

Til: COWI  
v/ Rune Skarstein  
Kopi til:  
Dato: 2016-08-02  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /  
Dokumentnr.: 20120757-01-TN  
Prosjekt: Områdestabilitet Gretnes/Sundløkka  
Prosjektleder: Bjørn Kalsnes  
Utarbeidet av: Bjørn Kalsnes  
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

## Utfyllende informasjon i forbindelse med reguleringsplan Gretnes/Sundløkka

### Sammendrag

I forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune har NGI utarbeidet rapporter med vurdering av områdestabilitet kvikkleire. NVE har fremmet innsigelse til omreguleringsplanen til Fredrikstad kommune grunnet det de anser som ikke tilstrekkelig utredning av skredfaren. Dette notatet presenterer videre dokumentasjon knyttet til følgende punkter:

- Vurdering av utbredelse og klassifisering av faresoner. Vurderingen er basert på detaljert gjennomgang av all tilgjengelig informasjon fra tidligere grunnundersøkelser, samt befarung.
- Forslag til supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med prosjekteringsfasen.
- Det foreslås at stabilitetsberegninger for alle profilene som tidligere er foretatt revurderes basert på resultater av supplerende grunnundersøkelser. Det foreslås videre to nye profiler med stabilitetsberegninger.
- Krav til oppfølging under anleggsfase for områder der det foreslås bruk av kalksementstabilisering.
- Gjennomgang av erosjonsforhold langs Glomma og Gretnesbekken, med forslag til videre oppfølging i prosjekteringsfasen.
- Stabilitetsberegninger for stabiliserende tiltak for skråning øst for E6 er gjengitt.
- Referanser til kalksementstabilisering for bruk i skråningsstabilitetsarbeid er inkludert.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Oppgaver</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Utbredelse av faresoner med faresonevurderinger</b>	<b>3</b>
3.1	Utbredelse av faresoner	3
3.2	Klassifisering av fare, konsekvens og risiko	6
<b>4</b>	<b>Videre dokumentasjon</b>	<b>8</b>
4.1	Erosjonsforhold Glomma og Gretnesbekken	8
4.2	Stabilitetsberegninger øst for E6	9
4.3	Referanser til tidligere arbeid med bruk av kalk-sementstabilisering for stabiliserende tiltak	11
<b>5</b>	<b>Planer for videre arbeid i prosjekteringsfasen</b>	<b>12</b>
5.1	Stabilitetsberegninger	12
5.2	Oppfølging under anleggsfasen	13
5.3	Supplerende grunnundersøkelser	14
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>15</b>

## Tegninger

001	Observasjoner av fjellblotninger og erosjonsforhold
002	Observasjoner av kvikkleire/sprøbruddmateriale
003	Forslag til supplerende undersøkelser
004	Forslag til områder for tiltak

## Vedlegg

Vedlegg A	Bilder fra befaring 31. mai 2016
-----------	----------------------------------

## Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

I forbindelse med planer for omregulering av området Gretnes/Sundløkka i Fredrikstad kommune har NGI for oppdragsgiver COWI utarbeidet rapporter med vurdering av områdestabilitet for områder med kvikkleire (NGI, 2012, 2013a, b). Det er gjort funn av kvikkleire, og NGI har foreslått konkrete tiltak som gjør at områdestabiliteten blir i henhold til NVEs kvikkleireveileder (NVE, 2014). NVE har i brev av 31. august 2015 fremmet innsigelse til omreguleringsplanen til Fredrikstad kommune grunnet det de anser som ikke tilstrekkelig utredning av skredfaren. Det ble videre avholdt et telefonmøte 28. april 2016 hvor kravene til videre dokumentasjon ble detaljert. Dette notatet oppsummerer den ønskede dokumentasjon fra NVEs side med hensyn til områdestabiliteten for området.

## 2 Oppgaver

Oppgavene for dette notatet ble diskutert på telefonmøte 28. april 2016 mellom Ingrid Havnen og Kristin Selvik fra NVE og NGIs Bjørn Kalsnes. COWIs representant Rune Skarstein kunne ikke møte, men ble holdt orientert med møtereferrat. Oppgavene er oppsummert under:

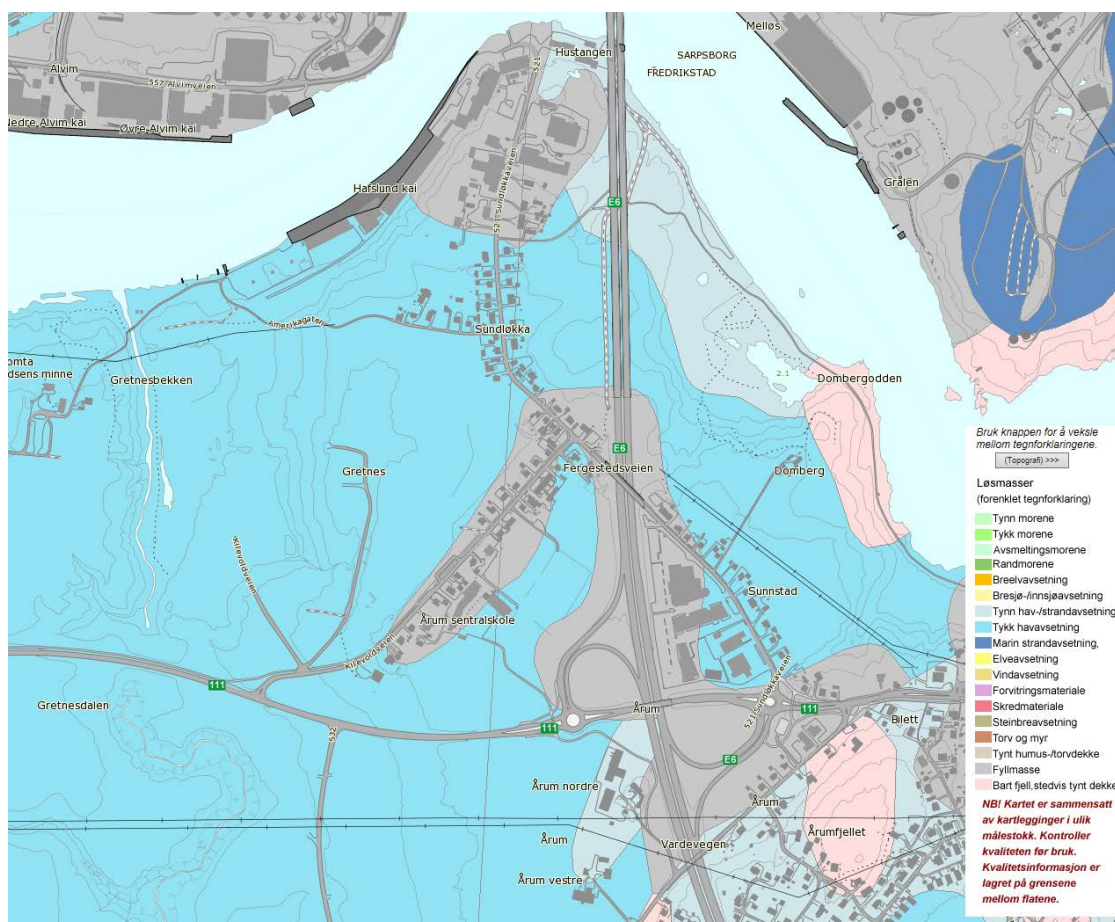
- Gjennomgang av grunnlag for ny utbredelse av faresoner (grunnundersøkelser, bergblotninger etc.). Nye fare- og konsekvensvurderinger for kvikkleiresonene tas med.
- Stabilitetsvurderinger underveis i anleggsfasen, spesielt i områder med kalk- sementstabilisering. Det lages en oversikt over hvor det er behov for supplerende stabilitetsberegninger.
- Krav til oppfølging under anleggsfase, med gitte kriterier (poretrykk).
- Plan for supplerende grunnundersøkelser.
- Gjennomgang av erosjonsforhold langs Glomma og Gretnesbekken, inkludert vurdering av dybdeforholdene i Glomma og eventuelle behov av oppmålinger.
- Legge ved stabilitetsberegninger som er utført også øst for E6, med plan- tegning.
- Vise til referanser hvor kalk-sementstabilisering er brukt for skrånings- stabilitetsarbeid.

