

APRIL 2021

HÅVARD ENGESETH

ADRESSE COWI AS
Inger Bang Lunds vei 4
5059 Bergen
TLF +47 02694
WWW cowi.com

SKREDKARTLEGGING I FORBINDELSE MED NYTT BOLIGHUS, MODALEN KOMMUNE

SKREDKARTLEGGING PÅ DELER AV GNR/BNR 77/4, MODALEN KOMMUNE

| PROJEKTNR. | DOKUMENTNR. | | | | |
|------------|----------------|------------------|------------|--------------|----------|
| A222681 | 01 | | | | |
| VERSION | UTGIVELSESDATO | BESKRIVELSE | UDARBEJDET | KONTROLLERET | GODKJENT |
| 01 | 12.4.21 | Skredkartlegging | JSOL | ODS | JSOL |

Innhold

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Sammendrag | 3 |
| 2 | Innledning | 4 |
| 3 | Bakgrunn | 5 |
| 3.1 | Sikkerhetsklasser | 5 |
| 3.2 | Bakgrunn for skredfarevurderingen er: | 5 |
| 4 | Klassifisering av skred | 6 |
| 4.1 | Snøskred | 6 |
| 4.2 | Steinsprang/steinskred | 6 |
| 4.3 | Jord- og flomskred | 6 |
| 4.4 | Tidligere skredhendelser | 7 |
| 4.5 | Aktsomhetskart | 8 |
| 5 | Geologiske kart | 10 |
| 5.1 | Berggrunn | 10 |
| 5.2 | Løsmasser | 10 |
| 6 | Områdebeskrivelse | 12 |
| 6.1 | Topografi, vegetasjon og dreneringsforhold | 12 |
| 6.2 | Klimatiske forhold | 18 |
| 6.3 | Befaring | 20 |
| 7 | Modellering og oppsett | 21 |
| 7.1 | Oppsett av RAMMS Rockfall og modellering | 21 |
| 8 | Vurdering av skredfare | 24 |
| 8.1 | Snøskred | 24 |
| 8.2 | Jordskred | 24 |
| 8.3 | Steinsprang | 24 |
| 9 | Faresonekart | 26 |
| 10 | Konklusjon | 27 |
| 11 | Referanser | 27 |

1 Sammendrag

I forbindelse med oppføring av nytt bolighus på deler av gnr/bnr 77/3 i Modalen kommune er COWI AS engasjert for å gjennomføre en skredkartlegging for deler av eiendommen. 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. COWI vurderer at bolighus er i sikkerhetsklasse S2.

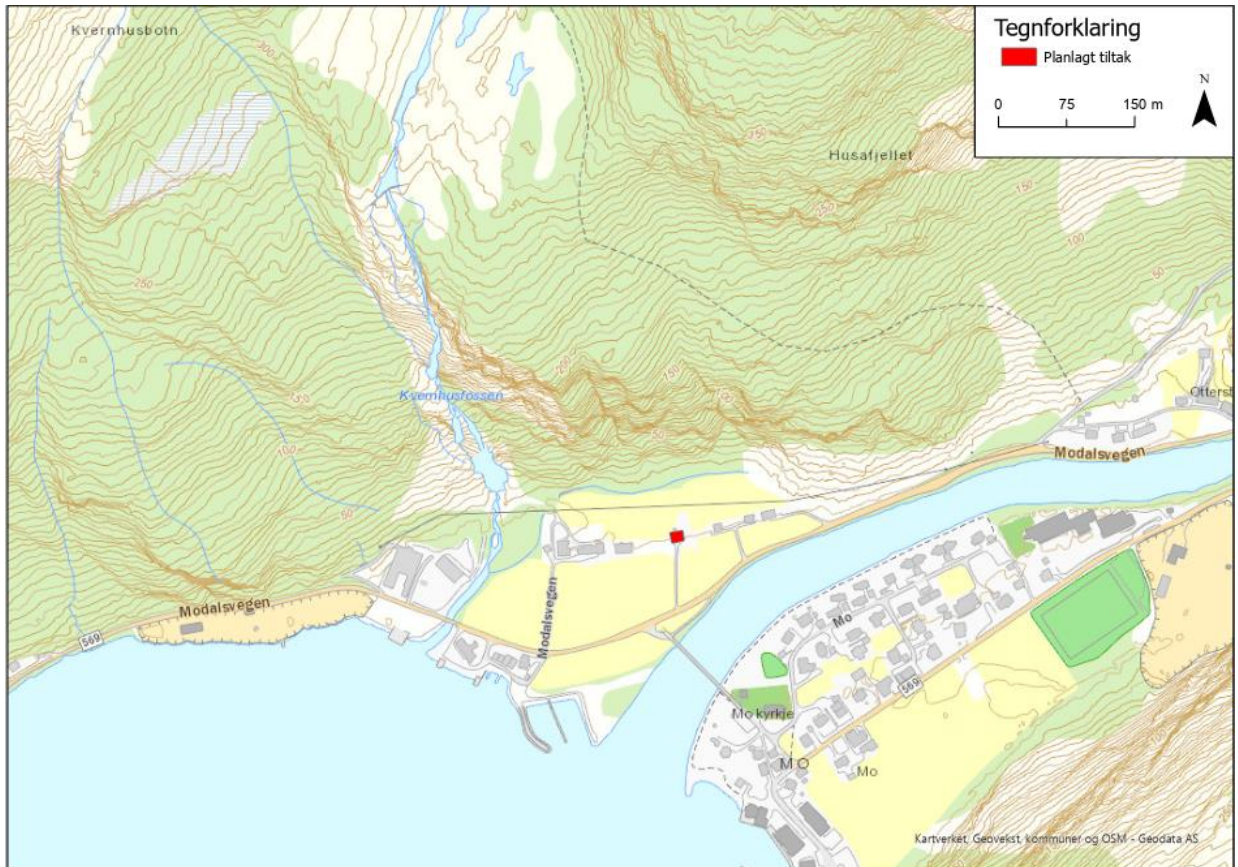
Den aktuelle tomten ligger i underkant av en fjellside som strekker seg fra 6 til 200 moh. Terrenghellingen i fjellsiden er generelt fra 45-90 °, med noen få parti med lavere helling. Planlagt tiltak ligger innenfor NVEs aktsomhetsområder for steinsprang og snøskred.

