

# SKREDFAREVURDERING APALVIKA, RISØR



# SKREDFAREVURDERING APALVIKA, RISØR

Oppdragsnavn **1350052706\_Apalvika\_Risør\_RNO2022N00852**  
Prosjekt nr. **1350052706**  
Mottaker **WSP Norge AS**  
Dokument type **Rapport**  
Versjon **2**  
Dato **31.01.2023**  
Utført av **ILIS**  
Kontrollert av **TANS**  
Godkjent av **TANS**  
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 planområdet område i Apalvika i Risør 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.

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

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.

Rambøll  
Kobbegate 2  
PB 9420 Torgarden  
N-7493 Trondheim

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

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

## OM OPPDRAGET

**Oppdragsgiver:**

WSP NORGE AS

.....

**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

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

Fritidsboliger i leilighetsbygg (S3) med tilhørende uteareal (S2)

Småbåthavn med badeområde (S2)

Promenade (S1)

.....

**Befaring gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:**

01.09.2022

.....

**Befaring gjennomført av:**

Torgeir Fiskum Hansvik (Naturgeograf), Inger Lise Sollie (Ingeniørgeolog)

.....

## SAMMENDRAG

Rambøll har på oppdrag fra WSP vurdert sikkerhet mot skred i bratt terreng for et detaljreguleringsområde i Apalvika i Risør kommune. Aktuelt område er innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang. 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 steinsred og steinsprang. Fare for kvikkleireskred, fjellskred og flom er ikke vurdert.

Planområdet er planlagt regulert til fritidsboliger i leilighetsbygg, småbåthavn og promenade og vurderingen tar utgangspunkt i aktuelle sikkerhetsklasser å fastsette faresoner for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3.

Utredningen utført av Rambøll har avdekket fare for steinsprang og små jordskred i påvirkningsområdet. Kravet til sikkerhet mot skred i bratt terreng i TEK17 §7-3 er ikke oppfylt. Risikoreducerende tiltak kan utføres for å redusere skredfaren til et akseptabelt nivå

## INNHold

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
1.1	Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering	2
1.2	Gjeldende regelverk	2
<b>2.</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>4</b>
2.1	Geografi	4
2.2	Topografi	4
2.3	Løsmasser og berggrunn	6
2.4	Vann og nedbørsfelt	7
2.5	Vegetasjon	7
<b>3.</b>	<b>Grunnlagsmateriale</b>	<b>7</b>
3.1	Aktsomhetskart	7
3.2	Tidligere utredninger/kartlegginger i området	8
3.3	Skredhistorikk og lokalkunnskap	8
3.4	Klimatologiske data	9
3.5	Eksisterende sikringstiltak	11
3.6	Digital terrengmodell (DTM)	11
3.7	Befaring	11
<b>4.</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>23</b>
4.1	Snøskred	23
4.2	Sørpeskred	23
4.3	Steinsprang	24
4.4	Steinskred	27
4.5	Jord -og flomskred	27
4.6	Hva er den samlede skredfaren?	28
4.7	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	30
4.8	Steds spesifikk usikkerhet (restrisiko)	30
<b>5.</b>	<b>Referanser</b>	<b>30</b>
<b>6.</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>31</b>
	Vedlegg 1: Registreringskart	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	Vedlegg 2: Faresonekart	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## 1. INNLEDNING

### 1.1 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 tilfredsstillende NVEs retningslinjer og veileder for utredning for regulering og byggesak.

Skredfarevurderingen gjøres uavhengig av avgrensningen på aktsomhetsområdene. Dette for å tilfredsstillende 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.

### 1.2 Gjeldende regelverk

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.**

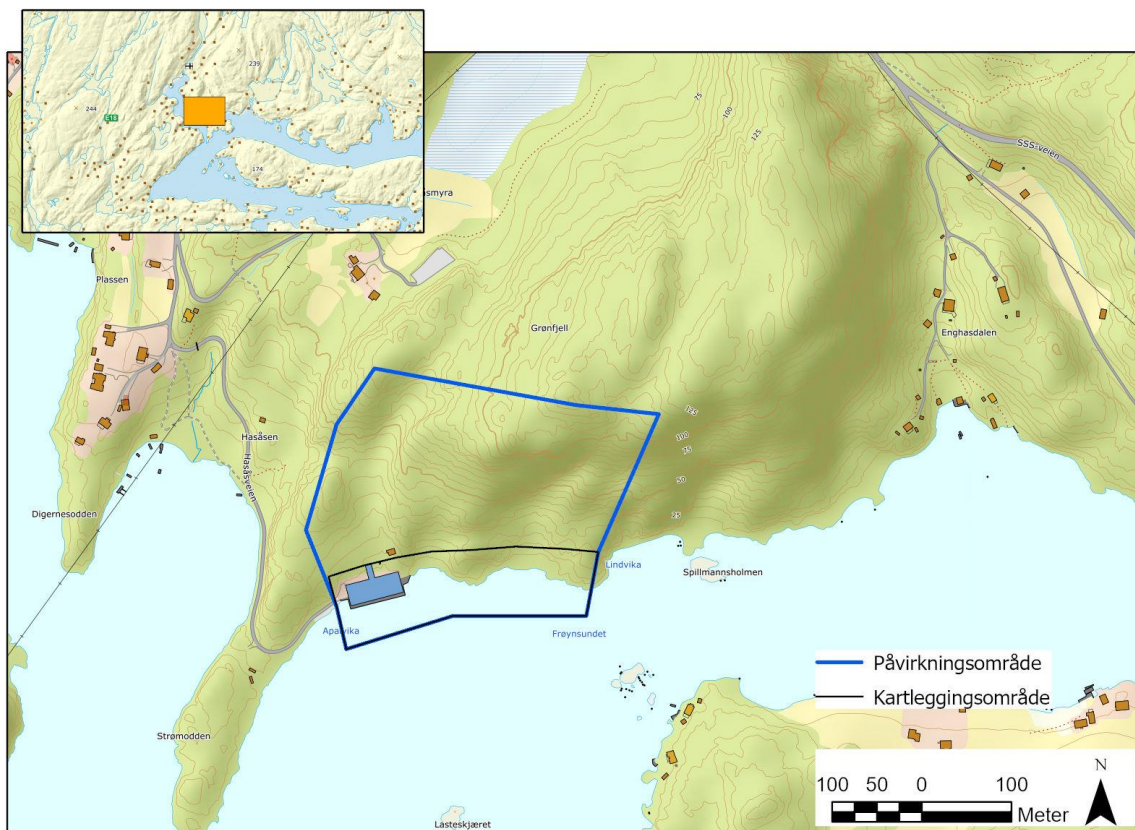
<b>Sikkerhetsklasse for skred</b>	<b>Konsekvens</b>	<b>Største nominelle årlige sannsynlighet</b>
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000



## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Geografi

Apalvika ligger i Risør kommune i Agder, se Figur 1.

