

OKTOBER

SKREDFAREKARTLEGGING I MODALEN

SKREDFAREKARTLEGGING I FORBINDELSE NYTT TINGHUS I MODALEN SENTRUM, I
MODALEN KOMMUNE



COWI

MODALEN KMMUNE

SKREDFAREKARTLEGGING I MODALEN

SKREDFAREKARTLEGGING I FORBINDELSE NYTT TINGHUS I MODALEN SENTRUM, I
MODALEN KOMMUNE

PROJEKTNR.

A209428

DOKUMENTNR.

01

VERSION

01

UDGIVELSESDATO

16.10.2020

BESKRIVELSE

Skredfarekartlegging

UDARBEJDET

LTCH

KONTROLLERET

JSOL

GODKJENT

ARGV

INNHOOLD

1	Sammendrag	7
2	Innledning	8
3	Bakgrunn	9
3.1	Sikkerhetsklasser	9
3.2	Bakgrunn for skredfarevurderingen er:	9
4	Klassifisering av skred	10
4.1	Snøskred	10
4.2	Steinsprang/steinskred	10
4.3	Jord- og flomskred	10
5	Områdebeskrivelse	11
5.1	Topografi, vegetasjon og dreneringsforhold	11
5.2	Berggrunn	14
5.3	Løsmasser	16
5.4	Klimatiske forhold	17
5.5	Aktsomhetskart	20
5.6	Tidligere skredhendelser	21
5.7	Befaring	23
6	Modellering og oppsett	24
6.1	Oppsett av RAMMS Rockfall og modellering	24
7	Vurdering av skredfare	26
7.1	Snøskred	26
7.2	Jordskred	26
7.3	Steinsprang	26

8	Faresonekart	27
9	Konklusjon	28
10	Referanser	28

1 Sammendrag

I forbindelse med oppføring av nytt nærings- og tjeneste bygg i Mo sentrum har COWI AS, på oppdrag fra Modalen kommune, gjennomført en detaljert kartlegging og vurdering av skredfare i planområdet. Vurderingen omfatter skredtypene snøskred, jord- og flomskred og steinsprang og er basert på befaring i felt og studie av eksisterende grunnlagsmateriale. Vurderingen er utført i henhold til krav til sikkerhet mot skred i plan- og bygningsloven og tilhørende byggeteknisk forskrift TEK17 §7-3

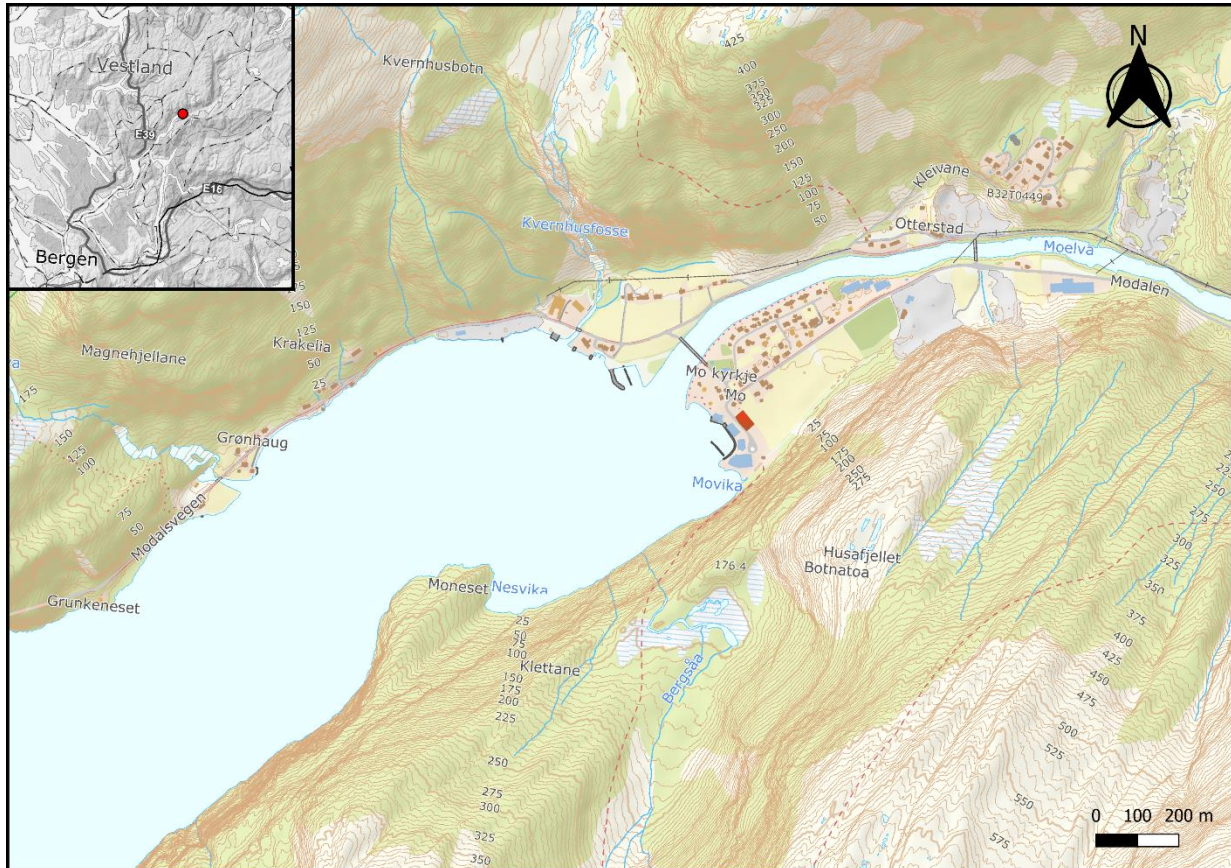
Mo sentrum ligger i underkant av en bratt skråning som strekker seg omtrent fra havnivå og opp til toppen av Husafjellet, rundt 320 moh. Brattheten i skråningen varierer mellom 30 – 85° og består av flere fjellskrenter adskilt av slakere partier og med varierende grad av vegetasjon. Planområdet ligger innenfor aktsomhetsområder for steinsprang og snøskred, i henhold til offentlige aktsomhetskart for NVE og det er derfor nødvendig at skredfare utredes i detalj.

Basert på gjennomgang av grunnlagsmaterialer, observasjoner og vurderinger i felt og simuleringer, vurderer COWI at steinsprang er eneste aktuelle skredtype innenfor planområdet. Det er vurdert at tiltaket havner i sikkerhetsklasse S2 og det tillates da at største nominell årlig sannsynlighet for skred er 1/1000.

COWI vurderer at plassering av nærings- og tjenestebygg tilfredsstillende til kravet til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2 uten videre sikringstiltak. Faresoner for 100- 1000 og 5000-års skred er vist i figur 19 i dette dokumentet

2 Innledning

I forbindelse med en byggesak for oppføring av nytt nærings- og naturtjenestesenter i Mo sentrum (figur 1), Modalen kommune, har COWI, på oppdrag fra Modalen kommune, gjennomført en detaljert kartlegging og vurdering av skredfaren i området.



Figur 1. Kart over nedre del av Modalen og Mofjorden. Rød firkant markerer planområdet.

I henhold til offentlige aktsomhetskart fra NVE, ligger planområdet innenfor aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang. For at planområdene kan reguleres, stilles det derfor krav til at skredfaren utredes nærmere jf. §7-3 «Sikkerhet mot skred» i byggeteknisk forskrift TEK17 i henhold til plan/ og bygningsloven. Vurderingen omfatter skredtypene snøskred, jord- og flomskred og steinsprang, og er basert på befaring i felt samt studie av eksisterende grunnlagsmateriale som:

- Topografiske kart
- Helningskart
- Aktsomhetskart for skred
- Berggrunnskart og kvartærgeologiske kart

Det er også hentet inn informasjon om tidligere skredhendelser i området. Og gjort beregninger av steinsprang i beregningsmodellen RAMMS Rockfall.

Utført vurdering gjelder skredfare fra naturlig bratt terreng og tar utgangspunkt i dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Dersom vegetasjonsforhold eller terreng endrer seg vesentlig, som for eksempel flatehogst, anleggsveier i bratt terreng o.l., anbefales det å vurdere området på nytt.

3 Bakgrunn

Rapporten er utarbeida etter anbefalingene i [NVE-veileder 8-2014](#).

