# Skredfarekartlegging i Lærdal kommune

21
2016

RAPPORT

**Rapport nr 21-2016**

# Skredfarekartlegging i Lærdal kommune

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Redaktør:**

**Forfattere:** Heidi Hefre, Kristine H.H. Ekseth, Øyvind A. Høydahl og Trond Vernang

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:**

**Forsidefoto:** NGI

**ISBN** 978-82-410-1211-2

**ISSN** 1501-2832

**Sammendrag:**

**Emneord:** Skredfarekartlegging, Lærdal kommune, snøskred, sørpeskred, steinsprang, jordskred, flomskred

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

# Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging og beredskap mot skred. Kartleggingen vil også gi bedre grunnlag for vurdering av sikringstiltak.

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. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging skred i Lærdal kommune, Sogn og Fjordane fylke. Arbeidet er utført av NGI.

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i TEK10, 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.

Skredtypene snø-, sørpe-, stein-, jord- og flomskred kartlegges.

Oslo, februar 2016

Anne Britt Leifseth

Avdelingsdirektør

Eli K. Øydvin

Seksjonssjef

RAPPORT

# Skredkartlegging i Lærdal

## FARESONEKARTLEGGING FOR SKRED FOR UTVALGTE OMRÅDER I LÆRDAL KOMMUNE

DOK.NR. 20150383-01-R
REV.NR. 0 / 2015-12-08

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

## Prosjekt

| | |
|---|---|
| Prosjekttittel: | Skredkartlegging i Lærdal |
| Dokumenttittel: | Faresonekartlegging for skred for utvalgte områder i Lærdal kommune |
| Dokumentnr.: | 20150383-01-R |
| Dato: | 2015-12-08 |
| Rev.nr. / Rev.dato: | 0 / |

## Oppdragsgiver

| | |
|---|---|
| Oppdragsgiver: | NVE |
| Kontaktperson: | Håvard Juliussen |
| Kontraktreferanse: | Kontrakt signert 02.06.2015 |

## for NGI

| | |
|---|---|
| Prosjektleder: | Heidi Hefre |
| Utarbeidet av: | Heidi Hefre, Kristine H. H. Ekseth, Øyvind A. Høydal og Trond Vernang |
| Kontrollert av: | Ulrik Domaas |

## Sammendrag

NGI har gjennomført en detaljert kartlegging av faresoner for skred i utvalgte områder innenfor Lærdal kommune:

- Vindedalen
- Erdalen
- Lærdalsøyri
- Ofta vest
- Ofta – Tønjum - Ljøsne
- Bjørkum
- Husum
- Nese
- Borgund
- Øvre Kvamme
- Hegg
- Borlaug

Utstrekning av faresoner for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 er vist i Vedlegg B. Dagens vegetasjon- og klimaforhold er benyttet som grunnlag for fastsettelse av faregrensene.

Som bakgrunn for vurderingene har vi benyttet:

- Befaring gjennomført 8. - 12. juni 2015
- Samtaler med lokalkjente
- Historiske skredhendelser
- Tidligere rapporter
- Klimaanalyser
- Terrenganalyser
- Modellkjøringer for skredutløp

Steinsprang/steinskred er den skredtypen som i de fleste områdene er dimensjonerende i forhold til utstrekning av faresonene. Flomskred og sørpeskred opptrer i mange bekker/elver i de kartlagte områdene og er dimensjonerende faretype på de mange skredviftene i dalbunnen. I noen områder er snøskred dominerende skredtype.

Faresonene berører store deler av bebyggelsen innenfor de kartlagte områdene. Faresone 1/100 berører bolighus i områdene Lærdalsøyri, Borgund, Øvre Kvamme og Hegg. Faresone 1/1000 berører bebyggelse i alle kartleggingsområder bortsett fra området Nese.

# Innhold

**1 Innledning 6**
**2 Geologi og topografi 7**
**3 Klima 10**
3.1 Nedbør og snø 12
3.2 Vind 16
3.3 Betydning for utløsning av skred 17
**4 Skredhistorikk 17**
**5 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper i området 20**
5.1 Steinskred og steinsprang 21
5.2 Flomskred 21
5.3 Sørpeskred 21
5.4 Snøskred 21
5.5 Jordskred 22
**6 Metodikk for fastlegging av faresoner 22**
**7 Skredfarevurdering 24**
7.1 Vindedalen 24
7.2 Erdalen 25
7.3 Lærdalsøyri nord 27
7.4 Ofta vest 29
7.5 Ofta – Tønjum – Ljøsne 30
7.6 Bjørkum 42
7.7 Husum 44
7.8 Nese 47
7.9 Borgund 49
7.10 Øvre Kvamme 56
7.11 Hegg 58
7.12 Borlaug 63
**8 Referanser 66**

# Vedlegg

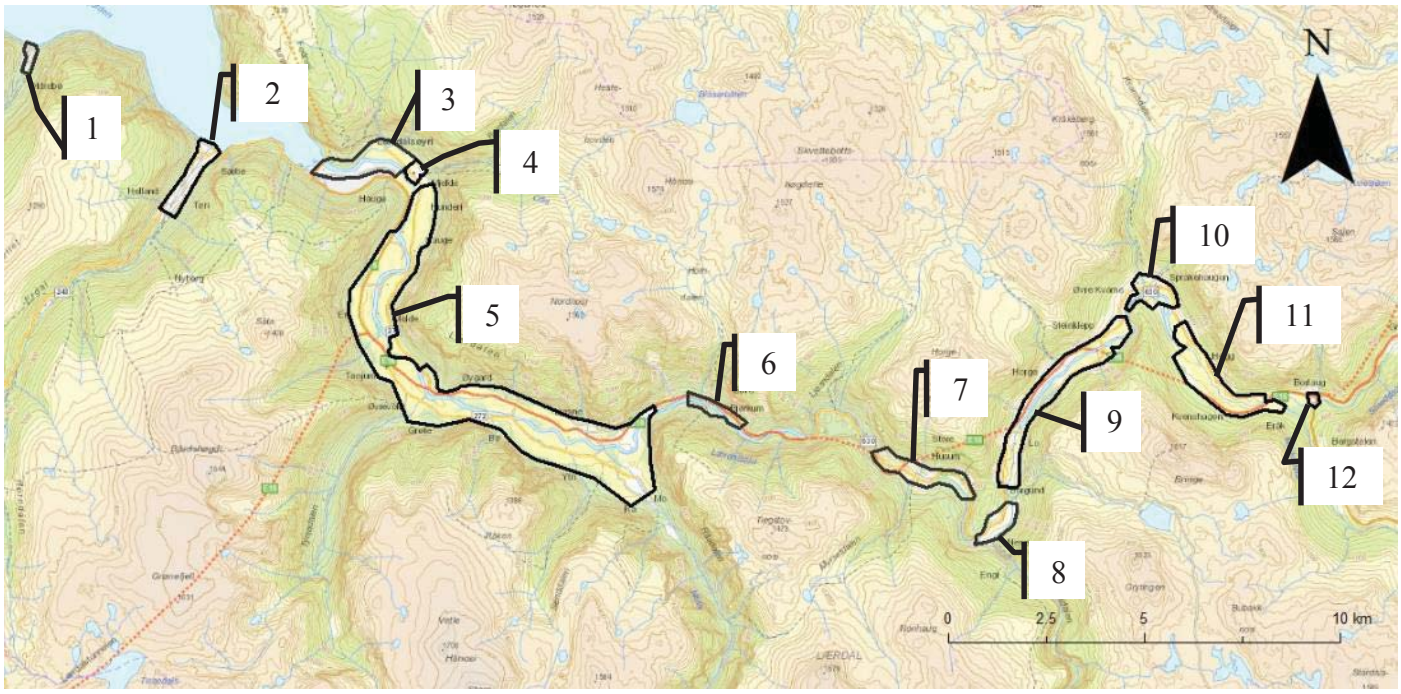
Vedlegg A Metode for fastlegging av faresoner
Vedlegg B Faresonekart
Vedlegg C Skredhendelser og registreringskart (skredobservasjoner, skredhendelser, geomorfologi)
Vedlegg D Helningskart med befaringsrute og observasjonspunkter
Vedlegg E Modelleringsresultater

# Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

På oppdrag fra NVE har NGI kartlagt skredfaren innenfor utvalgte områder i Lærdal kommune i Sogn og Fjordane. De kartlagte skredtypene inkluderer steinsprang/-steinskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men faren for kvikkleireskred samt store fjellskred og flodbølger er ikke vurdert. De kartlagte områdene er listet under med nummer knyttet til kartvisningen i figur 1.

1. Vindedalen
2. Erdalen
3. Lærdalsøyri
4. Ofta vest
5. Ofta – Tønjum - Ljøsne
6. Bjørkum
7. Husum
8. Nese
9. Borgund
10. Øvre Kvamme
11. Hegg
12. Borlaug




*Figur 1. Oversiktskart som viser kartleggingsområdene i Lærdal kommune.*

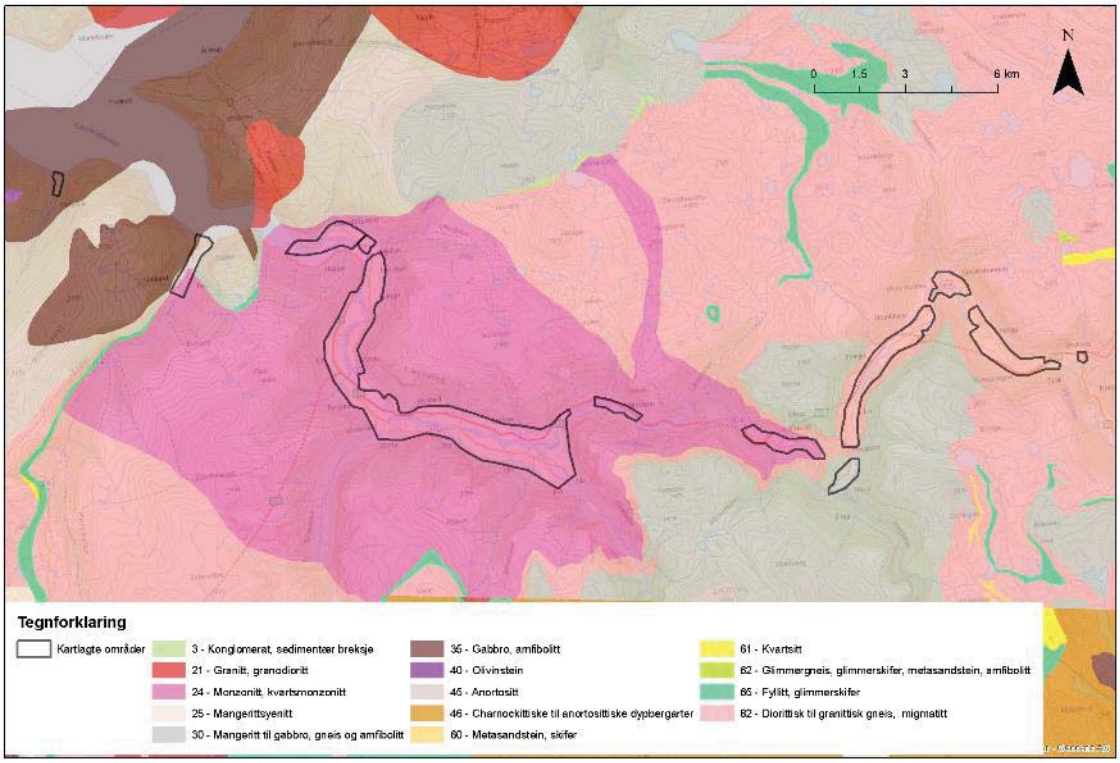
Utstrekning av faresoner for skred med samlet årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 er vurdert og vist i faresonekart i vedlegg B. Dimensjonerende skredtype for

faresonene er angitt for hvert delområde. Det har ikke vært aktuelt å tegne 1/100-faresoner for hver enkelt skredtype, da det ikke er mer enn en skredtype som vurderes å kunne nå bebyggelse med gjentaksintervall på 100 år eller oftere innenfor kartleggings-området.

Befaring ble gjennomført 8. – 12. juni 2015 av Kristine Helene Hetland Ekseth, Trond Vernang, Øyvind A. Høydal og Heidi Hefre ved NGI. Det ble avholdt et møte med Lærdal kommune representert ved Nina Øyre og Johannes Myrmel.

# 2 Geologi og topografi

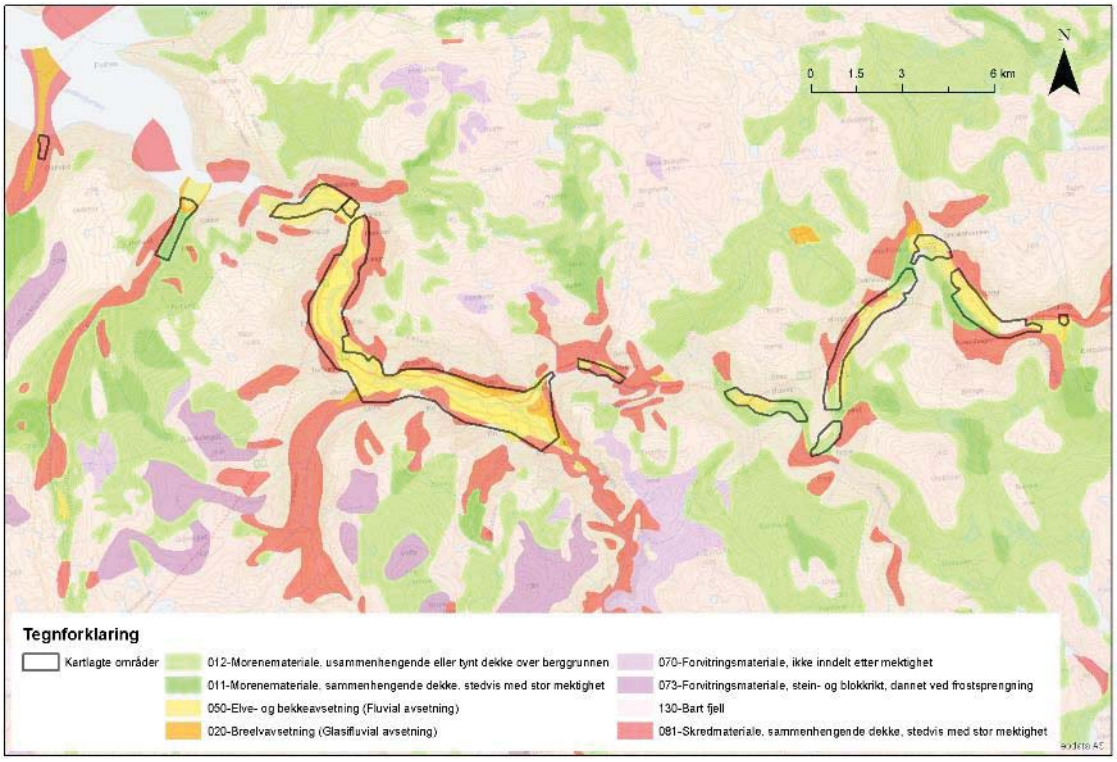
Lærdal kommune har i all hovedsak en geologi bestående av grunnfjell med overliggende kambro-silursk fyllitt og Jotun/Valdresdekke-bergarter (figur 2). Granitt og øyegneis finnes hovedsakelig vest i Lærdalen, fra Lærdalsøyri til Husum, og er en mindre deformert grunnfjellstype. Jotun/Valdresdekket finnes i øst fra Husum til Hegg, der man ser gabbro over deformert gneis og glimmerskifer. Vest i Erdal finnes gabbro, i Vindedalen gabbro-noritt, granulitt og amfibolitt, de fleste steder forgneiset, der også disse bergartene tilhører Jotun/Valdresdekket. Øst i Erdal går en bergartsgrense, der man finner et grunnfjellsvindu med granitt og øyegneis. Vest i Vindedalen, på toppen av Koldehaugen (851 moh), finnes en ultramafisk bergart (pyroksenitt, peridotitt, hornblenditt) som tilhører skyvedekket. Grunnfjellsvinduet kommer frem igjen i Hegg og østover, med gneis som er hovedsakelig diorittisk til granittisk i sammensetning. Det går flere forkastninger i nord-sørlig retning mellom grunnfjellet og fyllitten. Det er knusningssoner mellom grunnfjell, skyvedekke og forkastninger innen Jotundekket som kan gi oppgav til steinsprang og fjellskred (NGU, 1996).




*Figur 2. Geologisk kart over Lærdal med kartleggingsområdene markert i sort (NGU).*

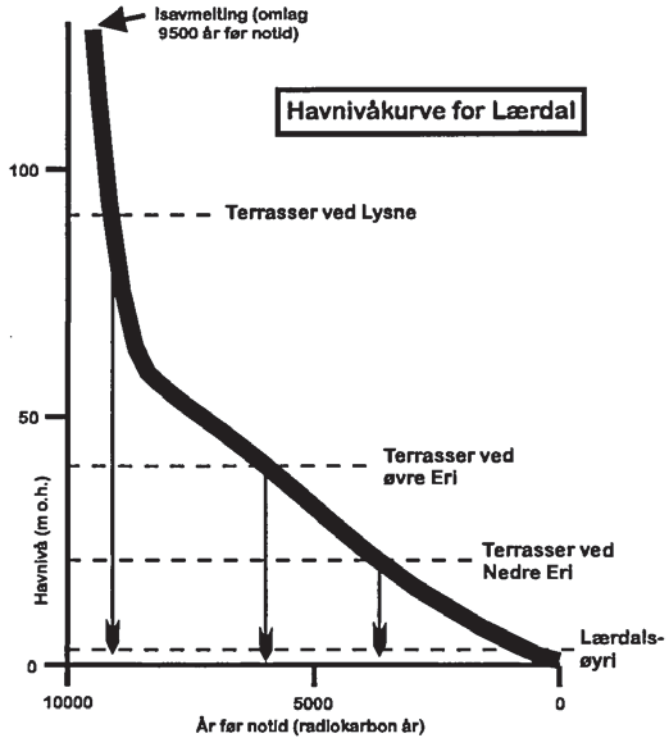
Løsmassegeologien i Lærdal har en svært lik sammensetning i hele undersøkelses-området (figur 3). Hovedlinjene viser glasifluviale og/eller fluviale avsetninger i dalbunnen med skredavsetninger i nedre del av dalsidene, og bart fjell høyere opp i dalsidene. Stedvis i kartleggingsområdene finner vi også moreneavsetninger.

I Vindedalen finner en bart fjell opp mot daltoppene, der skredavsetninger finnes under ca 600 moh. og glasifluviale avsetninger i dalbunnen. Vindedalselvi går i dalbunnen og eroderer i avsetningene. Toppene når opp mot 1200 moh. på det høyeste, der Grånosi i øst er på 1209 moh. Erdalen har hovedsakelig skredmateriale med stedvis stor mektighet (særlig i vest), ellers morenemateriale i tynt dekke (særlig i øst). Morenemateriale med stor mektighet finnes ut mot fjorden, og glasifluviale og fluviale avsetninger utgjør deltaet helt ute ved fjorden ("Sanden"). Erdalselvi eroderer i avsetningene gjennom dalen. Også her er toppene nær 1200 moh., blant annet Dugurdshaugen på 1147 moh. i øst. Området fra Lærdalsøyri gjennom Lærdalen til og med Borlaug kan beskrives samlet: Her finnes fluviale avsetninger i dalbunnen opp til 100-200 moh. Skredavsetninger med stedvis stor mektighet finnes langs dalsidene fra 100-200 moh., og enkelte steder helt opp til 500-600 moh. eller høyere. På Øvrevoll, Ljøsne og Mo finnes glasifluviale avsetninger i markerte terrasser. Dalsidene har vegetasjon opp til omtrent 1100 moh., og består ellers av bart fjell. Toppene går opp til 1400-1500 moh. på begge sider av dalen. Lærdalselven eroderer flere steder i avsatte løsmasser.




*Figur 3. Løsmassekart over Lærdal med kartleggingsområdene markert i sort (NGU).*

Topografien i undersøkelsesområdene består i all hovedsak av bratte fjellsider med mange skar og gjel der snø- og flom-/løsmasseskred går. Det samler seg løsmasser i skarene/gjelene som kommer ned ved skredhendelser og danner flere store vifter langs hele Lærdalen. Snøskred går flere steder, både i skar/gjel og fra skåler oppe i fjellsidene. Skredviftene legger seg over elveterrassene. Elvesletter fyller dalbunnen, stedvis med høyere terrasser hvor det ofte ligger skredvifter over. De lavereliggende elveslettene og terrassene er avsatt under ulike havnivå etter siste istid. Marin grense ligger på 125 m i Lærdal, og terrassene er avsatt etter havet trakk seg bort fra de ulike områdene i dalføret. Havnivåkurve for Lærdal viser at havet forsvant for vel 3000 år siden fra terrassene ved Eri og mindre enn 1000 år siden fra de nedre deler av dalføret ved Lærdalsøyri (figur 4) (NGU, 1996).

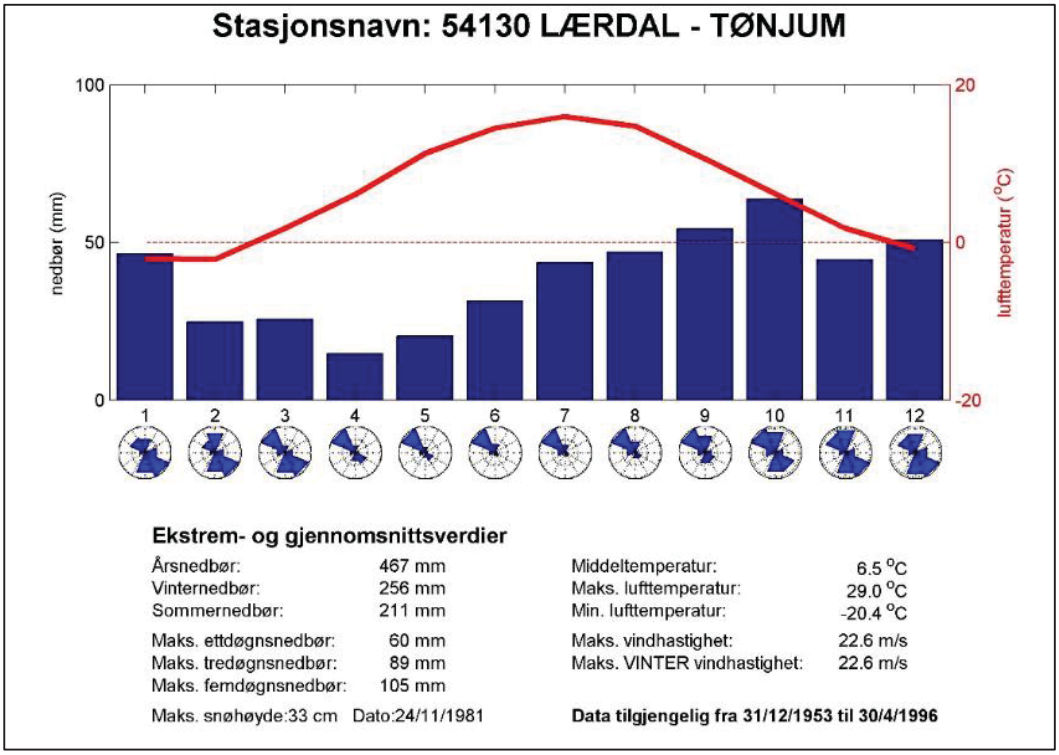



*Figur 4. Havnivåkurve for Lærdal (NGU, 1996).*

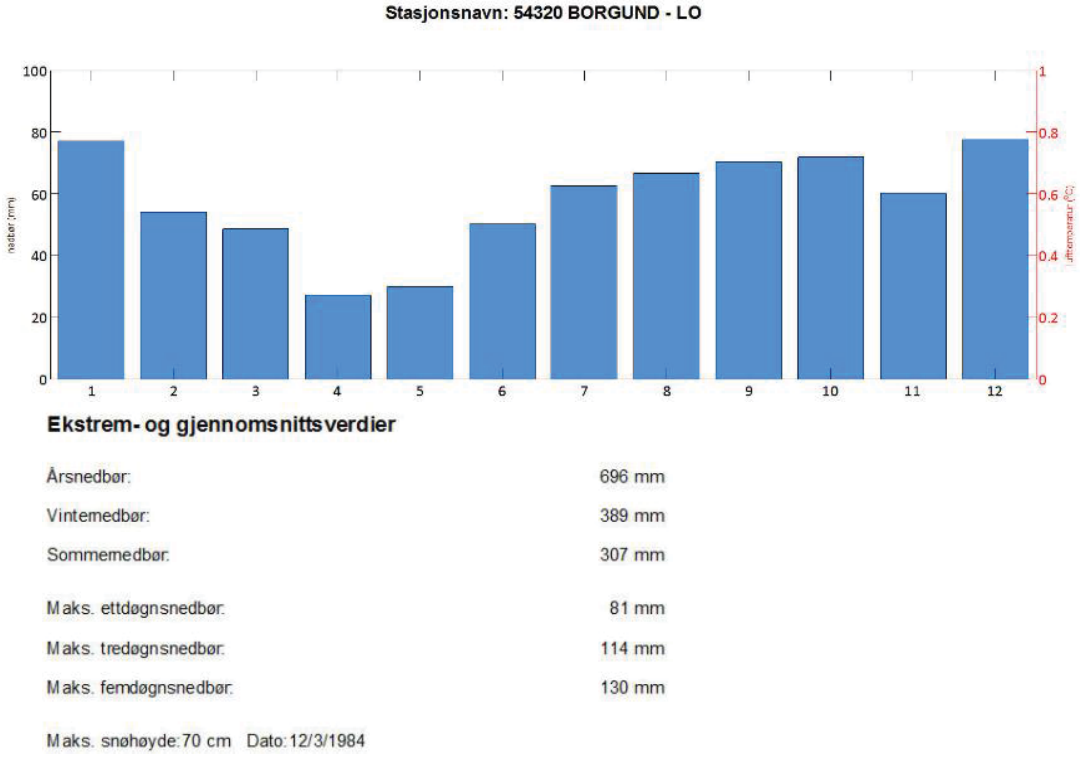
# 3 Klima

Ytre deler av Lærdal har en årsnedbør på 467 mm (ved Lærdalsøyri-Tønjum, 2 moh) og indre deler har en årsnedbør på 696 mm (ved Borlaug, 407 moh), og området må regnes som nedbørfattig (figur 5 og 6). I overkant av halvparten av nedbøren er vinternedbør, med månedsverdier rundt 20-50 mm for ytre strøk, og 50-80 mm for indre strøk. Senvinteren og våren er den tørreste årstiden. Årsnedbøren øker videre med høyden og mot Filefjell, og er trolig dobbelt så stor i høyfjellet som ved havnivå i denne regionen. I en sammenligning med Tyinkrysset, forskyves trenden i Figur 5 og Figur 6 med økt vinternedbør og årsnedbør, slik at de fire månedene med høyest nedbør på Filefjell er desember, januar, februar og mars. Lærdal har stort sett milde vintre med temperaturer i dalbunnen like under null grader i perioden desember – februar. Maksimale nedbørsmengder over ett, tre og fem døgn på 60 mm, 89 mm og 105 mm i ytre strøk og 81 mm, 114 mm og 130 mm i indre strøk indikerer at skredsituasjoner kan inntreffe både med snøskred, sørpeskred og flomskred. Maksimal snøhøyde er 33 cm for Lærdal-Tønjum og 70 cm ved Borgund.

Utviklingen av de regionale klimaendringene tyder på økt nedbør, hevet snøgrense og kortere vintre i Lærdal, men det er knyttet stor usikkerhet til graden av endring på grunn av utfordringer med nedskalering av klimascenariene, men også på grunn av store lokale forskjeller i topografien.




*Figur 5. Klimastatistikk for Lærdal for perioden 1953 – 1996.*

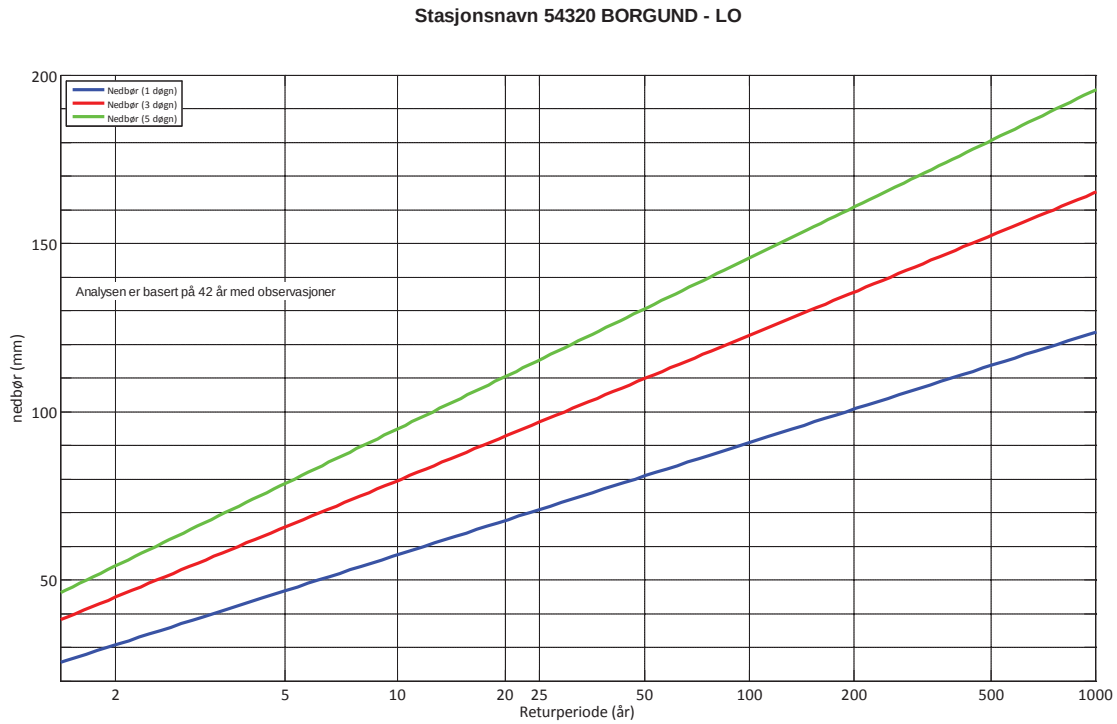



*Figur 6. Klimastatistikk for Borgund for perioden 1974 – 2015.*

## 3.1 Nedbør og snø

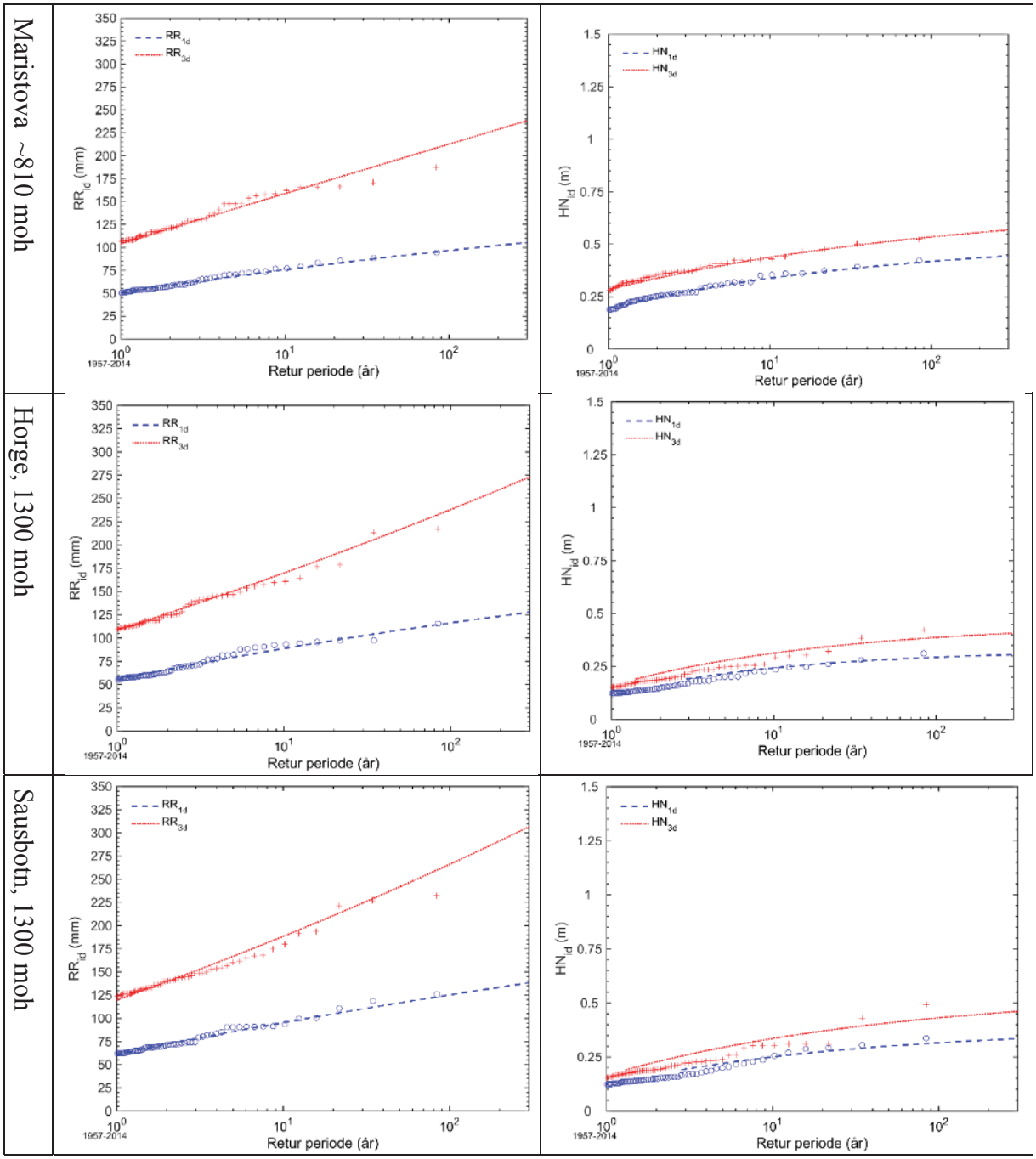
Figur 7 viser returperiode for ulike verdier av ettdøgns-, tredøgns- og femdøgnsnedbør basert på 42 år med observasjoner fra stasjonen i Borlaug (407 moh).

Den høyeste observerte døgnverdien for nedbør er på 60 mm for Lærdal og 80 mm for Borlaug, noe som tilsvarer normal månedsnedbør for de mest nedbørrike månedene om høsten. Dette kan komme som snø i høyfjellet selv om det ikke blir mye snø i dalbunnen. Det kan være store variasjoner i nedbørsmengder og enkelte måneder kan det være opp mot 200 mm (NGU,1996).




*Figur 7. Ettdøgns-, tredøgns- og femdøgnsnedbør med ulik returperiode for Borlaug. Analysen er basert på 42 år med observasjoner.*

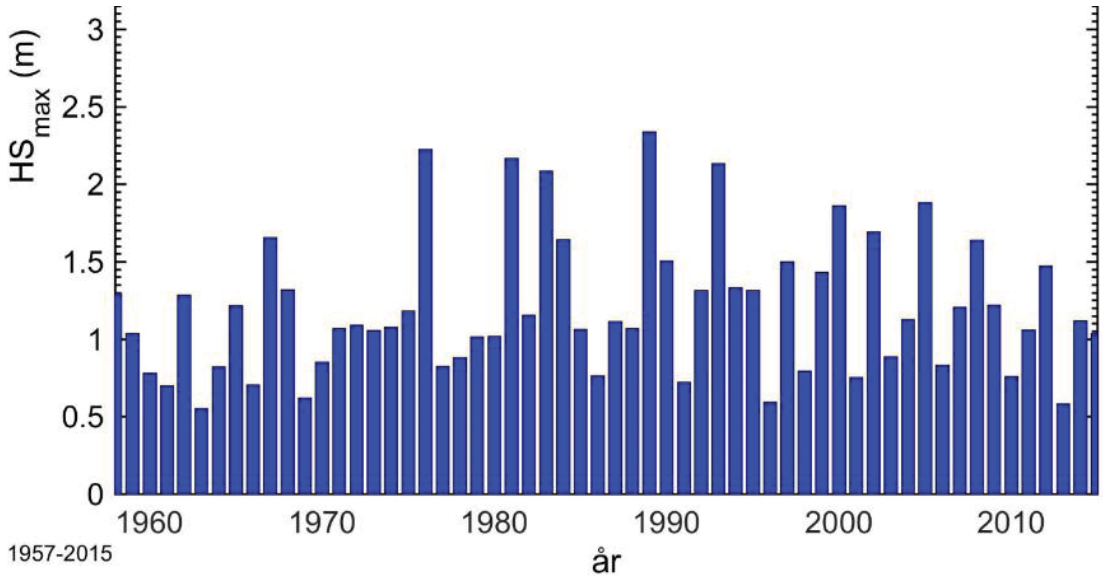
En ekstremanalyse av ett- og tredøgnsnedbør samt nysnømengder beregnet ut fra griddede data i xgeo.no er vist i Figur 8. De tre lokalitetene er Maristova (810 moh), Horge (1300 moh) og Sausbotn (1300 moh). Ved å sammenligne figurene, ser en at ett- og tredøgns verdi for nedbør (RR, mm, vannekvivalent) har høyest verdier i ytre deler av kartleggingsområdet, mens de avtar inn mot Filefjell. Basert på ekstremanalysene av nysnø (HN, cm) ser det ut som det er begrensede nysnømengder i området og sjelden at nedbøren alene gir høy skredfare. 30 cm nysnø er ofte et varslingskriterium for forhøyet skredfare. Mens 30 cm på et døgn opptrer hvert 2. – 3. år på Maristova, ser det ut til at dette er mer en 50-års hendels lengre vest. Imidlertid er vind og konsentrasjon av drivsnø i leområder vesentlig for skredfaren og de store skredene som opptrer bl.a. ved Horge og Sausbotn.



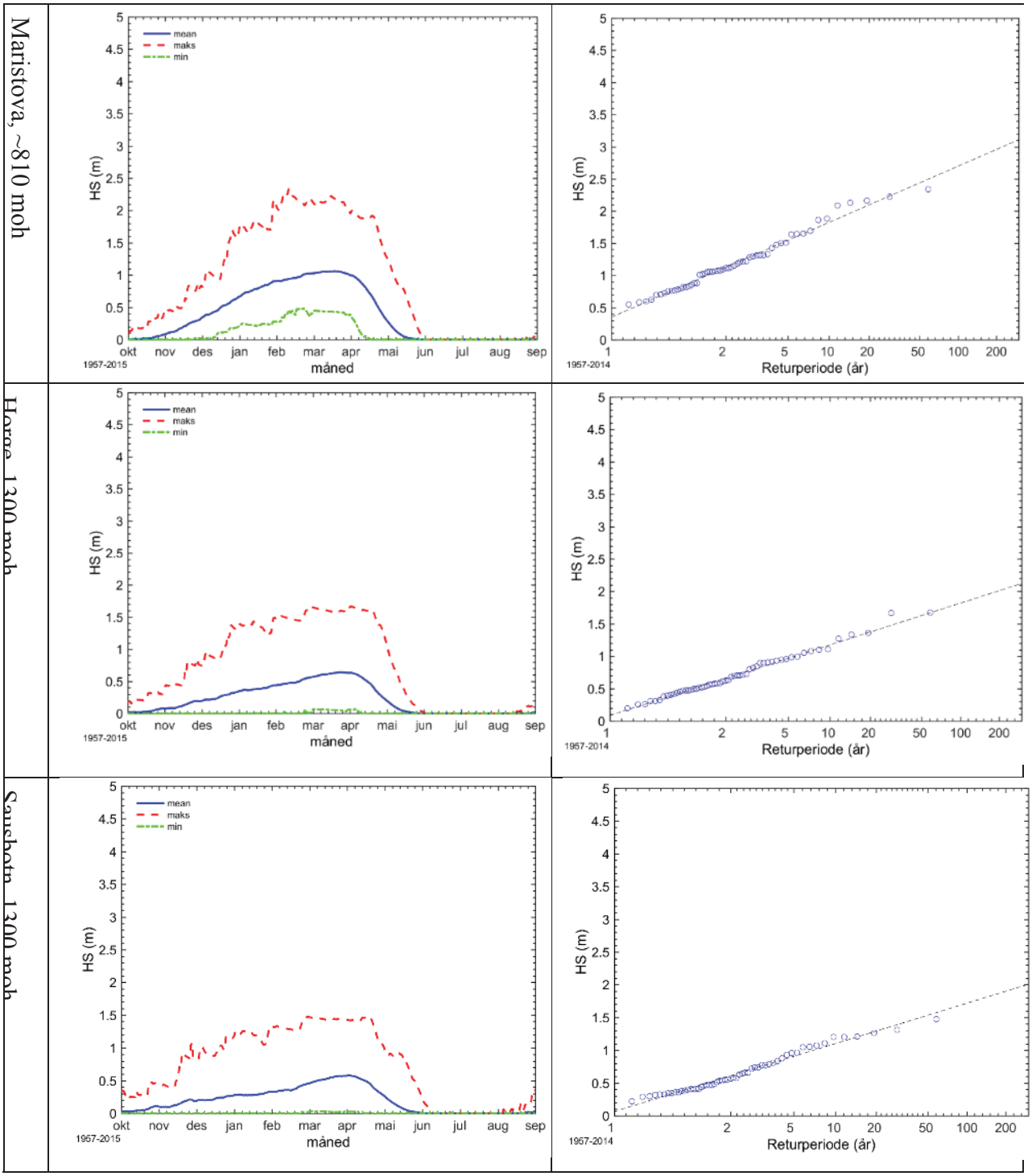

*Figur 8 Ekstremanalyse, ett og tre døgns nedbør og nysnødybde ved Maristova, Horge og Sausbotn (xgeo.no).*

Figur 9 viser observasjonsrekke for snøhøyder ved Maristova hentet fra xgeo.no. Dataene er interpolert fra meteorologiske stasjoner i nærområdet, og skal inkludere observasjoner ved den tidligere stasjonen på Maristova. Figuren begynner i 1957, mens stasjonen Maristova har data tilbake til 1895. Høyeste observerte snøhøyde er 270 cm i

mars 1913. Denne observasjonsrekka og tilsvarende for Horge og Sausbotn, er brukt til å beregne returperiodene vist i Figur 10. Som det går fram av normal snøhøyde, avtar denne mot vest (Sausbotn).



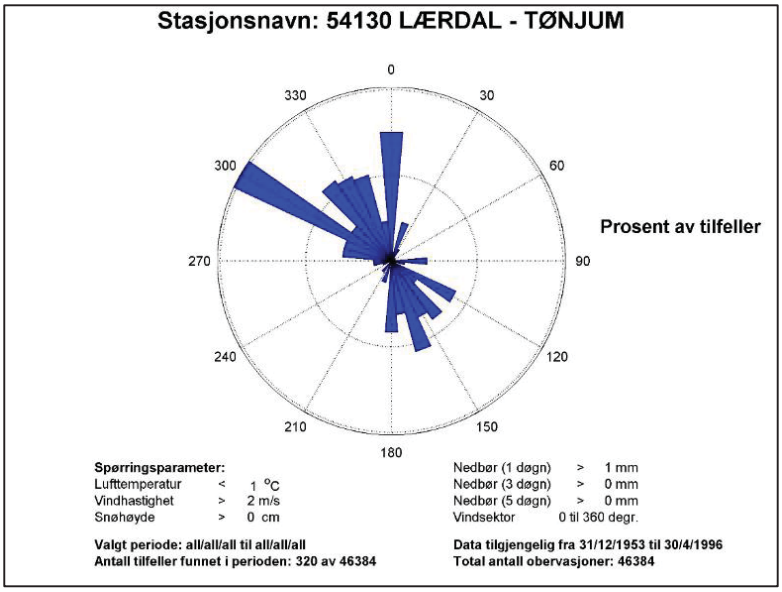

*Figur 9 Årsmaksimum for snøhøyde (m) ved Maristova (xgeo.no).*



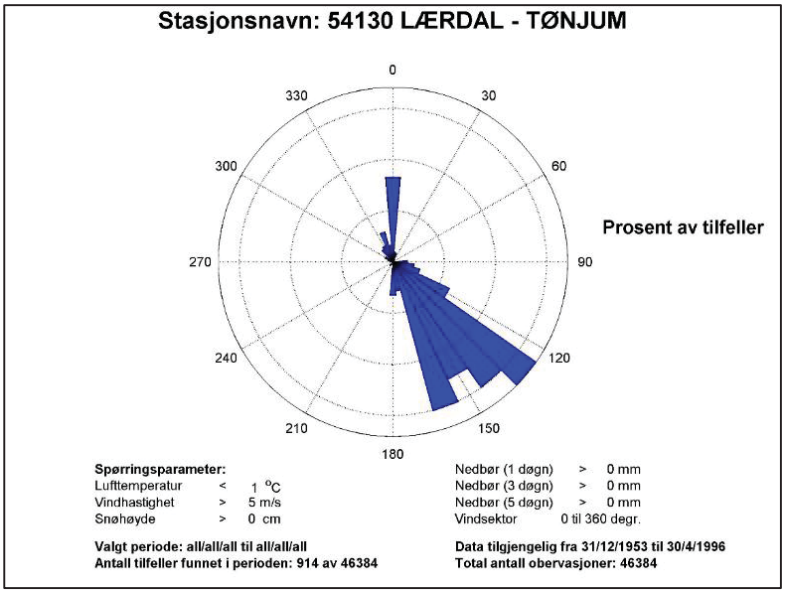

*Figur 10 Snøhøyder gjennom året og returperioder*

## 3.2 Vind

Stasjonen Lærdal-Tønjum viser at vinternedbøren (når temperaturen er under 1 °C) kommer med nordvest og nordlig vind, men også noe sørøstlig vind (figur 11). Denne stasjonen ligger nede i dalen og er imidlertid ikke følsom for vind fra vestlig retning. Figur 12 viser at kald sterk (ikke-nedbørførende) vind normalt kommer fra sørøst. Erfaringsmessig oppstår situasjoner med våtsnø-, sørpe- og flomskred med lavtrykksaktiviteten fra vest med mye nedbør og mildvær. Kraftig østlige vinder med tørr, løs snø i fjellet skaper situasjoner med tørrsnøskred.




*Figur 11. Vindrose for Tønjum relatert situasjoner med nedbør og temperaturer under 1°C.*




*Figur 12. Vindrose som viser sterk vind i dalen samtidig med kjølig vær.*

## 3.3 Betydning for utløsning av skred

Som en tommelfingerregel vet en at når døgnnedbøren overstiger 8 % av årsnedbøren, observeres det flere flom- og jordskred. Studerer en døgnnedbør, maksimal opptredende nedbør og returperioder ser en at dette er en situasjon som over et større område slik som Lærdal kan opptre relativt ofte. Flomskred er ikke uvanlig i Lærdal.

For vestre del av Lærdal er døgnnedbør for snø relativt lav, og snøskredsituasjoner opptrer i forbindelse med vindakkumulering i leområder. I øvre deler av kommunen mot Filefjell, øker døgnnedbøren slik at snøskred hyppigere vil opptre hovedsakelig som funksjon av nedbør.

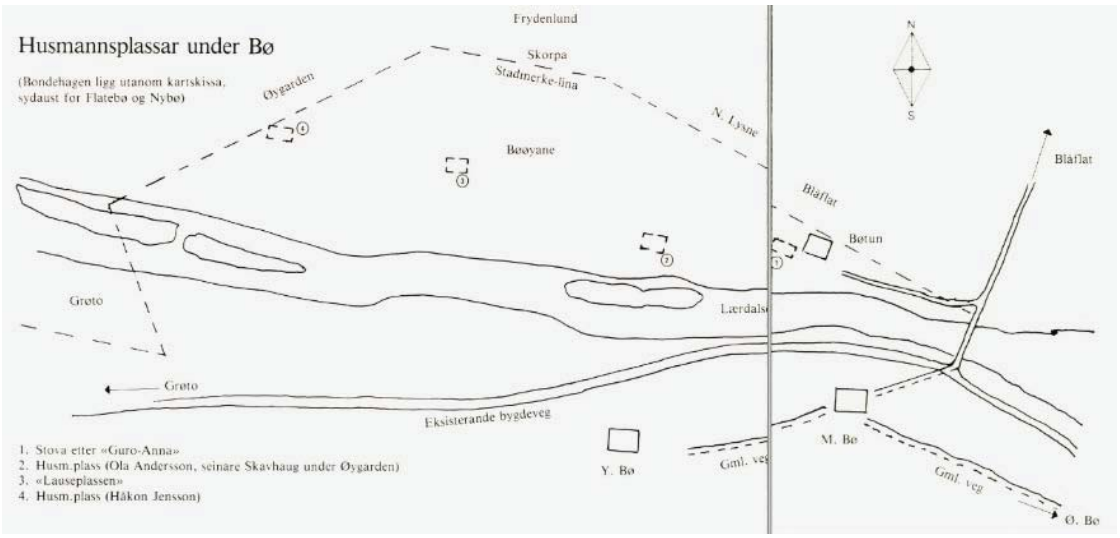
Steinsprang og steinskred har ofte økt utløsningssannsynlighet i forbindelse med kraftig nedbør, da dette øker vanntrykket i sprekker, og ved temperatursvingninger rundt 0 °C på grunn av fryse/tine-prosesser i sprekkesystemer. Generelt vil steinsprangaktiviteten i høyden inntreffe høst og vår med temperatursvingningene, men i lavere områder ses ingen tydelig årstidsavhengighet (Jørstad 1979).

# 4 Skredhistorikk

For kartlegging av skredfare og vurdering av returperiode for skred er informasjon om historiske skredhendelser viktig. NGI har under arbeidet med denne rapporten samlet inn informasjon om 106 tidligere skredhendelser innen kartleggingsområdene. Fullstendig liste over disse hendelsene er gitt i tabellform i vedlegg C med skredtype, dato, stedsnavn, kildehenvisning, kartreferanse og beskrivelse av hendelsen. Plassering av hendelsene, så detaljert som mulig, er gitt i kart i vedlegg C. Opplysninger om tidligere skredhendelser er samlet fra følgende kilder:

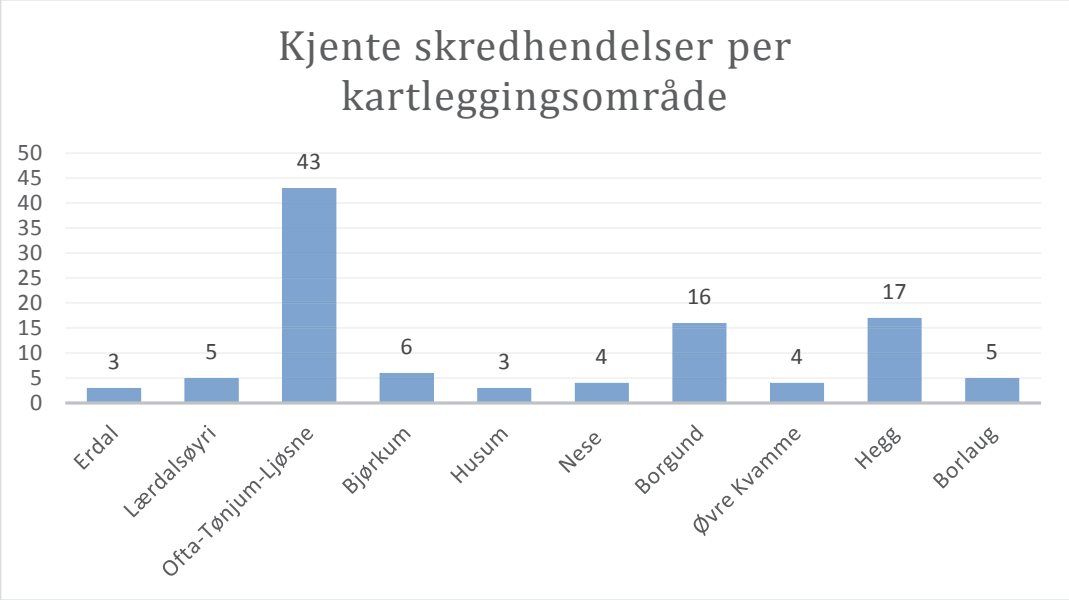
- Skrednett.no inkl. NGUs skreddatabase samlet inn av Astor Furseth
- Bygdebøker (4 stk.) digitaliserte av Nasjonalbiblioteket
- Eksisterende skredrapporter fra Lærdal tilgjengeliggjort av kommunen og NVE
- Opplysninger fra lokalkjente innhentet under befaringen i området

Bygdebøkene er gjort digitalt tilgjengelige med søkbar tekst fra Nasjonalbiblioteket, og har vært en svært nyttig kilde – både for informasjon om hendelser, men også for stedfesting av hendelser det står om i andre kilder. Bygdebøkene inneholder gamle kart og stedsnavn for hver gård med tilhørende husmannsplasser, noe som har gjort det mulig å stedfeste hendelser mer sikkert og nøyaktig enn slik de lå inne i Skrednett (eksempel vist i figur 13). Stedsangivelse er oppdatert i beskrivelsen av skredhendelsene og i kartvisningen, etter beste tilgjengelige informasjon.

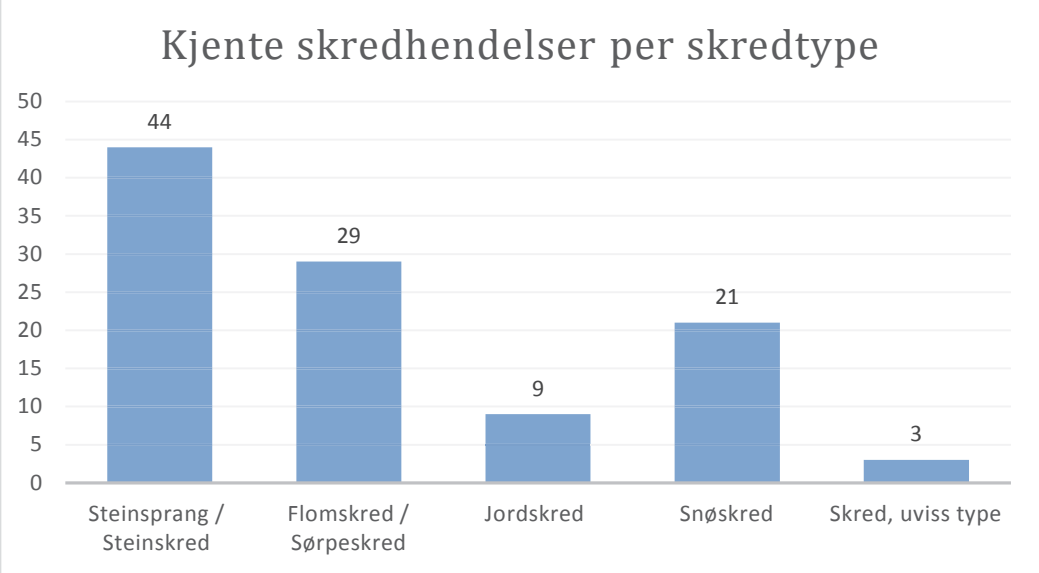



*Figur 13. Eksempel på kart og stedsnavnangivelse for hver gård gitt i bygdebøkene.*

Hvordan de 106 kjente skredhendelsene fordeler seg på kartleggingsområdene er vist i figur 14. Vi ser at flest hendelser ligger innenfor området Ofta-Tønjum-Ljøsne, som også er det største området i utstrekning. Områdene Borgund og Hegg er registrert med hhv. 16 og 17 hendelser, mens de øvrige områdene har 3 – 6 kjente hendelser. Antall hendelser av hver skredtype er vist i figur 15. Skredtypen omtalt som "steinsprang/-steinskred" inkluderer også fjellskred. Flomskred og sørpeskred er holdt i samme kategori, da det ofte er vanskelig å skille mellom disse skredtypene, da de går i samme elve- og bekkefar bare på ulik tid av året. Angivelsen av skredtype kan være uriktig, særlig for eldre skred, og må derfor kun brukes veiledende. Det kan ofte være feilregistreringer mellom skredtypene jordskred og flomskred, samt sørpeskred og snøskred. De fleste snøskredhendelser har skjedd høyere opp i fjellet enn dagens bosetning, og er registrert når mennesker har omkommet i snøskred ved jakt, eller under arbeid høyere oppe i dalsidene. Enkelte hendelser har berørt gamle husmannsplasser som etter dette ble fraflytta. Det er også enkelte snøskredhendelser i områder hvor det fortsatt er bebyggelse, og dette gjelder Voldum og området rundt Hegg.



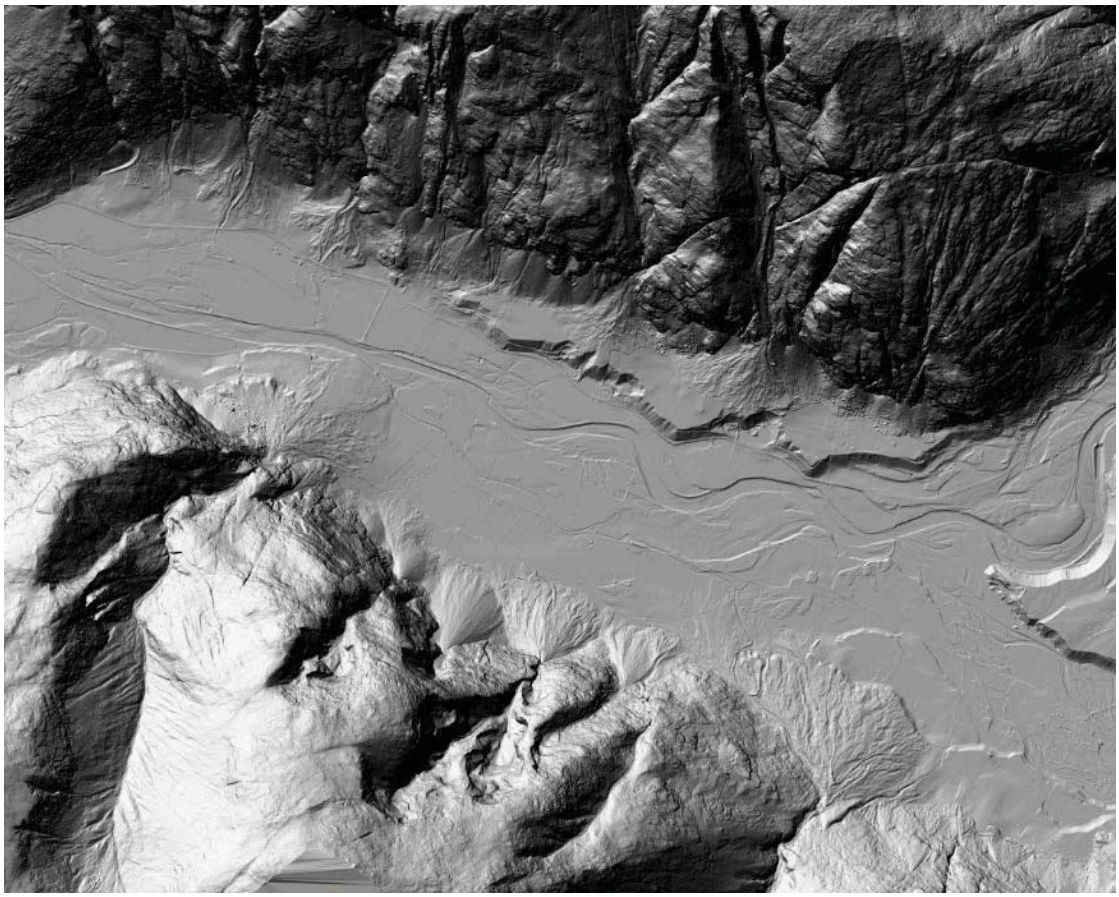

*Figur 14. Antall kjente skredhendelser innenfor hvert av kartleggingsområdene*




*Figur 15. Antall kjente skredhendelser innenfor alle kartleggingsområdene fordelt på angitt skredtype.*

# 5 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper i området

Lærdals topografi med steile høye fjellsider som når opp mot 1500 moh gjør steinsprang og steinskred til en aktiv prosess, som dominerer skredfaren generelt innenfor kartleggingsområdet. Stedvis vil andre skredtyper som flomskred, sørpeskred og snøskred kunne ha hyppigere frekvens og lenger rekkevidde enn steinsprang, og være dimensjonere for faresonene. Skredviftene forteller om slik skredaktivitet, og er synlig mange steder i dalførene i Lærdal, som vist i skyggekart fra LiDAR-data i figur 16. Ut fra informasjon om tidligere skredhendelser, omtalt i Kap. 4, ser vi at alle skredtyper har forekommet i, eller i nærheten av, kartleggingsområdene. Alle skredtyper er derfor vurdert som aktuelle, og en kort beskrivelse av alle skredtyper er gitt i dette kapitlet, i prioritert rekkefølge.



