

# VERIFIKASJONSRAPPORT

## UTFØRT 3. PARTS KONTROLL

### UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Verifikasjonsrapport 1350050925 nr. 01 rev.00 dat. 07.01.2022

#### NØKKELINFORMASJON:

##### OPPDRAGET

OPPDRAGSGIVER:	Arendal kommune
PROSJEKT NAVN/NR:	Rore-Lindtveit
PLANSTATUS:	Identifikasjon og avgrensning av aktsomhetsområde
KOMMUNE/SONE NR./NAVN:	Arendal kommune

##### KONTROLLØR

RAMBØLL OPPDRAGSNR.:	1350050925
RAMBØLL OPPDRAGSLEDER:	Jonas Enga
RAMBØLL SAKSBEHANDLER:	Jonas Enga
DATO UTFØRT KONTROLL:	01.07.2022
DATO UTFØRT REV. KONTROLL:	-

##### PROSJEKTERENDE

KONTROLLERT FIRMA:	Dagfinn Skaar AS
OPPDRAK NR./NAVN:	21096/21077
SAKSBEHANDLER:	Morten Tveit

##### DOKUMENT(ER) SOM INNGÅR I UTFØRT KONTROLL

DOKUMENT NR./DATO:	DOKUMENT TITTEL:	DATO MOTTATT:	UTARBEIDET AV:
G-rap-001	Rore-Lindtveit Kvikkleireutredning Nidelva	01.04.2022	Morten Tveit
G-not-002	Hovedvannledning Rore-Lindtveit	01.04.2022	Morten Tveit

## VERIFIKASJONSRAPPORT UTFØRT 3. PARTS KONTROLL UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

### BESKRIVELSE AV/BAKGRUNN FOR KONTROLLERT PROSJEKT

Rambøll utfører på oppdrag for Arendal kommune uavhengig kvalitetssikring av Dagfinn Skaar AS sitt oppdrag *Hovedvannledning Rore-Lindtveit*, i Arendal kommune. Prosjektet omfatter planlegging av ny hovedvannledning fra Rore til Lindtveit i Grimstad og Arendal kommune.

Det er utført grunnundersøkelser langs planlagt trasé og det er påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i flere punkter der traséen krysser Nidelva. Det er anbefalt å opprette en ny kvikkleiresone.

Den uavhengige kvalitetssikringen (3. partskontroll) er utført etter krav i NVEs retningslinjer 1/2019

## RESULTAT AV KONTROLL

Sammendrag fra sjekkliste i verifikasjonsrapport 1350050925 dat. 28.06.2022

### Supplerende vurderinger/sammendrag

Overordnede vurderinger for hele strekningen er gjort i G-not-002, der områdestabilitet for hoveddelen av strekningen er svart ut basert på terrengkriterier og grunnundersøkelser. G-rap-001 gjelder utredning av områdestabilitet ihht. NVE 1/2019 for kryssing Nidelva ved Profil 1990-2190. Det er utredet to traséalternativ for kryssing av Nidelva, en nordlig trasé og en sørlig trasé. Kryssingen er planlagt utført som styrt boring. Nordlig trasé er innenfor løснеområdet til faresonen, og det er vurdert behov for stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Sørlig trasé ligger innenfor utløpsområde til faresonen (løснеområdet i profil E1), med  $F_{cf} \geq 1,25$  og  $F_{cu} \geq 1,20$  er sikkerhetskrav tilfredsstilt for relevante løснеområder (Profil E1). Stabiliteten i elvebredden ved sørlig trasé (profil E2) er vurdert til å være tilfredsstillende ettersom sprøbruddmateriale ligger dypere enn 1,5xh i dette profilet, ihht. til NVEs eksterne rapport fra 2020.

