

# Notat

Oppdragsnavn **Vurdering sikringstiltak i kvikkleiresone 51 Bugta**  
Prosjekt nr. **1350051690-002**  
Kunde **NVE Region Sør**  
Notat nr. **G-NOT-001**  
Versjon **01**  
Til **Eirik Traae**  
Fra **Ernst Pytten**  
Kopi

Utført av **Ernst Pytten**  
Kontrollert av **Lise Storvann**  
Godkjent av **Ernst Pytten**

Dato 05.07.2023

## Vurdering sikringsbehov og revurdering av kvikkleiresone 51 Bugta

### 1 Innledning

Rambøll har fått i oppdrag å gjøre en vurdering av behov for sikringstiltak og en revurdering av kvikkleiresone 51 Bugta ved Lensmannsdalen i Skien kommune.

Lensmannsdalen er en ravinedal på vestsiden av Skienselva. Det er kartlagt to kvikkleiresoner på henholdsvis nord og sørsiden av ravinedalen. Dette notatet omhandler kvikkleiresone 51 Bugta på nordsiden av ravinedalen.

Kvikkleiresonen 51 Bugta er tidligere vurdert og meldt inn av NGI i 2003.

I tillegg til vurdering av sikringsbehov omfatter oppdraget også en revurdering av faresonen i etterkant av utførte grunnundersøkelser. Revurderingen begrenser seg til vurdering av om faregrad og utbredelse av løsnemrådet bør endres etter befaring, og utførte grunnundersøkelser i området ved Lensmannsdalen.

Følgende dokumenter er benyttet som grunnlag for vurderingene:

1. Rambøll Norge AS, Datarapport Lensmannsdalen grunnundersøkelser, 21.10.2022
2. SCC Scandiaconsult, NVE Region Sør, Skienselva i Skien og Porsgrunn, Datarapport grunnundersøkelser, rapport nr. 620207A, 04.10.2002
3. NVE, Tiltak i vassdrag, 10061 – Kvikkleireskred i Skienselva, Detaljplan: Sikringstiltak i Lensmannsdalen, saksnr.: 200404390, 18.05.2005
4. NGI, Stabilitet Søndre Lensmannsvei nr. 46 – 50, 01.12.2005
5. Statens vegvesen, Grunnundersøkelser Rv. 36 g/s-veg Rabben – Tuftekrysset, 24.04.2018
6. Grunnteknikk, Skien, Kjellemoen eneboligfelt, Grunnundersøkelser, 04.04.2022
7. Grunnteknikk, Skien, Kjellemoen eneboligfelt, Områdestabilitet, 02.08.2022
8. Grunnteknikk, Skien, Kjellemoen eneboligfelt, Stabilitetsberegninger, 03.08.2022

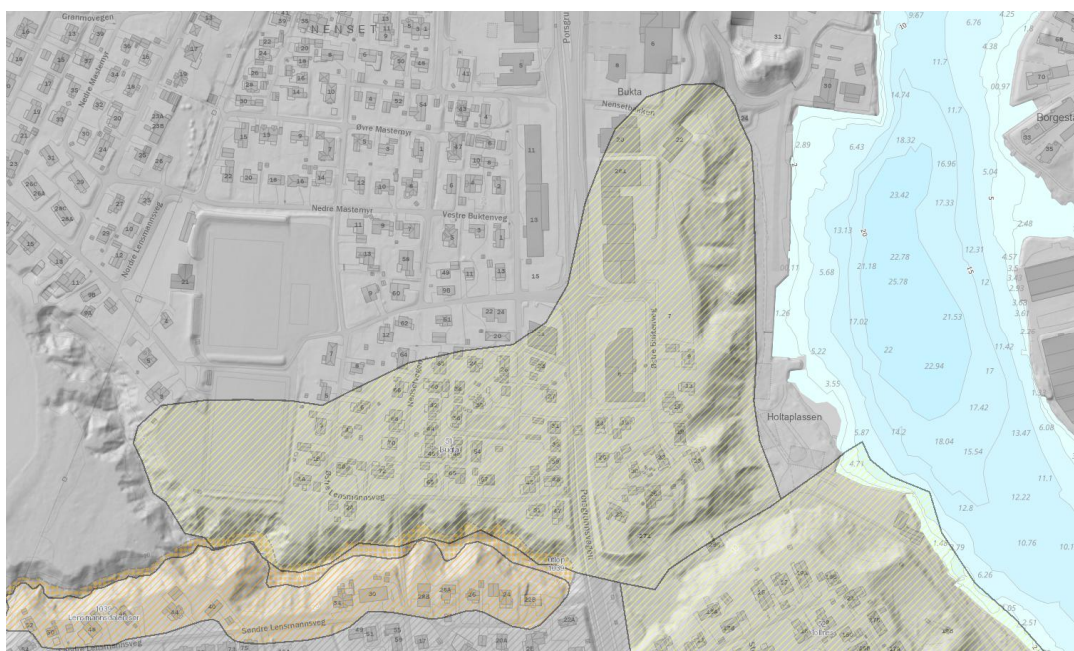
Rambøll  
Vestre Strandgate 67  
4612 Kristiansand  
(Quadrum, 4. etg.)

