

Lyse Produksjon AS

► **Øvre Maudal kraftverk**

Vurdering av skredfare for planlagt kraftstasjon

Oppdragsnr.: **5184095** Dokumentnr.: **R27** Versjon: **J01** Dato: **2020-08-27**



Oppdragsgiver: Lyse Produksjon AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Bjørnar Rettedal
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Knut Dagfinn Helgesen
Fagansvarlig: Gunne Håland
Andre nøkkelpersoner: Torgeir Sandøy

J01	2020-08-27	Til bruk	Gunne Håland	Torgeir Sandøy	Knut Dagfinn Helgesen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Lyse kraft AS gjennomført en skredfarekartlegging for å vurdere om ny planlagt kraftstasjon tilfredsstillende gjeldende sikkerhetskrav mot skred.

Planområdet ligger innenfor NGI sitt aktsomhetskart for steinsprang og snøskred og NVE sitt aktsomhetskart for jord – og flomskred. NGI utført en kommunal faresonekartlegging av området i forbindelse med en kartlegging utført for Gjesdal kommune i 2014. Faresonene fra denne kartleggingen viser at planområde ligger innenfor faresone for skred med årlig nominell risiko for skred $>1/1000$. Planområdet tilfredsstillende dermed ikke krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2 i henhold til plan- og bygningsloven og tilhørende byggeteknisk forskrift TEK17.

Det kommer ikke frem i rapporten om det er utført modellering av skredutløp fra aktuell fjellside, eller om området er befart. Siden 2014 har man fått mer kunnskap og erfaring med bruk av numeriske modelleringsverktøy for å simulere skredutløp. I tillegg har det kommet bedre terrengmodeller, noe som har stor betydning for beregning av blokkbevegelser i modellene. Det er derfor utført en nærmere undersøkelse av området for å avklare om skredfaren er reell.

Fjellsiden over planområde er bratt med bergmassen som har ugunstig sprekkegeometri. Store mengder urmasser i foten av fjellsiden tyder på at det tidligere har vært flere større steinskredhendelser. Det ble observert to store blokker under 100 meter fra planområde som kan relateres til historiske hendelser. Ellers var det ikke observert tegn på nyere hendelser ved befaring. Flyfoto viser at det har etablert seg skog i område i løpet av de siste 60 årene.

Vurderinger:

På bakgrunn av ny utført befaring og gjennomgang av grunnlagsmaterieell er det vurdert at nominell årlig sannsynlighet for skred er lavere enn $1/1000$. Planområdet oppfyller sikkerhetskrav mot skred i henhold til sikkerhetsklasse S2 og S3 i TEK 17.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og hensikt	5
1.2	Retningslinjer og styrende dokumenter	7
1.3	Restrisiko for skred	8
1.4	Grunnlagsmateriale	8
1.5	Aktsomhetskart for skred	8
1.6	InSAR Norge	10
1.7	Historiske hendelser og sikringstiltak	11
1.8	Tidligere skredfarevurderinger	12
1.9	Utførte undersøkelser	13
1.10	Forutsetninger for skredfarevurderinger	13
2	Områdebeskrivelse	14
2.1	Topografi	14
2.2	Løsmasser og berggrunn	15
2.3	Klima	16
2.4	Vannveger	18
2.5	Observasjoner og registreringer	18
3	Vurdering av skredfare	22
3.1	Modellering	22
3.2	Snø- og sørpeskred	23
3.3	Jord- og flomskred	24
3.4	Steinsprang og steinskred	24
4	Konklusjoner og anbefalinger	26
5	Referanser	27

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

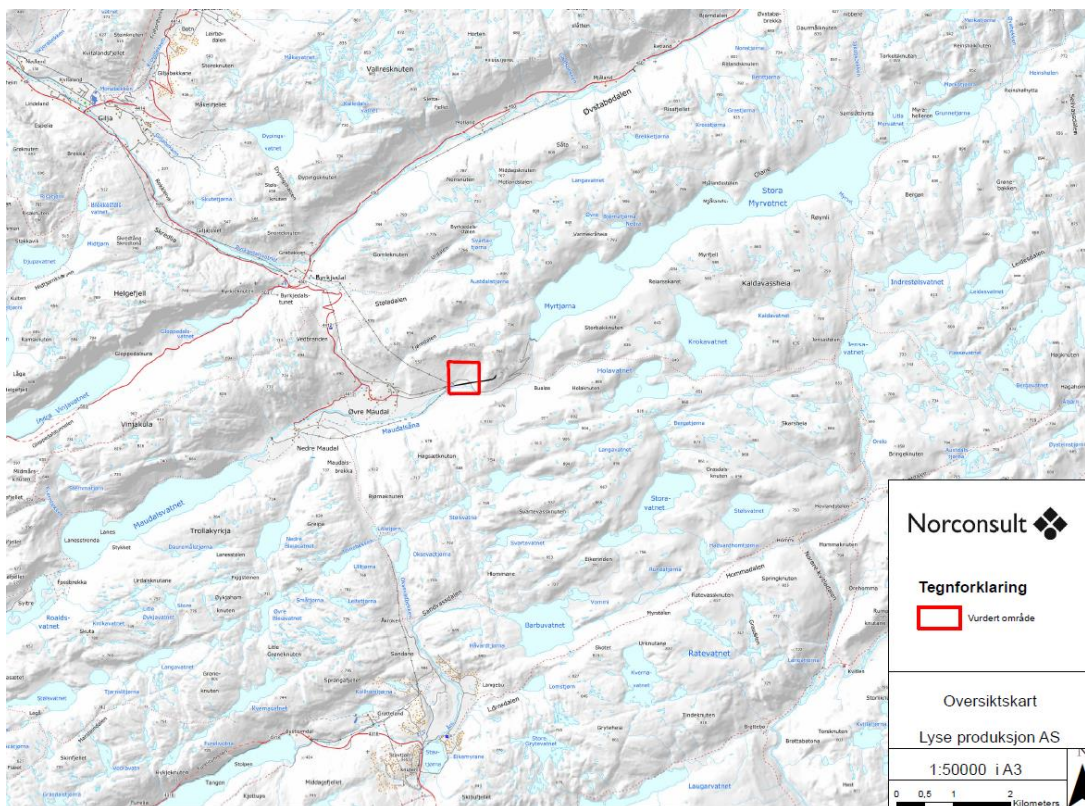
Norconsult AS er engasjert av Lyse Produksjon AS for å vurdere skredfare for ny planlagt kraftstasjon på øvre Maudal i Gjesdal kommune. Planområde ligger like øst for dagens kraftstasjon, se Figur 2.

Planområde ligger innenfor NVE sine aktsomhetskart for jord – og flomskred og NGI sitt aktsomhetskart for steinsprang og snøskred. Dette utløser i samsvar med TEK17 krav om skredfarevurdering i byggesak. Det er tidligere utført en faresonekartlegging av NGI i planområde. Kartleggingen var en del av et større kartleggingsprosjekt for utvalgte områder i Gjesdal kommune (NGI, 2014). Faresonegrensene fra denne kartleggingen viser at planområde blir liggende innenfor sikkerhetsklasse S2, med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred på 1/1000. Argumentasjon for fastsetting av disse faresonegrensene kommer ikke frem i rapporten. Det vises heller ikke til utført modellering av skredutløp eller om området er befart.

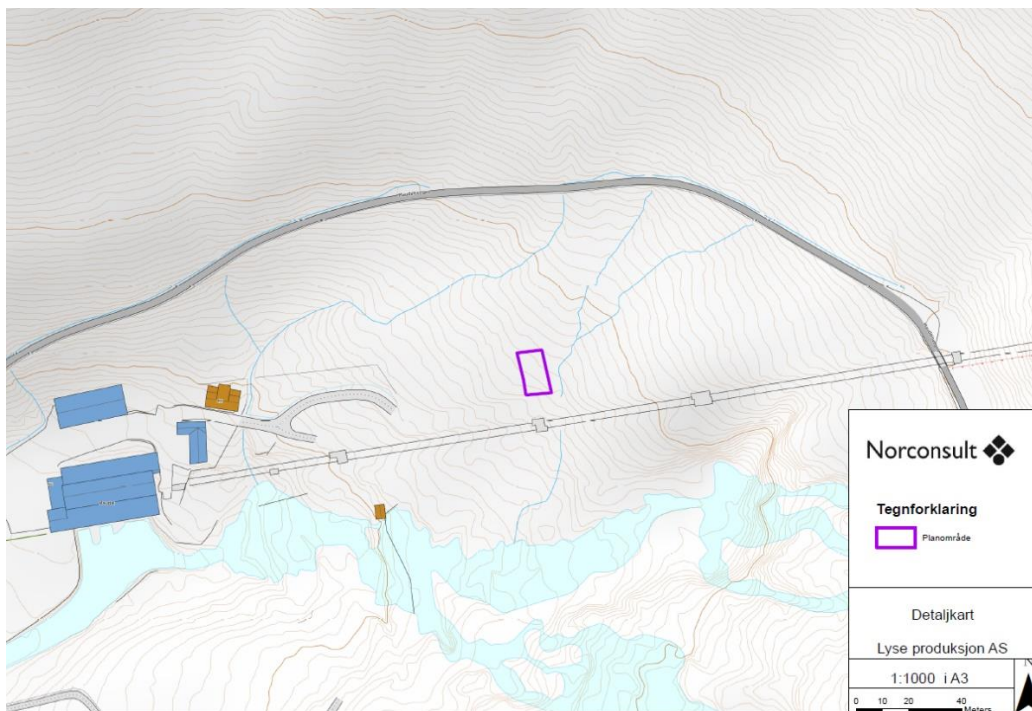
En kommunal kartlegging kan for enkelte områder være grov. Siden 2014 har man fått mer erfaring med bruk av numeriske modelleringsverktøy. I tillegg har det også kommet en mer detaljert terrengmodell av område enn den som fantes i 2014. Følgende rapport gir en kort gjennomgang av gjeldene retningslinjer, grunnlagsmateriale og en ny vurdering av reell skredfare for vurdert område.

