

Oppdragsgiver	Navn Etnedal kommune	Kontaktperson Håvard Telstø
Oppdrag	Nummer og navn 20435 Etnedal – Skredfarekartlegging av Brumoen, Lerkendal og Bruflat	Oppdragsleder Andrea Taurisano
Dokument	Nummer 20435-01-1 Utført av Andrea Taurisano	Dato 2020-12-10 Kontrollert av Nils Arne K. Walberg og Kristin Lome

Skredfarekartlegging i Etnedal kommune

Sammendrag

Etnedal kommune har engasjert Skred AS til å utføre en skredfarekartlegging av fire områder med eksisterende bebyggelse, ved Brumoen, Lerkendal, Bruflat og Bråten.

Denne rapporten presenterer resultatet av skredfarekartleggingen, som er utført i forhold til gjeldende krav for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17 § 7-3 med veileder.

Som en del av skredfarekartleggingsarbeidet er det utført feltbefaringer, terrenganalyser basert på nyeste tilgjengelige laserskanningsdata og modellering av skredutløp.

Resultatet av kartleggingen viser at jord- og flomskred, samt steinsprang er relevante prosesser i de aktuelle dalsidene.

Bare i kartleggingsområde 2 – Lerkendal er det tegnet 1000 års faresone som berører eksisterende bebyggelse, dimensjonert av jordskred. I de tre andre kartleggingsområder er det kun tegnet 5000 års faresoner som i liten grad berører bebyggelse.

Faresonene vil generelt kunne reduseres ved hjelp av sikringstiltak, men kostnadene for å ytterligere redusere dem ville være høye. Eventuelle sikringstiltak må detaljprosjekteres.

Resultatet av flomfarekartleggingen av områdene presenteres i egen rapport.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Mål	7
1.3	Forbehold	7
2	Krav til sikkerhet mot skred	8
2.1	Lovverket	8
2.2	Aktuelle krav	9
2.3	Vurderte skredtyper	9
2.3.1	Snøskred og sørpeskred	9
2.3.2	Skred i fast fjell	9
2.3.3	Jordskred og flomskred	10
2.3.4	Skredfare og klimaendringer	10
3	Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget	11
3.1	Skredhistorikk	11
3.2	Høydemodeller, skyggekart og helningskart	11
3.3	Topografi og vegetasjon	12
3.4	Feltkartlegging	12
3.5	Registreringskart	14
3.6	Modellering	14
3.7	Beregninger med Rockyfor3d for steinsprang	15
3.8	Beregninger med RAMMS for jord-/flomskred	15
3.9	Tolkning av modellresultater	16
3.10	Fastsetting av faresoner	16
3.11	Fastsetting av faresonene under endrede skogforhold	16
4	Områdets klimatiske trekk av betydning for skredfarekartlegging	18
4.1	Historisk klima	18
4.2	Fremtidig klima	20
5	Område 1 – Bruflat	22
5.1	Topografi	22
5.2	Geologi	23
5.3	Vegetasjon	24
5.4	Registrerte skredhendelser	24
5.5	Tidligere rapporter	24
5.6	Aktsomhetsområder	24
5.7	Eksisterende skredsikringstiltak	24
5.8	Skredfarevurdering	24
5.8.1	Snøskred	24
5.8.2	Sørpeskred	25
5.8.3	Løsmasseskred	25

5.8.4	Skred i fast fjell	26
5.8.5	Faresoner for skred	26
6	Område 2 - Lerkendal	28
6.1	Topografi.....	28
6.2	Geologi.....	29
6.3	Vegetasjon	29
6.4	Registrerte skredhendelser	29
6.5	Tidligere rapporter.....	29
6.6	Aktsomhetsområder	29
6.7	Eksisterende skredsikringstiltak	30
6.8	Skredfarevurdering.....	30
6.8.1	Snøskred	30
6.8.2	Sørpeskred.....	30
6.8.3	Løsmasseskred	30
6.8.4	Skred i fast fjell	31
6.8.5	Faresoner for skred	32
7	Område 3 - Brumoen	34
7.1	Topografi.....	34
7.2	Geologi.....	36
7.3	Vegetasjon	37
7.4	Registrerte skredhendelser	37
7.5	Tidligere rapporter.....	37
7.6	Aktsomhetsområder	37
7.7	Eksisterende skredsikringstiltak	37
7.8	Skredfarevurdering.....	38
7.8.1	Snøskred	38
7.8.2	Sørpeskred.....	38
7.8.3	Løsmasseskred	38
7.8.4	Skred i fast fjell	39
7.8.5	Faresoner for skred	39
8	Område 4 - Bråten.....	41
8.1	Topografi.....	41
8.2	Geologi.....	42
8.3	Vegetasjon	42
8.4	Registrerte skredhendelser	42
8.5	Tidligere rapporter.....	42
8.6	Aktsomhetsområder	42
8.7	Eksisterende skredsikringstiltak	42
8.8	Skredfarevurdering.....	43
8.8.1	Snøskred	43
8.8.2	Sørpeskred.....	43

8.8.3	Løsmasseskred	43
8.8.4	Skred i fast fjell	44
8.8.5	Faresoner for skred	45
9	Referanseliste	47

Figurer

Figur 1: Oversikt over de kartlagte områdene i Etnedal kommune.....	6
Figur 2: Månedsnormaler 1961-90 for middeltemperatur. Data fra www.eklima.no.	19
Figur 3: Månedsnormaler 1961-90 for nedbør. Data fra www.eklima.no.....	19
Figur 4: Beregnet 1-døgnsnedbør med ulike gjentakintervaller for månedene mars til november (antatt regn). Data fra www.eklima.no	20
Figur 5: Terrenghelning i de mest relevante delene av dalsidene over kartleggingsområde 1 – Bruflat. Helningskart over større deler av dalsidene er vist i Vedlegg 1B.....	23
Figur 6: Faresoner for skred i kartleggingsområde 1 – Bruflat, inkl. polygoner for skog av betydning for skredfarevurderingen.	27
Figur 7: Terrenghelning i dalsiden over kartleggingsområde 2 – Lerkendal.....	28
Figur 8: Faresoner for skred i kartleggingsområde 2 – Lerkendal.	32
Figur 9: Terrenghelning i den vestlige dalsiden ovenfor kartleggingsområde 3 – Brumoen...	35
Figur 10: Terrenghelning i den østlige dalsiden ovenfor kartleggingsområde 3 – Brumoen. .	36
Figur 11: Faresoner for skred i kartleggingsområde 3 – Brumoen.	40
Figur 12: Terrenghelning i dalsiden over kartleggingsområde 4 – Bråten.....	41
Figur 13: Faresoner for skred i kartleggingsområde 4 – Bråten.	45

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2019).	8
Tabell 2: Ideelle og kritiske verdier for vernskog fra PROALP, (NVE, 2015). «Evergreen coniferous forest» tilsvarer barskog. Tabellen er hentet fra NVEs oppsummeringsrapport for skog og skred (NVE, 2015).....	13
Tabell 3: Anvendte parametere i RAMMS beregningene for jord-/flomskred.....	16
Tabell 4: Oversikt over de meteorologiske stasjonene anvendt i klimaanalysen. For plassering av stasjonene, se figur 1.	18
Tabell 5: Befaringsnotater fra kartleggingsområde 2 – Lerkendal (Vedlegg 2C).	33
Tabell 6: Befaringsnotater fra kartleggingsområde 4 – Bråten (Vedlegg 4C).	46

Vedlegg

Vedlegg A: Fotobilag

Vedlegg B: Helningskart

Vedlegg C: Registreringskart

Vedlegg D1: Utvalgte modelleringsresultater: RAMMS jord-/flomskred

Vedlegg D2: Utvalgte modelleringsresultater: Rockyfor3D - Steinsprang

Vedlegg E: Faresoner under dagens vegetasjonsforhold

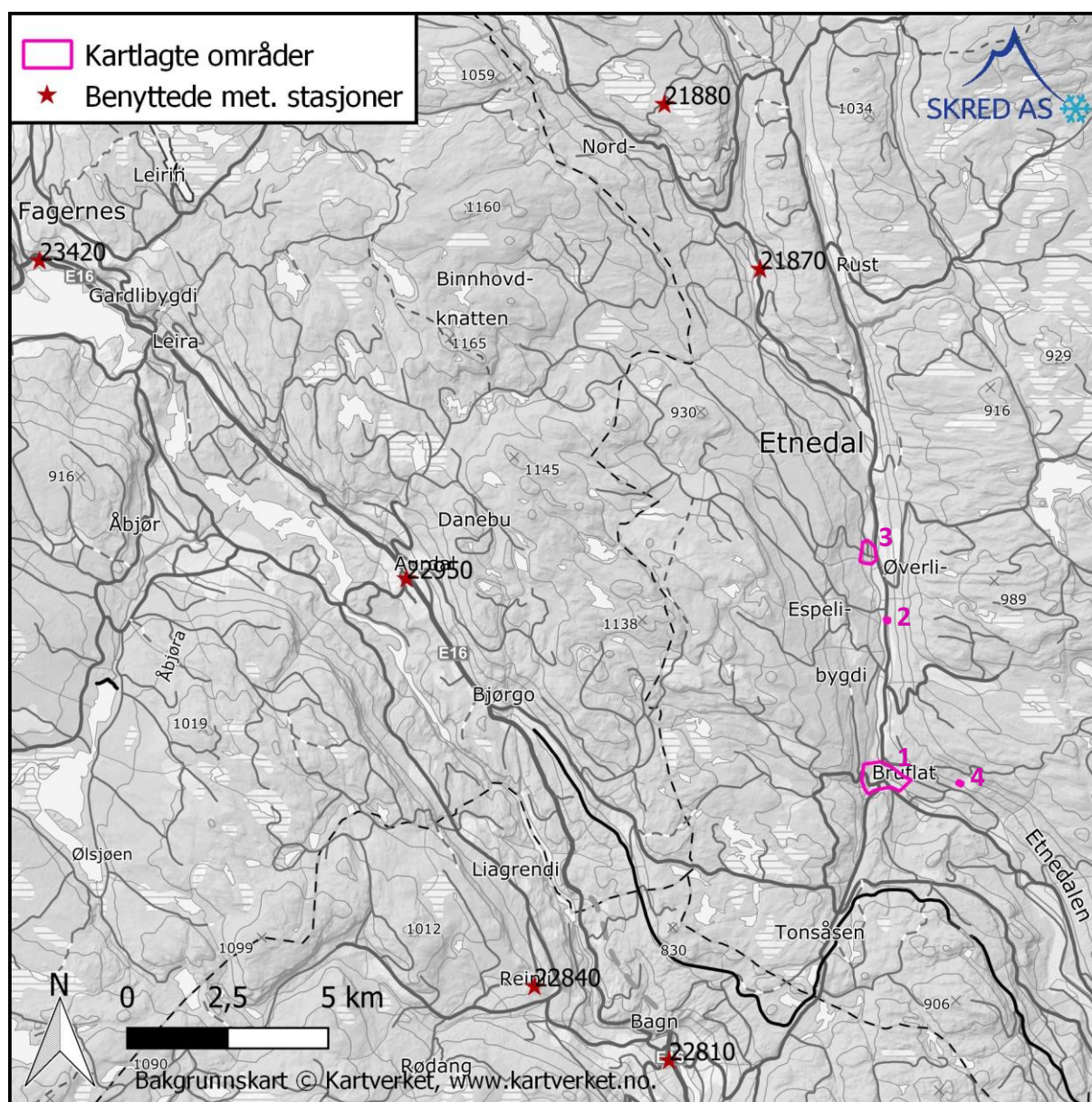
Vedlegg F: Faresoner under forutsetning av at skogen blir borte

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Etnedal kommune har engasjert Skred AS til å utføre en skredfarekartlegging av fire områder med eksisterende bebyggelse. Kartleggingsområdene er herunder omtalt som *område 1 – Bruflat, område 2 – Lerkendal, område 3 – Brumoen og område 4 – Bråten*. Områdene er vist på oversiktsnivå i figur 1.

Skredfarekartlegging er utført i forhold til gjeldende krav for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17 § 7-3 med veileder.



Figur 1: Oversikt over de kartlagte områdene i Etnedal kommune.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarekartlegging for områdene vist i figur 1. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 § 7-3 med veileder, for samtlige sikkerhetsklasser (S1, S2 og S3) skal legges til grunn for vurderingene.

Vurderinger og leveranse er utført i tråd med nasjonale retningslinjer, beskrevet i NVE veileder "Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak" (NVE, 2020c).

1.3 Forbehold

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de var på befaringstidspunktet, samt bildemateriale, flyfoto, og kotegrunnlag som var tilgjengelig på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

2 Krav til sikkerhet mot skred

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2019).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2019).

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

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Driftsbygninger i landbruket samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerrigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer
- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

2.2 Aktuelle krav

Hensikten med arbeidet oppsummert i denne rapporten, er å gi Etnedal kommune detaljerte skredfarekart for bruk i alt planarbeid og byggesaksbehandling. Skredfarekartleggingen er derfor utført i forhold til gjeldende krav for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17.

2.3 Vurderte skredtyper

I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i TEK17 og Tabell 1.

2.3.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flaskred. Løssnøskred utløses i snø med lav fasthet, som gjerne starter med en liten lokal utglidning. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med utvider skredet seg og kan få en pæreform. Flaskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flaskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30-50° grader bratt. Der det er brattere enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikke dannes større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er en strøm med vannmettede snømasser. Sørpeskred følger som oftest forsenkninger i terrenget, og oppstår når dreneringen i grunnen er dårlig, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløses i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Sørpeskred kan også utløses når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og skred med lite volum kan gi stor skade. Det er ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

2.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <100 m³) og steinskred (volum 100-10.000 m³). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.3.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn 25-30°. Man kan skille mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred.

Et kanalisert jordskred skaper en kanal i løsmassene som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmasser kan bli avsatt og danne langsgående rygger parallelt med kanalen. Når terrenget flater ut blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid kan flere slike skred bygge en vifte av skredavsetninger. I et ikke-kanalisert jordskred flytter massene seg nedover langs en sone som gradvis kan bli bredere. Mindre jordskred kan oppstå i slakere terreng med finkorna, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget.

Flomskred er raske, vannrike, flomlignende skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot 10°. Skredmassene kan bli avsatt som langsgående rygger på siden av skredløpet, og oftest i en stor vifte nederst, der de groveste massene ligger ved roten av vifta og finere masser blir avsatt utover vifta. Massene i et flomskred kan komme fra store og små flomskred langsetter flomløpet, undergraving av sideskråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

2.3.4 Skredfare og klimaendringer

Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

Det er ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredsannsynlighet, skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere, men som vurderes skjønnsmessig når en utreder eller kartlegger skredfare.

3 Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget

Utarbeidelse av skredfaresoner er en kompleks prosess som i stor grad avhenger av skredfaglig skjønn og erfaring. Metodikken inkluderer en grundig vurdering av flere viktige momenter og datagrunnlag som fører frem til faresonene. Momentene er kort omtalt nedenfor.

3.1 Skredhistorikk

Skred vil ofte gjenta seg der det har gått skred tidligere. Dette gjelder både de nesten årlige skredene og de sjeldnere hendelsene. Det å dokumentere tidligere skredhendelser er derfor svært viktig i en skredfarevurdering. Dette vil gi informasjon om hvilke områder som er mest utsatt for skred og kan også gi informasjon om den potensielle rekkevidden av skredene. Et utvalg av historiske skredhendelser er samlet i en nasjonal skreddatabase (NVE Atlas) og vises på atlas.nve.no. Skreddatabasen kan ikke oppfattes som en komplett historikk av hendelser i et område, og plassering av hendelsene i databasen, samt registrert skredtype oppfatter vi som veiledende mer enn absolutt.

I tillegg til informasjon fra NVE Atlas, har vi tatt i betraktning informasjon om skredhistorikk inneholdt i tidligere skredfareutredninger.

3.2 Høydemodeller, skyggekart og helningskart

En digital høydemodell (DHM), eller terrengmodell, er en tredimensjonal digital representasjon av terrenget som gir informasjon om høyde over havet i hvert punkt av datasettet.

Terrengmodellen som er benyttet for denne skredfarekartleggingen, er avledet fra LiDAR-skanning utført i 2013 med en punkttetthet på 2 punkter per kvadratmeter. Dataene er lastet ned som «ferdig» terrengmodell fra hoydedata.no, med en oppløsning på 1 m x 1 m.

Skyggekart er en visningsmåte av en DHM som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra detaljert DHM er svært nyttige i geologisk skredkartlegging for å avgrense skredbaner, løснеområder, skredavsetninger osv. Det er laget skyggekart med innstråling fra minst fire ulike retninger.

Helningskart er også beregnet fra en DHM og viser terrenghelningen for hvert punkt i datasettet. Terrenghelningen er en av de viktigste parameterne for å definere løснеområder for skred. Helningskartet for det kartlagte området vises i vedlegg 1B og 2B og er delt inn i følgende klasser:

0° til 10°: kun enkelte løснеområder for sørpeskred kan forekomme

10° til 20°: mulige løснеområder for sørpeskred

20° til 27°: mulige løснеområder for jord-/flomskred og sørpeskred

27° til 37°: mulige løснеområder for jord-/flomskred og snøskred

37° til 45°: mulige løснеområder for snøskred og jord/flomskred

45° til 55°: mulige løснеområder for steinsprang og snøskred

55° til 90°: mulige løснеområder for steinsprang

3.3 Topografi og vegetasjon

Topografien er et av de aller viktigste elementene som avgjør en fjellsides skredpotensial. Blant de topografiske forholdene som er viktige for skredpotensialet, i tillegg til terrenghelningen, er terrengformen og terrengruheten.

Terrengformen beskrives av kurvaturen eller krummingen i terrengoverflaten, både parallelt med og på tvers av høydekurvene. Snø, overflatevann og grunnvann har alle mer tendens til å akkumuleres eller konsentreres i konkave, dvs. gryteformede, terrengpartier enn på konvekse former som rygger. I konkave terrengpartier er det derfor ofte større sannsynlighet for utløsning av snøskred, jordskred og flomskred enn på ryggformasjoner. Ved kildeområder for steinsprang, kan derimot konvekse fjellknauser gi like mye (eller mer) utfall av blokker enn mer konkave deler av en skrent, eller potensial for utfall av større volum. For samtlige typer skred, i varierende grad, vil ofte konkave terrengformer som raviner og nedskjærte bekkeløp styre bevegelsen i fjellsiden og utløpet.

Terrengruheten i potensielle løснеområder kan også påvirke sannsynligheten for skredutløsning. Dette har spesielt stor betydning for snøskred, der bruddforplantning over store arealer krever relativt gjennomgående lagdeling i snødekket: Mye større snømengder er nemlig nødvendig for å tildekke terreng med stor ruhet enn for å tildekke glattere overflater. Ruheten av terrenget lenger nede i skredbanen er på den andre siden blant faktorene som styrer skredutløpet, spesielt for steinsprang. Både terrengkrumming og ruhet vurderes skjønnsmessig ved GIS-baserte analyser som benytter en detaljert terrengmodell, ved hjelp av skyggekart avledet fra terrengmodellen, samt ved feltobservasjoner.

Vegetasjonen har også betydning for skredfarevurdering. Effekten av skogen er i denne rapporten vurdert ut fra befaringsobservasjoner og flybildestudie, i henhold til NVEs «Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet» (NVE, 2015).

3.4 Feltkartlegging

En første befaring i området ble gjennomført av Skred AS ved Nils Arne K. Walberg, Kristin Lome (for skred) og Petter Reinemo og Ingvild Brekke (for hydrologi), den 17. november 2020. På befaringstidspunktet var det grått høstvær med bar mark og god sikt i nedre deler av dalsidene og lavt skydekke hengende over de øvre deler av dem. En ny befaring i kartleggingsområdet ved Bråten ble utført av Kristin Lome den 2.12.2020. Befaringene ble gjennomført ved bruk av bil og delvis til fots. En drone med 12 Mpx kamera ble anvendt for observasjon og fotografering av mindre fremkommelige deler av fjellsidene.

Mye av fokuset under feltbefaringene var på å danne seg et bedre inntrykk av løснеområder og skredbaner for de ulike typer skred. En første identifisering av potensielle løснеområder ble gjort før feltarbeidet, basert på helningskart med 1 m oppløsning med inndeling i helningsklassene vist i avsnitt 3.2. Under feltbefaringene ble de potensielle løśnieområdene vurdert i lys av andre lokale forhold, spesielt terrengform og vegetasjon.

For snøskred ble de potensielle løснеområdene vurdert å ikke ha et reelt skredpotensial ettersom skogen stod tett nok til å forebygge snøskredutløsning iht. anbefalingene gitt i NVE, 2015. Tabell 2 oppsummerer disse kriteriene, som er basert på forskning i Alpene. Trærne skal være minst 5 m høye og ha en diameter på brysthøyde på 12 cm eller mer.

Åpne felter opptil 50 m lange (i fallretningen) i 30° graders terreng, opptil 40 m lange ved helning på 35-40° og opptil 30 m lange ved helning 40-45°, er ikke vurdert som reelle løснеområder for snøskred.

Tabell 2: Ideelle og kritiske verdier for vernskog fra PROALP, (NVE, 2015). «Evergreen coniferous forest» tilsvarer barskog. Tabellen er hentet fra NVEs oppsummeringsrapport for skog og skred (NVE, 2015).

Parameter	Forest type									
	Deciduous forest		Mixed forest: deciduous, coniferous trees		Evergreen coniferous forest		Mixed forest larch, stone pine		Larch forest	
	crit.	idea.	crit.	idea.	crit.	idea.	crit.	idea.	crit.	idea.
Crown cover (%)	<80	>80	<70	>70	<35	>50	<30	>50	<35	>50
Stem number per ha	>450	>550	<280	>300	<190	>210	>200	>280	>180	>230
Gap width (m)	>5		>5	none	>10	<5	>10	<5	>10	<10
Ground vegetation (%)	>50	<35	>50	<50						
Slope gradient(°)	>38		>42		>38		>35		>32	

Vurderingene av løснеområder for jordskred er også gjort iht. anbefalingene fra [NVEs veileder 2020](#) (NVE, 2020c), som sier blant annet at:

- *Skråning brattere enn 30 grader gir i utgangspunktet et løснеområde for en 1000-års sone (scenario: 1/1000).*
- *En skråning med helning brattere enn 20 grader og mulighet for at vann konsentreres inn i skråningen, kan gi et løснеområde for skred med årlig sannsynlighet 1/5000. Dersom helningen er 25-30 grader bør du vurdere om løснеområde bør gis en årlig sannsynlighet 1/1000.*

De er derfor tegnet noen skjønnsmessige 5000 års faresoner dimensjonert av jordskred, som starter fra slike løsmasseskråninger. Disse kan synes å være noe konservative i forhold til den «faren» som slike lokale skråninger oppfattes å utgjøre. En enda strengere tolkning av anbefalingene i NVEs veileder kunne imidlertid gitt enda flere og større 5000 års-faresoner. Vi har derfor lagt noe vekt på den beskjedne størrelsen av mange slike skråninger, høy vegetasjon, samt mangel på tegn på og historikk for jordskred, og kun tegnet slike 5000 års faresoner ved noen av skråningene brattere enn 20 - 25°.

Dårlig håndtering av overvann, etablering av skogsveger og andre terrenginngrep som måtte skje i etterkant av våre vurderinger, kan føre til økt sannsynlighet for utløsning av jordskred.

Løsneområder for flomskred ble i utgangspunktet identifisert ved alle forsenkede terrengformasjoner, eks. raviner og nedskjærte bekkeløp, med enten løse materialer eller potensial for bekkeerosjon langs løpet.

Sørpeskred kan løsne i svært ulike typer terreng, for eksempel nesten flate myrområder, høyfjellsplatåer, vann som drenerer ut i bratte bekker, bratte kløfter og gjel i høye fjellskrenter. Dalsidene i de kartlagte områdene er i all hovedsak skogdekket, med få eller ingen reelle potensielle løsneområder for sørpeskred. Vi legger dessuten vekt på manglende historikk for sørpeskred i det kartlagte området. De fleste skredbanene der sørpeskred rent teoretisk kan inntreffe, er mer aktuelle for flom og/eller flomskred, og derfor er det i noen tilfeller tegnet faresoner dimensjonert av disse prosessene istedenfor sørpeskred.

Kildeområder for steinsprang er i første omgang definert som alle naturlige fjellskrenter brattere enn 45°. Små skrenter under ca. 5 m høyde blir ikke kartlagt som løsneområder med mindre de ligger innenfor eller så nære ovenfor kartleggingsområdet at utløp derfra kan komme inn i det vurderte området. Utover det er altså alle skrenter over 45° tatt med som potensielle kildeområder i det senere modelleringsarbeidet. For samtlige skrenter er det utført modellering av to typiske scenarioer (blokker på 1 og 10 m³).

3.5 Registreringskart

Registreringskartet er resultatet av forarbeid med identifisering av løsneområder, skredbaner og skredavsetninger gjort på bakgrunn av helningskart, skyggekart og flybilder, samt feltregistreringer. Under befaringen er fokuset på registrering av terrengformer og elementer av betydning for skredfarevurderingen, derunder tegn på utglidninger, flomskred og nylig steinsprangaktivitet, både som sår i løsneområder og som avsetninger nederst i fjellsidene.

3.6 Modellering

Resultater av skredmodellering utført med ulike beregningsverktøy kan brukes til å etterprøve og underbygge vurderinger av forventet skredutløp basert på andre kilder som skredhistorikk, feltobservasjoner og skjønn.

Modellresultatene (maksimalt utløp, flyte høyde, skredhastighet og trykk) er alltid sterkt avhengig av de valgte inngangsparameterne. Utfordringen ligger generelt i den store usikkerheten rundt avgrensning av løsneområdene (spesielt ved mange diffuse kilder, for eksempel for steinsprang), dimensjonerende mobiliserbare volumer og materialegenskaper.

Vi har valgt å generelt bruke konservative parametersett og vurdere det beregnede skredutløpet i forhold til de kartlagte skredavsetningene, spesielt når det gjelder steinsprang. Modellverktøy er med andre ord først og fremst benyttet som strømningsmodeller, dvs. for å bedre definere hvordan skredmasser ville bevege seg i fjellsidene, men uten å legge for stor vekt på modelleringsresultatene når det gjelder å vurdere det maksimale utløpet for skred med årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og

1/5000. Faresonene er som regel ikke basert på en spesifikk modellberegning, men tegnet ut fra en samlet vurdering av observasjoner, tidligere informasjon, beregninger og erfaring.

Modellering av skredutløp er utført for alle skredprosesser som terrengeanalyse og befaringsobservasjoner tilsier er aktuelle i kartleggingsområdet, altså steinsprang og løsmasseskred (jord- og flomskred). De benyttede modellene og deres oppsett er beskrevet nedenfor.

Det er ikke utført modellering av snøskred- og sørpeskredutløp, ettersom ingen mulige løsneområder, under dagens vegetasjonsforhold, er vurdert å ha en utløsningssannsynlighet av relevans for denne faresonekartleggingen. Dvs. at utløsning av snøskred og sørpeskred som vil kunne nå inn i de kartlagte områdene, under dagens vegetasjonsforhold, er vurdert å være lavere enn 1/5000.

3.7 Beregninger med Rockyfor3d for steinsprang

Programvaren Rockyfor3d (Dorren, 2015), versjon 5.2.4 er anvendt til beregning av mulig utbredelse av steinsprangblokker. Generell fremgangsmåte er som følger:

- Definere scenarioer for hendelser med ulike årlige sannsynligheter, inklusive fastsettelse av følgende parametere:
 - o Kildeområde.
 - o Størrelse på steinsprangblokker. Typiske verdier som vi har benyttet, er på 1 og 10 m³. Dette valget var i liten grad avhengig av størrelse og oppsprekingsgrad vurdert for de ulike kildene. De lokale forholdene i skrenten og eventuelle avsetningene er derimot tatt i betraktning i en senere fase, dvs. ved tolkning av modelleringsresultater opp mot andre elementer, fram til tegning av faresonene.
- Vurdering av resultater mot registrerte avsetninger som representerer tidligere steinsprangutfall.

Generelle innstillinger er som følger:

- Det er simulert 50 utfallende blokker per celle i kildeområdene.
- Det er anvendt en startfallhøyde på 5 m.
- Det er ikke tatt høyde for skog.
- Tetthet = 2700 kg/m³.
- Blokkform = rektangulær.
- Det er benyttet automatisk valgte, gjennomsnittlige verdier for bakkens ruhet og energidemping («Rapid automatic simulation»). Vi har erfaring med at disse gir relativt høye restitusjonskoeffisienter, og dermed relativt langt beregnet utløp. Som beskrevet ovenfor er utløpsberegningene vurdert opp mot andre kilder før fastsetting av faresonene.

