



RAPPORT

# Gretnes/Sundløkka - områdestabilitet

GEOTEKNISKE VURDERINGER –  
OMRÅDESTABILITET FOR REGULERINGSPLAN

DOK.NR. 20210758-01-R  
REV.NR. 2 / 2022-09-09

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 NGI.

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 NGI.



## Prosjekt

Prosjekttittel: Gretnes/Sundløkka - områdestabilitet  
Dokumenttittel: Geotekniske vurderinger – områdestabilitet for reguleringsplan  
Dokumentnr.: 20210758-01-R  
Dato: 2022-05-13  
Rev.nr. / Rev.dato: 2 / 2022-09-09

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: COWI AS  
Kontaktperson: Rune Skarstein  
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse av 26.01.2022

## for NGI

Prosjektleder: Bjørn Kalsnes  
Utarbeidet av: Bjørn Kalsnes, Amanda Johansen DiBiagio, Vittoria Capobianco,  
Kate Robinson  
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

## Sammendrag

NGI har gjennomført områdestabilitetsvurderinger iht. NVEs veiledning 1/2019 ("kvikkleireveiledningen") i forbindelse med pågående planarbeid for reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka. Den foreslåtte utbyggingen berører tre eksisterende kvikkleirefaresoner; 280 Sundløkka, 281 Årum og 289 Gretnes. I tillegg er det gjort vurderinger for utløpsområder for tilstøtende soner på vestsiden av Gretnesbekken; 283 Veberg og 288 Vesten Øst. NGI anbefaler også en opprettelse av en ny kvikkleiresone, 2710 Brudalen, i området som i dag dekkes av søndre del av kvikkleiresonen 281 Årum.

Områdestabilitetsvurderingene presentert i denne rapporten er basert på NVEs reviderte veileder, utgitt i 2020, for vurdering av kvikkleire områdestabilitet. Denne inneholder delvis nye retningslinjer for hvordan områdestabiliteten skal vurderes i områder med potensiell kvikkleire, noe som har gitt konkrete følger for vurderingen av Gretnes/Sundløkka sammenliknet med tidligere utførte vurderinger.

Vurderingene inkluderer stabilitetsberegninger for elleve skråningsprofiler i området, to i den nordlige delen ned mot Glomma (profil A og B), seks i den vestlige og sør-vestlige delen ned mot Gretnesbekken (profil C til H), og tre på østsiden av E6 (profil I, J og K). Stabilitetsberegningene er basert på resultater fra grunnundersøkelser fra området foretatt gjennom mange år. Det er ikke foretatt nye grunnundersøkelser i forbindelse med utarbeidelsen av denne rapporten.

Med utgangspunkt i NVEs retningslinjer for skredfare i kvikkleireområder, er det nødvendig med stabiliserende tiltak kun i et par områder berørt av den planlagte utbyggingen. Dette gjelder området ned mot Glomma på vestsiden av E6 Sandesund bru (to profiler A og B i sone 289 Gretnes), og området øst for E6 (profil I i sone 280 Sunnestad), se tabell under.

Delområde	Profil	Dagens situasjon $V_m$	Forslag til tiltak
Nordre skråning ned mot Glomma	A	1,01	Kalksementstabilisering på topp og bunn av skråning, samt avlastning av skråning.
Søndre skråning ned mot Glomma	B	1,10	Kalksementstabilisering på topp og bunn av skråning, samt avlastning av skråning.
Ned mot Gretnesbekken i nordvest	C	1,71	Ikke nødvendig.
Ned mot Gretnesbekken i nordvest	D	1,78	Ikke nødvendig.
Ned mot Gretnesbekken i sørvest	E	1,28	Ikke nødvendig.
Ned mot Gretnesbekken i sørvest	F	1,22	Ikke nødvendig.
Ned mot Gretnesbekken i sørvest	G	1,31	Ikke nødvendig.

Delområde	Profil	Dagens situasjon $V_m$	Forslag til tiltak
Ned mot Gretnesbekken i sørvest	H	1,55	Ikke nødvendig.
Skråning ned mot Glomma øst for E6	I	1,00	Motfylling i bunn av skråning.
Skråning ned mot Glomma øst for E6	J	1,33	Ikke nødvendig.
Skråning ned mot Glomma øst for E6	K	2,33	Ikke nødvendig.

For området ned mot Glomma på vestsiden av E6 Sandesund bru vil det pga. plassbegrensninger ikke være mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitetsforhold ved konvensjonelle tiltak, som avlastning på toppen av skråning og utlegging av motfylling i skråningsfot. For denne skråningen er det derfor beregnet stabiliserende virkning av grunnforsterkning ved bruk av kalk-sementstabilisering. Beregningene viser så langt at det kan være mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitetsforhold ved de foreslåtte tiltak.

Før endelig detaljprosjektering av sikringsiltak må det gjennomføres supplerende grunnundersøkelser, inkludert avanserte laboratorieforsøk på uforstyrrede prøver for bedre bestemmelse av jordartsparemetre. Endelig detaljprosjektering, med tilhørende bestemmelse av omfang av sikringstiltak, må foretas etter at supplerende grunnundersøkelser er utført. Det presiseres at omfang og kostnader knyttet til kalk-sementstabilisering kan endres betraktelig på bakgrunn av nye grunnundersøkelser og mer detaljerte beregninger under reviderte forutsetninger. Det bør også gjennomføres mer detaljerte vurderinger av erosjonsforhold i Glomma og langs Gretnesbekken i neste planfase.

Det understrekes at anleggsarbeider med grunnforsterkning av skråninger med kvikkleire krever poretrykksmåling og løpende oppfølging av geotekniker i hele anleggsperioden. Skråningsstabiliteten vil generelt forverres midlertidig ved poretrykksoppbygging samt omrøring av sensitiv leire, slik at det antas nødvendig å forbedre stabilitetsforholdene noe i anleggsfasen før grunnforsterkning utføres.

Områdestabilitetsvurderingene må iht. krav i NVE 1/2019 kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>8</b>
1.1	Bakgrunn	8
1.2	Kvikkleirefaresoner per våren 2022	10
1.3	Oppgaver	11
<b>2</b>	<b>Datagrunnlag</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Regelverk og sikkerhetskrav</b>	<b>12</b>
3.1	Sikkerhet mot kvikkleireskred iht. TEK 17 kap. 7.3	12
3.2	Krav til lokalstabilitet iht. eurokode 7	14
<b>4</b>	<b>Grunnforhold og terreng</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Områdestabilitet</b>	<b>16</b>
5.1	Områdeskred	16
5.2	Identifikasjon av kritiske skråninger av betydning for planområdet	19
5.3	Aktuell skredmekanisme	19
5.4	Soneavgrensning	20
5.5	Tiltakets influensområde	27
5.6	Erosjonsforhold ved Glomma og Gretnesbekken	28
5.7	Faregrads-, konsekvens-, og risikoevaluering	29
<b>6</b>	<b>Materialparametre og beregningsforutsetninger</b>	<b>31</b>
6.1	Lagdeling og overkonsolideringsforhold	31
6.2	Materialparametre	31
6.3	Poretrykk	34
<b>7</b>	<b>Stabilitetsanalyser, dagens situasjon</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>Stabilitetsanalyser, stabiliserende tiltak</b>	<b>35</b>
8.1	Sikring ved profil A og B	36
8.2	Sikring ved profil I	37
<b>9</b>	<b>Prosedyrer for kalk-sementstabilisering</b>	<b>39</b>
9.1	Prosedyrer kalk-sementstabilisering ved Glomma (profil A og B)	39
<b>10</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>Forslag til videre arbeid i detaljprosjektering</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>Referanser</b>	<b>41</b>

## Kart

000	Oversikt over utførte grunnundersøkelser
001	Forslag til sonejustering, observasjoner av kvikkleire og bergblotninger
002	Forslag til tiltak omkring profil A og B
003	Forslag til tiltak omkring profil I
004	Forslag til borplan for supplerende grunnundersøkelser

## Vedlegg

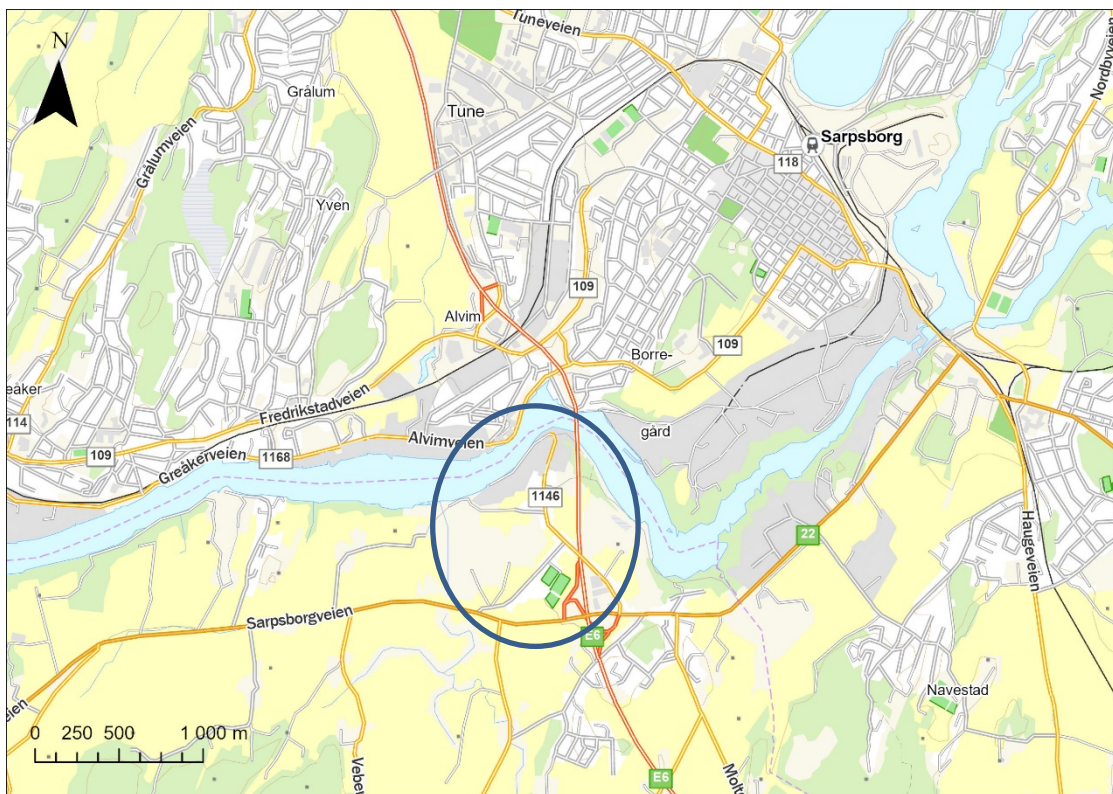
Vedlegg A	Tolking av udrenert skjærfasthet fra CPTU og SHANSEP
Vedlegg B	Stabilitetsanalyser
Vedlegg C	Forslag til reviderte kvikkleiresoner med klassifisering
Vedlegg D	Utløpsområder (rapport 20190661-01-R)

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

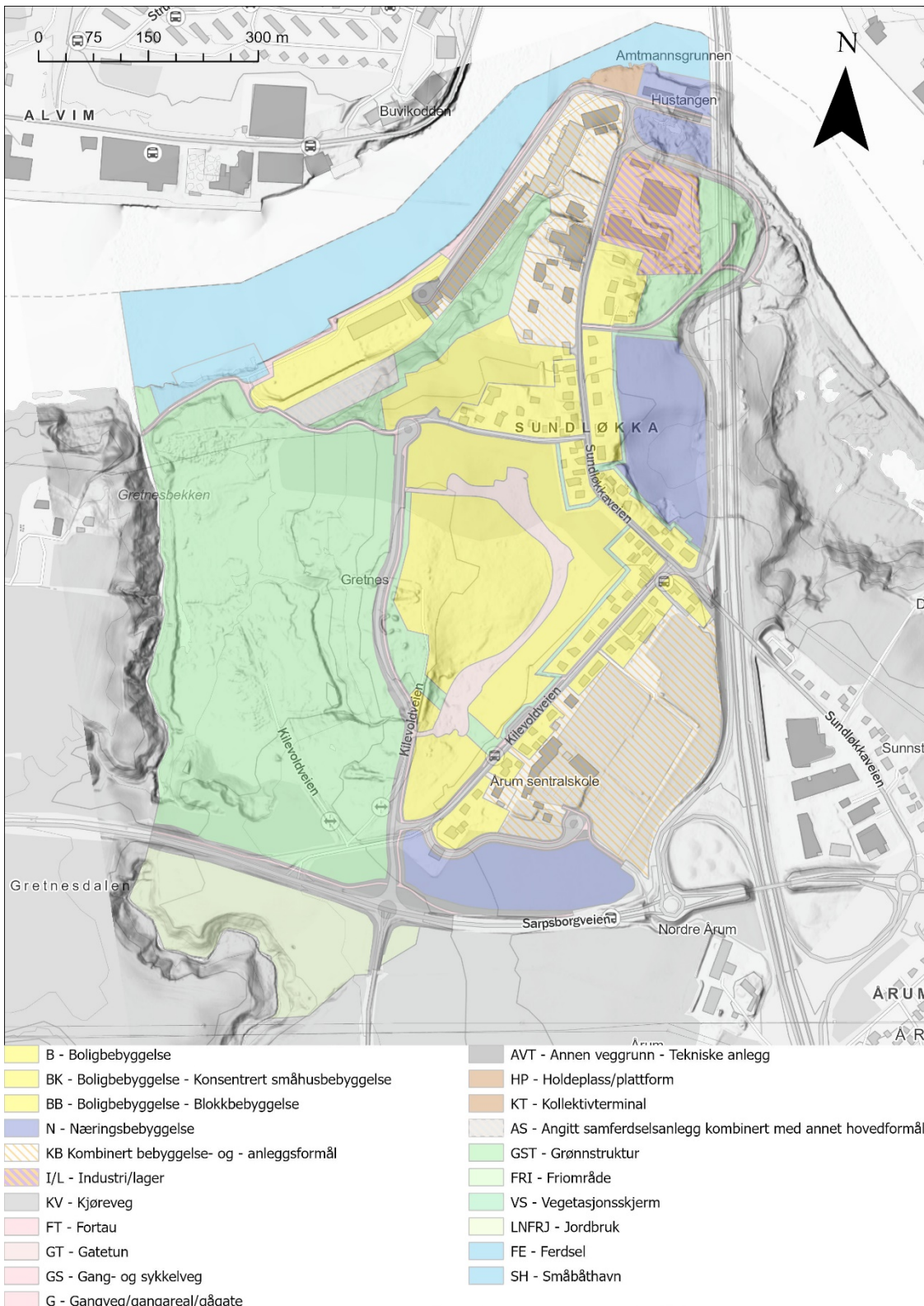
## 1.1 Bakgrunn

I forbindelse med forslag til områderegulering for planlagt utbygging av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune er NGI engasjert av COWI AS for å gjennomføre områdestabilitetsvurderinger iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /14/ i det aktuelle området (se Figur 1-1, Figur 1-2 og Figur 1-3). NGI har tidligere gjennomført tilsvarende vurderinger i tidligere faser av prosjektet. Vurderingene som er innbefattet i denne rapporten er i stor grad basert på disse tidligere arbeider, men det presiseres at det er gjort nye vurderinger, beregninger og analyser for denne rapporten. Dette skyldes ikke minst at regelverket i form av NVEs kvikkleireveileder er endret siden NGIs tidligere rapporter ble utarbeidet. Det er ikke gjort nye grunnundersøkelser i forbindelse med arbeidet oppsummert i denne rapporten.



Figur 1-1 Lokalisering av området Gretnes/Sundløkka markert i blått.



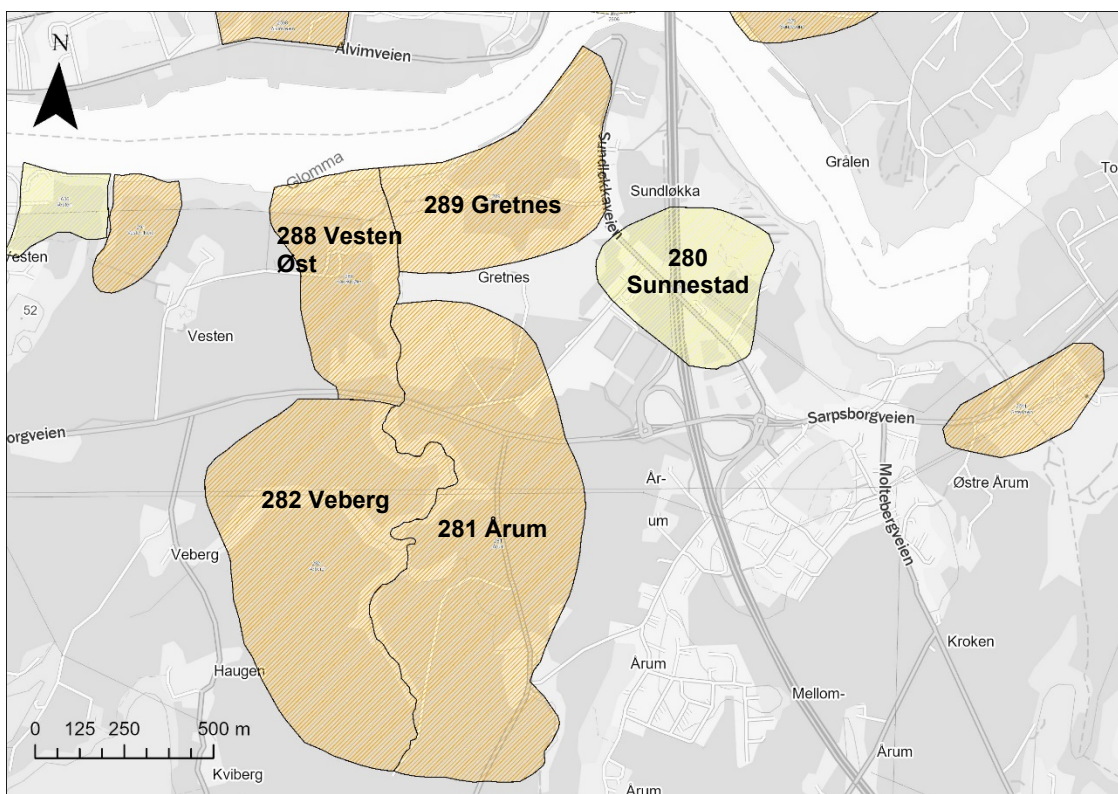


Figur 1-2 Planlagt utbygging på Gretnes/Sundløkka (mottatt i e-post fra COWI, januar 2022)

## 1.2 Kvikkleirefaresoner per våren 2022

Det aktuelle planområdet berører tre kvikkleiresoner, se Figur 1-3.

- Sone 289 Gretnes ligger vest for Sundløkkaveien, på begge sider av Amerikagaten, og går ned til Glomma i nord og Gretnesbekken i vest. Risikovurdering av sonen har resultert i faregrad 2 – middels og konsekvensklasse 3 – meget alvorlig, noe som gir skredrisikoklasse 5, den mest alvorlige.
- Sone 281 Årum ligger sør for sone 282 Veberg. Også denne sonen har faregrad 2 – middels og konsekvensklasse 3 - meget alvorlig, men resulterende skredrisikoklasse er 4.
- Lengre øst, ved E6, ligger sone 280 Sunnestad, med faregrad 1 – lav, konsekvensklasse 3 – meget alvorlig, og skredrisikoklasse 3.
- Også på vestsiden av Gretnesbekken er det kartlagte kvikkleiresoner: Sone 288 Vesten Øst og 282 Veberg, som strekker seg fra Glomma og sørover langs Gretnesbekken. Begge har middels faregrad.



Figur 1-3 Kvikkleirefaresoner i området.

## 1.3 Oppgaver

Oppgavene som er utført for dette oppdraget, som oppsummert i denne rapporten, inkluderer:

- ↗ Ny tolking av data fra eksisterende grunnundersøkelser
- ↗ Justering av berørte faresoner, basert på bestemmelser i den nye kvikkleireveilederen NVE 1/2019 /14/
- ↗ Vurdering av sikkerhetskrav / krav til stabilitet, inkl. effekt av influensområder (nytt i NVE 1/2019)
- ↗ Gjennomføring av stabilitetsberegninger, med forslag til stabiliserende tiltak iht. NVE 1/2019 dersom funnet nødvendig
- ↗ Vurdering av utløpsområder for kvikkleireskred fra relevante faresoner
- ↗ Vurdering av erosjonsfare langs Gretnesbekken og Glomma
- ↗ Utarbeidelse av enkle prosedyrer i form av tiltak og rekkefølge for gjennomføring av kalk-sementstabilisering der det er foreslått som stabiliserende tiltak
- ↗ Forslag til videre arbeid i detaljprosjektering, inkludert forslag til supplerende grunnundersøkelser

## 2 Datagrunnlag

Data fra de geotekniske rapportene listet opp nedenfor er benyttet som grunnlag for stabilitetsberegninger og andre vurderinger. Samme numre er benyttet på kart 000 og 001 for å skille mellom boringer fra forskjellige grunnundersøkelser. Dvs., første nummer i borpunkt-identitet 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 Sundlokka, 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 Gretnesplataet. 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.
- [12] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-30D rapport nr. 1, 16. desember 2003.

### **3 Regelverk og sikkerhetskrav**

#### **3.1 Sikkerhet mot kvikkleireskred iht. TEK 17 kap. 7.3**

Tiltak i områder med kvikkleire skal følge krav i henhold til TEK17 /13/.

Ettersom området ligger under marin grense, skal det utføres en vurdering av områdestabilitet med tanke på potensiell fare for kvikkleireskred iht. TEK17. Med hensyn til krav til sikkerhet mot kvikkleireskred henviser TEK17 til NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /14/.

Tiltaket vil medføre økt personopphold innenfor planområdet, og plasseres dermed i tiltakskategori K4 (Tabell 3-1). For tiltak i tiltakskategori K4 gjelder følgende krav til områdestabilitet (fra NVE 1/2019):

*Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare, iht. NVE Veileder 1/2019. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket, må forebygges. (...).*

*Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhet<sup>1</sup>  $F_{cu}^2 \geq 1,40 * f_s$  og  $F_{c\phi}^3 \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.*

*For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis (...).*

*For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis (...).*

*Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  etter at sikringstiltaket er utført.*

*Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (...).*

Sprøhetsforholdet  $f_s$  er ifølge NVE 1/2019 1,15. Dersom det er behov for prosentvis forbedring, skal dette gjøres iht. Figur 3-1. Forbedring eller vesentlig forbedring kreves ved hhv. lav/middels og høy faregrad. Influensområdet til tiltaket er iht. NVE 1/2019 et område med radius 2 x skråningshøyden i kvikkleiresonen(e) tiltaket ligger innenfor. Der et tiltak ligger i utløpsområdet til en kvikkleiresone, regnes hele denne sonen som utenfor tiltakets influensområde, gitt at det ikke foretas inngrep som forverrer skråningsstabiliteten (f.eks. graving i skråningsfot eller ramming av peler).

---

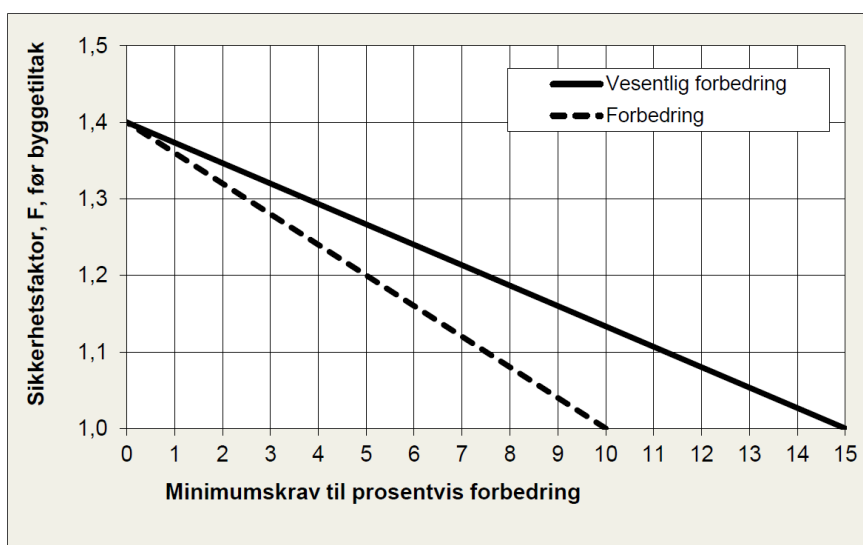
<sup>1</sup> En beregnet verdi som angir sikkerhet mot skred, hvor  $F < 1,0$  tilsier brudd. Sikkerhetsfaktoren angir forholdet mellom stabiliserende krefter og drivende krefter langs en potensiell glideflate.

<sup>2</sup>  $F_{cu}$  er beregnet sikkerhetsfaktor for udrenert tilstand, dvs. korttidsstabilitet ved raske lastendringer

<sup>3</sup>  $F_{c\phi}$  er beregnet sikkerhetsfaktor for drenert tilstand, dvs. langtidsstabilitet der det ikke forventes å skje lastendringer

Tabell 3-1 Beskrivelse av tiltak som faller innenfor tiltakskategori K4 iht. TEK17 /13/ og NVE 1/2019 /14/.

K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner <ul style="list-style-type: none"> <li>• bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter</li> <li>• sykehjem og sykehus</li> <li>• skole og barnehage</li> <li>• idrettshaller</li> <li>• utendørs publikumsanlegg</li> <li>• nærings- og industribygg</li> </ul>
----	---



Figur 3-1 Krav til prosentvis forbedring iht. NVE 1/2019.

Iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 skal vurderinger av områdestabilitet gjennom en soneutredning bestå av følgende momenter:

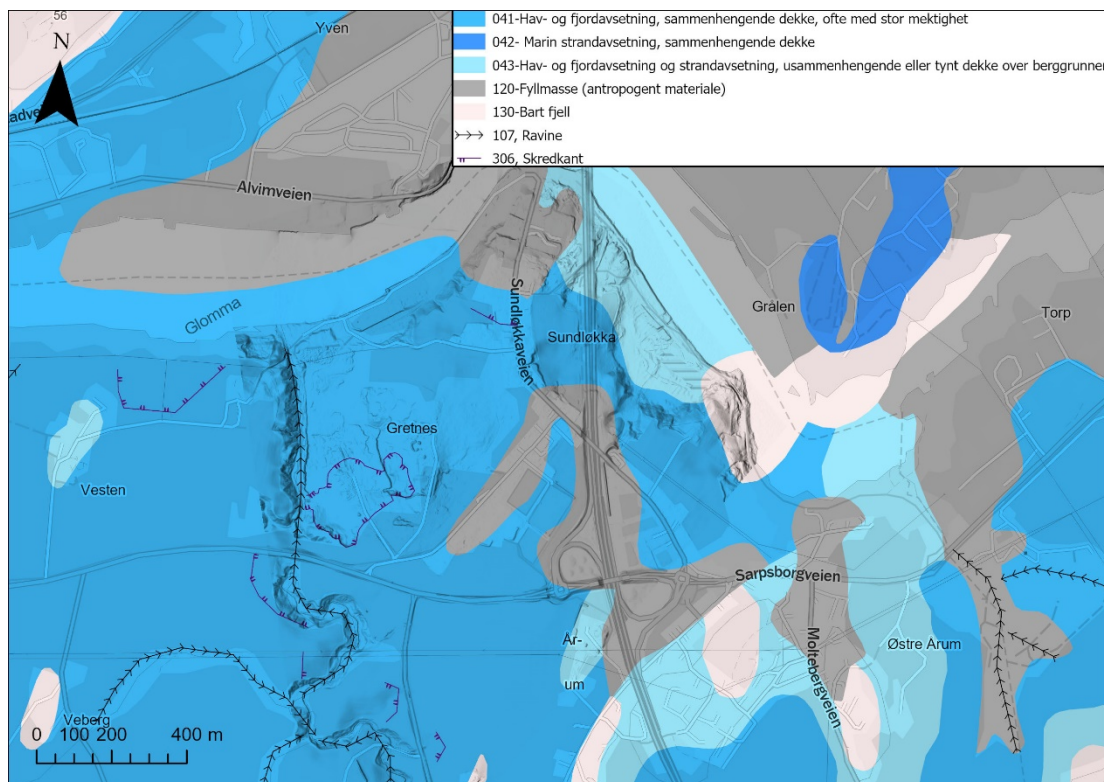
- ↗ Identifikasjon av kritiske skråninger
- ↗ Befaring
- ↗ Gjennomføring av grunnundersøkelser
- ↗ Vurdering av aktuelle skredmekanismer
- ↗ Avgrensning av løseområde
- ↗ Avgrensning av utløpsområde
- ↗ Klassifisering av faresone
- ↗ Stabilitetsberegninger

### 3.2 Krav til lokalstabilitet iht. eurokode 7

Tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet som involverer nye tiltak må dokumenteres med stabilitetsanalyser. Krav til beregnet materialfaktor (sikkerhetsfaktor) for lokalstabilitet er  $\gamma_m \geq 1,4$  for udrenert tilstand (korttid) og materialfaktor  $\gamma_m \geq 1,25$  for drenert tilstand (lang tid) iht. Eurokode 7 /15/.

## 4 Grunnforhold og terreng

Planområdet ligger helt nord i Fredrikstad kommune, sør for Glomma ved Sandesund bru, vest for dagens E6 på Årum. Området består i hovedsak av hav- og fjordavsetninger (Figur 4-1); leire og silt, som er avsatt i havet da dette sto høyere enn i dag (ca. 180 m høyere for 10 000 år siden). Sedimentene er senere løftet på land ved isostatisk landheving kombinert med at havet har trukket seg tilbake. Av denne grunn kan marine sedimenter i området potensielt inneholde kvikkleire. Massene er relativt homogene, nesten uten lag av sand eller grus. Sonderingene indikerer at leira er bløt og sensitiv i en rekke av borepunktene. Mektigheten av løsmasser over antatt berg er stedvis over 30 m. Det er få drenerende sand og gruslag, og grunnvannet antas derfor å ligge forholdsvis høyt ut mot elveskråningene.



Figur 4-1 Løsmassekart NGU. Skredgrop fra 1925 er markert sørvest for Gretnes gård.

Det har siden området ble løftet over havnivå foregått kontinuerlige erosjons- og skredprosesser i Glommavassdraget. Dette har ført til at dagens terrenngnivå langs elven ligger 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 (som ikke tidligere

har hatt større overlaging enn dagens), og også andre (normalt å anse som mer gunstige) deformasjonsegenskaper.

Terrenget er delvis preget av tidligere skredhendelser og uttak av leire for produksjon av Leca. I 1925 gikk det et kvikkleireskred ved Gretnes gård (se Figur 4-1). På 1980-tallet og utover foregikk det et stort uttak av leire for produksjon av Leca-blokker i dette området (mellom Gretnes gård og Gretnesbekken). Grunnundersøkelsene utført i dette området (boringer i 8-serien) er utført før dette uttaket skjedde.

En annen viktig landskapsformende prosess i leiområder 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, og kan også være resultat av nedbør.

## 5 Områdestabilitet

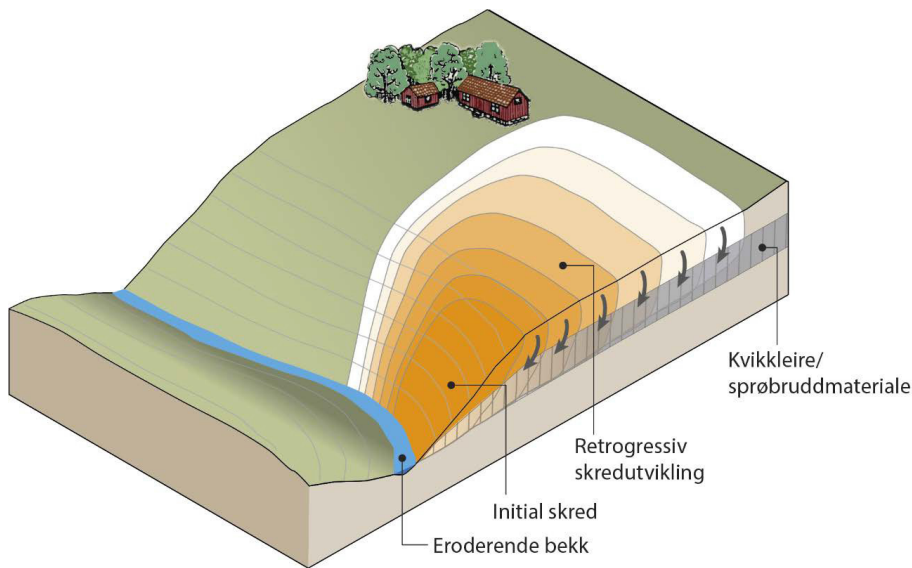
### 5.1 Områdeskred

Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (NVE Veileder 1/2019 /14/). Slike skred kan, som betegnelsen indikerer, ramme store områder, og langt større enn "ordinære" skred i skråninger hvor grunnen består av materialer uten sprøbruddegenskaper. Jordarter som defineres som sprøbruddmateriale mister raskt mye av sin styrke (skjærfasthet) ved overbelastning. Dette medfører sprø oppførsel av slike materialer, noe som igjen fører til plutselig kollaps ved brudd. Kvikkleire er et ekstremt eksempel på en jordart med sprøbruddegenskaper, da kvikkleire blir nærmest flytende i omrørt tilstand. Sensitiviteten av kvikkleire, som defineres som forholdet mellom udrenert skjærfasthet for intakt leire og for leire etter omrøring, kan være svært høy, ofte over 2-300. Eksempelvis kan dette bety at en leirprøve med intakt udrenert skjærfasthet 30 kPa in situ (dvs. i bakken) får en udrenert skjærfasthet på 0.1 kPa ved omrøring, noe som gir en sensitivitet  $S_t$  på  $30/0,1=300$ .

#### 5.1.1 Retrogressive skred

Retrogressive skred er en vanlig skredmekanisme i kvikkleire. Slike skred kan starte med et initialskred av mindre omfang, og utvikle seg gradvis bakover på et plata eller sideveis langs en skråning. De forskjellige trinnene i et slikt skred kan skje kort tid etter hverandre (fra sekunder til minutter), men vil også kunne gi skredutvikling over lengre tid, avhengig av grunnforhold/lagdeling, topografi og materialparametere.

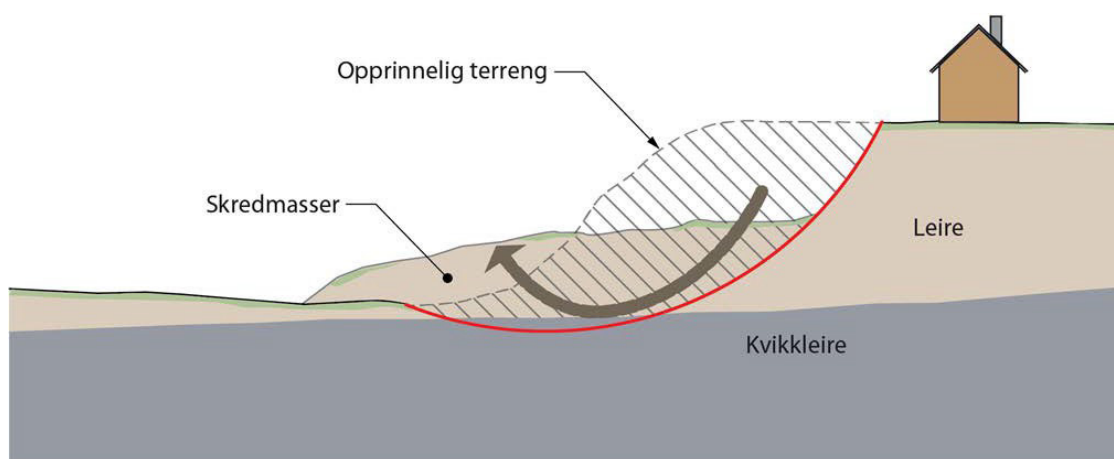




Figur 5-1 Prinsipp for utvikling av retrogressivt skred etter et initielt skred i skråningen ned mot en eroderende bekk /14/.

### 5.1.2 Rotasjonsskred

Rotasjonsskred er et skred der massene beveger seg slik at de viser en tydelig rotasjon langs en mer eller mindre sirkulær glideflate. Rotasjonsskred kan inntreffe i alle leirjordarter, og kan utvikles til et retrogressivt skred. Ved et rotasjonsskred vil terrenget både synke ned og rotere bakover, dvs. at tidligere terrengoverflate vil helle mot gjenstående terreng.



Figur 5-2 Prinsipp for rotasjonsskred /14/.

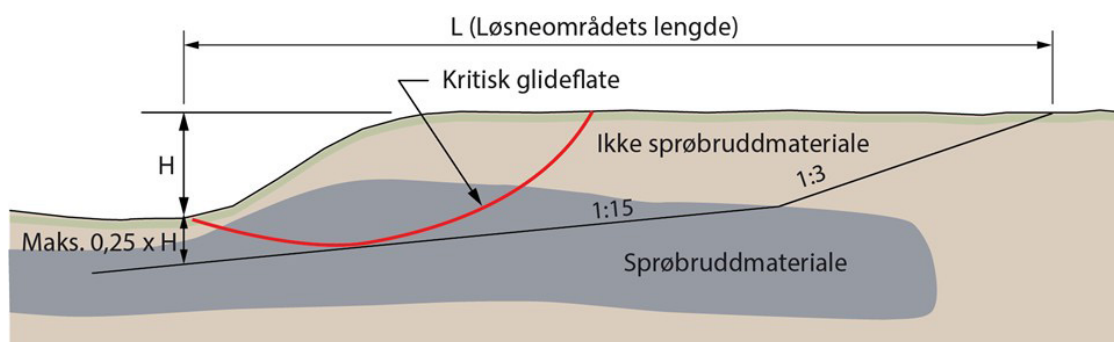
### 5.1.3 Flakskred

Flakskred inntreffer i skråninger der brudd i et svakt lag i grunnen (for eks. kvikkleire) fører til utglidning av massene over. Massene beveger seg ofte innledningsvis som et stort flak, og skredet kan inntreffe i relativt slakt terreng. Slike skred kan eksempelvis oppstå som resultat av overbelastning av svake lag i grunnen i stor avstand fra skråningskanten, f.eks. ved oppfylling av masser, og et brudd kan i noen tilfeller utvikler seg langs et avgrenset svakt lag med sprøbruddmateriale.

### 5.1.4 Prinsipp for vurdering av løsne- og utløpsområde

For å vurdere størrelsen på løsne- og utløpsområdet av et skred, er det viktig å identifisere hvilke skredmekanismer som er aktuelle i det området som skal utredes for områdeskred. Vurdering av aktuelle skredmekanismer kan utføres etter flytskjema vist i kapittel 5.3, Figur 5-5, forutsatt at tilstrekkelig informasjon om grunnforhold og topografi er tilgjengelig.

Omfang på løsneområdet for et skred kan vurderes etter metoder som avhenger av topografi (skråningshelning og -høyde) og grunnforholdene. "NGI-metoden" er en av de mest brukte metodene for avgrensning av løsneområde for retrogressive skred, se Figur 5-3. Løsneområdet defineres ved å trekke en 1:15 linje fra bunnen av kritisk glideflate og bakover gjennom lag med sprøbruddmateriale. Linja trekkes med helning 1:3 i ikke-sprøbruddmateriale og opp til terreng. Dersom kritisk glideflate er dypere enn 0,25 H under skråningsfot, er den mindre relevant som et initialscred, og metoden foreslår at 1:15 linja starter maksimalt 0,25 H under skråningsfot.



Figur 5-3 Vurdering av løsneområde for retrogressive skred ("NGI-metoden") /14/.

Antatt størrelse av utløpsområdet til skred som potensielt kan løsne innenfor en kvikkleiresone, avhenger av type skredmekanisme og topografien i området der skredmassene kan renne ut, samt av størrelsen (lengden) av det antatte løsneområdet. Iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /14/ skal løsneområdet tegnes opp etter følgende prinsipp:

- Retrogressive skred i kanalisert terreng:  $L_u = 3L$
- Retrogressive skred i åpent terreng:  $L_u = 1,5L$

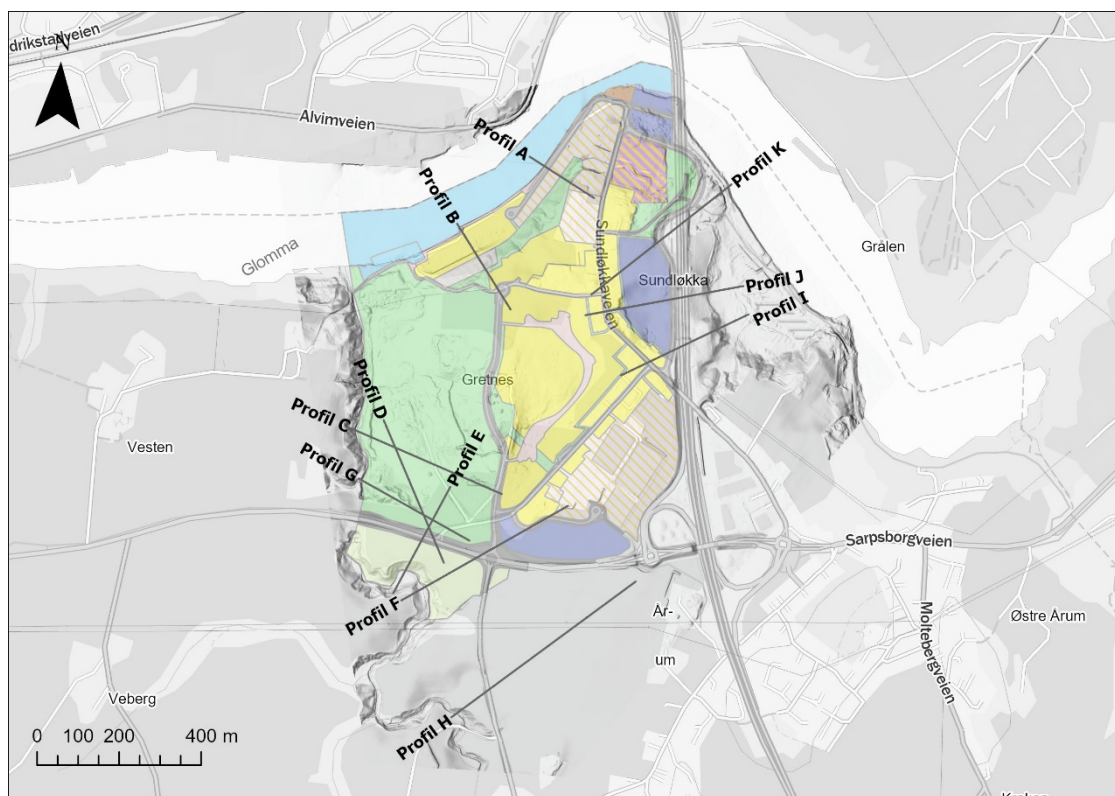
↗ Flakskred eller rotasjonsskred:  $Lu = 0,5L$

Der  $Lu$  = lengden av utløpsområdet og  $L$  = lengden av løsneområdet.

Det refereres til NVEs veileder 1/2019 /14/ for detaljert beskrivelse av områdeskred, vurderingskriterier og beregningsmetodikk for de relevante skredmekanismene.

## 5.2 Identifikasjon av kritiske skråninger av betydning for planområdet

For å undersøke kvikkleireutbredelse og potensiell fare for områdeskred, er lagdeling tegnet opp og stabilitet beregnet i 11 profiler (profil A tom. profil K). Disse profilene representerer kritiske skråninger av betydning for planområdet. Profil A tom. profil F, samt profil I, har tidligere også blitt vurdert hhv. ifm. prosjekt /1/ og /3/. Lagdeling og materialparametere er imidlertid gjennomgått på nytt og revurdert for samtlige profiler.

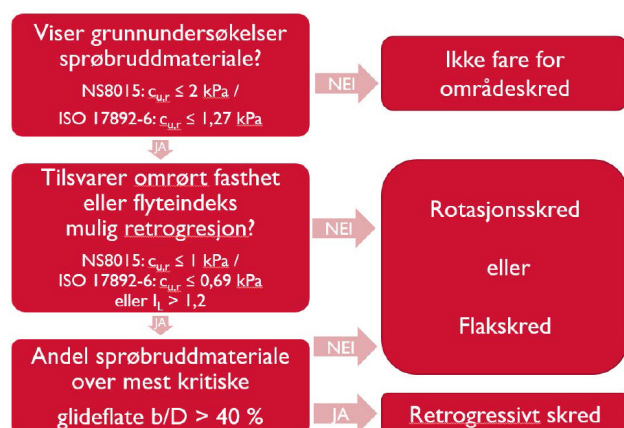


Figur 5-4 Oversiktskart med undersøkte profiler.

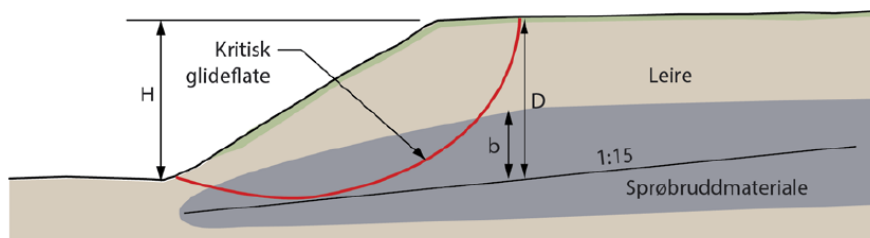
## 5.3 Aktuell skredmekanisme

Iht. flytskjema i NVEs kvikkleireveileder vurderes aktuell skredmekanisme i en kvikkleiresone på basis av leirens omrørte skjærfasthet og andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (Figur 5-5, Figur 5-6). I samtlige vurderte profiler er enten tolket kvikkleiremektighet stor, eller så foreligger det ikke tilstrekkelig data til å bestemme

kvikkleiremektigheten, og denne må dermed konservativt antas å være stor. Der prøvedata foreligger, er sensitiv leire påvist å være kvikk ( $c_{u,r} < 0,5$  kPa iht. nå utgått Norsk Standard NS8015), og dette er dermed lagt til grunn for tolkning av lagdeling i samtlige profiler. Aktuell skredmekanisme for alle skråninger av betydning for planområdet er dermed vurdert til å være retrogressive skred. Dette får konsekvenser for utbredelse av kvikkleirefaresonene i området.



Figur 5-5 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme /14/.