Når en slik kartlegging skal gjennomføres, blir alle skredtyper vurdert på nytt. Observasjoner på befaringen og registreringer i etterkant er sammenlignet med kartgrunnlag og øvrig grunnlagsmateriale, og danner sammen grunnlag for vurderingene som er gjort. Det er utført simulering av utløpslengder til dimensjonerende skredtype i programvaren RAMMS.

Oversiktskart over området er vist i Figur 1. Detaljkart er vist i Figur 2.



Figur 1. Oversiktskart over vurdert område, Gjesdal kommune.



Figur 2. Detaljkart som viser planområdet for ny kraftstasjon. Bygningene til venstre i bilde er eksisterende kraftstasjon.

1.2 Retningslinjer og styrende dokumenter

Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og byggesak er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende Byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred».

NVE sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder (NVE, 2014a). Til retningslinjene er veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak» tilknyttet, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PBL (NVE, 2014b).

I henhold til TEK 17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlige sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1. Retningsgivende eksempler til bestemmelse av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK 17. Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser og største nominelle årlige skredsannsynlighet

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

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempel er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvens. Eksempel er bustadbygg med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og hamneanlegg. S2 gjelder generelt byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Eksempel er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

I henhold til TEK 17 kan det for uteareal tilhørende bygninger som inngår i S3, vurderes å redusere krav til sikkerhet til sikkerhetsklasse S2. Blant momentene som må vurderes er eksponeringstid for personer og antall personer som oppholder seg på det aktuelle utearealet.

Tiltaket som vurderes i dette tilfelle er bygging av kraftstasjon. Det vil være lite personopphold i bygg og på uteareal. Økonomisk konsekvens dersom stasjonen skulle bli truffet av skred er vurdert til å være middels. Tiltaket faller da inn under sikkerhetsklasse S2 med største tillatte årlige nominelle sannsynlighet på 1/1000.

1.3 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven med tilhørende Byggteknisk forskrift TEK17 definerer hvor stor risiko (nominell sannsynlighet) for skred som kan aksepteres, og dette er gjenspeilet i de ulike sikkerhetsklassene for skred. Kravene i forskriften er formulert ut ifra at desto større konsekvensen av skred kan være, desto lavere nominell sannsynlighet for skred kan aksepteres.

Årlig nominell sannsynlig er per definisjon i TEK17 vurdert ut ifra en enhetsbredde definert av en tomtebredde angitt til 30 meter. Regelverkets krav til største årlige nominelle sannsynlighet for skred medfører at maksimale utløpslengder for skred vil være lenger enn fastsatte faresonegrenser. Ut ifra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene. Dette gjelder også for sikkerhetsklasse S3, da denne angir årlig nominell sannsynlighet for skred større enn, eller lik, 1/5000, og dermed også har en iboende restrisiko for at skred kan gå lengre enn fastsatt faresone.

1.4 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i vurderingen:

- Topografiske kart fra www.norgeskart.no
- Laserhøydedata og helningskart fra www.hoydedata.no
- Flyfoto fra www.norgebilder.no
- Berggrunns- og løsmassekart, samt InSAR-radarmålinger av bakkebevegelser - Norges Geologiske Undersøkelse, <https://www.ngu.no/emne/kartiinnsyn>
- Aktsomhetskart for skred, oversikt over historiske skredhendelser fra <http://atlas.nve.no>
- Tidligere utført skredfarevurdering i området (se egen omtale)

Grunnlag fra nettsted er samlet inn i august 2020.

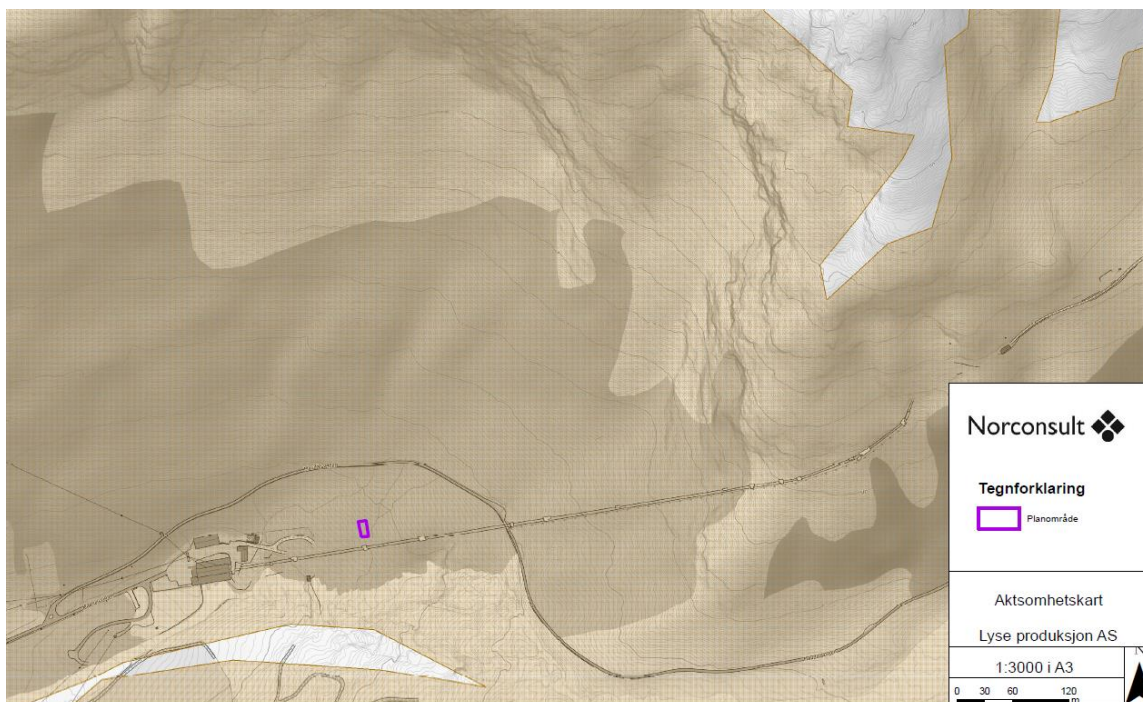
1.5 Aktsomhetskart for skred

Aktsomhetskart viser mulige fareområder for skred. Disse kan ha ulik detaljgrad og faregraden er ikke tallfestet.

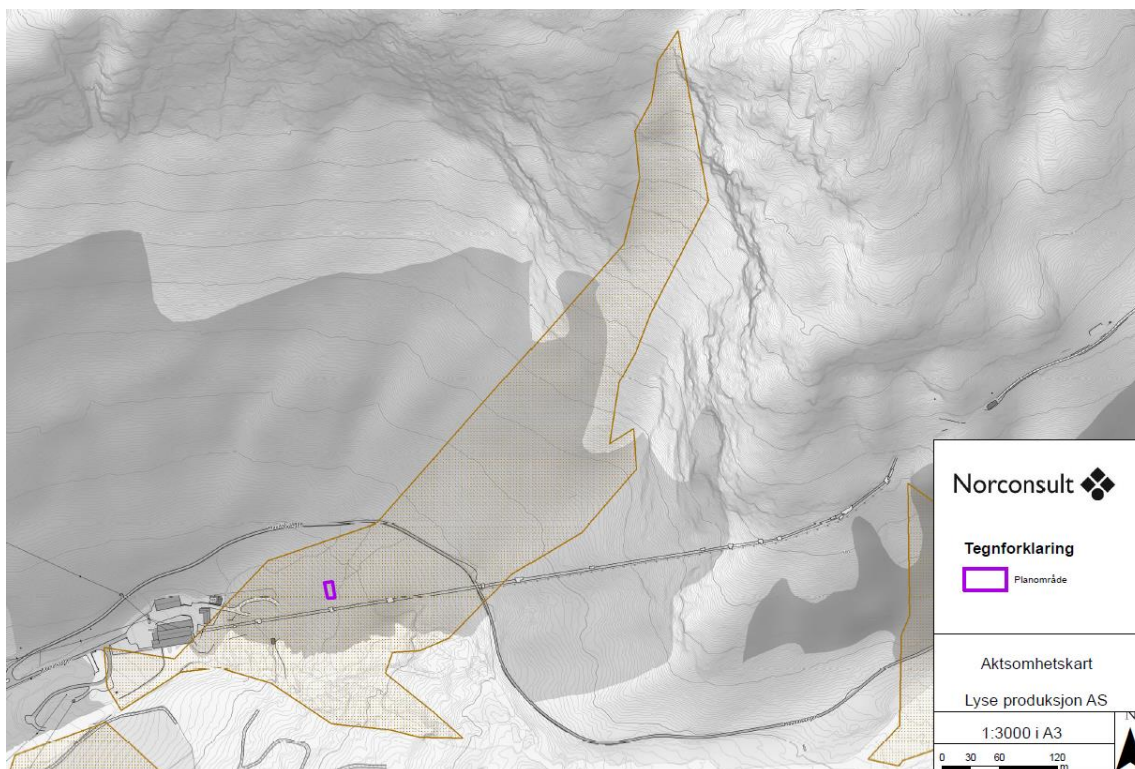
NVE sine landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred samt jord- og flomskred er utarbeidet ved hjelp av datamodeller som identifiserer terreng som teoretisk kan være utsatt for disse skredtypene. Det er ikke utført befaring ved utarbeiding av kartene, og effekten av lokale faktorer (lokale terrengformasjoner, skog o.l.) er ikke vurdert. Oppløsningen på terrengmodellen som danner grunnlaget for kartene er relativt grove, og dette fører til at mindre skrenter og skråninger ikke nødvendigvis blir fanget opp av kartene.