T +47 99 42 81 00  
F +47 38 12 81 01  
<https://no.ramboll.com>

## 2 Topografi og grunnforhold

Kvikkleiresone 51 Bugta ligger på vestsiden av Skienselva. Terrenget heller svakt fra ca. kote 23,5 i vest til ca. kote + 17,5 mot øst i toppen av skråningen mot elva. Ned mot elva heller terrenget bratt. Mot sør er faresonen avgrenset av en ravinedal (Lensmannsdalen). Lensmannsdalen går fra Skienselva mot vest, hvor den deler seg i to ravinedaler etter ca. 700 m. Det er tidligere utført tiltak i ravinedalen. Porsgrunnsveien og en gang- og sykkelvei krysser ravinedalen på fyllinger. Bekken i ravinedalen ligger i rør på deler av strekningen.

I Skienselva utenfor kvikkleiresonen viser sjøbunnsdata at elva har lokalt en dybde på inntil ca. 26 meter i dette området. Figur 1 nedenfor viser kvikkleiresonen og vanddybde i elva i området.



**Figur 1 viser dagens kvikkleiresone 51 Bugta, ravinedal og målte vanddybder i Skienselva (NVE atlas)**

Løsmassene i området består ifølge kvartærgeologiske kart fra NGU i hovedsak av hav- og fjordavsetninger og elveavsetninger.



**Figur 2 viser kvartærgeologisk kart over området (NGU)**

Prøveserie tatt ved borhull 30 vurderes å være representativ for løsmassene på nordsiden av Lensmannsdalen.

Løsmassene består av et ca. 2 meters tykt lag med sand og siltig sand, over masser av silt og leire ned til ca. 10 meters dybde. Løsmassene i laget fra 2 til 10 meter er svært lagdelt med varierende sjikt av sand, silt og leire. Tilsvarende lag er påtruffet i alle borpunktene på denne siden av ravinedalen (punkt 30,31 og 32). Massene betegnes som bløte til middels faste og har lav til middels skjærfasthet. Vanninnholdet varierer mellom ca. 25 og 30%. Alle prøvene i dette laget viser sprøbruddsegenskaper og har høy sensitivitet.

Fra ca. 10 meters dybde øker boremotstanden, og det antas at løsmassene i dette laget ned til 22,5 meters dybde består av sand og silt. Det er ikke påtruffet berg i noen av borhullene.

Det er installert en poretrykksmåler ved borpunkt 13. I dette punktet viser måleren i perioden 07.09.2022 til 15.09.2022 et poretrykk i 11 meters dybde tilsvarende en grunnvannstand på ca. kt. +8,0. Måleren viser at poretrykket er lavt, og antatt grunnvannstand ligger dypt i skråningen. I henhold til grunnundersøkelser utført av Grunnteknikk er spissen tørr for poretrykksmåler ved borhull 4. Spissen til poretrykksmåleren er på kote +11,6. Det antas tilsvarende poretrykk for skråningen mot nord, og antatt poretrykk er vist i figur 3. Det må forventes at poretrykket vil variere avhengig av nedbør og årstider.