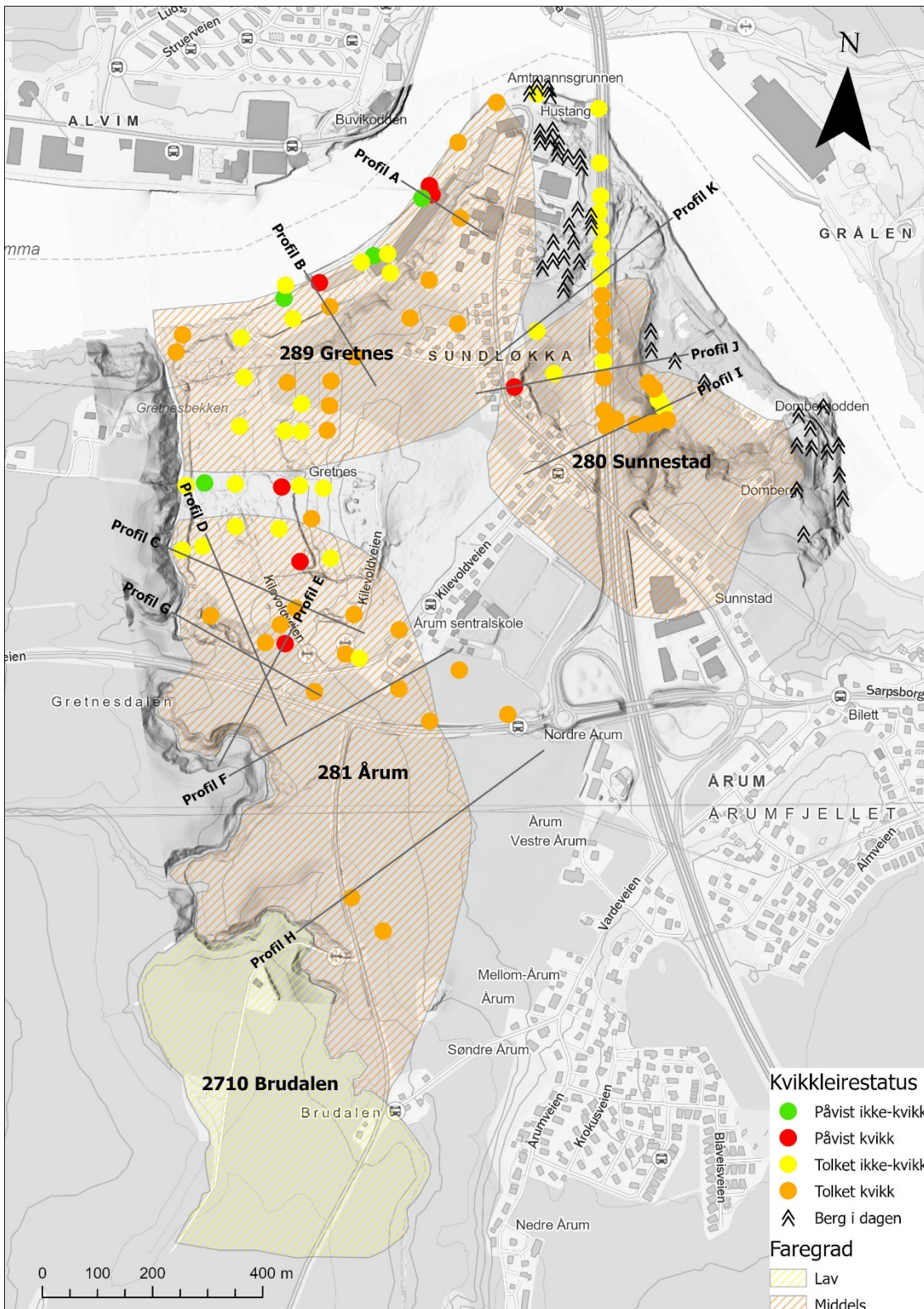


Figur 5-6 Illustrasjon av metode for bestemmelse av b/D-forholdet /14/.

## 5.4 Soneavgrensning

### 5.4.1 Løsneområder

I NVEs retningslinjer for vurdering av kvikkleireskred /14/ er det angitt prosedyrer for utredning av områdeskredfare. Ett sentralt punkt er å avgrense områder som kan være utsatt for områdeskred, dvs. å avgrense løsne- og utløpsområder som har betydning for det aktuelle tiltaket. Basert på terrengeanalyser og tolking av grunnundersøkelser i området, er sonegrensene til de tre kvikkleiresonene som berører området i dag revurdert. Kvikkleiresonen "281 Årum" er foreslått delt i to, hvilket i praksis betyr at dagens kvikkleiresone innskrenkes, og at det opprettes en ny kvikkleiresone, "2710 Brudalen", i området som ikke lenger vil dekkes av kvikkleiresonen "281 Årum". Forslag til justerte løsneområder er skissert i kart 001 og Figur 5-7, mens både løsne- og utløpsområder er vist i vedlegg C. Bakgrunnen for soneinndelingen er beskrevet i påfølgende delkapitler.



Figur 5-7 Forslag til justering av løснеområder til kvikkleiresonene 280 Sunnestad, 281 Årum og 289 Gretnes, samt opprettelse av ny kvikkleiresone 2710 Brudalen. Sonenes respektive utløpsområder er vist i vedlegg C.

## 5.4.2 Utløpsområder

I tillegg til skredutløp fra de tre aktuelle faresonene, inkluderer vurdering av utløpsområder også potensielle kvikkleireskred fra tilgrensende soner, som kan ha konsekvenser for planområdet. Det vil i praksis si utløpsområder for sone 282 Veberg og sone 288 Vesten Øst (se Figur 1-3).

Metodikk for vurderinger av utløpsområder er beskrevet nærmere i NGI rapport 20190661-01-R Områdestabilitet Grefnes/Sundløkka – utløpsområder [21]. Rapporten er medtatt i sin helhet i vedlegg D i denne rapporten.

En sentral vurdering av utløpsområdene er knyttet til om utløpsmasser etter et kvikkleireskred kan demme opp Glomma. Skred fra sonene 281, 282, 288 og 289 kan potensielt dekke elvebunnen nedstrøms E6 Sandesund bru (mellom brua og sone Vesten østre). Det er gjort en beregning av volumer under dybde 5 m i elva, med antakelse om at skredmasser avsatt under dette nivå ikke vil gi oppdemning av Glomma. Langs denne delen av elva er volumkapasitet tilgjengelig for evt. avsetning av skredmasser beregnet som vist i

Tabell 5-1.

Tabell 5-1. Beregnet volumkapasitet på elvebunnen mellom E6 brua og Vesten østre

Dybde intervall (m under 0-nivå)	Volumkapasitet fordelt på dybdeintervall (1000 m <sup>3</sup> )
20 – 23	10,3
15 – 23	90,3
10 – 23	250,5
5 – 23	611,8

Data fra Tabell 5-1 kan tolkes som følger:

- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 10 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 20 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 90 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 15 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 250 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 10 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 610 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 5 m

Skred fra sone 280 kan potensielle dekke elvebunnen øst for Sandesund bru på E6 og Dombergodden. På denne delen av elva er volumkapasitet under dybde 6 m i elva beregnet som vist i Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Beregnet volum kapasitet på elvebunnen mellom E6 brua og Dombergodden.

Dybde intervall (m under 0-nivå i ENC kart)	Volum kapasitet på dybde intervall (1000 m <sup>3</sup> )
10 – 16	20,7
6 - 16	72,0

Data fra Tabell 5-2 kan tolkes som følger:

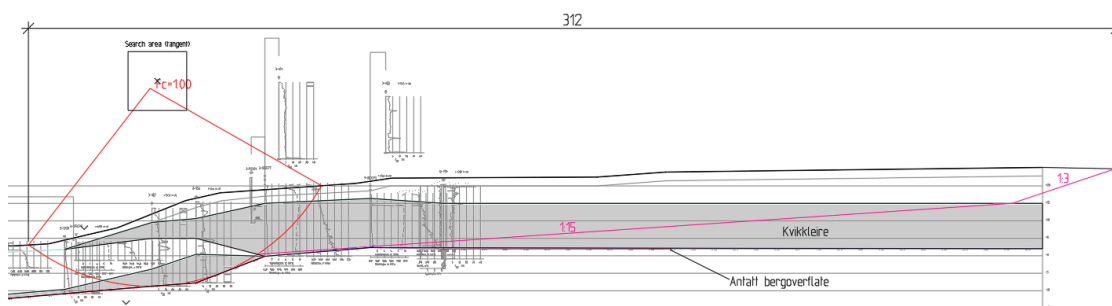
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 20 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 10 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 72 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 6 m

Vurderingene over er basert på at helningen på elvebunnen antas å være høy nok til at skredmassene i elva vil bevege seg til laveste området på elvestrekningen og avsettes der.

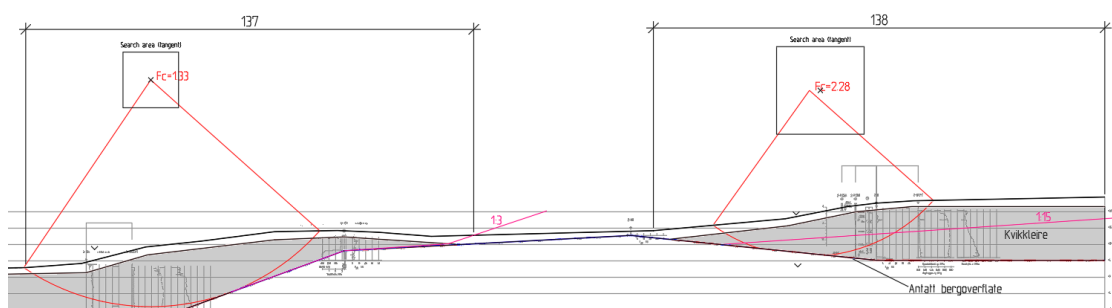
### 5.4.3 Sone 280 Sunnestad

#### Løsneområde

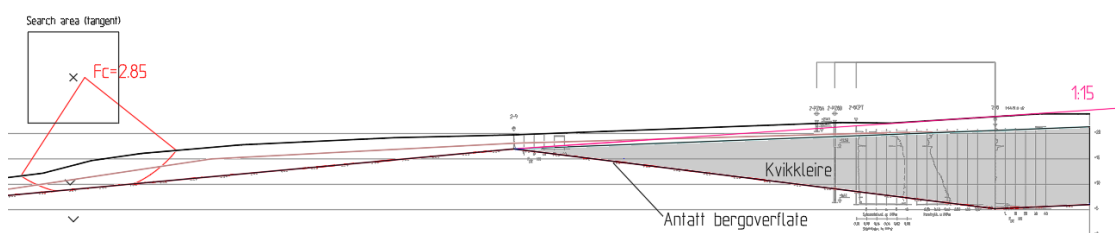
Løsneområdet til kvikkleiresonen "280 Sunnestad" er vurdert basert på tolket lagdeling vist i profil I, J og K (Figur 5-8, Figur 5-9 og Figur 5-10), topografi og punkter med registrert berg i dagen. Soner deles ofte ved klare topografiske skiller, som dype raviner eller bekkedaler. I dette tilfellet er imidlertid områdets topografi meget "tredimensjonal", noe som vanskeliggjør presis sideveis fastsettelse av sonegrenser for løsneområdet. Basert på ny gjennomgang av tilgjengelige data, er sonen foreslått utvidet nord-vestover opp til et område der det er påvist berg i dagen, samt tolkning av sonderinger som indikerer ikke-sensitive masser (Figur 5-7). Mot sørvest er sonen avgrenset ved hjelp av NGI-metoden (kapittel 5.1.4). Mot sørøst er sonen avgrenset av en ravine, og mot nordøst er den avgrenset av vekselvis berg i dagen og et flatt platå nær elven.



Figur 5-8 Profil I, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.



Figur 5-9 Profil J, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.



Figur 5-10 Profil K, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden. I dette profilet viser metoden at det ikke er fare for områdeskred, ettersom 1:15-linjen ikke går ned i kvikkleire.

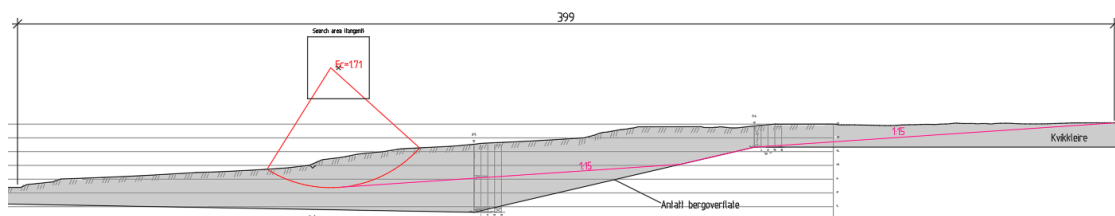
## Utløpsområde

Lengde av løsneområdet er beregnet langs et profil Øst 1 (se vedlegg D) basert på topografi og lagdeling tolket fra grunnundersøkelser. Beregnet lengde av løsneområdet er 273 m. Beregnet utløpslengde er dermed  $1.5 \times 273 \text{ m} = 410 \text{ m}$  (fra ref. /14/). Halvparten av utløpsområdet ligger på land, og resten av utløpsområdet ligger ute i Glomma. Fordeling av utløpsområdet på elva er iht. bunntopografi fra ENC kart (se vedlegg D). Volum som vil avsettes i Glomma er ca.  $70\,000 \text{ m}^3$ , dvs. mindre enn beregnet maksimum volumkapasitet gitt i Tabell 5-2. Det antas derfor ikke at skred i dette området vil resultere i oppdemning av elva, basert på forutsetningene som er gjort. Utløpsområdet er vist i vedlegg D.

### 5.4.4 Sone 281 Årum og 2710 Brudalen

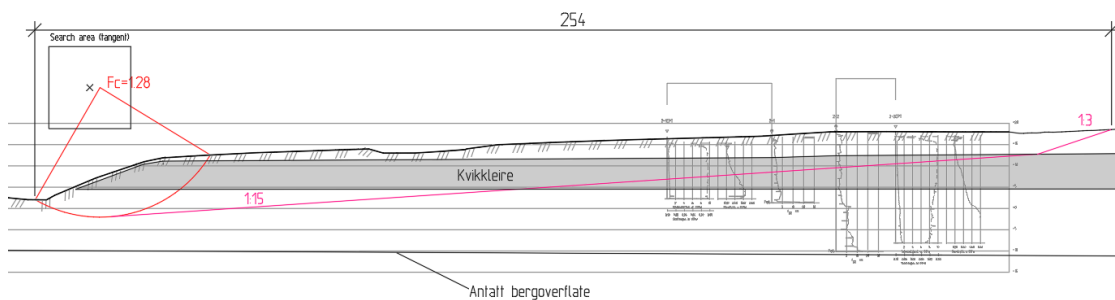
#### Løsneområde

Løsneområdet til kvikkleiresonen "281 Årum" er vurdert ved hjelp av lagdeling i profil C, E og F (Figur 5-11, Figur 5-12 og Figur 5-13) og topografi. Basert på ny gjennomgang av tilgjengelige data er sonen foreslått innskrenket/delt ved å følge Gretnesbekken oppstrøms til Brudalen. En ny kvikkleiresone, "2710 Brudalen", foreslås opprettet i området sør for dette skillet. Det bemerkes at utstrekningen av den nye sonens løsneområde er ikke vurdert på nytt (geometri tilsvarer søndre del av dagens kvikkleiresone "281 Årum") ettersom det ikke planlegges tiltak i dette området.

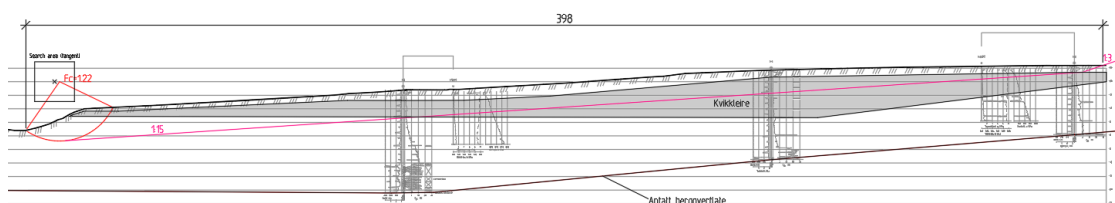


Figur 5-11 Profil C, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.





Figur 5-12 Profil E, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.



Figur 5-13 Profil F, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.

## Utløpsområde

Lengde av løsneområdet til kvikkleiresone "281 Årum" er beregnet langs profil C, D, E, F, 5, 6 og 7 basert på kritisk glidesirkel fra stabilitetsberegninger (se vedlegg D). Beregnet lengde av løsneområdet er 231 m. Beregnet utløpslengde langs Grefnesdalen er dermed  $3 \times 231\text{ m} = 693\text{ m}$  (fra ref. /14/). Deler av utløpsområdet ligger på land, og resten ligger ute i Glomma. Det er antatt at skredmassene i elva vil fordele seg iht. bunntopografi fra ENC kart (se vedlegg D). Volum som vil avsettes i Glomma er ca.  $600\,000\text{ m}^3$ , dvs. mindre enn maksimum beregnet volumkapasitet i

Tabell 5-1. Det antas derfor ikke at et skred fra denne sonen vil resultere i oppdemning av elva, basert på forutsetningene som er gjort.

En grov skisse er tegnet opp for utløpsområdet til kvikkleiresonen "2710 Brudalen". Utløpsområdet antas å ha en utstrekning på ca.  $3xL$ , og skredmassene vil dermed trolig følge Grefnesbekken nordover mot Glomma. Det antas at skredmassene ikke vil kunne demme opp elva.

Utløpsområdene til kvikkleiresonene "281 Årum" og "2710 Brudalen" er vist i vedlegg D.

### 5.4.5 Sone 282 Veberg

## Utløpsområde

Lengde av løsneområdet er beregnet langs profil Vest 2 (se vedlegg D) basert på topografi og lagdeling tolket fra grunnundersøkelser. Beregnet lengde av løsneområdet er 166 m. Beregnet utløpsdistanse er dermed  $3 \times 166\text{ m} = 498\text{ m}$  (fra ref. /14/). Deler av utløpsområdet ligger på land, og resten ligger ute i Glomma. Det er antatt at

skredmassene i elva vil fordele seg iht. bunntopografi fra ENC kart (se vedlegg D). Volum som vil avsettes i Glomma er ca. 300 000 m<sup>3</sup>, dvs. mindre enn beregnet maksimum volumkapasitet i

Tabell 5-1. Det antas derfor ikke at et skred fra denne sonen vil resultere i oppdemning av elva, basert på forutsetningene som er gjort. Utløpsområdet er vist i vedlegg D.

#### 5.4.6 Sone 288 Vesten Øst

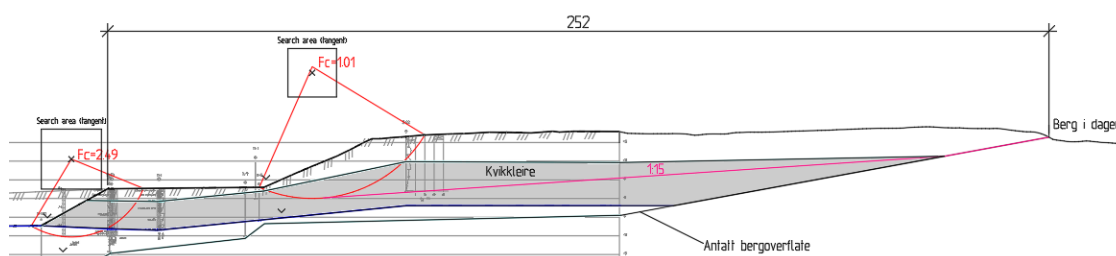
##### Utløpsområde

Løsnedistanse er beregnet langs profil Vest 1 (se vedlegg D) basert på topografi og lagdeling tolket fra grunnundersøkelser. Beregnet løsnedistanse er 173 m. Beregnet utløpsdistanse langs Gretnesdal er dermed 3 x 173 m = 519 m (fra ref. /14/). Deler av utløpsområdet ligger langs bekken og resten av utløpsområdet ligger ute i Glomma. Det er antatt at skredmasser vil fordele seg i elva iht. bunntopografi fra ENC kart (se vedlegg D). Volum som vil avsettes i Glomma er ca. 180 000 m<sup>3</sup>, dvs. lavere enn beregnet maksimum volum kapasitet i Tabell 5-1. Derfor antas det ikke at et evt. skred vil kunne resultere i oppdemning av elva. Terrenget øst for Gretnesbekken har små høydeforskjeller og liten skråningshelning, noe som gjør at en del av utløpsområdet strekker seg innover terrenget på østsiden av bekken. Skredutløp er dog ikke antatt å kunne nå planlagt utbyggingsområde. Det antas ikke at et skred fra denne sonen vil resultere i oppdemning av elva, basert på forutsetningene som er gjort. Det er derfor ikke foreslått tiltak for å demme opp eventuelle skredmasser fra sone 288 Vesten Øst. NGIs rapport, ref. [21] gitt i vedlegg D, angir hvordan sikring i form av en voll kan utformes dersom det skulle anses nødvendig. Utløpsområdet er vist i vedlegg D.

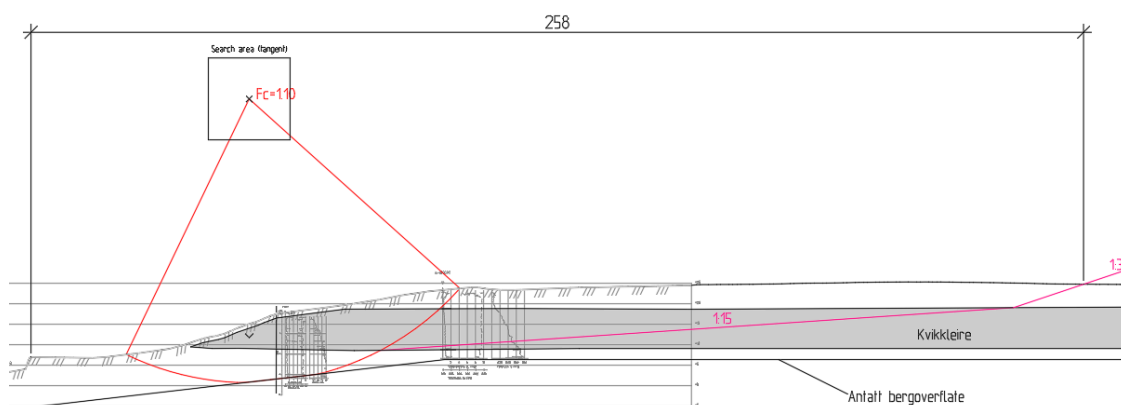
#### 5.4.7 Sone 289 Gretnes

##### Løsneområde

Løsneområdet til kvikkleiresonen "289 Gretnes" er vurdert basert på lagdeling i profil A og B (Figur 5-14 og Figur 5-15), topografi og registrerte punkter med påvist berg i dagen (Figur 5-7). Basert på ny gjennomgang av tilgjengelige data, er sonen foreslått utvidet noe mot nord og nordøst. Det foreslås ikke endringer utover dette.



Figur 5-14 Profil A, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.



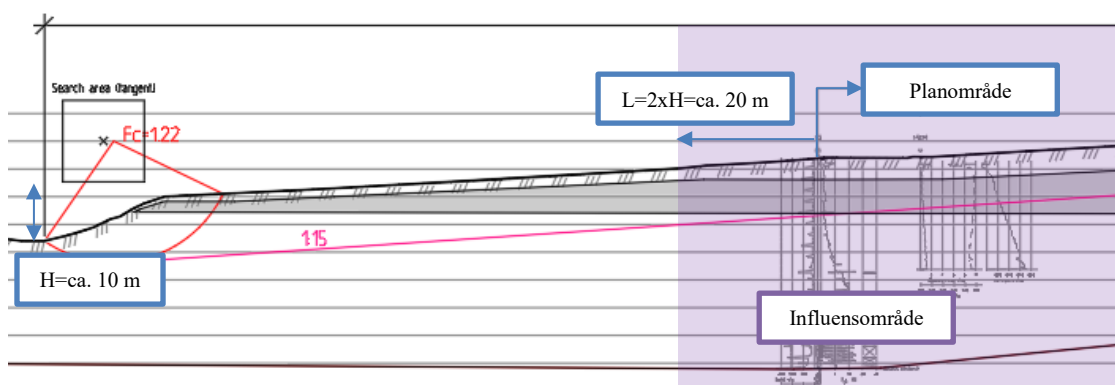
Figur 5-15 Profil B, maksimal utstrekning av potensielt kvikkleireskred iht. NGI-metoden.

## Utløpsområde

Lengde av løснеområdet er beregnet langs profil A, B, 1, 2 og 3 (se vedlegg D) basert på kritisk glidesirkel fra stabilitetsberegning. Beregnet løsnedistans er 232 m. Beregnet utløpslengde er dermed  $1.5 \times 232 \text{ m} = 348 \text{ m}$  (fra ref. /14/) om man antar at topografi av Glomma representerer åpent terreng, eller  $3 \times 232 = 696$  (fra ref. /14/) om man antar at det er kanalisert terreng (ravine). En liten del av utløpsområdet ligger på land, og resten ligger ute i Glomma. Det er antatt at skredmasser vil fordele seg i elva iht. bunntopografi fra ENC kart (se vedlegg D). Volum som vil avsettes i Glomma er ca.  $600\,000 \text{ m}^3$ , dvs. lavere enn beregnet maksimum volumkapasitet i Tabell 5-1. Det antas derfor ikke at et skred fra denne sonen vil resultere i oppdemning av elva, basert på forutsetningene som er gjort. Utløpsområdet er vist i vedlegg D.

## 5.5 Tiltakets influensområde

NVEs kvikkleireveileder /14/ etablerer et begrep kalt "influensområde". Influensområdet referer til hvilket område som vil bli påvirket av et tiltak, det vil si i første rekke om det er skråninger hvor stabilitetsforholdene vil bli påvirket av tiltaket (grense på  $2 \times$  total skråningshøyde H). Som beskrevet i kapittel 3.1 utløses strengere krav til beregnet sikkerhet for skråninger som ligger innenfor et tiltaks influensområde, enn for skråninger som ligger utenfor influensområdet. I kvikkleiresonene "280 Sunnestad" og "289 Gretnes" ligger kritiske skråninger innenfor de planlagte tiltakenes influensområde, ettersom det planlegges tiltak helt ut mot skråningskanten. I kvikkleiresonen "281 Årum" ligger kritiske skråninger derimot utenfor tiltakets influensområde (Figur 5-16).



Figur 5-16 Profil F, illustrasjon av de planlagte tiltakenes influensområde.

## 5.6 Erosjonsforhold ved Glomma og Gretnesbekken

Erosjon langs bekke- eller elveleie, dvs at vannmassene graver i foten av en skråning, er en potensiell utløsermekanisme for kvikkleireskred. Det er derfor nødvendig å foreta en grundig vurdering av erosjonsforholdene i forbindelse med områdestabilitetsvurderinger, og påfølgende detaljprosjektering i forbindelse med utbygginger. NGI har tidligere utført vurdering av erosjonsfaren ved Glomma og Gretnesbekken /23/, oppsummert som følger.

### 5.6.1 Glomma

- I forbindelse med prosjekteringen av kaien på 1960-tallet ble det foretatt dybdemålinger ute i elva. Elvebunn ved disse boringene ble angitt å ligge på kote -7 (elvenivå ca. kote 0). I forbindelse med detaljprosjekteringen bør vanndybder, erosjonsforhold og andre forhold ved kaia langs Glomma studeres mer detaljert.
- I den vestre delen av området, ved utløpet av Gretnesbekken, er det relativt flatt og lite spor av erosjon.
- Noe lenger øst for Gretnesbekken står det en støttemur langs elvebredden mot Glomma. Støttemuren står inntil kaien.
- Langs store deler av strekningen langs Glomma er det kai. Kaien er pelet til fjell. Under kaien er det en trespunkt. I 1982 skjedde det en utrasing av deler av spunten, uten at dette førte til videre utglidninger bakover i skråningen. Det anbefales at trespunktet kontrolleres mer detaljert (befares av dykkere?) i forbindelse med detaljprosjekteringen. Eventuelle mangler ved spunten må utbedres før eventuelle andre nødvendige stabiliserende tiltak igangsettes.
- Som vist i kart 001 er det varierende funn av sprøbruddmateriale/kvikkleire langs Glomma. Det bør derfor gjennomføres supplerende grunnundersøkelser i området i forbindelse med detaljprosjekteringen (se kart 004).

## 5.6.2 Gretnesbekken

- Det er spor av mindre, lokale utglidninger langs Gretnesbekken. Det er imidlertid ingen tegn til begynnende skredvirksomhet bakover fra bekkeleiet.
- Som vist i kart 001, er det antakelig begrenset omfang av sprøbruddmateriale/kvikkleire langs Gretnesbekken. Noen supplerende boringer bør utføres i forbindelse med detaljprosjekteringen for å få bedre oversikt over omfang av eventuelt sprøbruddmateriale/kvikkleire langs østsiden av Gretnesbekken.
- Erosjonssikring er nødvendig langs elver/bekkedrag i områder med potensiell kvikkleire. Erosjonssikrende tiltak må vurderes i forbindelse med detaljprosjekteringen.

## 5.7 Faregrads-, konsekvens, og risikoevaluering

Klassifiseringen av faresonene omfatter evaluering av faregrad, konsekvens og resulterende risiko for hver enkelt sone. Det er benyttet en semikvantitativ metode basert på poengverdier iht. NVE ekstern rapport 9/2020 /20/.

Faregrad er evaluert på grunnlag av topografiske, geotekniske og hydrologiske kriterier, som er antatt relevante for utløsning av kvikkleireskred. Konsekvens er evaluert etter graden av urbanisering og infrastruktur i sonen: antall boenheter, arbeidsplasser, veier, toglinjer, kraftlinjer etc. Vurderingen av konsekvens er basert på dagens situasjon, dvs. før planlagt utbygging.

Evalueringen gjøres på grunnlag av kriteriene som fremgår av Tabell 5-3 og Tabell 5-4.

Tabell 5-3 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep:	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
forverring forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 5-4 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faregrad og konsekvens er delt inn i tre klasser etter resultatet av evalueringen, se Tabell 5-5 og Tabell 5-6.

Tabell 5-5 Faregradsklassifisering

Faregrad	Lav	Middels	Høy
Poeng	0-17	18-25	26-51
Prosent	0-33,3	35,3-49,0	51,0-100

Tabell 5-6 Konsekvensklassifisering

Konsekvens	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig
Poeng	0-6	7-22	23-45
Prosent	0-13,3	15,6-48,9	51,1-100

Faregrad – og konsekvensevalueringene er grunnlaget for bestemmelse av risikoklasse: Risikoscore = % faregrad x % konsekvens. Risiko er inndelt i fem klasser, hvor klasse 5 representerer høyeste risiko (Tabell 5-7).

Tabell 5-7 Risikoklasser ut fra produkt av prosentpoeng for faregrad og konsekvens

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Faregrad x konsekvens	0-166	167-628	629-1905	1906-3203	3204-10000

De aktuelle vurderingene gjort for de fire sonene 280 Sunnestad, 281 Årum, 289 Gretnes og 2710 Brudalen er gitt i vedlegg C, og oppsummert i Tabell 5-8.

Tabell 5-8 Klassifisering av berørte kvikkleiresoner

Sone	Fareklasse	Konsekvensklasse	Fare x Konsekvens	Risikoklasse
280 Sunnestad	Middels	Meget alvorlig	2039	4
281 Årum	Middels	Alvorlig	993	3
289 Gretnes	Middels	Meget alvorlig	3704	5
27190 Brudalen	Lav	Alvorlig	667	3

## 6 Materialparametre og beregningsforutsetninger

### 6.1 Lagdeling og overkonsolideringsforhold

Lagdeling er basert på tolking av sonderinger, supplert med opptatte 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.

### 6.2 Materialparametre

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

Benyttet aktiv udrenert skjærfasthet i de ulike profilene er oppsummert i Tabell 6-1 og vist i vedlegg A. Udrenert skjærfasthet er estimert med utførte CPTU-sonderinger som tolkingsgrunnlag, sammen med poretrykksmålinger og resultater fra laboratorieanalyser av opptatte prøver. Der data fra grunnundersøkelser ikke foreligger, er SHANSEP-metoden benyttet for å beregne udrenert skjærfasthet. Tykkelsen av tidligere overlaging i SHANSEP-beregningene er valgt basert på høydenivået av omliggende terreng i de aktuelle områdene styrkeprofilene er representative for. Denne parameteren sammen med øvrige parametre benyttet i beregning av udrenert skjærfasthet med SHANSEP-metoden er oppgitt i vedlegg A13-A20.

Tabell 6-1 Oversikt over aktiv udrenert skjærfasthet benyttet i beregningene. Tolking av CPTU og parametre i Shansep-beregningene er vist i vedlegg A.

Profil	Designlinje sua, topp		Designlinje sua, bunn	
	CPTU nr. /Shansep	Vedleggsnr.	CPTU nr. /Shansep	Vedleggsnr.
A	2-18	A6	Shansep	A13
B	4-109	A11	Shansep	A14
C	2-1 2-2 (sammenstilling)	A3 A4	Shansep	A15
D	2-1 2-2 (sammenstilling)	A3 A4	Shansep	A15

E	2-1 2-2 (sammenstilling)	A3 A4	Shansep	A16
F	1-5	A2	Shansep	A16
G	2-1 2-2 (sammenstilling)	A3 A4	Shansep	A16
H	Øvre platå: 1-2 Nedre platå: 301	A1 A12	Shansep	A17
I	Øvre platå: 3-100 over 16 m 60 kPa under 16 m Nedre platå: 3-101	A7 - A8	3-105 over 6 m Shansep under 6 m	A10 A18
J	2-8	A5	3-104 over 14 m Shansep under 14 m	A9 A19
K	2-8	A5	Shansep	A20

Leiras udrenerte skjærfasthet varierer avhengig av helning av skjærplanet. Verdiene for ADP-faktorene er valgt iht. metode presentert i NIFS-rapport 14/2014 /24/, der faktorene avhenger av plastisitetsindeksen (IP). Plastisitetsindeks er målt i ikke-kvikkleire og kvikkleire i borpunkt 2-2, 2-8 (fra rapport [2]), 8-2, 8-13 og 8-24 (fra rapport [8]) og 11-3 (fra rapport [11]) til å være hhv. ca. 20-35 % og 8-13 %. Med bakgrunn i disse målingene er anisotropifaktorer for ikke-kvikkleire satt til hhv. 1, 0,7 og 0,4 for hhv. aktiv, direkte og passiv skjærfasthet og i kvikkleire er anisotropifaktorene satt til 1, 0,63 og 0,35.

Aktiv, udrenert skjærfasthet er lagt inn som karakteristiske styrkeprofiler (se vedlegg A) i beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, versjon 22.0.2.0 /16/.

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 leire. Som effektive styrkeparametre i beregningene er det derfor benyttet forsiktig antatte erfaringsverdier. Romvekt og effektive styrkeparametre benyttet i beregningene er vist i Tabell 6-2.

Tabell 6-2 Materialparametre brukt i beregningene.

	Total romvekt $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjonsvinkel $\phi'$ [°]	Kohesjon $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Tørrskorpeleire</b>	18	30	2
<b>Leire</b>	18	27	5
<b>Kvikkleire</b>	18	27	5
<b>Morene</b>	19	30	2



## 6.2.1 Kalksementpeler og kalksementstabilisert leire

Dimensjonering av kalksementpeler er gjort med henvisning til Norsk Geoteknisk Forenings veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler /18/. Sikring med kalksementpeler er anbefalt for å ivareta skråningsstabiliteten ved profil A og B for å ivareta stabilitet. Pelene er antatt installert i et ribbemønster med doble ribber som gir en midlet dekningsgrad på 25%.

Det er ikke utført laboratorieforsøk på kalksementstabilisert leire fra området, men det er brukt en udrenert styrke på 200 kPa for stabilisert leire i beregningene (ref. /19/). Formelen for å estimere udrenert skjærfasthet for det blandede materialet (dvs. in-situ leire og stabilisert leire) er (ref. /18/):

$$c_{u,m} = a \cdot c_{u,pel} + (1-a) \cdot c_{u,jord}$$

hvor:

$c_{u,m}$  = gjennomsnittlig skjærfasthet i det blandede materialet

$c_{u,pel}$  = skjærfasthet i stabilisert leire

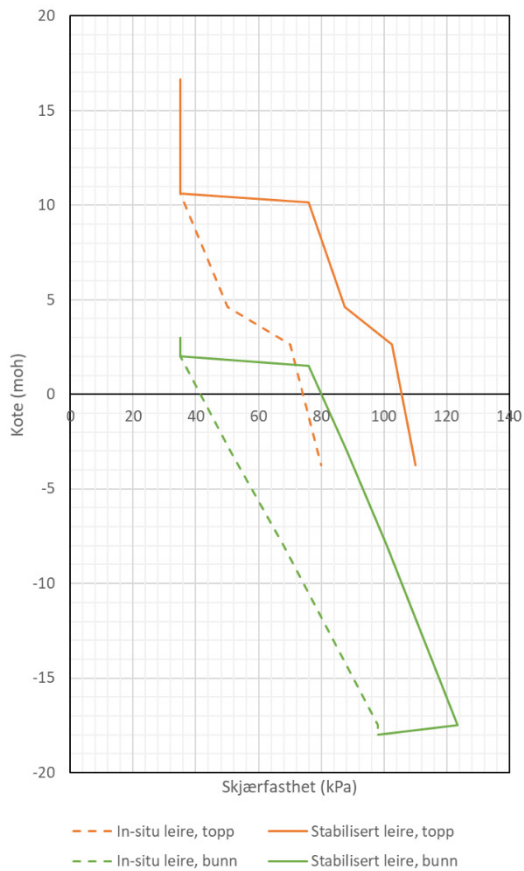
$c_{u,jord}$  = skjærfasthet i omkringliggende leire

$a$  = stabilisert dekningsgrad (avhengig av pelemønster)

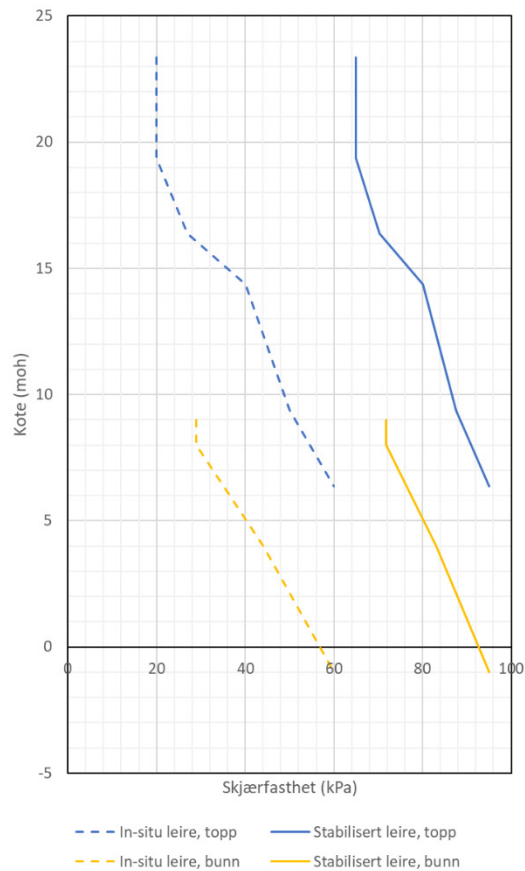
Stabilisert grunn er fortsatt å betrakte som jord. I stabilitetsberegningene er det brukt udrenerte skjærfasthetsprofiler som varierer med dybde. Det er antatt at kalksementstabilisering skjer ned til antatt berg, med forutsetning om at berg ikke ligger dypere enn 22 m under terrenget (en vanlig dybdebegrensning for rigger som utfører installering av kalksementpeler i Norden er 23 m).

De udrenerte skjærstyrkeprofilene brukt i beregningene for dagens situasjon på toppen og i bunnen av skråningene i profil A og B er brukt som utgangspunktet for beregning av skjærfastheten av det stabiliserte materialet. Økning i gjennomsnittlig skjærfasthet av grunnen er beregnet med bruk av formelen ovenfor, og vist i for profil A og Figur 6-2 for profil B.

For drenert tilstand er styrken av kalksementstabilisert leire antatt den samme som for omkringliggende (ikke stabilisert) leire (Tabell 6-2).



Figur 6-1: Skjærfasthet av kalksementstabilisert leire, profil A



Figur 6-2 Skjærfasthet av kalksementstabilisert leire, profil B

### 6.3 Poretrykk

Det er installert fem poretrykksmålere fordelt på tre borpunkter (2-2, 2-8 og 2-18) i området ifm. grunnundersøkelser utført av NGI i 2011 [2]. I borpunkt 2-2 er det installert to målere, men kun den grunneste måleren er i funksjon. Poretrykket i dette punktet (10 m dybde) er målt til å tilsvare en grunnvannstand på ca. 3,3 m under terreng (forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling). I borpunkt 2-8 er det også installert to målere, i hhv. dybde 10 m og 15 m. Poretrykksøkningen med dybden i disse punktene er ca. 8 kPa/m. I borpunkt 2-18 er det installert én måler i 15 m dybde, og målt poretrykk tilsvarende en grunnvannstand i ca. dybde 8,7 m.

I beregningene er det generelt benyttet noe poreundertrykk høyt oppe i skråningene (8 kPa/m), hydrostatisk poretrykk ved midtre plataer, og noe poreovertrykk ved foten av skråningene (11 kPa/m). Grunnvannstanden er stort sett satt (antatt) like under tørrskorpen, eller i nivå med vannstanden i Glomma/Gretnesbekken (for skråningsfoten).

## 7 Stabilitetsanalyser, dagens situasjon

Stabilitetsberegninger er utført for dagens situasjon for profil A tom K med bruk av programvaren GeoSuite Stability, versjon 22.0.2.0 /16/. Beregningene er utført med anerkjente metoder for grenselikevekt, ved hjelp av stabilitetsprogrammet BEAST - programmet /17/, som danner regnekjernen i GeoSuite Stability. Resultatene er presentert i vedlegg B, og oppsummert i Tabell 7-1. Beregningene viser at kravene til områdestabilitet iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /14/ er tilfredsstillende for både drenert og udrenert tilstand i profil C, D, E, F, G, H, J og K. I profil A og I er kravene ikke tilfredsstillende i hverken drenert eller udrenert tilstand, og i profil B er kravene tilfredsstillende i drenert tilstand, men ikke i udrenert tilstand.

Tabell 7-1 Oppsummering av resultater fra stabilitetsberegninger for dagens situasjon. Grønn og rød farge indikerer om beregnet sikkerhet er tilfredsstillende iht. NVEs kvikkleireveileder eller ikke (grønn=tilfredsstillende, rød=ikke-tilfredsstillende).

Kvikkleiresone	Profil	Beregnet sikkerhet	
		Udrenert	Drenert
289 Gretnes	A	1,01	1,11
289 Gretnes	B	1,10	1,26
281 Årum	C	1,71	2,51
281 Årum	D	1,78	2,15
281 Årum	E	1,28	1,30
281 Årum	F	1,22	1,28
281 Årum	G	1,31	1,54
281 Årum	H	1,55	1,84
280 Sunnestad	I	1,00	1,16
280 Sunnestad	J	1,33	1,91
280 Sunnestad	K	2,33	2,05

## 8 Stabilitetsanalyser, stabiliserende tiltak

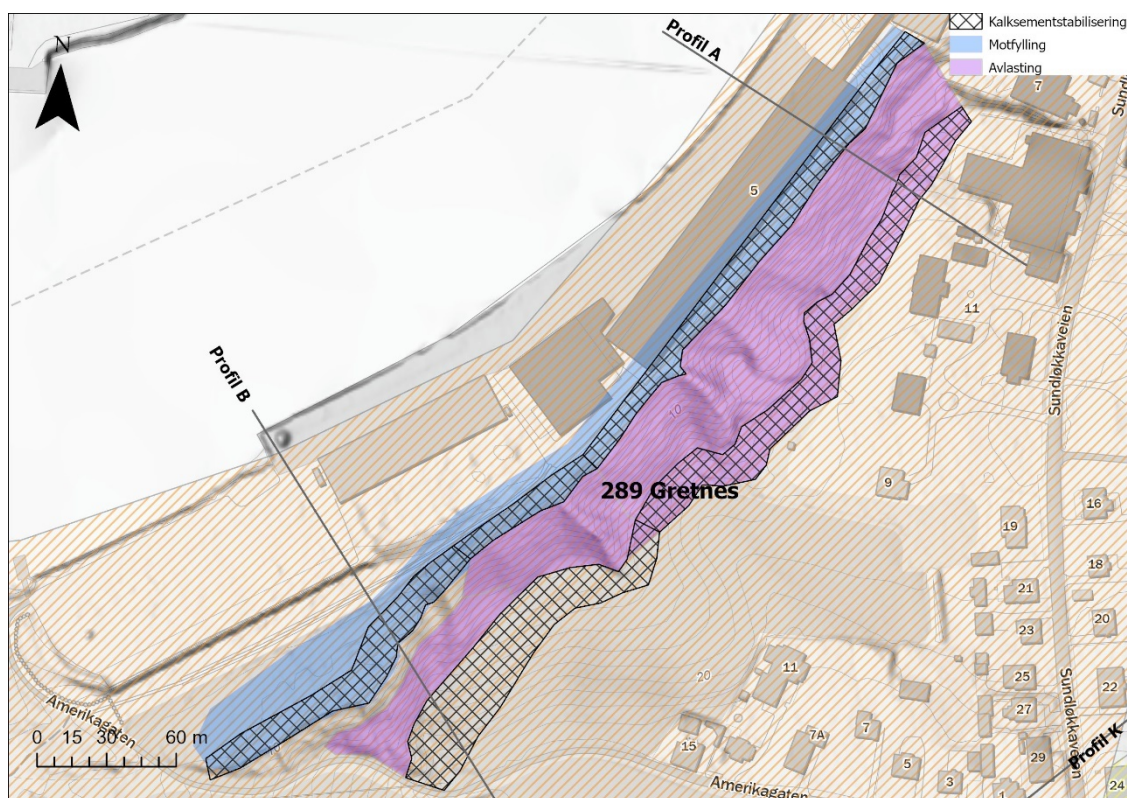
For å bedre stabiliteten i profil A, B og I slik at beregnet sikkerhet tilfredsstillende kravene i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /14/, foreslås det å utføre sikringstiltak. Beregnet sikkerhet etter sikring er oppsummert i Tabell 8-1, og vist i vedlegg B. Foreslått løsning for sikring er beskrevet i kapittel 8.1 og 8.2.

Tabell 8-1 Oppsummering av resultater fra stabilitetsberegninger etter tiltak. Grønn farge indikerer at beregnet sikkerhet er tilfredsstillende iht. krav i NVEs kvikkleireveileder.

Kvikkleiresone	Profil	Beregnet sikkerhet	
		Udrenert	Drenert
289 Gretnes	A	1,40	1,28
289 Gretnes	B	1,40	1,36
280 Sunnestad	I	1,10	1,24

## 8.1 Sikring ved profil A og B

I profil A og B er det foreslått flere stabiliserende tiltak, som vist i Figur 8-1. På grunn av plassbegrensninger vil det ikke være mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitetsforhold ved konvensjonelle tiltak, som avlasting på toppen av skråning og utlegging av motfylling i skråningsfot. For denne skråningen er det derfor beregnet stabiliserende virkning av grunnforsterkning ved bruk av kalk-sementstabilisering. Tiltak inkluderer midlertidig motfylling i bunnen av skråningene (vist med blått i figuren), utslaking av skråningene og avlasting på toppen av skråningene (vist med i lilla i figuren), og installasjon av kalksementpeler i bunnen og på toppen av skråningen (vist som skraverte områder i figuren).



Figur 8-1 Foreslåtte sikringstiltak ved profil A og B. Tiltakene inkluderer midlertidig motfylling (blått område), avlasting (lilla område), og kalksementstabilisering (skravert område).