3.8 Beregninger med RAMMS for jord-/flomskred

Modellering av mulig skredutbredelse av løsmasseskred er gjort med RAMMS Debris Flow (Christen mfl., 2012), versjon 1.7.20. Løsneområdene er definert i skråninger med morene

brattere enn 20 - 25° der terrenganalyser og befaringsobservasjoner indikerte tidligere utglidninger. Disse er generelt lokalisert i eller ovenfor raviner som går ned mot kartleggingsområder. Resultatene er brukt til å vurdere mulighet for utbredelse av jord- og flomskred.

For alle beregninger er innstillingen «block release» brukt. Anvendte friksjonsparametere er vist i Tabell 3. Modellering av jordskred er utført iht. anbefalingene fra NVEs FoU-rapport om temaet (NVE, 2020b).

Tabell 3: Anvendte parametere i RAMMS beregningene for jord-/flomskred.

	Oppløsn. DTM (m)	Friksjonspar.	Løsneomr.	Høyde blokk (m)	Erosjonsrate (m/s)	Potens. erosjons -dybde (m/kPa)
Jordskred	2	$\xi = 200 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,2$	15-20 m høyde	1 - 2	0,013 (tett lagret løsmasse)	0,1 (normal)
Flomskred	2	$\xi = 200 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,2$	20-30 m høyde	1 - 2	-	-

3.9 Tolkning av modellresultater

Det er i flere tilfeller utført flere beregninger for å teste effekt av variasjonen i de ulike parametersettene. Faresonene er derfor ikke basert på en spesifikk modellberegning, men laget ut fra en samlet vurdering av observasjoner, tidligere informasjon, beregninger og erfaring.

3.10 Fastsetting av faresoner

Faresoner fastsettes for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for den samlede sannsynlighet for alle typer skred.

Den endelige vurderingen av sannsynligheten for de ulike skredprosesser, scenarioer og beregnede skredutløp, har vært i stor grad basert på skredfaglig skjønn, som beskrevet i avsnittene ovenfor.

3.11 Fastsetting av faresonene under endrede skogforhold

Dalsidene over de kartlagte områdene er omtrent helt skogdekket og inneholder mange, bratte partier. Det er derfor potensial for at tap av skogen over store områder kan gi nye og til dels store løsneområder for snøskred, samt øke faren for jordskred. Skogen over ganske store deler av dalsidene er derfor markert som av betydning for resultatet av skredfarekartleggingen (Vedlegg G).

Det å kvantifisere og kartlegge effekten av et eventuelt tap av skog er imidlertid en enda mer krevende og mer skjønnsmessig øvelse enn kartlegging av faresoner under dagens forhold.

Når det gjelder snøskred vil størrelsen av skogområdene som berøres av hogst, brann eller sykdom, hvor disse skogområdene ligger i fjellsiden, og hva skjer i resten av fjellsiden nedenfor dem, være helt avgjørende for hvor stor betydning tapet av skogen i de områdene får for faresonene. Effekten kan variere fra en neglisjerbar økning til en svært stor økning i faresonene.

Når det gjelder løsmasseskred er, i tillegg til faktorene nevnt ovenfor, terrenginngrep ifb. eventuell flatehogst helt avgjørende for betydningen hogst får for faresonene: I hvilken grad og hvilke områder traktorveger etableres, samt hvordan disse utføres ift. terrenghelning, terrengformasjoner og vannavrenning, avgjør i hvilken grad inngrep assosiert med flatehogst vil øke jordskredfaren.

Eventuell modellering av skredutløp under de mest ekstreme forutsetninger, der hele fjellsider blir bare, og løsneområder oppstår overalt der det bratt nok, vil gi svært lange skredutløp over store deler av dalsidene. Et slikt utgangspunkt vil gi et feil bilde av skogens betydning for samfunnssikkerheten, ved å generelt vise en veldig stor økning i faresoner etter ev. tap av skogen. Slike faresoner ville skape store utfordringer for kommunene og skogdriftsnæringen.

Praksisen har inntil veldig nylig vært at faresonene kun blir tegnet under dagens forhold, derunder vegetasjonsforhold, og ingen veiledere viser hvordan tegning av faresoner under endrede vegetasjonsforhold bør gjøres (f.eks. definisjon av løsneområder, forutsetninger for modellering, vektlegging av forhold, m.m.).

Derfor har vi valgt å skjønnsmessig og etter beste evne tegne «faresonene uten dagens skog» med utgangspunkt i faresonene under dagens forhold og terrengforhold i dalsiden (som f.eks. viser hvor eventuelle skred har potensial for å bli kanalisert og gå spesielt langt).

4 Områdets klimatiske trekk av betydning for skredfarekartlegging

4.1 Historisk klima

Vi har utført en analyse av områdets klimatiske trekk som har størst betydning for skredfarekartlegging. Analysen er gjort på bakgrunn av data fra eklima.met.no.

Plassering av de meteorologiske stasjonene i forhold til kartleggingsområdene (Figur 1), og lengden av dataseriene (Tabell 4) bestemmer hvor godt klimaanalysen klarer å beskrive de lokale klimaforholdene ved hvert kartleggingsområde. Resultatene av analysen anses derfor som usikre, men gir allikevel den mest objektive informasjon om klimaforholdene i området.

Tabell 4: Oversikt over de meteorologiske stasjonene anvendt i klimaanalysen. For plassering av stasjonene, se figur 1.

Nr.	Stasjonsnavn	I drift fra	I drift til	Høyde (moh.)	Breddegrader	Lengdegrader
22810	BAGN			225	60,82	9,55
22840	REINLI	jul 1895		628	60,8346	9,4905
23420	FAGERNES	okt 1892		358	60,9785	9,224
21860	ETNEDAL - ØYEN S.	okt.1989	aug.2004	486	60,997	9,5662
21870	ETNEDAL - ØYEN	jan.1967	mar.1989	489	61	9,5667
21880	NORDRE ETNEDAL	jul 1895	jun.67	679	61,0333	9,5167
22950	NORD-AURDAL II	jan 1892	des.00	452	60,923	9,4162

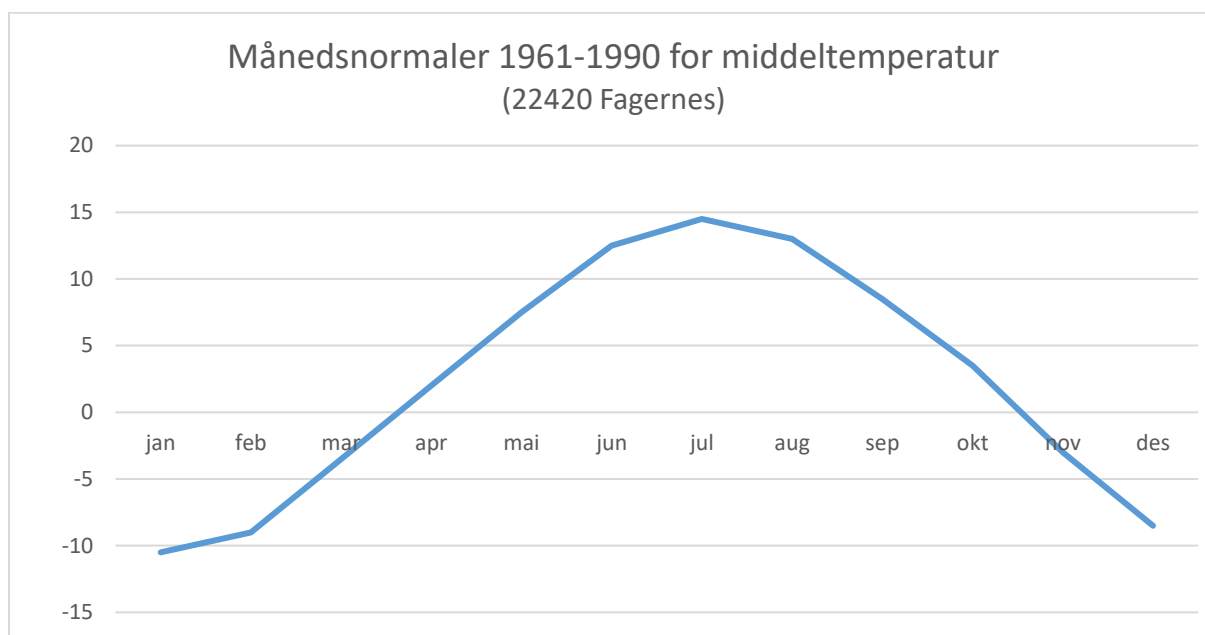
Stasjonene som er tilgjengelige i relativ nærhet av de kartlagte områdene, har dataserier som starter allerede i 1892, men ikke alle stasjonene registrerte alle værelementene av interesse for vår analyse. Dette er grunnen til at bare en av stasjonene viser normale middeltemperaturer i figur 2, mens tre stasjoner viser normale nedbørsverdier i figur 3.

Figur 3 viser at den årlige nedbøren ved de ulike stasjonene varierer mellom 520 og 755 mm per år. Dette er typisk for relativt tørre, innlandsområder i Norge.

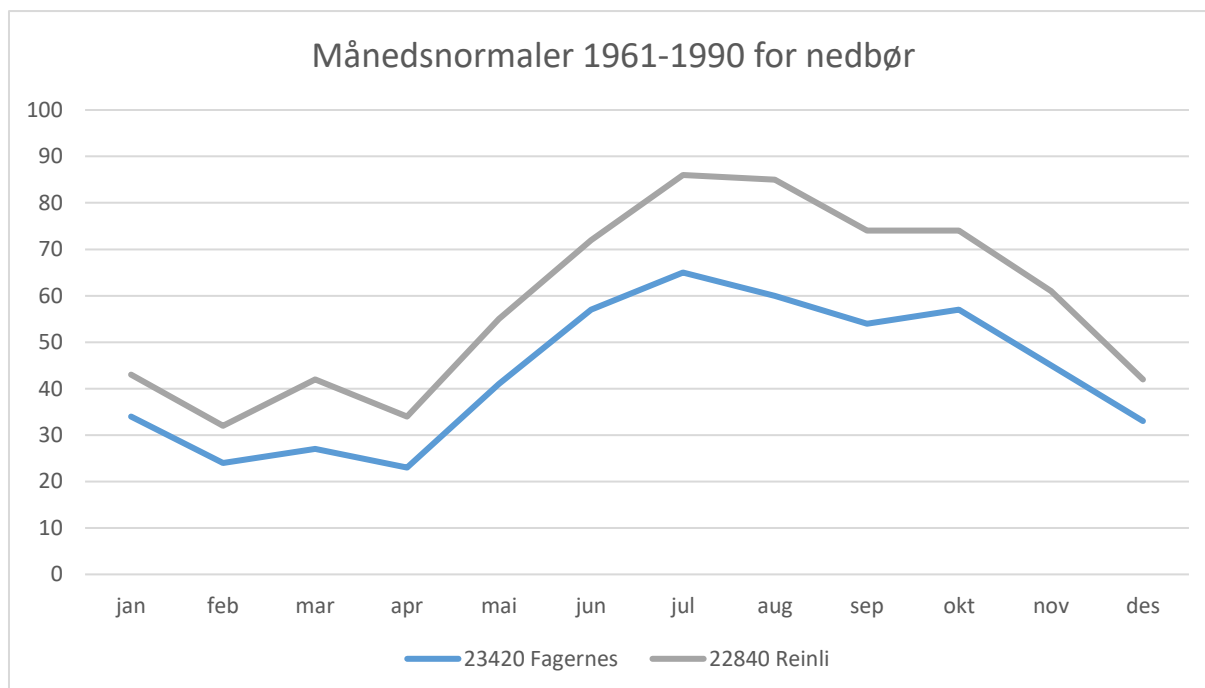
For skredfarevurderingen er det imidlertid viktigere å analysere ekstrem nedbør enn normaler.

For løsmasseskred har analysen fokus på ekstrem nedbør som kommer i formen av regn.

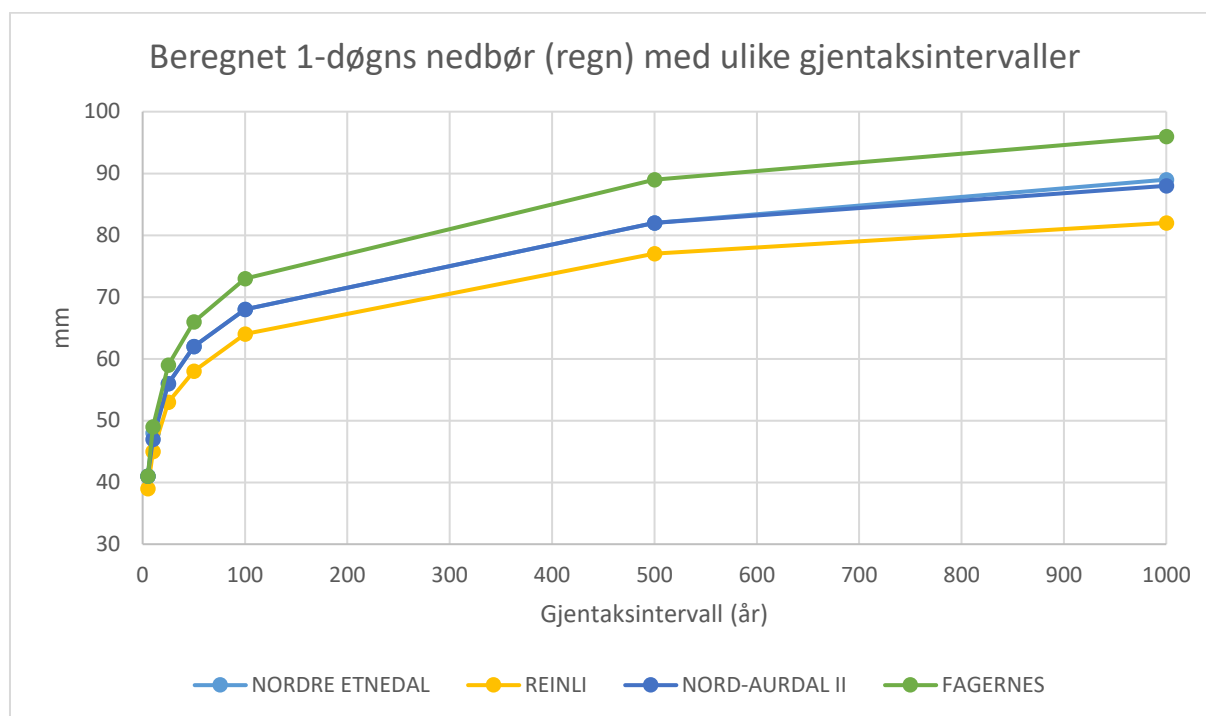
Studier utført i Norge (Sandersen mfl., 1996) indikerer at løsmasseskred generelt løses ut ved døggnedbør på min. 8 % av gjennomsnittlig årlig nedbør. I det vurderte området betyr det døggnedbør på 42 – 60 mm. I figur 4 vises beregnet 1-døgns nedbør i perioden mars – november, som i det aktuelle området trygt kan antas å komme i formen av regn. Figuren viser at gjentaksintervallet for en døggnedbør på 42 – 60 mm i vurderingsområdet er på bare 5 – 10 år. Sannsynligheten for at en nedbørintensitet potensielt i stand til å utløse løsmasseskred forekommer, er ikke er det samme som sannsynligheten for at skred faktisk utløses. Det siste avhenger av mange flere forhold enn nedbørintensitet, og blant alle de forholdene er terrenget viktigst.



Figur 2: Månedsnormaler 1961-90 for middeltemperatur. Data fra www.eklima.no.



Figur 3: Månedsnormaler 1961-90 for nedbør. Data fra www.eklima.no.



Figur 4: Beregnet 1-døgnsnedbør med ulike gjentakintervaller for månedene mars til november (antatt regn). Data fra www.eklima.no.

For snøskred, som under dagens forhold ikke er vurdert som en relevant problemstilling i de kartlagte områdene, er fokuset ved klimaanalysen på 3-døgns snøfall med store gjentakintervaller. Nedbør som faller i fjellet over 400 - 500 moh. mellom desember og april, antas å komme i form av snø. For disse vintermånedene ved de benyttede stasjonene er den beregnede 3-døgns nedbør med 1000 års gjentakintervall på henholdsvis 60 - 70 mm, omtrentlig tilsvarende 60 - 70 cm nysnø (ikke vist i figurer).

4.2 Fremtidig klima

Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

Ifølge Norsk Klimaservicesenter (2016), *Klimaprofil Buskerud*, beregnes det at årstemperaturen i dette innlandsområdet vil øke med ca. 4 °C innen 2100, og mest om vinteren (+ 4,5°C). Årsnedbøren vil øke med 15 %, også mest om vinteren (+ 30%).

Sitert fra Norsk Klimaservicesenter (2016):

«Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Nedbørintensiteten for døgn med kraftig nedbør forventes å

øke med ca. 20 %. For varigheter kortere enn ett døgn, er det indikasjoner på større økning enn for døgnedbør».

«Høyere liggende fjellområder kan få økende snømengder frem mot midten av århundret. Etter dette forventes det at økt temperatur etter hvert vil føre til mindre snømengder også i disse områdene».

«Med et varmere og våtere klima vil det oftere falle regn på et snødekket underlag. Dette kan på kort sikt føre til økt skredfare, men ikke på de store, sjeldne snøskredene som omfattes av aktsomhetskartene. På lengre sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta».

«Det er særlig grunn til økt aktsomhet mot skredtypene jord- flom- og sørpeskred fordi disse skredtypene kan bli både vanligere og mer skadelige».

Med dagens metodikk for skredfarekartleggingen, er det ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere effekten av, men som vurderes skjønnsmessig når en kartlegger skredfare.

5 Område 1 – Bruflat

5.1 Topografi

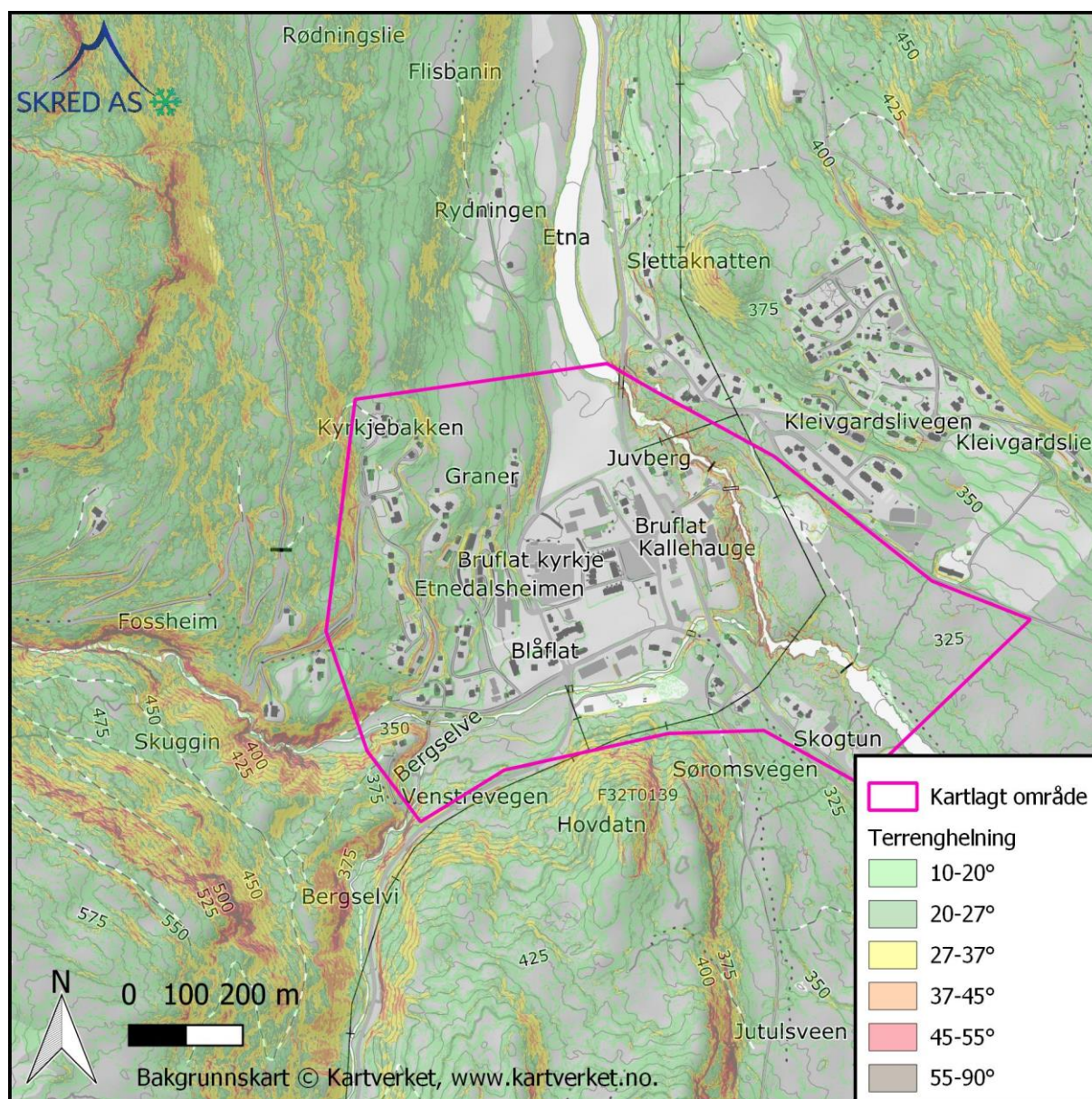
Det kartlagte området er ca. 0,6 km² stort og inkluderer mesteparten av Bruflat, fra Kyrkjebakken, i dalsiden i vest, til Eventyrvegen, i dalsiden i øst. Det kartlagte området er vist i Figur 5, som illustrerer helningsforholdene i de relevante dalsidene. Bilder tatt under befaringen er presentert i Vedlegg 1A.

Dalbunnen, der Etna renner, ligger i dette området ca. 310 moh.

Dalsiden ovenfor det kartlagte området i vest stiger opptil noen 700 – 900 m høye topper, med blant andre Breieshaugen (766 moh.), Tiuhaugen (917 moh.) og Kvithovda (740 moh.). Ingen av disse små fjelltoppene ligger direkte ovenfor kartleggingsområdet, men alle ca. 2 – 3 km fra det. En sidedal, der Fjellselvi renner, skjærer seg i fjellsiden i vest og munner ut i Etnedalen like ved det sørvestlige hjørnet av kartleggingsområdet. Der møter Fjellselvi en annen elv, Bergselvi, som kommer fra en sidedal i sør, før de går inn i Etna. Delen av den vestlige dalsiden nord for Fjellselvi er i hovedsak slakere enn 20°, men inneholder mange lokale partier som er 20 - 45° bratte, f.eks. ovenfor Kyrkjebakken. På ca. 550 m høyde er det også et sammenhengende terrengbelte brattere enn 45°. Delen av den vestlige dalsiden sør for Fjellselvi har betydelig større og mer sammenhengende partier som er brattere enn 20 - 27°, derunder større skrenter brattere 45°. Disse bratte skråningene vender imidlertid ikke direkte mot kartleggingsområdet, men mot sidedalen der Fjellselvi renner og dalen, lenger sør, der Bergselvi renner. Den smale ryggen som utgjør den eneste delen av denne dalsiden direkte vendt mot kartleggingsområdet, mellom Fjellselvi og Bergselvi, er generelt slakere enn 20 - 27°.

Dalsiden ovenfor det kartlagte området i sør, mellom Bergselvi som renner inn i området fra SV og Etna som kommer inn fra SØ, er en rygg som stiger mot sør. Delen av ryggen direkte ovenfor kartleggingsområdet, og derfor av relevans for denne skredfarevurderingen, når en høyde på ca. 420 moh., dvs. ca. 100 m høydeforskjell i forhold til dalbunn. Med unntak av noen lokale partier og små fjellskrenter brattere enn 37 - 45° er denne dalsiden relativt slak og ganske kupert.

Dalsiden ovenfor det kartlagte området i øst stiger opptil noen topper på 673 – 747 moh., som imidlertid ligger ca. 1,8 -2,5 km fra områdegrensene. Dette betyr at dalsiden i grove trekk er veldig slak, med få lokale partier brattere enn 27°. Slike partier ligger f.eks. ved Slettaknatten og Kleivgardslie, samt i et lite terrengbelte på 510 – 540 moh.



Figur 5: Terrenghelning i de mest relevante delene av dalsidene over kartleggingsområde 1 – Bruflat. Helningskart over større deler av dalsidene er vist i Vedlegg 1B.

5.2 Geologi

Berggrunnen i fjellsidene rundt kartleggingsområdet er kartlagt i målestokk 1:50 000 og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase for det meste av sandstein, skifer og kvartsitt i dalsiden i vest og øvre del av dalsiden i øst, med øyegneis i nedre del av dalsiden i øst, samt hele dalsiden i sør (NGU, 2020a).

Ifølge NGU løsmassekart i målestokk 1:250.000 (NGU, 2020b), er det elveavsetninger nede i dalbunnen, og morene med varierende tykkelse i dalsidene rundt kartleggingsområdet.

Dette kartet er ganske grovt og fanger ikke opp mindre skredvifter og andre skredrelaterte former. Våre terrengmodellanalyser, flyfotostudie og befaringsobservasjoner har imidlertid heller ikke avdekket morfologiske elementer som tilsier skredaktivitet, utover kraftig nedskjæring av Fjellselvi og tegn etter en rekke gamle utglidninger langs samme elveløp. Disse elementene er vist i registreringskartet (Vedlegg 1C).

5.3 Vegetasjon

Dalsidene ovenfor kartleggingsområdet er i hovedsak dekket av granskog, stedvis med innslag av lauvtrær. Unntak er bebygde områder, områder med dyrket mark og enkelte hogstfelt.

Sammenligning av flyfoto fra perioden 1970 – 2019, tilgjengelige på www.norgebilder.no, viser at skogdrift og flatehogst har vært og er vanlig i dalsidene: Flere nylig hogde felt i 1970-bilder er gjengrodd i nyere bilder, og flere tidligere skogdekkede felt er avskoget i nyere bilder.

5.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2020) er det ikke registrert skredhendelser i dalsidene ovenfor dette kartleggingsområdet, og hendelsene registrert i relativ nærhet av det, er ikke relevante fordi de er i forskjellige dalsider med ikke-sammenlignbare forhold.

5.5 Tidligere rapporter

Skred AS har tidligere utført en rekke skredfarevurderinger i Etnedal kommune. Ingen av dem i eller i umiddelbar nærhet av dette kartleggingsområdet. Vi kjenner heller ikke til relevante utredninger utført av andre konsulenter i dette området.

5.6 Aktsomhetsområder

Mindre deler av kartleggingsområdet berøres av NVEs aktsomhetssoner for snøskred og de for jord- og flomskred (NVE, 2020). Det er i tillegg aktsomhetssoner for flom langs både Fjellselvi, Bergselvi og Etna. NGIs aktsomhetskart for stein- og snøskred er ikke utarbeidet for dette området.

5.7 Eksisterende skredsikringstiltak

NVE Atlas (NVE, 2020) viser ingen skredsikringstiltak i dette kartleggingsområdet, og ingen er registrert under befaringen.

5.8 Skredfarevurdering

5.8.1 Snøskred

Kun mindre deler av dalsidene ovenfor kartleggingsområdet, og spesielt i vest og i sør, er brattere enn 27°, dvs. bratt nok til å potensielt kunne gi snøskred. De aktuelle skråningene er imidlertid dekket av granskog som oppfyller kriteriene for en skredforebyggende funksjon mot skred (Tabell 2 i avsnitt 3.4).

Den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred i kartleggingsområdet vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

Dersom skogområdene markert i Vedlegg 1E skulle hogges eller bli borte av naturlige årsaker, ventes snøskred i deler av dalsidene å kunne bli aktuelt. Dette gjelder spesielt området ved Kyrkjebakken i vest, samt helt i sør.

Klimaanalysen i avsnitt 4.1 viser at forventet 3-døgns snøtilvekst i en ekstrem 1000 års situasjon, er på ca. 60 – 70 cm. Terrengpartiene der skogen i dag forebygger snøskred, kan ved eventuell hogst og under ekstreme vær situasjoner gi snøskred med bruddkanter på opptil 0,7 – 1 m, som er i stand til å gjøre skader i områdene nedenfor. En skjønnsmessig vurdering av utbredelsen av slike 1000 års og 5000 års snøskred i en situasjon uten skog i dalsidene, gjenspeiles i faresonene vist i Vedlegg 1F.

