

Til: Tynset Kommune
v/ Hilde Aanes
Kopi til:
Dato: 2021-03-11
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20210181-01-TN
Prosjekt: Skredfarevurdering, Paureng industriområde.
Prosjektleder: Frode Sandersen
Utarbeidet av: Katrine Mo
Kontrollert av: Frode Sandersen

Skredfarevurdering

Innhold

1	Innledning	2
1.1	Forbehold	2
2	Bakgrunn	3
2.1	Aktsomhetssoner	3
2.2	Historiske hendelser	4
2.3	Terreng, geologi og vegetasjon	4
3	Observasjoner fra befaring	9
4	Vær og klima	11
5	Modellering av snøskred	13
5.1	Inngangsdata og oppsett	13
5.2	Resultater	13
6	Enkel beregning av steinsprang	14
7	Skredfarevurdering	15
7.1	Steinsprang	15
7.2	Jordskred	16
7.3	Flomskred	16
7.4	Snøskred	16
7.5	Sørpeskred	16
7.6	Faresoner	17
7.7	Betydning av skog for faresoner	17
8	Referanser	18

Kontroll- og referanseside

NGI har på oppdrag fra Tynset kommune, gjennomført en kartlegging av skredfare for deler av Paureng industriområde som faller innenfor aktsomhetssoner for skred. Området ligger langs vestsiden av RV 3, ca. 5 km nord for Alvdal sentrum (Figur 1-1). Vurderingen i dette notatet er basert på en detaljert terrengmodell (1 m) og tolkning av terrenget, bruk av flyfoto, historiske flyfoto, befaring, samt gjennomgang av historiske hendelser.

1.1 Forbehold

Vurderingen er gjort på bakgrunn av dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Klimaendringer og menneskelige inngrep i terreng og vegetasjon i det tilgrensende området til planområdet, for eksempel etablering av skogsveg, snauhogst og skogplanting, kan endre forutsetningene for vurderingene. Dette gjelder særlig i områder brattere enn 30°.

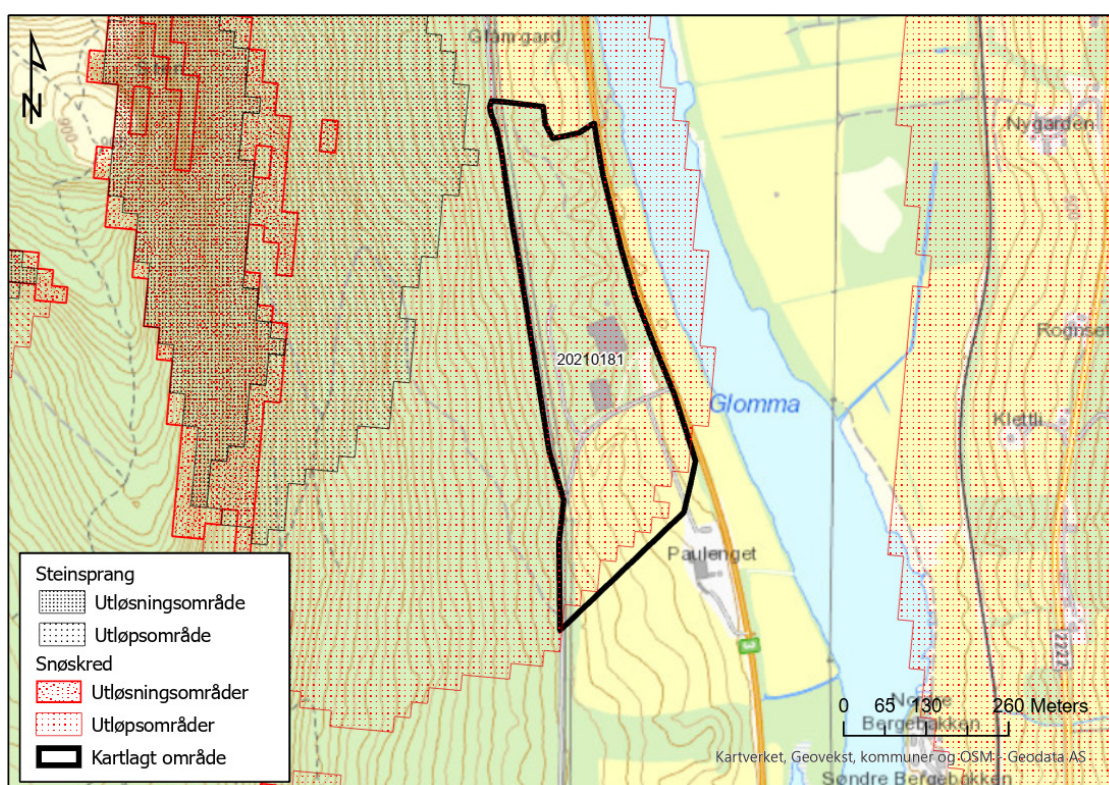
Metodikken for å bestemme skredfæresoner omfatter til dels kvalitative vurderinger i tillegg til kvantitative beregningsmetoder og kan generelt ikke oppfattes som endelige, men kan bli endret i lys av nye opplysninger og kunnskap.

