

SKREDSIKRINGSTILTAK FOLDALBRUKET, KJØLLEFJORD FORPROSJEKT

Oppdragsnavn	Skredsikring Kjøllefjord
Prosjekt nr.	1350037173
Mottaker	Lebesby kommune
Dokument type	G-not-001
Versjon	0
Dato	02.04.2020
Utført av	ILIS
Kontrollert av	ENOE
Godkjent av	ILIS
Beskrivelse	Forprosjektering av skredsikringstiltak for å redusere skredfaren slik at Foldalsbruket kan holde helårsåpent Basert på skredfarevurdering beskrevet i G-rap-001_1350037173_Skredfarevurdering Kjøllefjord i Lebesby datert 02.04.2020

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	Bakgrunn og hensikt	1
2.	Grunnlagsmateriale og retningslinjer	2
3.	Befaring	2
4.	Forprosjektering av skredsikringstiltak	2
4.1	Sikringsnivå	2
4.2	Aktuelle sikringstiltak	3
4.3	Bygg som sikres	3
4.3.1	Snøskjermer	5
4.3.2	Overvåking av snøforholdene	6
4.3.3	Støtteforbygninger i løснеområder for snøskred	7
4.3.4	Steinspranggjerde	7
4.4	Grunnforhold	8
4.5	Kostnadsoverslag	8
5.	Usikkerheter og anbefalinger til detaljprosjektering	8
6.	Referanser	8

1. Bakgrunn og hensikt

Rambøll har vurdert skredfaren i Kjøllefjord, på nordsiden av fjorden. På strekningen ligger museet Foldalbruket, som i dag holdes vinterstengt på grunn av faren for snøskred. Det henvises til rapport G-rap-001_1350037173_Skredfarevurdering Kjøllefjord i Lebesby datert 02.04.2020. Det er ønskelig at Foldalbruket skal kunne holdes helårsåpent.

Rambøll har vurdert at faren for skred er større enn nominell årlig sannsynlighet 1/5000, 1/1000 og 1/100 på hele strekningen som er vurdert. Kravet til sikkerhet gitt i TEK 17 er ikke ivaretatt under

dagens forhold. Dimensjonerende skredtype er snøskred og steinsprang. Det er behov for skredsikringstiltak for å redusere skredfaren til et akseptabelt nivå.

Denne rapporten er et forprosjekt av skredsikringstiltak som vurderes som gjennomførbare å etablere. Sikringstiltakene som anbefales har til hensikt å redusere skredfaren til et nivå som er tilfredsstillende for at museet kan holdes åpent hele året. Det er utarbeidet grovt kostnadsoverslag for alternative tiltak.

Følgende tema utredes ikke i forprosjektet, men vil/kan bli aktuelt å utrede ved en eventuell detaljprosjektering av tiltak:

- Vurdering av grunnforhold og fundamentering
- Overvannshåndtering og vann- og avløp
- Landskapsforhold
- Utforming og materialvalg som tilpasses lokale forhold

Denne rapporten kan benyttes som grunnlag i søknad om tilskudd til nye sikringstiltak til NVE. Krav til innhold i tilskuddssøknaden kan leses her:

<https://www.nve.no/flaum-og-skred/sikrings-og-miljotiltak/tilskudd-og-bistand-soknadsprosess-og-saksbehandling/innhold-i-tilskuddssoknaden/>

2. Grunnlagsmateriale og retningslinjer

Det henvises til registreringer og vurderinger i skredfarevurderingen utført av Rambøll: G-rap-001_1350037173_Skredfarevurdering Kjøllefjord i Lebesby datert 02.04.2020

Støtteforbygninger er et aktuelt sikringstiltak, se kapittel 4.2.3. Det finnes ikke norske standarder for prosjektering av støtteforbygninger, og Rambøll har benyttet sveitsiske retningslinjer: *Defence structures in avalanche starting zones* (04/07) utgitt av Federal Office for Environment (FOEN) og WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research (SLF) (FOEN & SLF, 2007).

3. Befaring

Rambøll gjennomførte befaring i Kjøllefjord 29.10.2019. Kartleggingen ble utført av ingeniørgeologene Endre Kjærnes Øen og Inger Lise Sollie. Det ble kartlagt til fots. På befaringsdagen var det litt nysnø og klart vær.