Skredfare er omfattet av plan- og bygningsloven og teknisk forskrift til denne (TEK 17), det vises til §7-3 (**Error! Reference source not found.**). I denne lovgivningen er ulike byggverk tildelt egne graderinger for skadeomfanget/konsekvens som skred av ulik nominell årlig sannsynlighet har på en bygningsmasse. Innenfor dette kommer blant annet faren for tap av menneskeliv, samt økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser av skred. I områder som kan utsettes for flere typer skred, er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

Tabell 1. Utdrag fra byggeteknisk forskrift (TEK 17) viser sikkerhetsklasser for plassering av byggverk i skredfarlige områder.

3.1 Sikkerhetsklasser

Sikkerhetsklasse S1 omfatter tiltak der et skred vil ha liten konsekvens. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimalt 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der konsekvensen av en skredhendelse er stor. Eksempel på dette er byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

COWI vurderer at planlagt tiltak blir karakterisert for å omfatte sikkerhetsklasse S2.

3.2 Bakgrunn for skredfarevurderingen er:

- Observasjoner gjort under feltbefaring 10.09.2020
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no)
- Kartmateriale fra Statens kartverk (www.kartverket.no)
- Retningslinjer til flom- og skredfare i arealplaner fra NVE (www.nve.no)
- Retningslinjer til sikkerhet for skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak fra NVE (www.nve.no)
- Helningskart fra NGI (<https://geodata.ngi.no>)
- Værdata fra Norsk klimaservice (<https://seklima.met.no>)

4 Klassifisering av skred

4.1 Snøskred

Snøskred løses normalt ut i dalsider med helling mellom 30 – 60 rader og som regel under eller rett etter store snøfall, sterk vind eller temperaturstigning. Snøskred blir gjerne delt inn i løssnøskred og flakskred. Løssnøskredene er utløsning av skred i løs snø med liten fasthet, som gjerne starter med en lokal utgliding. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med utvider skredet seg og får en pæreform.

Flakskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan, et svakt lag i snødekket eller langs bakken. Flakskred har vanligvis større skadepotensiale enn løssnøskred. I tereng hvor det er brattere enn 60 grader glir snøen stadig ut, slik at det normalt ikke dannes snøskred med stort skadepotensial. Snøskred kan skape skredgufs/fonnvind med kraft til å utrette stor skade.

4.2 Steinsprang/steinskred

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller glir ned en fjellskråning bruker man begrepet steinsprang eller steinskred. Steinsprang forekommer vanligvis i bratte, oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 45° og ofte i forbindelse med store nedbørmengder eller intens snøsmelting. I områder hvor det over lang tid har gått mange steinsprang og steinskred vil det dannes en kjegleformet ur, med de groveste massene i foten av ura. I tilfelle der steinskred går ut i en fjord eller innsjø, kan det oppstå flodbølger.

4.3 Jord- og flomskred

Jordskred og flomskred går begge under kategorien løsmasseskred. Begge arketyperne er raske og flomlignende skred av vannmettede løsmasser i bratte skråninger og elveløp. Forskjellen er i hovedsak basert på geomorfologiske parametere, som f.eks. om skråningen har definerte vannveier, formen på avsetningene, sedimentsortering, osv. Jordskred er raske utglidninger og bevegelse av vannmettede løsmasser i bratte skråningsgradienter, utenfor definerte vannveier. De utløses normalt i skråninger som er brattere enn 30° og hvor det ligger løsmasser. Et jordskred fjerner vanligvis alle løse steiner, jord og vegetasjon i sin vei og etterlater et langt, smalt arr og en opphopning av materiale ved foten av skråningen.

Til forskjell fra jordskred følger flomskred elve- og bekkeløp, men det kan også forekomme utenfor permanent vannføring. Flomskred forekommer i skråninger med gradienter mellom 25-45° og starter enten som jordskred i øvre del av skråningen eller som erosjon av løsmasser i løpebanen. Mens massene beveger seg ned skråningen, kan mer vann og sedimenter opptas i skredet og volumet kan øke betraktelig.

5 Områdebeskrivelse

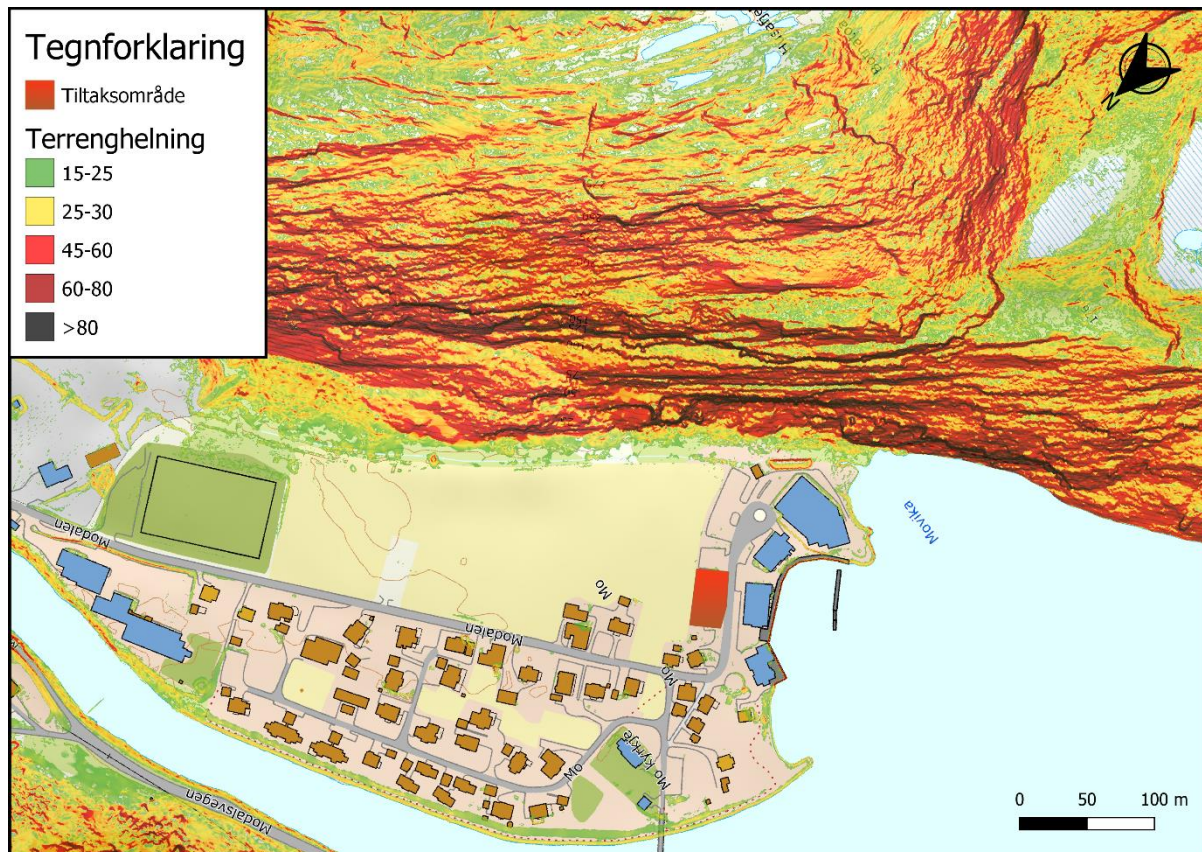
5.1 Topografi, vegetasjon og dreneringsforhold

Topografien har stor innvirkning på hvilke typer skred som kan forekomme og hvor ofte de løsner. Topografien styrer også i stor grad utløpsdistansen av skred fra kildeområdet. Den 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. Vegetasjon i terrenget kan ha en skredbegrensende effekt, enten ved at den forankrer snødekke, eller at tett skog kan bremse skred i bevegelse.

Klimaforholdene har innvirkning på hyppigheten av skred. Foruten nedbørintensiteten vil også vindretning ha betydning, og da særlig for snøskred. Temperaturen bestemmer nedbørtype og hvor mye snø som legger seg opp. Mildt klima i kartleggingsområdene tilsier at snøskred er mindre hyppige hendelser og fjellsider som ligger i le for vestaværet er mer utsatt. Steinsprangaktiviteten er i mindre grad avhengig av klimaforholdene, selv om ekstremvær kan øke faren for steinsprang fordi de presser på poretrykket i løse steinmasser og jord som befinner seg i fjellsiden

5.1.1 Topografi

Nedre del av Mo sentrum ligger på en flat elveslette, omringet av bratte fjellsider nord og sør. Planområdet ligger sør for Moelva og sør for planområdet strekker det seg en bratt, SV-NØ-orientert fjellside som strekker seg fra rundt 2 moh. mot toppen av Husafjellet, omtrent 320 moh. Fjellsiden består av flere bratte skrenter som utgjør mulige kildeområder for steinsprang, avbrutt av slakere partier med varierende grad av vegetasjon. Gradienten varierer fra 20 grader nederst i fjellsiden, til enkelte partier med helning opp mot 85° (figur 2). Fra avstand kan en tydelig se ulike soner med varierende grad av oppsprekking og løse blokker i fjellsiden.