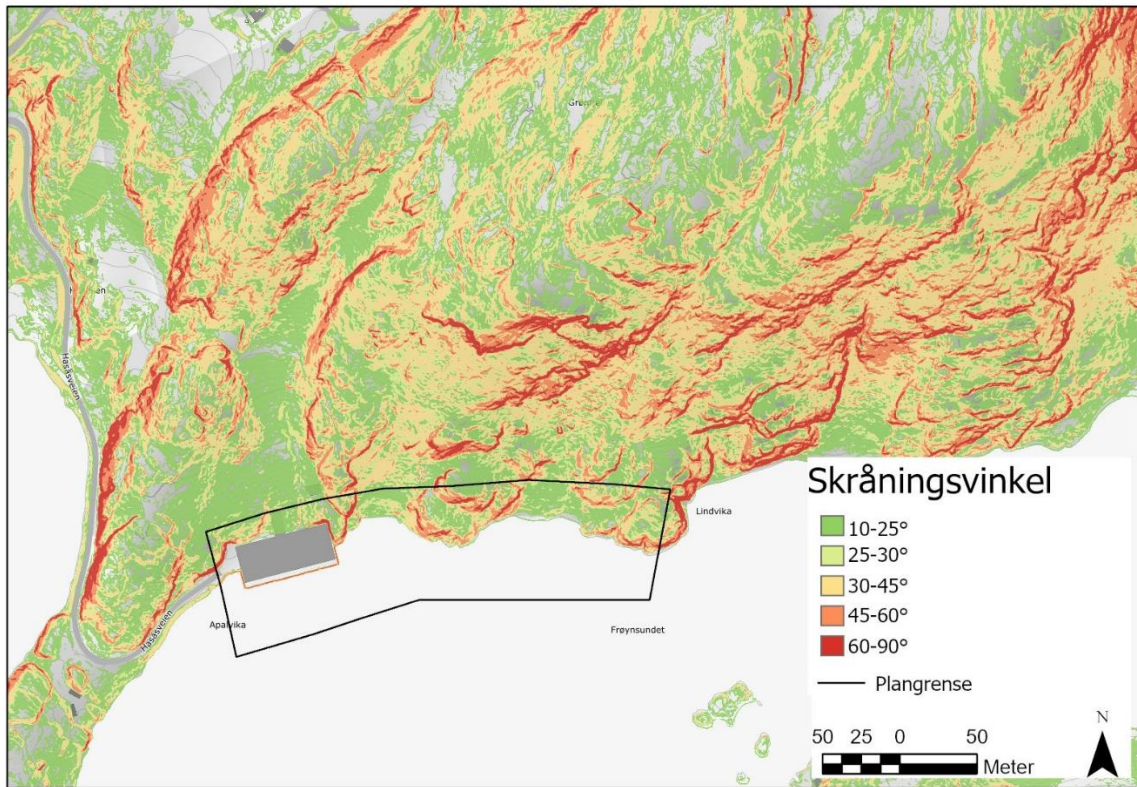


Figur 1: Oversiktskart, kartleggingsområde/planområde er vist med sort, påvirkningsområde er vist med blått.

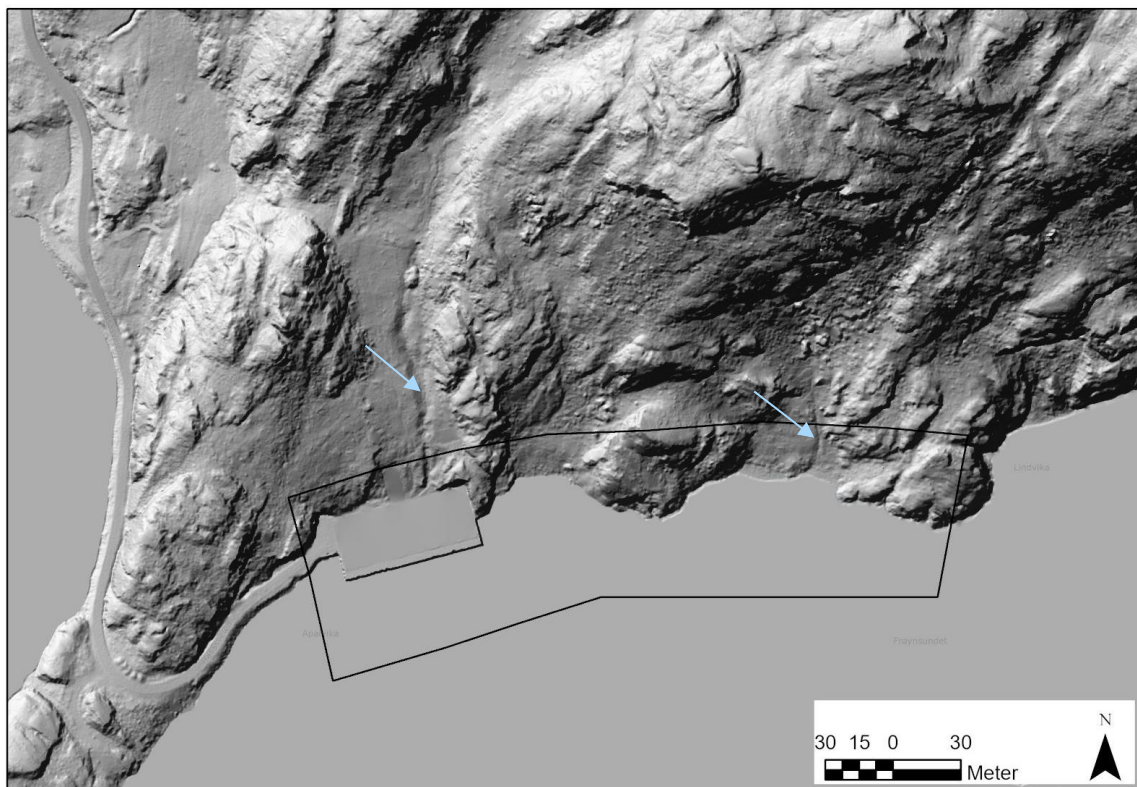
### 2.2 Topografi

Helningskart for terrenget er vist i Figur 2, og skyggerelieffkart med vannveger er vist i Figur 3.

Vestre del av planområdet omfatter et eksisterende kaiområde som ligger ved foten av bratt terreng. Terrenghelningen er 10-25°, men med flere bratte skrenter som er 30-45° i foten og tilnærmet vertikale i topp. Øst for kaiområdet går planområdet i naturlig terreng som er meget kupert med terrenghelning på 10-25° og flere vertikale skrenter. Skrentene har høydeforskjeller på 10-20 m. Høyeste nivå i terrenget nord for planområdet ligger på ca. 100 moh. Fra skyggerelieffkartet er det synlige bekkeløp i skråninger mellom bergpartier, og det er tydelig at det ligger blokker i terrenget. På skyggekartet er det synlig at det er tre terrengsøkk som går ned mot tre små vikene innenfor planområdet. Mellom disse søkkene og vikene er det kupert bergparti.



Figur 2: Terrenghelningskart for området [2]

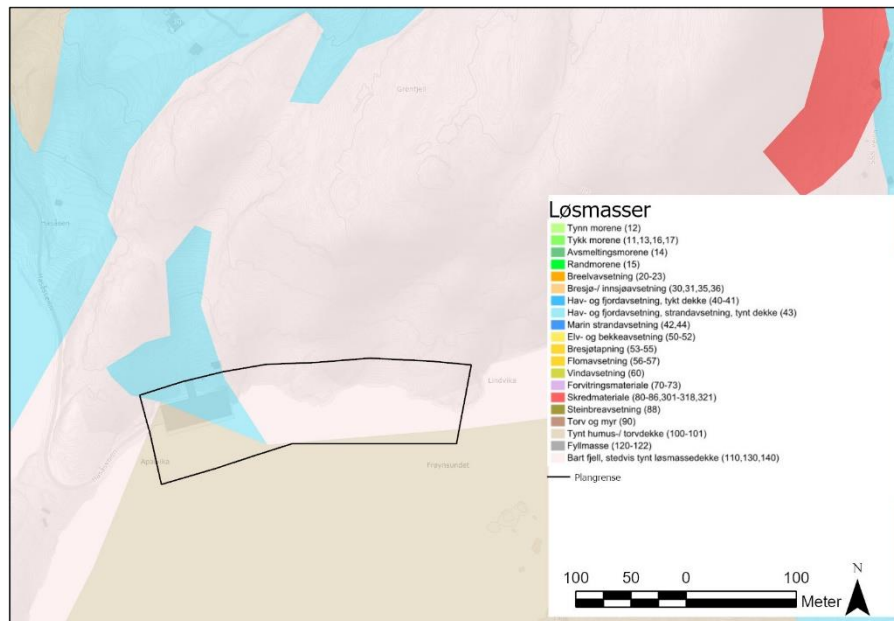


Figur 3: Skyggerelieff kart for området, vannveier er vist med blå pil [2]

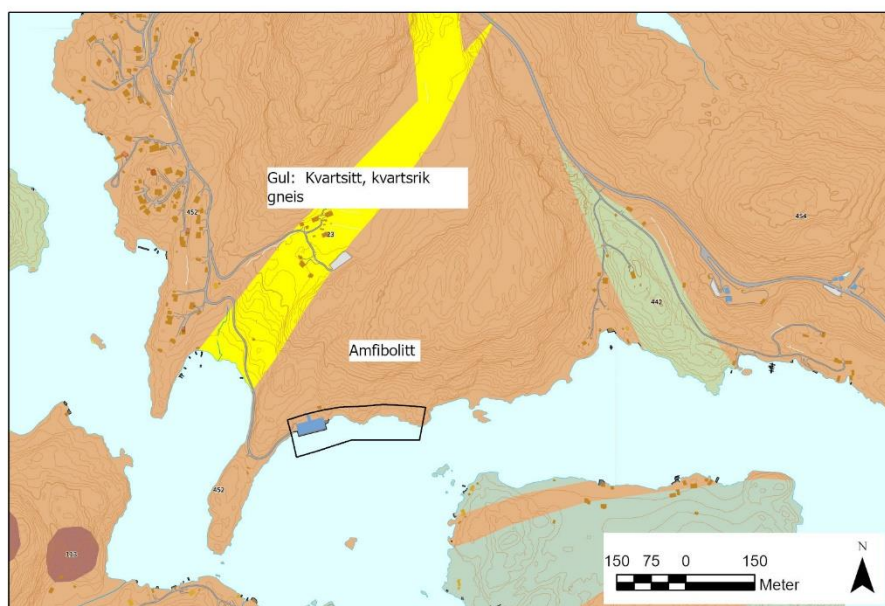
### 2.3 Løsmasser og berggrunn

Løsmassekart, utgitt av NGU [3] er vist i Figur 4. Kartet viser at det er bart fjell i store deler av planområdet, samt hav- og fjordavsetning i området bak det eksisterende kaiområdet.

