

Til: NVE Region Sør  
v/ Martin N. Jespersen  
Kopi til:  
Dato: 2016-09-06  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /  
Dokumentnr.: 20110045-18-TN  
Prosjekt: Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik  
Prosjektleder: Håkon Heyerdahl  
Utarbeidet av: Håkon Heyerdahl  
Kontrollert av: Øyvind Høydal

---

## Re-evaluering av kvikkleiresone 1255 Stubberud

### Risikovurdering

Basert på nye grunnundersøkelser er det utført en revidert faregrads-, skadekonsekvens- og risikovurdering for kvikkleiresone 1255 Stubberud.

- ↗ Faregradsklasse for sonen endres fra "3 – Høy" til "2 – Middels".
- ↗ Skadekonsekvensklassen er uendret, dvs. "3 – Meget alvorlig".
- ↗ Risikoklassen reduseres fra "5 – Høyeste prioritet" til "4 – Nest høyeste prioritet".

### Soneutbredelse

Sonen utvides noe i sør ved Lågen. Tidligere er sonen noe utvidet ved Torstvet (justert sonегrense er publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)). I nord er sonегrensen uendret.

### Dataleveranse

Faktaark for sonen og utskrift av SOSI-data følger vedlagt sammen med det tekniske notatet (SOSI-datafil oversendes pr. epost).

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Kvikkleiresone 1255 Stubberud</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Grunnundersøkelser</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Justert soneutbredelse</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Revurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko</b>	<b>5</b>
	5.1 Faregrad	5
	5.2 Skadekonsekvens	5
	5.3 Risiko	5
<b>6</b>	<b>Faktaark og digital leveranse (SOSI-filer)</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>6</b>

## Vedlegg

Vedlegg A	Evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risiko
Vedlegg B	Digital leveranse (faktaark og SOSI-fil)

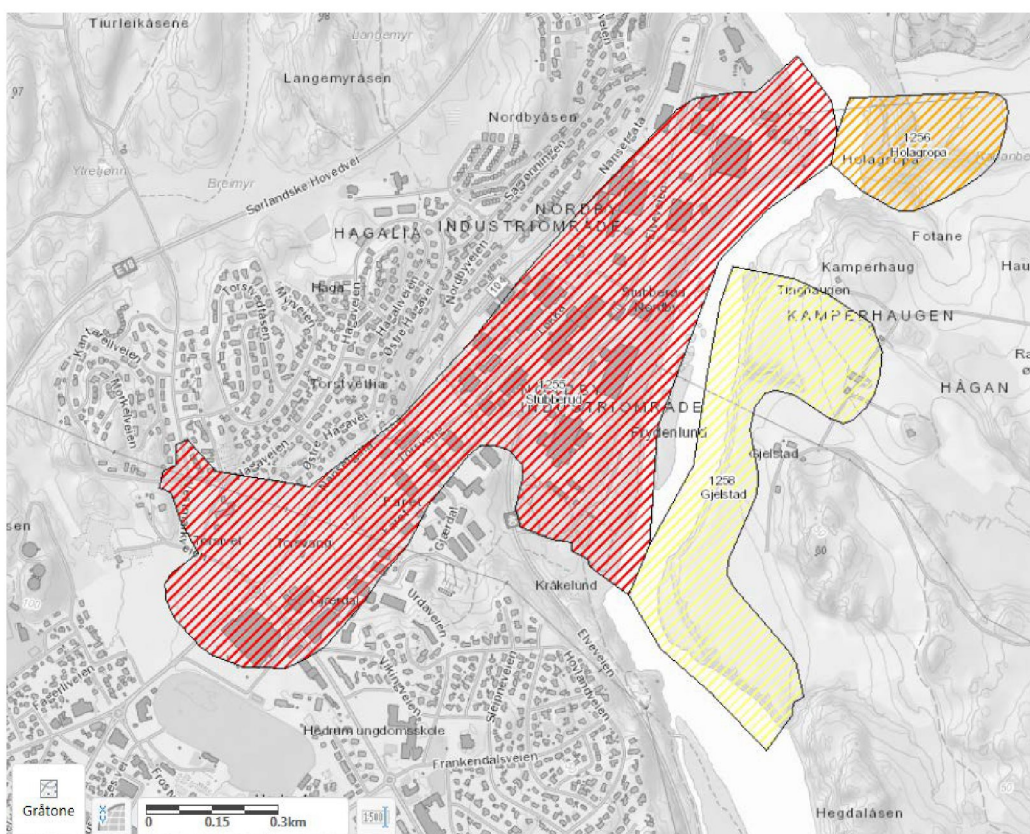
## Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

NGI bistår NVE Region Sør med geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. I dette notatet gis oppdatert soneutbredelse basert på flere separate vurderinger i løpet av prosjektet, og det gjøres dessuten en re-evaluering av faregrad, konsekvens og risiko for sonen.

## 2 Kvikkleiresone 1255 Stubberud

Sonen starter nede ved Lågen, og strekker seg opp til Hovland og Torstvedt/Vestmarkveien (Figur 1).



Figur 1 Eksisterende kvikkleiresone 1255 Stubberud vest for Lågen med faregradsklasse "3 – Høy". På østsiden av elva ligger kvikkleiresonene 1258 Gjelstad og 1256 Holagropa. Kart fra [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no).

Mye av høydeforskjellen utgjøres av nokså slake skråninger (ca. 1:13 opp gjennom Gjærdalen mot Nordbyen kjøpesenter). Mot elva danner terrenget en brattkant med høydeforskjell 10-20 m opp til det flattere, noe terrasserte, terrenget bakenfor elve-

skråningen. Terrenget stiger slakt i nordvestlig retning gjennom Nordbyen industriområdet, opp mot Nansetgata i bakkant av sonen (berg springer fram), og også mot sørvest forbi Faret/Torsvang/Gjærdal opp til Hovland og Torstvet/Vestmarkveien. I sistnevnte delområde er sonen på sitt høyeste, med terrengnivå ca. kote +80.