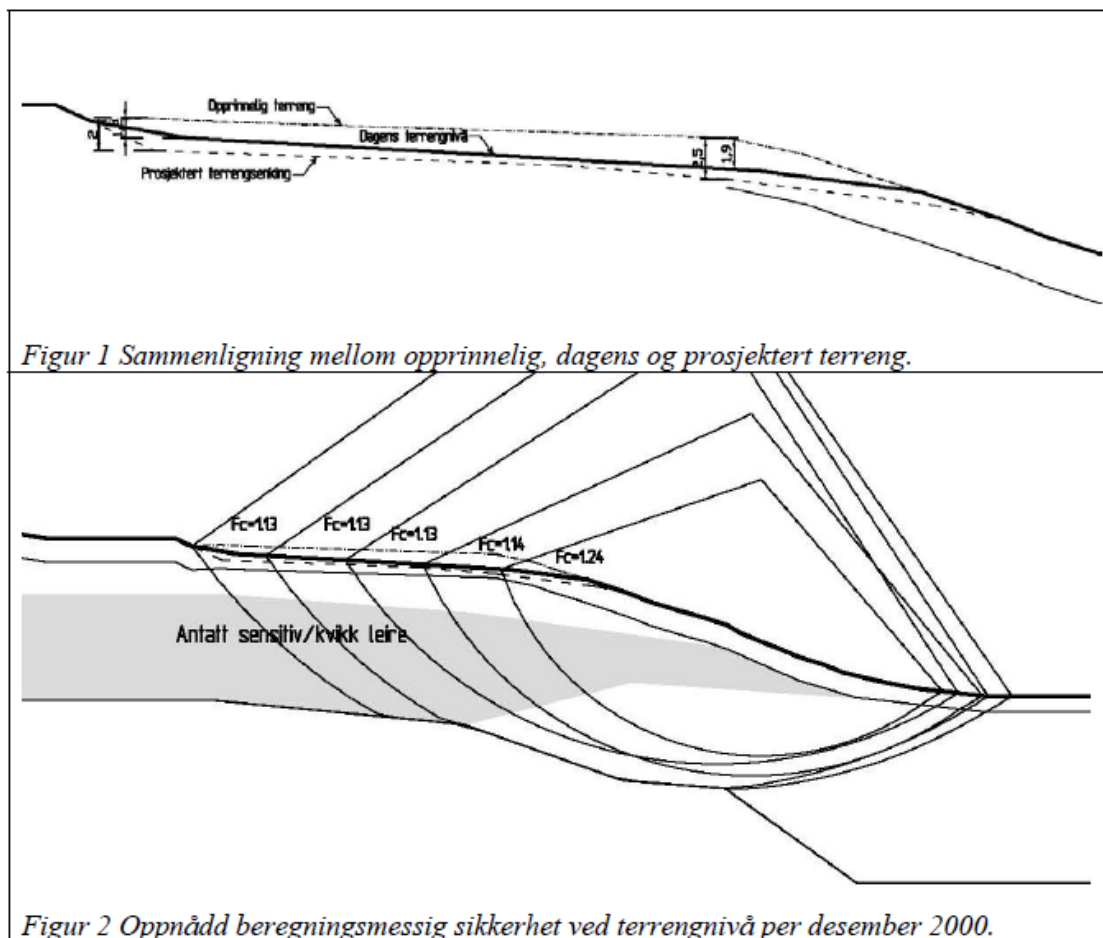
Hensikten med den midlertidig motfyllingen er først å midlertidig forbedre stabiliteten i skråningen mens avlasting og kalksementpelinstallering gjennomføres, og for det andre å muliggjøre installering av kalksementpelene i bunnen av skråningene. Etter at utslaking av skråningen, avlasting på toppen av skråningen og installering av kalksementpeler i bunnen og på toppen av skråningen er utført, kan motfyllingen fjernes. Både avlastingen og installering av kalksementpeler er permanente tiltak for å forbedre skråningsstabiliteten. Avlasting utføres i begge profiler for å slake ut skråningshelningen.

Kalksementpeler foreslås installert både i bunnen av skråningene (fra "plattformen" opprettet ved etablering av den midlertidige motfyllingen), og på toppen av skråningene. Pelene er antatt installert i et dobbelribbemønster, med dekningsgrad på 25%, og ned til berg.

En foreslått "prosedyre" for utførelse av sikringstiltakene i profil A og B er beskrevet i kapittel 9. Sikringstiltakene er vist i snitt på stabilitetsberegningene i vedlegg B, på figur B2 og B4 for profil A og på figur B6 og B8 for profil B.

## 8.2 Sikring ved profil I

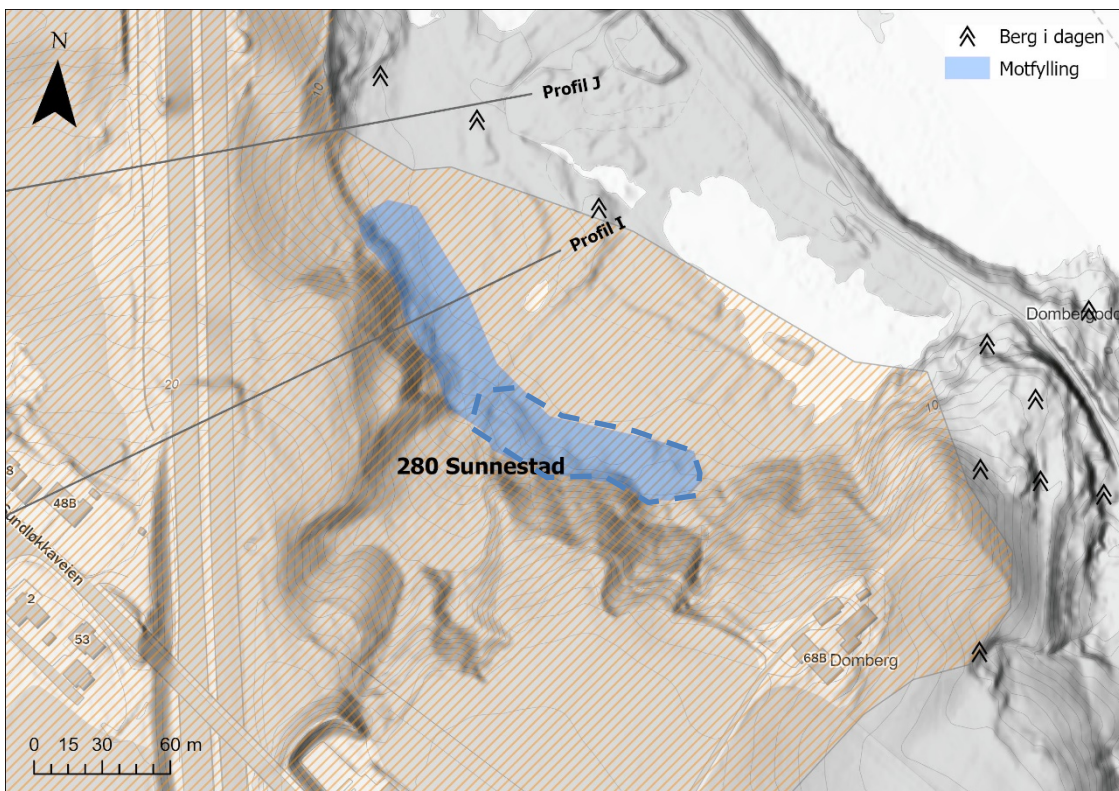
Det ble i forbindelse med planlegging av Sandesund bru anbefalt etablert en motfylling i foten av skråningen omkring profil I (benevnt profil A i tidligere rapporter) /3/. Anbefalingen har ikke blitt fulgt opp, men terrenget har trolig blitt avlastet noe på toppen av skråningen /21/. Dette vil i så fall ha ført til en viss forbedring av stabiliteten i området (Figur 8-2), men ikke i den størrelsesorden som tidligere ble foreslått /21/.



Figur 8-2 Tidligere utført avlastning i profil I (benevnt profil A i /21/).

Ettersom stabilitet for dagens situasjon beregnet ifm. dette prosjektet viser at skråningen slik den står i dag beregningsmessig er nær labil (udrenert FS=1,0), anbefaler likevel NGI at det utføres ytterligere sikringstiltak i området.

Det anbefales at det etableres en ca. 3 m tykk motfylling i foten av skråningen ved profil I, som strekker seg i en bredde på ca. 100 m langs skråningen, og 30 m bredde normalt på skråningen (Figur 8-3). I den østre delen av kvikkleiresonen "280 Sunnestad" er det ikke utført grunnundersøkelser, og det er dermed heller ikke utført stabilitetsberegninger. Ettersom skråningen i deler av området likner skråningen ved profil I, kan det bli nødvendig å etablere motfylling også her, og dette området er dermed inkludert i foreslått sikringstiltak (vist med stiplet linje i Figur 8-3). Behovet for dette må avklares i en senere fase i prosjektet. Laster fra planlagte tiltak og vegtrafikk må også inkluderes i beregningene når prosjektet når detaljprosjekteringsfasen.



Figur 8-3 Foreslått sikringstiltak ved profil I. Området der behov for sikring ikke er undersøkt er markert med stiplet linje.

## 9 Prosedyrer for kalk-sementstabilisering

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

Det er svært viktig ved alle typer tiltak for kvikkleirestabilisering at stabiliteten ikke temporært forverres. Ved installasjon av kalk-sementpeler vil det oppstå poreovertrykk samt omrøring av grunnen med påfølgende tap av skjærfasthet i området rundt pelen, noe som er ugunstig for stabiliteten /18/. Styrken av grunnen vil raskt øke og overstige tidligere fasthet, men ved kritiske forhold for skråningsstabiliteten må dette likevel hensyntas. 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 "forenklede" prosedyre foreslås ved kvikkleirestabilisering i området nord mot Glomma:

1. Installasjon av poretrykksmålere for kontinuerlig måling av poretrykks-situasjonen.
2. Etablering av motfylling ved skråningsfoten (nede på flata mot kaia), som vist på kart 002.
3. Avlasting og utslaking av terrenget i områdene vist på kart 002.
4. Installering av kalk-sementpeler nede på flata ved skråningsfoten under kontinuerlig overvåking av poretrykket. Det må lages prosedyrer mht. når KS-stabilisering kan gjøres basert på målte poretrykksverdier. Det vil kunne være behov for å flytte riggen noe fram og tilbake på området avhengig av poretrykksutviklingen. Geotekniker må bestemme rekkefølgen av installeringen av kalk-sementpeler, og må følge opp stabiliseringsarbeidene løpende.
5. Kalk-sementstabilisering på toppen av skråningen. Samme krav til installeringsrekkefølge, poretrykksovervåking og eventuell flytting som for punkt 4.
6. Fjerning av motfylling gjøres når jordforbedringen er gjennomført og leira har oppnådd tilstrekkelig styrke (må dokumenteres).

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

## 10 Konklusjon

NGI har gjennomført vurderinger av områdestabilitet i forbindelse med områderegulering for planlagt utbygging i området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune. NGIs vurderinger gitt i dette dokumentet er oppdatert fra tidligere områdestabilitetsvurderinger, og er basert på omfattende grunnundersøkelser i området.

Det er ikke utført nye grunnundersøkelser i forbindelse med utarbeidelsen av dette dokumentet.

Resultatet av våre vurderinger kan konkluderes som følger:

- NVE kom i 2020, flere år etter NGIs tidligere vurdering av områdestabilitet for Gretnes/Sundløkka, med nye retningslinjer for hvordan områdestabiliteten skal vurderes i områder med potensiell kvikkleire. Disse endringene har gitt konkrete følger for vurderingen av områdestabiliteten for Gretnes/Sundløkka.
- Den foreslåtte utbyggingen berører tre eksisterende kvikkleirefaresoner; 280 Sundløkka, 281 Årum og 289 Gretnes. I tillegg er det gjort vurderinger for utløpsområder for tilstøtende soner på vestsiden av Gretnesbekken; 283 Veberg og 288 Vesten Øst. NGI anbefaler noe justering av 280 Sundløkka, 281 Årum og 289 Gretnes, både hva angår soneutbredelse og fare-, konsekvens- og risikovurderinger. NGI anbefaler også en opprettelse av en ny kvikkleiresone, 2710 Brudalen, i området som i dag dekkes av søndre del av kvikkleiresonen 281 Årum.
- Det er gjort stabilitetsanalyser for i alt 11 profiler (3 i sone 280 Sunnestad, 6 i sone 281 Årum, og 2 i sone 289 Gretnes). For 8 av profilene viser beregningene at sikkerhetskravene i NVEs veileder [14] er tilfredsstilt, mens kravene ikke er tilfredsstilt for tre profiler (profil A og B ned mot Glomma i sone 289 Gretnes, og profil I øst for E6 i sone 280 Sunnestad).
- Det er foreslått konkrete fysiske sikringstiltak i områdene der NVEs krav ikke er tilfredsstilt. For skråningen ned mot Glomma dreier det seg om en kombinasjon av avlastning og kalk-sementstabilisering, mens det for skråningen på østsiden av E6 foreslås en motfylling i bunn av skråningen.
- I forbindelse med detaljprosjektering må det gjennomføres supplerende grunnundersøkelser, både med felt- og laboratorieforsøk. Ikke minst er det viktig å avgrense området med kvikkleire med større grad av sikkerhet enn hva situasjonen er i dag. Alle foreslåtte sikringstiltak må også gjennomgås på nytt basert på supplerende data om grunnforholdene.
- Områdestabilitetsvurderingene må iht. NVE 1/2019 kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

## 11 Forslag til videre arbeid i detaljprosjektering

Nye og mer detaljerte grunnundersøkelser vil være nødvendig i neste planfase for bedre dokumentasjon av 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. Kart 004 viser et forslag til borplan. Denne viser et forslag om 17 lokasjoner for grunnboring, og omfatter både sonderinger og prøvetaking. Forslaget er tentativt og bør justeres kontinuerlig etter hvert som resultater fra boringene blir tilgjengelig (hvilket altså fordrer tett oppfølging av geoteknikere underveis i



feltarbeidet). Evt. endringer i prosjektet vil også kunne ha betydning for nødvendig omfang av supplerende grunnundersøkelser.

Det bør i forbindelse med grunnundersøkelsene 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. Det bør også vurderes om det bør utføres spesifikke forsøk for vurdering av styrkeegenskaper til kalksementstabilisert materiale.

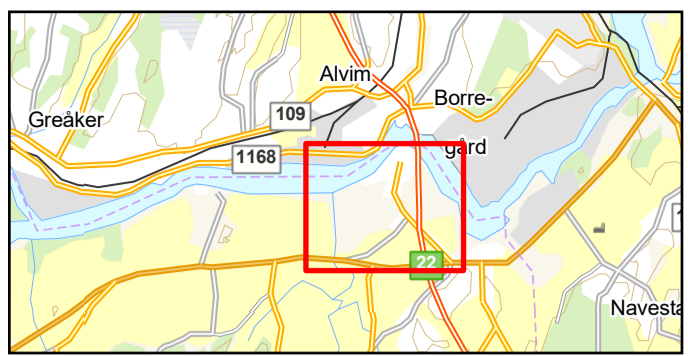
Videre anses det som viktig at erosjonsforholdene avklares noe mer i detalj enn hva situasjonen er nå. Dette bør også ses i sammenheng med resultater fra supplerende grunnundersøkelser, som bør ha som mål å avdekke om det er kvikkleire/sprøbruddmateriale i områder der erosjon kan utgjøre en fare.

## 12 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.

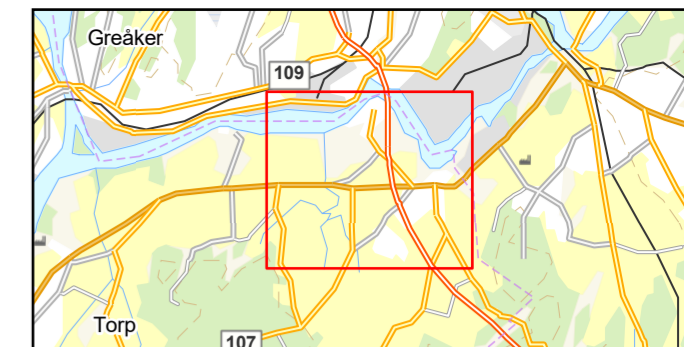
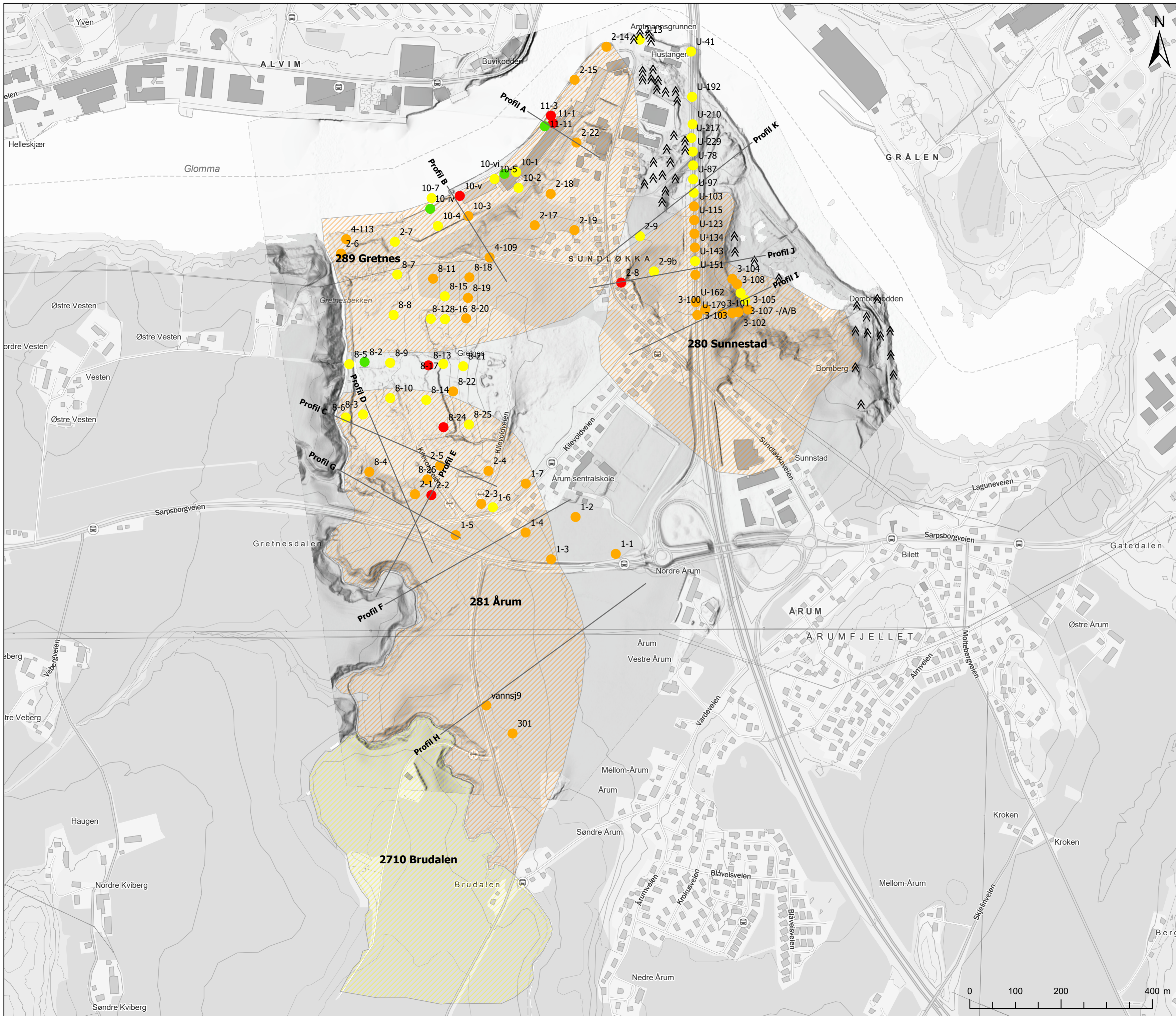
- /9/ Norsk Teknisk Byggekontroll A/S (1982). A/S Hafslund, Sarpsborg, Kai ved Sandesund, Utbedring. Borplan, Profil A-A. Sak Nr. 23989, 8. oktober 1982.
- /10/ Norsk Teknisk Byggekontroll A/S (1971). A/S Hafslund - Smelteverket, Havneanlegget, Sandesund. Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering. Rapport 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/ SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-30D rapport nr. 1, 16. desember 2003.
- /13/ DIBK (2017) Byggeteknisk forskrift (TEK17). Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/>.
- /14/ NVE (2020) NVE veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /15/ Norsk Standard (2016) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler.
- /16/ Trimble Novapoint GeoSuite (2000-2018): GeoSuite Toolbox. GS Stability. Version 22.0.2.0.
- /17/ PostoGRAF Stabilitet 4.0 (2003). Manualtillegg. Beast, A Computer Program for Limit Equilibrium analysis by the Method of Slices. Consulting Civil Engineer Carl J. Frimann Clausen. Revisjon 4, 10 mars 2003.
- /18/ Norsk Geoteknisk Forening (2012). Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler.
- /19/ Paniagua, P., Bache, B.K., Karlsrud, K., og Lund. A. (2009). Strength and stiffness of laboratory-mixed specimens of stabilised Norwegian clays. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Ground improvement, 2009.
- /20/ NGI (2020) NVE ekstern rapport 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – metodebeskrivelse.
- /21/ NGI (2007) Nye Sandesund Bru – E6 Østfold. Stabilitetsvurdering av nedskjært terreng ved Akse A0. Teknisk notat 20051350.

- /22/ NGI (2019) Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka. Utløpsområder for kvikkleiresone 280, 281, 282, 288, 289. Rapport 20190661-01-R, 10. september 2019.
- /23/ NGI (2016) Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka. Utfyllende informasjon i forbindelse med reguleringsplan Gretnes/Sundløkka. Teknisk notat 20120757-01-TN, 2. august 2016.
- /24/ NVE i samarbeid med SVV og Jernbaneverket (2014) Rapport nr. 14/2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.
- /25/ Norconsult (2022) Gretnes/Sundløkka områdestabilitet – Uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitet etter NVE veileder 1/2019. Versjon J01, datert 28. juni 2022.



- Tegnforklaring
- DrT
  - DrT Cpt PZ
  - DrT Cpt Prøve PZ
  - Prøve
  - DrT Cpt
  - DrT Prøve
  - Total Cpt
  - Total
  - CPTU
  - Vb

<b>COWI AS</b>			
Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet			
Oversikt over utførte grunnundersøkelser			
Dato:	Uttent:	Kontrollert:	Godkjent:
2022-08-09	AJD	HHe	BGK
Original format og målestokk:	Sjerprikkasjon		
A1 1:2 100	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjekt:	Dokument:	Kartr:	Rev:
20210758	20210758-01-R	000	0
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT			
Foto: 2019 UTM Zone 33N, 0001, 0010			
Sjerprikkasjon 72			
Til: 22.09.2022, Faks: 22.21.94.48			
www.ngi.no			



**Tegnforklaring**

- Profiler
- ▲ Berg i dagen
- Påvist ikke-kvikk
- Påvist kvikk
- Tolket ikke-kvikk
- Tolket kvikk

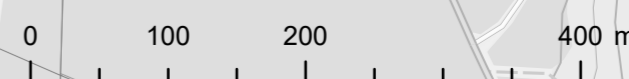
**Faregrad**

- ▨ Lav
- ▨ Middels

**COWI AS**  
**Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet**  
 Kvikkleireutbredelse og berg i dagen.  
 Foreslåtte justeringer av løseområder for berørte kvikkleiresoner.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-08-09	AJD	HHe	BGK
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A2 1:5 500		ETRS 1989 UTM Zone 33N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210758	20210758-01-R	001	1

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT  
 Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO  
 Sognsveien 72  
 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48  
 www.ngi.no

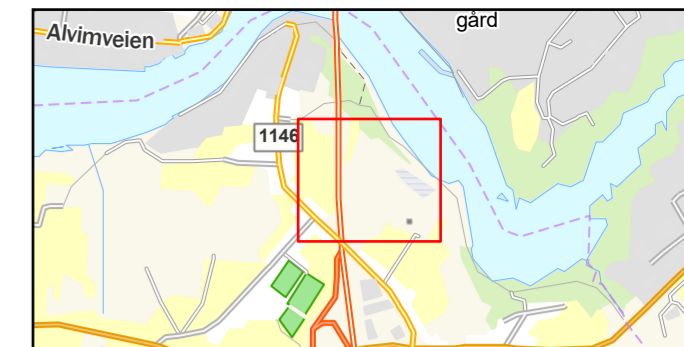
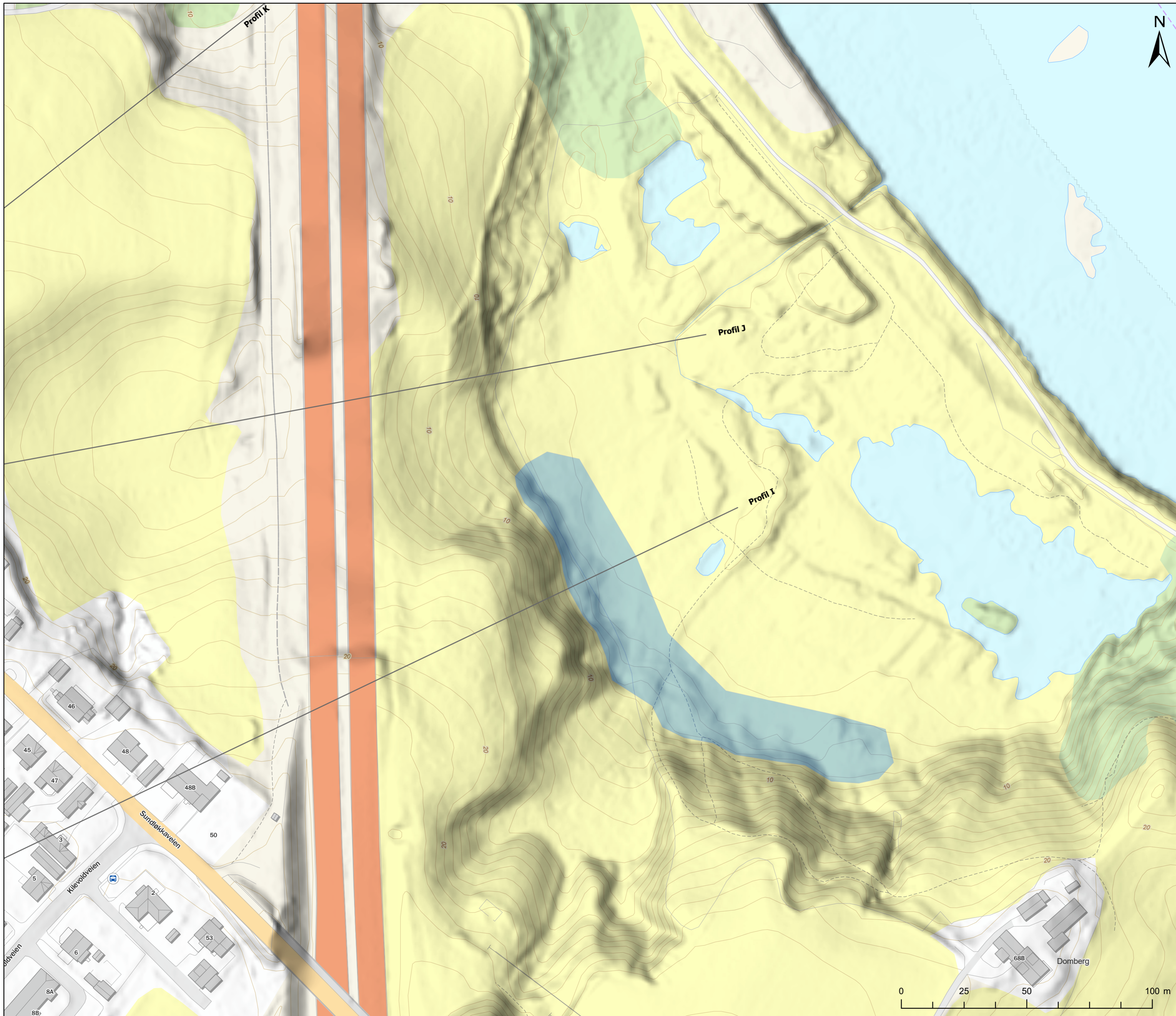




### Tegnforklaring

- Profiler
- ▣ Kalksementstabilisering
- Motfylling
- Avlasting

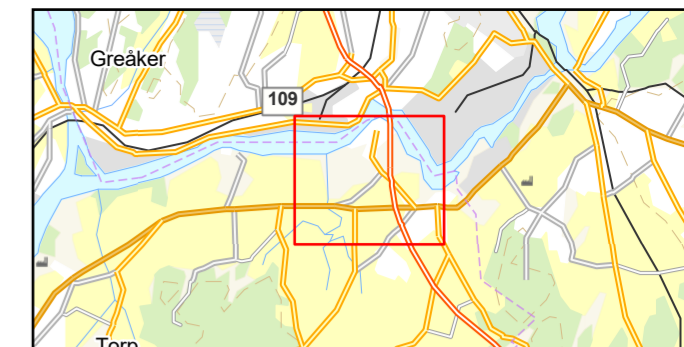
<b>COWI AS</b>			
<b>Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>			
Foreslåtte tiltak ved profil A og B			
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-05	KaR	HHe	BGK
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
<b>A2 1:1 000</b>		<b>ETRS 1989 UTM Zone 33N</b>	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210758	20210758-01-R	002	0
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			
			<b>NGI</b>



**Tegnforklaring**

- Profiler
- Motfylling

<b>COWI AS</b>			
<b>Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>			
Foreslåtte tiltak ved profil I			
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-06	AJD	HHe	BGK
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
<b>A2 1:1 000</b>		<b>ETRS 1989 UTM Zone 33N</b>	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210758	20210758-01-R	003	0
<b>NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT</b> Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			



**Tegnforklaring**

- ▽▽▽ DrT Cpt Prøve PZ
- ⊙⊙⊙

<b>COWI AS</b>			
<b>Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>			
Forslag til supplerende grunnundersøkelser.			
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-06	AJD	HHe	BGK
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A2 1:4 000		ETRS 1989 UTM Zone 33N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210758	20210758-01-R	004	0
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			

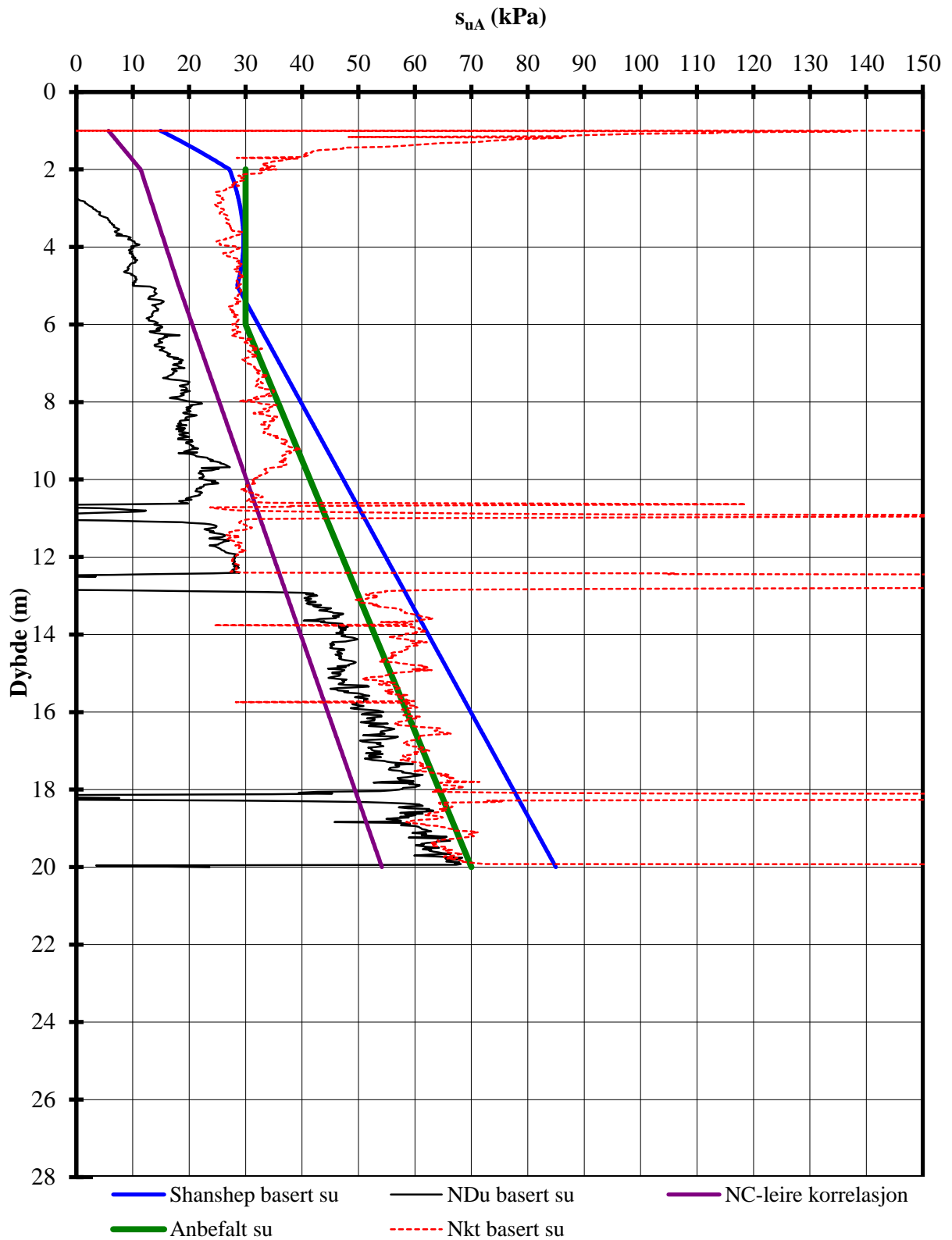


# Vedlegg A

## TOLKING AV UDRENERT SKJÆRFASTHET FRA CPTU OG SHANSEP

### Innhold


A1-A12	Tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet basert på CPTU-sondering og SHANSEP
A13-A20	Tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet basert på SHANSEP

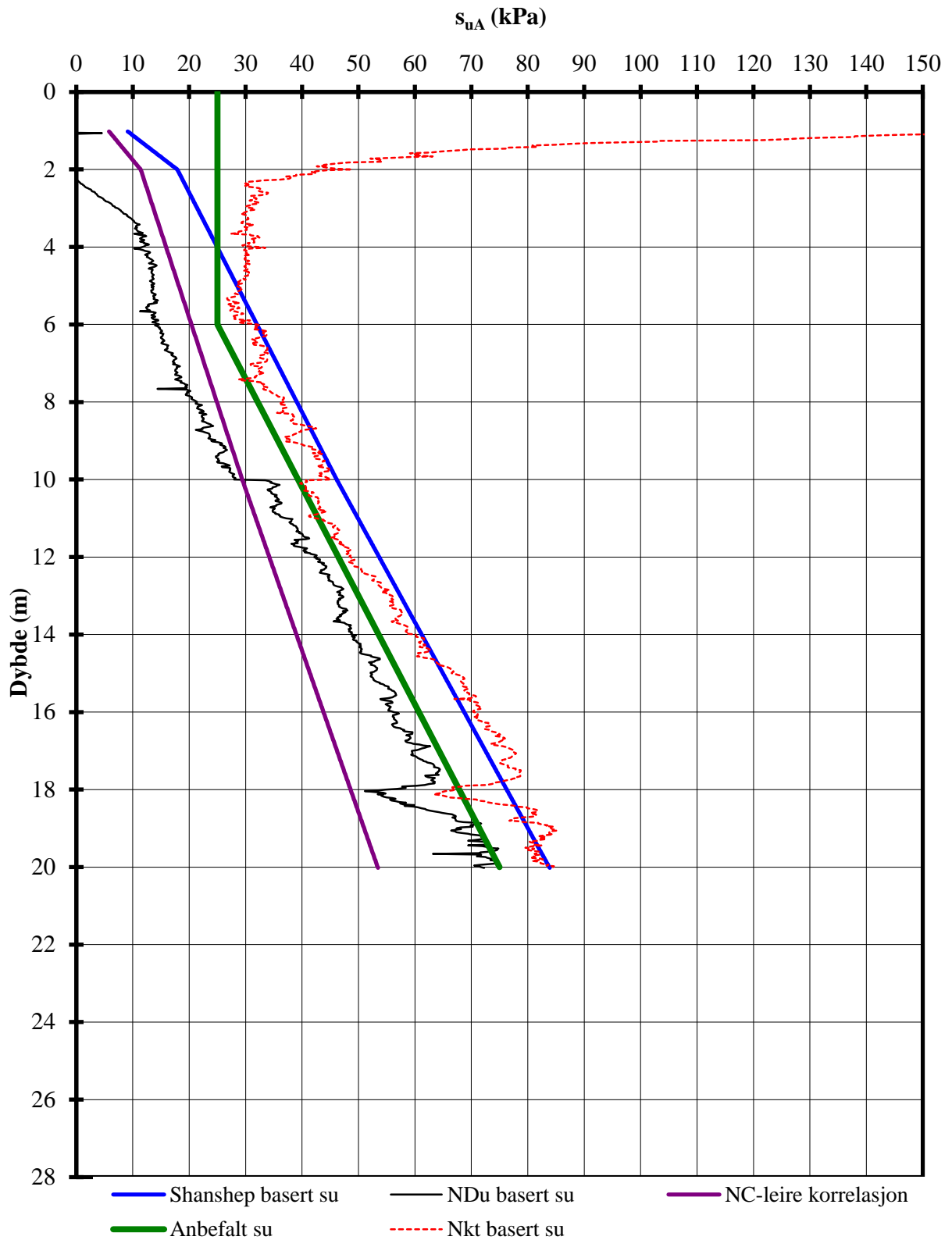


Terrengekote : 25.5 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!


<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A1
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull 1-2	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	

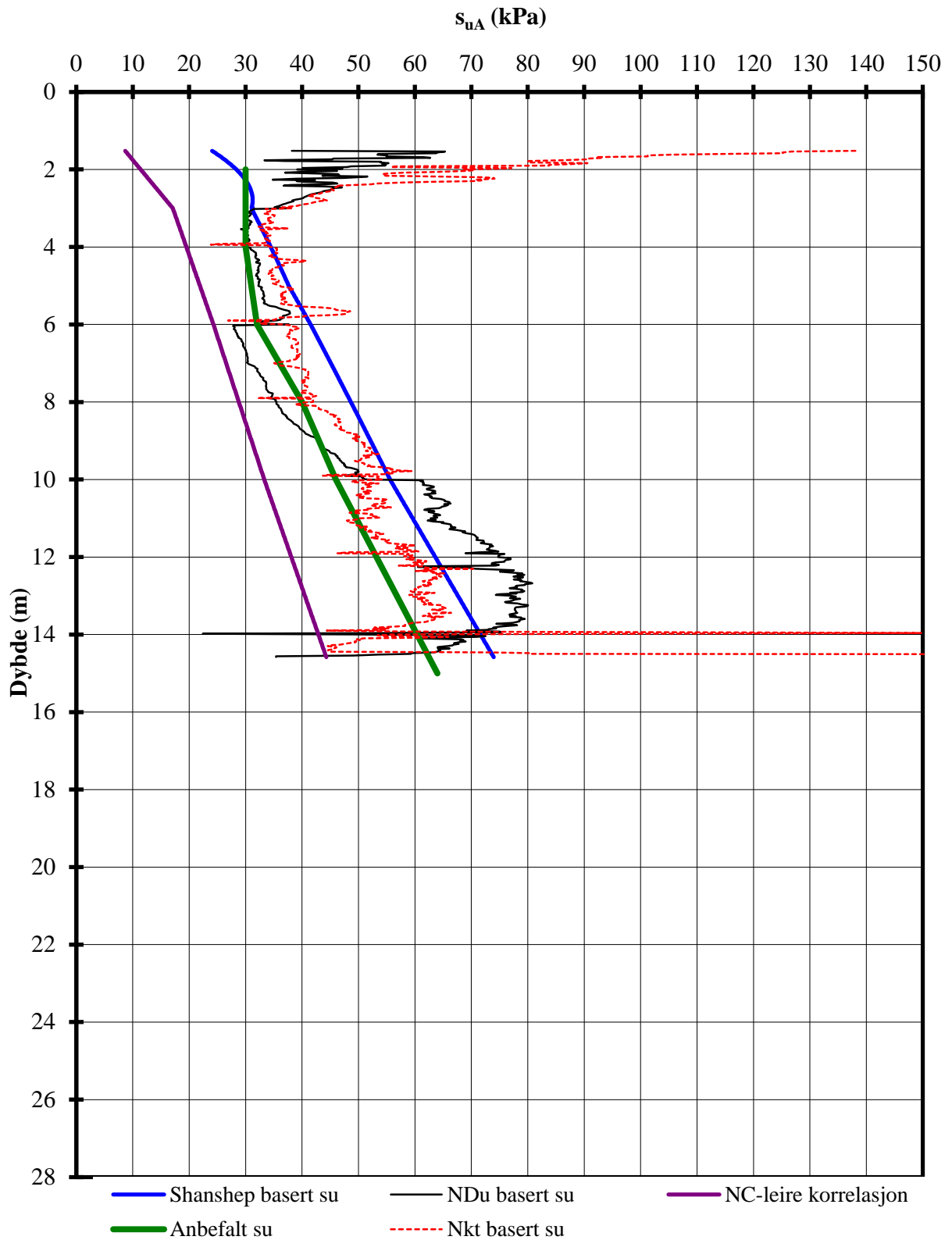


Terrengkote : 16.9 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!

<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A2
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 1-5	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	

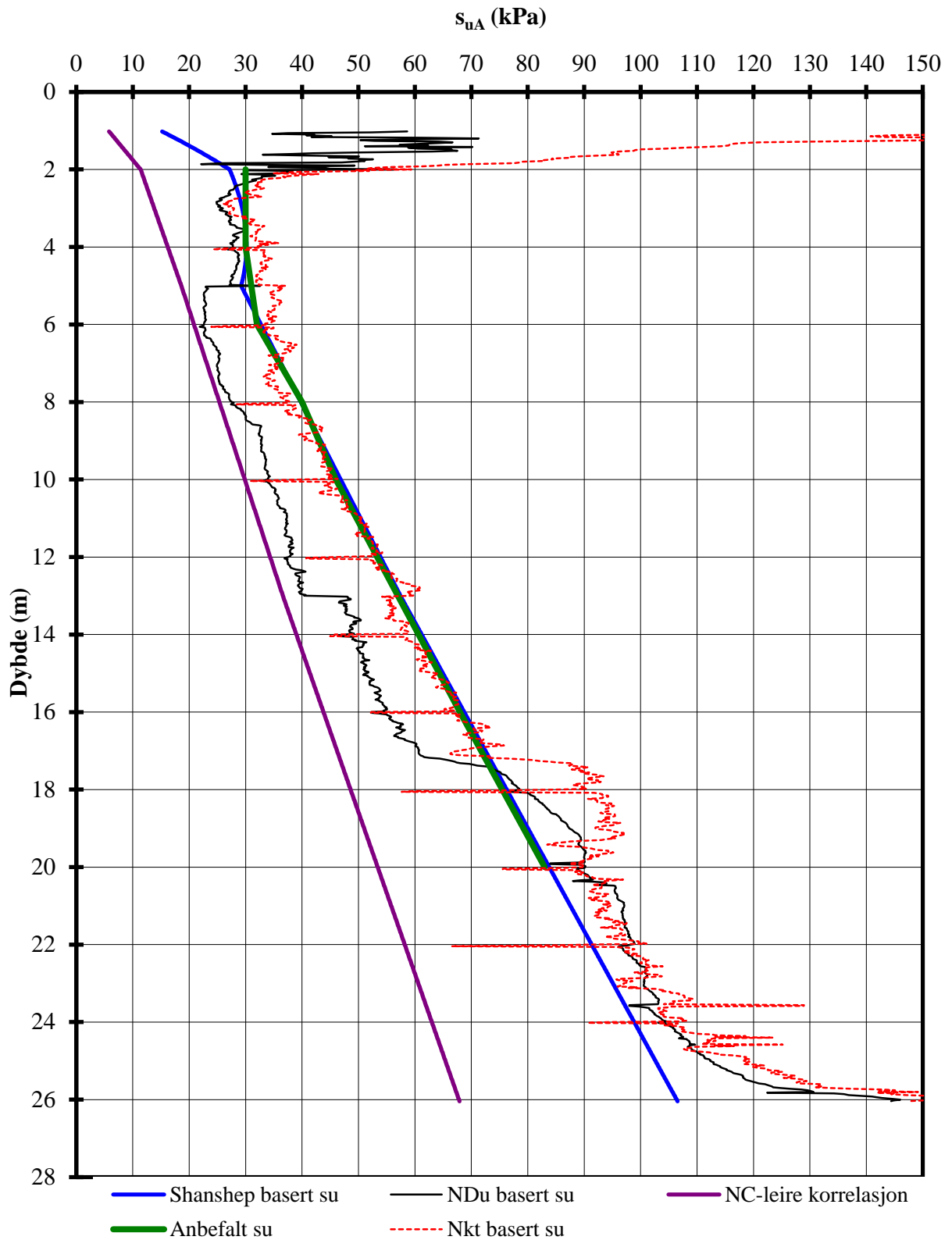


Terrengkote : 16.8 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!

<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull 2-1	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	

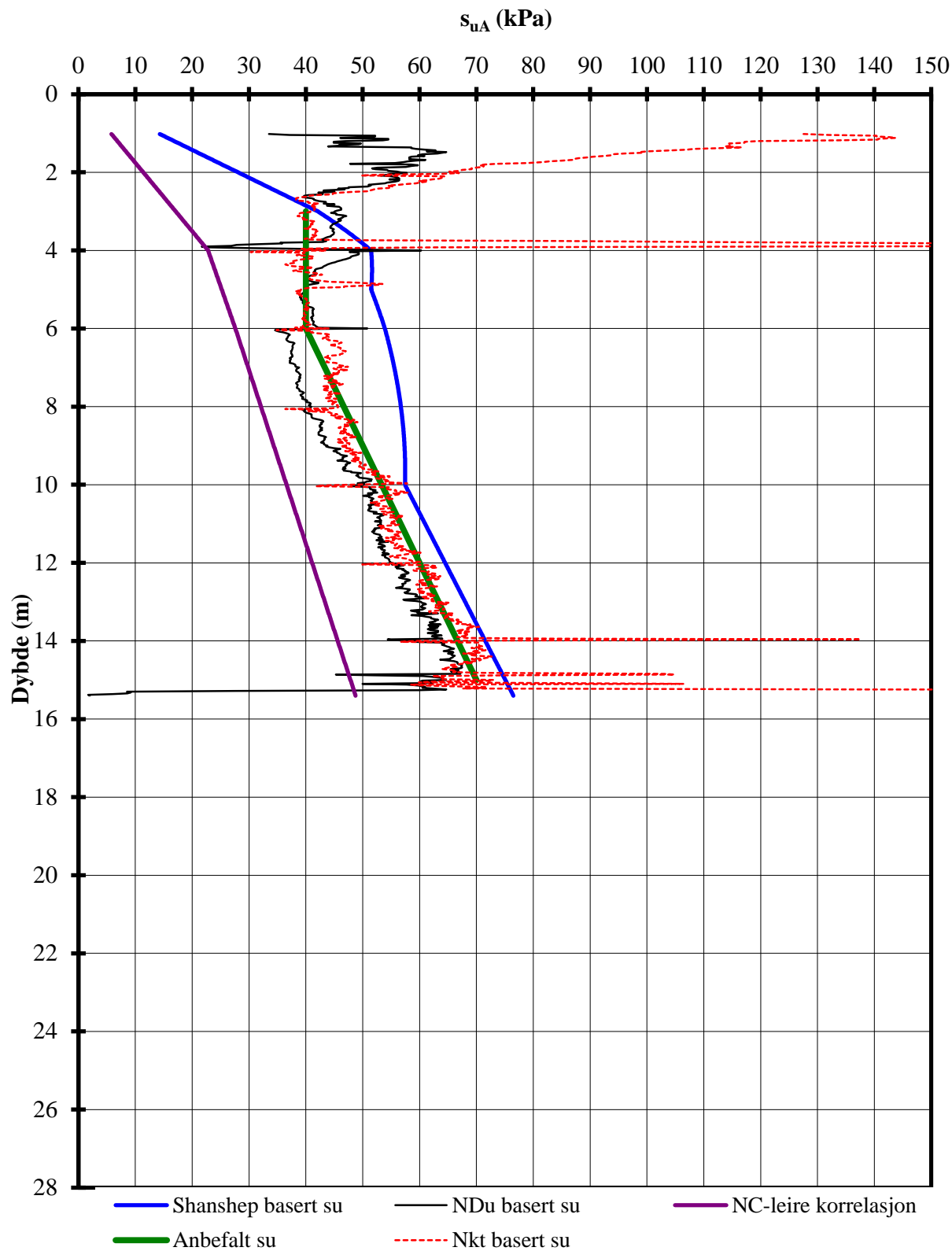


Terrengkote : 17.9 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!