4. Forprosjektering av skredsikringstiltak

4.1 Sikringsnivå

Formålet med sikringstiltak er at Foldalbruket skal kunne holdes helårsåpent. Foldalbruket skal være museum og overnattingssted. Bruksområdet hører i sikkerhetsklasse S3, og sikringstiltak må ha til hensikt å redusere skredfaren til nominell årlig sannsynlighet 1/5000 eller lavere for bygningene til Foldalbruket.

Helårsåpning forutsetter at vegen inn til Foldalbruket også har akseptabel sikkerhet mot skred. Veggen vil naturlig bli et ferdselsområde for overnattingsgjester. Ut fra eksponeringen anbefaler Rambøll at vegen anses som uteområde til Foldalbruket, og at sikringstiltak vurderes ut fra dette. For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse S3, kan det i henhold til TEK 17 tillates å redusere kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal til sikkerhetsnivået som er angitt for sikkerhetsklasse S2, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. For sikkerhetsklasse S2 tillates det at største nominelle

Årlige sannsynlighet er 1/1000. Rambøll har lagt krav til sikkerhetsklasse S2 til grunn for sikring av veien.

Vest for Foldalbruket er det ikke eksisterende bygninger med personopphold, men det er et naust/kai. Rambøll har gjort en vurdering av aktuelle tiltak for å redusere skredfaren til sikkerhetsnivået som er tilfredsstillende for sikkerhetsklasse S2 (1/1000) også for denne delen av strekningen, da det kan være aktuelt for kommunene å utvikle området.

4.2 Aktuelle sikringstiltak

På grunn av topografi og plassforholdene, vurderes det at snøskjermer i kombinasjon med støtteforbygninger i løснеområder for snøskred er gunstigste tiltak for å redusere skredfaren. Støtteforbygninger har til hensikt å stabilisere snødekket og hindre at snøskred kan utløses.

I tillegg må området sikres med tanke på steinsprang. Det anbefales at under løснеområder for steinsprang velges det en type støtteforbygning som også fungerer som fangggjerdet for steinsprang. Omfanget av sikringstiltakene er grovt skissert i **Feil! Fant ikke referanseilden..** Tiltakene er nærmere utredet i påfølgende delkapitler.



Figur 1: Grov skisse av skredsikringstiltak som anbefales.