Basert på gjennomgang av grunnlagsmateriale, observasjoner og vurderinger i felt og simuleringer, vurderer COWI at steinsprang er dimensjonerende 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 plasseringen av tiltaket tilfredsstiller kravet til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2 uten videre sikringstiltak.

2 Innledning

I forbindelse med byggesak for oppføring av nytt hus på gnr/bnr 77/3 i Modalen er COWI AS engasjert for å gjøre en skredfarekartlegging. Et gammelt hus skal rives og det ønskes å oppføre et nytt hus på samme plass.



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

I henhold til offentlige aktsomhetskart fra NVE, ligger planområdet innenfor aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang. Det stilles 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. I tillegg er det 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 utarbeidet etter anbefalingene i NVE 2020 – Veileder for utredninger mot sikkerhet i bratt terreng.

Skredfare er omfattet av plan- og bygningsloven og teknisk forskrift til denne (TEK 17), det vises til §7-3. 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 det planlagte tiltaket havner i sikkerhetsklasse S2.

3.2 Bakgrunn for skredfarevurderingen

- Observasjoner gjort under feltbefaring
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no)
- Kartmateriale fra Statens kartverk (www.kartverket.no)
- Retningslinjer til flom- og skredfare i arealplaner fra NVE
- Retningslinjer «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng», NVE 2020
- Terrengmodell fra [Høydedata \(hoydedata.no\)](http://Hoydedata(hoydedata.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 grader og som regel under eller rett etter store snøfall, sterk vind eller temperaturstigning. Snøskred blir gjerne delt inn i løssnøskred og flaskred. Løssnøskred er utløsning av skred i løst 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.

Flaskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan, et svakt lag i snødekket eller langs bakken. Flaskred har vanligvis større skadepotensiale enn løssnøskred. I terreng 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 typene 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 på 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. 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.

4.4 Tidligere skredhendelser

Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i tiltaksområdet eller ved tilstøtende areal i NVEs skredatabase. Det er observert en skedur i foten av fjellsiden, det utelukkes ikke at steinsprang har gått ut på dyrket mark tidligere, men at disse blokkene har blitt fjernet. De fleste observerte skredblokkene i ura er gjengrodde, men det ble også observert noen antatt ferske skredblokker (Figur 2).



Figur 2. Ferske skredblokker observert under befaring, vist som lysesteiner.

På sørsiden av Moelva gikk det i 2018 et mindre steinskred fra fjellsiden rett sør for Mo idrettsbane (Figur 3). Mesteparten av massene fra skredet ble avsatt i ura under fjellsiden, men enkelte steiner og steinfliser traff idrettsbanen på Mo. Skråningen under fjellsiden viser at steinsprangaktivitet skjer ofte i dette området.



Figur 3. Spor etter lite steinskred som gikk i 2018. Mesteparten av skredmassene havnet i ura, men noen steiner og steinfliser havnet på idrettsbanen.