5.8.2 Sørpeskred

Dalsidene direkte over dette kartleggingsområdet, opptil 600 – 700 moh., er i all hovedsak skogdekket, uten store, flate eller konkave partier som kan akkumulere mye snø og der snøen kan bli vannmettet uten at vannet finner en naturlig avrenning nedover i dalsiden. Dalsidene opptil den høyden mangler således typiske løснеområder for sørpeskred.

Ovenfor 600 – 700 moh. i dalsiden i vest er det store områder med slak dyrket mark. Disse områdene kan, rent teoretisk, være løснеområder for sørpeskred.

Med unntak av et sørpeskred som i 1930 skal ha gått ned mot Aurdal kirkegard, 13 km vest for dette kartleggingsområdet, kjenner vi ikke til sørpeskred i dette området. Vi mener at dette skyldes kombinasjonen av skog nesten opptil fjelltoppene og et ganske tørt klima, spesielt vinterstid.

Utførte avrenningsanalyser (vedlegg 1C) viser at avrenningen fra de dyrkamarka i den vestlige dalsiden går mot sidedalen der Fjellselvi renner, og videre ned i den elva. Avrenningsanalyser viser også at vann fra øvre deler av dalsiden i øst, over ca. 700 moh. renner ned mot Etna, men ikke direkte mot kartleggingsområdet.

Eventuelle sørpeskred som under ekstreme forhold måtte inntreffe i dalsidene rundt kartleggingsområdet, vil altså ikke gå direkte mot kartleggingsområdet, men i elver. Innenfor kartleggingsområdet ventes ikke en slik hendelse å oppleves som annet enn en flom.

Derfor vurderes den årlige sannsynligheten for skader fra sørpeskred i det aktuelle kartleggingsområdet som lavere enn 1/5000.

5.8.3 Løsmasseskred

Dalsidene ovenfor kartleggingsområdet er dekket av morene og har flere partier brattere enn 20 - 27°, noe som i utgangspunktet gjør jordskred mulig. Terrenganalyser ved hjelp av skyggekart og befaringsobservasjoner viste imidlertid ingen spor etter tidligere jordskred, hverken som sår etter utglidninger eller som mulige avsetninger lenger nede i dalsiden (Vedlegg 1C). Dalsidene er dessuten nesten helt dekket av granskog, som reduserer sannsynligheten for utglidninger.

Tegn etter flere jordskred er registrert på begge de bratte sidene av sidedalen der Fjellselvi renner, før den fra vest kommer inn i kartleggingsområdet. Utførte beregninger med

RAMMS::Debris Flow (Vedlegg 1D1) underbygger vår vurdering av at jordskred derfra ikke vil gå direkte inn i kartleggingsområdet, men ned i Fjellselvi. Eventuelle flomskred fra samme sidedal kan gå inn i de vestligste delene av kartleggingsområdet. Alt tilsier imidlertid at eventuelle jordskred eller flomskred i denne sidedalen ikke vil kunne skilles ut fra flommen som antakelig vil pågå når en eventuell slik skredhendelse måtte inntreffe. Masser forventes å bli transport videre med elva under en flomsituasjon.

Alle forhold tatt i betraktning vurderes den årlige sannsynligheten for løsmasseskred i dette kartleggingsområdet, under dagens vegetasjonsforhold, som lavere enn 1/1000.

Som nevnt i avsnitt 3.4 anbefaler [NVEs veileder 2020](#) (NVE, 2020c) at lokale skråninger på over 20-25 grader med konsentrasjon av vann gir 1/5000-års faresoner. Vi har derfor tegnet skjønnsmessige 5000 års faresoner dimensjonert av jordskred, som starter fra slike, bratte løsmasseskråninger. Dette gjelder dalsiden i vest og den i sør.

5.8.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°.

I dalsidene ovenfor dette kartleggingsområdet er det kun noen små, lokale partier som er bratte nok til å kunne gi steinsprang. De aktuelle skrentene ligger i et terrengbelte på ca. 550 moh. i nordvest, samt ryggen helt sør i kartleggingsområdet, mellom Bergselvi og Etna.

Under det førstnevnte terrengbeltet i NV er det registrert en liten steinur, men foten av denne ligger 300 – 400 m fra nærmeste grense av kartleggingsområdet, og terrenget mellom det og steinura er i hovedsak slak og skogdekket. Selv en konservativ beregning av det mulige steinsprangutløpet derfra utført med Rockyfor3D (Vedlegg 1D2), viser at det ikke forventes å nå kartleggingsområdet.

Under de små og delvis skogdekkede skrentene helt sør i kartleggingsområdet er det ikke registrert steinsprangavsetninger, noe som tilsier at det har vært veldig lite eller ingen utfall av blokker. De bratteste partiene er også skogdekket (Figur 4 i Vedlegg 1A), noe som vil si at de knapt kan defineres som aktive kildeområder.

Den årlige sannsynligheten for skader fra steinsprang i dette kartleggingsområdet vurderes derfor å være lavere enn 1/5000.

5.8.5 Faresoner for skred

Det er kun faresone for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i dette kartleggingsområdet. Jordskred og ev. dambrudd fra jordskred langs Fjellselvi er dimensjonerende for faresonene.

Faresonene under dagens vegetasjonsforhold er vist i *Figur 6* og Vedlegg 1E, mens faresoner under forutsetning av at skogen blir borte, er vist i Vedlegg 1F.



Figur 6: Faresoner for skred i kartleggingsområde 1 – Bruflat, inkl. polygoner for skog av betydning for skredfarevurderingen.

6 Område 2 - Lerkendal

6.1 Topografi

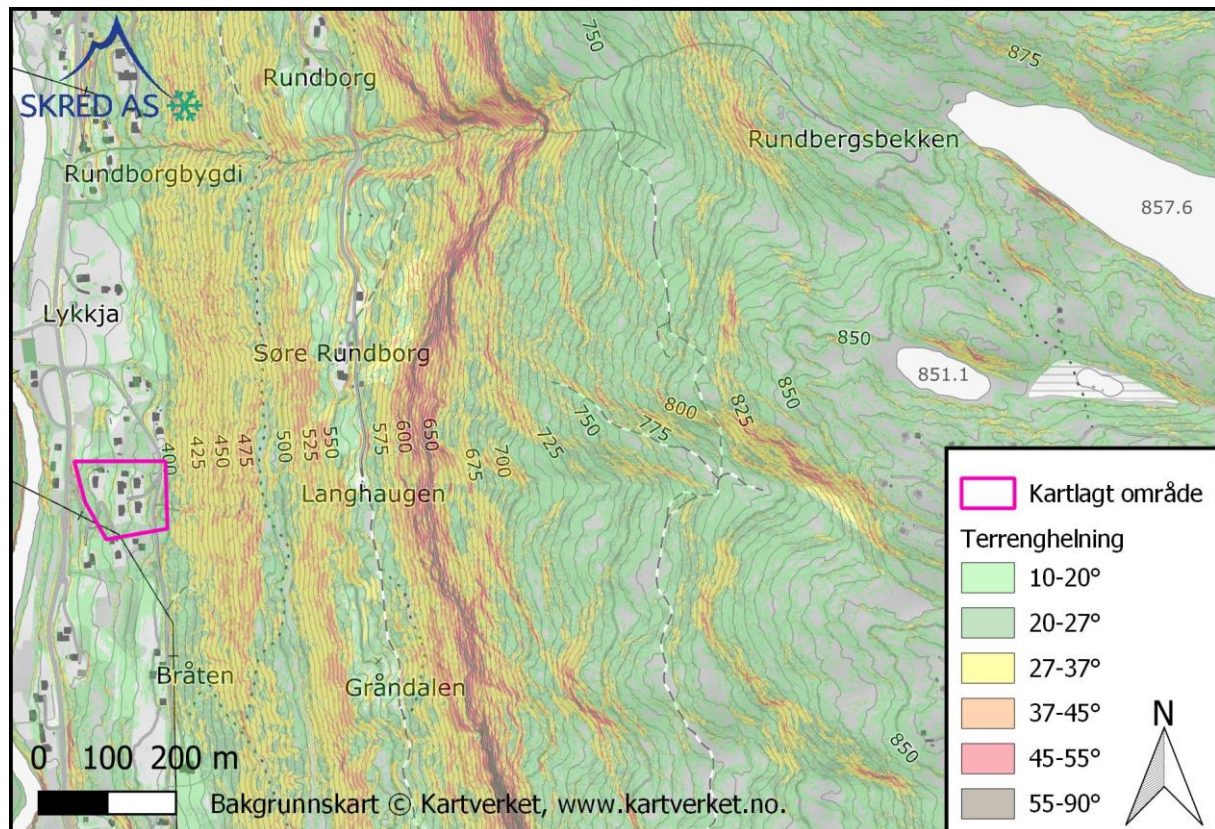
Det kartlagte området er ca. 1 hektar stort og inkluderer 5 – 6 boliger. Det kartlagte området er vist i Figur 7, som illustrerer helningsforholdene i dalsiden. Helningskart er også vist i Vedlegg 2B. Bilder tatt under befaringen i dette området er presentert i Vedlegg 2A.

Dalbunnen, der Etna renner, ligger i dette kartleggingsområdet på 359 moh.

Dalsiden ovenfor det kartlagte området stiger opptil Byfelliberget (891 moh.) og andre ikke navngitte topper på ca. 900 moh., før den fortsetter videre østover mot Byfellifjellet (969 moh.) og Vardafjellet (989 moh.).

Terrenget opptil 700 moh. er generelt ganske bratt, med helninger på 27 - 45° fra kartleggingsområdets øvre grense til 600 moh. og igjen mellom 650 – 700 moh., samt et enda brattere belte med nær vertikale fjellskrenter mellom 600 og 650 moh. Over 700 moh. flater terrenget raskt ut til helninger på 10 - 20°, med kun små lokale brattheng.

Det er markert forsenkning som går fra ca. 900 moh. til ca. 700 moh. i dalsiden. Avrenningsanalyser viser at denne samler relativt mye vann fra dalsiden og leder det nedover mot noen raviner like ovenfor kartleggingsområdet, mellom 400 – 550 moh. (Vedlegg 2C). Avrenningen styres i noen grad av et par veier som går på ca. 480 og 560 moh.



Figur 7: Terrenghelning i dalsiden over kartleggingsområde 2 – Lerkendal.

6.2 Geologi

Berggrunnen i fjellsidene rundt kartleggingsområdet er kartlagt i målestokk 1:50 000 og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase av sandstein under 425 moh. og over ca. 600 moh., med skifer, kvartsitt og gneis i midtre deler av dalsiden (NGU, 2020a). Der er det kartlagt en rekke høydekurveparallele forkastninger ifb. en kompresjonssone.

Ifølge NGU løsmassekart i målestokk 1:250.000 (NGU, 2020b), er det tykk og sammenhengende morene opptil ca. 550 moh., og tynn / usammenhengende morene videre oppover i dalsiden.

Våre terrengmodellanalyser, flyfotostudie og befaringsobservasjoner har i tillegg registrert noen antatte «sår» etter jordskred mellom 475 – 530 moh. og flere raviner som derfra går ned mot kartleggingsområdet. Ravinene kan ha oppstått ifb. utglidningene (dvs. ved at jordskred rev med seg deler av løsmassedekket i skredbanene), og siden virket som avrenningsveger. De kan alternativt være rene erosjonsformer i en tidlig post-glasial fase, og senere ha fungert som naturlige baner for mindre utglidninger. Dette kan ikke slås fast med sikkerhet basert på de tilgjengelige elementene, men er ikke kritisk viktig for denne skredfarevurderingen, ettersom det uansett er liten tvil på at utglidninger i fjellsiden har forekommet. Elementene av betydning for skredfarevurderingen, samt andre befaringsregistreringer, er vist i Vedlegg 2C.

6.3 Vegetasjon

Dalsiden ovenfor kartleggingsområdet er i sin helhet dekket av granskog med innslag av lauvtrær.

Sammenligning av flyfoto fra perioden 1970 – 2019, tilgjengelige på www.norgebilder.no, viser bare veksten av skogen i perioden, uten tegn på nylige skred like før de ulike bildene ble tatt.

6.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2020) er det ikke registrert skredhendelser i dalsiden ovenfor dette kartleggingsområdet. De nærmeste hendelsene ligger ca. 1 mil unna og er derfor ikke representative for det aktuelle området.

6.5 Tidligere rapporter

Skred AS har tidligere utført en rekke skredfarevurderinger i Etnedal kommune. Ingen av dem i dette kartleggingsområdet. Vi kjenner heller ikke til relevante utredninger utført av andre konsulenter i dette området.

6.6 Aktsomhetsområder

Nesten hele kartleggingsområdet berøres av NVEs aktsomhetssoner for snøskred, for steinsprang og for jord- og flomskred (NVE, 2020). Aktsomhetssonen for flom langs Etna berører ikke kartleggingsområdet. NGIs aktsomhetskart for stein- og snøskred er ikke utarbeidet for dette området.

6.7 Eksisterende skredsikringstiltak

NVE Atlas (NVE, 2020) viser ingen skredsikringstiltak i dette kartleggingsområdet, og ingen er registrert under befaringen.

6.8 Skredfarevurdering

6.8.1 Snøskred

Delene av dalsiden som er brattere enn 27°, dvs. bratt nok til å potensielt kunne gi snøskred, er helt dekket av granskog som oppfyller kriteriene for en skredforebyggende funksjon mot skred (Tabell 2 i avsnitt 3.4).

Den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred i kartleggingsområdet under dagens vegetasjonsforhold vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

Dersom skogområdene markert i Vedlegg 2E skulle hogges eller bli borte av naturlige årsaker, vil store løснеområder for snøskred kunne oppstå, også direkte ovenfor kartleggingsområdet.

Klimaanalysen i avsnitt 4.1 viser at forventet 3-døgns snøtilvekst i en ekstrem 1000 års situasjon, er på ca. 60 – 70 cm. Terrengpartiene der skogen i dag forebygger snøskred, kan ved eventuell hogst og under ekstreme vær-situasjoner gi snøskred med bruddkanter på opptil 0,7 – 1 m, som er i stand til å gjøre skader i områdene nedenfor.

En skjønnsmessig vurdering av utbredelsen av slike 1000 års og 5000 års snøskred i en situasjon der all skog i dalsidene blir borte, tilsier at hele det kartlagte området vil kunne få en årlig sannsynlighet for skader fra snøskred større enn 1/1000. Dette gjenspeiles i faresonene vist i Vedlegg 2F.

6.8.2 Sørpeskred

Dalsiden direkte over dette kartleggingsområdet er helt skogdekket, med unntak av skogsveger, noen små fjellskrenter og noen små lysninger i skogen. I tillegg er store deler av dalsiden bratte. Forholdene ligger dermed ikke til rette for utløsning av sørpeskred.

De eneste flate eller konkave partier som i teorien kan akkumulere mye snø, og der snøen kan bli vannmettet uten at vannet finner en naturlig avrenning nedover i dalsiden, er Damtjernet og Nørdre Damtjernet (Vedlegg 2B). Avrenningsanalyser indikerer imidlertid at de to tjernene ikke drenerer mot kartleggingsområdet.

I lys av disse forholdene og manglende sørpeskredshistorikk i et område på 1 – 2 mil rundt kartleggingsområdet, vurderes den årlige sannsynligheten for skader fra sørpeskred som lavere enn 1/5000.

6.8.3 Løsmasseskred

Dalsiden ovenfor kartleggingsområdet er dekket av morene og har store partier brattere enn 20 - 27°, noe som gjør jordskred mulig. Terrenganalyser ved hjelp av skyggekart og befaringsobservasjoner viser flere spor som tolkes som bruddkanter etter tidligere jordskred mellom ca. 480 – 560 moh. Vi kjenner ikke tidspunktet for disse utglidningene, men det

antas å være godt før 1970, ettersom flybildene tatt i det året ikke viser ferske tegn på skred der. Skogsveger går i dag rett ovenfor de antatte skredkantene, som er veldig bratte.

Avrenningsanalysen indikerer at mye vann konsentreres der de antatte skredkantene ligger, og videre nedover i fire markerte raviner som munner ut rett over kartleggingsområdet. De to sørligste ravinene samler ifølge våre analyser mest vann.

Våre befaringsobservasjoner (pkt. 750 – 752 i Vedlegg 2C) viser at bunnen av den sørligste ravinen ligger på fjell (Figur 5 i Vedlegg 2A), men ravinesidene og -toppen er veldig bratte, og det er i tillegg noen steinblokker på opptil 1 – 2 m³ som i verste fall kan mobiliseres ifb. nye utglidninger. Videre nordover viser våre befaringsobservasjoner at løsmassene er mer finstoffholdige.

Videre opp i dalsiden, på ca. 530 moh. (pkt. 760 i Vedlegg 2C), registrerte vi et ca. 70 m² stort skredsår, tilsynelatende ferskere enn de nevnt ovenfor (Figur 7 i Vedlegg 2A). Notater for øvrige registreringer vist i Vedlegg 2C, er presentert i Tabell 5.

Under de registrerte forholdene mener vi at nye utglidninger ikke kan utelukkes, både på ca. 480 – 490 moh. og på ca. 530 – 560 moh. Historikken tilsier at sannsynligheten for nye skred ned mot kartleggingsområdet trolig bare er relevant for 1000 års og 5000 års scenarioer.

Utførte beregninger med RAMMS::Debris Flow (Vedlegg 2D1) underbygger vår vurdering av at jordskred under kan gå inn i kartleggingsområdet, og dimensjonerer faresonene for 1000 års og 5000 års skred.

Faresonene inkluderer muligheten for at tilgjengelige materialer i ravinene mobiliseres under en værissituasjon som gir stor nok vannføring. Et slikt scenario er i praksis mindre flomskred, dvs. krever ikke at det oppstår nye utglidninger i stedlige løsmasser.

6.8.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°.

I dalsiden ovenfor dette kartleggingsområdet er det et sammenhengende terrengbelte med nær vertikale skrenter mellom 600 og 650 moh. Det er også noen mye mindre skrenter som er bratte nok til å kunne gi steinsprang, f.eks. lags skogsvegen på 480 moh. (pkt. 754 i Vedlegg 2C). Under de større skrentene på 600 – 650 moh. er det kartlagt sammenhengende steinur, som tilsier at det over tid har vært en del steinsprangaktivitet (Vedlegg 2C).

Nye utfall av blokker fra disse kildeområdene må forventes. Tatt i betraktning størrelsen av kildeområdene, avstanden fra kartleggingsområdet, og tett skog i hele dalsiden mellom dem, forventer vi ikke at steinblokker vil kunne komme inn i kartleggingsområdet, med mindre det er remobiliserte blokker som allerede ligger i ravinene (omhandlet i avsnitt 6.8.3). Resultater av konservative utløpsberegninger utført med Rockyfor3D (Vedlegg 2D2) bekrefter denne vurderingen.

Den årlige sannsynligheten for skader fra steinsprang i dette kartleggingsområdet vurderes derfor å være lavere enn 1/5000.

6.8.5 Faresoner for skred

Det er tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 i dette kartleggingsområdet. Løsmasseskred er dimensjonerende for faresonene.

Faresonene under dagens vegetasjonsforhold er vist i *Figur 8* og Vedlegg 2E, mens faresoner under forutsetning av at skogen blir borte, er vist i Vedlegg 2F.



Figur 8: Faresoner for skred i kartleggingsområde 2 – Lerkendal.

Tabell 5: Befaringsnotater fra kartleggingsområde 2 – Lerkendal (Vedlegg 2C).

749	Ytterkant ur, gammelt fjellskred/utvasket morene/løsmasseskred?
750	Liten utglidning motsatt side bekk av brønnhus, kan også være ifm. med utgraving av kum til brønn/flåte til brønnhus. Bekk oppover: deler seg, går på fjell.
751	Vannsig, virker som utvaska morene/ur. Enkelte 1-2 m ² blokker.
752	Nedenfor brattkant. Lite løst, en ca. 40cm dia blokk i skrenten. Renner en del vann, ikke tegn til sig i trær, men bratt! Grovt materiale – utvasket?
753	Mer finkorna fra denne ryggen og nordover. Vekselvis raviner/rygger. Bittelitt sig.
754	Mulig med steinsprang fra 1 m høye skrenter av fast fjell i bratt terreng. Langs skogsbilvei her, ikke vann.
755	Skredsår, usikker alder, ikke tegn på aktivt/erosjon.
756	Vann på vei fra syd og ned her. Litt vann, ikke erosjon. Kan ledes mot nord til neste ravine der det er mer finkorna materiale, vil være ugunstig. Svært fuktige forhold under befarings.
757	Vannsig herifra.
758	Liten bekk ned her, kan dra mot N.
759	Vannpøl i overkant brattkant, renner ned liten kløft.
760	Lite skredsår, relativt ferskt. 5-10 år? Ca. 6 m bredt, 10-12m langt? Mest sannsynlig stoppet rett i underkant, men løvskog nedover.

7 Område 3 - Brumoen

7.1 Topografi

Det kartlagte området er ca. 0,2 km² stort og inkluderer miljøstasjonen på vestsiden av Etna og næringsbygg langs Etnedalsveien på østsiden av elva. Området er vist i Figur 9, som illustrerer helningsforholdene i de relevante dalsidene. Bilder tatt under befaringen er presentert i Vedlegg 3A.

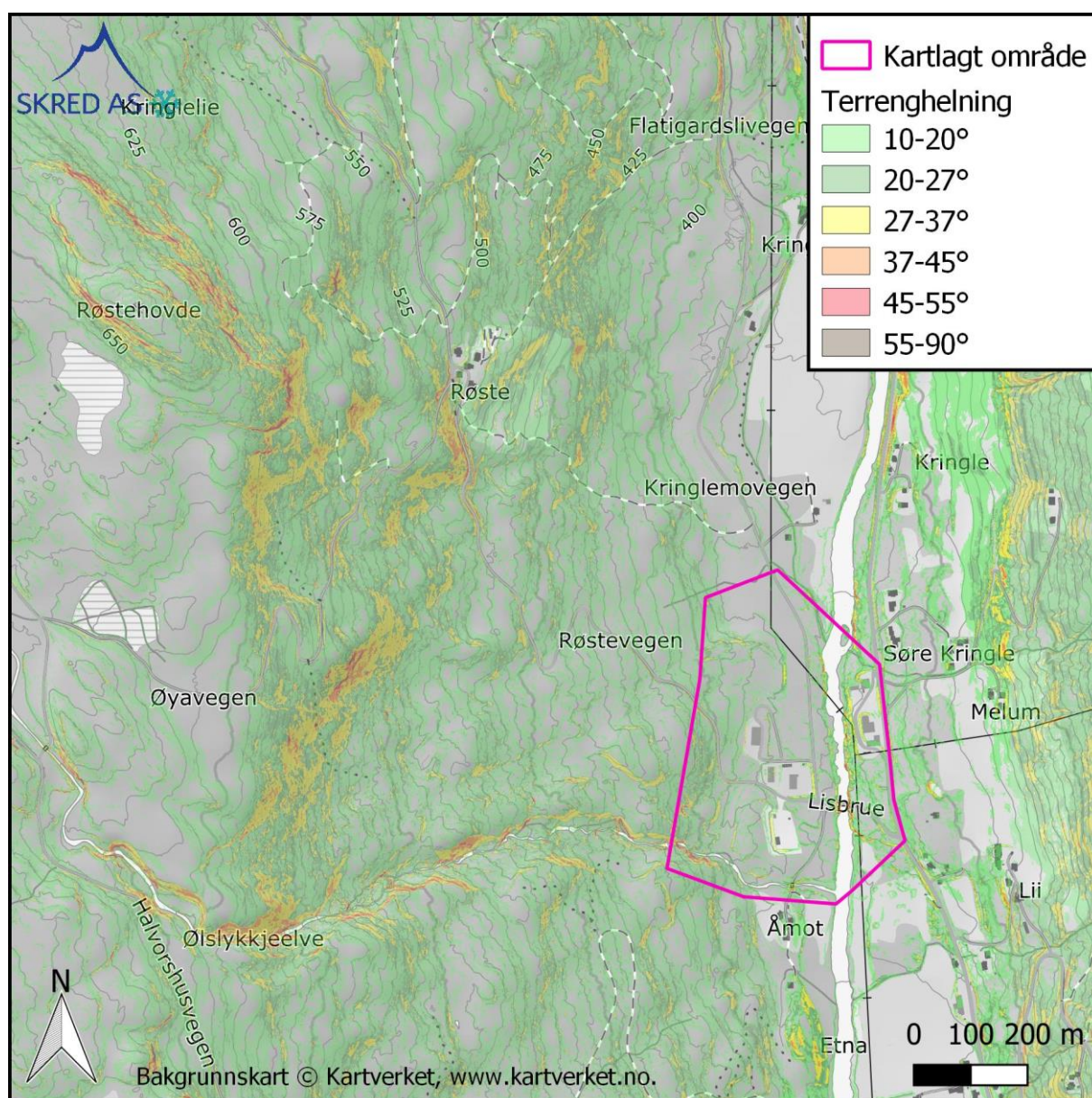
Dalbunnen, der Etna renner, ligger i dette området ca. 377 moh. For skredfarevurderingen av delområdet vest for Etna er dalsiden i vest relevant, mens den i øst er relevant for skredfarevurderingen av delområdet langs Etnedalsveien.

Dalsiden vest for det kartlagte området stiger opptil en 681 m høy fortopp av Espelifjellet (972 moh.). Mellom fortoppen og fjelltoppen er det imidlertid en liten sidedal, der Langemyrbekken og Ølslykkjeelva renner mot Etnedalen. Den sistnevnte elva renner langs sørsiden av dette kartleggingsområdet. Det er delen av dalsiden som inkluderer sidedalen og videre nedover mot kartleggingsområdet, som er av størst relevans for denne rapporten.

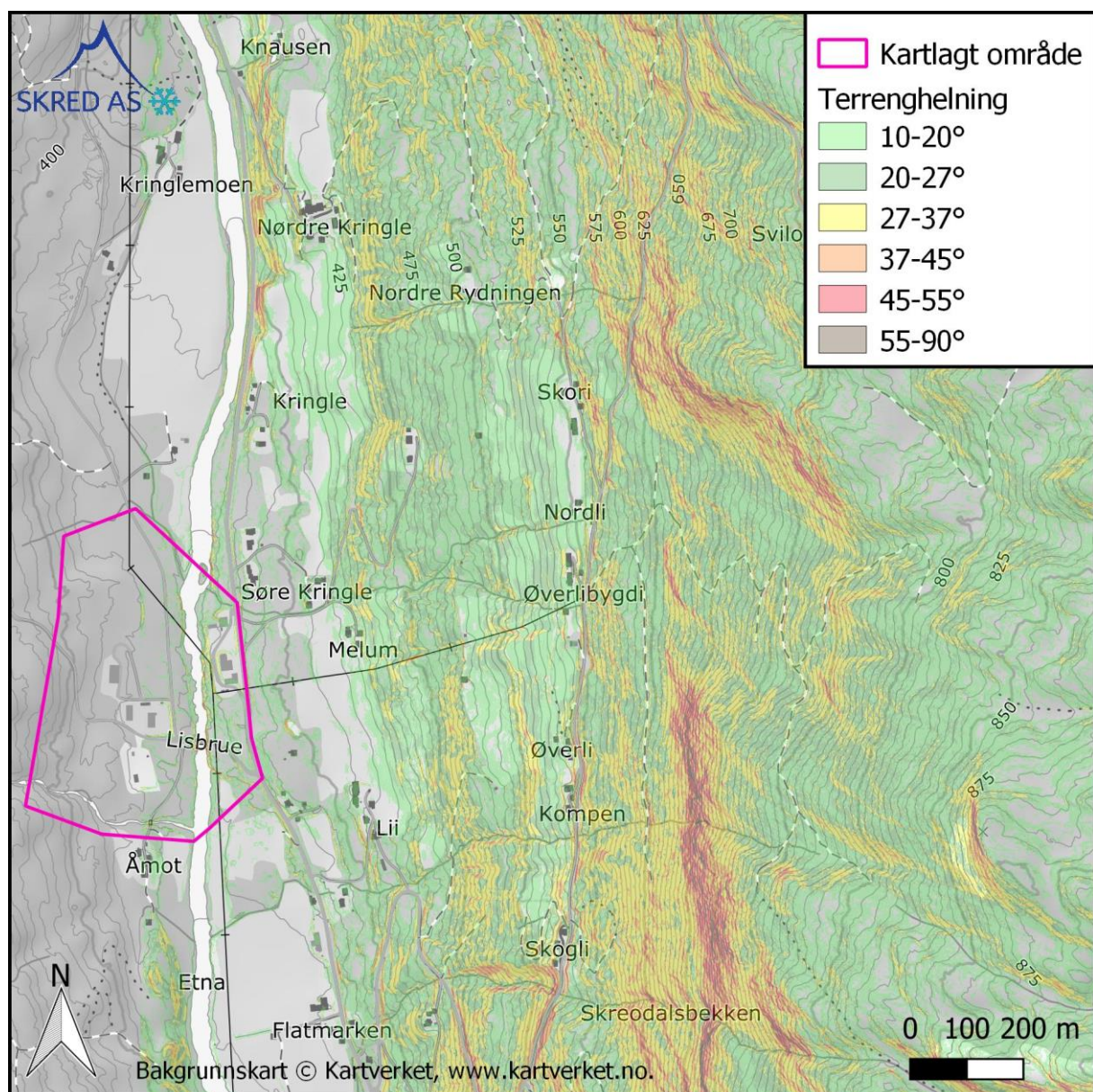
Terrenget i denne delen av dalsiden i vest (Figur 9) har i all hovedsak en helning mellom 10 - 20° eller under 10°. Det eneste nevneverdige bratte partiet er et terrengbelte mellom ca. 500 – 580 moh. der helningen er på 27 - 37°, inkl. veldig små fjellskrenter over 45° helning. Langs det godt nedskårne løpet til Ølslykkjeelva er det også noen bratte skråninger, men disse vender ikke direkte mot kartleggingsområdet. Ølslykkjeelva og bekker som renner ned nord for kartleggingsområdet, drenerer i grove trekk større og høyere liggende deler av denne dalsiden. Mindre bekker som renner ned mot kartleggingsområdet, fra vest, drenerer veldig lokale deler av dalsiden under 600 moh.

