

Beregnet til  
Kristiansand kommune

Dokument type  
Rapport

Dato  
Mai, 2022

Skredfarevurdering iht. krav i Plan og bygningsloven og TEK17

# SKREDFAREVURDERING VOLLEBERG REGULERING



## SKREDFAREVURDERING VOLLEBERG REGULERING

Oppdragsnavn Skredfarevurdering Volleberg  
Prosjekt nr. 1350049838  
Mottaker Åsmund Åmdal  
Dokument type Rapport  
Versjon 02  
Dato 06.05.2022  
Utført av Jørgen Fjæran  
Kontrollert av Stefan Degelmann  
Godkjent av Jørgen Fjæran  
Beskrivelse Skredfarevurdering iht. krav i PBL og TEK17

Rambøll  
Henrik Wergelandsgt. 29  
Pb 116  
N-4662 Kristiansand

T +47 99 42 81 00  
F +47 38 12 81 01  
<https://no.ramboll.com>

## INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	2
1. Innledning	3
1.1 Bakgrunn og formål med skredfarevurderingen	3
1.2 Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering	3
1.3 Gjeldende regelverk	3
1.3.1 Aktuell sikkerhetsklasse	4
1.4 Grunnlagsmateriale	5
2. Områdebeskrivelse	5
2.1 Geografi	5
2.2 Topografi	7
2.3 Løsmasser og berggrunn	11
2.4 Vannløp og nedbørsfelt	12
2.5 Vegetasjon	12
2.6 Klimatologiske data	12
2.7 Aktsomhetskart	15
2.8 Tidligere utredninger/kartlegginger i området	15
2.9 Skredhistorikk og lokalkunnskap	16
2.10 Eksisterende sikringstiltak	17
3. Skredfarekartlegging	17
3.1 Feltkartlegging og registreringskart	17
3.1 Skogens forebyggende effekt	23
4. Skredfarevurdering	23
4.1 Snøskred	23
4.2 Sørpeskred	24
4.3 Steinsprang og steinskred	24
4.4 Jord- og flomskred	25
5. Oppsummering og samlet skredfarevurdering	25
5.1 Forslag til skredfareuserende tiltak	25
6. Faresonekart	26
7. Referanser	27
8. Vedlegg	27

## SAMMENDRAG

Rambøll Norge AS har på oppdrag for Kristiansand kommune vurdert sikkerhet mot skred i bratt terreng for et avgrenset område på Volleberg. Det pågår et arbeid med å sammenstille flere gamle reguleringsplaner til en ny plan. Deler av området ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for skred, mens andre steder er det kjente utfordringer med rashendelser fra tidligere. Som følge av krav til vurdering av skredfare etter TEK17 § 7-3, er det gjennomført utredning av fare for skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpeskred og steinsprang/-skred innenfor reguleringsområdet.

Det er avdekket fare for steinsprang i påvirkningsområdet. Det er tegnet faresoner for skred flere steder langs skrenten i øst, som området grenser til. Det er ikke fare for andre skredtyper enn steinsprang, og dette er da også dimensjonerende skredtype. Faresonene omfatter deler av eksisterende bebyggelse i nord.

Kravet til sikkerhet mot skred i bratt terreng i TEK17 §7-3 er ikke oppfylt innenfor faresonene, avhengig av bygningstype.

I første utgave av rapporten ble den søndre delen av planområdet utelatt fra vurderingen fordi det da var anleggsområde med mye pågående aktivitet. Det ble derfor utført en egen befaring i dette området etter at anleggsarbeidet var ferdig og området åpnet for fri ferdsel. Denne befaringen ble utført i april 2022.

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn og formål med skredfarevurderingen

Rambøll Norge AS har på oppdrag for Kristiansand kommune vurdert sikkerhet mot skred i bratt terreng for et avgrenset område på Volleberg. Det pågår et arbeid med å sammenstille flere gamle reguleringsplaner til en ny plan. Deler av området ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for skred, mens andre steder er det kjente utfordringer med rashendelser fra tidligere. Som følge av krav til vurdering av skredfare etter TEK17 § 7-3, er det gjennomført utredning av fare for skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpeskred og steinsprang/-skred innenfor reguleringsområdet.

Befaring ble utført 2.2.2022 av Jørgen Fjæran fra Rambøll.

I første utgave av rapporten ble den søndre delen av planområdet utelatt fra vurderingen fordi det da var anleggsområde med mye pågående aktivitet. Det ble derfor utført en egen befaring i dette området etter at anleggsarbeidet var ferdig og området åpnet for fri ferdsel. Denne befaringen ble utført 19.4.2022.

Andre utgave av rapporten inneholder oppdatert faresonekart og beskrivelse av området helt i sør.

### 1.2 Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering

Aktsomhetskart fra NVE (Norges vassdrag og energidirektorat) viser kun potensielle fareområder. Kartene er generert fra en grov terrenganalyse, 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 2020 Sikkerhet mot skred i bratt terreng. 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

Krav til sikkerhet mot skred og flom er gitt i byggt teknisk forskrift (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 TEK17. 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 skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

### 1.3.1 Aktuell sikkerhetsklasse

Fare for skred vurderes basert på krav for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3. I området er det i all hovedsak bygg som havner innenfor sikkerhetsklasse S1 og S2, og det er disse som dermed er aktuelle i området. Det utredes også faresoner for S3 etter krav i NVEs retningslinjer.

## 1.4 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i denne skredfarevurderingen:

- Topografisk kart hentet fra den offentlige kartportalen NVE Atlas (NVE, 2022)
- Aktsomhetskart for skred hentet fra kartportalen NVE Atlas (NVE, 2022)
- Skredhendelsesdatabasen tilgjengelig i kartportalen NVE Atlas (NVE, 2022)
- Flyfoto hentet fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)
- Løsmassekart og berggrunnskart hentet fra kartportalen til NGU (Norges geologiske undersøkelse) (NGU, 2022).
- Klimadata hentet fra SeNorge datasettet
- NEVINA Nedbørsfelt-Vannføring-Indeks-Analyse, <http://nevina.nve.no/> (NVE, NEVINA, 2022)
- Skyggerelieffskart og helningskart fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no) (Kartverket, 2022)
- E39 Kristiansand vest – Mandal øst. RAP-013 Ingeniørgeologisk rapport (Rambøll, 2017)
- Volleberg – Sikring av fjellskrent (Grov vurdering), (Rambøll, 2020)