*Figur 16. Detaljerte Lidar-data for Lærdal gir en god overflaterepresentasjon. Her ser vi fjellsidene, terrassene, dagens og tidligere elveløp og skredviftene ved Ljøsne, Bø og Rikheim i Lærdalen.*

## 5.1 Steinskred og steinsprang

Steinskred og steinsprang vurderes å være dimensjonerende faretype i flest tilfeller innen kartleggingsområdene. Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 45º. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og overheng som har utviklet seg over lang tid grunnet forvitring. Det vanligste er mindre utfall på noen fåtalls kubikkmeter, men større steinskred kan også tidvis forekomme. Steinsprang forekommer helst om våren og høsten, ofte som følge av frysing/tining eller pga. store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekkene i fjellet. Rotsprengning kan også løse ut steinsprang. Også frittliggende blokker kan bli satt i bevegelse av prosessene nevnt over. En undersøkelse fra Oppdølsstranda i Sunndalsøra (Humstad, 2010) viser at av 80 registrerte steinspranghendelser, så skyldes 40% frysing/tining, 10% skyldes regn/snøsmelting og 50% har uspesifisert årsak.

## 5.2 Flomskred

Det er mange flomskredvifter innenfor kartleggingsområdene hvor flomskred forekommer relativt hyppig. Flomskred vurderes å være dimensjonerende faretype i nest flest tilfeller i de kartlagte områdene. Denne skredtypen følger bekker og elver, og kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 15º (Sandersen, 1988). Jord- og flomskred blir gjerne utløst etter langvarig nedbør, eller etter korte, men intense regnskyll (Sandersen et al, 1996). Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

## 5.3 Sørpeskred

Av de historiske hendelsene ser vi at sørpeskred har forekommet innenfor kartleggingsområdene, ofte i samme bekke- og elvefar hvor det går flomskred. Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 10-5°) hvor vann får bygge seg opp i snødekket eller nedenfor utløp av snødemte vann og myrer hvor vann bryter seg gjennom snøen og drar med seg snø videre i løpet. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. De utløses helst når snøen er løs og lett, i nysnø eller grovkornet løs snø som ligger på frossen grunn eller sva (impermeabel grunn), som følge av sterkt regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng. Sørpeskred kan forekomme i de samme bekke- og elvedragene som flomskred, og det kan i noen tilfeller være vanskelig å skille mellom disse to vannbårne skredtypene (Hestnes, 1994).

## 5.4 Snøskred

Snøskred er ikke den hyppigst forekommende skredtypen i Lærdal. Det er noen store løsneområder for snøskred som er godt kjent, og ellers noen mindre løsneområder hvor

det også forekommer snøskred. Av de 20 historiske opptegnelsene for snøskred, ser vi av hendelsesbeskrivelsene at langt de fleste har skjedd høyere opp i dalsidene og at et fåtall dreier seg om store snøskred ned i dalbunnen som har tatt med seg bebyggelse.

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30º og 50º bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder. Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Som regel må det komme fra 0,5-1 m snø i løpet av to til tre døgn sammen med sterk vind for at store snøskred skal bli utløst. Markerte temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

## 5.5 Jordskred

Jordskred har også forekommet innenfor kartleggingsområdene, og det siste store gikk på Skårheim i 1993 (Aa, A.R. og Bondevik, S. 2014). Jordskred utløses helst i bratte fjellsider der det ligger løsmasser og hvor terrenget er brattere enn 25-30º. Løsmasser med stort finstoffinnhold som for eksempel i leire, kan bli utløst i enda slakere terreng. Oftest er nedbør årsaken til at jordskred utløses. Steinsprang kan også utløse jordskred dersom steinblokker treffer vannmetta løsmasser i bratt terreng, og setter disse i bevegelse. Det var et steinskred som utløste jordskredet på Skårheim i 1993.

# 6 Metodikk for fastlegging av faresoner

Dette kapittelet sammenfatter kort de viktigste kildene for bestemmelse av faresonene i denne leveransen. Fullstendig metodebeskrivelse er gitt i vedlegg A.

Oppdraget omfatter kartlegging for bestemmelse av skredfaren innenfor utvalgte områder i Lærdal kommune, hvor hovedresultatet av kartleggingen er faresonene presentert i vedlegg B. Tre faresoner er vurdert iht. kravene i plan- og bygningsloven:

- Utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/100
- Utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/1000
- Utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/5000

Faresonene representer den samlede sannsynlighet for alle de vurderte skredtypene. I hovedsak vil det være en skredtype som er dominerende og bestemmende for skredutløpet. Hvilken skredtype som er dimensjonerende for faresonen er markert i kartet med eget symbol (se tegnforklaring i kartene i vedlegg B). I flere bekker og elver går det både flomskred og sørpeskred, som vil kunne ha tilsvarende utbredelse. Flere bekker/elver er derfor markert med begge disse skredtypene som dimensjonerende. Unntaksvis vil flere skredtyper ha omtrent samme utbredelse, og slike tilfeller må den

samlede sannsynlighet for de relevante skredtyper summeres og legges til grunn for fastsettelsen av faregrensen. Der hvor mer enn én skredtype er dimensjonerende for 1/100-faresonen og denne faresonen berører bebyggelse, skulle det tegnes en faresone per faretype, men dette er vurdert å ikke være aktuelt for de kartlagte områdene.

Som bakgrunn for vurderingene har vi benyttet:

- Observasjoner gjort under feltarbeid
- Historiske opplysninger om skred
- Tidligere utførte farevurderinger
- Helningskart og topografi
- Flyfoto og fjellskyggekart fra LiDAR-data
- Klimatiske data
- Modeller for beregning av utbredelsen av skred

Befaring ble gjennomført i de nedre delene av fjellsidene med særlig fokus på de bebygde områdene. Helikopter ble anvendt for mer detaljerte observasjoner og foto av utløsningsområdene. Observasjoner og vurderinger gjort under befaringen utgjør det viktigste grunnlaget for bestemmelse av faresoner. De viktigste observasjonene gjort i felt er samlet på registreingskart i vedlegg C. Det samme vedlegget inneholder også informasjon og stedfesting av kjente historiske skredhendelser, et grunnlag som også er viktig når faresoner skal tegnes. Helningskart med befaringsrute stedfestet med GPS er gitt i vedlegg D. Modellverktøyene Rockyfor3D er brukt for simuleringer av steinsprang, og RAMMS for simuleringer av flomskred og snøskred. Noen eksempler på resultater fra disse simuleringene er gitt i vedlegg E. Nærmere beskrivelse av modellene og valgte inngangsparametere er gitt i vedlegg A.

# 7 Skredfarevurdering

## 7.1 Vindedalen

Fra Oldrebø/Solstad og sørover i dalen er det raviner i ulik størrelse på begge sider av dalen. Det er ingen kjente historiske skredhendelser i Vindedalen. I elveløpet i Vindedalen er det ansamlinger av blokker i ulik størrelse, som er spor etter større masse-transporterende flomhendelser eller skred fra sidene. Oversiktsfoto over Vindedalen er vist i figur 17.

*Figur 17. Helikopterbilde fra innerst i Vindedalen ut mot Sognefjorden (Lærdalsfjorden), sett mot nord. Merk bratt fjellskrent på østsiden.*

Plassen Teigen i nordvest unngår å bli truffet av flomskred grunnet terrengets utforming ovenfor huset, der ravinene leder eventuelle masser øst for huset. Eventuelle blokker som kommer ned fra ryggen vurderes å stoppe på terrassen ovenfor husene.

Østlige dalside har flere raviner, særlig i sørlig del av undersøkelsesområdet. Vi så ingen spor etter nylige flomskredhendelser på befaringstidspunktet, noe som understøttes av den kraftig elve-eroderte kanten av de glasifluviale avsetningene. Ved gårdene Oldrebø og Solstad ble det under befaringen observert blokker fra steinsprang/-skred, i størrelsesorden 0.5 – 2 $m^3$. På oversiden av veien ble det registrert ei tunge med blokker som antageligvis stammer fra et steinskred. Oppe i skogen lå det spredte blokker helt fra sør og til og med Sva/Hjellene. Det ble ikke observert blokker fra nyere tid, men det er

vår vurdering at store skredblokker kan nå ned til bebyggelsen fra de bratte områdene ovenfor hele undersøkelsesområdet (figur 18). Et steinskred fra de bratte områdene kan antageligvis gå helt ned til elven.

Dimensjonerende skredtype er steinsprang/-skred, og bebyggelsen i søndre del av dalen ligger innenfor faresonen 1/1000. Campingplassen i nord ligger delvis innenfor faresonen 1/5000. Se faresoner i kartvedlegg B01.

*Figur 18. Foto tatt mot østsiden av dalen. Campingplass og bebyggelse, med fjellsiden ovenfor.*

## 7.2 Erdalen

I sørlig del av undersøkelsesområder kommer to større bekker ned, Vetlagjeli/Stigagjeli i øst og Hellandsgrovi i vest. Særlig østsiden av dalen har ravinert terreng. I nordøst er det en svært bratt skrent under Erdalsskjørelen, der potensielt store blokker/steinskred kan komme ned i bebyggelsen. Skåret opp mot Vetle Hognåsen (974 moh) har en bekk, og kan potensielt lede både snø- og flomskred så vel som blokker ned mot Diket. Her har det vært to historiske hendelser med steinskred og jordskred (NGU skreddatabase; Russenes 2003). Oversiktsfoto over utløpet av Erdalen er vist i figur 19.

*Figur 19. Erdalen sett mot sør, fra fjorden. Legg merke til Hellandsgrovi (lengst bak) og Ruglandsgrovi på vestsiden (t. h. i bildet).*

Ved Helland, lengst sør i området er det mange store blokker som har kommet ned fra skrentene i dalsiden. Langs hele vestsiden av dalen er det blokker langs veien, både på oversiden og nedsiden, av ulikt volum. Modellering i Rockyfor3D viser at blokkene kan gå helt ned til elven i enkelte tilfeller (kartvedlegg E02). Det er ingen kjente historiske hendelser fra denne siden av dalen. Faresoner for Erdal er vist i kartvedlegg B02. Dimensjonerende faretype er steinsprang for hele vestsiden, unntatt ved Helland der det kan komme flomskred ned Hellandsgrovi. Store deler av bebyggelsen på vestsiden av Erdal ligger innenfor faresone 1/1000. Ved Kyrkjehaugen, i Ruglandsgrovi, kan det også komme flomskred, men terrengets utforming gjør at flomskredene ikke vil nå bebyggelsen før ved en svært sjelden hendelse, vurdert med returperiode 5000 år.

På østsiden finnes det kjente, tidligere skredhendelser fra Diket, både jordskred- og steinskred-hendelser (NGU, skreddatabasen; Russenes 2003), hhv. i 1925 og i 2003 (Skredhendelse 1 og 2 i kart C02). Dalsiden har flere raviner, noe som tyder på tidligere flomskredaktivitet. Helt i sør, så vidt innenfor undersøkelsesområdet, er det satt opp en ledevoll langs utløpet av Vetlagjeli/Stigagjeli. Det ble vurdert under helikopter-befaringen at flomskred kan forekomme, særlig i gjelet mellom Erdalsskjørelen og Holtane ovenfor Røri og Diket. Det ligger mange blokker langs oversiden av veien her, som tyder på at også steinsprang/-skred er en aktuell faretype, antageligvis helt ned til elven. Lengst nordøst i dalen er det steinskred og –sprang som utgjør dimensjonerende faretype. Erdalsskjørelen, Sjøbakkaskori og Vikaberget er alle bratte skrenter der det

kan komme utfall av stein ned mot bebyggelse (Figur 20). Sæbø ligger under en lokal skrent (Vikaberget) som har lokale utfall, og kan også treffes av enkelte utfall fra Sjøbakkaskori. På østsiden av dalen er dimensjonerende skredtype steinskred/-sprang, unntatt ved Diket der flomskred dominerer.

*Figur 20. Hjellen sett fra øst. Sjøbakkaskori og Vikaberget på hhv. venstre og høyre side av fjellveggen. I høyre del av bildet ses en antydning til ravinene ned mot Diket.*

## 7.3 Lærdalsøyri nord

Dette kartleggingsområdet strekker seg fra tunnelportalen til Fodnestunnelen på Heller og langs nordsida av Lærdalsøyri til neste kartleggingsområde Ofta vest. Nordsiden av Lærdalsøyri preges av steile fjellsider opp til mellom 600 og 800 moh. Det er hovedsakelig steinsprang/steinskred som er dimensjonerende faretype innenfor kartleggingsområdet, unntatt ved gardene Stødno og Øye, hvor flomskred fra hhv. Stødnafossen og Øyagrovene er dimensjonerende faretype. Se faresonekart for området i vedlegg B03.

I vestlig del av området er steinskred/steinsprang dimensjonerende faretype (ut mot Fodnestunnelen). Det er store skredurer ovenfor kartleggingsområdet, ved Hellersuri og Stødnali, under steile fjellsider. Ved Hedler / Mjølkeflata er det lokale bergknauser som synes å være hovedsakelig massive med lave utfallssannsynligheter, men disse ble ikke kartlagt i detalj under befaringen (Figur 21). Området er tegnet innenfor 1/1000

faresonen, og sonen kan muligens reduseres i utstrekning ved detaljbefaring og stabilitetsvurderinger av de lokale skrentene. Det er ingen bosetning i dette området.

*Figur 21. Tunnelportal til Fodnestunnelen, steil fjellside med ur under og lokale bergknauser ved Hedler og Mjølkeflata.*

Området hvor gården Stødno ligger har vært utsatt for både flomskred, steinskred og jordskred opp gjennom historien. Av dokumenterte hendelser kjenner vi til et jordskred i 1873 som delte seg på noen store steiner rett ovenfor husa, og som et under lot husa stå (hendelse 4 i kart C03). Videre vites det at Stødnafossen har gått med flomskred i desember 1906 og mars 1934 (Hendelse 5 i kart C03). Sist gang gikk skredet farlig nær kårboligen. Etter denne hendelsen ble det murt opp flere steder langsmed elveleiet. En steinsprangblokk på ca. 4 m3 kom ned våren 2015 og stoppet ca. 30 m øst for øverste bolighus (Hendelse 6 i kart C03). Denne blokken skal ha løsnet fra fjellpartiet Kamben på andre sida av elva, etter det beboerne forteller. Øvre del av gården, inkludert nytt våningshus, er vurdert å kunne nås av skred oftere enn hvert 100. år, mens ytre del er vurdert å ligge innenfor 1/1000-faresonen. Flomskred fra Stødnafossen er dimensjonerende faretype.

Videre østover er fjellsiden bratt med flere skrenter hvor det forekommer steinsprang og steinskred, og det har bygget seg opp store urer i foten av fjellsiden. Det har forekommet mindre flomskred ned Øyagrovene, som sist gang nådde ut til bakre driftsbygning. Etter denne hendelsen ble nedre del av bekkeleie forbygd og et mindre massebasseng bak gården er oppført for å sikre driftsbygningene mot mindre flomskred. En mer sjelden hendelse med returperiode hvert 1000 år er vurdert å kunne nå øvre del av gården.

## 7.4 Ofta vest

Ofta er et relativt stor sidevassdrag til Lærdalselvi som gjennom tidene har avsatt ei stor løsmasseviftevifte hvor boligområde og fylkessykehus er plassert. Ovenfor vifta, stiger elvedalen 400 høydemetre gjennom et ca. 1,5 km trangt, svingete dalføre med flere sidebekker hvor det tidvis bygges opp masse oppover i elveløpet, som ved større flommer i vassdraget kan transporteres og avsettes på løsmassevifta nede i dalbunnen.

I utløpet av gjelet, på toppen av vifta, ligger det en terskel og et antatt inntak for vann (figur 22). Grovt beregnet i forhold til kapasitet, antas det at sidemuren til denne terskelen vil flommes over ved ca. en 200-års flom. Ved 2 m vannstand over terskelen, går det omtrentlig 20 $m^3/s$ i elva så fremt det er ingen annen blokkering. Det er imidlertid sannsynlig at ved ekstremflom vil elva føre med seg trær og større stein som endrer sedimentasjonen. Vann som flommer over sidemuren, vil trolig raskt gå tilbake i hovedløpet til elva nedenfor den øverste bygningen (vannverk) på grunn av terrengets utforming her. Nederodering preger toppen av vifta og det er derfor lite sannsynlig at større mengder vann skal ta annen vei enn det etablerte elveleiet øverst på vifta. Lengre nede i elveløpet viser beregninger med RAMMS at vann og masser kan gå over på begge sider (se modellresultat i kartvedlegg E04). Faresonene reflekterer dette ned langs elveløpet. Dimensjonerende faretype i området er steinskred og steinsprang lengst vest, og flomskred i øst langs, og til siden for Oftaelva (se faresoner i kartvedlegg B04).

*Figur 22. Terskel og antatt inntak for vann i toppen av vifta.*

## 7.5 Ofta – Tønjum – Ljøsne

### 7.5.1 Hunderi – Hauge – Molde

Dette området domineres av steinsprang/steinskredfare fra den bratte fjellsiden i øst. Det ligger store skredurer langsmed foten av fjellsiden hele veien som vitner om tidligere skredhendelser. Av historiske skredhendelser kjenner vi til fire steinsprang/steinskred mellom Hunderi og Molde (NGU skreddatabasen). Et stort steinskred på flere tusen kubikkmeter kom ned i fjellsida over Hunderi natt til 7. mai 2009 (Figur 23 og hendelse 7 i kart C05). Skredet gjorde ikke skade på annet enn innmark og frukthage. I 1861 ble en mann drept av et steinsprang i nærheten av Hunderi (hendelse 8 i kart C05), og ei jente fra plassen Skjær på Hauge ble drept av et annet steinsprang i 1814 (hendelse 9 i kart C05). Lengst i sør i området, over gården Molde, har det løsnet to større steinskred fra fjellpartiet Nakken (skredbane 16 i kart C06). En gang i 1937, og sist gang i april 1961 da blokker på 3 – 5 $m^3$ kom et stykke ut i dalbunnen. Anslagsvis 250 – 300 $m^3$ steinmasser ble fjernet fra bygdeveien etter skredet, og de totale mengder stein som kom ned var minst tre ganger større (NGI, 1961).

*Figur 23. Fjellsiden over Hunderi med store, bratte skredurer og skredsåret etter steinskredet i 2009 til høyre i foto.*

Faresoner er vist i kart B05 og B06. Mellom Hunderi og Hauge er steinsprang dimensjonerende skredtype. Her er det hovedsakelig eldre gårdsbebyggelse som ligger i god avstand fra foten av fjellsiden, og er vurdert å ligge utenfor skredfare.

Ei stor steinvifte ligger i utløpet av Haugsgjelet, og kan være avsetninger etter et stort fjellskred fra gjelet. Bekken ned dette gjelet kan gå med mindre flom-/sørpeskred, som ifølge modellering med RAMMS vil gå i nordlig del av vifta (se modelleringsresultat i kart E05). Steinskred er vurdert å være dimensjonerende skredtype også her.

Mellom Hauge og Molde er steinsprang/steinskred dominerende, og to gårder ved Færestad er plassert delvis innenfor 1/1000. På Mita er det en stor skrevifte hvor flomskred er dimensjonerende skredtype. Det er bygget en 5 m høy ledevoll for å sikre eiendommen som ligger midt på vifta (Figur 24). Eksisterende ledevoll vurderes å kunne stoppe en hendelse med returperiode 100 år, og 1/100-faresonen er derfor lagt inntil denne sikringen. Om ledevollen også er dimensjonert mot en større og sjeldnere hendelse er usikkert, og faresonen 1/1000 er lagt over større deler av vifta, i samsvar med strømningsresultater fra RAMMS (se modelleringsresultat i kart E06). Bebyggelsen på vifta er lagt innenfor 1/1000-faresonen.

*Figur 24. Ledevoll mot flomskred på skredvifta på Mita. Toppen av vollen er markert med rød, stiplet linje. Person for skala nede på vollen.*

### 7.5.2 Eri - Tønjum

Nedre og Øvre Eri har i all hovedsak dimensjonerende skredtype steinskred/-sprang, men på viftene er flomskred dimensjonerende. Mye ur er antagelig fjernet etter århundrer med landbruk i området, og store blokker er sprengt vekk. 1/100-faresonen går derfor utenfor urfoten, da urfot antageligvis har for liten utstrekning. Både Nedre Eri gård (nedenfor Storehaugen) og Linja gård ligger ved flomvifter. Ved Eri har det vært flere hendelser med steinsprang og steinskred (hendelse 11 – 15 i kartvedlegg C06). Blant annet mistet en 14 år gammel gutt livet i uren ovenfor Eri gard og gjesteheim i 1957 (NGU skredatabase). Flere steinskred har gått ned til eller over veien de siste 100

årene (NGU skredatabase; NGU 1996). Flomskredviften ved Linja gård er dannet av to bekker i hvert sitt gjel. Her er det ikke registrert noen hendelser i nyere tid.

Fra Linja gård mot Tønjum domineres igjen faresonetypen av steinsprang/-skred, også her går 1/100-faresonen utenfor urfot grunnet mistanker om fjernet ur. Der E16 går i tunnel er det bygget en fangvoll for steinsprang i urfoten, og faresonen for 1/100 går derfor langs denne.

Tønjum er en svært stor flomskredvifte med flere kjente hendelser registrert fra 1850-tallet og til i dag (NGU skreddatabasen; NGU 1996) (skredløp 17 i kart C07). Viften er over 600 m bred, med flere raviner og levéer over hele viften fra tidligere skredhendelser og etterfølgende elveløp. Det ligger også store blokker i øvre del av viften fra flere store steinskredhendelser. Siste hendelse var 28. oktober 2014, da elven gikk over forbygningene som er konstruert. Flomskredviftens ytterkant viser tegn på at Lærdalselvi har meandrert og gravd seg gjennom avsatte masser, noe som tyder på at det har vært mange, store hendelser siden forrige istid. Langs nåværende elveleie er Kjerringgjelet forbygd (se Figur 25), men basert på tidligere flomskredhendelser er antageligvis forbygningene for lave for å sikre mot større hendelser.

Faresoner er vist i kartvedlegg B06 og B07.

*Figur 25: Forbygningen til Kjerringgjelet, Tønjum (bildet tatt nedenfra og oppover). Forbygningen er på det høyeste ca. 2 m, og vurderes for lav for å sikre mot større flomskredhendelser.*

### 7.5.3 Sanden – Lundskleivi

Steinsprang/steinskred fra Kvitaberg er dimensjonerende skredtype for området Sanden – Lundskleivi. De potensielle løsneområdene strekker seg opp til ca. 850 moh, og store skredurer er observert i øvre del av kartleggingsområdet, ned til ca. kote 60 i nordvest og ca. kote 70 i sørøst (Figur 26 og 27). Faresonen 1/100 er lagt like utenfor urfoten, på den øvre flata. 1/1000-faresonen er lagt omtrentlig langs bunnen av bakken, hvor terrenget slaker ut. Se faresonekart i vedlegg B08.

*Figur 26. Området ved Sanden med fjellsiden Kvitaberg og store skredurer under.*

*Figur 27. Flaten i øvre del av kartleggingsområdet med stor ur i foten av fjellsiden og mange spredte skredblokker et stykke utover flata.*

### 7.5.4 Øvrevoll – Grøtte - Bø

Fra Tønjum til Monsehalabrekka er igjen steinskred/-sprang dimensjonerende skredtype, bort til flomskredviften på Grøtte. Ved Øvrevoll har det vært flere steinskred og –sprang på 1700- og 1800-tallet som gjorde at gården ble flyttet lenger øst (NGU skredatabase) (hendelse 18 og 19 i kart C07). Fjellveggen har spor etter skred som har gått i nyere tid og uren har lite vegetasjon.

Det er ikke tegnet skredfaresoner for utløpet av Tynjadalen, da faretypen her vurderes å være flom. Inne dalen og ned til elva er det derimot en rekke ferske flomskred. Området her har vært utsatt for store ødeleggelser i forbindelse med flom, sist gang under flommen 28. oktober 2014 (skredløp 20a i kart C07).

Flomskredviften på Grøtte er også en stor vifte på vestsiden av dalen. Under befaringen fortalte Fru Grøtte på gården ved Flåtane om snøskred som har gått på viften, og ikke bare flomskred. Det kan også være snakk om sørpeskred. Fru Grøtte fortalte videre at en gård skal ha blitt flyttet fra viften på 1700-tallet på grunn av flomskred som tok husene. Hendelsene er markert 20b i kart C08. Både Systrene/Labbegjelsfossen og Skorvefossen er kilder for skred på viften. Her ligger bebyggelsen innenfor faresone 1/1000. Like ved gården Grøttebø har det gått flere store steinskred (NGU 1996) (skredbane 21 i kart C08).

På flomskredviften ved Bø er de ytre delene av viften erodert vekk av Lærdalselvi. Dette viser at store deler av vifta er gammel. Elven har ikke forbygninger, og det er tydelige spor etter mange, store hendelser også på denne viften. På vestsiden av viften har det gått mange store steinskred (fjellskred). En tilsvarende hendelse kan potensielt demme opp elven og utløse en større hendelse ned mot gården på vestsiden. Slik dagens topografi er i toppen av viften vil ikke elven enkelt kunne endre retning mot øst, men det er tydelig at det har vært flomskredhendelser også på denne siden. På vestsiden av viften var det en flomhendelse i forbindelse med flommen 28. oktober 2014, og gården måtte evakueres i tilfelle flomskred skulle gå ned til våningshuset. Det er registrert flere historiske hendelser knyttet til flomskred her, og gårdene har blitt flyttet pga. hendelser (skredbane 26 i kart C08) (Bygdebok 2; NGU, skreddatabasen; NGU 1996). Figur 28 viser bilde av skredvifta på Bø tatt rundt år 1885-1889.

Faresonekart for området er gitt i vedlegg B07 og B08.

*Figur 28. Historisk bilde fra skredvifta på Bø med Bøafossen sett fra Blåflat tatt i 1885-1889 (Bygdebok, Foto K. Knudsen).*

### 7.5.5 Øygard – Nedre Ljøsne – Blåflat

I dette området er både steinskred og flomskred aktuelle faretyper. Fjellsiden er bratt med mange potensielle løsneområder for steinsprang helt opp til mellom 900 og 1100 moh. (Figur 29). De tre bekkene Sandbakkfossen, Engelsfossen og Kattgjelfossen er kjente skredbekker, og går med flomskred gjennomsnittlig hvert 30. år ifølge beboerne, gjerne etter perioder med intens snøsmelting eller i kakelinna (NGI, 2011). I mai 1981 kom Sandbakkfossen med flomskred som gikk så å si gjennom tunet, ca. 2 m fra bolighuset, og gikk like ned til riksveien (Hendelse 23 i kart C08). Skredet førte til store

skader og forbygningen oppe på vifta ble bygget etter dette (Bygdebok 2). De siste skreda i Engelsfossen og Kattgjelsfossen som gjorde skade gikk i 1977, da flomviftene ble forbygd for å sikre eiendommene (Skredbane 24 og 25 i kart C08) (Bygdebok 2). Flomskredsikringene er ikke studert under befaringen, og ledeeffekten er kun vurdert ut fra modelleringer i RAMMS med terrengmodell med 2 m oppløsning laget fra detaljerte LiDAR-data (Se modelleringsresultater i vedlegg E08). 1/100-faresonen er lagt delvis etter flomsikringene, og delvis etter resultat av RAMMS-modelleringer, og berører ikke bebyggelsen. Modellering i RAMMS viser at større skred ikke vil fanges opp av eksisterende sikring, men spre seg over en større del av viftene. Nåværende sikring antas å ikke være dimensjonert mot en tusenårshendelse, og 1/1000-faresonen strekker seg over hele viftene og berører deler av bebyggelsen. Steinsprang/steinskred er dimensjonerende faretype i områdene mellom de tre flomskredviftene. I ca. 1920 kom det stein ned mellom husa på Nedre Ljøsne, hendelse 25b i kart C08, og ifølge beboerne kommer det steinsprang ned på bøen i gjennomsnitt hvert 30. år (NGI, 2011). Faresonene er vist i kartvedlegg B08.

*Figur 29. Fjellsida, Engelsfossen og flomskredvifta ved Nedre Ljøsne.*

### 7.5.6 Midt- og Øvre Ljøsne – Åbryo – Stuvane

Videre østover fortsetter den bratte fjellsiden under toppen Nordnosi med mange potensielle løsneområder for steinskred helt opp til 1500 moh (Figur 30). Steinsprang er dimensjonerende skredtype i området, bortsett fra på de to skredviftene ved Midt-Ljøsne og Øvre-Ljøsne, hvor flomskred er dimensjonerende faretype. Ved Øvre-Ljøsne er det

registrert tre tidligere skredhendelser; et snøskred fra 1816 hvor kartreferansen er usikker (hendelse 30 i kart C09), samt et flomskred og et steinskred i nyere tid. Flomskredet gikk i 2003 og fulgte østre del av vifta ned mot Øvre-Ljøsne, hvor skredet gjorde store skader på morellhagen (hendelse 28 i kart C09) (Bondevik, 2015). Vann og slam fulgte ned terrassekanten og gikk helt ned til E16. Et stort steinskred løsnet høyt i fjellsida over Øvre-Ljøsne den 6.10.2011 og steiner haglet ned og inn i den bakre driftsbygningen (hendelse 29 i kart C09) (NGU skreddatabasen og samtale med bonden under befaringen) (Figur 31). Bebyggelsen er lagt utenfor faresonen 1/100, og delvis innenfor faresonen 1/1000, se faresonekart i vedlegg B09 og B10.

*Figur 30. Fjellsiden under Nordnosi og området Midt-Ljøsne til Åbryo under. Det siste steinskredet mot Øvre-Ljøsne er markert med rød pil.*

*Figur 31. Gården Øvre-Ljøsne og løsneområde for steinskredet i 2011 innringet i rødt.*

### 7.5.7 Løteigen – Rikheim - Rå

Videre sørøstover er steinsprang/-skred dominerende skredtype, før flomskredviften på Løteigen. Her var det en flomskredhendelse høsten 2014, der det fortsatt er tydelige skredspor på den nordvestlig del av viften (Figur 32). Gården ble evakuert under denne hendelsen (Hendelse 27c i vedlegg C09). Det gikk et steinsprang i 2007 lenger vest (hendelse 27d i vedlegg C09), hvor enkeltblokker på 40 – 50 $m^3$ stoppa 50 – 60 m fra revegården (Sogn avis).

*Figur 32. Nylig flomskred på Løteigen.*

Videre mot Rikheimslunden er det en mindre vifte like vest for Slettebakken, som i all hovedsak er dannet av steinsprang/-skred. Her har det gått snøskred i 1993 (hendelse 27a i kart C09) (NGI 1993). Også her kan det gå flomskred, men ingen er kjent for NGI.

Rikheimslunden er en av de største (bredeste) flomviftene i Lærdal. Kun en historisk hendelse er kjent her, et snøskred omtalt i samme rapport som Slettebakken (hendelse 27b i kart C10) (NGI 1993). Det kan tyde på at flomskred her er store, men sjeldne, hendelser. Ytterkantene av viften er erodert av Lærdalselvi, noe som tyder på at viften er bygd opp over lang tid, og var mest aktiv i tidlig fase etter isavsmeltingen. Maristovfossen er forbygd fra toppen av viften og ned til kanten i vest (Figur 33). Den østre delen av viften har tett vegetasjon og har ingen spor av hendelser i nyere tid, unntatt ett område ytterst uten vegetasjon og med blokker spredt ut over området og ned mot jordene.

*Figur 33. Forbygninger i toppen av Rikheimsviften, og panoramautsikt innover i skåret (dalen) ovenfor viften.*

Mot Dokki og Rå blir igjen steinskred/-sprang dimensjonerende faretype (kartvedlegg B10). Bebyggelsen ligger ikke utsatt til slik den er i dag, verken fra observasjoner i felt eller modelleringsresultater i Rockyfor3D (kartvedlegg E10). Fra Døroksli kan det antageligvis, i snørike vintre, gå snøskred. Snøskredene vil heller ikke nå bebyggelsen, men stoppe rett under fossen.

### 7.5.8 Mo

På Mo (Figur 34) er dimensjonerende skredtype steinskred. Her er det spor etter flere store hendelser langs hele løsmasseterrassen som bebyggelsen ligger på. I sør er det færre store blokker, men fjellveggen og uren viser spor etter nylige hendelser. I 2004 gikk et steinsprang ved Mo gård, der flesteparten av blokkene havnet i uren og noen stein gikk som flogstein ut på marken og inn i driftsbygningen på gården (hendelse 32 i kart C10) (Russenes 2005). Det skal også være rapportert om flomskred på samme gård. Ved Piggstein-Seidi nord for Mo gård ligger et stort steinskred, med blokkstørrelser på 50 $m^3$ – 100 $m^3$ (Figur 35). Under disse ligger gammelt gårdsutstyr. Større blokker som har ligget på jordbruksarealet må man regne med er sprengt vekk.

*Figur 34. Mo, sett fra sør. Merk spor etter relativt nylige skredhendelser i hele fjellveggen.*

*Figur 35. Store skredlokker på nordre del av terrassen på Mo, ved Piggstein - Seidi.*

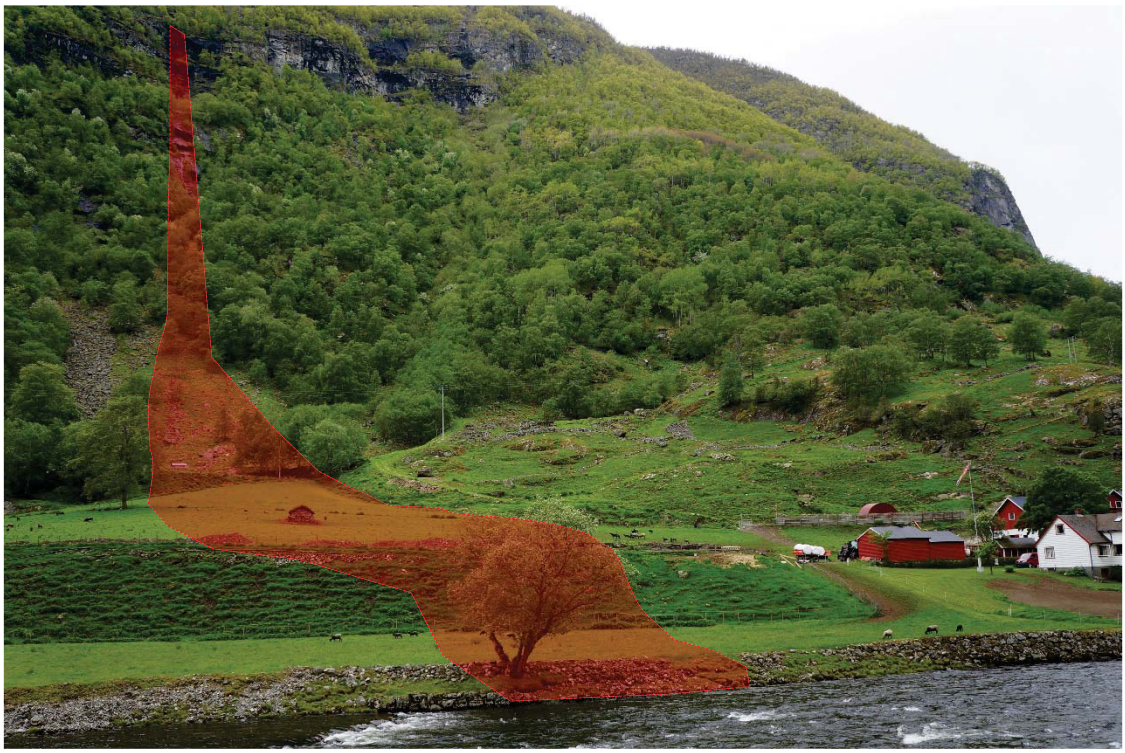
## 7.6 Bjørkum

Område Bjørkum har vært utsatt for skred flere ganger opp gjennom historien, og det fortelles at gårder og hus har vært flytta tre – fire ganger, både på grunn av steinsprang og flomskred/sørpeskred (Bygdebok 2). Jutlaelvi og Nausagrovi er kjente skredbekker, og har gått med flomskred og sørpeskred flere ganger. Den første kjente hendelsen er fra Jutlaelvi i 1860, da det fortelles at de som bodde på husmannsplassen Uri under Børkjo flyttet etter flomskred (skredløp 33 i kart C11) (Bygdebok 2). Videre står det at veien ved Jutlaelvi har vært stengt tre ganger siden 1938, sist gang i 1971 da det proppa seg fullt med jordmasser under brua (NGU, 1996). Figur 36 viser et historisk foto av skredet som gikk i Nausagrovi i 1947, som tvang gården Nordre Bjørkum til å flytte lenger oppover i dalen (Bygdebok 2). Dette skal ha vært ei såkalt snødemme, eller sørpeskred (hendelse 35 i kart C11). I bygdeboka står det videre at et lignende skred skal også ha skjedd for ca. 100 år siden.

*Figur 36. Historisk bilde som viser skredet i Nausagrovi i 1947 og tunet på gården Nordre Bjørkum. Gården ble flyttet lenger opp i dalen etter denne hendelsen.*

Gården Nordre Bjørkum skal også ha vært flytta en gang tidligere, men da på grunn av steinsprang. Gården Søndre Bjørkum har også vært trua av flomskred som går i den lille grova (bekken) som kommer ned på innmarka øst for gårdshusa (skredbane 36 i kart C11) (Figur 37). Olav J. Bjørkum på gården fortalte under befaringen at skredet skal ha gått en gang på 1800-tallet og tatt deler av gården som da lå lenger mot øst. Etter dette ble gården flytta til nåværende plassering vest for skredløpet. Da det samme skredet kom i 1981 gikk husa klar. Denne gang var skredet 600 m langt og stoppa 50 m fra tunet. Ei

turkestove sto igjen midt i skredet. Det ble kjørt bort nærmere 4000 $m^3$ masse etter skredet.



*Figur 37. Omtrentlig utbredelse av flomskred ved Søndre Bjørkum. Ei gammal turkestove står igjen midt i skredløpet.*

Basert på historiske hendelser, er flom-/sørpeskred fra Jutlaelvi og Nausagrovi vurdert skje oftere enn hvert 100 år, og her er 1/100-faresonen lagt ned til Lærdalselva. Videre østover på nordsiden av Lærdalselva er det ei bratt fjellside som dominerer topografien, og steinsprang/steinskred er dimensjonerende faretype. Det er dokumentasjon på historiske steinsprang/steinskred fra denne fjellsiden, og i bygdeboka står det om at to gårder som før lå på nordsiden av veien skal ha blitt flytta på grunn av steinsprang (Bygdebok 2). 1/1000-faresonen er lagt forbi E6 og ut til den lokale veien, mens 1/100-faresonen er lagt inntil en skredvoll som er bygget som sikring for europaveien. Vollen er ca. 4 m høy og bygget med solid tørrmur på støtsiden og en ca. 5 m bred grøft (Figur 38). Faresonene er vist i kartvedlegg B11.

*Figur 38. Skredvoll for å stoppe steinsprang fra å nå Europaveien. Vollen er ca. 4 m høy.*

På motsatt dalside finner vi de to gårdene Hønjum og Søndre Bjørkum. Hønjum er vurdert å ligge trygt for skred med returperiode oftere enn hvert 1000 år. Gården ligger i god avstand fra de bratte fjellsidene, og det er kun noen små lokale skrenter/bergknauser som vurderes i hovedsak å være massive og stabile. Utfall kan skje, men skrentene er lave og rekkevidden vil være kort. Faresonene 1/100 og 1/1000 er lagt nært inntil foten av skrentene. På Søndre Bjørkum er faresonene lagt ut for det kjente skredløpet like øst for gården, og 1/100 faresonen er lagt et stykke ut på innmarka. Bolighusene på gården er vurdert å ligge utenfor 1/1000- faresonen. Se faresonekart i vedlegg B11.

## 7.7 Husum

Området Husum domineres av steinsprang-/steinskredfare, samt mindre flomskred fra enkelte bekker. Steinsprang/steinskred er dimensjonerende faretype i alle tilfeller hvor 1/1000-faresonen berører bebyggelse. Bebyggelsen er i sin helhet vurdert å ligge utenfor 1/100-faresonen. Se faresonekart for området i vedlegg B12.

Ved E16 forbi Hagen er flomskred dimensjonerende skredtype hvor to mindre bekker kommer ned, og mellom disse bekkene er steinsprang fra fjellsiden over dimensjonerende skredtype. Det er mindre tiltak mot steinsprang og flomskred som sikring for Europaveien her. Faresone 1/100 er lagt til/på E16, mens 1/1000 går et stykke forbi veien. Gården Hagen vurderes å ligge utenfor 1/1000-faresonen.

På nordsiden, ved Sjurhaugen og Nedre Øygarden, er steinsprang og steinskred vurdert som dimensjonerende faretype. Det ligger grov ur langs foten av fjellsida hele veien. Sjurhaugen ligger ytterst ut på en liten rygg, og er beskyttet av noen store steinblokker som ligger i foten av ura. Gården vurderes å ligge trygt for 1000-års hendelsen. På Nedre Øygarden ligger gården like utenfor en stor ur med mange kraftige blokker på flere titalls kubikkmeter (Figur 39). Uren er kraftigere enn ellers langs fjellsiden. Enkelte blokker er mellom 50 og 100 $m^3$ og ligger spredt mellom gårdsbygningene nærmest fjellsiden. Bonden på gården kunne fortelle at gården fra gammelt av hadde vært plassert under en stor heller, for å beskytte husene fra steinsprang fra fjellsiden I 1665 hadde hele helleren kollapset og begravd gården, og skapt uren som ligger der i dag (hendelse 37 i kart C12). Heldigvis hadde de som bodde der ant fare da småstein begynte å drysse fra helleren, og søkt tilflukt et annet sted. Gården ble etter dette bygget opp igjen der den står i dag, like utenfor urfoten. Gården er plassert delvis innenfor 1/1000-faresonen. Det er først og fremst den lokale skrenten som utgjør steinsprangfaren for området. Den grove ura vil ha en bremseeffekt og gi en viss beskyttelse mot nye, mindre steinsprang.

*Figur 39. Gården Nedre Øygarden med stor skredur like bak – og delvis mellom – husene.*

Neste gård i samme dalside er Lille Husum / Fremre Øygarden ligger også nær foten av en meget kraftig ur (Figur 40). Basert på observasjoner av fjellsiden vurderes utfalls-sannsynligheten likevel å være lav, og gården er plassert delvis innenfor 1/1000-faresonen.

*Figur 40. Lille Husum med stor skredur bak husene langs foten av fjellsida.*

Plassen Haugen ligger på sørsiden av dalen ved utløpet av Kvemma. Flomskred fra Kvemma er vurdert, bl.a. ved RAMMS-modellering, men vassdraget og vifta er for slak til at større skredhendelser vurderes å kunne nå ut mot bebyggelsen (modellresultat i vedlegg E12). Gården vurderes å ligge trygt for skred med returperiode 1000 år eller oftere.

Nedre Kvame vurderes også å ligge trygt for skred. Gården ligger bak noen mindre bergknauser med isskurt bergoverflate, som ser i hovedsak massive og stabile ut.

På motsatt dalside, ved Sletthagen, er steinsprang/steinskred vurdert som dimensjonerende faretype. Det ble observert få skredblokker i terrenget over bebyggelsen, og sannsynligheten for steinsprang mot husene er vurdert som lav. Bebyggelsen er plassert like utenfor faresonen 1/1000.

På gården Store Husum er det to historiske snøskredhendelser. Den ene hendelsen er fra 1789, hvor en mann omkom etter å ha "faldt ud over et bierg ved snee skreed" (hendelse 38 i kart C12) (NGU skreddatabase). Det vites ikke mer enn at mannen bodde på plassen Hjelle under Husum. Den andre hendelsen er registrert av vegvesenet som snøskred ved Store Husum 09.01.1984, men mer om denne hendelsen er ukjent (hendelse 39 i kart C12). Steinsprang vurderes å være dimensjonerende faretype for dette området. Det er en 50-60 m høy steil bergvegg like bak gården, denne er hovedsakelig massiv og vurderes å ha forholdsvis lave utfallssannsynligheter (Figur 41). Det ligger en liten ur

langsmed fjellveggen bak gården, og blokkene har sannsynligvis blitt ryddet inntil her opp gjennom tiden. I tillegg kan det utløses steinsprang/steinskred i fjellsiden høyere opp, men terrenget taler for at de aller fleste ikke vil nå ned mot gården. Det er et større slakere parti i fjellsiden ovenfor den steile bergveggen, hvor de fleste blokker antas å stoppe opp. Store Husum vurderes å ha lav sannsynlighet for å treffes av skred, og er plassert delvis innenfor faresonen 1/1000.

*Figur 41. Store Husum med fjellsiden bak.*

## 7.8 Nese

Delområdet Nese vurderes som det minst skredutsatte av alle de kartlagte områdene. Her er det svært få utpregede skrenter, men i hovedsak skogkledde dalsider med under 40° helning. Bebyggelsen vurderes å ikke ligge utsatt for skred (se faresonekart i vedlegg B13). Av registrerte skredhendelser i området er det tre steinsprang og ett snøskred, alle registrert i skrednett. To av disse er steinsprang registrert av vegvesenet i 1997 (hendelse 40 og 42 i kart C13), og vurderes som utfall fra skjæring, mens det siste skjedde i 1878 og må være feilplassert i NGUs skreddatabase, da det i beskrivelsen står at det sannsynligvis skjedde ved Hoggeberg, som ligger utenfor kartleggingsområdet (hendelse 41). Snøskredet skal ha skjedd i Kallevangsmarka i 1909 under rypejakt, og kan ha skjedd høyere opp i fjellet (hendelse 43).

Figur 42 viser dalsiden i vest. Lengst i sør ser vi den steile fjellskrenten Grimsøberget inntil fylkesveien hvor steinsprang er vurdert som dimensjonerende faretype. Faresonen 1/100 er lagt nedenfor veien her. For øvrig er skredfaren vurdert å være svært lav.

*Figur 42. Østvendt dalside, som har en bratt skrent lengst i sør, og er ellers slak.*

På motsatt side av elva er den vestvendte dalsiden mellom 30° og 45° bratt nesten hele veien opp til 1100 moh. Hele det bratte området er skogkledd, og skredfaren vurderes derfor som lav (Figur 43). Skogen i denne dalsiden er avgjørende, da det uten skog vil være et potensielt løsneområde for både jord- og snøskred. Små skred kan løsne under dagens forhold, men disse vurderes å ha svært begrenset rekkevidde, og vil ikke berøre dagens bosetning.

*Figur 43. Vestvendt dalside som er skogkledd.Skredfaren vurderes som lav.*

## 7.9 Borgund

### 7.9.1 Borgund stavkirke – Voldum

I den vestlige dalsiden fra Kyrkjevoll til Voldum er dimensjonerende skredtype steinsprang/-skred (Figur 44). Blokker ble observert ovenfor bebyggelsen, og kommer i all hovedsak fra den lokale skrenten bak husene, men noe kan også ha kommet fra skrentene helt i toppen. Dalsiden har tett skogvekst som vil virke bremsende på mindre utfall. Det er registrert en historiske hendelse i denne delen av kartleggingsområdet, et barn omkom i et steinskred i 1910, antageligvis rett ved gården (hendelse 44 i kart C14) (NGU, skreddatabasen).

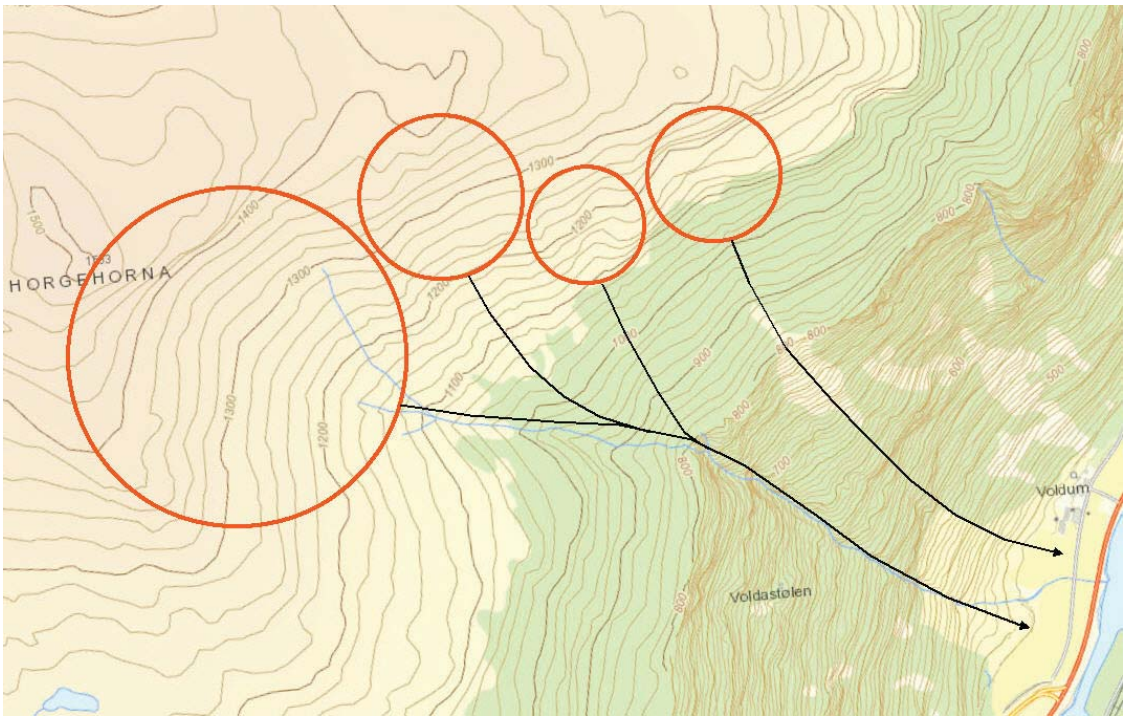
*Figur 44. Foto tatt fra Borgund kirke besøkssenter mot Kyrkjevoll. Merk tett vegetasjon i fjellsiden, samt berg i dagen som danner en liten rygg bak husene.*

Voldum er en snø- og flomskredvifte rett sør for gårdsbebyggelsen den har fått navn fra (Figur 45). Her er registrert flere historiske hendelser (skredløp 46 i kart C14), den tidligste fra slutten av 1600-tallet der et jordskred (omtalt som fjellskred) skal ha demmet opp elven og dannet Borgundsfjorden (NGU, skreddatabasen). De resterende hendelsene omtaler jord- og snøskred i nyere tid (1940-1980-årene) som har gått over veien og elven eller som nesten har truffet bebyggelse (NGU, skreddatabasen; NGU 1996). Nåværende bonde på gården kunne fortelle om hyppige skred hver vinter, og at han har videreført gjerdestolpene med ledd fra sin bestefars tid. Disse gjerdestolpene kan legges ned i skredretningen hver vinter, slik at de ikke knekker når skredene går over dem. Selve

viften brukes til jordbruk/sauebeite, og har dermed ingen vegetasjon. Det er tydelige tunger og spor over hele viften fra tidligere hendelser.

*Figur 45. Skredviften på Voldum sett fra kraftverket på Lo. Flere løsneområder for snøskred kommer tydelig frem i fjellsiden ovenfor viften.*

Snøskred har fire tydelige løsneområder ovenfor viften, der det største området er en stor skål som danner starten av gjelet. To mindre områder er rett øst for denne skålen, og det siste løsneområdet ligger enda litt lenger nordøst for disse (Figur 46). Skred fra det østligste løsneområdet når sjelden ned til bebyggelsen, men skred herfra utgjør størst fare for nåværende bebyggelse. Skredene fra de tre vestlige løsneområdene går alle ned i gjelet/fossen, og modellering i RAMMS viser at utbredelsen i hovedsak er på midten av viften og ut i Borgundsfjorden (se modelleringsresultat i kartvedlegg E14). Faresonen for 1/100 ligger rett nedenfor bebyggelsen, da steinskred/-sprang også kan forekomme her. Uren går ned til uthuset bak våningshuset (Figur 47). Den lille vollen på vifta er kun ment å dempe små våtsnøskred som er plagsomme for lokalveien inn mot europaveien, og 1/100-faresonen er tegnet nedenfor veien på vifta. Se faresonekart i vedlegg B14.




*Figur 46. Løsneområdene ovenfor Voldum.*

*Figur 47. Ur bak våningshus og skrentene i fjellsiden.*

### 7.9.2 Østsiden fra Bergheim - Lossholen

Fra Bergheim til Lossholen er det steinsprang/-skred som dominerer skredfaren. I all hovedsak er det lokale skrenter som utgjør den største faren for bebyggelsen. Fjellsiden har en terrassert form med lokale utfall mellom Hatleberg og Homro, og er et ikke bebygd område. Bebyggelsen ved Hatleberg ligger ikke utsatt for steinskred fra Losnuten, men fra lokale skrenter. Loshaugen og kraftverket ligger mer utsatt til for utfall fra Losnuten.

Ved siden av kraftverket ligger en stor ur, der deler av uren tilsynelatende er fjernet da de bygget veien opp til hovedbygget. Hovedbygget ligger helt inntil, delvis under, en stor, lokal skrent med en del horisontale sprekker (Figur 48). Det er ingen spor etter nylige utfall, og fjellsiden er tett bevokst opp til de bratteste områdene. Uren ligger helt inntil bygget i sør. Utfall fra den lokale skrenten kan treffe hovedbygget eller transformatorene nord for hovedbygget. Også utfall fra Losnuten kan treffe kraftverket ifølge modelleringsresultater fra Rockyfor3D. Se faresoner for området i kartvedlegg B14.

*Figur 48. Kraftverket ved Loshaugen, med den lokale skrenten og Losnuten lenger bak.*

### 7.9.3 Røssgjerdet – Hovdheim – Nygård

På den sørøstlige sida av Borgundsfjorden er steinsprang dimensjonerende faretype langsmed hele fjellsiden fra Lossholen til Flintegård. Det er hovedsakelig steinsprang

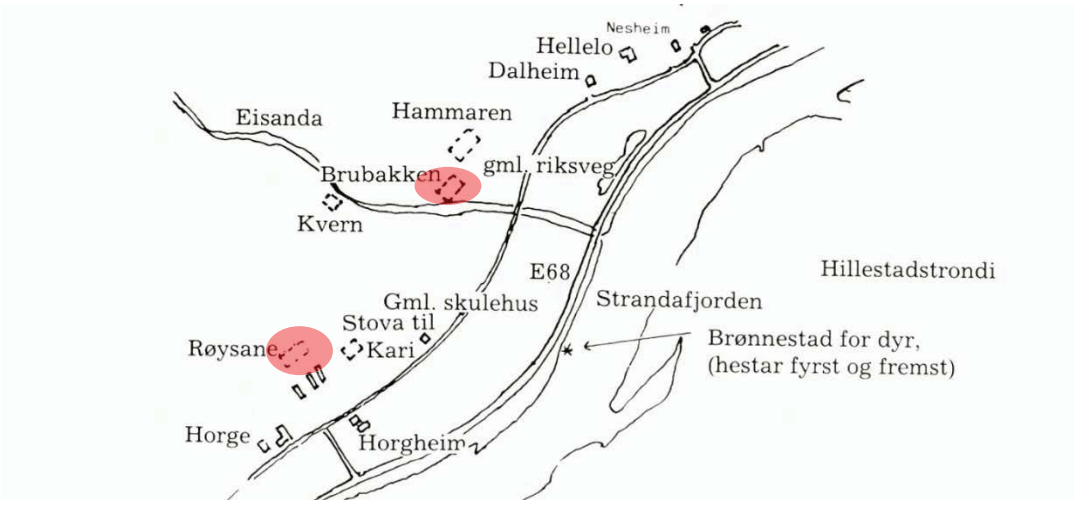
fra de lavereliggende skrentene som utgjør faren. Det ble observert ur forholdsvis sammenhengende ovenfor fylkesveien, stedvis større enn fjellsiden ovenfor skulle tilsi. Skrentene er forholdsvis lave, og rekkevidden av steinsprang kan forventes å være begrenset, men bebyggelsen her ligger hele veien svært nært fjellsiden. Faresonen 1/100 er lagt omtrentlig i foten av ura/foten av fjellsiden, mens 1/1000-faresonen ligger på linje med fylkesveien, og strekker seg stedvis utenfor veien og berører bebyggelsen der hvor observasjoner av skredblokker indikerer økt steinsprangfare. Se faresoner i vedlegg B15.

Flintegrovi og Nygårdsgrovi er kjente skredbekker, og her er flomskred/sørpeskred dimensjonerende skredtype (Figur 49). I Flintegrovi kjenner vi til at det gikk sørpeskred i 1868 og 1920, men begge ganger fikk gården Flintegard stå i fred (NGU skreddatabasen; Bygdebok 1). Det står at skredet i 1868 delte seg i to ovenfor gården (skredbane 50 i kart C15). Flintegard ligger beskyttet bak en rygg/fjellknaus, slik at de vannbårne skreda deler seg ovenfor denne ryggen og går ned på sidene av gården. Dette gjør at gården ligger forholdsvis trygt for skred, og kun bakre driftsbygning er lagt innenfor 1/1000-faresonen. I Nygårdsgrovi går det forholdsvis ofte sørpeskred; for ca. 50 år siden skal et sørpeskred/flomskred ha gått helt fram til uthuset på Nygård, og senest i år 2000 kom det sørpeskred ned på jordene (skredbane 52 i kart C15) (NGI, 2001). Det er nå bygget et masseavlagringsbasseng rett ovenfor E16 som sikring mot flom- og sørpeskred for Europaveien. NGI vurderer at sikringen stopper en 100-årshendelse, men at sikringen ikke er dimensjonert mot en større og sjeldnere hendelse. Sikringen vil ha en effekt og stoppe deler av massene, og Nygård er plassert delvis innenfor 1/1000-faresonen. I områdene mellom skredløpene fra de to bekkene, er steinsprang dimensjonerende skredtype. Det skal ha kommet steinsprang lang ut på jordene, og nært inntil husa på Nygård, en gang før 1945 (hendelse 51 i kart C15) (NGI, 2001).

*Figur 49. Skredbekkene Flintegrovi og Nygårdsgrovi (stiplede piler). Masseavlagringsbasseng er innringet i rødt.*

### 7.9.4 Horge – Hjelle – Steinklepp – Eggum

Mellom Voldum og Horge gård er steinsprang og steinskred dimensjonerende faretype, og campingplassen er lagt innenfor faresonen 1/1000. Ved Horge er det en stor løsmassevifte hvor elva Eisanda har sitt utløp i Borgundsfjorden. Her fortelles det om et sørpeskred i 1906 som raserte plassen Horgerøysane og gjorde at plassen Brubakken ble fraflytta, da skredet kom faretruende nær tunet (skredbane 48 i kart C15) (NGU skreddatabasen; Bygdebok 1). Elva tok et nytt løp lenger mot sør, og det måtte omfattende arbeid til for å føre elva tilbake i det gamle løpet (Bygdebok 1). Ut fra kartskisse i bygdeboka forstås det som at skredet delte seg på toppen av vifta, og ett løp gikk mot øst, omtrentlig i dagens løp, og kom nær plassen Brubakken på nordsiden av dagens løp, mens en annen del av skredet gikk mot plassen Røysane i sør (se gammel kartskisse i figur 50). Faresonen 1/100 er lagt omtrentlig etter forståelsen av utløpet av skredet i 1906, sammen med resultater fra modellering i RAMMS (se vedlegg E15). Modellering i RAMMS viser at vifta er så flat at flomskred vil stoppe i toppen av vifta. Dimensjonerende skredtype vurderes å være sørpeskred som kan oppstå når snøskred går ned i gjelet og lager snødemme. Bebyggelsen på skredvifta ligger helt og delvis innenfor faresonen 1/1000. Gården Horge ligger delvis beskyttet bak en blankskurt bergrygg (fjellknaus). Faresoner er vist i kartvedlegg B15.