<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 2-2	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert HHe	
Godkjent BGK		

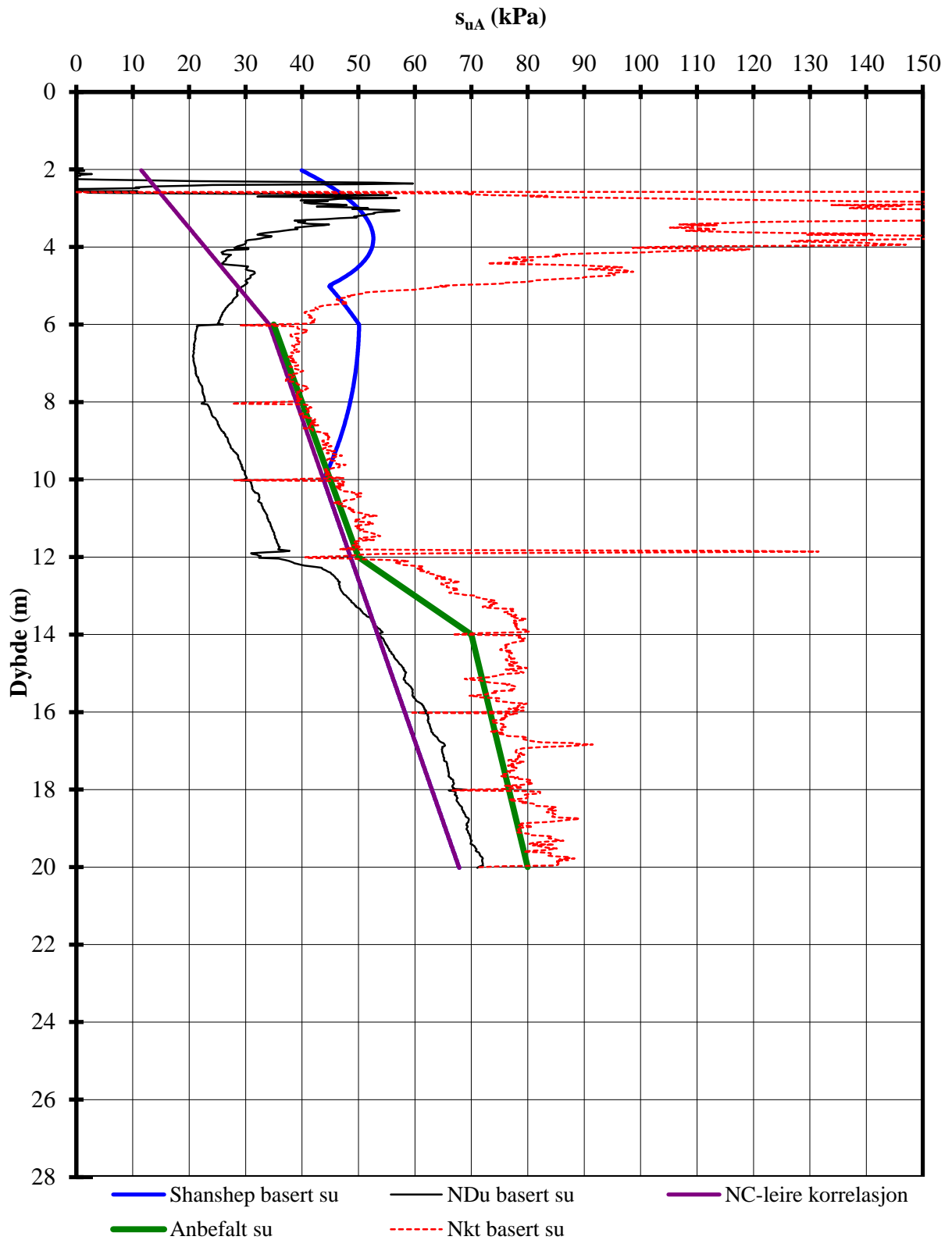


Terrengkote : 21.4 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!

<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull 2-8	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	

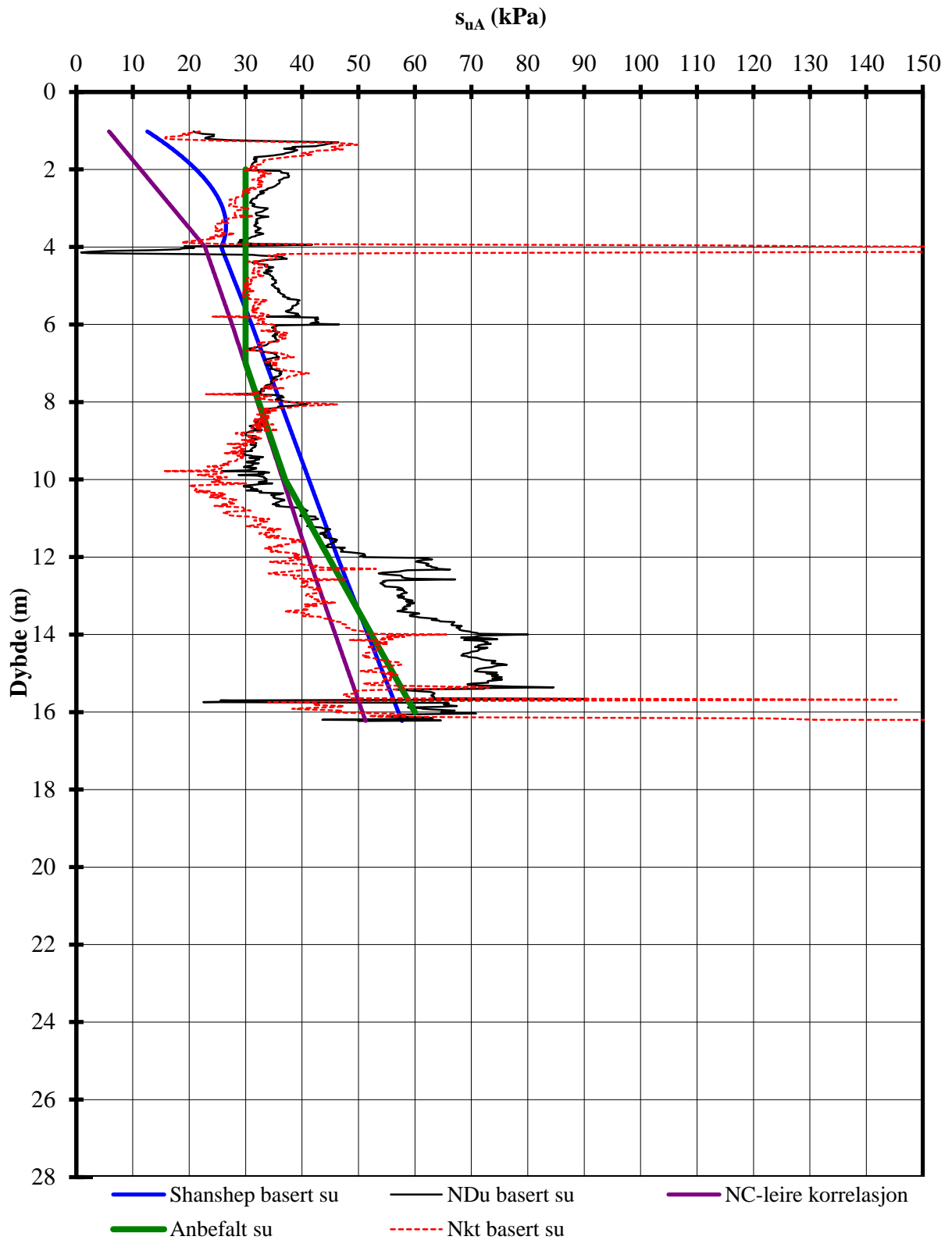


Terrengkote : 17.9 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!


<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A6
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 2-18	Tegner	Dato
	BGK	08.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	



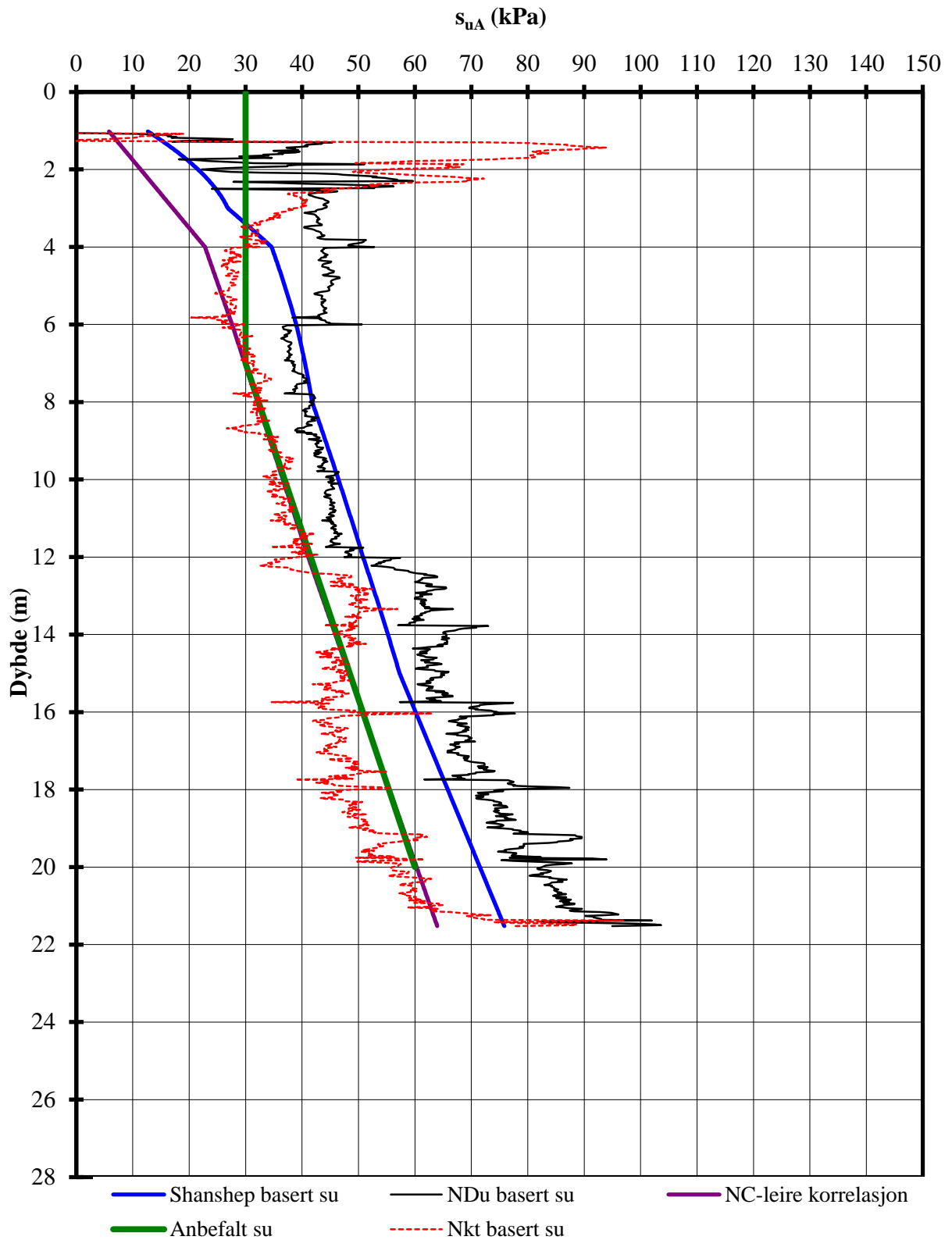
Terrengkote : 18.6 m

Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!

<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A7
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull 3-100	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	




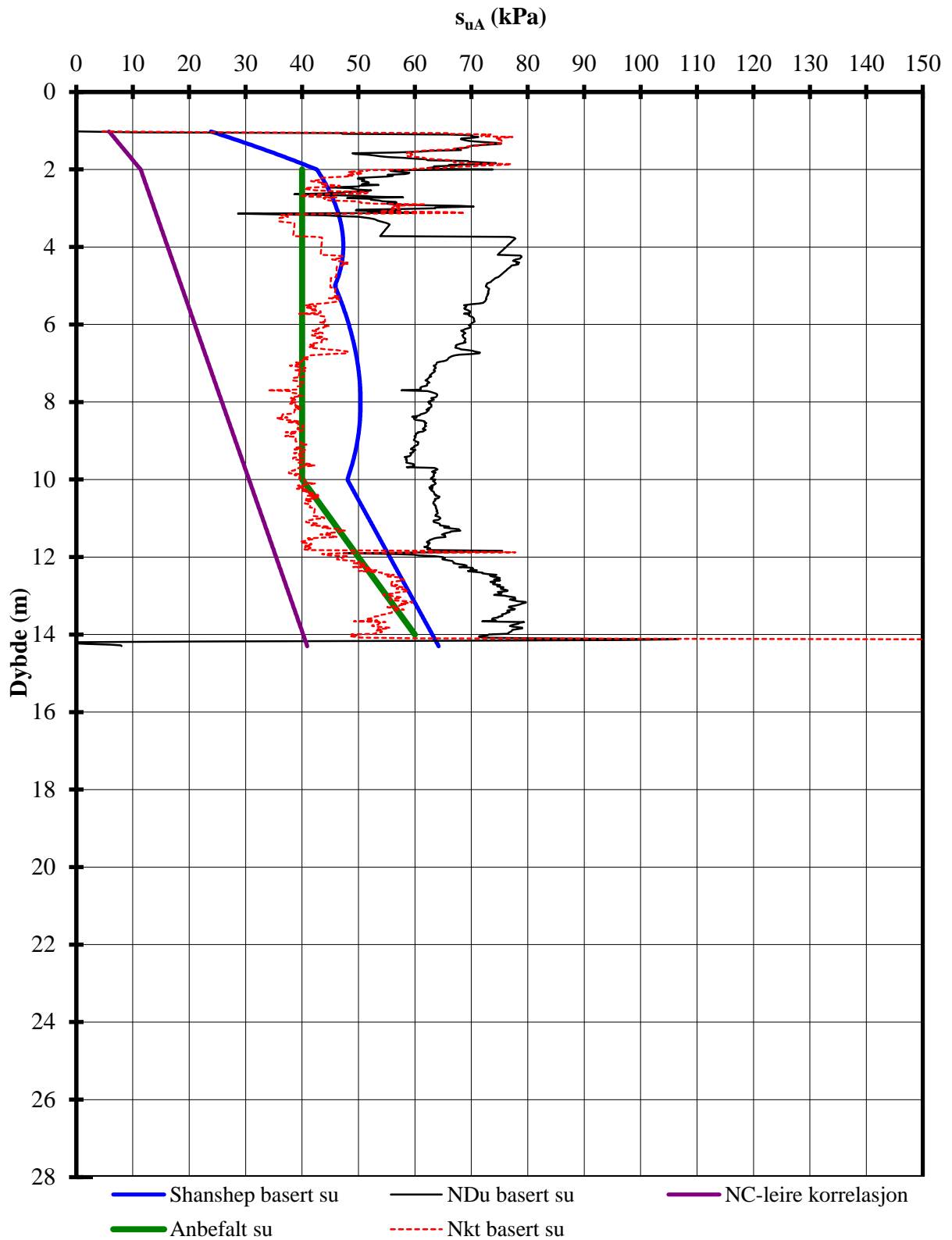


Terrengkote : 21.4 m

Tidligere terrengnivå : m


#VALUE!

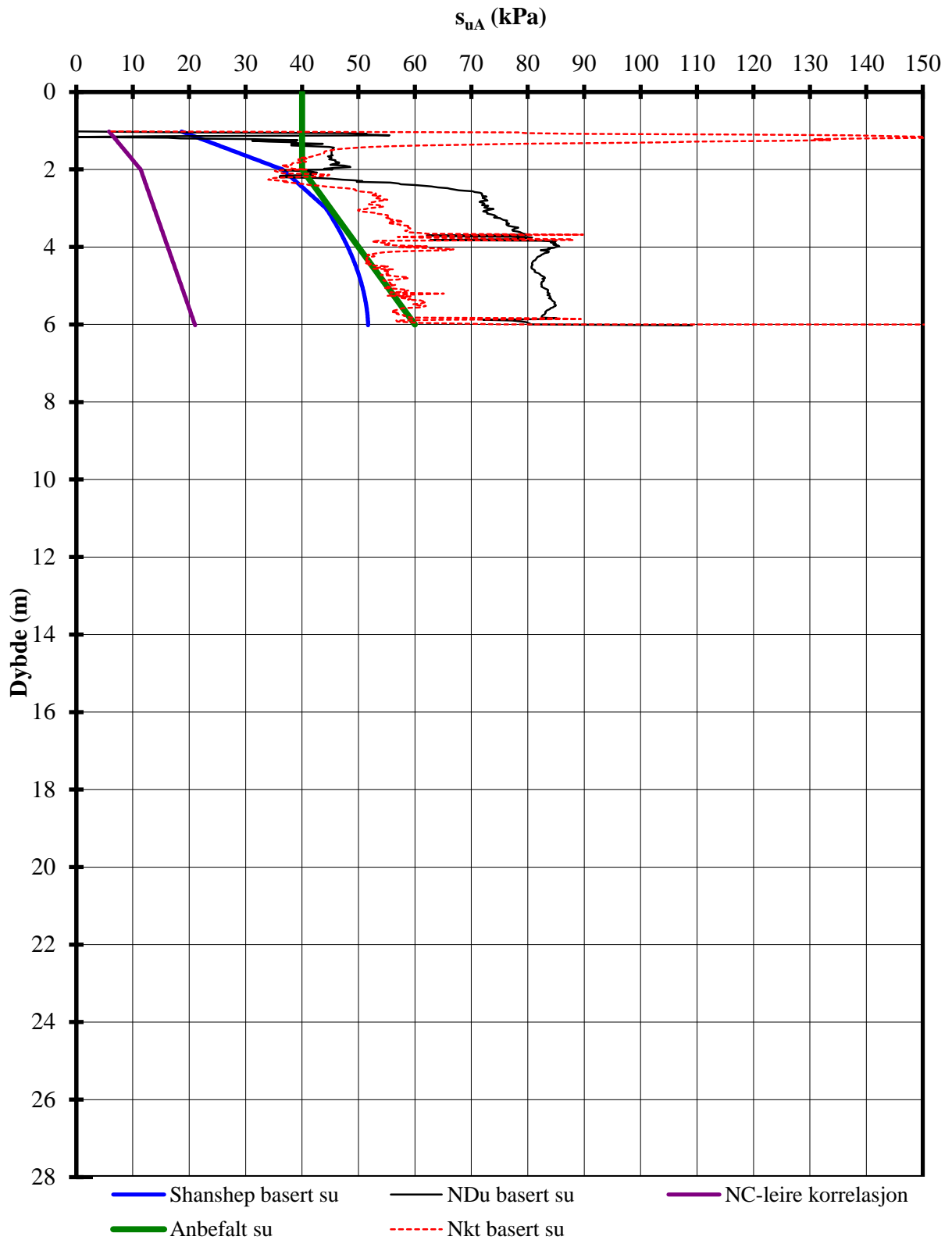
<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A8
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull 3-101	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	




Terrengkote : 4 m  
Tidligere terrengnivå : m

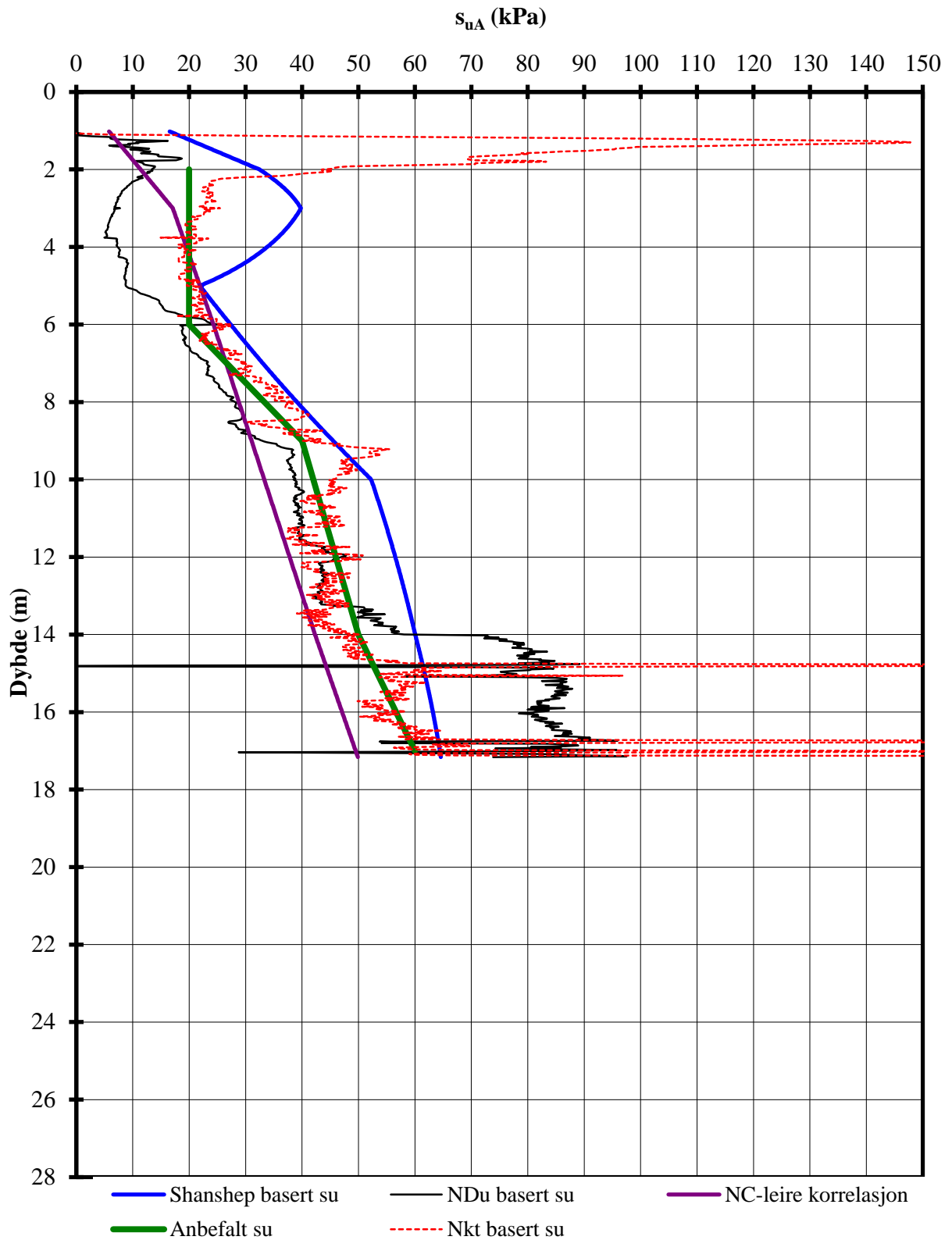
#VALUE!

<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A9
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 3-104	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	



#VALUE!

<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A10
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 3-105	Tegner	Dato
	BGK	18.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	



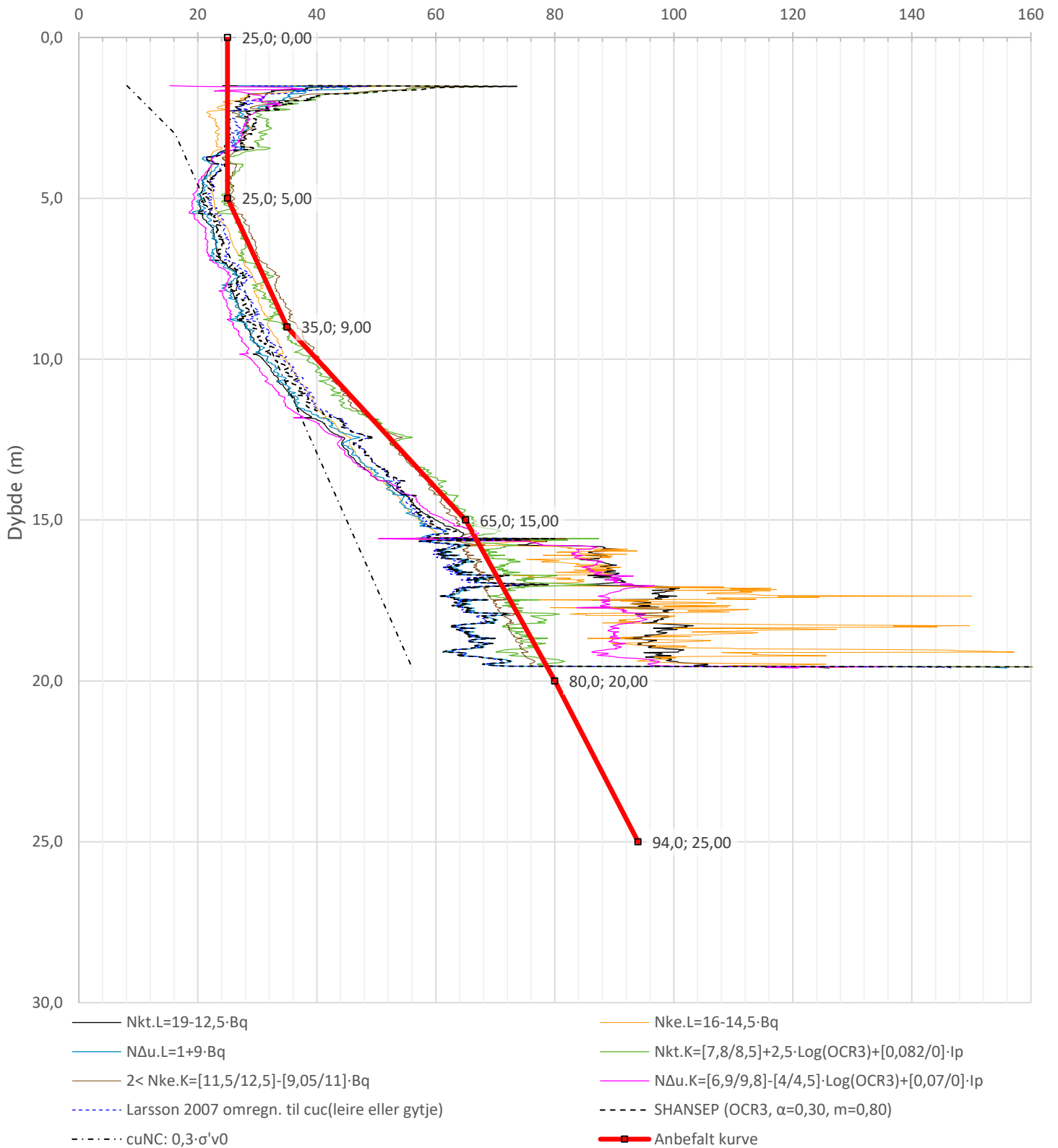
Terrengkote : 23.8 m


Tidligere terrengnivå : m

#VALUE!

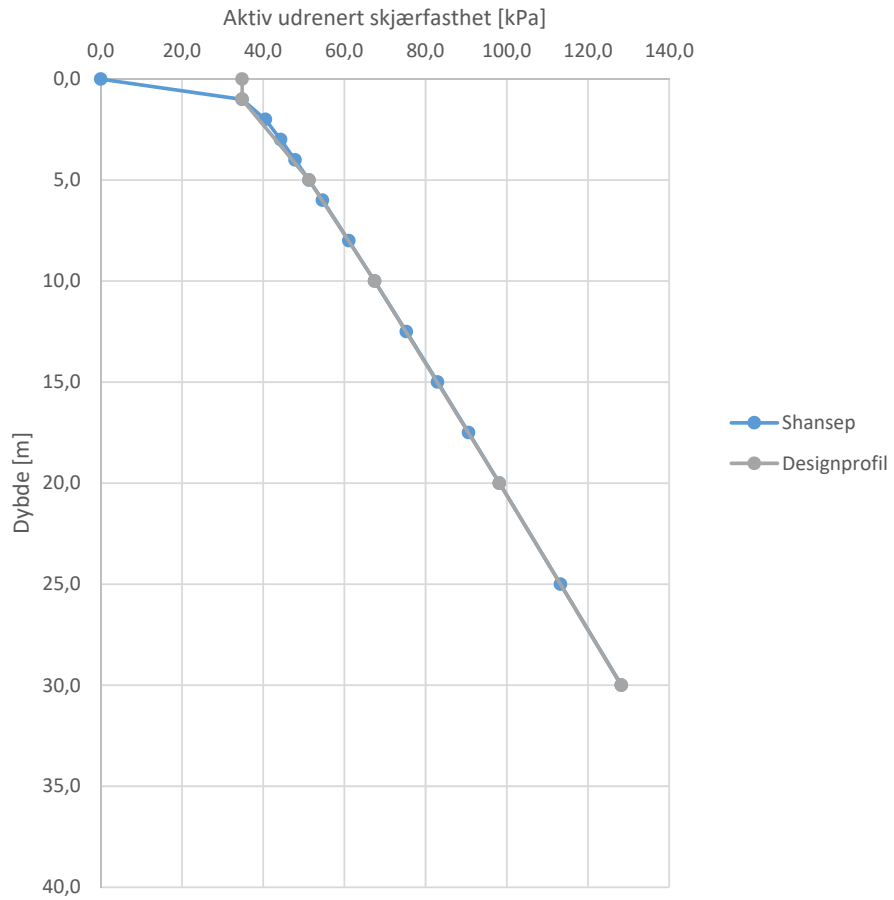
<b>Grøtnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A11
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull4-109	Tegner	Dato
	BGK	08.02.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	

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



Prosjekt	Prosjektnummer: 20210758 Rapportnummer: 20210758-01-R		Borhull	Kote +15,2
<b>Gretnes-Sundløkka områdeskred</b>			<b>301</b>	
Innhold			Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			<b>5503</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	AJD	HHe	BGK	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		09.09.2020	Rev. dato	<b>A12</b>

### Profil A - bunn



In-situ forhold		Tidligere overlaging		SHANSEP parametre	
Kote <sub>terræn</sub> [m]	3	Tykkelse [m]	17	ageing	1,2
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	1,5	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18,5	$\alpha$ -faktor	0,3
				m-faktor	0,8

#### Gretnes-Sundløkka områdeskred

Aktiv skjærstyrke basert på shanssep.

Profil A - bunn

Rapport nr.  
20210758-01-R

Figur nr.  
A13

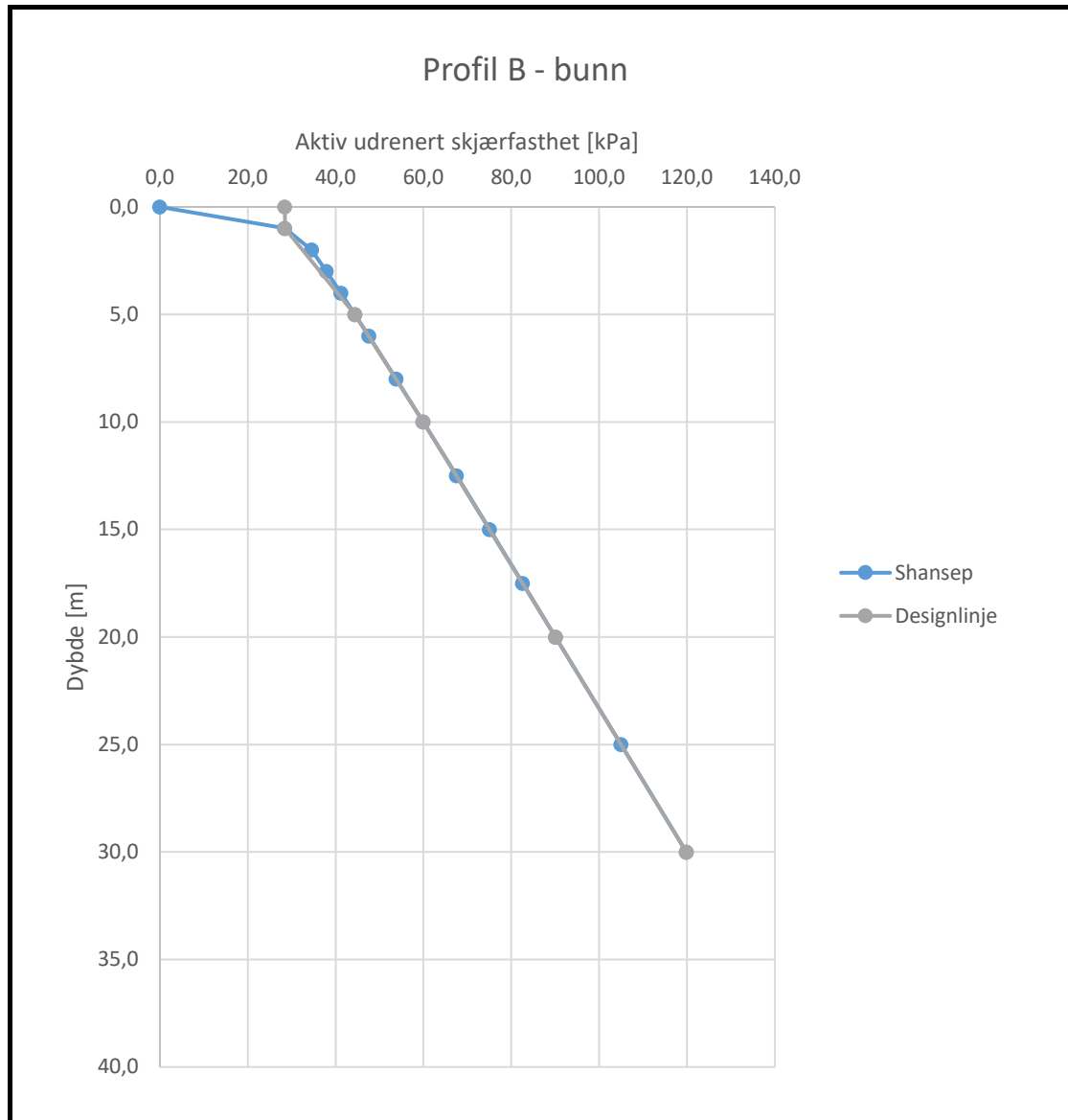
Tegner  
AJD

Dato  
06.05.2022

Kontrollert  
HHe

Godkjent  
BGK

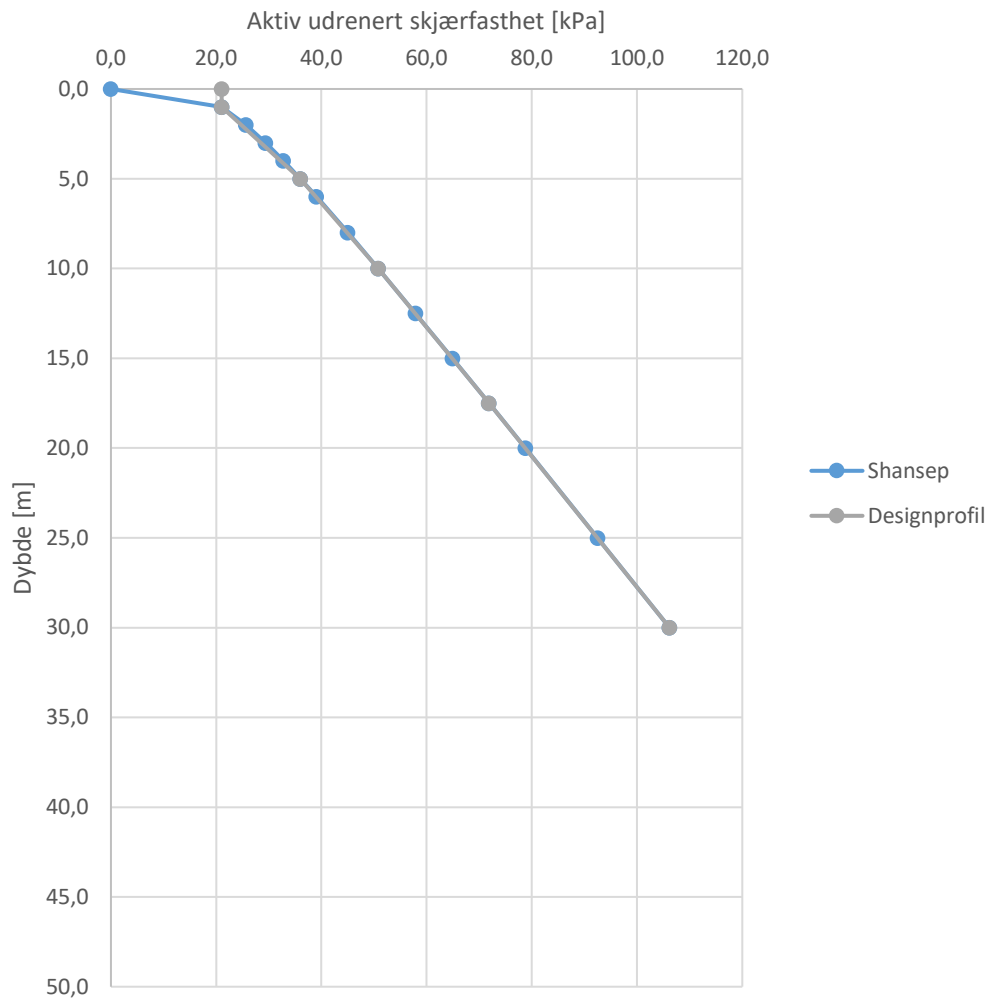




In-situ forhold	Tidligere overlaging	SHANSEP parametre	
Kote <sub>terræn</sub> [m]	7 Tykkelse [m]	13	ageing 1,2
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	2 $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18,5	$\alpha$ -faktor 0,3
			m-faktor 0,8

<b>Gretnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A14
Aktiv skjærstyrke basert på shanshep.  Profil B - bunn	Tegner	Dato
	AJD	06.05.2022
	Kontrollert	<b>NGI</b>
Godkjent		
	BGK	

### Profil C og D - bunn



In-situ forhold		Tidligere overlagering		SHANSEP parametre	
Kote <sub>terræn</sub> [m]	10	Tykkelse [m]	12	ageing	1,2
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	0	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	$\alpha$ -faktor	0,3
				m-faktor	0,8

#### Gretnes-Sundløkka områdeskred

Aktiv skjærstyrke basert på shanshep.

Profil C og D - bunn

Rapport nr.  
20210758-01-R

Figur nr.  
A15

Tegner  
AJD

Dato  
06.05.2022

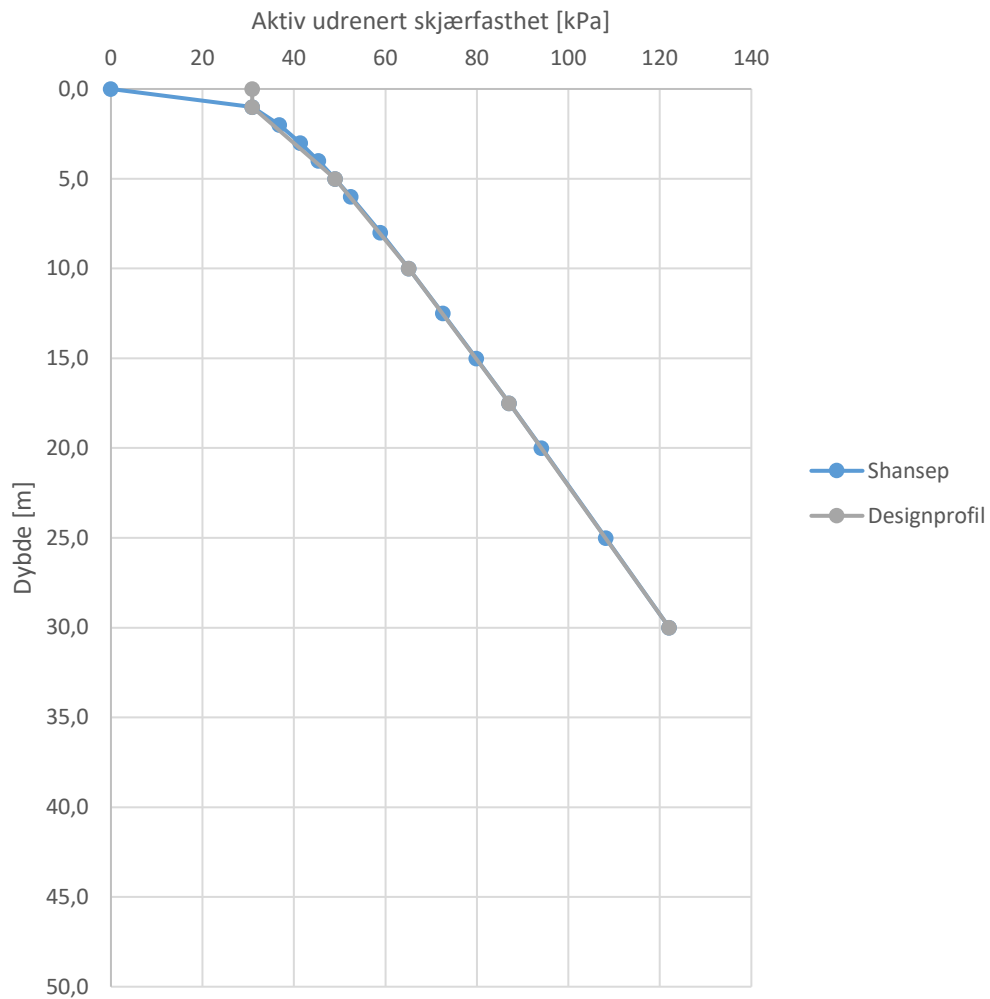
Kontrollert  
HHe

Godkjent  
BGK





### Profil E, F og G - bunn



In-situ forhold	Tidligere overlaging	SHANSEP parametre
Kote <sub>terræn</sub> [m]	2 Tykkelse [m]	20 ageing
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	0 γ [kN/m <sup>3</sup> ]	18 α-faktor
		m-faktor
		1,2
		0,3
		0,8

#### Gretnes-Sundløkka områdeskred

Aktiv skjærstyrke basert på shanshep.