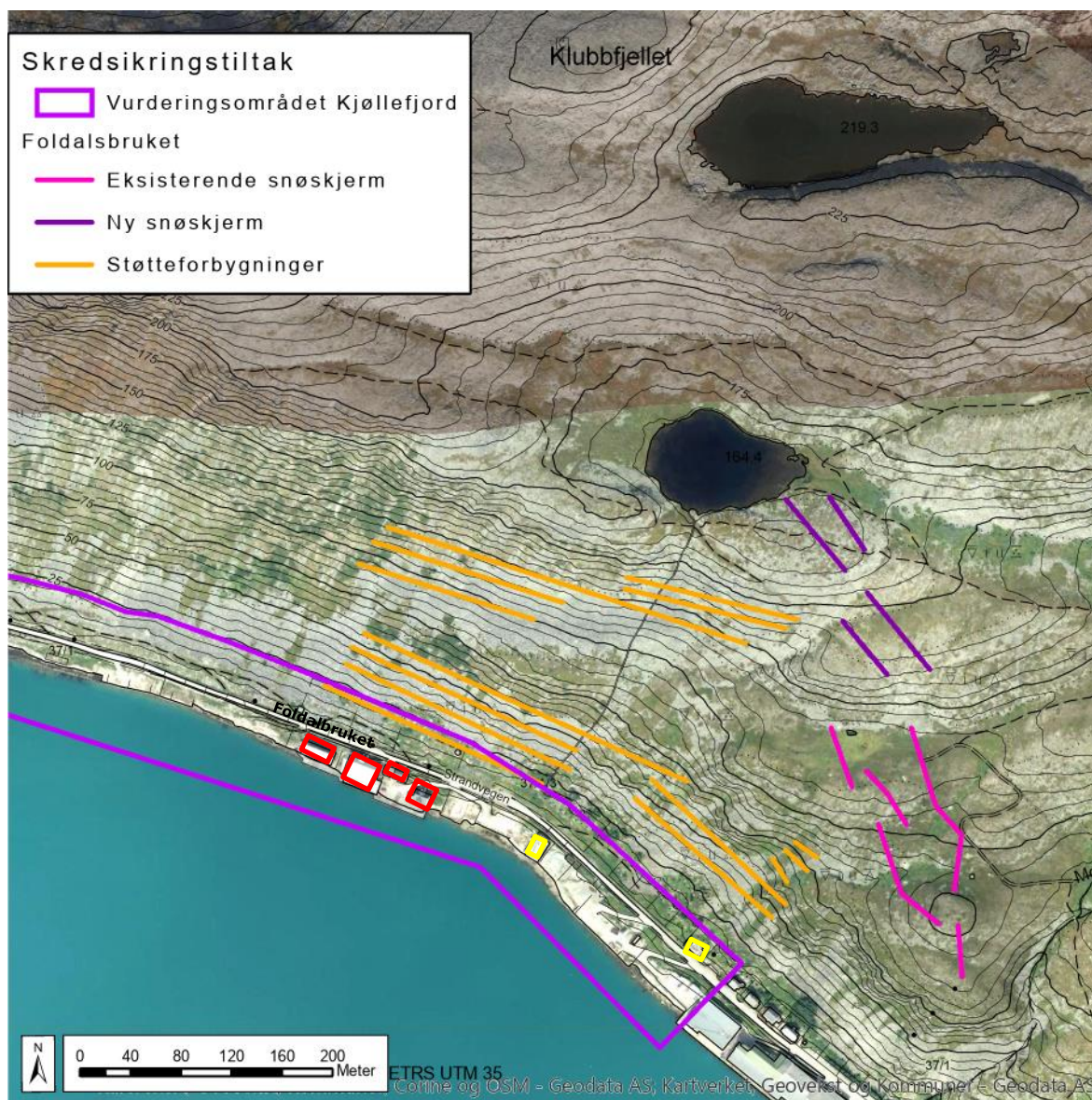
4.3 Bygg som sikres

Påfølgende forprosjektering av tiltak skiller mellom tiltak som er nødvendig for å sikre:

- 1: Eksisterende bygninger til Foldalsbruket og tilhørende uteområde, se Figur 2 og Vedlegg 1
- 2: Ubebodd område vest for Foldalbruket, se Figur 3 og Vedlegg 2

Tiltakene i Figur 2 medfører sikring av museets bygninger (rødt), to bygg som er regulert som boliger (gult), samt sikring av veien inn til Foldalbruket.

Tiltaket i Figur 3 medfører sikring av et eksisterende bygg med brygge (gult).



Figur 2: Anbefalte sikringstiltak for å redusere skredfaren ved Foldalbruken til et nivå som tilfredsstiller kravet til sikkerhetsklasse S2 og S3 (Vedlegg 2) Tiltakene medfører sikring av museets bygninger (rødt), og to bygg som er regulert som boliger (gult), samt sikring av vegen inn til Foldalbruken.



Figur 3: Anbefalte sikringstiltak for å redusere skredfaren vest for Foldalbruket til et nivå som tilfredsstiller kravet til sikkerhetsklasse S2 og S3 (Vedlegg 3). Tiltaket medfører sikring av et eksisterende bygg med brygge (gult).

4.3.1 Snøskjermer

Det finnes i dag snøskjermer nordøst for området som er vurdert. Basert på gjennomgang av historiske bilder fra Kjøllefjord, antas det at snøskjermen ble etablert etter en skredulykke i 1959. På befaringen ble det observert at deler av skjermene er ødelagt, se Figur 4. Rambøll har mottatt bilder fra Lebesby kommune i mars 2020, som viser vurderingsområdet etter en vinter med mye snø. Her vises det at flere av snøskjermene er tildels helt nedgravd, og at de derfor vil ha redusert effekt dersom det kommer nye perioder med mye snø denne vinteren. På grunn av skjermenes forfatning og observasjoner fra vinteren 2020, vurderes det at effekt av snøskjermene ikke er optimal. Det anbefales at konstruksjonene repareres, og at det bygges høyere konstruksjoner enkelte steder. Det anslås at de er ca. 50 m konstruksjoner som må repareres, og 100 m der det må etableres høyere skjermene.

