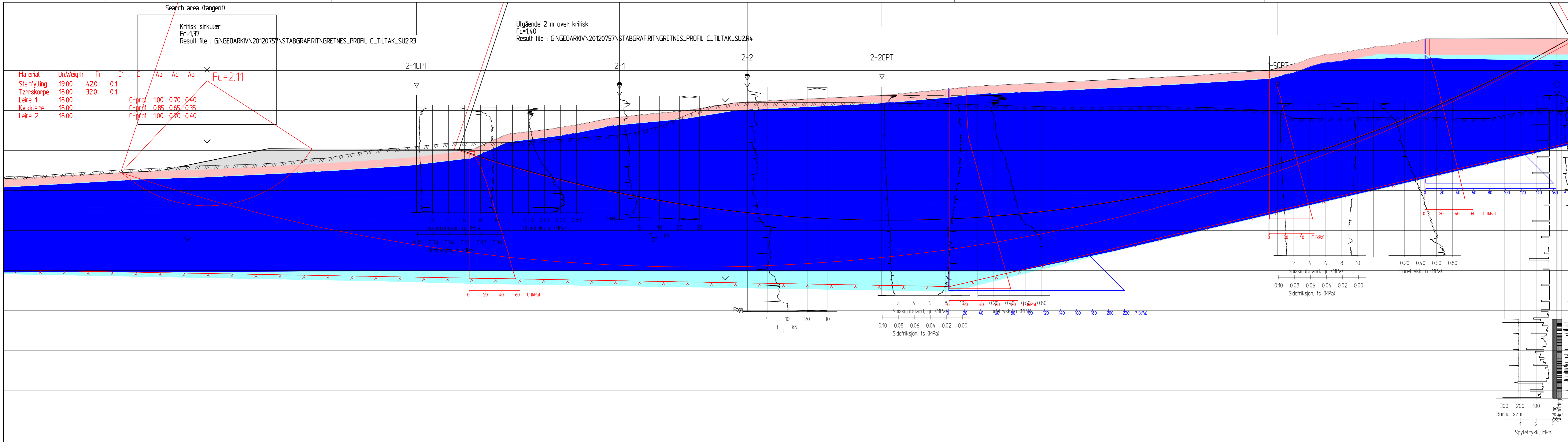


| Rev.  | Beskrivelse | Dato   | Tegn.                 | Kontr.               | Godkj.          |
|---|-------------|--|-----------------------|----------------------|-----------------|
|   |             |  |                       |                      |                 |
| REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA<br>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET   |             | Original format<br>A-3LLL                    |                       |                      |                 |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL C-C, DAGENS SITUASJON<br>UDRENERT ANALYSE   |             | Tegningsnr.<br>D1-GRETNES PROFIL C DAGENS SU |                       |                      |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013                           | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontr./Tegnet<br>HHe | Godkjent<br>BGK |
|   |             | Oppdragsnr.<br>20120757                      | Rev.                  |                      |                 |
|   |             |  | Målestokk<br>1:200    |                      |                 |
|   |             |  | NGI                   |                      |                 |



|   |             |  |       |                                    |          |
|---|-------------|--|-------|------------------------------------|----------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato                                   | Tegn. | Kontr.                             | Godkj.   |
|   | Status      |  |       |                                    |          |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |  |       |                                    |          |
| STABILITETSBREGNING PROFIL C-C, DAGENS SITUASJON<br>DRENERT ANALYSE   |             |  |       |                                    |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             |  |       |                                    | 1200<br> |
| 18.02.2013<br>Oppdragsnr.: 20120757   |             | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr.: D2 |       | Kontrollert: HHHe<br>Godkjent: BGK |          |





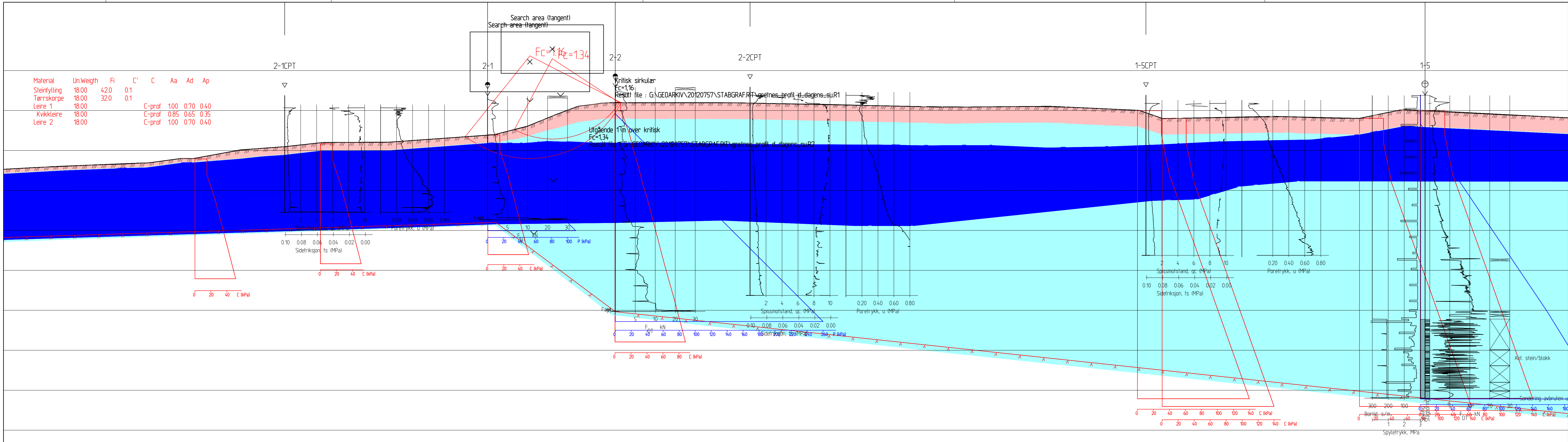
| Rev   | Beskrivelse | Dato                                  | Tegn. | Kontr.                           | Godkj. |
|---|-------------|---------------------------------------|-------|----------------------------------|--------|
|   |             |                                       |       |                                  |        |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                                       |       |                                  |        |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL C-C, TILTAK MOTFYLLING<br>UDRENET ANALYSE   |             |                                       |       |                                  |        |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             |                                       |       |                                  |        |
| 1200  |             | NGI                                   |       |                                  |        |
| 18.02.2013<br>Oppdragsnr: 20120757  |             | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr: D3 |       | Kontrollert: HH<br>Godkjent: BGK |        |



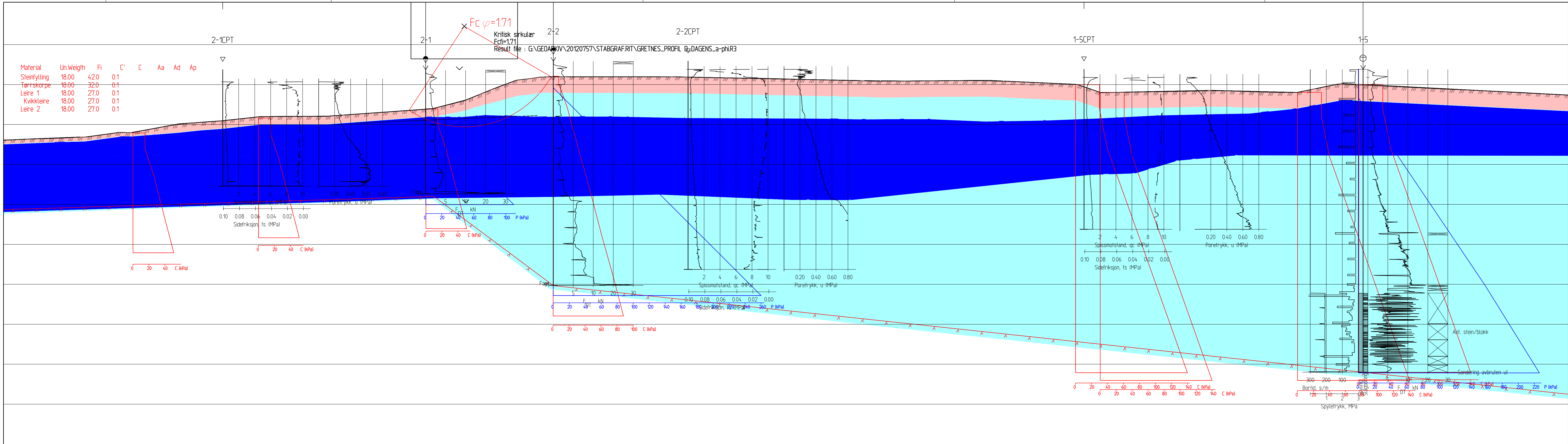
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg E - Beregningsresultater, profil D

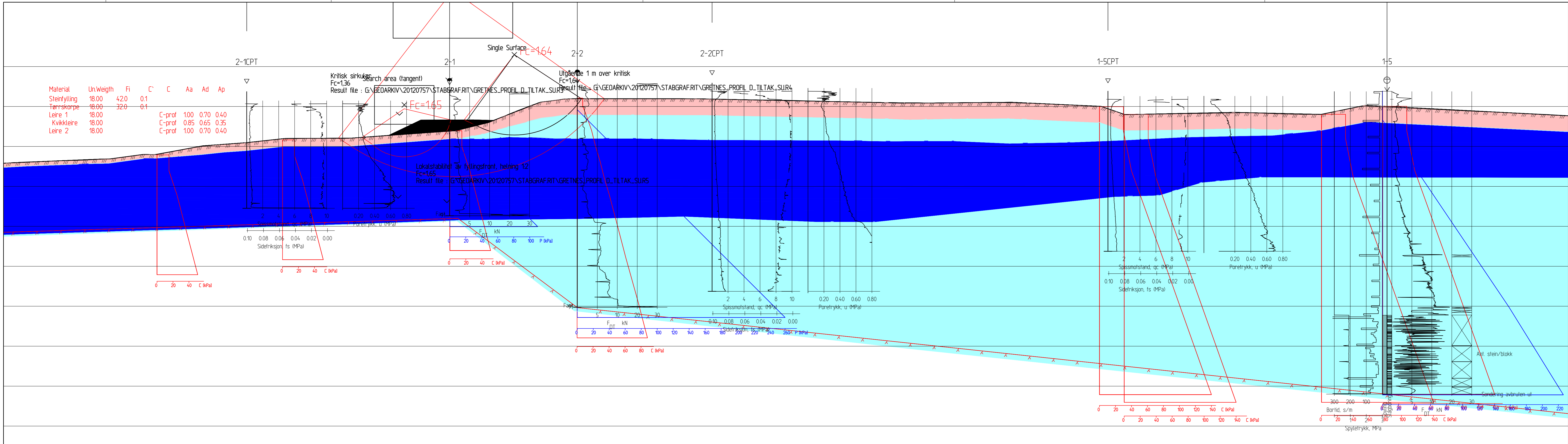
| Material     | Un, Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Steinfylling | 18.00      | 42.0 | 0.1 |        |      |      |      |
| Tørrskorpe   | 18.00      | 32.0 | 0.1 |        |      |      |      |
| Leire 1      | 18.00      |      |     | C-praf | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire   | 18.00      |      |     | C-praf | 0.85 | 0.65 | 0.35 |
| Leire 2      | 18.00      |      |     | C-praf | 1.00 | 0.70 | 0.40 |