Profil E, F og G - bunn

Rapport nr.  
20210758-01-R

Figur nr.  
A16

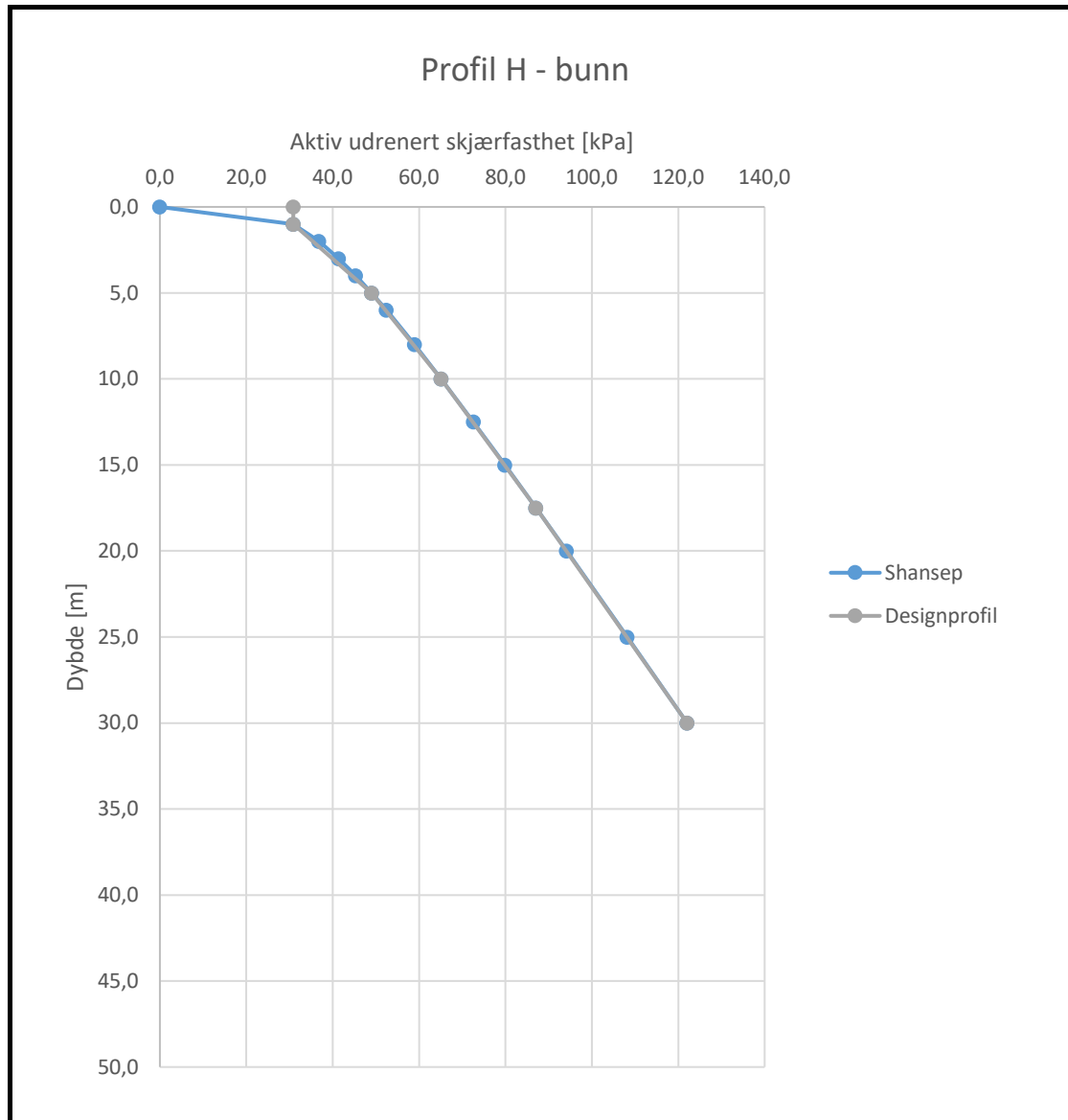
Tegner  
AJD

Dato  
06.05.2022

Kontrollert  
HHe

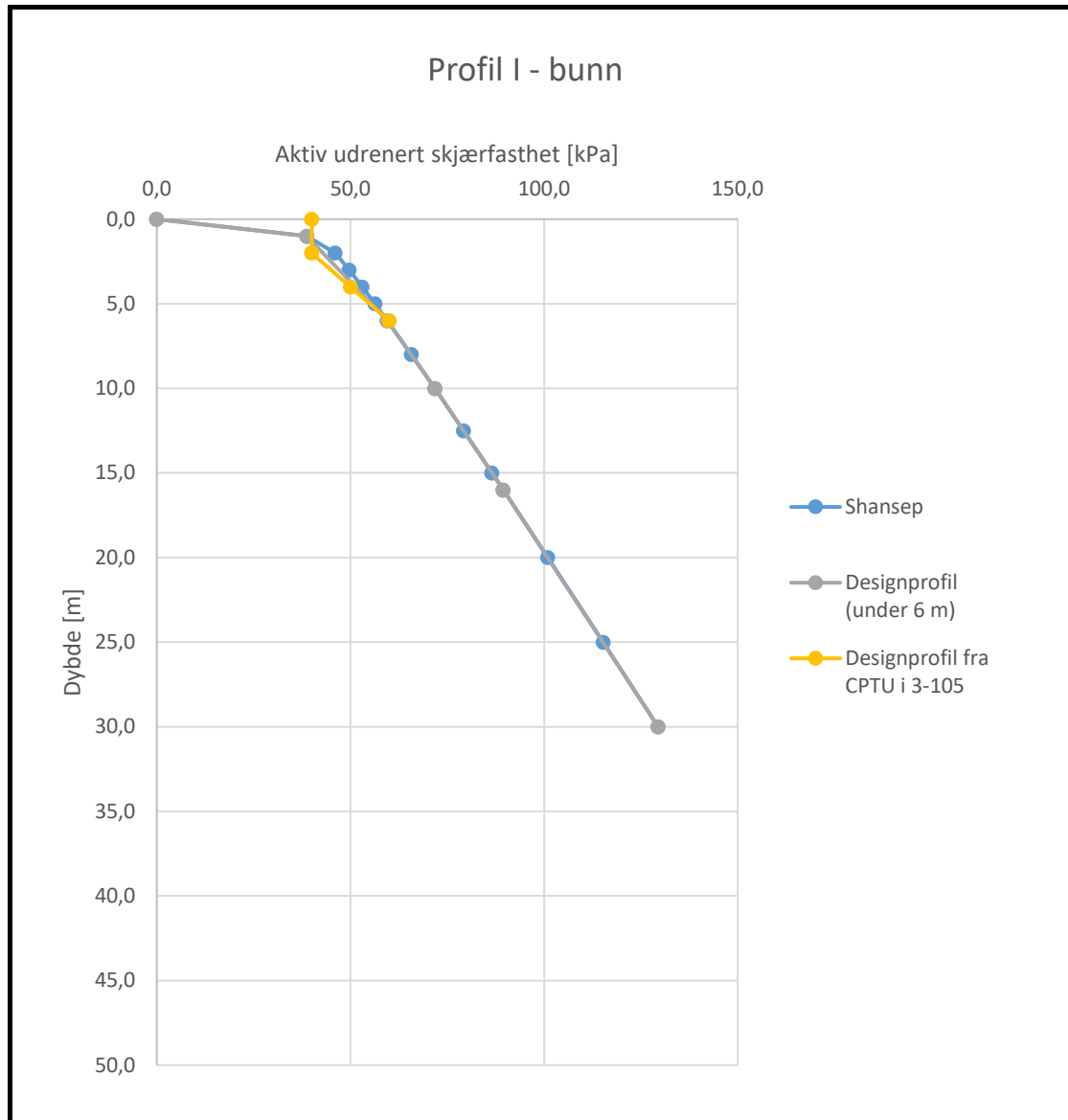
Godkjent  
BGK





In-situ forhold		Tidligere overlaging		SHANSEP parametre	
Kote <sub>terræn</sub> [m]	3,5	Tykkelse [m]	20	ageing	1,2
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	0	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	$\alpha$ -faktor	0,3
				m-faktor	0,8

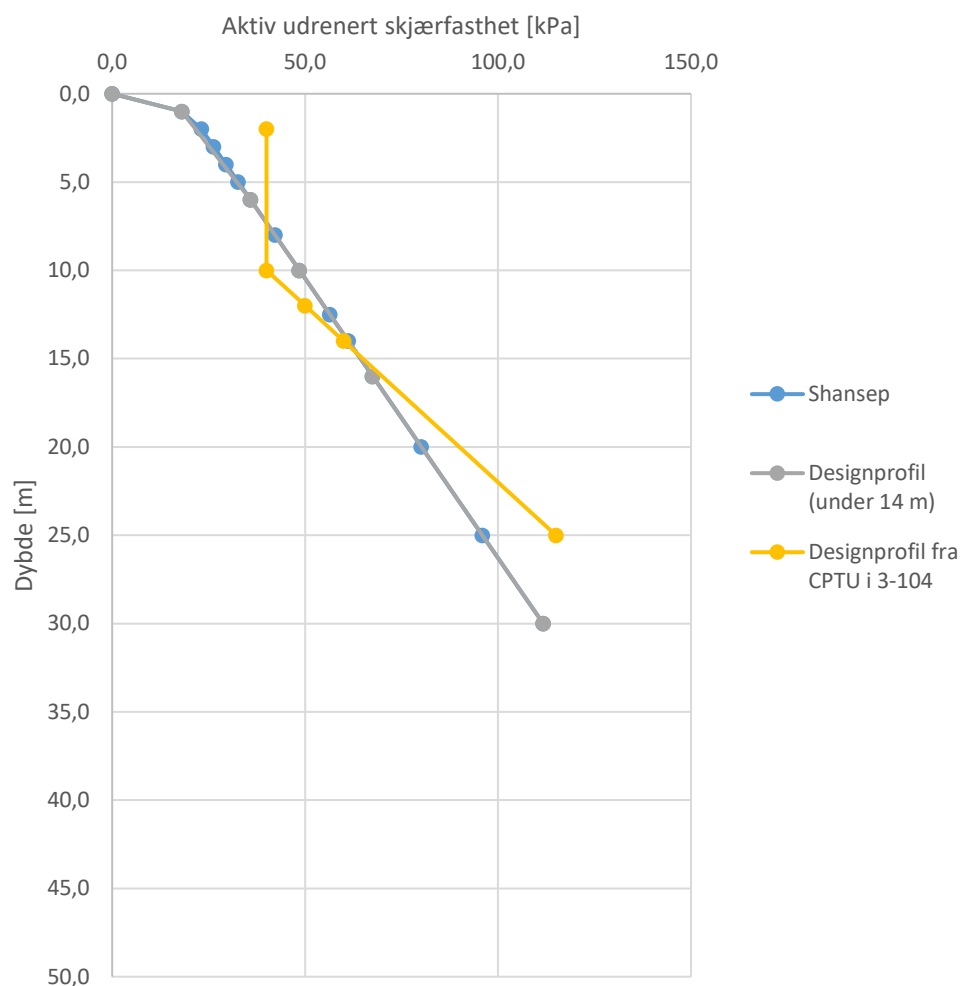
<b>Gretnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A17
Aktiv skjærstyrke basert på shanshep.  Profil H - bunn	Tegner	Dato
	AJD	06.05.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	



In-situ forhold		Tidligere overlaging		SHANSEP parametre	
Kote <sub>terræn</sub> [m]	4,7	Tykkelse [m]	21	ageing	1,2
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	2	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	$\alpha$ -faktor	0,3
				m-faktor	0,8

<b>Gretnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A18
Aktiv skjærstyrke basert på shanshep.  Profil I - bunn	Tegner	Dato
	AJD	06.05.2022
	Kontrollert	<b>NGI</b>
Godkient		
	BGK	

### Profil J - bunn



In-situ forhold	Tidligere overlaging	SHANSEP parametre
Kote <sub>terræn</sub> [m]	4	Tykkelse [m] 6
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	2	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] 18
		ageing 1,2
		$\alpha$ -faktor 0,35
		m-faktor 0,8

#### Gretnes-Sundløkka områdeskred

Aktiv skjærstyrke basert på shanssep.

Profil J - bunn

Rapport nr.  
20210758-01-R

Figur nr.  
A19

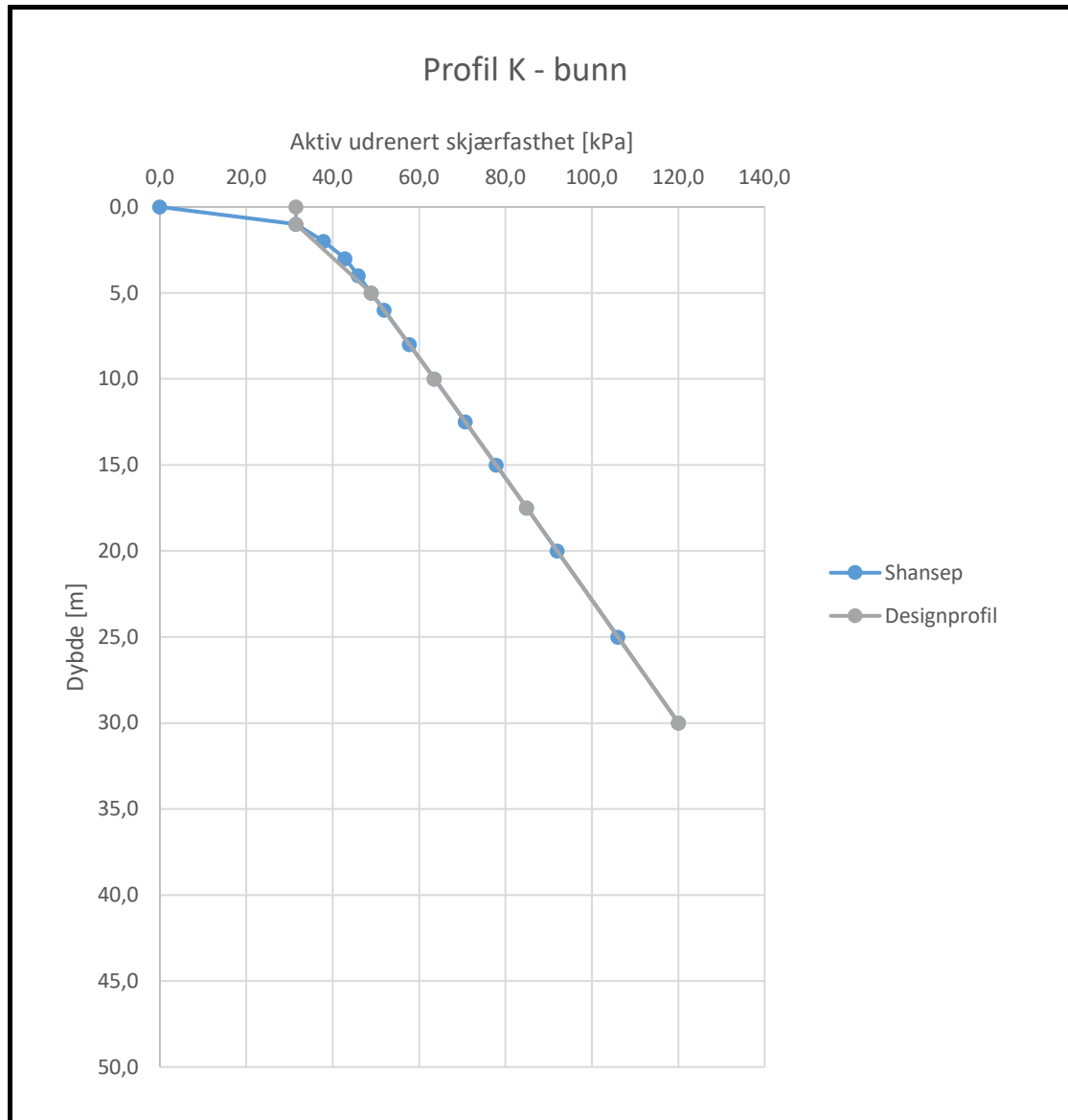
Tegner  
AJD

Dato  
06.05.2022

Kontrollert  
HHe

Godkient  
BGK





In-situ forhold		Tidligere overlaging		SHANSEP parametre	
Kote <sub>terræn</sub> [m]	7,5	Tykkelse [m]	16	ageing	1,2
Dybde <sub>gvs</sub> [m]	3	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	$\alpha$ -faktor	0,3
				m-faktor	0,8

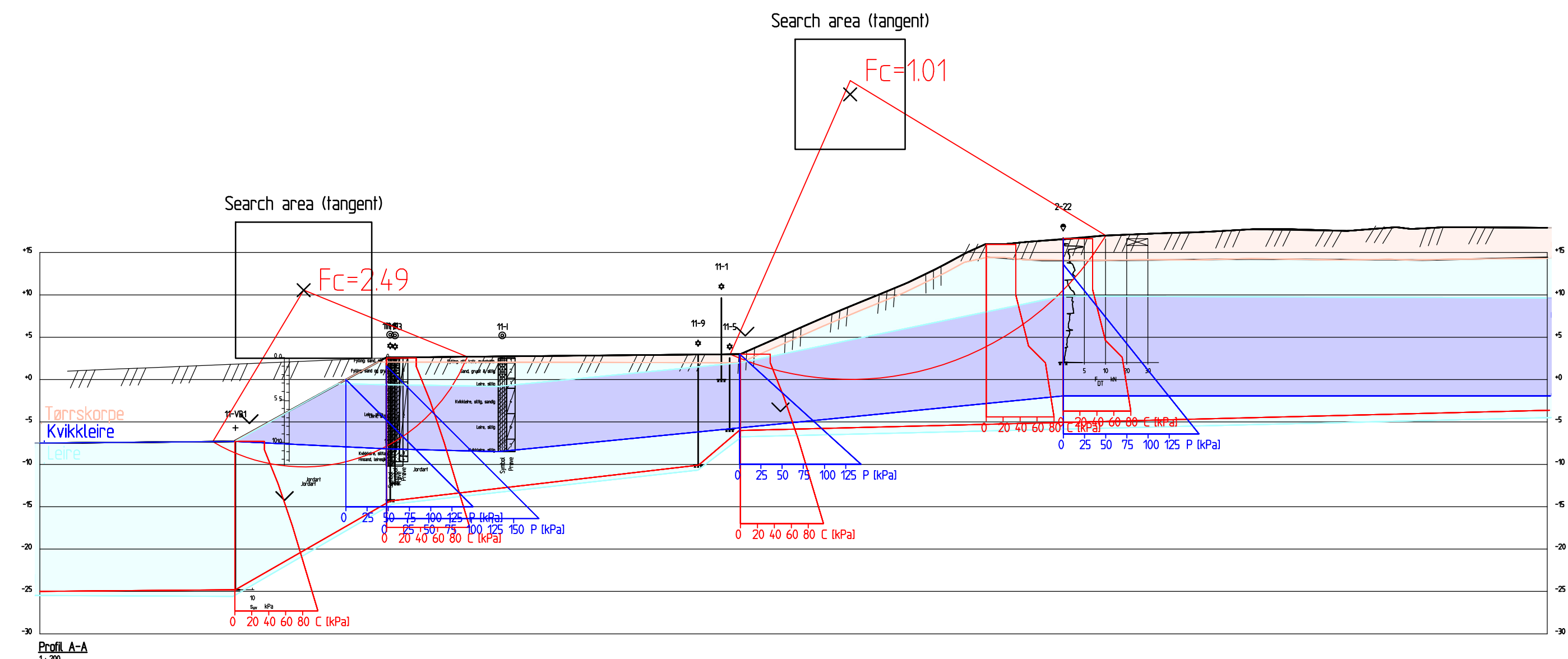
<b>Gretnes-Sundløkka områdeskred</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20210758-01-R	A20
Aktiv skjærstyrke basert på shanshep.  Profil K - bunn	Tegner	Dato
	AJD	06.05.2022
	Kontrollert	
Godkjent		
	BGK	

# Vedlegg B

## STABILITETSANALYSER

### Innhold

Figur	Profil	Beskrivelse
B1	A	Udrenert, dagens tilstand
B2	A	Udrenert, med stabiliserende tiltak
B3	A	Drenert, dagens tilstand
B4	A	Drenert, med stabiliserende tiltak
B5	B	Udrenert, dagens tilstand
B6	B	Udrenert, med stabiliserende tiltak
B7	B	Drenert, dagens tilstand
B8	B	Drenert, med stabiliserende tiltak
B9	C	Udrenert, dagens tilstand
B10	C	Drenert, dagens tilstand
B11	D	Udrenert, dagens tilstand
B12	D	Drenert, dagens tilstand
B13	E	Udrenert, dagens tilstand
B14	E	Drenert, dagens tilstand
B15	F	Udrenert, dagens tilstand
B16	F	Drenert, dagens tilstand
B17	G	Udrenert, dagens tilstand
B18	G	Drenert, dagens tilstand
B19	H	Udrenert, dagens tilstand
B20	H	Drenert, dagens tilstand
B21	I	Udrenert, dagens tilstand
B22	I	Udrenert, med stabiliserende tiltak
B23	I	Drenert, dagens tilstand
B24	I	Drenert, med stabiliserende tiltak
B25	J	Udrenert, dagens tilstand
B26	J	Drenert, dagens tilstand
B27	K	Udrenert, dagens tilstand
B28	K	Drenert, dagens tilstand



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_a\_dagens\_ajd.dwg  
 Fc=2.49  
 Nedre skrånning - dagens - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL A\_DAGENS\_ajd.R17  
 Fc=1.01  
 Øvre skrånning - dagens - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL A\_DAGENS\_ajd.R18

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- + Vingeboring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningsittel: Profil A, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B1	Rev.: 0
---	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

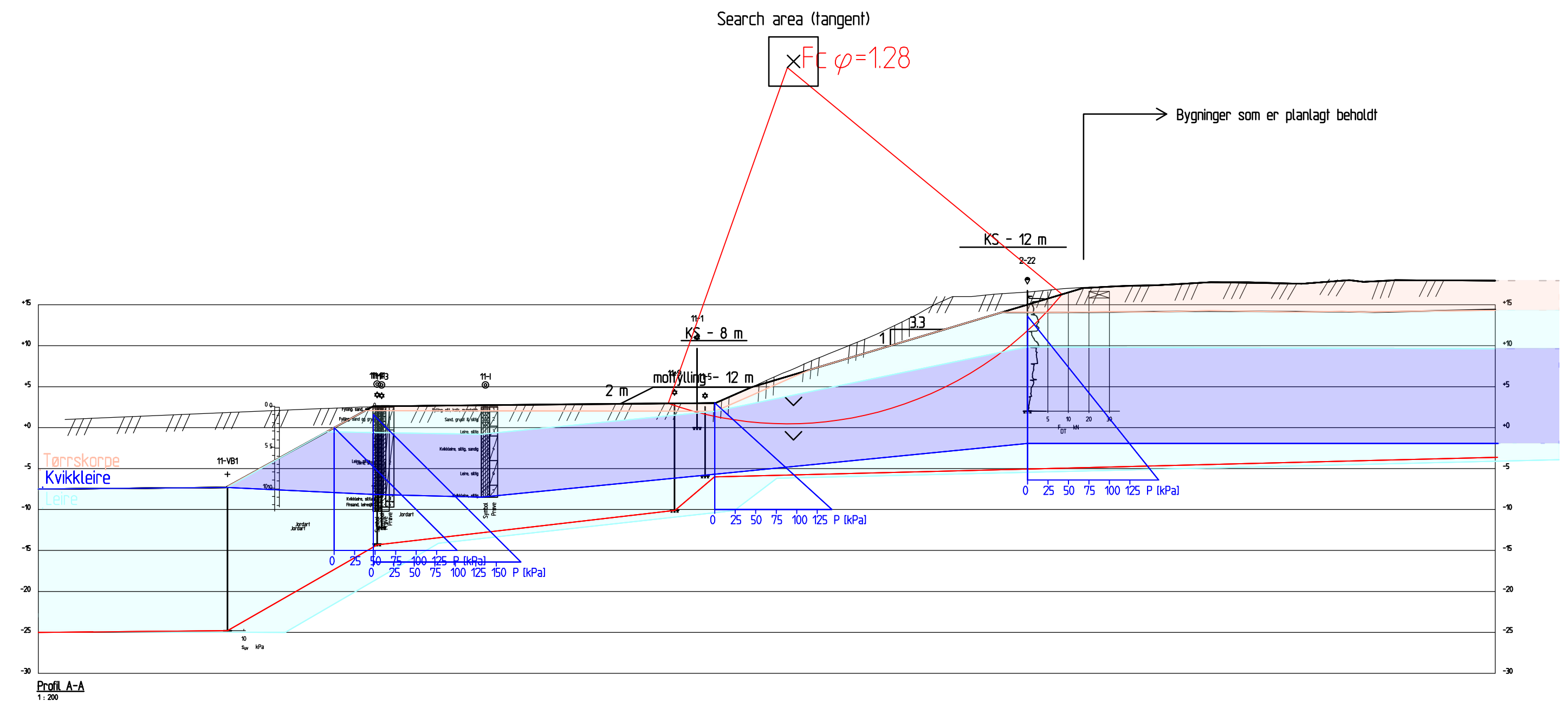


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
<b>COWI AS</b> Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg		
Stabilitetsberegninger Profil A, udrenert Dagens tilstand		Målestokk 1500		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B1	Kontr./Tegnet HHe Rev. 0









Profil A-A  
1:200

g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_a\_dagens\_ajd\_medks - terreng - utenmotfylling.dwg  
 Fcf=128  
 Drained, med tiltak  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_a\_dagens\_ajd\_medks - terreng - utenmotfylling.R4

**FORKLARINGER:**

- Dreiesonering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunundersøksrapporter:
- [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] SVV, E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel:	Tegningsnr.:	Rev.:
Profil A, drenert, med stabiliserende tiltak	B1	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
<b>COWI AS</b> Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk 1500		
Stabilitetsberegninger Profil A, drenert Med stabiliserende tiltak				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B4	Kontrollert HHe Godkjent BGK Rev. 0

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreitrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- + Vingeboring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

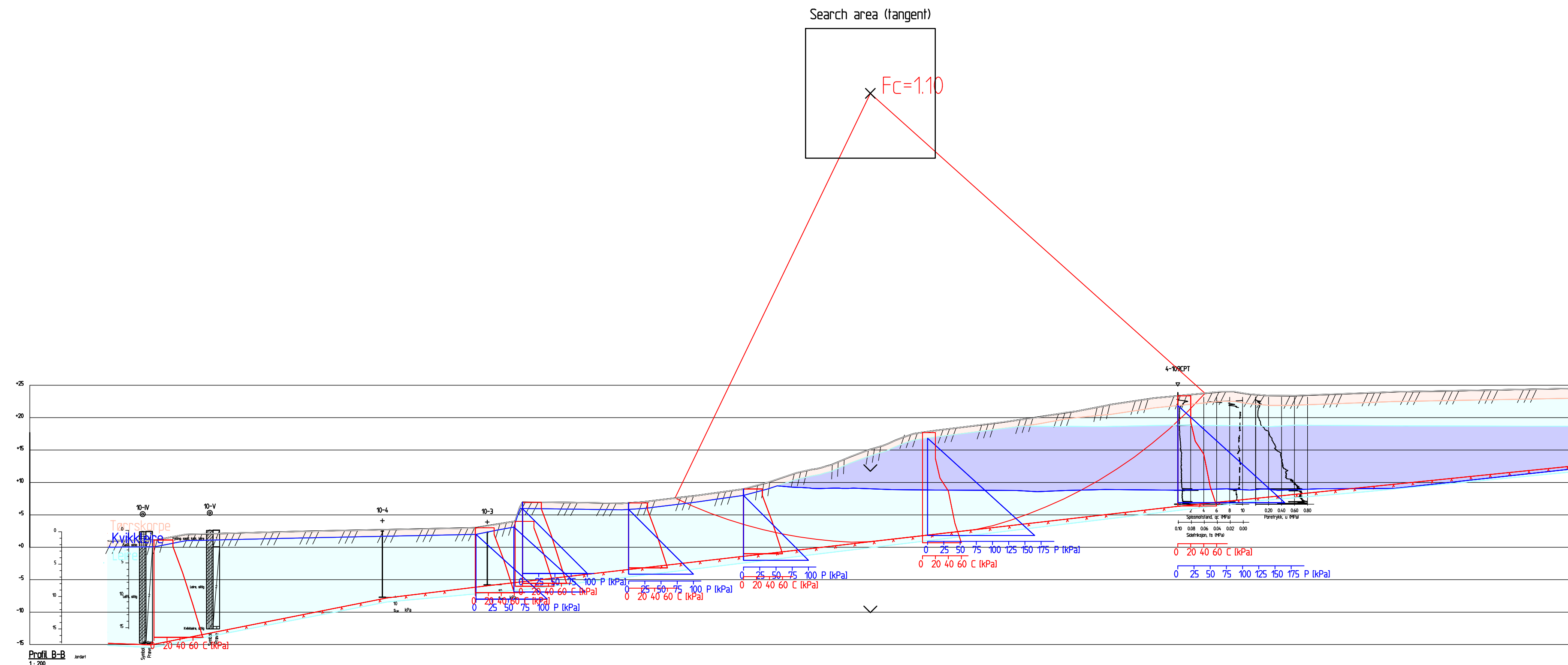
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

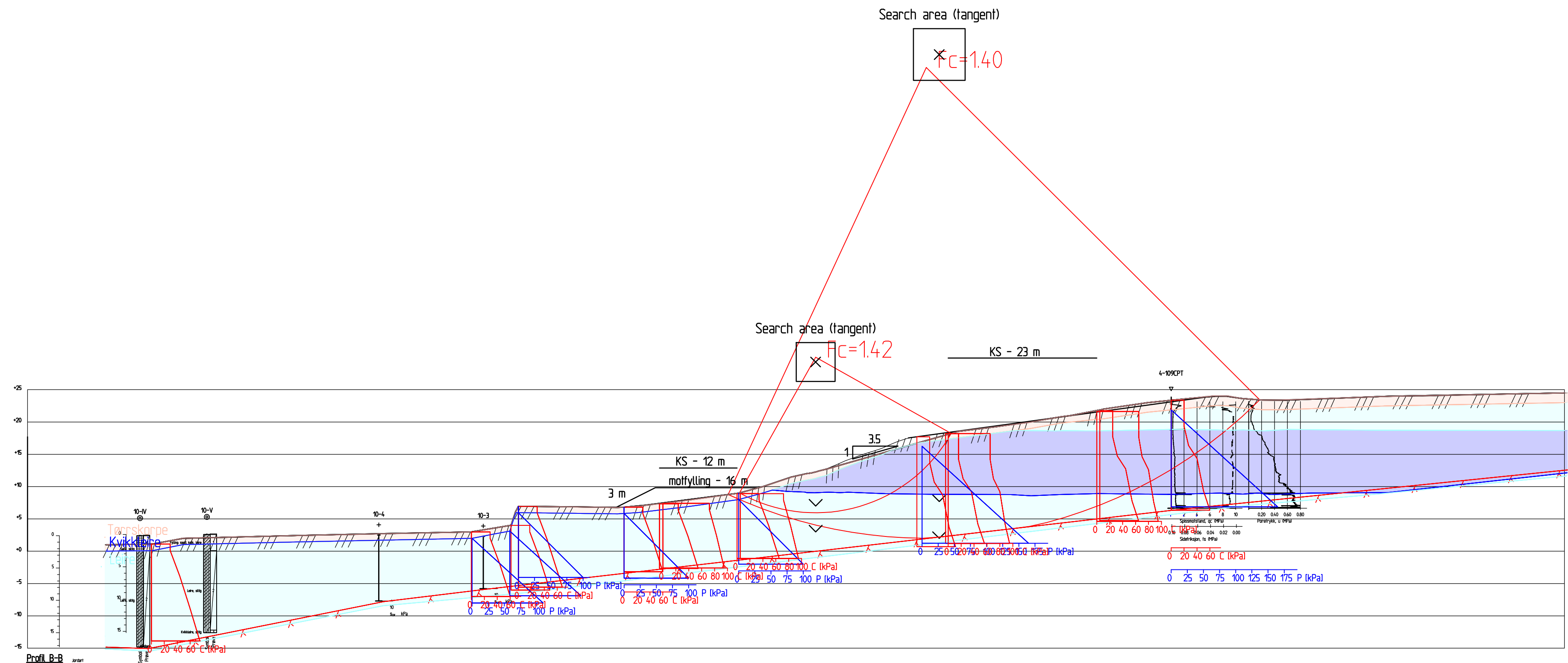
Tegningstittel:	Tegningsnr.:	Rev.:
Profil B, udrenert, dagens tilstand	B2	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_a-phi\_2022.dwg  
 Fc=1.10  
 Kritisk - dagens - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_B\_DAGENS\_AJD.R6

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
COWI AS Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		
Status: Original format A-21 Tegningens filnavn: Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk: 1500		
Stabilitetsberegninger Profil B, udrenert Dagens tilstand	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 13.04.2022 Oppdragsnr.: 20210758 Konstr./Tegnet: KaR Tegningsnr.: B5 Kontrollert: HHe Godkjent: BGIK Rev.: 0



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingeboring
- Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel: Profil B, udrenert, med stabiliserende tiltak	Tegningsnr.: B2	Rev.: 0
--	--------------------	------------

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnnskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_ajd\_medks - terreng.dwg  
 F=140  
 Dyp med KS og avlasting  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_ajd\_medks - terreng.R3  
 Fc=142  
 Lokal, med KS og avlasting  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_ajd\_medks - terreng.R2

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>		
Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger 20210758-01-R.dwg Målestokk 1500		
Stabilitetsberegninger Profil B, udrenert Med stabiliserende tiltak		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		
Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert
13.04.2022	KaR	HHe
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20210758	B6	0

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

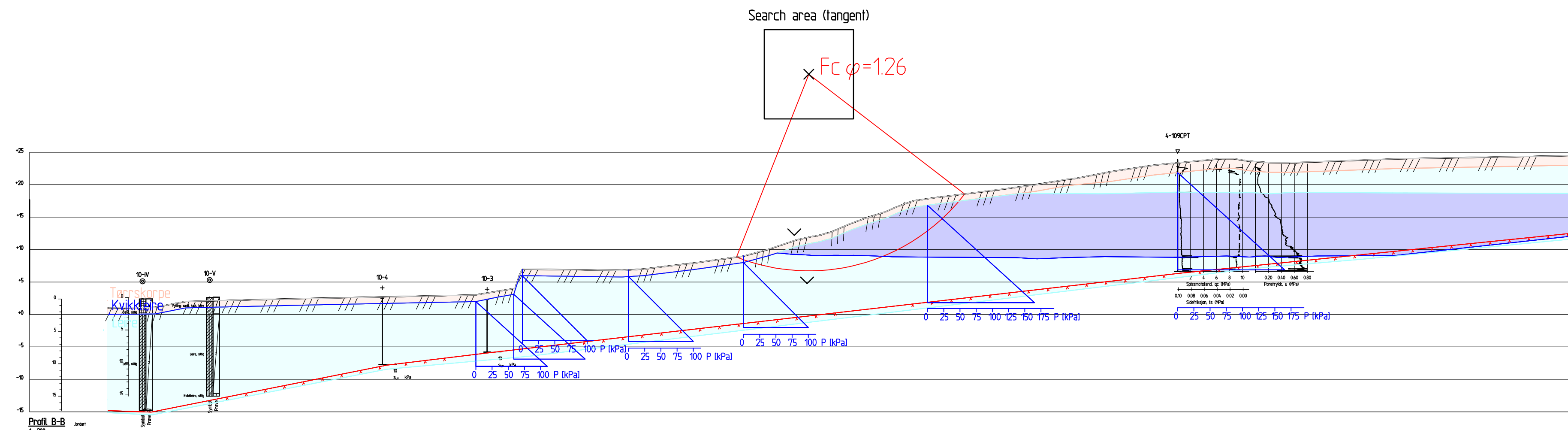
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel: Profil B, drenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B2	Rev.: 0
---	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_a-phi\_2022.dwg  
 Fc=1.26  
 Kritisk - dagens - drenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_B\_DAGENS\_AJD.R9

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
<b>COWI AS</b> Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk 1500		
Stabilitetsberegninger Profil B, drenert Dagens tilstand				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B7	Godkjent HHe Rev. 0

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering      ⚙ Fjellkontrollboring      ⊙ Prøveserie      ○ Poretrykksmåling
- Enkel sondering      ⚠ Dreietrykksondering      □ Prøvegrav      ⚡ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering      ⊕ Totalsondering      + Vingebooring

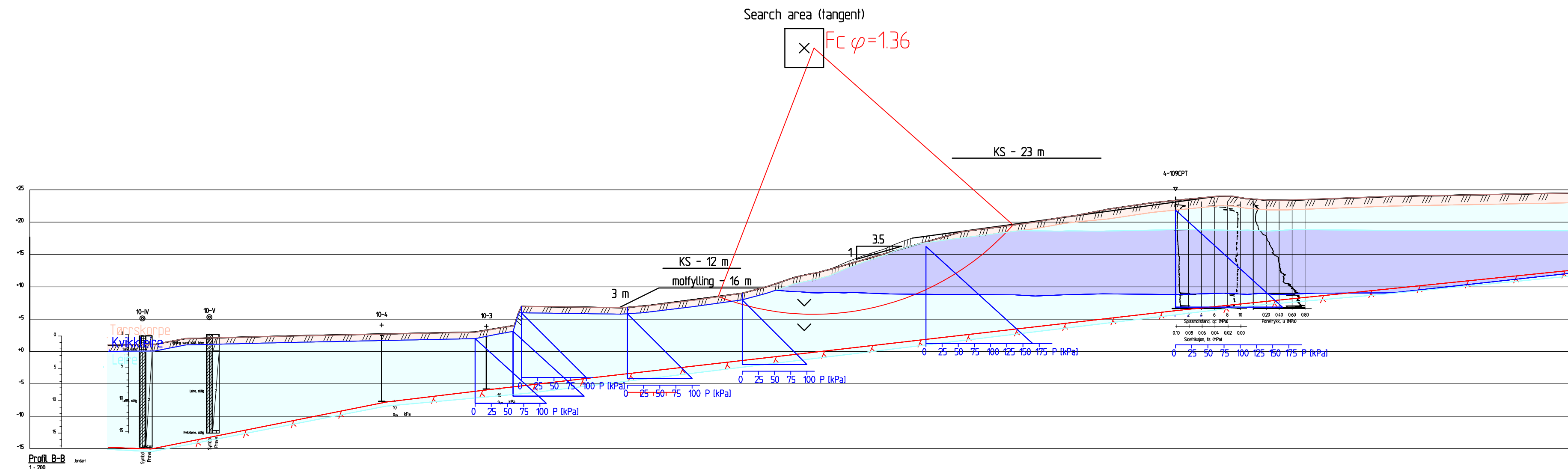
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

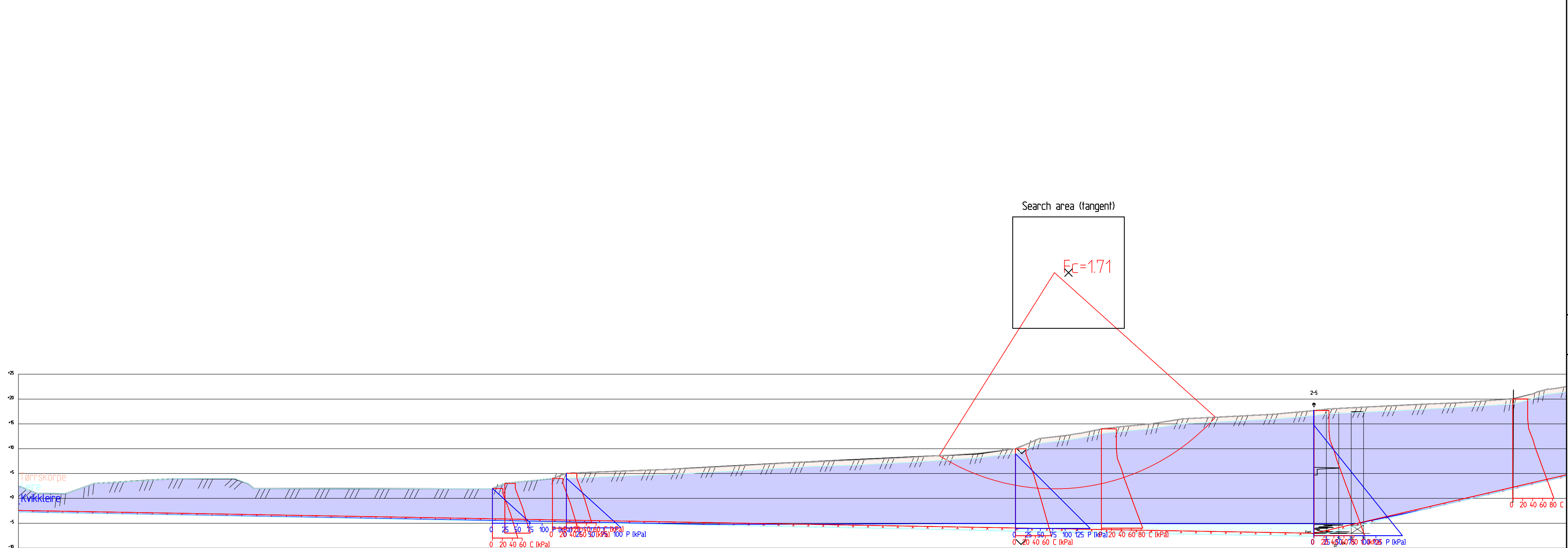
Tegningstittel: Profil B, drenert, med stabiliserende tiltak	Tegningsnr.: B8	Rev.: 1
---	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnnskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_ajd\_medks - terreng.dwg  
 Fcf=1.36  
 Drained, with tiltak  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_b\_dagens\_ajd\_medks - terreng.R4

1	Inkludering av materialparametere	09.08.2022	AJD	HHe	BGK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
COWI AS Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status			
Stabilitetsberegninger Profil B, drenert Med stabiliserende tiltak		Original format A-21			
		Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg			
		Målestokk 1500			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B8	Kontr./Tegn. HHe	Godkjent BGK
				Rev.	1



Profil C-C  
1:200

g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rvt\gretnes\_profil\_c\_dagens\_ajd.dwg  
 Fc=1.71  
 Kritisk - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_C\_DAGENS\_AJD.R5

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

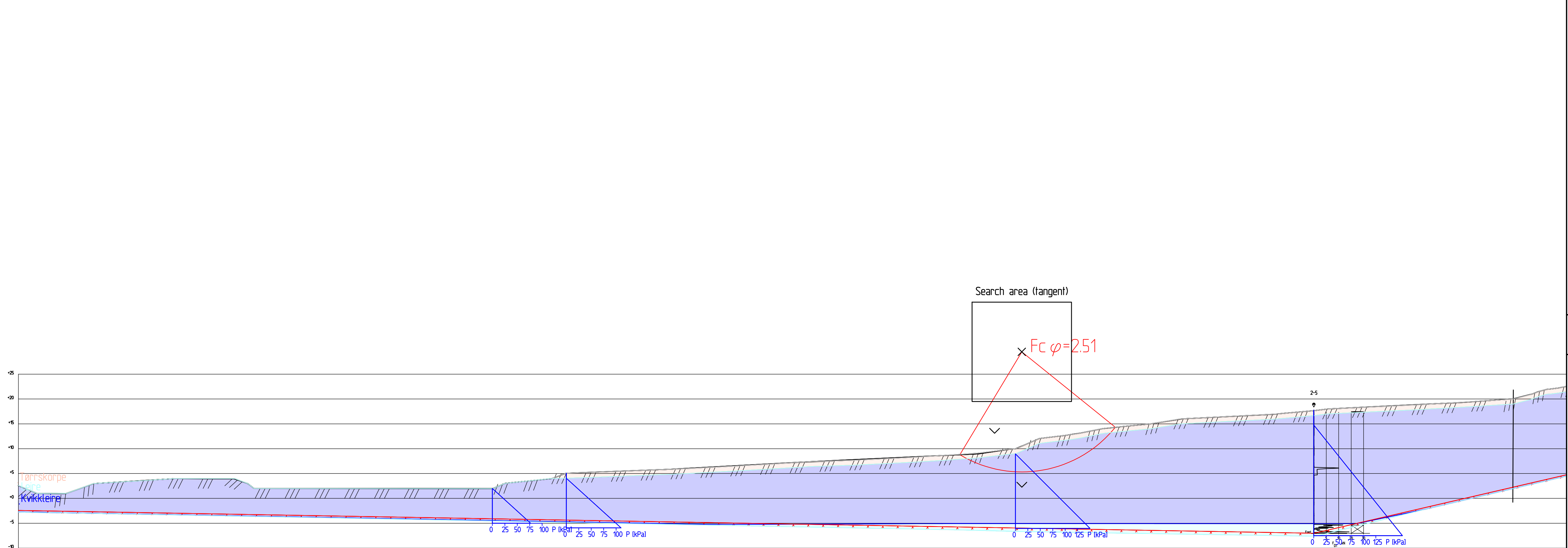
- Grunnundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Gretnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
  - [3] NGI Ny 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningsittel: Profil C, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B3	Rev.: 0
---	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
<b>COWI AS</b> Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg		
		Målestokk 1500		
Stabilitetsberegninger Profil C, udrenert Dagens tilstand				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B9	Kontrollert HHe Godkjent BGIK Rev. 0



Profil C-C  
1:200

g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_c\_dagens\_ajd.dwg  
 Fc=2.51  
 Kritisk - dagens - drenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_C\_DAGENS\_AJD.R8

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunundersøkelserapporter:
- [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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

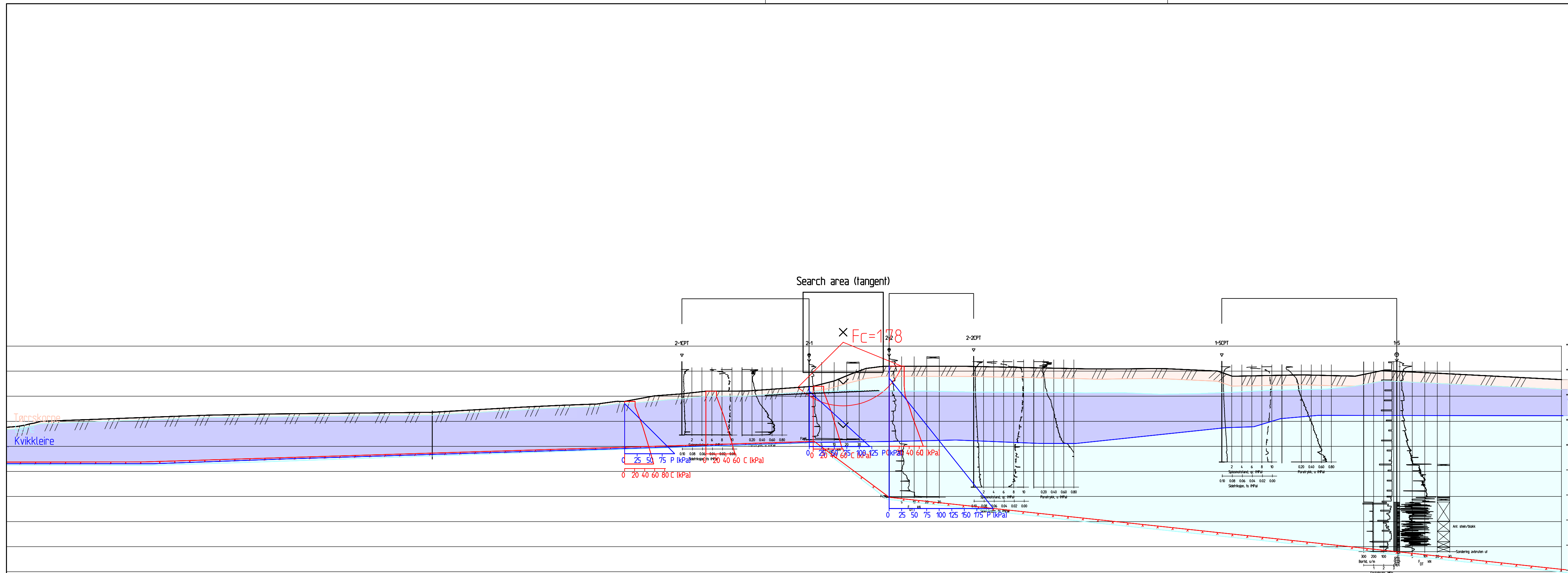
Tegningsnr. Profil C, drenert, dagens tilstand	Tegningsnr. B3	Rev. 0
--	----------------	--------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
COWI AS Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status			
Stabilitetsberegninger Profil C, drenert Dagens tilstand		Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk 1500			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B10	Kontr./Tegn. HHe Rev. 0	Godkjent BGK





**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegnings-tittel: Profil D, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B4	Rev.: 0
---	--------------------	------------

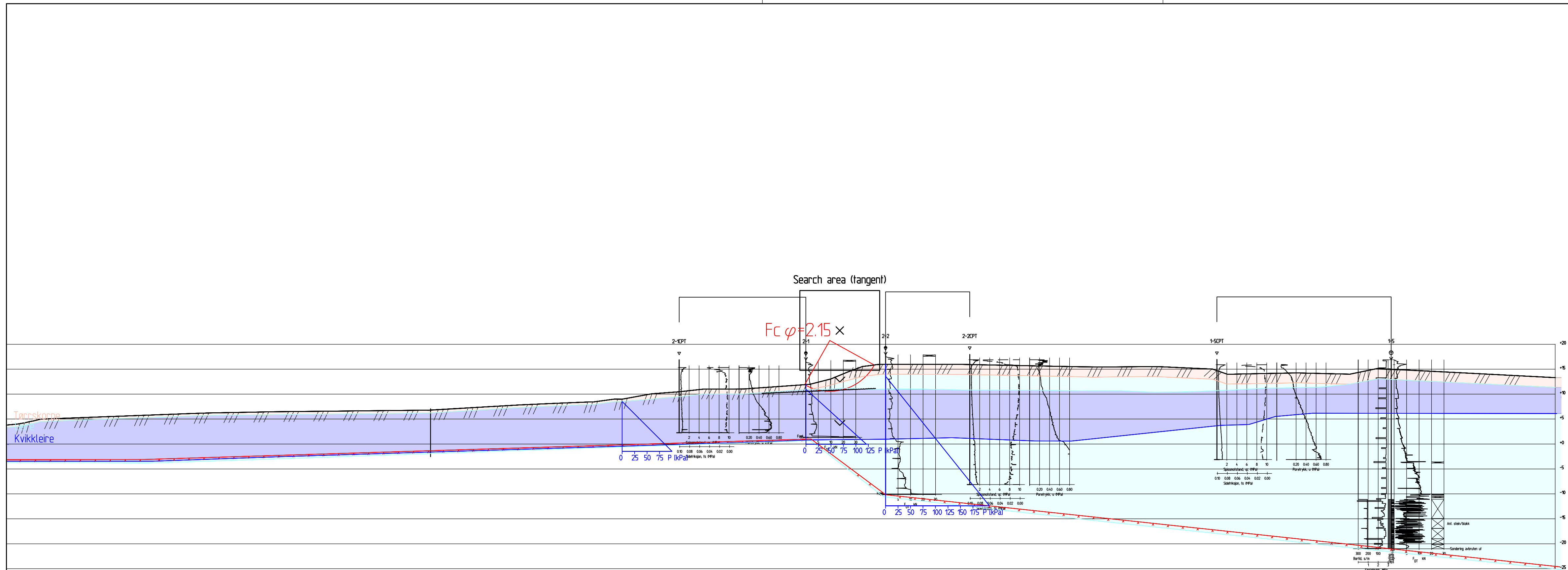
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_d\_dagens\_a-phi\_2022.dwg  
 Fc=1.78  
 Kritisk - dagens - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_D.DAGENS\_AJD.R6