For å redusere skredfare mot Foldalbruket anbefales det å etablere nye rader med snøskjermer på 150 moh og 170 moh., se Figur 1 og Figur 2. Snøskjermer er en kostnadseffektiv sikringsløsning som er forholdsvis enkel å montere. Det anbefales å først prioritere dette tiltaket, og at effekten av disse kartlegges før detaljprosjektering av ytterligere sikring med støtteforbygninger. På denne måten kan det med større sikkerhet vurderes hva som er nødvendig omfang og høyde på støtteforbygninger, og kostnadene kan med stor sannsynlighet reduseres. Det anslås behov for ca. 250 m nye snøskjermer fordelt på 4 rader.

For å redusere skredfare vest for Foldalbruket anbefales det i første omgang å prioritere snøskjermer på terrengplatået på 225-240 moh. Dett vil være et effektivt tiltak for å hindre at det dannes skavler i topppartiet av den bratte fjellsida, og vil medføre at det avlagres mindre snø ved nedbørsførende vinder fra nordvest og nordøst. Det anslås behov for en rad på 300 m.



Figur 4: Eksisterende snøskjerm. Bildet er tatt under befaringen i oktober 2019. Ved flere steder er konstruksjonene ødelagt.

4.3.2 Overvåking av snøforholdene

Etter at snøskjermer er etablert anbefales det å etablere en rutine for å overvåke snøforholdene i fjellsida, dette for å skaffe sikrere grunnlag for en detaljprosjektering av ytterligere sikring med støtteforbygninger. Dette kan for eksempel kartlegges med jevnlig skanning fra bakken. Dette må utføres over flere sesonger, minst 3-5 sesonger, for å få et statistisk grunnlag.

4.3.3 Støtteforbygninger i løснеområder for snøskred

Plassering av støtteforbygningene er omtrentlig beregnet ut fra de sveitsiske retningslinjene. Avstand mellom konstruksjonene er beregnet ut fra terrenghelningen, terrengruhet og høyde på konstruksjonene.

Antatt nødvendig høyde på konstruksjonene er vurdert basert på forventet snøhøyde. Høyeste verdi for månedsnormal for nedbør i vintermånedene er på 75 mm, tilsvarende 75 cm snø. Dette legges til grunn som normal akkumulert snødybde, og nødvendig høyde på støtteforbygninger framkommer da ved å legge til forventet dimensjonerende bruddkanthøyde. Tolket sannsynlig bruddkanthøyde er oppgitt i **Feil! Fant ikke referanse-kilden.** i skredfarevurderingen (G-rap-001). Dette gir følgende minimumshøyder for de ulike sikringsnivåene:

- Sikring mot skred med gjentakintervall 1000 år: 75 cm + 93 cm = 168 cm -> 2 m
- Sikring mot skred med gjentakintervall 5000 år: 75 cm + 187 cm = 262 cm -> 3 m

Vindtransportert snø er en stor usikkerhet i registrert klimastatistikk. Ut fra tidligere skredhendler er det kjent at vurdert område er avsettingsområde for vindtransportert snø fra nordvest og nordøst. Det anbefales å overvåke snøforholdene med skanning over flere sesonger, slik at nødvendig høyde på konstruksjonene kan bestemmes med større sikkerhet i en detaljprosjekteringsfase. Når støtteforbygninger etableres i en fjellside vil dette også medføre at det samles mer snø.

I dette forprosjektet er det rimelig å legge til grunn at det etableres støtteforbygninger med minimum høyde (H_k) på 3-4 m.

Ut fra retningslinjene anbefales følgende angående plassering:

- Første rad plasseres under øverste forventet bruddkant med en avstand på 3 ganger forventet snøhøyde. Her anslått til $3 \cdot 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$ i linje langs skråningen.
- Der det forventes dannelse av skvaler bør støtteforbygningen plasseres så nært som mulig der foten av skavlen dannes, men ikke innenfor skavelen.
- Ved bestemmelse av distansefaktor (f_L) anbefales $\tan\varphi = 0,55$ og gjennomsnittlig terrenghelning 40° . I henhold til Figur 13 i (FOEN & SLF, 2007) gir dette $f_L = 5,5$
- Anbefalt avstand mellom støtteforbygningene framkommer da ved:

$$L = f_L \cdot H_k = 5,5 \cdot 4 = 22 \text{ m}$$
- Det må sikres med støtteforbygninger over hele strekningen fra ca. 30-150 moh., samt kortere rader opp til 200 moh. i enkelte partier. Det anslås at det vil være behov for 6-7 rader mellom 30-150 moh., samt 2-4 rader med kortere konstruksjoner i klippepartiene mellom 150-200 moh.