Berggrunnskart, N250 fra NGU [4] kan sees i Figur 5. Ifølge kartet er det amfibolitt i planområdet og i terrenget nord for planområdet.



Figur 4: Løsmassekart fra NGU [3]. Planområdet er markert med sort.



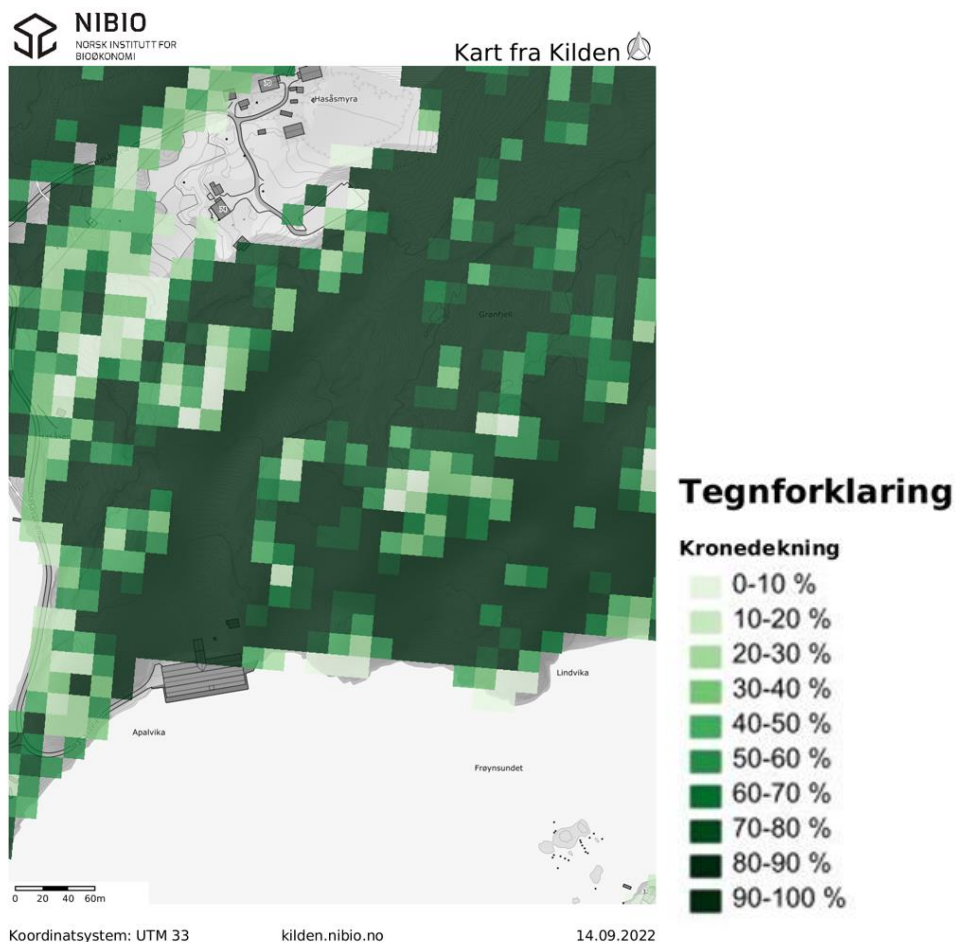
Figur 5: Berggrunnskart N250 fra NGU [4]. Planområdet er markert med sort.

## 2.4 Vann og nedbørsfelt

Det er ingen permanent vannførende elve- eller bekkeløp i terrenget som er vurdert, men på skyggerelieffkartet, Figur 3, er det synlige spor etter bekkeløp som går inn i planområdet.

## 2.5 Vegetasjon

Innenfor planområdet er det gammel lauvskog. Stammetykkelsen er >40cm og kronedekningen 100%, bortsett fra i skråninger > 60 °, se Figur 6 [5].

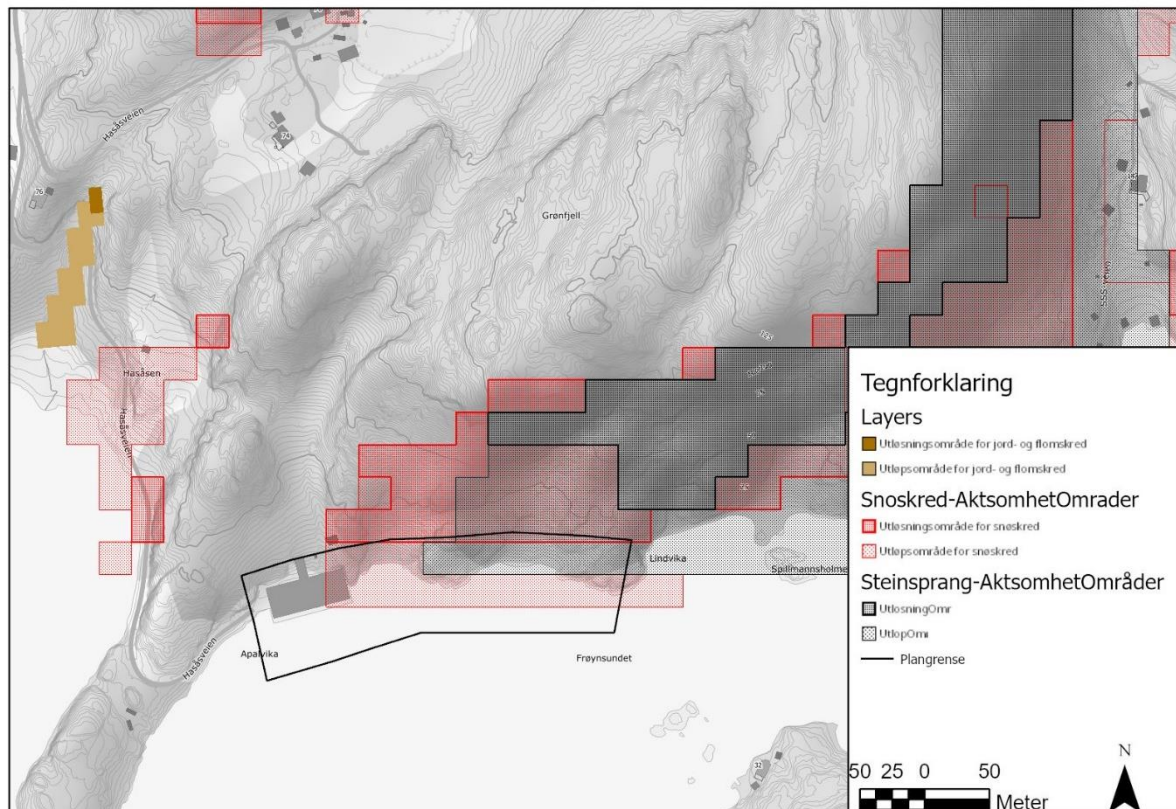


Figur 6: Kronedekningskart fra Nibio [5].

## 3. GRUNNLAGSMATERALE

### 3.1 Aktsomhetskart

Aktsomhetskart er tilgjengelig i NVE Atlas [6]. Planområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang, se Figur 7. På bakgrunn av dette er det behov for detaljert skredfarekartlegging og vurdering av det aktuelle området.



**Figur 7: Aktsomhetskart for skred i vurdert området. Planområdet berøres av aktsomhetsområder for steinsprang og snøskred.**

### 3.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i området

Det er ikke kjent at det er publisert andre utredninger i området tidligere.