Dalsiden ovenfor det kartlagte området i øst (Figur 10) har et ca. 200 m bredt, veldig slakt (dvs. < 10°) terrengbelte i foten, opptil ca. 415 moh. der Melum ligger. Derfra og opptil ca. 550 moh. der gårdene Nordli, Øverli, Øverlibygdi og Kompen ligger, er helningen for det meste mellom 10 - 20°, men med to små terrengbelter på 27 - 37°. Mellom ca. 550 og 750 moh. er dalsiden sammenhengende brattere, inkl. noen nær vertikale skrenter. Enda lenger oppe flater terrenget ut igjen til helninger på 10 - 20° eller lavere. Denne dalsiden drenerer i et par bekker som renner ned ved Nordli og Øverlibygdi.

Avrenningsanalysen for de to relevante dalsidene er vist i Vedlegg 3C.



Figur 9: Terrenghelning i den vestlige dalsiden ovenfor kartleggingsområde 3 – Brumoen.



Figur 10: Terrenghelning i den østlige dalsiden ovenfor kartleggingsområde 3 – Brumoen.

7.2 Geologi

Berggrunnen i begge dalsidene rundt kartleggingsområdet er kartlagt i målestokk 1:50 000 og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase for det meste av sandstein, med skifer og kvartsitt i nedre deler av dalsiden i øst (NGU, 2020a).

Ifølge NGU løsmassekart i målestokk 1:250.000 (NGU, 2020b), er det elveavsetninger nede i dalbunnen, tykk og sammenhengende morene i hele dalsiden i vest samt den i øst opptil 600 – 650 moh., og tynn og usammenhengende morene i øvre deler av sistnevnte dalside.

Våre terrengmodellanalyser, flyfotostudie og befaringsobservasjoner har registrert to vifteformasjoner i foten av dalsiden i vest. Det er usikkert om disse kan tolkes som gamle

skredvifter, eller som rene flomvifter. Ølsykkjeelve, som går ned på den sørlige av de to viftene, er kraftig nedskåren mellom ca. 600 moh. og helt ut på vifta. I samme fjellside er det også registrert mindre steinuravsetning og noen steinblokker, antatt steinsprang som har forsert foten av ura. Disse ligger imidlertid 500 m fra kartleggingsområdet.

I dalsiden i øst har vi ikke registrert større steinsprangavsetninger under skrentene nevnt ovenfor. Det er registrert noen raviner mellom ca. 520 – 430 moh., og enkelte tegn på tidligere utglidninger ved toppen av noen av ravinene. Disse elementene er vist i registreringskartet (Vedlegg 3C).

7.3 Vegetasjon

Dalsidene ovenfor kartleggingsområdet er i hovedsak dekket av granskog. Et unntak er enkelte hogstfelt i dalsiden i vest, hvorav de fleste er flere år gamle, ettersom de delvis er gjengrodd av små trær. Et ytterligere unntak er områder med dyrket mark i nedre deler av den østlige dalsiden.

Sammenligning av flyfoto fra perioden 1970 – 2019, tilgjengelige på www.norgeibilder.no, viser at skogdrift og flatehogst har vært praktisert i dalsidene, spesielt i den vestlige: Flere nylig hogde felt i 1970-bilder er gjengrodd i nyere bilder, og flere tidligere skogdekkede felt er avskoget i nyere bilder.

7.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2020) er det ikke registrert skredhendelser i dalsidene ovenfor dette kartleggingsområdet, eller i nærhet av det.

7.5 Tidligere rapporter

Skred AS har tidligere utført en rekke skredfarevurderinger i Etnedal kommune. Blant disse er en flom- og skredfarevurdering for miljøstasjonen i dette kartleggingsområdet, utført i 2019 (Skred AS, 2019). De vurderingene var imidlertid kun utført ift. sikkerhetsklassene F1 / S1 i TEK17, og gir derfor lite datagrunnlag for denne rapporten.

7.6 Aktsomhetsområder

Større deler av kartleggingsområdet på begge sider av Etna berøres av NVEs aktsomhetssoner for jord- og flomskred, mens den østlige siden berøres også av aktsomhetssoner for snøskred (NVE, 2020a). Det er i tillegg aktsomhetssoner for flom langs både Ølsykkjeelve og Etna. NGIs aktsomhetskart for stein- og snøskred er ikke utarbeidet for dette området.

7.7 Eksisterende skredsikringstiltak

NVE Atlas (NVE, 2020a) viser ingen skredsikringstiltak i dette kartleggingsområdet, og ingen er registrert under befaringen.

7.8 Skredfarevurdering

7.8.1 Snøskred

Kun mindre deler av dalsiden ovenfor kartleggingsområdet, i vest, er brattere enn 27°, dvs. bratt nok til å potensielt kunne gi snøskred. I dalsiden i øst er der større partier som er bratte nok for det. I begge dalsider er de aktuelle skråningene imidlertid dekket av granskog som oppfyller kriteriene for en skredforebyggende funksjon mot skred (Tabell 2 i avsnitt 3.4).

Under dagens forhold er derfor ikke snøskred en aktuell skredtype i dette kartleggingsområdet, dvs. at den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred vurderes som lavere enn 1/5000.

Dersom skogområdene markert i Vedlegg 3E skulle hogges eller bli bare av naturlige årsaker, ventes snøskred i dalsiden i øst å kunne bli en relevant skredtype, med økt skredfare for bebyggelsen som ligger nærmere den fjellsiden (Søre Kringle, Melum, Lii, samt Nordli, Øverli Øverlibygdi, Øverli og Kompen), men ikke i det kartlagte området. De eventuelle nye løsneområdene for snøskred etter flatehogst i den vestlige dalsiden, grunnet beskjeden størrelse og stor avstand, vil heller ikke kunne gi økt skredfare i det kartlagte området.

7.8.2 Sørpeskred

Den relevante delen av dalsiden vest for dette kartleggingsområdet, dvs. delen av dalsiden som drenerer mot kartleggingsområdet, er i all hovedsak skogdekket, uten store, flate eller konkave partier som kan akkumulere mye snø og der snøen kan bli vannmettet uten at vannet finner en naturlig avrenning nedover i dalsiden. Dalsiden mangler altså typiske løsneområder for sørpeskred.

Dalsiden i øst, bortsett fra lavere liggende dyrkamark, er også tett skogdekket, og i tillegg bratt, også uten typiske løsneområder for sørpeskred. Et par små tjern i skogen på 868 moh. er helt omringet av granskog, og utgjør heller ikke sannsynlige løsneområder for sørpeskred.

Tatt disse forholdene i betraktning, samt manglende kjent historikk for sørpeskred i et radius på minst 1 – 2 mil fra kartleggingsområdet, vurderes den årlige sannsynligheten for skader fra sørpeskred i det aktuelle kartleggingsområdet som lavere enn 1/5000.

7.8.3 Løsmasseskred

Dalsiden vest for kartleggingsområdet er dekket av morene, men er nesten i sin helhet for slak til å gi jordskred. Våre terrengeanalyser har heller ikke avdekket tegn på slike skred der. Jordskred vurderes derfor ikke som en relevant skredtype i dalsiden i vest.

Den nedre delen av Ølslykkjeelva renner med relativt stor vannføring i veldig slakt terreng, godt kanalisert på fjell og uten tilgjengelige materialer i løpet. Dette kan tilsi at flomskred også har en veldig lav årlig sannsynlighet. Noen tegn på utglidninger lenger oppe langs elveløpet, samt usikkerhet rundt tilgjengelige materialer i øvre deler av løpet, gjør at vi velger å tegne en faresone for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Grensen av faresonen er bestemt ved hjelp av modellering av flomskredutløp utført med RAMMS::Debris Flow (Vedlegg 3D1), samt morfologien av vifta som ligger ved elvas utløp

mot dalbunnen. Vifta mener vi imidlertid at også representerer en flomavsetning, og ikke bare en flomskredavsetning.

Når det gjelder dalsiden i øst, er det registrert noen tegn på tidligere utglidninger og mindre raviner / skredbaner. Den fjellsiden har imidlertid et bredt belte med tilnærmet flatt terreng i foten, som gjør at eventuelle nye utglidninger i den østlige dalsiden ikke forventes å nå kartleggingsområdet. Dette underbygges av modellering utført med RAMMS:Debris Flow (Vedlegg 3D1).

7.8.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°.

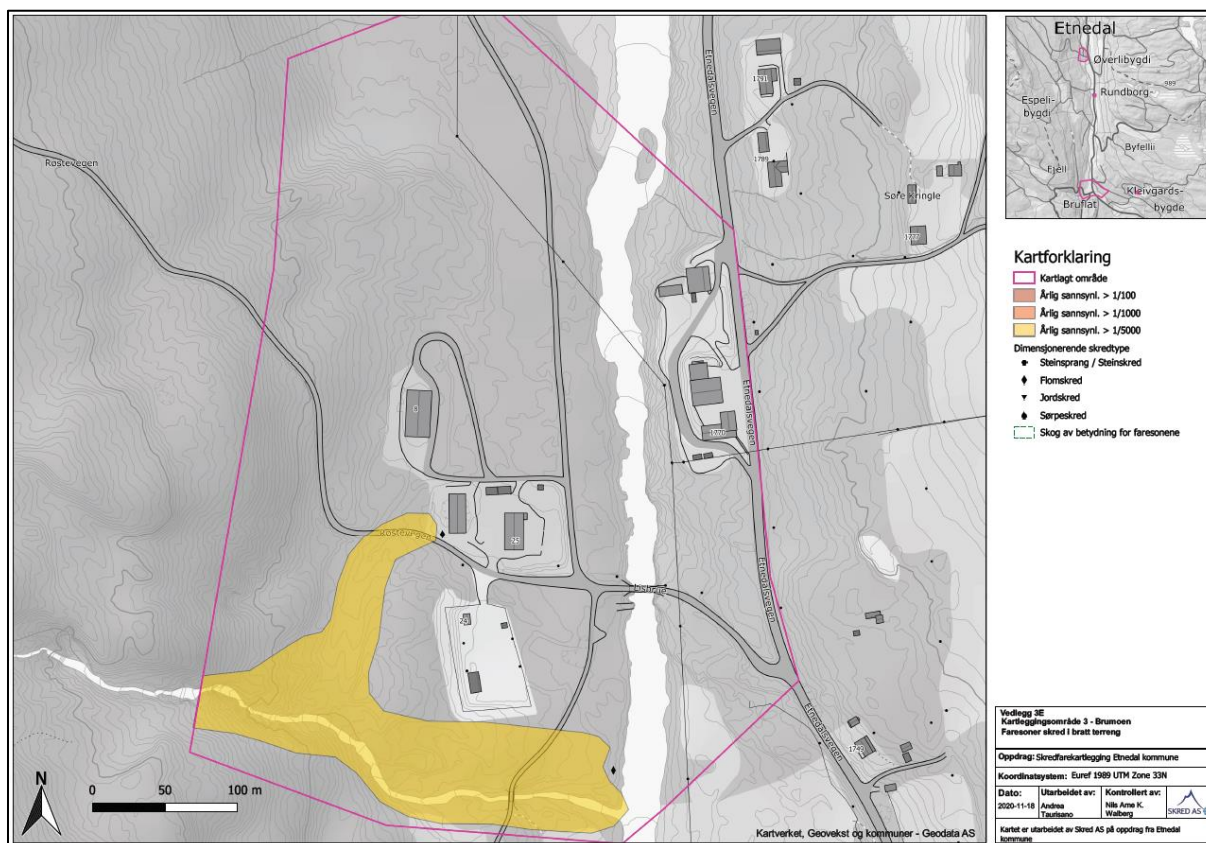
I dalsiden vest for dette kartleggingsområdet er det kun noen få, små, lokale partier som er bratte nok til å kunne gi steinsprang. De eneste mulige kildeområder for steinsprang ligger mellom ca. 500 – 580 moh. Skrentene der er imidlertid kun noen få meter høye og ligger i skogen ca. 600 m fra kartleggingsområdet, med veldig slak og skogdekket terreng nedenfor. Utfall derfra vurderes ikke å kunne nå kartleggingsområdet, noe som også bekreftes av konservative utløpsberegninger utført med Rockyfor3D (Vedlegg 3D2).

Den årlige sannsynligheten for skader fra steinsprang i dette kartleggingsområdet vurderes derfor å være lavere enn 1/5000.

7.8.5 Faresoner for skred

Det er ikke faresoner for skred i dette kartleggingsområdet. Ved Ølslykkjeelva er det altså kun vurdert å være flomproblematikk, men ikke skred.

Eventuelt tap av skogen i dalsidene ventes ikke å øke skredfaren i dette kartleggingsområdet, og det er derfor heller ikke tegnet faresoner under forutsetning av at skogen blir borte.



Figur 11: Faresoner for skred i kartleggingsområde 3 – Brumoen.

8 Område 4 - Bråten

8.1 Topografi

Det kartlagte området inkluderer alle de eksisterende bygningene ved Bråten. Det kartlagte området er vist i Figur 12, som illustrerer helningsforholdene i dalsiden. Helningskart er også vist i Vedlegg 4B. Bilder tatt under befaringen i dette området er presentert i Vedlegg 4A.

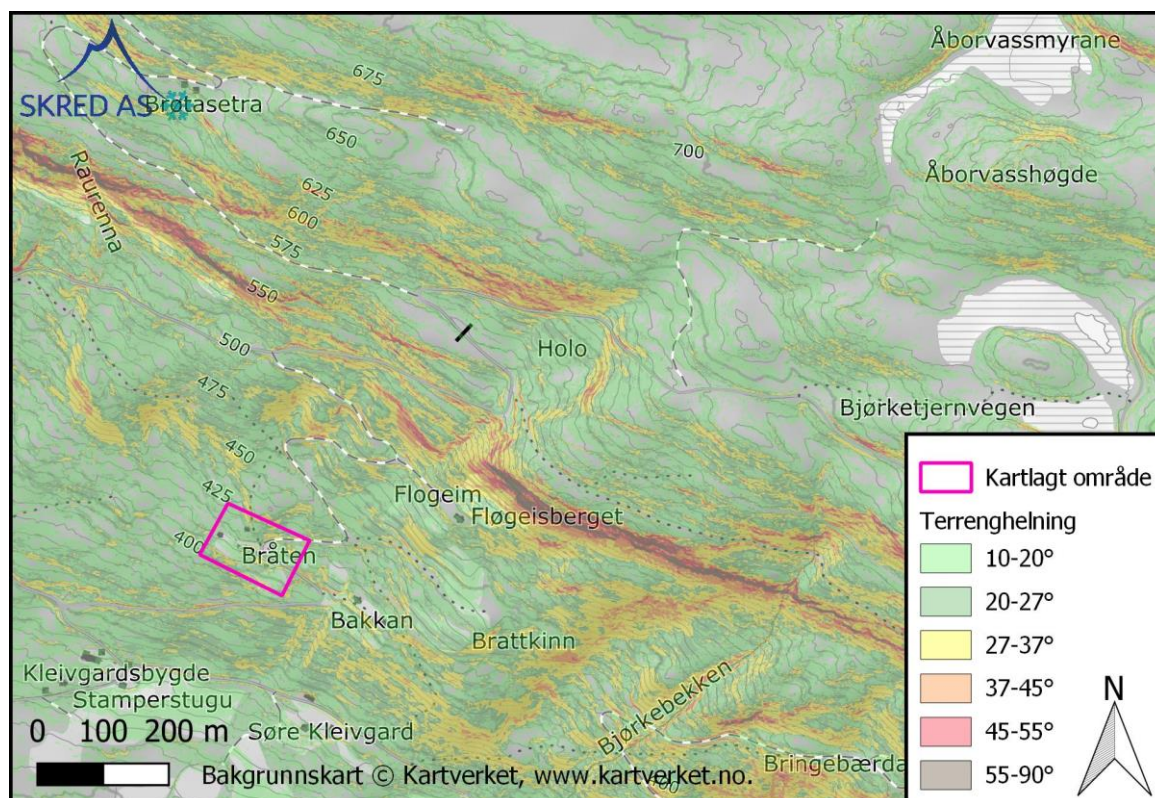
Kartleggingsområdet ligger på 400 - 425 moh.

Den sørvestvendte dalsiden ovenfor kartleggingsområdet stiger opptil Åborvassberget (712 moh.) og Åborvasshøgde (747 moh.).

Terrenget opptil ca. 460 - 470 moh. er generelt slakere enn 20°. Mellom 470 og 700 moh. er det en veksling av bratte terrengbelter der helningen er over 27° (og stedvis over 45°), og slakere avsatter der terrenget er på 10 - 20° (og stedvis enda slakere enn 10°).

I dalsiden rett øst for kartleggingsområdet er det en markert forsenkning som går fra ca. 700 moh. til ca. 500 moh., rett vest for Fløgeim. Det er mulig at denne forsenkningen er betinget av strukturelle forhold i berget (f.eks. en forkastning / svakhetsone), men det virker sannsynlig at erosjon eller gamle skred medvirket. Under 425 moh., rett øst for Bråten, er det to mindre raviner som synes å forlenge den større forsenkningen ovenfor.

Avrenningsanalyser viser at den større forsenkningen samler mye vann fra dalsiden. Vannet renner i hovedsak øst for kartleggingsområdet, men skogsveier ser ut å ha et potensial for å lede noe av avrenningen mot Bråten (Vedlegg 4C).



Figur 12: Terrenghelning i dalsiden over kartleggingsområde 4 – Bråten.

8.2 Geologi

Berggrunnen i fjellsiden over kartleggingsområdet er kartlagt i målestokk 1:50 000 og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase for det meste av sandstein, skifer og kvartsitt over 500 moh. og øyegneis i nedre del av dalsiden (NGU, 2020a).

Ifølge NGU løsmassekart i målestokk 1:250.000 (NGU, 2020b), er det tykk og sammenhengende morene i dalsiden opptil ca. 500 moh., og tynn / usammenhengende morene videre oppover.

Dette kartet er ganske grovt og fanger ikke opp mindre skredvifter og andre skredrelaterte former. Våre terrengmodellanalyser, flyfotostudie og befaringsobservasjoner har avdekket noen morfologiske elementer som tilsier gammel skredaktivitet i dalsiden like ovenfor Bråten. Disse elementene er vist i registreringskartet (Vedlegg 4C).

8.3 Vegetasjon

Dalsiden ovenfor kartleggingsområdet er i all hovedsak dekket av granskog med innslag av lauvtrær. Eneste unntak er mindre skrenter og myrområder nær toppen av Åborvassberget (712 moh.).

Sammenligning av flyfoto fra perioden 1970 – 2019, tilgjengelige på www.norgeibilder.no, viser at skogdrift og flatehogst har vært omfattende praktisert i dalsiden ovenfor Bråten: Store, nylig hogde felt i 1970-bilder er mer eller mindre gjengrodd i nyere bilder, men ingen deler av skogen direkte ovenfor Bråten er avskoget i nyere bilder.

8.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2020) er det ikke registrert skredhendelser i dalsiden ovenfor dette kartleggingsområdet. De nærmeste hendelsene ligger flere kilometer unna og er derfor ikke representative for det aktuelle området.

8.5 Tidligere rapporter

Skred AS har tidligere utført en rekke skredfarevurderinger i Etnedal kommune. Ingen av dem i dette kartleggingsområdet. Vi kjenner heller ikke til relevante utredninger utført av andre konsulenter i dette området.

8.6 Aktsomhetsområder

Kartleggingsområdet berøres av NVEs aktsomhetssoner for snøskred og for jord- og flomskred (NVE, 2020). NGIs aktsomhetskart for stein- og snøskred er ikke utarbeidet for dette området.

8.7 Eksisterende skredsikringstiltak

NVE Atlas (NVE, 2020) viser ingen skredsikringstiltak i dette kartleggingsområdet, og ingen er registrert under befaringen.

8.8 Skredfarevurdering

8.8.1 Snøskred

Delene av dalsiden som er brattere enn 27°, dvs. bratt nok til å potensielt kunne gi snøskred, er helt dekket av granskog som oppfyller kriteriene for en skredforebyggende funksjon mot skred (Tabell 2 i avsnitt 3.4).

Den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred i kartleggingsområdet under dagens vegetasjonsforhold vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

Dersom skogområdet markert i Vedlegg 4E skulle hogges eller bli borte av naturlige årsaker, vil løснеområder for snøskred kunne oppstå direkte ovenfor kartleggingsområdet.

Klimaanalysen i avsnitt 4.1 viser at forventet 3-døgns snøtilvekst i en ekstrem 1000 års situasjon, er på ca. 60 – 70 cm. Terrengpartiet der skogen i dag forebygger snøskred, kan ved eventuell hogst og under ekstreme vær situasjoner gi snøskred med bruddkanter på opptil 0,7 – 1 m, som er i stand til å gjøre skader ved Bråten.

En skjønnsmessig vurdering av utbredelsen av slike 1000 års og 5000 års snøskred i en situasjon der all skog i dalsidene blir borte, tilsier at det kartlagte området vil kunne få en årlig sannsynlighet for skader fra snøskred større enn 1/1000. Dette gjenspeiles i faresonene vist i Vedlegg 4F.

8.8.2 Sørpeskred

Dalsiden direkte over dette kartleggingsområdet er helt skogdekket, med unntak av skogsveger, noen små fjellskrenter og veldig små myrområder i skogen nær fjelltoppen. De sistnevnte drenerer ikke i retning mot kartleggingsområdet, ifølge avrenningsanalysene vist i Vedlegg 4C. Forholdene ligger dermed ikke til rette for utløsning av sørpeskred.

I lys av disse forholdene og manglende sørpeskredshistorikk i et område på 1 – 2 mil rundt kartleggingsområdet, vurderes den årlige sannsynligheten for skader fra sørpeskred som lavere enn 1/5000.

8.8.3 Løsmasseskred

Dalsiden ovenfor kartleggingsområdet er dekket av morene og inneholder partier brattere enn 20 - 27°, noe som gjør jordskred mulig. Terrenganalyser ved hjelp av skyggekart og befaringsobservasjoner viser et par spor, på ca. 500 moh., som kan tolkes som skredkanter etter tidligere jordskred eller jord-/steinskred (Figur 5 i Vedlegg 4A). Inntrykket støttes av tilsvarende konvekse former, dvs. tilsynelatende vifter, rett nedenfor de to forsenkningene, og rett ovenfor Bråten. Under befaringen registrerte vi at terrenget i disse konvekse formasjonene er ganske kupert, og løsmassene registrert i noen små naturlige skjæringer (Figur 6 i Vedlegg 4A), er grove. Begge disse observasjonene kan stemme overens med tolkning av de konvekse formasjonene som skredavsetninger, selv om tolkningen er usikker. Disse elementene er vist i registreringskartet i Vedlegg 4C.

Det konkave terrenget nedenfor de to antatte skredsårene er brattere enn 27° og, ifølge avrenningsanalysene i Vedlegg 4C, kan samle en del vann. Dette gjelder spesielt den

vestligste av de to forsenkningene. På befaring registrerte vi litt vannsig i løsmassene der. Utglidninger (eller nye utglidninger) i det området kan derfor ikke utelukkes, og vi mener dette har en årlig sannsynlighet litt høyere enn 1/1000.

Vårt inntrykk er imidlertid at de slakere og konvekse terrengformasjonene mellom de mulige løснеområdene og Bråten vil hindre at jordskred derfra går inn de vurderte området.

Utførte beregninger med RAMMS::Debris Flow (Vedlegg 4D1), til tross for det vi mener er veldig konservative forutsetninger når det gjelder de mobiliserbare volumer i selve løśnieområdene og langs skredbanen, underbygger vår vurdering av at jordskred ikke vil gå inn i kartleggingsområdet.

Det er også registrert en liten utglidning i forsenkningen mellom Bråten og Fløgeim, på ca. 448 moh. (Figur 4 i Vedlegg 4A). Eventuelle jordskred derfra vil heller ikke nå det kartlagte området, men gå ned litt lenger øst (Vedlegg 4D1).

Videre er det noen mindre, bratte terrengpartier med morene rett ovenfor bebyggelsen på Bråten, mellom 415 – 440 moh. Disse ligger delvis innenfor det kartlagte området. Som nevnt i avsnitt 3.4 anbefaler [NVEs veileder 2020](#) (NVE, 2020c) at lokale skråninger på over 20-25 grader med konsentrasjon av vann gir 1/5000-års faresoner. De to aktuelle lokale skråningene konsentrerer ikke mye vann, men er konkave og en del brattere enn 20 - 25°. Vi har derfor tegnet skjønnsmessige 5000 års faresoner dimensjonert av jordskred som under ekstreme forhold kan starte fra disse løsmasseskråningene.

Eventuelt overflatevann som fra forsenkningen rett vest for Fløgeim måtte begynne å renne langs skogsvegen ned mot Bråten, kan skape utfordringer ved Bråten. Beboere på Bråten bekreftet under befaringen at dette skjedde, dog uten skader, for noen få år siden. For å redusere sannsynligheten for dette er det viktig at man ved den første hårnålsvingen ovenfor Bråten (dvs. NØ for Bråten, på 426 moh.) sikrer god vannavrenning nedover i fjellsiden, både langs østsiden av veien og gjennom det lille røret under veien i svingen.

8.8.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°.