Figur 2 Gradientanalyse som viser terrenghellingen i området.

Vegetasjon

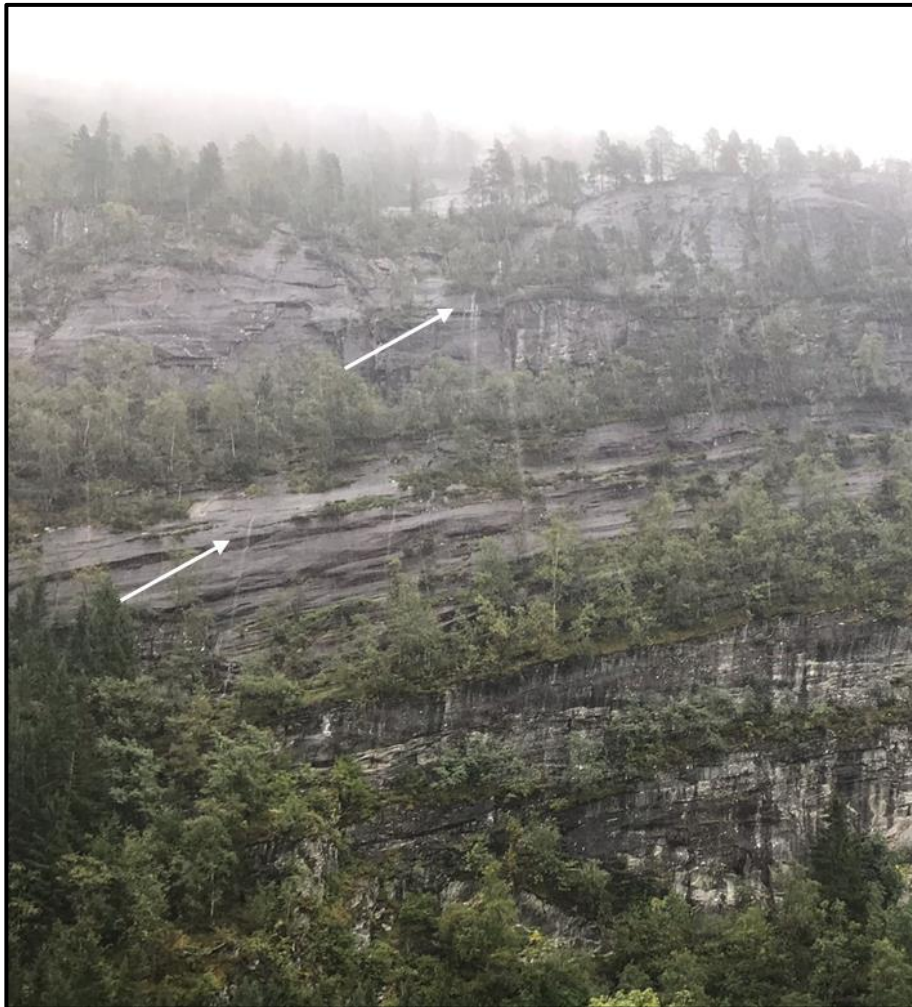
Mo sentrum er tilnærmet fritt for vegetasjon, med unntak av noen enkeltstående bjørketrær rundt planområdet. I skråningen mot den bratte fjellsiden er det plantet et belte av barskog, som går parallelt med foten av fjellsiden 300 meter innover dalen. Et sted har barskogen, som hovedsakelig består av gran etablert seg oppover skråningen også. I fjellsiden er vegetasjonen konsentrert i soner med lavere gradient og består av tynn bjørkeskog, mindre busker og torv. En digital overflatemodell (DOM) viser at vegetasjonen konsentrerer seg i nevnte belter i fjellsiden og enkeltstående trær rundt planområdet (figur 3).



Figur 3. Digital overflatemodell illustrerer vegetasjonsdekket i området. tiltaksområdet er markert med rødt.

5.1.2 Dreneringsforhold

Det er ikke markerte nedsenkninger for drenering av vann i fjellsiden. Under befaring ble det observert overflatevann renne flere steder langs fjellet (figur 4).



Figur 4. Fjellsiden har ingen fremtredende dreneringsveier for overflatevann. Under befaring ble det observert vann som rant langs fjellsiden.

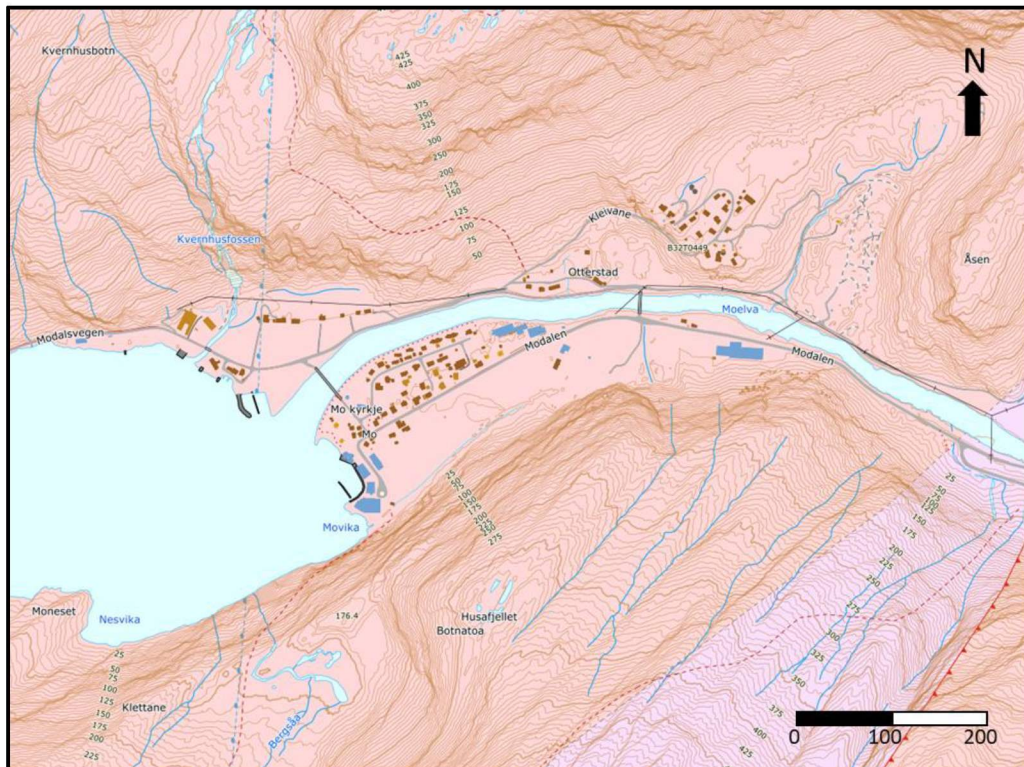
5.2 Berggrunn

Berggrunnen i kartleggingsområdet består hovedsakelig av prekambrisk grunnfjell. Dette er stede-
gent grunnfjell, i hovedsak upåvirket av den kaledonske fjellkjedefoldingen. Grunnfjellet i dette om-
rådet består i hovedsak av granitt og gneiser (granittisk og diorittisk gneis, og stedvis migmatisert
gneis).

Helningsforholdene i fjellsiden sør for Mo sentrum er slik at nesten hele fjellsiden kan regnes som
kildeområde for steinsprang, men varierende massivitet og sprekkeforhold gjør at fjellsiden kan de-
les inn i soner med varierende sannsynlighet for utfall. For beregning av faresone med årlig sannsyn-
lighet 1/1000 benyttes løsnedområder med oppsprekking og middels sannsynlighet for utfall. Figur 5
viser en inndeling av fjellsiden i ulike soner basert på sannsynlighet for utfall. Sone 1, 3 og 5 har
sprekkeorienteringer tilnærmet vertikalt og kryssende ut fra fjellsiden. Dette antas å være styrende
faktor for utfall av steinblokker. I sone 2 og 4 er fjellsiden mer massiv og vurderes til å ha lav ut-
fallshyppighet og har dessuten jevnt over lavere gradient enn omliggende soner.