### 3.3 Skredhistorikk og lokalkunnskap

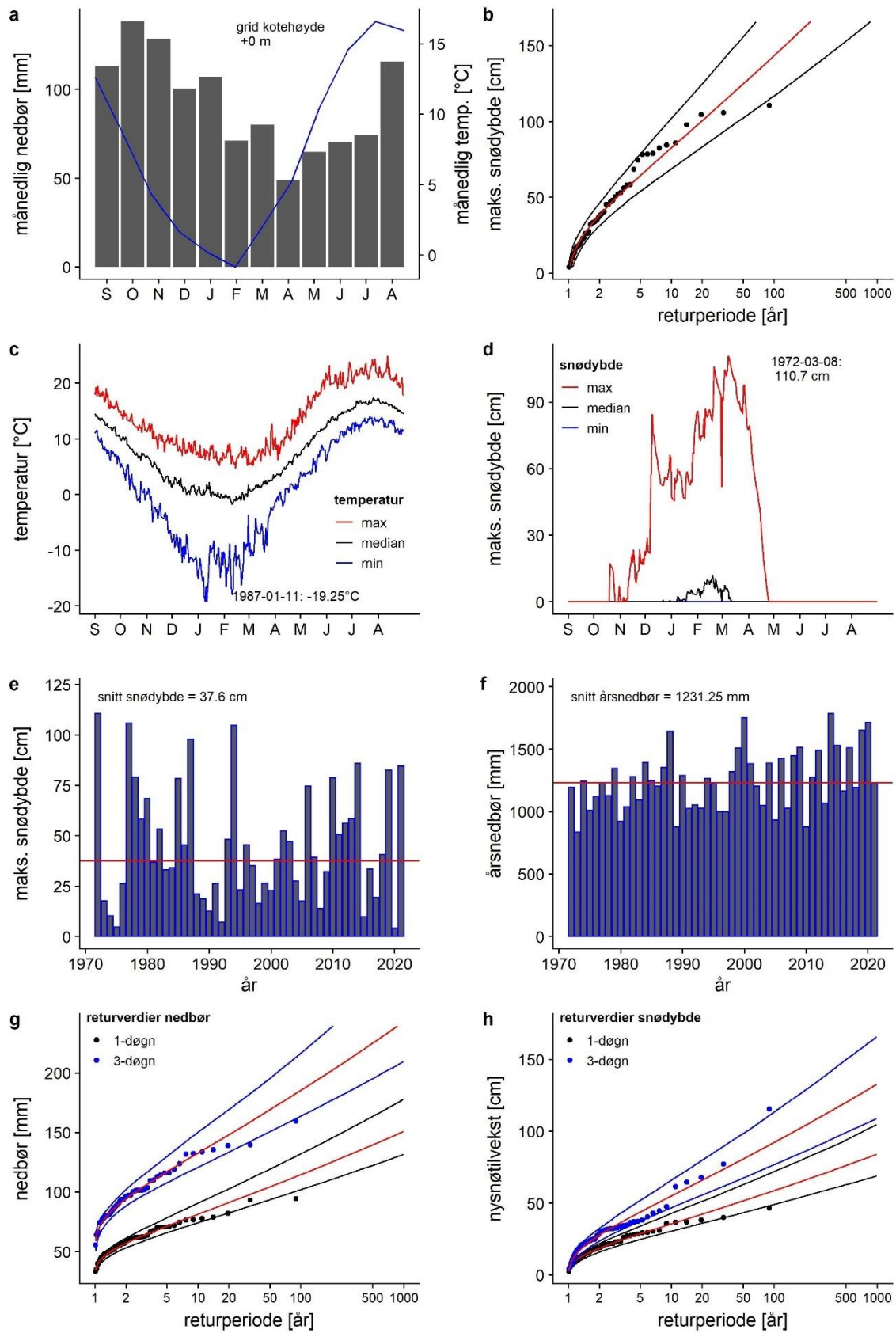
Tidligere skredhendelser over hele landet er samlet i skredhendelsesdatabasen i [6]. Det er ingen registrerte hendelser innenfor eller nært planområdet. Nærmeste skredhendelser er tilknyttet steinsprang på vei, ca. 800 m øst for kartleggingsområdet. Selv om det ikke er registrert skredhendelser i databasen, er det kjent skredproblematikk i området. På tilkomstveien vest for kartleggingsområdet er veien merket med rasfareskilt Figur 8.



Figur 8: Bilde tatt sørover på Hasåsveien. Like vest for kartleggingsområdet.

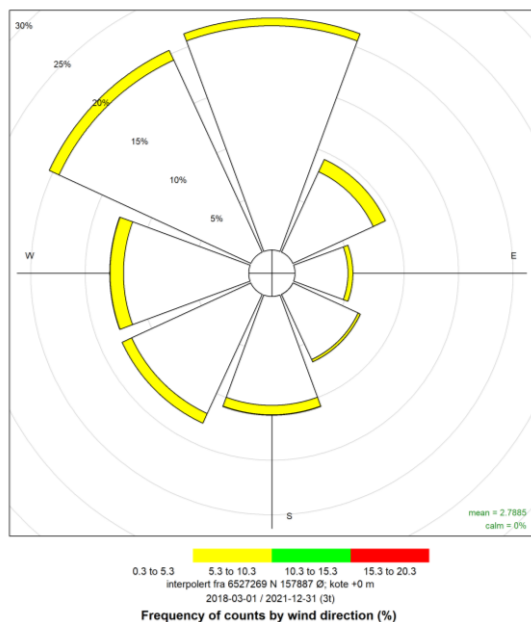
### 3.4 Klimatologiske data

Det er utført en klimaanalyse for grid UTM33N 157887, 6527269, 0 moh. i programvaren R [7]. Resultatene er vist under i Figur 9. Årsnedbøren er estimert til 1231mm. Det kommer mest nedbør om høsten og temperaturen gjør at nedbøren som regel kommer som regn i vintermånedene. Likevel har det vært kalde perioder og nedbør kan også komme som snø. Maks snødybde registrert er 110 cm, gjennomsnittlig snødybde er 37 cm og forekommer januar-mars. Analyse for returverdier på 1 og 3 døgns nedbør viser at det kan komme opp mot ca. 140 mm nedbør på ett døgn og ca. 250 mm på tre døgn (1000 års returperiode). Dette utgjør henholdsvis 1,4 m og 2,4 m i snø, noe som tilsier at snøskred, jord- og flomskred og sørpeskred kan utløses ved ekstreme nedbørshendelser. Figur 10 viser interpolerte vinddata for området. Dominerende vindretning i området er fra nord-nordvest. Vinddata viser at mesteparten av vinden er svak, < 5.3 m/s.



Figur 9: Klimaanalyse for kartleggingsområdet, utført i R (Ragulina & Reitan, 2017). Interpolerte data fra valgt gridcelle (1\*1 km) på kote (se på figur). Dataperiode: 1970 – 2020. (velger 50 år fra i fjor, dvs. i 2021: 1971-

2021 etc.) a) Månedsnedbør og – lufttemperatur. b) returverdier for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig (median) lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).



Figur 10: Vindrose basert på interpolerte vinddata for området.

### 3.5 Eksisterende sikringstiltak

Det er ingen eksisterende sikringstiltak i terrenget over planområdet.

### 3.6 Digital terrengmodell (DTM)

Det er benyttet landsdekkende høydemodell basert på laserdata. Denne er hentet fra hoydedata.no [2].

### 3.7 Befaring

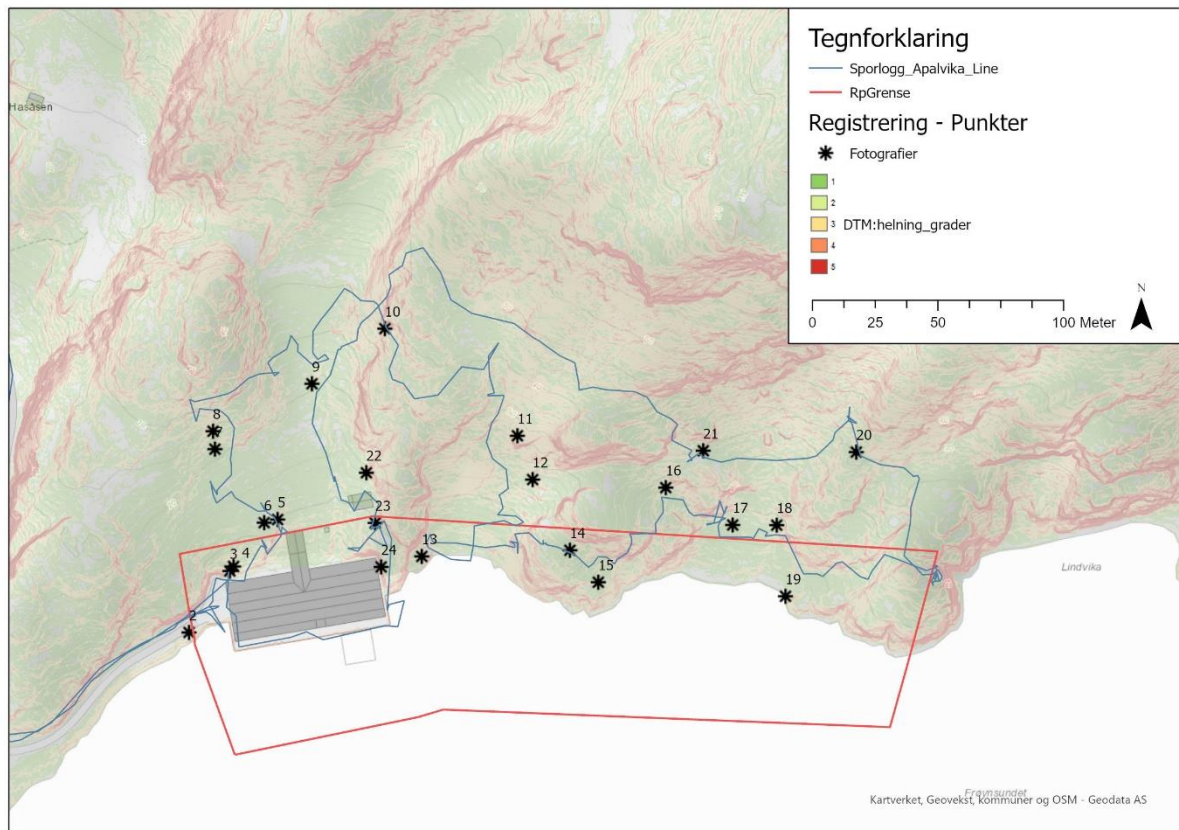
Rambøll har vært på befaring i aktuelt område den 01.09.2022, hvor kartleggingen ble utført av ingeniørgeolog Inger Lise Sollie og naturgeograf Torgeir Fiskum Hansvik. Det ble kartlagt til fots innenfor planområdet og i framkommelig bratt terreng nordover. I tillegg ble det benyttet drone. På befaringsdagen var det sol og 20°C.