## 3 Utbredelse av faresoner med faresonevurderinger

### 3.1 Utbredelse av faresoner

Figur 1 viser løsmassekart over det aktuelle området. Kartet viser at det er store områder med marine sedimenter, og at det kun noen steder øst for E6 er masser som potensielt ikke kan være kvikkleire/sprøbruddmateriale. Dette ble verifisert ved befaring 31. mai

2016, se bilder i Vedlegg A. Tegning 001 viser områder hvor det ble observert berg i dagen. Som man ser fra tegningen er det observert berg i dagen kun helt på nordspissen av området, og i noen områder øst for E6, spesielt i den nordre delen.

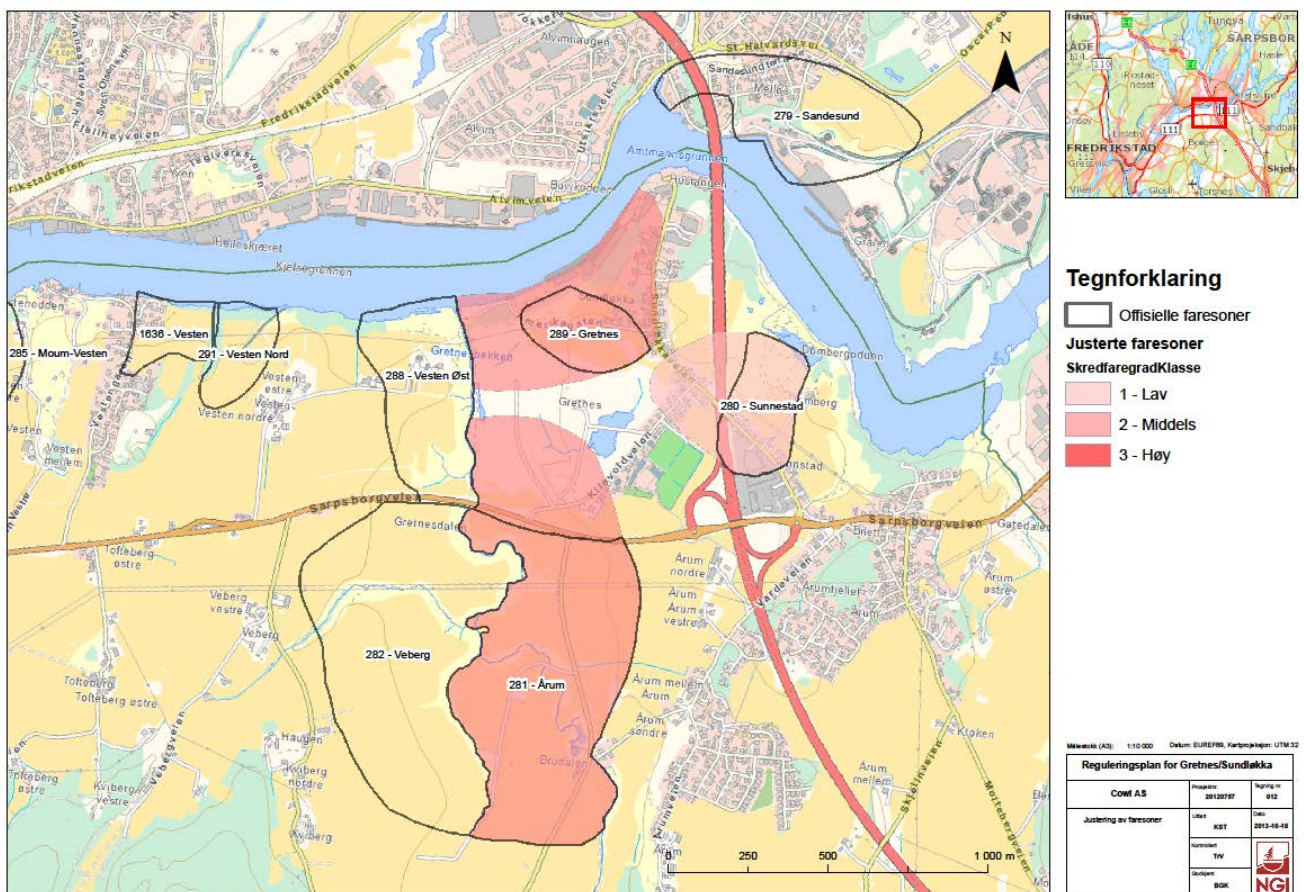


Tegning 001 gir også en samlet oversikt over alle borerer som er gjort i området. Data fra disse borerene er gjennomgått i detalj for å gi grunnlag for å vurdere omfang av faresoner. Tegning 002 viser resultatene av denne gjennomgangen. Fargekodene angir tre forskjellige tolkninger. Grønn markering angir at det ikke er funn eller indikasjoner på kvikkleire eller sprøbruddmateriale i boringen. Oransje farge angir at det er indikasjoner på kvikkleire/sprøbruddmateriale fra sonderinger, men at det ikke er foretatt prøvetaking som bekrefter evt. kvikkleire. Rød farge angir bekreftet funn av kvikkleire/sprøbruddmateriale i form av laboratorieforsøk på opptatte prøver. Ved borerer markert med rød eller oransje farge bør man foreta planlegging under forutsetning av at det er sprøbruddmateriale/kvikkleire i det aktuelle området.

Som man kan se fra Tegning 002 er bildet ganske broket med hensyn til påvist/antatt utbredelse av kvikkleire. I den vestre delen av området, ned mot Gretnesbekken, er det

tidligere tatt ut masse leire for produksjon av teglstein. Dette har ført til at store deler av dette området i dag er fritt for sprøbruddmateriale/kvikkleire, da dette laget tidligere er gravet ut. I den nordre delen av området, mot Glomma, viser enkelte boringer funn av sprøbruddmateriale/kvikkleire, mens boringer like i nærheten ikke gjør det. Det er derfor noe usikkert om det er gjennomgående lag av kvikkleire her. I vurderingene gjort for områdestabilitet (NGI, 2012, 2013a, b) er alle beregninger utført som om det er gjennomgående lag av sprøbruddmateriale/kvikkleire her. Det anbefales at det utføres supplerende undersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering for å bekrefte/avkrefte dette.

Datagrunnlaget vist i Tegning 001 og 002 ligger til grunn for forslag til utbredelse av faresoner som gitt i NGI 2013b, gjengitt i Figur 2 under.



Figur 2 Forslag til justerte faresoner

## 3.2 Klassifisering av fare, konsekvens og risiko

Klassifiseringen av faresonene omfatter evaluering av faregrad, konsekvens og risiko for hver enkelt sone. Det er benyttet en semikvantitativ metode basert på poengverdier, NGI (2001).

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 planene utarbeidet av COWI, dvs. at det er tatt hensyn til framtidig stor tilflytning til sonene både av boliger og næringsbygg.

Evalueringen gjøres på grunnlag av kriteriene som fremgår av tabellene 1 og 2.

