

Beregnet til
Kystverket

Dokument type
Rapport

Dato
11.09.2024

Beskrivelse
Skredfarekartlegging iht. krav i PBL og TEK17

SKREDFAREVURDERING KJØLLEFJORD, LEBESBY MOLO NORD



SKREDFAREVURDERING KJØLLEFJORD, LEBESBY MOLO NORD

Oppdragsnavn **Kjøllefjord molo skred**
Prosjekt nr. **1350059770**
Mottaker **Kystverket**
Dokument type **Rapport**
Versjon **1.0**
Dato **2024/09/11**
Utført av **BRAN og ILIS**
Kontrollert av **ENOE**
Godkjent av **ENOE**
Beskrivelse **Skredfarevurdering iht. krav i PBL og TEK17**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

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

FORORD

Rambøll har vurdert skredfaren fra naturlig bratt terreng for et avgrenset område i Kjøllefjord i Lebesby kommune.

Rambøll har vurdert skredfaren i henhold til krav til sikkerhet mot skred gitt i Plan- og bygningsloven (PBL) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3). For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak [1], og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Rambøll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

Skredtypene steinsprang, stein-, snø-, jord-, flom- og sørpeskred utredes.

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

NVE har definert følgende begreper som benyttes i denne rapporten:

Kartleggingsområdet/utredningsområdet

Området hvor den reelle skredfaren skal avklares. Dette kan for eksempel være en eller flere tomter, et område avgrenset av reguleringsplan eller annet område gitt av oppdragsgiver.

Påvirkningsområdet

Området som kan generere skred inn mot kartleggingsområdet/utredningsområdet.

¹ <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

OM OPPDRAGET

Oppdragsgiver:

Kystverket

.....

Utførende foretak:

Rambøll Norge AS

.....

Skredfareutredning for:

☐ reguleringsplan, område spesifisert i kartutsnitt/vedlegg

☐ hele området for eiendom med gårdsnummer og bruksnummer

☐ del/deler av eiendommen med gårdsnummer og bruksnummer spesifisert i kartutsnitt/vedlegg

☒ Annet: Prosjektering av molo nord

Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet:

Etablering av molo, sikkerhetsklasse S1

.....

Befaring gjennomført:

14.08.2024 og 15.08.2024

.....

Befaring gjennomført av:

Inger Lise Sollie og Brage Angell

SAMMENDRAG

Rambøll har på oppdrag fra Kystverket vurdert sikkerhet mot skred i bratt terreng for et avgrenset område i Lebesby kommune. Aktuelt område er innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred, steinsprang, samt jord- og flomskred. Dette utløser behov for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng etter TEK17 § 7-3 og NVEs veileder [1]. Vurderingen inkluderer skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe- og steinskred og steinsprang. Fare for kvikkleireskred, fjellskred og flom er ikke vurdert.

Tiltaket gjelder etablering av molo nord i Kjøllefjord. I henhold til bestillingen, er det også gjort en vurdering av skredfare for en planlagt anleggsveg. Anleggsvegen er en ca. 200 m forlengelse av eksisterende Strandvegen. I tillegg er skredfaren i forbindelse med anleggsarbeidene utredet. For molo stilles det krav i henhold til sikkerhetsklasse S1 i Tek 17, og det tillates at årlig nominelle sannsynlighet er 1/100 eller lavere. Anleggsarbeider fra land vil foregå i en begrenset periode, og det skal ikke oppføres oppholdsrom i dette området. Personopphold vil dermed innebære maskinførere, og ellers sporadisk personopphold. Rambøll vurderer at dette tilsvarer et personopphold som beskrevet for sikkerhetsklasse S1 i TEK 17, for eksempel tilsvarende «lagerbygning med lite personopphold».

For anleggsvegen er skredfaren vurdert i henhold til sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg, som beskrevet i Håndbok N200 [2]. Klassen for laveste trafikkmengde (<500) aksepteres en årlig skredsannsynlighet på 1/20 eller lavere.

Det er avdekket fare for steinsprang og snøskred i området som er utredet. Kravet til sikkerhet mot skred i bratt terreng i TEK17 §7-3 er ikke oppfylt. Aktuelle tiltak som kan gjennomføres for å redusere skredfaren til et akseptabelt nivå er beskrevet kort, men er ikke detaljprosjektert.

INNHold

1.	Innledning	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering	2
1.3	Gjeldende regelverk	2
2.	Områdebeskrivelse	4
2.1	Geografi	4
2.2	Topografi	6
2.3	Løsmasser og berggrunn	8
2.4	Vann og nedbørsfelt	9
2.5	Vegetasjon	10
3.	Grunnlagsmateriale	10
3.1	Aktsomhetskart	10
3.2	Tidligere utredninger/kartlegginger i området	11
3.3	Skredhistorikk og lokalkunnskap	11
3.4	Klimatologiske data	13
3.5	Eksisterende sikringstiltak	15
3.6	Digital terrengmodell (DTM)	15
3.7	Modellering	15
3.8	Befaring	17
4.	Skredfarevurdering	17
4.1	Snøskred	17
4.2	Steinsprang	19
4.3	Jordskred	21
4.4	Flomskred	21
4.5	Sørpeskred	21
4.6	Steinskred	21
4.7	Samlet nominell årlig sannsynlighet for skred	21
5.	Anbefalte sikringstiltak	22
5.1	Sikringstiltak for moloen	22
5.2	Sikringstiltak for anleggsveg	22
5.3	Anbefalte tiltak for anleggsperioden	22
5.4	Anbefalte tiltak for permanent situasjon etter bygging	23
6.	Referanser	23
VEDLEGG	24	
Vedlegg 1:	Bilder	24
Vedlegg 2:	Helningskart	24
Vedlegg 3:	Registreringskart m/beskrivelser	24
Vedlegg 4:	Skredmodelleringskart	24
Vedlegg 5:	Faresonekart	24
Vedlegg 6:	Egen- og sidemannskontroll	24
Vedlegg 7:	Egenerklæringsskjema for kompetanse	24

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Rambøll er engasjert av Kystverket for å vurdere skredfaren for et avgrenset område nord i Kjøllefjord i Lebesby kommune. Planlagt tiltak er å etablere en molo, hvor det i tillegg er aktuelt å etablere en ca. 200 lang anleggsveg i forlengelsen av eksisterende Strandvegen.

Den nordre moloen planlegges bygget i løpet av to sesonger, i perioden mai-desember 2025 og 2026, før anleggsvirksomhet vil opphøre. Under bygging kan det antas at det vil være anleggsmaskiner plassert ved molofot og aktivitet store deler av tiden, men det er nødvendig med anleggsstopp på grunn av gyteperiode fra januar til april. Mesteparten av fyllinga ved etablering vil foregå fra lekter, opp til kote -2. Deretter bygges siste topplag fra land. Kystverket forventer at arbeidet fra land vil foregå siste halvdel av andre sesong. Kystverket har forespurt Rambøll om anbefalinger rundt tilkomst til anlegget for arbeidsperioden fra land.

1.2 Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering

Aktsomhetskart fra NVE (Norges vassdrag og energidirektorat) viser kun potensielle fareområder for skred. Kartene er generert fra en grov terrengeanalyse, der lokale forhold ikke er tatt hensyn til. Sannsynligheten eller gjentaksintervallet for skred er ikke vurdert. I de fleste tilfeller vil en nærmere kartlegging føre til at utstrekningen av aktsomhetsområdene kan reduseres.

Rambøll har vurdert sannsynligheten for skred basert på kartanalyser, feltkartlegging, skredhistorikk og klimadata. Skredfarevurderingen er utført med en detaljeringsgrad og nøyaktighet som tilfredsstiller NVEs retningslinjer og veileder for utredning for regulering og byggesak.

Skredfarevurderingen gjøres uavhengig av avgrensningen på aktsomhetsområdene. Dette for å tilfredsstille retningslinjene. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred. For beskrivelse av skredtypene som er vurdert, vises det til NVEs veileder [1]. Vurdering av kvikkleireskred, fjellskred og flom er ikke inkludert i denne vurderingen.

Vurderingen legger til grunn dagens terreng, vegetasjonsforhold og klimadata, og gjelder skredfare fra naturlig bratt terreng.

Ved fastsettelse av faresoner for skred, vil disse gjelde over aktsomhetsområdene.

1.3 Gjeldende regelverk

1.3.1 Byggteknisk forskrift TEK 17 og plan- og bygningsloven

Krav til sikkerhet mot skred og flom er gitt i Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK17), som inngår i plan- og bygningsloven. Ved plassering av byggverk i skredfarlige områder er det definert tre sikkerhetsklasser for skred, inndelt etter konsekvens og største nominelle årlige sannsynlighet for skred, se Tabell 1.

I vurderingen av hvilken sikkerhetsklasse byggverket havner i, må det tas hensyn til både konsekvenser for liv og helse, samt økonomiske verdier. I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn.

Nominell sannsynlighet for skred er definert som sannsynlighet for skred per enhetsbredde på 30 meter på tvers av skredretningen, når tomtebredden ikke er fastlagt.

For bestemmelse av sikkerhetsklasse som skal legges til grunn i vurderingen vises det til beskrivende eksempler i TEK 17. Kort oppsummert:

Sikkerhetsklasse S1 – Byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis garasje, uthus og båtnaust, mindre brygger og lagerbygning med lite personopphold.

Sikkerhetsklasse S2 - Byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis enebolig, tomannsbolig, eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig, arbeids- og publikumsbygg, driftsbygning i landbruk, parkeringshus og havneanlegg.

Sikkerhetsklasse S3 - Byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon.

Kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal kan ofte reduseres til et lavere sikkerhetsnivå, avhengig av eksponeringstid.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde.

Sikkerhetsklasse	for	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1		Liten	1/100
S2		Middels	1/1000
S3		Stor	1/5000

1.3.2 Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg

Sikkerhetskrav for skred på veg er gitt i Statens vegvesens Håndbok N200 Krav 1.7 [2]. Det stilles krav til at sannsynlighet for skred ned på veg fra naturlig sideterreng i det enkelte skredløp ikke er større enn det som er gjengitt i Tabell 2.

Tabell 2: Hentet fra Håndbok N200 [2] Tabell 1.7-1 Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg.

Dimensjonerende trafikkmengde a	Samlet skredsannsynlighet per år b
< 500	1/20
500 – 3999	1/50
4000 – 5999	1/100
6000-11 999	1/300
≥ 12 000	1/1000

a Nye veger dimensjoneres ut fra beregnet trafikkmengde i prognoseåret, dvs. 20 år etter åpningsår, se [N100 Veg- og gateutforming \[1\]](#).

b Sannsynlighet for skred angis som en årlig sannsynlighet for at skred skal treffe veg. Med skred menes her hendelser som har potensiale til å stenge veg eller føre til ulykker. Sannsynlighet for skred vurderes for det enkelte skredløp. For skred som ikke følger markerte skredløp, som for eksempel steinsprang, gjøres det en skjønsmessig vurdering av skredets utstrekning. Sannsynlighet for skred kan vanligvis ikke beregnes eksakt, men baseres på beregninger og faglig skjønn. Dette kalles nominell sannsynlighet.

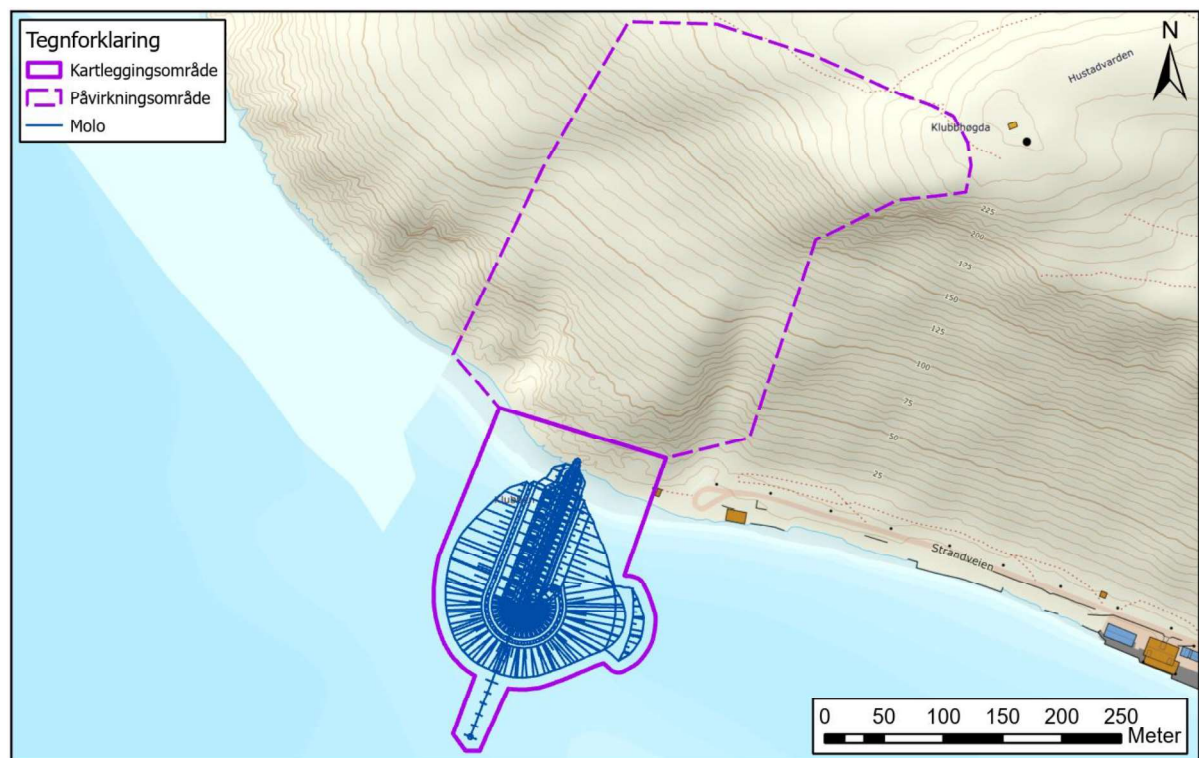
2. OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Geografi

Det kartlagte området ligger i tettstedet Kjøllefjord i Lebesby kommune, se Figur 1. Kartleggings- og påvirkningsområdene ligger ved Klubben og er rett vest for Strandveien, se i Figur 2 og Figur 3. Totalt areal for kartleggingsområde og påvirkningsområde er ca. 1,2 km².



Figur 1: Oversiktskart, område som er vurdert ligger innenfor sort rektangel [3].



Figur 2: Oversiktskart over område som er kartlagt.



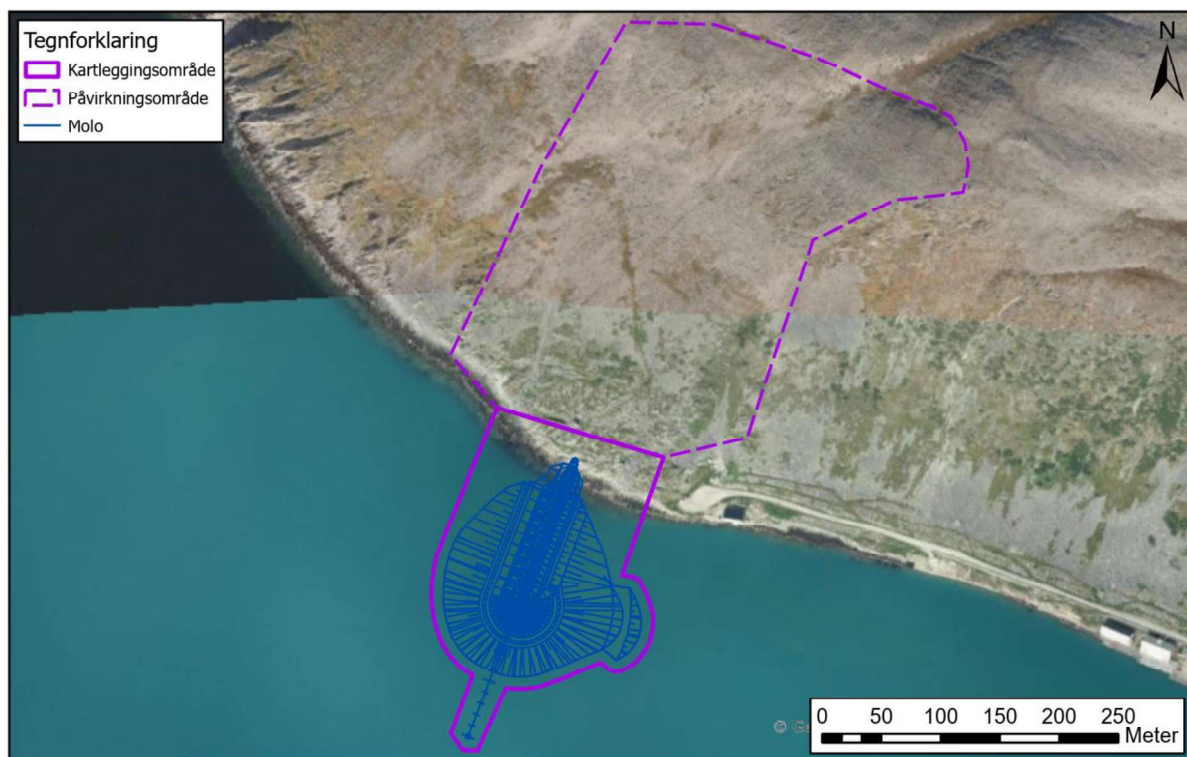
Figur 3: Oversiktsbilde over kartlagt område (2021) [4].