Sonen ble opprinnelig kartlagt og senere risikovurdert av NGI (ref. /1/ og /2/). I eksisterende soneevaluering publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) er sonen plassert i faregradsklasse 3 – *høy*, skadekonsekvensklasse 3 – *meget alvorlig* og risikoklasse 5, dvs. høyeste klasse for alle tre kategorier.

Stabiliserende tiltak i form av støttefylling mot Lågen ble foreslått i ref. /3/. Prosjekterte tiltak er oppsummert i ref. /4/. Detaljerte stabilitetsanalyser pr. delstrekning er dokumentert i ref. /5/, /6/ og /7/. Sikringsarbeider langs Lågen er under utførelse, og slutføres høsten 2016.

Basert på soneutredningen er det gjort en ny evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risiko, hvor det også er tatt hensyn til utførte sikringstiltak.

### 3 Grunnundersøkelser

I forbindelse med soneutredningen ble det utført supplerende grunnundersøkelser i flere omganger (ref. /8/, /9/ og /10/). I tillegg er det opp gjennom årene utført en stor mengde grunnundersøkelser innenfor sonen. Tilgjengelige data fra slike eldre undersøkelser er gjennomgått som ledd i arbeidet med utredningen, og sammenfattet i ref. /3/.

### 4 Justert soneutbredelse

Grunnundersøkelsene har påvist at det ligger store lagmektigheter med leire, tolket som kvikkleire, under morenemasser ved Torstvet. Som ledd i utredningen er sonen utvidet til også å omfatte dette området (ref. /11/). Denne sonejusteringen er allerede publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), med utbredelse som vist på Figur 1. Det ble ikke utført noen ny evaluering av faregrad, konsekvens, og risiko i forbindelse med denne soneutvidelsen.

En mindre utvidelse er også foreslått ved Kråkelund langs Lågen lengst sør i sonen (ref. /12/). Denne justeringen er ikke tidligere publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), men inkluderes i foreliggende revisjon av sonen.

Det er i forbindelse med utredningen også utført en detaljert vurdering av potensiell soneutvidelse lengst nord i sonen (ved Hedrum Cementstøperi). Vurderingene har imidlertid ikke resultert i forslag om noen endring av sonegrensen i dette området. (ref. /13/).

## 5 Revurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko

Basert på utredningen og utførte stabiliserende tiltak er det gjort en ny vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for sonen. Framgangsmåten for risikovurdering er beskrevet i ref. /14/. Detaljerte vurderinger er gitt i vedlegg A.

### 5.1 Faregrad

Sonens faregradsklasse endres fra "3 – Høy" til "2 – Middels", i første rekke som konsekvens av de stabiliserende tiltakene langs Lågen.

### 5.2 Skadekonsekvens

Skadekonsekvensklasse "3 – Meget alvorlig" er uendret fra tidligere vurdering.

### 5.3 Risiko

Risiko beregnes som produktet av scoreverdiene fra skadekonsekvens- og faregrads-vurdering. I dette tilfellet er score for faregrad redusert betydelig, mens konsekvensene er vurdert uendret. Revidert risikoberegning gir en reduksjon i poengverdien fra 4183 poeng (risikoklasse 5) til 2789 poeng (risikoklasse 4).

Tabell 1 Oppsummering av vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone 1255 Stubberud utført hhv. i 2006 og 2016

	2006 (ref. /2/)		2016	
	%-poeng	Klasse	%-poeng	Risikoklasse *)
Faregrad (F)	30/51= 58.82%	3 – Høy	20/51= 39.22	2 – Middels
Konsekvens (K)	32/45= 71.11%	3 – Meget alvorlig	32/45= 71.11	3 – Meget alvorlig
Risiko (R)      R = F x K	4183	5 – Høyeste prioritet	2789	4 – Nest høyeste prioritet

\*) Fargekode: Forbedring fra tidligere evaluering.

## 6 Faktaark og digital leveranse (SOSI-filer)

Vedlegg B inneholder faktaark som dokumenterer beregningsgrunnlaget for revidert risikoevaluering av sone 1255 Stubberud. Faktaarkene danner grunnlag for den digitale leveransen på SOSI 4.0 format. Utskrift av SOSI-filen er også vist i Vedlegg B.

## 7 Referanser

- /1/ NGI (1994). Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Sandefjord M=1:50.000. Boreresultater. Rapport nr. 830073-2, datert 18. mars 1994.
- /2/ NGI (2006). Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Larvik kommune. Rapport nr. 20001008-62, datert 8. juni 2006.
- /3/ NGI (2013). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik kommune. Stabilitetsberegninger. Rapport nr. 20110045-00-5-R, rev. 0, datert 23. august 2013.
- /4/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Oppsummering av stabiliserende tiltak. Teknisk notat nr. 20110045-10-TN, rev. 0, datert 18. desember 2014.
- /5/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Stabilitetsberegninger og stabiliserende tiltak – profil E-E, K-K, L-L. Teknisk notat nr. 20110045-05-TN, rev. 0, datert 15. juli 2014.
- /6/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Stabilitetsberegninger og stabiliserende tiltak – profil C-C, I-I, J-J. Teknisk notat nr. 20110045-06-TN, rev. 0, datert 13. juli 2014.
- /7/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Stabilitetsberegninger og stabiliserende tiltak – profil A-A, B-B, H-H. Teknisk notat nr. 20110045-07-TN, rev. 0, datert 14. juli 2014.
- /8/ Geostrøm AS (2012). Grunnundersøkelse i faresone Stubberud i Larvik kommune. Oppdrag/rapportnr. 584/1, datert 23. november 2011.
- /9/ Geostrøm AS (2014). Supplerende grunnundersøkelse i faresonen Stubberud i Larvik kommune. Oppdrag/rapport nr. 584/3, datert 5. juni 2014.
- /10/ NGI (2013). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Datarapport, supplerende grunnundersøkelser. Rapport 20110045-06-R, datert 18. mars 2013.

