

Oppdragsgiver	Navn Nordlaks Havbruk AS	Kontaktperson Silje Storjord Wadsworth
Oppdrag	Nummer og navn 23171 Kvæfjord, Haug - Skredfarevurdering for akvakulturlokalitet	Oppdragsleder Kristin Lome
Dokument	Nummer 23171-01-1 Utført av Kristin Lome	Dato 2023-03-30 Kontrollert av Hedda Breien

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2923-03-31	KL	HB	Endret figur 10
1	2023-03-30	KL	HB	Opprinnelig rapport

Skredfarevurdering for akvakulturlokalitet

Sammendrag

Det planlegges endringer på akvakulturlokalitet Haug i Kvæfjord, Troms. NVEs automatisk genererte aktsomhetssoner for skred dekker ikke områder i havet, men er automatisk kuttet noen meter ut fra land til tross for at skred kan gjøre skade også til havs. NVEs aktsomhetssoner for snøskred og jord- og flomskred stopper dermed mellom land og lokaliteten, selv om skred potensielt kan nå lengre. Kommunen krever derfor at det utføres en detaljert skredfarevurdering for området.

Skred AS har utført skredfarevurderingen iht. kravene i sikkerhetsklasse S2 i TEK17 7-3. Dette pga. at oppdrettsanlegget er en arbeidsplass for færre enn 25 personer, samt innspill fra NVE om middels miljøkonsekvenser relativt til andre installasjoner i havet. Sikkerhetsklasse S3 er derfor ikke vurdert.

Etter en helhetlig vurdering basert på terreng- og klimaanalyser, befaringsobservasjoner og skredmodelleringer, er det vurdert at den årlige sannsynligheten for skred er lavere enn 1/1000 i kartleggingsområdet. Dette gjelder også sekundæreffekter av skred.

Kartleggingsområdet tilfredsstiller dermed krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål	4
1.3	Befaring	4
1.4	Forbehold	4
2	Krav til sikkerhet mot skred	5
2.1	Om akvakulturloven, unntakene i SAK10 §4-3 og sikkerhet mot skred	5
2.2	TEK17 §7-3	5
2.3	Aktuelle krav	6
2.4	Vurderte skredtyper	7
2.4.1	Snøskred og sørpeskred	7
2.4.2	Skred i fast fjell	8
2.4.3	Jordskred	8
2.4.4	Flomskred	8
2.4.5	Skredfare og klimaendringer	8
3	Beskrivelse av området	10
3.1	Topografi	11
3.2	Geologi	12
3.3	Drenering	13
3.4	Vegetasjon	13
3.5	Registrerte skredhendelser	13
3.6	Tidligere rapporter	13
3.7	Eksisterende skredsikringstiltak og grovt skisserte sikringstiltak	13
3.8	Aktsomhetsområder	13
3.9	Klimatiske trekk av betydning for skredfare	14
4	Vurdering av skredfare	17
4.1	Snøskred	18
4.2	Sørpeskred	21
4.3	Jordskred	21
4.4	Flomskred	22
4.5	Steinsprang	23
4.6	Steinskred	23
4.7	Sekundæreffekter av skred	24
4.8	Faresoner for skred	25
5	Konklusjon	26
6	Referanser	27

Figurer

Figur 1: Lokalisering av kartleggingsområdet ca. 20 km sørøst for sentrum i Harstad.	10
Figur 2: Dronebilde av dagens oppdrettsanlegg og østre del av påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot NØ.	11
Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet. Påvirkningsområdet, som er det området som potensielt kan gi skred ned mot kartleggingsområdet, er også vist.	12
Figur 4: Ekstremverdianalyse av griddede klimadata fra senorge.no.....	15
Figur 5: Vindrose fra Sætertinden ved Tjeldsundet.	16
Figur 6: Registreringskart for østre del av påvirkningsområdet. Skyggekart med registreringer fra terrengeanalysen og befaringen, samt potensielle løsneområder for jordskred. ...	17
Figur 7: Registreringskart vestre del av påvirkningsområdet. Skyggekart med registreringer fra terrengeanalysen og befaringen, samt potensielle løsneområder for snøskred, steinsprang og flomskred.	18
Figur 8: Dronebilde av den vestlige delen av påvirkningsområdet tatt på befaringen. Løsneområder er omtrentlig indikert med røde piler. Rød strek viser skredskadet skog. Båten ligger i kartleggingsområdet.	19
Figur 9: Eksempel på modelleringsresultat i RAMMS::Avalanche med inputparametere som beskrevet i teksten.	20
Figur 10: Områder det faren for fjellskred utredes (grå punkter, vist med oransje piler for synliggjøring). Kartleggingsområdet er omtrent vist med lilla polygon og lilla pil.....	24

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Dibk, 2022).	5
--	---

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det planlegges endringer på akvakulturlokalitet Haug i Kvæfjord, Troms. NVEs automatisk genererte aktsomhetssoner for skred dekker ikke områder i havet, men er automatisk kuttet noen meter ut fra land til tross for at skred kan gjøre skade også til havs. NVEs aktsomhetssoner for snøskred og jord- og flomskred stopper dermed mellom land og lokaliteten, selv om skred potensielt kan nå lengre. Kommunen krever derfor at det utføres en detaljert skredfarevurdering for området.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for området vist i figur 1 og figur 2. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene.

1.3 Befaring

Befaring ble utført 2023-03-23 av Kristin Lome, Skred AS. Befaringen ble utført fra båt, primært ved droneflygning.

1.4 Forbehold

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vi er ikke kjent med at det foreligger standardiserte metoder som beskriver hvordan åpent vann påvirker utbredelsen av de faste massene i snøskred, noe som medfører at vurderingen i stor grad er basert på skjønn. Dette medfører usikkerhet i vurderingene. Vi har i arbeidet antatt at fjorden er isfri hele året. Vi er heller ikke kjent med at det foreligger standardiserte metoder for beregning av bølgepåvirkning generert fra skred. Noe litteratur eksisterer og det finnes enkle, empiriske formler for estimerer for noen skredtyper.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de var på vurderingstidspunktet, på tilgjengelig bildemateriale, flyfoto, og kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

2 Krav til sikkerhet mot skred

2.1 Om akvakulturloven, unntakene i SAK10 §4-3 og sikkerhet mot skred

Akvakulturanlegg er jfr. byggesaksforskriftens (SAK10) §4-3 unntatt kravene i plan og bygningslovens kapittel 20 til og med 31. Dermed omfattes ikke akvakulturanlegg direkte av PBL §28-1, som stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

Unntakene gjelder ikke pbl. § 29-5 (*Tekniske krav*) og § 29-7 (*Krav til produkter til byggverk*) med tilhørende deler av byggteknisk forskrift, såfremt de passer for nevnte tiltak. Gjeldende lov for akvakulturanlegg er lov 17- juni 2005 nr. 79 om akvakultur (*akvakulturloven*). Akvakulturloven stiller ikke krav om sikkerhet mot skred.

Pbl. § 29-5 stiller krav om at

«Ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det ferdige tiltaket oppfyller krav til sikkerhet, helse, miljø, energi og bærekraftighet, og slik at vern av liv og materielle verdier ivaretas.»

Når pbl. § 29-5 er gjeldende for akvakulturanlegg og sikkerhet mot skred ikke nevnes i akvakulturloven, kan regelverket for sikkerhet mot skred (TEK17 §7-3) tolkes å være gjeldende også for akvakulturanlegg.

Vurdering av sikkerhet mot skred etter TEK17 §7-3 bygger på kravene til akseptabel risiko for personer mot naturfare i samfunnet, gitt av st. meld 15 (2011-2012). Ved å vurdere sikkerhet mot skred etter TEK17 §7-3 vil også minimumsnivået for sikkerhet for personer ivaretas slik pbl § 29-5 krever.

2.2 TEK17 §7-3

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (Dibk, 2022).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Dibk, 2022).

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

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Driftsbygninger i landbruket samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerrigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer
- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

2.3 Aktuelle krav

Det er opp til kommunen å bestemme sikkerhetsklasse for tiltak. Skred AS har i tidligere skredfarevurderinger for oppdrettsanlegg vurdert skredfaren både opp mot sikkerhetsklasse S2 og S3, men kjenner ikke til hvilken sikkerhetsklasse det endelig ble plassert i av de aktuelle kommunene.

Grensen mellom sikkerhetsklasse S2 og S3 går blant annet på antallet personer det normalt oppholder seg på tiltaket. Dersom det normalt er <25 personer faller tiltaket i sikkerhetsklasse S2. Dersom det normalt er >25 personer faller tiltaket i sikkerhetsklasse S3. Ifølge oppdragsgiver er det færre enn 25 personer som arbeider på oppdrettslokaliteten samtidig. Basert på at det normalt er <25 personer på lokaliteten, havner tiltaket i sikkerhetsklasse S2.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter videre «middels økonomiske eller andre samfunnsmessige (inkl. miljømessige) konsekvenser», mens sikkerhetsklasse S3 omfatter «store økonomiske eller andre samfunnsmessige (inkl. miljømessige) konsekvenser». Skred AS kjenner ikke til om slike anlegg klassifiseres til «middels» eller «store» når det gjelder økonomiske og andre samfunnsmessige (inkl. miljømessige) konsekvenser ved skader.