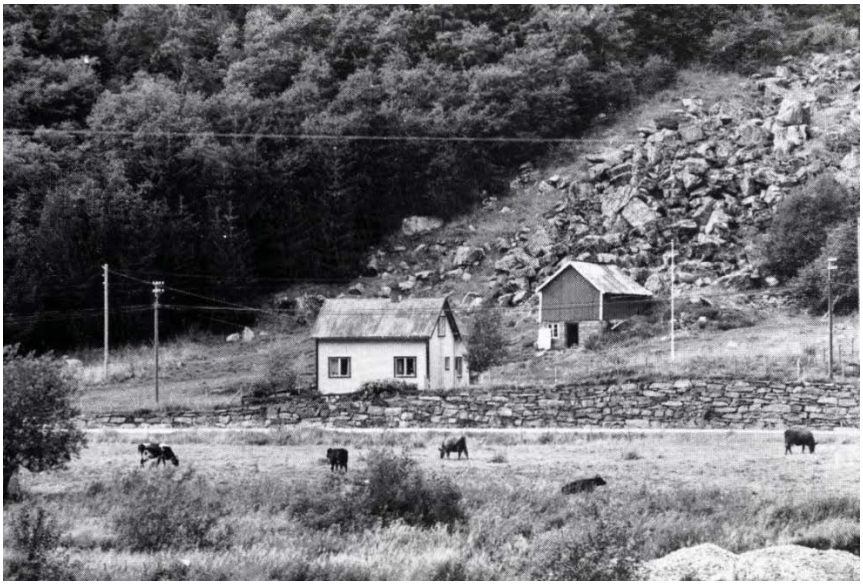



*Figur 50. Historisk kartskisse over husmannsplasser og fradelte bosteder under Horge (hentet fra Bygdebok 1 s. 326). Plassene Brubakken og Røysane er markert i rødt.*

Videre nordover fra Dalheim til Steinklepp er steinsprang/steinskred dimensjonerende faretype (Figur 51). Bebyggelsen ligger nært inntil foten av en bratt fjellside med flere skrenter hvor steinsprang kan løsne. Det er observert ur langsmed fjellfoten, og stedvis ned til husene (Figur 52). Det kan også gå flom- /sørpeskred i de små bekkene (grovene) i dalsiden. Det finnes historiske opptegnelser om ett sørpeskred (flom-/jordskred) og ett steinsprang i området. Sørpeskredet gikk i 1906, samtidig med sørpeskredet langs elva Eisanda, og raserte plassen Sletten/Raunsletti ved å snu huset på murene og ta fjøset og husdyra, men ingen menneskeliv gikk tapt (skredbane 49 i kart C15) (Bygdebok 1).

Sørpeskredene (her og på Horge) kom i forbindelse med stor høstflom i bygda, da det skal ha kommet 1 m nysnø på "tii" jord og deretter regn (Bygdebok 1). Steinspranget skal ha gått i 1909 og drept en mann ved/på Berge (hendelse 53 i kart C15).

*Figur 51. Bebyggelsen mellom Dalheim og Steinklepp og fjellsiden over.*



*Figur 52. Plassen Sletten/Raunesletti med stor skredur like til husa. Stedet ble rasert av et sørpeskred i 1906 (historisk foto hentet fra Bygdebok 1 s. 339).*

Faresonene mellom Dalheim og Steinklepp er trukket slik at største delen av bebyggelsen ligger (like) utenfor faresone 1/100 og innenfor 1/1000 (kartvedlegg B15).

Området Steinklepp og Eggum er vurdert å ligge trygt for skred som opptrer oftere enn gjennomsnittlig hvert 1000 år. Hovlandsgrovi som kommer ned nord for

kartleggingsområdet gikk med snøskred i 1890 og etter dette ble gården Hovland flytta lenger sør, til dagens plassering (skredbane 54 i kart C15). Skredet vurderes å ha sitt hovedløp nordenfor kartleggingsområdet, men 1/1000-faresonen er lagt delvis innenfor kartleggingsområdet.

## 7.10 Øvre Kvamme

Bergsøyni, sør i kartleggingsområdet Øvre Kvamme, ligger under en lokal skrent med en del steinsprangaktivitet (Figur 53). I uren er det flere store blokker. Antageligvis er det stor aktivitet i bergveggen da uren ikke har vegetasjon, og bergveggen har flere partier med spor etter nylig aktivitet. Bebyggelsen er vurdert å ligge innenfor faresonen 1/1000 (kartvedlegg B16).

*Figur 53. Bergsøyni fra vestsiden av Lærdalselvi.*

Ved Tufte er det en liten, lokal skrent som kan gi mindre utfall, men bebyggelsen her ligger ikke utsatt til.

På Øvre Kvamme har det vært flere historiske hendelser fra elven Kvemma, blant annet et sørpeskred/flomskred i 1873 som "øyrde ned" plassen "Jorven" som lå på vestsida av Kvemma, og Teigen på østsida av Kvemma (Figur 54 og hendelse/skredløp 56 i kartvedlegg C16). Særlig østsiden av elven har fått hard medfart historisk (NGU, skreddatabasen; Bygdebok 1). Kvemma har noe steinsetting ved Sandbakkane gård, men det er ellers ingen tiltak i elven. Modellering av skred i RAMMS indikerer at det må stor

vannføring til for å få massetransport utover vifta. Vi vurderer at snøskred kan demme opp i gjelet, og skape sørpeskred som kan nå ut over store deler av området (se modelleringsresultat i vedlegg E16). Dimensjonerende skredtype er sørpeskred. Dagens bebyggelse ligger på begge sider av flomviften, men hovedsakelig på vestsiden. Bebyggelsen på østsiden av elven (Sandbakkane) ligger innenfor faresonen 1/100, mens gården øst for Øvre Kvame ligger innenfor 1/1000 (vedlegg B16). Store deler av bebyggelsen ligger innenfor faresone 1/5000, da sjeldne sørpeskredhendelser vurderes å kunne få stor utbredelse.

*Figur 54. Kvemma til venstre i bildet, Volldøla til høyre.*

Også i Volldøla lenger øst kan det gå flom– og sørpeskred (Figur 54). Modellering i RAMMS viser samme resultater som i Kvemma, at sørpeskred vil ha lengst utløp og vurderes som dimensjonerende skredtype (Se RAMMS-resultater i vedlegg E16). Det er to historiske hendelser som er kjente her; en fra 1876 der en tømmermann ble tatt av snøskred i marka (kartreferanse 57 i kart C16 er usikker), samt et jord-/snøskred i 1873 (flom-/sørpeskred i Volldøla samtidig som i Kvemma?) som tok husene på østsiden av viften (NGU, AF) (hendelse 58 i kart C16). Det er ingen tiltak i elven. Den øvre bebyggelsen er plassert delvis innenfor faresone 1/100, bebyggelsen nord for Sprakehaugen ligger innenfor faresone 1/1000, og resten av bebyggelsen ligger innenfor faresone 1/5000.

Området øst for Sprakehaugen preges av tydelige raviner/levéer i overflaten, og det er lite vegetasjon her (figur 55). Antageligvis går det små snøskred/snøsig her hver vinter.

Fram til Vettei/Olsrud er det snøskred som er dimensjonerende, men også enkelte blokker kan nå ned til marka fra skrentene i fjellsiden.

Steinskred/-sprang er dimensjonerende faretype ved Vettei/Olsrud. Blokker ligger bak husene, og det er spor etter nylige utfall i berget over husene. Det er tett skog i fjellsiden opp mot skrentene, som antageligvis vil dempe utfall av en mindre størrelse. Bebyggelsen ligger i all hovedsak innenfor 1/1000-faresonen.

*Figur 55. Fra Sprakehaugen og østover. Legg merke til ravinene/levéene i fjellsiden bak gården.*

## 7.11 Hegg

Delområde Hegg er det mest snøskredutsatte området i Lærdal kommune, med ni registrerte historiske snøskredhendelser. Også jord-/flomskred og steinskred har mange registrerte hendelser, slik at det totalt er 17 skredhendelser siden 1836 til i dag. Man må også anta at det har vært mange flere hendelser, men av mindre størrelse, som ikke har blitt registrert da det ikke har kommet skade på bebyggelse eller vært tap av menneskeliv.

På nord/nordøstlig side av undersøkelsesområdet er det hovedsakelig steinskred/-sprang som er dimensjonerende skredtype. Helt i nord, ved Lunde/Hegg/Nyborg/Oddheim er det fare for flom-, sørpe-, og snøskred (figur 56). Ved Lunde/Hegg er det registrert en snøskredhendelse i 1836 (NGU, skreddatabasen), men kartreferansen er omtrentlig (hendelse 59 i kart C17). Under befaringen ble det observert flere nylige spor etter

steinspranghendelser i fjellsiden. Området er ellers en stor løsmassevifte. Øvre deler av fjellsiden har lite vegetasjon, tilsvarende i øvre del av gjel/bekkeløp. Antagelig kan det gå snøskred i alle gjelene på denne siden av dalen. RAMMS-modellering av snøskred i Tuftagjeli ovenfor Hegg/Nyborg gir skred som går over veien og et stykke ned på jordet (vedlegg E17).

*Figur 56. Lunde/Hegg/Nyborg*

Fra Leitesgjeli og sørover et stykke forbi Hegg er det registrert seks historiske hendelser; av typen flomskred/løsmasseskred og steinsprang/-skred. Fra Leitesgjeli er det to hendelser (NGI, 2001) og (SVV, 2004), som begge er knyttet til løsmasse-/flomskredhendelser i nyere tid (skredbane 60 i kart C17). Bekken skal være lagt om med en liten ledevoll etter 2001, men denne ble ikke funnet/oppdaget av NGI under befaringen (Figur 57). Også her er det en stor løsmassevifte nedenfor gjelet. Modellering av snøskred i RAMMS gir skred som også her går over veien og ned på jordene nedenfor. Både i Leitesgjeli og tidligere nevnte Tuftagjeli er dimensjonerende skredtype snøskred. De resterende hendelsene er knyttet til steinsprang og –skred (hendelser 61 – 64 i kart C17) (NGU, skreddatabasen; Brev O. T. Hegg, 2001). På befaring ble det registrert store blokker fra større steinskred ved de historiske hendelsene markert 62, 63 og 64, samt ved Fjelly. Disse stammer sannsynligvis fra de registrerte hendelsene i 1974, 1982 og 1999 (Brev O. T. Hegg, 2001). Dimensjonerende skredtype i dette området er steinskred og –sprang, Bebyggelsen ligger dels innenfor 1/1000-faresonen og dels innenfor 1/100-faresonen.

Fra Fjelly og til Bjoråk er det registrert flere store steinskred som har gått til veien eller over veien. Ved Brøyni er det registrert et steinsprang (hendelse 75 i kart C17) (SVV, 2003) og ved Bjoråk er det nevnt i bygdeboken at gården i 1885 "fekk unntak i skyldi

for frost, turke og skrede" (hendelse 76 i kart C17) (Bygdebok 1). Under befaringen ble det observert blokker både på oversiden og nedsiden av veien, og uren går enkelte steder ned mot veien. Flere av blokkene er i størrelsesorden 5-10 $m^3$. Dimensjonerende skredtype i hele dette området er steinskred/-sprang. Bebyggelsen ligger dels innenfor faresone 1/100, dels 1/1000 fra Fjelly til Fjellborg og ved Bjoråk dels innenfor 1/1000, dels 1/5000.

(a)

(b)

*Figur 57 (a) Tuftagjeli (til venstre) og Leitesgjeli (til høyre) (b) Manglende forbygning ved Leitesgjeli*

Sørlig del av delområdet, fra Lai til Kvenshagen, er i all hovedsak utsatt for snøskred. Unntaket er Rundtupp og Eråk, der steinskred er dimensjonerende skredtype. Historiske hendelser i denne delen av delområdet finnes fra Lai til Kvenshagen. Her er 13 ulike hendelser dokumentert, fra 1843 fram til i dag, hovedsakelig snøskred, men også flere jordskred, sørpeskred og noen steinsprang/-skred. Hendelsene er registrert i kart i vedlegg C17. Ved Skårheim har det gått jordskred i 1877 (hendelse 65) og i 1993 (hendelse 66), steinskred i 2010 (hendelse 67) og sørpeskred i 1928 (hendelse 68) (NGU 1996; NGU skreddatabasen; SVV 2010). På Teigum og Kvenshagen/Kvenshaugen har det går snøskred ((NGU 1996; NGI 2001), samt ett steinsprang (SVV 2003). Skredhendelsene nummerert 68-73 i kartene i vedlegg C er kjente skredløp der det nesten er årvisse skredhendelser (Figur 58).

*Figur 58 Skredløp ned sørlige dalside i delområdet Hegg.*

Hele øvre del av sørlig dalside kan betraktes som et potensielt utløsningsområde for snøskred. Modellering i RAAMS viser at skredene kan gå langt (vedlegg E17). Disse skredene går langt over E16 i modelleringen, og flere steder ned forbi bebyggelsen. Furu-/granskogen ovenfor bebyggelsen ved Smeby gjør at den ligger noe skjermet fra eventuelle skred (Figur 59). Det er konstruert to store ledevoller ovenfor tunnelportalen, samt en ledevoll ovenfor E16 ved Teigum og ved Kvenshagen (Figur 60). De historiske skredhendelsene forteller om sørpeskred helt inntil husa på Skårheim i 1928 (skredbane 68) (NGU, 1996). Ved Teigum skal det i gammel tid ha gått snøskred ned til ca. kote 480 vest for gården (skredbane 69) og like langt øst for gården (skredbane 70/71) (NGU, 1996). Snøskred er kjent for å gå ned til kote 500 på Kvenshagen (skredbane 72) og kote

505 også på Kvenshagen (skredbane 73) (NGI 2001) (se kart i vedlegg C17). Løsneområdene for snøskred i har sannsynligvis blitt noe mindre de siste 50 år ettersom tregrensa troligvis har steget.

*Figur 59. Skredløp ved Haugen-Skårheim. Granskog ovenfor Smeby.*

*Figur 60. Mot Kvenshagen og den store ledevollen ovenfor E16*

Bebyggelsen fra Lai til Skårheim ligger utenfor faresone 1/100, men delvis innenfor faresonene 1/1000. Bebyggelsen på Teigum er plassert hovedsakelig utenfor faresone 1/1000, og innenfor faresone 1/50000. Kvenshagen ligger innenfor faresone 1/1000.

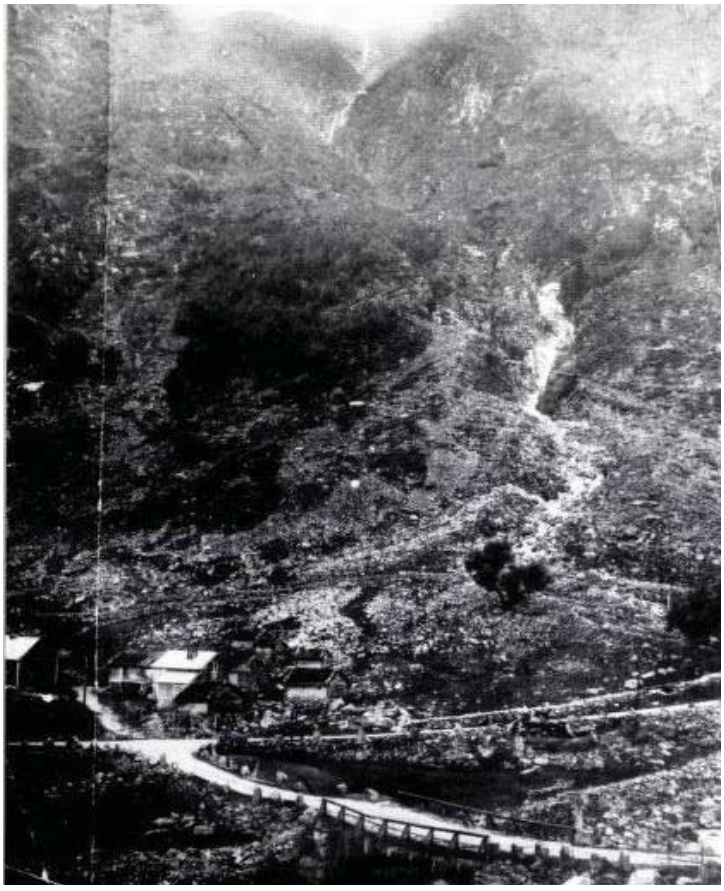
Fra Rundtupp til Eråk er det steinskred/-sprang som er dimensjonerende skredtype (Figur 61). Blokker ble observert langs stikkveien fra E16 bort til Eråk. Bebyggelsen på Eråk ligger på en vifte, og det ligger blokker ut på jordet bak bebyggelsen. Det kan komme ned flomskred fra Eråksoksli, men det vil i så fall være en svært sjelden hendelse. Bak bebyggelsen er det tett skog i hele fjellsiden. Her er det ingen kjente historiske hendelser. Bebyggelsen ligger dels innenfor 1/100, 1/1000 og 1/5000 grunnet steinskredfare.

*Figur 61. Eråk og opp mot Eråkoksli.*

## 7.12 Borlaug

På Borlaug forekommer det steinsprang fra den bratte sydvendte fjellsida ned i nordlig del av kartleggingsområdet, og flom- og sørpeskred fra Borlosgrovi. Det har bygget seg opp en karakteristisk skredvifte ved utløpet av Borlosgrovi hvor dagens elveløp går ned på østsiden, mens gården Borlo er plassert på vestsiden av vifta (Figur 62 og 63).

*Figur 62. Skredvifta på Borlaug i utløpet av Borlosgrovi, med gården Borlo på vestsiden.*



*Figur 63. Borlo 1898. Her ses skredvifta på Borlaug (Historisk bilde tatt fra Bygdebok).*

Nordlig del av kartleggingsområdet er bare ca. 300 m i utstrekning, men har hele fem registrerte skredhendelser. To av disse er steinsprang som skal ha skjedd på Borlo (Borlaug) i 1774 og 1830 (hendelse 79 og 81 i kart C18). Ett dreier seg om et snøskred som drepte en mann på rypejakt i ca. 1850, og har sannsynligvis skjedd høyere til fjells (hendelse 80 i kart C18). Det er kjent at Borlosgrovi har gått med skred to ganger; en gang rundt 1850 da den skal ha gått med snø som stoppa rett ovenfor husa på Borlo (sørpeskred?); og sist gang med flom-/sørpeskred i mai 1934, hvor det fortelles at skredet gikk så langt at gjørma rant inn kjøkkendøra på Frammigarden (skredløp 78 i kart C18).

Husene på Borlo (på nordsiden av E16) er vurdert å ligge innenfor faresonen 1/1000 (vedlegg B18). I vest er steinsprang dimensjonerende faretype, mens i øst, på løsmasse-vifta, er flomskred/sørpeskred vurdert som dimensjonerende faretype. Borlosgrovi er forbygd oppover vifta, men er vurdert ikke tilstrekkelig for å sikre mot en hendelse med returperiode på ca. 100 år (Figur 64). Faresonen 1/100 er lagt omtrentlig slik det fortelles at skredet gikk i 1850 og 1934, så vidt klar av de østligste husa på gården, samt etter resultat av RAMMS-modellering (kartvedlegg E18).

*Figur 64. Elveløp med forbygninger på toppen av vifta.*

# 8 Referanser

*Tekst i kursiv henviser til kildenavn i vedlegg C Skredhendelser*

Bondevik, S. 2015. Skredfarevurdering for ny fjøs på Øvre Ljøsne, Lærdal kommune. Høgskulen i Sogn og Fjordane. Notatnr. 2/15. Datert 05.05.2015

Hegg, O. T., 2001. Komm. Delplan Voldum – Borlaug. Merknader til rapport vedr. steinsprang. *Brev til Statens vegvesen Sogn og Fjordane.* Steinklepp 30.08.2001

Hestnes, E. et al. 1994. Weather and Snowpack conditions essential to slushflow release and downslope propagation. NGI-report 582000-9.

*Bygdebok 1:* Espe, A. et. al. 1987. Lærdal bygdebok: Borgund Sokn I: Heim og ætt. Borgund sokn. Digitalisert av Nasjonalbiblioteket og tilgjengelig på http://www.nb.no/nbsok/nb/5d24d5442ff5ced86291875f077799db.nbdigital?lang=no#0

*Bygdebok 2:* Espe, A. og Hovland K. 1990. Lærdal bygdebok 2: Heim og ætt Tønjum sokn: Galdane – Bø. Digitalisert av Nasjonalbiblioteket og tilgjengelig på http://www.nb.no/nbsok/nb/5d24d5442ff5ced86291875f077799db.nbdigital?lang=no#0

*Bygdebok 3:* Espe, A. og Hovland K. 1994. Lærdal bygdebok 3: Heim og ætt Tønjum og Hauge sokn: Grøto – Hunderi. Digitalisert av Nasjonalbiblioteket og tilgjengelig på http://www.nb.no/nbsok/nb/c7b2010fec84051a1ee9f7884330013d.nbdigital?lang=no#0

*Bygdebok 4:* Laberg, J. 1938. Lærdal og Borgund: bygd og ætter. Digitalisert av Nasjonalbiblioteket og tilgjengelig på http://www.nb.no/nbsok/nb/5e4a10334c74c1c27e4bea937f904b82.nbdigital?lang=no#5

Humstad, T. og Bjordal, H. 2010. Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda. Samling av bakgrunnsmateriale. Rapport. Teknologiavdelingen. Nr. 2600. Klima og Transport. Statens Vegvesen.

NGI, 2011. Ljøsne, Lærdal. Skredtiltaksvurdering i samband med ny E16 – Vurdering av skredfare og sikring langs trasealternativ B4. Rapport R-20110571-00-2-R. Datert 16. september 2011.

NGI, 2001. E16 Lærdalsdalen. Undersøkelse for skredfare Voldum – Borlaug og stabilitet ved påhogg i Tuftoåsen. Rapport R-961045-2. Datert 25.06.2001

NGI, 1993. E16, Lærdal – Aurland Vurdering av steinsprangfare langs Fjellfotlinja i Lærdal. Rapportnr. 866033-4. Datert 02.06.1993

NGI, 1961. Befaring 31. mai 1961 i anledning skredfare på Molde, Lærdal herred, Sogn og Fjordane. Rapport R-61907. Datert 02.06.1961

*NGU, AF:* NGU skreddatabase v/ Astor Furseth. Tilgjengelig via http://atlas.nve.no/SilverlightViewer/Viewer.html?Viewer=NVEAtlas&runWorkflow=StartupQuery&mapServiceId=54&layerName=Skredtype

NGU, 1996. Skredfarekartlegging i Lærdal i samband med den nye stamveien Oslo-Bergen. NGU Rapport 96.055. Datert 22.04.1996

Russenes, B. F. 2003. Lærdal kommune – Skredfare ved gbnr 34/7 Sæbø i Erdal. Ark.nr. 03/01431. Datert 09.04.2003

Russenes, B. F. 2005. Lærdal kommune – Skredfare og sikringstiltak gbnr 6/1-4 Mo ved Ljøsne. Ark.nr. 04/04626 Datert 18.04.2005.

Sandersen, F. 1988. Faktorer som har betydning for utløsning og rekkevidde av flomskred og mulig sikringsmetoder. NGI-rapport 58300-8.

Sandersen, F. et al. 1996. The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability. Landslides. Proceedings of the 7.th International Symposium on Landslides. Trondheim.

Aa, R. A. og Bondevik, S. 2014. Jord- og flaumskred i dei siste 10 000 åra. Notatnr. 6/14. ISSN 0806/1996. Avd for ingeniør- og naturfag, Høgskulen i Sogn og Fjordane. Side 9-10.

# Vedlegg A

METODE FOR FASTLEGGING AV FARESONER

## Innhold

**A1 Innledning 2**
**A2 Terrengmodell 2**
**A3 Terreng-, vegetasjons- og klimaforhold 2**
**A4 Tidligere skredhendelser 3**
**A5 Spor i terrenget 3**
**A6 Tolkning av gamle terrengformer 3**
**A7 Terrengforhold som påvirker størrelsen og utbredelsen av skred 4**
**A8 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde 4**
A8.1 Steinsprang 4
A8.2 Snøskred 5
A8.3 Flom- og sørpeskred 7
**A9 Referanser 7**

# A1 Innledning

Tre faresoner er vurdert i dette oppdraget:

- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/100
- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/1000
- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/5000

Faregrensene representer den samlede sannsynlighet for alle de vurderte skredtypene. I hovedsak vil det være en skredtype som er dominerende og bestemmende for skred-utløpet. Hvilken skredtype som er dimensjonerende er markert i kartet med eget symbol (se tegnforklaring i faresonekart). Unntaksvis vil flere skredtyper ha omtrent samme utbredelse, og slike tilfeller må den samlede sannsynlighet for de relevante skredtyper summeres og legges til grunn for fastsettelsen av faregrensen.

For å vurdere utbredelsen av skred for ulike returperioder har vi benyttet flere datakilder og metoder. Disse er beskrevet nærmere i dette vedlegget.

# A2 Terrengmodell

Terrengmodell med grid 2 x 2 m er opprettet og brukt i prosjektet. Terrengmodellen er laget fra LiDAR-data for vestlige del av kommunen (tom. delområde Bjørkum) og fra 1 m høydekurver i dalbunnen, og 5 eller 20 m høydekurver høyere opp i dalsidene, for østlig del av kommunen. Denne modellen er benyttet for utarbeidelse av helningskart, fjellskyggekart og modellering i RAMMS. Det er noen feil i skjæringen mellom områdene med ulikt høydegrunnlag i østlig del, som gjør at en stedvis har måttet modifisere terrengmodellen for modellering i RAMMS.

Helningskartene er benyttet til å identifisere mulige kildeområder for de ulike skredtyper, ettersom snøskred gjerne løsner fra terrenghelninger 30-50º, steinskred fra helninger >45º og jordskred/flomskred fra terrenghelning 25-45º.

Terrengmodellen er også benyttet som grunnlag for kjøring av beregningsmodellene RAMMS og Rockyfor3D, som er nærmere beskrevet i kapittel 8.

# A3 Terreng-, vegetasjons- og klimaforhold

Terrengformene er essensielle for å identifisere kildeområder og hvordan skred spres eller ledes nedover fjellsidene. Terrengformene vil også influere på rekkevidden av skred, som for eksempel ruhetsforholdene langs terrenget.

Vegetasjonsforholdene vil ha stor innvirkning på utløsningsområdene for snøskred, idet tett skog vil hindre utløsning. Skog i skredbanen kan også ha effekt på rekkevidden av skred fordi skogen vil ha en bremsende effekt på skredbevegelsen og dessuten redusere medriving av skredmasser nedover i skredbanen. I deler av områdene har trolig skoggrensa hevet seg siste 50 år.

Flyfoto og helikopter er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre fjellområder, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden.

Klimaforholdene vil i stor grad bestemme hvor ofte skred blir utløst. For snøskred vil for eksempel dominerende vindretninger være viktig for hvor det legger seg opp snø.

## A4 Tidligere skredhendelser

En viktig basis for faresonekartlegging er å skaffe seg oversikt over tidligere skredhendelser. Dette er nyttig informasjon i forhold til å bestemme frekvens og hvor lang rekkevidde skred kan oppnå. NGUs nasjonale skreddatabase, bygdebøker og tilgjengelige rapporter omhandlende skredfare fra området er benyttet for å finne frem til tidligere skredhendelser, i tillegg til samtaler med lokalbefolkningen under befaringen.

## A5 Spor i terrenget

Tidligere skredhendelser vil i noen grad kunne observeres ute i terrenget. For eksempel vil spor etter snøskred kunne vises i form av skader på vegetasjonen. Skredblokker vil i de fleste tilfeller bli liggende som vitnesbyrd på tidligere steinspranghendelser, men dersom det er innmark kan steinblokker ha blitt fjernet. Ofte vil det være et problem å skille skredblokker fra moreneblokker som har blitt transportert med isen.

## A6 Tolkning av gamle terrengformer

Skred som er masseførende slik som jord- og flomskred vil som oftest gi varige spor i terrenget. Det kan enten være erosjonsformer slik som nedskjæringer (raviner) eller avsetningsformer (som regel vifteformet eller levéer). Utfordringen er å vite hvor gamle disse skredene er, og i hvilken grad de er representative for dagens forhold. I tida like etter siste istid gikk det et stort antall skred under helt andre vegetasjonsforhold med stor vanntilgang grunnet issmelting.

# A7 Terrengforhold som påvirker størrelsen og utbredelsen av skred

Rygger og forsenkninger vil ha en tendens til å lede skredmassene. Utflatinger og slake partier vil også kunne påvirke rekkevidden ved at skredet tappes for energi. Også terrenget vil ha stor betydning, og steinsprang vil nå lengst når underlaget er hardt (berg i dagen) i motsetning til når bakken er myk (for eksempel myr). Form på vifter, samt helning og form på tilførselsområder, indikerer om det er stor massetransport og hvilken prosess som fører masse og vann ut på vifter.

Eksisterende store steinblokker i terrenget vil ha en bremsende effekt på skredene. Det samme gjelder for tett skog. Skog i utløsningsområdet vil også kunne påvirke størrelsen av snøskred. Skog vil i tillegg ha en stabiliserende effekt på løsmassedekket fordi røttene vil binde jordmassene.

# A8 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde

Beregningsmodeller vil være et viktig supplement når endelig plassering av faregrensene skal foretas. Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være faglig skjønn basert på erfaring og observasjoner gjort under befaringen og opplysninger om tidligere skredhendelser. Modellkjøringer vil være et hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene.

For beregning av utbredelse og rekkevidde av steinsprang er modellverktøyet Rockyfor3D benyttet. Modellverktøyet RAMMS er benyttet for simulering av snøskred og sørpe-/flomskred. Dimensjonerende skredtype i hver skredbane (snøskred eller flom-/sørpeskred) er modellert med RAMMS. Kart som viser resultater fra modellkjøringer i de kartlagte områdene er gitt i vedlegg E.

## A8.1 Steinsprang

Modellering av steinsprang gjøres med Rocky for 3D, en deterministisk, stokastisk modell som beregner utløp av steinsprang som enkeltblokker (Dorren, 2015). Blant annet kan blokkvolum og -form bestemmes, og utløpet kan inkludere interaksjon med sikringstiltak og vegetasjon.

Parametere som må inkluderes i modellen er kort beskrevet under:

- Antall simuleringer per celle
  - Antall blokker som simuleres fra hver celle i terrengmodellen.
- Variasjon av blokkvolum (%)

- Gir mulighet til å legge inn variasjon av forhåndsdefinert blokkvolum
- Ekstra startfallhøyde (m)
  - Blokker kan gis ekstra oppstartsenergi ved å gi dem ekstra fallhøyde i starten
- Terrengmodell
  - Terrengmodellen (raster) som ønskes brukt.
- Beregningsområde
  - En polygon som definerer hvilket område beregningene skal kjøres for. En enkelt polygon må være selektert.
- Bakketype
  - Definisjoner for bakketyper. Det er 6 forskjellige forhåndsdefinerte bakketyper som kan velges mellom, med ulike overflatekvaliteter.
- Løsneområde
  - Laget med definisjoner av potensielle utløsningsområder for steinsprang. Form og mål (lengde x bredde x høyde) på blokker må defineres for hvert løsneområde.
- Ruhet
  - Terrengets ruhet, angitt i prosentandel av størrelse på blokker innen bakketype-polygonet – 70%, 20% og 10% av blokktilfellene innen polygonet.

Rockyfor3D er i alle områder kjørt med median blokkvolum på 5 $m^3$ og variasjon +/- 50 % (dvs 3,1-7,5 $m^3$). Ved å kjøre samme volumfordeling har en mulighet til å sammenligne de geometriske forskjellene i ulike potensielle skredbaner, og vurdere observerte blokkutløp relativt til størrelse. I samme løsneområde er hyppighet av utfall lik. Resultatet av modellen gir en relativ sannsynlighet for hvordan terrenget bremser opp, sprer (eller styrer) blokkene. Absolutt sannsynlighet vurderes utfra vurdert opptredende utfall av stein, ur og urfot, og andre skredblokker.

Starthastighet for alle blokker er 5 m fall. Fra hver celle er det simulert 1000 blokker. Terrengdataene ble nedsamplet til et 5x5 meter grid.

## A8.2 Snøskred

Modellene som er brukt for utløpsberegninger for snøskred i prosjektet er den topografisk-statistiske alfa-beta-modellen (Lied og Bakkehøi, 1980) og strømnings-modellen RAMMS (Christen m.fl., 2010) som beskriver utbredelsen av skredet i to horisontale dimensjoner.

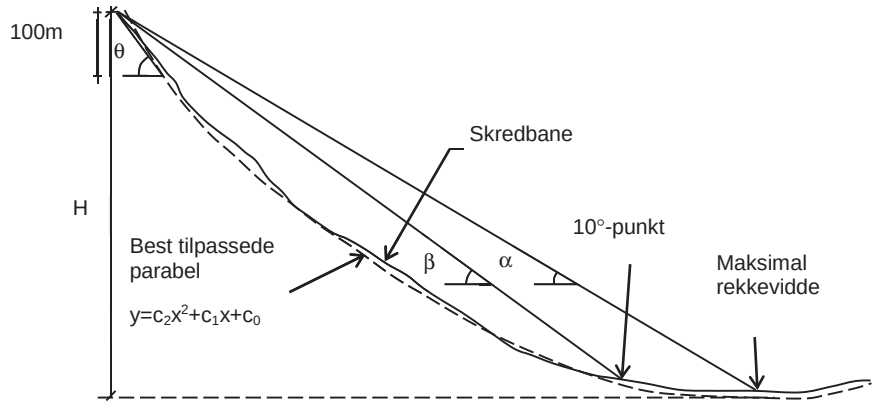
### A8.2.1 Statistisk-empirisk modell (α-β modell)

Den statistiske/topografiske α/β-modellen er utviklet ved NGI og gir maksimal utløps-distanse utelukkende som en funksjon av topografi. Likningene for utløpsdistanse er

funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametere. Parameterne som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt Figur A1.

β-vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β-vinkelen også er den eneste statistisk viktige terreng-parameteren. β-vinkelen kan anses av gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av kildeområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen). Modellen aksepterer kun β-punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabelen har en helning mellom 5º og 15º.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 tilfeller. Den mest brukte formen av $\alpha/\beta$-modellen er i dag $\alpha$=0.96$\beta$-1.4°. Standardavviket er 2.3º og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.




*Figur A1 Topografiske parametere som beskriver terrengprofilet.*

For store skredbaner finner vi erfaringsmessig at rekkevidden for de fleste skredbanene med årlig sannsynlighet 1/1000 samsvarer godt med middelverdien av $\alpha$ der skredbanen er jevn parabel, mens de største skredene kan gå lengre.

## A8.2.2 RAMMS

Spredning og rekkevidde av snøskred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS (Christen m.fl. 2010; RAMMS Manual Ver 1.4.1). Utløst snøhøyde er i disse beregningene satt til 1,0 m for å sammenligne skredbaner, noe som tilsier at en har vindrift inn i løsneområdene. Det er brukt friksjonsparametre som samsvarer med standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits og Norge, kun korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skredstørrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skredbanene (RAMMS Manual Ver.

1.4.1). Friksjonsparameterne Mu (μ) og Xi (ξ) svarer til store skred (Large) med 300 års gjentaksintervall.

Snødybde er vurdert utfra 1- døgns nedbør, og typisk multiplisert med 3 med hensyn på vinddrift. For indre deler ved Hegg tilsvarer dette nær 1 m snødybde. En stor usikkerhet er likevel andel av et potensielt løsneområde som løses ut samtidig. Mange av skredene i Lærdal er kanaliserte i slakere terreng, og rekkevidden avhenger av utløst volum.

## A8.3 Flom- og sørpeskred

Spredning og rekkevidde av flomskred er også vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS (Christen m.fl. 2010; RAMMS Manual Ver 1.4.1). Hensikten er ikke å dimensjonere, men å finne terrengets sprednings- og avsetningsegenskaper. Den numeriske modellen er identisk med snøskredmodellen, og ved å redusere Mu of Xi verdiene, oppnås hastigheter og flythøyder tilpasset vannbårne skred. Det vil si at Mu settes til 0,2 og Xi til 300 - 700. Mu-verdien påvirker sterkt lengden på retardasjonsområdet/oppbremsingsområdet, og gir i realiteten utbredelsen av skredmassene. For sørpeskred vil Xi kunne bli mye høyere, samtidig er effektiv Xi betydelig mindre og har tilsvarende egenskap som for vann.. På lange utløp med store høydeforskjeller vil sørpeskred kunne endre egenskaper fra sørpe til vann og flomskred. For antatt sørpeskred er det benyttet en tetthet på 900 kg/m$^3$ mens det for reinere flomskred er benyttet 1400 kg/m$^3$. Det er flere store sidevassdrag i de østlige kartleggigsområdene; f.eks. Kvamsdalen, Horge og Volldalen der store vårflommer i fjellet kan treffe snøskred som ligger og demmer, og danne sørpeskred.

# A9 Referanser

Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.

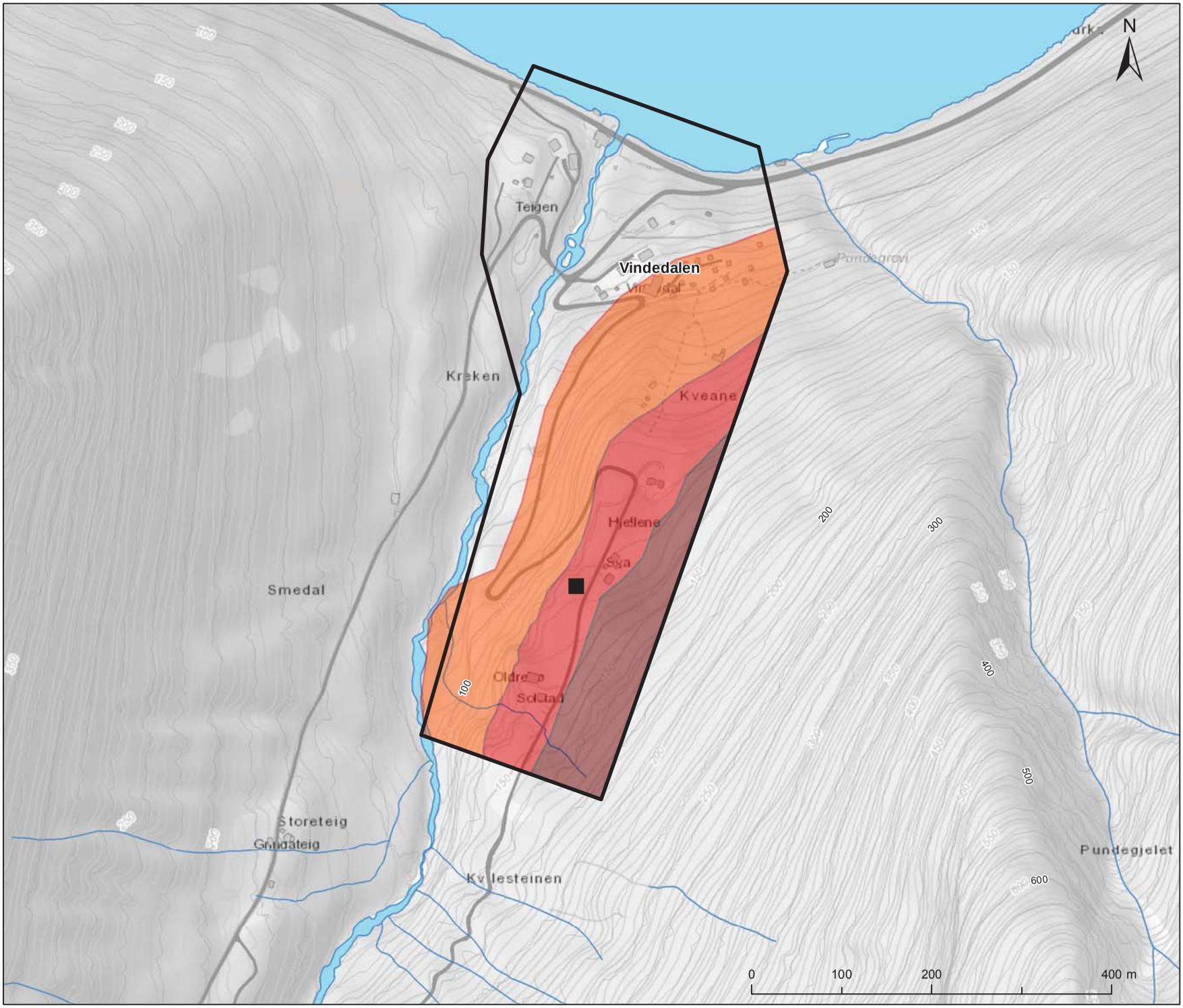
Dorren, 2015. Rockyfor3D (v5.2) revealed. Transparent description of the complete 3D rockfall model. *ecorisQ paper*. 32 p.

Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. Journal of Glaciology, 26 (94), 165-177.

RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

# Vedlegg B

FARESONEKART



## Tegnforklaring

### Kartlagt område

### Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

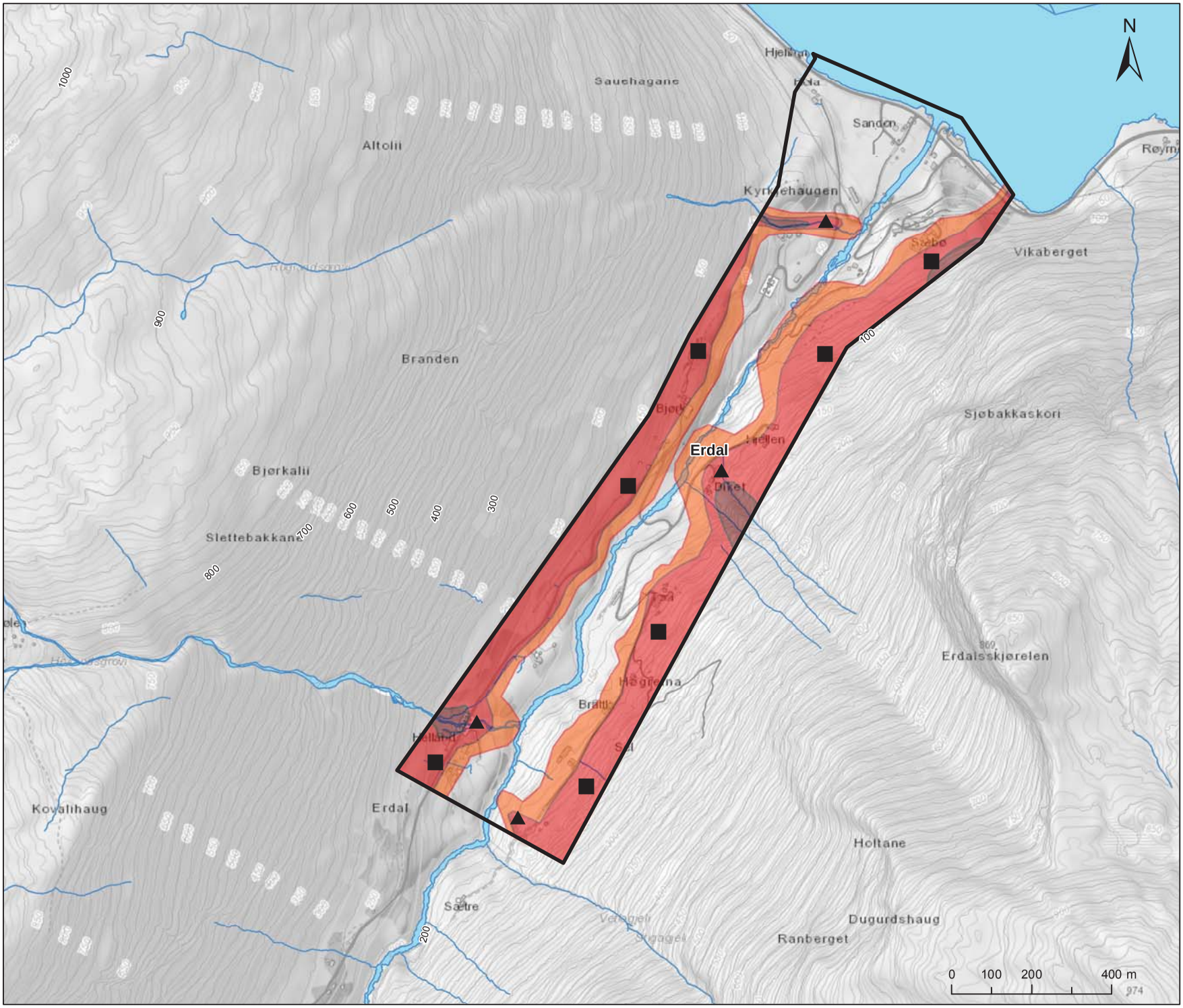
### Faresone

**Nominell årlig frekvens**

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:4 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Vindedalen | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B01 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

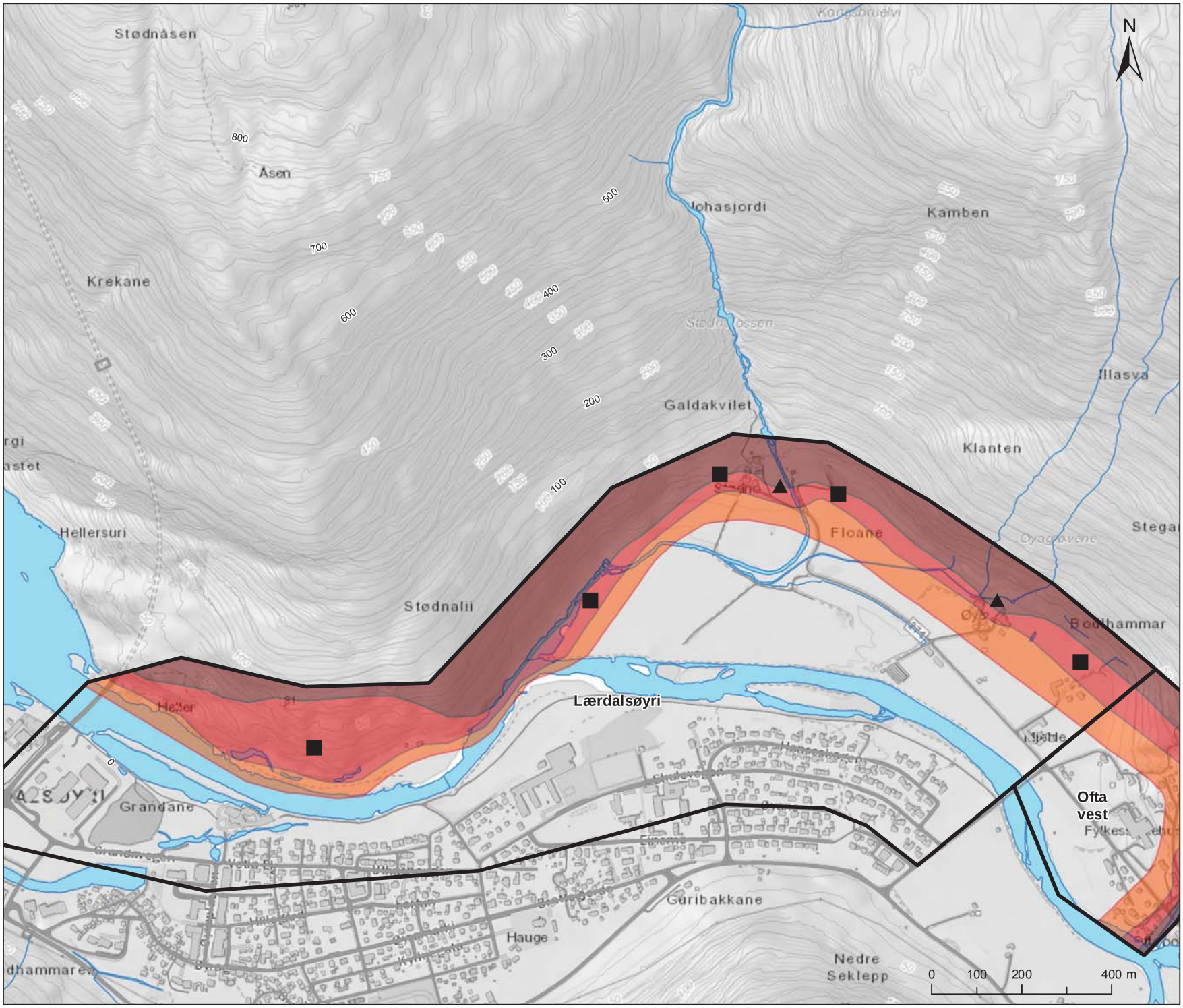
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Erdal | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B02 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

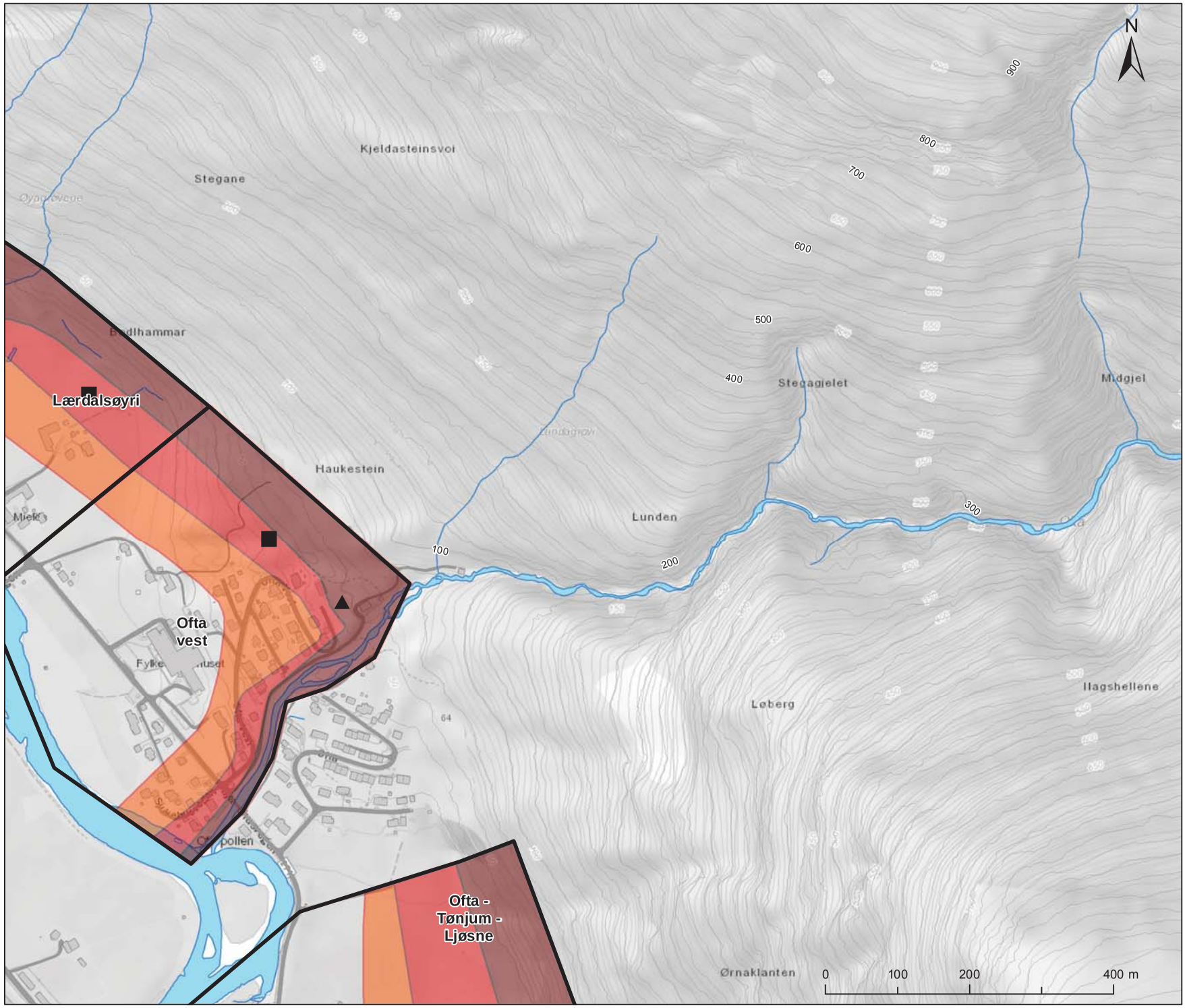
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Lærdalsøyri | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B03 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

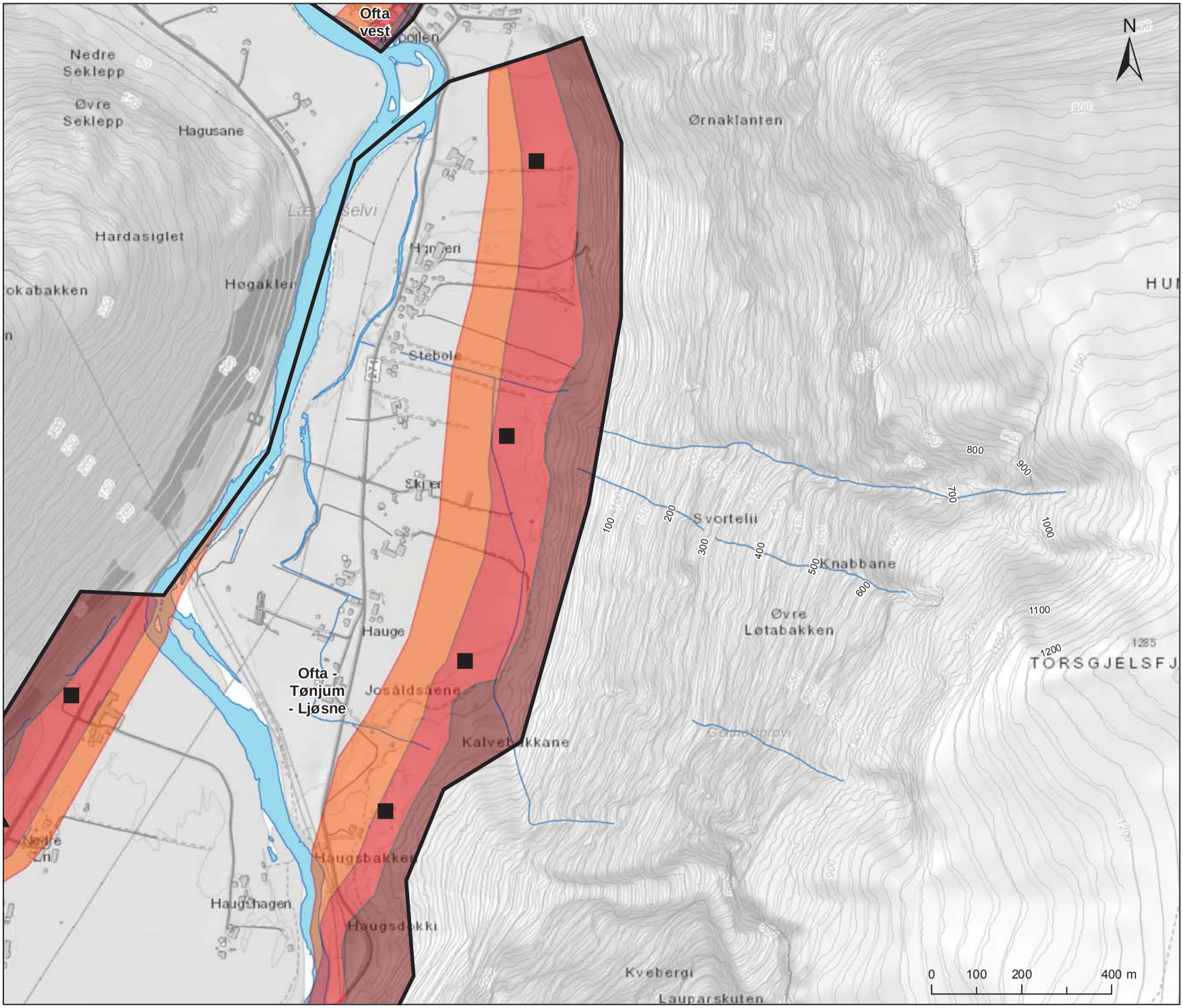
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B04 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

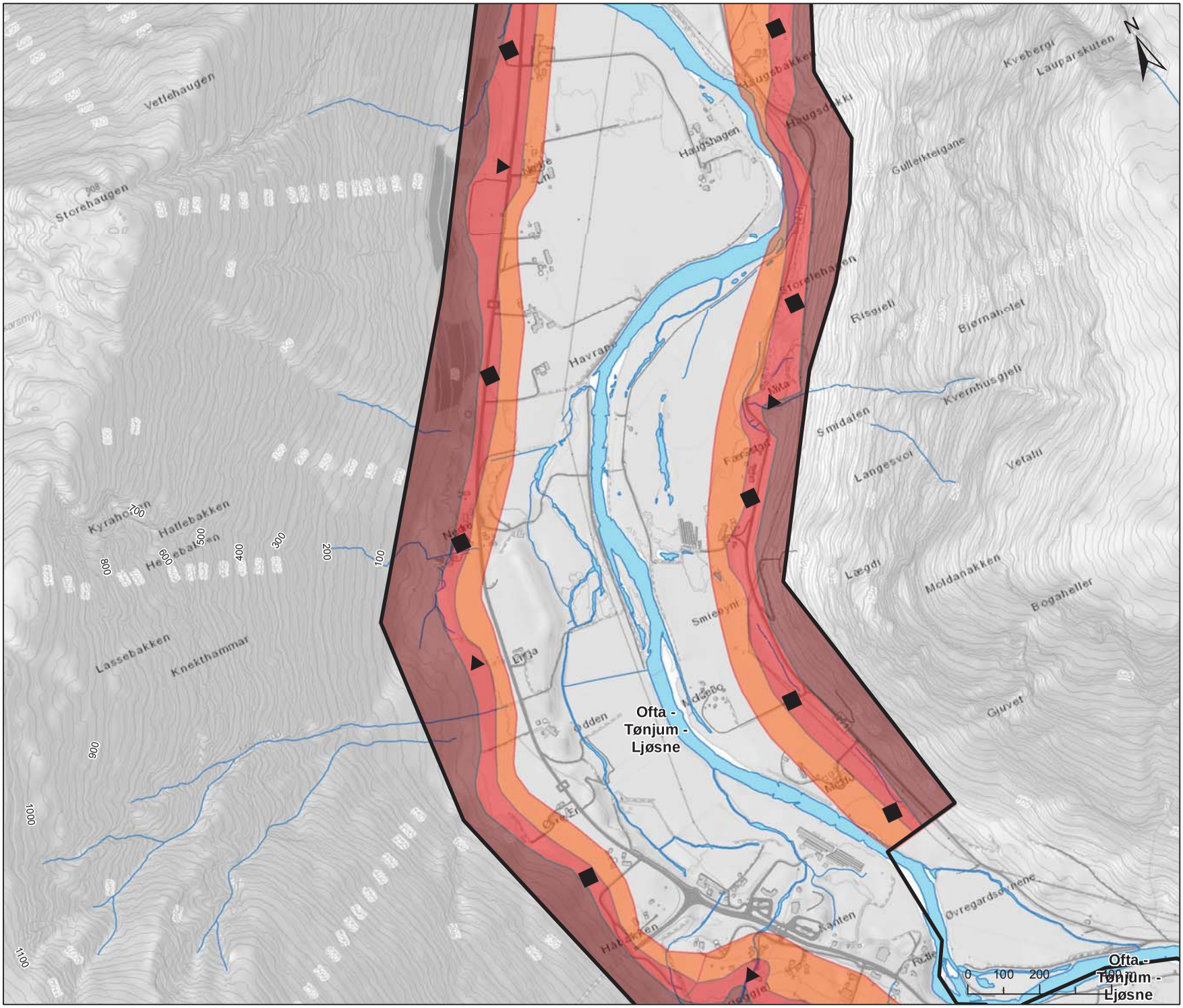
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 1 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B05 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

