Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Fareutredning i henhold til NVEs veileder for skred i bratt terreng



Dokumenthistorikk - 10251459-R01

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	30.10.2026	Versjon til UKS	NODINH, NO1J3L, NOMOLI, NOLOHN	NOROAN, NOLOHN
01	<Dato>		<Navn>	<Navn>

Sammendrag

Denne rapporten presenterer faresonekart for skred i bratt terreng av utvalgte delområder i Sandnes kommune utført av Sweco Norge AS. Kartleggingen er utført i 7 delområder på forhånd utvalgt av NVE i samråd med kommunen. Delområdene er Sandbakk, Lutsi, Øvre Espeland, Helle og Mælsmoen, Nygård - Golhaug, Haukali og Forsand.

Kartleggingen omfatter faresoner for skred i bratt terreng og skredtypene: steinsprang og steinskred, jordskred, flomskred, sørpeskred og snøskred. Kartleggingen er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger som tar i betraktning lokale forhold. Utredning av faresoner for kvikkeleireskred og fjellskred er ikke en del av denne kartleggingen.

I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn. Faresoner for den samlede skredfaren fastsettes ut fra skredtype med lengst skredrekkevidde (dimensjonerende skredtype) for henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskred, og er utarbeidet i henhold til sikkerhetskravene i TEK17 §7.3.

I de kartlagte områdene i Sandnes kommune er det hovedsakelig steinsprang og jord- og flomskred som er de aktuelle skredtypene. Alle delområdene er belagt med faresoner, men det varierer mellom utelukkende lavere sannsynlighet for skred (≥1/1000- og ≥1/5000-sone) til enkelte steder høy sannsynlighet for skred (≥1/100). Fullstendig oversikt over faresoner, samt bebyggelse innenfor disse er gitt i vedleggene 1E-7E. Resultatene fra kartleggingen viser at totalt 23 bygninger ligger innenfor faresoner som tilsier at gjeldene krav ikke er oppfylt. De fleste av bygningene er lokalisert i delområdet Forsand, Haukali og Nygård-Golhaug.

Antall bygg innenfor de ulike faresonene som ikke tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet mot skred.

Delområde		**S1-bygg i faresone med nominell sannsynlighet ≥ 1/100**	**S2-bygg i faresone med nominell sannsynlighet ≥ 1/100 eller ≥ 1/1000**	**S3-bygg i faresone med nominell sannsynlighet ≥ 1/100, ≥ 1/1000, ≥ 1/5000**
Delområde 1	Sandbakk	0	1	1
Delområde 2	Lutsi	0	0	0
Delområde 3	Forsand	0	4	0
Delområde 4	Haukali	0	6	0
Delområde 5	Øvre Espedal	0	1	0
Delområde 6	Nygård-Golhaug	0	6	2
Delområde 7	Helle og Mælsmoen	0	2	0
TOTALT		**0**	**20**	**3**

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17 § 7-3) [1] 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 [2] og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

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

Innholdsfortegnelse

Dokumenthistorikk ii
Sammendrag ii
Forord iii
Innholdsfortegnelse iv
Vedleggsliste viii

1 Innledning 1
1.1 Bakgrunn 1
1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene 1
1.3 Skredtyper i bratt terreng 2
1.3.1 Steinsprang og steinskred 2
1.3.2 Jordskred 2
1.3.3 Flomskred 2
1.3.4 Sørpeskred 2
1.3.5 Snøskred 3

2 Generell områdebeskrivelse 4
2.1 Delområder 4
2.2 Topografi, geologi og geomorfologi 4
2.3 Generelt klima 7
2.3.1 Målepunkter 7
2.3.2 Klima 8
1.3.6 Vind 12
1.3.7 Observerte ekstremverdier nedbør og snødybde 12
2.3.3 Permafrost 13
2.3.4 Fremtidig klima 13
2.4 Digital terrengmodell 13

3 Metode 13
3.1 Kartleggings- og påvirkningsområdet 13
3.2 Skredhistorikk 14
3.3 Høydemodeller, skyggekart og helningskart 14
3.4 Avrenning 14
3.5 Topografi 14
3.6 Feltkartlegging 15
3.7 Registreringskart 15
3.8 Modellering 16
3.9 Skog 19
3.10 Fastsettelse av faresoner 19
3.11 Eksisterende sikring 19
3.12 Opptelling av skredutsatte bygninger 20
3.13 Generell usikkerhet 20
3.14 Flogstein og skredvind 20
3.15 Rapportens bilde- og kartvedlegg 20

4 Delområde 1 – Sandbakk 23
4.1 Områdebeskrivelse 23
4.2 Grunnlagsmateriale 24
4.2.1 Aktsomhetskart 24

4.2.2 Historiske skredhendelser 24
4.2.3 Tidligere skredfareutredninger 25
4.2.4 Eksisterende sikringstiltak 25
4.2.5 Berggrunn og løsmasser 25
4.2.6 Flyfoto og skråfoto 26
4.2.7 Skog 28
4.2.8 Drenering 30
4.3 Skredfarevurdering 30
4.3.1 Steinsprang 30
4.3.2 Steinskred 31
4.3.3 Snøskred 31
4.3.4 Jordskred 32
4.3.5 Flomskred 32
4.3.6 Sørpeskred 32
4.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 33
4.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 33
4.3.9 Andre farer 34
4.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 34

5 Delområde 2 – Lutsi 35
5.1 Områdebeskrivelse 35
5.2 Grunnlagsmateriale 36
5.2.1 Aktsomhetskart 36
5.2.2 Historiske skredhendelser 36
5.2.3 Tidligere skredfareutredninger 36
5.2.4 Eksisterende sikringstiltak 36
5.2.5 Berggrunn og løsmasser 36
5.2.6 Flyfoto og skråfoto 37
5.2.7 Skog 37
5.2.8 Drenering 39
5.3 Skredfarevurdering 39
5.3.1 Steinsprang 39
5.3.2 Steinskred 42
5.3.3 Snøskred 42
5.3.4 Jordskred 43
5.3.5 Flomskred 43
5.3.6 Sørpeskred 45
5.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 45
5.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 46
5.3.9 Andre farer 46
5.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 46

6 Delområde 3 – Forsand 47
6.1 Områdebeskrivelse 47
6.2 Grunnlagsmateriale 48
6.2.1 Aktsomhetskart 48
6.2.2 Historiske skredhendelser 48
6.2.3 Tidligere skredfareutredninger 48
6.2.4 Eksisterende sikringstiltak 49
6.2.5 Berggrunn og løsmasser 49
6.2.6 Flyfoto og skråfoto 51
6.2.7 Skog 51

6.2.8 Drenering 53
6.3 Skredfarevurdering 53
6.3.1 Steinsprang 53
6.3.2 Steinskred 57
6.3.3 Snøskred 57
6.3.4 Jordskred 58
6.3.5 Flomskred 60
6.3.6 Sørpeskred 61
6.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 62
6.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 63
6.3.9 Andre farer 63
6.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 63

7 Delområde 4 – Haukali 64
7.1 Områdebeskrivelse 64
7.2 Grunnlagsmateriale 65
7.2.1 Aktsomhetskart 65
7.2.2 Historiske skredhendelser 65
7.2.3 Tidligere skredfareutredninger 66
7.2.4 Eksisterende sikringstiltak 66
7.2.5 Berggrunn og løsmasser 67
7.2.6 Flyfoto 68
7.2.7 Skog 70
7.2.8 Drenering 71
7.3 Skredfarevurdering 71
7.3.1 Steinsprang 71
7.3.2 Steinskred 73
7.3.3 Snøskred 73
7.3.4 Jordskred 75
7.3.5 Flomskred 75
7.3.6 Sørpeskred 77
7.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 77
7.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 79
7.3.9 Andre farer 79
7.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 79

8 Delområde 5 – Øvre Espedal 80
8.1 Områdebeskrivelse 80
8.2 Grunnlagsmateriale 81
8.2.1 Aktsomhetskart 81
8.2.2 Historiske skredhendelser 81
8.2.3 Tidligere skredfareutredninger 82
8.2.4 Eksisterende sikringstiltak 82
8.2.5 Berggrunn og løsmasser 82
8.2.6 Flyfoto 83
8.2.7 Skog 84
8.2.8 Drenering 86
8.3 Skredfarevurdering 87
8.3.1 Steinsprang 87
8.3.2 Steinskred 90
8.3.3 Snøskred 92
8.3.4 Jordskred 94

8.3.5 Flomskred 96
8.3.6 Sørpeskred 97
8.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 98
8.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 98
8.3.9 Andre farer 99
8.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 99

9 Delområde 6 – Nygård – Golhaug 100
9.1 Områdebeskrivelse 100
9.2 Grunnlagsmateriale 101
9.2.1 Aktsomhetskart 101
9.2.2 Historiske skredhendelser 101
9.2.3 Tidligere skredfareutredninger 101
9.2.4 Eksisterende sikringstiltak 101
9.2.5 Berggrunn og løsmasser 102
9.2.6 Flyfoto og skråfoto 102
9.2.7 Skog 104
9.2.8 Drenering 105
9.3 Skredfarevurdering 105
9.3.1 Steinsprang 105
9.3.2 Steinskred 106
9.3.3 Snøskred 106
9.3.4 Jordskred 108
9.3.5 Flomskred 108
9.3.6 Sørpeskred 113
9.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 114
9.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 115
9.3.9 Andre farer 115
9.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 115

10 Delområde 7 - Helle og Mælsmoen 116
10.1 Områdebeskrivelse 116
10.2 Grunnlagsmateriale 117
10.2.1 Aktsomhetskart 117
10.2.2 Historiske skredhendelser 117
10.2.3 Tidligere skredfareutredninger 118
10.2.4 Eksisterende sikringstiltak 118
10.2.5 Berggrunn og løsmasser 118
10.2.6 Flyfoto og skråfoto 119
10.2.7 Skog 120
10.2.8 Drenering 122
10.3 Skredfarevurdering 122
10.3.1 Steinsprang 122
10.3.2 Steinskred 125
10.3.3 Snøskred 125
10.3.4 Jordskred 127
10.3.5 Flomskred 128
10.3.6 Sørpeskred 130
10.3.7 Hva er den samlede skredfaren? 130
10.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning 131
10.3.9 Andre farer 131
10.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter 131

11 Referanser 132

Vedleggsliste

- Vedlegg 1-7A – Bilder
- Vedlegg 1-7B – Helningskart
- Vedlegg 1-7C – Registreringskart
- Vedlegg 1-7D – Modelleringskart
- Vedlegg 1-7E – Faresonekart dagens vegetasjonsforhold inkludert skog med betydning for faresonene
- Vedlegg 1-7F – Faresonekart uten skog

Generelle vedlegg:

- Vedlegg 8 – Egenerklæringsskjema
- Vedlegg 9 – UKS fra tredjepart
- Vedlegg 10 – Swecos tilsvar til UKS

1 Innledning

Rapporten presenterer resultatet av skredfarekartleggingen for utvalgte områder i Sandnes kommune utført av Sweco Norge AS. Oppdraget er organisert og finansiert gjennom NVE. Rapportens kapittel 1 er et standardkapittel utarbeidet av NVE. Faresonene utarbeidet kan man se i Vedlegg E under hvert delområde, og vil bli tilgjengelig i digital form på NVEs nettsider.

1.1 Bakgrunn

NVE har det overordnede ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver innen forebygging av skredulykker. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 14/2011) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Som en del av dette gjennomføres kartlegging av faren for skred i bratt terreng. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred.

Områdene som skal kartlegges i hver utvalgt kommune er definert av NVE. De er identifisert ved hjelp av innledende risikoanalyser og nærmere definert i dialog med kommunene.

1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene

Kartleggingen presentert i denne rapporten fokuserer på samtlige aktuelle skredprosesser og benytter de metodene som er vanlige ved faresonekartlegging. Utarbeidelse av faresonekart er en kompleks prosess. Først omfatter det innsamling og gjennomgang av eksisterende grunnlagsdata for å identifisere potensielle fareområder. Det følges opp med feltarbeid for å undersøke og kartlegge geologiske forhold som har betydning for skredutløsning og rekkevidde i de skredutsatte områdene. Til slutt er det en skredfaglig vurdering av sannsynlighet og utløpsdistanse for de aktuelle skredtypene. Kartleggingen gjøres i en detaljeringsgrad som kan brukes direkte på byggesaksnivå, det vil si at faresonene satt ikke burde endres nevneverdig om man utfører mer detaljerte undersøkelser.

Områdene valgt ut til skredfarekartleggingen er tatt utgangspunkt i eksisterende skredutsatt bebyggelse og er avgrenset til kartlegging av skredfare i naturlige skråninger. Skredfaren ved ny utbygging skal utredes og kartlegges som en del av arealplanprosessen, der utbygger er ansvarlig. Tilsvarende har infrastruktureiere som Statens vegvesen, BaneNor mfl. ansvar for å sikre sine anlegg, herunder vurdering og kartlegging av skredfare og utføring av sikringstiltak ved ny utbygging.

Faresoner er utarbeidet i henhold til kravene i TEK17, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred. Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonekartene dekker.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som hensynssone - skredfare på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det for eksempel ikke tillates etablering av nye bygg i S2-klasse innenfor 1000-års skredfaresoner, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot skred.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for kommunen rulleres. Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

1.3 Skredtyper i bratt terreng

1.3.1 Steinsprang og steinskred

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning, bruker vi begrepene *steinsprang* eller *steinskred*. Steinsprang brukes om hendelser der steinmassene (én eller et fåtall steinblokker) til sammen har et relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter (m^3). Når steinmassene til sammen oppnår et volum fra noen hundre til flere hundre tusen m^3, snakker vi om steinskred. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre. I et steinskred splitter blokkene ofte i mindre deler på vei nedover skråningen, mens steinene ofte forblir intakte i et steinsprang. Der hvor det over lang tid har gått mange steinsprang og steinskred, vil det dannes en ur (ofte kjegleformet) med de groveste steinmaterialene i foten av skråningen. Større steinskred river ofte med seg løsmasser underveis, og skredmassene kan blokkere trange daler og føre til lokal oppdemming av bekker og elveløp. Hvis slike skred går ut i en fjord eller en innsjø, kan det oppstå flodbølger.

1.3.2 Jordskred

Jordskred starter ofte med en plutselig utglidning, men også med et gradvis økende sig, i vannmettede løsmasser og utløses som regel i skråninger brattere enn ca. 25 graders helning, men kan også løsne i slakere terreng enn dette. Jordskred i denne type bratt terreng kan ganske grovt omtales som kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred. Førstnevnte opptrer i tykke løsmasseavsetninger, mens sistnevnte forekommer gjerne der løsmassedekket er tynt. Et kanalisert jordskred løsner i et punkt eller en bruddsone, før det skjærer en kanal i løsmassene som fungerer som skredbane (utløpsområde) for senere skred. Skredmasser kan også gå over kantene av kanalen og avsettes som langsgående rygger parallelt med kanalen (leveer). Der hvor terrenget flater ut, blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid bygger flere slike skred fra samme løp en vifte av skredavsetninger. De ikke-kanaliserte jordskredene løsner gjerne i et punkt eller en bruddsone, som en utglidning, og massene beveger seg nedover langs en sone som kan bli gradvis bredere og bredere. Noen slike skred har en trekantform, mens de vanligvis er uregelmessige i formen. De groveste massene avsettes nederst som en tungeformet rygg. Mindre jordskred oppstår også i slakere terreng med finkornet, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget. De er særlig vanlige om våren, når jord eller leire kan gli oppå telen. Slike skred er sjelden særlig dype, og de omtales derfor ofte som grunne jordskred.

1.3.3 Flomskred

Flomskred er et hurtig, vannrikt, flomlignende skred som opptrer langs klart definerte elve- og bekkeløp og raviner, gjel eller skar der det vanligvis med eller uten permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet.

Skredmassene kan avsettes med langsgående rygger på siden av skredløpet (leveer) og oftest i en stor vifte. På slike vifter vil de groveste massene legges ved viftas rot og gradvis finere masser deponeres utover i vifta og fortsette enda lenger. Massene som transporteres i et flomskred kan komme fra store og små jordskred langsetter flomløpet, undergraving av tilgrensende skråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred. Løpet kan også demmes opp av skredmasser, våt snø og vegetasjon. Når dammen bryter kan man få en bølge av vann, løsmasser og vegetasjon som beveger seg raskt nedover i løpet. Det høye vanninnholdet gjør at flomskred kan ha svært stort rekkevidde.

1.3.4 Sørpeskred

Når snømassene er vannmettet, slik som under intens snøsmelting eller kraftig regnvær, kan det oppstå *sørpeskred*. Disse løsner ofte i avrenningsområder og bekkedaler, også i områder med liten gradient og de oppstår når det er dårlig drenering i grunnen f.eks. på grunn av tele og is. Sørpeskred kan også løsne som følge av snødemte sjøer eller vassdrag. De beveger seg vanligvis langs forsenkninger i terrenget og skredmassene i et sørpeskred beveger seg som en flytende masse og har langt høyere tetthet enn

snøskred. Sørpeskred kan i noen tilfeller erodere med seg løsmasser, noe som kan øke tettheten ytterligere. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng, og uten kanalisert terreng vil de kunne bre seg utover store områder.

1.3.5 Snøskred

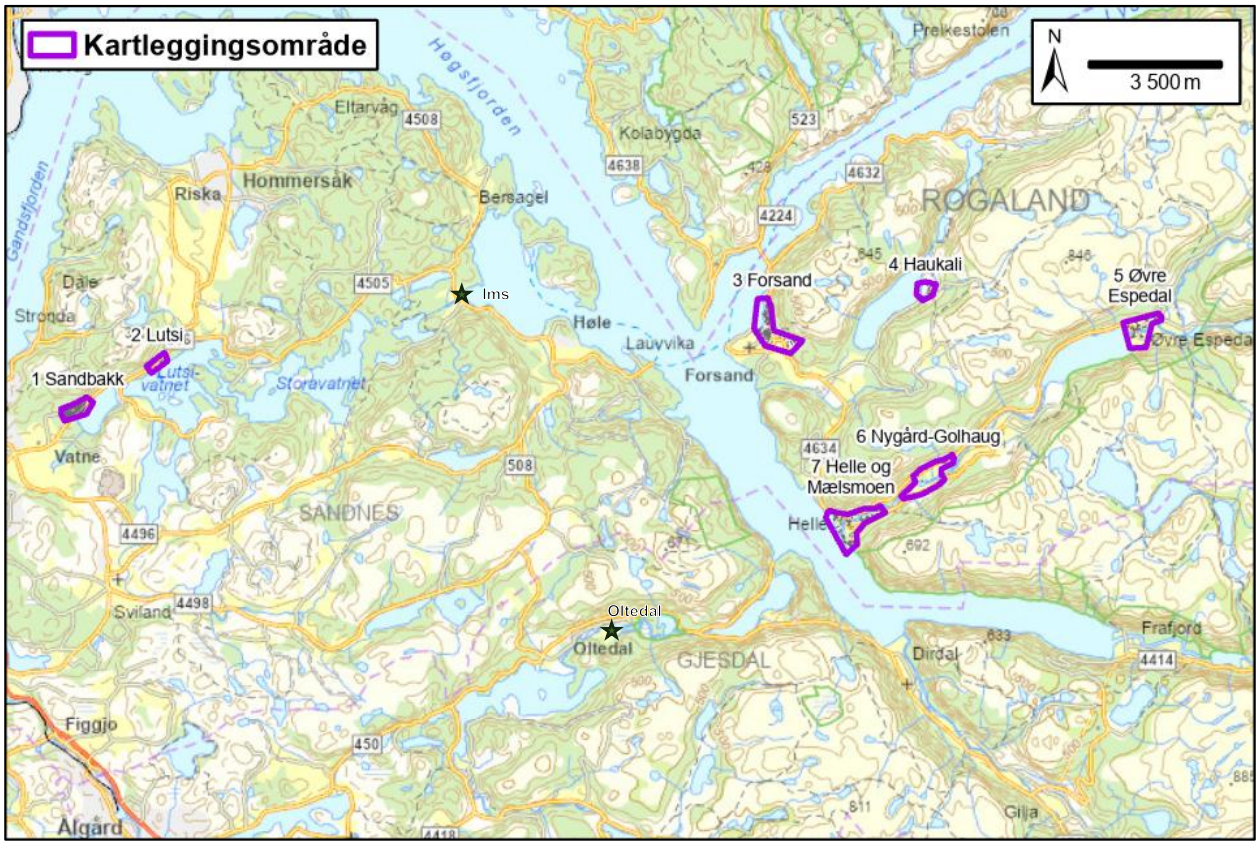
Snøskredene deles gjerne inn i to hovedtyper: Løssnøskred og flakskred. Både løssnøskred og flakskred kan deles basert på vanninnholdet; tørrsnøskred og våtsnøskred. Ved helt vannmettet snø oppstår det sørpeskred. *Løssnøskred* oppstår normalt i bratte fjellsider, og det starter gjerne med en liten lokal utglidning. Etter hvert som snøen beveger seg nedover, blir nye snøkorn revet med og skredbanen utvider seg slik at skredet får en pæreform. I noen tilfeller kan et løssnøskred oppnå hastigheter på inntil 120 km/t. Skred med høy hastighet vil mobilisere luftmassene slik at det oppstår et skredgufs (også kalt skredvind/fonnvind) med kraft nok til å knekke trær og stolper, samt skade vinduer og lette byggverk. Et *flakskred* oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Dette glideplanet kan være et svakt sjikt i snødekket, en grenseflate mellom to snølag med forskjellig fasthet eller i overgangen mot bakken. Flakskred kan bli flere kilometer brede og involvere enorme snømengder som ofte rekker helt ned i dalbunnen.

2 Generell områdebeskrivelse

2.1 Delområder

Kartleggingen i Sandnes kommune er gjennomført i 7 utvalgte delområder fordelt i kommunen (Figur 1). To av områdene ligger nær Sandnes på vestsiden av Høgsfjorden. De fem andre ligger øst for Høgsfjorden, med tre i Espedalen og de to andre ved Forsand og ved Haukalivatnet.

Delområde	Områdenavn	Areal
Delområde 1	Sandbakk	0,3 km^2
Delområde 2	Lutsi	0,14 km^2
Delområde 3	Forsand	0,78 km^2
Delområde 4	Haukali	0,18 km^2
Delområde 5	Øvre Espedal	0,53 km^2
Delområde 6	Nygård - Golhaug	0,62 km^2
Delområde 7	Helle og Mælsmoen	0,84 km^2



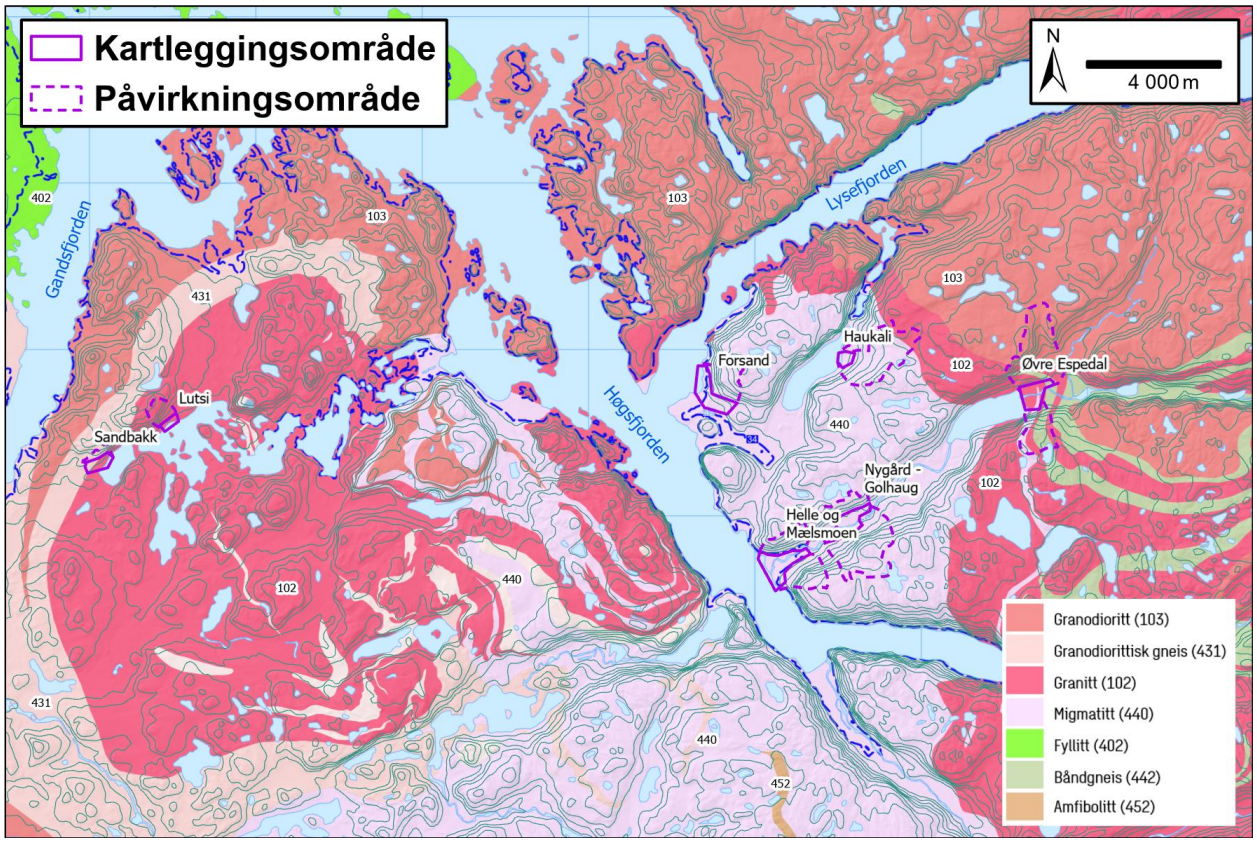
Figur 1. Oversiktskart over delområdene som er kartlagt for skredfare i Sandnes kommune. Meteorologiske stasjoner benyttet i vurderingene er markert med stjerne.

2.2 Topografi, geologi og geomorfologi

Sandnes kommune er lokalisert på Nord-Jæren og i sørlig del av Ryfylke. De aktuelle kartleggingsområdene i denne utredningen ligger på begge sider av Høgsfjorden. De to områdene i vest er lokalisert på sørsiden av høydedrag på opptil 350 moh. i et forholdsvis åpent terreng. Delområdet ved

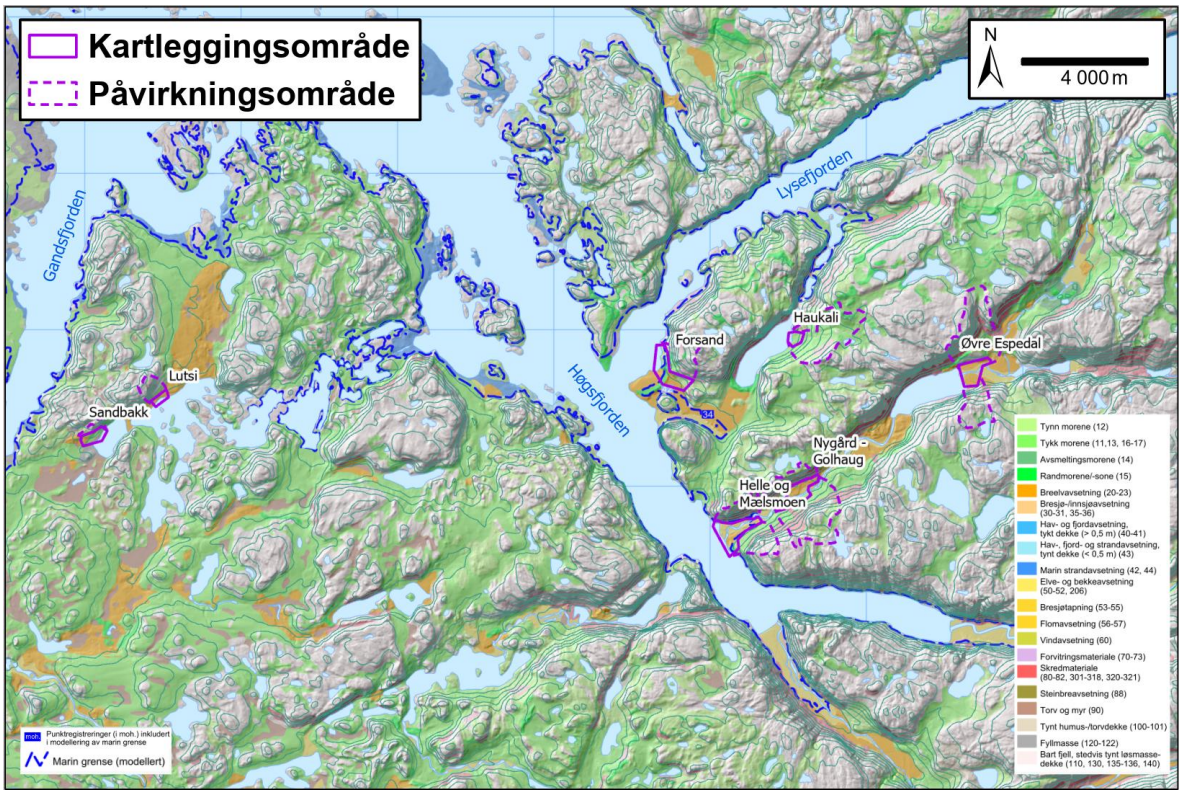
Forsand ligger på sørsiden av utløpet til Lysefjorden, under en sør- og vestvendt fjellside som strekker seg opp til ca. 650 moh. Delområdet Haukali er lokalisert ved Haukalivatnet på nordvestsiden av en skråning som strekker seg opptil ca. 600 m. De tre områdene i Espedalen ligger i en forholdsvis trang, øst-vest orientert dal med potensiell skredfare fra begge sider av dalen fra fjell opp til ca. 800 moh.

Berggrunnen i de aktuelle områdene i Sandnes består hovedsakelig av grunnfjell, sterkt omdannet i kaledonsk tid.

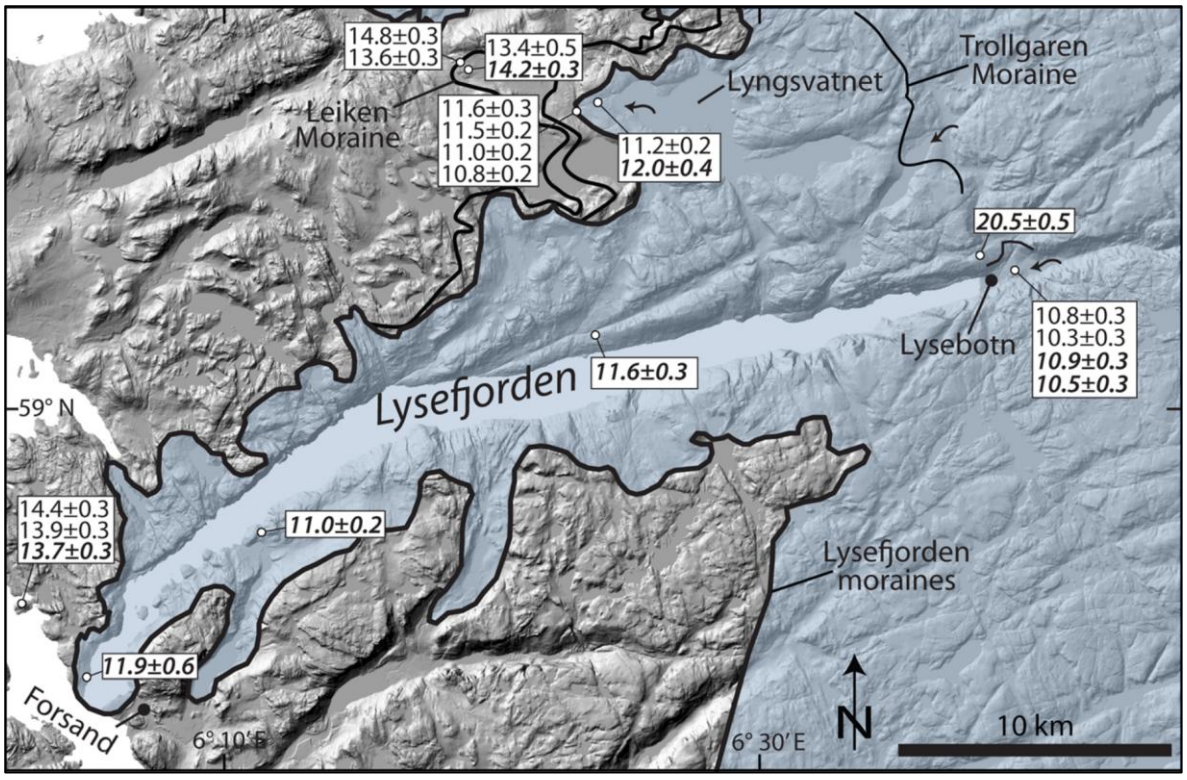


Figur 2. Oversiktskart over berggrunnen i området basert på NGUs 1:250.000 kart [3].

Løsmassene i terrenget vest for Høgsfjorden består i stor gra av bergknauser med moreneavsetninger i lavereliggende områder mellom knausene, stedvis er det også betydelige glasifluviale avsetninger, blant annet ved delområde Sandbakk og Lutsi (Figur 3). Øst for Høgsfjorden er løsmassene preget av avsetninger fra den såkalte yngre dryas -perioden i slutten av siste istid (ca. 12 000 år siden). Etter et siste brefremstøt av innlandsisen, stoppet brefronten i ytterkant av Lysefjorden (Figur 4) ved delområdene Forsand, Haukali og Øvre Espedal, hvor det er randmorener (ende- og sidemorener) og store glasifluviale delta-avsetninger. Selve Espedalen har også store glasifluviale avsetninger, antagelig fra en tidligere isavsmelting. I de tre delområdene i Espedalen er det også betydelige skredavsetninger ved foten av dalsidene på begge sider av dalen.



Figur 3. Oversiktskart med løsmasser og marin grense fra NGU [4].

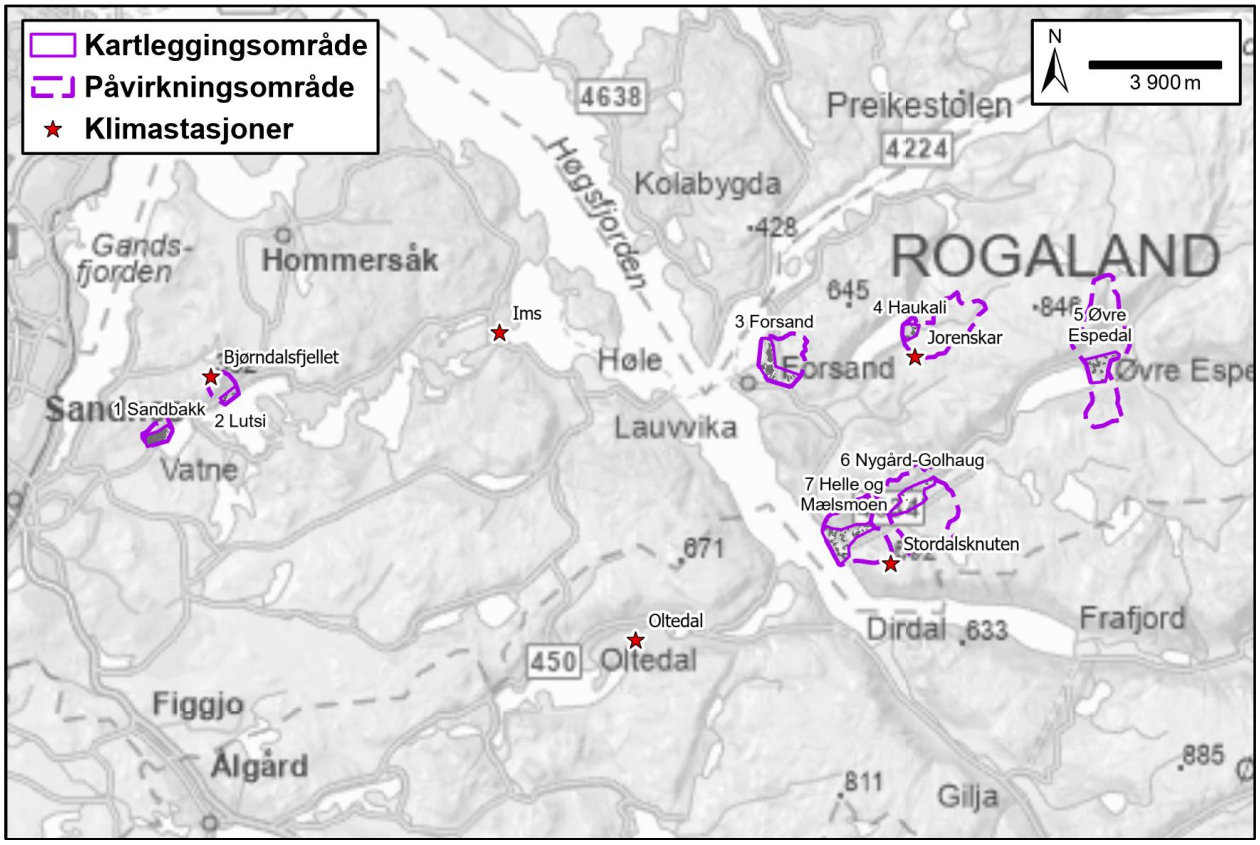


Figur 4. Breutbredelsen i perioden "yngre dryas" som har stor betydning for løsmassefordelingen i tre av de aktuelle delområdene (Forsand, Haukali og Øvre Espedal). Utbredelsen av isdekke er fra Bjørn G. Andersen rekonstruksjon fra 1954 [5]. Tall i bokser er kosmogene dateringer av berg fra flyttblokker og grunnfjell som indikerer en minimumsalder på isavsmeltingen på stedet [6].

2.3 Generelt klima

2.3.1 Målepunkter

Det er innhentet data fra punkter i grid via AV-klima verktøyet utarbeidet av Asplan Viak/NVE [7] (Figur 5, Tabell 1). Verdien er interpolerte verdier i et landsdekkende grid med 1x1km oppløsning. I tillegg er det hentet ut faktiske måleserier om nedbør og snødybde fra ulike målestasjoner i området [8].



Figur 5. Oversikt over lokasjoner der meteorologiske data er hentet fra for klimaanalyser i utredningen. Se for øvrig Tabell 1.

Tabell 1. Lokaliteter for meteorologiske data, interpolerte grid-data [7] og observasjonsdata [8].

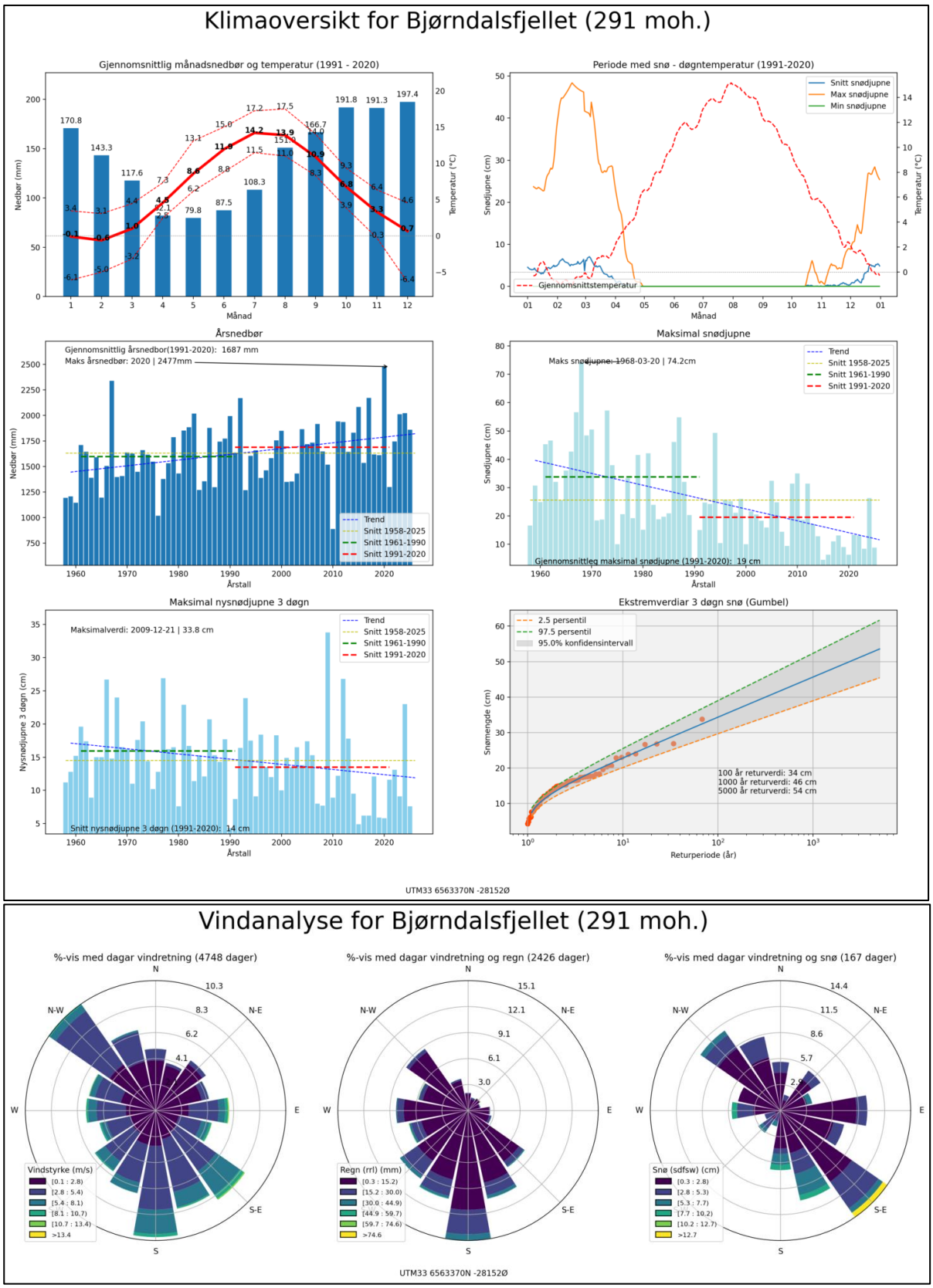
Sted/stasjon	Type	Terrenghøyde (moh.)	Høyde i grid (moh.)
Bjørndalsfjellet	Interpolerte grid data	362	291
Jorenskar	Interpolerte grid data	375	410
Stordalsknuten	Interpolerte grid data	629	655
Ims	Meteorologisk stasjon (1981-2026)	2	-
Oltedal	Meteorologisk stasjon (1972-2024)	44	-

2.3.2 Klima

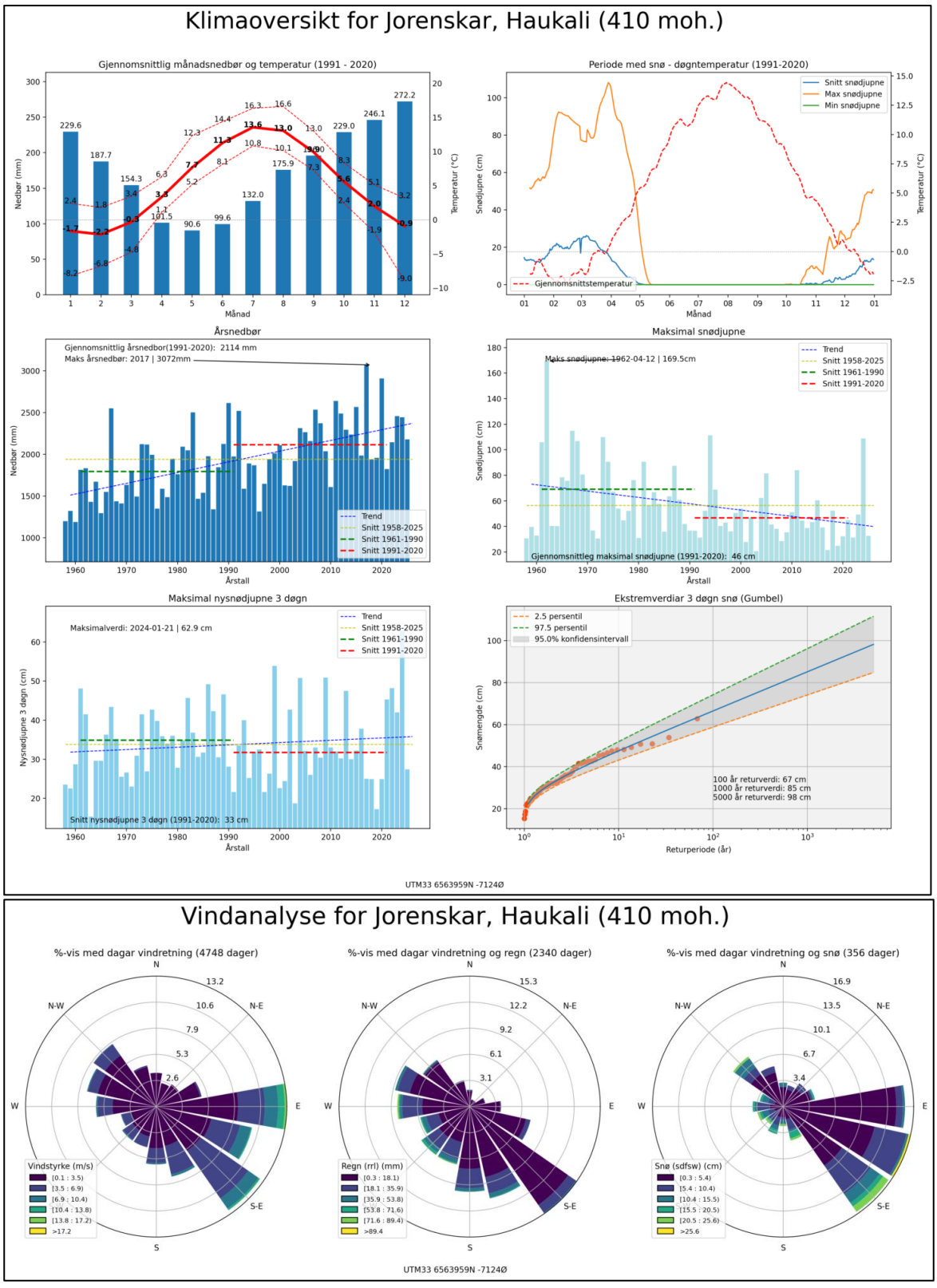
Kartleggingsområdene i Sandnes ligger med betydelig avstand og en vil forvente noe forskjell i de klimatiske forholdene. Det er som utgangspunkt utført klima for 3 punkter fordelt utover området (Figur 6 - 8). Oppsummering av verdier er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Oppsummering av klimadata fra tre de tre analysene vist i Figur 6 - 8.

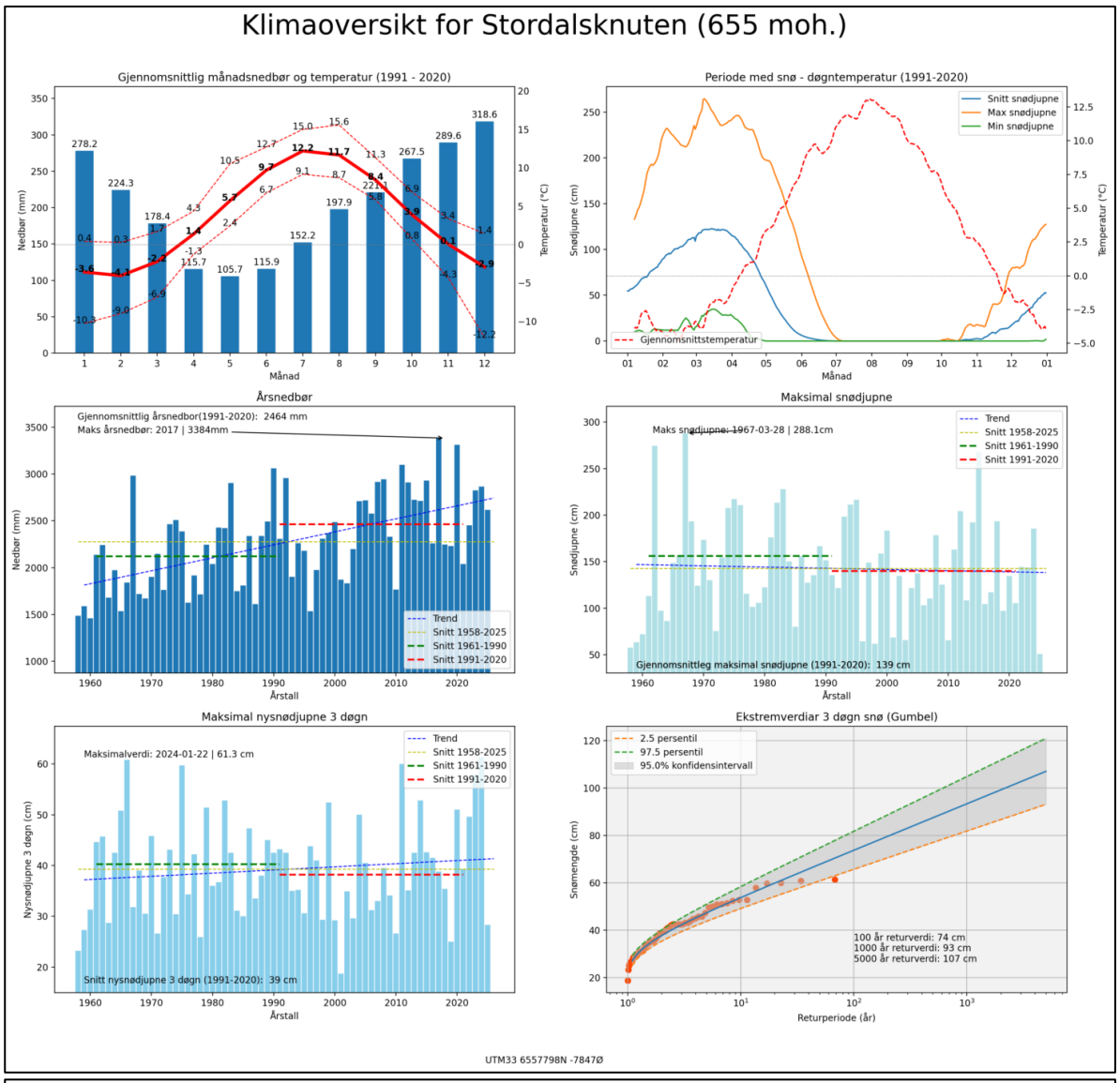
Parameter	**Sandbakk & Lutsi (Bjørndalsfjellet 362 moh.)**	**Forsand-Haukali (Jorenskar 410 moh.)**	**Espedalen (Stordalsknuten 691 moh.)**
Normaler (1991-2020)			
Maks. månedlig gj. temperatur	17,5°C	13,6°C	15,6°C
Min. månedlig gj. temperatur	-6,4°C	-2,2°C	-12,2°C
Gj. årsnedbør	1687 mm	2144 mm	2464 mm
Gj. maksimal snødybde	19 cm	46 cm	139 cm
Gj. nysnødybde 3 døgn	14 cm	33 cm	39 cm
Registeret ekstremverdier			
Maks. årsnedbør	2477 mm (2020)	3072 mm (2017)	3384 mm (2017)
Maks. snødybde	74,2 cm (20-03-1968)	169,5 cm (04-12-1962)	288,1 cm (28-03-1967)
Maks. nysnødybde 3 døgn	33,8 cm (21-12-2009)	62,9 cm (30-12-1961)	61,3 cm (2024-01-22)
Beregnet ekstremverdier av 3 døgns snøfall			
100-års returverdi	34 cm	67 cm	74 cm
1000-års returverdi	46 cm	85 cm	93 cm
5000-års returverdi	54 cm	98 cm	107 cm



Figur 6. Klima- og vindanalyse for Lutsifjellet, som ligger mellom de to delområdene Lutsi og Sandbakk. Klimadata er basert på griddede data og hentet ut via et script utarbeidet av Jan Helge Aalbu, Asplan Viak utgitt av NVE [7].



Figur 7. Klima- og vindanalyse for Haukali/forsand (Heståsen 126 moh.), basert på griddede data. Klimadata er hentet ut via et script utarbeidet av Jan Helge Aalbu, Asplan Viak utgitt av NVE [7].



Figur 8. Klima- og vindanalyse for nedre Espedal, relevant for de to delområdene Helle og Mælsmoen og Nygård-Golhaug. Basert på griddede data. Klimadata er hentet ut via et script utarbeidet av Jan Helge Aalbu, Asplan Viak utgitt av NVE [7].

1.3.6 Vind

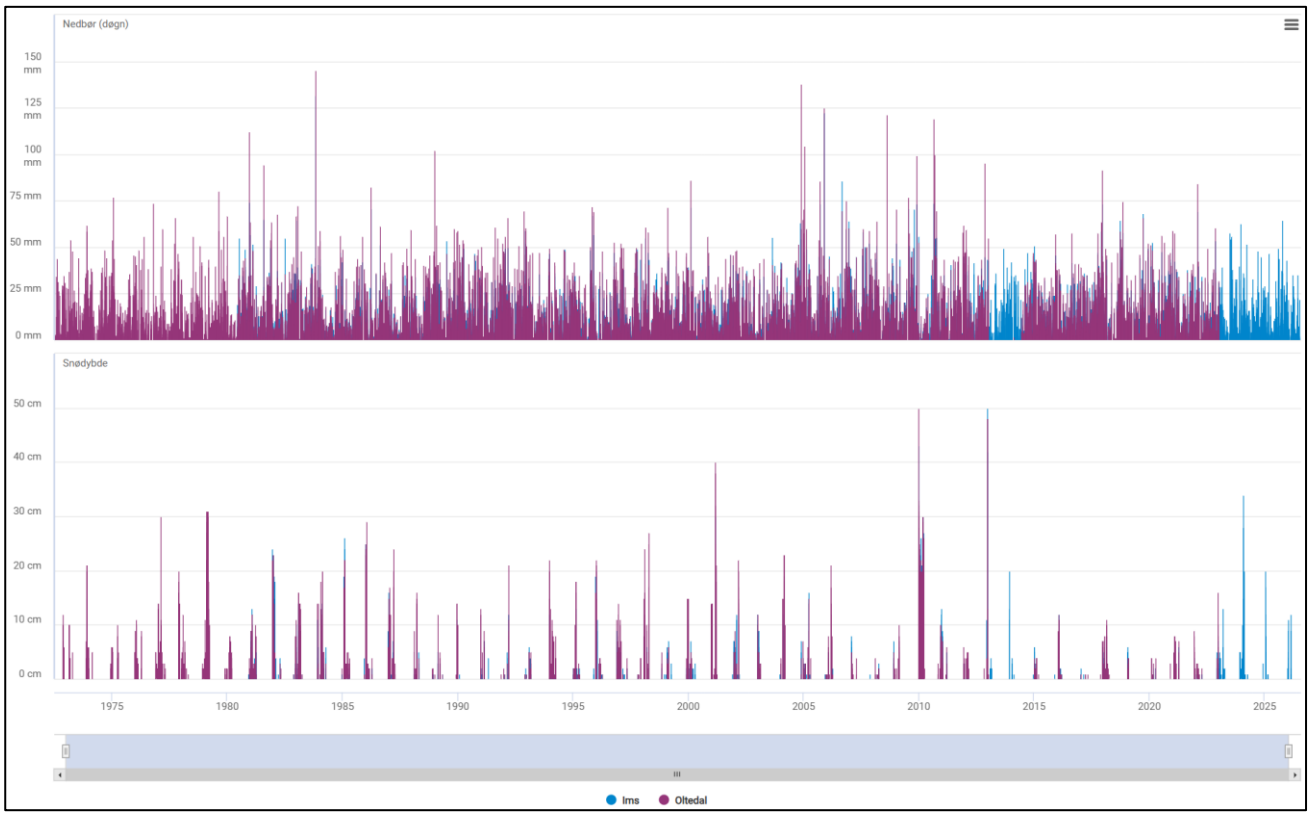
Vindanalysene er gjort ut med hjelp av AV-klima (Figur 6-Figur 8). Vindanaslysene fra områdene øst for fjorden er forholdvis like med sterkeste vinder fra sørøst uavhengig av nedbør. Analysen for området vest for Høgsfjorden har generelt vind fra alle sektorer med sterkeste vind fra sør og nordvest. Ved nedbør i form av regn er denne tilknyttet sterkeste vinder fra sør, mens den kraftigste vinden ved snøvær, kommer fra sørøst og nordvest.

1.3.7 Observerte ekstremverdier nedbør og snødybde

Metrologiske stasjoner i området er forholdsvis spredt og ikke i direkte tilknytning til de ulike delområdene i foreliggende undersøkelse (Figur 5). Verdier for døgnnedbør og snødybder er de mest nærliggende stasjonene (Figur 9). Av disse regnes stasjonen «Ims» (fra 1981) som mest relevant for de to områdene vest for Høgsfjorden og Forsand, mens «Oltedal» (1972-2024) kanskje er mest relevant for de andre områdene.

Generelt har det i måleperioden hovedsakelig vært mindre enn 20 cm snødekke om vinteren, med maksimalt snødekke på 50 cm i 20.12.2009 ved Oltedal og 13.12.2012 ved Ims. Noe år har det knapt vært snø i det hele tatt.

Maksimale døgnnedbør for de to stasjonene er henholdsvis 145 mm (26.10.1983) og 122,5 mm (15.11.2005) for Oltedal og Ims.



Figur 9. Målt døgnnedbør og snødybde fra flere målestasjoner i forskjellige steder i Sandnes kommune [8]. Stasjonen «Ims» ligger har observasjoner siden 1981, mens stasjonen «Oltedal» har observasjoner mellom 1972 og 2024. For lokalisering se Figur 5.

2.3.3 Permafrost

Det er ikke registrert permafrost i Sandnes kommune i henhold til «Nordic permafrost map» [9], og dette er derfor ikke en faktor ved skredfarekartleggingen.

2.3.4 Fremtidig klima

Fremtidige endinger i klima kan endre forholdene som fører til at skred utløses. Norsk klimaservicesenter har utarbeidet fylkesvise klimaprofiler for fremtidige klimaendringer [10]. Ifølge dette arbeidet er det for perioden fram til 2100 beregnet en økning av årsnedbør med ca. 10% for Rogaland. Denne er beregnet sesongmessig fordelt, med størst andel om vinter og høst (10%), og mindre på vår og sommer (5%). Det forventes at den økte nedbøren delvis kommer som økning i kraftige hendelser med en økning av døgnverdier på 5% og enda større økning for ytterligere kortvarige hendelser. Det anbefales et klimapåslag på 40% for dimensjonerende nedbør med kortere varighet enn 3 timer.

For snøskred forventes det at det i større grad vil falle regn på snødekke som vil føre til økt skredfare, i hovedsak våte snøskred. De store tørre snøskredene er som oftest dimensjonerende for skredfaren i en skredfarekartlegging, og endringen vil derfor ha mindre betydning for farsonekartlegging av snøskred. Etter hvert vil også mindre snø pga. økte temperaturer føre til at snøskredfaren avtar.

Fremtidige endringer i klima vil trolig påvirke skredtypene jord- og flomskred, samt sørpeskred, mest. Det kan, pga. økte nedbørsmengder, forventes en økt fare for disse skredtypene.

Effekten av eventuelle klimaendringer på steinsprang og steinskred er usikker, men det kan hende hyppigheten av mindre steinsprang øker pga. kraftig nedbør.

Det foreligger ingen etablert metodikk for å inkludere et klimapåslag i skredfarekartleggingen og kvantifisere effekten av denne. Endringene vil derfor inngå som en av en rekke faktorer i kartleggingen som er usikkert og må skjønnsmessig vurderes. Sannsynligvis vil fremtidige endringer i størst grad påvirke de hyppige 1/100-skredene og i mindre grad de sjeldne skredene med liten sannsynlighet.

2.4 Digital terrengmodell

Det er benyttet WMS-kart fra Geodata [11] basert på grunnlag av Statens kartverks NDH-oppmålinger med terrengskygge [12] og terrenghelning [13] i vurderingene.

For modelleringer er det benyttet data fra laserskanning-serien «Strandalandet 5 pkt 2018» som er den nyeste flyfotoserien med høy oppløsning (0,25 m) som dekker hele alle delområdene [14]. Denne er oppmålt i mai 2017 og mai 2018. Modellen er etter behov «resamplet» til lavere oppløsning ved hjelp av «bilineær resampling» i ArcGIS Pro.

3 Metode

NVE har utarbeidet en ny bransjestandard for skredfarekartlegging i bratt terreng [15]. Denne er benyttet som grunnlag for utarbeidelsen av skredfareutredningen. Kompleksiteten av skredproblematikken er varierende i de ulike delområder. Skredfarekartleggingen og dokumentasjonen av denne, er tilpasset kompleksiteten av skredproblematikken og vurderingen.

3.1 Kartleggings- og påvirkningsområdet

Kartleggingsområdene for de ulike delområdene er definert av NVE i dialog med Sandnes kommune og Sweco.

Påvirkningsområdene er definert ut fra området hvor skred kan generes til å nå inn i kartleggingsområdet [15]. I de fleste tilfeller er det sørpeskred som legges til grunn ved definering av området fordi det løsner i forholdsvis flatt terreng og har forholdsvis langt utløp. Påvirkningsområdet følger i stor grad dreneringsområdet, men er avskåret ved større myrer/vann eller lengre flate partier i elver/bekker, der det

vurderes at et eventuelt sørpeskred tilnærmet stopper opp. Det utelukker ikke at skred kan fortsette over flaten, men dette vurderes å oppføre seg tilsvarende et skred som løsner fra flaten.

3.2 Skredhistorikk

Kjennskap til tidligere skredhendelser er av svært stor betydning for god fastsettelse av skredfaresoner. I dette oppdraget har vi gått gjennom tilgjengelig skredhistorikk i NVE sin skreddatabase [16] og Vegvesenets kartdatabank [17].

Under feltarbeidet er det for alle områdene vektlagt å komme i kontakt med lokale for å få best mulig kjennskap til skredhistorikken i området, både for ikke-registrerte skredhendelser og utdyping av allerede registrerte skred.

Det er undersøkt hvorvidt eldre ortofoto [18] kunne inneholde tegn på tidligere skred, men ortofoto som er tilgjengelig for områdene er ikke av god nok kvalitet og alder til at dette har gitt resultater.

3.3 Høydemodeller, skyggekart og helningskart

Det er benyttet høydemodeller basert på laserdata fra Statens kartverk [14] med oppløsning 0,25 m for digitale kartanalyser av de ulike områdene (se for øvrig kap. 2.4). Ved hjelp av programmet *ArcGIS Pro* er det generert terrengskyggekart og helningskart. Det er valgt følgende helningsklasser i helningskartene:

25-30°: Mulige løsneområder for jordskred

30-35°: Sannsynlige løsneområder for jordskred, mulige løsneområder for snøskred.

35-50°: Sannsynlige løsneområder for snøskred, mulige løsneområder for jordskred.

50-60°: Sannsynlige løsneområder for steinsprang, mulige løsneområder for snøskred.

60-90°: Sannsynlige løsneområder for steinsprang.

For identifisering av løsneområder for steinsprang er det benyttet resample av terrengmodellen med oppløsning på 2 m. Ved snødekket terreng blir overflateruheten reduseres ved at snø fyller forsenkinger og mobiliseres/akkumuleres av vind. I slike tilfeller vil en ved definering av løsneområder benytte en terrengmodell med lavere oppløsning (f.eks. 5 m) som på den måten «glatter» terrengoverflaten. Ved Sandnes er derimot snødekkene i lavere liggende terreng ofte av kort varighet og snøen faller på bar bakke. En har derfor i større grad benytte terrengmodeller med høyere oppløsning også for løsneområder for snøskred. For jord-, flom og sørpeskred er terrengmodeller med høyeste oppløsning benyttet.

3.4 Avrenning

For analyse av dreneringsmønster er det benyttet NIBIOs markfuktighetskart [19]. Det er i tillegg utført en beregning av overflatedrenering ved hjelp av høydemodellene, som indikerer hvor vann vil drenere på en impermeabel overflate. Det er benyttet ulike funksjoner i ArcGIS for å fremstille denne på en høy oppløselig terrengmodell («Fill», «Flow direction», «Flow accumulation», med «MDF» metode) i ArcGIS. Dette er benyttet i identifiseringen av løsneområder for jordskred, flomskred og sørpeskred.

3.5 Topografi

Basert på de digitale høydemodellene er det generert kart som er benyttet for å vurdere muligheten for ulike skredtyper for de forskjellige delene av skråningen. Som bakgrunnskart er det benyttet WMS-tjenester fra Geodata [20] og Statens kartverk [21]. I dette arbeidet er også vegetasjonen i skråningene tatt i betraktning, blant annet ved hjelp av skogdata (se kap. 3.9), ortofoto [18] og 3D-kart [22].

3.6 Feltkartlegging

Det har blitt gjennomført feltkartlegging i delområdene i perioden i april 2026 like i forkant av løvsprett. Videre ble det utført supplerende befaringer av seniorpersonell i oktober 2026.

Underveis i feltundersøkelsene har potensielle løsneområder som har blitt identifisert i forkant blitt befart, delvis til fots, men også ved hjelp av drone. Fokus har vært å identifisere sannsynligheten for utløsning av skred fra disse områdene:

- For **steinsprang/steinskred** vil slik informasjon være for eksempel bergart, oppsprekkingsgrad, sprekkesettenes orientering, samt konkrete, sprekkeavgrensede partier.
- For identifisering av løsneområder for **jordskred** er det sett etter bratt terreng hvor ortofoto, løsmassekart og feltobservasjoner viser at det er et sammenhengende løsmassedekke. Løsneområdene er i stor grad definert ut fra terrenghelning i kombinasjon med løsmasseforekomster. Det er i arbeidet ikke gjennomført grunnboringer og typen løsmasse er forutsatt å tilsvare det som er kartlagt i NGUs løsmassekart eller som i dette tilfelle hvor det ikke foreligger detaljerte løsmassekart fra NGU, med feltobservasjoner på overflaten. Det er også lagt vekt på områder hvor det er drenering av vann, enten fra bekker på kart, direkte observasjoner av vann i felt eller modellert overflatedrenering. Eventuelle åpenbare menneskeskapte endringer som kan føre til jordskred er også tatt i betraktning. Men det gjøres oppmerksom på at slike endringer kan være vanskelig å avdekke, da Sweco ikke har kjennskap til tidligere drenering og eventuelle endringer i dreneringsforhold under bakken, for eksempel i forbindelse med eldre drensledninger, skogsveier, hogst, bebyggelse etc.
- For å identifisere løsneområder for **flomskred** er det undersøkt bekkeløp hvor det finnes løsmasser i de øvre delene som virker å kunne være utsatt for erosjon. Ofte er det likevel ikke mulig å avdekke løsneområdene for tidligere hendelser eller potensielle nye hendelser, og i mange tilfeller er det registrert såkalte modelleringstekniske løsneområder i registreringskartene, da det ikke er mulig å sikkert bestemme aktuelle løsneområder.
- Løsneområder for **sørpeskred** kan være svært krevende å fastsette, fordi de kan oppstå i en rekke ulike topografiske settinger. Det er imidlertid søkt spesielt etter steder i terrenget hvor det kan oppstå større oppsamlinger av vann i snølag over kort tid som følge av for eksempel topografiske terskler kombinert med myrer/flater og større dreneringsområder. Ved modellering er det benyttet løsneområder av modelleringsteknisk art fra arealer som er brattere enn 15°, for å sikre at massene mobiliseres.
- For potensielle løsneområder for **snøskred** er det lagt vekt på områdenes egnethet for oppsamling av snø, dvs. eksposisjonen i fjellsiden, konkav/konveks skråning, ruhet osv. Det har blitt bestemt hvorvidt eventuell vegetasjon er tett nok til å redusere sannsynligheten for utløsning av snøskred. Stedvis er det tegnet inn flere varianter av et løsneområde på kartene i vedleggene, da ulike deler av et løsneområde ansees å ha ulik sannsynlighet for å løsne. Basert på samme resonnement er det også enkelte løsneområder som delvis overlapper. (Se også kap. 3.3).

Skredløp og utløpsområder er primært befart til fots, men også her er det benyttet drone for å få oversikt. Fokus for denne delen av feltarbeidet har vært å tolke opprinnelsene til ulike landformer, spesielt da med fokus på skred. Det er viktig å kjenne igjen «signaturen» til ulike skredprosesser og å kunne skille dem fra andre kvartærgeologiske prosesser. Skredavsetninger og andre relevante observasjoner har blitt tolket på grunnlag av observasjoner avsetningene og landformene de danner. En del steder forventes det at eventuelle spor etter tidligere skred er tapt som følge av menneskelig påvirkning av landskapet.

3.7 Registreringskart

Alle relevante observasjoner har blitt loggført underveis i feltarbeidet i tillegg til GPS-spor for befaringsruten både til fots og med drone. Det er benyttet nettbrett med kartprogramvare *ArcGIS FieldMaps* for mest mulig effektiv datainnsamling. Arbeidet med tolking av kartdata som ble gjort i forkant av feltarbeidet har så blitt supplert og korrigert basert på observasjoner i felt. Det er også tatt rikelig med bilder underveis i feltarbeidet, som er benyttet i det videre arbeidet. Aktuelle løsneområder for skred er markert i kartene.

3.8 Modellering

Generelt

Modellering av skred gir nyttig informasjon om skredenes utløp (skredbaner/rekkevidde). Inndata til modellene består av en rekke parametere som er knyttet til dels betydelig usikkerhet til. Det er i mange tilfeller gjennomført flere simuleringer av samme skredløp med ulike parameteroppsett for å få en kjennskap til diversiteten for modellen. Det er viktig at man kjenner til simuleringenes begrensing og at man vurderer resultatene kritisk. Der det foreligger skredavsetninger etter tidligere skred må modellerings-resultatene ses i sammenheng med disse.

Steinsprang

For bruk i modellering av skred har det med utgangspunkt i høydemodellene fra Kartverket blitt generert nye høydemodeller med ulike oppløsning tilpasset utredning av forskjellige skredtyper (hovedsakelig 1x1, og 2x2 m). Dette har blitt gjort ved hjelp av verktøyet «resample» og metoden «bilinear» i *ArcGIS Pro*.

Modelleringsarbeidet har vært basert på data samlet i felt og er brukt som et verktøy som hjelp til fastsettelse av faresoner. Der hvor det finnes kjente hendelser med god informasjon om både løsneområder og utløpslengder er dette brukt for å kalibrere de dynamiske modellene. Ved bruk av dynamiske modeller er det lagt vekt på å kjøre modeller med varierte inndata for å undersøke variasjonen i ulike scenarier. Det er i hovedsak benyttet dynamiske modeller i arbeidet. For steinsprang er det benyttet den dynamiske modellen Rockyfor3D [23] med inngangsparametere som angitt i Tabell 3.

Tabell 3. Inngangsparametere benyttet i Rockyfor3D (v 6.1) er i for modellering av steinsprang.

Inndata	**Verdi**	**Kommentar**
Oppløsning terrengmodell	2 m	Terrengmodellen er omdannet ved hjelp av «bilineær resampling» i ArcGIS Pro.
Simulation type	Rapid automatic simulation (low roughness) – «Cliff area weighted»	
Blokkstørrelse	0.08, 0.125, 0.512, 1, 8, 64, 125 m^3, eller lignende	
Blokkform	Rektangulær	
Antall simuleringer per startcelle	100	
Variasjon i blokkstørrelse	50 %	
Ekstra fallhøyde	0 m	
Terrengruhet (rg70, rg20, rg10) og jordtype.	Det er benyttet «rapid automatic simulation» hvor programmet selv estimerer terrengruhet og jordtype basert på terrengmodellen.	
Bergartstetthet	2700 kg/m^3	
Trær	Nei	
Fangnett	Nei	

Forskning fra Alpene [24], sitert i [25], viser sammenhengen mellom oppløsning på terrengmodell (RES_{DTM}) og ideell terskelverdi for helning (SAT_{RA}) når det gjelder løsneområder for steinsprang:

Terskel terrenghelning = 55 * Oppløsning terrengmodell $^{-0,075}$

For terrengmodeller med oppløsning 2 m angir denne formelen at en gunstig terskelverdi er omtrent 52°. På bakgrunn av dette er det valgt å ta utgangspunkt i områder brattere enn 52° som løsneområder for steinsprang i modelleringene i Rockyfor3D.

Det er ikke utført kalibrering av modellelleringen ut fra kjente hendelser, men resultatene er kontinuerlig sammenlignet mot avsetninger etter tidligere steinsprang.

Som ett supplement til å vurdere faren for steinsprang fra enkelte skråningene er det også gjennomført simuleringer i RocFall2 [26]. Simuleringene er gjennomført langs utvalgte profiler, hvor det er registrert blokker i terrenget innenfor påvirkningsområdet med potensiale for remobilisering. Profiler til simuleringene er hentet ut fra Høydedata [27], som er bearbeidet for å vise horisontal lengde på profil (og ikke lengde langs høydeprofilet). Simuleringene er gjennomført ved bruk av analysemetoden «Rigid

Body», massetetthet 2700 kg/m^3 og sirkulær form. Det er brukt parametere forhåndsgitt i programmet for skråningsmateriler for både bart berg, talus, jord og asfalt.

Snøskred

For snøskred er det benyttet RAMMS Avalanche [28].I fastsettelse av mektighet på løsneområder for snøskred er det tatt hensyn til dataene fra klimaanalysen. Endelig fastsettelse av mektigheter som er brukt i modelleringer er imidlertid ikke direkte hentet fra klimaanalysen, men er vurdert ved en helhetlig analyse av et løsneområdes potensiale for akkumulasjon av snø, herunder faktorer som klima, forventet vindtransport, avstand fra kysten, høyde over havet, eksposisjon mm. Forventet vindtransport er manuelt vurdert ut fra omkringliggende terreng og vindretninger. For mange av delområdene i Sandnes kommune er det vurdert at terrengforholdene sammen med klimadata tilsier at snøskred ikke er en aktuell prosess og det er følgelig ikke utført modelleringer.

Modelleringer i RAMMS er konsekvent kjørt uten bruk av skog, da modellen gir liten kontroll over egenskapene ved denne skogen. Skogen i de aktuelle skråningene er trolig ikke tilstrekkelig sammenlignbar med skogen som ligger til grunn i RAMMS, ettersom denne er utviklet i Alpene med andre typer skog enn på Sandnes.

I modelleringen er det i utgangspunktet benyttet en terrengmodell med 5 m oppløsning. Tettheten til snøen er satt til 300 kg/m^3. Det er i utgangspunktet benyttet størrelseskategorier for skredvolum i henhold til anbefalinger for programmet (***Tiny*** mindre enn 5000 m^3, ***Small*** 5000-25 000 m^3, ***Medium*** 25 000-60000 m^3, ***Large*** større enn 60 000 m^3).

Akkumulasjon av vindtransportert snø er avhengig av løsneområdenes plassering i skråningen, plassering i forhold til potensiele kildeområder og aktuelle vindretninger. Dominerende vindretning med nedbør som snø. Dominerende vinder har større betydning i vurderinger av for hyppige skred og er mindre relevant for sjelden skred der en må ta høyde for vind fra flere retninger. Det finnes ingen måte å kvantitativt gjøre dette på og det blir i stor grad benyttet skjønn ved fastsettelse av disse verdiene. I Sandnes er generelt liten sannsynlighet for snøskred og det er ikke vurdert at akkumulasjon av vindblåst snø er det lite aktuelt

Tabell 4. Inngangsparametere benyttet i RAMMS Avalanche for modellering av snøskred.

Inndata	**Verdi**	**Kommentar**
Oppløsning terrengmodell	5 m	Terrengmodellen er omdannet ved hjelp av «bilineær resampling» i ArcGIS Pro.
Massetetthet	300 kg/m^3	
Løsnetykkelse	Justert i henhold til terrenghelning	Faktor 0,75
Friksjonsparametere (**My**/**Xi**)	Varierende	
Størrelseskategori	***Tiny*** mindre enn 5000 m^3 ***Small*** 5000-25 000 m^3 ***Medium*** 25 000-60000 m^3 ***Large*** større enn 60 000 m^3	Av effektivitetshensyn er det avviker dette noe.
Gjentaksintervall	***100*** for modelleringer av 1/100-scenario ***300*** for modelleringer av 1/1000 og 1/5000-scenario	
Stopp-momentum	5 %	
Høydeverdier	800 og 300 m	
Skog	Ikke tatt hensyn til	

For de aktuelle skredbanene i Sandnes er ikke benyttet den empiriske simuleringsmetoden Alf-Beta [29]. Dette fordi den er lite egnet for skredbaner med begrensede utløpslengder og varierende skredbaneprofil.

Jordskred

For simulering av jordskred er RAMMS Debris Flow [30] benyttet. I vurderingen av løsneområder er tilgang til vann fra dreneringsanalyse/terreng og utbredelse av løsmasser benyttet.

Det er generelt forholdvis korte skredbaner og det er forholdsvis begrenset mulighet for erosjon i løpet. For modelleringer av jordskred er det benyttet standard friksjonsparametere med **My** på 0,2 og **Xi** på 200 (Tabell 5).

Parametere benyttet i simuleringene i Ramms::Debris Flow er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Inngangsparametere benyttet i RAMMS::Debris Flow for modellering av jordskred.

Inndata	**Verdi**	**Kommentar**
Oppløsning terrengmodell	Varierende 1 og 2 m	Terrengmodellen er omdannet ved hjelp av «bilineær resampling» i ArcGIS Pro.
Massetetthet	2000 kg/m^3	
Løsnetykkelse	Varierende	Tilpasset med volum for å få tilstrekkelig volum.
My/Xi	0,2/200	
Stopp-momentum	5%	
Løsnemekanisme	Blokksimulering	
Erosjon	I utgangspunktet ikke benyttet. Enkelte tester er midlertidig gjort. Det er da benyttet erosjonspolygon der det er løsmasser i terreng brattere enn ca. 30°.	

Flomskred

For simulering av flomskred er RAMMS::Debris Flow [30] benyttet. I vurderingen av løsneområder er tilgang til vann fra dreneringsanalyse/terreng og utbredelse av løsmasser benyttet.

Det er generelt korte skredbaner og det er forholdsvis begrenset mulighet for erosjon i løpet. Det er i utgangspunktet ikke benyttet erosjon ved simuleringene.

Parametere som i utgangspunktet er benyttet i simuleringene i Ramms::Debris Flow er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Inngangsparametere benyttet i RAMMS Debris Flow for modellering av flomskred.

Inndata	**Verdi**	**Kommentar**
Oppløsning terrengmodell	Varierende 1 og 2 m	Terrengmodellen er omdannet ved hjelp av «bilineær resampling» i ArcGIS Pro.
Massetetthet	2000 kg/m^3	
Løsnetykkelse	Varierende	Tilpasset med volum for å få tilstrekkelig volum.
My/Xi	0,1-0,2/200-500	
Stopp-momentum	5%	
Løsnemekanisme	Blokksimulering	
Erosjon	I utgangspunktet ikke benyttet. Enkelte tester er midlertidig gjort. Det er da benyttet erosjonspolygon der det er forventet at løsmasser opptrer i terreng brattere enn ca. 30°.	

Sørpeskred

Det er ikke utført modelleringer av sørpeskred i Sandnes.

Modelleringsvedlegg

Et utvalg av resultater fra modellkjøringene er vist i Vedlegg D for de ulike delområdene. Det er tatt utgangspunkt i å vise modellene som er benyttet som bakgrunn for vurdering av faresonen med nominell årlig sannsynlighet for skred på større enn 1/1000.

3.9 Skog

Skog i løsneområder og utløpsområder kan ha betydning for løsnepotensiale og rekkevidden av skred.

Skog har hovedsakelig betydning for skredtypene steinsprang, snøskred og jordskred. De andre skredtypene er det kun mindre betydning.

- For **steinsprang** kan skog redusere utløpet ved at steinblokker treffer trestammer, dempes eller stopper opp, og på den måten får et kortere utløp. Effekten avhenger av type skog, tetthet (BDH) og tykkelse av trestammer og størrelse på steinsprangblokker. For blokker større enn $2m^3$ er det ingen bremsende effekt. Generelt så må utløpet gjennom skog være minst 100 m før en legger til grunn slik effekt [15].
- For **snøskred** kan skog redusere eller hindre utløsning av snøskred og bremse eller stoppe utløpet. For utløsning av snøskred angis NVE-veilederen flere krav til type skog, kronedekning og stammetykkelse i brysthøyde [15]. Det er ikke nærmere definert og normalt legges kun type skog og kronedekning til grunn. Skogens bremsende effekt vurderes normalt med faglig skjønn basert på type skog, stammetykkelse og tetthet, samt utløpslengde gjennom skogen.
- For **jordskred** vil skog kunne hindre utløsning av jordskred ved at skogens røtter binder opp jordmassene og at skogen trekker ut fuktighet fra grunnen. Det er antatt at blandingsskog gir best effekt, men det er knyttet usikkerhet til hvilke kriterier som skal legges til grunn. Dette vurderes normalt basert på skjønn. Senere års jordskredhendelser har belyst at dette er utfordrende å fastsette da det også er eksempler på at jordskred utløses i skogkledt terreng under ekstremvær.

3.10 Fastsettelse av faresoner

Fastsetting av faresonene er det diskutert mellom flere medarbeidere i prosjektet. Fokuset i disse diskusjonene har vært å fastslå betydningen av ulik informasjon og observasjoner for å vurdere hvilke skredtyper som er reelle i skråningen, samt utløpslengder og hyppigheten av disse. I enkelte tilfeller har en slik diskusjon ledet til ny gjennomgang av enkelte data for å kvalitetssikre betydningen av ulike faktorer og observasjoner. Først etter at det er nådd en faglig enighet om skredfaren i en skråning har de endelige faresonene blitt fastsatt. Tegning av faresoner er gjort på målestokk 1:2000 eller bedre i ArcGIS Pro. Faresonene er trukket et lite stykke ut i sjø, der det vurderes at strandsonen er skredutsatt. Nøyaktig utstrekning i sjø er vanskelig å avgjøre, men i disse tilfellene er det trukket faresoner et stykke ut i sjøen for å illustrere at området i strandkanten er skredutsatt.

I NVEs veileder for utredning av skred er det for steinsprang anbefalt å legge stor vekt på avsetninger etter tidligere sprang. For store fjellsider med høy aktivitet er dette blitt gjort også i denne utredningen. I tilfeller med lite eller ingen avsetninger er det lagt vekt på løsnepotensiale, slik at om det observeres potensiale for snarlige utrasinger kan det være vurdert å ha >1/100 faresone, selv om det ikke foreligger omfattende avsetninger.

Enkelte steder i noen delområder er det bratt terreng helt ned til sjø eller innsjø. I disse tilfellene er det vanskelig å befare tilstrekkelig til å avgjøre løsnepotensiale og rekkevidde, og vurderingene er basert på kart, modelleringer og fly-/ dronebilder. Det er her benyttet en konservativ framgangsmåte og faresonene i disse områdene må derfor anses som konservative.

3.11 Eksisterende sikring

I enkelte delområder er det stedvis sikringstiltak. Sweco har bare i liten grad hatt tilgang til rapporter med detaljer av sikringsopplegget, og vet i de fleste tilfeller hverken installasjonstidspunkt, boltelengder, vedlikeholdsstatus eller lignende. Vår vurdering er gjort ved observasjoner fra bakkenivå og har betydelige begrensinger spesielt der tiltakene er plassert høyt i terrenget eller dekket av vegetasjon. Vurdering av, i hvor stor grad sikringen er tilstrekkelig, er derfor basert på skjønn med visuelle observasjoner fra bakkenivå. Resultatet av at Sweco potensielt kan ha lagt faresoner på områder som har tilstrekkelig sikkerhet.

3.12 Opptelling av skredutsatte bygninger

Bygg som er vurdert å ikke oppfylle kravene til sikkerhetsklassene i TEK17 §7.3 er talt opp og listet under de respektive delkapitler. Sikkerhetsklasse for ulike bygg er hentet fra FKB-data basert på attributten «bygningstype». Plassering av de ulike bygningstypene er utført i henhold til en klassifisering utarbeidet av NVE, presentert i Tabell 7.

Det gjøres oppmerksom på at tabellen (og symboliseringen av sikkerhetsklasse i kartene) ikke må leses som en fasit over hvilke enkeltbygg i FKB-datasettet som faktisk havner i de ulike sikkerhetsklassene i saksbehandling, men kan sees som en indikasjon på hva slags typer bygg som typisk hører til de ulike sikkerhetsklassene

Det er en del bygg som ikke er klassifisert med kriteriene listet i Tabell 7. Disse er ikke tatt med i opptellingene.

Tabell 7. Sikkerhetsklasse for ulike bygg hentet fra FKB-data etter en liste utarbeidet av NVE.

Sikkerhetsklasse	Bygningstype-kode fra FKB-data
S1	181, 182, 183, 242, 243, 245, 424, 830, 999
S2	111, 112, 113, 121, 122, 123, 124, 131, 133, 136, 141, 159, 161, 162, 163, 171, 172, 192, 193, 199, 211, 212, 213, 215, 219, 222, 224, 231, 232, 239, 241, 244, 248, 249, 312, 323, 329, 431, 432, 433, 439, 443, 449, 490, 523, 524, 529, 531, 533, 539, 673, 823, 840
S3	135, 142, 143, 144, 145, 146, 151, 152, 214, 216, 311, 313, 319, 321, 322, 330, 411, 412, 415, 416, 419, 441, 511, 512, 519, 521, 522, 532, 590, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 619, 621, 622, 623, 629, 641, 642, 643, 649, 651, 652, 653, 654, 655, 659, 661, 662, 663, 669, 671, 672, 674, 675, 679, 711, 721, 722, 723, 729, 731, 732, 739, 811, 812, 813, 822, 890
Første ledd (S4)	719, 712, 713, 714, 821

3.13 Generell usikkerhet

Denne typen skredfarevurderinger er basert på flere faktorer som i mange tilfeller ikke lar seg presist kvantifisere (ulike feltdata, modelleringsparametere, skredavsetninger, skredhistorikk etc.). Eventuelle tidligere historiske hendelser er en viktig i bestemmelse av rekkevidde og returperioder, men ofte utfordrende å få informasjon om.

Det er derfor behov for å benytte faglig skjønn i vurderingene og det vil følgelig være knyttet en del usikkerhet til resultatene.

3.14 Flogstein og skredvind

Enkelte krav til utredning i NVE veileder er for skredtyper/sekundæreffekter av skred som bare aktuelle i spesielle tilfeller. Dette gjelder blant annet flogstein under steinsprang/steinskred utredning og skredvind i utredning av snøskred. Disse sekundæreffektene er omtalt for de respektive delområdene kun der det er funnet relevant.

3.15 Rapportens bilde- og kartvedlegg

Grunnlag for vurderingene og faresonekartene er presentert i rapportens vedlegg. Det leveres en «vedleggssamling» for hvert kartleggingsområde, og vedleggene er nummerert etter delområdenummer (1, 2, 3 etc.). I hvert vedlegg inngår delene A-F som spesifisert under (for vedlegg 1).

- Vedlegg 1A – Bilder
- Vedlegg 1B – Helningskart
- Vedlegg 1C – Registreringskart
- Vedlegg 1D – Modelleringskart

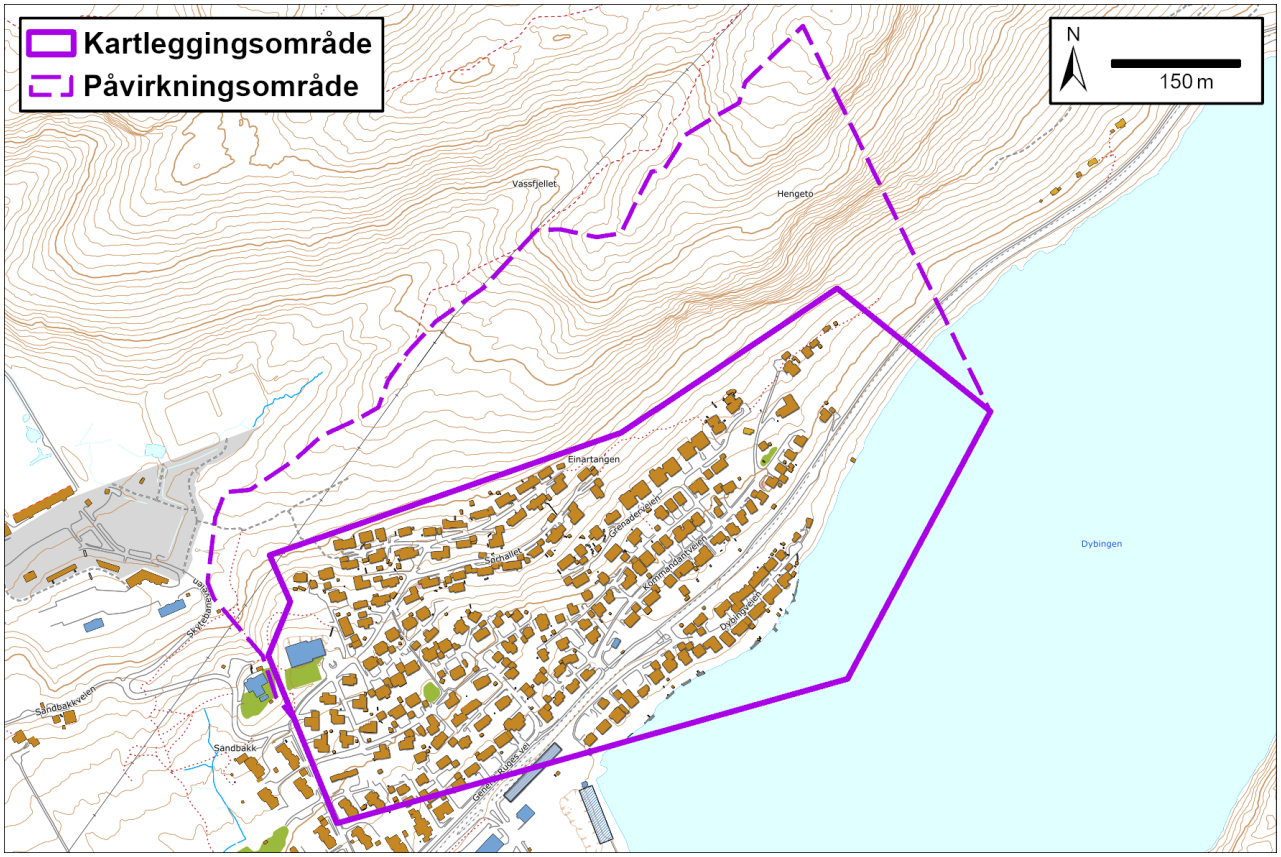
- Vedlegg 1E – Faresonekart dagens vegetasjonsforhold med beskyttende skog.
- Vedlegg 1F – Faresonekart uten skog

4 Delområde 1 – Sandbakk

4.1 Områdebeskrivelse

Delområdet Sandbakk er lokalisert ved innsjøen Dybingen (28 moh.), 3,5 km øst for Sandnes sentrum (Figur 10 og Figur 11). Kartleggingsområdet strekker seg over ca. 1 km langt og består av tett bebyggelse hovedsakelig av eneboliger, med noen rekkehus, flermannsboliger, og en barnehage. Kartleggingsområdet ligger i en skråning ved foten av Vassfjellet (304 moh.), strekker seg fra Dybingen og opp til ca. 110 moh. Terrenget har generelt en helning på <15° i nedre halvdel (boligfeltet) og øker til 20-25° i øvre del opp mot fjellsiden. Stedvis er det mindre lokale, brattere skrenter/skråninger, blant annet er det et eldre grustak i nordvestre del av kartleggingsområdet og bergnabber sentralt i boligfeltet.

Påvirkningsområdet strekker seg nord langs fjellryggen opp mot Vassfjellet, og avgrenses på 288 moh. Påvirkningsområdets vestlige del har en helning på rundt 15-20° opp til ryggen som er flat. Påvirkningsområdets østlige del er en brattere fjellvegg på 35-75° som flater ut i overkant, og har et smalere platå langs hele midtpartiet.



Figur 10. Oversiktskart over delområde Sandbakk.



Figur 11. Oversikt over utredningsområdet i 3D med drapert ortofoto fra 2019. Bildet er orientert mot nord-øst.

4.2 Grunnlagsmateriale

4.2.1 Aktsomhetskart

Kartleggingsområdet berøres av aktsomhetsområder for steinsprang, jord- og flomskred, og snøskred (S2 med og uten skog, og S3). Dette gjelder hovedsakelig i østlig del, relatert til den bratteste skråningen.

4.2.2 Historiske skredhendelser

Det er registrert to skredhendelser på SVVs vegkart på fylkesvegen som går gjennom nedre del av Sandbakk [17]. Den ene registreringen er et nedfall fra vegskjæring, og ikke fra naturlig terreng. Den andre registreringen er helt i grensen til kartleggingsområdet i øst, og beskriver et steinsprang <1 m^3 med løsneområde fra ur, og har en beskrevet høydeforskjell på 0-50 meter. Dette skjedde november 2013 ifm. middels mengder regn.

Det er gjennomført 9 intervjuer med lokale kjente på befaringen. Flere har bodd her siden tidlig 70-tallet, og ingen har hørt/registrert noen historiske skredhendelser. Det ble kommentert at det var flere blokker langs skråningen helt ned til hovedveien før området ble bebygd. Beboere rett nedenunder den bratteste fjellskråningen i øst har observert lyder av sporadisk skredaktivitet i nedre del av fjellskråningen påstått ifm. frost- og tineprosesser.

Det er ellers ikke registrert tidligere skredhendelser innenfor utredningsområdet, ei heller ikke påpekt fra tidligere skredfareutredning i området av Multiconsult [31].

