

Oppdragsgiver	Navn Heim kommune	Kontaktperson Magne Jøran Belsvik
Oppdrag	Nummer og navn 23221 Heim kommune, Valsøyfjord – Skredfarevurdering reguleringsplan ved Engan i Valsøyfjord	Oppdragsleder Henrik Langeland
Dokument	Nummer 23221-01-1 Utført av Henrik Langeland	Dato 2023-08-18 Kontrollert av Espen Eidsvåg

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2023-08-18	HL	EE	Original

## Skredfarekartlegging for Engan i Valsøyfjord, Heim kommune

### Sammendrag

Skred AS har utført skredfarekartlegging av område i Engan i Heim kommune iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred, steinsprang og jord og flomskred.

Vurderingen er gjort iht. TEK 17 § 7-3 for sikkerhetsklasse S1 ( $\geq 1/100$ ) og S2 ( $\geq 1/1000$ ), for dagens skogforhold og en situasjon uten skog, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt. Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang har blitt utredet. Utredning av faresoner for kvikkleireskred og fjellskred er ikke inkludert.

Den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred i bratt terreng vurderes å være større enn  $1/100$  og  $1/1000$  for deler av kartleggingsområdet. Dimensjonerende skredtyper er steinsprang, flomskred og jordskred for dagens vegetasjonsforhold, og snøskred, jordskred, flomskred og steinsprang for en situasjon uten vegetasjon, men sørpeskred er også aktuelt for deler av faresonene.

Kravet om sikkerhet mot skred i TEK 17 §7-3 er ikke oppfylt for deler av kartleggingsområdet.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Forord	5
1.2	Bakgrunn	5
1.3	Mål	5
1.4	Kartlagt område	5
1.5	Krav til sikkerhet mot skred	8
1.6	Tilpassing fra NVEs rapportmal	8
1.7	Forbehold	9
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>10</b>
2.1	Topografi	10
2.2	Drenering	11
2.3	Geologi	13
2.4	Flyfoto og skråfoto	15
2.5	Skog	16
2.6	Klima	17
2.6.1	Vind	18
2.6.2	Ekstremverdianalyse	20
2.7	Historiske skredhendelser	21
2.8	Tidligere skredfareutredninger	22
2.9	Eksisterende skredsikringstiltak	22
2.10	Befaring	22
<b>3</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>26</b>
3.1	Steinsprang	26
3.2	Steinskred	28
3.3	Snøskred	29
3.4	Jordskred	32
3.5	Flomskred	34
3.6	Sørpeskred	36
3.7	Samlet skredfare	37
3.8	Skog med betydning for skredfaren	38
3.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	39
3.10	Stedsspesifikk usikkerhet	39
3.11	Mulighet for å redusere faresonene	40
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>Referanseliste</b>	<b>42</b>

## Figurer

Figur 1: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet. ....	6
Figur 2: Sørlike deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot sør.	7
Figur 3: Midtre deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot vest. ....	7
Figur 4: Nordlige deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot nordvest.....	8
Figur 5: Helningskart, hvor også beregnet overflateavrenning er vist. Topp 428 markert med rødt punkt.....	10
Figur 6: Tverrfjellbekken renner i ravine inn i kartleggingsområdet. ....	12
Figur 7: Avrenningsanalyse basert på terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction). ....	13
Figur 8: Eksempel på 1 m <sup>3</sup> steinsprangblokk fra skredhendelsen registrert februar 2023 viser rektangulær form. ....	14
Figur 9: Oversikt kartlagte løsmasser og marin grense (blå stiplet linje) i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.....	15
Figur 10: Flybilde over Engan fra 1967-07-15. Valsøyfjordvegen er merket med rød linje.....	16
Figur 11: Områder hvor skogen tilfredsstiller kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog (≥ 80 %) og barskog (≥ 50 %). ....	17
Figur 12: Klimaoversikt fra grid data for Engan ved modellhøyde 117 moh. ....	18
Figur 13: Fordeling vindretning og hastighet for SN65060 E39 Valsøyfjorden (25 moh.) (Norsk Klimaservicesenter, 2023). ....	19
Figur 14: Fordeling vindretning og hastighet for SN62980 Gjemnes-Reinsfjellet (990 moh.)(Norsk Klimaservicesenter, 2023).....	19
Figur 15: Fordeling vindretning og hastighet, også under nedbør som regn eller snø, for grid punkt ved topp 428 rett vest for kartleggingsområdet i tidsperioden 2018-2022.....	20
Figur 16: Steinsprang fra 2023-02-21, der blokker har stoppet i eller ved trær som er truffet. ....	21
Figur 17: Steinsprang fra 2023-02-21, der blokker har stoppet i eller ved trær som er truffet. ....	22
Figur 18: Registreringskart for sørlig del av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 3.....	23
Figur 19: Registreringskart for nordlig del av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 3.....	24
Figur 20: Eksempel modellering av 1 m <sup>3</sup> steinsprang mot kartleggingsområdet med skog. ..	27
Figur 21: Eksempel modellering av 1 m <sup>3</sup> steinsprang mot kartleggingsområdet uten skog. ..	28
Figur 22: Eksempel modellering snøskred uten skog med aktsomhetszone snøskred fra NVE. ....	31
Figur 23: Eksempel modellering av utbredelse grunne jordskred uten skog. ....	33
Figur 24: Eksempel modellering av utbredelse flomskred uten skog. ....	35

Figur 25: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet for dagens situasjon.....	37
Figur 26: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet for en situasjon uten dagens skog. ....	38
Figur 27: Skog med betydning for skredfaren.....	39

## Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023). ....	8
Tabell 2: Ekstremverdier for Topp 428 (Figur 5) basert på perioden 1957-09-01 til 2023-08-01. ....	20
Tabell 3: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.....	25
Tabell 4: Bruddhøyder, løsnævolum beskrivelse løsnemråde for snøskred med nominell årlig sannsynlighet 1/1000. ....	30
Tabell 5: Løsnemråder og løsnævolum for skredscenario jordskred.....	32
Tabell 6: Inputparametere for modellering. ....	33
Tabell 7: Løsnævolum for skredscenario flomskred. ....	35

## Vedlegg

- Egenerklærings skjema kompetanse.

# 1 Innledning

## 1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor 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 (NVE, 2023a), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

## 1.2 Bakgrunn

21. februar 2023 ble det registrert en skredhendelse (steinsprang/jordskred) i fjellsiden ovenfor Byåsen 6 i Engan i Heim kommune. Skredet skadet ikke bebyggelse, infrastruktur eller personer.

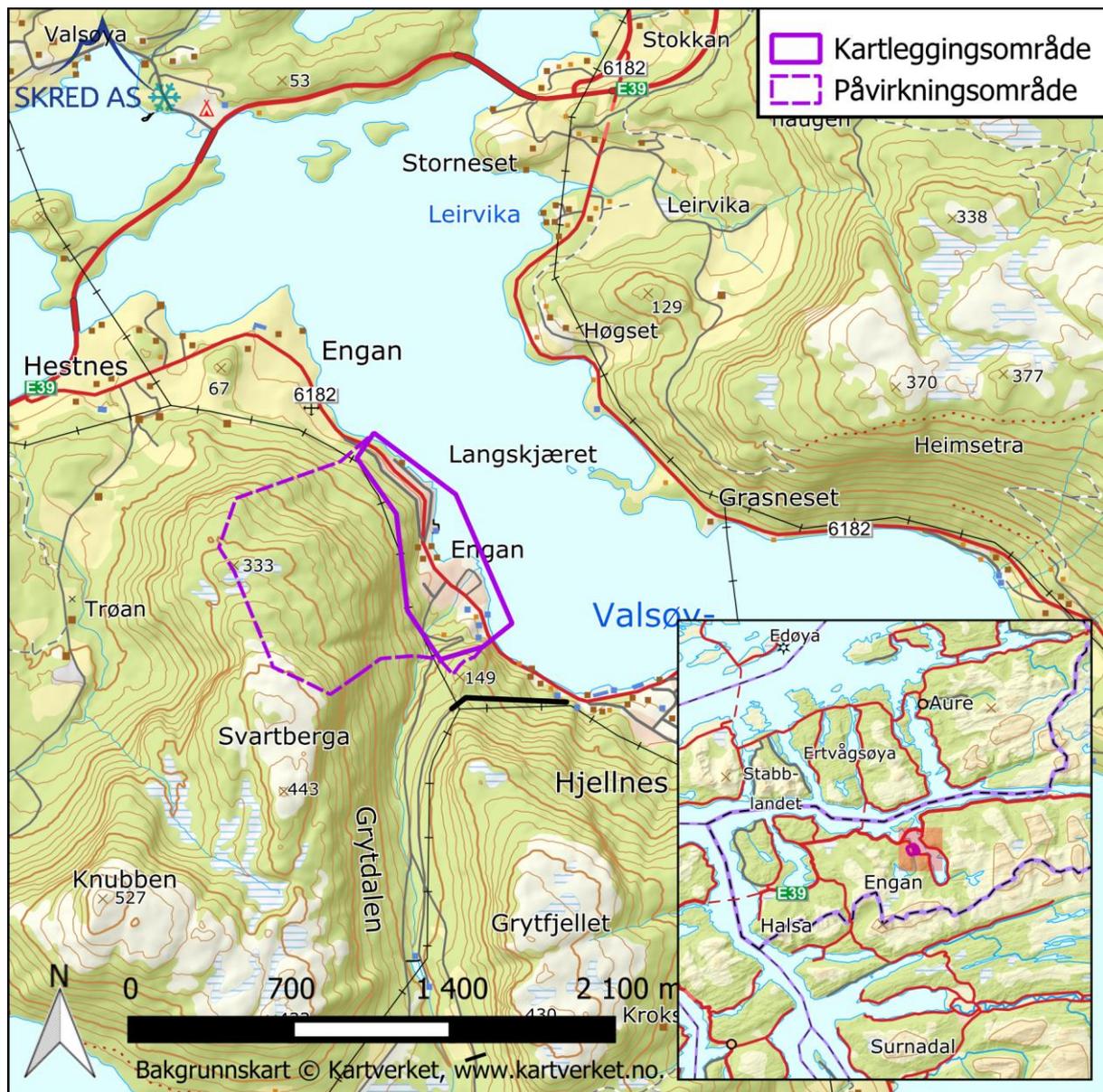
Større deler av Engan ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for steinsprang- og snøskred (NGI), jord- og flomskred, snøskred og steinsprang (NVE, 2023b). Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering av kartleggingsområde i Engan definert av Heim kommune.

## 1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av skredfare iht. TEK 17 § 7-3 for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende nominelle årlige sannsynligheter for skred: S1 (1/100) og S2 (1/1000). Vurderingen gjøres både med og uten dagens eksisterende skogsforhold.

## 1.4 Kartlagt område

Engan ligger ved Valsøyfjorden i Heim kommune (Figur 1). Oversiktsbilder av hele kartleggingsområdet er vist fra sør mot nord i Figur 2 - Figur 4. Området er omtrent 1 km i utstrekning langs Valsøyfjorden.



Figur 1: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.



*Figur 2: Sørlike deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot sør.*



*Figur 3: Midtre deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot vest.*



Figur 4: Nordlige deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot nordvest.

### 1.5 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. Sannsynligheten i Tabell 1 angir den nominelle årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

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

Det er opp til kommunen å fastsette krav til sikkerhet mot skred, og det er avklart med Heim kommune at skredfarevurderingen skal utføres for sikkerhetsklasse S1 og S2 etter TEK 17 § 7-3.

### 1.6 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder (NVE, 2023a).

Rapportmalen er imidlertid tilpasset på følgende måter:

- Rapporten er bygd opp som øvrige Skred AS rapporter, og følger våre rutiner for intern kvalitetssikring.
- Rapporten omfatter alle kapitler fra NVEs rapportmal, men i litt annen rekkefølge.
- Rapporten inneholder noen flere kapitler enn NVEs rapportmal.
- Informasjon om oppdraget og gjennomført befaring er gitt på førstesiden og i kapittel 1. Siden «Om oppdraget» fra NVEs rapportmal er derfor ikke direkte gjengitt.
- Enkelte overskrifter har lignende, men ikke identiske navn som i NVEs rapportmal.
- I kapitlene om vurdering av hver enkelt skredtype er underkapitlene (tredje nivå) systematisk omtalt i teksten, uten at det er gitt egne overskrifter for dem.
- Egenkontroll og sidemannskontroll er dokumentert på førstesiden i rapporten. Det er derfor ikke lagt ved en egen side for egen- og sidemannskontroll, slik NVEs rapportmal legger opp til.
- Vi bruker vår egen rapportmal som sjekklister, og det er derfor ikke lagt ved noen ytterligere sjekklister ved UKS.
- Rapporten er godkjent iht. interne rutiner og har derfor ikke signatur.
- Bilder, helningskart, registreringskart, faresonekart og kart for skog med betydning for skredfaren er inkludert i rapporten som figurer, fremfor å være egne vedlegg. Disse inneholder likevel all informasjon som er påkrevd i NVEs veileder.

## 1.7 Forbehold

Vurderingene er gjort basert på dagens terreng- og vegetasjonsforhold, samt ved en situasjon uten skog. Ved eventuelle endringer som hogst i deler av fjellsidene eller større terrenginngrep kan det være nødvendig med en ny vurdering på bakgrunn av mulig ny informasjon eller endrede forhold. Ny informasjon om skredhendelser kan også føre til behov for en ny vurdering.