For utvalgte områder i landet finnes det aktsomhetskart for snø- og steinskrud utarbeidet av NGI. Disse er basert på tilsvarende modeller som de landsdekkende aktsomhetskartene fra NVE. I tillegg er det gjennomført befaring med vurdering av terrengforhold, skogdekke og andre lokale forhold som kan påvirke utløpsområdet. I henhold til NVE sine retningslinjer kan disse kartene benyttes i stedet for de landsdekkende aktsomhetskartene for snøskred. Det vurderte området er ikke dekket av NGI-kartene.

Vurdert område er innenfor NVE sine aktsomhetsområder jord - og flomskred og NGI sitt aktsomhetskart for snøskred – og steinskrud (Figur 3 og Figur 4).



Figur 3. NGI sitt aktsomhetskart for snø - og steinskred. Skravert område mulig utløpsområde for disse skredtypene.



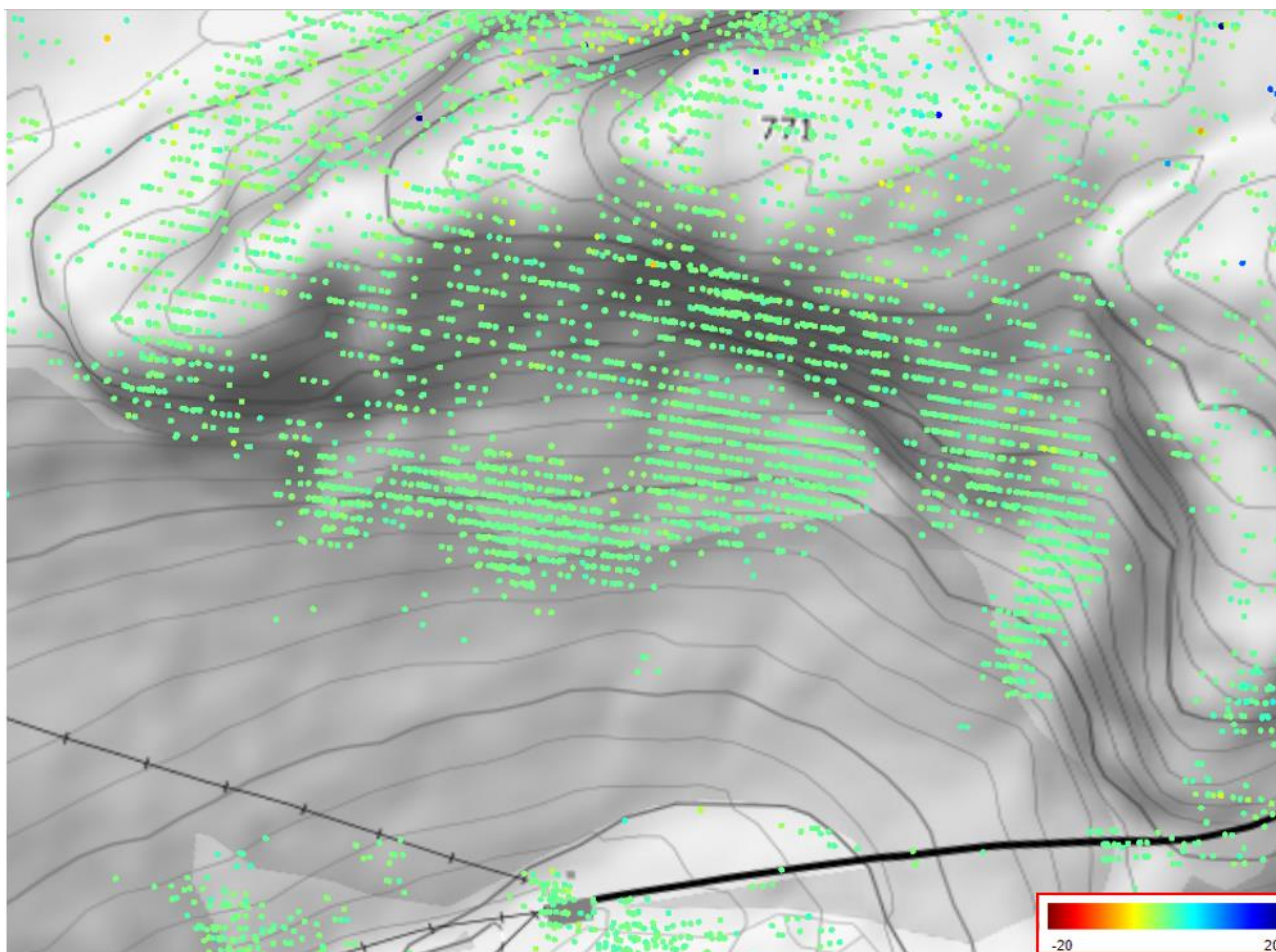
Figur 4. NVE sitt aktsomhetskart for jord- og flomskred. Skravert område viser mulig utløpsområde for denne skredtypen.

1.6 InSAR Norge

Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norsk Romsenter har lansert InSAR Norge, som er den første landsomfattende og gratis nettbaserte karttjenesten for InSAR-data. Datasettet viser bevegelser i landskapet målt med satellittbasert radar, kalt InSAR (Interferometrisk Syntetisk Apertur Radar).

Fargene på punktene i kartet viser bevegelsen i retning fra jordoverflaten til satellitt. Fordi radarinstrumentene ser på skrå ned mot jordoverflaten, er metoden især velegnet til å måle bevegelser i vertikal retning. Rød eller blå farge indikerer betydelig bevegelse, mens grønn/gul indikerer lite eller ingen bevegelse. Målingene fremstår mer troverdig dersom det er et større parti som har samme fargesymbol.

InSAR – data i fjellsiden ovenfor planområdet viser ingen tegn til betydelig bevegelse av større parti i aktuelle løsnemråder, se Figur 5.



Figur 5. InSAR data fra fjellsiden over planområdet. Fargeskalaen indikerer bevegelse målt i mm/pr. år. Hentet fra insar.ngu.no.

1.7 Historiske hendelser og sikringstiltak

Det er ikke registrert skredhendelser fra nyere tid i dalsiden ovenfor vurdert område, men det er ifølge NGI rapport 20130860-01-R registrert følgende hendelser på Nedre Maudal:

- 1979: Hus på Lindland ble truffet av sørpeskred.
- 2010: Jordskred som traff gårdsbebyggelsen på Nedre Maudal, se Figur 6.
- 2014: Et steinparti fra Skjeraklampen rev med seg urmasser og gikk ned i Maudalsåna. Skredet gjorde skade på en driftsveg, se Figur 7.

Skredene i 2010 og 2014 løsnet i sørvendt dalside i en avstand på henholdsvis 2 og 3 km vest for planområde.