4.3.4 Steinspranggjerde

De øverste radene av støtteforbygninger blir stående under løснеområder for steinsprang. Det er stor sannsynlighet for jevnlig nedfall som kan skade konstruksjonene. Konstruksjonen vil ikke umiddelbart miste sin funksjon som forankring av snø dersom de blir skadet, men det må forventes at det blir oftere behov for vedlikehold på øverste radene. Det kan velges å benytte en type støtteforbygninger i de øverste radene som er dynamiske, og bedre egnet til også å fange steinsprang. Dynamiske konstruksjoner vil også ha den fordelen at det enklere å vedlikeholde og erstatte deler av radene.

Steinspranggjerder må dimensjoneres etter forventet steinspranglast og spretthøyder. I henhold til vedlegg 2 i skredfarevurderingen (G-rap-001_1350037173_Skredfarevurdering Kjøllefjord i Lebesby datert 02.04.2020) forventes det at steinspranggjerder over Foldalbruket må dimensjoneres for en steinspranglast i størrelsesorden 500-2000 kJ, avhengig av plasseringen. Beregningene viser at 3-4 m effektiv fanghøyde vil være tilstrekkelig.

4.4 Grunnforhold

Grunnforholdene i fjellsiden er usikker. Fjellsiden er i stor grad dekke at blokkmateriale med ukjent mektighet. Observasjoner i felt og grunnlagsmateriale tyder på at det er lite løsmasser av fine fraksjoner. I forbindelse med detaljprosjektering vil det være nødvendig å avklare grunnforholdene. Fundamentering av konstruksjoner i blokkmateriale kan bli utfordrende.

4.5 Kostnadsoverslag

Grovt kostnadsoverslag for tiltakene som er foreslått er oppgitt i Tabell 1. Detaljer bak overslaget er vist i Vedlegg 3.

Tabell 1: Grovt kostnadsoverslag for foreslåtte skredsikringstiltak.

	Skredsikringstiltak Foldalbruket	Skredsikringstiltak vest for Foldalbruket
1. Prioritet: Snøskjermer	ca. kr 7,5 mill. ± 30%	ca. kr 6 mill. ± 30%
2. prioritet: Støtteforbygninger	ca. kr 77,2 mill. ± 30%	ca. kr 93,1 mill. ± 30%
Totalt	ca. kr 84,7 mill. ± 30%	ca. kr 99,1 mill. ± 30%