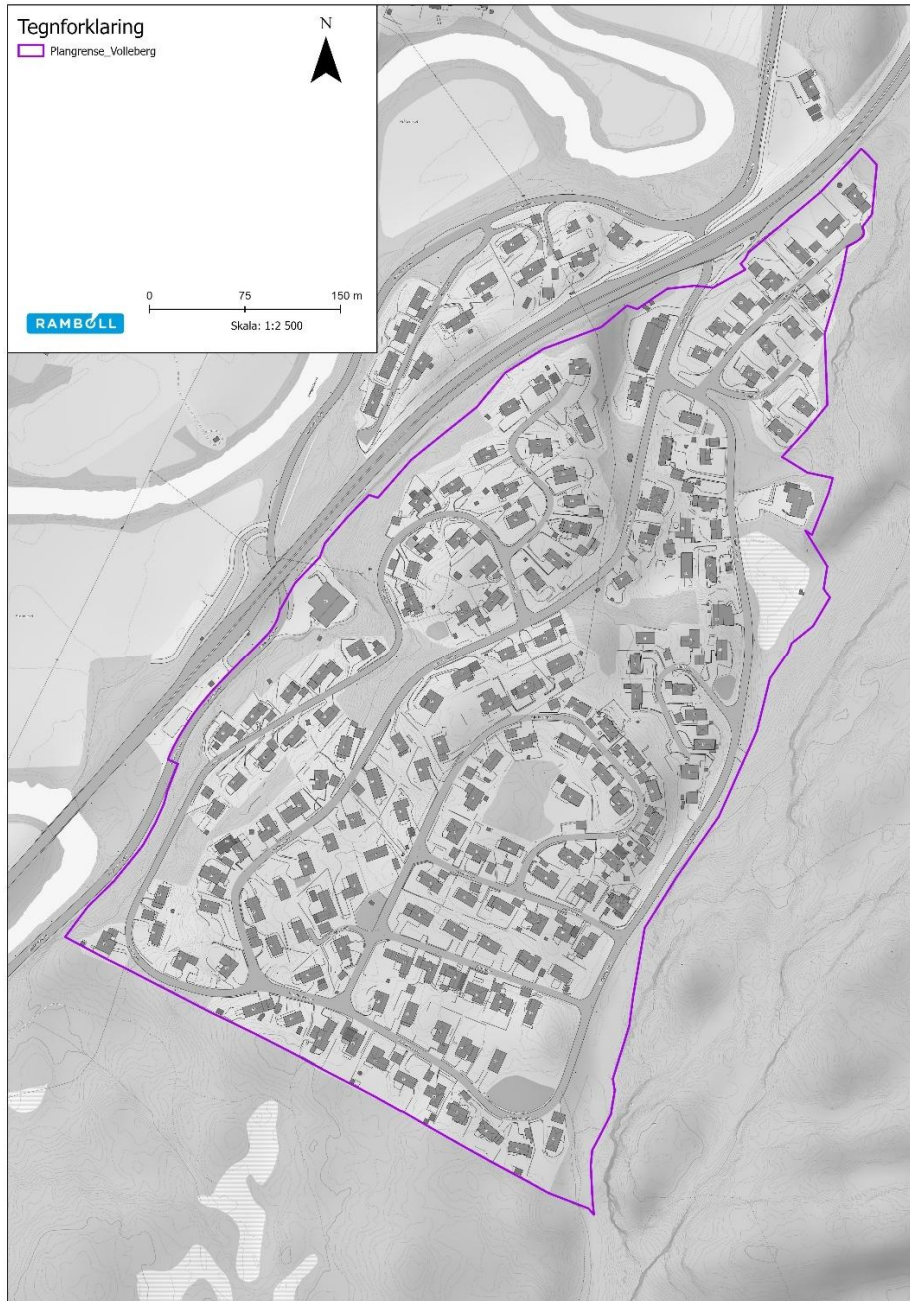
## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Geografi

Planområdet ligger på Volleberg i Kristiansand kommune i Agder, se Figur 1. Avgrensningen av området som skal vurderes kan ses som lilla linja/grense i Figur 2. Området ligger mellom kote 19 og 55. Nærliggende sideterreng går opp til omkring kote 100.



Figur 1. Oversiktskart. Lokalisering av planområdet er skissert med rød firkant.



Figur 2. Planområde.



## 2.2 Topografi

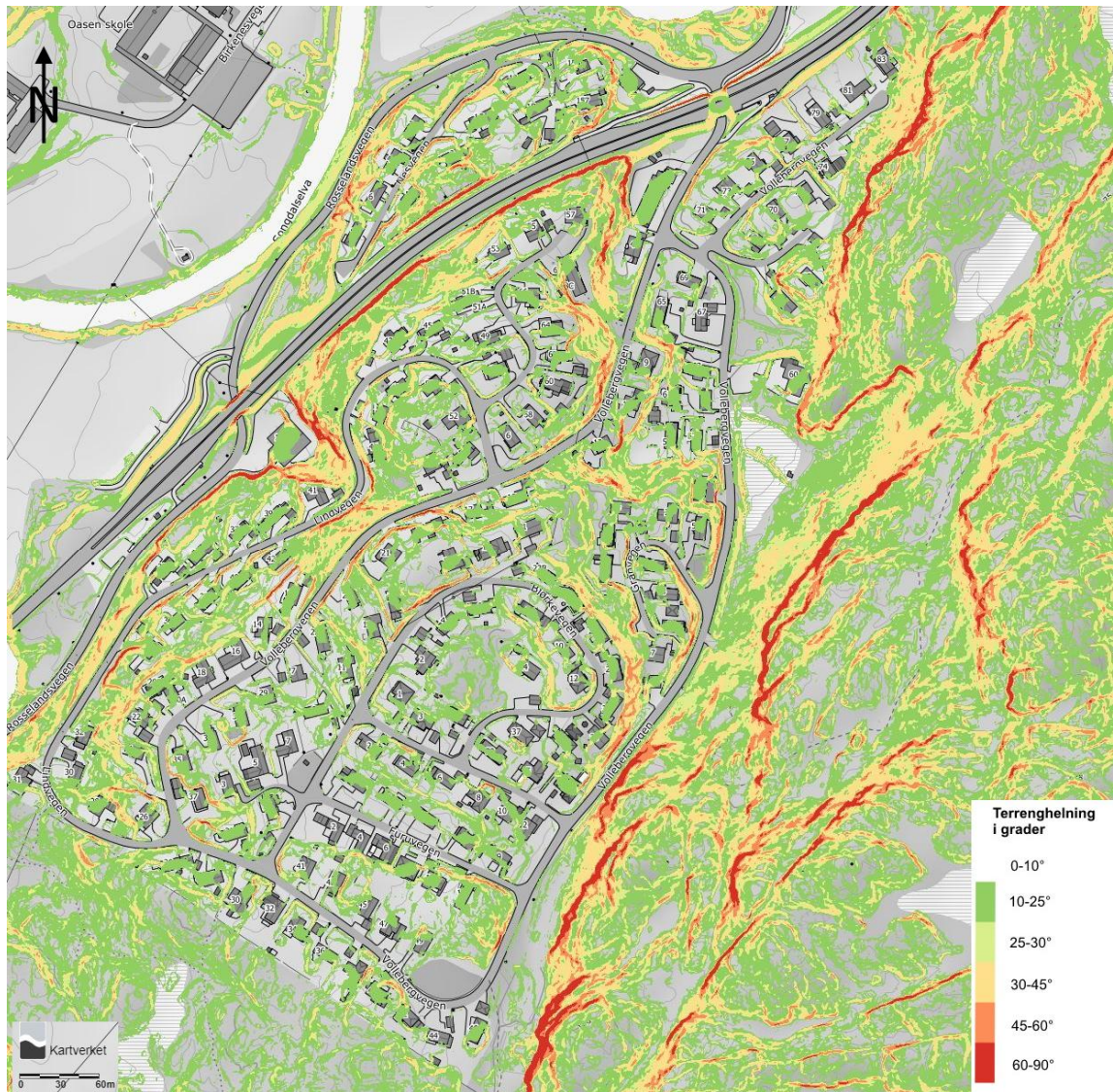
Topografien kjennetegnes av en gjennomgående skrent/skråning med retning NØ-SV langs østre ende av planområdet (og feltet). Skråningen er brattest helt i nord og i sør, mens den i partiet imellom varierer noe både i bratthet og i utforming/retning. Vest for denne skrenten består terrenget i boligfeltet av flate partier og slake skråninger i forbindelse med interne koller og jevn skråning ned mot nordvest.

