

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Fengselstomta - Stabiliseringstiltak i Nidelva</b>	DOKUMENTKODE	10200316-RIG-NOT-002
EMNE	Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet - Nedre Singsaker	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Studentersamfundet i Trondheim</b>	OPPDRAAGSLEDER	Anders Samstad Gylland
KONTAKTPERSON	Karl Knudsen AS v. Svein Sødahl Kvam	SAKSBEHANDLER	Anders Samstad Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk

## SAMMENDRAG

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. I den sammenheng er det sett på muligheten for å for å revidere utstrekning og klassifisering av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (høy faregrad). Basert på en gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser og skredtekniske vurderinger foreslås det å dele dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker i to, en sørlig og en nordlig del. For den nordlige delen av sonen foreslås dagens klassifisering av skadekonsekvens- og fareklasse videreført. Det er utført en ny skadekonsekvens og faregradsevaluering av den sørlige sonen som konkluderer med meget høy skadekonsekvens, middels faregrad og risikoklasse 5.

*Notatet er revidert etter uavhengig kvalitetssikring utført av Watn Consult datert 06.12.2017.*

## 1 Bakgrunn

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. På grunn av lav stabilitet i skrånninga ned mot Nidelva, og funn av kvikkleire, vil utbygging på denne tomte kreve stabiliserende tiltak.

Sikring av Fengselstomta kan gjøres ved å legge en fylling i Nidelva. Dette tiltaket vil sikre skrånninga ned mot Nidelva samtidig som det sikres mot en skredhendelse på Bakklandet. Motfyllinga vil også sikre deler av dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (høy faregrad).

Stabiliserende tiltak i form av en motfylling vil måtte dimensjoneres etter NVE veileder nr. 7/2014 /1/. En utførlig gjennomgang av regelverk er gitt i rapport 418290-RIG-RAP-002 /2/.

Med bakgrunn i dette er det sett på muligheten for å for å revidere utstrekning og klassifisering av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (høy faregrad).

*Notatet er revidert etter uavhengig kvalitetssikring utført av Watn Consult datert 06.12.2017 /6/.*