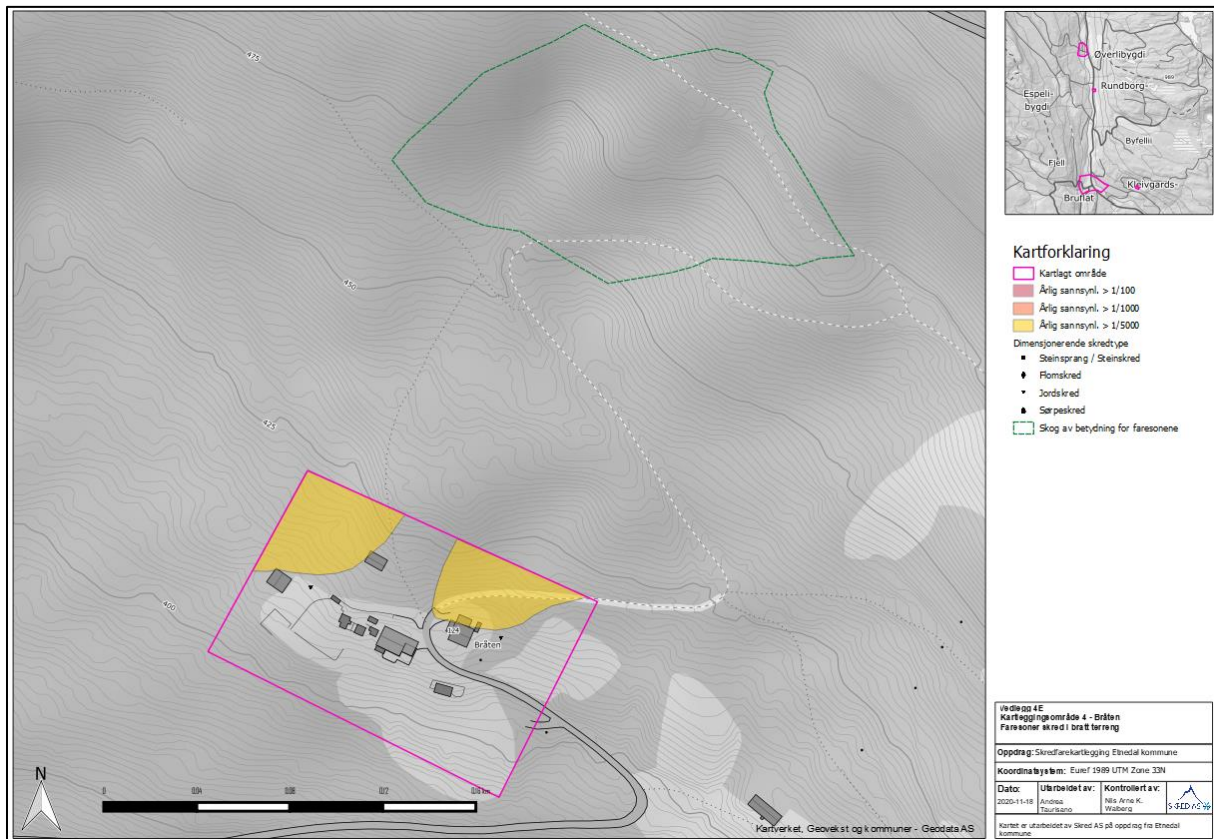
Et bratt terrengbelte med markerte fjellskrenter som går langs store deler av dalsiden, rundt 550 moh., er nesten fraværende akkurat ovenfor dette kartleggingsområdet. Der er det kun noen veldig små skrenter som er bratte nok til å kunne gi steinsprang, hovedsakelig på 540 og 600 moh. (Vedlegg 4C).

Nye utfall av blokker fra disse kildeområdene kan ikke utelukkes. Tatt i betraktning den veldig beskjedne størrelsen av kildeområdene, avstanden fra kartleggingsområdet, og tett skog i hele dalsiden mellom dem, forventer vi ikke at steinblokker vil kunne komme inn i kartleggingsområdet. Resultater av konservative utløpsberegninger utført med Rockyfor3D (Vedlegg 4D2) bekrefter denne vurderingen.

Den årlige sannsynligheten for skader fra steinsprang i dette kartleggingsområdet vurderes derfor å være lavere enn 1/5000.

8.8.5 Faresoner for skred

Det er tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i dette kartleggingsområdet. Jordskred er dimensjonerende for faresonene. Faresonene under dagens vegetasjonsforhold er vist i Figur 13 og Vedlegg 4E, mens faresoner under forutsetning av at skogen blir borte, er vist i Vedlegg 4F.



Figur 13: Faresoner for skred i kartleggingsområde 4 – Bråten.

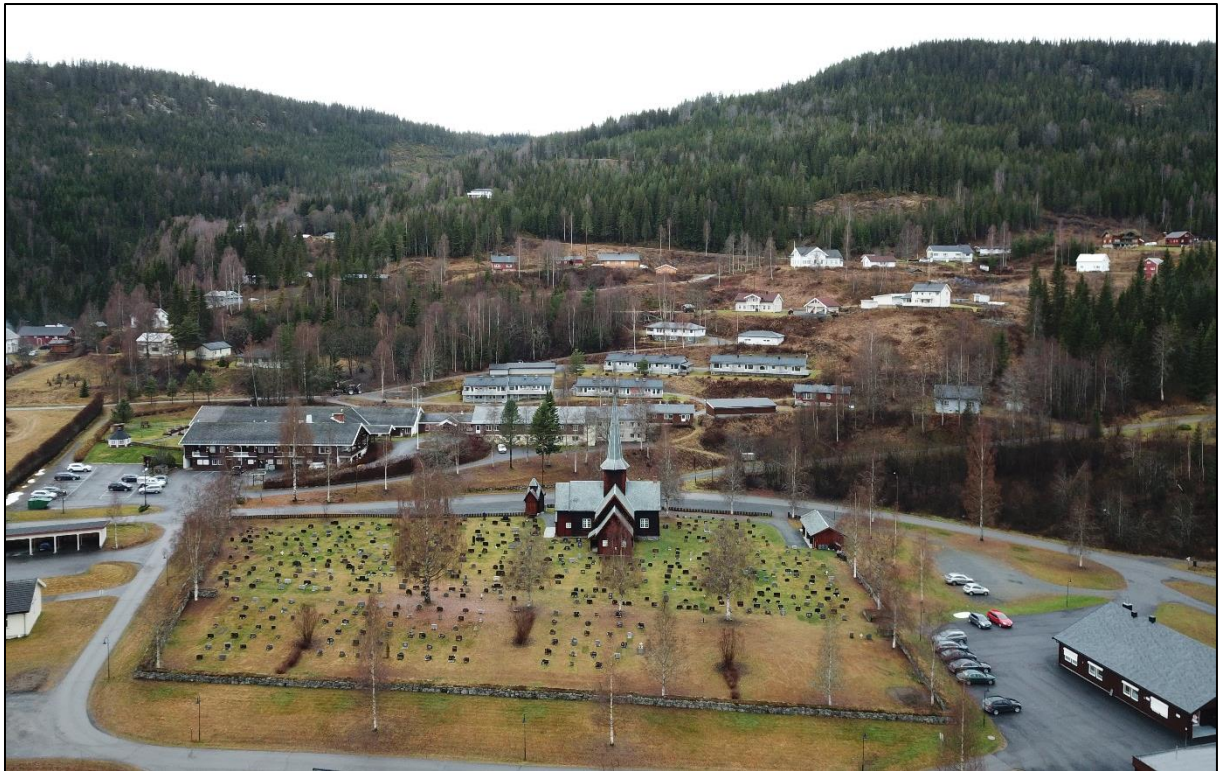
Tabell 6: Befaringsnotater fra kartleggingsområde 4 – Bråten (Vedlegg 4C).

Veipunkt nr.	Kommentar
40	Ser ut som jordskred eller moreneavsetning. Store blokker (2-3x2-3 meter) og mindre blokker stabler oppå hverandre. Ser ikke fjell i dagen.
41 og 42	Rotete ansamlinger i skogen. Blokker av ulik størrelse, ingen sammenheng mellom størrelse og plassering (i forhold til mulig løsneområde lengre opp)
43	Fast fjell langs veg
44	Istapper over fast fjell, tydelig mye vann som drenerer. Litt vann som renner i grøft ovenfor vegen.
45	Kulvert/stikkerenne med hodeskalle
46	Bekk som drenerer inn i et potensielt løsneområde for løsmasseskred. Ser ut som vannet drenerer langs overkant av vegen, ut forbi svingen og ned. Ser ut som det kan ha løsna noe her før. Løvsog/mindre grantrær i en glenne nedover kan støtte dette.
47	Liten bekk med stikkrenne under veg. Lite vann her nå, små ansamlinger av stillestående vann nedstrøms stikkrenna.
48	Ingen tegn på utglidning
49	Mulig utglidning. Mer blokker (20-30 cm) på siden av et større område, enn i. Ser ikke ut som noen stor utglidning i så fall og ikke noe som kan ha vært opphav til de store ansamlingene av masser lengre ned.
50	Grøft langs veg drenerer til stikkrenne (ca 20 cm diameter)
51	Bekk drenerer gjennom vegen. Ser ut som den kan ha gravd seg gjennom vegen selv.
52	Stikkrenne (ca 20 cm diameter) under veg
53	Stikkrenne 30-40 cm. I diameter. Tørt nå, men tydelig at det går vann her andre deler av året.
54	Stikkrenne (30-40 cm. diameter)

9 Referanseliste

- Christen, M., et al., 2012. RAMMS: Integral hazard management using a unified software environment: numerical simulation tool 'RAMMS' for gravitational natural hazards. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France, Conference Proceedings.
- DiBK, 2019. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17). Hjemmeside. URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>
- Dorren, L.K.A., 2015. Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model, ecorisQ paper.
- Lied, K. og Bakkehøi, S. 1980: Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters. J. of Glaciology, Vol. 26 No. 94
- NGU, 2020a. Nasjonal berggrunnsdatabase. Hjemmeside. URL http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NGU, 2020b. Nasjonal løsmassedatabase. Hjemmeside. URL <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NVE, 2015. «Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet». NVE rapport nr. 92/2015.
- NVE, 2020a. Skredatlas. Hjemmeside. URL <https://atlas.nve.no>
- NVE, 2020b. FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred. Ekstern [rapport 20/2020](#).
- NVE, 2020c. Sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak. Versjon datert 12.11.2020. Webområde hentet fra <https://www.nve.no/skredfarekartlegging/startsidan/?ref=mainmenu>
- Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E., Lied, K. (1996). *The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability*. In: Landslides. Senneset K (ed). Balkema, Rotterdam. pp. 97–114.
- Skred AS, 2019. Etnedal, Brumoen - Skred- og flomfarevurdering for deler av GBnr. 117/12, miljøstasjon. Rapport nr. 19370-01.

VEDLEGG 1A – Fotobilag område 1,
Bruflat.



Figur 1. Dalsiden vest for kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 2. Dalsiden sørvest for kartleggingsområdet, sett fra drone.



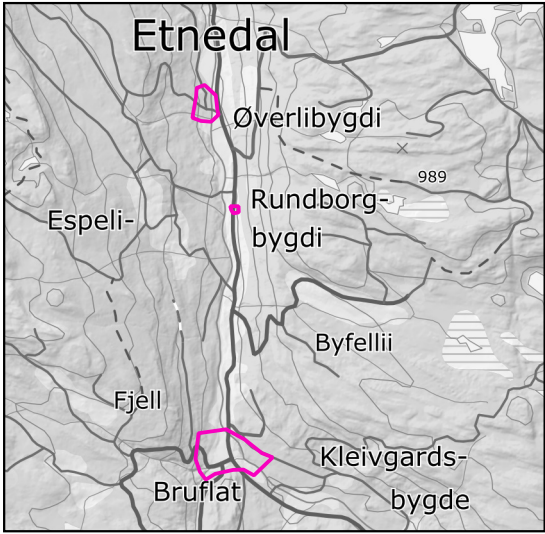
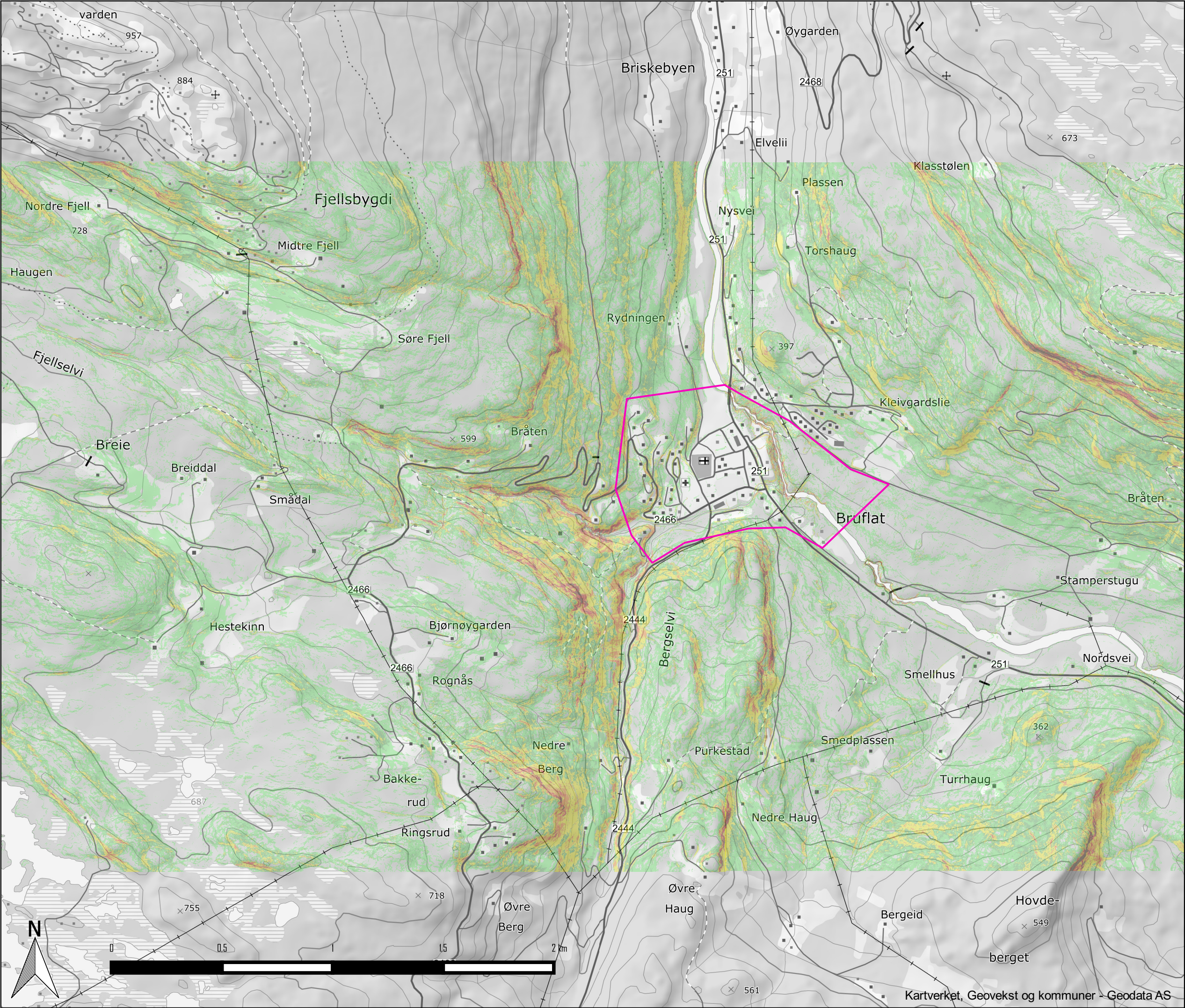
Figur 3. Dalsiden sør for kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 4. Dalsiden sør for kartleggingsområdet.



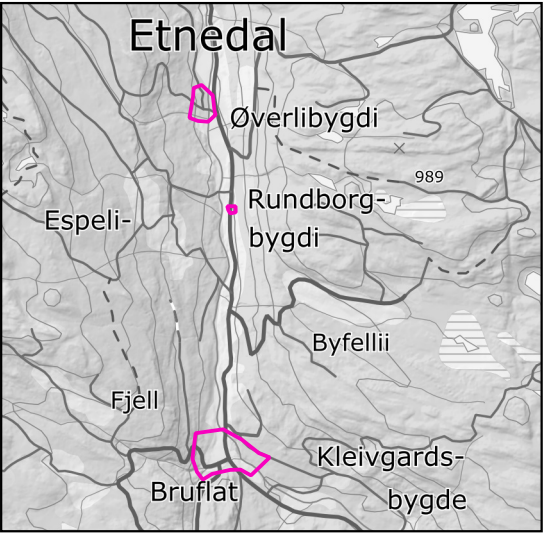
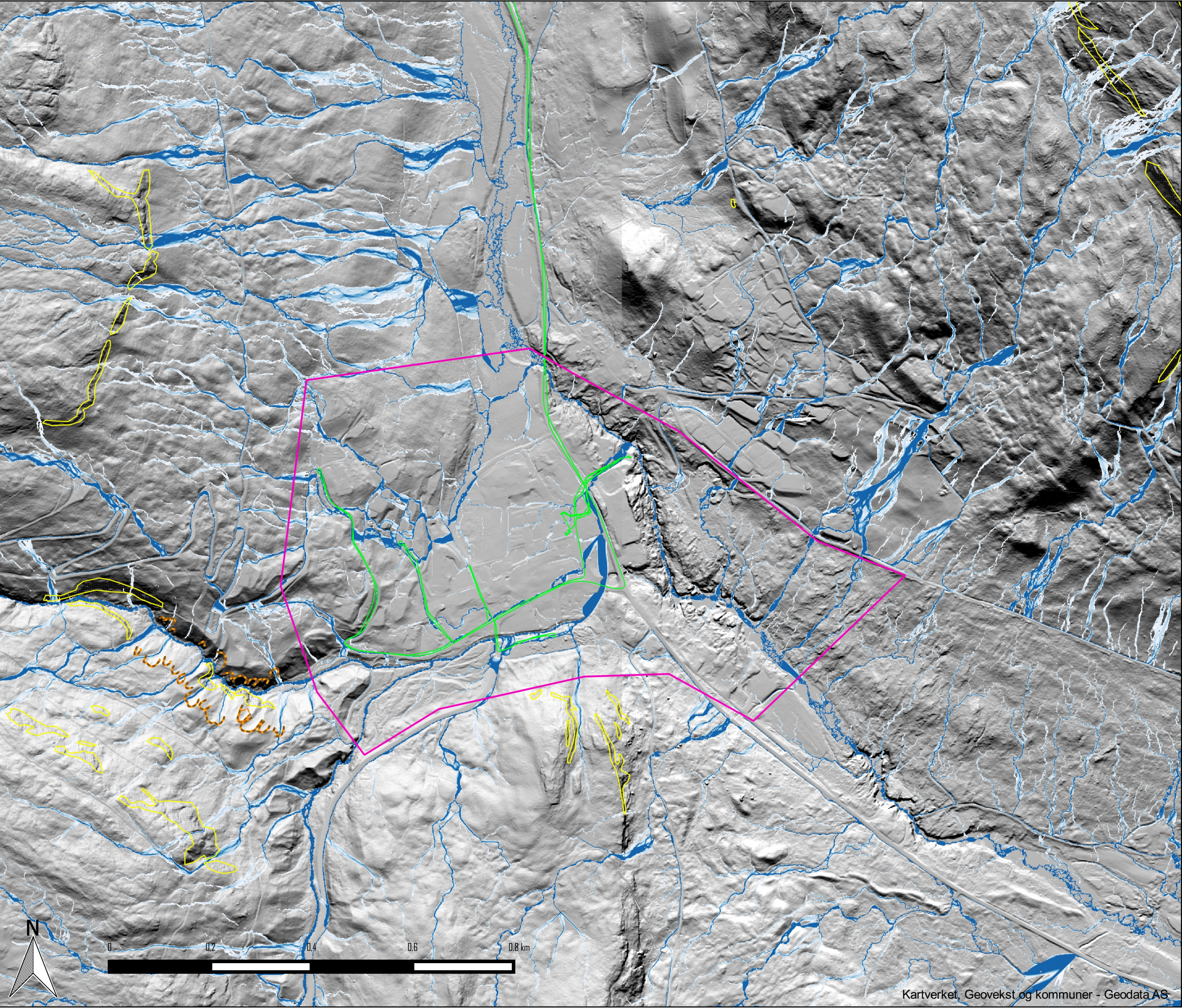
Figur 5. Dalsiden øst for kartleggingsområdet, sett fra drone.



Kartforklaring

-  Kartlagt område
- Terrenghelning
-  10-20°
 -  20-27°
 -  27-37°
 -  37-45°
 -  45-55°
 -  55-90°

Vedlegg 1B Kartleggingsområde 1 - Bruflat Helningskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



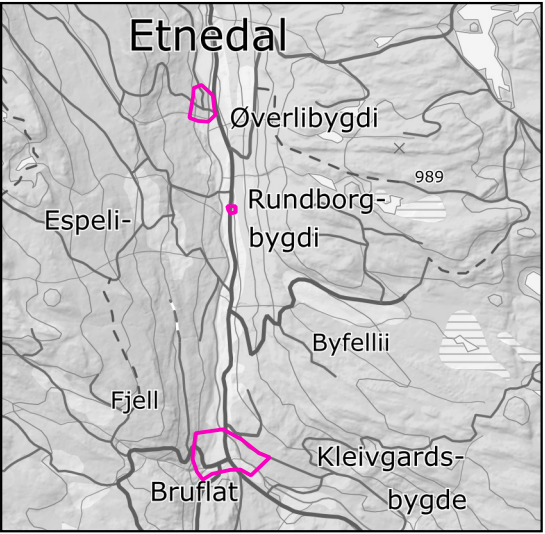
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Raviner / Nedskårne bekker
- Bruddkant jordskred
- Vifteform (flom / flomskred / jordskred)
- Kildeomr. steinsprang
- Steinsprangavsetning (ur)
- GPS-logg befarings
- Waypoints befarings

Avrenningsanalyse (MFD, m2)

	500
	1000
	2000
	3000
	4000
	5000
	10000

Vedlegg 1C Kartleggingsområde 1 - Bruflat Registreringskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Løsneomr. flomskred
- Løsneomr. jordskred
- Omr. med mulig erosjon (jordskred)
- RAMMS jord-/flomskred, maks.trykk (kPa)
 - <1: Skader ikke sannsynlig
 - 1-3: Vinduer og dører kan slås inn
 - 3-10: Skader på trehus
 - 10-20: Skader på murhus
 - 20-30: Skader på betonghus
 - 30-60: Skader på forsterket betonghus
 - >60: Store ødeleggelser

Vedlegg 1D1

Kartleggingsområde 1 - Bruflat

Modelleringsresultater: Jord-/flomskred

(RAMMS:Debris Flow)

Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N

Dato:

2020-11-18

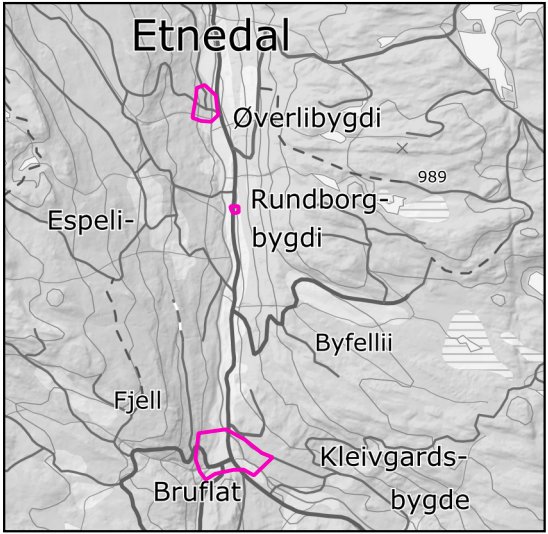
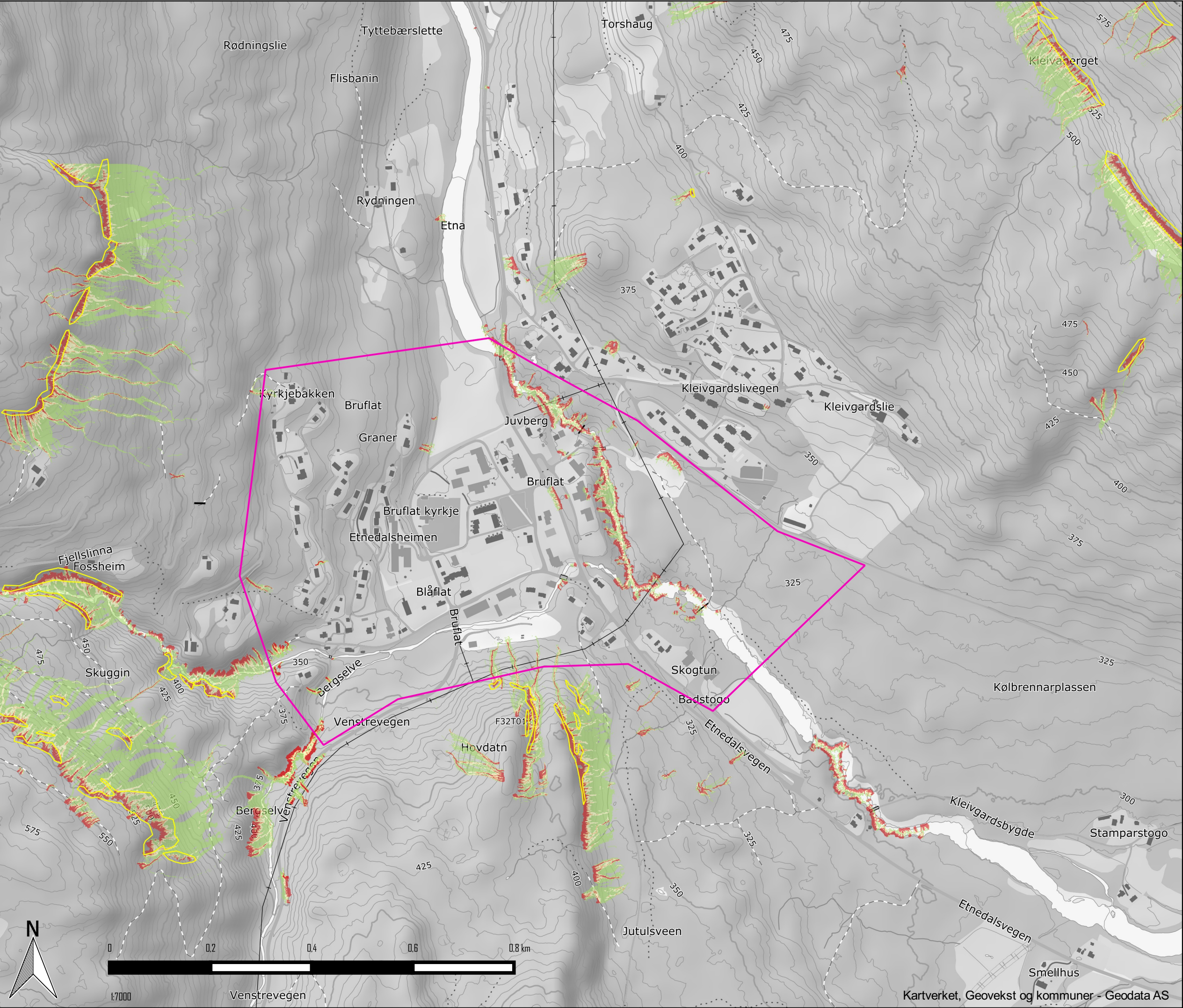
Utarbeidet av:

Andrea Taurisano

Kontrollert av:

Nils Arne K. Walberg

Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune



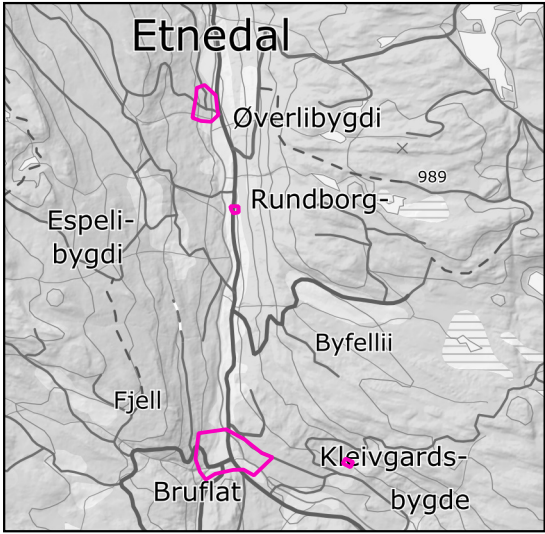
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Kildeomr. steinsprang

Steinsprang 10 m3, treffsannsynlighet (%)

- <= 3
- 3 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Vedlegg 1D2 Kartleggingsområde 1 - Bruflat Modelleringsresultater: Steinsprang (Rockyfor3D)			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			

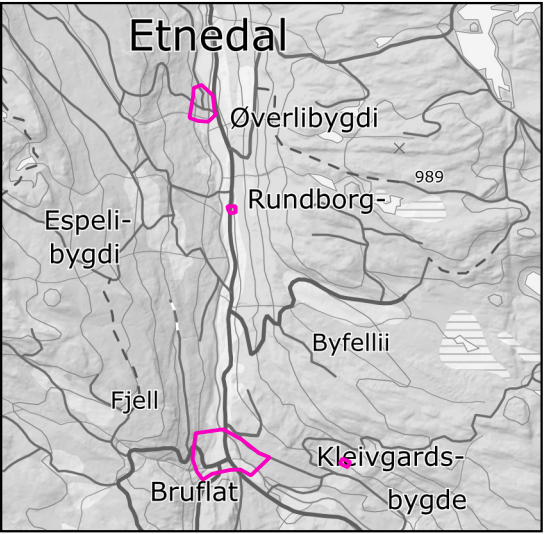


Kartforklaring

- Kartlagt område
- Årlig sannsynl. > 1/100
- Årlig sannsynl. > 1/1000
- Årlig sannsynl. > 1/5000
- Dimensjonerende skredtype
 - Steinsprang / Steinskred
 - Flomskred
 - Jordskred
 - Sørpeskred
- Skog av betydning for faresonene

Vedlegg 1E Kartleggingsområde 1 - Bruflat Faresoner skred i bratt terreng			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			





Kartforklaring

- Kartlagt område
- Skog av betydning for faresonene
- Årlig sannsynl. > 1/1000
- Årlig sannsynl. > 1/5000

Vedlegg 1F Kartleggingsområde 1 - Bruflat Faresoner skred etter ev. tap av skog i markerte skogpolygoner			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			

VEDLEGG 2A – Fotobilag område 2,
Lerkendal.