Skred AS har ved to anledninger forsøkt å innhente informasjon om sikkerhetsklasser for oppdrettsanlegg fra NVE. NVE antydte i begge tilfeller at sikkerhetsklasse S2 var dekkende

basert på personopphold. Basert på miljømessige konsekvenser antydnet NVE at sikkerhetsklasse S2 var dekkende, og at sikkerhetsklasse S3 var noe streng. Dette basert på de miljømessige konsekvensene ved skader i slike anlegg relativt til andre installasjoner (fabrikker, plattformer etc.). Skred AS foreslår derfor at oppdrettsanlegget plasseres i sikkerhetsklasse S2, med mindre kommunen har tydelige definisjoner på om skader på slike anlegg kan medføre «middels» eller «store» miljømessige konsekvenser.

Om kommunen plasserer tiltaket i sikkerhetsklasse S3, må Skred AS utvide rapporten til å inkludere denne sikkerhetsklassen. Skredfarevurderingen må i så fall uavhengig kvalitetssikres av et annet foretak.

TEK17 §7-3 definerer også at sekundærvirkninger av skred skal tas hensyn til. Hvis snøskred er aktuelt, må dermed skredvind (lufttrykk) generert av snøskred også vurderes. Dette kan ha rekkevidde ut over aktsomhetssonen for snøskred. Det er aktuelt i fjellsiden som skal vurderes fordi skredløpene er bratte helt ned til fjorden og med stor fallhøyde.

Akvakulturanlegg har pålegg om å utrede krav til sikkerhet og vern av liv etter pbl § 29-5. Stortingsmelding 15 (2011-2012) definerer et tillatt nivå for personrisiko i samfunnet mot naturfarene flom og skred, hvor sannsynlighet for død ikke skal overskride 1/10 000-1/100 000. Regelverket i TEK17 bygger på dette akseptnivået for risiko, hvor det er tatt utgangspunkt i et akseptnivå på 1/10 000, men vurdert at bare 1 av 10 skred er dødelig for S2, mens 1 av 2 skred er dødelig for S3. Ved å utrede skredfaren etter TEK17 §7-3 ivaretas kravene for personrisiko etter Stortingsmelding nr. 15.

Kravene til å ivareta sikkerhet mot skred er også gitt gjennom *Forskrift om utførelse av arbeid* relevant (Lovdata, 2022), hvor kapittel 30 omhandler skredfare, og 30-1 omhandler risikovurdering av skredfare ved anleggsarbeid. Denne forskriften kan være aktuell for adkomstveier til anlegget, og hvis oppdrettsanlegget defineres som en midlertidig plassering. Det er ikke gitt noen krav til sikkerhet mot skred i forskriften. Vi har ikke vurdert skredfare etter forskriften i dette tilfellet fordi vi antar at plasseringen av anlegget vil være permanent og at de vil være varig opphold. Adkomstveier er heller ikke vurdert.

2.4 Vurderte skredtyper

I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i Tabell 1.

2.4.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred utløses i snø med lav fasthet, som gjerne starter med en liten lokal utglidning. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med

utvider skredet seg og kan få en pæreform. Flaskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flaskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30-50° grader bratt. Der det er brattere enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikke dannes større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er en strøm med vannmettede snømasser. Sørpeskred følger som oftest forsenkninger i terrenget, og oppstår når dreneringen i grunnen er dårlig, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløses i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Sørpeskred kan også utløses når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og skred med lite volum kan gi stor skade. Det er ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

2.4.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <math><100\text{ m}^3</math>) og steinskred (volum 100-10.000 m^3). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.4.3 Jordskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn 25-30°. Man kan skille mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred.

Et kanalisert jordskred skaper en kanal i løsmassene som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmasser kan bli avsatt og danne langsgående rygger parallelt med kanalen. Når terrenget flater ut blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid kan flere slike skred bygge en vifte av skredavsetninger. I et ikke-kanalisert jordskred flytter massene seg nedover langs en sone som gradvis kan bli bredere. Mindre jordskred kan oppstå i slakere terreng med finkorna, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget.

2.4.4 Flomskred

Flomskred er raske, vannrike, flomlignende skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot 10°. Skredmassene kan bli avsatt som langsgående rygger på siden av skredløpet, og oftest i en stor vifte nederst, der de groveste massene ligger ved roten av vifta og finere masser blir avsatt utover vifta. Massene i et flomskred kan komme fra store og små flomskred langsetter flomløpet, undergraving av sideskråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

2.4.5 Skredfare og klimaendringer

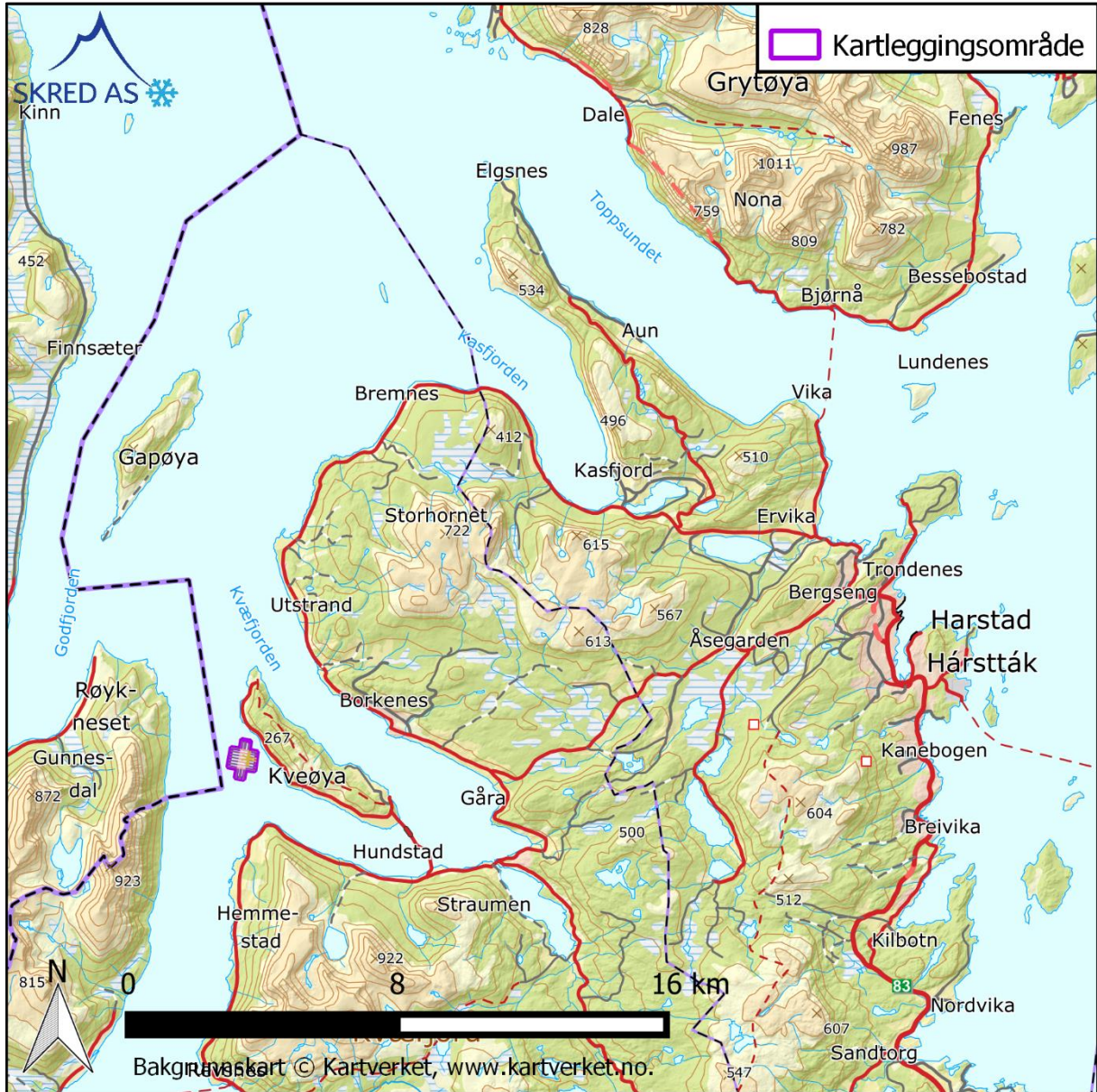
Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke

frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

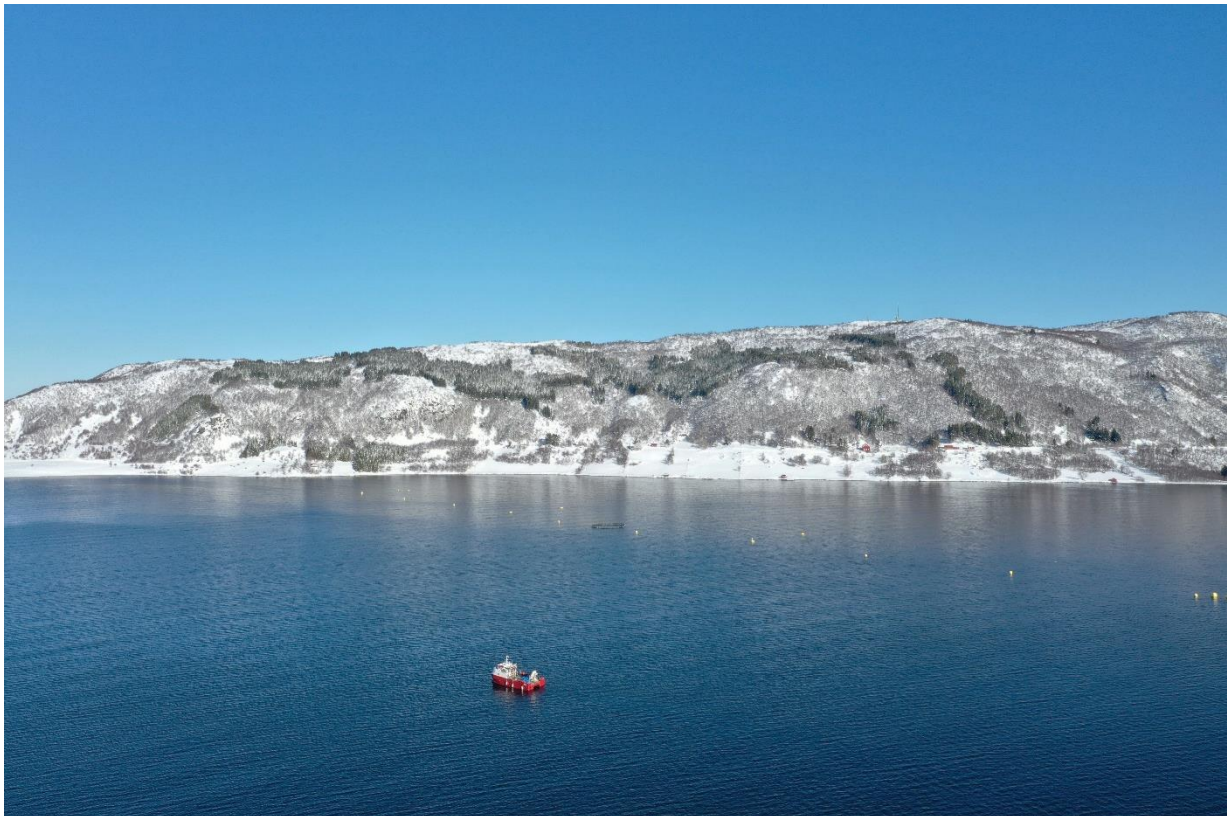
Det er ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredsannsynlighet, skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere, men som vurderes skjønsmessig når en utreder eller kartlegger skredfare.

3 Beskrivelse av området

Kartleggingsområdet er lokalisert utenfor Kveøya i Harstad kommune (Figur 1). Figur 2 og Figur 8 viser dronebilder av kartleggings- og påvirkningsområdet.



Figur 1: Lokalisering av kartleggingsområdet ca. 20 km sørøst for sentrum i Harstad.



Figur 2: Dronebilde av dagens oppdrettsanlegg og østre del av påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot NØ.

3.1 Topografi

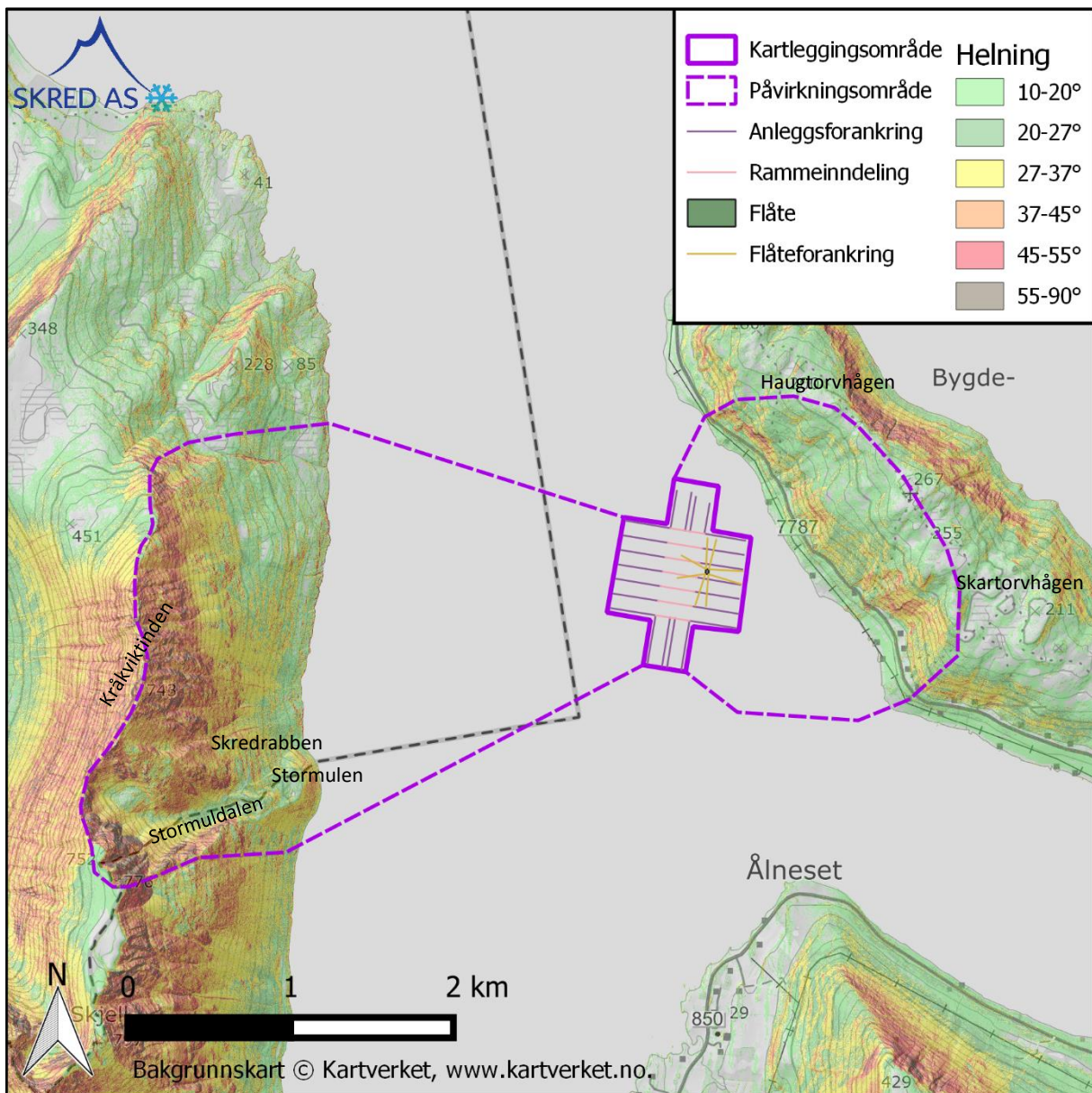
Terrenganalysen er basert på en nasjonal digital høydemodell med oppløsning på 1 m x 1 m basert på laserscanningdata (Kartverket, 2023). Kart med terrenghelning beregnet fra terrengmodellen med 1 m x 1 m celler er vist i Figur 3.

Kartleggingsområdet er lokalisert i Kvæfjorden, på vestsiden av Kveøya. Mot øst er det 170-500 m inn til land på Kveøya. Mot vest er det 1800-2200 m inn til fastlandet.

Østre del av påvirkningsområdet er S-V vendt. Fra fjorden stiger terrenget slakt ($< 20^\circ$) opp til Kveøyvegen. Videre oppover i terrenget blir det brattere, og terrenget er stort sett $27-45^\circ$ bratt med enkelte brattere skrenter opp til ca. 200 moh. Påvirkningsområdet strekker seg opp til Haugtorvhågen (224 moh.) i nord og Skartorvhågen (250 moh.) i sør. Øvre del av påvirkningsområdet stort sett slakere enn 20° .

Vestre del av påvirkningsområdet er N-Ø vendt og strekker seg opp til Kråkviktinden på ca. 742 moh. Nordlige del er i stor grad slakere enn 27° opp til ca. 200 moh. Det er omtrent 500 meter fra fjorden og inn til de brattere områdene. Ovenfor dette blir terrenget gradvis brattere, og det er klippebånd brattere enn 45° i øvre del. I midtre del er terrenget brattere enn 27° i store deler av fjellsiden. Nedre del (ca. 100 meter inn fra fjorden) er slakere. Terrenget preges av renneformasjoner og klippebånd i den øvre halvdel, og skredvifter i

den nedre delen. Sørlige del består av en botn, Stormudalen, som ender i en endemorene, Stormulen, med bratte sider ned mot fjorden.



Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet. Påvirkningsområdet, som er det området som potensielt kan gi skred ned mot kartleggingsområdet, er også vist.

3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:250 000. Ifølge NGUs berggrunnsdatabase består østre del av påvirkningsområdet av amfibolitt og syenitt. Vestre del av påvirkningsområdet består av granitt (NGU, 2023a).

Løsmassedekket er kartlagt i målestokk 1:250 000 (NGU, 2023b). Østre del av påvirkningsområdet består av bart fjell i øvre del, tynt humusdekke og tynt morenedekke i

midtre del og hav-/fjord-/strandavsetninger i strandlinja. Dette stemmer med observasjoner fra skyggekart og flybilder, med unntak av noen områder med steinsprangur.

Vestre del av påvirkningsområdet består av skredmateriale i nedre del og bart fjell over ca. 400 moh. Nordlige deler av nedre del består av tynt humusdekke. Nedre del av sørlige del har vi (ut fra skyggekart) tolket som en randmorene med skredmateriale oppå. Mer detaljerte observasjoner av løsmassedekket er ikke gjort da befarings ble utført med snø på bakken.

3.3 Drenering

Markfuktighetsanalyse tilsier at vann samles i forsenkninger i den østlige delen av påvirkningsområdet, og i ravinene i den vestlige delen av påvirkningsområdet. Analysen viser at dreneringen er lokal i begge deler av påvirkningsområdet, og ikke drenerer større myrområder eller vann.

3.4 Vegetasjon

Vegetasjon er vurdert ut fra flybilder mellom 2006, 2013 og 2020, og befaringsobservasjoner. I østlige del er det enkelte plantede granfelt, og ellers løvskog opp til toppen av påvirkningsområdet. I vestlige del er det spredt bjørkeskog i nedre del av fjellsiden. Det ble observert tydelige skredskader i skogen i tilknytning til noen av skredløpene i vestre påvirkningsområde.

3.5 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2023) er det ikke registrert kjente skredhendelser i kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet. Sammenligning av flybilder fra 2012 og 2020 tilsier at skred, sannsynligvis snøskred, kan ha tatt med seg noe skog, i enkelte skredløp i den vestlige delen av påvirkningsområdet ned til ca. 50 moh. (vist i registreringskart). Ett av disse skredløpene heter «Skredrabben» i kartet, noe som også tyder på at det ofte går skred her.

NGU har i tillegg tolket løsmassene i nedre deler av fjellsiden i vestre del som skredavsetninger. Personell hos oppdragsgiver nevnte under befarings at det går mindre snøskred i den vestlige delen av påvirkningsområdet, og i de bratte og store fjellsidene i området generelt.

3.6 Tidligere rapporter

Skred AS kjenner ikke til skredfarevurderinger dekkende for det aktuelle kartleggingsområdet, og det er heller ikke registrert i NVE Atlas (NVE, 2023) eller i NVEs rapportdatabase (NVE, 2023).

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak og grovt skisserte sikringstiltak

Ingen skredsikringstiltak er registrert i NVE Atlas (NVE, 2023), og det ble heller ikke observert sikringstiltak mot skred under befaringsen.

3.8 Aktsomhetsområder

Kartleggingsområdet ligger ikke innenfor NVEs aktsomhetssoner for skred, da disse automatisk stopper 0-100 m ut fra land. Den østlige delen av påvirkningsområdet ligger

delvis innenfor NGIs aksomhetszone for snøskred og steinsprang. Aktsomhetssonen stopper på land.

Det er velkjent at snøskred, og spesielt skredvind med trær og andre masser, har truffet oppdrettsanlegg i havet tidligere. Flodbølge, som sekundæreffekt av steinsred, kan også være aktuelt ved noen oppdrettsanlegg.

3.9 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

Iht. NVEs veileder (NVE, 2020) skal det som hovedregel utføres klimaanalyse for fareutredning av snøskred, sørpeskred, jordskred og flomskred. Klimaanalyse er ikke nødvendig for utredning av steinsprang og steinsred.

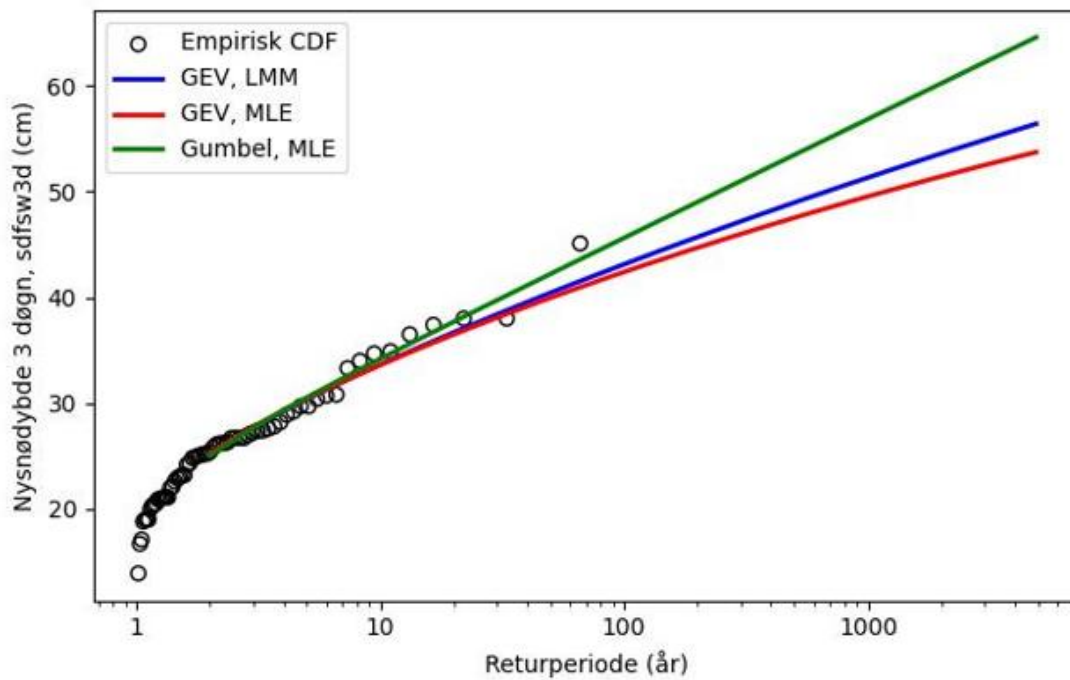
I henhold til NGIs FoU om klimaanalyse for jord- og flomskred til bruk i skredfarekartlegging (NGI, 2021), har topografiske- og geologiske forskjeller større betydning på skredhyppighet enn det meteorologiske faktorer har. Klimaanalyse for disse skredtypene er derfor ikke utført.

Det er utført en enkel analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for snøskredfarevurderingen. Analysen er gjort på bakgrunn av griddede data fra senorge.no for en gridcelle ca. 16 km nord for kartleggingsområdet med modellhøyde 476 moh. Det er ingen grunn til at en klimaanalyse utført spesifikt for et gridpunkt i påvirkningsområdet ville hatt betydelig avvik fra klimaanalysen utført i denne gridcellen.

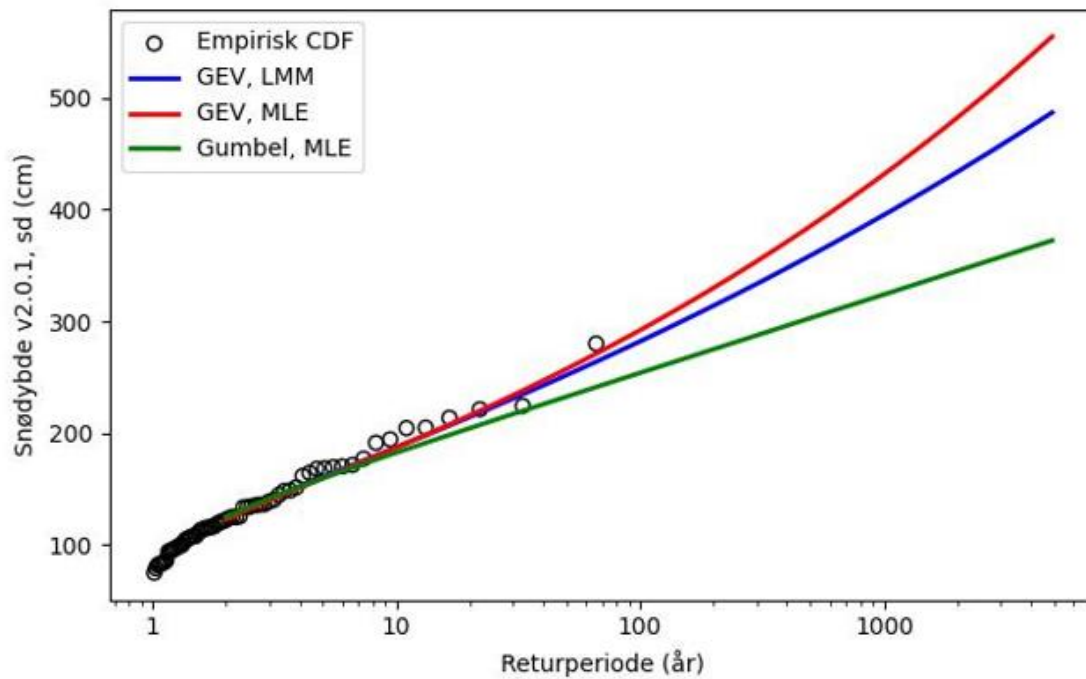
En utfordring er at de griddede dataene er basert på værmodeller, og ikke justert for observert vær. Griddene har en horisontal oppløsning på 1 km x 1 km, og høydenivået innenfor en kvadratkilometer kan variere betydelig. De griddede dataene gir ikke nødvendigvis representative og robuste analyseresultater for gjentaksintervaller sjeldnere enn tre ganger måleseriens lengde, som er 64 år. Dette reflekteres også i grafene i Figur 4, som avviker betydelig mer ved 1000 års gjentaksintervall enn ved 100 års gjentaksintervall. Resultatene av analysen anses derfor som usikre, men gir likevel den mest objektive informasjon om klimaforholdene i området.