2.2 Topografi

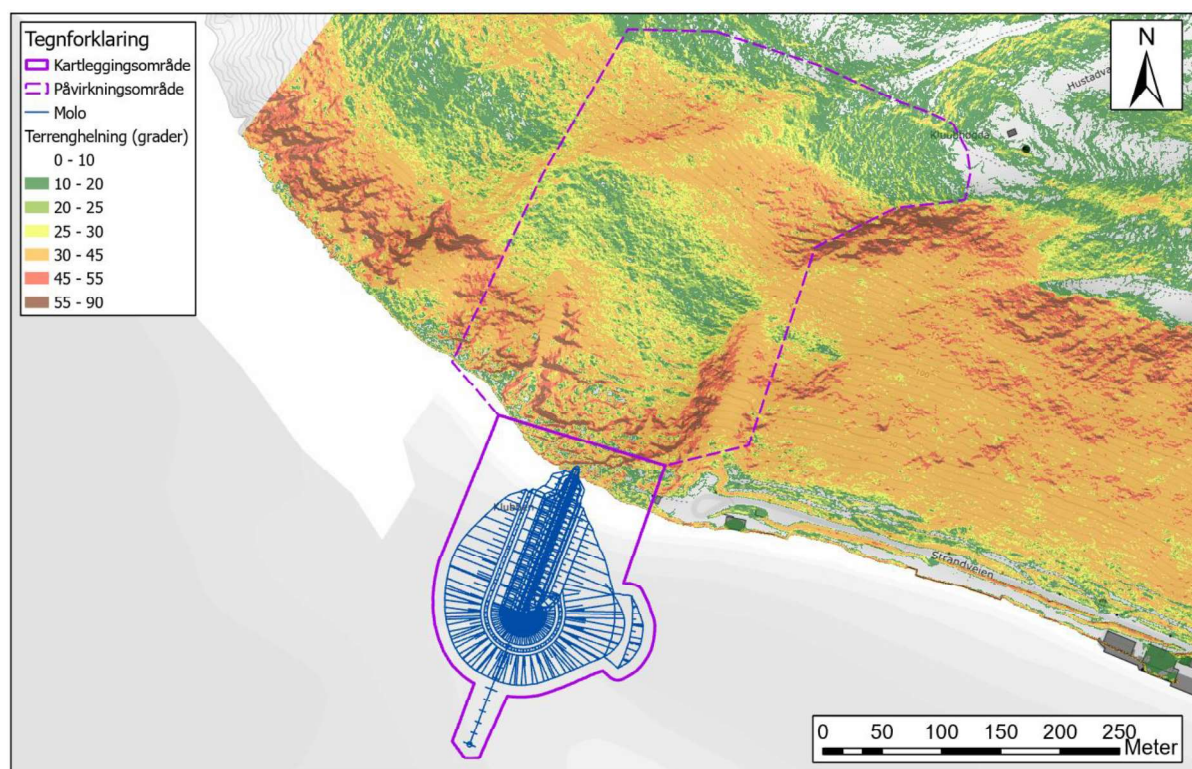
Figur 4, Figur 5 og Figur 6 viser henholdsvis flyfoto, terrenghelning og skyggerelieffkart av område.

Store deler av kartleggingsområde ligger i sjøen, unntatt et lite område lengst nord som er foten av en bratt fjellside. Denne delen består av svaberg og steile bergskrenter med fall innover mot fjellsiden. Nord for kartleggingsområdet er påvirkningsområdet, som er fjellsiden opp til Klubbfjellet på 250. moh. Terrenghelningen i påvirkningsområdet er mellom 10-45°, med innslag av bratte bergskrenter > 45°, opp til 200 moh. Videre opp til toppen er helningen slakere og ligger mellom 0-25°.

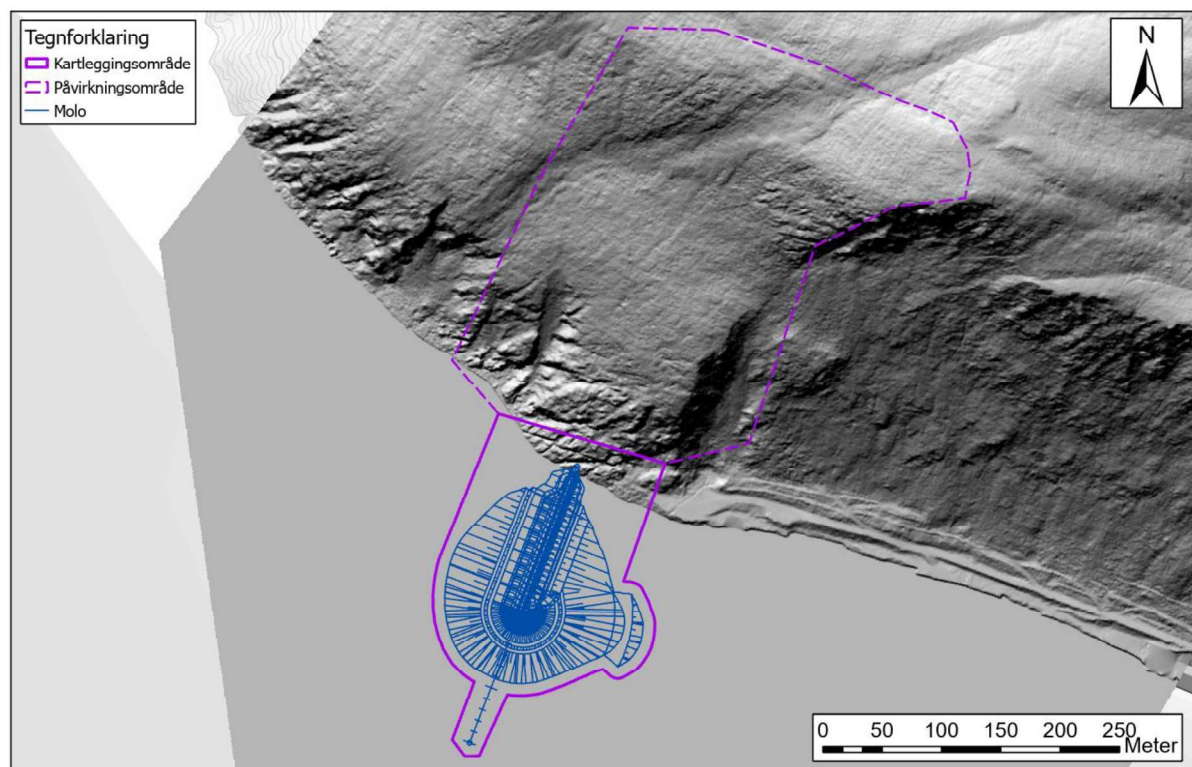
Flyfoto og skyggerelieffkartet viser at noen av sprekke i berget er gjennomsettende og repeterende med NØ-SV orientering og at det er to renner i nedre del av påvirkningsområdet som er parallelle med fjellsiden. Rennene ligger lengst øst og vest i påvirkningsområde og skyldes trolig tidligere skredhendelser eller erosjon.



Figur 4: Flyfoto av område (2013 og 2016) [5].



Figur 5: Helningskart for område.



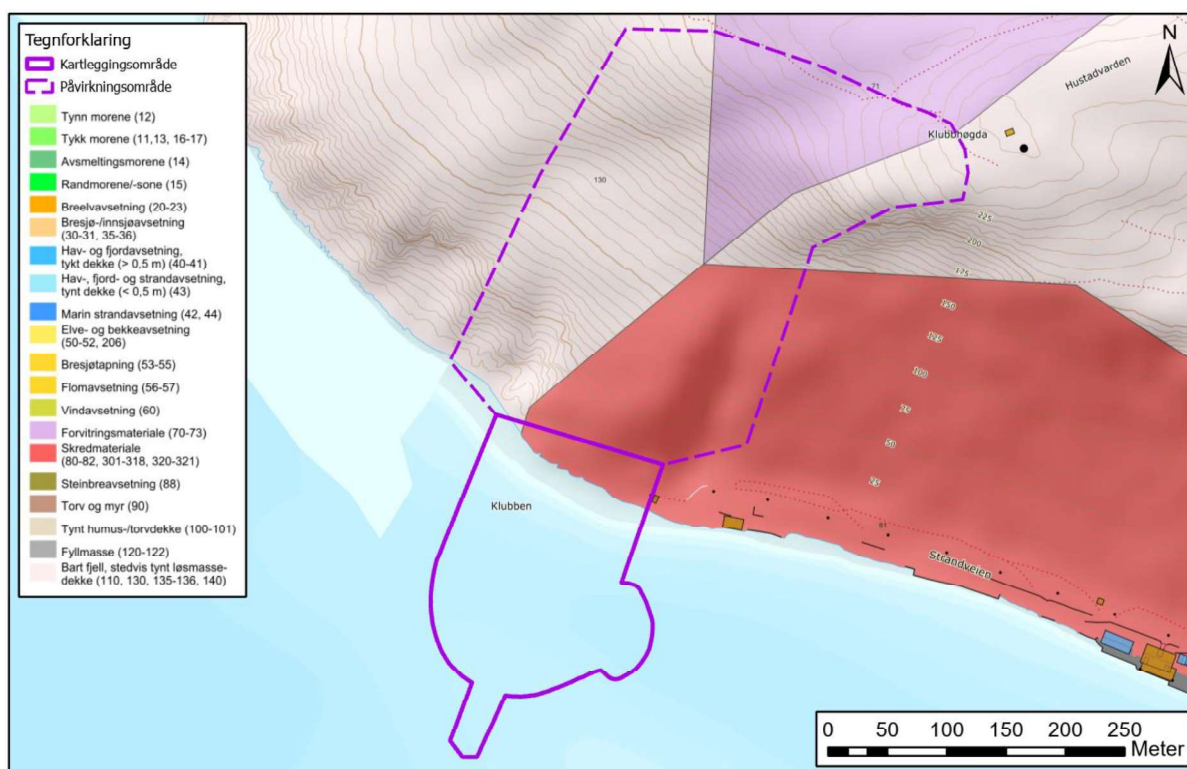
Figur 6: Skyggerelieffkart for område.

2.3 Løsmasser og berggrunn

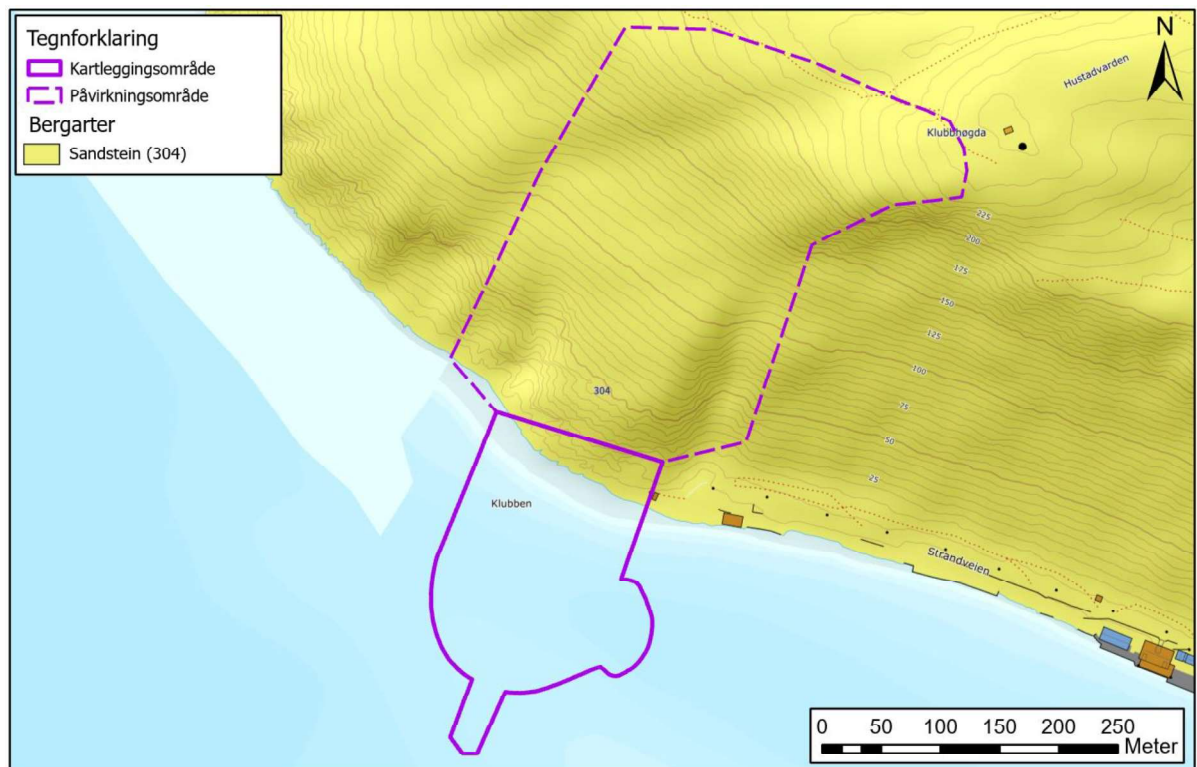
Løsmassekart (N500) og berggrunnskart (N50) fra NGU [6] [7] for området er gitt i Figur 7 og Figur 8.

Løsmassekartet er veldig grovt med målestokk 1:500 000, og viser at området består generelt av skredmateriale i foten av skråningen og forvitningsmateriale i øvre del/ på topp av skråningen. I vestre del av påvirkningsområdet viser kartet bart berg. Under befaring ble det observert få steder med bart fjell. Området bestod hovedsakelig av forvitningsmateriale/ skredmateriale i form av blokker på ca. 0,5-1 m³.

Berggrunnskartet viser at kartleggingsområdet består av middels- til grovkornet sandstein, noe som stemte med observasjonene i felt.