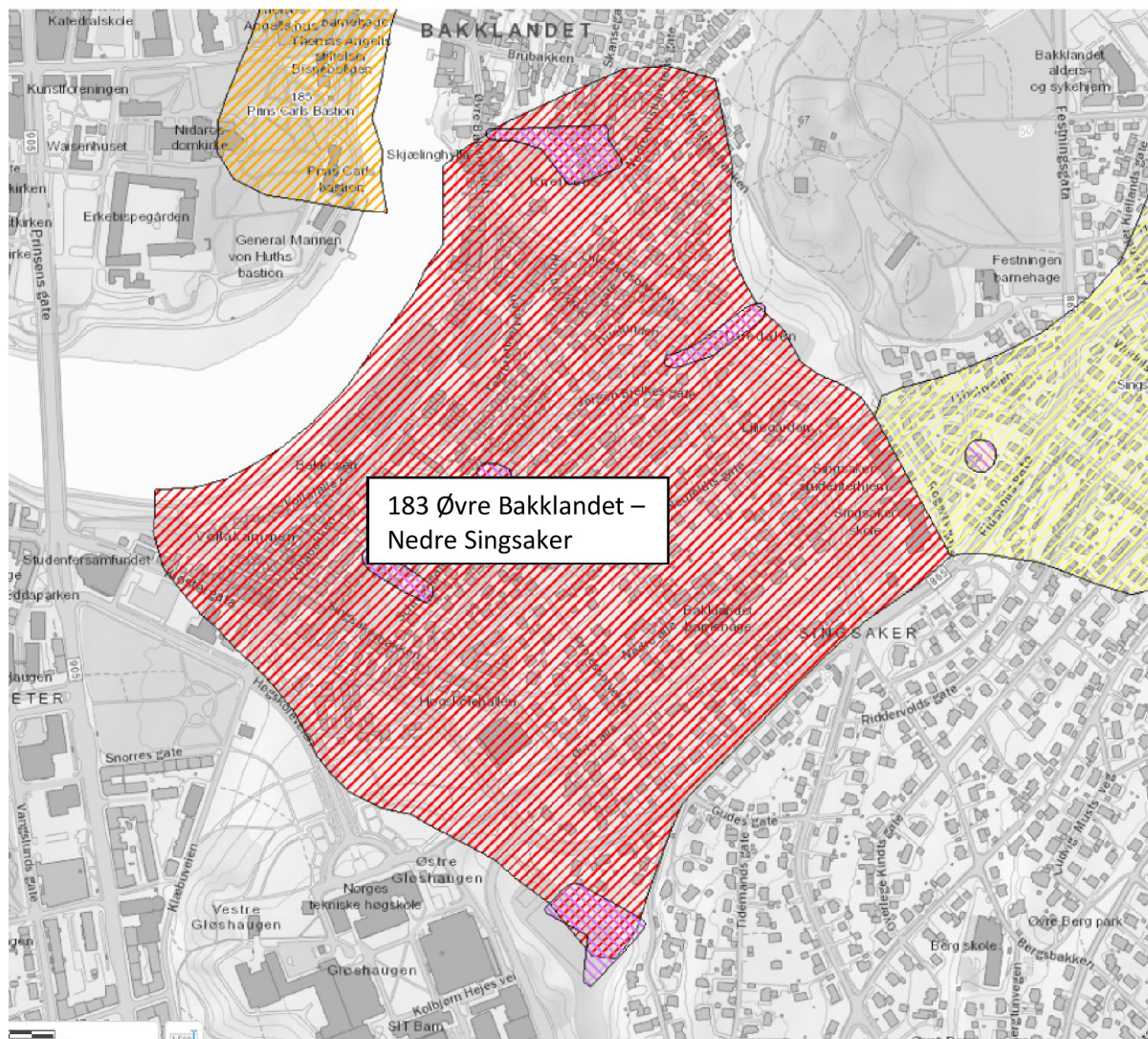
## 2 Dagens kvikkleiresone 183

### 2.1 Sone som registrert i skrednett.no

Utsrekning av dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker er vist i Figur 1.

			<i>Arv</i>	<i>Arv</i>	<i>Arv</i>
02	08.02.2017	Revisjon etter innspill fra uavhengig kontroll	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
01	04.12.2017	Revisjon etter innspill fra uavhengig kontroll	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
00	31.10.2017	Notat til uavhengig kontroll	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Baklandet - Nedre Singsaker



Figur 1 Kvikkleiresone 183 Øvre Baklandet – Nedre Singsaker (skrednett.no)

Dagens faregradsklassifisering er gjengitt i Tabell 1.

Tabell 1 Dagens klassifisering (fra skrednett.no)

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Skredgrop Duedalen 1625. Yttersving for Nidelva og teglverksdrift. Småras i begynnelsen av 1900
Skråningshøyde	2	3	6	Hs=30 m (totalt for hele sonen 40m)
OCR	2	1	2	Antas noe overkonsolidert basert på prøver fra nabosone og terrengbeligghet
Poretrykk	3/-3	0	0	Målte poretrykk viser noe under hydrostatisk poretrykk for alle målere bortsett fra en ved Lillegårdsbakken som viser noe poreovertrykk
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleire lag ned til under Nidelva 3-5 m og bakover over 20 m kvikkleire delt med lag av grov silt
Sensitivitet	1	3	3	St=30-310