Tabell 1 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	Overtrykk, kPa:	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	Undertrykk, kPa:	> - 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:	forverring	3	Stor	Noe	Liten
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 2 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredd > 5	Spredd < 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 3 og 4.

Tabell 3 Faregradsklassifisering

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

Tabell 4 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 risiko-klasse: risiko = % faregrad x % konsekvens. Risiko er inndelt i fem klasser, hvorav 5 er høyeste risiko.

Tabell 5 Risikoklasser

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Multiplisert %-grad	0-166	167-628	629-1905	1906-3203	3204-10000

Tabell 6 viser faregradsvurderinger for de tre aktuelle faresonene i området. Faresonene er vurdert til å ha henholdsvis lav faregrad (280 Sunnestad) og middels faregrad (281 Årum, 289 Gretnes).

Tabell 6 Faregradsvurderinger 280 Sunnestad, 281 Årum og 289 Gretnes

Faktorer	Vekt Tall	280 Sunnestad	281 Årum	289 Gretnes
		1	1	1
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	2
Skråningshøyde, meter	2	0	1	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	2	2
Poretrykk	3	-1	-1	-1
Overtrykk, kPa:	-3			
Undertrykk, kPa:				
Kvikkleiremektighet	2	3	3	3
Sensitivitet	1	2	2	2
Erosjon	3	0	1	1
Inngrep:	3	1	2	2
forverring				
forbedring	-3			
Sum		13	21	24
Faregrad		Lav	Middels	Middels

Tabell 7 viser konsekvensvurderinger for de tre aktuelle faresonene i området. Skadekonsekvensen er vurdert til å være meget alvorlig for alle tre faresonene.

Tabell 7 Skadekonsekvensvurderinger for 280 Sunnestad, 281 Årum og 289 Gretnes

Faktorer	Vekt-tall	280 Sunnestad	281 Årum	289 Gretnes
		Boligheter, antall	4	3
Næringsbygg, personer	3	3	3	3
Annen bebyggelse, verdi	1	3	3	3
Vei, ÅDT	2	3	2	2
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	0
Kraftnett	1	2	2	2
Oppdemning/flom	2	0	1	2
Sum poeng		32	32	34
Konsekvensgrad		Meget alvorlig	Meget alvorlig	Meget alvorlig

Risikoklasser er gitt i Tabell 8.

Tabell 8 Risikoklasser

Sone	Fare (%)	Konsekvens (%)	Fare*Konsekvens	Risikoklasse
280 Sunnestad	25	71	1775	3
281 Årum	41	71	2911	4
289 Gretnes	47	76	3572	5

## 4 Videre dokumentasjon

### 4.1 Erosjonsforhold Glomma og Gretnesbekken

Aktuelle forhold for å vurdere erosjonsfare ved Glomma og Gretnesbekken er vurdert ved befaring 31. mai samt skriftlig dokumentasjon av diverse målinger og tidligere prosjektering, se Vedlegg A for bilder. Kapitlene under oppsummerer observasjonene som er gjort i så henseende.

#### 4.1.1 Glomma

- I forbindelse med prosjekteringen av kaien på 1960-tallet ble det foretatt dybdemålinger ute i elva. Elvebunn ved disse boringene ble angitt til å være på kote -7 meter (elvenivå ca kote 0). I forbindelse med detaljprosjekteringen bør vanndybder langs Glomma måles mer detaljert.
- I den vestre delen av området, ved utløpet av Gretnesbekken, er det relativt flatt og lite spor av erosjon.