4.2.3 Tidligere skredfareutredninger

Det foreligger en tidligere skredfarevurdering av Multiconsult [31] innenfor kartleggingsområdet i øst, inntil den bratteste fjellskråningen. Kartleggingsområdet inkluderer eiendommene med gnr/bnr. 37/89 og 37/715, og er utført i ifm. et påbygg til enebolig på eiendommen nedenfor (Kommandantvegen 72). I rapporten konkluderes det med årlig nominell sannsynlighet for steinsprang større enn 1/100 og 1/1000. 1/100-sonen er trukket ned til ca. kote 79 og 1/1000-sonen ca. ned til kote 74.

Sweco er ellers ikke kjent med at det foreligger andre skredfarevurderinger innenfor kartleggingsområdet i området Sandbakk.

4.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er ikke registrert noen skredsikringstiltak i NVEs database [16].

Fra befaring ble det avdekt flere eldre murer og terrengplatåer i området lengst nordøst i kartleggingsområdet, rett nedenunder den bratteste fjellskråningen. Etter prat med de lokale ble det fortalt at dette er gamle bostedstufter.

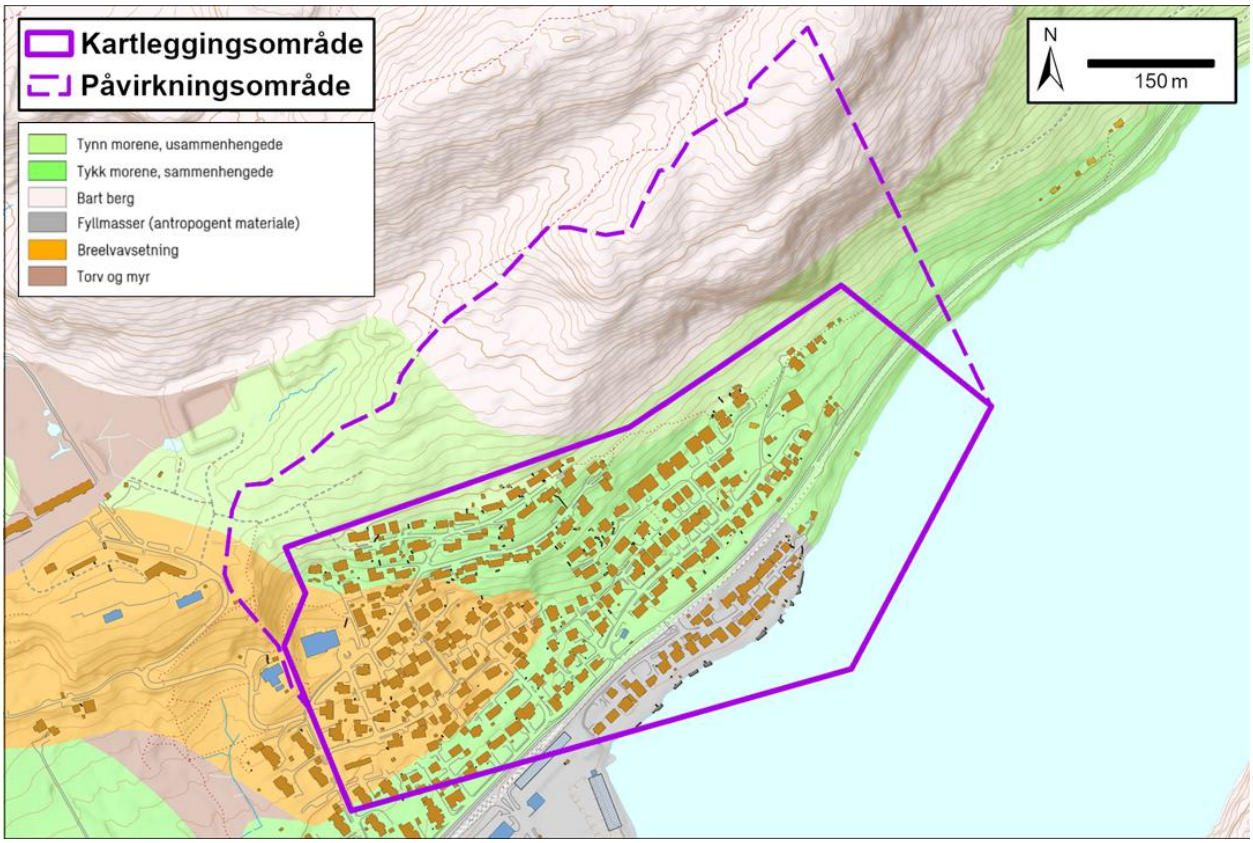
Ved Einartangen er det ifølge beboer gjennomført bolting av enkelte løse blokker på svaberget rett ovenfor boligfeltet, på kote 100-115.

4.2.5 Berggrunn og løsmasser

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 viser at berggrunnen består av hovedsakelig granitt - «***Granitt; lysegrå, biotittførende, delvis med granat, vanligvis udeformert***». Området med granitt er for det meste overdekket.

I tillegg er det en bred stripe med «***migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis***» som skjærer på skrå gjennom øvre deler av kartleggingsområdet og omtrentlig hele påvirkningsområdet – som kan relateres til forsenkningen/platået/svakhetssonen som går SV-NØ i påvirkningsområdet.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:50 000 over delområdet (Figur 12) indikerer at kartleggingsområdet hovedsakelig består av et sammenhengende dekke med morenemateriale, samt et parti med breelvavsetning i vest. I påvirkningsområdet er det hovedsakelig bart fjell, med noe usammenhengende/tynt morenedekke i nedre del i vest.



Figur 12. Løsmassekart fra NGUs WMS-tjeneste [4], basert på NGUs kart i 1:50.000.

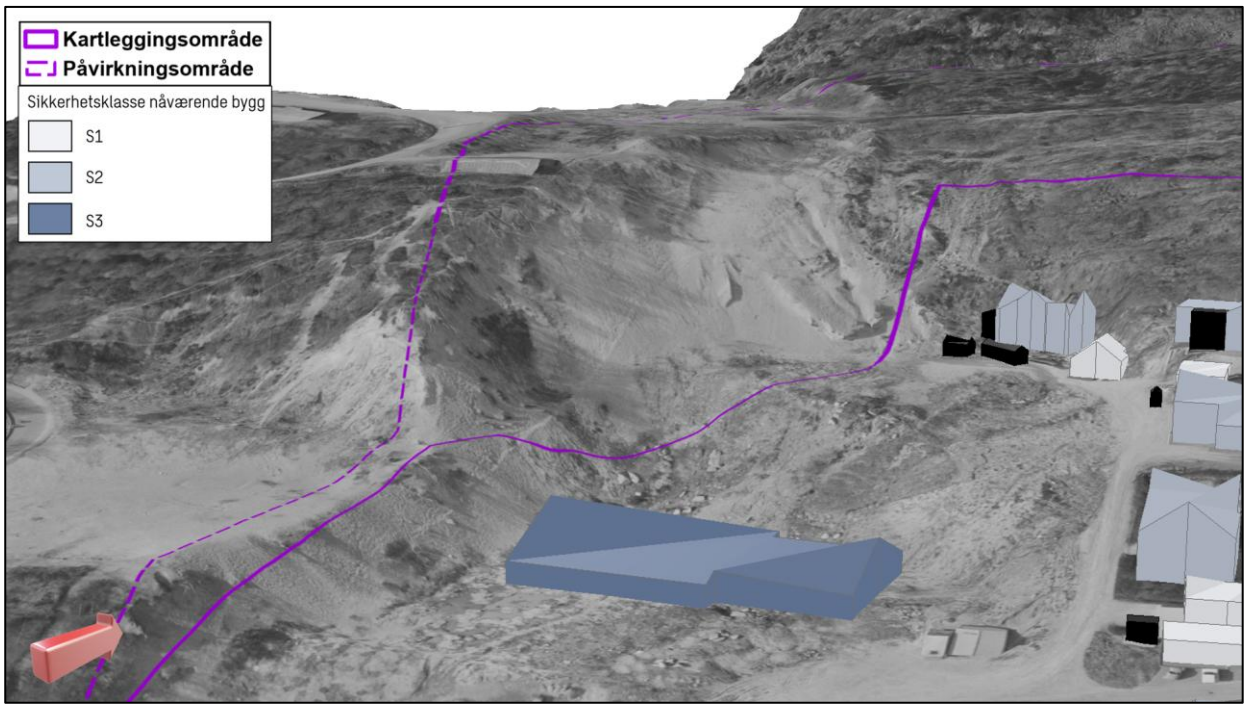
4.2.6 Flyfoto og skråfoto

Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1937 og frem til 2024 [18].

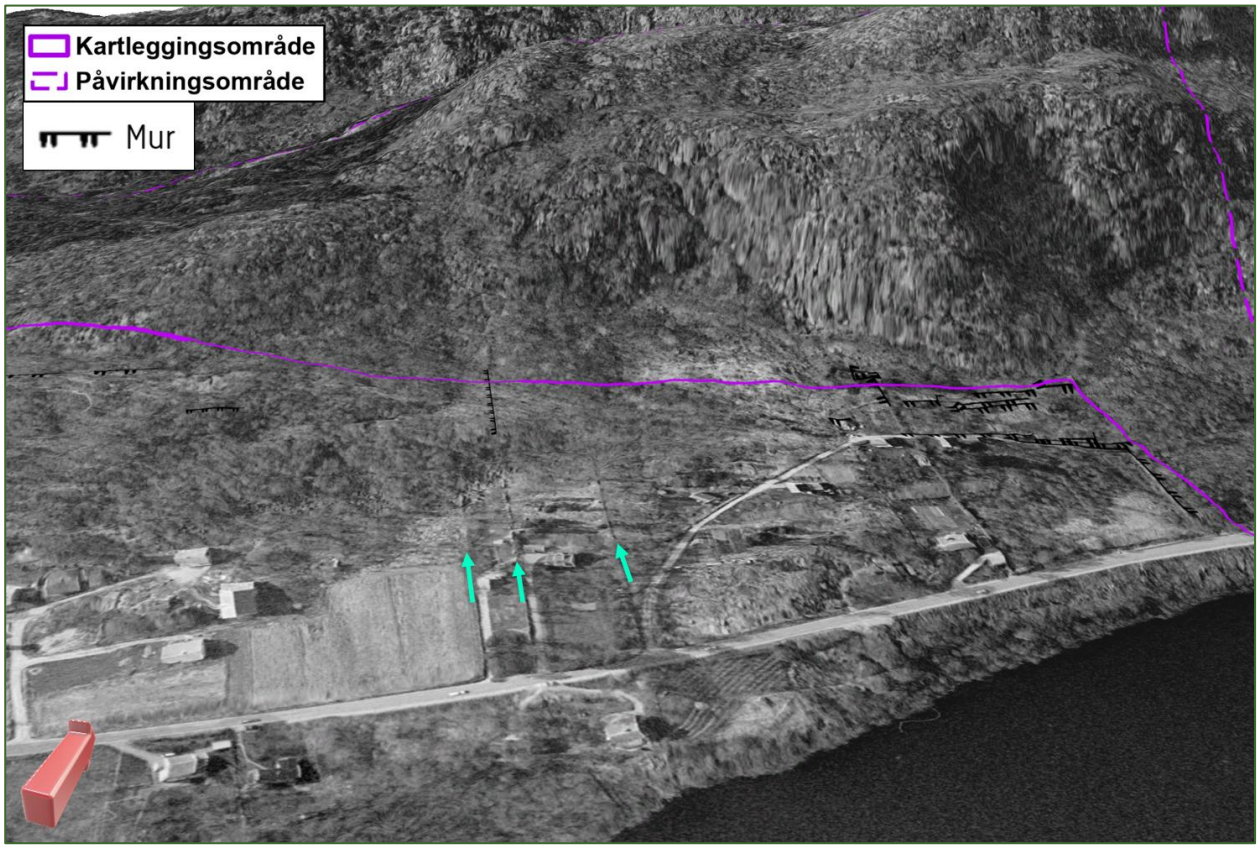
Mesteparten av bebyggelsen i kartleggingsområdet ble først etablert på tidlig 1970-tallet. I perioden mellom 1971 og 1995 observeres det to partier med skog som har blitt fortynnet, i området over Grenaderveien 48 i NØ - med ukjent type aktivitet. Disse skogspartiene har for det meste gjengrodd etter 1995.

Flyfoto viser at det har vært aktivitet knyttet til grusuttak i breelvavsetningene i vest (Figur 13) som har etterlatt flere løsmasseskråninger. I tillegg viser flyfoto gamle steingarder (Figur 14), og utbredelsen av steinblokker i kartleggingsområdet (Figur 15).

Ellers er det ingen tydelige tegn til skredaktivitet basert på flyfoto og skråfoto over delområdet.



Figur 13. Flyfoto fra 1978 i 3D, med dagens bygg. Viser grusuttak vest i kartleggingsområdet.



Figur 14. Flyfoto fra 1968. Turkise piler viser steingarder. De fleste murene i øst stammer fra gamle tufter.

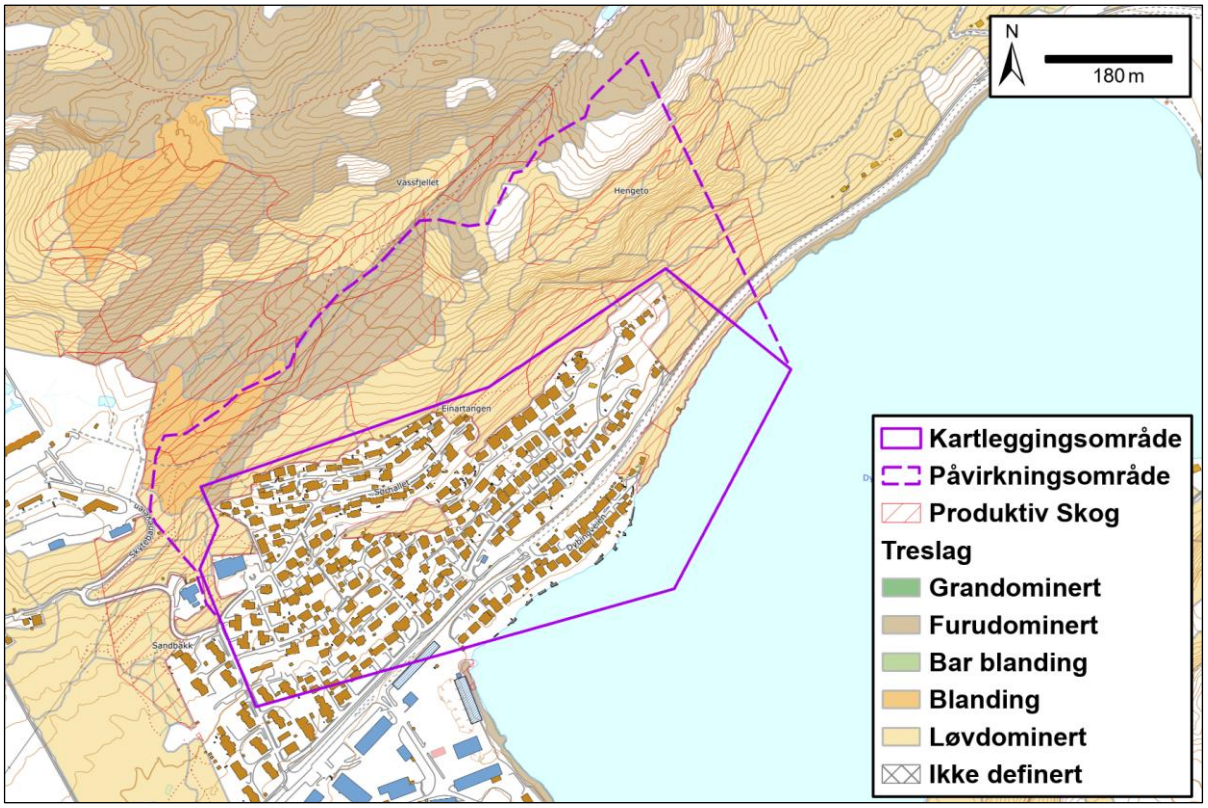


Figur 15. Flyfoto fra 1968 viser tidligere utbredelse av steinblokker i kartleggingsområdet.

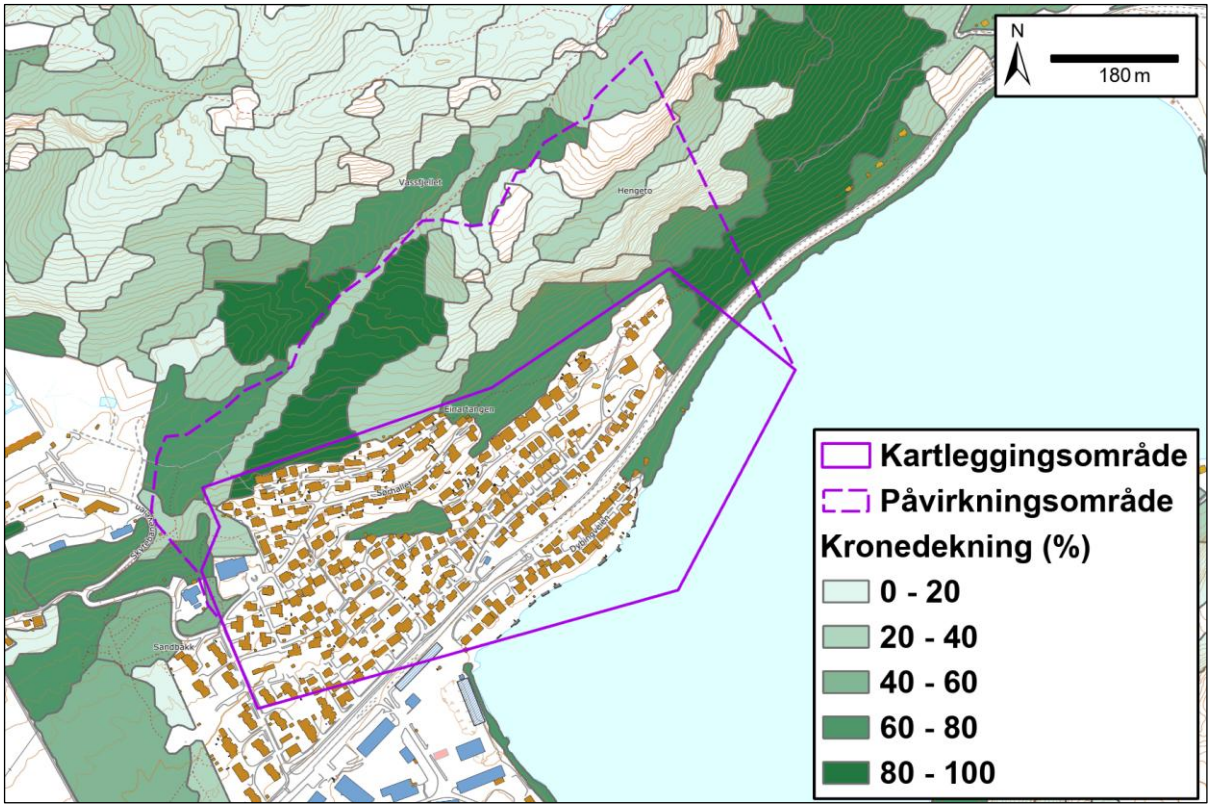
4.2.7 Skog

Øvre deler av kartleggingsområdet, og store deler av påvirkningsområdet domineres av løvskog. På ryggen opp til Vassfjellet er det furudominert skog, se Figur 16.

Figur 17 viser kronedekningen på skogen.



Figur 16. Skogtyper og produktiv skog i delområdet Sandbakk.



Figur 17. Kronedekning over delområdet Sandbakk.

4.2.8 Drenering

Det er benyttet kart med teoretiske strømningsveier (se vedlegg 1B), samt observasjoner i felt for vurdering av dreneringsveier som har påvirkning på skredfaren. Noen steder i skråningen er det sildrende bekker på bart berg. Under befaringen hadde det regnet noe dager før, totalt 10 mm, som ga et greit inntrykk av vannveier.

4.3 Skredfarevurdering

4.3.1 Steinsprang

Basert på terrenghelning og avsetninger i utredningsområdet vurderes steinsprang som en aktuell prosess. I påvirkningsområdet er det flere skrenter brattere enn 45°, dette gjelder hovedsakelig østlig del, under utflatingen ved Hengeto. Skrentens er orientert med SØ fall ned mot kartleggingsområdet. Omtrent halvveis opp i skrenten, på ca. 212 moh., er det et smalt terrengplatå. Over dette platået er terrenghelningen på 25-60°, og nedenfor 35-75°. Se Figur 18.



Figur 18. Den bratteste fjellskråningen i delområdet Sandbakk.

Det meste av eksponert berg har åpne sprekker som er glatt og undulerende. Området har fire tydelige sprekkesett omtrentlig vinkelrette på hverandre, og danner sprekkeavløste firkantede blokker på flere steder. Disse har volum på hovedsakelig <1 m^3 og ser for det meste ut til å ligge stabilt. På noen få steder er det overhengende berg. I skråningen over Einartangen kan noen få blokker på <0,1m^3 på bart berg remobiliseres. Generelt er det lite ferske sår synlig i skrenten, bortsett fra noen få steder i høyden relatert til små løsneområder der uren stopper i høyden. Det er noen tegn til skadede trær ifm. steinsprang på platået i midtre del i øst. Blokkene i uren har i gjennomsnitt et volum på ~0,5 m^3 – noe mindre i vest, og større i øst. Maksimale blokkstørrelser er opp mot ~3 m^3. Generelt anses urene som gamle grunnet mye vegetasjon/mose, jevn helning, og avrundede kanter. Det er noen få steder tegn til ferske nedfall (<10 sikre observasjoner per enhetsbredde på 30m) med enkelte spredte blokker med volum <0,5 m^3. Størrelsen på mulige løsneblokker er antatt å være hovedsakelig <0,5 m^3 og ha en løsnesannsynlighet større enn 1/100. Blokker med lavere løsnesannsynlighet vil være større, antatt opp mot 3 m^3.

Generelt betraktes urene i området som stabile, men det kan ikke utelukkes at enkelte blokker kan remobiliseres. På bakgrunn av urenes helning på 10-25° vil eventuelle remobiliserte blokker raskt stoppe og ikke nå ned til kartleggingsområdet. Sannsynligheten for remobilisering vurderes til lavere enn 1/1000. Skog på urmassene kan ha en bremsende effekt på mindre blokker, men forventes ikke å stoppe større blokker. Skogens effekt ikke tatt i betraktning i vurderingen.

Uren nedenfor den bratteste fjellskråningen, rett ovenfor kartleggingsområdet, brer seg 20-60 meter ut, med observerte enkelt steinsprangblokker opp til 40 m nedenfor uren. Ved kartleggingsområdets østlige grense er det ytterligere en ur som strekker seg 90 meter i lengderetning. Det observeres flere blokker utenfor den tetteste uren, men de fleste av disse er antagelig ikke fra steinsprang. På vegen 50 m nedenfor uren, er det registrert historiske nedfall (se kap. 4.2.2). Registreringen har ingen ytterligere info, og kan muligens være remobilisering av eldre blokker i uren.

Som tillegg i vurderingen av utløpslengder er det benyttet modellering i Rockyfor3D, med blokkstørrelser på 0,5 m^3 og 3 m^3. Basert på størrelsen av steinsprangblokker og blokker i uren vurderes modelleringene med blokkstørrelse på 0,5 m^3 som mest representative for eventuelle nye steinsprang. Modelleringene viser at blokker fra påvirkningsområdet kan nå inn i kartleggingsområdet, hovedsakelig i østlig halvdel. Basert på skredavsetninger, terrenghelning, løsnesannsynlighet, og modelleringer i Rockyfor3D vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang fra påvirkningsområdet og inn i kartleggingsområdet til å være >1/100 i små områder ved Einartangen og under Hengeto, >1/1000 i noen partier i østlig halvdel, og >1/5000 i et strekke som dekker ca. halve kartleggingsområdet i østlig del, og strekker seg 50-80 meter inn kartleggingsområdet.

Faren for flogstein er vurdert som dekket innunder utarbeidede faresoner for steinsprang. Det avdekkes generelt ingen åpenbare utslagsflater, men det utelukkes ikke at skråningsfoten rett ved kartleggingsområdets grense kan frembringe noe flogstein ved eventuelt steinsprang her.

I kartleggingsområdet er det en eksponert skråning, ca. 30 meter bred, midt blant bebyggelsen nedenfor Sørhallet 5–9. Skråningen har en høydeforskjell fra topp til bunn på 25 meter og er avtrappet/terrassert. Det er løsneområder for steinsprang i øvre del, her er berget er veldig oppsprukket. Det er ikke avdekt tydelige steinsprangavsetninger fra felt, men det er registrert noen spredte blokker basert på historiske bilder. Løsnesannsynligheten vurderes til mellom 1/100 og 1/1000. I utløpsområdet er det tykk sammenhengende morene. Det vurderes at mulige løsneblokker vil oppnå begrensede utløpslengder grunnet lav fallhøyde, moreneunderlag og terrassering. Det vurderes at den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang fra dette løsneområdet er >1/1000.

4.3.2 Steinskred

Det er terreng med bart berg som er brattere enn 45° i utredningsområdet. Det er også bratte skrenter/fjellvegger med flere titalls meters relieff. Det finnes ingen indikasjon på ustabile bergpartier i NGUs InSAR-datasett [32].

Fra befaring avdekkes det ingen større sprekkeavløste parti som muliggjør nedfall større enn steinsprang. Det er ikke avdekt avsetninger som direkte kan kobles til tidligere steinskredaktivitet fra påvirkningsområdet.

Det vurderes at årlig nominell sannsynlighet for steinskred i delområdet Sandbakk er mindre enn 1/5000.

4.3.3 Snøskred

Terrenget i påvirkningsområdet er hovedsakelig enten for slakt (<27°) eller for bratt (>50°) til å anses som typisk snøskredterreng. I vestlig halvdel av påvirkningsområdet er skråningen jevnt for slak (10-25°), og i østlig halvdel er terreng avtrappet med to platåer på <25° med bratte skrenter (50-90°) imellom.

Gjennomsnittlig maksimal snødybde for området er 19 cm (291 moh.) [7]. Snødrift er relevant på hovedvindretningen fra NV - med samme orientering som fjellskråningen. Det avdekkes ingen tydelige løsneområder eller akkumuleringsområder for snødrift.

Det er ingen registrerte snøskredhendelser i selve utredningsområdet, men det er registrert 8 snøskred langs Lutsiveien i et strekke fra 200 meter til 1000 meter lengre nordøst. Fire av disse er registrert ned på veg, hhv. i 2007, 2007, 2012, og 2014 – det er begrenset informasjon fra disse skredene bortsett fra satt punkt på veg, men de innehar ukjent volum, løsneområde, og utløpslengde. Terrenganalyse viser at overliggende terreng for disse skredhendelsene er betydelig annerledes enn utredningsområdet for Sandbakk; med mer gjennomgående skredgunstige helninger på 30-35°, og flere konkave områder som akkumulerer snø. De fleste skredhendelsene er relatert til skråningen under nabofjellet Lutsifjellet (345 moh.), som er orientert mot sør.

Til tross for registrert skredaktivitet i nærområdet, anses terrenget i utredningsområdet i Sandbakk som betydelig annerledes og ugunstig for dannelse av snøskred. Basert på et kystnært klima, ugunstig terreng, og skredhistorikk i utredningsområdet utredes ikke snøskred videre, og det vurderes at årlig nominell sannsynlighet for snøskred i utredningsområdet er mindre enn 1/5000.

4.3.4 Jordskred

Store deler av påvirkningsområdet har begrenset tilgang på løsmasser. Den bratteste skråningen i øst består hovedsakelig av bart berg, mens det slakere terrenget i vest har et tynt usammenhengende morenedekke. I vest er det observert en sildrende, grunn bekk i øvre del av skråningen, men denne fortsetter ikke i et tydelig definert løp lenger ned. I øst, under skråningen hvor det er definert et aktsomhetsområde, er det observert en mindre bekk som er lagt i rør og kulverter, samt erosjonssikret med blokker. Terrenget i dette området består av et tynt og usammenhengende lag av morenemasser og urmasser med gode drenerende egenskaper. Det er ikke observert tydelige spor etter tidligere utrasinger eller gjennomgående overflateavrenning utenfor etablerte rør og kulverter. Løsnepotensialet generelt i påvirkningsområdet anses som lavt.

I kartleggingsområdet er det en eksponert skråning midt blant bebyggelsen nedenfor Sørhallet 5–9. Den består av et tykt sammenhengende morenedekke i en helning på 25-30° blant utstikkende bergnabber med brattere helning. Det avdekkes ingen bekkeløp, tegn til erosjon eller tidligere utrasinger i dette området. Løsnepotensialet for dette området anses som lavt. I kartleggingsområdets vestlige del er det eldre grustak for elveavsetninger med observasjoner av tidligere skredhendelser – både fra felt og historiske flybilder. Løsnepotensialet fra dette området anses som høy.

Et eventuelt skred generelt i utredningsområdet vil ha begrenset volum og kort rekkevidde. Det er fra elveavsetningene i vest det forventes skredstørrelser av betydning for kartleggingsområdet. Her er det utarbeidet faresoner. Den årlige nominelle sannsynligheten for jordskred vurderes til >1/1000, knyttet til det eldre grustaket i elveavsetningene i vest.

4.3.5 Flomskred

Det er ingen tydelige bekkedaler/raviner med tilgjengelige løsmasser i utredningsområdet. De få vannveiene renner hovedsakelig på grunt berg og i drenerende ur. Det observeres ingen tegn til tidligere flomskredhendelser på skyggekartet eller i felt, og det avdekkes ingen tydelige løsneområder.

Flomskred vurderes ikke videre, og det vurderes at årlig nominell sannsynlighet for flomskred i utredningsområdet er mindre enn 1/5000.

4.3.6 Sørpeskred

Det er ingen kjente, historiske sørpeskredhendelser i området. Det er ikke identifisert forsenkninger eller flatere partier i et definert bekkeløp hvor det kan samles store mengder smelte- og regnvann i snødekket. Det er heller ingen åpne, dyrkede jorder eller skråninger. Basert på en samlet vurdering av løsneforhold, klima, mangel på historiske hendelser og fravær av spor etter tidligere sørpeskred, vurderes årlig nominell sannsynlighet for sørpeskred å være mindre enn 1/5000 for delområdet Sandbakk.

4.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

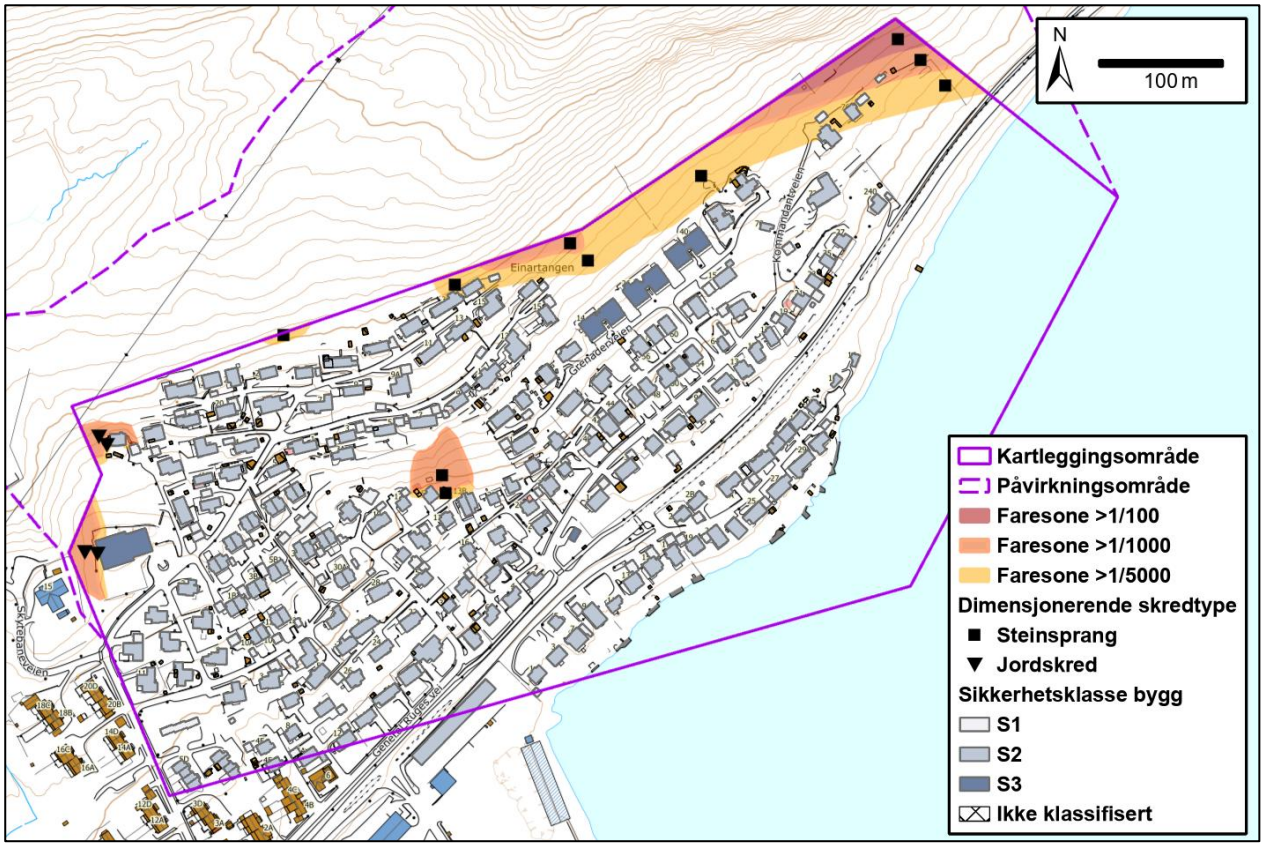
Den samlede skredfaren vurderes til større enn 1/100 og 1/1000 i noen partier i nordøst knyttet til steinsprang. Fra den eksponerte skråningen midt blant bebyggelsen nedenfor Sørhallet 5-9 er skredfaren vurdert til >1/1000 knyttet til steinsprang. I kartleggingsområdets vestlige del, knyttet til de eldre grustakene i elveavsetningene vurderes faren for jordskred til >1/1000. Skog er ikke av betydning i vurderingene. Faresoner er vist i Figur 19.

For delområdet Sandbakk er den samlede skredfaren den samme, uavhengig av om dagens skogforhold tas i betraktning eller ikke.

Det er to bygg som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet, se Tabell 8.

Tabell 8. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	1	0
≥ 1/5000	-	-	1



Figur 19. Samlede faresoner for delområdet Sandbakk. Se Vedlegg 1E for versjon i større målestokk.

4.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Tidligere skredfarevurdering av Multiconsult [31] for påbygg til enebolig (gnr. 37, bnr. 89) konkluderer med faresoner for et lokalt område som er noe mer konservative enn konkludert med i denne rapporten.

4.3.9 Andre farer

Det kan forekomme lokale utglidninger fra mindre skråninger nedenfor Lutsiveien, i kartleggingsområdets østlige del. Disse er tegnet inn som «andre faremomenter».

4.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

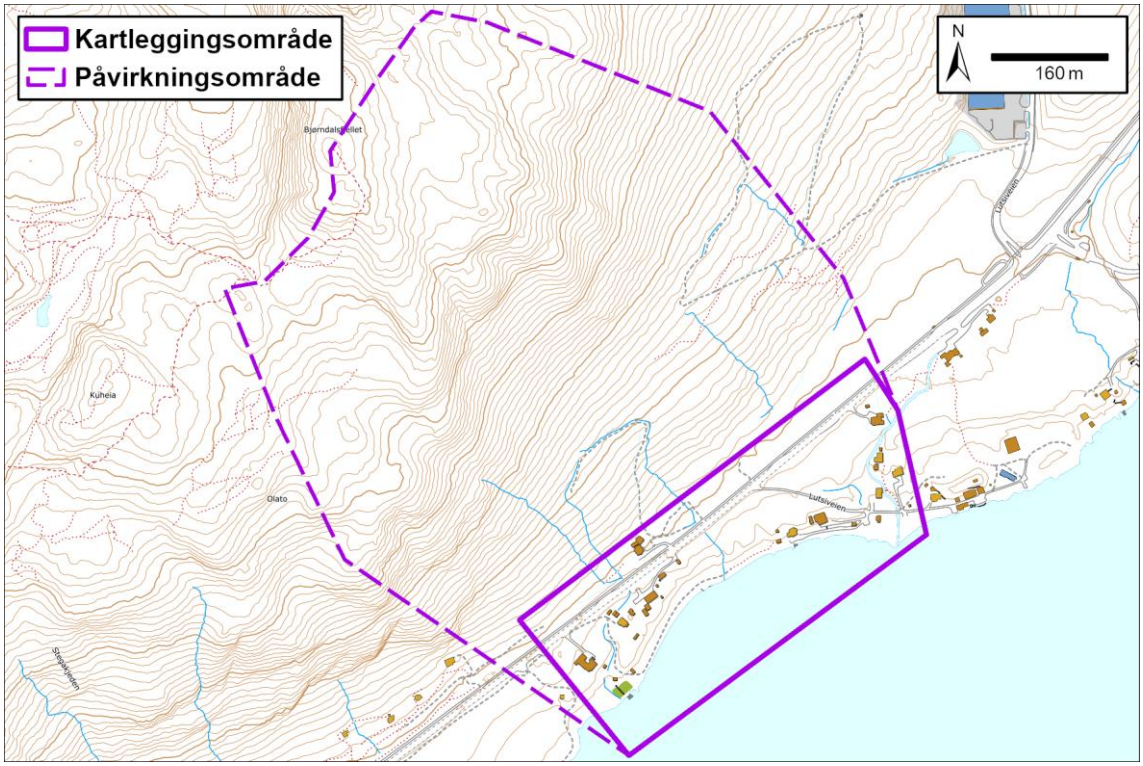
Se kap. 3.13 generelle usikkerheter knyttet til denne typen utredninger.

5 Delområde 2 – Lutsi

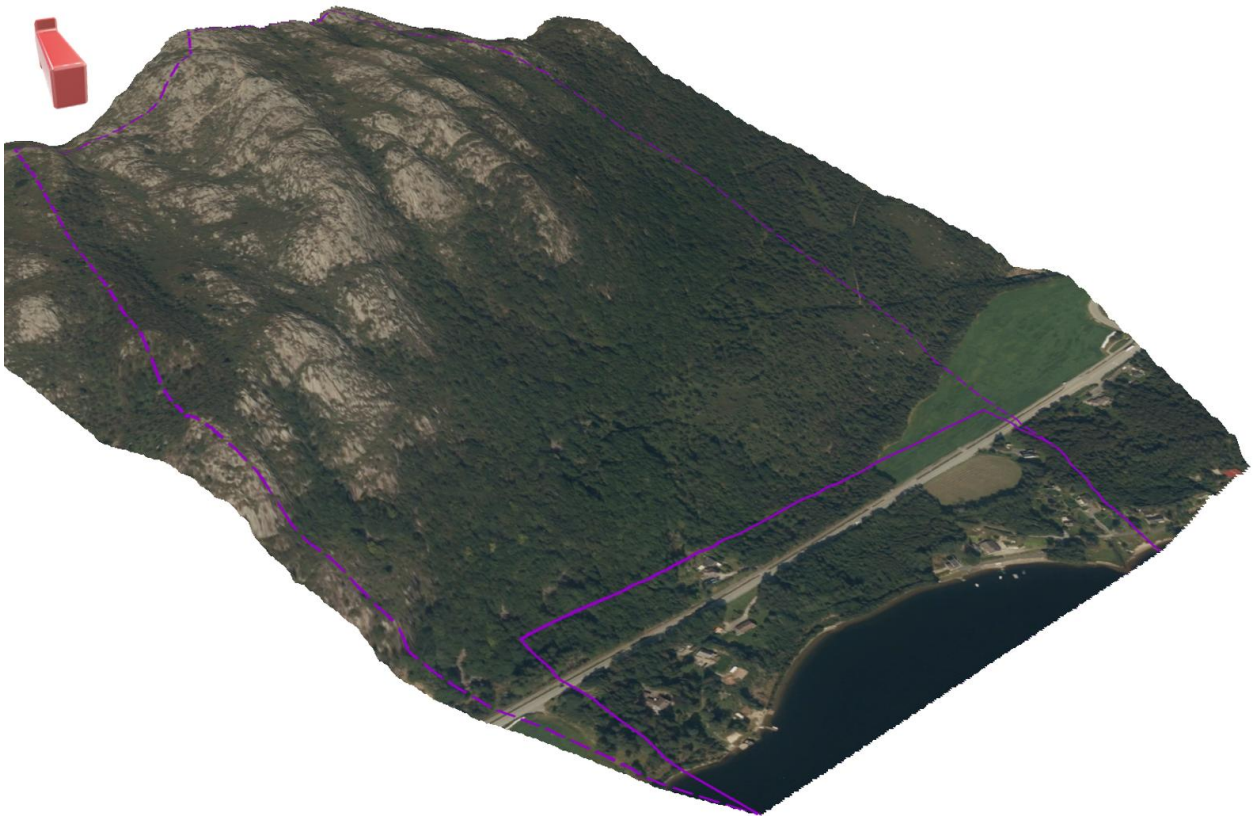
5.1 Områdebeskrivelse

Delområdet Lutsi er lokalisert ved innsjøen Lutsivatnet, 5,5 km øst for Sandnes sentrum (Figur 20 og Figur 21). Kartleggingsområdet strekker seg 600 m langs fylkesvegen som går SV-NØ. Området består av 10 spredte eneboliger, der 9 av dem ligger på nedsiden av vegen, ved Lutsivatnet (26 moh.), og én rett i overkant av vegen på ca. 50 moh.

Kartleggingsområdet ligger i skråningsfoten av Bjørndalsfjellet (361 moh.), og har en helning på ~20°, videre opp i påvirkningsområdet blir terrenget gradvis brattere, opptil 50° på ~300 moh. Videre opp i terrenget fra 300 moh. flater terrenget ut med helning på ~15°i retning toppen av Bjørndalsfjellet.



Figur 20. Oversiktskart over delområde Lutsi.



Figur 21. Oversikt over utredningsområdet i 3D med drapert ortofoto fra 2019. Bildet er orientert mot nord-øst.

5.2 Grunnlagsmateriale

5.2.1 Aktsomhetskart

Kartleggingsområdet berøres av aktsomhetsområder for steinsprang, jord- og flomskred, og snøskred (S2 m/ og u/ skog, og S3).

5.2.2 Historiske skredhendelser

Det er ingen registrerte skredhendelser innenfor utredningsområdet. Det er derimot flere skredhendelser registrert langs Lutsiveien mellom en halv km til to km i retning sørvest. Dette gjelder 8 snøskredhendelser, 6 steinspranghendelser, 1 isnedfall, og 1 jordskred. Alle de registrerte skredhendelsene har manglende dokumentasjon på volum, løsneområde, og utløpslengde. Men de fleste er registrert som skade på veg.

5.2.3 Tidligere skredfareutredninger

Det er ingen tidligere skredfareutredninger i kartleggingsområdet som bekjent av Sweco.

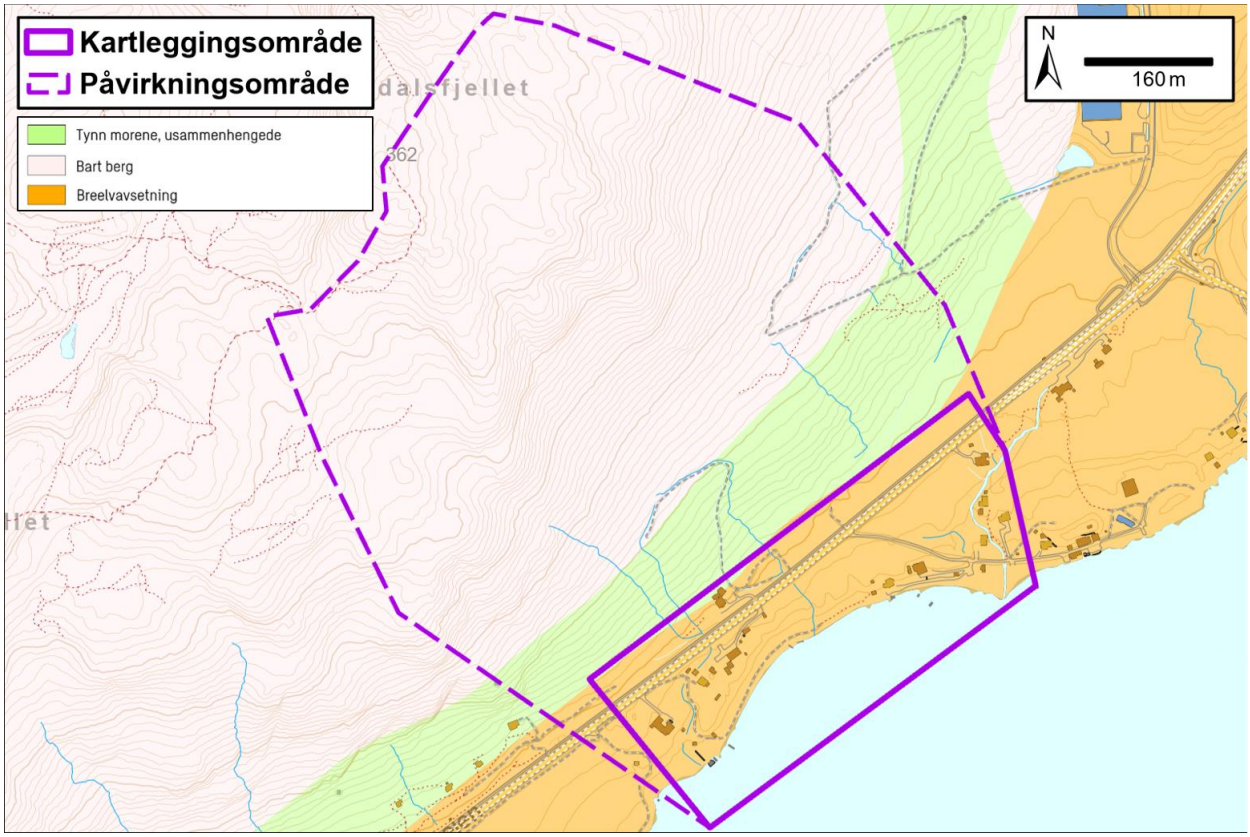
5.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er ingen eksisterende sikringstiltak i området som observert etter feltbefaring.

5.2.5 Berggrunn og løsmasser

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 viser at berggrunnen består av hovedsakelig granitt - «***Granitt; lysegrå, biotittførende, delvis med granat, vanligvis udeformert***». Området med granitt er for det meste overdekket.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:50 000 over delområdet (Figur 22) viser at kartleggingsområdet hovedsakelig består av breelvavsetninger. I påvirkningsområdet er det hovedsakelig bart fjell, med noe usammenhengende/tynt morenedekke ned mot vegen.



Figur 22. Løsmassekart fra NGUs WMS-tjeneste [4], basert på NGUs kart i 1:50 000.

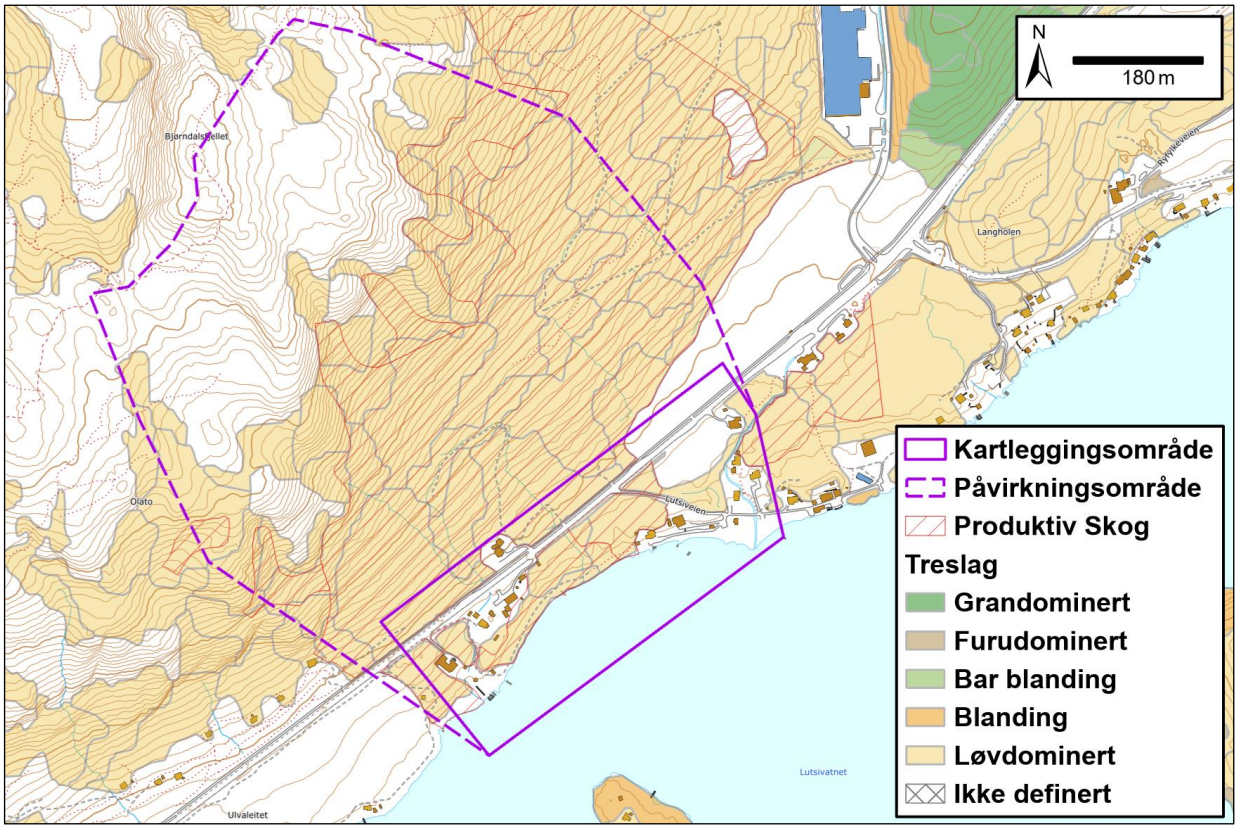
5.2.6 Flyfoto og skråfoto

Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1937 og frem til 2024 [18].

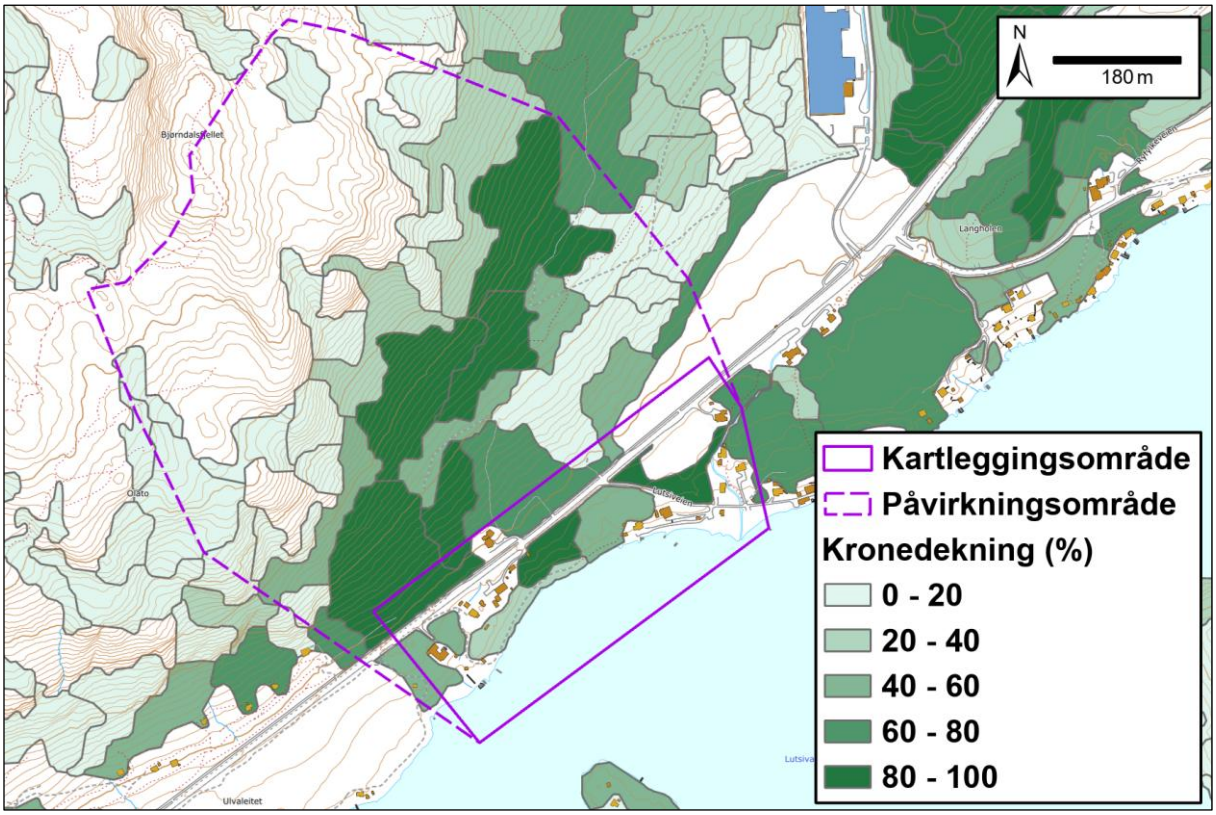
Mesteparten av bebyggelsen i kartleggingsområdet ble først etablert sent på 1960-tallet. Det er ingen tydelige tegn til skredaktivitet basert på flyfoto og skråfoto over delområdet.

5.2.7 Skog

Utredningsområdet består av løvskog (Figur 23) opp til tregrensen ved ca. 250 moh., med hovedsakelig høy kronedekning (Figur 24). Opp mot tregrensen avtar kronedekningen noe. Skogen er i all hovedsak produktiv.



Figur 23. Kart over skogressurser i delområde 2 fra NIBIOs SR16 data [33] og produktiv skog fra FKB-AR5 data.



Figur 24. Kronedekning over delområdet Lutsi.

5.2.8 Drenering

Det er benyttet kart med teoretiske strømningsveier (se vedlegg 2B), samt observasjoner i felt for vurdering av dreneringsveier som har påvirkning på skredfaren. Under befaringen hadde det regnet noe dager før, totalt 10 mm, som ga et greit inntrykk av vannveier.

Påvirkningsområdet har flere terrengforsenkninger med

Noen steder i skråningen i påvirkningsområdet er det sildrende bekker på berg. I kartleggingsområdet observeres

5.3 Skredfarevurdering

5.3.1 Steinsprang

Basert på terrenghelning og avsetninger i utredningsområdet vurderes steinsprang som en aktuell prosess.

I påvirkningsområdet er det noen skrenter brattere enn 45° mellom 80-230 moh. i vestlig del, og mellom 150-300 moh. i midten av påvirkningsområdet. Skråningens fallretning er orientert SØ ned mot kartleggingsområdet.

Det meste av eksponert berg har åpne sprekker relatert til dagforvitring. Observerte sprekkesett er omtrentlig vinkelrette på hverandre, og legger til rette for sprekkeavløste firkantede blokker. Disse har volum på hovedsakelig ~1 m^3, med noen få steder opp mot ~25m^3. De fleste mulige løsneblokkene ser ut til å ligge stabilt og ha god understøtte. Generelt er det få ferske sår å avdekke bortsett fra fire steder i høyden. Urblokkene i hele utredningsområdet har i snitt volum på 0.25-0.5 m^3, med maksimale blokkstørrelser i uren observert opp mot ~5 m^3. Størrelsen på mulige løsneblokker antas å være

hovedsakelig ≤1 m^3. Det avdekkes flere løsneområder, der to av dem har noe overheng, se Figur 26. Løsnesannsynligheten generelt vurderes til mellom 1/100 og 1/1000.

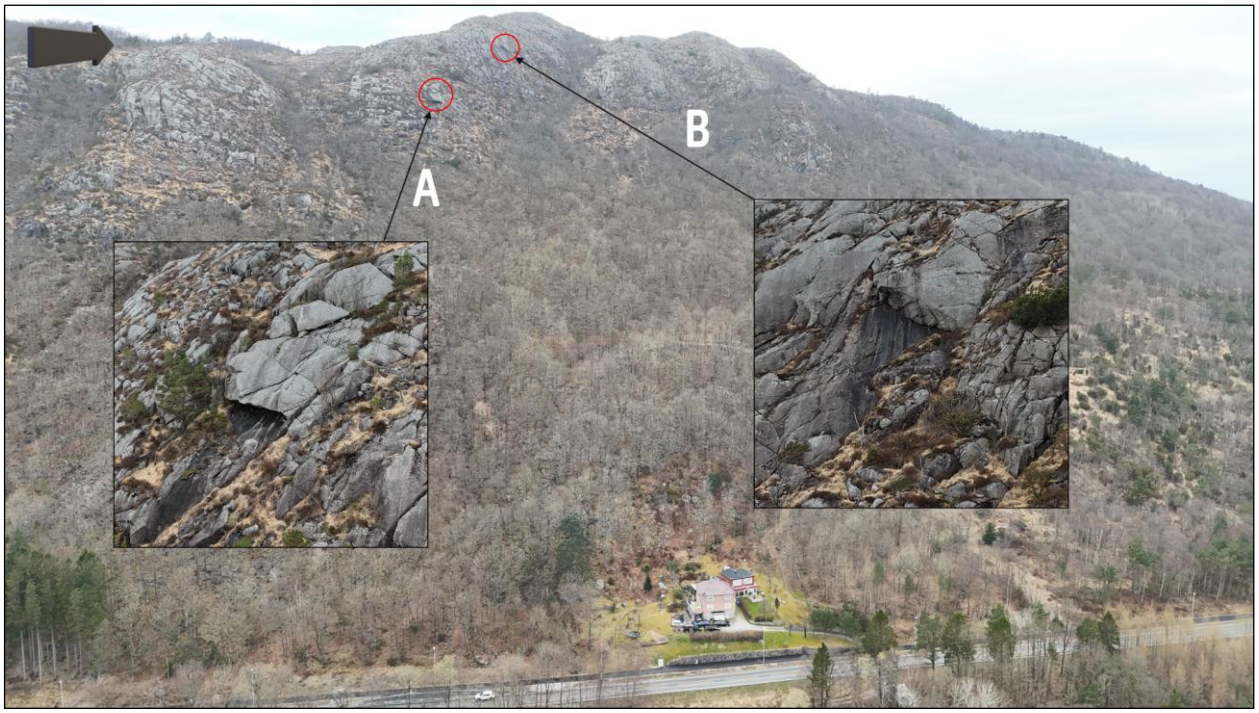
Den vestlige halvdelen av skråningen er preget av spredte blokker og stedvis konsentrerte blokksamlinger – med en blanding av steinsprang- og moreneblokker. I kartleggingsområdets vestlige hjørne er det tegn til skadede trær, se Figur 25. Sannsynligheten for remobilisering av blokker i uren vurderes som lavere enn 1/1000. På bakgrunn av terrenghelning på 10-25° vil eventuelle remobiliserte blokker ikke bygge opp nok momentum og vil dermed ha begrensede utløp, kun på noen meter. Remobilisering vurderes å være dekket innunder vurderingen av steinsprang. Skog som vokser på urmassene vil ha noe effekt på mindre blokker, men vil ikke ha effekt på større blokker. Generelt anses blokksamlingen som inaktiv grunnet mye vegetasjon/mose og avrundede kanter på flere blokker - som hovedsakelig relateres til moreneblokker.



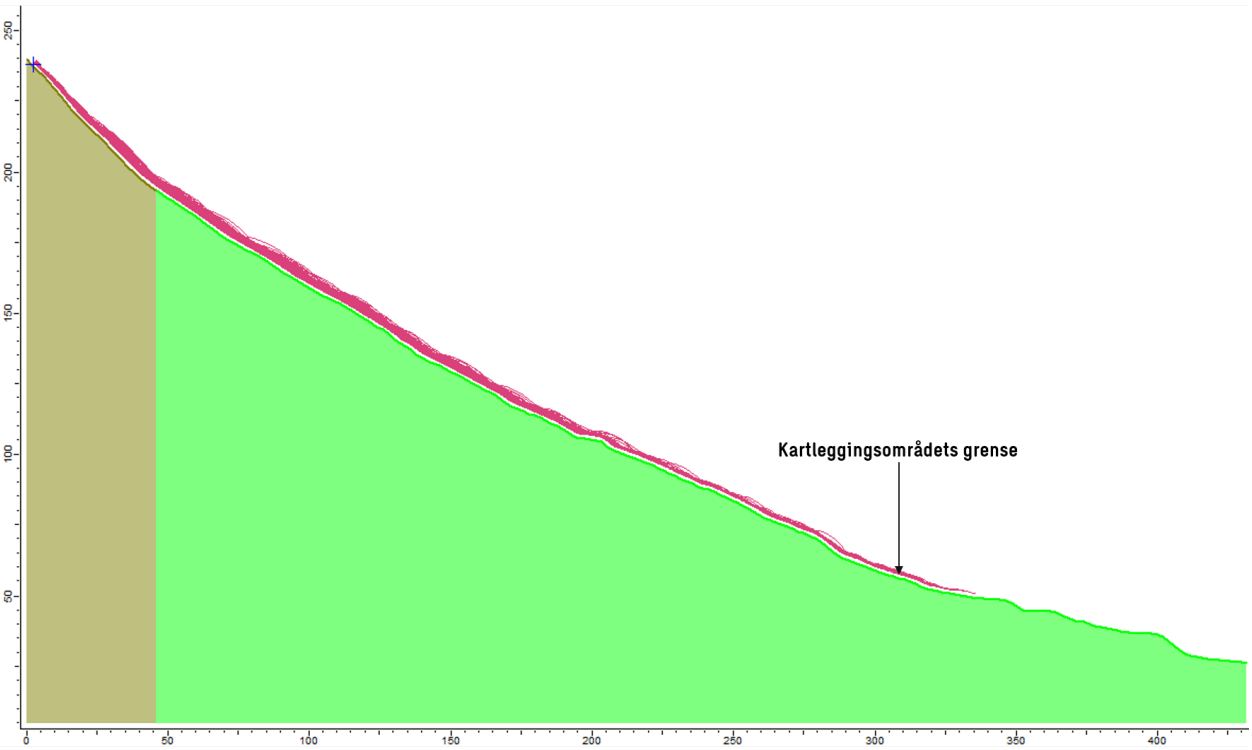
Figur 25. Uransamling i kartleggingsområdets vestlige del. Tegn til skadede trær (rød sirkel) fra enten steinsprang eller remobilisering av større blokker.

Som tillegg i vurderingen av utløpslengder er det benyttet modellering i Rockyfor3D, med blokkstørrelse på 1 m^3 og parametere som beskrevet i Tabell 3. Valgt blokkstørrelse er basert på størrelsen på mulige løsneblokker i løsneområdene. Modelleringene viser at utløpslengdene når inn i kartleggingsområdets vestlige hjørne, med noen titalls meter, med lave utløpssannsynligheter.

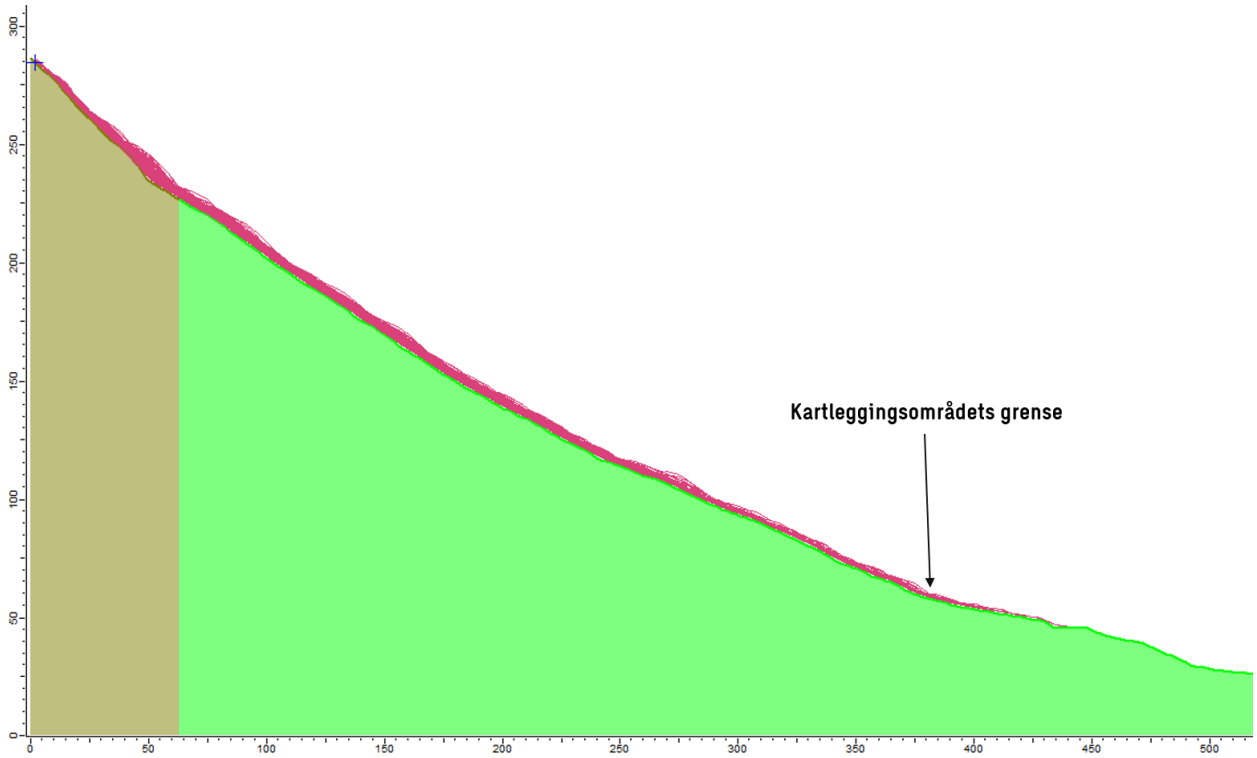
I tillegg er det gjort en vurdering på utløpslengder fra to spesifikke løsneområder, som påpekt i Figur 26, med RocFall2. Disse modelleringene er gjort med blokkstørrelser på hhv. 24m^3 og 32m^3 for løsneområde A og B. Dette gjelder totalt løsnevolum, men løsnepartiet bærer preg av oppsprekking og viser antydning til internt sprekkeavløste blokker. Resultatene (Figur 27 og Figur 28) viser at det er hhv. 1.6% og 8.4% sjanse for at blokker fra disse løsneområdene når helt ned til kartleggingsområdet. Det er vanskelig å kalibrere resultatene opp mot avsetninger og disse vurderes å ha begrenset nytte.



Figur 26. To løsneområder med totalt volum på hhv. ~23m^3 og ~32m^3. Løsneområdet viser tegn til tidligere skredsår og har noe overheng som følge av dette.



Figur 27. Resultat fra steinsprangmodellering i RocFall2. Lutsi delområde, løsneområde A (Figur 26). 16 av 1000 blokker når ned forbi kartleggingsområdets grense, tilsvarer 1.6% sannsynlighet - gj.snittlig intensitet; ~2000kJ. Blokkdimensjoner: 4x3x2m, *triangle, Square, Pentagon, Super Ellipse^4 (1:1), Super Ellipse^6 (1:1), Polygon Triangle, Polygon Square, Polygon Pentagon, Polygon Rectangle (5:6)*.



Figur 28. Resultat fra steinsprangmodellering i RocFall2. Lutsi delområde, løsneområde B (Figur 26). 84 av 1000 blokker når ned forbi kartleggingsområdets grense, tilsvarer 8.4% sannsynlighet - gjennomsnittlig intensitet; ~500kJ. Blokkdimensjoner: 4x4x2m, *triangle, Square, Pentagon, Super Ellipse^4 (1:1), Super Ellipse^6 (1:1), Polygon Triangle, Polygon Square, Polygon Pentagon, Polygon Rectangle (5:6).*

Basert på skredavsetninger, terrenghelning, løsneområder, løsnesannsynlighet, og modelleringer, vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang inn i kartleggingsområdet til å være 1/1000, utelukkende i vestlige del av kartleggingsområdet.

Potensialet for flogstein vurderes å være begrenset som følge av noe avtrappet terreng og ingen åpenbar utslagsflate. Faren for flogstein vurderes derfor å være dekket inn under utarbeidede faresoner for steinsprang.

5.3.2 Steinskred

Det er terreng med bart berg som er brattere enn 45° i utredningsområdet. Det finnes ingen indikasjon på ustabile bergpartier i NGUs InSAR-datasett [32]. Fra befaring avdekkes det ingen større sprekkeavløste parti som muliggjør nedfall større enn steinsprang. Det er ikke avsetninger som direkte kan kobles til tidligere steinskredaktivitet i påvirkningsområdet.

Det vurderes at årlige nominelle sannsynlighet for steinskred i delområdet Lutsi er mindre enn 1/5000.

5.3.3 Snøskred

Innenfor utredningsområdet er det terreng med helning mellom 10-60°. Gjennomsnittlig maksimal snødybde for området er 19 cm (291 moh.) [7].

Det er ingen registrerte snøskredhendelser i selve utredningsområdet, men det er registrert 8 snøskred langs Lutsiveien i et strekke fra 650 meter til 1500 meter lengre sørvest. Fire av disse er registrert ned på veg, hhv. i 2007, 2007, 2012, og 2014 – det er begrenset informasjon fra disse skredene bortsett fra satt punkt på veg, men de innehar ukjent volum, løsneområde, og utløpslengde. Terrenganalyse viser at overliggende terreng for disse skredhendelsene er betydelig annerledes enn utredningsområdet for Lutsi; med mer gjennomgående skredgunstige helninger på 30-35°, og flere konkave områder som kan

akkumulere snø. Generelt har området kystnært klima og begrenset utstrekning og høyde over havet. For delområdet Lutsi er det vurdert lav sannsynlighet (<1/5000) for akkumulering av nok snø til å kunne utløse snøskred.

Basert på klima, skredhistorikk, og flybilder i utredningsområdet, utredes ikke snøskred videre, og det vurderes at årlig nominell sannsynlighet for snøskred i utredningsområdet er mindre enn 1/5000.

5.3.4 Jordskred

I øvre del av påvirkningsområdet er det bart berg og ingen tilgjengelige løsmasser. Nedenunder er terrenget 10-35° og består av blokker, ur, og usammenhengende tynt lag med morenemasser. Det avdekkes ingen tydelige bekkeløp i påvirkningsområdet. Det er ikke avdekt egnede løsneområder for jordskred i påvirkningsområdet. Løsnesannsynligheten for jordskred i påvirkningsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

Terrenget i kartleggingsområdet har en helning på 10-25°, og er bebygd med veger og fyllmasser over breelvavsetninger. Det finnes flere lokale mindre løsmasseskråninger, samt terrasser fra breelvavsetninger som kan føre til lokale utglidninger - disse omtales under kapittel 5.3.9 «Andre farer». Løsnesannsynligheten for jordskred av betydelig størrelse og utløp i kartleggingsområdet vurderes til mindre enn 1/5000.

Årlig nominell sannsynlighet for jordskred i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

5.3.5 Flomskred

I utredningsområdet er det terrenghelninger >15° og tilgjengelige løsmasser i terrengforsenkningene.

Det er tegn til gradvis erosjon og massetransport ned disse ravinene. Det er i liten grad er utviklet leveer langs løpene, og massene strekker seg ikke lengre enn noen titalls meter ned fra sannsynlige løsneområder. Fra befaring avdekkes det ingen tydelig vannføring i skråningen, men vegetasjonen tilsier at det er økt markfuktighet i forsenkningene. Vannveiene renner både på grunt berg, i drenerende ur, og blant tynt og usammenhengende løsmassedekke. Det observeres ingen vifteavsetninger eller andre tegn til tidligere flomskredhendelser på skyggekartet eller i felt. Det avdekkes to mulige løsneområder for flomskred (Figur 29 og Figur 30) der avsetningene hovedsakelig er blokker med potensiale for å bli revet med. Terrenghelningen i disse løsneområdene er rundt 25-35°. Løsneområdene er dekket av skog som kan ha en reduserende effekt på løsnepotensiale av finere løsmasser. Sweco har ikke lagt til grunn at skogen i områdene har skredreduserende effekt på jord- og flomskred. Basert på terrengforhold og avsetninger, samt manglende historiske hendelser vurderer vi at løsnesannsynligheten for flomskred som kan gi skader i kartleggingsområdet er mellom 1/1000 og 1/5000.

Utløpet jevnes ut gradvis nedover mot kartleggingsområdet, fra 35 til 10°, og består for det meste av grove blokker. Det er utført modellering av flomskred som et ekstra vurderingsgrunnlag på mulige utløpslengder fra disse løsneområdene. Resultatene fra RAMMS::DebrisFlow (Tabell 9) indikerer flomskred fra det ene løsneområdet kan nå ned til kartleggingsområdet. Faresoner er opptegnet.

Tabell 9. Parametere brukt i modellering RAMMS::DebrisFlow for flomskred ved Lutsi. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m. Det er testet simuleringer både med og uten erosjon. Versjonen med erosjon er vektlagt mest i vurderingene.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Volum (m^3)
F-36	Utløpsområdet er 30-40° i øvre del ca. ¾ av utløpet (175m), og 25° i resterende del (85m) ned til kartleggingsområdet.	0,1/200	1	360
F-37	Utløpsområdet er 30-40° i øvre halvdel av utløpet (160m), og 20-25° i resterende halvdel (180m) ned til kartleggingsområdet.	0,1/200	1	106

Basert på avsetninger, historikk, og simuleringer vurderes det årlig nominell fare for flomskred er 1/5000. Skogens effekt er ikke tatt med i vurderingen.



Figur 29. Løsneområde (F-36) for flomskred (rød sirkel) i delområdet Lutsi.



Figur 30. Løsneområde (F-37) for flomskred (rød sirkel) i delområdet Lutsi.

5.3.6 Sørpeskred

Det er ingen kjente, historiske sørpeskredhendelser i området. Det er ikke identifisert forsenkninger eller flatere partier i et definert bekkeløp hvor det kan samles store mengder smelte- og regnvann i snødekket. Det er heller ingen åpne, dyrkede jorder i skråninger. Basert på en samlet vurdering av løsneforhold, klima, mangel på historiske hendelser og fravær av spor etter tidligere sørpeskred, vurderes årlig nominell sannsynlighet for sørpeskred å være mindre enn 1/5000 for delområdet Lutsi.

5.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

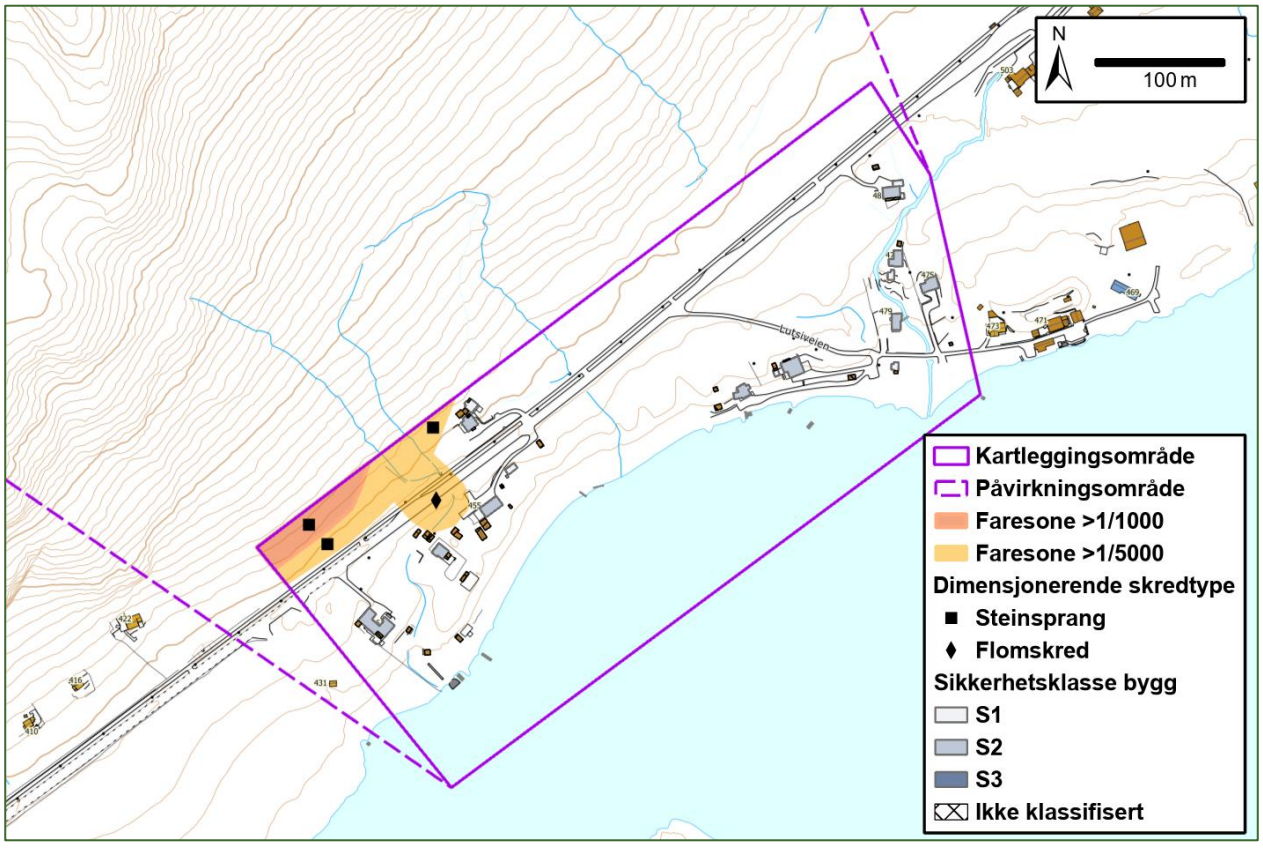
Den samlede skredfaren vurderes til 1/1000, hovedsakelig i kartleggingsområdets vestlige halvdel (Figur 31). Dimensjonerende skredtype for 1/5000-faresonen er steinsprang og flomskred, og for 1/1000-faresonen er dimensjonerende skredtype steinsprang. Skog er ikke av betydning i vurderingene.

For delområdet Lutsi er den samlede skredfaren den samme, uavhengig av om dagens skogforhold tas i betraktning eller ikke.

Det er ingen bygg som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet, se Tabell 10.

Tabell 10: Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	0	0
≥ 1/5000	-	-	0



Figur 31. Samlede faresoner for delområdet Lutsi. Se Vedlegg 2E for versjon i større målestokk.

5.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Sweco er ikke kjent med tidligere skredfareutredninger i delområdet Lutsi.

5.3.9 Andre farer

Det finnes flere lokale mindre løsmasseskråninger og terrasser fra breelvavsetninger i kartleggingsområdet. Disse kan være løsneområder for mindre utglidninger, spesielt under større nedbørsperioder. Det er ikke tydelige tegn til tidligere utrasinger i kartleggingsområdet. Det er heller ikke spor etter gjennomgående erosjon. Det kan dog ikke utelukkes mindre utrasninger fra de lokale skråningene. Mulige utrasinger vil være begrenset i volum og utløp grunnet begrensede løsmasser og utjevnende terreng. Områdene det gjelder er tegnet inn som «andre faremomenter».

5.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

Se kap. 3.13 generelle usikkerheter knyttet til denne typen utredninger.

6 Delområde 3 – Forsand

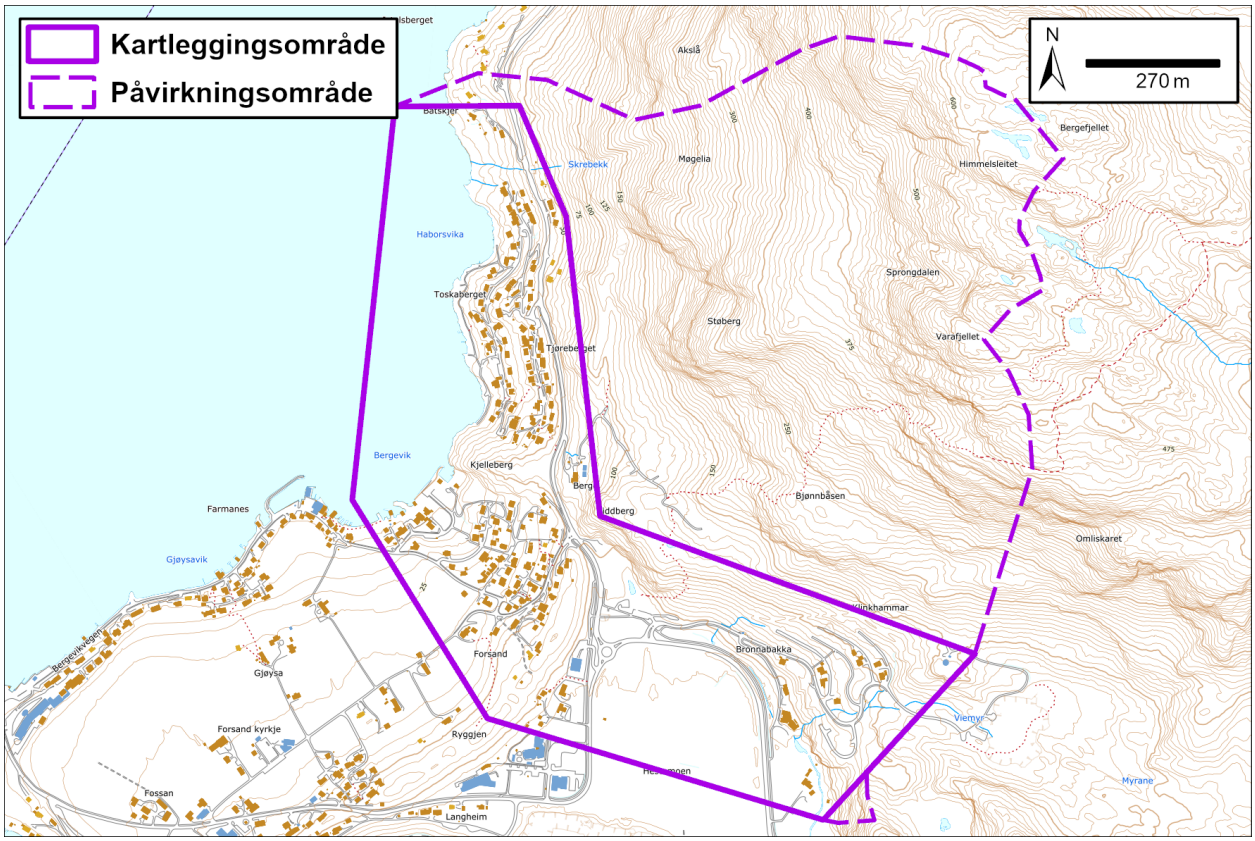
6.1 Områdebeskrivelse

Delområdet Forsand er lokalisert på østsiden av Høgsfjorden, ved ytre del av Lysefjorden (Figur 32). Området er ca. 1,5 km langt og 450 m bredt. Nordlig del av området strekker seg langs fjorden, og omfatter bebyggelsen fra Bergevik og Haborsvika og opp til ca. 75 moh. I sørlig del strekker kartleggingsområdet seg fra Hestamoen og opp mot ca. 125 moh. i nordøst (Klinkhammar).

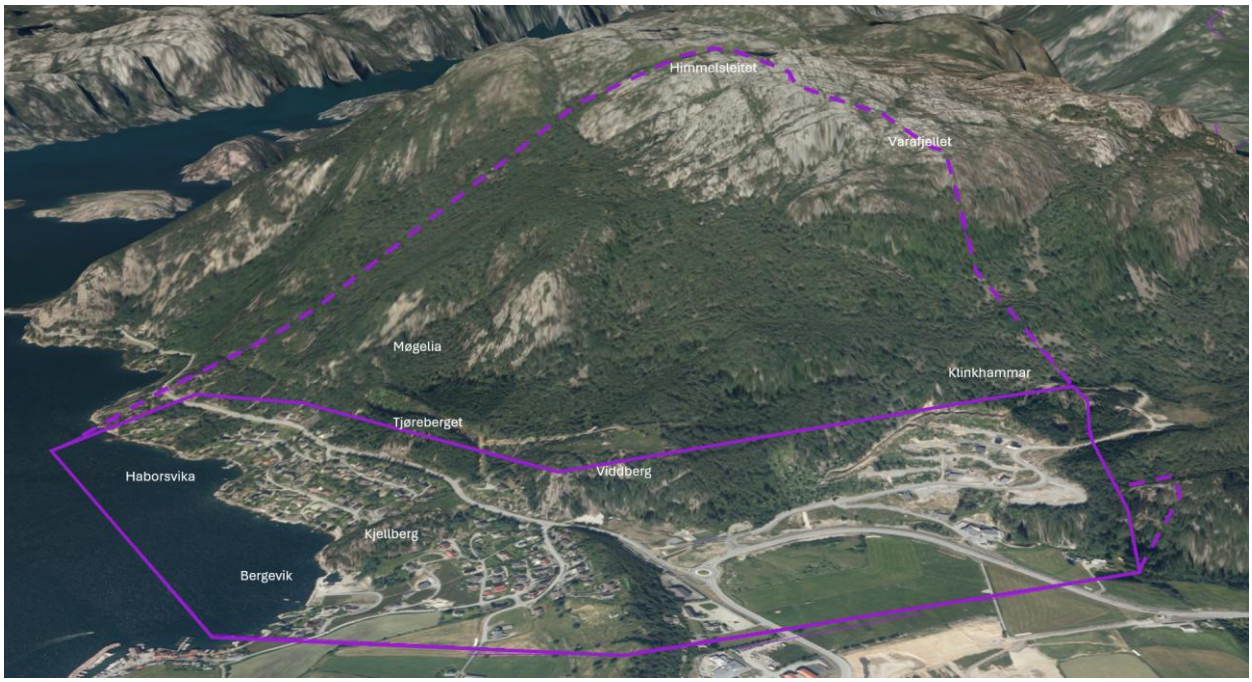
Påvirkningsområdet strekker seg nord og øst for kartleggingsområdet, til Varafjellet (582 moh.) og Himmelsleitet (632 moh.), samt et lite område i sørøst.

Terrenget er preget av slak helning i de lavestliggende områdene langs fjorden og ved bebyggelsen. Innimellom bebyggelsen er det mindre skrenter, murer og skråninger. Mot øst øker terrenghelningen, og i overgangen mellom bebyggelse og østlig grense av kartleggingsområdet er det generelt moderat helning på 25-45°. Enkelte brattere områder (45-90°) forekommer ved Viddberg, Kjellberg og helt sørøst i kartleggingsområdet.

Påvirkningsområdet er preget av bratte fjellsider i hovedsak orientert i retning NV-SØ og Ø-V. Nedenfor fjellskrentene har terrenget helning mellom 10-25° eller 25-45°.



Figur 32. Oversiktskart over delområdet Forsand.



Figur 33. 3D-utsnitt over Forsand, sett mot nordøst. Flyfoto fra 2019 er drapert over terrenget.

6.2 Grunnlagsmateriale

6.2.1 Aktsomhetskart

Aktsomhetssonen for steinsprang omfatter i stor grad de østlige delene av kartleggingsområdet ved Forsand. Ved Viddberg, hvor kartleggingsområdet knekker av mot sørøst, stopper aktsomhetssonen for steinsprang i overkant av kartleggingsområdet. Videre sørøst er det aktsomhetssoner for steinsprang ved Klinkhammar og helt i sørøstlig del av kartleggingsområdet.

Nesten hele kartleggingsområdet er omfattet av S3-aktsomhetssonene for snøskred. S2-aktsomhetssoner uten skog dekker en mindre del av kartleggingsområdet over bebyggelsen som strekker seg sørøst fra Bergvik. Effekt av skog reduserer S2-aktsomhetssonene for snøskred ytterligere i området ved Tjøreberget/Toskaberget, Kjelleberg og nedenfor Klinkhammar.

Aktsomhetssonen for jord- og flomskred strekker seg inn i både nordlig og sørøstlig del av kartleggingsområdet, og omfatter blant annet områder nedenfor Møgelia, nord for Viddberg, og nedenfor Klinkhammar.

6.2.2 Historiske skredhendelser

Innenfor utredningsområdet er det registrert hendelser av steinsprang langs Fossanvegen, nedenfor Tjøreberget [16] [17]. To av de registrerte skredpunktene er datert med samme dato, og kan være en dobbeltregistrering, som i så fall medfører totalt tre registrerte steinspranghendelser. Hendelsene er lokalisert nedenfor en høy, usikret bergskjæring. Langs skjæringstoppen stiger terrenget med 30-45°. Det er lite/ingen beskrivelse av hendelsene.

Det er ellers ikke registrert tidligere skredhendelser innenfor utredningsområdet.

6.2.3 Tidligere skredfareutredninger

For Bergebakkane, nedenfor Klinkhammar, ble det i 2012 utført en skredfarevurdering for et planlagt boligfelt (nå delvis bygget) [34]. Vurderingen er utført av Multiconsult. I rapporten konkluderes det med

årlig nominell sannsynlighet for steinsprang større enn 1/1000 og 1/5000, og det anbefales at det bygges en fangvoll. Årlig nominell sannsynlighet for snøskred vurderes å være mindre enn 1/5000, og sannsynligheten for snøskred vurderes å være mindre enn 1/5000 også uten skog i terrenget.

Sweco er ellers ikke kjent med at det foreligger andre skredfarevurderinger som omfatter hele eller deler av kartleggingsområdet ved Forsand, og det er ingen rapporter for området synlig i NVEs kartløsning [16].

6.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Nedenfor Klinkhammar, sørøst i kartleggingsområdet, er det utarbeidet en fangvoll. Forprosjektering av vollen er beskrevet av Multiconsult i samme rapport som skredfarevurderingen for området [34]. Det står ikke tydelig i Multiconsults rapport at dersom fangvollen bygges, vil årlig nominell sannsynlighet for steinsprang være mindre enn 1/1000 eller 1/5000. Sweco er ikke kjent med om det foreligger videre detaljprosjektering eller sluttrapport for byggingen med konklusjon over oppnådd sikkerhet. Vollen er bygget med steil støtside av stablet stein/mur og er omtrent 3 m høy.

I felt ble det observert en skråning/skrent ved Bergekleiva 52 som er fullstendig dekket med sprøytebetong. Årsaken til sprøytebetong-tiltaket er ikke kjent, og det er ikke kjent om det har forekommet noen skredhendelser i skråningen.

Ovenfor Fossanvegen 176 og 178 observeres det bergsikring i enkelte blokker. Bergsikringen utgjøres av fjellbolter (anslagsvis 10 stk.). Enkelte av boltene er markert med «05» eller «07», som kan indikere omtrentlig tidspunkt for installering. Sweco har ikke kjennskap til omfanget av sikringsjobben eller hvem som har utført bergsikringen.

Det er ellers ikke registrert noen skredsikringstiltak i NVEs database [16].

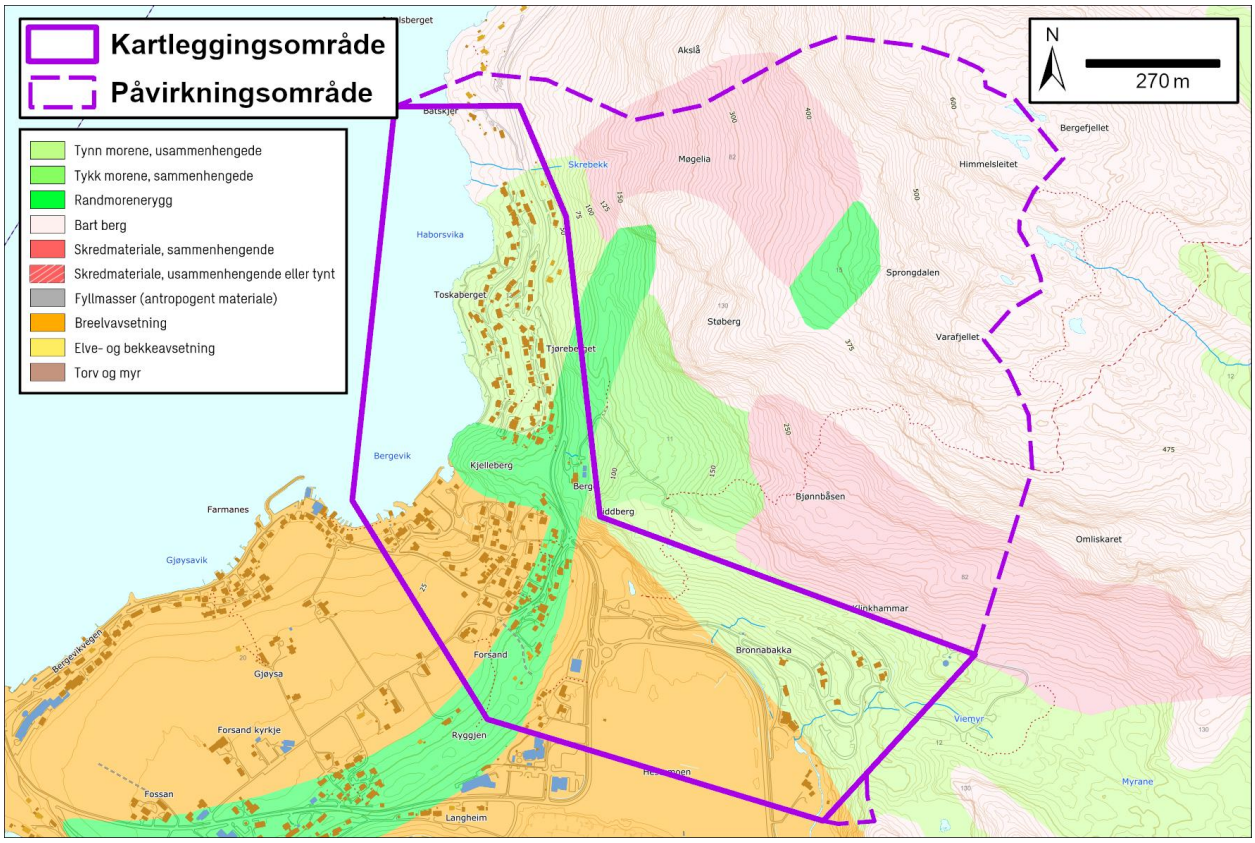
6.2.5 Berggrunn og løsmasser

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 indikerer *granitt* i den nordlige delen av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. I den sørlige delen av påvirkningsområdet, samt ved Kjellberg, Tjøreberget og Brønnabakka/Bergebakkane indikerer kartet *glimmergneis*. For de flate, lavtliggende områdene fra Bergevik og til Hestamoen er det markert for *løsmasser*. Ved Båtskjer helt i nord, samt ved Viddberg, indikerer kartet m*igmatitt* [3].