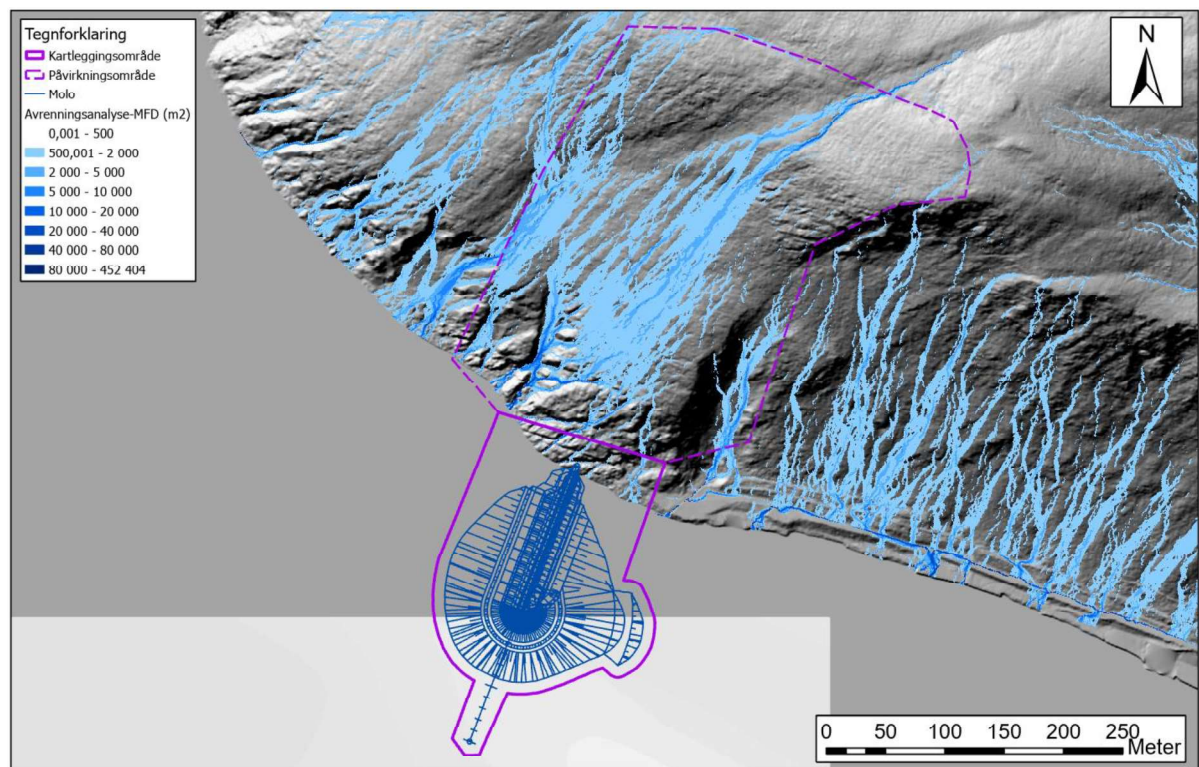
Figur 7: Løsmassekart N500 fra NGU for område [6].



Figur 8: Berggrunnskart N50 fra NGU for område [7].

2.4 Vann og nedbørsfelt

Det er utført en avrenningsanalyse (MFD), vist i Figur 9, for å få et inntrykk av naturlige dreinsveier til overflatevann. Ellers er det ingen bekker eller elver som går igjennom det kartlagte området.



Figur 9: Avrenningsanalyse (MFD).

2.5 Vegetasjon

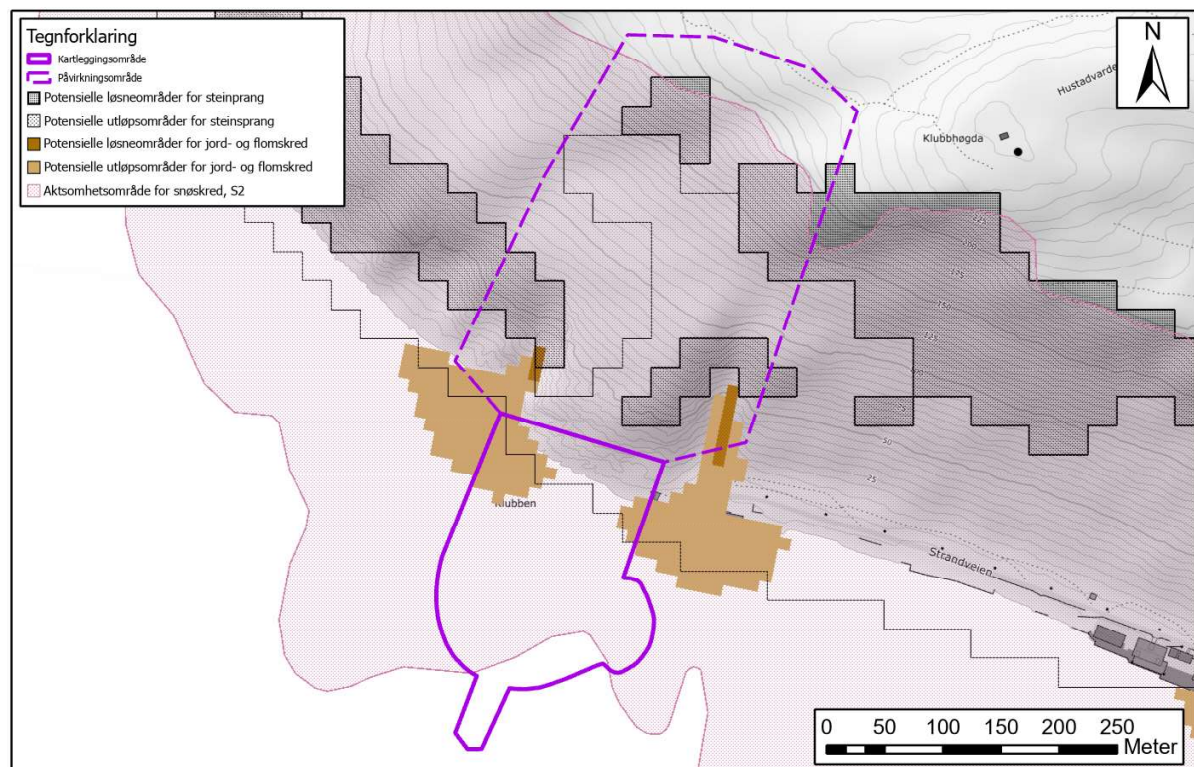
Det er ingen vegetasjon i område som har relevans for skredfarevurderingen. Det er mose på bergoverflaten/ blokkmateriale og lyng noen steder.

3. GRUNNLAGSMATERIALE

3.1 Aktsomhetskart

Landsdekkende aktsomhetskart viser potensielle løsn- og utløpsområder for skred, og er hentet fra NVE Atlas [8]. Aktsomhetskartene gir ikke sannsynligheten for at et skred kan skje, og sonene må utredes videre for å vurdere skredsannsynligheten. Det understrekes at det ikke finnes aktsomhetskart for sørpeskred.

Figur 10 viser at område ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, steinsprang/steinskred, samt jord- og flomskred.



Figur 10: Aktsomhetskart for skred i bratt terreng. Planområdet berøres av aktsomhetsområder for steinsprang, snøskred, samt jord- og flomskred.

3.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i området

Rambøll er kjent med følgende tidligere skredfarevurderinger utført i området:

- **Skredfarevurdering Kjøllefjord, Lebesby 2020, Rambøll**

Rambøll har utredet skredfaren for en strekning langs Strandveien i Kjøllefjord. På strekningen ligger museet Foldalbruket som er vinterstengt pga. fare for snøskred, hvor det var ønsket å holde helårsåpent. Strekningen lå innenfor aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang, samt jord- og flomskred. Konklusjonen fra skredfarevurderingen er at det er fare for snøskred og steinsprang, og at det er behov for sikringstiltak dersom Foldalbruket skal holdes åpent hele året.

3.3 Skredhistorikk og lokalkunnskap

Tidligere skredhendelser gir en indikasjon på områder som er særlig utsatt for skred, og gir viktig informasjon om forventet omfang på eventuelle framtidige hendelser. Kartlegging av tidligere hendelser er derfor en viktig del av skredfarevurderinger. I Norge eksisterer en nasjonal skreddatabase utgitt av NVE [9] for eldre og nyere skredhendelser. Registrering i databasen kan utføres av alle uavhengig av kompetanse, og derfor kan plassering og type skredhendelse avvike fra faktisk hendelser. Vurdering av løsesannsynlighet er delvis basert på hendelsene registrert i databasen, og vil derfor være en usikkerhet. Følgelig er det viktig å bruke registreringene som veiledende informasjon.

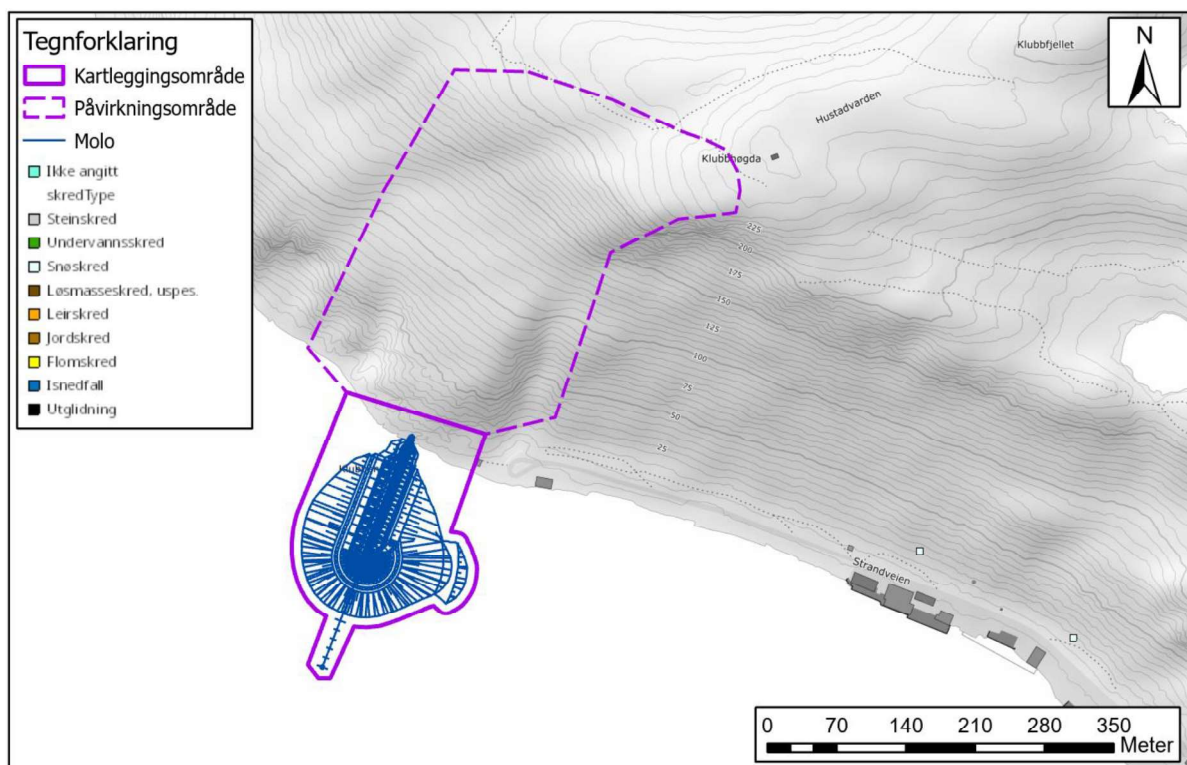
Det er også viktig å bemerke at skreddatabasene ikke er en komplett liste over skred i et område. Det har gått skred lenge før systemet med å dokumentere og lagre informasjon ble opprettet, og

det kan ha gått skred i områder som tidligere ikke har vært befolket. Det er derfor viktig å kartlegge spor etter skred i terreng. Spor etter tidligere skredhendelser kan ha blitt påvirket av menneskelige inngrep, eks. ved fjerning av steinsprangblokker, graving i løsmasser eller etablering av nye veier og stikkrenner osv.

Nært kartleggingsområdet er det totalt registrert 2 historiske skredhendelser i den nasjonale skredhendingsdatabasen (NSDB). Disse er gitt i Tabell 3 og vist i Figur 11.

Tabell 3: Historiske skredhendelser for

#	Type	Skrednavn	Skreddato	Nøyaktighet	Kilde
1	Snøskred	Kjøllefjord	06.01.1959	+/- 250 m	NGU
2	Snøskred	Kjøllefjord 2	20.03.1965	+/- 250 m	NGU



Figur 11: Historiske skredhendelser fra NSDB.

Begge snøskredhendelsene var omfattende snøskred og ble utløst fra Klubbefjellet, like øst for området som vurderes i denne rapporten. Flere bygninger ble tatt av snøskredene og totalt 5 personer omkom, 4 i 1959 og 1 i 1965. Snøskredene skjedde som følge av kraftig storm med sterk vind fra nordøst. Under de samme stormene er det registrert flere mindre snøskred uten økonomiske og menneskelige skader. Ifølge beskrivelsen fra NSDB inneholdt snøskredene mye stein og blokker. I ettertid av skredene er det gjort sikringstiltak i form av snøskjermer. Området som vurderes i denne rapporten har ikke vært et naturlig oppholdssted, og det er rimelig å forvente at eventuelle skredhendelser her ikke har blitt særlig lagt merke til.

På historiske flyfoto er det spor etter steinspranghendelser i fjellsiden over Strandveien. Disse er ikke registrert i NSDB.

3.4 Klimatologiske data

Vurderingen av klimaforhold er utført med data fra ett punkt; Klubbhøyden, ved bruk av NVE verktøyet [AV-Klima](#) [10]. Det må påpekes at resultatene av analysene ikke er helt nøyaktig siden verktøyet bruker gridet data, og ikke fra en bestemt værstasjon. I tillegg er klimadata ikke direkte måleverdier fra værstasjoner, men interpolerte data, som oppdateres jevnlig. Dermed blir det usikkerheter knyttet til beregnede returperioder og verdiene som oppdateres jevnlig, for eks. snødybder og 3-døgns nysnø.

Tabell 4. Koordinater til punkt som er brukt til å generere klimadata.

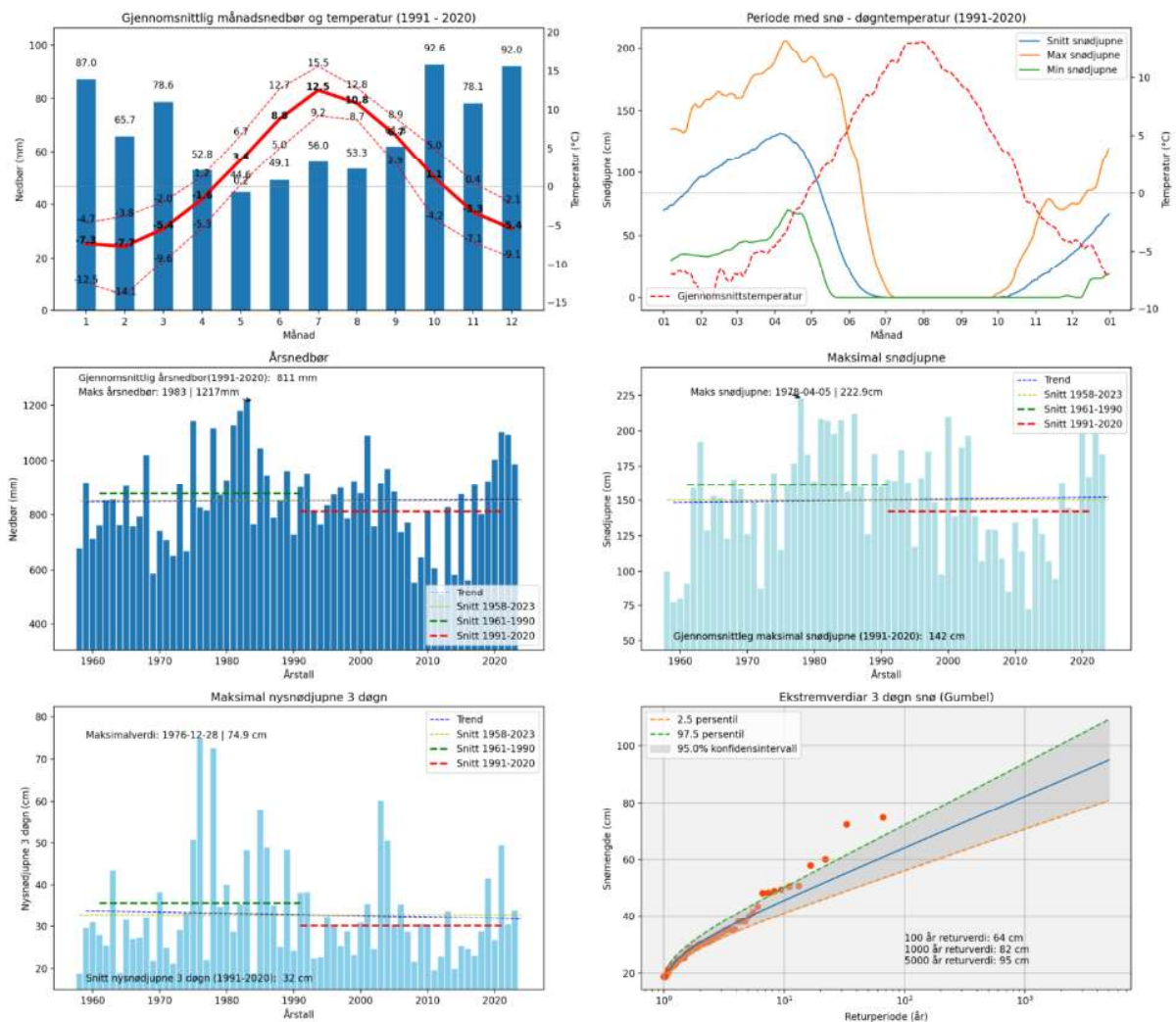
Nord (UTM 33)	(Øst UTM33)	Høyde (moh)*
7918241.02	946222.64	219

*Høyden fra grid-data fra NVE verktøyet [AV-Klima](#).