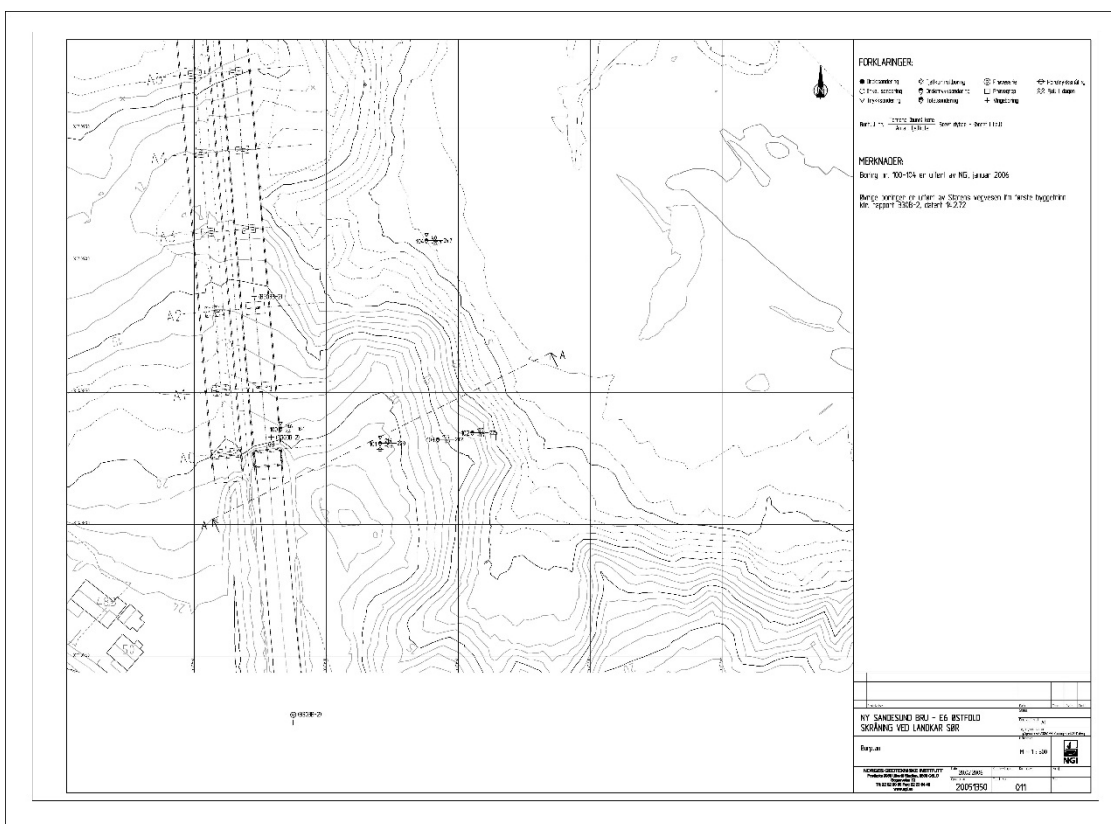
- ↗ Noe lenger øst for Gretnesbekken står det en støttemur langs elvebredden mot Glomma, se Tegning 001 for skisse. Støttemuren står inntil kaien.
- ↗ Langs store deler av strekningen langs Glomma er det en kai. Denne er pelet til fjell. Under kaien er det en trespunt. I 1982 gikk det en utrasing av deler av spunten, uten at dette førte til videre utglidninger bakover skråningen. Det anbefales at trespunten 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 Tegning 002 er det varierende funn av sprøbruddmateriale/kvikkleire langs Glomma. Det bør derfor gjennomføres supplerende grunnundersøkelser i området i forbindelse med detaljprosjekteringen (se Tegning 003).

#### 4.1.2 Gretnesbekken

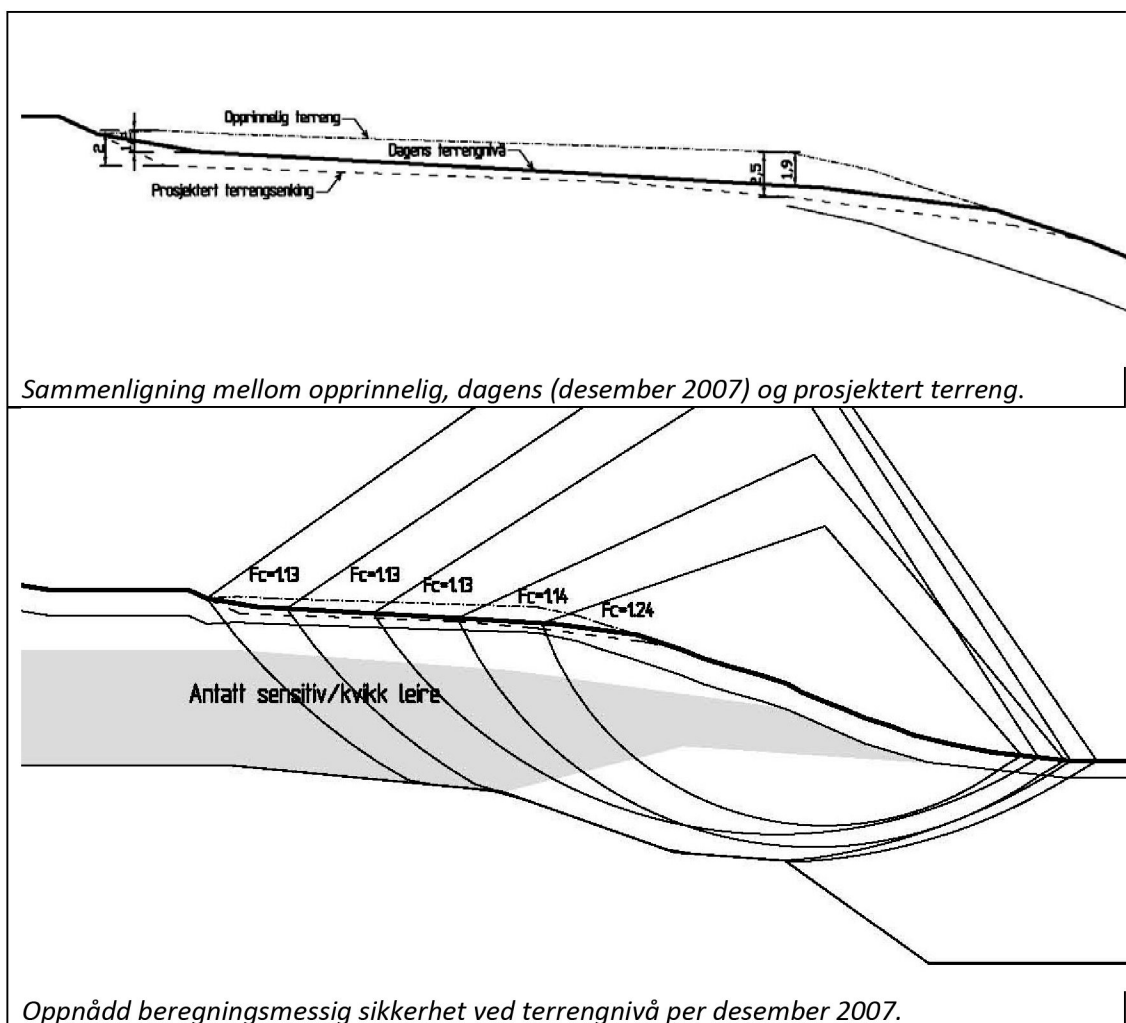
- ↗ Det er spor av mindre, lokale utglidninger langs Gretnesbekken. Det er imidlertid ingen tegn til begynnende skredvirksomhet bakover fra bekkeliet.
- ↗ Som vist i Tegning 002 er det antakelig begrenset omfang av sprøbruddmateriale/kvikkleire langs Gretnesbekken. Noen supplerende borer bør utføres i forbindelse med detaljprosjekteringen for å få bedre oversikt over omfang av eventuelt sprøbruddmateriale/kvikkleire langs østsiden av Gretnesbekken.
- ↗ Erosjonssikring er nødvendig i områder med potensiell kvikkleire.