### 3 Erosjon

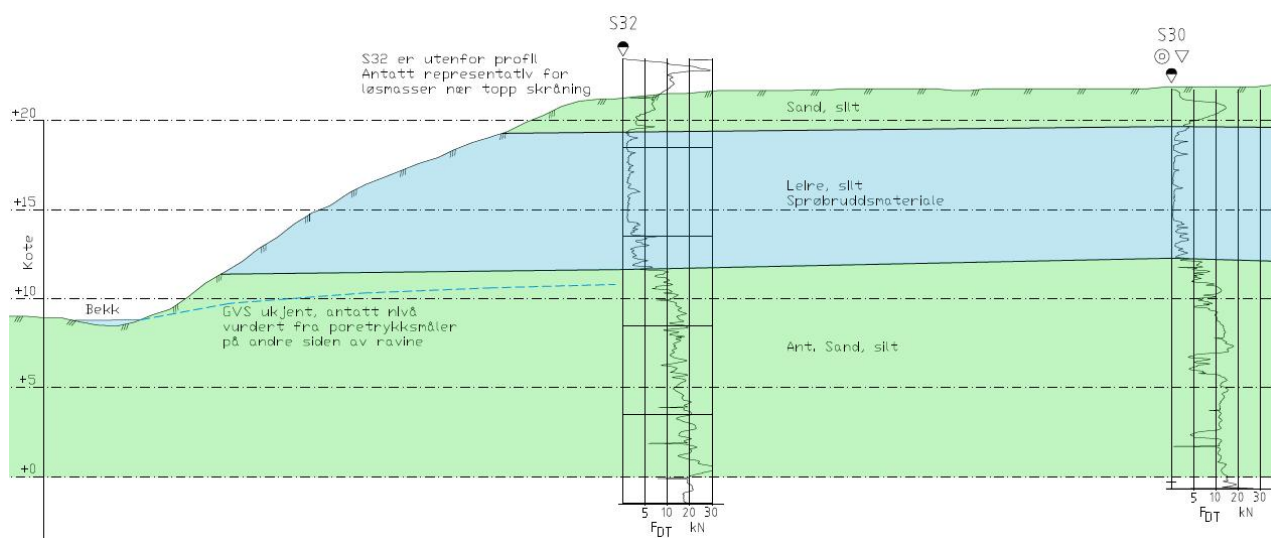
Det ble utført befaring på stedet 15.06.2022. Det ble registrert sig i skråningene, og en del erosjon i bunnen av ravinen. Under befaringen ble det registrert steder med noe og kraftig erosjon. Det ble ikke gjennomført en fullstendig erosjonsbefaring i ravinen. Ravinen fra punktet hvor den deler seg og nordover ble ikke befart.

28.04.2022 var Grunnteknikk på befaring i Lensmannsdalen. Ifølge /7/ ble det registrert pågående erosjon langs store deler av bekken. I tillegg til flere gamle skredgroper ble det registrert en del nyere skred. Skredgropene er generelt lokalisert i nedre del av skråningen hvor laget med sprøbruddsmateriale ligger. Grunnteknikk har vurdert erosjonen for kvikkleiresone 1039 Lensmannsdalen som kraftig i henhold til kriterier angitt i NVEs eksternrapport 09/2020.

NVE har tidligere utarbeidet en plan for sikringstiltak i Lensmannsdalen /3/. Det er beskrevet at det foregår erosjon langs bekken i bunnen av dalen, og at det enkelte steder er tegn til ferske skred. Det er også registrert bunnsenkning av bekken.

### 4 Vurdering av stabilitet

Skråningen ned mot bekken har en helning på ca. 1:2 med lagdeling som vist i figur 3. Grunnvannstanden og poretrykket i skråningen antas å være lavt, tilsvarende måler ved borhull 13 på andre siden av ravinen. Det er tydelige tegn til erosjon i ravinen, og det antas at bekken kan erodere i skråningsfoten i perioder med mye nedbør og flom. Løsmassene i skråningen inneholder mye silt, og antas å være lett eroderbare.