Klimadata for vurdert område viser at gjennomsnittstemperaturen er under 0°C fra november til april, se Figur 12. Det er hovedsakelig i disse månedene at nedbør kommer i form av snø. Gjennomsnittlig årsnedbør ligger på 811 mm med en maksimal årsnedbør på 1217 mm målt i 1983. Månedene med mest nedbør i snitt er oktober til mars med ett snitt på ca. 80 mm. De tørreste månedene er april til september med ca. 50 mm nedbør i snitt.

Den gjennomsnittlig maksimale snødybden er beregnet å være 142 cm, men denne varierer mye fra år til år. Største maksimal snødybde er målt til 222 cm den 05. mars 1987. Ekstremverdier av maksimal 3-døgns snømengde med returperioder på 100, 1000 år og 5000 år er beregnet til henholdsvis 64 cm, 82 cm og 95 cm.

Klimaoversikt for Klubbhøgda (219 moh.)

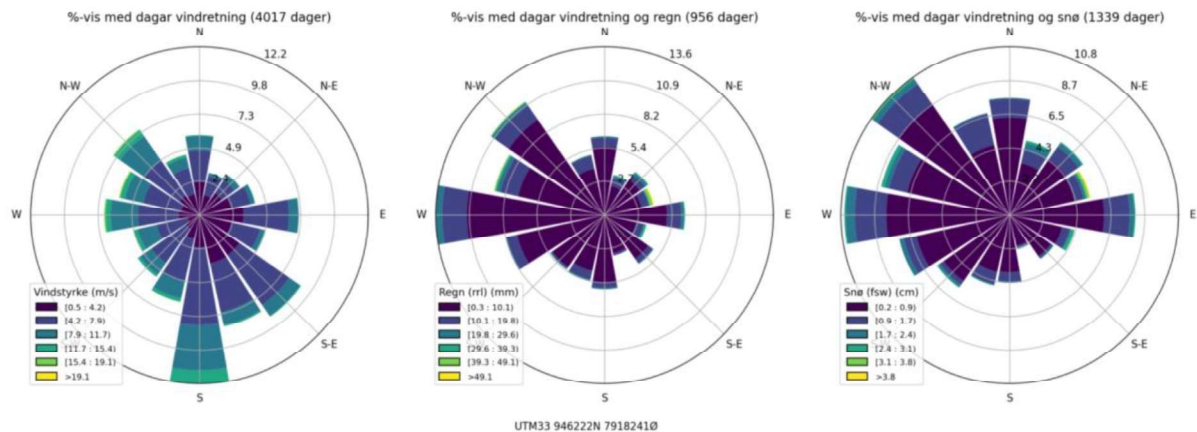


UTM33 946222N 7918241Ø

Figur 12: Klimaoversikt for Klubbhøyden.

Vindrosen for området viser at dominerende vindretninger uten nedbør er fra sør og sørøst, se Figur 13. Dominerende vindretning med nedbør i form av snø eller regn er fra vest og nordvest.

Vindaanalyse for Klubbhøgda (219 moh.)



Figur 13: Vindanalyse for Klubbhøyden.

Prognoser for klimaendringen er publisert av Norsk Klimaservicesenter [11]. Gjennomsnittlig årstemperatur og årsnedbør i Finnmark er beregnet å øke med ca. 5,5°C og i underkant av 20% mer nedbør. De største endringene for nedbør er forventet om våren, sommeren og høsten, men episoder med kraftig nedbør vil øke vesentlig både i intensitet og hyppighet for alle årstider. Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengde og antall dager med snø. I tillegg er det forventet flere smelteepisoder om vinteren som følge av temperaturøkning. Klimaendringene vil øke behovet for tilpasning mot kraftig nedbør og økte problemer relatert til overvann. I forhold til skredfare kan klimaendringen gi økt frekvens og størrelse av skred som er knyttet til regnskyll/flom, snøfall, snøsmelting og erosjon (jordskred, flomskred og sørpeskred). På kort sikt vil varmere og våtere klima føre til regn på snødekket som vil resultere i økt snøskredfare. På lang sikt forventes snøskredfaren å reduseres på grunn av redusert snømengde. Forventet klimaendring vil også øke faren for steinsprang med hyppigere episoder med kraftig nedbør.

3.5 Eksisterende sikringstiltak

I vurdert område er det ingen eksisterende sikringstiltak. Lengre øst langs Strandveien derimot, er det etablert flere snøskjermer i fjellsiden, samt steinspranggjerdet.

3.6 Digital terrengmodell (DTM)

En terrengmodell er en presentasjon av terrengoverflaten i 3D. Norges overflate er i stor grad dekket av terrengmodeller som kan lastes ned fra Hoydedata.no [12]. Terrengmodellene er produsert ved hjelp av LiDAR. I dette prosjektet er det brukt Lidar scan fra prosjekt; NDH Mehamn 2pkt 2017. Digital terrengmodell (DTM) generert fra LiDAR data har en oppløsning på 0,5 m.

3.7 Modellering

3.7.1 RAMMS::Rock fall 1.7.6

RAMMS::ROCKFALL kan brukes til å modellere utløpsdynamikken til enkeltblokker i et tredimensjonalt terreng [13]. Den bruker en deterministisk tilnærming til naturlig variasjon av blokkformer og orientering til fallblokken for simulerte steinspranghendelser. Programmet innebærer 3D beregning av spretthøyder, hastighet, rotasjonshastighet, total kinetisk energi og kontaktslagskraft for en tredimensjonal blokk. Blokkform og størrelse bestemmes av brukeren.

Det er modellert utløpsområder for steinsprang ved bruk av blokkstørrelse 1 m³ med kubisk blokkform, etter observasjoner fra befaring, se Figur 4 i Vedlegg 1: Bilder. Terrengparametere er satt til hard på grunn av begrenset vegetasjon. Brukt terrengmodellen har en oppløsning på 0,5 m som er det mest detaljerte i område.

Parameterne som ble benyttet er:

- Blokkform: «Long»: 1.5 (valgt etter observasjoner i felt).
- Terreng: Hard
- Nummer av tilfeldige orienteringer: 3.
- Tetthet= 2700 kg/m³ (standard verdi).
- Skog er ikke inkludert i modelleringen.

Det er modellert tre utfall med ulike orienteringer pr. tiende celle til terrengmodellen. Utfallene ble modellert fra løснеområder (polygon av områder >45° og > 4m²). For faresonekartleggingene er resultatene fra modelleringen kritisk vurdert opp mot feltobservasjoner. I fastsettelsen av faresoner er det lagt størst vekt på feltobservasjonene.

3.7.2 RAMMS:: Avalanche 1.8.0

De aktuelle og relevante løснеområdene er vist i Vedlegg 3: Registreringskart m/beskrivelser. Modellering av utløpsdynamikken til snøskred (utløpslengde og hastighet) er utført med RAMMS:: Avalanche [14]. Modelleringen er utført med inngangsparametere for skred med 100 års returperiode. Det er tatt hensyn til vind som fører til akkumulering eller erosjon av nysnø (snødrift). Vurderingsområdet ligger i le for snøførende vindretninger. Historiske hendelser og lokalfolk Rambøll har vært i kontakt med, bekrefter at fjellsiden i vurderingsområdet er utsatt for skavveldannelse og akkumulasjon av snø. Bruddkanthøyde til modellerte skred er valgt basert på forventet 3-døgns nedbør, men justert for løснеområder i skålformet terreng med +50% nederst i fjellsiden og +75% øverst i fjellsiden. For resten av områdene er det kun utført korreksjon for terrenghelning.

Tabell 5. Input parameterne brukt for modellering av snøskred.

Oppløsning terrengmodell (m)	Tetthet (kg/m ³)	Bruddkanthøyde (m)	X _i	M _y
2	300	Varierende	"Default" parameterne	"Default" parameterne

Tabell 6. Returperiode - 3 døgns nysnø - med korreksjonen for snødrift.

Korreksjon for snødrift og terrengform	Returperiode	3 døgns nysnø (cm)*	Bruddkanthøyde etter korreksjon for terrenghelning og snødrift (cm)**
Ingen	100	64	48
30%	100	83	62
50%	100	96	72
75%	100	112	84

* Verdier er avrundet og er et gjennomsnitt av verdier fra Figur 12 og Figur 13.

** Etter korreksjon på 0.75 (snødybden måles vertikalt ved målestasjoner, men modeller bruker verdier normalt på terrenget).

Meddriving av snø er ikke tatt hensyn til i modelleringene. Dette vurderes å være en rimelig forenkling fordi modellerte skred er relativt små med kort utløpsområde.

3.7.3 Alfa-Beta metoden

Alfa-Beta metoden er basert på fysisk regresjonsligninger hentet fra analyser ved tilbakeberegning av historiske hendelser. Metoden gir en maksimal forventet utløpslengde langs en skredbane. Utløpslengde er beskrevet med en alfa-vinkel mellom bakskrent og de ytterste avsetningene, samt en beta-vinkel mellom bakskrent og et punkt i skredbanen som har helning på 10° (snøskred), og 23° (steinsprang). Metoden tar mindre hensyn til stedlige forhold enn de numeriske modellene, og alfa-beta metoden betraktes å gi et overestimert anslag på mulige utløpslengder.

For snøskred:

$$a = 0.96\beta - 1.4^\circ (\sigma = 2.3^\circ)$$

(β -punktet er det punktet langs skredbanen der terrenget flater ut til en 10° helning)

For steinsprang:

$$a = 0.77\beta + 3.9^\circ (\sigma = 2.16^\circ)$$

(β -punktet er det punktet langs skredbanen der terrenget flater ut til en 23° helning)

I denne skredfarevurderingen er Alfa-Beta [15] benyttet for å beregne utløpslengde for steinsprang.

3.8 Befaring

Rambøll har vært på befaring i aktuelt område fra 14. august – 15. august 2024, hvor kartleggingen ble utført av ingeniørgeologene Inger Lise Sollie og Brage Angell. Område ble kartlagt til fots og med drone. På befaringsdagene var det sol og 25°C .

Befaringen hadde som hensikt å kartlegge sannsynlige løseområder for skred, eventuelle løsmasser, sannsynlig størrelse på fremtidige skredhendelser, sannsynlige utløpsområder og tegn til pågående erosjon.

Registreringer fra utført skredkartlegging er vist i registreringskart i Vedlegg 3: Registreringskart m/beskrivelser. I registreringskartet er det blant annet registrert infopunkter som er nummerert, og som kan bli henviset til videre i rapporten. Bilder fra befaringen er vist i Vedlegg 1: Bilder.

4. SKREDFAREVURDERING

4.1 Snøskred

4.1.1 Om snøskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Store deler av terrenget har en helning på mellom 27° - 55° , og terrengformer som er gunstig for oppsamling av snø. Den gjennomsnittlige maksimale snødybden i perioden 1991-2020 er beregnet

til 142 cm. Snøskred anses derfor som en aktuell skredprosess i påvirkningsområde, og utredes videre.

4.1.2 Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet

På grunn av veldig ru terrengoverflate med grove løsmasser er det kun registrert løsneområder for snøskred i områder hvor terrenghelningen er mellom 30° og 55° over et større sammenhengende areal. Det er ett parti med løsneområder for snøskred øverst i fjellsiden og et parti nederst i fjellsiden. Data og parametere for løsneområdene er vist i Tabell 7.

Løsneområdene Snø-5 til Snø-7 ligger i le for vinden fra NV – NØ og er skålformet. Derfor er det naturlig å anta at mye snø akkumuleres her. Terrengtet er ru og består av mye blokker. Løsnesannsynligheten for disse er vurdert å være mellom 1/100 og 1/1000. I løsneområde Snø-8 er det mindre ruhet i terrengtet og det vurderes at løsnesannsynligheten er høyere enn 1/100. Når det gjelder løsneområdet Snø-9 ligger også dette i le for vinden fra NV – NØ, men terrengtet er konvekst. Det er derfor rimelig å forvente mindre akkumulasjon av snø her. Det er observert blokkmaterialer som dekker overflaten, med store blokker som ligger på høykant og gjør terrengtet veldig undulerende og ru. Generelt er det større sannsynlighet for utløsning av snøskred i konvekst terreng, og løsnesannsynligheten for Snø-9 er vurdert å være mellom 1/100 og 1/1000.

Løsneområdene i nedre del av skråningen ligger også i le for snøførende vinder, men det meste av drivsnøen avsettes nært toppen av fjellsiden. Derfor antas det at mindre snø vil legge seg i disse områdene. I Snø-4 er terrengtet tydelig skålformet, og bruddkanten er på bakgrunn av dette justert med +50% i forhold til forventet 3-døgnsnebør. I løsneområdene Snø-1, Snø-2 og Snø-3 er det ikke korrigert for akkumulasjon av snø. Det er grove blokkmaterialer i overflaten, og terrengruheten bidrar til å redusere løsnesannsynligheten. Størrelses på løsneområdene er relativt små, og er kortere enn 50 m i fallretning. I slike små løsneområder bidrar randkrefter i snøpakken til å redusere løsnesannsynligheten. Løsnesannsynligheten for løsneområde Snø-1 til Snø-4 er vurdert å være mellom 1/100 og 1/1000.

Tabell 7: Data og årlig nominell sannsynlighet for løsneområder for snø

ID	Areal (m ²)	Bruddkant	Årlig nominell Løsnesannsynlighet
Snø-1	709	62	1/1000
Snø-2	409	62	1/1000
Snø-3	578	62	1/1000
Snø-4	848	72	1/1000
Snø-5	1166	84	1/1000
Snø-6	2355	84	1/1000
Snø-7	1755	84	1/1000
Snø-8	817	84	1/100
Snø-9	2080	72	1/1000

4.1.3 Utredning av utløp

Modellering av løsneområdene Snø-5 til Snø-8, i øvre del av skråningen, viser at utløpet vil følge søkket i terrengtet, og når sjøen vest for kartleggingsområdet. Modellerte skredmasser kommer så vidt innenfor vestre hjørne av definert kartleggingsområde. Utløpet til Snø-9 viser samme trend, hvor mesteparten av skredmassene går i renna vest i påvirkningsområdet og ut i sjøen. Modelleringen viser også at noe av skredmassene kan gå mot de sentrale delene av påvirkningsområdet og kartleggingsområdet. Forventet maks trykk i de sentrale delene er > 15 kPa. Maks flythøyde er under 30 cm i området hvor planlagt molo er tilknyttet land.

Når det gjelder løснеområdene i nedre del av skråningen er det Snø-1 som er dimensjonerende. Modelleringen viser at utløpet fra Snø-1 følger terrenget nokså direkte ned fjellsiden og ut i sjøen. Utløpet inntreffer kartleggingsområde med høyt maks trykk på rundt 40 kPa og treffer havnivå med maks trykk opptil 15 kPa. Maks flythøyde er opptil 1 m hvor planlagt molo er tilknyttet land. Modelleringen behandler sjøen som er flate, og simulert utløp er dermed gjeldene for sannsynlig utløp ut på moloen. Simulerte energimengder tilsvarer skadepotensiale på mur- og betonghus.