- /11/ NGI (2015). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Soneavgrensning i sør. Teknisk notat 20110045-08-TN, rev. 1, datert 21. november 2014.
- /12/ NGI (2015). NGI (2015). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Justert sonergrense i sør. Teknisk notat 20110045-17-TN, datert 4. september 2015.
- /13/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Soneavgrensning i nord. Teknisk notat 20110045-04-TN, datert 25. april 2014.
- /14/ NGI (2001). Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, datert 31. august 2001. Rev. 3, datert 8. oktober 2008.
- /15/ 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.
- /16/ NVE (2015). Poretrykksavlesninger fra Stubberud, oversendt NGI pr. epost 2015-03-25.

# Vedlegg A

## EVALUERING AV FAREGRAD, SKADEKONSEKVENNS OG RISIKO

### Innhold

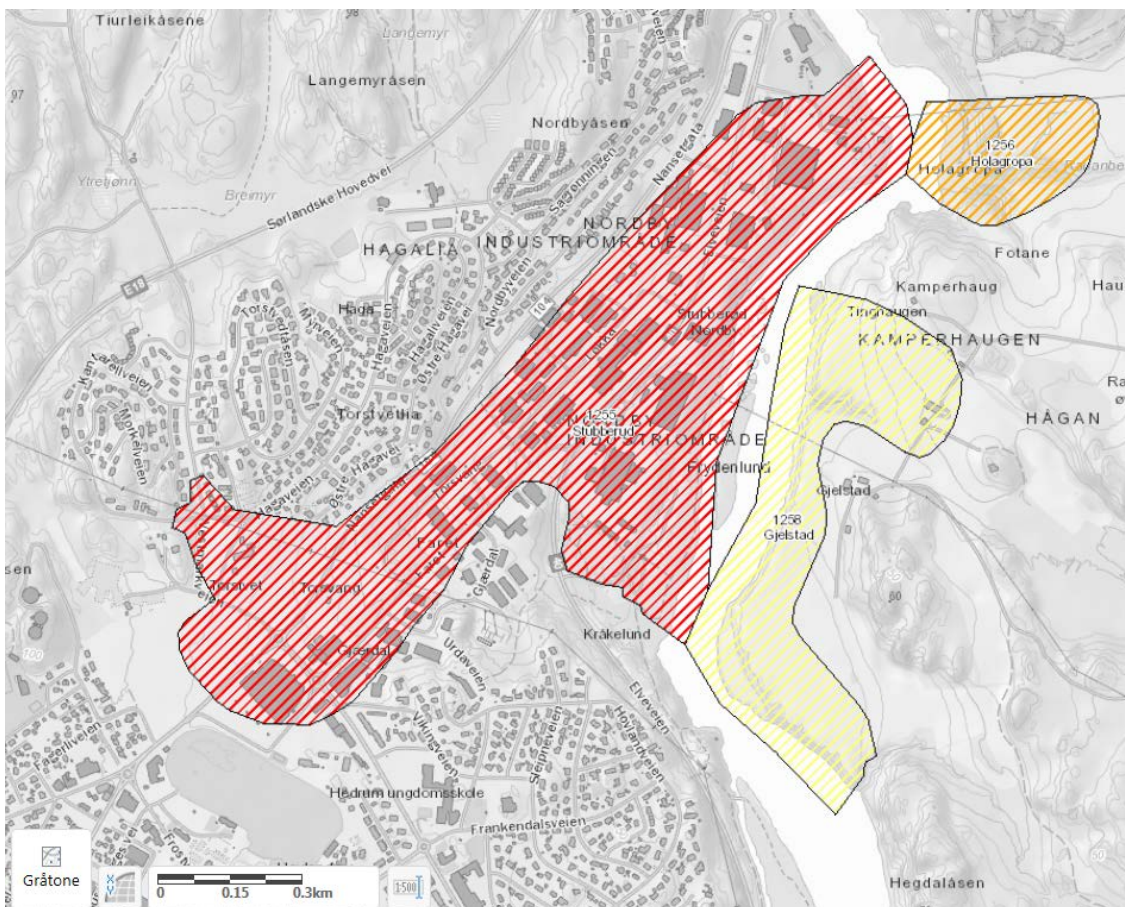
<b>A1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>A2</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>2</b>
<b>A3</b>	<b>Evaluering av faregradsklasse</b>	<b>4</b>
	A3.1 Tidligere evaluering av faregradsklasse	4
	A3.2 Re-evaluering av faregradsklasse (2016)	6
<b>A4</b>	<b>Evaluering av skadekonsekvensklasse</b>	<b>8</b>
	A4.1 Tidligere evaluering av skadekonsekvensklasse	9
	A4.2 Re- evaluering av skadekonsekvensklasse (2016)	10
<b>A5</b>	<b>Evaluering av risikoklasse</b>	<b>10</b>
<b>A6</b>	<b>Referanser</b>	<b>11</b>



## A1 Innledning

Kvikkleiresone 1255 Stubberud kvikkleiresone omfatter Nordby industriområde i Larvik (Figur 1).

Risikoklassifisering av soner gjøres på grunnlag av beregning av skadekonsekvens, S, og faregrad, F. Risiko er definert som  $S \times F$  og er basert på en semikvantitativ metode. Metoden er beskrevet i "Program for økt sikkerhet mot leirskred" (ref. /1/).