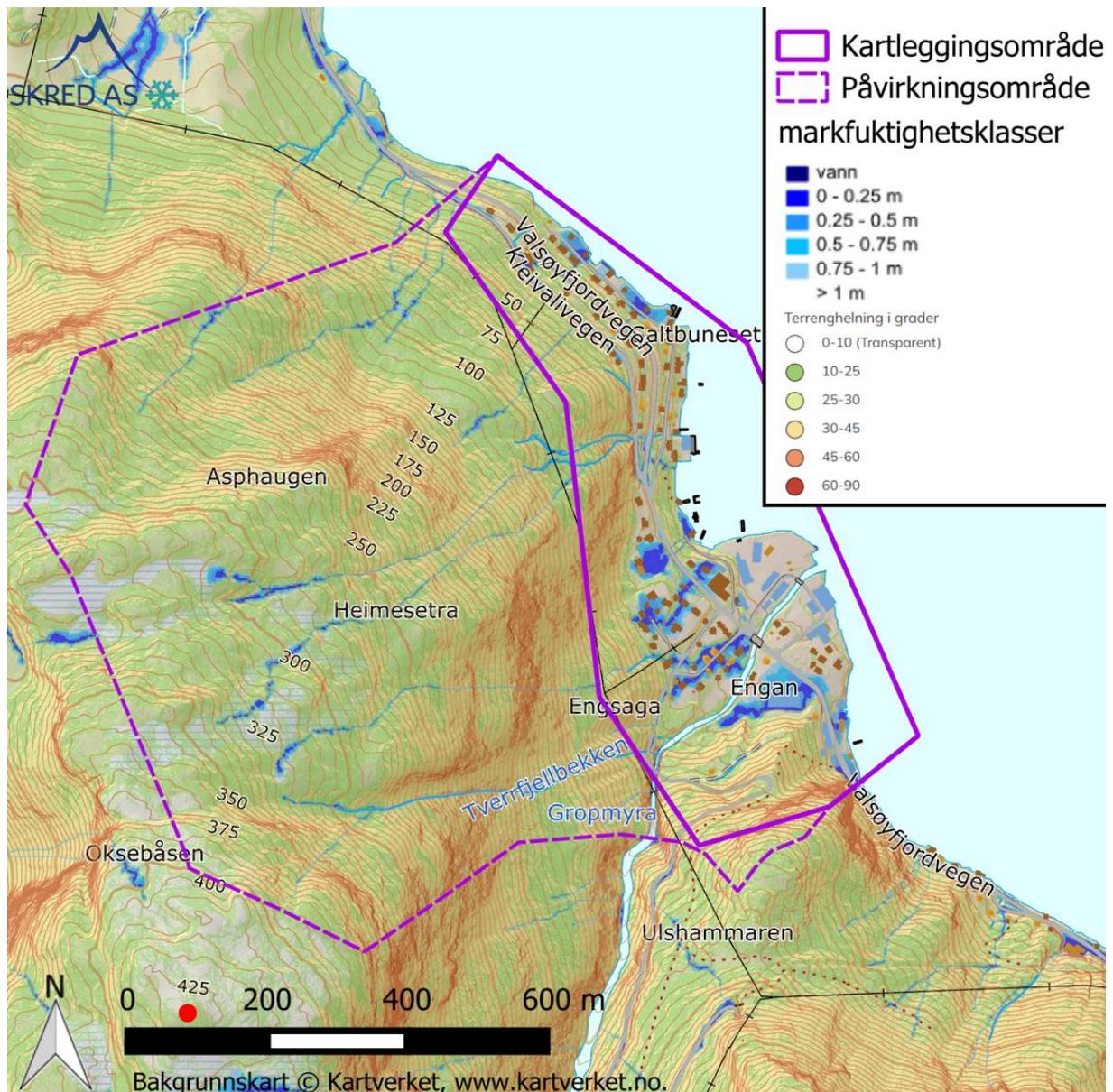
Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte elementer som fyllinger, skjæringer el.

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på den nasjonale terrengmodellen med horisontal oppløsning på 1x1 m, og en mer detaljer modell med 0,5x0,5 meter, begge hentet fra Høydedata (Kartverket, 2023). Kart med terrenghelning er vist i Figur 5.

Som en del av terrenganalysene er det også utarbeidet et skyggekart fra terrengmodellen. Skyggekartet gjengir terrengoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er vanskelige å observere, f.eks. grunnet tett skog. Skyggekartet er vist som bakgrunn i registreringskartet i Figur 18.



Figur 5: Helningskart, hvor også beregnet overflateavrenning er vist. Topp 428 markert med rødt punkt.

Kartleggingsområdet ligger langs Valsøyfjorden mellom ca. 0-100 moh. Sørlig del av kartleggingsområdet utgjør en bratt nordvendt li opp mot Ulshammaren (ca. 150 moh.). Midtre deler av sentrum ligger på en stor elve-/brelvavsetning fra elva Grytåa som renner fra Englivatnet (235-243 moh.) sør-sørvest for området. Nordlige deler av kartleggingsområdet ligger i nedre del av den øst-nordøstvendte fjellsiden som går opp mot Asphaugen og Heimesetra.

Vest for kartleggingsområdet følger en østvendt fjellside opp mot topp 428 moh., Oksebåsen, Heimesetra og Asphaugen. Fjellsiden er bratt mellom 25 moh. og opp til ca. 300-400 moh. der terrenghellningen reduseres videre mot vest. Den nordøstvendte fjellsiden over den nordre delen av kartleggingsområdet er generelt slak, men noe brattere mellom ca. 125-250 moh.

## 2.2 Drenering

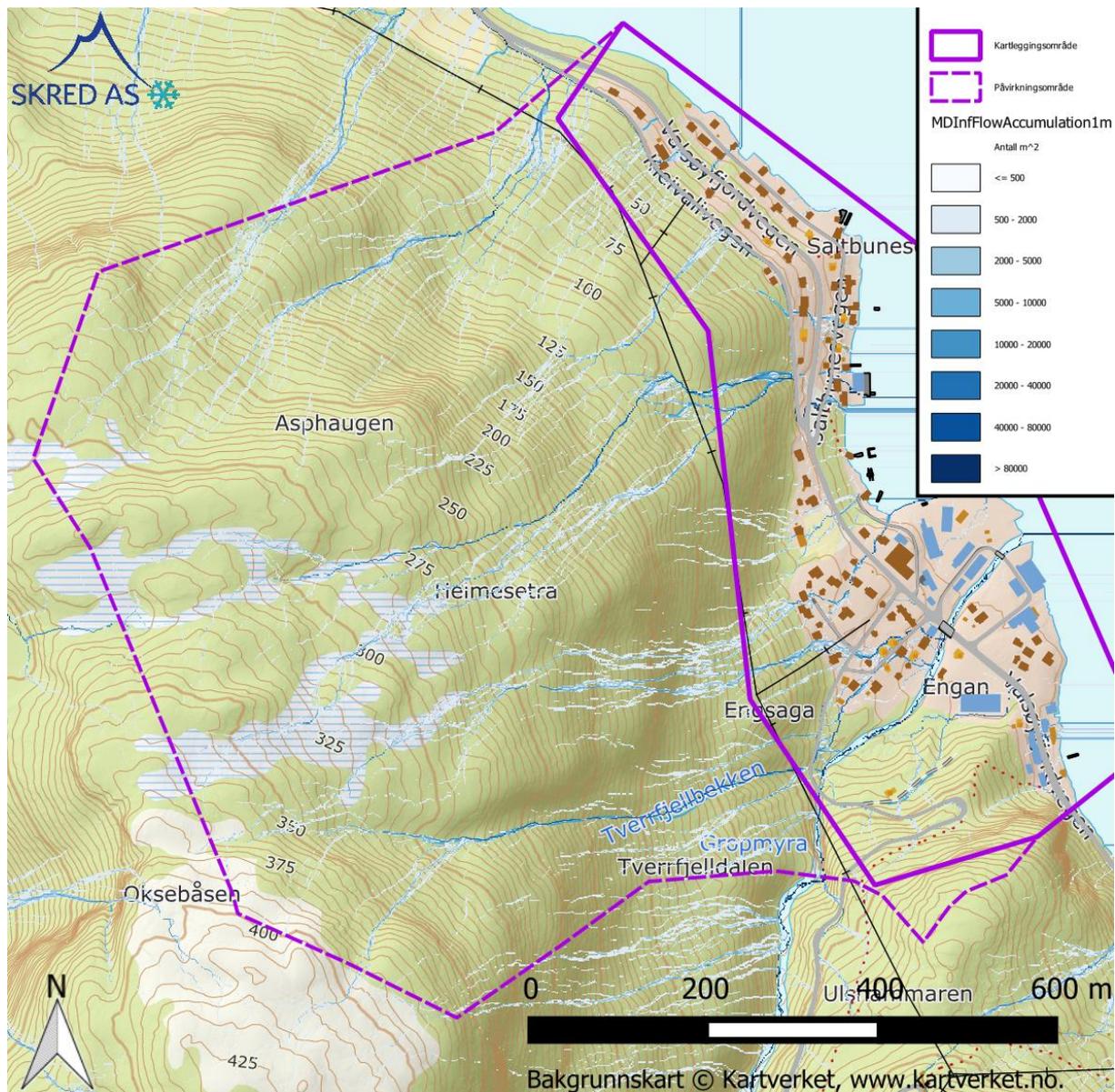
Elva Grytåa renner gjennom kartleggingsområdet fra Englivatnet (235-243 moh.) sør-sørvest for området. Det er etablert et vannkraftanlegg i øvre del av Grytåa, med Valsøyfjord inntaksdam ved omtrent 188 moh. Vannkraftanlegget leder vann ut av Grytåa og i rør til Valsøyfjorden ved Hjellnes. Det er ikke kjent hva som er minstevannføring i Grytåa, men det var vannføring under befarings.

Fra fjellsidene i påvirkningsområdet registreres også flere dreneringsveger i terrenget som drenerer myrområde og overflateområder fra de slake områdene øverst i fjellsiden. Tverrfjellbekken og de to bekkeløpene nordøstover fra Heimesetra er de eneste etablerte på kart og som er mest tydelige i terrenget, men det synes også flere mulige dreneringsveier fra markfuktighetskart (Figur 5). Tverrfjellbekken renner i erodert ravine, stedvis svært dyp omtrent over 6-8 meter, i tett granskog der den renner inn i kartleggingsområdet Figur 6.

Det er utført en avrenningsanalyse basert på terrengmodell med 1 meter oppløsning som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction) for områdene (Figur 7). Analysen gir antall celler som drenerer til et gitt punkt og figuren viser antall m<sup>2</sup> (antall celler) som drenerer inn til en celle. Avrenningsanalysen påvirkes av veier og andre menneskeskapte terrenginngrep, og tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc.



*Figur 6: Tverrfjellbekken renner i ravine inn i kartleggingsområdet.*



Figur 7: Avrenningsanalyse basert på terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction).

### 2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2023a) viser at berggrunnen i området primært består av granittisk gneis med mindre øyer av eklogitt innimellom. Det er observert lite bart berg i dagen, men i søndre del av kartleggingsområdet ligger en steil bergskrent med oppsprekking som har gitt utfall av bergblokker. Av skredavsetninger fra steinsprang er det registrert kubiske og avlange blokker på opp mot 2 m<sup>3</sup> (Figur 8).

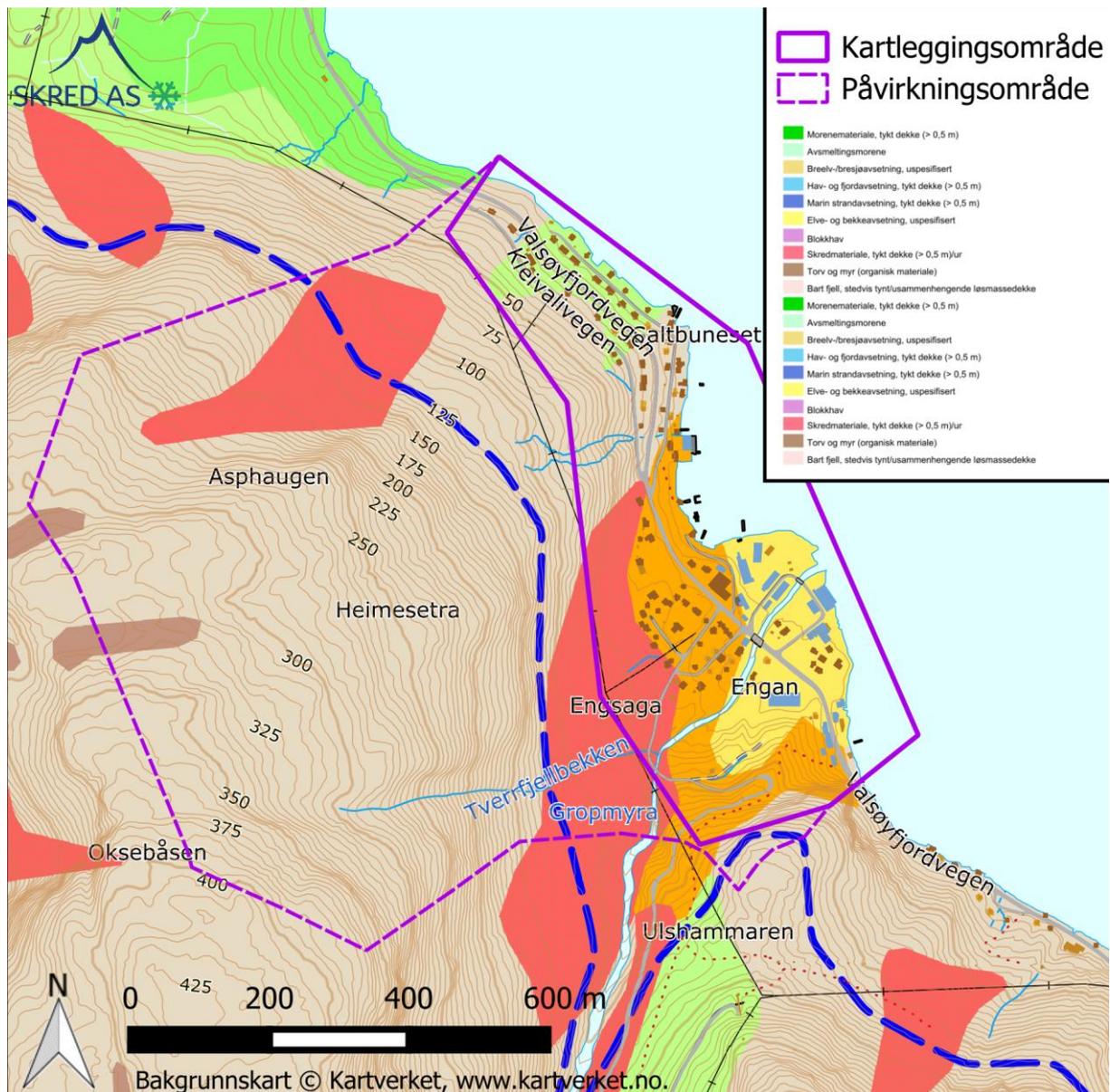


*Figur 8: Eksempel på 1 m<sup>3</sup> steinsprangblokk fra skredhendelsen registrert februar 2023 viser rektangulær form.*

InSAR-data for området (NGU, 2023b) viser at det ikke er dekning i de aktuelle fjellsidene.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2023c) viser kartlagte løsmasser i området. Inne i kartleggingsområdet er det kartlagt elveavsetning og breelvavsetning langs Grytåa. Der kartleggingsområdet går oppover i fjellsiden er det kartlagt skredavsetninger i nedre del av den nordøstvendte fjellsiden, for å så være bart berg (med tynt dekke av organisk materiale) i øvre del av fjellsiden. I nordre del av kartleggingsområdet og rett sør for kartleggingsområdet er det kartlagt tynt morenedekke. Marin grense i området ligger på om lag 125 moh.