Det er skråningen i øst som potensielt utgjør skredfare mot planområdet/boligfeltet. Helt i søndre del bygges for tiden ny 4-felts motorvei. Terrenget er derfor noe endret her, samtidig som det ikke var mulig å befare dette området. Se også ytterligere beskrivelse senere i rapporten.

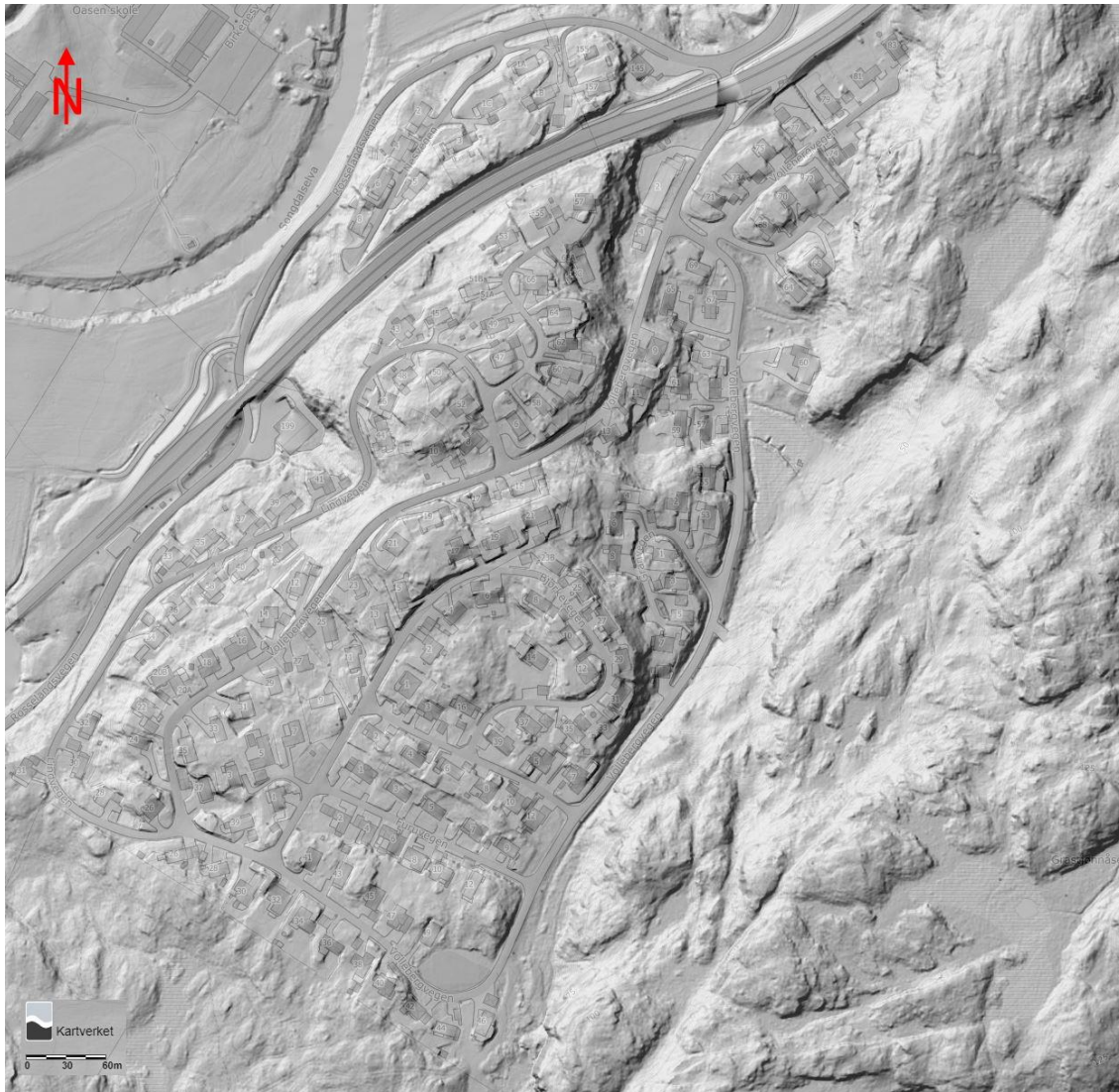
I figurene nedenfor er ikke planområdet markert, men overgang mellom bebygd område og sideterreng er lett gjenkjennelig.



Figur 3. Flyfoto over området. Planområdet er ikke markert.



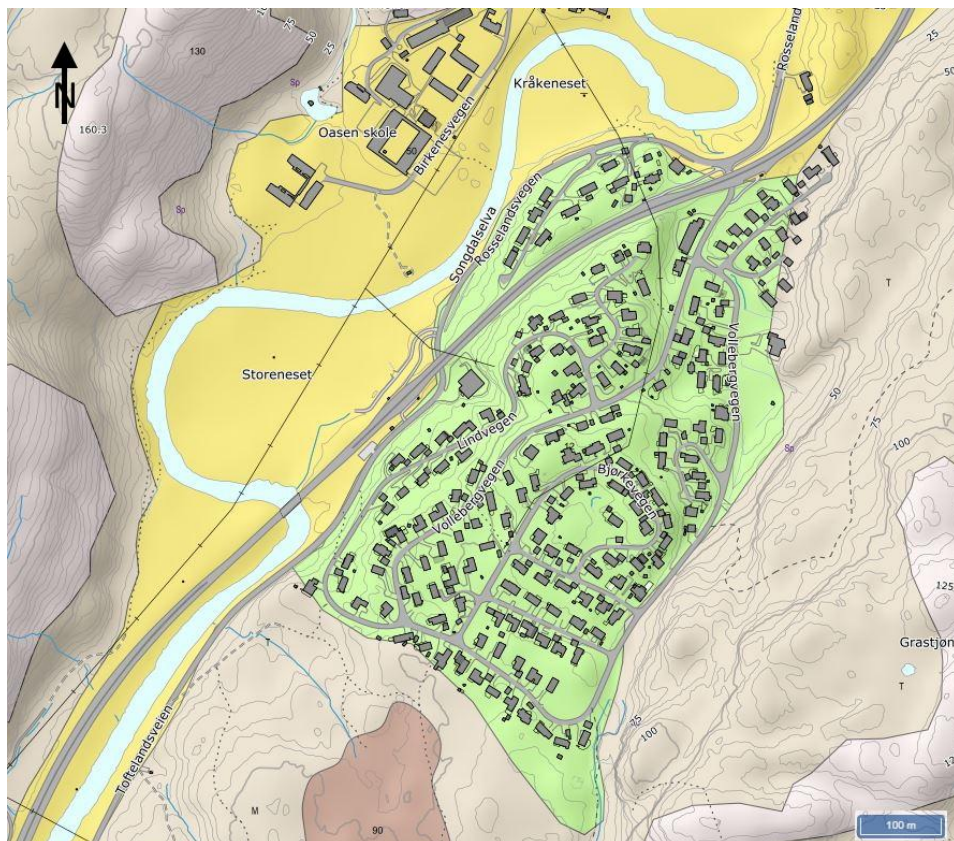
Figur 4. Helningskart over området. Planområdet er ikke markert.



Figur 5. Skyggerelieffkart over området. Planområdet er ikke markert.