4.1.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for snøskred

Nominell årlig sannsynlighet for at snøskred vurderes å være lavere enn 1/100. Snøskred er altså ikke dimensjonerende for faresone 1/100, dette på grunn av at løsnesannsynlighet er vurdert som lav, eller at modelleringen indikerer at skredmasser ikke har skadepotensiale i kartleggingsområdet. Snøskred er derimot dimensjonerende for faresone med nominell årlig sannsynlighet større eller lik 1/1000.

4.2 Steinsprang

4.2.1 Om steinsprang er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

I fjellskråningen er det flere områder som er brattere enn 45°, hvor det er berg i dagen. Steinsprang vurderes som en aktuell prosess i påvirkningsområde, og utredes videre.

4.2.2 Utredning av løснеområder og løsnesannsynlighet

Øverst i fjellsiden er det sannsynlig løснеområde for steinsprang. I underkant av løснеområdene lengst øst er det antatt uravsetninger fra steinsprang. Det var ingen sikre tegn til nylig steinsprangaktivitet i løśnieområdene eller i fjellsiden under. Løsnesannsynligheten er vurdert ut ifra sprekkesett og grad av oppsprekking. Oppsprekingsgraden er relativt stor med stedvis skifrige soner med tett sprekeavstand. Lagdelingssprekkene har et fall på 60-80° mot V. Hovedsprekkesettene har steilt fall mot sør og 50-60° mot øst som danner flak som står låst og ligger med tyngdepunktet inn i fjellsiden.

I hele fjellsiden er det avløste blokker, som er tolket å være en kombinasjon av forvittringsmateriale og steinsprangblokker. Remobilisering av blokker er mulig. Det er imidlertid få faktorer som kan sette blokkene i bevegelse. Det er ikke fare for rotvelt. Blokkmaterialene er godt drenert, slik at frostsprengning er lite sannsynlig. På grunn av sprekkeretninger og ruheten i terreng, er det observert at hovedandelen av avløste blokker ligger med tyngdepunktet inn i fjellsiden. Størst sannsynlighet for remobilisering av blokker vil være i forbindelse med snøskred. Historiske hendelser i området har beskrevet at snøskredmassene inneholdt blokkmaterialer. Klimaframskrivingen tilsier at det må forventes økt hyppighet på våte snøskred, som forventes å ha større erosjonspotensiale.

Basert på sprekkeretninger og ingen tegn til nylig aktivitet, vurderes det at løsnesannsynligheten fra løśnieområder øverst i fjellsiden er i størrelsesorden 1/100-1/1000.

I nedre del av fjellsiden er det registrert flere løśnieområder. Bergmassene er skifrig, med lagdelingssprekkene 60-80° fall mot V. Hovedsprekkesettene har steilt fall mot sør og 50-60° mot øst. Også her, danner sprekkesettene flak som står låst og klippepartier som ligger med tyngdepunktet inn i fjellsiden. Små overheng dannes stedvis under flakene. Det er observert avløste blokker i klippepartiene, og det har stedvis samlet seg små blokker i lommer. Det er ikke registrert blokker som med sikkerhet kan sies å være fra steinsprang. Under bergpartiene helt øst i kartleggingsområdet er det ansamling av grove blokker (omtrent ved infopunkt 2), som tolkes å

være en kombinasjon av stedlig forvitring og nedfall fra det nærmeste bergpartiet. Ved infopunkt 4 er det observert en antatt uravsetning og avløste partier, se Figur 5 og 6 i Vedlegg 1: Bilder. De observerte avløste blokkene har fot og vurderes som stabil under dagens situasjon. Stedvis i skråningen er det tynt vegetasjonsdekke, og det kan være avløste blokker som ikke er synlig. Til tross for gunstige sprekkeretninger med tanke på stabilitet, er oppsprekkingsgraden så stor at det vurderes at løsnessannsynligheten er større enn 1/100.

Lengst øst i påvirkningsområdet over en markant renne i terrenget, er det ett bratt bergparti orientert mot øst, som har fallhøyder på 10-20 m. Det er mye blokkmaterialer i renna under partiet og det er avløste blokker i bergpartiet. Bergmassene er skifrig, og det er vanskelig å få oversikt over stabiliteten til alle avløste blokker. Steinsprang fra dette området er sannsynlig. Løsnessannsynligheten vurderes å være større enn 1/100.

4.2.3 Utredning av utløp

Løsneområdene har ikke overheng, og det forventes at steinsprang vil ha liten energi på grunn av lave fallhøyder. Utløp til steinsprang forventes å bli korte, fordi hele fjellsiden er dekket med grove avsetninger som bidrar til å bremse blokk i bevegelse. I tillegg er det et slakt parti midt i fjellsiden, hvor blokker med stor sannsynlighet vil stoppe. Dette stemmer med observerte uravsetninger i underkant av løsneområdene lengst øst i skråningen. Utløpslengden er omkring 35 m meter i luftlinje fra løsneområdene. Det er noe usikkerhet i denne vurderingen i og med at det er mye forvittringsmateriale i området, og derfor vanskelig å skille hva som skyldes skredaktivitet. Tolkningen av uravsetningene stemmer derimot bra med resultater fra modelleringen og alfa-beta beregning. Modelleringen indikerer at det er lite sannsynlighet for at blokker fra de øverste løsneområdene får utløp til kartleggingsområdet.

For løsneområdene i nedre del av skråningen er det stedvis fallhøyder på 10-20 m. Sprekkeretninger og den generelle terrenghelningen rundt løsneområdene bidrar til at det er god fangevne i terrenget. Steinsprang forventes å avsettes med kort avstand i fra løsneområdene i det meste av skråningen. Modellering i RAMMS støtter denne vurderingen. Lengre utløp kan forekomme der det er renner i terrenget.

Beregning med Alfa-Beta metoden viser utløp til sjøen, men dette resultatet vurderes å overestimere utløp fordi fangevnen i terrenget ikke blir tatt hensyn til. Modelleringen i RAMMS indikerer at steinsprang får korte utløp, og avsettes nært foren av klippepartiene.

4.2.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for steinsprang

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for steinsprang er større enn 1/100 innenfor kartleggingsområdet. Det er fastsatt faresone med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000.

Steinsprang fra løsneområder i klippepartiene nærmest kartleggingsområdet er dimensjonerende for faresone 1/100. Steinsprang fra øverst i fjellsiden vurderes å ikke være dimensjonerende for faresone 1/100 i kartleggingsområdet, på grunn av lav løsnessannsynlighet og liten sannsynlighet for at steinsprang får lange utløp. Steinsprang fra løsneområdene øverst i fjellsiden er dimensjonerende for faresone 1/1000.

4.3 Jordskred

4.3.1 Om jordskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Fjellsiden er dekket av grovt blokkmateriale og det er kartlagt å være grunt til berg. Det er ikke løsmasser i området som gjør det mulig at jordskred kan utløses. Skredtypen utredes derfor ikke videre.

4.4 Flomskred

4.4.1 Om flomskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke markante elve- eller bekkeløp i vurderingsområdet, og ikke terrengforhold som tilsier at det kan utløses flomskred. Skredtypen utredes derfor ikke videre.

4.5 Sørpeskred

4.5.1 Om sørpeskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke terrengforhold som tilsier at snø kan overmettes med vann, slik at det utløses sørpeskred. Skredtypen utredes derfor ikke videre.

4.6 Steinskred

4.6.1 Om steinskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke kartlagt strukturer i bergmassen som tilsier at det kan utløses steinskred. Skredtypen utredes derfor ikke videre.

4.7 Samlet nominell årlig sannsynlighet for skred

4.7.1 Faresoner for skred

Samlet nominell årlig sannsynlighet for skred er vist i Vedlegg 5: Faresonekart. Steinsprang fra nedre løснеområder er dimensjonerende for faresone 1/100. Steinsprang fra øvre løснеområder og snøskred fra nedre løснеområder er dimensjonerende for faresone 1/1000.

4.7.2 Vurdering om sikkerhetskravene i TEK 17 er oppfylt for planlagte tiltak

På generelt grunnlag anbefales det å etterstrebe at tiltak plasseres utenfor faresonen som tilhører tiltakets sikkerhetsklasse. I tilfeller der det ikke er mulig å endre på plassering av tiltaket, må det utføres risikoreduserende sikringstiltak dersom tiltaket ligger innenfor faresonen som tilhører tiltakets sikkerhetsklasse.

Moloen er en robust konstruksjon, som i stor grad vil tåle belastning fra skred. Konsekvensen dersom moloen skades er liten, og det er ikke et tiltak som har til hensikt å tilrettelegge for personopphold. For moloen legges det til grunn krav til sikkerhet etter sikkerhetsklasse S1, som tillater at nominell årlig sannsynlighet til skred er mindre eller lik 1/100. Moloen ligger utenfor definert faresone 1/100, og det er ikke behov for risikoreduserende tiltak.

Det planlegges å etablere en tilkomstveg på land, som en forlengelse av Strandvegen. Det legges til grunn at i anleggsperioden er trafikkmengden tilsvarende som for veger med ÅDT-klasse < 500 i Tabell 2, og det stilles krav til at sannsynligheten for skred ikke er større enn 1/20. På grunn av terrengets utforming vil utstrekning på sone med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/20 vær

tilnærmet som definert faresone 1/100. Dersom tilkomstveg etableres utenfor faresone 1/100 vil kravet til sikkerhet mot skred være oppfylt.

5. ANBEFALTE SIKRINGSTILTAK

5.1 Sikringstiltak for moloen

Det er vurdert at det ikke er behov for skredsikringstiltak for molokonstruksjonen. Dersom det er andre installasjoner i forbindelse med moloen, så anbefales det at disse legges utenfor fastsatte faresoner. Hvilken faresone som er gjeldene må vurderes ut ifra konsekvens ved skred og aktuell sikkerhetsklasse, som definert i TEK 17 §7-3.

5.2 Sikringstiltak for anleggsveg

Dersom anleggsvegen plasseres innenfor faresone 1/100 må det utføres sikringstiltak mot steinsprang fra de nederste klippene. Aktuelle tiltak vil være:

- rensk av tydelig avløste blokker
- bolting i avløste bergparti som ikke kan renskes
- wirenett over blokkmaterialer som har samlet seg i lommer

Dersom anleggsvegen plasseres utenfor faresone 1/100, se Vedlegg 5: Faresonekart, er det ikke nødvendig å etablere sikringstiltak mot skred fra sideterrenget. I et område øst i kartleggingsområdet er det kartlagt grove urmasser, se Vedlegg 3: Registreringskart m/beskrivelser. Det anbefales å unngå å berøre dette området når anleggsvegen skal etableres, fordi det vil være risikofylt og uforutsigbart å gå inn i foten av urmasser. Det eksisterer en mobilmast og tilhørende bygg i foten av fjellsiden. Dersom anleggsvegen legges på nordsiden av dette bygget, det vil si mot foten av fjellsiden, vil det bli behov for sprenging. De grove urmassene ligger over berget som må sprenges bort, og ved eventuell sprengning må urmassene håndteres.

Det anbefales at anleggsvegen legges så nært sjøen som mulig. Et alternativ er å etablere anleggsveien på en fylling, så langt dette er mulig. Ved fylling får man avstand til skråningen og kan i tillegg lage en fanggrøft mellom vei og fjellet som sikringstiltak.

5.3 Anbefalte tiltak for anleggsperioden

I en kort periode vil det være anleggsområde der moloen etableres mot land. Kystverket har opplyst om at det kan antas at under bygging vil det være anleggsmaskiner plassert ved molofot og aktivitet store deler av tiden. Arbeidet med moloen vil foregå fra lekter opp til kote -2, og deretter bygges siste topplag fra land. Kystverket forventer at arbeidet fra land vil foregå siste halvdel av andre sesong. Krav til sikkerhet for anleggsområdet er ikke gitt eksakt i gjeldende regelverk. Molofot og tilkomstveg er planlagt i et område som er utsatt for steinsprang og snøskred. Entreprenør har ansvar for egen arbeidssikring, og det er individuelle forskjeller på hva som oppfattes som nødvendig arbeidssikring. På generelt grunnlag anbefales det derfor følgende tiltak for å håndtere skredfaren i anleggsperioden:

- Rensk av tydelige avløste blokker i klippene nærmest anleggsområdet.
- Legge anleggsvegen så lang ut fra fjellsiden som mulig. Dersom den legges på fylling langs kystlinja, kan det ordnes en fanggrøft mellom vegen og fjellsiden.
- Stans i arbeidene ved ekstreme nedbørssituasjoner.
- Ved arbeid i vintermåned, bør det daglig følges med på NVEs snøskredvarsel for regionen Finnmarkskysten. Varslingen er tilgjengelig på www.varsom.no og oppdateres daglig.

5.4 Anbefalte tiltak for permanent situasjon etter bygging

Anleggsvegen er aktuell å bevare for enkel tilkomst ved vedlikeholdsarbeider. Etter at moloen og tilkomstvegen er ferdigstilt, kan det forventes at dette blir et turmål. På denne måten tilrettelegger moloen og anleggsvegen for personopphold, selv om det ikke er hensikten.

I tillegg til tiltak som beskrevet under kapittel 5.2, kan det være et alternativ å informere om skredfaren ved skilting. Det kan gjøres tiltak for å hindre tilkomst ut til moloen, for eksempel sperring med gjerde, store blokker eller grave bort en kort del av vegen.

Brøyting av anleggsvegen og vedlikeholdsarbeider med moloen bør legges til den delen av året når det ikke er fare for snøskred.

6. REFERANSER

- [1] NVE, «VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG - UTREDNING AV SKREDFARE I REGULERINGSPLAN OG BYGGESAK,» Nettversjon: 12.11.2020. [URL: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>], 2020.
- [2] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» Juli 2024. [Internett]. Available: <https://viewers.vegvesen.no/product/859998?langUI=nb&filePath=57b3c2c5-0410-463e-b5d6-6570096b395d.pdf&fileType=Pdf>.
- [3] Kartverket, «Norgeskart,» [Internett]. Available: <https://norgeskart.no/>. [Funnet 30 07 2024].
- [4] Google, «Google Earth,» [Internett]. Available: <https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r/data=CgRCAGgB>. [Funnet 12 08 2024].
- [5] Statens kartverk, «Norge i Bilder,» 2016, 2013. [Internett]. Available: <https://norgebilder.no/>. [Funnet 31 07 2024].
- [6] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2024. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 31 07 2024].
- [7] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnssdatabase,» 2024. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 31 07 2024].
- [8] NVE, «NVE Atlas,» 2024. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 31 07 2024].
- [9] NVE, «Skredregistrering,» [Internett]. Available: <https://www.skredregistrering.no/>. [Funnet 30 07 2024].
- [10] NVE, «AV-Klima,» [Internett]. Available: <https://app-avtools-klima-dev.azurewebsites.net/>. [Funnet 24 07 2024].
- [11] Klimaservicesenter, «Klimaprofilene - et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning,» Norsk Klimaservicesenter, 2022. [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>. [Funnet 31 07 2024].
- [12] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>. [Funnet 31 07 2024].
- [13] SLF; WSL; ETH, «RAMMS::ROCKFALL User Manual,» User Manual v1.7 Rockfall, 2022.

[14 SLF; WSL; ETH, «RAMMS::AVALANCHE User Manual,» User Manual v1.8.0, 2022.
]

[15 NVE, «AlfaBeta - Utløpslengde beregning for skred,» 2023. [Internett]. Available:
] <https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=e510e316b4654982a64a5e5c2fcff474>. [Funnet 29 08 2024].