Befaringen hadde som hensikt å kartlegge spor etter tidligere skredhendelser, sannsynlige, bergblotninger, løsmasser, sannsynlig løснеområder og størrelse på eventuelle fremtidige skredhendelser, sannsynlige utløpsområder og tegn til pågående erosjon.

Registreringer fra utført skredkartlegging er vist på registreringskart i Figur 11 og i vedlegg 1.

Utvalgte bilder med kommentarer fra er vist i Figur 12-Figur 21.





**Figur 11: Registreringskart av det vurderte område fra utført befarings, se vedlegg 1 for bedre oppløsning. Under vises relevante registreringer med henvisning til registreringskartet.**



**Figur 12: Bergskjæring 8 meter høy, bilde tatt ved punkt 2. Avløste blokker ble observert. Rotsprenging er aktivt i øvre del. Det er mulig med utfall ut i veien. Skjæringer inngår ikke som en del av skredfarevurdering iht. TEK 17, men på generelt grunnlag anbefales det at skjæringer vurderes av ingeniørgeolog i forbindelse med byggefase.**



**Figur 13: Bilde tatt mot øst fra punkt 3, på baksiden av eksisterende bebyggelse. Avrundet blokk ligger ved vegg. Denne vurderes å være avsetningsmateriale, ikke steinsprang, pga. avrundet form.**



**Figur 14:** Bilder av området bak eksisterende bebyggelse, tatt mot nord fra punkt 5 og 6. Berg fremstår som kompetent og blankskurt. Noen avrundende blokker ligger på overflaten, og dette er sannsynligvis gamle avsetninger som ikke er resultat av skredprosesser. Løsmassedekket fremstår som tynt og det er ikke kartlagt ferske utfall eller tegn på erosjon i dette området.



**Figur 15:** Bekk. Bildet er tatt nordover fra punkt 9. Bekken var ikke vannførende på befaringsdagen, men det antas at bekken er vannførende når det regner. Bekken har erodert seg ned ca. 1m i løsmassene, se Figur 3

skyggerelieffkart. Det er ingen ferske spor etter erosjon og utglidninger i bekken i øvre del, mens i nedre del er det kartlagt tegn til erosjon i sideterrenget.



Figur 16: Fra punkt 7, bilde tatt mot nord i det terrenget blir brattere. Avrundede avsetninger og ingen spor etter nylige skredprosesser.



**Figur 17: Avløste flak ved punkt 10. Bildet er tatt mot øst, ca. 70 meter nord for planområdet.**



**Figur 18: Karakteristisk terreng og avsetninger for området i og rundt punkt 11-12. Gamle lag og mosedeekte avsetninger. Rette trær og ingen tegn til sig i skråningen.**



**Figur 19: Klippeparti med svaberg, ned mot strand. Bilder tatt fra punkt 13, mot sør (venstre) og mot vest (høyre). Berget fremstår som kompetent, med stedvis avløste blokker. Det er kartlagt utfall opptil 0,5 m<sup>3</sup> på hyllene som bildene er tatt fra. Utfall herfra kan nå ca. 3 meter ut fra svaberget hvis de får sprett.**



**Figur 20: Oversiktsbilde fra punkt 15 tatt mot øst (venstre bilde) og vest (høyre bilde). Berget fremstår som kompetent svaberg. På bilde til høyre skimtes en jettegryte i vannspeilet.**





**Figur 21: Ferskt utfall fra berghammer. Bildet er tatt mot nord fra punkt 17. Blokken har ca. 4m utløp og er ca. 0,5 m<sup>3</sup>. Rødt område viser løsneområde til blokken.**



**Figur 22: Steinskred eller fjellskred-avsetning. Bildet er tatt mot nord-vest fra punkt 20. Blokkene er opptil 15 m<sup>3</sup>. Avsetningene har stoppet ca. 40 meter nord for planområdet. Hendelsen kan være typisk for perioden etter istiden da isen trakk seg tilbake og det var en aktiv periode med skråningsprosesser pga. *glacial deloading*.**



**Figur 23: Avløst "flak" på svaberg. Bildet er tatt ved punkt 14. Denne løsnemekanismen med at berg flaker av er observert på flere svaberg.**



**Figur 24: Avløst "flak" på svaberg. Bildet mot nord med drone. Aktuell område ligger ca. 100 høydemeter over planområdet og 100m nord for planområdet i horisontal distanse.**

## 4. SKREDFAREVURDERING

### 4.1 Snøskred

#### 4.1.1 Om snøskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke kjent at det har vært snøskredhendelser i terrenget innenfor planområdet eller i bratt terreng over planområdet. Det er ikke funnet spor etter tidligere skredhendelser i terrenget som er kartlagt i felt og ved kartstudie. Terrenghelningen i påvirkningsområdet tilsier at snøskred er teoretisk mulig. I tillegg er skråningene le-område for nedbørsførende vindretning fra nord-nordvest, slik at det er mulig at det avsettes snø i påvirkningsområdet.

#### 4.1.2 Utredning av løснеområder og løsnesannsynlighet

Bratt terreng er kupert og bergskrentene anses å være for bratte til at det kan dannes et større sammenhengende snødekke. Områder med terrenghelning som teoretisk er mulige løснеområder for snøskred er begrenset i utstrekning. Dette gjelder områdene i terrengsøkkene som går ned til de tre vikene. I disse områdene er det spredt stor skog som vil bidra ytterligere til å stabilisere et snødekke, men avstanden mellom trærne vurderes å være for stor til at det har avgjørende betydning for løsnesannsynligheten. Klimaanalyse viser at temperaturen tilsier at nedbør som regel kommer som regn i vintermånedene. Registrerte snødybder og ekstremverdier for nysnøtilvekst er lave.

Med dette vurderes det å være liten sannsynlighet for at det kan utløses snøskred i påvirkningsområdet.

#### 4.1.3 Utredning av utløp

I det kupert terrenget er det flere avsatter med tilnærmet flat terrenghelning som vil bidra til å bremse eventuelle utglidninger av snø. De tre terrengsøkkene som går ned til vikene kan teoretisk være utløpsområder for skred, da terrenghelningen er 10-20° ned til ca. 10-20 m fra sjøkanten. Videre blir terrenghelningen slakere enn 10°, og snømasser vil bremses raskt og avsettes.

#### 4.1.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for snøskred

Det er lav sannsynlighet for at snøskred kan utløses, og områder som teoretisk er løснеområder for snøskred er begrenset i utstrekning. Derfor vurderes det at nominell årlig sannsynlighet for snøskred innenfor planområdet er lavere enn 1/5000.

### 4.2 Sørpeskred

#### 4.2.1 Om sørpeskred er en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke kjent at det har vært hendelser med sørpeskred innenfor planområdet eller i nærområdet. Det er ikke funnet spor etter tidligere skredhendelser i terrenget som er kartlagt i felt og ved kartstudie. Sørpeskred kan likevel ikke utelukkes der det er bratt terreng hvor det kan avsettes snø.