## 4.2 Stabilitetsberegninger øst for E6

I forbindelse med prosjektering av Sandesund bru ble det foretatt områdestabilitetsvurderinger for området øst for E6. Beregningene viste at det på den tid ikke var tilstrekkelig stabilitet for å tilfredsstille kravene. Det ble derfor foreslått tiltak i form av terrengavlastning for å få tilstrekkelig prosentvis forbedring. Disse tiltakene ble utført i 2007. NGI har i notat av desember 2007 kontrollberegnet de foretatte tiltakene og funnet at de tilfredsstiller kravene til prosentvis forbedring for sone 280 Sunnestad (NGI, 2007). For det kritiske profilet A, se Figur 3, ble beregnet minste sikkerhetsfaktor økt fra 1.01 til 1.13 på grunn av avlastingen, hvilket er tilstrekkelig i henhold til NVE (2014), se Figur 4.



Figur 3 Plassering av profil A (NGI, 2006)



Figur 4 Beregnet sikkerhetsfaktor etter avlasting (NGI, 2007)

### 4.3 Referanser til tidligere arbeid med bruk av kalk- sementstabilisering for stabiliserende tiltak

Forslagene til stabiliserende tiltak for området inkluderer bruk av kalk- sementstabilisering for to områder, (se NGI 2013a og 2013b) ved Glomma i sone 289 Gretnes og sør for Sarpsborgveien i sone 281 Årum. Supplerende grunnundersøkelser som foreslås gjennomført i detaljprosjekteringen vil avdekke om behovet er reelt for området sør for Sarpsborgveien (ingen borer utført sør for Sarpsborgveien så langt). Ved bruk av kalk- sementstabilisering er det et absolutt krav til minste sikkerhetsfaktor på 1.4. NVE har etterspurt dokumentasjon til bruk av kalk- sementstabilisering for stabiliserende tiltak. Det refereres derfor til følgende arbeider:

- I Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler (NGF, 2012) står det følgende for bruk av kalksementpeler i naturlige skrånninger: "Bruk av KS-

*stabilisering for stabilitetsforbedring av naturlige skråninger må vurderes særskilt i hvert enkelt tilfelle. Det er ikke gitt at KS-stabilisering som metode er egnet, men en nærmere vurdering sammen med stabilitetsberegninger kan gi svar på hvilke forutsetninger og tiltak som må legges til grunn hvis metoden skal kunne benyttes. Naturlige skråninger står ofte med relativt lav sikkerhet. Temporær svekkelse av stabiliteten som følge av stabiliseringsarbeidet kan derfor være kritisk element og må vurderes spesielt. Det kan være aktuelt å treffe tiltak for å forbedre stabiliteten før installasjon av KS-peler, for eksempel ved utlegging av midlertidige motfyllinger eller senking av terreng. Det bør også planlegges spesiell oppfølging og kontroll for å oppdage tegn på begynnende bruddutvikling. Dette bør inkludere måling av poretrykk og horisontaldeformasjoner. I naturlige skråninger som er relativt høye kan glideflatene gå dypt under terrengoverflaten. I den sammenheng må det tas hensyn til at dybde på KS-peler pr. i dag er begrenset til 30 m."*

I dette tilfellet er det anbefalt bruk av midlertidig motfylling samt kontinuerlig måling av poretrykk under installasjon av kalksementpeler for å forsikre seg om at stabiliteten ikke svekkes temporært under stabiliseringsarbeidet. Beregnet nødvendig dybde av stabiliseringen fra NGI (2013a) varierer mellom 10 og 30 m, med gjennomsnitt ca. 17 m.