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>		
Stabilitetsberegninger Profil D, udrenert Dagens tilstand		Målestokk <b>1500</b>
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. <b>20210758</b>
Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. <b>B11</b>		Godkjent HHe Rev. <b>0</b>





**FORKLARINGER:**

- Dreiesonering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegnings-tittel: Profil D, drenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B4	Rev.: 0
--	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_d\_dagens\_a-phi\_2022.dwg  
 Fcφ=2.15  
 Kritisk - dagens - drenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_D\_DAGENS\_AJD.R7

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
<b>COWI AS</b> Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk 1500		
Stabilitetsberegninger Profil D, drenert Dagens tilstand				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B12	Kontrollert HHe Godkjent BGK Rev. 0

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

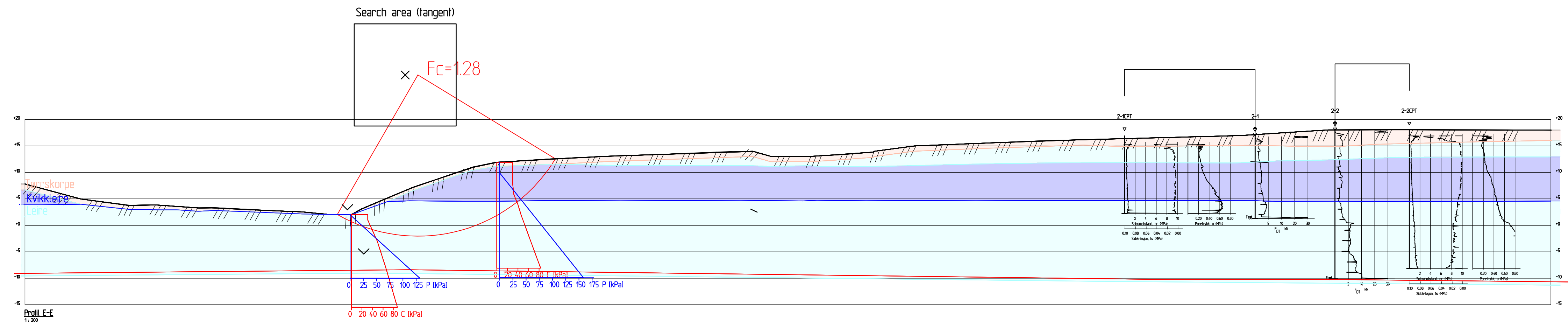
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel: Profil E, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B5	Rev.: 0
--	--------------------	------------

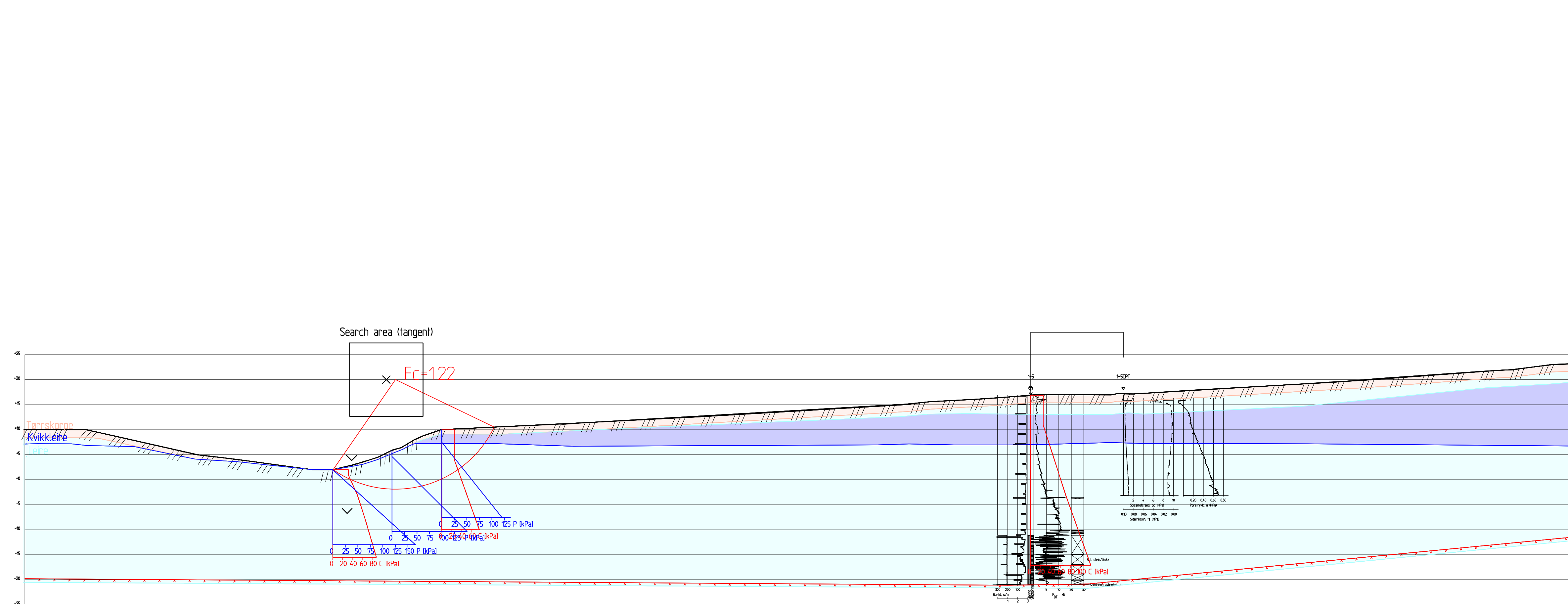
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_e\_dagens\_a-phi\_2022.dwg  
 Fc=1.28  
 Kritisk - dagens - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL E\_DAGENS\_AJD.R10

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
COWI AS Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status		
Stabilitetsberegninger Profil E, udrenert Dagens tilstand		Målestokk 1500	Godkjent	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B13	Godkjent HHe Rev. 0





**FORKLARINGER:**

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

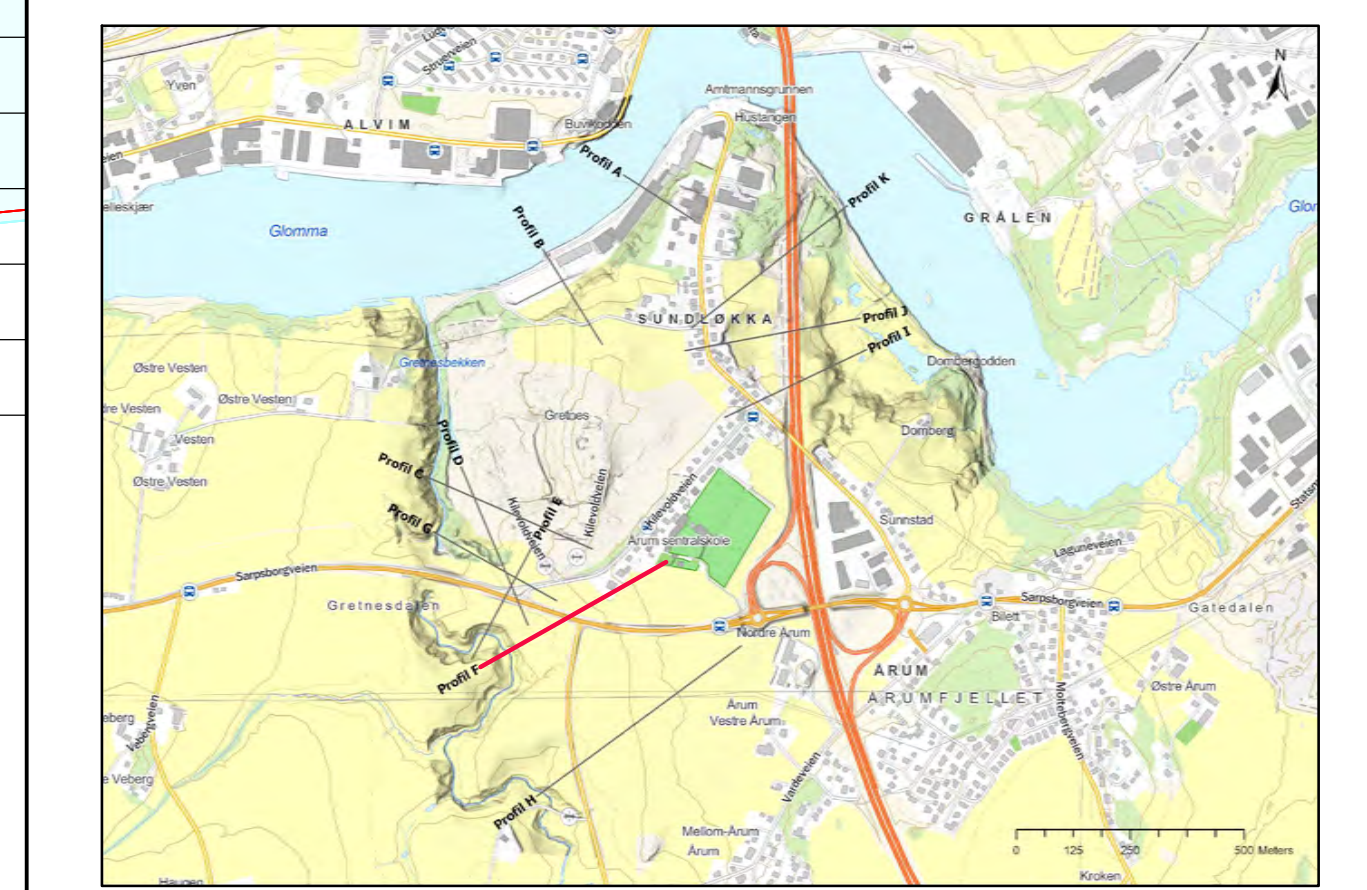
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

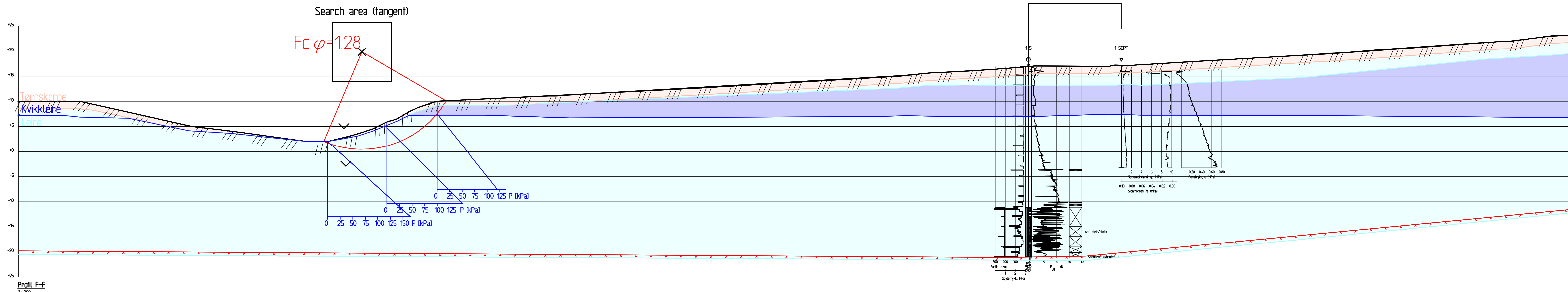
Tegningstittel: Profil F, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B6	Rev.: 0
--	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\grefnes\_profil\_f\_dagens\_ajd.dwg  
 Fc=122  
 Kritisk - dagens - udrenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\GRETNES\_PROFIL\_F\_DAGENS\_AJD.R8

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>		
Stabilitetsberegninger Profil F, udrenert Dagens tilstand	Målestokk 1500	NGI
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B15
	Kontr./Tegnet HHe	Godkjent BGK
	Rev.	0



Profil F-F  
1:200

g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_f\_dagens\_ajd.dwg  
 Fcφ=1.28  
 Kritisk - dagens - drenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\gretnes\_profil\_f\_dagens\_ajd.R9

**FORKLARINGER:**

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- + Vingeboering
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningsittel:	Tegningsnr.	Rev.
Profil F, drenert, dagens tilstand	B6	0

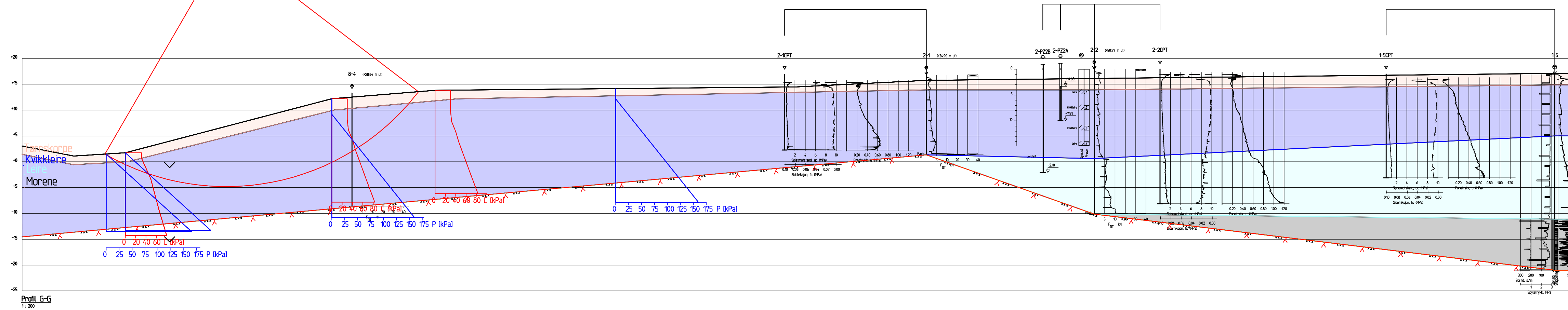
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>COWI AS</b> Gretnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg		Målestokk <b>1500</b>	
Stabilitetsberegninger Profil F, drenert Dagens tilstand		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. <b>20210758</b>	
		Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. <b>B16</b>		Kontrollert HHe Godkjent BGIK	
				Rev. <b>0</b>	

Search area (tangent)

Fc=1.31



Profil G-G  
1:200

g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_g.dwg  
Fc=1.31  
Kritisk - dagens - udrenert  
Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_gR4

## FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen

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


## HENVISNINGER:

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel:	Tegningsnr.	Rev.
Profil G, udrenert, dagens tilstand	B7	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Morene	19.00	9.00	30.0	2.0				



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>COWI AS</b> Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet					Status Original format A-21 Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk
Stabilitetsberegninger Profil G, udrenert Dagens tilstand					1500 
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B17	Kontrollert HHe	Godkjent BGIK Rev. 0

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

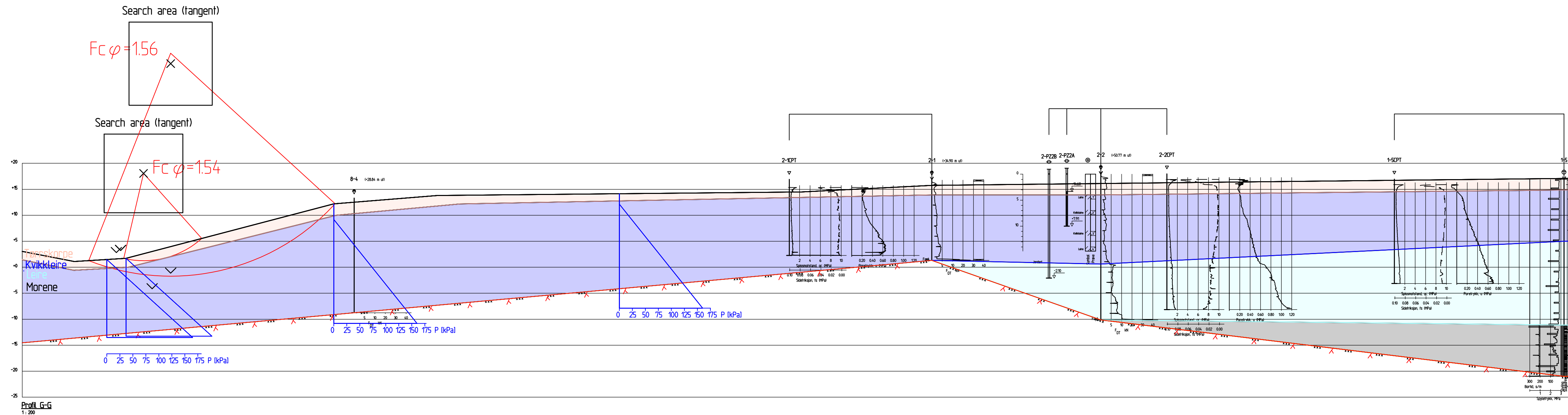
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegnings-tittel: Profil G, drenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B7	Rev.: 0
--	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Morene	19.00	9.00	30.0	2.0				



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil g.dwg  
 Fcφ=154  
 Kritisk tørreskorpe - dagens - drenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil g.R2  
 Fcφ=156  
 Kritisk dyp - dragens - drenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil g.R3

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		
Stabilitetsberegninger Profil G, drenert Dagens tilstand		Målestokk 1500
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758
Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B18		Kontr./Tegn. HHe Godkjent BGIK Rev. 0



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

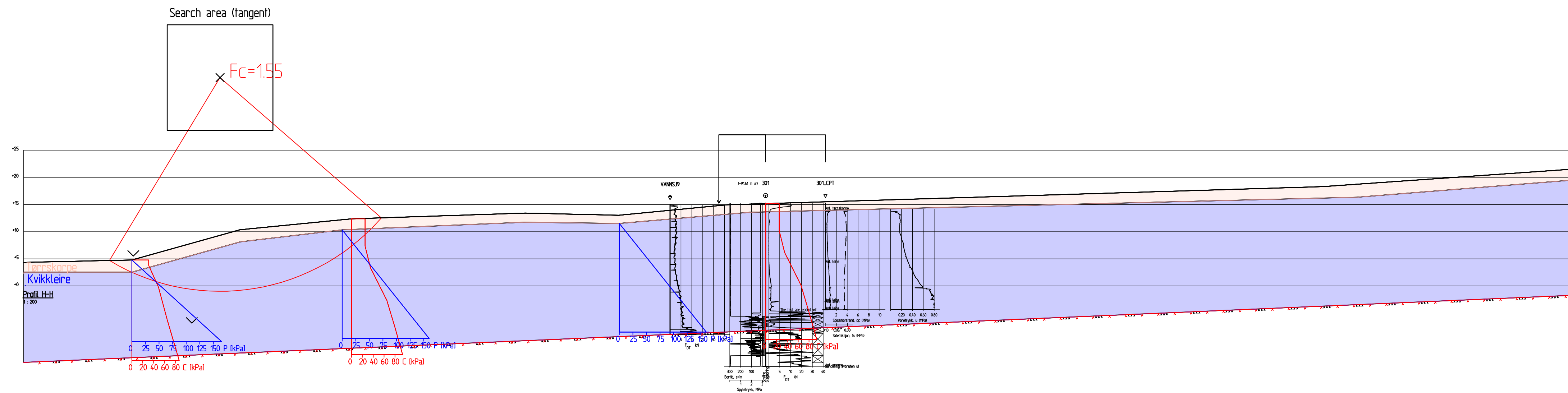
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningsittel: Profil H, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B8	Rev.: 0
---	--------------------	------------

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_h.dwg  
 Fc=1.55  
 Kritisk - dagens - udrenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_h.R2

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		
Stabilitetsberegninger Profil H, udrenert Dagens tilstand		Målestokk 1500
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758
Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B19		Godkjent HHe Rev. 0



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingeboring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

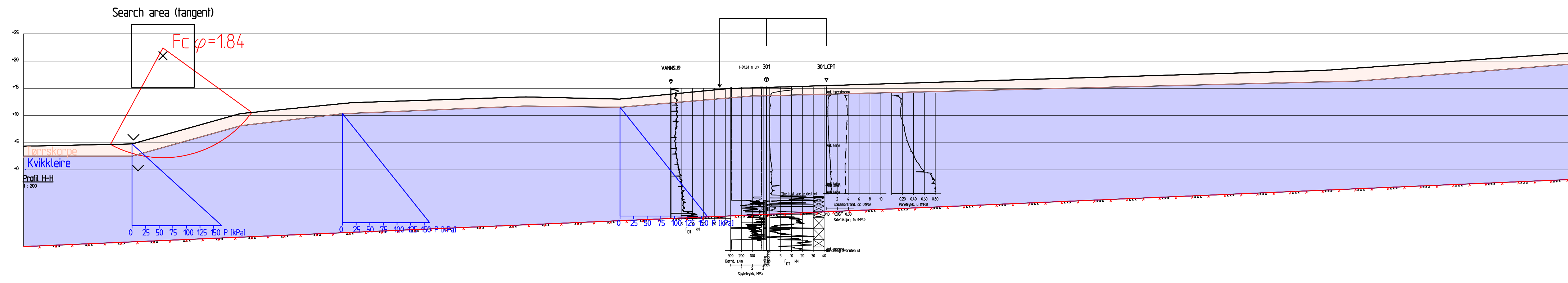
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

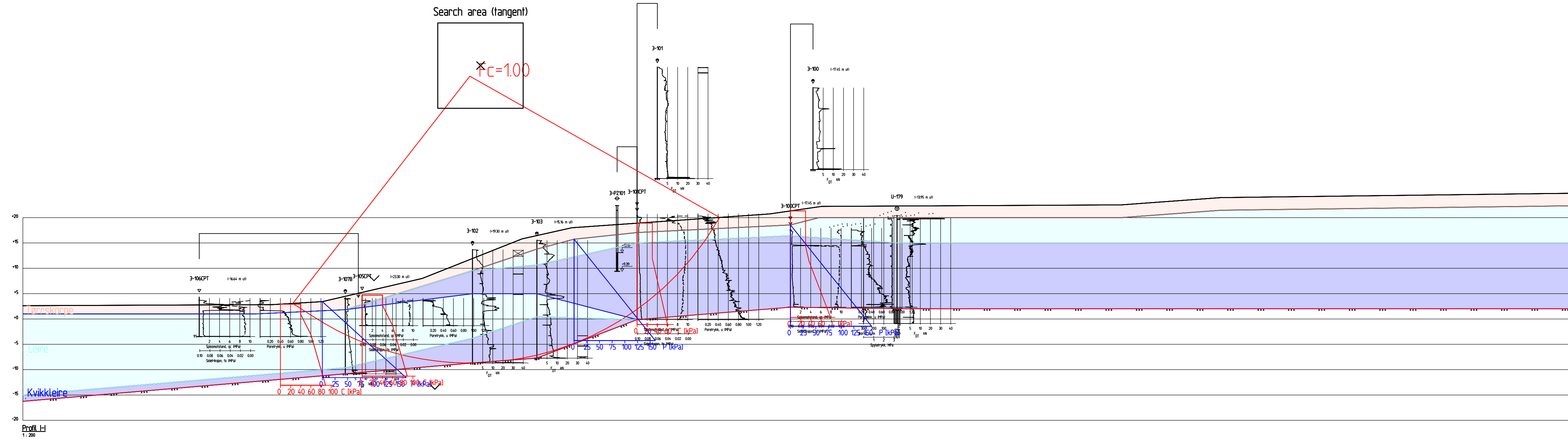
Tegnings-tittel:	Tegningsnr.:	Rev.:
Profil H, drenert, dagens tilstand	B8	0

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_h.dwg  
 Fcf=184  
 Kritisk - dagens - drenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_h.R1

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
COWI AS Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status		
Stabilitetsberegninger Profil H, drenert Dagens tilstand		Målestokk 1500	NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022	Konstr./Tegnet KaR	Godkjent BGIK
		Oppdragsnr. 20210758	Tegningsnr. B20	Rev. 0



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunundersøksrapporter:
- [1] NGL Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGL Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
  - [3] NGL Ny Sandesund bru - E6 Østfold. Rapport 20051350-2-R Rev.2, 17. august 2006.
  - [4] NGL Program for økt sikkerhet mot leirskred, Nedre Glomma. Rapport 20031598-00-R, 10. oktober 2005.
  - [5] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

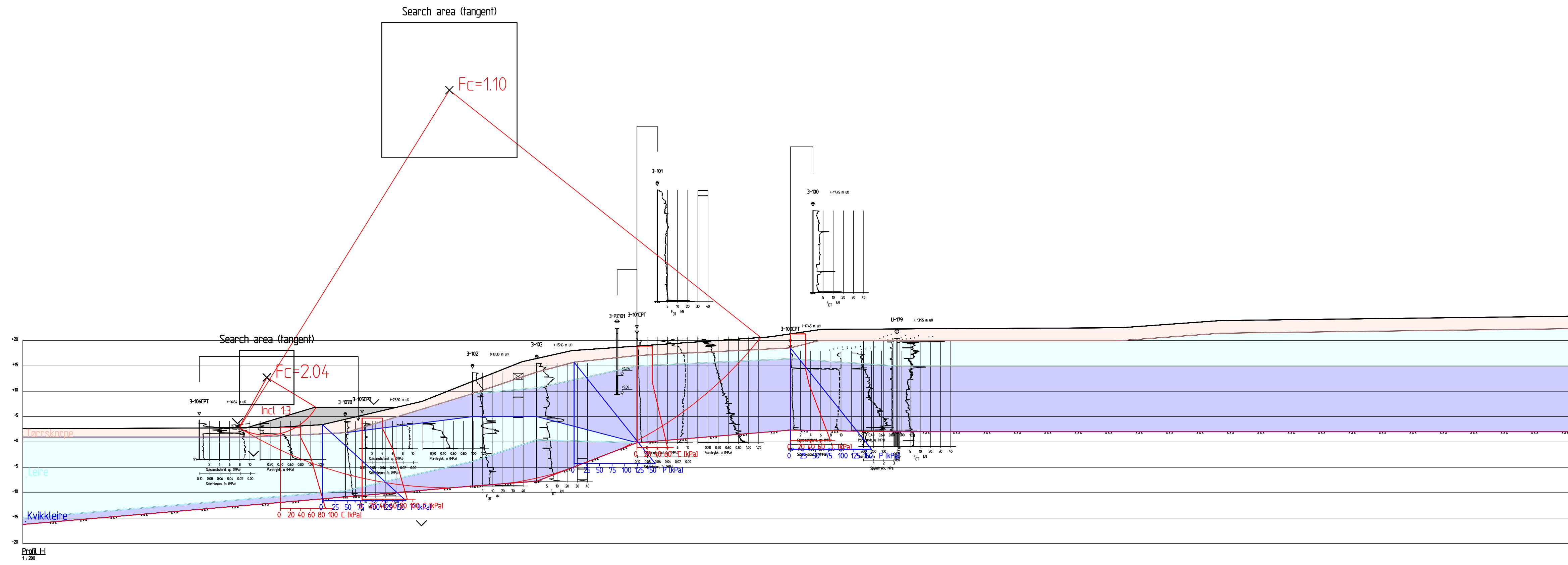
Tegningsittel: Profil I, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B9	Rev.: 0
---	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnnskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof 1.00	0.70	0.40	
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof 1.00	0.63	0.35	



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_i.dwg  
 Fc=1.00  
 Kritisk - dagens - udrenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_i.R3

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>				
Stabilitetsberegninger		Målestokk	NGI	
Profil I, udrenert		1500		
Dagens tilstand				
NGL Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontr./Tegnet
		13.04.2022	KaR	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
		20210758	B21	0



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_1.dwg  
 Fc=1.10  
 Kritisk - motfylling - udrenert  
 Result file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\PROFIL\_1.motfylling.R4  
 Fc=2.04  
 Lokalstabilitet motfylling - udrenert  
 Result file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\PROFIL\_1.motfylling.R6

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunundersøkselsrapporter:
- [1] NGL Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGL Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
  - [3] NGL Ny Sandesund bru - E6 Østfold. Rapport 20051350-2-R Rev.2, 17. august 2006.
  - [4] NGL Program for økt sikkerhet mot leirskred, Nedre Glomma. Rapport 20031598-00-R, 10. oktober 2005.
  - [5] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

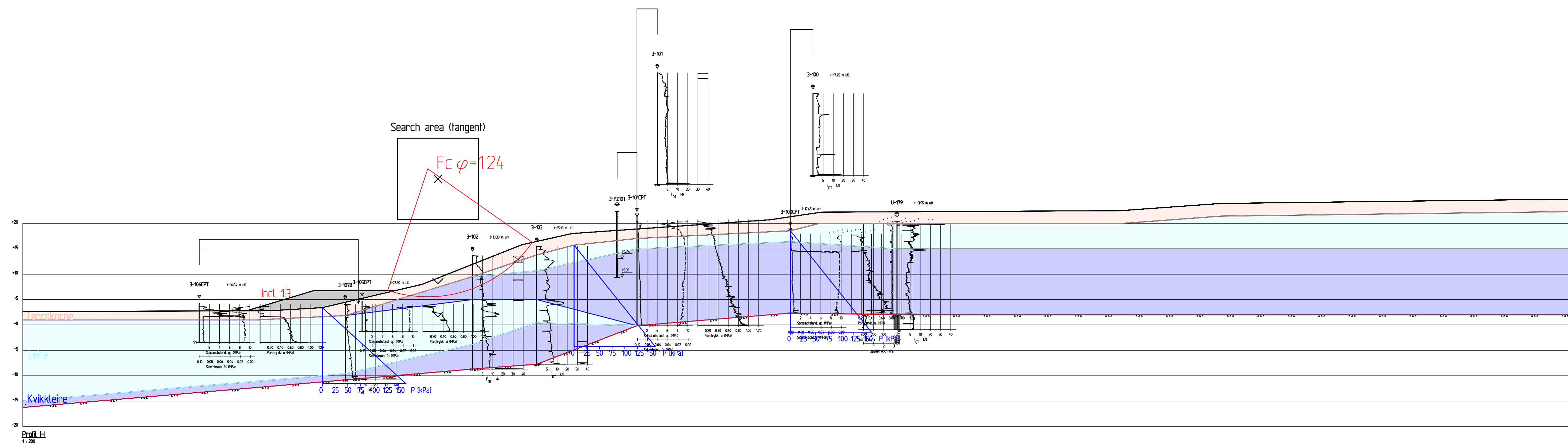
Tegningstittel: Profil I, udrenert, med stabiliserende tiltak	Tegningsnr.: B9	Rev.: 0
--	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00				C-prof 1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00				C-prof 1.00	0.63	0.35



Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>		
Status: Original format A-21 Tegningens filnavn: Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg Målestokk: 1500		
Stabilitetsberegninger Profil I, udrenert Med stabiliserende tiltak		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 13.04.2022 Oppdragsnr.: 20210758	Konstr./Tegnet: KaR Tegningsnr.: B22
	Kontr./Tegnet: HHe	Godkjent: BGIK
		Rev.: 0





g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_l.dwg  
 Fcf=1.24  
 Kritisk - motfylling - drenert  
 Resulti file : G:\geoarkiv\20210758\STABGRAF.RIT\PROFIL.L.motfylling.R5

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

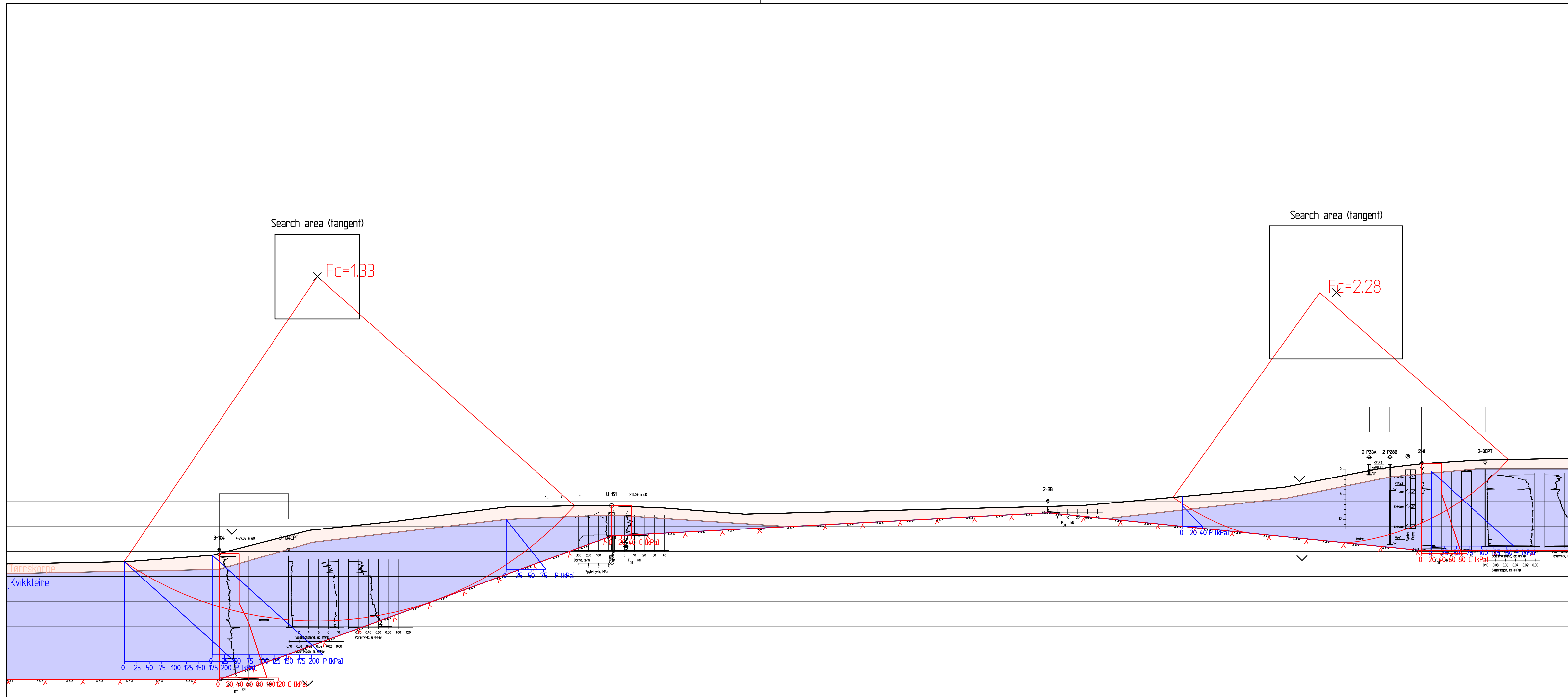
- Grunundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
  - [3] NGI Ny 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel: Profil I, drenert, med stabiliserende tiltak	Tegningsnr.: B9	Rev.: 0
---	--------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnnskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
COWI AS Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet	Status	
	Original format A-21	
Stabilitetsberegninger Profil I, drenert Med stabiliserende tiltak	Tegningens filnavn Stabilitetsberegninger_20210758-01-R.dwg	
	Målestokk 1500	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B24
	Kontr./Tegnet HHe	Godkjent BGK
	Rev.	0



**FORKLARINGER:**

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

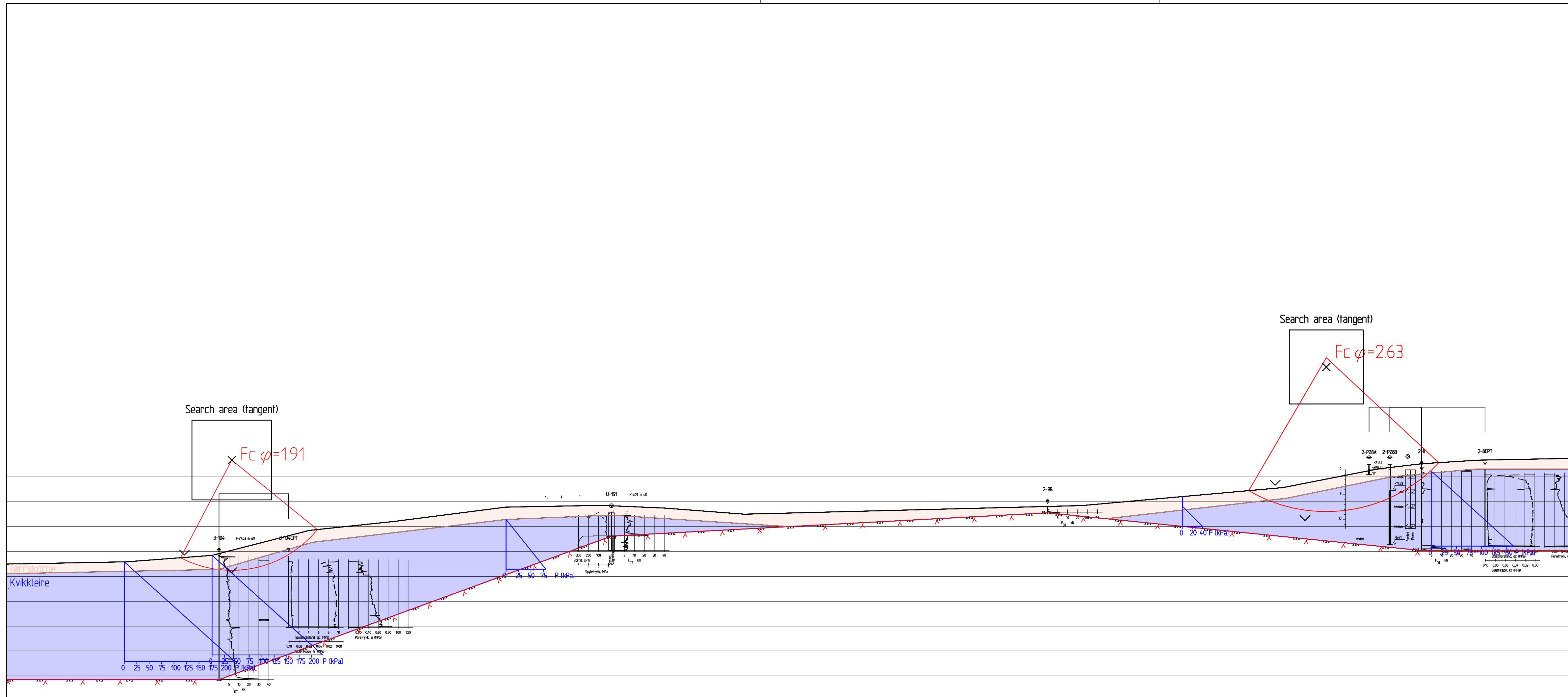
Tegnings-tittel: Profil J, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B10	Rev.: 0
---	---------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_j.dwg  
 Fc=1.33  
 Kritisk nedre skråning - dagens - udrenert  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_j.R1  
 Fc=2.28  
 Kritisk øvre skråning - dagens - udrenert  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_j.R2

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>		
Stabilitetsberegninger Profil J, udrenert Dagens tilstand	Målestokk 1500	NGI
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B25
	Kontr./Tegnet HHe	Godkjent BGK
	Rev.	0



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

- Grunnundersøksrapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningstittel: Profil J, drenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B10	Rev.: 0
---	---------------------	------------

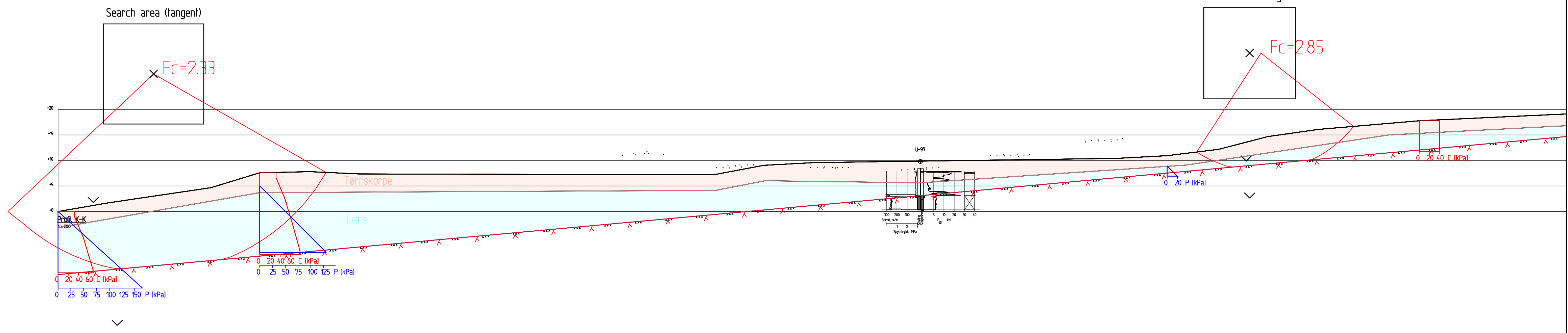
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_j.dwg  
 Fcφ=1.91  
 Kritisk nedre skrånning - dagens - drenert  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_j.R3  
 Fcφ=2.63  
 Kritisk øvre skrånning - dagens - drenert  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil\_j.R4

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>				
Stabilitetsberegninger Profil J, drenert Dagens tilstand		Målestokk 1500		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022	Konstr./Tegnet KaR	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20210758	Tegningsnr. B26	Rev. 0





g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil k.dwg  
 Fc=2.85  
 Kritisk øvre skråning - dagens - udrenert  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil k.R1  
 Fc=2.33  
 Kritisk nedre skråning - dagens - udrenert  
 Result file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil k.R2

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

**HENVISNINGER:**

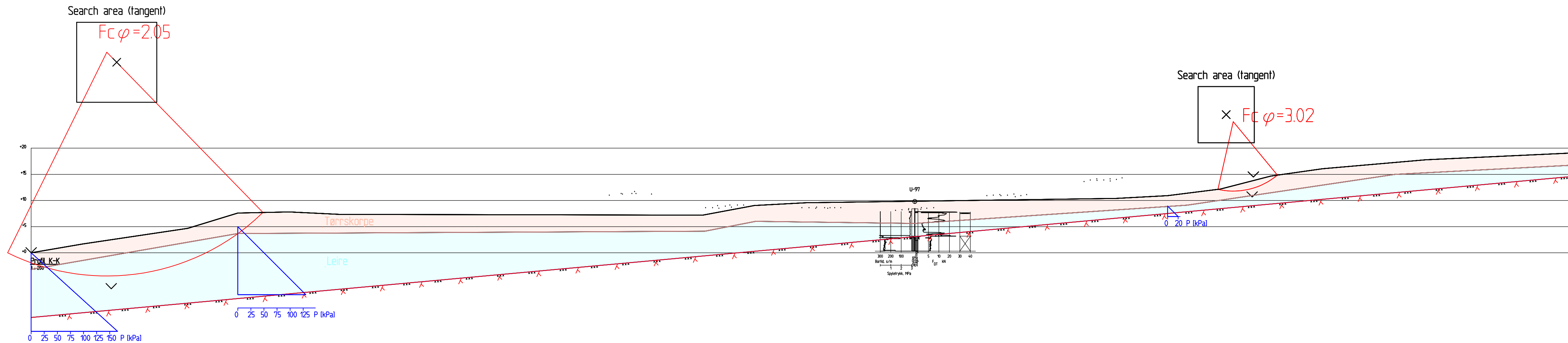
- Grunnundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes og Sundløkka, Fredrikstad kommune. Datarapport. Rapport 20100534-00-5-R, 14. januar 2011.
  - [3] NGI 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegnings-tittel: Profil K, udrenert, dagens tilstand	Tegningsnr.: B11	Rev.: 0
---	---------------------	------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
				Godkj.
<b>COWI AS</b> Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet		Status Original format A-21 Tegningsfilnavn Stabilitetsberegninger 20210758-01-R.dwg Målestokk 1500		
Stabilitetsberegninger Profil K, udrenert Dagens tilstand				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B27	Kontrollert HHe Godkjent BGIK Rev. 0



g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil k.dwg  
 Fcφ=2.05  
 Kritisk nedre skrånning - dagens - drenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil k.R3  
 Fcφ=3.02  
 Kritisk øvre skrånning - dagens - drenert  
 Resulti file : g:\geoarkiv\20210758\stabgraf.rit\profil k.R4

### FORKLARINGER:

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrav
- + Vingebooring
- Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

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

### HENVISNINGER:

- Grunundersøkelserapporter:
- [1] NGI Årum Nordre - Geotekniske vurderinger, Lagdeling og styrkeparametre. Rapport 20120757-1, 19. oktober 2012.
  - [2] NGI. Supplerende grunnundersøkelser, Grefnes 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] SVV. E6 Sandesund bru (2. byggetr.) Grunnundersøkelser 2003. Datarapport. Oppdrag B-300 rapport nr. 1, 16. desember 2003.

Tegningsittel:	Tegningsnr.	Rev.
Profil K, drenert, dagens tilstand	B11	0

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	2.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	27.0	5.0				



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>COWI AS</b> <b>Grefnes-Sundløkka - områdestabilitet</b>					Status Original format A-21 Tegningsfilnavn Stabilitetsberegninger 20210758-01-R.dwg Målestokk 1500
Stabilitetsberegninger Profil K, drenert Dagens tilstand					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 13.04.2022 Oppdragsnr. 20210758	Konstr./Tegnet KaR Tegningsnr. B28	Kontrollert HHe Rev. 0	Godkjent BGK

# Vedlegg C

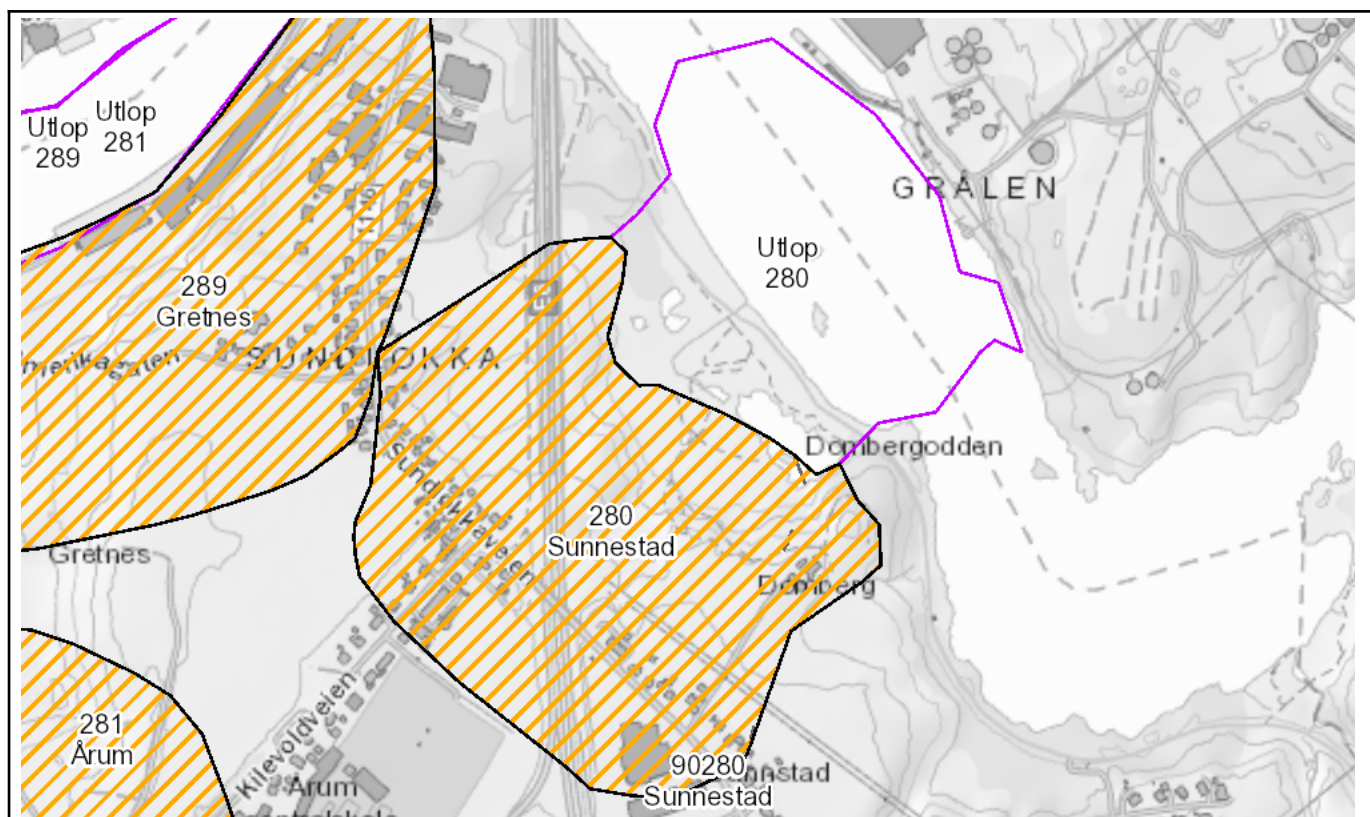
## REVIDERTE KVIKKLEIRESONER

### Innhold

C1	Sone 280 Sunnestad	2
C2	Sone 281 Årum	3
C3	Sone 289 Gretnes	4
C4	Sone 2710 Brudalen	5

## Kvikkleiresone 280: Sunnestad - Kommune: Fredrikstad

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Meget alvorlig
Risikoklasse	4
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	14.1.2003
Sist oppdatert	9.8.2022
Sist oppdatert av	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT



### Bemerkninger

I forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune har NGI utarbeidet rapporter med vurdering av områdestabilitet for områder med kvikkleire (NGI, 2013). Det ble gjort funn av kvikkleire, og etter insigelse fra NVE om at ikke skredfaren var tilstrekkelig utredet, ble ny utbredelse av faresonene foreslått (NGI, 2016). Etter overgang til ny kvikkleireveileder i 2020 er sonen vurdert på nytt ifm. videre planlegging av overnevnte omregulering.