#### 4.2.2 Utredning av løснеområder og løsnesannsynlighet

Det er ikke kartlagt områder som er typiske områder der snø kan overmettes med vann, så som myrområder nær terrengeterskler, utløpsområder til snøskred som kan demme opp bekkeløp eller andre forsengkninger som kan demme opp vann. Bekkeløpene som er kartlagt, går i jevnt hellende terreng. Det er observert at løsmasser i overflaten inneholder grovblokkig materiale, som

bidrar til drenering av overflatevann. De klimatologiske faktorene tilsier at løsningsannsynligheten er lav.

#### **4.2.3 Utredning av utløp**

Teoretisk er bekkeløpene i terrengsøkkene mot vikene, mulige utløpsområder til sørpeskred. Sørpeskred kan bevege seg raskt i slakt terreng, og i et tenkt tilfelle der sørpeskred utløses kan massene få utløp ned til sjøkanten.

#### **4.2.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred**

Det er lav sannsynlighet for at sørpeskred kan utløses. Derfor vurderes det at nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred innenfor planområdet er lavere enn 1/5000.

### **4.3 Steinsprang**

#### **4.3.1 Om steinsprang er en aktuell skredprosess i påvirkningsområdet**

Det er ikke funnet informasjon om tidligere steinspranghendelser i området, men tilkomsten til Apalvika er merket med rasfare-skilt. I kartlagt terreng er det bergskrenter som må vurderes om er mulige løsneområder. I terrenget er det registrert blokkmaterialer. En stor andel av blokkene er moreneblokker, men enkelte blokker har en form som tilsier at de kan være fra steinsprang.

#### **4.3.2 Utredning av løsneområder og løsningsannsynlighet**

Bergmassen i bergskrenter som er kartlagt framstår i stor grad som store svaflater. Sprekkeretninger er dermed orientert slik at ikke er systematiske glideplan ut av bergskrentene og det vurderes at frekvensen på nedfall vil være lav. I enkelte skrenter er det observert partier og blokker som framstår som avløst, som registrert på registreringskartet Figur 11. Det ble kartlagt et tilfelle av steinsprang fra nyere tid, der både løsneområdet og utløpsområdet var synlig, Figur 21. Avløste blokker har flakig form og ligger i de fleste tilfellene med tyngdepunktet inn i skrenten, noe som tilsier at det skal betydelig bevegelser til for at disse kan utløses som steinsprang. Frostsprening, rotsprenging og rotvelt er mekanismer som kan føre tilstrekkelig bevegelser som kan utløse steinsprang. Løsningsannsynligheten vurderes å tilsvare årlig nominell sannsynlighet større eller lik 1/100 i områder der det er observert avløste blokker i bergskrenter. Et eksempel på dette er vist i Figur 23 og i klippen vist på Figur 24. et område som ligger ca. 100m nord for planområdet.

Steinsprang kan også initieres som blokker i terrenget som settes i bevegelse enten ved å bli truffet av steinsprang fra overliggende skrenter, eller at løsmasser eroderer rundt blokkene. I skråningen bak eksisterende kaibbygg er det tegn til erosjon, som kan medføre at blokker i skråningen remobiliseres, og sannsynligheten for dette vurderes å være mindre eller lik 1/1000. I andre områder vurderes sannsynligheten for remobilisering av blokker å tilsvare nominell årlig sannsynlighet lavere enn 1/5000.

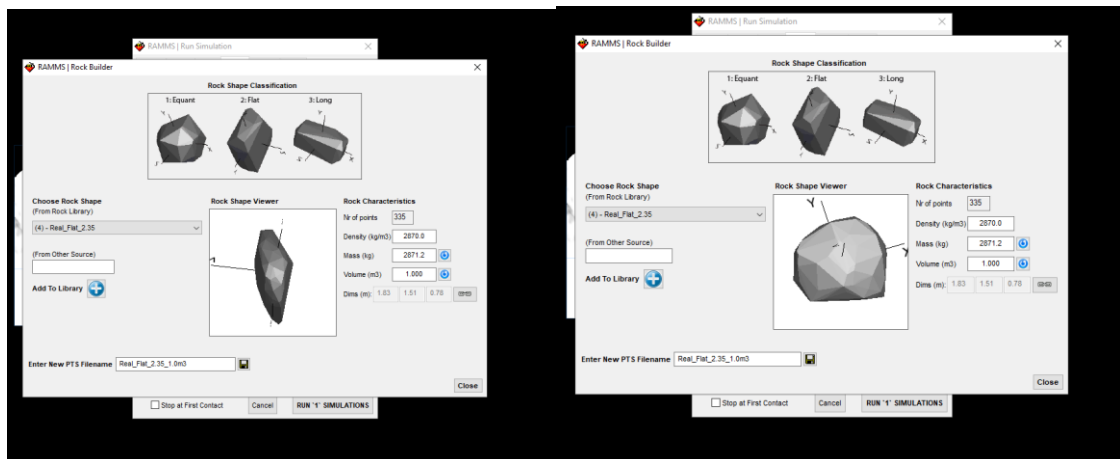
#### **4.3.3 Utredning av utløp**

Utløpslengder til steinsprang fra mindre/lokale løsneområder forventes å være korte av følgende grunner:

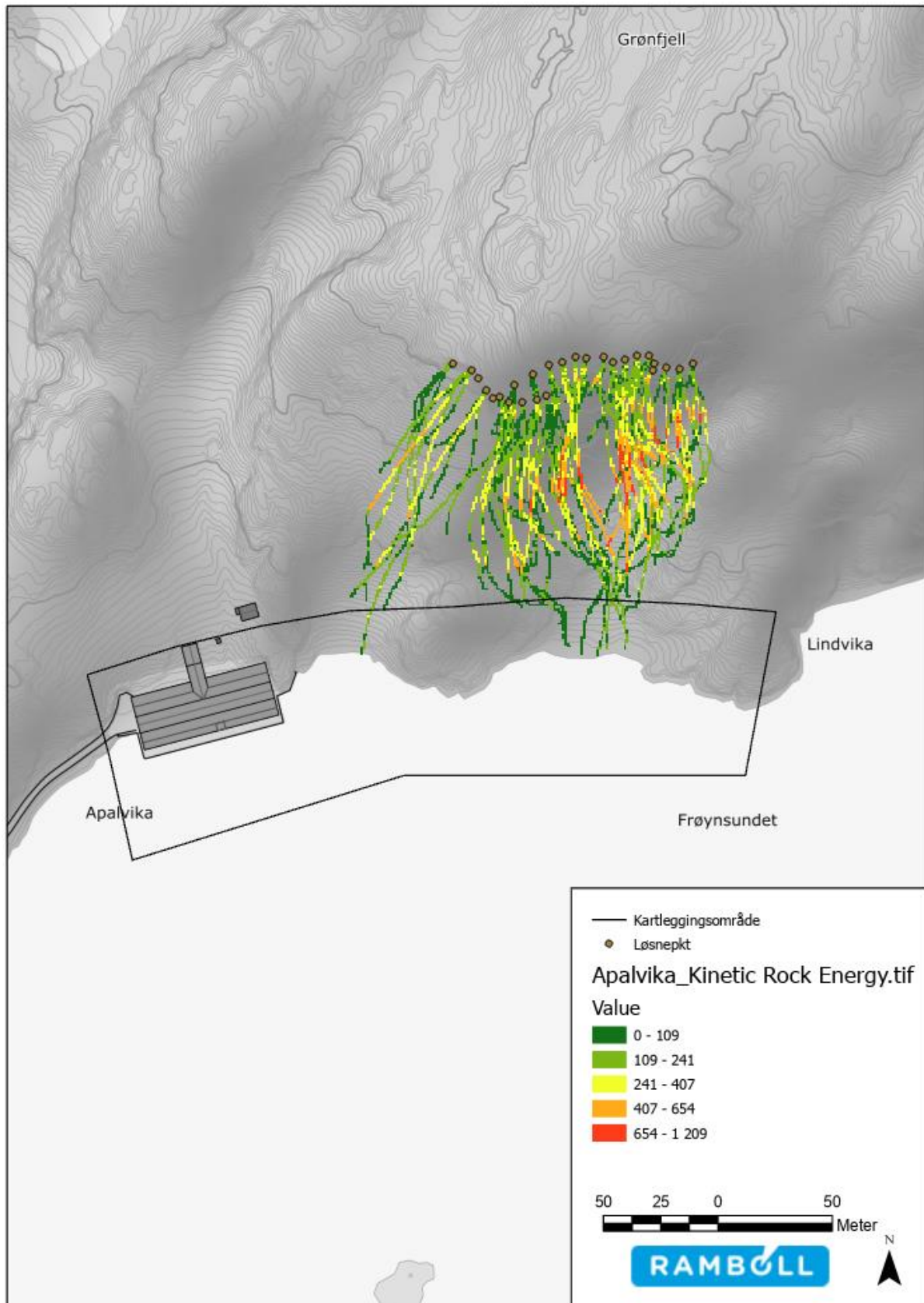
- Blokkformen er flat, og blokker ligger med tyngdepunktet innover. Bevegelser vil med stor sannsynlighet være at de glir ned.
- Fallhøyden til blokker vil være korte
- I foten av løsneområdene er det flatt, og terrenget generelt har flere avsatter nedover. Blokker vil med dette bremses raskt.