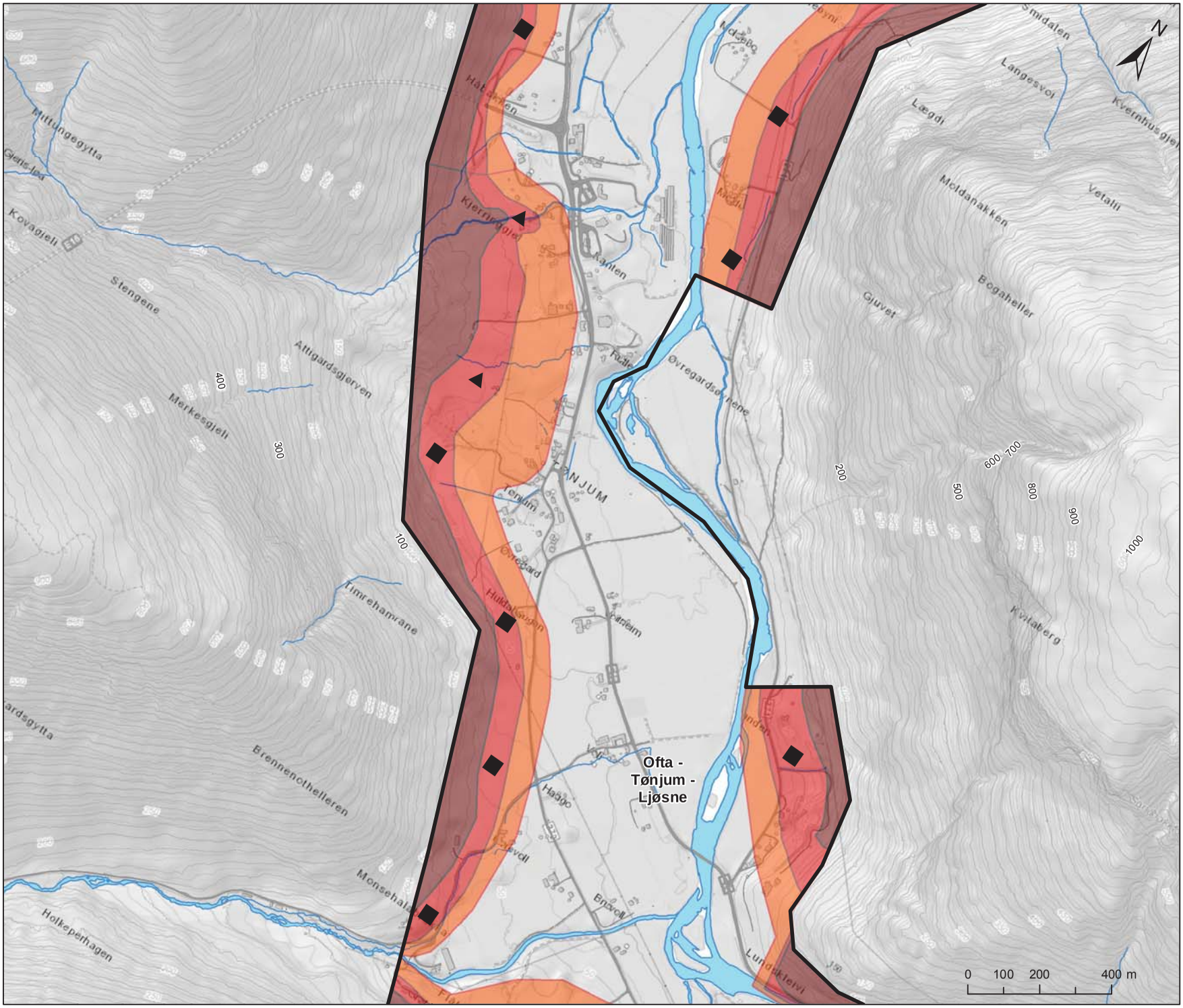
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 2 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B06 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |




# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

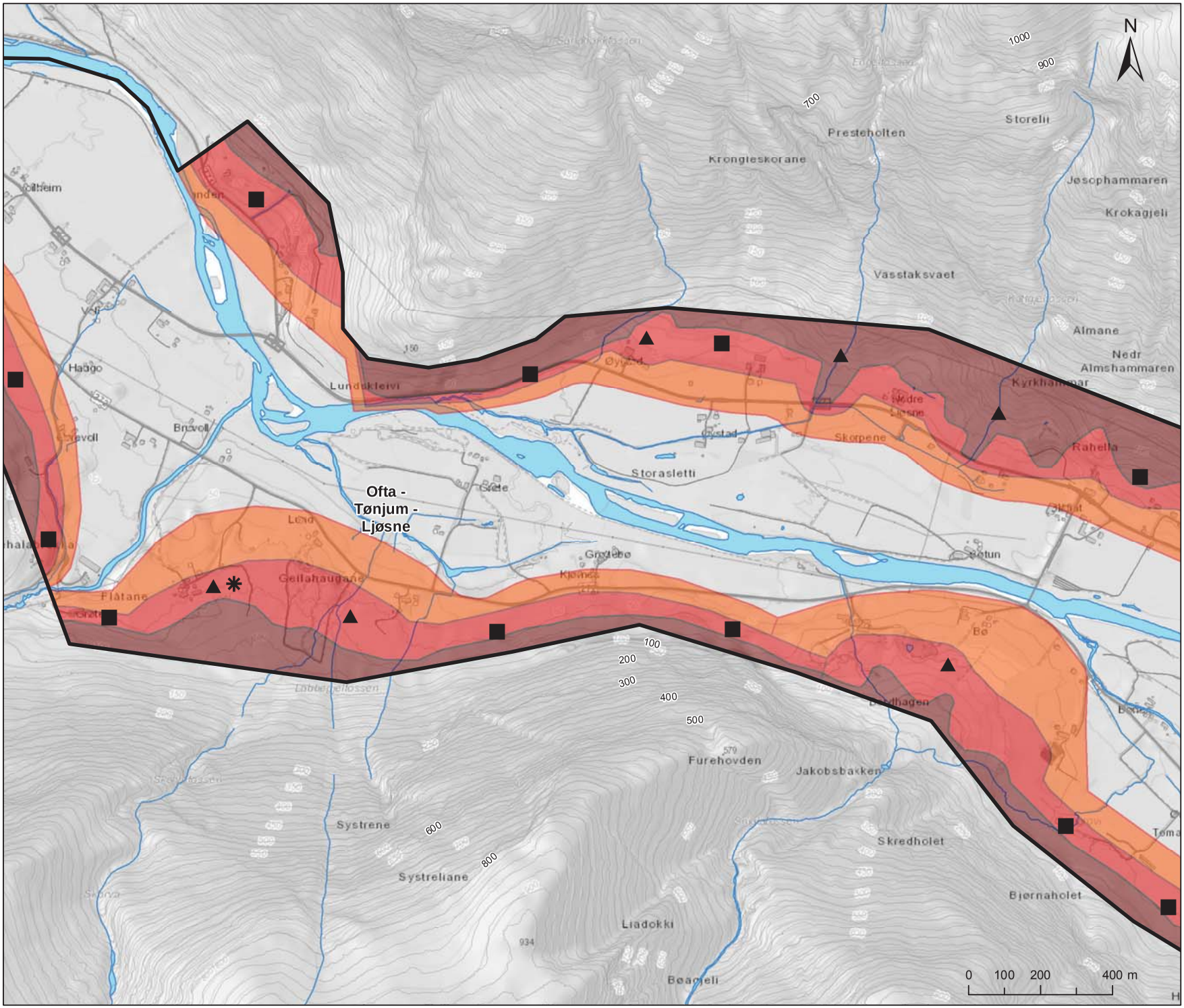
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 3 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B07 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

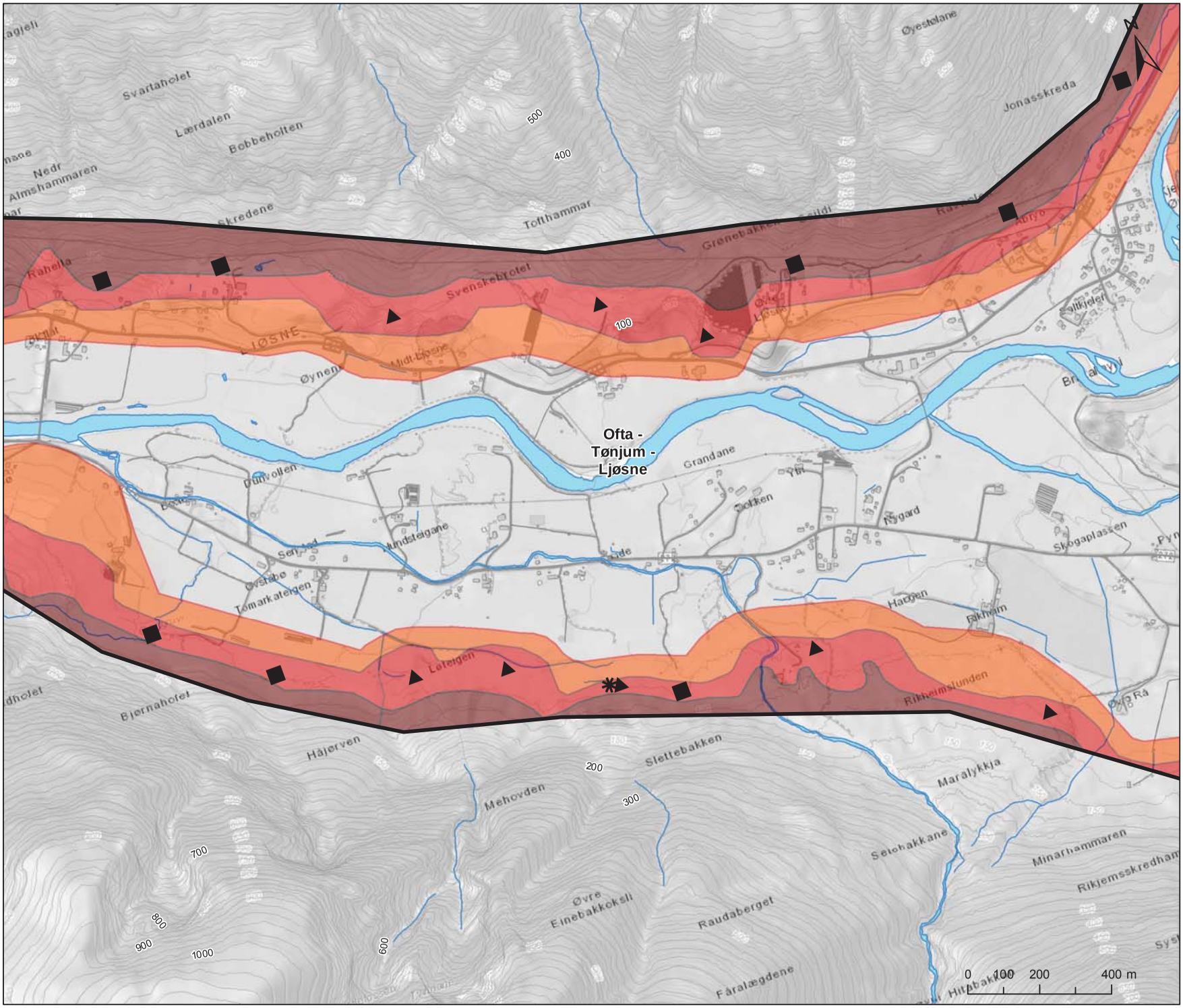
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 4 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B08 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |




## Tegnforklaring

### Kartlagt område

### Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

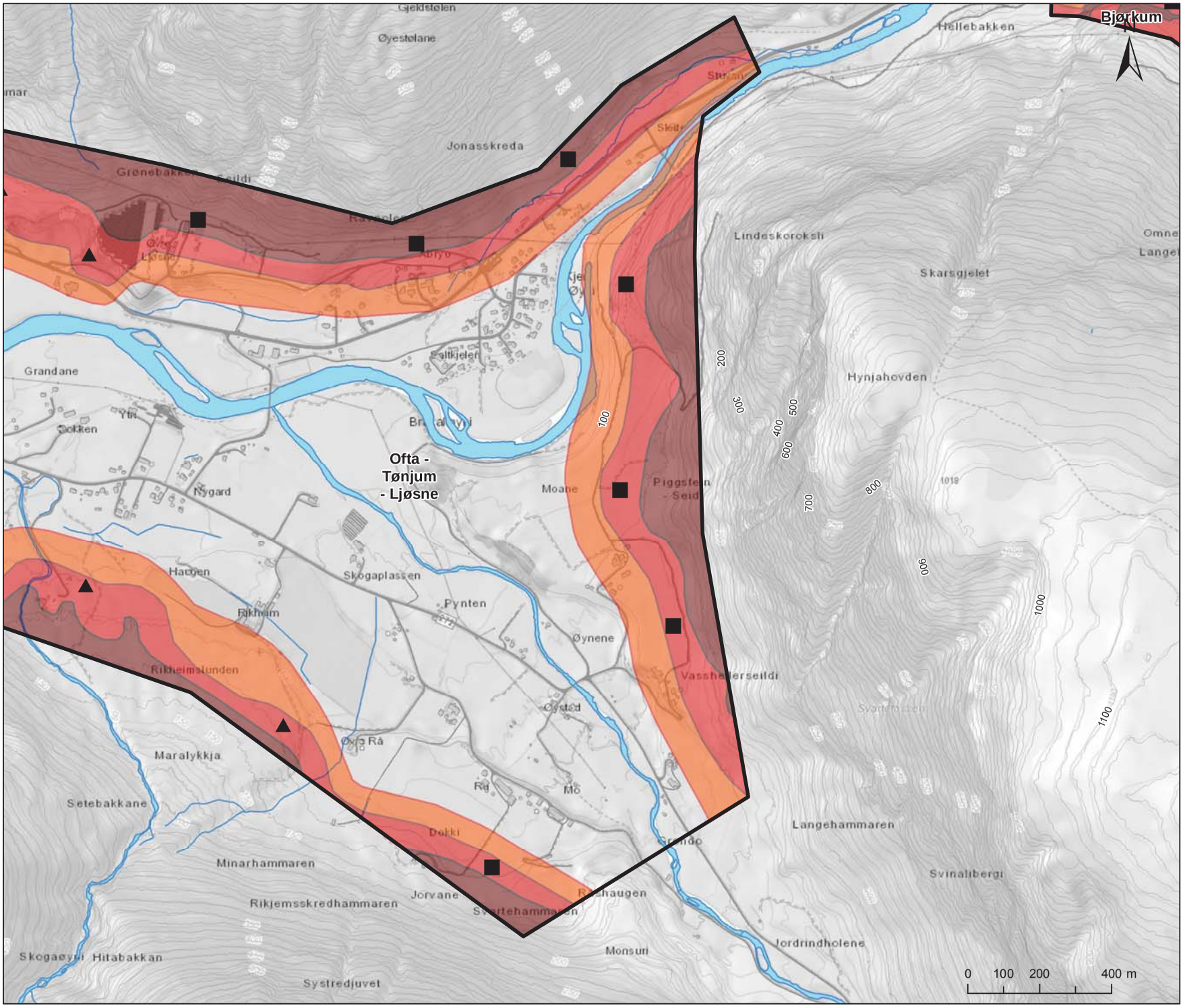
### Faresone

**Nominell årlig frekvens**

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 5 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B09 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

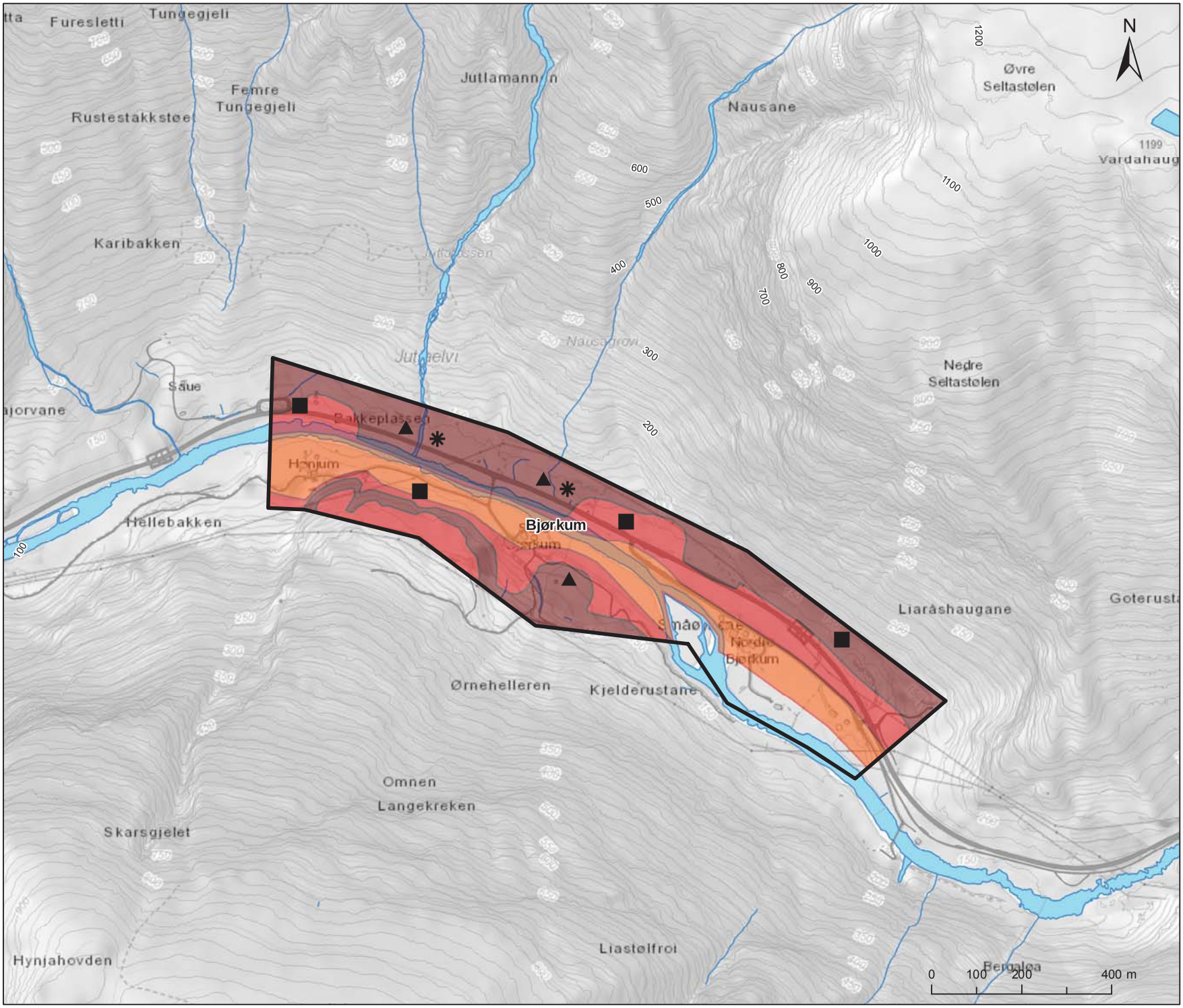
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 6 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B10 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

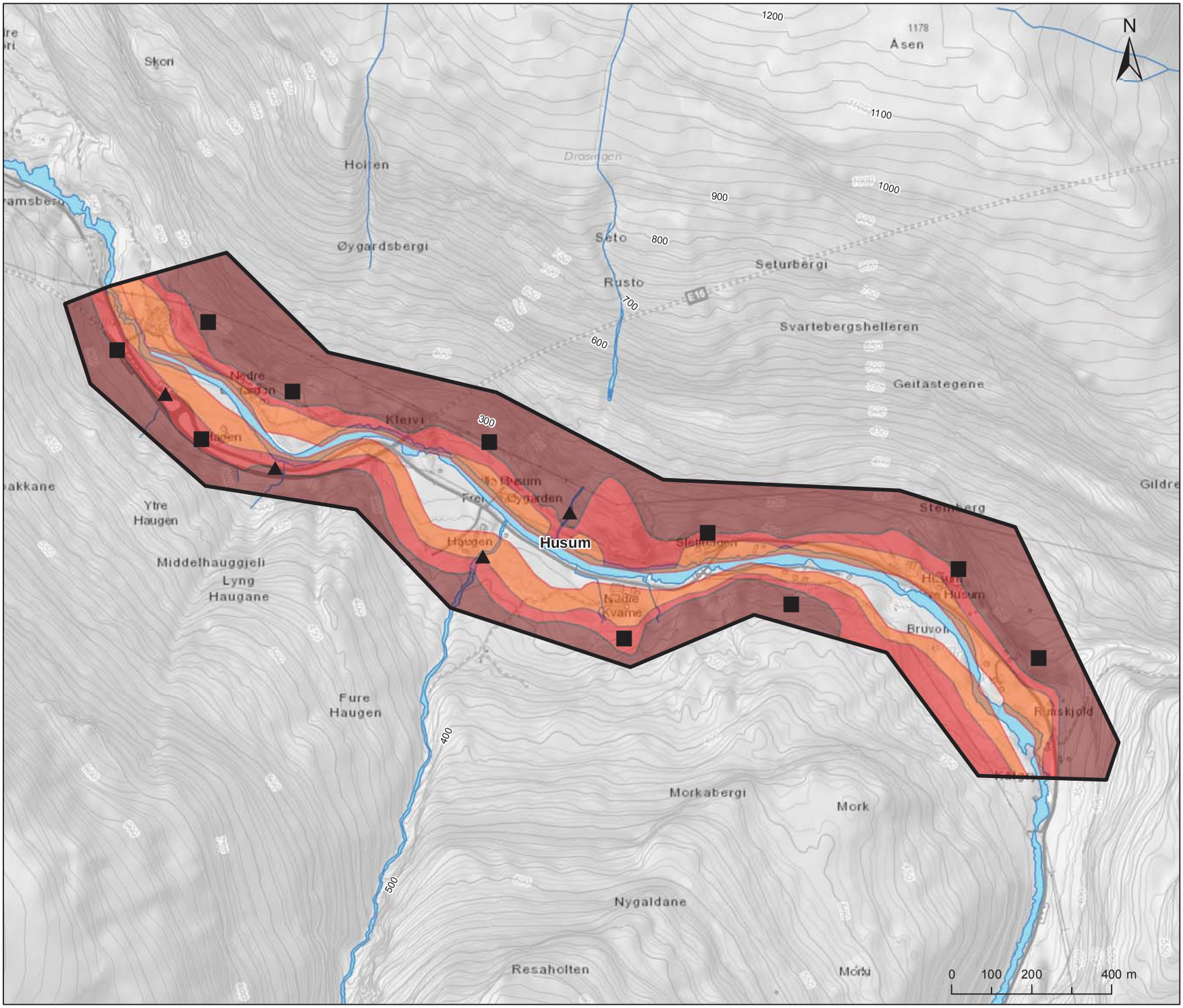
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Bjørkum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B11 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

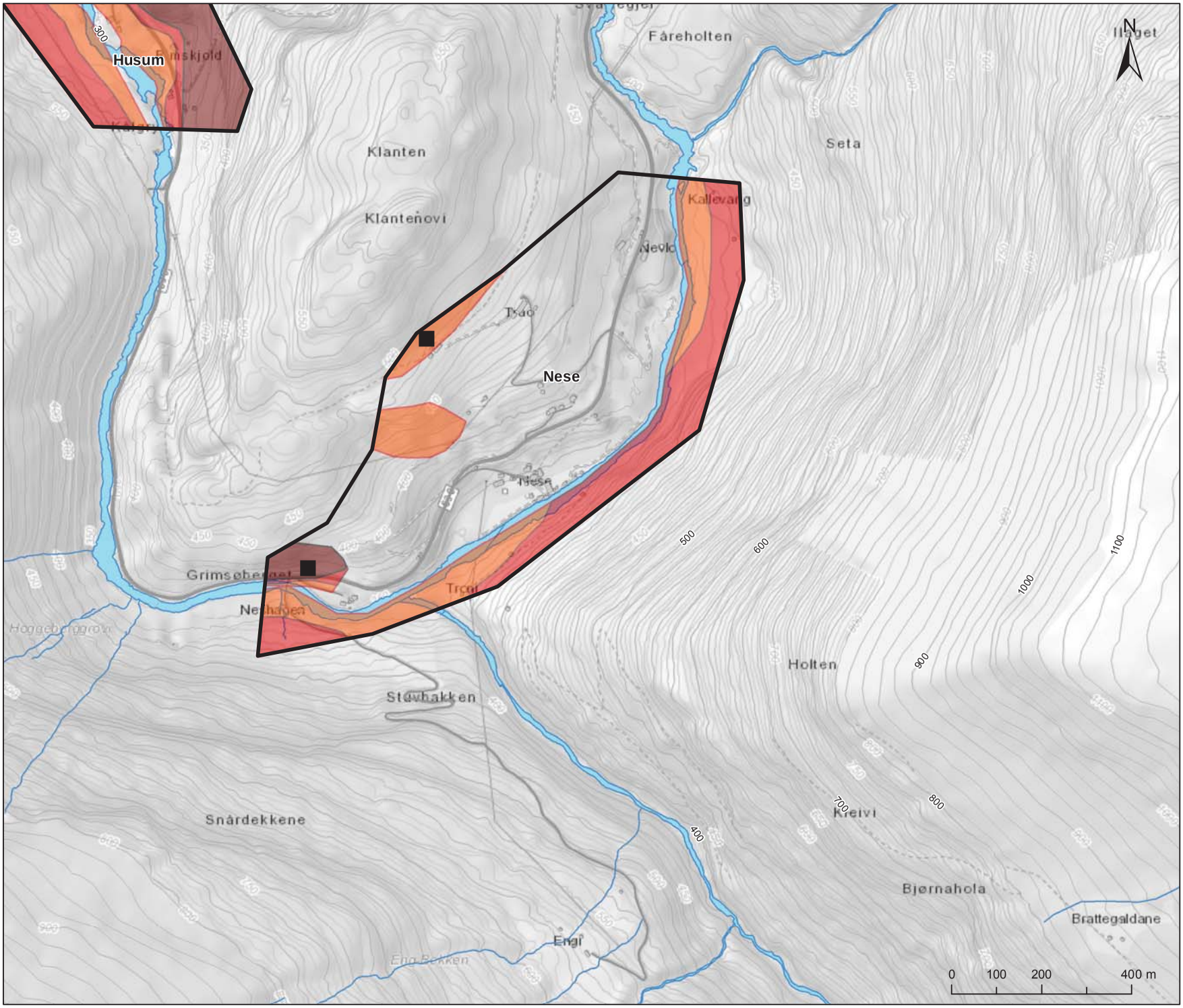
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Husum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B12 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

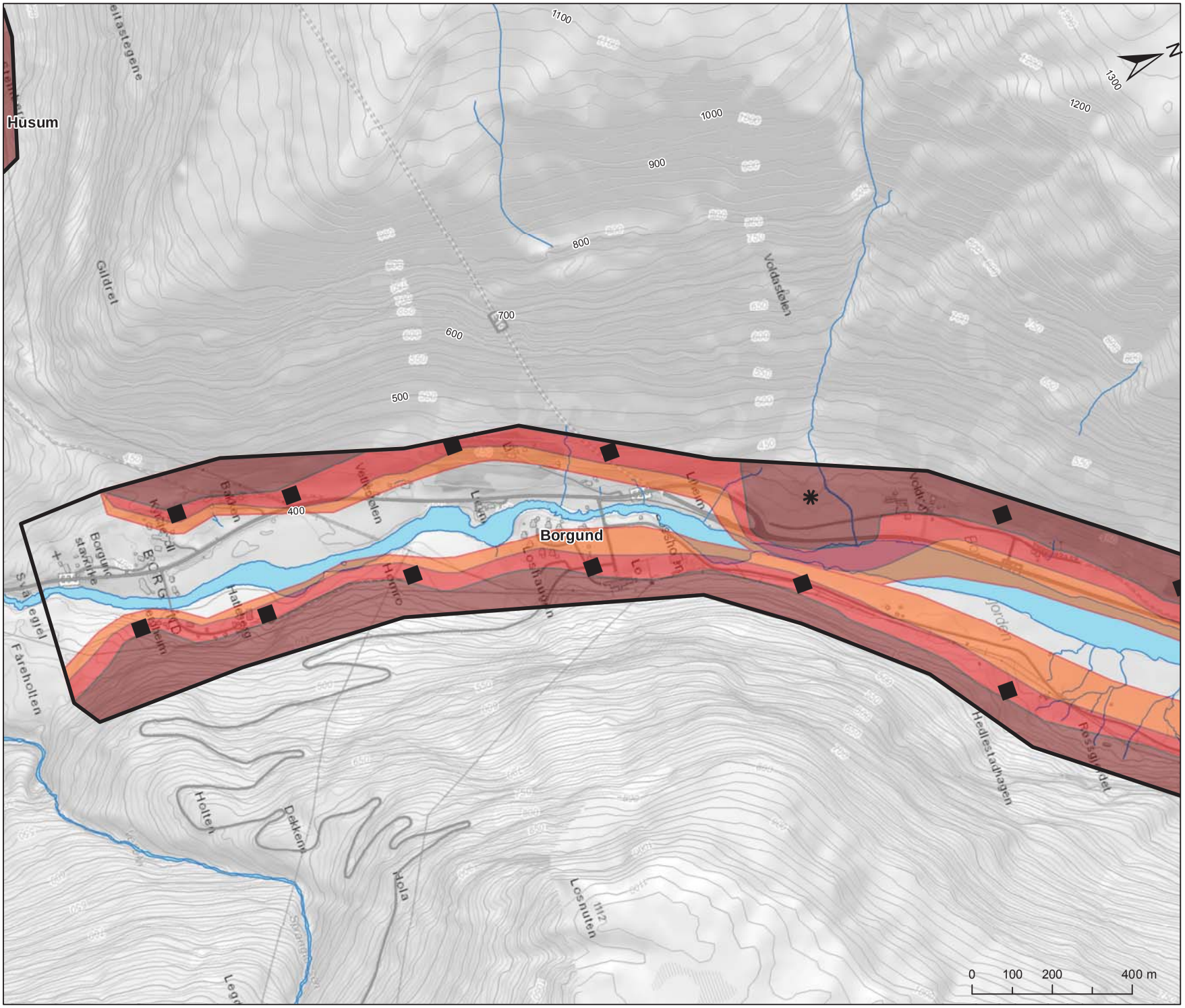
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Nese | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B13 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

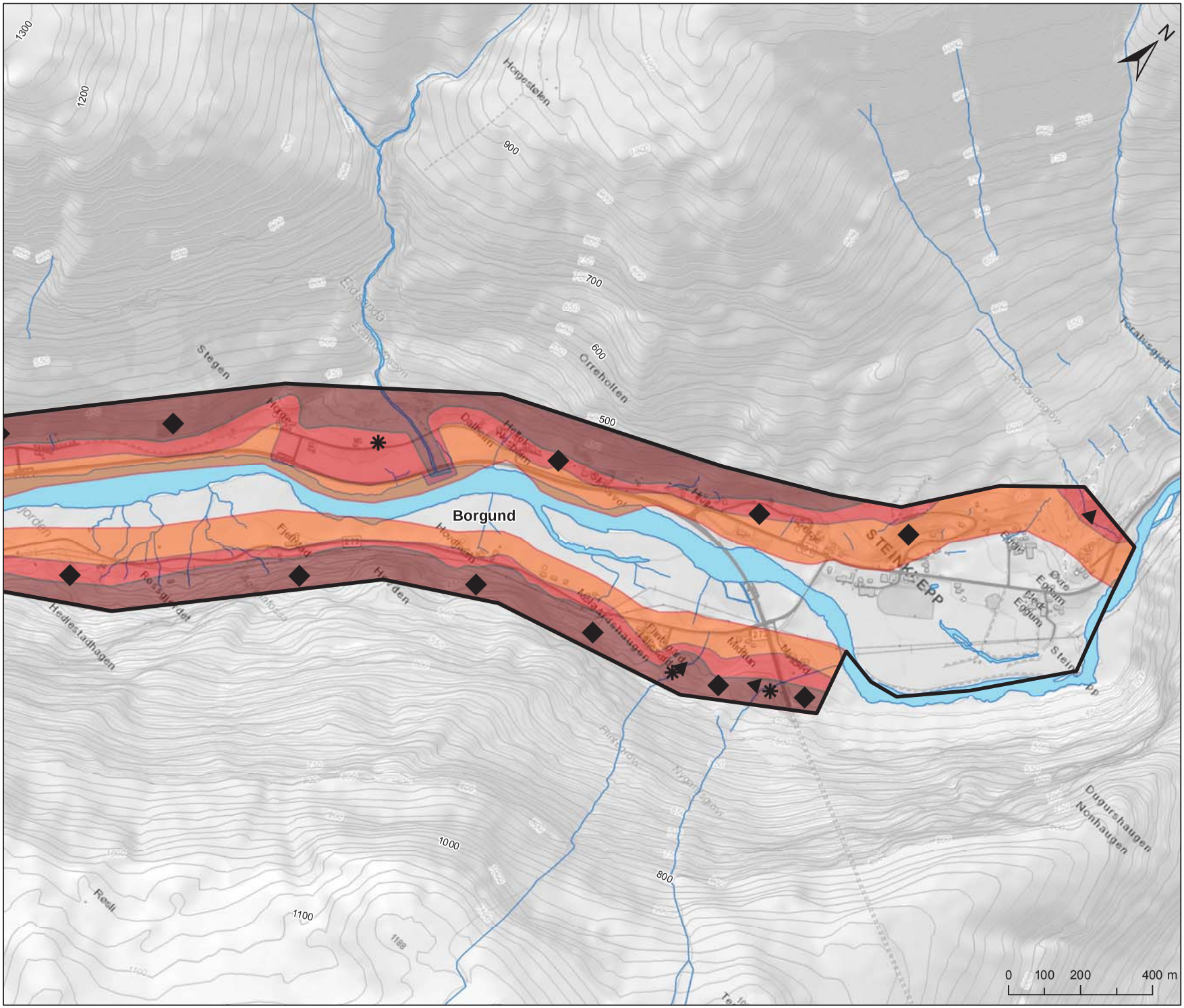
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B14 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

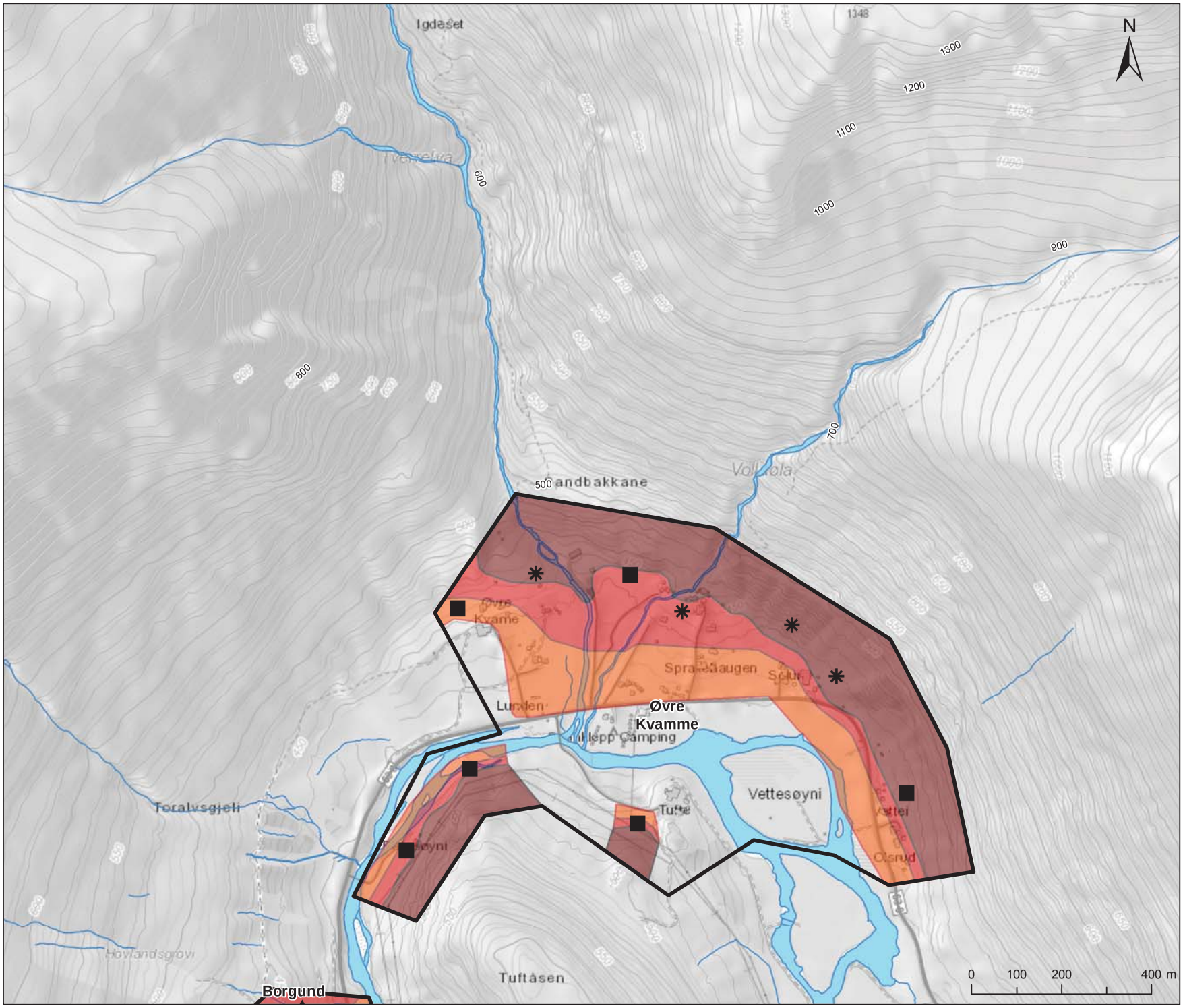
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund øst | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B15 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

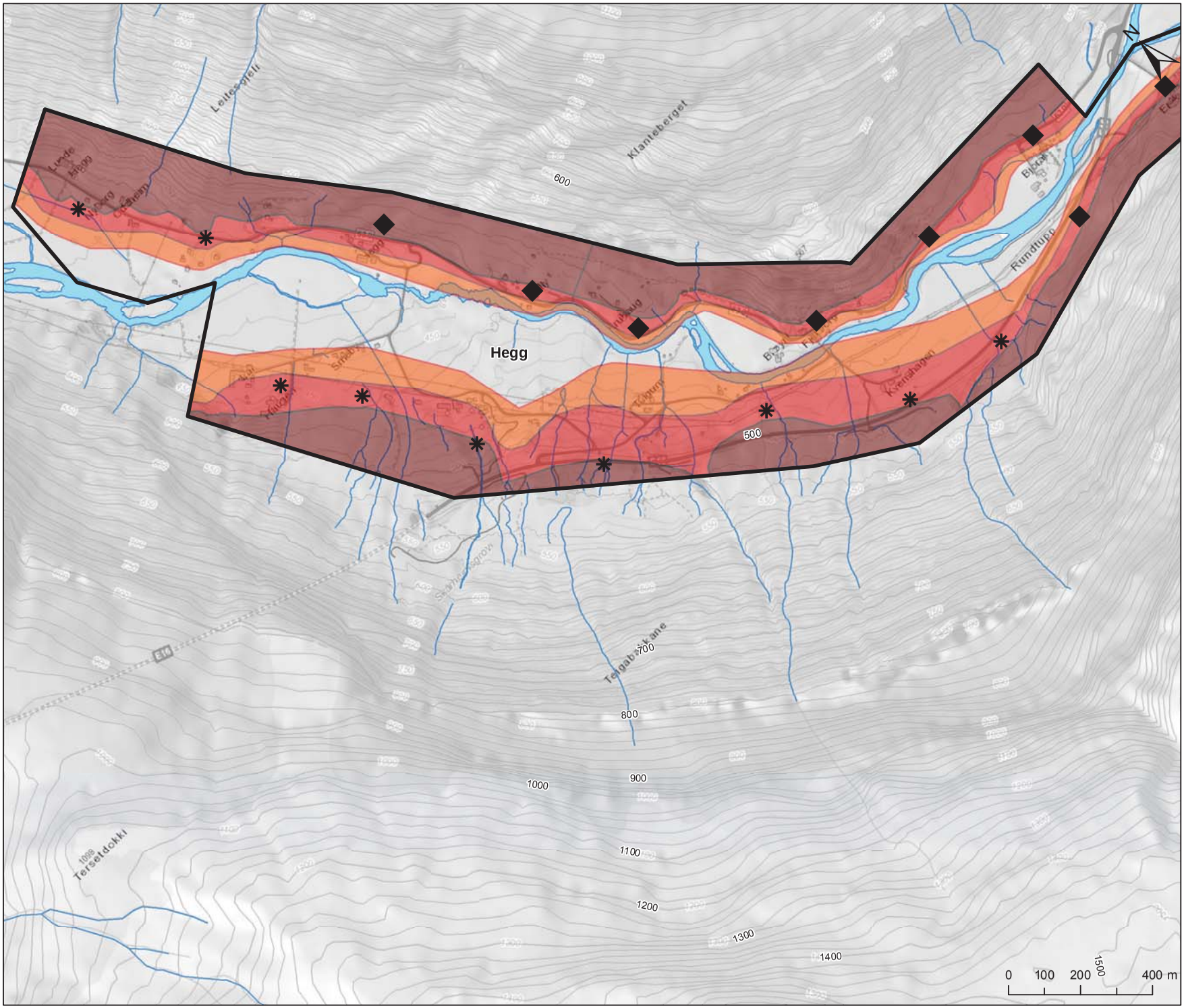
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Øvre Kvamme | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B16 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

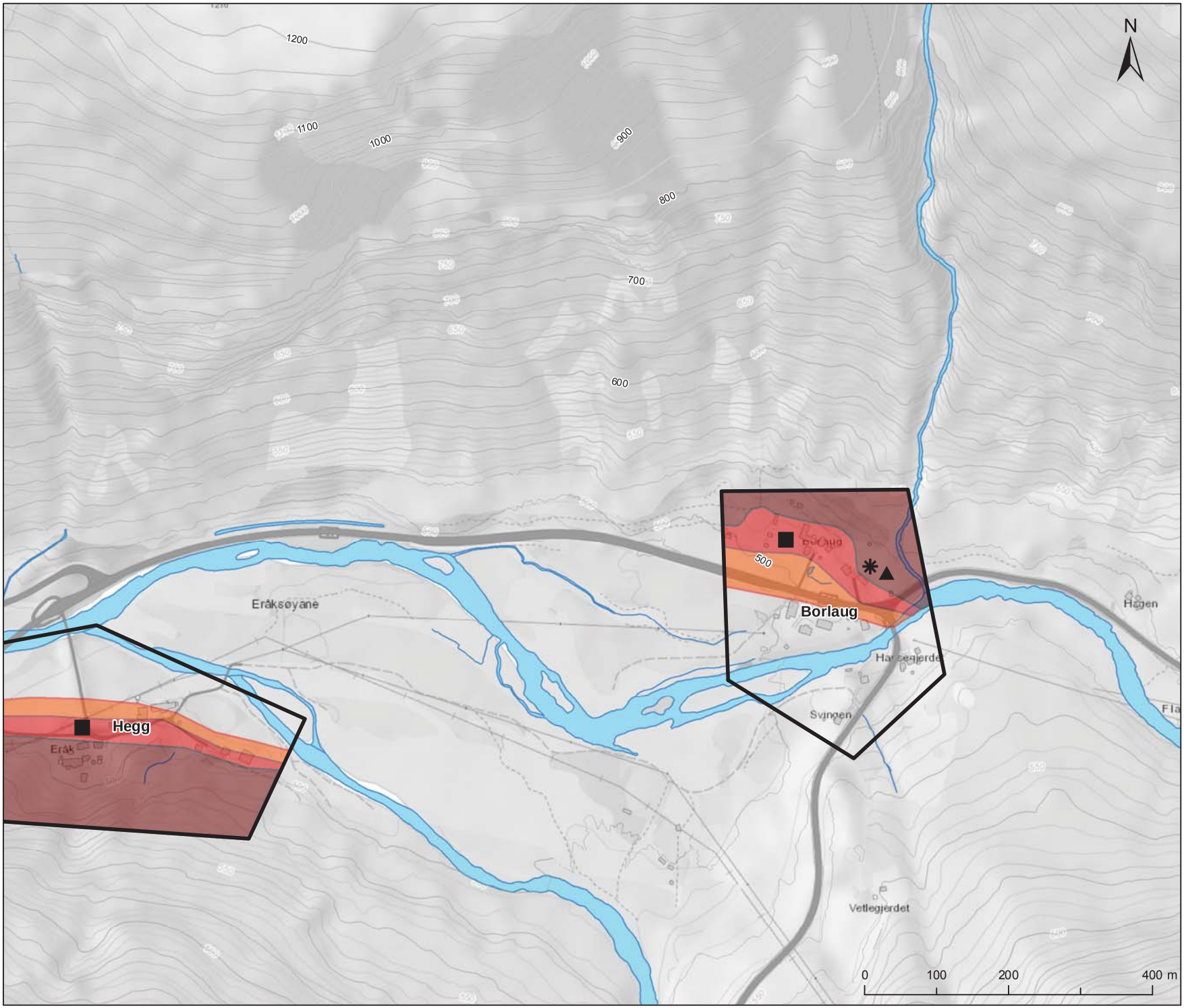
## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B17 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## Dimensjonerende skredtype

- Flom- og jordskred
- Snø- og sørpeskred
- Steinsprang/-skred

## Faresone

### Nominell årlig frekvens

- >= 1/5000
- >= 1/1000
- >= 1/100

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg/Borlaug | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. B18 |
| Faresoner og dimensjonerende faretype | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |

# Vedlegg C

SKREDHENDELSER OG
REGISTERINGSKART

**Del 1: Registrerte skredhendelser innenfor kartleggingsområdene**
**Del 2: Registreringskart fra befaring samt over skredhendelser**

| Område | Skredtype | Dato | Sted | Kilde* | Kart-ref. | Beskrivelse |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Fullstendig kildereferanse er gitt i referanselisten i rapporten | | | | | | |
| Erdal | Jordskred | Februar 1925 | Hjellane/Hjellen | NGU, AF | 1 | Lærdal. Erdal. På plassen Hjellane eller Hjellen litt oppe i Erdalen gjekk i februar 1925 eit stort jordskred. Hus vart tekne, geiter drepne og jordskaden vart stor. Dette gjekk nokså nær dagens busetnad. |
| | Steinsprang | 17.03.2003 | Sæbø | Russenes, 2003 | 2 | Det løsna en stein fra fjellsida i fjellet Sjørelen ovenfor gården Sæbø i Erdal. Et flak løsna ved oppsprekking nedenfra og sidelengs. Store mengder hvit stein har landa på toppen av ura. Blokker som har rulla forbi dette er transportert i to separate skredløp. Der løpa går sammen er det lagt opp større mengde med skredblokker. To blokker på ca. 2 m3 har nådd lengst ned. Den ene la seg øverst i frukthagen, mens den andre landa nedenfor en bærhage. |
| | Steinsprang | 03.04.1957 | Grindheim | NGU, AF | Utenfor | Lærdal. Grindheim i Erdal. Ein 12 års gut mista livet i eit steinsprang nær heimen. Dette skjedde onsdag 3. april 1957. Han var saman med andre barn og leikte seg ikkje så langt frå huset, då det losna nokre steinar oppe i den bratte fjellsida, og ein stein råka han, og han omkom. |
| Lærdalsøyri | Steinsprang | 23.08.1865 | Lærdalsøyri | NGU, AF | 3 | Den 23. august 1865 omkom ei kvinne av eit steinsprang, truleg i nærleiken av Lærdalsøyri. Dette var husmannskone Anna Tolleifsdotter, bustad Lærdalsøyri, 41 år gammal. "En Sten faldt paa hende og foraarsakede saa hardt at hun dødede deraf." Kartreferansen er omtrentleg - plassert i Lærdalsøyri-området. |
| | Jordskred | 1873 | Stødno | Bygdebok 4, s. 534 | 4 | Skredeåret 1873 kom det ei jordskreda nedover husi, fylte frukthagen og fyllte jorve nedpå åker og eng. Skreda kløyvde seg ovanfor husi på nokre svære steinar, og det var eit under at husi stod. Muren bak huset er gravd inn i skredmasser fra denne hendelsen forteller kårkaren på garden. Han er sønn av gamle ordføreren. Det var planta bjørkeskog ovenfor husa som betraktes som verneskog mot skred av brukerene. Dette kan ha vært flomskred fra Stødnafossen istedenfor jordskred fra lia vest for fossen. |
| | Flomskred | Desember 1906 | Stødno | Bygdebok 4, s. 534 | 5 | I desember 1906 fløymde Stødnafossen nedover garden, grov attmed husi og fyllte en masse aur nedover frukthagen som var nyplanta nedunder garden, og øydela åker og eng. Det var likevel ikkje verre enn det let seg rydja bort. |
| | Flomskred | 05.05.1934 | Stødno | Bygdebok 4, s. 534 | 5 | Stødnafossen kom på nytt, skar ned like ved kårhuset og laga mange svære, djupe far nedover åker og eng. Etter offentleg oppmåling vart om lag 24 mål av innmarki nedøyrd og øydelagt. Det ble murt opp langsmed elveleiet under fossen flere steder etter dette. |
| | Steinsprang | Vår 2015 | Stødno | Pers. komm. bonden og hans far, 2015 | 6 | En skredblokk på ca. 4 m3 landet ca. 30 m øst for øverste bolighus på gården Stødno. Den skal etter det gårdseierne forteller ha kommet ned i våres (vår 2015) fra andre siden av elva. Den kom ned ura under Kamben. Det var ikke synlige spor i terrenget etter blokkens bevegelser da NGI var på stedet tidlig juni 2015. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oftа-Tønjum - Ljøsne | Steinskred | 07.05.2009 | Hunderi | NGU, AF | 7 | Kl. 01.10. natt til 7. mai 2009 kom minst to steinskred på nordsida av Hunderi. Skreda losna ca. 750 meter oppe i fjellsida til Hundersnosi (1070 m) og det vart 100 meter breitt. Det samla volum var på fleire tusen m3, men gjorde ikkje skade verken på hus eller folk. Ein frukthage vart teken, dessutan noko skog. Skredet stansa 200 meter frå næraste hus. Det la seg steinrøyk over store område i dalen. Sjå 1861, idnr. 14693. Kartreferansen er plassert ved Hunderi. |
| | Steinsprang | 22.02.1861 | Hunderi | NGU, AF | 8 | Den 22. februar 1861 omkom plassemann Helge Jonasen, 37 år, av eit steinsprang (truleg)."knust af en sten". Bustad var Hunderi, og dette kan ha skjedd i næleiken av garden. Kartreferansen er plassert ved garden. |
| | Steinskred | 26.08.1814 | Skjær | NGU, AF | 9 | Læredal. Hauge. Anna Thored. Schjær frå Skjær på Hauge i Lærdalen, omkom 26. august 1814 i eit steinskred/steinsprang. ”NB: denne Pige blev ihjelsalget af Steenskred.” Manglar informasjon om nærare lokalisering. Lokalkjende kjenner ikkje til denne hendinga. |
| | Steinskred | 11.10.1983 | Nedre Eri | NGU, AF | 10 | Her gjekk eit steinskred den 11. oktober 1983 som stengde vegen i 100 meters lengde vest for Nedre Eri. Skredet kom om morgonen og ein fekk så vidt stansa skulebussen. Det starta med eit 500 m3 fjellstykke losna frå ei hammar i ca. 300 meters høgd, og laga eit skred nedover fjellsida, og dei største blokkene nådde vegen og elva. 10 blokker på ca. 200 m3 nådde veien. |
| | Steinsprang | Februar 1928 | Nedre Eri | NGU, 1996 | 11 | På den vestlegaste garden på Nedre Eri gjekk ein stein frå fjellsida gjennom fjøsveggen. Denne garden er etter sigande den mest rasutsette i dette området (iflg. Samtale med Petter Skogen). |
| | Steinskred | Høsten 1944 | Nedre Eri | NGU, AF | 12 | Lærdal. Nedre Eri. Rett sør for den vestlegaste garden på Nedre Eri gjekk eit større steinskred hausten 1944. Mange dyr, m.a. 15 sauer vart drepne. Her gjekk eit liknande skred i februar 1928, også i året 1951 |
| | Steinsprang | 1951 | Nedre Eri | NGU, 1996 | 12 | Det gjekk eit nytt steinskred på same staden som i 1944. |
| | Steinsprang | 27.01.1984 | Nedre Eri | NGU, AF | 13 | Lærdal. Nedre Eri. Den 27. januar 1984 losna ein fjellhammar ovanfor garden. Steinskredet kom frå 200 m o.h. vart oppknust i blokker og la seg utover bøen, nesten ned til vegen. Ved lokalitet 12 i NGU rapport 1996. |
| | Steinsprang | 1957 | Eri | NGU, AF | 14 | Lærdal. På Eri. Ei skuleklasse frå Tåsen i Oslo vart på tur og overnatta på Eri gard og gjesteheim. Barna sprang opp i ura ovanfor garden, der ein stein rasa ned ura og tok livet av ein 14 år gammal gut. Kjelda til informanten er ein medelev til den omkomne, Johannes Thaule, Fardal |
| | Steinsprang | 03.12.2014 | Bergo | SVV/ RegObs | 15 | Stein på rv. 5 løsnet fra fjell/dalside 50-200m over veg. anslått skredvolum: <10m^3. blokkert veglengde: kun i grøft. tidspunkt for skredhendelsen kan være usikkert |
| | Steinskred/ Fjellskred | 1937 | Moldo | NGU | 16 | Lærdal. På garden Moldo kom eit stort steinras/fjellskred over staden. Dette gjorde så store materielle skadar at dei brukte to år på å rydde unna. Også i 1961 kom eit nytt steinras her. Moldo, ca. 10 km frå sjøen, rett over elva for Voll. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Oftа-Tønjum-Ljøsne** | Steinskred | April 1961 | Molde | NGI, 1961 | 16 | I slutten av april 1961 løsnet et større steinskred fra fjellpartiet Nakken ovenfor det sydligste bruk på Molde. Oppe i det bratteste partiet løsnet skredet, og blokker på 3-5 m3 var kommet et stykke frem i dalbunnen. De steinmasser som ble fjernet fra selve bygdeveien var anslått til ca. 250-300 m3 . De masser som kom ned var minst tre ganger større. |
| | Flomskred | 1883 | Tønjum | NGU, 1996 | 17 | I 1883 skal en flom ha ødelagt en husmannsplass på vifta. |
| | Flomskred | 1850 | Tønjum | NGU, 1996 | 17 | Det er også registrert en flom i 1850 samme sted. |
| | Snøskred | 1870 (ca.) | Tønjum | NGU, AF | 17 | Årstalet 1870 er ca. Lærdal. Plassen Anders-Geili under garden Tynjo vart på denne tida flytta til Nordre Bakken på grunn av eit snøskred. Kartreferansen er omtrentleg (Tynjo) |
| | Steinskred (?) | 1873 | Tønjum | NGU, 1996 | 17 | Lærdal. Tønjum (Tunjo) I året 1873, truleg i desember gjekk eit steinskred over ein plass ved Tunjo, kalla Gjeilane. Staden vart så skadd at her kunne ikkje bu folk meir. Denne husmannsplassen lå midt på avsetninga (skredvifta på Tønjum). |
| | Snøskred | 05.05.1934 | Tønjum | NGU, 1996 | 17 | "Et stort sneskred gikk lørdag ut i Tønjumelven ovenfor fossen på Tønjum og demmet elven opp. Sne, vann og grus flommet ut over jordene og ødela mark og åker over et areal på 25-30 mål. Elven tok nytt leie, som ligger henimot 100 m vedsiden av det gamle, og truet lenge med å ta med seg husene på gården." Hentet fra Bergens Tidene. |
| | Steinsprang | 1877 | Øvrevoll | NGU, AF | 18 | Lærdal. På garden Øvrevoll gjekk ofte steinskred og steinsprang som truga tunet oppe under fjellfoten. Etter skredet 1877 vart tunet flytta noko meir mot aust. |
| | Steinsprang | 21.07.1838 | Haugen under Øvrevoll | NGU, AF | 19 | Ved husmannsplassen Haugen under Øvrevoll omkom den 21. juli 1838, ein gut, Jon Jonson i eit steinras. Han vart 15 år gammal. ";blev ihjelslagen i et steenskred." |
| | Flomskred (?) | Ca. 1865 | Øvrevoll , Halabrekken øvre | Bygdebok 4, s. 414 | 20a | For husmenn under gården Øvrevoll står det om Halabrekken, øvre. "Her budde Jakob Jakobson Tønjum i 1865." og videre "Han reiste med huslyden sin til Amerika etter ei skreda hadde øyrt ned åkrelappane hans og drepe dei to kyrene han åtte." NGI komm: Denne plassen kan ha ligget i utløpet sv Tynjadalen, og at det var flom(skred) fra elva som renner gjennom Tynjadalen. Eventuelt kan det være snakk om et steinskred fra Brennenothelleren. |
| | Flomskred (?), snøskred | 1900-tallet, 1700- | Grøttebø | Fru Grøtte, 2015 | 20b | Snøskred kunne Fru Grøtte huske fra da hun var liten (1930-tallet?). Flomskred mente hun hadde tatt en gård på 1700-tallet, som deretter ble flyttet. |
| | Steinskred | 1934 | Grøttebø | NGU, 1996 | 21 | Et steinskred gikk ca. samme sted som i 1993 ? |
| | Steinskred | 1993 | Grøttebø | NGU, 1996 | 21 | Like sørvest for Grøttebø gikk det et steinskred i 1993 som gikk nesten ned til veien. |
| | Snøskred | 19.01.1800 | Øygard (?) | NGU, AF | 22 | Lærdal. Borgund. Ljøsne(?). Den 19. januar 1800 omkom i snøskred Ole Thoresen Ødegård i Borgens sogn. " NB døde i en SneSkrede, 19 år gml" Namnet tyder på at han budde på Øygard.. Kartreferansen er villkårleg plassert i området. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Oftа-Tønjum-Ljøsne** | Flomskred | 12.05.1981 | Øygard | NGU, AF og Bygdebok 2 s. 278 | 23 | Lærdal. På garden Ødegard (Øygard) på Ljøsne den 12. (11. ?) mai 1981 kom Sandbakksfossen med jord og stein og øyrde ned mykje jord. Skreda kom så og seia gjennom tunet og like ned til riksvegen. Om lag 10 000 m3 kom over garden, så nær som 2 meter frå bustaden. Det skjedde i samband med flaum og snøsmelting. Skade på fruktre, skog og jord. Forbygninga oppe på vifta vart bygd etter dette skredet. |
| | Flomskred | 1932 | Engelfossen | NGI, 2011 | 24 | Flere flomskredhendelser: skal ha gått i begge gjela omkring 1932 og seinast i 1977. I følge beboere går det flomskred her ca. hvert 30. år. (NGI 2011). |
| | Flomskred | 1930 | Kattgjelfossen | NGI, 2011 | 25 | Flere flomskredhendelser, siste i 1977. Ifølgje fleire bebuarar går desse skreda store om lag kvart 30. år, gjerne etter periodar med intens snøsmelting eller i kakelinna (vanleg mildversperiode like før jul) (NGI 2011). |
| | Steinsprang | 1920/1921 | Nedre Ljøsne | NGI, 2011 | 25b | I 1920 eller 1921 kom det store blokker ned mellom husa på Nedre Ljøsne. Den eine av desse blokkene er i dag brukt som stabbursheIle. I følgje bebuarane går det steinsprang i fjellsida kvart år, og dei anslår at det kjem stein ned på bøen i gjennomsnitt kvart 30. år. |
| | Flomskred | 1977 | Nedre Ljøsne | Bygdebok 2, s. 216 | 24 og 25 | Det står i bygdeboka at: "Garden ligg utsett til for flaum og skreder frå dei to fossane Engelskfossen og Kattgjelsfossen. Desse har gått med jamne mellomrom og fylt opp veiter og dyrka mark. Siste raset gjekk i 1977, og etter den tid er det blitt førebygd på ein solid og sikker måte. |
| | Flomskred | 1600-tallet | Bø | NGU, 1996 | 26 | Ved garden Bø gikk det eit flaumskred på slutten av 1600-talet. På Øvre Bø er det registrert kulturfunn fra jernalderen i overflata som syner at denne delen av vifta ikkje har vore utsett for skred i seinere tid (siste 1000 år). |
| | Jordskred | 13.06.1850 | Bø | NGU, AF | 26 ? | Lærdal. På Bø gjekk den 13. juni 1850 eit jordras som kosta ein mann livet. Dette var Ola Ivarson, 26 år gammal, frå plassen Skorpa under Rikheim. "omkom i et jordskred," |
| | Snøskred | 1801 | Midtbø | NGU, AF | 26 | Lærdal. Ved Midtbø omkom ein mann, Anders Person Børkjo i eit snøskred i 1801. Staden ligg ved Ljøsne, ca 15 km opp frå sjøen, på sørsida av dalen. |
| | Flomskred | 1794? | Yste Bø | Bygdebok 2 s. 507.508 | 26 | I ennå eldre tid (tunet flytt i 1794) kom "Salsågjeli" ein haust med flaum som utløyste ei skrede med jord og vatn. Tunet på Y. Bø var då lenger framme (opp i dalen) og "møyra" la seg langt oppover veggene. Dei måtte etter dette flytta tunet lenger attover mot vest. Som det går fram vidare i gardssoga har garden frå dei eldste tider ofte vorten heimsøkt av flaum og elveskade. Videre står det i bygdeboka: "Tunet vart flytt i 1794. Alle husi måtte då flyttast, for "elvi" ("Salsågjeli"?) hadde teki seg nytt far og var farleg nær husi. |
| | Sørpeskred | 1885 | Ytste Bø | NGU, AF. | 26 | Lærdal. På garden Ytste Bø, kom Bøafossen med eit stort skred i 1885 med jord og snø som slo ned skogen og gjorde elles stor skade. |
| | Snøskred | 1993 | Slettebakken | NGI, 1993 | 27a | Snøskred omtalt og tegnet inn på kart i NGI rapport 866033-4 fra 02.06.1993 |
| | Snøskred | 1993 | Setebakkane | NGI, 1993 | 27b | Snøskred omtalt og tegnet inn på kart i NGI rapport 866033-4 fra 02.06.1993 |
| | Flomskred | 2014 | Løteigen | NGI, observasjon 2015 | 27c | Flomskred omtalt og tegnet inn på kart i NGI-rapport 20150383-01-R fra 08.12.2015. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oftа-Tønjum - Ljøsne | Steinsprang | 2007 | Løteigen | NGI, observasjon 2007 | 27d | Steinspranghendelser her den 27. mars 2007, observert av Trond Vernang ved NGI. De ytterste blokkene stoppa 50 - 60 meter fra revegården, og de største var 40 - 50 kubikkmeter, ifølge Sogn avis. |
| | Flomskred | 14.08.2003 | Øvre Ljøsne | SVV / Bondevik 2015 | 28 | Vei skadet. Flomskred ned mot morellhagen på Øvre Ljøsne. Stein, grus, sand og slam la seg helt ned i morellhagen øverst på terrassen, mens det kom vann og slam ned ravina og utover den lille vifta nederst i terrasseskråninga. På E16 la det seg silt og sand. |
| | Steinsprang | 06.10.2011 | Øvre Ljøsne | NGU, AF | 29 | Årdal. Ljøsne. Ved gardsbuket til Olav Vendelebo på Øvre Ljøsne kom eit stort steinskred om lag kl. 21.00 den 6. oktober 2011. Skredet losna høgt oppe i fjellsida og kom noko nær gardshusa. Steinar gjorde mindre skadar på frukthage, uthus og ein bil. |
| | Snøskred | 24.02.1816 | Øvre Ljøsne | NGU, AF | 30 | Den 24. februar 1816 omkom i snøskred Haagen Olsen (innført som tillegg: Knuds.?) Ø Lysne ved Tønjum, 34 år gammal. Kan dette vere Øvre Ljøsne? ”NB Denne Dreng blev borte i en Snee Skrede”. ”1 dræbt ved sneskred,” |
| | Jordskred | 13.07.1854 | Rikheim | NGU, AF | 31 | Lærdal. Rikheim. Den 13. juli 1854 omkom Guro Torrisdotter, Rikheim, innnerstkone 58 år: "omkom i et jordskrede". Manglar ytterlege opplysningar om hendinga. Dette kan ha hendt ved tunet. Skade på hus? |
| | Steinsprang | 06.12.2004 | Mo | Russenes, 2005 | 32 | Natt til mondag 6.12.2004 losna det eit steinsprang frå fjellida ovanfor gardane på Mo. Mesteparten hamna i skredura i foten av fjellsida. Ein del stein blei slått i mindre bitar og sendt ut som "flygestein" utover markene på gbnr. 6/1 Mo. Driftsbygningen blei også råka av flygande stein. Losneområdet ved om lag kote 620-650. Det er også rapportert om flaumskred mot tunet på gbnr 6/1. |
| Bjørkum | Flomskred | 1860 | Jutlaelvi | Bygdebok 2, s. 203 | 33 | Rundt 1860 gikk elva Jutlaelvi med flaum og dei som budde på plassen Uri under Børkjo måtte flytte. Dei flytta til Skorpa under Nedre Ljøsne. |
| | Flomskred | 1971 | Jutlaelvi | NGU, 1996 | 33 | I rapporten står det: "Vegen ved Jutlaelvi har vore stengt tre gonger sidan 1938. Den siste gongen var i 1971 då det proppa seg fullt med jordmassar under brua." |
| | Steinsprang | 03.04.2009 | Bjørkum | SVV | 34 | SVV rapportert inn steinskred ned på veien rett nedenfor Bakkeplassen på skredvifta til Jutlaelvi. |
| | Sørpeskred | 1947 | Bjørkum | NGU, AF og Bygdebok 2 s. 44 | 35 | Lærdal. Garden Nordre Byrkjo (Bjørkum) i Lærdalen. Det gjekk eit skred eller ei såkalla snødemme som var uløyst oppe i Nausagrovi i 1947. Skredet kom svært nær husa, og tunet vart etter dette flytta. Da skreda kom i 1947 lå gården ovenfor vegen ved brua over Lærdalselvi (ca. midt mellom de to skredviftene fra Jutleelvi og Nausagrovi". ) Det skulle og ha gått ei liknande skrede for omlag 100 år sida. Tunet vart flytt tidlegare og, opprinneleg låg det lengre framme i merke med Frammigards-Børkjo (forstår det som ovenfor dagens Nordre Bjørkum). Flyttinga var da på grunn av steinsprang. Det er ein åker i merke med Frammigarden som er kalla "Stabbursåkeren" og det er truleg det må ha stått eit stabbur frå det eldste tunet der ein stad. Tunet på Frammigards-Børkjo (dagens Nordre Bjørkum?) vart og flytt frå ein stad ovanfor vegen til noverande plass. Truleg var dette eit fellestun for gardane. Dette var og på grunn av steinsprang. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bjør-kum** | Flomskred | 1800-tallet | Søndre Bjørkum | Pers. komm. Olav J. Bjørkum, 2015 | 36 | Det samme jordskredet nevnt under skal også ha gått i 18 ?? Og tok deler av gården. Gården var flytta etter dette litt lenger vest, der den ligger i dag. |
| | Flomskred | 1981 | Søndre Bjørkum | NGU, AF. Bygdebok 2 s. 56 | 36 | Lærdal. På garden Søndre Byrkjo i Lærdalen gjekk eit stort jordskred i 1981 rett sør for tunet, gjennom eit dyrka område. Skredet var 600 m langt og stoppa 50 m frå tunet. Eit uthus stod att midt i skredet. Etter dette måtte det køyrast bort nær 4000 m3 masse, men no er området dyrka på nytt. |
| **Husum** | Steinskred | 1665 | Nedre Øygarden | Pers. komm. Bonden på gården, 2015 | 37 | Gården var fra gammalt av plassert under en heller for å beskytte gården fra steinsprang fra fjellsiden ovenfor. I 1665 søkte beboerne tilflukt under en annen heller litt lenger ned langs med elveløpet etter at det begynte å drysse ned stein under helleren der de bodde. Da de kom tilbake etter noen dager var hele helleren kollapset og gården lå under kjempeblokker. Gården ble bygget opp igjen litt lenger ut fra fjellsiden bak den store ura, der gården ligger i dag. |
| | Snøskred | 14.02.1789 | Hjelle under Husum | NGU, AF | 38 | Lærdal. Borgund. Den 14. februar 1789 kom eit snøskred som tok ein gut frå Borgund. ";Ole Tostensen af Borgens sogn, død den 10. dag efter 14. februar, 39 år gml. NB. Denne faldt ud over et bierg ved snee skreed"; Han budde på ein plass som heittte Hjelle under garden Husum, og det skjedde truleg i nærleiken der. Kartreferansen er plassert ved Husum. |
| | Snøskred | 09.01.1984 | Store Husum | SVV | 39 | ??? |
| **Nese** | Steinsprang | 05.10.19 | Grimsøberget | SVV | 40 | |
| | Steinsprang | 31.07.1878 | Nese | NGU, AF | 41 | Lærdal. Borgund sokn. Eit skred gjekk 31. juli 1878 ved eller på Næsset, (Nese) som ligg rett nedanfor og på same sida som Borgundkyrkja. Truleg skjedde det ved Hoggeberg, og skredet kravde to menneskeliv. I kyrkjeboka står om 14 årige Anders Olssen og mora husmannskone Mette Toresdatter Husum (50 år): "Dræbt ved Stenskred". (Kyrkjeboka for Lærdal) Det er uklart om skadeomfanget av dette skredet, men hus kan ha blitt råka? Kartreferansen er plassert ved garden Nese. NGI komm: Hoggeberg ligger på sørsida av elva, utenfor (vest for) kartleggingsområdet. |
| | Steinskred | 29.04.1997 | Nese | SVV | 42 | NGI komm: Plassert på veien nedenfor gbr. 52/15. Utfall fra skjæring i nærheten? Steinskred må være en sterk overdrivelse? |
| | Snøskred | 29.03.1909 | Kallevang, ved Nese | NGU, AF | 43 | Lærdal. Ved garden Hatleberg omkom ein kar frå ein plass der, arbeidar Ole Olsson Lo, 29 år, i eit snøskred i Kallevangsmarka, dette skjedde den 29. mars 1909. Han var på rypejakt. "Ulykkestilfelde ved sneskred" "Funden død under et sneskred i fjeldet" Kartreferansen er omtrentleg, plassert ovafor Kallevangen |