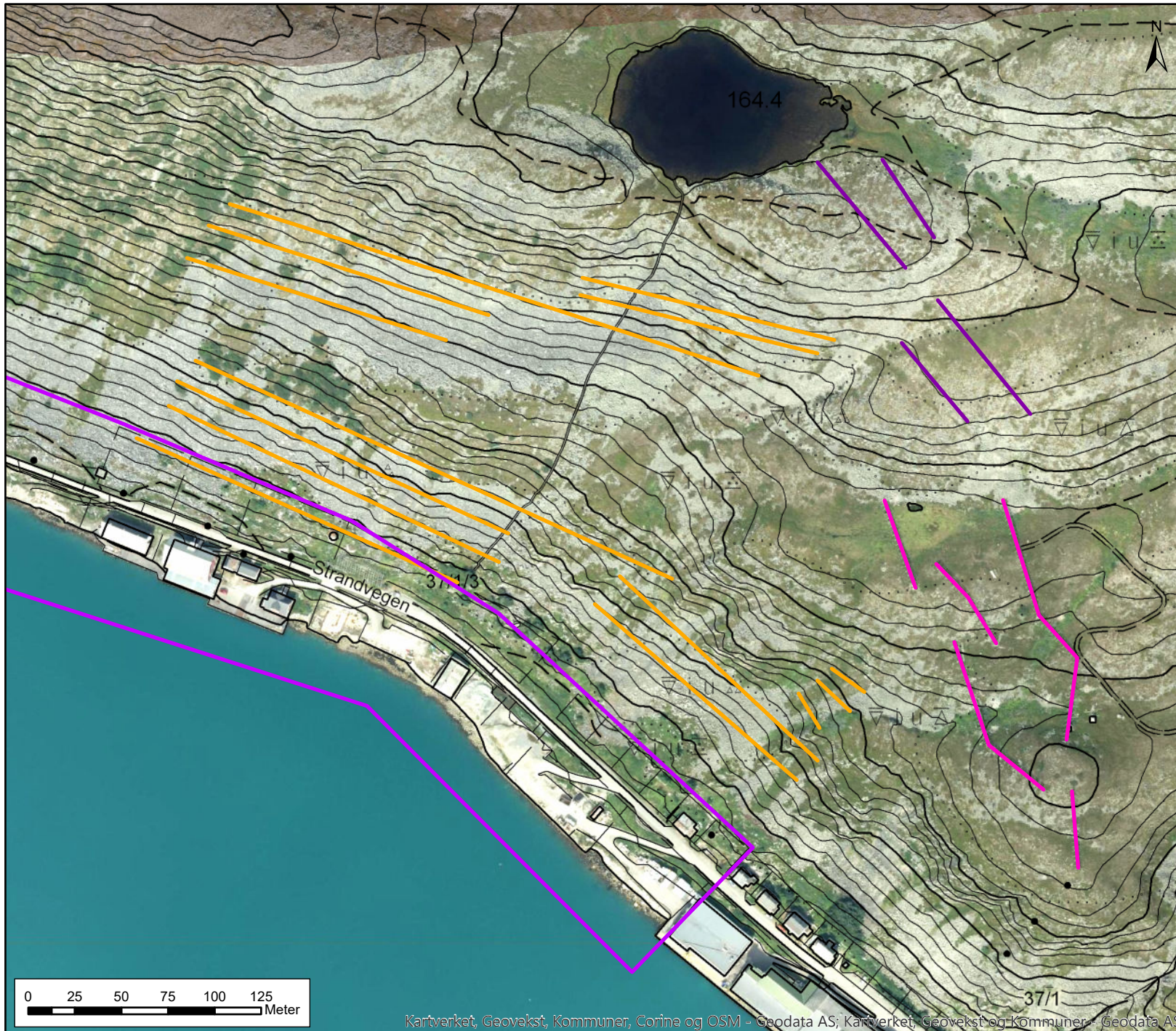
5. Usikkerheter og anbefalinger til detaljprosjektering

Følgende forhold som anbefales utredet nærmere i forbindelse med detaljprosjektering av tiltak:

- Eksisterende snøskjermer anbefales befart av fagkyndig, som kan vurdere detaljert omfanget av nødvendig vedlikehold og supplering.
- Befare områder der det er anbefalt snøskjermer for å plassere disse etter de stedlige forholdene.
- Overvåke snøforholdene i fjellsida etter at snøskjermer er etablert. Dette for å få et mer detaljert grunnlag for å dimensjonere og plassere støtteforbygninger.
- Grunnforholdene må undersøkes og tas hensyn til ved valg av konstruksjon og fundamenteringsløsning. Det forventes at det blir behov for å fundamenterer i grovt blokkmateriale.

6. Referanser

FOEN, & SLF. (2007). *Defense structures in avalanche starting zones - Technical guideline as an aid to enforcement (04/07)*. Bern.



