EKSTERN RAPPORT

Nr 57/2019

Faresonekartlegging i Sande kommune

Frode Sandersen, Kjersti Gisnås, Øyvind Høydal
Kjetil Sverdrup-Thygeson

Ekstern rapport nr 57-2019

Faresonekartlegging i Sande kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfatter: Frode Sandersen, Kjersti Gisnås, Øyvind Høydal
Kjetil Sverdrup-Thygeson

Trykk: NVEs hustrykkeri
Forsidefoto: NGI
ISBN: 978-82-410-1909-8

Sammendrag: Det er utarbeidet faresonekart for skred i bratt terreng for utvalgte områder i Sande kommune

Emneord: Sande kommune, snøskred, sørpeskred, flomskred, jordskred, steinsprang, steinskred, TEK17, faresonekart, skredkartlegging, skredfarekartlegging, faresonekartlegging, NVE

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

Telefon: 22 95 95 95
Epost: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid. Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging og beredskap mot skred.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 14/2011) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging av skred i Sande kommune, Møre og Romsdal fylke. Arbeidet er utført av Norges Geotekniske Institutt (NGI).

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i byggteknisk forskrift (TEK17), som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

Skredtypene snø-, sørpe-, stein-, jord- og flomskred er kartlagt.

Oslo, juni 2019

Anne Britt Leifseth

direktør

Eli K. Øydvin

seksjonssjef

Prosjekt

Prosjekttittel:	Faresonekartlegging skredfare i bratt terreng
Dokumenttittel:	Skredfarekartlegging Sande
Dokumentnr.:	20180278-01-R
Dato:	2019-02-08
Rev.nr. / Rev.dato:	1/ 2019-05-20

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver:	NVE
Kontaktperson:	Martine Sagen Slåtten
Kontraktreferanse:	Avtale om konsulentoppdrag 201705956 signert 02.04.2018

for NGI

Prosjektleder:	Frode Sandersen
Utarbeidet av:	Kjersti Gisnås, Øyvind Høydal og Kjetil Sverdrup-Thygeson
Kontrollert av:	Kjersti Gisnås

Sammendrag

Denne rapporten presenterer faresonekart for skred i bratt terreng i Sande kommune, Møre og Romsdal utført av NGI. De kartlagte områdene er:

1. Liset
2. Grønevika
3. Nupen
4. Vågstrand
5. Gurskebotn
6. Gursken-Røyset
7. Muren-Sandanger
8. Sandsvika
9. Kvamme-Myra

Hovedfunn

Det kartlagte området har i hovedsak lav skredaktivitet, men lengst nordvest i området Gursken-Røyset er det registrert skred på fjorden og deler av bebyggelsen av ligger skredutsatt. Steinsprang er den skredtypen som er hyppigst forekommende og som stort sett er dimensjonerende for utbredelsen av faresonen. I tillegg vil det kunne forekomme flom- og sørpeskred langs bekkeløp, og fra bratte skråninger kan det ikke utelukkes grunne utglidninger. Terrengforholdene indikerer også mulighet for utløsning av snøskred under Saursegge lengst nordvest i området Gursken-Røyset, men de klimatiske forholdene med lite snø og hyppige mildværsinnslag indikerer lav skredaktivitet.

Kart 1E-9E i rapportens vedlegg viser faresoner for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for de 9 områdene i Sande. Tabell 1 oppsummerer antall bygg som er plassert i en faresone (1/100, 1/1000),1/5000) hvor plasseringen ikke tilfredsstiller TEK17 skredkrav for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i. Oppsummert viser skredfaresoneringen i Sande at for dagens eksisterende bebyggelse er det:

- 0 stk. S1 bygg som ikke tilfredsstiller S1 krav (1/100)
- 19 stk. S2 bygg som ikke tilfredsstiller S2 krav (1/1000)
- 0 stk. S3 bygg som ikke tilfredsstiller S3 krav (1/5000).

Tallene forutsetter at alle bygg har FKB-data og at klassifiseringen av bygningstype S1-S3 etter matrikkelen er riktig (se kapittel 3.3.5 for detaljer). Det poengteres at det er kommunen som fastsetter sikkerhetsklasse, og deres vurdering av kan være annerledes enn NGIs klassifisering.

Det bemerkes at det noen steder i Sande er tett skog i bratt terreng og utover flatere områder som gjør at faresonene er vesentlig mindre enn hvis terrenget var uten skog. NGI har lagt dagens (2018) skogforhold til grunn for vurderingene, og har i kartvedlegg F for hvert delområde angitt hvilken skog som har betydning for faresonene. Hugst av slik skog vil kunne øke faresonene og medføre at skredsonene blir ugyldige.

Tabell 1: Antall bygg som er plassert i en faresone hvor plasseringen ikke tilfredsstiller TEK17 skredkrav for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i.

Faresone 1/100						Faresone 1/1000						Faresone 1/5000		
	Kartleggingsområde	Sum	S1	S2	S3		Kartleggingsområde	Sum	S2	S3		Kartleggingsområde	S3
1	Liset	0	0	0	0	1	Liset	0	0	0	1	Liset	0
2	Grønevika	0	0	0	0	2	Grønevika	2	2	0	2	Grønevika	0
3	Nupen	0	0	0	0	3	Nupen	1	1	0	3	Nupen	0
4	Vågstrand	0	0	0	0	4	Vågstrand	2	2	0	4	Vågstrand	0
5	Gurskebotn	0	0	0	0	5	Gurskebotn	5	5	0	5	Gurskebotn	0
6	Gursken-Røyset	0	0	0	0	6	Gursken-Røyset	5	5	0	6	Gursken-Røyset	0
7	Muren-Sandanger	0	0	0	0	7	Muren-Sandanger	1	1	0	7	Muren-Sandanger	0
8	Sandsvika	0	0	0	0	8	Sandsvika	2	2	0	8	Sandsvika	0
9	Kvamme-Myra	0	0	0	0	9	Kvamme-Myra	1	1	0	9	Kvamme-Myra	0
	Totalt	**0**	**0**	**0**	**0**		**Totalt**	**19**	**19**	**0**		**Totalt**	**0**

Kartlagte skredtyper

Kartleggingen omfatter faresoner for skred i bratt terreng og skredtypene:

- Steinsprang og steinskred
- Jordskred
- Flomskred
- Sørpeskred
- Snøskred

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

Kartleggingen er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger som tar i betraktning lokale forhold. Utredning av faresoner for kvikkeleireskred og fjellskred er ikke en del av denne kartleggingen.

Bruk av faresonekartene

Faresonekartene for skred i bratt terreng har høyere detaljeringsgrad enn de landsdekkende aktsomhetskartene og vil erstatte disse i arealplanleggingen i de kartlagte områdene.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Sikkerhetskravene gitt i TEK17 §7.3 skal oppfylles ved nybygg eller ombygging av eksisterende bebyggelse. Dette gjøres ved å plassere byggverket utenfor området som har større skredfare enn TEK17 tillater, eller ved å utføre sikringstiltak eller dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for Sande kommune rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak. Kommunene har ingen klar juridisk plikt til å sikre eksisterende bebyggelse, men har ansvaret for den lokale beredskapen i medhold av sivilbeskyttelsesloven.

Innhold

1 Innledning 6
1.1 Bakgrunn 6
1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene 6
1.3 Skredtyper i bratt terreng 7
2 Oversikt over de kartlagte områdene 9
2.1 Geografi 9
2.2 Topografi, geologi og geomorfologi 9
2.3 Klima 10
3 Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget 18
3.1 Skredhistorikk 18
3.2 Høydemodeller, skyggekart og helningskart 19
3.3 Kartanalyser i GIS 19
3.4 Betydning for skredfaren 21
3.5 Feltkartlegging 22
3.6 Registreringskart 24
3.7 Modellering 25
3.8 Fastsetting av faresoner 31
4 Delområder 32
4.1 Område 1 – Liset 32
4.2 Område 2 – Grønevika 39
4.3 Område 3 - Nupen 45
4.4 Område 4 - Vågstrand 50
4.5 Område 5 - Gurskebotn 60
4.6 Område 6 – Gursken-Røyset 70
4.7 Område 7 – Muren-Sandanger 77
4.8 Område 8 – Sandsvika 84
4.9 Område 9 – Kvamme-Myra 91
5 Referanser 98

Vedlegg

Vedlegg 1A-9A Fotovedlegg
Vedlegg 1B-9B Helningskart
Vedlegg 1C-9C Registreringskart
Vedlegg 1D-9D Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 1E-9E Faresonekart
Vedlegg 1F-9F Skogpolygon

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Rapporten presenterer resultatet av skredfarekartleggingen for utvalgte områder i Sande kommune utført av NGI. Rapportens kapittel 1 er et standardkapittel utarbeidet av NVE.

Faresonene utarbeidet kan man se i Vedlegg 1E-9E under hvert delområde, og de er tilgjengelig i digital form på NVEs nettsider.

1.1 Bakgrunn

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

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

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

1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene

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

Områdene valgt ut til skredfarekartleggingen er tatt utgangspunkt i eksisterende skredutsatt bebyggelse og er avgrenset til kartlegging av skredfare i naturlige skråninger. Skredfaren ved ny utbygging skal utredes og kartlegges som en del av arealplanprosessen, der utbygger er ansvarlig. Tilsvarende har infrastruktureiere som Statens vegvesen, Bane Nor mfl. ansvar for å sikre sine anlegg, herunder vurdering og kartlegging av skredfare og utføring av sikringstiltak ved ny utbygging.

Faresoner er utarbeidet i henhold til kravene i TEK17, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder

skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred.

Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonekartene dekker.

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

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for Jølster kommune rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

1.3 Skredtyper i bratt terreng

1.3.1 Steinsprang og steinskred

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning, bruker vi begrepene *steinsprang* eller *steinskred*. Steinsprang brukes om hendelser der steinmassene (én eller et fåtall steinblokker) til sammen har et relativt lite volum, inntil hundre kubikkmeter (m3). Når steinmassene til sammen oppnår et volum fra hundre til hundre tusen m3, snakker vi om steinskred. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre. I et steinskred splitter blokkene ofte i mindre deler på vei nedover skråningen, mens steinene ofte forblir intakte i et steinsprang. Der hvor det over lang tid har gått mange steinsprang og steinskred, vil det dannes en ur (ofte kjegleformet) med de groveste steinmaterialene i foten av skråningen. Større steinskred river ofte med seg løsmasser underveis, og skredmassene kan blokkere trange daler og føre til lokal oppdemming av bekker og elveløp. Hvis slike skred går ut i en fjord eller en innsjø, kan det oppstå flodbølger.

1.3.2 Jordskred

Jordskred starter ofte med en plutselig utglidning, men også med et gradvis økende sig, i vannmettede løsmasser og utløses som regel i skråninger brattere enn ca. 25 graders helning, men kan også løsne i slakere terreng enn dette. Jordskred i denne type bratt terreng kan ganske grovt omtales som kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred. Førstnevnte opptrer i tykke løsmasseavsetninger, mens sistnevnte forekommer gjerne der løsmassedekket er tynt. Et kanalisert jordskred løsner i et punkt eller en bruddsone, før det skjærer en kanal i løsmassene som fungerer som skredbane (utløpsområde) for senere skred. Skredmasser kan også gå over kantene av kanalen og avsettes som langsgående rygger parallelt med kanalen (leveer). Der hvor terrenget flater ut, blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid bygger flere slike skred fra samme løp en

vifte av skredavsetninger. De ikke-kanaliserte jordskredene løsner gjerne i et punkt eller en bruddsone, som en utglidning, og massene beveger seg nedover langs en sone som kan bli gradvis bredere og bredere. Noen slike skred har en trekantform, mens de vanligvis er uregelmessige i formen. De groveste massene avsettes nederst som en tungeformet rygg. Mindre jordskred oppstår også i slakere terreng med finkornet, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget. De er særlig vanlige om våren, når jord eller leire kan gli oppå telen. Slike skred er sjelden særlig dype, og de omtales derfor ofte som grunne jordskred.

1.3.3 Flomskred

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

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

1.3.4 Sørpeskred

Når snømassene er vannmettet, slik som under intens snøsmelting eller kraftig regnvær, kan det oppstå *sørpeskred*. Disse løsner ofte i avrenningsområder og bekkedaler, også i områder med liten gradient og de oppstår når det er dårlig drenering i grunnen f.eks. på grunn av tele og is. Sørpeskred kan også løsne som følge av snødemte sjøer eller vassdrag. De beveger seg vanligvis langs forsenkninger i terrenget og skredmassene i et sørpeskred beveger seg som en flytende masse og har langt høyere tetthet enn snøskred. Sørpeskred kan i noen tilfeller erodere med seg løsmasser, noe som kan øke tettheten ytterligere. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng, og uten kanalisert terreng vil de kunne bre seg utover store områder.

1.3.5 Snøskred

Snøskredene deles gjerne inn i to hovedtyper: Løssnøskred og flakskred. Både løssnø-skred og flakskred kan deles basert på vanninnholdet; tørrsnøskred og våtsnøskred. Ved helt vannmettet snø oppstår det sørpeskred. *Løssnøskred* oppstår normalt i bratte fjellsider, og det starter gjerne med en liten lokal utglidning. Etter hvert som snøen beveger seg nedover, blir nye snøkorn revet med og skredbanen utvider seg slik at skredet får en pæreform. I noen tilfeller kan et løssnøskred oppnå hastigheter på mer enn

200 km/t. Skred med høy hastighet vil mobilisere luftmassene slik at det oppstår et skredgufs (også kalt skredvind/fonnvind) med kraft nok til å knekke trær og stolper, samt skade vinduer og lette byggverk. Et *flakskred* oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Dette glideplanet kan være et svakt sjikt i snødekket, en grenseflate mellom to snølag med forskjellig fasthet eller i overgangen mot bakken. Flakskred kan bli flere kilometer brede og involvere enorme snømengder som ofte rekker helt ned i dalbunnen.

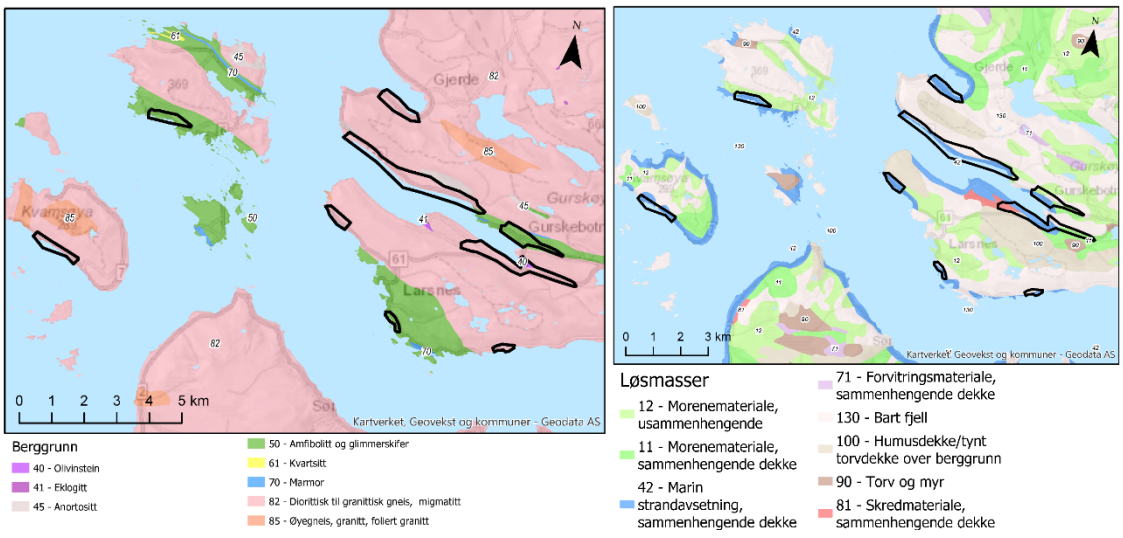
2 Oversikt over de kartlagte områdene

2.1 Geografi

Sande kommune ligger ytterst på søre Sunnmøre i Møre og Romsdal fylke, like nord for Stadt. Kommunen omfatter flere øyer, hvor kartleggingsområdene som er vurdert i denne rapporten er lokalisert på sørvestlig del av Gurskøya (7 områder), og på øyene Sandsøya (1 område) og Kvamsøya (1 område).

2.2 Topografi, geologi og geomorfologi

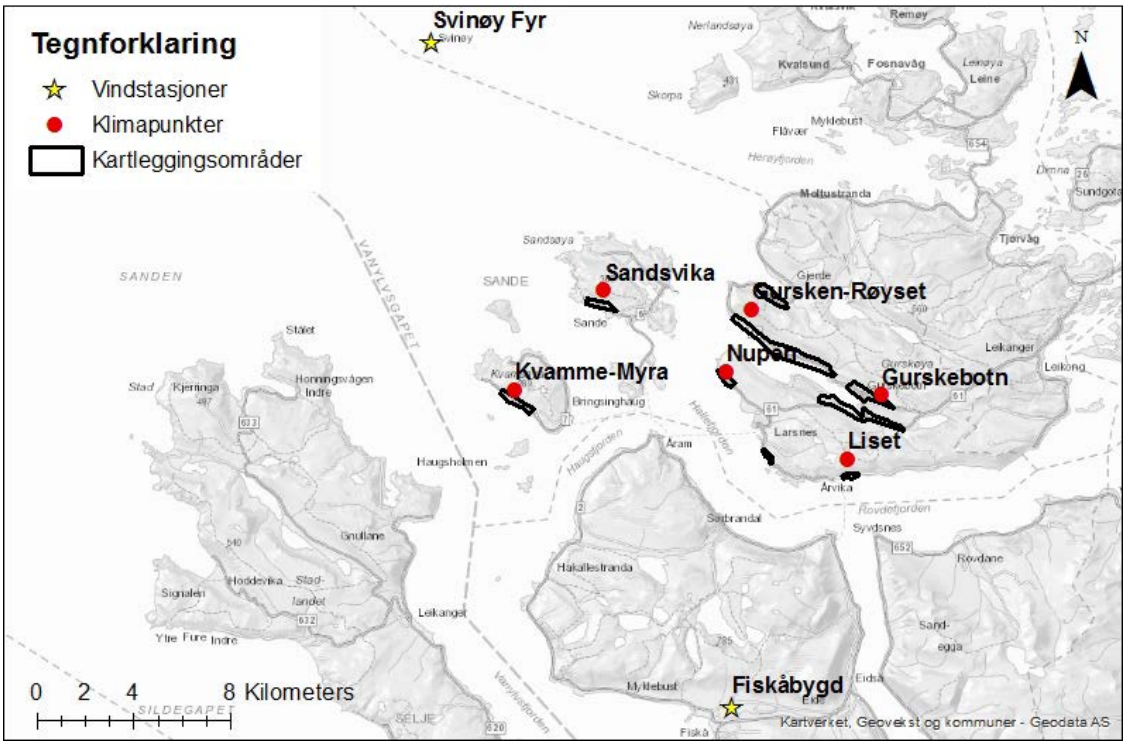
Kartleggingsområdene i Sande kommune strekker seg alle langs kystlinjen. Topografien i området er generelt dominert av knauser og knudrete terreng, og høyden på bakenforliggende fjelltoppene/høydedragene er relativt lav; fra 100 til rundt 500 moh. Berggrunnen i området er primært gammelt grunnfjell bestående av gneiss. Noen av områdene er imidlertid dominert av mer skifrige bergarter med fyllitt (Sandsvika, Gurskebotn, Grønevika). Store deler av kommunen er dominert av bart fjell, mens det ned mot strandsonen er et belte med marine avsetninger. I enkelte av områdene er det også en god del skredavsetninger (Figur 1).



Figur 1: Berggrunnskart (venstre) og løsmassekart N250 (høyre) for Sande kommune. Kilde: NGU

2.3 Klima

Klimaanalysen er basert på griddede data fra SeNorge2 (*Lussana et al, 2016; Saloranta, 2014*) hentet fra 6 punkter fordelt over kartleggingsområdet (Figur 2). De fleste av punktene ligger i potensielle utløsningsområder for skred, mens enkelte ligger lavere for referanse av høydegradienter og temperatur i utløpsområder. De valgte klimalokasjonene er beskrevet i Tabell 2, og er benyttet for analyse av års- (Tabell 3) og månedsnormaler (Figur 4 og Figur 3), samt ekstremanalyse av temperatur, nedbør, snøhøyde og snøtilvekst (Figur 8). Fullstendig klimaoversikt er produsert for samtlige lokasjoner, men kun "Nupen" er inkludert i rapporten da denne gir et godt inntrykk av det generelle klimaet i området. Fremherskende vindretning er analysert på bakgrunn av observasjoner fra de offisielle meteorologiske stasjonene på 59800 Svinøy Fyr og 59610 Fiskåbygd (markert med stjerne i Figur 2).



Figur 2: Oversikt over lokasjoner hvor SeNorge-data er benyttet i klimaanalysen (rød sirkel). Ved to av punktene er i tillegg vind analysert basert på stasjonsdata (stjerne).

SeNorge2 er interpolerte temperatur- og nedbørsdata basert på meteorologisk institutt sine værstasjoner. De griddede dataene er videre brukt inn i en snømodell (HBV-modell) som beregner snøhøyde og nysnøtilvekst. Datasettet har kontinuerlige daglige dataserier for perioden 1958 – 2017, med 1x1 km grid celler som dekker hele Norge. Dette gir homogene dataserier med korresponderende nedbør, temperatur og snødata for den aktuelle fjellsiden, og muliggjør en klimaanalyse mer tilpasset selve skredområdene. Vinddrift av snø vil ikke representeres i et slikt datasett, og det er derfor viktig å se snøhøyder i sammenheng med terreng, vindobservasjoner og vintertemperatur.

Tabell 2: Oversikt over lokasjonene beskrevet i klimaanalysen. Stasjoner hvor observasjonsdata er benyttet for analyse av fremherskende vindretninger er markert.

Klimalokasjoner	UTM33 X	UTM33 Y	Høyde, moh	Klimaanalyse	Vinddata
Gursken-Røyset	10439	6937818	300	x	
Nupen	9372	6935275	200	x	
Gurskebotn	15800	6934298	211	x	
Liset	14396	6931660	352	x	
Sandsvika	4296	6938617	276	x	
Kvamme-Myra	613	6934480	118	x	
59800 Svinøy Fyr	-2838	6934480	38		x
59450 Fiskåbygd	9612	6934480	41		x

Tabell 3: Årsnormaler for temperatur og nedbør, samt maksverdier for døgnnedbør og snøhøyde for samtlige klimalokasjoner. Dato for hendelse er oppgitt i parentes. Verdiene er basert på SeNorge2-data for normalperioden 1981 - 2010.

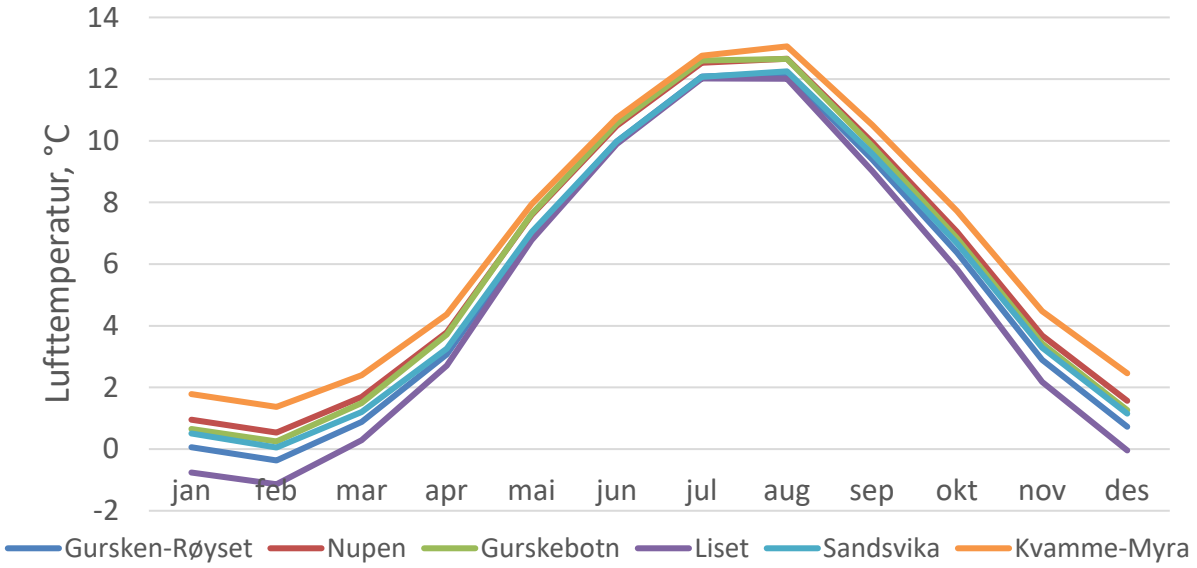
Sted	Høyde (moh)	Temperatur (°C)	Årsnedbør (mm)	Maks døgn- nedbør (mm)	Maks snøhøyde (m)
Gursken-Røyset	300	5,6	1982	86 (26-09-2003)	1,8 (09-04-1968)
Nupen	200	6,3	2044	88 (21-11-1980)	1,4 (04-03-1970)
Gurskebotn	211	6,2	1954	86 (22-08-1980)	1,5 (04-03-1970)
Liset	352	5,2	2028	87 (16-11-2013)	2,1 (09-04-1968)
Sandsvika	276	5,9	2046	100 (21-11-1980)	1,6 (09-04-1968)
Kvamme-Myra	118	6,9	2249	116 (21-11-1980)	0,8 (26-02-1968)

2.3.1 Temperatur og nedbør

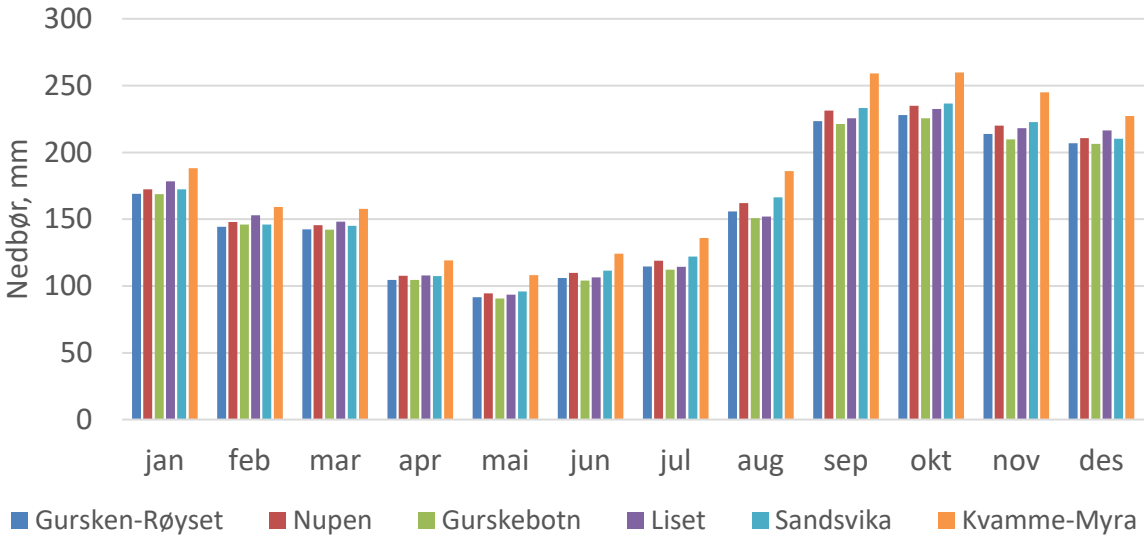
Klimaet i Sande kommune er maritimt, med relativt milde vintre og temperaturer sjeldent under 0 °C ved havnivå (Figur 3). Årsmiddeltemperaturen varierer fra opp mot 7 °C i de lavereliggende områdene til ned mot 5 °C i de høyeste områdene. Det er en gradient i nedbør fra vest til de nordøstlige områdene som ligger noe mer skjermet fra havet, med den høyeste årsnedbøren (2249 mm) på Kvamme-Myra. Likevel er nedbørverdiene relativt høye for hele området. Årsnedbøren varierer fra nesten 2350 mm i vest og til rundt 1900 mm i øst (Tabell 3). Høsten er den mest nedbørrike delen av året (september til desember), særlig ved de 3 vestligste og kystnære lokasjonene (Figur 4). De lavest liggende områdene (Kvamme-Myra) har normal svært lite snø (under 40 cm), men kalde vintre med vesentlige snømengder kan forekomme, som i 1968 da snøhøyden i området Kvamme-Myra var 77 cm.

For samtlige klimapunkter observeres en liten økning i årsnedbør gjennom de siste 60 år, mens det har vært en klar nedgang i årsmaksimum snøhøyde. Klimafremskrivinger (*Hanssen-Bauer et al., 2015*) for Norges fastland frem mot år 2100 viser at man kan

forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 8 % (scenario 1, RCP 4.5) og 14 % (scenario 2, RCP 8.5) i området. Økningen om vinteren er henholdsvis 3 % og 11 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 2.0 °C og 3.1 °C. Dette har også en effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom -80 % og -96 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis -46 og -51 dager for de to scenariene.



Figur 3: Månedsnormaler (1981 - 2010) for lufttemperatur for klimalokasjonene i Figur 2.



Figur 4: Månedsnormaler (1981 - 2010) for nedbør for klimalokasjonene i Figur 2.

2.3.2 Vind

Det er få værstasjoner i kartleggingsområdet som har observasjoner av både vind og nedbør.

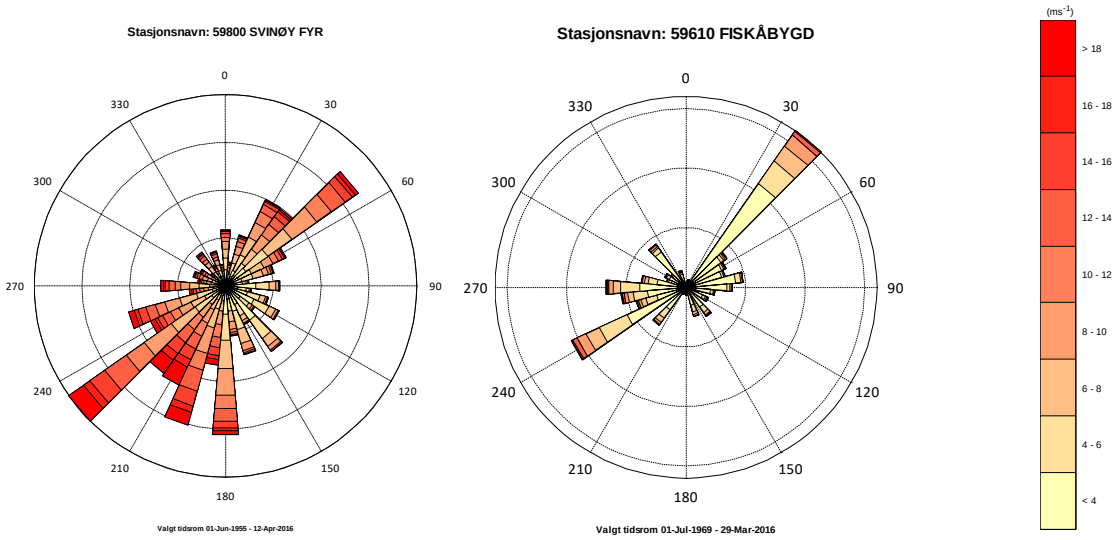
Stasjon 59800 Svinøy fyr ligger nordvest for området, lengst ute på Stadt, og har målinger tilbake til 1955. Stasjonen gir et godt bilde av vindretninger på været som kommer inn fra vest. 59610 Fiskåbygd ligger sør for kartleggingsområdet og har tidsserier tilbake til 1993. Dominerende vindretninger ved begge stasjonene er fra nordøst og sørvest. Nedbørførende vindretning er fra vest, men også noe fra sørvest. Dette gjelder også ved lufttemperaturer under 0 °C (Figur 5 og Figur 6).

Vind kan også ha betydelig effekt på skredfaren. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretningene har flest snøskred. Der fjellsidene vender mot vinden eller ligger parallelt med vinden blåser snøen gjerne bort.

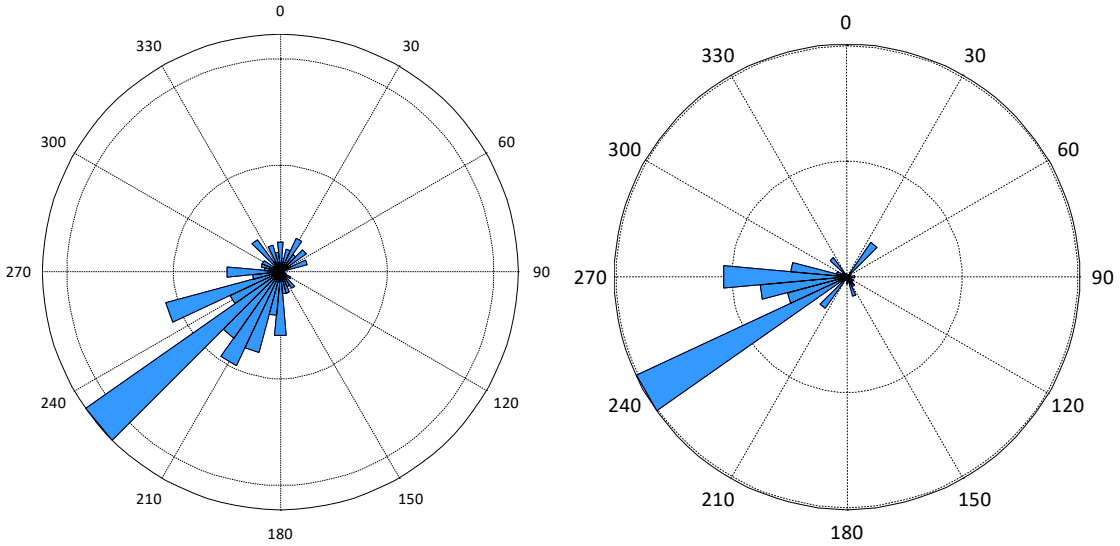
Vinternedbør av betydning (> 10 mm/døgn; t < 1°C) med vind sterkere enn 5 m/s kommer fra nordlig sektor ved Svinøy Fyr (med betydelig andel av NØ-lig vind) og stort sett fra NØ samt NV ved Fiskåbygd (Figur 7). Slike tilfeller er imidlertid sjeldne i området, og ble observerte kun 34 ganger i løpet av en måleperiode på 49 år ved Svinøy Fyr og kun 48 ganger i løpet av en måleperiode på 46 år ved Fiskåbygd. Med lufttemperatur under +1°C ved stasjonene kan man regne med nedbør som tørrsnø i fjellet ovenfor det vurderte området. Når snøen kommer med vind sterkere enn 5 m/s fra NØ vil den føre til avlagring av snø i SV-vendte fjellsider som kan gi opphav til snøskredutløsning i disse fjellsidene.

Når det gjelder faren for jordskred/flomskred og sørpeskred er faren størst i fjellsider som vender *mot* vinden. Dette vil i noen grad også gjelde for steinskred. Regn på snø i fjellet kan føre til utløsning av våte snøskred samt sørpeskred særlig fra de fjellsidene som vender mot varm vind.

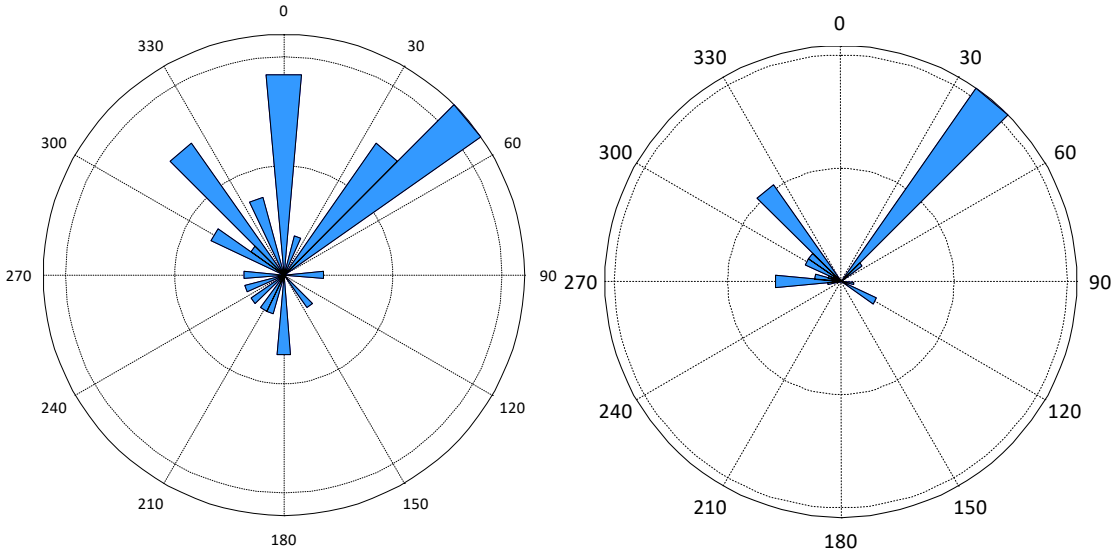
Analysen viser at nedbør av betydning (> 10 mm/døgn) med vind sterkere enn 5 m/s kommer ofte når lufttemperatur er høy (> 7 °C) (Figur 7). Slike tilfeller opptrer året rundt, og mest f.o.m. mai (ved Svinøy Fyr) /september (Fiskåbygd) t.o.m. desember. Da kommer vinden stort sett fra sørvestlig sektor ved begge stasjonene.



Figur 5: Vindroser for stasjon 59800 Svinøy fyr (venstre) og 59610 Fiskåbygd (høyre).



Figur 6: Prosentfordeling av vindretninger ved nedbørshendelser i sommerhalvåret (luft-temperatur > 7 °C, vindhastighet > 5 m/s, 1-døgn nedbør > 10) for 59800 Svinøy fyr (venstre) og 59610 Fiskåbygd (høyre).



Figur 7: Prosentvis fordeling av vindretning ved nedbør som snø (lufttemperatur < 1 °C, vindhastighet > 5 m/s og 1-døgn nedbør > 10 mm) for 559800 Svinøy fyr (venstre) og 59610 Fiskåbygd (høyre).

2.3.3 Klimastatistikk

I det fullstendige klimaprofilet, her for Nupen (Figur 8), er returperioder for årlig maks snøhøyde beregnet med gumbel-fordeling, mens returperioder for 1- og 3- dagers nedbør og nysnøtilvekst er beregnet med peak-over-threshold (POT)-metoden. Figurer med fullstendig klimaoversikt er ikke inkludert for alle klimapunkter, men returverdier for 100- og 1000 års returperioder for samtlige stasjoner er sammenfattet i Tabell 4.

De høyeste ekstremverdiene for nedbør forekommer lengst vest i kommunen, med 1- og 3- døgns nedbør på 130 og 184 mm for 100 års returintervall, og 187 mm og 233 mm for 1000 års returintervall ved Kvamme – Myra. 1- og 3- døgns nysnøtilvekst øker primært med høyde over havet, og er høyest på Liset, Gursken-Røyset og i Sandsvika. Det er svært sjeldent (< 1/1000) at 3-døgns nysnøtilvekst oversiger 100 mm, og på de høyeste toppene i området. Den samme høydegradienten gjelder for årlig maks snødyp, men her ser vi også at de vestligste områdene oppnår noe lavere snøhøyder til tross for stor nysnøtilvekst (Sandsvika). Dette skyldes noe høyere temperaturer og hyppigere innslag av smelteperioder og regn, og derfor et mindre vedvarende snødekke i de ytre områdene. På Liset kan snøhøydene komme opp i over 2 meter (2,5 m for 1000-års returperiode), mens i Sandsvika er snøhøydene svært sjeldent over 1.6 m (< 1/1000). I lavereliggende områder (Kvamme-Myra, 118 moh) er snøhøydene sjeldent over 1 meter.

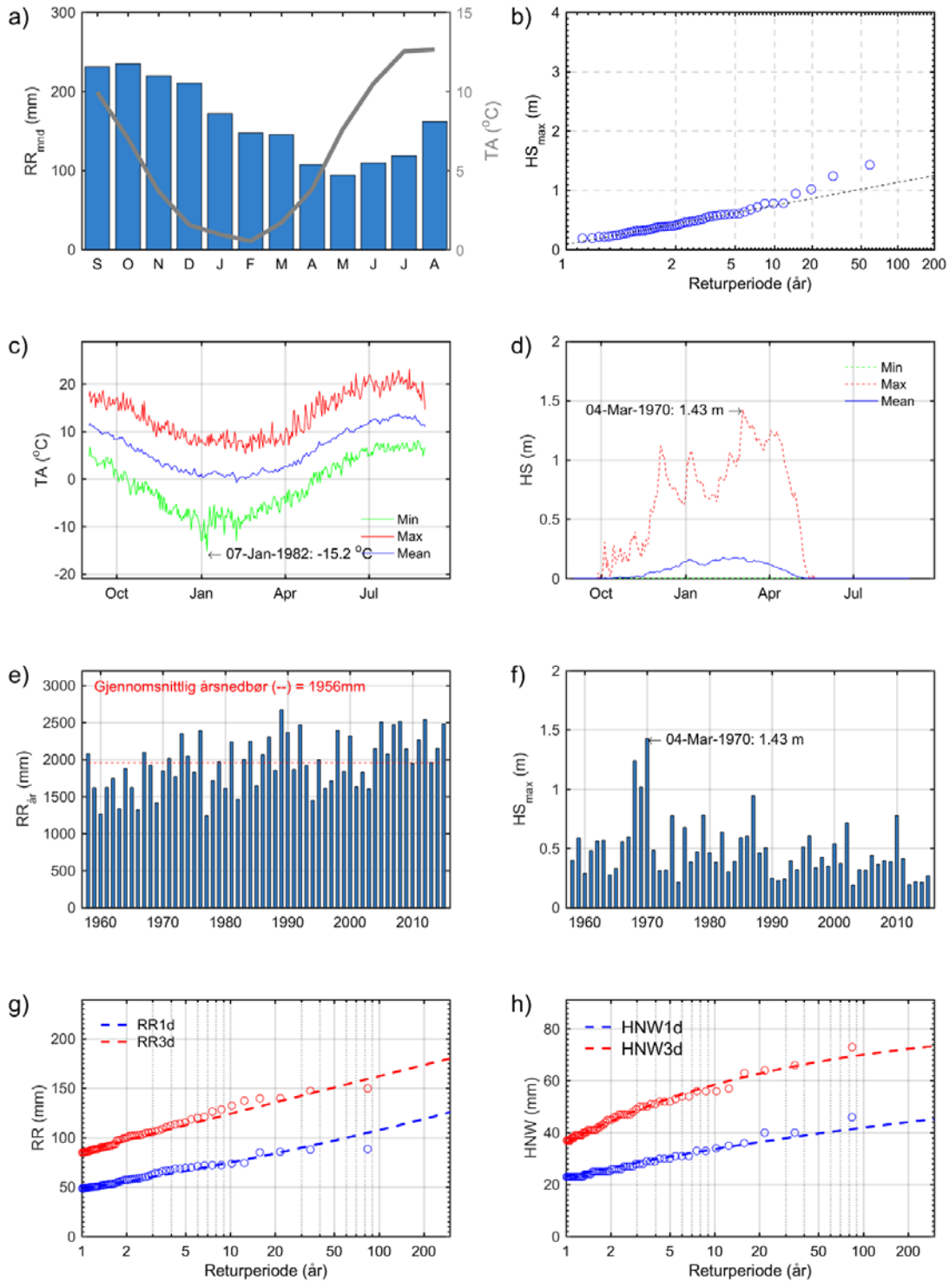
Siden datasettet er basert på interpolerte data, vil dataserier hentet fra posisjonen til en værstasjon ligge nært stasjonsdata, men ikke være eksakt. Generelt sett vil man anta at returverdier basert på interpolerte data i områder langt unna værstasjoner er noe lave, fordi interpolerte data til en viss grad vil glatte ekstremverdier observert ved enkelt-stasjoner. Det bemerkes at 1000-års returperioder beregnet på 60 år med observasjoner

gir stor grad av ekstrapolering og må kun benyttes som en indikasjon. Unormalt høye verdier for 1000-års returintervall sammenlignet med verdier beregnet for nærliggende områder bør ikke vektlegges. Anbefalt returperiode er 3 x lengde på tidsserie, og derfor 180 år i dette tilfellet.

Parametersetting og bruddhøyde for snøskredmodellering er delvis basert på retur-verdiene fra SeNorge, men lokal akkumulasjon på grunn av vinddrift er også tatt hensyn til. Her er det særlig lokasjoner som har store flater mot vest hvor snø kan fanges opp som har stor sannsynlighet for stor tilvekst av snø, særlig i østvendte sider. Det er også tatt hensyn til lokal akkumulasjon av vindtransportert snø i utløsningsområder som er særlig skålformet.

Tabell 4: Returverdier for 1- og 3-døgns nedbør (RR) og nysnøtilvekst (HNW), og årlig maks snøhøyde (HS) for samtlige klimapunkter i kartleggingsområder. Verdiene er basert på SeNorge-data for perioden 1958 – 2015.

Sted	**RR (mm)**				**HNW (mm)**				**HS (m)**	
	1-døgns		3-døgns		1-døgns		3-døgns		årlig maks	
	100	**1000**	**100**	**1000**	**100**	**1000**	**100**	**1000**	**100**	**1000**
Gursken-Røyset	99	132	154	188	56	75	80	90	1,4	1,9
Nupen	108	147	162	199	42	48	70	76	1,1	1,5
Gurskebotn	103	139	159	196	45	53	80	91	1,3	1,7
Liset	98	129	157	188	63	84	96	113	1,8	2,5
Sandsvika	109	150	161	198	56	77	85	104	1,2	1,6
Kvamme-Myra	130	187	184	233	42	50	62	66	0,9	1,3



Nupen (UTM33: X9372,Y6935275,200 moh). Dataperiode: 1958-2015. a) Månedsnedbør og -lufttemperatur.
b) Returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).

Figur 8: Klimaoversikt for Nupen, som ligger sentralt i kartleggingsområdet (Figur 2).

3 Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget

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. NGI har brukt følgende kilder for å samle inn informasjon om tidligere skred:

- Nasjonal skreddatabase tilgjengelig via NVEs nettsider og skrednett.no
- Intervju av lokalkjente under befaringen og via telefon
- Vegvesenets egne database på vegkart.no
- Bygdebøker – tilgjengeliggjort fra kommunen
- Egne observasjoner av skredspor under befaringen
- Flybildestudier
- Beskrivelser i rapporter som vi har fått tilsendt eller selv har funnet i prosjektet

NGI har benyttet og vurdert historisk informasjon i Nasjonal skreddatabase på skrednett.no. Disse registreringene har ofte en unøyaktig stedsangivelse og i en del tilfeller er tolkningen av kildetekstene ikke i samsvar med en vurdering av hvilke skredtyper som er sannsynlig ut fra en geomorfologisk tolkning. Mange av registreringene er dessuten hendelser mot veg som nedfall av is og stein fra lokale vegskjæringer, noe som ikke vurderes i farekartleggingen. Opplysningene er likevel nyttige som utgangspunkt for intervjuer med lokalpersoner, videre litteratursøk og egne faglige vurderinger.

Bygdebøker, lokalhistoriske skrifter og intervju gir en del informasjon om tidligere hendelser. Vi har ikke funnet henvisninger til skred for de aktuelle områdene i Sande.

Tidligere skredhendelser er i noen grad observert ute i terrenget. For eksempel vil spor etter nyere snøskred kunne vises i form av skader på vegetasjonen. Steinskredblokker som var for store til å ryddes bort med tidligere tiders redskap er også i mange tilfeller blitt liggende som vitnesbyrd på steinspranghendelser. Likevel er det slik at grunneierne som oftest utbedrer skader etter skred og flomhendelser. Skredblokker fjernes fra utmark og bebygde områder, og brukes til steingjerder, murer eller annet. Det ryddes etter flomskred, og dreneringsforhold og bekkeløp utbedres og sikres. Samlet betyr dette at spor etter skred kan være borte, og at tidligere skredhendelser ikke trenger være relevant for dagens farevurdering.

Bygningsplassering på gårdene antas i noen tilfeller å være betinget av skredfare ut fra kunnskap som ble tilegnet ved generasjoners erfaringer med tidligere skredhendelser. For eksempel kan dette vise seg ved tradisjonelle klyngetun som av denne grunn ikke ble oppløst ved utskiftningen på 1800-tallet.

En oversikt over skredregistreringer er gitt for hvert delområde i kapittel 4. Alle registrerte historiske skredhendelser er stedfestet på kart i Vedlegg 1C-9C.

3.2 Høydemodeller, skyggekart og helningskart

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

Kartleggingsområdene i Sande kommune er dekket med en høyoppløselig DHM generert fra flybasert laserskanning. Denne DHM er veldig nøyaktig, og NGI har i dette prosjektet benyttet terrengmodell med en oppløsing på 1 m innenfor alle kartleggings-områdene.

Skyggekart er en visningsmåte av en DHM som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra høyoppløselige DHM er svært nyttige i geologisk skredkartlegging for å avgrense skredbaner, løsneområder, skredavsetninger osv.

Helningskart er også beregnet fra en DHM og viser bratthet av terrenget for hvert punkt i datasettet i forhold til nabopunktene. Helningsvinkel er en av de viktigste parameterne for å definere løsneområder for skred. Helningskartet som vises i Vedlegg 1B-9B er delt i følgende klasser:

- 25° til 30°: mulige løsneområder for jordskred
- 30° til 45°: mulige løsneområder for jordskred og snøskred
- 45° til 60°: mulige løsneområder for snøskred og steinsprang
- 60° til 90°: mulige løsneområder for steinsprang

3.3 Kartanalyser i GIS

Som en del av forarbeidet utføres en rekke kartanalyser ved hjelp av Geografisk Informasjons System (GIS). Disse er nyttig under feltarbeidet, samtidig som resultatene kan vurderes og verifiseres i felt. Resultatene fra disse analysene inngår som en del av kunnskapsgrunnlaget for utarbeidelse av faresoner.

3.3.1 Kildeområder

En rekke analyser utføres på detaljerte terrengmodeller i Geografisk Informasjons System (GIS) i forkant av feltarbeidet, for å identifisere potensielle kildeområder for skred som skal vurderes i felt:

- Steinsprang: Områder brattere enn 45°
- Snøskred: Områder brattere enn 30° og slakere enn 55°
- Jordskred: Områder med helning ca. 25°-45°, sett i sammenheng med terreng-form og tilgang til vann (resultatet fra GIS-analyse av dreneringsveier), samt løsmassetype

- Flomskred og sørpeskred: Bekker og forsenkninger hvor større vannmengder vil drenere ved ekstrem nedbør. Resultat fra GIS-analyse av dreneringsveier er beyttet.

3.3.2 Dreneringsveier

Potensielle dreneringsveier blir funnet gjennom terrenganalyse i GIS, med bruk av verktøyet *Flow Accumulation* i ArcGIS, basert på terrengmodell med 1 m oppløsning. Denne analysen er nyttig for å visualisere de naturlige dreneringsveiene i terrenget som kan bli vannførende under kraftige nedbørshendelser. Resultatet av analysen er et raster hvor verdien i hver celle angir hvor mange andre celler som tilfører cellen vann. Jo høyere verdi, jo større område leder vann til cellen. Ved å filtrere bort alle celler under en terskelverdi, vil dreneringsveiene visualiseres i kartet. I analysen kan det skilles på mindre dreneringsveier, og områder med høyere forventet vannføring i nedbørsperioder. Disse områdene er typisk mer utsatt for erosjon og skred, og er et relevant grunnlag for våre skredfarevurderinger. Flomskred og vannrelaterte massebevegelser følger i stor grad dreneringsløpene som er identifisert ved hjelp av denne analysen.

3.3.3 Geomorfologisk tolkning fra skyggekart

Skyggekart er en visningsmåte av en digital høydemodell (DHM) som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra høyoppløselige DHM gir en god representasjon av terrenget og er svært nyttige i skredkartlegging for å gjøre geomorfologisk tolking. Kartene brukes for identifisering av skredavsetninger og erosjonsformer (herunder løsmassevifter, ur, skredblokker og andre typer sammenhengende og usammenhengende skredavsetninger, samt raviner og andre erosjonsformer), skredbaner og vegetasjonsgrenser. Sistnevnte kan tolkes ut fra skyggekart fra en digital overflatemodell (DOM) hvor vegetasjonen er med. En DOM gir detaljert informasjon om skogen på tidspunktet dataene ble innhentet, bl.a. tetthet av skog, hogstfelt, som kan verifiseres i felt.

3.3.4 Studie av relevant tilgjengelig kartmateriale

Som grunnlag for våre farevurderinger utføres studier av relevante kart og foto. Dette vil gjøres som en del av forarbeidet, og benyttes under feltbefaringen. Dette inkluderer:

- Aktsomhetskart for skred
- Berggrunnskart
- Løsmassekart
- Satellittbilder og historiske flybilder
- Oversikt over etablerte sikringstiltak fra NVEs kartkatalog

3.4 Betydning for skredfaren

3.4.1 Topografi

Topografien har stor innvirkning på hvilke typer skred som kan forekomme og hvor ofte de løsner. I tillegg vil topografien bestemme utbredelsen av skred nedover fjellsiden. Viktigste parameter foruten terrenghelning er terrengform. Skred vil oftest bli utløst der det er stor ansamling av vann og snø, dvs. i konkave terrengformer som f.eks. skåler og forsenkninger.

3.4.2 Klima

Klimaforholdene vil ha innvirkning på utløsningshyppigheten av skred. Vannrelaterte skred slik som jord-, flom- og sørpeskred blir gjerne utløst i forbindelse med intens nedbør. Snøskred blir oftest utløst i forbindelse med kraftig snøfall, sterk vind og markerte temperaturstigninger, om mest utsatt er fjellsider som ligger i le for framherskende vindretninger. Temperaturen vil være bestemmende for nedbørtype og hvor mye snø som legger seg opp. Steinsprangaktiviteten er i mindre grad avhengig av klimaforholdene.

3.4.3 Skog

Tett skog reduserer sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred og snøskred. Tett skog kan også bremse opp snøskred, løsmasseskred og steinsprang og dermed redusere rekkevidden av skredmassene. Skogen vil derfor ha betydning for utstrekningen av faresonene. Vi har tatt utgangspunkt i NGI-rapporten "Forslag til kriterier for vernskog mot skred" for å vurdere skogens betydning for skredfare (NGI, 2015).

I mange av de vurderte områdene dekkes deler av fjellsidene av tett skog under befaringene. Det har stor betydning for vurderingen av utbredelsen av faresonene. Mange steder vokser skogen i dag tettere og høyere opp i fjellsidene på grunn av redusert beitetrykk og skogshogst, men også som følge av et mildere klima. Det er derfor sannsynlig at skredforholdene mange steder har endret seg de siste 50-100 årene på grunn av endringer i vegetasjonen. På den annen side har for eksempel monokluturer av gran på store felt, sammen med industrielt skogbruk med større maskiner, ført til mer snauhogst i fjellsidene Lokalt kan dette føre til betydelig økning av skredfaren.

Snøskred er den skredtypen som påvirkes i størst grad av vegetasjonsforholdene. Dersom skogen står tett helt til toppen av fjellsida vil skogen binde snødekket og hindre utløsning av skred. Skog nedover i skredbanen vil også bremse skredmassene, men for store skred med høy hastighet vil skogen i liten grad påvirke utløpslengden.

Tett skog vil også redusere faren for utløsning av løsmasseskred ved at røttene forankrer løsmassedekket. I tillegg vil vegetasjonen forbruke vann som reduserer vanninnholdet i jorda slik at mulighetene for oppbygning av kritisk porevannstrykk minker. På den annen side kan røtter redusere stabiliteten når det blåser og stammene vaier i vinden,

eller ved at jorddekket får et angrepspunkt for erosjon når trær velter og røttene river opp humusdekket.

Skog i kildeområdene kan derimot øke faren for steinsprang, fordi rotsprengning er en vanlig utløsningsårsak for løsriving av blokker. Skog nede i skredbanen vil redusere muligheten for at blokker klarer å forsere skogbeltet, og vil dermed kunne redusere rekkevidden av steinsprang.

Skog i og langs et dreneringsløp vil kunne ha effekt på graden av medriving av skredmasser for flom- og sørpeskred. Tett skog i kildeområder for disse skredtypene vil også påvirke sannsynligheten for utløsning, men effekten er litt mer usikker.

Skogens innvirkning på skredfaren vil variere avhengig av type vegetasjon med hensyn på hvor stor belastning den tåler, hvor tett den står og hvilken diameter stammene har. Tette plantefelt av voksne trær vil ha størst sikringseffekt. Graden av innflytelse vil også i stor grad påvirkes av hvor stor del av fjellsiden som er dekket av skog og bredden på skogbeltet. Skog langt nede i fjellsiden vil ha mindre muligheter for å bremse skredmasser. Det er utfordrende å gi presise vurderinger av skogens effekt på skredhyppighet og utstrekning av faresonene. Skogpolygonkartene i vedlegg F viser skog som er vurdert å ha tilstrekkelig stor stammediameter og stå tett nok til at den har en beskyttende effekt og bidrar til å redusere faren for alle typer skred. Hogst av markert skog i vedlegg F kan føre til endringer i faresonene. Regulering av skogen kan her omfatte både flatehogst av skog og etablering og vedlikehold av skogsveger.

3.5 Feltkartlegging

Feltkartlegging ble gjennomført av Frode Sandersen og Kjersti Gisnås fra NGI i perioden 23. – 26. april 2018. NGI hadde møter med kommunen under befaringen. Kartleggingen ble gjennomført med bil og drone. Terrenget ble også fotgått, først og fremst utløpsområdene. Under befaringen ble det lagt vekt på kartlegging av følgende faktorer:

- Kildeområder for skred: Type skred og størrelsen på skredene
- Skredbanen: Terrengforhold som påvirker utbredelsen og rekkevidden av skred
- Spor etter tidligere skred (blokkutfall, erosjon, skredavsetninger som for eksempel vifter eller skader i skogen)
- Intervju med lokalkjente med kjennskap til tidligere skredhendelser

3.5.1 Kildeområder

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30º og 55º bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligst nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder. Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned.

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 45º. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og overheng som har utviklet seg over lang tid på grunn av forvitring.

Jordskred utløses helst i skråninger der det ligger løsmasser og der terrenget er brattere enn 25-30º. Tett skog vil forankre jorddekket og redusere faren for utglidninger. Løsmasser med stort finstoffinnhold som for eksempel leire, kan bli utløst i enda slakere terreng.

Flomskred blir gjerne utløst ved erosjon i bekkeløp eller som følge av jordskred fra bratte sideskråninger som fyller opp løpet. De kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 10-15º.

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor vann bygger seg opp i snødekket eller nedenfor utløp av snødemte vann og myrer når vann bryter seg gjennom snøen og drar med seg snø videre i løpet. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi.

I ruglete og uoversiktlig terreng vil det i mange tilfeller være vanskelig å skille de ulike kildeområdene fra hverandre. Mindre skrenter, små åpninger i vegetasjonen og begrensede flater med løsmassedekke som ikke lar seg presentere på kart i målestokk 1:5000 vil i slike tilfeller måtte fremstilles på en forenklet måte ved å slå sammen større områder med angivelse av mest dominerende skredtype. For slike områder vil det også være lite hensiktsmessig å kjøre modeller ettersom kildeområdene er små og modellene ikke er utviklet for denne terrengtypen.

3.5.2 Skredbanen

Skredbanen følger gjerne forsenkninger eller kanaliseringer i terrenget. Våte skredmasser med stort vanninnhold følger gjerne eksisterende bekkeløp. Alle større bekkeløp vil kunne bli masseførende i flomsituasjoner, og derfor er det vanlig å inkludere alle større bekker som går i løsmasser og viser tegn på erosjon i faresonen. Steinsprang vil også bli kanalisert av forsenkninger i terrenget, men helleformede blokker som oppnår stort spinn kan rulle på skrå av fallretningen i terrenget. I noen tilfeller vil også jordskred kunne generere raviner i fjellsiden.

I foten av skrentområder med hyppige utfall vil det med tida avsettes urmasser. Noen av urene er gamle og avsatt like i etterkant av istiden for ca. 10.000 år siden. De aller fleste utfall vil fanges opp i urene, men av og til kan store blokker fortsette forbi urfoten og rulle ut på flaten nedenfor. Urer kan også genereres som følge av utvasking av løsmasser i blokkrik morene.

Tørre snøskred vil i liten grad påvirkes av terrengforholdene, men hyppige og ferske skred vil sette spor i vegetasjonen. Markerte overganger i trebestanden kan være indikasjon på at det har gått snøskred. Snøskred med stor hastighet kan slå ut av forsenkninger og gå over rygger. Det samme gjelder snøskya som gjerne opptrer i fronten av tørre snøskred.

3.5.3 Utløpsområdet

Våte skredmasser vil gjerne erodere i løsmassedekket og føre masser som legger seg opp som en vifteformet avsetning i dalbunnen. Mest vanlig er slike vifter ved utløpet av bekkeløp med hyppig flomskredaktivitet. I flomsituasjoner er det fare for at det eksisterende bekkeløpet fylles opp og bekken finner et nytt løp over viften. Derfor må slike vifter i sin helhet betraktes som potensielle fareområder og inkluderes i 1/5000 og i noen tilfeller også i 1/1000-faresonen. For store vifter der mesteparten av massene ble avsatt i forbindelse med avsmeltningen av innlandsisen og løpene følger dype nedskjæringer over viften, kan deler av viften i dag være inaktiv.

Steinblokker som ligger utenfor urfoten kan være vitnesbyrd på tidligere steinsprang. Ytre blokkgrense vil gi en indikasjon på hvor langt ut 1/5000 faresonen når ut i dalbunnen. Ofte kan det være vanskelig å skjelne en moreneblokk som har blitt fraktet med isen fra en skredblokk som stammer fra steinsprang. I jordbruksområder kan skredblokker ha blitt fjernet fra innmark, og i slike tilfeller kan faresonene gå forbi ytre skredblokkavsetning. I skråninger med velutviklet ur er det vanlig å bruke urfoten som en indikasjon på utbredelsen av 1/100-faresonen.

Ferske snøskredavsetninger kan lett observeres før vekstsesongen for alvor kommer i gang, men slike spor vil fort forsvinne når det har gått noen år. I noen tilfeller kan store snøskred dra med seg steinblokker ut på flatmark.

3.6 Registreringskart

Registreringer av observasjoner og informasjon av betydning for skredfarevurderingen er vist på kart i Vedlegg 1C – 9C. Kartene inkluderer følgende registreringer:

- Alle skredhendelser innsamlet i dette prosjektet samt punkter med skredhendelser fra Nasjonal skreddatabase
- Løsneområder for skred relevant for utarbeidede faresoner
- Tolkede skredavsetninger som ur, antatt steinsprangblokk, løsmassevifte etc.
- Skredrelevante landformer som rygg, skredkant og levée
- Observerte tegn på aktiv erosjon
- Skredbaner
- Dreneringsveier (beregnet ved hjelp av terrengmodell)
- Eksisterende sikringstiltak

Under kartleggingen har vi tatt med de viktigste registreringene som har betydning for utbredelsen av faresoner. Skredhendelser fra skrednett.no og andre kilder er vist som et

punkt dersom hendelsen ikke med rimelig sikkerhet kan stedfestes. Utbredelsen av skred som vi med rimelig sikkerhet kan stedfeste er tegnet inn som polygon i kartet.

3.7 Modellering

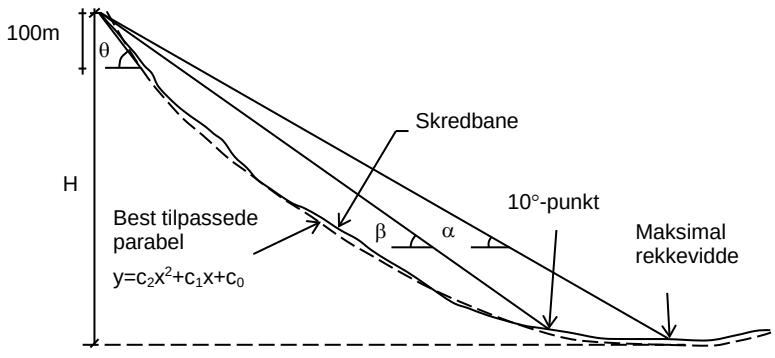
Beregningsmodeller vil være et viktig supplement når endelig plassering av faregrensene skal foretas. Ingen av dagens modeller er direkte relatert til årlig sannsynlighet. Modellkjøringer av dimensjonerende skredtype er foretatt i utvalgte områder hvor det antas at det kan bidra til faresonevurderingene, særlig med hensyn på vurdering av utbredelse av skred. Vi har benyttet følgende modellverktøy, som er nærmere beskrevet i avsnittene under.

Skredtype	Dynamiske modeller	Topografiske/statistiske modeller
Snøskred	*NAKSIN*	Alfa/beta-modellen
Steinsprang	*RockyFor3D*	Forhold mellom maks. utløp og løsnepunkt, topp ur og høyde av fjellside
Flomskred	*Ramms debris flow*	
Sørpeskred	*Ramms debris flow*	

Eksempler på kjøringer med de ulike modellene er vist på kart i Vedlegg 1D-9D.

3.7.1 Snøskred

Snøskred er en lite relevant skredtype i Sande kommune pga. at snømengdene er svært begrenset med hyppige innslag av mildvær. De få stedene der snøskred er aktuell faretype har vi gjennomført beregninger av rekkevidden til snøskred ved å benytte den statistiske/topografiske α/β-modellen som er utviklet ved NGI. Den gir maksimal utløpsdistanse utelukkende som en funksjon av topografi (*Lied og Bakkehøi, 1980*). Likningene for utløpsdistanse er funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametere. Parameterne som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt i Tabell 5, jfr. Figur 9.