Figur 4 viser klimaanalysen av snødybde og 3-døgns nysnødybde. Nysnødybde er endring i snødybde over 3 døgn, og tar dermed hensyn til setning i snødekket. Snødybden i området med 1000 års gjentaksintervall er beregnet til ca. 300-400 cm. 3-døgns nysnødybde med 1000 års gjentaksintervall er beregnet til ca. 50-60 cm.

Figur 5 viser dominerende vindretninger fra desember til april ved Sætertinden ved Tjeldsundet, stasjonen med lengst måleserie innenfor relativt kort avstand fra kartleggingsområdet og på representativ høyde over havet. Vindrosa viser ingen spesielt dominerende vindretning, men vind fra sørlig (SØ, S og SV) og vestlig (V og NV) sektor virker mest fremtredende. Vindrosa viser ikke perioder med og uten nedbør. Lokal kunnskap tilsier imidlertid at polare lavtrykk, og vind fra NV, V og SV er nedbørsførende vindretninger.

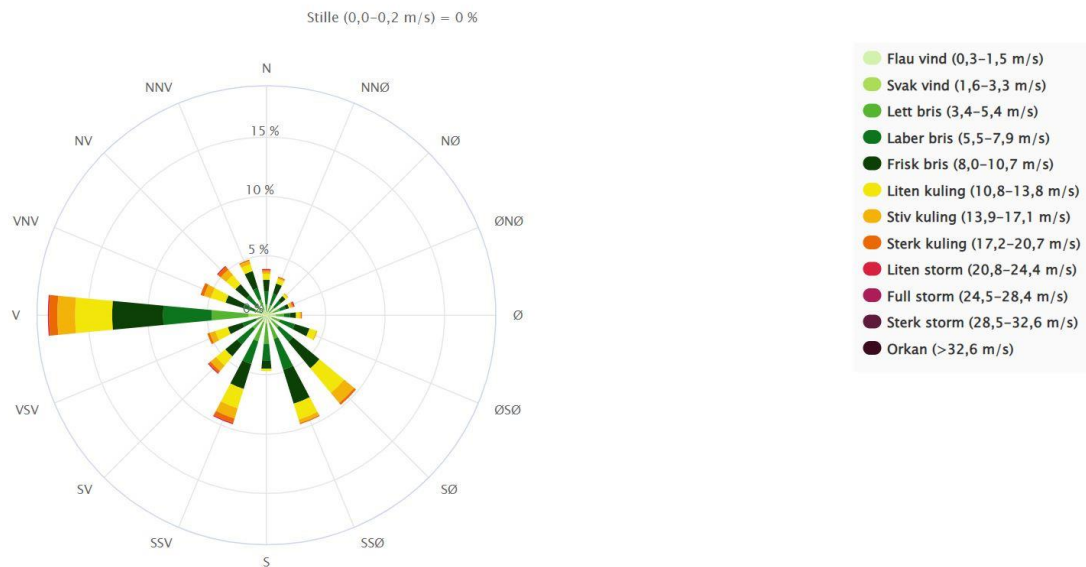


Snødybde v2.0.1 (sd)



Figur 4: Ekstremverdianalyse av griddede klimadata fra senorge.no.

Vindrose for Sætertinden Ved Tjeldsundet (SN87772) i perioden; 12.2015-1.2023. Mnd: 12,1,2,3,4