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 over delområdet indikerer at det flate, lavtliggende området fra Breivika og til Hestamoen er *breelvavsetning*. I en sone fra dalsiden i nord og ut på flaten i en bue, er randmorenen som markerer yttergrensen for yngre dryas breen som kom ut Lysefjorden (Figur 4 og Figur 34). Denne består av grove sand og grusmasser på flatene ved «Ryggjen» og nærmest utelukkende av store avrundede blokker i lia over kartleggingsområdet ved Tjøreberget (Figur 35) [4].

I området rundt bebyggelsen ved Toskaberget og Brønnabakka/Bergebakkane indikerer kartet *morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen,* og ovenfor Viddberg, sentralt i området, indikerer kartet *morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis stor mektighet* (Figur 34).

Ovenfor Klinkhammar og ved Møgelia i påvirkningsområdet er det markert for *skredmateriale, usammenhengende eller tynt dekke* på NGU sine løsmassekart.



Figur 34. NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 for delområdet Forsand [4].



Figur 35. Morenerygg til venstre i bildet. Ryggjen forsetter videre sørover, men er ikke like tydelig på dronebilder, bl.a. pga. vegetasjon. Dronebildet er tatt mot sør.

6.2.6 Flyfoto og skråfoto

Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1967 og frem til 2020/2025 [18]. Flyfoto fra 2025 dekker kun nordlig del av kartleggingsområdet. For området er det også skråfoto.

Det er ikke observert tidligere skredhendelser på historisk flyfoto eller på skråfoto.

Den sentrale delen av kartleggingsområdet, og området vest for kartleggingsområdet, var det preget av spredt bebyggelse og gårder tilbake i 1967. Utbyggingen av nordlig del av kartleggingsområdet foregikk en gang i løpet av perioden 1973-2003. Bebyggelsen nedenfor Klinkhammar ble påbegynt i perioden 2010-2013.

Flybildene viser en stedvis noe tettere skog i påvirkningsområdet i dag, sammenliknet med situasjonen på flyfoto i 1967.

På de eldste tilgjengelige flyfotoene fra 1960- og 1970-tallet er det synlige terrenginngrep ved Bergevik/Kjellberg, trolig som følge av uttak av sand og grus (Figur 36).

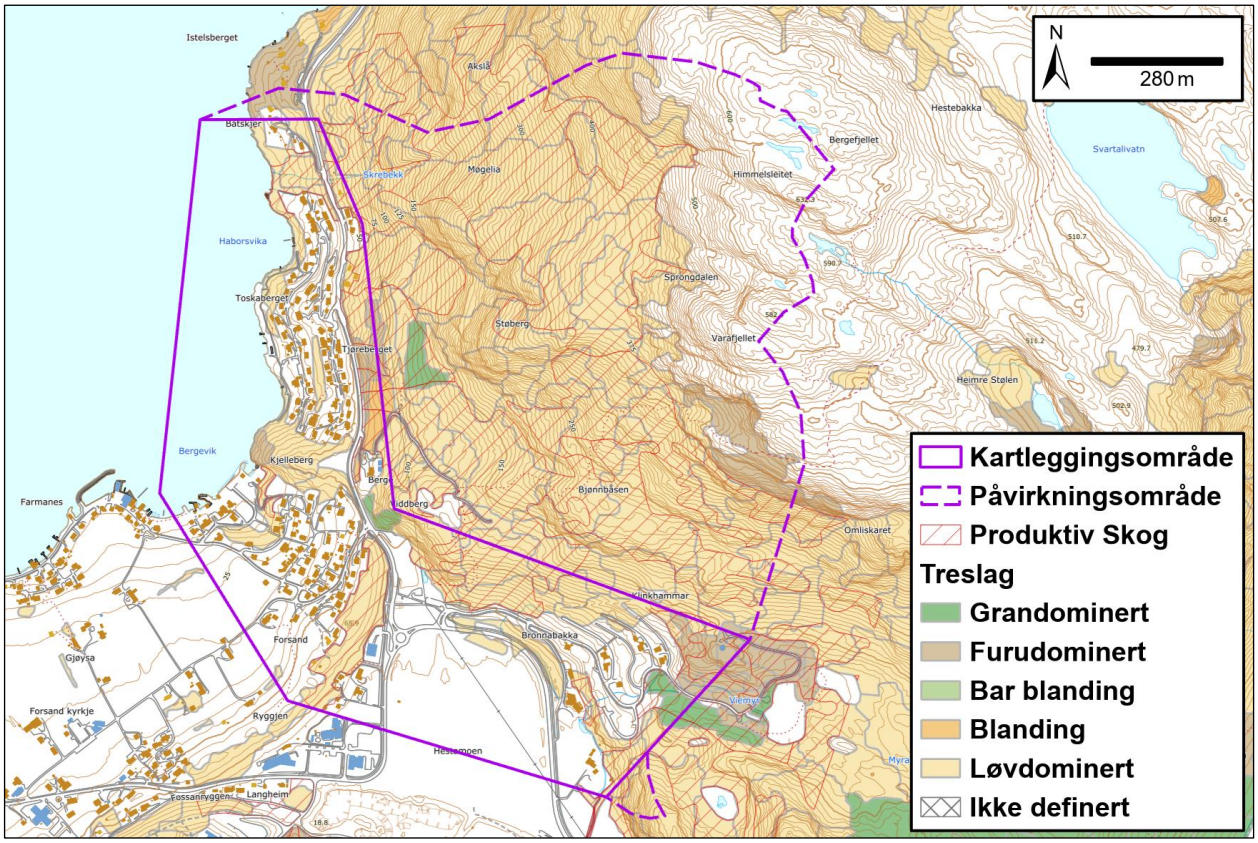


Figur 36. Flyfoto fra 1967 viser terrenginngrep ved Bergevik/Kjellberg, trolig i forbindelse med uttak av sand og grus.

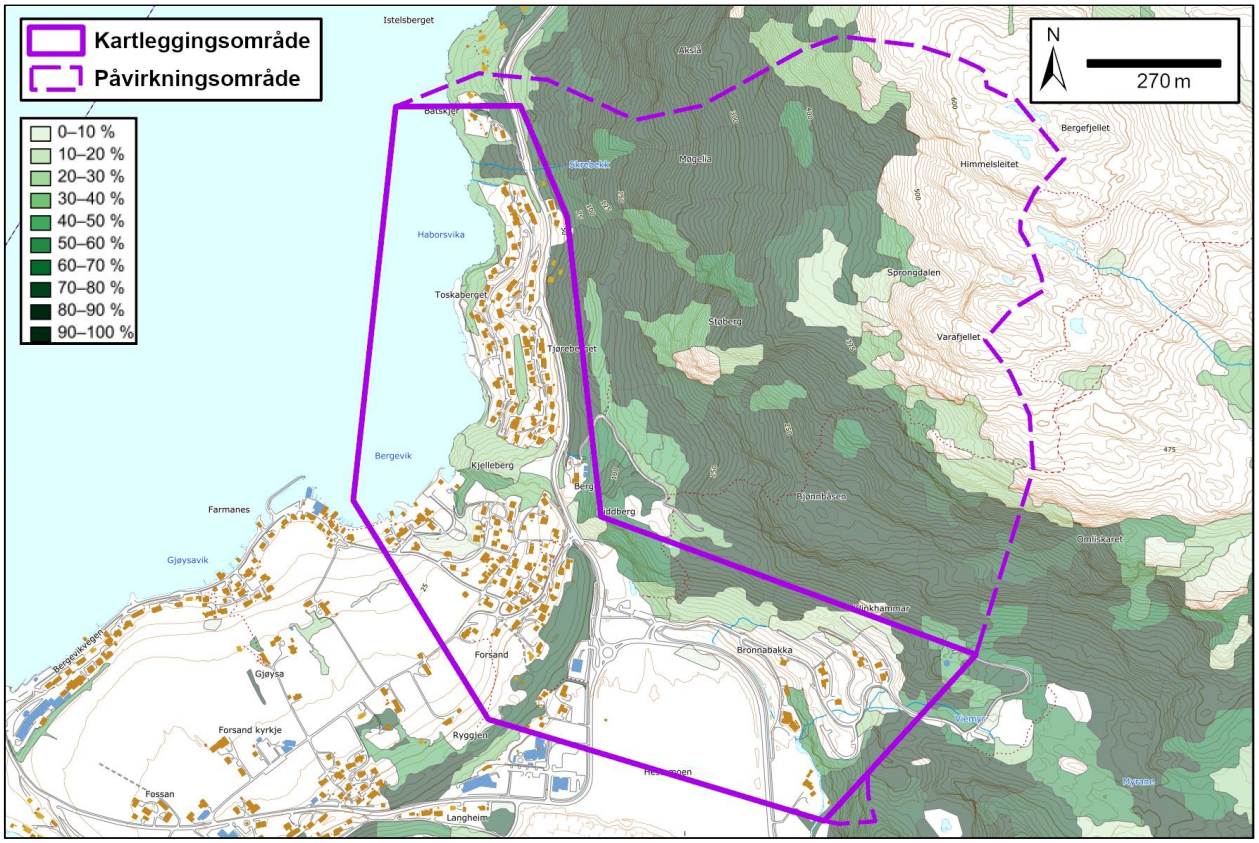
6.2.7 Skog

Skogen i utredningsområdet er preget av løvdominert skog (Figur 37). I østlig del av kartleggingsområdet og ved Tjøreberget er det områder med gran- og furuskog. Skogen i utredningsområdet strekker seg opp til ca. 400-500 moh. De lavereliggende deler av kartleggingsområdet er i hovedsak preget av bebyggelse og innmark, og ikke bevokst med trær.

I påvirkningsområdet har skogen i stor grad kronedekning på 80-90%, med stedvis innslag av mindre tette områder på rundt 40-50% (Figur 38).



Figur 37. Kart over skogressurser i delområde 3 Forsand fra NIBIOs SR16 data [33] og produktiv skog fra FKB-AR5 data.



Figur 38. Kart over kronedekning i delområdet 3 Forsand.

6.2.8 Drenering

Det er generelt lite drenering inn i kartleggingsområdet. En oversikt over antatt vannansamling i området, basert på en «Flow Accumulation»-analyse (Multiple Flow Direction-metode) er presentert på helningskart for området i vedlegg 3B. Dreneringsanalysen indikerer at moreneryggen ovenfor nordlig del av kartleggingsområdet vil avskjære overflateavrenning fra høyereliggende terreng. Tilsvarende gjelder for sikringsvollene ovenfor Klinkhammar.

I østlig del av kartleggingsområdet, øst for Klinkhammar, drenerer en bekk inn i kartleggingsområdet. Bekken er lagt i stikkrenne/kulvert gjennom bebyggelsen, før den ender i et fordrøyningsbasseng nede på flaten.

I nordlig del av utredningsområdet renner en bekk, *Skrebekk*, direkte på berg ned mot kartleggingsområdet. Bekken er lagt i stikkrenne/kulvert under veien.

Det er ellers ikke observert andre, større dreneringsveier ned mot kartleggingsområdet.

6.3 Skredfarevurdering

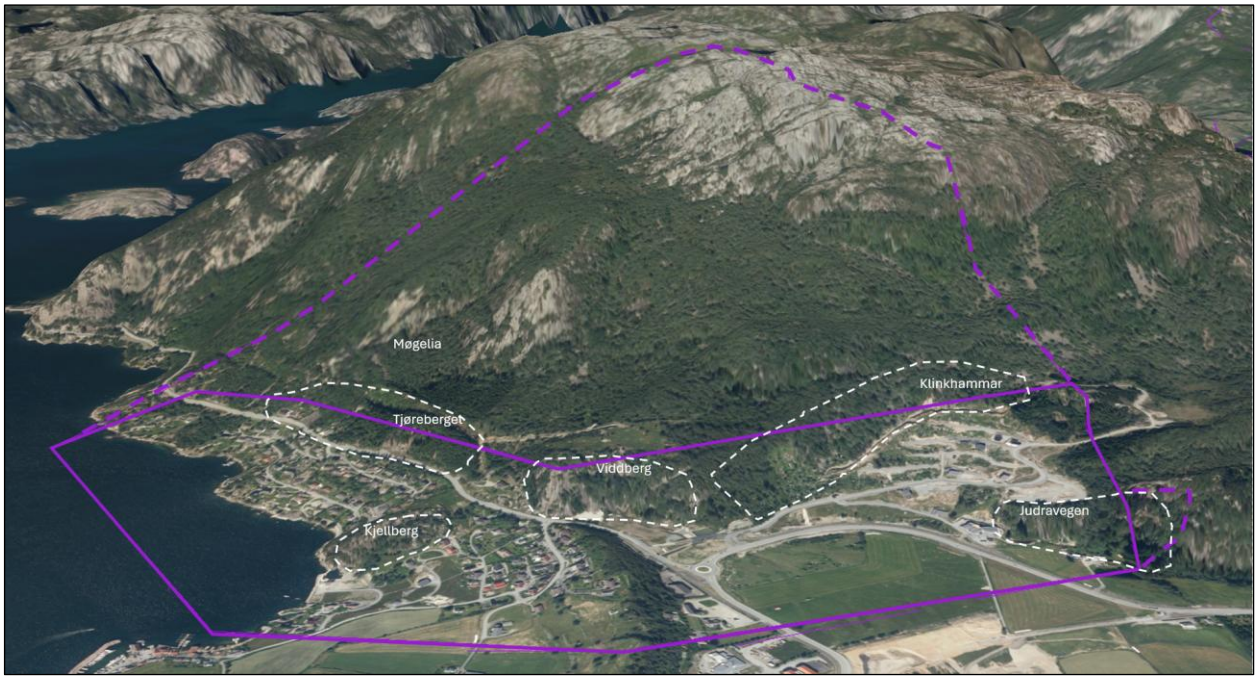
6.3.1 Steinsprang

Innenfor både kartleggingsområdet og påvirkningsområdet er det bergskrenter >45°. Basert på terrenghelning og avsetninger vurderes steinsprang å være en aktuell prosess og må utredes.

Øvre del av påvirkningsområdet består av en rekke bergskrenter, og basert på områdets størrelse og omfang, samt at det ikke er mulig med fullstendig overblikk over alle skrenter, vurderes

løsnesannsynligheten å generelt være større enn 1/100. Nedenfor bergskrentene ved Varafjellet og Himmelsleitet er det flatt og slakt terreng (<25°). For hele området er det utført modelleringer i Rockyfor3D med inngangsparametere angitt i Tabell 3. Modelleringene indikerer at eventuelle steinsprang fra øvre del av påvirkningsområdet vil stoppe nedenfor skrentene, og ikke ha utløpslengde ned til kartleggingsområdet. Denne vurderingen støttes også av observasjoner av helning og terreng fra befaringen. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang fra de høyereliggende skrentene i påvirkningsområdet og ned i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

I nedre del av påvirkningsområdet og innenfor kartleggingsområdet er bergskrentene i hovedsak lokalisert ved Viddberg, Kjellberg, Møgelia og Tjøreberget, og nedenfor Judravegen (Figur 39). I tillegg er det flere småskrenter spredt rundt i området. I påvirkningsområdet er det hovedsakelig ved Klinkhammar hvor det er skrenter med potensialet for steinsprang inn i kartleggingsområdet.



Figur 39. Områder med bratt terreng, småskrenter eller ur, hvor steinsprang og remobilisering av blokk vurderes. 3D-utsnittet er sett mot nordøst. Flyfoto fra 2019 er drapert over terrenget.

Klinkhammar

Ovenfor Klinkhammar og vollene er det bratte bergskrenter. Nedenfor skrentene er det ur, som i hovedsak vurderes å bestå av moreneblokker med glasial opprinnelse. Det er ikke observert blokker i grøften bakenfor vollen som tolkes å være steinsprangblokker eller remobiliserte blokker. Det kan ikke utelukkes at enkelte steinsprangblokker har blitt flyttet eller fjernet i forbindelse med etablering av fangvoll og boligfelt. Basert på historiske flyfoto vil dette imidlertid kun kunne gjelde flytting av enkeltblokkene, og det er ikke observert noen endring i urfotens plassering. Det kan heller ikke utelukkes at mindre steinsprangblokker kan ha stoppen i skråningen/uren nedenfor skrenten og ikke hatt utløpslengde helt ned til vollen.

Skrentene er fotografert med drone. Det er ikke mulig å få fullstendig overblikk over alle potensielt avløste blokker oppover i terrenget. I fjellskrentene er det ikke utført detaljerte målinger av sprekkesettene, men feltobservasjoner og dronebilder er det observert et bratt sprekkesett parallelt med fjellskrenten (strøk omtrentlig NV-SØ), i tillegg til slake/flate sprekker og subvertikale sprekker vinkelrett på skjæring som fører til dannelsen av avgrensede blokker. Sprekkesettene vurderes å kunne danne avgrensede blokker i en generell størrelsesorden på 0,008-1,0 m^3. I fjellskrenten observeres også mindre, overhengende og

avløste partier. Basert på bratte helning og observert oppsprekking vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100.

Det er gjennomført modelleringer i Rockyfor3D. Modelleringene er utført med inngangsparametere vist i Tabell 3, og områder med terrenghelning >52° er benyttet som potensielle løsneområder i modelleringen. Basert på ingen åpenbare steinsprangavsetninger er det usikker hva som vil kunne være en representativ blokkstørrelse. Basert på observasjoner av skrent vurderes blokker med størrelse på 1m^3 å kunne representere et 1000-års scenario. Modelleringen indikerer at eventuelle steinsprangblokker vil kunne ha en utløpslengde ned til vollene hvor blokkene vil stoppes.

Den bratte helningen (ca. 30-35°) i skråningen nedenfor bergskrentene, samt vestover mot Viddberg, gjør at det ikke kan utelukke remobilisering av blokker. Utløsende årsaker kan være vegetasjon (rotvelt, rotsprengning), nedriving/erosjon av løsmasser rundt blokkene, eller steinsprang fra ovenforliggende bergskrenter (gjelder østlig del av skråning). Vestover mot Viddberg er gjennomsnittlig helning på ca. 30°. Sannsynligheten for remobilisering av blokker vurderes å være større enn 1/1000 og 1/5000. Mtp. moreneblokkenes avrundede form vurderes det at det ikke kan utelukkes at enkelte blokker vil kunne ha en bevegelse som medfører utløpslengde ned til vegen. Remobilisering av blokker er dekket inn under faresoner for steinsprang.

Vegetasjonen i skråningen består av løvtrær. Skogen kan både ha en bremsende effekt på mindre blokker, men også en drivende effekt på remobilisering. Det er krevende å skille mellom dette, og det er valgt å ikke legge til grunn skogen ved utarbeiding av faresoner.

Basert på observasjoner i felt, dronebilder og modelleringer er årlig nominell sannsynlighet for steinsprang i området ved Klinkhammar vurdert å være større enn 1/100.

Viddberg

Det er bratte bergskrenter som strekker seg ca. 50-60 m opp fra flatmark. Ved topp av bergskrent, ved ca. 115 moh., flater terrenget ut og har en generell helning <10°. Skrentene er bratte (60-90°), med stedvis noen slakere partier (35-45°). Berget er i stor grad avrundet og glattskurt. Nedenfor skrentene observeres det ikke ur eller blokker, men det kan ikke utelukkes at eventuelle steinsprangblokker kan ha blitt fjernet. I skrenten er det stedvis vegeterte partier, som det ikke er mulig å få fullstendig overblikk over. Basert på dette vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100.

Ved nordlig del av Viddberg, ovenfor eiendom Fossanvegen 226, er det store, avrundede til kantrundede moreneblokker (anslagsvis opp mot 125 kbm). Moreneblokkene ligger i forlengelsen av den svært tydelige endemorene som ligger like nord. Eventuelle blokker som løsner fra bakenforliggende bergskrent forventes i stor grad å stoppe i moreneblokkene. Bergskrentene i dette området har en noe slakere helning, enn skrentene lengre sør.

Det er gjennomført modelleringer i Rockyfor3D med inngangsparametere vist i Tabell 3. Områder med terrenghelning >52° er benyttet som potensielle løsneområder i modelleringen. Basert på ingen åpenbare steinsprangavsetninger er det usikker hva som vil kunne være en representativ blokkstørrelse. Basert på observasjoner av skrent vurderes blokker med størrelse på 1m^3 å kunne representere et 1000-års scenario. Nedenfor skrenten er det flatt terreng, og eventuelle blokker forventes å stoppe langs skrenten.

Basert på modelleringer, feltobservasjoner og dronebilder vurderes årlig nominell sannsynlighet for steinsprang ved Viddberg å være større enn 1/100.

Kjellberg

Ved Kjellberg er berget generelt slett og glattskurt. Det er enkelte steder observert mindre blokker som er delvis avløst. Deler av bergskrenten er tilnærmet vertikal, mens noen områder består av mer avtrappet terreng. Løsnesannsynligheten vurderes å i stor grad være lav (<1/100). Løsnesannsynligheten i skrenten vurderes å generelt være lav (<1/100). Stedvis er løsnesannsynligheten vurdert å være større enn 1/1000 og stedvis større enn 1/5000.

Modelleringer i Rockyfor3D med inngangsparametere vist i Tabell 3, samt observasjoner i felt, er benyttet for å vurdere utløpslengden. Eventuelle blokker som løsner, vil ha begrenset utløp som følge av flatt terreng langs foten av skrenten.

Basert på modelleringer, feltobservasjoner og dronebilder vurderes årlig nominell sannsynlighet for steinsprang ved Kjellberg å stedvis være større enn 1/1000 og 1/5000, men mindre enn 1/100.

Judravegen

Nord og øst for Espedalsvegen 34 og 36 er det bratte skrenter. Nedenfor skrentene observeres det blokker som tolkes å være steinsprangavsetninger. Enkelte av blokkene er opp mot 3-4 m^3. Det er ikke observert steinsprang-urer. Det er usikkert om eventuelle tidligere steinsprangblokker kan ha blitt flyttet, da bebyggelsen nedenfor skrentene var etablert allerede tilbake i 1967, som er det tidligste flyfotoet for området.

Bergmassen er stedvis tettere oppsprukket, og det er observert avgrensede og lett overhengende blokker. Basert på observasjoner av bergmassen og stedvis steinsprangblokken langs fot av fjellskrent vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100.

Det er utført modelleringer i Rockyfor3D (med inngangsparametere vist i Tabell 3) for å vurdere utløpelengden til eventuelle nye steinsprang. Det flate terrenget langs fot av fjellskrent medfører at eventuelle blokker som løsner i stor grad vil stoppe rett nedenfor skrenten, og det ikke er store variasjoner i utløpslengde ved økt blokkstørrelse. Basert på observasjoner av skrent vurderes blokker med størrelse på 1m^3 å kunne representere et 1000-års scenario.

På bakgrunn av observasjoner og oppsprekking av fjellskrent, steinsprangavsetninger og modelleringer vurderes årlig nominell sannsynlighet for steinsprang i Judra-området å være større enn 1/100.

Nedenfor Møgelia og Tjøreberget

Fra skrenter øst for moreneryggen (i påvirkningsområdet) vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100. Steinsprangblokker herfra forventes å stoppe i terrenget ovenfor moreneryggen, og modellering i Rockyfor3D indikerer også at eventuelle steinsprangblokker vil stoppe langs ryggen, og ikke ha utløpslengde inn i kartleggingsområdet. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang fra disse skrentene og inn i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

Nedenfor Møgelia, like øst/utenfor for kartleggingsområdet, har terrenget en helning på 30-45°. Skråningen består stedvis av moreneblokker og urer med avrundede blokker. Blokkene har varierende størrelse, fra anslagsvis 0,125 - 10 m^3. Majoriteten av blokkene vurderes å være ≤ 1-2m^3. Ovenfor Fossanvegen 176 og 178 er det også enkelte bergskrenter med helning på 60-90°. I/nedenfor skrentene observeres det enkelte blokker som er festet med bergbolter. Det observeres også løse blokk som potensielt kan remobiliseres. Løsnesannsynligheten for remobilisering av blokker og steinsprangblokker fra skrenter vurderes å være større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Den relativt bratte skråningen medfører at ev. blokker som løsner vil kunne få en utløpslengde inn i kartleggingsområdet. Dette indikeres også av modelleringer i Rockyfor3D med blokkstørrelse på 1 m^3. Basert på observasjoner i felt, modelleringer og faglig skjønn vurderes årlig nominell sannsynlighet for steinsprang å stedvis være større enn 1/1000 og 1/5000.

Videre sørover, ovenfor Fossanvegen 188, 190 og 192, er skrentene noe mer avrundet. Det observeres ingen blokker i terrenget, men er ikke mulig å få fullstendig overblikk over alle blokker som potensielt kan remobiliseres. Løsnepotensialet for steinsprang/remobilisering vurderes å være mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Basert på terrenghelningskartet, feltobservasjoner og faglig skjønn er det i dette området utarbeidet faresoner med årlig nominell sannsynlighet > 1/5000.

Videre sørover, ved Tjøreberget, er det stedvis bratt, naturlig terreng (30-45°) ovenfor vegskjæringene. I tillegg er det enkelte mindre skrenter med helning >45°. Området ovenfor skjæringene er lite tilgjengelig, og den tette skogen medfører dårlige oversikt over eventuelle løsneområder for steinsprang og potensialet for remobilisering av blokker. Nedenfor Tjøreberget er det registrert tre steinspranghendelser (kap. 6.2.2). Det er ikke beskrevet løsneområde for hendelsene, og det kan derfor ikke fastsettes med sikkerhet om steinspranghendelsene har løsnet fra skjæring eller naturlig terreng. Det er ikke observert sikring i bergskjæringene. Basert på bratt, uoversiktlig terreng ovenfor skjæringene og tidligere steinspranghendelser vurderes løsnesannsynligheten for steinsprang å stedvis være større enn 1/100, og løsnesannsynligheten for remobilisering av blokker vurderes å være større enn 1/1000. Modelleringer i Rockyfor3D med blokkstørrelse på 0,125 og 0,512 m^3 indikerer at blokker som kommer fra oversiden av skjæringene i hovedsak vil stoppe i vegbanen, men at sjeldnere hendelser vil kunne ha utløp forbi vegen. Basert på terrenghelning og modellering er det utarbeidet faresoner med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 for deler av strekningen ved Tjørneberget.

Skrenter langs sjø

Langs kysten er det stedvis bergskrenter med helning på 45-60°. Som følge av vanskelig tilkomst er ikke alle skrenter ned mot sjøen befart i detalj. Løsnesannsynligheten for skrentene er vurdert basert på observasjoner av dronebilder og nærliggende bergskrenter. For enkelte skrenter er løsnesannsynligheten vurdert å være større enn 1/1000 og 1/5000, men mindre enn 1/100. Modellering fra skrentene vurderes å ha begrenes nytteverdi. Eventuelle blokker som løsner fra bergskrenter langs kysten vil ha utløpslengde ut i sjøen. Det er utarbeidet faresoner med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000.

6.3.2 Steinskred

Innenfor delområdet er det stedvis skrenter brattere enn 45°. Skrentene i kartleggingsområdet er generelt av begrenset størrelse, foruten om ved Viddberget og i sørlig del av kartleggingsområdet. Her stiger terrenget opp mot 60-80 m fra flatmark. I skrentene er det ikke observert strukturer som tyder på at det finnes avgrensede partier som kan løsne som steinskred.

I påvirkningsområdet er det heller ikke observert potensielle områder som kan løsne som steinskred, og det er ingen indikasjon på ustabile bergpartier i NGUs InSAR-datasett [32]. Det er heller ikke observert steinskredavsetinger i utredningsområdet.

Løsnesannsynligheten for steinskred vurderes mindre enn 1/5000.

6.3.3 Snøskred

Innenfor utredningsområdet er det terreng med helning brattere enn 25°. Det er utført klimaanalyse ved bruk av AV-klima som er basert på griddede klimadata (Figur 7) [7]. Gjennomsnittlig maksimal snødybde for området (for perioden 1991-2020) er 46 cm [7]. Basert på terrenghelning og gjennomsnittlig maksimal snødybde vurderes snøskred å kunne være en aktuell skredtype, og utredes derfor videre.

Det er generelt begrensede snømengder i ytre deler av Rogaland, og det er ingen registrerte tidligere snøskredhendelser i eller ved delområdet. Basert på manglende skredhistorikk og begrenset snømengde vurderes løsnesannsynligheten å være mindre enn 1/100, uavhengig av skogdekning i løsneområdet.

Innenfor påvirkningsområdet er det stedvis skråninger med helning >25°. Flere av disse er lokalisert i områder med mange moreneblokker. Blokker og ur medfører en terrengruhet som, basert på begrensede snømengder, gjør at det flere steder ikke vil kunne bygge seg opp svake lag i snødekket. Dette gjelder bl.a. skråningen ved Klinkhammar som strekker seg østover mot Viddberg, samt nedenfor den utpregede moreneryggen i vestlig del av utredningsområdet. Det er identifisert enkelte mindre områder med noe færre moreneblokker, men disse har begrenset utstrekning i lengderetning, samt er lavtliggende (≤100-200 moh.), og vurderes derfor å ikke være egnede løsneområder for snøskred.

I øvre del av utredningsområdet er det identifisert ett potensielt løsneområde for snøskred (S-19). Området har en omtrentlig bredde på 30 m, og er ca. 60 m i lengderetning. Området er ikke bevokst med skog, og er en relativt slett bergflate, basert på observasjoner av flyfoto og skråfoto. Området har en helning på rundt 30-40°, med brattkant i nedre del av det potensielle løsneområdet. Basert på terrenghelning og liten ruhet i underlaget anslås løsnesannsynligheten å være større enn 1/1000 og 1/5000. Det er ikke observert sikre tegn på tidligere snøskredaktivitet på historiske flyfoto.

For 1000 og 5000 års returverdier gir analysen et utgangspunkt på henholdsvis 85 og 98 cm (Figur 7, Tabell 2) [7]. For å korrigere løsnetykkelsen for terrenghelningen i løsneområdene (om lag 32°) er det benyttet en korreksjonsfaktor på 0,85. Dette gir et utgangspunkt for løsnetykkelser på 75 og 85 cm for henholdsvis 1000- og 5000-års scenarioene. Ettersom nedbørsførende vind hovedsakelig kommer fra sørøst, forventes det begrenset akkumulering av vindtransportert snø i løsneområdet.

Det er utført modelleringer i RAMMS::Avalanche. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 5x5 m, noe som kan gi konservative resultater sett i lys av de begrensede snømengdene i området. Modelleringene indikerer at et eventuelt snøskred vil følge de to forsenkningene nedover mot kartleggingsområdet, og videre inn i løpet til Skrebekken. Scenarioet med 85 cm løsnetykkelse er vist i modelleringsvedlegg 3D.

Det er benyttet relativt liten forskjell i løsnetykkelse mellom 1000- og 5000-årsscenarioene. Fastsettelsen av representative løsnetykkelser er beheftet med usikkerhet, blant annet som følge av manglende skredhistorikk og områdets kystnære klima med begrensede snømengder.

Selv om det ikke er registrert tidligere snøskredhendelser i området, kan det ikke utelukkes at snøskred forekommer innenfor et 1000- og 5000-årsperspektiv. Basert på modelleringsresultatene vurderes snøskred i sjeldne tilfeller å kunne nå inn i kartleggingsområdet langs Skrebekken. Dersom snøskred når bekkeløpet, kan medrivning av løsmasser og vann føre til at skredmassene endrer karakter og får egenskaper som minner om flomskred. Det kan dermed gjøre skillet mellom ulike skredtyper mindre tydelig. Årlig nominell sannsynlighet for at snøskred når inn i kartleggingsområdet vurderes å være større enn 1/1000 og 1/5000.

Det er ikke skog i området hvor det potensielle løsneområdet er utarbeidet, og faresonene er ikke avhengige av skogforholdene.

Pga. forholdsvis et avtrappet og slakthellende terreng uten store vertikale dropp vurderes skredvind ikke å være et aktuelt problem i delområdet.

Tabell 11. Aktuelt løsneområde for snøskred ved delområde Forsand. Løsnetykkelsene for området er justert for helning på 32° (faktor på 0,85). RAMMS-simuleringene er utført på en terrengmodell med 5 m oppløsning, med høydeintervall på 700-200 moh., «returperiode» på 300 og kategori «Tiny».

ID (#)	Beskrivelse	Helning	Snødrift	Areal (m^2)	Løsnetykkelse (cm)		Beskyttelse av skog
					1000 år	5000 år	
S-19	Tilsynelatende slett bergskrent uten vegetasjon, ca. 450 moh. og 650 m øst for kartleggingsområdet.	30-40°	Lite	1950	75	85	Ingen

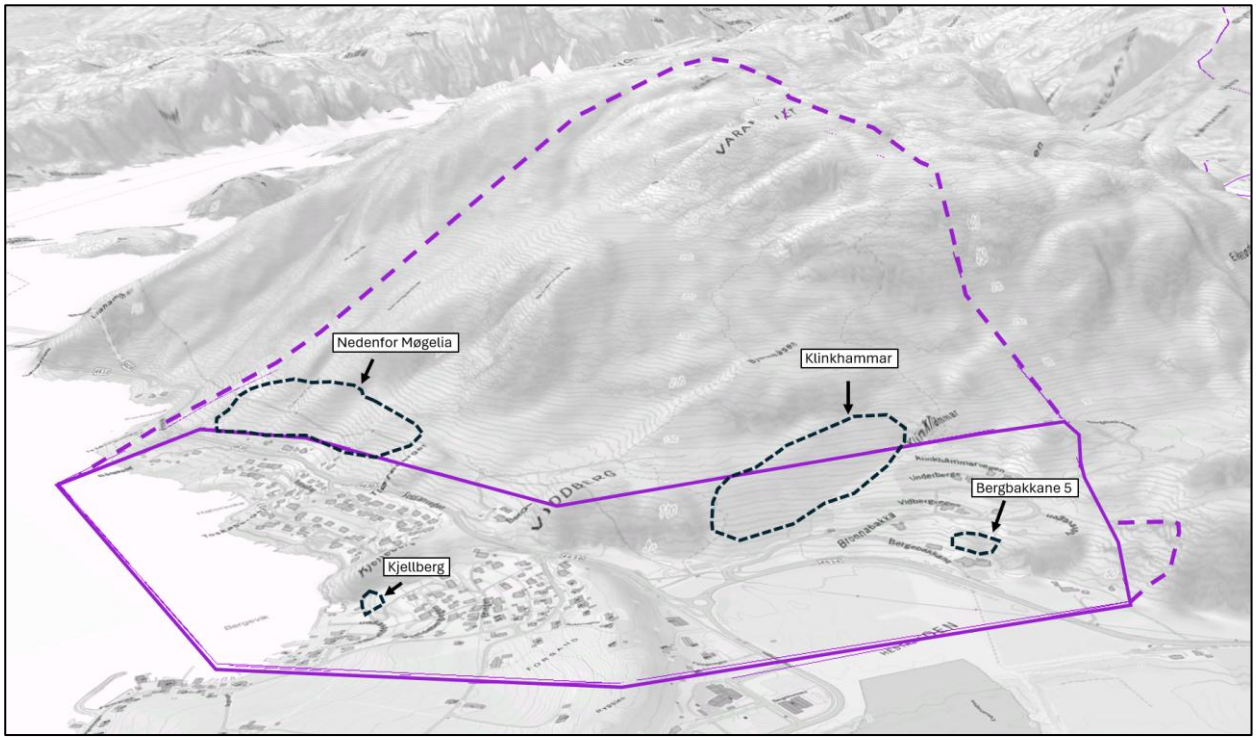
6.3.4 Jordskred

Innenfor utredningsområdet er det terreng med helning mellom 20-45°. I skråningene er det grove morenemasser av ukjent tykkelse. Skråningene befinner seg i hovedsak langs kartleggingsområdets østlige og nordlige grense. I tillegg er det to mindre skråninger ved Bergbakkane og Kjellberg.

Skråninger som er et resultat av vegfyllinger, er ikke vurdert for jordskred.

Ovenfor Møgelia er terrenget preget av to forsenkninger. Terrenghelningen er på ca. 27-35°. forsenkningene kan det forekomme ansamlinger av overvann, som deretter drenerer ned mot

Skrebekken. Eventuelle løsmasser/jordskred som løsner i forsenkningene vil kunne utvikle seg til flomskred, og omtales derfor under flomskred-kapittelet.



Figur 40. Skråninger i Forsand med terreng mellom 30-45°.

Klinkhammar

I området ved Bergbakkane og klinkhammar er det moreneskråning bestående av blokker og ur. Skråningen har en generell helning på 30-45°. Den bratte helningen gjør at det ikke kan utelukke remobilisering av blokker, hvor utløsende faktor bl.a. kan være vegetasjon (rotvelt eller rotsprengning) eller steinsprang fra høyereliggende skrenter (gjelder østlig del av skråning). Ettersom det kun er snakk om et fåtall blokker, og at blokkenes bevegelse i stor grad er uavhengig av hverandre, er eventuell remobilisering av blokker omtalt under kapittel 6.3.1, og dekket inn under faresoner for steinsprang.

Nedenfor Møgelia og morenerygg

Langs nordlig grense av kartleggingsområdet er det terreng med 30-45° helning. Skråningene er preget av moreneblokker og urer med avrundede blokker. Ovenfor området strekker det seg en markert morenerygg. Deler av ryggen kan sees tydelig på dronefoto og flyfoto, mens enkelte strekk er dekket av vegetasjon/skog, og er i større grad synlig på skyggekartet. Det kan ikke utelukkes remobilisering av blokker i uren. Ettersom utløsende årsak ikke forventes å være bevegelse i løsmassene i skråningen, men heller kunne skyldes røtter og rotvelt, er remobilisering av blokker omtalt under kapittel 6.3.1, og dekket inn under faresoner for steinsprang.

Bergbakkane 5

Bak eiendommen er det en løsmasseskråning, med natursteinsmur i nedre del av skråningen. Skråningen består i hovedsak av sand og grus, med en del stein. På topp mur observeres det enkelte blokker som vurderes å komme fra skråningen. Blokkene har en størrelse på rundt 0,008 m^3. Sannsynligheten for remobilisering av blokker i skråningen vurderes som større enn 1/100. Eventuell

remobilisering av blokker forventes å kunne være forårsaket av erosjon og bevegelser i løsmassene i skråningen. Løsneområdet er markert over hele området, selv om eventuelle utrasinger antagelig vil forkomme som enkeltblokker.

Basert på skråningens begrensede omfang og flatt terreng nedenfor er det ikke utført modelleringer. Eventuelle blokker som remobiliseres forventes å stoppe på flaten bak bygget.

Årlig nominell sannsynlighet for remobilisering av blokker fra skråning vurderes større enn 1/100. Det er ikke snakk om større utglidninger, men mindre blokker som kan remobiliseres, og følgelig forventes skadepotensialet å være lavt. Som følge av en eventuell kort skredbane og flatt terreng ved fot av skrent, er det utarbeidet sammenfallende faresoner for 1/1000- og 1/5000-faresonene.

Kjellberg

Ved Kjellberg er det en liten terrasse / jordskråning med helning på 30-45°. Skråningen har en lengde 30-35 m, og en høydeforskjell på ca. 15 m fra bunn til topp skråning. Like sør for terrasseskråningen (rett vest for Bergevegen 31) er det en noe mindre terrasse/løsmasseskråning med helning på rundt 20-30°. Området er tidligere omtalt i kapittel 6.2.6, og flyfoto fra 1967 viser at det er utført terrenginngrep i området, trolig i forbindelse med uttak av sand- og grus. Terrasseskråningene er omtalt videre under kapittel 6.3.9 «Andre farer».

6.3.5 Flomskred

Innenfor utredningsområdet er det få etablerte bekkeløp. Det er ikke registrert tidligere flomskredhendelser innenfor utredningsområdet.

Ovenfor Klinkhammar

Ned mot Klinkhammar og rasvollene er det ikke tydelige bekkeløp på skyggekartet eller observert i felt, men avrenningskartet indikerer noe overflateavrenning. Fra den øvre delen av påvirkningsområdet og ned mot kartleggingsområdet er terrenget preget av bergskrenter og slakere partier mellom skrentene. Langs kartleggingsområdets grense består terrenget av ur (moreneblokker). Det er ikke observert tegn på tidligere skredhendelser i felt eller på skyggekartet. Ved Klinkhammar og oppover i påvirkningsområdet er det ikke avdekket potensielle løsneområder for flomskred.

Skrebekken i nordlig del av området

Skrebekk er det mest markerte bekkeløpet i påvirkningsområdet. Bekkeløpet har en helning brattere enn 15°. NGUs løsmassekart indikerer morenemateriale i nedre del av bekkeløpet, og skredmateriale og stedvis bart berg videre oppover langs bekkeløpet. Kartet er i liten målestokk og har derfor begrenset detaljnivå. Observasjoner av skyggekartet tyder på enkelte områder med løsmasser av ukjent mektighet. Det er tydelige forsenkninger i løsmassene, og det kan ikke utelukkes utglidninger av løsmasser ned i forsenkningene, som videre kan utvikle seg til flomskred. Basert på bekkeløpets helning og løsmasseforholdene må flomskred utredes.

Like ovenfor kartleggingsområdet drenerer Skrebekken på bart fjell. På nedsiden av vegen er det en terrengforhøyning. Forhøyningen ligger i forlengelsen av bekkeløpet, og kan derfor tolkes å være en liten vifte. Tolkningen er preget av usikkerhet, og forhøyningen/viften kan bl.a. være noe mer utpreget som følge av bekkeerosjon langs nordlig del, og opparbeidet tomteareal/hage langs sørlig del. Oppå forhøyningen er det observert store blokker som kan være moreneblokker.

Oppover bekkeløpet har terrenget en generell helning på 30-40°. Avrenningskartet indikerer flere potensielle dreneringsløp som samles ca. 200 moh., samt noe drenering fra øst-sørøst som kommer inn på «hovedløpet»/Skrebekken ca. 50 m øst for kartleggingsområdet. I dreneringsløpene er skråningen i stor grad bevokst med løvskog.

For å anslå løsnesannsynligheten er avsetninger, terrenghelning, løsmasseforhold, og mangel på tidligere skredhendelser vurdert. Ved bekkens utløp er det ingen utpreget flomvifte eller tegn på fersk aktivitet. Det er heller ingen kjente flomskredhendelser i området. Bekkens navn, Skrebekken, kan imidlertid tyde på at det har vært hendelser knyttet til løpet. Løsnesannsynligheten vurderes å være mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Skogen og røttene vil kunne ha en gunstig effekt på stabilisering av løsmassene, og trekronen vil kunne redusere erosjon fra intens nedbør. Det er knyttet stor usikkerhet til skogens påvirkning og effekt på løsnesannsynligheten, og er derfor ikke lagt til grunn ved fastsettelse av løsnesannsynlighet.

For å undersøke utløpet til eventuelle flomskred er det benyttet modellering i RAMMS::Debris Flow. Det er utarbeidet to teoretiske løsneområder langs de mest markerte dreneringsløpene (Tabell 12). Det kan ikke utelukkes at et eventuelt flomskred kan løsne andre steder langs dreneringsløpene, men modellering fra de to utarbeidede løsneområdene indikerer at eventuelle flomskred vil følge Skrebekkens løp ned mot kartleggingsområdet. Gjennomsnittlig helning fra løsneområdene og ned til kartleggingsområdet er rundt 30°- 35°. Det vurderes å stedvis kunne være løsmasser som kan eroderes, og det er derfor modellert både med og uten erosjon.

Tabell 12. Parametere brukt i modellering RAMMS::Debris Flow for flomskred ved Forsand. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m, og en tetthet på 2000. Det er testet simuleringer både med og uten erosjon.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Volum (m^3)	Erosjonsrate (m/s)	Potens. erosjons-dybde (m)
F-24	Øverst i ravine i et område hvor avrenningskartet indikerer at flere mindre løp samles.	0,1/200	1,0	258	0,025	1,0
			1,5	387		
F-25	I løpet øst-sørøst oppstrøms Skrebekken. Løsneområdet er plassert i et område med en potensielt gammel skredkant.	0,1/200	1,0	286	0,025	1,0
			1,5	429		

Bekken er lagt i stikkrenne/kulvert under veien. Dette medfører noe usikkerhet knyttet til hvordan eventuelle flomskredmasser vil oppføre seg ved møte med stikkrennen/kulverten. Modelleringene indikerer at potensielle flomskredet vil miste en del energi når skredet når vegen. Ved modellering med både 1,0 og 1,5 m tykkelse indikerer modelleringen at massene vil følge bekkeløpet ned mot sjøen, mens enkelte deler av skredet vil kunne spille over og ned mot Bergekleiva 13. Modellering med tykkelse på 1,5 m og erosjonsmulighet er vist i Vedlegg 3D.

Basert på avsetninger, modelleringer og faglig skjønn vurderes årlig nominell sannsynlighet for flomskred inn i kartleggingsområdet å være større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Skogen er vurdert å ikke ha noen avgjørende effekt på vurderingen.

6.3.6 Sørpeskred

Det er, så vidt Sweco kjenner til, ingen tidligere sørpeskredhendelser innenfor utredningsområdet. Det er heller ikke historikk på sørpeskred i nærliggende områder med tilsvarende klimatiske forhold og terreng.

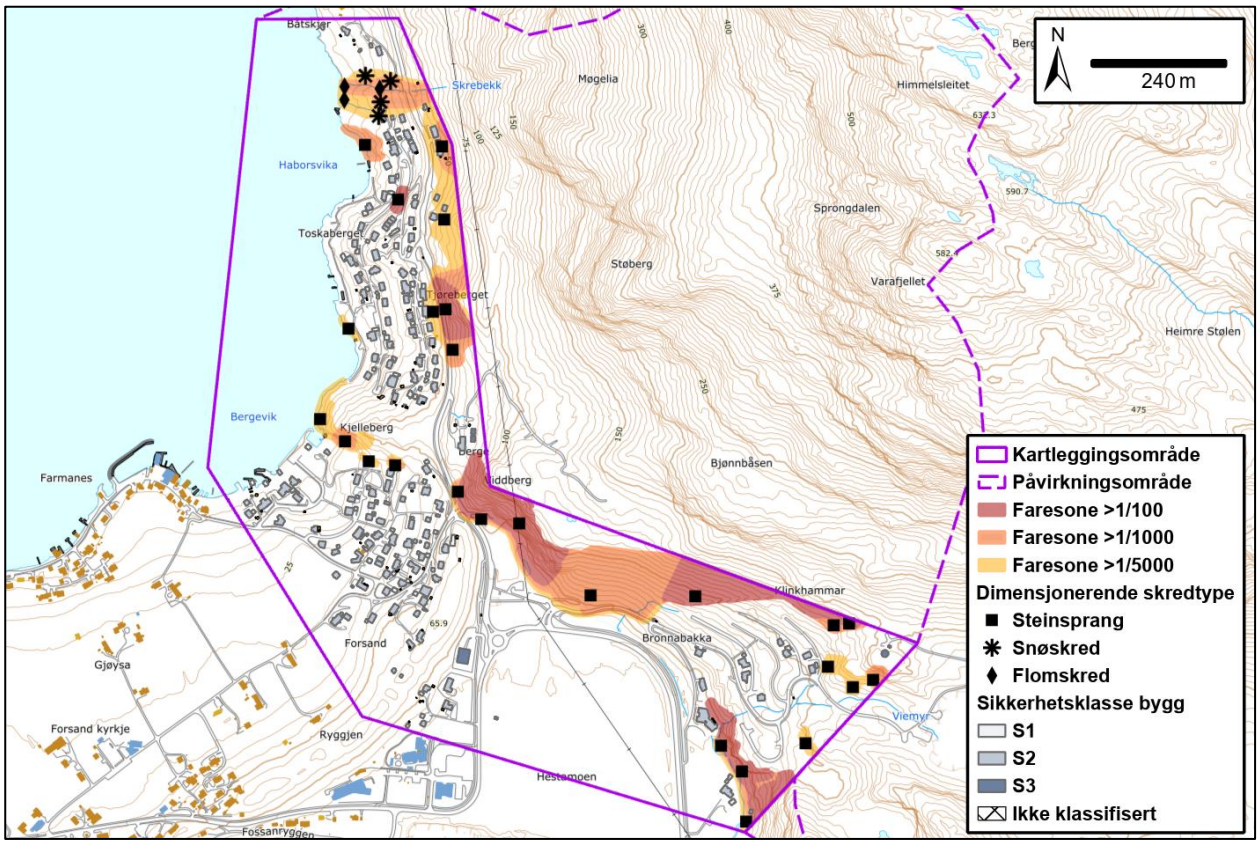
Det er generelt få drenerende løp ned mot kartleggingsområdet. I nordlig del drenerer *Skrebekk* ned mot kartleggingsområdet. Generelt har terrenget i dreneringsløpet en relativt bratt helning, typisk over 25-30°. Ved rundt 390 moh. er det et noe slakere parti på rundt 10-15°, hvor avrenningsanalysen indikerer en samling av flere overflateavrenningsløp. Det er imidlertid ikke observert noe terskel eller annen terrengform som medfører at vannet vil kunne samles/lagres. Det er også begrensede snødekker i området, og det forventes derfor heller ikke at vann vil kunne lagres i snødekker.

Ovenfor Klinkhammar er det heller ikke identifisert terreng som kan samle vann i snødekker. Vannet forventes å i stor grad dreneres vekk fortløpende.

Basert på et kystnært klima, ingen sørpeskredhistorikk i området og ingen egnede løsneområder, er sørpeskred vurdert å ikke være en aktuell prosess i området. Løsnesannsynligheten for sørpeskred vurderes å være mindre enn 1/5000.

6.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

Det er vurdert skredfare større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 i deler av kartleggingsområdet ved Forsand (Figur 41 og vedlegg 3E). Skredfaren utgjøres i hovedsak av steinsprang, men faresoner for snøskred og flomskred er utarbeidet i nordlig del av kartleggingsområdet. Det er enkelte bygg som ligger innenfor faresonene og som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet (Tabell 13). Skogen er vurdert å ikke ha betydning for faresonene.



Figur 41. Faresonekart for delområdet Forsand. Se Vedlegg 3E for versjon i større målestokk.

Tabell 13. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	1	0
≥ 1/1000	-	3	0
≥ 1/5000	-	-	0

6.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Konklusjonen i Multiconsults rapport fra 2012 er i samsvar med foreliggende rapport. Den etablerte fangvollen vil stoppe remobiliserte blokker eller eventuelle steinsprang som kommer ovenfra.

6.3.9 Andre farer

Det er observert usikrede graveskråninger i morene i det pågående utbyggingsområdet nedenfor fangvollene ved Klinkhammar.

Ved Kjellberg og Bergevik viser flyfoto fra 1967 at det er utført terrenginngrep i området. Inngrepene har medført dannelsen av terrassekanter. Langs disse skråningen kan overflateerosjon og mindre utglidninger ikke utelukkes.

6.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

Det er knyttet usikkerhet til type og mektighet av løsmassene ovenfor Skrebekken (øst for kartleggingsområdet), noe som medfører en viss usikkerhet i vurderingen av flomfare langs bekkeløpene.

Se kap. 3.13 for generelle usikkerheter knyttet til denne typen utredninger.

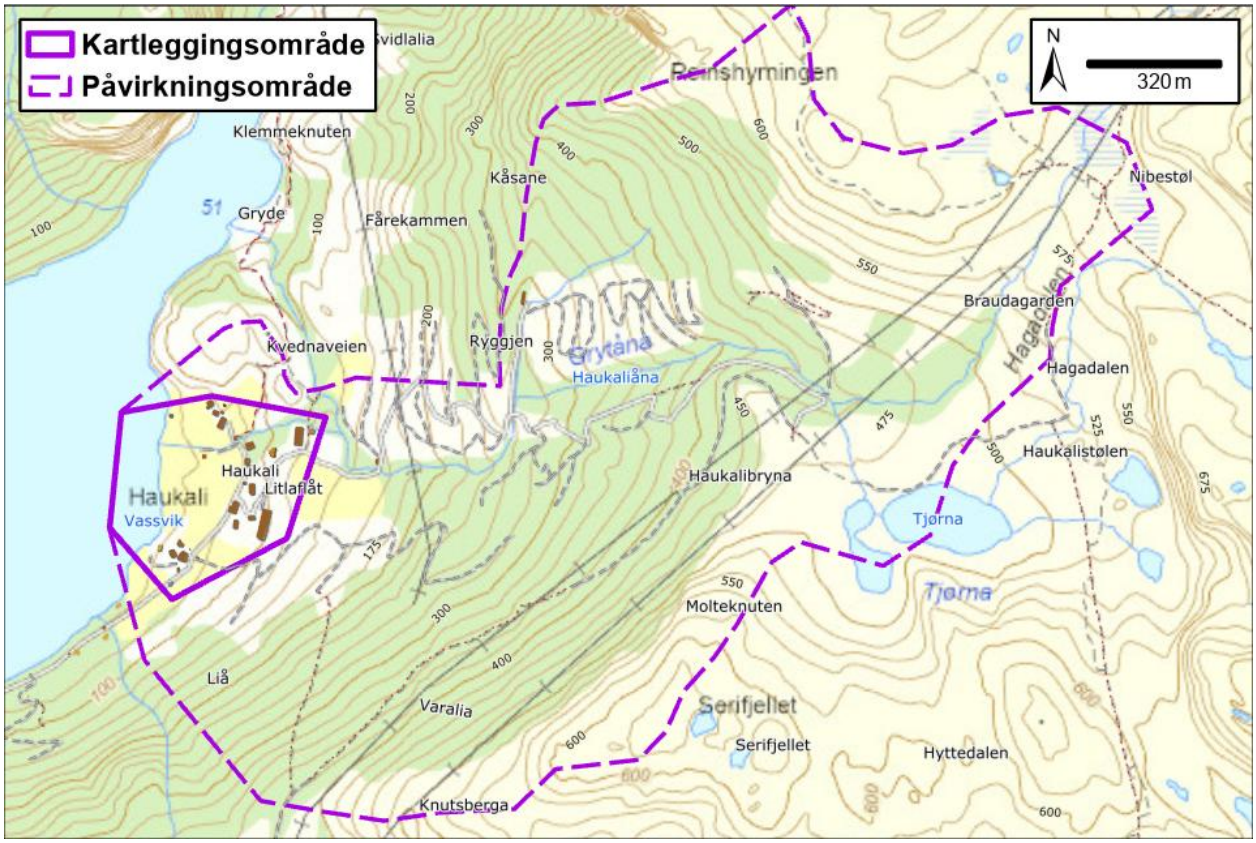
7 Delområde 4 – Haukali

7.1 Områdebeskrivelse

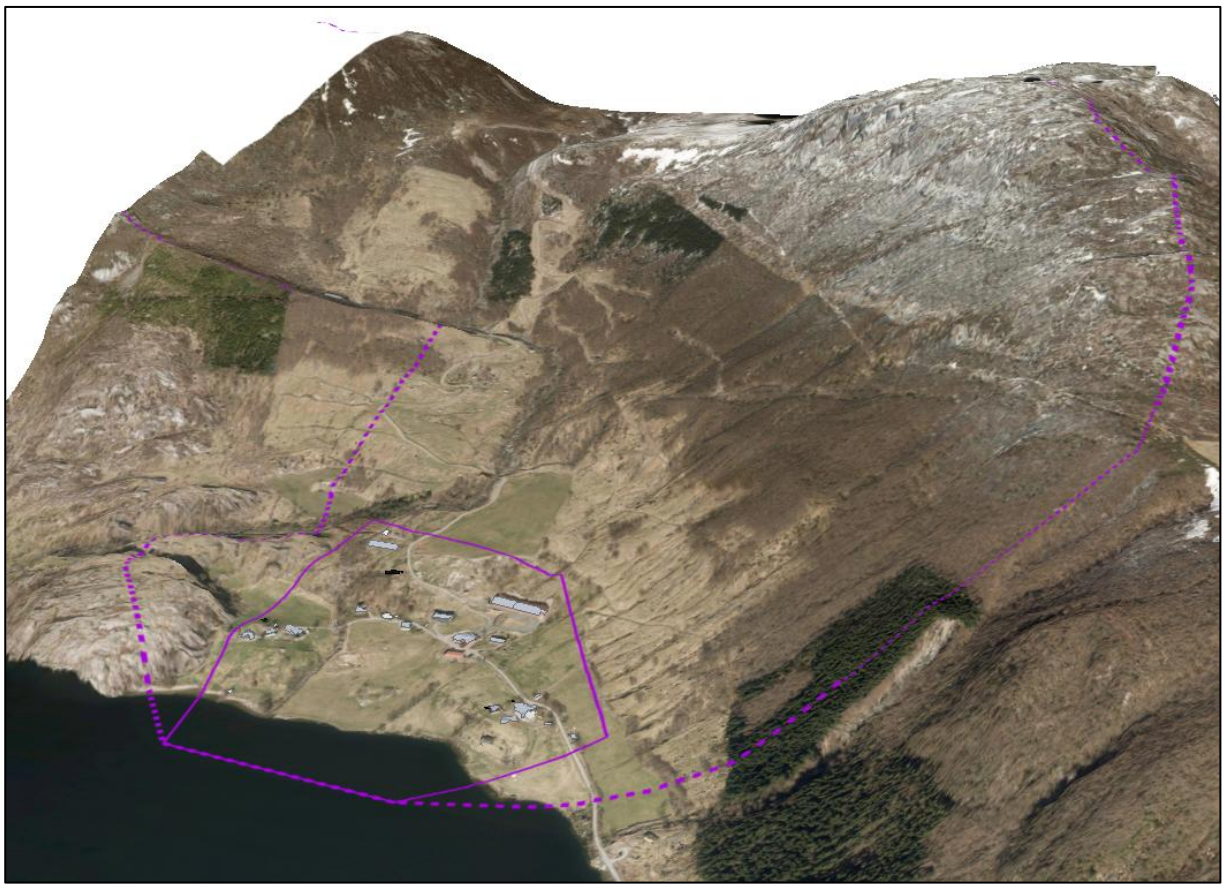
Delområdet Haukali er lokalisert ved den sørlig beredde av Haukalivatnet nær Forsand (Figur 42). Området er forholdsvis begrenset i størrelse og består av spredt bebyggelse i form av bolighus og gårdstun. Gårdstunet i sørvest (Haukalivegen 372-376) ligger på en ryggform/haug hovedsakelig på nedsiden av fylkesvegen, et gårdstun sentralt i kartleggingsområdet ligger ved eller over fylkesvegen, i tillegg er et nedlagt gårdstun i nordlige deler av kartleggingsområdet.

Kartleggingsområdet strekker seg fra vannet (51 moh.) og opptil ca. 125 moh. Deler av terrenget i kartleggingsområdet er dyrka mark der eventuelle skredavsetninger kan være visket bort av jordbearbeiding.

Påvirkningsområdet utgjøres av en skråning som stiger oppover mot øst/sørøst, til om lag 650 moh. (Figur 42). Terrenghelningen tiltar oppover i skråningen fra mindre enn 15°og over 50° i et mindre område øverst ved Molteknuten (Vedlegg 4B). Det meste av skåningen er mindre enn 40°.



Figur 42. Oversiktskart over delområde Haukali.



Figur 43. Utsnitt av 3D-modell med drapert ortofoto fra 2010 (tatt uten løv på trær).

7.2 Grunnlagsmateriale

7.2.1 Aktsomhetskart

Hele kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssoner for snøskred (S3, S2 med og uten skog) og jord- og flomskred. Aktsomhetssonen for steinsprang stopper i overkant av kartleggingsområdet.

7.2.2 Historiske skredhendelser

Under befaring ble det opplyst fra lokal informant at det nylig gikk et mindre løsmasseskred på nedsiden av randmorenen ved «Ryggjen» over kartleggingsområdet (se bilde 11 i Vedlegg 4A). Løsneområdet ligger om lag ved 220 moh. og hadde lokal utbredelse ned i grøften av landbruksveg. Total horisontal utbredelse var om lag 30 m. Dette kan klassifiseres som en jordmasseutglidning eller jordmasseskred.

Ut over det kjenner ikke Sweco til noen tidligere skredhendelser i utredningsområdet, og det er ikke registret noen hendelser i NVEs database eller i SVVs vegkart.

Ca. 160 m sørvest for kartleggingsområdet gikk det i 2022 et flomskred [16] [35]. Flomskredet startet ved ca. 320 moh. og fulgte et markert løp helt ned til Haukalivatnet (Figur 44). Flomskredet gikk tett inntil en bygg (antagelig en fritidsbolig).



Figur 44. Flomskred som gikk i januar 2022, ca. 160 m sørvest for kartleggingsområdet. Kilde: Stavanger Aftenblad.

7.2.3 Tidligere skredfareutredninger

Sweco er kjent med at det forholdsvis nylig (2025) er utført en skredfarevurdering ved eiendom Gnr/bnr. 233/3. Utredningen er utført av Skrid AS. Sweco har ikke hatt tilgang til vurderingen under arbeidet med rapporten.

Utover dette er Sweco ikke kjent at det er utført andre skredfarekartlegginger av foreliggende utredningsområde.

7.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er etablert en ledevoll i overkant av jordet ved eiendom Gnr/bnr233/2. Antatt formål for ryggen er å samle vannet og ledet dette til elveløpet i nord (Haukaliåna). Ryggen er av begrenset høyde (0,5-1 m). Vollen synes forholdsvis fersk etablert på flybilde fra 2003 [18].



Figur 45. Ledevoll som samler vann fra flere ravineløp og leder vannet til hovedelva Haukaliåna.

7.2.5 Berggrunn og løsmasser

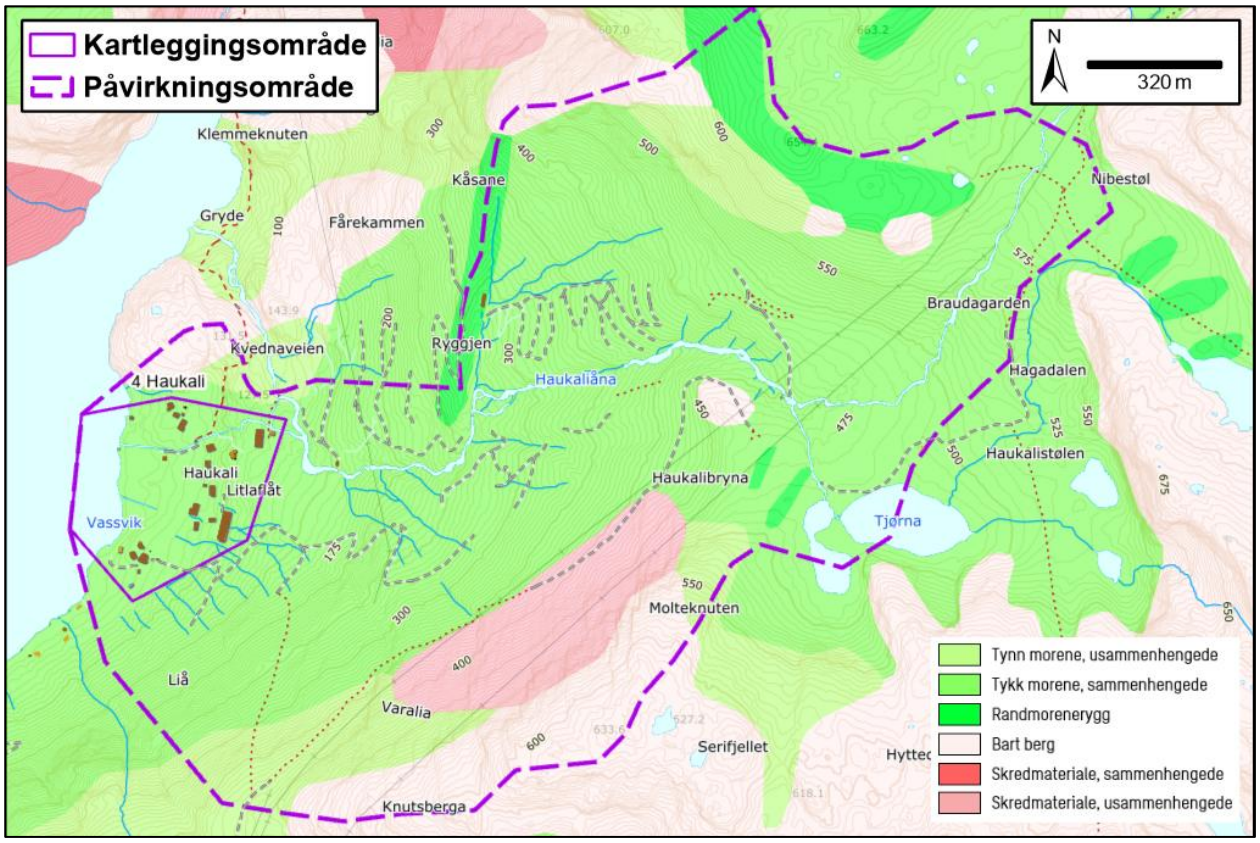
NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 viser at berggrunnen består av hovedsakelig granitt - «***Omdannet granitt til granodioritt; grå, til dels ganske grovkornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende, med perthittisk alkalifeltspat, med svak til velutviklet foliasjon***». Området med granitt er for det meste overdekket, men stikker er eksponert i brattskrenten oppunder Molteknuten.

I tillegg er det en smal stripe med «***migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis***» som skjærer på skrå gjennom øvre deler av kartleggingsområdet og en smal stripe «***pelitt***» som skjære gjennom øvre deler av påvirkningsområdet.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 over delområdet indikerer at det meste av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet består av en tynn moreneavsetning (Figur 46). Stedvis er det partier av bart berg og skredavsetninger. Enkelte steder er det kartlagt randmorener, blant annet ved ryggform «Ryggjen» og en avsetning høyere oppe øst for kartleggingsområdet. Vestover fra «Ryggjen» kan det følges en mer eller mindre sammenhengende ryggform som er fortsettelsen av sidemorene mot bretungens ende ved vestenden av Haukalivatnet. Randmorenen omkring Haukalivatnet er avsatt fra en bretunge som kom ut for Lysefjorden i nord. Endemorenen vest for Haukalivatnet er den kjente «Esmark-morenen» [5].

I kartleggingsområdet er mye av terrenget dyrket opp og utsatt for omfattende jordbearbeiding. Blant annet synes det som om ravinene dels er gjenfylt i øvre del av jordene. Sweco har vært i dialog med NGU som basert på kart og flybilder har vurdert utredningsområdet (pers. med. Jonas Pedersen, juni 2026). Deres tolkning er at store deler av de oppdyrka områdene i sørvest (på begge sider av gårdstunet i sørvest, helt ned til Haukalivatnet) og over det oppdyrka jordet øst for kartleggingsområdet, er

potensielle jord- og flomskredavsetninger. NGU mener også at en kan observere spor etter erosjon av snøskred i skråningen opp mot Knutsberga-Molteknuten. De vurderer også at en del av de spredte blokkene som ligge i ravinene og som tidligere var spredt utover jordene kan være relatert til snøskred, selv om det er vanskelig å skille dette fra flytt-/morenеblokker.



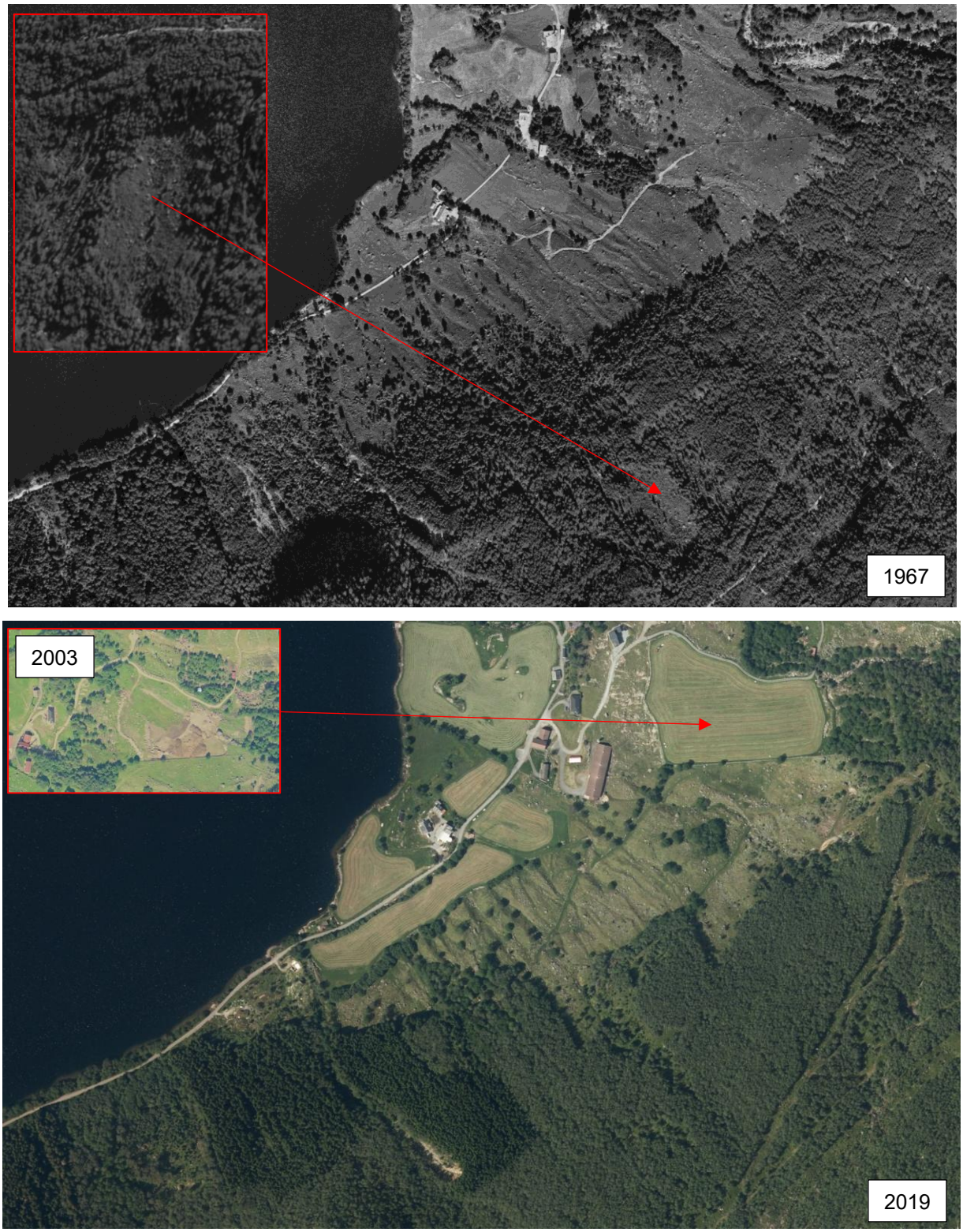
Figur 46. Løsmassekart fra NGUs wms-tjeneste [4], basert på NGUs kart i 1:200.000 [36].

7.2.6 Flyfoto

Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1967 og frem til 2019 [18]. Det er en del «renner» i skogen som kan være dannet av skred, men ingen åpenbare spor etter skredhendelser i utredningsområdet på flybildene. I terrenget sørvest for kartleggingsområdet, vest for løpet for flomskredet, er det flere spor etter løsmasseskred i skogen på flybilde fra 1967 (Figur 47), og også lenger oppe i dalen over kartleggingsområdet mot sørøst. Dette kan være et resultat av et omfattende regnvær i 1963 som føret til betydelig jordskredaktivitet i delområdet 5 Øvre Espedal (se kap. 8). På bildet tatt i 2019 er dette fullstendig overgrodd og ikke synlige tegn på nylig skredaktivitet.

På bildet fra 1967 er det også et felt uten skog om lag 300 moh. direkte over den sørvestre delen av kartleggingsområdet (Figur 47 øverste bilde). Skogen mangler i et ca. 50 m bredt og 100 langt felt. Det er ingen tydelig drenering ned til området og det er ingen tydelige avsetninger. Feltet stopper i overkant av sidemorenen som er mindre utviklet eller bevart i dette partiet. Det er et tilsvarende, men mindre tydelig felt like i nordøst for feltet.

Tilsvarende kan det synes som det har være mer nylig aktivitet i flomskredløpet på 2019-bildet enn på bilde fra 1967, men dette kan også skyldes ulik skyggepåvirkning på bildene. Dette skredløpet starter i randmorene som krysser igjennom hele påvirkningsområdet.

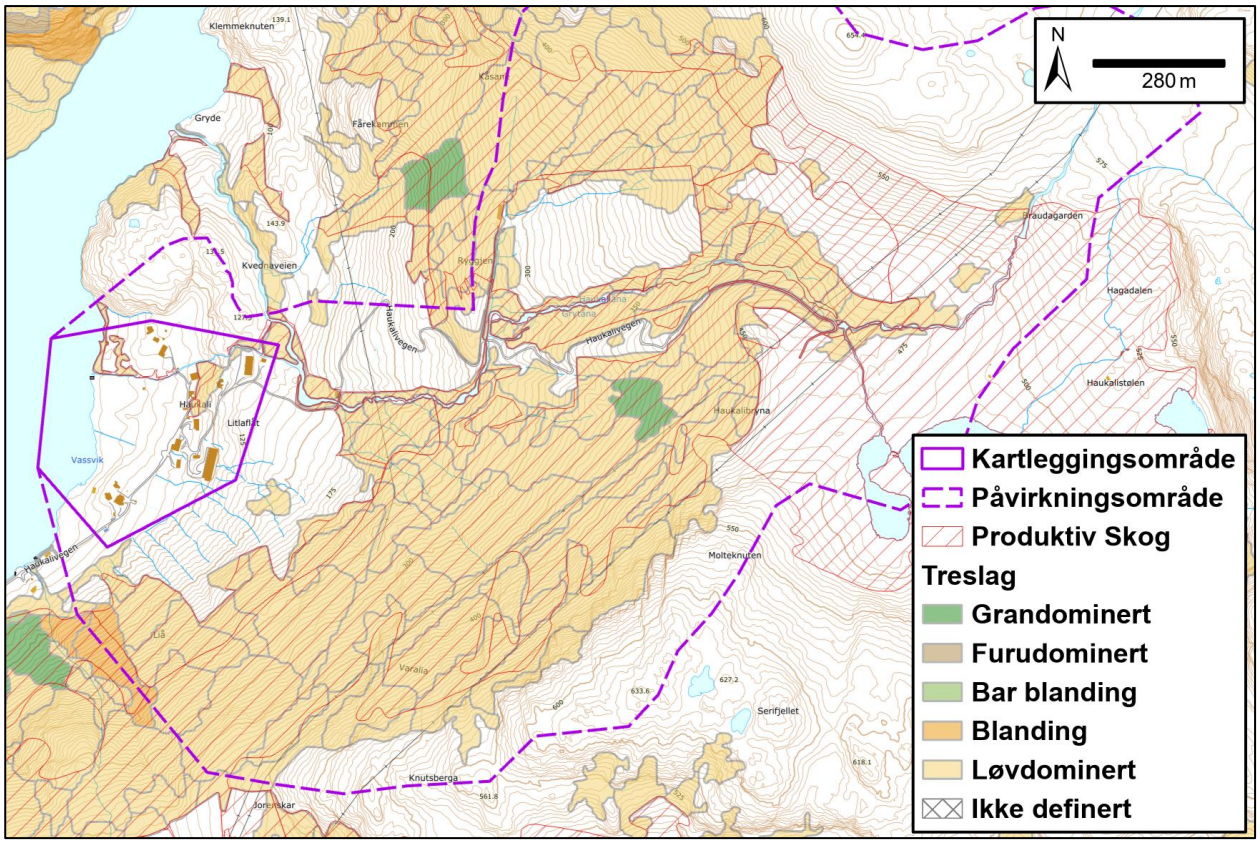


Figur 47. Sammenligning av flybilde over området sørvest for utredningsområdet fra 1967 (øverst) og 2019 (nederst). Innsatt ramme på det øverste bilde er området uten skog fra en 3D-modell med samme flybildet, men sett inn i skråning mot sørøst. Innsatt bilde på det nederste flybildet er fra 2003 og viser jorde under opparbeiding med fjerning av blokk. Kilde: Norge i bilder [18].

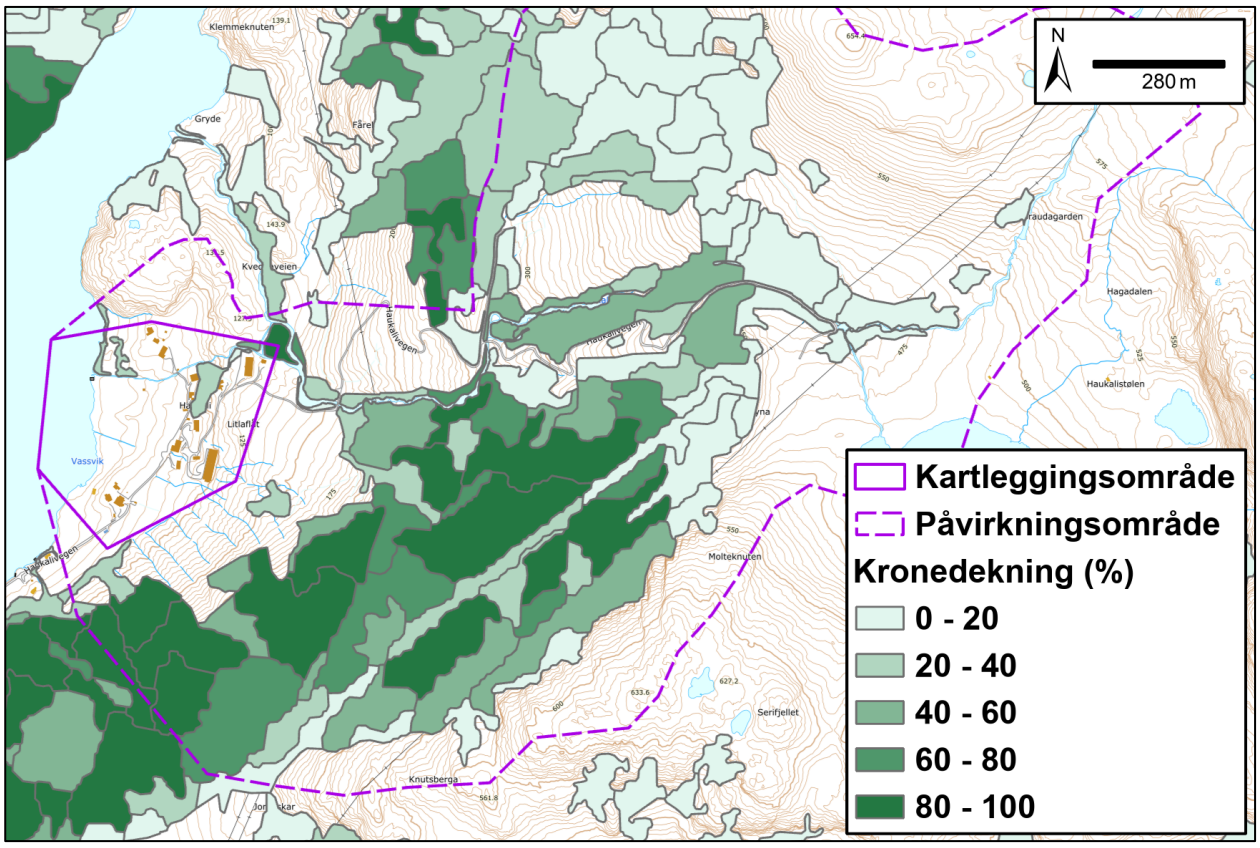
Flybildene fra 1967 viser og at det har blitt ryddet stein blokker på jordene over og under vegen ved gårdstunet lengst i vest og fra jordet ved gården sentralt i kartleggingsområdet (Figur 47). Flybildet fra 2003 viser at dette foregår ved området øst for kartleggingsområdet.

7.2.7 Skog

Skogen i utredningsområdet er hovedsakelig lokalisert i et belte mellom 175-500 moh. og består av for det meste løvskog. Ett mindre område er tilplantet med gran. Tilnærmet all skogen er karakterisert som produktiv skog. Der det er skog har denne generelt høye verdier for kronetetthet og antall trær per hektar med diameter over 10 cm [33].



Figur 48. Kart over skogressurser i delområde 4 Haukali fra NIBIOs SR16 data [33] og produktiv skog fra FKB-AR5 data.



Figur 49. Kronedekning for skogen i delområde Haukali [33]

7.2.8 Drenering

Dreneringen i utredningsområdet domineres av Haukaliåna/Grytåna som drenere hoveddelen av påvirkningsområdet. Løpet ledes mot sør og rundt «Ryggjen». Like over kartleggingsområdet dreier hovedløpet mot nord og ledes bort, mens ett mindre løp som forsetter gjennom kartlegingsområdet og ned til Haukalivatnet.

I sørvestlig del av utredningsområdet kanaliseres vannføringen hovedsakelig i de etablerte ravinene, som stort sett følger parallelle løp med begrenset drenering. Ravinene stopper ved toppen av jordene pga. dyrkning, og vannet ledes i grøfter under bakken.

Oversikt over antatt vannansamling i området, basert på en «flow accumulation» analyse (MFD-metode), er presentert på helningskartet i vedlegg 4B.

7.3 Skredfarevurdering

7.3.1 Steinsprang

Internt i kartleggingsområdet

Bergoverflatene i kartleggingsområdet er i utgangspunktet av svært begrenset høyde og er i stor grad avrundet av glasial skuring og avtrappet (Figur 50). Det vurderes at disse har svært begrenset løsnesannsynlighet (>1/5000) for utrasinger med skapelig potensiale.

Mindre koller nord for kartleggingsområdet

Nord for kartleggingsområdet er det en bergskrent opp til en kolle (Figur 50). Berget her er også avrundet av isbreskuring og har begrenset løsnepotensiale, men er noe høyere og brattere enn de mindre skrentene inne i kartleggingsområdet. Løsnesannsynligheten her vurderes å være mindre enn 1/1000, men større en 1/5000.

Det er ikke identifisert avsetninger etter tidligere steinsprangaktivitet under de aktuelle kollene (nært kartleggingsområdet), men i og med at dette er dyrka mark kan det hende at eventuelle blokk er blitt ryddet. Simuleringen i Rockyfor3D indikerer at størstedelen av eventuelt utraste blokke (blokkstørrelse 0,008-8m^3) vil stoppe før det kommer inn i kartleggingsområdet.

Basert på lavt løsnepotensiale, mangel på avsetninger, modelleringer og faglig skjønn vurderes det at den årlig nominelle sannsynligheten for steinsprang er mindre enn 1/5000 for dette området.



Figur 50. Bilde av nordlig del av utredningsområdet med slett og skurt berg. Kollen i bakgrunnen av bilde ligger utenfor kartleggingsområdet.

Dalside i sørøst

Fra dalsiden sørøst for kartleggingsområdet er det hovedsakelig i øverste delen (ca. 550 moh.) der det er eksponert berg. Lengre nede i skråningen er det noen mindre brattskrenter og nederst noen områder med eksponert, men forholdsvis slett berg. Øverste bergskrent er dominert av et semi-vertikalt sprekkesett med nord-sørlig, som kuttes av et mindre markant sett med øst-vestlig retning. Basert på flybilder og dronebilder er det lite blokk i terrenget under skrentene og det er ikke utviklet noen ur. Samtidig er det en del blokk i terrenget som synes rundet og antagelig er flyttblokk. Det vurderes at det er begrenset løsnepotensiale fra bergoverflaten og fra remobilisering av morenеblokker i terrenget. Det vurderes at løsnepotensiale er mindre enn 1/100 men større enn 1/1000. Blokkstørrelse er vanskelig å avgjøre i og med at det er få avsetninger som kan relateres til steinsprang, men basert på morenеblokker en må ta høyde for blokker opptil flere kubikkmeter størrelse. 8 m^3 er satt som dimensjonerende blokkstørrelse for et 5000-års scenario i de videre vurderingene.

NGU kartlegger noe sammenhengede skredavsetning oppunder bergskrenten øverst i skråningen (Figur 46). Under linjetraseene som krysser tvers over dette området er det enkelt spredte blokker, men ingen omfattende avsetninger. Det er ellers begrenset med avsetninger som sikkert kan knyttes til steinsprang i kartleggingsområdet og usikkert om noen blokker i den sørøstre dalsiden i påvirkningsområdet kan relateres til denne skredtypen. Simuleringer i Rockyfor3D indikerer at mindre blokker (<1m^3) ikke vil ha potensiale til å nå inn i kartleggingsområde mens blokker med volum 1 eller 8 m^3 vil kunne nå ned til jordene lengst sørvest i kartleggingsområdet.

På flybildet fra 1967 identifiseres en del blokk som i ettertid er fjernet ved opparbeiding av jordene. Det kan ikke utelukkes at noen av disse har vært remobilisert fra terrenget over, men det er samtidig umulig å si dette sikkert. Det er utført simuleringer med runda blokker i Rockyfor3D for å simulere blokkform til morene/flyttblokker. Disse oppnår noen lengre rekkevidde enn simuleringen med rektangulære og synes mer representative. Lengst utløp er det vest for det vestlige gårdstunet der blokkene nå helt ned. Det er forsøksvis også utført modelleringer med RocFall2.0, men det er vanskelig å kalibrere resultatene opp mot avsetninger og disse vurderes å ha begrenset nytte.

Generelt vurderes det at det utelukkede er remobiliserte blokker fra steinsprang som kan nå ned og inn i området. Det er utfordrende å fastsette både løsnesannsynlighet og utløpslengde for denne typen. Vi vurderer at det er fare for at remobiliserte blokker kan nå inn i kartleggingsområdet med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 langs den sørøstlige avgrensingen til kartleggingsområdet. Eventuelle blokker med så stort utfall vil være større enn 2 m^3 og skogen i skråningen er ikke vektlagt noen betydning. Vurderingen er hovedsakelig basert på simuleringer og faglig skjønn.



Figur 51. Drone bilde av dalside i sørøst, men eksponert berg øvre deler og enkelte steder lavere nede.

7.3.2 Steinskred

Det er lite eksponert ber i nærheten av området og InSAR-data viser ingen tydelig tegn til omfattende bevegelse i områder som er tilstrekkelig bratte til at steinskred kan utløses. Det er heller ikke identifisert none avsetninger som kan relateres til tidligere steinsskredaktivitet. Basert på få aktuelle løsneområder, ingen registrert bevegelse i bergmassen vurderes den årlige løsnesannsynligheten for steinskred i delområdet til lavere enn 1/5000.

7.3.3 Snøskred

Potensielle løsneområder for snøskred med terreng på mellom 30-50° ligger i den sørøstre dalside i to nivåer; på nedsiden av sidemorenen i forlengelse av Ryggjen og i området under brattskrenten øverst i dalsiden (Tabell 14). Områdene har forholdsvis slett overflate oppdelt av mindre bergskrenter og raviner. Skogdekningen i skråningen er dominert av løvskog og har for det generelt en kronedekning på mer enn

80%. I de aktuelle arealene er kronedekning noe varierende, men arealet med ikke-tilfredsstillende kronetetthet er begrenset og vurderes for mange av områdene likevel som godt nok for å hindre utløsning av snøskred. Område S-2 og S-9 vurderes skogen ikke å være tilstrekkelig for store sjelden hendelser (5000-års-scenario). Skogen i de aktuelle områdene er i hovedsak produktiv (Figur 48), og alle områdene behandles som om de har produktiv skog.

Det er generelt begrensende snømengder i ytre deler av Rogaland og er ikke registrert tidligere snøskred i regionen omkring delområdet. Basert på skredhistorikk vurderes løsnetykkelsen uavhengig av skogen å være mindre enn 1/100.

Det er analysert flere punkter i AV-klima fra ulike celler i «griddet» i dalsiden som oppnår verdier for de aktuelle gjentaksintervallene (100, 1000 og 5000) på henholdsvis være 56-69, 72-90 og 83-105 cm. I utgangpunkt er det derfor benyttet henholdsvis 70, 90 og 105 cm i vurderingene. Disse er korrigert for helning.

Snødrift er aktuelt i noen grad for de øverste områdene som har kildeområder i sør. Det vurderes uansett som begrenset, men det er lagt til 25% på de løsnetykkelsen i øvre deler av dalsiden (Tabell 14).

Det foreligger ingen kjente snøskredhendelser i området og det er ikke mulig å kalibrere modelleringene. Simuleringer i RAMMS::Avalanche, med input som angitt i Tabell 14, indikere at utløste skred vil kunne nå inn i øvre del av kartleggingsområde. Områdene i øvre del av skråningen vil i stor grad stoppe i terrenget før snømassene når ned til kartleggingsområdet.

Det vurderes at snøskred i sjeldne tilfeller vil kunne nå ned i øvre del av kartleggingsområdet ved dagens skogforhold. Årlig nominell sannsynlighet for skadelig skred vurderes å være større enn 1/5000 i et areal over vegen lengst vest i kartleggingsområdet. I en situasjon uten skog i skråningen vurderes det at årlig nominell sannsynlighet for snøskred er større enn 1/1000 og 1/5000, inn fra den sørøstlige avgrensingen av kartleggingsområdet. Faresonene omfatter i denne situasjonen noe bebyggelse. Eventuelle skred fra løsneområde S-11 vil gå vest for og ikke inn i kartleggingsområdet, mens eventuelle skred fra områdene S1-3, S6 og S8 vil stoppe over kartleggingsområdet.

Pga. forholdsvis slak dalside uten vertikale fall og med begrenset totalt fall vurderes skredvind ikke å være et aktuelt problem i delområdet.

Tabell 14. Aktuelle løsneområder for snøskred ved delområde Haukali. Løsnetykkelsene for alle områdene er justert for helning på 32° (faktor på 0,85). RAMMS-simuleringene er utført på en terrengmodell med 5 m oppløsning, med høydeintervall på 850-350 moh. og «returperiode» på 100. Løsnesannsynligheten for alle løsneområdene vurderes å være mindre enn 1/100.

ID (#)	Beskrivelse	Helning	Snødrift	Areal (m^2)	Løsnetykkelse (cm)		Beskyttelse av skog
					1000 år	5000 år	
S-1	Øvre del av skråning. Betydelig del av området er dekket av skog med >80 og >60% kronedekning.	32	Noe	8310	95	110	Fullstendig
S-2	Øvre del av skråning. Dekket av skog, men begrenset område med kronedekning >80%.	35	Noe	7290	95	110	Delvis, kun aktuell for dagens skogforhold ved 5000-års scenario
S-3	Øvre del av skråning. Dekket av skog, men begrenset område med kronedekning >80%.	33	Noe	15410	95	110	Delvis, kun aktuell for dagens skogforhold ved 5000-års scenario
S-4	Under sidemorenen. Mye areal dekket av løvskog med kronedekning >80%.	32	Ingen	6060	75	90	Fullstendig
S-5	Under sidemorenen. Mye areal dekket av løvskog med kronedekning >80%.	30	Ingen	11600	75	90	Fullstendig
S-6	Øvre del av skråning. Meste areal dekket av kronedekning >80%.	31	Noe	6720	95	110	Fullstendig

S-7	Øvre del av skråning. Meste areal dekket av kronedekning >80%.	32	Noe	13670	95	110	Fullstendig
S-8	Under sidemorenen. Mye areal dekket av løvskog med kronedekning >80%.	31	Ingen	3260	75	90	Fullstendig
S-9	I øvre del av skåning. Ikke dekket av skog med kornedekning >80%, men skog med mindre tetthet.	30	Ingen	9160	75	90	Delvis, kun aktuell for dagens skogforhold ved 5000-års scenario
S-10	Under sidemorenen. Mye areal dekket av løvskog med kronedekning >80%.	32	Ingen	8920	75	90	Fullstendig
S-11	Under sidemorenen. Alt areal dekket av blandingsskog (SR16) med kronedekning >80%. Ut fra dronebilder er dette hovedsakelig granskog.	32	Ingen	16260	75	90	Fullstendig
S-12	Like over sidemorenen. Meste areal dekket av kronedekning >80%.	31	Ingen	9610	75	90	Fullstendig

7.3.4 Jordskred

Dalsiden over Haukali har betydelige løsmasseavsetninger blant annet i form av sidemorenen «Ryggjen» og dens forlengelse på tvers av påvirkningsområdet i om lag 250 moh. Høyere enn sidemorene er det også morenedekke. I nordlig del av påvirkningsområdet og nord for dette er det flere arr etter tidligere jordmasseutglidninger/jordmasseskred (se kap. 7.2.2). Utrasingen synes for det meste å ha begrenset lokal utbredelse. Over den sørøstre del av området er det betydelige ravinering. Dannelsen av disse kan være relatert til opprinnelige jordmasseutglidninger som siden har gått over i jordmassestrømmer, og være overgansformer mellom de to skredtypene. I og med at dette er overgangsformer mellom jord og flomskred har vi valgt å behandle dette under flomskred, da eventuelle utløste jordmasser vil ledes inn i raviner og oppføre seg som flomskred.

Generelt vil det være potensiale for utglidninger i alt terreng med morene brattere enn 25°.