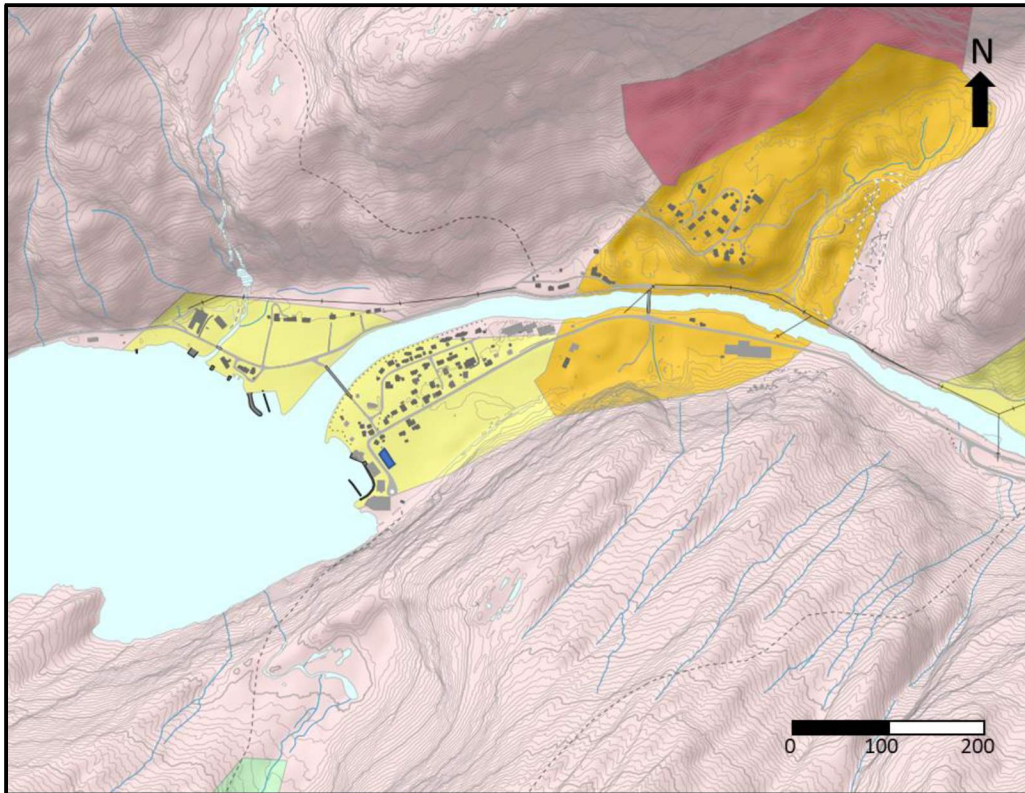
Figur 5. Definerte soner med varierende kildepotensial for steinsprang. Sone 1, 3 og 5 har vertikale, kryssende sprekkesystemer, som er gunstige for steinprangaktivitet. Bilde: Google maps.



Figur 6. Berggrunnen rundt Mo sentrum er dominert av granittisk og diorittisk gneis (brun), med innslag av mig-mattisert gneis(rosa).

5.3 Løsmasser

Mo sentrum ligger i munningen av Moelva i Modalen, mot Mofjorden. Planområdet ligger på en flat elveslette, og området rundt er tilsvarende flatt. Lengre inn i dalen finnes det breelvavsetninger og skredavsetninger på nedsiden av tilstøtende fjellsider (figur 6). Løsmassekartet viser ikke skredmateriale på nedsiden av fjellskråningen sør for planområdet, men det ble kartlagt steinblokker etter steinsprang under befaringen. Enkelte blokker hvilte mot trestammer, noen lå i dagen, mens noen var dekket av mose (figur 7). Det ble også observert løse steiner i fjellsiden (figur 8).



Figur 7. Løsmassekart for Mo sentrum. Tiltaksområdet ligger på en tilnærmet flat elveslette. Lenger inn i dalen, mot øst er det breelvavsetninger og skredavsetninger ved foten av fjellsidene.



Figur 8. Flere blokker på bakken og som lener seg mot trær vitner om hyppig steinsprangaktivitet i nederste del av fjellsiden mot Mo sentrum.



Figur 9. Hvite piler markerer løse blokker i fjellsiden og røde piler markerer områder med spor etter blokker som har løsnet. Bildet er tatt fra nederste høydemeter av fjellsiden mot Mo sentrum.

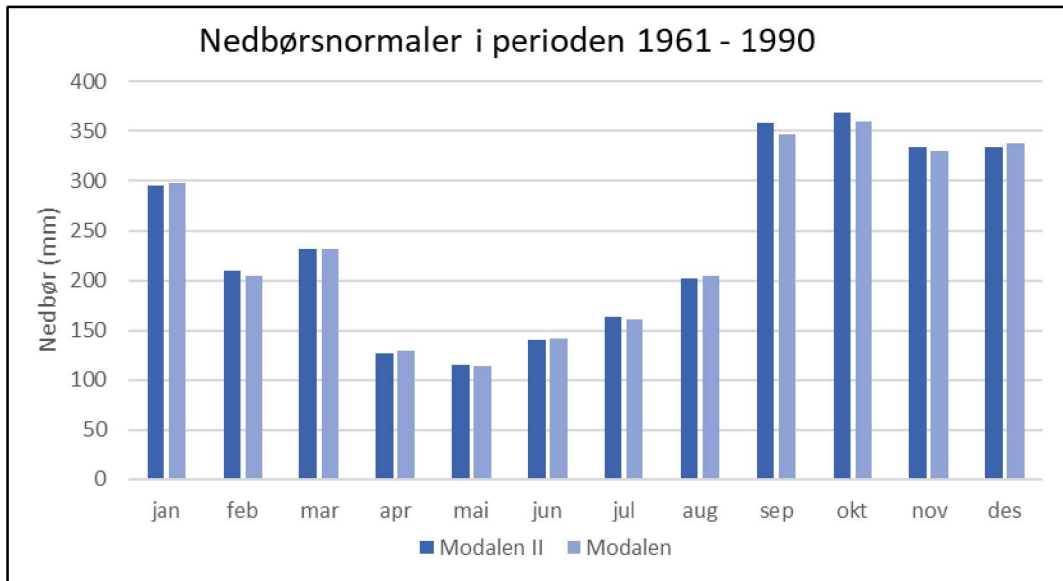
5.4 Klimatiske forhold

Det er innhentet meteorologiske data for nedbør (RR) og temperatur (TAM) for den klimatiske perioden 1961 – 1990 fra tre meteorologiske målestasjoner i nærheten av planområdet (tabell 2).

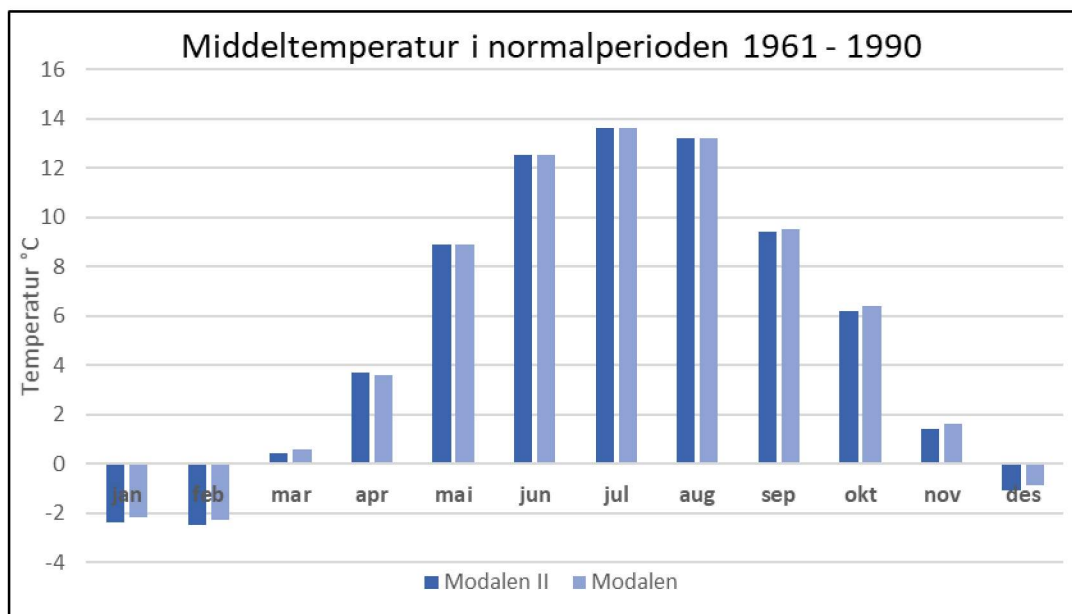
St.nr,	Navn	Hoh.	Bredde-grad	Lengdegrad	Km fra planområde	Met. data
52290	Modalen II	114	60,8410	5,9533	8,7	RR, TAM
52300	Modalen	104	60,8383	5,9333	7,5	RR, TAM

Tabell 2. Meteorologiske stasjoner med nedbørs- og temperaturdata fra perioden 1961 - 1990.