- Tegnforklaring
- ▭ Vurderingsområdet Kjøllefjord
 - ▬ Eksisterende snøskjerm
 - ▬ Ny snøskjerm
 - ▬ Støtteforbygninger

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjendt
02.04.2020	ILIS	ENOE	ILIS

Prosjekt no.1350037173 Rev. 0

Strandvegen i Kjøllefjord

Forprosjekt

Skredsikringstiltak Foldalbruket

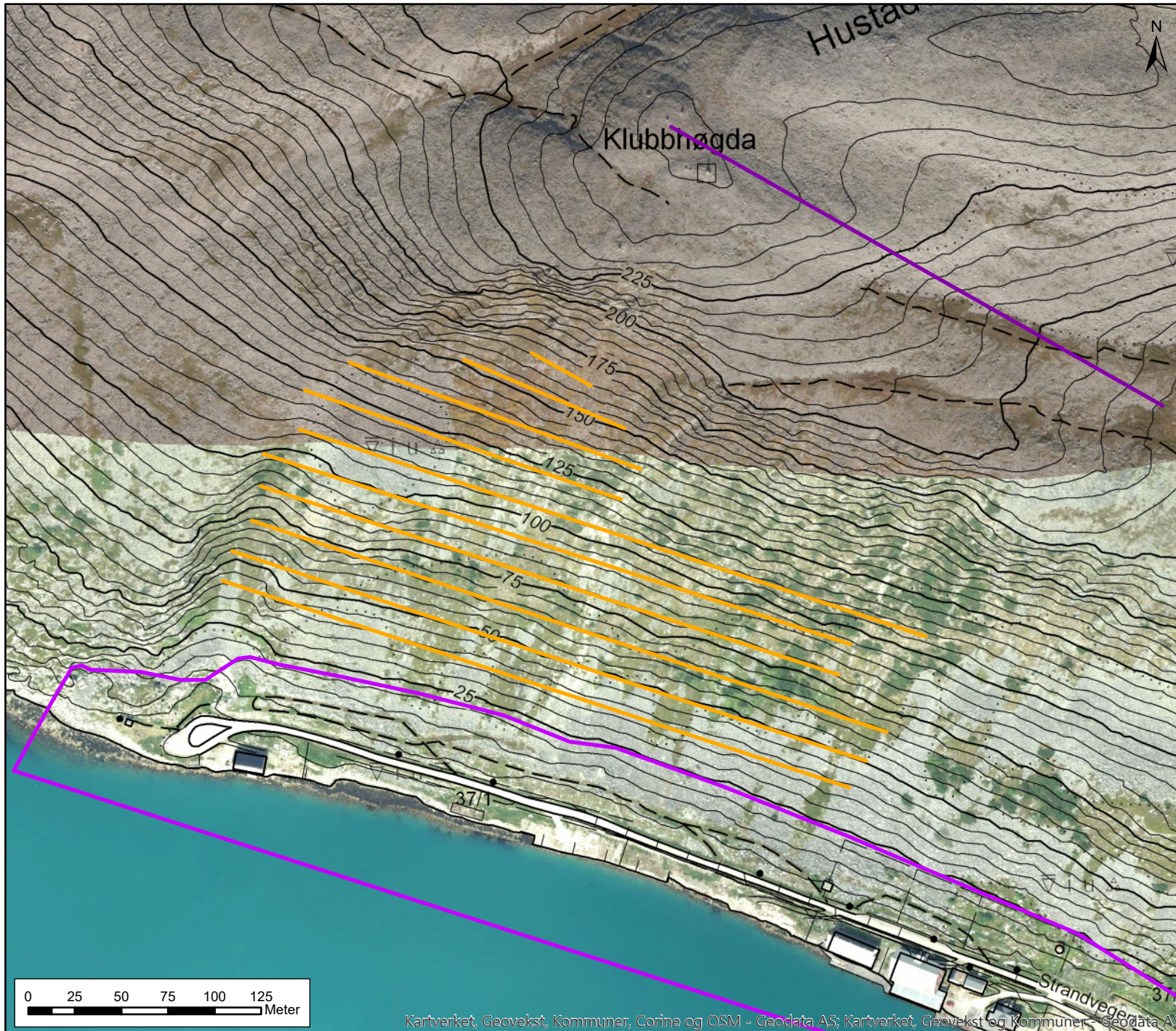
Vedlegg nr. 1



Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

ILIS



- Tegnforklaring
- Vurderingsområdet Kjøllefjord
 - Vest for Foldalbruket
 - Snøskjerm
 - Støtteforbygninger

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjendt
02.04.2020	ILIS	ENOE	ILIS
Prosjekt no.1350037173		Rev. 0	