2 Bakgrunn

2.1 Aktsomhetssoner

Bakgrunnen for henvendelsen er at industriområdet i dag ligger delvis innenfor NVEs aktsomhetssone for snøskred (Figur 2-1). Aktsomhetssonene utgitt av NVE er generert automatisk basert på grove terrengmodeller (ca. 20 m) uten å ta hensyn til lokale forhold (som for eksempel vegetasjon, klimaforhold eller detaljerte terrengforhold). Ofte kan utstrekningen av aktsomhetssonene reduseres ved nærmere vurderinger og bruk av mer detaljert kartgrunnlag.

Aktsomhetssoner for steinsprang når ikke ut til industriområdet. Det samme gjelder aktsomhetssoner for jord- og flomskred. Disse skredtypene vil likevel bli vurdert i rapporten.



Figur 2-1. Aktsomhetssoner for stein stopper ovenfor kartlagt område. Aktsomhetssoner for snøskred dekker hele det kartlagte området.

2.2 Historiske hendelser

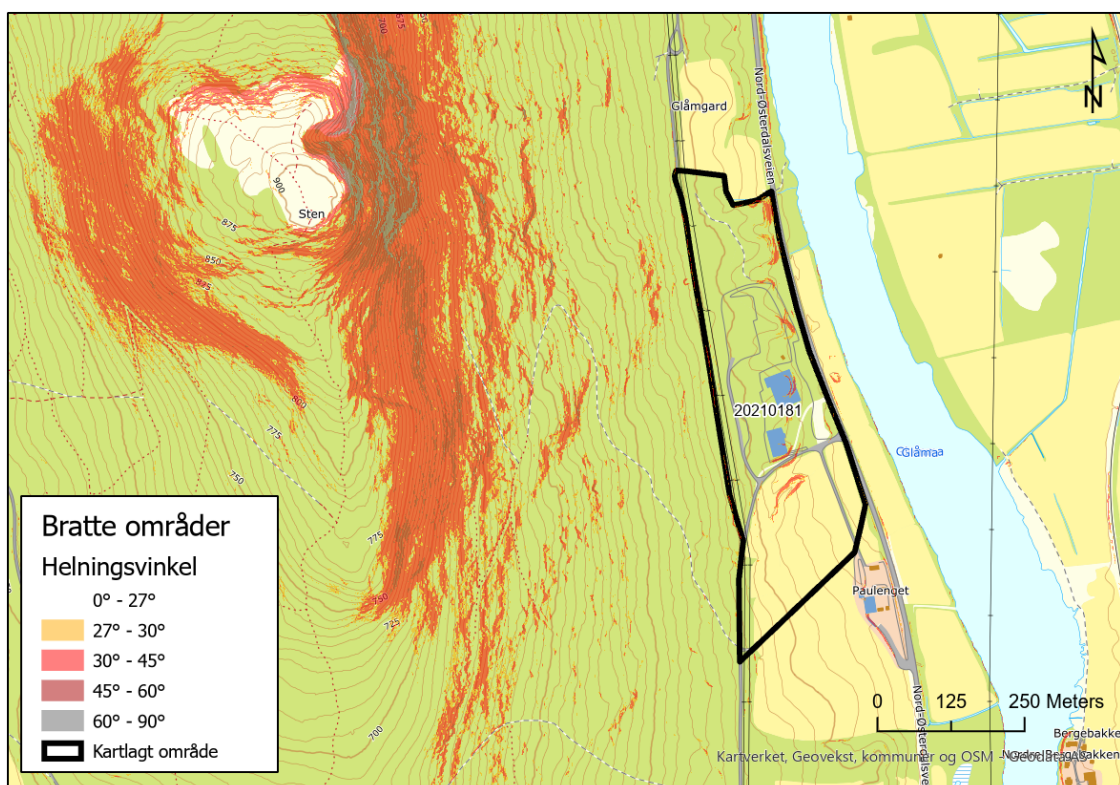
Det er ikke registrert historiske skredhendelser i NVE skredatlas som er relevante for det kartlagte området.

2.3 Terreng, geologi og vegetasjon

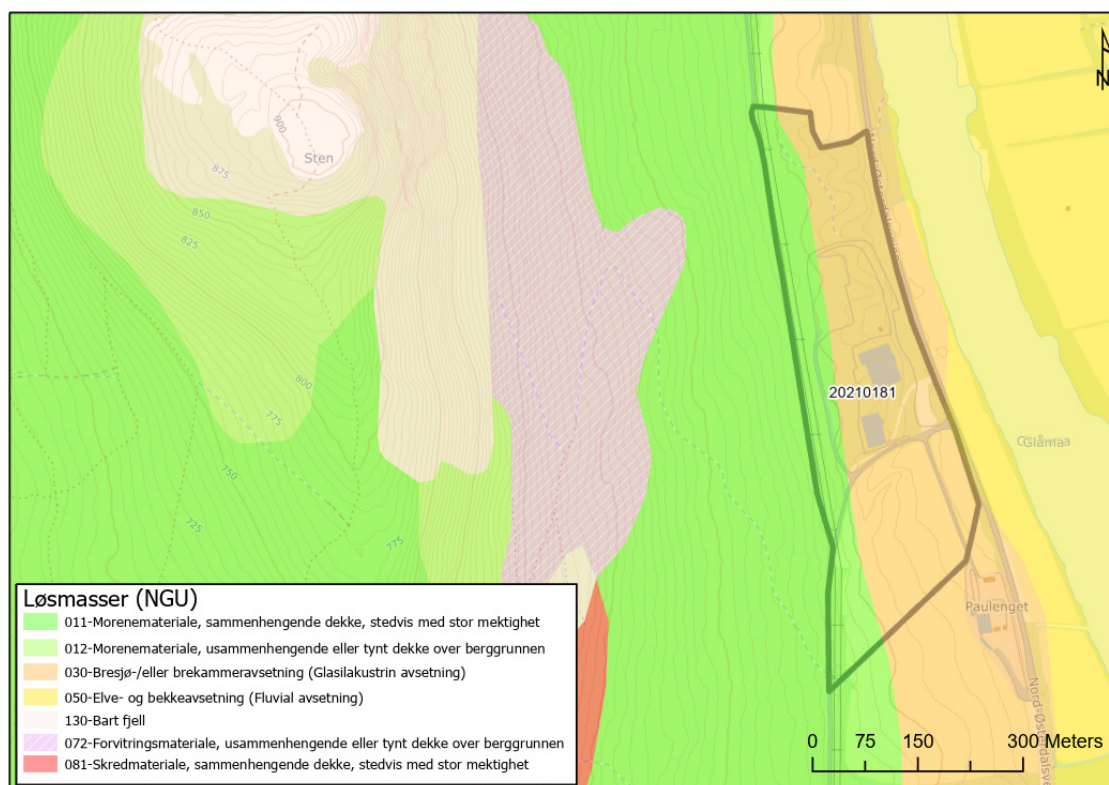
Terrenget ovenfor industriområdet er relativt slakt mellom Glomma og 600 moh. Videre blir terrenget brattere (rundt 30 grader). Opp til ca. 750 moh. Mot toppen av fjellet, Sten, er terrenget stedvis svært bratt, og noen skrenter har en helning over 60 grader (Figur 2-2).