Figur 3 viser profil A-A i skråning ned mot bekk i faresoner 51 Bugta. Vedlegg 1 viser plassering av profil.

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for skråningen. I skråningen på sørsiden av ravinedalen, i kvikkleiresone 1039 Lensmannsdalen, har Grunnteknikk utført stabilitetsberegninger /7/ og /8/ som viser at stabiliteten for dagens situasjon er lav. Vi vurderer ut fra dette at stabiliteten til skråningen mot nord er tilsvarende lav. Skråningen antas å ha sikkerhetsfaktor i størrelsesorden rundt 1,0, det vil si at skråningen er i likevekt. Ved fremtidig erosjon i bunnen av skråningen må det forventes nye skred.

## 5 Revurdering av faresone

Området ligger i kvikkleiresone 51 Bugta, som tidligere er klassifisert å ha faregrad «Lav» og konsekvens «Meget alvorlig». For tidligere faregradsvurdering se vedlagt faktaark i vedlegg 2.

Da det er utført supplerende grunnundersøkelser i kvikkleiresonen ved Lensmannsdalen, gjøres det en revurdering av faregrad for skråningen som avgrenses i bunnen av ravinedalen.

### 5.1 Revurdering av faregrad

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse/ vurdering	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Flere skredgroper i ravinedalen	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Høydeforskjell til skråningen i ravinedalen er mindre enn 15m	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga. terrengsenkning	Antatt ingen terrengavlastning, lav OCR	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Målt poretrykk er lavt. Antatt grunnvannstand 0 – 2 meter under kritisk glidesirkel	-(0 – 20)	-1	3	-3
Kvikkleiremektighet	Påvist sprøbruddsmateriale fra 3 til 9 meters dybde i punkt S30.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Laboratorieundersøkelser viser sensitivitet på over 100 for hele laget	>100	3	1	3

Erosjon	Vurdering av erosjon baserer seg på tidligere vurderinger, se kapittel 3	Noe	2	3	6
Inngrep	Bekken er stedvis lagt i rør og det er lagt ut fylling i bunnen i deler av ravinen. Vurdert til Ingen forbedring da tiltakene antas å ikke øke stabiliteten til mest kritisk profil	Ingen	0	3	0
Total poengsum					20
Faregrad					Middels

For skråning mot Ravinedalen vurderes faregraden å være høyere enn det som er angitt for eksisterende kvikkleiresone.

Endringer fra opprinnelig fareberegning er følgende:

- Skråningshøyde er lavere for ravinedal enn for skråning mot elv. Dette gir lavere score enn opprinnelig fareberegning. Endring fra 2 til 0 poeng
- Poretrykk er vurdert å gi høyere score for skråning mot ravinedal enn mot Skienselva. Poretrykksmåler er plassert nærmere skråningskant enn 1,5xH. Vanligvis er det mer poreundertrykk ved skråningskant enn lengre bak. Poretrykket som skal legges til grunn for score i fareberegningen, kan derfor være høyere enn det som er målt. Poretrykksmålingene er gjort over en kort periode. Det må forventes at poretrykket kan være høyere enn det som er målt på grunn av naturlige variasjoner gjennom året. Vi velger derfor å anta et poretrykk tilsvarende 0 - 20 kPa under antatt kritisk glideflate. Endring fra -9 poeng til -3 poeng
- Kvikkleiremektigheten er større mot ravinedal, og er mer enn 50% av skråningshøyden. Endring fra 4 til 6 poeng
- Det er generelt vurdert å være noe erosjon i ravinedalen, med enkelte punkter med kraftig erosjon. Det er tidligere vurdert ingen erosjon mot Skienselva. Endring fra 0 til 6 poeng

**Sannsynligheten for skred vurderes å være større mot ravinedalen (Lensmannsdalen) enn mot Skienselva, og faregrad anbefales økt til middels faregrad.**

Det er noe usikkerhet til vurderingen i forhold til poretrykk og erosjon.