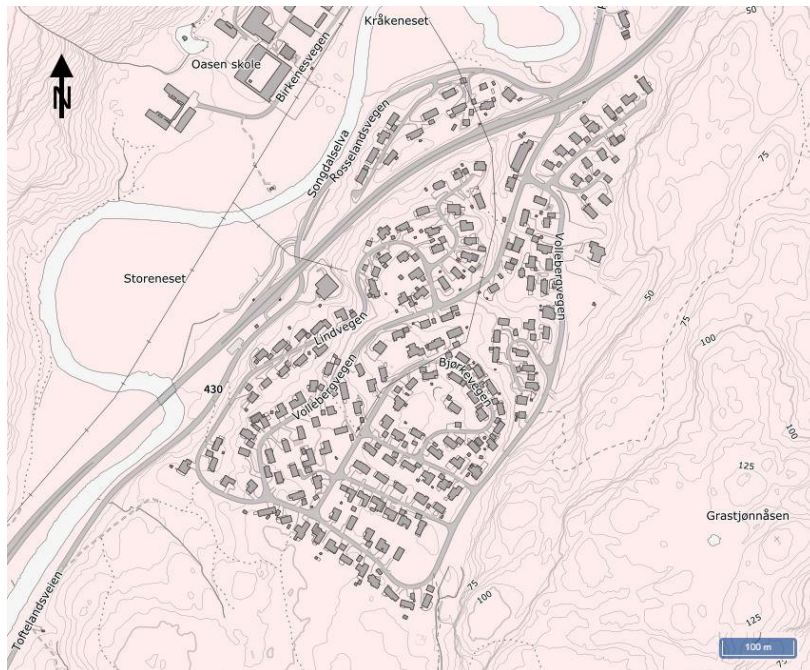
### 2.3 Løsmasser og berggrunn

Løsmassekart, utgitt av NGU, er vist i Figur 6. Planområdet er i stor grad kartlagt til å være et tynt morenedekke, mens randsonene i øst og sør viser tynt humusdekke over berggrunn. Fra befaring er det også påvist en del berg i dagen og urmasser.



Figur 6. Løsmassekart (NGU). Planområdet er i stor grad kartlagt til å være tynt morenedekke, mens randsonene mot øst og sør viser tynt humusdekke over berggrunn. Fra befaring er det også påvist en del berg i dagen og urmasser.

Berggrunnskart, N250 fra NGU, er vist i Figur 7. Berggrunnen i området er i sin helhet kartlagt som granittisk gneis (NGU).



Figur 7. Berggrunnskart (NGU). Hele området er kartlagt som granittisk gneis.

#### 2.4 Vannløp og nedbørsfelt

Det er ingen nedbørsfelt av betydning som gir vann som drenerer inn i området. En mindre bekk i nordre del av området har kildeområde i ei lita myr like utenfor planområdet. Denne samles opp sammen med overflatevann i en bekk som renner fra sør mot nord langs Vollebergvegen. Vannføring er og vil være beskjeden. Ellers i området samles overflatevann i lukket overvannssystem.

#### 2.5 Vegetasjon

Vegetasjonen i sideterrenget i nordre del består i stor grad av tett og ung løvskog (og kratt) iblandet noe barskog, særlig med furu. Fra sentral del og sørover er vegetasjonen noe voksnere og står også mer i skråninger og ikke i urer og skrenter. Særlig i sentral del fra flaten og opp mot bakketoppen i sør, er det tett voksen granskog iblandet bjørketrær. Her er skogen stor og tett nok til å ha bremsende effekt på rashendelser.

#### 2.6 Klimatologiske data

Det er hentet klimadata og statistikk fra SeNorge-datasettet beregnet for et punkt 100 moh. i sideterrenget mot øst (gridcelle), for de siste 50 år der data er tilgjengelig. Dataene viser:

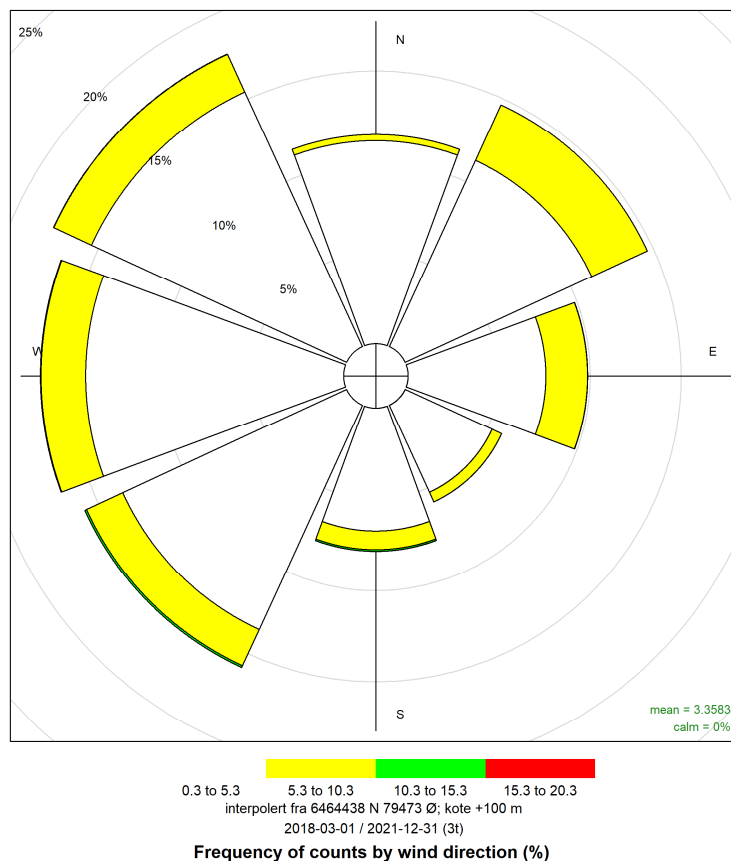
- Normal årsnedbør i området er ca. 1500 mm, hvor mest kommer høst og vinter.
- Største døgnnedbør er 135 mm/døgn (1.10.2017), mens forventet døgnnedbør med returperiode på 1000 år er estimert til 155 mm/døgn  $\pm$  30 mm i standardavvik.

- Årsmiddeltemperatur i området er 7,0 °C.
- Gjennomsnittlig snøhøyde er 37 cm, og maksimal snøhøyde de siste 50 år er 160 cm. Antall dager med snø på bakken er i gjennomsnitt 73.
- Maksimal snøhøyde med returperiode på 300 år er estimert til 178 cm ± 45 cm i standardavvik.