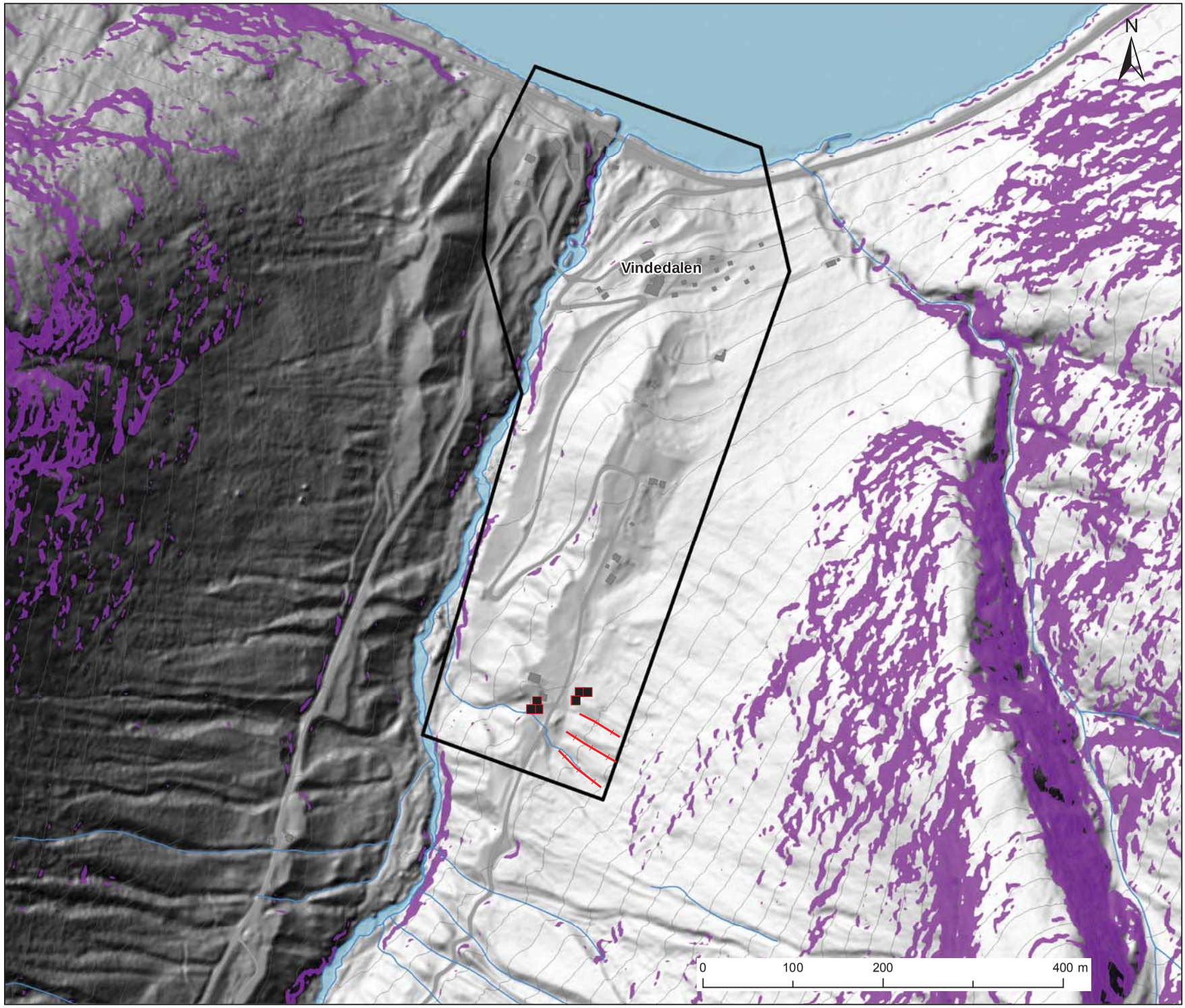
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **B o r g u n d** | Steinsprang | 31.07.1910 | Kyrkjevoll | NGU, AF | 44 | Lærdal. Borgund sokn. På Kirkevold, noko lenger oppe enn kyrkja, dvs. nabogarden til kyrkja. Eit barn, Kirsti Haakonsdatter, 9 år, omkom i eit steinskred den 31. juli 1910. ";Ulykke ved stenras";. Truleg ved garden. Kartreferansen er omtrentleg. |
| | Steinsprang | 12.10.20 | Nesberga | SVV | 45 | |
| | Jordskred | 09-10-1695 | Voldo | NGU, AF | 46 | På gardane ved Voldo (Voldum), Lærdal kommune. Fjellskred, (eller kanskje mest eit digert jordskred) som ifølgje reiseskildring til Generallieutenant Christian Gyldenløve året etter: «Fjeldskreder - som forleden Aar om høstetidenved Mikkelsdag (29.9) vare utfaldne og stor Skade ved omkring og nærliggende Gaarde på Ager, Eng, Huuse og Fe foraarsaget . Ei skrede hadde og gått ved «Vold» saman med mange andre i Borgund. Elva vart demt opp og hadde «udi 24 timer staaet stille». Dette sies å være grunnen til at Borgundsfjorden vert danna. |
| | Snøskred | 1943 | Voldo | NGU, AF. NGU, 1996 | 46 | Lærdal. På garden Voldo går ofte skred vest for tunet, og dette året 1943 gjekk skredet over hovudvegen og gjorde store skadar. Her på Voldo har ein laga ledd på gjerdestolpane, slik at gjerda kan leggjast ned om hausten for å unngå dei hyppige fonnene. Husa går vanlegvis klar. I NGU-rapport fra 1996 beskrives snøskredet som gikk 1943 som et tørt snøskred som gikk over elva. |
| | Flomskred/jordskred | 1943 | Voldum | NGU, 1996 | 46 | I rapporten står det at i følge bonden på Voldum gård Olav Voldum gikk det i 1943 et jordskred over veien. Dette starta med en oppdemming oppe i fossen. |
| | Snøskred | 1951 | Voldum | NGU, 1996 | 46 | I rapporten står det at i følge bonden på Voldum gård Olav Voldum gikk det tørre snøskred over elva i 1943 og 1951. |
| | Snøskred | 1983 | Voldum | NGU, 1996 | 46 | I rapporten står det at i følge bonden på Voldum gård Olav Voldum gikk det i 1983 et vått snøskred som delte seg opp i fire til fem armer nede på vifta. Dette skredet dekka store deler av vifta, og den sørlige armen gikik bare ca. 20 m fra bosetningen ved Liheim. |
| | Steinskred | 1879 | Brubakken | NGU, AF | 47 | Lærdal. Over plassen Brubakken under Horge gjekk i 1879 eit stort steinskred, og plassen vart fråflytta. Skadeomfang? Kartreferansen er plassert ved Horge. |
| | Sørpeskred | 1906 | Horge | NGU, AF og Bygdebok 1 s. 322 | 48 | Lærdal. På garden Horge gnr. 61, på vestisda av Lærdalselva, langt oppe i dalen mot Eggjo.I 1906 kom ei snødemme eller sørpeskrede som gjorde stor skade på garden. Skredet følgte elva Eisanda.Truleg var dette i samband med hausflaumen, sjå på nabogarden Sletti Idnr. 14239. Plassen Horgerøysane vart særleg rasert, stova og uthusa vart tekne i skredet, saman med ei lita stove i nærleiken. Uklart om husdyrtap. Frå Brubakken som og låg farleg nær elvi, flytte dei no fram til Nesheim. Uthuset på tunet vart og trua. Elvi Eisanda hadde no teke nytt løp lenger heime enn i dag, og det trongst omfattande førebyggingsarbeid før elvi kunne førast attende til det gamle faret. |
| | Jordskred | 13.11.1906 | Sletti | NGU, AF | 49 | Lærdal. På garden Sletten (Sletti), gnr. 64, br.14 (Raunsletti), på nordsida av Lærdalselva, gjekk den 13. november 1906 eit stort sørpe- og jordskred i samband med haustflaumen langs elva Eisanda. 1 m nysnø på tøya jord og deretter regn. På Raunsletti vart fjøs og 2 kyr og ein kalv tekne. Skredet (truleg mest jordskred) gjekk tett aust for tunet, der bekken går i dag. Stova vart snudd på murane. Ingen folkeskade. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Borgund** | Sørpeskred | 1868 | Flintgarden | Bygdebok 1, s. 296 | 50 | Flintegrovi aust for tunet for garden Flintegard har komme med skrede og snødemme eit par gongar, men begge gongar har husi fått stå i fred. Uversvinteren 1868 gjekk ei skrede som delte seg i to ovafor tunet. Andre gong var i 1920 (sjå omtale under). |
| | Sørpeskred | 1920 | Flintgarden | NGU, AF | 50 | Lærdal. På Flintgarden i Hillestadstrondi (Hillestad) i Borgund gjekk i 1920 eit stort snøskred med snødemme som gjorde ein god del skade på åker og eng. |
| | Steinsprang | 1945 | Nygard | NGI, 2001 | 51 | Marit Berg på Nygard hadde blitt fortalt at det kom stein langt ut på jordene, og nær inntil husa, på Nygard før 1945. |
| | Flomskred/sørpeskred | 2000 | Nygard | NGI, 2001 | 52 | Ned langs Nygardsgrovi kommer det ofte sørpeskred. Senest i år 2000 kom sørpeskred ned på jordene. For mange år siden (ca. 50 år) gikk et sørpeskred eller jordskred helt fram til, og dels inn i uthuset på Nygård. Flintegrovi fører også sørpeskred. |
| | Steinsprang | 09.02.1909 | Berge i Borgund | NGU, AF | 53 | Lærdal. Borgund sokn. Gardbrukar Haakon Ivarson, f. 1866, omkom i eit steinskred på/ved Berge den 2. september 1909. ;Ulykke ved stenras; står det i kyrkjeboka. Manglar informasjon om nærare lokalisering og skadeomfang. Kartreferansen er omtrentleg |
| | Skred, uvisst | 1890 | Hovland | Bygdebok 1, s. 765 | 54 | Gården Hovland ble flytta rett før forrige århundreskifte på grunn av skredfare. Det gamle tunet lå lenger "oppe og framme" i forhold til tunet i dag. Ut fra kart er det vist at gamletunet lå på østsida av Hovlandsgrovi og litt høyere oppe i dalsida. |
| **Øvre Kvamme** | Snøskred | 1873 | Øvre Kvamme | NGU, AF | 55 | Lærdal. Øvre Kvame gnr. 67, på husmannsplassen Haugane kom eit uver denne vinteren i 1873. Bonden på Kvam kom og overtalte folket på Haugane til å evakuere, og på same kvelden som dette vart gjort, kom snøskredet som tok alle husa og husdyra. Etter dette vart plassen fråflytta. Plassefolka reiste til Amerika. Dette er sannsynligvis skred som gikk langs Toralvsgjeli, da Haugane lå nært dette gjelet. |
| | Sørpeskred/flomskred | 1873 | Øvre Kvamme | Bygdebok 1, s. 440 | 56 | På plassen "Jorven" som lå på vestsida av elva Kvemma gikk det skre i 1873 som "øyrde" ned jorda som hørte til plassen. Det står også i bygdeboka s. 438 om plassen Teigen som lå på østsida av Kvemma; at elva Kvemma har vært hard med plassen og at det minst to ganger har "fare ille med hus og jord". |
| | Snøskred | 22.02.1876 | Liholstova, Øvre Kvamme | NGU, AF | 57 | Lærdal. Ved Eggjo, på plassen Liholstova på Kvamme øvre, budde tømmermann Anders Pederssen Lihol, 70 år gammal. Han vart den 22. februar 1876 teken av snøskred då han skulle hente høy frå ei stakkestøe oppe i marka ";Skrudlane". "Omkom ved Sneskred". Han vart gravlagd den 29.2. Kartreferansen er på plassen Liholstova der han budde. |
| | Jordskred | 1873 | Larsgarden Eggjo | NGU, AF | 58 | Lærdal. Ein plass under Nedre Eggjo br. 6, Larsgarden, vart i 1873 øydelagt etter eit jord- og snøskred hadde teke husa der. Husdyra vart drepne utanom ei ku som ein grov ut av skredmassen. Men folket berga seg, og flytta derifrå. Truleg var det også her jordskred, som så mange andre stader denne tida. Kartreferansen er der plassen Larsgard lå. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **H e g g** | Snøskred | 30.01.1836 | Hegg | NGU, AF | 59 | Lærdal. På eller ved garden Hegg. Her gjekk eit snøskred den 30. januar 1836 som drap ein 19 (18) års gut, Kristen Guttormson frå husmannsplassen Odden. ";omkom i et sneskred";. Sjå også Idnr. 14148 Kartreferansen er omtrentleg, då eit nokså stort område kallast Hegg. |
| | Flomskred | Ca. 1980 | Hegg | NGI. 2001. | 60 | Det er en større løsmassevifte utenfor Leitesgjeli hvor flomskred kan ventes, og hvor det har gått skred helt ned til veien for 20-25 å siden. Bekken som kommer ut av gjelet har blitt lagt om med en liten ledevoll etter dette skredet. |
| | Løsmasseskred | 06.05.2004 | Hegg | SVV | 60 | NGI komm: Etter kartreferansen å dømme antas det at skredet kom ned Leitesgjeli og gjorde skade på veien? |
| | Steinsprang | 12.03.1841 | Hegg 2 | NGU, AF | 61 | Lærdal. På garden Hegg losna ein stor stein i fjellet ovanfor. Dette skjedde 12. mars 1841. Steinen frå Heggsnosi gjekk gjennom taket i stova og slo i hel ei ung jente, Agata Nilsdatter Tofto, 18 år, som var der inne saman med fleire andre som vart augevitne til denne uhyggelege hendinga. ";En steen faldt over hende høyt beliggende fjeld med saadan ferd at den sprang lige gjennom Ole Davidsen Hægs hus og knuste pigen Agathe Nielsdatter uagtet dertil samme tid var flere mennesker i stuen."; Dette er hovudbruket på Hegg. |
| | Steinsprang | 1982 | Hegg | Brev O. T. Hegg, 2001 | 62 | I et brev til NGI ifm. NGIs rapport 961045-2 Undersøkelser for skredfare ifm. Ny trase for E16 Voldum-Borlaug skriver Olav Tidemann Hegg 30.08.01: "8 år seinare (*etter 1974 -se hendelse over* ) kom det eit nytt ras ca. 80 meter SØ for husa på gården. Den eine av steinblokka kom over eksisterande veg og måtte fjernast frå innmark med hjullastar. |
| | Steinsprang | April 1999 | Hegg | Brev O. T. Hegg, 2001 | 63 | O.T. Hegg skriver videre i sitt brev til NGI av 30.08.01: " Seinast i april 1999 kom det eit større ras ned til eksisterande veg ca. 150 m SØ for garden." |
| | Steinskred | Sommer 1974 | Hegg | Brev O. T. Hegg, 2001 | 64 | O.T. Hegg skriver videre i sitt brev til NGI av 30.08.01: "…viser rapporten til ein del spredte steinsprangblokker på nedsida av eksisterande veg, *som ser ut til å vere av eldre dato* . (ca. ved pel 12800). Desse blokkene kom under eit steinskred sommaren 1974. |
| | Jordskred | 1877 | Skårheim | NGU, 1996 | 65 | I NGU rapporten (1996) står at ved skredvifta ved Skårheim er det kjent at det gikk et jordskred i 1877. Storparten av skredet stoppa i form av en stor lobe ca. der hvor dagens E16 går, men enkelte steiner gikk litt lenger nedover. |
| | Fjellskred, jordskred | 25.05.1993 | Skårheim | NGU, AF | 66 | Lærdal. Borgund i Sogn. Eit fjellskred kombinert med jordskred den 25. mai 1993 ovanfor gardane Haugen, Trygstad og Skårheim i Lærdal kommune. Mellom kl. 11 og 12 losna ein hammar oppe i sørlege fjellsida opp mot Bringa, 1617 m høg. Losnestad var på 1100 m, rett over skoggrensa. Det synest å ha losna ei blokk på 30 000 m3, som vart knust mot fjellsida nedanfor, og på 8-900 m o.h. har massane trengt ned i eit myrbasseng og heile myra blitt pressa utover kanten mot dalen. Skredet fortsette såleis som eit gigantisk jordskred på minst 40 000 m3. Men det nådde ikkje busetnaden, skredtungene stansa 200 m frå næraste gardshus. Fallhøgde: 1100 m-490 m. Det gjekk eit jordskred tett vestafor i 1877. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **H e g g** | Steinskred | 02.05.2010 | Skårheim | SVV | 67 | |
| | Sørpeskred | 1928 | Skårheim | NGU, 1996 | 68 | "I 1928 kom det eit sørpeskred eller "snødemme" heilt inntil husa på Skårheim. Vidare er det registrert at snøskred har gått ned til steingjerdet, ca. 510 moh. |
| | Snøskred | 1993/94 samt eldre tid | Teigum | NGU, 1996 | 69 og 70 | "Ved Teigum er det to snøskredområde som er kjende. Like vest for garden gjekk det for eit par år sidan eit snøskred ned på beitet. I gamal tid skal det ha gått snøskred ned mot høgdenivå med husa. (ca. 480 moh). Aust for garden er det kjent at snøskred kan gå nesten ned til dagens veg (ca. 480 moh)." |
| | Snøskred | Kjente skredbaner | Skårheim - Teigum - Kvenshagen | NGI, 2001 | 68-73 | Skredbane 68: Dette skredet er vel kjent, og har i snørike vintre nådd ned til steingarden, ca. 510 moh, i følge eieren av gården Skårheim. Skredbane 69: Eieren på Skårheim sier at snøskreda her går normalt som smale striper etter de mange bekkefarene. Ingen opplysninger om at skredene her har nådd innmark. Beregninger viser at skredene kan nå ned til kote 510 (ca. ved dagens E16). Skredbane 70 og 71: På Teigum mottok vi informasjon om at snøskred har nådd ned på slåttemarka på Tunteigen, og at det ofte går småskred langs bekkeløpene i den bratte delen av fjellsida Bringa, uten at disse når særlig langt. Skredbane 72: Skader på trærne viser at skredene stopper ned til kote 500. De store grantrærne på oversiden av huset på Kvenshagen er i følge eieren Jon Bruvoll plantet for 70-80 år siden, uten å ha vært tatt av snøskred. Skredbane 73: Tidligere skred har for det meste stoppet ved kote 505. |
| | Snøskred | 17.01.1843 | Kvenshaugen | NGU, AF | 74 | Lærdal. Kvenshagen, ein kar frå bruket Atttigarden (Reknes), omkom dette året i eit snøskred den 17. januar 1843. Akkurat kvar er ikkje kjent, men det kan han skjedd ved gardshusa. Dette var Ola Ivarson Teigo, 27 år gammal. Kartreferansen er omtrentleg |
| | Steinsprang | 10.12.2003 | Brøynssvingen | SVV | 75 | |
| | Skred, uvisst | 1885 | Bjøråker | Bygdebok 1, s. 628 | 76 | Står i bygdebok at gården Bjøråker/Bjoråk "fekk avtak i skyldi for frost, turke og skrede". |
| | Skred, uvisst | 1933 | Bjøråker | Bygdebok 1, s. 632 | 77 | Trondgjerdet er ein plass under Bjøråker som låg om lag midt for brui over elvi til Eråker. Ei skrede i 1933 øyrde ned det meste. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **B o r l a u g** | Flomskred/sørpeskred | Mai 1934 | Borlo | Bygdebok 1, s. 662 | 78 | "Borlo ligg utsett til for flaum og skrede. Både Storelvi (Smedøla) og Borlosgrovi har vore trugsmål i så måte. Så seint som mai 1934 gjekk grovi så langt ned ar gjørma rann inn kjøkkendøri i Frammigarden." |
| | Snøskred | Ca. 1850 | Borlo | Bygdebok 1, s. 662 | 78 | I midten av forrige århundre gikk Borlosgrovi med snø, og stoppa rett ovenfor husa på Borlo. |
| | Steinsprang | 20.04.1830 | Borlo | NGU, AF | 79 | Lærdal. Borgund sokn. Ein husmann, Bård Nilsen, på Nordre Hegg og Borlo (Borlaug) vart 20. april 1830 slegen i hel av eit steinsprang. Dette skjedde på Borlo. ";Denne mand blev ihjelsaget af en sten" Han vart 69 år. Kartreferansen er omtrentleg |
| | Snøskred | 01.02.1886 | Borlo 2 | NGU, AF | 80 | Lærdal. Borgund sokn. Ved garden Borlo (Borlaug) omkom ein kar frå bruket Attigarden av snøskred. Dette var Ingvard Ingvardsson, 28 år gammal, under rypejakt den 1. februar 1886. Gravlagd 21.2. ";omkom ved sneskred paa rypejagt". Sjå også Idnr. 14104 (steinsprang). Kartreferansen er omtrentleg (i fjellet ved Borlo). |
| | Steinsprang | 1774 | Borlo | NGU, AF | 81 | Lærdal. Ein mann som var, 39 år gammal frå plassen Vettei under garden Eggjo, omkom av eit steinsprang på Borlo i 1774. Kartreferansen er omtrentleg. |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

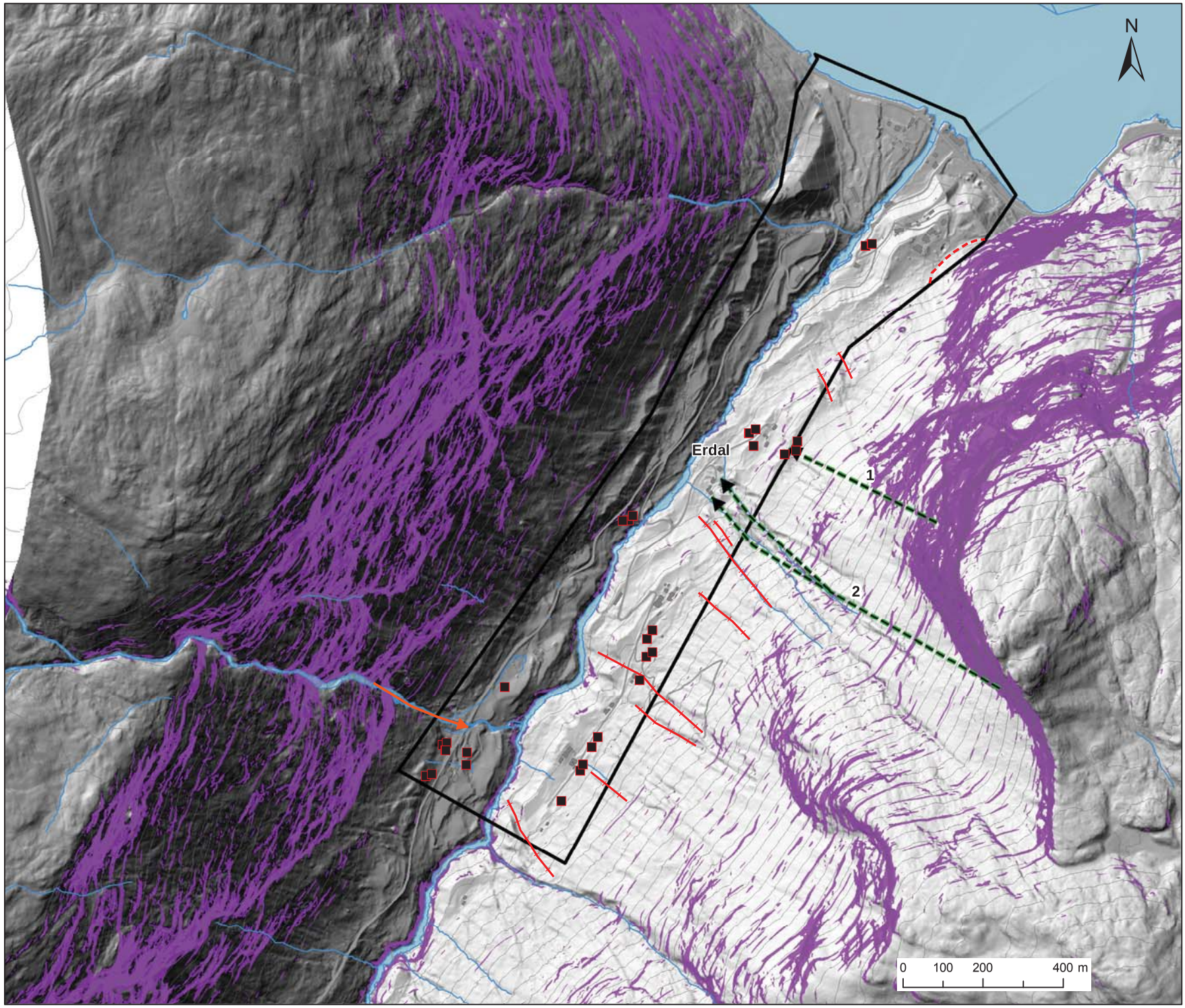
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:4 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Vindedalen | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C01 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

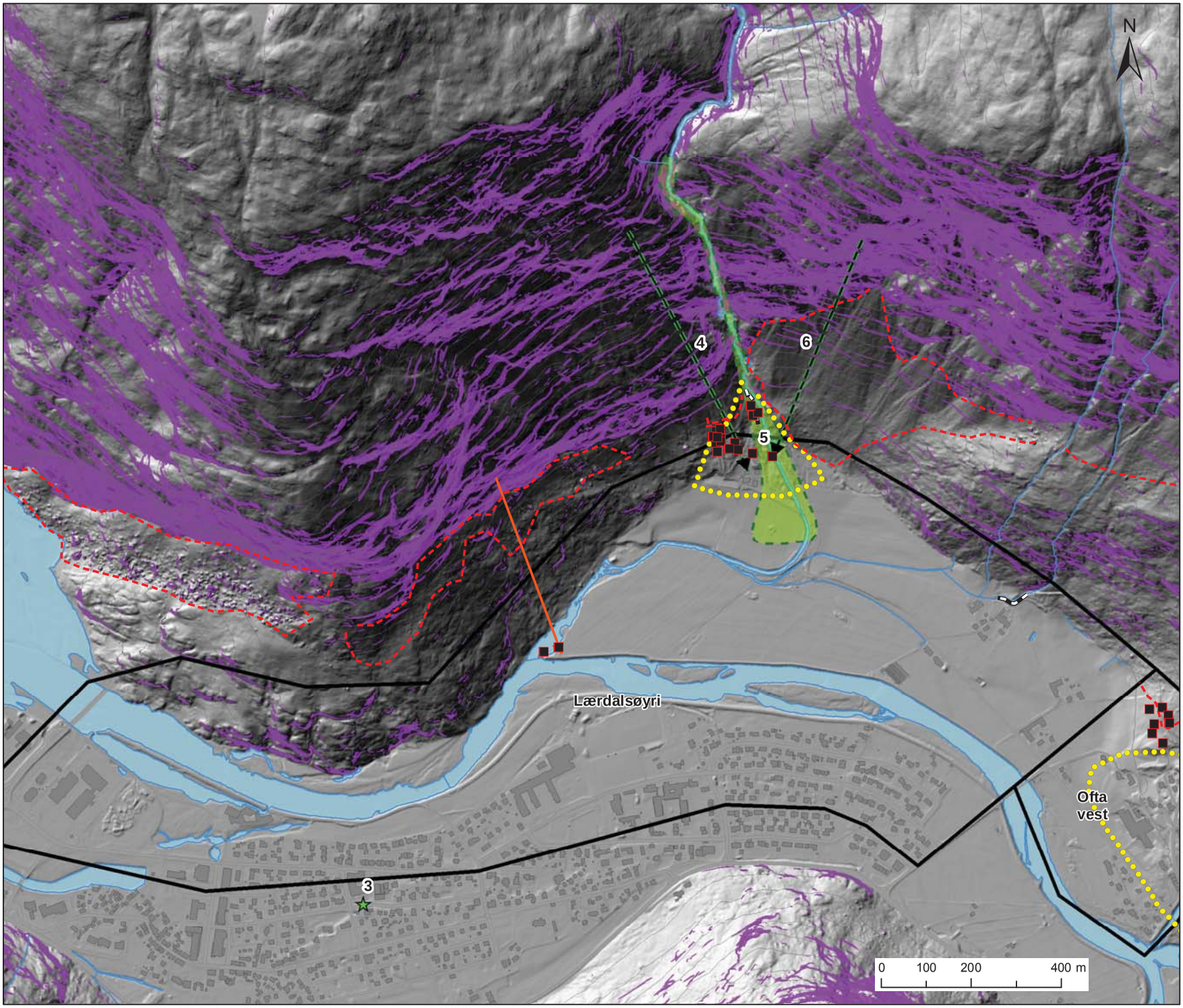
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Erdal | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C02 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

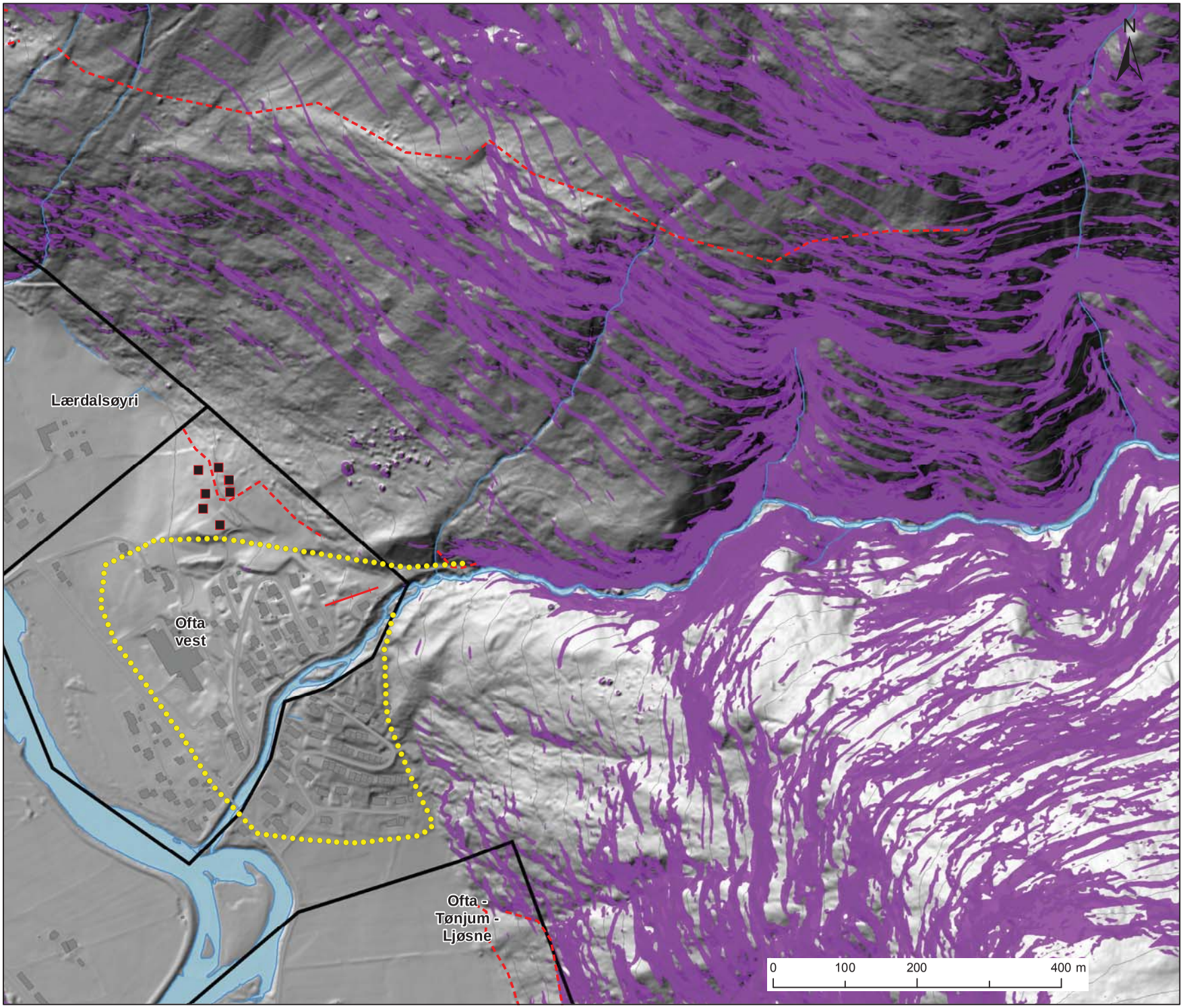
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Lærdalsøyri | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C03 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

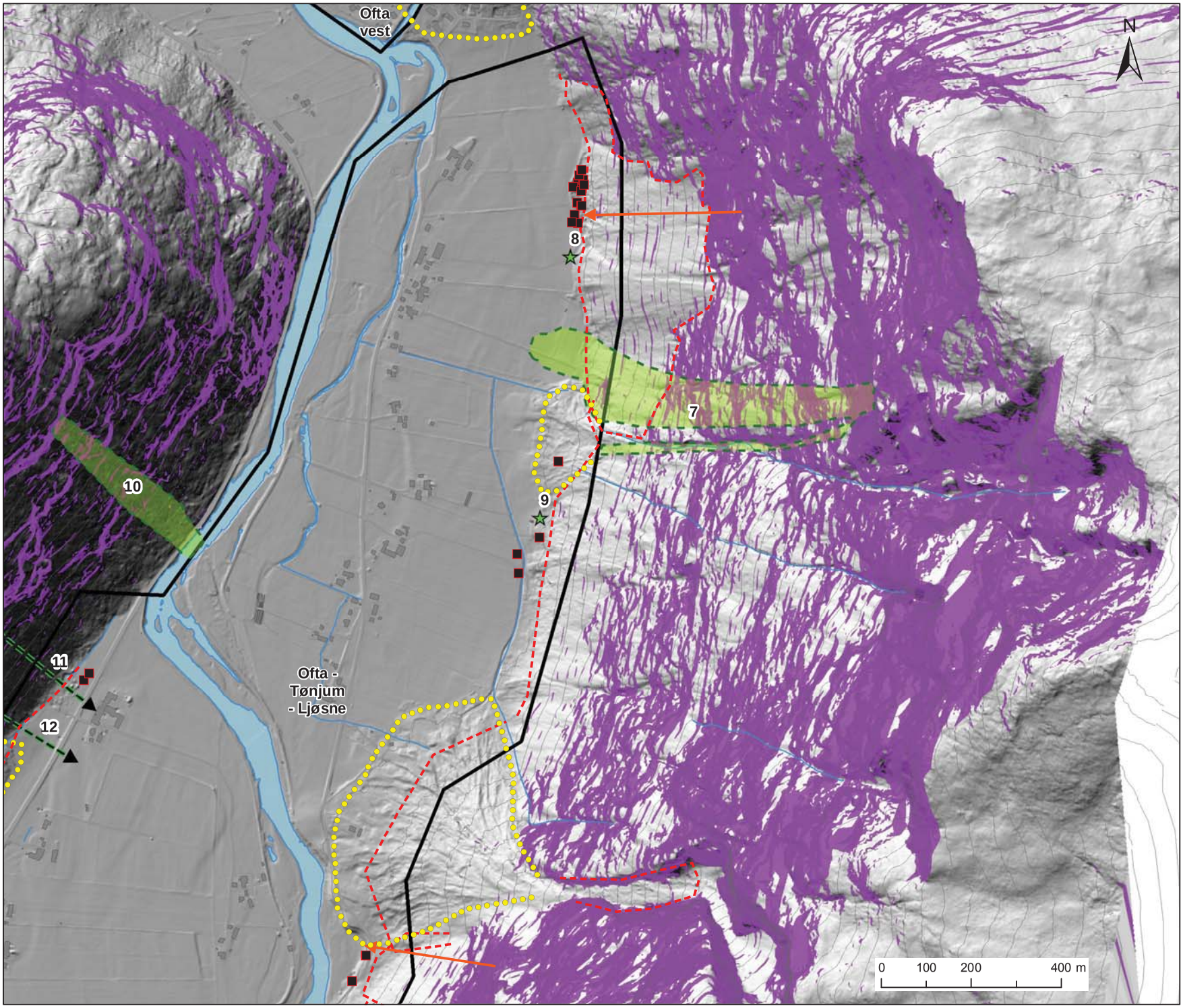
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C04 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

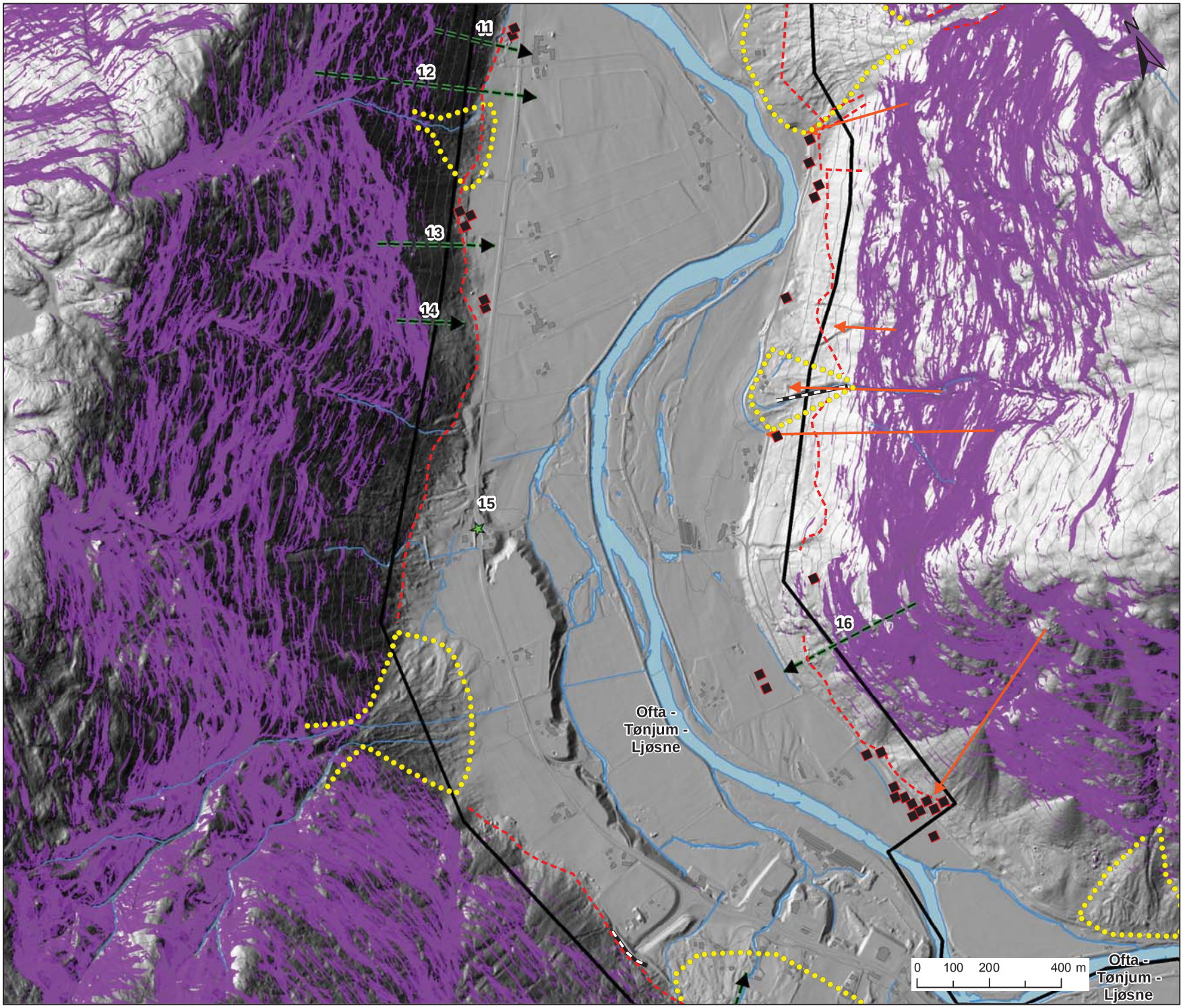
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 1 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C05 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

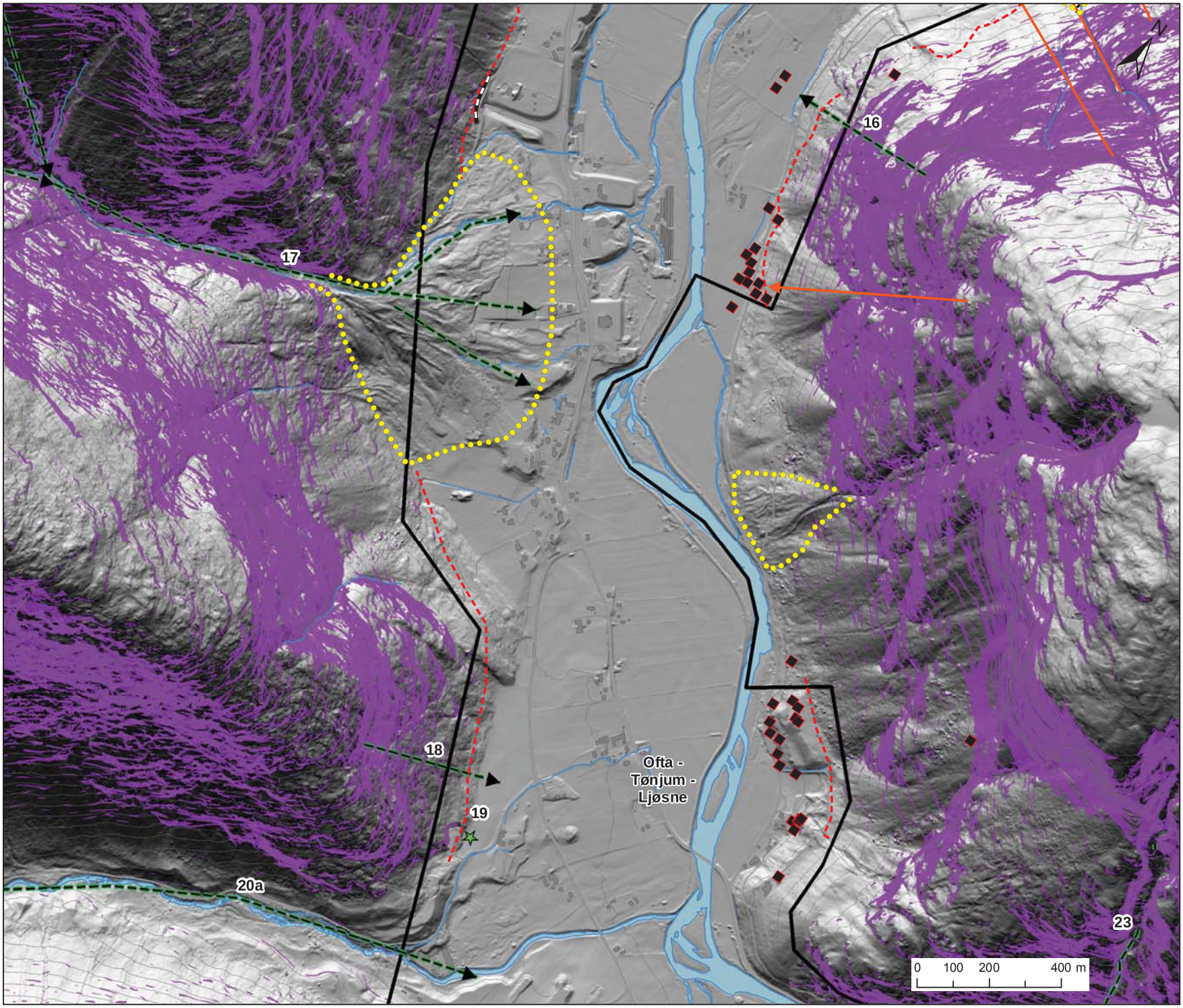
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 2 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C06 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

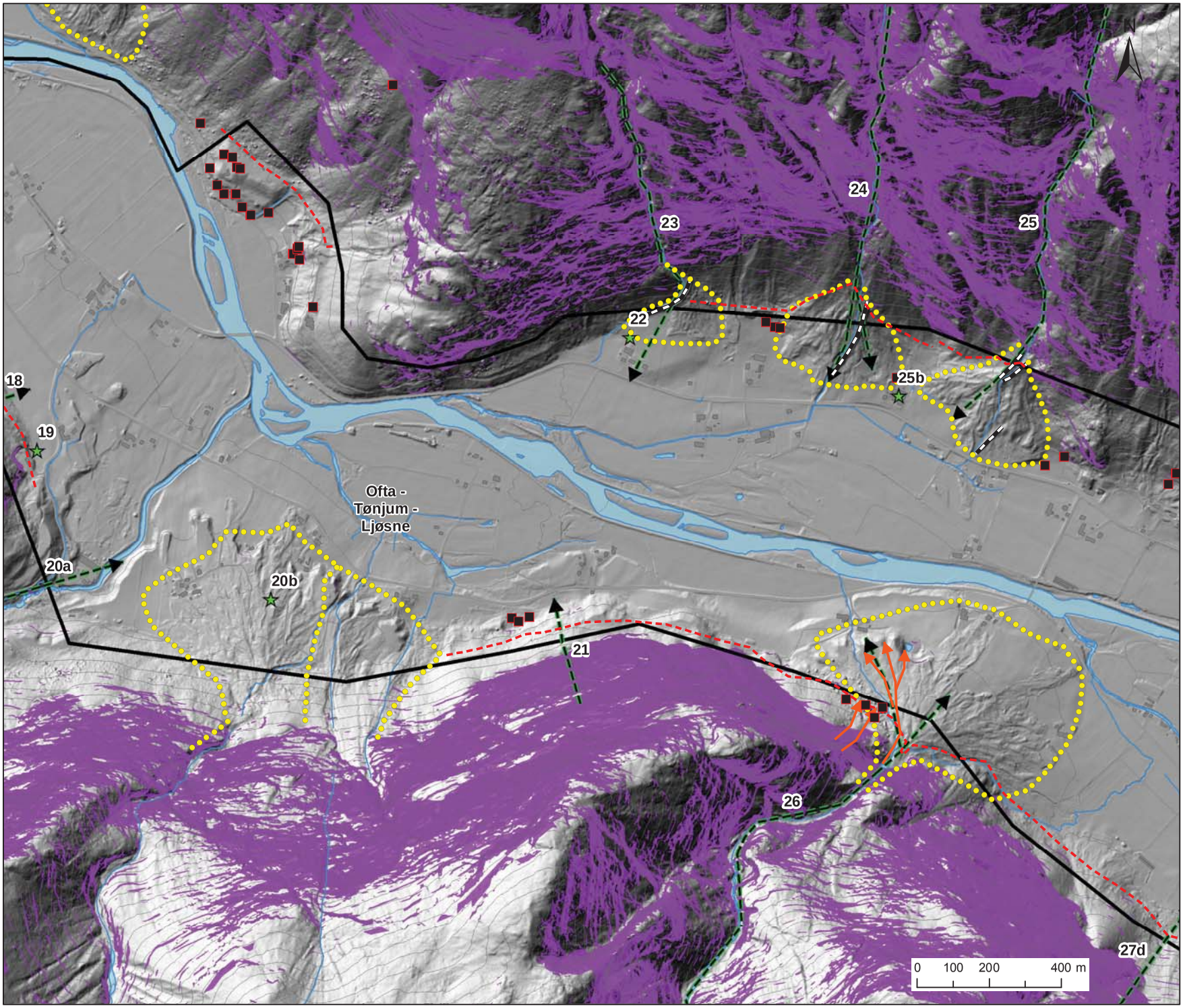
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 3 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C07 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