|   |             |                    |                               |               |          |
|---|-------------|--------------------|-------------------------------|---------------|----------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato               | Tegn.                         | Kontr.        | Godkj.   |
|   | Status      |                    |                               |               |          |
| REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA<br>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET   |             | Original format    | A-3LLL                        |               |          |
| STABILITETSBREGNING PROFIL D-D, DAGENS SITUASJON<br>UDRENERT ANALYSE  |             | Tegningens filnavn | E1-GRETNES_PROFIL D_DAGENS_SU |               |          |
|   |             | Målestokk          | 1200                          |               |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato               | Konstr./Tegnet                | Kontr./Tegnet | Godkjent |
|   | 18.02.2013  | KJA                | HHe                           |               | BGK      |
| Oppdragsnr.   | 20120757    | Tegningsnr.        | E1                            | Rev.          |          |



|   |             |                    |                       |                     |                 |
|---|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato               | Tegn.                 | Kontr.              | Godkj.          |
|   | Status      |                    |                       |                     |                 |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                    |                       |                     |                 |
| Original format<br>A-3LLL<br>Tegningens filnavn<br>E2-GRETNES_PROFIL D-DAGENS_a-phi<br>Målestokk                                      |             |                    |                       |                     |                 |
| <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL D-D, DAGENS SITUASJON</b><br><b>DRENERT ANALYSE</b>  |             |                    |                       |                     |                 |
| 1200  |             |                    |                       |                     |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013 | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontrollert<br>HHHe | Godkjent<br>BGK |
| Oppdragsnr.<br>20120757   |             | Tegningsnr.<br>E2  |                       | Rev.                |                 |



| Material     | Un    | Weight | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|-------|--------|------|-----|--------|------|------|------|
| Steinfylling | 18.00 |        | 420  | 0.1 |        |      |      |      |
| Tørrskorpe   | 18.00 |        | 32.0 | 0.1 |        |      |      |      |
| Leire 1      | 18.00 |        |      |     | C-prof | 100  | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire   | 18.00 |        |      |     | C-prof | 0.85 | 0.65 | 0.35 |
| Leire 2      | 18.00 |        |      |     | C-prof | 100  | 0.70 | 0.40 |

Kritisk sirkulær  
Fc=136  
Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_D\_TILTAK\_SUR3

Search area (tangent)  
Fc=165  
Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_D\_TILTAK\_SUR4

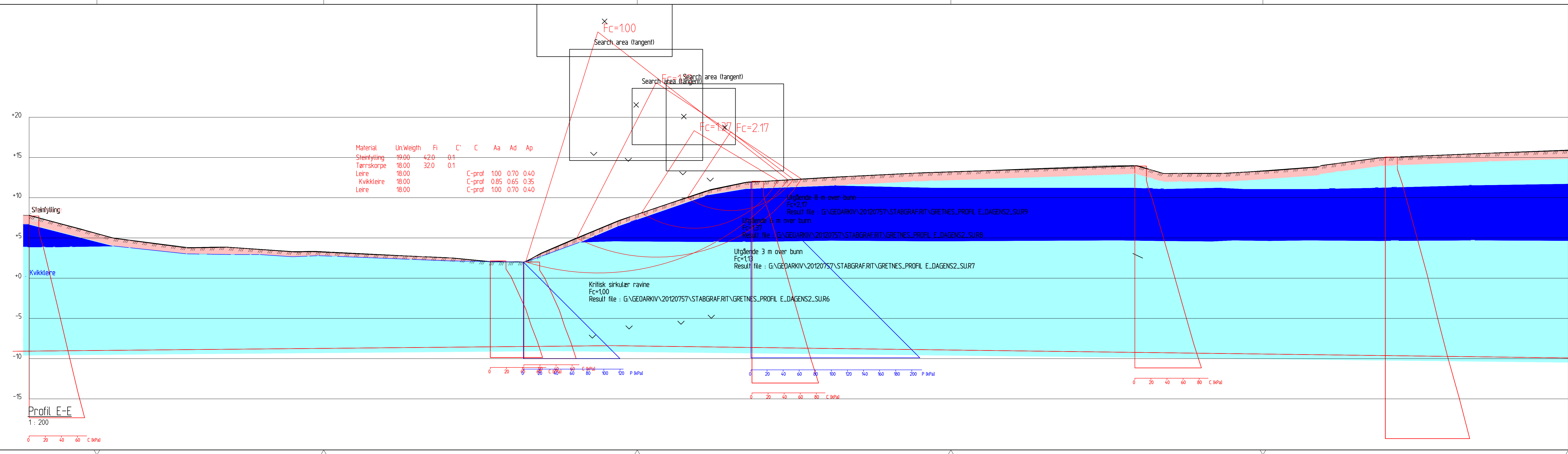
Lokalstabilitet av fyllingsfront, helning 1:2  
Fc=165  
Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_D\_TILTAK\_SUR5

|  |             |                |       |               |        |
|--|-------------|----------------|-------|---------------|--------|
| Rev.   | Beskrivelse | Dato           | Tegn. | Kontr.        | Godkj. |
|  |             |                |       |               |        |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b>   |             |                |       |               |        |
| <b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>  |             |                |       |               |        |
| Original format  |             |                |       |               |        |
| A-3LLL   |             |                |       |               |        |
| Tegningens filnavn   |             |                |       |               |        |
| E3-GRETNES_PROFIL_D_TILTAK_SU  |             |                |       |               |        |
| Målestokk  |             |                |       |               |        |
| 1200   |             |                |       |               |        |
| <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL D-D, TILTAK MOTFYLLING</b>  |             |                |       |               |        |
| <b>UDRENERT ANALYSE</b>  |             |                |       |               |        |
| NGI  |             |                |       |               |        |
| Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             |                |       |               |        |
| Dato   | 18.02.2013  | Konstr./Tegnet | KJA   | Kontr./Tegnet | HHHe   |
| Oppdragsnr.  | 20120757    | Tegningsnr.    | E3    | Godkjent      | BGK    |
| Rev.   |             |                |       |               |        |



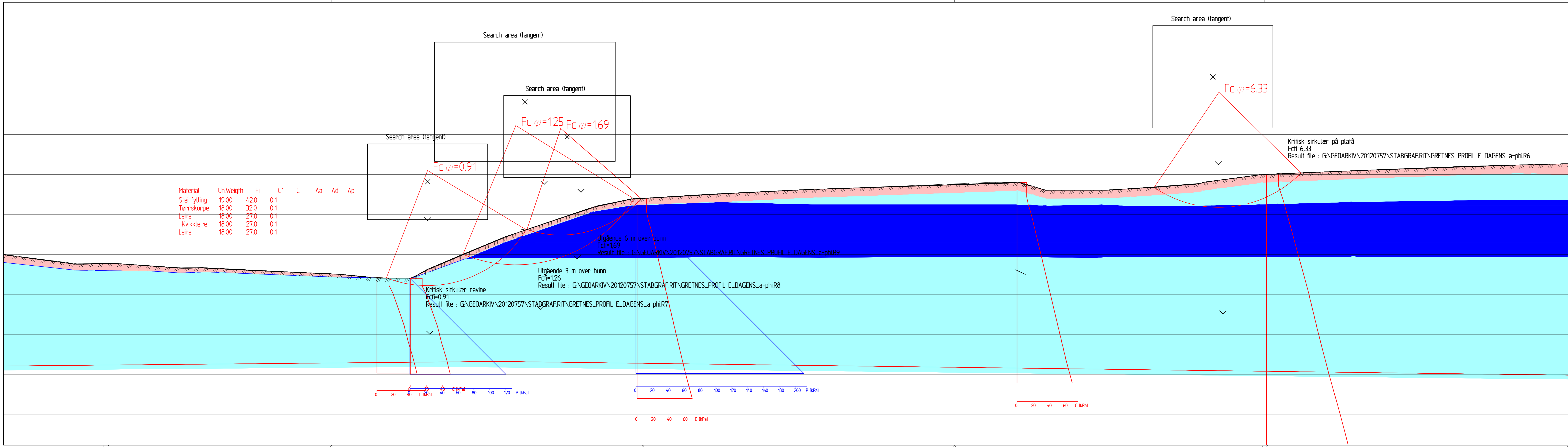
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg F - Beregningsresultater, profil E



|   |             |                          |                       |                          |                 |
|---|-------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato                     | Tegn.                 | Kontr.                   | Godkj.          |
|   |             |                          |                       |                          |                 |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                          |                       |                          |                 |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL E-E, DAGENS SITUASJON<br>UDRENERT ANALYSE   |             |                          |                       |                          |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013       | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontrollert<br>HHc       | Godkjent<br>BGK |
| Oppdragsnr.<br><b>20120757</b>  |             | Tegningsnr.<br><b>F1</b> |                       | Målestokk<br><b>1200</b> |                 |

| Material     | Un.Weight | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------|-----|---|----|----|----|
| Steinfylling | 19.00     | 42.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Tørnskorpe   | 18.00     | 32.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Leire        | 18.00     | 27.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Kvikkleire   | 18.00     | 27.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Leire        | 18.00     | 27.0 | 0.1 |   |    |    |    |



Kritisk sirkulær på platå  
 $F_c = 6.33$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL E\_DAGENS\_a-phiR6

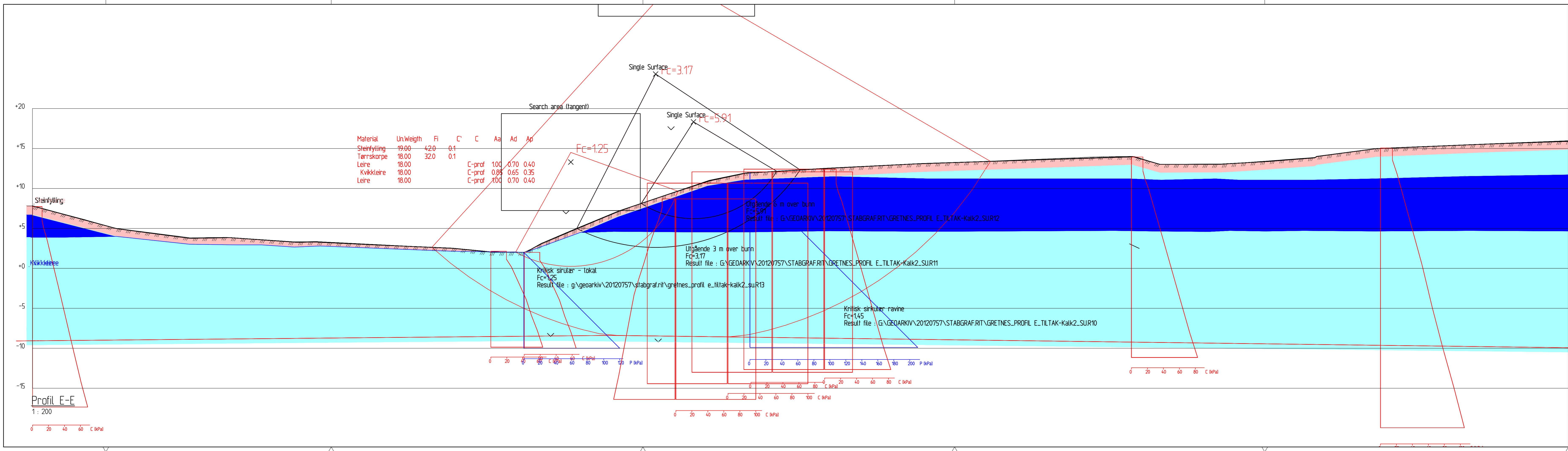
Utgående 6 m over bunn  
 $F_{ci} = 1.69$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL E\_DAGENS\_a-phiR9