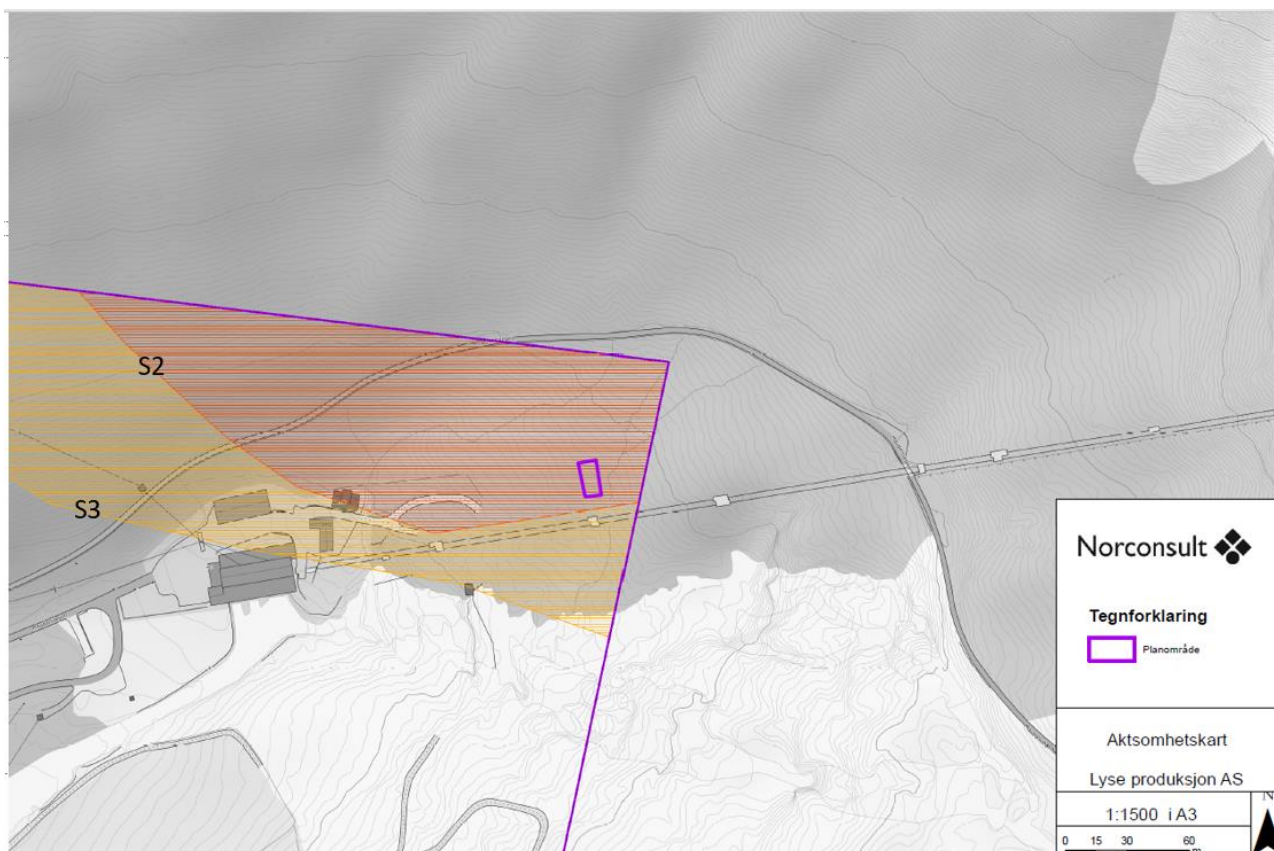
Figur 6. Jordskred i 2010 som løsnet øst for Lindland. Foto: Mathias Oppedal/NRK. Hentet fra NGI rapport 20130860.



Figur 7. Steinskred utløst i 2014 fra Skjeraklampen. Hentet fra NGI rapport 20130860.

1.8 Tidligere skredfarevurderinger

NGI har utført en kommunal faresonekartlegging i område etter sikkerhetskrav i TEK 10 for Gjesdal kommune (NGI, 2014). Faresonegrensene fra denne kartleggingen viser at planområde blir liggende innenfor faresone for skred med årlige nominell sannsynlighet for skred større enn 1/1000, se Figur 8. Området tilfredstiller dermed ikke krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2.



Figur 8. Faresonegrenser for aktuelt område. Tiltak som havner inn under sikkerhetsklasse S2 kan ikke plasseres innenfor rød skravur, og tiltak under klasse S3 kan ikke plasseres innenfor oransje/rød skravur. Faresoner utarbeidet i henhold til TEK 10, av NGI i 2014. Lilla strek markerer avgrensning av kartlagt område.

1.9 Utførte undersøkelser

Befaringen ble utført av ingeniørgeolog Gunne Håland 5. august 2020. Til stede var også prosjektleder fra Lyse Produksjon AS, Bjørnar Rettedal. Befaringen ble utført til fots i terrenget. Det var regn og lett tåke på befaringen.

1.10 Forutsetninger for skredfarevurderinger

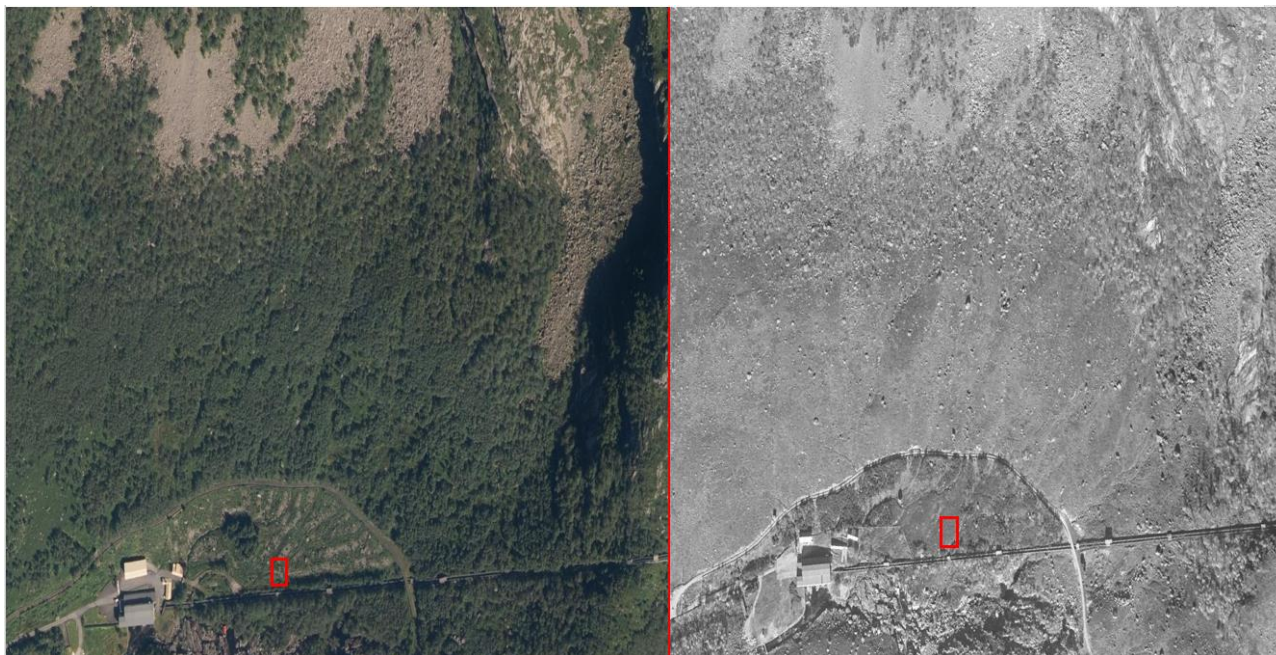
I henhold til NVE sine retningslinjer vurderes skredfaren i henhold til dagens situasjon med hensyn til terreng, vegetasjon, bebyggelse osv.