VEDLEGG

Vedlegg 1: Bilder

Vedlegg 2: Helningskart

Vedlegg 3: Registreringskart m/beskrivelser

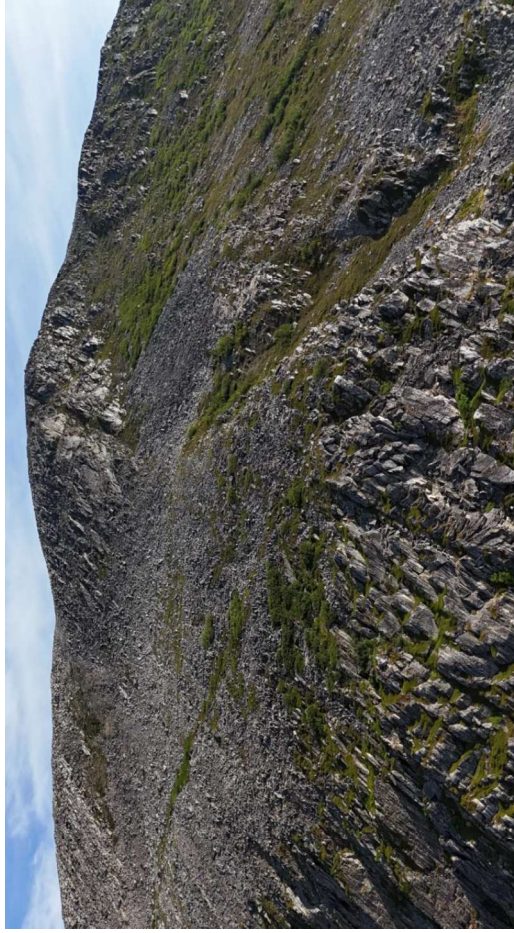
Vedlegg 4: Skredmodelleringskart

Vedlegg 5: Faresonekart

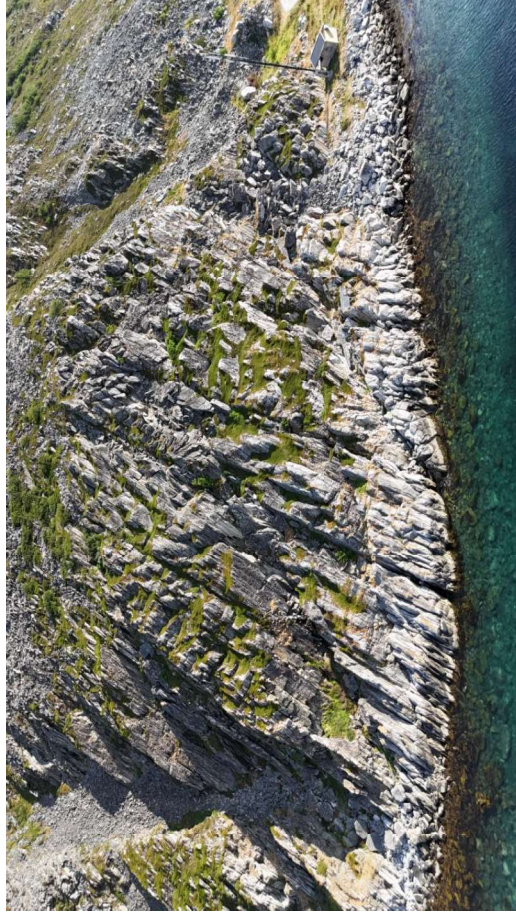
Vedlegg 6: Egen- og sidemannskontroll

Vedlegg 7: Egnerklæringsskjema for kompetanse

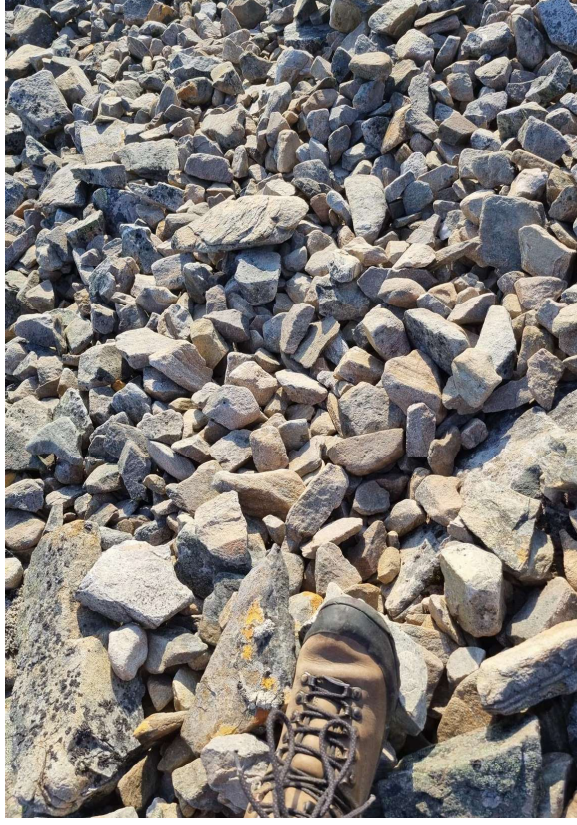
VEDLEGG 1



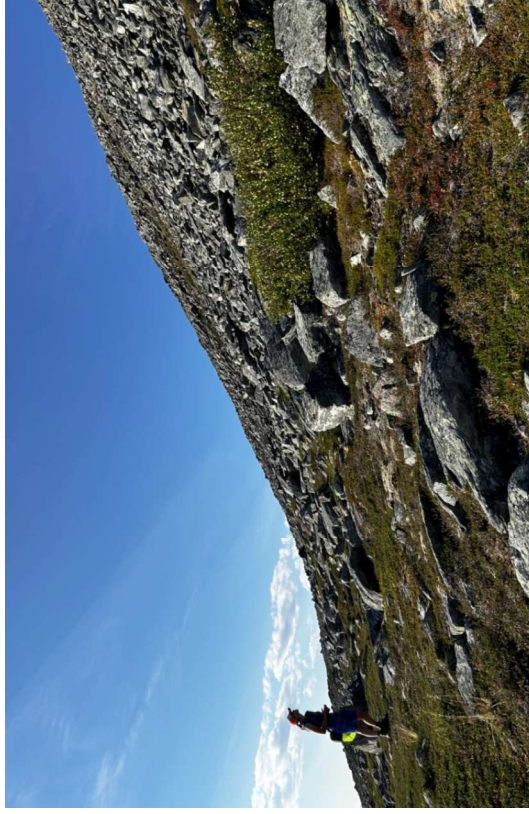
Figur 1: Oversiktsbilde. Bergblotninger er observert i nedre og øvre del av fjellsiden.



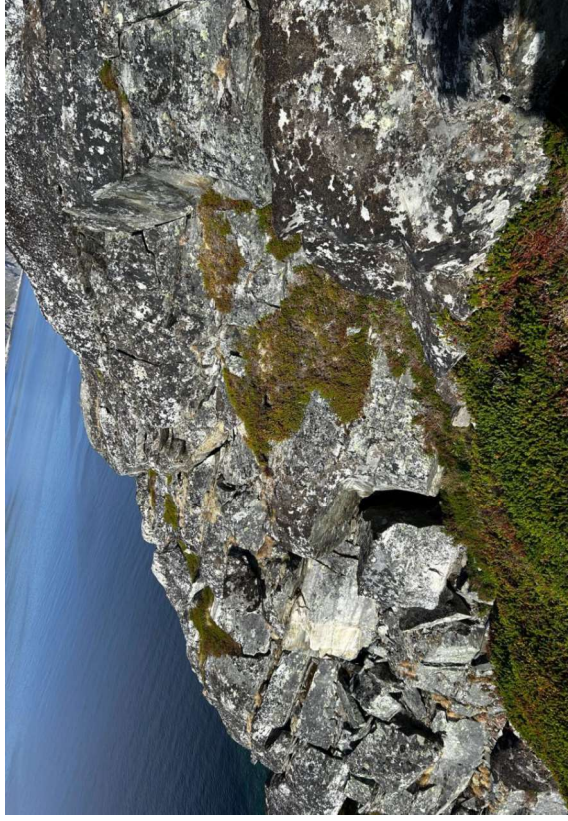
Figur 2: Tydelig foliasjonsprekker med fall mot NV-V. Hovedsprekkesettet parallelt med kamera faller inn i fjellsiden.



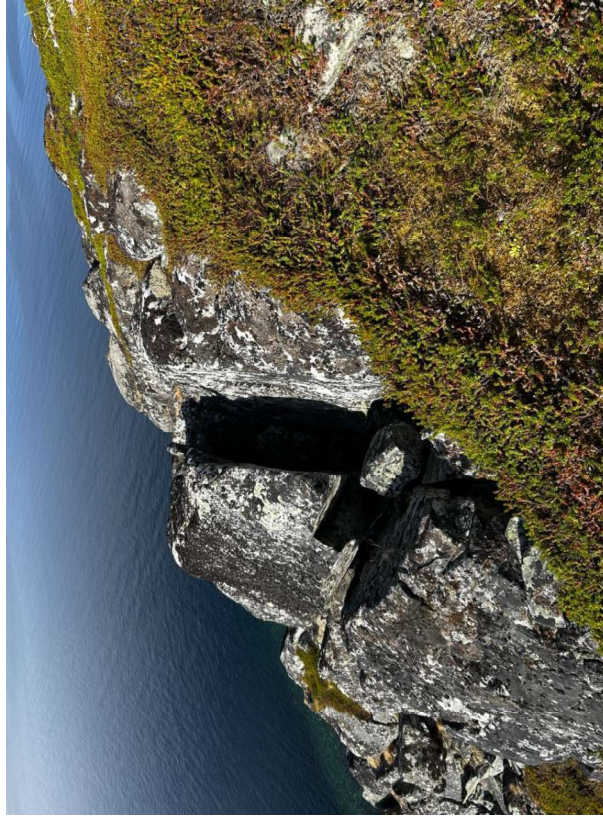
Figur 3: Infopunkt 1. Område med finere materiale og annen farge. Kan skyldes nylig aktivitet.



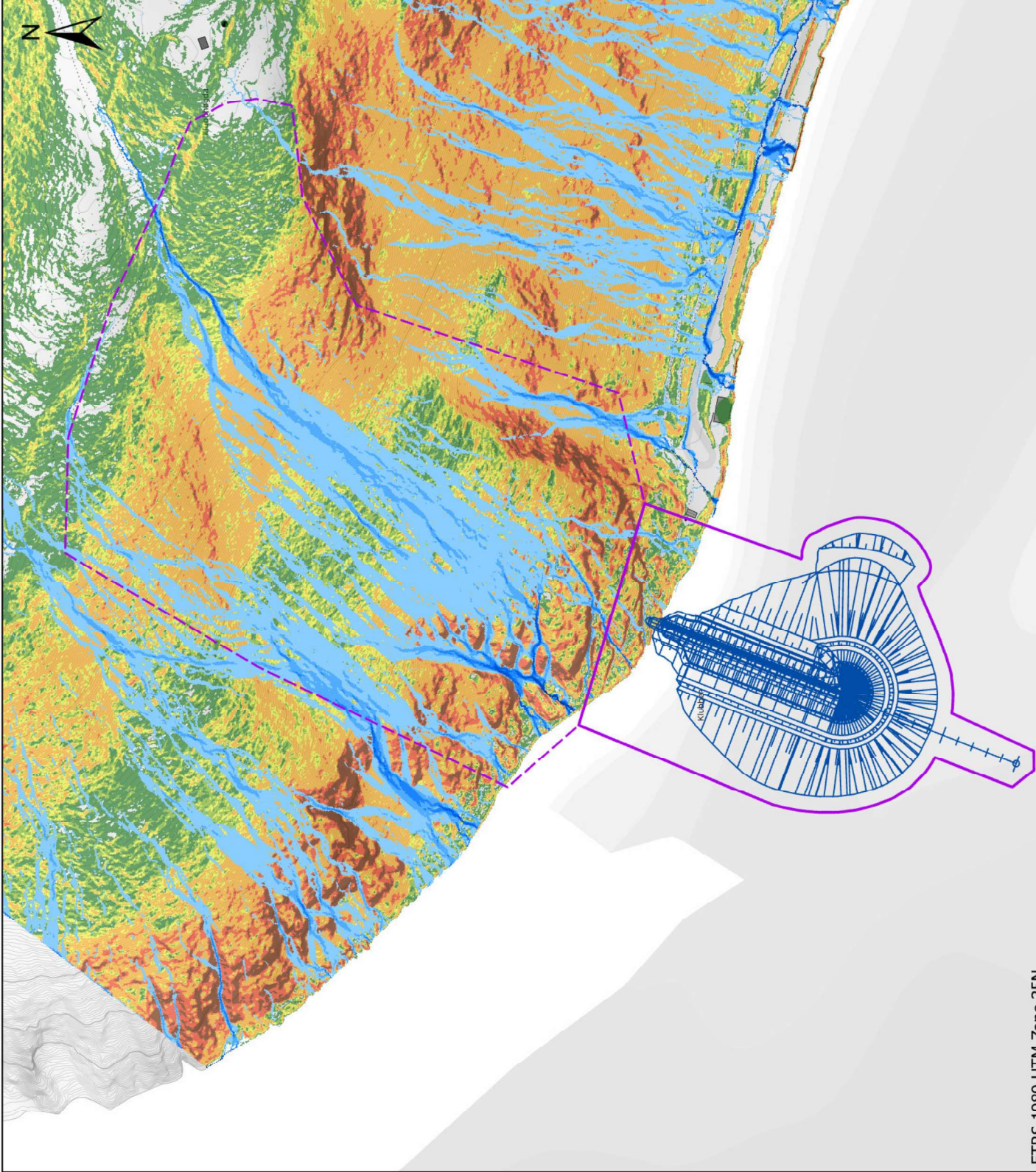
Figur 4: Gjennomsnittlig størrelse på blokkene var omtrent 1 m².



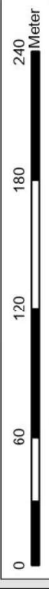
Figur 5: Infopunkt 4. Avløste blokker med stabiliserende fot.



Figur 6: Infopunkt 4. Avløste blokker.



ETRS 1989 UTM Zone 35N



Tegnforklaring

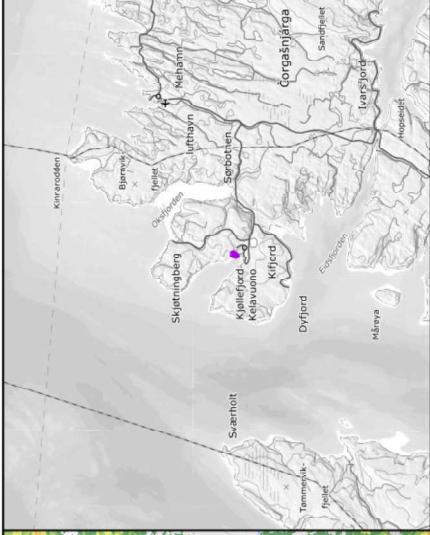
- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Molo

Avrenningsanalyse-MFD (m2)

- 0,001 - 500
- 500,001 - 2 000
- 2 000 - 5 000
- 5 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 80 000
- 80 000 - 452 404

Terrenghelling (grader)

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 55
- 55 - 90



Ramboll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim
T +47 71 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