Figur 9 Topografiske parametere som beskriver terrengprofilet

Tabell 5 Topografiske parametere for beregning av maksimal utløpsdistanse

Symbol:	Parameterbeskrivelse:
β (°)	Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av utløsnings-området og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen)
θ (°)	Helning av de øverste 100 høydemeter av utløsningsområdet
H (m)	Total høydeforskjell mellom øverste del av utløsningsområdet og det laveste punktet langs best tilpassede parabel $y = c_2x^2+c_1x+c_0$, der c_0, c_1 og c_2 er konstanter
y″ (m^{-1})	$y'' = 2c_2$, beskriver krumningen av skredbanen.

β-vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β-vinkelen også er den eneste statistisk viktige terrengparameteren. Modellen aksepterer kun β-punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabelen har en helning mellom 5^o og 15^o.

Helningen θ av de øverste 100 høydemetrene i utløsningsområdet bestemmer indirekte bruddhøyden og derved skredets tykkelse, som er større i slake helninger enn i bratte helninger. Lavere verdier av θ gir således lengre utløpsdistanser, dvs. lavere gjennomsnittlig helning av den totale skredbanen, α.

Lavere verdier av produktet Hy″ betyr lavere verdier av β. I teorien resulterer dette i lengre utløp (lavere α-verdier), fordi skredene går med lavere hastighet og har et mindre energitap gjennom hastighetsavhengig friksjon. Topografien, bredden og graden av sideveis avgrensning i utløsningsområdet, samt transport av fokksnø inn i utløsningsområdet, har liten innflytelse på utløpsdistansen. Det er ikke noe som tyder på at en innsnevring i skredbanen gir lengre utløp.

Modellen er best egnet for analyse av utløpsdistanse langs skredbaner som er konkave i lengderetningen. De beregnede utløpsdistansene er de som kan forventes under snøforhold som favoriserer lange utløp (dvs. tørr og lett snø i hele skredbanen).

Antagelsen om at det er små variasjoner i de fysiske snøparameterne som gir de lengste utløpsdistansene, er kun gyldig innenfor én klimasone. Det benyttes derfor en annen relasjon mellom α og β på Island eller i Østerrike enn i Norge.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 skredobservasjoner. Både de statistiske og de dynamiske modellene blir i blant oppgradert. Den mest brukte formen av α/β-modellen er i dag $\alpha = 0.96\beta - 1.4°$. Standardavviket er 2.3° og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.

Rekkevidden for mange skredbaner med årlig sannsynlighet 1/1000 samsvarer godt med middelverdien av α der skredbanen er en jevn parabel. Ved spesielt store skred kan α-verdien med fratrekk av ett standardavvik (2.3°) være brukt.

Vi har også benyttet en dynamisk snøskredmodell *NAKSIN (NGI, 2018*) som er nylig utviklet ved NGI for tre skredbaner lengst vest i området Gursken-Røyset. Denne er nærmere beskrevet under områdebeskrivelsen.

3.7.2 Steinsprang

Steinsprang er dimensjonerende skredtype flere steder innenfor kartleggingsområdene, og modellering er gjort for utvalgte områder med *RockyFor3D*. Det er anvendt terrengmodell med oppløsning 2 m for alle simuleringer. Løsneområde, blokkstørrelse og blokkform er vurdert i hvert tilfelle og er beskrevet for hvert delområde. Terrengparametere er viktige, og terrenget er beskrevet i modellen i henhold til observasjoner under befaring. Modeller er kjørt uten effekt av skog ettersom skogen i de fleste områdene står såpass spredt at den antas å ha liten innvirkning på rekkevidden av steinsprang.

Modellering av steinsprang er utført der hvor resultatene antas å ha betydning for faresonene, slik som hvor det eksisterer lite informasjon om tidligere hendelser, eller terrenget vanskelig lar seg observere i tilstrekkelig grad. Førstnevnte kan omfatte områder der vi antar at skredblokker er fjernet, eller vi ikke kjenner til hendelser. Sistnevnte kan omfatte uoversiktlige utløsningsområder og utløpsområder i tett vegetasjon.

Observasjoner av utløsningsområde og utløpsområder gjort under befaringene, spor etter skred og skredhistoriske opplysninger er generelt tillagt mer vekt enn modellresultater. Modellering av steinsprang er ikke utført i områder hvor resultatene antas å være av liten betydning for faresonetrekkingen. Dette vil gjelde eksempelvis der hvor observasjoner av ur og blokker utenfor urfot gir gode indikasjoner på returperioder og rekkevidde av steinsprang. Videre har vi ikke modellert lave skrenter, anslagsvis rundt 20 m og lavere, da steinsprang fra slike skrenter har kort rekkevidde, og modellering av steinsprang i slike tilfeller erfaringsmessig ikke gir verdifull informasjon.

RockyFor3D er en deterministisk, stokastisk modell som beregner utløp av steinsprang som enkeltblokker (*Dorren, 2015*). Blokkvolum og blokkform fastsettes, og utløpet kan inkludere interaksjon med sikringstiltak og vegetasjon.

Parametere som må inkluderes i modellen er kort beskrevet under:

- Antall simuleringer per celle
  - Antall blokker som simuleres fra hver celle i terrengmodellen.
- Variasjon av blokkvolum (%)
  - Gir mulighet til å legge inn variasjon av forhåndsdefinert blokkvolum
- Ekstra startfallhøyde (m)
  - Blokker kan gis ekstra oppstartsenergi ved å gi dem ekstra fallhøyde i starten
- Terrengmodell
  - Terrengmodellen (raster) som ønskes brukt.
- Beregningsområde
  - Et polygon som definerer hvilket område beregningene skal kjøres for. Et enkelt polygon må være selektert.

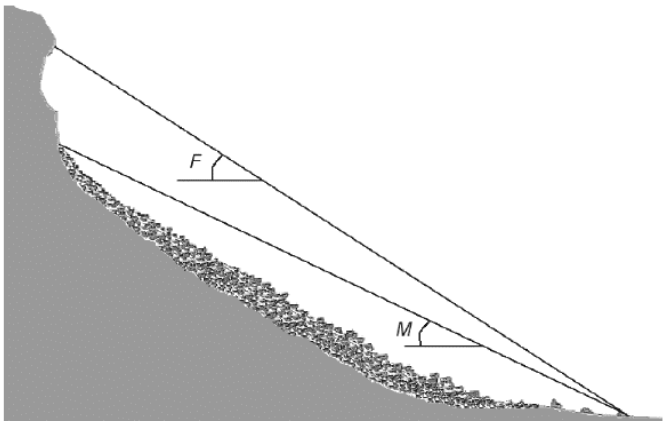
- Bakketype
  - Definisjoner for bakketyper. Det er seks forskjellige forhåndsdefinerte bakketyper som det kan velges mellom, med ulike overflatekvaliteter.
- Løsneområde
  - Laget med definisjoner av potensielle utløsningsområder for steinsprang. Form og mål (lengde x bredde x høyde) på blokker må defineres for hvert løsneområde.
- Ruhet
  - Terrengets ruhet, angitt i prosentandel av størrelse på blokker innen bakketype-polygonet – 70%, 20% og 10% av blokktilfellene innen polygonet.

Simuleringene viser "reach probability", det vil si de mer sannsynlige steinsprangbanene (høye verdier i kartet) og mindre sannsynlige baner (lave verdier i kartet). Terrenget påvirker dette resultatet en god del, da blokker vil samles i forsenkninger og rygger vil spre blokker. Typisk vil høye verdier for sannsynlige steinsprangbaner opptre i forsenkninger og områder hvor flere blokker naturlig vil ledes. Det er gjort 100 simuleringer fra hver celle i løsneområdet.

3.7.3 Empiriske modeller for steinsprangrekkevidde

Empiriske modeller er generelt basert på forhold mellom topografiske faktorer og rekkevidden av observerte steinsprang, og kan også kalles statistiske modeller. Disse kan brukes som førsteanslag for maksimal rekkevidde for steinsprang.

To mye brukte sammenhenger er vinklene *Fahrböschung (F)*og *Minimum shadow angle (M)*, som er vinkelen fra hhv. toppen av løsneområdet og uren (talus apex) ned til ytre steinsprangblokk (Figur 10). Det er viktig at vinkelen måles i fall-linjen til blokken. Vinkelen vil avhenge av underlag, hvor jevne/glatte underlag vil gi flatere vinkel.

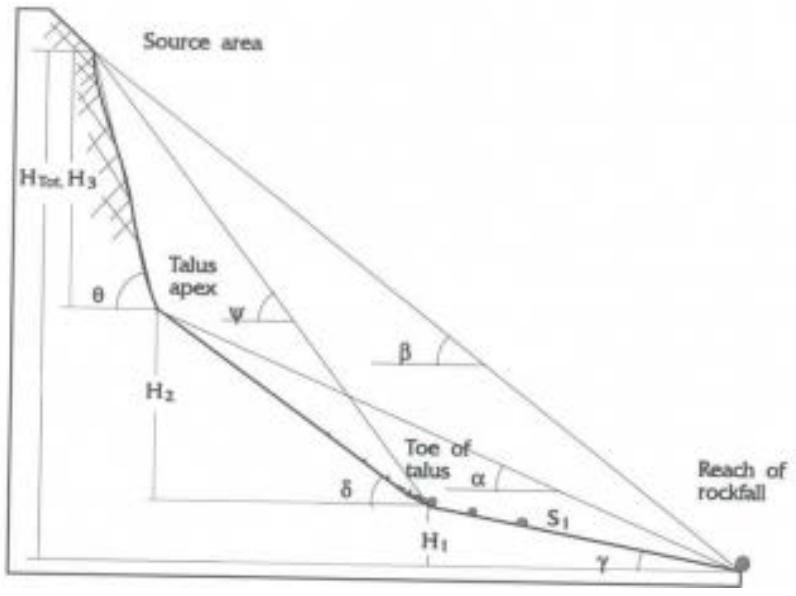


Figur 10. Fahrböschung (F) og Minimum shadow angle (M). Figur hentet fra Dorren (2003).

Fahrböschung (F) er foreslått av *Heim (1932)*. Noen vanlige estimater for F, og resultater fra ulike studier:
F = 28-40°, hvor 95% stopper innen 32° *(Evans og Hungr, 1993)*
F = 28,5° (Toppe, 1987)
F = 32° (Onofri og Candian, 1979)
F ≥ 31° for fjellsider 100 - 350 m høye (*Domaas, 1994*)
F ≥ 35° for fjellsider 350 - 650 m høye (*Domaas, 1994*)
F ~ 30° (tommelfingerregel, NGI)

Minimum Shadow angle (M): Ved en sammenligning av flere studier ligger M vanligvis innenfor:
M = 22-30° (Rapp 1960, Govi 1977, Lied 1977, Hungr og Evans 1988 og 1993)
M = 28-30° *(Lied 1977)*
M = 27,5° (Evans og Hungr 1993)
M ~ 25° (tommelfingerregel, NGI)

Runout ratio model er en sammenheng mellom maksimal rekkevidde for steinsprang og høyde på fjellsiden som ble funnet etter en studie av fjellsider og urer i Norge der mer enn 120 enkeltsprang ble studert, med hensikt å komme fram til geometriske metoder for beregning av rekkevidde for steinsprang. Resultatet er publisert i artikkelen *Keylock og Domaas (1999)*, hvor de fant en sammenheng mellom rekkevidden S relatert til høyden av fjellsiden H: **S = 1/3H + 25 m**, der terrenget utenfor urfot (γ) er slakere enn 12° og høyden på fjellsiden H er > 100 m, se Figur 11.



Figur 11. Definisjon av topografiske parametere som beskriver terrengprofilet, fra Domaas, 1994

3.7.4 Flom- og sørpeskred

Modellering av utvalgte flom- og sørpeskred er utført med modellen *Ramms debris flow*. For sørpeskred eksisterer det ingen modeller per i dag, men *Ramms debris flow* kan benyttes med tilpassede parametere.

Modellering er utført der hvor disse skredtypene er dimensjonerende for faresonene, og vi er usikre på utbredelsen i utløpsområdet. Disse vannbårne skredene følger i stor grad forsenkninger og eksisterende bekke- og elveløp. Da modellene ikke inkluderer erosjon og opptaking av masse nedover i løpet, og inngangsparameterne til modellen er usikre, kan som regel faglige vurderinger av terrenget, observasjoner fra befaringen og eventuelle tidligere hendelser være vel så godt grunnlag for faresoneringen.

For alle områdene har vi utført terrenganalyser i GIS, bl.a. FlowAcc-analyse som identifiserer dreningsveier, og dette er benyttet som hjelpemiddel i vurderingen av utløsingsområder og dreneringsløp. Flomskred og vannrelaterte massebevegelser følger i stor grad dreneringsløpene som er identifisert ved hjelp terrenganalysene. Identifiserte flomskred- og elvevifter er som hovedregel betraktet som potensielt sideveis utbredelsesområde for flomskred. Sannsynligheten for skred er vurdert blant annet ut fra mektigheten av historisk avsatte masser og effekten til eksisterende flomverk i utløpsområdet, sammen med vurdering av massetilfang og nedbørfeltstørrelse i utløsningsområdet.

Der hvor modellene er brukt, er de brukt som rene strømningsmodeller for å studere utbredelse på skredvifta, eller i et utløpsområde hvor vi har mistanke om spredning utover eksisterende bekke-/elveløp, men er usikker på denne utbredelsen. Der hvor modellering av flom- og sørpeskred ikke er utført, er dette fordi vi mener vi har tilstrekkelig grunnlag for faresonene ut fra dreneringsløpene som er identifisert ved hjelp terrenganalysene i GIS, studie av detaljert terrengmodell og observasjoner i felt.

Rekkevidde og utbredelse av skred må relateres til årlig sannsynlighet, noe en modell ikke gjør. Modellresultater er usikre, og må tolkes subjektivt i forhold til vurderinger av årlig sannsynlighet.

Selve det fysiske grunnlaget er det samme for de to modulene *RAMMS Avalanche* og *Ramms debris flow*. *Ramms debris flow* modulen ble utviklet for å simulere utbredelsen av materialførende strømninger i et sammensatt terreng. Modulen er benyttet både i Sveits og på verdensbasis for å vurdere utbredelsen av skred. Modulen kan også benyttes for å dimensjonere sikringstiltak etter et nærmere studie av forhold som bestemmer inngangsparametere. I prosjektet er modellen som en strømningsmodell for å vurdere utbredelse og strømningsmønster for ulike skredvolum, som støtte til vurdering av utbredelse av faresoner for skred med ulik returperiode.

Programmet gir en effektiv annenordens numerisk løsning på dybdenormaliserte likninger for granulær strømning. Strømningshøyder og hastigheter blir beregnet på tredimensjonale terrengoverflater. Utløsningsområder blir definert ut fra GIS-

tegningsverktøy. Alternativt kan det benyttes hydrograf som input, men denne varianten av programmet er ikke benyttet på grunn av manglende vannføringsdata i de bratte bekkene. Kart og flyfoto kan legges oppå terrengmodellen som grunnlag for å kalibrere modellen mot observerte skredhendelser.

Modellen er kalibrert mot flere reelle flomskredhendelser fra Norge. I tillegg har vi gått gjennom litteraturen der modellen er kalibrert mot tidligere skredhendelser i andre land: *Hussin m.fl. (2012), Hürlimann m.fl. (2008) og Cepeda m.fl. (2010).*

Vi har angitt hvilke input parametere vi har benyttet under beskrivelsene av hvert delområde.

Det er stor usikkerhet i bruk av modellen, og resultatene må tolkes subjektivt.

3.7.5 Jordskred

Jordskred er ikke modellert i dette prosjektet. For modellering av jordskred kreves kunnskap om en rekke relevante jordparametere, som går ut over omfanget av dette prosjektet, da det krever instrumentering og grunnundersøkelser av områdene som skal vurderes. Faresoner for jordskred er derfor knyttet til geotekniske vurderinger av sannsynlighet for skred i de aktuelle løsmassene, samt observasjoner av spor etter tidligere skred og tilgang på vann. For sistnevnte er dreneringsveiene som er identifisert ved *FlowAcc*-analyse i GIS et godt hjelpemiddel.

En nærmere studie av stabilitet og skredutløp med beregninger og modellering kan utføres av områdene identifisert som utsatt for jordskred gjennom dette arbeidet, ved en geoteknisk utredning med innhenting av data nødvendig for bestemmelse av relevante parametere.

3.8 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. Grensene som er angitt skal representere det beste anslaget som kan gjøres ut fra tilgjengelig kunnskap.

Begrunnelsene for faresonegrenser er ofte sammensatt av både en frekventistisk tilnærming og en kunnskapsbasert ekspertvurdering. En ren frekventistisk tolkning, det vil si hvor sannsynlighet er betraktet som relative frekvenser som kan avledes fra tidligere observerte utfall er som regel utilstrekkelig for vurdering av naturfarer. En kunnskapsbasert tolkning av sannsynligheten vil si at graden av tro på hvorvidt en fremtidig hendelse vil inntreffe eller ikke er basert på all tilgjengelig kunnskap. Denne sannsynligheten er basert på mengden og kvaliteten på den tilgjengelige bakgrunnskunnskapen.

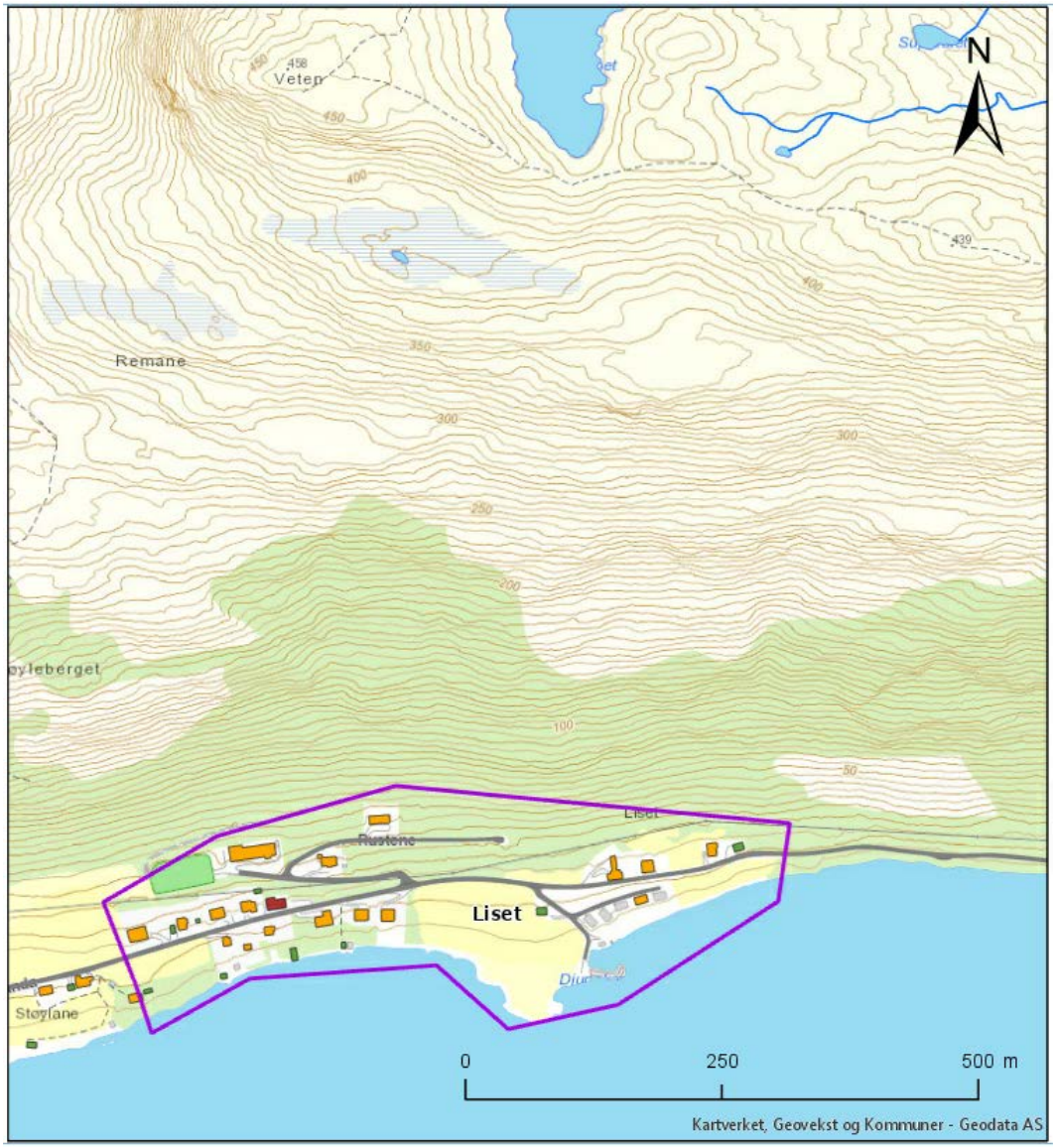
Det vil alltid være usikkerhet knyttet til fastsetting av faresoner. Usikkerheten vil være avhengig av kvaliteten og mengden på datagrunnlaget. Usikkerheten kan gjenspeiles i utstrekningen av faresonene ved at det legges inn større marginer der kunnskapen er

svak og terrengforholdene er komplekse. Mer detaljerte undersøkelser i felt, nye opplysninger om skred og bedre modeller kan føre til at faresonenes utstrekning endres.

4 Delområder

4.1 Område 1 – Liset

Kartleggingsområdet Liset strekker seg 680 m langs fjorden og fylkesvegen på sørsiden av Gurskøya, vest for Torset, med fjellet Veten (458 moh) mot nord (Figur 12 og Figur 13).



Figur 12 Oversiktskart Liset

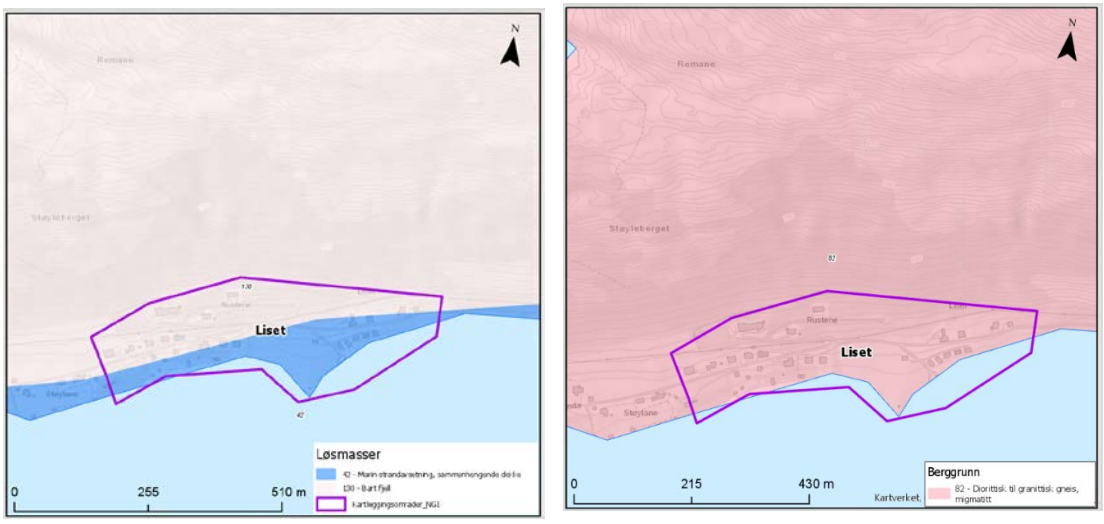
Figur 13: Oversiktsbilde over Liset kartleggingsområde.

4.1.1 Topografi og grunnforhold

Berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis med innslag av migmatitt, som kun stedvis er dekket av et tynt sedimentdekke (Figur 14). Fjellsiden i bakkant av kartleggingsområdet er jevnt bratt (30° – 45°) fra bebyggelsen (ca. 40 moh) og opp mot toppen av fjellsiden som er på 350 moh, med enkelte fjellskrenter, se helningskart i Vedlegg 1B. I vestre del av kartleggingsområdet er skrentpartiene på rundt 150 moh, med en nedenforliggende ur som strekker seg ned til vollen og steingjerdet ovenfor skolen.

Fjellsiden ovenfor bebyggelsen er tett bevokst med blandingsskog opp til ca. 200 moh, med større felter av granskog.

På rundt kote 275 er det en utflating med en myr som drenerer ned en forsenkning som går ned nord for skolen i vestre del. Et mindre dreneringsløp kommer ned mellom skolen og boligene like øst for skolen. En rekke dreneringsløp renner inn i området, alle av mindre størrelse.



Figur 14: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Liset kartleggingsområde. Kilde: NGU

4.1.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

Vurdering av skredfare mot planlagt boligfelt og ny skole på Liset. NGI-rapport 81445-1, mai 1982 etter at det var registret steinsprang ned mot veien som går inn til boligfeltet øst for skolen. I denne rapporten ble det konkludert med at skolen og deler av boligfeltet lå mer utsatt enn årlig sannsynlighet $3x10^{-3}$ som var minstekravet til sikkerhet den gangen. Det ble også vurdert mulige sikringsløsninger i form av wirenett og voll.

4.1.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i NVEs database, men det er kjent at steinsprang har gått ned mot skolen og husene like øst for skolen. Det finnes imidlertid ikke detaljerte opplysninger om disse skredhendelsene. Vurdering av skredhendelser har dannet bakgrunnen for etablering av mindre voll og et steinspranggjerde ovenfor skolen og bebyggelsen like øst for skolen.

4.1.4 Modeller og oppsett

Dimensjonerende faretype er steinsprang, og vi har benyttet *RockyFor3D* til å simulere utbredelssannsynlighet av mulige steinsprang. Modellen er kjørt for samtlige utløsnings-områder for stein i området. Vi har benyttet følgende inputverdier i simuleringene:

Input parametere	Begrunnelse
RockyFor3D	
Blokkstørrelse: 1 m^3	Basert på feltobservasjoner
Antall simuleringer: 100	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
1 m terrengmodell	Høy oppløsning benyttet, grunnet størrelsen på beregningsområdet og ønsket detaljeringsgrad

Resultatene er vist i Vedlegg 1D. De viser at steinsprang kan nå inn i store deler av kartleggingsområdet.

Vi ser fra resultatet at vollen etablert ovenfor skolen på Liset har en liten effekt på å stoppe blokker (1 m^3) som kommer ned. Det er også høy sannsynlighet for at blokker vil følge passasjen mellom vollen og steinspranggjerde, og vil kunne gå ned mellom skolen og boligen øst for skolen. I østre del av området vil blokkene med høy sannsynlighet kunne nå inn i øvre del av kartleggingsområdet, mens simuleringen viser at blokker på denne størrelsen også vil kunne gå lengre, helt ned mot bebyggelsen.

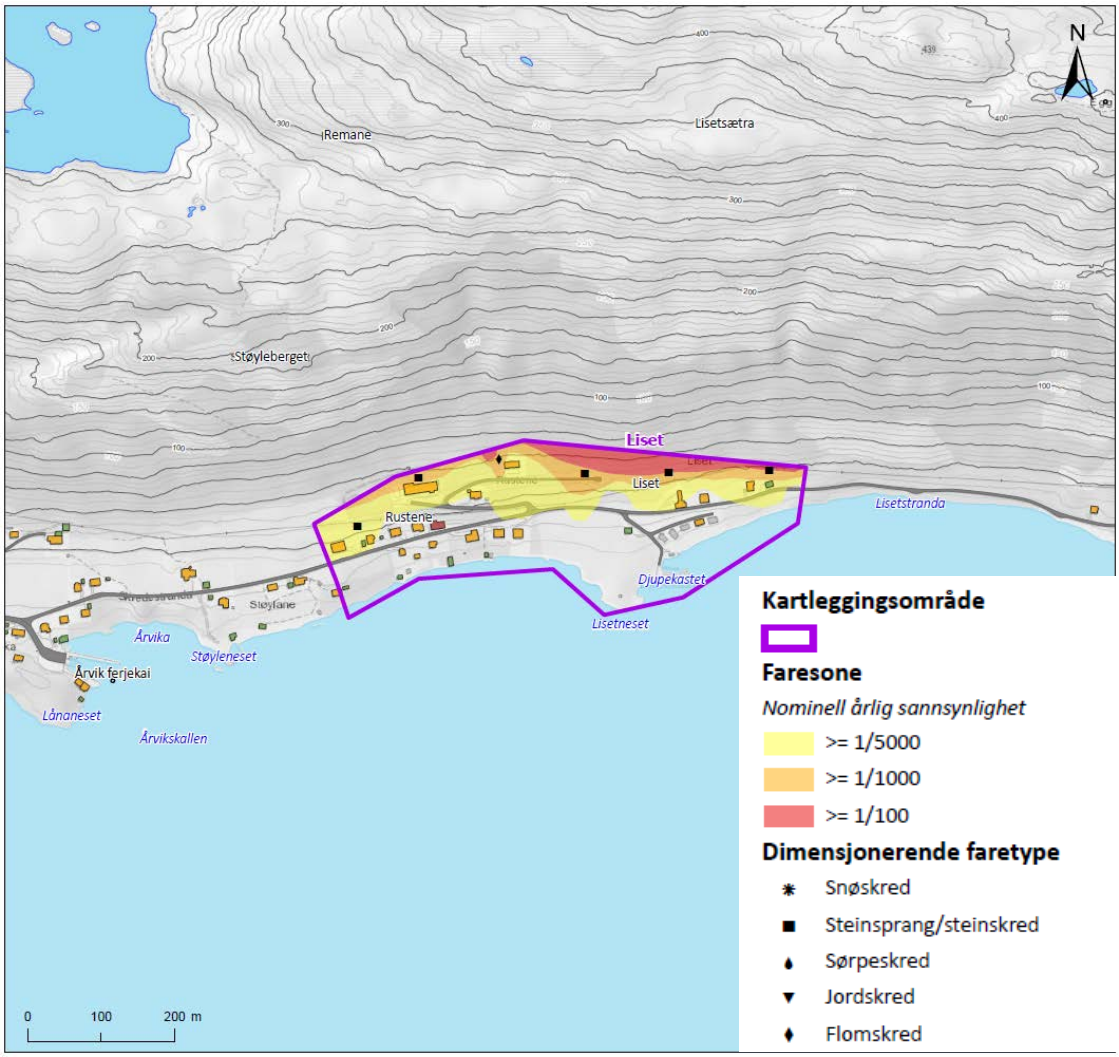
4.1.5 Skredfarevurdering

Steinsprang er den faretypen som er dimensjonerende for faresonen i det meste av kartleggingsområdet. Spredte blokker fra steinsprang er registrert i overkant av bebyggelsen i det meste av området, men det er ingen registreringer av steinspranghendelser i nyere tid. Gamle blokker kan være fjernet fra utmark.

Utfallshyppigheten er størst fra noen skrentpartier vest i området. En mindre voll/vei i overkant av skolen, samt steinspranggjerdet øst for skolen reduserer imidlertid sannsynligheten for at mindre blokkutfall vil nå inn i kartleggingsområdet, og faresonene er trukket noe opp. Steinsprangmodelleringen viser at blokker kan nå ned til hovedveien i det meste av området, men at sannsynligheten for dette er lav.

Noe erosjon er observert langs enkelte dreneringsløp, særlig i åpningen mellom steinspranggjerde og voll/vei mot vest. Her det også observert blokker som har gått ned. Steinsprangmodellering viser også at sannsynligheten for at blokker kommer ned her er relativt stor. Flomskred er likevel vurdert å være dimensjonerende faretype langs dreneringsløpet, da utløsningssannsynligheten er vurdert å være større. Den kombinerte sannsynligheten av steinsprang og flomskredfare reflekteres i faresonene som strekker seg lengre ned her. Faresonene er vist på Figur 15 og mer detaljert i Vedlegg 1E.

Ingen bebyggelse ligger innenfor faresonen 1/1000.



Figur 15 Faresonekart for område 1 - Liset

4.1.5.1 Steinsprang og steinskred

En rekke steinsprangblokker er observert ovenfor bebyggelsen i hele kartleggings-området. Disse har primært løsnet fra lavere skrenter i nedre del av fjellsiden. Det er ur ned mot skolen i vestre del av kartleggingsområdet. Det er kjent at steinsprang har gått i området, men det er ingen registeringer i NVEs skreddatabase og heller ingen nye opplysninger spesifikke steinspranghendelser. Ovenfor den nedlagte skolen og boligene øst for denne på Rustene vest i kartleggingsområdet er det gjort tiltak med en voll samt et steinspranggjerde (Figur 16). Utbredelsen av faresonene er vurdert primært ut fra observasjoner gjort under feltbefaringen samt bruk av modeller. Det vurderes at spredte steinsprang kan forekomme med en frekvens > 1/100, men at disse vil stoppe ovenfor bebyggelsen eller steinspranggjerdet i den vestre delen. I den østre delen vil steinblokker med sannsynlighet >1/100 nå inn i øvre del av kartleggingsområdet, like nedenfor observerte urfot. Steinsprang med frekvens mellom 1/100 og 1/1000 vurderes å kunne gå noe lengre, men stort sett stoppe ovenfor bebyggelse.

Figur 16: Store blokker ligger ned mot steinspranggjerdet

4.1.5.2 Jordskred

Klimaet i området er maritimt med årsnedbør over 2000 mm hvor de største nedbørmengdene kommer om høsten. Største døgnnedbør er opp mot 90 mm, mens 3-døgn nedbør kan komme opp i 157 mm ved ekstreme hendelser (100-års returperiode). Hovedvindretning ved nedbørhendelser er fra sørvest, og kartleggingsområdet er derfor utsatt for kraftig regn. Dette øker faren for flom- og jordskred i fjellsiden.

Fjellsiden er bratt med helning rundt 30° i store partier. Stor tilgang på vann sammen med et tynt løsmassedekke gjør at det er fare for at jordskred kan løsne i fjellsiden. Sannsynligheten for jordskred med en størrelse som vil nå inn i området vurderes som størst ovenfor den ubebygde delen i den midtre delen av kartleggingsområdet. Men heller ikke her er jordskred dimensjonerende faretype.

4.1.5.3 Flomskred

Store nedbørmengder og favoriserende vindretning (se 4.1.5.2) øker faren for flomskred i fjellsiden. Det er observert noe erosjon langs enkelte bekkeløp. Her vil det være noe fare for masseførende flomskred.

4.1.5.4 Sørpeskred

Milde og nedbørrike vintre med hyppige fluktuasjoner rundt 0 °C gir gode betingelser for oppdemming av vann i snøpakken med fare for utløsning av sørpeskred fra flater. Det er imidlertid ikke flater i terrenget med stort nok areal til at det vil forekomme sørpeskred som kan nå inn mot kartleggingsområdet.

4.1.5.5 Snøskred

Det er enkelte potensielle utløsningsområder for snøskred i øverste del av fjellsiden. Klimaet i området er imidlertid mildt med generelt snøfattige vintre og få sammenhengende kuldeperioder. Store nysnømengder kan imidlertid forekomme ved ekstreme situasjoner (3-døgns nysnøtilvekst med 100-års returperiode: 96 mm). Fjellsiden er knudrete, og friksjonen mot underlaget vil være høy. Utløsningssannsynligheten regnes derfor å være lav, og snøskred regnes ikke som dimensjonerende faretype i noen del av kartleggingsområdet.

4.1.6 Effekt av skog

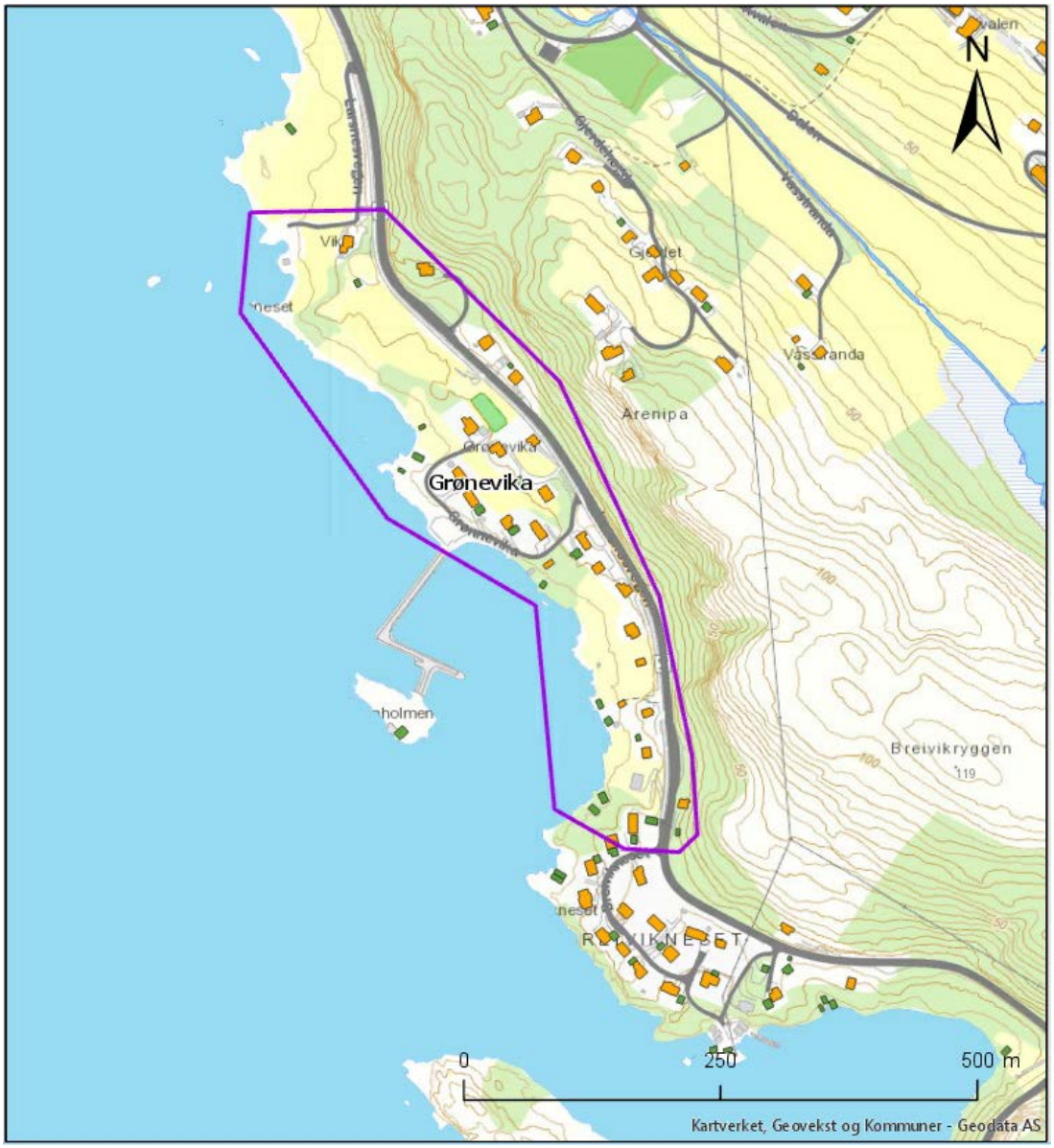
Skogen i fjellsiden ovenfor Liset er tett blandingsskog, og består av løvskog og større partier med gran. Denne vil ha betydning for å bremse mindre blokkutfall, men vil ha mindre effekt på større blokkutfall > 1 m^3. Siden skrentene i området er relativt lave vil hastigheten være lavere, og skogen vil ha dermed kunne ha en større bremsende effekt.

Skogen er også kritisk for å redusere utløsningssannsynligheten for jordskred i fjellsiden.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 1F.

4.2 Område 2 – Grønevika

Grønevika kartleggingsområde strekker seg ca. 1.5 km langs sørspissen av Gurskøy, fra sjøen og opp til like ovenfor hovedveg og bebyggelse langs denne (Figur 17 og Figur 18).

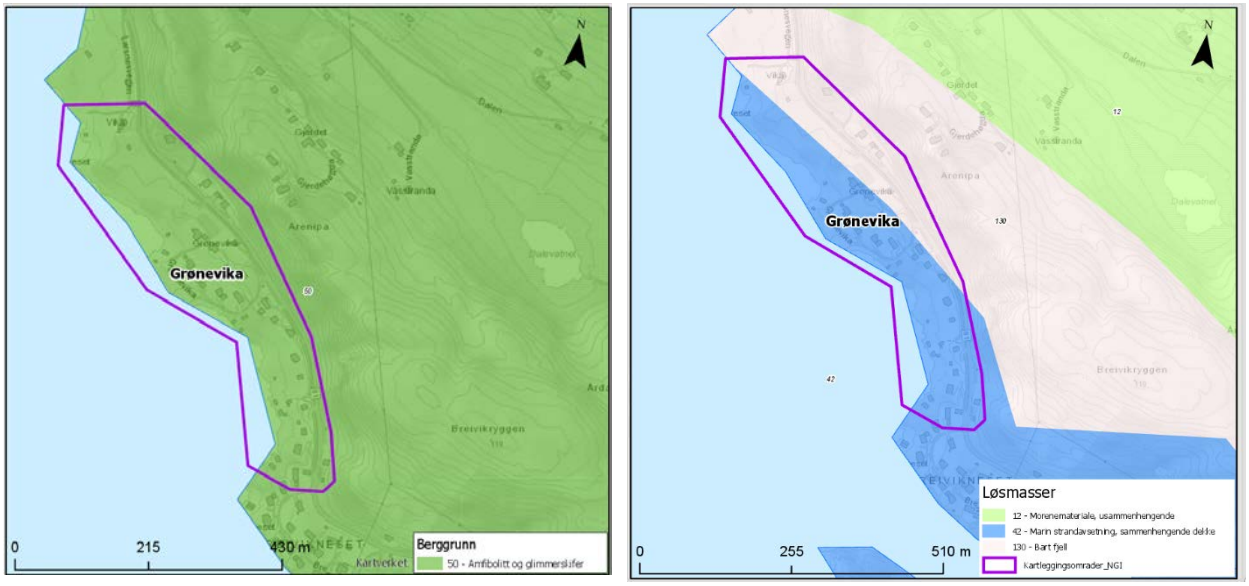


Figur 17 Oversiktskart over Grønevika

Figur 18: Fish-eye panorama som viser Grønevika kartleggingsområde.

4.2.1 Topografi og grunnforhold

Nedre del av området er tilnærmet flatt, mens fjellsiden nord for hovedvegen, særlig østre del, er bratt med helning fra 30° til over 45°, med enkelte skrentpartier, se helningskart i Vedlegg 2B. Fjellsiden strekker seg opp mot rundt 100 moh, og er bevokst av gran og løvskog opp til åskammen. Berggrunnen består av amfibolitt og glimmerskifer, og har delvis stor oppsprekkingsgrad. Fjellsiden har tynt løsmassedekke (Figur 19).



Figur 19: Løsmassekart (høyre) og berggrunnskart (venstre) for Grønevika kartleggingsområde. Kilde: NGU

4.2.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

NGI har ikke kjennskap til at det er utført vurderinger av skredfare i dette området tidligere.

4.2.3 Skredhistorikk

Det er to registreringer av steinsprang i området:

Sted	Skredtype	Beskrivelse	År	Kilde
Grønevika øst	Steinsprang	Ingen info	2013	SVV
Grønevika senter	Steinsprang	Liten blokk (<0.5m3) traff veg (hull i asfalt kan fremdeles sees, og krysset vegen ned mot bebyggelse	2008-2013	Kommunen

4.2.4 Modeller og oppsett

Det er ikke gjort modellsimuleringer for kartleggingsområdet Grønevika. Steinsprang er dimensjonerende faretype i størsteparten av området. Steinsprangmodeller er imidlertid vurdert ikke egnet på grunn av lave skrenter/fallhøyder og stor påvirkning av veg som ikke representeres godt nok i en modell. Det finnes flere hendelser med kjent utløp, og observasjoner av utløsnings- og utløpsområdene sammen med skredfaglige vurderinger er her ansett som tilstrekkelig grunnlag for faresonene. Vi anser derfor ikke at modellkjøringene vil gi støtte til de faglige vurderingene.

4.2.5 Skredfarevurdering

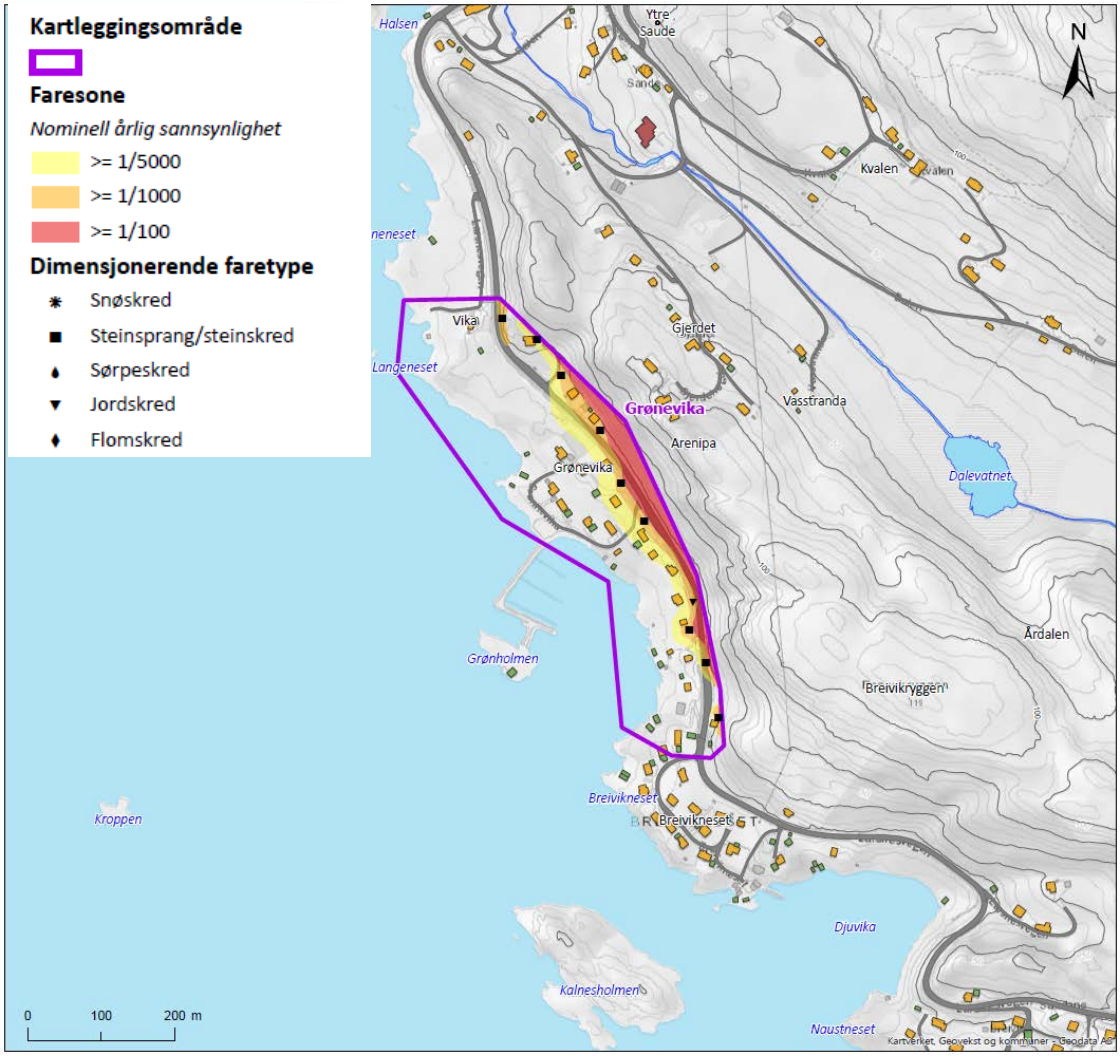
Steinsprang er antatt å være dimensjonerende faretype i det meste av kartleggings-området. Fjellskrent fra hovedveg og opp til topp av åsrygg er enkelt steder i stor grad oppsprukket. Blokkutfall som har krysset hovedvegen er observert i nyere tid, og to hendelser er registrert siste 10 år.

Berghammer ovenfor busstopp og østre steinspranghendelse, inspisert fra drone (se Figur 21 og Figur 22), er særlig oppsprukket. Her er det antatt at sannsynlighet for blokker som kan krysse veg er >1/100. Større, og mer sjeldne blokkutfall kan nå ned mot nedforliggende hus (like sør for Larsnesvegen 215). I midtre del av området er steinsprang antatt å gå ned til veg med årlig nominell sannsynlighet >1/100.

I vestre del av området er skrentpartiene mindre, og utfallsannsynligheten vurdert å være lav. Jordskred kan løsne fra brattere parti med løvskog ovenfor bebyggelse. Skogen er her kritisk. Det kan ikke utelukkes at skredhendelser (steinsprang og jordskred) med større årlig sannsynlighet enn 1/1000 vil kunne nå bolighusene på oversiden av hovedveg i vestre del av området (Larsnesvegen 186 og 188). Vi antar at mest aktuelle sikringstiltak vil være å etablere wirenett ovenfor husene. Dimensjonering og plassering av nett må gjøres på bakgrunn av befaring og nærmere beregninger av skredforløp.

Bolighuset ovenfor veien lengst sør i området (Larsnesvegen 232) ligger svært tett under et lite skrentparti. Utløsningssannsynligheten her er svært lav (<1/1000), men utfall med sannsynlighet > 1/5000 kan ikke utelukkes og vil da kunne nå bolighuset.

Faresonene er vist i Figur 20 og mer detaljert i Vedlegg 2E.



Figur 20: Faresonekart Grønevika

4.2.5.1 Steinsprang og steinskred

Berggrunnen har delvis stor grad av oppsprekking, særlig berghammerne i østre del av området (Figur 21 og Figur 22). I dette området strekker fjellskrenten seg helt fra vegen og nesten opp til toppen av åskammen. Det er kjent at steinsprang har forekommet i nyere tid (rundt 2010), og krysset vegen ovenfor Grønnevika 1. Det er registrert relativt få steinblokker i området, men eventuelle blokker vil falle ned på veg eller dyrket mark nedenfor veg, og det antas derfor at blokker er ryddet. Faresonene er vurdert ut fra observasjoner gjort under feltbefaringen.

Figur 21: Østre del av kartleggingsområdet. Rød ring angir oppsprukket bergparti.

Figur 22: Særlig oppsprukket bergnabb, indikert i Figur 21

4.2.5.2 Jordskred

Det er potensielle utløsningsområder for jordskred i enkelte deler av området hvor terrenget er noe slakere. Dette gjelder særlig fjellsiden bak bolighus som ligger ovenfor hovedveien i søndre del av kartleggingsområdet. Vann drenerer også inn mot denne siden. Selv om nedslagsfeltet er lite, kan ekstreme regnhendelser inntreffe i området, og utløsning av jordskred kan ikke utelukkes. Fjellsiden er vegetert med blandingsskog som er viktig for å redusere utløsningssannsynligheten.

4.2.5.3 Flomskred

Det er begrensede områder som drenerer inn mot kartleggingsområdet, og ingen dreneringsløp med tegn til erosjon. Utløsningssannsynligheten vurderes derfor å være lav.

4.2.5.4 Sørpeskred

Det er ingen typiske utløsningsområder for sørpeskred i kartleggingsområdet og skredtypen er derfor ikke aktuell her.

4.2.5.5 Snøskred

Snøskred er ikke en aktuell skredtype i området. Det er ikke identifisert typiske utløsningsområder, fjellsiden er bevokst av skog helt til åsryggen og det klimaet med milde vintre tilsier lav sannsynlighet for snøskred fra områder under 100 moh.

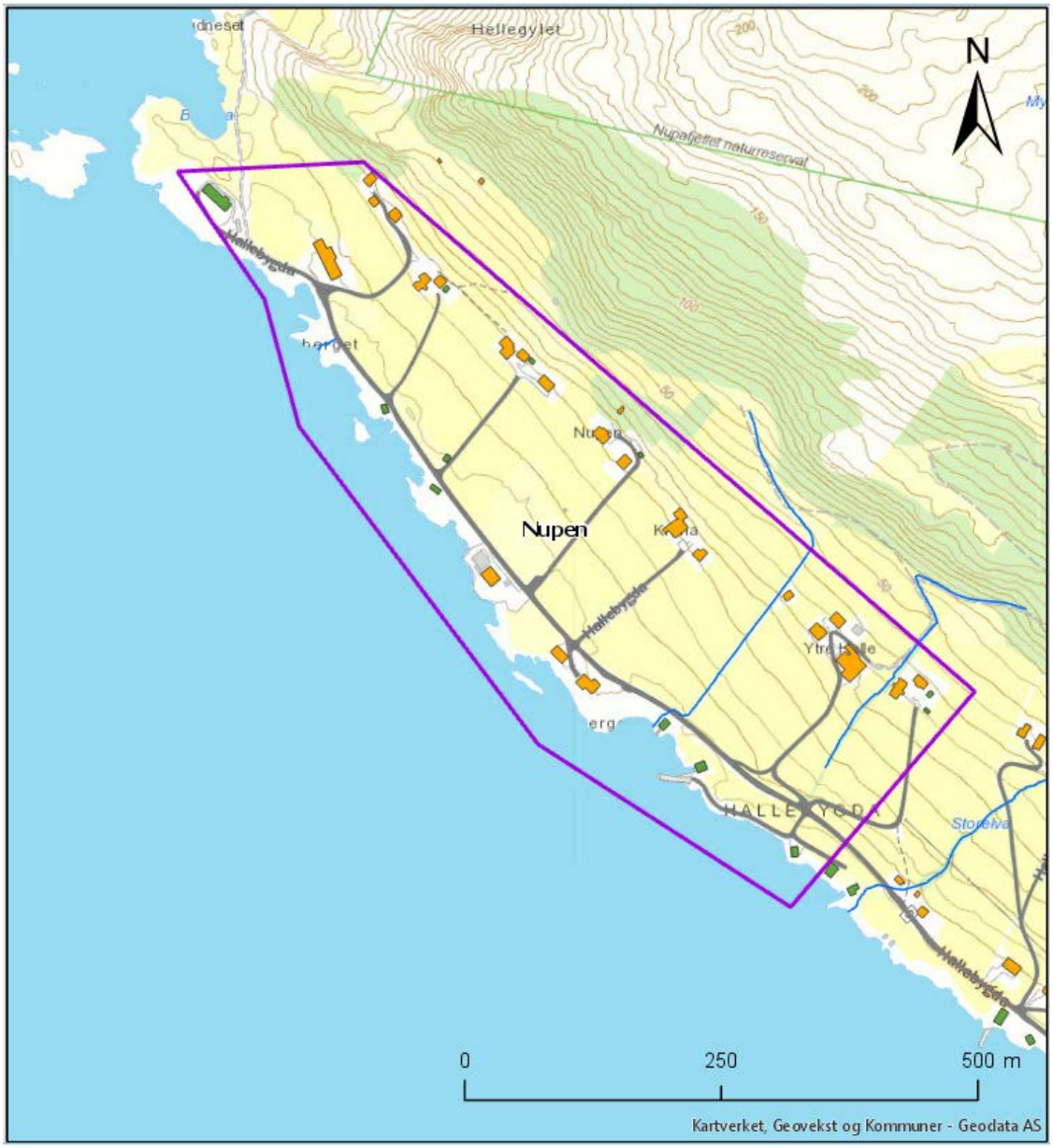
4.2.6 Effekt av skog

Skogen i fjellsiden ovenfor Grønevika vil ha betydning for å bremse mindre blokkutfall, men vil ha mindre effekt på større blokkutfall > 1 m^3. Skogen er kritisk for å redusere utløsningssannsynligheten for jordskred i området.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 2F.

4.3 Område 3 - Nupen

Kartleggingsområdet Nupen ligger på sørvest-enden av Gurskøya, og inkluderer 13 gårder (Figur 23 og Figur 24).

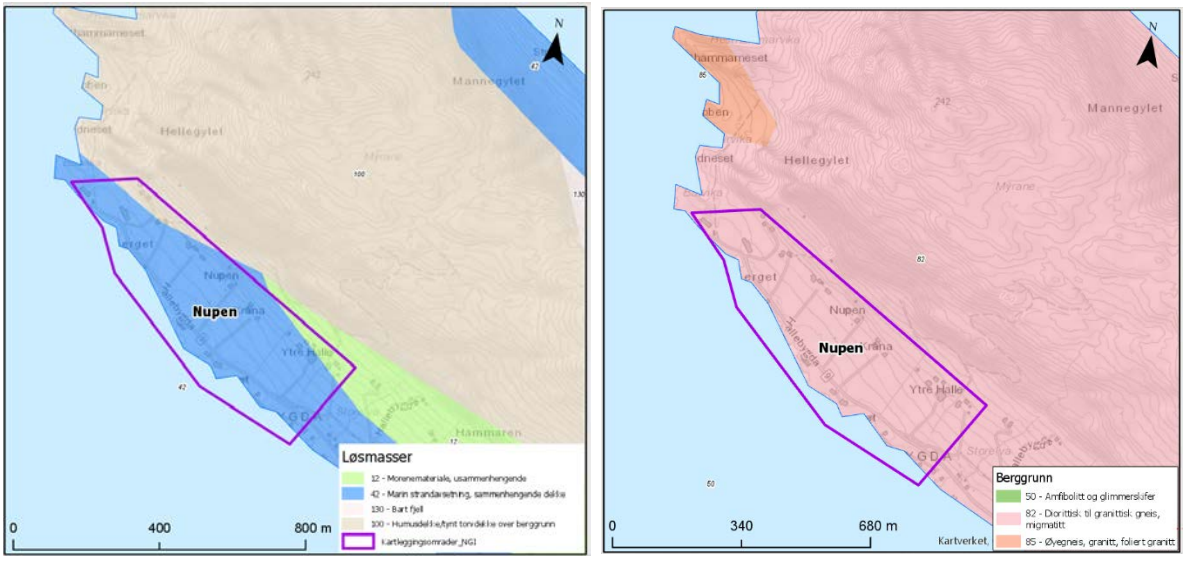


Figur 23 Oversiktskart Nupen

Figur 24: Panoramabilde som viser kartleggingsområdet Nupen, omtrentlig skissert med rødt polygon.

4.3.1 Topografi og grunnforhold

Selve Nupen kartleggingsområdet er flatt, mens det mot nord er en fjellside med enkelte brattere parti med helning over 30°, se helningskart i Vedlegg 3B. Fjellsiden strekker seg opp mot rundt 170 moh, og er bevokst av gran og løvskog opp til ca. 150 moh. Berggrunnen består av gneis, delvis dekket med tynt og usammenhengende morene-materiale. Den nedre, slake delen er dominert av marine strandavsetninger.



Figur 25: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Nupen kartleggingsområde. Kilde: NGU

4.3.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

NGI har ikke kjennskap til at det er utført skredfarevurderinger i dette området tidligere.

4.3.3 Skredhistorikk

Det er to registreringer av skred i området:

Sted	Skredtype	Beskrivelse	År	Kilde
Nupen vest / Hallebygda	Steinsprang	Stein kom ned til hus for ca. 50 år siden	ca. 1970	Gårdeier
Gnr/bnr 25/4	Steinsprang	Utglidning av løsmasser rett bak gården Nupen for ca. 100 år siden	ca. 1920	Ingvild Nupen

4.3.4 Modeller og oppsett

Steinsprang er dominerende faretype i området. Andre relevante faretyper er jordskred og flomskred. Flomskred er modellert med *Ramms debris flow* for en skredbane som går inn i kartleggingsområdet.

Vi har benyttet *RockyFor3D* til å simulere utbredelsessannsynlighet av steinsprang. Modellen er kjørt for utløsningsområder for stein i vestre del av området. Vi har benyttet følgende inputverdier i simuleringene:

Input parametere	Begrunnelse
RockyFor3D	
Blokkstørrelse: 1 m^3	Basert på observasjoner av skredblokker
Antall simuleringer: 100	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
1 m terrengmodell	Høy oppløsning benyttet, grunnet størrelsen på beregningsområdet og ønsket detaljeringsgrad
Ramms debris flow	
μ = 0,02 og ξ = 400	Verdier valgt ut fra erfaring med lignende flomskred andre steder i landet.
Terrengmodell 2m	

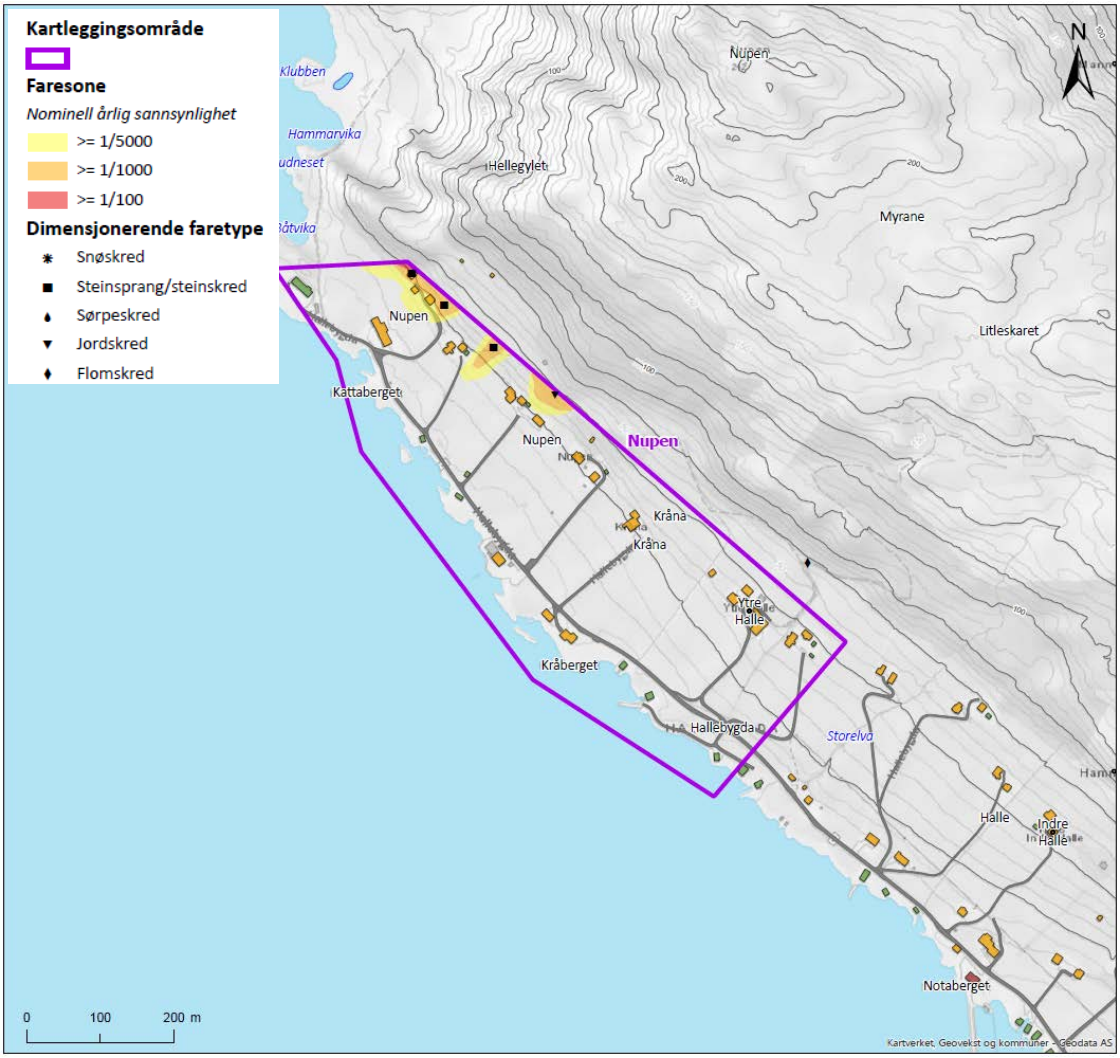
Resultatene er vist i Vedlegg 3D. Vi ser av kjøringene at faren for steinsprang er størst lengst nordvest i området, og at nordvestligste bolighus ligger utsatt til dersom utfall skulle forekomme fra ovenforliggende skrent. Dette er samme lokasjon hvor et lite steinsprang er registrert helt ned til husveggen.

Flomskredet lengst sørøst vil derimot for det meste stanse før det når bebyggelsen.

4.3.5 Skredfarevurdering

Steinsprang er antatt å være dimensjonerende faretype i Nupen kartleggingsområde. Utfall kan løsne fra mindre skrentpartier ovenfor vestre del av området, men utfallssannsynligheten for større blokker som kan nå området vurderes generelt å være lavere enn 1/5000. Skrenten lengst vest i området ligger vesentlig nærmere, og her er sannsynligheten for blokkutfall som når bolighus å være > 1/1000 (Figur 26). Detaljert faresonekart er vist i Vedlegg 3E.

Mindre jordskred/utglidninger kan løsne ovenfor Nupen gård, men er antatt å ikke nå bolighus.



Figur 26 Faresonekart over område 3 – Nupen

4.3.5.1 Steinsprang og steinskred

Enkelte brattkanter er oppsprukket og har ur i nedkant i vestre del av området. Terrenget nedenfor er imidlertid slakt. Steinsprangmodeller viser at blokker kan nå inn i området, særlig lengst vest i området (Hallebygda 297). Her er brattkanten kun 15 m fra kartleggingsområdet, og urfoten når omtrent til grensa for området. Fra kilder på gården ble det opplyst at stein hadde gått helt ned til huset for ca. 50 år siden. Basert på observasjoner fra feltbefaringen og bruk av modeller vurderes det at steinsprang med sannsynlighet høyere enn 1/100 kan gå ned til huset, og at steinsprang med sannsynlighet over 1/1000 kan gå til nedsiden av huset. Mest aktuelle sikringstiltak vil være å etablere et wirenett ovenfor huset. Dimensjonering og plassering av nett må gjøres på bakgrunn av befaring og nærmere beregninger av skredforløp.

Det er også et mulig løsneområde for steinsprang like sør for Hallebygda 283, og simuleringen antyder mulighet for at blokker kan nå inn i kartleggingsområdet.

Utfallssannsynligheten fra de andre skrentene vurderes å være lav fra de andre skrentpartiene, og påvirker ikke faresonene i området.