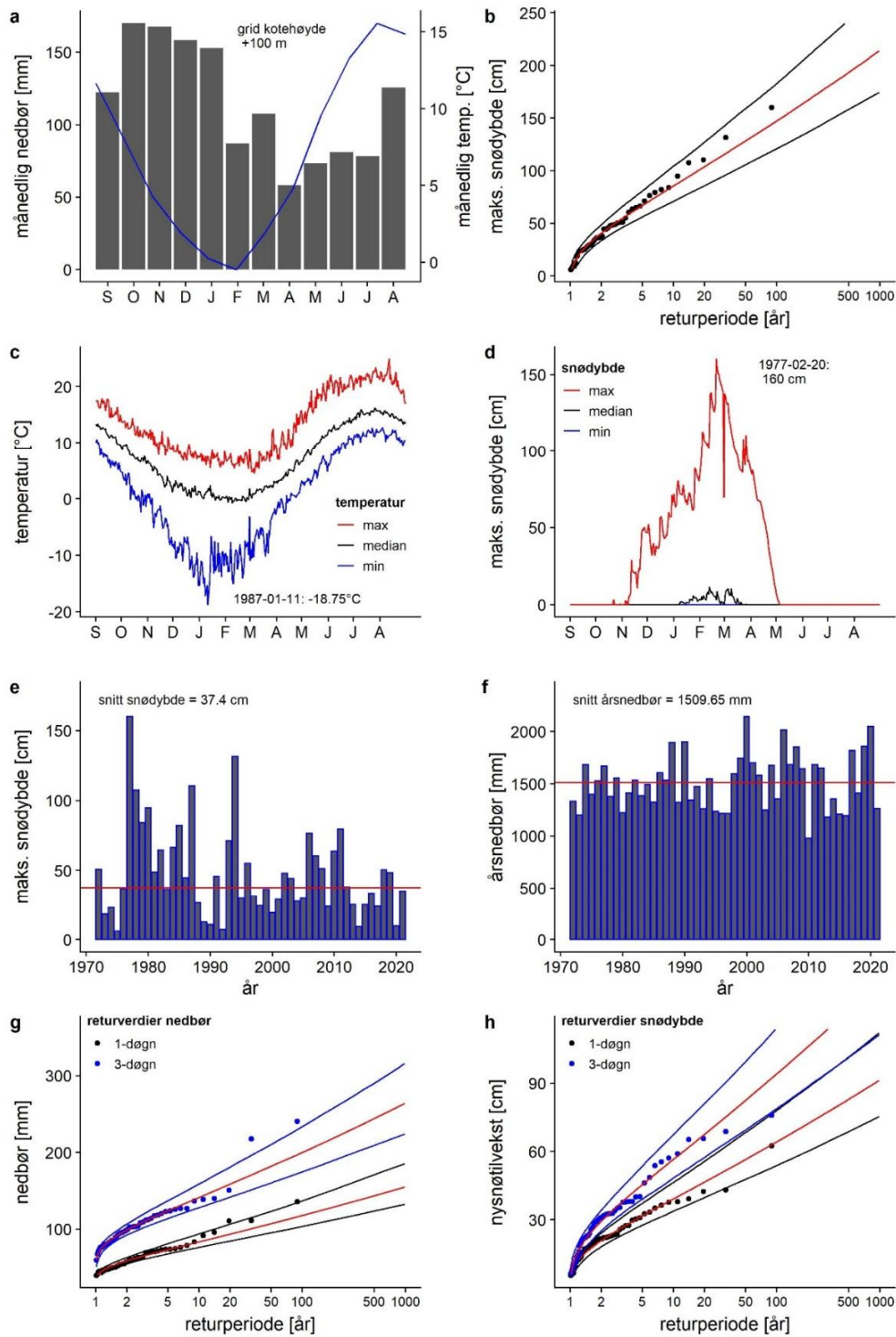
Dataene bygger på estimater og er beheftet med statistiske usikkerheter. Nærmeste værstasjon er Oksøy fyr, 13 km unna.

Grafisk fremstilling av data er presentert i Figur 9.

Vinddata er hentet fra stasjoner i relativ nærhet (Oksøy og Kjevik), og interpolert for det vurderte området. Dominerende vindretninger er fra vestlig, sør- og nordvestlig, samt nordøstlig sektor. Snøførende vindretning (ved nysnøtilvekst  $\geq 3$  cm) er tydelig dominerende fra nordøstlig sektor. Grafisk fremstilling er vist i Figur 8.



Figur 8. Vindrose, interpolert og tilpasset det aktuelle området.

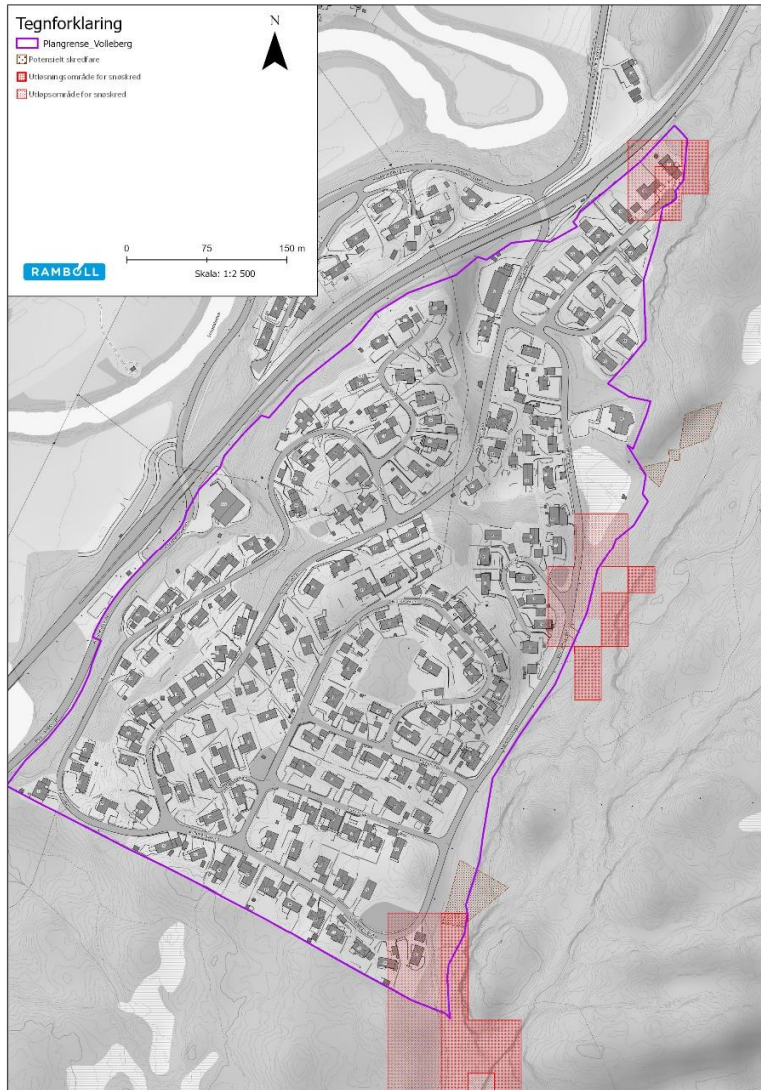


Figur 9. Interpolerte data fra valgt gridcelle (1\*1 km) på kote +100. Dataperiode: 1972 – 2021. a) Månedsnedbør og – lufttemperatur. b) Returverdier for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig (median) lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).



## 2.7 Aktsomhetskart

Det kartlagte området omfattes av NVEs aktsomhetsområder for snøskred og jord- og flomskred. Aktsomhetsområder er vist i Figur 10.



Figur 10. Aktsomhetskart (NVE). Røde felter markerer snøskred, mens brune felter markerer jord- og flomskred.

## 2.8 Tidligere utredninger/kartlegginger i området

Rambøll har tidligere vurdert skredfare enkelte steder i området i forbindelse med andre oppdrag. Ved utarbeidelse av reguleringsplan for E39 Kristiansand vest – Mandal øst (Rambøll, 2017), ble det utført en vurdering av skredfaren i det som er søndre del av det aktuelle planområdet på Volleberg, se lokalisering i Figur 11. Den øverste røde ringen markerer en bergskjæring med naturlig skrånende terreng ovenfor. Naboer uttrykte bekymring ved denne da

det hadde gått flere mindre ras. Rambøll kjenner til at det ble utført bergsikring og noe utvidelse av grøfta her i 2020. Ved befaringen ble det bekreftet at det er bergsikret, og sannsynlighet for ras er dermed kraftig redusert.