7.3.5 Flomskred

Ravineringen i den sørøstre skåningen og i skråningen over «Ryggjen» tyde på erosjon med massetransport ned skåningen. Det er i liten grad utviklet leveer langs løpene og det er usikkert i hvor stor grad det har vært gradvis erosjon ved flom som har dannet ravineringen eller hurtige skredhendelser med større skadelig potensiale. Det er ingen kjente hendelser eller større vifteavsetninger inn i kartleggingsområdet som tyder på at dette eventuelt er hyppige hendelser, men flomskredet i 2022 i sørvest tyder på at skåningen har potensiale for skred. Området der en skulle forvente eventuelle vifter er etter 1972 dyrket opp, ved at terrenget er planert og blokker fjernet. Ut fra flybilder i 1972 synes det som ravineringen i stor grad stoppet noe ned på jordet over vegen, og en blokkansamling på jordet på nedsiden av vegen i sørvestre kant av kartleggingsområdet kan være skredavsetninger. Basert på terrengforhold og avsetninger, samt manglende historiske hendelser vurderer vi at løsnesannsynligheten for flomskred som kan gi skader i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

De aller fleste løsneområdene er dekket av skog som kan ha en reduserende effekt på løsnepotensiale, samtidig som nyere omfattende skredhendelser, blant annet under ekstremværet «Hans» i 2022, viser at jord og flomskred også kan forkomme i omfattende grad i skogdekket terreng. Det antas skogen kan ha noe effekt samtidig som det ikke er mulig på å kvantifisere denne effekten uten stor usikkerhet. Sweco har ikke lagt til grunn at skogen i områdene har skredreduserende effekt på jord og flomskred.

Elveløpet Haukaliåna er i generelt for slakt for å løsne flomskred, med de bratteste partiene med gjennomsnittlig 16° helning. Samtidig består bunnen av forholdsvis grove stein, med moderat

løsnepotensiale. Eventuelle flomskred langs elveløpet vil antagelig forkomme i brattere sideløp og miste energi og avta når det entrer hovedløpet.

Det er ikke mulig å sikkert bestemme hvor flomskred vil kunne starte, da de i prinsippet kan starte hvor som helst i et drensløp/ravine som brattere enn 15°-20°. Angitte løsneområdene er generelt plassert i øvre del av ravinene og vurderes å være representative for de aktuelle løpene. Data omkring løsneområdene og simuleringene i RAMMS::DebrisFlow er gitt i Tabell 15.

Eventuelle direkte avsetninger fra flomskredaktivitet i kartleggingsområdet er i stor grad utvisket av oppdyrkingen og kan ikke belyse tidligere rekkevidde, men det kan ikke utelukkes at løsmassene i den sørvestre halvdel av kartleggingsområdet helt noe til innsjøen opprinnelig i stor grad er floms-skredavsetninger, slik NGU vurderer (se kap.7.2.5).

Resultatene fra RAMMS::DebrisFlow indikerer at flomskred har potensiale til å nå ned omtrent til Haukalivatnet på begge sider av, men hovedsakelig utenom bebyggelsen, ved gårdstunet i sørvest og i noen grad gjennom gårdstunet sentralt i kartleggingsområdet. Simuleringene indikerer at eventuelle flomskred i fra løsneområdene i øst og nord i hovedsakelig stopper opp eller følger elveløpet bort fra kartleggingsområdet. Ravineløp som når ut på jorde i øst (hovedsakelig fra løsneområder F-5 og F12) vil kunne ha potensiale til å nå noe inn øverst i kartleggingsområdet.

Tabell 15. Parametere brukt i modellering RAMMS::Debris Flow for flomskred ved Haukali. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m. Det er testet simuleringer både med og uten erosjon. Versjonen med erosjon er vektlagt mest i vurderingene.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Volum (m^3)
F-1	Øverst raviner i skråning opp mot Knutsberga-Molteknuten. Følger raviner ned mot den sørvestlige delen av kartleggingsområdet.	0,1/200	1	146
F-2		0,1/200	1	198
F-3		0,1/200	1	201
F-4		0,1/200	1	256
F-6		0,1/200	1	337
F-7		0,1/200	1	196
F-10		0,1/200	1	176
F-11		0,1/200	1	187
F-12		0,1/200	1	191
F-20		0,1/200	1	244
F-21		0,1/200	1	155
F-22		0,1/200	1	130
F-23		0,1/200	1	257
F-8	Øverst i raviner som ender ned mot sentrale deler av kartleggingsområdet via Haukaliåna eller ledevoll/jorde øst for kartleggingsområdet.	0,1/200	1	326
F-9		0,1/200	1	240
F-13		0,1/200	1	227
F-14		0,1/200	1	277
F-17		0,1/200	1	302
F-18		0,1/200	1	525
F-15	I skåning nordøst for kartleggingsområdet på oversiden av Ryggjen. Stopper i stor grad opp før det når Haukaliåna.	0,1/200	1	376
F-16		0,1/200	1	213
F-19	I løpet sørvest for utredningsområdet hvor skredet i 2022 forkom.	0,1/200	1	389

Basert på avsetninger, historikk, modelleringer og faglig skjønn vurderes det årlig nominell fare for flomskred er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000 i deler av kartleggingsområdet. Skogen er vurdert å ikke ha noen avgjørende effekt på vurderingen.

7.3.6 Sørpeskred

Sørpeskred utløses typisk i bekkeløp og forsenkninger ved at vann samles i snømasser og deretter mobiliseres i skred. Det er ingen kjente sørpeskredhendelser i utredningsområdet ved Haukali. Det er heller ingen historikk på sørpeskred i nærliggende område med tilsvarende terreng og klimatiske forhold. I felt er det ikke observert tegn på tidligere sørpeskred, verken skredløp eller vifter, selv om det basert på morfologi er vanskelig å utelukke sørpeskred fullstendig.

Mye av terrenget i påvirkningsområdet er for bratt uten åpenbare forsenkninger som muliggjør ansamling av vann i snødekke. Potensielle løsneområder finnes teoretisk langs Haukaliåna, med større myrer og mindre forsenkninger. Det vurderes uansett som at disse ikke er reelle, basert på kystnært klima, manglende historikk (ingen registrerte sørpeskred i Sandanes kommune i NVEs skredregister [16]) og spor etter tidligere sørpeskred. Sørpeskred vurdert å ikke være en aktuell prosess i området og løsnesannsynligheten for eventuelle sørpeskred vurderes å være mindre enn 1/5000. Skredtypen utledes derfor ikke videre.

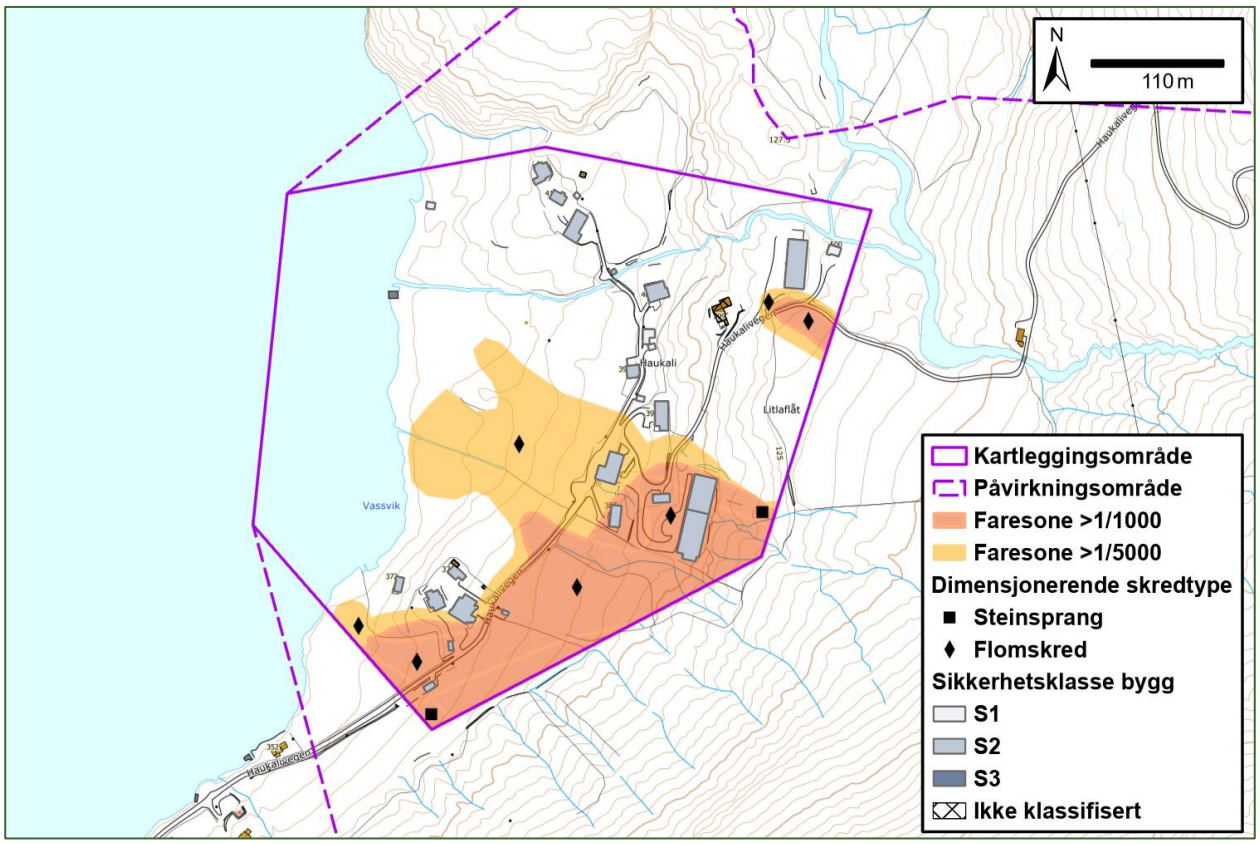
7.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

Ved dagens skogforhold

Det er vurdert skredfare større enn 1/1000 og 1/5000 i deler av kartleggingsområdet ved Haukali (Figur 52 og vedlegg 4E). Skredfaren utgjøres hovedsakelig av flomskred (dimensjonerende skredtype) og i noen grad av snøskred. Det er enkelte bygg som ligger innenfor faresonene og som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet (Tabell 16). Det er vurdert at skogen har betydning for faresonene ved at den reduserer løsnepotensiale for snøskred. De aktuelle områdene med skog som har er vurdert å ha betydning for faresonene er vist i Vedlegg 4F.

Tabell 16. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	6	0
≥ 1/5000	-	-	0



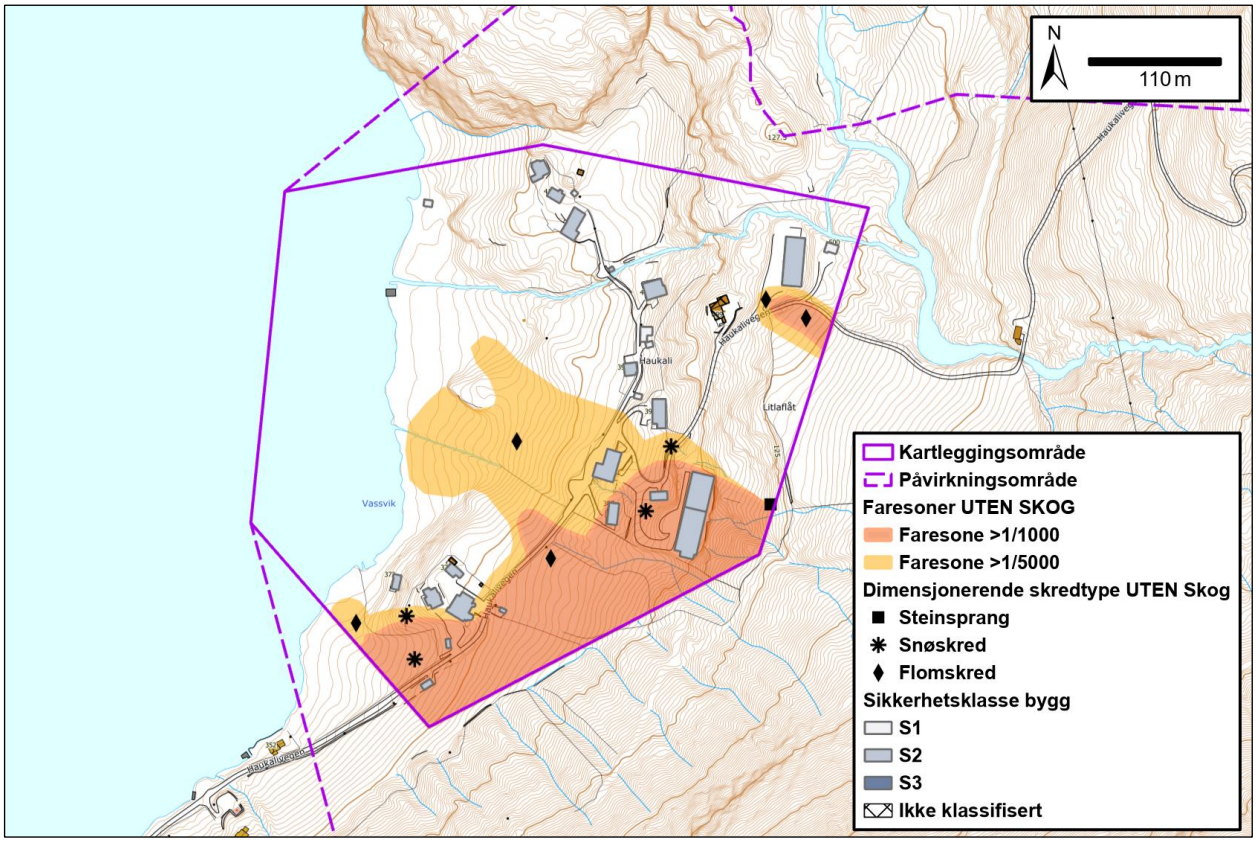
Figur 52. Faresonekart for delområdet Haukali. Se Vedlegg 4E for versjon i større målestokk.

Uten skog

Faresonene for Haukali er avhengig av dagens skogforhold er til stede. Ved en situasjon uten skog øker sannsynligheten for snøskred betydelig ved av løsnepotensiale øker. Farsonekart for en situasjon uten skog er vist i og i vedlegg 5G.

Tabell 17. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3) i en situasjon uten skog.

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	7	0
≥ 1/5000	-	-	0



Figur 53. Faresonekart for delområdet Haukali uten skog. Se Vedlegg 4F for versjon i større målestokk.

7.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Sweco har kjennskap til at det finnes en tidligere skredrapport fra området. Det har derimot ikke vært tilgjengelig og det er ikke mulig å avgjøre om det er noen avvik i forhold til vår vurdering.

7.3.9 Andre farer

Det er ikke observert andre spesifikke farer i dette området.

7.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

Det er ingen konkrete usikkerheter knyttet til vurderingen av skredfaren ved delområdet Haukali. Se kap. 3.13 generelle usikkerhetene knyttet til denne typen utredninger.

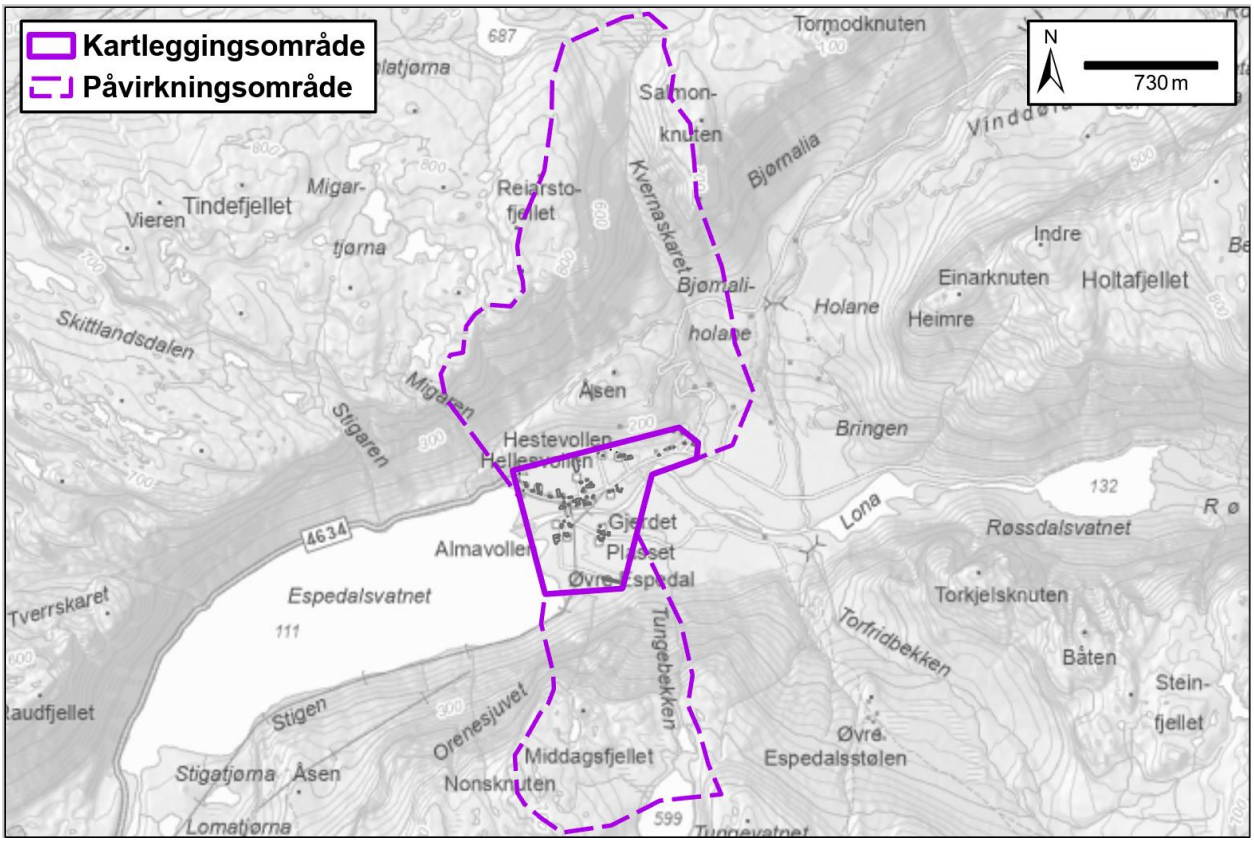
8 Delområde 5 – Øvre Espedal

8.1 Områdebeskrivelse

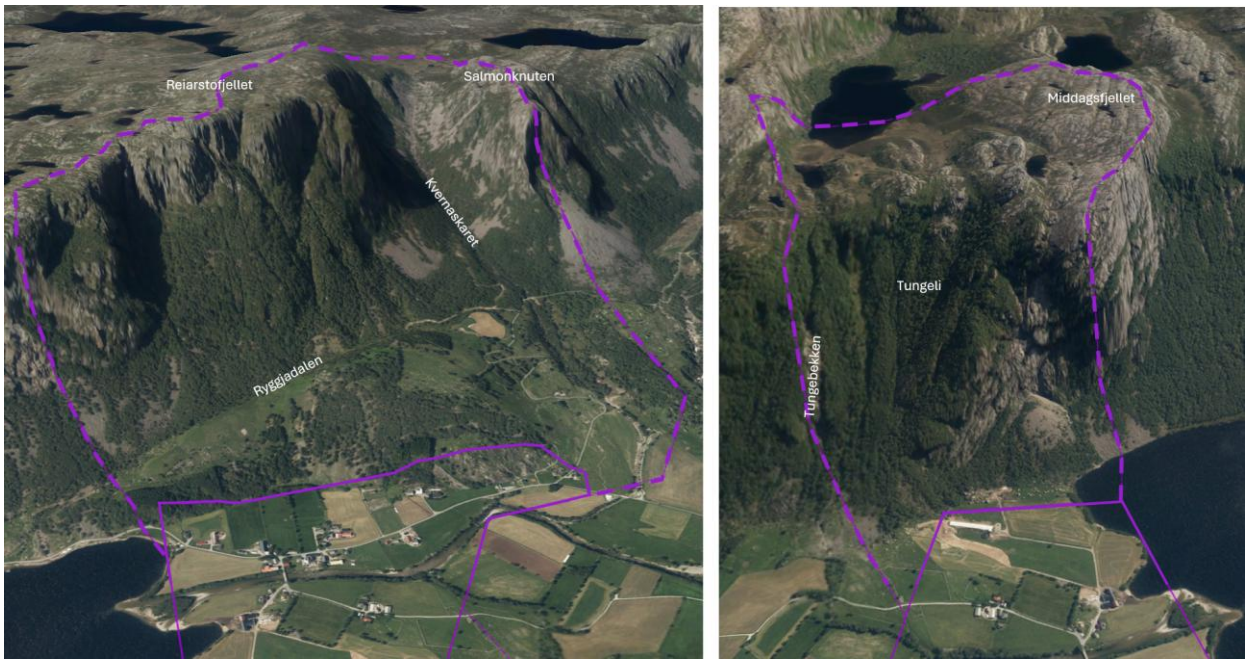
Delområdet Øvre Espedal er lokalisert i indre del av Espedalen, ved østsiden av Espedalsvatnet. Kartleggingsområdet omfatter bebyggelsen ved Øvre-Espedal, som består av spredte eneboliger og gårdsbebyggelse med tilhørende landbruksarealer. Selve kartleggingsområdet ligger i dalbunnen (ca. 770 m bredt) og strekker seg omtrent 1 km øst fra Espedalsvatnet. Området er i hovedsak flatt, og ligger på ca. 110-120 moh.

Påvirkningsområdet strekker seg opp dalsidene nord og sør for kartleggingsområdet. I nord stiger terrenget bratt opp mot høyereliggende fjellområder ved Reiarstofjellet (ca. 850 moh.) og Salmonknuten (ca. 710 moh.). I nedre del av påvirkningsområdet, like nord for kartleggingsområdet, ligger en markant rygg som strekker seg i sørvest-nordøstlig retning. Mellom ryggen og de bratte fjellsidene ligger Ryggjadalen.

I påvirkningsområdet sør for kartleggingsområdet finnes stedvis tilnærmet vertikale fjellvegger, og terrenget stiger seg opp mot Middagsfjellet og omkringliggende høydedrag (ca. 700 moh.).



Figur 54. Oversiktskart over delområdet Øvre Espedal.



Figur 55. Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Flyfoto fra 2019 er drapert over terrengmodell.
Til venstre: nordlig dalside, utsnittet er sett mot nord. Til høyre: Sørlig dalside, utsnittet er sett mot sør.

8.2 Grunnlagsmateriale

8.2.1 Aktsomhetskart

Aktsomhetssoner for steinsprang kommer i hovedsak inn i sørlig del av kartleggingsområdet [16]. Fra nordlig dalside stopper aktsomhetssonen i hovedsak utenfor kartleggingsområdet, med unntak av helt nordvest og ved Hestevollen.

Aktsomhetssoner for jord- og flomskred kommer inn i både nordlig og sørlig del av kartleggingsområdet.

Store deler av kartleggingsområdet nedenfor nordlig og sørlig dalside ligger innenfor S3-aktsomhetssoner for snøskred. Ved bruk av S2-aktsomhetssoner uten skog reduseres aktsomhetssonene noe. Effekt av skog reduserer aktsomhetssonene for snøskred ytterligere (S2-aktsomhetskart med skog) [16].

I NGUs nasjonale database for ustabile fjellpartier er det markert et punkt i øvre del av sørlige dalside. Punktet er markert som "Under arbeid". Sweco har vært i kontakt med NGU, som forteller at området kun har blitt rekognosert med helikopter og at det ikke er utført flere undersøkelser.

8.2.2 Historiske skredhendelser

Innenfor utredningsområdet er det ingen registrerte skredhendelser i NVE eller Statens vegvesen sine databaser [16] [17] . Langs nordsiden av Espedalsvatnet, ca. 1 km vest for kartleggingsområdet, er det registrert mange steinspranghendelser.

I skråning like nord for kartleggingsområdet kunne lokal informant fortelle om en jordskredhendelse i 1963. Hendelsene er godt synlig på historiske flyfoto fra 1967 (kap. 8.2.6). Det ble fortalt at hendelsen fant sted etter er periode med mye og jevn nedbør/yr, og at skråningen samme år hadde blitt kalket i forbindelse med bruk som sauebeite.

Lokal informant kunne fortelle om to steinspranghendelser fra sørøstlig dalside som fant sted for rundt 15 år siden. Det ble ikke observert spor/blokker fra hendelsene, men den ene hendelsen tok med seg høyspent-ledningen.

Det ble også fortalt om en annen hendelse rett vest for Tungebekken rundt år 2000. Observant forteller at skredet tok med seg skog. Hendelsen kom aldri helt ned til flaten/kartleggingsområdet, men stoppet i skogen. Det er tydelige spor etter hendelsen, men ikke etter selve løsneområdet (Figur 56).



Figur 56. Tidligere skredhendelse like vest for Tungebekka er markert med rødt. Dronebildet er tatt mot sør.

8.2.3 Tidligere skredfareutredninger

Sweco er ikke kjent med at det er utført skredfarevurderinger for området.

8.2.4 Eksisterende sikringstiltak

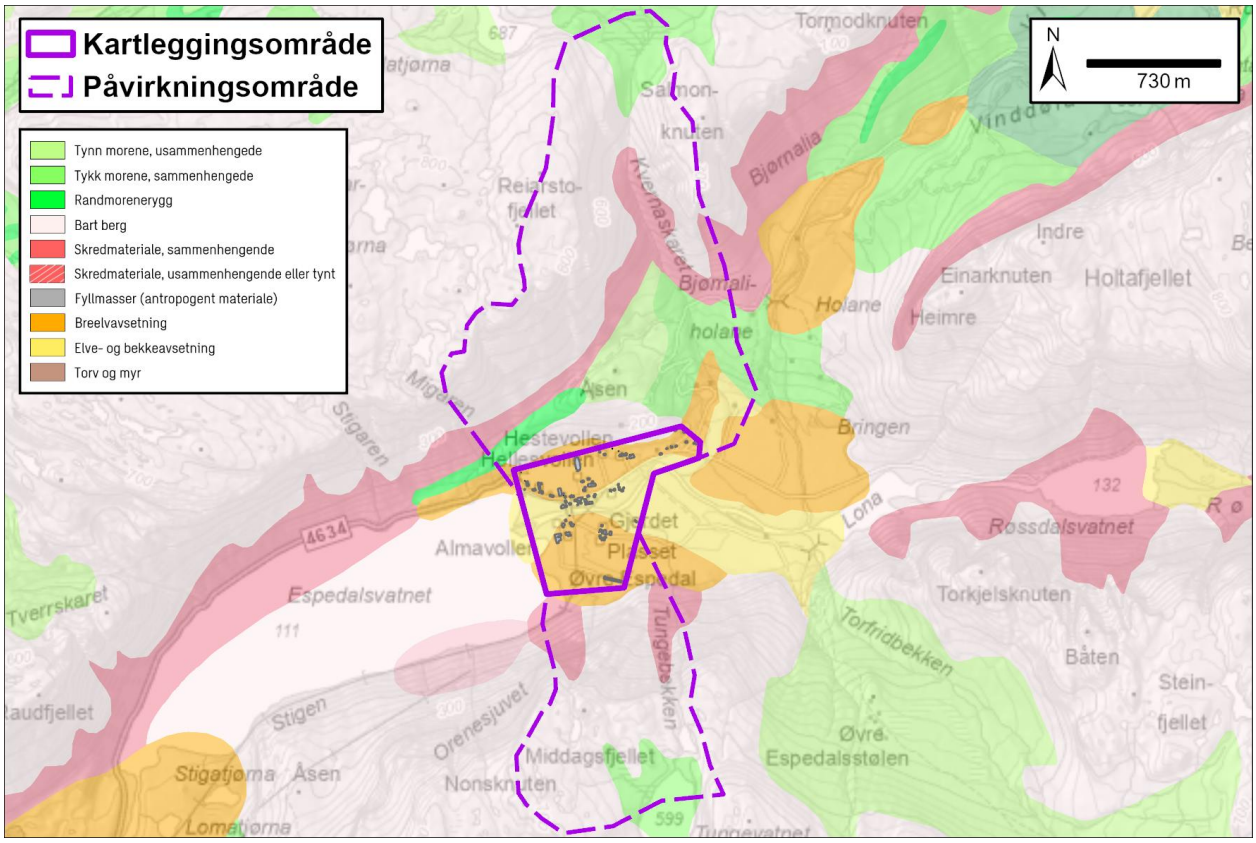
Det er ikke registrert noen skredsikringstiltak i NVEs database [16]. På befaring ble det heller ikke observert sikringstiltak.

8.2.5 Berggrunn og løsmasser

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 viser at berggrunnen i utredningsområdet består av vekslende soner granitt, migmatitt, båndgneis og granodioritt [3].

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 indikerer at kartleggingsområdet består av elve- og bekkeavsetninger (fluviale avsetninger) og breelvavsetninger (glasifluviale avsetninger) [4]. Sørlig påvirkningsområdet består av bart fjell og skredmateriale. Nord for kartleggingsområdet liger en markert randmorene med betydelig høyde. Denne avgrenser kartleggingsområdet fra den høyere dalsiden i nord.

Skråningen like nord for kartleggingsområdet er av NGU kartlagt som bart fjell [4]. Feltobservasjoner og studier av skyggekartet tilsier at det ikke er bart berg, men morenemasser av ukjent tykkelse. Videre nord indikerer NGUs løsmassekartet randmorene (ryggformen) og morenemateriale av varierende tykkelse. I Ryggjadalen indikerer løsmassekartet skredmateriale, mens de bratte fjellsidene og nordligste delen av utredningsområdet er kartlagt som bart berg [4].



Figur 57. NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 for delområdet Øvre Espedal [4].

8.2.6 Flyfoto

Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1967 og frem til 2019 [18].

På det tidligste flyfotoet fra 1967 er det mulig å observere spor etter flere skred i området rundt Øvre Espedal (Figur 58). I skråningen like nord for kartleggingsområdet er det tydelig spor etter jordskredhendelsen fra 1963. Det er også spor etter en skredhendelse i et bekkeløp ca. 200 m vest for kartleggingsområdet, langs nordsiden av Espedalsvatnet (Figur 58).

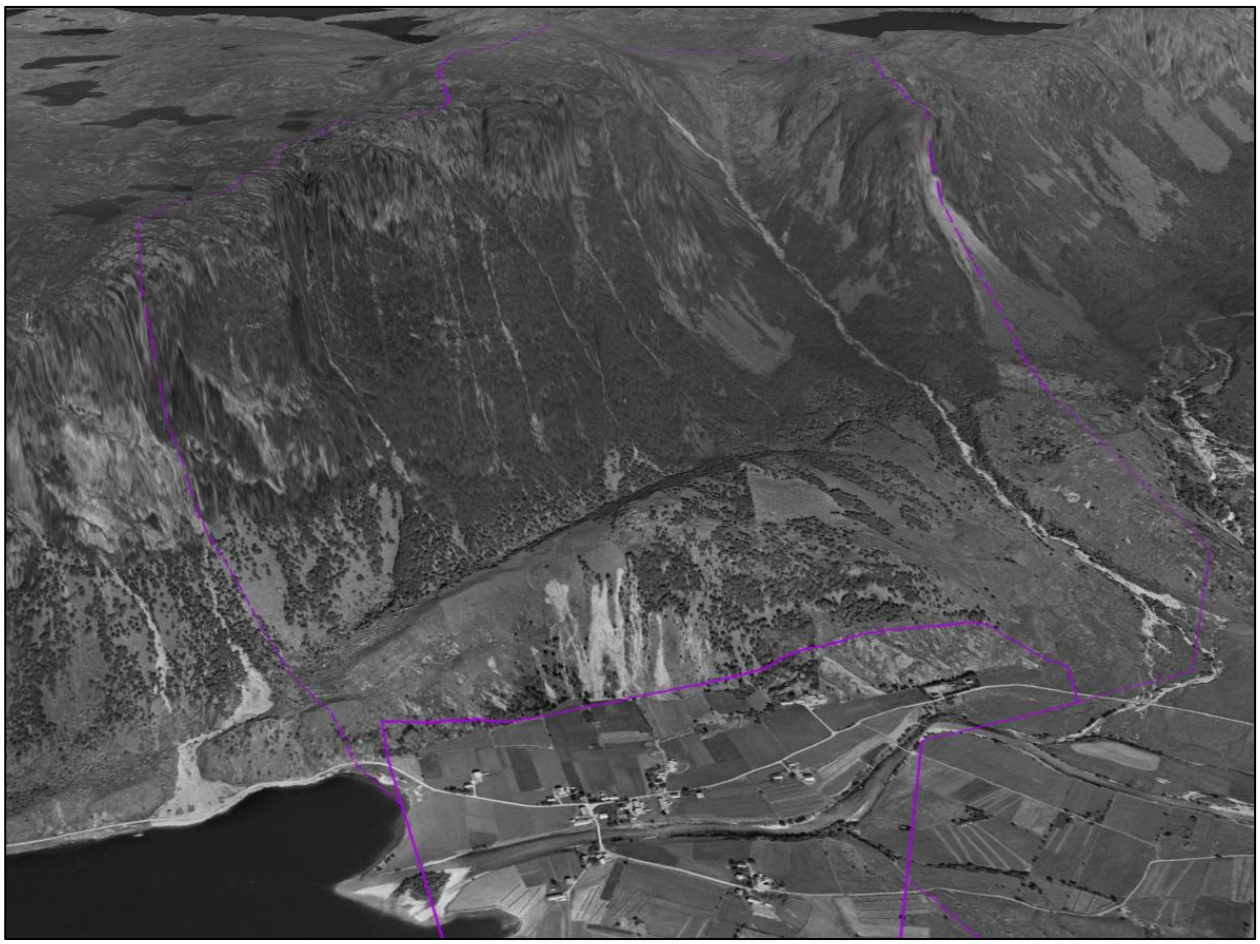
Øst for utredningsområdet kan det på flyfoto fra 1967 sees spor etter mindre jordskredhendelser ned mot bekken som renner gjennom Kvernaskaret. Materiale fra jordskredene kan ha blitt transportert i bekkeløpet som et flomskred ned mot flaten like øst for kartleggingsområdet (Figur 58).

På flyfoto er det også observert spor etter en steinskredavsetning langs nordøstlig grense av påvirkningsområdet, like sør-sørøst for Salmonsknuten.

I sørlig dalside kan man på flyfoto observere en skredbane som går gjennom uren og ned i Espedalsvatnet.

På de historiske flyfotoene er det spor/rester etter skredhendelser i sørlig dalside, i Tungebekken og ved Tungeli.

Det forekommer ikke skråfoto for området.

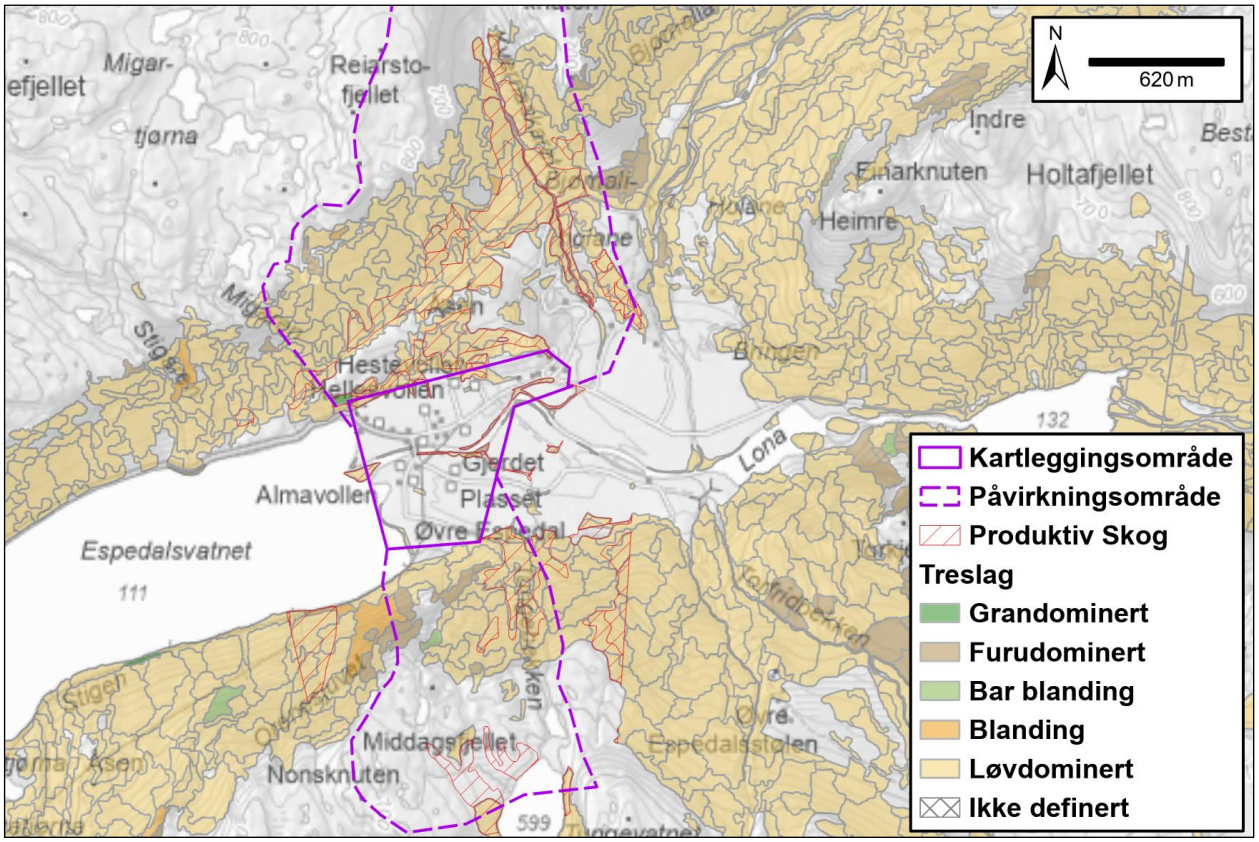


Figur 58. Flyfoto fra 1967 drapert over 3D-terrengmodell. Utsnittet er sett mot nord.

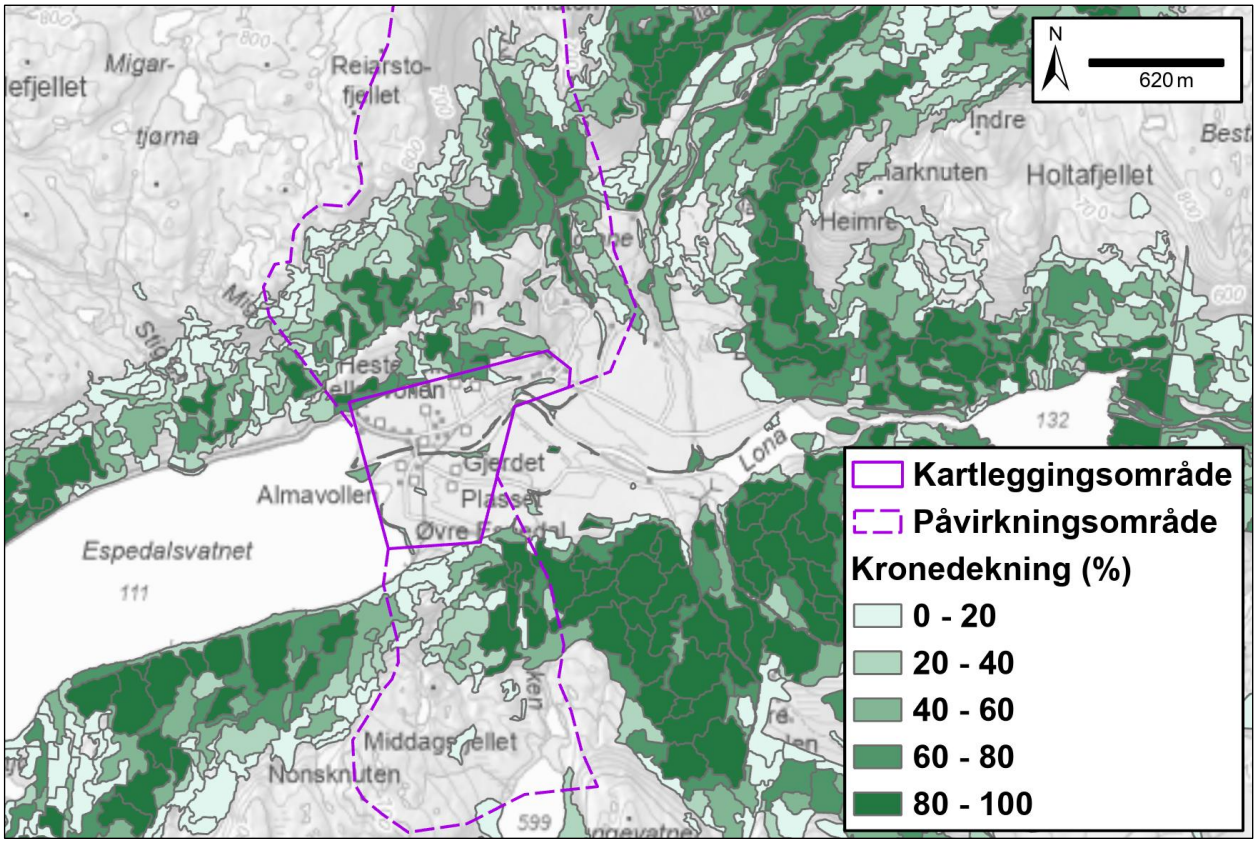
8.2.7 Skog

Skogen i utredningsområdet er preget av løvdominert skog (Figur 59). Dette stemmer godt overens med observasjoner gjort på befaring. På befaring ble det observert enkelte mindre områder med granskog (rett nordvest for kartleggingsområdet, ovenfor Espedalsvegen 1692 og 1694, og i Ryggjadalen). Skogen i påvirkningsområdet strekker seg opp til ca. 600 moh. Kartleggingsområdet er preget av innmark, og er ikke bevokst med trær.

I påvirkningsområdet har skogen i stor grad kronedekning på 60-90%, med stedvis innslag av mindre tette områder på rundt 30-50% (Figur 60).



Figur 59. Kart over skogressurser i delområde 5 Øvre Espedal fra NIBIOs SR16 data [33] og produktiv skog fra FKB-AR5 data.



Figur 60. Kart over kronedekning i delområdet 5 Øvre Espedal.

8.2.8 Drenering

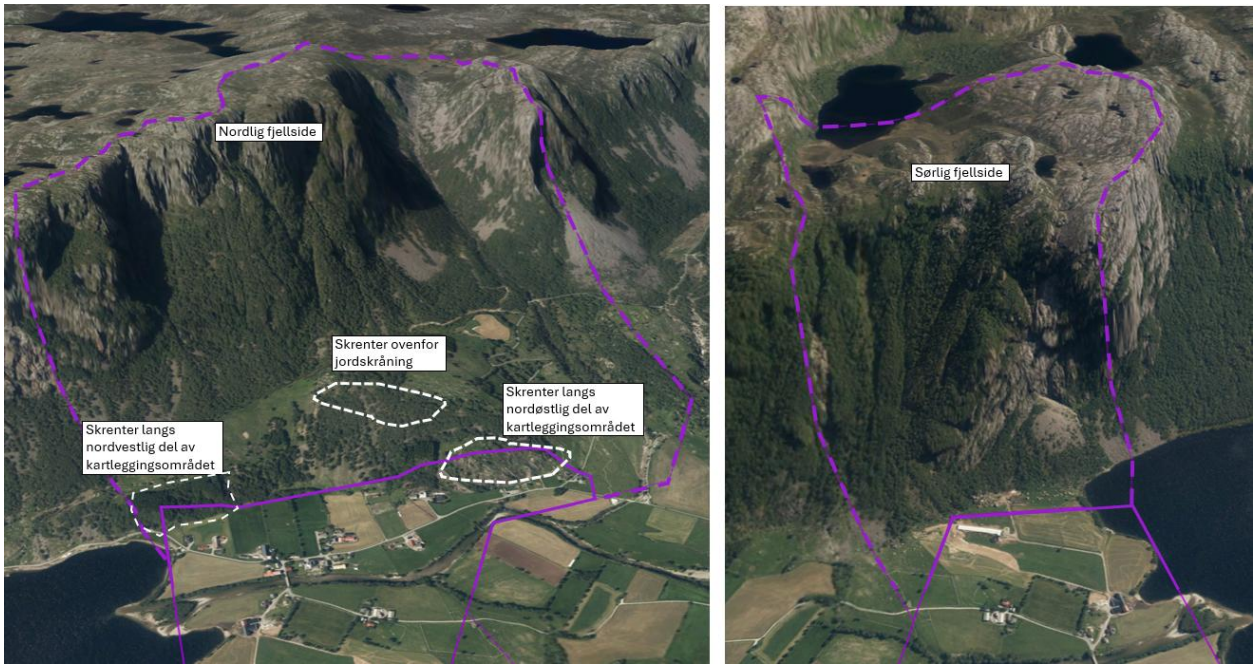
Det renner en elv gjennom kartleggingsområdet med utløp i Espedalsvatnet. Elven renner i tilnærmet flatt terreng. Rett øst for kartleggingsområdet munner bekken fra Kvernaskaret i nord ut i hovedelven i dalen.

En oversikt over antatt vannansamling i området, basert på en «Flow Accumulation»-analyse (Multiple Flow Direction-metode), er presentert på helningskart for området i vedlegg 5B. Dreneringsanalysen indikerer at det kan forekomme noe vann ned skråningen rett nord for kartleggingsområdet. På befaring ble det ikke observert vann i dette området, men det er forsenkninger/raviner som kan lede vannet. Tilførselen av overflatevann til skråningen er som begrenset, ettersom åsen utgjør et lite, lokalt nedbørfelt uten større oppstrøms arealer som drenerer mot området. Drenering fra de helt nordligste delene av utredningsområdet vil ledes mot sørvest og utenfor kartleggingsområdet av Ryggjadalen.

Dreneringen fra sørlig dalside forekommer i hovedsak gjennom Hesbreibekken og Tungebekken. Tungebekken ser ut til å drenere nedover fjellsiden og ut på flate like øst for kartleggingsområdet, mens Hesbreibekken drenerer gjennom grov ur like sør for kartleggingsområdet.

8.3 Skredfarevurdering

8.3.1 Steinsprang



Figur 61. Områder med bratt terreng eller småskrenter, hvor steinsprang og remobilisering av blokk vurderes. 3D-utsnittet er sett mot nord (til venstre) og sør (til høyre). Flyfoto fra 2019 er drapert over terrenget.

Nordlig fjellside

I nordlig del av påvirkningsområdet er det bratte fjellvegger som strekker seg flere hundre meter opp mot Reiarstofjellet, 850 moh. Langs nedre del av fjellsiden, i Ryggjadalen, observeres det steinsprangblokker og store urer. Steinsprangavsetningene er lokalisert langs Ryggjadalen, og det observeres ikke avsetninger forbi moreneryggen. Urene langs dalen er i stor grad bevokst av løvskog, som kan indikere at det er kun steinsprangaktivitet fra fjellsiden. På moreneryggen observeres blokker som antas å ha glasial opprinnelse.

Basert på høye, bratte fjellvegger, og tidligere steinsprangavsetninger langs fjellsiden, vurderes løsnesannsynligheten for steinsprang å være større enn 1/100. Simuleringen i Rockyfor3D indikerer at steinsprangblokker (blokkstørrelse 0,008-125m^3) fra fjellsiden vil stoppe i Ryggjadalen. Dette støtter observasjoner og vurderinger gjort i felt. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang fra fjellsiden og inn i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

Skrenter langs nordvestlig del av kartleggingsområdet

Nordvestlig grense av kartleggingsområdet er preget av mindre skrenter med helning på 30-60° i ellers avtrappet og slaktskrående terreng. Skrentene har høyde som varierer fra ca. 2-8 m. Berget er stedvis preget av tett oppsprekking med avgrensede blokker. Det er også tett vegetasjon, som tidvis gjør det vanskelig med overblikk over alle skrentene. Nedenfor skrentene, og langs jordets nordlige grense, observeres det stedvis blokkansamlinger. Det kan være utfordrende å skille mellom blokker av glasial opprinnelse, og blokker fra steinsprang, og det kan også tenkes at ytterste steinblokker kan ha blitt flyttet i forbindelse med jordbruket. Basert på oppsprekking i skrent, samt blokker nedenfor skrentene, vurderes hovedandelen av blokker å ha en størrelse mindre enn 0,5 m^3.

Med utgangspunkt i observert oppsprekking og tolkede steinsprangavsetninger vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100. Det er gjennomført modelleringer i Rockyfor3D.

Modelleringene er utført med inngangsparametere vist i Tabell 3. Nedenfor skrentene er terrenget flatt. Som følge av at skrentene har begrenset høyde, skråningen stedvis består av slakere flater og at det ikke er observert store partier som kan løsne, forventes det ikke store forskjeller mellom utløpslengden til blokker med årlig nominell sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Dette støttes av modelleringer, hvor ulik blokkstørrelse gir marginalt lengre utløpslengde, og blokkene i hovedsak indikeres å stoppe <10 m fra skråningsfot. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang i nordvestlig del av kartleggingsområdet vurderes stedvis å være større enn 1/100.

Skrenter ovenfor jordskråning

I øvre del av jordskråningen er det stedvis bergskrenter med høyde på anslagsvis 2-4 m. Bergmassen i skrentene er preget av oppsprukket berg og avgrensede/«oppstablede» blokker. Nedenfor deler av skrentene er det blokkansamlinger og ur i bratt terreng (30-45°). Det observeres blokker som ligger ustabilt og hvor vegetasjon, trevelt og rotsprengning kan medføre at blokker settes i bevegelse. Løsnesannsynligheten for steinsprang og remobilisering av blokker vurderes å være større enn 1/100.

Nedenfor skrentene og uren har terrenget en helning på 30-45°. Eventuelle blokker som løsner eller remobiliseres vil kunne ha en utløpslengde ned til fot av skråning og noe ut på jordet, hvor terrenget flater ut (<10°). Modelleringer i Rockyfor3D støtter opp under disse vurderingene. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang inn i kartleggingsområdet vurderes å være større enn 1/100. Remobilisering av blokker er dekket inn under faresonene for steinsprang.

Skogen i skråningen vurderes å være for glissen til å kunne stoppe blokker som løsner fra bergskrentene eller remobiliseres. Skogen vil kunne ha bremsende effekt, samt kunne stoppe mindre blokker, men vurderes ikke å være av tilstrekkelig tykkelse til å redusere eventuell utløpslengde av blokker.

Skrenter langs nordøstlig del av kartleggingsområdet

I nordøstlig del av kartleggingsområdet er det bergskrenter med helning på rundt 40-60°. Skrentene er i stor grad avtrappet, og består av avrundet og glattskurt berg (Figur 62). Det er utfordrende å få fullstendig overblikk over skrenten, og blant det glattskurte berget observeres mindre, avgrensede blokker (generelt <0,5 m^3). To steder i skrentene observeres det ansamling av blokker (markert som ur på registreringskartet), og opprinnelsen til blokkene kan delvis skyldes blokkutglidninger fra bergskrent, og delvis være av glasial opprinnelse. Det er ellers ikke observert tydelige steinsprangavsetninger. Basert på observasjoner i felt vurderes løsnesannsynligheten for steinsprang å være noe varierende. Løsnesannsynligheten vurderes å stedvis være større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. For enkelte områder er berget glattskurt, slakt og uten avsetninger nedenfor. Her vurderes løsnesannsynligheten å være mindre enn 1/5000.

Det er lite tegn på tidligere steinsprangaktivitet, og generelt vurderes løsnepotensialet i skjæringen å være lavt. I skrenten ble det stedvis observert et fåtall avgrensede flak og potensielt avløste blokker (~0,125-0,5 m^3), som gjør at årlig nominell sannsynlighet lokalt i enkelte skrenter er vurdert større enn 1/100 og 1/1000.



Figur 62. Avtrappede skrenter som i stor grad vurderes å ha lavt løsnepotensialet langs nordøstlig del av kartleggingsområdet.

Sørlig dalside

Sør for kartleggingsområdet er det bratte skrenter og fjellside som strekker seg nesten 500 m opp ovenfor kartleggingsområdet. Langs foten av fjellsiden er det grov ur. Uren strekker seg i hovedsaken sør for kartleggingsområdet. Mellom urens ytterkant og kartleggingsområdet er det store kubiske blokker (anslagsvis 36-100 m^3). De ytterste blokkene ligger rundt 20-30 m sør for kartleggingsområdet. Sørøstlig hjørnet av kartleggingsområdet er dekket av «stablede» blokker og ur. Basert på størrelsen og oppstablingen av blokkene kan avsetningen i større grad tolkes å være et resultat av steinskred. Sweco er blitt fortalt om to tidligere steinspranghendelser fra fjellsiden, men hendelsens plassering og størrelse er ikke kjent. Dronebilder fra løsneområdet viser oppsprukket berg og potensialet for dannelse av nye steinsprangblokker av varierende størrelse.

Basert på tidligere skredhendelser og skredavsetninger, samt potensialet for nye hendelser, vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100.

Det er gjennomført modelleringer i Rockyfor3D. Modelleringene er utført med inngangsparametere vist i Tabell 3. Modelleringen indikerer at steinsprangblokker i stor grad vil stoppe sør for kartleggingsområdet, og sør for de ytterste skredblokkene som ble observert på befaring. I sørøstlig del av kartleggingsområdet indikerer modelleringen en utløpslengde nesten inn i kartleggingsområdet (med blokkstørrelse 64 og 125 m^3), og utstrekning ned til de tolkede steinskredavsetningene.

Vurdering av utløpslengde til eventuelle nye steinsprang er basert på modelleringer, steinsprangavsetninger og faglig skjønn. Det legges særlig vekt på tidligere avsetninger, og det vurderes som lite sannsynlig at det har pågått omfattende fjerning av de ytterste blokker, som følge av blokkenes store størrelse. Årlig nominell sannsynlighet for steinsprang vurderes å være større enn 1/5000, men mindre enn 1/1000, i sørøstlig del av kartleggingsområdet.

Som følge av grov ur vurderes sannsynligheten for remobilisering av blokker i uren som lav. Nye steinsprangblokker som treffer uren vil kunne mobilisere enkelte blokker, men disse forventes å stoppe relativt raskt som følge av den grove uren.

Det er ingen åpenbar utslagsflate med tanke på dannelse av flogstein. Det kan likevel ikke utelukkes at flogstein kan dannes når eventuelle steinsprangblokker med stor fallhøyde treffer uren sørvest for kartleggingsområdet. Ettersom flogstein inn i kartleggingsområdet forutsetter en kombinasjon av høy blokkhastighet, treff på en egnet utslagsflate, samt en spesifikk orientering av denne, vurderes sannsynligheten for et slikt hendelsesforløp som svært lav. Årlig nominell sannsynlighet for flogstein inn i kartleggingsområdet vurderes derfor å være mindre enn 1/5000.

.

8.3.2 Steinskred

Sørlig dalside er preget av bratte fjellvegger og strukturer som kan muliggjøre større partier. Her vurderes steinskred å kunne være en aktuell prosess.

Langs nordøstlig grense av påvirkningsområdet er det på flyfoto og skyggekart observert spor etter steinskredavsetninger sør-sørøst for Salmonsknuten. Det er mulig at det gjenstår noen ustabile fjellpartier i dette området, men med tanke på avstand til kartleggingsområdet (>1km), samt retningen/orienteringen på fjellsiden, vurderes nye steinskred i dette området å ikke ha påvirkning på kartleggingsområdet. I nordlig dalside er det ellers ikke identifisert aktuelle områder for steinskred.

Sørlig dalside

Sør for kartleggingsområdet er det bratte fjellsider som strekker seg nesten 500 m over kartleggingsområdet. I øvre del av fjellsiden, ca. 650 m i luftlinje sør for kartleggingsområdet, er det markert et punkt «Under arbeid» i NGU sin database over ustabile fjellparti [37]. Området er tydelig avgrenset av vertikale, åpne baksprekker orientert i øst-vest-retning, men sprekkenes utstrekning og grad av åpning nedover i bergpartiet er usikker. Sprekkene er synlige både på skyggekart og historiske flyfoto (Figur 63). Det kan ikke utelukkes at partiet strekker seg lengre inn i fjellsiden, og at de vertikale, åpne sprekkene kun er tegn på bevegelse i fronten av det potensielt ustabile fjellpartiet. NGUs InSAR-data viser ingen tydelige indikasjoner på bevegelse i området, men antallet målepunkter i fjellsiden er begrenset [32]. InSAR har generelt lav sensitivitet for bevegelser i nord-sør-retning som følge av satellittenes bane, noe som kan gi mangelfulle målinger i bratte fjellsider. Ettersom fjellsiden er nordvendt, vil eventuelle bevegelser knyttet til utvikling av baksprekkene være vanskelige å fange opp med InSAR. Fraværet av registrert bevegelse må derfor vurderes i lys av disse begrensningene. Bergmassen som er avgrenset av baksprekker er markert opp som steinskredobjekt på registreringskartet (Vedlegg 5C). Som følge av landskapsvernområde [38] er det ikke fløyet drone over de vertikale baksprekkene.

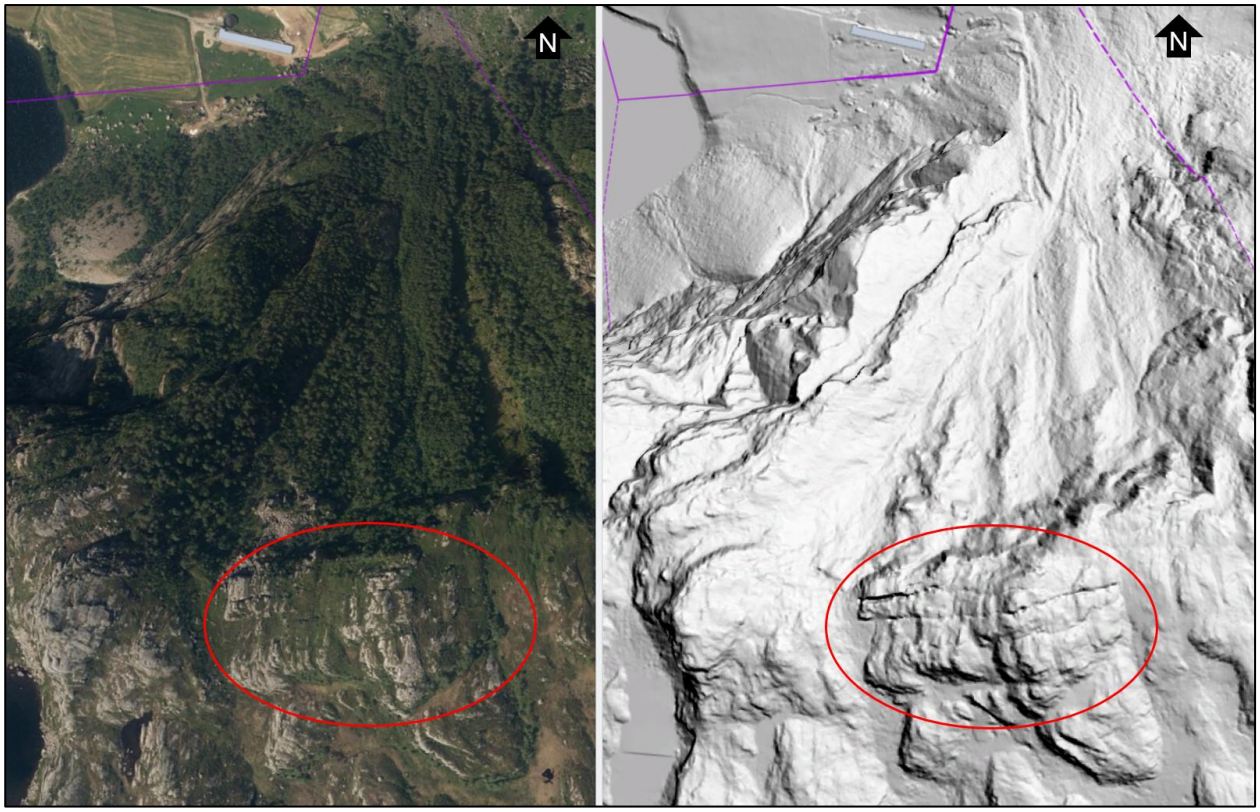
Ellers i fjellsiden er det ikke observert tydelige baksprekker. Fjellsiden er preget av gjennomsettende sprekkeplan med omtrentlig fall på 30-45° mot nordvest. Det er også observert oppsprekking parallelt med fjellsiden med fall på 50-90° mot nordøst (utgående sprekkeplan). I tillegg til ytterligere spredt oppsprekking i bergmassen medfører dette potensialet for dannelse av store, avgrensede bergpartier/kiler som kan løsne langs den utgående flaten. Det er også observert svært oppsprukkede partier og områder med overhengende, avgrensede blokker. Det er utfordrende å få oversikt over alle slike partier i fjellsiden. For sentrale delen av fjellsiden er det markert opp noen partier som er tydelig avgrenset av et utgående sprekkeplan med anslått helning på 45-60° (Figur 64).

Langs foten av sørlig dalside er det grov ur og store blokker (36-100m^3). Enkelte av blokk-avsetningene består av store, stablede blokker i en tungeformet utbredelse som strekker seg lengre ut enn resten av steinspranguren. Basert på blokkstørrelse, konfigurering på avsetning og plassering vurderes dette å kunne være tidligere steinskredavsetninger. Det er utfordrende med nøyaktig beskrivelse av den samlede størrelsen på skredavsetningen, men traktorer og bygg som skala på Figur 65 gir en oversikt over avsetningens omfang.

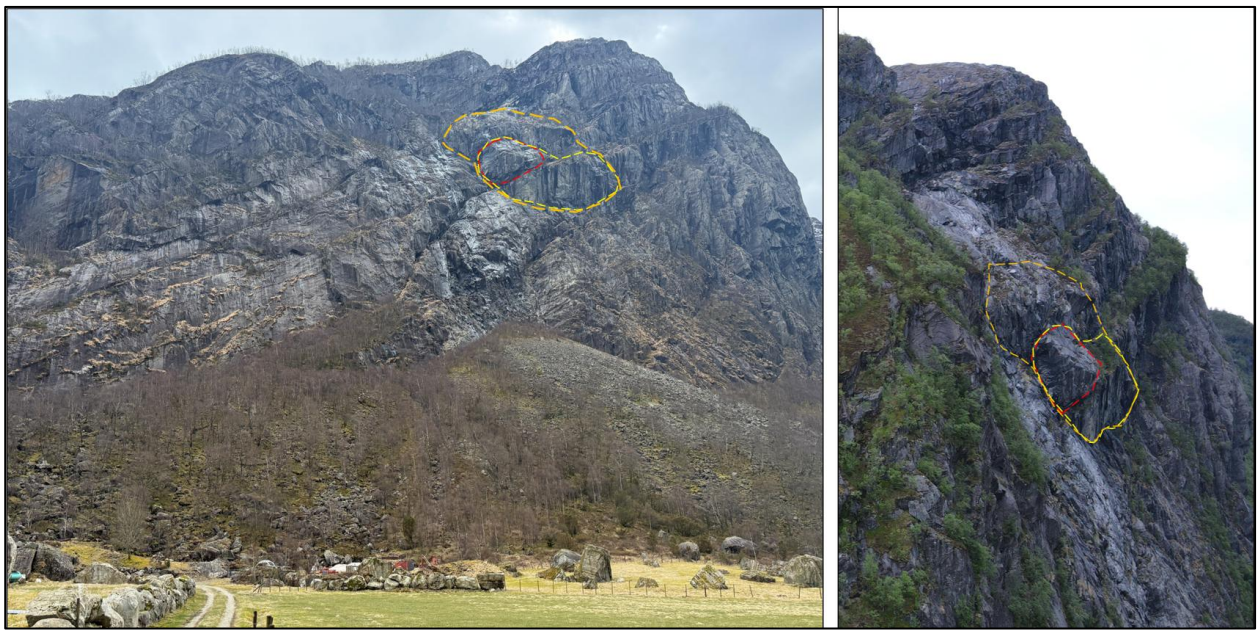
Basert på tolkede steinskredavsetninger og mulighet for dannelse av større, avgrensede bergpartier vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Vurderingen er ikke begrenset til bergpartiene som er markert som steinskredobjekter på registreringskartet, ettersom det ikke kan utelukkes at det finnes potensielt ustabile bergpartier også andre steder i fjellsiden.

Modellering i Rockyfor3D med blokkstørrelse på 125 m^3 er benyttet for å estimere maksimal utløpslengde. Resterende inngangsparametere brukt i modellering er vist i Tabell 3. Modelleringen indikerer noe lengre utløpslengde enn ved modellering med mindre blokkstørrelse. Nedenfor fjellsiden er det ur som vil ha en dempende/bremsende effekt på eventuelle steinskredblokker. Eventuelle store partier som løsner vil trolig fragmenteres i mindre stykker på vei ned, og det kan derfor ikke utelukke at et eventuelt steinskred vil gå med dynamikk som steinsprang. Nedenfor vestlig del av fjellsiden er det opp mot 100 m med flatt terreng mellom urkant og kartleggingsområdet. Basert på demping fra uren og den

store flaten vurderes eventuelle steinskred å i stor grad stoppe utenfor kartleggingsområdet. I østlig del er det kortere avstand fra fjellside og inn i kartleggingsområdet. Basert på observasjon av drone- og feltbilder, skyggekart, helningskart og modelleringer vurderes årlig nominell sannsynlighet for steinskred å være større enn 1/1000 i sørøstlig del av kartleggingsområdet. Utarbeidede faresoner har tatt utgangspunkt i at det kan løsne flere steder i fjellsiden enn det som er markert som steinskredobjekt på registreringskartet.



Figur 63. Område i sørlig del av påvirkningsområde med vertikale baksprekker som er markert i NGUs database for ustabile fjellpartier er vist på flyfoto fra 2019 (t.v.) og på skyggekart (t.h.).



Figur 64. Større, delvis avgrensede partier/kiler som kan utgjøre potensielle løsneområder for steinskred. Figur til høyre og venstre viser samme områder, men sett fra ulik vinkel. T.v.: Bilde er tatt mot sør. T.h. bildet er tatt mot sørvest.



Figur 65. Potensielle steinskredavsetninger nedenfor sørlig dalside markert med rød sirkel. Rød piler peker på traktorer for skala. Bildet er tatt mot sør.

8.3.3 Snøskred

Innenfor utredningsområdet er det terreng med helning brattere enn 25°. Det er utført klimaanalyse ved bruk av AV-klima som er basert på grid klimadata (Figur 8) [7]. Klimaanalysen er gjennomført ved 691 moh. fra fjelltopp i ytre del av Espedalen. Gjennomsnittlig maksimal snødybde for området (fra år 1991-2020) er 139 cm [7]. Basert på terrenghelning og gjennomsnittlig maksimal snødybde vurderes snøskred å kunne være en aktuell skredtype, og utredes derfor videre.

Det er ingen registrerte tidligere snøskredhendelser i eller ved delområdet. Basert på ingen skredhistorikk og begrenset snømengde vurderes løsnesannsynligheten å være mindre enn 1/100, uavhengig av skogdekning i løsneområdet.

Nordlig dalside

Den nordlige dalsiden består i stor grad av bratte fjellvegger (>60°). De fleste slakere partiene i fjellsiden er preget av stor ruhet, og vurderes å ikke være egnede løsneområder for snøskred. Det er identifisert to område med potensielt noe mindre ruhet, og hvor det er utarbeidet potensielle løsneområder for snøskred (S-33 og S-34). Områdene er ikke dekket av skog med tilstrekkelig kronedekning til å hindre utløsning av snøskred. Løsnesannsynligheten vurderes større enn 1/1000.

Nedenfor fjellsiden har terrenget helning på 30-40°. Disse områdene er preget av ur og blokker, og ligger omtrentlig 300 moh. Basert på terrengruhet og lavtliggende områder vurderes disse å ikke være egnede løsneområder for snøskred.

Kartleggingsområdet ligger delvis beskyttet av den markerte moreneryggen, og feltobservasjoner og terrenghelning tilsier at eventuelle snøskred som løsner fra S-33 og S-34 ikke vil ha utløpslengde inn i kartleggingsområdet. Det er utført svært konservative modelleringer for områdene (løsnetykkelse på 2 m) som støtter opp under vurderingen om at eventuelle snøskred vil stoppes av moreneryggen. Årlig nominell sannsynlighet for snøskred fra nordlig dalside og inn i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

Sørlig dalside

I sørvest er påvirket preget av bratte fjellvegger med helning på 60-90°. I sørøst har terrenget i stor grad helning på 30-45°. Det er identifisert flere områder som potensielt kan være løsneområder for snøskred. Løsnesannsynligheten vurderes større enn 1/1000 og 1/5000.

For 1000 og 5000 års returverdier gir klimaanalysen et utgangspunkt på ca. henholdsvis 95 og 110 cm (Figur 8) [7]. For å korrigere løsnetykkelsen for terrenghelningen i løsneområdene er det benyttet en korreksjonsfaktor på 0,85 (tilsvarende en helning på ca. 32°). Dette gir et utgangspunkt for løsnetykkelser på 80 og 94 cm for henholdsvis 1000 og 5000 års skred. Som følge av nedbørsførende vind fra sørøst kan det heller ikke utelukkes at det kan forekomme noe vindtransportert snø for enkelte områder. Den vindtransporterte snøen vurderes å være begrenset, men for å hensynta vindtransportert snø er det lagt til 25% der det potensielt kan forekomme vindtransport.

Tabell 18 gir en oversikt over potensielle løsneområder, samt størrelse, løsnetykkelser og vurdert skogbeskyttelse. Det kan ikke utelukkes at potensielle løsneområder kan være enkelte andre steder i skråningen, men modelleringer fra utarbeidede løsneområder vurderes å ville gi tilstrekkelig oversikt over rekkevidde til eventuelle snøskred.

Modellering av snøskred i RAMMS::Avalanche indikerer at skred fra de østlige løsneområdene i hovedsak vil ha en skredbane som strekker seg øst for kartleggingsområdet, mens løsneområdene med ID S-27, S-29 og S-35 har utløp nedover mot kartleggingsområdet. Fra alle områdene er det modellert med løsnetykkelse på 105 cm (vist i vedlegg 5D) og 120 cm. Modelleringen indikerer at det kun er i sørøst og nedenfor S-27 at snøskred potensielt kan ha utløpslengde inn i kartleggingsområdet. Fra S-29 og S-35 indikerer modelleringen at snøskred vil stoppe utenfor kartleggingsområdet.

Verken S-27, S-29 og S-35 er dekket av skog med tilstrekkelig høyde/tykkelse/kronedekning til å hindre utløsning av snøskred. Det vurderes også at skog og enkelttrær i skredbanen har begrenset beskyttende effekt som følge av lav og varierende kronedekning.

Basert på modelleringer og faglig skjønn vurderes snøskred å i sjeldne tilfeller kunne nå inn i sørøstlig del av kartleggingsområdet. Årlig nominell sannsynlighet for snøskred inn i kartleggingsområdet vurderes større enn 1/1000 og 1/5000. Skogen i de aktuelle løsneområdene vurderes å ikke ha tilstrekkelig

kronedekning til å påvirke løsnesannsynligheten, og det er utarbeidet sammenfallende faresoner med og uten skog.

Nedenfor områdene S-29 og S-35 er det tilnærmet vertikal fjellside, og områdene er derfor også vurdert med hensyn på skredvind. Det er ikke kjent at skredvind er et problem i området. Skredvind fra løsneområdene vurderes som lite aktuelt, til tross for bratt fjellside. Det kan ikke utelukkes kortvarig, lokal snøsky ved foten av fjellveggen, men skredvind vurderes å ikke være et dimensjonerende scenario.

Tabell 18. Aktuelle løsneområder for snøskred ved delområde Øvre Espedal. Løsnetykkelsene for alle områdene er justert for helning på rundt 32° (faktor på 0,85). RAMMS-simuleringene er utført på en terrengmodell med 5 m oppløsning, med høydeintervall på 850-350 moh. og «returperiode» på 300 (og kategori Tiny).

Plass	ID (#)	Beskrivelse	Omtrentlig helning	Snødrift	Areal (m^2)	Løsnetykkelse (cm)		Beskyttelse av skog
						1000 år	5000 år	
Sørlig dalside	**S-27**	Ca. 400 moh. Kun øvre del av løsneområdet er dekket av skog med >80 kronedekning.	35-40°	Noe	4528	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-28	Ca. 600 moh. i øvre del av skråning. Dekket av skog med kronedekning på 50-60% og 70-80%.	30-40°	Noe	4821	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-29	Ca. 600 moh. Like ovenfor bratt fjellvegg. Ikke dekket av skog.	30-35°	Noe	2926	105	120	Ingen
	S-30	Ca. 400 moh. Hele området er dekket av løvskog med kronedekning >80%.	35-40°	Noe	3462	105	120	Fullstendig
	S-31	Ca. 425 moh. Kun deler av området er dekket av løvskog med kronedekning >80%	35-40°	Noe	3126	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-32	Ca. 400 moh. Hele området er dekket av løvskog med kronedekning >80%.	30-35°	Noe	1489	105	120	Fullstendig
	S-35	Ca. 400 moh. Like ovenfor bratt fjellvegg. Delvis dekket av løvskog, men med kronedekning <80%.	30-35°	Noe	1244	105	120	Ikke tilstrekkelig
Nordlig dalside	**S-33**	Delvis dekket av løvskog, men med kronedekning <80%.	35-40°	Ingen	3037	Det er gjennomført konservative modelleringer med 2,0 m løsnetykkelse som indikerer at eventuelle snøskred vil stoppes av moreneryggen.		Ikke tilstrekkelig
	S-34	Delvis dekket av løvskog, men med kronedekning <80%.	30-35°	Ingen	2523	Det er gjennomført konservative modelleringer med 2,0 m løsnetykkelse som indikerer at eventuelle snøskred vil stoppes av moreneryggen.		Ikke tilstrekkelig

8.3.4 Jordskred

Skråningen like nord for kartleggingsområdet har en generell helning på 30-40°, og består stedvis av løsmasser av ukjent tykkelse. Øvre del av skråningen ligger ca. 225-250 moh. I nordøstlig og nordvestlig del av skråningen er det stedvis innslag av bergskrenter. Ovenfor den sentrale delen av skråningen er det ikke spor etter fast fjell. I dette området er det flere arr/spor etter tidligere utglidninger (se kap. 8.2.2).

Langs foten av skråningen er det dyrket mark. Ifølge lokal informant foregikk en rekke utglidninger i skråningen i 1963. Disse er synlig på flyfoto fra 1967, men avsetningene etter hendelsene ned på jordet kan være noe justert i forbindelse med jordbruk, og dermed ikke gi et fullstendig bilde av utløpslengden.

Basert på helning, tilgjengelige løsmasser, historiske skredhendelser og observasjoner fra skyggekartet vurderes løsnesannsynligheten for jordskred i skråningen å være større enn 1/100. Det er utarbeidet løsneområder over store deler av skråningen. De store løsneområdene som er tegnet inn må ikke tolkes å være et sammenhengende område som forventes å løsne samtidig, men at det kan forekomme mindre utglidninger fra dette området. For modelleringer i RAMMS::DebrisFlow er det utarbeidet mindre løsneområder i øvre del av raviner og i områder med skredkant (Tabell 19). Foruten om disse løsneområdene er det ikke identifisert andre potensielle og relevante løsneområder for jordskred. Langs Kvernaskaret er to tidligere jordskredhendelser synlig på flyfoto fra 1967 (8.2.6). Det kan ikke utelukkes flere liknende hendelser langs med skaret. Kvernaskaret ligger over 1 km nord for utredningsområdet, og eventuelle jordskred herfra vil ikke ha utløpslengde inn i kartleggingsområdet. Eventuelle jordskred vil kunne tilføre løsmasser til Kvednabekken. Dette omtales nærmere under kapittel 8.3.5 (flomskredkapittelet).

Det er modellert med løsnetykkelse på 0,5, 1,0 og 1,5 m med erosjon. For 0,5 og 1 m er det også testet å modellere uten erosjon. Det er benyttet friksjonsparametere My/Xi på 0,2/200. Modelleringsresultatene er sammenliknet med hendelsene på flyfoto fra 1967, og det vurderes at modelleringene med erosjon (1,0 m maks erosjonsdybde) og 1 m løsnetykkelse best representerer de tidligere skredhendelsene. Modellering med 1,5 m løsnetykkelse gir en noe lengre utløpslengde og vurderes å kunne representere et 1/1000 års scenario (vist i Vedlegg 5D).

Fra de øverste løsneområdene i skråningen og ned til foten av skråningen er det opp mot 200 meter i horisontal avstand. Det er flatt terreng nedenfor skråningen. Hastigheten til eventuelle jordmasser vil reduseres relativt raskt når skråningen flater ut. Simuleringene gjort i RAMMS::DebrisFlow indikerer at eventuelle skred som løsner i stor grad vil stoppe når terrenget flater ut. Ved større løsnetykkelse og sjeldnere frekvens vil massene kunne bre seg lengre ut på flaten. Årlig nominell sannsynlighet for jordmasseutglidning inn i kartleggingsområdet vurderes å være større enn 1/100.

Skråningen nord for kartleggingsområdet er stedvis preget av mye blokker. Det kan ikke utelukkes remobilisering av blokker i skråningen. Eventuelle blokker som remobiliseres vil miste energien i det terrenget flater ut. Remobilisering av blokker i skråningen vurderes å være dekken inn under de utarbeidede jordskredfaresonene.

Eventuell remobilisering av uren nedenfor sørlig dalside er omtalt under steinsprangkapittelet (8.3.1).

Tabell 19. Parametere brukt i modellering RAMMS::Debris flow for jordskred i nordlig dalside i delområdet Øvre Espedal. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m. Det er modellert med erosjon.

Løsneområde ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjonsparameter scenario (My/Xi)	Tykkelse (m)	Areal (m2)
J-30	Løsneområde i skråning like nord for kartleggings-området. Løsneområdene er lagt i områder hvor det er observert gamle skredkanter og hvor det er historiske flyfoto viser at det tidligere har løsnet skred.	0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	220
J-31		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	182
J-32		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	279
J-33		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	109
J-34		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	100
J-35		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	70
J-36		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	83
J-37		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	67
J-38		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	58
J-39		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	210

J-40		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	59
J-41		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	93
J-42		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	53
J-43		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	29
J-44		0,2/200	0,5, 1,0 og 1,5	105

Langs elvebredden og mot Espedalsvatnet er det mindre skråninger hvor det kan være potensialet for små utglidninger/utrasninger. Områdene er markert som løsneområder for jordskred. Det er ikke utført modelleringer som følge av begrenset område og utløpslengde. Eventuelle utrasingene vurderes å i stor grad være knyttet til erosjon fra vann/elv og være av lite omfang, og det er ikke utarbeidet faresoner langs hele elvebredden.

8.3.5 Flomskred

Innenfor utredningsområdet er det forsenkninger og bekkeløp som er brattere enn 15°. Ved utflating av bekkeløpene observeres det spor etter tidligere skredhendelser. Faren for flomskred utredes derfor videre.

Nordlig dalside

Den nordlige dalsiden består i stor grad av bratte fjellvegger (>60°). Nedenfor skrentene er det urer og vifteformede skredavsetninger med ravinering. Avsetningene nedenfor fjellsiden indikerer tidligere skredhendelser, men er tydelig begrenset av den markante moreneryggen. Ca. 200 m vest for kartleggingsområdet, langs nordsiden av Espedalsvatnet, er det et tidligere flomskred i et bekkeløp. Utløpet til skredet er godt utenfor opparbeidet påvirkningsområde, men gir indikasjon på aktiviteten av løpene ned dalsiden.

Det er identifisert et potensielt løsneområde i østlig del av skråningen. Løsneområdet er plassert i et område med drenering, og hvor det langs sidekantene kan være løsmasser av ukjent tykkelse. Helningen i området er ca. 26-45°. Basert på ukjente mengder løsmasser, drenering, vifteavsetning langs foten av skråningen, men ingen kjente hendelser eller tydelige sår i terrenget vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Det er innledningsvis gjennomført svært konservative modelleringer med stor løsmassetykkelse (5m/5617 m^3) for å undersøke moreneryggens effekt på skredbanen. Modelleringene indikerer at eventuelle flomskred vil stoppes av moreneryggen og ikke ha utløp inn i kartleggingsområdet.

Bekken fra Kvernaskaret renner ut på flaten øst for kartleggingsområdet. Eventuelle flomskred i dette bekkeløpet vil ha utløp øst for kartleggingsområdet, før massene transporteres videre nedover i elven som renner gjennom kartleggingsområdet (flyfoto fra 1967, Figur 58).

Årlig nominell sannsynlighet for flomskred fra nordlig del av påvirkningsområdet og inn i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

Sørlig dalside

I sørlig dalside er det kjent at det gikk en skredhendelse litt vest for Tungebekken rundt år 2000. Hendelsen stoppet i skogen og kom ikke ned på flaten. Hendelsen er tegnet opp omtrentlig basert på historiske flyfoto og skyggekart.

Store deler av terrenget i sørøstlig dalside har en helning på 30-45°. Avrenningskartet indikerer flere mindre ansamlinger av vann nedover skråningen. I tillegg drenerer Tungebekken ned skråningen og renner ut på flaten like øst for kartleggingsområdet. På skyggekartet observeres det flere skredbaner nedover skråningen. Basert på helning, avrenningsanalyser, tilgjengelige løsmasser og spor etter tidligere skredbaner og skredavsetninger vurderes løsnesannsynligheten å være større enn 1/100. Det er

utarbeidet løsneområder for flomskred i øvre del av skredbanene, samt i øvre del av Tungebekken (Tabell 20).

Studier av flybilder og dronebilder fra dalsiden viser at Tunebekken i stor grad drenerer på bart fjell. Øst for dette er det løsmasser av ukjent tykkelse i skråningen, og det er utarbeidet erosjonspolygoner nedenfor løsneområdene F-26, F-27 og F-28.

Det er gjennomført modelleringer i RAMMS::DebrisFlow. I modelleringsprogrammet er det forsøkt å reprodusere hendelsen fra ca. år 2000 som stoppet i dalsiden (nedenfor F-26). For å gjenskape hendelsen er det forsøkt med løsnetykkelser på 0,5 m og 1 m, og xi=200 og My 0,1-0,2 (modelleringene er gjennomført uten erosjon). Modellering ved bruk av 0,5 m tykkelse (591 m^3) stemmer best den tidligere hendelsen. Det er ikke store variasjoner i utløpslengde ved bruk av My-verdi på 0,1 eller 0,2.

Fra alle løsneområdene i sørlig dalside er det utført modellert med erosjon nedenfor løsneområdene og løsnetykkelse på 1,0 m og 2,0 m. Det er relativt liten forskjell i utløpslende ved bruk av tykkelse på 1 og 2 meter. Modelleringene indikerer at eventuelle flomskred i hovedsak vil ha utløp øst for kartleggingsområdet. Løsnetykkelse på 2 meter er vist i modelleringsvedlegget (Vedlegg 5D), og vurderes å kunne representere et 5000 års-scenario. Modelleringen indikerer at et eventuelt flomskred vil ha utløpslengde ned over den grove steinsprang-/steinskreduren. Den grove uren forventes å ha en bremsende effekt på flomskredmassene som følge av økt friksjon og motstand i terrenget, og vil dermed kunne bidra til å redusere utløpslengden. Det er ikke observert flomskredavsetninger som vitner om tidligere skred med utløpslengde inn i kartleggingsområdet, og et slikt scenario vurderes derfor som sjeldent. Basert på modelleringer, terrengruhet og manglende avsetninger vurderes årlig nominell sannsynlighet for flomskred inn i kartleggingsområdet å være mindre enn 1/5000.

Tabell 20. Parametere brukt i modellering RAMMS::Debris Flow for flomskred ved Øvre Espedal. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m, og en tetthet på 2000.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Areal (m^2)
F-26	Sørlig dalside. Omtrentlig hvor tidligere skredhendelse forventes å ha løsnet. Potensielt mulig med erosjon nedenfor løsneområdet.	0,1/200 0,2/200	0,5, 1,0 og 2,0	890
F-27	Sørlig dalside. I øver del av skredbane og hvor avrenningskartet indikerer drenering. Potensielt mulig med erosjon nedenfor løsneområdet.	0,1/200	1,0 og 2,0	760
F-28	Sørlig dalside. I øver del av skredbane og hvor avrenningskartet indikerer drenering. Potensielt mulig med erosjon nedenfor løsneområdet.	0,1/200	1,0 og 2,0	767
F-29	Nordlig dalside i en liten forsenkning langs et bekkeløp.	0,1/200	5,0	843
F-30	Sørlig dalside, i øvre del av Tungebekken. Flybilder viser bart fjell nedenfor Tungebekken og det er derfor ikkje modellert med erosjon.	0,1/200	1,0 og 2,0	236

8.3.6 Sørpeskred

Det er, så vidt Sweco kjenner til, ingen tidligere sørpeskredhendelser innenfor utredningsområdet. Det er heller ikke historikk på sørpeskred i nærliggende områder med tilsvarende klimatiske forhold og terreng.

I nordlig del vil drenerende løp ned fra Reiarstofjellet bli avskåret av Ryggjadalen.

Bekkeløpene i den sørlige fjellsiden er lokalisert i bratt terreng (>35-40°), og basert på terrenghelningen forventes det ikke ansamling av vann i bekkeløp, men at vannet i stor grad dreneres vekk fortløpende.

Basert på ingen sørpeskredhistorikk i området og ingen egnede løsneområder er årlig nominell sannsynlighet for snøskred vurderes mindre enn 1/5000.

8.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

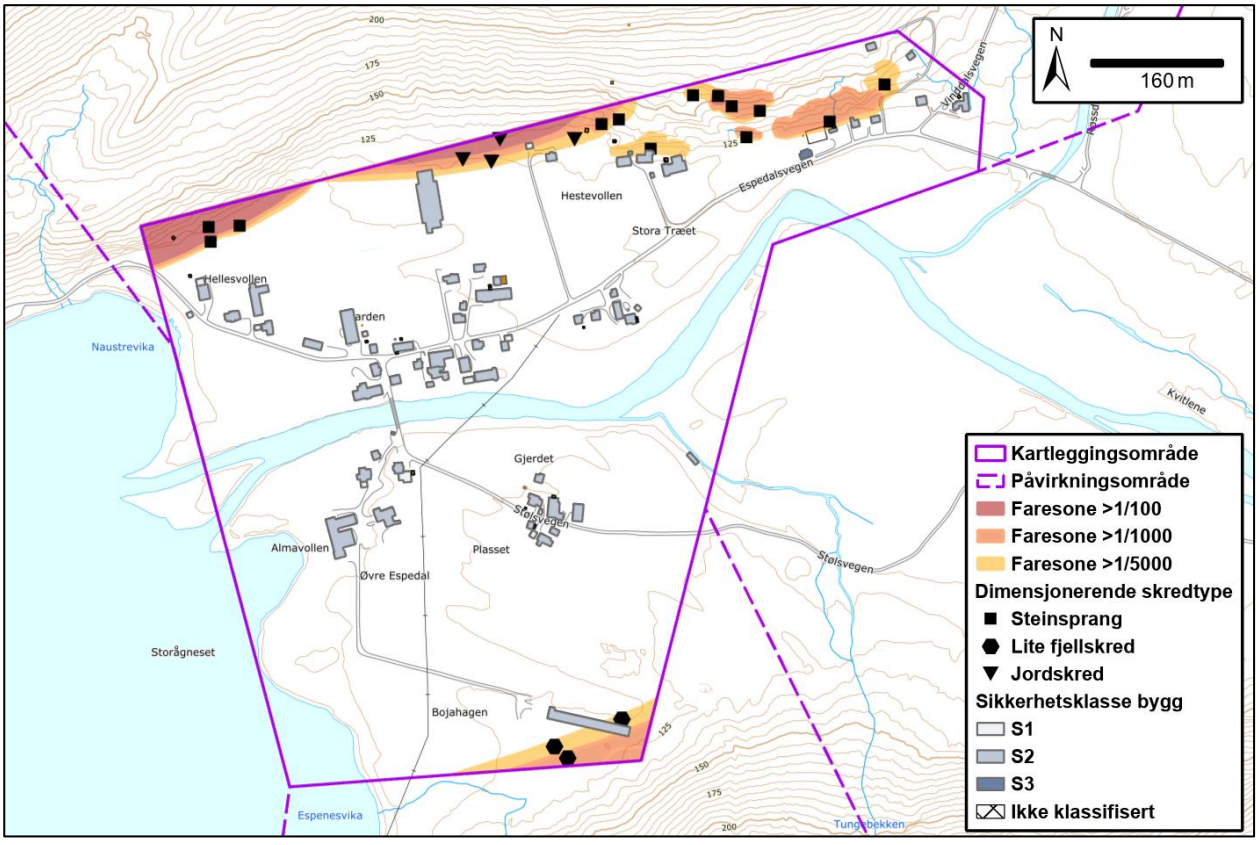
Det er vurdert skredfare større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 langs nordlig del av kartleggingsområdet (Figur 66). Skredfaren utgjøres av steinsprang og jordskred. Remobilisering av blokker er dekket inn under faresonene for steinsprang.

Den samlede skredfaren fra sørlig dalside vurderes å være større enn 1/1000 og 1/5000, og utgjøres av steinskred og snøskred. Skogen er vurdert å ikke ha betydning for faresonene.

Det er ett bygg som ligger innenfor faresonene og som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet (Tabell 21).

Tabell 21. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	1	0
≥ 1/5000	-	-	0



Figur 66. Faresonekart for delområdet Øvre Espedal. Se Vedlegg 5E for versjon i større målestokk.

8.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Sweco er ikke kjent med tidligere skredfareutredninger i delområdet Øvre Espedal.

8.3.9 Andre farer

I 1963, samtidig som jordskredhendelsen, var det en stor flom fra elven som renner gjennom kartleggingsområdet. Lokal informant kunne fortelle at det av og til flommet over, men at det ikke var minner om en større hendelse enn hendelsen fra 63. I NVE atlas er det i de ytre delene av Espedalen registrert en flom-hendelse i 1789 [16]. Nøyaktig årstall for hendelsen er uklart, og hendelsen ligger inne som en jordskred-skredtype. Det kan tenkes at også delområdet Øvre Espedal kan ha vært påvirket av en flomhendelse på samme tid, men at hendelsen ikke er registrert.

Det er registrert et ustabilt fjellparti i NGUs database sør for kartleggingsområdet [37]. NVEs veileder *Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng* [2] omfatter vurdering av snøskred, sørpeskred, jordskred, flomskred, steinskred og steinsprang. Fjellskred inngår ikke blant skredtyper som omfattes av veilederen, og fjellskredfare behandles særskilt i regelverket og gjennom NVEs nasjonale arbeid med kartlegging og overvåking av ustabile fjellpartier. Steinskredområder tilknyttet det ustabile fjellpartiet har blitt vurdert i skredfarekartleggingen i Øvre Espedal.

Langs elvebredden og mot Espedalsvatnet er det mindre skråninger hvor det kan være potensialet for små utglidninger/utrasninger ved erosjon fra elven.

8.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

Det er knyttet usikkerhet til størrelse, deformasjonsmønster og bruddmekanisme på bergpartier som kan løsne i sørlig dalside. Manglende/begrensede grunnlag gir også noe usikkerhet knyttet til sannsynlighet for sekundære effekter som bl.a. medrivning av uravsetninger eller flodbølge. Det gir også usikkerhet knyttet til forventet utløpslengde til steinskred.

Det er også usikkerhet knyttet til nedbørshendelsen som utløste alle jord- og flomskredhendelsene som kan observeres på flyfoto fra 1967. Informasjon om returperiode vil gitt et bedre grunnlag for å vurdere løsnesannsynlighet for slike skredtyper i delområdet (og generelt i Espedalen).

Utover dette er det ikke identifisert særskilte usikkerheter knyttet til skredfarevurderingen ved delområdet Øvre Espedal. Se kap. 3.13 generelle usikkerhetene knyttet til denne typen utredninger.