Som det tydelig fremkommer i figur 10, kommer det mest nedbør på senhøsten, i september til desember. Temperaturgraf i figur 11 viser at gjennomsnittstemperaturen normalt er under null grader midt på vinteren.

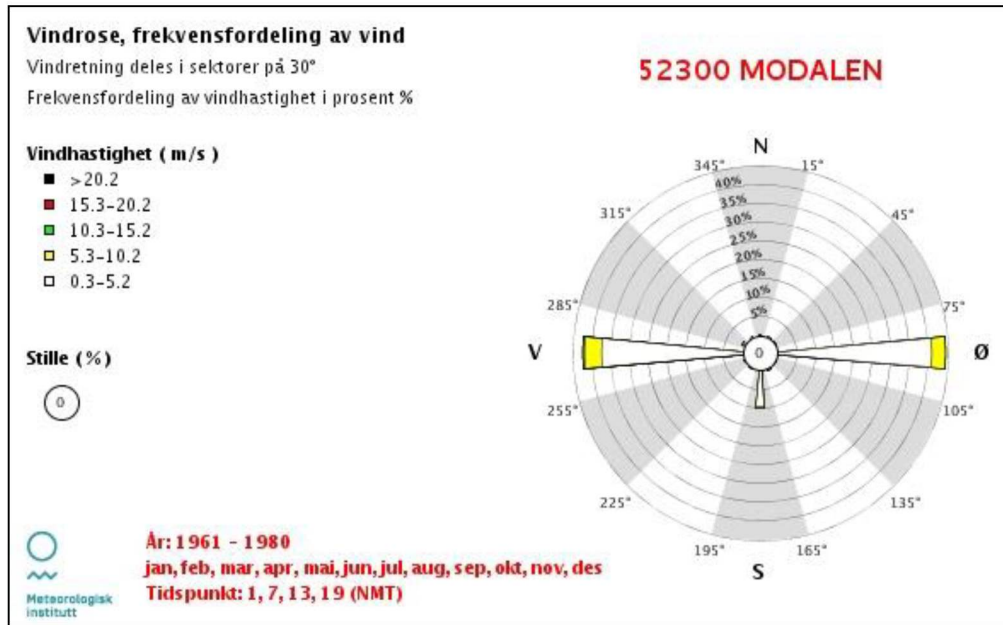


Figur 10. Nedbørsnormaler i den klimatiske perioden 1961 - 1990 fra målestasjoner i nærheten av planområdet.

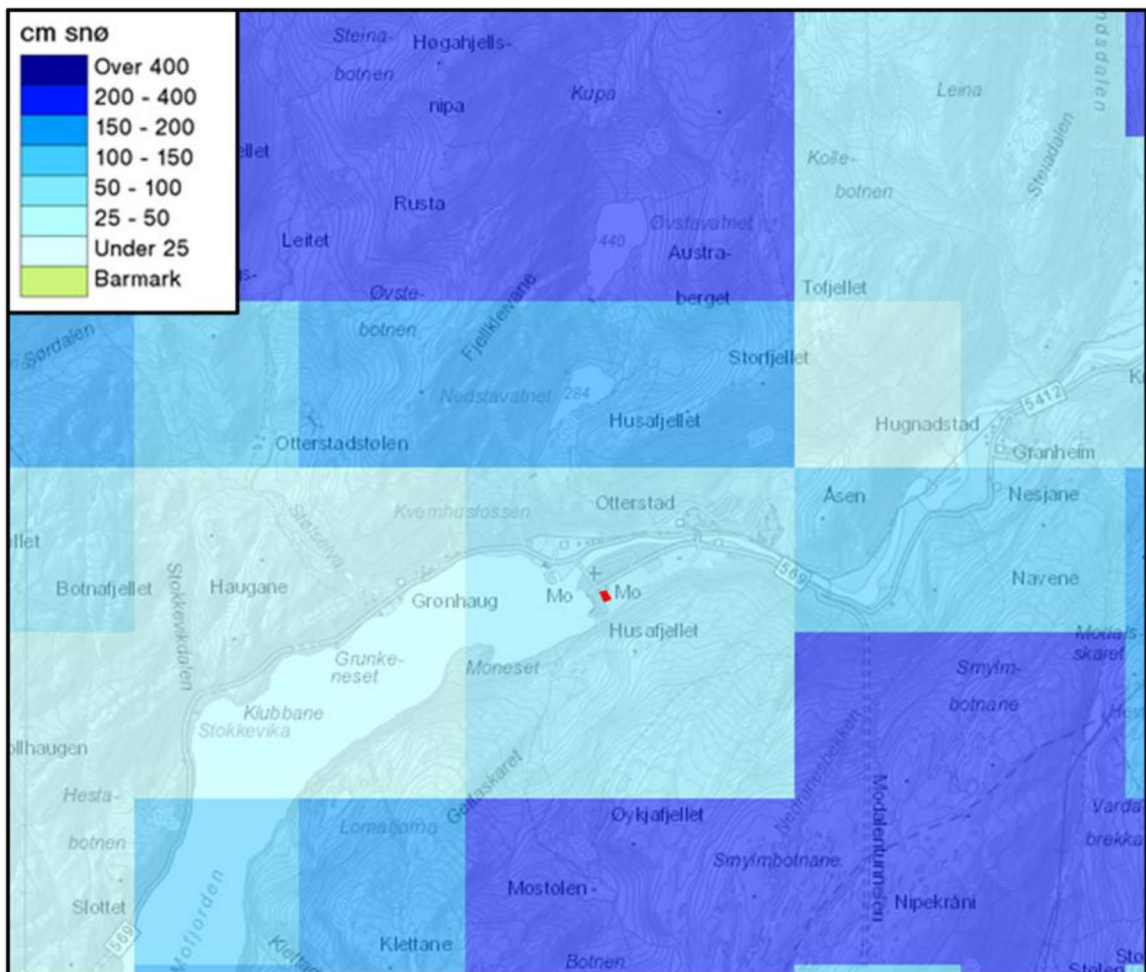


Figur 11. Middeltemperaturer per måned i perioden 1961 - 1990.

Det er innhentet en vindrose fra målestasjon 52290 – Modalen i Modalen kommune (figur 12). Vindrosen viser at det er to hovedretninger for vind (V og Ø). Dette skyldes i stor grad at vinden i området med målestasjonen styres av topografien, som er en vest-øst-orientert dal. Figur 13 viser års maksimum av snødybde rundt planområdet, målt i cm, for normalperioden 1971 – 2000. Som det kommer frem i figuren har planområdet et forventet års maksimum på 0 – 50 cm snø i året, noe som sammenfaller godt med temperaturgrafen i figur 8, som i de kaldeste månedene holder seg under 0°C.