Ifølge NGUs berggrunnkart, består berggrunnen av Kvartsitt, lys grå til hvit, mørk grå til sort grafittisk slamskifer, granat-glimmerskifer, kalkspat-kloritt-glimmerskifer, garbenskifer. Løsmassedekket i området er sammensatt, og består av bart fjell rundt toppen av Sten, forvittringsmateriale og tykk morene ned til ca. 500 moh. Mellom ca. 500 moh og ca. 480 moh består løsmassene av bresjø-/ eller brekammeravsetninger med flere ravine-liknende terrengformasjoner (Figur 2-3). Videre mot Glomma er fluviale avsetninger.

Vegetasjon består ifølge Nibio's kartdata av furu og gran. Deler av terrenget nedenfor 600 moh består av hogstflater. NGI har ikke kjennskap til eventuelle fremtidige hogstplaner i området. Det bemerkes av kartlegging av skredfare tar utgangspunkt i dagens vegetasjonsforhold, og større endringer vil kunne påvirke sannsynlighet for skred.



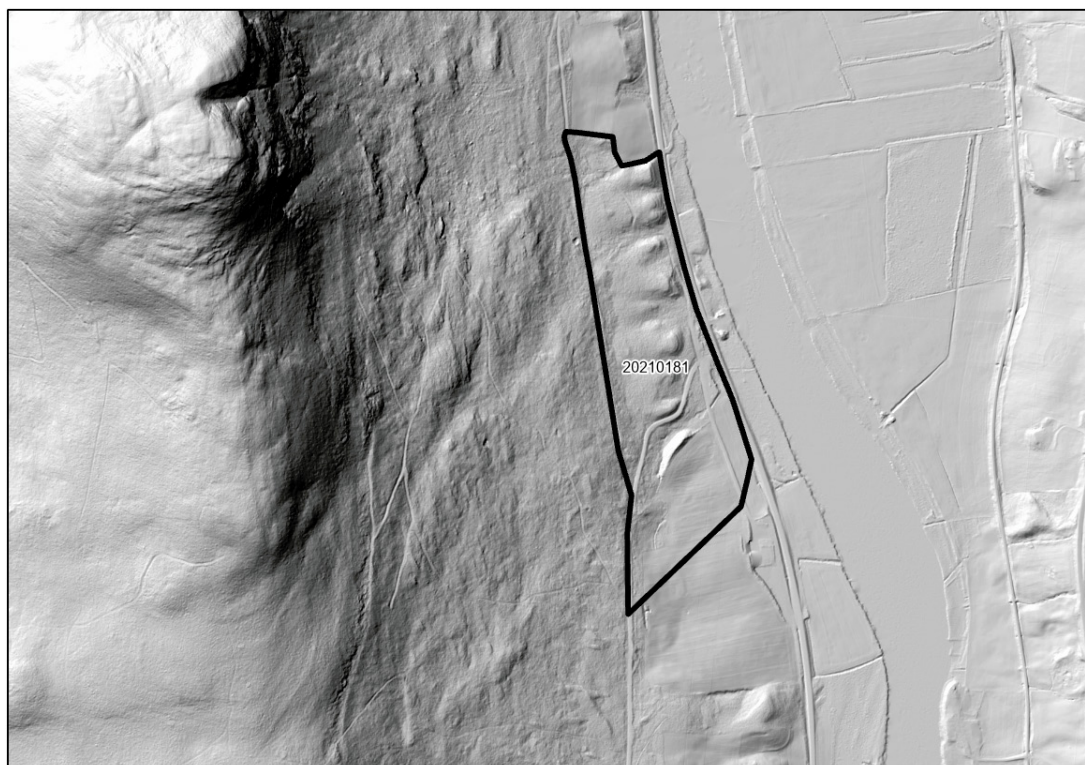
Figur 2-2. Helningskart over området viser et større areal med helning over 30 grader. Mot toppen av Sten er terrenget stedvis vært bratt (over 60 grader). Under 600 moh, er terrenget i hovedsak slakere enn 27 grader. Helningskart er basert på en 1 m terrengmodell.