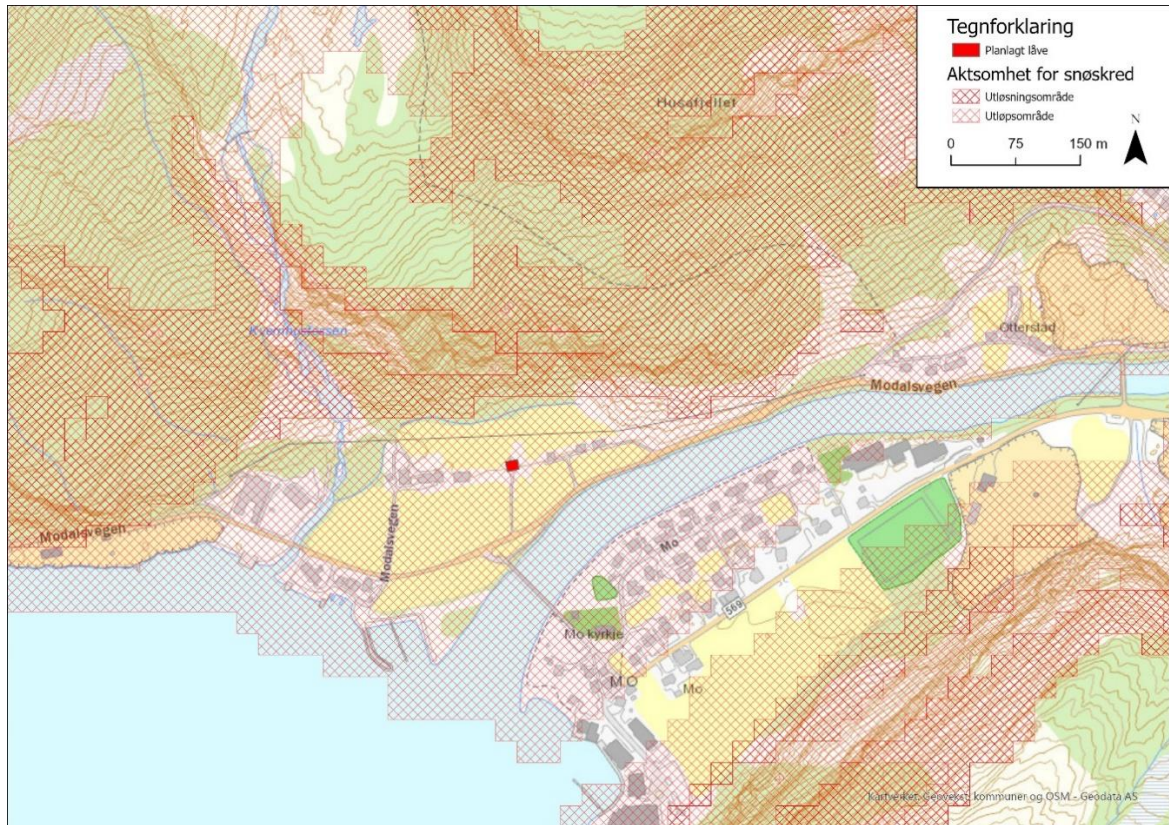
4.5 Aktsomhetskart

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

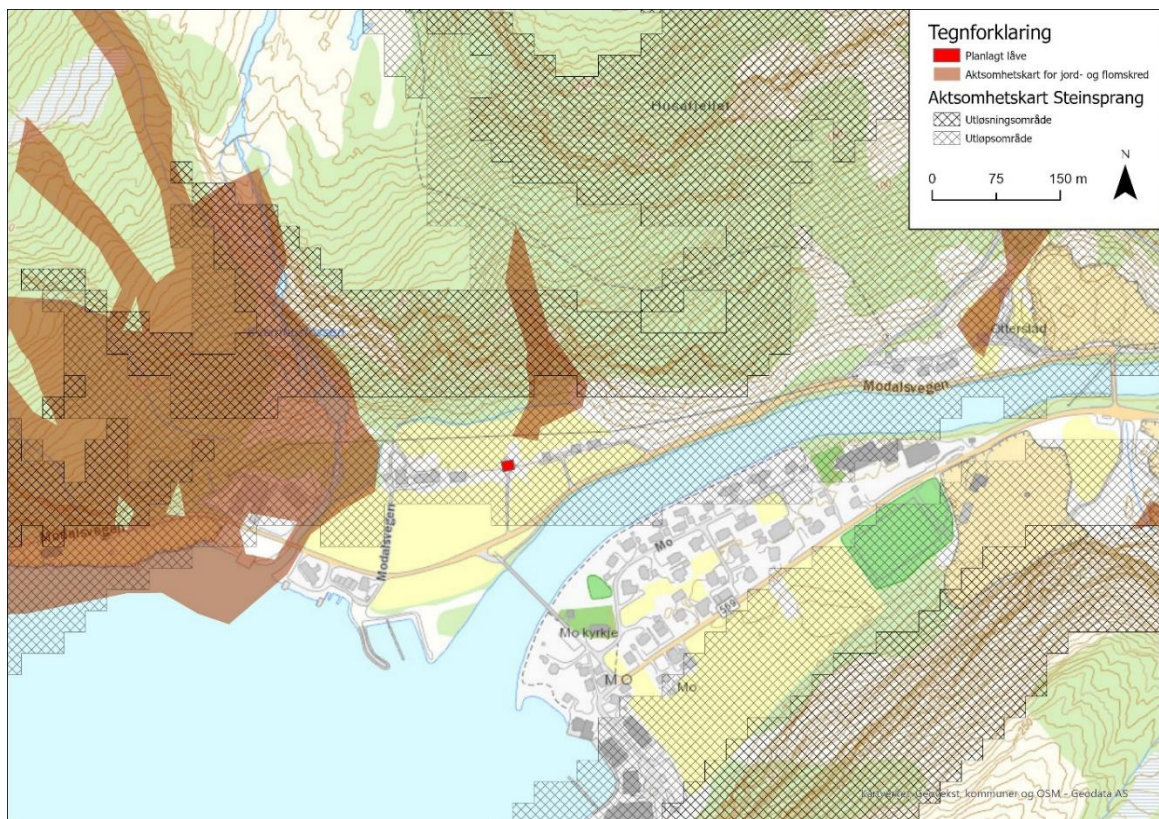
Landsdekkende høydemodell fra Statens Kartverk med oppløsning på 25 x 25 meter er benyttet for beregning av aktsomhetsområdene. Dette tilsvarer en målestokk på 1:50 000. På grunn av oppløsningen i terrenngmodellen, vil terrenngformasjoner med mindre enn 20 meter høydeforskjell forsvinne i kartet. For å avgjøre om areal/områder tilfredsstillt krav til trygghet mot naturfarer, i henhold til TEK17, trengs det nærmere undersøkelser for å utforske lokale terrenngforhold. 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 samt jord- og flomskred rundt det aktuelle planområdet. Som det kommer frem i kartene ligger planområdet innenfor utløpsone for snøskred og steinsprang.

COWI kjenner ikke til at det tidligere er gjennomført skredkartlegging eller sikringstiltak på eller i nærheten til den aktuelle tomten. På sørsiden av Moelva ved Bryggjeslottet flerbrukshall er det oppført en skredvoll og COWI (2020) utarbeidet en skredkartlegging for nytt kommunehus rett ved siden av. Dette er omtrent 500 meter sør for den aktuelle tomten på motsatt side av dalen.