### Referanser

## Referanser

Norges Geotekniske Institutt 20120757-02-R Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka, Geotekniske vurderinger - områdestabilitet datert 19.2.2013

Norges Geotekniske Institutt 20120757-03-R Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka, Forslag til justering av kvikkleirefaresoner datert 24.10.2013

Norges Geotekniske Institutt 20120757-01-TN Utfyllende informasjon i forbindelse med reguleringsplan Gretnes/Sundløkka datert 2.8.2016

## Fareberegning

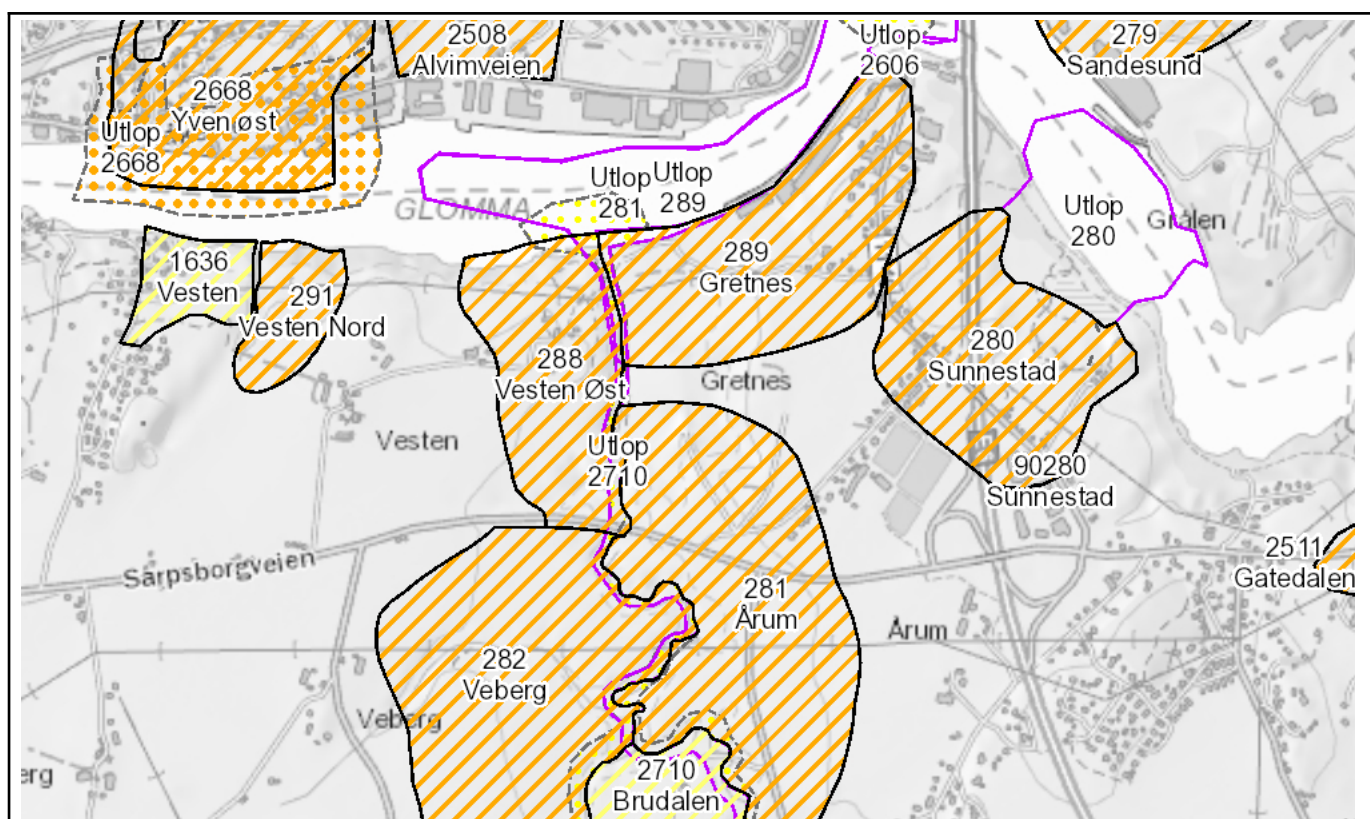
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ingen nyere skred.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde i meter	ca. 20 m	20-30	2	2	4
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Noe overkonsolidering tolket fra CPT utført i sonen.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Antar hydrostatisk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	>H/2	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	30-100	30-100	2	1	2
Erosjon	Ingen.	Ingen	0	3	0
Inngrep	Liten	Liten forverring	1	3	3
Total poengsum					18
Prosent av maks					35.29
Sist oppdatert	9.8.2022				

## Konsekvensberegning

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	Tettbebyggelse > 5 boliger	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Industri	<50	2	3	6
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	E6, Fylkesvei 521	>5000	3	2	6
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Distribusjonsnett	Regional	2	1	2
Oppdemning	Skred vil ikke kunne demme opp Glomma.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					26
Prosent av maks					57.78
Sist oppdatert	9.5.2022				

## Kvikkleiresone 281: Årum - Kommune: Fredrikstad

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	14.1.2003
Sist oppdatert	9.8.2022
Sist oppdatert av	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT



### Bemerkninger

I forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune har NGI utarbeidet rapporter med vurdering av områdestabilitet for områder med kvikkleire (NGI, 2013). Det ble gjort funn av kvikkleire, og etter insigelse fra NVE om at ikke skredfaren var tilstrekkelig utredet, ble ny utbredelse av faresonene foreslått (NGI, 2016). Etter overgang til ny kvikkleireveileder i 2020 er sonen vurdert på nytt ifm. videre planlegging av overnevnte omregulering.

### Referanser

## Referanser

Norges Geotekniske Institutt 20120757-02-R Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka, Geotekniske vurderinger - områdestabilitet datert 19.2.2013

Norges Geotekniske Institutt 20120757-03-R Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka Forslag til justering av kvikkleirefaresoner datert 24.10.2013

Norges Geotekniske Institutt 20120757-01-TN Utfyllende informasjon i forbindelse med reguleringsplan Gretnes/Sundløkka datert 2.8.2016

## Fareberegning

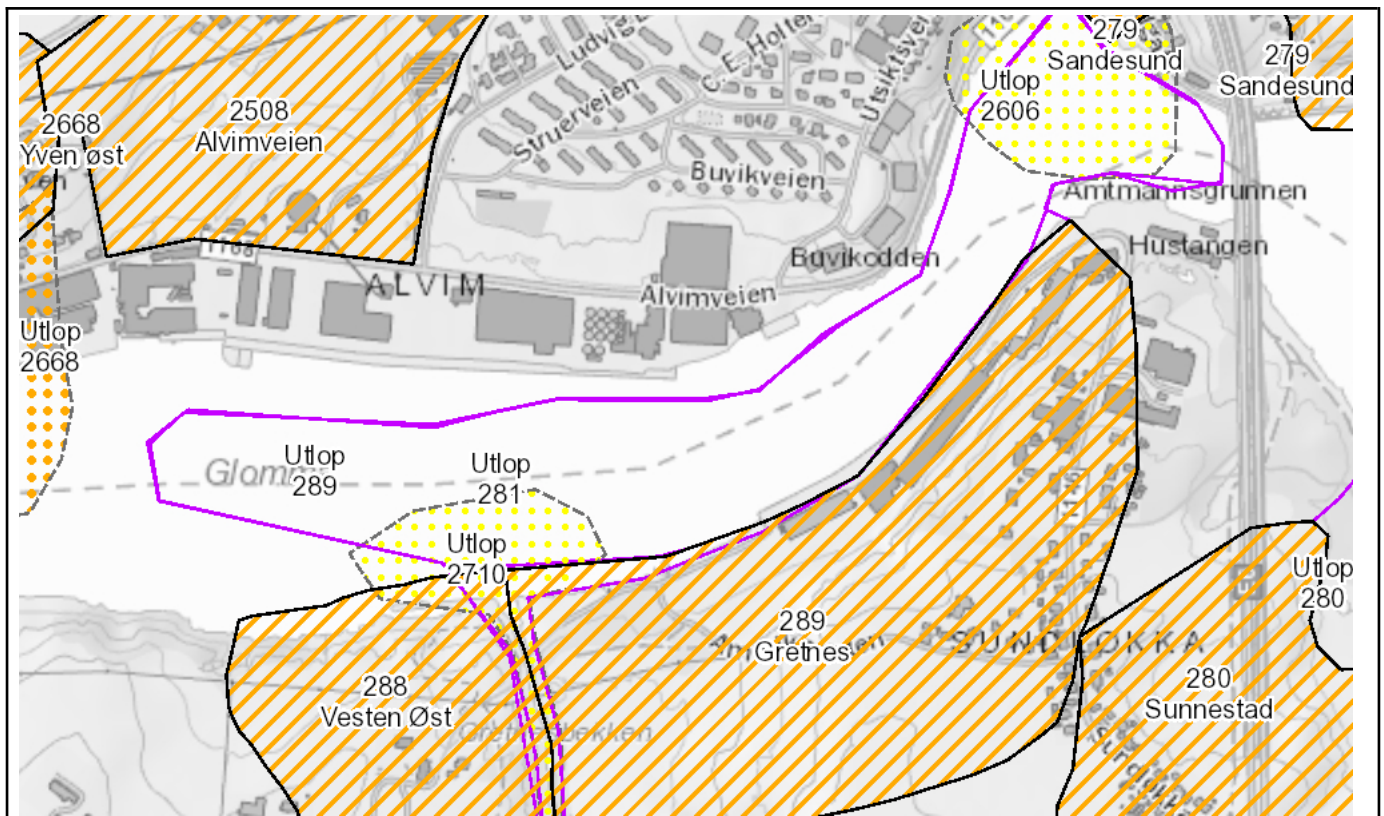
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Gretnesskredet i 1920-årene. Noen gamle skredgroper.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Opptil 25 m.	20-30	2	2	4
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Noe overkonsolidert tolket fra CPTU utført i området.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Antar hydrostatisk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	10 - 15 meter.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	-	30-100	2	1	2
Erosjon	Lite	Lite	1	3	3
Inngrep	Kritiske skråninger utenfor influensområde til planlagte tiltak.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					19
Prosent av maks					37.25
Sist oppdatert	9.8.2022				

## Konsekvensberegning

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	3 boliger innenfor sonen.	Spredt $\leq 5$	1	4	4
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Riksvei 110, Fylkesvei 532	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Regionalnett, antatt.	Regional	2	1	2
Oppdemning	Kan demme opp bekk	Liten	1	2	2
Total poengsum					12
Prosent av maks					26.67
Sist oppdatert	9.5.2022				

# Kvikkleiresone 289: Gretnes - Kommune: Fredrikstad

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Meget alvorlig
Risikoklasse	5
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	14.1.2003
Sist oppdatert	9.8.2022
Sist oppdatert av	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT



## Bemerkninger

Omfattende grunnundersøkelser er utført på tomte i forbindelse med masseuttak for Leca Borge. Evalueringen er basert på resultatene av supplerende grunnundersøkelser kfr. NGI rapport 20031560-1 datert 19. juni 2004.

I forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune har NGI utarbeidet rapporter med vurdering av områdestabilitet for områder med kvikkleire (NGI, 2013). Det ble gjort funn av kvikkleire, og etter insigelse fra NVE om at ikke skredfaren var tilstrekkelig utredet, ble ny utbredelse av



## Bemerkninger

faresonene foreslått (NGI, 2016). Etter overgang til ny kvikkleireveileder i 2020 er sonen vurdert på nytt ifm. videre planlegging av overnevnte omregulering.

## Referanser

NGI – rapport 84021-1, 11. mars 1985

NGI – rapport 87011-1, 18. mai 1987

NGI - rapport 95009-2, 19 april 1996

NGI - rapport 95009-1, 7. juni 1996

NGI - rapport 20031560-1, 19.juni 2004

NGI - rapport 20031598, 10. oktober 2005

Norges Geotekniske Institutt 20120757-02-R Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka, Geotekniske vurderinger - områdestabilitet datert 19.2.2013

Norges Geotekniske Institutt 20120757-03-R Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka, Forslag til justering av kvikkleirefaresoner datert 24.10.2013

Norges Geotekniske Institutt 20120757-01-TN Utfyllende informasjon i forbindelse med reguleringsplan Gretnes/Sundløkka datert 2.8.2016

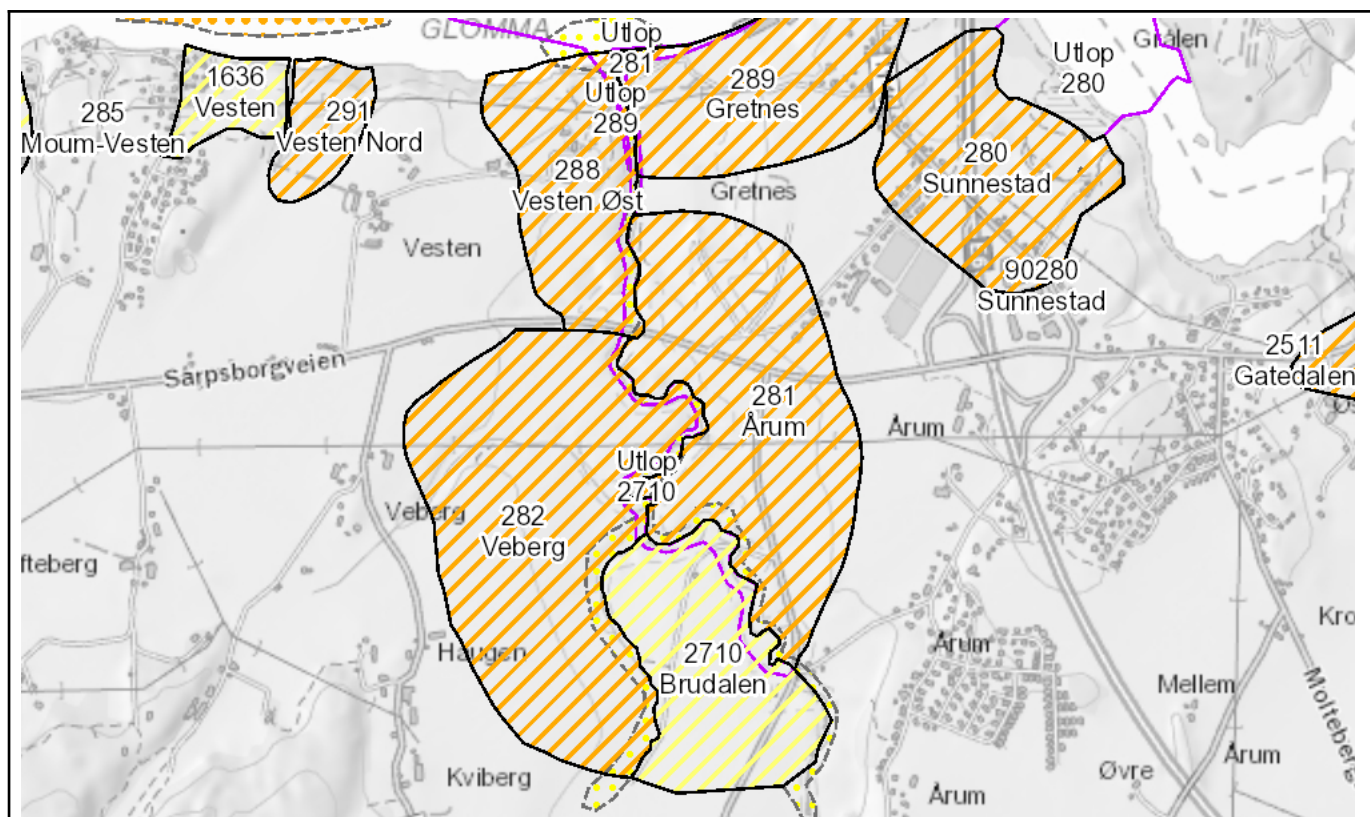
## Fareberegning

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Flere skred fra nyere tid i området.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Skråningshøyden ligger mellom 20 og 25 meter.	20-30	2	2	4
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Plataet på toppen ligger i opprinnelig terrengnivå.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Antar hydrostatisk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Vingeboring nr. 6 (ref. nr. 3) indikerer kvikkleiremektighet større enn 12 meter.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Vingeboring nr. 6 viser sensitivitetmålinger større enn 100.	30-100	2	1	2
Erosjon	Sonen grenser ned mot vassdrag.	Lite	1	3	3
Inngrep	Noe forverring	Noe forverring	2	3	6
Total poengsum					25
Prosent av maks					49.02
Sist oppdatert	9.8.2022				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Tett bebyggelse	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Industri	>50	3	3	9
Annen bebyggelse	Ingen	Stor	3	1	3
Veier	Kommunal vei og adkomstvei til industriområde, samt fylkesvei	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Distribusjonsnett	Regional	2	1	2
Oppdemning	Skader på konstruksjoner langs Glomma	Middels	2	2	4
Total poengsum					34
Prosent av maks					75.56
Sist oppdatert	16.8.2019				

# Kvikkleiresone 2710: Brudalen - Kommune: Fredrikstad

Faregradklasse	Lav
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Mulig kvikkleire
Sonestatus	Enkel undersøkelse
Opprettet	8.8.2022
Sist oppdatert	9.8.2022
Sist oppdatert av	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT



## Bemerkninger

I forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune har NGL utarbeidet rapporter med vurdering av områdestabilitet for områder med kvikkleire. Kvikkleiresonen 281 Årum er med bakgrunn i dette foreslått delt, og i praksis medfører dette en innskrenkning av kvikkleiresonen 281 Årum, og opprettelse av en ny kvikkleiresone i den sørlige enden av tidligere sone 281 Årum.

## Referanser

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Noen gamle skredgroper.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde i meter	Opptil 13 m	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Antar noe overkonsolidering ut ifra omkringliggende terreng, og tolkning av OCR fra nabokvikkleiresoner.	1,2-1,5	2	2	4
Poretrykk	Antar hydrostatisk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Antar høyeste score ettersom det kun foreligger sonderinger i en liten del av kvikkleiresonen.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Antar kvikkleire.	>100	3	1	3
Erosjon	Lite.	Lite	1	3	3
Inngrep	Ingen.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					17
Prosent av maks					33.33
Sist oppdatert	8.8.2022				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	En enebolig i området.	Spredt ≤ 5	1	4	4
Næringsbygg	Ett næringsbygg i området.	<10	1	3	3
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei og privat vei.	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ingen.	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Kan demme opp bekk.	Liten	1	2	2
Total poengsum					9
Prosent av maks					20.00
Sist oppdatert	8.8.2022				

# Vedlegg D

## UTLØPSOMRÅDER

### Innhold

D1 NGI rapport 20190661-01-R Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka – utløpsområder,  
2019-01-10

2

**D1 NGI rapport 20190661-01-R Områdestabilitet  
Gretnes/Sundløkka – utløpsområder, 2019-01-10**

# Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka – utløpsområder

UTLØPSOMRÅDER FOR KVIKKLEIRESONER 280,  
281, 282, 288 OG 289

DOK.NR. 20190661-01-R  
REV.NR. 0 / 2019-09-10

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 NGI.

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 NGI.





## Prosjekt

Prosjekttittel: Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - utløpsområder  
Dokumenttittel: Utløpsområder for kvikkleiresoner 280, 281, 282, 288 og 289  
Dokumentnr.: 20190661-01-R  
Dato: 2019-09-10  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: COWI  
Kontaktperson: Rune Skarstein  
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 20. august 2019

## for NGI

Prosjektleder: Bjørn Kalsnes  
Utarbeidet av: José Cepeda  
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

## Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har fått i oppdrag av COWI å foreta vurdering av utløpsområder i forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune.

Hovedresultater av vurderingen er:

- Selv om potensielle utløpsområder dekker deler av Glomma, er faren for oppdemning av elva antatt å være liten. Dette skyldes fordeling av skredmasser i områder med store dybder.
- Utløpsområdet fra sone 288 Vesten øst er forventet å nå vestsiden av planområdet for Gretnes/Sundløkka utbyggingen hvis ikke tiltak foretas.
- Erosjon av Gretnesbekken kan føre til forverring av skråningsstabilitet på soner 282 Veberg og 288 Vesten øst.

Forslag til tiltak er som følger:

- Utføring av grunnundersøkelser for å foreta vurdering av potensiell kvikkleire skredfare for 288 Veberg og 288 Vesten Øst, vest for Gretnesbekken (utenfor planområdet).
- Eventuell bygging av en voll på østsiden av Gretnesbekken dersom grunnforholdene vest for Gretnesbekken tilsier det. En innledende analyse indikerer at en voll ca. 50 m bred, 6 m høyt med en helning på 1:4 på hver side, er tilstrekkelig for å beskytte planområdet og har en beregnet bæreevne som oppfyller sikkerhetskrav.
- Steinplastring av Gretnesbekken for å redusere fare for erosjon.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Vurdering av utløpsområdene</b>	<b>13</b>
3.1	Sone 280 Sunnestad	14
3.2	Sone 281 Årum	14
3.3	Sone 282 Veberg	14
3.4	Sone 288 Vesten Øst	14
3.5	Sone 289 Gretnes	14
<b>4</b>	<b>Vurdering av effekt av økt erosjonsfare</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Anbefalinger</b>	<b>15</b>
5.1	Oppfølging av tilstøtende områder	15
5.2	Sikringstiltak mot skredutløp innen planområdet	15
5.3	Sikringstiltak mot erosjon	17
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>17</b>

## Kart

Kart nr. 01	Utløpsområde soner 280, 281, 282, 288 og 289
Kart nr. 02	Utløpsområde sone 280 Sunnestad
Kart nr. 03	Utløpsområde sone 281 Årum
Kart nr. 04	Utløpsområde sone 282 Veberg
Kart nr. 05	Utløpsområde sone 288 Vesten øst
Kart nr. 06	Utløpsområde sone 289 Gretnes
Kart nr. 07	Utløpsområde sone 288 Vesten øst – med voll

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har fått i oppdrag av COWI å foreta vurdering av utløpsområder i forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune. Beliggenhet av planområdet er vist på oversiktskart i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart av planområdet. Grenser av planområdet er den stiplede linjen.

Gjeldende regelverk for vurderingen er NVEs veileder nr. 7-2014 (ref. /1/).

## 2 Grunnlag

Det følgende gir grunnlag for vurdering av utløpsområdet:

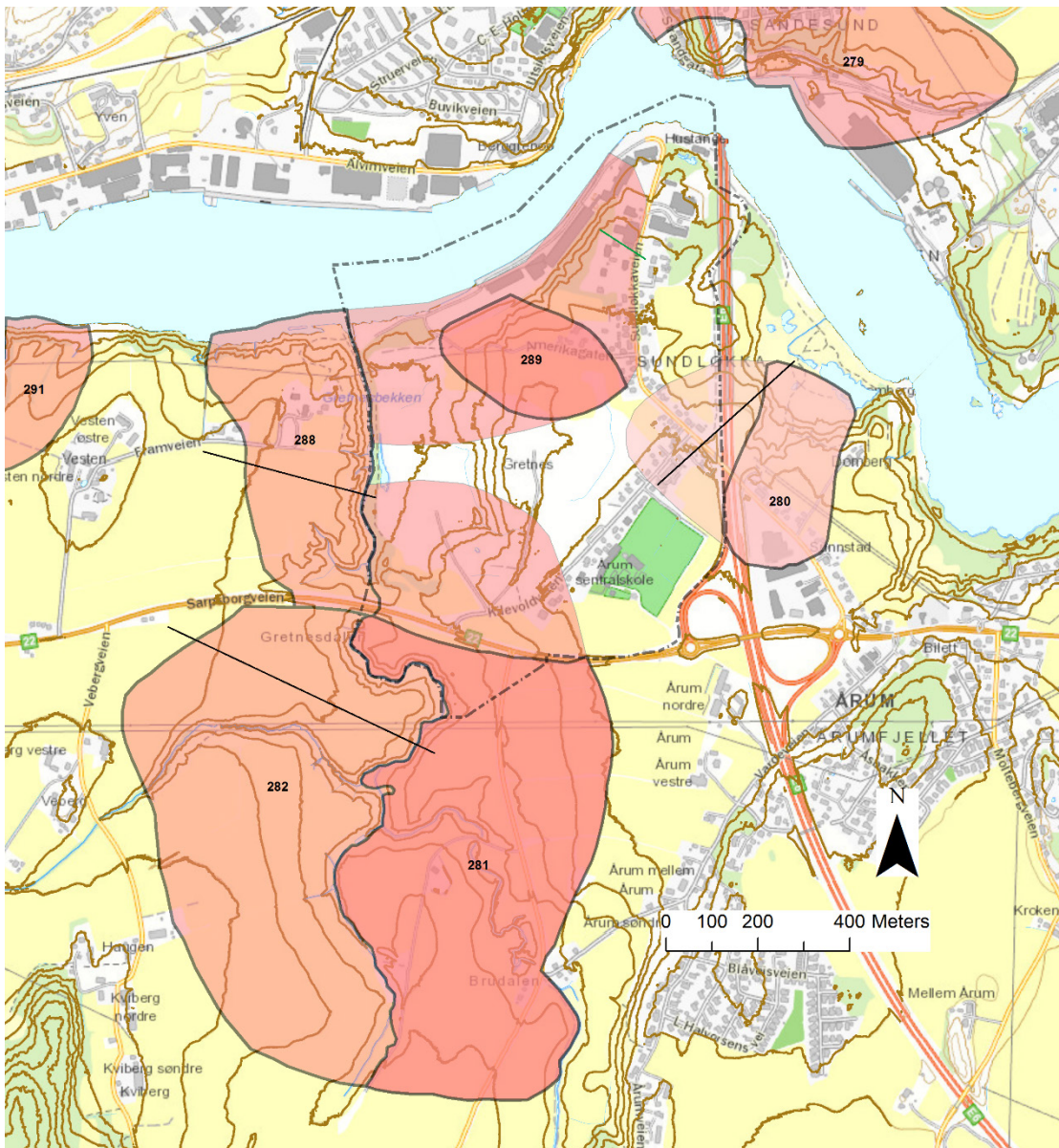
- NIFS- rapport 14/2016. Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. Ref. /2/.
- Grenser av planområdet (kilde: COWI).
- Eksisterende kvikkleiresoner innen planområdet eller i nærheten. Kilde: <https://atlas.nve.no>
- Terrengmodell fra prosjekt NDH Østfold 5pkt 2015. Kilde: <https://hoydedata.no>
- Stabilitetsberegning profil fra tidligere områdestabilitet vurdering i området. NGI prosjekt 20120757. Ref. /3/
- Grunnundersøkelser i eksisterende kvikkleiresoner innen planområdet eller i nærheten. Kilde: NGI grunnundersøkelser database.

Kvikkleiresoner i området vises i Figur 2. Merk at NGI's forslag til utvidelse av kvikkleire faresoner 280, 281 og 289 ble meldt inn i 2019 til NVE. Heltrukne linjer viser gammel soneutbredelse. Soner som overlapper planområdet er:

- Sone 280 Sunnestad. Lav faregradsklasse.
- Sone 281 Årum. Middels faregradsklasse
- Sone 289 Gretnes. Middels faregradsklasse.

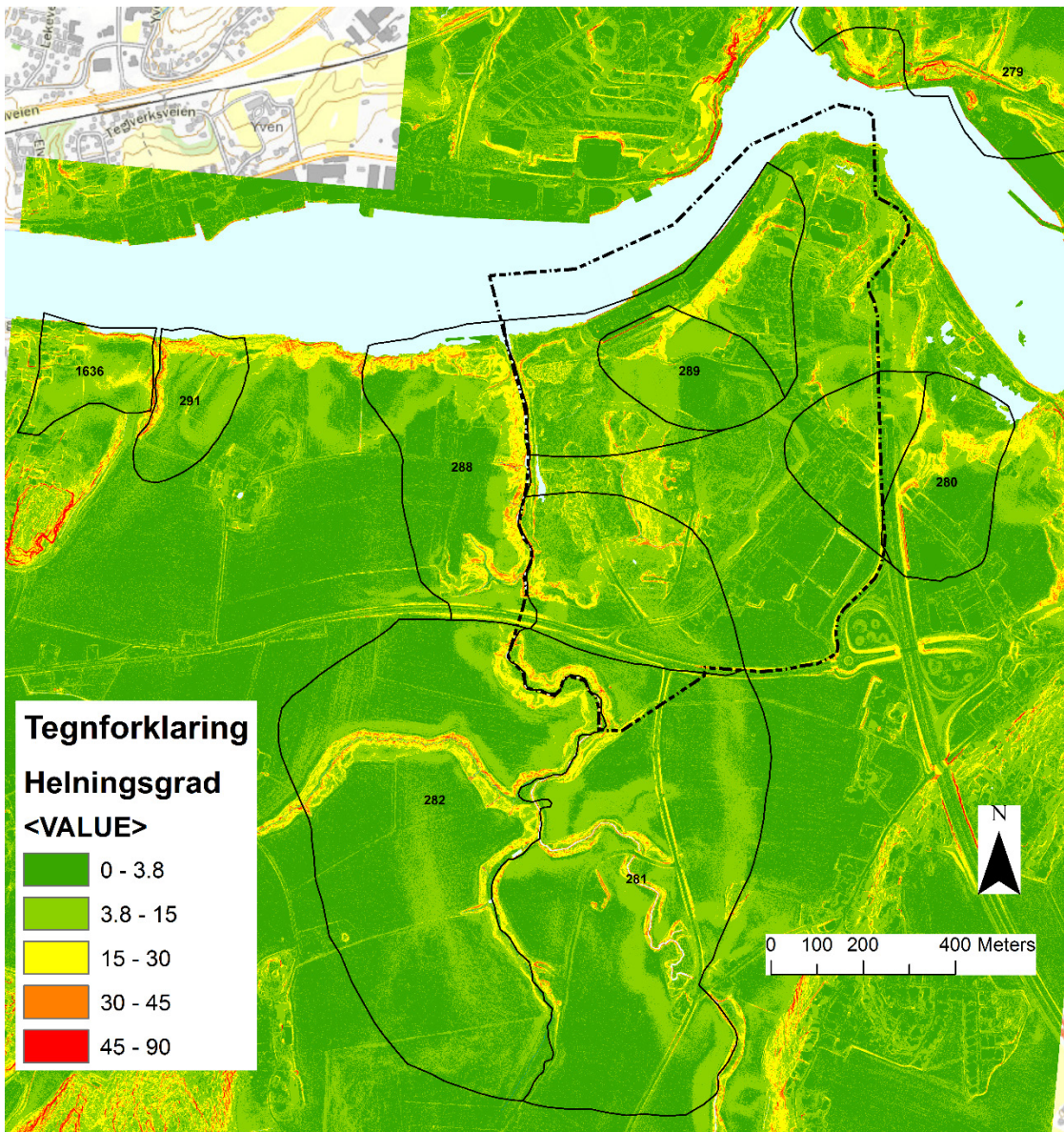
Tilstøtende faresoner (andre siden av Gretnesbekken) er:

- Sone 282 Veberg. Middels faregradsklasse.
- Sone 288 Vesten Øst. Middels faregradsklasse.



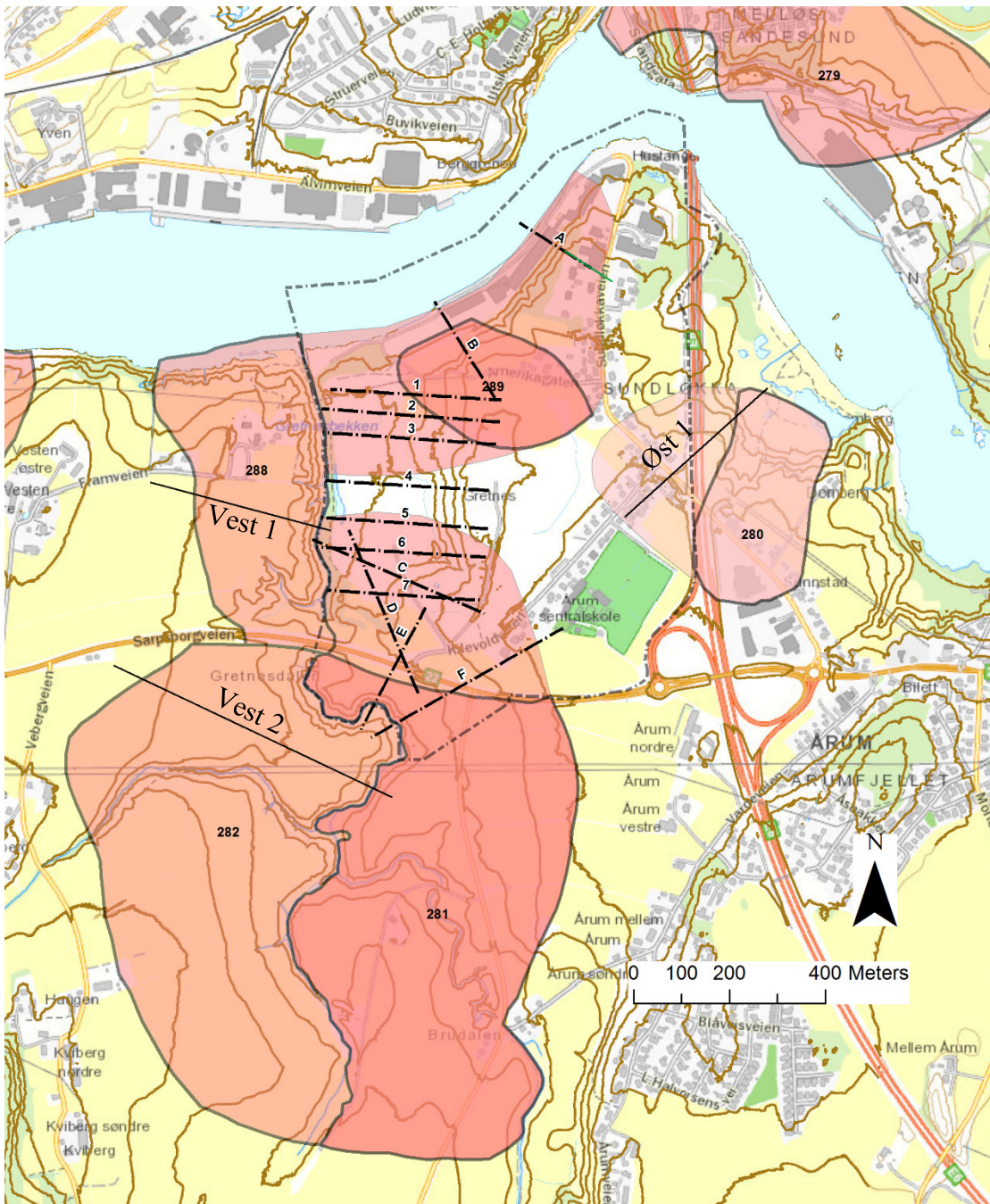
Figur 2. Eksisterende soner i området. Den stiplede linjen er planområdet. Kontur har 5 m avstand.

Basert på terrengmodell er det beregnet helningsgrad og koter. Kart vises i Figur 3 og Figur 4. Generelt er det bratt terreng og høydeforskjell opptil 15 m på skråninger langs Gretnesbekken. En unntagelse er østsiden i sone 288, hvor det er jevnt hellende terreng med lav helningsgrad og høydeforskjell (mindre enn 5 m).



Figur 3. Helningskart av området. Den stiplede linjen er planområdet.

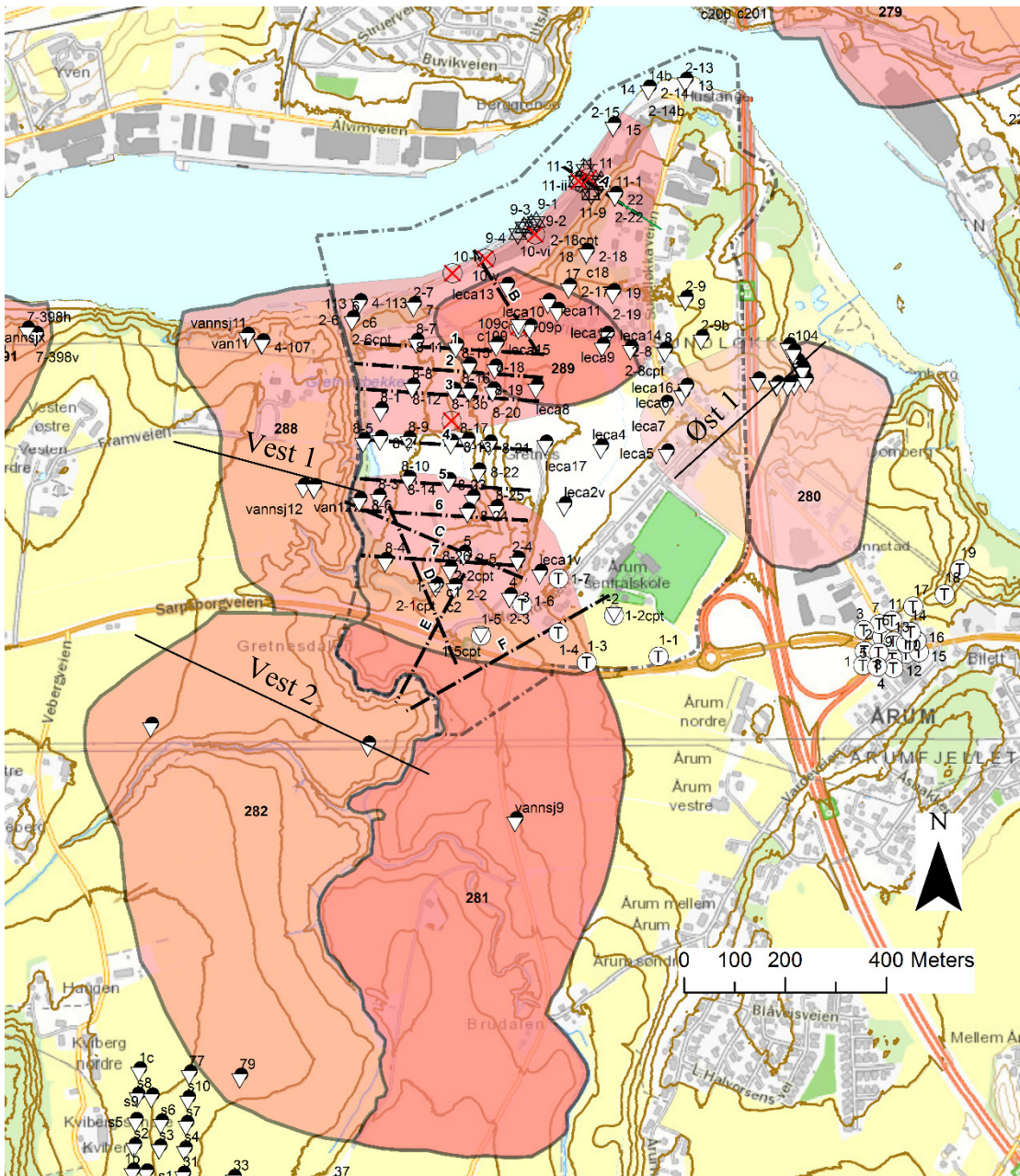
Profilene vist i Figur 4 er benyttet for beregning av løseområde. Profil A til F og 1 til 7 ble utarbeidet i en tidligere områdestabilitetsvurdering (ref. /3/). Profil Vest 1, Vest 2 og Øst 1 er nye profiler for vurdering av soner 280, 282 og 288.



Figur 4. Profiler for vurdering av løseområde. Profil A til F og 1 til 7 er fra stabilitetsvurdering i tidligere prosjekter. Profil Vest 1, Vest 2 og Øst 1 ble definert for dette prosjektet. Koter har 5 m ekvidistanse.

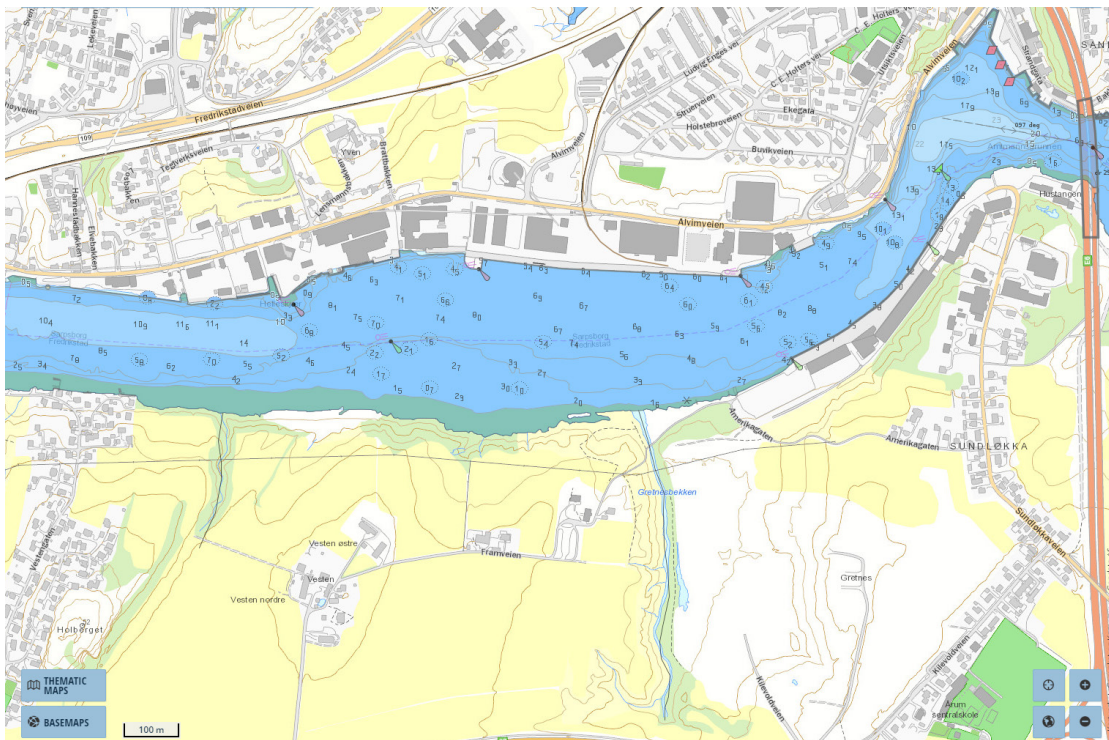
Eksisterende grunnundersøkelser fra NGIs database ble benyttet for tolking av lagdeling på alle profiler. Borplan med eksisterende boringer vises på Figur 5.



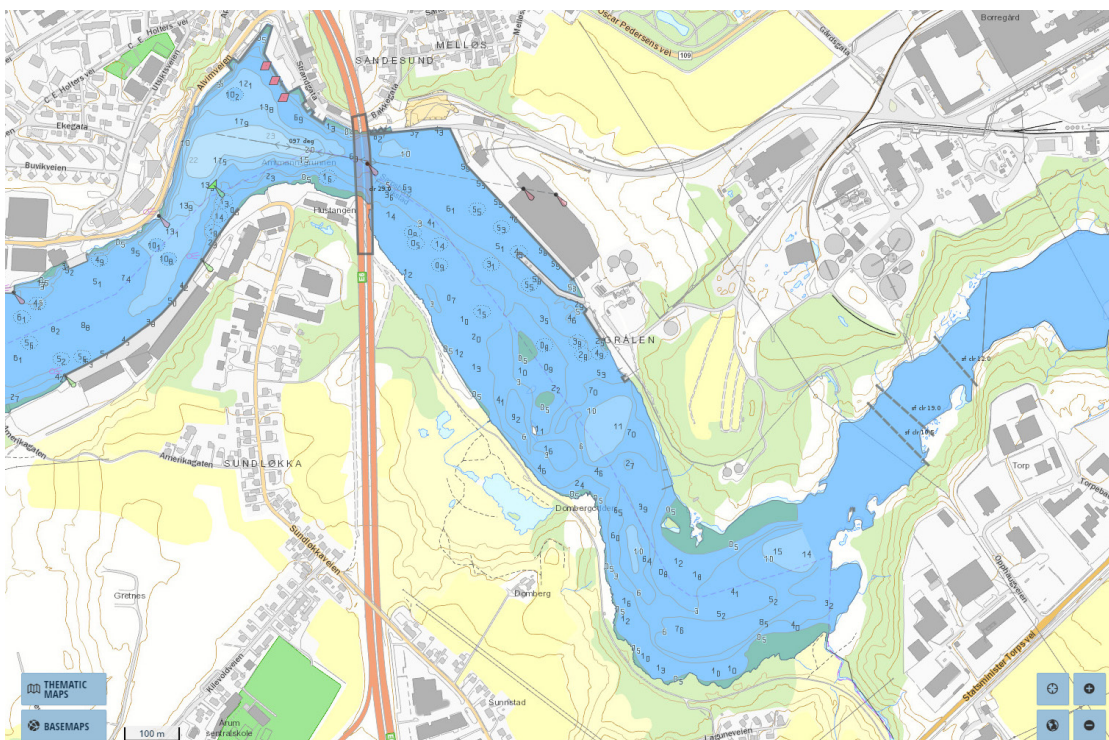


Figur 5. Eksisterende grunnundersøkelser på NGI database.