2 Områdebeskrivelse

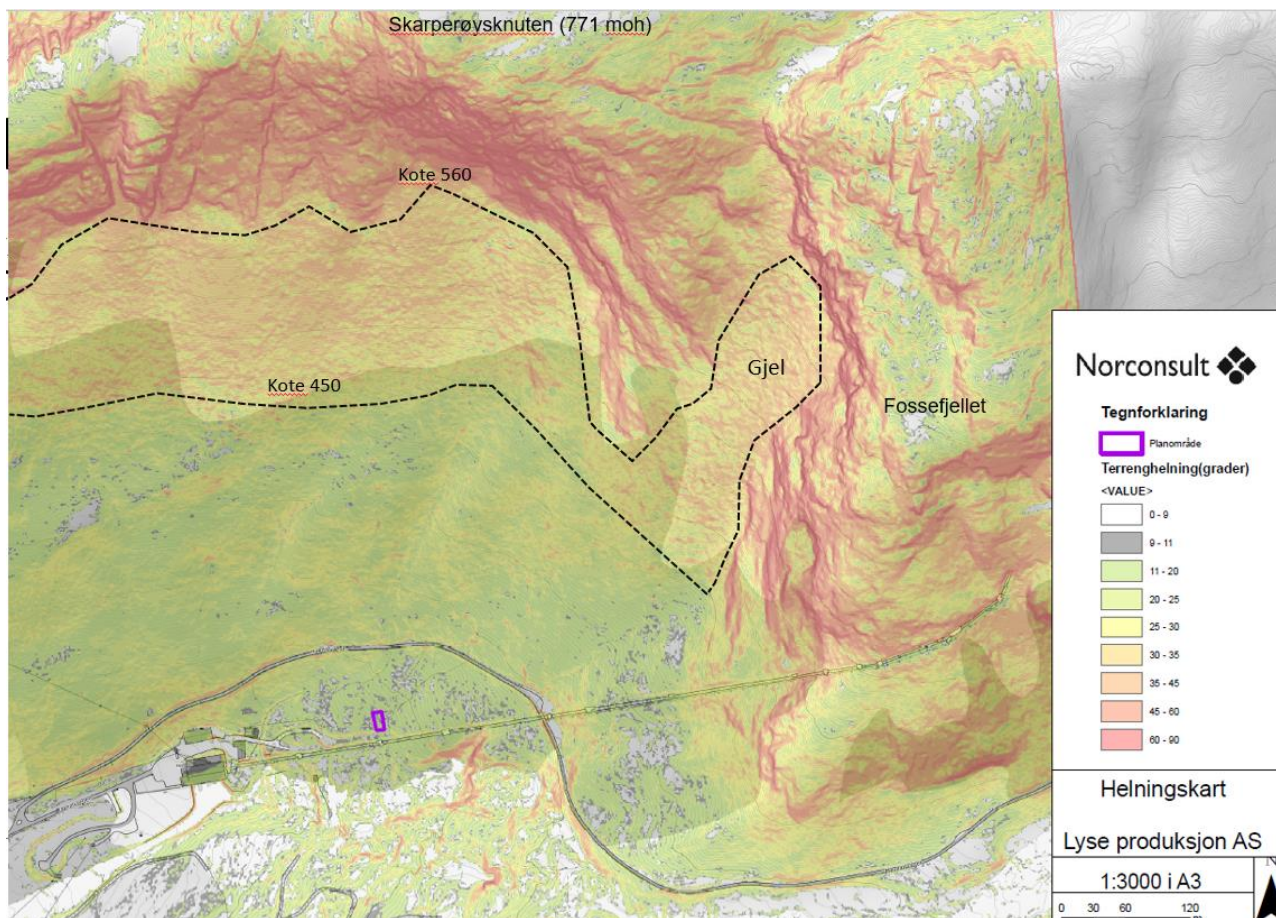
2.1 Topografi

Planområdet ligger på kote 340 i foten av en dalside som går opp til Skarperøysknuten (771 moh). I nedre del av dalside, under kote 450 (ca. 350 meter fra planområde), har terrenget en helning på under 25 grader med unntak av enkelte småskrenter, se Figur 10. Det har etablert seg betydelig bjørkeskog i dette område, men skogen er kortvokst og består av tynne stammer. Avstand mellom trærne varierer stort sett fra 2-10 meter. Figur 9 viser en sammenligning mellom flyfoto fra 1961 og 2019. Figuren viser tydelig at skogen har etablert seg i løpet av de siste 50 - 60 årene.

Mellom kote 450-560 består terrenget av grove urmasser som ligger i en helning på ca. 30-45 grader, se stiplet linje i Figur 10. Mellom Skarperøysknuten og Fossefjellet er det et gjel med urmassene ned til kote 460. Over urskråningen går fjellsiden mer eller mindre steilt opp til Skarperøysknuten som ligger på kote 771. Ved Fossefjellet blir dalføret betydelig bredere vestover.



Figur 9. Sammenligning av flyfoto fra 1961 (til høyre) og fra 2019 (til venstre).



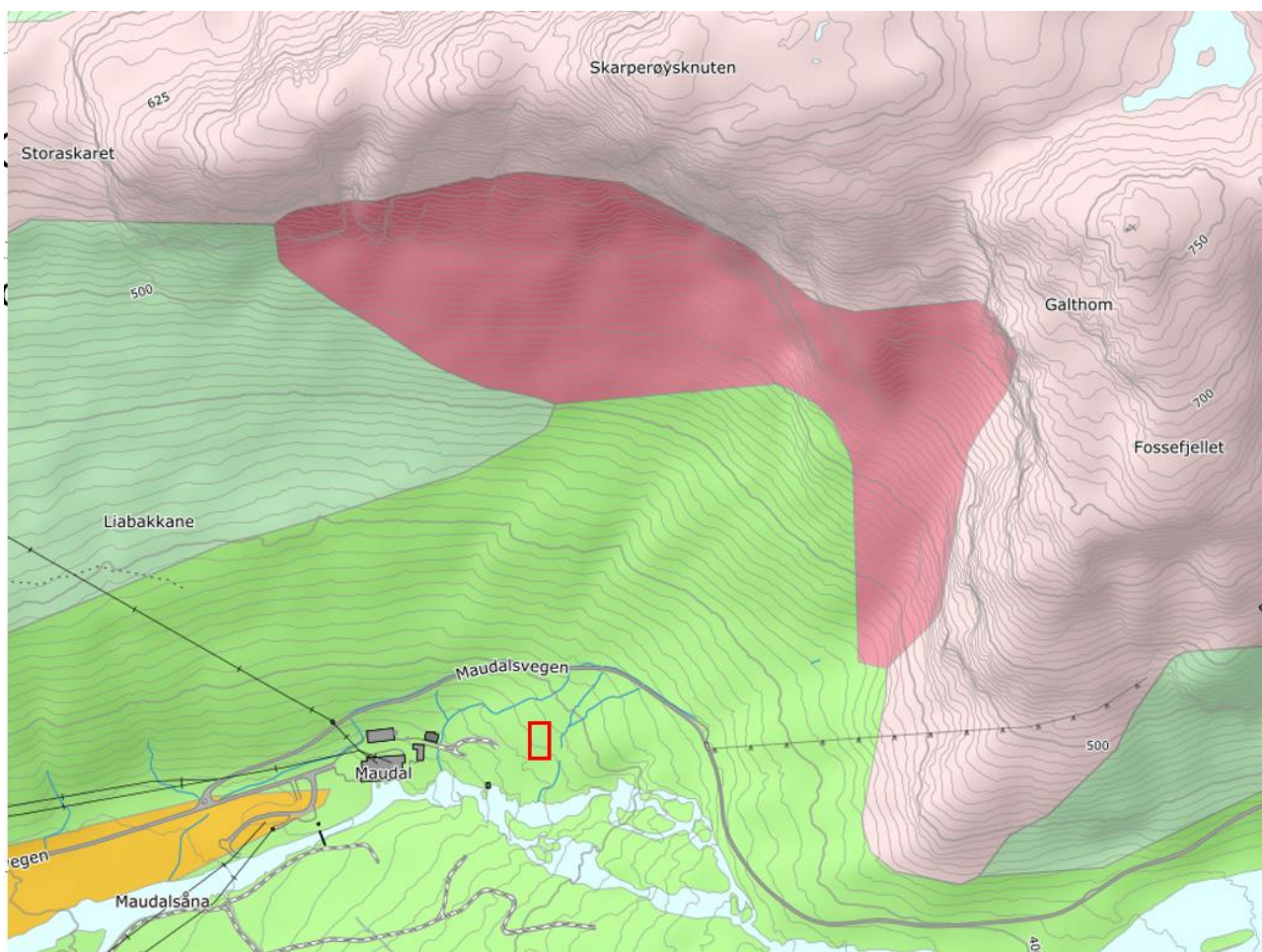
Figur 10. Helningskart. Stiplet linje viser avgrensning av urmasser i terrenget.

2.2 Løsmasser og berggrunn

Det er gjort en detaljert kvartærgeologisk kartlegging av NGU i dette området (1:10 000), vist i Figur 11. Ifølge kartene består omtalte urskråning av skredmateriale (mørk rosa). Dalsiden mellom urskråning og planområde består av et tykt dekke med morenemateriale (mørk grønn).

Ifølge NGU sitt berggrunnskart over området består hovedbergarten av granitisk gneis. Det finnes kun berggrunnskart i målestokk 1:250000 over området, som er basert på en overordnet kartlegging.

Kartleggingen fra NGU samsvarer godt med løsmassefordeling og bergarttype som ble observert på befaringen. Øvre del av morenematerialet består av mørk omdannet organisk jord.



Figur 11. Kvartærgeologisk kart over området. Planområde er vist med rød firkant. Mørk rosa angir skredavsetninger og mørk grønn angir tykt dekke med morenemateriale.

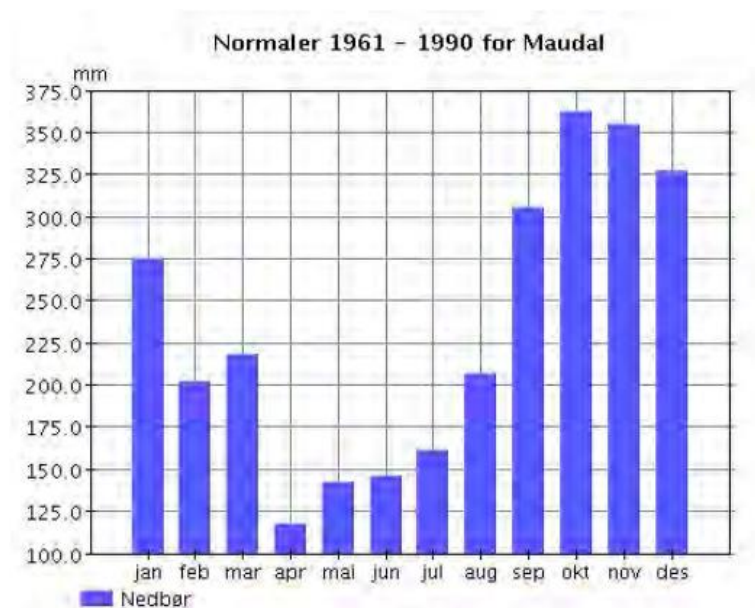
2.3 Klima

Klimadata er hentet fra NGI rapport 20130860-01-R som også vurderes å være gjeldene for denne skredfarevurderingen.