Utgående 3 m over bunn  
 $F_{ci} = 1.26$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL E\_DAGENS\_a-phiR8

Kritisk sirkulær ravine  
 $F_{ci} = 0.91$   
 Result file : G:\GEOARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL E\_DAGENS\_a-phiR7

| Rev   | Beskrivelse | Dato                     | Tegn.                 | Kontr.                    | Godkj.          |
|---|-------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|
|   |             |                          |                       |                           |                 |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                          |                       |                           |                 |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL E-E, DAGENS SITUASJON<br>DRENERT ANALYSE  |             |                          |                       |                           |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013       | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontrollert<br>HH         | Godkjent<br>BGK |
| Oppdragsnr.<br><b>20120757</b>  |             | Tegningsnr.<br><b>F2</b> |                       | Målestokk<br><b>1:200</b> |                 |





| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|------|-------------|------|-------|--------|--------|
|      |             |      |       |        |        |

**REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA  
GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET**

Original format: A-3LLL  
Tegningens filnavn: F3-GRETNES\_PROFIL E\_TILTAK-Kalk2\_SU  
Målestokk: 1200

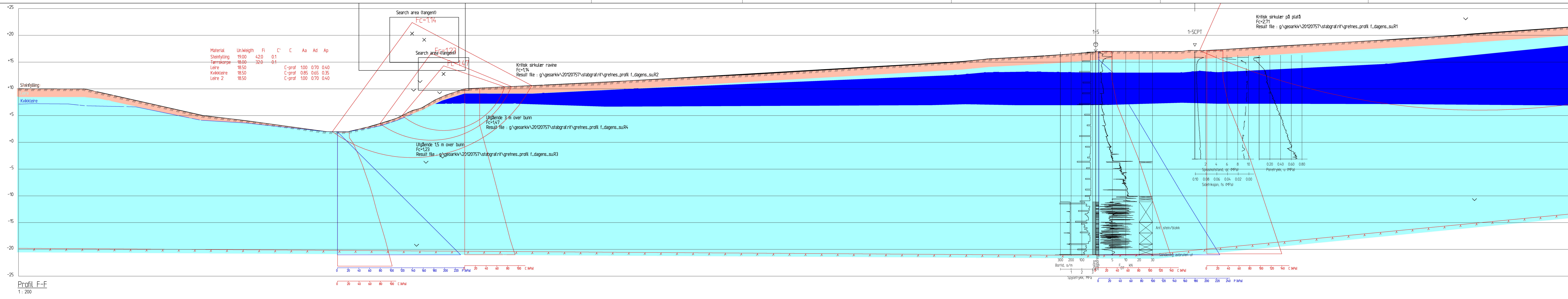
**STABILITETSBEREGNING PROFIL E-E,  
TILTAK KALKSEMENTPELER  
UDRENERT ANALYSE**

|   |   |  |                     |               |
|---|---|--|---------------------|---------------|
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no | Dato: 18.02.2013<br>Oppdragsnr.: 20120757 | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr.: F3 | Kontr./Tegnet: HHHe | Godkjent: BGK |
|---|---|--|---------------------|---------------|



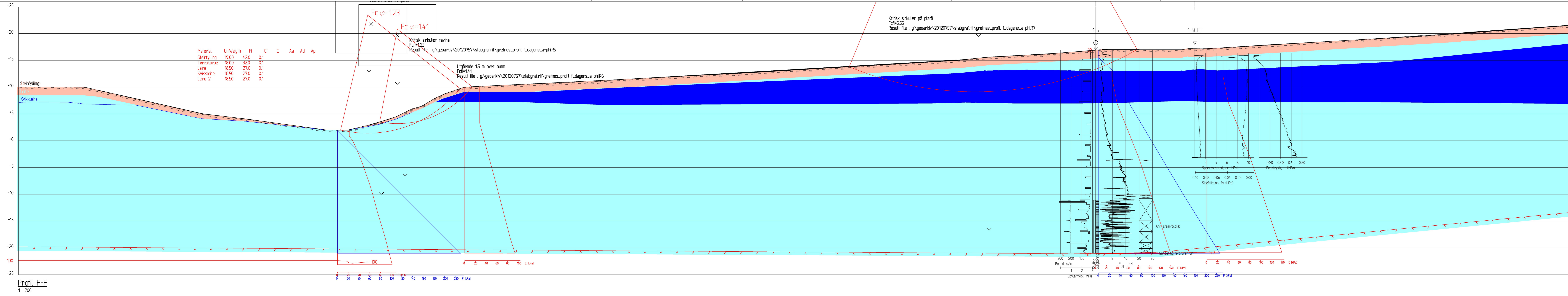
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg G - Beregningsresultater, profil F



Profil F-F  
1 : 200

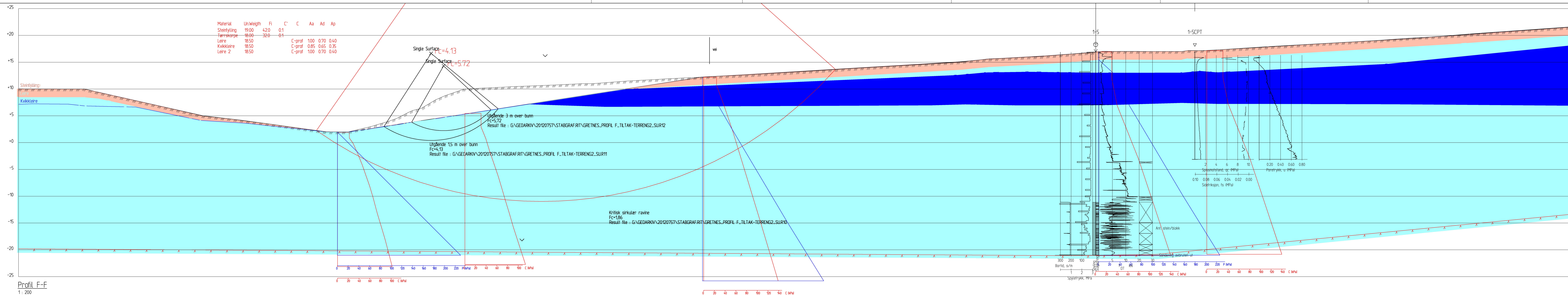
|   |             |  |       |                               |          |
|---|-------------|--|-------|-------------------------------|----------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato                                   | Tegn. | Kontr.                        | Godkj.   |
|   |             |  |       |                               |          |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |  |       |                               |          |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL F-F, DAGENS SITUASJON<br>UDRENT ANALYSE   |             |  |       |                               |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 · PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             |  |       |                               | 1200<br> |
| Dato: 18.02.2013<br>Oppdragnr.: 20120757  |             | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr.: G1 |       | Kontrollert: HHe<br>Rev.: BGK |          |



Profil F-F  
1 : 200

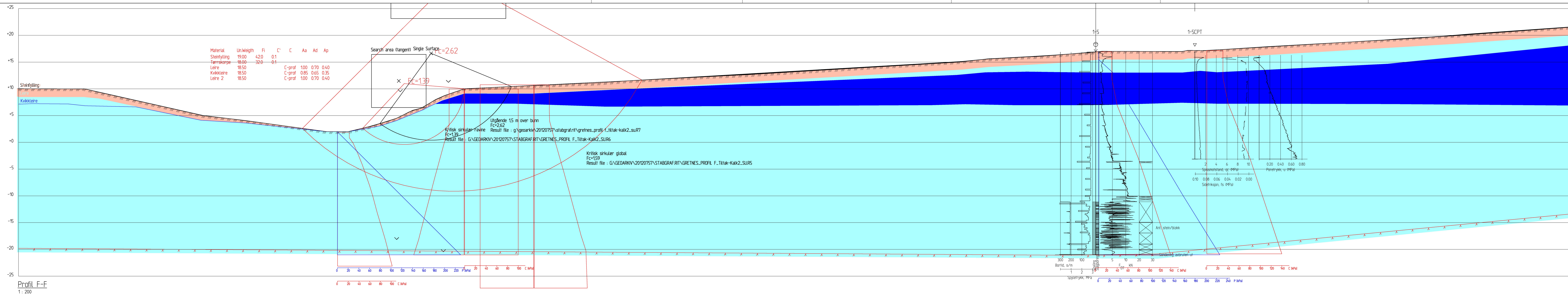
|   |             |  |      |                                   |        |
|---|-------------|--|------|-----------------------------------|--------|
| Rev   | Beskrivelse | Dato                                   | Tegn | Kont.                             | Godkj. |
|   |             |  |      |                                   |        |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |  |      |                                   |        |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL F-F, DAGENS SITUASJON<br>DRENERT ANALYSE  |             |  |      |                                   |        |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             |  |      |                                   |        |
| Dato: 18.02.2013<br>Oppdragnr.: 20120757  |             | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr.: G2 |      | Kontrollert: HHe<br>Godkjent: BGK |        |
| 1200  |             |  |      |                                   |        |
|   |             |  |      |                                   |        |

| Material     | Un.Weight | Fi  | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|-----------|-----|-----|--------|------|------|------|
| Steinfylling | 19.00     | 420 | 0.1 |        |      |      |      |
| Tørreskorpe  | 18.00     | 320 | 0.1 |        |      |      |      |
| Leire        | 18.50     |     |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire   | 18.50     |     |     | C-prof | 0.85 | 0.65 | 0.35 |
| Leire 2      | 18.50     |     |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |



Profil F-F  
1 : 200

|   |             |      |      |   |  |
|---|-------------|------|------|---|--|
| Rev   | Beskrivelse | Dato | Tegn | Kontroll                                      | Godkj                                      |
|   |             |      |      |   |  |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |      |      |   |  |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL F-F, TILTAK MOT Fylling<br>UDRENET ANALYSE  |             |      |      |   |  |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             |      |      | Dato<br>18.02.2013<br>Oppdragsnr.<br>20120757 | Konstr./Tegnet<br>KJA<br>Tegningsnr.<br>G3 |
| 1200  |             |      |      | Kontrollert<br>HHe                            | Godkjent<br>BGK                            |