Det er ikke påpekt mangler eller avvik som må lukkes av saksansvarlig i Dagfinn Skaar. Generelt er Dagfinn Skaars områdestabilitetsutredning er av god geofaglig kvalitet, og ansees som tilfredsstillende i henhold til krav i NVEs veileder 1/2019.

e

## RESULTAT AV KONTROLL

KONTROLLSTATUS	FORKLARING	KOMMENTAR	KOMMENTAR-KATEGORI
OK	Kontrollert og godkjent (m/evt. kommentar)	TS R	Teknisk spørsmål Råd
ANM.	Kontrollert med anm. Godkjent med forbehold.	TA F	Teknisk anmerkning Forbehold
IG	Kontrollert IKKE godkjent (m/evt. kommentar)	A MS	Avklares Manglende samsvar
IR	Ikke relevant (m/evt. kommentar)		

**KONTROLL UTFØRT**

Oslo 01.07.2022

for

Rambøll Norge AS

Jonas Enga

Oppdragsmedarbeider

Kvalitetskontroll

Ole Petter Vimo

## VERIFIKASJONSRAPPORT UTFØRT 3. PARTS KONTROLL

### UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Sjekklistens kontrollpunkter bygger på Norges Vassdrags- og Energidirektorat sine retningslinjer NVE 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar", med vedlegg 1 veileder 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

**NB! GJELDER 1. GANGS KONTROLL HVIS SJEKKLISTENS RAD FOR KONTROLL AV REVISJON (NR) IKKE ER UTFYLT.**

## DEL 1: AKTSOMHETSOMRÅDER

ID nr.	KONTROLLPUNKT	Henvising NVE 1/2019	KONTROLLSTATUS	DATO & SIGN	KOMMENTAR
<b>1</b>	<b>UNDERSØK OM DET FINNES REGISTRERTE FARESONER (KVIKKLEIRESONER) I OMRÅDET</b>				
1.1	Ligger tiltaket i eller i nærheten av en kvikkleiresone(r)		Ok	JOGE 27.06.2022	Ingen registrerte soner i nærheten av tiltaket.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>2</b>	<b>AVGRENS OMRÅDER MED MULIG MARIN LEIRE</b>				
2.1	Ligger tiltaket under marin grense?		Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltaket ligger under marin grense.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
2.2	Er det påvist berg i dagen eller grunt til berg (<2 m)?		Ok	JOGE 27.06.2022	Berg i dagen er registrert ved befaring i deler av området.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>3</b>	<b>AVGRENS OMRÅDER MED TERRENG SOM KAN VÆRE UTSATT FOR KVIKKLEIRESKRED</b>				
3.1	Ligger tiltaket i terreng definert som aktsomhetsområde for et skreds løsneområde?		Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltaket ligger innenfor område med skråningshøyde > 5 meter og helning > 1:20 under marin grense.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
3.1	Ligger tiltaket i terreng definert som aktsomhetsområde for et skreds utløpsområde?		Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltaket ligger innenfor terreng definert som aktsomhetsområde for et skreds utløpsområde
	Kontroll av revisjon nr. 1				

## KONTROLLTEMA: UTREDNING AV FARESONER

ID nr.	KONTROLLPUNKT	Henvisning kap. NVE 1/2019	KONTROLL- STATUS	DATO & SIGN	KOMMENTAR
<b>4</b>	<b>BESTEM TILTAKSKATEGORI</b>				
4.1	Er riktig tiltakskategori valgt?	3.3.1	Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltaket er klassifisert som et «større VA-anlegg» og tiltakskategori K3 er valgt. Rambøll er enig i valg av tiltakskategori.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>5</b>	<b>GJENNOMGANG AV GRUNNLAG – IDENTIFIKASJON AV KRITISKE SKRÅNINGER OG MULIG LØSNEOMRÅDE</b>				
5.1	Viser tidligere grunnundersøkelser/geotekniske vurderinger at tiltaket ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde?	4.2	Ir	JOGE 27.06.2022	Det er ikke utført tidligere grunnundersøkelser på området.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>6</b>	<b>BEFARING</b>				
6.1	Er det gjennomført befarings?	4.3	Ok	JOGE 27.06.2022	Befaring er utført.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>7</b>	<b>GJENNOMFØR GRUNNUNDERSØKELSER</b>				
7.4	DTR-/totalsondering for sonebegrensning/lagdeling	7	Ok	JOGE 27.06.2022	Utført totalsonderinger
	Kontroll av revisjon nr. 1				
7.5	CPTU/Ø54mm eller vingebor for parametertolkning	7	Ok	JOGE 27.06.2022	CPTU og 54 mm prøvetaking er utført.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
7.2	Tilstrekkelig boreddybde ift. topografi	7	Ok	JOGE 27.06.2022	Totalsonderinger er utført med kontrollboring i berg.
	Kontroll av revisjon nr. 1				