Figur 2-3. Løsmassekart, NGU. Fjellsiden ovenfor det kartlagte området består hovedsakelig av tykke morenemasser og tynt dekke av forvittringsmateriale.

Med unntak av ravine-formasjoner i bresjø-avsetningene, er det få tydelige renneformasjoner eller spor etter tidligere utglidninger av løsmasse i terrenget. Ravineformasjonene i området ned mot Glomma antas å stamme fra perioden med avsmeltning av innlandsisen ca. 10.000 år siden.

Det er ikke identifiserbare spor eller sår i terrenget etter større utglidninger av løsmasse på flybilder fra 2018 eller historiske flybilder fra 2004 (Figur 2-8) og 1969 (Figur 2-7). Det er mindre tett skog nedenfor østvendt side av Sten, som kan være et resultat av mindre utglidninger av snø opp mot toppen.



Figur 2-4. Fjellskyggekart over området.



Figur 2-5. Flybilde 2018 viser ingen spor etter nylige skredhendelser. En del områder der det er drevet flatehogst er synlige.



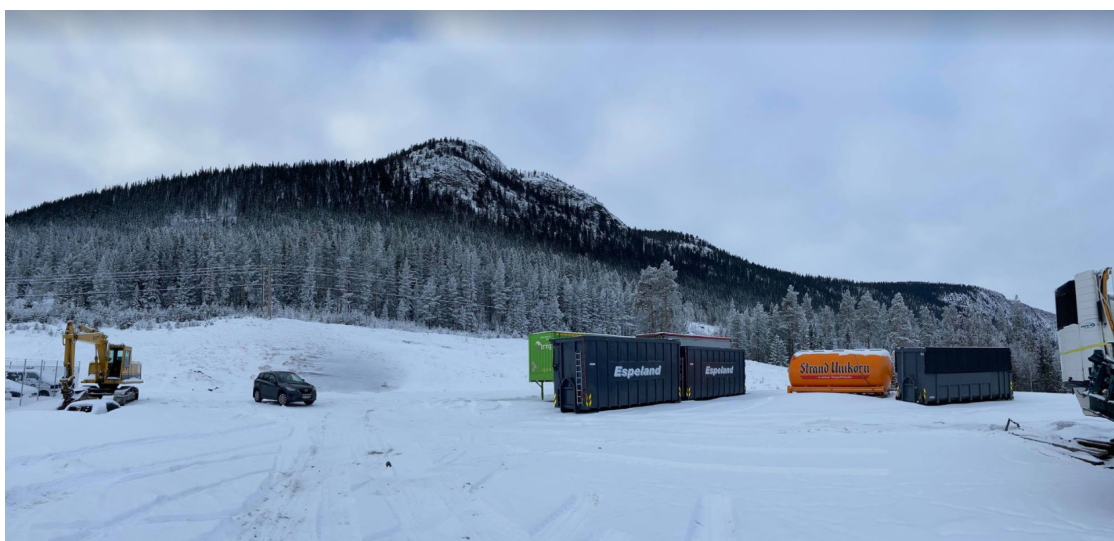
Figur 2-6. Flybilde 1969



Figur 2-7. Flybilde 2004

3 Observasjoner fra befaring

Befaring ble gjennomført den 8 februar av NGI ved Katrine Mo i forbindelse med tilbudsarbeidet. Det ble ikke observert spor i terrenget etter tidligere hendelser, hverken i nærhet til området som brukes i dag (Figur 3-1), eller i nærhet til nordlige del av området. Deler av området består av hogstflater uten vegetasjon (Figur 3-2 og Figur 3-3).



Figur 3-1. Bilde fra øvre del av dagens industriområde mot Sten.



Figur 3-2. Bilde fra nordlig del av kartleggingsområde viser flatehogst i slakt terreng, og eksisterende skog i de brattere områdene.



Figur 3-3. Lite spor etter tidligere skredhendelser ble observert. Det ble observert noen blokker av stein spredt i hogstområdet, men disse tolkes til å være morene-blokker. Det ble ikke observert tydelige steinsprangblokker.