4.3.5.2 Jordskred

Det er potensielle utløsningsområder for jordskred ovenfor enkelte deler av området. De fleste av disse vurderes å være stabile, og er ikke vurdert å kunne nå inn i kartleggingsområdet. Ovenfor gården Nupen er det et større parti med potensiale for utglidning. Her er det også tegn etter en mindre utglidning rett ovenfor bebyggelsen som fant sted for rundt 100 år siden (kilde: Ingvild Nupen).

4.3.5.3 Flomskred

Flomskred kan forekomme i de største dreneringsløpene, særlig ovenfor gården Ytre Halle øst i området, men basert på observasjoner og modellkjøringer er sannsynligheten for flomskred inn i området antatt å være lavere enn 1/5000.

4.3.5.4 Sørpeskred

Det er ingen typiske utløsningsområder for sørpeskred i kartleggingsområdet og skredtypen er derfor ikke aktuell her.

4.3.5.5 Snøskred

Det er identifisert noen potensielle utløsningsområder for snøskred nord for kartleggingsområdet. Utløsningssannsynligheten vurderes imidlertid som lav på grunn av klimatiske og topografiske forhold. Det er relativt tett barskog fra rett nedenfor utløsningsområdene, noe som effektivt vil stoppe eventuelle skred.

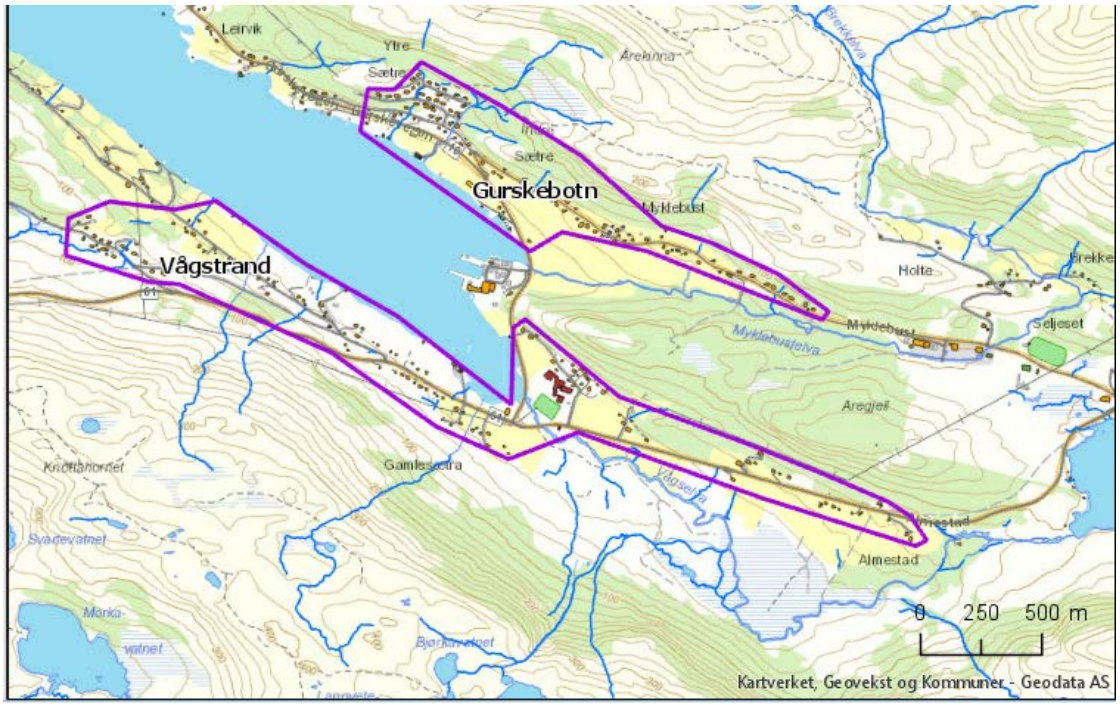
4.3.6 Effekt av skog

Skogen ovenfor kartleggingsområdet er tett og reduserer sannsynligheten for utløsning av snøskred, jordskred og flomskred. Den vil også ha en bremsende effekt på mindre blokkutfall > 1 m^3 i vestre del av kartleggingsområdet.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 3F.

4.4 Område 4 - Vågstrand

Kartleggingsområdet Vågstrand strekker seg langs sørsiden av fjorden Gursken, samt oppover dalen øst fra Vågen (Figur 27, Figur 28, Figur 29 og Figur 30).



Figur 27 Oversiktskart over Vågstrand

Figur 28: Østlige del av kartleggingsområdet.

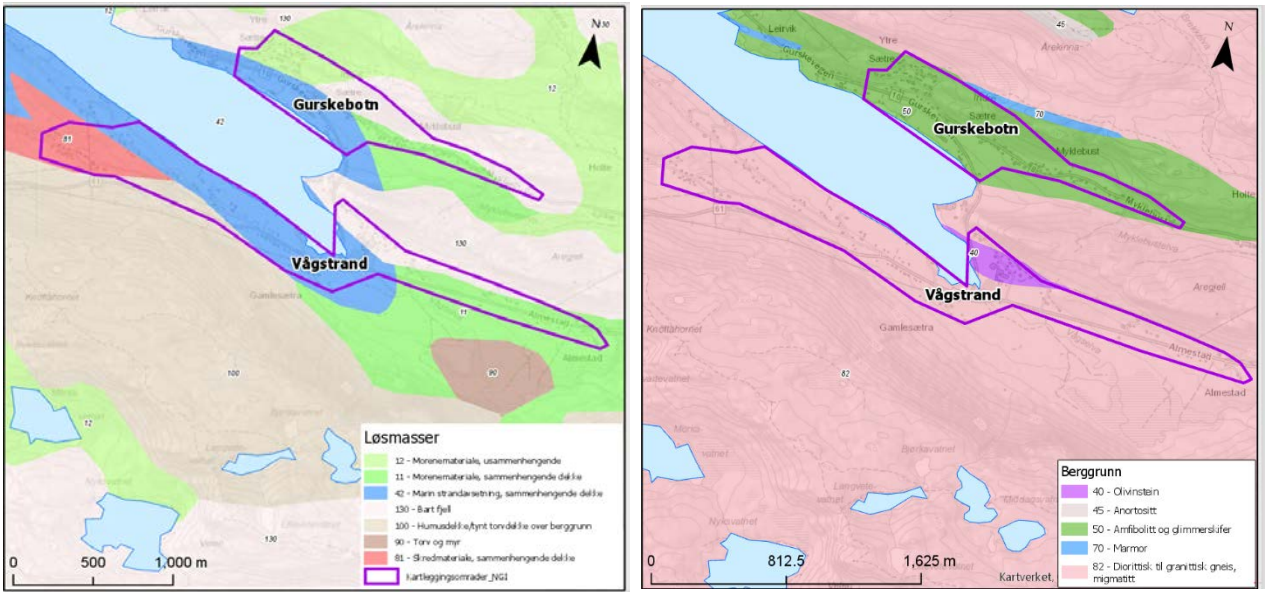
Figur 29: Vestre del av kartleggingsområdet.

Figur 30: Bebyggelse i Vågen, og oppover dalen mot øst.

4.4.1 Topografi og grunnforhold

Sør for kartleggingsområder er terrenget stedvis brattere enn 30º, og fjellsiden strekker seg opp mot 400 moh. Dalbunnen fra Vågen og østover er bred og flat, og bebyggelsen ligger i nordlig side av dalbunnen. Den nordlige fjellsiden av dalen er stedvis bratt med skrentpartier, helningskart er vist i Vedlegg 4B. Fjellsidene er dekket av tett blandings-skog opp mot kote 200-250.

Løsmassedekket består av marine avsetninger nede ved fjorden, mens nedre delene av skråningene er dekket med morene, stedvis også med skredmateriale. Øverste delene er tynt løsmassedekke og bart berg. Berggrunnkartet viser at det er diorittisk til granittisk gneis og migmatitt (Figur 31).



Figur 31: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Vågstrand kartleggingsområde. Kilde: NGU

4.4.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

NGI har tidligere vurdert faren for skred mot et bolighus på Almestad og mot bebyggelsen i Vågen i 1982:

- NGI rapport 81443-01: Vurdering av steinsprangfare mot nytt bolighus på Almestad
- NGI rapport 81443-02: Vurdering av steinsprang- og snøskredfaren mot bebyggelse i Vågen.

Rapportene konkluderte med at deler av boligfeltet lå mer utsatt en minstekravet til sikkerhet for daværende byggeforskrift (største tillatte sannsynlighet for skred større enn $3x10^{-3}$).

4.4.3 Skredhistorikk

Det er kun en registrering av skred i området:

Kartlegging	Kommune	skredNavn	skredType	Tidspunkt (year)	kilde
Vågstrand	Sande	Gjøneset	Steinsprang (< 100 m3)	2013	SVV

4.4.4 Modeller og oppsett

Steinsprang er dimensjonerende faretype i området, og vi har simulert steinsprang med modellen *RockyFor3D*. I tillegg har vi simulert flomskred med *Ramms debris flow* i flere bekkeløp vest i kartleggingsområdet. Følgende inputverdier er benyttet:

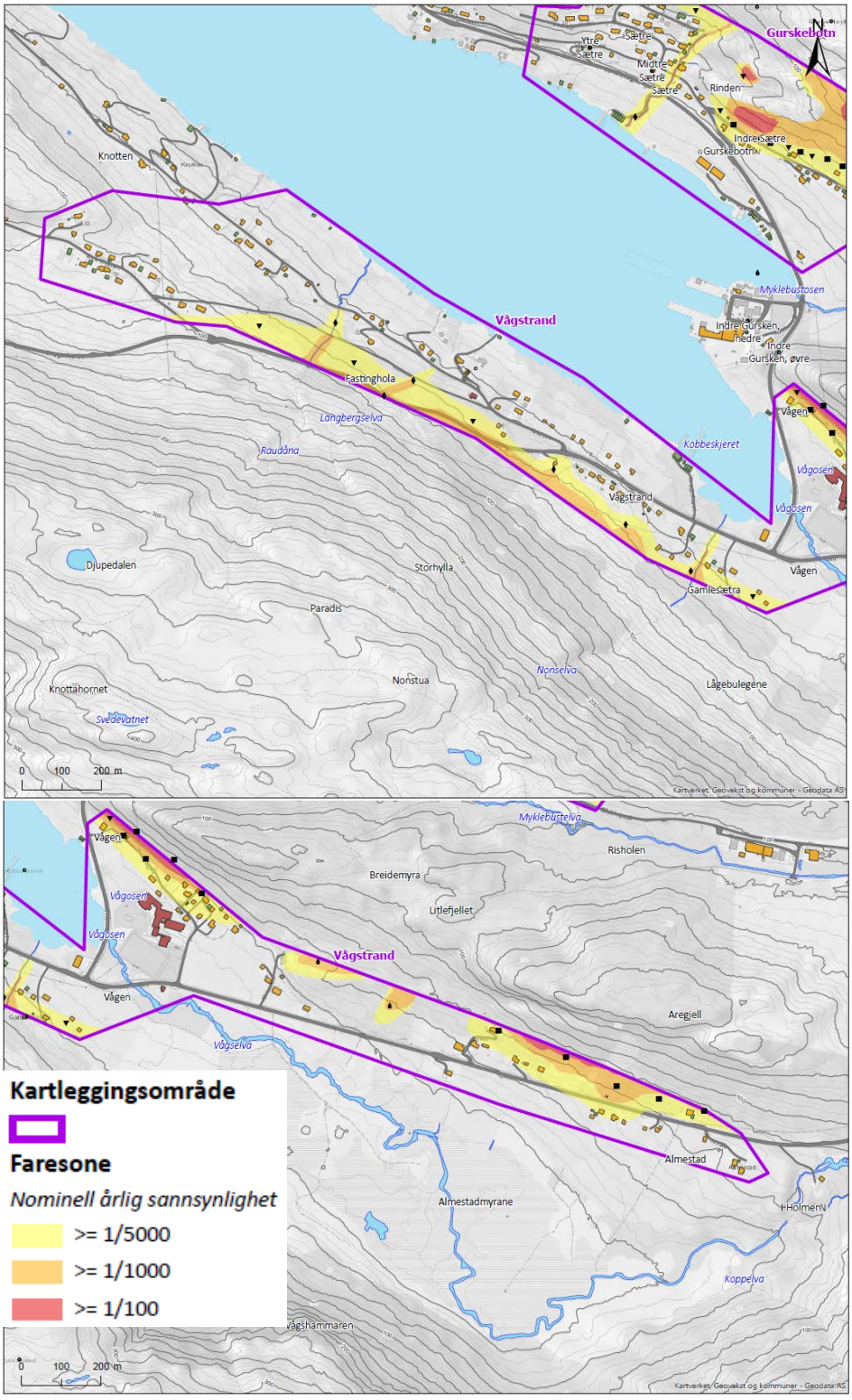
Input parametere	**Begrunnelse**
RockyFor3D	
Blokkstørrelse: 1 m^3	Basert på observasjoner av skredblokker
Antall simuleringer: 100	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
2 m terrengmodell	Oppløsning benyttet grunnet størrelsen på beregningsområdet og ønsket detaljeringsgrad
Ramms debris flow	
μ = 0,02 og ξ = 400	Verdier valgt ut fra erfaring med lignende flomskred andre steder i landet.
2 m terrengmodell	

Resultatene i Vedlegg 4D viser at steinsprang kan nå inn i store deler av kartleggings-området. Flomskredene vil tape mye energi ved kryssing av RV 61, og vi vurderer at de vil få begrenset rekkevidde inn i kartleggingsområdet.

4.4.5 Skredfarevurdering

Steinsprang er dimensjonerende faretype innenfor Vågstrand kartleggingsområde. Det ligger mer eller mindre sammenhengende skrentpartier øverst i fjellsiden som stedvis er sterkt oppsprukket. I tillegg er det fare for grunne utglidninger i de bratte delene med løsmassedekke som ligger i foten av skrentene. I den vestlige delen av kartleggings-området sør for fjorden renner det flere bekkeløp som kan gi opphav til flomskred, men det var ingen spor etter ferske skred. Vegetasjonen står såpass tett i skråningene at det ikke er fare for utløsning av store snøskred med lang rekkevidde.

Faresoner 1/100, 1/1000 og 1/5000 går inn i kartleggingsområdet, og lengst nordvest i Gurskebotn går faresonen 1/1000 inn i deler av et boligfelt og berører her 2 bolighus, Gnr/Bnr 22/45 og 22/60 (Figur 32). Mer detaljert faresonekart er vist i Vedlegg 4E.



Figur 32: Faresonekart Vågstrand, øverst vestlige del og nederst østlige del.

4.4.5.1 Steinsprang og steinskred

Østre del av kartleggingsområdet er dominert av fjellskrenter med tydelig aktiv urfot i nordlig dalside. Øverst i dalen er skrentene på opp mot 50 m, og det er grov ur nedenfor (Figur 33). Urfoten stopper her stort sett utenfor kartleggingsområdet, men spredte blokker er registrert ned mot bebyggelsen og noen steder helt ned til veien. Mange av disse er på flere kubikkmeter. De spredte blokkene er gamle, og tilsvarende hendelser vurderes å har et gjentaksintervall mellom 1/100 og 1/1000.

Figur 33: Øvre del av kartleggingsområdet i dalen opp fra Vågstrand.

Fjellskrenten bak bebyggelsen i nordsiden ved Vågen er lavere (Figur 34). Her er det ingen aktiv urfot, men stort sett gammel ur. Ovenfor gnr/bnr 22/45 og 22/60 er det noe større og ferskere blokker, også helt ned mot bebyggelsen (se Figur 35), og vi vurderer at disse husene ligger innenfor faresonen 1/1000. Mest aktuelle sikringsløsning vil trolig være å etablere et wirenett eller bygge en voll ovenfor husene. Dimensjonering og plassering av nett eller voll må gjøres på bakgrunn av befaring og nærmere beregninger av skredforløp.

Figur 34: Vågen sentrum med fjellskrent bak bebyggelsen i nordlig dalside. Her ligger det to bolighus innenfor faresonen 1/1000.

Figur 35: Blokker ovenfor bebyggelse og ned mot veg ved gnr/bnr 22/45.

Lengst vest mot Vågen er skråninga rett bak husene rundt 30°, men en god del grove blokker (Figur 36). Skråninga ser relativt stabil ut, men med en mulighet for blokker/-utglidning over et lengre tidsperspektiv.

Figur 36: Skråning bak garasje i Vågen.

4.4.5.2 Jordskred

Jordskred kan forekomme fra bratte deler av sørlig fjellside sør for den vestlige delen av Vågstrand kartleggingsområde. Løsmassedekket er relativt tynt, men i store deler også uten skog. En rekke dreneringsløp fra vann og myrer på platået ovenfor fjellsiden gir tidvis stor tilgang på vann. I vestre del vil imidlertid fylkesveien fungere som en buffer, og det er heller ingen registrerte skredhendelser langs veien.

Vi vurderer at det er riktig å ta høyde for mindre utglidninger i bratte nok skråninger med løsmassedekke, men sannsynligheten anes som lav og vi har kun inkludert faresoner 1/1000 og 1/5000.

4.4.5.3 Flomskred

Store nedbørmengder i området og vesentlig nedslagsfelt medfører fare for flomskred langs de større bekkeløpene i den vestre delen av kartleggingsområdet. Det er ikke tegn til vesentlig erosjon, men vifter med avsetning kan sees ved utflatingene av bekkeløpene, og vi vurderer at sørpeskred er en like sannsynlig skredprosess i bekkeløpene.

Modellene for flomskred er svært usikre med tanke på rekkevidde. Vann og slam som ikke har ødeleggende kraft vil ifølge modellen kunne nå langt. De brukes først og fremst for å vurdere mulighetene for spredning sideveis. Bruker derfor først og fremst terreng-observasjoner som grunnlag for soneringen.

Figur 37: Flombekk i sørøstre del av kartleggingsområdet som ikke viser spor etter skred

4.4.5.4 Sørpeskred

To flate myrområder på begge sider av Litlefjellet øst i kartleggingsområdet kan gi opphav til sørpeskred. Skredmassene vil følge to bekkeløp ned mot bebyggelsen, og faresoner for både 1/1000 og 1/5000 er vurdert å nå inn i kartleggingsområdet.

4.4.5.5 Snøskred

Det ligger flere potensielle utløsningsområder i sørlig fjellside ovenfor vestlig del av kartleggingsområdet. Områdene ligger mellom kote 200 og 300. På grunn av mildt klima med relativt snøfattige vintre uten lange kuldeperioder og at fjellsiden vender mot nedbørførende vindretning vurderes sannsynligheten for utløsning som lav. Det ble heller ikke observert spor etter snøskred i vegetasjonen under befaringen. I tillegg er utløsningsområdene av begrenset størrelse, og vi har derfor konkludert med at den årlige

sannsynligheten for at snøskred skal nå inn i kartleggingsområdet som mindre enn 1/5000.

Snøskred er ikke en aktuell skredtype i nordlig side av dalen ved Vågstrand.

4.4.6 Effekt av skog

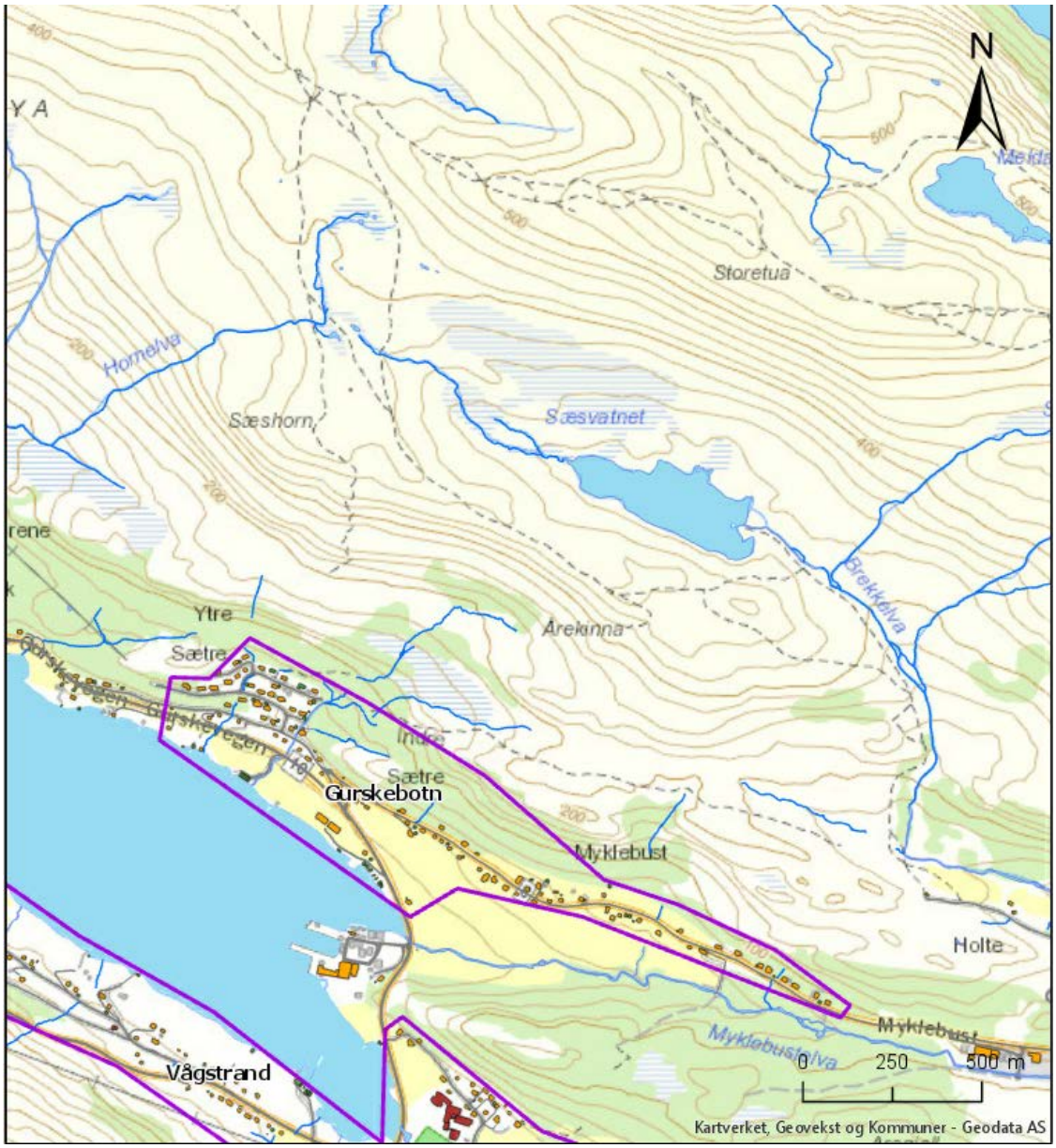
Skogen i østre del av kartleggingsområdet, fra Vågen og østover på nordsiden av dalen, er tett blandingsskog, med høy andel av gran i enkelte partier. Skrentpartiene med fare for utløsning av blokker ligger relativt lavt i dette området, og skogen står tett opp til utløsningsområdene. Den vil derfor kunne ha en bremsende effekt på mindre blokkutfall opp mot 1 m^3. Skogen vil også bremse og begrense utbredelse av sørpe- og flomskred i bekkeløp.

I vestre del av området ligger potensielle utløsningsområder for snøskred høyt i terreng, og skogen ovenfor bebyggelse er begrenset til mindre arealer med tett granskog, samt noe mer spredt blandingsskog. Generelt vil vegetasjonen i lia redusere faren for utløsning av jordskred, og også kunne redusere omfanget av flomskred. Granskogen vil kunne ha en bremsende effekt på mindre snøskred.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 4F.

4.5 Område 5 - Gurskebotn

Kartleggingsområdet Gurskebotn strekker seg fra Sætre og Gurskebotn og oppover nordsiden av dalen mot øst (Figur 38 og Figur 39).

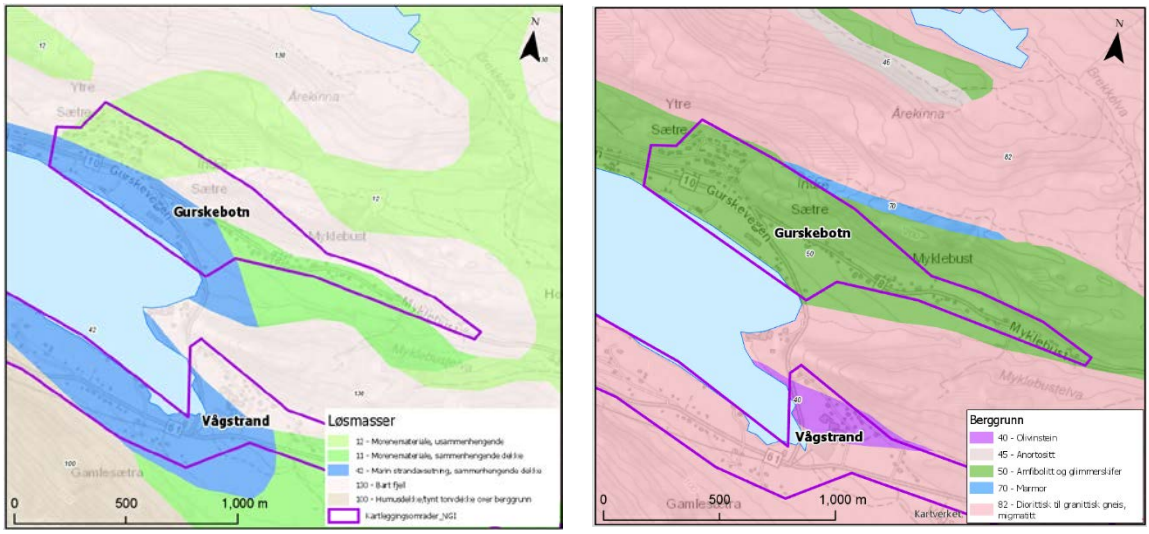


Figur 38: Oversiktskart Gurskebotn

Figur 39: Oversiktsbilde over Gurskebotn kartleggingsområde, omtrentlig angitt med rødt polygon.

4.5.1 Topografi og grunnforhold

Fjellsiden mot nord strekker seg opp mot 300 moh, og har større partier med helning mellom 30 og 45°, se helningskart Vedlegg 5B. Skogen er relativt tett fra bebyggelsen og opp mot kote 150. Berggrunnen består av skifrige bergarter med et tynt og usammenhengende løsmassedekke av morenemateriale over (Figur 40). Ned mot fjorden består løsmassedekket av marine avsetninger. De største dreneringsløpene er Sæsselva, som kommer ned like øst for boligfeltet på Midtre Sætre, og bekken som kommer drenerer ned i forsenkninga mot gnr/bnr 18/7-8 på Myklebust.



Figur 40: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Gurskebotn kartleggingsområde. Kilde: NGU

4.5.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

NGI har gjennomført en vurdering av skredfare på Myklebust (under gnr/bnr 18/16) i 1982:

- NGI rapport 81442-1: Vurdering av steinsprangfare for deler av bebyggelsen på Myklebust.

Rapporten vurderer at sannsynlighet for steinsprang mot et av de planlagte husene på Myklebust er høyere enn 1/1000.

4.5.3 Skredhistorikk

Det er ingen skredregistreringer i skreddatabasen innenfor kartleggingsområdet, og det er heller ikke funnet noen kjente hendelser hos lokale kontaktpersoner eller litteratur.

4.5.4 Modeller og oppsett

Steinsprang er dominerende faretype i området. Flomskred- og sørpeskred vil kunne forekomme langs de største bekkene i området (Sæsselva og forsenkning ned mot Myklebust). Flomskredene er av de to skredtypene vurdert å være dominerende.

Flomskred er modellert i de to største bekkeløpene med bruk av *Ramms debris flow*.

Vi har benyttet *RockyFor3D* til å simulere utbredelsessannsynlighet av steinsprang. Modellen er kjørt for samtlige utløsningsområder for stein som er antatt å ha noen innvirkning på faresonene i området. Det er ikke tatt hensyn til skog i modelleringene. Vi har benyttet følgende inputverdier i simuleringene:

Input parametere	**Begrunnelse**
RockyFor3D	
Blokkstørrelse: 1 m^3	Basert på observasjoner av skredblokker
Antall simuleringer: 100	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
2 m terrengmodell	Oppløsning benyttet grunnet størrelsen på beregningsområdet og ønsket detaljeringsgrad
Ramms debris flow	
μ = 0,02 og ξ = 400	Verdier valgt ut fra erfaring med lignende flomskred andre steder i landet.
2 m terrengmodell	

Resultatene i Vedlegg 5D viser at steinsprang er relevant lengst øst i området. Her vil steinsprang kunne gå over hovedveien med relativt stor sannsynlighet, og dette bekreftes også av registrerte steinblokker i felt. Steinsprang som løsner i skrentpartiene nedenfor Hanehornet vil også kunne nå ned til bebyggelsen på oversiden av veien, og i noen tilfeller nå helt ned til veien. Noen mindre skrentpartier nedenfor Rinden på Indre Sætre er i stor grad oppsprukket, og simuleringene viser at eventuelle utfall på 1 m^3 fra dette partiet vil kunne nå ned til hovedveien.

Simuleringene indikerer at flomskred kan nå inn i kartleggingsområdet.

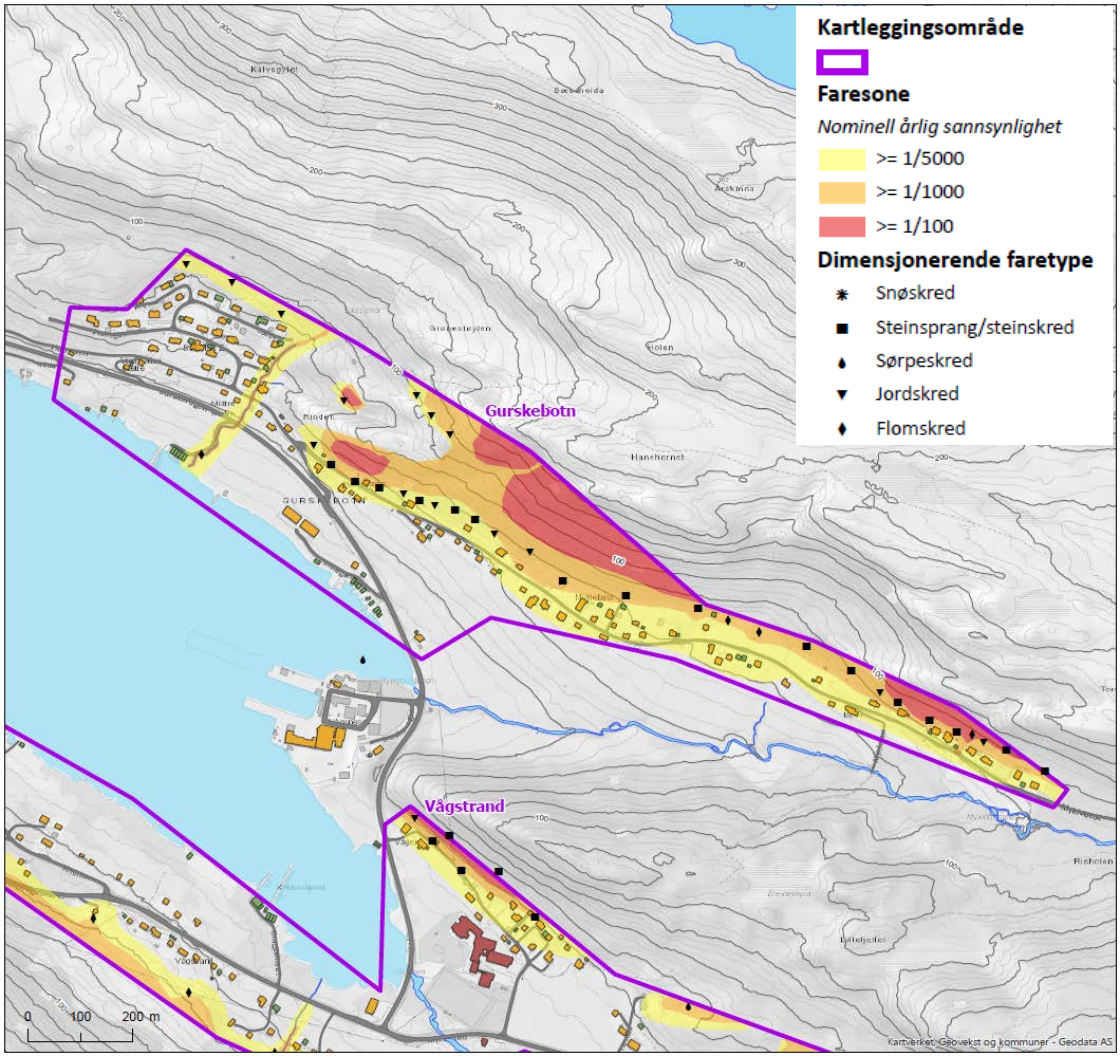
4.5.5 Skredfarevurdering

Steinsprang er dominerende faretype i kartleggingsområdet Gurskebotn. En rekke steinblokker er i felt observert ovenfor bebyggelsen fra Indre Sætre og opp til østre ende av området. Observasjonene understøttes av skredsimuleringer som viser at blokker vil kunne nå helt ned til veien på en større del av denne strekning. Utløsnings-sannsynligheten for blokker på denne størrelsen (> 1 m^3) vurderes å være lavere enn 1/100. Ved mindre blokkutfall vil skogen ha en bremsende effekt.

I tillegg vil flomskred- og sørpeskred vil kunne forekomme langs de to største bekkene i området (Sæsselva og forsenkning ned mot Myklebust). Flomskredene er av de to skredtypene vurdert å være dominerende. Løpet til Sæsselva er godt sikret i nedre del hvor den renner øst for byggefelt på Sætre, men er mer åpen i øvre del. Her vil større sørpe- og flomskred kunne gå ut over løpet. Bekken ned mot Myklebust viser tydelige tegn til massetransport som stopper ved et steingjerde ovenfor beitemark. Større flom- og sørpeskredhendelser vil kunne gå forbi steingjerdet og ned over beitemarka.

Fem bolighus ligger helt eller delvis innenfor faresonen 1/1000:
Gnr/Bnr 17/11, 18/23, 18/35, 18/38 og 18/39 (Figur 41).

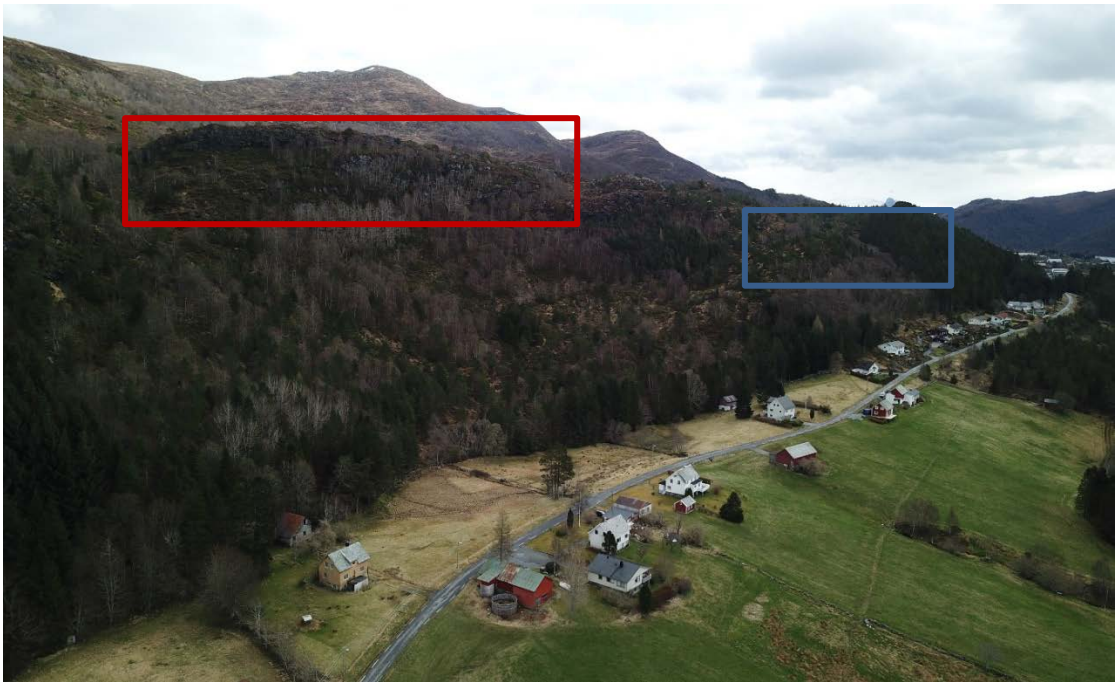
Mer detaljert faresonekart er vist i Vedlegg 5E.



Figur 41: Faresonekart Gurskebotn

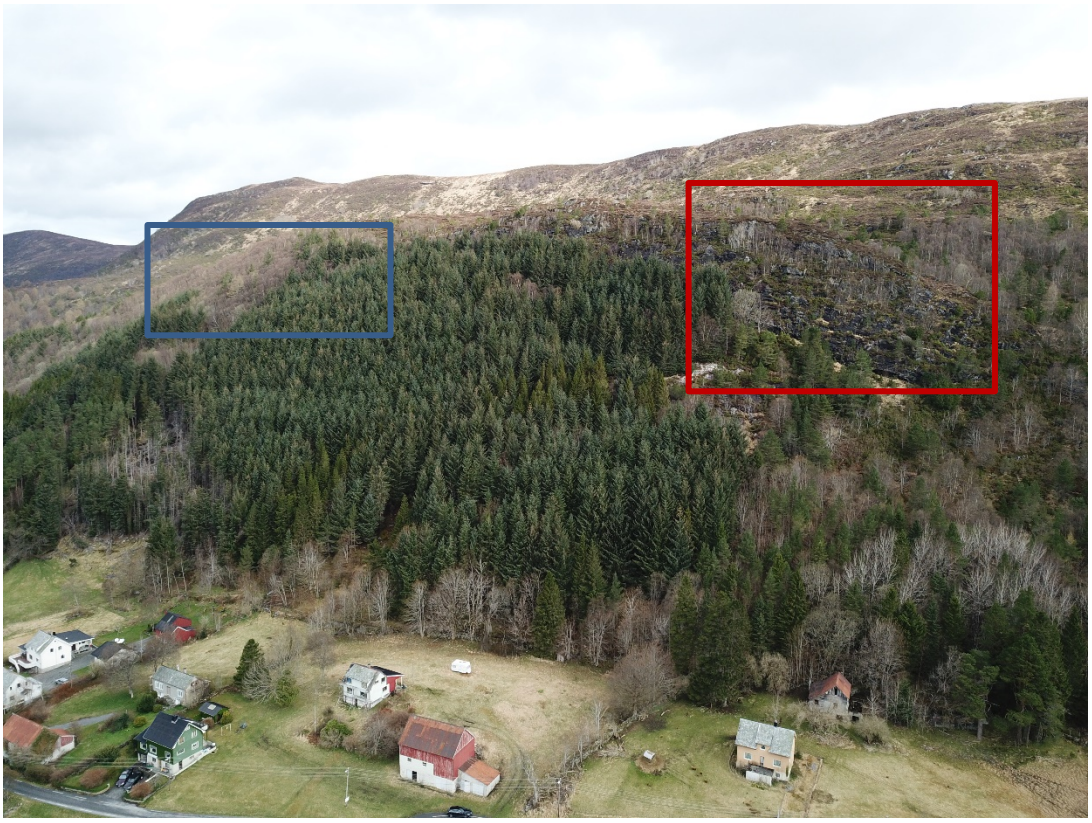
4.5.5.1 Steinsprang og steinskred

I østre del ligger en rekke fjellskrenter over kartleggingsområdet i nordlig dalside (blått rektangel i Figur 42. Lengst øst er skrentene mindre og mer lokale, med ur innenfor kartleggingsområdet. En rekke større blokker (> 1 m^3) ble observert i overkant av bebyggelsen, men det var ikke tegn til ferske blokkutfall. Skredsimuleringene viser at sannsynligheten for at blokker på 1 m^3 kan nå helt ned til veien er relativt stor. Utfall av denne størrelsen ansees som sjeldent (< 1/100), men vi vi vurderer at tre bolighus ligger helt eller delvis innenfor faresonen 1/1000.



Figur 42: Østre del av kartleggingsområdet, fra gnr/bnr 18/8 og østover. Utsnitt i Figur 43 indikert i rødt.

Figur 43: Topp av skrent ovenfor gnr/bnr 18/8, indikert med rødt rektangel i Figur 42.



Figur 44: Skrent over Myklebust opp mot Harnehornet i bakgrunnen. Utsnitt i Figur 45 er indikert i rødt. Utløsningsområde vurdert i NGI rapport 81442-1 er indikert i blått rektangel.

Figur 45: Utsnitt indikert i Figur 44 viser topp av skrent under Hanehornet.

Ved Myklebust strekker en større skrent seg fra kote 170 til rundt 200, under Hanehornet (Figur 44 og Figur 45). Fra befaring er det ikke observert mange blokker i området under skrenten, men enkelte gamle skredblokker er registrert helt ned på jordene. Skrenten vurderes å være relativt stabil, med lav utfallsannsynlighet. Fjellsiden er bevokst av tett granskog som vil bremse mindre utfall. Skredsimuleringene viser at sannsynligheten for at blokker på 1 m^3 vil kunne nå ned til bebyggelse, og i noen tilfeller ned til veien, er relativt høy. Effekten av skog er ikke tatt hensyn til. Utfallssannsynligheten for blokker på denne størrelsen vurderes å være under 1/100, men større enn 1/1000.

Vestre del av skrentpartiet over Myklebust (blått rektangel i Figur 44) er tidligere vurdert i forbindelse med utbygging av bolig på Myklebust (gnr/bnr 18/89). Det ble den gang frarådet å bygge på tomten, evt. rådet til å sette opp steinspranggjerde.

Totalt innenfor kartleggingsområdet ligger det fem bolighus ligger helt eller delvis innenfor faresonen 1/1000.

4.5.5.2 Jordskred

Det er større potensielle utløsningsområder for jordskred i området både ovenfor bebyggelsen, men også et lite område i dalen nord for Rinden. Sannsynligheten for utløsning er imidlertid lav ettersom det ikke kan ses spor etter tidligere utglidninger. Fjellsidene er stort sett bevokst av tett skog som også er med på å redusere utløsningssannsynligheten. I bratte skråninger med løsmassedekke uten skrentområder vurderes jordskred å være dimensjonerende faretype. Det er viktig at skogen bevares for å unngå at faren for skred øker.

4.5.5.3 Flomskred

Klimaet i området med store nedbørmengder medfører fare for flomskred i bekkeløp med løsmasser tilgjengelig for transport. Det er tegn til erosjon og massetransport langs Sæsselva som kommer ned vest i kartleggingsområdet. Denne er godt sikret mot hus i nedre del, men i mindre grad høyere oppe i løpet. Ut fra observasjoner av bekkeløpet under befaringen vurderer vi at flomskred kan følge Sæsselva helt ned til fjorden.

Det renner også to bekkefar med mulighet for flomskred øst i kartleggingsområdet. Ut fra observasjoner i felt og modellkjøringer antar vi at alle tre faresoner berører kartleggingsområdet.

Figur 46: Sæsselva som kommer ned vest i kartleggingsområdet, har tidvis stor vannføring og medførende massetransport.

Figur 47: Bekkeløp ved gnr/bnr 18/8, øst for Hanehornet har tydelige tegn til massetransport. Steingjerdet mot nedenforliggende jorde vil bidra til noe oppbremsing av eventuelle skredmasser og sørpe.

4.5.5.4 Sørpeskred

Sørpeskred kan løsne fra ei høyereliggende flate i Sæsselva, vest i området. Elva er imidlertid relativt godt sikret lengre ned mot bebyggelsen. Det vil også kunne løsne sørpeskred fra myrene øst for Hanehornet og ved Torvberget øst i kartleggingsområdet. Sørpeskredene vil følge markerte skredløp. Sannsynligheten for store sørpeskred som vil nå ned til kartleggingsområdet vurderes som lav, ettersom det er begrensede snømengder i området.

4.5.5.5 Snøskred

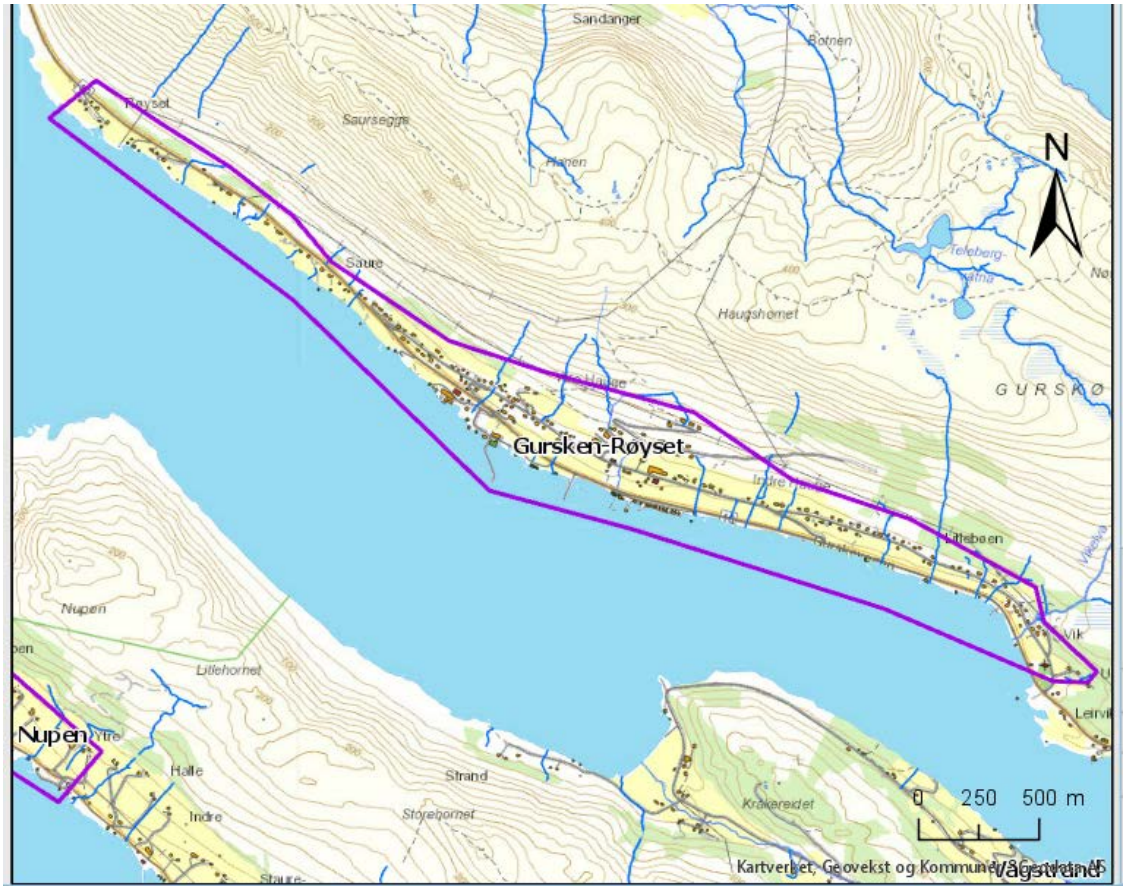
Det er potensielle utløsningsområder for snøskred i fjellsiden opp mot Sæssheida, mellom kote 300 og 360. Områdene ligger sørvendt, i le for fremherskende vindretning ved nedbørshendelser som snø. Oppsamlingsarealet er imidlertid begrenset, og klimastatistikken for området tilsier at sannsynligheten for snøskred er liten på grunn av milde vintre med hyppige mildværsinnslag. Vi vurderer at snøskred ikke har betydning for faresonene i kartleggingsområdet.

4.5.6 Effekt av skog

Skogen ovenfor bebyggelsen i kartleggingsområdet er tett, og har effekt på både utløsningssannsynlighet av jordskred, samt oppbremsing av mindre blokkutfall. Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 5F.

4.6 Område 6 – Gursken-Røyset

Kartleggingsområdet Gursken-Røyset ligger på sørvestsiden av Gurskøya, og strekker seg langs nordsiden av fjorden Gursken, i vestre del under fjellsiden opp mot Gjøna ca. 500 moh (Figur 48 og Figur 49).

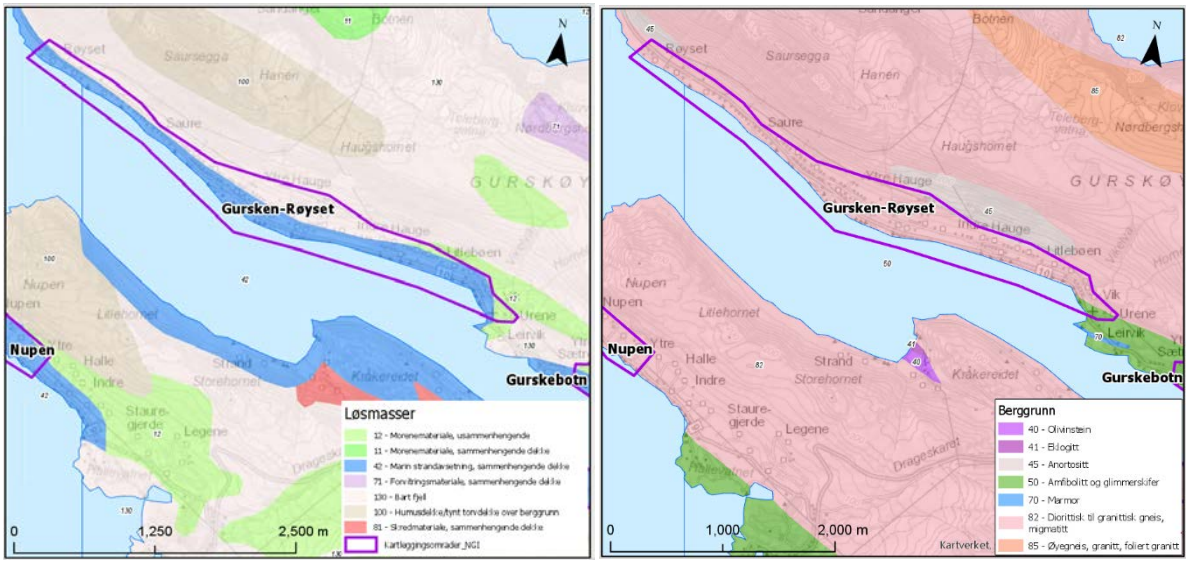


Figur 48: Oversiktskart Gursken – Røyset

Figur 49: Fish-eye panorama over vestre del av kartleggingsområdet Gursken - Røyset. Omtrentlig utstrekning av vestre del av kartleggingsområdet er vist i rødt polygon.

4.6.1 Topografi og grunnforhold

Fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet er bratt med jevn helling stort sett mellom 30 og 45° og strekker seg opp mot ca.500 moh. Det øverste partiet er brattere med fjellskrenter > 45°, se helningskart i Vedlegg 6B. Berggrunnen består av gneis, med svært begrenset løsmassedekke. Ned mot fjorden er berggrunnen dekket av marine strandavsetninger (Figur 50). Fjellsiden har tydelige skåler og renner, og dreneringsløpene følger disse forsenkningene.



Figur 50: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Gursken-Røyset kartleggings-område. Kilde: NGU

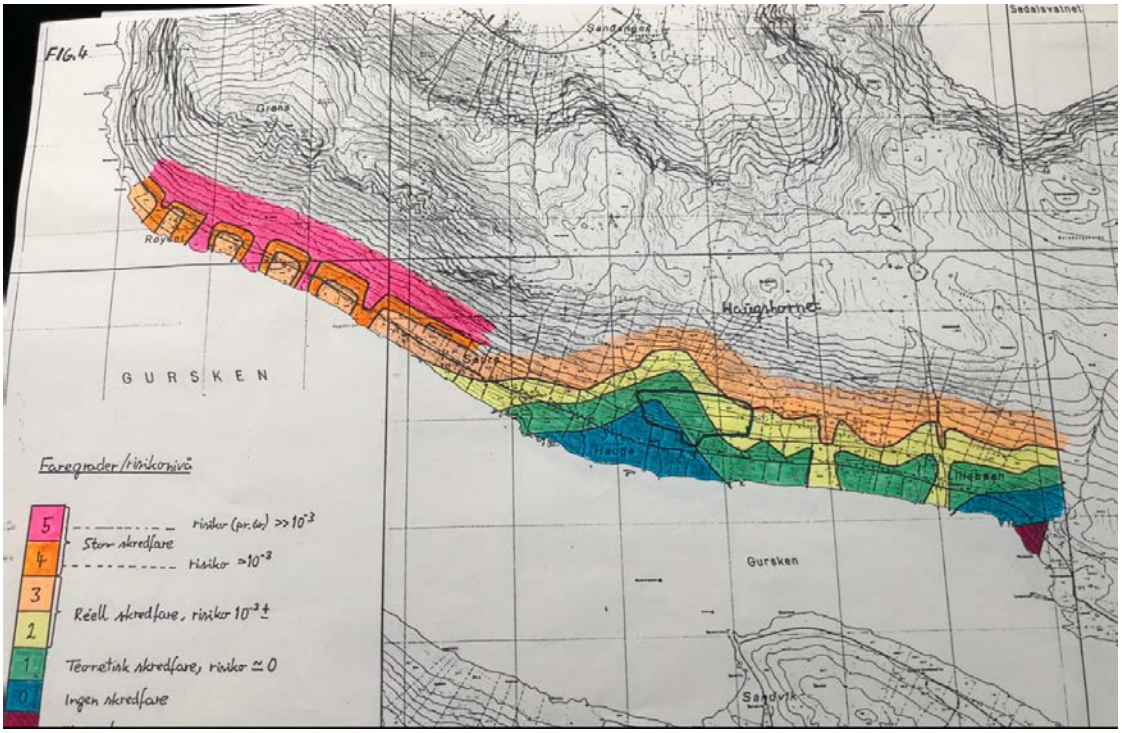
4.6.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

NGI har vurdert faren for skred på Røyset i 1982:

- NGI-rapport 80451 – 1: Haugsbygda, boligtomt på eiendommen til Sigbjørn Røsset. Vurdering av skredfare.

I denne ble det konkludert at både snøskred, flomskred og steinsprang kan nå ned til fjorden i aktuelt område.

I tillegg har fylkesgeologen i Møre og Romsdal gjennomført en kartlegging av skredfare langs mesteparten av kartleggingsområdet i 1987 (Figur 51).



Figur 51: Utsnitt av faresonekart utgitt av Fylkesgeologen i Møre og Romsdal i 1987.

4.6.3 Skredhistorikk

Det er registrert både snøskred og steinsprang i kartleggingsområdet:

Sted	Beskrivelse	Skredtype	Dato	Kilde
Røyset		Steinsprang (< 100 m3)	1994	SVV (NVE atlas)
Røyset, Jøtulgyvet	Snøskred til sjøen. Gård og dyr flaut på fjorden. Gården ble flyttet vestover.	Snøskred	1807-1808	Bygdebok
Røyset, Jøtulgyvet	Stein ned til vegen for en mannsalder siden	Steinsprang	1940-1960?	Kjentmann

4.6.4 Modeller og oppsett

Steinsprang kan forekomme fra skrenter mot toppen av fjellsiden over kartleggings-området, særlig i vestre del.

Flom- og sørpeskred vil også forekomme langs de større bekkene i området og er en høyst aktuell prosess på de tre store løsmasseviftene nedenfor de største rennene. Modellering av flomskred er utført for de største bekkeløpene. Vi ikke har kjørt modeller for sørpeskred ettersom disse vurderes å være små i forhold til flomskredene, ettersom det er begrensede snømengder i området.

Vi har benyttet *RockyFor3D* for utbredelse av steinsprang, og *Ramms debris flow* til å simulere utbredelse av flomskred.

Input parametere	Begrunnelse
RockyFor3D	
Blokkstørrelse 1 m^3	Basert på observasjoner i felt
100 simuleringer	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
2 m terrengmodell	Oppløsning benyttet grunnet størrelsen på beregningsområdet og ønsket detaljeringsgrad
Ramms debris flow	
$\mu = 0.02$ og $\xi = 400$	Verdier valgt ut fra erfaring med lignende flomskred andre steder i landet.
5 m terrengmodell	

Snøskred er simulert for tre skredbaner lengst vest i undersøkelsesområdet ved hjelp av et nytt verktøy utviklet ved NGI kalt *NAKSIN* der bruddhøyde beregnes automatisk ved hjelp av interpolerte SeNorge-data (NGI, 2018). Vi har kjørt modellen for returperiode 1000 år. Selve modellen er ganske lik den som benyttes i RAMMS med samme sett friksjonsparametere. Resultatene vist i Vedlegg 6.3D, og de ulike fargene representert med tallene 1, 2 og 3 angir hvor mange skredløp som treffer punktet med en sannsynlighet på minst 1/1000 pr. år. Modellen indikerer at de to vestligste skredbanene kan nå fjorden med årlig sannsynlighet større enn 1/1000.

RockyFor3D viser at det er relativt lav sannsynlighet for at blokker med størrelse 1 m^3 vil nå inn i kartleggingsområdet, men ut fra observasjoner gjort under befaringen vurderer vi at større blokker som løsner fra topp-partiet vil kunne gå helt til sjøen.

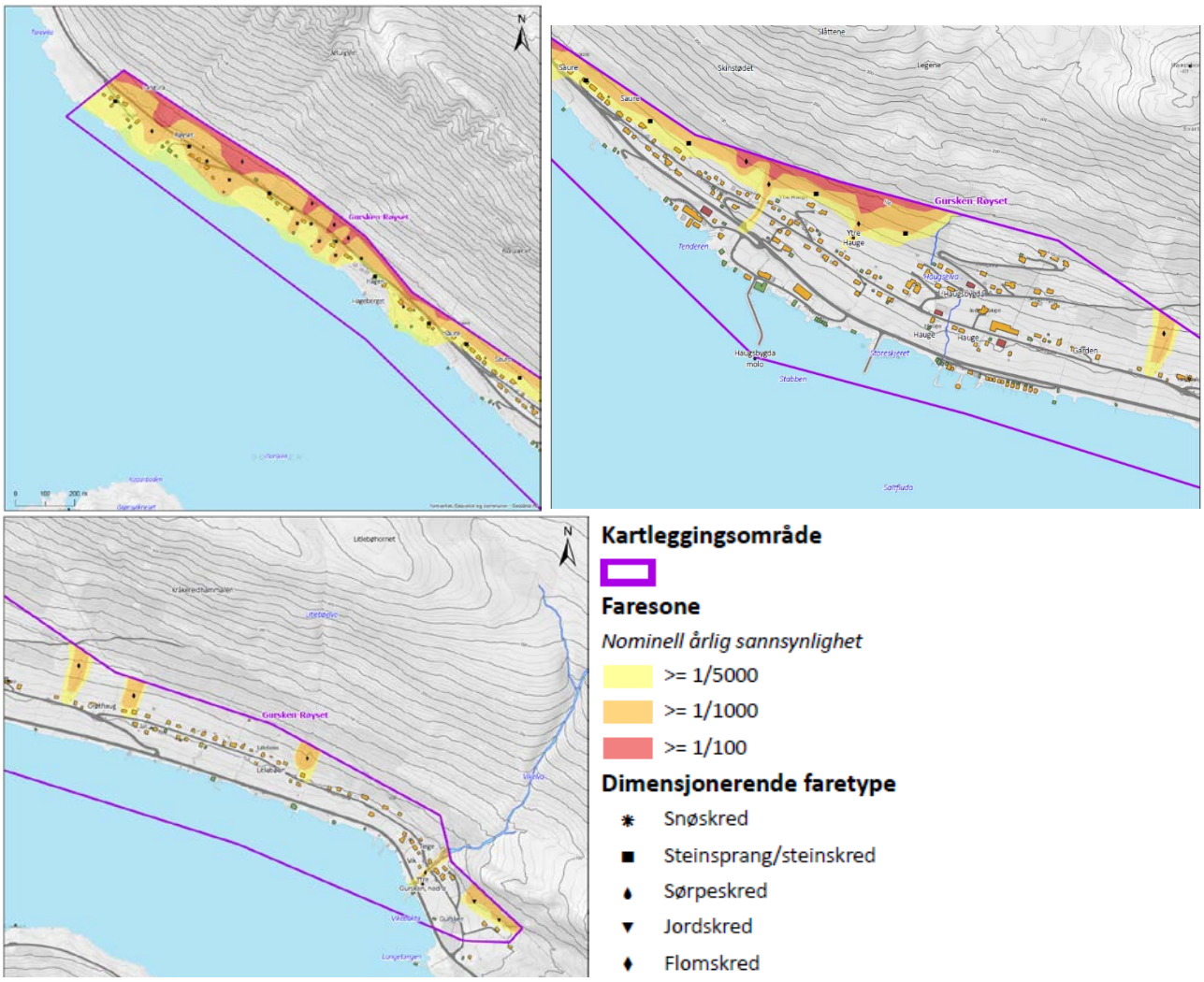
I tillegg har vi benyttet empiriske modeller langs utvalgte profillinjer.

4.6.5 Skredfarevurdering

Dimensjonerende faretype i området er flomskred langs de mest definerte dreneringsløpene, snøskred langs to skredbaner i vestligste delen av området for sjeldne hendelser (faresonene 1/1000 og 1/5000), mens steinsprang kan løsne fra skrentpartier i store deler av vestre del av området og nå ned mot bebyggelsen (Figur 52). Mer detaljerte faresoner er vist i Vedlegg 6.1E-6.3E.

Vi har vurdert fire bolighus til å ligge helt eller delvis innenfor faresonen 1/1000: Gnr/Bnr 11/55, 11/5, 11/46 og 11/13.

De nye grensene er ikke helt i overensstemmelse med faresonene som ble vurdert i 1987. Både bedre kartgrunnlag og bruk av nye modeller kan ligge til grunn for avviket. Vi har imidlertid brukt de gamle faresonene som ett av grunnlagene for vurdering av sonene i dette prosjektet.



Figur 52: Faresonekart Gursken – Røyset, oppe til venstre vestlige del, oppe til høyre sentrale del og nederst østlige del

4.6.5.1 Steinsprang og steinskred

Steinsprang kan løsne fra øvre del av fjellsiden fra lengst vest på Røyset til Haugsbygda. Andre faretyper er dimensjonerende langs flere dreneringsløp og raviner (se kart). Steinsprangmodellering viser imidlertid at stein på 1 m^3 kan nå ned til sjøen i store deler av området. Utløsningssannsynligheten er vurdert i forhold til observert oppsprekkingsgrad og mengde skredblokker i felt.

På toppen av Gjøna ved Nipa er det opplyst om et større fjellparti som har en voksende baksprekk. Dersom dette partiet skulle gå vil det utløse et større fjellskred som vil påvirke et større område og gå ned til sjøen. Sannsynligheten for dette er vanskelig å fastsette uten videre instrumentering for måling av bevegelser samt detaljkartlegging av sprekkemønster. Sannsynligheten for at partiet vil falle er vurdert å være > 1/5000, men uten videre undersøkelser er sannsynligheten ikke vurdert å være større enn 1/1000. Det anbefales at det gjøres nærmere vurderinger her.

4.6.5.2 Jordskred

Jordskred kan løsne fra større deler av fjellsiden i overkant av kartleggingsområdet, men er ikke vurdert å være dimensjonerende faretype, bortsett lengst øst i området. Her ligger det et bratt parti med løsmasser der det ikke kan utelukkes utløsning av jordskred under ekstreme værforhold. Hyppigheten anses lav ettersom det ikke kan observeres spor etter tidligere hendelser.

4.6.5.3 Flomskred

Fjellsiden opp mot Gjøna er ravinert, med tydelige vifteformede avsetninger ned mot hovedvei og i de største løpene ned mot fjorden. Flomskred vil kunne forekomme i de fleste av dreneringsløpene. Store deler av fjellsiden har en favoriserende helning for erosjon (30° – 45°), og mangel på vegetasjon over ca. kote 100 – 150 gjør at løsmassene er lettere å erodere. Det er ikke uvanlig med kraftige nedbørshendelser på opp mot 100 og 150 mm og henholdsvis 1- og 3-døgns nedbør. Nedbørførende vindretning for nedbør som regn er fra sørvest, og fjellsiden ligger derfor utsatt til. Sannsynlighet og størrelse på flomskredene i hvert enkelt dreneringsløp er videre vurdert ut ifra størrelse på utløsningsområde sammen med størrelse og lokasjon av vifteform.

Vi har lagt faresoner langs bekkeløp som viser spor etter materialtransport og som har vifteformede avsetninger i foten av skråningen. Erfaringsmessig vil slike bekker kunne bli skredbekker under ekstraordinære værforhold, og det er fornuftig å holde bebyggelse unna forsenkningene.

På bakgrunn av modellkjøringer og tolkninger av terrengformer vurderer vi at flomskred kan nå inn i kartleggingsområdet langs i alt 14 bekkeløp. To bolighus ligger innenfor faresonen 1/1000 for flomskred (Gurskevegen 612 og 614).

Også lengst øst under Haugshornet og Litlehornet renner det også bekkeløp der flomskred ikke kan utelukkes. Nedbørfeltene er mindre, og de har mindre potensiale for materialtransport, noe som ble bekreftet under befaringen. Likevel finner vi det riktig å legge faresoner til disse bekkeløpene også. Utbredelsen av faresonene er først og fremst basert på observasjoner i terrenget, understøttet av modellkjøringer.

4.6.5.4 Sørpeskred

Sørpeskred kan løsne fra myrene bak Litlebøhornet, og følge Litlebøelva og Vikelva ned mot bebyggelsen lengst øst i kartleggingsområdet. Klimaet i området preges av kraftige nedbørshendelser og et maritimt klima med hyppige mildværsinnslag vinterstid. Dette tilsier at sørpeskredsitasjoner vil forekomme relativt hyppig, men de vil være av begrenset størrelse i forhold til flomskred som går i de samme løpene pga. lite snø.