Figur 12 Vindrose fra målestasjon 52300, Modalen i Modalen kommune viser dominerende vindretning og -styrke i perioden 1961 - 1990. www.eklima.no



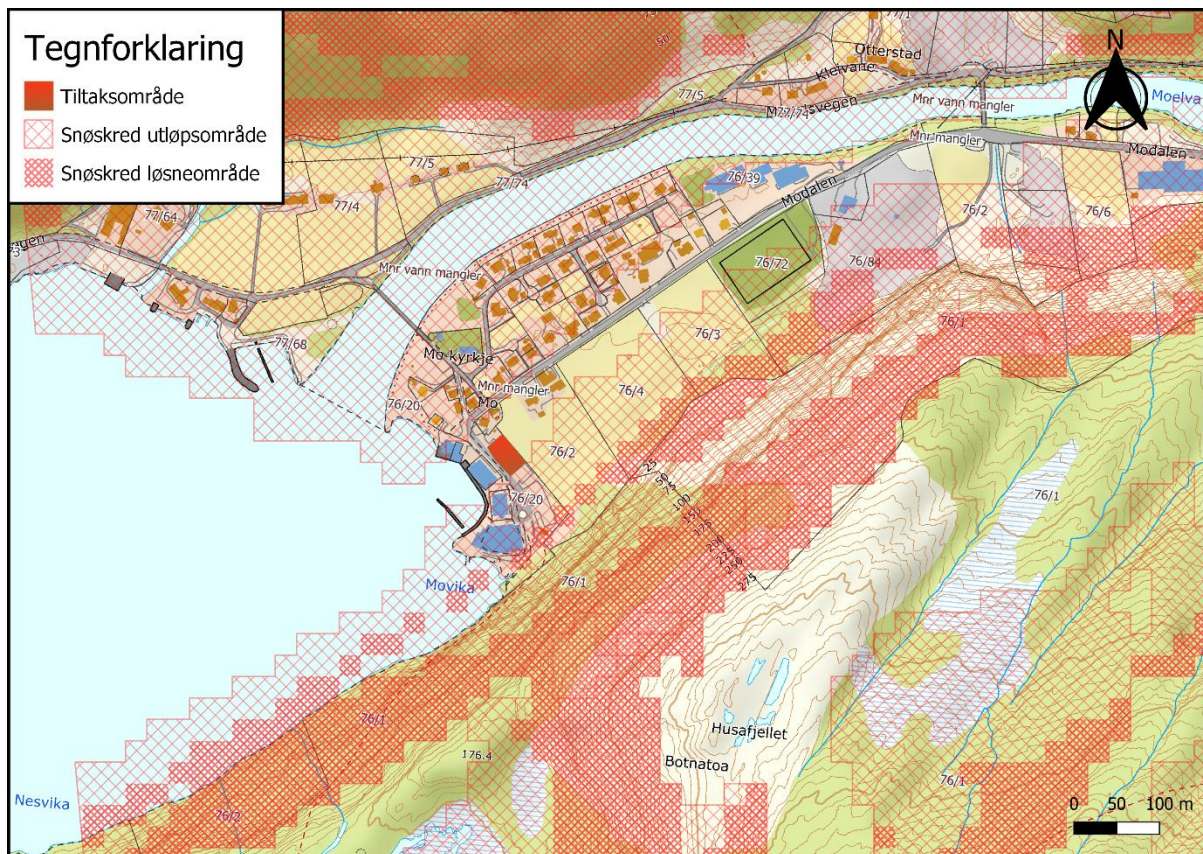
Figur 13 Normal års maksimum av snødybde i perioden 1971-2000. Planområde ligger i et område hvor det er forventet 25 - 50 cm snø i året. Dette passer overens med middeltemperaturen som ligger like under 0 i de kaldeste månedene i året (figur 7). Den aktuelle eiendommen er markert med rødt omriss. www.senorge.no

5.5 Aktsomhetskart

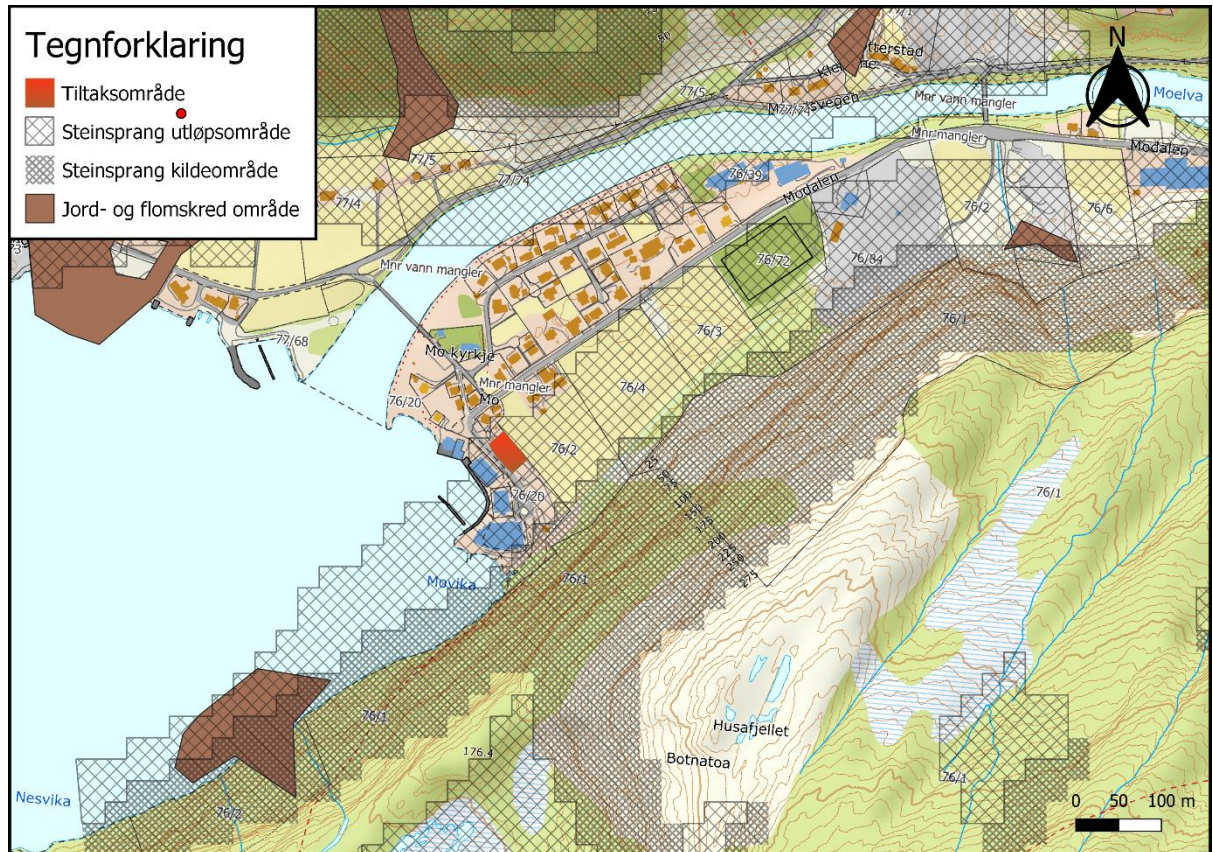
Aktsomhetskart viser mulige løsneområder og utløpsområder for skred. Et landsdekkende aktsomhetskart er utarbeidet av NGI. For hvert løsneområde beregnes utløpsområdet automatisk med en empirisk alfa-beta metode.

Landsdekkende høydemodell fra Statens Kartverk med oppløsning på 25 x 25 meter er benyttet for beregning av aktsomhetsområdene. Dette tilsvarer en målestokk på 1:50 000. På grunn av oppløsningen i terrengmodellen, vil terrengformasjoner med mindre enn 20 meter høydeforskjell forsvinne i kartet. For å avgjøre om areal/områder tilfredstiller krav til trygghet mot naturfarer, i henhold til TEK17, trengs det nærmere undersøkelser for å utforske lokale terrengforhold. Andre viktige faktorer som har påvirkning på den reelle skredfaren er vegetasjon, avrenning, klima, bebyggelse, løsmasser og berggrunn. Ingen av disse faktorene inngår i beregningen av aktsomhetskartene.

Figur 14 og 15 viser aktsomhetskart for henholdsvis snøskred og steinsprang og jord- og flomskred rundt det aktuelle planområdet. Som det kommer frem i kartene ligger planområdet innenfor utløpsområde for begge nevnte skredtyper.



Figur 14. Aktsomhetskart for snøskred. Tiltaksområdet ligger på grensen til kartlagt utløpsområde for snøskred.



Figur 15. Aktsomhetskart for Jord- og flomskred og steinsprang. Som det kommer fram i kartet ligger tiltaksområdet i utløpsområde for steinsprang, men utenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred.

5.6 Tidligere skredhendelser

Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i tiltaksområdet eller ved tilstøtende areal i NVEs skreddatabase. Det er likevel kjent at det har gått en rekke steinsprang fra fjellsiden mot Modalen folkebibliotek, til tross for skredvoll som ble etablert i forbindelse med oppføring av biblioteket. Under befaring ble det registrert skader på bygg etter steinsprang (figur 16). Det har også vært flere episoder med steinsprang og mindre steinskrud fra samme fjellside, men lenger øst i Modalen. Den 28. august 2018 løsnet et lite steinskrud fra fjellsiden rett sør for Mo idrettsbane (figur 17). Mesteparten av massene fra skredet ble avsatt i ura under fjellsiden, men enkelte steiner og steinfliser traff idrettsbanen på Mo. Skråningen under fjellsiden er vitne til at steinsprangaktivitet skjer hyppig i dette området.