Elvebunn topografi er fra ENC (Electronic Navigational Charts) dybdekart (Figur 6 og Figur 7).



Figur 6. Dybdekart fra ENC (Electronic Navigational Charts). Kilde: Kartverket.



Figur 7. Dybdekart fra ENC (Electronic Navigational Charts). Kilde: Kartverket.

### 3 Vurdering av utløpsområdene

Alle de fem aktuelle kvikkleiresoner har utløpsområder som kan nå Glomma. Topografi av elvebunnen spiller derfor viktig en rolle både hva gjelder utløpsretning av skredmasser og maksimum skredvolum som kan avsettes uten oppdemning av elva.

Skred fra soner 281, 282, 288 og 289 kan potensielt dekke elvebunnen vest fra E6 brua (mellom brua og Vesten østre). På denne delen av elva er volum kapasitet som følger i Tabell 1.

Tabell 1. Beregnet volum kapasitet på elvebunnen mellom E6 brua og Vesten østre.

Dybde intervall (m under 0-nivå i ENC kart)	Volum kapasitet på dybde intervall (1000 m <sup>3</sup> )
20 – 23	10,3
15 – 23	90,3
10 - 23	250,5
5 – 23	611,8

Data fra Tabell 1 kan tolkes som følger:

- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 10 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 20 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 90 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 15 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 250 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 10 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 610 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 5 m

Skred fra sone 280 kan potensielle dekke elvebunnen øst fra E6 brua (mellom brua og Dombergodden). På denne delen av elva er volum kapasitet som følger i Tabell 2.

Tabell 2. Beregnet volum kapasitet på elvebunnen mellom E6 brua og Dombergodden.

Dybde intervall (m under 0-nivå i ENC kart)	Volum kapasitet på dybde intervall (1000 m <sup>3</sup> )
10 – 16	20,7
6 - 16	72,0

Data fra Tabell 2 kan tolkes som følger:

- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 20 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 10 m
- ↗ Skredmasser med volum opptil ca. 72 000 m<sup>3</sup> kan avsettes dypere enn 6 m

På tolkningen nevnt ovenfor er det antatt at helningen på elvebunnen er høy nok for at de flyttende skredmassene beveger seg til laveste området på elvestrekningen.

### 3.1 Sone 280 Sunnestad

Løsnedistanse er beregnet langs profil Øst 1 basert på topografi og lagdeling tolket fra grunnundersøkelser. Beregnet løsnedistanse er 273 m. Beregnet utløpsdistanse er  $1.5 \times 273 = 410$  m (fra ref. /2/). Halvparten av utløpsområdet er på land og resten i Glomma. Fordeling av utløpsområdet på elva er iht. bunntopografi fra ENC kart. Volum som avsettes på Glomma er ca.  $70\,000\text{ m}^3$ , dvs. lavere enn maksimum volum kapasitet i Tabell 2. Derfor antas det ikke oppdemning av elva. Utløpsområdet vises på Kart nr. 02.

### 3.2 Sone 281 Årum

Løsnedistanse er beregnet langs profil C, D, E, F, 5, 6 og 7 basert på kritiske glidesirkel i stabilitetsberegningprofil. Beregnet løsnedistanse er 231 m. Beregnet utløpsdistanse langs Gretnesdal er  $3 \times 231 = 693$  m (fra ref. /2/). Deler av utløpsområdet er på land og resten i Glomma. Fordeling av utløpsområdet på elva er iht. bunntopografi fra ENC kart. Volum som avsettes på Glomma er ca.  $600\,000\text{ m}^3$ , dvs. lavere enn maksimum volum kapasitet i Tabell 1. Derfor antas det ikke oppdemning av elva. Utløpsområdet vises på Kart nr. 03.

### 3.3 Sone 282 Veberg

Løsnedistanse er beregnet langs profil Vest 2 basert på topografi og lagdeling tolket fra grunnundersøkelser. Beregnet løsnedistanse er 166 m. Beregnet utløpsdistanse er  $3 \times 166 = 498$  m (fra ref. /2/). Deler av utløpsområdet er på land og resten i Glomma. Fordeling av utløpsområdet på elva er iht. bunntopografi fra ENC kart. Volum som avsettes på Glomma er ca.  $300\,000\text{ m}^3$ , dvs. lavere enn maksimum volum kapasitet i Tabell 1. Derfor antas det ikke oppdemning av elva. Utløpsområdet vises på Kart nr. 04.

### 3.4 Sone 288 Vesten Øst

Løsnedistanse er beregnet langs profil Vest 1 basert på topografi og lagdeling tolket fra grunnundersøkelser. Beregnet løsnedistanse er 173 m. Beregnet utløpsdistanse langs Gretnesdal er  $3 \times 173 = 519$  m (fra ref. /2/). Deler av utløpsområdet er langs bekken og resten i Glomma. Fordeling av utløpsområdet på elva er iht. bunntopografi fra ENC kart. Volum som avsettes på Glomma er ca.  $180\,000\text{ m}^3$ , dvs. lavere enn maksimum volum kapasitet i Tabell 1. Derfor antas det ikke oppdemning av elva. Topografi øst fra bekken har lave høydeforskjeller og liten helningsgrad, noe som gjør at en del av utløpsområdet strekker seg innover terrenget på østsiden av bekken. Utløpsområdet vises på Kart nr. 05.

### 3.5 Sone 289 Gretnes

Løsnedistanse er beregnet langs profil A, B, 1, 2 og 3 basert på kritiske glidesirkel i stabilitetsberegningprofil. Beregnet løsnedistanse er 232 m. Beregnet utløpsdistanse er  $1.5 \times 232 = 348$  m (fra ref. /2/) om man antar at topografi av Glomma er åpent terreng,

eller  $3 \times 232 = 696$  (fra ref. /2/) om man antar at det er en ravine. En liten del av utløpsområdet er på land og resten i Glomma. Fordeling av utløpsområdet på elva er iht. bunn-topografi fra ENC kart. Volum som avsettes på Glomma er ca.  $600\,000\text{ m}^3$ , dvs. lavere enn maksimum volum kapasitet i Tabell 1. Derfor antas det ikke oppdemning av elva. Utløpsområdet vises på Kart nr. 06.

## 4 Vurdering av effekt av økt erosjonsfare

I profiler som krysser Gretnesbekken (se Figur 3) er det tolket at toppen av kvikkleirelag ligger ca. på terrengnivå. For skråningsstabilitet på østsiden av bekken har erosjon ikke stor betydning mht. områdestabilitet pga. lave høydeforskjeller og liten helningsgrad, men på vestsiden er det brattere og høydeforskjellen overstiger 15 m. Selv om skråninger på vestsiden av Gretnesbekken ikke har blitt utredet mht. områdestabilitet, kan det antas at erosjon ved bekken kan føre til forverring av skråningsstabilitet i soner 282 Veberg og 288 Vesten øst.

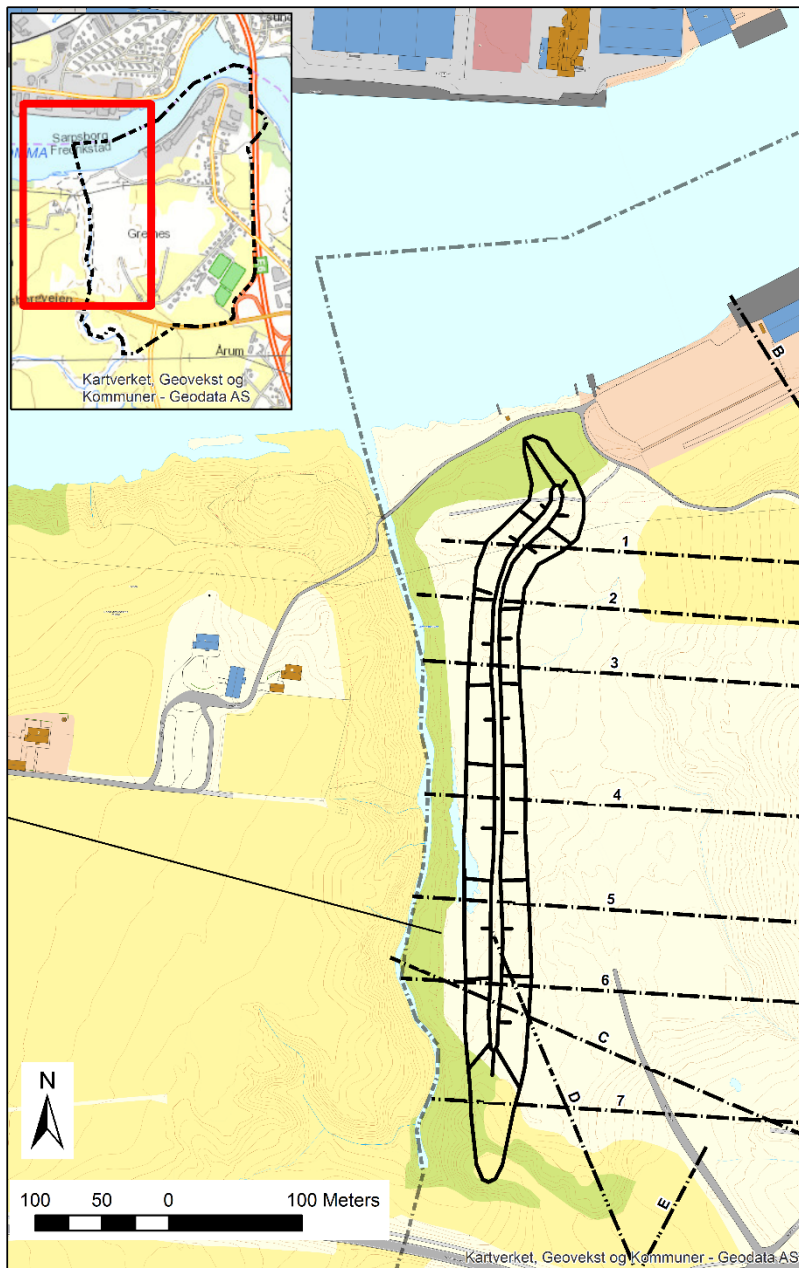
## 5 Anbefalinger

### 5.1 Oppfølging av tilstøtende områder

Vurderingene gitt i forrige kapittel viser at utløpsområder fra potensielle skred som initieres i tilstøtende soner 282 Veberg og 288 Vesten øst kan nå planområdet (se Kart nr. 04 og 05). Disse sonene (282 og 288) har ikke blitt utredet tidligere fordi daværende veileder (ref. /4/) bare krevet vurdering av løseområder mht. tiltaksomfang. Iht. gjeldende veileder (ref. /1/) må områdestabilitet også vurderes mht. utløpsområder. Derfor må utløpsområder for 282 Veberg og 288 Vesten øst også vurderes siden disse potensielt kan nå planområdet. Siden det er begrenset grunnlagsdata fra vestsiden av Gretnesbekken, vil det være formålstjenlig å foreta noe videre grunnundersøkelser for å avdekke den reelle situasjonen mht. fare for kvikkeleireskred og således behovet for eventuell sikring i planområdet for skredmasser fra vestsiden av Gretnesbekken (se kap. 5.2).

### 5.2 Sikringstiltak mot skredutløp innen planområdet

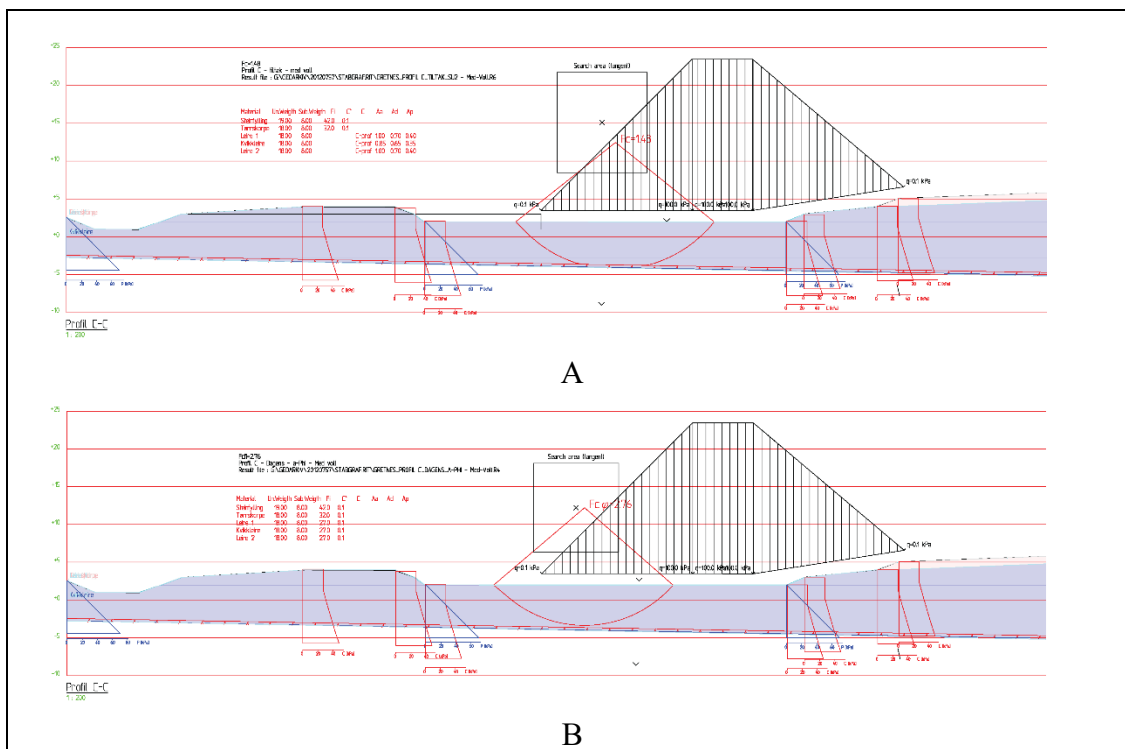
For å redusere det potensielle utløpsområdet innen planområdet, er det foreslått å bygge en voll øst fra Gretnesbekken. En skisse utarbeidet av Cowi med beliggenhet av vollen vises i Figur 8. Innledende dimensjonering som vises er ca. 50 m bred, 6 m høyt med en helning på 1:4 på hver side (ref. /5/).



Figur 8. Skisse av en vull for å beskytte planområdet fra potensielle kvikkleireskred som initieres på sonen 288 Vesten øst.

Utløpsområdet etter bygning av vollen vises i Kart nr. 07. Planområdet som er påvirket er vesentlig redusert (Kart nr. 07 sammenlignet med Kart nr. 05).

En enkel beregning av bæreevnen under vekt av vull langs profil C (Figur 3) vises i Figur 9. Beregnet sikkerhetsfaktorer for udrenert og drenert tilstand er 1,48 og 2,76 henholdsvis. Sikkerhetskrav iht. Eurokode 7 (ref. /6/) er 1,4 og 1,25 for faktorer for udrenert og drenert tilstand henholdsvis. Sikkerheten er således tilstrekkelig mtp. bæreevne.



Figur 9. Innledende bæreevneberegning for en 6 m høy voll langs profil C. Vollen er modellert som en fordelt last. (A) Udrenert tilstand. (B) Drenert tilstand.

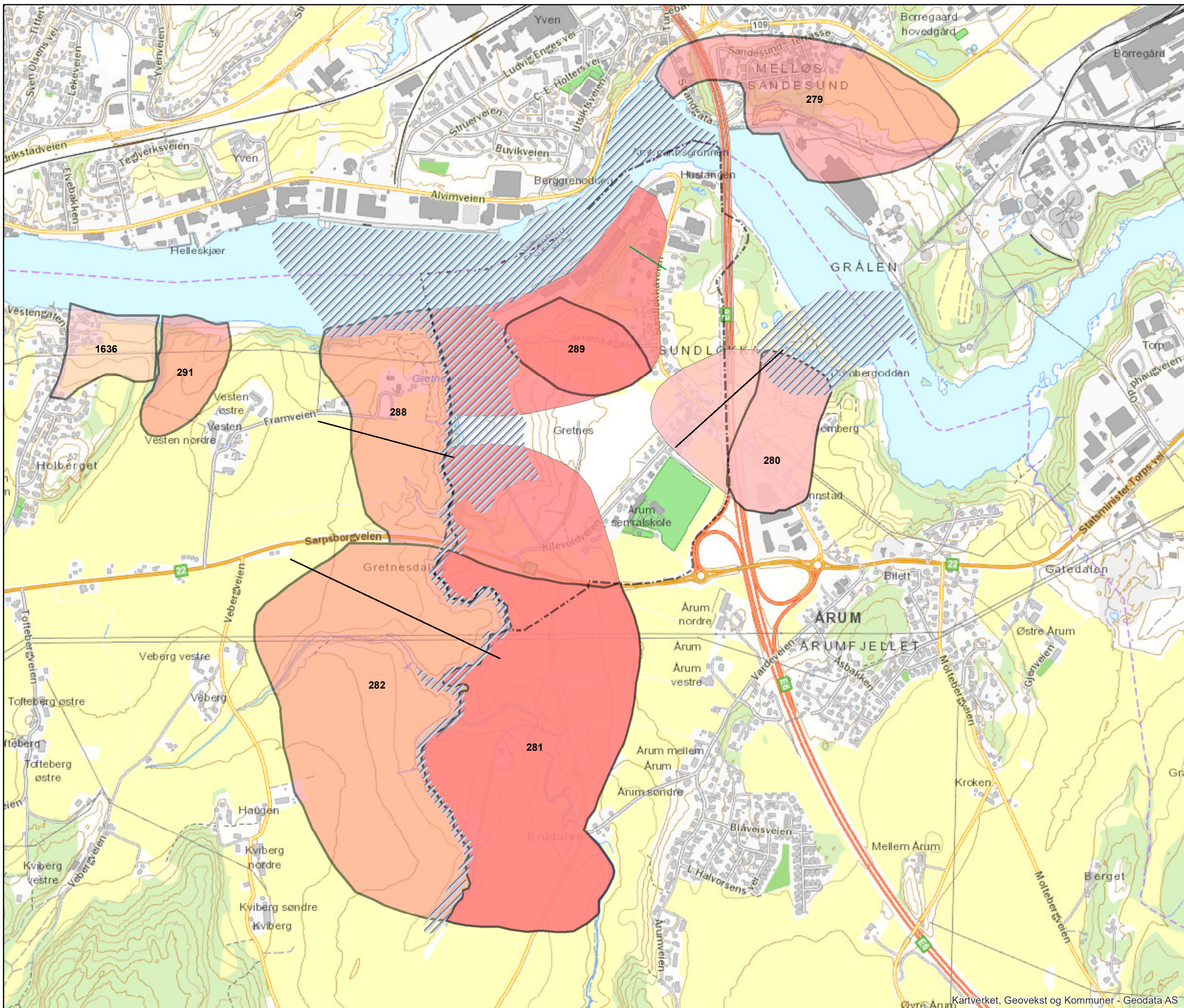
Endelig dimensjonering av eventuell voll må utføres i prosjekteringsfasen.

### 5.3 Sikringstiltak mot erosjon

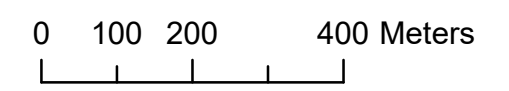
Erosjonssikring av Gretnesbekken kan utføres som en utjevnet steinplastring av ca. 0,5 m tykkelse. Veiledning for utførelse gis i kapittel 6.2 i ref. /7/.

## 6 Referanser

- /1/ NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. NVE veileder 7-2014.
- /2/ NVE (2016) Metode for vurdering av løse- og utløpsområder for områdeskred. Rapport nr. 14-2016.
- /3/ NGI (2013) Geotekniske vurderinger – områdestabilitet. Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka. Dokumentnr. 20120757-02-R. Dato: 19. februar 2013.
- /4/ NVE (2011) Retningslinjer 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 15. april 2011. ISSN: 1501-9810.
- /5/ Epost fra COWI datert 6. september 2019.
- /6/ Eurokode (2016) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.
- /7/ NVE (2010) Vassdragshåndboka. Tapir Akademisk Forlag, Trondheim.



Kartverket, Geovekst og Kommuner - Geodata AS

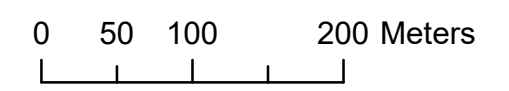
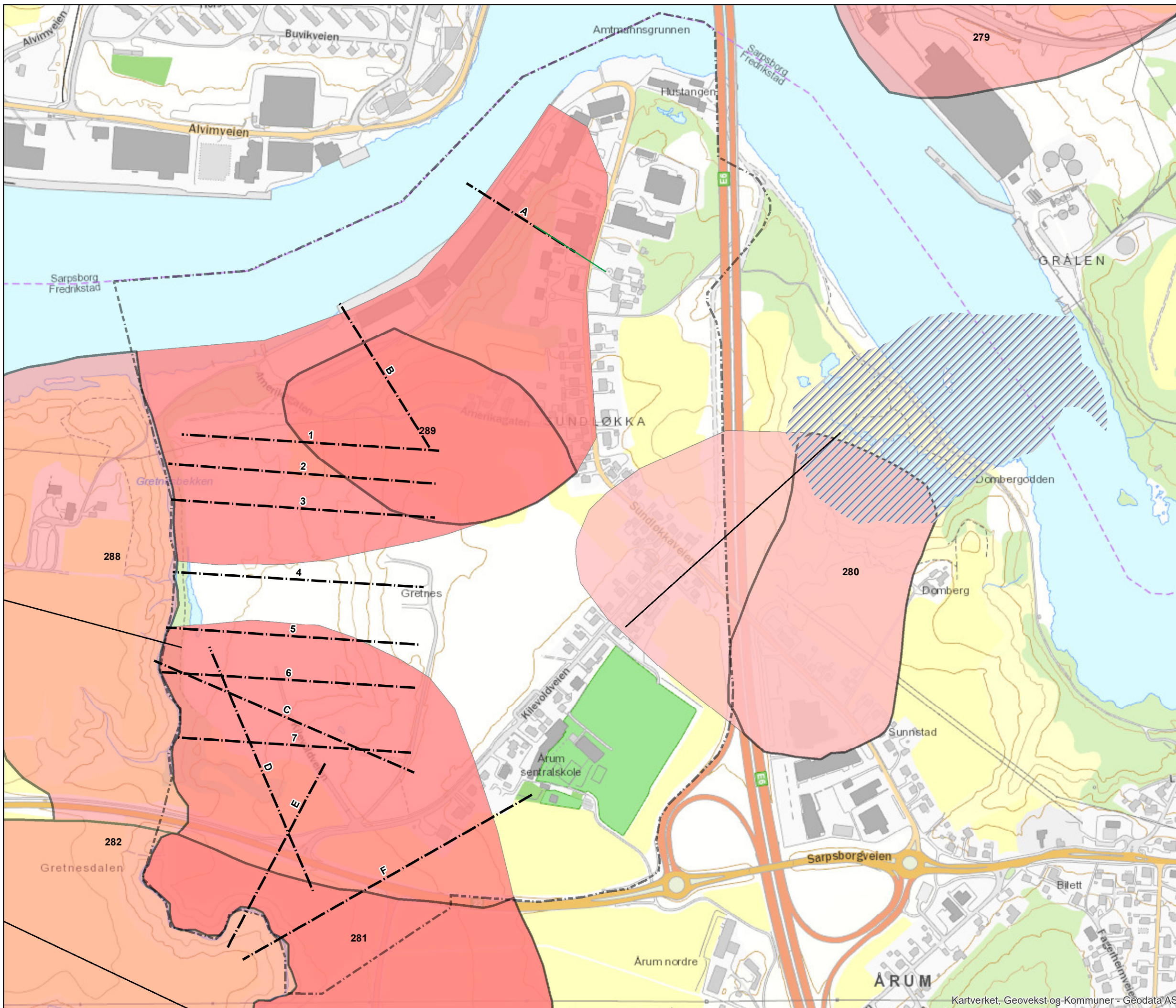


Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33


**Utløpsområde soner 280, 281, 282, 288 og 289**

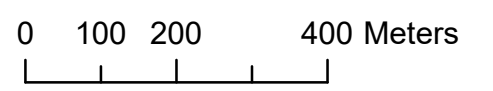
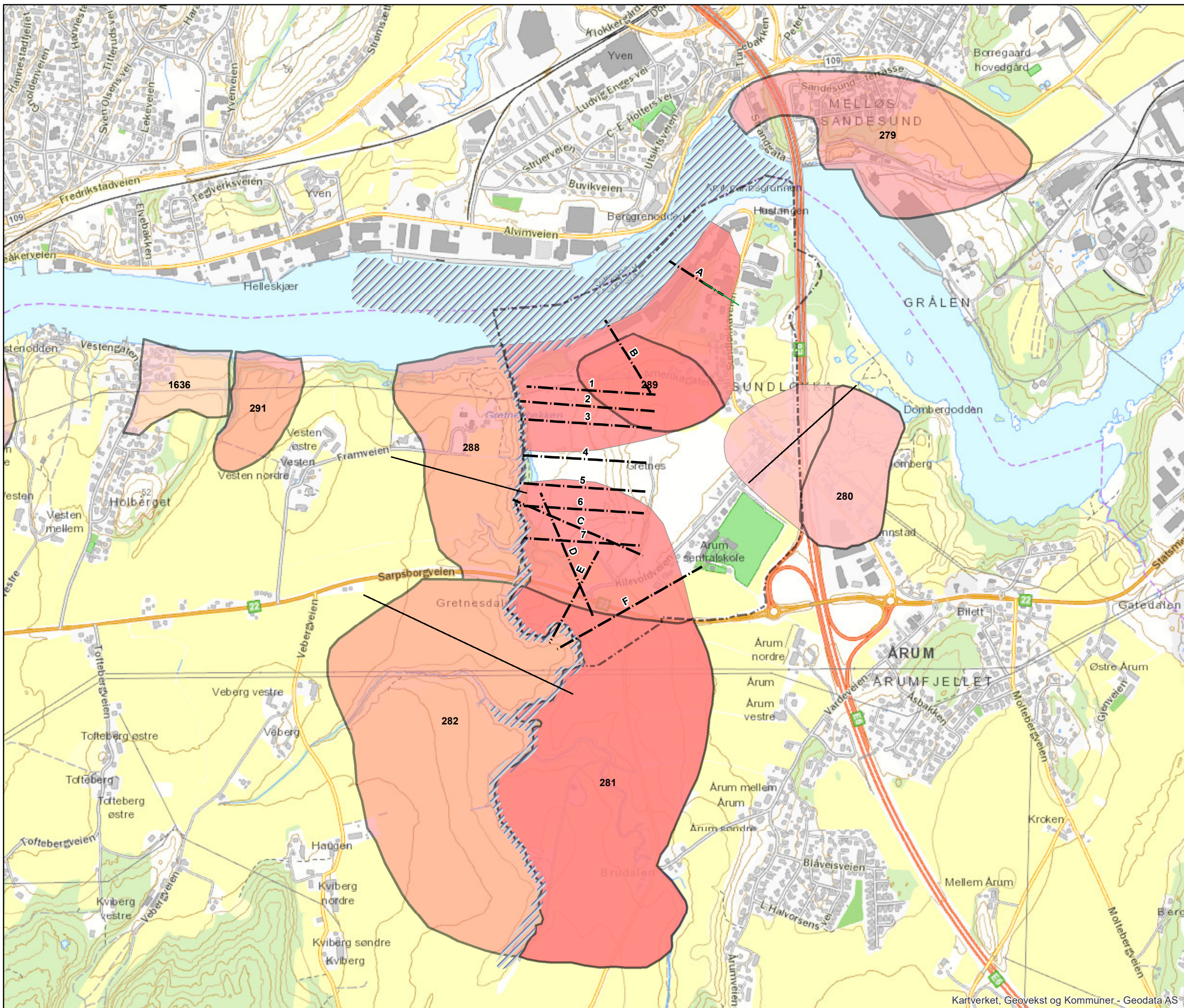
<b>Oppdragsgiver: COWI</b>	Prosjektnr. 20190661	Kart nr. 01
	Utført JMC	Dato 2019-09-05
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Kontrollert BGK	Godkjent BGK






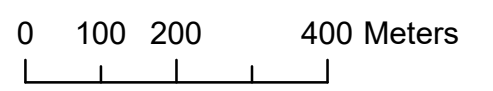
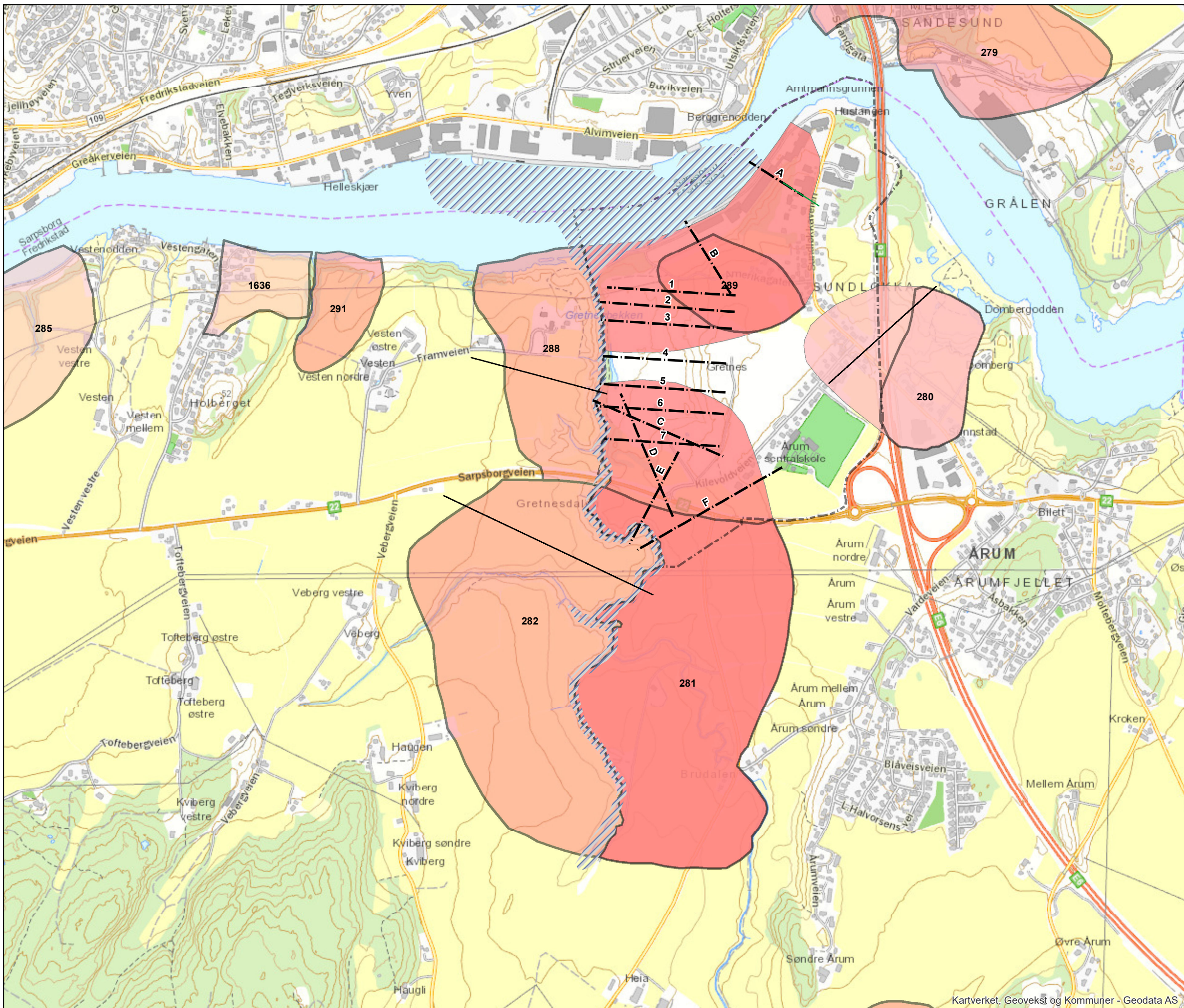
Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33

Utløpsområde sone 280 Sunnstad		
Oppdragsgiver: COWI	Prosjektnr. 20190661	Kart nr. 02
	Utført JMC	Dato 2019-09-05
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
		



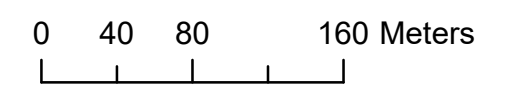
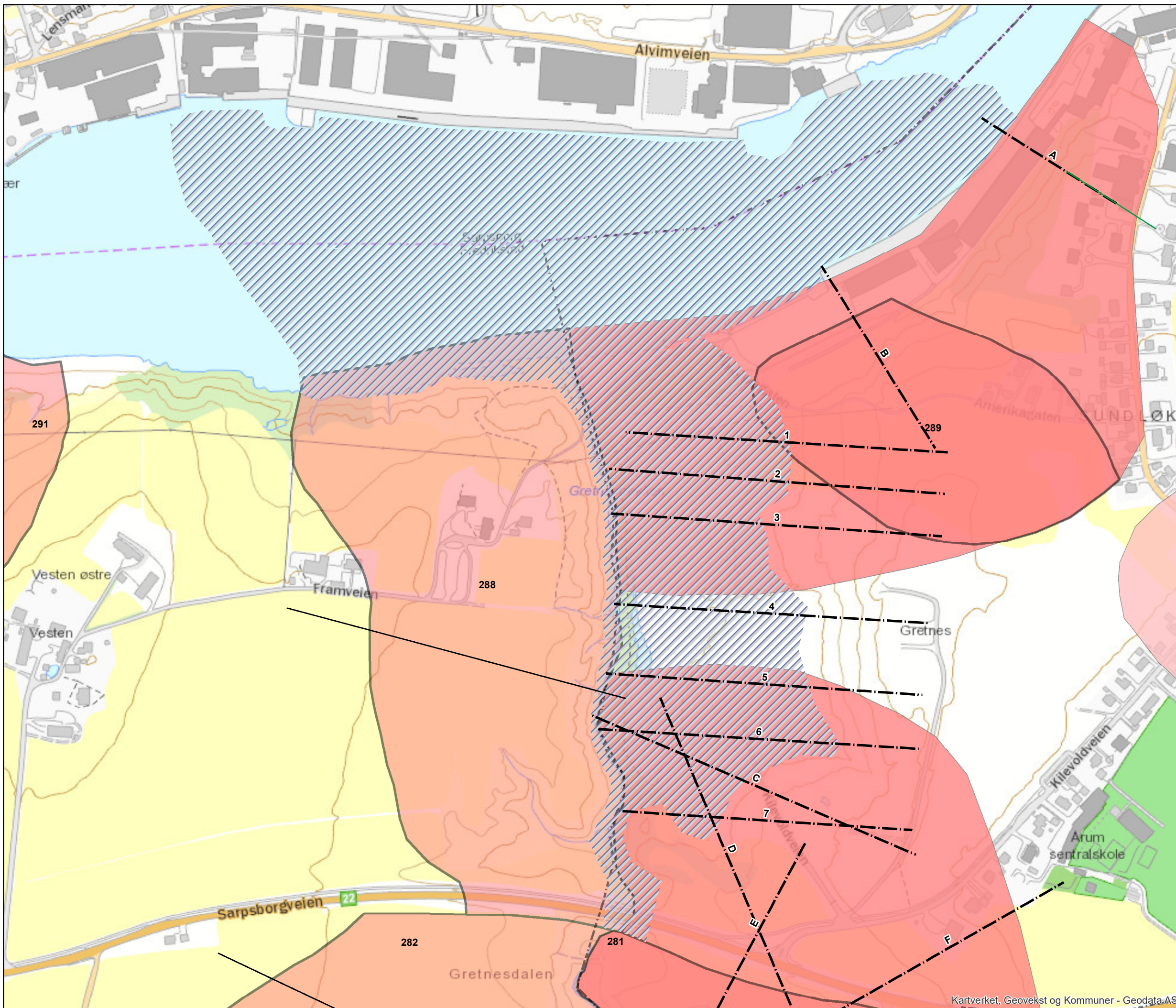
Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33

Utløpsområde sone 281 Årum		
Oppdragsgiver: COWI	Prosjektnr. 20190661	Kart nr. 03
	Utført JMC	Dato 2019-09-05
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
		




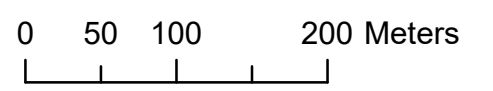
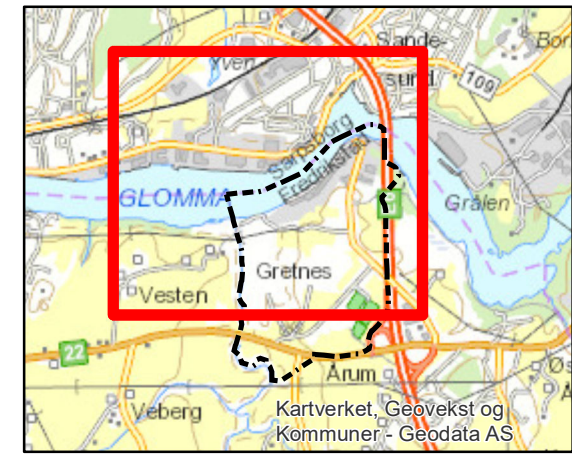
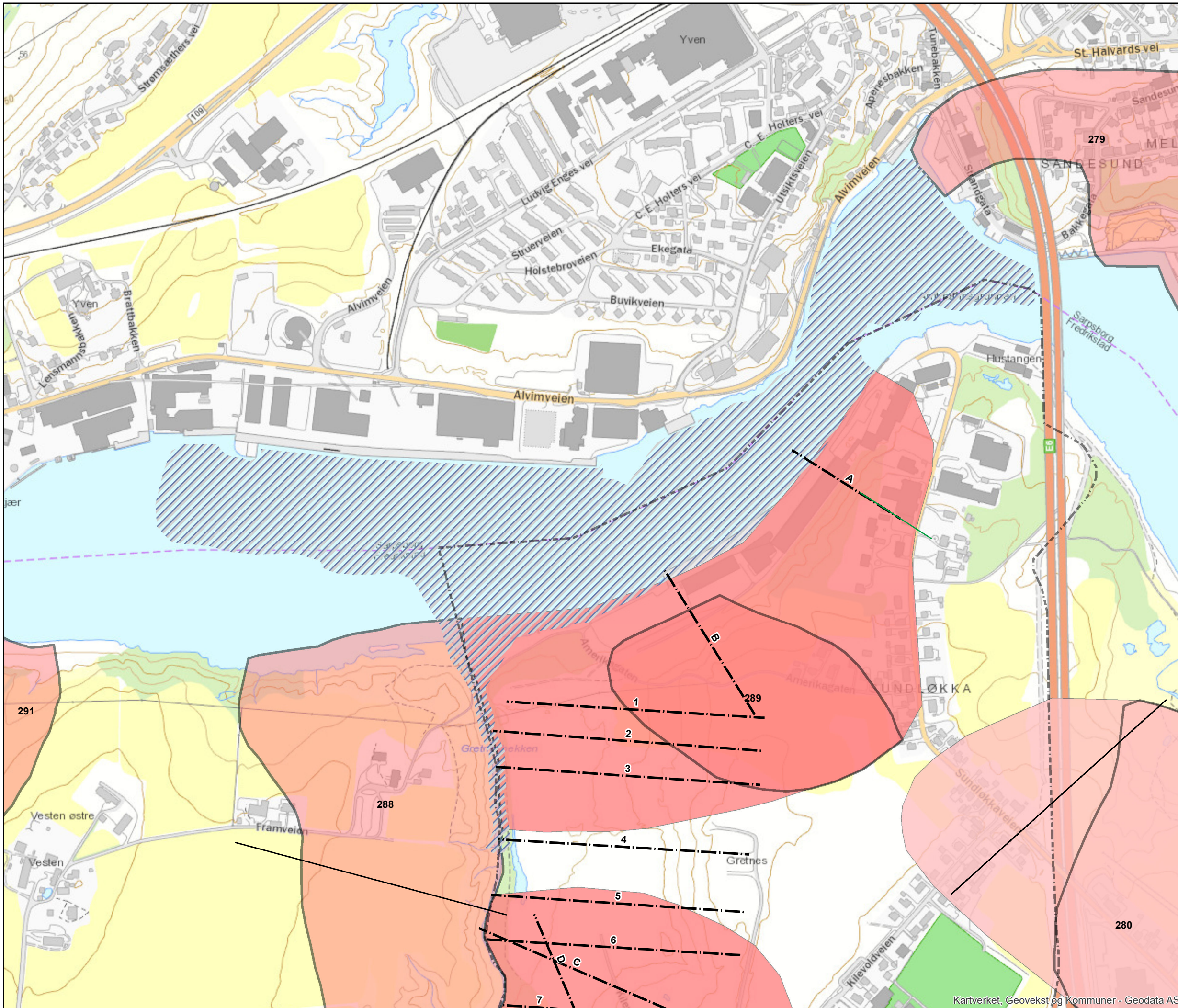
Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33

Utløpsområde sone 282 Veberg		
Oppdragsgiver: COWI	Prosjektnr.	Kart nr.
	20190661	04
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Utført	Dato
	JMC	2019-09-05
	Kontrollert	Godkjent
	BGK	BGK



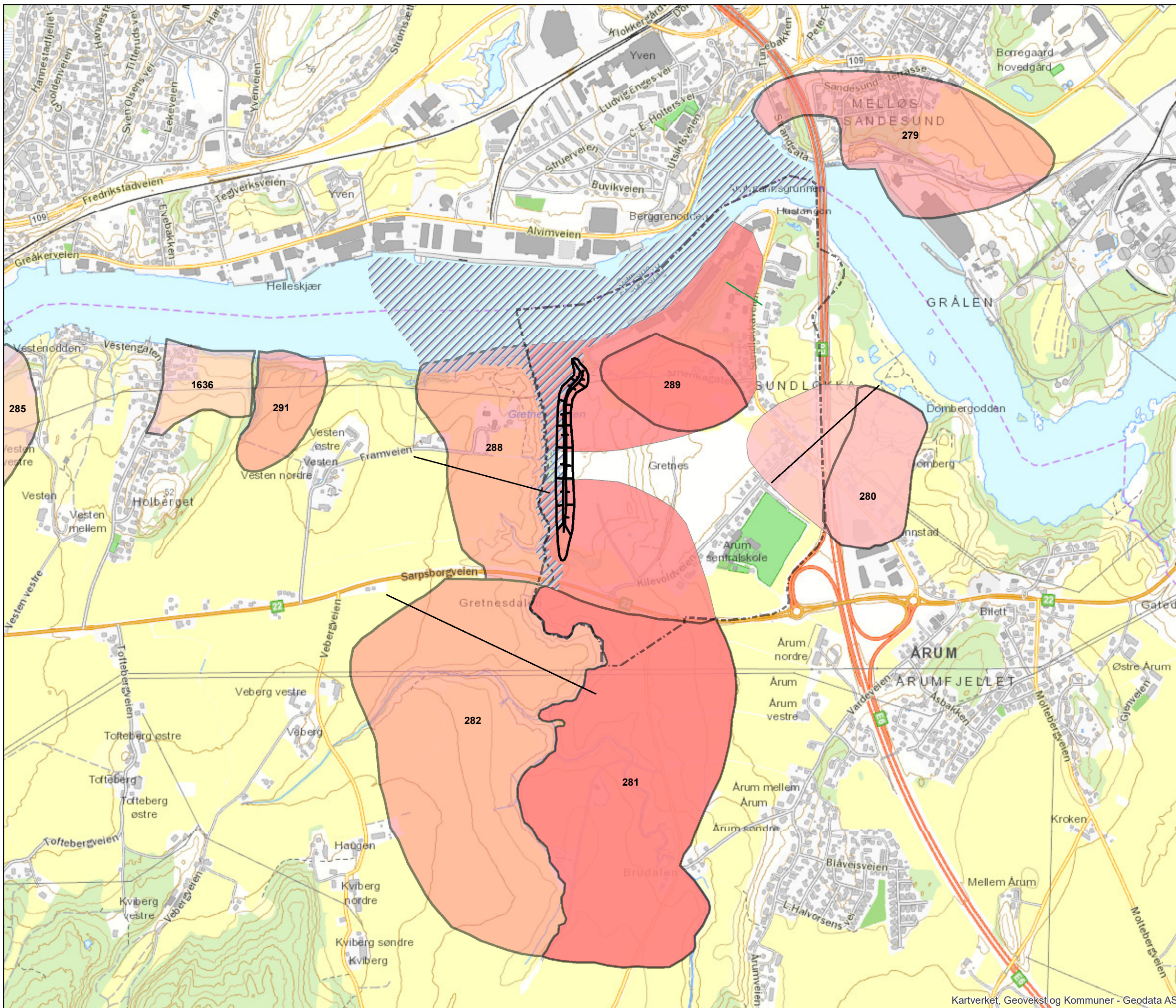
Målestokk (A3): 1:4 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33

Utløpsområde sone 288 Vesten øst		
Oppdragsgiver: COWI	Prosjektnr. 20190661	Kart nr. 05
	Utført JMC	Dato 2019-09-05
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
		

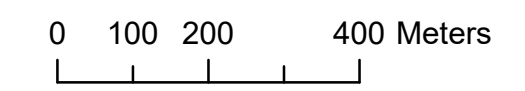


Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33

Utløpsområde sone 289 Gretnes		
Oppdragsgiver: COWI	Prosjektnr. 20190661	Kart nr. 06
	Utført JMC	Dato 2019-09-05
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Kontrollert BGK	Godkjent BGK



Kartverket, Geovekst og Kommuner - Geodata AS



Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM33

Utløpsområde sone 288 Vesten øst - med voll		
Oppdragsgiver: COWI	Prosjektnr. 20190661	Kart nr. 07
Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka - Utløpsområder	Utført JMC	Dato 2019-09-09
	Kontrollert BGK	Godkjent BGK

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Utløpsområder for kvikkleiresoner 280, 281, 282, 288 og 289		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20190661-01-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> COWI	<b>Dato/Date</b> 2019-09-10
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 0 /
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleireskred, faresone, utløpsområde, reguleringsplan		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Østfold	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Fredrikstad	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Årum Nordre	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> 1913 IV Vansjø	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 32 Øst: 619200 Nord: 6570900	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/Self review by:</b>	<b>Sidemannskontroll av/Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2019-09-10 José Cepeda	2019-09-10 Bjørn G. Kalsnes		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 10. september 2019	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Bjørn G. Kalsnes
---	--	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

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

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

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





<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Geotekniske vurderinger – områdestabilitet for reguleringsplan		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20210758-01-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> COWI AS	<b>Dato/Date</b> 2022-05-13
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 2 / 2022-09-09
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, områdestabilitet, faresoner, erosjon		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Viken	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Fredrikstad	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Gretnes	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> 1913 IV Vansjø	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 32V Øst: 619,200 Nord: 6,570,900	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/ Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2022-05-13 Bjørn Kalsnes	2022-05-12 Håkon Heyerdahl		
1	Revisjon av rapport etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikrer (Norconsult)	2022-08-10 Amanda J. DiBiagio	2022-08-10 Bjørn Kalsnes		
2	"Ren" versjon av rev. 01, etter at NC har akseptert rev. 01 versjon.	2022-09-09 Amanda J. DiBiagio	2022-09-09 Bjørn Kalsnes		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 9. september 2022	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Bjørn Kalsnes
--	---------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

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

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

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