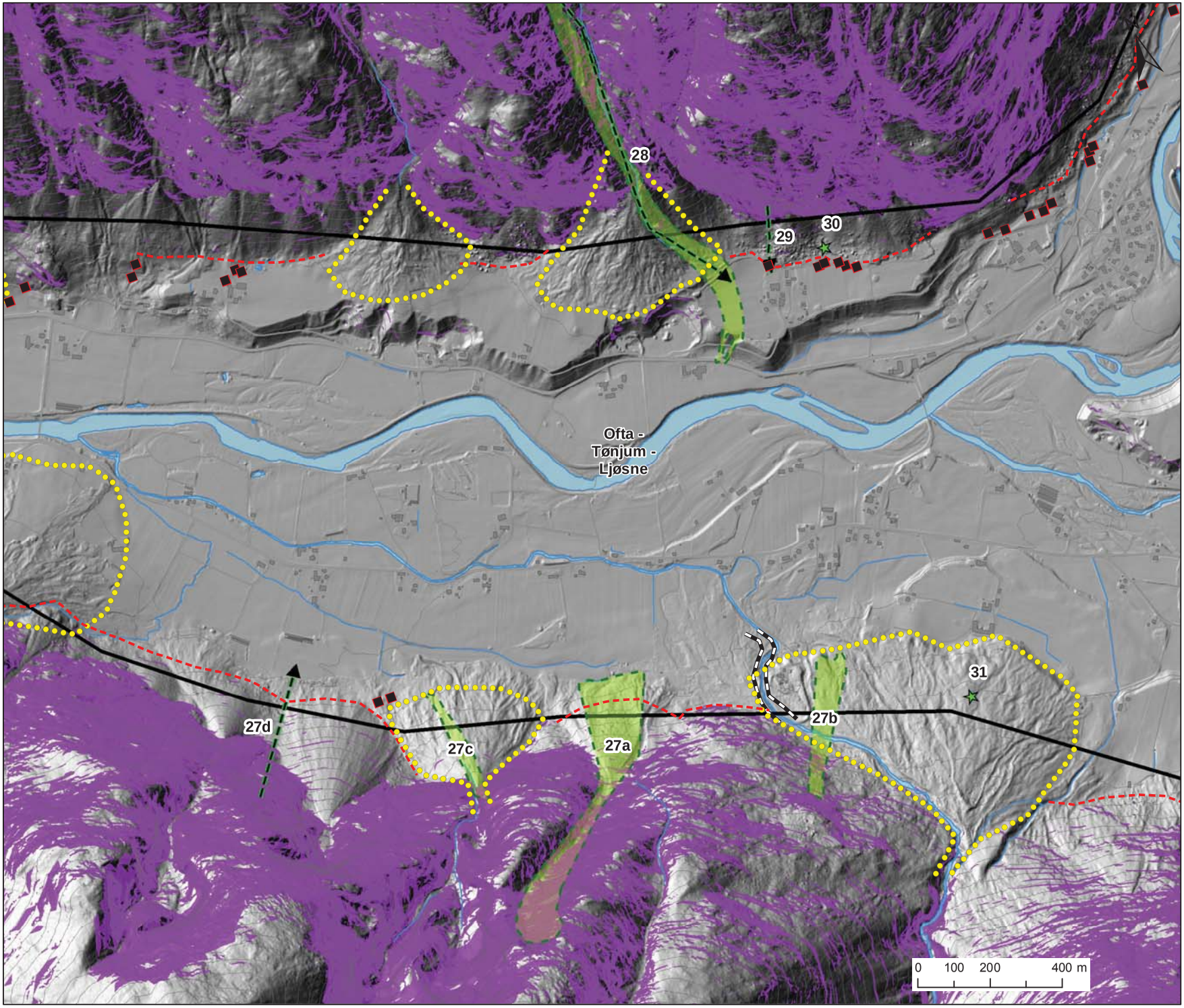
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 4 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C08 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

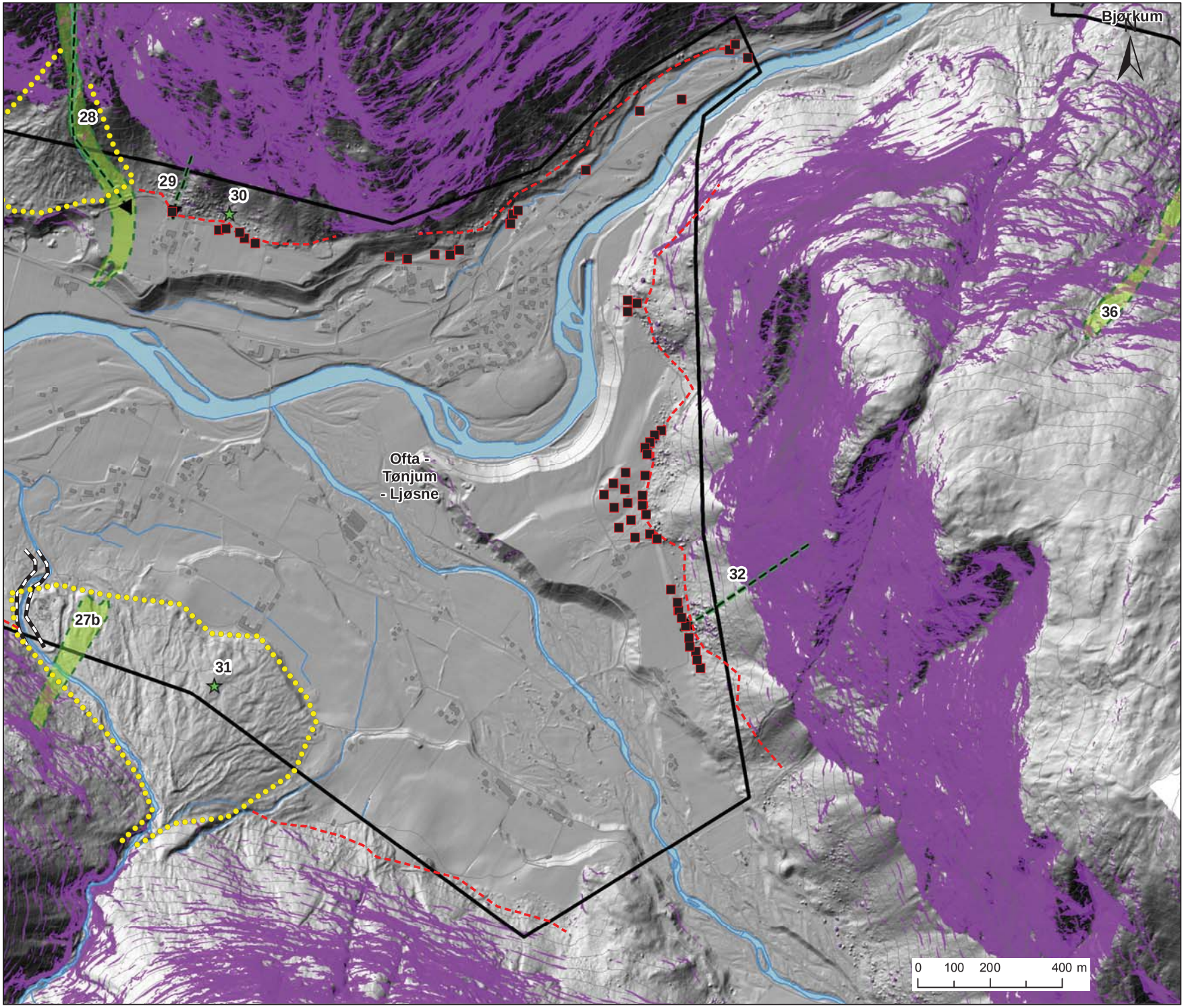
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 5 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C09 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

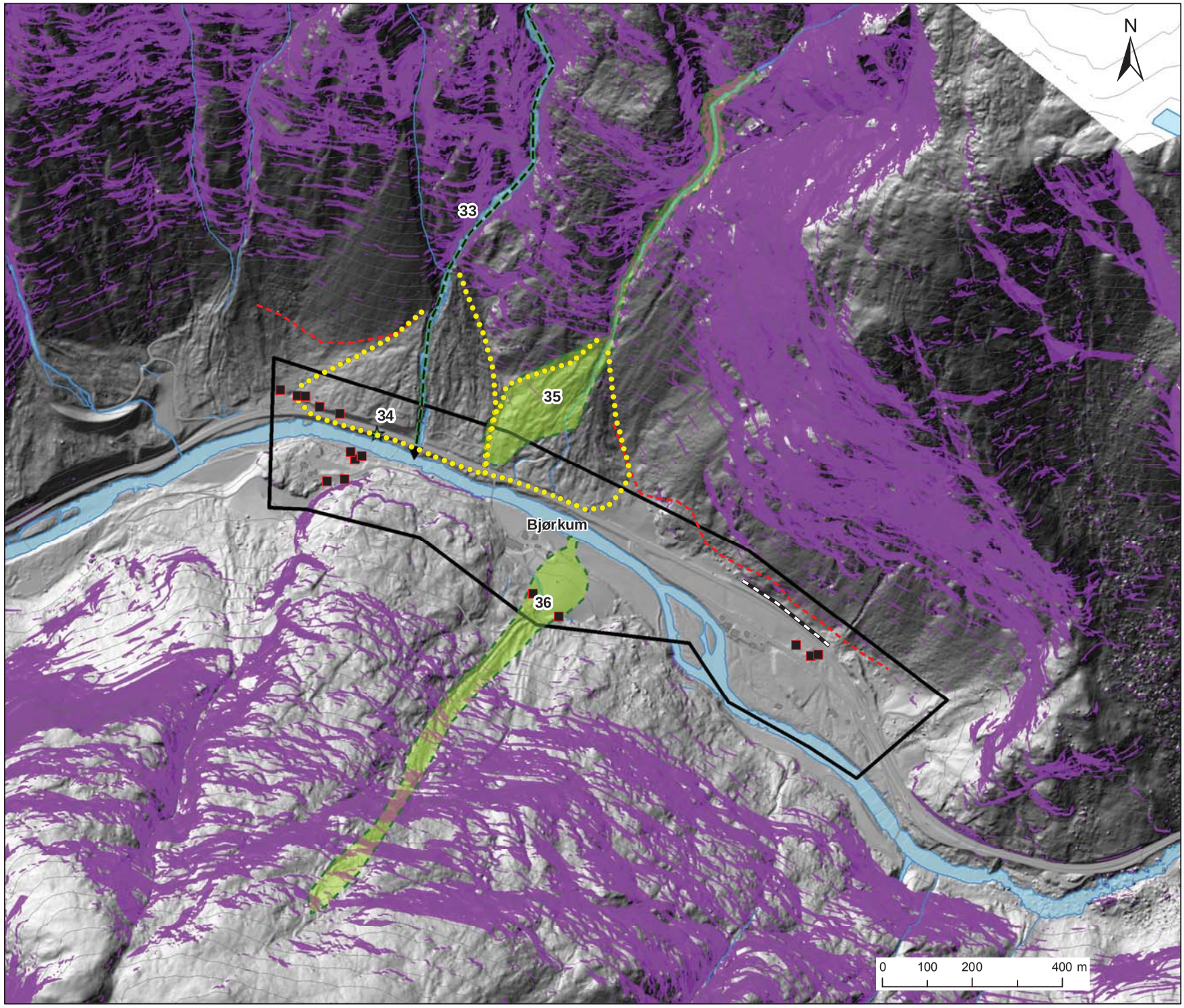
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 6 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C10 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

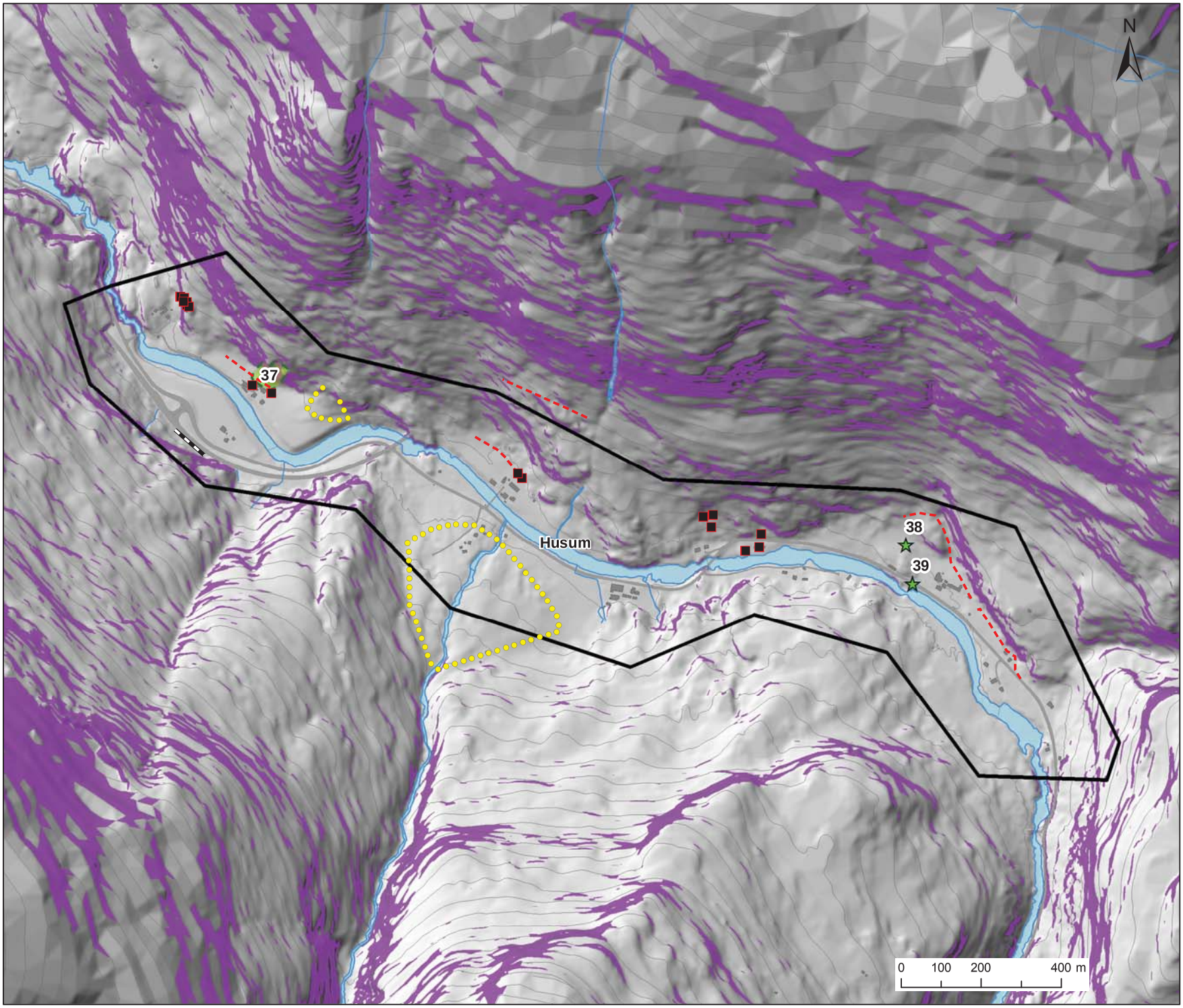
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Bjørkum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C11 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

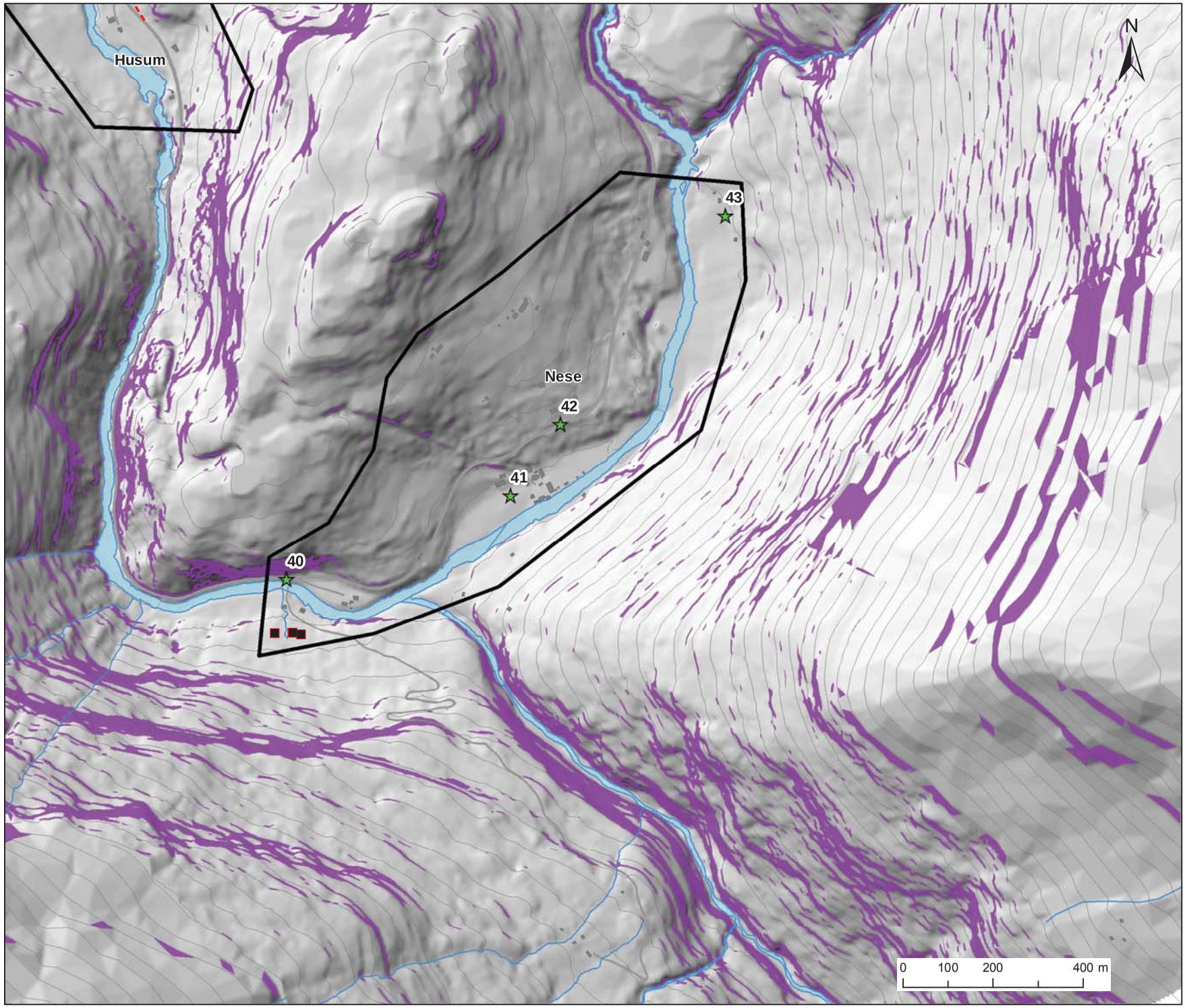
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Husum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C12 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

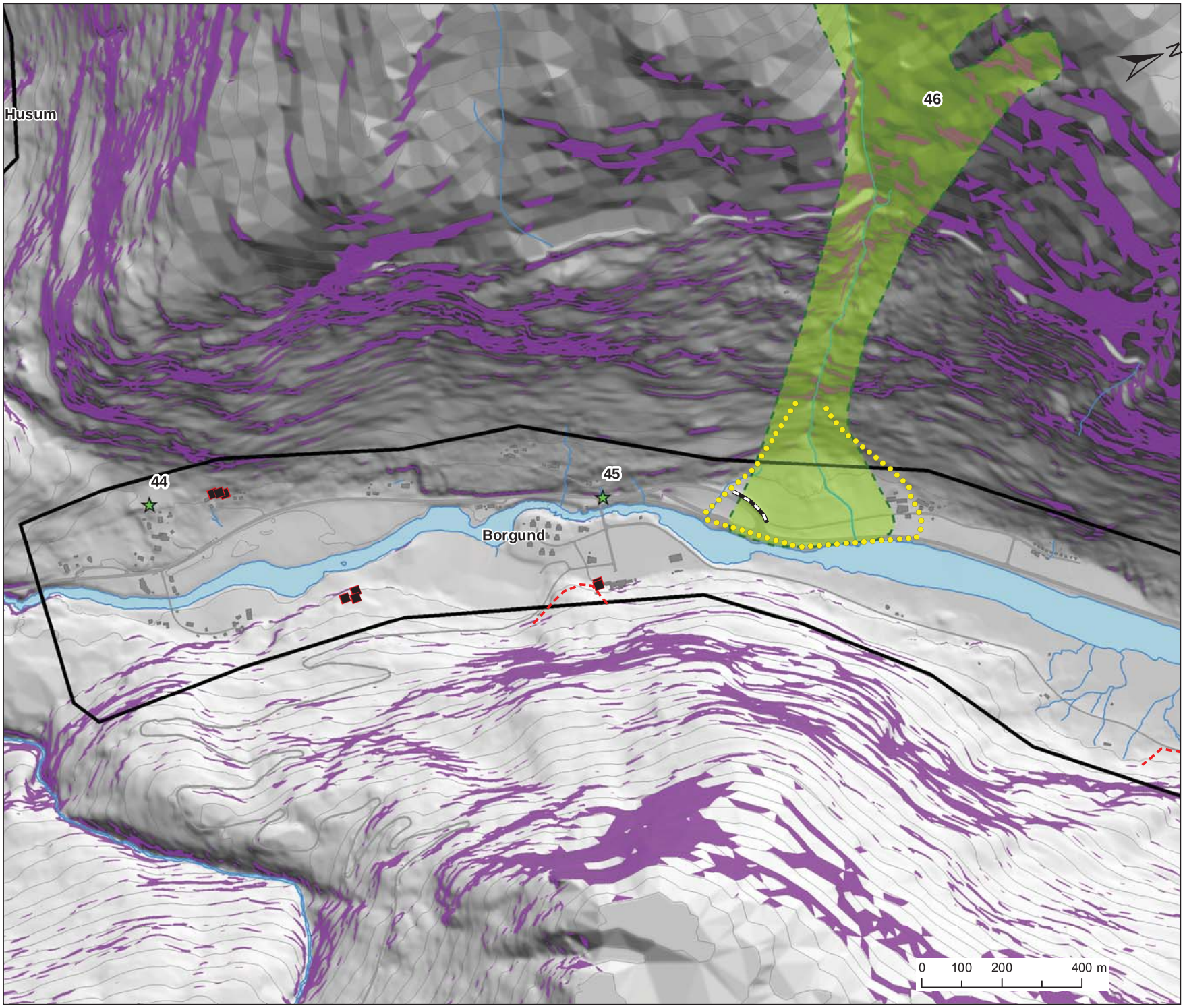
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Nese | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C13 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

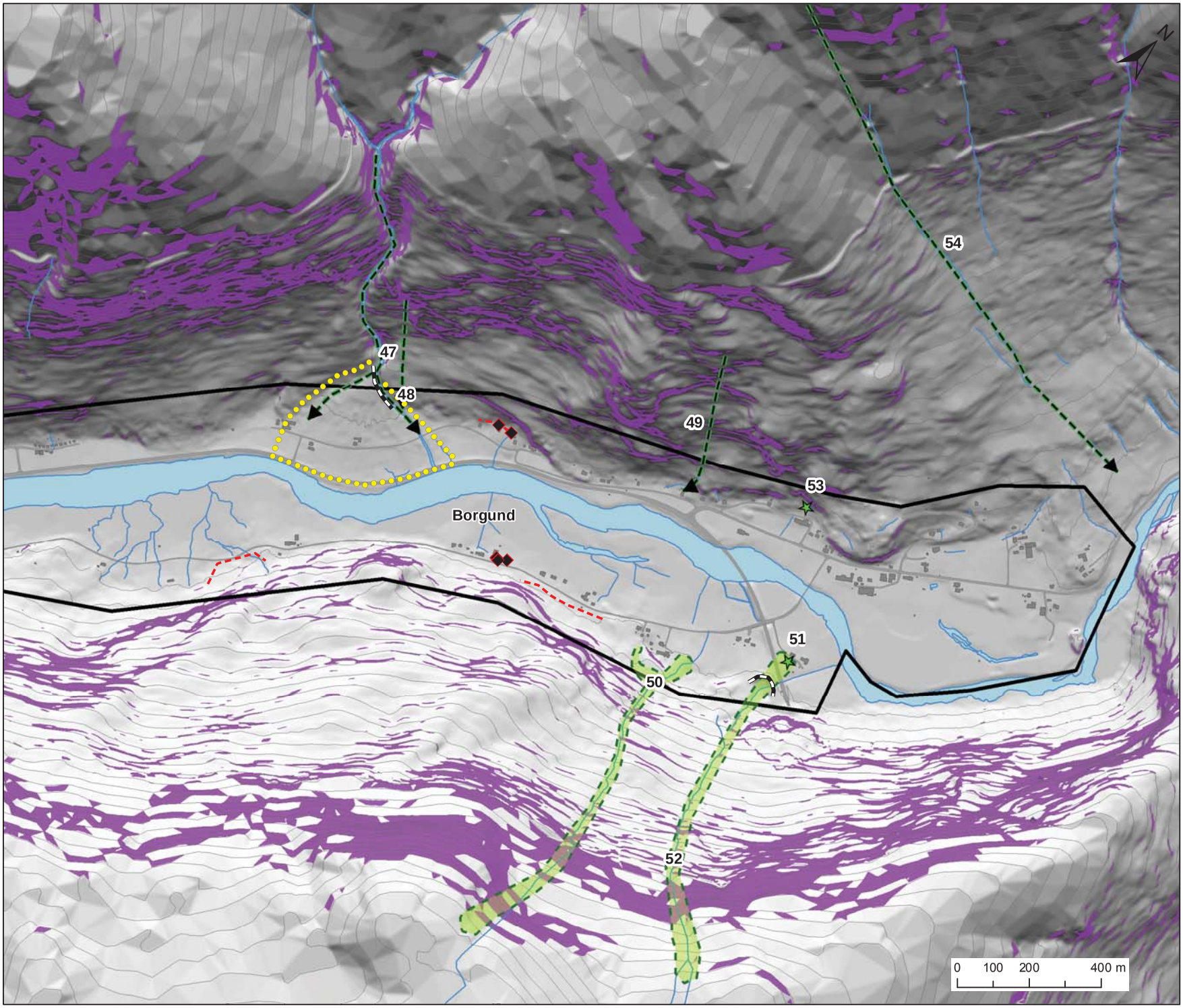
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C14 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

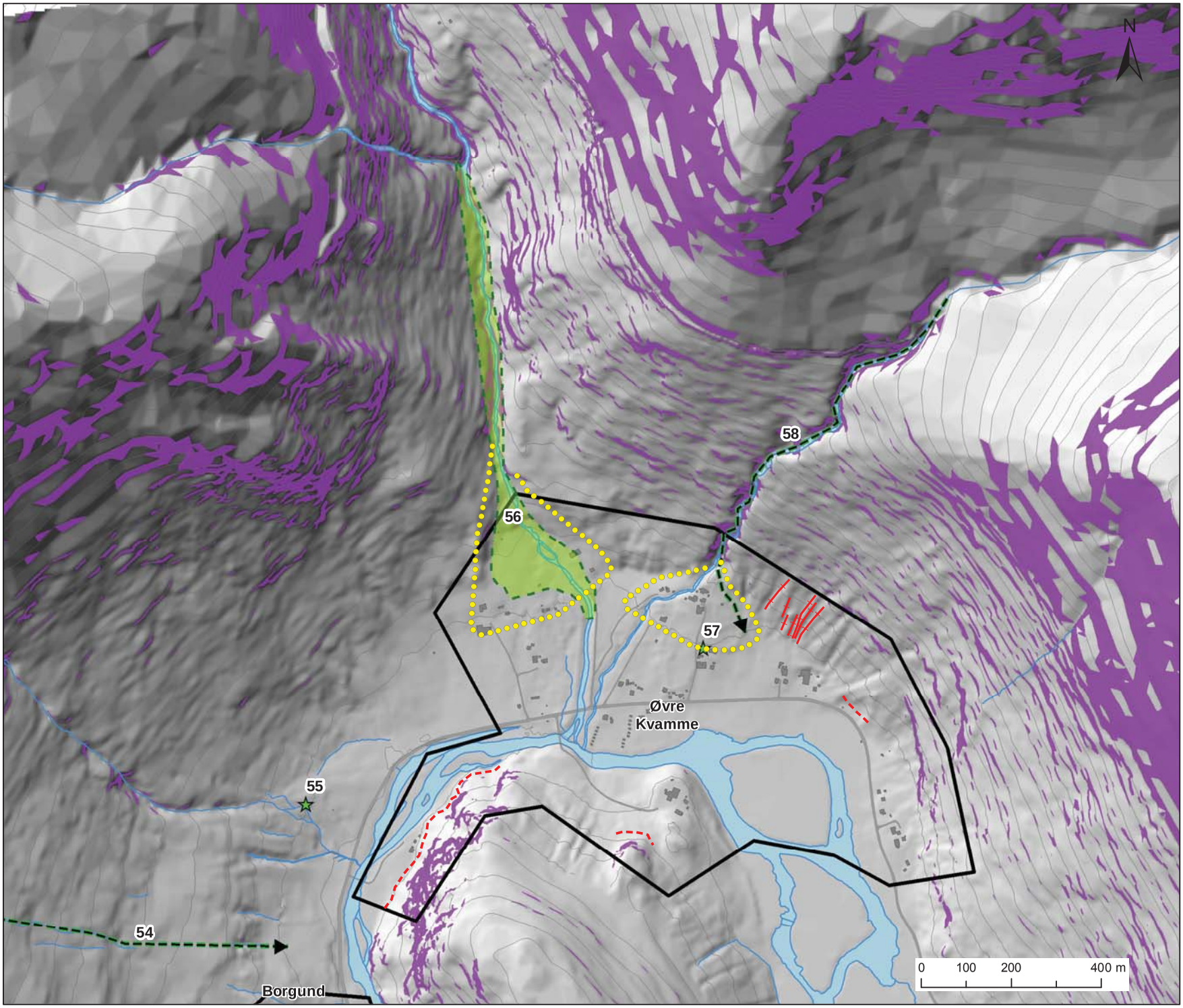
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund øst | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C15 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

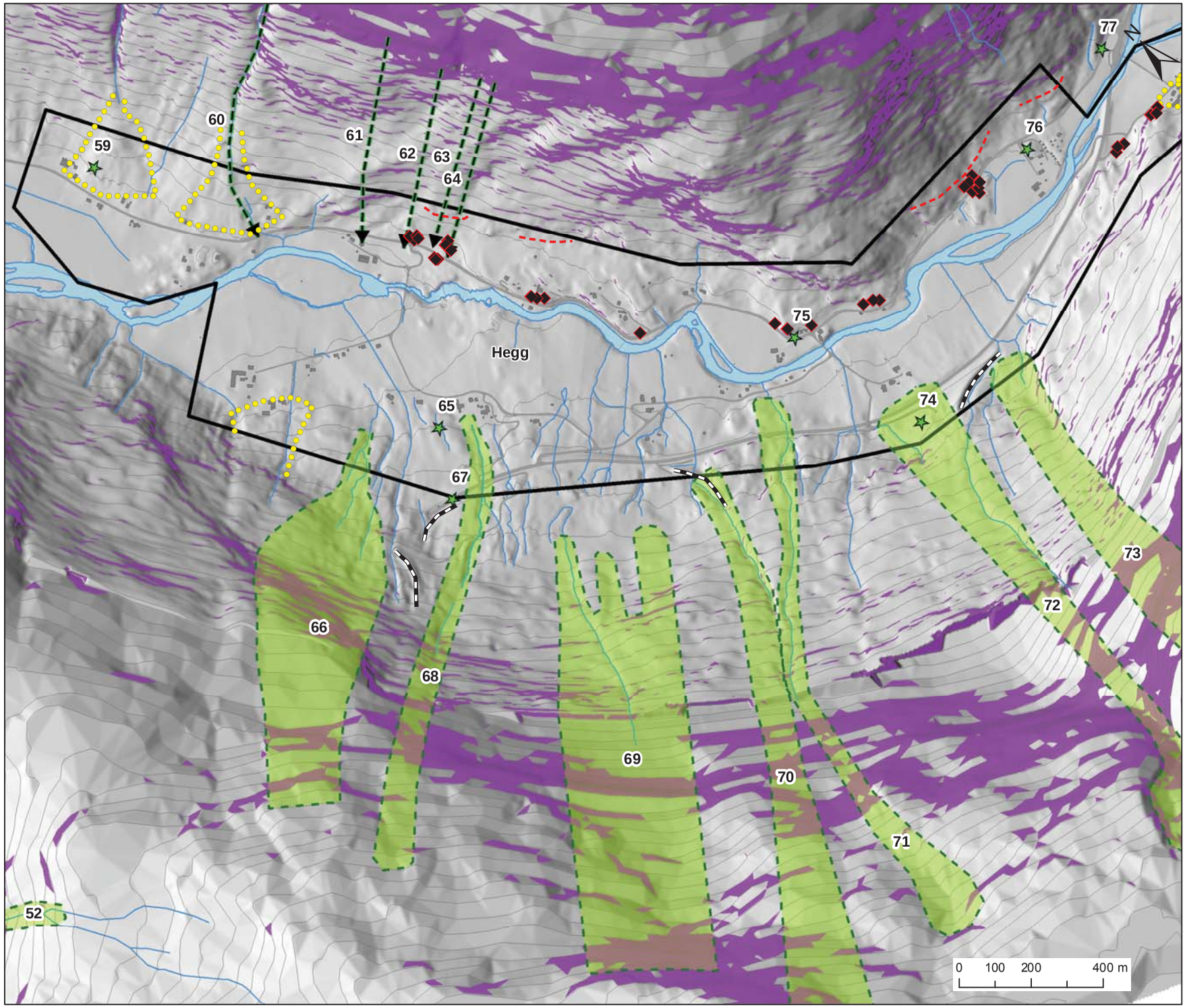
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Øvre Kvamme | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C16 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

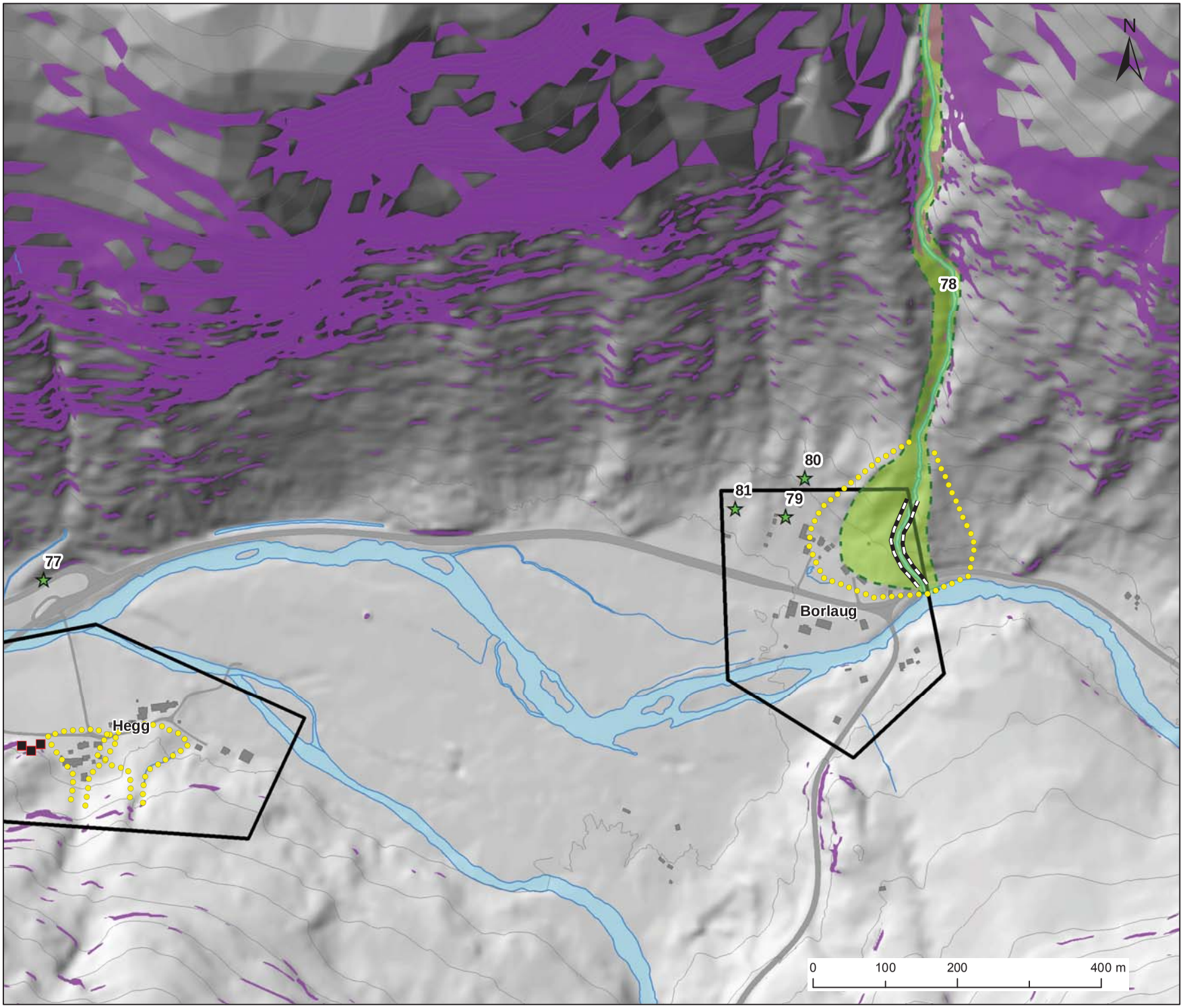
- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C17 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Kartlagt område

## Skredspor

- Skredvifte, ytterkant
- Ravine
- Skredløp
- Utbredelse ur/urfot
- Skredblokk utenfor urfot

## Tiltak

- Eksisterende

## Skredhendelser - utbredelse

- Usikker
- Noe usikker
- Delvis kjent

## Steinsprang

- Potensielle kildeområder

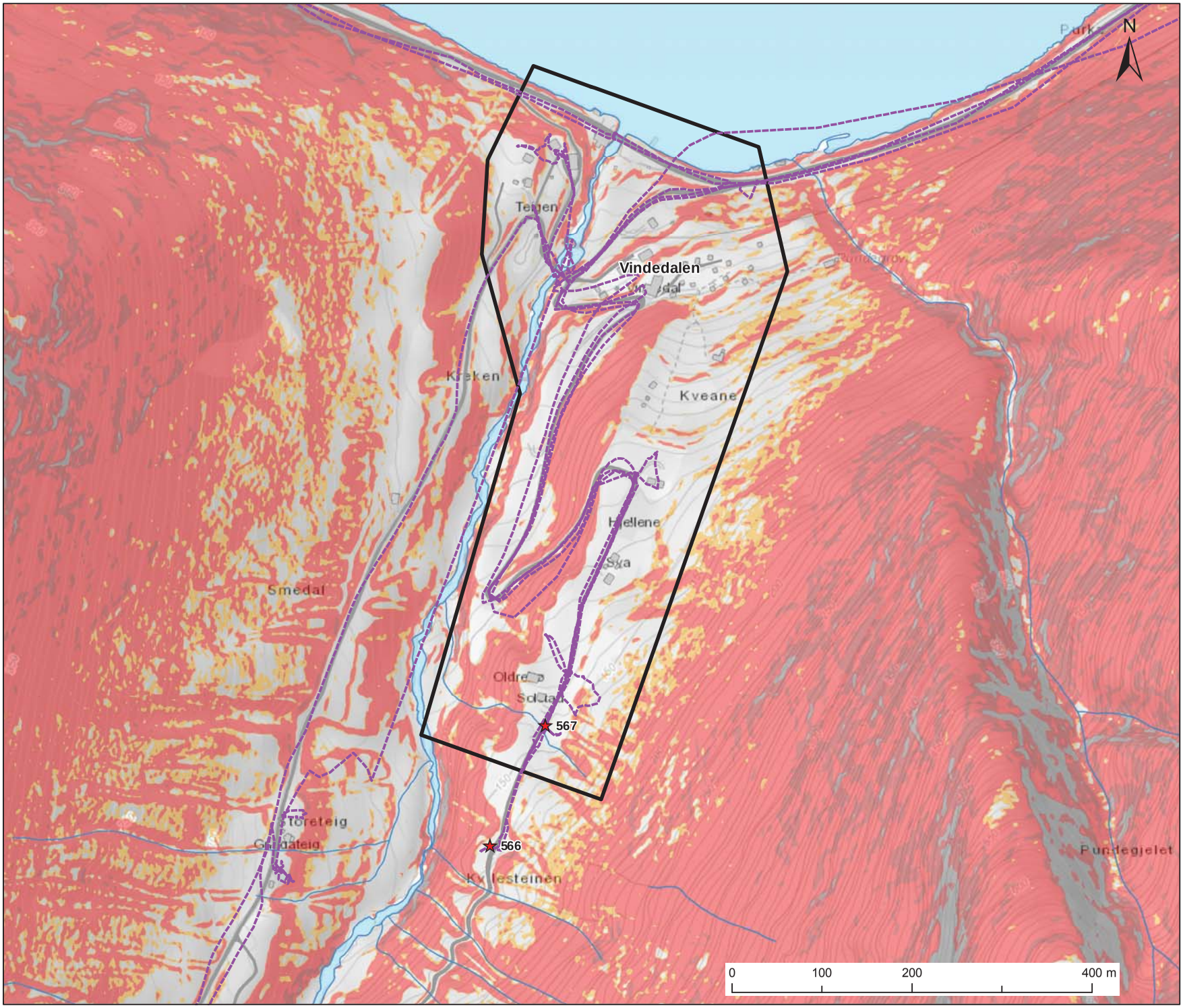
Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg/Borlaug | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. C18 |
| Registreringskart | Utført KST | Dato 2015-12-10 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |

# Vedlegg D

HELNINGSKART MED BEFARINGSRUTE
OG OBSERVASJONSPUNKTER

**Del 1: Helningskart med befaringsrute og observasjonspunkter**
**Del 2: Liste over observasjonspunkter**



## Tegnforklaring

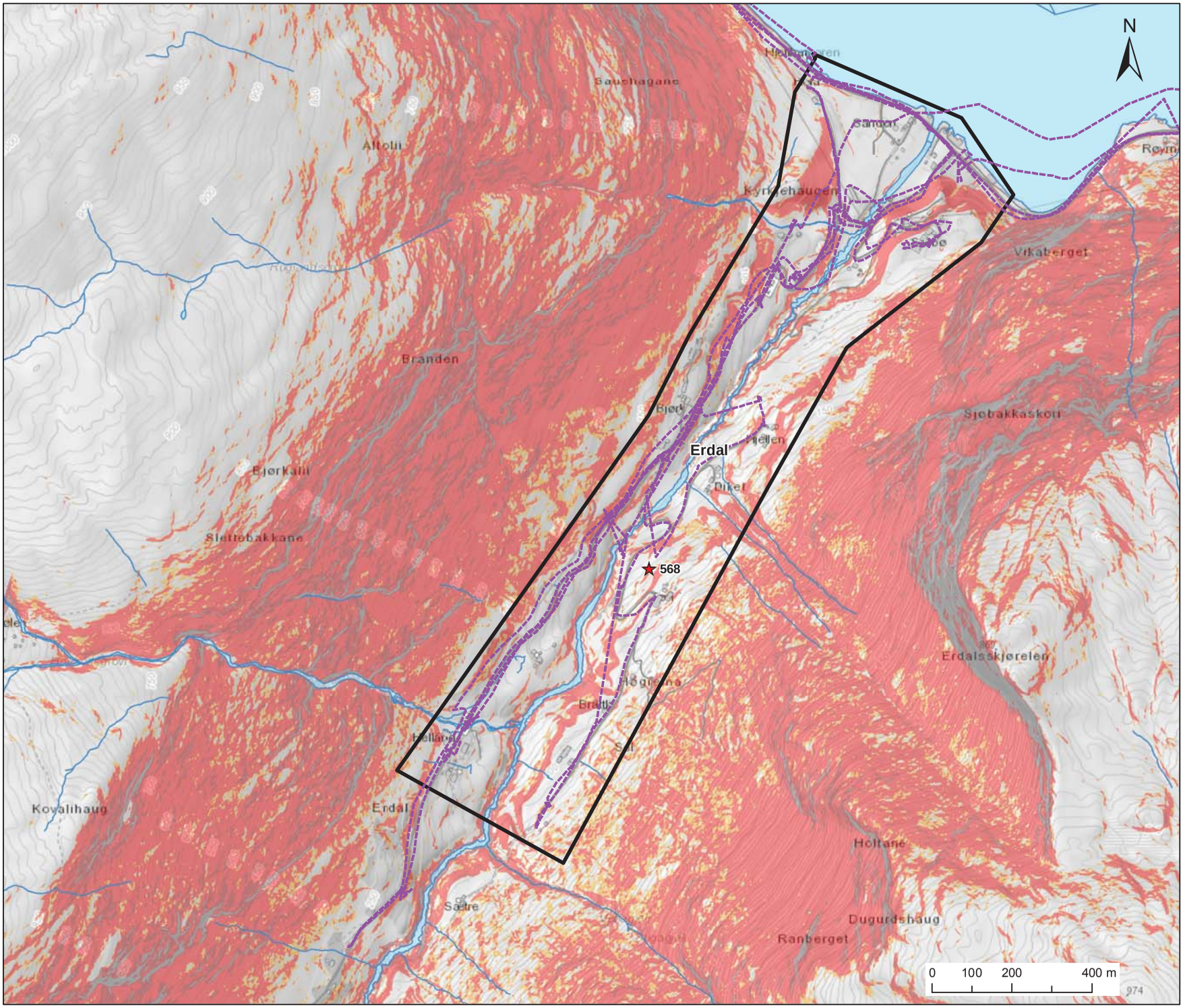
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:4 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Vindedalen | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D01 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

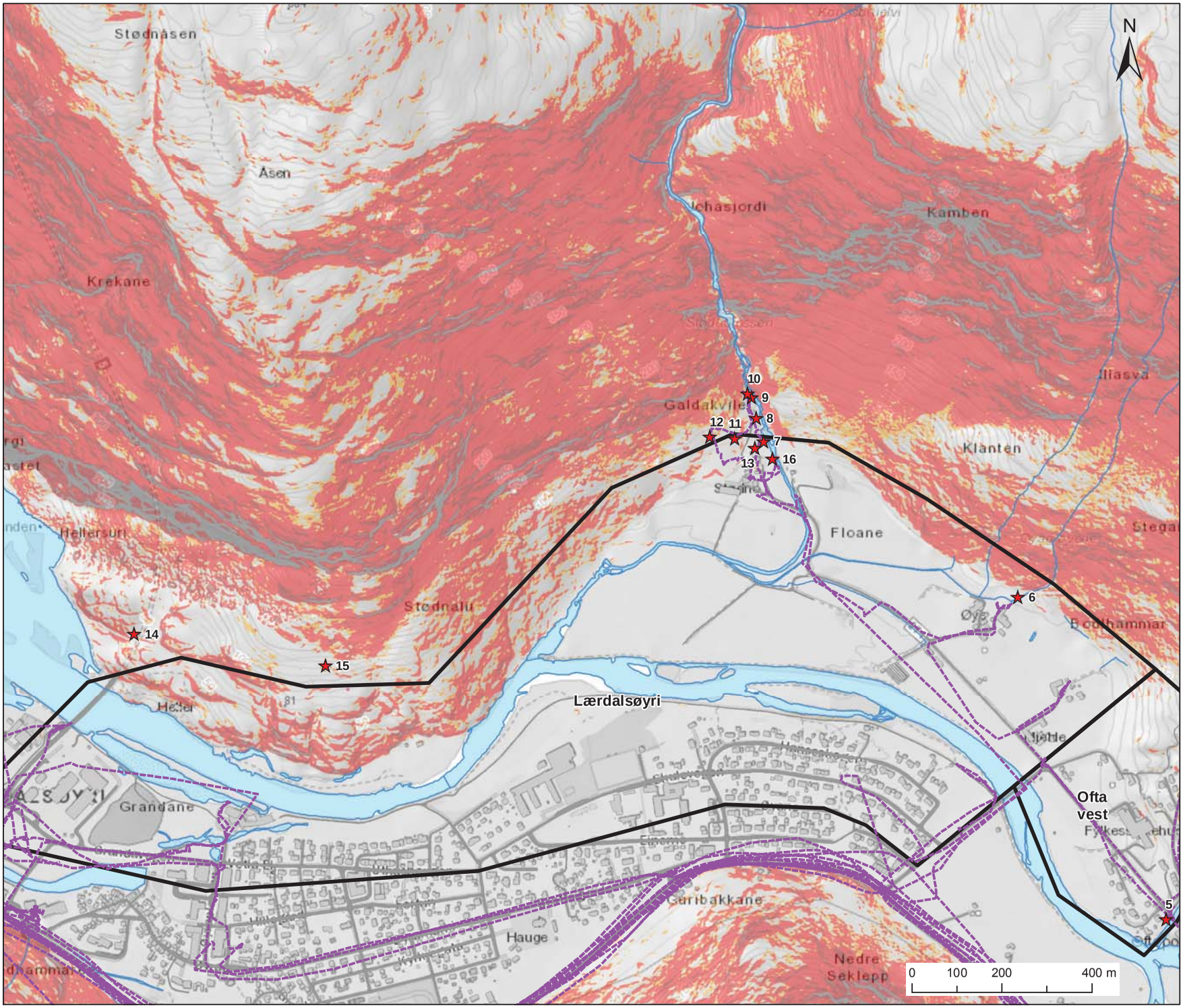
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Erdal | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D02 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

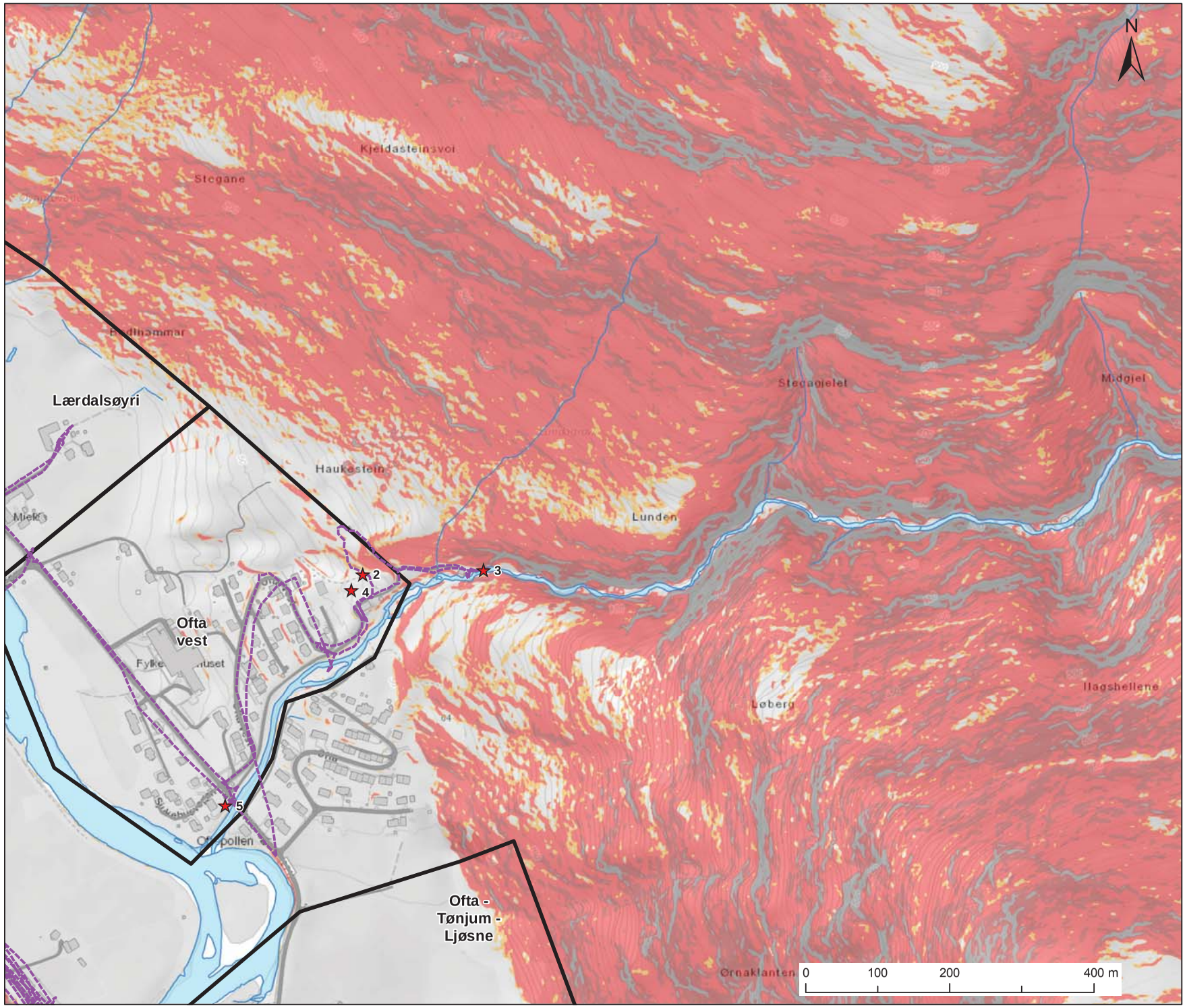
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Lærdalsøyri | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D03 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

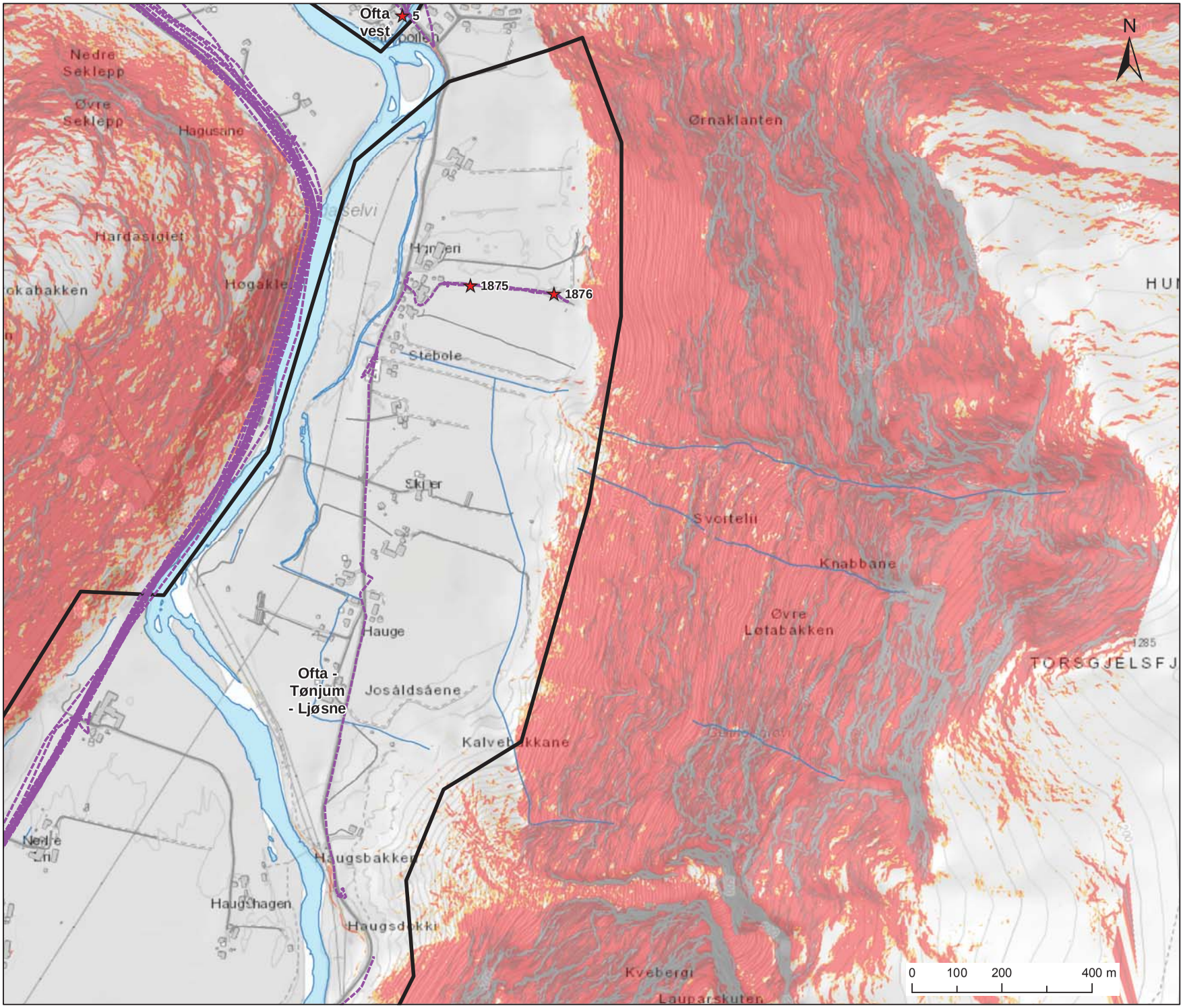
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D04 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

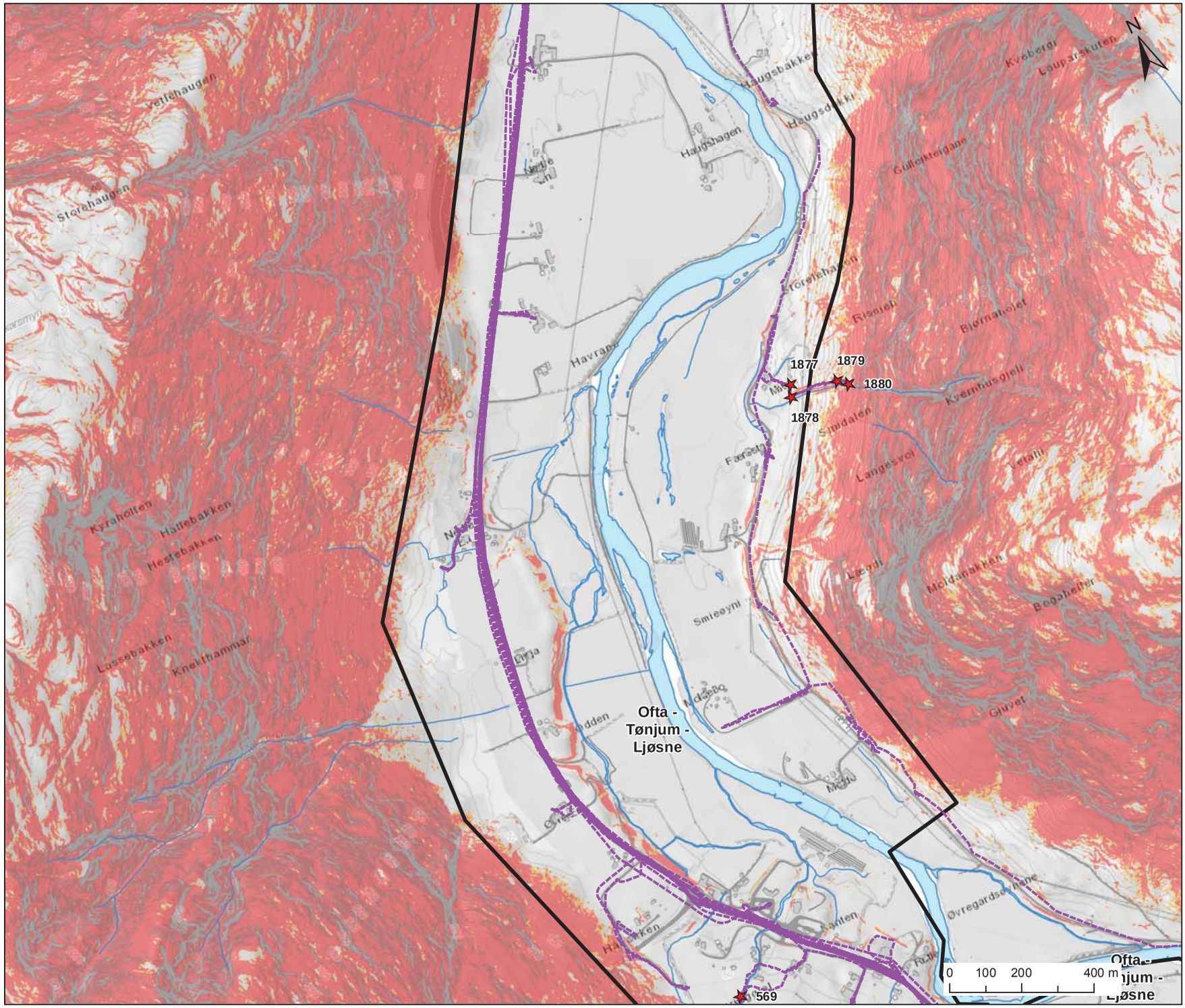
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 1 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D05 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