Den nedre røde ringen (Figur 11) markerer en steil fjellvegg der det nå er anleggsområde, og påhugg for en to-løps veitunnel. Her ble fjellsikring anbefalt. Ved befaringen ble det registrert bergsikring flere steder i dette området, utført nå i forbindelse med veibyggingen.



Figur 18. Øverst: Område 4. Nederst: Område 5.

Figur 11. Utklipp fra ingeniørgeologisk rapport for E39 Kristiansand vest – Mandal øst.

Rambøll har også utført en overordnet vurdering av stabilitet og mulige sikringsløsninger for en høy fjellskrent helt nord i planområdet (2020). Det ble anbefalt at tiltak utføres for å redusere faren for skade på personer og byggverk i området.

## 2.9 Skredhistorikk og lokalkunnskap

Det er ikke registrert skredhendelser i planområdet i NVE Atlas. Like utenfor planområdet, er det registrert en steinspranghendelse mot E39 i 2004 og en hendelse mot Toftelandsveien i 2021. Begge disse kom antagelig fra fjellskjæring langs veien. Hendelsene har noe relevans til situasjonen i planområdet, særlig der det er fjellskjæring langs veien.

Ved befaringen ble det registrert spor etter skredhendelser flere steder, da som steinblokker. Det er også kjent at svært rasutsatte blokker har vært tatt ned kontrollert nord i planområdet.

#### 2.10 Eksisterende sikringstiltak

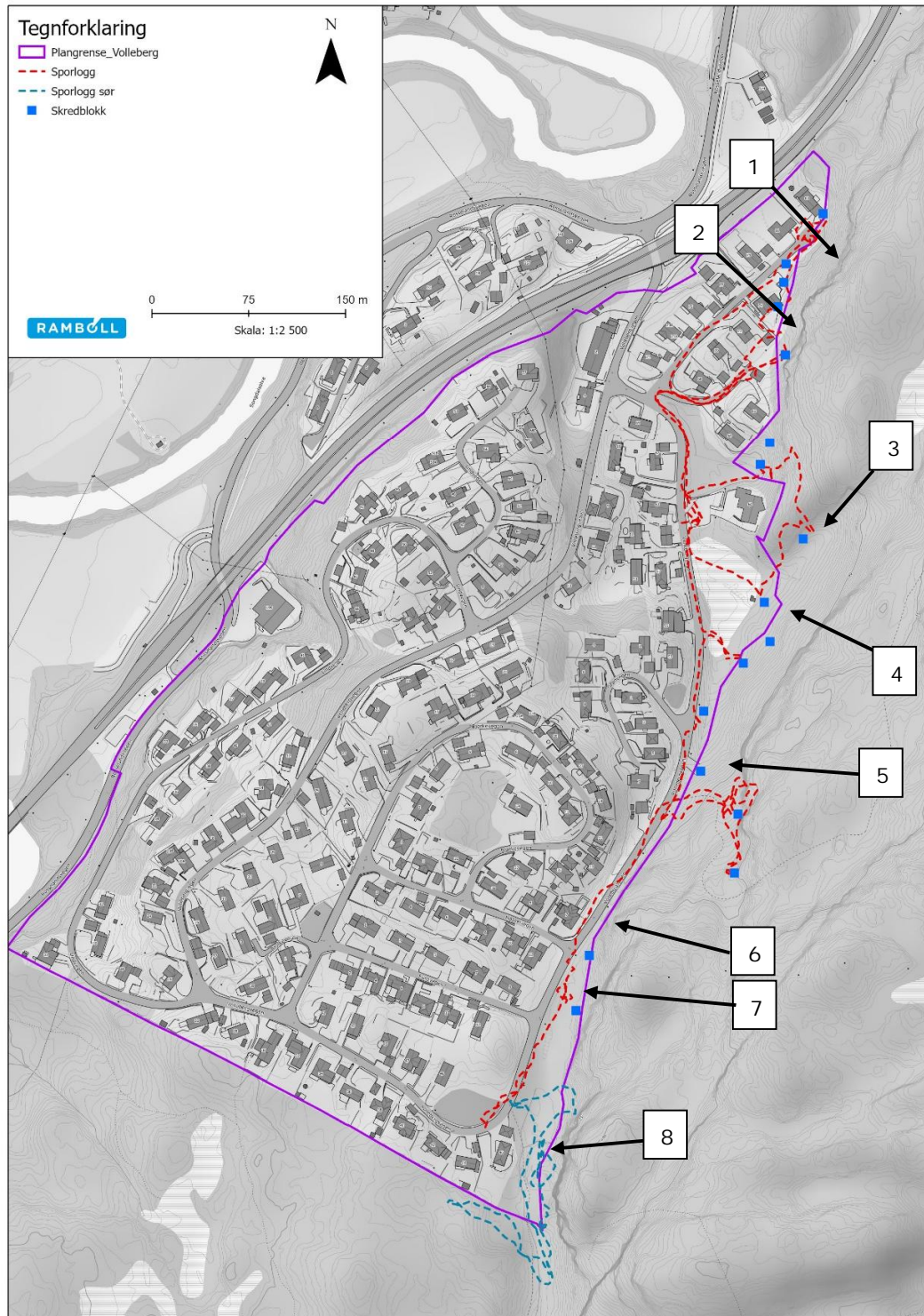
Det finnes eksisterende sikringstiltak i området i form av ordinær fjellsikring som bergbolter, bånd og steinsprangnett. Som beskrevet i kapittel 2.8, er dette i all hovedsak i søndre del av planområdet, ved anleggsområdet og i skjæringen ved bakketoppen langs Vollebergvegen. Det finnes også noen bergsikringsbolter i det omtalte partiet i nord. Disse ble satt for å begrense størrelsen av et parti som ble tatt ned kontrollert for noen år siden.

### 3. SKREDFAREKARTLEGGING

#### 3.1 Feltkartlegging og registreringskart

Det ble utført befaringskjøring av området 2.2.2022 og 19.4.2022 av Jørgen Fjæran. Registreringskart med sporlogg er vist i Figur 12. Befaringene hadde som hensikt å kartlegge sannsynlige løsneområder for skred, løsmasser, sannsynlig størrelse på eventuelle framtidige skredhendelser, sannsynlige utløpsområder og tegn etter pågående erosjon.