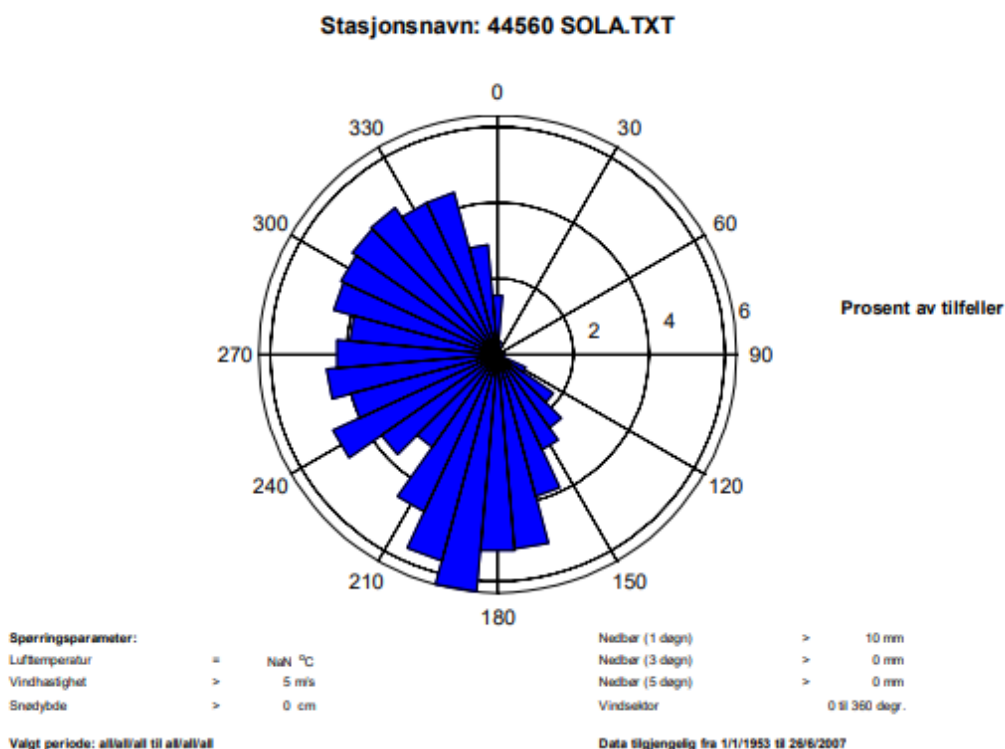
Øvre Maudal ligger i overgangen mellom kystklima og innlandsklima. I lavlandet kommer det meste av nedbøren som regn om vinteren, men i høyreliggende område over 500 moh. kommer mye av nedbøren som snø. Nedbørsmålinger fra værstasjonen på Maudal viser månedlige nedbørsnormaler i perioden 1961-1990.

I vintermånedene viser dataene nedbør med gjennomsnittlige verdier på rundt 225 - 325 mm. Det kommer mest nedbør om høsten med gjennomsnittlige verdier på rundt 325 mm (september – november), se Figur 12. Nedbørsmålingene viser at Maudal ligger i et svært nedbørsrikt område. Snødybder på over 200 cm i høyreliggende områder om vinteren er ikke usannsynlig.

Vinddataene som er hentet fra værstasjonen på Sola viser at vind i kombinasjon med nedbør hovedsakelig kommer fra sektoren sørvest til nordvest, se Figur 13.



Figur 12. Månedlige normalverdier for nedbør ved Maudal, hentet fra NGI rapport 20130860-01-R.

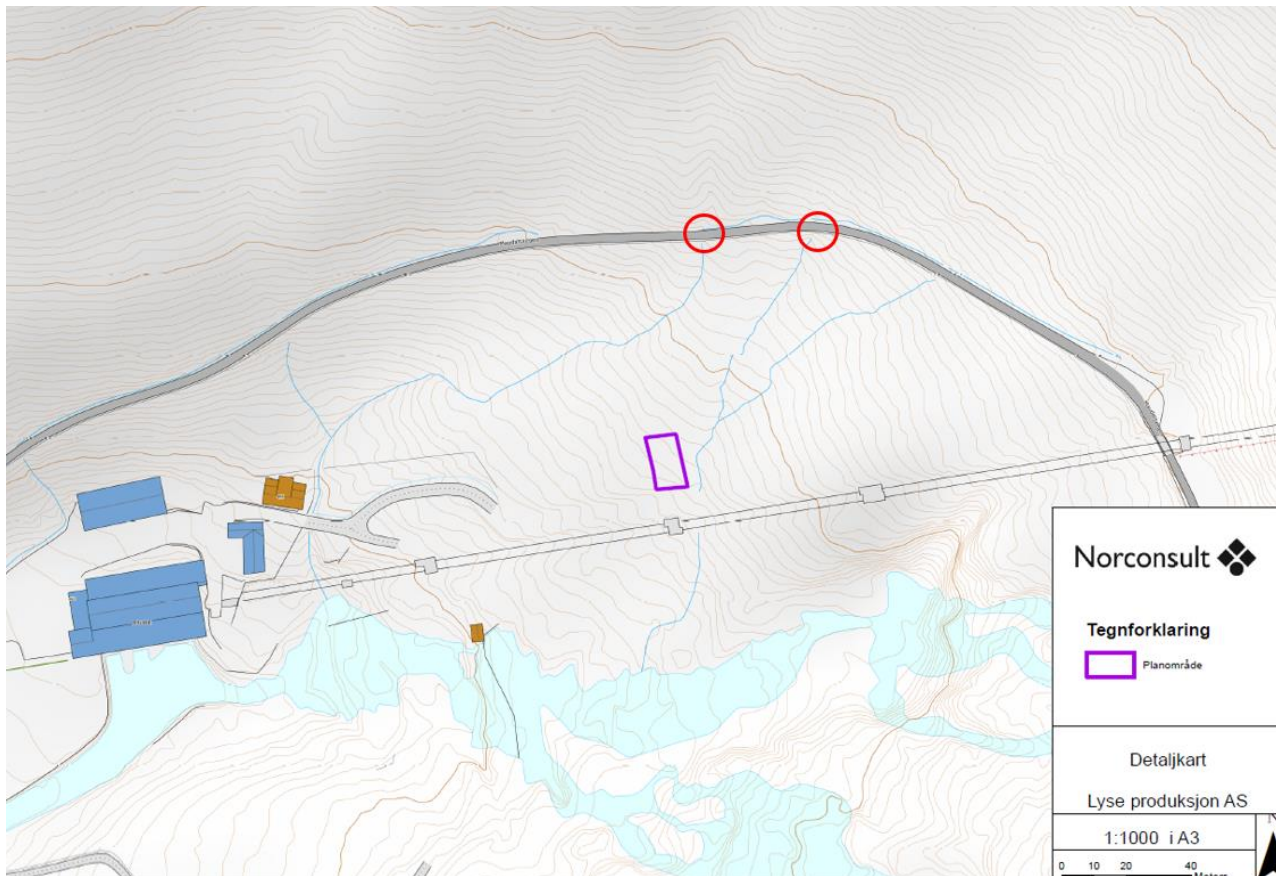


Figur 13. Vindrose med vindhastighet > 5 m/s og døggnedbør > 10 mm, hentet fra NGI rapport 20130860-01-R.

2.4 Vannveger

Like sør for planområdet går Maudalsåna med opprinnelse fra Myrtjønnna (610 moh). Dette er et veletablert elveløp med for det meste lite vannføring på grunn av kraftproduksjonen.

Det går to små bekkeløp fra dalsiden som krysser anleggsvegen ovenfor planområde, se røde sirkler i Figur 14. Disse forsvinner fra kartet på oversiden av veien. I virkeligheten følger de dalsiden opp til urskråningen.



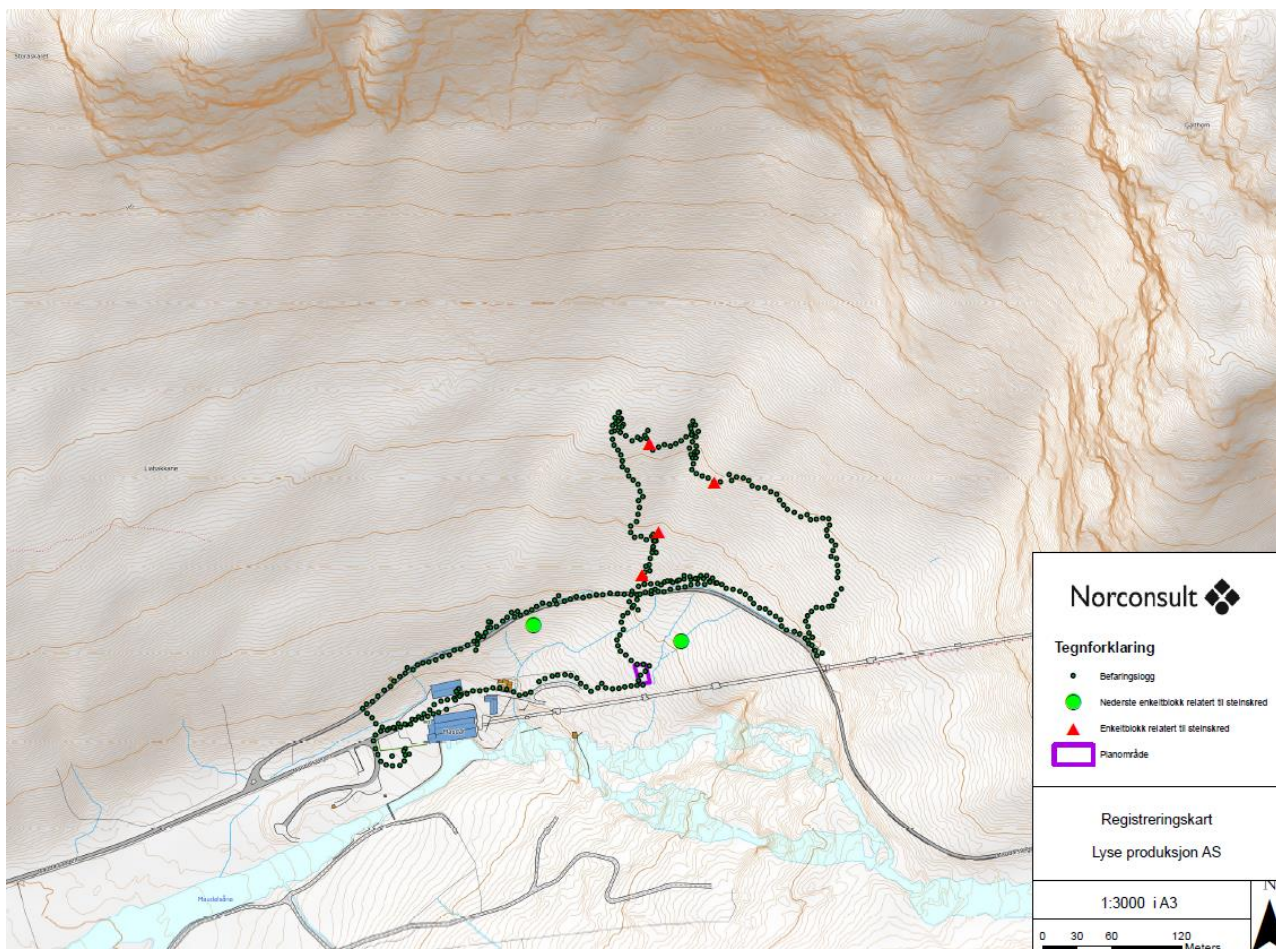
Figur 14. Det går to små bekkeløp fra dalsiden som krysser anleggsvegen, markert med røde sirkler. Bekkeløpene forsvinner fra kartet på oversiden av veien. I virkeligheten går de videre oppover dalsiden til urskråningen.