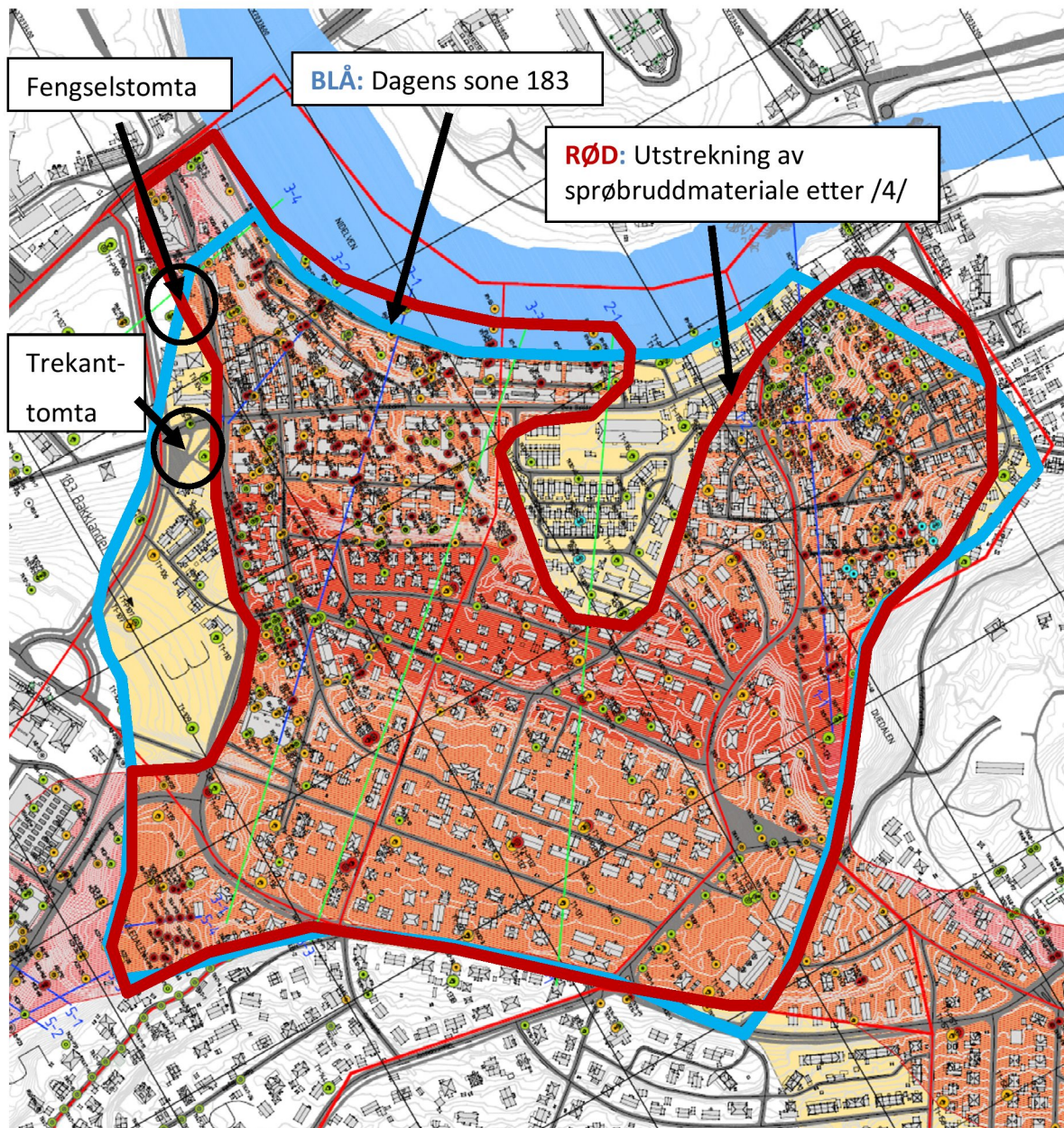
Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Erosjon	3	3	9	Yttersvingen av Nidelva er plastret og «kai» forbygd i øvre del, men det er ikke utført så mye plastring som anbefalt av rådgivende geotekniker av arkitektoniske hensyn. I nedre del er støttemur og plastring i relativt dårlig forfatning. Opplodding av elvebunnen indikerer også at det pågår erosjon.
Inngrep	3/-3	0	0	Kjenner ikke til andre tiltak enn plastring og erosjonsbeskyttelse langs elvebredden. Den vurderes ikke til å ha betydelig forbedring, bare opprettholdelse av dagens situasjon.
<b>Poengverdi</b>			<b>29</b>	<b>Gir faregradsklasse "Høy"</b>