Observasjoner fra befaring bekrefter i stor grad kartlegging fra NGU. Det vurderes imidlertid at det som er kartlagt som sammenhengende dekke med skredmateriale vest for sørlig del av kartleggingsområdet (der Tverrfjellbekken renner) trolig er mer spredte skredavsetninger, og løsmassedekket er knyttet til fluviale avsetninger fra Grytåa som har møtt fjorden når landmassene var lavere enn i dag.



Figur 9: Oversikt kartlagte løsmasser og marin grense (blå stiplet linje) i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.

## 2.4 Flyfoto og skråfoto

På Norge i Bilder (Statens vegvesen et al., 2023) er det flyfoto tilgjengelig for området for årene 1960-2022. Fra flybilde av 1967 ser vi også at alle hus som ligger nærmest fjellsiden og vest for Valsøyfjordvegen var bygget i 1967, men noen flere hus er bygget ut til i dag (Figur 10). Det er likevel svært tydelig at det akkurat hadde blitt hogget skog eller har vært utmarksbeiter i fjellsidene i 1967, og det er i dag mye tettere vegetasjon.



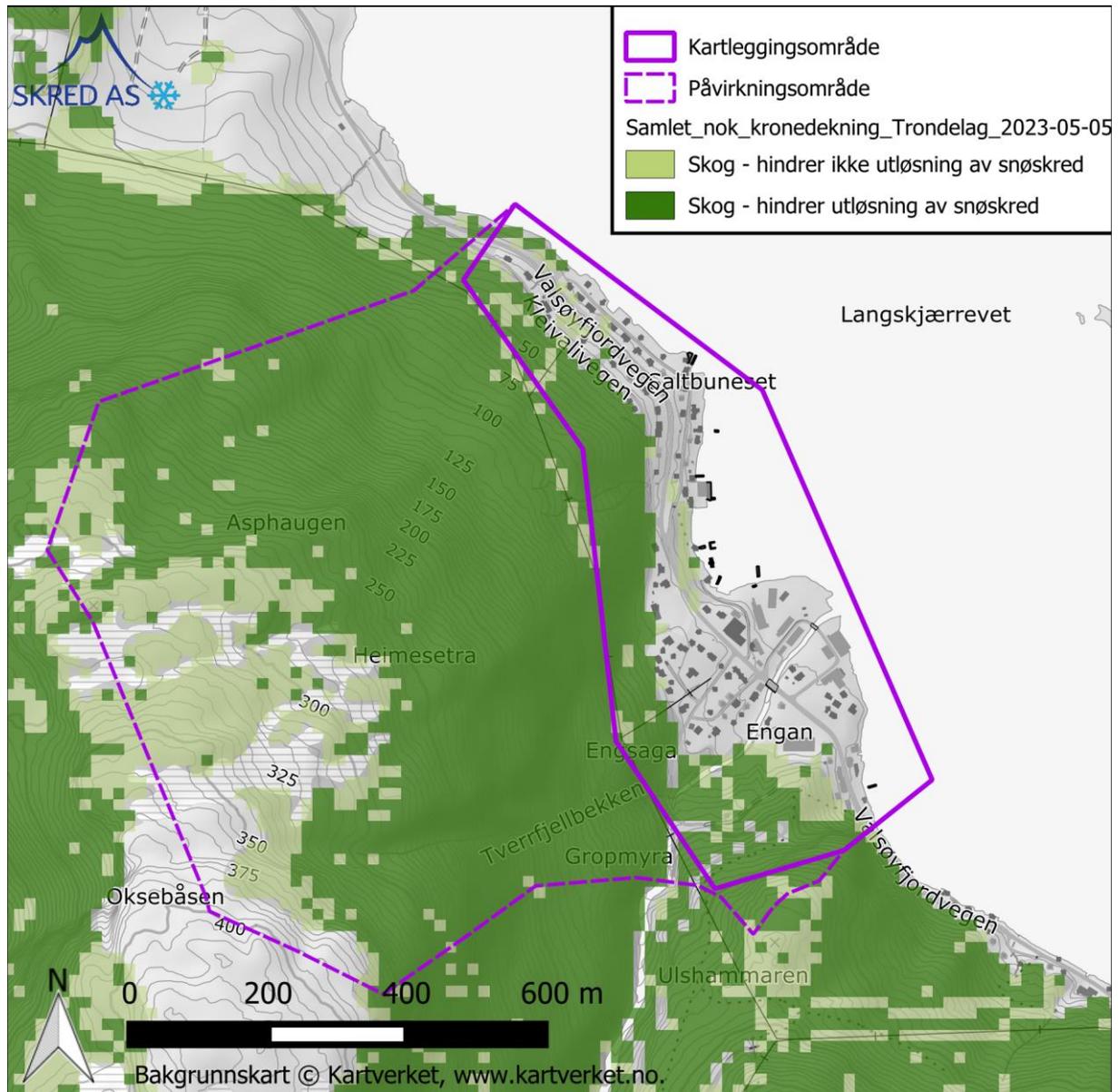
Figur 10: Flybilde over Engan fra 1967-07-15. Valsøyfjordvegen er merket med rød linje.

## 2.5 Skog

Fjellsidene og de deler av kartleggingsområdet som ikke er utbygd er dekket med skog (Figur 2 - Figur 4). NIBIOs skogressurskart SR16 Beta (NIBIO, 2023) viser at skogen i området består av mye blandingskog, med store felt som er gran og furudominert. Tregrensen i området ligger på ca. 325-400 moh.

I NVEs veileder beskrives skogens forebyggende effekt mot utløsning av snøskred som et forhold mellom treslag, stammediameter og kronedekning. Det er ikke gitt konkrete krav, men anbefalinger om hvilke verdier av nevnte egenskaper som hindrer utløsning på bakgrunn av PROALP standarden (NVE, 2023a). Veilederens bør-anbefalinger er utfordrende å konkretisere, blant annet fordi det ikke er klart hvorvidt det er en, noen eller alle de ulike egenskapene som må være til stede for å hindre skredutløsning. Vi har valgt å benytte tilgjengelige skogressurskart (NIBIO, 2023), og utarbeide en oversikt over områder hvor

skogen tilfredsstiller kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog ( $\geq 80\%$ ) og barskog ( $\geq 50\%$ ) (Figur 11). Skog som ikke er tett nok til å hindre utløsning vil i mange tilfeller likevel kunne redusere utløsningssansynligheten for snøskred, både pga. forankring og at lagdeling i snødekket kan bli påvirket i skogkledde områder



Figur 11: Områder hvor skogen tilfredsstiller kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog ( $\geq 80\%$ ) og barskog ( $\geq 50\%$ ).

## 2.6 Klima

For steinsprang og steinskrud vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2023a). Det er derfor ikke utført egen klimaanalyse for disse skredtypene.

For jordskrud og flomskrud har klimatiske faktorer knyttet til nedbør stor betydning for utløsning av skred. Likevel kan ikke slike faktorer benyttes konkret til å fastslå hvorvidt det er

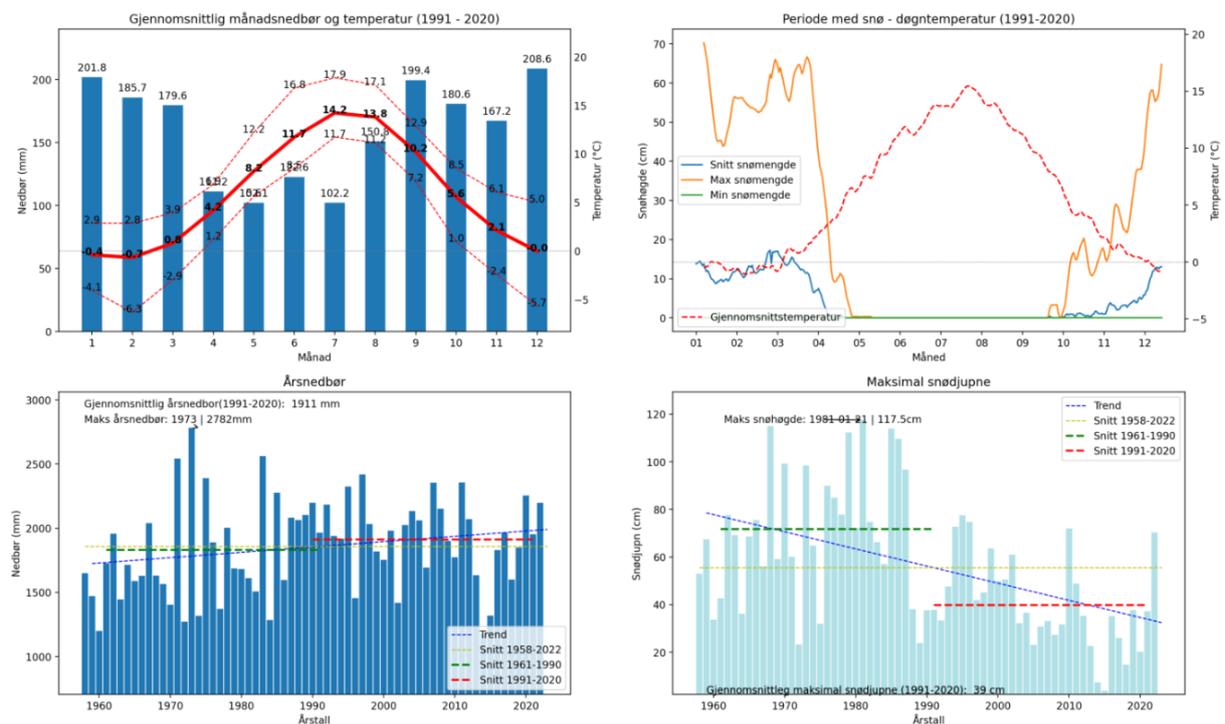
fare for disse skredtypene på et konkret sted (NGI, 2021). En detaljert klimaanalyse har derfor begrenset nytteverdi for vurderingen av fare for jordskred og flomskred.

I utgangspunktet kan snøskredfare utelukkes basert på vegetasjonsrelaterte betraktninger for dagens forhold, men siden skredfarevurderingen også skal vurdere en situasjon uten skog er det gjennomført klimaanalyse for snøskred. Klimaanalysen kan brukes for å bestemme bruddkanthøyde ved ulike returperioder, som input til snøskredmodellering.

Klimadata fra grid data i tidsperioden 1958-2022 (Asplan Viak and NVE, 2023; NVE, 2023c) for Engan er vist i Figur 12. Normaler for Engan viser at gjennomsnittlig månedstemperatur er på sitt høyeste i juli og ligger på rundt 14°C. Tilsvarende er gjennomsnittlig månedstemperatur på sitt laveste i januar februar med rundt -0,4 til -0,7°C. Gjennomsnittlig årsnedbør (1991-2020) er 1911 mm, men maksimal årsnedbør er registrert som 2782 mm i 1973. Det kommer mest nedbør gjennom høsten og tidlig vinter.

Videre viser data at det i perioden 1991-2020 er i gjennomsnitt er tynt snødekke fra oktober til april, gjennomsnittlig maksimal verdi opp mot 20 cm i februar-mars, men maksimal registrering viser omkring 117 cm (1981-01-21) for perioden 1957-2022. Snittet for maksimal snøhøyde i perioden 1991-2020 er 39 cm.

### Klimaoversikt for Engan (117 moh.)

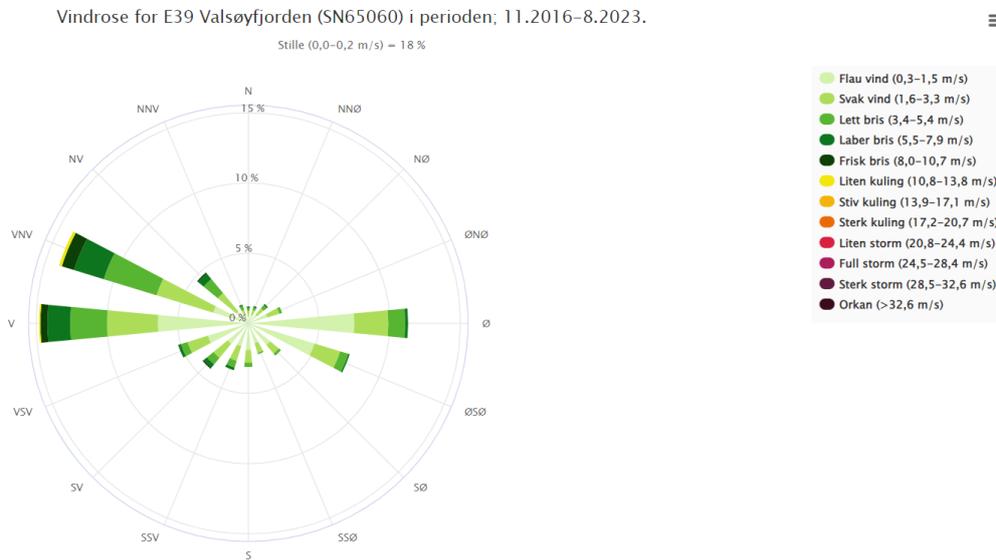


Figur 12: Klimaoversikt fra grid data for Engan ved modellhøyde 117 moh.

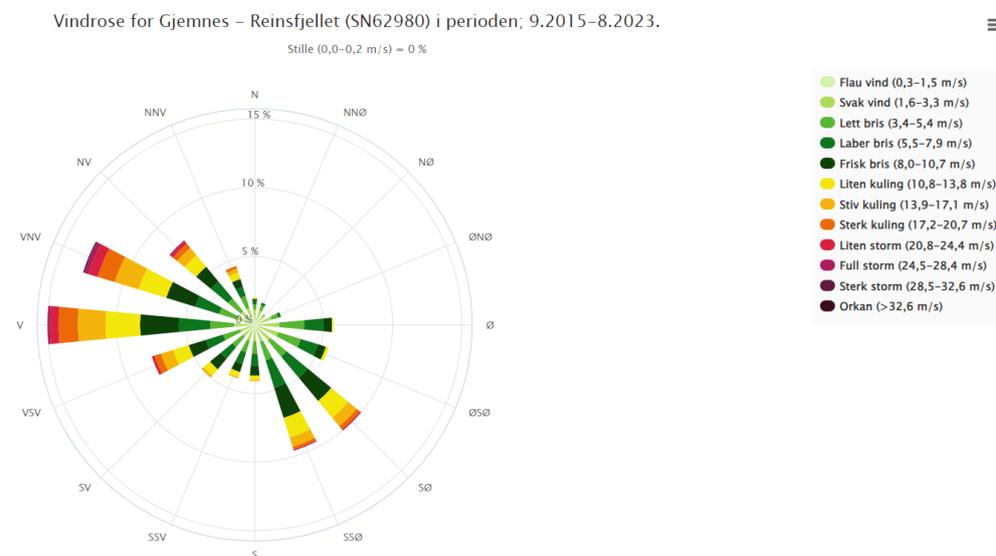
#### 2.6.1 Vind

Vinddata er hentet fra ulike meteorologiske stasjoner (Norsk Klimaservicesenter, 2023) med vindmålinger som vurderes å være representative for kartleggings- og påvirkningsområdet, SN65060 E39 Valsøyfjorden (25 moh.) for lokale forhold og SN62980 Gjemnes Reinsfjellet

(990 moh.) for vindforhold i høyden. Vindrose for de to stasjonene er vist i Figur 13 og Figur 14.