Figur 16. Skade på Mo kulturhus etter steinsprang.



Figur 17. Bilde fra befaring. Spor etter lite steinskred som gikk i 2018. Mesteparten av skredmassene havnet i ura, men noen steiner og steinfliser havnet på idrettsbanen.

5.7 Befaring

Befaring i området ble gjennomført 14.09.20. Det var nedbør og overskyet, men god sikt i det mulige rasområdet. Hensikten med befaringen var å undersøke lokale terrengforhold og undersøke potensialet for oppsamling av snø og utløsning av snøskred, samt mulige kilder for steinsprang. Topografiske forhold ble sett i forhold til lokale vegetasjonsforhold og bebyggelse i område, objekter som ikke tas hensyn til i de riksdekkende aktsomhetskartene.

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 (utfall, erosjon, avsetninger eller skader i skogen)

6 Modelling og oppsett

Beregningsmodeller er et viktig supplement når plassering av faregrenser skal foretas. Modeller utføres normalt når fjellsiden er høy (>50-100 meter) og/eller området har kompleks topografi. Ofte gjøres det vurderinger av modellering i hvert tilfelle. Fjellsiden i Modalen vurderes som kompleks, da det skiller mellom soner i fjellet med varierende kildepotensial for steinsprang. Det er derfor valgt å gjøre steinsprangberegning med den dynamiske modellen RAMMS::ROCKFALL

RAMMS rockfall er et program for simulering av steinsprang. Modellen er utviklet av SLF (Swiss Federal Research Institute WSL) og WSL (Institute for Snow and Avalanche Research SLF). Programmet baserer seg på blokk/bakke-interaksjon med friskjonsparametere som påvirker blokkens overflate. Modellen benytter udeformerbare steinblokker med spesifisert blokkform for å gjenspeile reelle steinsprangscenarier.

Et komplekst terreng modelleres ved å benytte en digital terrengmodell med høy oppløsning. Det anbefales å benytte en oppløsning på 5 meter eller bedre for å få fram viktige terrengformasjoner i skredløpet. Den naturlige variasjonen i sprett defineres automatisk basert på blokkform og orientering ved kontakt med bakken. I tillegg til å definere blokkform, har bruker også mulighet til å definere ulike terrengkategorier, med tilhørende friksjonsparametere som medfølger hver terrengklasse. Bruker kan også legge inn vegetasjon som kan ha en dempende effekt på steinblokker i bevegelse. Effekten av skogen er sterkt påvirket av størrelsen på blokkene og RAMMS har forhåndsdefinerte friksjonsverdier for ulike skogstyper;

- Åpen skog (20 m²/ha)
- Medium skog – (35 m²/ha)
- Tett skog (50 m²/ha)

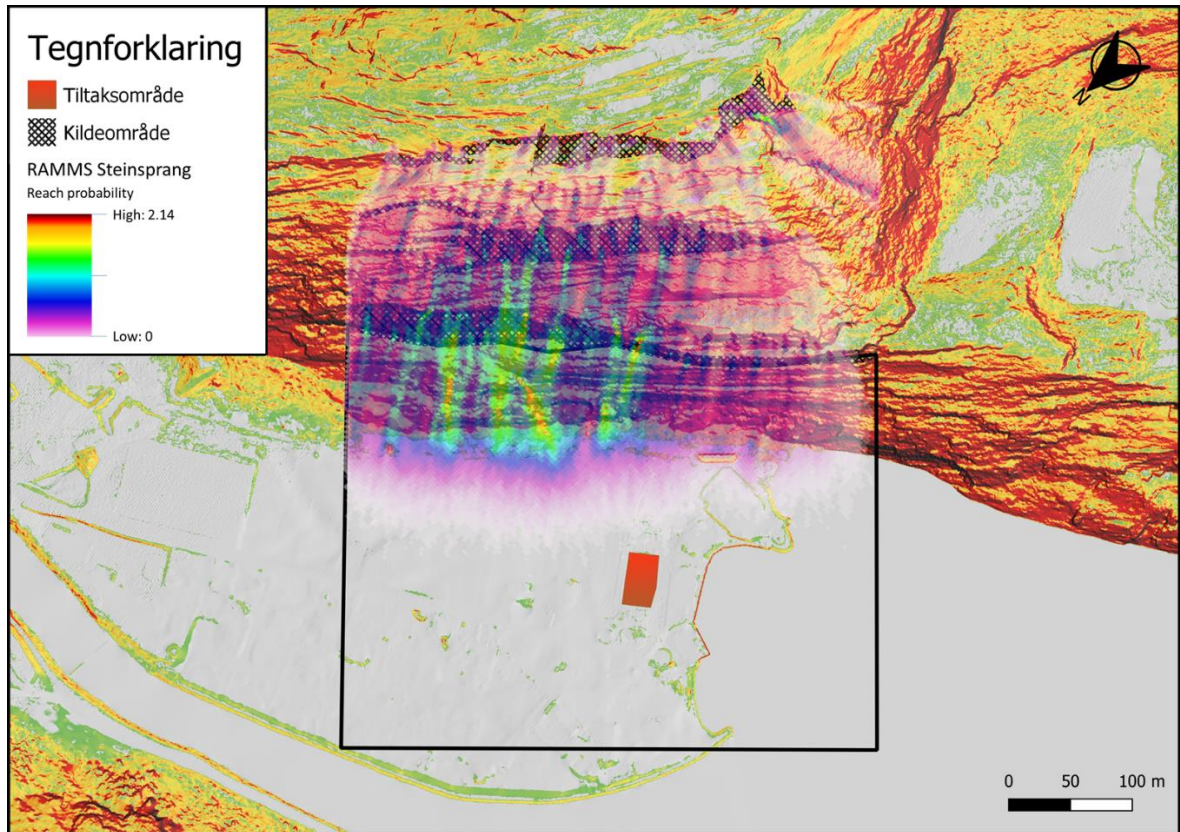
Løsneområdene kan defineres enten som punkt, linje eller polygon og baseres normalt på helningsgrad i området. Generelt er helning over 45° ansett som mulig løsneområde for steinsprang.

6.1 Oppsett av RAMMS Rockfall og modellering

RAMMS modellering er utført for definerte kildeområder i fjellsiden med oppsprukket bergmasse og middels sannsynlighet for utfall. Kjøringene er gjort med terrengmodell oppløsning 0,5 m, men som er resamlet til 3 meter på grunn av prosesseringstid. Løsneområdet er kartlagt for områder over 45°. Det er benyttet steinstørrelser fra 1-7m³, og blokkformer som så godt det har latt seg gjøre gjenspeiler steinblokkene som er kartlagt under befarings, både i form og størrelse.

Terrengparametere er viktige, og terrenget er beskrevet i henhold til observasjoner under befarings, med bart fjell, tynt vegetasjonsdekke, spredte blokker i typisk skogbunn, etc. Modellen er kjørt med effekt av skog i midtre og nedre del, og det er benyttet henholdsvis åpen og middels skog i modellen.

Resultatet i figur 18 viser «reach probability», det vil se 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. De andre resultatene fra kjøringene som blokkhastighet og blokkenergi er også inkludert i vurderingen av resultatet, da disse også er nyttige som støtteinformasjon til våre vurderinger.



Figur 18. Reach probability. Resultat fra RAMMS Rockfall. Lyse farger viser de mest sannsynlige steinsprangbanene som steinblokkene tar. I dette tilfellet samler blokker seg i nedsenkninger i terrenget.

7 Vurdering av skredfare

7.1 Snøskred

I aktsomhetskartet for snøskred ligger planområdet innenfor teoretisk utløpsområde for snøskred. Aktsomhetskartet er laget på grunnlag av en grov digital terrengmodell, hvor områder med $>30^\circ$ helning automatisk blir klassifisert som utløsningsområder for snøskred og påfølgende datamodellering av rekkevidde fra utløsningsområdene. Effekten av lokale faktorer som skog og klima er ikke vurdert ved utarbeidelse av aktsomhetskart. Topografien i området stort sett brattere enn 45° opp til toppen av Husafjellet (320 moh.), med mindre partier med lavere gradient. Dominerende vindretning i området er øst-vest og følger topografien, altså parallelt med fjellsiden. Det mangler store akkumulasjonsområder for snø, og partiene med lavere gradient er stort sett dekket av skog, noe som både kan virke stabiliserende på snødekket som akkumulerer i fjellsiden og virke bremsende på mindre skred som er i bevegelse. Det er ikke registrert historiske snøskredhendelser i området, og det er ingen tydelige spor etter snøskredaktivitet.