4.6.5.5 Snøskred

Øvre del av mange av ravinene opp mot Gjøna lengst vest i området er skålformede og med helning over 30°. Her vil snø kunne akkumuleres, og snøskred vil kunne løsne fra skålformene. Vinterklimaet i området er relativt mildt, og snømengdene er normalt lave.

Likevel viser klimastatistikken at ekstreme snøhendelser forekommer. Snøhøydene kan ved ekstreme situasjoner (100-års returperiode) komme opp mot 1,5 meter i høyden, og 3-døgns nysnøtilvekst kan komme opp i 80 mm. Historiske hendelser viser at snøskred har gått ned til fjorden i de mest utsatte rennene på 1800-tallet, men da i en kaldere klimaperiode kalt "lille istid". Sannsynligheten for store snøskredhendelser tilsvarende dette vurderes å være lavere enn 1/100, trolig av størrelsesorden 1/1000.

Utbredelsen av faresonene er vurdert ut fra kjennskap til tidligere hendelser supplert med modellkjøringer. Modellkjøringene indikerer at det kun er de største utløsningområdene som kan gi opphav til snøskred med rekkevidde helt ned til fjorden. Mindre snøskredhendelser (>1/100) vurderes å stoppe før de når ned til veien langs de største rennene, men den største skredbanen som kommer ned mot bebyggelsen ved Gurskevegen 684 og 700 kan nå fjorden. Her er tre bolighus vurdert til å ligge innenfor faresonen 1/1000.

Snøskred er ikke vurdert å påvirke faresonene i østre halvdel av kartleggingsområdet.

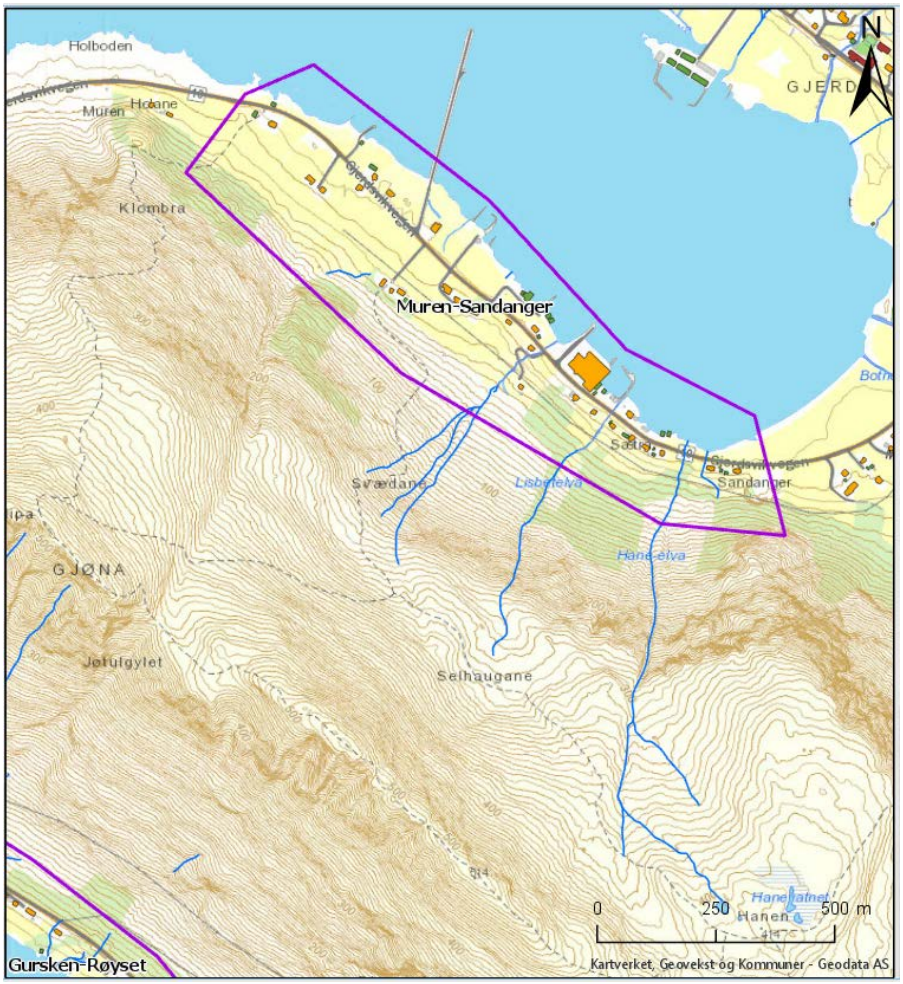
4.6.6 Effekt av skog

Størstedelen av bebyggelsen i området ligger utsatt til for ulike skredtyper. Skogen nedenfor ca. kote 150 består av tett granskog, og beskytter store deler av bebyggelsen i området for mindre og mer hyppige skredhendelser. Skogen vil ha en bremsende effekt på mindre snøskred og flomskred, samt steinsprang. Skogen bidrar også til å redusere sannsynligheten for jordskred i området.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 6.1F-6.3F.

4.7 Område 7 – Muren-Sandanger

Kartleggingsområdet Muren – Sandanger ligger på vestsiden av Gurskøya, langs sørsiden av Gjerdsvika (Figur 53 og Figur 54). Området inkluderer spredt gårdsbebyggelse.



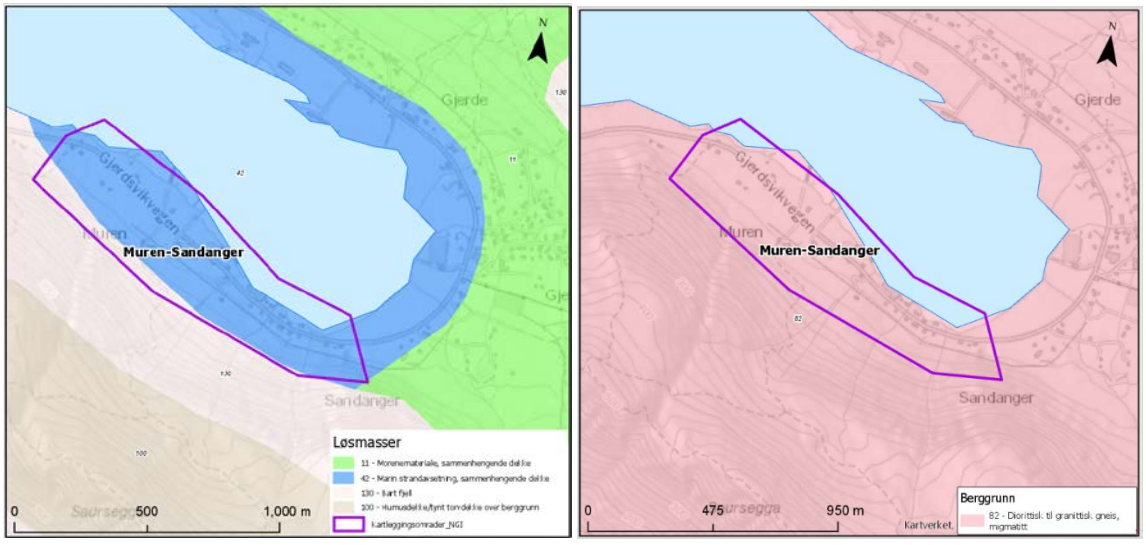
Figur 53: Oversiktskart Muren-Sandanger

Figur 54: Oversiktsbilde over kartleggingsområdet Muren-Sandanger.

4.7.1 Topografi og grunnforhold

Kartleggingsområdet ligger under en bratt fjellside (stort sett over 30°) som strekker seg opp til ryggen ved Gjøna på over 500 moh. Rundt kote 260 – 290 er det en utflating. Nedenfor denne er fjellsiden stedvis over 45°, med enkelte skrenter, se helningskart Vedlegg 7B. Berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis med innslag av migmatitt. Løsmassedekket er tynt og består i nedre del av marine strandavsetninger (Figur 55). Tett granskog er plantet ovenfor det meste av bebyggelsen (se Figur 54).

Det er god tilgang på vann fra de flatere fjellpartiene bak de slakere partiet i midten av fjellsiden, og en rekke dreneringsløp som kan sees i fjellsiden. De største er Haneelva og Lisbetelva øst i området, samt bekkeløp som kommer ned fra Svædane og går rett vest for industribyggene. Det er også et tydelig dreneringsløp langs en forsenkning som går ned mot Muren gård lengre vest i området, mot en større vifteformasjon.



Figur 55: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Muren-Sandanger kartleggings-område. Kilde: NGU

4.7.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

Det er ikke kjent at det er gjort tidligere kartlegginger i området.

4.7.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i NVE skreddatabase innenfor det kartlagte området, og det er heller ikke mottatt opplysninger om skredhendelser fra lokale kilder.

4.7.4 Modeller og oppsett

Både steinsprang, snøskred, flom- og sørpeskred og jordskred er relevante skredtyper for å bestemme faresonene i området. Utbredelse av steinsprang er simulert med *RockyFor3D*, mens flomskred er simulert i fem bekkeløp med *Ramms debris flow*. Snøskred er modellert med α/β-modellen. Sørpeskred kan gå i de samme løpene som flomskred, men er vurdert til å ha mindre utbredelse enn flomskred pga. begrensede snømengder. Vi har derfor ikke modellert sørpeskred.

Vi har benyttet følgende inputverdier i simuleringene:

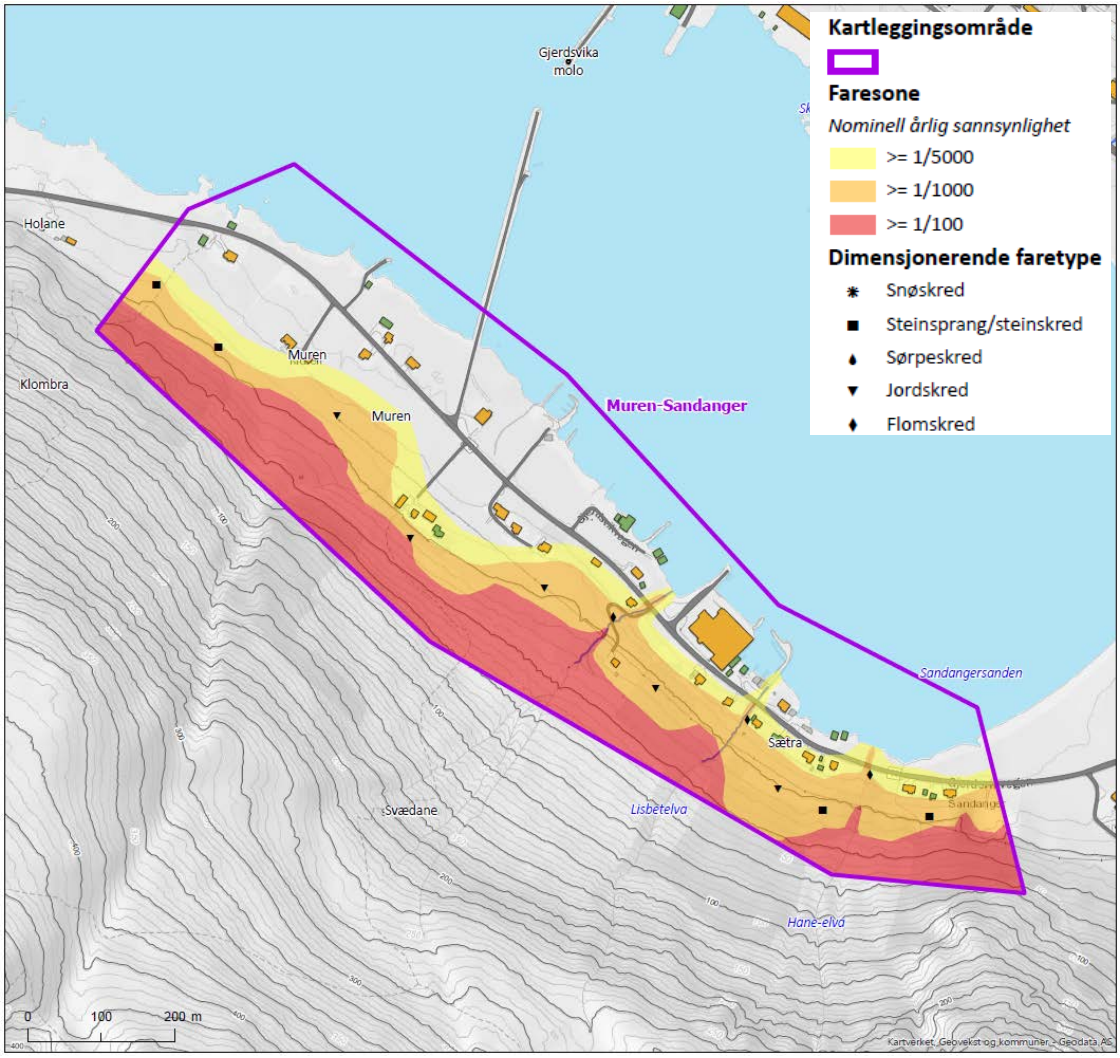
Input parametere	**Begrunnelse**
RockyFor3D	
Blokkstørrelse 1 m^3	Basert på observasjoner i felt
100 simuleringer	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
2 m terrengmodell	Beste tilgjengelige terrengmodell
Ramms debris flow	
$\mu = 0.02$ og $\xi = 400$	Basert på erfaring fra flomskredlignende under lignende terrengforhold
5 m terrengmodell	

Resultatene er vist i Vedlegg 7D. Vi ser fra resultatet at steinsprang kan nå inn i kartleggingsområdet og ned til bebyggelse i østre del av kartleggingsområdet. Den mest utsatte bebyggelsen for steinsprang er ifølge simuleringen gårdene lengst øst i området (gnr/bnr 8/11 og 8/20) og gnr/bnr 9/7 lengre vest i kartleggingsområdet.

Flomskred kan nå ned mot fjorden i østre del, men stopper oppe på viftene i vestre del av kartleggingsområdet.

4.7.5 Skredfarevurdering

Dominerende skredtype i kartleggingsområdet er flom- og jordskred, men også steinsprang er viktig skredtyper her. Faresonekartet er vist i Figur 56. Ett bolighus (gnr/bnr 9/6) er vurdert å ligge innenfor faresonen 1/1000 (flomskred). Mer detaljerte faresoner er vist i Vedlegg 7E.



Figur 56 Faresonekart Muren-Sandanger

4.7.5.1 Steinsprang og steinskred

Steinblokker, enkelte over 1 m^3, er observert ned til jordekanter, særlig i vestre og østre ender av kartleggingsområdet, hvor også de største fjellskrentene er. Steinblokker på jordene kan være ryddet. Hammeren over vestre del av området er oppsprukket, og en rekke mindre blokker ligger ved utløpet av renna som kommer ned fra Gjøna.

Også i østlige del er steinsprang dimensjonerende, og både modellbruk og observasjoner av skredblokker i terrenget indikerer at skredblokker har potensiale til å nå helt ned mot bebyggelsen.

Figur 57: Fjellhammer langs løpet ned fra østsiden av Gjøna er delvis oppsprukket. Spredte urmasser i nedkant, men ikke tegn til ferske utfall.

4.7.5.2 Jordskred

En rekke spor etter grunne utglidninger kan sees i bunn av dalsiden. Det tynne løsmassedekket, jevn bratt helling i kombinasjon med en rekke spredte bekkefar over hele fjellsiden, samt ekstremhendelser med store nedbørmengder (døgnnedbør på 100 mm og 3-døgns nedbør opp mot 150 mm), tilsier at faren for jordskred er stor (>1/100). Rekkevidden vil imidlertid være bergrenset dersom løsmassedekket er tynt. Det ble ikke observert skredtunger utover de flate partiene ned mot bebyggelsen. Den tette granskogen ovenfor det meste av bebyggelsen vil også redusere faren for at skred vil nå helt ned til bebyggelsen.

4.7.5.3 Flomskred

Store deler av fjellsiden har en helning mellom 30 og 45°, med enn rekke små og enkelte større dreneringsløp. Ved utflating i nedkant av de fleste løpene kan man se gamle løsmassevifter som vitner om massetransport. De fleste av viftene har ikke tegn til stor aktivitet, og sannsynligheten for større flomskred med stor masseføring som vil nå nedenfor 15° vurderes som lavere enn 1/100. Klimaet i området tilsier at kraftige nedbørshendelser er relativt vanlig, og 1- og 3-døgns nedbør kan komme opp i henholdsvis 100 og 150 mm (100-års returperiode). Fjellsiden ligger i le for nedbørførende vindretning som er fra sørøst.

På den store viften sentralt i kartleggingsområdet ligger det et bolighus som vi vurderer til å ligge innenfor faresonen 1/1000. Bekken som renner ned på viften viste tegn etter erosjon, og løpet var så grunt at vi ikke utelukker at skredmasser kan spre seg sideveis (Figur 58). Også modellkjøringer viser det samme.

Figur 58: Bekken som renner ned sentralt i kartleggingsområdet er relativt grunn og skredmasser kan spre seg utover vifta. Ett bolighus er vurdert å ligge i faresonen 1/1000.

Sikring av bolighuset kan gjøres ved å kanalisere bekkeløpet slik at skredmasser ikke kan gå ut av løpet. Nærmere planlegging av tiltaket krever ny befaring på stedet.

4.7.5.4 Sørpeskred

Sørpeskred kan løsne langs dreneringsløp i det flatere partiet i den midtre delen av fjellsiden. Her kan vann bygge seg opp i snøpakken og medføre sørpeskred. Den aktuelle fjellsida ligger vendt mot vanlig vindretning, og den vil ha en tendens til å blåst ren for snø, og eventuelle skred vil bli av begrenset størrelse og rekkevidde pga. lite snø. Skredmasser vil følge de eksisterende bekkeløpene der det også går flomskred, men vil ventelig ha kortere rekkevidde.

4.7.5.5 Snøskred

Snøskred kan løsne fra det bratte partiet under toppryggen, og også fra enkelte områder i det laveste bratte partiet. Utløsningssannsynligheten vurderes å være lav på grunn av klimaforholdene, men ved ekstreme nedbørhendelser fra nord kan det legge seg ut vesentlige snømengder i øvre deler av fjellsiden samtidig som det kan forekomme ligge tørr snø i fjellsiden helt ned til fjorden. Ut fra helningsforhold og bruk av α/β-modellen antar vi at snøskred kan nå inn i øvre del av kartleggingsområdet lengst øst og vest, men de vil ventelig gå kortere enn steinsprang og flomskred. Dette fordi det er svært begrenset med snø i fjellsida siden den ligger vendt mot vanlig nedbørførende vindretning. Skredene vil derfor gå kortere enn det som er standard rekkevidde ifølge modellen.

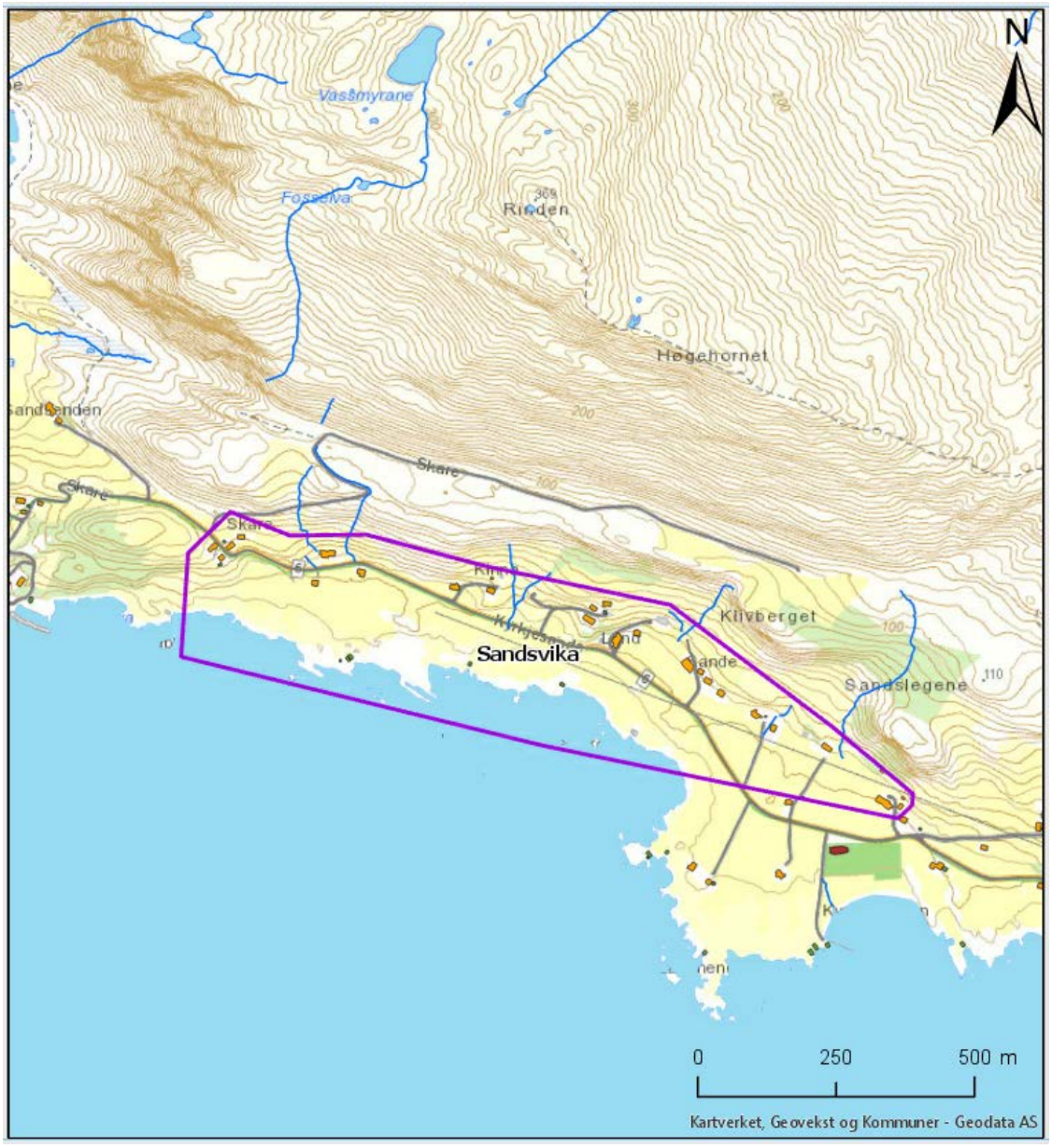
4.7.6 Effekt av skog

Store deler av området er bevokst med tett granskog ovenfor bebyggelsen. Skogsbeltet når kun fra 100 til 200 m oppover lia, men vil likevel ha en bremsende effekt på mindre steinsprang og mindre snøskred. Skogen rundt dreneringsløp vil dessuten kunne ha en bremsende effekt på flomskred og sørpeskred, og bidra til å begrense spredning av masser ut over dreneringsløp.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 7F.

4.8 Område 8 – Sandsvika

Kartleggingsområdet Sandsvika strekker seg langs sørsiden av Sandsøya, som ligger sørvest i Sande kommune, like nord for Stadt. Området inkluderer spredt gårds-bebyggelse (Figur 59 og Figur 60).



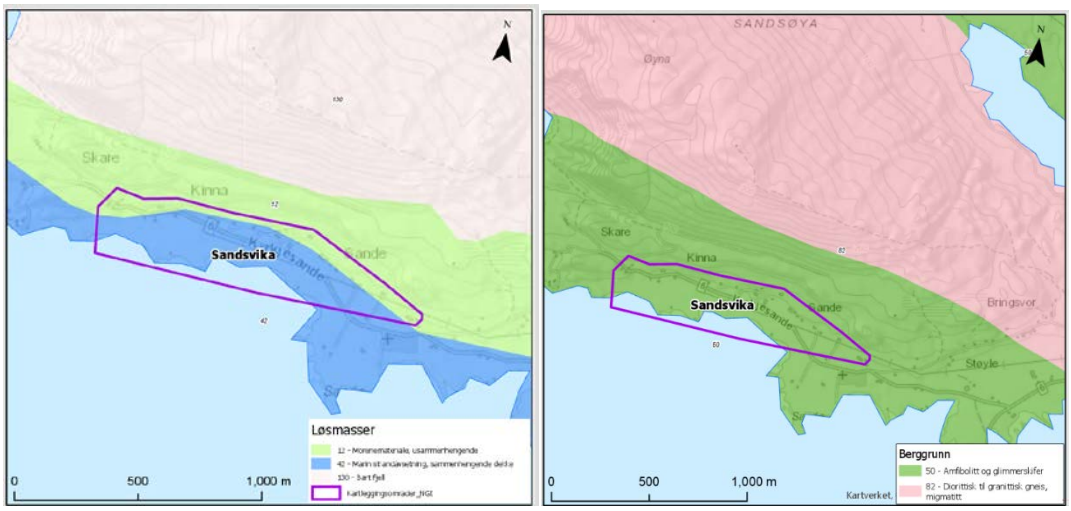
Figur 59: Oversiktskart Sandsvika

Figur 60: Fish-eye panorama som viser kartleggingsområdet Sandvika med bakenforliggende fjellside.

4.8.1 Topografi og grunnforhold

Kartleggingsområdet Sandsvika ligger sør for en delvis bratt fjellside som strekker seg fra ca. 100 – 300 moh (Figur 60). På rundt 200 moh er det en utflating med en bredde på 50 til 100 meter (Figur 61). Både øverste og nederste del av fjellsiden har partier med helning over 30º, se helningskart Vedlegg 8B. Berggrunnen opp til platået (200 moh) består av skifrige bergarter, mens den øverste fjellsiden består av gneis. Løsmassedekket er karakterisert som morene nede i kartleggingsområdet (Figur 62). Den øvre delen er lite oppsprukket, mens skrentene i den lavere delen er noe mer oppsprukket i enkelte partier (Figur 64).

Figur 61: Platå mellom øvre og nedre del av fjellside består delvis av myr og eng.



Figur 62: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Sandsvika kartleggingsområde. Kilde: NGU.

4.8.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

Det er ikke kjent at det er gjort tidligere kartlegginger i området.

4.8.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i NVE skreddatabase innenfor det kartlagte området, og det er heller ikke mottatt opplysninger om skredhendelser fra lokale kilder.

4.8.4 Modeller og oppsett

Basert på observasjoner under befaringen har vi vurdert steinsprang og flomskred til å være mest relevante skredtyper i området, og vi har simulert disse med hhv. *RockyFor3D* og *Ramms debris flow*.

Vi har benyttet følgende inputverdier i simuleringene:

Input parametere	**Begrunnelse**
RockyFor3D	
Blokkstørrelse 1 m^3	Basert på observasjoner i felt
100 simuleringer	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
2 m terrengmodell	Beste tilgjengelige terrengmodell
Ramms debris flow	
μ = 0.02 og ξ = 400	Basert på erfaring med flomskred under lignende terrengforhold
5 m terrengmodell	

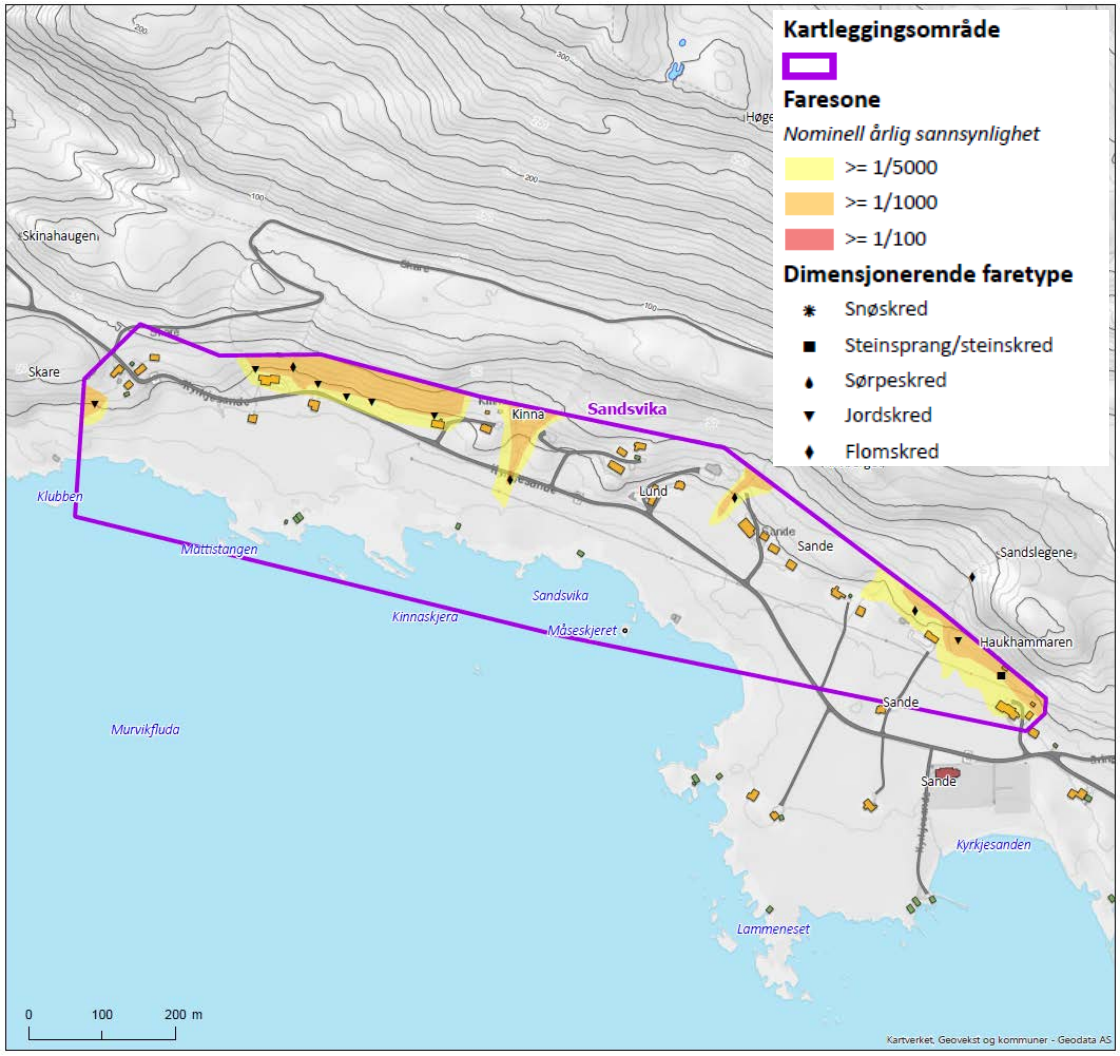
I tillegg har vi benyttet empiriske modeller langs utvalgte profillinjer.

Resultatene fra modelleringen er vist i Vedlegg 8D. De viser at steinsprang kan nå inn i østlige deler av kartleggingsområdet. Flomskred kan nå ut på de vifteformede avsetningene inne i området. Snøskred fra øvre del av fjellsiden derimot synes å stanse oppe på platået.

4.8.5 Skredfarevurdering

Dimensjonerende skredfarer i området er mindre utglidninger/jordskred fra enkelte brattere skråninger, flomskred i de største bekkeløpene og steinsprang fra et mindre skrentparti lengst øst i området. Ingen av skredtypene er vurdert å ha fare for skred inn i kartleggingsområdet med en årlig nominell sannsynlighet høyere enn 1/100.

To bygninger som ut fra FKB data tilhører S2 ligger innenfor faresonen 1/1000 lengst øst i området, og steinsprang er aktuell skredtype (Gnr/Bnr 66/5). Vi er imidlertid usikre på om disse bygningene er bebodde og tror at bygningene tilhørerer S1. Mer detaljert faresonekart er vist i Vedlegg 8E.



Figur 63: Faresonekart Sandsvika

4.8.5.1 Steinsprang og steinskred

Lengst øst i området er det en noe ustabil skrent som kan ha sjeldne utfall inn i kartleggingsområdet (Figur 64). Det er ikke tegn til ferske utfall inn i kartleggingsområdet, og sannsynligheten for utfall som vil nå området vurderes å være mellom 1/100 og 1/1000.

Enkelte av de lavere skrentene lengre mot vest er også noe oppsprukket, men sannsynligheten for steinsprang som når inn i kartleggingsområdet vurderes å være lavere enn 1/1000. Eventuelle steinsprang fra den øvre fjellsiden vurderes å ha svært lav sannsynlighet for å passere platået, som består av myrterreng med god dempingsevne.

Figur 64: Skrent lengst øst i området som er noe oppsprukket.

4.8.5.2 Jordskred

Jordskred kan løsne i enkelte brattere områder (30 - 45°). 1- og 3- døgns nedbør opp mot henholdsvis 100 og 150 mm er beregnet å ha en returperiode på under 100 år, og dominerende vindretning ved nedbør som regn er fra sørvest. Kartleggingsområdet med ovenforliggende terreng ligger derfor utsatt til for kraftige nedbørshendelser. Det er imidlertid lite tegn til utglidninger, og skråningene er vurdert å være stabile innenfor en årlig nominell sannsynlighet på 1/100. Mer sjeldne hendelser kan imidlertid ikke utelukkes, men disse vil være av begrenset størrelse.

4.8.5.3 Flomskred

Kraftige nedbørhendelser forekommer relativt hyppig i området, og 3-døgns nedbør opp i 150 mm forekommer hyppigere enn hvert 100. Løsmassedekket er veldig tynt, og det er ikke mye massetransport i bekkene. Likevel kan man se mindre flomskredavsetninger ved enkelte av bekkeløpene. Det er ikke tegn til aktivitet på hverken vifter eller i bekkeløp, og flomskred på disse viftene vurderes derfor å forekomme sjeldnere enn 1/100 år, men oftere enn 1/1000 år.

4.8.5.4 Sørpeskred

Det er ingen typiske utløsningsområder for sørpeskred i området.

4.8.5.5 Snøskred

I den øvre delen kan det løsne snøskred (Figur 65), men utløsningssannsynligheten vurderes som lav (<1/100) på grunn av det milde kystklimaet. Snøskred med utløsningssannsynlighet 1/1000 og 1/5000 kan nå ned på platået, men er ikke forventet å kunne gå over dette og inn i det kartlagte området pga. begrenset størrelse på skredene.

Figur 65: Midten av kartleggingsområdet Sandsvika sett mot vest. Fjellside med potensielle utløsningsområder for snøskred i bakgrunnen.

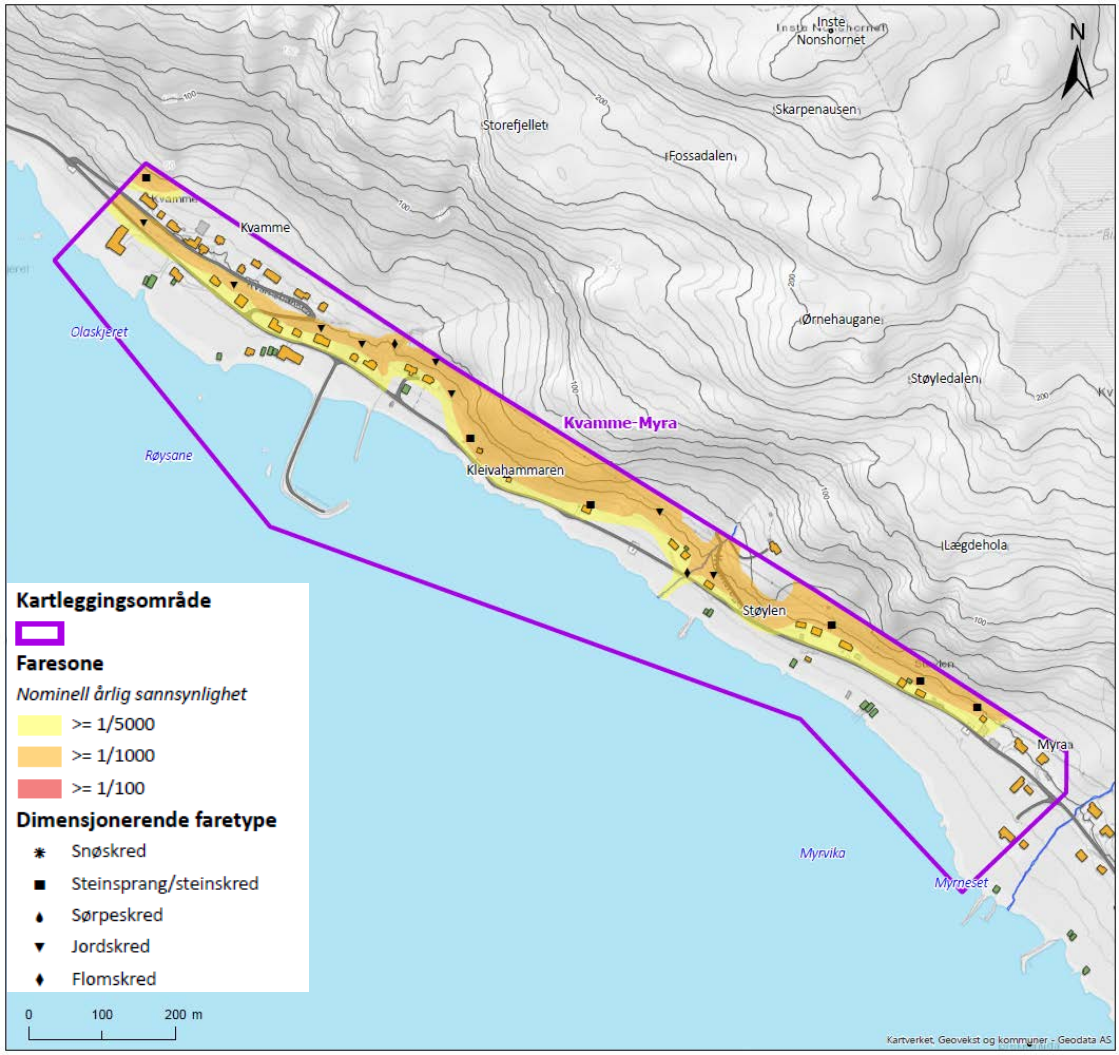
4.8.6 Effekt av skog

To tettere plantefelt med granskog ligger ovenfor kartleggingsområdet (ett ovenfor Kyrkjesande, og ett lengst øst i området). Disse er vurdert å ha en bremsende effekt på flomskred (østre område) og steinsprang (midtre område).

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 8F.

4.9 Område 9 – Kvamme-Myra

Kartleggingsområdet Kvamme-Myra strekker seg 1,5 km langs sørsiden av Kvamsøya, som ligger lengst sørvest i Sande kommune, sør for Sandsøya og like nord for Stadt (Figur 66, Figur 67, Figur 68 og Figur 69).



Figur 66: Oversiktskart Kvamme – Myra

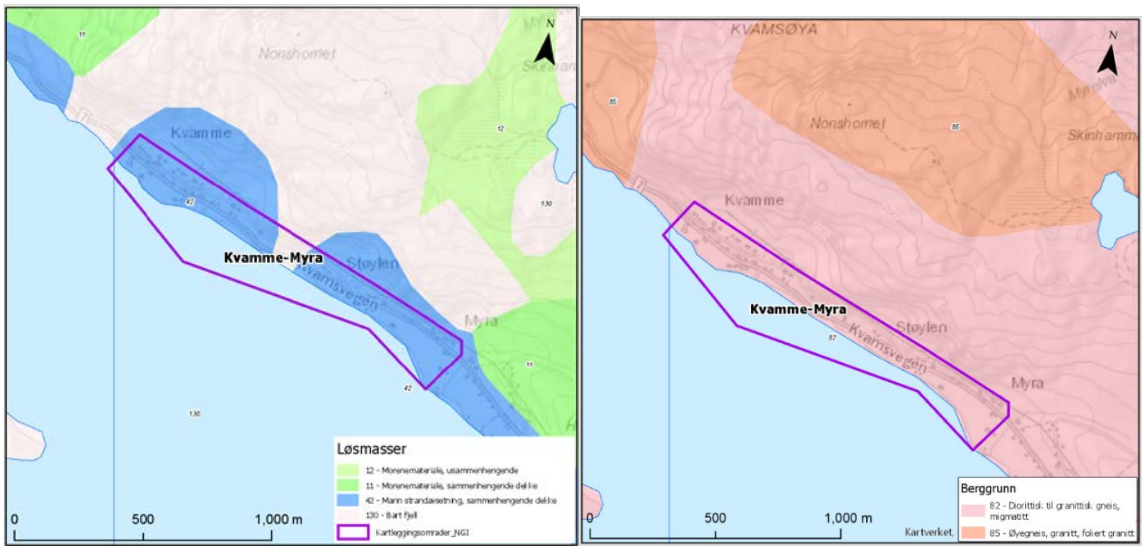
Figur 67: Østre del av kartleggingsområdet Kvamme - Myra.

Figur 68: Midtre del av kartleggingsområdet.

Figur 69: Vestre del av kartleggingsområdet.

4.9.1 Topografi og grunnforhold

Nord for kartleggingsområdet strekker fjellet seg opp mot 300 moh, med bratte skrentpartier særlig mellom kote 100 og 200. Nedenfor kote 100 er terrenget slakt, bortsett fra en brattkant i nedre del av området som forbinder nedre og øvre husrekke, se helningskart Vedlegg 9B. Berggrunn består av gneis, dekket med marine strandavsetninger i området nedenfor skrentpartiene (Figur 70).



Figur 70: Løsmassekart (venstre) og berggrunnskart (høyre) for Kvamme-Myra kartleggingsområde. Kilde: NGU.

4.9.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

NGI kjenner ikke til at det er utført skredfaglige vurderinger i området tidligere.

4.9.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i NVE skreddatabase innenfor det kartlagte området, og det er heller ikke mottatt opplysninger om skredhendelser fra lokale kilder.

4.9.4 Modeller og oppsett

Observasjoner gjort under befaringen viser at steinsprang og flomskred er relevante skredtyper og som er dimensjonerende for utbredelsen av faresonene. Vi har simulert flomskred for de to største bekkeløpene der flomskred kan tenkes å forekomme med *Ramms debris flow*. I tillegg har vi simulert steinsprang ved hjelp av *RockyFor3D*. Vi har benyttet følgende inputverdier i simuleringene:

Input parametere	**Begrunnelse**
RockyFor3D	
Blokkstørrelse 1 m^3	Basert på observasjoner i felt
100 simuleringer	For å få tilstrekkelig statistikk i simuleringen
2 m terrengmodell	Beste tilgjengelige terrengmodell
Ramms debris flow	
μ = 0.02 og ξ = 400	Basert på erfaring med flomskred under lignende terrengforhold
5 m terrengmodell	

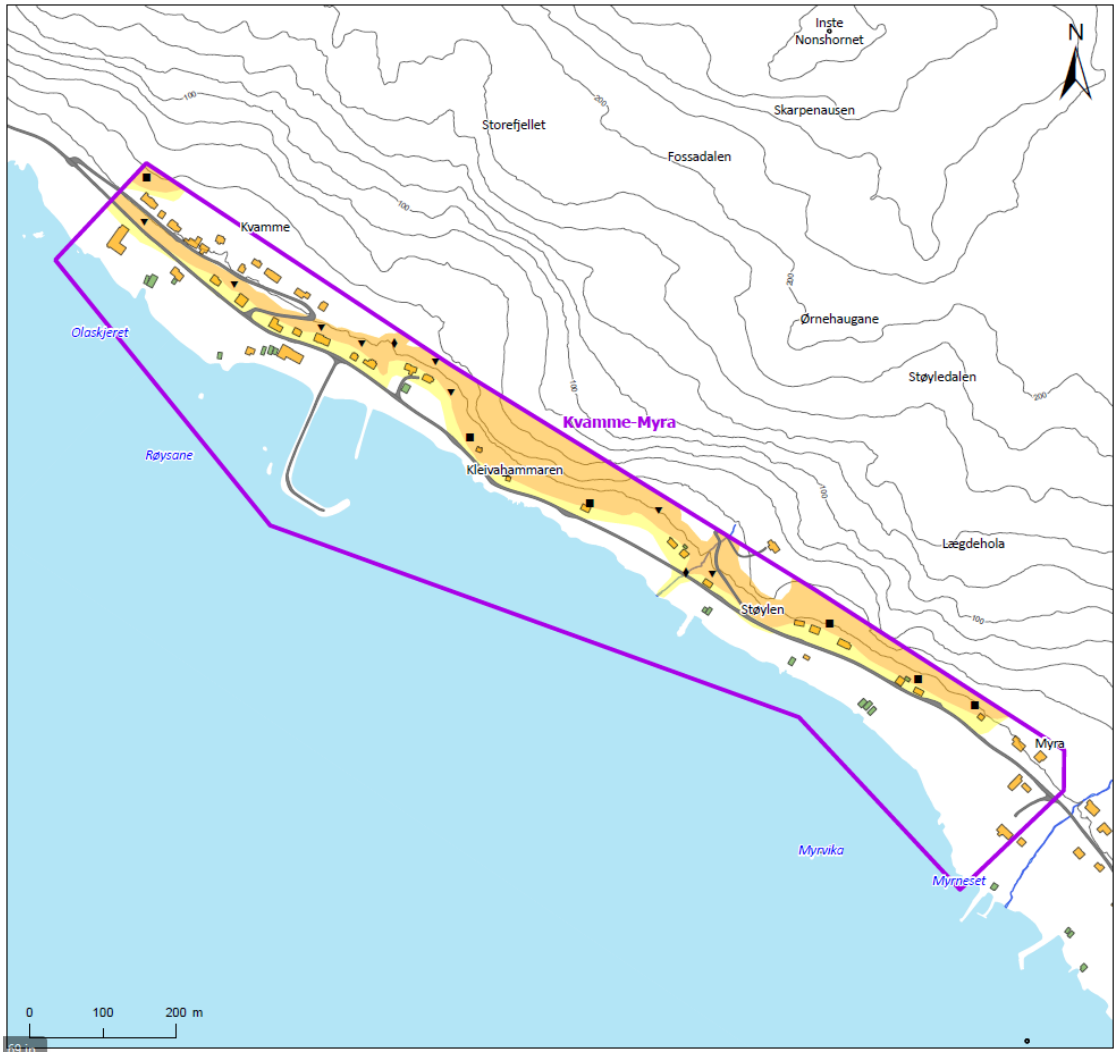
Resultatene er vist i Vedlegg 9D. Modellene indikerer at steinsprang kan nå inn i store deler av kartleggingsområdet. Sammenholdt med observasjoner av skredblokker i felt og oppsprekkingsgrad av skrentpartiene danner dette et godt grunnlag for å utarbeide faresoner.

Flomskred kan også ifølge modellen få lang rekkevidde og gå helt ned mot fjorden.

4.9.5 Skredfarevurdering

Dimensjonerende faretype for størstedelen av området er steinsprang. I tillegg kan flomskred forekomme i bekkeløp og nå inn i kartleggingsområdet. Grunne utglidninger i bratte jordskråninger kan heller ikke utelukkes, men rekkevidden er begrenset. Utløsningssannsynligheten for større skred som kan nå kartleggingsområdet vurderes imidlertid som lavere enn 1/100, men ett hus plassert i S2 (Gnr/Bnr 54/34) er vurdert å ligge innenfor faresonen 1/1000 (Figur 71).

Mer detaljert faresonekart er vist i Vedlegg 9E.



Figur 71: Faresonekart Kvamme – Myren

4.9.5.1 Steinsprang og steinskred

Fjellskrentene i og ovenfor kartleggingsområdet er delvis oppsprukket og urmasser kan observeres ved foten av skrentene (Figur 72). Terrenget er terrassert, og områdene nedenfor skrentene flate. Dette begrenser utløpslengdene. Likevel ligger det flere bolighus litt for nærme skråningsfoten, og faresonen 1/1000 når helt ned til bakveggen av husene. Et hus som antas å ligge innenfor faresonen 1/1000 (Gnr/Bnr 54/34).

Figur 72: Eksempel på oppsprukket skrent med fare for utfall midt i det kartlagte området.

4.9.5.2 Jordskred

En bratt skråning forbinder øvre og nedre husrekker i både østlig og vestlig del av kartleggingsområdet. Brattkanten har enkelte steder tegn til erosjonsformer i bakkant, men ser relativt stabil ut. Høyde på skråningen er stort sett under 10 meter, og eventuelle jordskred vil ha kort utløp. Fare for jordskred er liten, men er vurdert å være større enn 1/1000.

Mindre potensielle utløsningsområder for jordskred finnes høyere i fjellsiden. Disse områdene ser stabile ut, og det vurderes at disse ikke påvirker faresonene i kartleggings-området.

4.9.5.3 Flomskred

Fire mindre bekkeløp drenerer inn i området. Nedbørsmengdene i området kan være svært store ved ekstreme hendelser, og bekkefarene kan da ha vesentlig vanntransport. Bekkene renner gjennom delvis bratt terreng, men viser liten grad av erosjon (Figur 73). Det er helle ikke tegn til vifteformasjoner ved utløp. Faren for stor massetransport vurderes derfor som lav i samtlige av bekkeløpene, men mindre flomskred kan forekomme med årlig sannsynlighet > 1/1000.

Figur 73 Det største bekkeløpet som renner ut ved gnr/bnr 54/2 viser tegn på materialtransport, men lite erosjonsevne.

4.9.5.4 Sørpeskred

Mindre sørpeskred kan løsne fra de to høyereliggende flatene nedenfor Ørnehaugane og Støyledalen, men vi antar at skredene vil bli av begrenset størrelse pga. lite snø. Sørpeskredene vil følge de markerte dreneringsløpene der det også kan gå flomskred, og vi vurderer at eventuelle flomskred vil ha lengre rekkevidde enn sørpeskred.

4.9.5.5 Snøskred

Mindre snøskred kan løsne fra to områder rundt kote 170 under Storefjellet. Utløsningssannsynligheten vurderes imidlertid som lav på grunn av det maritime klimaet, og skredene vil være av begrenset størrelse og vurderes derfor å ikke påvirke faresonene i kartleggingsområdet.

4.9.6 Effekt av skog

Tre mindre plantefelt med granskog ligger ovenfor kartleggingsområdet, ett i midten av området, og ett lengst øst. Disse er tette og står i relativt bratt terreng, og delvis direkte nedenfor noen mindre skrentpartier. De er vurdert å ha en reduserende effekt på utløsning av jordskred, samt en bremsende effekt på steinsprang.

Skog som har betydning for utstrekning av faresonene er vist i Vedlegg 9F.

5 Referanser

Cepeda, J., Chávez, J. A., Martínez, C. C. (2010). Procedure for the selection of runout model parameters from landslide back-analyses: application to the Metropolitan Area of San Salvador, El Salvador. ICL. Landslides. June 2010, Volume 7, Issue 2, pp 105–116.

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

Domaas, U (1994) Geometrical methods for calculating rockfall range. NGI rapport 585910-1.

Dorren L.K.A., (2015) RockyFor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper (www.ecorisq.org): 32 p.

Dorren, L.K.A. (2003) *A review of rockfall mechanics and modelling approaches*, Progress in Physical Geography 27,1 (2003) pp. 69–87

Evans, S.G., Hungr, O., (1993). The Assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, 1993, 30(4): 620-636.

Gauer, P. & Kristensen, K. (2016) Four decades of observations from NGI's full-scale avalanche test site Ryggfonn -Summary of experimental results Cold Regions Science and Technology, 125, 162-176, DOI: 10.1016/j.coldregions.2016.02.009

Gauer, P.; Lied, K. & Kristensen, K. (2009). *Analysis of avalanche measurements out of the runout area of NGI's full-scale test-site Ryggfonn.* Cold Regions Science and Technology, 2009, 57, 1-6

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik B. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. *NCCS report* no. 2/2015.

Heim, A. (1932) Der Bergsturz und Menschenleben. Fretz und Wasmuth Verlag, Zürich, 218 p.

Hürlimann, M., Rickenmann, D., Medina, V., Bateman, A. (2008) - Evaluation of approaches to calculate debris-flow parameters for hazard assessment. Engineering Geology, 2008 – Elsevier.

Hussin, H.Y., Luna, B. Q., van Westen, C. J., Christen, M., Malet, J.-P., van Asch, Th. W. J. (2012). Parameterization of a numerical 2-D debris flow model with entrainment: a case study of the Faucon catchment, Southern French Alps. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 3075-3090.

Keylock, C. and Domaas, U. (1999) Evaluation of Topographic Models of Rockfall Travel. Distance for Use in Hazard Applications. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 31, No 3. 312 – 320.

Lied, K. (1977): Rockfall problems in Norway, in: Rockfall dynamics and protective work effectiveness, ISMES, Bergamo, 90, 51–53.

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

Lussana C., Tveito O.E. & Uboldi F. 2016. seNorge v2.0: an observational gridded dataset of temperature for Norway. MET-report 14/2016.

NGI (2015). Forslag til kriterier for vernskog mot skred. Rapport 20120078-01-R, Rev.nr. 1 Rev.1.

NGI (2018). Brukermanual for NAKSIN. NGI Teknisk notat 20150457-07-TN, datert 2018-10-01.

Onofri, R. and Candian, C. (1979): Indagine sui limiti di massima invasion di blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976, Reg. Aut. Friuli – Venezia Giulia, Cluet, 42 pp., 1979 (in Italian).

Rapp, A. (1960). Recent Development of Mountain Slopes in Kärkevagge and Surroundings, Northern Scandinavia. *Geografiska Annaler* Vol. 42, No. 2/3 (1960), pp. 65-200.

Saloranta T.(2014). New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. NVE Report 06/2014.

Toppe, R. (1987) Terrain models: a tool for natural hazard mapping, in: Avalanche formation, movement and effects, edited by: Salm, B.and Gubler, H., International, Association of Hydrological Sciences, Wallingford, UK, 162, 629–638.

SLF (2016) RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Skredfarekartlegging Sande		**Dokumentnr./*Document no.*** 20180278-01-R
Dokumenttype/*Type of document* Rapport / Report	**Oppdragsgiver/*Client*** NVE	**Dato/*Date*** 2019-02-08
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ *Proprietary rights to the document according to contract*		**Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date*** 1 / 2019-05-20
Distribusjon/*Distribution* Begrenset		
Emneord/*Keywords* Skred, Faresonekartlegging		

Stedfesting/*Geographica.l information*	
Land, fylke/*Country* Norge, Møre og Romsdal	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Sande	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Loca.tion* Sande	**Sted/*Loca.tion***
Kartblad/*Map*	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone:** 32 **Øst: Nord:**	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

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

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2019-02-08 Kjersti Gisnås	2019-02-07 Frode Sandersen		
1	Endringen består i presisering av begrunnelse for utbredelse av faresoner.	2019-05-28 Frode Sandersen	2019-05-13 Kjersti Gisnås		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Prosjektleder/*Project Manager***
	28. mai 2019	Frode Sandersen

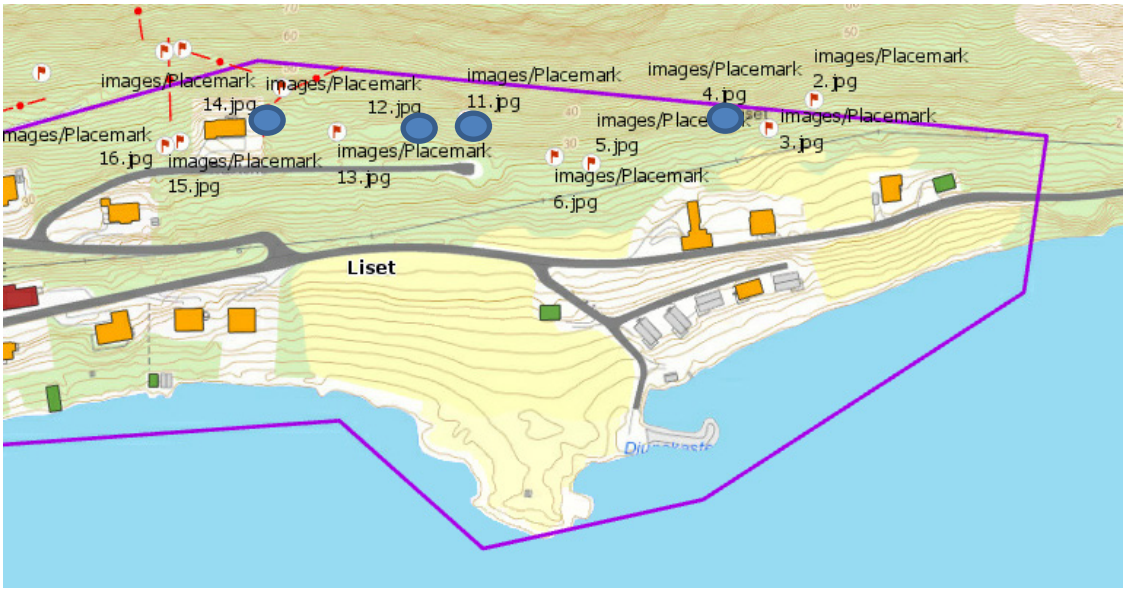
Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A1 Liset

A1 Liset

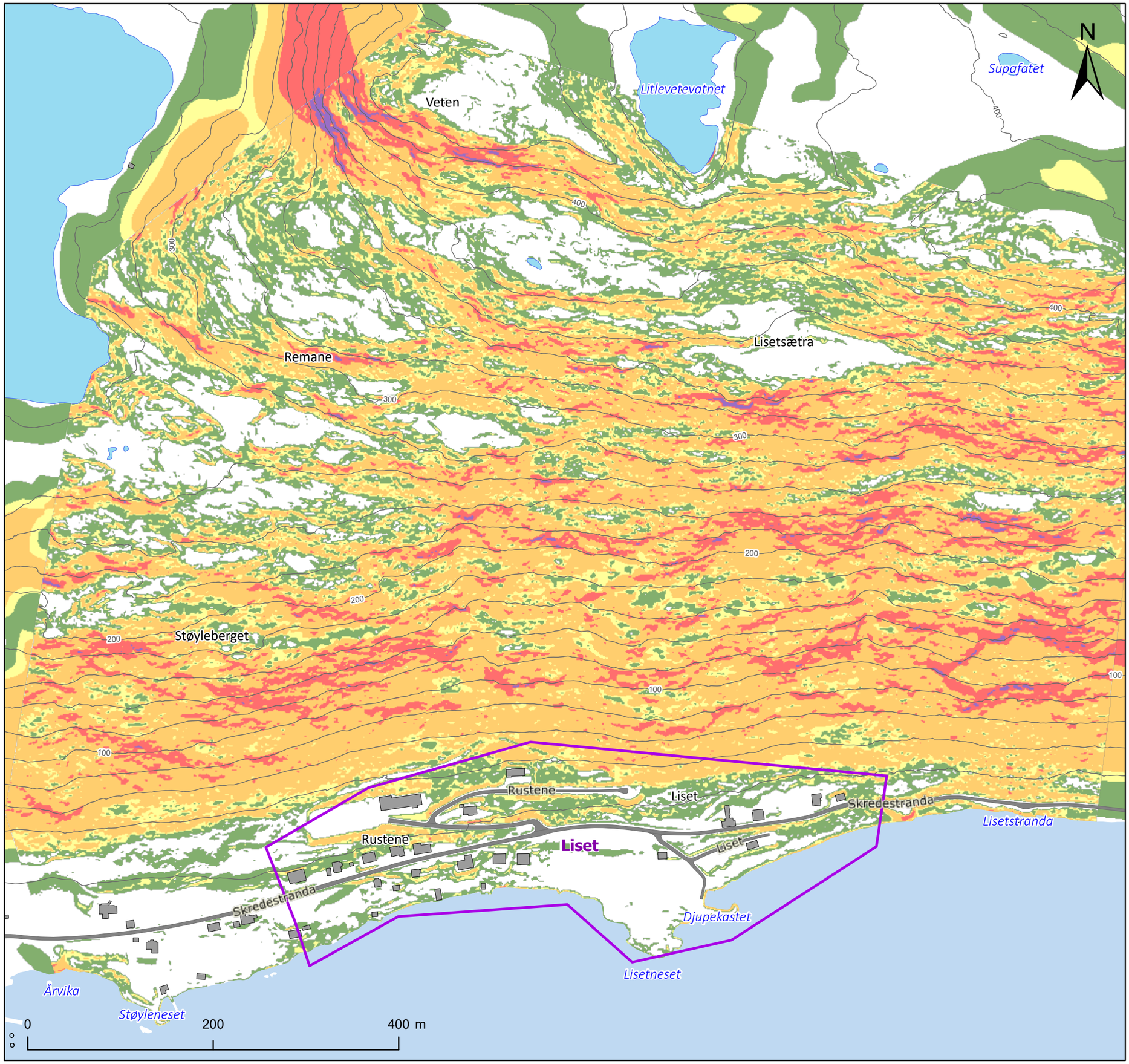


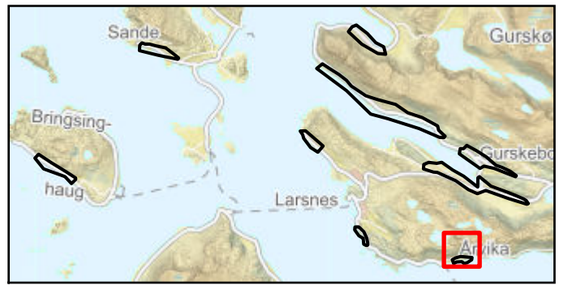
4.jpg: Skredblokk

14.jpg: Bekkeløp som viser spor etter erosjon

11.jpg: Steinblokker som kan stamme fra steinsprang

12.jpg: Erosjon i en jordskråning





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 1 Liset

NVE

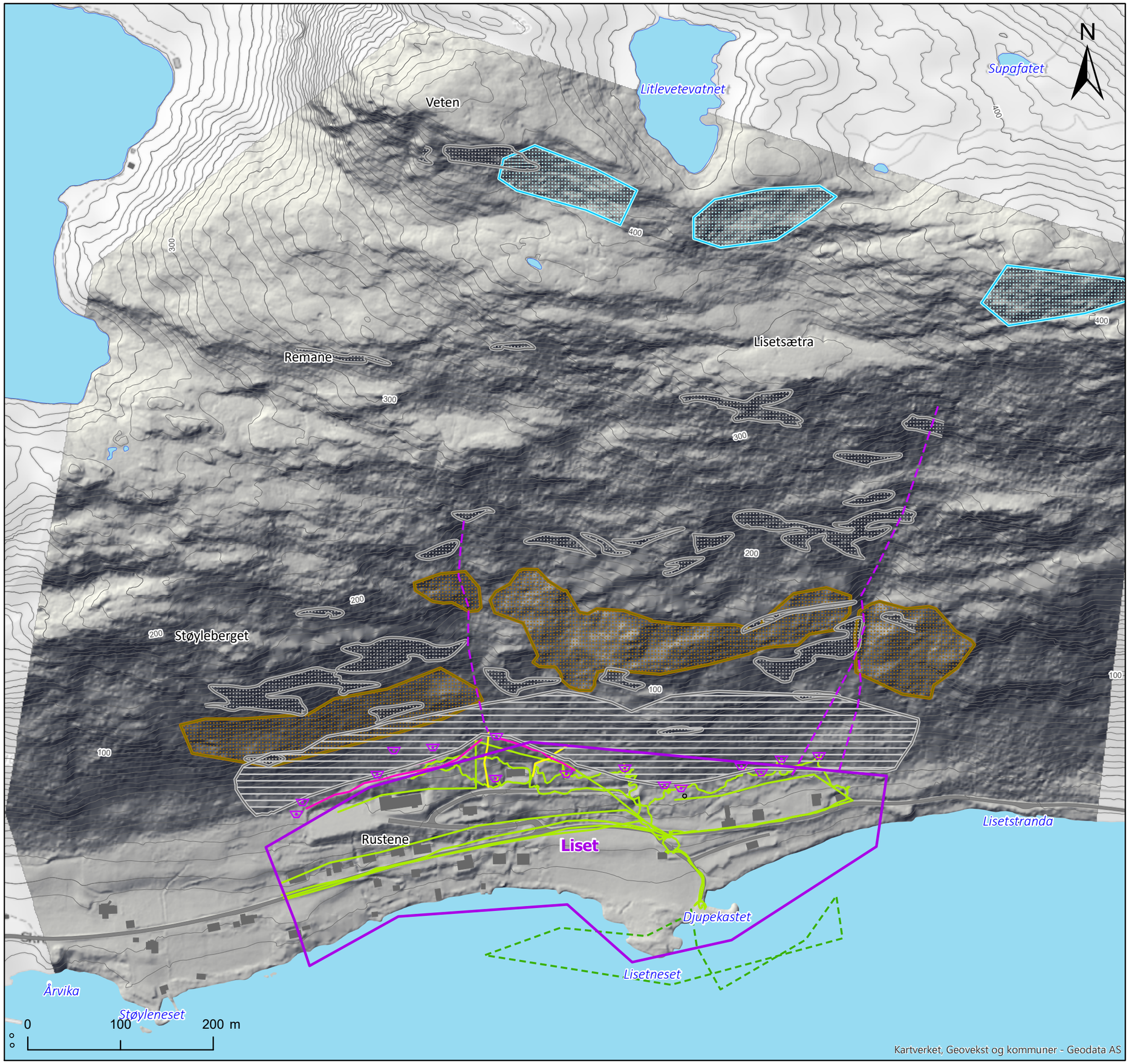
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

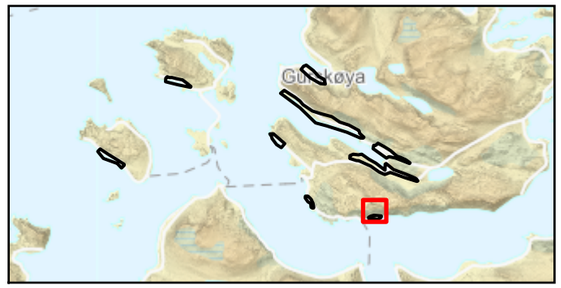
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	1B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning

Sikringstiltak

Løsneområder

- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Aktiv erosjon linje

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 1 Liset

NVE

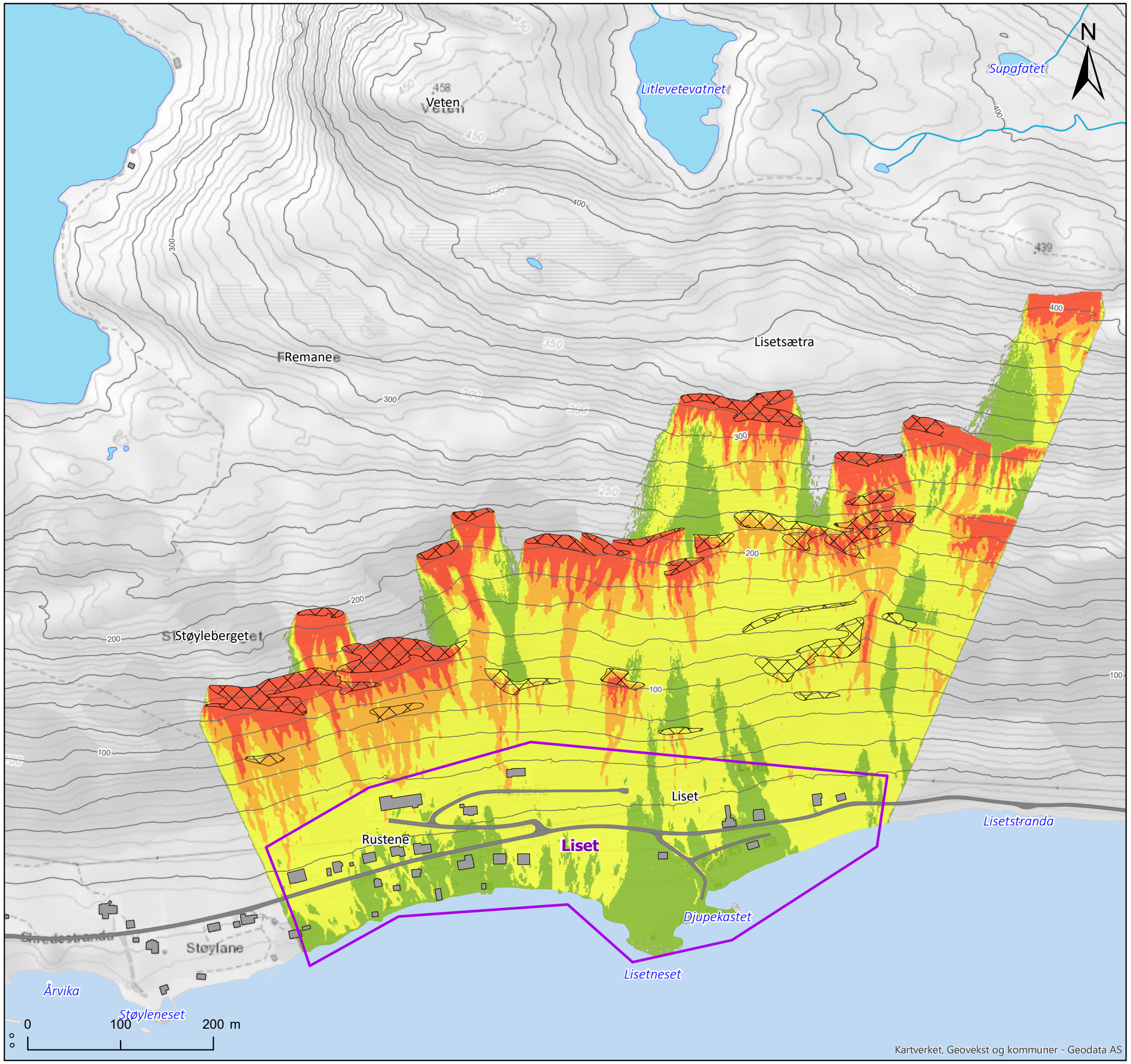
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

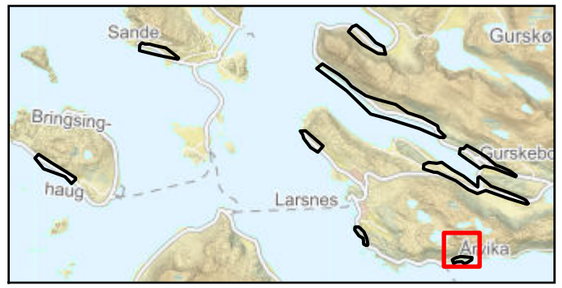
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	1C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Løsneområde

Steinsprang, RockyFor3D

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 1 Liset

NVE

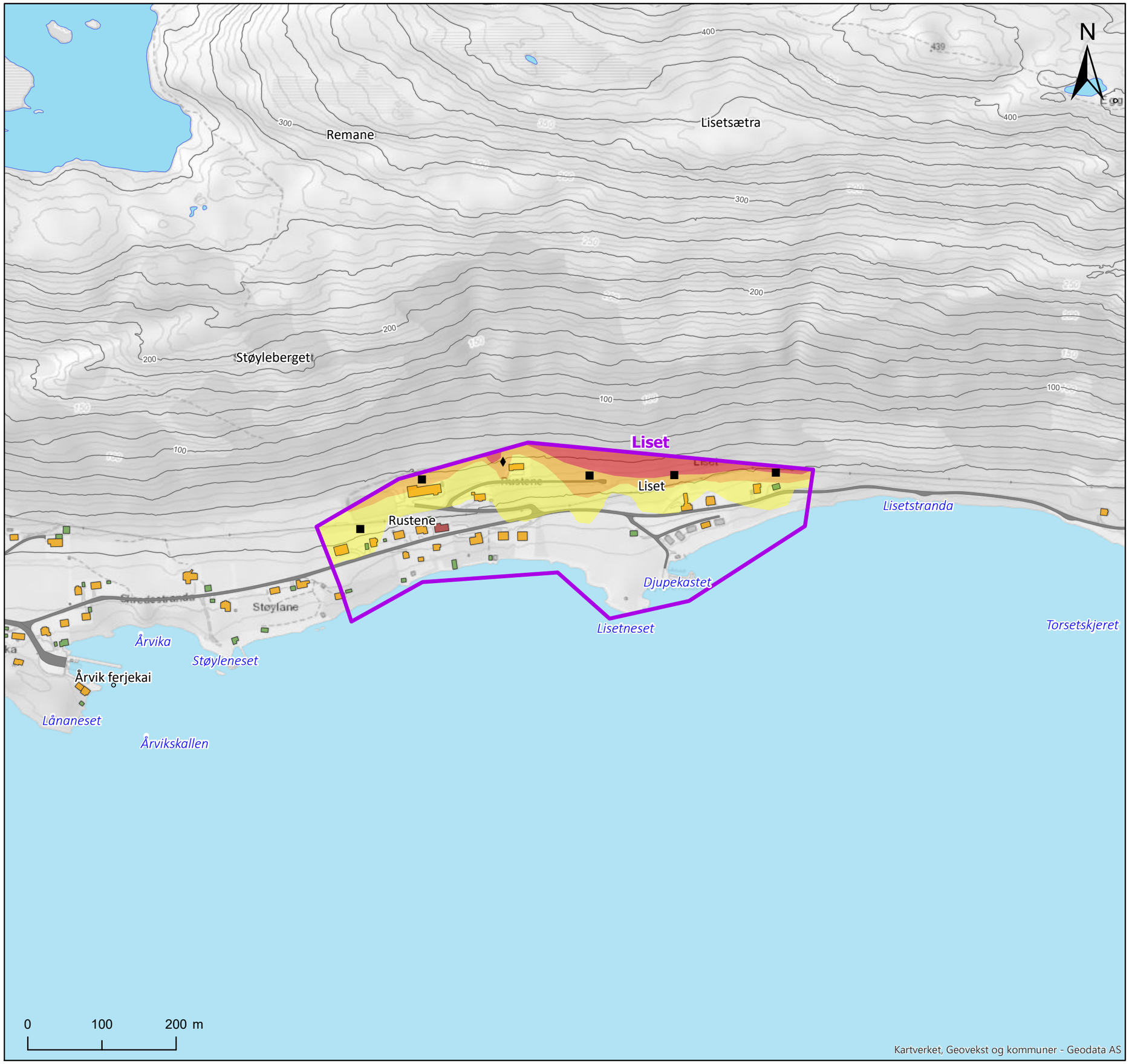
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

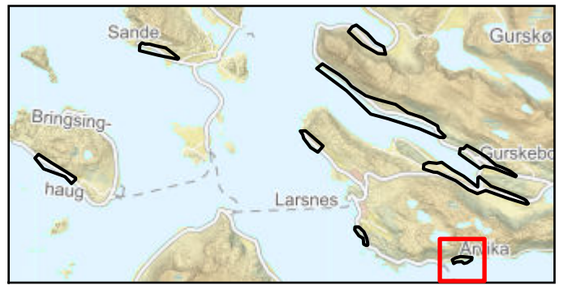
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	1D	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 1 Liset

NVE

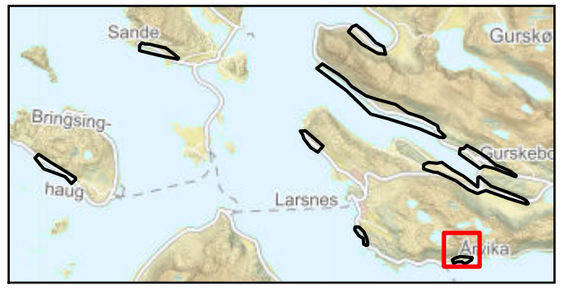
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	1E	1

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI



Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	1F	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI

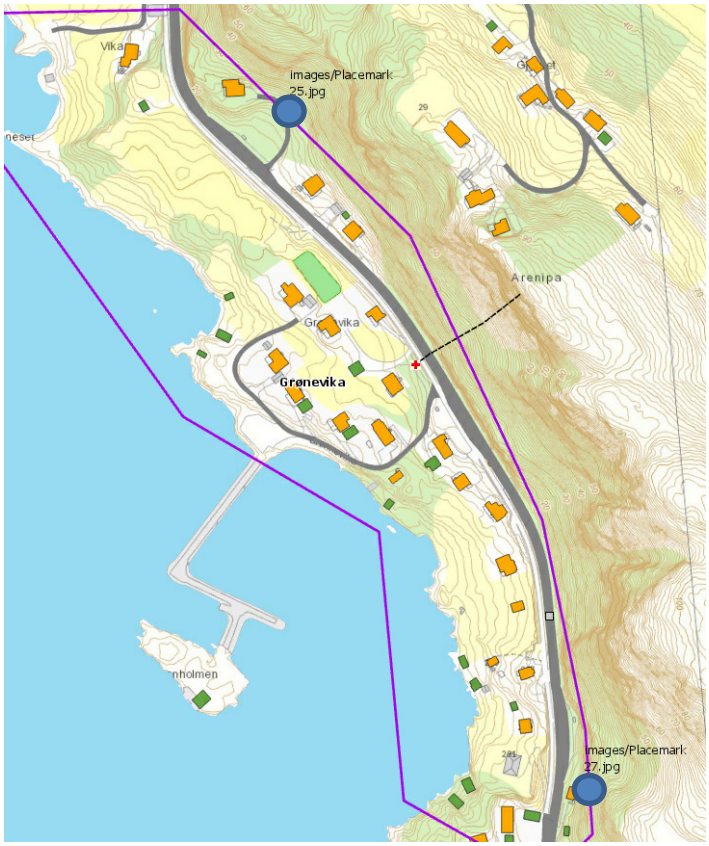
Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A2 Grønevika

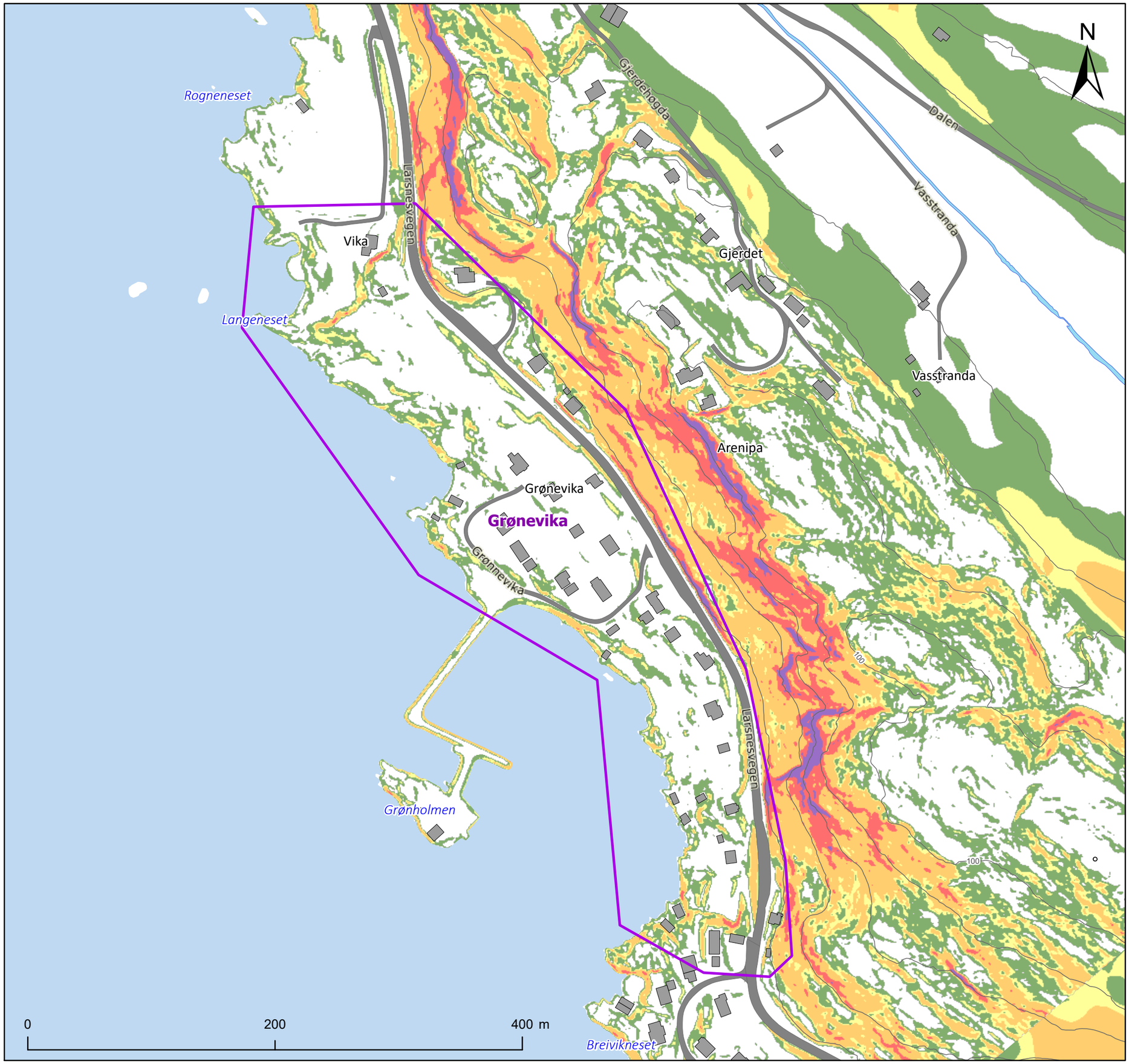
A2 Grønevika

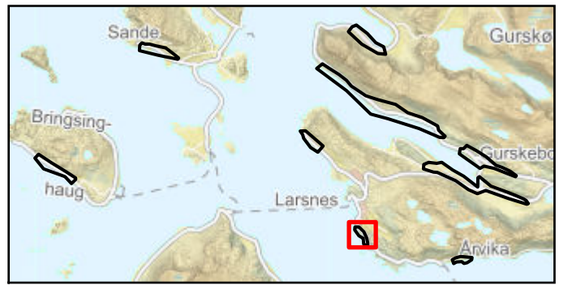


Fotopunkter

25.jpg: Steinblokker som kan stamme fra steinsprang

27.jpg: Bratt skråning bak bolighus med mulighet for utfall





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 2 Grønevika

NVE

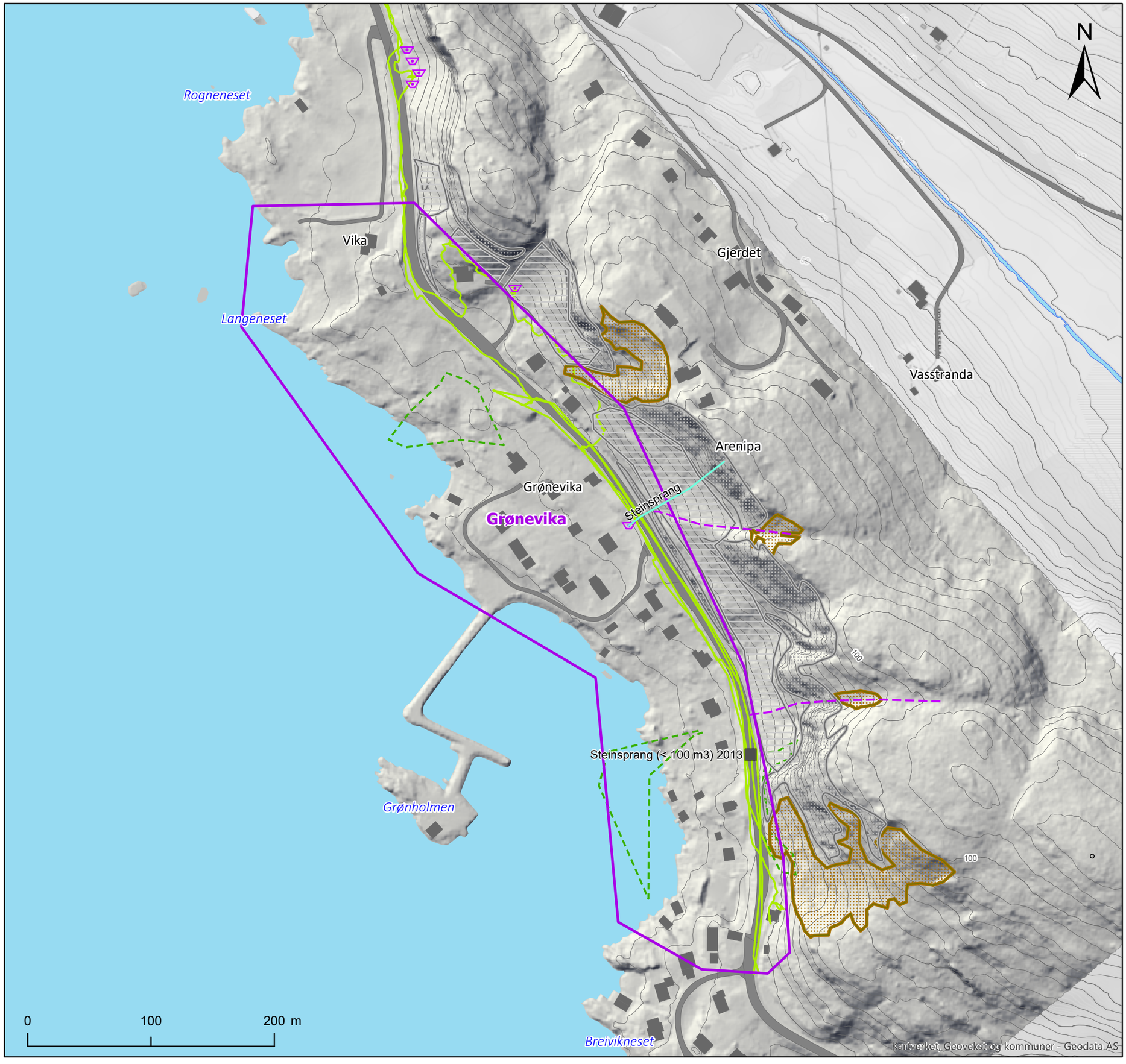
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

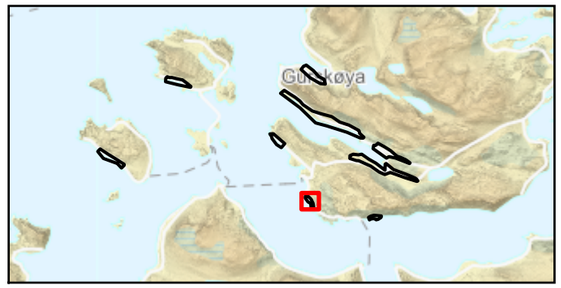
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	2B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 2 Grønevika

NVE

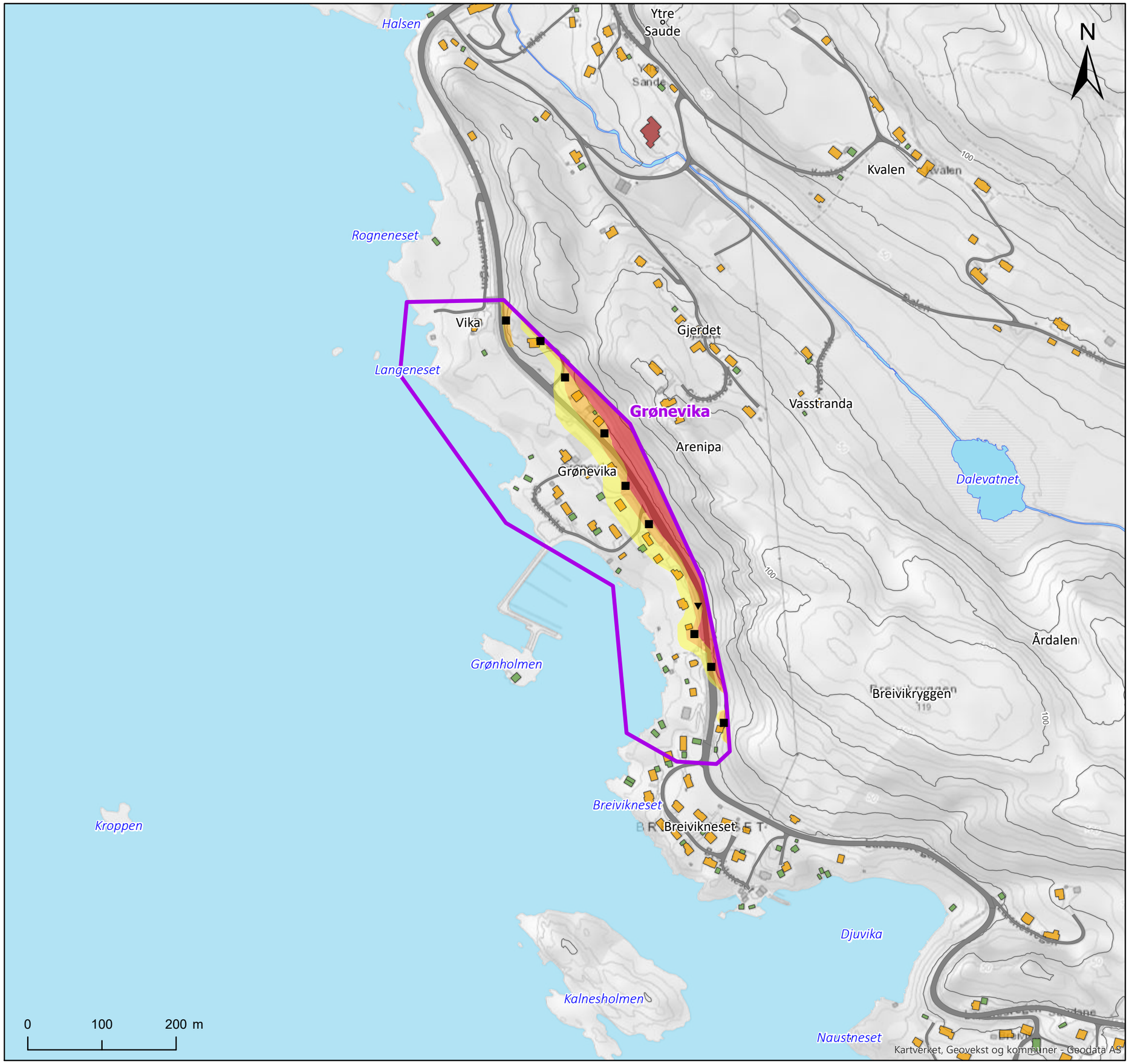
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

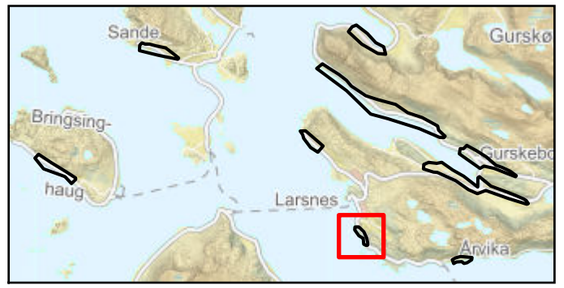
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	2C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 2 Grønevika

NVE

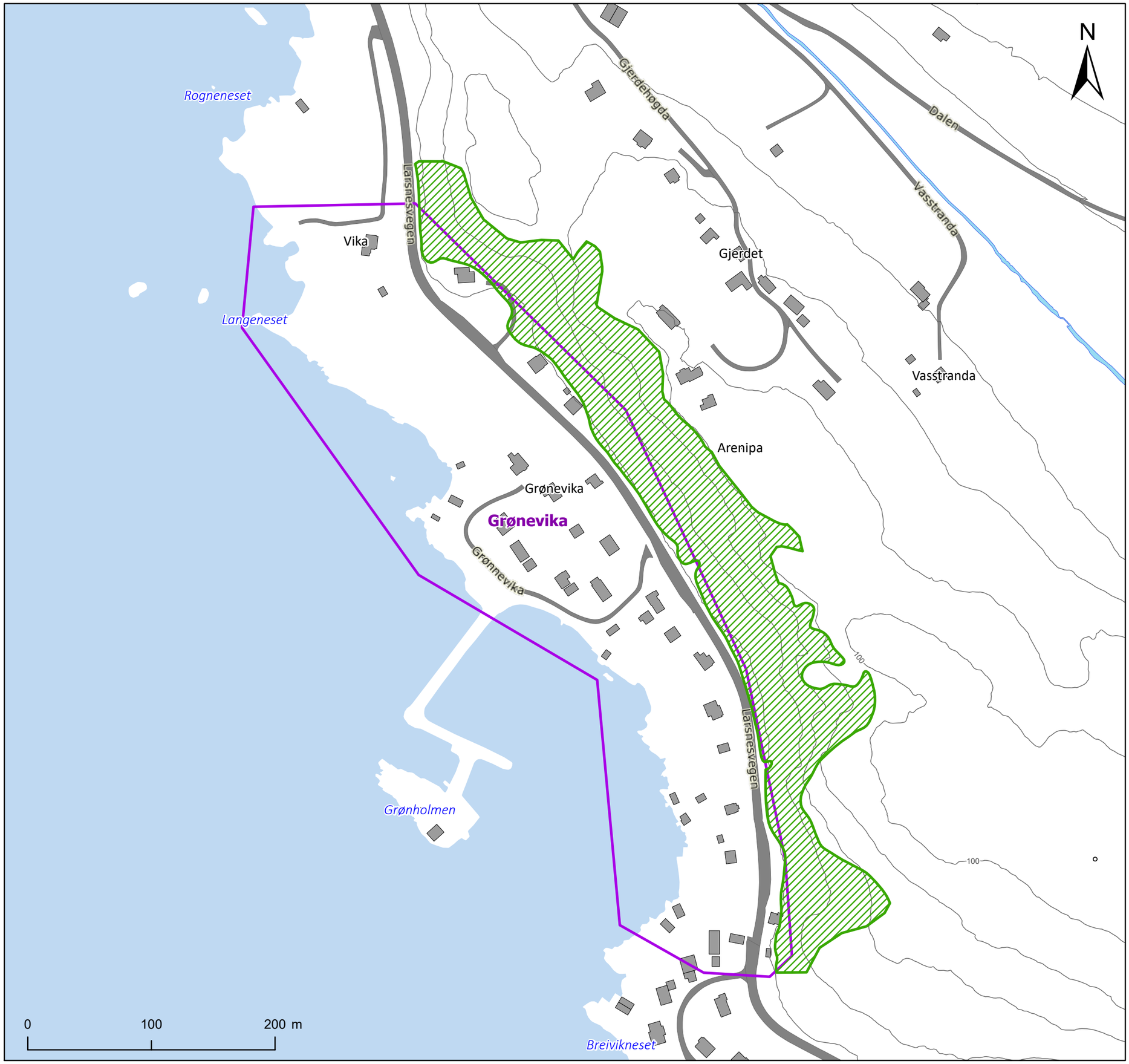
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

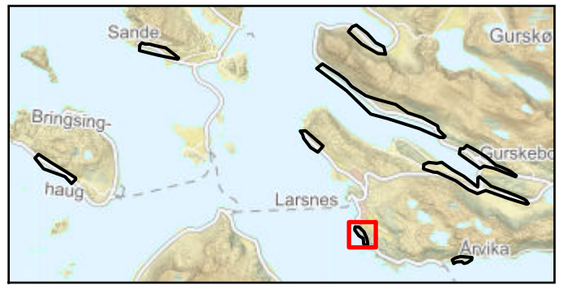
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	2E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	2F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A3 Nupen

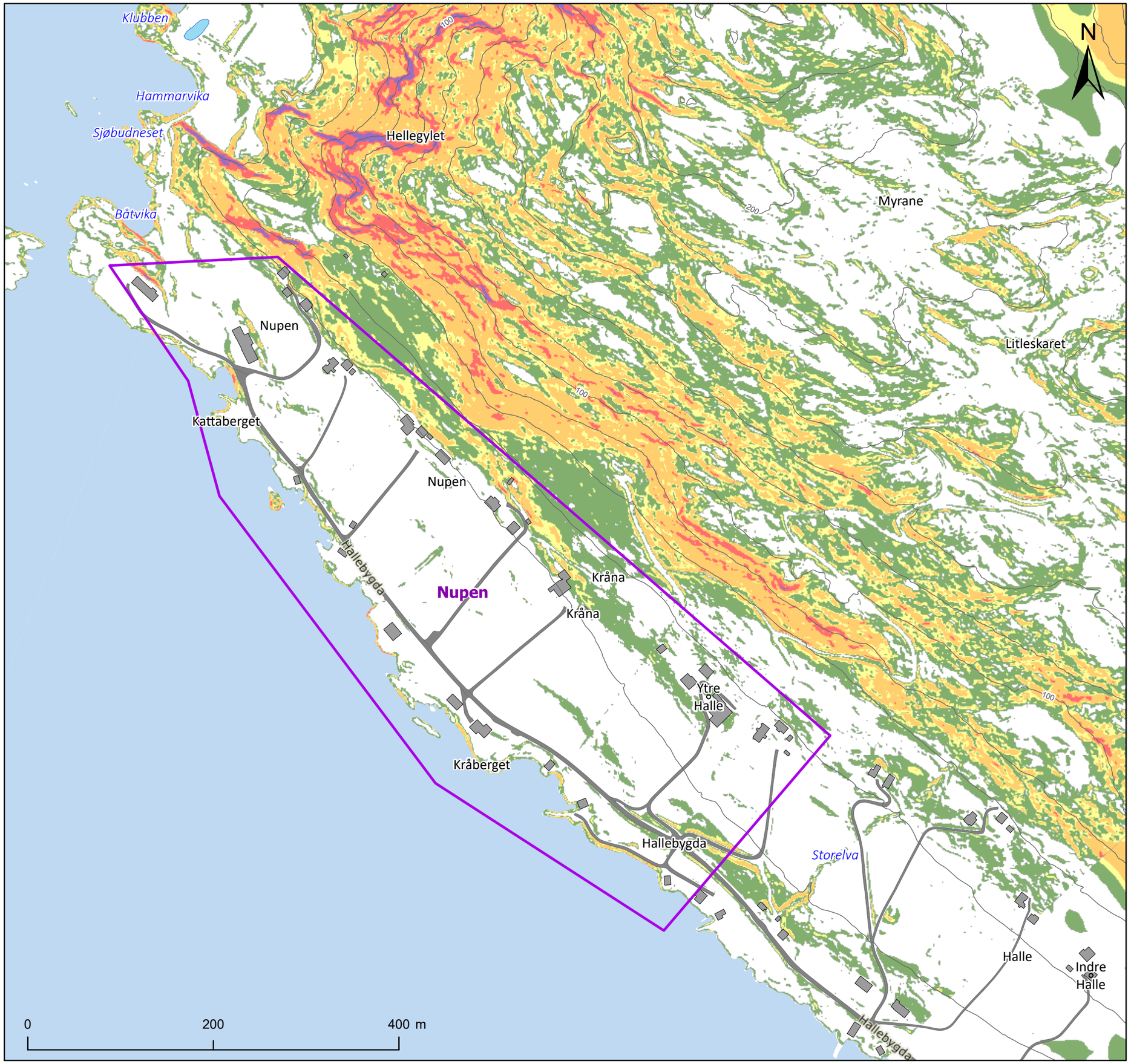
A3 Nupen

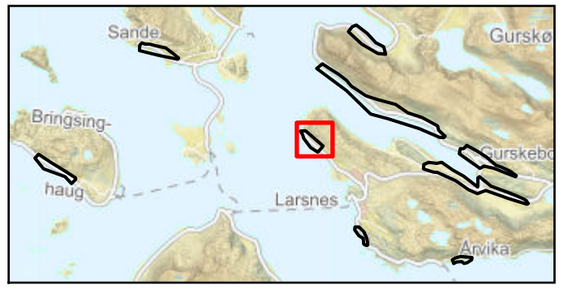
Fotopunkter

170.jpg: Aktivt skrentparti med steinsprang

172.jpg. Jordskråning med liten utglidning

174.jpg: Bekkeløp uten tegn på erosjon





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 3 Nupen

NVE

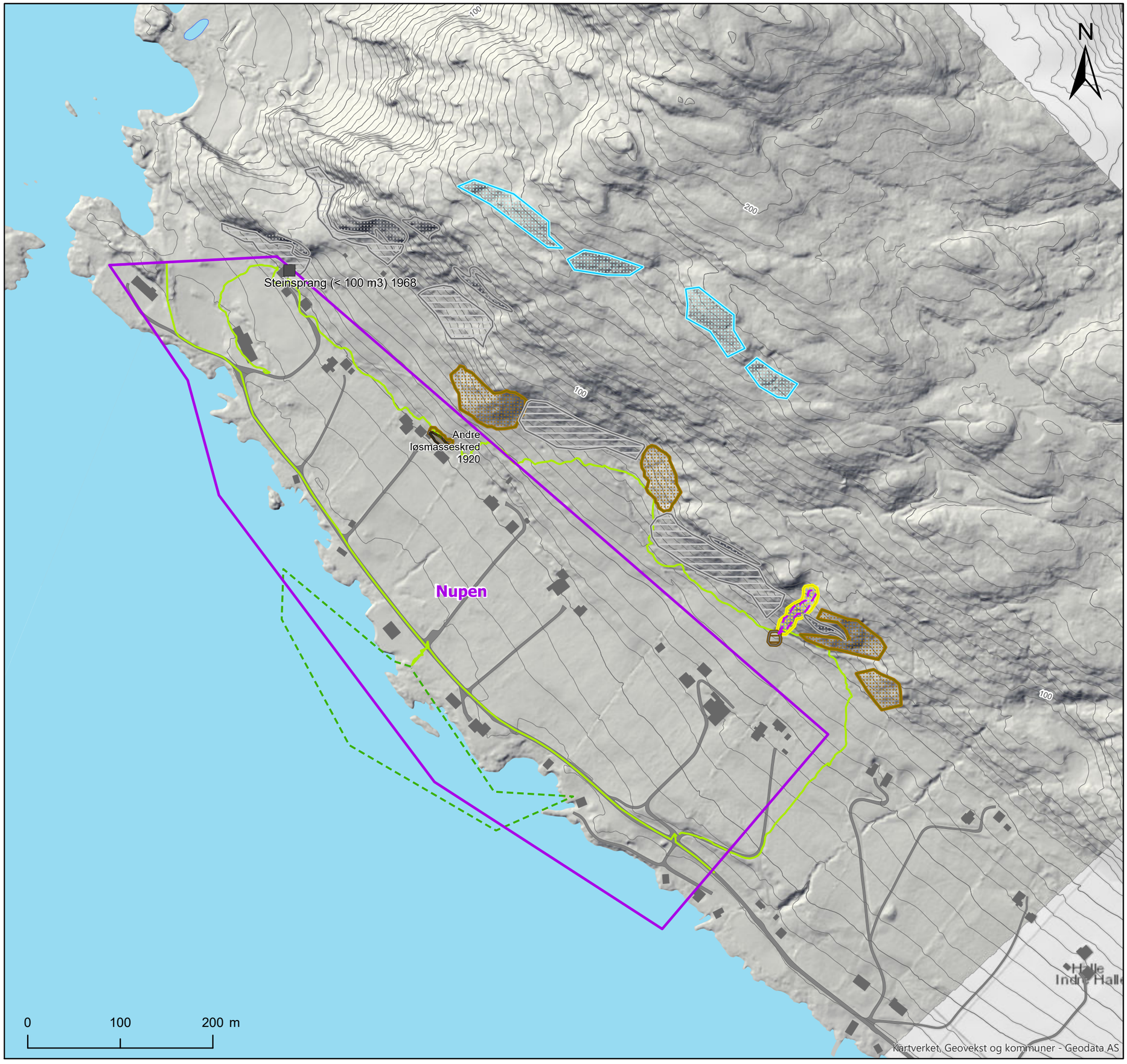
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	3B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI



Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

Skredhendelser NGI

Skredtype

- Steinsprang
- Skredhendelser linje
- Skredobservasjon - flate

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 3 Nupen

NVE

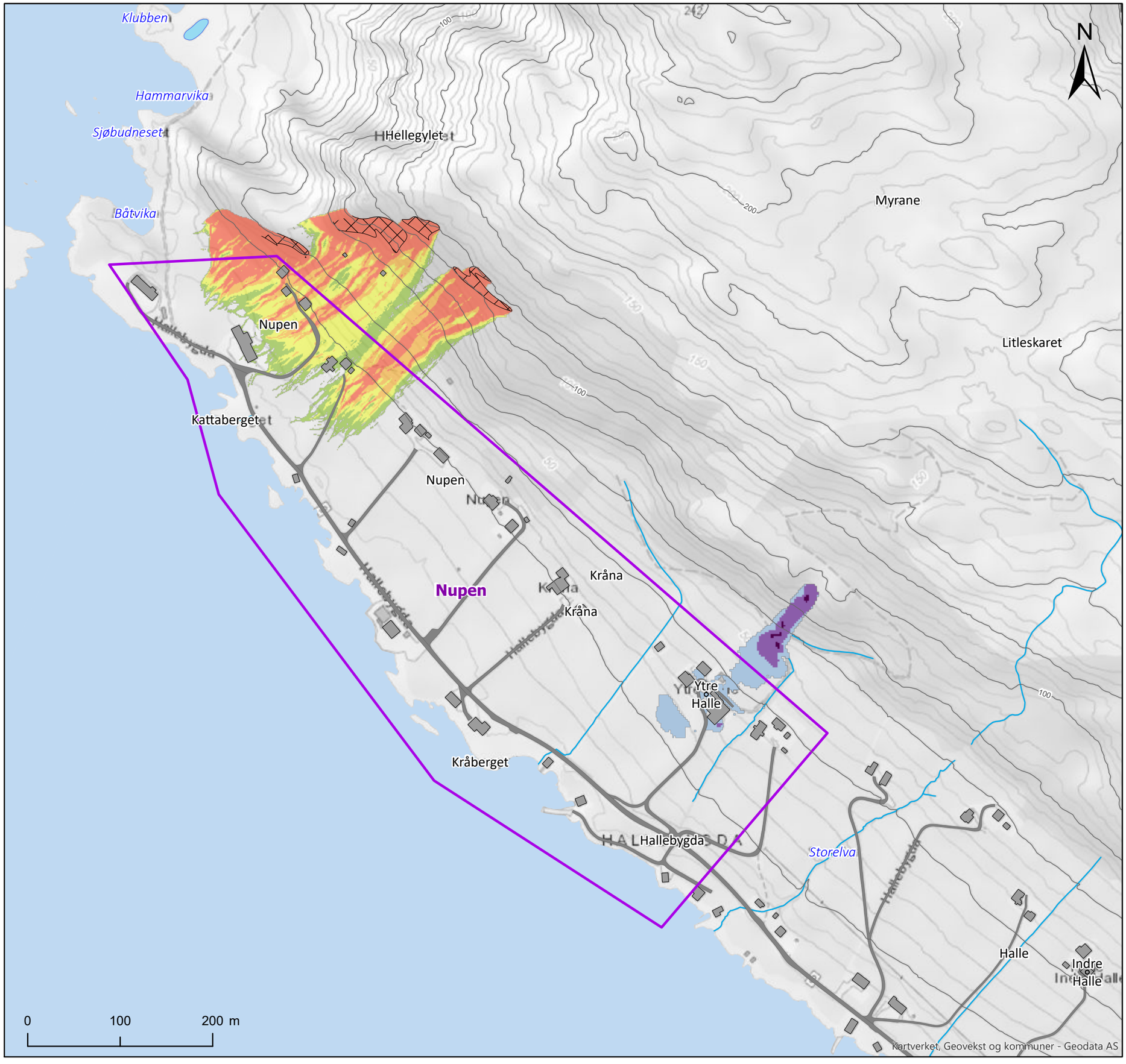
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
28/5-2019	EMP	UD	FS

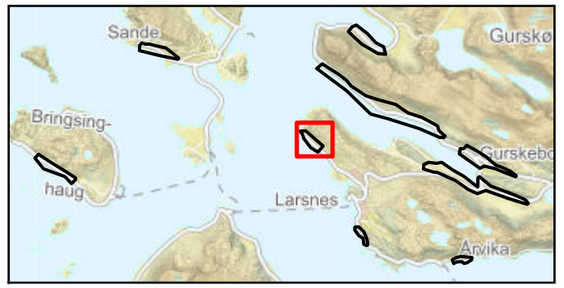
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	3C	2

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 3 Nupen

NVE

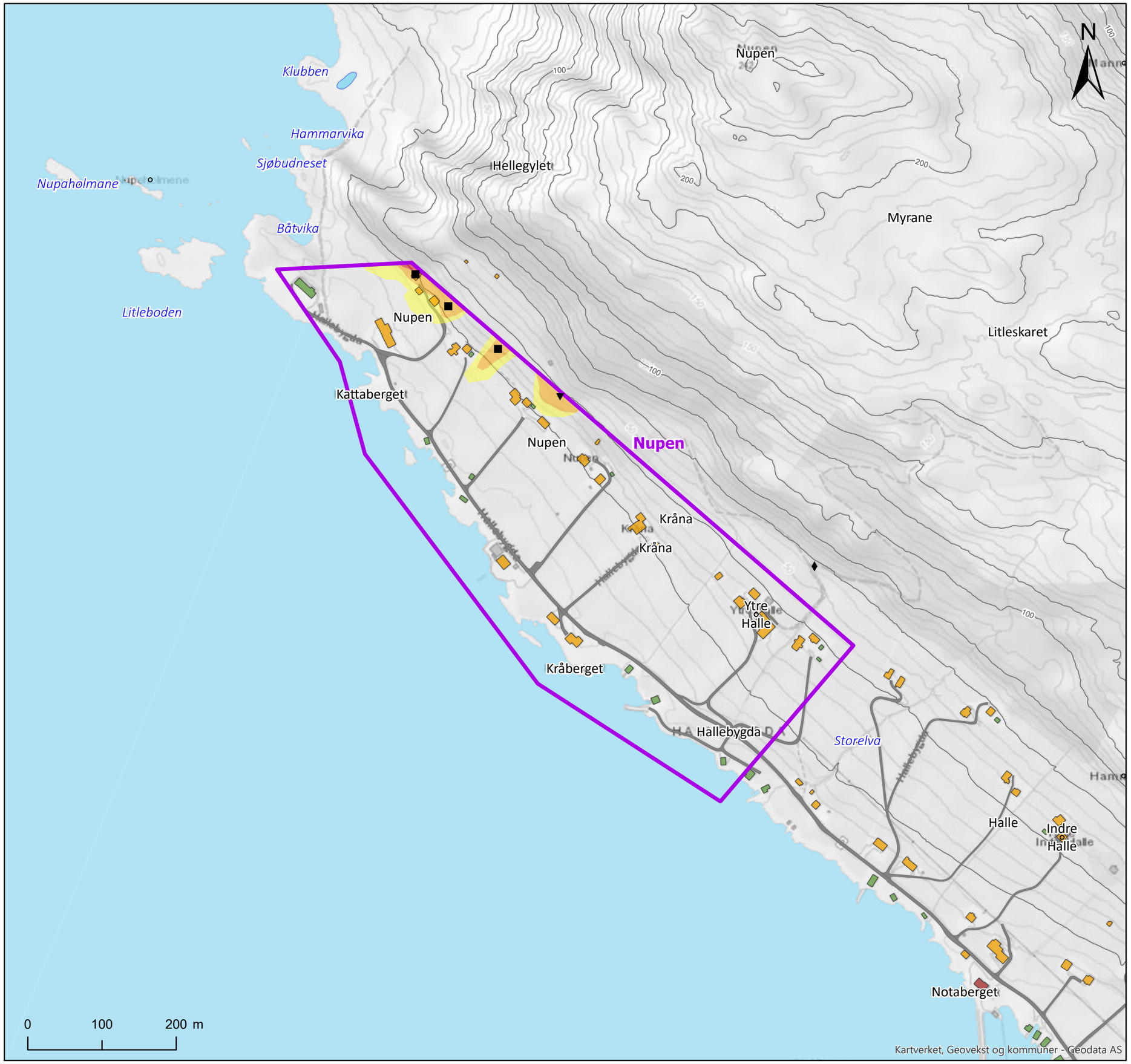
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

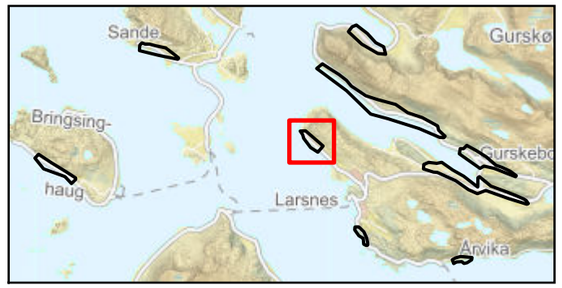
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	3D	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 3 Nupen

NVE

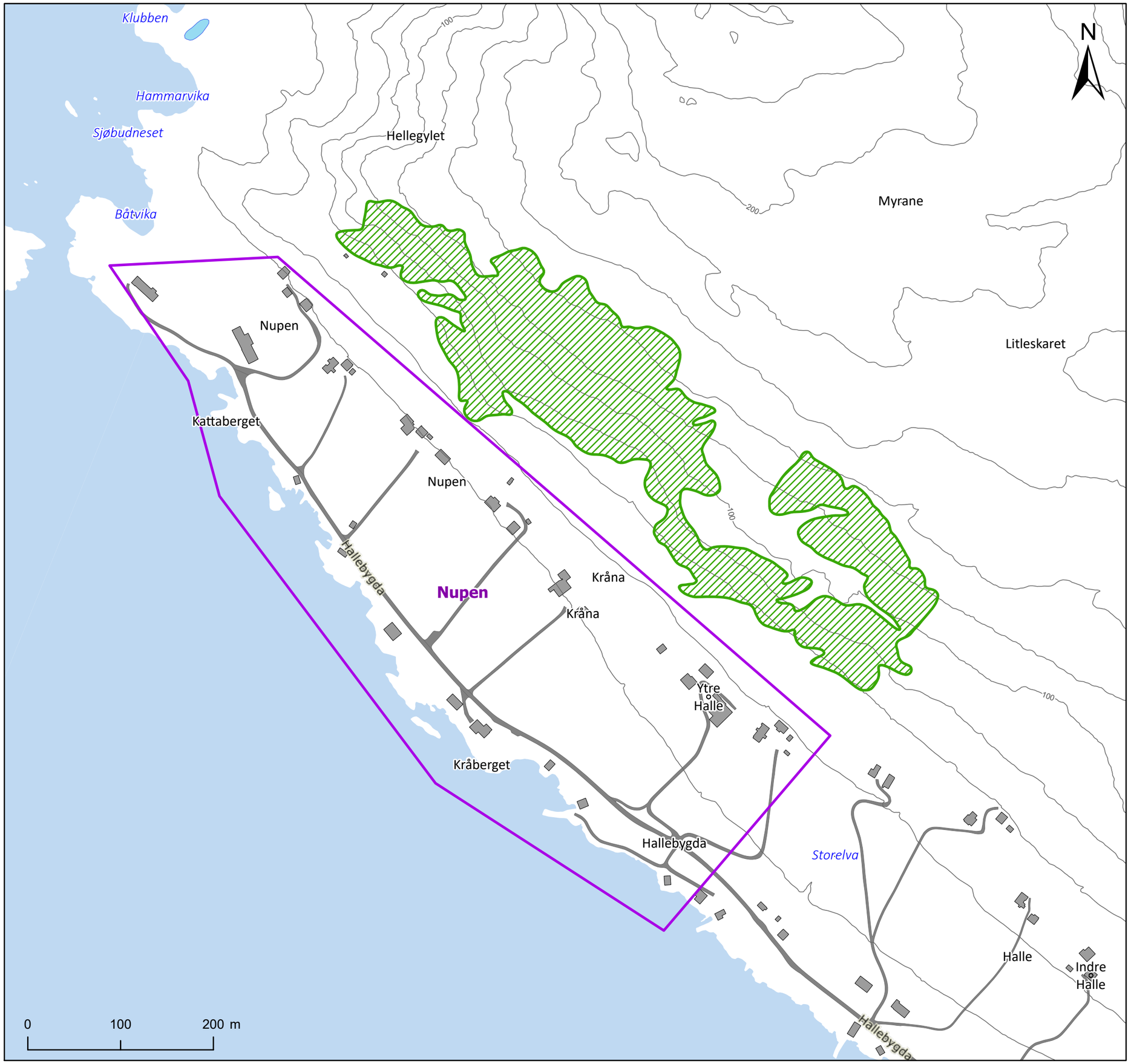
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

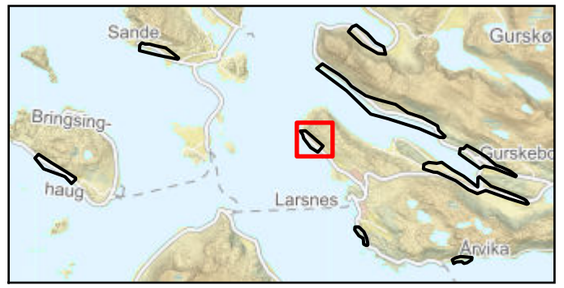
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	3E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	3F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

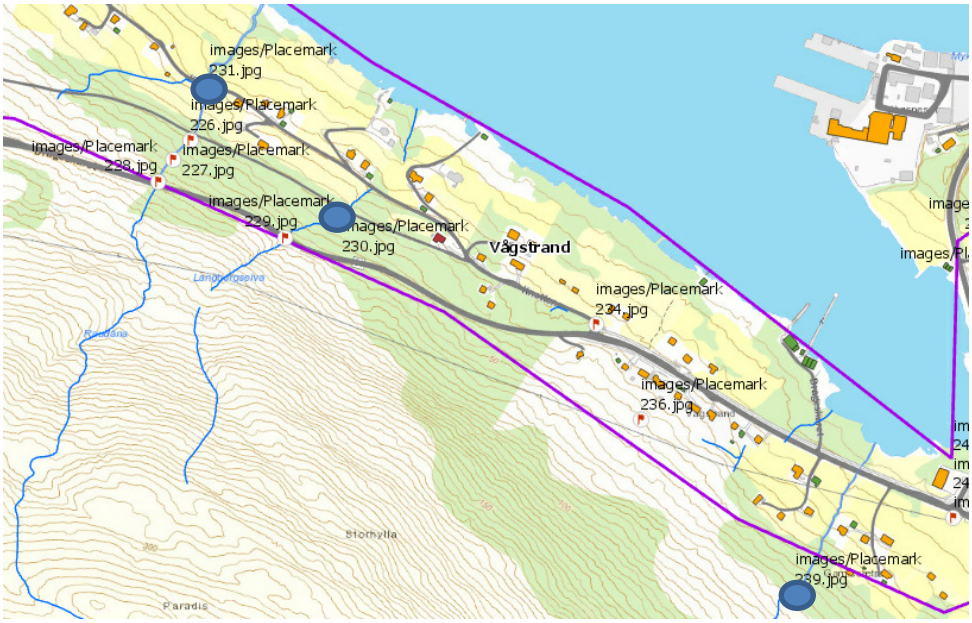
Vedlegg A

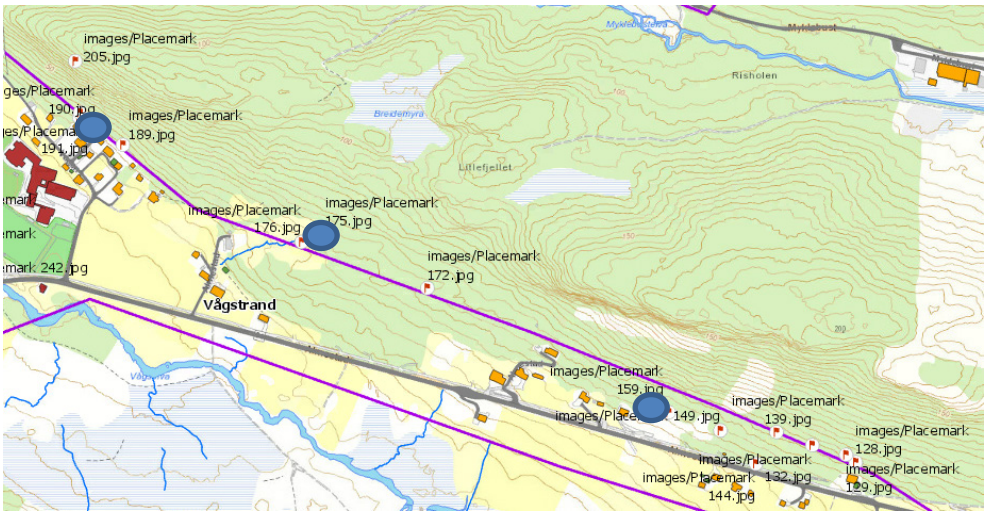
FOTOVEDLEGG

Innhold

A4 Vågstrand

A4 Vågstrand





Fotopunkter

230.jpg: Bekkeløp med mulighet for erosjon

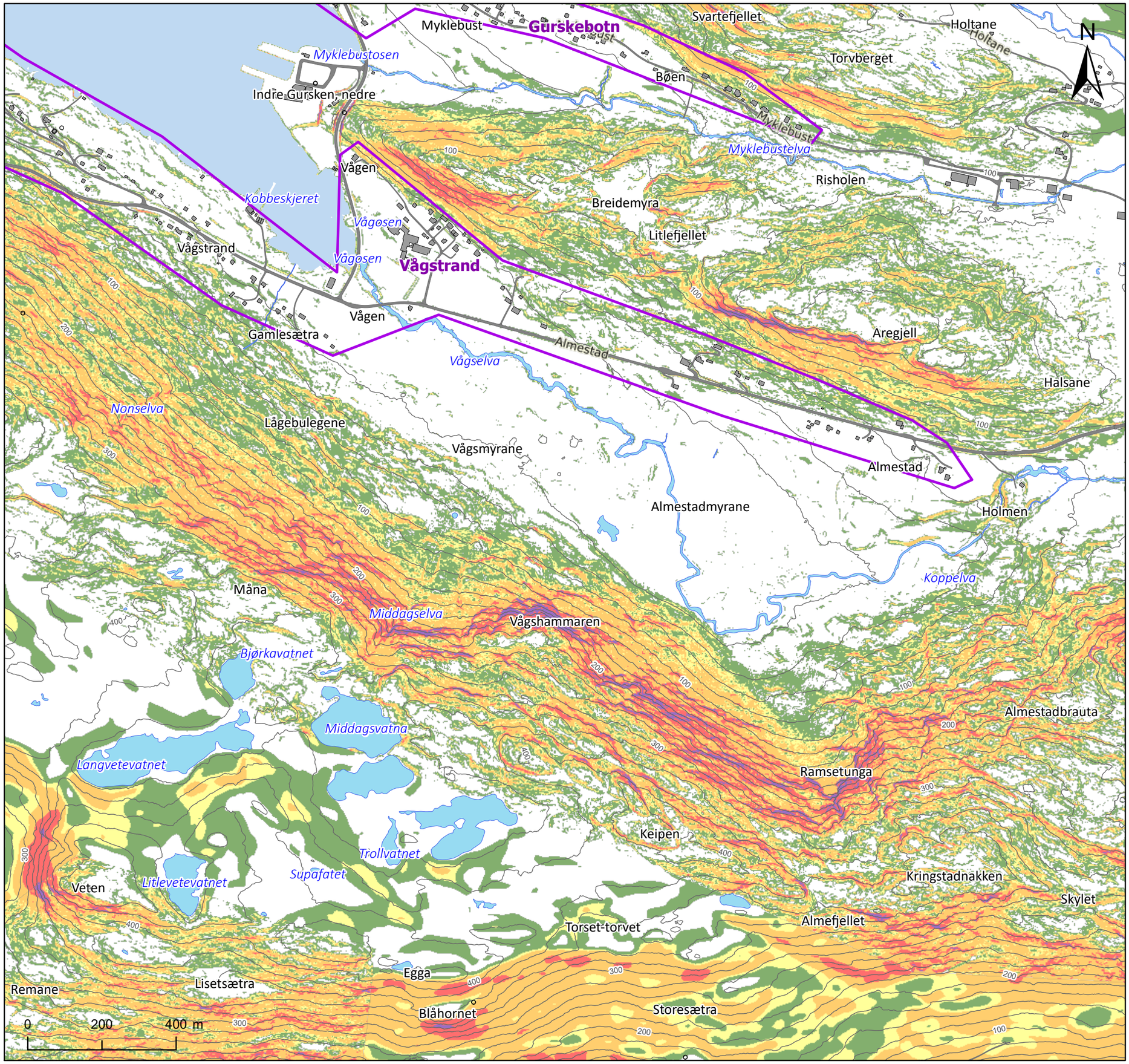
231.jpg: Bekkeløp uten spor etter erosjon

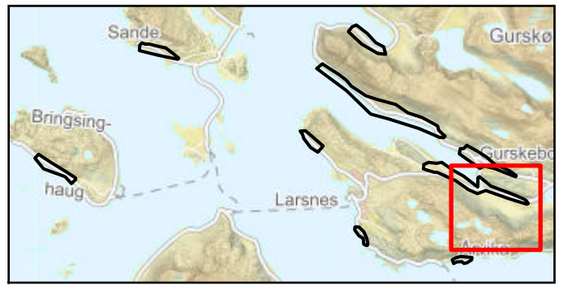
239.jpg: Bekkeløp uten synlige spor etter erosjon

159.jpg: Gamle steinblokker, muligens fra steinsprang

175.jpg: Bekkeløp uten tegn på erosjon

191.jpg: Skredblokker ovenfor hus





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 4 Vågstrand sørøst

NVE

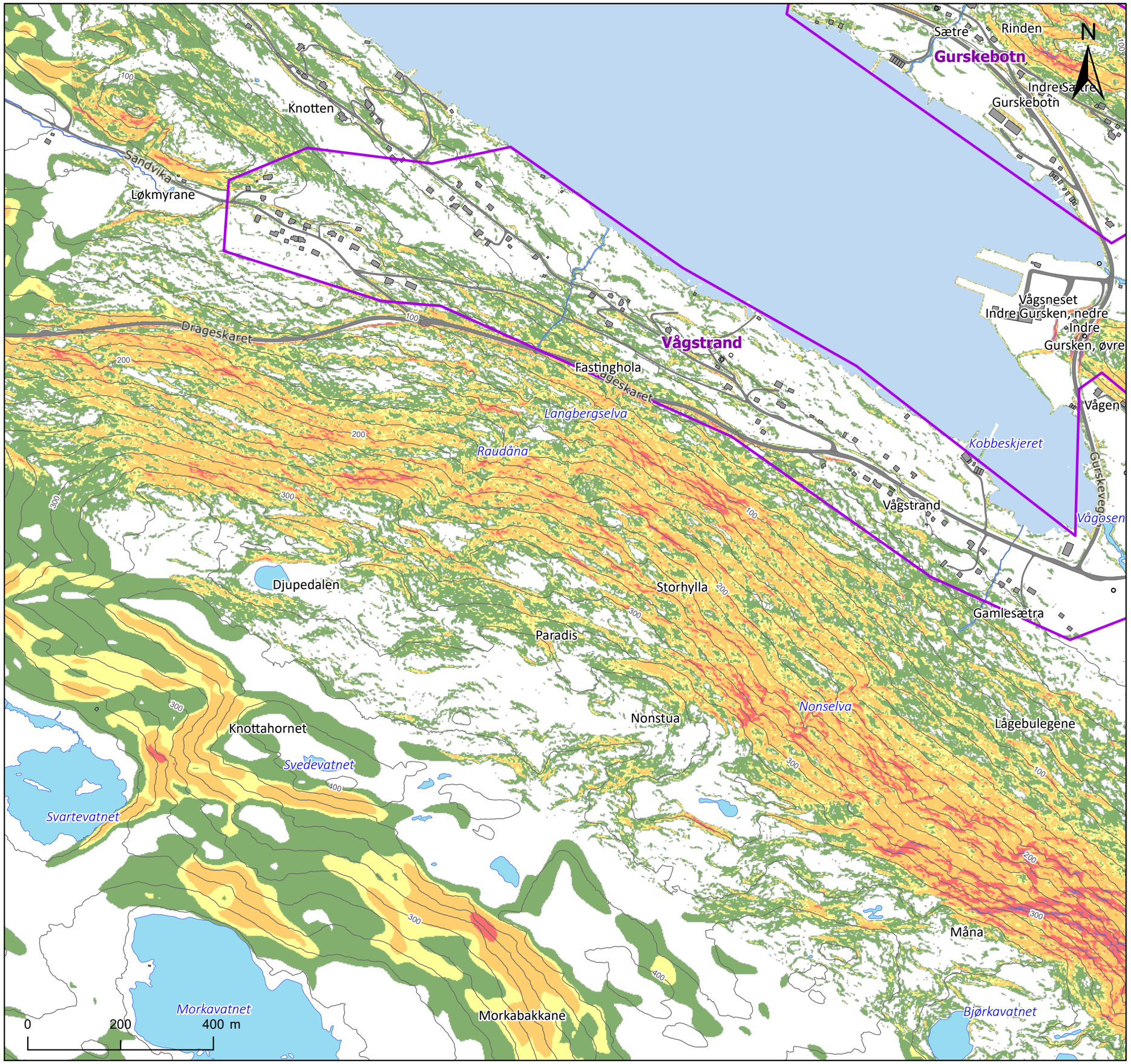
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

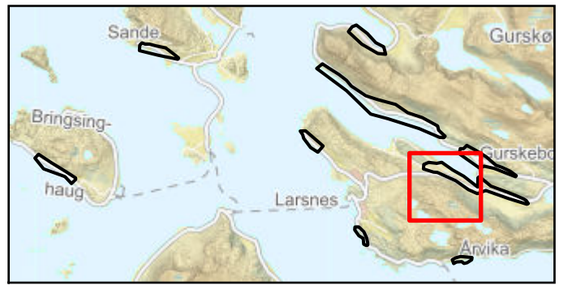
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.1B	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 4 Vågstrand nordvest

NVE

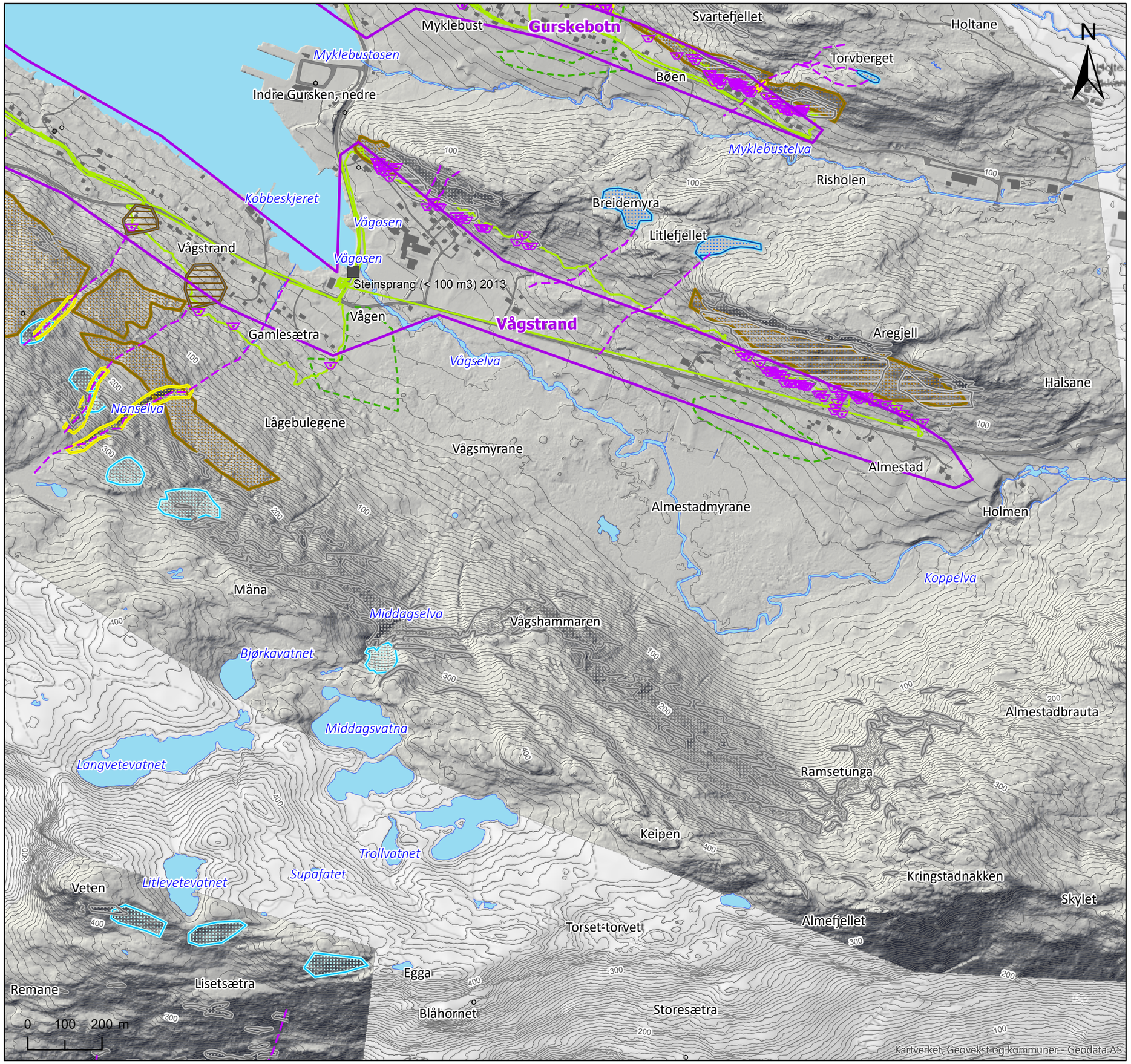
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