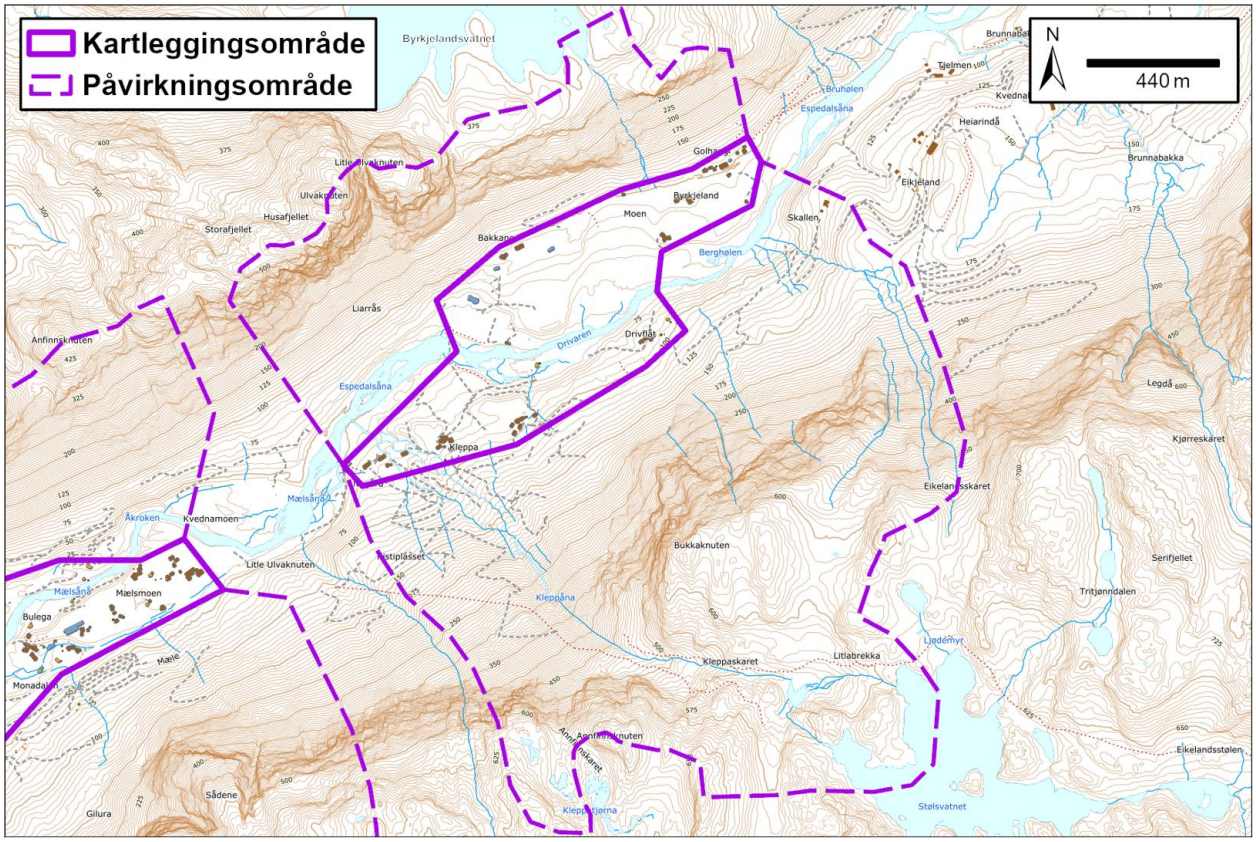
9 Delområde 6 – Nygård – Golhaug

9.1 Områdebeskrivelse

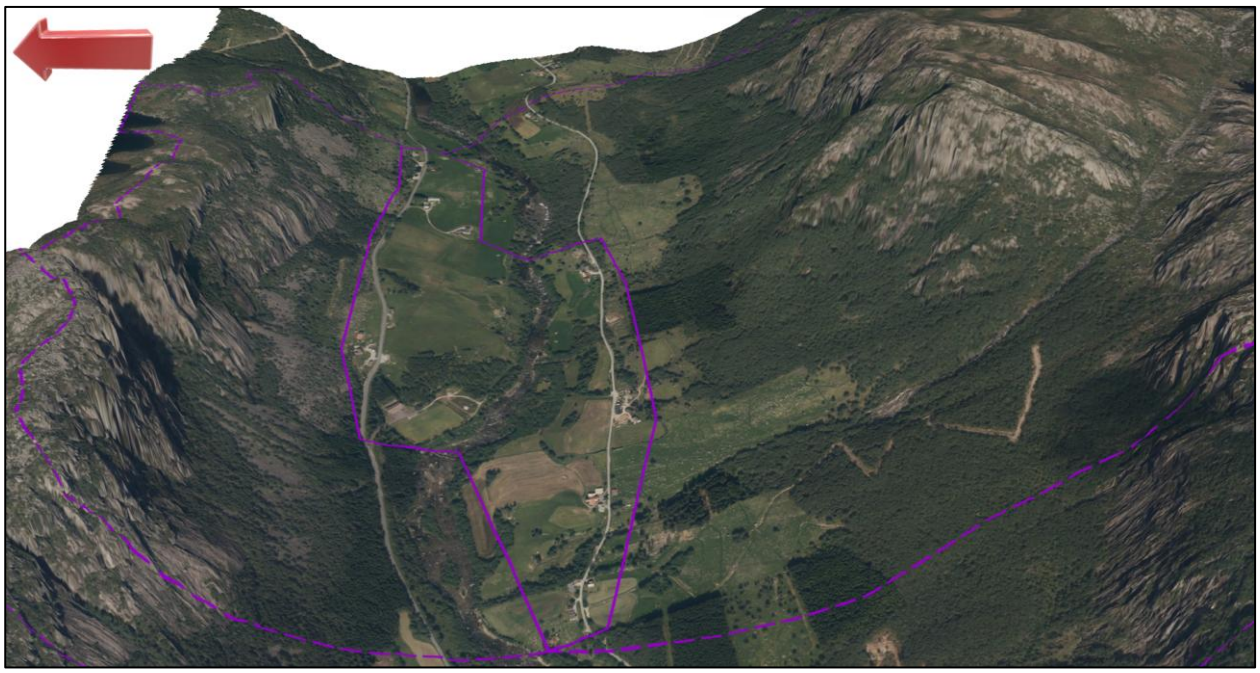
Delområdet Nygård - Golhaug er lokalisert i nedre del av Espedalen, og er et 1,8 km langt område bunnen av Espedalen mellom 50 moh. og 85 moh. (Figur 67 og Figur 68). Kartleggingsområdet omfatter bebyggelsen fra Nygård i vest til Golhaug i øst, og består av spredte eneboliger og gårdsbebyggelse med tilhørende landbruksarealer. Elven Espedalsåna renner gjennom området.

Påvirkningsområdet strekker seg opp dalsidene nord og sør for kartleggingsområdet. I nord stiger terrenget bratt opp mot høyereliggende fjellområder på hovedsakelig 350 moh., men med enkelte høyere topper som Husafjellet (538 moh.), Ulvaknuten (564 moh.), og Litle Ulvaknuten (493 moh.). Byrkjelandsvatnet (346 moh.) ligger på terrengplatået nord for utredningsområdet.

I påvirkningsområdet sør for kartleggingsområdet er det høyere terreng opp mot Annfinnsknuten (673 moh.) i sørvest, Bukkaknuten (642 moh.), og innsjøen Stølsvatnet (605 moh.) på baksiden. Fra denne innsjøen renner elven Kleppåna som brer seg ut i flere raviner ned mot kartleggingsområdet ved Kleppa.



Figur 67. Oversikt over delområdet Nygård - Golhaug.



Figur 68. Oversikt over utredningsområdet i 3D med drapert ortofoto fra 2019. Bildet er orientert mot øst.

9.2 Grunnlagsmateriale

9.2.1 Aktsomhetskart

Kartleggingsområdet berøres av aktsomhetsområder for både jord- og flomskred, steinsprang, og snøskred (S3 og S2 m/skog), fra både nordlig og sørlig del av utredningsområdet.

9.2.2 Historiske skredhendelser

Fra NVEs skreddatabase [15] er det ingen registrerte skredhendelser innenfor utredningsområdet for delområdet Nygård - Golhaug. Men lengre ned i dalen i retning vest, i nabo-delområdet Helle og Mælsmoen er det registrert et jordskred fra 1789, og en steinsprang/steinskred-hendelse fra 2007. Hendelsen er registrert med begrenset informasjon utover at det førte til skade på veg. Jordskredet i 1789 var i forbindelse med den største kjente flommen i området, der åker, eng og en stor part av Nedre Mæle raste ut mot fjorden ved elvemunningen mot fjorden.

9.2.3 Tidligere skredfareutredninger

Sweco er ikke kjent med tidligere skredfarekartlegginger i, og i nærhet til, delområdet Nygård - Golhaug.

I tidligere skredfareutredning av Asplan Viak for Espedalsvegen 865 [39] ble det foreslått en skredvoll enten ovenfor eller nedenfor vegen, i området nedenunder Litle Ulvaknuten.

9.2.4 Eksisterende sikringstiltak

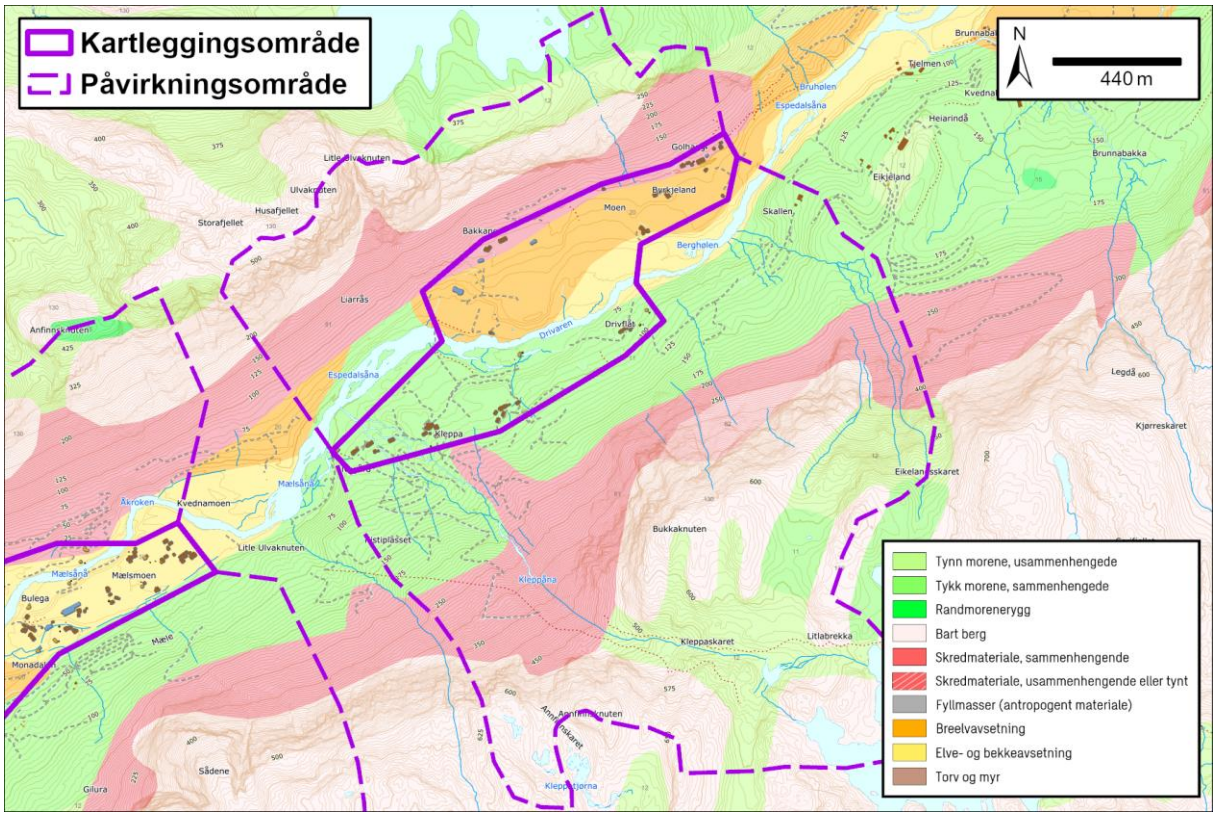
Det er ikke registrert noen eksisterende skredsikringstiltak i kartleggingsområdet av hva Sweco kjenner til.

I den tidligere skredfareutredningen av Asplan Viak [39] ble det foreslått en skredvoll enten ovenfor eller nedenfor vegen ved Espedalsvegen 865 (under Litle Ulvaknuten). Det er ikke avdekt noen skredvoll eller andre skredsikringstiltak fra dette området ved befaring, bortsett fra en dreneringsgrøft. Dreneringsgrøfter og kulverter er markerte som «sikringstiltak» i registreringskartet i Vedlegg 6C.

9.2.5 Berggrunn og løsmasser

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 viser at berggrunnen består av hovedsakelig granitt - «***Omdannet granitt til granodioritt; grå, til dels ganske grovkornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende, med perthittisk alkalifeltspat, med svak til velutviklet foliasjon***».

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (Figur 69) viser at dalbunnen består av elve- og bekkeavsetninger og breelvavsetninger, mens opp i fjellsidene er det skredmateriale, bart berg, og morenemateriale. [4]



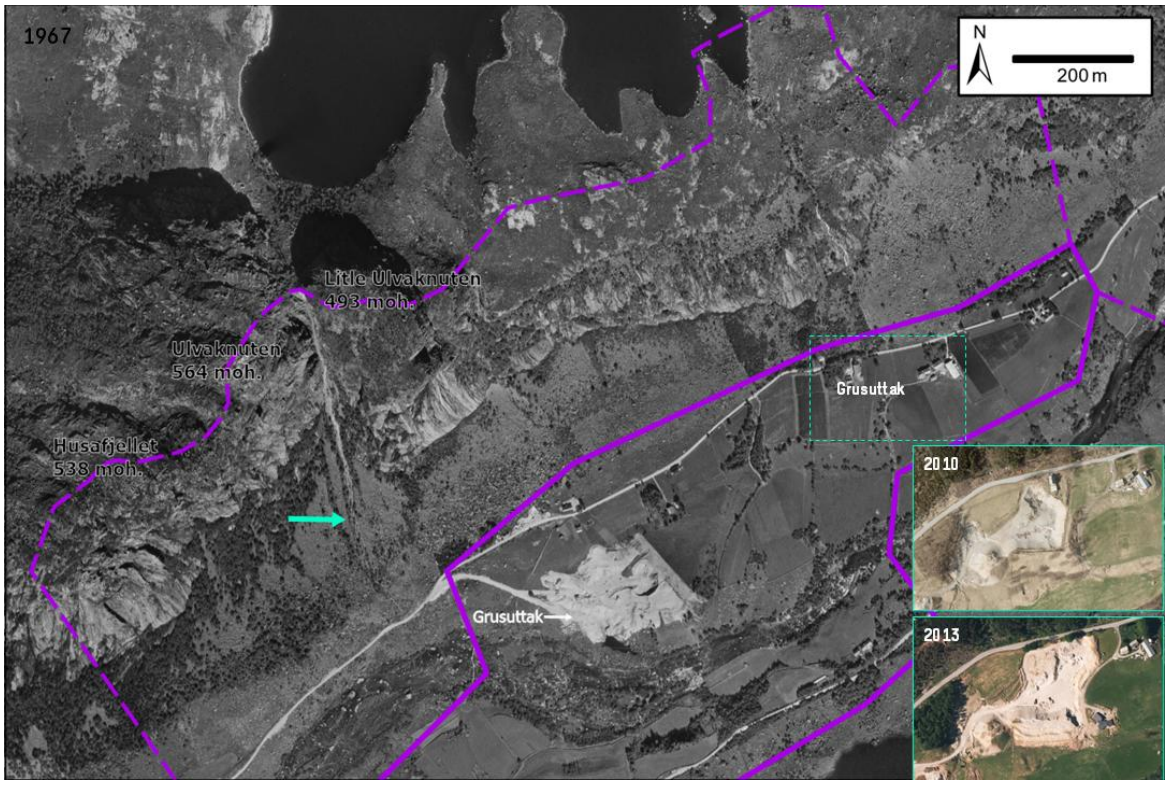
Figur 69. Løsmassekart fra NGUs WMS-tjeneste [4], basert på NGUs kart i 1:250 000.

9.2.6 Flyfoto og skråfoto

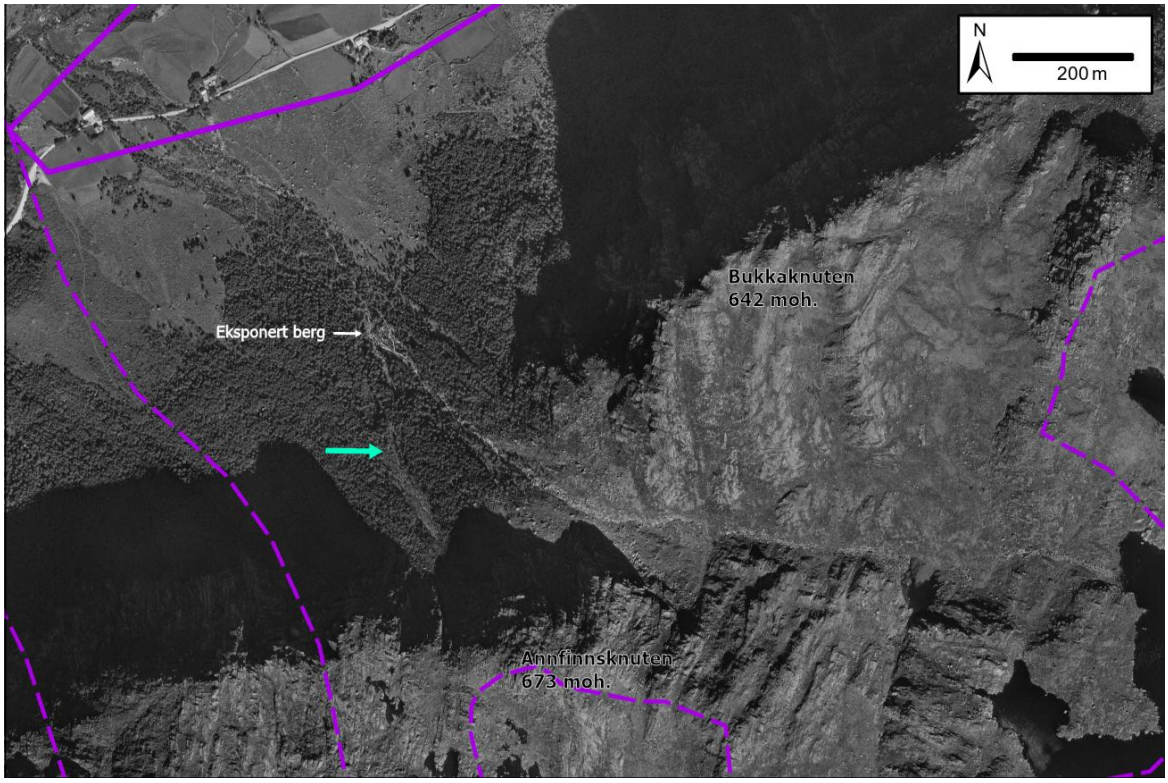
Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1967 og frem til 2019 [18].

På flyfoto fra 1967 avdekkes skredaktivitet både på nordlig og sørlig dalside. På nordlig dalside er det skredrester mellom Ulvaknuten og Litle Ulvaknuten som stopper i dalsiden på 190 moh., se Figur 70. I sørlig dalside er det skredrester nedenunder Annfinnsknuten (673 moh.), der utløpet stanser i skråningen på 200 moh.

Det avdekkes to tidligere grusuttak på breelvavsetningene – på flyfoto fra 1967, 2010 og 2013, se Figur 70.



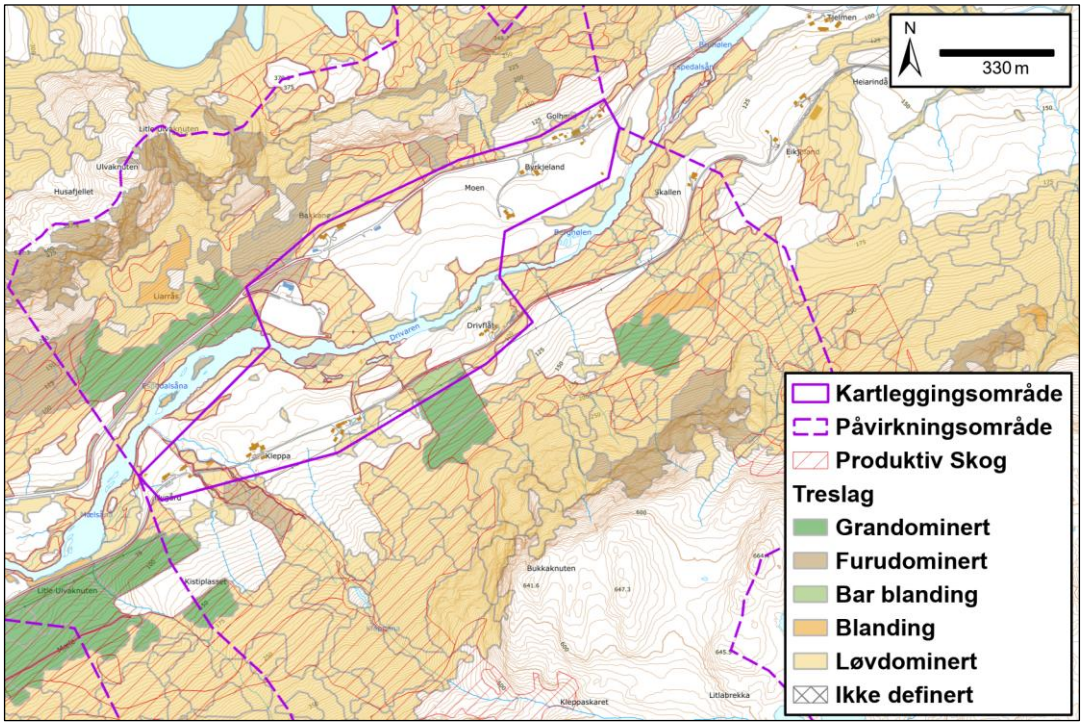
Figur 70. Flyfoto fra 1967, 2010, og 2013. Det er spor etter skredaktivitet på dalens nordside, mellom Ulvaknuten og Litle Ulvaknuten. Lyseblå pil peker på skredutløp. Det har tidligere vært grusuttak på to steder, disse er gjenfylt per 2026.



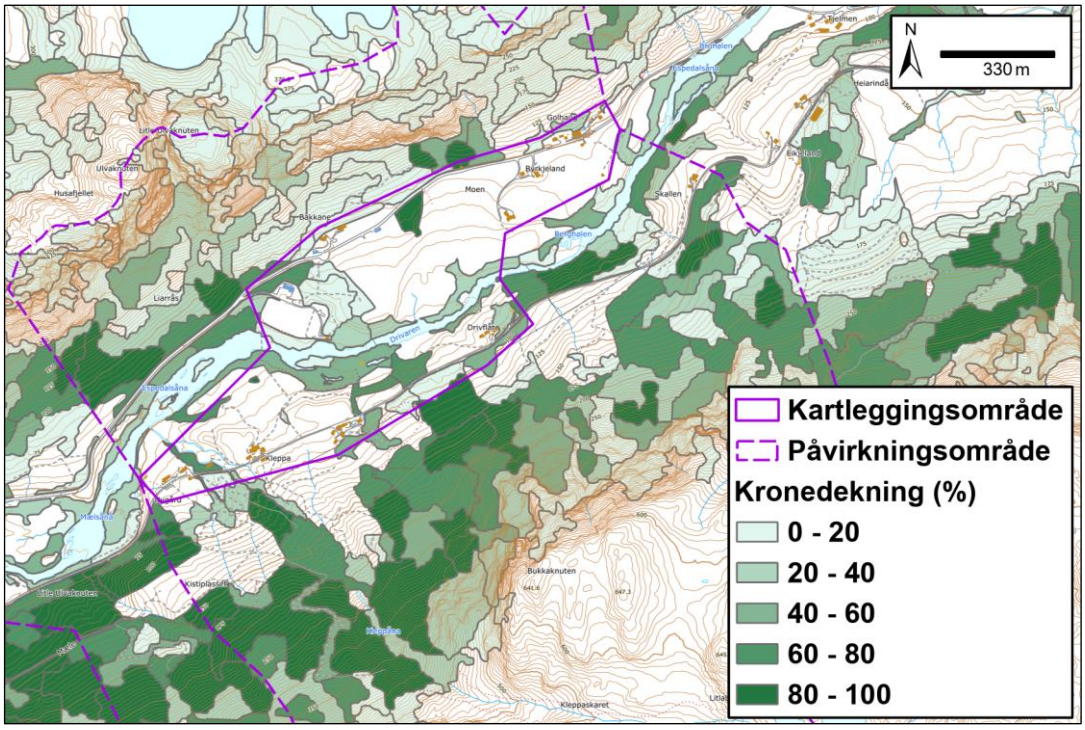
Figur 71. Flyfoto fra 1967. Det er spor etter skredaktivitet på dalens sørside, fra nedenunder Annfinnsknuten. Lyseblå pil peker på skredutløp

9.2.7 Skog

Skogen på begge dalsidene er i stor grad løvdominert, med noen steder med grandominans, furudominans, eller blandingsskog, se Figur 72. Skogens kronedekning er vist i Figur 73.



Figur 72. Kart over skogressurser i delområde 6 Nygård-Golhaug fra NIBIOs SR16 data [33] og produktiv skog fra FKB-AR5 data.



Figur 73. Kronedekning over delområdet Nygård - Golhaug.

9.2.8 Drenering

Det er benyttet kart med teoretiske strømningsveier (se vedlegg 6B), samt historiske bilder og observasjoner i felt for vurdering av dreneringsveier som har påvirkning på skredfaren.. Under befaringen hadde det regnet noe de tre dagene før, totalt 10-20 mm, som ga et greit inntrykk av vannveier i felt.

I dalens sørside er det fra felt observert to tydelige bekkeraviner, på hver side av fjellet Bukkaknuten. Bekkeravinen i vest har tydelig kildeområde direkte fra Stølsvatnet.

I dalens nordside er det observert to bekkeraviner; en terrengforsenkning uten tydelig vannavrenning mellom Ulvaknuten og Litle Ulvaknuten, og en mer tydelig bekk som renner fra Byrkjelandsvatnet (346 moh.).

9.3 Skredfarevurdering

9.3.1 Steinsprang

Nordlig dalside

På nordsiden er det flere skrenter brattere enn 45°. Skråningens fallretning er orientert SSØ ned mot kartleggingsområdet. Det øverste fjellpartiet er bart bratt berg på 45-80°. Uren i underkant er 30-35°. Terrenghelningen under uren jevnes ut ned til 15°.

Berget er i stor grad oppsprukket med åpne sprekker. Det er ingen åpenbare ferske sår å avdekke i fjellsiden. Gjennomsnittlig blokkstørrelse varierer mellom de ulike urene. Uren under Litle Ulvaknuten og uren ved Golhaug har blokker med på omkring ~1 m^3 og maksimale blokkstørrelser opp mot ~100 m^3. Resterende uromåder på nordsiden har blokker på <0.5 m^3 og maksimale blokkstørrelser på ~2 m^3. Lokal erfaring fra to generasjoner har ikke registrert betydelig steinsprangaktivitet ned mot veg og infrastruktur. Det er ikke i felt observert noen tegn til ferske nedfall.

Størrelsen på mulige løsneblokker er antatt å være hovedsakelig <1 m^3, og ha en løsnesannsynlighet på 1/100. Blokker med lavere løsnesannsynlighet vil være større, antatt opp mot 5 m^3.

Som tillegg i vurderingen av utløpslengder er det benyttet modellering i Rockyfor3D. For området under Litle Ulvaknuten og ved Golhaug vurderes modelleringene med steinsprangblokker på 5 m^3 som mest representative for eventuelle nye steinsprang. For resterende urer i dalens nordside benyttes modellerte blokkstørrelser på 1 m^3. Modellerte utløpslengder når inn i store deler av kartleggingsområdets nordlige grense – hovedsakelig med lengder på 0-20 meter, men der de lengste når 100 meter inn, hovedsakelig knyttet til området under Litle Ulvaknuten, ved kartleggingsområdets nordvestlige grense.

Generelt betraktes uren på nordsiden som jevn og stabil, men det kan ikke utelukkes at enkelte blokker remobiliseres. Eventuelle remobiliserte blokker vil ikke bygge mye momentum. Remobiliseringen av blokker i ur vurderes å være dekket inn av vurderingen av steinsprang.

Skog som vokser på urmassene vil ha noe effekt på mindre steinsprangblokker, men vil ikke ha effekt på større blokker. Kun større blokker vil ha betydelige utløpslengder og derfor er skogens effekt ikke tatt i betraktning i vurderingen av steinsprang.

Potensialet for flogstein vurderes å være begrenset som følge av ingen åpenbar utslagsflate nærme kartleggingsområdet. Faren for flogstein vurderes å være dekket inn under vurderingen av utløpslengder av steinsprang generelt.

Basert på historikk, feltobservasjoner, skredavsetninger, terrenghelning, løsnesannsynlighet, og modelleringer i Rockyfor3D vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang fra nordlige dalside inn i kartleggingsområdet til å være 1/1000.

Sørlig dalside

På sørsiden er det også flere skrenter brattere enn 45°. Skråningens fallretning er orientert NV ned mot kartleggingsområdet. Terrenghelningen fra kartleggingsområdet og oppover sørsiden er 10-20° over et lengre strekke på ca. 200 m før det brått blir brattere, til 45-80° i retning Bukkaknuten (642 moh.).

Berget er i stor grad oppsprukket med åpne sprekker, det er ingen tydelige sprekkeavløste blokker, og det meste ser ut til å ligge stabilt. Det er ingen ferske sår å avdekke.

Avsetningsstrukturen er betydelig annerledes enn dalens nordside, med mer spredte blokker og ikke like fremtredende urer. Det er ikke i felt observert noen tegn til ferske nedfall fra steinsprang.

Størrelsen på mulige løsneblokker er antatt å være hovedsakelig <1 m^3, og ha en løsnesannsynlighet på mellom 1/100 og 1/1000.

Remobilisering av blokker anses som usannsynlig, og vil uansett ikke bygge opp nok momentum til å ha betydelige utløpslengder over det lengre strekket på 200 meter i 10-20° ned mot kartleggingsområdet.

Som tillegg i vurderingen av utløpslengder er det benyttet modellering i Rockyfor3D, m/ parametere i Tabell 3. Basert på størrelsen av steinsprangblokker og blokker i området vurderes modelleringene med blokkstørrelse på 1 m^3 som mest representative for eventuelle nye steinsprang. Modelleringene indikerer at steinsprang når ikke ned til kartleggingsområdet fra den sørlige dalsiden. Skogens effekt er ikke tatt i betraktning.

Faren for flogstein vurderes å ikke være reel fra den sørlige dalsiden, grunnet avstand til kartleggingsområdet.

Basert på historikk, feltobservasjoner, skredavsetninger, terrenghelning, løsnesannsynlighet, og modelleringer i Rockyfor3D vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang fra den sørlige dalsiden og inn i kartleggingsområdet til å være mindre enn 1/5000.

9.3.2 Steinskred

Det er terreng med bart berg som er brattere enn 45° i utredningsområdet. Det er også bratte skrenter/fjellvegger med flere titalls meters relieff. Det finnes ingen indikasjon på ustabile bergpartier i NGUs InSAR-datasett [32].

Fra befaring avdekkes det ingen større sprekkeavløste parti som muliggjør nedfall større enn steinsprang. Det er ikke avdekt avsetninger som direkte kan kobles til tidligere steinskredaktivitet på påvirkningsområdet.

Det vurderes at årlige nominelle sannsynlighet for steinskred i delområdet Nygård – Golhaug er mindre enn 1/5000.

9.3.3 Snøskred

Innenfor utredningsområdet er det terreng med helning brattere enn 25°. Gjennomsnittlig maksimal snødybde for området (fra år 1991-2020) er 135 cm. Snøskred utredes videre med nordlig og sørlig dalside hver for seg.

Det er for den sørlige dalsiden gjennomført modelleringer av snøskred som tillegg til vurderingsgrunnlaget. Tabell 22 oppsummerer valgte løsneområder med størrelse, løsnetykkelser og vurdert skogbeskyttelse. Det kan ikke utelukkes at mulige løsneområder kan være enkelte andre steder i skråningen, men modelleringer fra utarbeidede løsneområder vurderes å ville gi tilstrekkelig oversikt over rekkevidde til eventuelt snøskred.

Klimaanalysen (Figur 8) er gjennomført ved 655 moh. i et griddet punkt nærme Stordalsknuten som ligger i dalens sørside. Ekstremverdianalysen på 3-døgns nysnødybder gir hhv. 93 og 107 cm for returperiode 1000 og 5000 år. Det legges til vindtransportert snø på 25% av nysnødybden der snøtransport er relevant. Nysnødybden korrigeres for helning med en faktor på 0.85 (tilsvarende helning på 32°). Dette gir

utgangspunkt for løsnetykkelser på 99 og 114 cm (hhv. 1000- og 5000-års returverdier) for områder som tillegges snøtransport, og 79 og 91 cm (hhv. 1000- og 5000-års returverdier) for områder uten bidrag fra snøtransport. Nedbørsførende vind for området er fra sør-øst, og erfares fra informanter å ha stor betydning for snømengdene i den sørlige dalsiden.

Nordlig dalside

Det er ingen registrerte tidligere snøskredhendelser eller observerte hendelser av informanter fra den nordlige dalsiden. Den nordlige dalsiden består i stor grad av bratte fjellvegger (>60°). De fleste slakere partiene i fjellsiden er preget av stor ruhet av større blokker, og vurderes å ikke være egnede løsneområder for snøskred. Nedenfor fjellsiden har terrenget helning på 30-35°. Disse områdene er preget av ur og blokker, og ligger omtrentlig 150 moh. Basert på terrengruhet og lavtliggende områder vurderes disse å ikke være egnede løsneområder for snøskred. På bakgrunn av terrenganalyse, historikk, og klima vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for snøskred, som når ned til kartleggingsområdet fra dalens nordside, til mindre enn 1/5000.

Sørlig dalside

Det er ingen registrerte tidligere snøskredhendelser i den sørlige dalsiden. Det er fra informanter ikke observert snøskredhendelser i dette delområdet. Det er derimot observert mindre glideskred og mindre våte snøskredhendelser i nabo-delområdet Helle og Mælsmoen, 1 km ned dalen, av informanter derfra – disse skredene har vært relatert til dalens sørside som følge av snøførende vind fra sørøst, iht. lokal kunnskap og klimaanalyse (som vist i Figur 8).

Dalens sørlige dalside har, i nedre del, helning på 10-20° over et strekke på 200 m før det brått blir brattere oppover, til 45-80° i retning Bukkaknuten (642 moh.). Terrenget har generelt høy ruhet, bratt, og har få større konkave samleområder. Det kartlegges noen løsneområder, både der skogen har en beskyttende effekt og ikke, og der snøtransport anses som forekommende og ikke. Valgte løsneområder er oppsummert i Tabell 22.

Modelleringene i RAMMS::Avalanche viser at snøskred ikke når ned til kartleggingsområdet med input parametere tilsvarende returverdier på 1/5000. Simuleringene er gjort uten hensyn til skogens effekt. Basert på simuleringer, historikk, og klima, vurderes årlig nominell sannsynlighet for snøskred ned til kartleggingsområdet til mindre enn 1/5000.

Tabell 22: Aktuelle løsneområder for snøskred ved delområde Nygård-Golhaug. Løsnetykkelsene for alle områdene er justert for helning på rundt 32° (faktor på 0,85). RAMMS-simuleringene er utført på en terrengmodell med 5 m oppløsning, med høydeintervall på 850-350 moh. og «returperiode» på 300 (og kategori Tiny).

Plass	ID (#)	Beskrivelse	Omtrentlig helning	Snødrift	Areal (m^2)	Løsnetykkelse (cm)		Beskyttelse av skog
						1000 år	5000 år	
Sørlig dalside	**S-43**	Ca. 300 moh. Dekket av skog med >80% kronedekning	27-35°	Noe	3900	99	114	Fullstendig
	S-45	Ca. 460 moh. Dekket av skog med 54% kronedekning	30-40°	Noe	140	99	114	Ikke tilstrekkelig
	S-47	Ca. 390 moh. Dekket av skog med 77% kronedekning	30-35°	Noe	907	99	114	Ikke tilstrekkelig
	S-48	Ca. 550 moh. Ikke dekket av skog.	35-40°	Noe	408	99	114	Ikke tilstrekkelig
	S-49	Ca. 390 moh. Dekket av skog med 77% kronedekning	35-40°	Noe	502	99	114	Ikke tilstrekkelig

	S-50	Ca. 460 moh. Dekket av skog med 77% kronedekning	35-40°	Noe	300	99	114	Ikke tilstrekkelig
	S-52	Ca. 500 moh. Dekket av skog med 26% kronedekning.	30-35°	Noe	4160	99	114	Ikke tilstrekkelig
	S-53	Ca. 280 moh. Dekket av skog med 92% kronedekning.	27-30°	Noe	3344	99	114	Fullstendig
	S-54	Ca. 300 moh. Dekket av skog med 98-100% kronedekning.	30-35°	Noe	976	99	114	Fullstendig
	S-55	Ca. 380 moh. Dekket av skog med >80% kronedekning.	30-35°	Noe	7872	99	114	Fullstendig
	S-56	Ca. 600 moh. Ikke dekt av skog.	30°	Ingen	252	79	91	Ingen
	S-90	Ca. 380 moh. Dekt av skog med 88% kronedekning.	35-40°	Noe	928	99	114	Fullstendig
	S-91	Ca. 380 moh. Delvis dekt av skog med 95% kronedekning.	35-40°	Noe	514	99	114	Delvis
	S-92	Ca. 300 moh. Dekt av skog med 92% kronedekning	30-40°	Noe	194	99	114	Fullstendig
	S-94	Ca. 280 moh. Dekt av skog med 82% kronedekning.	30-40°	Noe	403	99	114	Fullstendig

9.3.4 Jordskred

Fra historiske flybilder og lokale erfaringer har det tidligere vært noe jord- og flomskredaktivitet både nord og sør i dalen som har stoppet i dalsidene. Siden dette er mulige overgangsformer mellom jordskred og flomskred har vi valgt å behandle dette under flomskred, da eventuelle utløste jordmasser vil ledes inn i raviner og oppføre seg som flomskred.

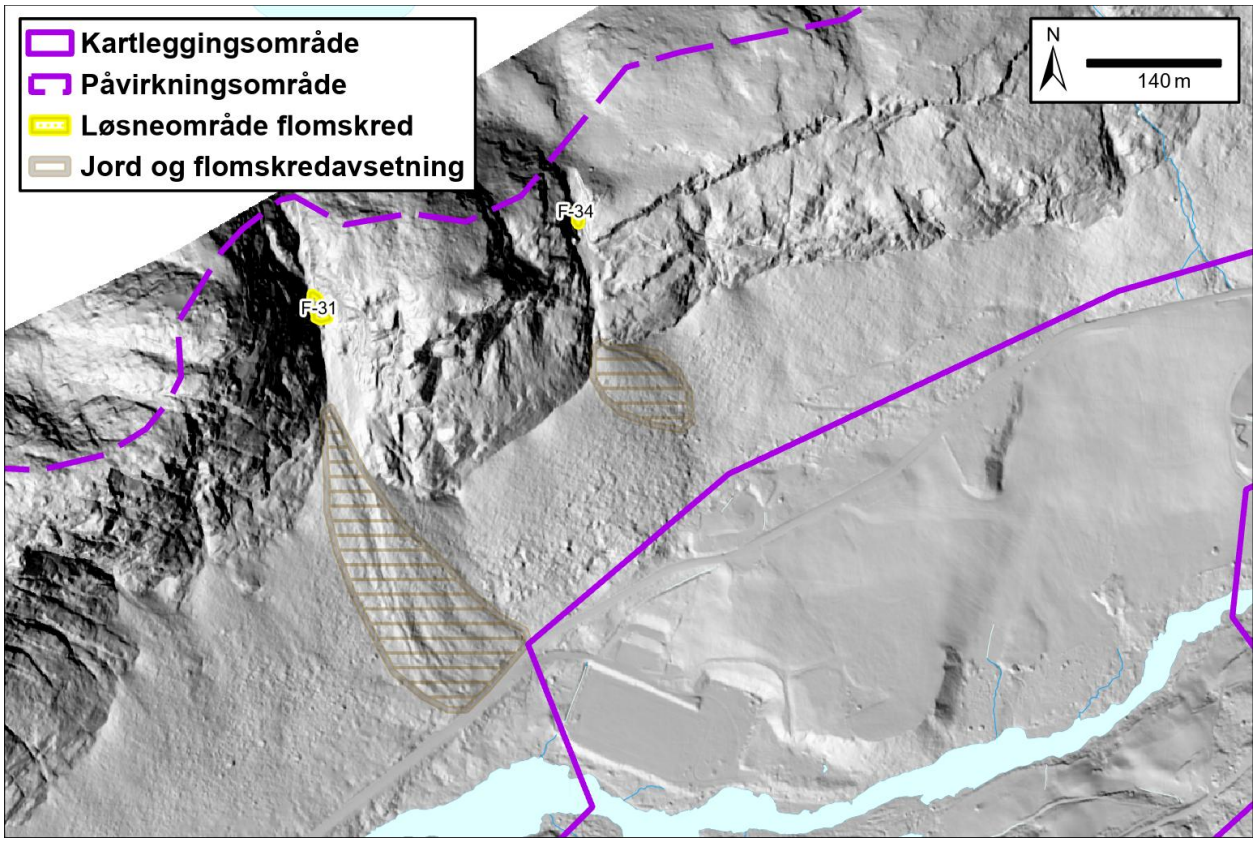
Generelt vil det være potensiale for utglidninger i alt terreng med morene brattere enn 25°.

9.3.5 Flomskred

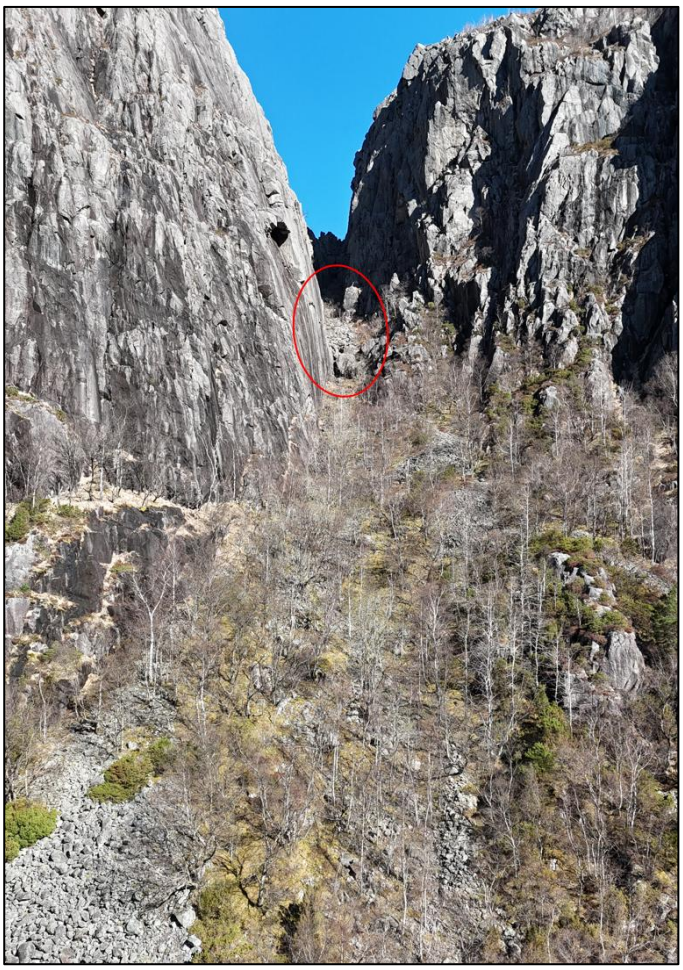
Innenfor utredningsområdet er det forsenkninger og bekkeløp som er brattere enn 15°. Ved utflating av bekkeløpene observeres det spor etter tidligere skredhendelser. Faren for flomskred utredes videre.

Nordlig dalside

Historisk flybilde fra 1967 (Figur 70) viser ett tidligere jordmassestrøm/flomskred fra dalens nordside, i forsenkningen mellom Ulvaknuten og Litle Ulvaknuten, som når ned i skråningen på ca. 140 moh. (70 høydemeter over vegen). Nærmere studie av geomorfologien i dette partiet, med skyggerelieff, avdekker skredavsetninger videre nedover med lobeformer, flere dreneringsveier, leveeformer, og avrunde blokker, som avdekt fra felt, nede inntil vegen, se Figur 74. Løsneområdet er vist i Figur 75.



Figur 74. Valgte løsneområder for flomskred fra dalens nordside. Basert på flomskredavsetninger avdekt fra befaring og terrengskyggerelieff. Fra delområdets nordvestlige del, under Ulvaknuten.



Figur 75. Løsneområde for flomskred (ID: F-31) fra forsenkningen mellom Ulvaknuten og Litle Ulvaknuten, nord-øst i delområdet.

Det er utført modellering av flomskred som et ekstra vurderingsgrunnlag på mulige utløpslengder fra disse løsneområdene. Resultatene fra RAMMS::DebrisFlow (Tabell 23) indikerer flomskred kan nå ned til kartleggingsområdet.

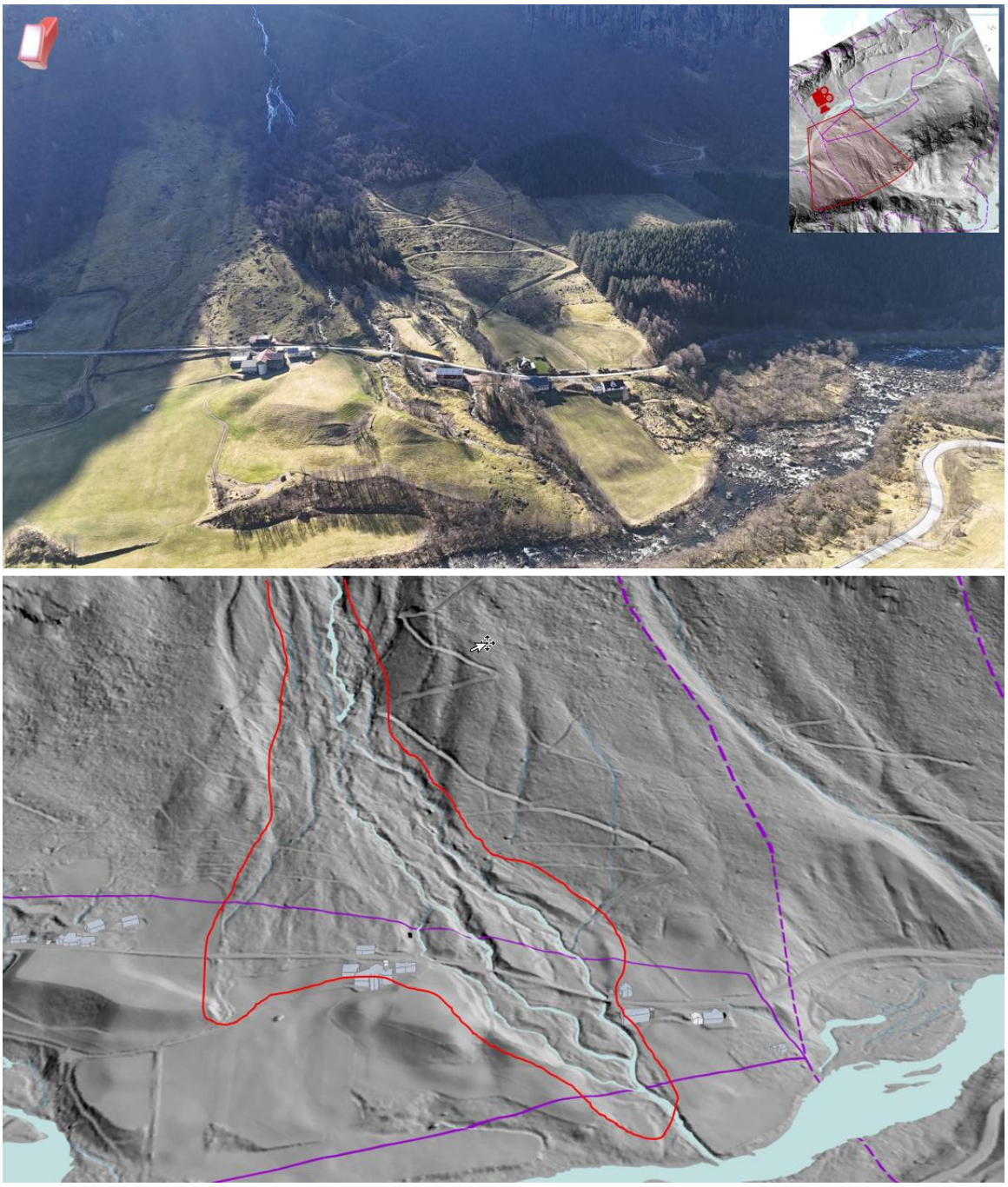
Tabell 23. Parametere brukt i modellering RAMMS::DebrisFlow for flomskred fra den nordlige dalsiden i delområdet Nygård-Golhaug. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m. Erosjon er benyttet i simuleringene.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Volum (m^3)
F-31	Løsneområdet er i en dyp kløft på 360 moh., der steinsprangrester kan samles. Utløpsområdet følger den trange bratte kløften i 80 meter, før utløpet åpnes opp over uren som er 30-35° i øvre og 20-25° i resterende del ned til kartleggingsområdet. Modellert utløp når ikke kartleggingsområdet, men løper på en flomskredavsetning som er bredere og som berører kartleggingsområdets nord-vestlige hjørne (Figur 74). Det vurderes at et 1/5000-flomskred vil ha varierende utløpsretninger på denne avsetningen.	0,1/200	1	3818
F-34	Løsneområdet er i en dyp kløft på 340 moh., der steinsprangrester kan samles. Utløpsområdet følger den trange bratte kløften i 115 meter, før utløpet åpnes opp over uren som er 30-35° i øvre del og 20-25° i resterende del ned til kartleggingsområdet.	0,1/200	1	152

Flomskredavsetningen under Ulvaknuten vurderes å være dannet i noen grad av langsom erosjon og massetransport. Av tilgjengelige løsmasser er det hovedsakelig blokker. Modelleringen fra løsneområde F-31 viser simuleringer som går 50 meter lengre enn observert flomskredavsetning. Menneskelig aktivitet kan ha fjernet flomskredrester som ville indikert lengre utløpslengder. Det vurderes at utløpslengdene i gjennomførte simuleringene er akseptable. Til tross for at simuleringen under Ulvaknuten ikke når kartleggingsområdet, vurderes det som sannsynlig at, ved et 1/5000-skred, kan utløpet ha andre retninger på den samme flomskredavsetningen, og dermed nå inn i kartleggingsområdets nordvestlige hjørne. Dette gir grunnlag for å vurdere at faren for flomskred, fra dalens nordside, med skadepotensiale ned til kartleggingsområdet er 1/5000.

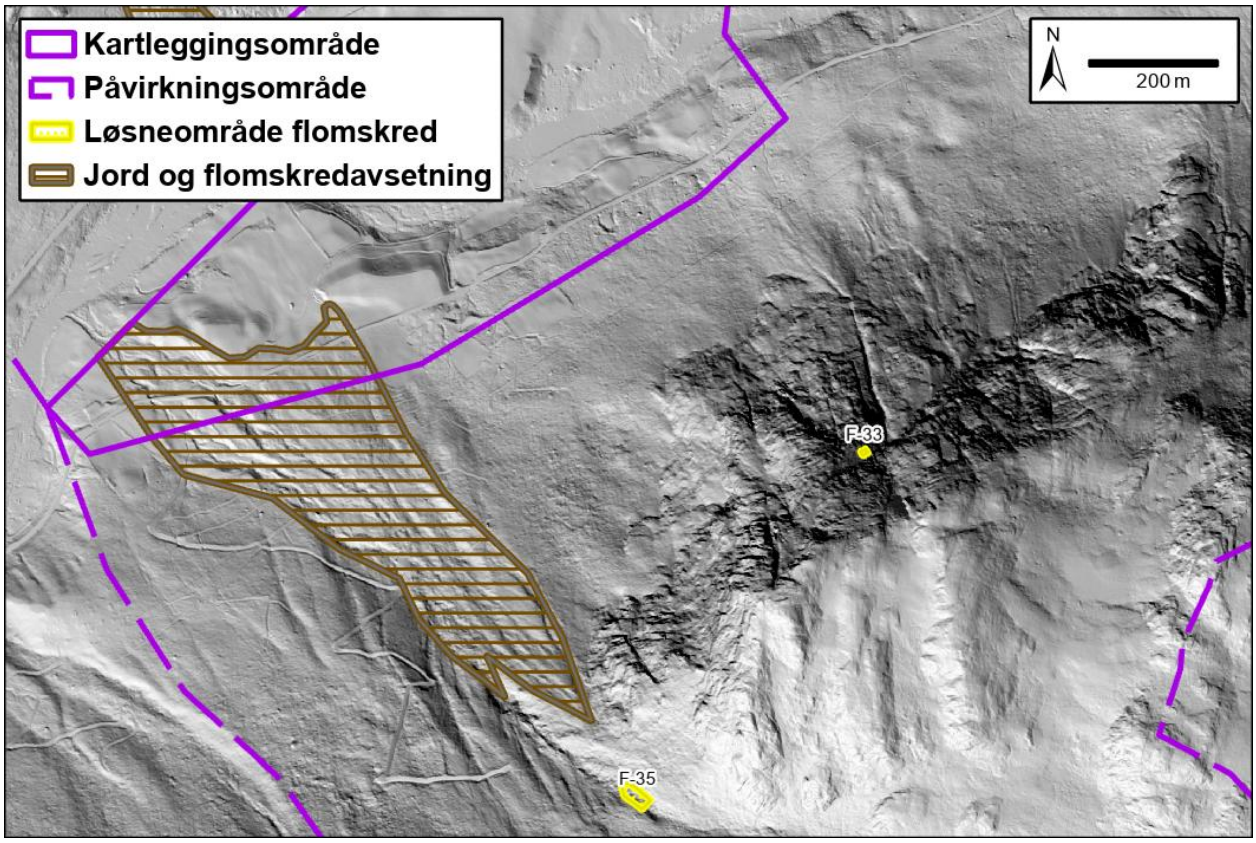
Sørlig dalside

Sørsiden er preget av flere tydelige ravineringer med godt vannførende bekker med kilde fra elven Kleppåna fra Kleppaskaret under Stølsvatnet på 608 moh. Det er flere større blokker i og ved elvene nede ved kartleggingsområdet. Informanter fra området, med tilknytning til 4 generasjoner, har ikke opplevd betydelig flomskredproblematikk i dette området, men forteller om perioder med økt vannføring med massetransport i elvene. Nærmere studie av geomorfologien, med skyggerelieff, avdekker ca. 200 meter brede vifteformer og tydelig ravinering nede ved kartleggingsområdet, se Figur 76. Viftens bredde i toppen tyder på at avsetningene kan ha hatt en annen kilde, muligens under isavsmeltingen. Elveløpet til Kleppåna går på bart berg i den nærmeste skråningen. Mulige tilgjengelige løsmasser kobles til morenemasser (Figur 69) som stammer fra høyere opp, langs hele bunnen av dalsøkket opp til Stølsvatnet.



Figur 76. Ravinering i dalens sørside, ved Nygård. Vifteform (markert rødt) avdekt fra terrenganalyse.

Det er utført modellering av flomskred som et ekstra vurderingsgrunnlag på mulige utløpslengder fra løsneområder i dalens sørside, med valgte løsneområder som vist i Figur 77. Resultatene fra RAMMS::DebrisFlow viser at teoretiske flomskred kan nå ned til kartleggingsområdet.



Figur 77. Valgte løsneområder for flomskred fra dalens sørside. Basert på flomskredavsetninger avdekt fra befaring og terrengskyggerelieff. Fra delområdets sørvestlige del, under Bukkaknuten.

Tabell 24. Parametere brukt i modellering RAMMS::DebrisFlow for flomskred fra den sørlige dalsiden i delområdet Nygård-Golhaug. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m. Det er testet simuleringer både med og uten erosjon. Versjonen med erosjon er vektlagt mest i vurderingene.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Volum (m^3)
F-33	Løsneområdet er i en dyp kløft på 430 moh., der steinsprangrester kan samles. Utløpsområdet følger den trange bratte kløften i 260 meter, før utløpet åpnes opp over uren som er 25-30° i øvre del og 10-20° i nedre del ned til kartleggingsområdet.	0,1/200	1	620
F-35	Løsneområdet er en konkav del av ravinen vest for Bukkaknuten, på 500 moh., og mulig ansamlingsområde for løsmasser. Utløpsområdet følger ravinen ned med helning på 35-40° i øvre halvdel og 10-25° i resterende halvdel ned til kartleggingsområdet.	0,1/200	1	8916

Basert på historikk, flybilder, befaring, og geomorfologiske indikasjoner, vurderes løsnesannsynligheten for flomskred, fra dalens sørside, med skadepotensiale ned til kartleggingsområdet, til 1/100 knyttet til elveløpene, samt 1/1000 og 1/5000 knyttet til observerte flomskredavsetninger fra terrengskyggerelieff.

9.3.6 Sørpeskred

Det er, hva Sweco kjenner til, ingen tidligere sørpeskredhendelser innenfor kartleggingsområdet. Avrenningsanalyse [40] avdekker mulige forsenkninger langs dreneringsløpene rett nedenunder de to innsjøene på hver side av dalen, som mulig kan samle vann i snødekket. Disse to områdene har derimot

stor terrengruhet og store blokker i løpet, og har ikke klima som tilsier at kritiske is-/skarelag vil forekomme. Det vurderes at dreneringen her vil være høyere enn vannoppsamlingen, selv ved hurtig snøsmelting og kraftig regnvær.

Det er også vurdert enkelte renner fra nord- og sørsiden gjennom terrenganalyse. Også på disse plassene vurderes det at terrengruheten er for grov grunnet bergnabber og flere større blokksamlinger som vanskeliggjør gjennomgående is/skarelag, og tilrettelegger for drenering heller enn akkumulering av vann. Terrenget generelt i regionen har begrenset med rene sva-partier som kan fungere glideplan. Andre typiske glideplan som skare (vind eller is) er også sjeldnere i et relativt lavt kystnært klima. Dreneringslag som begerkrystaller forekommer også sjeldnere i et kystklima.

Basert på et kystnært klima, ingen sørpeskredhistorikk i området, og ingen tydelig egnede løsneområder, er sørpeskred vurdert å ikke være en aktuell prosess i området. Løsnesannsynligheten for sørpeskred vurderes å være mindre enn 1/5000.

9.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

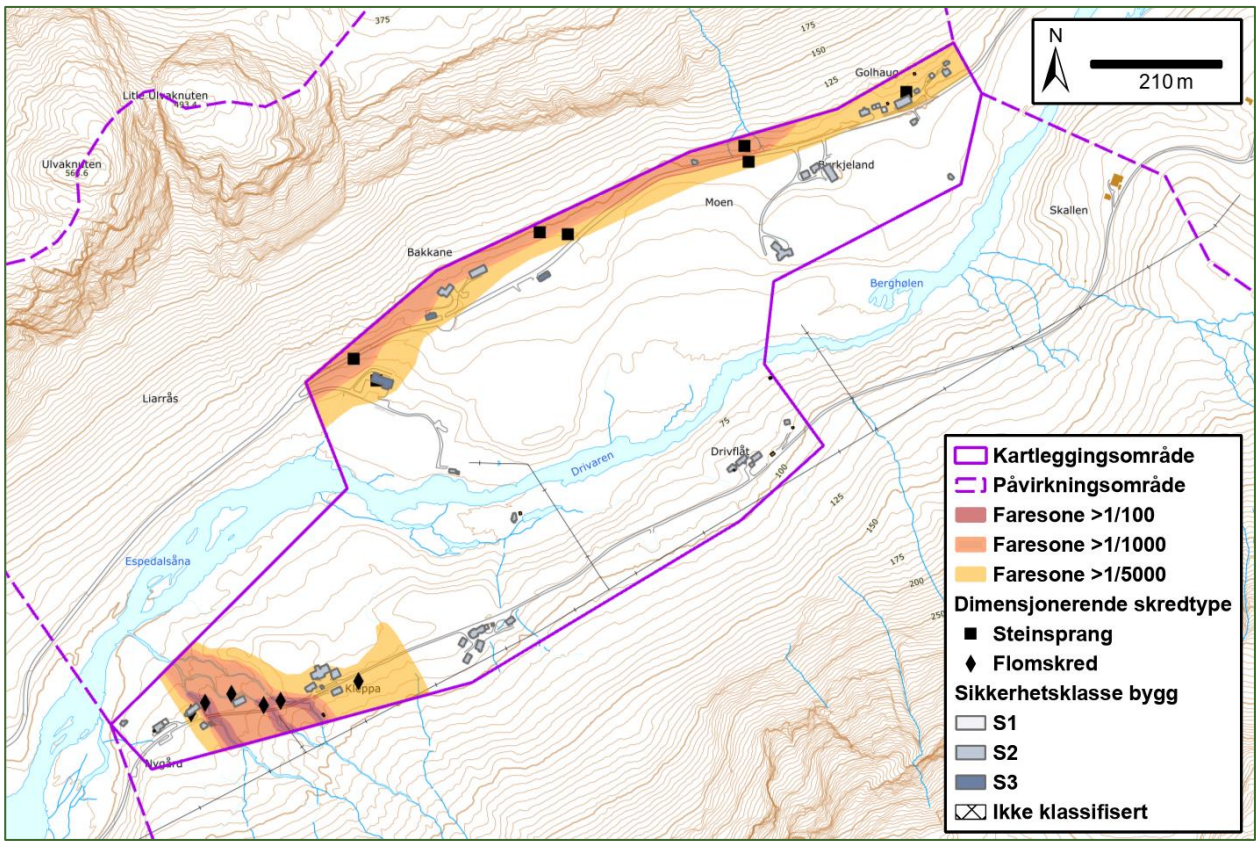
Den samlede skredfaren fra nordlig dalside vurderes til 1/1000 fra steinsprang, og til 1/5000 i et mer utstrakt parti, hovedsakelig fra steinsprang, men også et mindre parti fra flomskred i nord-vestlig del, under Ulvaknuten. Den samlede skredfaren fra sørlig dalside kommer fra flomskred, og vurderes til 1/100 i strekker knyttet til elven Kleppåna, samt 1/1000 og 1/5000 knyttet til tidligere flomskredavsetninger i det samme utløpsområdet. Se Figur 78 og Vedlegg 6E.

For delområdet Nygård–Golhaug er den samlede skredfaren den samme, uavhengig av om dagens skogforhold tas i betraktning eller ikke.

Det er enkelte bygg som ligger innenfor faresonene og som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet (Tabell 25).

Tabell 25. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	6	0
≥ 1/5000	-	-	2



Figur 78. Faresonekart for delområdet Nygård-Golhaug. Se Vedlegg 6E for versjon i større målestokk.

9.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Asplan Viak har tidligere utredet skredfare ifm. detaljregulering for omsorgsboliger ved Espedalsvegen 865 [39], som ligger nedenunder Litle Ulvaknuten og ved fotballbanen i kartleggingsområdets nord-vestlige hjørne.

Det er ingen avvik fra tidligere skredfareutredning. Faresonene i denne rapporten har tilnærmet samme plassering som konkludert med i Asplan Viak sin rapport, med 1/5000-faresone for steinsprang som omfatter Espedalsvegen 865, og 1/1000-faresone for steinsprang som strekker seg ut til skråningen mellom fylkesvegen og Espedalsvegen 865.

9.3.9 Andre farer

Det finnes flere lokale mindre løsmasseskråninger og terrasser fra elveavsetninger i kartleggingsområdet. Disse kan være løsneområder for mindre utglidninger, spesielt under større nedbørsperioder. Det er noen tegn til tidligere utrasinger i disse skråningene. Mulige utrasinger vil være begrenset i volum og utløp. Disse skråningene er markert som «andre faremomenter».

9.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

Se kap. 3.13 generelle usikkerheter knyttet til denne typen utredninger.

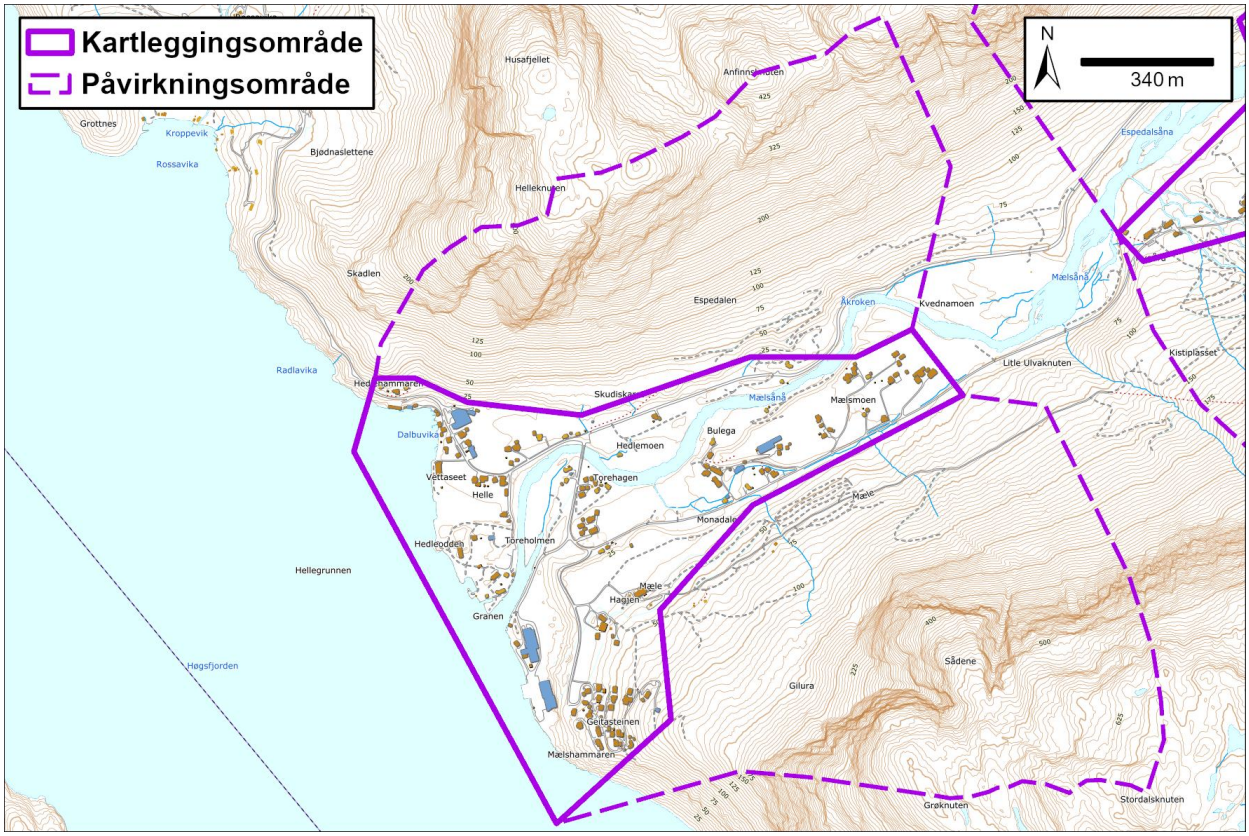
10 Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

10.1 Områdebeskrivelse

Delområdet Helle og Mælsmoen er lokalisert i nedre del av Espedalen, nesten innerst i Høgsfjorden, se Figur 79 og Figur 80. Kartleggingsområdet omfatter bebyggelsen i Helle og Mælsmoen, som består av mindre boligfelt, spredte eneboliger og gårdsbebyggelse med tilhørende landbruksarealer. Selve kartleggingsområdet ligger i dalbunnen ved havnivå, og strekker seg 1,4 km fra Høgsfjorden og inn i Espedalen på om lag 40 moh. Elven Espedalsåna renner sentralt gjennom kartleggingsområdet.

Påvirkningsområdet strekker seg opp dalsidene nord og sør for kartleggingsområdet. I nord stiger terrenget bratt opp mot høyereliggende fjellområder ved Helleknuten og Anfinnsknuten på ca. 450 moh.

I påvirkningsområdet sør for kartleggingsområdet har terrenget en brattere helning opp i retning Grøknuten (556 moh.), Sådene (520 moh.), og Stordalsknuten (691 moh.).



Figur 79. Oversikt over delområdet Helle og Mælsmoen.



Figur 80. Oversikt over utredningsområdet i 3D med drapert ortofoto fra 2019. Bildet er orientert mot øst.

10.2 Grunnlagsmateriale

10.2.1 Aktsomhetskart

Kartleggingsområdet berøres av aktsomhetsområder for både jord- og flomskred, steinsprang, og snøskred (S3 og S2 m/skog), fra både nordlig og sørlig del av utredningsområdet.

10.2.2 Historiske skredhendelser

Fra NVEs skreddatabase [15] er det i kartleggingsområdet registrert et jordskred fra 1789, og en steinsprang-/steinskredhendelse fra 2007. Steinspranghendelsen er registrert med begrenset informasjon utover at det førte til skade på veg. Jordskredet i 1789 var i forbindelse med den største kjente flommen av Melsåna (Espedalsåna) i området, der åker, eng og en stor del av Nedre Mæle raste ut mot fjorden. Utenfor utredningsområdet, noen 100-meter mot nordvest langs Espedalsvegen, er det registrert ytterligere tre steinsprang-/steinskredhendelser som også skal ha påført skade på veg, i hhv. 2007, 2007, og 2010.

Informanter fra delområdet forteller om en flomhendelse i 1962 fra elven Espedalsåna der noen bruer ble revet med. Det fortelles også at det årlig er omfattende flommer i renna like øst for Sådene i sørlig dalside. Et par ganger ila. to generasjoner er det erfart at masseførende flom herfra, påvirker skogsvegen ved Mæle (80 moh.), som ligger over kartleggingsområdets grense. En annen lokal informant omtaler at

steinsprang som forekom i 2010 i dalsiden opp mot Helleknuten. Steinsprangblokkene stoppet i uren, antagelig omtrent midt i skåningen betydelig over kartleggingsområdet. Ellers er det en generell oppfatning fra samtlige informanter om at det er lite aktivitet knyttet til steinsprang, men at det oppleves både isnedfall og våte snøskred i fjellsidene i sør som stopper i skogen ovenfor kartleggingsområdet.

10.2.3 Tidligere skredfareutredninger

Sweco er ikke kjent med tidligere skredfarekartlegginger i delområdet Helle og Mælsmoen. Sweco er kjent med en skredfarerapport i naboområde Nygård utarbeidet av Asplan Viak og to skredfareutredninger utført av Multiconsult for Espedalen masseuttak lengre øst i Espedalen. Disse rapporter gir ikke relevante opplysninger for delområdet Helle og Mælsmoen.

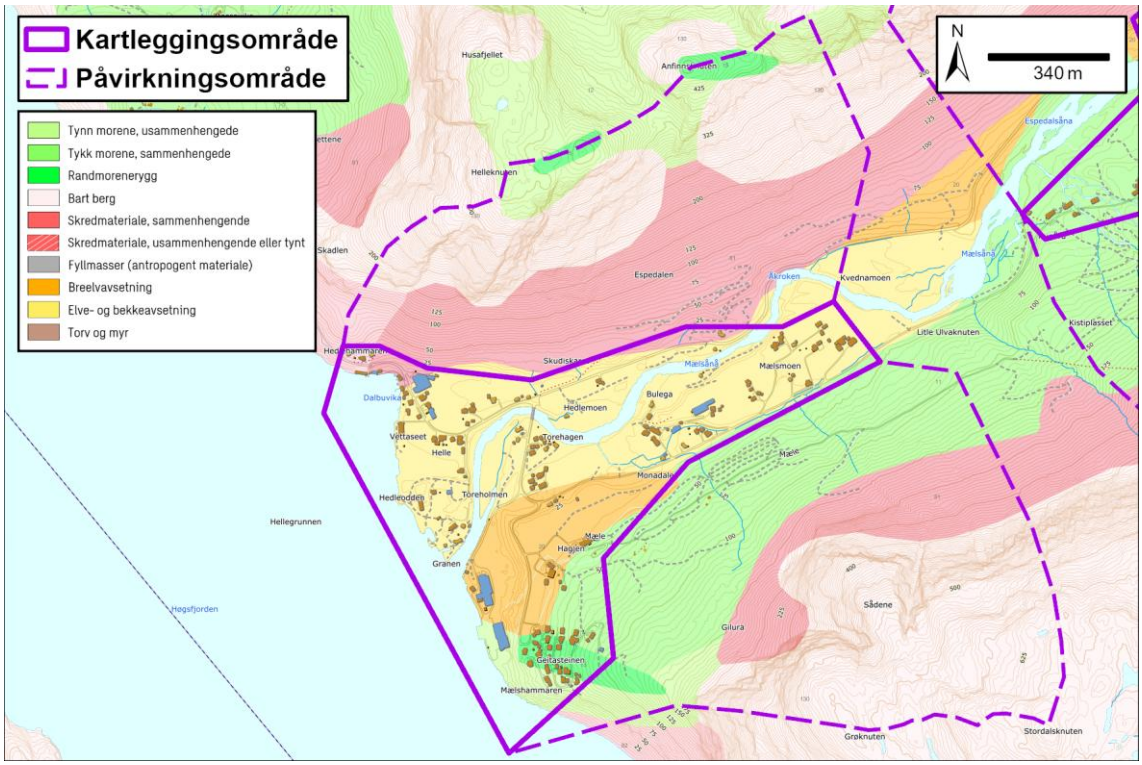
10.2.4 Eksisterende sikringstiltak

I elven Espedalsåna er det gjennomført erosjonssikring, med rensk på 60-tallet, og etablering av steinlag i 1999. I tillegg er det gjennomført flomsikring både i 1992 og 1999 [16].

10.2.5 Berggrunn og løsmasser

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 viser at berggrunnen består av hovedsakelig granitt - «***Omdannet granitt til granodioritt; grå, til dels ganske grovkornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende, med perthittisk alkalifeltspat, med svak til velutviklet foliasjon***».

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (Figur 81) viser at dalbunnen består av elve- og bekkeavsetninger og breelvavsetninger, mens opp i fjellsidene er det skredmateriale og bart berg. I tillegg er det morenemasser i sørsiden av dalen [4].



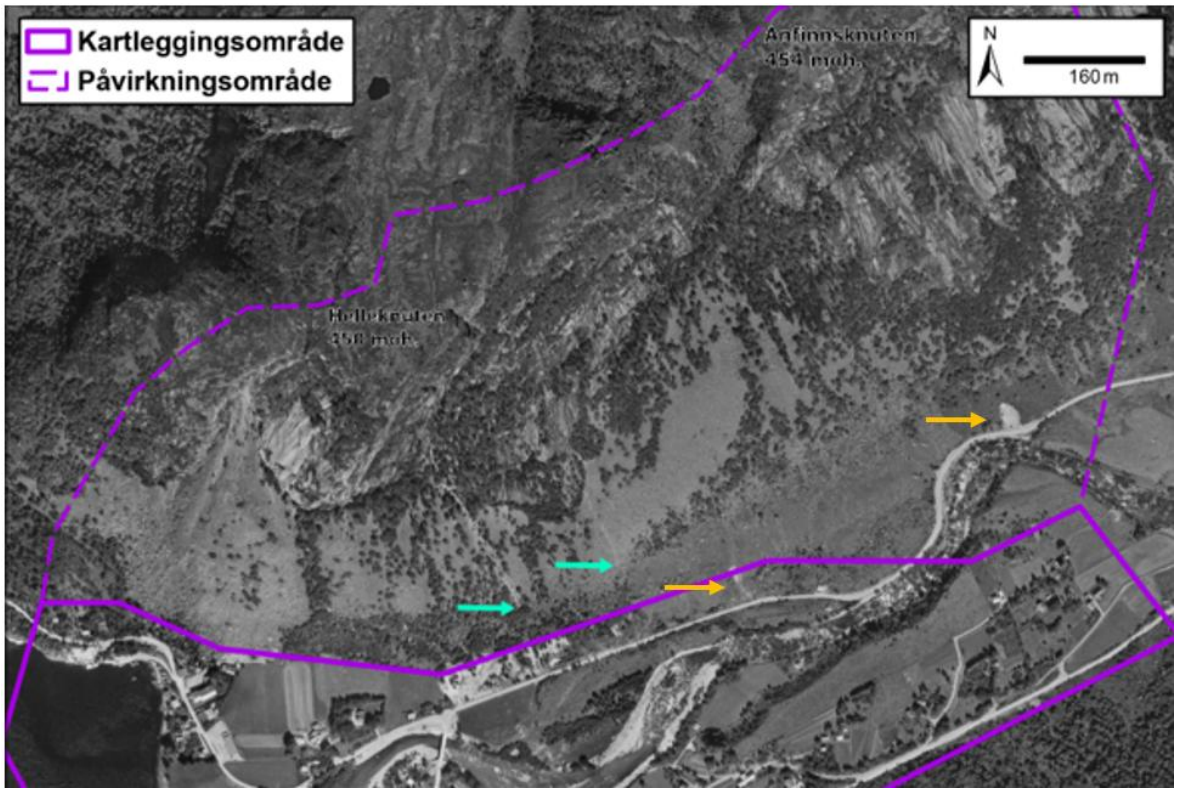
Figur 81. Løsmassekart fra NGUs WMS-tjeneste [4], basert på NGUs kart i 1:250 000.

10.2.6 Flyfoto og skråfoto

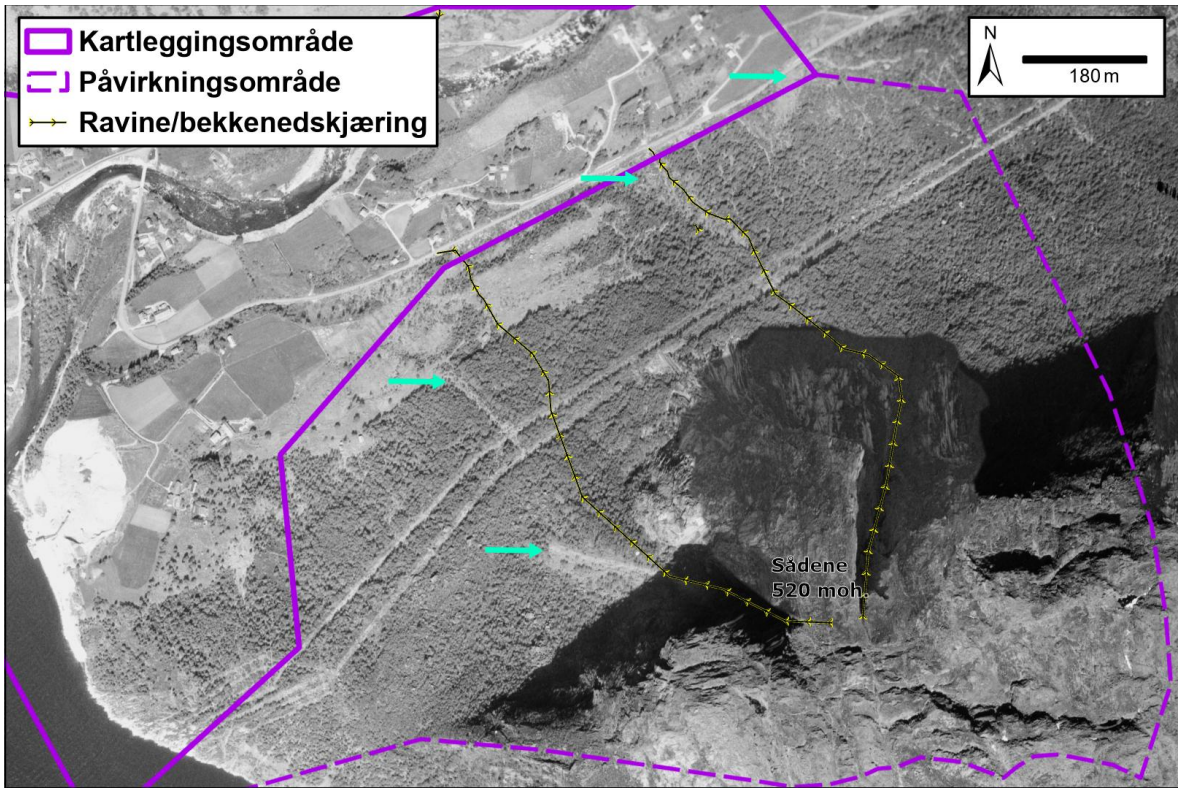
Det foreligger flyfoto for delområdet fra 1967 og frem til 2019 [18].

På nordlig dalside er det på flyfotoet fra 1967 mulig å observere skredaktivitet på nordsiden mellom Helleknuten og Anfinnsknuten (Figur 82), som muligens er spor etter skredaktivitet og flomhendelser i 1962, samt to små løsmasseutglidninger på terrasekanten. Det voll-lignende terrengplatået rett over vegen i Skudiskaret ser ut til å ha vært der siden før 1967.

I sørlig dalside observeres det på flyfoto fra 1971 skredaktivitet fra begge rennene på hver sin side av Sådene. Skredaktivitet har noen steder nådd helt ned til kartleggingsområdet, se Figur 83.



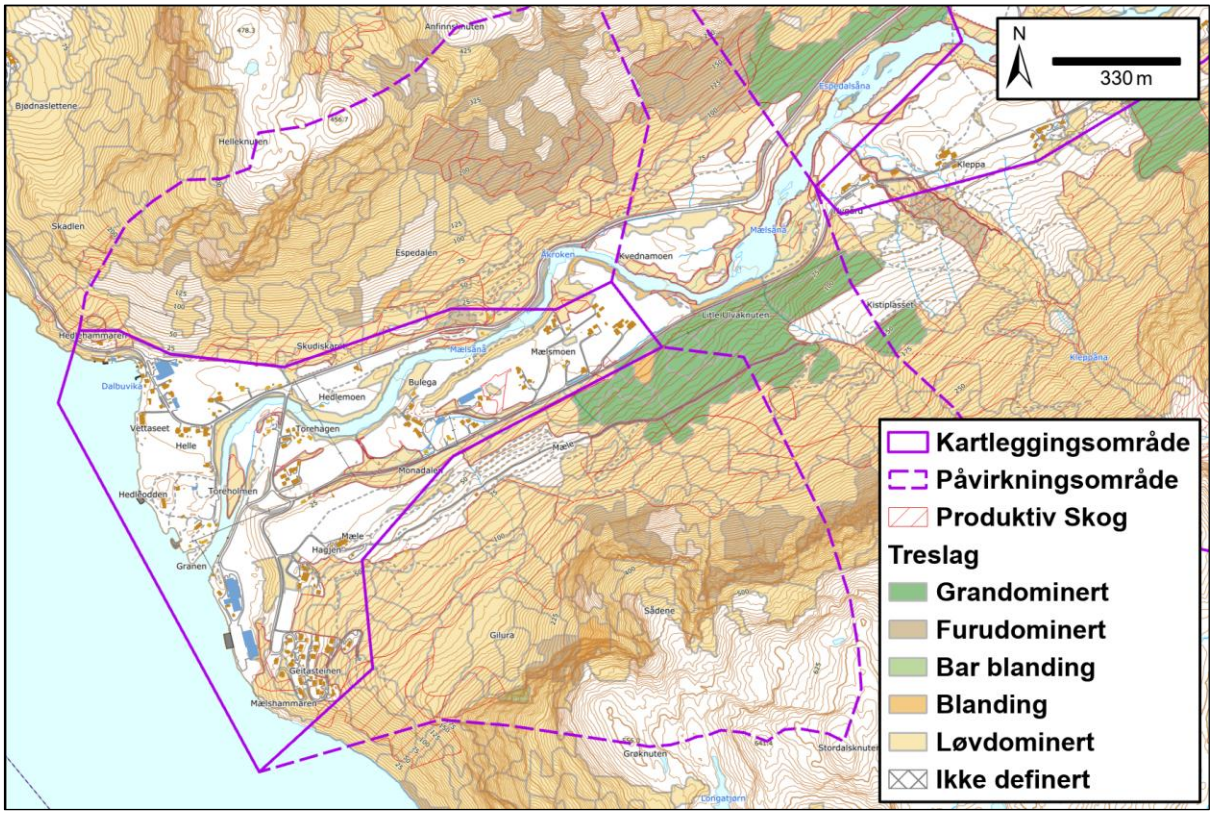
Figur 82. Flyfoto fra 1967. Spor etter skredaktivitet på nordsiden mellom Helleknuten og Anfinnsknuten. Lyseblå piler peker på skredutløp for steinsprang/flomskred, mens oransje piler peker på små utglidninger langs terrasekanten.



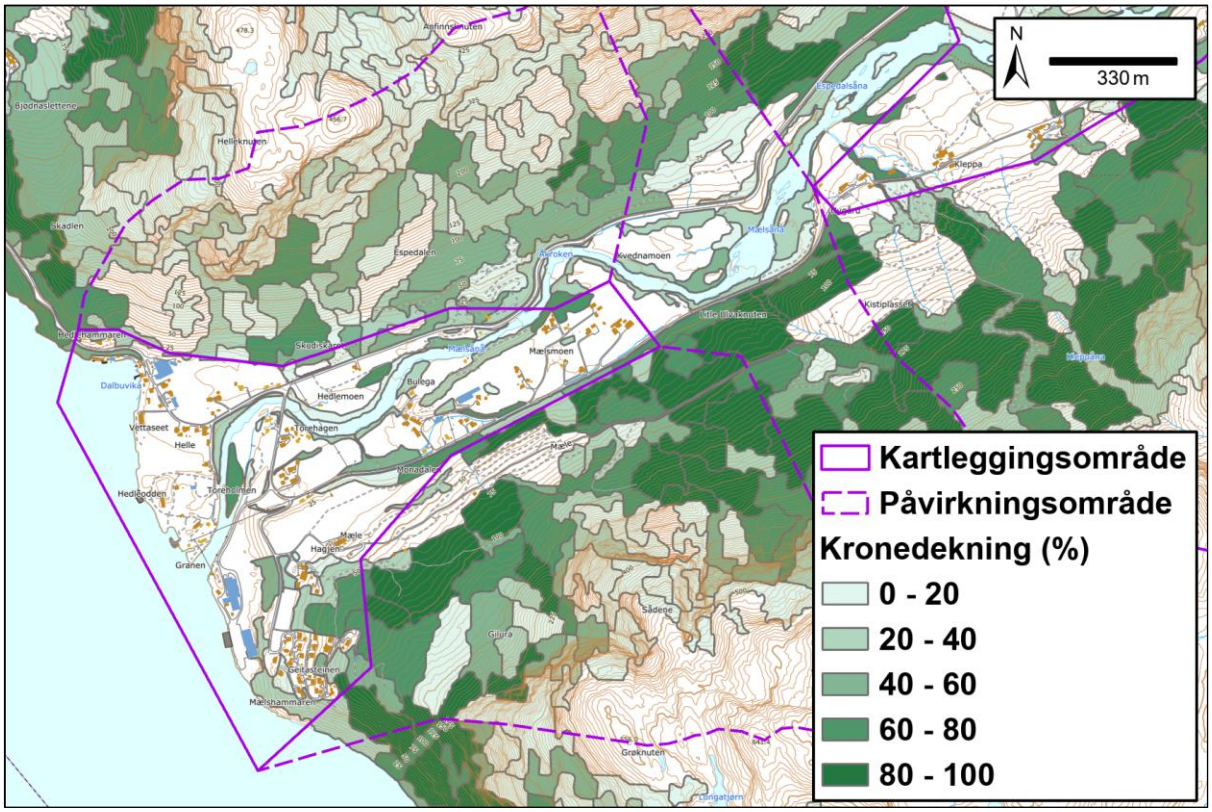
Figur 83. Flyfoto fra 1971. Spor etter skredaktivitet (lyseblå piler peker på skredutløp) fra rennene på hver side av Sådene (520 moh.) i dalens sørside.

10.2.7 Skog

Skogen på begge dalsidene er i stor grad løvdominert, med et parti med grandominert skog i dalens sørside, og et parti med furudominert skog i dalens nordside, se Figur 84. Skogens kronedekning er vist i Figur 85.



Figur 84. Kart over skogressurser i delområde 7 delområdet Helle og Mælsmoen fra NIBIOs SR16 data [33] og produktiv skog fra FKB-AR5 data.



Figur 85. Kronedekning over delområdet 7 Helle og Mælsmoen.

10.2.8 Drenering

Det er benyttet kart med teoretiske strømningsveier (se Vedlegg 7B), samt historiske bilder og observasjoner i felt for vurdering av dreneringsveier som har påvirkning på skredfaren. Under befaringen hadde det regnet noe de tre dagene før, totalt 10-20 mm, som ga et greit inntrykk av vannveier i felt.

I dalens sørside er det fra felt observert to raviner, relatert til rennene på hver side av fjellet Sådene, som også tidligere har hatt skredaktivitet avdekt fra historiske flybilder. I disse renneformasjonene er det tilgjengelige løsmasser og skredmateriale. Løsmassene er sammenhengende morenemateriale, stedvis med stor mektighet. Skredmaterialet er generelt tynt og usammenhengende.

I dalens nordside er det fra felt ikke observert noen større og tydelige bekkeløp, men derimot sildrende vann på flere steder.

10.3 Skredfarevurdering

10.3.1 Steinsprang

<u>Nordlig dalside</u>

I nordlig dalside er det mange skrenter med brattere helning enn 45°. Skråningens fallretning er orientert SSØ ned mot kartleggingsområdet. Terrenghelningen blir gradvis brattere i høyden, der nedre parti (nedenfor uren) er på ~20°, og midtre parti (selve uren), er 30-35°, og øverste parti (bart berg) er 45-80°. Se Figur 86.



Figur 86. Deler av nordre dalside i Helle og Mælsmoen.

Berget er i stor grad oppsprukket med åpne sprekker, men det er lite antydning til tydelige sprekkavløste blokker på deler av dalsiden, mens andre områder bl.a. sørøstlig siden Hellknuten over Skudiskaret viser oppsprukket berg og flere overheng. Det observeres kun ett ferskt sår etter utfall. Denne blokken ble registrert av lokale, og stoppet midt i skråningen (se kap. 10.2.2). Løsneområde til blokken er synlig i fjellsiden. Blokkene i urene har i snitt volum på ~1 m^3, med maksimale blokkstørrelser opp mot ~15 m^3. Generelt anses uren som stabil grunnet jevn helning på ~35°, samt noen vegetasjon/mose. Det ble i felt ikke observert noen nylige steinspranghendelser.

Størrelsen på mulige løsneblokker er antatt å være hovedsakelig <1 m^3, og ha en løsnesannsynlighet større enn 1/100. For større blokker som løsner er det antagelig oppknusing på veg ned slik at disse avsettes som blokker med gjennomsnitt størrelse på opptil 1 m^3. Større blokker har en løsnesannsynlighet >1/1000.

Som tillegg i vurderingen av utløpslengder er det benyttet modellering i Rockyfor3D, med parameterverdier presentert i Tabell 3. Basert på størrelsen av steinsprangblokker og blokker i uren vurderes modelleringene med blokkstørrelse på 1 m^3 som mest representative for eventuelle nye steinsprang. Modelleringene indikerer at steinsprangblokker enkelte steder i nordre del kan nå et stykke inn i kartleggingsområdet. Det mest eksponerte området er i nordvest og relatert til den mest prominente uren under Helleknuten ved Dalbuvika (til venstre i Figur 86). Her når de lengste modellerte steinsprangene flere titalls meter inn i kartleggingsområdet og ned til fjorden. Basert på observasjoner på befaring, samt tidligere hendelser, terrenganalyser og resultater fra utløpsmodellering er det vurdert at årlig nominell sannsynlighet for steinsprang innen kartleggingsområdet er >1/1000 i nordvest ved Hedlehammaren. Steinsprang vurderes å ha en årlig nominell sannsynlighet >1/5000 inn i kartleggingsområdet for store deler av nordlige skråningsfoten.

Det kan ikke utelukkes at enkelte blokker i uren kan remobiliseres. Uren har flere steder helning på over 40°. I uren er det røtter/trær som kan indusere bevegelse, og underlaget vurderes å ha varierende friksjon. Eventuelle remobiliserte blokker vil ikke bygge mye momentum da terrengblokkene generelt er kantete med varierende, asymmetriske former. Løsnesannsynligheten for remobilisering vurderes til 1/100 i uren, men vurderes å ha begrenset momentum og utløp. Kun svært få blokker er antatt vil ha nok energi for å nå inn i kartleggingsområdet. Remobilisering av blokker vurderes å til en viss grad kunne nå

inn i kartleggingsområdet, men vurderes å være dekket inn under vurderingen av steinsprang. Blokker ved Espedalsvegen 586 og 588 i nordvestlige hjørnet av kartleggingsområdet ligger på terreng med helning over 30°, men ligger delvis begravd i løsmasser og derfor er sannsynlighet for remobilisering vurdert som mindre enn 1/5000.

Skog som vokser på urmassene vil ha noe effekt på mindre steinsprangblokker, men vil ikke ha effekt på større blokker. Kun større blokker som ikke knuses vil ha betydelige utløpslengder og derfor er skogens effekt ikke tatt i betraktning i vurderingen av steinsprang og remobilisering.

Potensialet for flogstein vurderes å være begrenset ettersom store deler av midtre og nedre dalsiden er dekket av urmateriale. Det finnes kun få bratte bergflater som kan forårsake flogstein. Flogstein er dekket inn under utarbeidede faresoner for steinsprang.

Sørlig dalside

Den sørlige dalsiden har en slakere helning på 10-25° opp 200-300 m i skråningen der skrentene starter. Disse er brattere, mellom 45-80°. Skråningens fallretning er generelt orientert NV, se Figur 87.



Figur 87. Oversikt over dalens sørside i Helle og Mælsmoen.

Urmasser dekker store deler av skråningen ved foten av bergskrentene, spesielt ved rennene fra Sådene. Urmassene stopper hovedsakelig lang over kartleggingsområdet ved ca. 130 moh. Imidlertid er dalsiden under dette preget av spredte blokker. Det er sannsynlig at noen av disse blokker er knyttet til steinsprangaktivitet, og det observeres noen ferske sår og overheng øverst i dalsiden, men det ikke er observert tegn på ferske nedfall nær kartleggingsområdet. Det vurderes at løsnesannsynlighet for steinsprang er >1/100.

Historikk og informasjon fra lokale tilsier at steinsprangaktivitet på sørsiden ikke når kartleggingsområdet. Som tillegg i vurderingen av utløpslengder er det benyttet modellering i Rockyfor3D, med parametere i Tabell 3. Basert på størrelsen av steinsprangblokker og blokker i uren vurderes modelleringene med blokkstørrelse på 1 m^3 som mest representative for eventuelle nye steinsprang. Modelleringen indikerer at de fleste modellerte steinsprangene stopper midt i den sørlige dalsiden, 200-250 meter unna kartleggingsområdet. Det er én seksjon langs skråningen der modelleringene når ned og inn i kartleggingsområdet under Sådene. Basert på terrenganalyse, observasjoner i felt, tidligere hendelser og

resultater fra modellering er det vurdert at årlig sannsynlighet for steinsprang som kan nå kartleggingsområdet er >1/5000 kun for to strekninger på begge sider av Sådene. Årlige nominell sannsynlighet for steinsprang for resten av sørlig fjellsiden er vurdert som <1/5000.

Potensialet for flogstein vurderes å være begrenset som følge av ingen åpenbar utslagsflate nær kartleggingsområdet. Årlig sannsynlighet for flogstein er vurdert som <1/5000.

Remobilisering av blokker er en aktuell problemstilling. Imidlertid vil remobiliserte blokker for store deler av dalsiden ha begrenset energi og vil stoppe langs fjellsiden langt ovenfor kartleggingsområdet. Sannsynlighet for remobilisering av blokker som kan nå kartleggingsområdet er vurdert som <1/5000 for store deler av fjellsiden. Det er et område ved Geitasteinen i sørvest, der det finnes flere blokker langs en bratt skråning (helning over 30˚) der det er vurdert at remobilisering av steinblokker er aktuell. Imidlertid er fleste av blokkene delvis nedgravd og derfor vurderes det at sannsynlighet for at blokkene remobiliseres er mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000.