7.6	Tilstrekkelig omfang for områdestabilitetsvurdering av tiltaket?	7	Ok	JOGE 27.06.2022	Omfanget av utførte grunnundersøkelser vurderes som tilfredsstillende.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
7.7	Tilstrekkelig mengde til å begrunne evt. soneendring	7	Ir	JOGE 27.06.2022	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
7.7	Vurdert behov for undersøkelser utenfor tiltaksområdet/sonen?	7	Ok	JOGE 27.06.2022	Det er utført grunnundersøkelser langs andre deler av traséen.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>8</b>	<b>VURDÉR AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENS LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDER</b>				
8.1	Er aktuelle skredmekanismer vurdert med hensyn på terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet?	4.5	Ok	JOGE 27.06.2022	Skredmekanismer vurdert ut ifra b/D forhold.  Rotasjonsskred og retrogressivt skred er vurdert som aktuelle skredmekanismer. Målsatte tegninger med vurdering av skredmekanisme for de ulike profilene er inkludert i rapporten.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
8.2	Er løsne- og utløpsområder avgrenset?	4.5/4.6	Ok	JOGE 27.06.2022	Løsneområde, utløpsområde og retning på utglidning er vurdert.  Løsneområdet er avgrenset ved bruk av NGI-metoden og L/H=15.  Utløpsområde er vurdert ut ifra kriteriene 3xL og 0,5xL for henholdsvis retrogressive skred og rotasjonsskred.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
8.3	Er skråninger både innenfor og utenfor tiltakets influensområde vurdert?	4.5	Ok	JOGE 27.06.2022	Relevante skråninger er vurdert.
<b>9</b>	<b>KLASSIFISÉR FARESONER</b>				
9.1	Er faresonen klassifisert?	4.7	Ok	JOGE 27.06.2022	Faresone klassifisert som faregrad «høy» og

					konsekvensklasse «mindre alvorlig». Rambøll er enig i vurderingen.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>10</b>	<b>DOKUMENTÉR TILFREDSSTILLEND E SIKKERHET</b>				
<b>Analysemetoder</b>					
10.14	Valg av kritiske snitt	5.1	Ok	JOGE 27.06.2022	Valg av kritiske snitt vurderes å være fornuftige ut ifra topografi og plassering av tiltak.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.17	Dagens situasjon og framtidig situasjon – drenert jordoppførsel	5.1	Ok	JOGE 27.06.2022	Stabilitet i dagens situasjon er vurdert. Tiltaket vurderes til å ikke forverre stabiliteten ettersom vannledning skal etableres med styrt boring.  $F_{c\phi}$ varierer fra 1,32-1,66, og viser tilfredsstillende langtidsstabilitet for alle profiler.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.18	Dagens situasjon og framtidig situasjon – udrenert jordoppførsel. (ADP eller $s_{uD}$ )	5.1	Ok	JOGE 27.06.2022	Stabilitet i dagens situasjon er vurdert. Tiltaket vurderes til å ikke forverre stabiliteten ettersom vannledning skal etableres med styrt boring.  $F_{cu}$ varierer fra 1,17-2,02, der det ikke er påvist tilfredsstillende korttidsstabilitet i profil E3 og E1-Vest. Det er utført beregninger med stabiliserende tiltak (terrengavlastning) der det er oppnådd $F_{cu}$ på 1,43.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Overflateglidninger vurdert?	5.1	Ir	JOGE 27.06.2022	Vurderes ikke å være relevant.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Skred i strandsonen?	5.1 NVE 4/2020	IR	JOGE 27.06.2022	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>Lagdelling, geometri og laster</b>					
7.1	Tolking av sprøbruddmateriale/kvikkleire	7	Ok	JOGE 27.06.2022	Tilstedeværelse av sprøbruddmateriale er tolket fra laboratorieanalyser av sylindprøver, totalsonderinger og CPTU.