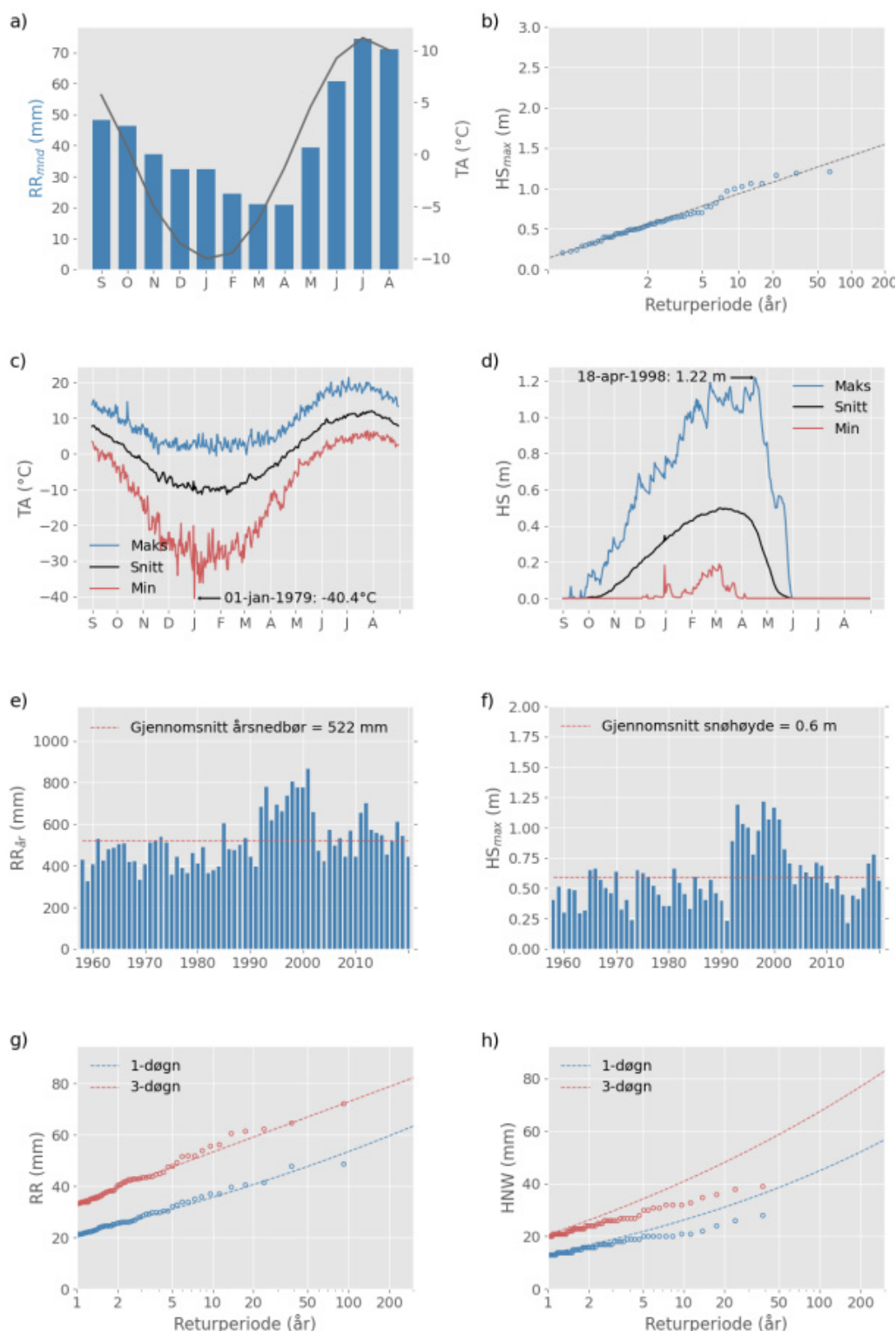
4 Vær og klima

Interpolerte klimadata fra SeNorge-datasettet (Lussana et al., 2016; Saloranta, 2014) for normalperioden 1981 - 2010 viser at normal årsnedbør i det undersøkte området er ca. 571 mm, hvor ca. 231 mm kommer om vinteren. Årsmiddeltemperatur i området er 0.5 °C og døgnmiddeltemperaturen varierer normalt fra -24.6 °C til 17.3 °C. Gjennomsnittlig snøhøyde er 72 cm og maksimal snøhøyde siste 50 år er 122 cm. Antall dager med snø på bakken er i gjennomsnitt 194.

Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøydeverdiene i de interpolerte dataene kan man estimere forventet 1000-års nedbør og 300-års snøhøyde for området. I dette området er 1000-års nedbør beregnet å være 84 mm/døgn, og 300-års snøhøyde 1.7 meter. Dette er estimater basert på korte observasjonsperioder og statistiske usikkerheter.

Klimafremskrivninger (Hanssen-Bauer et al., 2015) for Norges fastland frem mot år 2100 viser at man kan forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 21 % (scenario 1, RCP 4.5) og 33 % (scenario 2, RCP 8.5). Økningen om vinteren er henholdsvis 30 % og 49 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 2.7 °C og 4.5 °C. Dette har også en effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom -48 % og -68 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis -56 og -106 dager for de to scenariene.

Høyde på valgt gridcelle (der data er hentet) er 774 moh. Klimaet bærer preg av begrensede nedbørmengder og relativt lav gjennomsnittlig snøhøyde. 3 døgns nysnøtilvekst (ofte brukt som et utgangspunkt for buddhøyde i snøskredmodellering) er svært lav sammenlignet med områder med mer maritimt klima.



UTM33 270467E, 6899185N, 774moh

Figur 4-1. Dataperiode: 1958 – 2015. a) Månedsnedbør og –lufttemperatur, b) returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).

5 Modellering av snøskred

Som en støtte i vurderingen av snøskred er RAMMS Avalanche (RAMMS, 2017) brukt. Modellen er brukt til å finne mulig utløp av det som er vurdert som sjeldne snøskred. Det er viktig å være klar over at regnemodeller ikke gir absolutte svar.

5.1 Inngangsdata og oppsett

Generelt er inngangsdata i modellen basert på eksisterende kartmateriale og klimadata (Figur 4-1). Som grunnlag for kjøringene er det brukt en digital terrengmodell med 5 m oppløsning. 5 meter er brukt for å konstruere en mer utjevnet overflate, som vil være tilfelle når det ligger snø i utløpsområde.