Det er ikke installert poretrykksmålere i skråningen, og poretrykket som er lagt til grunn for vurdering av faregrad er antatt ut fra målinger på andre siden av ravinedalen. For å verifisere poretrykket kan det installeres poretrykksmålere i området ved antatt kritisk profil. Dersom dette planlegges utført, er det viktig å installere spissen dypt nok da grunnvannstanden antas å ligge lavt.

Erosjonen er vurdert ut fra befaring av deler av ravinedalen og tidligere vurderinger. Det er ikke utført erosjonsbefaring fra punktet der ravinen deler seg og nordover. For å verifisere erosjonsforholdene bør det utføres en erosjonsbefaring i denne delen av ravinedalen.

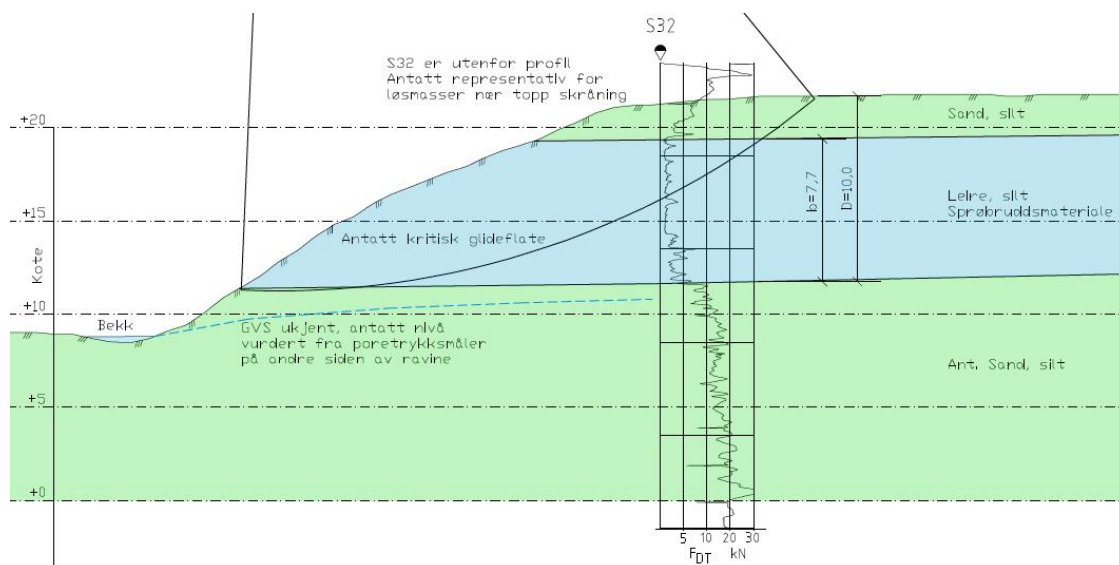
## 5.2 Vurdering av skredmekanisme

Skredmekanisme vurderes i henhold til figur 4.3 i NVEs veileder 01/2019.



**Figur 4 Flytskjema for vurdering av skredmekanisme (NVE veileder 01/2019)**

- Viser grunnundersøkelsene sprøbruddmateriale?  
Prøveserie ved borhull 30 viser sprøbruddmateriale med omrørt skjærstyrke mindre enn 1,27 kPa fra 3 til 9 meters dybde
- Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?  
Omrørt skjærstyrke er lavere enn 0,69 kPa i alle dybder mellom 3 og 9 meter under terreng
- Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate  
Det er ikke utført stabilitetsberegninger. Kritisk glideflate antas å følge bunnen av laget med sprøbruddmateriale som vist i figur 5.



**Figur 5 viser andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate**

$b/D = 77\% \Rightarrow$  Retrogressivt skred

Det ligger flere gang- og sykkelveier og trafikkert veg (Porsgrunnsveien) på tvers av ravinedalen. Disse fyllingene gjør at skredmassene blir liggende i ravinedalen, og at rotasjonsskred kan være en aktuell

skredmekanisme for skråningen. Grunnundersøkelsene viser et sammenhengende lag med sprøbruddsmateriale, og det er vanskelig å vurdere om fyllingene vil hindre en større skredutvikling. Vi vurderer retrogressivt skred som mest sannsynlig skredmekanisme, og at dagens utbredelse av løснеområdet beholdes. I den nordlige ravinen som går forbi idrettsanlegget, bør kvikkleiresonen utvides da det ikke er noen naturlige avgrensninger som tilsier at sonens skal avgrenses der den er idag. Skråningshøyden over 5 meter videre oppover ravinedalen, og det antas tilsvarende grunnforhold som i skråningen i dagens kvikkleiresone.