	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Lagdeling ok?	5.2	Ok	JOGE 27.06.2022	Lagdeling fremstår fornuftig. Laggrenser utenfor utførte totalsonderinger er konservativt antatt.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Ugunstige laster tatt med, gunstige utelukket?	5.2	IR	JOGE 27.06.2022	Ingen relevante laster.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Nivå fritt vann	5.2		JOGE 27.06.2022	Grunnvannstand er antatt å følge Nidelva. Laveste vannstand er skjønnsmessig vurdert til å ligge 0,5 meter under normalvannstand, da denne ikke er kjent. Effekt av nedtapping fra dam nedstrøms tiltaket er undersøkt og vurdert til å ikke påvirke vannstand i tiltaksområdet.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Vannfylte sprekker i tørrskorpe?	5.2	IR		Tørrskorpeleire er ikke påtruffet i området.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>Jordparametere</b>					
10.1	Dokumentert grunnlag for valgte av parametere		Ok	JOGE 27.06.2022	Materialparametere er basert på resultat fra laboratorieundersøkelser, CPTU og erfaringsverdier fra V220.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.1	Kvalitets-/anvendelsesklasse vurdert?	5.3.1	Ok	JOGE 27.06.2022	Samtlige CPTU er vurdert til anvendelsesklasse 1. Kvalitetsskjema er inkludert i rapport.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.11	Valg av designparametere - effektivspenningsparametere	5.3.2	Ok	JOGE 27.06.2022	Parametere for friksjonsmateriale valgt fra og Håndbok V220. For silt/kvikkleire er CPTU og Håndbok V220 benyttet. Det er valgt å justere
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.9	Tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser	5.3.2	Ok	JOGE 27.06.2022	Poretrykk antatt å følge Nidelva. Laveste vannstand er skjønnsmessig vurdert til å ligge 0,5 meter under normalvannstand, da denne ikke er kjent



	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.10	Valg av designparametere – udrenert skjærfasthet	5.3.2	Ok	JOGE 27.06.2022	Udrenert skjærfasthet baseres på CPTU kalibrert mot rutineforsøk. Det er lagt hovedvekt på tolkninger basert på korrelasjoner mot $N_{\Delta Du}$ av Lunne et al. (1990) og Karlsrud et al. (2005).
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.2	Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og evt. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPTU	5.3.2	Ok	JOGE 27.06.2022	Det er utført vurdering av OCR fra CPTU.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.3	Tatt hensyn til anisotropi (tøyningskompatibilitet)	5.3.2	Ok	JOGE 27.06.2022	ADP-forholdet basert på NIFS-rapport 14/2014 ihht.til $I_p < 10\%$ (1,0/0,63/0,35).
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.4	Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU	5.3.2	Ok	JOGE 27.06.2022	Se 10.10
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.5	Justert skjærfasthet i forhold til evt. terrengendringer	5.3.2	IR	JOGE 27.06.2022	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.6	Reduksjon av $s_u$ fra blokkprøver	5.3.2	IR	JOGE 27.06.2022	Ikke utført blokkprøvetaking.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.7	Valgt $s_{UA}$ -profil	5.3.2		JOGE 27.06.2022	$s_{UA}$ -profil er basert på CPTU og korrelasjoner mot $N_{\Delta U}$ Lunne et al. (1990) og Karlsrud et al. (2005) Anbefalt kurve er lagt noe lavt ettersom rutineundersøkelser viser lavere verdi enn CPTU tolkning. Det er antatt at lave skjærstyrkeverdier fra rutineundersøkelser skyldes prøveforstyrrelse.  Vurderinger virker fornuftige.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.8	Korreksjon av $s_u$ for vingebor	5.3.2	IR	JOGE 27.06.2022	Ikke utført vinge boring.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.12	Valg av designparametere – anisotropiforhold (ADP)	NIFS 14/2014	Ok	JOGE 27.06.2022	ADP-forholdet basert på NIFS-rapport 14/2014 ihht.til $I_p < 10\%$ .