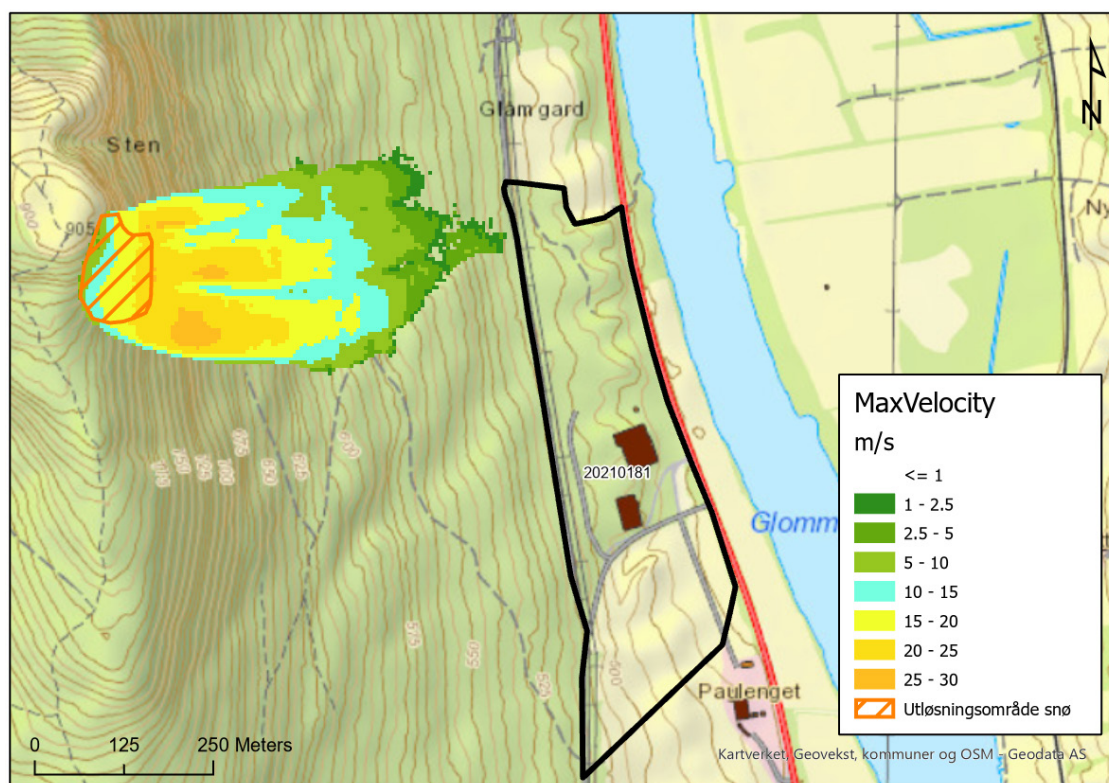
Følgende kommentarer knyttes til RAMMS-beregningene:

- Terreng med helning over 30° innenfor beregningsområdet og med retning mot kartleggingsområdet, som er jevnt og av tilstrekkelig størrelse til å gi store skred, er brukt som løsneområde. I tillegg er løsneområdet begrenset ut fra tettheten av skog ut fra flybilder.
- Det er ikke inkludert bremsende effekt av skog i modelleringen, og den kan dermed anses som noe konservativ.
- Bruddhøyden på skredene er satt til 1 m.

5.2 Resultater

Resultatene av snøskredmodelleringen gir utløp som stopper ovenfor det vurderte området (Figur 5-1). Snømassene har relativt høy fart (10-15 m/s) ned til 600 moh, men bremses opp når terrenget slaker ut. I det slakere terrenget under kote 600, blir massene ledet nordover av en ryggformasjon i terrenget.

Sett i sammenheng med feltobservasjonene er modelleringen vurdert til å være konservativ for et 1/1000 scenario, men å kunne være realistisk for mer ekstreme hendelser.



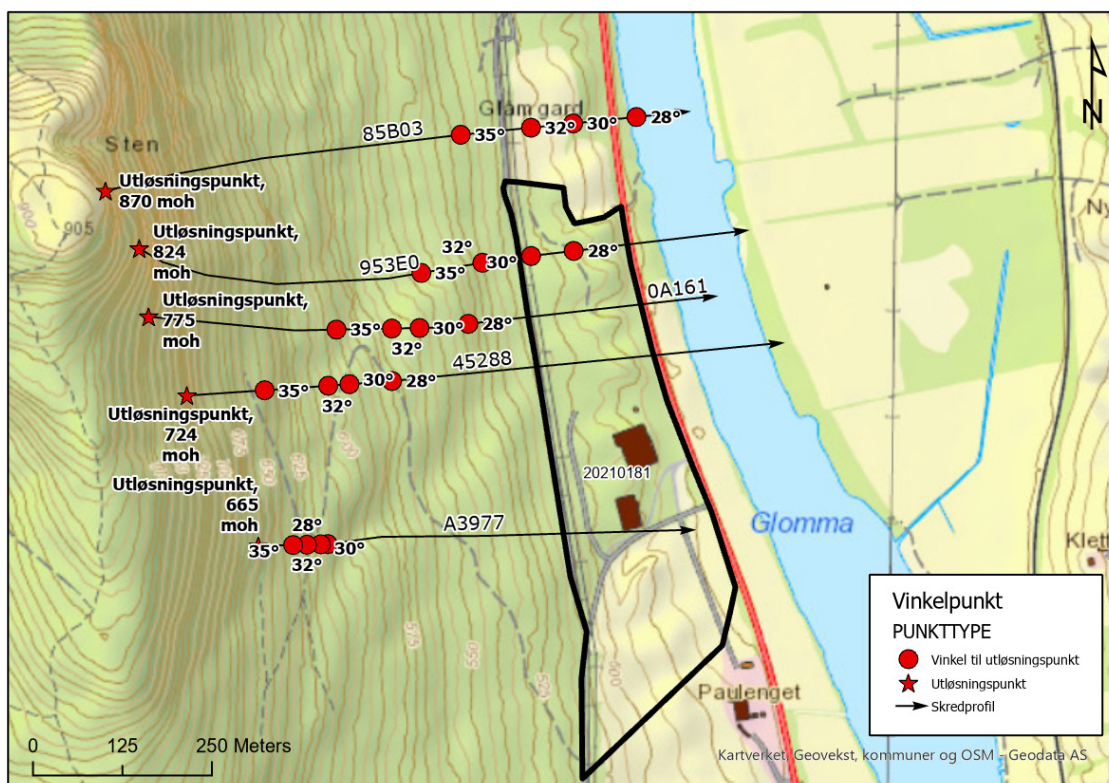
Figur 5-1. Modellering av snøskred i RAMMS, med 1 m bruddhøyde. Volum ca. 11 500 m³.