Figur 1. Mindre skrenter i dalsiden ovenfor kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 2. Mindre skrenter i dalsiden ovenfor kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 3. Steinur nedenfor skrentene i dalsiden over kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 4. Nedre del av dalsiden over kartleggingsområdet, sett fra drone.



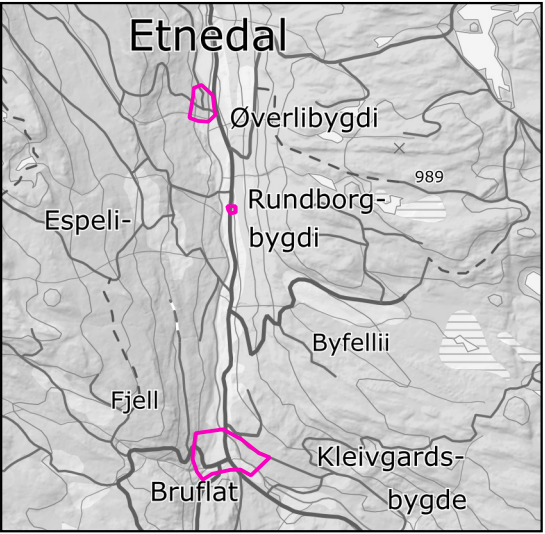
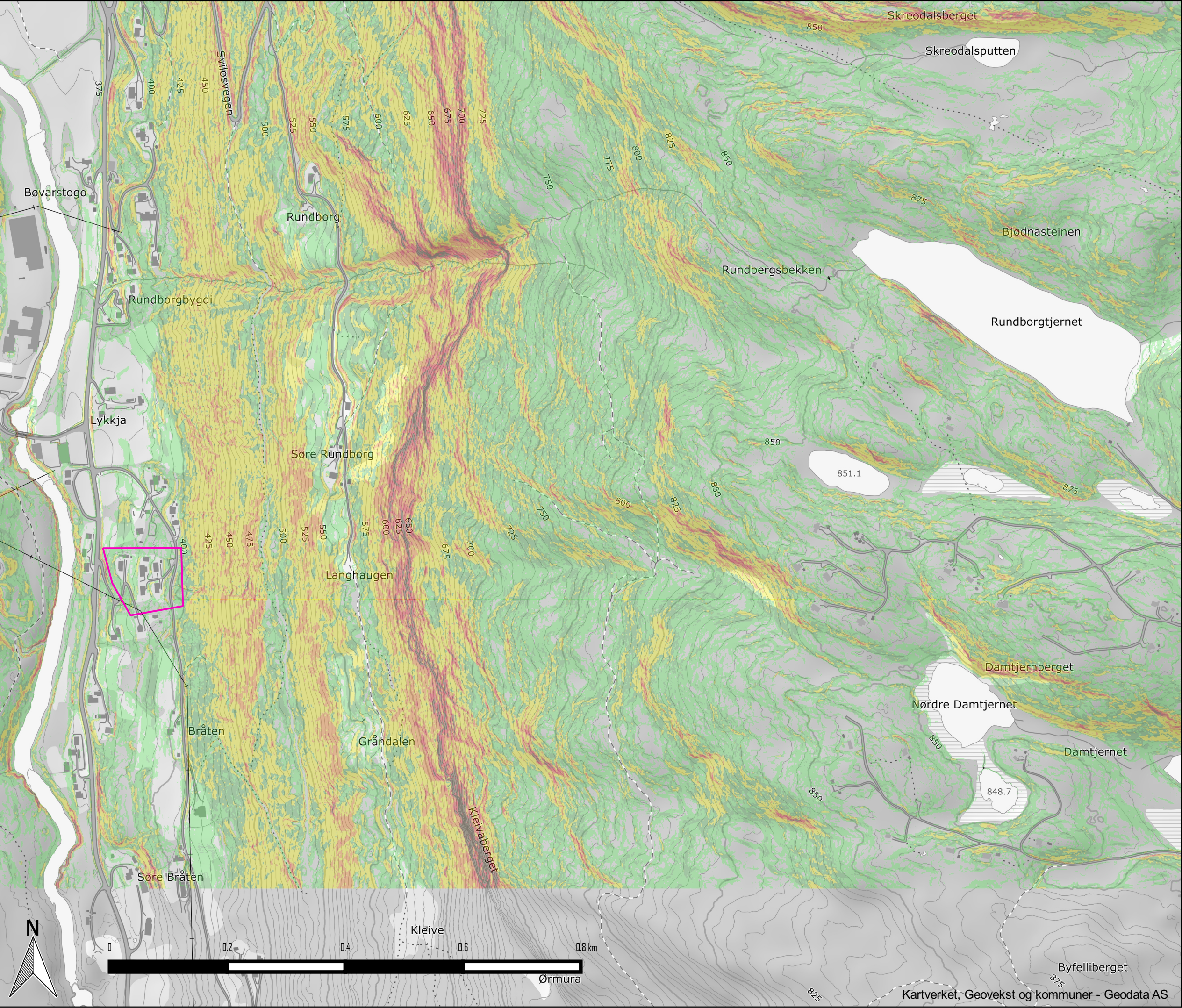
Figur 5. Bekk i den sørlige delen av dalsiden over kartleggingsområdet, som renner på fjell.



Figur 6. En av de små ravinene i dalsiden over kartleggingsområdet.



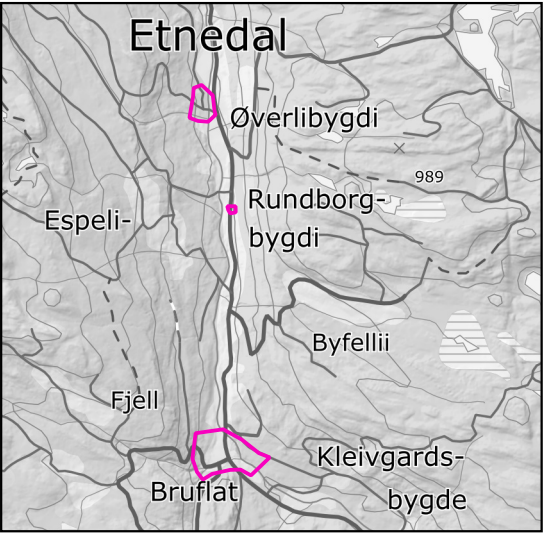
Figur 7. Mulig, bratt sår etter tidligere utglidning i dalsiden over kartleggingsområdet.



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Terrenghelning
 - 10-20°
 - 20-27°
 - 27-37°
 - 37-45°
 - 45-55°
 - 55-90°

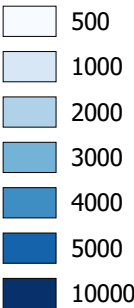
Vedlegg 2B Kartleggingsområde 2 - Lerkendal Helningskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



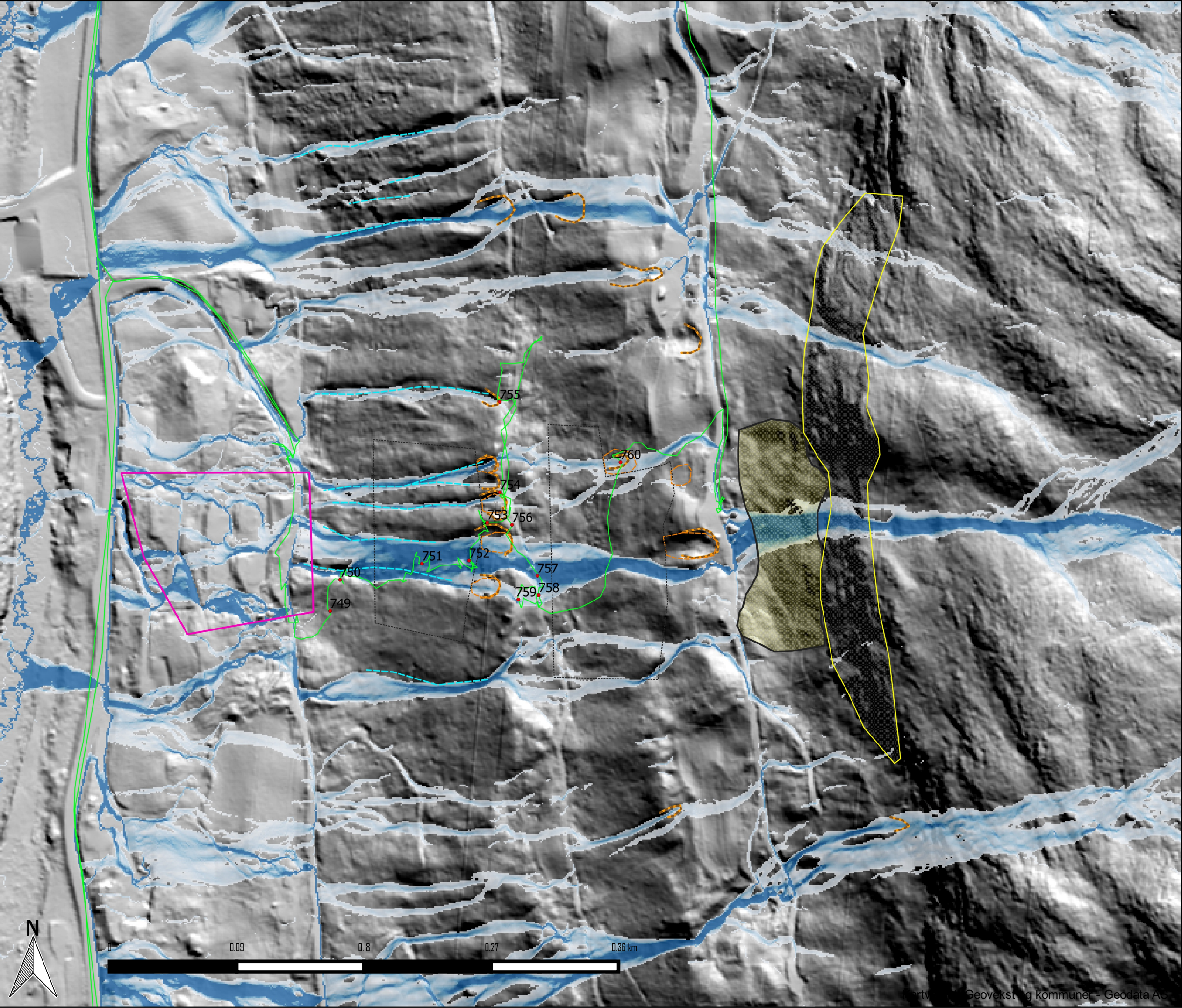
Kartforklaring

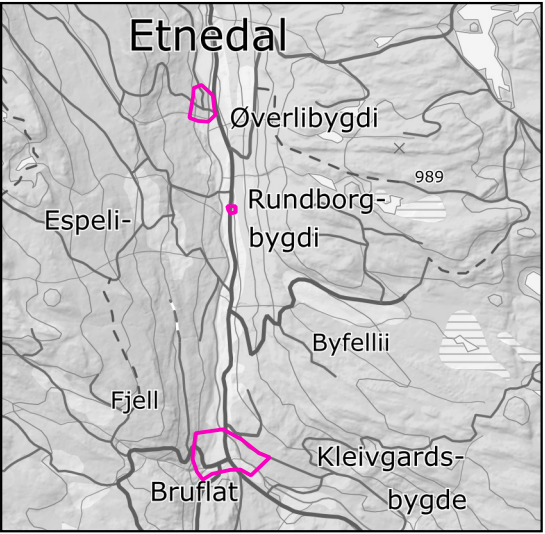
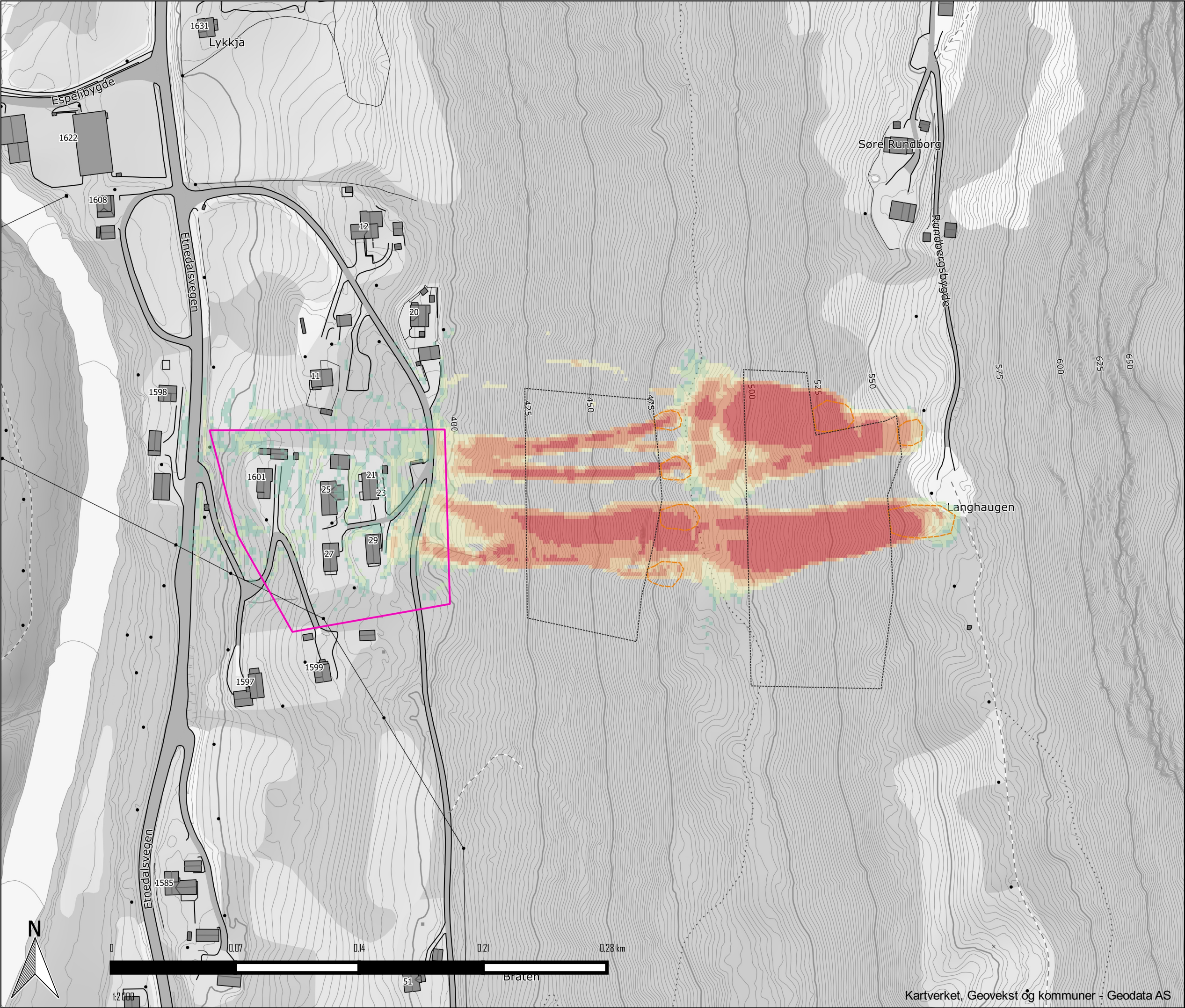
- Kartlagt område
- Raviner / Nedskårne bekker
- Bruddkant jordskred
- Vifteform (flom / flomskred / jordskred)
- Kildeomr. steinsprang
- Steinsprangavsetning (ur)
- GPS-logg befarung
- Waypoints befarung

Avrenningsanalyse (MFD, m2)



Vedlegg 2C Kartleggingsområde 2 - Lerkendal Registreringskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			





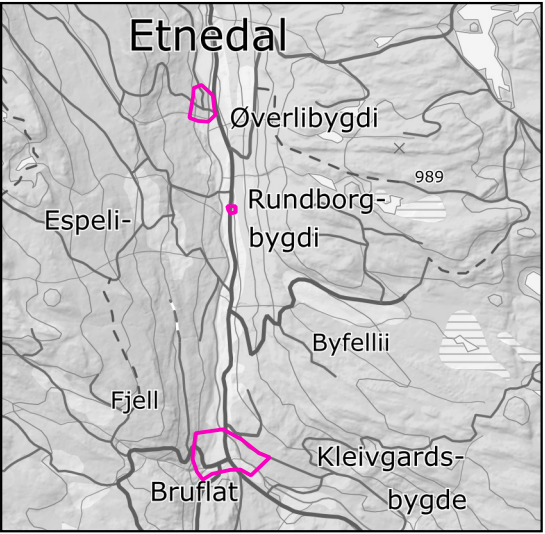
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Løsneomr. flomskred
- Løsneomr. jordskred
- Omr. med mulig erosjon (jordskred)

RAMMS jord-/flomskred, maks.trykk (kPa)

- <1: Skader ikke sannsynlig
- 1-3: Vinduer og dører kan slås inn
- 3-10: Skader på trehus
- 10-20: Skader på murhus
- 20-30: Skader på betonghus
- 30-60: Skader på forsterket betonghus
- >60: Store ødeleggelser

Vedlegg 2D1 Kartleggingsområde 2 - Lerkendal Modelleringsresultater: Jord-/flomskred (RAMMS:Debris Flow)			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



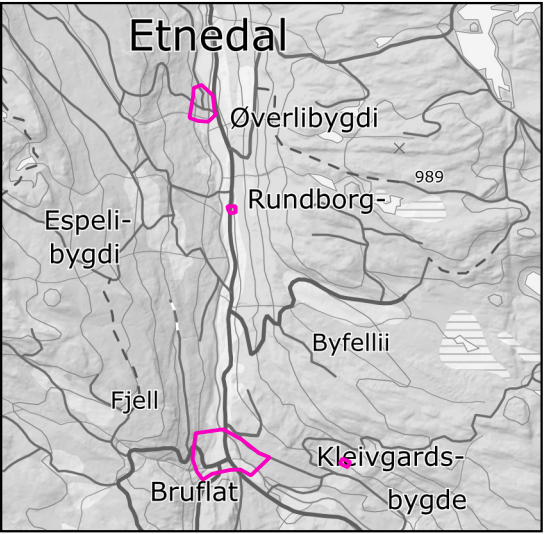
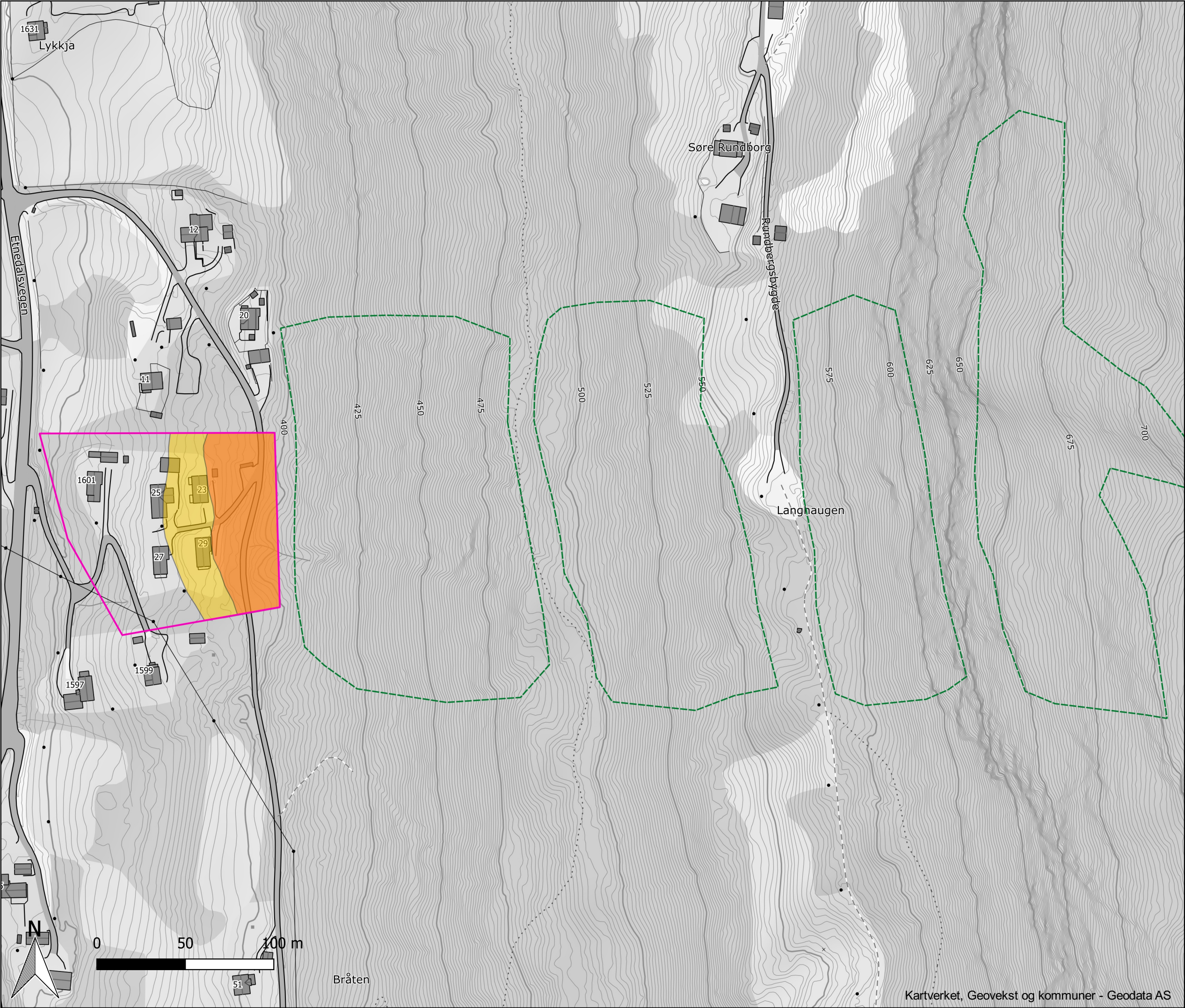
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Kildeomr. steinsprang

Steinsprang 10 m3, treffsannsynlighet (%)

- <= 3
- 3 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

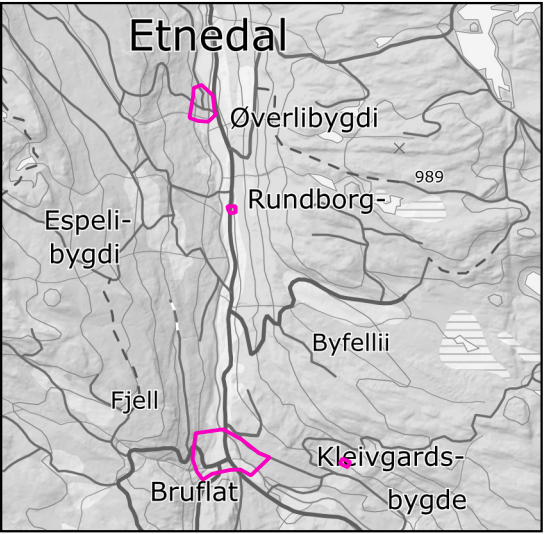
Vedlegg 2D2 Kartleggingsområde 2 - Lerkendal Modelleringsresultater: Steinsprang (Rockyfor3D)			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
 - Årlig sannsynl. > 1/100
 - Årlig sannsynl. > 1/1000
 - Årlig sannsynl. > 1/5000
- Dimensjonerende skredtype
- Steinsprang / Steinskred
 - Flomskred
 - Jordskred
 - Sørpeskred
 - Skog av betydning for faresonene

Vedlegg 2E Kartleggingsområde 2 - Lerkendal Faresoner skred i bratt terreng			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Skog av betydning for faresonene
- Årlig sannsynl. > 1/1000
- Årlig sannsynl. > 1/5000

Vedlegg 2F Kartleggingsområde 2 - Lerkendal Faresoner skred etter ev. tap av skog i markerte skogpolygoner			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			

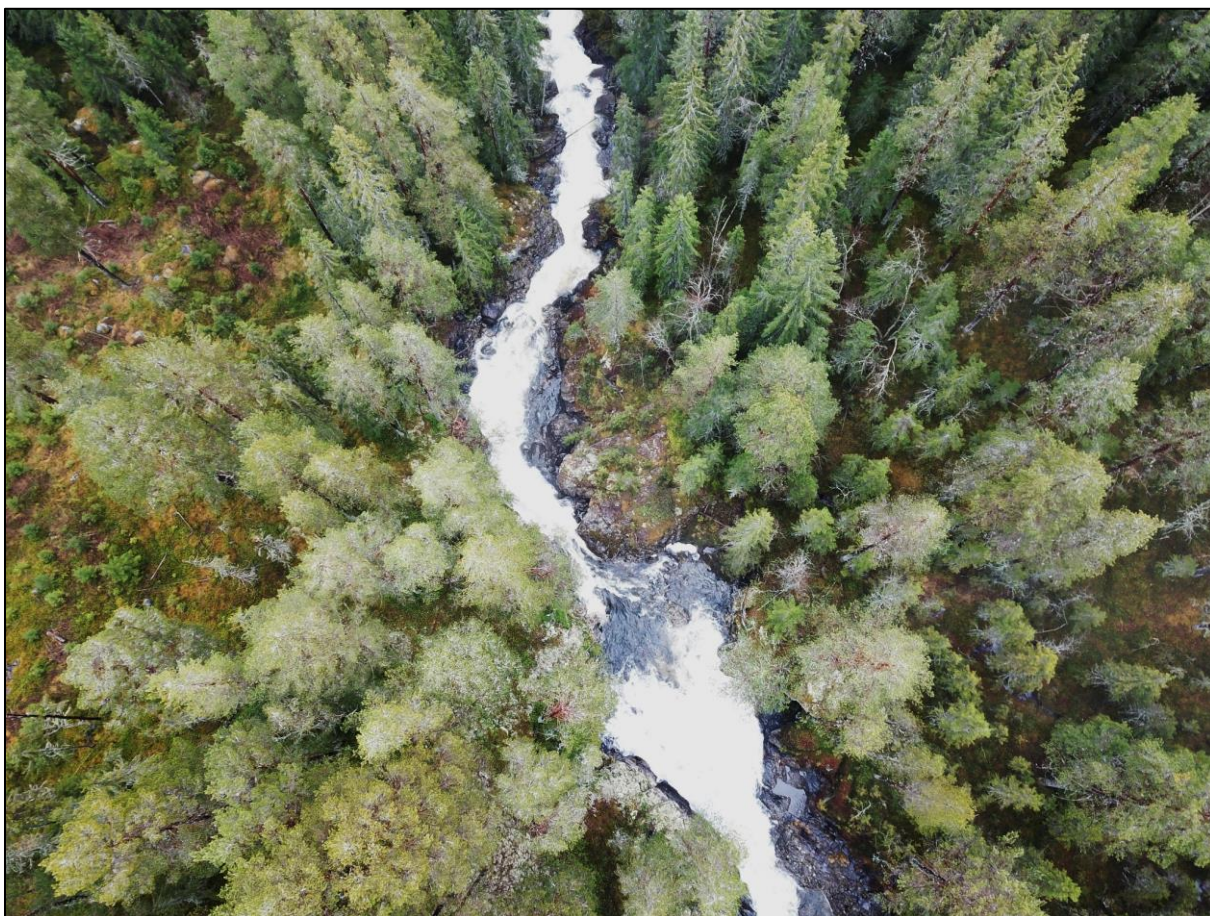
VEDLEGG 3A – Fotobilag område 3,
Brumoen.