Økning av faregrad fra lav til middels vurderes som riktig for området som ligger inntil 15 x skråningshøyden fra Lensmannsdalen. For nordre del av faresonen, hvor kritisk skråning er ned mot Skienselva, vurderes faregrad fortsatt å være lav. Da det er vanskelig å dele opp faresonen er det satt faregrad middels for hele sonen.

## 6 Vurdering av behov for sikringstiltak

I området nord for Lensmannsdalen, i løснеområdet til faresone 51 Bugta, ligger et boligfelt med tett bebyggelse og idrettsanlegg. Konsekvensgraden til faresonen er vurdert til «Meget alvorlig».

Det er ikke utført stabilitetsberegninger i skråningen, men utfra terrenghelning og grunnforhold på stedet vurderes stabiliteten til skråningen å være lav. Det er også registrert flere skredgroper og erosjon i skråningen. I notat fra Grunnteknikk /7/ og /8/ er det anbefalt sikringstiltak for faresone 1039 Lensmannsdalen, som danner den sørlige skråningen til ravinedalen, med avlastning og motfylling.

NVE har tidligere utarbeidet en detaljplan for sikringstiltak i Lensmannsdalen /3/. De anbefalte tiltakene går i hovedsak ut på å heve bunnen av ravinedalen med en steinfylling, og legge om bekken i steinfyllingen for å hindre fremtidig erosjon.

Det er tydelige tegn til skredaktivitet og erosjon i ravinedalen. Grunnundersøkelsene på terrenget like nord for Lensmannsdalen, viser et gjennomgående lag med sprøbruddsmateriale i dreietrykksonderingene som ble utført i faresonen på denne siden. Laget med sprøbruddsmateriale ser ifølge grunnundersøkelsene ut til å være ca. 6 - 8 meter tykt, og ligger ca. 2 - 3 meter over bunnen av ravinedalen. Massene inneholder mye silt, noe som gjør dem utsatt for erosjon i perioder med mye nedbør og stor vannføring i bekken.

Erosjon og nye skred i skråningen mot nord vil kunne utløse et større skred, og det anbefales derfor utført tiltak i Lensmannsdalen for å øke sikkerheten i området. Det mest aktuelle tiltaket er som tidligere anbefalt å legge en fylling for å heve bunnen av ravinedalen. Bekken i bunnen av ravinen, og eventuelt andre utløpspunkter, ledninger eller rør som kommer ut i ravinen bør erosjonssikres. Skråningen er stedvis bratt, og det bør derfor også vurderes om det er mulig å slake ut denne.

Notatet til Grunnteknikk for faresone 1039 Lensmannsdalen /7/ anbefaler også utført sikringstiltak i ravinedalen med avslaking og motfylling. Hele Lensmannsdalen bør ses på under ett, og sikres som ett prosjekt.

Tiltak med omlegging og erosjonssikring av bekk og utlegging av motfyllinger i bunnen av ravinen, vil kreve omfattende anleggsarbeider. Det må lages en plan for gjennomføring hvor tilgang til ravinen for massetransport må vurderes, uten at dette påvirker stabiliteten negativt i midlertidige faser. Anleggsarbeidene og selve sikringstiltakene vil medføre omfattende inngrep i ravinedalen. Det må vurderes hvordan natur og miljø kan ivaretas på en mest mulig skånsom måte under utførelsen og i ferdig situasjon. Det må gjennomføres en kartlegging av naturmangfold av fagkyndig person før oppstart av anleggsarbeidene.