Figur 13: Fordeling vindretning og hastighet for SN65060 E39 Valsøyfjorden (25 moh.) (Norsk Klimaservicesenter, 2023).

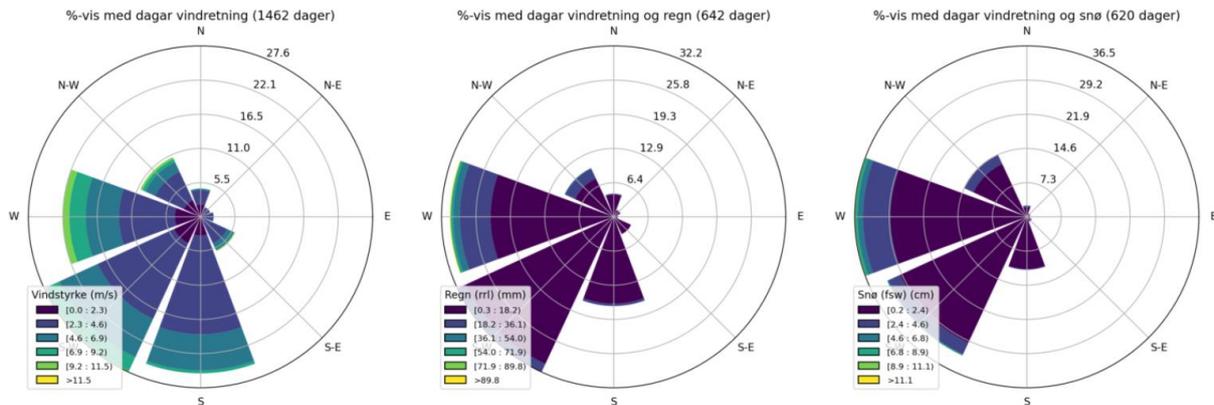


Figur 14: Fordeling vindretning og hastighet for SN62980 Gjemnes-Reinsfjellet (990 moh.) (Norsk Klimaservicesenter, 2023)

Vindretningene i høyden i området vurderes ikke å være topografisk styrt, og forventes å representere det regionale vindmønsteret. Vinden i høyden i fjellområdene i området vurderes å representeres av målinger ved SN62980 Gjemnes-Reinsfjellet, og dominerende hovedretning er fra sørvest-vest-nordvest, med sekundær hovedretning sør-sørøst og sørøst (Figur 14).

I kartleggingsområdet ved Engan vurderes vinden å være til en viss grad topografisk styrt, da vindrosen for SN65060 E39 Valsøyfjorden synes å preges av retningen på Arasvikfjorden (Figur 13).

Data fra grid punkt ved topp 428 (Figur 5) rett vest for kartleggingsområdet viser dominerende vindretning fra sør-vest, også under nedbør som regn eller snø (Figur 15).



Figur 15: Fordeling vindretning og hastighet, også under nedbør som regn eller snø, for grid punkt ved topp 428 rett vest for kartleggingsområdet i tidsperioden 2018-2022.

## 2.6.2 Ekstremverdianalyse

Vi har hentet ut klimadata fra NVEs API (NVE, 2023c) fra topp 428 (modellhøyde 318 moh.) og bearbeidet disse med et eget verktøy (lokalisering vist på Figur 5). Dataene gir ulike beregningsmetoder for ekstremverdier døggnedbør og 3-døgn nysnødybde GEV, LMM og MLE gir noe annerledes resultater enn Gumbel - beregningsmetoden. Vi vurderer at tallene fra GEV, LMM - metoden gir de mest realistiske resultater og har derfor lagt mest vekt på disse. Beregnede ekstremverdier for døggnedbør og 3 - døgns nysnø med ulike returperioder er vist i Tabell 2. Maksimal 3 døgns nysnøhøyde er registrert midt i februar 2022 og er lik 88,5 cm, mens maksimal døggnedbør er 140 mm registrert i 1997.

Tabell 2: Ekstremverdier for Topp 428 (Figur 5) basert på perioden 1957-09-01 til 2023-08-01.

Datasett	100 år	1000 år	Maks verdi 1957-2022 <sup>1</sup>
Ekstremverdi døggnedbør for returperiode. Verdier for beregningsmetodene GEV, LMM	ca. 132 mm	ca. 180 mm	140 mm (1997)
Ekstremverdier 3 døgn nysnø for returperiode. Verdier for beregningsmetodene GEV, LMM	ca. 71 cm	ca. 84 cm	88,5 cm (2022-02-12)
Ekstremverdier snødybde for returperiode. Verdier for beregningsmetodene GEV, LMM	228 cm	304 cm	225 cm (2022-2-26)

<sup>1</sup> Grid data fra NVE API (NVE, 2023c).

## 2.7 Historiske skredhendelser

NVE Atlas (NVE, 2023b) viser at det er registrert skredhendelser i påvirkningsområdet med utløp inn i kartleggingsområdet og hendelsenes lokalitet vises på registreringskartet (Figur 18).

- Heim kommune har digitalisert skredhendelsen (steinsprang/jordskred) fra 21 februar 2023. Befaring av skredavsetningene viste at skredblokkene har truffet skog i skredløpet, og skogen har tydelig påvirket utløsplengden ved at blokker har stoppet rett etter treffpunkt.

- Det er registrert to steinsprang ned på Valsøyfjordvegen i sørøstre del av kartleggingsområdet, 2023-01-13 og 2013-08-16. Volum er definert som  $<10 \text{ m}^3$  og kilde for registreringen er ukjent, men de er listet i SVVs Vegkart (Statens vegvesen, 2023) så det vurderes å være registrert av driftsentreprenør eller geologer Statens vegvesen eller Trøndelag fylkeskommune. Samtale med en lokal ved Valsøyfjordvegen 1437 bekrefter også steinspranget 2023-01-13.

Samtale med eier av eneboligen Byåsen 11 opplyser om at huset er bygget i 1952 og at Byåsen 4 er bygget i 1953. Han opplyser om at det ikke er registrert skader fra skred på husene eller skredhendelser ned til husene.



Figur 16: Steinsprang fra 2023-02-21, der blokker har stoppet i eller ved trær som er truffet.



*Figur 17: Steinsprang fra 2023-02-21, der blokker har stoppet i eller ved trær som er truffet.*

## 2.8 Tidligere skredfareutredninger

Vi har ikke kjennskap til noen tidligere skredfareutredninger i kartleggingsområdet, verken i NVE Atlas (NVE, 2023b) eller NVEs rapportdatabase (NVE, 2023d).

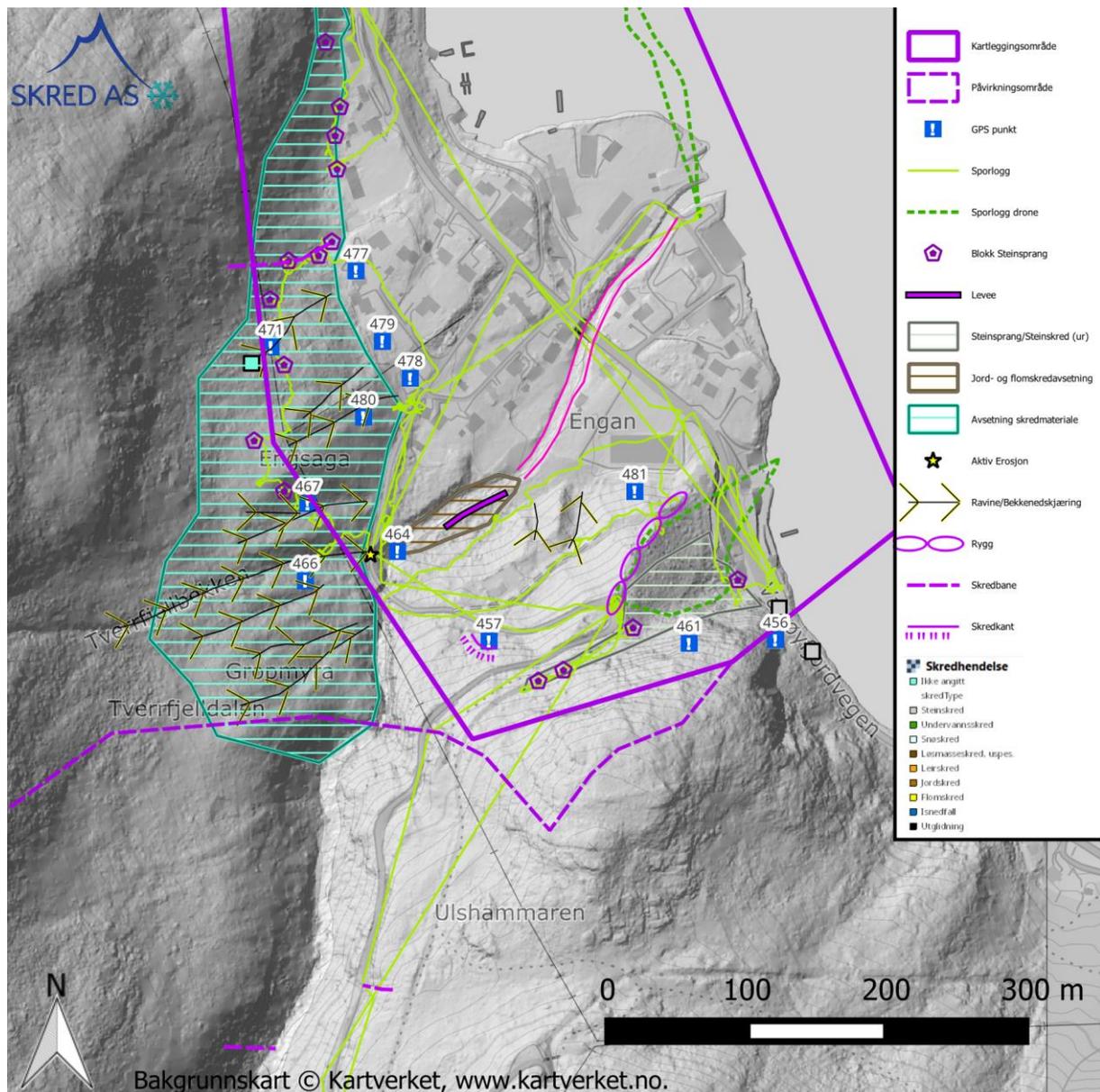
## 2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

Der elva Grytåa passerer gjennom bebyggelse i Engan sentrum er det etablert erosjonssikring langs begge elvekanter (NVE, 2023b). Utover dette er det ikke registrert andre relevante sikringstiltak for skred i kartleggings- eller påvirkningsområdet.

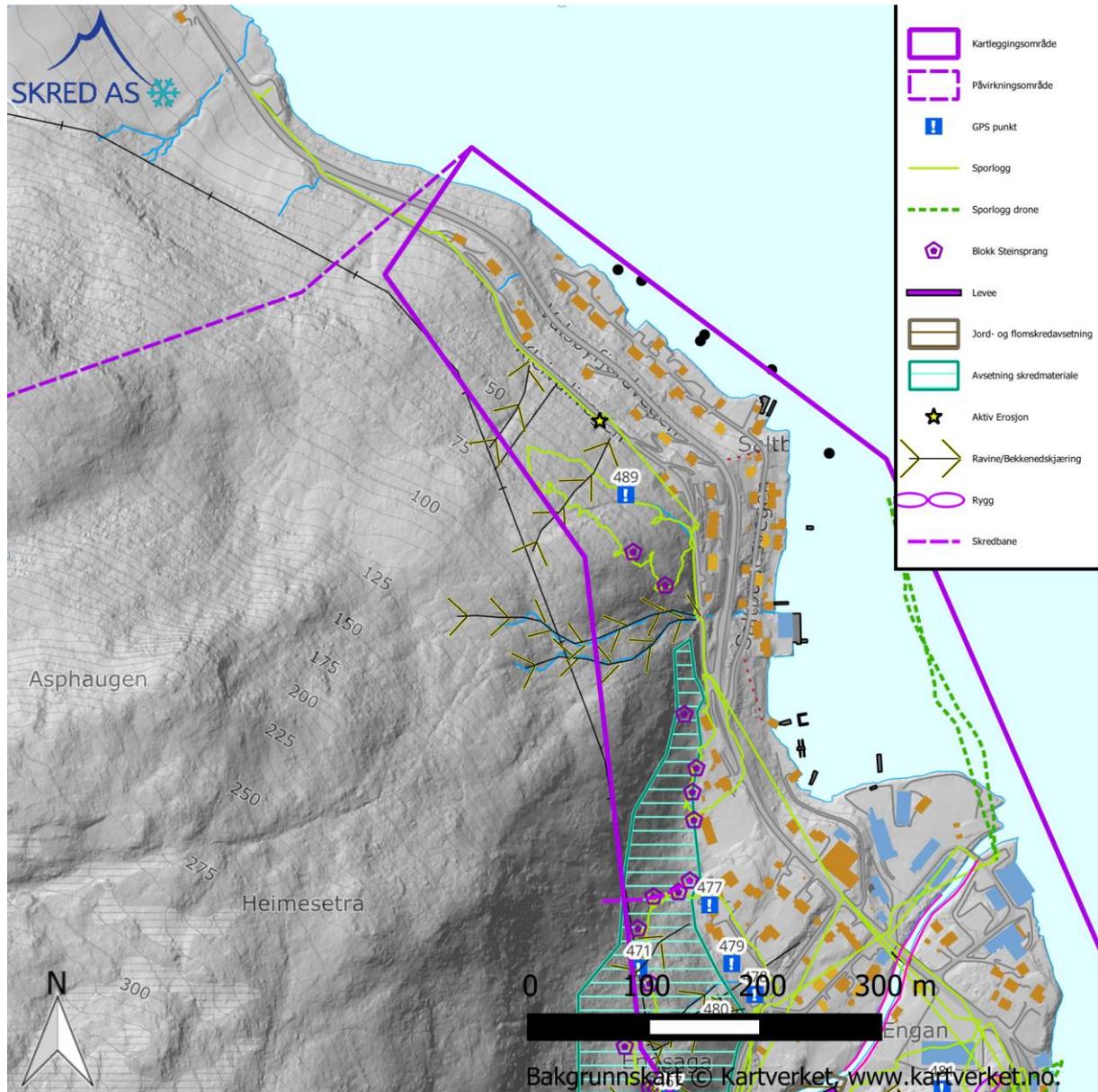
## 2.10 Befaring

Befaring i området ble utført 2023-05-31 av Henrik Langeland, Skred AS. Værforholdene under befaring var gråvær og skyet, og med litt regnvær i siste del av befaring. Det er benyttet digitale kart underveis på befaring, og registreringer er gjort direkte i disse kartene. Sporlogg og registreringer fra befaring er vist i registreringskartet i Figur 18, Figur 19 og Tabell 3.