Mælshammaren

Terreng sørvest for Mælshammaren er formet av bratte bergskrenter fra ca. 40 moh. og ned til fjorden innenfor kartleggingsområdet. Bratte skrenter strekker seg utenfor kartleggingsområdet. Det finnes flere tegn til tidligere steinsprangaktivitet langs bergflatene, men det er ikke ur eller steinsprangblokker i området. Det antas at steinsprang fra disse skrentene vil nå fjorden. Løsnesannsynlighet for steinsprang på Mælshammaren er vurdert som større enn 1/100.

Resultater fra modellering av utløp med Rockyfor3D bekrefter at blokkene vil ikke stoppe langs skrentene, men ha utløpslengde ut i sjøen.

Basert på observasjoner fra befaring, terrengforhold samt resultater fra modellering vurderes det at årlig sannsynlighet for steinsprang på Mælshammaren er større enn 1/100.

10.3.2 Steinskred

Det er terreng med bart berg som er brattere enn 45° i utredningsområdet. Det er også bratte skrenter/fjellvegger med flere titalls meters relieff. Det finnes ingen indikasjon på ustabile bergpartier i NGUs InSAR-datasett [32]. Store uravsetninger som ligger på sørvestlige siden Helleknuten mistankes å være koblet til en historisk steinskredhendelse. Fjellsiden over avsetningen ble inspisert med drone under befaring. Det ble ikke funnet tegn på nåværende store, ustabile fjellpartiet som kan klassifiseres som steinsprang i området. Det vurderes at årlige nominelle sannsynlighet for steinskred i delområdet Helle og Mælsmoen er mindre enn 1/5000.

10.3.3 Snøskred

Nordlig dalside

Den nordlige dalsiden består i stor grad av bratte fjellvegger (>60°). De fleste slakere partiene i fjellsiden er preget av noen ruhet, og vurderes å ikke være egnede løsneområder for snøskred. Det er identifisert kun noen mindre områder med potensielt noe mindre ruhet, og hvor det er utarbeidet potensielle løsneområder for snøskred. Områdene der løsneområdene ligger er ikke dekket av skog med tilstrekkelig kronedekning til å hindre utløsning av snøskred. Løsnesannsynligheten vurderes større enn 1/1000.

Nedenfor fjellsiden har terrenget helning på 25-30°. Disse områdene er preget av ur og blokker. Basert på terrengruhet og lavtliggende områder vurderes disse å ikke være egnede løsneområder for snøskred.

Analysepunket for klimaanalysen er satt til sørlig del av Espedalen (Stordalsknuten 691 moh.). Gjennomsnittlig maksimal snødybde for området er 139 cm (på 655 moh.) [7]. For 1000 og 5000 års returverdier gir analysen et utgangspunkt på henholdsvis 95 og 110 cm (Figur 8) [7]. En konservativ tilnærming er benyttet for kartlegging av løsneområder for snøskred. Midtre og øvre deler av dalsiden er utformet av steile bergskrenter med kun få slakere områder som kan være egnet for utløsning av snøskred. Flere av disse områder er små og dekker kun mindre arealer. For å korrigere løsnetykkelsen

for terrenghelningen i løsneområdene er det benyttet en korreksjonsfaktor på 0,85. Dette gir et utgangspunkt for løsnetykkelser på 85 og 94 cm for henholdsvis 1000- og 5000-års skred. Som følge av nedbørsførende vind fra sørøst kan det heller ikke utelukkes at det kan forekomme noe vindtransportert snø for enkelte områder. Det er lagt til 30% som følge av potensiell vindtransportert snø.

Tabell 26 gir en oversikt over potensielle løsneområder, samt størrelse, løsnetykkelser og vurdert skogbeskyttelse. Det kan ikke utelukkes at potensielle løsneområder kan være enkelte andre steder i skråningen, men modelleringer fra utarbeidede løsneområder vurderes å ville gi tilstrekkelig oversikt over rekkevidde til eventuelle snøskred.

Modellering av snøskred i RAMMS::Avalanche indikerer at skred fra flere løsneområder vil stoppe langs fjellsidefoten før snømassene når kartleggingsområdet. Det er kun løsneområde S-78 som vil utløse masser som kan nå kartleggingsområdet. Resultater stemmer overens med tegn på tidligere massetransport ved den østlige kanten til det store uravsetningen på vestlige siden av Helleknuten. Løsneområde S-78 ligger på bart fjell uten noe skogdekning. Det er heller ikke betydelig skog i utløpsområdet som kan ha bremse effekt til snømassene.

Basert på modelleringer og faglig skjønn vurderes snøskred å kunne nå inn i kartleggingsområde med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 nord for Espedalsvegen 634. Det vurderes at årlig sannsynlighet for snøskred i resten av nordlige dalsiden er <1/5000. Det er utarbeidet sammenfallende faresoner med og uten skog.

Sørlig dalside

Det er fra informanter registrert flere tidligere snøskred, hovedsakelig fra dalens sørside. Disse er for det meste relatert til renneformasjonene, og er ofte i form av våte snøskred. Det er også erfart glideskred på svaberg i dalens sørside. Innenfor utredningsområdet er det terreng med helning mellom 10-80°.

De mest aktuelle løsneområdene er høyt oppe i dalens sørside (250-500 moh.), relatert til fjellpartiet Sådene. Disse er i gjennomsnitt 35-40°, og ble valgt ut basert på beskrivelser fra informanter, vurderinger i felt og terrenganalyse. Løsneområdene er generelt av begrenset størrelse. Basert på skredhistorikk, løsnevolum, og terrenghelning, vurderes løsnesannsynligheten >1/100.

Modellering av snøskred i RAMMS::Avalanche har blitt utført basert på lik klimaanalyse som for den nordlige siden. For løsneområdene på sørlige siden er det lagt til 25% tillegg som vindtransportert snø iht. klimaanalyse. Resultater fra modellering er i samsvar med opplysninger oppgitt fra lokale informanter. Løsneområder S-37 ved østlig siden av Sådene har utløp som når kartleggingsområdet. Løsneområdene ligger på bart fjell uten noe skogdekning. Langs modellerte skredbanene finnes det tett skog som kan ha bremsede effekt på snøskredmassene. Imidlertid er effekt av skog vurdert som begrenset grunnet bratte fjellsiden langs utløpsbanen og derfor begrenset tap av energi til skredmassene for scenarioer 1/1000 og 1/5000. Det vurderes at skog ikke har noen effekt mot snøskred.

Basert på modelleringer og faglig skjønn vurderes snøskred kan nå inn kartleggingsområde med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/1000 sør for Kleppavegen 110 og 112. Det vurderes at årlig sannsynlighet for snøskred i resten av nordlige dalsiden er <1/5000.

Tabell 26. Aktuelle løsneområder for snøskred ved delområde Helle og Mælsmoen. Løsnetykkelsene for alle områdene er justert for helning på rundt 35° (faktor på 0,85). RAMMS-simuleringene er utført på en terrengmodell med 5 m oppløsning, med høydeintervall på 1500-1000 m.

Plass	ID (#)	Beskrivelse	Omtrentlig helning	Snødrift	Areal (m^2)	Løsnetykkelse (cm)		Beskyttelse av skog
						1000 år	5000 år	
Sørlig dalside	S-36	Ca. 275 moh. i midtre del av skråning. Ikke dekket av skog	30-40°	Noe	3920	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-37	Ca. 265 moh. i midtre del av skråning. Ikke dekket av skog	30-40°	Noe	3410	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-40	Ca. 315 moh. i midtre del av skråning. Ikke dekket av skog.	35-40°	Noe	690	105	120	Ikke tilstrekkelig

	S-59	Ca. 185 moh. Nedre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	40-45°	Noe	760	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-60	Ca. 185 moh. Nedre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	40-45°	Noe	700	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-66	Ca. 450 moh. Øvre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	40-45°	Noe	350	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-67	Ca. 320 moh. Midtre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	40-45°	Noe	1115	105	120	Ikke tilstrekkelig
	S-70	Ca. 300 moh. Midtre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	35-40°	Noe	770	105	120	Ikke tilstrekkelig
Nordlig dalside	**S-78**	Ca. 330 moh. Øvre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	40-45˚	Noe	810	110	125	Ikke tilstrekkelig
	S-81	Ca. 315 moh. Øvre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	35-40°	Noe	1180	110	125	Ikke tilstrekkelig
	S-87	Ca. 190 moh. Nedre del av fjellsiden. Ikke dekket av skog	35-40°	Noe	865	110	125	Ikke tilstrekkelig
	S-96	Delvis dekket av løvskog, men med kronedekning <80%.	30-35°	Ingen	2523	110	125	Ikke tilstrekkelig

10.3.4 Jordskred

Nordlig dalside

Ifølge NGUs løsmassekart [4] består nordlig dalside av bart fjell og skredavsetninger. Dette stemmer med observasjoner fra befaring. Utenom urmasser finnes det ikke løsmassedekke i de bratte fjellsidene og derfor er det ikke potensiale for utløsning av jordskred i dalsiden. Det finnes heller ikke tydelige skredvifter som kan kobles til jordskred. Det er kun en vifteform kartlagt ved den nordlig siden som er antatt tilknyttet flomskred (se kap. 10.3.5). Det vurderes at løsnesannsynlighet for jordskred fra nordlig dalsiden er <1/5000.

Remobilisering av blokker er en aktuell problemstilling fra uravsetningene karakterisert som skredmateriale. Remobilisering av blokker er omtalt i kap. 10.3.1.

Sørlig dalside

NGUs løsmassekart viser at sørlig dalside består av bart fjell i øvre del, og morenemasser og skredavsetninger på den nedre delen. Terrenget der det finnes morenemasser er relativ slakt, med helning hovedsakelig mindre enn 25˚. Det vurderes at potensialet for å utløse jordskred er begrenset pga. terrengform. Det vurderes at løsnesannsynlighet for jordskred fra områder dekket av morenemasser er <1/5000.

Skredmateriale på nedre del av fjellsiden består av grove uravsetninger. Uravsetninger ligger på brattere terreng enn morenemasser (25-40˚). Remobilisering av steinblokker er en aktuell problemstilling for deler av sørlige dalsiden. Remobilisering av blokker er omtalt i kap. 10.3.1.

Dalbunnen

Dalbunnen består av elve- og breavsetninger iht. NGU løsmassekart [4]. Det finnes tre terrassenivåer med bratte terrasseskråninger. Fra historiske flybilder og observasjoner fra befaring har det tidligere vært flere små utglidninger langs disse. Utglidninger har korte utløp og de fleste av utglidninger når ikke langt ut fra skåningsfoten. Store deler av den nåværende elvekanten er sikret mot erosjon [16]. Dette viser at løsmassene i området er lett eroderbar og det har relativ svak stabilitet. Bratte ustabile skråninger finnes

på Hedlemoen nord for elva samt på Mælsmoen og Monadalen sør for elva. Løsnesannsynlighet for disse terrasseskråninger er vurdert som >1/1000. I tillegg finnes det en høyere terrasekant helt på sørvest i kartleggingsområdet på et industriområde på Mælsosen 25. Der er det flere utglidninger observert langs kanten som sannsynligvis har blitt utløst i de siste titallsårene i et nedlagt grustak. Løsnesannsynlighet for utglidninger fra denne skråning er vurdert som >1/100.

Små utglidninger har generelt korte utløp. Flere av de observerte utglidninger har stoppet langs skråning eller på skråningsfoten. Utløp er ikke modellert grunnet eksiterende utløpsmodeller ikke kan representere realistisk slik type utglidninger. Utløpslengde har blitt vurdert basert på observasjoner av avsetninger. Årlig sannsynlighet for utglidninger innenfor kartleggingsområdet på Hedlemoen, Mælsmoen og Monadalen er vurdert som >1/1000, mens årlig sannsynlighet på Mælsosen 25 er vurdert som >1/100. Årlig sannsynlighet for resten av dalbunnen er vurdert som <1/5000.

10.3.5 Flomskred

Fra historiske flybilder og lokale erfaringer har det tidligere vært flomskredaktivitet både nord og sør i dalen, og det er i felt observert flomskredavsetninger og tydelig ravinering i sørlig dalsiden.

Nordlig dalside

Det er fra flybilder i 1967 (Figur 82) observert to skredutløp mulig koblet til flomskred, der det lengste nådde ned til ca. 35 moh., noen meter utenfor kartleggingsområdet ved Skudiskaret. Skyggemodell viser også tydelige skredavsetninger/en gryende vifteform i det området. Viften er koblet til et gjel på den bratte fjellsiden. Observerte avsetninger antas å ha foregått ved langsom drenering over tid med flere hendelser. Basert på mangelfull tydelig ravinert terreng vurderes det at frekvensen av flomskred i området er lav. Løsnesannsynligheten for flomskred er derfor vurdert som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

Modellering av flomskred har blitt utført med RAMMS::Debris Flow. Grunnet begrenset arealet for løsneområdet er det brukt bruddkanthøyde på 1,5 og 2 m for å sjekke maksimal utløpslengde. Tabell 27 gir en oversikt over potensielle løsneområder i nordlig og sørlig dalside, samt størrelse, løsnetykkelser og vurdert skogbeskyttelse. Modellering ble utført uten erosjon grunnet begrenset løsnevolum og manglende eroderbar massen langs utløpsbanen. Resultater fra modellering viser at flomskredmassene vil stoppe langs uravsetninger eller på øvre terrassenivå utenfor kartleggingsområdet.

Basert på terrenganalyse, observasjoner fra befaring, modelleringsresultater og faglig skjønn er det vurdert at årlig sannsynlighet for flomskred fra den nordlige dalsiden innen kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

Sørlig dalside

Ravineringen i sør tyder på erosjon med massetransport ned skråningen. I østlig del er det utviklet leveer (Figur 88) i skråningen over kartleggingsområdet koblet til en ravine øst for Sådene, og det er usikkert i hvor stor grad det har vært gradvis erosjon ved flom som har dannet ravineringen eller hurtige skredhendelser med større skadelig potensiale. På skyggemodell er det en svak antydning til en ca. 200 meter bred vifteform med helning mellom 10-20° som kan følges ned til kartleggingsområdegrense. Terreng i kartleggingsområdet er dyrket opp, og det kan dermed ikke vite med sikkerhet om viften strekker seg innen kartleggingsområdet.

Modellering av flomskred i sørlig dalsiden har blitt utført med RAMMS::Debris Flow. Løsneområder har vært kartlagt langs bekker ved sidene av Sådene. Det har vært modellert med 1,0 og 1,5 m bruddkanthøyde. Et av områdene øst for Sådene dekker en lang strekning av bekkeløp for å representere en hendelse som tilsvarer den kartlagte flomskredviften. Tabell 27 gir en oversikt over potensielle løsneområder i nordlig og sørlig dalsiden, samt størrelse, løsnetykkelser og vurdert skogbeskyttelse. Resultater fra modellering viser at flomskred ville nå kartleggingsområdet tilknyttet det større løsneområdet

Basert på historikk, terrengform (vifteform øst for Sådene) og resultater fra modellering vurderes løsnesannsynligheten for flomskred med betydelig skadepotensiale ned til kartleggingsområdet til å være 1/5000.



Figur 88. Leveer i dalens sørside (oransje piler). På 70 moh., omtrentlig 160 meter unna kartleggingsområdet.

Tabell 27. Parametere brukt i modellering RAMMS::Debris Flow for flomskred ved Helle og Mælsmoen. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m, og en tetthet på 2000. Det er testet simuleringer uten erosjon.

Løsneområde/ ID (#)	Terrengbeskrivelse	Friksjons-parameter (My/Xi)	Tykkelse (m)	Volum (m^3)
F-41	Midtre del gjel hvor avrenningskartet indikerer at vann vil samle opp.	0,1/500	1,5	145
			2,0	220
F-42	Øvre del gjel hvor avrenningskartet indikerer at vann vil samle opp.	0,1/500	1,5	60
			2,0	90
F-43	Øvre del av en skråning. Ikke tydelig vannvei.	0,1/500	1,5	200
			2,0	300
F-44	Øvre del gjel nær toppen, hvor avrenningskartet indikerer at vann vil samle opp.	0,1/500	1,5	295
			2,0	445
F-38	Øvre del ravine, vestlige siden av Sådene	0,1/500	1,0	100
			1,5	150
F-40	Øvre del ravine, østlige siden av Sådene	0,1/500	1,0	145
			1,5	217
F-46	Øvre del ravine, østlige siden Sådene. Større løsneområde	0,1/500	1,0	1065
			1,5	1600

10.3.6 Sørpeskred

Det er, hva Sweco kjenner til, ingen tidligere sørpeskredhendelser innenfor kartleggingsområdet. Lokal informant beskriver skredaktivitet fra den vestlige renna fra Sådene (520 moh.) der våte snøskred er beskrevet. Det utelukkes ikke at snøskred fra denne renna muligens er i overgangsform mellom snøskred og sørpeskred i våte perioder. Observerte tegn til skredutløp fra denne rennen er begrenset til ~130 moh. basert på befaringsobservasjoner, historiske bilder, og terrengskygge.

I nordlig del er det ingen tydelige dreneringsløp eller løsneområder for sørpeskred ned mot kartleggingsområdet.

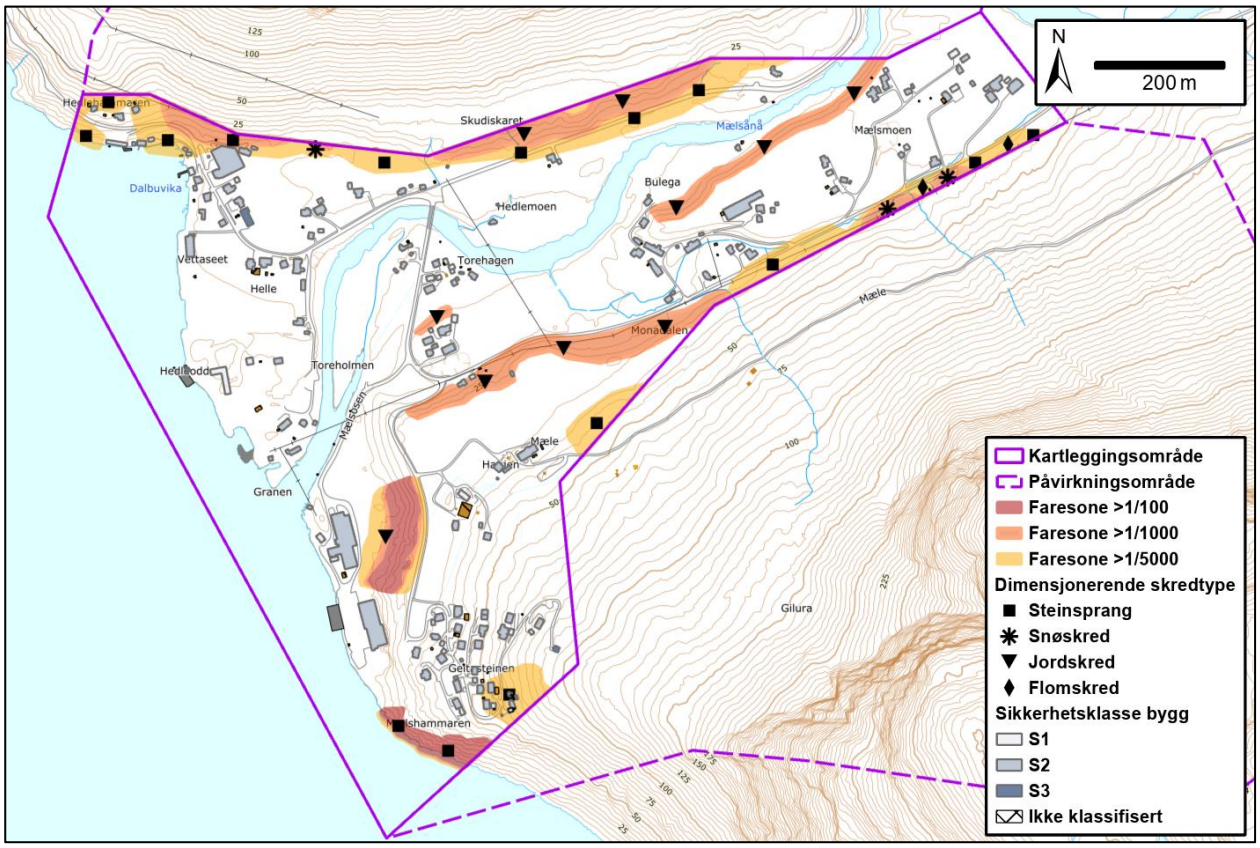
Basert på et kystnært klima, ingen sørpeskredhistorikk i området, begrensede utløp fra skredaktivitet som usikkert kan kobles til sørpeskred, samt ingen egnede løsneområder, er sørpeskred vurdert å ikke være en aktuell prosess i området. Løsnesannsynligheten for sørpeskred vurderes å være mindre enn 1/5000.

10.3.7 Hva er den samlede skredfaren?

Den samlede skredfaren vurderes som >1/100. I nordsiden gjelder dette steinsprang og snøskred med årlig sannsynlighet >1/1000, og i sørsiden gjelder dette steinsprang, flomskred og snøskred med årlig sannsynlighet >1/1000. Dalbunnen er preget av jordskredfare med årlig sannsynlighet >1/100. Skog er vurdert som ikke ha noen effekt mot skred i delområdet Helle og Mælsmoen.

Det er enkelte bygg som ligger innenfor faresonene og som etter dagens regelverk (TEK17 §7.3) ikke har tilstrekkelig sikkerhet (

Tabell 28).



Figur 89. Faresonekart for delområdet Helle-Mælsmoen. Se Vedlegg 7E for versjon i større målestokk.

Tabell 28. Antall bygg i delområdet som er vurdert å ikke ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til utredete faresoner og regelverket (TEK17 §7.3).

Innen faresone med årlig sannsynlighet for skred	S1-bygg	S2-bygg	S3-bygg
≥ 1/100	0	0	0
≥ 1/1000	-	2	0
≥ 1/5000	-	-	0

10.3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredning

Sweco er ikke kjent med tidligere skredfareutredninger i delområdet Helle og Mælsmoen.

10.3.9 Andre farer

Det har vært omtalt av lokale informanter at flom er en aktuell fare langs bekken øst for Sådene. En historisk flomhendelse i 1962 fra elven Espedalsåna ble omtalt av noen informanter. Flomfare langs raviner nede Sådene er vurdert som aktuelt. Erosjon langs ravinesidene ved flom nede i dalen er også aktuelt.

10.3.10 Stedsspesifikke usikkerheter

Se kap. 3.13 generelle usikkerheter knyttet til denne typen utredninger. Det er noen usikkerhet om den store uren i nordvest på sørvestlige siden av Helleknuten er knyttet til en historisk fjellskredhendelse. Fjellsiden over uren ble befart med dronen og det ble ikke observert tegn på store, ustabile fjellpartier som kan utløse steinskred/fjellskred.

11 Referanser

[1] DiBK, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning - Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger § 7-3. Sikkerhet mot skred.,» [Internett]. Available: https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/.

[2] NVE, «Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 30 06 2026. [Internett]. Available: https://veiledere.nve.no/utredning-av-sikkerhet-mot-skred-i-bratt-terreng/.

[3] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.

[4] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase. Marin grense og mulighet for marin leire,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/?lang=nor&map=9.

[5] B. G. Andersen, «Randmorener i sørvest Norge,» *Norsk Geografisk Tidsskrif 14,* pp. 279-342, 1954.

[6] J. Briner, J. I. Svendsen, J. Mangerud, Ø. S. Lohne og N. E. Young, «A 10BE chronology of south-western Scandinavian Ice Sheet history during the Lateglacial period,» *JOURNAL OF QUATERNARY SCIENCE 29 (4),* pp. 370-380, 2014.

[7] NVE, «AV-Klima (Asplan Viak v/Jan Helge Aalbu),» [Internett]. Available: https://nve-av-klima.azurewebsites.net. [Funnet 2024].

[8] Norsk klimaservicesenter, «Seklima - Observasjoner og værstatistikk,» [Internett]. Available: https://seklima.met.no.

[9] K. Gisnås, B. Etzelmüller, C. Lussana, J. Hjort, A. B. K. S. Sannel, K. Isaksen, S. Westermann, P. Kuhry, H. H. Christiansen, A. Frampton og J. Akerman, «Permafrost Map for Norway, Sweden and Finland,» *Permafrost and Periglacial Processes 28 (2),* 2016.

[10] Norsk klimaservicesenter, «Klimaprofil Rogaland, datert oktober 2025.,» [Internett]. Available: https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/rogaland#intro.

[11] Geodata, «GeocacheTerreng,» [Internett]. Available: https://services.geodataonline.no/arcgis/services/Geocache_UTM33_EUREF89/GeocacheTerreng/ImageServer.

[12] Statens kartverk, «Høyde DTM skyggerelieff sømløs WMS,» [Internett]. Available: https://wms.geonorge.no/skwms1/wms.hoyde-dtm_somlos_skyggerelieff?request=GetCapabilities&service=WMS.

[13] Statens kartverk, «Høyde DTM helning grader sømløs WMS,» [Internett]. Available: https://wms.geonorge.no/skwms1/wms.hoyde-dtm_somlos_helning_grader?request=GetCapabilities&service=WMS.

[14] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.

[15] NVE, «Temakart,» [Internett]. Available: https://temakart.nve.no/.

[16] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: https://atlas.nve.no.

[17] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: www.vegvesen.no/vegkart.

[18] Kartverket, NIBIO og Statens vegvesen, «Norge i bilder,» [Internett]. Available: www.norgeibilder.no.

[19] NIBIO, «Markfuktighet,» [Internett]. Available: https://www.nibio.no/tjenester/wms-tjenester/markfuktighet.

[20] Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS, «WMS-kart,» [Internett]. Available: http://services.geodataonline.no/arcgis/services.

[21] Kartverket, «FKB4,» [Internett]. Available: https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.fkb4?request=GetCapabilities&service=WMS.

[22] Norkart, «Norge i 3D,» [Internett]. Available: www.norgei3d.no.

[23] L. Dorren, «Rockyfor3D (v6.1) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model.,» EcorisQ, 2025.

[24] C. Troisi, F. Berger og L. Dorren, «Protection de la viabilité alpine (Sitert i,» 2008.

[25] L. Dorren, U. Domaas og K. Kronholm, «Methods for Predicting Rockfall Trajectories and Run-out Zones,» 2011.

[26] Rocscience, «RocFall2,» Rocscience, [Internett]. Available: https://www.rocscience.com/software/rocfall. [Funnet 2024].

[27] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no. [Funnet 2024].

[28] SLF, «RAMMS::Avalanche User manual v1.7.0,» 2017.

[29] NVE, «NVE Alfa Beta utløpsberegninger,» 2024. [Internett]. Available: https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=e510e316b4654982a64a5e5c2fcff474.

[30] SLF, «RAMMS::Debris Flow User manual v1.7.0,» 2017.

[31] Multiconsult, «Kommandantveien Gnr. 37, bnr. 89, Sandnes kommune - Skredfarevurdering,» 2021.

[32] NGU, «InSAR,» [Internett]. Available: https://insar.ngu.no/.

[33] NIBIO, «Kilden - arealinfomasjon - Skogressurskart (SR16),» [Internett]. Available: https://kilden.nibio.no/.

[34] Multiconsult, «Rasfarevurdering - Bergbakkane, Forsand, Reguleringsplan boligfelt,» 2012.

[35] Multiconsult, «Skredhendesle Haukalivegen, Forsand. 10242843-01-Rigberg-NOT-003,» 2022.

[36] B. Bergstøm, L. Olsen, K. Riiber og A. J. Reite, «Rogaland fylke, løsmassekart M1:200 000,» Norges geologiske undersøkelse, 2010.

[37] NGU, «Nasjonal database for ustabile fjellpartier,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/. [Funnet 2026].

[38] Miljødirektoratet, «Miljødirektoratet - Norges verneområder,» [Internett]. Available: https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vernet-natur/norges-verneomrader/. [Funnet 10 2026].

[39] Asplan Viak, «Skredfarevurdering - Espedalsvegen 865 omsorgsboliger. Vurdering opp mot sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 iht. TEK17.,» 2024.

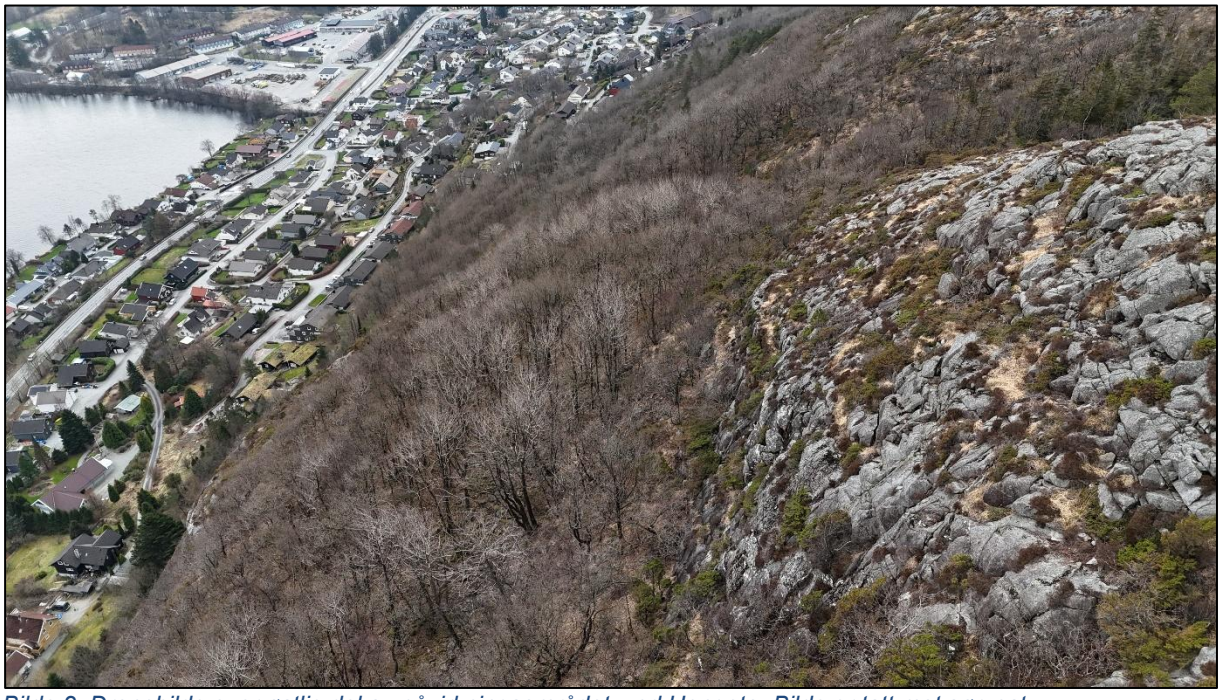
[40] Scalgo, «Scalgo,» [Internett]. Available: https://scalgo.com/nb/.

[41] BWW, BRP og BUWAL, «Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Empfehlung Naturgefahren, Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Raumplanung (BRP), Bundesamt für Umwelt, Wald and Landschaft (BUWAL),» 1997. [Internett]. Available: https://www.planat.ch/ressources/planat_product_de_1032.pdf.

VEDLEGG 1A – OMRÅDE 1 – SANDBAKK - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over østlig del av påvirkningsområdet, ved Hengeto. Bilde er tatt mot nord.



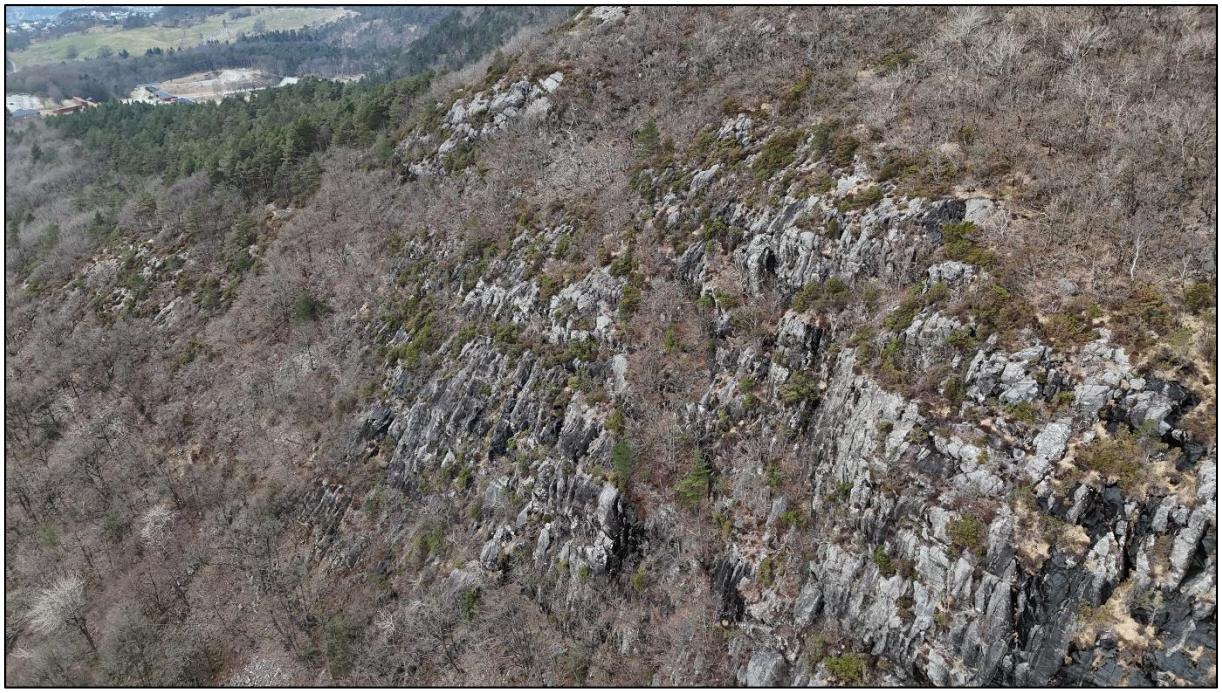
Bilde 2. Dronebilde over østlig del av påvirkningsområdet, ved Hengeto. Bilde er tatt mot sørvest.



Bilde 3. Dronebilde over østlig del av påvirkningsområdet. Bilde er tatt mot sørvest.



Bilde 4. Dronebilde over skråningsfoten mellom Einartangen og Hengeto. Bilde er tatt mot sørvest.



Bilde 5. Dronebilde over skråningen mellom Einartangen og Hengeto. Bilde er tatt mot nordvest.



Bilde 6. Dronebilde av skråningsfoten over boligene ved Grenaderveien 10-48, ved Einartangen.



Bilde 7. Dronebilde av skråningsfoten over boligene ved Grenaderveien 34-48.



Bilde 8. Dronebilde av skråningsfoten over boligene ved Kommandantveien 74-76.



Bilde 9. Dronebilde over østlig del av kartleggingsområdet. Øst for kommandantveien 76.



Bilde 10. Dronebilde over østlig del av kartleggingsområdet. Øst for kommandantveien 76.



Bilde 11. Infopunkt 9, stabil blokkansamling.



Bilde 12. Infopunkt 9, stabil blokkansamling.



Bilde 13. Infopunkt 10, mulig remobilisering av noen få blokker



Bilde 14. Infopunkt 10, mulig remobilisering av noen få blokker



Bilde 15. Infopunkt 13, vann lagt i rør og kulverter



Bilde 16. Infopunkt 14, tykk sammenhengende morene. Eksponerte bergnabber.



Bilde 17. Infopunkt 14, tykk sammenhengende morene. Eksponerte bergnabber.



Bilde 18. Infopunkt 14, tykk sammenhengende morene. Eksponerte bergnabber.

N

Vassfjellet

Hengeto

Einartangen

Grendavegen

Kommandørvegen

Dybingsvegen

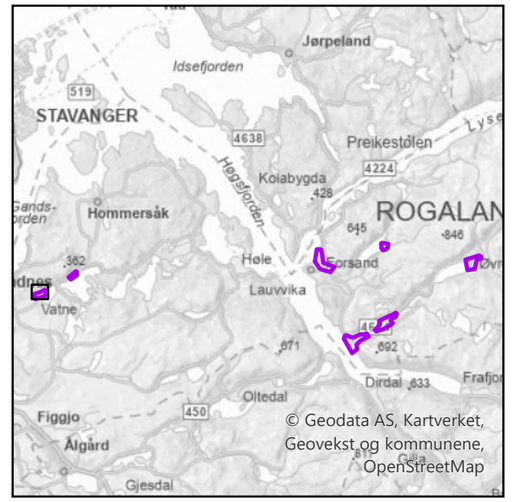
Skytebaneveien

Sandbakk

Ådlandsveien

Gen. Ruges veg

0 250 500 m



Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- **0- 1 500**
- **1 500 - 5 000**
- **5 000 - 10 000**
- **>10000**

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 1 - Sandbakk

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 1 – Sandbakk

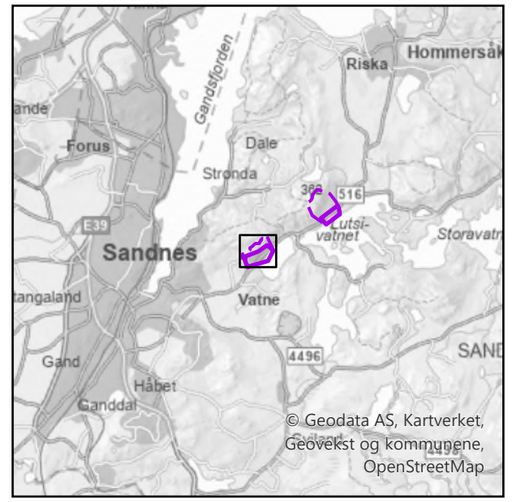
Infopunkt-nr.	Beskrivelse
8	Historiske bilder viser jordutglidninger
9	Stabil blokkansamling
10	Mulig remobilisering av noen få blokker
13	Vann lagt i rør og kulverter
14	Tykk sammenhengende morene. Eksponerte bergnabber.

N

13
10
9
8
14

0
250
500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Eksponert berg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredhendelser linje
- Sikringstiltak
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 1 - Sandbakk

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

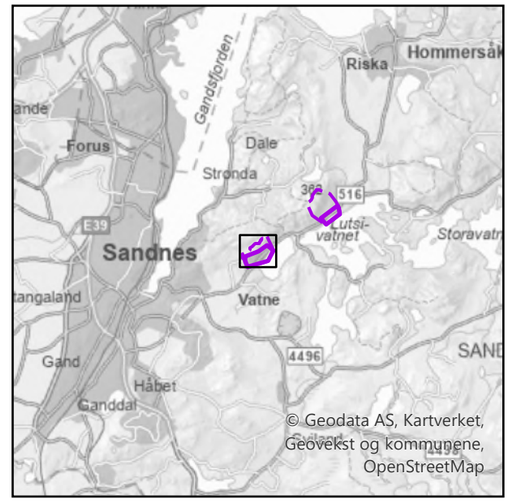
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)
0,512 m3 - 5000-års scenario

- 0- 1,5
- 1,5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Tjuingdalen
Einartangen
SANDBAKK
Sørhallet
Grenaderveien
Kommandantveien
Dybingveien
Skytebaneveien
Bulefeveien
Adjutantveien
Lutsiveien
General Ruges vei

0 250 500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 1 - Sandbakk

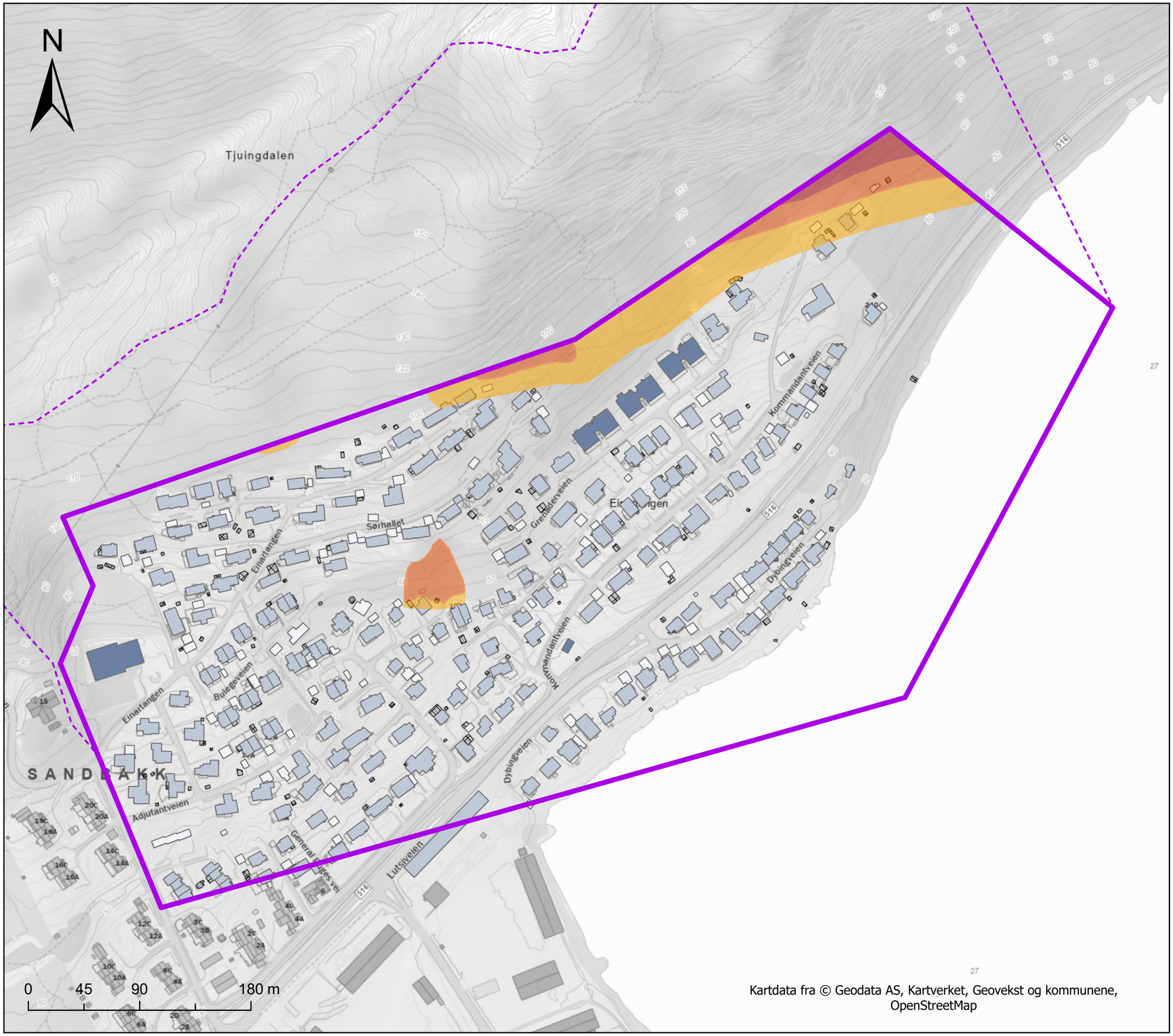
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

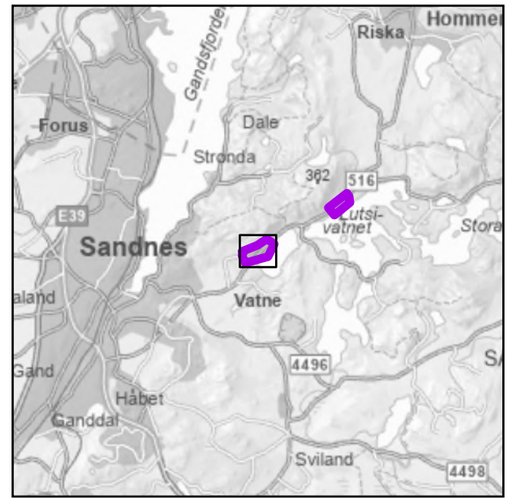
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 1 - Sandbakk

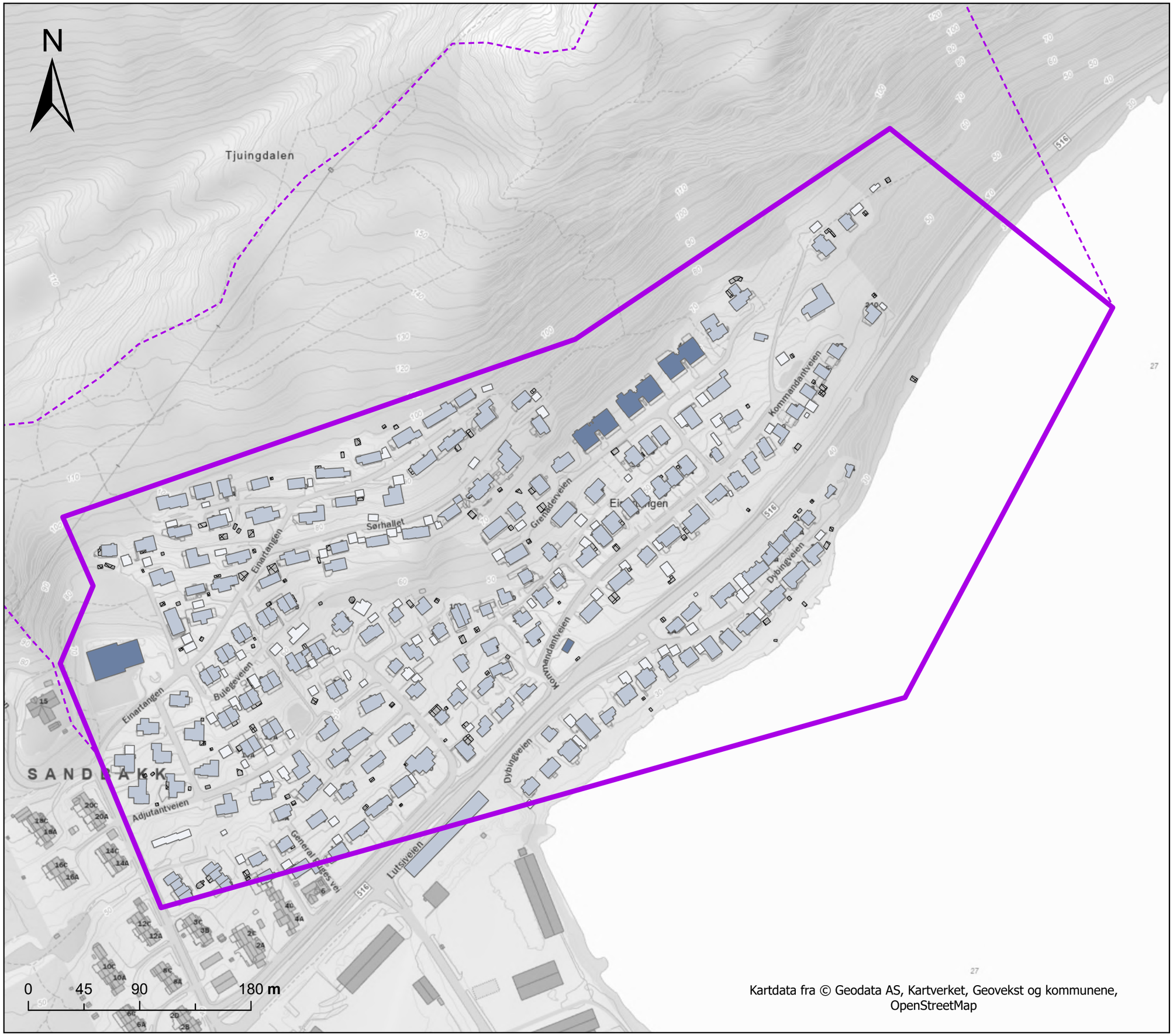
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

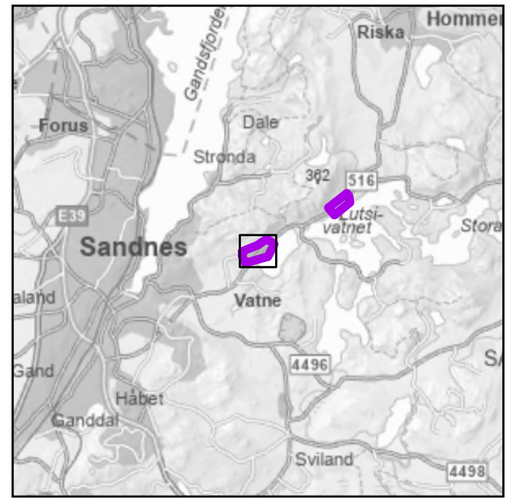
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 1 - Sandbakk

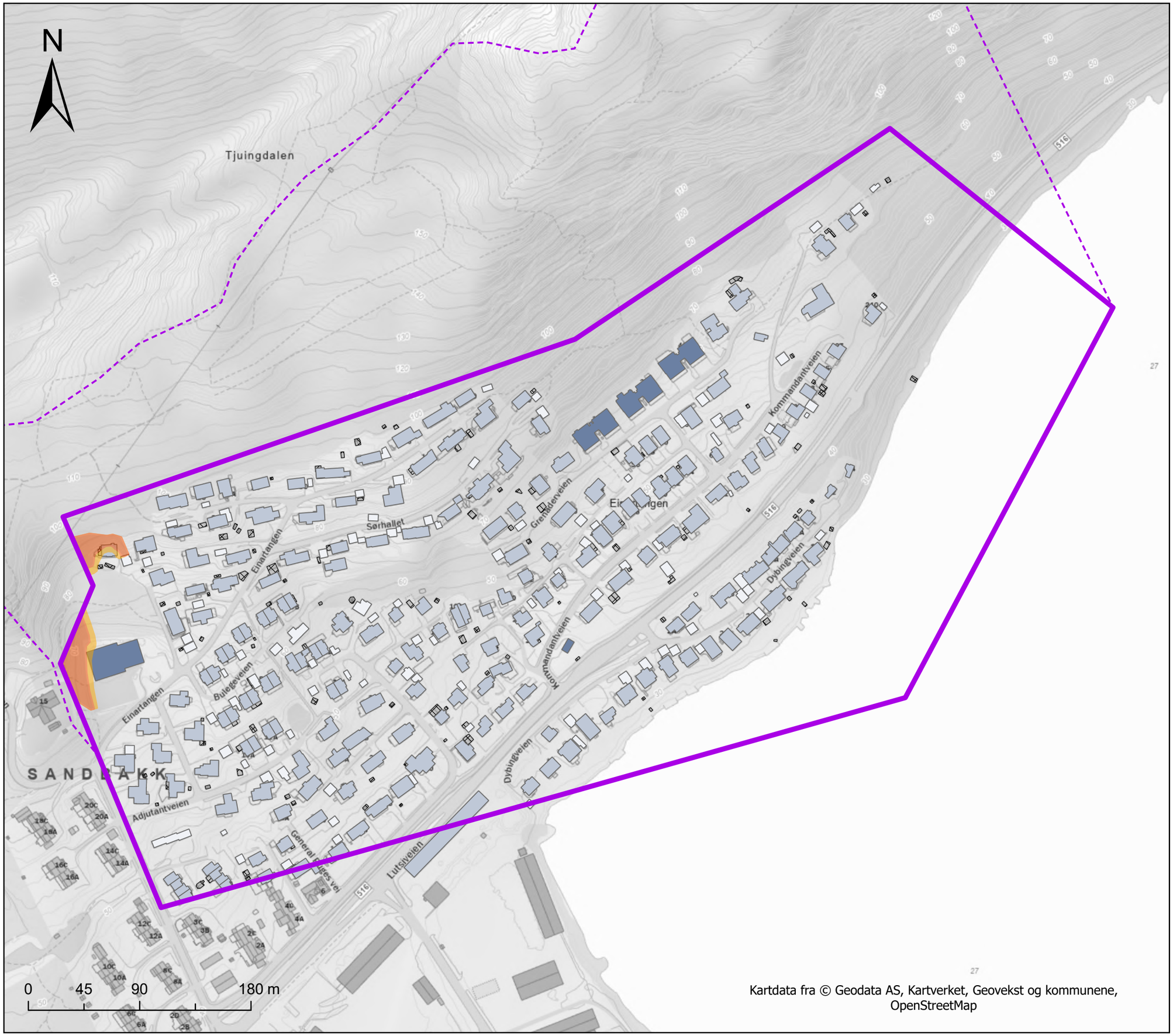
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

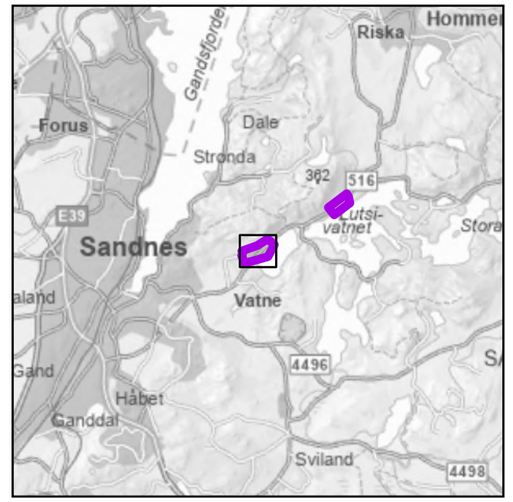
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 1 - Sandbakk

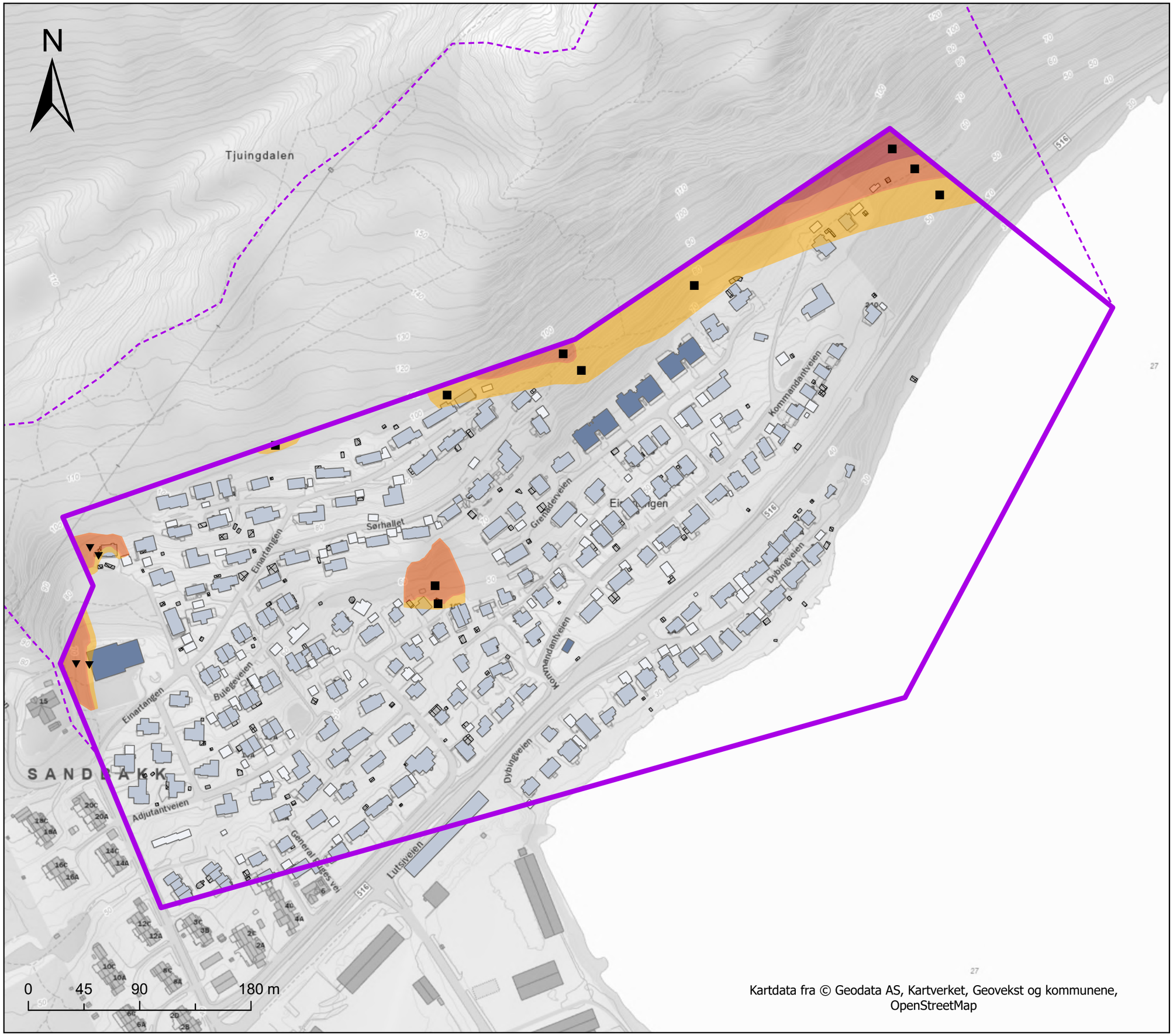
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

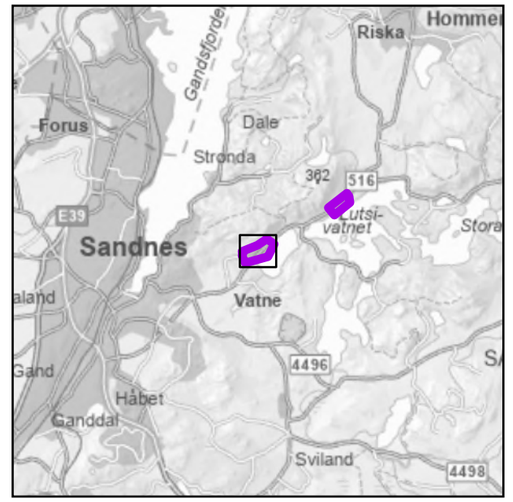
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 1 - Sandbakk

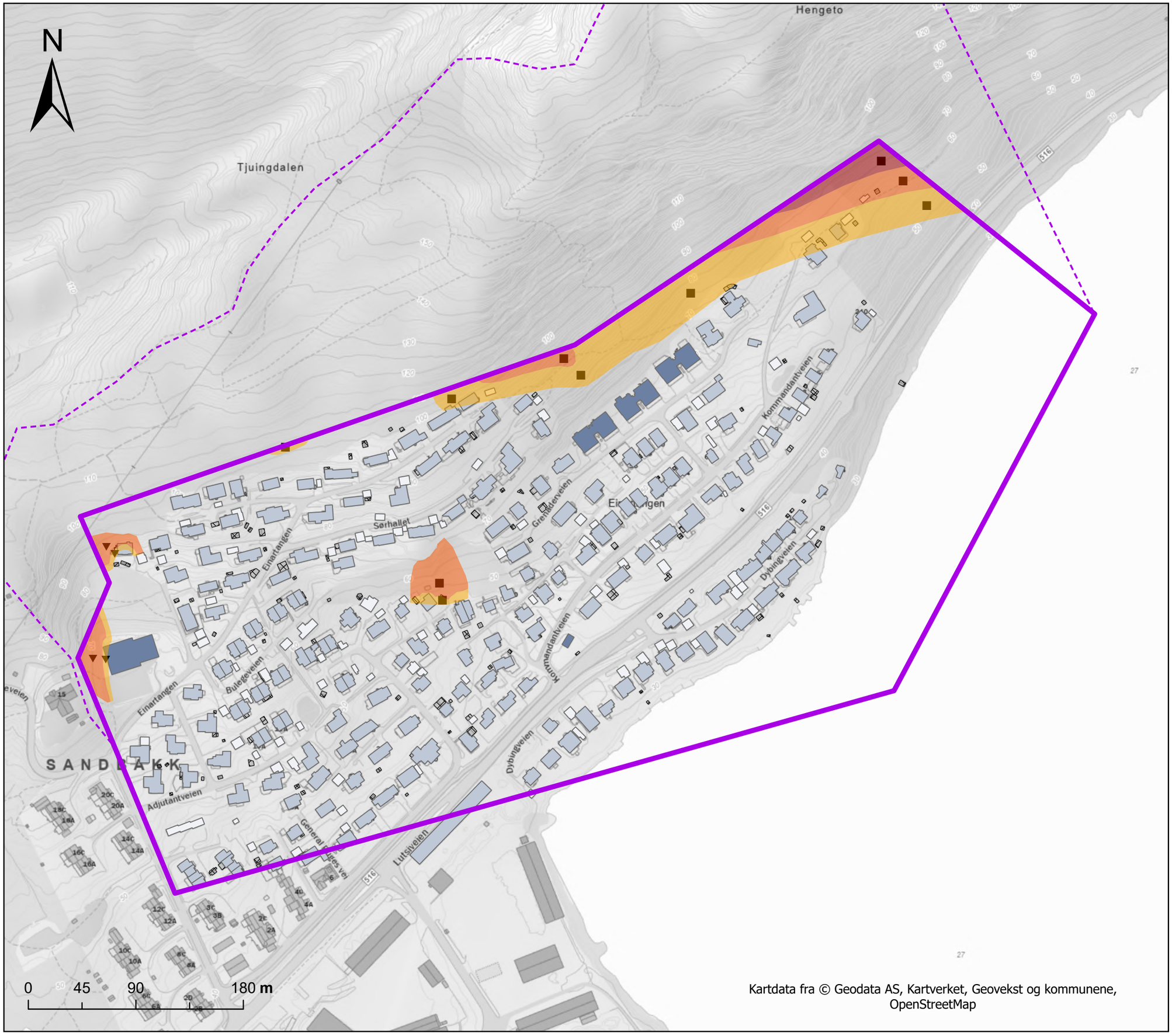
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

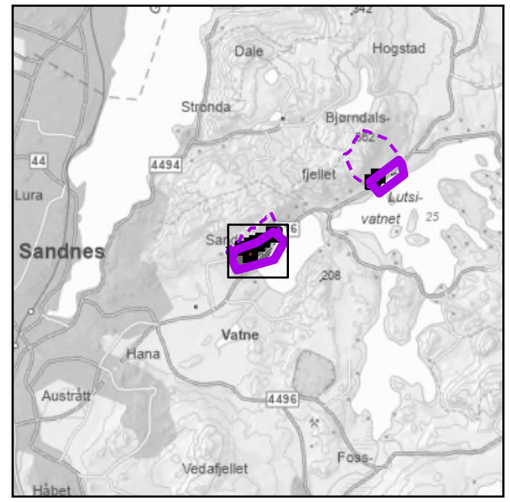
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO



Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 1 - Sandbakk

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

VEDLEGG 2A – OMRÅDE 2 – LUTSI - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over vestlig del av kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot nordvest.



Bilde 2. Dronebilde over midtre del av kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot nordøst.



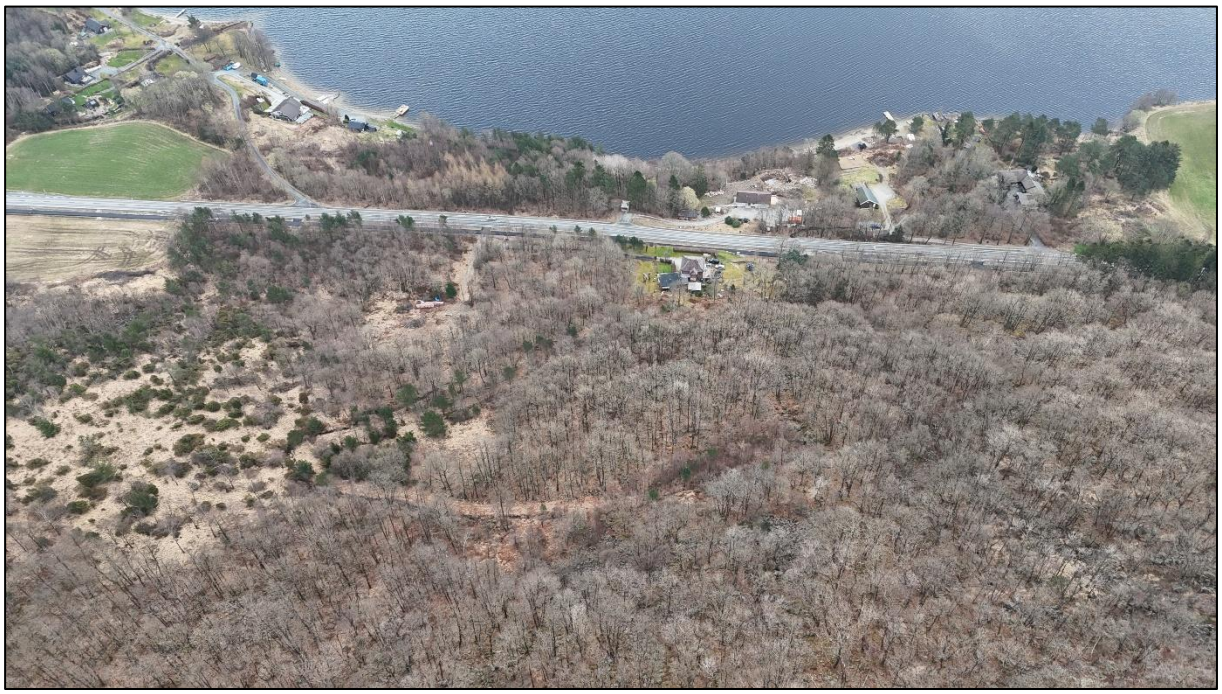
Bilde 3. Dronebilde over vestlig del av kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot nordvest.



Bilde 4. Dronebilde over påvirkningsområdet. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 5. Dronebilde over øvre del av påvirkningsområdet. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 6. Dronebilde over kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot sørøst.



Bilde 7. Dronebilde over kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot sørøst.



Bilde 8. Infopunkt 5, uransamling og skadede trær.



Bilde 9. Infopunkt 5. Trolig moreneblokker lengst nede ved vegen.



Bilde 10. Infopunkt 5, uransamling og skadede trær. Trolig blanding av steinsprangblokker og moreneblokker.



Bilde 11. Infopunkt 5, fra vegen.



Bilde 12. Infopunkt 5, fra vegen.



Bilde 13. Infopunkt 27. Sår fra nedfall, og overhengende blokkansamling. Anslagsvis 24m^3.



Bilde 14. Infopunkt 27. Sår fra nedfall, og overhengende blokkansamling. Anslagsvis 24m^3.



Bilde 15. Infopunkt 27. Sår fra nedfall, og overhengende blokkansamling. Anslagsvis 24m^3.



Bilde 16. Infopunkt 28. Sår fra nedfall, og overhengende flak. Anslagsvis 32m^3.



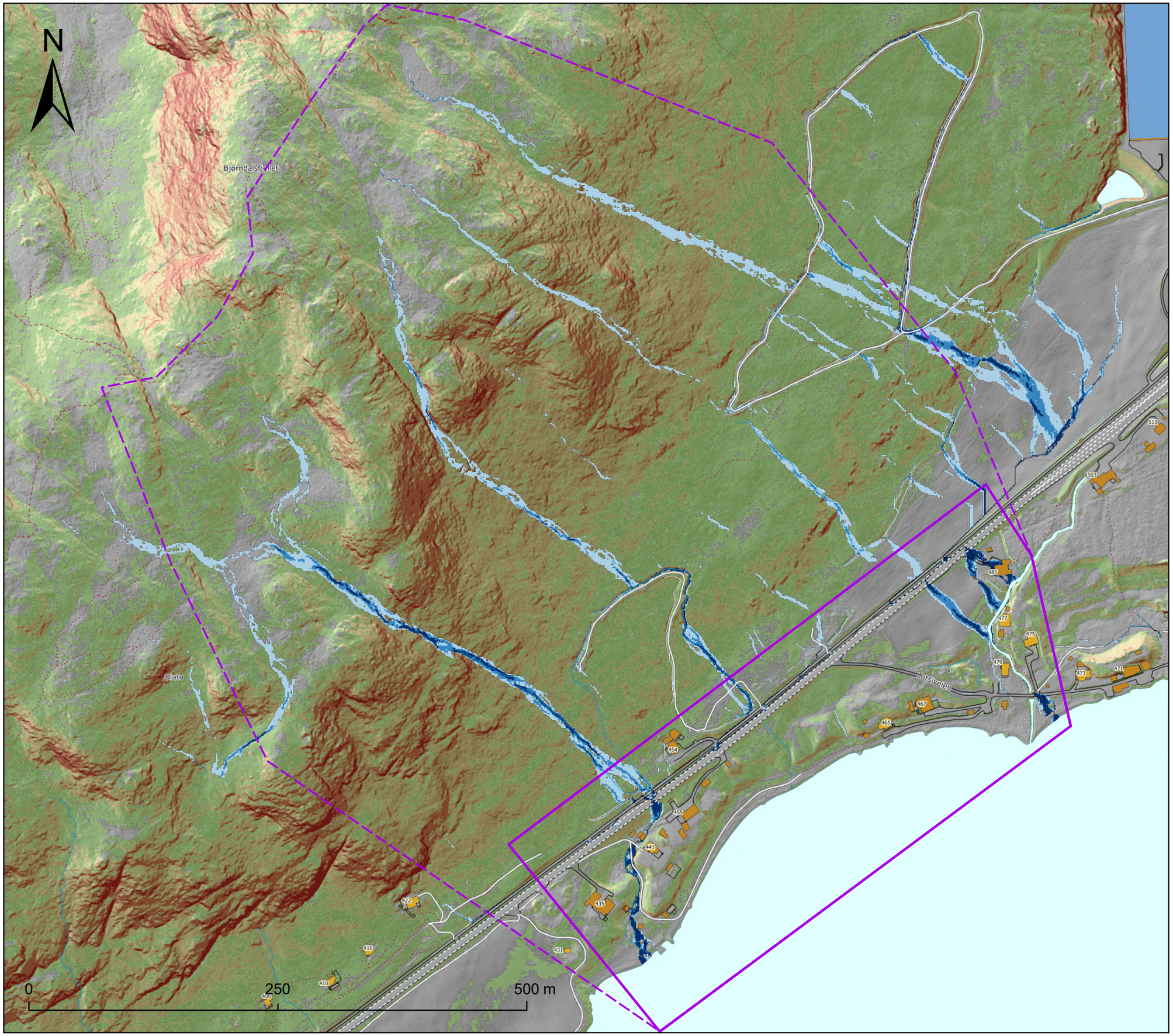
Bilde 17. Infopunkt 28. Sår fra nedfall, og overhengende flak. Anslagsvis 32m^3.

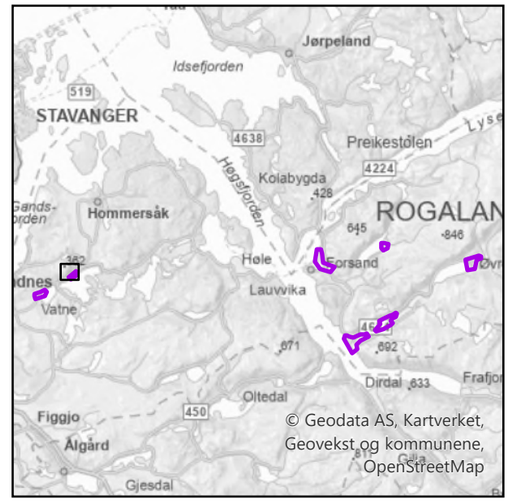


Bilde 18. Infopunkt 29. Løsneområde for flomskred nr. F-37.



Bilde 19. Infopunkt 30. Løsneområde for flomskred nr. F-36.





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- **0- 1 500**
- **1 500 - 5 000**
- **5 000 - 10 000**
- **>10000**

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 2 – Lutsi

Infopunkt-nr.	Beskrivelse
5	Uransamling og skadede trær
27	Sår. Overhengende blokksamling.
28	Sår. Overhengende flak.
29	Løsneområde flomskred
30	Løsneområde flomskred

N

30

28

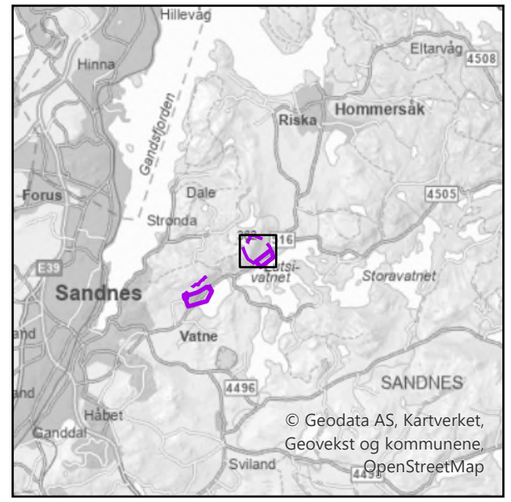
27

29

5

0 250 500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Blokk med usikkert opphav
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Ravine/bekkenedskjæring
- Sikringstiltak
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

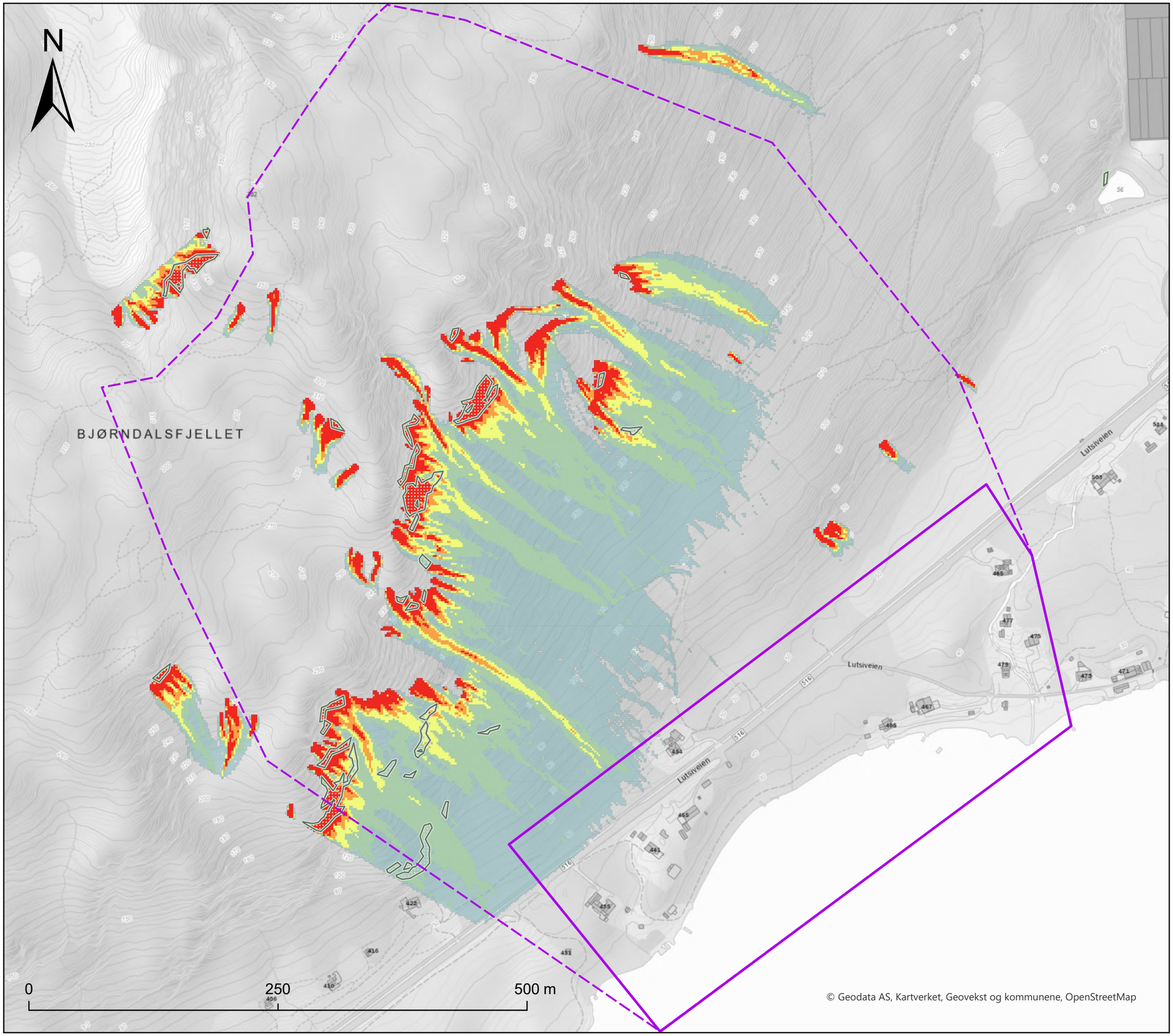
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

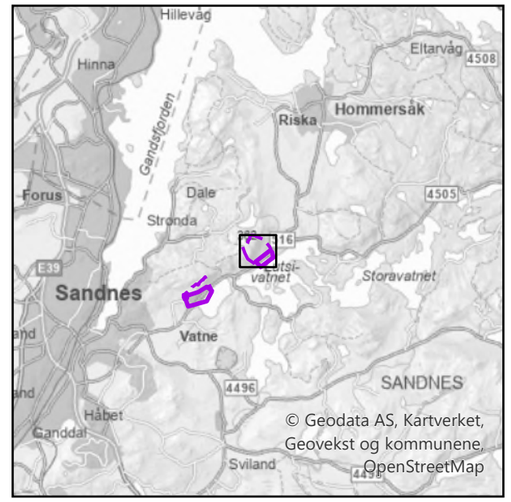
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)

1,0 m3 - 5000-års scenario

- 0- 1,5
- 1,5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

N

BJØRNDALSFJELLET

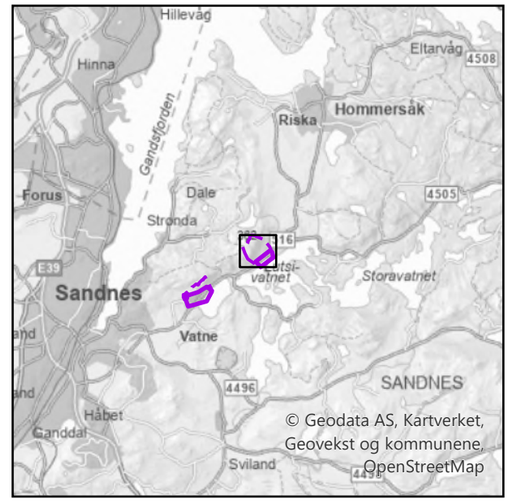
F-37

F-36

Lutsiveien

0 250 500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde flomskred
- Erosjon

RAMMS::DebrisFlow - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

NVE

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

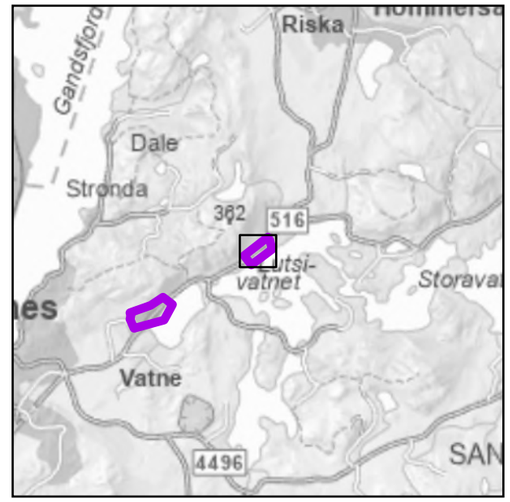
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

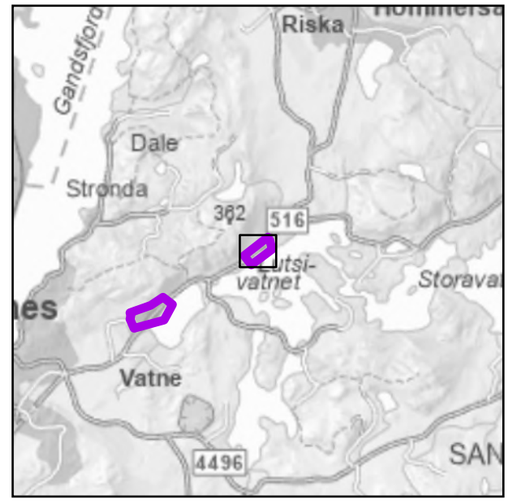
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

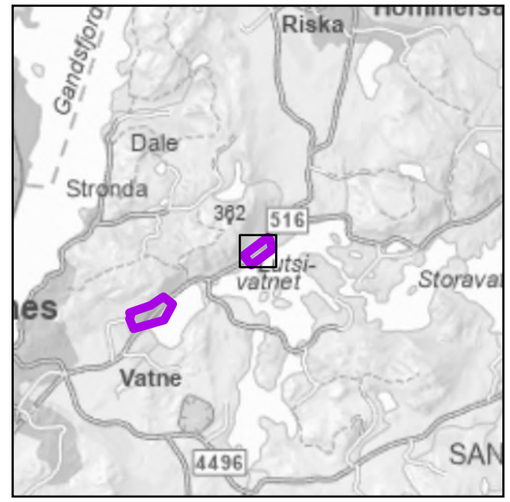
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

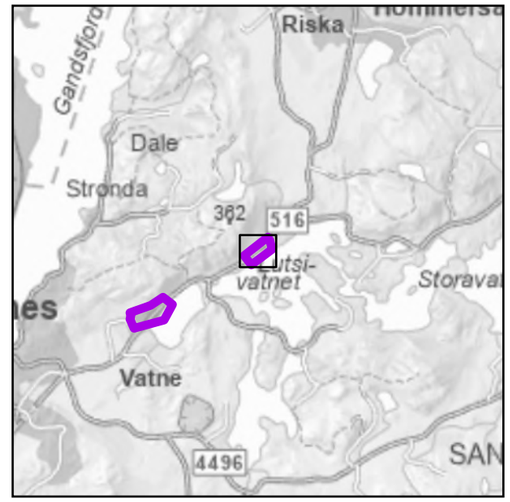
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 2 - Lutsi

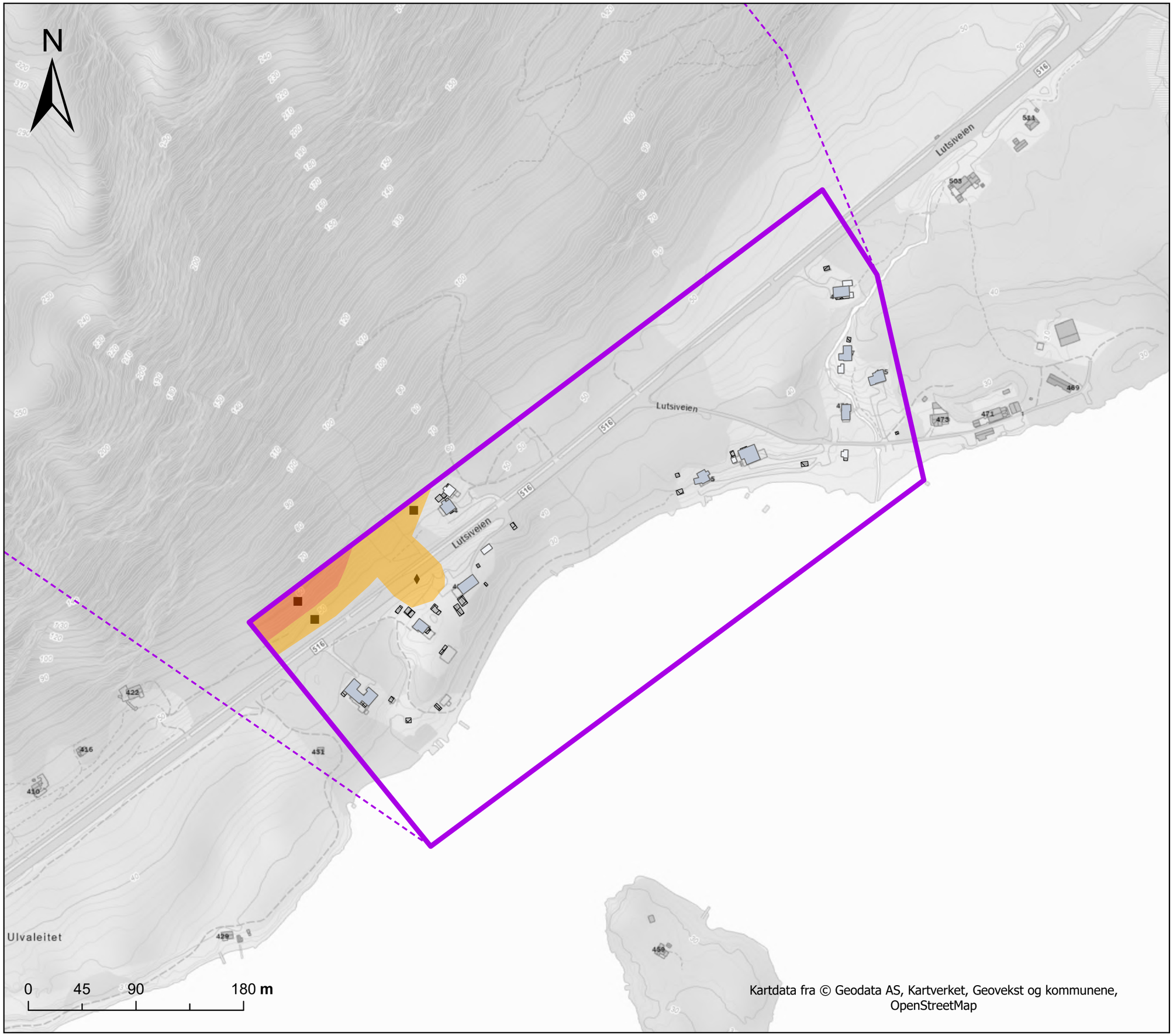
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

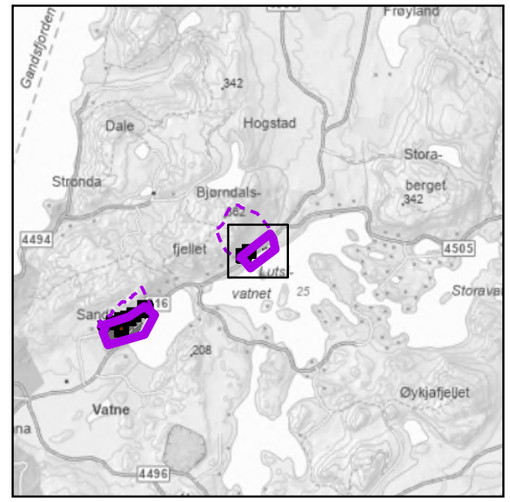
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO



Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 2 - Lutsi

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

VEDLEGG 3A – OMRÅDE 3 – FORSAND - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over nordlig del av utredningsområdet. Bilde er tatt mot øst.



Bilde 2. Dronebilde over Klinkhammar (sørøstlig del av kartleggingsområdet) og deler av påvirkningsområdet. Bilde er tatt mot nord-nordøst.



Bilde 3. Dronebilde over skråning og voll ved Klinkhammar (sørøstlig del av kartleggingsområdet). Bilde er tatt mot øst.



Bilde 4. Bilde av voll ved Klinkhammar. Bilde er tatt mot vest.



Bilde 5. Dronebilde over sentrale deler av kartleggingsområdet. Viddberg ca. midt i bildet. Skråninger ved Klinkhammar til venstre i bildet. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 6. Dronebilde av østlig del av kartleggingsområdet Dronebildet er tatt mot øst.



Bilde 7. Dronebilde over sørøstlig del av utredningsområdet ved bratte fjellskrenter ved Judravegen og Espedalsvegen 34 og 36. Dronebildet er tatt mot nordøst.



Bilde 8. Dronebilde av skrenter nord for Espedalsvegen 34. Dronebildet er tatt mot nord.



Bilde 9. Bratte fjellskrenter med stedvis overhengende partier nord for Espedalsvegen 34. Bildet er tatt mot øst.



Bilde 10. Dronebilde over bergskrenter ved Kjellberg. Bilde er tatt mot nordøst.



Bilde 11. Rundede blokker i uren ved Klinkhammar.



Bilde 12. Sprøytet skråning ved Bergekleiva 52.



Bilde 13. Nordlig skråning nedenfor Viddberg. Store moreneblokker ligger langs foten av avrundet bergskrent.

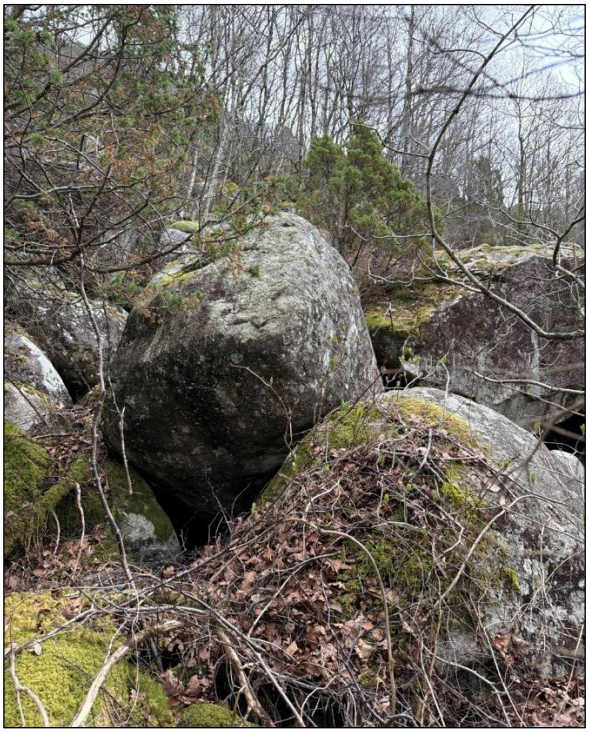


Bilde 14. Bergsva oppover mot Viddberg.



Bilde 15. Sørlig del av de avrundede skrentene oppover mot Viddberg. Dronebildet er tatt mot øst.





Bilde 16. Rundede blokker i uren nedenfor Møgelia.



Bilde 17. Skrebekken. Bekken drenerer direkte på fjell i nedre del av påvikrningsområdet. Tynt vegetasjonsdekke langs siden av bekken.



Bilde 18. Dronebildet tatt oppover Skrebekken. Bildet er tatt mot øst-sørøst.



Bilde 19. Forhøyningen i forlengelsen av Skrebekken. Det er store blokker i terrenget på forhøyningen. Skrebekken kan skimtes øverst til høyre i bildet.



Bilde 20. Skråning bak Bergbakkane 5 bestående av sand og grus, med en del større stein. Dronebildet er tatt mot øst.



Bilde 21. Løsmasseskråning bak Bergbakkane 5 bestående av sand, grus og stein. Bildet er tatt mot nord.



Bilde 22. Bergbolter i avgrensede blokker ovenfor (øst for) Fossanvegen 178.



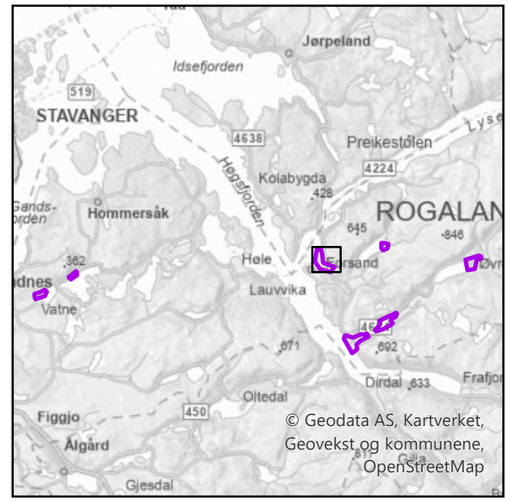
Bilde 23. Bergbolter i blokker ovenfor (øst for) Fossanvegen 176.



Bilde 24. Terreng med helning 30-45° på oversiden av Fossanvegen, nedenfor Tjøreberget.

N

0 250 500 m



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- 0- 1 500
- 1 500 - 5 000
- 5 000 - 10 000
- >10000

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 3 – Forsand

Infopunkt-nr.	Beskrivelse
4	Stablet fylling av grov stein.
6	Vegfylling
7	Vegfylling
11	Fangvoller
12	Store, rundede blokker helt ned til veg
24	Terrasseskråning, trolig etablert som følge av uttak av sand og grus.
25	Terrasseskråning, trolig etablert som følge av uttak av sand og grus.
26	Steinsatt bekkeløp. Mindre voll på sørsiden av bekkeløpet.