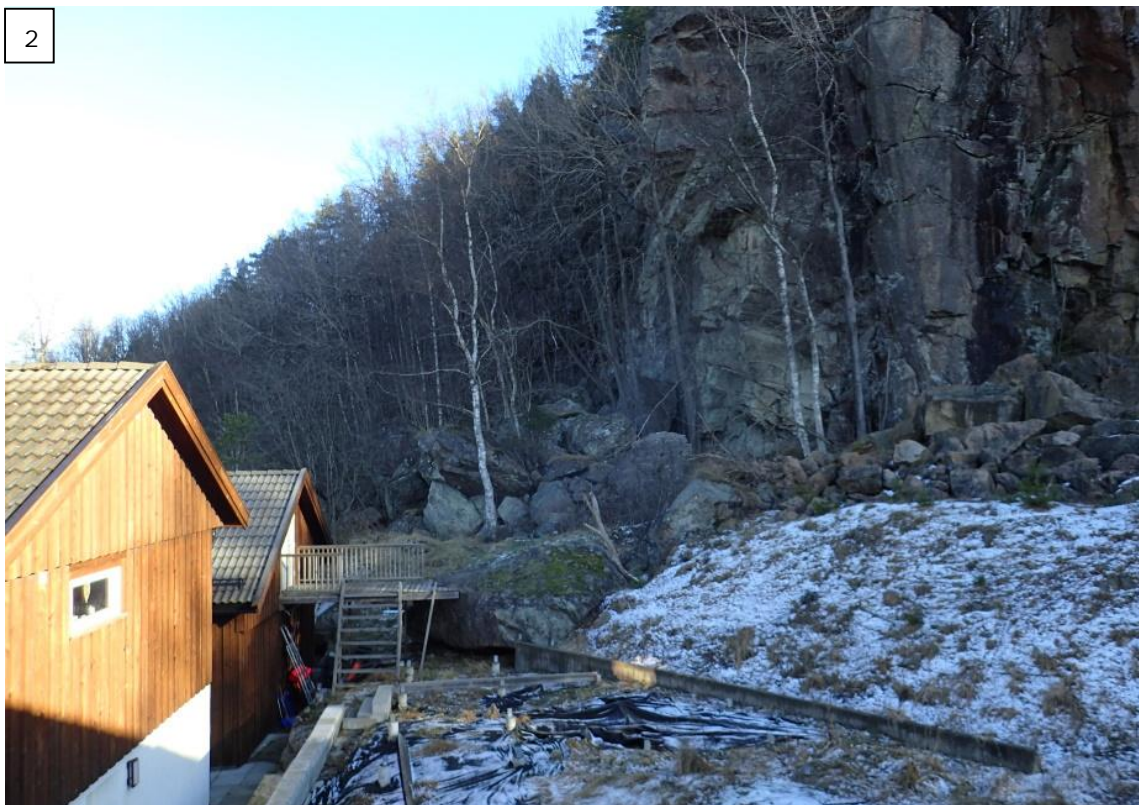
Registreringer og lokaliteter fra utført skredfarekartlegging er vist på registreringskart. Bilder fra befaringene, og de ulike lokalitetene som ble registrert, er vist i figurer i kapitlet. Se bildetekst for beskrivelser og tolkning.



Figur 12. Registreringskart. Med utvalgte registreringer fra befarings. Blå firkanter markerer lengste registrerte utløp av skredblokker i området.



Figur 13. Bilder tatt ved punkt 1. Venstre bilde viser del av rufsete brattkant med skråning og ur nedenfor, som stedvis ligger svært nære huset. I høyre bilde ses veien inn mot området helt i nord med skrent på høyre side. Legg merke til stor kampestein/blokk som ligger langs veien på høyre side. Det er tegn etter skredaktivitet i skrenten, og den er innlemmet i faresonene.



Figur 14. Nedre del av berghammer med tilhørende grov og storblokkig ur nedenfor. Det er flere stygge partier i skrenten og videre mot nordøst («innover» i bildet). Blokkhaugen til høyre er nedfall som kom i forbindelse med bergparti som ble tatt ned kontrollert (enkelte blokker traff husveggen). Det ligger store blokker svært nære hus og garasje.



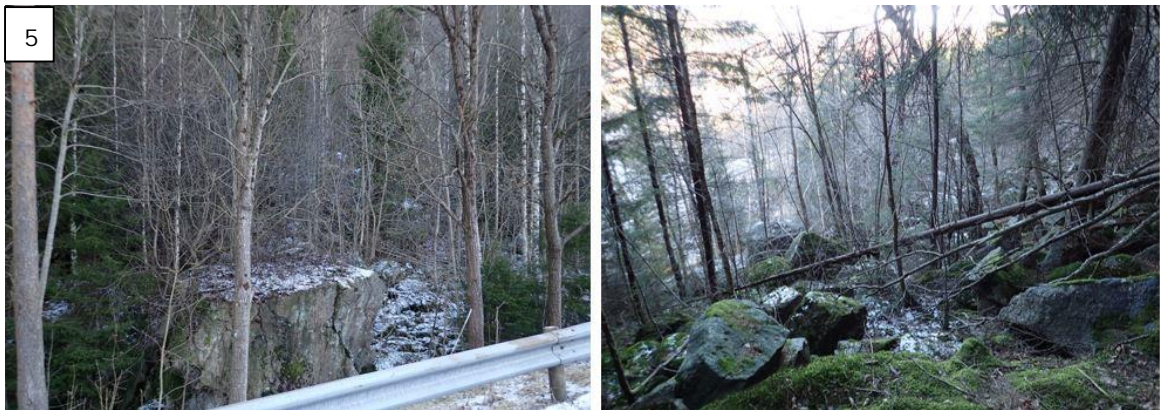
Figur 15. Berghammer ved punkt 2 i registreringskartet. Deler er tatt ned kontrollert tidligere, men rapport fra 2020 konkluderer med at det er behov for ytterligere tiltak i dette området. Stor rasfare i området er vist i faresonekartet.



Figur 16. Skar ved punkt 3 i registreringskartet der det renner en liten bekk. I området er det markert aktsomhet for jordskred, men på stedet virker dette uaktuelt. Det er i hovedsak ur-/rasmasser i hele skaret (mest med opprinnelse fra østsiden), også i bekkeløpet. Det er ikke registrert tegn etter tidligere hendelser eller erosjon av betydning for skredfaren.



Figur 17. Skråning og flate nedenfor punkt 4 i registreringskartet. Det ligger en del blokker spredt i skogen sør for og like ovenfor grillbua. Modellforsøk viser at lengste utløp av blokker vi være like forbi grillbua.



Figur 18. Ved og nedenfor punkt 5 i registreringskartet. Bildet til venstre viser en svært stor blokk som ligger i søkket mellom skråningen og veien. Største registrerte blokk i området. Bildet til høyre viser øvre del av ura som ligger fra skrentfoten og et godt stykke ned mot søkket før veien. Det er registrert aktsomhet mot snøskred i området, men dette er vurdert å ikke være aktuelt. Grunnen er i all hovedsak terrengformen med en høy og steil fjellvegg ovenfor skråningen som er vegetert og dekket av grove urmasser.



Figur 19. Skjæring ved bakketoppen markert som punkt 6 i registreringskartet. Skjæringen er omtalt i rapport fra 2017, og er sikret med bolter og bergbånd i 2020. Det er noe restrisiko for steinsprang, men den er liten.



Figur 20. I fortsettelsen av skjæring/skrent ved punkt 6 skrår berget noe bort fra veien mot øst. Nedenfor ligger det jevnt med rasblokker, også ganske nære veien i nordlig del som vises i bildet. Det er registrert enkelte nylige hendelser av blokknedfall.





Figur 21. Steil fjellskrent ved punkt 8 i befaringskartet. Dette har til nylig vært anleggsområde hvor det blant annet ligger to tunnellop under bakken. Tunnelene kommer ut av fjellskrenten på et lavere nivå, og i forbindelse med dette arbeidet ble det installert en god del bergsikring i hele skrenten, både i form av bolter og steinsprangnett. Helt i venstre del av bildet går det en svakhetssone som avløser et større parti/skive. Dette har vært i utkanten av anleggsområdet og dermed ikke blitt sikret. Dette partiet er opphav til den markerte faresonen i dette området.