Vurderte løснеområder er lagt inn i figurer for modelleringene (Kapittel 3) og derfor ikke vist i registreringskartet. Dette ettersom registreringskartet vurderes å bli uoversiktlige med for mye informasjon.



Figur 18: Registreringskart for sørlig del av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 3.



Figur 19: Registreringskart for nordlig del av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 3.

Tabell 3: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.

Nr	Dato	Kommentar
456	2023/05/31 11:23	Steinsprang i vinter. Kilde lokal
457	2023/05/31 11:26	Utglidning løsmasse, men generelt tynt løsmassedekke, bilde 1127. Vann ledes fra veg og ned i løsmasseskråning, som trolig er fylling fra veg. Øker sannsyn for utglidning.
464	2023/05/31 12:09	Dyp elvedal
466	2023/05/31 12:13	Tett granskog, men bratt løsmassedekke. Ingen tegn til utglidning
467	2023/05/31 12:18	Lite bekkeløp i ravine
471	2023/05/31 12:28	Bekk i løsmasser
477	2023/05/31 12:44	Ur ut til hit
478	2023/05/31 13:03	Hus bygd i 1952. Kilde huseier
479	2023/05/31 13:03	Hus bygd i 1953. Kilde lokal huseier
480	2023/05/31 13:04	Huseier ikke kjennskap til utglidning
481	2023/05/31 13:35	Løsmasseskråning
489	2023/05/31 14:21	Gravd veg med mulig noen steinsprang

## 3 Skredfarevurdering

### 3.1 Steinsprang

Det er flere skrenter brattere enn 45° som er potensielle løснеområder for steinsprang i kartleggingsområdet og i påvirkningsområdet. Høydeforskjellen for bergskrentene er generelt små, men det er registrert skredavsetninger som ur, samt at det er registrert enkeltblokker med utløp utenfor ur-avsetninger. Det er også registrert et steinsprang med utløp ned mot bebyggelsen i februar 2023.

For å beregne mulig utbredelse og bevegelsesmønster for steinsprang fra kildeområdene, som støtte til vurdering av steinsprangfare, for skredscenario med nominell årlig sannsynlighet 1/1000, er det simulert utløp for steinsprang med den dynamiske 3D modellen RAMMS Rockfall (RAMMS::ROCKFALL v 1.6.70). Modellingene er også sammenlignet med registrerte skredavsetninger.

Modellen krever input fra digital terrengmodell, definisjon av løснеområder, samt blokkstørrelse og blokkform. En kan også definere verdier for energidemping basert på grunnforhold, og friksjon fra skog. Følgende kommentarer er knyttet til RAMMS Rockfall beregningene i dette prosjektet:

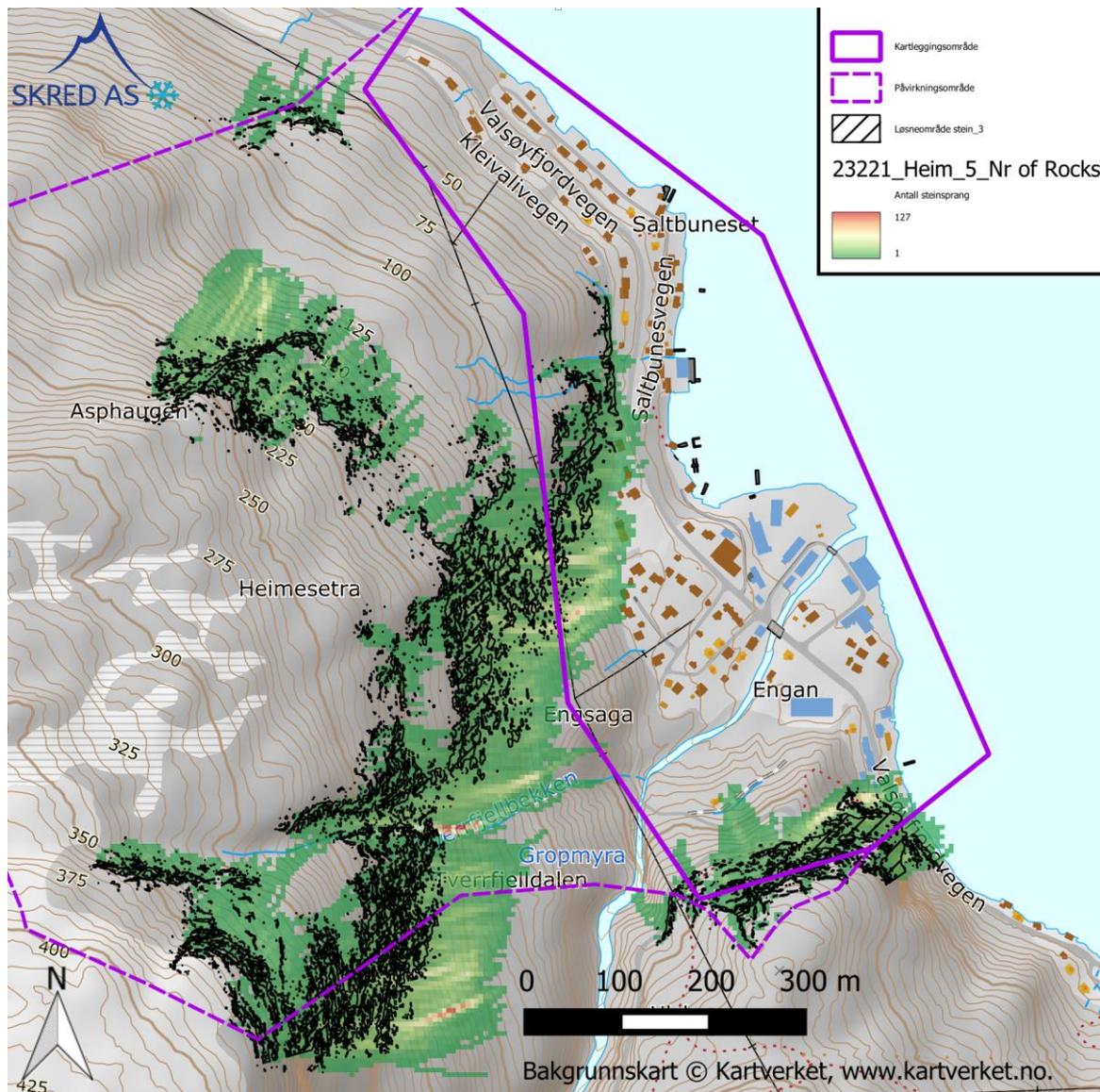
- Løснеområder er definert på kart, der løснеområder er definert som helling over 45 grader. Det er likevel gjort en manuell vurdering av løснеområder til modellering basert på hva som vurderes å være relevant for kartleggingsområdet.
- Digital terrengmodell med 5 m oppløsning er benyttet i modellen.
- Kantet, avlange blokker som input (Equant 2.0). Det er simulert med flere ulike volum for steinsprangblokker, 1 m<sup>3</sup> og 2 m<sup>3</sup> fra definerte løснеområder.
- Med utgangspunkt i ulike løснеområder er totalt antall simuleringer pr modell mellom ca. 3800-5500, fordelt på ca. 1900-2700 kildepunkt. Det er da benyttet 2 vilkårlige orienteringer på blokker som modelleres.
- Verdier for mykhet i terrenget (som myr, bart fjell, ur, etc.) er lagt inn i modellen basert på observasjoner i felt, samt ved bruk av flyfoto og fjellskyggekart.
- Det er kjørt modelleringer med og uten skog i modellen. Grunnlagsdata for skog er hentet fra SR16 vektorkart, som generaliserer SR16 rasterkartet til større segmenter (polygoner) av relativ homogen skog. Grunnflatedata (m<sup>2</sup>/ha) er benyttet fra SR16 og definert i tre skogsklasser etter RAMMS::Rockfall manual (åpen skog 20-34 m<sup>2</sup>/ha, medium skog 35-49 m<sup>2</sup>/ha og tett skog > 50 m<sup>2</sup>/ha). Litteraturstudie med fokus på sammenhengen mellom skog og skred viser at det er mindre relevant å vurdere skogens energidempende effekt på steinsprang over 2 m<sup>3</sup> (NGI, 2015).

Modelleringen bekrefter registreringer i felt som viser at steinsprang kan nå inn i kartleggingsområdet både med og uten skog i modellen (Figur 20 og Figur 21). Økende blokkstørrelse gir lengre utløp, og utløpene er betydelig lengre inn i kartleggingsområdet uten skog versus med skog i modellen.

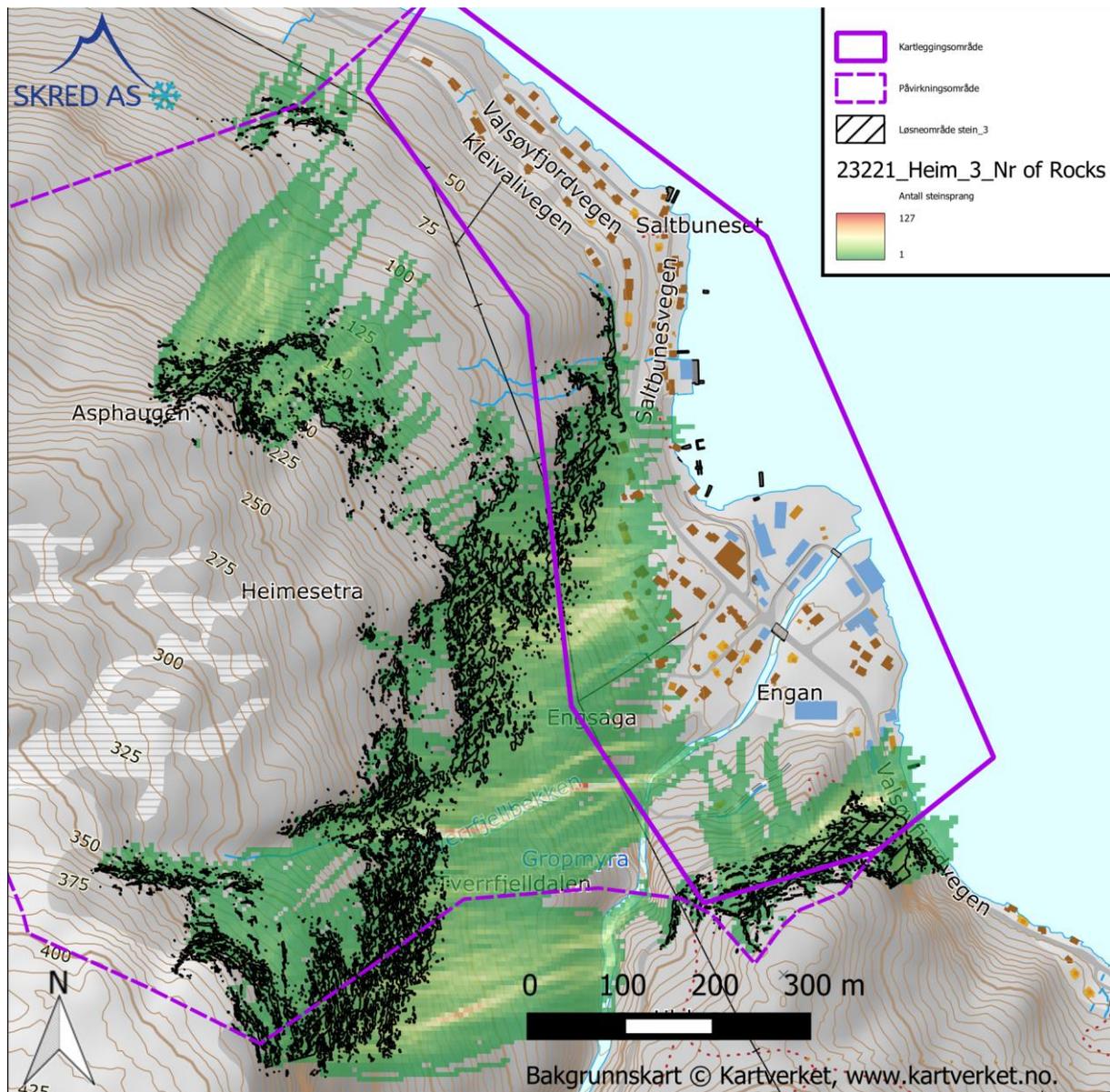
Dagens skogsforhold har derfor avgjørende betydning for utbredelse av steinsprang i kartleggingsområdet, noe også befaring av steinspranget fra 2023-02-21 viser. Dersom en fjerner skog i området kan dette derfor påvirke utløpslengder av steinsprang.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet:

- under dagens skog-forhold; er større enn 1/100 og 1/1000 for store deler av kartleggingsområdet.
- uten skog; er større enn 1/100 og 1/1000 for store deler av kartleggingsområdet, men dekker en betydelig større del av kartleggingsområdet enn for vurderingen med dagens forhold.



Figur 20: Eksempel modellering av  $1 \text{ m}^3$  steinsprang mot kartleggingsområdet med skog.



Figur 21: Eksempel modellering av  $1 \text{ m}^3$  steinsprang mot kartleggingsområdet uten skog.

### 3.2 Steinskred

Det er ikke tegn til at større bergpartier i påvirkningsområdet har falt ut samtidig, eller identifisert strukturer som kan tyde på en slik prosess. Det er heller ikke registrert løsneområder eller skredavsetninger som kan tyde på at det har forekommet utfall av større steinskred.