Strandvegen i Kjøllefjord

Forprosjekt

Skredsikringstiltak vest for Foldalbruket

Vedlegg nr. 2



Rambøll
Kobbegs gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

ILIS

VEDLEGG 3: KOSTNADSOVERSLAG

Vedlegg til G-not-001_1350037173_Forprosjekt skredsikringstiltak for Foldalbruket i Kjøllefjord

Dato: 2020-04-02



Utarbeidet: ILIS
Kontrollert: ENOE

Skredsikringstiltak Foldalbruket

	Mengde	Enhet	Antatt enhetspris (min)	Antatt enhetspris (maks)	Prisoverslag (min)	Prisoverslag (maks)	Kostnadsoverslag
1. Prioritet							
SNØSKJERMER							
Reparasjon av eksisterende snøskjermer	50 m		kr 5 000	kr 7 500	kr 250 000	kr 375 000	kr 312 500
Oppgradering av snøskjermer	100 m		kr 7 500	kr 15 000	kr 750 000	kr 1 500 000	kr 1 125 000
Nye snøskjermer	250 m		kr 7 500	kr 15 000	kr 1 875 000	kr 3 750 000	kr 2 812 500
Stikking og innmåling		RS					kr 50 000
Prøvetrekking		RS					kr 10 000
Sluttdokumentasjon		RS					kr 50 000
SUM							kr 4 360 000
Rigg og drift	20 % av gj.snittlig sikringskostnad						kr 872 000
Prosjekteringskostnad	5 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 261 600
Byggherrekostnad	20 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 1 046 400
Uforutsett	15 % alle kostnader						kr 981 000
Totalt kostnadsoverslag							kr 7 521 000 ± 30%

2. prioritet							
STØTTEFORBYGNINGER							
Støtteforbygninger snøskred	2100 m		kr 15 000	kr 30 000	kr 31 500 000	kr 63 000 000	kr 47 250 000
Stikking og innmåling		RS					kr 100 000
Prøvetrekking		RS					kr 30 000
Sluttdokumentasjon		RS					kr 50 000
SUM							kr 47 430 000
Rigg og drift	20 % av gj.snittlig sikringskostnad						kr 9 486 000
Prosjekteringskostnad: Detaljprosjektering konstruksjoner inkl. fundamentering, grunnundersøkelser og overvåking av snøforholdene.	8 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 4 553 280
Byggherrekostnad	10 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 5 691 600
Uforutsett	15 % alle kostnader						kr 10 074 132
Totalt kostnadsoverslag							kr 77 235 012 ± 30%

Skredsikringstiltak vest for Foldalbruket

	Mengde	Enhet	Antatt enhetspris (min)	Antatt enhetspris (maks)	Prisoverslag (min)	Prisoverslag (maks)	Kostnadsoverslag
1. Prioritet							
SNØSKJERMER							
Nye snøskjermer	300 m		kr 7 500	kr 15 000	kr 2 250 000	kr 4 500 000	kr 3 375 000
Stikking og innmåling		RS					kr 50 000
Prøvetrekking		RS					kr 10 000
Sluttdokumentasjon		RS					kr 50 000
SUM							kr 3 485 000
Rigg og drift	20 % av gj.snittlig sikringskostnad						kr 697 000
Prosjekteringskostnad	5 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 209 100
Byggherrekostnad	20 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 836 400
Uforutsett	15 % alle kostnader						kr 784 125
Totalt kostnadsoverslag							kr 6 011 625 ± 30%

2. prioritet							
STØTTEFORBYGNINGER							
Støtteforbygninger snøskred	2600 m		kr 15 000	kr 30 000	kr 39 000 000	kr 78 000 000	kr 58 500 000
Stikking og innmåling		RS					kr 100 000
Prøvetrekking		RS					kr 30 000
Sluttdokumentasjon		RS					kr 50 000
SUM							kr 58 680 000
Rigg og drift	20 % av gj.snittlig sikringskostnad						kr 11 736 000
Prosjekteringskostnad: Detaljprosjektering konstruksjoner inkl. fundamentering, grunnundersøkelser og overvåking av snøforholdene.	7 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 4 929 120
Byggherrekostnad	8 % av gj.snittlig sikringskostnad inkl rigg og drift						kr 5 633 280
Uforutsett	15 % alle kostnader						kr 12 146 760
Totalt kostnadsoverslag							kr 93 125 160 ± 30%