6 Enkel beregning av steinsprang

Det er et parti med skrenter i området mot toppen av Sten, og langs ryggen mot sør. En enkel beregning av vinkel fra løsneområde (Figur 6-1), viser at vinkelen fra løsneområde og til tomten er lavere enn 28 grader (siktevinkel i terrenget til utløsningspunkt). Til sammenligning brukes 30 grader som et estimat for maks utløp hos NGI.

Det er brukt en terrengmodell med 10 m oppløsning i beregningen, for å oppnå et konservativt estimat, da en 10 m terrengmodell vil gi jevnere terreng, og ofte lengre utløp. Beregningen tar ikke hensyn til skog, eller markslag (her hovedsakelig løsmasser/-morene som i realiteten vil gi noe demping sammenlignet med bart fjell).

Resultatet viser lengst utløp mot nordlig del av kartlagt område.



Figur 6-1. Beregning av vinkelpunkt viser at sørlig del av område ligger utenfor området med 28 graders siktevinkel til toppen av løснеområdet.

7 Skredfarevurdering

7.1 Steinsprang

Steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er brattere enn 45°. Det er potensielle løснеområder for steinsprang i de bratte områdene opp mot Sten. Terrenget ligger mest til rette for lange utløp mot nordlige del av det kartleggingsområdet, mens sørlig del vurderes som mindre utsatt.

En enkel beregning av siktevinkel fra topp av løśnieområdet viser at store deler av området ligger utenfor punkt i terrenget der siktevinkel mot løøgneområdet er over 30 grader. I nordre del ligger området innenfor 30 grader, men dette vurderes som konservativt, da beregningen ikke tar hensyn til demping fra løsmasser, eller skog. Det ble ikke observert ferske steinsprangblokker under befaringen, og det er ikke kjente steinspranghendelser med lange utløp i området.

Steinsprang er ikke vurdert som dimensjonerende faretype i området.

7.2 Jordskred

Jordskred utløses helst i bratte fjellsider der det ligger løsmasser og der terrenget er brattere enn 25-30°. Løsmasser med stort finstoffinnhold som for eksempel leire, kan bli utløst i enda slakere terreng. Oftest er nedbør eventuelt i kombinasjon med snøsmelting årsaken til at jordskred utløses. Steinsprang kan også utløse jordskred dersom steinblokker treffer vannmetta løsmasser i bratt terreng, og setter disse i bevegelse.

Det er mye tilgjengelige løsmasser i skråningen, og muligheten for jordskred er tilstede. Det ble ikke observert sport etter tidligere jordskred under befarings, eller i kartdata. Likevel kan det ikke utelukkes at svært sjeldne jordskred potensielt kan nå ned til området, og det er derfor knyttet en sone med 1/5000 returperiode i nordlig del av området, der det er størst potensiale for lange utløp.

7.3 Flomskred

Denne skredtypen følger bekker og elver, og kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 10-15°. Jord- og flomskred blir gjerne utløst etter langvarig nedbør, eller etter korte, men intense regnskyll. Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

Det er ingen tydelige bekke- eller elveløp med dreneringsretning mot kartlagt område. Nedbørsfelt for området er også lite. Flomskred vurderes ikke som dimensjonerende faretype for området.

7.4 Snøskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30° og 55° bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned.