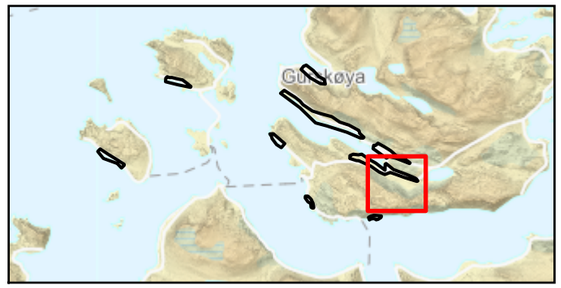
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.2B	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Aktiv erosjon linje

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 4 Vågstrand sørøst

NVE

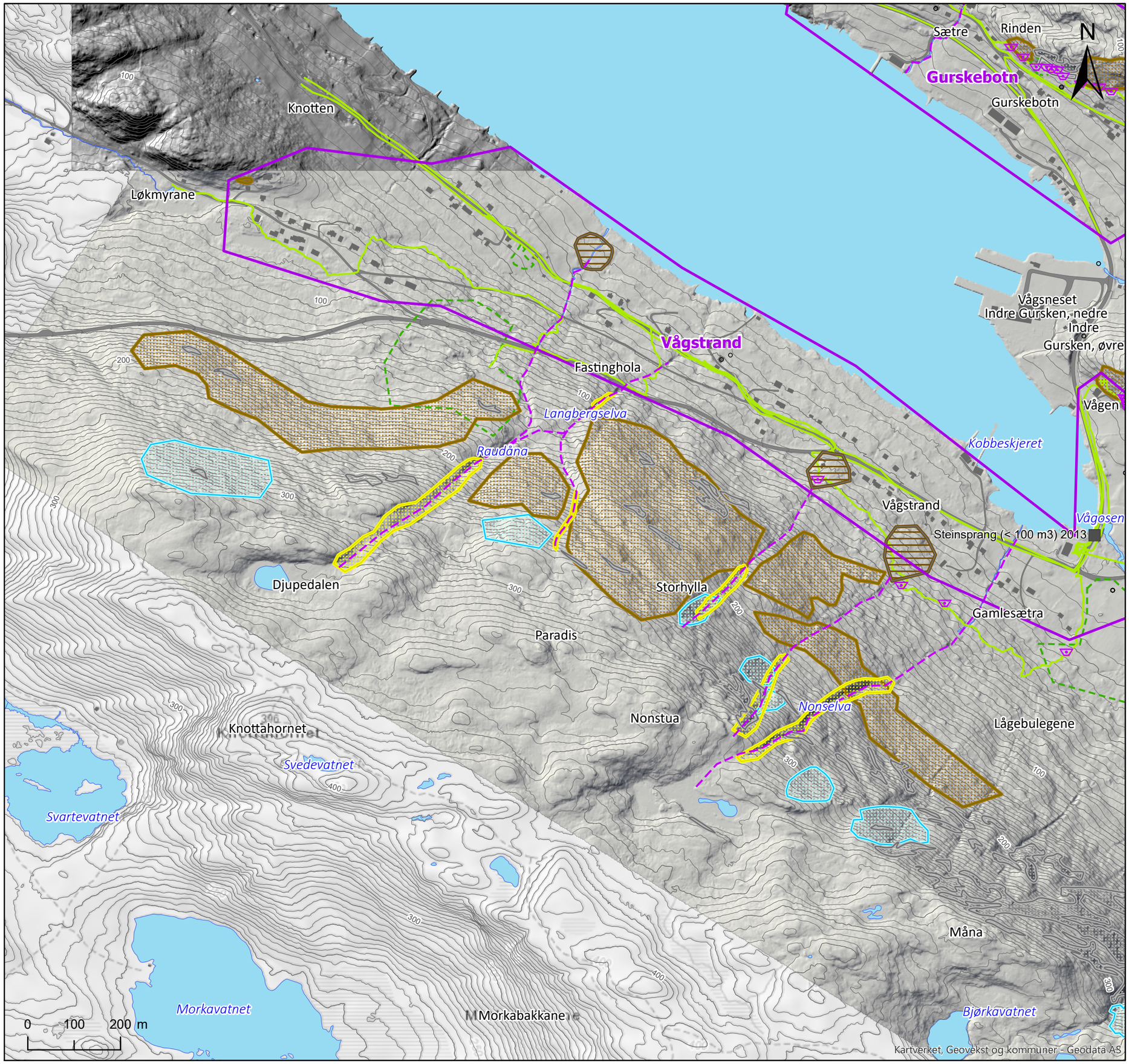
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

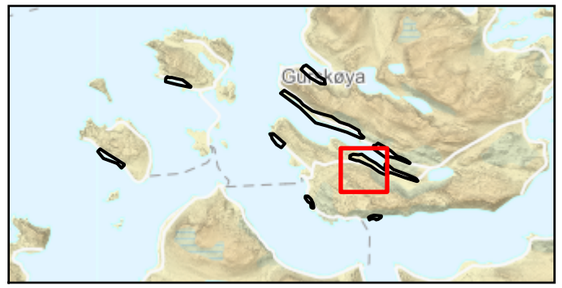
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.1C	1

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 4 Vågstrand nordvest

NVE

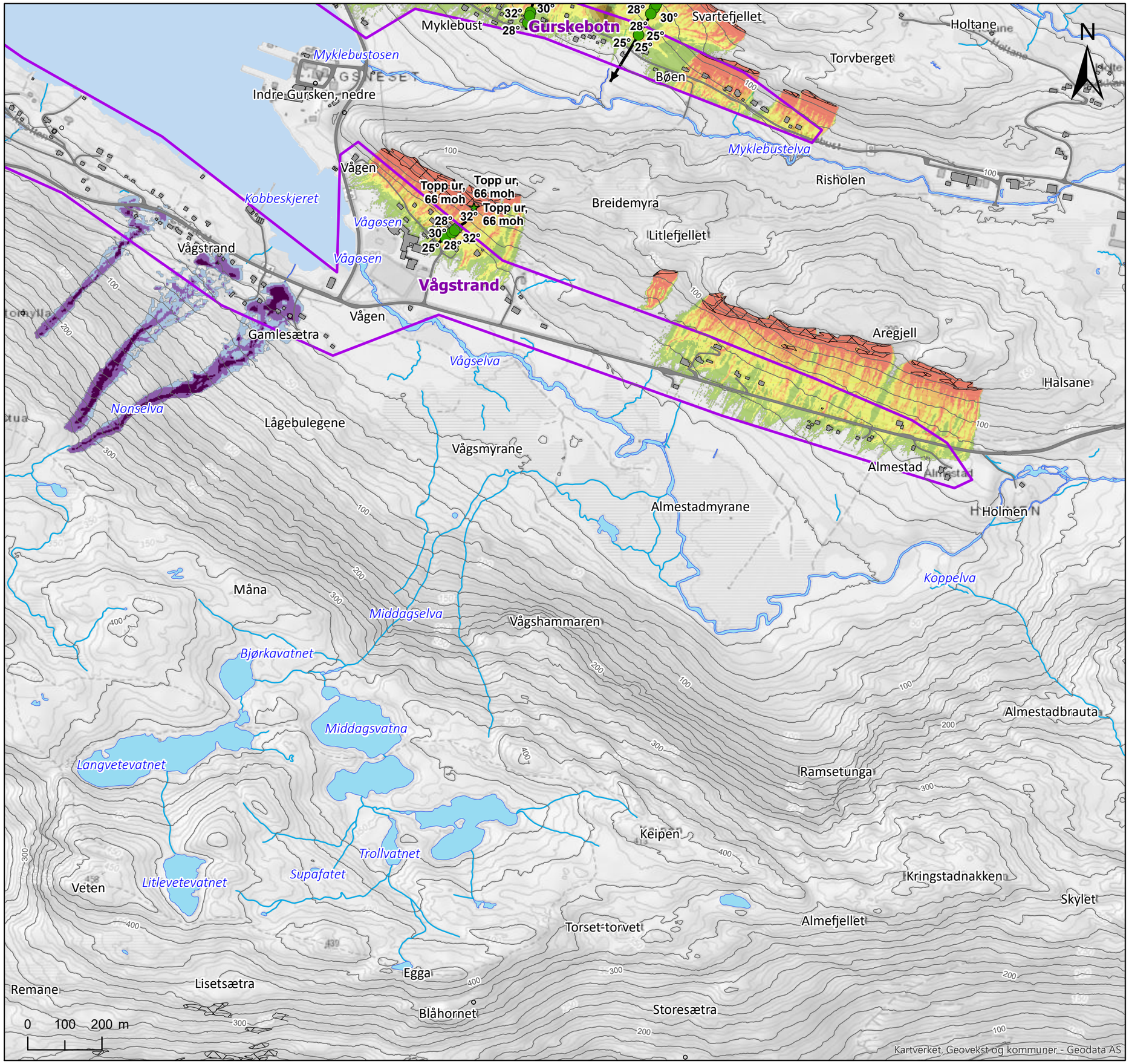
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

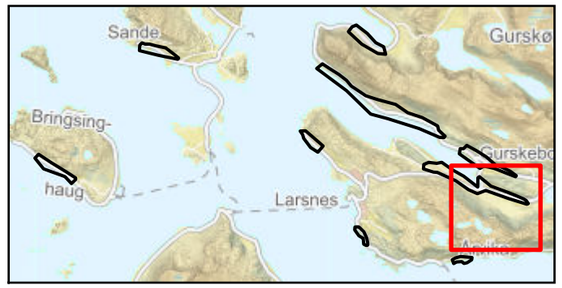
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.2C	1

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Steinsprang, RockyFor3D

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 4 Vågstrand sørøst

NVE

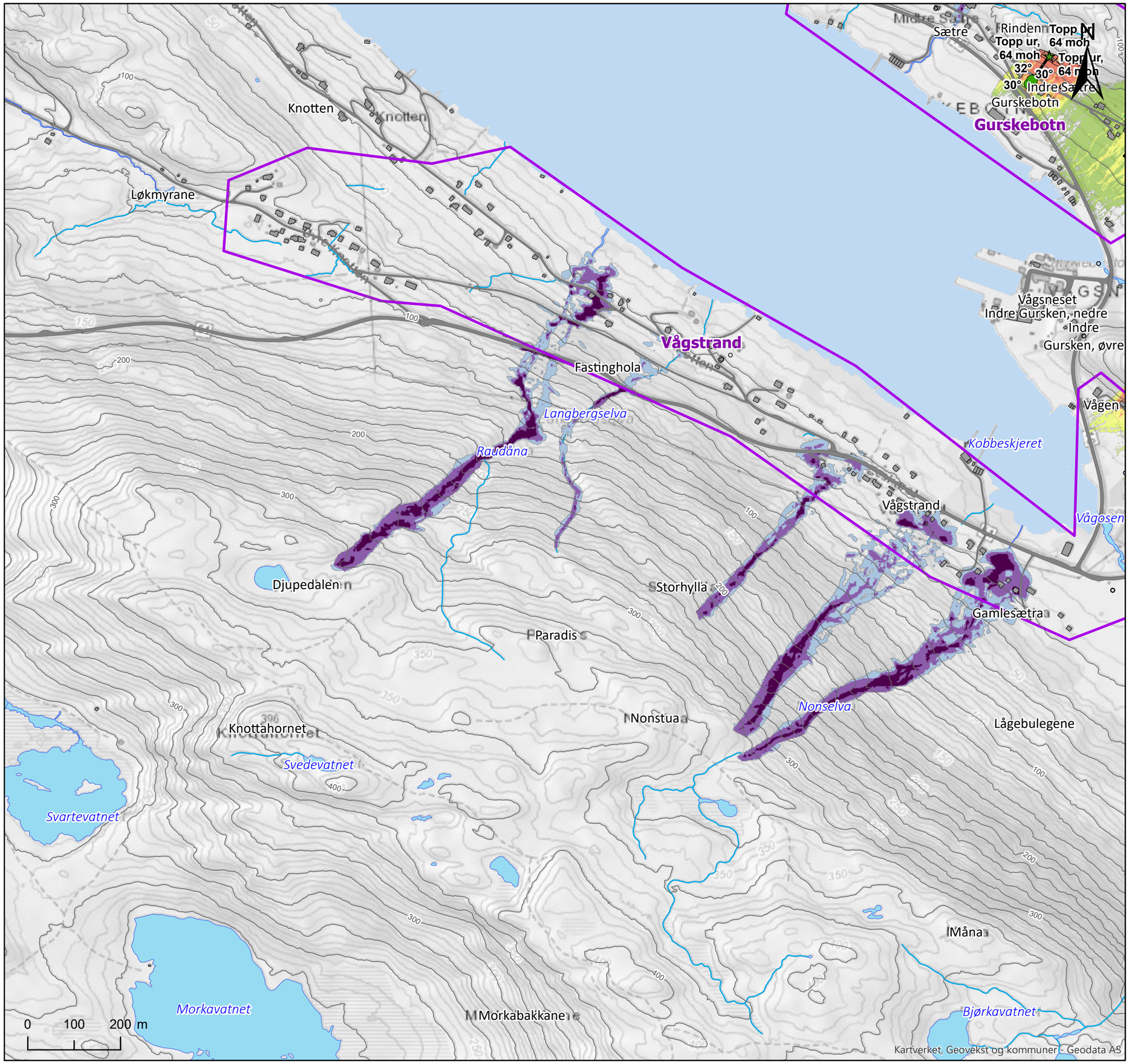
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

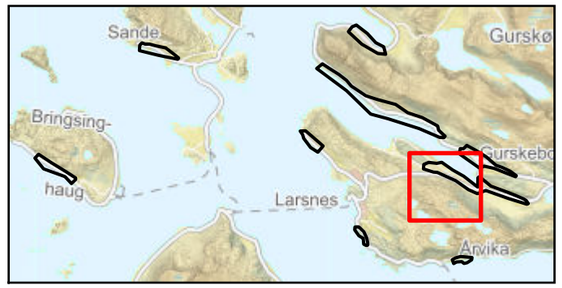
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.1D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Steinsprang, RockyFor3D

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 4 Vågstrand nordvest

NVE

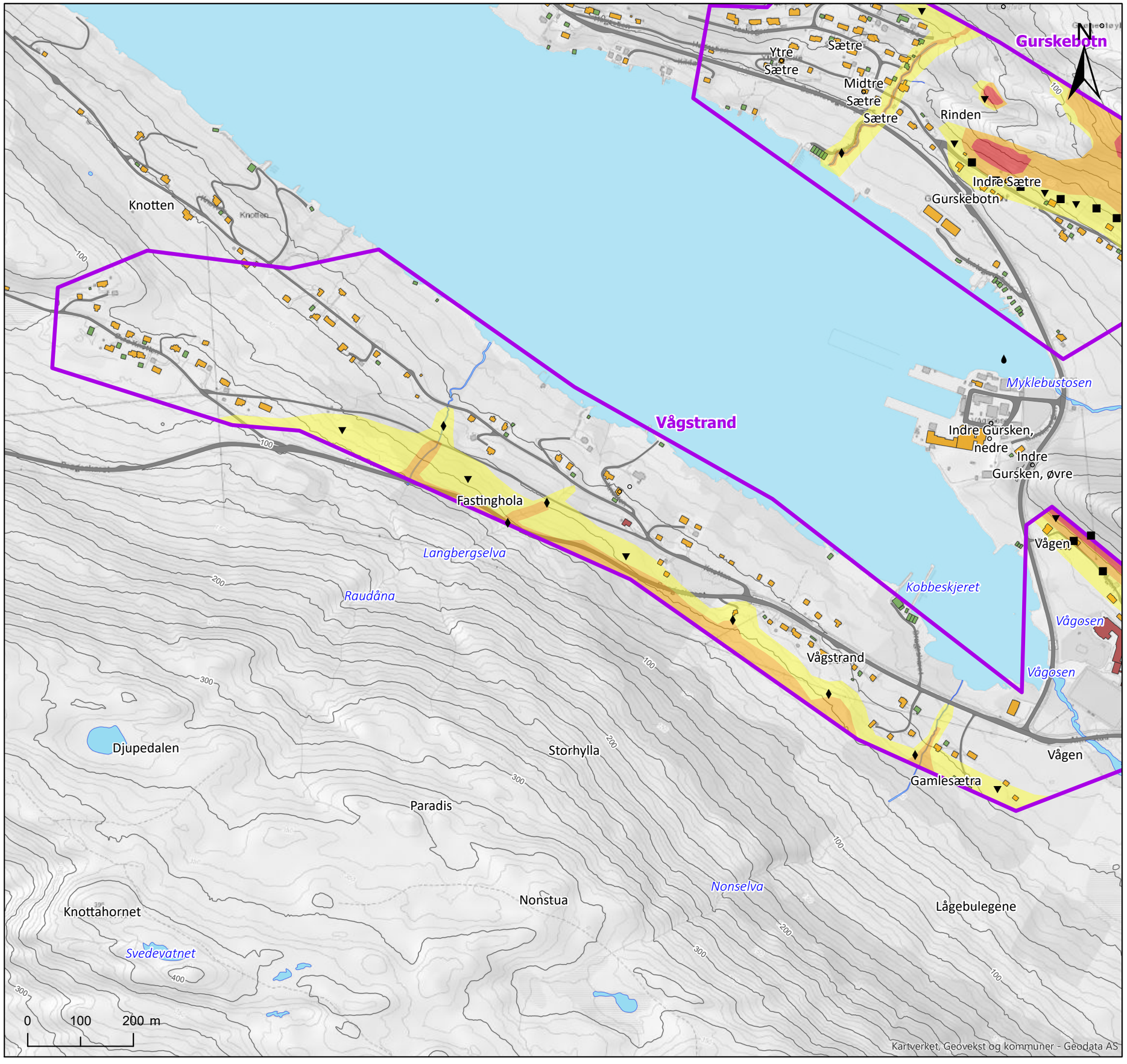
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

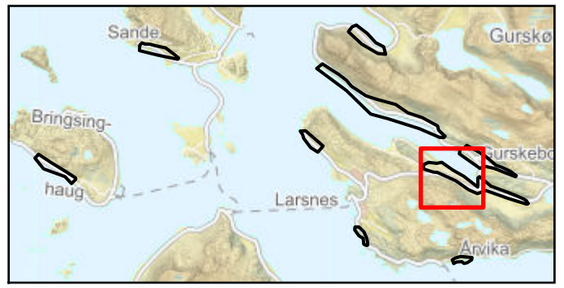
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.2D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 4 Vågstrand vest

NVE

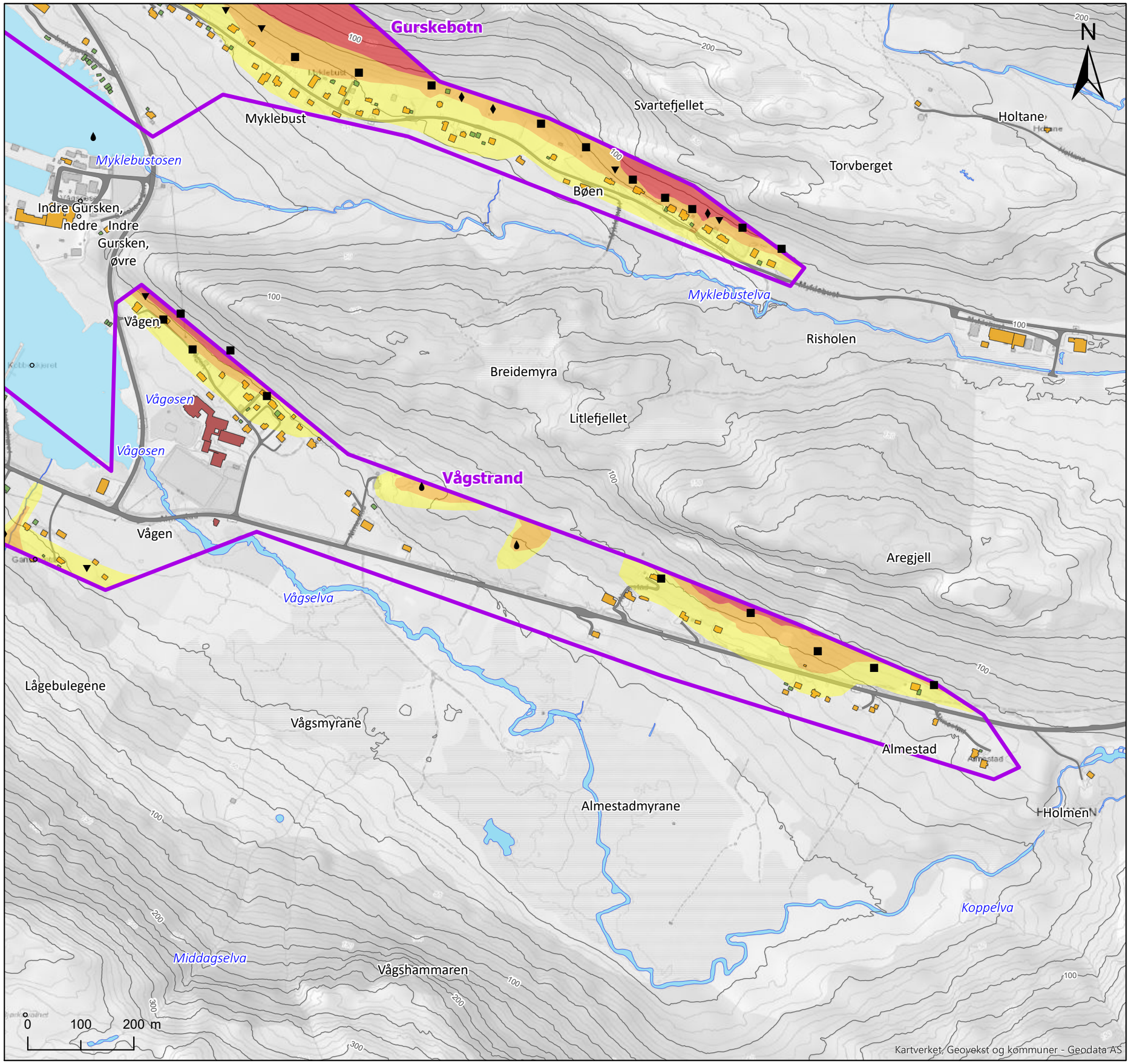
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

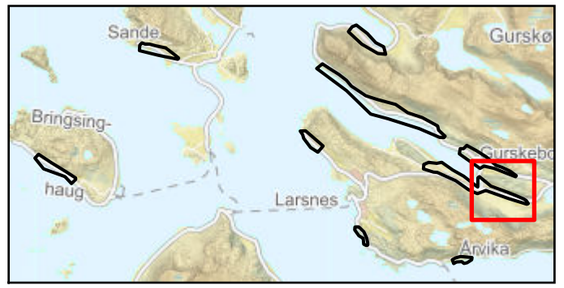
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.1E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 4 Vågstrand øst

NVE

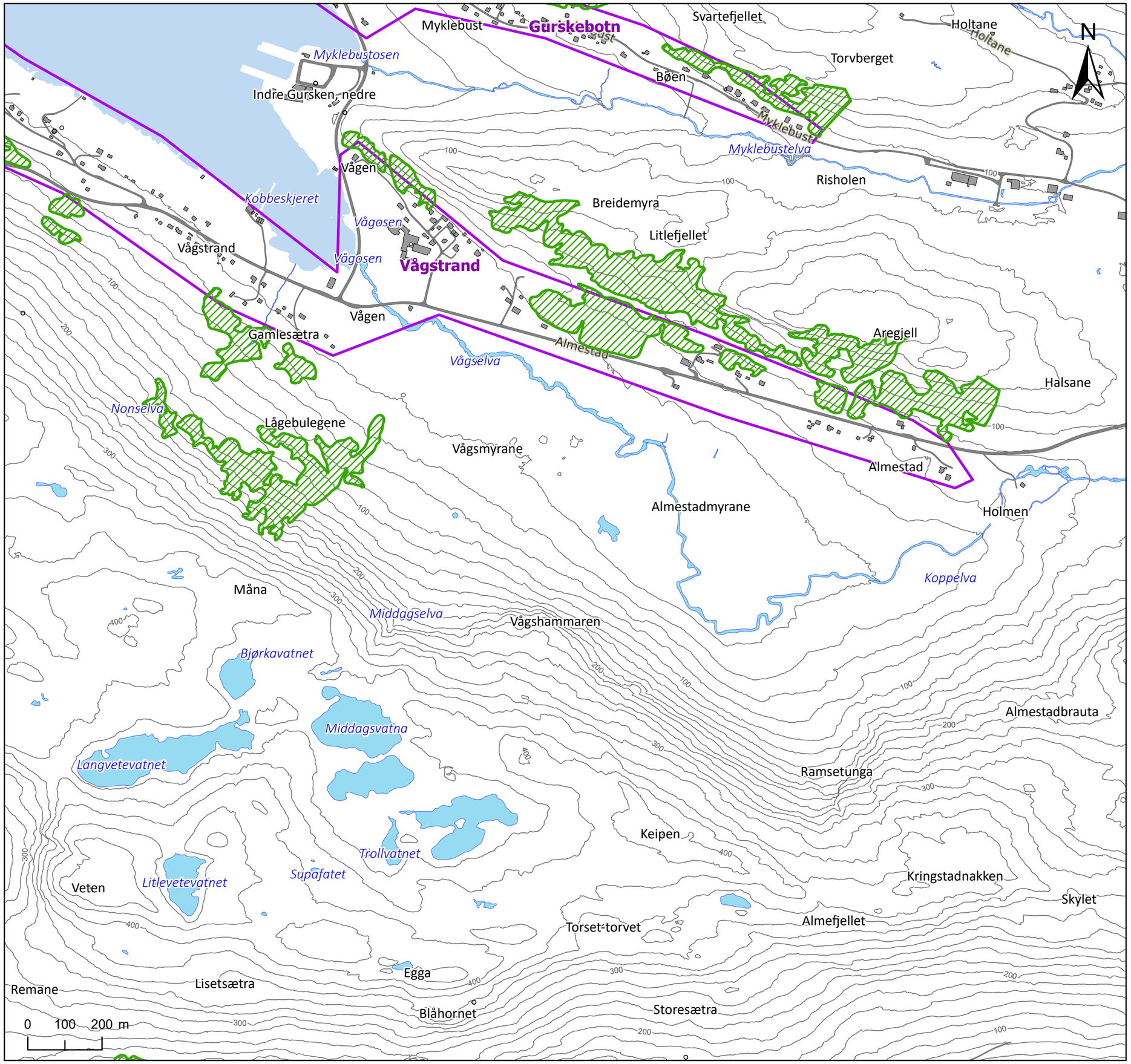
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

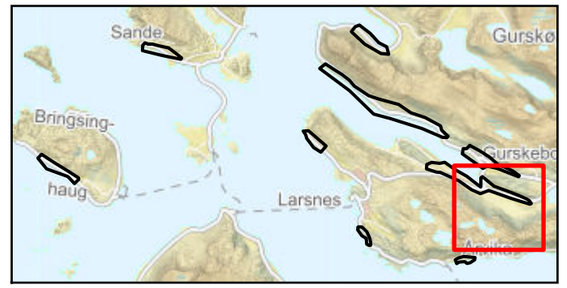
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.2E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

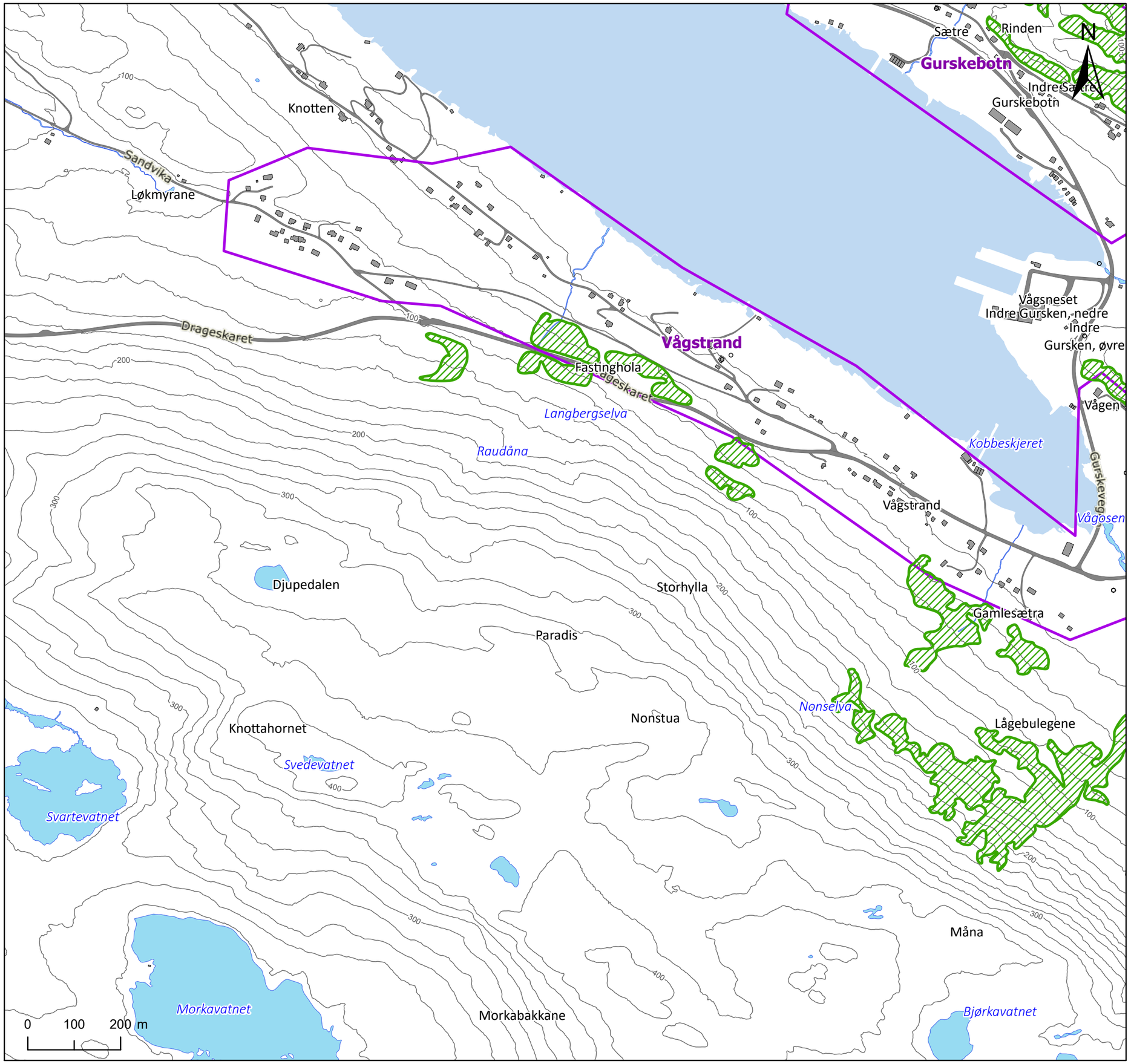
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

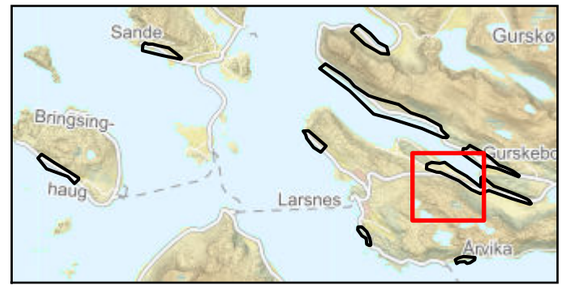
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.1F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	4.2F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

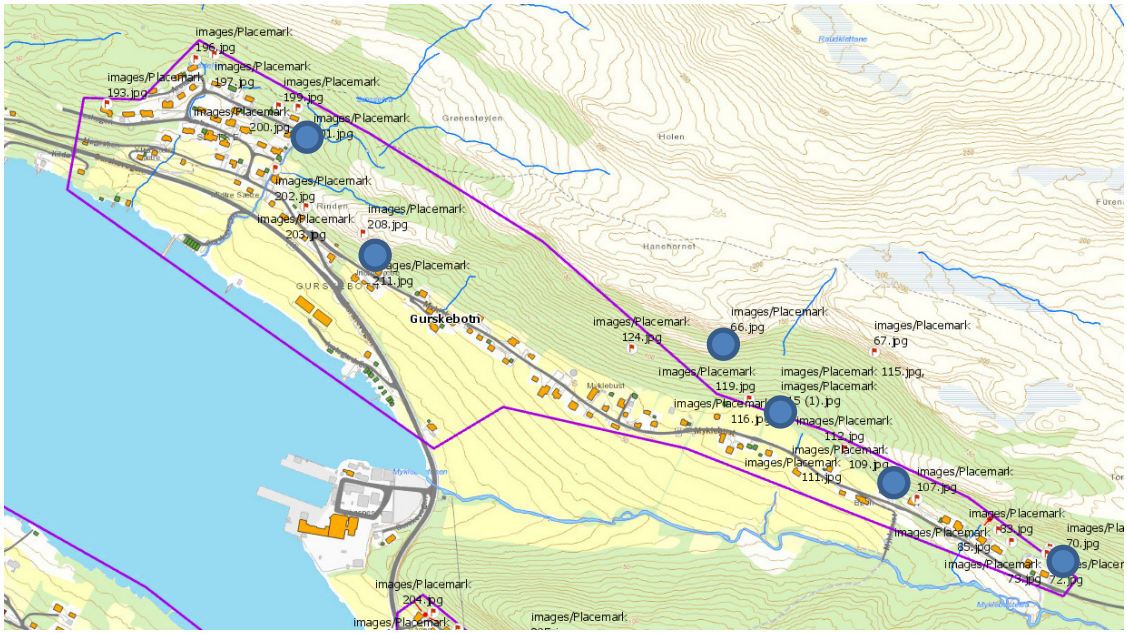
Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A5 Gurskebotn

A5 Gurskebotn



Fotopunkter

201.jpg: Masseførende bekk

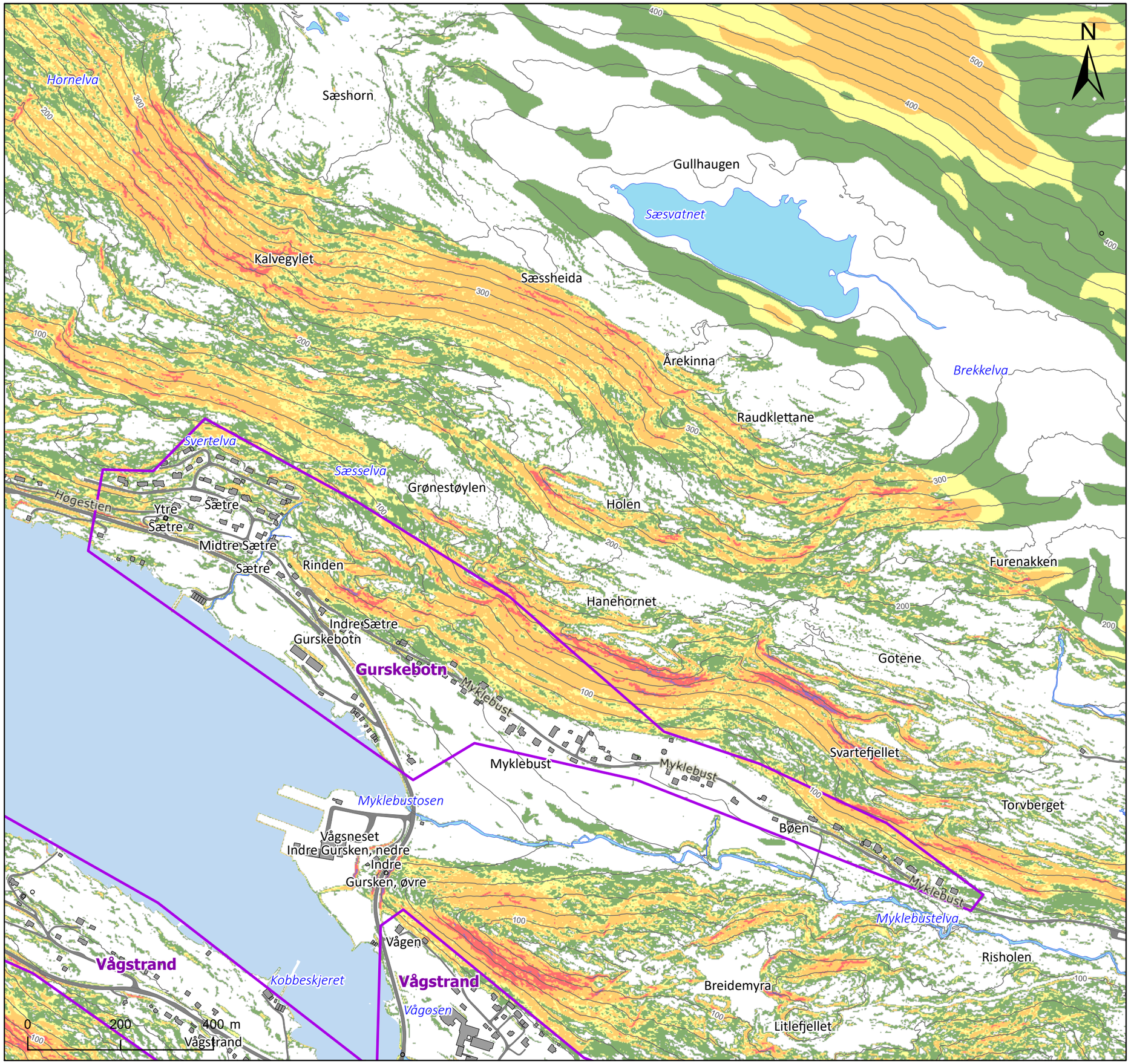
211.jpg: Skredblokk

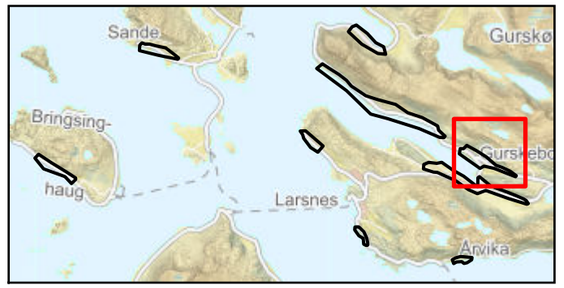
66.jpg: Skrentpart med mulighet for utfall av steinsprang

115.jpg: Masseførende bekk

109.jpg: Gamle skredblokker nederst i ur ovenfor hus

70.jpg: Veldig gammel og mosegrodd ur uten spor etter ferske utfall





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 5 Gurskebotn

NVE

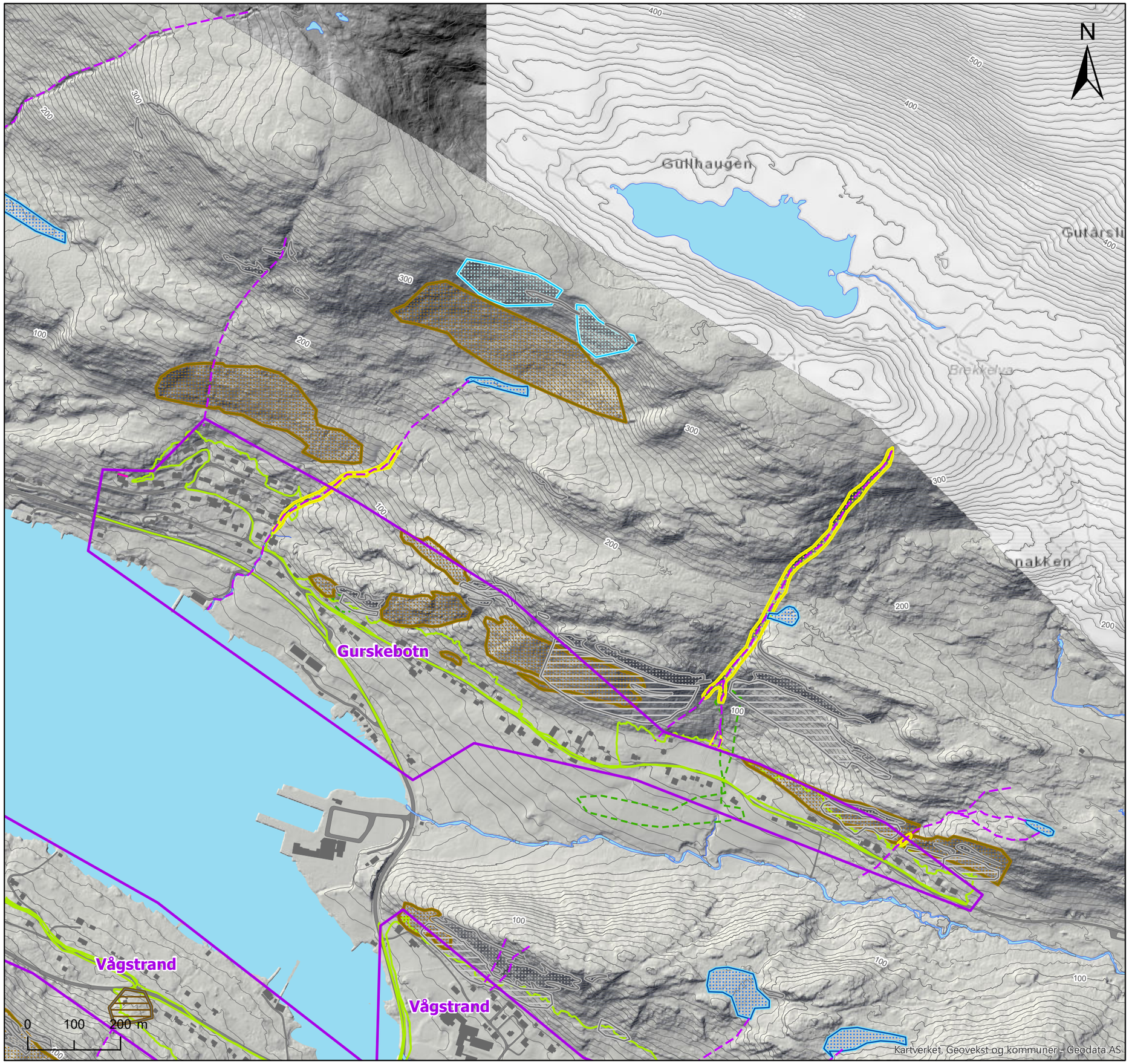
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

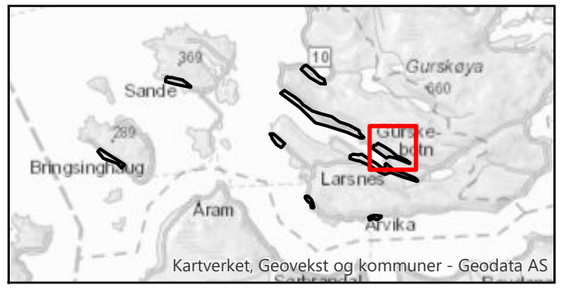
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	5B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Sikringstiltak

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Aktiv erosjon linje

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke
- Skredhendelser linje
- Skredobservasjon - flate

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 5 Gurskebotn

NVE

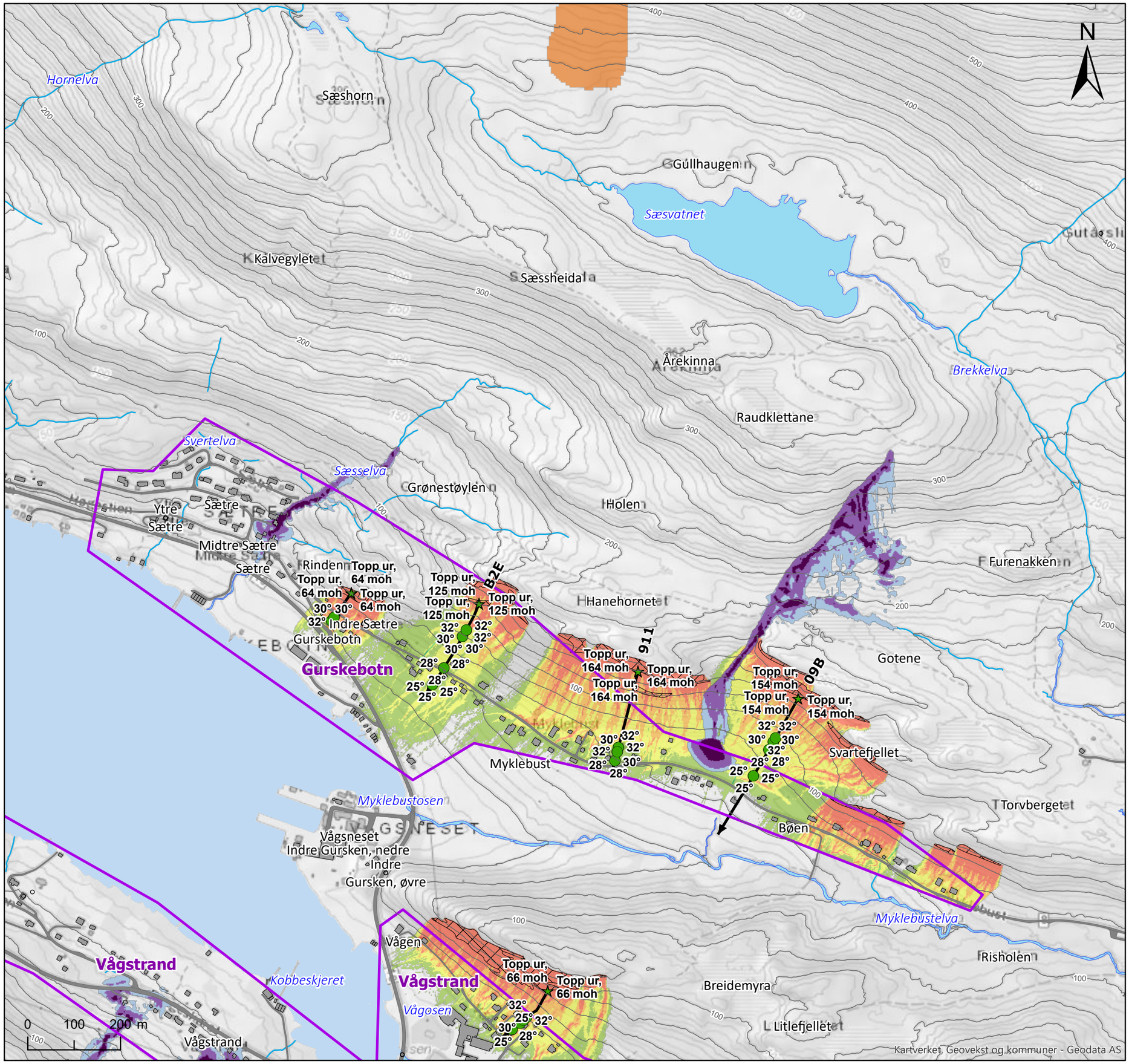
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
28/5-2019	EMP	UD	FS

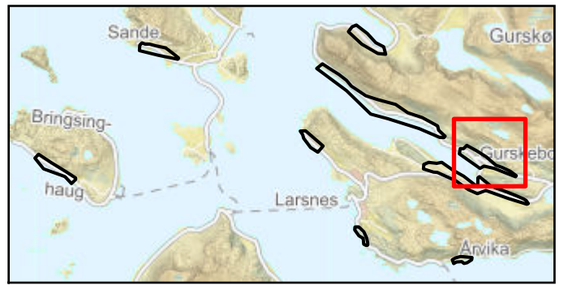
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	5C	2

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Steinsprang, RockyFor3D

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 5 Gurskebotn

NVE

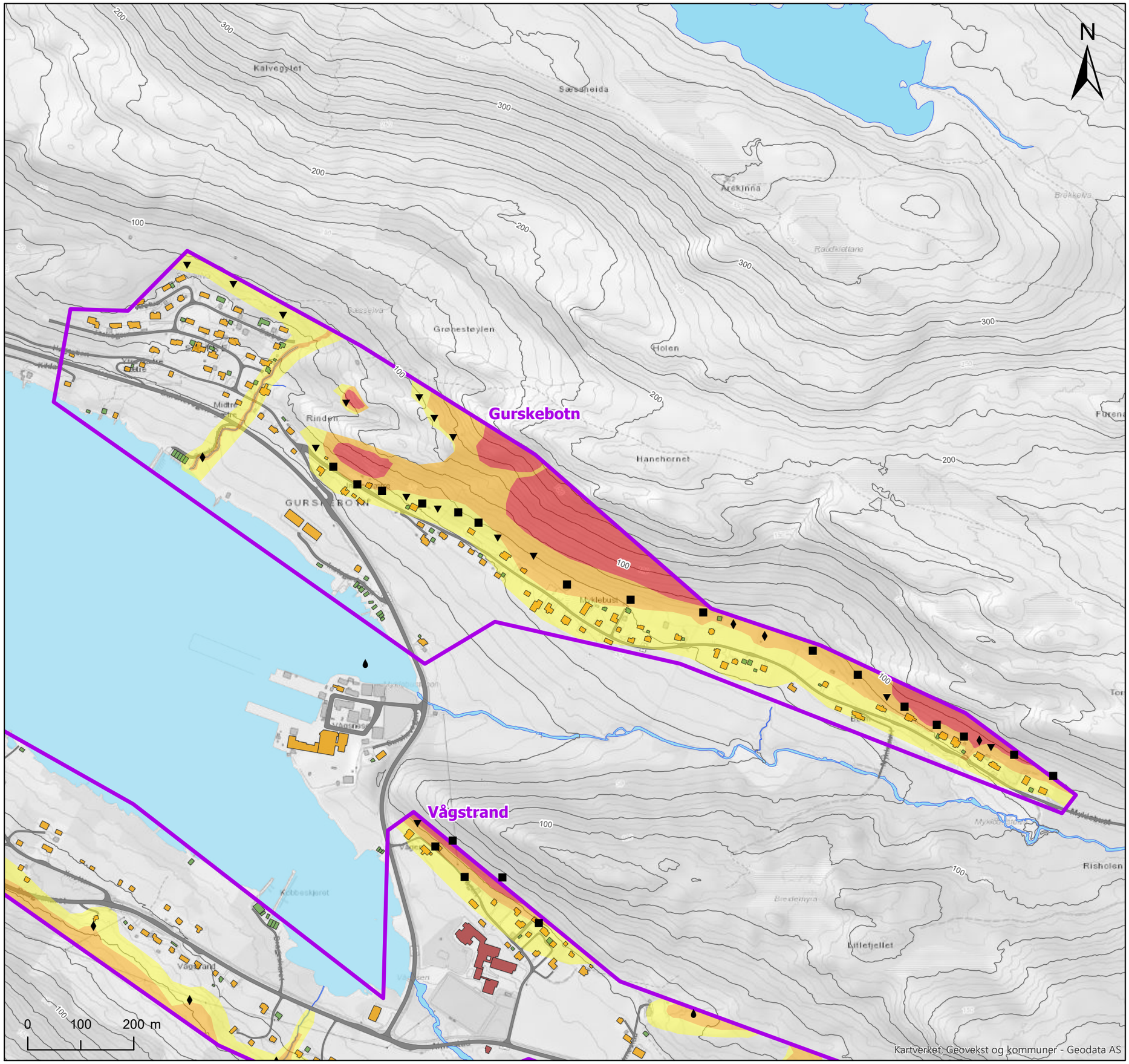
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

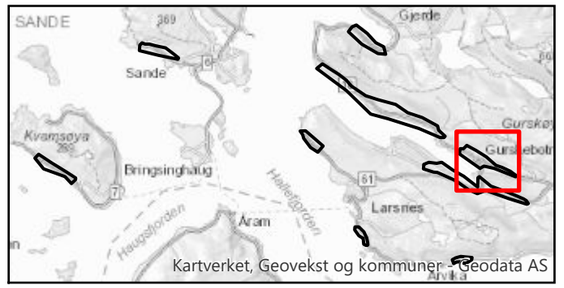
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	5D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- ✱ Snøskred
- ■ Steinsprang/steinskred
- ● Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ♦ Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 5 Gurskebotn

NVE

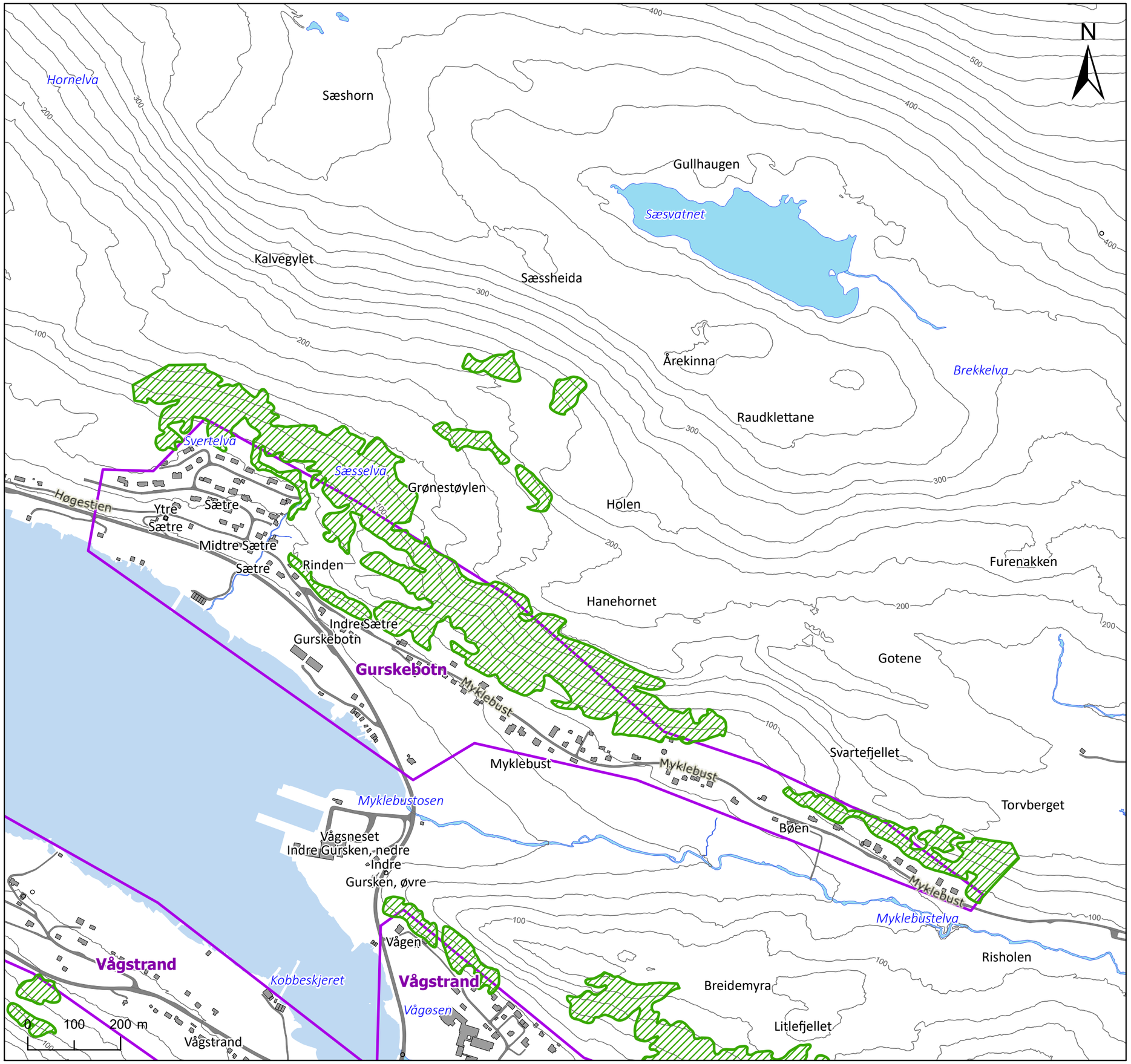
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
28/5-2019	EMP	KGi	FS

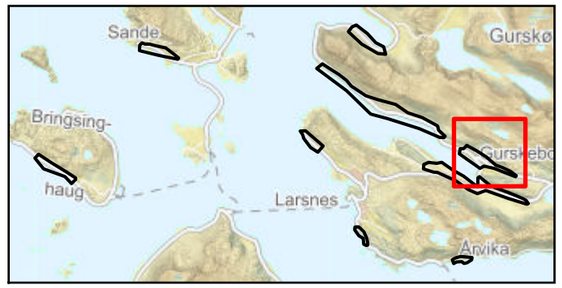
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	5E	2

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	5F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

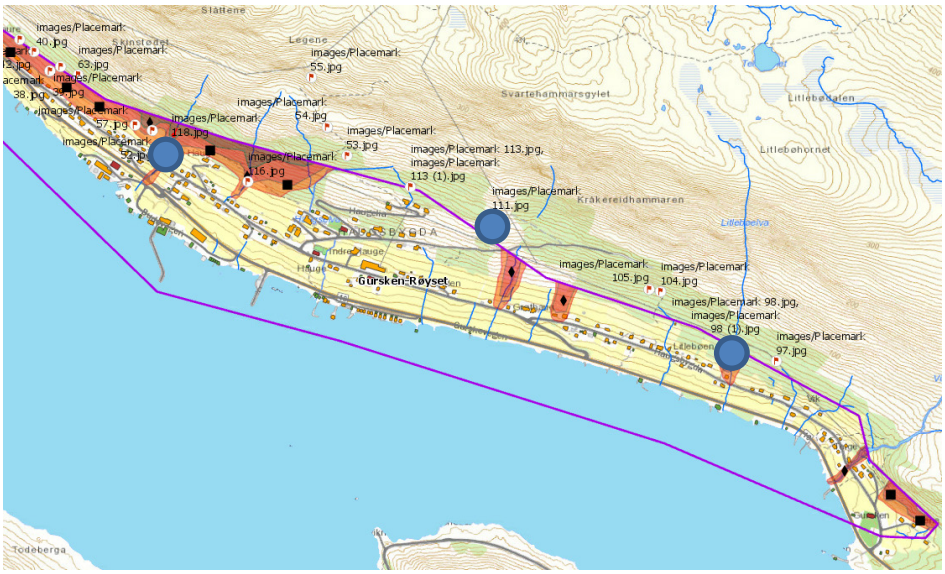
Vedlegg A

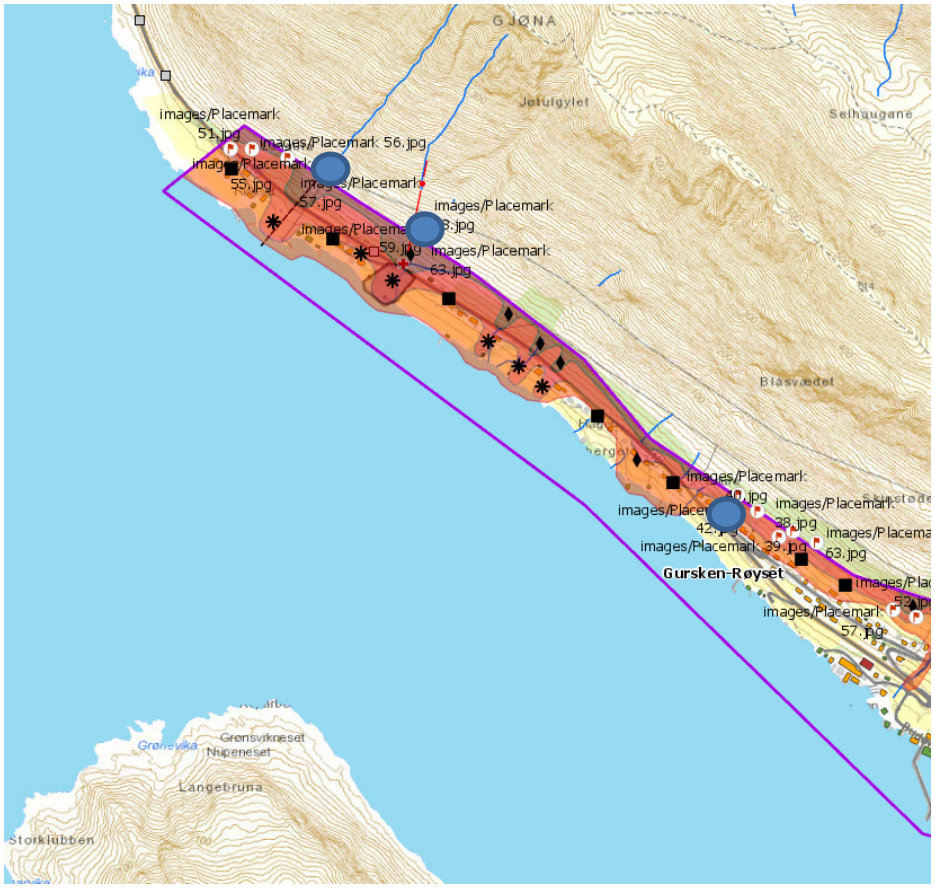
FOTOVEDLEGG

Innhold

A6 Gursken-Røyset

A6 Gursken-Røyset

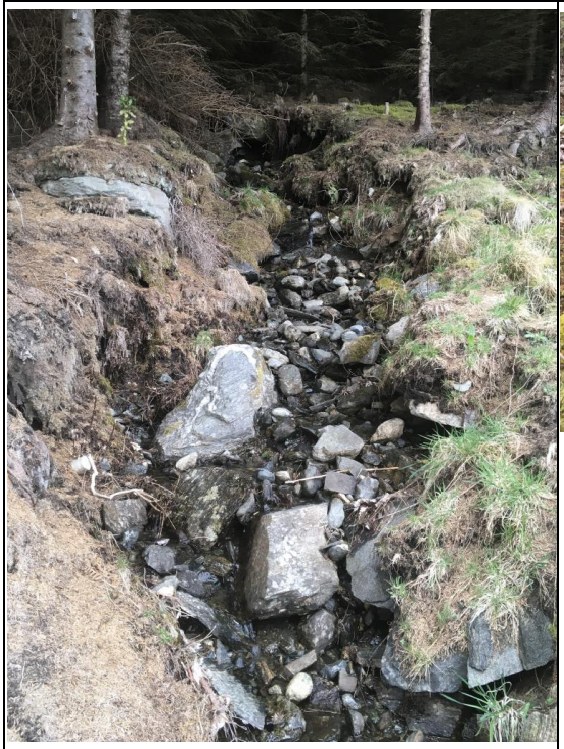




Fotopunkter

109.jpg: Flombekk med spor etter transport

111.jpg: Småknauste fjellside med flere mindre fjellblotninger. Mindre snøskred og steinsprang, men veldig sjeldne hendelser. Ingen markert ur.