2.5 Observasjoner og registreringer

Hensikten med befaringen var å se nærmere på kartlagte faresoner som går inn i planområdet. Omtalte observasjoner er sammenfattet i et registreringskart, se Figur 15.

Figur 16 viser oversikt over dalsiden som ligger ovenfor planområdet. Det ligger en urskråning i foten av den steile fjellsiden under Skarperøysknuten. Observasjoner på befaringen tyder på at urmassene stort sett stammer fra flere større historiske steinskred, samt flere jevnlige steinspranghendelser etter siste istid. Det var ingen tegn på ferske hendelser i fjellsiden under befaringen. Det ble observert flere større enkeltblokker med volum på over 10 m³ i terrenget på nedsiden av urskråningen, se Figur 17. De nederste blokkene som kan relateres til skredhendelser, ble observert ca. 30-40 meter fra planområde (Figur 18).

Bergarten har et tydelig foliasjonsplan (parallellorientert mineralstruktur i berget) som faller ut mot dalsiden. Foliasjonsplanet kan observeres som de glatte svapartiene i fjellsiden, se Figur 19. Bergmassen er gjennomsett av to hovedsprekkesett. Det ene sprekkesettet er steilt og har orientering på tvers av fjellsiden (hvit stiplet linje i Figur 19), og det andre har fall mot SØ (rød stiplet linje i Figur 19.) Sprekkeplanene avløser blokker fra foliasjonsplanet, noe som gir ustabil fjell. Det er stor sprekkeavstand i begge sprekkesettene.



Figur 15. Registreringskart fra befarings.



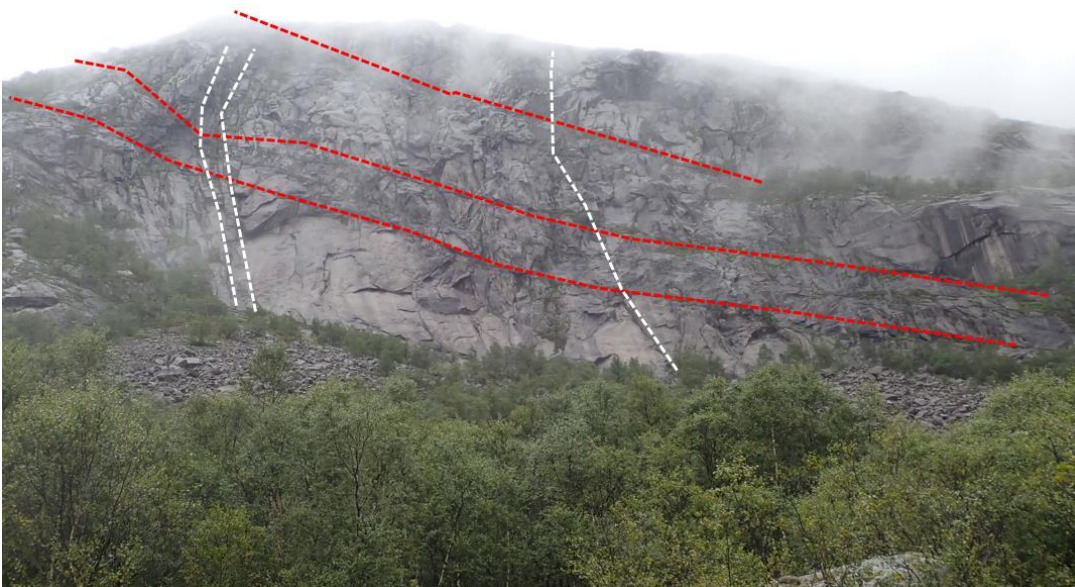
Figur 16. Viser dalsiden ovenfor planområde. Bilde er tatt fra planområde



Figur 17. Det ligger flere større enkeltblokker i terrenget på nedsiden av urskrånningen. Denne blokken ligger på kote 375, ca. 200 meter fra planområde.



Figur 18. Røde sirkler markerer de nederste blokkene som kan relaterer til steinskred. Planområde ligger bak granfeltet i midten av bilde. Nærmeste blokk i bilde ligger ca. 100 fra planområde. Blokk til venstre ligger ca. 35 meter fra planområde.



Figur 19. Oppsprekkingsmønster i den steile fjellsiden under Skarperøysknuten. Hvit linje markerer vertikalt sprekesett og rød linje markerer sprekesettet med fall mot SØ. Foliasjonsplanet til bergmassen kan observeres som de glatte svapartiene som faller utover mot dalsiden.

3 Vurdering av skredfare

3.1 Modellering

Det er utført modellering av potensielle steinsprang i fjellsiden ovenfor planområde. Hensikten med modelleringen er å vurdere rekkevidden til mulige steinsprang som kan oppstå.

RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) er anvendt som verktøy for å modellere steinsprang i dette tilfelle. Programvaren er en numerisk modell som består av tre ulike moduler for modellering av skred; snøskred, flomskred og steinsprang. Steinsprangmodulen som er anvendt i dette tilfelle beregner blokkbevegelse til steinsprang i et 3-dimensjonalt-terreng. Utløpsdistanse, kinetisk energi og spranghøyde blir beregnet for hver enkelt blokk fra start til stopp i skredbanen. Modulen er utviklet og kalibrert etter avanserte feltmålinger av steinsprang utført i Sveits. Modellen ble tilgjengelig for kommersiell bruk i 2015 og modellen beskriver blokkbevegelsen i en hard-contact rigid body tilnærming. Steinsprangmodulen beregner kun bevegelse til enkeltblokker, og kan ikke anvendes for modellering av større steinsprang/fjellskred.

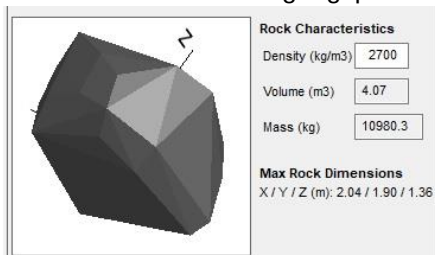
I dette tilfellet ble det brukt en terrengmodell med grid-oppløsning på 2 meter. Terrengmodellen er utarbeidet fra FKB-laser data utført av kartverket i 2019.

Fysiske prosesser som foregår, for eksempel når en stein treffer skog eller andre hindringer i terrenget er meget komplisert. Modellen vil aldri simulere virkeligheten, og er kun et hjelpemiddel for å vurdere skredbevegelse.

Løsnevolum og vurdering av friksjon er tilpasset en sjelden hendelse med antatt returperiode på 500-1000 år.

Punktlisten under oppsummerer de viktigste input-parameterne i modellen:

- 3 potensielle løsneområder i berghammere/skrenter mellom kote 600 – 720, se vedlegg 1.
- Blokkstørrelse: 4,1 m³
- Blokkform. Det er tatt utgangspunkt i blokker som ble observert på befaringen, se figur under.



- Antall modellblokker: ca. 1100-1200 stk. for hvert løsneområde.
- Friksjon terrengoverflate: Urskråning: medium hard. Terreng for øvrig: medium soft
- Det er ikke tatt hensyn til at skog har bremseeffekt på steinsprang.

Vedlegg 1 viser resultatene av modelleringen, og disse er omtalt i kapittel 3.3.

3.2 Snø- og sørpeskred

Snøskred

Vurdert område ligger innenfor NGI sitt aktsomhetskart for snøskred.

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30 og 50 grader bratt (NVE, 2014). I slake skråninger (30-35 grader) må det komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold (NVE, 2014). I denne landsdelen kommer det meste av snøen fra SV-NV vindretninger, noe som betyr at sør – og østvendte fjellsider har størst potensiale for skredaktivitet. Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Tett skog vil ofte ha god bremseeffekt på skred som eventuelt løsner over skoggrensen.