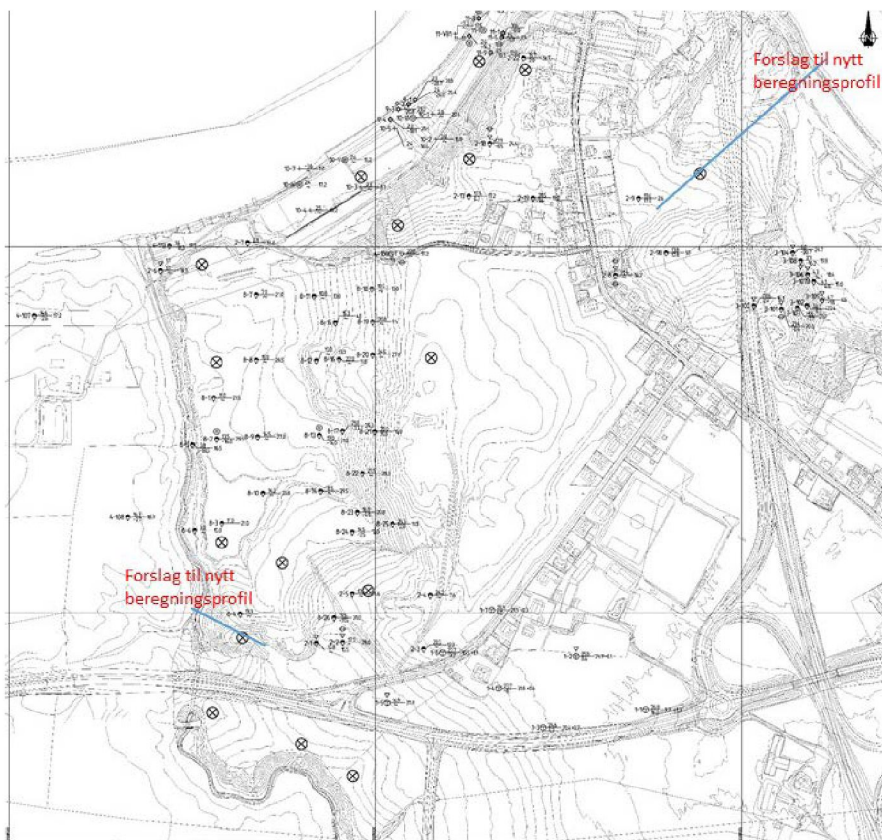
- Etter kvikkleireskredet i Kattmarka i 2009 ble det gjennomført kalksementstabilisering for å sikre bebyggelsen ved skråninger nord for skredet (NGI, 2009). Sikringstiltakene ble ferdig gjennomført i januar 2010 uten problemer (<http://www.bygg.no/article/51940>).
- Etter kvikkleireskred ved Skjeggstadbrua i 2015 ble det raskt satt i gang grunnundersøkelser og iverksatt stabiliserende tiltak med primært KS-peler i skredgropa, både for temporær og permanent sikring (Karlsrud et al., 2015). For å sikre skredkantene nær brua ble det utført doble KS-ribber fra østre landkar og noe sørover langs skråningen. I tillegg til ribber er det installert enkeltpeler over deler av anleggsområdet (skredgropen). Alle sikringstiltak og utbedringer har fungert etter hensikten, og det har ikke vært målt noen ytterligere forskyvninger av fundamentene under eller etter gjennomføringen av disse tiltakene.

## **5 Planer for videre arbeid i prosjekteringsfasen**

### **5.1 Stabilitetsberegninger**

NGI har foretatt geotekniske vurderinger i forbindelse med pågående planarbeid for reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka/Årum Nordre (NGI, 2013a). Vurderingene inkluderer stabilitetsberegninger for sju profiler i området, to i den nordlige delen ned mot Glomma, og fem i den vestlige og sør-vestlige delen ned mot Gretnesbekken. Vurderinger gjort for området øst for E6 basert på tidligere stabilitetsberegninger for

skråningen østover mot Glomma er også benyttet i arbeidet. Stabilitetsberegningene er basert på resultater fra grunnundersøkelser, foretatt i forskjellige prosjekter i området gjennom mange år. Tegning 003 viser lokaliseringen av profilene A-F. I utgangspunktet bør stabilitetsberegningene i alle disse profilene revideres etter at supplerende grunnundersøkelser er foretatt, se Tegning 003 og kapittel 5.3, for mer detaljert vurdering av behov for stabiliserende tiltak. I tillegg anbefales det at det gjennomføres stabilitetsberegninger for ett profil rett nord for Sarpsborgveien og ett profil øst for E6, se Figur 5 under.



Figur 5 Forslag til to nye beregningsprofiler

## 5.2 Oppfølging under anleggsfasen

I INGI 2013b gis det beskrivelser av forslag til stabiliserende tiltak på bakgrunn av utførte stabilitetsberegninger. Disse tiltakene må detaljeres ytterligere i en senere planfase, helst basert på nye supplerende grunnundersøkelser i enkelte områder. Tegning 004 gir en foreløpig og grov angivelse av utbredelse av foreslåtte tiltak. Det er foreslått to typer av stabiliserende tiltak; kalk-sementstabilisering og utlegging av motfylling. Kalk-sementstabilisering øker styrken i grunnen ved mekanisk innblanding av en blanding av kalk og sement i grunnen. Ved kjemisk reaksjon fører dette til økt styrke av det

stabiliserte jordvolumet. Ved bruk av motfylling i foten av skråningen virker vekten av motfyllingen stabiliserende.

Stabiliteten kan temporært svekkes under installasjon av kalksement-peler, som følge av omrøring og poretrykksøkning. Den midlertidige svekkingen kan potensielt føre til utglidning. Ved Glomma bør redusert sikkerhet under installasjon av pelene ivaretas ved utlegging av en temporær motfylling av sand i nedre del av skråningen som midlertidig forbedrer stabiliteten, se NGI (2013a). Det foreslås en horisontal motfylling i foten av skråningen med gjennomsnittlig tykkelse 2 m og ca. 16 m kronelengde som forbedrer dagens materialfaktor ( $\sigma_m=1,0$ ) med 10 % til  $\sigma_m=1,1$ .

NGI (2013a) angir prosedyrer for kalksementstabilisering langs Glomma. Det er svært viktig ved alle typer tiltak for kvikkleirestabilisering (KS) at stabiliteten ikke temporært forverres, eller at forverring kompenseres med stabiliserende tiltak i anleggsfasen. Ved injisering av kalk-sementpeler vil det oppstå poreovertrykk samt omrøring av grunnen med påfølgende tap av skjærfasthet, noe som er ugunstig for stabiliteten. Det foreslås derfor at det gjøres tiltak før kalk-sementstabilisering utføres for å bedre stabiliteten temporært i områder hvor den beregnede stabiliteten er marginal. Følgende prosedyrer foreslås ved kvikkleirestabilisering i området nord mot Glomma.