N

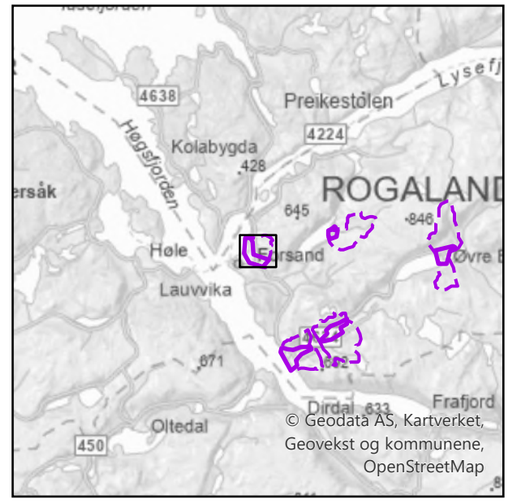
6
26
12
24
25
11
4

Bergefjellet
636

Farma
Gjøysa
Forsand kyrkje
Gjøysavegen
Gjøysa
Myrane

0
250
500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Jord og flomskredavsetning
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Eksponert berg
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Sikringstiltak
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

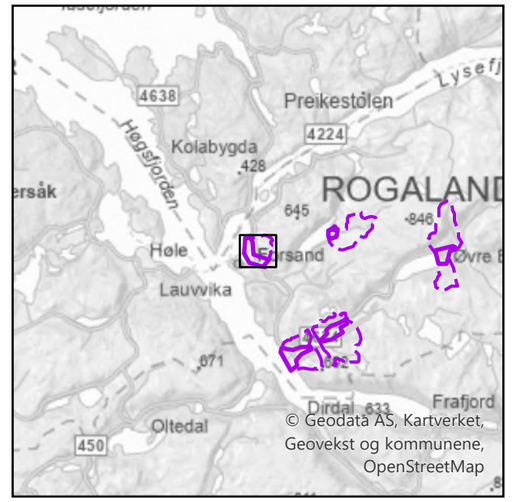
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- **Kartleggingsområde**
- **Påvirkningsområde**
- **Løsneområde steinsprang/steinskred**

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)

1,0 m3-1000-års scenario

- **0- 1,5**
- **1,5 - 5**
- **5 - 10**
- **10 - 15**
- **15 - 20**
- **20 - 100**

0 250 500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

NVE

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 3 - Forsand

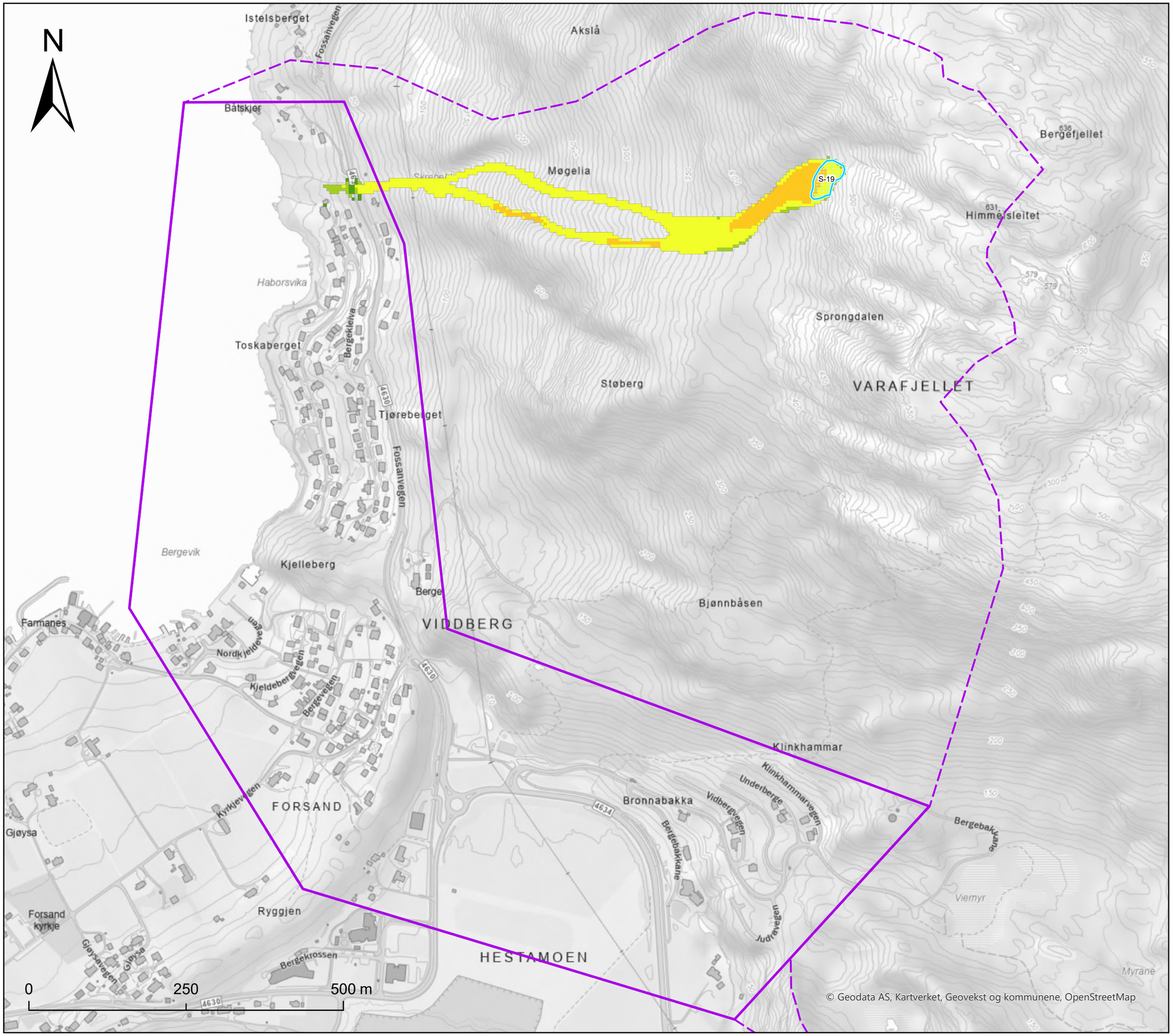
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

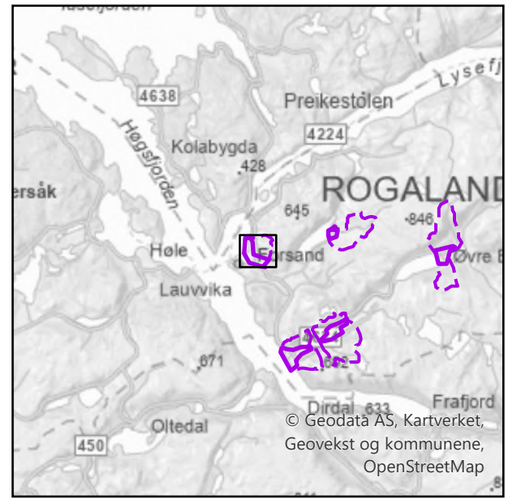
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

RAMMS - Snøskred

- Løsneområde snøskred

RAMMS::Avalanche - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

NVE

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

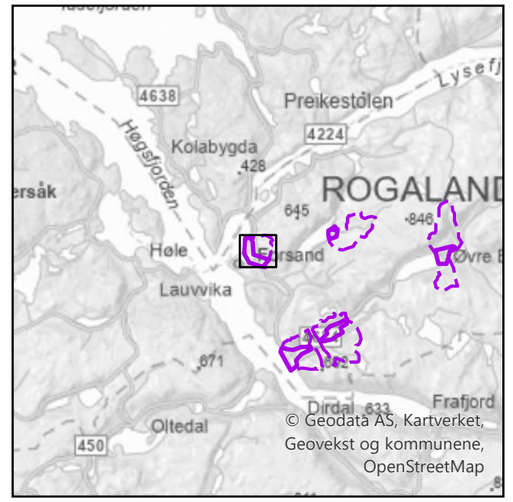
SWECO

N

0 250 500 m

F-24

F-25



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde flomskred
- Erosjon

RAMMS::DebrisFlow - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

NVE

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

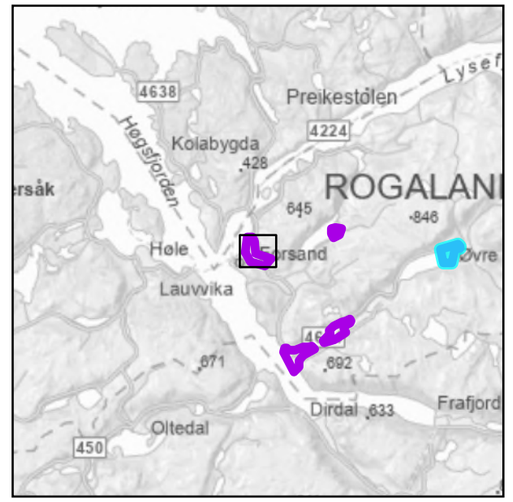
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

0 87,5 175 350 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 3 - Forsand

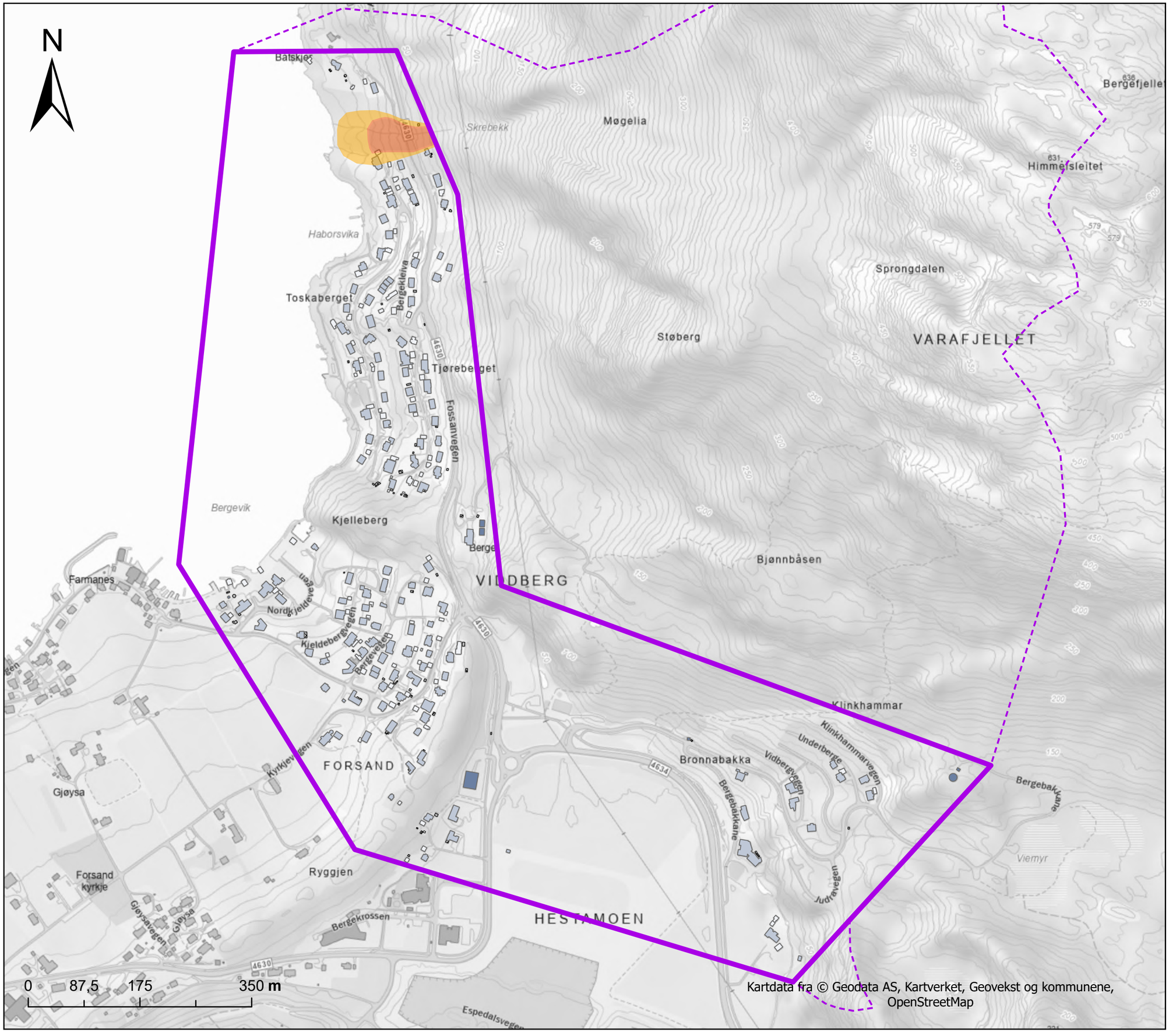
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

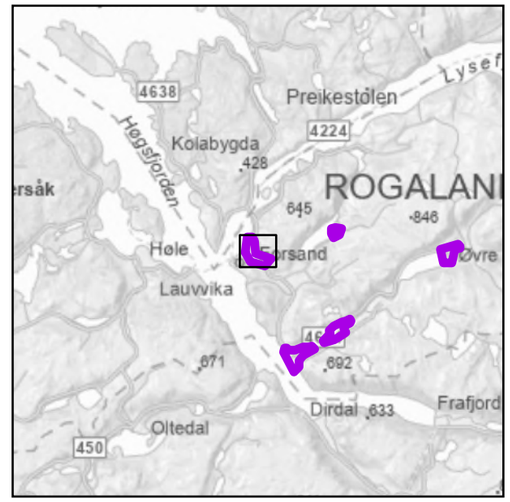
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	☐

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

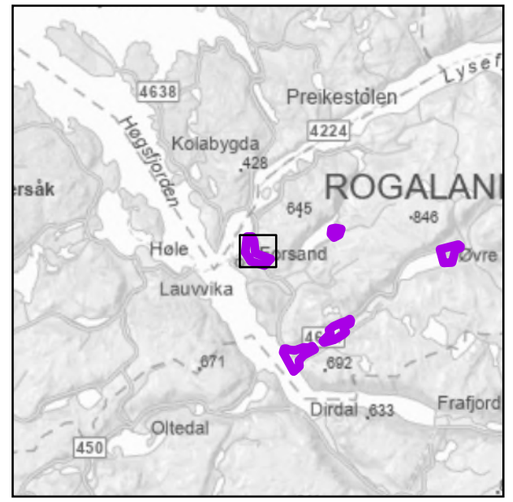
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	☐

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

0 87,5 175 350 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

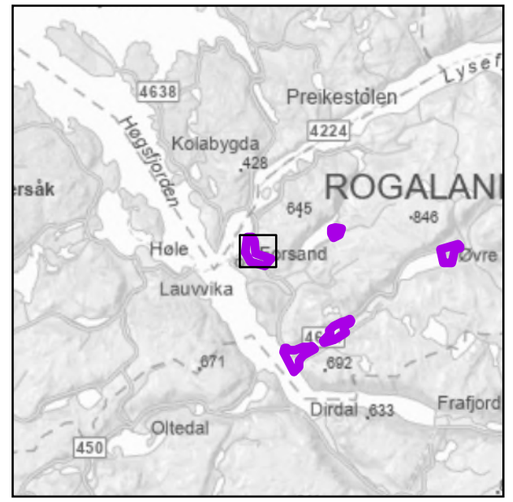
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	☐

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

0 87,5 175 350 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

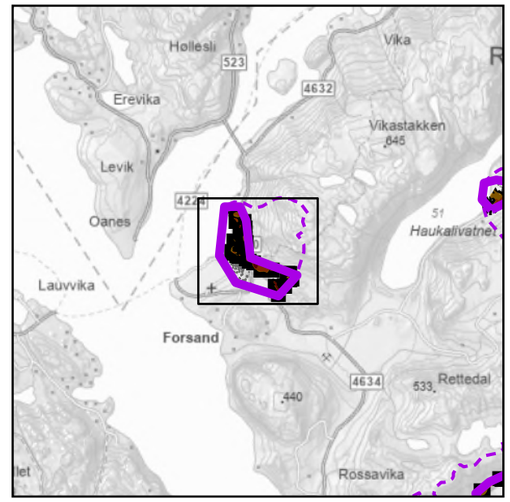
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

0 90 180 360 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 3 - Forsand

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

VEDLEGG 4A – OMRÅDE 4 – HAUKALI - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over kartleggingsområdet sett mot vest.



Bilde 2. Dronebilde over hoveddelen av påvirkningsområdet. Bilde er tatt mot sørvest.



Bilde 3. Dronebilde over den østligste delen av påvirkningsområdet. Bilde er tatt mot nordøst.



Bilde 4. Dronebilde av ravinert terreng over den vestlige delen av kartleggingsområdet.



Bilde 5. Dronebilde av den nordøstlige delen av kartleggingsområdet.



Bilde 6.Dronebilde over kartleggingsområde sett mot nord-nordøst.



Bilde 7. Bekkeløpet vest for området der det forkom et flomskred i 2022.



Bilde 8. Bekkeløpet hvor flomskredet i 2022 gikk.



Bilde 9. Løsneområde for flomskredet som forekom vest for utredningsområdet i 2022.



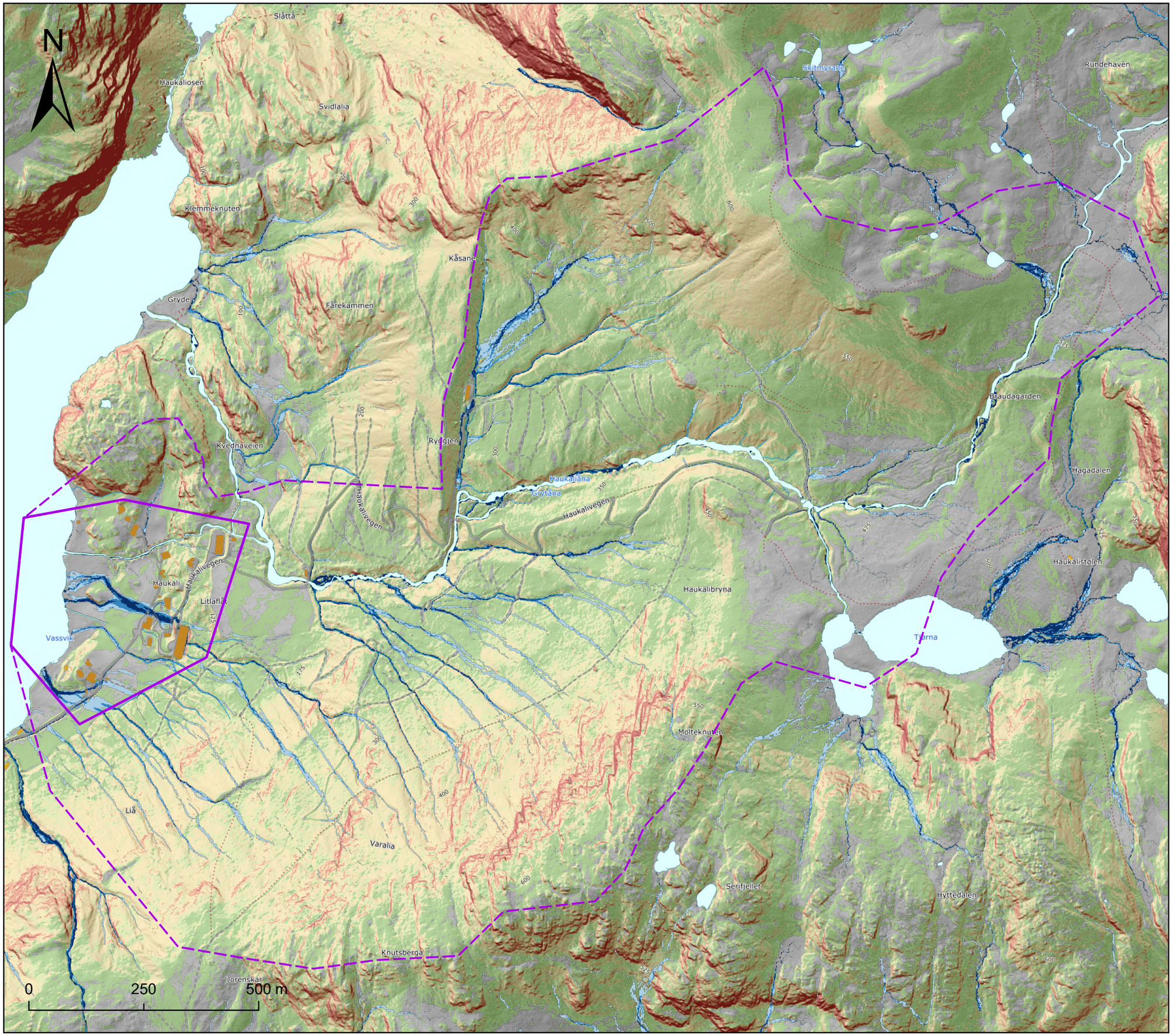
Bilde 10. Skred-arr vest for området og granskog i løsneområde S-11. Arret er lokalisert i sidemorenen som krysser gjennom skråningen over kartleggingsområdet. Flomskredet fra 2022 løsnet hovedsakelig høyere oppe i skråningen (se Bilde 9).

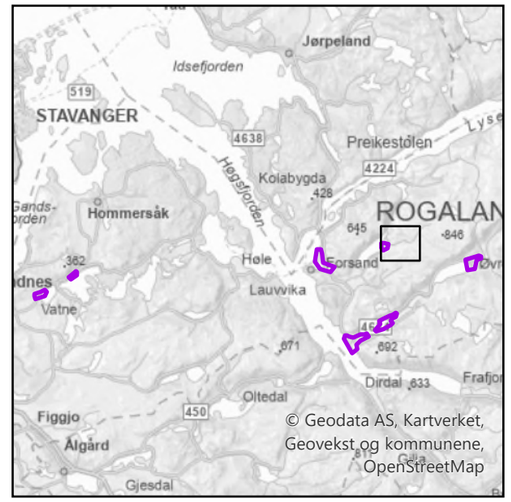


Bilde 11. Terrenget nord for påvirkningsområdet, nedenfor "Ryggjen" med spor etter nylig jordmasseutglidning.



Bilde 12. Bergskrenter ved nordlige ende av kartleggingsområdet. Sett mot nordvest. Grensen for kartleggingsområdet går omtrent midt på bilde.





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- **0- 1 500**
- **1 500 - 5 000**
- **5 000 - 10 000**
- **>10000**

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

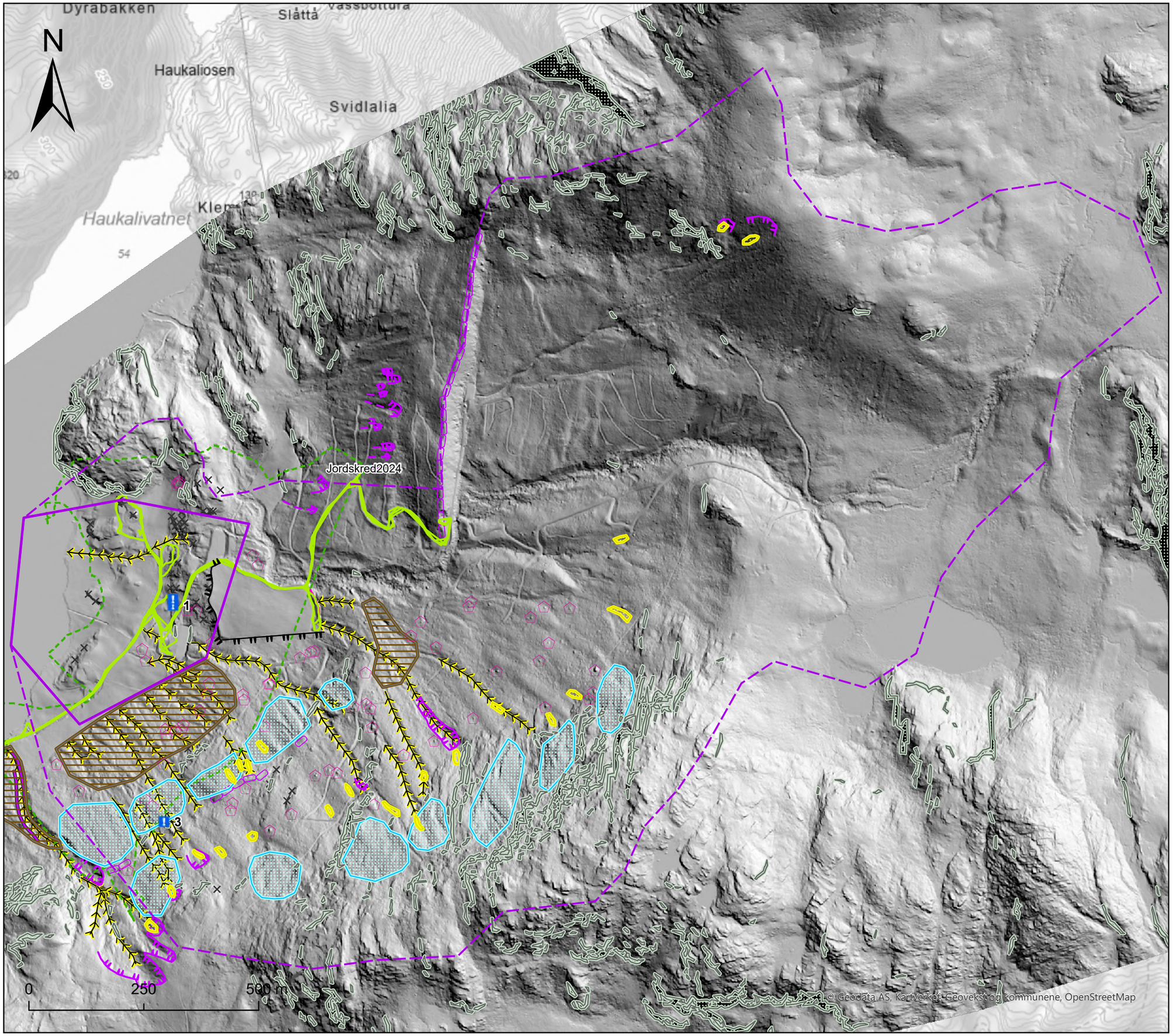
Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

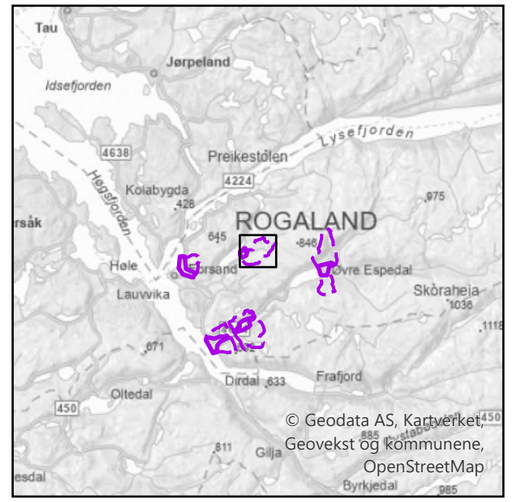
Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 4 – Haukali

Infopunkt-nr.	Beskrivelse
1	Graveskåning i morene bak bolighus
2	Mindre utglidning i graveskråning
3	Luftspenn opp skråning - linje i skogen





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområde snøskred
- Blokk med usikkert opphav
- Jord og flomskredavsetning
- Levee
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Eksponert berg
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Skredhendelser linje
- Sikringstiltak
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 4 - Haukali

NVE

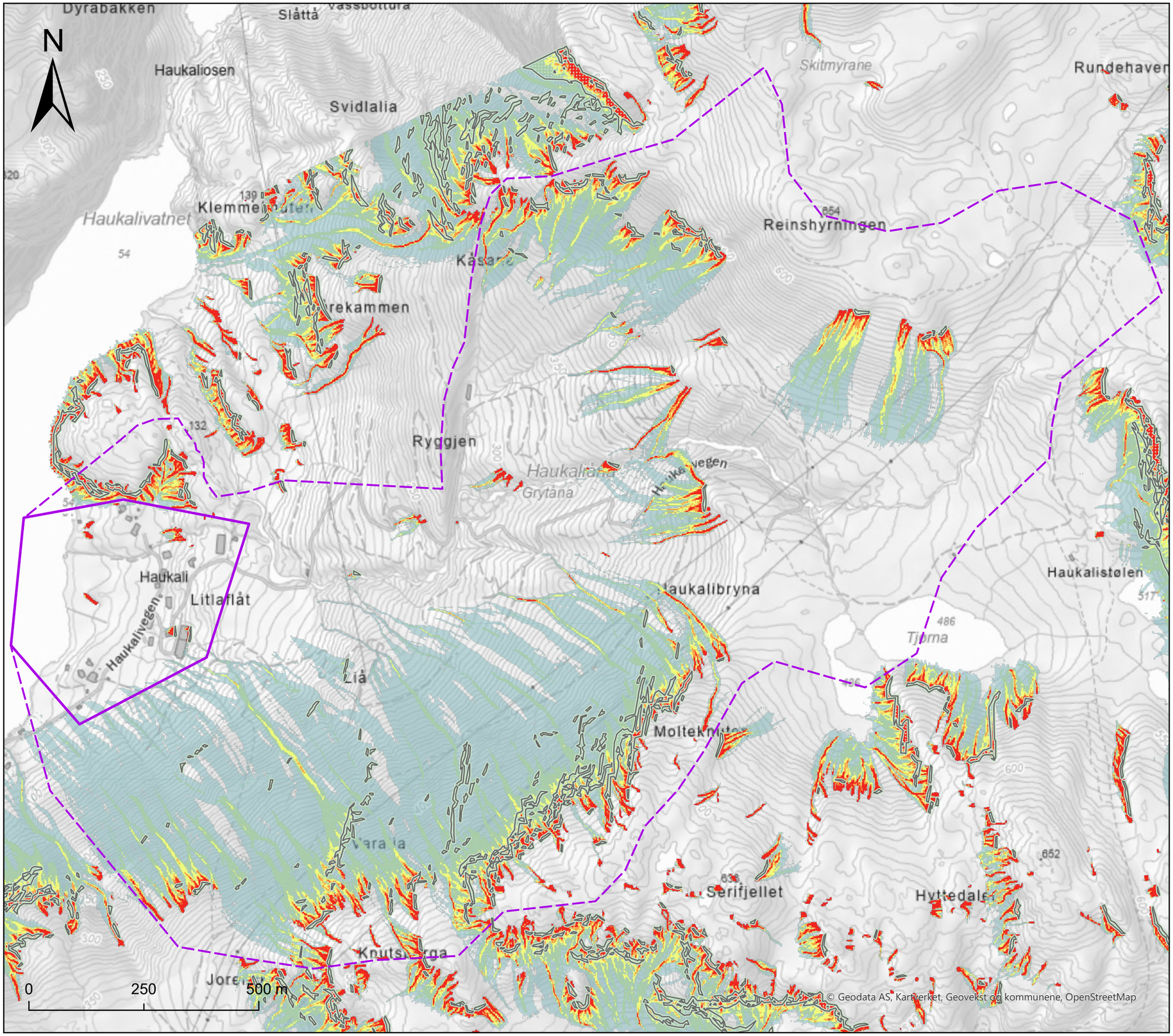
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

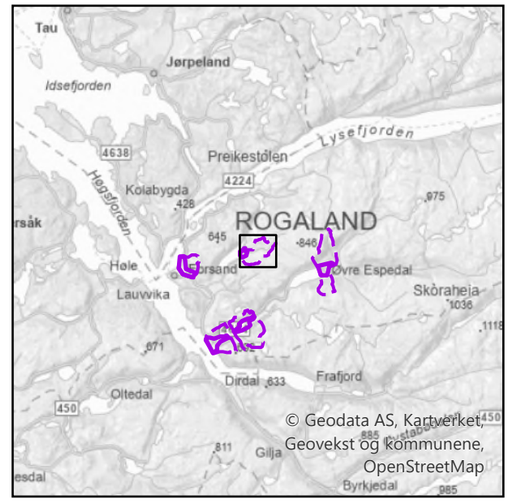
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)
1,0 m3-1000-års scenario

- 0- 1,5
- 1,5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 4 - Haukali

NVE

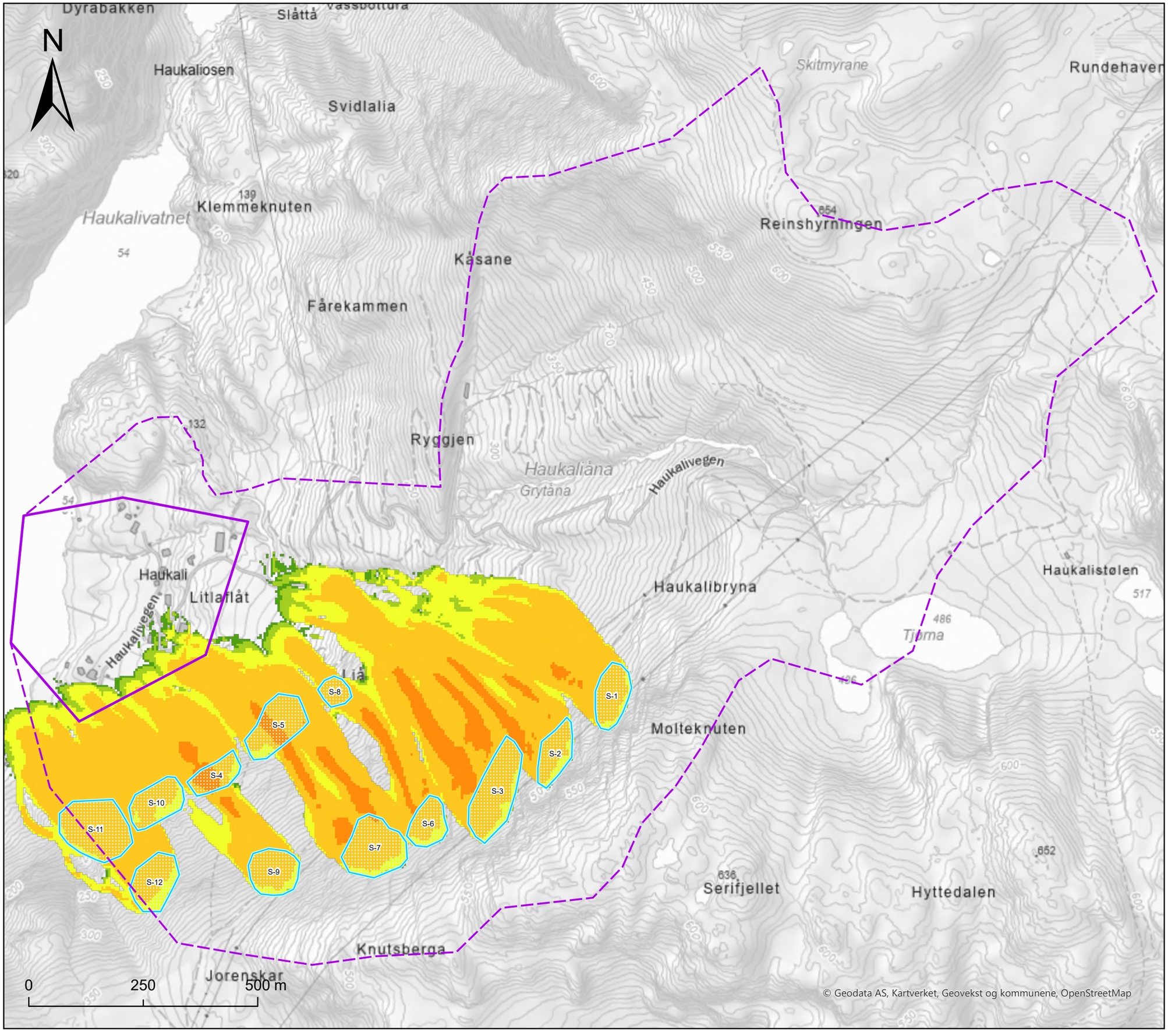
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

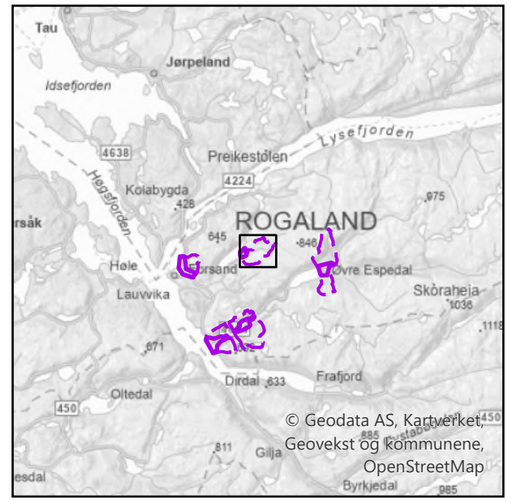
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

RAMMS - Snøskred

Løsneområde snøskred

RAMMS::Avalanche - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

NVE

SWECO

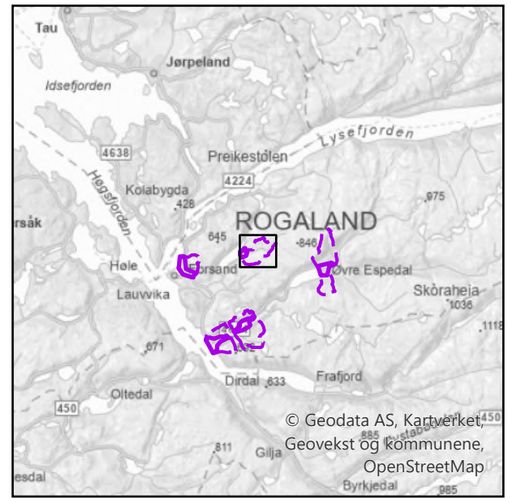
N

Dyrabakken
Slåttå
Haukaliosen
Svidlalia
Skitmyrane
Rundehaven
Haukalivatnet
Klemmeknuten
Reinshyrningen
Kåsane
Fårekammen
Ryggjen
Haukaliåna
Grytåna
Haukalivegen
Haukali
Litlaflåt
Haukalivegen
Lia
Haukalibryna
Haukalistølen
Tjørna
Molteknuten
Varalia
Serifjellet
Hyttedalen
Knutsberga
Jorenskar

F-1 F-2 F-3 F-4 F-6 F-7 F-8 F-9 F-10 F-11 F-12 F-13 F-14 F-15 F-16 F-17 F-18 F-19 F-20 F-21 F-22 F-23

0 250 500 m

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde flomskred
- Erosjon

RAMMS::DebrisFlow - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

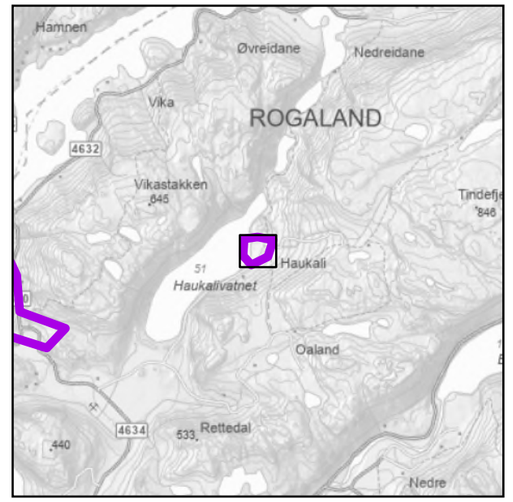
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Haukalivegen
Haukali
Litlaflat

0 25 50 100 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOLOHN	□

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N

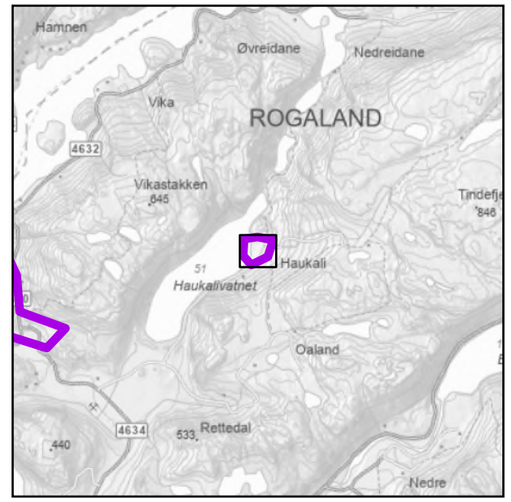
Haukalivegen

Haukali

Litlaflat

0 30 60 120 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOLOHN	□

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N

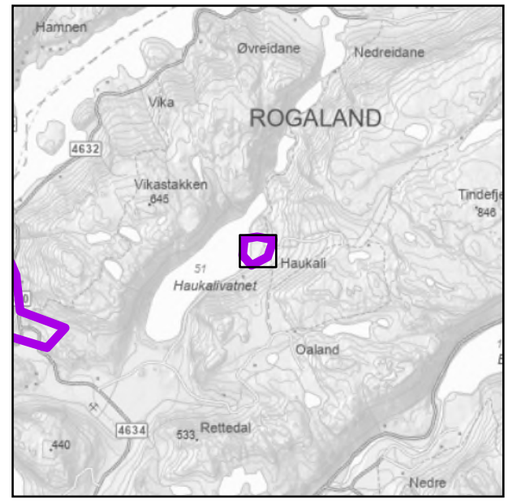
Haukalivegen

Haukali

Litlaflat

0 25 50 100 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOLOHN	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N

Fiskesteinen

Haukali

Litlabåt

Haukalivegen

Ryggjen

Haukaliåna

Grytåna

Liå

Varalia

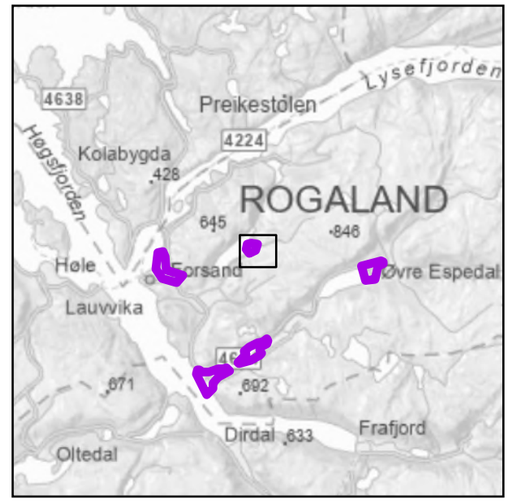
Knutsberga

Jorenskar

Snøskred, 1-
Betydning for
løsnesannsynligheten

0 80 160 320 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Skog med betydning for skredfaren

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

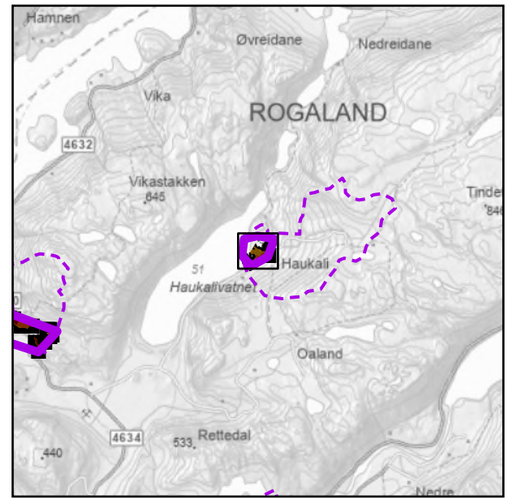
SWECO

N

Haukalivegen

Haukali

Litlaflåt



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

0 30 60 120 m

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 4 - Haukali

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOLOHN	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

VEDLEGG 5A – OMRÅDE 5 – ØVRE ESPEDAL - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot sør.



Bilde 2. Dronebilde over nordlig del av påvirkningsområdet og kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 3. Dronebilde over nordlig del av påvirkningsområdet. Kartleggingsområdet til venstre i bildet, og Ryggjadalen til høyre i bildet. Dronebildet er tatt mot øst-sørøst.



Bilde 4. Uren nedenfor Reiarstofjellet, i nordlig del av utredningsområdet. Bildet er tatt fra moreneryggen og mot nordvest.



Bilde 5. Sørlig del av påvirkningsområdet. Dronebildet er tatt mot sør.



Bilde 6. Sørlig del av påvirkningsområdet. Tungebekken sentralt i bildet. Dronebildet er tatt mot sør.



Bilde 7. Eksempel på sterkt oppsprukket berg ovenfor sørøstlig del av kartleggingsområdet. Dronebildet er tatt mot sørøst.



Bilde 8. Eksempel på oppsprukket berg og delvis avløste partier ovenfor sørøstlig del av kartleggingsområdet. Dronebildet er tatt mot sørvest.



Bilde 9. Ur og blokker like sør for kartleggingsområdet. Espedalsvatnet til høyre i bildet. Bildet er tatt mot sør.



Bilde 10. Mulig steinskredavsetning nedenfor sørlig dalside bestående av store, stablede blokker. Bildet er tatt mot sør.



Bilde 11. Dronebilde av skråning, rett nord for kartleggingsområdet. Dronebildet er tatt mot nord.



Bilde 12. Skråning rett nord for kartleggingsområdet. Dronebildet er tatt mot nord-nordvest.



Bilde 13. Skråning nord for kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot sørøst.



Bilde 14. Eksempel på skredkant i skråningen nord for kartleggingsområdet (bilde 13). Bildet er tatt mot nordvest.



Bilde 15. Bergskrenter i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Espedalsvegen 1692 og 1692 midt i bildet. Dronebildet er tatt mot øst.



Bilde 16. Avtrappet og glattskurt berg i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Espedalsvegen 1712 til høyre i bildet (hvitt hus). Bildet er tatt mot nordøst.



Bilde 17. Avtrappet og glattskurt berg i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Espedalsvegen 1712 til høyre i bildet. Bildet er tatt mot nordøst.



Bilde 18. Avtrappet og glattskurt berg i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot nord.



Bilde 19. Avtrappet og glattskurt berg i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot nord.



Bilde 20. To partier med oppsprukket berg i en ellers relativt glattskurt skrent i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot nord.



Bilde 21. Stedvis avgrensede, små blokker bergskrenten i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot nordvest.



Bilde 22. Liten ur lokalisert i skrent i nordøstlig del av kartleggingsområdet. Plassering er vist av infopunkt. Omkringliggende bergskrenter er i stor grad glattskurt. Bildet er tatt mot sørøst.



Bilde 23. Glattskurt bergskrent bak Espedalsvegen 1692. Bildet er tatt mot nordvest.



Bilde 24. Glattskurt bergskrent bak Espedalsvegen 1694. Bildet er tatt mot nord.



Bilde 25. Bergskrenter ved nordvestlig del av kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot nord.



Bilde 26. Bergskrenter ved nordvestlig del av kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot nordvest.



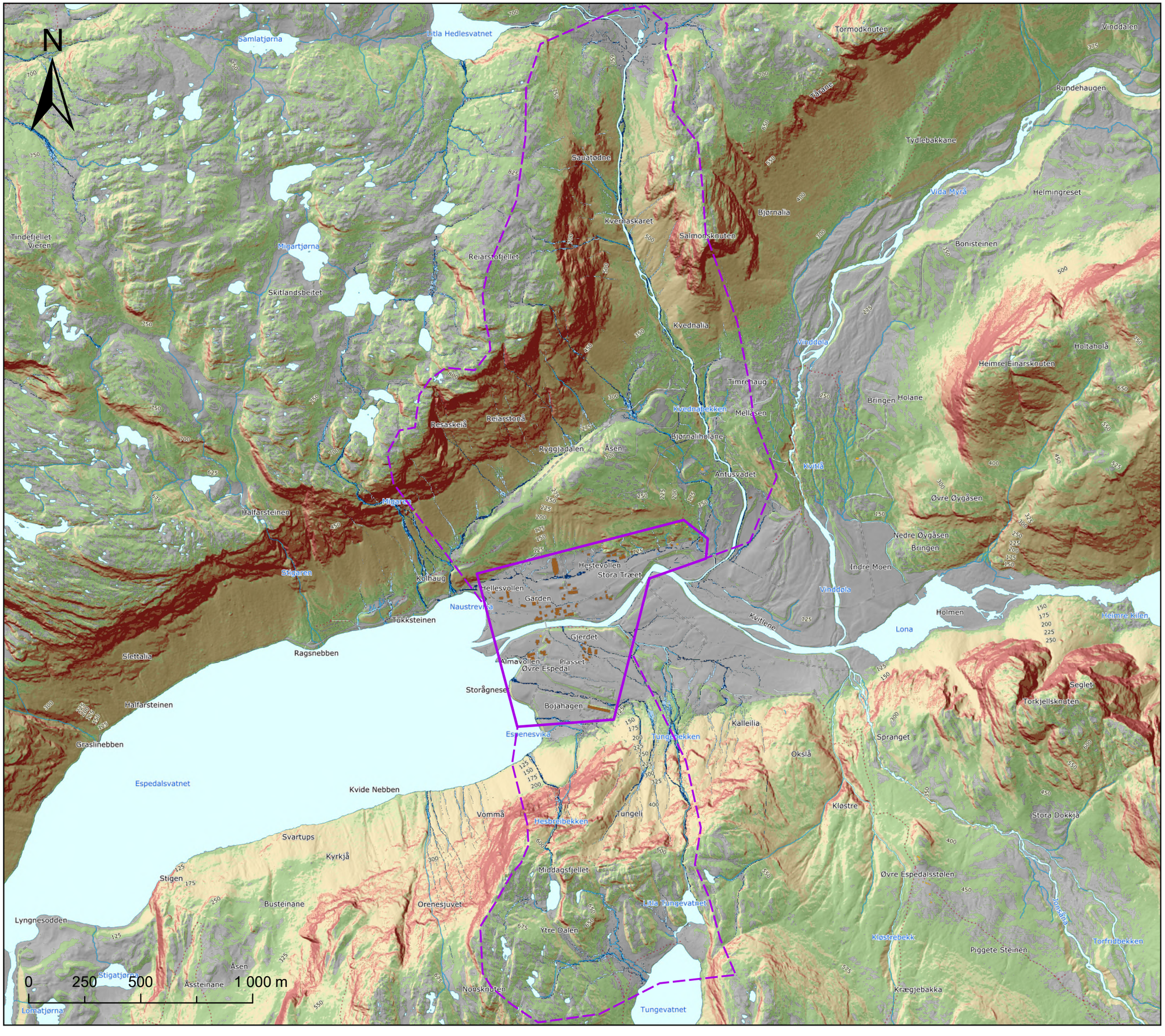
Bilde 27. Eksempel på bergskrent med avløste og avgrensede blokker ovenfor jordskråning nord for kartleggingsområdet.

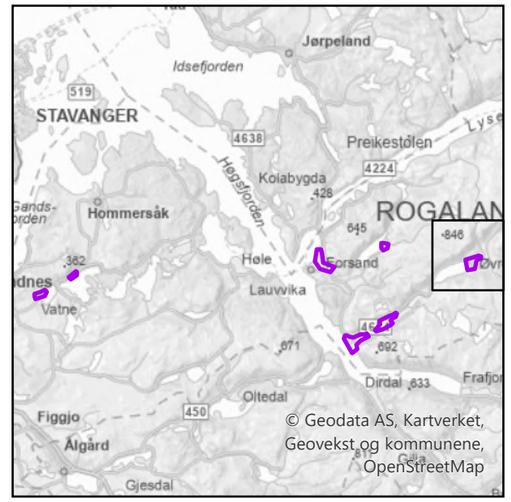


Bilde 28. Eksempel på bergskrent med avløste og avgrensede blokker ovenfor jordskråning nord for kartleggingsområdet.



Bilde 29. Eksempel på blokkansamling/ur i øvre del av jordskråningen nord for kartleggingsområdet.





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- **0- 1 500**
- **1 500 - 5 000**
- **5 000 - 10 000**
- **>10000**

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 5 - Øvre Espedal

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

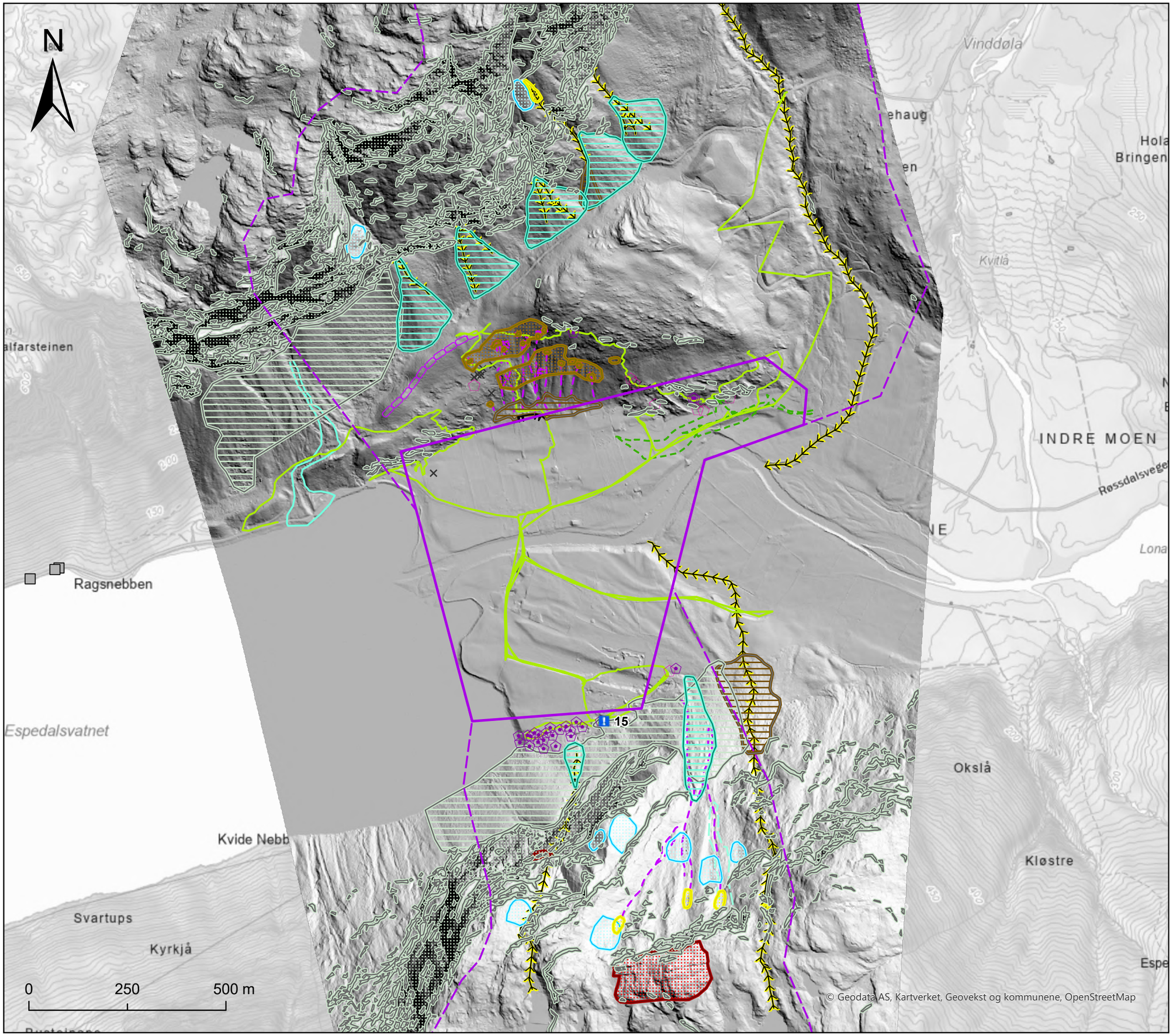
Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

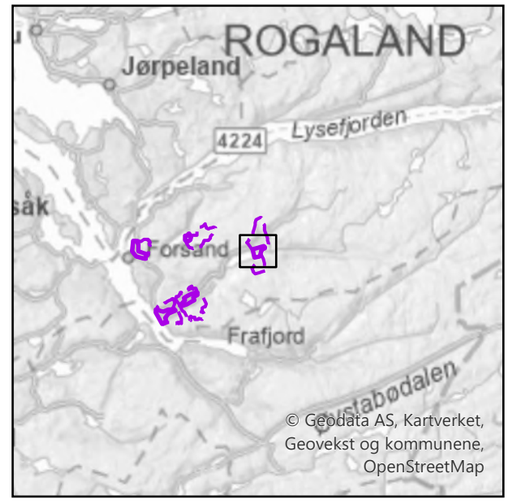
Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 5 – Øvre Espedal

Infopunkt-nr.	Beskrivelse
15	Mulig steinskredavsetning





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Jord og flomskredavsetning
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Eksponert berg
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Skredhendelser linje
- Skredhendelser_Usikker_rekkevidde
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 5 - Øvre Espedal

NVE

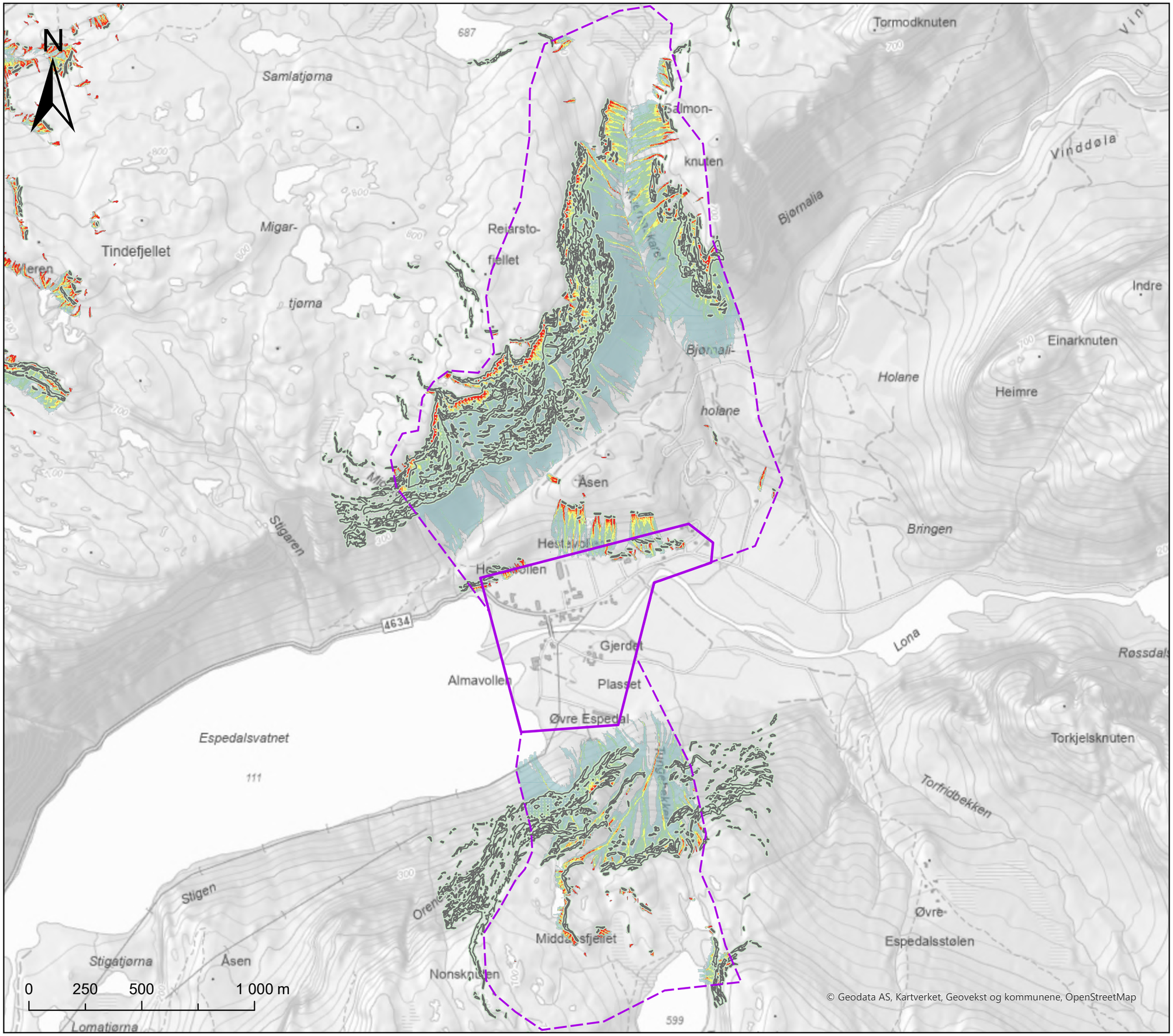
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

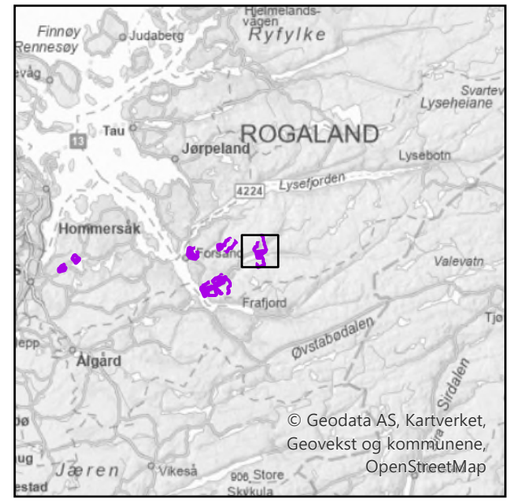
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)
1,0 m3-1000-års scenario

- 0- 1,5
- 1,5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 5 - Øvre Espedal

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

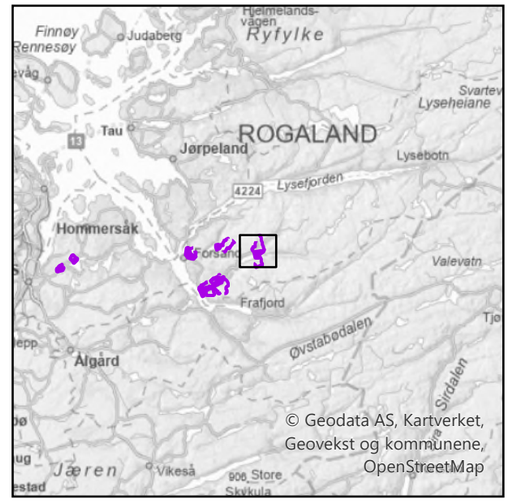
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N

0 250 500 1 000 m



Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

RAMMS - Snøskred

Løsneområde snøskred

RAMMS::Avalanche - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 5 - Øvre Espedal

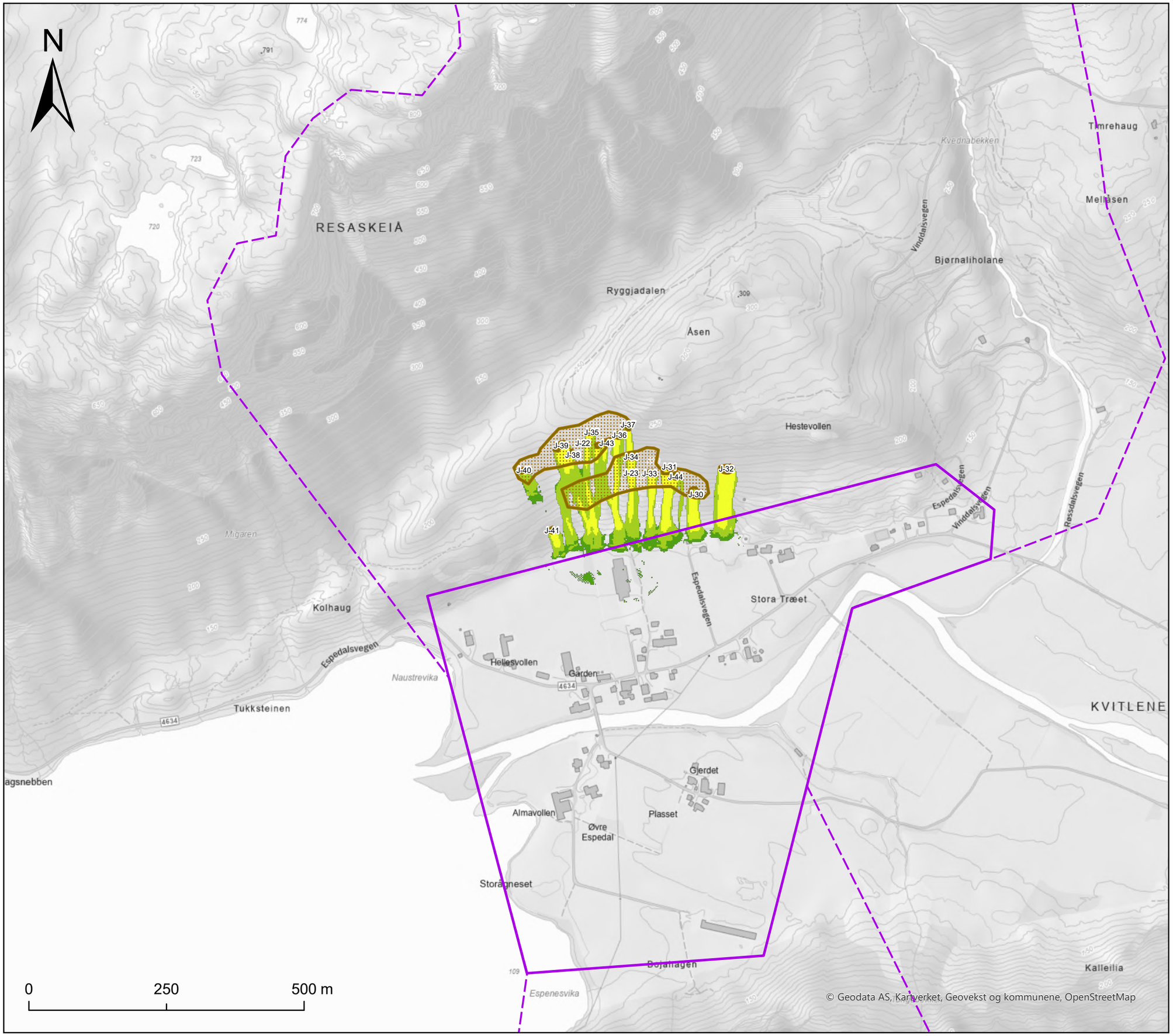
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

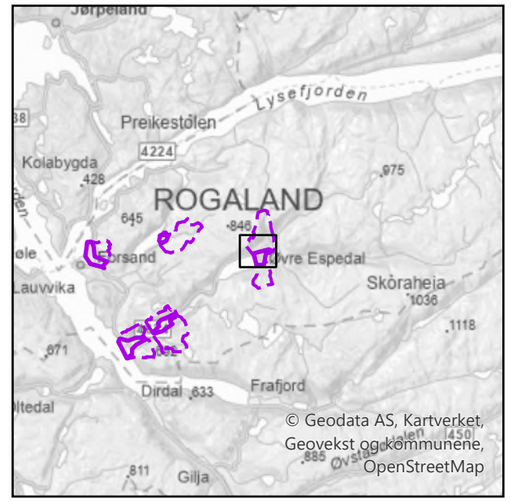
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

RAMMS - Jordskred

- Løsneområder jordskred

RAMMS::DebrisFlow - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 5 - Øvre Espedal

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

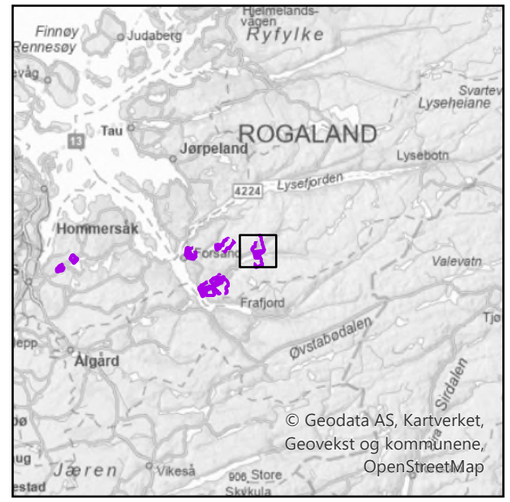
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

N

0 250 500 1 000 m



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde flomskred
- Erosjon

RAMMS::DebrisFlow - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 5 - Øvre Espedal

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

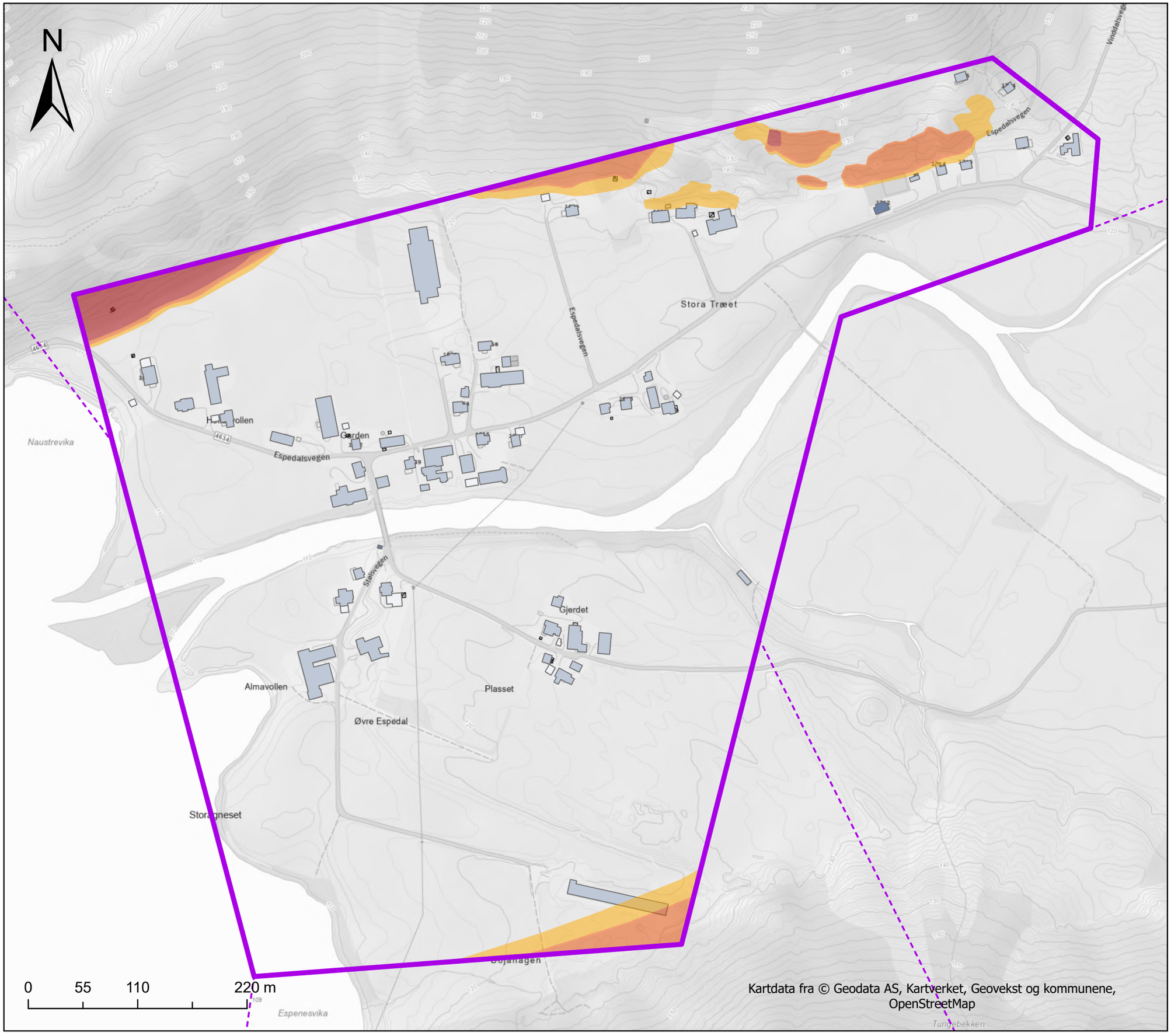
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

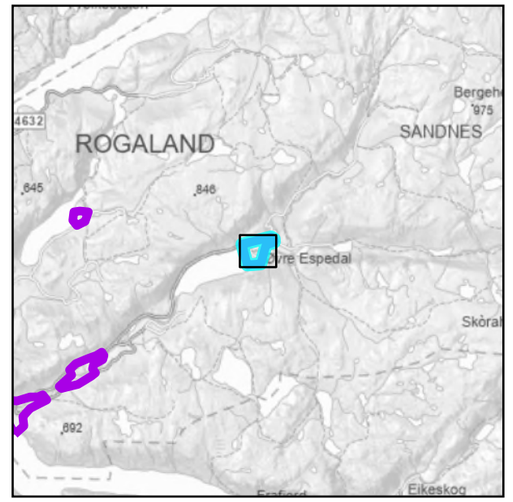
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 5 - Øvre Espedal

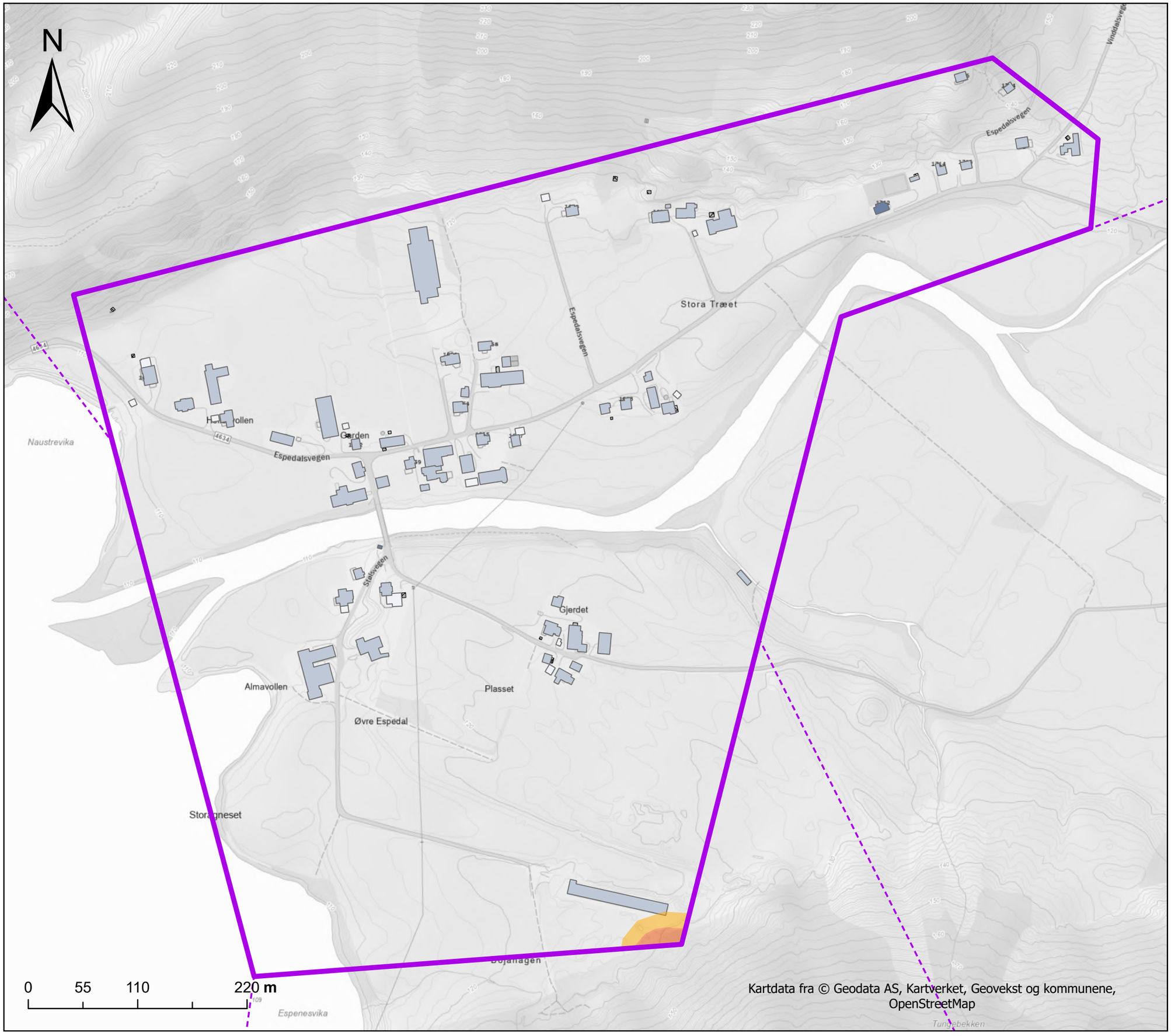
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

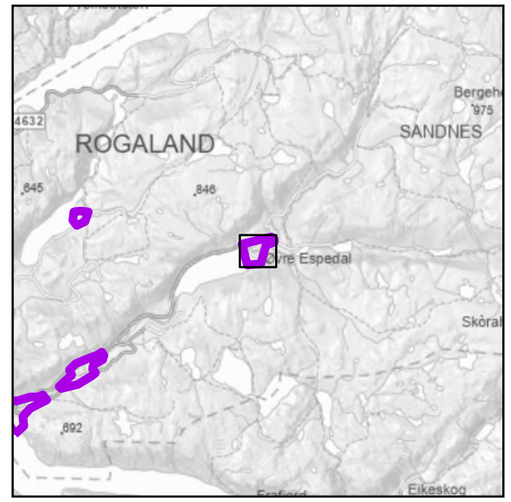
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

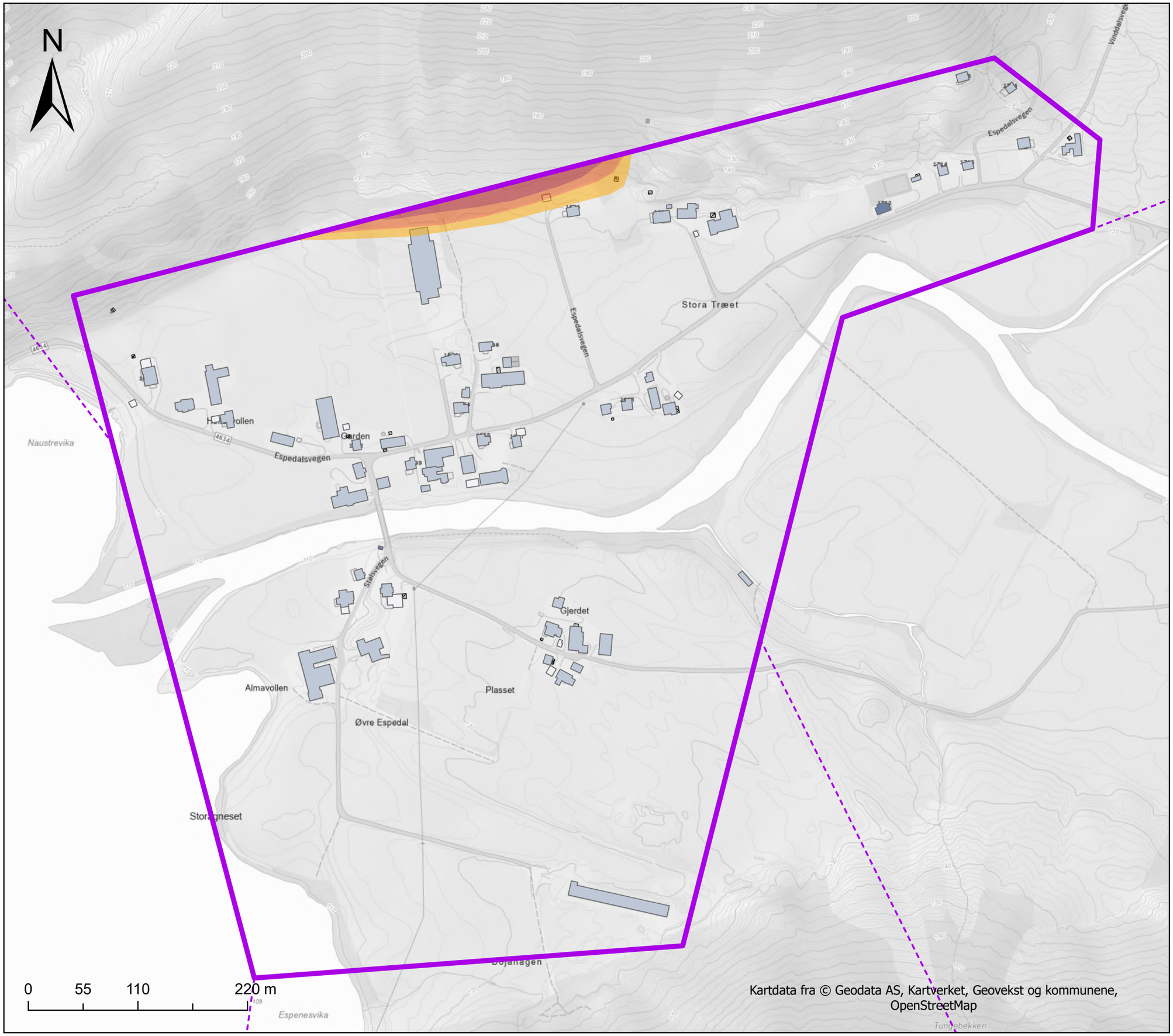
Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 5 - Øvre Espedal

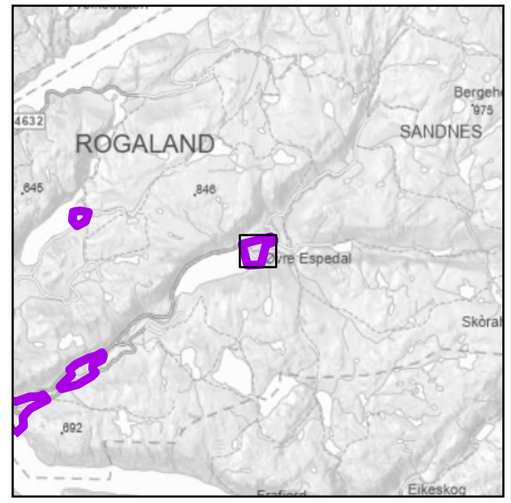
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 5 - Øvre Espedal

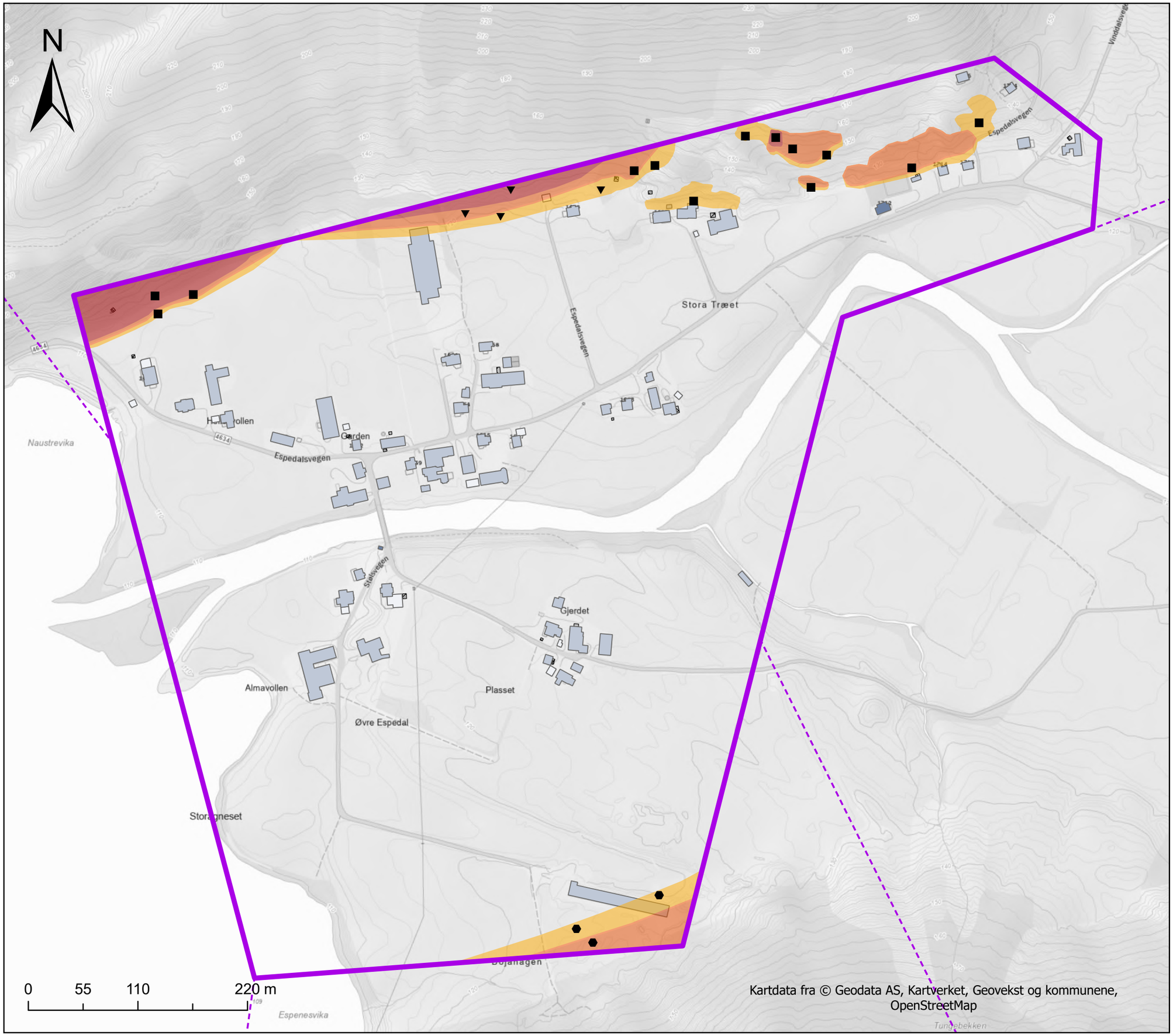
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

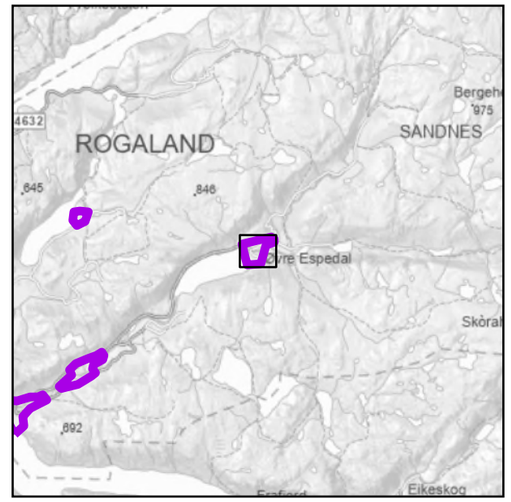
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NODINH	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 5 - Øvre Espedal

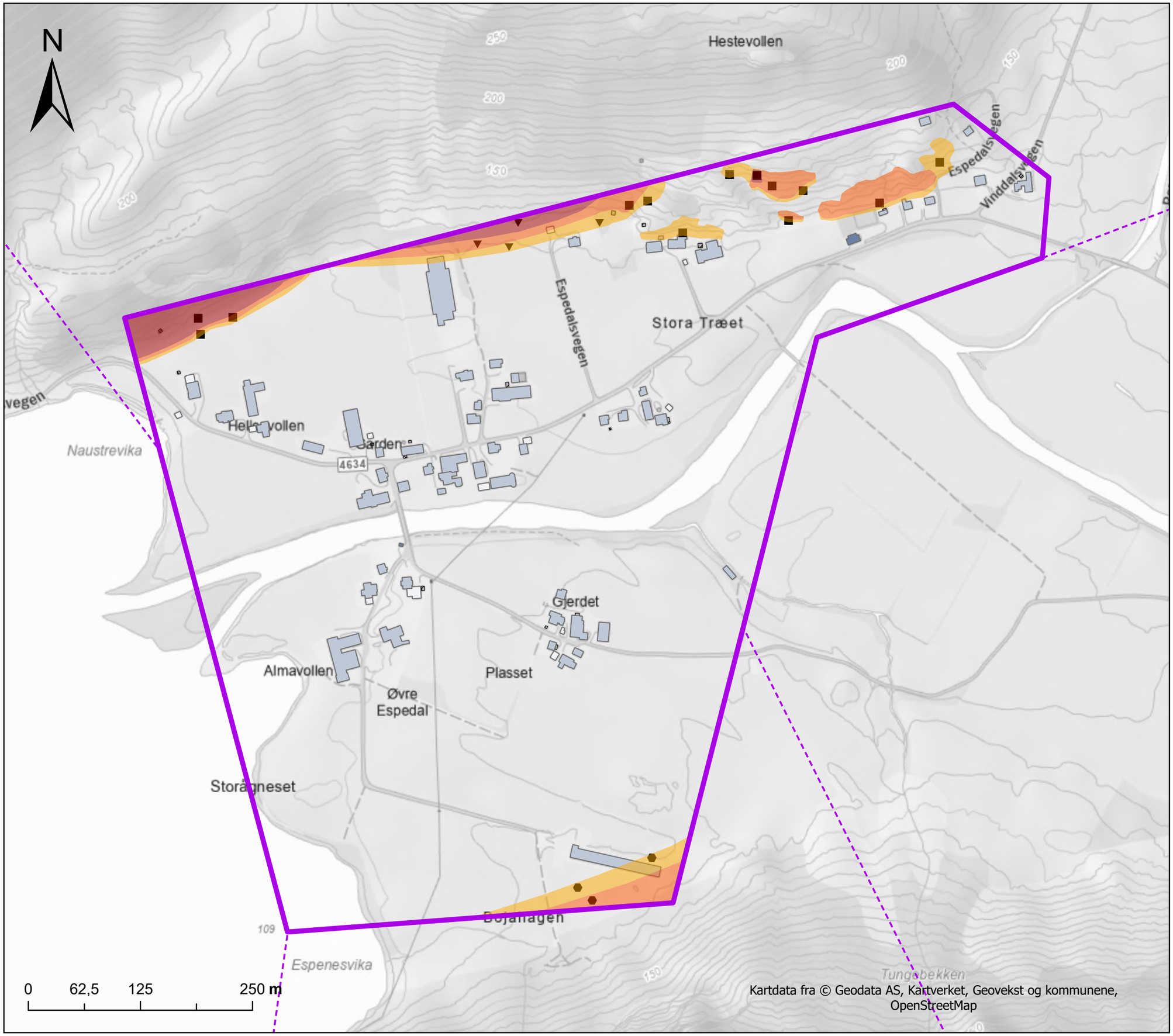
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

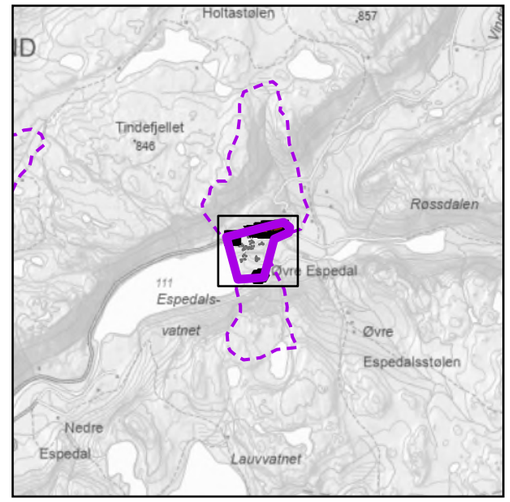
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 5 - Øvre Espedal

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NODINH	NOMOLI

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

VEDLEGG 6A – OMRÅDE 6 – NYGÅRD-GOLHAUG - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over nordlig del av påvirkningsområdet og deler av kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot nord-vest i retning Ulvaknuten og Litle Ulvaknuten. Infopunkt 17.



Bilde 2. Nordlig del. Bilde tatt i retning nord, mot Golhaug.



Bilde 3. Nordlig del. Bildet er tatt i retning nord, mot Golhaug. Utredningsområdets nord-østlige del.



Bilde 4. Nordlig del. Bildet er tatt i retning nord, mot Golhaug. Utredningsområdets nord-østlige del.



Bilde 5. Nordlig del. Bildet er tatt i retning nord-vest. Viser ru terreng med blokker og uravsetninger i høyden. Infopunkt 20.



Bilde 6. Nord-vestlig del av utredningsområdet. Rett under Ulvaknuten. Bildet er tatt i retning nord-vest.



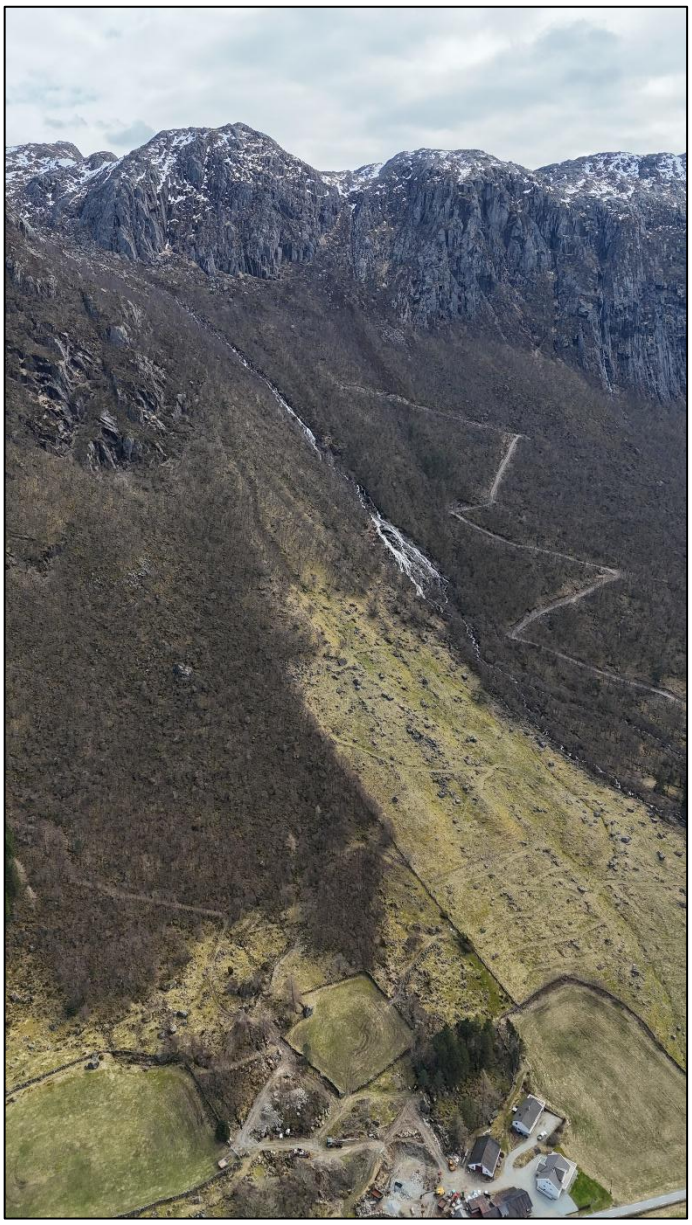
Bilde 7. Nord-vestlig del av utredningsområdet. Litle Ulvaknuten. Bildet er tatt i retning nord-øst.