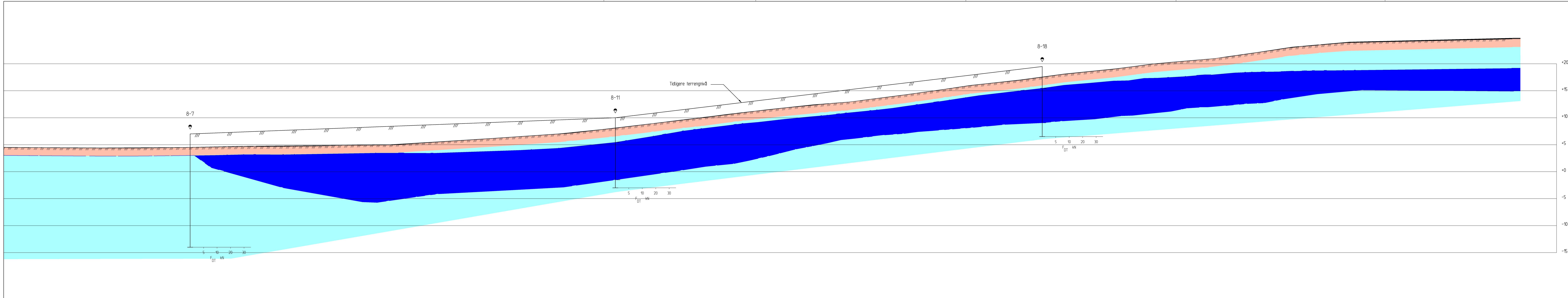
Profil F-F  
1 : 200


|     |  |                    |                         |                       |                    |
|-----|--|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| Rev | Beskrivelse  | Dato               | Tegn                    | Kontr.                | Godkj.             |
|     | REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA<br>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET  |                    |                         |                       |                    |
|     | STABILITETSBEREGNING PROFIL F-F<br>TILTAK KALKSEMENTPELER<br>UDRENT ANALYSE  |                    |                         |                       |                    |
|     | NGI<br>Sognsveien 72 · PO Box 3930 Utneviel Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no | Dato<br>18.02.2013 | Oppdragsnr.<br>20120757 | Konstr./Tegner<br>KJA | Kontrollert<br>HHe |
|     |  |                    |                         |                       | Godkjert<br>BGK    |



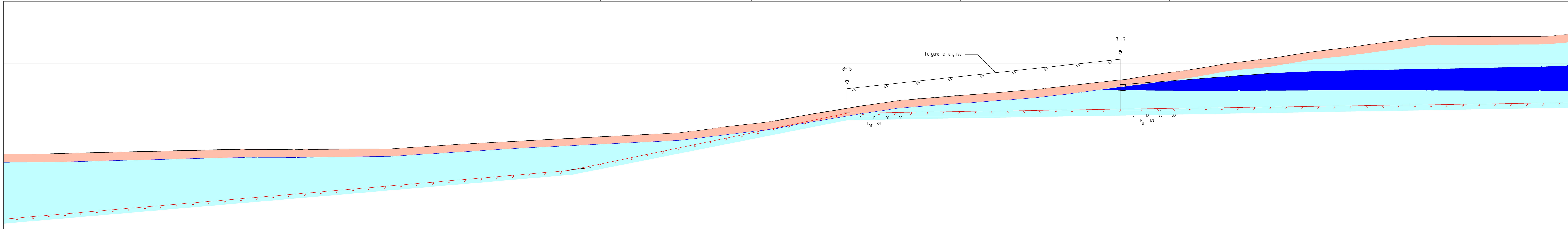
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0



# Vedlegg H - Maseuttak langs Gretnesbekken, profil 1 til 7

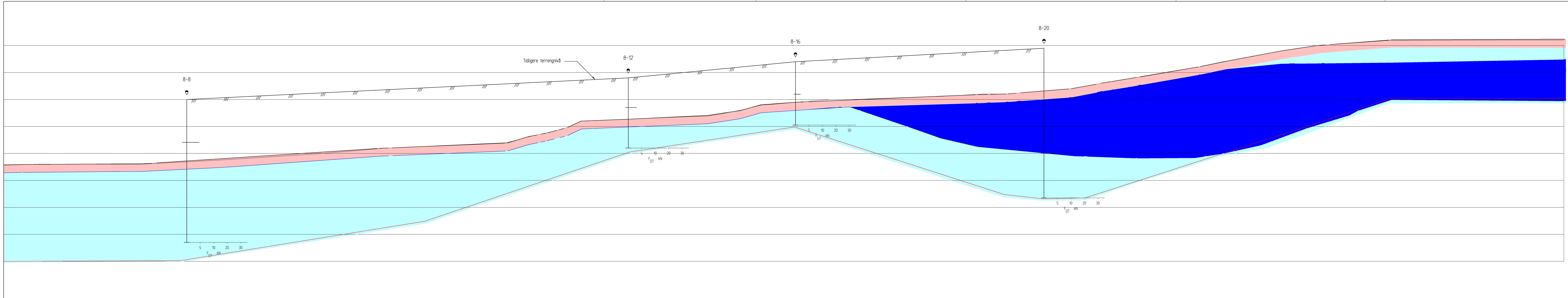




|  |             |  |  |                                     |  |
|--|-------------|--|--|-------------------------------------|--|
| Rev.   | Beskrivelse | Dato   | Tegn.  | Kontr.                              | Godkj.   |
|  |             |  |  |                                     |  |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                      |             |  |  |                                     | Status:<br>Original format<br>A-3LL<br>Tegnings tittel:<br>H-GRETNES_PROFIL 1 DAGENS_SU<br>Prosjekt:<br>1200 |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETNESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 1-1</b>   |             |  |  |                                     |                           |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utnevl Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato:<br>18.02.2013<br>Oppdragnr.:<br>20120757 | Konstr./Tegnet:<br>KJA<br>Tegningsnr.:<br>H1 | Kontrollert:<br>HHe<br>Rev.:<br>BGK | Godkjent:<br><br>  |

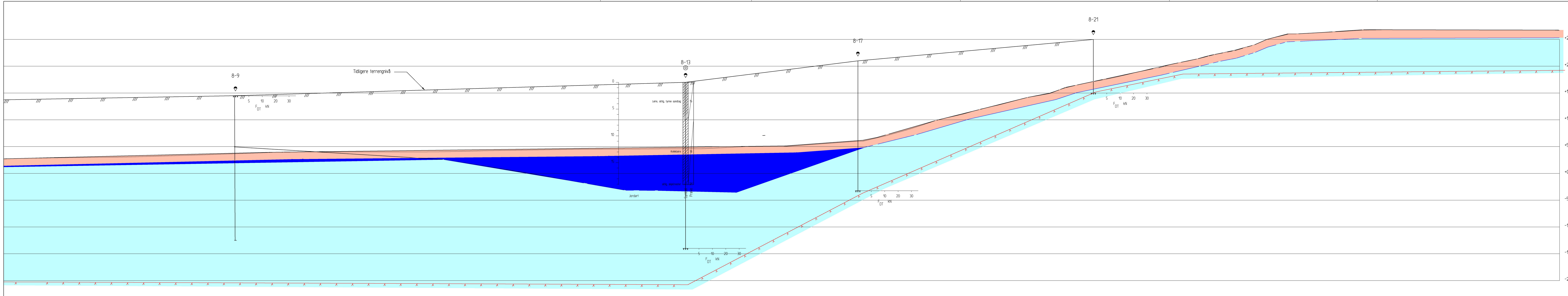




|   |             |  |   |                                     |  |
|---|-------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato   | Tegn.                                       | Kont.                               | Godkj.   |
|   |             |  |   |                                     |  |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |  |   |                                     | Status:<br>Original format<br>A-3LLL<br>Tegningens tittel:<br>H-GRETNES_PROFIL 2_DAGENS_SU<br>Rådgiver:<br> |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETNESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 2-2</b>  |             |  |   |                                     | Skala:<br>1200<br>  |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utlevik Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato:<br>18.02.2013<br>Oppdragnr.:<br>20120757 | Konstr./Tegnet:<br>KJA<br>Tegningnr.:<br>H2 | Kontrollert:<br>HHe<br>Rev.:<br>BGK | Godkjent:<br><br>  |




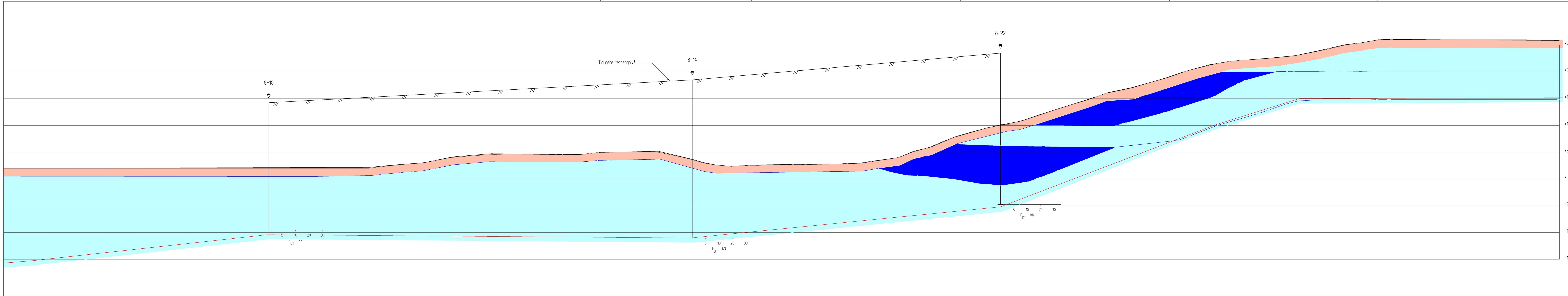
|   |             |  |  |                                     |                   |
|---|-------------|--|--|-------------------------------------|-------------------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato   | Tegn.  | Kontr.                              | Godkj.            |
|   |             |  |  |                                     |                   |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             | Status:<br>Original format<br>A-3LLL<br>Tegnings tittel:<br>H-GRETNES_PROFIL 3_DAGENS_SU<br>Prosjekt:<br> |  |                                     |                   |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETNESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 3-3</b>  |             | 1200<br>  |  |                                     |                   |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utlevik Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato:<br>18.02.2013<br>Oppdragsnr.:<br>20120757  | Konstr./Tegnet:<br>KJA<br>Tegningsnr.:<br>H3 | Kontrollert:<br>HHe<br>Rev.:<br>BGK | Godkjent:<br><br> |



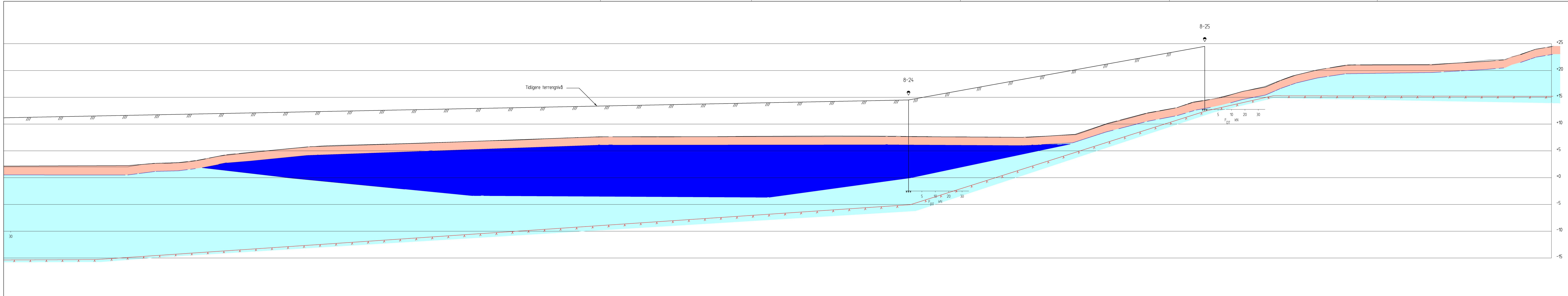
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|------|-------------|------|-------|--------|--------|
|      |             |      |       |        |        |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |  | Status:<br>Original formal<br>A-3LLL<br>Tegnings tittel:<br>H-GRETNES PROFIL 4 - DAGENS SU<br>Prosjekt:<br>Sundløkka |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETNESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 4-4</b>  |  | Skala:<br>1200<br>                |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no | Dato:<br>18.02.2013<br>Oppdragnr.:<br>20120757 | Konstr./Tegnet:<br>KJA<br>Tegningsnr.:<br>H4   |
| Godkjent:<br>HHe  |  | Godkjent:<br>BGK   |