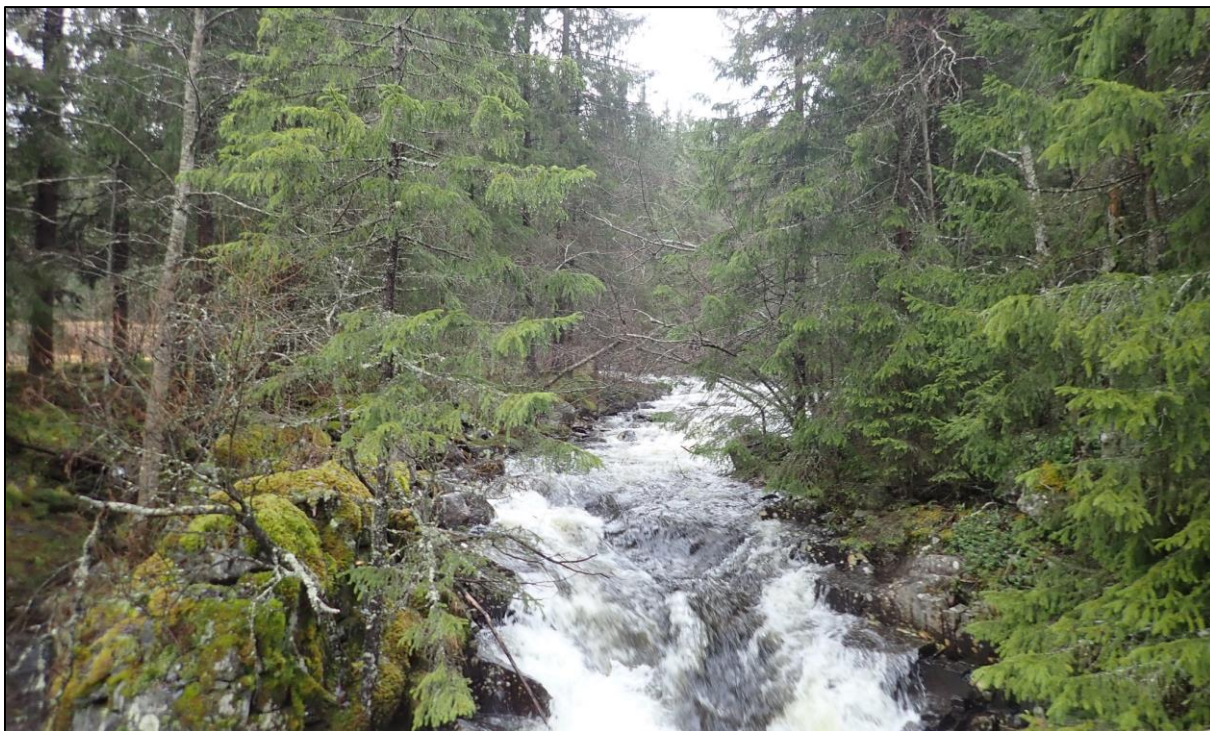
Figur 1. Den skogdekkede dalsiden ovenfor miljøstasjonen, vest i kartleggingsområdet, sett fra drone.



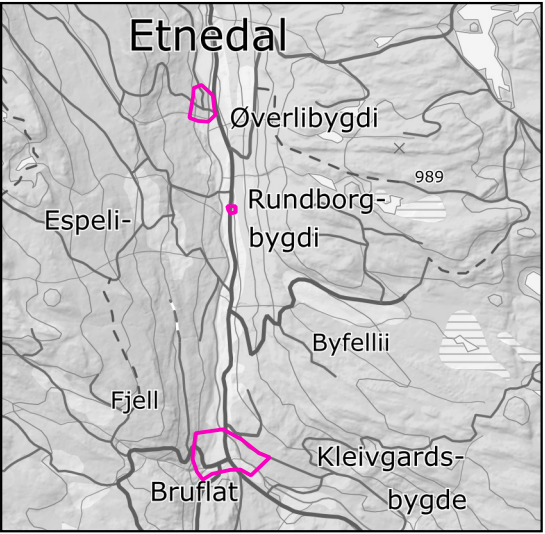
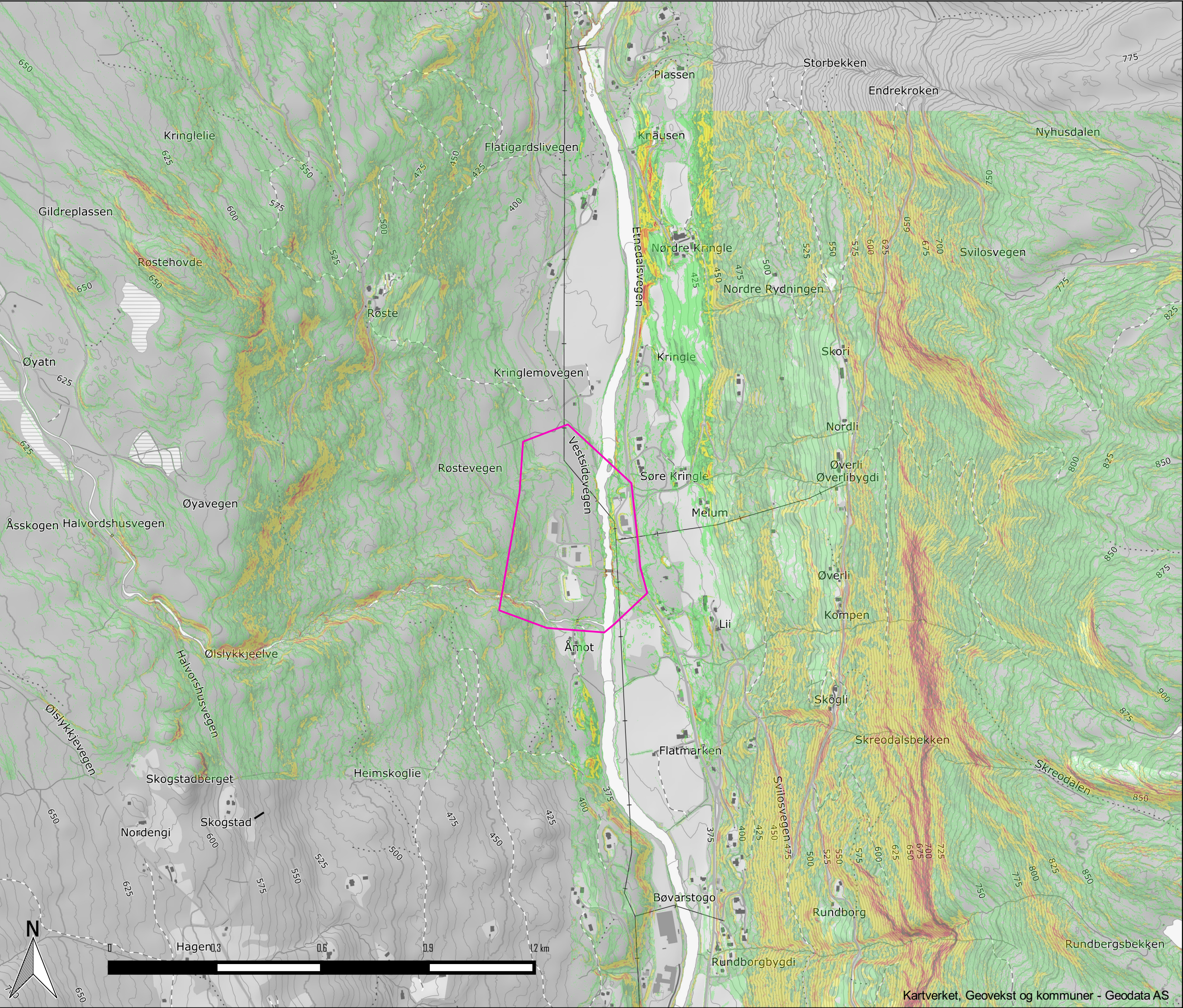
Figur 2. Den skogdekkede dalsiden ovenfor miljøstasjonen, vest i kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 3. Nedre del av Ølslykkjeelva, vest i kartleggingsområdet, sett fra drone.



Figur 4. Ølslykkjeelva, fra brua oppstrøms for punktet der den renner inn i Etna.



Kartforklaring

Kartlagt område

Terrenghelning

10-20°

20-27°

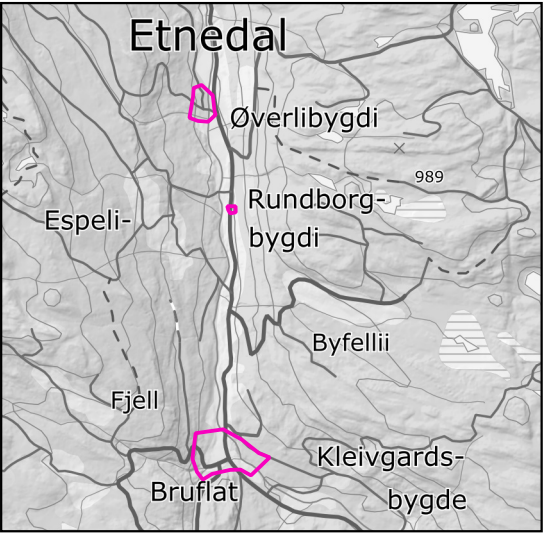
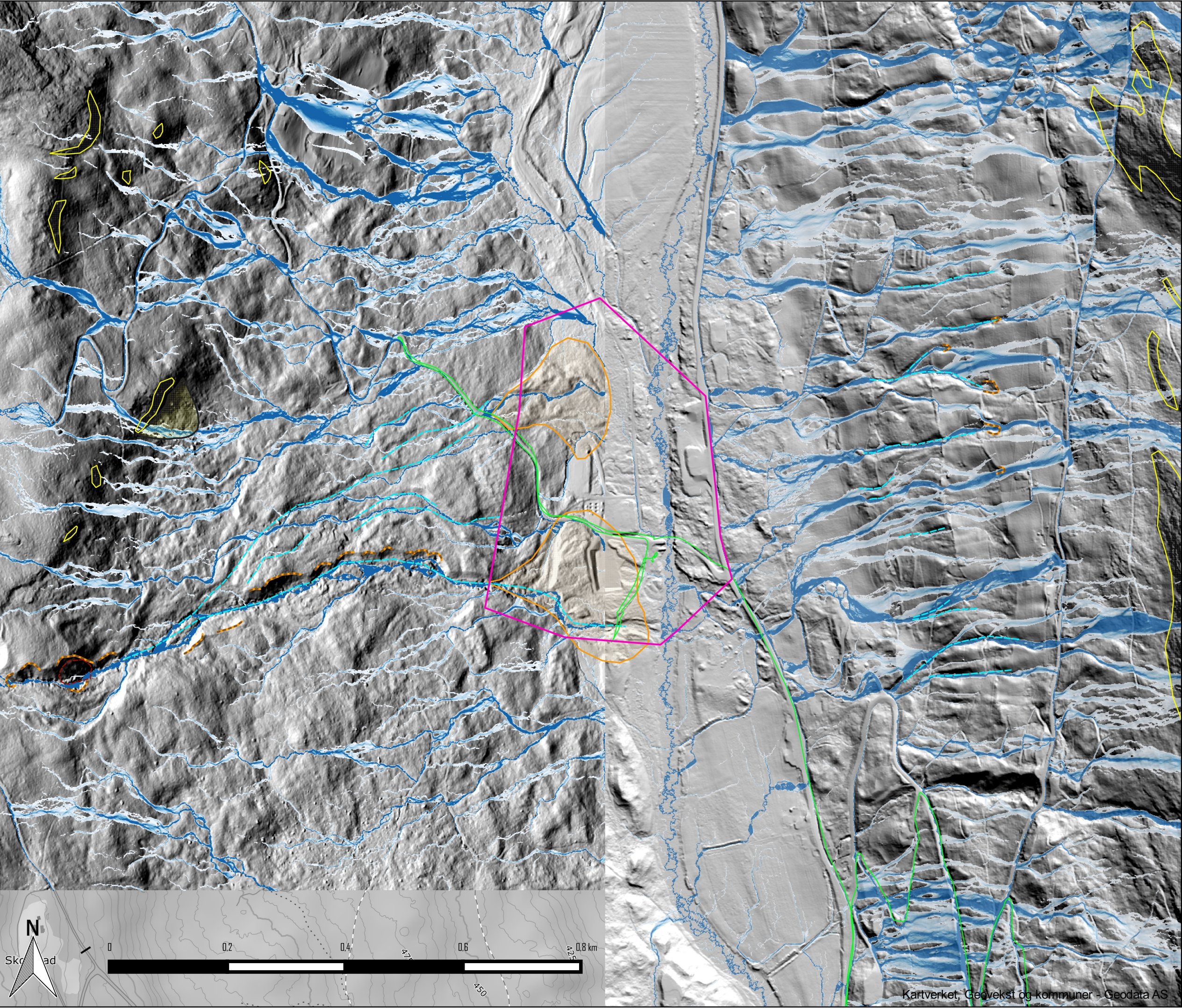
27-37°

37-45°

45-55°

55-90°

Vedlegg 3B Kartleggingsområde 3 - Brumoen Helningskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



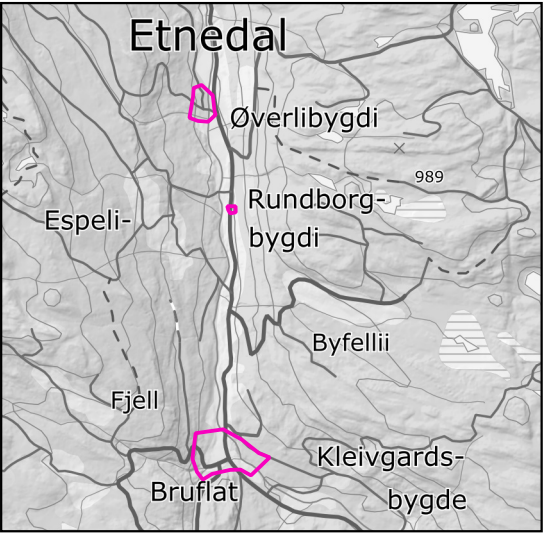
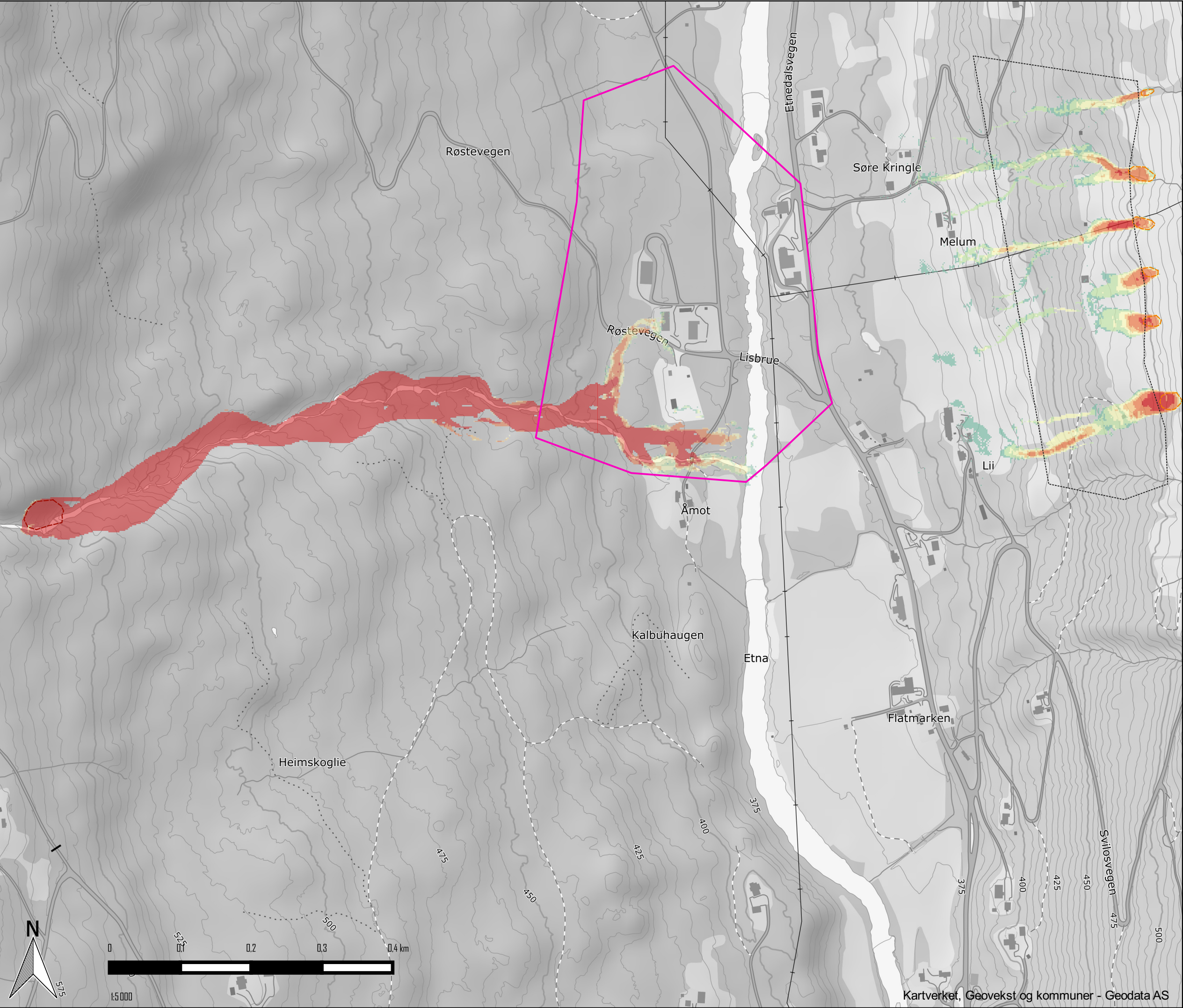
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Raviner / Nedskårne bekker
- Bruddkant jordskred
- Vifteform (flom / flomskred / jordskred)
- Kildeomr. steinsprang
- Steinsprangavsetning (ur)
- GPS-logg befarings
- Waypoints befarings

Avrenningsanalyse (MFD, m2)

- 500
- 1000
- 2000
- 3000
- 4000
- 5000
- 10000

Vedlegg 3C Kartleggingsområde 3 - Brumoen Registreringskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Løsneomr. flomskred
- Løsneomr. jordskred
- Omr. med mulig erosjon (jordskred)
- RAMMS jord-/flomskred, maks.trykk (kPa)
 - <1: Skader ikke sannsynlig
 - 1-3: Vinduer og dører kan slås inn
 - 3-10: Skader på trehus
 - 10-20: Skader på murhus
 - 20-30: Skader på betonghus
 - 30-60: Skader på forsterket betonghus
 - >60: Store ødeleggelser



Vedlegg 3D1

Kartleggingsområde 3 - Brumoen

Modelleringsresultater: Jord-/flomskred

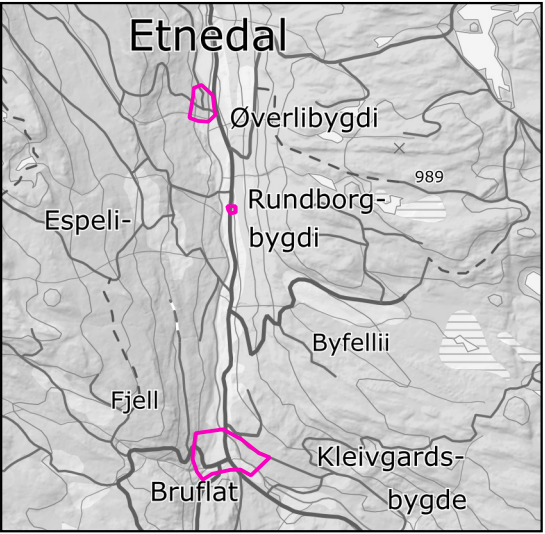
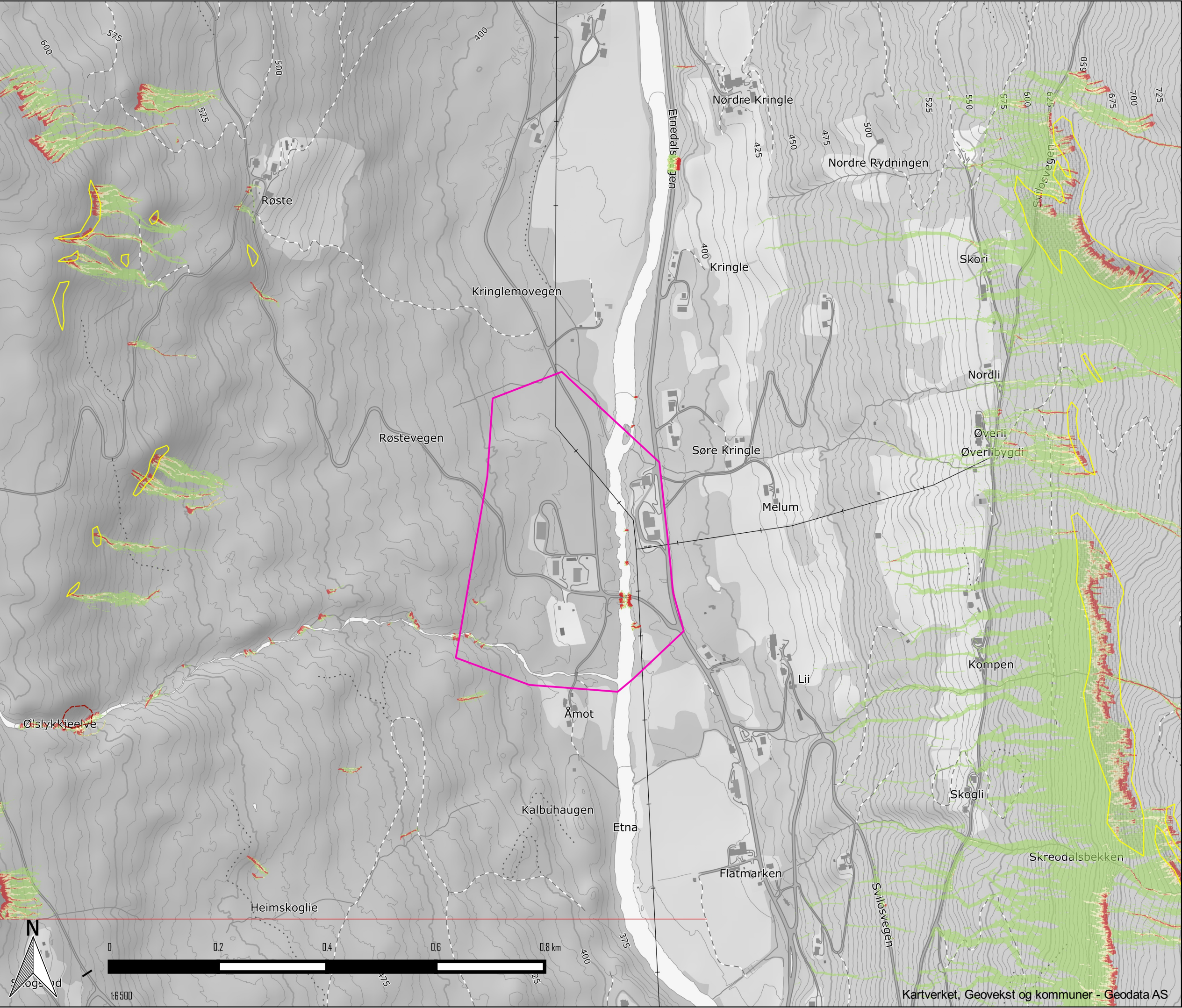
(RAMMS:Debris Flow)

Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:	
2020-11-18	Andrea Taurisano	Nils Arne K. Walberg	

Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune



Kartforklaring

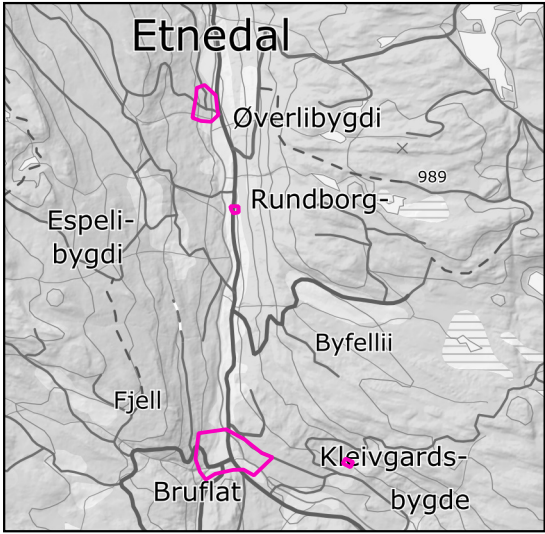
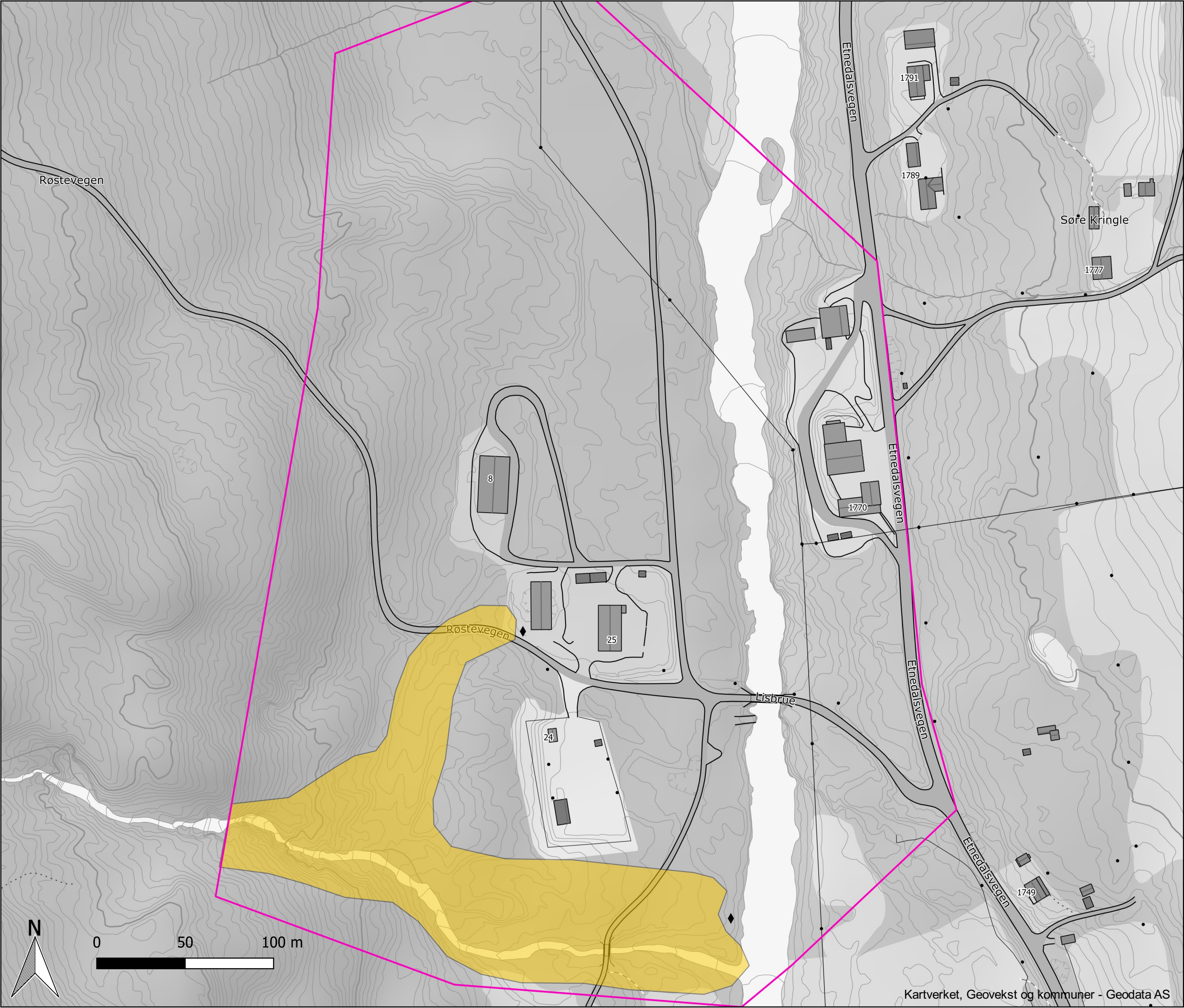
Kartlagt område

Kildeomr. steinsprang

Steinsprang 10 m3, treffsannsynlighet (%)

	<= 3
	3 - 10
	10 - 15
	15 - 20
	20 - 100

Vedlegg 3D2 Kartleggingsområde 3 - Brumoen Modelleringsresultater: Steinsprang (Rockyfor3D)			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Årlig sannsynl. > 1/100
- Årlig sannsynl. > 1/1000
- Årlig sannsynl. > 1/5000
- Dimensjonerende skredtype
 - Steinsprang / Steinskred
 - Flomskred
 - Jordskred
 - Sørpeskred
- Skog av betydning for faresonene

Vedlegg 3E Kartleggingsområde 3 - Brumoen Faresoner skred i bratt terreng			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			

VEDLEGG 4A – Fotobilag område 4,
Bråten.