1. Etablering av motfylling ved skråningsfoten (nede på flata mot kaia).
2. Installasjon av poretrykksmålere for kontinuerlig måling av poretrykks-situasjonen.
3. Installering av kalk-sementpeler nede på flata under kontinuerlig overvåking av poretrykkene. Arbeidet med KS-stabilisering kan utføres når målte poretrykksverdier er under på forhånd gitte verdier på alle målepunkter. Det vil kunne være behov for å flytte riggen noe fram og tilbake på området avhengig av poretrykksutviklingen. Geotekniker må følge opp stabiliseringsarbeidene løpende.
4. KS-stabilisering oppe på brinken av skråningen. Samme krav til poretrykks-overvåking og eventuell flytting som for punkt 3.
5. KS stabilisering nede i skråning. Det er antakelig behov for lett materiell med begrenset tårnhøyde for stabilisering i skråningen, på grunn av helningsforholdene.
6. Fjerning av motfylling gjøres når jordforbedringen er gjennomført og leira har oppnådd tilstrekkelig styrke.

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

### 5.3 Supplerende grunnundersøkelser

Tegning 003 viser forslag til punkter der det bør utføres supplerende grunnundersøkelser. I første omgang anbefales det dreietrykkssondering, men med mulig påfølgende

CPT sondering og prøvetaking og laboratorieundersøkelser. Områder som bør undersøkes nærmere er:

- ↗ Skråninger ned mot Glomma (både omfang av kvikkleire og styrke av leira).
- ↗ Skråninger ned mot Gretnesbekken (i første rekke omfang, men også styrke i sør).
- ↗ Skråning sør for Sarpsborgvegen (både omfang av kvikkleire og styrke).
- ↗ Jorder øst for Sundløkkveien, for beregning av stabilitet langs et nytt profil.

## 6 Referanser

Karlsrud, K., H. Heyerdahl, Y. Kim, L. Henderson (2015)  
Sikringstiltak for- og refundamentering av- Skjeggestad bruene etter skredet 2 februar 2015  
NGF Geoteknikkdagen 2015

NGF (2012)  
Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler

NGI (2001)  
Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8. oktober 2008.

NGI (2006)  
Ny Sandesund bru – E6 Østfold.  
Skråning ved landkar sør. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger.  
20051350-2-R. Rev.2, 17. august 2006.

NGI (2007)  
Ny Sandesund bru – E6 Østfold.  
Teknisk notat. Stabilitetsvurdering av nedskjært terreng ved akse A0, 11. desember 2007.

NGI (2009)  
Kvikkleireskred i Kattmarka, Namsos  
Vurdering av stabilitetsforhold og sikringstiltak i Kattmarka  
20091257-00-4-R, Rev. 1, 26. mai 2009

NGI (2012)  
Årum nordre – geotekniske vurderinger  
Årum nordre – lagdeling og styrkeparametre  
20120757-01-R, 19. oktober 2012

NGI (2013a)  
Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka  
Geotekniske vurderinger - områdestabilitet  
20120757-02-R, 19. februar 2013

NGI (2013b)  
Reguleringsplan for Gretnes/Sundløkka  
Forslag til justeringer av kvikkleire faresoner  
20120757-03-R, 24. oktober 2013

NVE (2014)  
Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.





- FORKLARINGER:**
- Dreiesondring
  - Enkel sondring
  - ▽ Trykksondring
  - ⊛ Fjellkontrollboring
  - ⊙ Dreitrykksondring
  - ⊕ Totalsondring
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen
- Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjelkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)
- ⚡ Berg i dagen

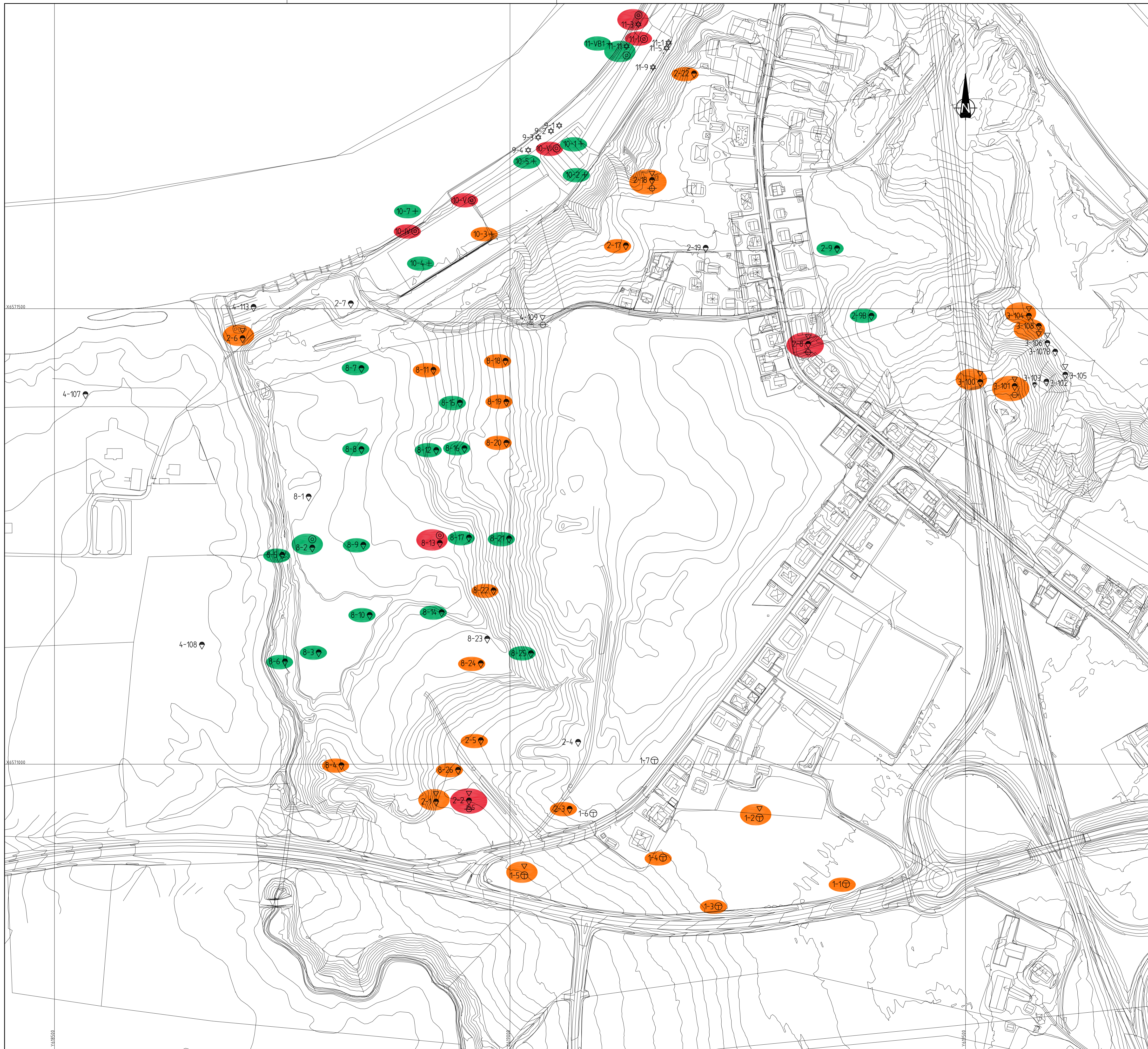
Tegningstittel:	Tegningsnr.:	Rev.:
Observasjoner av fjellblotninger og erosjon	001	