## 2.2 Utbredelse av kvikkleire og mulige skredhendelser

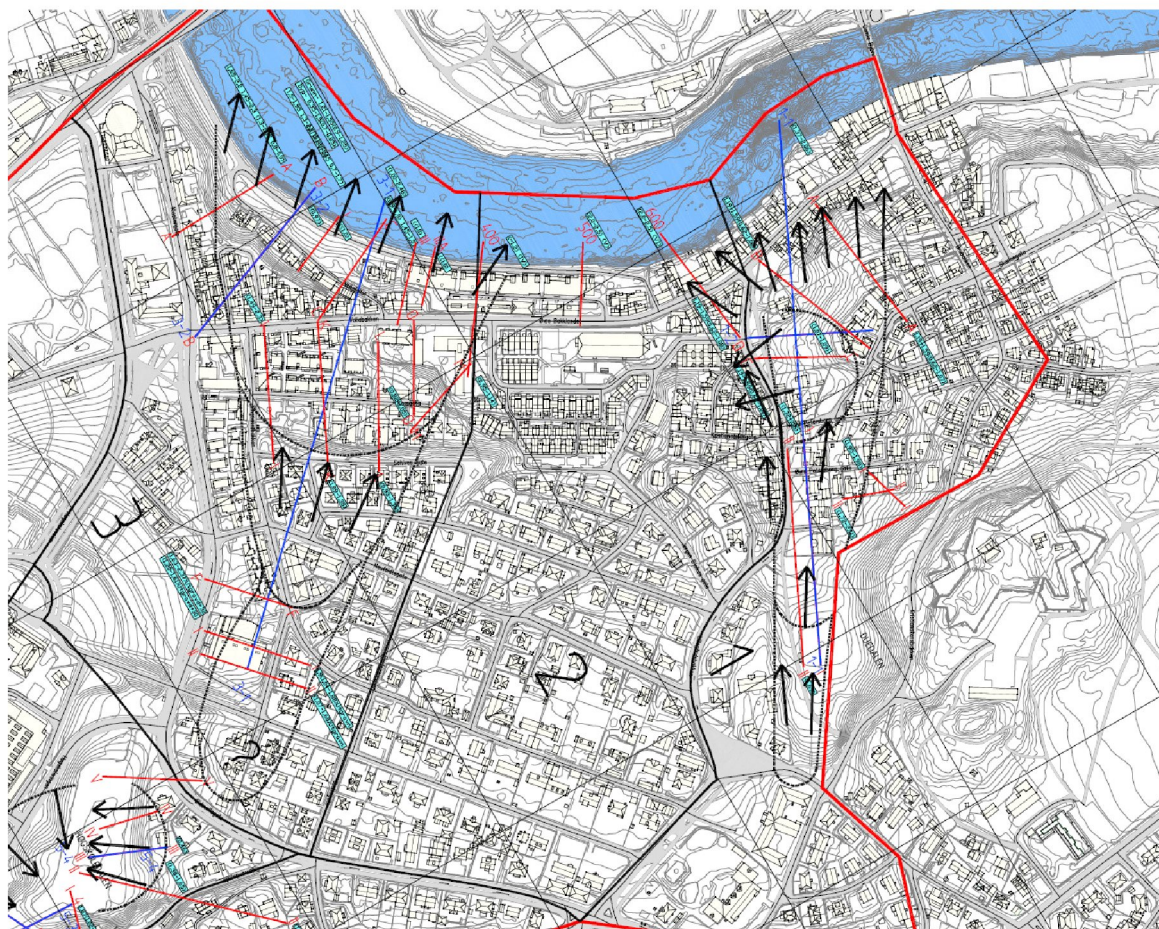
Utbredelse av kvikkleire i og nær sone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker ble undersøkt av Multiconsult på oppdrag av Trondheim Kommune i oppdrag 414871 «Gløshaugen – Bakklandet kvikkleireutredning. Geoteknisk vurdering – forprosjekt» /3/ og oppdrag 415913 «Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde. Hovedprosjekt Trinn 1. Geoteknisk vurdering – prinsipper for videre utredning av områdestabilitet» /4/. Utstrekning av sprøbruddmateriale i og nær sone 183 fra disse undersøkelsene sammen med omriss av dagens sone, er vist i Figur 2. Det observeres noe avvik mellom dagens sone og registrert forekomst av sprøbruddmateriale, spesielt gjelder dette sør for Cristian Frederiks gate. Kvikkleireforekomsten er også tolket noe mer mot vest ved Elgeseter bru. Det bemerkes i utredningen at det er et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale gjennom Gløshaugen som forbinder sone 183 med sone «188 Berg studentby».