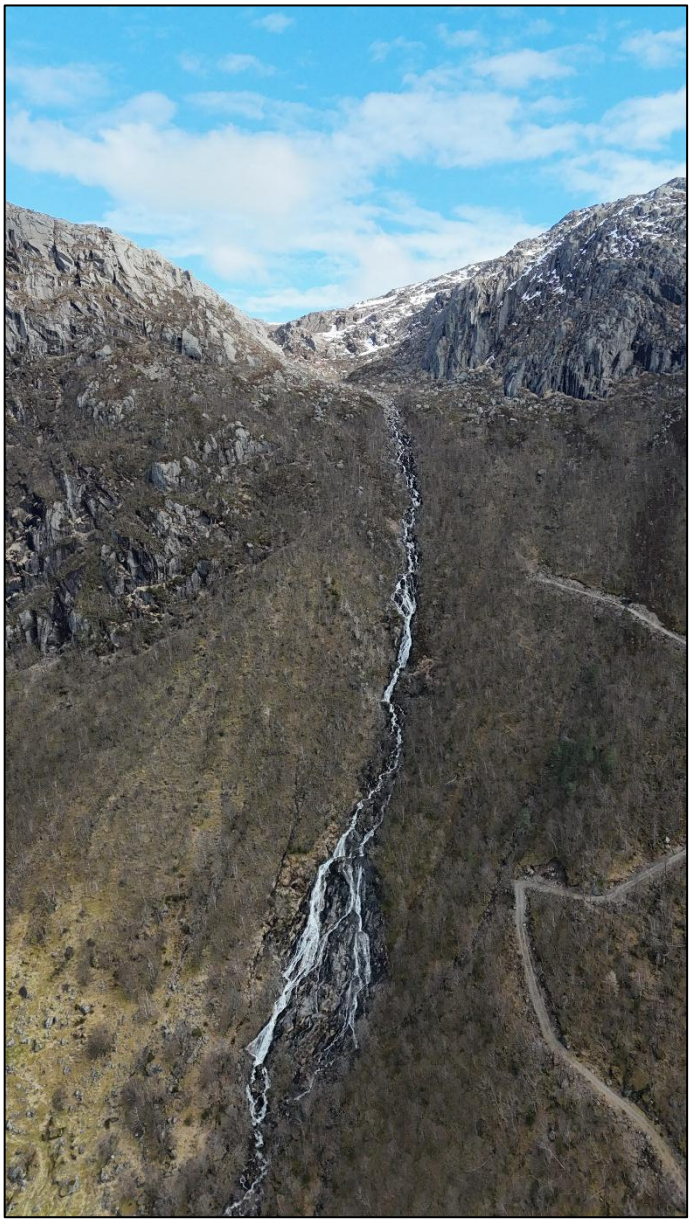
Bilde 8. Sør-vestlig del av kartleggingsområde, ved Nygård. Bildet er tatt i retning sør. Viser ravinering, og tegn til vifteformer fra tidligere flomskred. Infopunkt 18 og 19.



Bilde 9. Sør-vestlig del av kartleggingsområde, ved Nygård. Bildet er tatt i retning sør-vest. Viser ravinering, og tegn til vifteformer fra tidligere flomskred. Infopunkt 18 og 19.



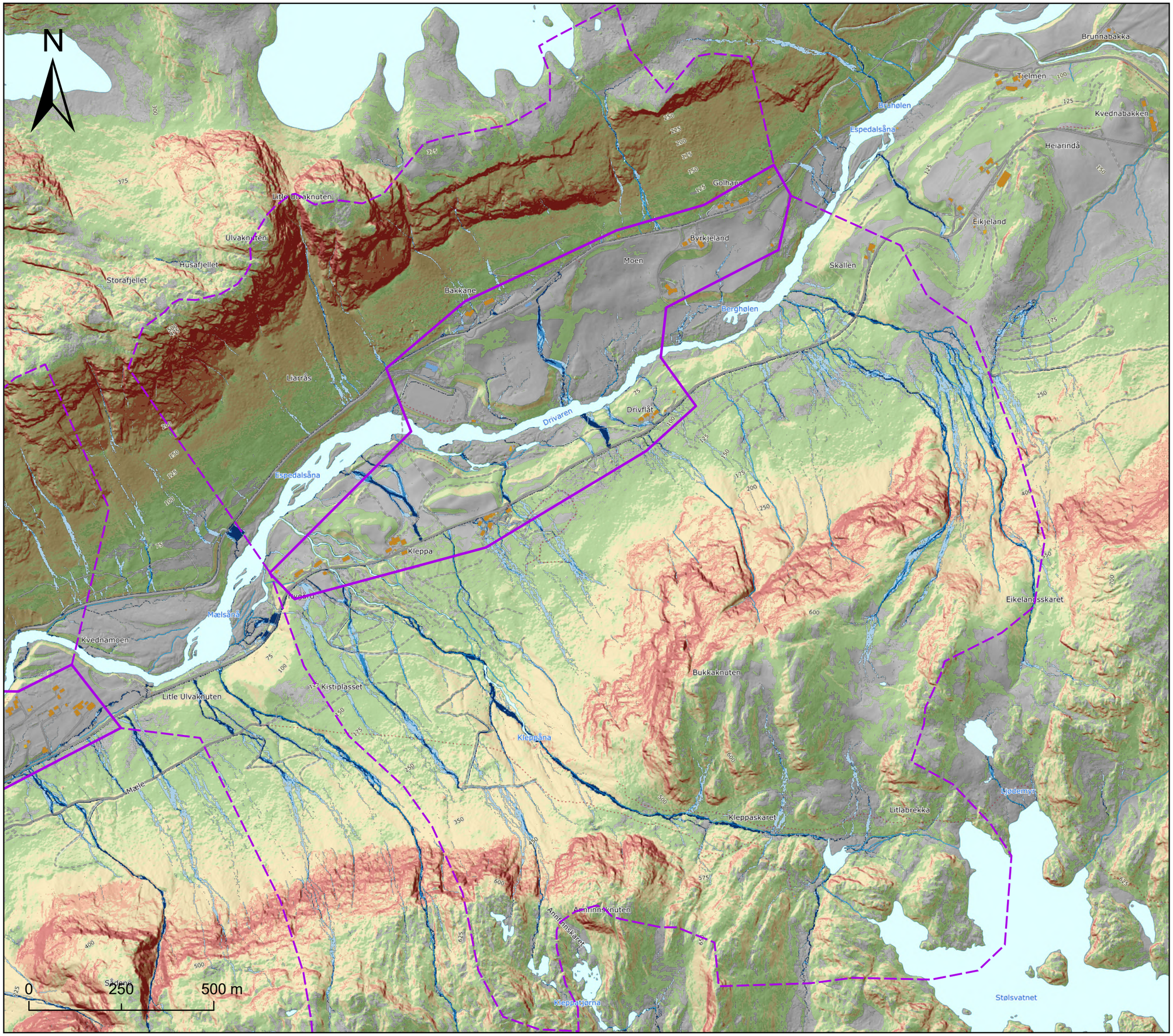
Bilde 10. Sør-vestlig del av kartleggingsområde, mot skråningen over Nygård. Bildet er tatt i retning sør. Infopunkt 22.

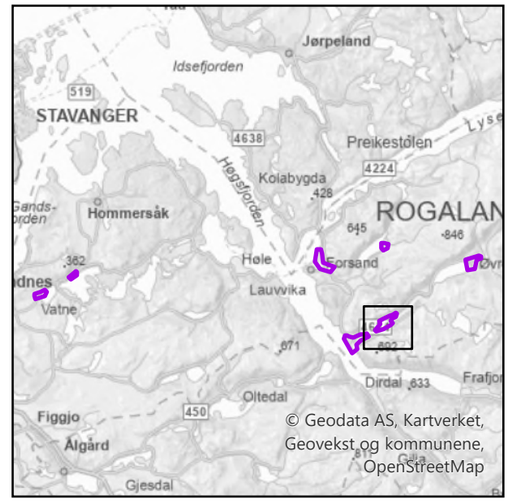


Bilde 11. Sør-vestlig del av kartleggingsområde, mot skråningen over Nygård. Bildet er tatt i retning sør-øst. Infopunkt 22.



Bilde 12. Sørlig del av kartleggingsområde, mot Bukkaknuten som øverste fjell. Bildet er tatt i retning nord-øst. Infopunkt 23 – smal dyp renne på tvers, i midtseksjonen, som samler skredmateriale og snø.





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- **0- 1 500**
- **1 500 - 5 000**
- **5 000 - 10 000**
- **>10000**

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 6 - Nygård - Golhaug

NVE

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

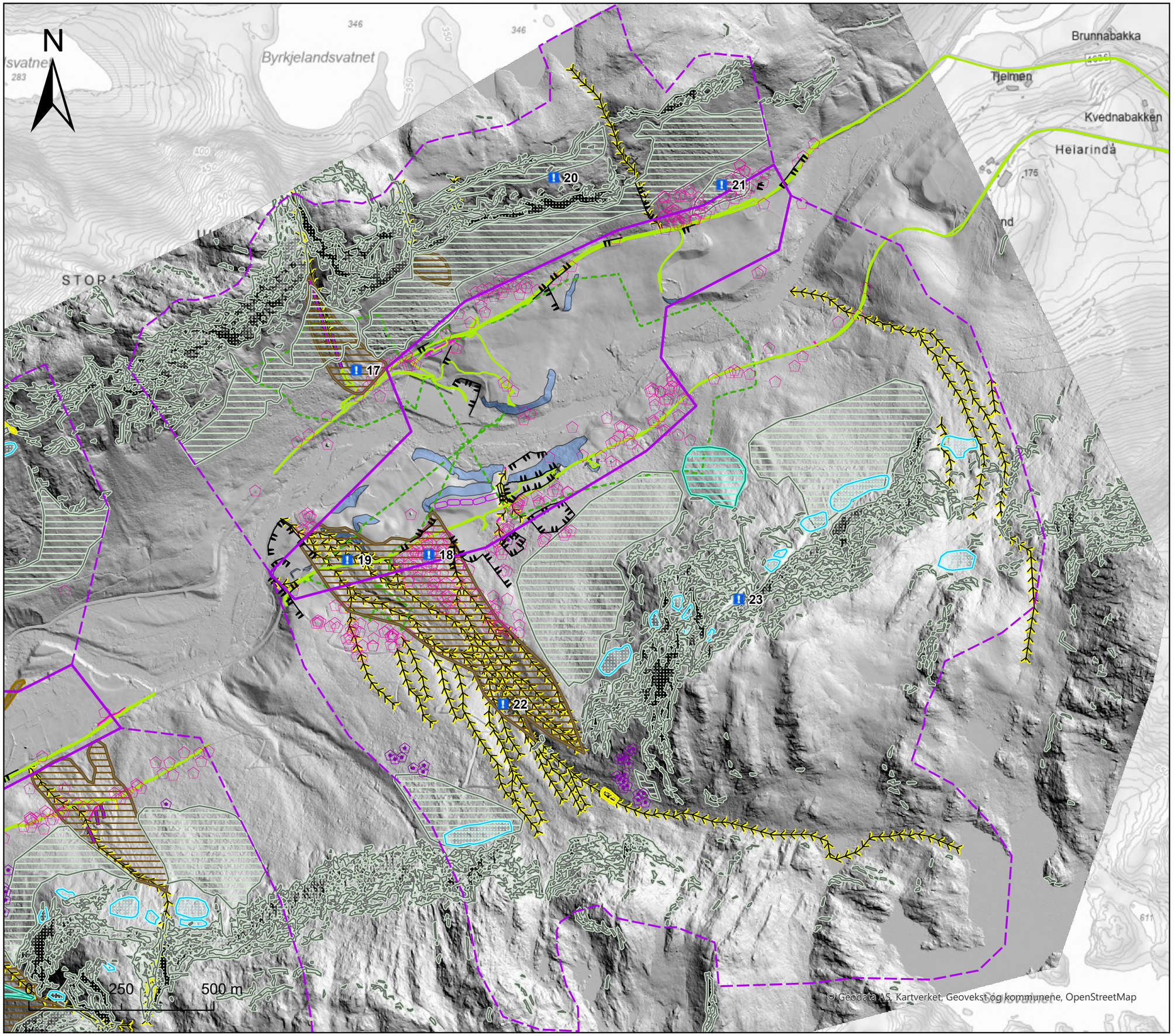
Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

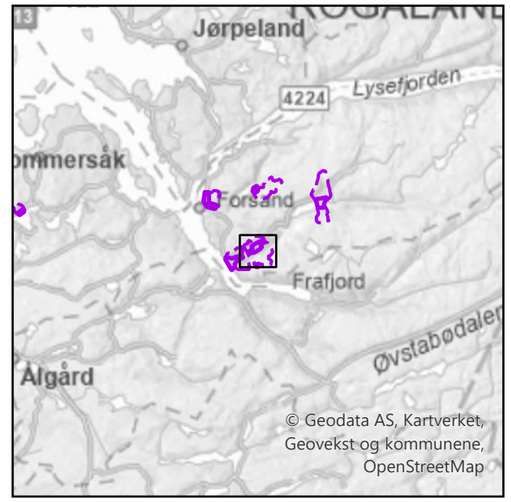
Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 6 – Nygård-Golhaug

Infopunkt-nr.	Beskrivelse
17	Flomskredavsetning
18	Vifteform og forsenkninger fra flom og flomskred
19	Raviner
20	Ru terreng
21	Eldre steinskredhendelse
22	Eksponert berg som følge av erosjon
23	Smal dyp renne på tvers, i høyden, samler skredmateriale og snø





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Jord og flomskredavsetning
- Levee
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Eksponert berg
- Rygg
- Ravine/bekkenedskjæring
- Aktive_erosjonslinjer
- Sikringstiltak
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 6 - Nygård - Golhaug

NVE

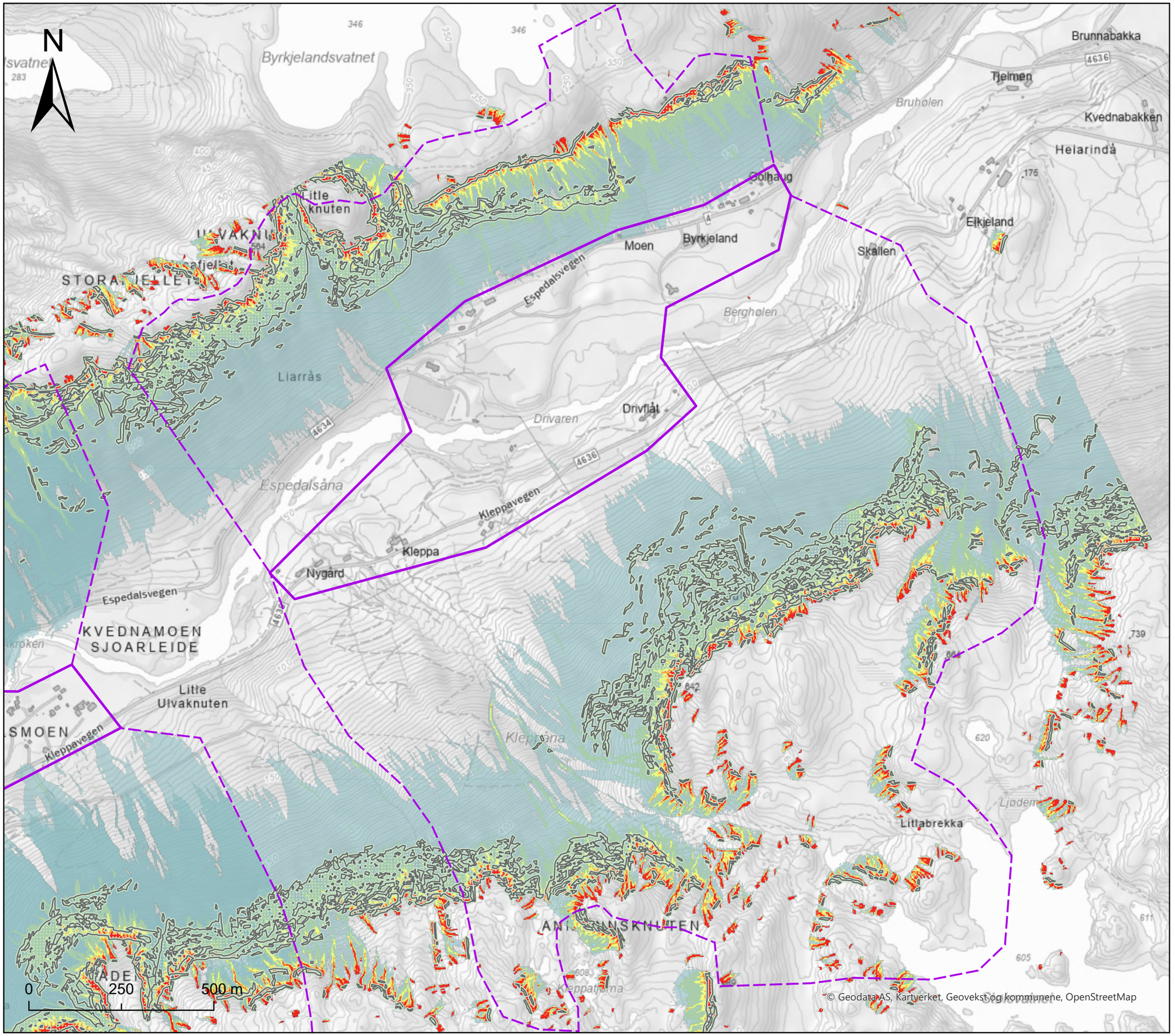
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

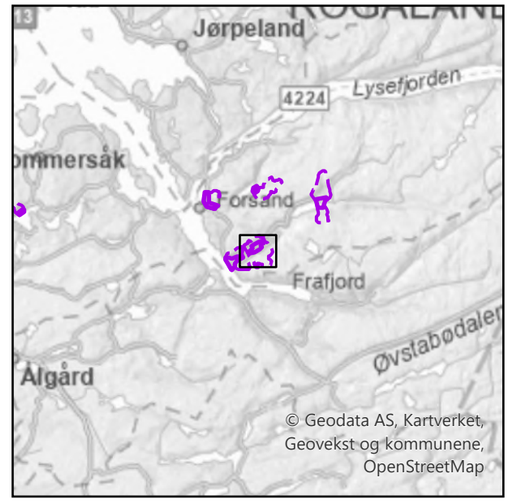
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- **Kartleggingsområde**
- **Påvirkningsområde**
- **Løsneområde steinsprang/steinskred**

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)

1,0 m3-1000-års scenario

- **0- 1,5**
- **1,5 - 5**
- **5 - 10**
- **10 - 15**
- **15 - 20**
- **20 - 100**

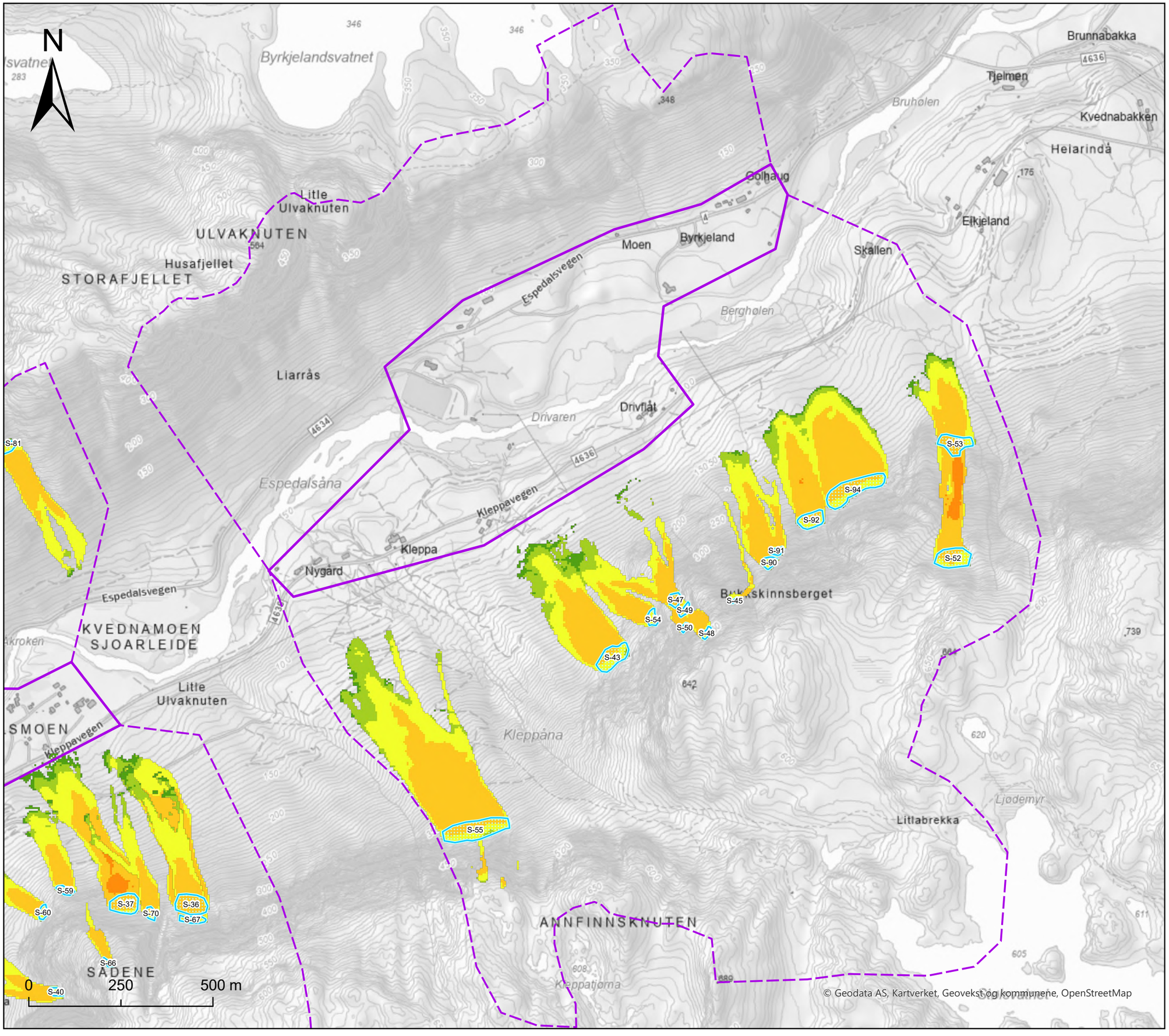
Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 6 - Nygård - Golhaug

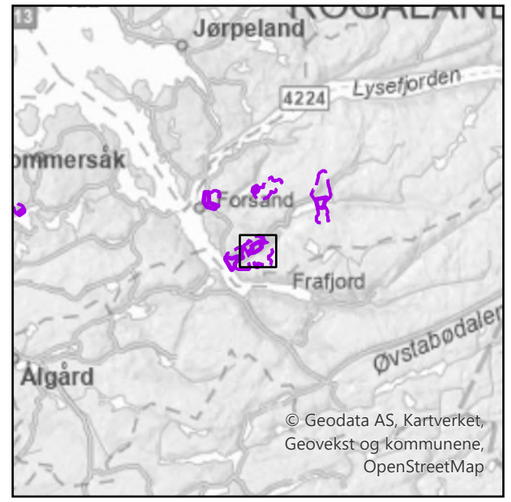
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

RAMMS - Snøskred

- Løsneområde snøskred

RAMMS::Avalanche - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 6 - Nygård - Golhaug

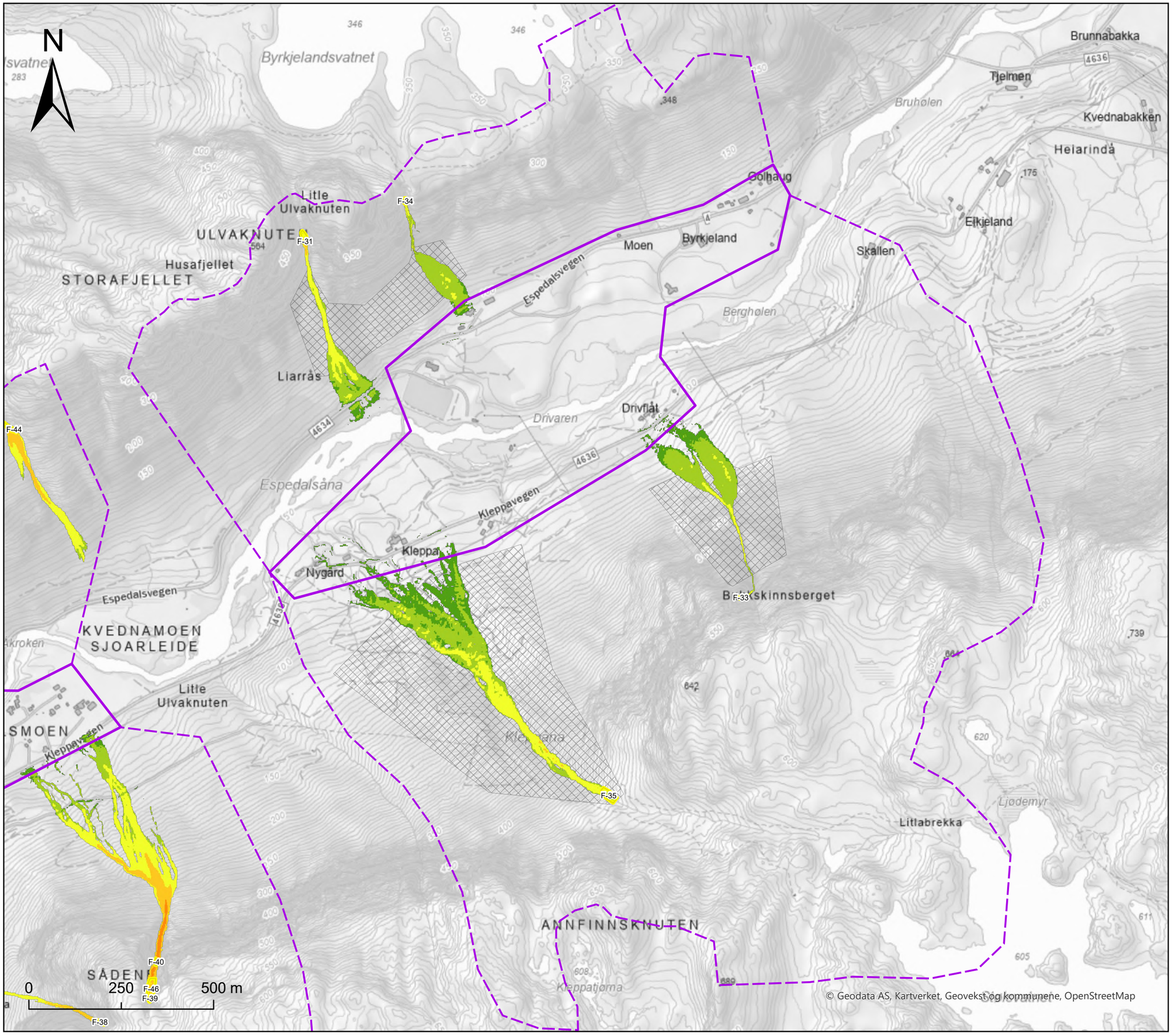
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

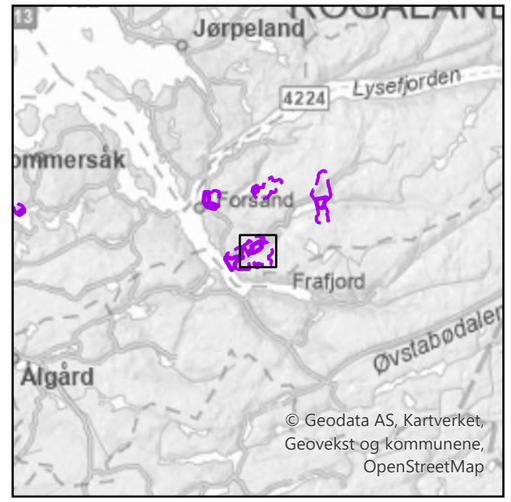
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde flomskred
- Erosjon

RAMMS::DebrisFlow - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 6 - Nygård - Golhaug

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

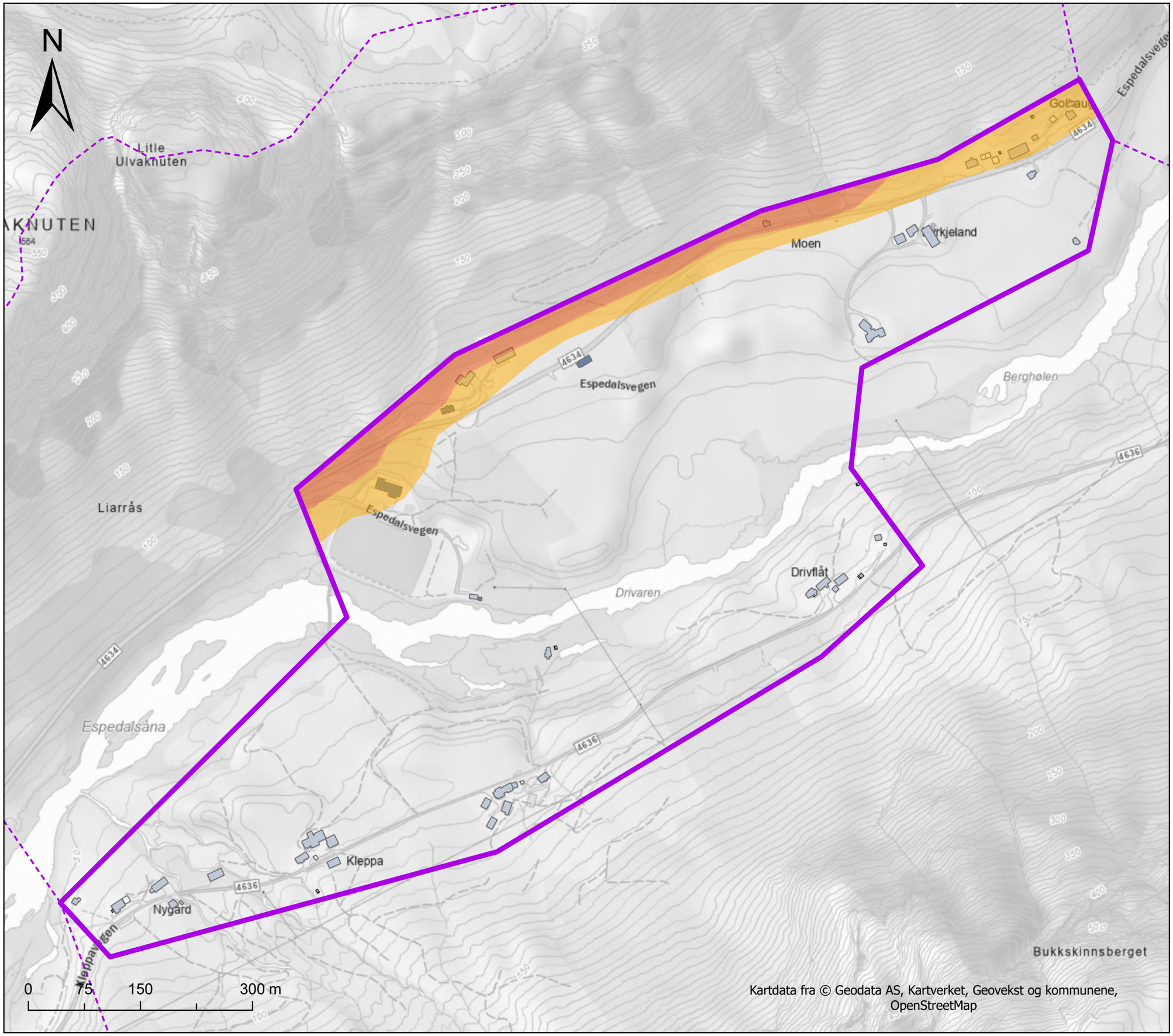
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

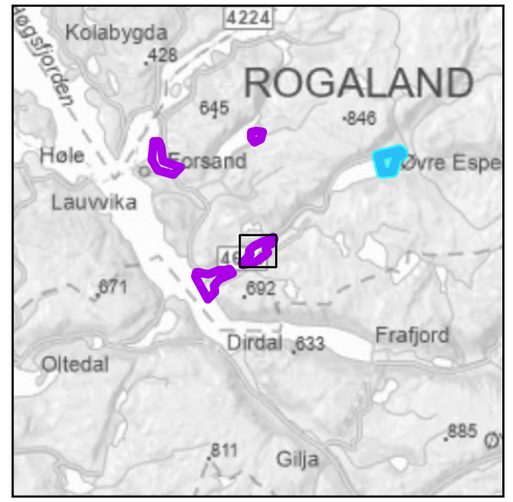
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 6 - Nygård-Golhaug

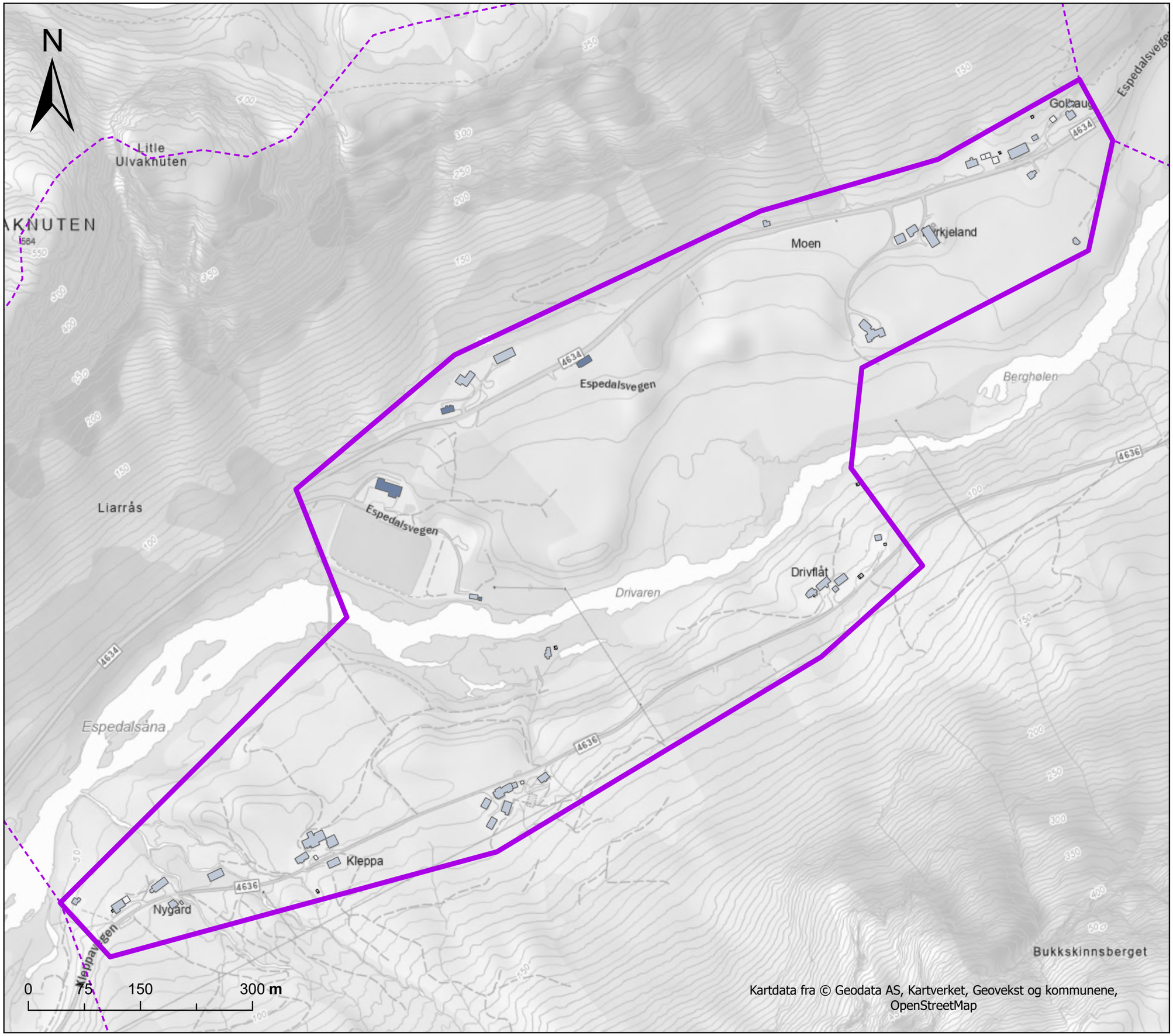
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

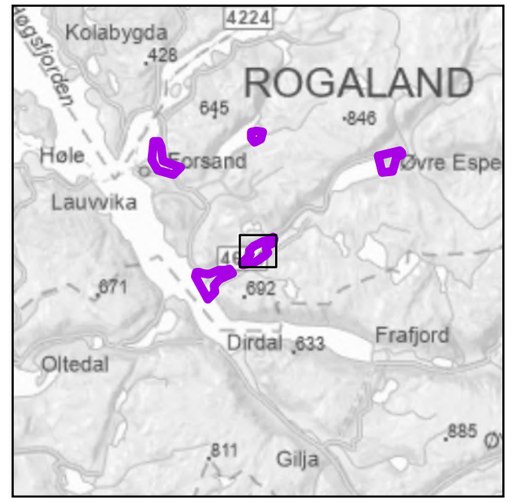
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO



Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

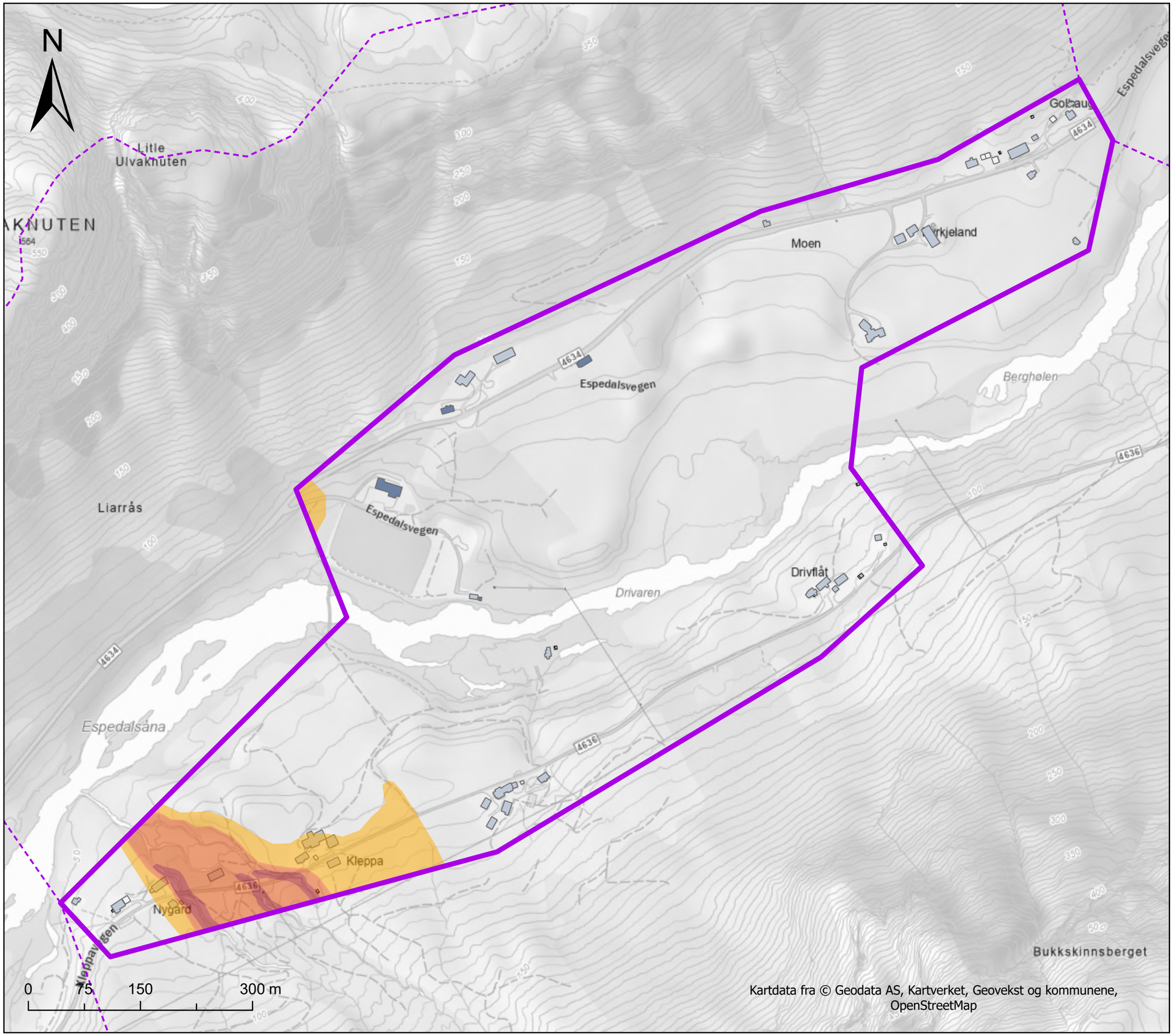
Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 6 - Nygård-Golhaug

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

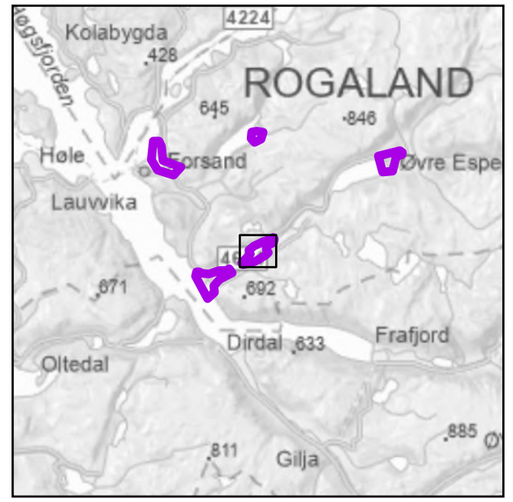
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE



Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 6 - Nygård-Golhaug

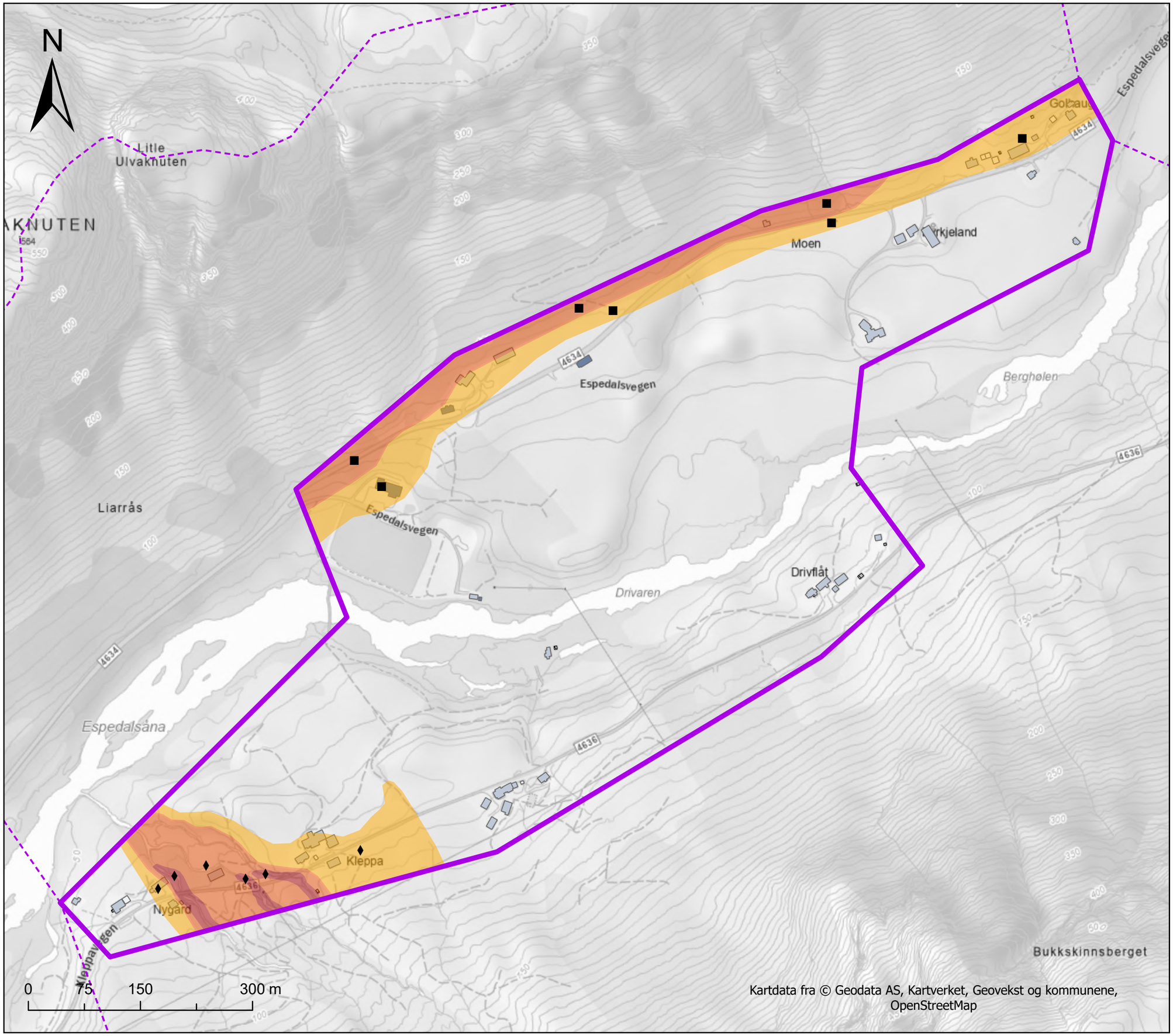
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

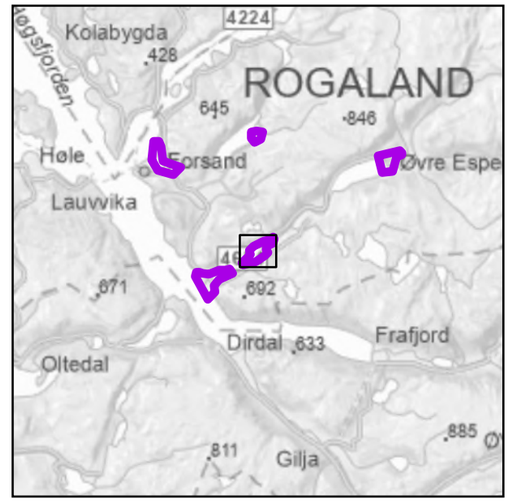
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NO1J3L	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 6 - Nygård-Golhaug

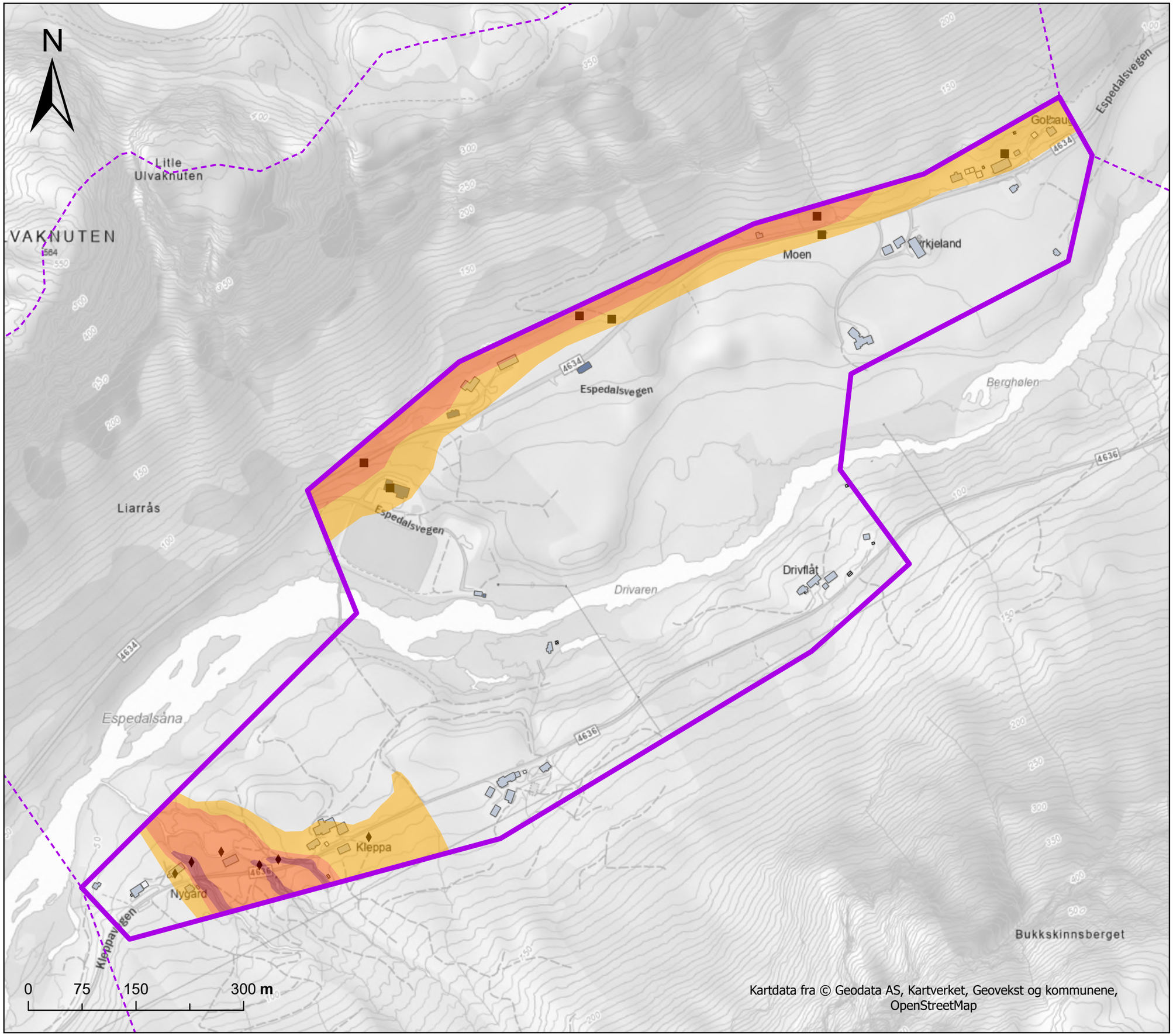
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

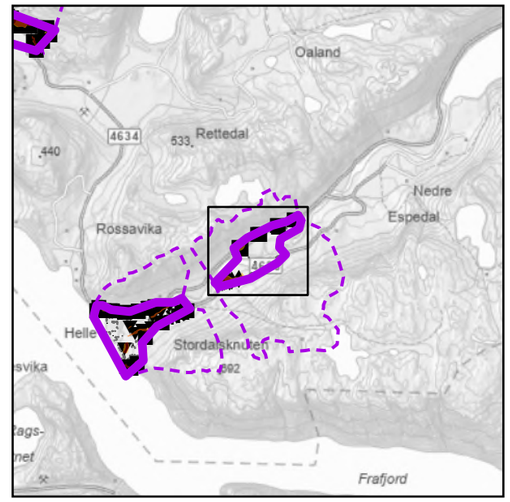
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO



Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 6 - Nygård-Golhaug

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NO1J3L	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

VEDLEGG 7A – OMRÅDE 7 – HELLE OG MÆLSMOEN - BILDER



Bilde 1. Dronebilde over nordlig dalside og dalen av kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot øst.



Bilde 2. Dronebilde over dalen og sørlig dalsiden av kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot sørøst.



Bilde 3. Dronebilde over nordvestlig del av påvirkningsområdet. Uren, terrassen over vegen samt utestående blokker er vist. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 4. Dronebilde fra fjellside over Skudiskaret. Lyse område på nedre del skrenten er løsneområdet for en hendelse for ca. 10 års siden. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 5. Dronebilde over dalbunnen innen kartleggingsområdet. Terrassekanten i bildet viser tegn av sagging. En liten utglidning langs skråning kan observeres i venstre. Bilde er tatt mot sørøst.



Bilde 6. Dronebilde over sørlig siden av påvirkningsområdet. Vifteform vest på Sådene er vist midt på bildet. Bilde er tatt mot nordvest.



Bilde 7. Dronebilde som viser bekken øst for Sådene. Bekken løper på bart fjell, men det kan observeres noen løse masser samlet flere steder langs bekkeløp. Bilde er tatt mot sør.



Bilde 8. Dronebilde som viser bekken vest for Sådene. Bekken løper over løsmasser en nylig hendelse kan observeres langs bekkeløp. Bilde er tatt mot sørøst.



Bilde 9. Dronebilde som viser uren nede fjellsiden vest for Sådene. Bilde er tatt mot sørvest.



Bilde 10. Dronebilde som viser en oversikt over Mælshammaren. Flere mindre bergskrenter, delvis oppsprukket. Noen avløste blokker langs skrentene. Bilde er tatt mot nordøst.



Bilde 11. Dronebilde som viser løsmasseskråning på Mælsosen 25. Flere utglidninger er observert langs skråning i høyre siden. En liten utglidning kan også observeres i venstre siden. Bilde er tatt mot sørøst.



Bilde 12. Erosjonssikring på elvesiden ved Toreholmen. Bilde er tatt mot nordvest.



Bilde 13. Steinmur på skråningsfoten sørvest for Kleppavegen 37. Sagging kan observeres på øvre del av skråning. Bilde er tatt mot sør.



Bilde 14. Terreng mellom traktorvegen og Sådene. Det kan observeres flere store blokker langs skråning. Bilde er tatt mot sør.



Bilde 15. Moreneblokker på terreng øst for Hælshammaren 42. Bilde er tatt mot øst.



Bilde 16. Erosjon langs bekkeløp øst for Sådene ved traktorveg som kryser sør for kartleggingsområdet. Bilde er tatt mot sør.



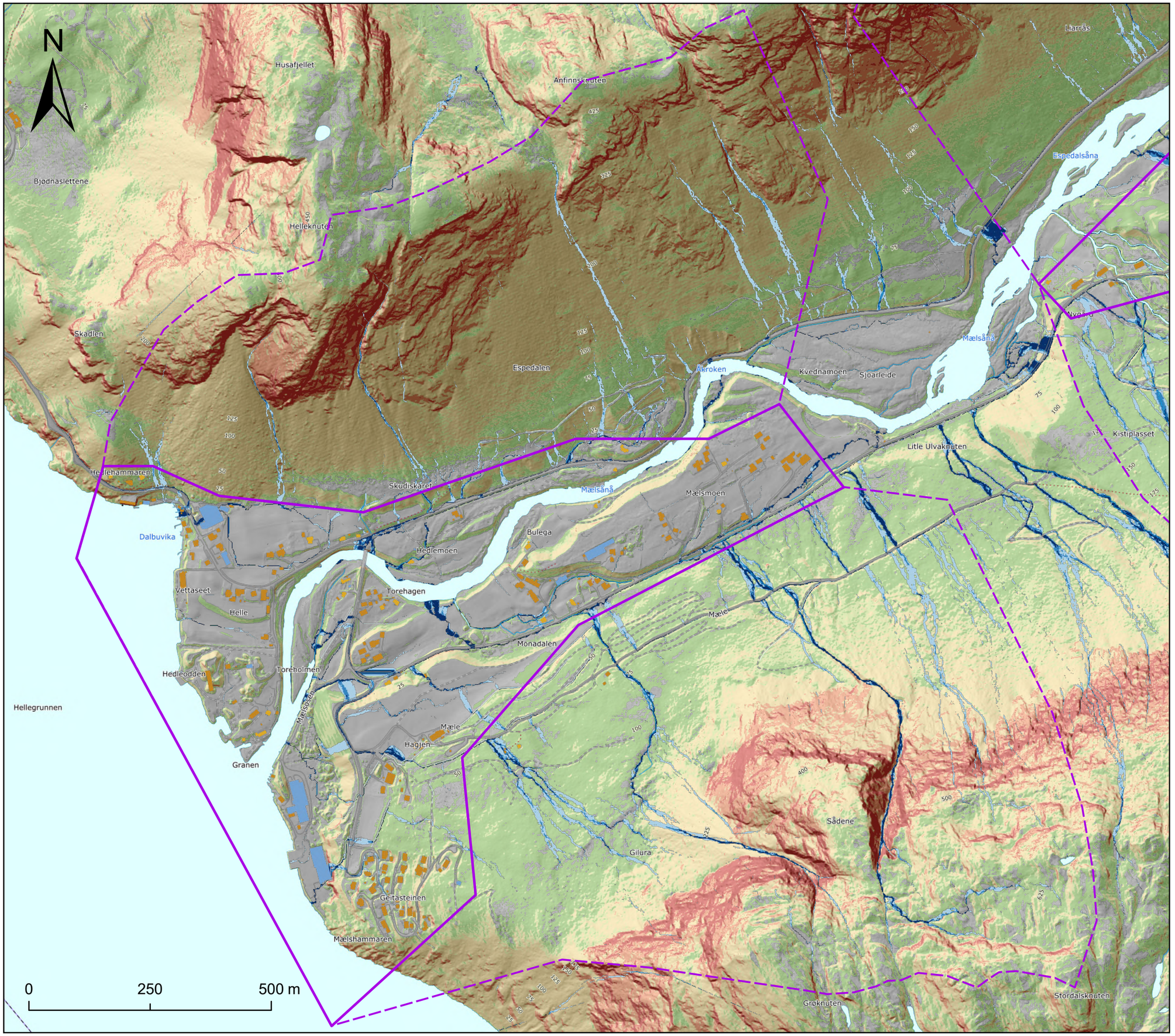
Bilde 17. Morenemasser nord for Kleppavegen på vifteformfoten. Bilde er tatt mot sør.

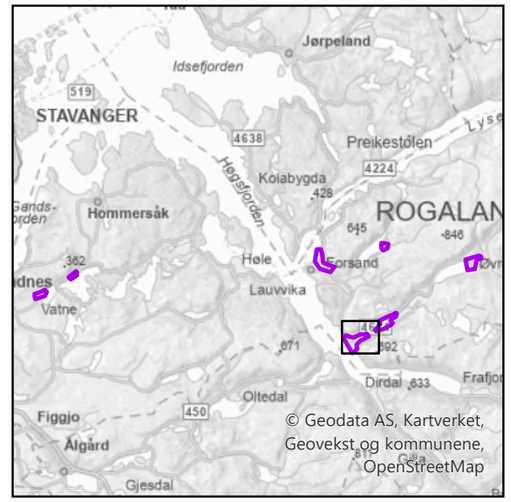


Bilde 18. Steinblokker over terrassen på nordlig dalsiden nord for Espedalvegen 704. Bilde er tatt mot nord.



Bilde 19. Store moreneblokker på toppen av terrasen nord for Espedalvegen. Bilde er tatt mot sørvest.





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Avrenning (MFD-analyse)

- **0- 1 500**
- **1 500 - 5 000**
- **5 000 - 10 000**
- **>10000**

Terrenghelning

- 10 - 25°
- 25 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 60°
- 60 - 90°

Vedlegg B
Helnings- og avrenningskart
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOMOLI	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO

Infopunkter
Delområde 7 – Helle og Mælsmoen

Infopunkt-nr.	Beskrivelse
16	Skråning prosjektert tilknyttet utbyggelse av vegen. En nylig utglidning er observert midt på skråning.
31	En liten utglidning på øvre del av skråning. Utglidningsmassene er avsatt der terrenget blir slakere.
32	Urfoten innenfor kartleggingsområdet
33	Sig i skråning. Små utligninger langs stien på nedre del av skråning.
34	Flere steinsprangblokker. Bergflate på skrent over blokkene er ru, med noen tegn til tidligere steinsprang.
35	Skråning med noen tegn av «creep» over muren
36	Bratt og høy skråning med nylige utglidninger ved foten. Området ligger innenfor en næringstomt med restriksjoner for adkomst.
37	Steil bergskrent med nylige tegn til steinsprang.
38	Erosjonssikring på elvekanten.
39	Terrasekanter med flere store, delvis begravde blokker.

N

HUSAFJELLET

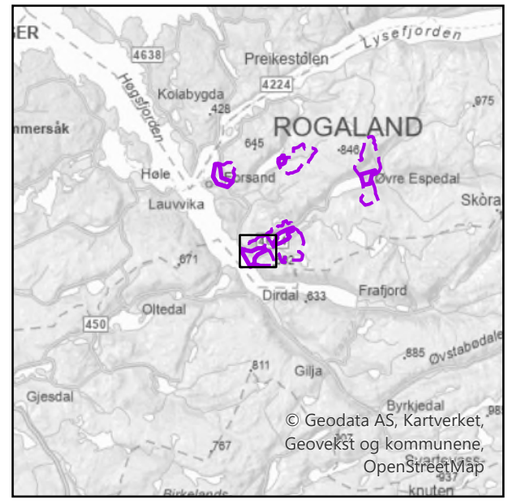
Bjødnaslettene

Skadlen

Helleghunnen

19
31
32
39
33
38
34
35
16
36
37

0 250 500 m



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Jord og flomskredavsetning
- Levee
- Infopunkt - rapport
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Eksponert berg
- Rygg
- Ravine/bekkenedskjæring
- Aktive_erosjonslinjer
- Skredhendelser linje
- Sikringstiltak
- Skjæring/mur

Skredhendelse

- Jordskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Steinskred, uspesifisert
- Steinsprang (< 100 m3)
- Andre faremomenter

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

NVE

Vedlegg C
Registreringskart
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

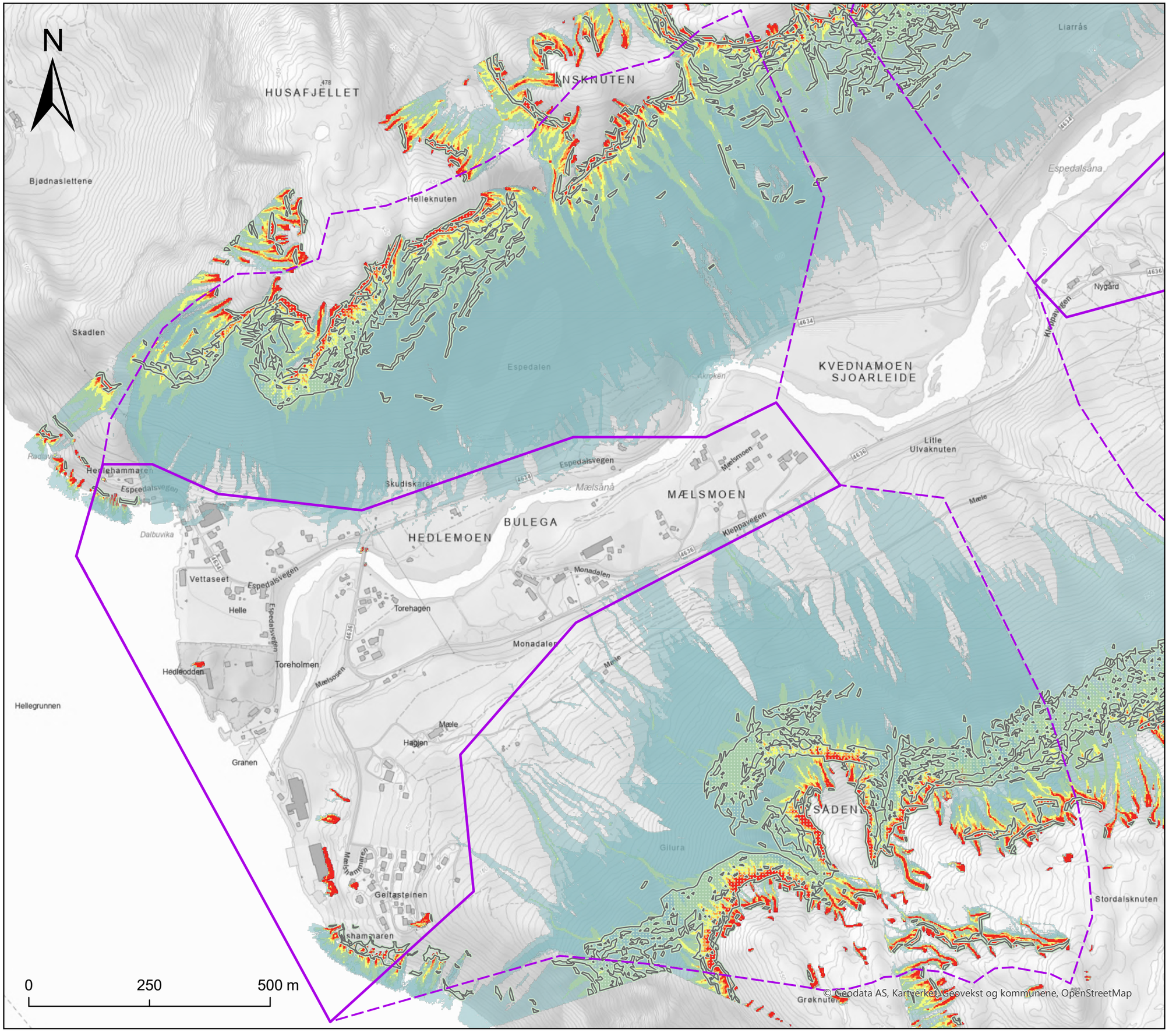
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

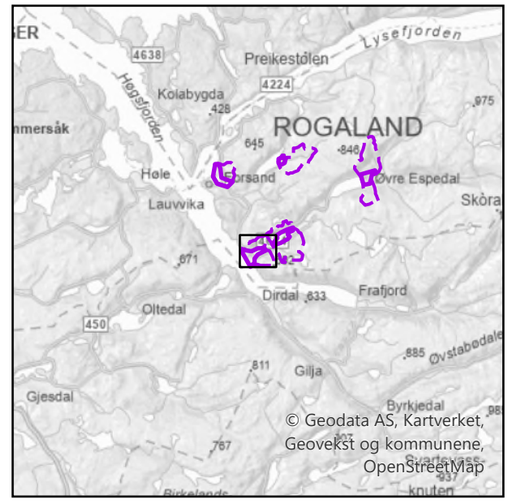
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOMOLI	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- **Kartleggingsområde**
- **Påvirkningsområde**
- **Løsneområde steinsprang/steinskred**

Steinsprang - RF3D - Treffsannsynlighet (%)

1,0 m3-1000-års scenario

- **0- 1,5**
- **1,5 - 5**
- **5 - 10**
- **10 - 15**
- **15 - 20**
- **20 - 100**

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

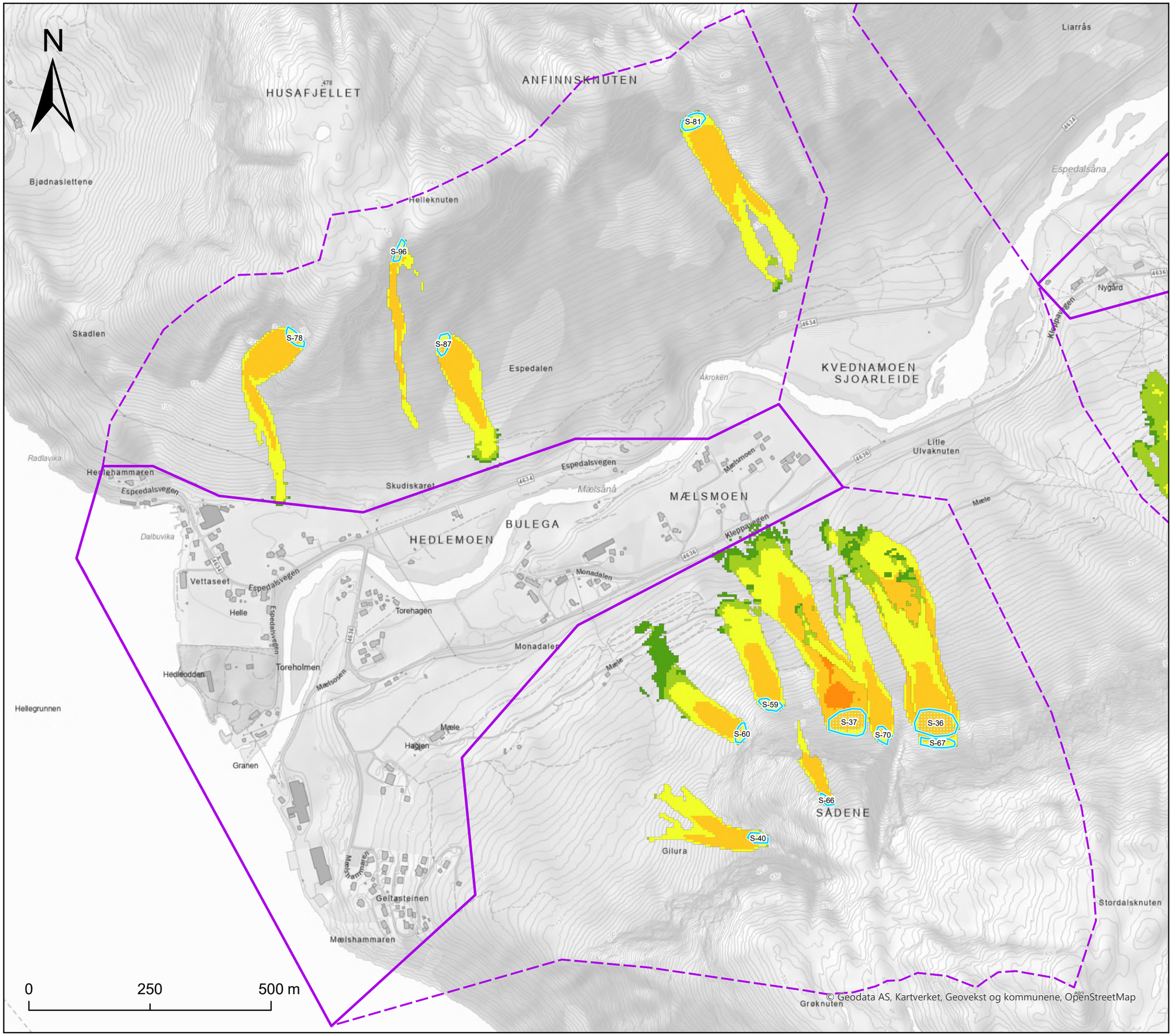
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

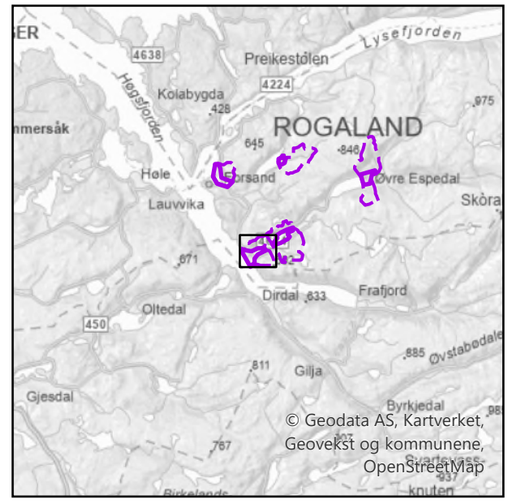
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**
29.10.2026	NOMOLI	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

RAMMS - Snøskred

Løsneområde snøskred

RAMMS::Avalanche - Maks hastighet

- 0- 1 m/s
- 1 - 2,5 m/s
- 2,5 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 20 m/s
- 20 - 30 m/s
- 30 - 60 m/s

Vedlegg D
Modelleringskart
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

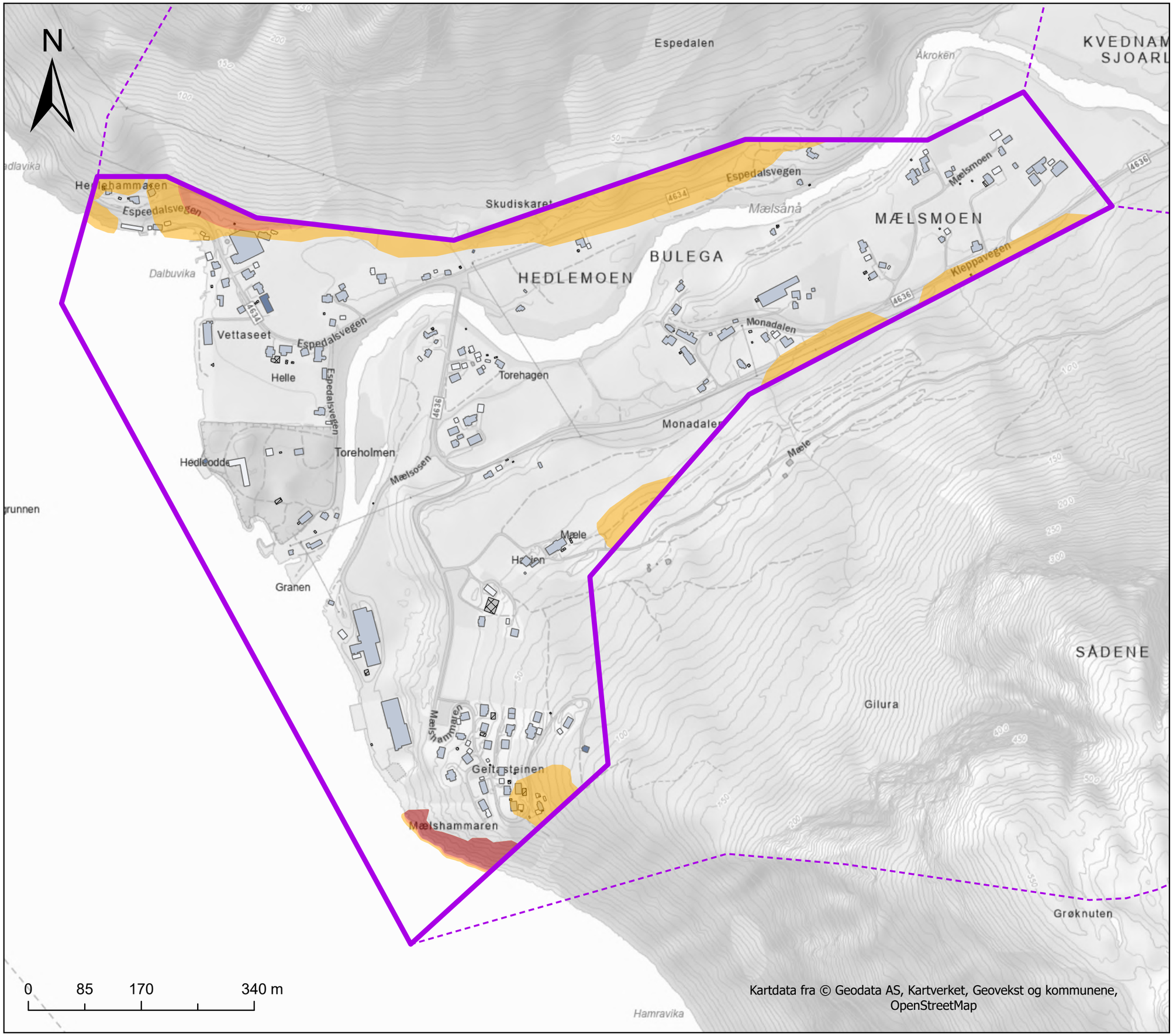
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

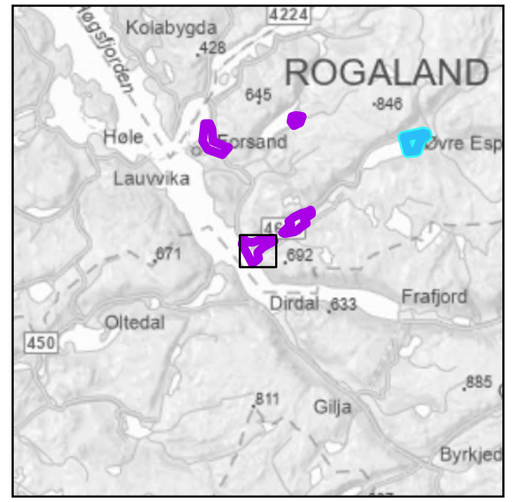
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOMOLI	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - steinsprang/-skred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - steinsprang/-skred
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

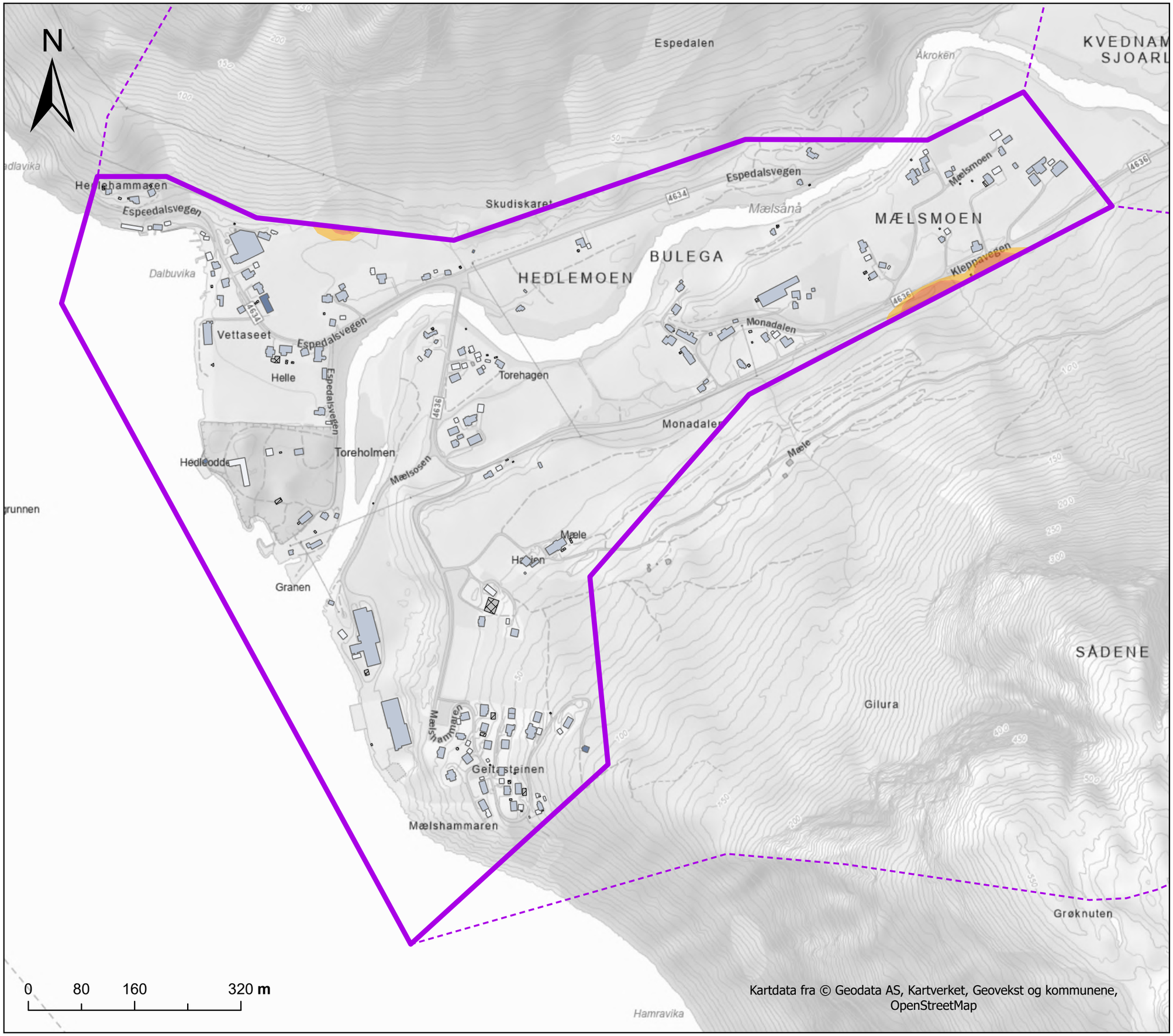
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

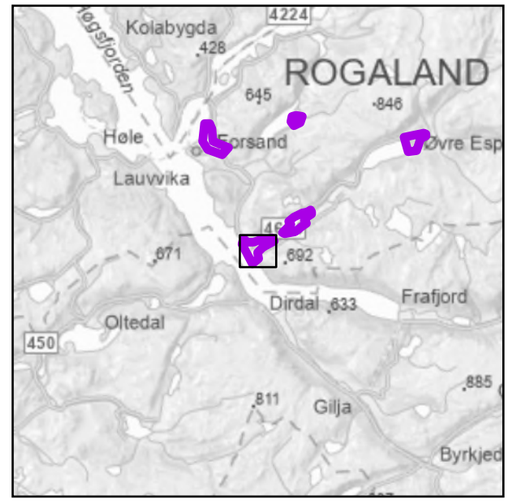
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOMOLI	

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - snøskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - snøskred
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

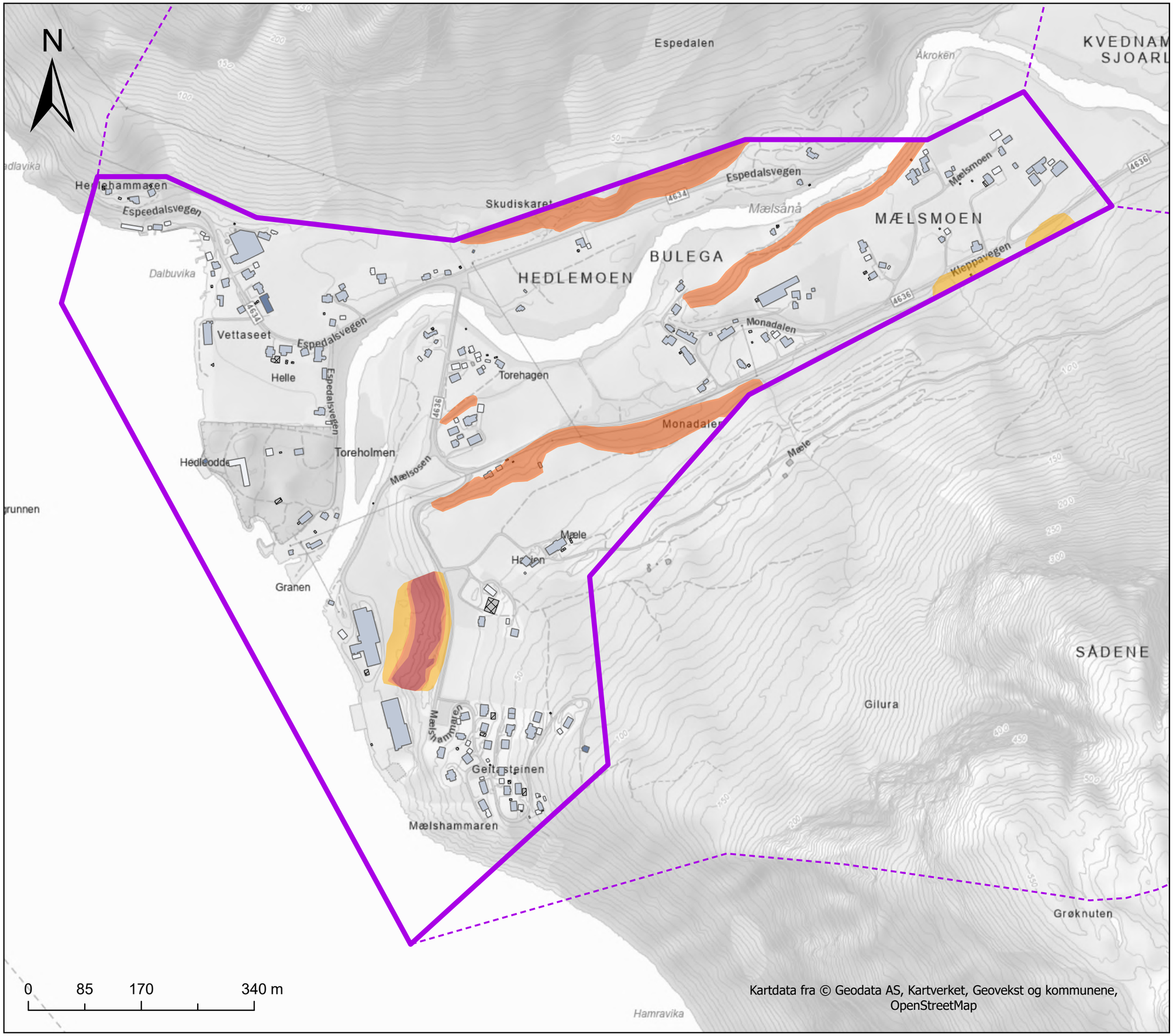
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

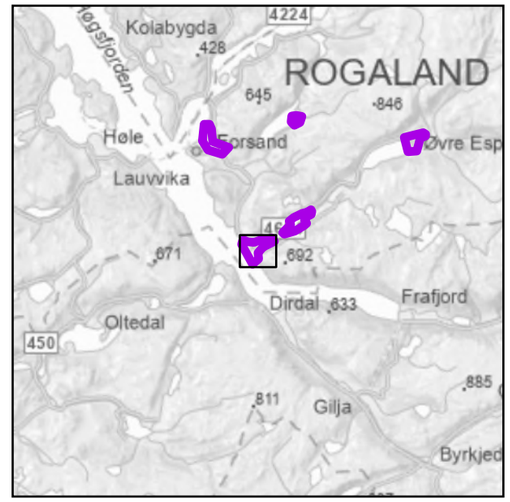
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOMOLI	☐

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - flomskred

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg E
Faresonekart - jord- og flomskred
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

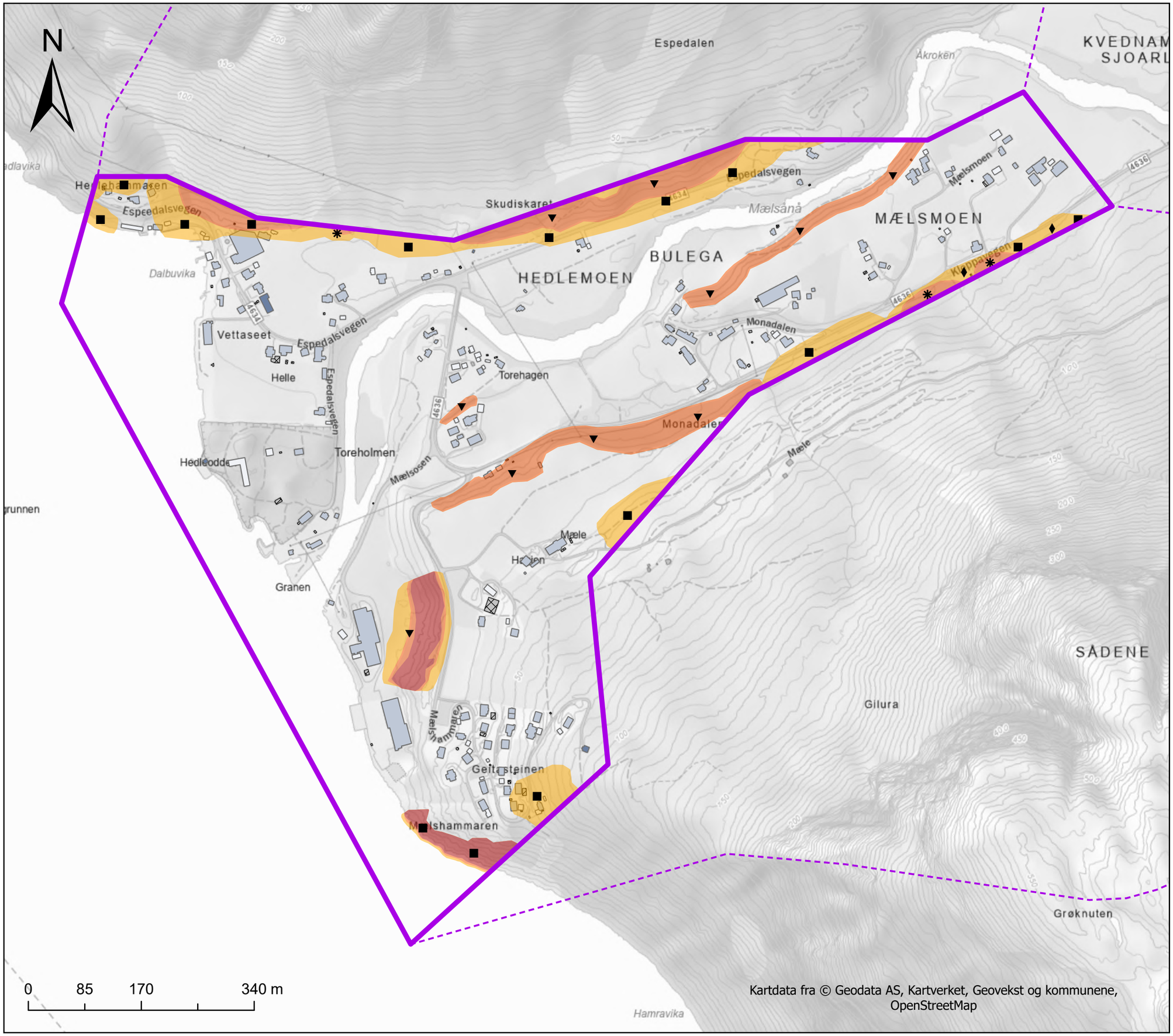
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

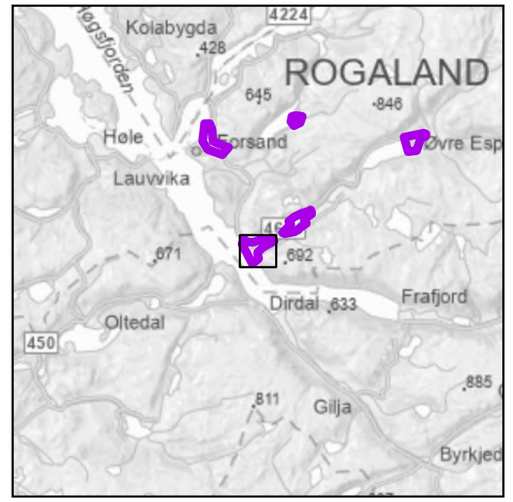
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
29.10.2026	NOMOLI	□

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner - samlet fare

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

Vedlegg E
Faresonekart - samlet fare
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

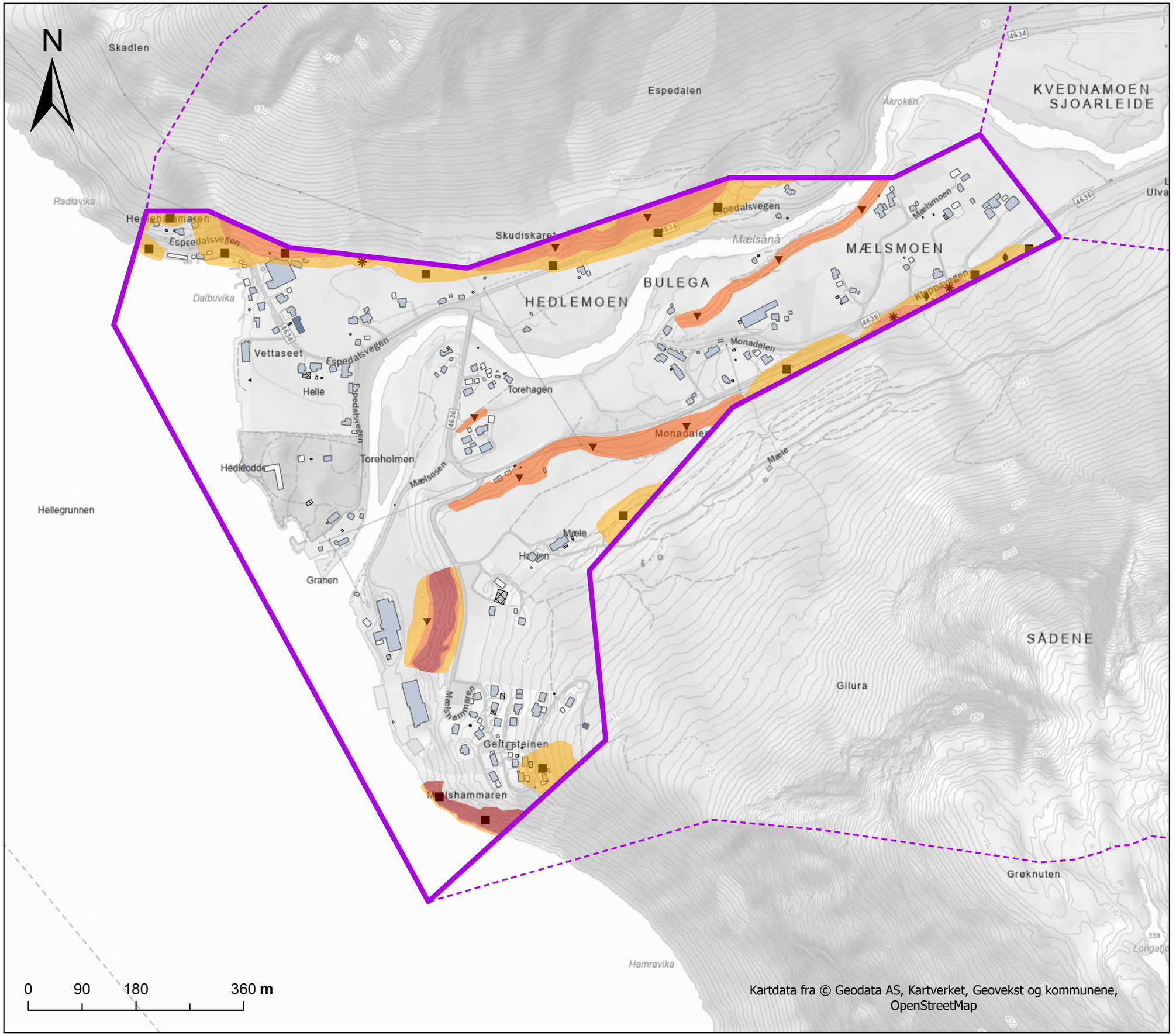
Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

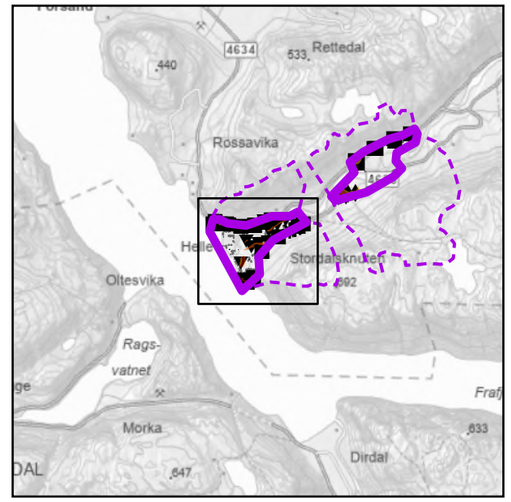
Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOMOLI	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE

SWECO



Kartdata fra © Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Faresoner uten skog

- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/100
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/1000
- Årlig sannsynlighet for skred ≥ 1/5000

Dimensjonerende skredtype - uten skog

- Steinsprang
- Steinskred, uspesifisert
- Lite fjellskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Sikkerhetsklasser (FKB-bygg)

- Ikke klassifisert
- S1
- S2
- S3

Vedlegg F
Faresonekart, samlet fare uten skog
Delområde 7 - Helle og Mælsmoen

Prosjekt: Skredfarekartlegging i Sandnes kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
30.10.2026	NOMOLI	NOLOHN

Kartet er utarbeidet av Sweco Norge AS på oppdrag fra NVE