- Observerte blokker fra tidligere skredhendelser har hatt korte utløp.
- Steinsprang fra mindre/lokale løsneområder vurderes ikke som nødvendige å modellere.

Det er kun kartlagt steinsprangblokker som har lokalt opphav (fra nærmeste klippe) i terrenget over planområdet, dette utelukker ikke at det i sjeldne tilfeller kan løsne steinsprang fra det øverste klippeområdet vist på Figur 24. Under dette klippeområdet er utløpsområdet jevn bratt  $>30^\circ$  i ca. 50 meter fra løsneområdet, slik at utløp kan få fart nok til å nå kartleggingsområdet. Det er utført steinsprangmodellering i programvaren RAMMS rockfall 1.7.6. Det er tatt utgangspunkt i størrelse (1 m<sup>3</sup>) og form på avløste blokker generelt i området og i klippeområdet vist på Figur 24. Blokkform er vist under på Figur 25. Massetettheten er tilpasset amfibolitten i området (2,87 g/cm<sup>3</sup>). Utløpsområdet er klassifisert som «medium hard» i RAMMS og det er modellert uten trær. Det er valgt ut 26 løsnepunkter som hver får 5 utløp med tilfeldig orientering, totalt 130 utløp. Modelleringsresultatene på Figur 26 viser at 6% av modellerte blokker krysser kartleggingsområdet.



Figur 25: Modellert blokkform i RAMMS.



Figur 26: Modelleringsresultater fra RAMMS Rockfall.

#### 4.3.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for steinsprang

Følgende faresoner for steinsprang vurderes å berøre planområdet:

- Det er kartlagt bergskrenter og skjæringer innenfor planområdet hvor det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for steinsprang er større enn 1/100. Her fastsettes faresoner for steinsprang for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3.
- For bratte svaberg innenfor planområdet vurderes det at nominell årlig sannsynlighet er større enn 1/5000, her tegnes faresone for S3. Der det er kartlagt et avløst «flak», vist på Figur 23, her er det tegnet faresone for steinsprang for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3.
- Steinsprang som løsner fra bergskrenter over planområdet (Figur 24) vurderes å ha utløp som kan gå inn i planområdet. Nominell årlig sannsynlighet for steinsprang fra overliggende bergskrenter vurderes som større enn 1/5000. Det er tegnet faresone for S3 i deler av de to vikene øst for eksisterende kaibygg.
- I løsmasseskråningen bak det eksisterende kaibygget er det sannsynlig at blokker kan remobiliseres innenfor planområdet. Nominell årlig sannsynlighet er vurdert til mindre eller lik 1/1000 og det fastsettes faresoner for S2 og S3.

Bergskjæringer på eksisterende kaiområde og nært eksisterende bygg anses ikke som en del av skredfarevurdering iht. krav i TEK 17. Likevel er disse inkludert i faresonene, da det ble kartlagt avløste blokker. På generelt grunnlag anbefales det at skjæringene vurderes av ingeniørgeolog i forbindelse med byggefase.

### 4.4 Steinskred

#### 4.4.1 Om steinskred en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke kjente ustabile bergparti i området, eller observert tegn til dette på kart eller ved befarings. Under befarings ble det observert et område med avsetning av større blokker som vurderes å være et tidligere steinskred.

#### 4.4.2 Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet

Den kartlagte steinskredhendelsen har med stor sannsynlighet skjedd i perioden etter siste istid, dvs. under andre bergspenningsforhold enn det som er tilfellet i dag. Det er ikke kartlagt tegn til store ustabile bergparti i området. Sannsynlighet for framtidige steinskred vurderes å være lavere enn 1/5000.

#### 4.4.3 Utredning av utløp

Utløpsområdet til det tidligere steinskredet er synlig på skyggerelieffkartet. Blokkavsetningen stopper ca. 40 meter før planområdet.

#### 4.4.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for steinskred

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for steinskred er lavere enn 1/5000.

### 4.5 Jord -og flomskred

#### 4.5.1 Om jord -og flomskred en aktuell skredprosess i påvirkningsområde

Det er ikke funnet informasjon om tidligere jordskredhendelser i området, og det er ikke kartlagt spor etter større jordskredavsetninger. Hovedsakelig er terrenghelningen slakere enn 25° der det er kartlagt løsmasser. Det er observert tegn til erosjon og tidligere utglidninger i bekkeløpene.

#### 4.5.2 Utredning av løsneområder og løsnesannsynlighet

Løsmassekartet viser at det bak eksisterende kaibygg er marine avsetninger og at det i resterende område kan antas at det er grunt til berg. I skrånningen med marine avsetninger er



terrenghelningen slakere enn 25°, og det er ikke tegn til aktiv erosjon. I dette området vurderes det at sannsynligheten for utløsning av jord -og flomskred er lavere enn 1/5000.

Bak eksisterende kaibygge er det et bekkeløp. Dette er tydelig på skyggerelieff kartet i Figur 3. I dette bekkeløp er det tegn til erosjon og utglidninger i sidene. Det er ikke permanent vannføring i bekkeløpene, og det kan derfor være ekstra utsatt for erosjon ved intens nedbør. Det vurderes at sannsynligheten for utløsning av jord -og flomskred er større enn 1/100 i dette bekkeløpet.

I viken lengst øst i kartlagt område er det også et bekkeløp, som er synlig på skyggerelieffkartet i Figur 3. Det er ikke permanent vannføring i dette løpet, og det er ikke kartlagt spor etter utglidninger langs denne løpet. I området vurderes det å være grunt til berg, og det er grove blokker som er overdekket med finere løsmasser. Det vurderes at sannsynligheten for utløsning av jordskred er lavere enn 1/5000.

#### **4.5.3 Utredning av utløp**

Eventuelle utglidninger av løsmasser vurderes at vil følge bekkeløp og kan få utløp ned til eksisterende bygg.

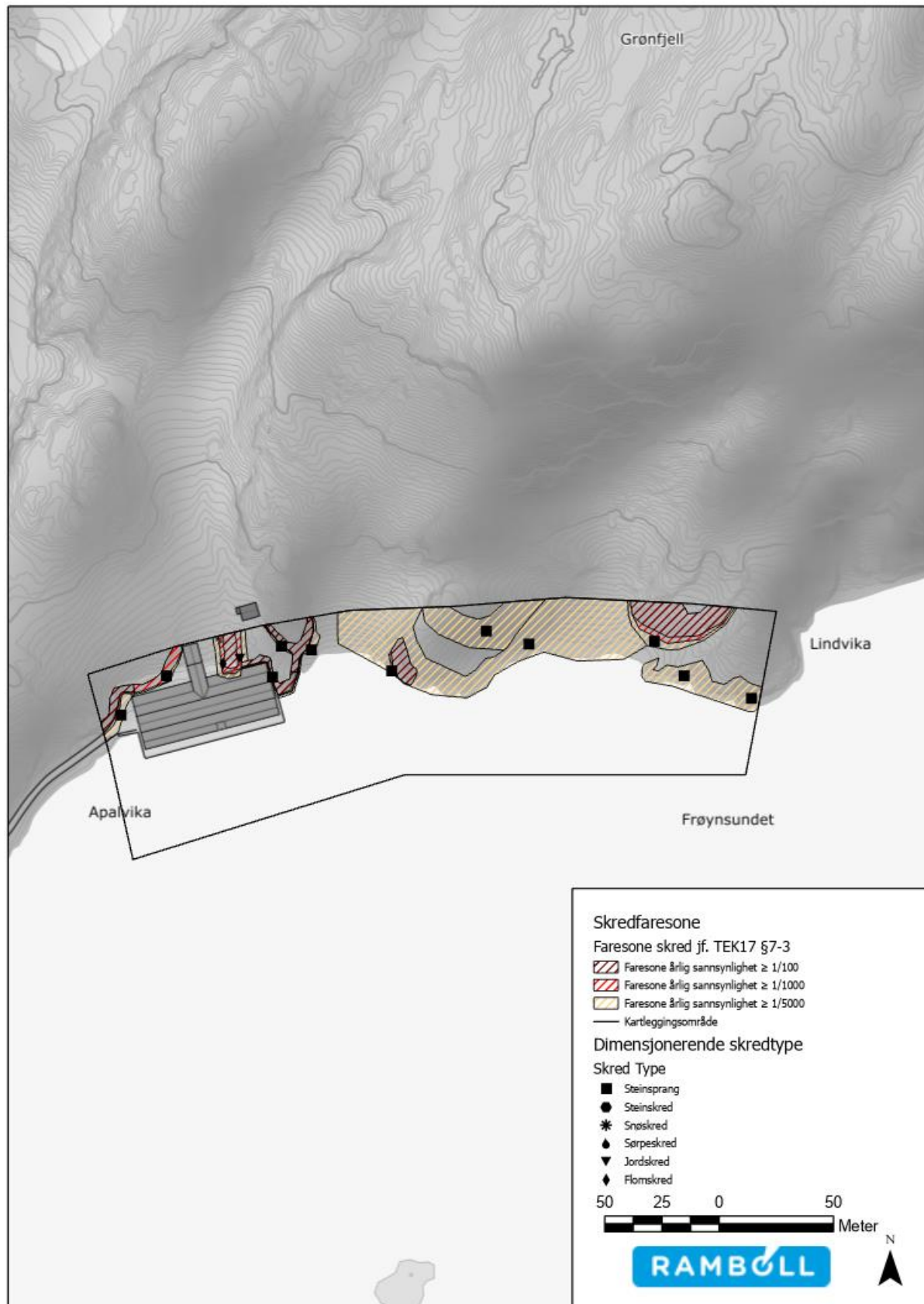
#### **4.5.4 Vurdering av nominell årlig sannsynlighet for jordskred**