I oppdrag 414871 /3/ er det utført en vurdering av antatt skredutvikling langs forventede kritiske profiler i sone 183. Et utsnitt av tegninger er vist i Figur 3. I hovedsak identifiseres det en skredhendelse som involverer området ved Vollabakken/Singsakerbakken sør i sonen, og et område mot nord som involverer skråningen vest for festningen.

På oppdrag av NTNU Campusutvikling har Multiconsult utført stabilitetsberegninger og skredtekniske vurderinger for fengselstomta og trekanttomta (se Figur 3) /2/. For fengselstomta vurderes det at denne ikke direkte kan utelukkes involvert i en skredhendelse sør i sone 183. For trekanttomta er følgende skrevet: «For å vurdere om en skredhendelse ved Nidelva kan utvikle seg retrogressivt bakover til å involvere trekanttomta benyttes metodikk iht. tabell 6.1 i NIFS-rapport 14/2016 (..). Det konkluderes med at et retrogressivt skred kan forplante seg bakover med en helning gitt av  $L/H=15$ . (..) Omtrent ved Vollabakken går linja inn i masser som antas å ikke ha sprøbruddegenskaper. En eventuell retrogressiv skredutvikling vil dermed ikke utvikle seg lengre bakover enn Vollabakken og trekanttomta kan anses som trygg.»



Figur 2 Utstrekning av sprøbruddmateriale. Tilpasset fra figur 415913-RIG-TEG-005 i /4/



Figur 3 Potensielle skredutviklinger i sone 183 (414871 tegning 4 /3/)