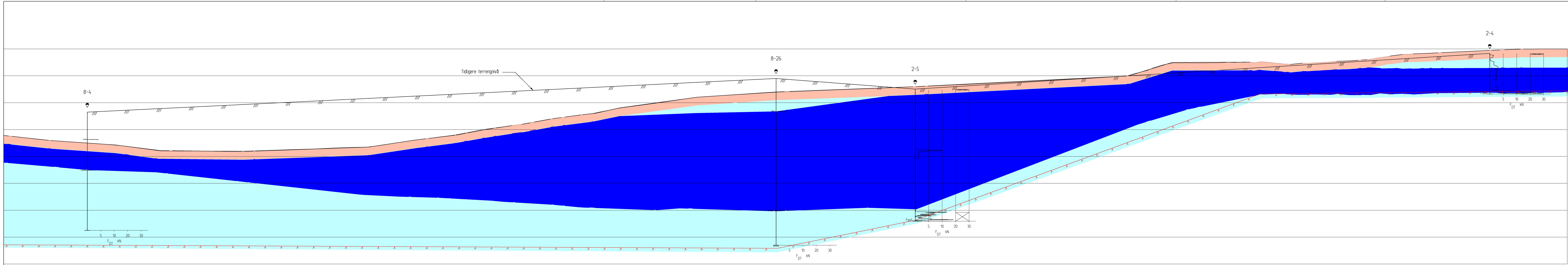


|   |             |                 |                              |             |          |
|---|-------------|-----------------|------------------------------|-------------|----------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato            | Tegn.                        | Kontr.      | Godkj.   |
|   |             |                 |                              |             |          |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETTES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             | Status          | Original format              |             |          |
|   |             | Original format | A-3LLL                       |             |          |
|   |             | Tegnings tittel | H-GRETTES_PROFIL 5_DAGENS_SU |             |          |
|   |             | Prosjekt        | 1200                         |             |          |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETTESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 5-5</b>  |             | Kontrollert     | HHe                          |             |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utlevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato            | Konstr./Tegnet               | Kontrollert | Godkjert |
|   |             | 18.02.2013      | KJA                          | HHe         | BGK      |
|   |             | Oppdragsnr.     | Tegningsnr.                  | Rev.        |          |
|   |             | 20120757        | H5                           |             |          |



|   |             |   |       |                                   |        |
|---|-------------|---|-------|-----------------------------------|--------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato  | Tegn. | Kontr.                            | Godkj. |
|   |             |   |       |                                   |        |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b> |             | Status:<br>Original format<br>A-3LLL<br>Tegnings tittel:<br>H-GRETNES_PROFIL 6_DAGENS_SU<br>Prosjekt:<br>1200                         |       |                                   |        |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETNESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 6-6</b>                                      |             | NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utlevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |       |                                   |        |
| Dato: 18.02.2013<br>Oppdragnr.: 20120757  |             | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr.: H6  |       | Kontrollert: HHe<br>Godkjent: BGK |        |





|   |             |                   |                              |             |          |
|---|-------------|-------------------|------------------------------|-------------|----------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato              | Tegn.                        | Kontr.      | Godkj.   |
|   |             |                   |                              |             |          |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             | Status            |                              |             |          |
|   |             | Original format   |                              |             |          |
|   |             | Tegningens tittel | A-3LL                        |             |          |
|   |             | Prosjekt          | H-GRETNES_PROFIL 7 DAGENS_SU |             |          |
| <b>MASSEUTTAK LANGS GRETNESBEKKEN</b><br><b>PROFIL 7-7</b>  |             | Skala             | 1200                         |             |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato              | Konstr./Tegnet               | Kontrollert | Godkjent |
|   |             | 18.02.2013        | KJA                          | HHe         | BGK      |
|   |             | Oppdragsnr:       | Tegningsnr:                  | Rev.        |          |
|   |             | 20120757          | H7                           |             |          |



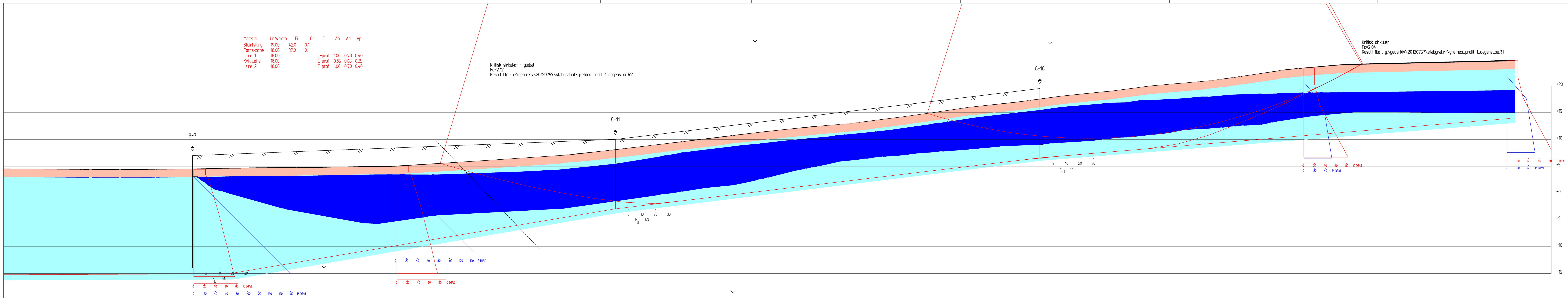
Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg I - Beregningsresultater, profil 1

| Material     | Un    | Weight | Fi   | C      | C    | Aa   | Ad   | Ap |
|--------------|-------|--------|------|--------|------|------|------|----|
| Steinfylling | 19.00 |        | 42.0 | 0.1    |      |      |      |    |
| Tørnskorpe   | 18.00 |        | 32.0 | 0.1    |      |      |      |    |
| Leire 1      | 18.00 |        |      | C-prof | 100  | 0.70 | 0.40 |    |
| Kvikkleire   | 18.00 |        |      | C-prof | 0.85 | 0.65 | 0.35 |    |
| Leire 2      | 18.00 |        |      | C-prof | 100  | 0.70 | 0.40 |    |

Kritisk sirkulær - global  
 Fc=2.12  
 Result file : g:\geoteknisk\20120757\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_1\_dagens\_suR2

Kritisk sirkulær  
 Fc=2.04  
 Result file : g:\geoteknisk\20120757\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_1\_dagens\_suR1

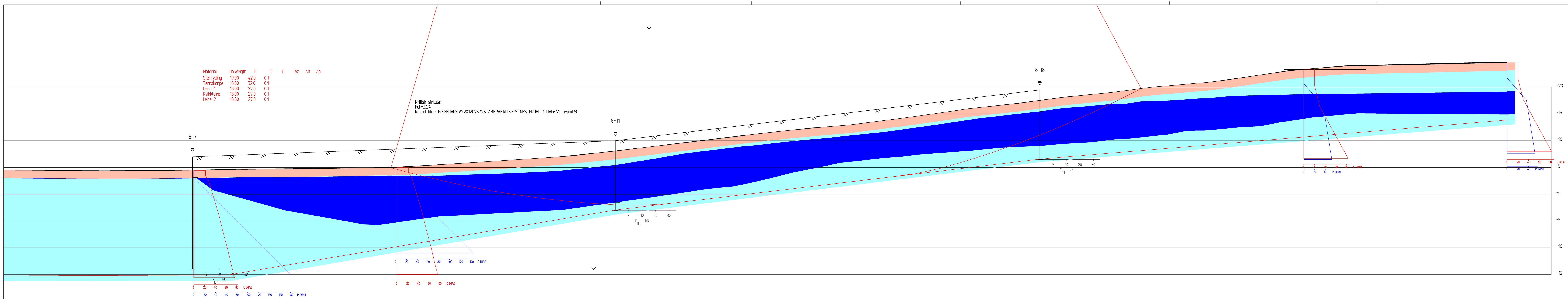


|   |             |   |  |                  |               |
|---|-------------|---|--|------------------|---------------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato                                      | Tegn.                                  | Kont.            | Godkj.        |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |   |  |                  |               |
| Status: Original format<br>Tegningsnavn: IT-GRETNES_PROFIL_1_DAGENS_SU<br>Prosjekt: 1200  |             |   |  |                  |               |
| <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL 1-1, DAGENS SITUASJON</b><br>UDRENET ANALYSE   |             |   |  |                  |               |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utlevik Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato: 18.02.2013<br>Oppdragsnr.: 20120757 | Konstr./Tegnet: KJA<br>Tegningsnr.: 11 | Kontrollert: HHe | Godkjent: BGK |



| Material     | Un.veigth | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------|-----|---|----|----|----|
| Steinfylling | 19.00     | 4.20 | 0.1 |   |    |    |    |
| Tørrskorpe   | 18.00     | 32.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Leire 1      | 18.00     | 27.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Kvikkleire   | 18.00     | 27.0 | 0.1 |   |    |    |    |
| Leire 2      | 18.00     | 27.0 | 0.1 |   |    |    |    |

Kritisk sirkulær  
 $F_c = 3.24$   
 Result file : G:\GEDARKIV\20120757\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_1\_DAGENS\_a-phi.R3



|   |             |                    |                       |                    |                 |
|---|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Rev.  | Beskrivelse | Dato               | Tegn.                 | Kont.              | Godk.           |
|   |             |                    |                       |                    |                 |
| <b>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</b><br><b>GEOTEKNISKE VURDERINGER-OMRÅDESTABILITET</b>                                       |             |                    |                       |                    |                 |
| STABILITETSBEREGNING PROFIL 1-1, DAGENS SITUASJON<br>DRENERT ANALYSE  |             |                    |                       |                    |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Utlevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |             | Dato<br>18.02.2013 | Konstr./Tegnet<br>KJA | Kontrollert<br>HHe | Godkjent<br>BGK |
| Oppdragsnr.<br>20120757   |             | Tegningsnr.<br>12  |                       | Skala<br>1200      |                 |