Totalt sett vurderer vi sannsynligheten for utløsning av snøskred som kan nå planområder som svært liten og risikoen er som ikke reell. Snøskredene som eventuelt vil dannes i området vil trolig følge nedsenkninger i terrenget og stoppe ved foten av fjellsiden.

7.2 Jordskred

På grunn av det tynne løsmassedekket i dalsiden, vegetasjonsforhold og ingen tydelige dreneringsveier for overflatevann anser vi ikke jordskred som en reell risiko i dette området. Løsmasser og vegetasjon kan rives løs i forbindelse med større steinspranghendelser eller små steinskred, men disse antas å ha liten rekkevidde. Det er ingen spor etter gammel jordskredaktivitet og ingen registrerte hendelser av denne skredtypen.

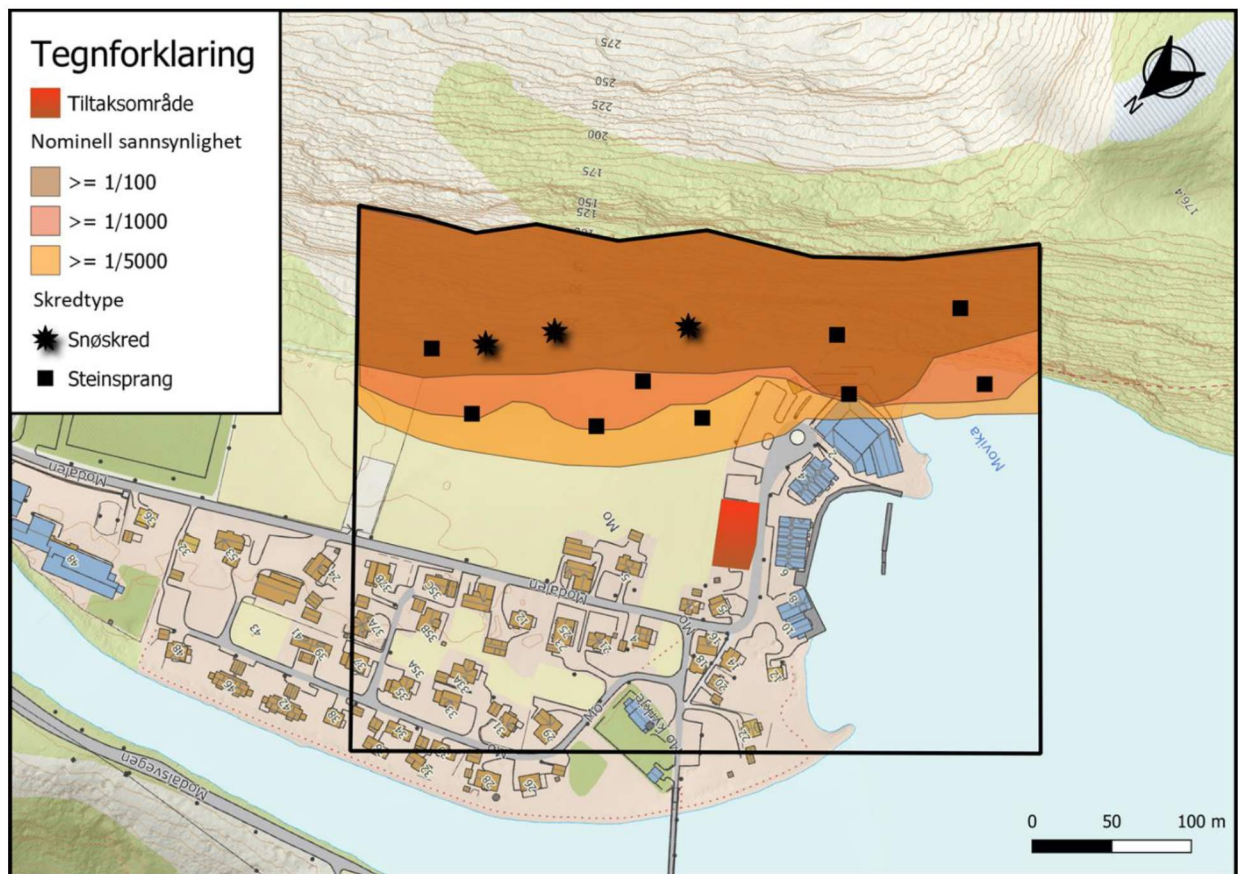
7.3 Steinsprang

Steinsprang utløses fra fjellskrenter brattere enn ca. 45° . Store deler av fjellsiden sør for Mo sentrum er over 45 grader og utgjør mulige kildeområder for steinsprang. Fjellsiden kan deles inn i ulike soner etter grad av oppsprekking og massivitet (figur 5). Den nederste sonen er den mest aktive sonen, med høy utfallssannsynlighet. Ved foten av fjellsiden ligger det mange steinblokker i dagen og det ligger også løse steinblokker denne delen av fjellsiden som venter på å falle ut. Vertikale og kryssende sprekkesystemer er gunstige forhold for utfall, men rekkevidden er lav. Noen blokker har truffet Mo folkebibliotek, til tross for skredvullen som er etablert som beskyttelse mot bygget. Planområdet ligger så langt unna at det anses som trygt for steinblokker som faller fra nederste del av fjellsiden. Det finnes også to soner lenger oppe i fjellsiden som også har komplekse sprekkesystemer og løse blokker liggende i fjellsiden. Disse vil ha høyere energi når de faller og dermed få ha større utløpslengde, men overgangen fra den bratte skrånningen til det flate terrenget under vil likevel ta opp så mye energi at det ikke forventes at steinene treffer planområdet. Simulering i RAMMS Rockfall støtter denne påstanden. Ut fra modellering kan man se at steinblokker som faller høyere oppe i mange tilfeller vil følge nedsenkninger i terrenget og samles opp i bunnen av fjellsiden. COWI vurderer sannsynligheten for utløsning av steinsprang som kan nå planområdet som svært liten og risikoen som ikke reell med årlig nominell sannsynlighet 1/1000.

8 Faresonekart

Figur 19 viser kartlagt faresoner for kartleggingsområdet. Faresonene er fastsatt etter vurdering om reell skredrisiko i området. Feltobservasjoner, studie av grunnlagsdata, modellering og faglig skjønn ligger til grunn for vurderingen. Planområdet ligger utenfor 1/1000 faresonen og tilfredsstillende derfor sikkerhetsklasse S2 i henhold til TEK17 §7-3.

Løsneområdene i fjellsiden er begrenset i størrelse og høyde og faresoner baseres derfor på observasjoner av utløsnings- og utløpsområdene gjort under befaring, og vurdering av utløsningssannsynlighet og utløp, samt modelleringsresultater. 1/100 faresonen er tegnet langs foten av skrenten fordi det ble observert flere avløste enkeltblokker på nedsiden av skrenten som var mer eller mindre ferske. 1/1000 faresonen har større utstrekning og inkluderer mindre sannsynlige hendelser med uvanlig lange utløp. I vest er 1/100 faresonen strukket noe lenger ut, mot Mo kulturhus. Dette er både fordi det historisk sett har gått flere steinsprang mot bygget, samt at modelleringsresultatene fra RAMMS viste at flere steiner kunne nå bygget. Dette til tross for etablert skredsikringsvoll ved foten av fjellet.



Figur 19. Faresonekart med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000 år. Planområdet ligger utenfor 1/1000 faresonen.

9 Konklusjon

COWI vurderer at planområdet tilfredsstillende oppfyller krav til trygghetsklasse S2 i plan og bygningsloven samt teknisk forskrift TEK17; §7-3 (tabell 1) uten videre sikringstiltak.

10 Referanser

- Lovdata, 2018
- TEK 17 § 7-3
- Klimaservicesenter.no
- Klimaendringer og framtidige flommer i Norge. Deborah Lawrence, 2019.
- NVE veileder 8-2014 – Sikkerhet mot skred i bratt terreng
- NVE retningslinjer nr. 2/2011 – Flom- og skredfare i arelplaner