### 3 Ny vurdering av kvikkleiresone 183

#### 3.1 Soneavgrensning

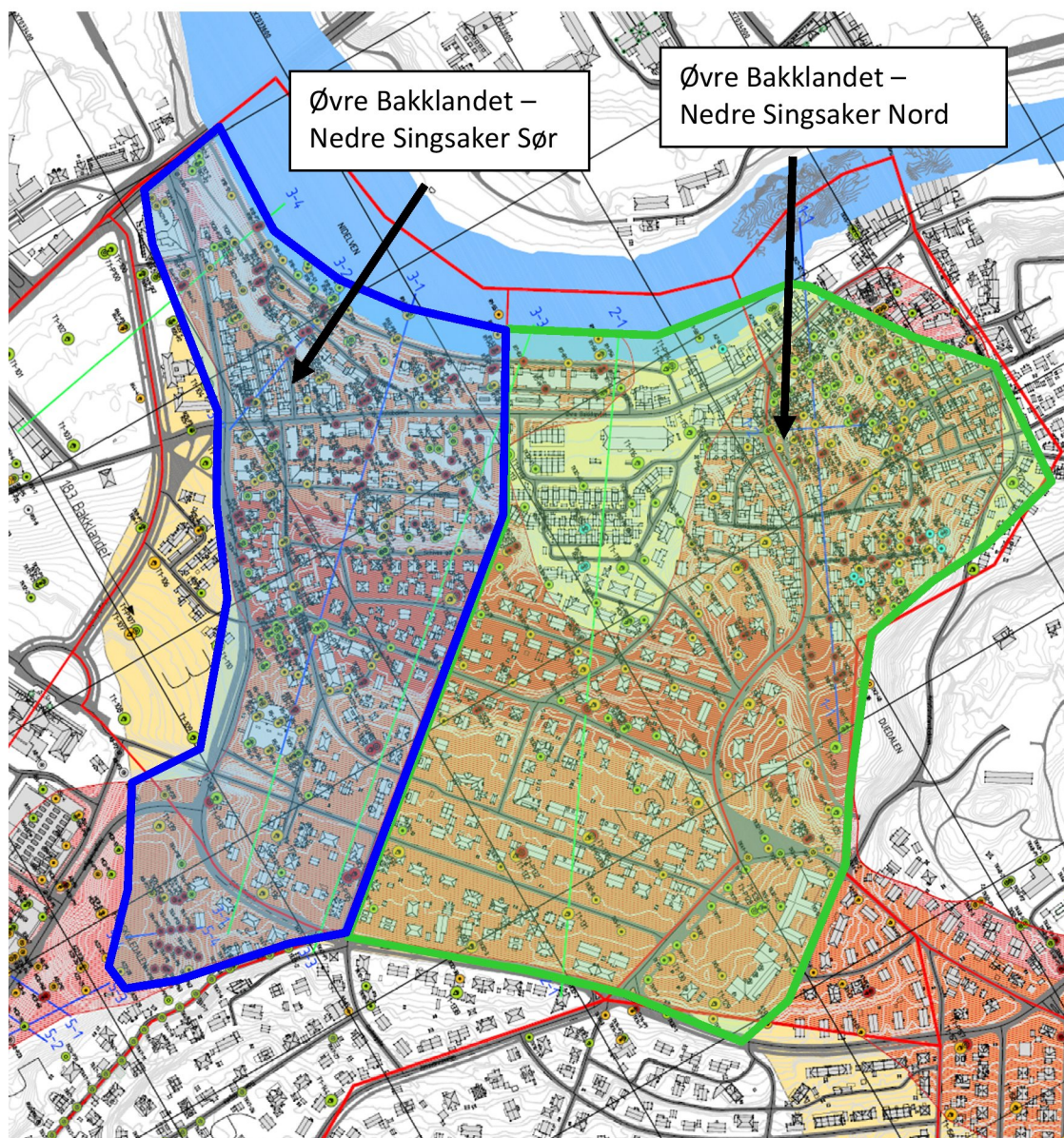
På bakgrunn av tilgjengelig informasjon om forekomst av sprøbruddmateriale, og potensielle skredhendelser, som vist i avsnitt 2.2, foreslås her:

- 1) En deling av sone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker i to soner, nord og sør. Dagens sone 183 er relativt stor i utstrekning og dekker minst to separate skredhendelser og erosjonsforhold i Nidelva. Med bakgrunn i en tanke om å ha en skredhendelse per sone, samt mer presis evaluering av fare, konsekvens og risiko, foreslås en deling av sonen.
- 2) En justering av soneavgrensning for den sørlige sonen basert oppdatert kunnskap om sprøbruddsmaterialets utstrekning i grunnen og omfang av en eventuell skredhendelse.

I vurderingen av soneutstrekning er det valgt å ikke inkludere kvikkleire opp mot Dødens dal og Gløshaugen da dette bør vurderes som en egen sone knyttet til egen skredhendelse.

Soneavgrensning for sone Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør og Nord er gitt i Figur 4. Vurdering av skadekonsekvens, faregradsklasse og risikoklasse for Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør er gitt i avsnitt 3.2. Det er i dette arbeidet ikke utført en oppdatert vurdering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Nord og dagens klassifisering foreslås videreført for denne sonen.

Foreslått navngiving må anses som midlertidig og det bør vurderes nye, kortere navn, ved evt. oppdatering av sonene.



Figur 4 Foreslått soneavgrensing for kvikkleiresoner Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Nord og Sør

### 3.2 Skadekonsekvens og faregradsevaluering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

Skadekonsekvens og faregradsevalueringen er utført i henhold til retningslinjer i NGI-rapport nr. 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 «Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire» /5/.

#### 3.2.1 Skadekonsekvensklasse

Oversikt over vurderingskriterier for skadekonsekvens er gitt i Tabell 2. Vurdering av skadekonsekvensklasse for Øvre Bakklandet – nedre Singsaker Sør er gitt i Tabell 3. Det konkluderes med skadekonsekvensklasse «Meget alvorlig».