Hele fjellsiden mellom Skarperøysknuten og Fossefjellet er angitt på aktsomhetskartet som mulige løsneområder for snøskred på grunn av en generell helning på over 30 grader. Det er ikke registrert noen historiske hendelser knyttet til snøskredaktivitet i fjellsiden.

Eventuelle løsneområder under Skarperøysknuten er imidlertid for bratt til at det kan samle seg nok snø for dannelse av store skred. Gjelformasjon vest for Fossefjellet og urskråningen under Skarperøysknuten har helning på 30-45 grader og er teoretisk gunstig vinkel med tanke oppsamling av snø. Det er ikke observert noen renner/typiske skredbaner knyttet til snøskred fra disse områdene. Grov ur gir god heft til snødekke og gir sjeldent dannelse av snøskred. Området kan være snørikt, men bortsett fra ovenfornevnte gjel er det få terrengformasjoner som kan samle mye snø. Skog og slakt terreng vil gi god bremseeffekt på eventuelle skred som skulle løsne i omtalt gjel. Det er lite sannsynlig at det vil dannes store nok snøskred som vil nå vurdert område.

Aktsomhetskartene er vurdert til å være for konservative i dette tilfelle, og gir ikke et riktig bilde av faren for snøskred i denne fjellsiden. Det vurderes at planområde har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred i henhold til sikkerhetsklasse S2 og S3.

Sørpeskred

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den får flytende oppførsel. Sørpeskred utløses oftest i perioder med kraftig regn og/eller intens snøsmelting ved brå temperaturøkninger. Det må normalt ligge mer enn 50 cm med snø i terrenget og snødekket må gjerne bestå av kantkornkrystaller (grove krystaller) som kan samle vann. Skredene følger helst bekk- og elvedrag fra myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal eller ved elveutløp er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier.

Det er ingen terrengformasjoner i fjellsiden som favoriserer utløsning av større sørpeskred. Det utelukkes ikke at det kan forekomme mindre utglidninger av sørpe langs de små bekkeløpene, men disse vil ikke påføre betydelig skade i planområde.

Det vurderes at planområde har tilstrekkelig sikkerhet sørpeskred i henhold til sikkerhetsklasse S2 og S3.

3.3 Jord- og flomskred

Vurdert område ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for jord - og flomskred.

Jordskred løsner vanligvis i terreng brattere enn 25 grader, men det er registrert flere jord – og flomskred i myrterreng i overgang mellom slakt (under 25 grader) og bratt terreng. Skogsveger og stier som endrer de naturlige vannveiene er vanlige utløsningsårsaker for jordskred. Et vanlig eksempel er stikkrenner som går tett i perioder med stor vannføring, slik at vannet tar nye veger i terrenget. Jordskred løsner vanligvis i morenejord som ofte består av vekselvis lagdeling mellom leire, silt og grus.

Flomskred utløses der det kan samles mye vann i elve- og bekkeløp, men også i flombekker, ravinedaler og forsenkninger/gjel med tilgang til mye løsmasser. Flomskred starter gjerne med erosjon av løsmasser langs vannveiene og utvikles seg til et flomskred dersom terrenget er bratt nok og at det er nok tilgjengelig løsmasser som kan eroderes. Vanligvis må terrenget være brattere enn 15-20 grader for å få tilstrekkelig erosjon.

Aktsomhetskartet genererer automatisk startområde for jord – og flomskred i gjelet. Omtalt gjel består som tidligere nevnt av tykke urmasseavsetninger, som er lite gunstige løsmasser for dannelse av disse skredtypene. Kvartærgeologisk kart indikerer tykk moreneavsetning mellom planområde og urskråning. Dette område ligger i terreng på stort sett under 25 grader. De fleste jord – og flomskredene i Norge oppstår i denne jordarten, men i dette tilfelle vil den slake helningen redusere sannsynligheten for naturlig utløsning og utvikling av større skred.

Mindre lokale utglidninger av flomskred langs bekkeløpene ved store nedbørmengder kan ikke utelukkes, men disse vil ikke ha ødeleggende potensial for planområde.

Det vurderes at planområde har tilstrekkelig sikkerhet mot jord – og flomskred, og tilfredsstillende krav i henhold til sikkerhetsklasse S2 og S3.

3.4 Steinsprang og steinsred

Vurdert område ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred – og steinsred.

Steinsprang og steinsred løsner vanligvis i terreng brattere enn 40-45° (NVE,2014b). Bergmassen utøses vanligvis fra oppsprukket fjell og overheng. Stabiliteten avhenger av blant annet bergartstype, oppsprekking, vanntilgang og røtter. Skog kan begrense utløp av steinsprang ved at blokker kolliderer med trestammer der de taper energi. Helning og ruhet i terreng, blokkform, og blokkstørrelse er også viktige faktorer som har stor betydning for utløpsdistansen til steinsprang/steinsred.

Fjellsiden over planområdet har ugunstig sprekkegeomteri, noe som fører til avløste blokker, og dermed, ustabil bergmasse. Forholdene ligger derfor til rette for at det kan gå steinsprang og mindre steinsred. Store mengder urmasser under Skarperøysknuten bekrefter at det tidligere har gått flere større skred. De store blokkene som ble observert i terrenget har trolig blitt slått løs fra større steinsred. Antall skred og hyppighet av disse er vanskelig å anslå. Stor sprekkeavstand favoriserer større utglidninger, men gjerne mer sjeldne hendelser. Det ble ikke observert tegn på hendelser fra nyere tid (siste 50 år) under befaringen. Dette kan tyde på at hyppigheten av nedfall er avtagende. Skog som har etablert seg i nyere tid er også en indikasjon på lav skredfrekvens.

Den etablerte urskråningen vil ha god bremseeffekt på eventuelle nye steinsprang/steinsred. Lav terrenghelning under kote 450 kombinert med myk organisk jord, vil ha stor bremseeffekt på rullende blokker. Sprekkemønster i bergmassen gir en kantet blokkform, noe som også bidrar til større friksjon. Det er som tidligere nevnt observert to store blokker i en avstand på under 100 meter fra planområde. Disse blokkene antas å representere lengste observert utløp relatert til større historiske skredhendelser. Det ligger

flere mindre blokker spredt i terrenget helt ned til eleven, men disse vurderes å ha sitt opphav fra utspylingsprosesser fra ulike brefremstøt i dalføret under siste istid.

I modelleringen er det tatt utgangspunktet i løснеområder fra tre berghammer/skrenter mellom kote 600-725, se vedlegg 1. Det er vurdert at skogen er for tynn til å ha bremseeffekt på de største blokkene.

Resultatene fra modelleringen viser at hovedparten av blokkene stopper på oversiden av anleggsvegen. De lengste modellblokkene når nesten de omtalte blokkene som representerer lengste utløp. Ingen modellblokker går inn i planområde.

Modelleringen tar som nevnt ikke hensyn til prosesser der større bergpartier sklir ut, men indikerer likevel at det er liten sannsynlighet for steinsprang eller steinskred å ha utløp ned til planområde. Dette samsvarer også med inntrykket av reel skredfare fra befaringen.

Steinsprang/steinskred vurderes til å være dimensjonerende skredtype for denne skredfarevurderingen. Faresonegrensene til NGI vurderes på grunnlag av befaring og utførte simulering å være konservativt satt. Det vil være vanskelig å argumentere for plassering av faresone S3 (1/5000) lenger ut enn lengste observert utløp relatert til historiske skred.

Det vurderes at planområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang i henhold til sikkerhetsklasse S2 og S3.

Det er ikke utarbeidet et faresonekart da faresoner ikke kommer inn i vurdert planområde.

4 Konklusjoner og anbefalinger

På bakgrunn av utført befaring og gjennomgang av grunnlagsmaterieell trekkes følgende konklusjoner:

- Dimensjonerende skredtype for planområde er steinsprang/steinskred.
- Etter en ny gjennomgang av grunnlagsdata er det vurdert at planområdet oppfyller sikkerhetskrav mot skred i henhold til sikkerhetsklasse S2 og S3 i TEK 17.

Vedlegg

1. Modelleringsresultater steinsprang (kJ) i A3

5 Referanser

NGI. (2014). Vurdering av skredfare innenfor utvalgte områder. *NGI rapport 20130860*.

NVE. (2014a). Flaum- og skredfare i arealplanar. NVE retningslinjer nr. 2/2011, revidert 2014.



NVE. (2014b). Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. .
NVE-veileder 8.

NVE. (2020). *NVE Atlas*. Hentet fra atlas.nve.no

NGU. (2020). *Berggrunn- og løsmassekart*. Hentet fra www.ngu.no










Vedlegg 1

Tegnforklaring

-  Planområde
-  Løsnemråde steinsprang

Kinetisk energi (kJ)

<VALUE>

-  0 - 1
-  1 - 5
-  5 - 50
-  50 - 100
-  100 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000
-  5 000 - 8 000

Blokkform



Rock Classification	is/ks
Densitet (kNm ³)	27,30
Volum (m ³)	4,11
Wca (lc)	10992,3
Max Rock Dimensions	X/Y/Z (m) 2,34/1,40/1,56

Modellering steinsprang

Lyse produksjon AS

1:3000 i A3