	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.13	Valg av designparametere – romvekt etc.		Ok	JOGE 27.06.2022	Valg av romvekt/tyngdetetthet synes rimelig ut fra utførte grunnundersøkelser
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>Beregningsmetodikk</b>					
10.16	Alle aktuelle skredtyper vurdert		Ok	JOGE 27.06.2022	Det er utført vurdering av relevante skredmekanismer basert på b/D forhold. Det er ikke utført beregninger av sammensatte glideflater da de ikke vurderes som kritisk ut ifra lagdeling og topografi. Rambøll er enige i vurderingene.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.19	Anvendt beregningsprogram – grenselikevekt- eller elementmetode.		Ok	JOGE 27.06.2022	Beregninger utført med Geosuite Stability.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.20	<b>Modellering</b> – Lagdeling* – Tørrskorpe modellert (drenert analyse) med evt. vannfylt sprekk – Styrkeprofiler (nivåer, interpolasjon mm.) GVS/poretrykksprofiler*		Ok	JOGE 27.06.2022	Skjærstyrkeprofil og plassering/nivå av disse virker fornuftig.  Poretrykk er modellert hydrostatisk og antatt å følge Nidelva.  Se ellers 10.1/10.7/10.9/
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.21	Valgfri metode: Vurdering av skredfare ved beregning av skjærtøyning langs kritisk glideflate, og sammenligning med $\sigma - \epsilon$ kurver fra treksforsøk		IR		
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10.21	3D-effekter inkludert?		IR		Ikke inkludert.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
<b>Sikkerhetsnivå</b>					

10.22	Sikkerhetskrav valgt basert på tiltakskategori og faregrad? Sprøhetsforholdet $f_s$ tatt høyde for?	3.3/5.3.3	Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltakskategori er satt til K3, og tiltaket er vurdert til ikke å forverre stabiliteten. Krav til sikkerhet er vurdert til å være $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt $F_{cu} \geq 1,20$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for skråninger utenfor influensområdet til tiltaket.
Kontroll av revisjon nr. 1					
10.22	Vist tiltakets nødvendige prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$	3.3.6	Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltak vurdert for nordlig trasé. Utført beregninger med stabiliserende tiltak (terrengavlastning) viser $F_{cu}$ på 1,43.
Kontroll av revisjon nr. 1					
10.23	Gjennomført internkontroll beskrevet og dokumentert	4.9	Ok	JOGE 27.06.2022	Rapport er signert av saksbehandler og sidemannskontrollør
Kontroll av revisjon nr. 1					
10.24	Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	4.8	Ok	JOGE 27.06.2022	Tiltak for nordlig trasé er vurdert. Det er utført stabilitetsberegninger med terrengavlastning som dokumenterer tilfredsstillende stabilitet. Behov for vurdering av erosjonssikring ifbm. terrengavlastning lang elvebanke er nevnt i rapporten.
Kontroll av revisjon nr. 1					
10.25	Vurdert behov for soneendring	4.8	Ok	JOGE 27.06.2022	Ny faresone foreslått opprettet.
Kontroll av revisjon nr. 1					
10.26	Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser		Ok	JOGE 27.06.2022	Supplerende grunnundersøkelser er ikke foreslått. Det er nevnt behov for ytterligere vurderinger og prøvegraving relatert til utgraving og fundamentering for deler av traseen under detaljprosjektering.
Kontroll av revisjon nr. 1					
10.27	Oppdatert skadekonsekvens- og faregradsevaluering (ROS-analyse)		Ok	JOGE 27.06.2022	Det er utført en vurdering av skadekonsekvens og faregrad.
Kontroll av revisjon nr. 1					
11	<b>MELD INN FARESONER</b>				

11.1	<b>OG</b> <b>GRUNNUNDERSØKELSER</b>				
					Innmelding utføres av Dagfinn Skaar etter godkjent kvalitetssikring.
11					