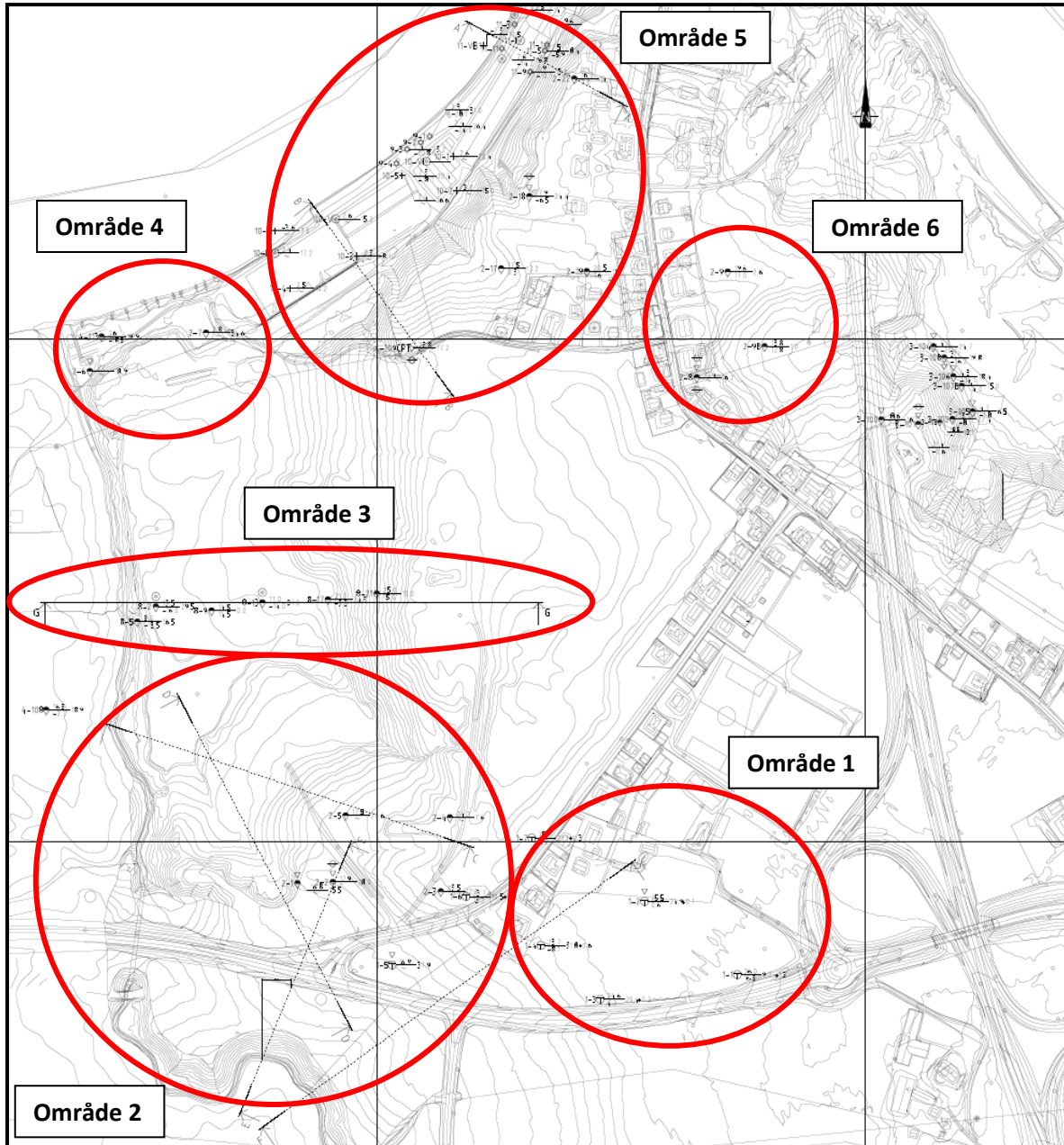


Dokumentnr.:20120757-02-R  
Dato: 2013-02-19  
Rev.nr.: 0

## Vedlegg J - **Generell oversikt over området**

# Årum Nordre

## Generell oversikt over tidligere resultater fra grunnundersøkelser



## Område 1

| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline |     | Andbefalt sua (kPa) |     |
|--|--------------|-----------|----------|------------------|-----------------------|---|---------------------------------|--------------|-----|---------------------|-----|
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su  |
| 1-2  | Total og CPT | 6570941.2 | 619273.9 | 25.50            | 24.85                 | -Tørskorpa<br>0 til 1.5<br><br>-Kvikkleire<br>1.5 til 5<br><br>-Leire<br>5 til 12<br><br>- Silt<br>12 til 14<br><br>-Leire<br>14 til 16<br><br>- Kvikkleire<br>16 til 18<br><br>- Leire<br>18 til 24.85     | 27                              | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 0            | 1.5 | 0                   | 20  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 5            | 1.5 | 4                   | 20  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 10           | 1.5 | 6                   | 20  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 26           | 1.5 | 8                   | 24  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     | 14                  | 40  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     | 26                  | 70  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline |     | Andbefalt sua (kPa) |     |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su  |
| 1-5  | Total og CPT | 6570878.0 | 619015.7 | 16.90            | 37.90                 | -Tørskorpa<br>0 til 1<br><br>-Leire<br>1 til 3<br><br>- Kvikkleire<br>3 til 11<br><br>-Leire<br>11 til 18<br><br>- Silt – Sand<br>18 til 26<br><br>- Gravel-morraine<br>26 til 37.90                        | 27                              | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 0            | 6   | 0                   | 30  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 1            | 6   | 5                   | 30  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 2            | 4   | 10                  | 40  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 5            | 3   | 20                  | 80  |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 8            | 2.  | 38                  | 140 |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 12           | 1.5 |                     |     |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 | 20           | 1.2 |                     |     |
| 38   | 1.2          |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |
| <b>Ut fra beregnet skjærstyrke synes leira å være normalkonsolidert til svakt overkonsolidert (BP1-2 &amp; BP1-5).</b> |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  |                                 |              |     |                     |     |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |
| 1-3  | Total        | 6570844.0 | 619228.8 | 24.60            | 20.38                 | -Tørskorpa<br>0 til 1.5<br><br>-Leire<br>1.5 til 4<br><br>-Kvikkleire<br>4 til 6<br><br>- Leire<br>6 til 13<br><br>-Kvikkleire<br>13 til 14<br><br>- Leire<br>14 til 19<br><br>- Kvikkleire<br>19 til 20.38 |                                 |              |     |                     |     |
|  |              |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |     |

| BP  | Metod | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  |  |  |  |
|-----|-------|-----------|----------|------------------|-----------------------|---|--|--|--|
| 1-4 | Total | 6570897.4 | 619167.9 | 23.70            | 31.83                 | -Tørskorpa<br>0 til 1.5<br><br>-Kvikkleire<br>1.5 til 8.5<br><br>- Leire<br>8.5 til 16<br><br>-Silt<br>16 til 18<br><br>- Kvikkleire<br>18 til 20<br><br>-Leire<br>20 til 30.5<br><br>-Sand<br>30.5 til 31.83 |  |  |  |



(Bilder fra Google Earth)

## Område 2

| BP  | Metod      | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)     | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline |     | Andbefalt sua (kPa) |    |
|-----|------------|-----------|----------|------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------|-----|---------------------|----|
|     |            |           |          |                  |                       |                              |                                 | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su |
| 2-2 | DrT og CPT | 6570960.4 | 618954.9 | 17.90            | 28.04                 | -Tørskorpa<br>0 til 1        | 19.9                            |              |     |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Leire<br>1 til 3            |                                 | 2            | 10  | 3                   | 22 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>3 til 5       |                                 | 3            | 3.2 | 6                   | 24 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Leire<br>5 til 10           |                                 | 5            | 2.3 | 17                  | 54 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>10 til 13     |                                 | 7            | 1.8 | 18                  | 70 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Leire<br>13 til 18          |                                 | 10           | 2.0 | 25                  | 95 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>18 til 22     |                                 | 12           | 2.1 |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Leire<br>22 til 25          |                                 | 15           | 2.3 |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>25 til 27     |                                 | 25           | 2.5 |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Silt – Sand<br>27 til 28.04 |                                 |              |     |                     |    |

**Grunneste måler indikerer en grunnvannstand om 3.3 m under terreng på måletidspunktet. Trolig er poretrykket noe mindre enn hydrostatisk i dybden.**

| BP  | Metod      | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)     | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline |     | Andbefalt sua (kPa) |    |
|-----|------------|-----------|----------|------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------|-----|---------------------|----|
|     |            |           |          |                  |                       |                              |                                 | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su |
| 2-1 | DrT og CPT | 6570959.1 | 618918.8 | 16.84            | 15.52                 | -Tørskorpa<br>0 til 1        | 20.8                            |              |     |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>1 til 2.5     |                                 | 2            | 10  | 1.5                 | 15 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Leire<br>2.5 til 7          |                                 | 2.5          | 5   | 3.3                 | 21 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>7 til 11      |                                 | 3            | 3.6 | 14.6                | 52 |
|     |            |           |          |                  |                       | -Leire<br>11 til 13          |                                 | 4            | 3   |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>13 til 15     |                                 | 7            | 2.3 |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       | -Silt – Sand<br>15 til 15.52 |                                 | 8            | 2.2 |                     |    |
|     |            |           |          |                  |                       |                              |                                 | 10           | 2.1 |                     |    |
|     | 15         | 2.0       |          |                  |                       |                              |                                 |              |     |                     |    |

**Ut fra beregnet skjærstyrke synes leira å være normalkonsolidert til svakt overkonsolidert (BP2-1 & BP1-2).**

|     |     |           |          |       |       |                              |  |  |  |  |  |
|-----|-----|-----------|----------|-------|-------|------------------------------|--|--|--|--|--|
| 2-3 | DrT | 6570951.1 | 619065.4 | 23.52 | 12.20 | -Tørskorpa<br>0 til 1        |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | -Kvikkleire<br>1 til 7       |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | -Leire<br>7 til 10           |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | -Silt – Sand<br>10 til 12.20 |  |  |  |  |  |

**Det er fjell i dagen og grunt til fjell i deler av området hvor undersøkelser var utført.**

|     |     |           |          |       |       |                            |  |  |  |  |  |
|-----|-----|-----------|----------|-------|-------|----------------------------|--|--|--|--|--|
| 2-4 | DrT | 6571024.6 | 619074.7 | 24.18 | 7.56  | - Tørskorpa<br>0 til 1     |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | - Kvikkleire<br>1 til 1.5  |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | - Leire<br>1.5 til 3       |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | - Kvikkleire<br>3 til 6.5  |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | - Sand<br>6.5 til 7.56     |  |  |  |  |  |
| 2-5 | DrT | 6571026.5 | 618968.0 | 17.52 | 24.56 | - Kvikkleire<br>0.5 til 11 |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | -Silt-Sand<br>11 til 12    |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | - Kvikkleire<br>12 til 24  |  |  |  |  |  |
|     |     |           |          |       |       | -Silt-Sand<br>24 til 24.56 |  |  |  |  |  |

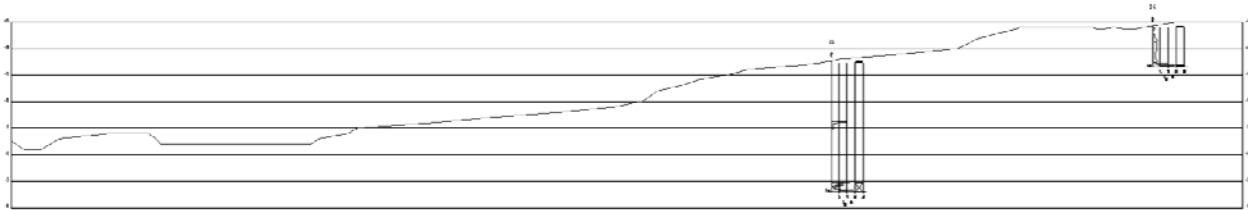
Det er fjell i dagen og grunt til fjell i deler av området hvor undersøkelser var utført.