## 7 Kvalitetssikring

NVEs veileder 01/2019 krever uavhengig kvalitetssikring i forbindelse med utredning av faresoner. Det er ikke utført uavhengig kvalitetssikring i forbindelse med revurdering av faresonen.

## 8 Oppsummering

Skråningen på nordsiden av Lensmannsdalen, i faresone 51 Bugta, antas å ha lav stabilitet. Det er registrert flere eldre skred og erosjon i ravinedalen, og det må forventes ytterligere erosjon og utglidninger fremover. Grunnundersøkelsene viser et gjennomgående 6-8 meter tykt lag med sprøbruddsmateriale i kvikkleiresonen ut mot skråningen ned mot Lensmannsdalen. Bunnen av dette laget ligger litt over bunnen av ravinedalen.

Etter revurdering av faregrad til kvikkleiresonen, anbefales denne økt til «Middels faregrad». Kvikkleiresonen bør utvides langs den nordlige ravinedalen.

Da stabiliteten til skråningen vurderes å være lav, og at det må forventes fremtidig erosjon i ravinedalen, anbefales det utført sikringstiltak for å øke stabiliteten. De mest aktuelle stabiliserende tiltakene er avslakning av skråningene og motfylling i bunnen av ravinedalen. I tillegg må bekken erosjonssikres.



# **VEDLEGG 1**

## **PLAN REVIDERT KVIKKLEIRESONE**

Confidential



- PROFIL I HØYESTE DEL AV RAVINE, ANT. MEST KRITISK
- DREIETRYKKSONDERING 32 ER FLYTTET OG VIST I PROFIL
- UTBREDELSE REVIDERT FARESONE 15xH FRA BUNNEN AV RAVINEDALEN