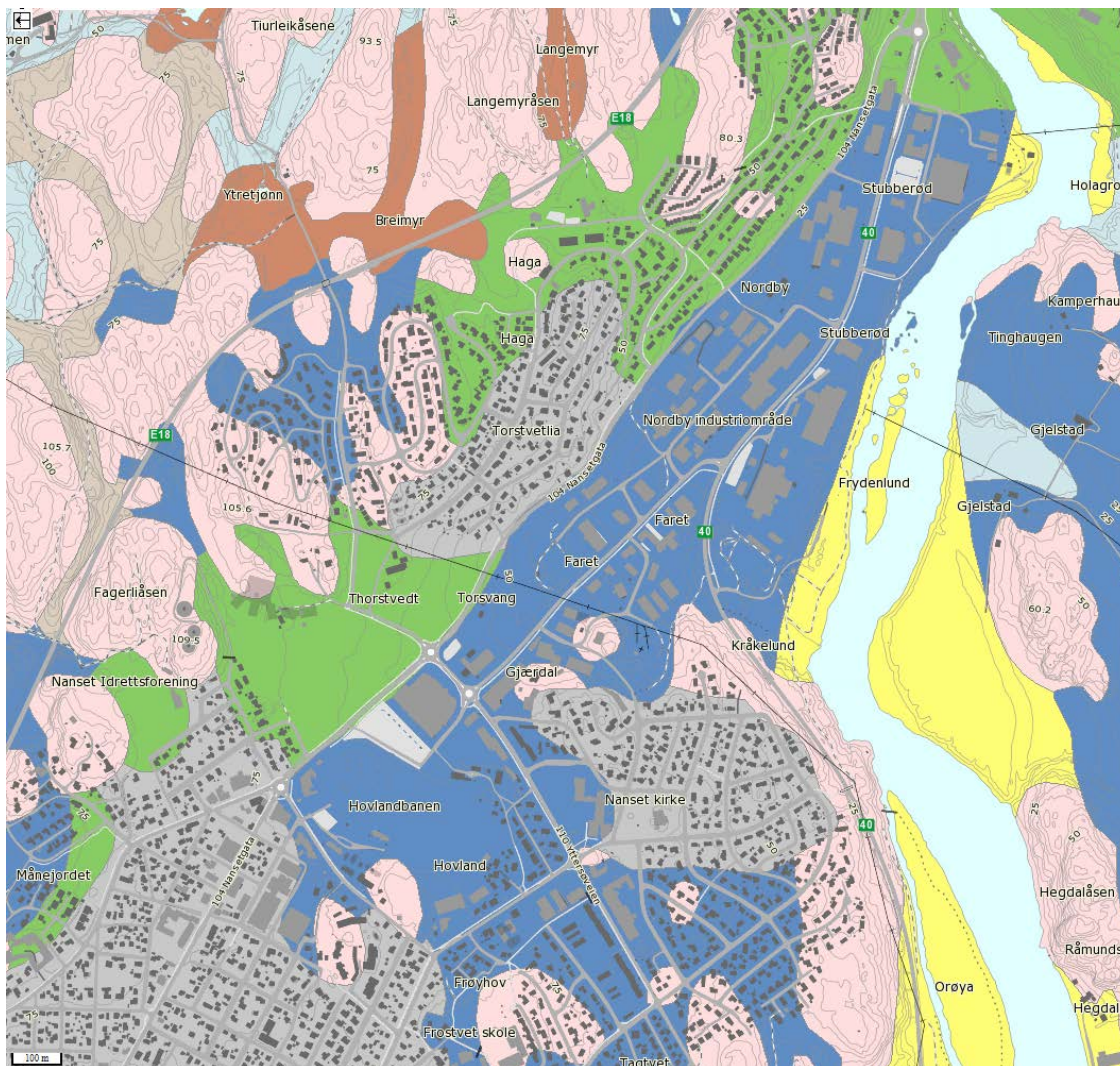


Figur 1 Eksisterende kvikkleiresone 1255 Stubberud vest for Lågen med faregradsklasse "3 – Høy". På østsiden av elva ligger kvikkleiresonene 1258 Gjelstad og 1256 Holagropa. Kart fra [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no).

## A2 Grunnforhold

Kvartærgeologisk kart (Figur 2) indikerer at løsmassene innenfor Stubberud kvikkleiresone består av *marine strandavsetninger* (mørkeblått), *elveavsetninger* (lysegult), *moreneavsetninger* (grønt), *bart fjell, stedvis tynt dekke* (rosa) og *fyllmasse*

(grått). Løsmassekartet viser bare masser på terrengoverflaten, og gir ikke informasjon om underliggende masser.



Figur 2 Kvartærgeologisk kart ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)) for området omkring kvikkleiresone 1255.

Grunnundersøkelser utført i forbindelse med utredningen har bekreftet tykke lag med kvikkleire innenfor sonen, med høy sensitivitet (ref. /6/). Grunnundersøkelsene har også påvist sannsynlig kvikkleire til stor dybde under morenemasser ved Torstvet på jordet vest for Nansetgata og oppover mot Vestmarkveien. Opprinnelig sone er derfor utvidet til også å omfatte dette området (ref. /3/). Sonejusteringen er allerede publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), som vist på Figur 1. En mindre utvidelse er også foreslått langs Lågen ved Kråkelund lengst sør i sonen (ref. /4/). Denne justeringen er ennå ikke publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), men inkluderes i denne revisjonen av sonen.

Elvebunnen langs sonen ligger mellom ca. kote -1 til -4, med unntak av helt i nord, hvor det er en erosjonsgrop (ref. /7/).

## A3 Evaluering av faregradsklasse

Faregraden skal fastlegges slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet. Sonens faregradsklasse bestemmes med semi-kvantitativ metode på basis av oppnådd score (poeng) for et sett med topografiske, geologiske og geotekniske kriterier, samt utførte terrengendringer.