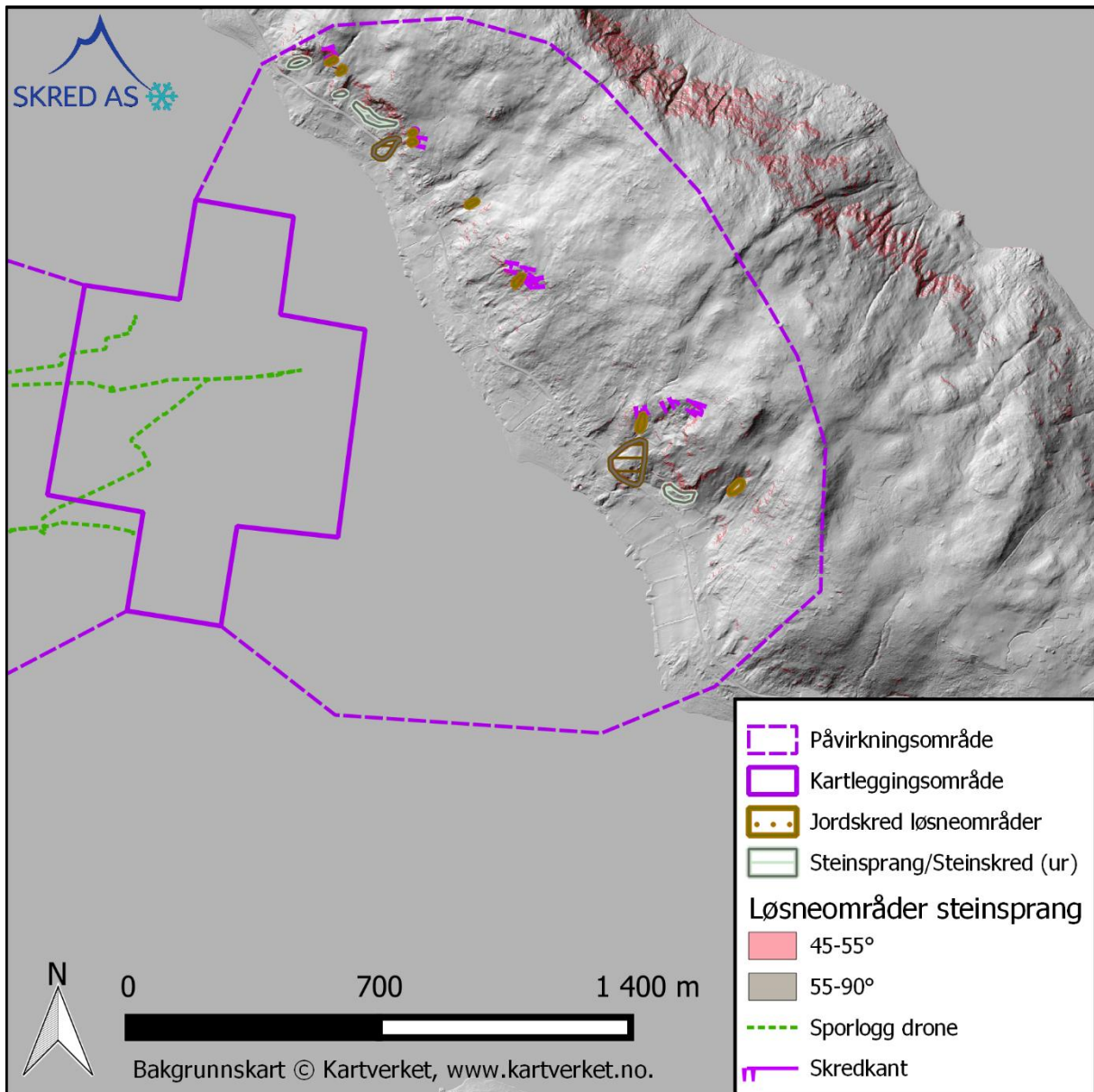


Highcharts.com

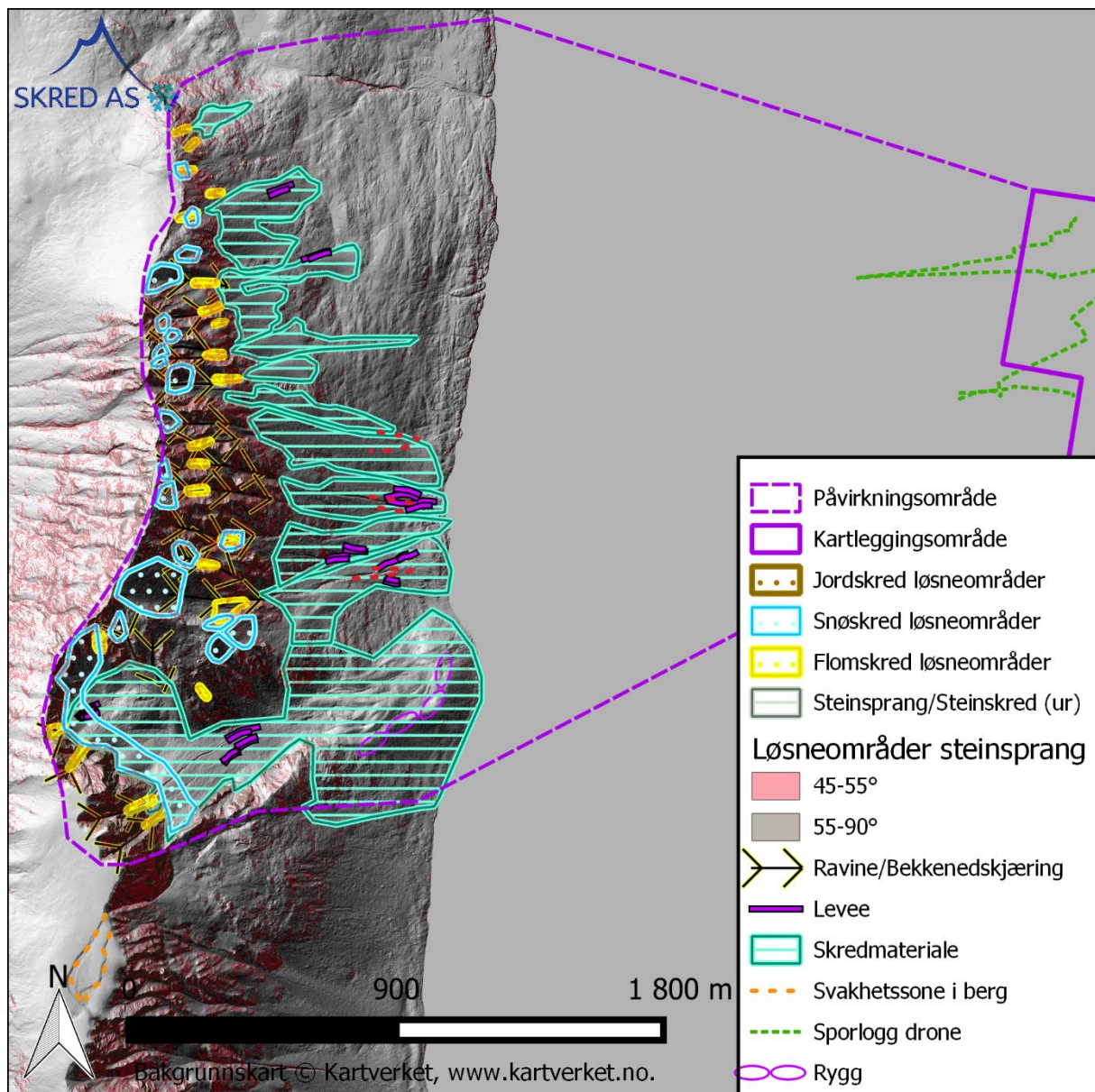
Figur 5: Vindrose fra Sætertinden ved Tjeldsundet.

4 Vurdering av skredfare

Som en del av terrengeanalysene er et skyggekart utarbeidet fra terrenge modellen med 1 m x 1 m oppløsning. Skyggekartet er en gjengivelse av terrengeoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er veldig vanskelig å observere. Registeringer fra befaringen og studier på skyggekart, samt andre kartdata (f.eks. flyfoto) er vist på skyggekartet i Figur 6 og Figur 7.



Figur 6: Registreringskart for østre del av påvirkningsområdet. Skyggekart med registreringer fra terrengeanalysen og befaringen, samt potensielle løseområder for jordskred.



Figur 7: Registreringskart vestre del av påvirkningsområdet. Skyggekart med registreringer fra terrengeanalysen og befaringen, samt potensielle løsneområder for snøskred, steinsprang og flomskred.

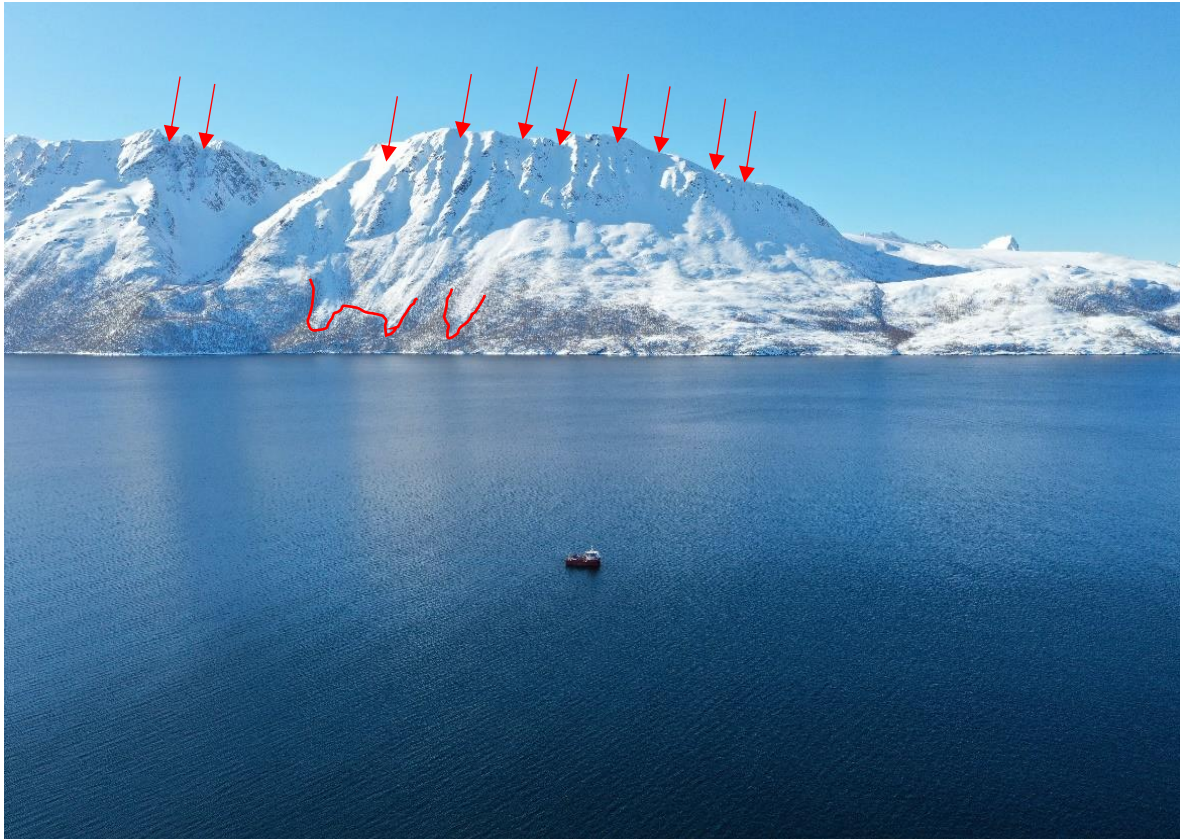
4.1 Snøskred Østlige del

I østre del av påvirkningsområdet er det ingen typiske løsneområder av en størrelse som vil kunne gi skred ned til fjorden.

Vestlige del

Basert på både topografi, terrenghelning og skredskader i skogen, vurderes løsnensannsynligheten for snøskred til høyere enn 1/1000 i påvirkningsområdet. De mest

aktuelle løsneområdene vurderes å være små, konkave formasjoner i toppen av renneformasjonene i vestre del av påvirkningsområdet. Det ene løsneområdet er en liten flanke.