Figur 4. Aktsomhetskart for snøskred. Tiltaksområdet ligger på grensen til kartlagt utløpsområde for snøskred.
Kilde: NVE Atlas



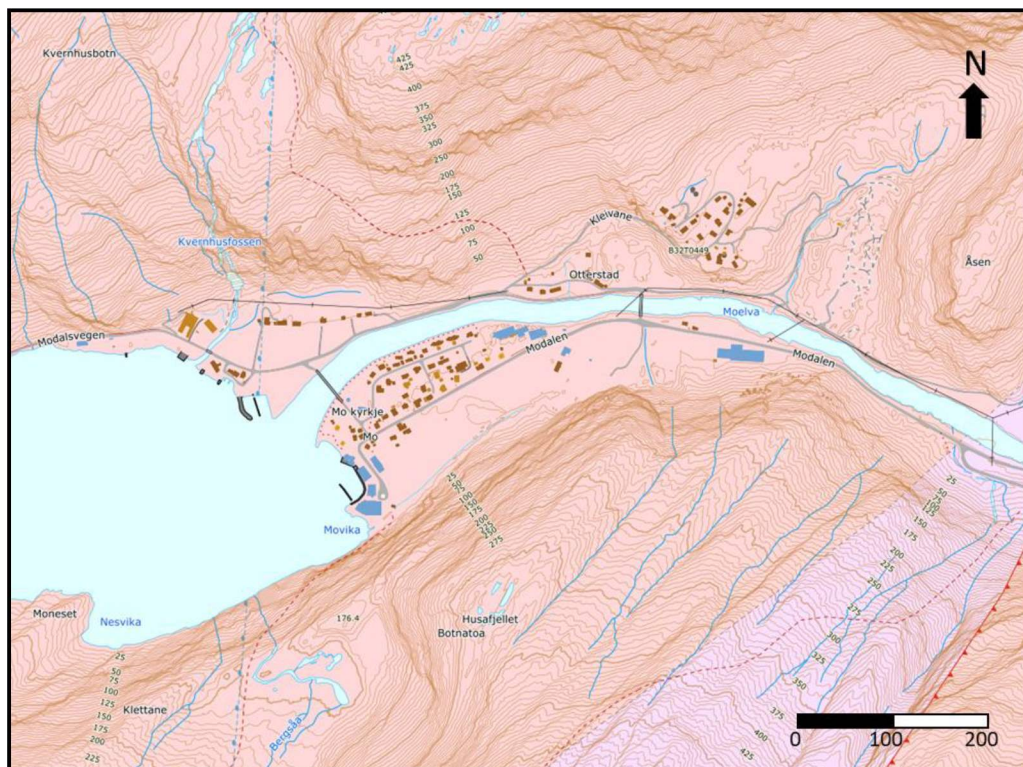
Figur 5. Aktsomhetskart for Jord- og flomskred og steinsprang. Som det kommer fram i kartet ligger tiltaksområdet i utløpsområde for steinsprang, men utenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Kilde: NVE Atlas

5 Geologiske kart

5.1 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).

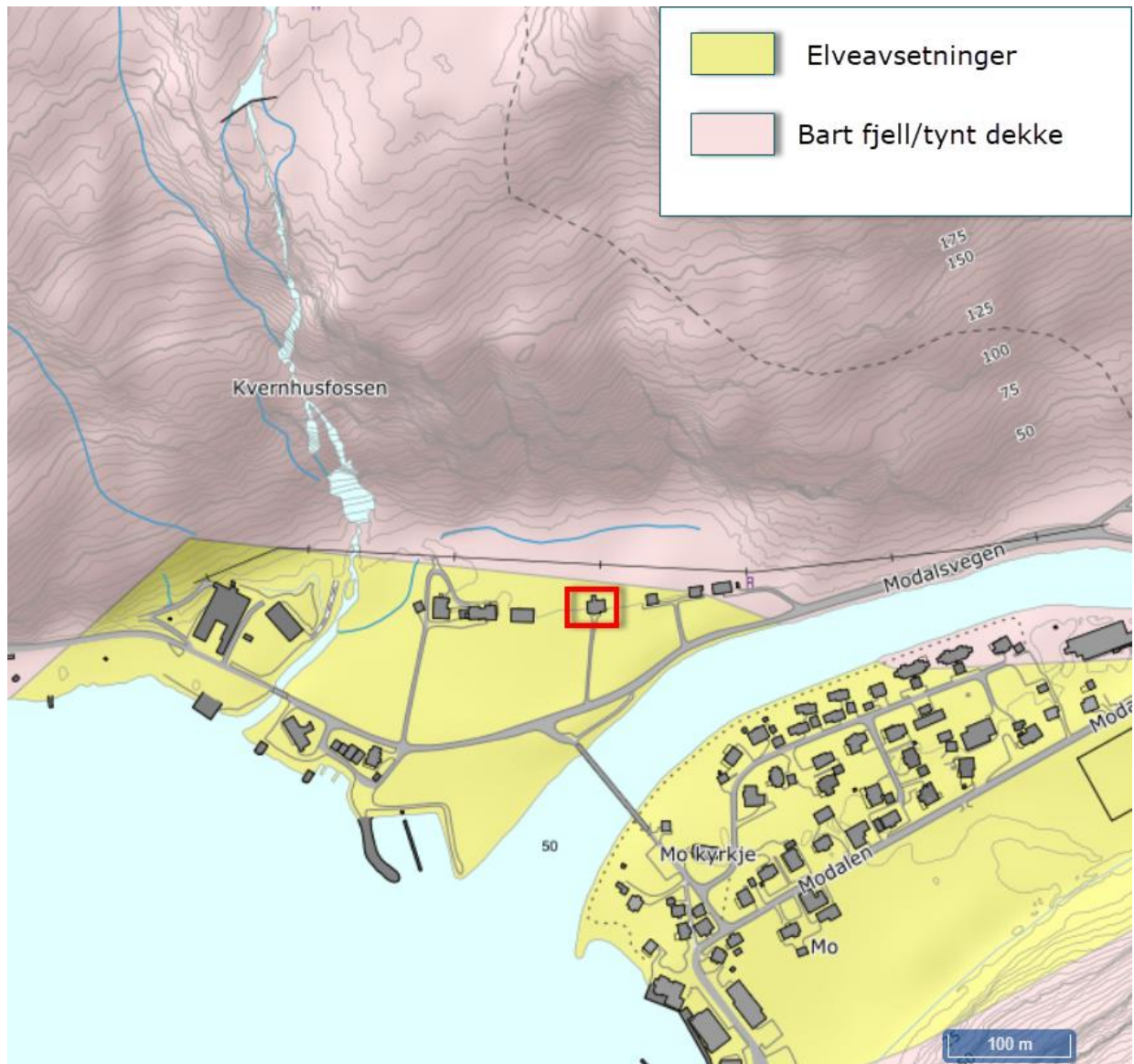
Helningsforholdene i fjellsiden nord for tiltaksområde er slik at store deler av fjellsiden kan regnes
som kildeområdet for steinsprang.