InSAR-data for fjellsiden i påvirkningsområdet viser ikke tegn til bevegelse i større bergparti i den bratte delen av fjellsiden, men dataene dekker kun platået på fjellet høyere enn ca. 300 moh. og gir slik sett ikke et helt dekkende bilde.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er mindre enn  $1/1000$ .

### 3.3 Snøskred

Terrenget innenfor påvirkningsområdet inneholder flere bratte partier (>25-27°), hvor snøskred i teorien kan forekomme (Tabell 4), men det er ikke registrert aktive snøskredbaner eller snøskredskadet skog. I utgangspunktet kan snøskredfaren utelukkes basert på at det er tilfredsstillende skog som hindrer utløsning av skred i en slik utstrekning at det vurderes at det ikke kan gå skred ned til kartleggingsområdet. Likevel, siden skredfarevurderingen også skal vurdere en situasjon uten skog er det identifisert store løснеområder for snøskred som dermed blir aktuelle og som må vurderes.

Vi har benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Avalanche (RAMMS::AVALANCHE v1.8.0.) til å simulere utløp av snøskred fra de aktuelle løśnieområdene uten skog. Løøgneområdene er bestemt ut fra analyse av terrenghelling og er generalisert i store områder. En feilkilde for modelleringen er at det ikke er registrert relevante snøskredhendelser eller avsetninger i området som kan benyttes for kalibrering av modellen.

I NVE veileder (NVE, 2023a) anbefales det å benytte 3-døgns nedbør for bruddhøyde. Klimaanalysen for 3-døgns vinternedbør angir en bruddhøyde på 0,7-0,85 meter for en returperiode lik henholdsvis 100 år og 1000 år basert på klimaanalyse fra topp 428. På bakgrunn av analyser av dominerende vindretning i høyden, også vind ved nedbør som snø, kan dominerende vindretning gi snødrift inn i løøgneområder. Terrenget er også bratt i løøgneområdene og det er derfor vanlig å justere bruddhøyde etter terrenghelling. For å ta høyde for blir bruddhøyde i dimensjonerende skredscenario større enn 3 døgnsnedbør og det vurderes at det kan forekomme bruddhøyde på over 1 meter, hvilket anses som realistisk i høyereliggende områder. Vi har likevel differensiert dette ut fra høyde over havet ved input til modelleringen, og benyttet bruddkanthøyder mellom 0,5 meter og 1,1 meter for de ulike løøgneområdene for skredscenario med nominell årlig sannsynlighet 1/1000. Skredvolumene i løøgneområdene varierer da mellom ca. 2072-55400 m<sup>3</sup> for skredscenario med nominell årlig sannsynlighet 1/1000 (Tabell 4).

Standard friksjonsverdier i RAMMS ( $\mu$  og  $\xi$ ), basert på volum og gjentaksintervall - «large» og «300 år», er benyttet for simulering av utløpslengde til snøskred. Høydenivåene (standardinnstillingen er 1500 og 1000 moh.) er endret til 500 og 250 moh. basert på kalibrering mot norske forhold og erfaring med modelleringer i tilsvarende forhold (NVE et al., 2015). Det er benyttet 5 m x 5 m oppløsning på beregningene og det er ikke benyttet skog i modelleringen.

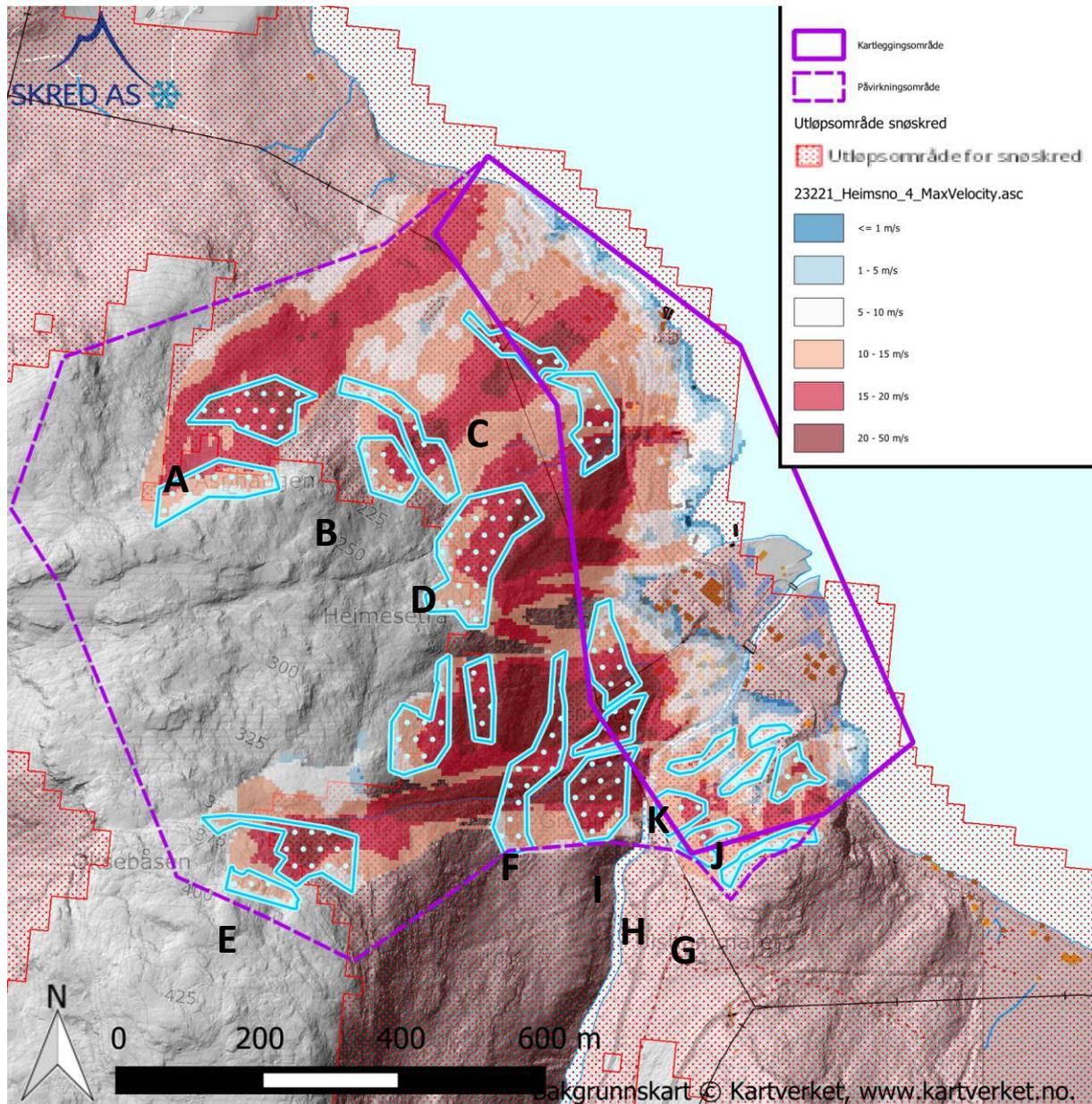
Tabell 4: Bruddhøyder, løsnevolum beskrivelse løsneområde for snøskred med nominell årlig sannsynlighet 1/1000.

Løsneområde	Bruddhøyde (m)	Volum (m <sup>3</sup> )	Beskrivelse
A1	0,8	7453	Bratt og stegvis, men samler snø på sørøstlig vindretning
A2	0,8	8879	Jevnt, samler snø på vest og sørøst vindretning
B1	0,9	5903	Noe botnformasjon, men samler snø på vest-sørvestlig vindretning
B2	0,7	5743	Jevnt, samler snø på vest-sørvestlig vindretning
C1	0,6	2630	Jevnt og plant, trolig lite snøtransport
C2	0,6	5092	Botnformasjon langs bekken, samler snø på vest-sørvestlig vindretning
D1	1	19734	Stort og plant, samler snø på vest vindretning
D2	1	9021	Jevnt og plant, samler snø på vest vindretning
D3	0,8	3578	Jevnt og plant, samler snø på vest vindretning
E1	1,1	4086	Noe botnformasjon i deler av området, samler snø på sørøst vindretning
E2	1,1	12766	Sluktfformasjon, kan samle snø på vest og sørøst vindretning
F1	0,6	7469	Botnformasjon som kan samle snø på vest vindretning
F2	0,5	5331	Ravineformasjoner i løsneområdet som kan samle snø, trolig lite vindtransport
F3	0,5	2093	Ravineformasjoner i løsneområdet som kan samle snø, trolig lite vindtransport
F4	0,5	3546	Ravineformasjoner i løsneområdet som kan samle snø, trolig lite vindtransport
G	1	2980	Konveks form, samler snø på sørøst vindretning
H	0,8	2402	Jevnt og plant, samler snø på sørøst vindretning
I	0,6	2189	Jevnt og plant, trolig lite vindtransport
J1	0,5	1078	Jevnt og plant, trolig lite vindtransport
J2	0,5	1675	Jevnt og plant, trolig lite vindtransport
K1	0,5	1057	Noe botnformasjon og raviner, trolig lite vindtransport
K2	0,5	585	Konveks form, trolig lite vindtransport

Modelleringen viser at dersom det ikke er skog i fjellsiden, slik at snøskred kan løsne fra de store løsneområdene, kan snøskred ha utløp helt til Valsøyfjorden og langt inn i bebyggelsen på Engan (Figur 22). De modellerte utløpslengdene (Figur 22) har tilsvarende form som

aktsomhetssonene fra NVE, men noe kortere utløp, og synes å være en realistisk modell gitt en nominell årlig sannsynlighet lik 1/1000 uten skog.

Dagens skogsforhold har dermed svært stor betydning for faren for snøskred i løснеområdet, både på løснеområder og på utløpslengde for snøskred. Dersom en fjerner skog i området, kan dette derfor påvirke løsnesannsynlighet og utløpslengde for snøskred.



Figur 22: Eksempel modellering snøskred uten skog med aktsomhetszone snøskred fra NVE.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet:

- under dagens skog-forhold; er mindre enn 1/1000.
- uten skog; er større enn 1/100 og 1/1000 for store deler av kartleggingsområdet.

### 3.4 Jordskred

Befaring, NGUs løsmassekart, skyggekart og flyfoto indikerer at det i stor grad er usammenhengende og tynt løsmassedekke over berggrunn. Stedvis er det registrert mindre raviner og erosjonsspor, men det er ikke registrert store vifte- eller lobeformede avsetninger som antas å stamme fra jordskred. Det er heller ikke registrert aktive og ferske løsneområder for jordskred, men lengst sør i kartleggingsområdet er det tolket å være et eldre utløsningsområde for grunt jordskred opp mot Ulshammaren.

Skogsdekket går høyt i området og det vurderes at vegetasjon har positiv effekt på stabiliteten i de grunne løsmassene, ved at eksempelvis røttene binder opp løsmasse og skaper stabilitet, trekronene virker som vannfordrøyer ved at de begrenser mengden vann som lander direkte på bakken og slik demper de erosjon og røttene tar opp vann fra løsmassedekket. Skredfarevurderingen skal også vurdere en situasjon uten skog og det er identifisert noen mulige løsneområder for grunne jordskred i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet på bakgrunn av terrenghelling, spor på skyggekart og hvordan vann strømmer gjennom terrenget.

Vi har modellert mulige utløp av grunne jordskred fra disse løsneområdene ved hjelp av programvaren RAMMS::Debris Flow (RAMMS::Debris Flow v1.8.0). En mulig feilkilde for modelleringen er at det ikke er registrert relevante grunne jordskredhendelser eller avsetninger i området som kan benyttes for kalibrering av modellen.

I modelleringen har vi benyttet «block release» som utløsningsmekanisme i løsneområder, standard friksjonsparametre for jordskred og erosjonsmodul etter gjeldende anbefalinger fra FoU-prosjekt (Skred AS, 2020), med inputparameter vist i Tabell 5 og Tabell 6.

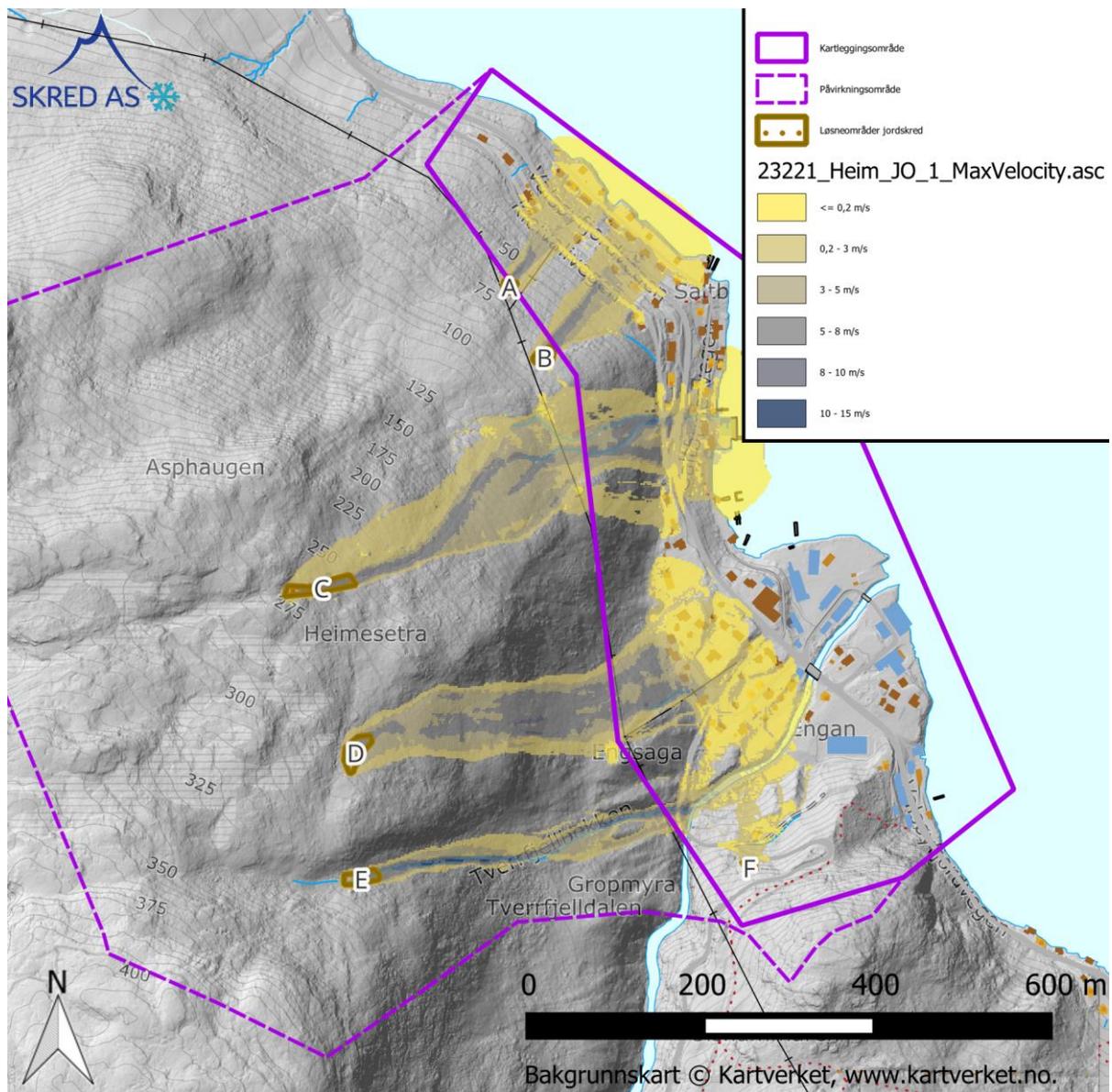
Tabell 5: Løsneområder og løsnevolum for skredscenario jordskred.