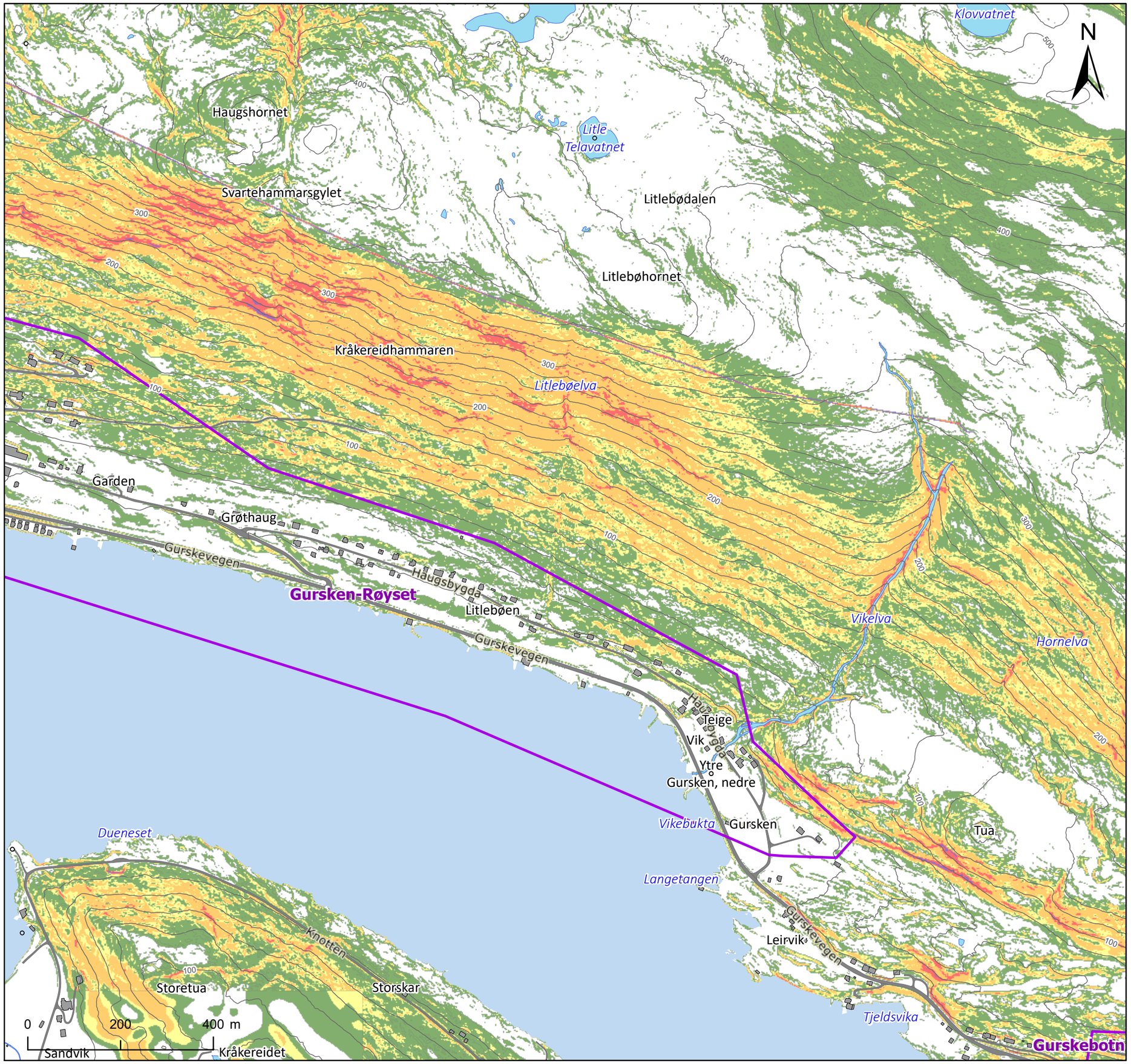


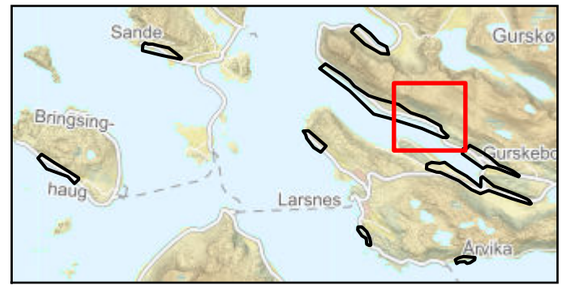
118.jpg: Bekk med tydelig spor etter massetransport

40.jpg: Skredblokker hele veien ned hit

59.jpg: Skredrenne uten spor etter ferske skred

57.jpg: Skredrenne uten tegn på fersk aktivitet





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 6 Gursken-Røyset sørøst

NVE

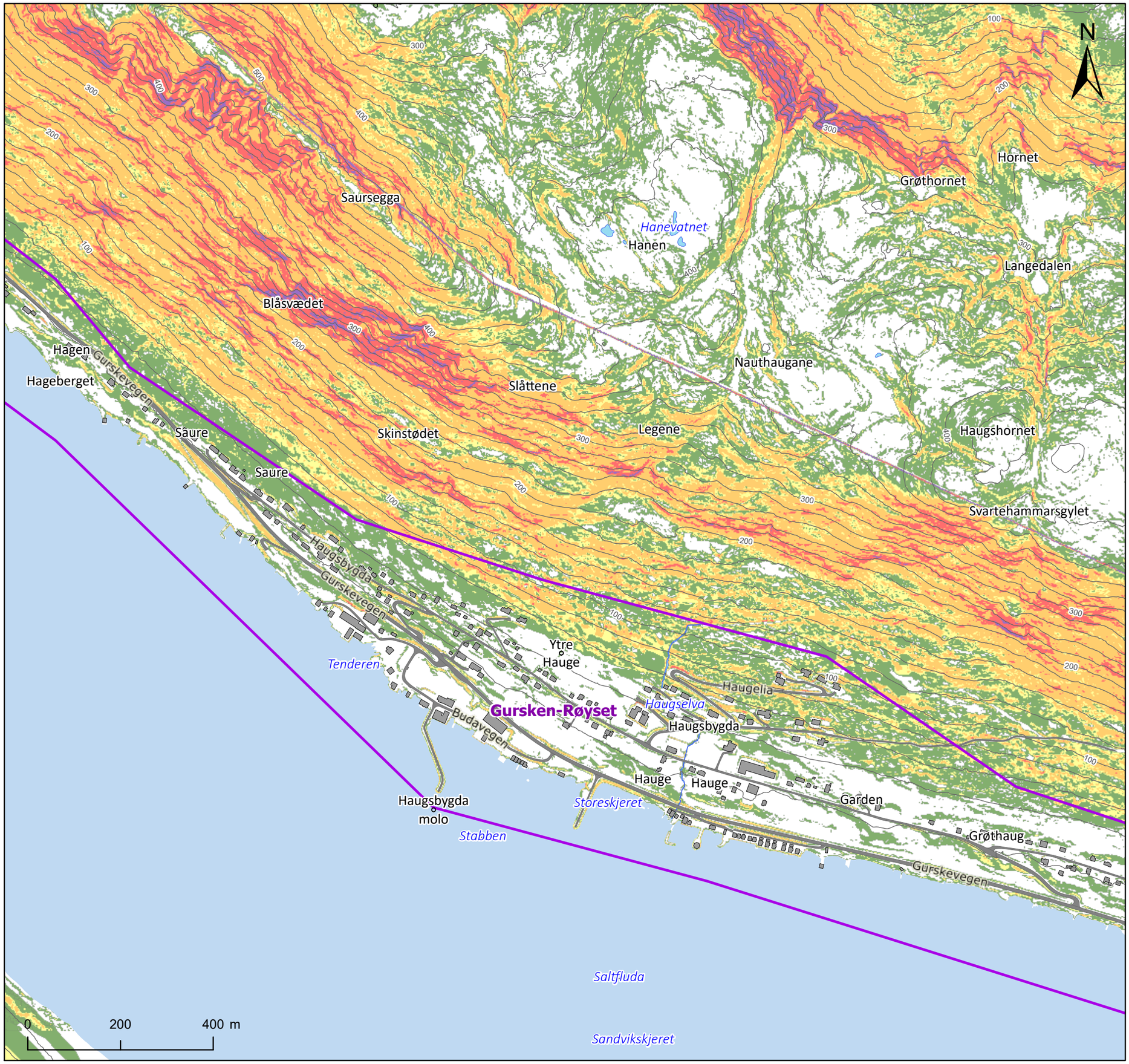
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

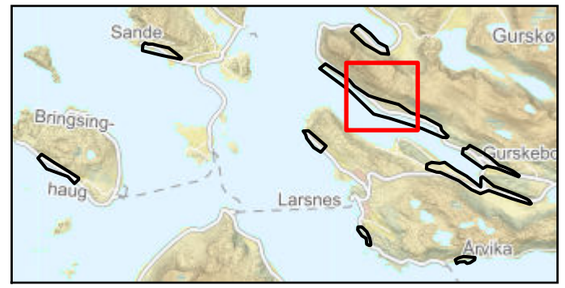
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.1B	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 6 Gursken-Røyset sentrum

NVE

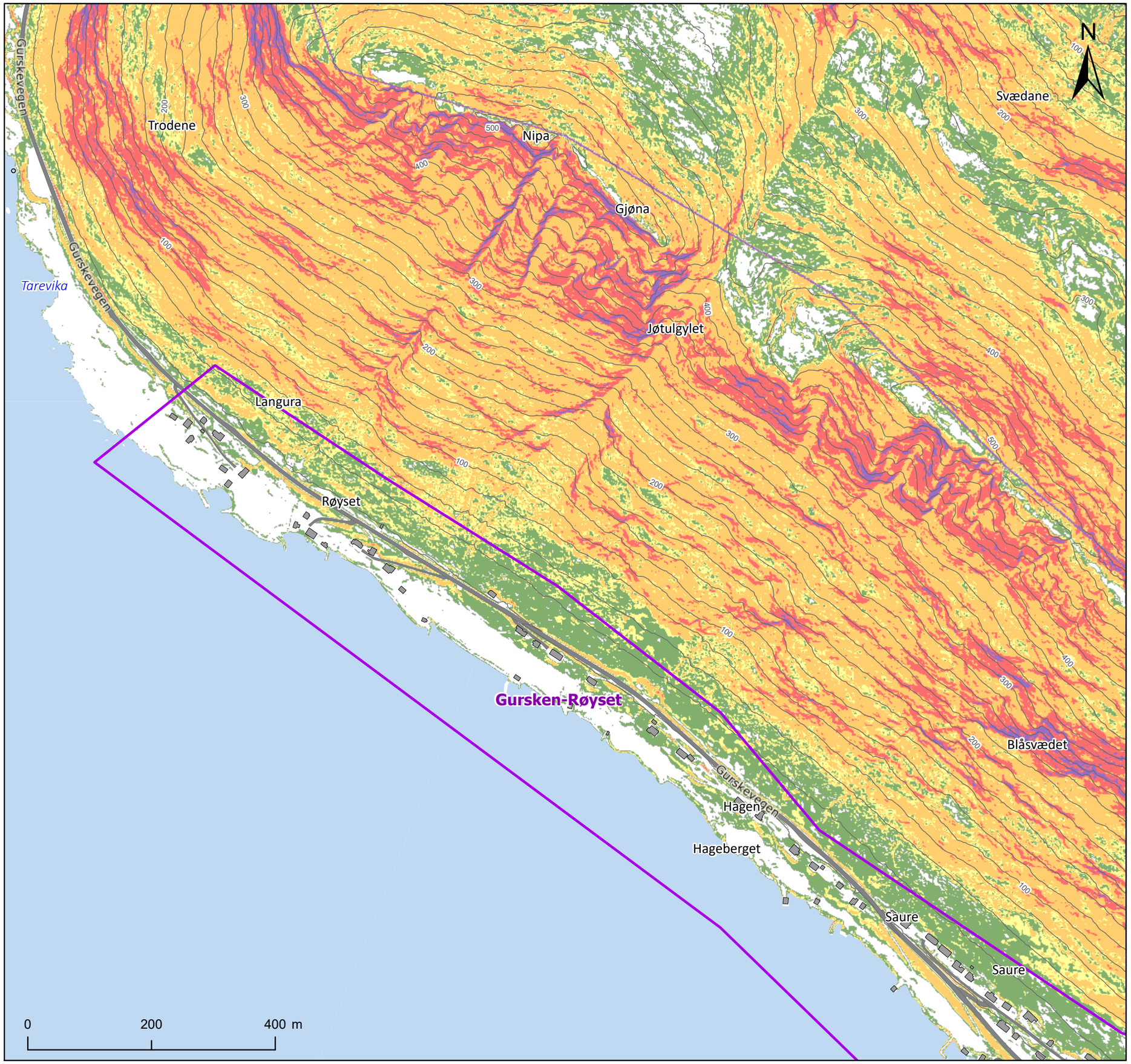
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

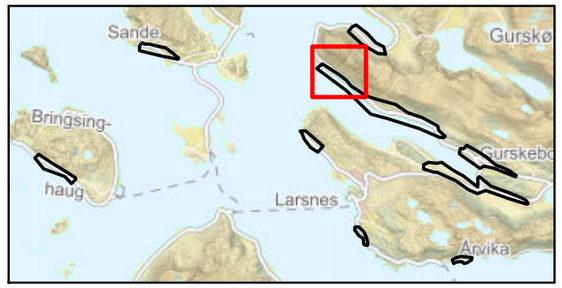
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.2B	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 6 Gursken-Røyset nordvest

NVE

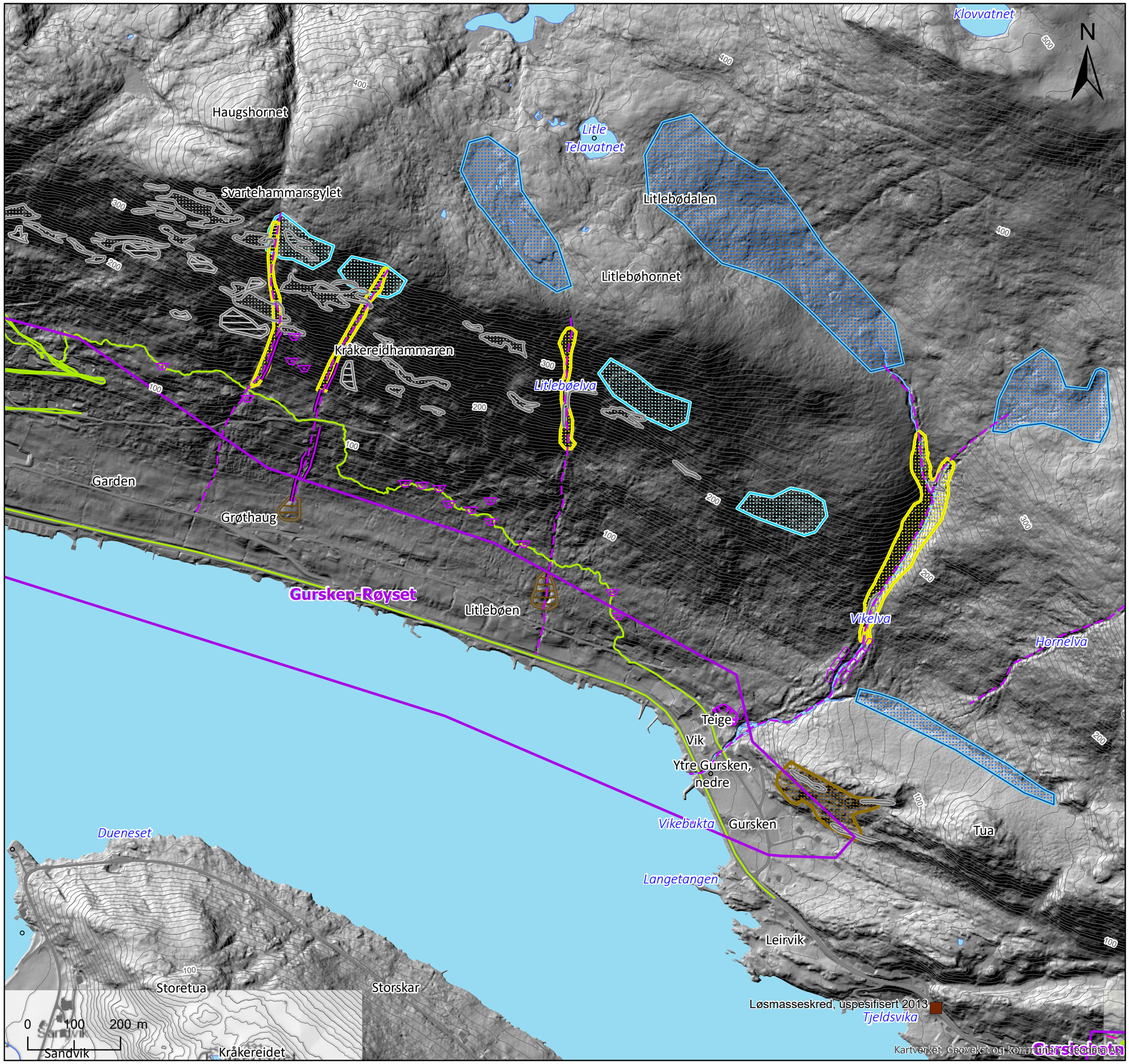
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

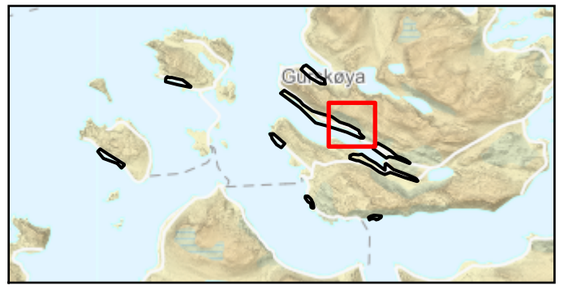
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.3B	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredrelevante landformer

- Rygg
- Skredkant
- Levee

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Sikringstiltak

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 6 Gursken-Røyset sørøst

NVE

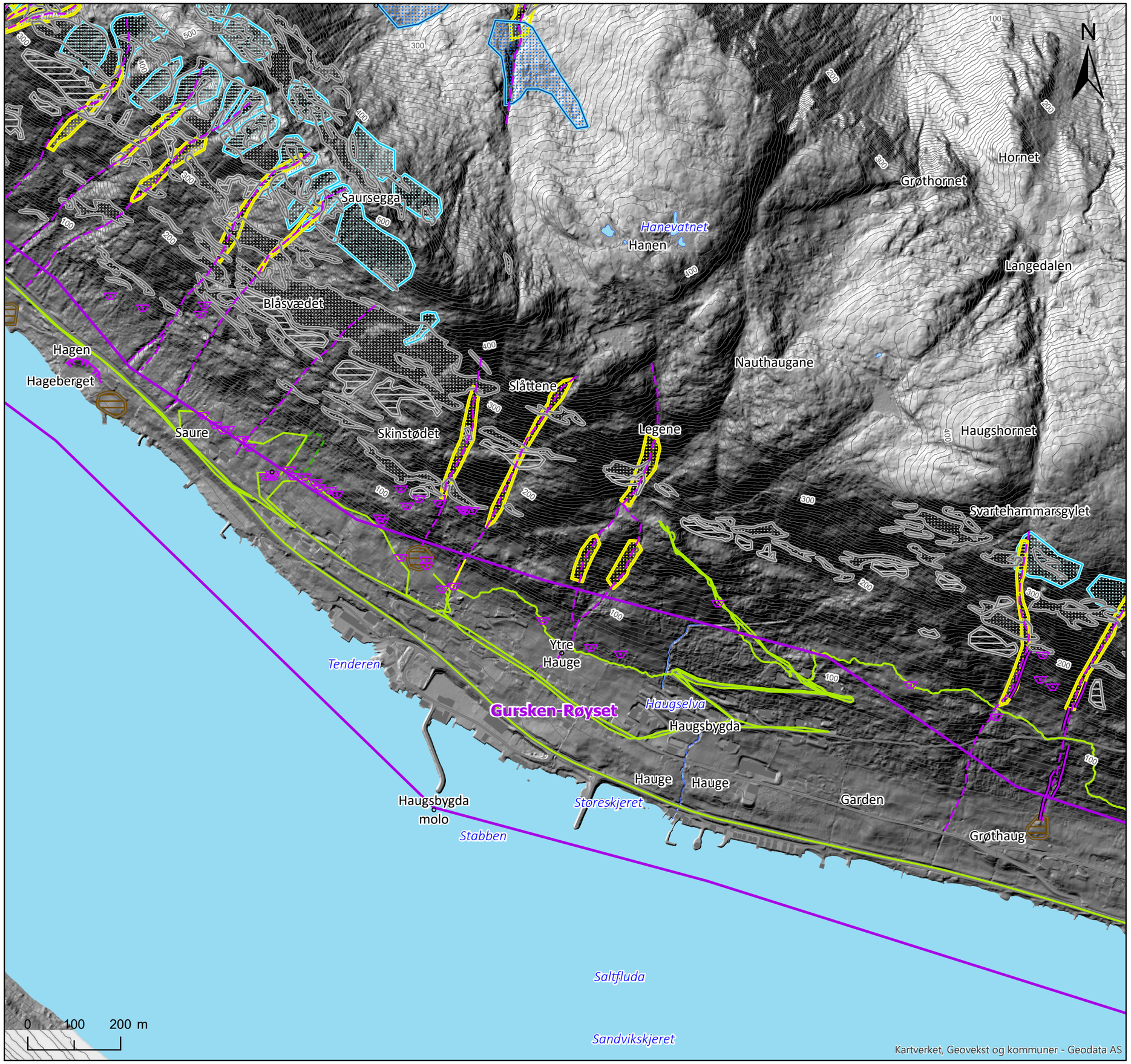
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

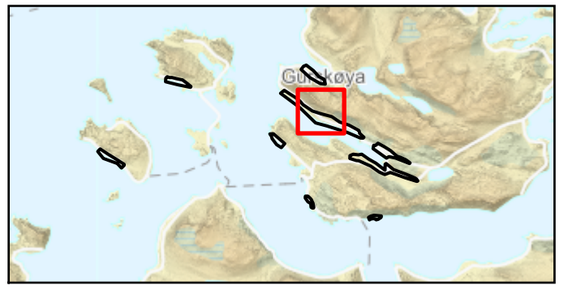
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.1C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredrelevante landformer

- Skredkant
- Levee

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområde snøskred

Aktiv erosjon linje

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 6 Gursken-Røyset sentrum

NVE

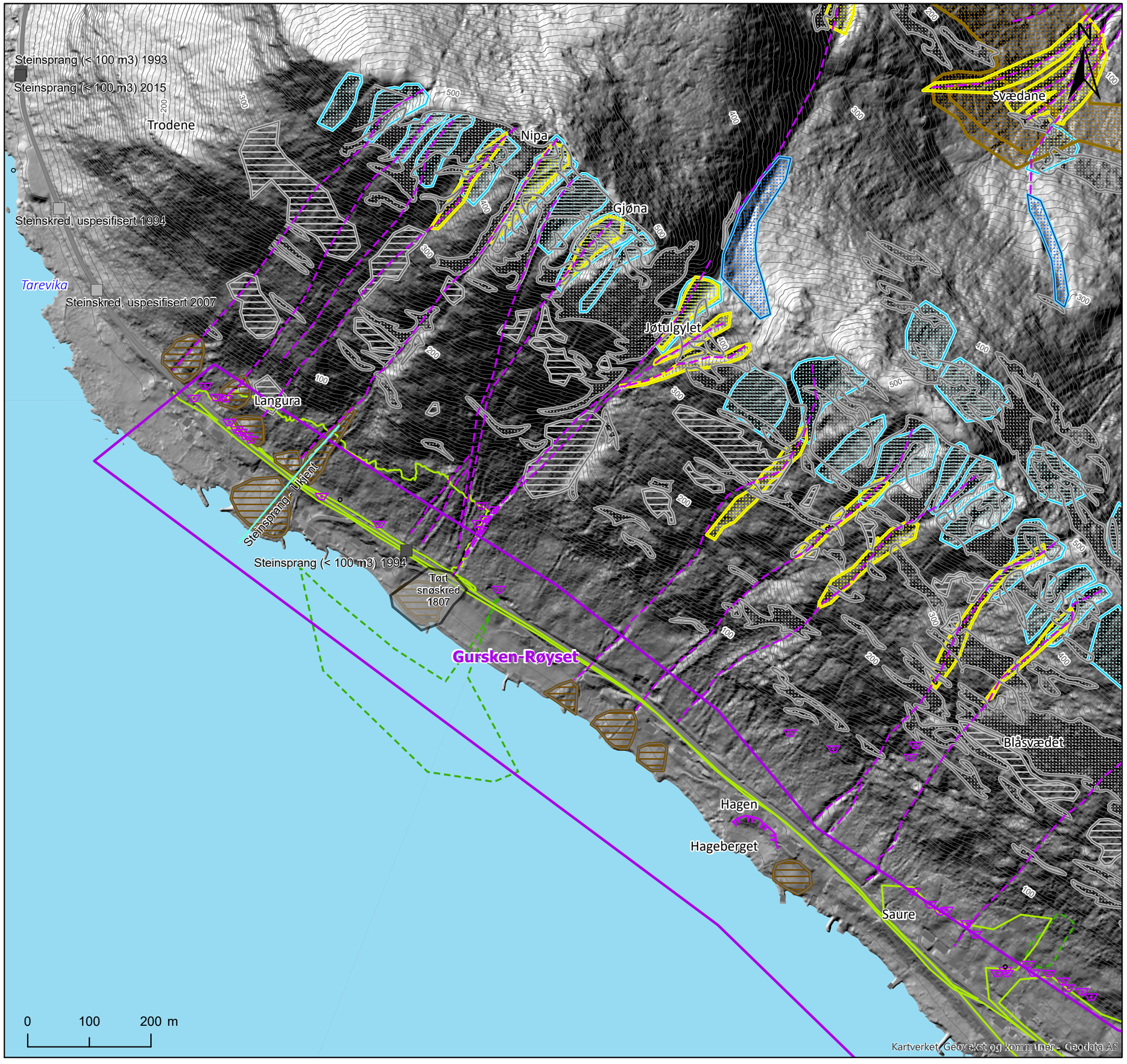
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

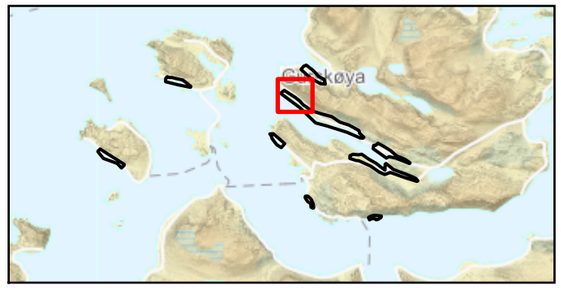
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.2C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredrelevante landformer

- Skredkant

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 6 Gursken-Røyset nordvest

NVE

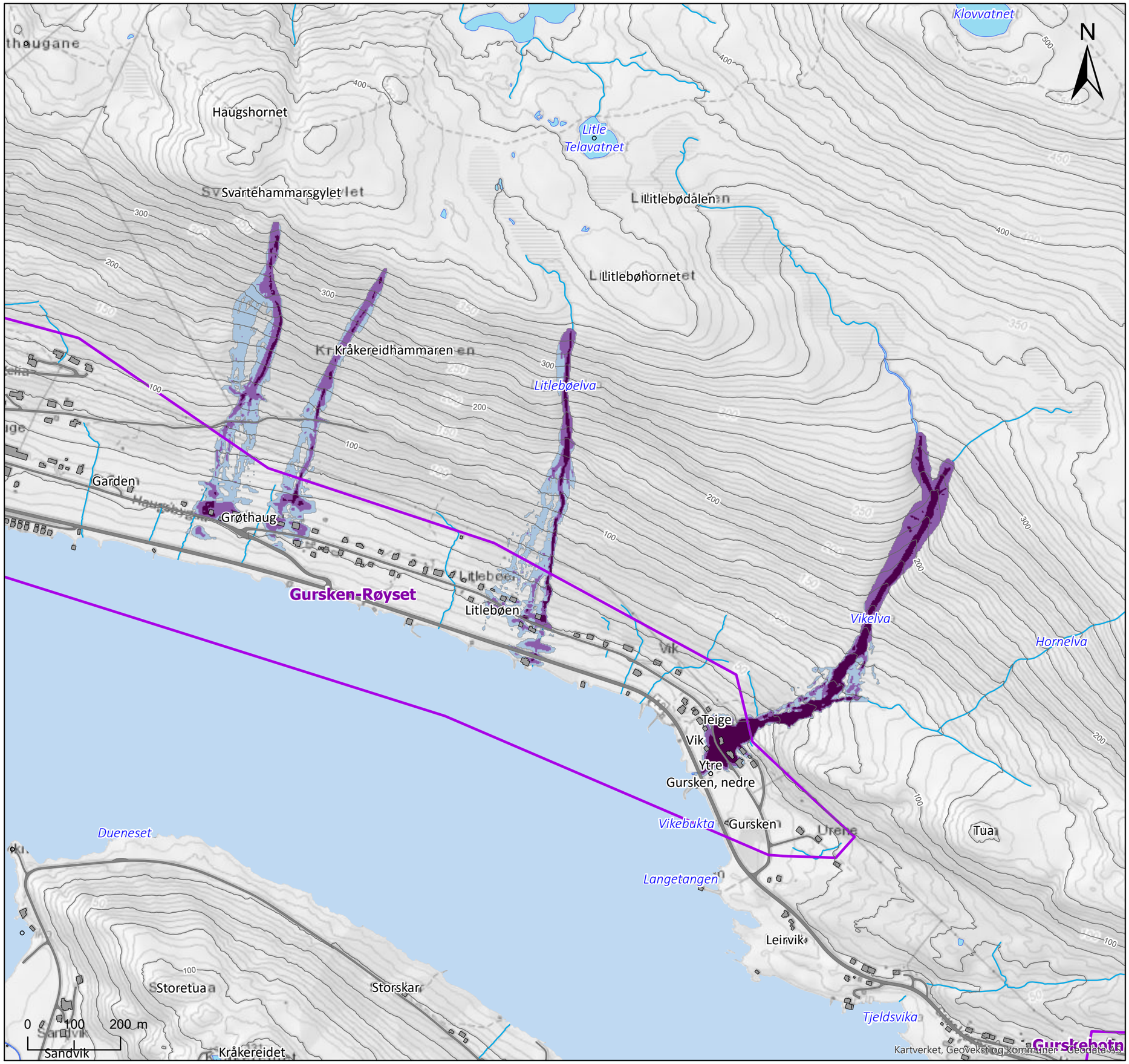
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

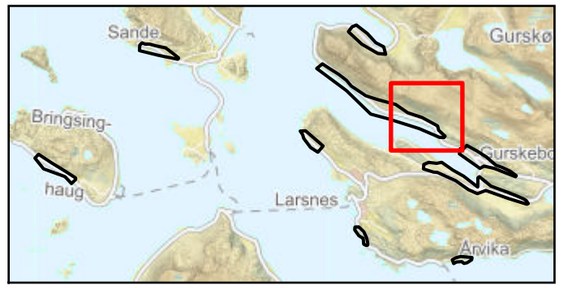
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.3C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 6 Gursken-Røyset sørøst

NVE

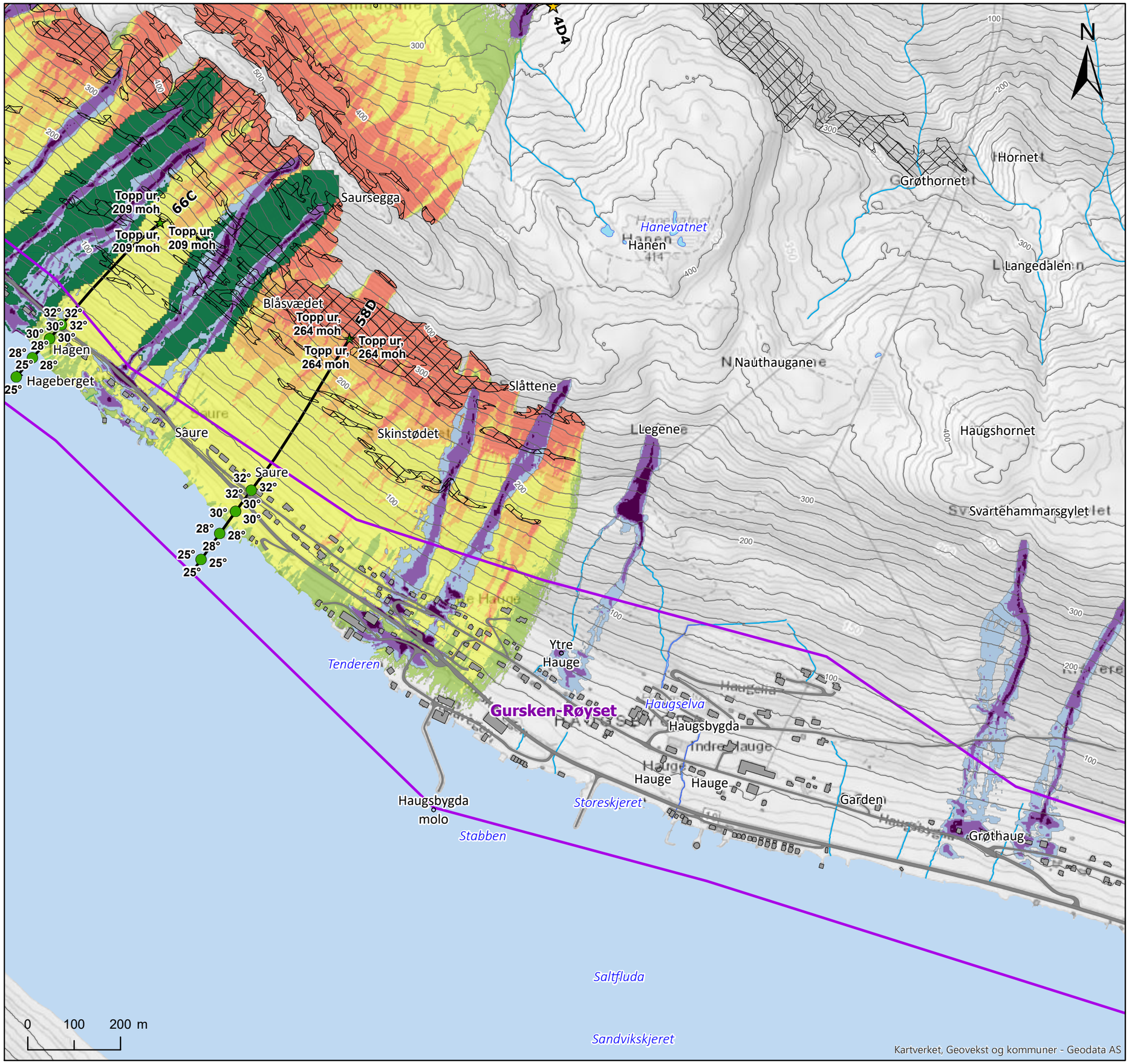
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

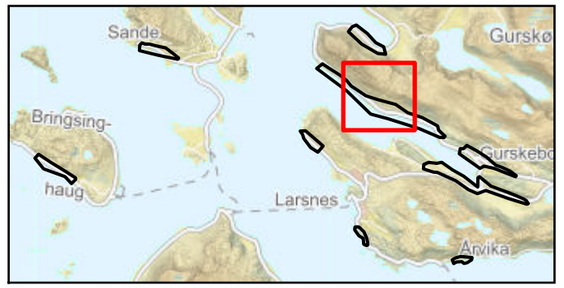
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.1D	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Snøskred, Naksin

- 1
- 2
- 3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 6 Gursken-Røyset sentrum

NVE

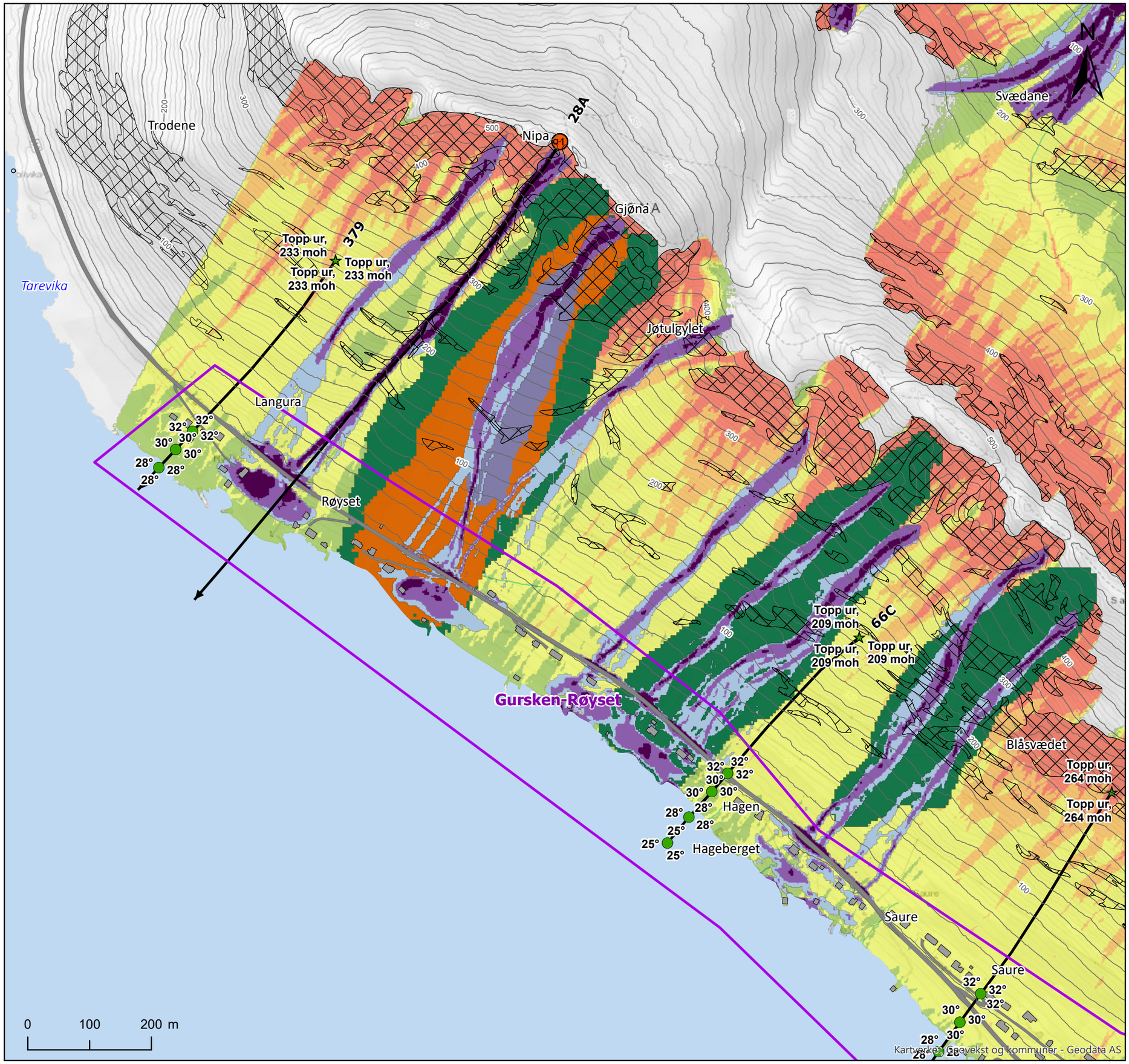
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
30/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

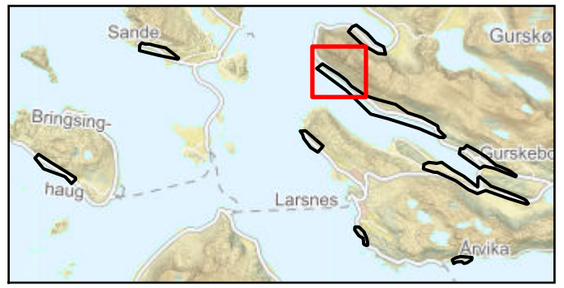
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.2D	0

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Snøskred, Naksin

- 1
- 2
- 3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 6 Gursken-Røyset nordvest

NVE

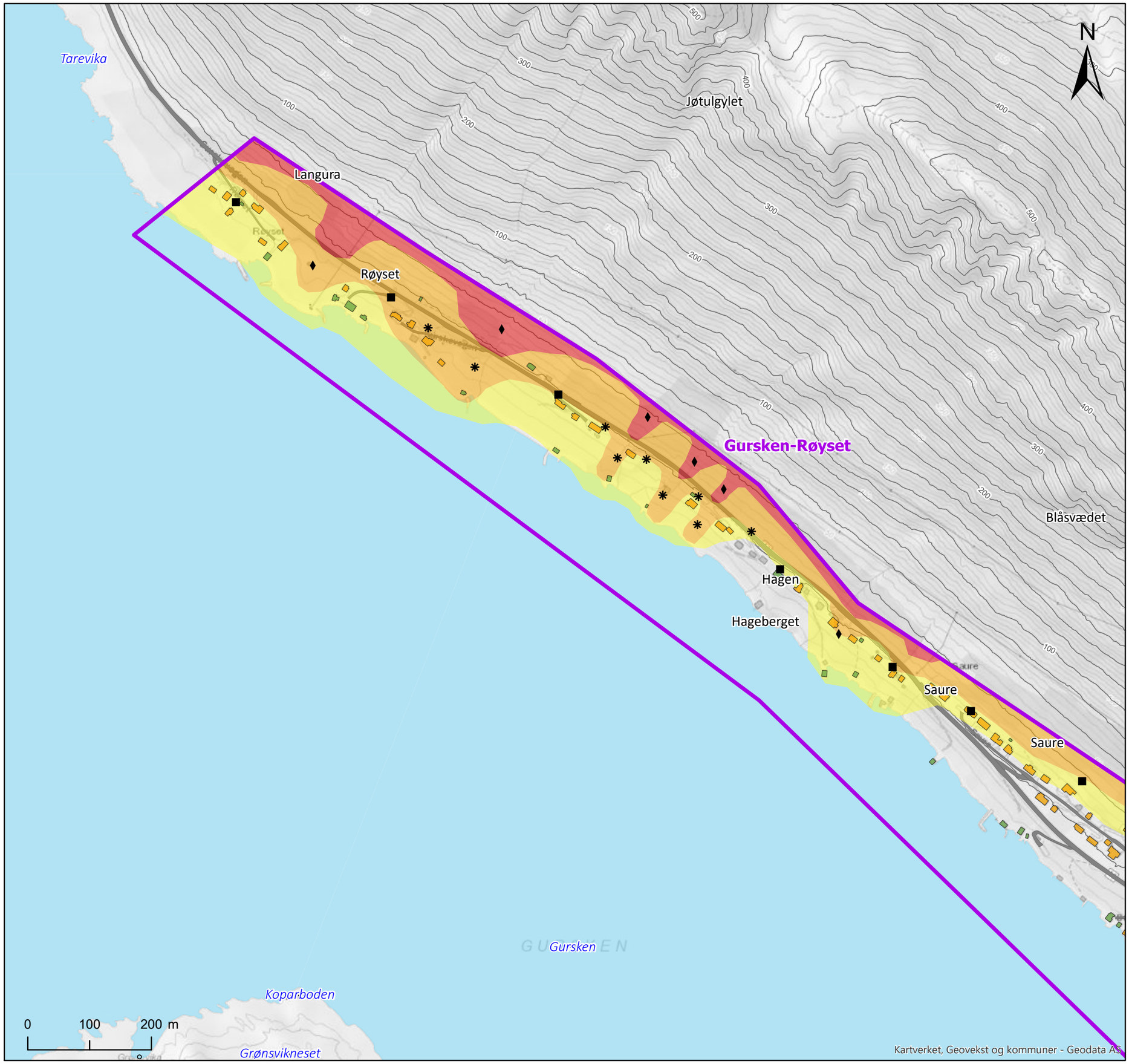
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
30/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

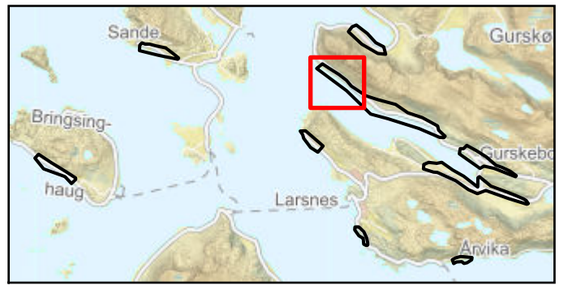
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.3D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 6 Gursken-Røyset vest

NVE

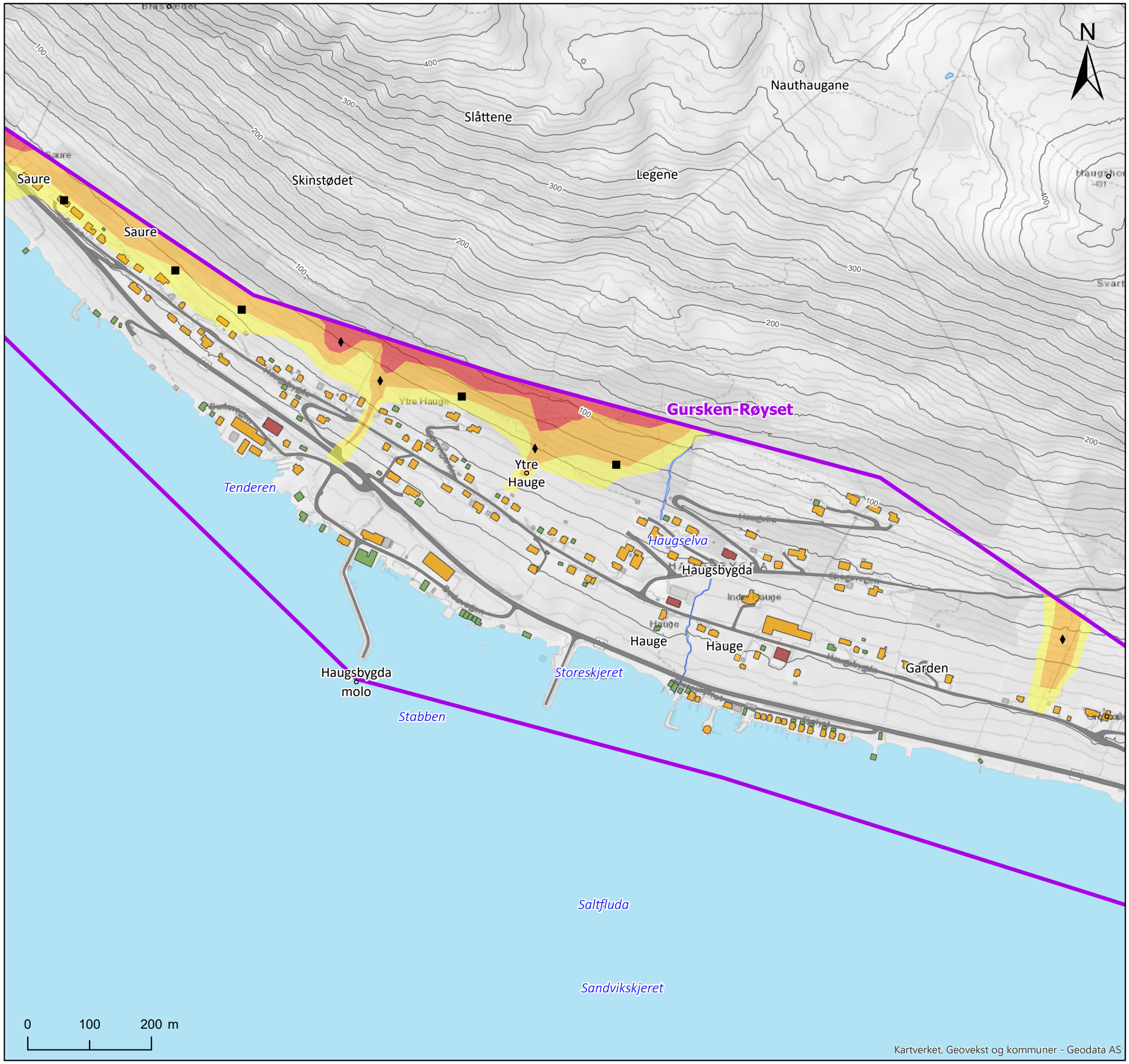
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

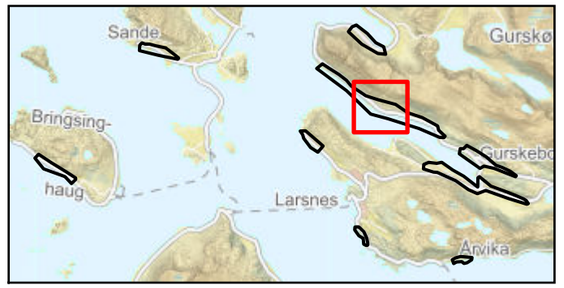
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.1E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 6 Gursken-Røyset midt

NVE

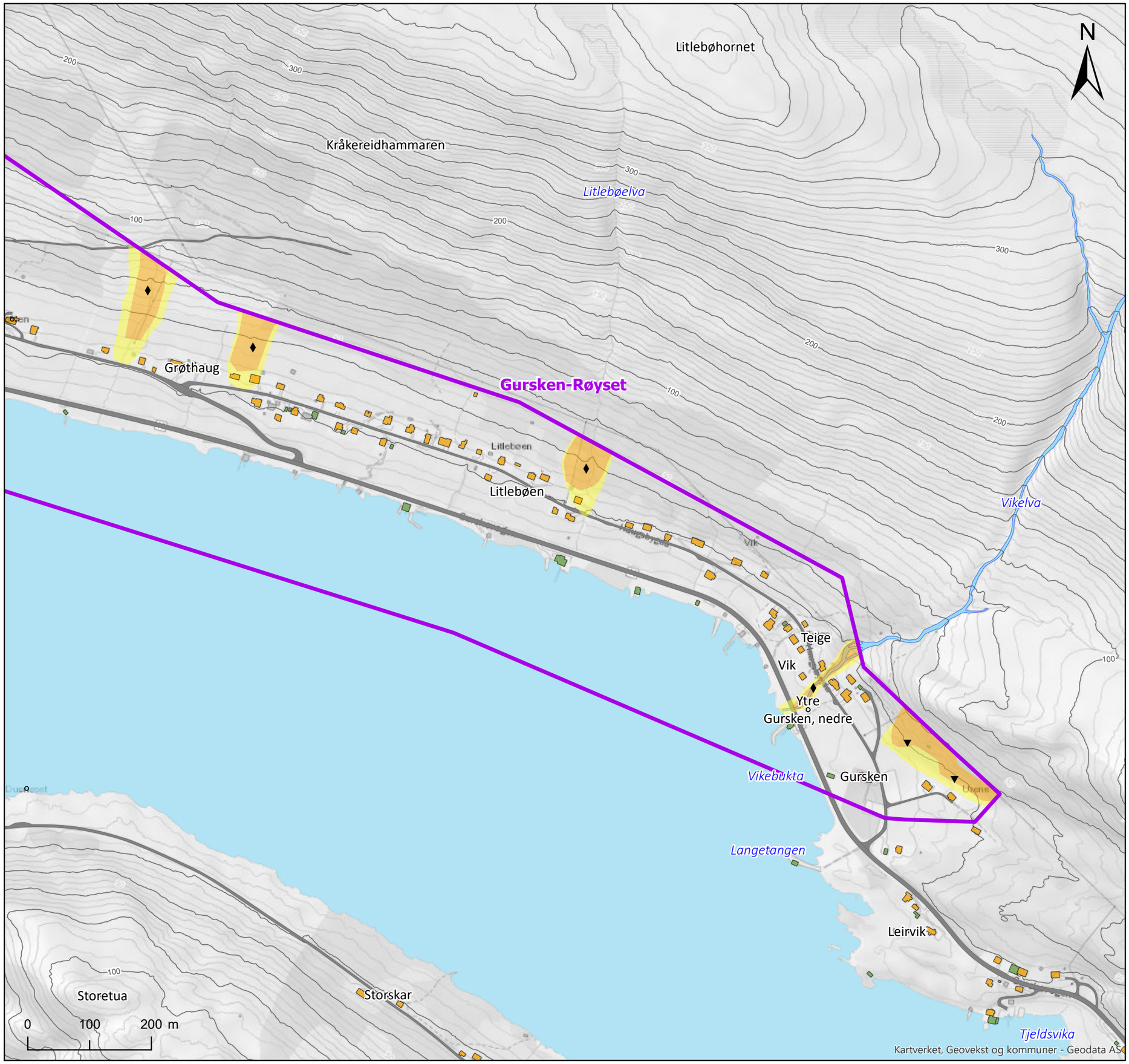
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

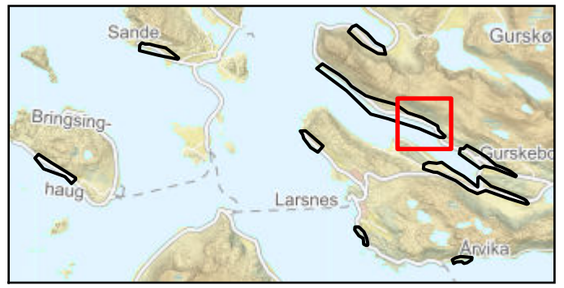
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.2E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 6 Gursken-Røyset øst

NVE

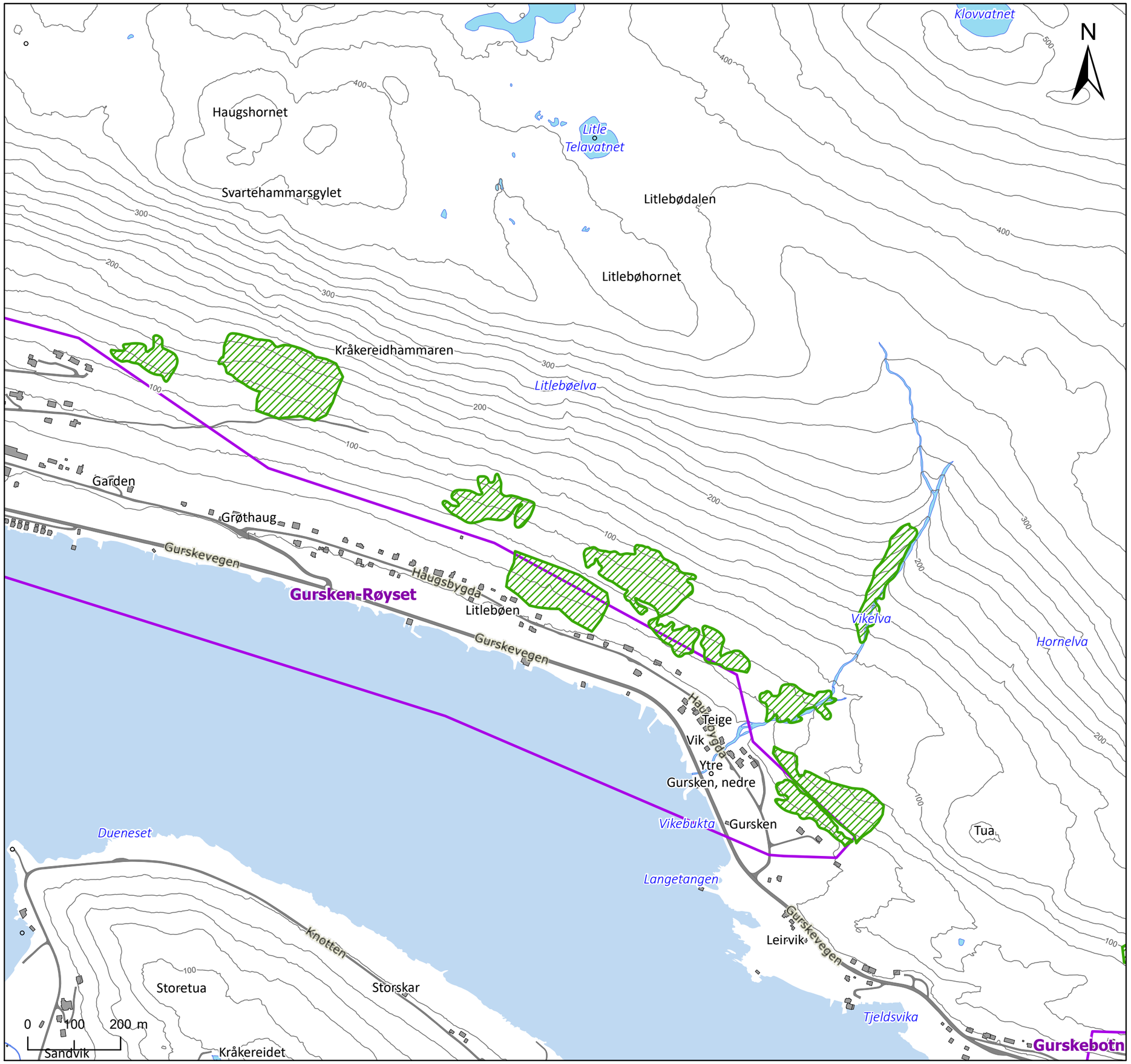
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

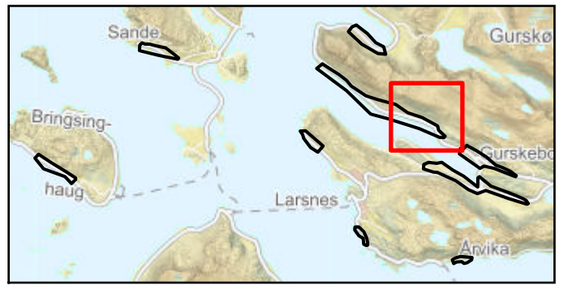
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.3E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

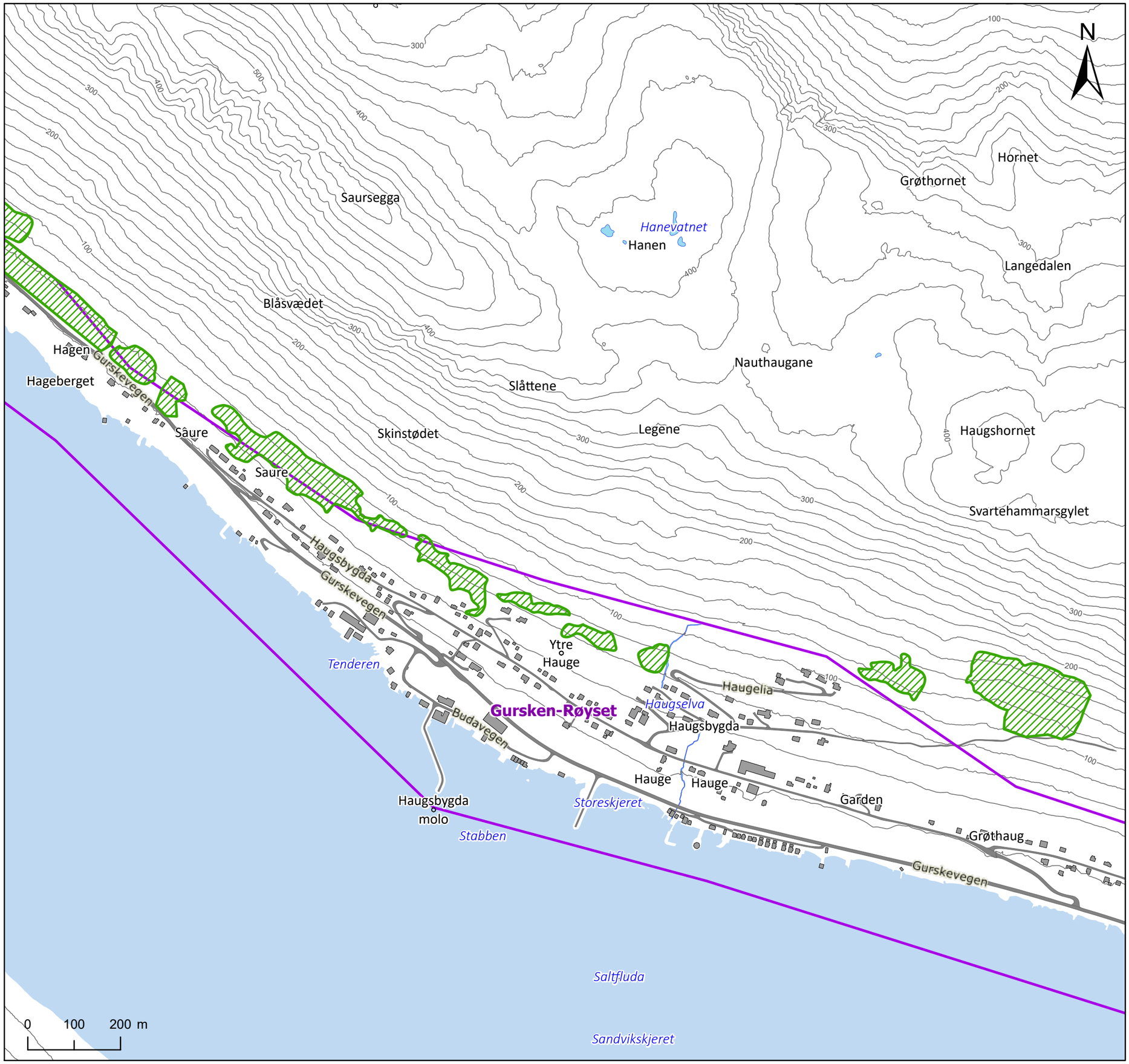
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

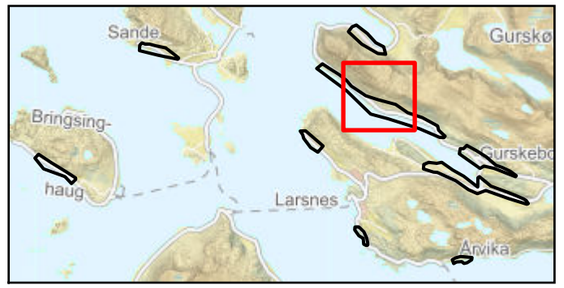
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.1F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

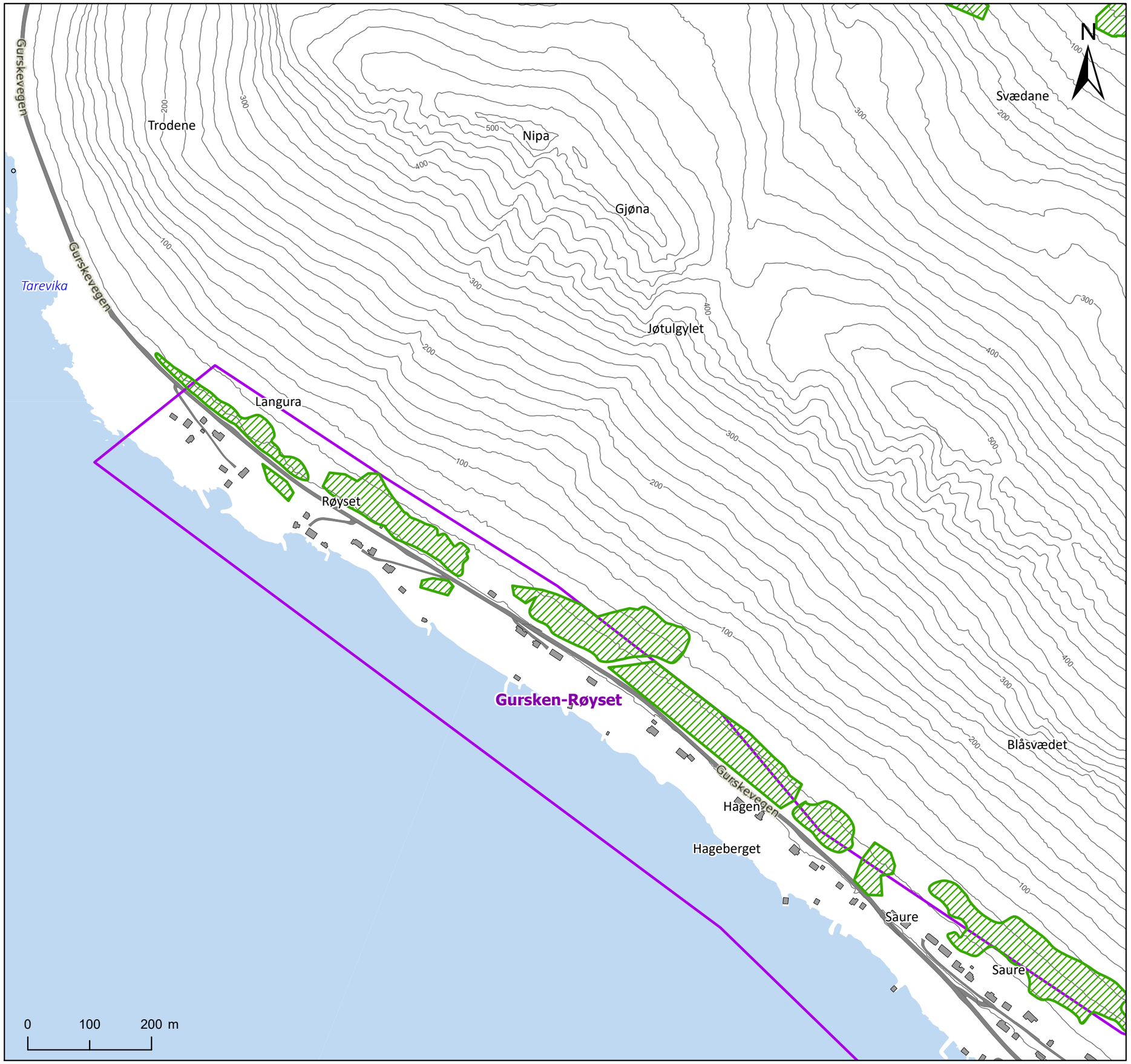
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

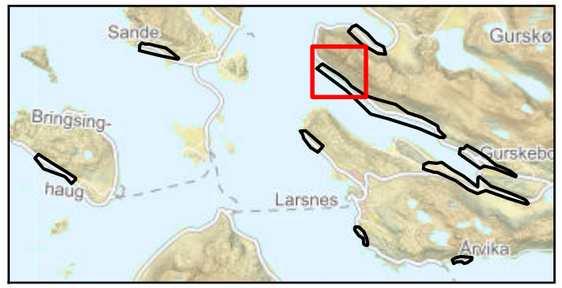
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.2F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	6.3F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A7 Muren-Sandanger

A7 Muren-Sandanger

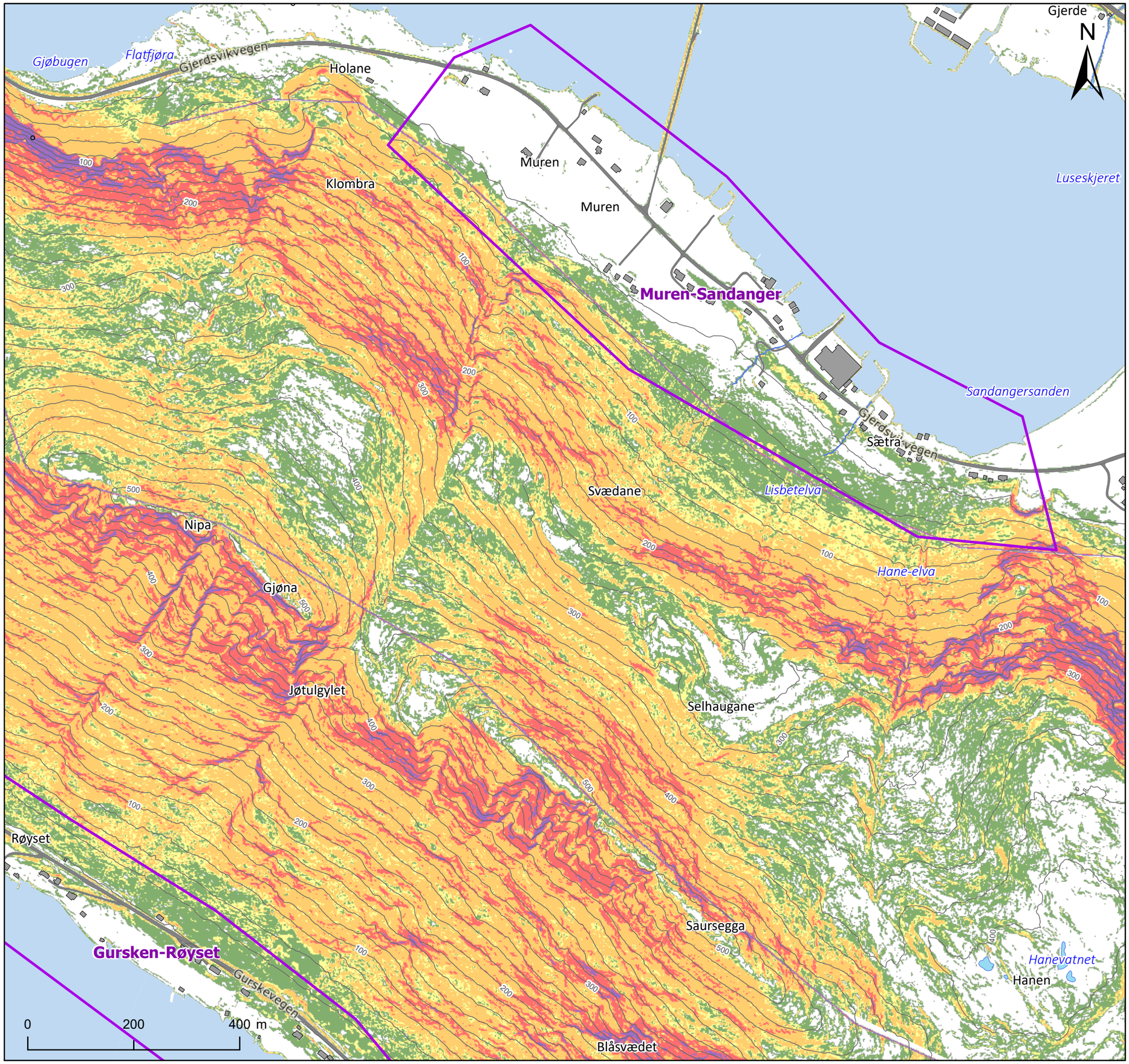
Fotopunkter

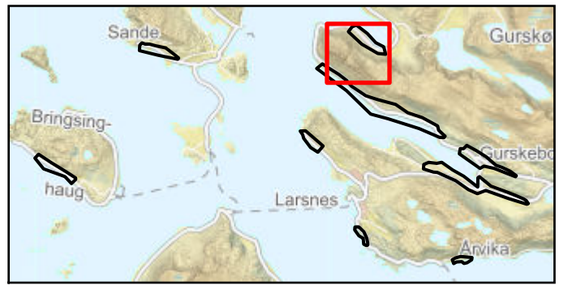
23.jpg: Steinblokker med god avrunding. Stammer trolig ikke fra steinsprang