Faregraden inndeles i tre klasser som følger (ref. /1/):

*1 - Lav: Gunstige topografiske forhold. Det foreligger grunnundersøkelser som viser at grunnforholdene er gunstige. Det er lite eller ingen aktiv erosjon i vassdraget. Det har vært liten skredaktivitet i området. Ingen terrenginngrep/terrenginngrep har hatt gunstig innvirkning på stabiliteten.*

*2 – Middels: Mindre gunstige topografiske forhold. Mangelfulle grunnundersøkelser, eller grunnundersøkelsene viser mindre gunstige grunnforhold. Det er aktiv erosjon i vassdraget. Det har vært betydelig skredaktivitet i området. Eventuelle terrenginngrep har liten eller ingen stabilitetsforbedrende virkning.*

*3 – Høy: Ugunstige topografiske forhold. Mangelfulle grunnundersøkelser eller grunnundersøkelsene viser ugunstige grunnforhold. Det er aktiv erosjon i vassdraget. Det har vært stor skredaktivitet i området. Terrenginngrep med stabilitetsforverrende virkning.*

Ut fra oppnådd score gjøres plassering av sonen i en av tre mulige faregradsklasser iht. Tabell 1.

Tabell 1 Inndeling av faregradsklasser ut fra oppnådd poengsum

Faregrad	1 - Lav	2 - Middels	3 - Høy
Poeng	0-17	18-25	26-51
Prosent	0-33,3	35,3-49,0	51,0-100

### A3.1 Tidligere evaluering av faregradsklasse

Kvikkleiresone 1255 Stubberud ble ved tidligere vurdering vurdert å ligge i faregradsklasse "3 - Høy" (ref. /2/), ut fra oppnådd poengsum på 30.

Tabell 2 viser evalueringssystemet med scoreverdier og vekttall, og tidligere utført evaluering av faregrad.

Tabell 2 Evaluering av faregrad for sone 1255 Stubberud utført i 2006 (ref. /2/)

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Vektet Poeng
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	3	6
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	3	6
Poretrykk	Overtrykk, kPa:	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	1	3
	Undertrykk, kPa:	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep:	Forverring	3	Stor	Noe	Liten	1	3
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	16	0		30
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		58.82%

**Kommentarer til Tabell 2 fra tidligere faregradsevaluering** (publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)):

**Skredaktivitet:**

På kvartærgeologisk kart over Larvik kommune fremkommer det lite skredaktivitet. Noen få rasgroper er nedtegnet.

**Skråningshøyde:**

Høydeforskjell fra terrasse ned til Lågen er ca. 10 m, men i sydvestlig retning ligger en leirskråning med platå ca. 55 m over elvenivå.

**Skjærstyrke su/p0 eller OCR:**

Store deler av sonen er dekket av strandavsetninger og er trolig opprinnelig terrengnivå. Antar normalkonsolidert.

**Poretrykk:**

Det er en del fjell og høydedrag i bakkant av sonen. Kan føre til noe høyere poretrykk. Antar noe økt poretrykk i forhold til hydrostatisk poretrykk.

*Kvikkleiremektighet:*

Boringer gjort av Statens vegvesen og Grunn-teknikk indikerer kvikkleire fra 10-20 m under terreng.

*Sensitivitet:*

Antar at sensitiviteten ligger i intervallet 30-100.

*Erosjon:*

Høsten 2000 gikk det flere glidninger ned mot Lågen. Skyldes i hovedsak bratte utfyllinger i kombinasjon med nedbør.

*Inngrep:*

En del fyllinger på plataet ut mot Lågen. Har trolig litt negativ effekt på stabiliteten. Antar litt forverring.

## A3.2 Re-evaluering av faregradsklasse (2016)

Det er foretatt en ny evaluering av faregraden basert på supplerende grunnundersøkelser, datatolkning og stabilitetsvurderinger utført i forbindelse med soneutredningen, og i tillegg med hensyn til stabiliserende tiltak utført i regi av NVE.

Grunnundersøkelser: Det er i forbindelse med utredningen gjennomgått en rekke tidligere utførte grunnundersøkelsesrapporter, i tillegg til at det er utført en del supplerende undersøkelser. Forholdene varierer en god del innenfor sonen, og datakvaliteten har vært varierende. Det blir derfor tildels skjønsmessige vurderinger når score-verdier til faregradsvurderingen skal velges.

Stabiliserende tiltak: Anleggsarbeider med etablering av støttefyllinger langs Lågen langs kvikkleiresone 1255 Stubberud er under utførelse, og skal ferdigstilles høsten 2016. De stabiliserende tiltakene er basert på detaljprosjektering utført av NGI (ref. /3/). Tiltakene er dimensjonert med sikte på å oppnå tilstrekkelig forbedring av stabilitetsforholdene til at skråningsstabiliteten etter tiltak tilfredsstillende krav til tiltakskategori K4 i NVEs retningslinjer (ref. /4/). Det er i videre vurderinger forutsatt at tiltakene er utført i henhold til planen, slik at prosjektert stabilitetsforbedring er oppnådd. Det er også forutsatt at sikringen er dimensjonert for aktuell strømhastighet i elva ved flom.

- ➔ Revidert faregradsevaluering resulterer i poengsum 20, hvilket medfører at sonen plasseres i kategorien faregrad "2 – Middels" (18-25 poeng). Vurderingene er vist i Tabell 3. Kommentarer til de enkelte score-verdier er gitt nedenfor.

Tabell 3 Re-evaluering av faregrad for sone 1255 Stubberud utført i 2016

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score *)	Vektet Poeng
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	3	6
Tidligere/nåværende terreng-nivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2	4
Poretrykk	Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	2
	Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2-H/4	< H/4	Tynt lag	3	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0
Inngrep:	Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	2
Sum (NB: disse verdiene er ikke faregradsgrenser)		51	34	16	0		20
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39.22 %

\*) Fargekoder for scoreverdier: **Endret fra tidligere vurdering**

### Kommentarer til Tabell 3:

#### Skredaktivitet (formulering uendret):

På kvartærgeologisk kart over Larvik kommune fremkommer det lite skredaktivitet. Noen få rasgroper er nedtegnet.