### 3.1 Skogens forebyggende effekt

Skog har ofte en forebyggende effekt mot utløsning av snøskred og jordskred. Hvor stor denne effekten er, avhenger av treslag, størrelse på trestammene og kronedekning. Det er vurdert dithen at skogens forbyggende effekt ikke er relevant i dette området da det ikke er fare for snøskred eller jord- og flømskred når inn i planområdet.

## 4. SKREDFAREVURDERING

### 4.1 Snøskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenghelningen er mellom 30° og 50° bratt (NVE, 2020), da dette er områder som kan samle tilstrekkelig med snø som kan utløses. I tillegg må området være nær fritt for skog, trær i løsneområder gir en forankringseffekt i snødekket og begrenser potensiell utstrekning av arealet det løsner fra. Tett skog i utløpsområder vil bidra til å redusere utløpsområdet til et utløst snøskred.

Det er markert aktsomhet for snøskred som når inn i planområdet 3 steder. Helt nord, helt sør og midt i området. For det nordlige og sørlige aktsomhetsområdet er disse knyttet til stulle fjellvegger med skråninger nedenfor der helningsgradienten i stor grad er 80-90° og under 30°. I nord er skråningshelningen stedvis høyere enn 30°, men der er det grov ur og vegetasjon som sammen med begrenset utstrekning gjør at snøskredfare ikke er aktuelt.

For aktsomhetsområdet sentralt i planområdet er terrenget lignende som i sør og i nord. Det er en steil fjellskrent ovenfor skråning dekket av urmasser og vegetasjon, uten tegn etter tidligere snøskredhendelser. Terrengformen er slik at snøskredfare ikke er aktuelt. Det er heller ikke vurdert at andre steder har fare for snøskred.

Klimatiske forhold taler også mot snøskred, men det er ikke videre utredet da terrengformasjonene tilsier ingen snøskredfare.

Det vurderes at faren for snøskred innenfor vurderingsområdet er lavere enn nominell årlig sannsynlighet 1/5000. Området har tilfredsstillende sikkerhet mot snøskred i henhold til krav for sikkerhetsklasse S1, S2, S3 gitt i TEK 17.

#### 4.2 Sørpeskred

Sørpeskred er vannmettet snø i bevegelse. Slike skred har høy tetthet, og har med det stort skadepotensiale. Sørpeskred kan utløses i terrenghelninger helt ned mot 5°, og følger vanligvis bekkeløp eller forsenkninger i terrenget (NVE, 2020).

Det er ikke registrert eller observert steder i området der det er potensiale for utløsning av sørpeskred.

Det vurderes at faren for sørpeskred innenfor vurderingsområdet er lavere enn nominell årlig sannsynlighet 1/5000. Området har tilfredsstillende sikkerhet mot sørpeskred i henhold til krav for sikkerhetsklasse S1, S2, S3 gitt i TEK 17.

#### 4.3 Steinsprang og steinskred

Steinsprang forekommer vanligvis der det er oppsprukne bergpartier med terrenghelning brattere enn 45°. Sprekkeplan må være orientert slik at utløsning er mulig. Steinsprang utløses ofte på grunn av forvitring, som har utviklet seg over tid. Utfall av enkeltblokker er vanligst, men større steinskred med flere blokker kan forekomme. Normalt er det størst sannsynlighet for steinsprang på våren og om høsten, under fryse/tine-prosesser og/eller i kombinasjon med store nedbørmengder. Rotsprengning kan også fremprovosere steinsprang.

Det er observert tegn etter steinsprang, både nylige hendelser og gamle, langs store deler av skrenten/skråningen i østlig randsone av planområdet. Nylige hendelser er blant annet registrert i nord (ved punkt 2 i registreringskart) og sentralt i området ved punkt 5 i registreringskartet. Det er utvilsomt steinsprangfare mot planområdet, og som støtte for å vurdere gjentaksintervall og faresoner er det utført modellering av steinsprang med RAMMS Rockfall. Visuell presentasjon av resultatene fra modelleringen er vist i vedlegg1.

Det er produsert faresonekart for planområdet der dimensjonerende skredtype i alle sonene er steinsprang. Faresonekart er presentert i kapittel 6.

Området innenfor faresonene har ikke tilfredsstillende sikkerhet mot steinsprang i henhold til krav for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 gitt i TEK 17.

#### 4.4 Jord- og flomskred

Jordskred er utglidinger i vannmettede løsmasser i bratte skråninger, vanligvis brattere en 25-30° (NVE, 2020). Skredene kan utløses og kanaliseres i bekkeløp og forsenkninger, eller opptre som såkalte grunne skred. Grunne skred utløses i finkornet jord og leire, og skjer ofte på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger, gjerne om våren når løsmasser kan gli på teleoverflaten. Forskning viser at skråninger i nedbørsrike områder er mer stabile under kraftigere nedbørintensiteter enn skråninger i områder der det normalt er tørt (NGI, 1996). En tommelfingerregel som kan benyttes, er at faren for utløsning av jordskred er stor ved en nedbørsmengde i løpet av 24 timer på ca. 8% av normalårsnedbør.

Flomskred er et hurtig, vannrikt og flomliknende skred som opptrer langs klart definerte elve- og bekkeløp (NVE, 2020).

Det er markert aktsomhet for jord- og flomskred to steder som når inn i eller nær planområdet. I begge disse er det bekker med lav til ingen vannføring, og de renner i urmasser, på berg eller tynt løsmassedekke. Det er ikke registrert erosjon i løsmasser eller aktuelle løsneområder for jord- og flomskred i det vurderte området.

Det vurderes at faren for jord- og flomskred innenfor vurderingsområdet er lavere enn nominell årlig sannsynlighet 1/5000. Området har tilfredsstillende sikkerhet mot jord- og flomskred i henhold til krav for sikkerhetsklasse S1, S2, S3 gitt i TEK 17.

## 5. OPPSUMMERING OG SAMLET SKREDFAREVURDERING

Skredfarevurderingen kan oppsummeres som følger:

Det er tegnet faresoner for skred flere steder langs skrenten i øst, som området grenser til. Det er ikke fare for andre skredtyper enn steinsprang, og dette er da også dimensjonerende skredtype. Faresonene omfatter deler av eksisterende bebyggelse i nord.

### 5.1 Forslag til skredfarereduserende tiltak

Skredfarereduserende tiltak synes å være aktuelt nord i planområdet. Effektive tiltak vil være tradisjonell fjellsikring, eventuelt i samvirke med voller, murer eller andre barrierer.

## 6. FARESONEKART



## 7. REFERANSER

Se også kapittel 1.4 Grunnlagsmateriale.

NVE (2020). *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng.*

Rambøll (2017). *E39 Kristiansand vest – Mandal øst. RAP-013 Ingeniørgeologisk rapport.*

Rambøll (2020). *Volleberg – Sikring av fjellskrent (Grov vurdering).*

## 8. VEDLEGG

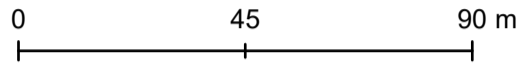
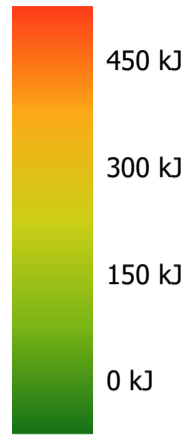
Vedlegg 1 – Resultater fra skredmodellering med RAMMS Rockfall

# Tegnforklaring

Plangrense\_Volleberg

## Steinsprang\_Kinetic Rock Energy

Value



RAMBOLL

Skala: 1:1 500