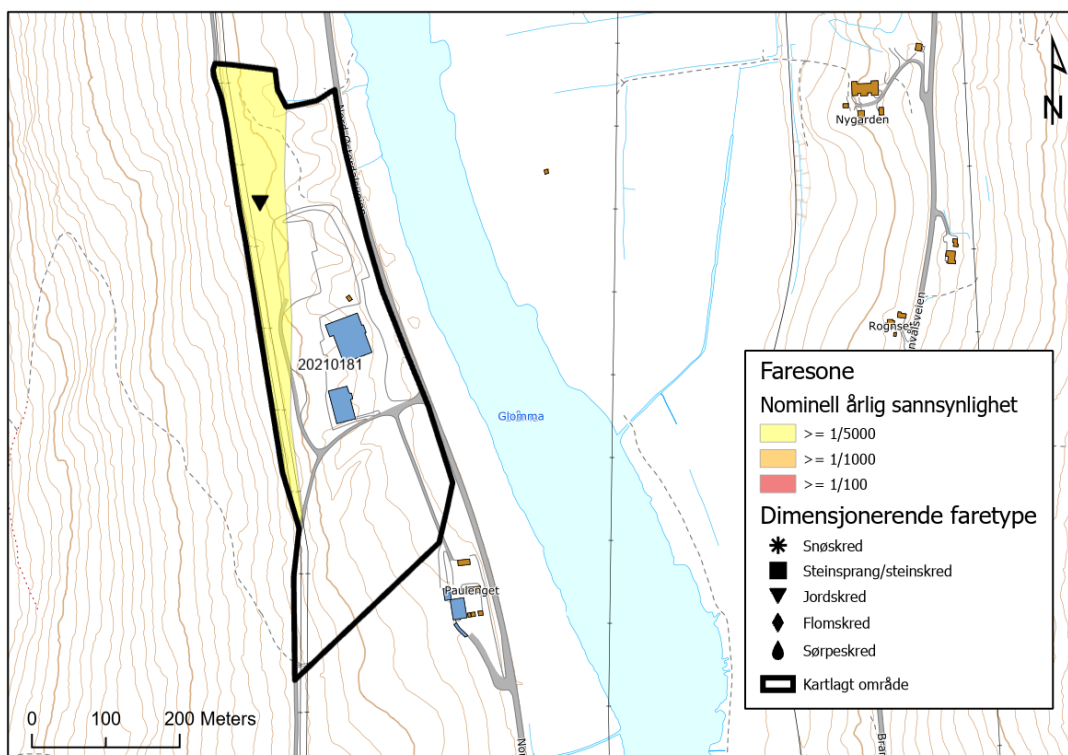
Det er partier med teoretisk tilstrekkelig helning til å løse ut snøskred. Disse er derimot begrenset i utstrekning, og i stor grad skogkledd. De bratte skrentpartiene mot toppen av/langs ryggen opp mot Sten kan gi opphav til utglidning av snø. De nær vertikale delene av skrenten, er ikke antatt som gode løsneområder for snøskred, grunnet dårlig potensiale for oppsamling av snø. Eventuelle utglidninger tolkes ikke å kunne nå langt grunnet små volumer.

7.5 Sørpeskred

Sørpeskred blir utløst fra relativt flate forsenkninger med ansamling av vann som kan føre til at snødekket blir vannmettet, og følger typisk tydelige bekkeløp nedover fjellsiden. Det er ingen store flater eller forsenkninger med dreneringsretning mot kartleggingsområdet. Terrengforholdene ligger ikke til rette for utløsning av sørpeskred med retning mot tomta.

7.6 Faresoner

Jordskred er vurdert som dimensjonerende faretype, og kun sjeldne hendelser tolkes å kunne nå ned til området. Faresoner er inkludert i Figur 6-1. Sonen definerer område med nominell årlig sannsynlighet høyere enn 1/5000.



Figur 7-1. Faresone.

7.7 Betydning av skog for faresoner

Faresoner for snøskred påvirkes i stor grad av utbredelsen av skog, også fordi skogen har en bremsende effekt på eventuelle skred som er utløst. Dersom kildeområdene ligger høyt ovenfor skogen, vil bremse-effekten av skogen være mindre, fordi skredhastigheten vil være så stor at skogen ikke tåler belastningen fra skred.

Også faresonene for andre skredtyper påvirkes av skogen. Tett skog har en forankrende effekt på løsmassedekket og dermed reduseres faren for utløsning av jordskred. Erfaringsmessig vil også skogen ha en verneeffekt mot utløp av steinsprang, og jo tettere skogen står jo større er sannsynligheten for at steinsprang stoppes i skogen.

Fjerning av skog over større sammenhengende områder bør unngås, spesielt i bratte fjellsider (brattere enn ca. 30°). I slike fjellsider bør det være utarbeidet planer for skogskjøtsel slik at verneeffekten av skogen blir minst mulig påvirket.

8 Referanser

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.

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

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

RAMMS (2017). RAMMS::AVALANCHE User Manual v.1.7.0
https://ramms.slf.ch/ramms/downloads/RAMMS_AVAL_Manual.pdf

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Skredfarevurdering		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20210181-01-TN
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Tynset Kommune	Dato/<i>Date</i> 2021-03-11
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr. & dato/<i>Rev.no. & date</i> 0 /
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Skred, Snøskred, Jordskred		

Stedfesting/ <i>Geographical information</i>	
Land, fylke/<i>Country</i> Norge	Havområde/<i>Offshore area</i>
Kommune/<i>Municipality</i> Alvdal	Feltnavn/<i>Field name</i>
Sted/<i>Location</i> Paulenget	Sted/<i>Location</i>
Kartblad/<i>Map</i> 090S	Felt, blokknr./<i>Field, Block No.</i>
UTM-koordinater/<i>UTM-coordinates</i> Sone: 33 Øst: 271259.45 Nord: 6898812.65	Koordinater/<i>Coordinates</i> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i> Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
<i>Rev/</i> Rev.	<i>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</i>	<i>Egenkontroll av/ Self review by:</i>	<i>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</i>	<i>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</i>	<i>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</i>
0	Originaldokument	2021-03-08 Katrine Mo	2021-03-09 Frode Sandersen		

Dokument godkjent for utsendelse/ <i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 11. mars 2021	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Frode Sandersen
---	--	--

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

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