#### Skråningshøyde:

Total høydeforskjell innenfor sonen er >80 m (noe øket etter soneutvidelse ved Torsvedt). Det er påvist eller tolket kvikkleire i boreriger innenfor hele sonen. Bakkenfor elvekanten er skrånningene relativt slake, med enkelte terrassekanter/fyllinger. Brattkant mot elva er ca. 15-20 m.

#### Skjærstyrke su/p0 eller OCR:

Generelt viser de fleste CPTU-sonderinger og triaksialforsøk noe til betydelig overkonsolidering. Enkelte sonderinger på platået bakkenfor skråningskanten mot elva indikerer nær normalkonsoliderte forhold.

#### Poretrykk:

En rekke poretrykksmålere er installert i forbindelse med soneutredningen. Det er målt poreovertrykk i borpunkter ved skråningsfoten (elvbredden).

**Kvikkleiremektighet:**

Mektighet av kvikkleire er bekreftet større enn H/2 i mange av beregningsprofilene.

**Sensitivitet:**

Opptatte prøver har påvist kvikkleire med sensitivitet >100.

**Erosjon:**

Utførte sikringstiltak med steinfylling anses å eliminere erosjon langs elva.

**Inngrep:**

Langs elva er det i 2015-2016 gjennomført sammenhengende sikringstiltak (inntil 15% forbedring av stabiliteten). Innenfor området kan lokale fyllinger ha noe negativ effekt på stabiliteten, og det er derfor valgt score-verdi 2 som resulterende for sonen.

## A4 Evaluering av skadekonsekvensklasse

Skadekonsekvens evalueres ved at det beregnes poeng for sonen i henhold til utarbeidede klassifiseringskriterier. Avhengig av antall poeng deles konsekvensen av et skred inn i tre klasser i hht. ref. /1/:

- 1 - *Mindre alvorlig:* Liten risiko<sup>1</sup> for skade på mennesker, tap av liv, begrensede økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.
- 2 - *Alvorlig:* Risiko for skade på mennesker/tap av liv eller betydelige økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.
- 3 - *Meget alvorlig:* Stor risiko for skade på mennesker/tap av liv eller meget store økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.

Inndeling i skadekonsekvensklasser ut fra oppnådd score er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Inndeling av skadekonsekvensklasser ut fra oppnådd poengsum

Skadekonsekvens-klasse	1 - Mindre alvorlig	2 - Alvorlig	3 - Meget alvorlig
Poeng	0-6	7-22	23-45
Prosent	0-13,3	15,6 - 48,9	51,1 - 100

<sup>1</sup> Begrepet "risiko" benyttes her i betydningen "risiko for skader på utsatte objekter gitt en skredhendelse"

## A4.1 Tidligere evaluering av skadekonsekvensklasse

Basert på tidligere evaluering er sone 1255 Stubberud vurdert til å ligge i skadekonsekvensklasse "3 – Meget alvorlig", ut fra oppnådd poengsum 32. Den tidligere vurderingen er vist i Tabell 5. Kommentarer til de enkelte score-verdier er gitt nedenfor.

Tabell 5 Evaluering av skadekonsekvensklasse for sone 1255 Stubberud utført i 2006 (ref. /2/)

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				Score	Vektet poeng
		3	2	1	0		
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	3	12
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 – 5000	100 - 1000	< 100	2	4
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	3	6
Sum poeng		45	30	15	0		32
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		71.11 %

**Kommentarer til Tabell 5 fra tidligere skadekonsekvensevaluering** (publisert på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)):

**Boligenheter:** 5 boligenheter

**Næringsbygg:** Nordby industri område. Omkring 10 produksjonshaller, 10 verksteder, 7 forretningsbygg, 4 kontorbygninger, 2 kjøpesentre, 5 fabrikk/industribygninger, 12 lagerbygninger, renseanlegg, 2 telebygninger og 3 trafoer

**Annen bebyggelse:** Ingen

**Veier:** Riksvei 40, fylkesvei 104 og kommunale veier. Antatt ÅDT.

**Toglinje:** Ingen

**Kraftnett:** Antatt distribusjonsnett

**Oppdemming:** Et ras i dette området vil kunne skape store skader, og lenger nedstrøms vil flombølge kunne skape store ødeleggelser.



## A4.2 Re- evaluering av skadekonsekvensklasse (2016)

I forbindelse med utredningen av kvikkleiresonen er det ikke grunnlag for å endre score-verdiene fra tidligere evaluering av skadekonsekvenser. Enkelte detaljer innenfor næringsområdet kan være endret, men totalt sett forblir de fleste score-verdier uendret.

- ➔ Ut fra oppnådd poengsum ligger sonen i skadekonsekvensklasse "3 – *Meget alvorlig*" (uendret fra tidligere vurdering), med oppnådd poengsum 32.

## A5 Evaluering av risikoklasse

Tallverdien av risiko fremkommer ved å multiplisere %-tallet (dvs. prosentpoeng) for *skadekonsekvens* med %-tallet for *faregrad*. Inndelingen av risikoklasser ut fra oppnådd tallverdi er vist i Tabell 7.

Tabell 6 Klassifisering av risiko ut fra tallverdi oppnådd ved produkt av poeng fra score for hhv. faregrad og skadekonsekvens (ref. /1/).

Risikoklasse	Tallverdi
1 (Lavest)	0 – 170
2	171 – 630
3	631 – 1 900
4	1 901 – 3 200
5 (Høyest)	3 201 – 10 000

I Tabell 8 er gitt en oppsummering av beregnet risiko for tidligere evaluering (ref. /2/) og etter re-evaluering i 2016. Som det framgår av tabellen er faregradsklassen senket fra 3 - *Høy* til 2 - *Middels*, mens konsekvensklassen er uendret (3 - *Meget alvorlig*). Resulterende risikoklasse er senket fra 5 - *høyeste prioritet* til 4 – *nest høyeste prioritet*.