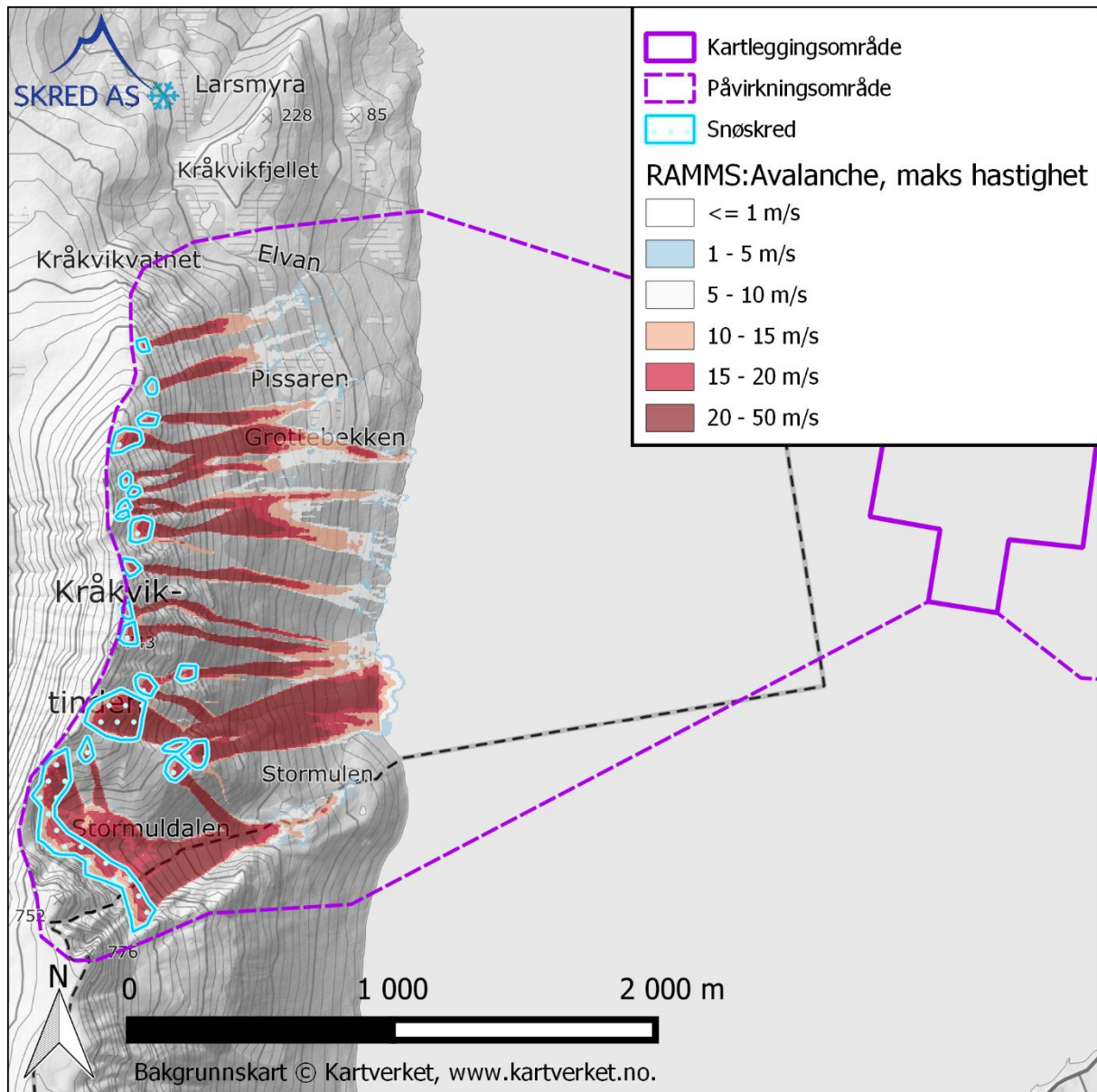


Figur 8: Dronebilde av den vestlige delen av påvirkningsområdet tatt på befaringen. Løsneområder er omtrentlig indikert med røde piler. Rød strek viser skredskadet skog. Båten ligger i kartleggingsområdet.

Figur 8 og Figur 9 viser de mest aktuelle løsneområdene i kart og skissert grovt på dronebilder.

For å beregne potensiell utbredelse av snøskred fra løsneområdene, er programvaren RAMMS:Avalanche tatt i bruk (Bartelt, et al., 2017). Det ble benyttet en bruddkanthøyde på 1 m. Det tilsvarer ca. 100% økning fra den beregnede 3-døgns nedbøren med 1000 års gjentaksintervall i området. Denne økningen er foretatt for å ta høyde for vindtransport av snø og medrivning i skredbanen, samt et fratrekk for å justere for den bratte helningen i løsneområdene. Justering for høyde over havet er ikke inkludert, da modellhøyden til klimadataene er på representativ høyde for løsneområdene i påvirkningsområdet. Friksjonsparameterne ble tilpasset skred med 300 års gjentaksintervall (i mangel på mulighet for å velge sjeldnere gjentaksintervall), stor (large) skredstørrelse og høydenivå tilpasset skoggrensene i området slik som anbefalt i litteratur (NVE, 2015) det henvises til i veilederen (NVE, 2020) (150-650 moh.).

Figur 9 viser et eksempel på beregningsresultat med inputparametre som beskrevet ovenfor. Eksempelet viser at skred kan nå bunnen av fjellsiden og et stykke ut på havet. Modellen gir fast grunn på havet, og er dermed representativ i en situasjon med en islagt fjord. Skredmassene stopper kun få meter fra kystlinjen, og på god avstand fra kartleggingsområdet.



Figur 9: Eksempel på modelleringsresultat i RAMMS::Avalanche med inputparametere som beskrevet i teksten.

Skredvind kan være en aktuell prosess pga. den brå terrengendringen fra skredløpene til fjorden og fallhøyden er stor (500-700 m). Løsnevolum for de fleste løsnemrådene er imidlertid mindre enn 10.000 m^3 , og dermed for små til at det vil produseres betydelig skredvind (NVE, 2020). Skred i Stormuldalen med årlig sannsynlighet større enn $1/1000$ når ikke ned til fjorden og har derfor ingen brå terrengendring i skredløpet. Løsneområdet for

skred nord for Stormuldalen er stort nok til at skredvind kan være aktuelt. Det finnes i skrivende stund ingen validerte programverktøy for nøyaktig beregning av kreftene fra skredvind. Vi har tilgang på en beta-versjon av en utvidet versjon av RAMMS-programvaren (RAMMS:.Extended), som i tillegg til beregning av strømming av faste masser i snøskred også kan benyttes til å beregne skredvind (Bühler, Christen, Dreier, Feistl, & Bartelt, 2014; Stoffel, et al., 2016). Selv med svært konservative parametere tilsier ikke modellen at skredvind kan nå helt ut til kartleggingsområdet.

I østlige del av påvirkningsområdet vurderes løsnensannsynligheten som lavere enn 1/1000. I vestlige del vurderes utløpslengden av snøskred og skredvind til å være for kort til å nå kartleggingsområdet. Følgelig er den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet lavere enn 1/1000.

4.2 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terrengsetninger og hydrologiske forhold og utløses etter forskjellige mekanismer. Sørpeskred oppstår ofte der dreneringen er dårlig som følge av topografien, eller der dreneringen er hindret av midlertidige forhold (eks. oppdemning av bekk).

Østlige del

I østlige del er det noen mindre bekker, hvor sørpeskred kan forekomme. De har imidlertid liten høydeforskjell ned til havet, og vår vurdering er derfor at de ikke vil kunne bli av en størrelse som vil kunne nå helt ut til anlegget.

Vestlige del

I den vestlige delen av påvirkningsområdet er renneformasjonene i fjellsiden generelt brattere enn 27°. Det vurderes derfor at snøen i fjellsiden sannsynligvis vil utløses som våte snøskred, før snøen evt. fullstendig vannmettes og utløses som sørpeskred.

I østlige del av påvirkningsområdet vurderes utløpslengden av eventuelle sørpeskred til å være for kort til å nå kartleggingsområdet. I vestlige del vurderes løsnensannsynligheten som lavere enn 1/1000. Følgelig er den årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet lavere enn 1/1000.

4.3 Jordskred

Østlige del

I den østlige delen av påvirkningsområdet er det løsmasser i terreng brattere enn 25°, og markfuktighetskart viser at vann samles i forsenkninger. Studering av skyggekart har også avdekket flere skredsår etter tidligere skred og utglidninger (se registreringskart). Enkelte av disse har også tydelige avsetninger i utløpet. Påvirkningsområdet har her en høydeforskjell på maksimalt 250 høydemeter. Skred som løsner i denne siden vil ikke ha potensiale til å nå ut til kartleggingsområdet, og potensielle løснеområder for jordskred er derfor ikke vurdert i detalj.

Vestlige del

Toppen av påvirkningsområdet har bart fjell eller et tynt humusdekket over fast fjell. I denne delen av fjellsiden er det derfor ikke løsmasser som kan gi jordskred. Svært små utglidninger i humusdekket kan ikke fullstendig utelukkes, men vil ikke være av en størrelse av betydning for skredfaren i kartleggingsområdet. Nedre del av påvirkningsområdet består av skredavsetninger primært etter steinsprang, men også snøskred og flomskred. Steinsprangavsetninger består generelt av grove kornstørrelser (sand, grus, stein og blokk). Det er dermed liten sannsynlighet for at poretrykket bygges opp til kritisk nivå under kraftig nedbør og/eller snøsmelting, slik at jordskred i disse massene kan utløses.

I østlige del av påvirkningsområdet vurderes utløpslengden av eventuelle jordskred til å være for kort til å nå kartleggingsområdet. I vestlige del vurderes løsnestannsynligheten som lavere enn 1/1000. Følgelig er den årlige sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet lavere enn 1/1000.