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

Original format  
 A-1  
 Tegningens tittel  
 001 Observasjoner av fjellblotninger  
 NBeslask

Rev.:	Beskrivelse:	Dato:	Tegn.:	Kontr.:	Godk.:
	Observasjoner av fjellblotninger og erosjonsforhold	22.06.2016			

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelva Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 22.06.2016 Oppdragsnr.:	Kontr./Tegnet: TS Tegningsnr.:	Kontrollert: HHe	Godkjent: BGK
	20120757	001		



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- ⊕ Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⊗ Fjell i dagen

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

- Kvikkleire/sprøbruddmateriale, bekreftet fra prøver
- Kvikkleire/sprøbruddmateriale, sannsynlig fra sonderinger
- Ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
Observasjoner kvikkleire/sprøbruddmateriale	002	

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

Observasjoner av kvikkleire/sprøbruddmateriale

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelva Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 22.06.2016 Oppdragsnr. 20120757	Kontroll / Tegnet TS Tegningsnr. 002	Kontrollert HHe	Godkjent BGK
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------	-----------------



12000



**FORKLARINGER:**

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

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

⊗ Forslag til supplerende grunnundersøkelser

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
Forslag til supplerende undersøkelser	003	

<p>REGULERINGSPLAN FOR GRETNES/SUNDLØKKA</p> <p>GEOTEKNISKE VURDERINGER - OMRÅDESTABILITET</p> <p>Forslag til supplerende undersøkelser</p>	<p>Original format A-1</p> <p>Tegningens tittel 003_Forslag til supplerende undersøkelser</p> <p>Målestokk 1:2000</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillevev Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 22.06.2016 Oppdragsnr. 20120757	Kontroll / Tegnet TS Tegningsnr. 003	Kontrollert HHe	Godkjent BGK
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------	-----------------



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- ⊕ Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

- Områder for terrengiltak  
Se 20120757-2
- Områder for kalk-sementsstabilisering  
Se 20120757-2
- Avlastning i forbindelse med ny Sannesund bru. (NGI rapport 20051350-2)

Tegningstittel Forslag til områder for tiltak	Tegningsnr. 004	Rev.
--------------------------------------------------	--------------------	------

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.

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

Original format  
 A-1  
 Tegningens tittel  
 004\_Forslag til områder for tiltak  
 NBeslask

Forslag til områder for tiltak

12000

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelval Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 22.06.2016 Oppdragsnr. 20120757	Kontroll / Tegnet TS Tegningsnr. 004	Kontrollert HHh Rev.	Godkjent BGK
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------	----------------------------	-----------------

# Vedlegg A

BILDER FRA BEFARING 31. MAI 2016

## Innhold

A1	Observasjoner av berg	2
A2	Elvebredd Glomma	10
A3	Sør for Sarpsborgveien	17
A4	Gretnesbekken	19

## A1 Observasjoner av berg



Bilde 1 Landkar E6, sør for Glomma



*Bilde 2 Øst for E6 landkar, sør for Glomma*



*Bilde 3 Mellom E6 og Sundløkkaveien, sør for E6 landkar*





*Bilde 4 Mellom E6 og Sundløkkaveien, sør for E6 landkar*



*Bilde 5 Mellom E6 og Sundløkkaveien, sør for E6 landkar*



*Bilde 6 Mellom E6 og Sundløkkaveien, sør for E6 landkar*



*Bilde 7 Mellom E6 og Sundløkkaveien, sør for E6 landkar*



*Bilde 8 Sør for dam, øst for E6*

## A2 Elvebredd Glomma



Bilde 9 Støttemur mot Glomma, øst for kai



*Bilde 10 Spuntet kai mot Glomma*



*Bilde 11 Spuntet kai mot Glomma*





*Bilde 12 Støttemur, øst for kai mot Glomma*



*Bilde 13 Støttemur, øst for kai mot Glomma*



*Bilde 14 Utløp av Gretnesbekken mot Glomma*



*Bilde 15 Kai mot Glomma*

## A3 Sør for Sarpsborgveien



*Bilde 16 Gretnesbekken sør for Sarpsborgveien*



*Bilde 17 Gretnesbekken sør for Sarpsborgveien*

## A4 Gretnesbekken



*Bilde 18 Gretnesbekken nord for Sarpsborgveien*



*Bilde 19 Gretnesbekken nord for Sarpsborgveien*





*Bilde 20 Blokkering av Gretnesbekken nord for Sarpsborgveien*



*Bilde 21 Detaljbilde av lokal erosjon Gretnesbekken nord for Sarpsborgveien*

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Utfyllende informasjon i forbindelse med reguleringsplan Gretnes/Sundløkka		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20120757-01-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> COWI	<b>Dato/Date</b> 2016-08-02
<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> Kvikkleire, områdestabilitet		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Østfold	<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>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: Øst: Nord:	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
<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	2016-08-02 Bjørn Kalsnes	2016-08-02 Håkon Heyerdahl		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 2. august 2016	<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 datterselskap 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 laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

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

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.