Løsneområder											
A		B		C		D		E		F	
Brudd kant (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Brudd kant (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Brudd kant (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Brudd kant (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Brudd kant (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Brudd kant (m)	Vol (m <sup>3</sup> )
0,5	120	0,5	195	0,5	493	0,5	403	0,5	291	0,25	24
1	239	1	389	1	985	1	806	1	582	0,5	48,5

Modelleringen viser at selv små løsnevolum kan erodere løsmassedekket i skredbanen og dermed utvikle relativt store løsmasseskred med utløp inn i kartleggingsområdet. Figur 23 viser modellering med 1 meter bruddhøyde, men det er generelt liten forskjell på 0,5 m og 1 meter bruddhøyde.

Tabell 6: Inputparametere for modellering.

	Oppløsning DTM (m)	Friksjonsparameter	Løsneomr.	Høyde blokk (m)	Erosjonsrate (m/s)	Potens. erosjons - dybde (m/kPa)
Skråninger med tegn på / potensial for jordskred med 50 - 300 m fallhøyde	2	$\xi = 200 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,2$	10 -15 m høydeforskjell	1	0,013 (std. verdi for tett lagret løsmasse)	0,05 eller 0,01



Figur 23: Eksempel modellering av utbredelse grunne jordskred uten skog.

Dagens skogsforhold har dermed svært stor betydning for faren for at grunne jordskred skal kunne løsne, men vegetasjon kan også begrense utløpslengde for grunne jordskred. Dersom

en fjerner skog i området kan dette derfor påvirke løsnessannsynlighet og utløpslengde for jordskred.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for grunne jordskred i kartleggingsområdet:

- under dagens skog-forhold; er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet.
- uten skog; er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet.

### 3.5 Flomskred

Flomskred kjennetegnes ved at de starter i bratte elve- og bekkeløp ved erosjon av løsmasser, og kan også initieres som jordskred i sideterreng til elve- og bekkeløp. Flomskred er vannrike og hurtige, og kan også transportere med seg store mengder løsmasser i skredløpet.

Det er ingen kjente flomskredhendelser i området. Det er likevel trolig forekommet vann og masseførende skredhendelser som er avsatt langs elva Grytåa helt sør i kartleggingsområdet. Der de to bekkeløpene som går nordøstover fra Heimesetra når ned til søndre del av Kleivalivegen er bekkeløpet delvis blankskurt til berg og dette kan også indikere erosjon og massetransport.

Klimaanalyse viser at det kan forventes kraftig døgnetbør i området gjennom høsten og tidlig vinter, og dette kan være en utløsende faktor for flomskred i kombinasjon med eksempelvis sterk snøsmelting og høy vannføring i elver og bekker.

Vi har også vurdert faren for flomskred langs Grytåa som eksempelvis utløses ved at grunne jordskred eller steinsprang demmer opp elveløpet under Valsøyfjord inntaksdam (ca. 188 moh.) og at masser eroderes som følge av stor vassføring eller brist av en slik «skred-demning». Gradienten på Grytåa, sett fra inntaksdammen (ca. 188 moh.) og til Valsøyfjorden (0 moh.) er mindre enn 6 grader på denne strekningen, men selvsagt med kortere brattere strekk som ikke kommer frem på en generell vurdering av gradient. Det vurderes derfor at elveløpet generelt er for slakt til at eventuelle flomskred, også fra eksempelvis grunne jordskred som demmer opp elveløpet, vil kunne ha lange utløpslengder langs Grytåa. Det er imidlertid et bratt parti i Grytåa i overgangen inn i påvirkingsområdet som kan gi flomskred inn i sørlige del av kartleggingsområdet langs Grytåa.

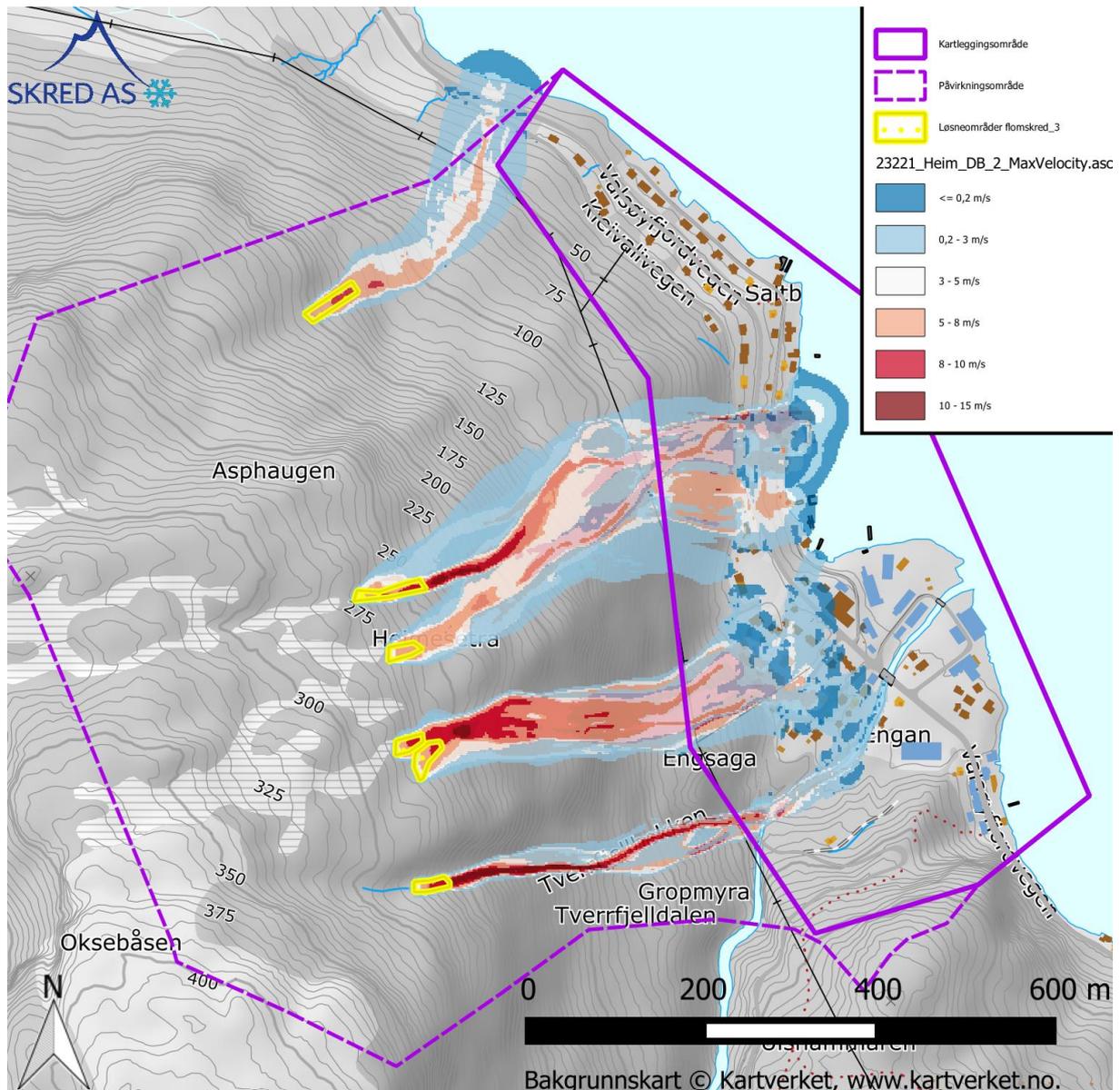
Vi har modellert mulige utløp av flomskred ved hjelp av programvaren RAMMS: Debris Flow (RAMMS::Debris Flow v1.8.0). En feilkilde for modelleringen er at det ikke er registrert relevante flomskredhendelser eller avsetninger i området som kan benyttes for kalibrering av modellen.

I modelleringen har vi benyttet «block release» som utløsningsmekanisme i løsneområder med 1 meter løsehøyde og erosjonsmodul etter gjeldende anbefalinger fra FoU-prosjekt (Skred AS, 2020). Oppløsning på terrengmodellen benyttet for modellering er 2 m x 2 m, friksjonsparametere er  $\xi = 400 \text{ m/s}^2$  og  $\mu = 0,1$  for skredscenario med nominell årlig

sannsynlighet 1/1000. Det er variert med kjøringer med og uten erosjon langs skredløpet og volum i løsneområdene. Det er modellert med løsnevolum lik 3300-3600 m<sup>3</sup>, der de største volum er vurdert representative for skredscenario med nominell årlig sannsynlighet 1/1000.

Tabell 7: Løsnevolum for skredscenario flomskred.

Løsneområde	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Volum (m <sup>3</sup> )	700-950	600-822	428-570	400-546	450-600	722



Figur 24: Eksempel modellering av utbredelse flomskred uten skog.

Skog vil ha effekt på utløsning av flomskred ettersom det forankrer løsmasser i sidekantene til bekke- og elveløp, binder vann i løsmassedekket og kan forhindre kraftig erosjon av løsmassedekket fra regn. Det er ikke modellert med skog da utløsning av flomskred er

vurdert å være mindre sannsynlig med dagens skogsdekke. Når flomskred først har løsnet og følger skredbane langs bekke- eller elveløp har skog mindre effekt eksempelvis der skredbanene er kanalisert og kun har begrenset med skog i løpet. Skog har imidlertid noe effekt der skredmassene spres seg utover i terreng med skog.

Modelleringsresultat viser at erosjon og utvikling av flomskred med «block release» lik 1 meter høyde i bekkene og dreneringssporer i det bratte terrenget kan gi flomskred med lange utløp i kartleggingsområdet (Figur 24). Flomskredene følger dreneringssporer og forsenkinger i terrenget.

Dagens skogsforhold har betydning for faren for at flomskred skal kunne løsne, men vegetasjon kan også begrense utløpslengde for flomskred. Dersom en fjerner skog i området kan dette derfor påvirke løsnings sannsynlighet og utløpslengde for flomskred.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet:

- under dagens skog-forhold; er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet.
- uten skog; er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet.

### 3.6 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terreng- og hydrologiske forhold, og utløses etter forskjellige mekanismer. Identifisering av løsneområder for sørpeskred kan være krevende, men NVE har utgitt en FOU-rapport som tar for seg klassifisering og beskrivelse av de mest typiske løsneområdene (NVE, 2021). I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner.

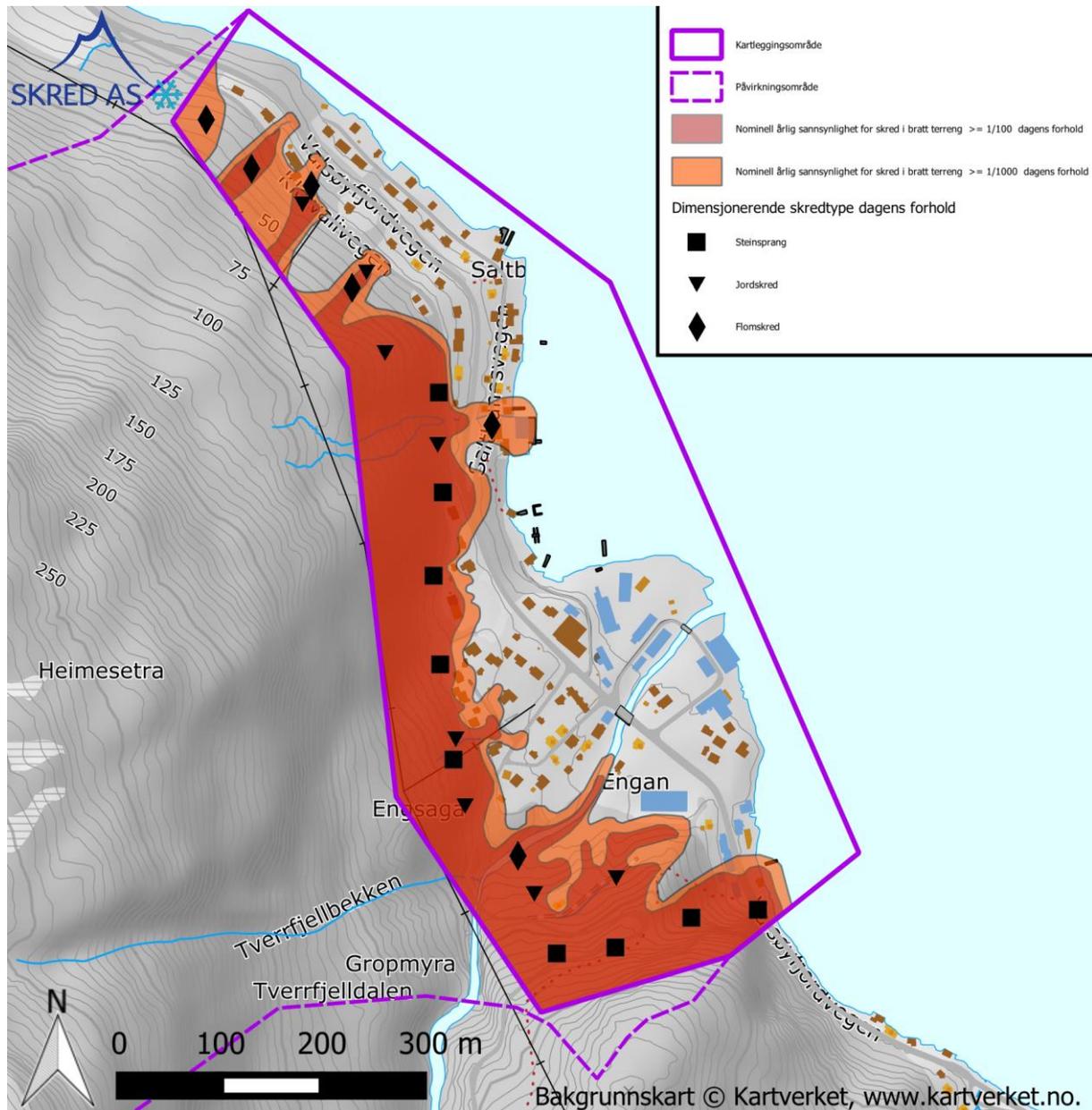
Det vurderes at det topografisk kan være løsneområder for sørpeskred over ca. 300 moh. i påvirkningsområdet der skogsdekket er spredt og terrenghellingen er lav. Likevel vurderes nedbørsfeltet å være begrenset i øvre del av påvirkningsområdet og sannsynligheten for utløsning av store sørpeskred vurderes å være lav også ettersom snødekkehøyden er begrenset. Likevel kan det trolig utløses mindre sørpeskred, også i områder med vegetasjon, i kombinasjon med sterk snøsmelting og kraftig avrenning fra nedbør. Slike skredhendelser kan oppstå i kombinasjon med flomskred/jordskred og vurderes å følge samme løp. Det er derfor ikke laget egne faresoner for sørpeskred da dette vurderes å ikke være dimensjonerende.