Figur 1. Den skogdekkede dalsiden ovenfor Bråten, sett fra drone.



Figur 2. Bebyggelsen ved Flogeim og skogveien ovenfor Bråten, sett fra drone. Området i det gule rektangelet er vist i Figur 3.



Figur 3. Svingen i skogveien ovenfor Bråten, på 470 moh., sett fra drone. Overflatevann fra veigrøfta ovenfor vegen forlater der veien og renner videre i forsenket terrenng mellom Bråten og Flogeim.



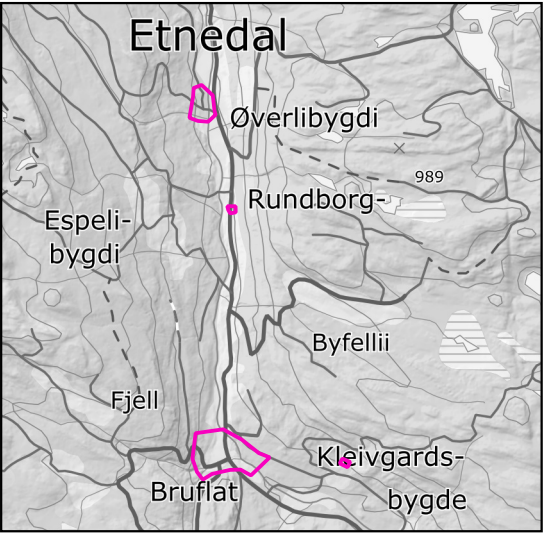
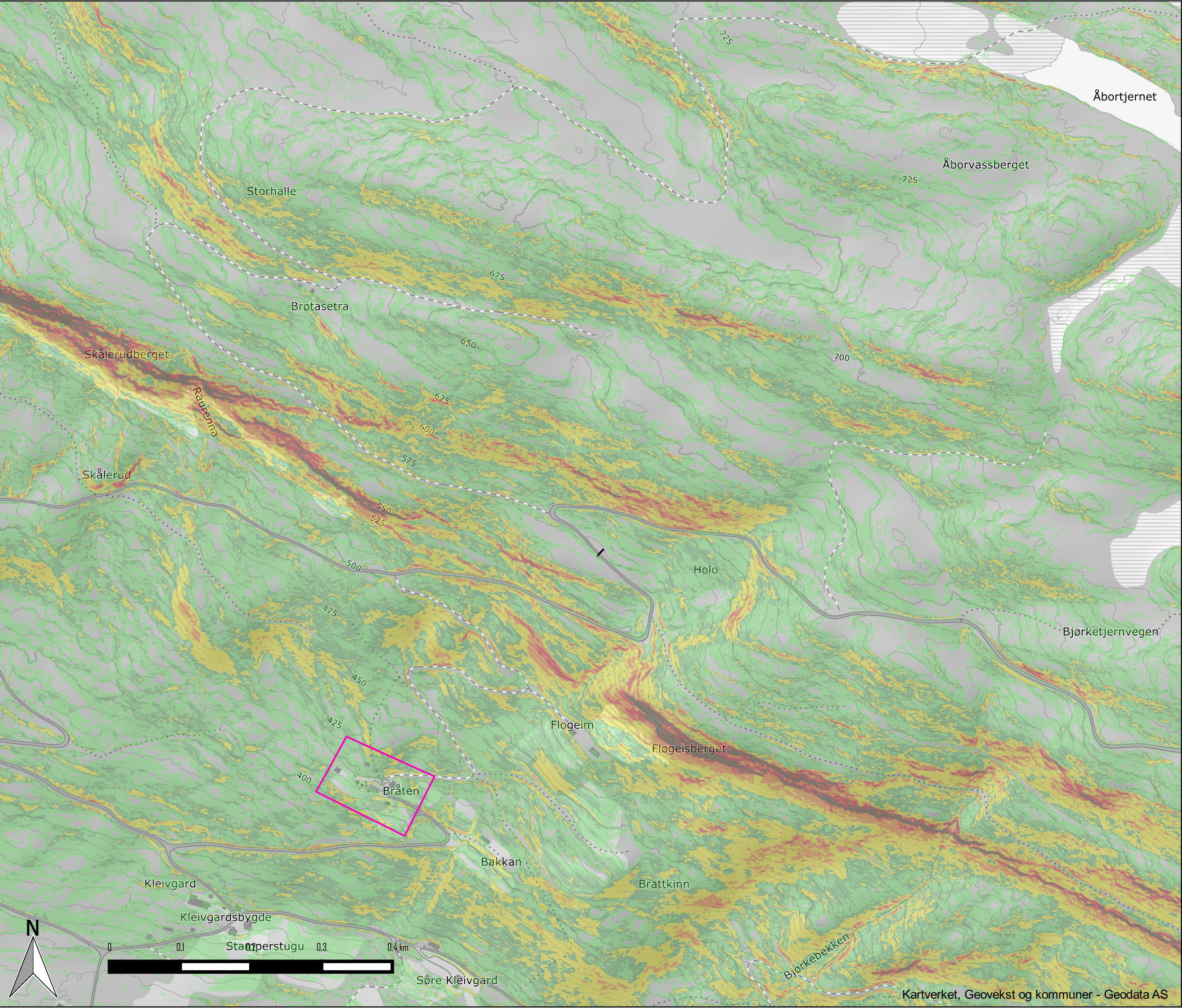
Figur 4. Liten utglidning i forsenkningen like vest for Flogeim.



Figur 5. En av de to forsenkningene ovenfor Bråten, på 500 moh., sett ovenfra.



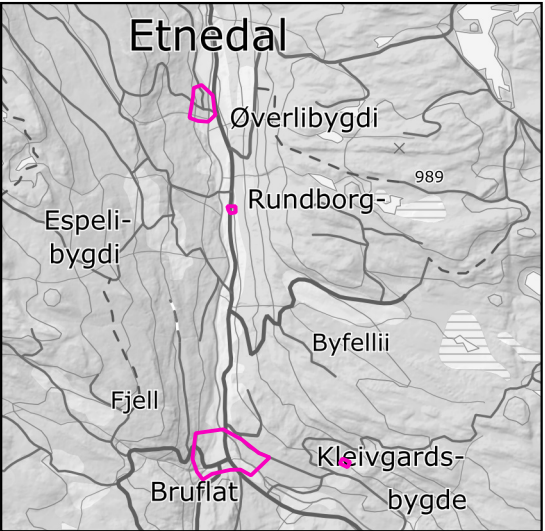
Figur 6. Løsmasser eksponert i en liten skjæring i konveks terrengformasjon rett ovenfor Bråten.



Kartforklaring

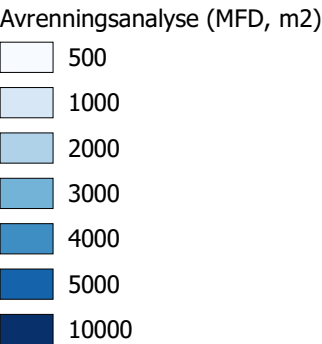
- Kartlagt område
- Terrenghelning
 - 10-20°
 - 20-27°
 - 27-37°
 - 37-45°
 - 45-55°
 - 55-90°

Vedlegg 4B Kartleggingsområde 4 - Bråten Helningskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			

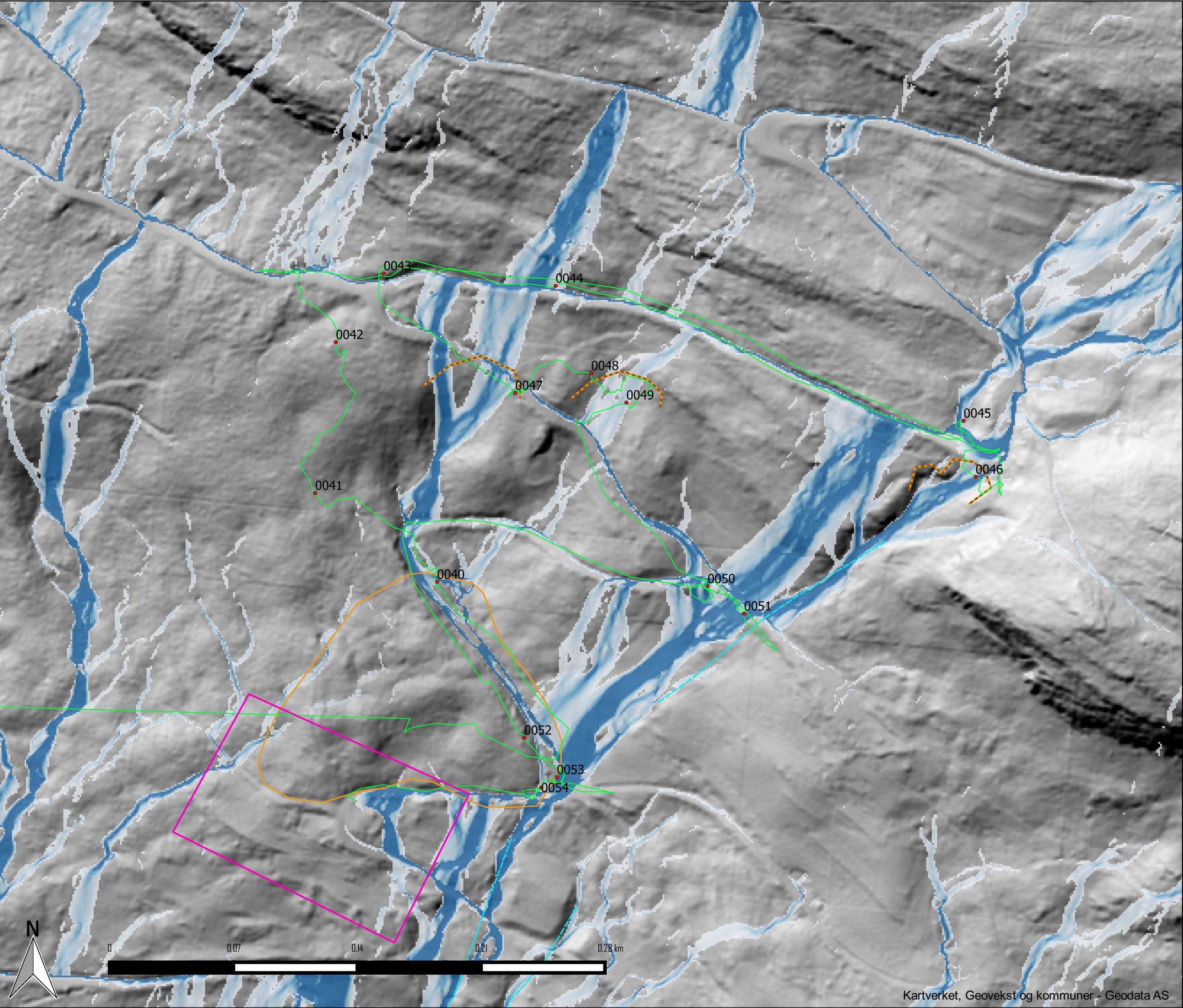


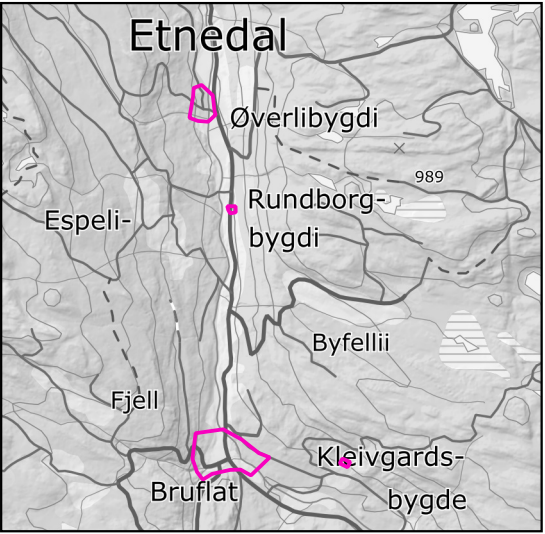
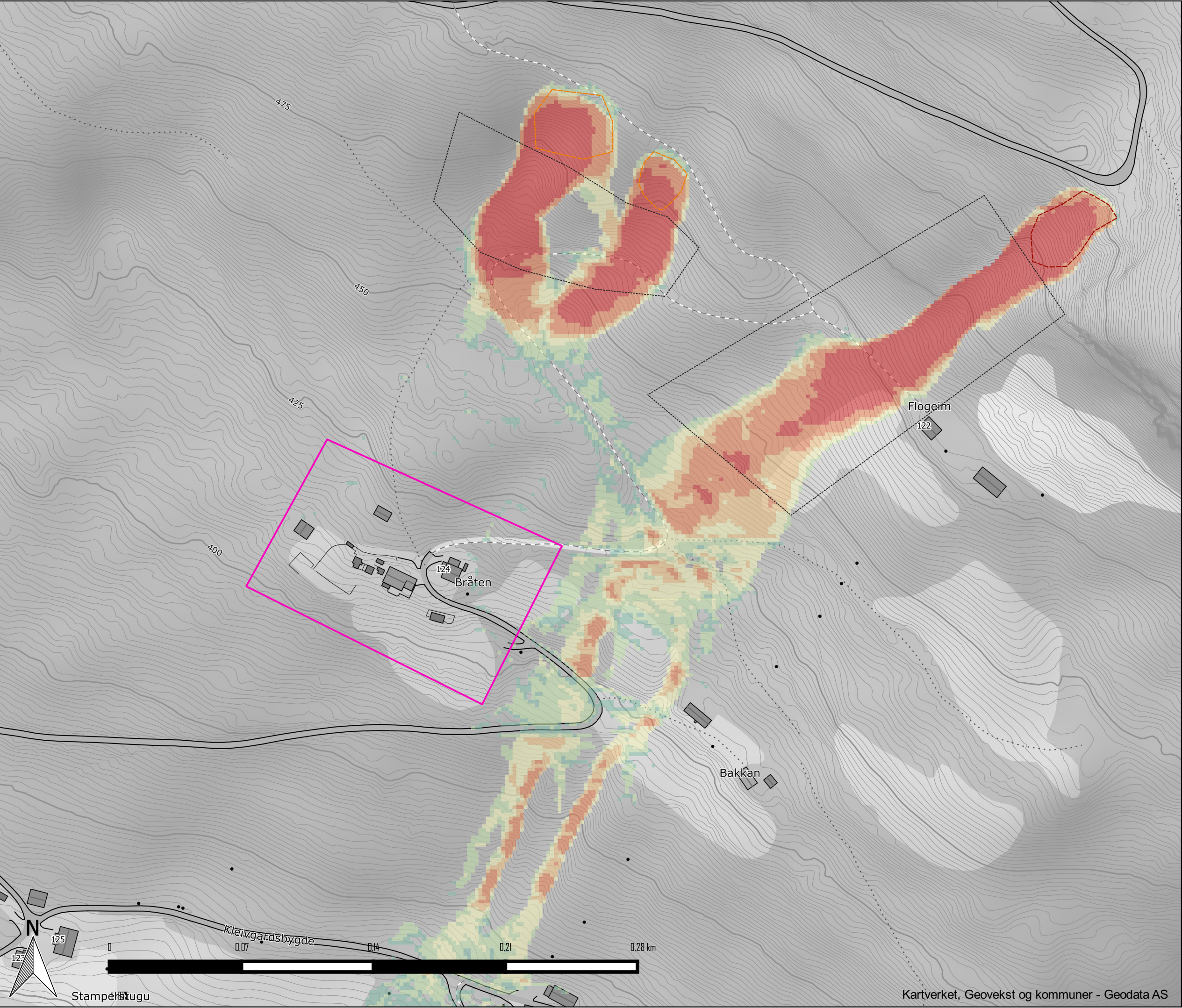
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Raviner / Nedskårne bekker
- Bruddkant jordskred
- Vifteform (flom / flomskred / jordskred)
- Kildeomr. steinsprang
- Steinsprangavsetning (ur)
- GPS-logg befarings
- Waypoints befarings



Vedlegg 4C Kartleggingsområde 4 - Bråten Registreringskart			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			





Kartforklaring

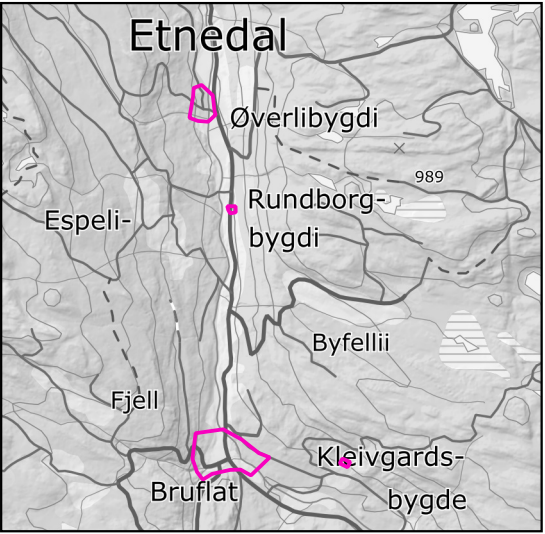
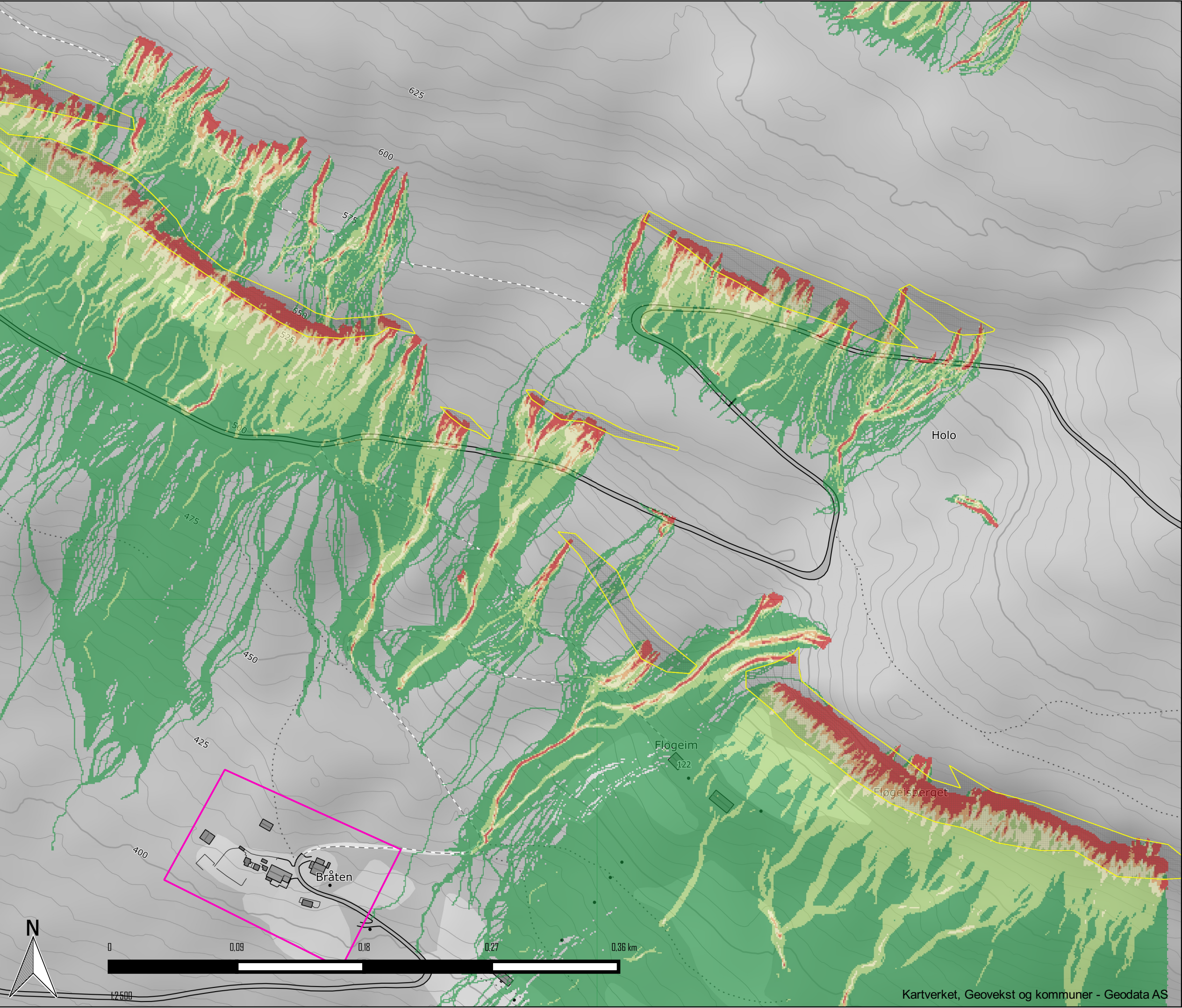
- Kartlagt område
- Løsneomr. flomskred
- Løsneomr. jordskred
- Omr. med mulig erosjon (jordskred)
- RAMMS jord-/flomskred, maks.trykk (kPa)
 - <1: Skader ikke sannsynlig
 - 1-3: Vinduer og dører kan slås inn
 - 3-10: Skader på trehus
 - 10-20: Skader på murhus
 - 20-30: Skader på betonghus
 - 30-60: Skader på forsterket betonghus
 - >60: Store ødeleggelser

Vedlegg 4D1
Kartleggingsområde 4 - Bråten
Modelleringsresultater: Jord-/flomskred
(RAMMS:Debris Flow)

Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N

Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



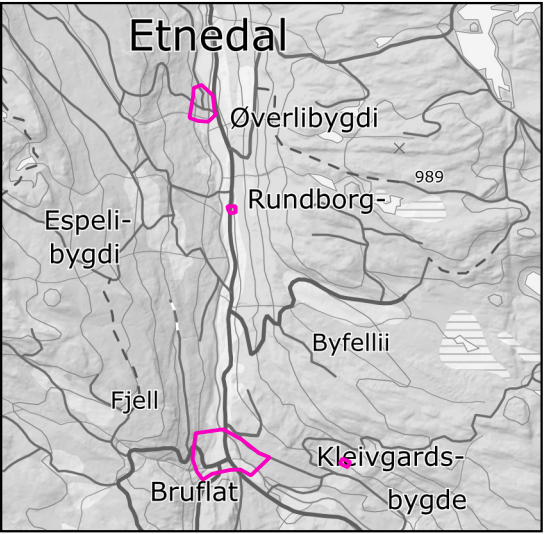
Kartforklaring

- Kartlagt område
- Kildeomr. steinsprang

Steinsprang 10 m3, treffsannsynlighet (%)

- ≤ 3
- 3 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

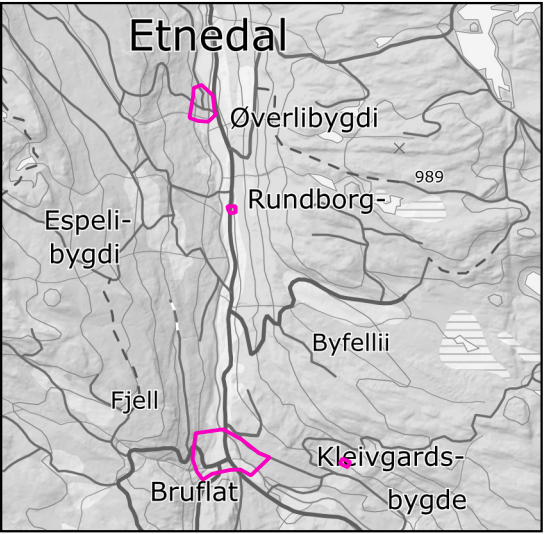
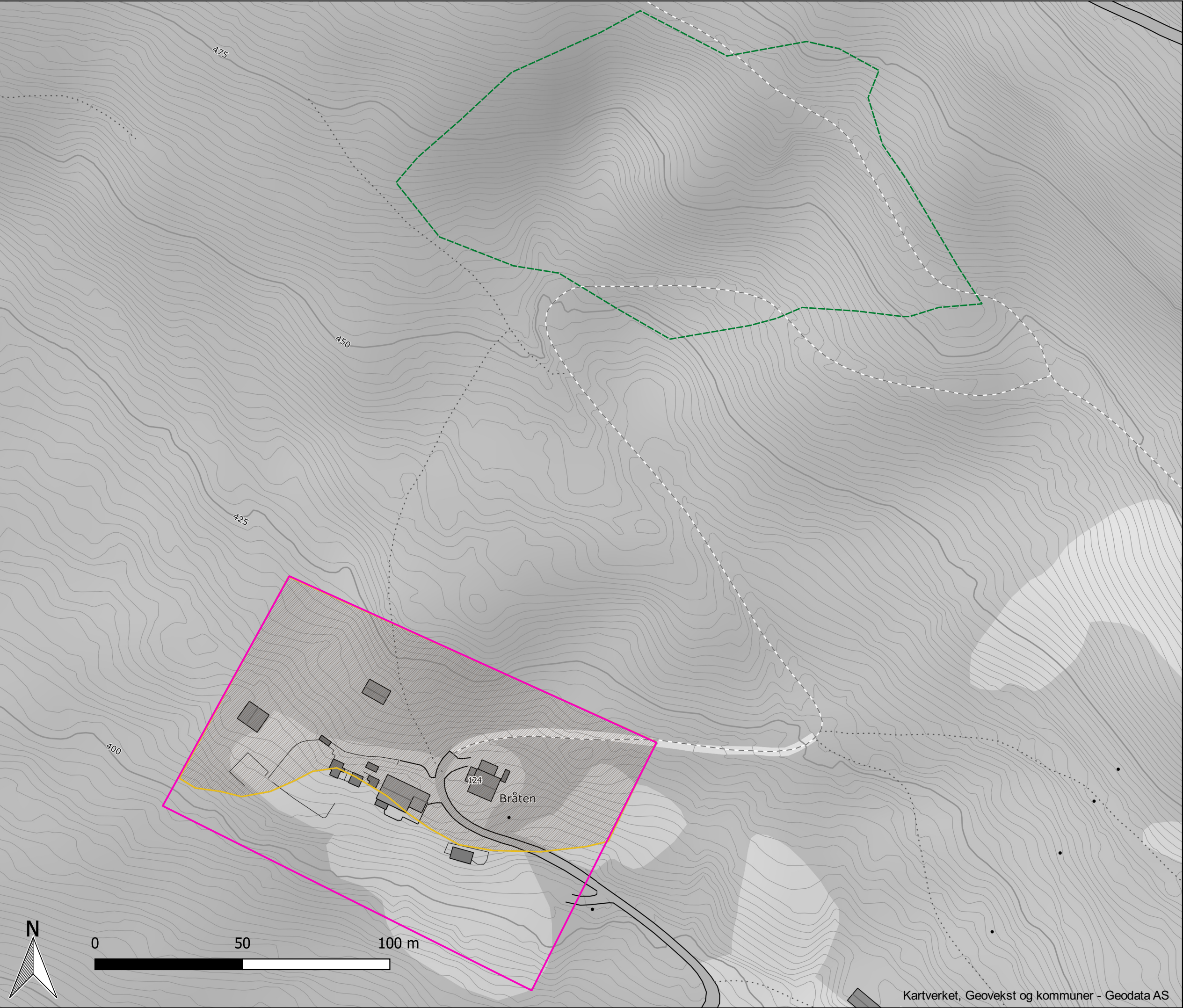
Vedlegg 4D2 Kartleggingsområde 4 - Bråten Modelleringsresultater: Steinsprang (Rockyfor3D)			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Årlig sannsynl. > 1/100
- Årlig sannsynl. > 1/1000
- Årlig sannsynl. > 1/5000
- Dimensjonerende skredtype
 - Steinsprang / Steinskred
 - Flomskred
 - Jordskred
 - Sørpeskred
- Skog av betydning for faresonene

Vedlegg 4E Kartleggingsområde 4 - Bråten Faresoner skred i bratt terreng			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			



Kartforklaring

- Kartlagt område
- Skog av betydning for faresonene
- Årlig sannsynl. > 1/1000
- Årlig sannsynl. > 1/5000

Vedlegg 4F Kartleggingsområde 4 - Bråten Faresoner skred etter ev. tap av skog i markerte skogpolygoner			
Oppdrag: Skredfarekartlegging Etnedal kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2020-11-18	Utarbeidet av: Andrea Taurisano	Kontrollert av: Nils Arne K. Walberg	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag fra Etnedal kommune			