Tabell 7 Oppsummering av vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone 1255 Stubberud utført hhv. i 2006 og 2016

	2006 (ref. /2/)		2016	
	%-poeng	Risikoklasse	%-poeng	Risikoklasse *)
Faregrad (F)	30/51= 58.82%	3 – Høy	20/51= 39.22	2 – <b>Middels</b>
Konsekvens (K)	32/45= 71.11%	3 – Meget alvorlig	32/45= 71.11	3 – Meget alvorlig
Risiko (R)      R = F x K	4183	5 – Høyeste prioritet	2789	4 – <b>Nest høyeste prioritet</b>

\*) Fargekode: **Forbedring fra tidligere evaluering.**

## A6 Referanser

- /1/ NGI (2001). Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, datert 31. august 2001. Rev. 3, datert 8. oktober 2008.
- /2/ NGI (2006). Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Larvik kommune. Rapport nr. 20001008-62, datert 8. juni 2006.
- /3/ NGI (2015). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Soneavgrensning i sør. Teknisk notat 20110045-08-TN, rev. 1, datert 21. november 2014.
- /4/ NGI (2015). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Justert sonegrense i sør. Teknisk notat 20110045-17-TN, datert 4. september 2015.
- /5/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Soneavgrensning i nord. Teknisk notat 20110045-04-TN, datert 25. april 2014.
- /6/ NGI (2013). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Stabilitetsberegninger. Rapport 20110045-00-5-R, datert 23. august 2013.
- /7/ NGI (2014). Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Oppsummering av stabiliserende tiltak. Teknisk notat 20110045-10-TN, datert 18. desember 2014.
- /8/ 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. ISSN 1501-0678.

# Vedlegg B

## FAKTAARK OG DIGITAL LEVERANSE

### Innhold

- B1 Innledning
- B2 Referanser

2

Feil! Bokmerke er ikke definert.

## B1 Faktaark og SOSI-data for sone 1255 Stubberud

Oversikt over digitale leveranser er gitt i Tabell B1.

- Faktaark for kvikkleiresone 1255 Stubberud med revidert risikovurdering og utbredelse er gitt i dette vedlegget, og oversendes som separat fil sammen med dette tekniske notatet.
- SOSI-data for sonen er også vedlagt eposten ved oversendelse av dette tekniske notatet. Innholdet i filen er gjengitt i Tabell B2.

Tabell B1 Oversikt over digitale leveranser

Beskrivelse	Filnavn
Faktaark	20110045-18-TN Vedlegg B - Faktaark_1255_Stubberud.pdf
SOSI-fil	20110045-18-TN_rev0_1255_Stubberud.sos

Tabell B2 Innhold i SOSI-fil 20110045-18-TN\_rev0\_1255\_Stubberud.sos

```
.HODE
..TEGNSETT ISO8859-1
..TRANSPAR
...KOORDSYS 23
...ORIGO-NØ 0 0
...ENHET 0.01
..OMRÅDE
...MIN-NØ 6558101 215938
...MAX-NØ 6559577 217572
..SOSI-NIVÅ 4
..SOSI-VERSJON 4.0
.KURVE 1:
..OBJTYPE KvikkleireFaresoneAvgr
..NØ
655850086 21679420 ...KP 1
..NØ
655856917 21681126
655860062 21680994
655863524 21678013
655864627 21674346
655864487 21671334
655862392 21668624
655850970 21659415
655841411 21654463
```

655834288 21648378  
655828914 21644763  
655818165 21635463  
655815187 21630934  
655813079 21626329  
655813232 21616659  
655816040 21609299  
655817952 21606552  
655824470 21600658  
655828868 21598545  
655832553 21598315  
655834998 21599739  
655839380 21605293  
655839721 21606041  
655846700 21602138  
655853602 21599888  
655854834 21597024  
655858703 21597917  
655860122 21601016  
655864804 21600786  
655865572 21602721  
655865882 21603634  
655858657 21610070  
655855109 21631776  
655859496 21637618  
655870773 21652633  
655889271 21669708  
655903962 21681223  
655914702 21690654  
655918666 21694135  
655934292 21709130  
655942254 21716771  
655944825 21720752  
655946280 21730322  
655946313 21734996  
655954768 21744682  
655944517 21752486  
655937147 21753948  
655929702 21752469  
655919270 21737918  
655907255 21726535  
655896953 21722738  
655868637 21712298  
655841684 21710515  
655829984 21705627

655828453 21699088  
655830219 21692443  
655834381 21689628  
655835238 21688141  
655837669 21686288  
655838473 21683490  
655840712 21672158  
655850086 21679420 ...KP 1  
.FLATE 2:  
..OBJTYPE KvikkleireFaresone  
..FØRSTEDIGITALISERINGSDATO 20051209155644  
..KOMM 0709  
..OPPDATERINGSDATO 20160905111808  
..SKREDFAREGRADSCORE 20  
..SKREDFAREGR\_KL Middels  
..SKREDKONSSCORE 32  
..SKREDKVALKARTLEGGING 3  
..SKREDOMRID 1255  
..SKREDOMRNAVN Stubberud  
..SKREDRISIKO\_KL 4  
..SKREDSKADKONS\_KL 3  
..REF :1  
..NØ  
655883924 21691353  
.SLUTT