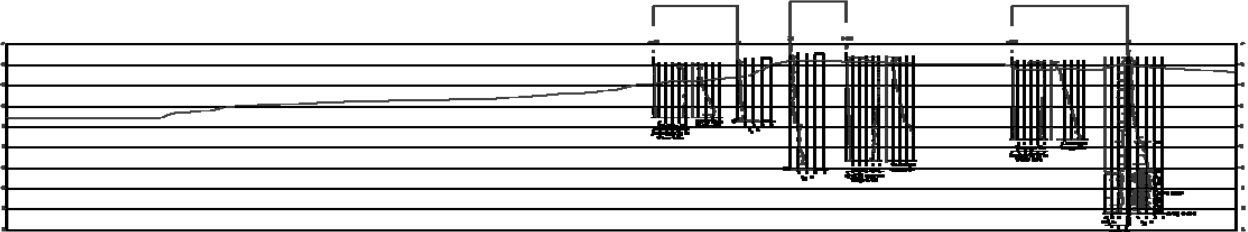
(Bilder fra Google Earth)

Profiler i områdene 1 & 2

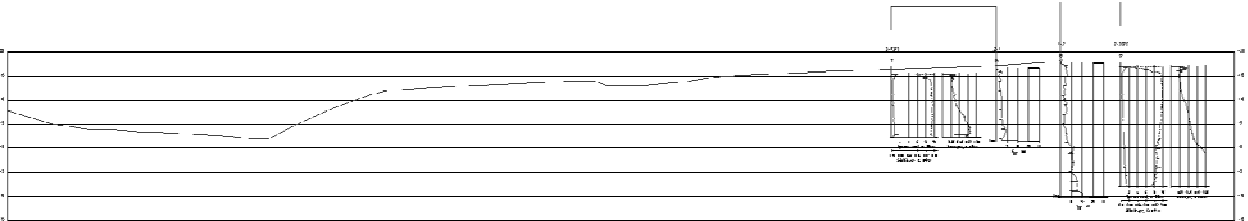
Profil "C"



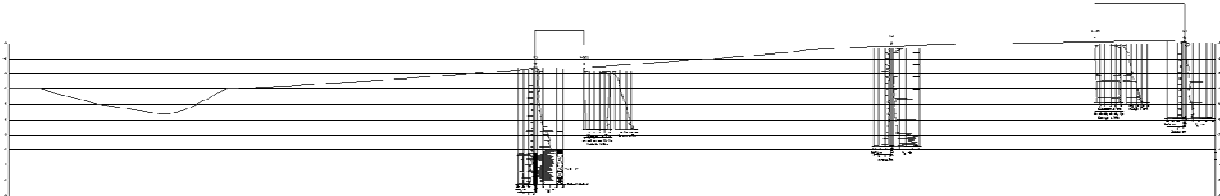
Profil "D"



Profil "E"



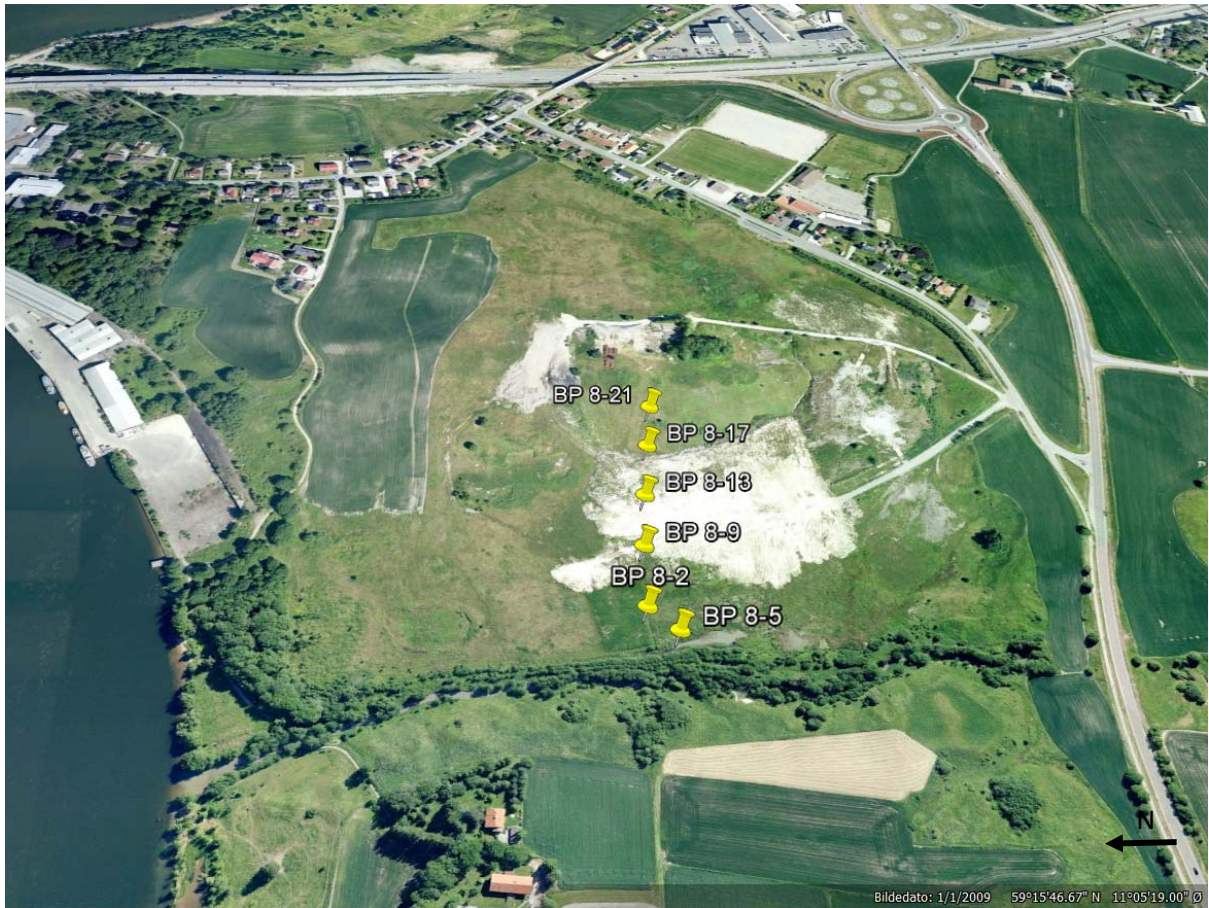
Profil "F"





### Område 3

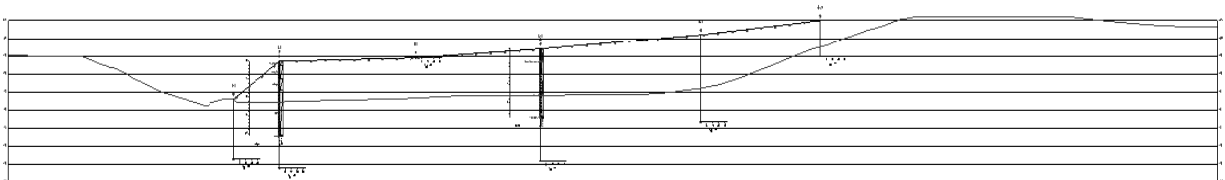
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) |   |  |  |  |
|------|--------------|-----------|----------|------------------|-----------------------|---|--|--|--|
| 8-5  | DrT          | 6571219.0 | 618755.0 | 3.0              | 16.50                 |   |  |  |  |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  |  |  |  |
| 8-2  | DrT og Prove | 6571234.0 | 618774.0 | 13.50            | 29.50                 | -Tørskorpa<br>0 til 0.5<br><br>-Leire<br>0.5 til 1<br><br>- Leire silt<br>1 til 4.80<br><br>-Leire<br>4.80 til 20.50<br><br>- Silt –Sand<br>20.50 til 29.50 |  |  |  |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) |   |  |  |  |
| 8-9  | DrT          | 6571230.0 | 618831.0 | 14.50            | 0.3                   |   |  |  |  |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  |  |  |  |
| 8-13 | DrT og Prove | 6571238.0 | 618883.0 | 17.0             | 31.0                  | -Tørskorpa<br>0 til 0.1<br><br>-Leire Silt Sand<br>0.1 til 7<br><br>- Leire<br>7 til 18.80<br><br>-Leire Silt<br>18.80 til 31                               |  |  |  |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) |   |  |  |  |
| 8-17 | DrT          | 6571241.0 | 618950.0 | 21.0             | 24.25                 |   |  |  |  |
| BP   | Metod        | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) |   |  |  |  |
| 8-21 | DrT          | 6571247.0 | 619000.0 | 25.0             | 10.0                  |   |  |  |  |



(Bilder fra Google Earth)

Profil i område 3

Profil "G"



## Område 4

| BP   | Metod       | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)                 | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline |     | Andbefalt sua (kPa) |    |
|--|-------------|-----------|----------|------------------|-----------------------|--|---------------------------------|--------------|-----|---------------------|----|
|  |             |           |          |                  |                       |  |                                 | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su |
| 2-6  | DrT and CPT | 6571467.8 | 618706.4 | 1.66             | 18.92                 | -Tørskorpa<br>0 til 0.5                  | 21.7                            | 2            | 10  | 2                   | 40 |
|  |             |           |          |                  |                       | -Kvikkleire<br>0.5 til 1.5               |                                 | 3            | 8   | 3                   | 50 |
|  |             |           |          |                  |                       | - Leire<br>1.5 til 5                     |                                 | 4            | 7   | 16                  | 92 |
|  |             |           |          |                  |                       | - Kvikkleire<br>5 til 11                 |                                 | 5            | 6   |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Leire<br>11 til 13                     |                                 | 7            | 5   |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Kvikkleire<br>13 til 15.5              |                                 | 10           | 4   |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Gravel-moraine<br>15.5 til 18.92       |                                 | 12           | 3.5 |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       |  |                                 | 16           | 3.5 |                     |    |
| <p><b>Det er en betydelig overkonsolideringseffekt i dette området, noe som trolig kommer av at terrenghøyden tidligere har vært ca. på nivå med platået på Gretnes/Sundløkka. Poretrykket er antatt å øke hydrostatisk fra 1 m under terreng.</b></p> |             |           |          |                  |                       |  |                                 |              |     |                     |    |
| 2-7  | DrT         | 6571505.9 | 618825.3 | 2.765            | 34.61                 | - Tørskorpa<br>0 til 1                   |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Kvikkleire<br>1 til 5                  |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Silt (fine grain material)<br>5 til 15 |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Sand<br>15 til 17                      |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Fine grain material<br>17 til 34.61    |                                 |              |     |                     |    |
| 4-113  | DrT         | 6571502.1 | 618718.5 | 1.55             | 19.89                 | - Tørskorpa<br>0 til 1.5                 |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Kvikkleire<br>1.5 til 2.5              |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Leire<br>2.5 til 5                     |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Kvikkleire<br>5 til 9                  |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Leire<br>9 til 11                      |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Kvikkleire<br>11 til 13                |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | -Leire Silt<br>13 til 16                 |                                 |              |     |                     |    |
|  |             |           |          |                  |                       | - Sand<br>16 til 19.89                   |                                 |              |     |                     |    |