Figur 6. Berggrunnen rundt Mo er dominert av granittisk og diorittisk gneis (brun), med innslag av migmatisert gneis(rosa). Kilde: NGU berggrunnskart

5.2 Løsmasser

Den aktuelle tomten ligger i munningen av Moelva i Modalen, mot Mofjorden. Planområdet ligger på
en flat terrasse oppå den flate elvesletten. På løsmassekart fra NGU er løsmassene registrert som
elveavsetninger på den aktuelle tomten og bart fjell/ tynt dekke i foten på og i fjellside (Figur 7).
Løsmassekartet viser bart fjell/tynt dekke i foten av fjellet, men her ble det observert hovedsakelig
gammel skred ur (Figur 14), men også noen ferskere skredblokker.
Lengre øst i dalen er det registrert breelavsetninger og skredavsetninger på nord siden av Moelva.



Figur 7. Løsmassekart for Mo sentrum. Kilde: NGU løsmassekart

6 Områdebeskrivelse

6.1 Topografi, vegetasjon og dreneringsforhold

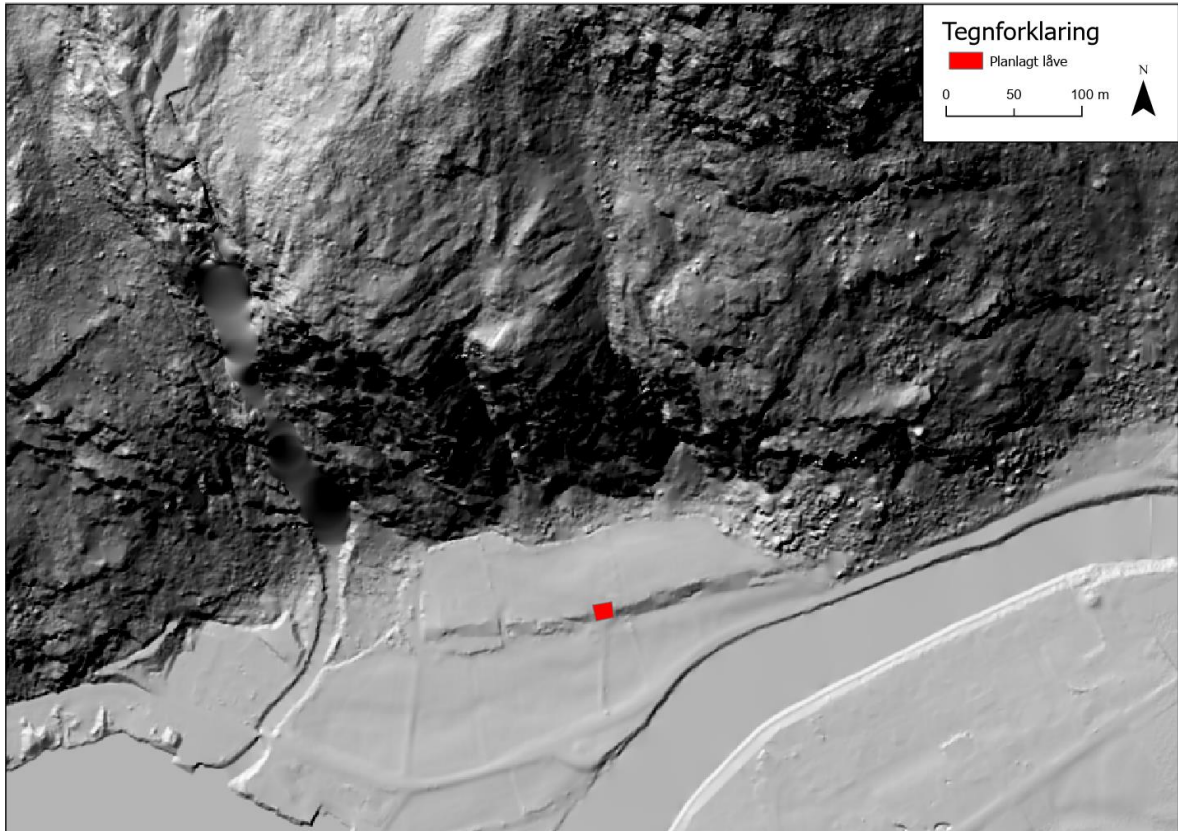
Topografien har stor innvirkning på hvilke skredtyper som kan forekomme og hvor ofte de løsner. Topografien styrer også i stor grad utløpsdistansen av skred fra kildeområde. Den viktigste parameteren foruten terrenghelling er terrengform. Skred vil som oftest bli utløst der det er stor ansamling av vann og snø, dvs. i konkave terrengformer som f. eks skålformer og forsenkninger. Vegetasjon i terrenget kan ha en skredbegrensende effekt, enten ved at det 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 nedbørstype og hvor mye snø som legger seg opp. Mildt klima i kartleggingsområde tilsier at snøskred er mindre hyppige hendelser og fjellsider som ligger i le for vestaværet er mer utsatt. Steinsprang-aktiviteten er i mindre grad avhengig av klimaforholdene, selv fryse-tineprosesser og ekstremvær kan øke faren for steinsprang fordi de presser poretrykket i løse steinmasser og jord som befinner seg i fjellsiden.