Dagens skogsforhold har betydning for faren for at sørpeskred skal kunne løsne, og vegetasjon kan også begrense utløpslengde for sørpeskred. Dersom en fjerner skog i området kan dette derfor påvirke løsnings sannsynlighet og utløpslengder for sørpeskred.

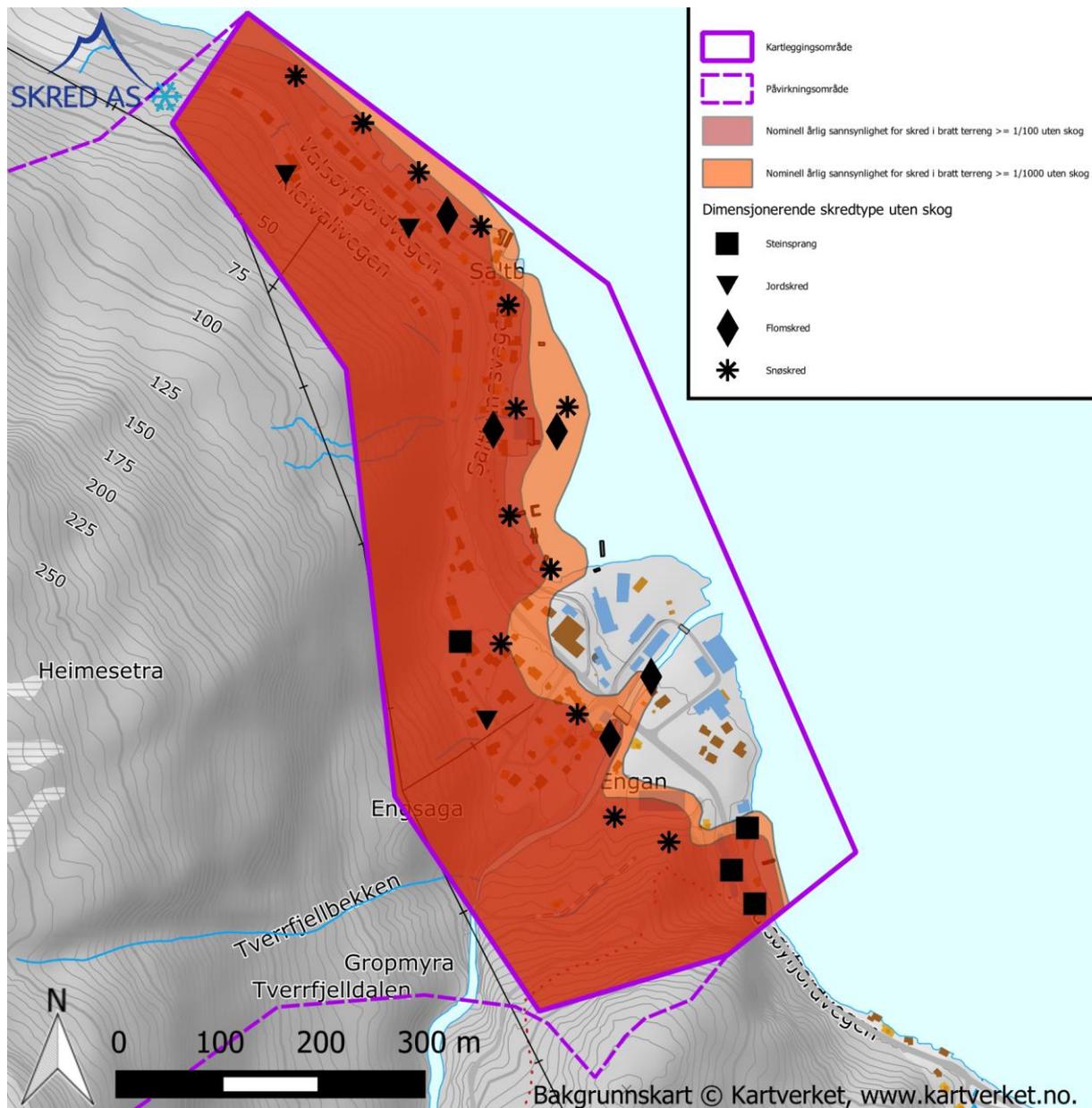
Vi vurderer at sørpeskred kan nå inn i kartleggingsområdet, men at det ikke er skredtypen med lengst utløp og dermed ikke er dimensjonerende for faresonen. Den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er likevel større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet uten skog.

### 3.7 Samlet skredfare

Vi vurderer at den samlede skredfaren er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av området både med dagens skogsforhold og uten skog. Dimensjonerende skredtyper er steinsprang, flomskred og jordskred for dagens vegetasjonsforhold (Figur 25), og snøskred, jordskred, flomskred og steinsprang for en situasjon uten skog (Figur 26).



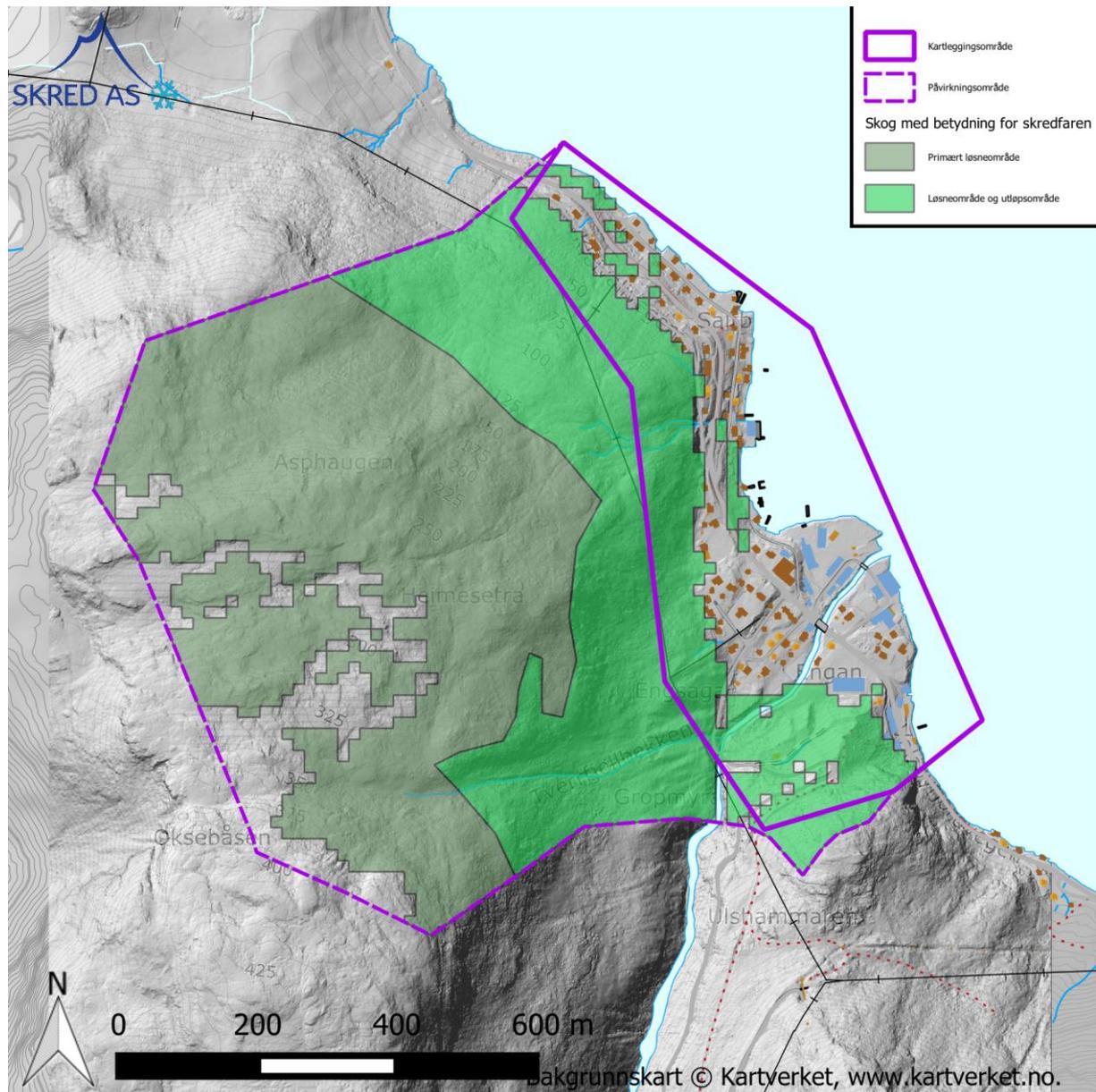
Figur 25: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet for dagens situasjon.



Figur 26: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet for en situasjon uten dagens skog.

### 3.8 Skog med betydning for skredfaren

Skog som vurderes å ha betydning for skredfaren i området er avmerket på kartet i Figur 27. Skogens betydning er beskrevet under hvert delkapittel i skredfarevurdering, se kapittel 3.1-3.6. Skogen som står i dag har stor betydning for både utløsning og utløpslengde til flere av de dimensjonerende skredtypene, og dersom deler av skogen planlegges fjernet anbefales det å gjøre en kvalifisert vurdering av hvordan dette påvirker faren for skred i bratt terreng i kartleggingsområdet før en starter opp skogdrift.



Figur 27: Skog med betydning for skredfare.

### 3.9 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det foreligger ingen tidligere skredfareutredninger for området, og det er således heller ingen avvik mellom vår vurdering og tidligere skredfareutredninger.

### 3.10 Stedsspesifikk usikkerhet

Det vurderes å være usikkerhet knyttet til at det er begrenset skredhistorikk i område, og spesielt for forhold uten skog.

### 3.11 Mulighet for å redusere faresonene

Det kan være mulig å redusere faresonene som gjelder for dagens forhold ved sikringstiltak som eksempelvis barrierer mot fjellsiden og løsneområdene. Andre tiltak kan også være aktuelle, men det krever en egen vurdering å se på alternativer.

Faresonene som gjelder for forhold uten skog viser betydningen av dagens vegetasjon og det anbefales å gjøre en kvalifisert vurdering av hvordan skogen som planlegges fjernet påvirker faren for skred i bratt terreng i kartleggingsområdet før en starter opp skogdrift.

Utarbeiding av eventuelle skredsikringstiltak krever mer detaljert planlegging. Skred AS kan tilby bistand i alle faser, fra utredning og planlegging av mulige sikringsløsninger, til detaljprosjektering og oppfølging under utførelse.

## 4 Konklusjon

Skred AS har utført en vurdering av kartleggingsområde Engan i Heim kommune for sikkerhetsklasse S1 og S2. Vi konkluderer med at den nominelle årlige sannsynligheten for skred i kartleggingsområdet er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet, både for dagens situasjon og en situasjon uten vegetasjon i kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet.

Dimensjonerende skredtyper er steinsprang, flomskred og jordskred for dagens vegetasjonsforhold, og snøskred, jordskred, flomskred og steinsprang for en situasjon uten vegetasjon, men sørpeskred er også aktuelt for deler av faresonene.

Kravet om sikkerhet mot skred iht. TEK17 § 7-3 sikkerhetsklasse S1 og S2 er ikke oppfylt for deler av kartleggingsområdet.

## 5 Referanseliste

- Asplan Viak, NVE, 2023. AV-Klima [WWW Document]. URL <https://nve-av-klima.azurewebsites.net>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Kartverket, 2023. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- NGI, 2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NVE Ekstern rapport 11/2021.
- NGI, 2015. Skog og skred: Forslag til kriterier for vernskog mot skred. Rapport 20120078-01-R. Oslo.
- NGU, 2023a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)
- NGU, 2023b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2023c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- NIBIO, 2023. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2023. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE, 2023a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2023b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2023c. NVE API [WWW Document]. URL [api.nve.no](https://api.nve.no)
- NVE, 2023d. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=324fef546d5c45fe86482f69496b5f7e>
- NVE, 2021. FOU 80606 - Identifisering av løsneområder for sørpeskred.
- NVE, Jernbaneverket, Statens vegvesen, 2015. Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred - Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7 Skred og flomsikring.
- Skred AS, 2020. FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred. Casestudier og anbefalinger for bruk. NVE Eksternrapport nr. 20/2020.
- Statens vegvesen, 2023. Vegkart [WWW Document]. URL <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2023. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.norgebilder.no>



# Egenerklæring for kompetanse

Skred AS erklærer seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til NVE veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (<https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>).

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter <sup>1</sup> , veiledere <sup>2</sup> , retningslinjer <sup>3</sup> og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør.  De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.	X		Se tabell med fastansatt faglig personell nedenfor. CV kan tilsendes ved behov.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	X		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

<sup>1</sup> Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

<sup>2</sup> NVE veileder: Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak.

<sup>3</sup> NVE retningslinjer: Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014.

Kompetansen til våre medarbeidere ses i tabellen under.

Person	Utdanning	Erfaring med tilsvarende oppdrag fra-til	Erfaring med tilsvarende oppdrag år
Kalle Kronholm	<u>Naturgeograf</u> ; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2023	18
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2023	15
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2023	11
Nils Arne Kavli Walberg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2023	10
Henrik Langeland	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2023	9
Hallvard Nordbrøden	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2023	9
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2023	7
Sondre Lunde	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2023	6
Pål Lohne	<u>Geolog</u> ; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2023	3
Kristin Brandtsegg Lome	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2023	3