### LENSMANNSDALEN

REVURDERING KVIKKLEIRESONE 51 BUGTA  
MÅLESTOKK A3 1:1500

Rapport nr.	Figur nr.
Tegner ERPYP	Dato: 4.7.23
Kontrollert SERE	
Godkjent ERPYP	

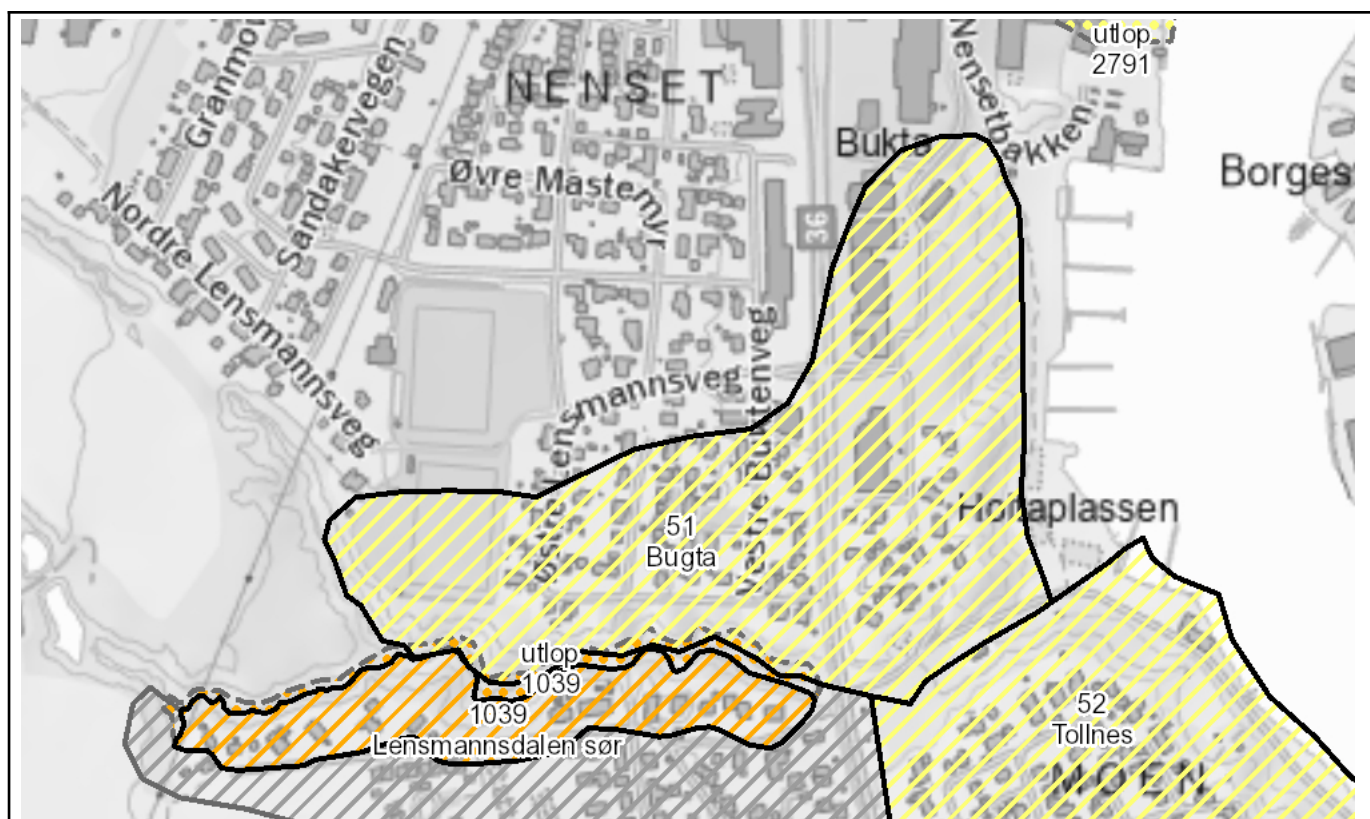
# **VEDLEGG 2**

## **OPPRINNELIG FAREGRADSVURDERING**

Confidential

## Kvikkleiresone 51: Bugta - Kommune: Skien

Faregradklasse	Lav
Konsekvensklasse	Meget alvorlig
Risikoklasse	2
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor > 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	22.8.2001
Sist oppdatert	8.8.2018
Sist oppdatert av	NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT (NVE)



### Bemerkninger

Soneutredning i 2003 har gitt grunnlag for å redusere sonens utstrekning. Underkant av leirlaget ligger høyere enn vannivået i elva. Eventuell erosjon fra Skienselva vil således ikke påvirke stabilitetsforholdene. Faregraden er nedjustert fra middels til lav. Stabilitetsberegninger viser at sikkerheten mot større skred, med dagens topografi og terrengbelastning, er god. Det påpekes imidlertid at inngrep (terreng-/belastningsendringer) kan medføre stabilitetsforverring og derved økt fare for skred.

### Referanser

1. NGI-rapport 20011544-1 Skienselven. Risiko for kvikkleireskred. Grunnundersøkelser,

**Referanser**

stabilitetsanalyser og forslag til sikringstiltak, 14.2.2003

**Fareberegning**

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Flere gamle skredgroper. Ingen skred siste 100år.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	15-20 m. Sonen går ikke frem til elvebredden.	15-20	1	2	2
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Antar ingen terrengavlastning. Grunnen består av lagdelt leire silt og sand	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Målinger viser meget lave poretrykk på de øverste 15 m.	<-50	-3	3	-9
Kvikkleiremektighet	Boringer indikerer sensitive masser til dybde 12-13 m. Mektighet 4-6 m	H/4-H/2	2	2	4
Sensitivitet	Lab. undersøk. viser rel. lave sensitiviteter <20	<20	0	1	0
Erosjon	Sonen går ikke ned til elvebredden	Ingen	0	3	0
Inngrep	Ingen inngrep registrert.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					5
Prosent av maks					9.80
Sist oppdatert	26.6.2018				

**Konsekvensberegning**

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	>50 boligenheter, tett bebyggelse	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Næringsbygg, forretninger, kontorer, service. Anslagsvis 50-100 personer	>50	3	3	9
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	Riksvei 354	>5000	3	2	6
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Distribusjonsnett	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Rasmasser vil neppe kunne demme elven. Faren for flom på grunn av oppdemming anses å være ubetydelig.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					28
Prosent av maks					62.22

## Konsekvensberegning

Sist oppdatert

26.6.2018

--	--	--	--	--