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for jordskred og-flomskred langs bekkeløp er 1/100 eller lavere. Det er derfor fastsatt faresoner S1, S2 og S3 for jordskred langs gjeldende bekkeløp.

#### **4.6 Hva er den samlede skredfare?**

Den samlede skredfare består av steinsprangfare fra klipper, samt jord -og flomskredfare fra et bekkeløp like nord for eksisterende bygg. Det er tegnet faresoner for disse skredtypene, vist i faresonekartet, Figur 27 og Vedlegg 2. Det er vurdert at det ikke er skredfare fra snøskred, sørpeskred og steinskred. Fjellskred og kvikkleireskred er ikke vurdert iht. veileder for skredfarevurderinger [1].

### 4.6.1 Faresoner for skred



Figur 27: Faresonekart.

#### 4.6.2 Vurdering om sikkerhetskravene i TEK 17 er oppfylt for planlagte tiltak

Innenfor faresonene er sikkerhetskravene i TEK17 §7-3 ikke oppfylt.

#### 4.7 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det eksisterer ingen tidligere publiserings av skredfaren i kartlagt område.

#### 4.8 Stedspesifikk usikkerhet (restrisiko)

Ingen spesifikke usikkerheter avdekket.

#### 4.9 Risikoreducerende tiltak

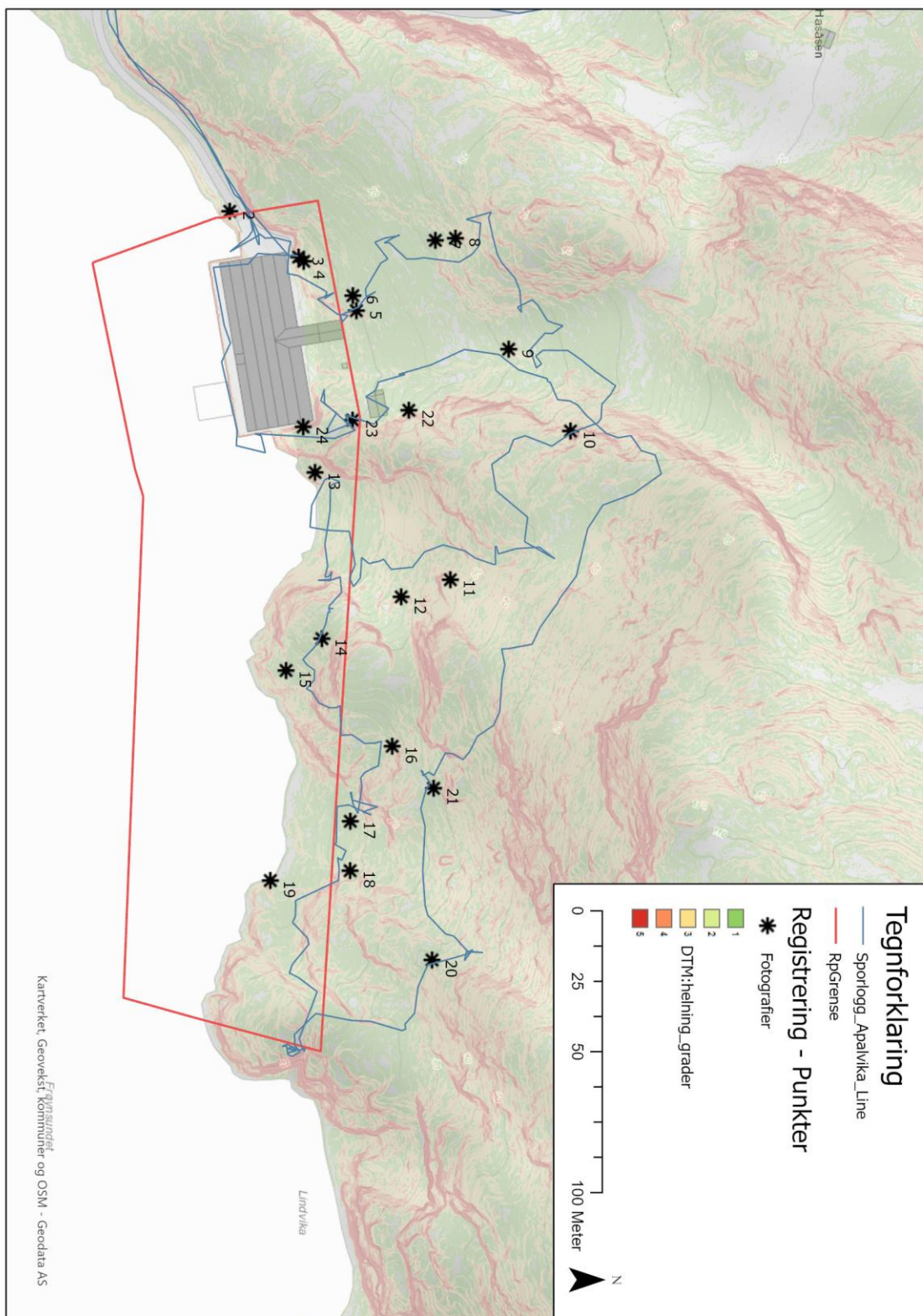
For områdene med faresoner for steinsprang kan tilstrekkelig sikkerhet iht. TEK17 §7-3 oppnås ved tradisjonell fjellsikring. For eksempel bolter og wirenett. Sikringen må prosjekteres av foretak med ingeniørgeologisk kompetanse. For området med jord -og flomskredfare er det behov for å gjøre tiltak med vannveiene. Vannveiene kan enten erosjonssikres eller ledes vekk fra, evt. under planlagt bygg. Tiltak i vannvei må prosjekteres av VA/hydrologi-kompetent personell.

## 5. 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] Kartverket, «Høydedata,» 16 06 2021. [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [3] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2021. [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/). [Funnet 16 06 2021].
- [4] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnssdatabase,» 2021. [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/). [Funnet 16 06 2021].
- [5] NIBIO, «Kilden,» 2022. [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no/>.
- [6] NVE, «NVE Atlas,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 16 06 2021].
- [7] G. Ragulina og T. Reitan, «Generalized extreme value shape parameter and its nature for extreme precipitation using long time series and the Bayesian approach,» *Hydrological Sciences Journal*, 2017.
- [8] Norsk meteorologisk institutt, «Eklima,» 16 06 2021. [Internett]. Available: [www.eklima.no](http://www.eklima.no).
- [9] NVE, «NEVINA,» 2021. [Internett]. Available: <https://nevina.nve.no/> [innhentet: 16.06.2021].
- [10] Statens kartverk, «Norge i bilder,» [Internett]. Available: <https://www.norgebilder.no/>. [Funnet september 2022].

## 6. VEDLEGG

### Vedlegg 1: Registreringskart



### Vedlegg 2: Faresonekart