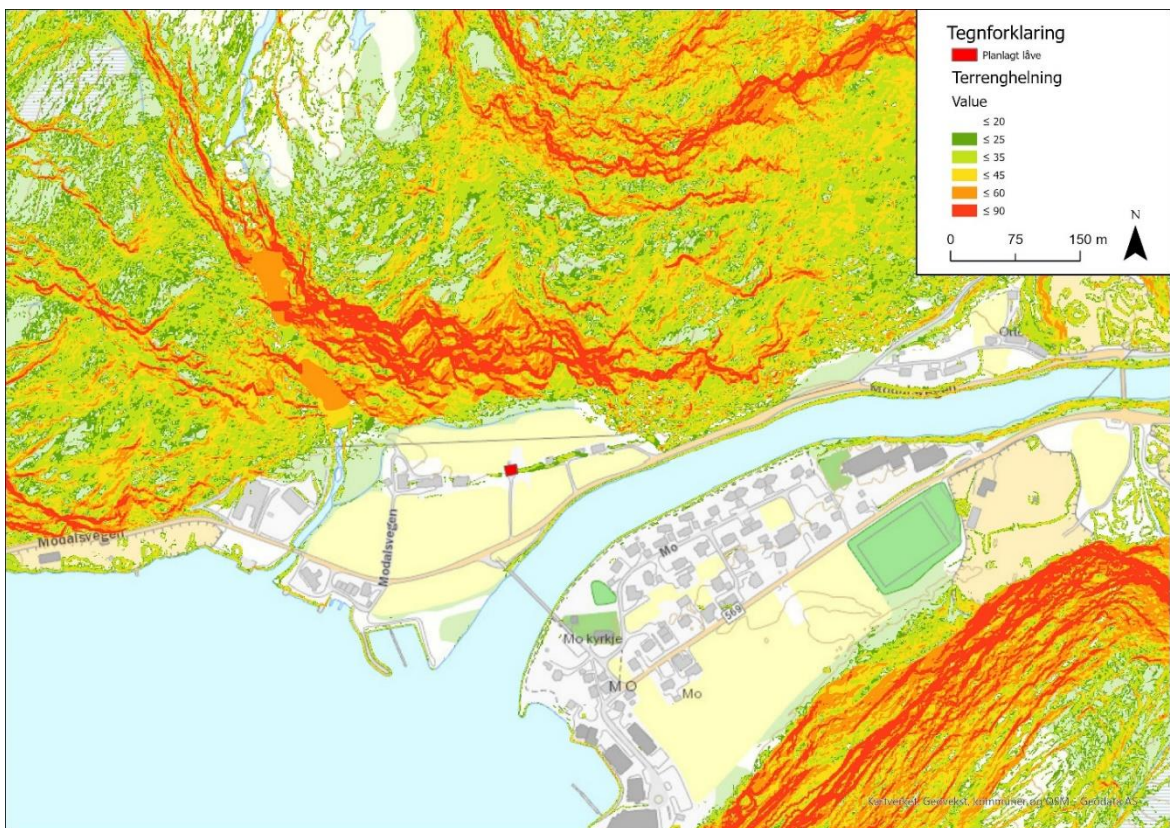
6.1.1 Topografi

Tiltaksområde ligger på en flat elveslette rett nord for Moelva med elvemunningen. Terrenget rundt består mot sør av en flat elveslette, tiltaksområdet ligger på en løsmasse terrasse som ligger høyere enn elvesletten. Denne terrasse formasjonen fortsetter mot nord før en kommer til en bratt fjellside. Foten på fjellsiden er omtrent 80 meter fra planlagt bolighus. Fjellsiden er SV-NØ orientert og strekker seg fra 6 moh til 200 moh. Før terrenget på toppen flater noe ut, lenger mot øst ligger Husafjellet (475 moh) og Storfjellet (557 moh), men de er for langt unna til å påvirke tiltaksområde. En digital terrengmodell er vist i figur 8.

Fjellskrenten rett nord for tiltaksområdet jevnt over bratt, med en terrenghelling på 45-90 grader nesten hele fjellsiden, bare avbrutt av et par mindre hyller med terrenghelling 30-45 grader. Fjellsiden består av mange bratte skrenter og overheng som utgjør mulige kildeområder for steinsprang.