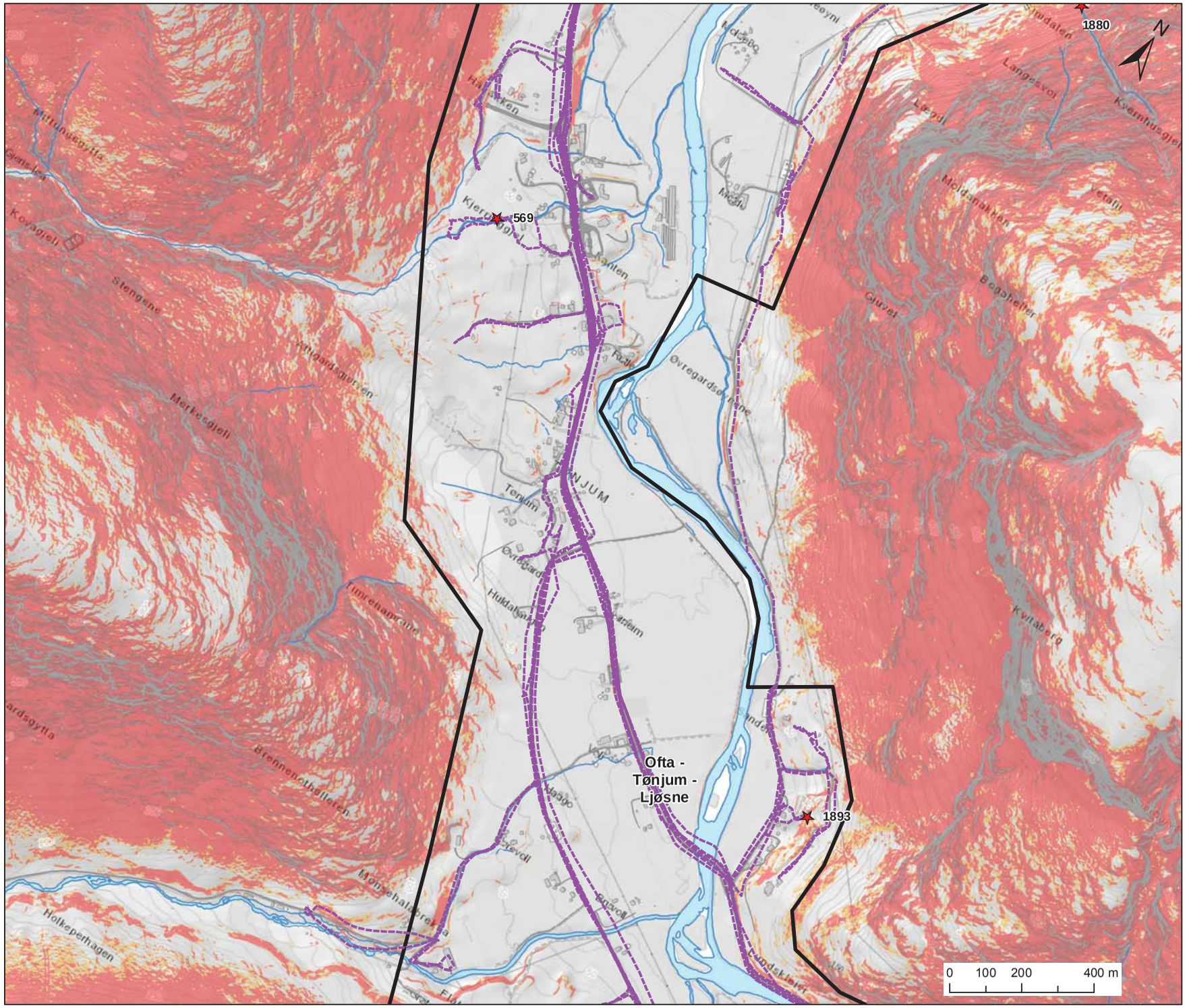
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 2 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D06 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

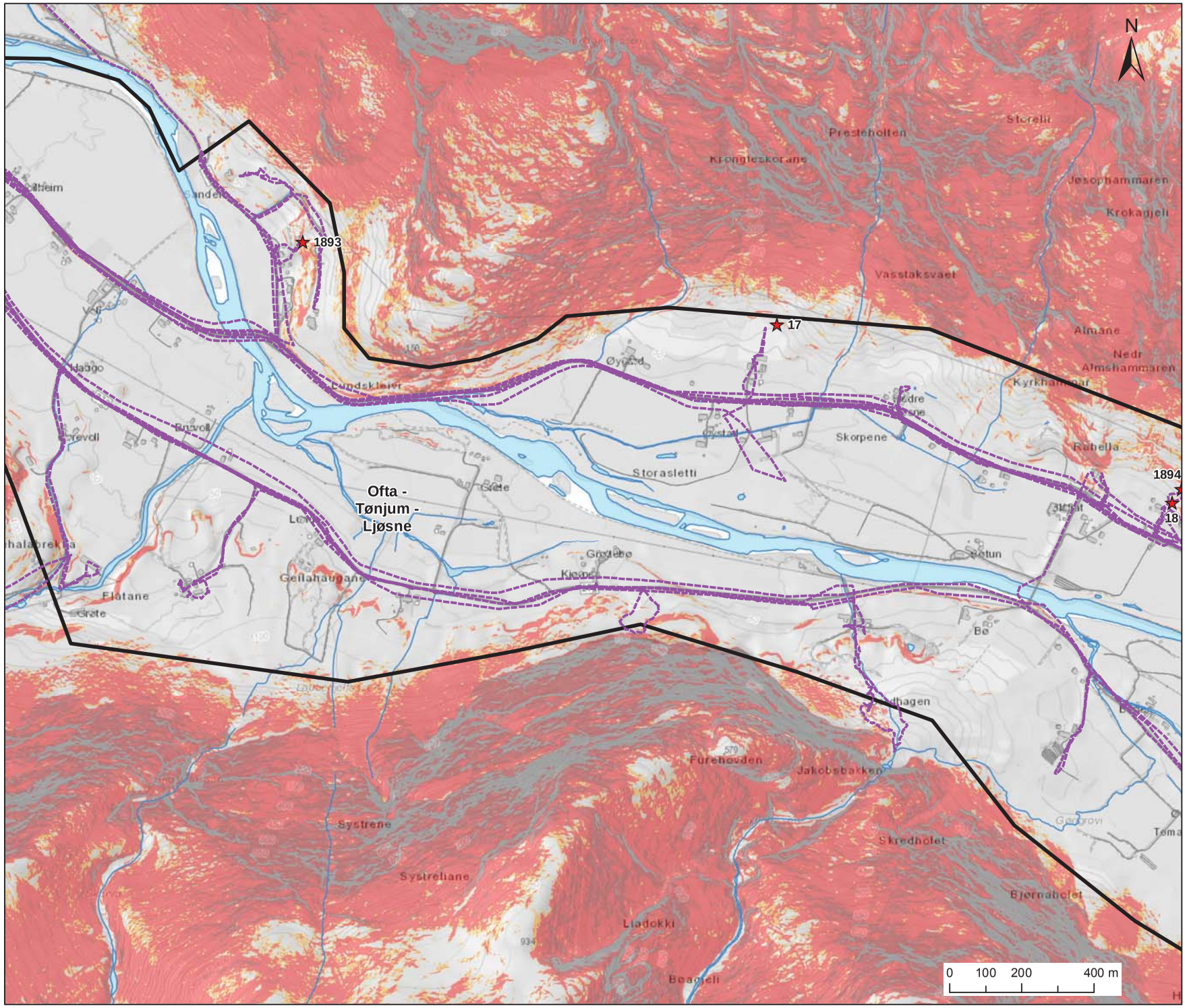
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 3 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D07 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

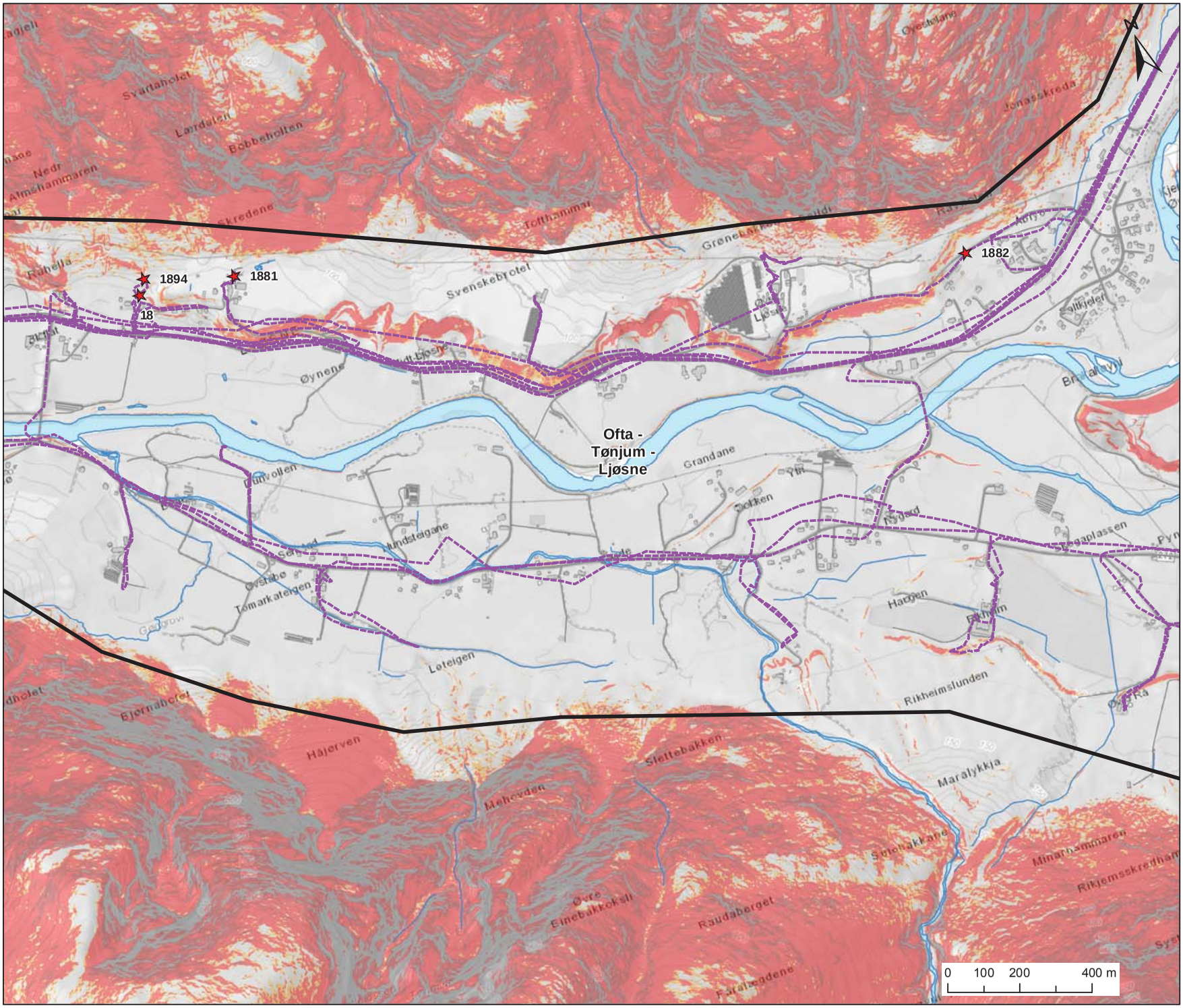
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 4 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D08 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

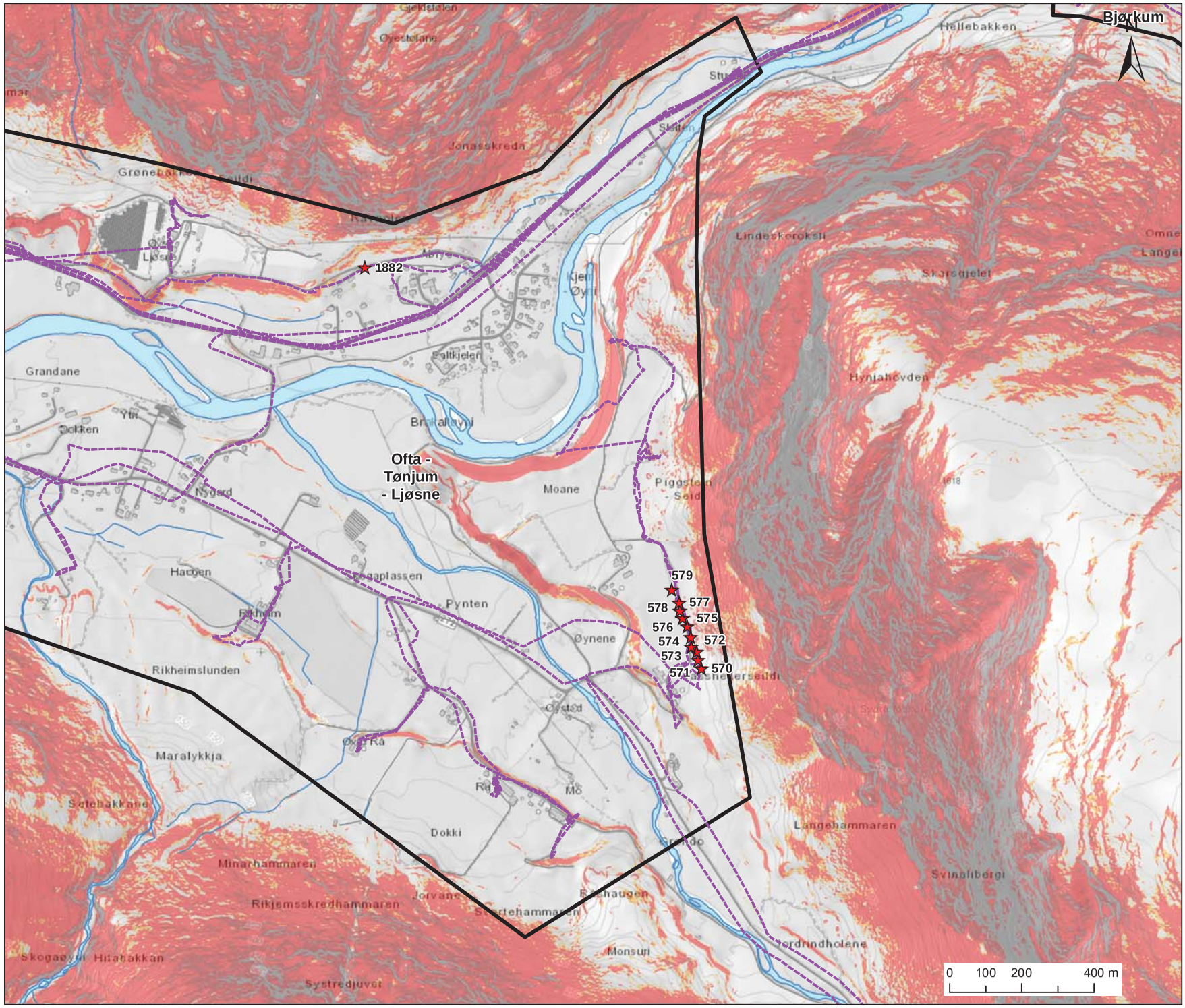
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 5 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D09 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

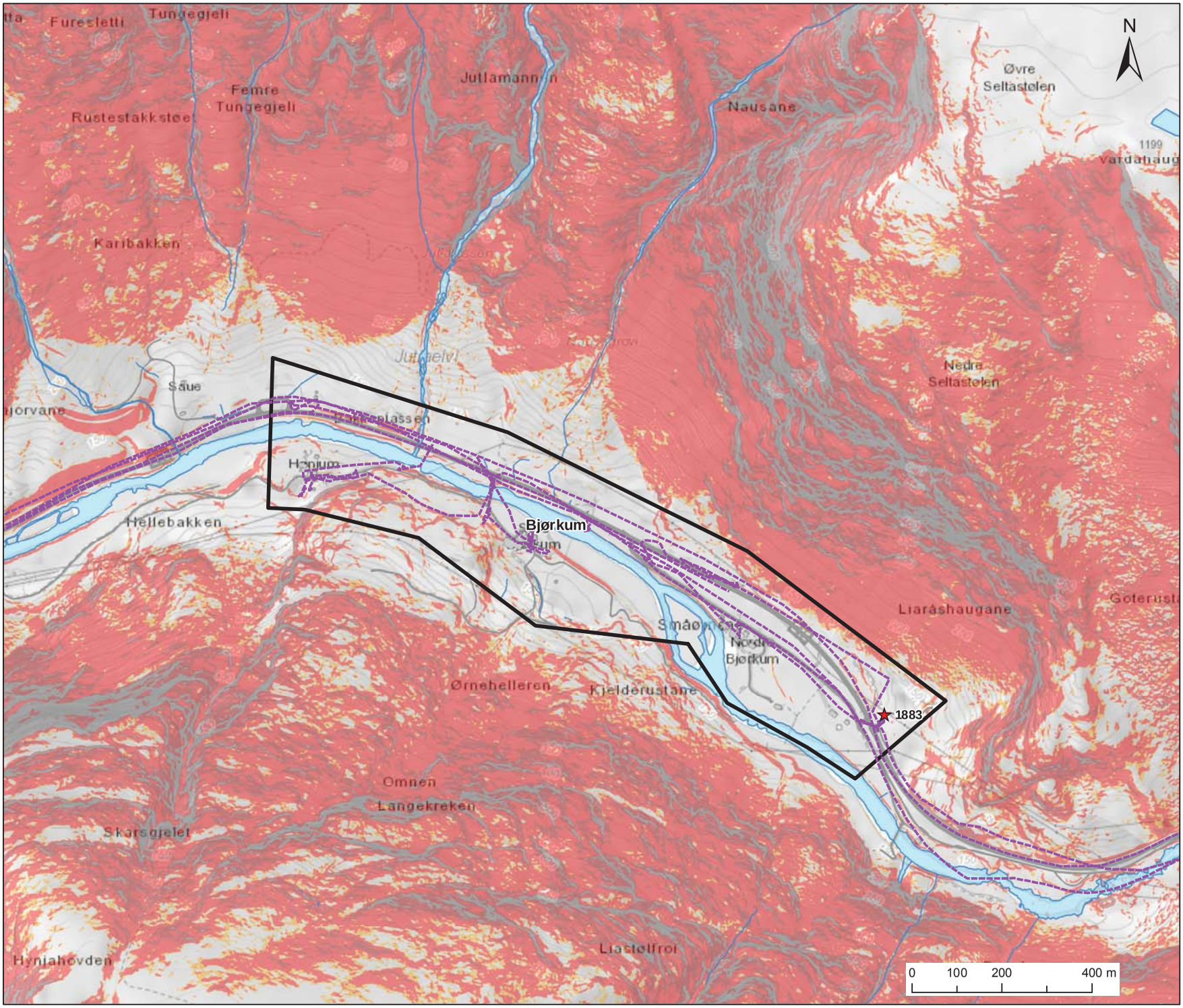
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 6 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D10 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

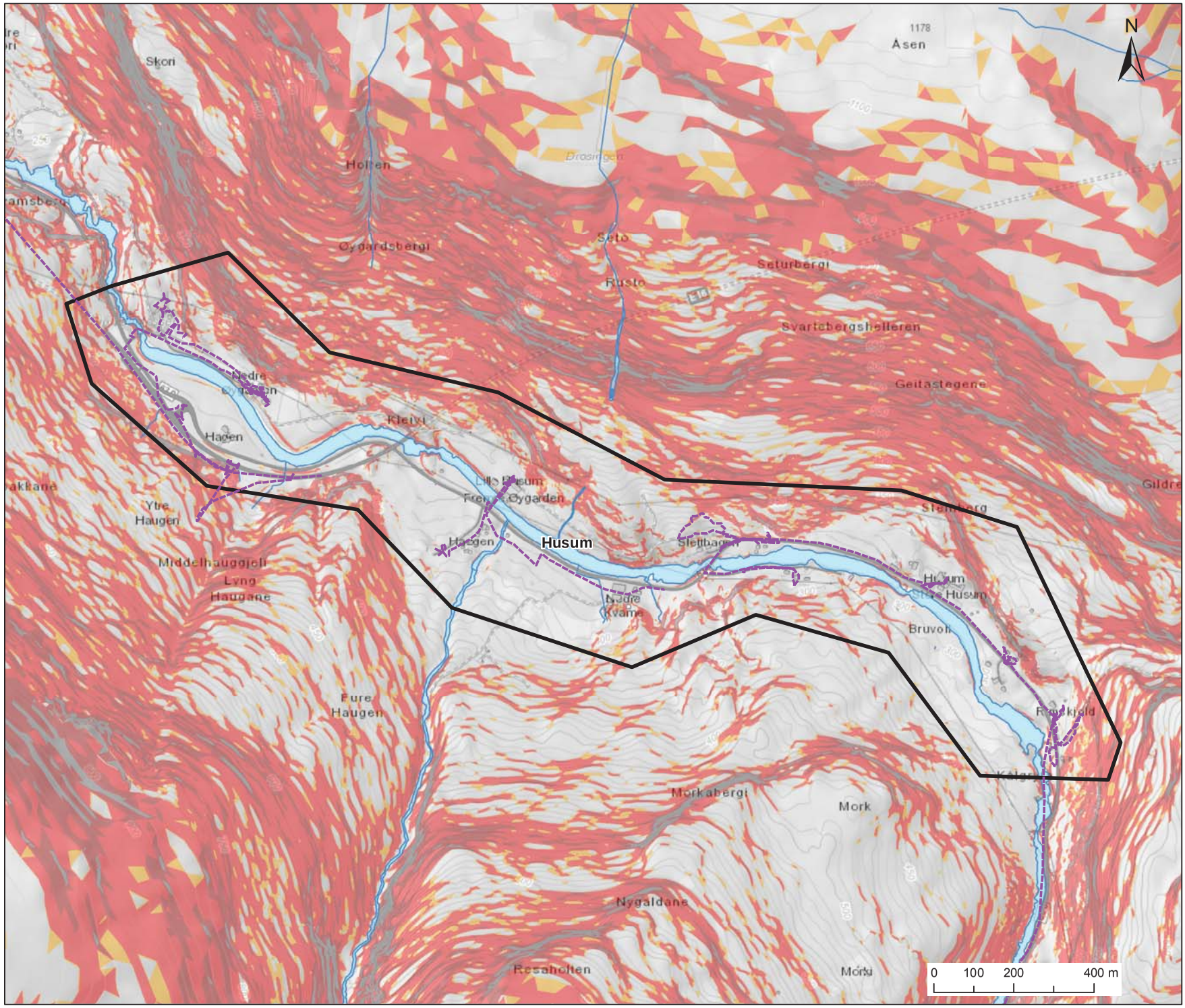
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Bjørkum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D11 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

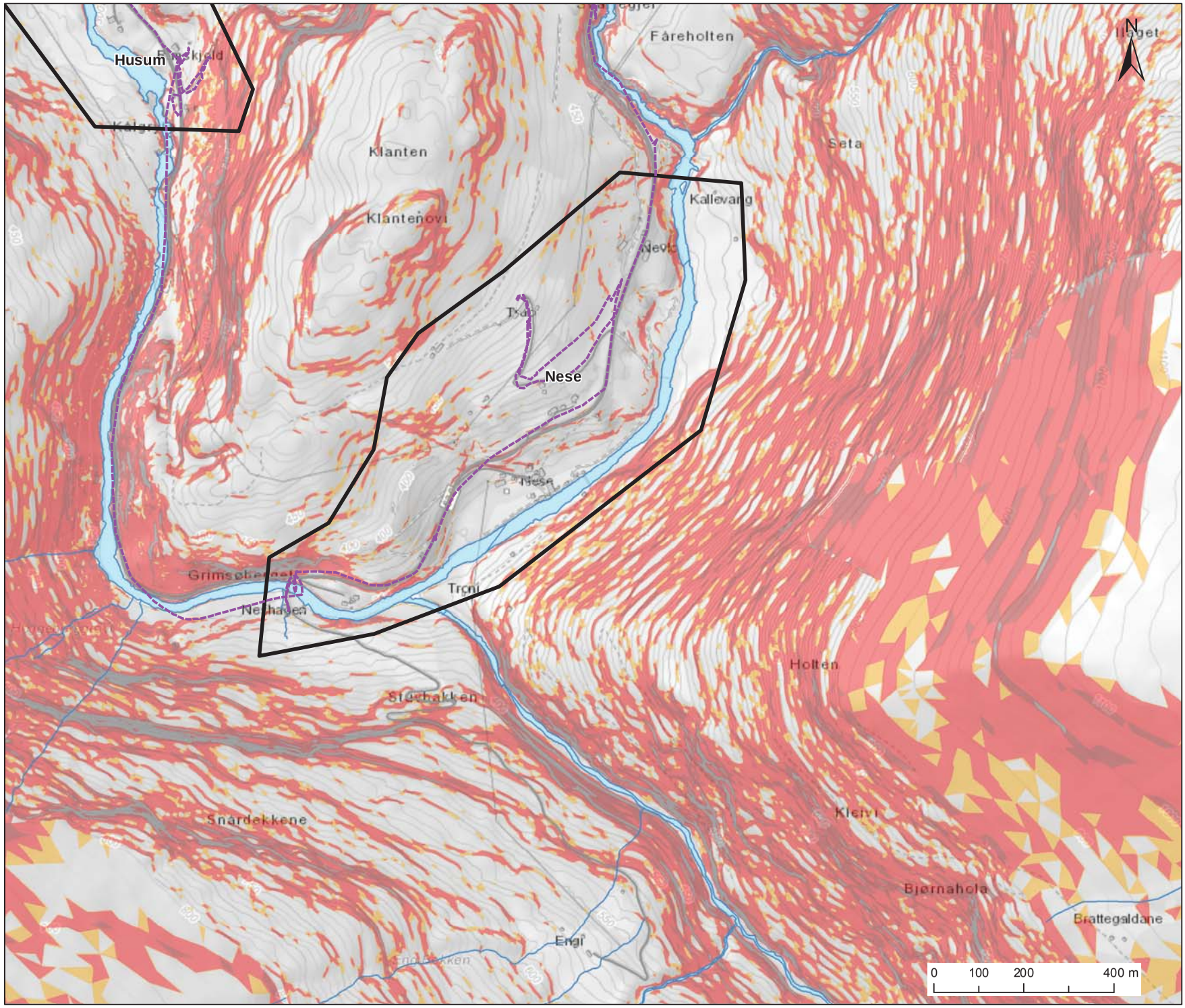
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Husum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D12 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

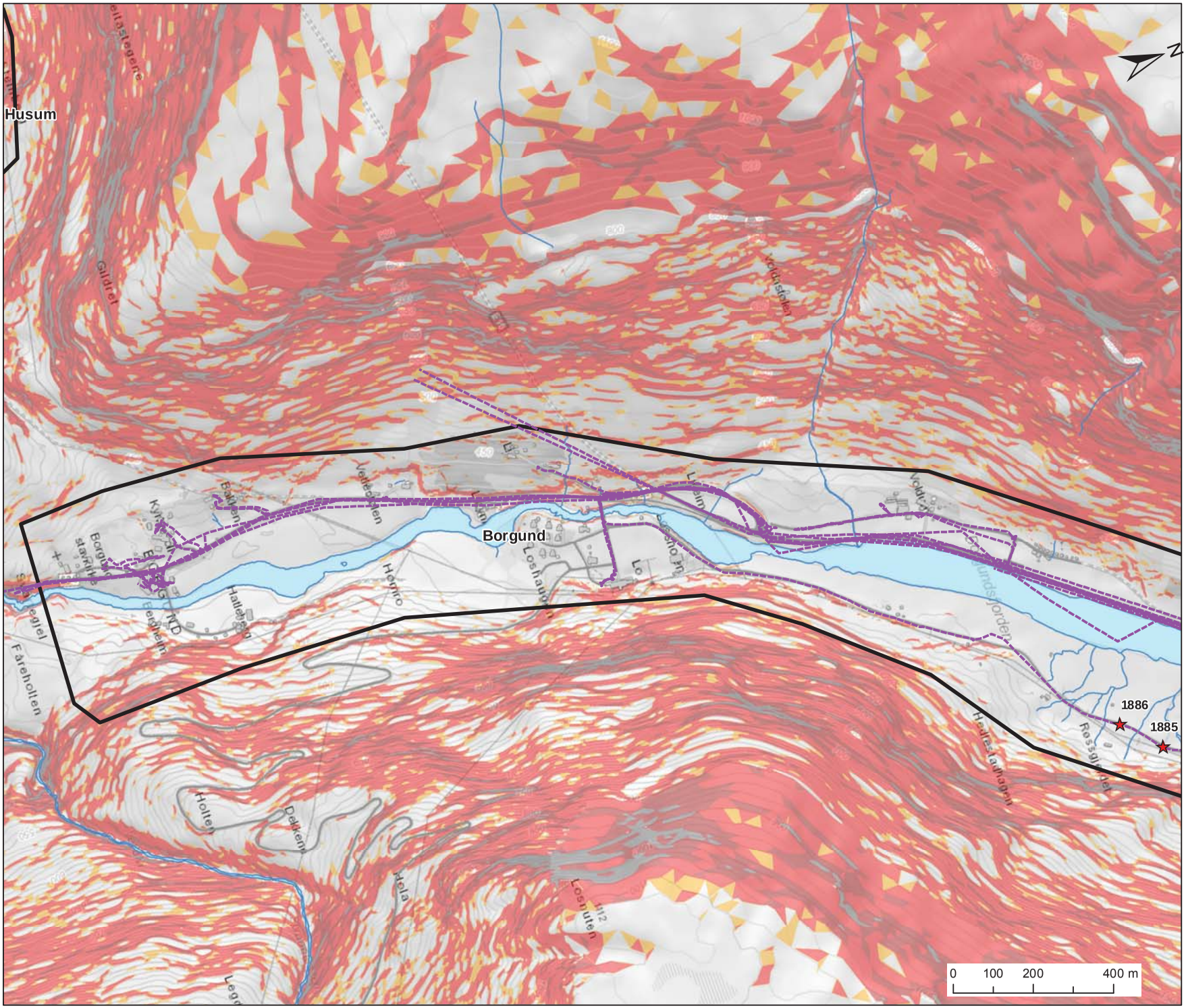
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Nese | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D13 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

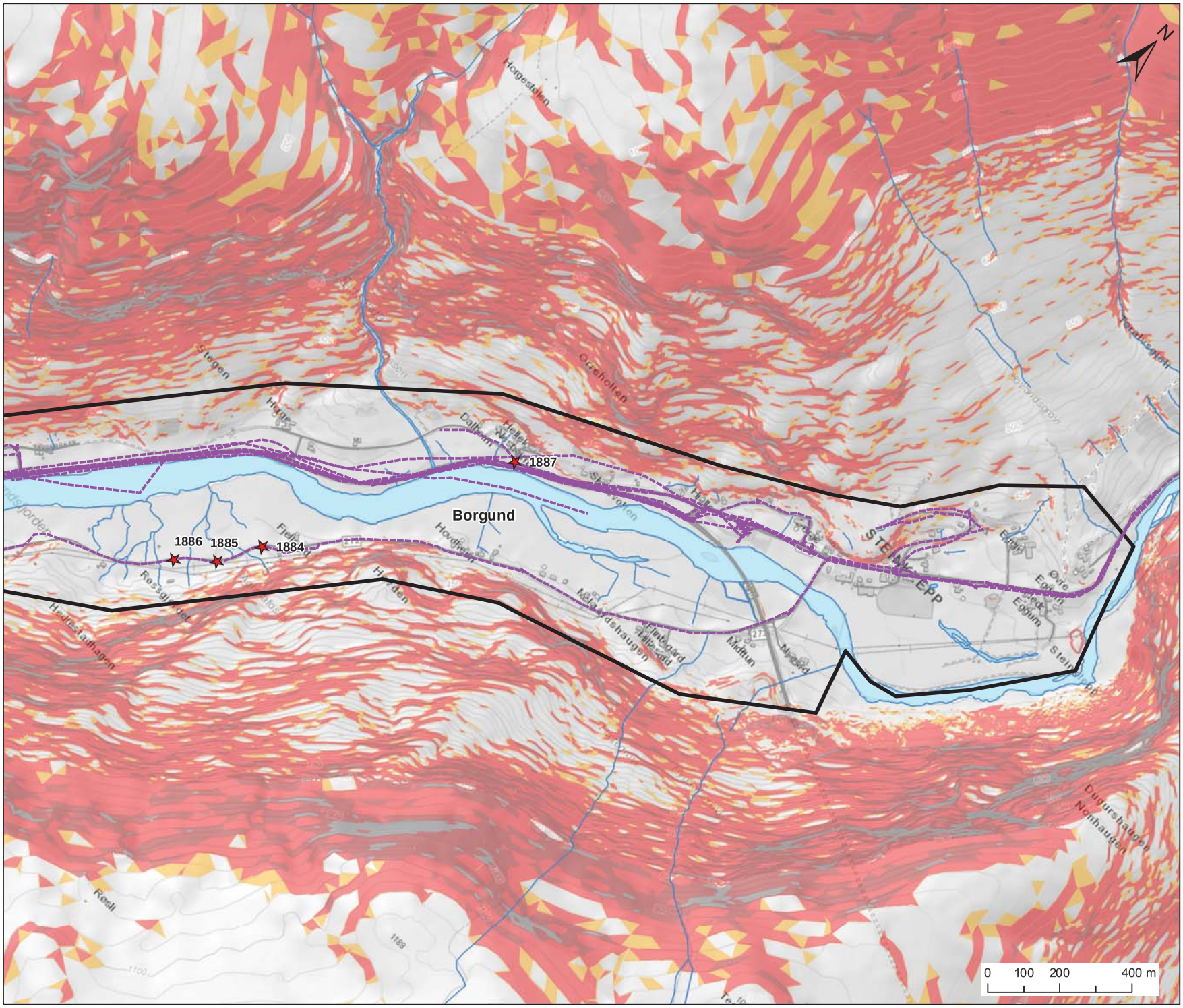
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D14 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

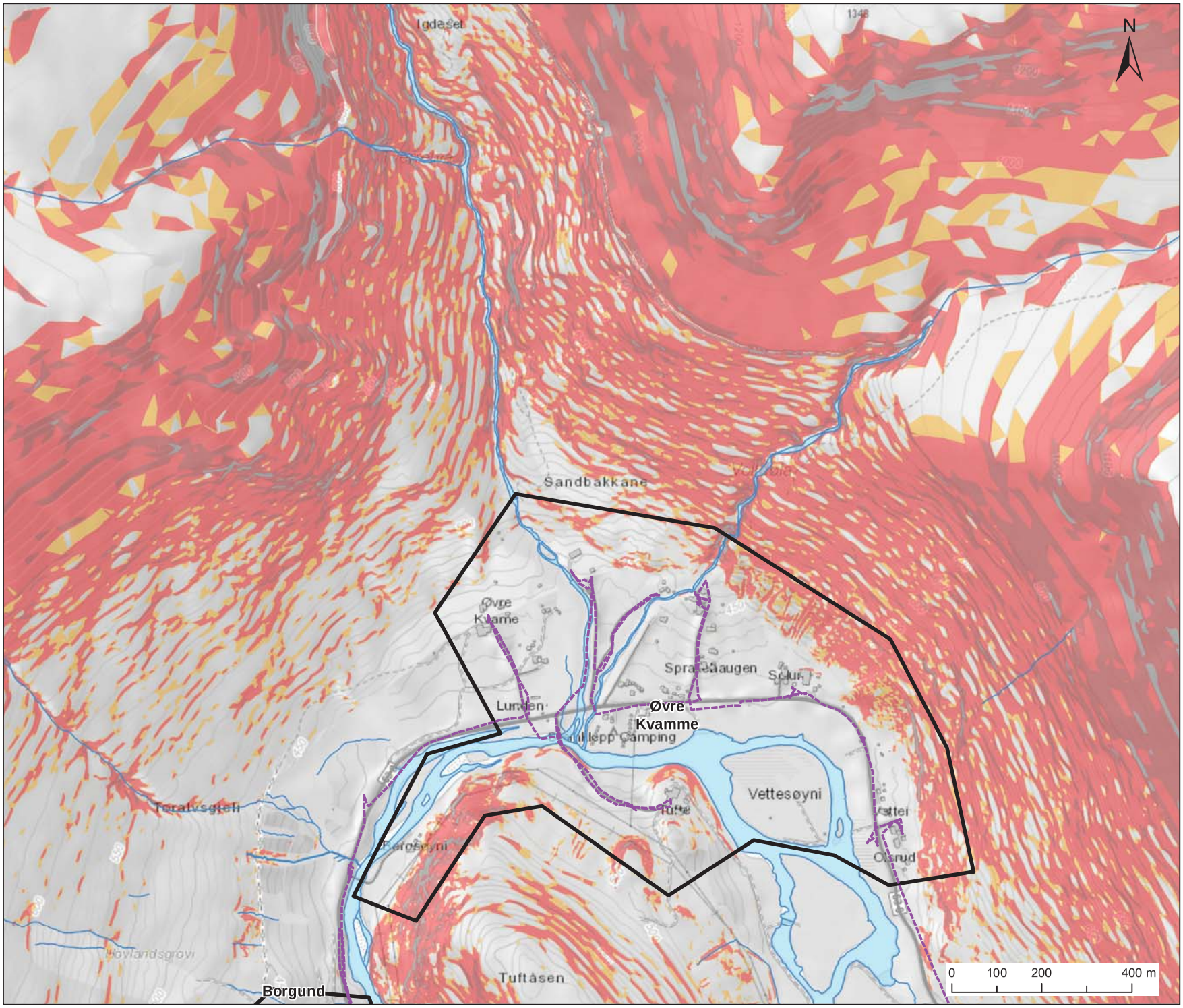
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund øst | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D15 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

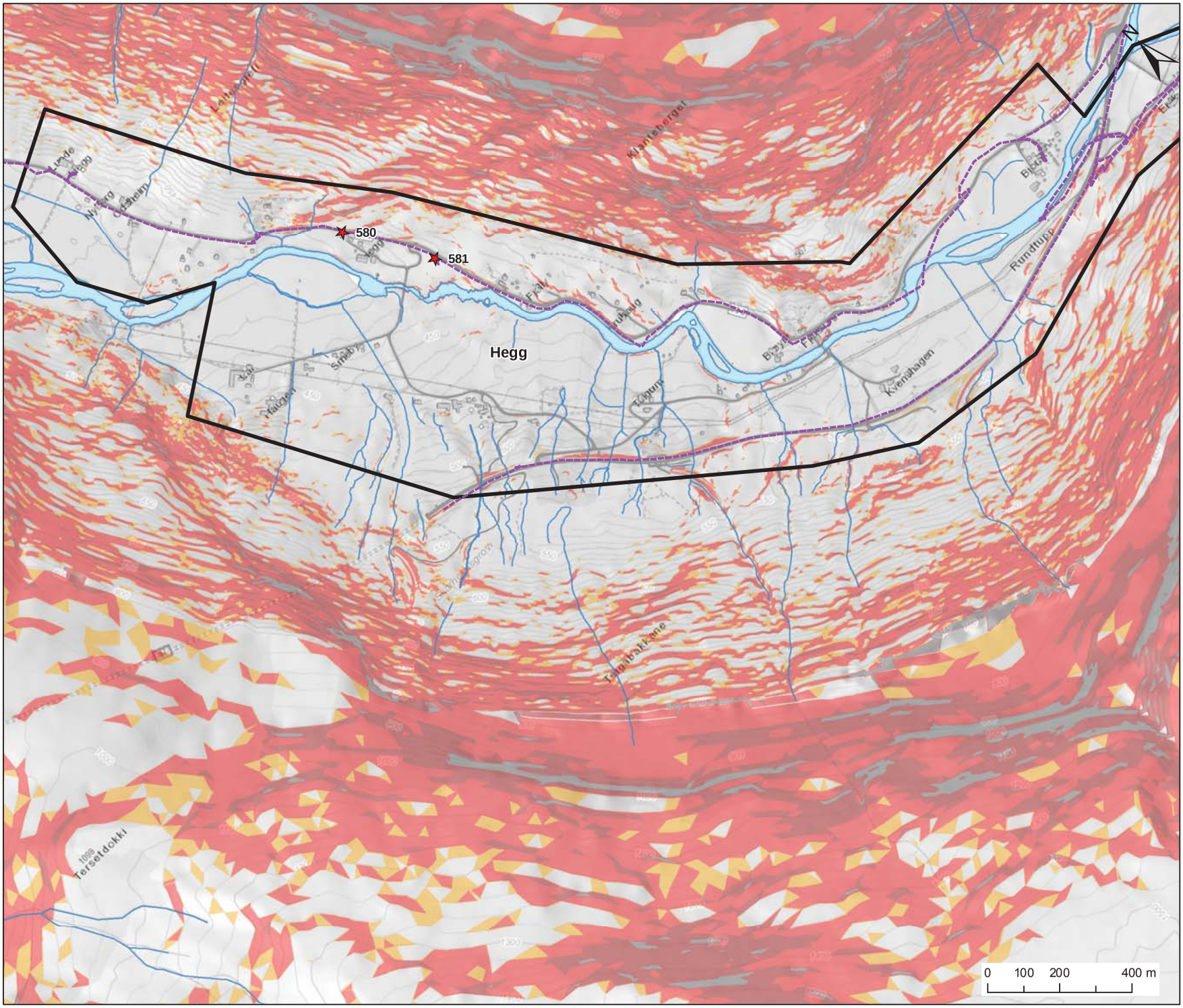
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Øvre Kvamme | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D16 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

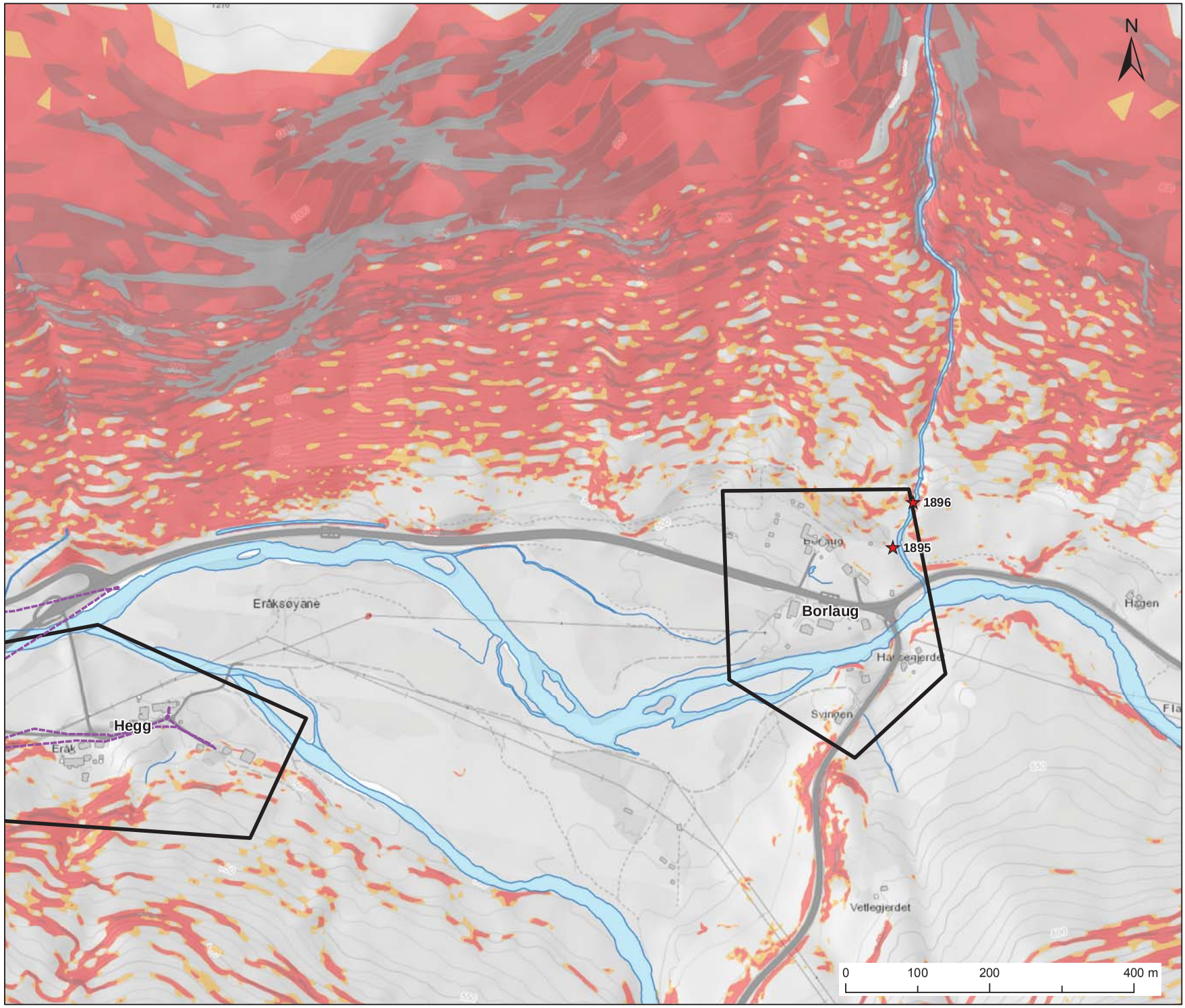
**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D17 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

**Kartlagt område**

**Helning**

- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°
- Observasjonspunkt
- Befaringsspor

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg/Borlaug | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. D18 |
| Helningskart og befaringer | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |

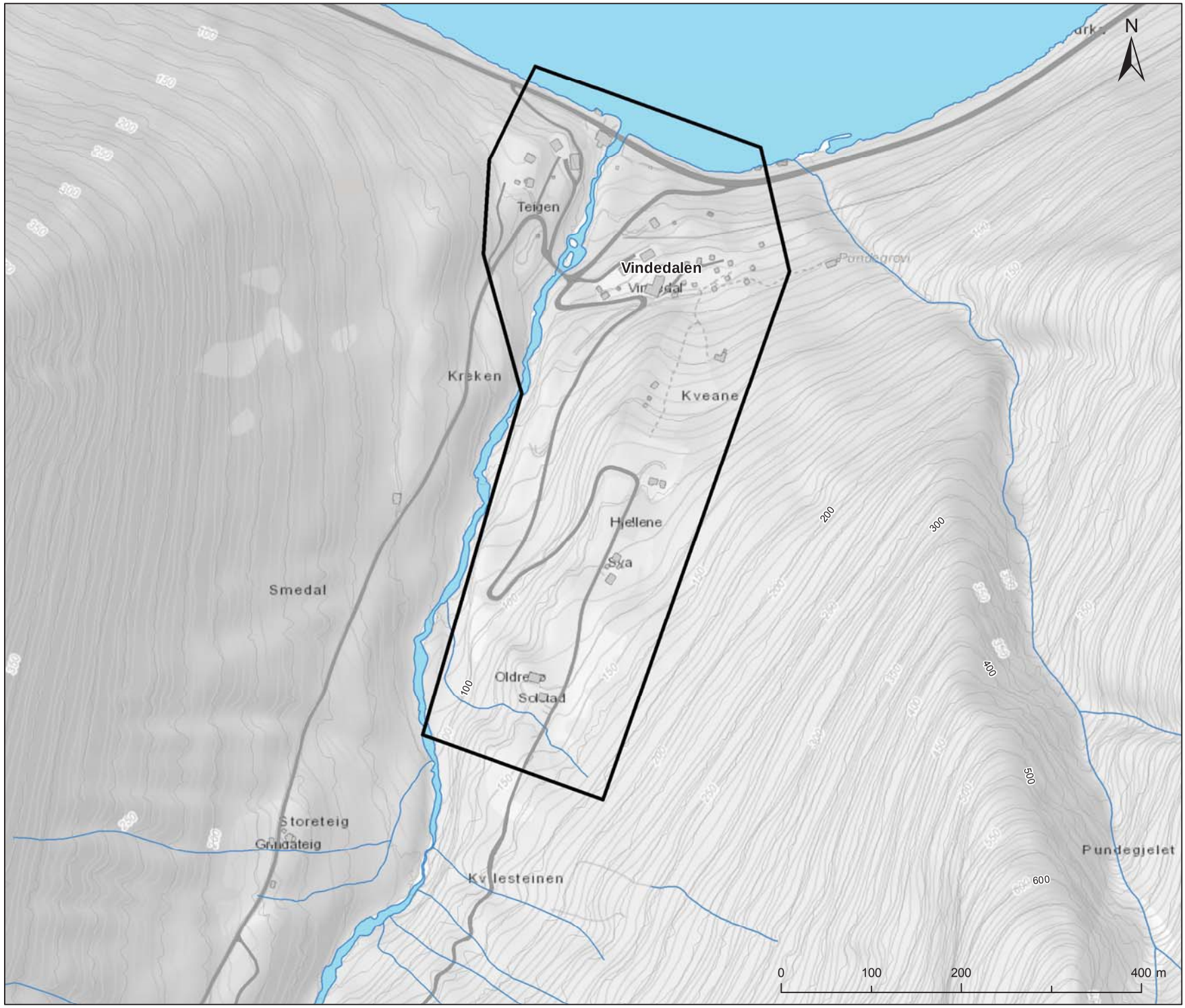
| Område | Kart nr. | Punkt | Observasjon |
|---|---|---|---|
| Vindedalen | D01 | 566 | Utenfor området, men flomskredspor |
| | | 567 | Flomskred i bekk, enkelte blokker nær bekk |
| Erdal | D02 | 568 | Blokker på jordet |
| Lærdalsøyri | D03 | 6 | Massebasseng - maks 100 år |
| | | 7 | Overløp til kvernkanal |
| | | 8 | Tiltak - mur |
| | | 9 | Mur - OK overhøyde |
| | | 10 | Topp vifte |
| | | 11 | Blokker |
| | | 12 | 15-20 blokker i dette området i skogen |
| | | 13 | Jordskred ca. 1850, storflom sist ca. 1936, hvert 100 år demmer fossen i gjelet |
| | | 14 | Stor ur ovenfor tunnelportal |
| | | 15 | Mjølkeflata |
| | | 16 | Stein 4 m3 fra i våres, kom over elva, ingen tegn til far |
| | | 2 | Vifte 5000? |
| | | 3 | Sikkerhet til vifte = sikkerhet til anlegg, ca. 2 m mur, 4 m bredde overløp? |
| | | 4 | Kanaler i øvre del |
| | | 5 | Ca. 1 m klaring under bru, 8 m mellom stolperekkverk bru |
| Ofta - Tønjum - Ljøsne | D05 | 1875 | Steinskred 2009 løsnet i fjellsiden over |
| | | 1876 | 3 blokker langs jordekant til venstre |
| | D06 | 1877 | Ende voll - tvers |
| | | 1878 | Skred på øverside ferskt - store blokker nært veg |
| | | 1879 | Splitt - øvre voll |
| | | 1880 | Topp vifte |
| | D07 | 569 | Forbygning langs gjelet - mulig for liten dimensjon for større hendelser på viften |
| | | 1893 | 4 - 5 blokker |
| | D08 | 17 | Blokker |
| | D09 | 18 | Bekk i rør |
| | | 1894 | Skredblokk |
| | | 1881 | 45° til topp fjellside |
| | | 1882 | Kulestein - kant terrasse |
| | D10 | 570 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 571 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 572 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 573 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 574 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 575 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 576 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 577 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 578 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| | | 579 | 10m$^3$ blokker - utbredelse av hendelser |
| Bjørkum | D12 | 1883 | Voll mot steinsprang |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Borgund | D16 | 1886 | Blokk |
| | | 1885 | Slutt ur |
| | | 1884 | Start ur - overraskende stor ur etter fjellsiden å dømme… |
| | | 1887 | Ur og skredblokker bak husa |
| Hegg | D19 | 580 | Store blokker fra tidligere steinskredhendelse |
| | | 581 | Støre blokker fra tidligere steinskredhendelse |
| Borlaug | D20 | 1895 | Forbygning - maks 1 m overhøyde ved befaring |
| | | 1896 | Øvre forbygning - lav |

# Vedlegg E

MODELLERINGSRESULTATER

**Resultater fra Rockyfor3D, RAMMS og Alfa-beta (eksempler)**



## Tegnforklaring

**Rekkevidde steinsprang**

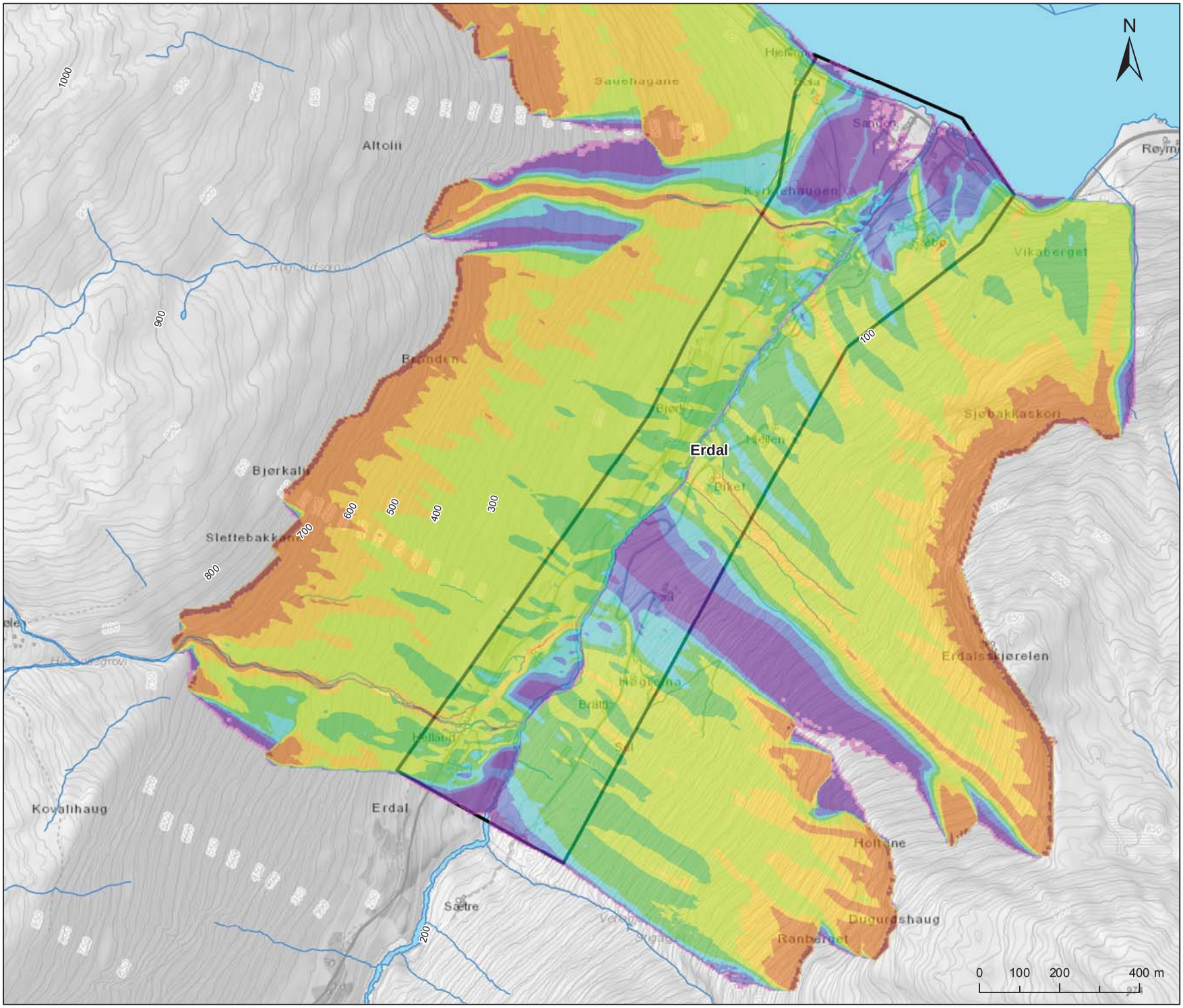
**(Sannsynlighet i %)**

- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

**Kartlagt område**

Målestokk (A3): 1:4 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Vindedalen | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E01 |
| Modellkjøring steinsprang, RockyFor3D | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Rekkevidde steinsprang

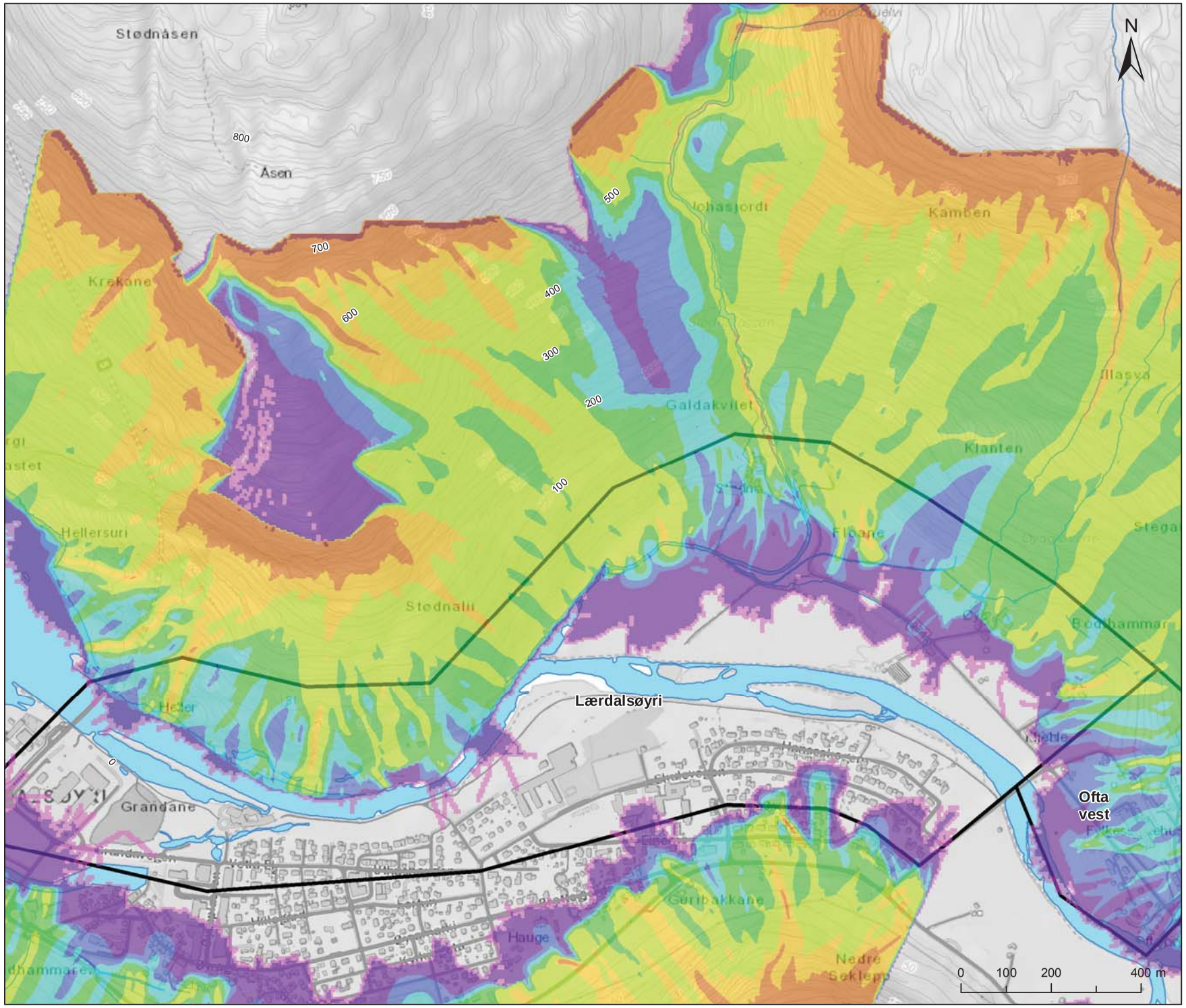
**(Sannsynlighet i %)**

- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

## Kartlagt område

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Erdal | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E02 |
| Modellkjøring steinsprang, RockyFor3D | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Rekkevidde steinsprang