(Bilder fra Google Earth)

| Område 5  |       |           |          |                  |                       |   |
|---|-------|-----------|----------|------------------|-----------------------|---|
| BP  | Metod | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  |
| 2- 19   | DrT   | 6571566.9 | 619214.8 | 20.54            | 18.96                 | -Tørskorpa<br>0 til 1<br><br>-Kvikkleire<br>1 til 13<br><br>-Leire<br>13 til 17<br><br>- Silt<br>17 til 18.96 |
| Beregnet skjærstyrke indikerer at grunnen er normalkonsolidert. |       |           |          |                  |                       |   |



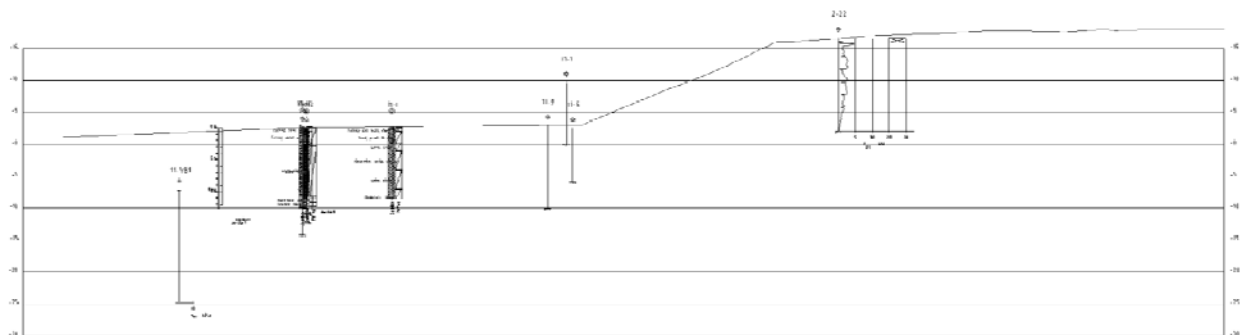
| BP            | Metode | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)   | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline | Andbefalt sua (kPa) |
|---------------|--------|-----------|----------|------------------|-----------------------|--|---------------------------------|--------------|---------------------|
| <b>10-IV</b>  | Prøve  | 6571585.0 | 619051.0 | 3.0              | 20.20                 | - Leire Sand<br>0 til 2.60<br><br>- Leire Silt<br>2.60 til 20.20   |                                 |              |                     |
| <b>10-VI</b>  | Prøve  | 6571676.0 | 618896.0 | 2.4              | 17.20                 | - Fyllemasse<br>0 til 2.50<br><br>- Leire Silt<br>2.50 til 17.20   |                                 |              |                     |
| <b>11-I</b>   | Prøve  | 6571796.0 | 619147.0 | 2.5              | 11.0                  | - Silt Fyllemasse<br>0 til 0.50<br><br>- Silt Sand Grus<br>0.50 til 2.40<br><br>- Leire Silt<br>2.40 til 3.60<br><br>- Leire Silt Sand<br>3.60 til 6.55<br><br>- Leire Silt<br>6.55 til 9.60<br><br>- Leire Silt Sand<br>9.60 til 11 |                                 |              |                     |
| <b>11-II</b>  | Prøve  | 6571788.0 | 619128.0 | 2.60             | 12.80                 | - Silt Sand Fyllemasse<br>0 til 0.55<br><br>- Leire Silt Fyllemasse<br>0.55 til 12.80  |                                 |              |                     |
| <b>11-3</b>   | Prøve  | 6571812.0 | 619141.0 | 2.50             | 14.70                 | - Sand Grus Fyllemasse<br>0 til 2.8<br><br>- Leire Silt<br>2.80 til 10.75<br><br>- Leire<br>10.75 til 11.55<br><br>- Sand<br>11.55 til 14.70   |                                 |              |                     |
| <b>11-VB1</b> | VB     | 6571791.0 | 619109.0 | -7.30            | 17.50                 |  |                                 |              |                     |
| <b>10-1</b>   | VB     | 6571681.0 | 619078.0 | 2.6              | 20.40                 |  |                                 |              |                     |
| <b>10-3</b>   | VB     | 6571582.0 | 618980.0 | 2.3              | 8.10                  |  |                                 |              |                     |
| <b>10-4</b>   | VB     | 6571550.0 | 618911.0 | 2.5              | 10.20                 |  |                                 |              |                     |
| <b>10-5</b>   | VB     | 6571662.0 | 619026.0 | 2.4              | 16.60                 |  |                                 |              |                     |
| <b>10-7</b>   | VB     | 6571607.0 | 618896.0 | -3.6             | 7.0                   |  |                                 |              |                     |



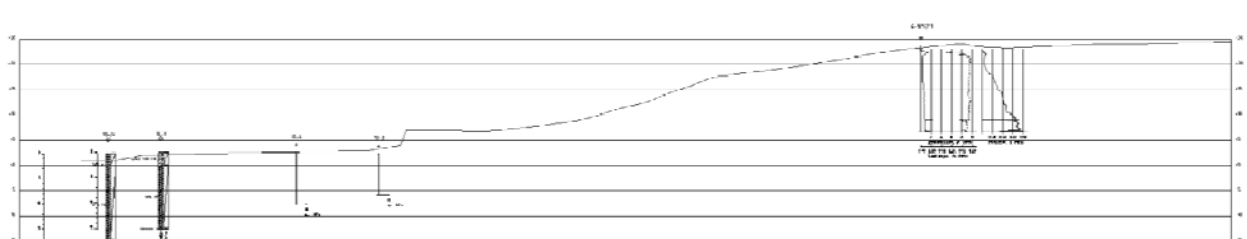
(Bilder fra Google Earth)

Profiler i område 5

Profil "A"



Profil "B"



## Område 6

| BP  | Metod       | X coord   | Y coord  | Terreng nivå (m) | Løs massene (dybde m) | Layers (lag) (omtrent m)  | Beregnet tidligere kotenivå (m) | OC trendline |     | Andbefalt sua (kPa) |      |
|-----|-------------|-----------|----------|------------------|-----------------------|---|---------------------------------|--------------|-----|---------------------|------|
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | Dybde (m)    | OCR | Dybde (m)           | su   |
| 2-8 | DrT and CPT | 6571461.5 | 619327.2 | 21.41            | 16.22                 | -Tørskorpa 0 til 1<br>-Kvikkleire 1 til 2.5<br>-Leire 2.5 til 5<br>- Kvikkleire 5 til 16.22 | 29.4                            |              |     |                     |      |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 2            | 10  | 2                   | 25   |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 3            | 5.2 | 4                   | 30.7 |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 4            | 4.5 | 5                   | 33.6 |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 5            | 4   | 16                  | 65   |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 7            | 3   |                     |      |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 10           | 2.5 |                     |      |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 | 12           | 2.4 |                     |      |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |      |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |      |
|     |             |           |          |                  |                       |   |                                 |              |     |                     |      |

Borepunkt 2-8 viser at det her er kvikkleire i grunnen. Beregnet skjærstyrke indikerer at området er normalkonsolidert til svakt overkonsolidert. Grunneste måler indikerer en grunnvannstand ca. 3.2 m under terreng, mens trykkforskjellen til dypeste måler indikerer at poretrykksfordelingen er noe under hydrostatisk.

|      |     |           |          |       |      |                     |  |  |  |  |  |
|------|-----|-----------|----------|-------|------|---------------------|--|--|--|--|--|
| 2- 9 | DrT | 6571566.4 | 619359.0 | 19.60 | 2.64 | - Tørskorpa 0 til 1 |  |  |  |  |  |
| 2-9B | DrT | 6571492.4 | 619396.6 | 13.77 | 1.00 |                     |  |  |  |  |  |
|      |     |           |          |       |      |                     |  |  |  |  |  |

I punkt nr. 2-9 var det liten dybde til antatt fjell (2.64 m). Punkt 2-9 var det også kun ca. 1 m dybde til antatt fjell.

|      |     |           |          |      |      |  |  |  |  |  |  |
|------|-----|-----------|----------|------|------|--|--|--|--|--|--|
| 2-13 | DrT | 6571995.2 | 619319.9 | 1.38 | 2.34 | - Tørskorpa 0 til 1<br>- Kvikkleire 1 til 2.34 |  |  |  |  |  |
|      |     |           |          |      |      |  |  |  |  |  |  |

Det er fjell i dagen og grunt til fjell i deler av området hvor undersøkelser var utført.



(Bilder fra Google Earth)



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



| <b>Dokumentinformasjon/Document information</b>                                    |                                       |   |  |   |  |
|--|---------------------------------------|---|--|---|--|
| <b>Dokumenttittel/Document title</b><br>Områdestabilitet                           |                                       |   | <b>Dokumentnr./Document No.</b><br>20120757-02-R         |   |  |
| <b>Dokumenttype/Type of document</b><br>Rapport/Report                             |                                       | <b>Distribusjon/Distribution</b><br>Begrenset/Limited |  | <b>Dato/Date</b><br>19. februar 2013                        |  |
|  |                                       |   |  | <b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.No.&amp;date</b><br>0               |  |
| <b>Oppdragsgiver/Client</b><br>COWI  |                                       |   |  |   |  |
| <b>Emneord/Keywords</b><br>Kvikkleire, stabilitet, geoteknisk utredning.           |                                       |   |  |   |  |
| <b>Stedfesting/Geographical information</b>  |                                       |   |  |   |  |
| <b>Land, fylke/Country, County</b><br>Østfold                                      |                                       |   |  | <b>Havområde/Offshore area</b>                              |  |
| <b>Kommune/Municipality</b><br>Fredrikstad   |                                       |   |  | <b>Feltnavn/Field name</b>                                  |  |
| <b>Sted/Location</b><br>Årum Nordre  |                                       |   |  | <b>Sted/Location</b>  |  |
| <b>Kartblad/Map</b><br>1913 IV Vansjø  |                                       |   |  | <b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>                      |  |
| <b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b><br>Sone 32 - N6570900 E619200               |                                       |   |  |   |  |
| <b>Dokumentkontroll/Document control</b>   |                                       |   |  |   |  |
| <b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b> |                                       |   |  |   |  |
| Rev./<br>Rev.  | Revisjonsgrunnlag/Reason for revision | Egen-<br>kontroll/<br>Self review<br>av/by:           | Sidemanns-<br>kontroll/<br>Colleague<br>review<br>av/by: | Uavhengig<br>kontroll/<br>Independent<br>review<br>av/by:   | Tverrfaglig<br>kontroll/<br>Inter-<br>disciplinary<br>review<br>av/by: |
| 0  | Originaldokument                      | BGK   | HHe  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
|  |                                       |   |  |   |  |
| <b>Dokument godkjent for utsendelse/<br/>Document approved for release</b>         |                                       | <b>Dato/Date</b><br>19. februar 2013                  |  | <b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b><br>Bjørn Kalsnes |  |

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirsenteret  
NO-7462 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989