Figur 8 Digital terrengmodell (DTM) over området. [Hoydedata \(hoydedata.no\)](http://hoydedata.no)



Figur 9 Gradientanalyse som viser terrenghelling i området. [Hoydedata \(hoydedata.no\)](http://hoydedata.no)



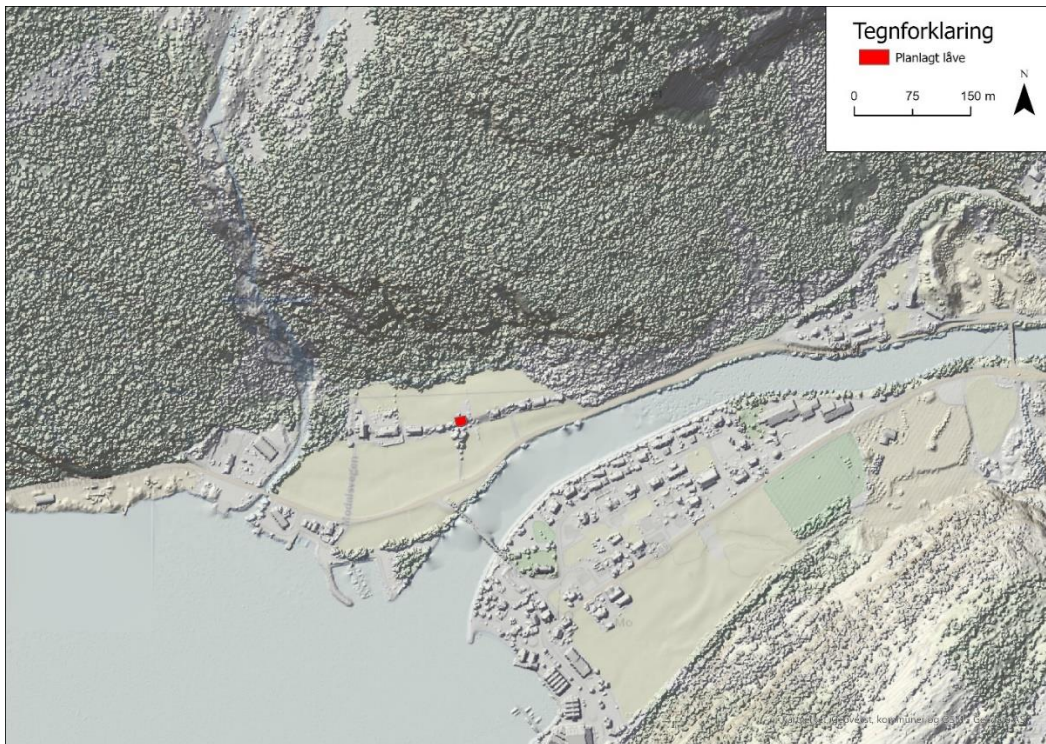
Figur 10 Oversiktsbilde mot aktuell fjellskjæring tatt fra broen som krysser Moelva. Det aktuelle huset er markert med rød firkant.

Vegetasjon

Området rundt tiltaksområde er en elveslette som er opparbeidet til dyrket mark. Det er noen få trær rundt husene i området, men det er stort sett bare dyrket mark. I foten på fjellet er det litt tettere med lauvskog og oppover fjellsiden er det litt spredte trær, mindre busker og torv. Skogen i foten og i fjellet blir beskrevet av NIBIO som uproduktiv og grunnlendt. Flyfoto er vist i Figur 11 og en digital overflatemodell (DOM) (Figur 12) viser at vegetasjonen konsentrerer hovedsakelig i foten av fjellet og enkeltstående trær rundt planområdet.



Figur 11. Ortofoto som viser dyrket mark på oppsiden og nedsiden av den aktuelle tomten, og den til dels skogkledde fjellsiden.



Figur 12. Digital overflatemodell illustrerer vegetasjonsdekket i området. tiltaksområdet er markert med rødt. [Høydedata \(hoydedata.no\)](http://hoydedata.no)

6.1.2 Dreneringsforhold

Omtrent 200 meter mot vest ligger Kvernhusfossen med en høy vannføring, og det er laget en dreneringsgrøft mellom dyrket mark og foten på fjellet. Under befaring stod det delvis vann i denne dreneringsgrøften og det var lite/ingen bevegelse i vannet.

Det ble observert noen nedsenkninger i fjellsiden som vil være naturlige vannveier ned mye nedbør. Det ble observert noe vann i en av forsenkningene under befaring



Figur 13 Potensielle dreneringsveier i fjellsiden markert med rød pil. Aktuell bygning er omtrent rett bak der bildet er tatt fra.



Figur 14. Det ble observert en skredur av varierende utstrekning langs hele fjellsiden. Det meste av observert skredur var gjengrodd, men det ble også observert noen blokker som er antatt fersk steinsprang.



Figur 15 Løsmasser i foten av terrassen som bygget skal stå på. Massene er dårlig sortert og godt rundet, som indikerer elveavsetninger.