Tabell 2 Grunnlag for evaluering av skadekonsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, 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	100-1001	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum poeng</b>		<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>		<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Skadekonsekvensklassene er delt inn i tre klasser:

- Skadekonsekvensklasse mindre alvorlig: Poengverdi fra 0 til 6
- Skadekonsekvensklasse alvorlig: Poengverdi 7 til 22
- Skadekonsekvensklasse meget alvorlig: Poengverdi 23 til 45

Tabell 3 Skadekonsekvensevaluering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tettbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	3	9	Diverse industri og skoler
Annen bebyggelse, verdi	1	3	3	Diverse verneverdige bygg
Vei, ÅDT	2	2	4	Kommunale veier
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Distribusjonsnett
Oppdemning/flom	2	3	6	Hvis det skjer et stort skred vil Nidelva bli oppdemt
<b>Poengverdi</b>			<b>35</b>	<b>Gir skadekonsekvensklasse "Meget alvorlig"</b>

### 3.2.2 Faregradsklasse

Vurderingskriterier for faregradsklasse er gitt i Tabell 4 og vurdering av sone Øvre Bakklandet – nedre Singsaker Sør er gitt i Tabell 5. Det konkluderes med faregradsklasse «middels».

Tabell 4 Grunnlag for evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. 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	+3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	-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/ glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	-3	Stor	Noe	Liten	
<b>Sum poeng</b>		<b>51</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>		<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner:

- Faregradsklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradsklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradsklasse høy: Poengverdi 26 til 51

Tabell 5 Faregradsevaluering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Historiske skred i Bakklandet-område
Skråningshøyde	2	2	4	20-30 m
OCR	2	2	4	Noe overkonsolidert på bakgrunn av utførte ødometer- og trykkforsøk
Poretrykk	3/-3	0	0	Noe poreundertrykk under fengselstomta, men antas hydrostatisk generelt
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Beregninger viser rundt eller under H/4. Antar konservativt score 2
Sensitivitet	1	3	3	St=43-280



Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet - Nedre Singsaker

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Erosjon	3	2	6	Yttersvingen av Nidelva er plastret i bunn av foreslått sone. Antas konservativt noe erosjon.
Inngrep	3/-3	1	-3	Motfylling som er lagt i foten av skråningen på 60-tallet har bidratt til liten forbedring av stabiliteten (5%)
<b>Poengverdi</b>			<b>21</b>	<b>Gir faregradsklasse "Middels"</b>

### 3.2.3 Risikoklasse

Risikoklasse for Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

- Sonen klassifiseres i risikoklasse 5 (tallverdi  $(100 \cdot 35/45 \cdot 100 \cdot 21/51) = 3203$ )

## 4 Konklusjon

Basert på en gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser og skredtekniske vurderinger foreslås det å dele dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker i to, en sørlig og en nordlig del. For den nordlige delen av sonen foreslås dagens klassifisering av skadekonsekvens- og fareklasse videreført. Det er utført en ny skadekonsekvens og faregradsevaluering av den sørlige sonen som konkluderer med meget høy skadekonsekvens, middels faregrad og risikoklasse 5.

**Referanser**

- /1/ NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 7/2014.
- /2/ Multiconsult (2017) NTNU Campusutvikling. Geoteknisk vurderingsrapport, fengselstomta og trekanttomta. 418290-RIG-RAP-002 rev 02 datert 13-02-2017.
- /3/ Multiconsult (2011) Gløshaugen – Bakklandet kvikkleireutredning. Geoteknisk vurdering – forprosjekt. 414871 – 001. datert 14.10.2011
- /4/ Multiconsult (2014) Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde. Hovedprosjekt Trinn 1. Geoteknisk vurdering – prinsipper for videre utredning av områdestabilitet. 415913-RIG-RAP-002\_rev00 datert 07.04.2014
- /5/ NGI (2008) Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008
- /6/ Watn Consult (2017) Samfunnet-Fengselstomta. Notat 1062 datert 06.12.2017