4.4 Flomskred

Østlige del

I østre del av påvirkningsområdet er det ikke typiske løsnestannråder for flomskred, og vi har heller ikke observert noen tegn til tidligere flomskredaktivitet. Løsnestannsynlighet for flomskred i denne delen av påvirkningsområdet vurderes som mindre enn 1/1000.

Vestlige del

I vestre del av påvirkningsområdet er det både typiske løsnestannråder for flomskred, og tydelige avsetninger fra skredaktivitet. I renneformasjonene fører både steinsprang fra sidekantene, samt erosjon og forvitring i rennene, til at massene i renneformasjonene kan utløses som flomskred under perioder med kraftig regn og/eller snøsmelting. I utløpet til de fleste av disse rennene har vi kartlagt skredmateriale. Skredmaterialet består i hovedsak av vifter i utløpet av rennene. Viftene er trolig dannet fra en kombinasjon av flere skredprosesser.

Årlig løsnestannsynlighet for flomskred vurderes derfor som større enn 1/1000 i de fleste av ravinene. Ut fra størrelsen på leveene, og tolkning av skyggekart, vurderer vi at skredviftene er bygget opp av mange, mindre hendelser. Flomskred kan med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 nå til fjorden, men ikke til kartleggingsområdet da avstanden er for stor og eventuelle skred vil miste det meste av sin energi når de når havet. Selv ikke i en situasjon hvor fjorden er islagt vil flomskred kunne nå kartleggingsområdet.

I østlige del av påvirkningsområdet vurderes løsnestannsynligheten som lavere enn 1/1000. I vestlige del vurderes utløpslengden til å være for kort til å nå kartleggingsområdet. Følgelig er den årlige sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet lavere enn 1/1000.

4.5 Steinsprang

I både den østre og vestre delen av påvirkningsområdet er det områder med bart fjell og terrenghelning brattere enn 45°. Disse områdene er dermed mulige løsneområder for steinsprang.

Østlige del

Potensielle løsneområder i den østlige delen av påvirkningsområdet består av skrenter (maks 20 meter) som er lave i forhold til avstanden til havet (170 m) og kartleggingsområdet (230 m). Det er steinsprangur nedenfor skrentene. Blokker som løsner fra disse skrentene kan trille ned på Kveøyvegen, og de fleste vil avsettes her. Enkelte, sjeldne steinsprang kan ha lengre utløpslengde, men vil miste mye av sin energi når de når veggen og dermed ikke nå lengre enn like nedenfor veggen. Terrenget ligger ikke til rette for store spranghøyder.

Vestlige del

I den vestlige delen av påvirkningsområdet er det potensielle løsneområder for steinsprang ovenfor ca. 350 moh. Det vi har kartlagt som skredmateriale i denne delen av påvirkningsområdet består trolig av materiale fra flere skredprosesser, og er ikke kun steinsprangur.

Avstanden mellom havet og potensielle løsneområder for steinsprang er lang (500-1000 m) relativt til høyden til løsneområdene (maks 40 m). Steinsprang som når havet vil miste all energi og avsettes i havet. Det er derfor ikke hensiktsmessig å modellere steinsprang, og det er derfor heller ikke utført.

Flogstein vurderes ikke å være aktuelt. Terrenget nedenfor løsneområdene for steinsprang består av skredmateriale og humusdekke som vil dempe eventuelle steinsprang, og ikke legge til rette for store spranghøyder.

På grunnlag av bergmassen i kildeområdene, kartlagte avsetninger, hav mellom kildeområdene og kartleggingsområdet, vurderes den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet til lavere enn 1/1000.

4.6 Steinskred

Avsetningene i området vurderes å være som følge av steinsprang, og ikke av steinskred. Dette pga. størrelsene på avsetningene, samt utløpslengden. Ifølge NGUs inSAR-data (NGU, 2023), er det generelt neglisjerbar bevegelse i påvirkningsområdet. På grunn av avstanden til kartleggingsområdet vurderer vi utløp direkte mot oppdrettsanlegget som mindre sannsynlig enn 1/1000.

Like sør for påvirkningsområdet (ca. 200 m) er det imidlertid et større parti som viser bevegelse. Dette partiet er i størrelsesorden fjellskred og videre beskrevet i neste kapittel.

4.7 Sekundæreffekter av skred

Sekundær effekt av snøskred (skredvind) er omtalt i snøskredvurderingen (kap. 4.1). Som følge av lang avstand med hav til kartleggingsområdet, er den årlige sannsynligheten for skredvind vurdert til lavere enn 1/1000 i kartleggingsområdet.

Flodbølge i havet som følge av jord-, flom, snø-, stein- og fjellskred er en annen sekundæreffekt av skred. I NVEs veileder står det følgende:

«Ifølge TEK17 skal skredfareutredning inkludere sekundærvirkninger av skred – med samme krav til sikkerhet. Flodbølger og oppdemming/dambrudd kan oppstå som følge av steinskred, og det kreves spesialkompetanse for å vurdere konsekvensene av dette. Slike vurderinger inngår derfor ikke i denne veilederen.»

Det legges likevel til at snø- og flomskredvolumet som evt. treffer havet, ikke vurderes å føre til større bølger enn det som er vanlig under perioder med mye vind. Det meste av eventuelle skredmasser vil avsettes før de treffer havet, slik som både modelleringer og skredavsetningene i fjellsiden indikerer.

Vurdering av fjellskred inngår ikke i skredfarevurderinger iht. TEK17 § 7-3 m/veileder. Flodbølge som følge av fjellskred er følgelig ikke vurdert. Det presiseres at faren for fjellskred utredes ved fire fjellområder i Gullsfjorden, et område ved Risøyhamn og flere områder i Vågsfjorden (Figur 10). Det ene området i Gullsfjorden ligger kun noen hundre meter sør for det vestlige påvirkningsområdet, og baksprekker er vist i registreringskart. Det er NGU som utfører kartleggingen på oppdrag fra NVE.



Figur 10: Områder det faren for fjellskred utredes (grå punkter, vist med oransje piler for synliggjøring). Kartleggingsområdet er omtrent vist med lilla polygon og lilla pil.

4.8 Faresoner for skred

Det er ikke faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdet. Kartleggingsområdet tilfredsstiller dermed dagens krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2. Tiltak i sikkerhetsklasse S2 kan dermed oppføres i kartleggingsområdet uten videre tiltak mot skred i bratt terreng.

5 Konklusjon

Skred AS har utført en skredfarevurdering for Norlaks sin akvakulturlokalitet ved Haug i Kvæfjord. På grunnlag av at oppdrettsanlegget er en arbeidsplass for færre enn 25 personer, samt innspill fra NVE om at det knyttes middels miljøkonsekvenser til anlegget relativt til andre installasjoner i havet, er anlegget plassert i sikkerhetsklasse S2. Skredfarevurderingen er utført i henhold til krav til sikkerhetsklasse S2. Sikkerhetsklasse S3 er ikke vurdert.

Etter en helhetlig vurdering basert på terreng- og klimaanalyser, befaringsobservasjoner og skredmodelleringer, er det vurdert at den årlige sannsynligheten for skred er lavere enn 1/1000 i kartleggingsområdet. Dette gjelder også sekundæreffekter av skred fra fjellsider i umiddelbar nærhet. Kartleggingsområdet tilfredsstiller dermed krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2.

6 Referanser

- Bartelt, P., Bühler, Y., Christen, M., Deubelbeiss, Y., Salz, M., Schneider, M., & Schumacher, L. (2017). *RAMMS::Avalanche user manual v. 1.7.0*. SLF/WSL.
- Bühler, Y., Christen, M., Dreier, L., Feistl, T., & Bartelt, P. (2014). *MERGING OF RECENT DEVELOPMENTS IN AVALANCHE SIMULATION TECHNOLOGY INTO PRACTICE*.
- Dibk. (2022). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- Kartverket. (2023). *Høydedata*. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- Lovdata. (2022). *Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)*. Hentet fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357/KAPITTEL_4-9?q=skred#KAPITTEL_4-9
- NGI. (2021). *Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging*. NVE Ekstern rapport nr. 11/2021.
- NGU. (2023). *InSAR Norge*. Hentet fra <https://insar.ngu.no/>
- NGU. (2023a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NGU. (2023b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NVE. (2015). *Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet. Samanstilling av rapportar frå prosjektet*. NVE Rapport 92-2015.
- NVE. (2020). *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [Sist oppdatert 22.03.2022]*. Hentet fra VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>
- NVE. (2023). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>
- NVE. (2023). *Rapportdatabase - Utredninger av skredfare i bratt terreng*. Hentet fra <https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=324fef546d5c45fe86482f69496b5f7e>
- Stoffel, L., Stephan, M., Schaer, M., Christen, M., Bühler, Y., & Bartelt, P. (2016). Powder snow avalanche engineering: new methods to calculate air-blast pressures for hazard mapping.