43.jpg: Oversiktsbilde av fjellsiden sentralt i kartleggingsområdet

39.jpg: Bekk uten tegn etter aktiv erosjon

34.jpg: Bekk viser ikke tegn etter nylig skredaktivitet





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 7 Muren-Sandanger

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

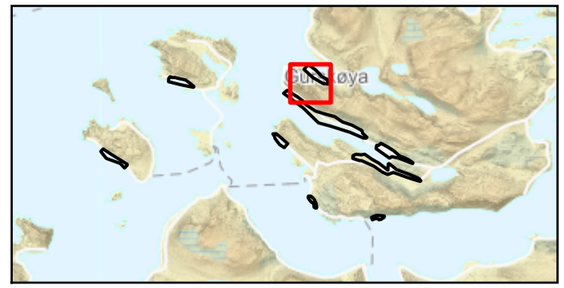
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	7B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

Gjøbugen
Flatfjøra
Steinsprang (< 100 m3) 2015
Steinsprang (< 100 m3) 2015
Steinsprang (< 100 m3) 2013
Holane
Klombra
Muren
Muren
Muren-Sandanger
Gjerde
N
Luseskjeret
Sandangersanden
Sætra
Svædane
Lisbetelva
Hane-elva
Nipa
Gjøna
Jøtulgylet
Selhaugane
Steinsprang - ukjent
Steinsprang (< 100 m3) 1994
Tørt snøskred 1807
Gursken-Røyset
Saursegga
Hanevatnet
Hanen
Blåsvædet
0 100 200 m
Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS



Feltregistreringer

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Aktiv erosjon linje

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 7 Muren-Sandanger

NVE

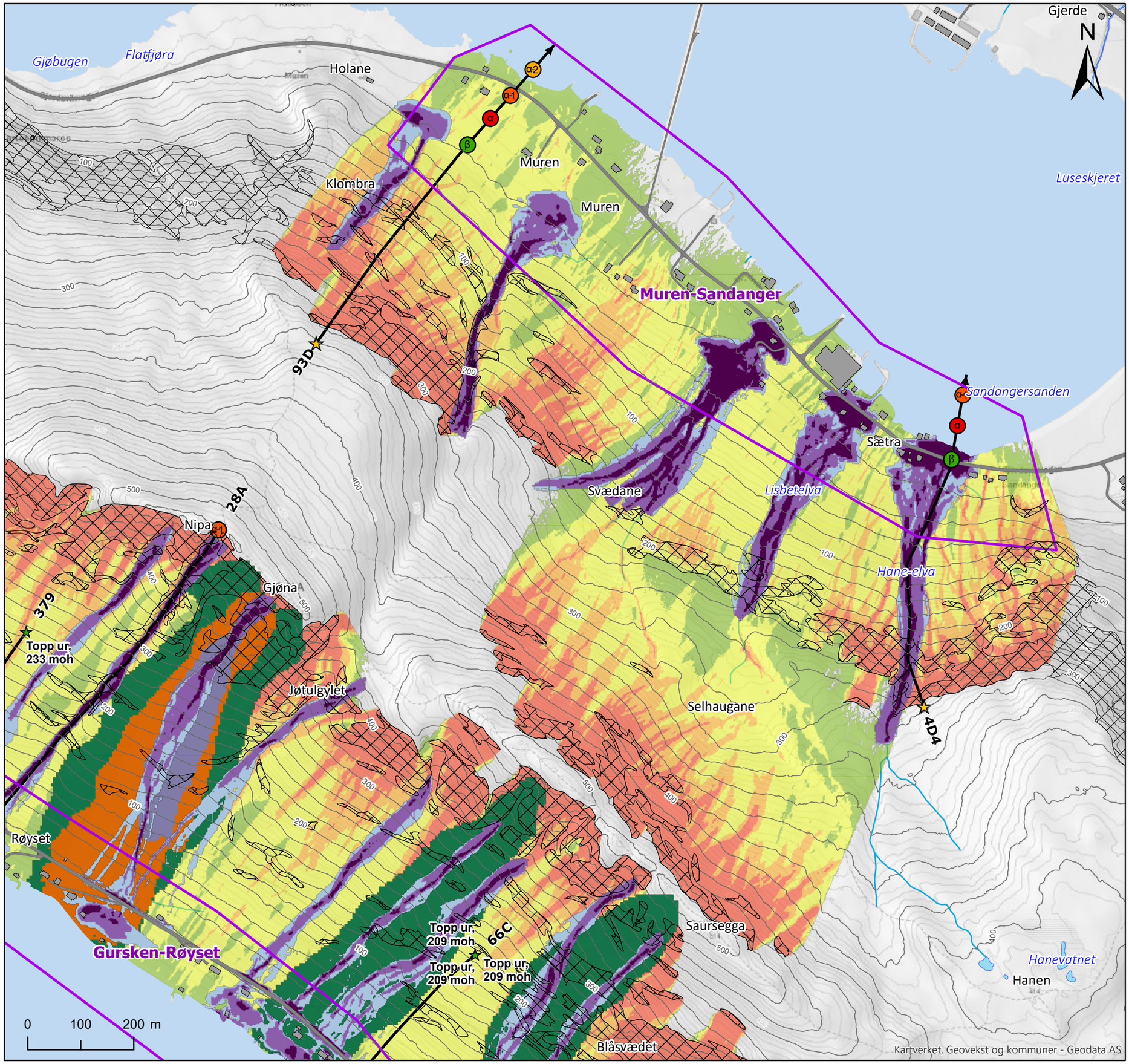
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

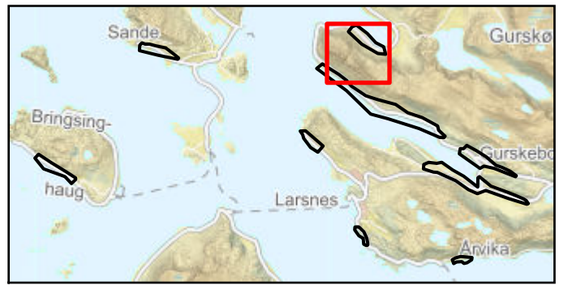
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	7C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa+1
- Alfa
- Alfa-1
- Alfa-2

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Snøskred, Naksin

- 1
- 2
- 3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 7 Muren-Sandanger

NVE

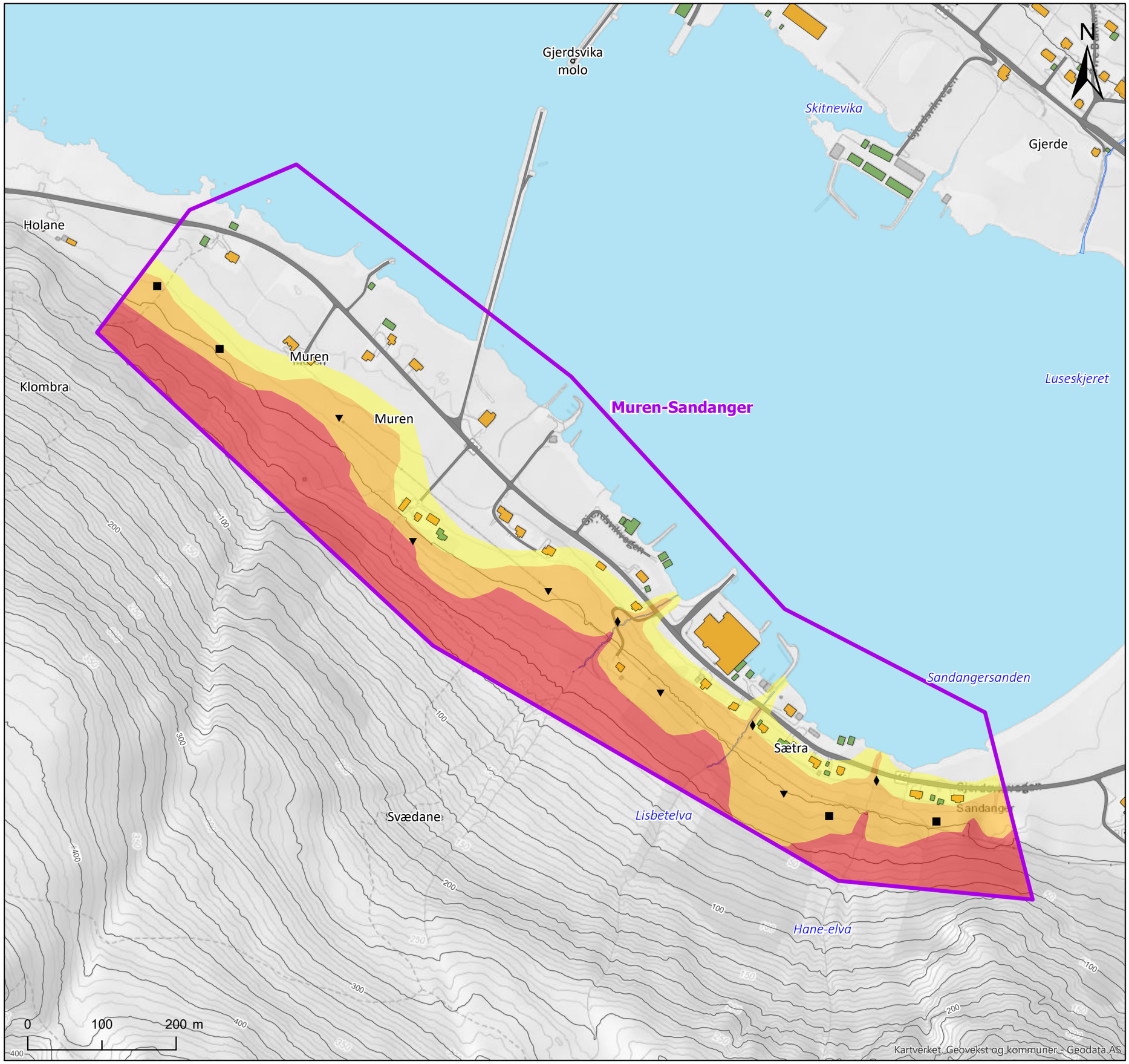
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
30/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

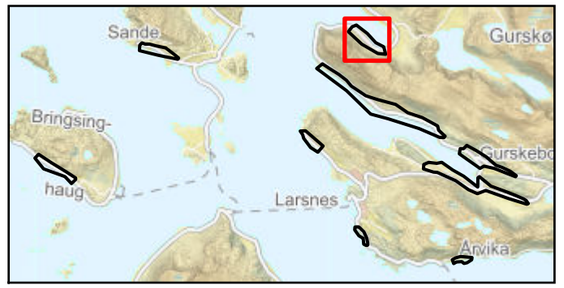
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	7D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 7 Muren-Sandanger

NVE

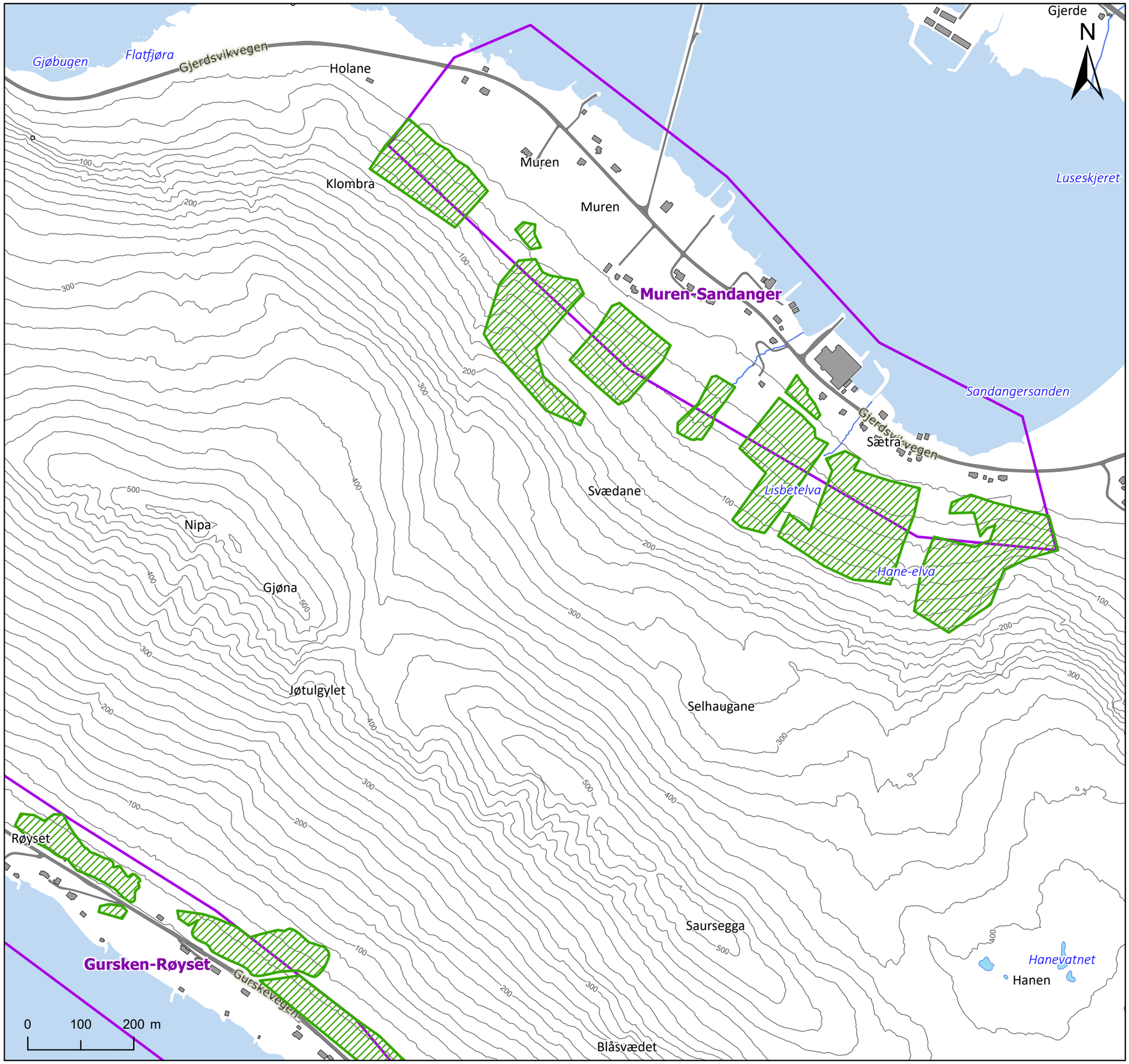
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

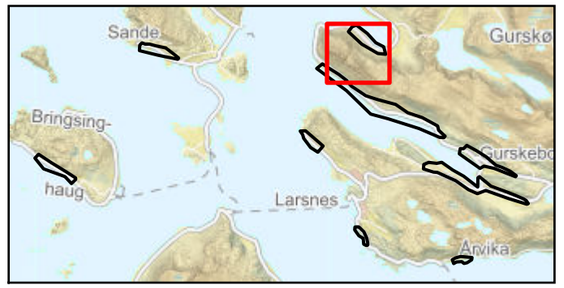
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	7E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	7F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A8 Sandsvika

A8 Sandsvika

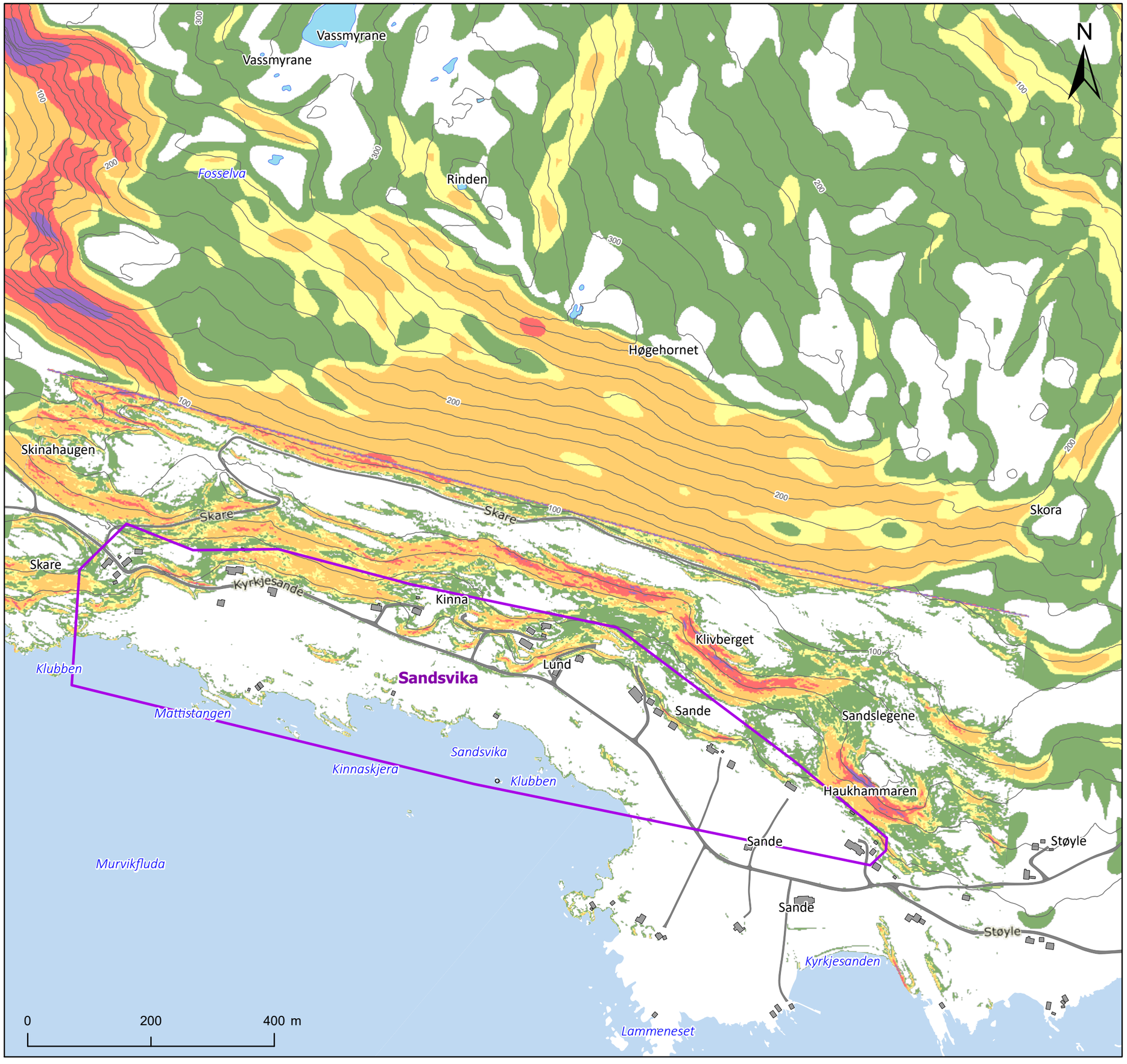
Fotopunkter

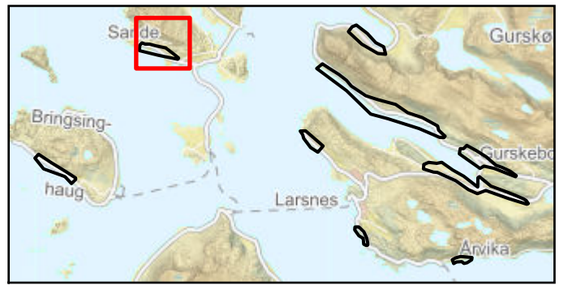
144.jpg: Jordskråning som ser stabil ut

146.jpg: Bekk med lavt erosjonspotensiale

151.jpg: Skrent med muligheter for sjeldne utfall

158.jpg: Skrent med lav utfallssannsynlighet





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 8 Sandsvika

NVE

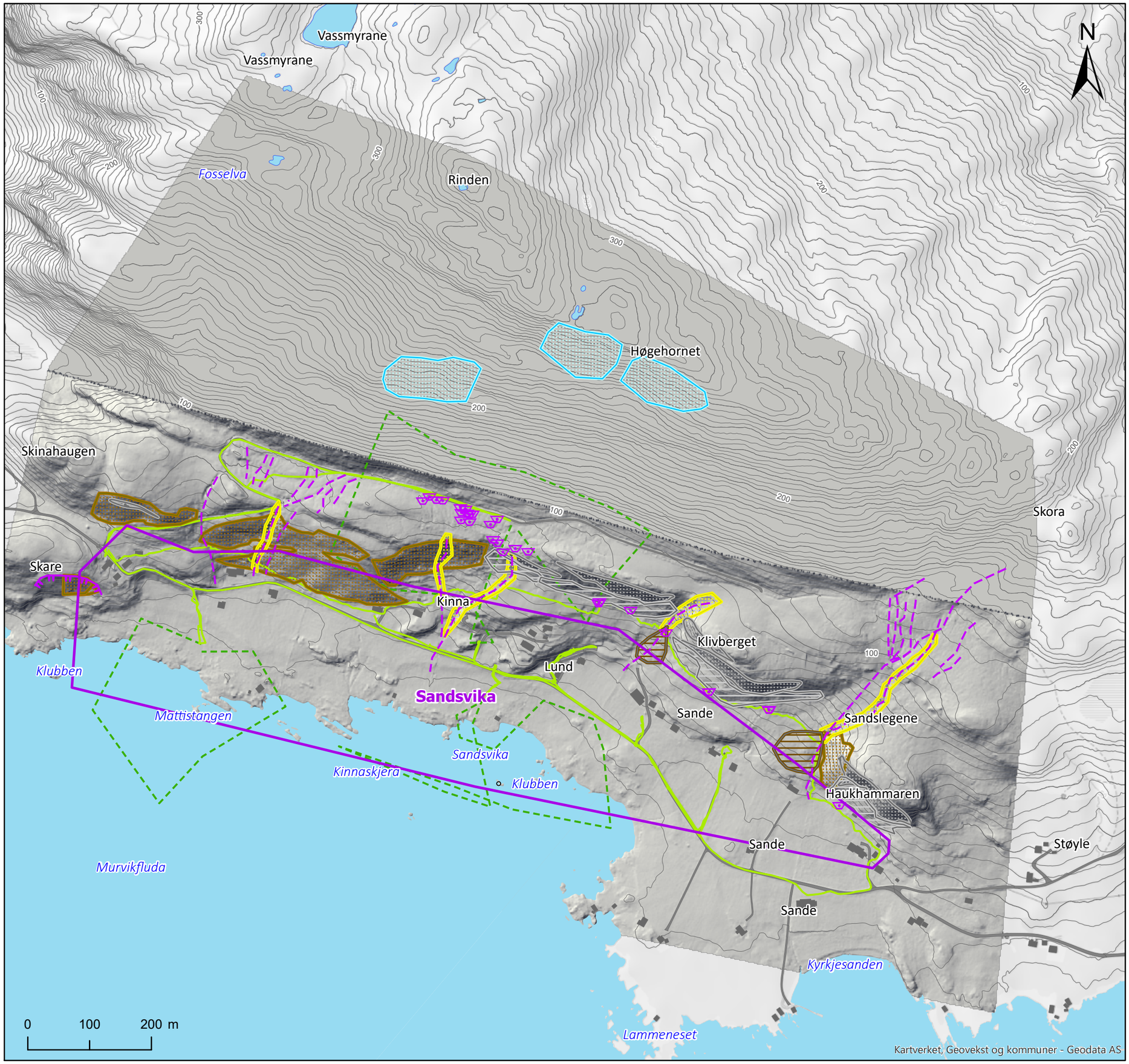
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

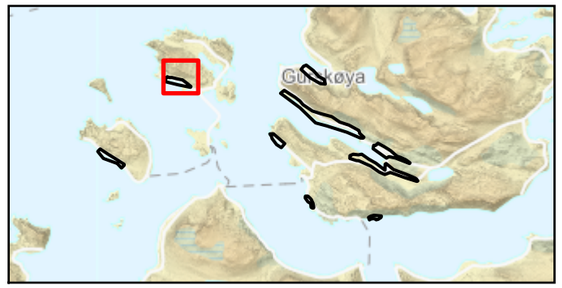
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	8B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredrelevante landformer

- Skredkant

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning
- Jord og flomskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 8 Sandsvika

NVE

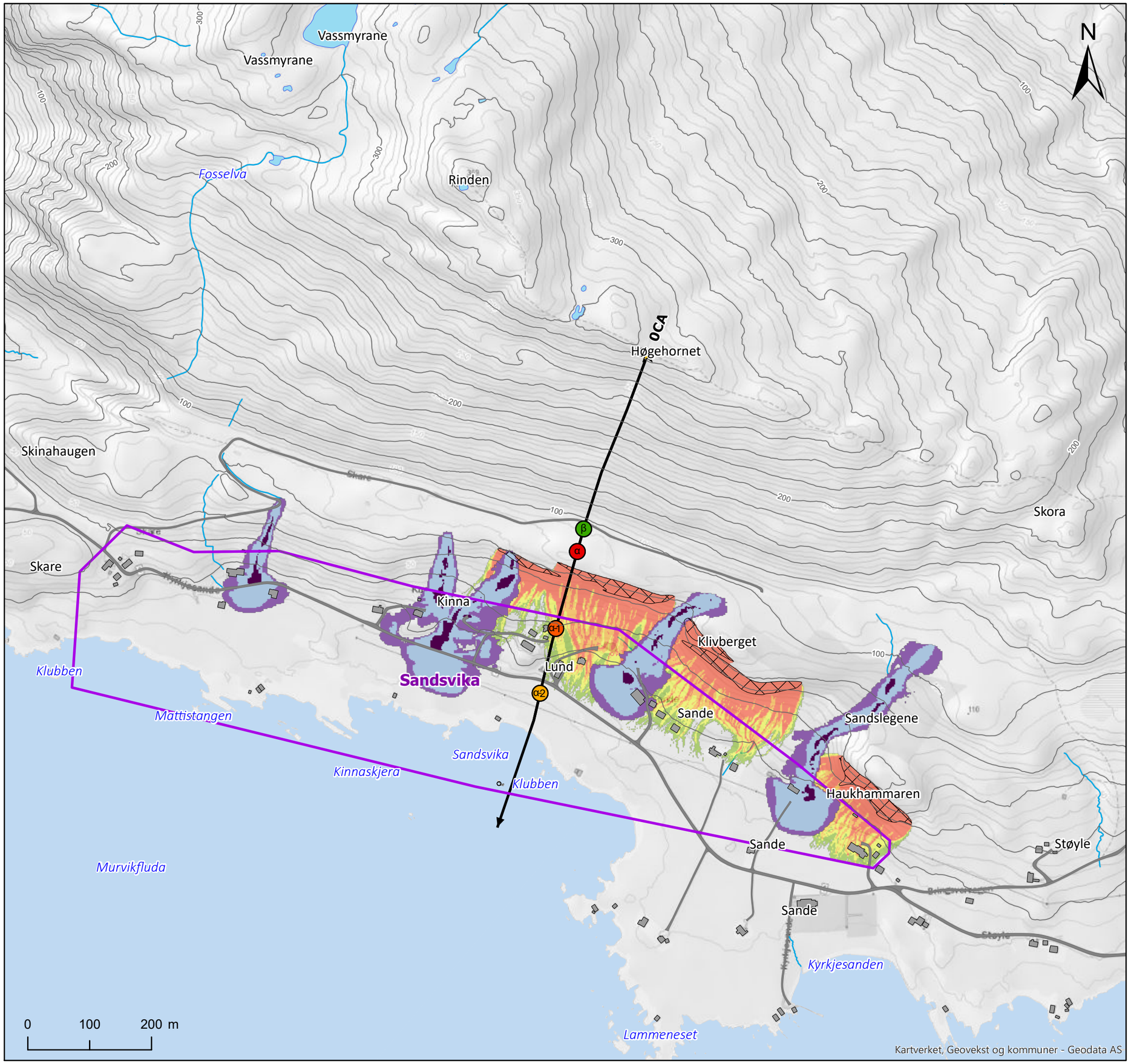
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

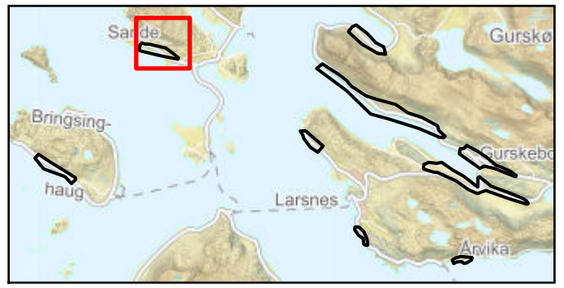
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	8C	1

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt steinsprang
- Vinkel til utløsningspunkt
- Topp ur
- Vinkel til topp ur
- Urfot
- S

Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa+1
- Alfa
- Alfa-1
- Alfa-2

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 8 Sandsvika

NVE

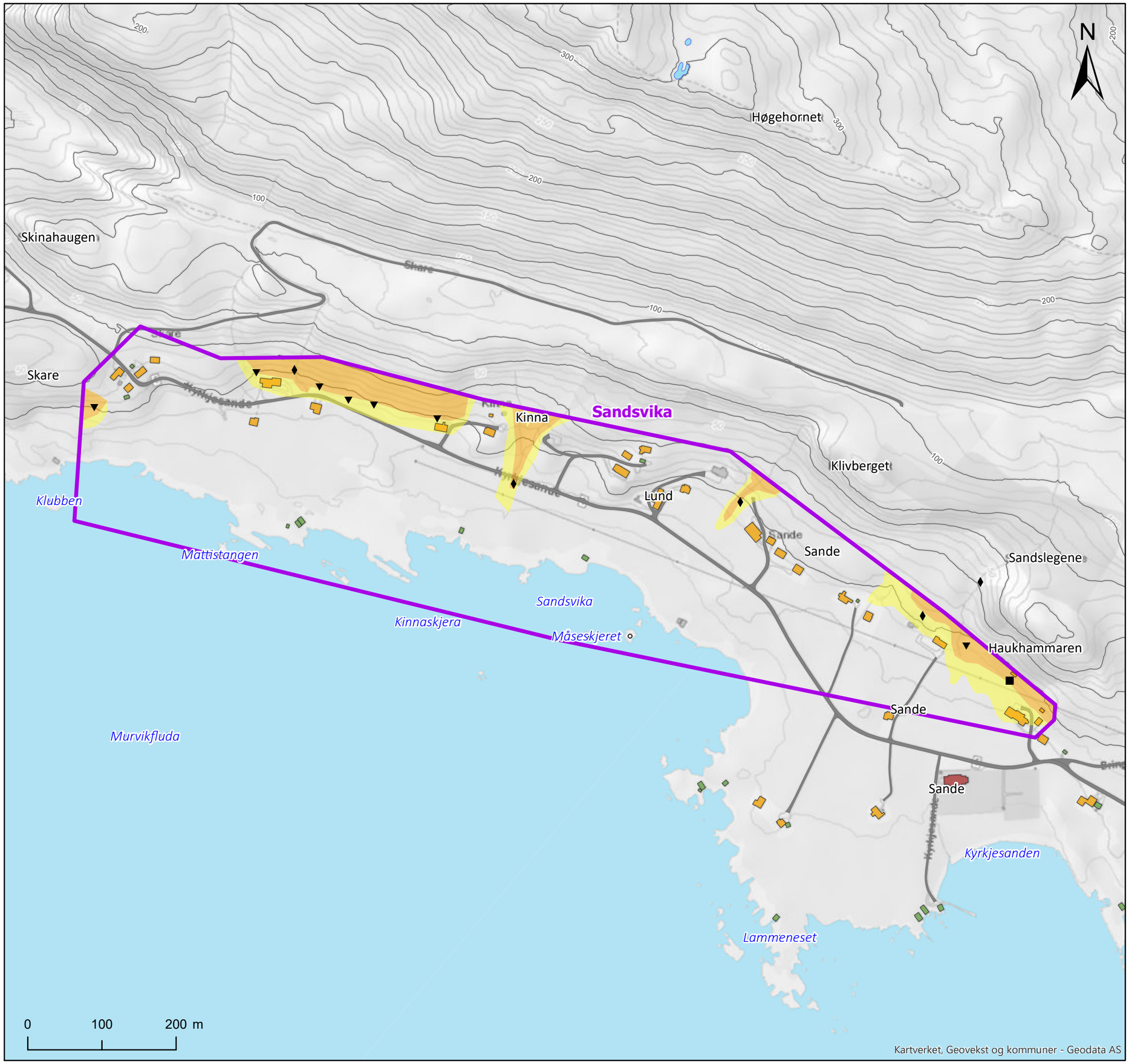
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

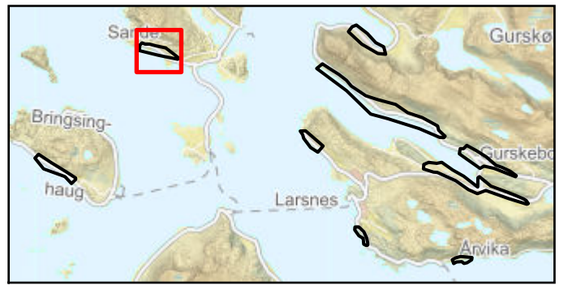
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	8D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 8 Sandsvika

NVE

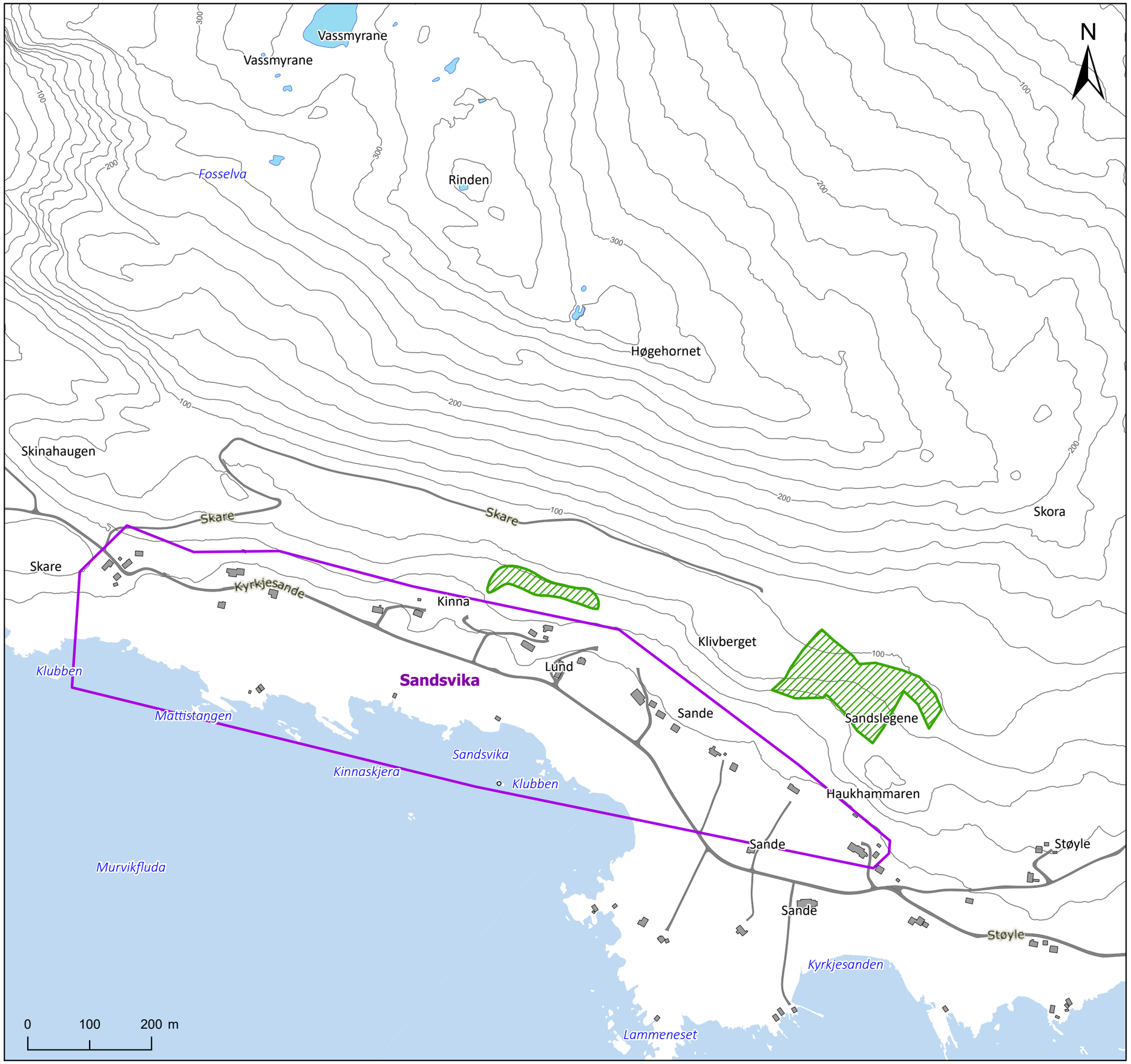
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

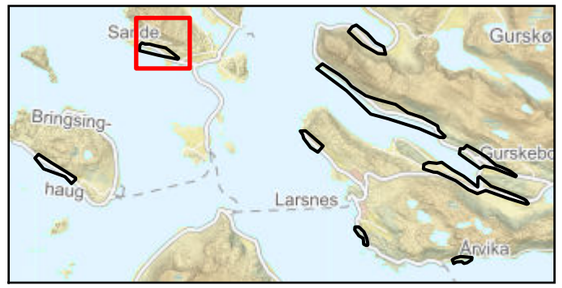
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	8E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	8F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

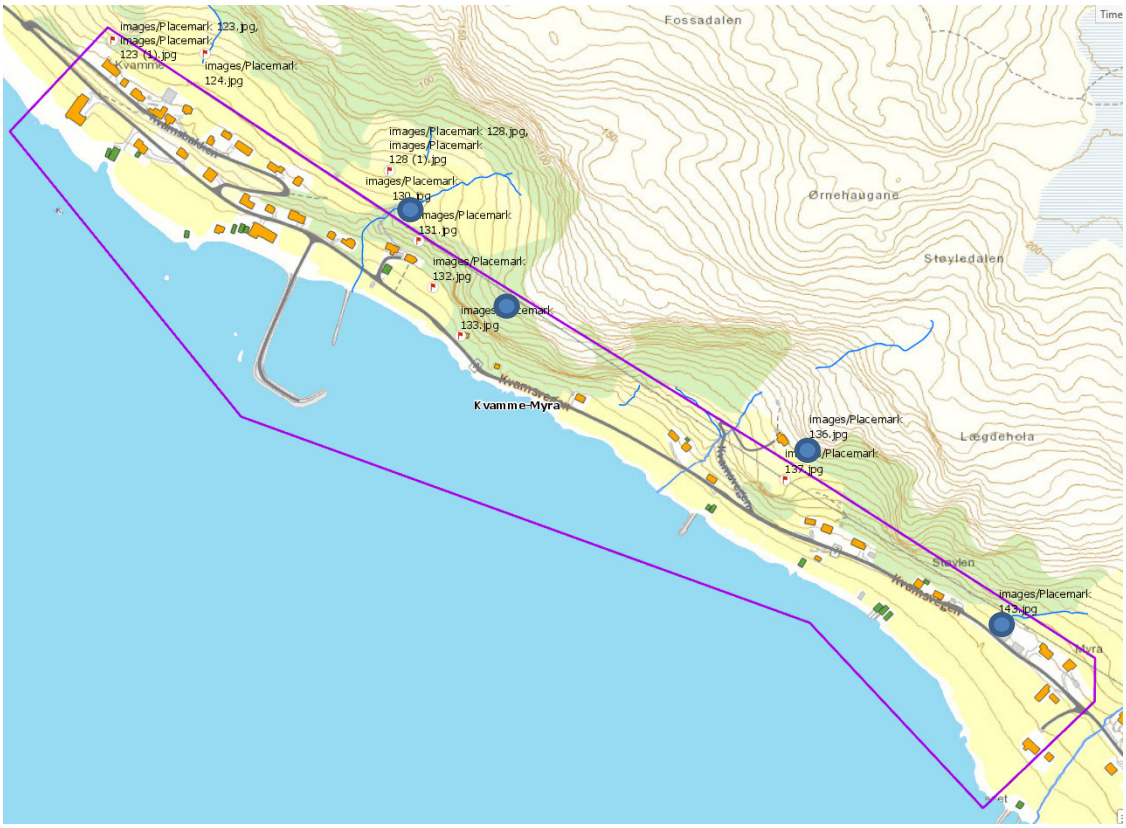
Vedlegg A

FOTOVEDLEGG

Innhold

A9 Kvamme-Myra

A9 Kvamme-Myra



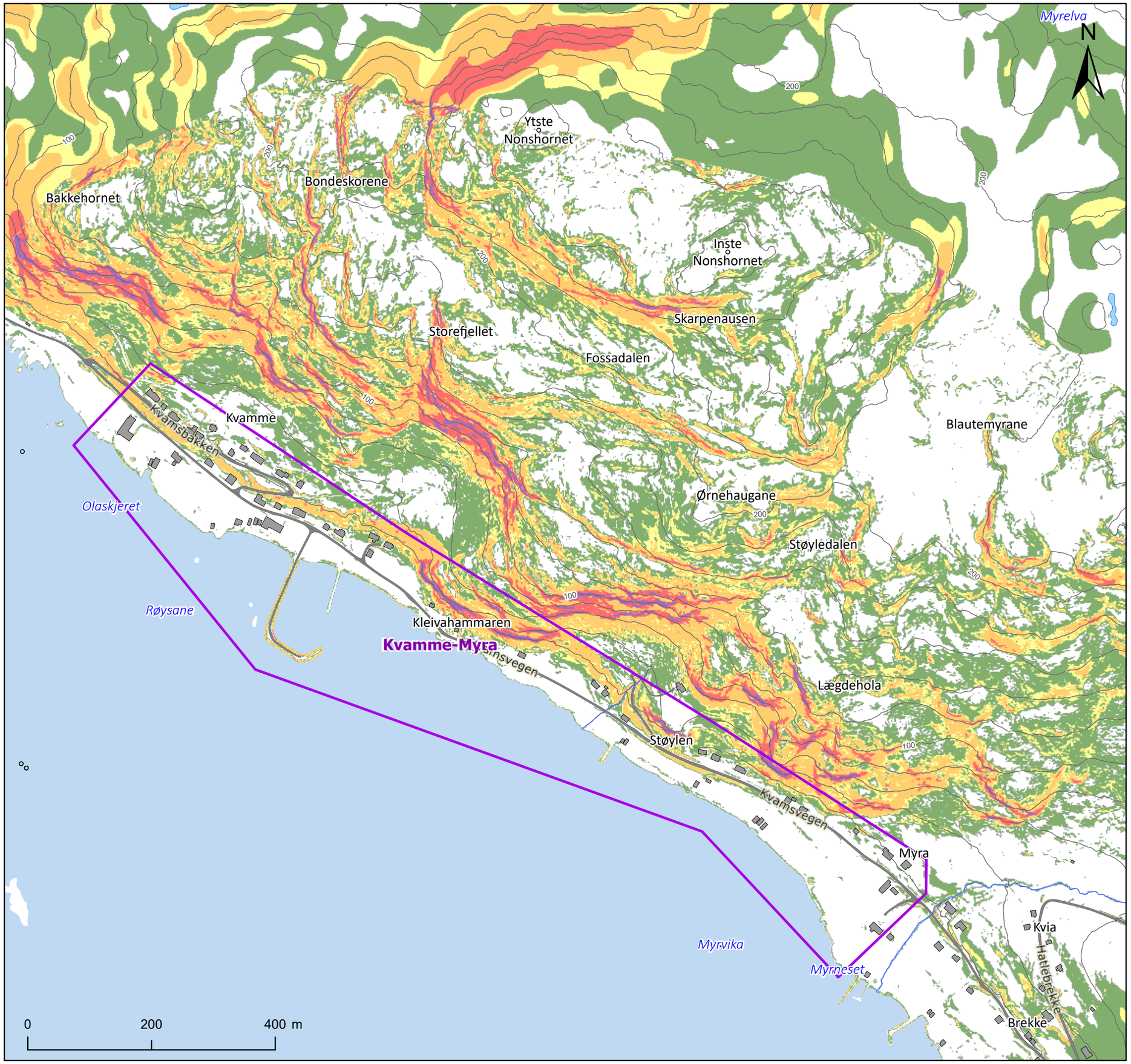
Fotopunkter

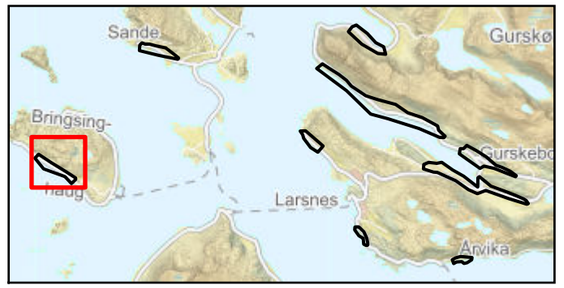
130.jpg: Bekkeløp uten spor etter erosjon

133.jpg: Utfall fra skrent, gammelt. 1000 årssonen ned til veien

136.jpg: Skrent som ser stabil ut. Steinblokk er vurdert til å være moreneblokk.

143.jpg: Gammel steinblokk, stammer neppe fra steinsprang?





Kartleggingsområde

Helning

- 15° - 25°
- 26° - 30°
- 31° - 45°
- 46° - 60°
- 61° - 86°

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Helningskart

Område 9 Kvamme-Myra

NVE

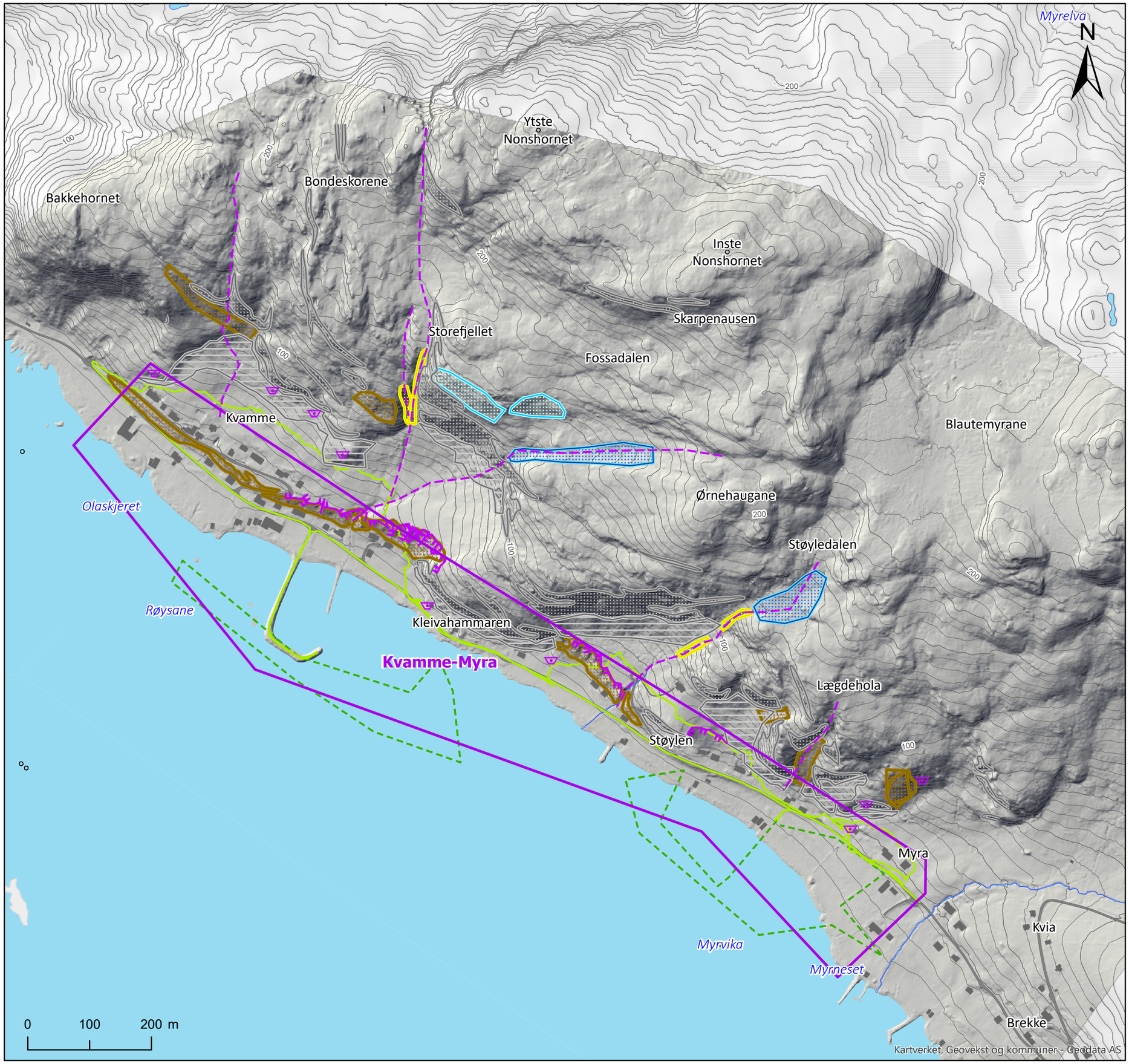
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

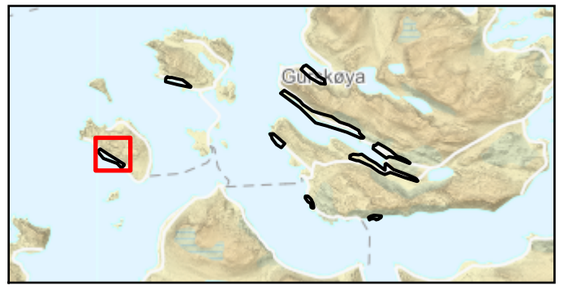
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	9B	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Feltregistreringer

Skredrelevante landformer

- Skredkant

Skredbane

Skredavsetninger

- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning

Løsneområder

- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred

Kartleggingsområde

GPS-logg

- Sporlogg drone
- Sporlogg bakke

Skredobservasjoner

- Skredobservasjon - flate
- Skredhendelser linje

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Registreringskart

Område 9 Kvamme-Myra

NVE

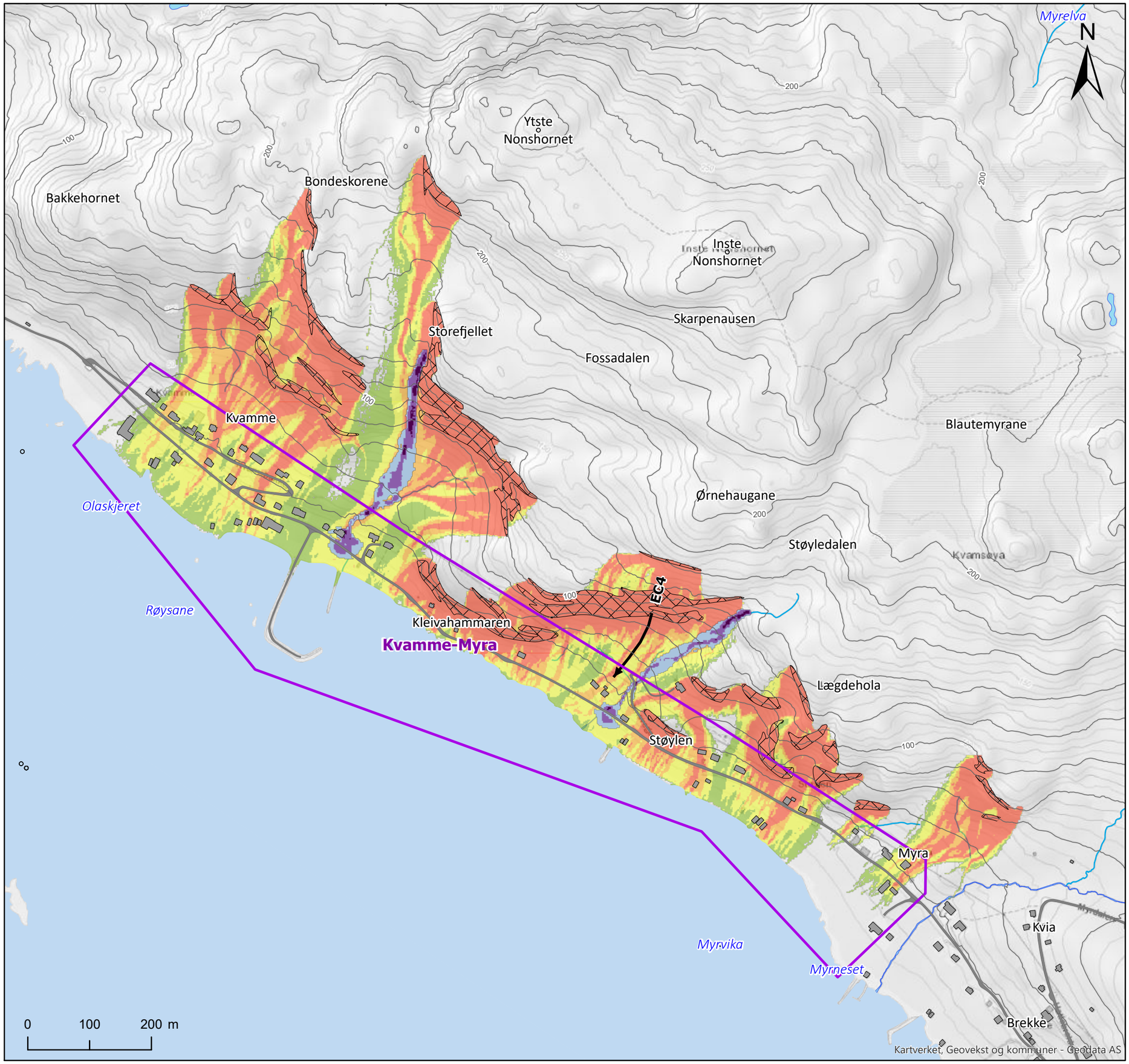
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	UD	FS

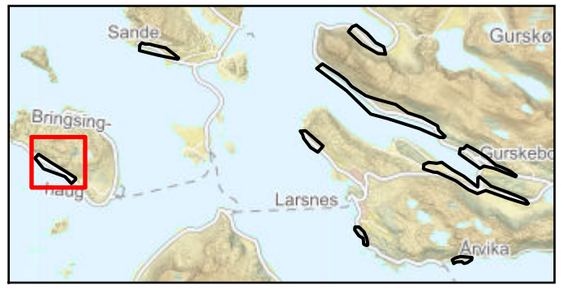
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	9C	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Skredprofil

Steinsprang, RockyFor3D

Løsneområde

Reach probability [%]

- ≤ 1
- ≤ 1.5
- ≤ 3
- ≤ 5
- ≤ 10

Flomskred, flytehøyde [m]

Value

- ≤ 0.2
- ≤ 0
- ≤ 1
- ≤ 5

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Modelleringskart

Område 9 Kvamme-Myra

NVE

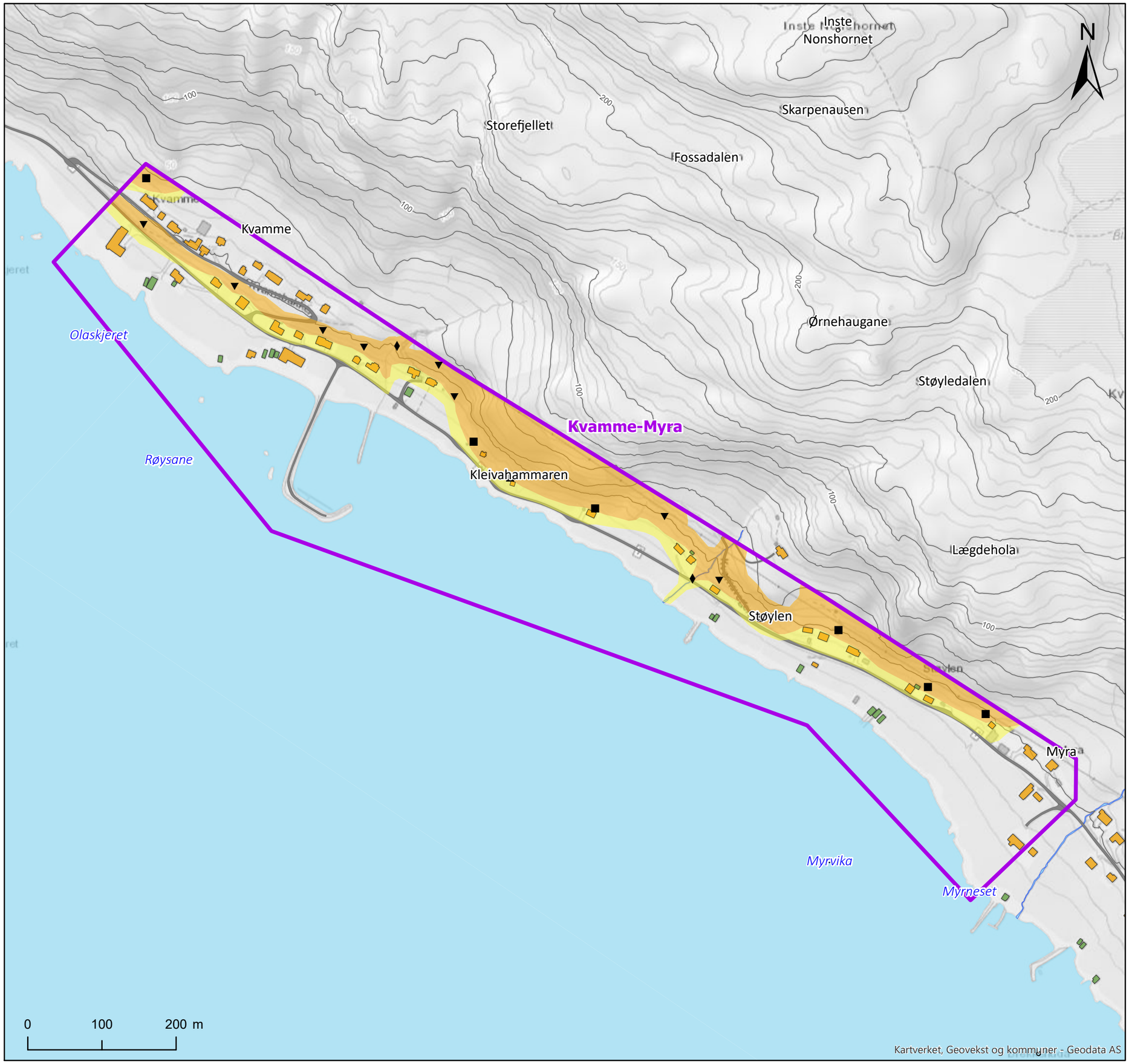
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
29/1-2019	EMP	PG/OAH	FS

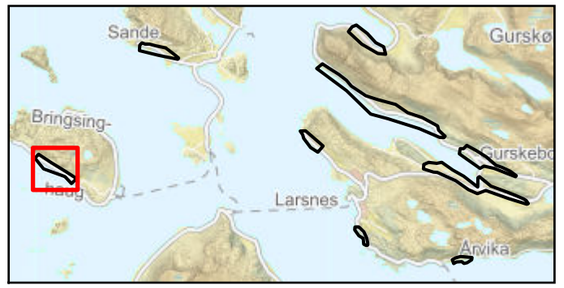
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	9D	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

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

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Steinsprang/steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

Bygninger

FKB bygningstype (NGI klassifisering)

- S1
- S2
- S3

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Faresonekart

Område 9 Kvamme-Myra

NVE

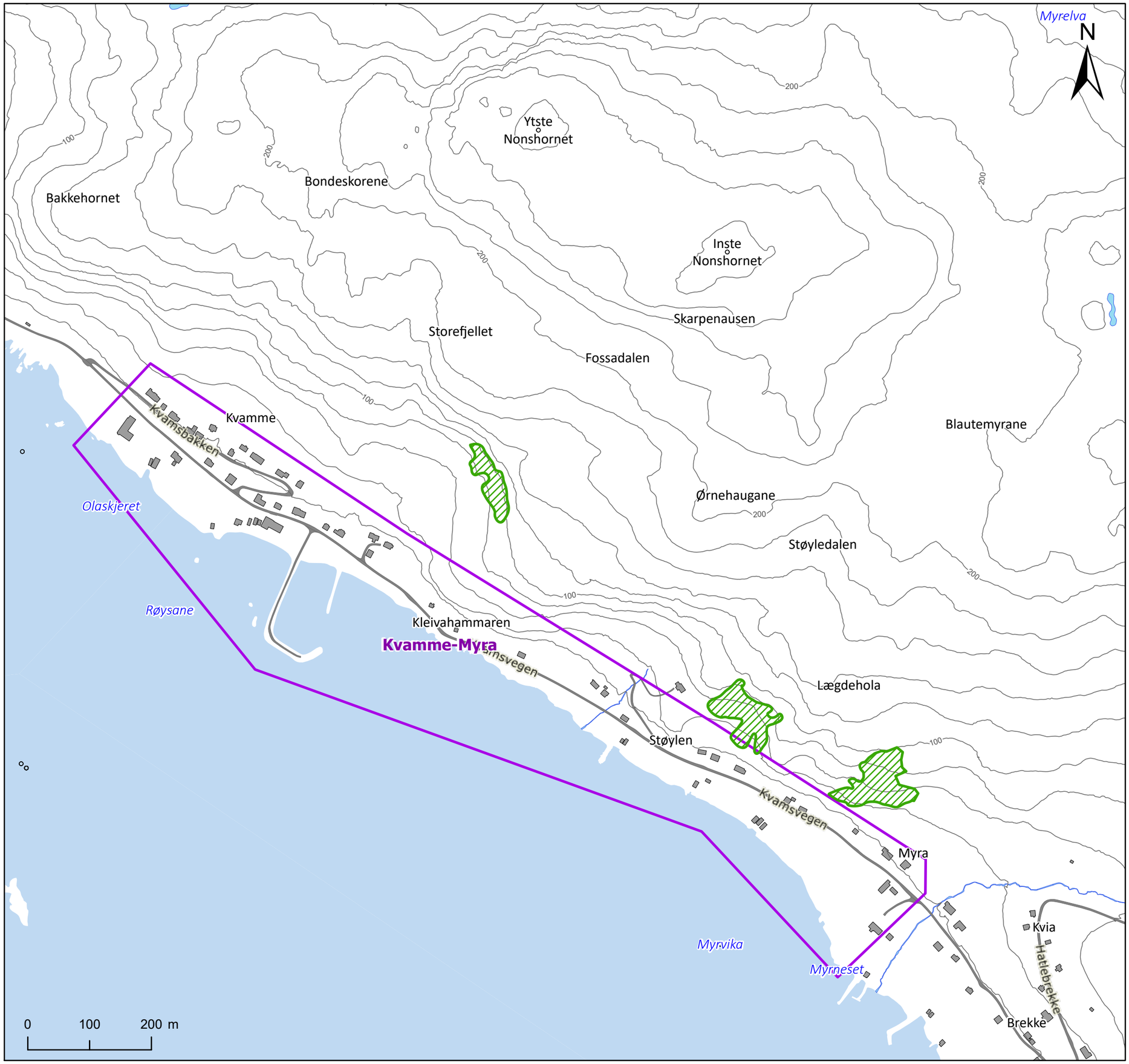
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
10/5-2019	EMP	KGi	FS

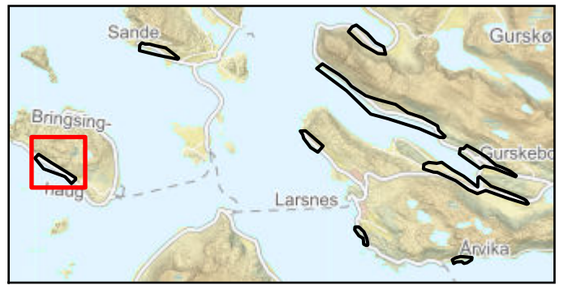
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	9E	1

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Skog som påvirker faresonene

Skredfarekartlegging i Sande kommune

Skog som påvirker faresonene

Område

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22/1-2019	EMP	OAH/PG	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20180278	9F	0

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI

NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no