## Kvikkleiresone: 1255 Stubberud

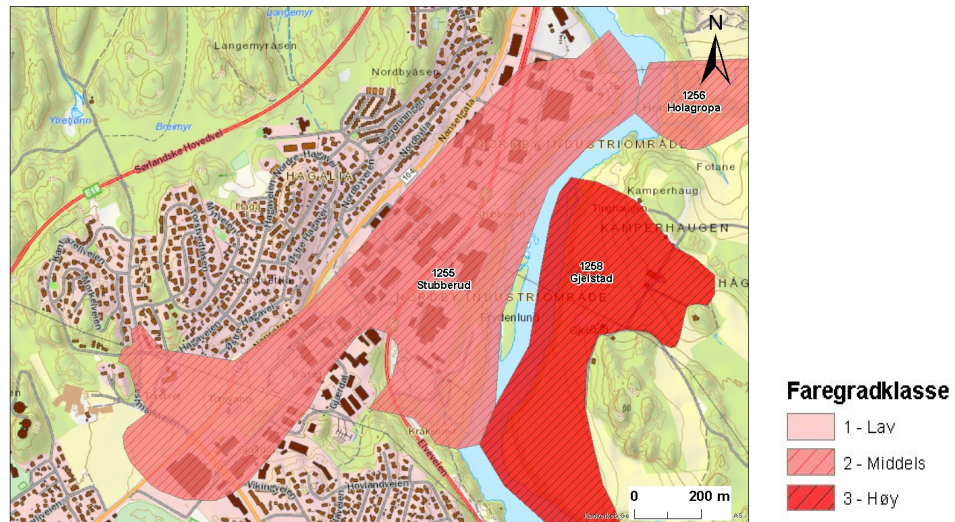
Larvik kommune

**Faregradklasse 2 - Middels**

**Konsekvensklasse 3 - Meget alvorlig**

**Risikoklasse 4 - Høy prioritet**

**Opprettet: 09.12.2005 Beregnet: 17.08.2016**



### Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Geoteknisk soneutredning er utført av NGI på oppdrag fra NVE Region Sør (jfr. referanser). Sonen er sikret langs Lågen i 2016. Sonejusteringer: 2014-12-16: Soneutbredelse endret ved Torstvet/Vestmarkveien i tråd med NGIs T-not 20110045-08-TN, rev1, datert 21. november 2014. 2016-08-17: Soneutbredelsen endret ved Kråkelund ved Lågen i tråd med NGIs Tnot 20110045-17-TN, rev0, datert 4.9.2016. Ny farevurdering utført etter ferdigstilt sikring (NGI-notat 20110045-18-TN).

### Referanser:

- 1.NGI-rapport 83073-1, juni 1988. 2.NGI-rapport 830073-2, mars 1994. 3.Veglaboratoriet-rapport Z-168-A. 4.Grunnteknikk-rapport nr. GT 687 5.NGI-notat, prosjekt 20001502, 5. januar 2001. 6. NGI-rapport 20001008-62, 8. juni 2006. 7. NGI-rapport 20110045-05-R, 23. august 2013. 8. Geostrøm-rapport 584/1, 23. november 2011. 9. NGI-rapport 20110045-6-R, 18. mars 2013 10. Geostrøm-rapport 584/3, 5. juni 2014. 11. Geostrøm-rapport 584/2, 7. februar 2014 (foreløpig). 12. Geostrøm-rapport 1293/R1, 13. april 2015. 13.NGI-notat 20110045-10-TN, 18. desember 2014.

## Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	På kvartærgeologisk kart over Larvik kommune fremkommer det lite skredaktivitet. Noen få rasgroper er nedtegnet.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde,m	Total høydeforskjell innenfor sonen er >80 m (noe øket etter soneutvidelse ved Torsvedt). Bakkenfor elvekanten er skråningene relativt slake, brattkant mot elva er ca. 15-20 m.	Over 30	3	2	6
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Generelt viser de fleste CPTU-sonderinger og triaksialforsøk noe til betydelig overkonsolidering. Enkelte sonderinger på platået bakkenfor skråningskanten mot elva indikerer nær normalkonsoliderte forhold.	1,2 - 1,5	2	2	4
Poretrykk	En rekke poretrykksmålere er installert i forbindelse med soneutredningen. Det er målt poreovertrykk i borpunkter ved skråningsfoten (elvbredden).	10 - 30	2	3	6
Kvikkleiremektighet	Mektighet av kvikkleire er bekreftet større enn H/2 i mange av beregningsprofilene.	> H/2	3	2	6
Sensitivitet	Opptatte prøver har påvist kvikkleire med sensitivitet >100.	Over 100	3	1	3
Erosjon	Utførte sikringsiltak med steinfylling anses å eliminere erosjon langs elva.	Ingen	0	3	0
Inngrep: Forverring Forbedring	Langs elva er det i 2015-2016 bygget sammenhengende sikringstiltak (inntil 15 % forbedring av stabiliteten).Innenfor området kan lokale fyllinger ha noe negativ effekt på stabiliteten.	Noe forbedring	-2	3	-6

**Totalt 20 poeng. 39.2% av maksimum**

**Sist oppdatert av HHe**



## Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	5 boligheter.	Tett, over 5	3	4	12
Næringsbygg	Nordby industriområde. Omkring 10 produksjonshaller, 10 verksteder, 7 forretningsbygg, 4 kontorbygninger, 2 kjøpesentre, bensinstasjon, 5 fabrikk/industribygninger, 12 lagerbygninger, renseanlegg, 2 telebygninger og 3 trafoer.	Over 50	3	3	9
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Riksvei 40, fylkesvei 104 og kommunale veier. Antatt ÅDT.	1001 - 5000	2	2	4
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Et ras i dette området vil kunne skape store skader, og lenger nedstrøms vil flombølge kunne skape store ødeleggelse.	Alvorlig	3	2	6

**Totalt 32 poeng. 71.1% av maksimum**

**Sist oppdatert av TrV**

## Risiko

**Poeng: 2789**

**Prosent av maksimum: 27.9 %**

**Skrevet ut 2016-09-06**

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1255 Stubberud i Larvik. Re-evaluering av kvikkleiresone 1255 Stubberud.		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20110045-18-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> NVE Region Sør	<b>Dato/Date</b> 2016-09-06
<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> Kvikkleiresone, utbredelse, faregrad, konsekvens, risiko		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Vestfold	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Larvik	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Stubberud	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> 1813 III Sandefjord	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 32 Øst: N6548770 Nord: E560769	<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	2016-09-06 Håkon Heyerdahl	2016-09-06 Øyvind Høydal		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 7. september 2016	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Håkon Heyerdahl
---	---------------------------------------	---

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.