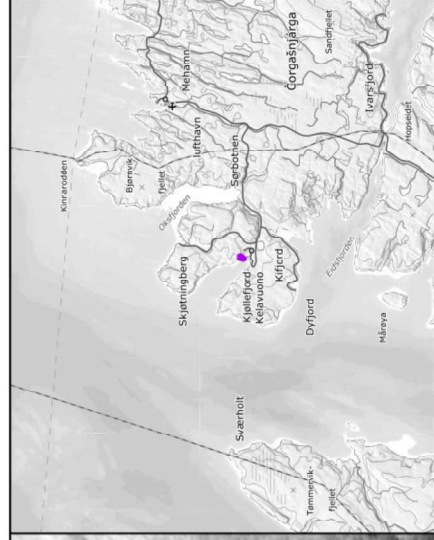
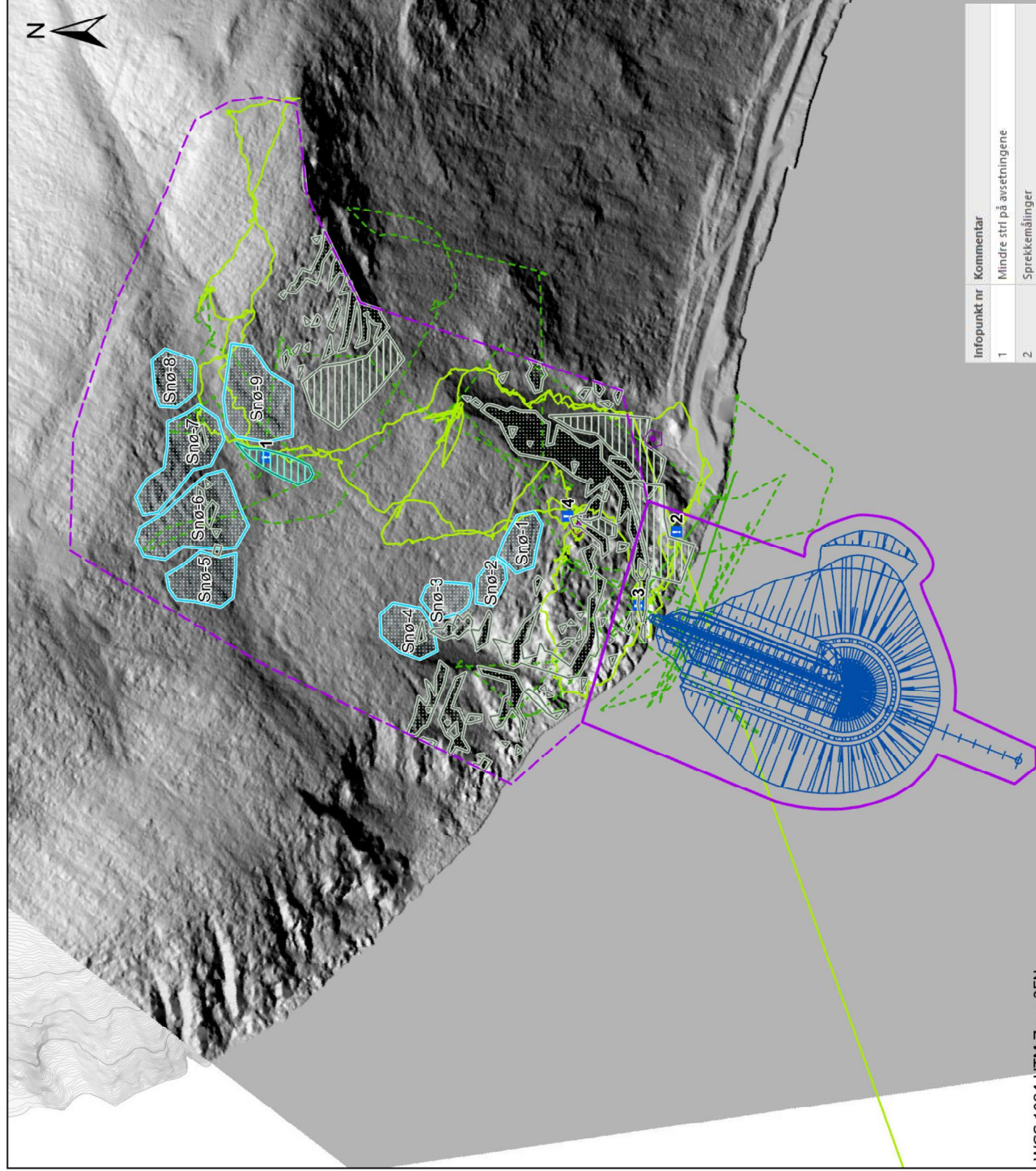
Dato: 20.08.2024
Uttatt: BRAN
Kontrollert: ILIS
Godkjent: ENOE

Prosjektnr.: 1350059770 Rev. 1 Målestokk: 1:2 500












Skredfarevurdering

Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

Helningskart



Tegnförklaring

- | | |
|---|--------------------------------------|
|  | Kartleggingsområde |
|  | Påvirkningsområde |
|  | Molo |
|  | Løsneområde steinsprang/ steinskred |
|  | Løsneområde snøskred |
|  | Antatt steinsprang/steinskredblokk |
|  | Skredmateriale |
|  | Steinsprang/steinskradavsetning (ur) |
|  | Infopunkt |
|  | Sporlogg bakke |
|  | Sporlogg drone |

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10.09.2024	BRAN	ILIS	ENOE

Rambøll
Kolbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

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

Prosjektnr. 1350059770 Rev. 1 Målestokk 1:2 500

Skredfarevurdering

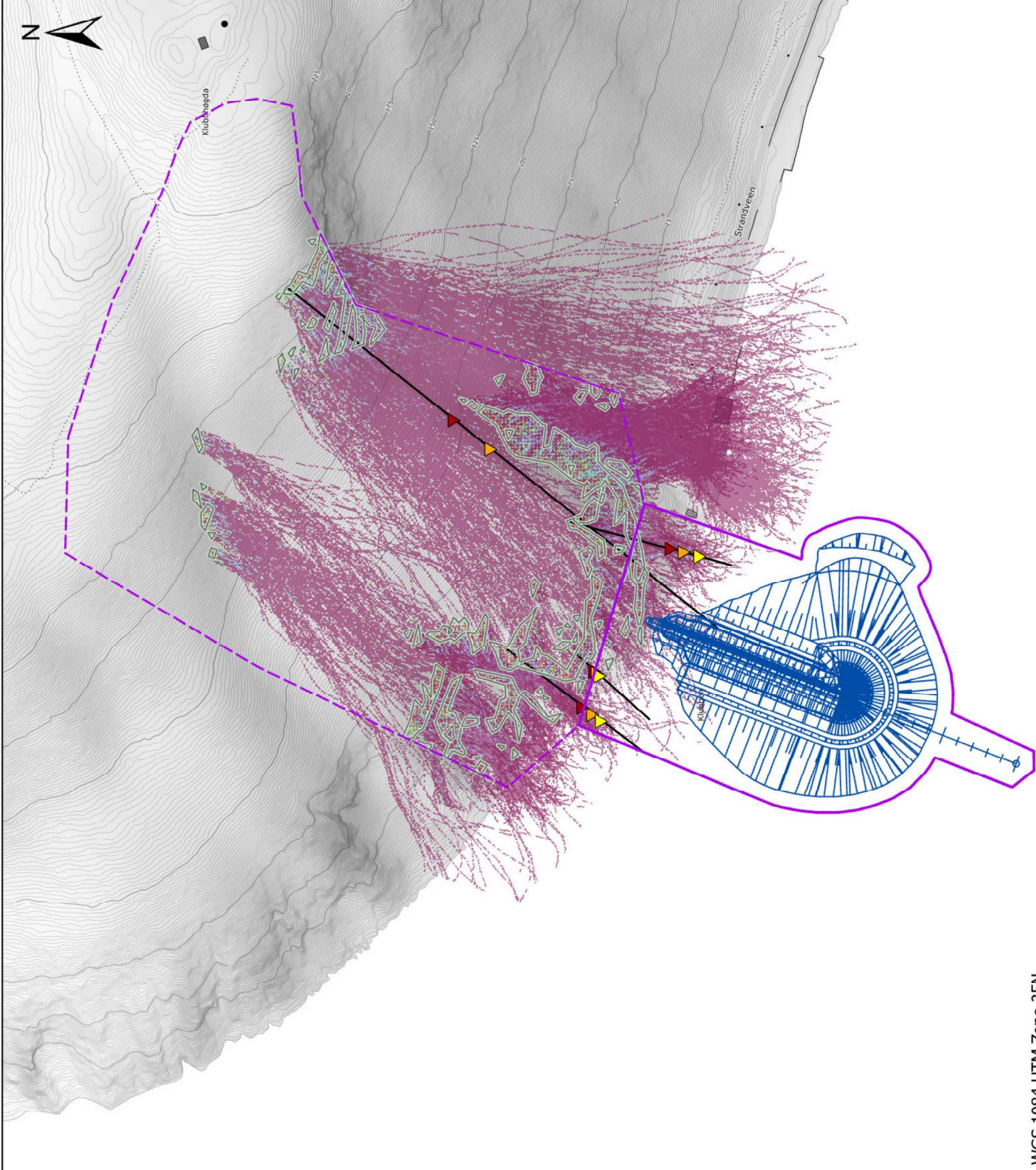
Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

Registreringskart

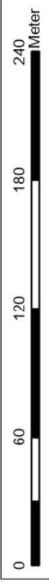
Infopunkt nr	Kommentar
1	Mindre strik på avsetningene
2	Sprekemålinger
3	Mindre sprekkavstand
4	Løsnmr steinsprang, ur nedfor, lav sannsynlighet

WGS 1984 UTM Zone 35N





WGS 1984 UTM Zone 35N



Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Molo

Løseområde steinsprang/ steinskred

AlfaBeta utløpspunkt

A

Astd1

Astd2

AlfaBeta skredbane

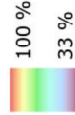
Steinsprang_Kjøllefjord_0.5m_Source Reach Probability.tif

Value



Steinsprang_Kjøllefjord_Source Reach Probability.tif

Value



Ramboll
Kobbes gate 2
PB 9426 Torshavn
N-7493 Trondheim
T +47 71 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Dato 11.09.2024
Uttatt BRAN
Kontrollert ILIS
Godkjent ENOE

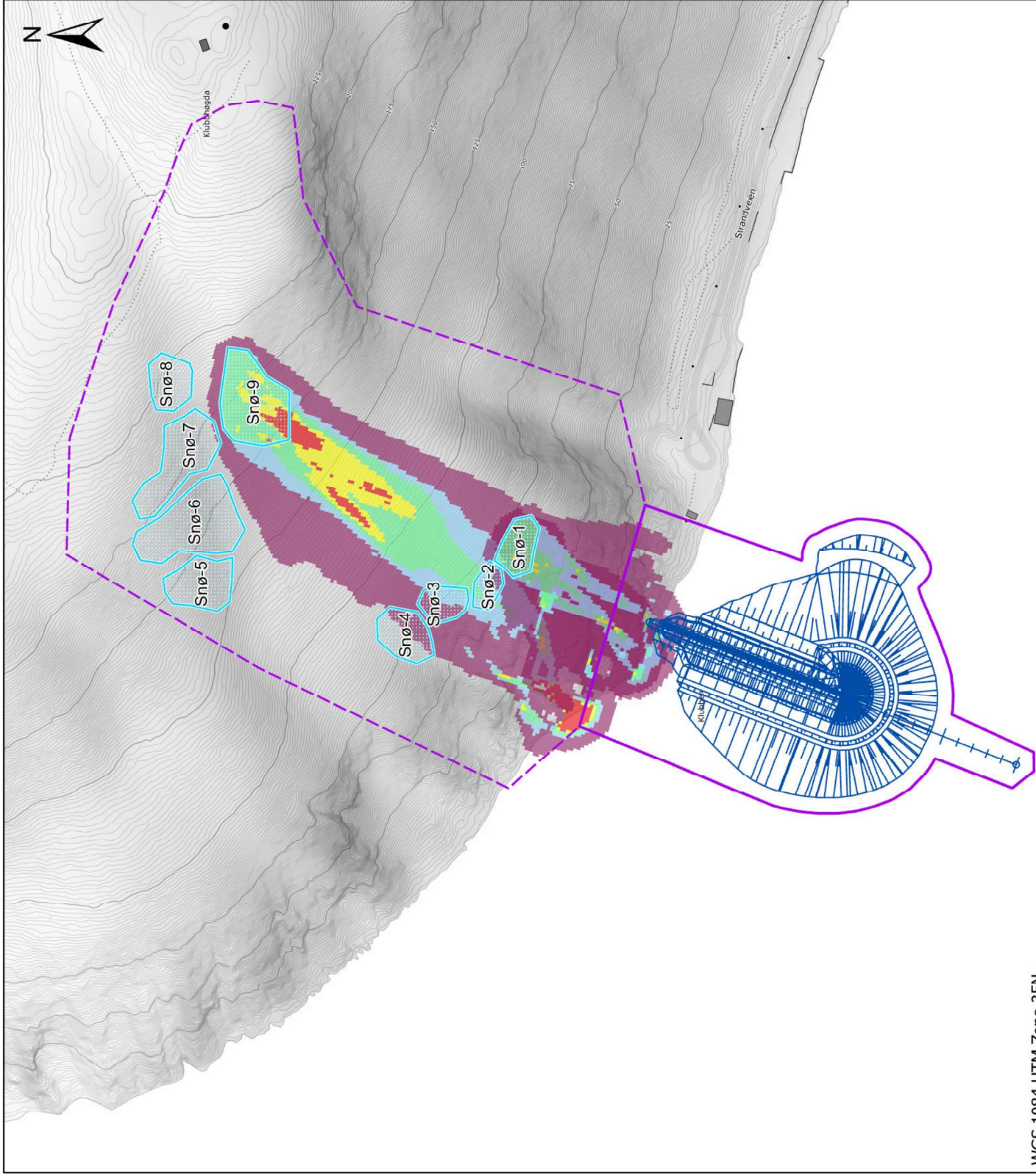
Prosjektnr. 1350059770 Rev. 1 Målestokk 1:2 500

Skredfarevurdering

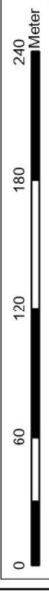
Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

Steinsprangmodellering

Vedlegg nr. 4a



WGS 1984 UTM Zone 35N



11.09.2024

Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Molo

Løsneområde snøskred

Snøskred_Kjøllefjord_Snø-1 MaxHeight.asc.tif

Value

- 0 - 30 cm
- 30 - 50 cm
- 50 - 80 cm
- 80 - 100 cm
- > 100 cm

Snøskred_Kjøllefjord_Snø-9 MaxHeight.asc.tif

Value

- 0 - 30 cm
- 30 - 50 cm
- 50 - 80 cm
- 80 - 100 cm
- > 100 cm



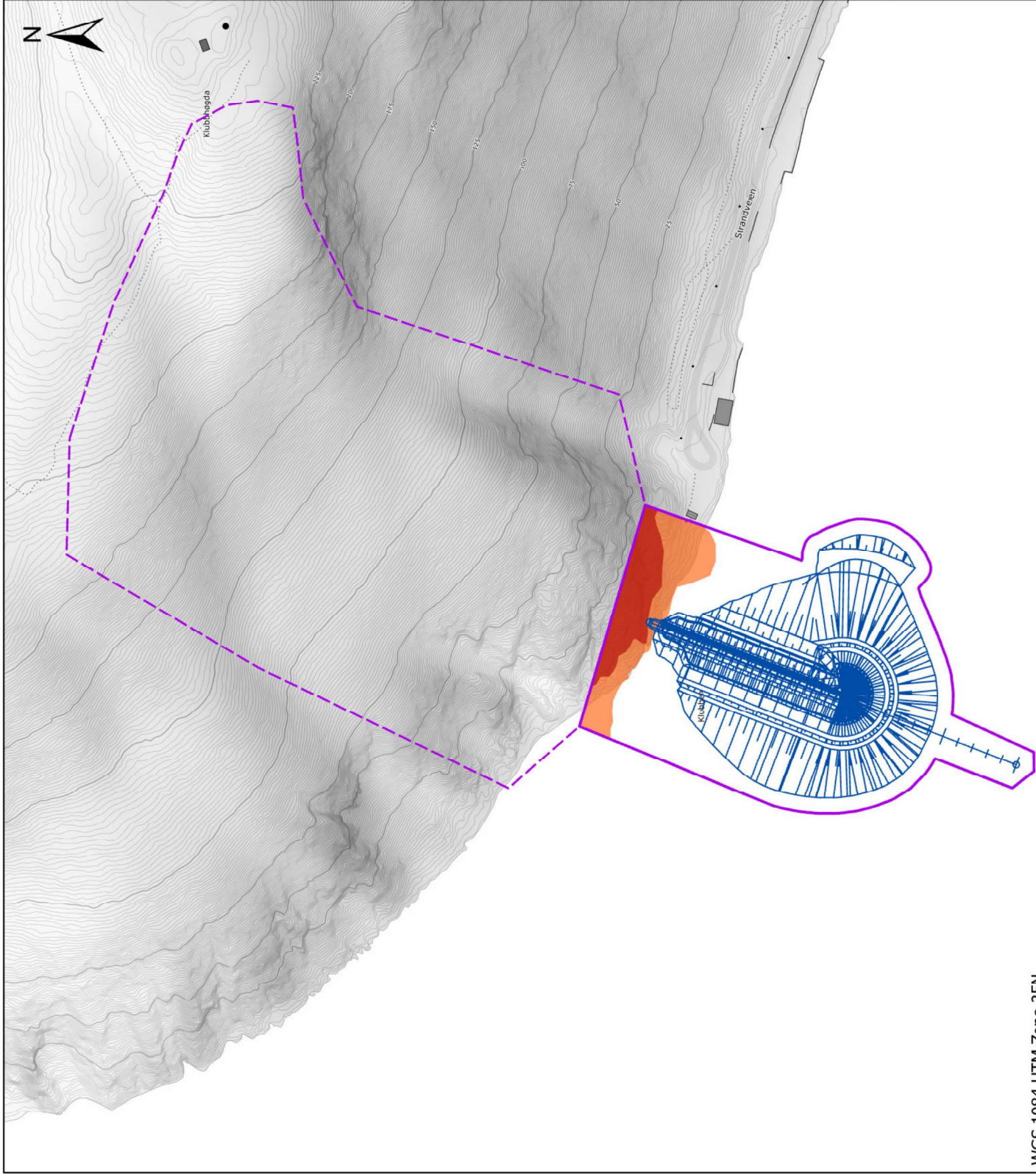
Ramboll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torshavn
N-7453 Trondheim
T +47 71 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Dato	Uttært	Kontrollert	Godkjent
11.09.2024	BRAN	ILIS	ENOE
Prosjektnr. 1350059770	Rev. 1	Målestokk 1:2 500	

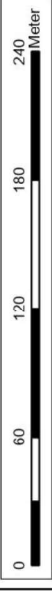
Skredfarevurdering

Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

Snøskredmodellering



WGS 1984 UTM Zone 35N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Molo
- Faresone årlig sannsynlighet $\geq 1/100$
- Faresone årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$



Dato

10.09.2024

Uttært

BRAN

Kontrollert

ILIS

Godkjent

ENOE

RAMBOLL

Rambøll

Kobbes gate 2

PE 9420 Trondheim

N-7493 Trondheim

T +47 71 84 10 00

<https://no.ramboll.com>

Prosjektnr.