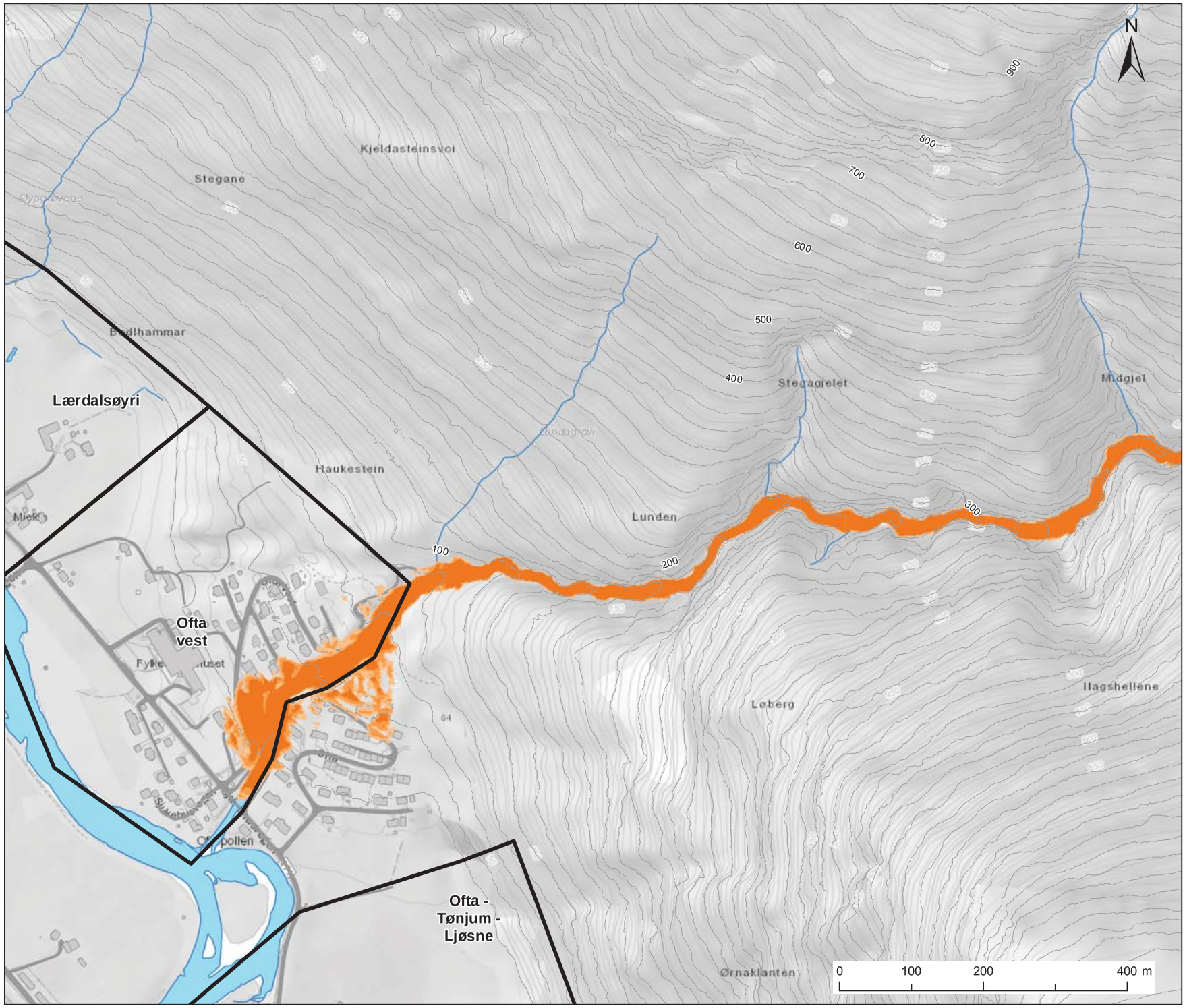
**(Sannsynlighet i %)**

- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

## Kartlagt område

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Lærdalsøyri | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E03 |
| Modellkjøring steinsprang, RockyFor3D | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

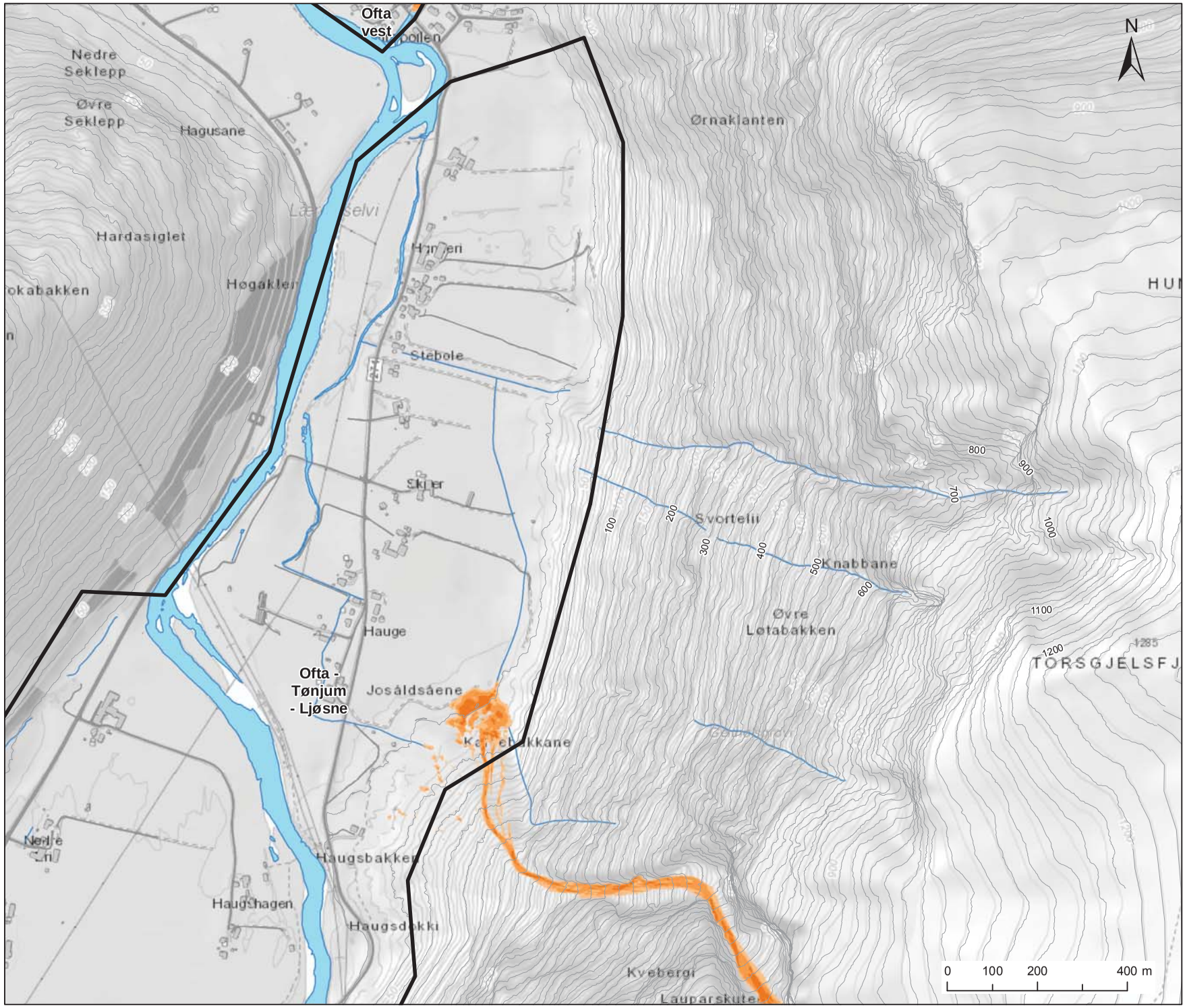
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E04 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

**Kartlagt område**

**RAMMS: Snøskred**

**Flytehøyde (m)**

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

**RAMMS: Flom-/sørpeskred**

**Flytehøyde (m)**

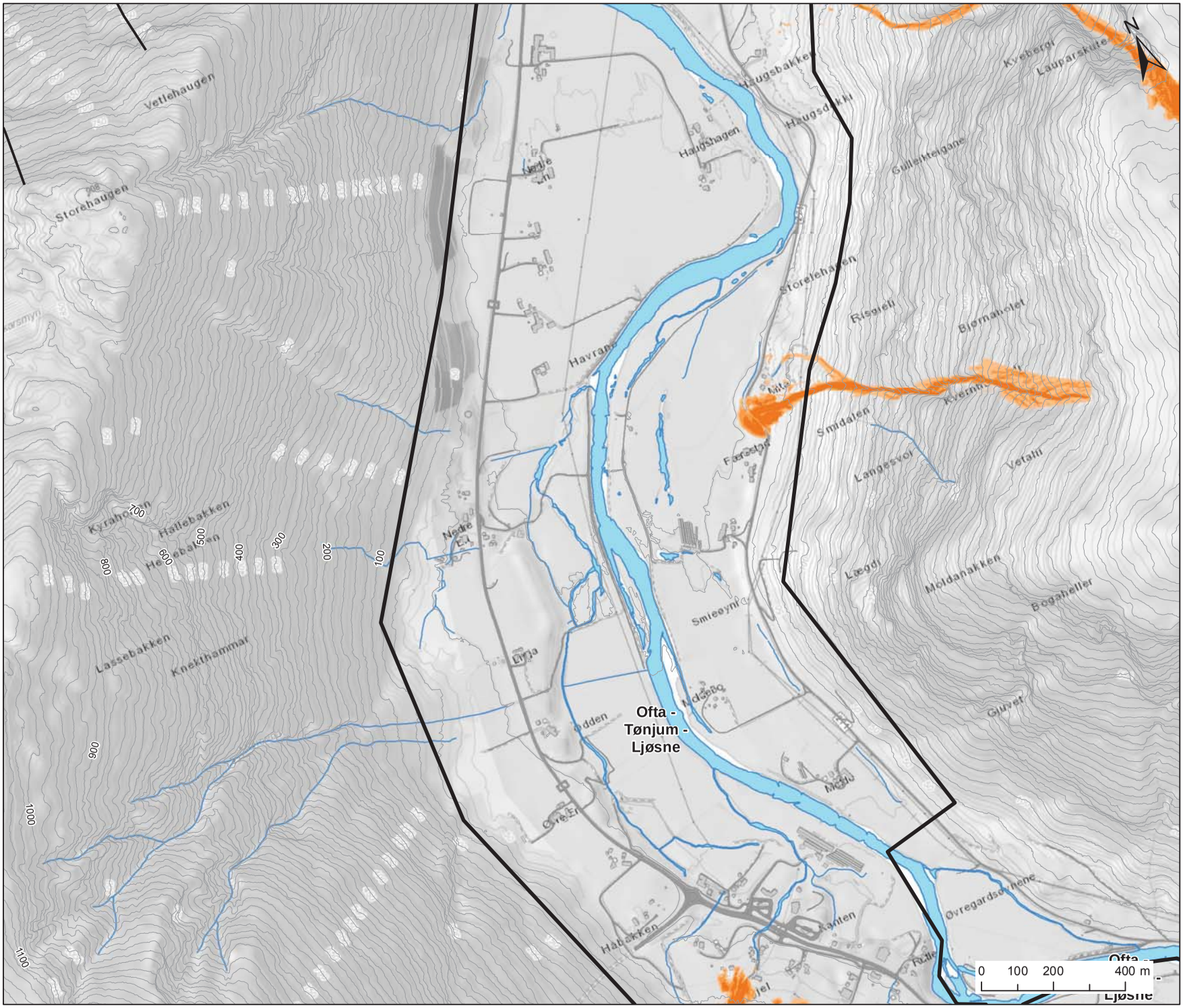
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

**Alfa-Beta**

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 1 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E05 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

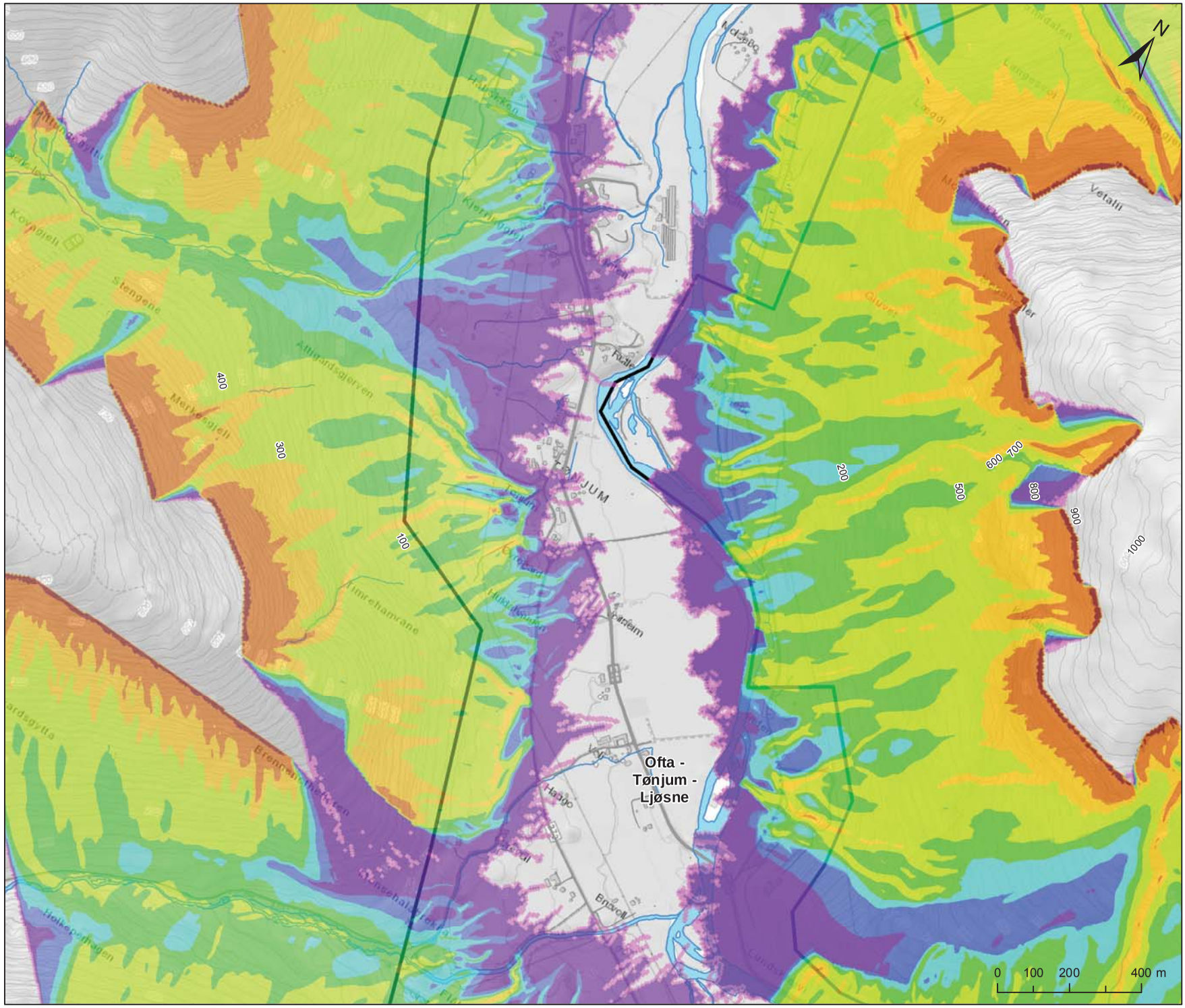
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 2 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E06 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



## Tegnforklaring

**Rekkevidde steinsprang**

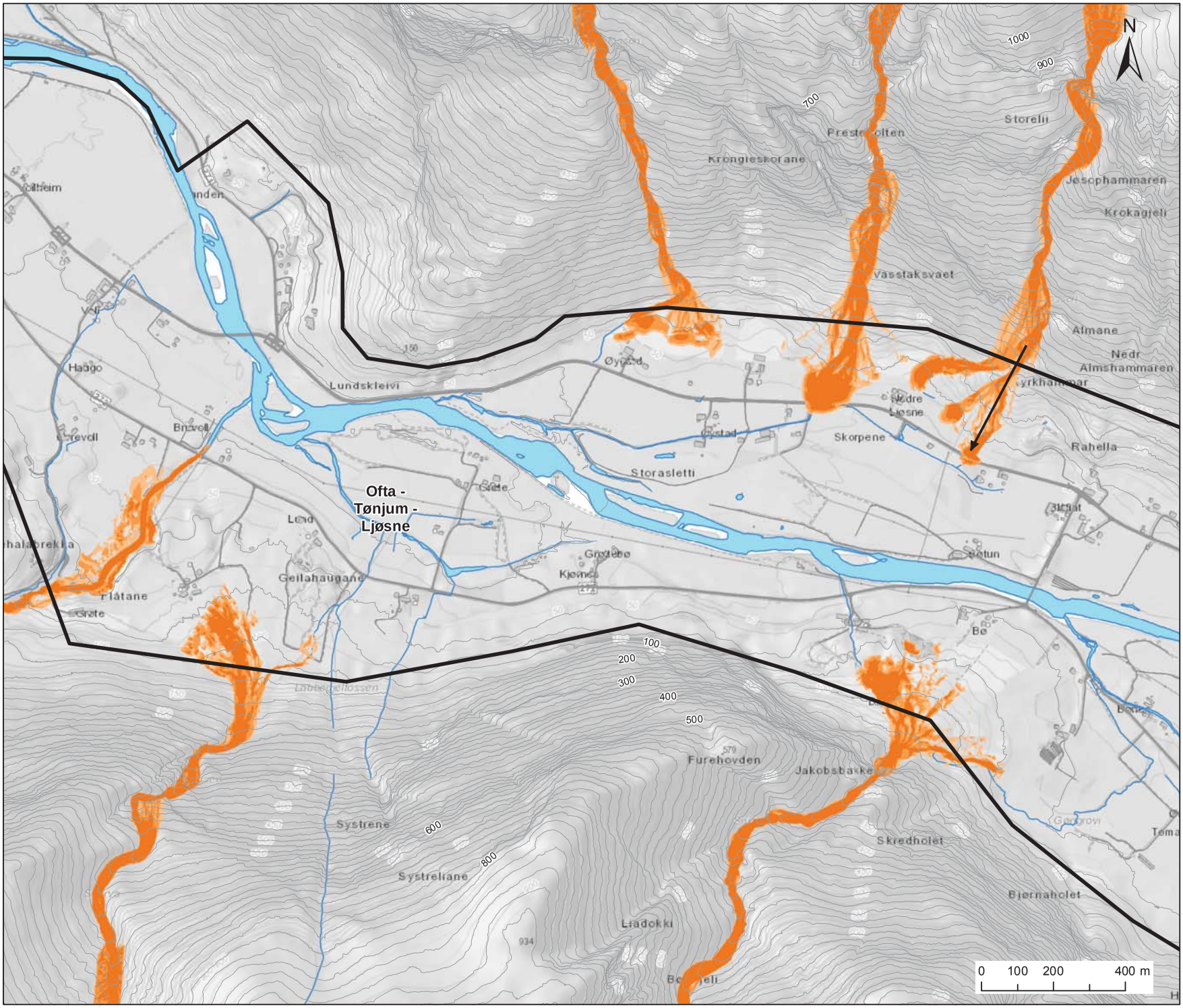
**(Sannsynlighet i %)**

- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

**Kartlagt område**

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 3 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E07 |
| Modellkjøring steinsprang, RockyFor3D | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

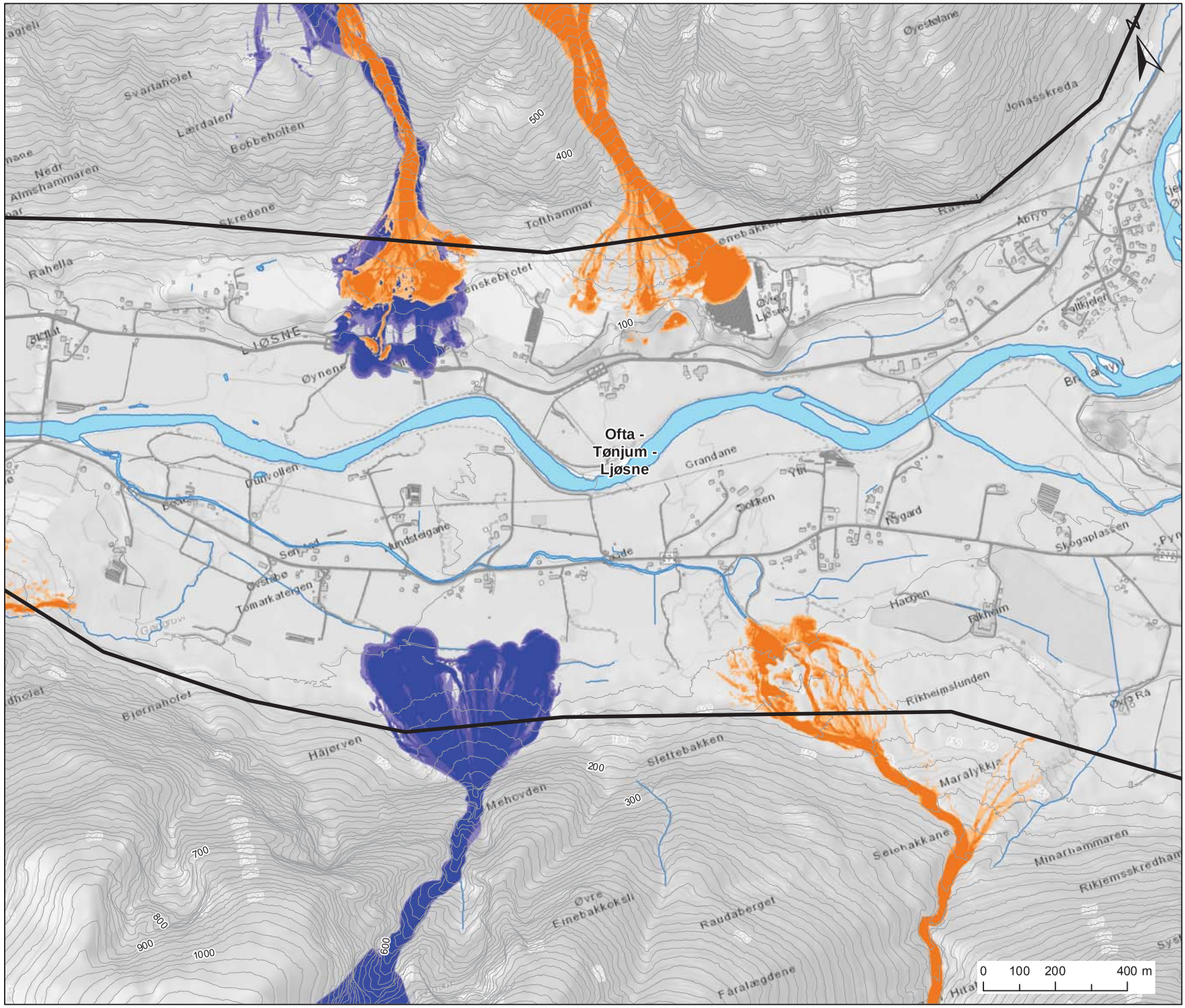
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 4 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E08 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

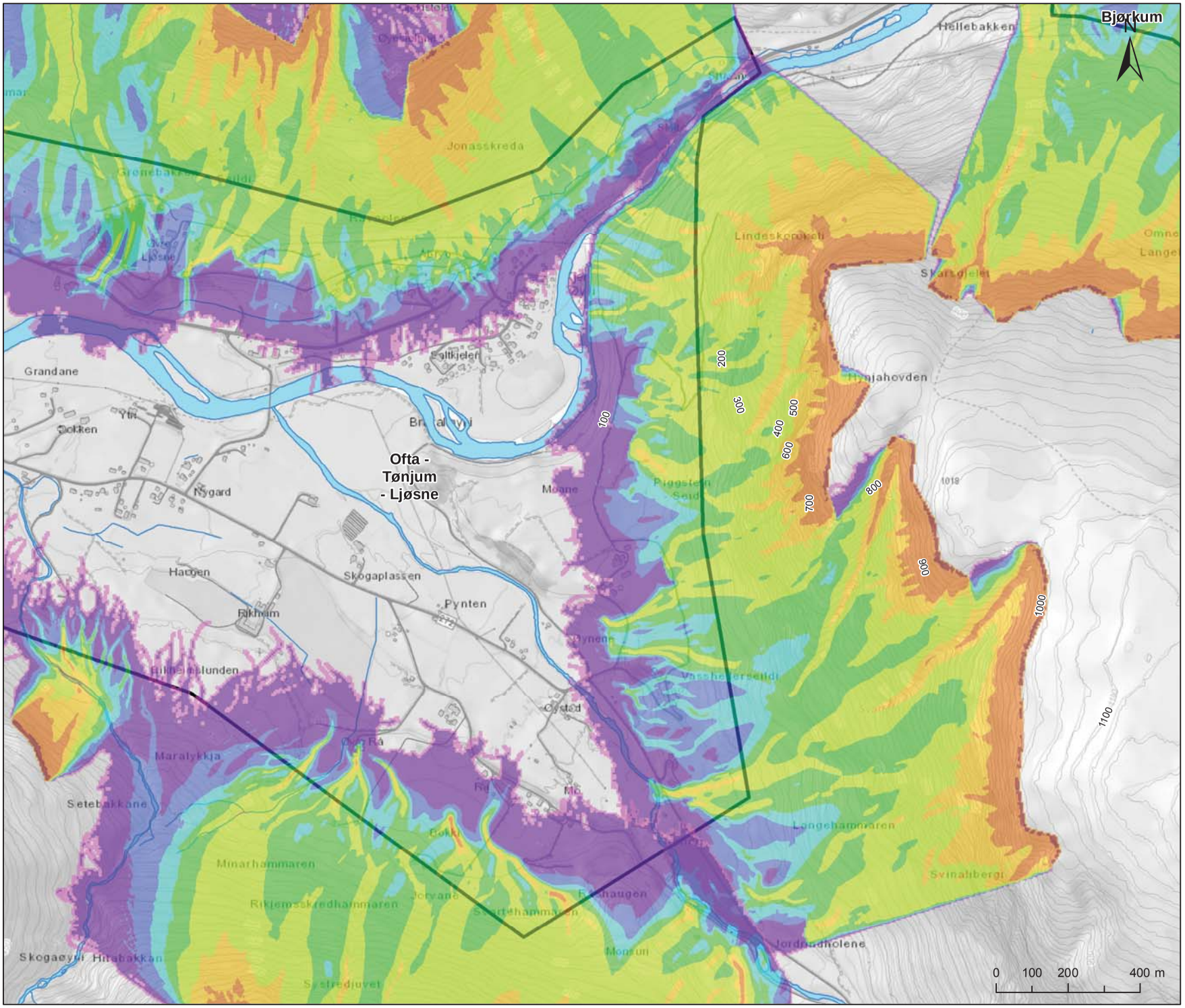
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 5 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E09 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Rekkevidde steinsprang

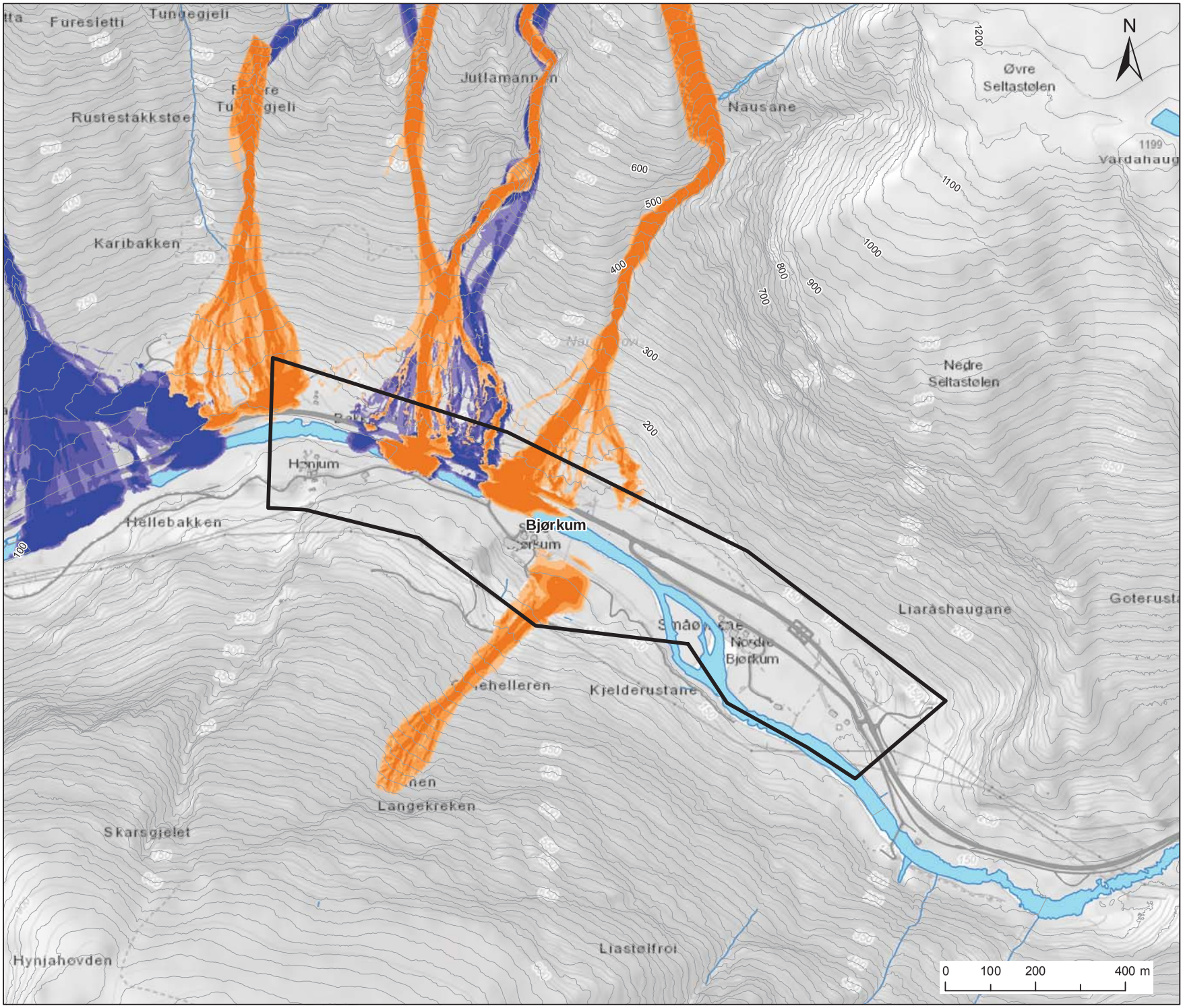
**(Sannsynlighet i %)**

- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

## Kartlagt område

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Ofta-Tønjum-Ljøsne 6 | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E10 |
| Modellkjøring steinsprang, RockyFor3D | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

**Flytehøyde (m)**

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

**Flytehøyde (m)**

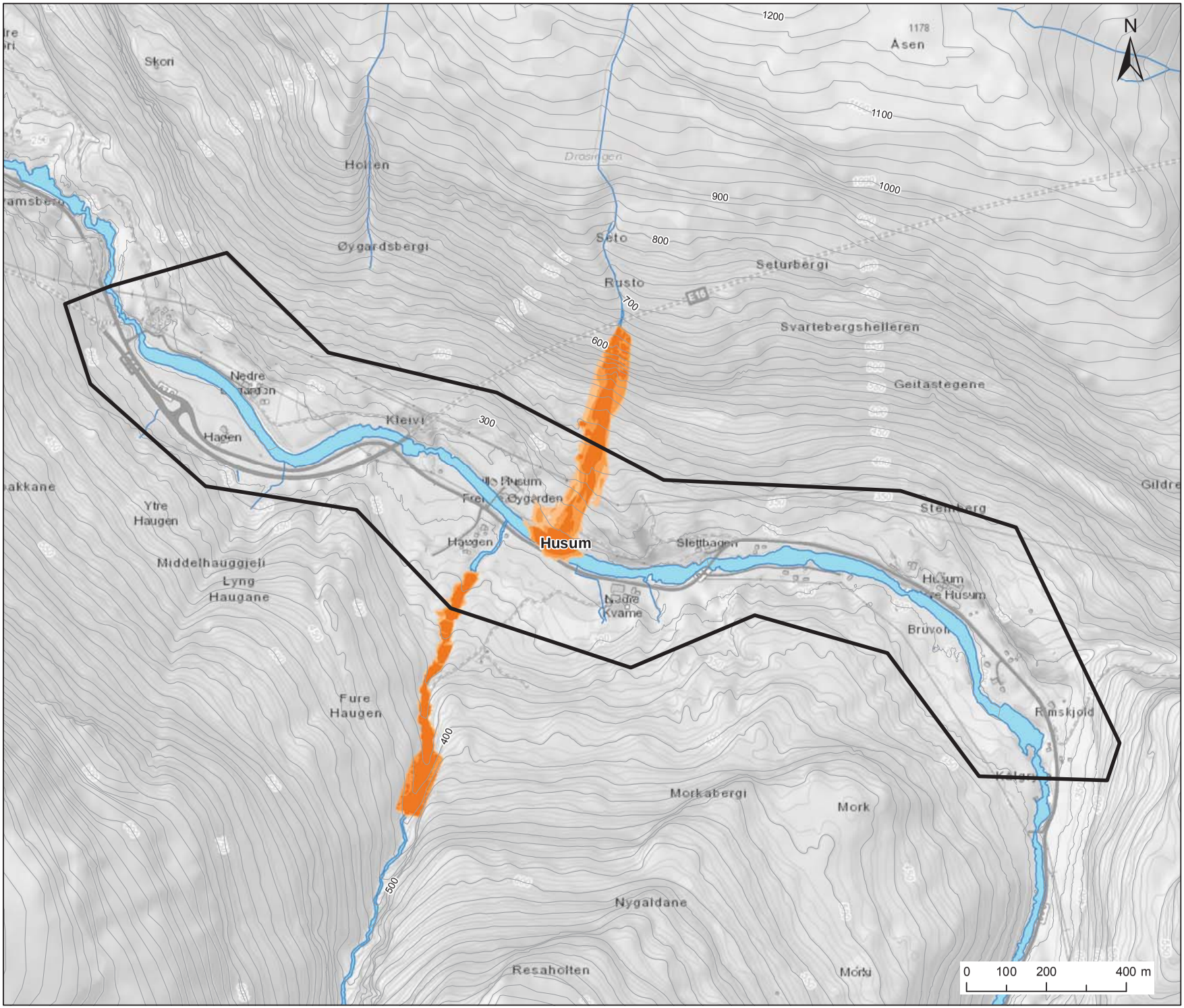
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Bjørkum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E11 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

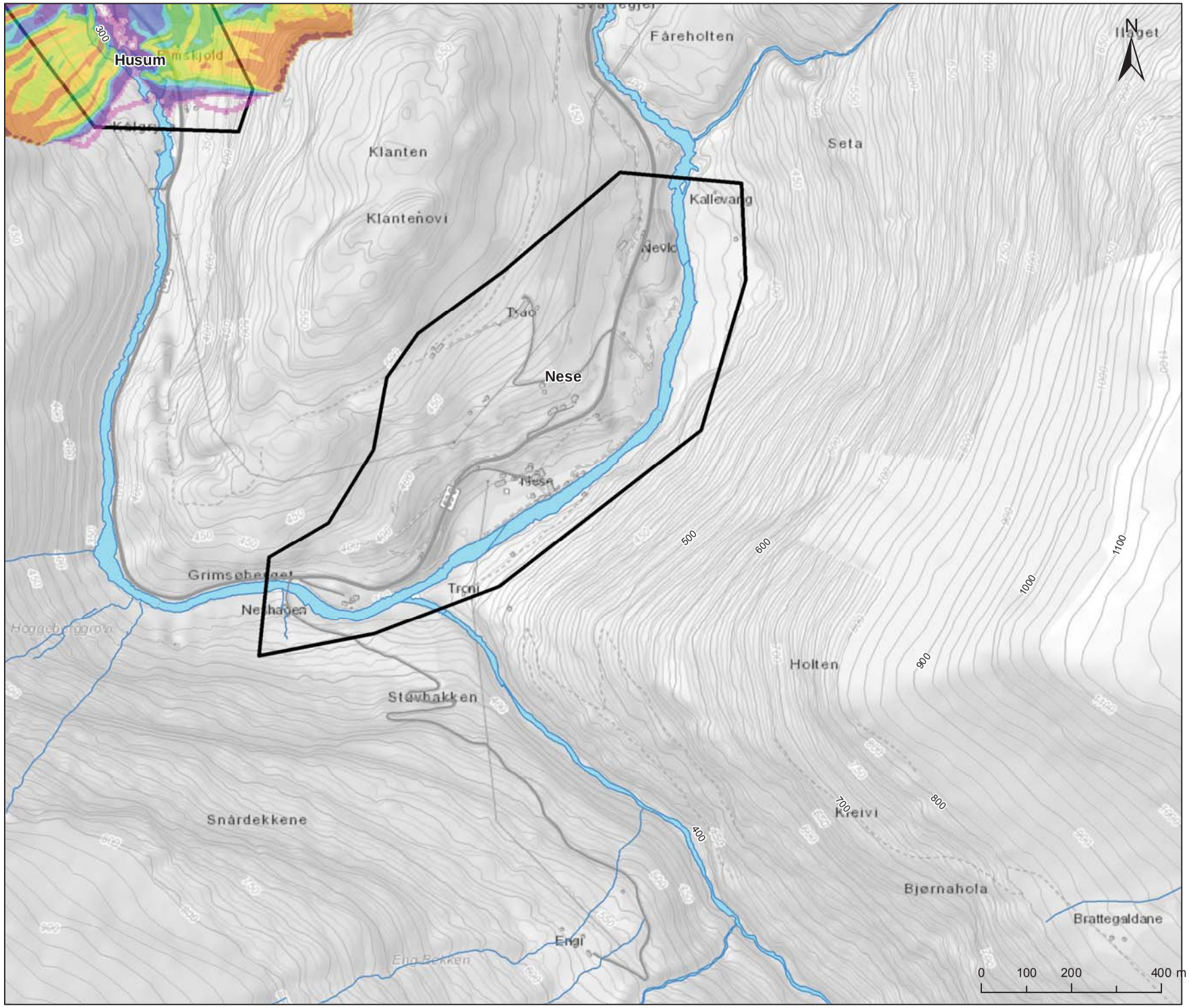
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Husum | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E12 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

**Rekkevidde steinsprang**

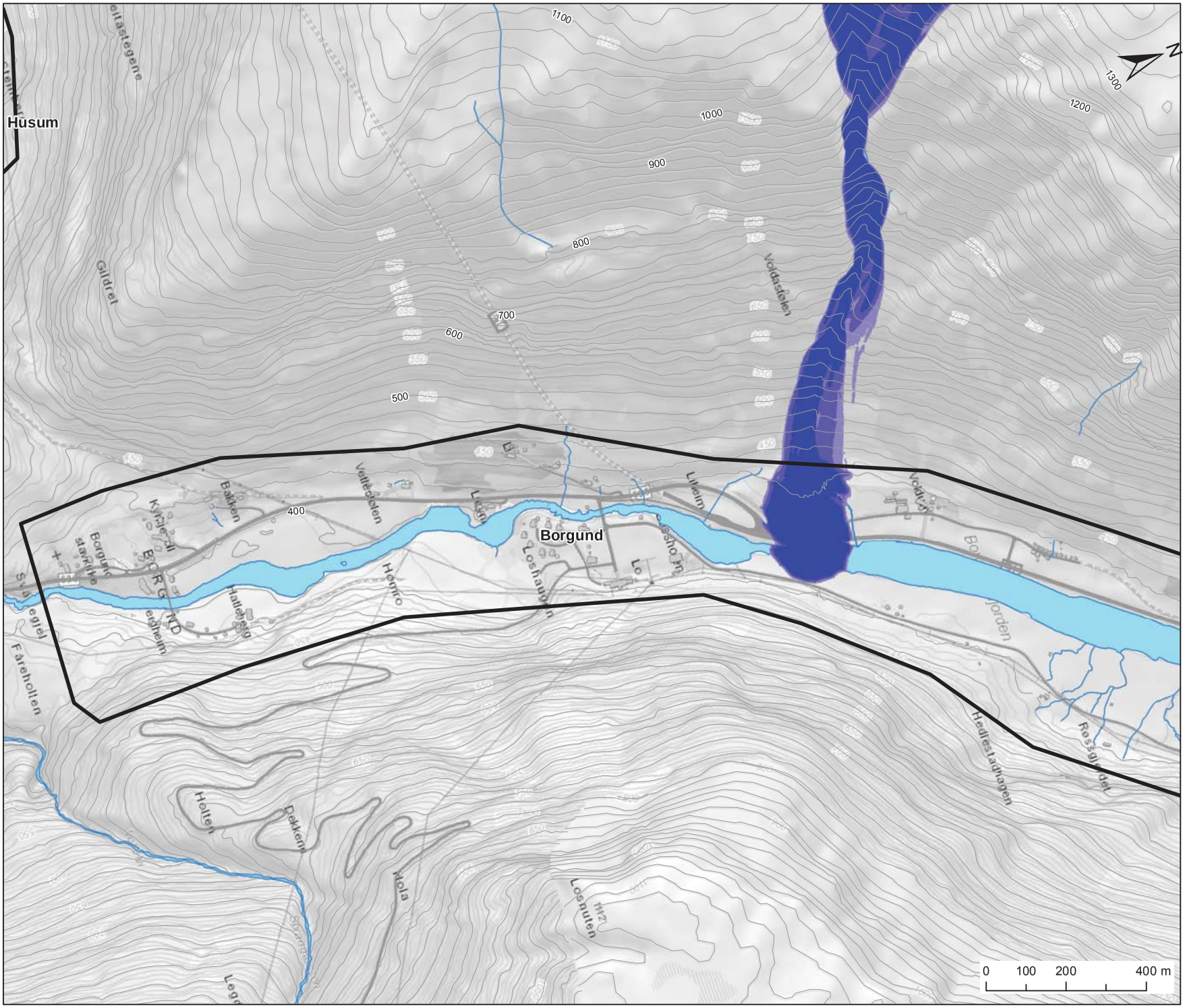
**(Sannsynlighet i %)**

- 0
- 0.001 - 0.1
- 0.101 - 0.2
- 0.201 - 0.5
- 0.501 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 5
- 5.01 - 10
- 10.1 - 50
- 50.1 - 99.6

**Kartlagt område**

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Nese | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E13 |
| Modellkjøring steinsprang, RockyFor3D | Utført KST | Dato 2015-12-09 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent OAH |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

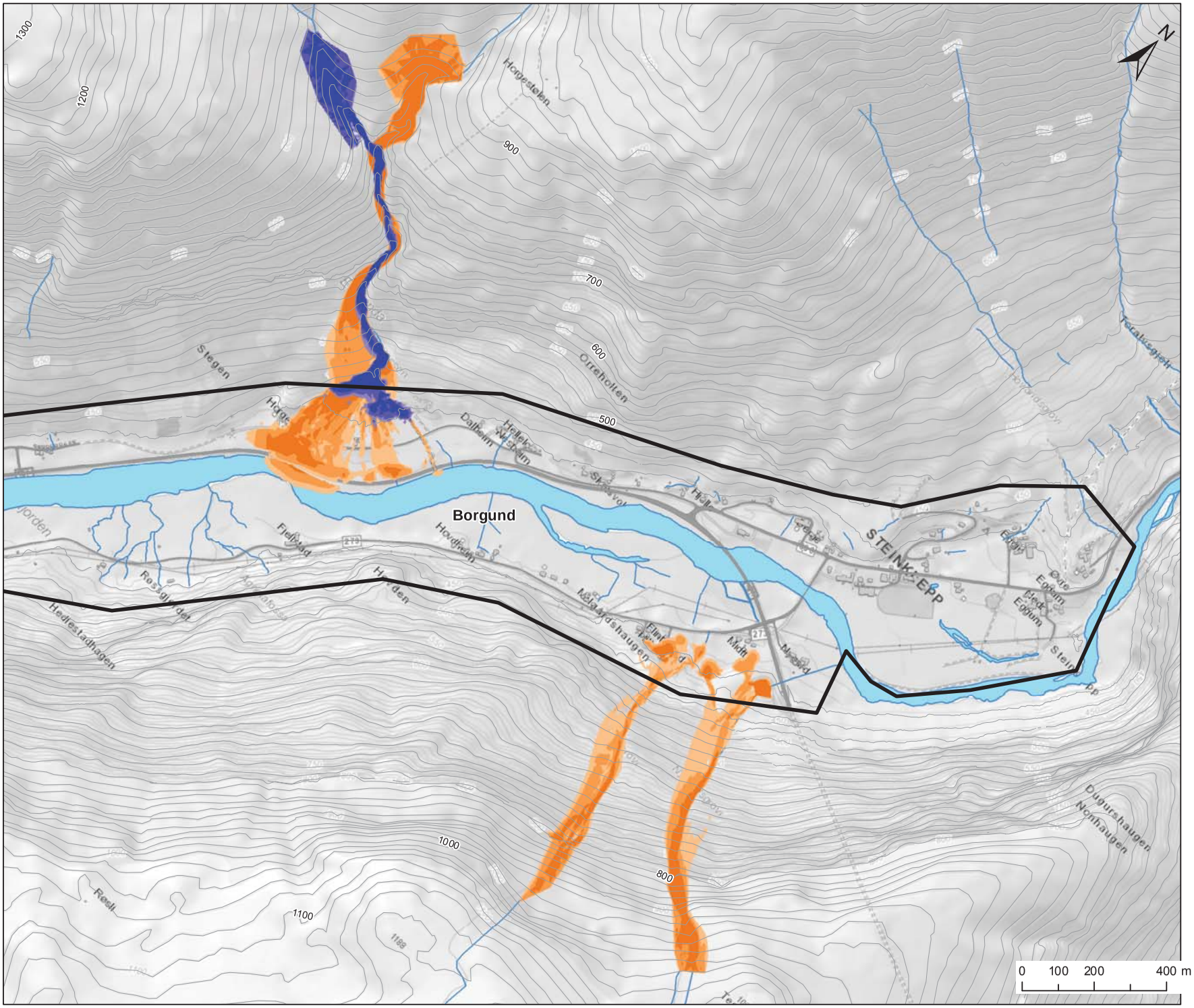
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:9 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund vest | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E14 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

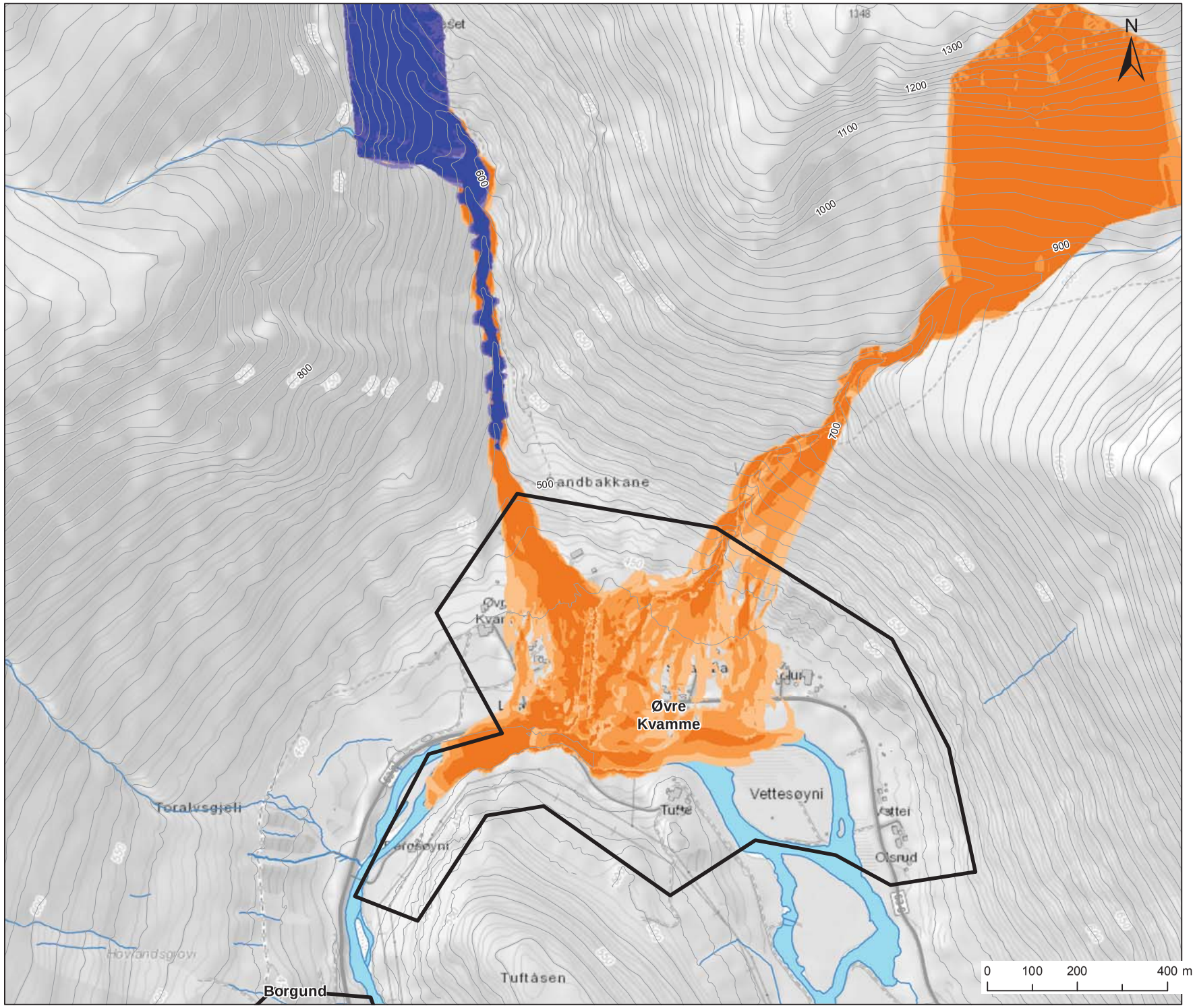
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Borgund øst | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E15 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

**Kartlagt område**

**RAMMS: Snøskred**

**Flytehøyde (m)**

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

**RAMMS: Flom-/sørpeskred**

**Flytehøyde (m)**

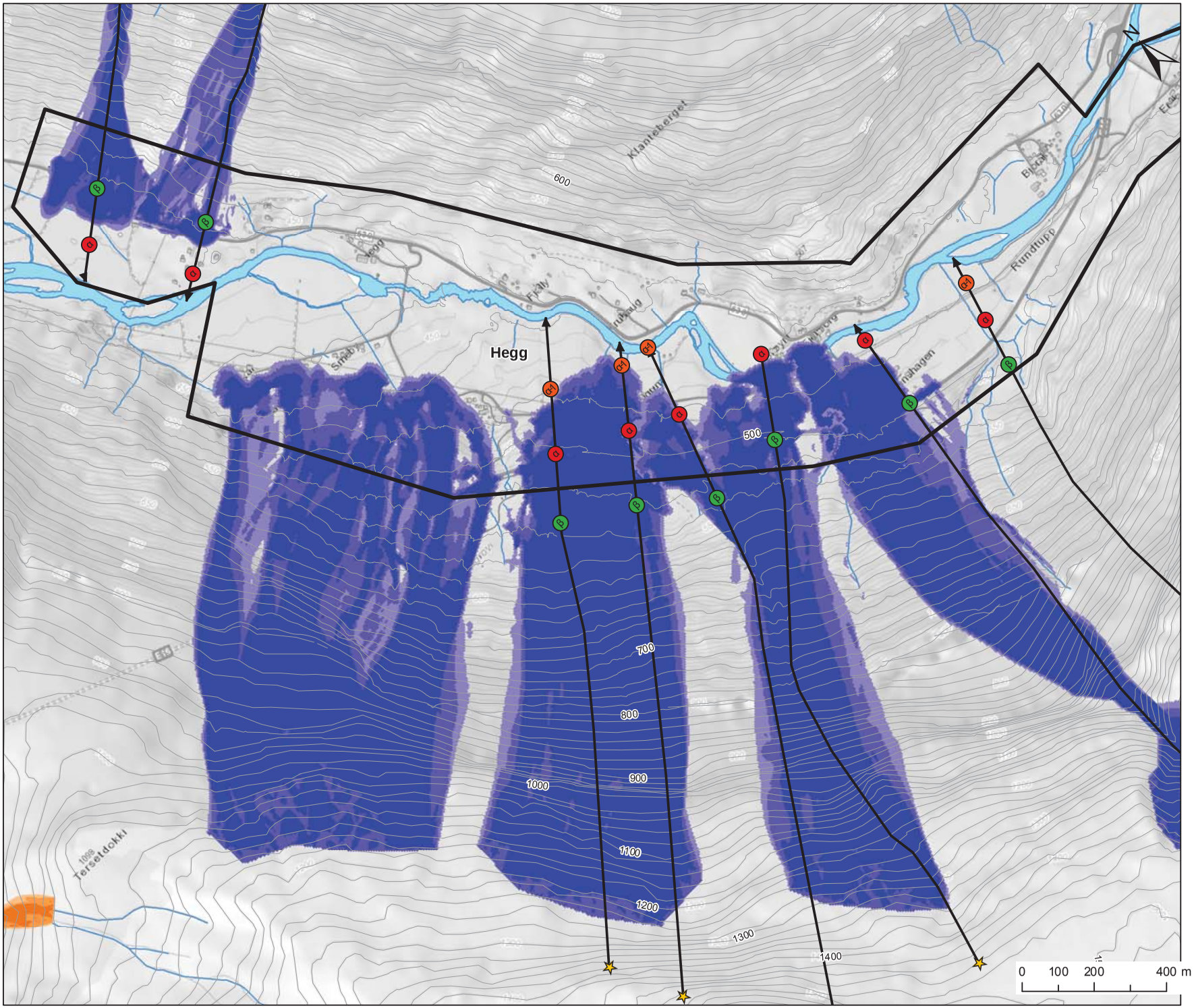
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

**Alfa-Beta**

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:8 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Øvre Kvamme | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E16 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

## Kartlagt område

## RAMMS: Snøskred

### Flytehøyde (m)

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## RAMMS: Flom-/sørpeskred

### Flytehøyde (m)

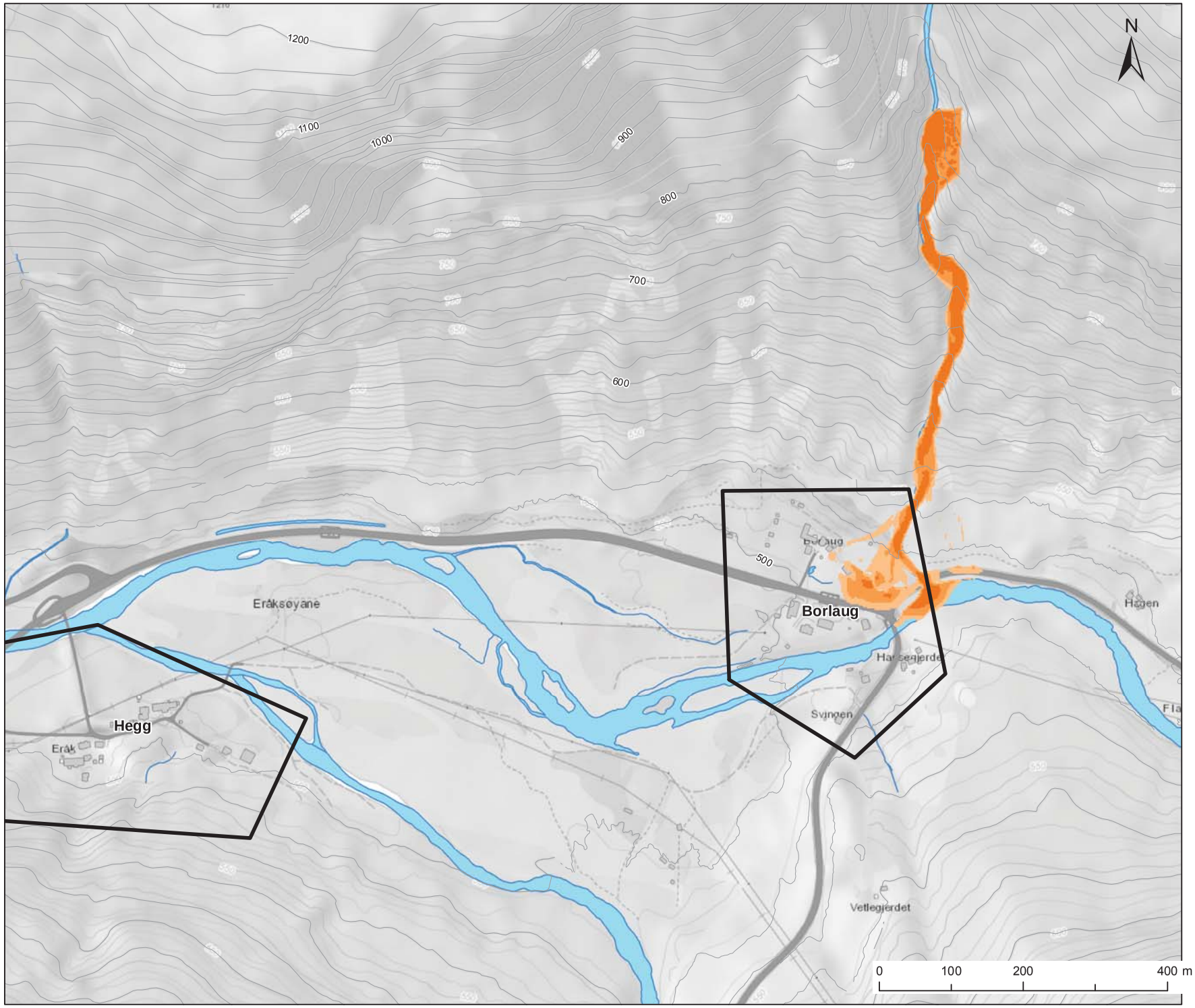
- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

## Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:10 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E17 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |



# Tegnforklaring

**Kartlagt område**

**RAMMS: Snøskred**

**Flytehøyde (m)**

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

**RAMMS: Flom-/sørpeskred**

**Flytehøyde (m)**

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2

**Alfa-Beta**

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: Euref89, Kartprojeksjon: UTM33

| NVE kartlegging Lærdal | | |
|---|---|---|
| Hegg/Borlaug | Prosjektnr. 20150383 | Kart nr. E18 |
| Modellkjøring snøskred og flom-/sørpeskred. RAMMS og Alfa-Beta. | Utført KST | Dato 2015-12-11 |
| | Kontrollert HHH | Godkjent UD |
| | NGI | |

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

| **Dokumentinformasjon/*Document information*** | | |
|---|---|---|
| **Dokumenttittel/*Document title***<br>Skredkartlegging i Lærdal<br>Faresonekartlegging for skred for utvalgte områder i Lærdal kommune | | **Dokumentnr./*Document no.***<br>20150383-01-R |
| **Dokumenttype/*Type of document***<br><br>Rapport / Report | **Distribusjon/*Distribution***<br><br>Begrenset/Limited | **Dato/*Date***<br>2015-12-08 |
| | | **Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date***<br>0 / - |
| **Oppdragsgiver/*Client***<br>NVE | | |
| **Emneord/*Keywords***<br>Faresoner, skredkartlegging, snøskred, steinsprang, flomskred, sørpeskred, skredfarevurdering | | |

| **Stedfesting/*Geographical information*** | |
|---|---|
| **Land, fylke/*Country***<br>Norge | **Havområde/*Offshore area*** |
| **Kommune/*Municipality***<br>Lærdal | **Feltnavn/*Field name*** |
| **Sted/*Location***<br>Lærdal | **Sted/*Location*** |
| **Kartblad/*Map***<br>1417 III, 1417II og 1517 III | **Felt, blokknr./*Field, Block No.*** |
| **UTM-koordinater/*UTM-coordinates***<br>**Sone:** 32 **Øst:** 410059 **Nord:** 6777281 | |

**Dokumentkontroll/*Document control***
**Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001***

| ***Rev/ Rev.*** | ***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision*** | **Egenkontroll av/ *Self review by:*** | **Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:*** | **Uavhengig kontroll av/ Independent review by:** | **Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:*** |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Originaldokument | 2015-12-08<br>Heidi Hefre | 2015-12-08<br>Ulrik Domaas | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| **Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*** | **Dato/*Date*** | **Prosjektleder/*Project Manager*** |
|---|---|---|
| | 15. desember 2015 | Heidi Hefre |

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Sluppen
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no