135009770

Rev.

1

Målestokk

1:2 500

Skredfarevurdering

Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

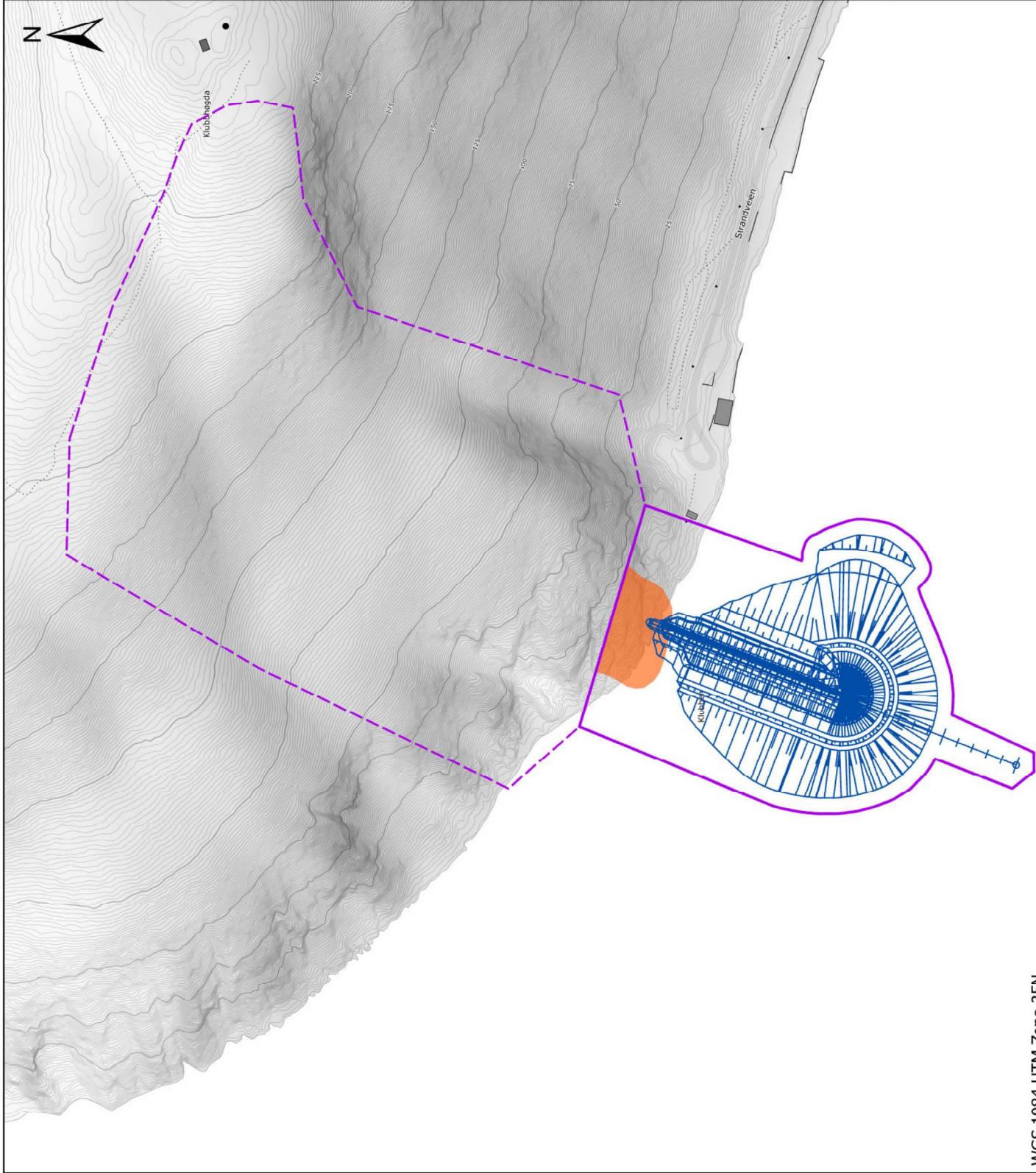
Faresonekart per skredtype

Steinsprang

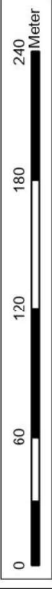
WGS 1984 UTM Zone 35N

0 60 120 180 240

Meter



WGS 1984 UTM Zone 35N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Molo
- Faresone årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$



Dato

10.09.2024

Uttært

BRAN

Kontrollert

ILIS

Godkjent

ENOE

RAMBOLL

Rambøll

Kobbes gate 2

PE 9420 Trondheim

N-7493 Trondheim

T +47 71 84 10 00

<https://no.ramboll.com>

Prosjektnr.

135009770

Rev.

1

Målestokk

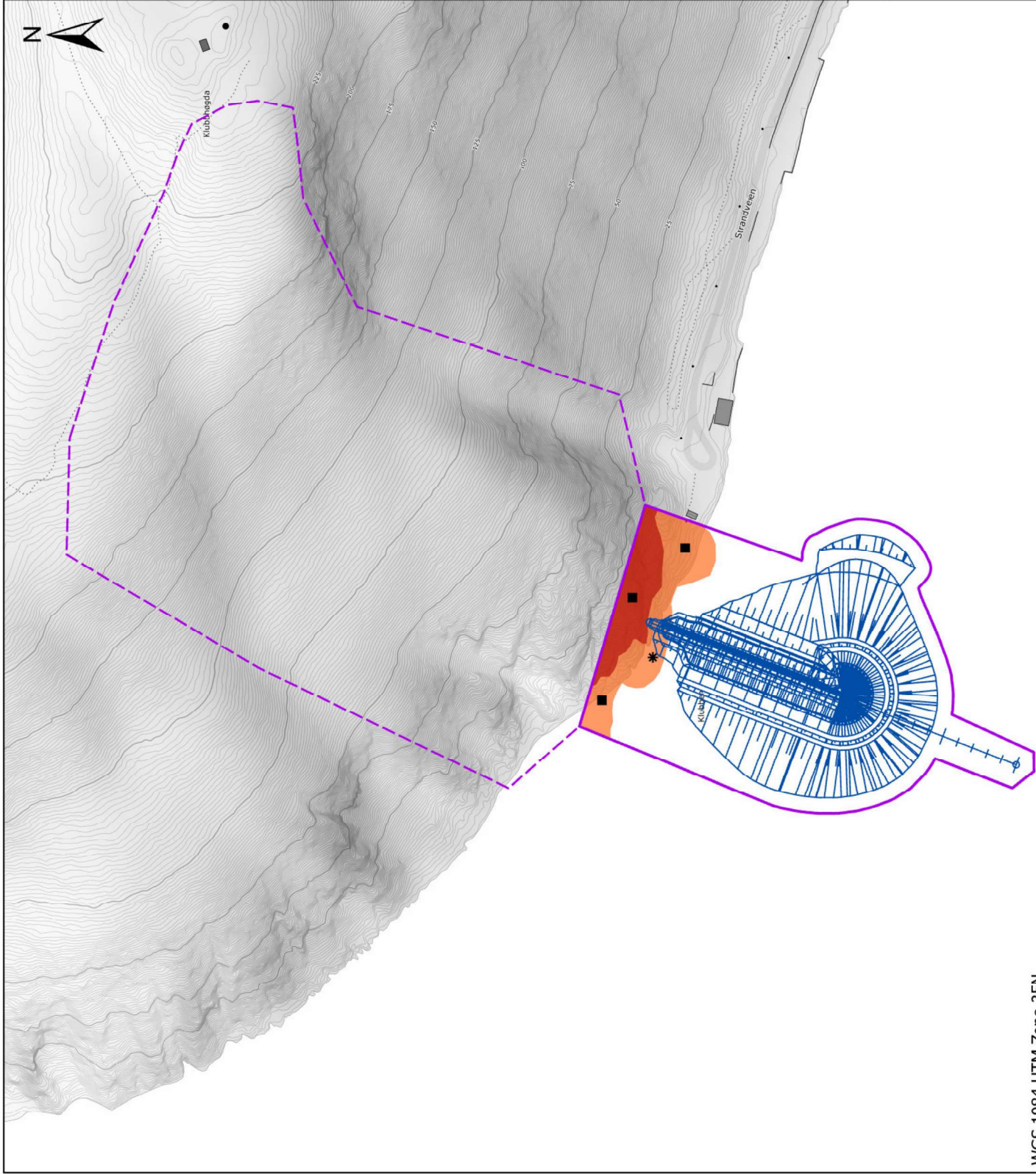
1:2 500

Skredfarevurdering

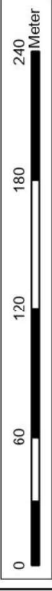
Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

Faresonekart per skredtype

Snøskred



WGS 1984 UTM Zone 35N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Molo

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Snøskred
- Faresone årlig sannsynlighet $\geq 1/100$
- Faresone årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$



Ramboll
Kobbes gate 2
PB 9426 Torshavn
N-7453 Trondheim
T +47 71 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Dato 10.09.2024

Utlært BRAN

Kontrollert ILIS

Godkjent ENOE

Prosjektnr. 1350059770

Rev. 1

Målestokk 1:2 500

Skredfarevurdering

Kjøllefjord skredfarevurdering, Kystverket

Samlet faresonekart

Skredfarevurdering Kjøllefjord

Reguleringsplan

SG106 Sjekkliste for skredfarevurdering iht. retningslinjer fra NVE



Oppdrag #1350059770

G-rap-001

Skredfarevurdering Kjøllefjord, molo nord

ID	Sjekkpunkt	EK	SK	Merknader	
		Ja/Nei/IR	Ja/Nei/IR		
Grunnlagsmaterialer					
1	Er det definert en avgrensning av området som skal vurderes?	Ja	Ja		
2	Er forhold som har betydning for skredfaren tilstrekkelig beskrevet?	Ja	Ja		
2a	Topografi	Ja	Ja		
2b	Vegetasjon/skog	Ja	Ja		
2c	Hydrologi/beskrivelse av vannveger	Ja	Ja		
2d	Klima/klimaanalyse	Ja	Ja		
2e	Historiske hendelser og spor i kart	Ja	Ja		
3	Er det oppgitt og dokumentert at det er utført feltbefaring?	Ja	Ja		
Kontroll Modellering/beregninger					
4	Er det beskrivelse av evt. benyttet beregningsverktøy?	Ja	Ja		
5	Er det gitt begrunnelse for valg av parameterverdier?	Ja	Ja		
6	Er resultatene vist og beskrevet?	Ja	Ja		
7	Er utført modelleringsarbeid representativt og tilstrekkelig?	Ja	Ja		
8	Er modelleringsresultat benyttet på en fornuftig måte i vurderingen? Er usikkerheter omtalt?	Ja	Ja		
Kontroll skredfarevurdering					
9	Er tilstrekkelig område av overliggende bratt terreng kartlagt?	Ja	Ja		
10	Er det definert sikkerhetsklasse for aktuell bebyggelse jf TEK17 §7-3?	Ja	Ja		
11	Er alle skredtyper vurdert? (steinsprang/steinskred, jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred)	Ja	Ja		
11a	Er fare for steinsprang/steinskred tilstrekkelig vurdert?	Ja	Ja		
11b	Er fare for jordskred tilstrekkelig vurdert?	Ja	Ja		
11c	Er fare for flomskred tilstrekkelig vurdert?	Ja	Ja		
11d	Er fare for snøskred tilstrekkelig vurdert?	Ja	Ja		
11e	Er fare for sørpeskred tilstrekkelig vurdert?	Ja	Ja		
12	Er dimensjonerende skredtype vurdert?	Ja	Ja		
13	Er faglig skjønn i vurderingene rimelig?	Ja	Ja		
14	Er konklusjonen i rapporten rimelig?	Ja	Ja		
15	Dersom fastsatt faresoner: Er aktuelle sikringstiltak skissert og vurdert med tanke på gjennomførbarhet og virkning på tilgrensede område? (Relevant dersom det planlegges byggetiltak innenfor fastsatt faresone)	Ja	Ja		
Kontroll Kart					
16	Er det utarbeidet registreringskart?	Ja	Ja		
17	Er velederens symboliseringsmal benyttet for registreringskart?	Ja	Ja		
18	Er det presentert helningskart for vurdering av kildeområder?	Ja	Ja		
19	Dersom vurdert å ikke være tilfredsstillende sikkerhet mot skred: Er det utarbeidet faresonekart?	Ja	Ja		
20	Er den samlede skredfaren for alle aktuelle skredtyper lagt til grunn ved fastsettelse av faresoner?	Ja	Ja		
21	Dersom skog er relevant for skredfarevurderingen, er det tegnet polygon for skog som har (avgjørende) betydning?	IR	IR		
22	Er mal for kartvedlegg benyttet i utarbeidelse av faresoner og skog?	Ja	Ja		
23	Hvis GIS-leveranse til kunde, er GIS-mal benyttet i leveransen?	IR	IR		
Uavhengig kvalitetssikring for tiltak i Sikkerhetsklasse S3					
24	Omfatter skredfarevurderingen vurdering av tiltak i sikkerhetsklasse S3 eller høyere?	IR	IR		
25	Hvis ja, er kunden informert om kravet om uavhengig kvalitetssikring gitt i NVE veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng?	IR	IR		

Merknader:	EK	SK

Egenkontroll

Sign: **ILIS, 10.09.2024**

Sidemannskontroll

Sign: **BRAN
ENOE 11.09.2024**

Revisjoner

Rev	Sjekkpunkt, evt. annet	Dato	Sign EK	Merknader	Sign SK

Egenerklæringsskjema for kompetanse – iht. veileder

Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

Firma:

Rambøll AS

Org.nr

915251293

(Søk i <https://brreg.no>)

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklæringsskjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.



Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som <u>sidemannskontrollør</u> . <i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i> <i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvare krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

² NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

³ NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

RAMBOLL

Signatur:

Brage Angell

Digitally signed by Brage Angell
Reason: Godkjent
Location: Trondheim
Date: 2024.09.11 14:41:32
+02'00'

Sted og dato:

Trondheim 11.09.2024