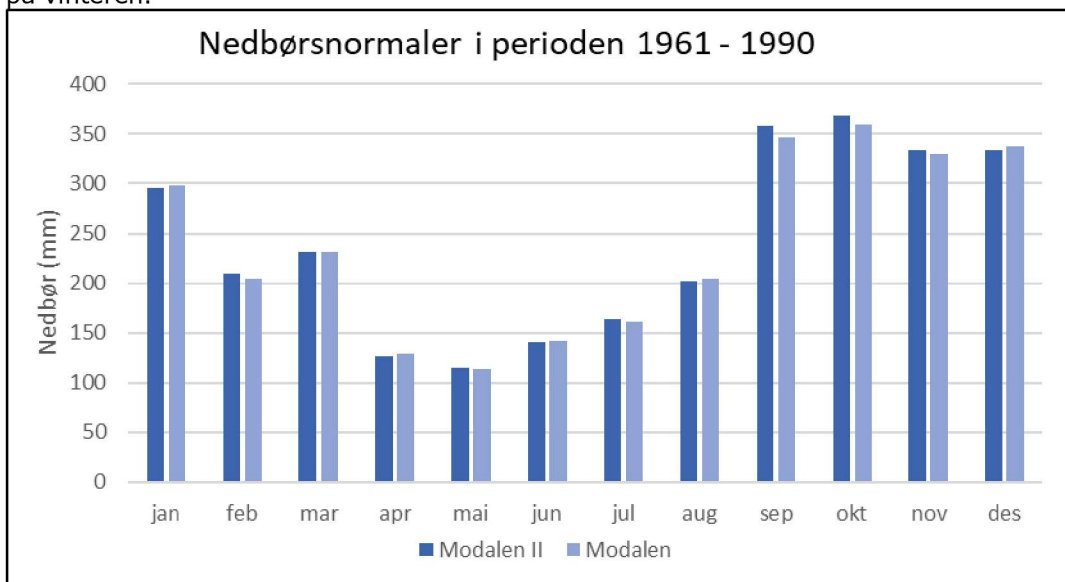
6.2 Klimatiske forhold

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).

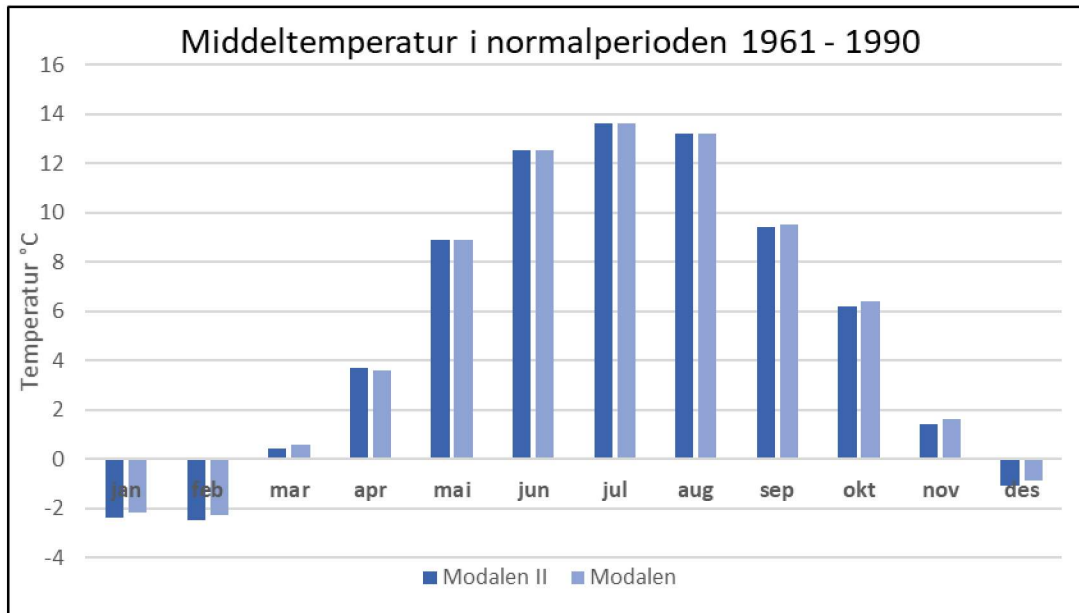
Tabell 2 Meteorologiske stasjoner med nedbørs- og temperaturdata fra perioden 1961 - 1990.

| St.nr, | Navn | Hoh. | Breddegrad | 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 |

Som det fremkommer i figur 16, kommer det mest nedbør på senhøsten, fra september til desember. Temperaturgraf i figur 17 viser at gjennomsnittstemperaturen normalt er under null grader midt på vinteren.

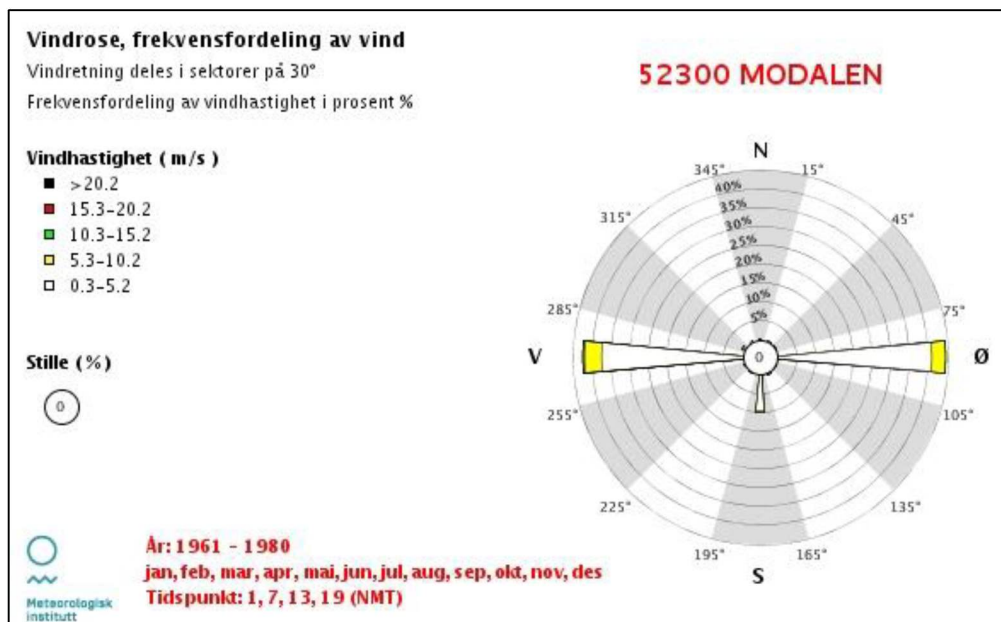


Figur 16. Nedbørsnormaler for den klimatiske perioden 1961-1990 fra målestasjoner i nærheten av planområde.

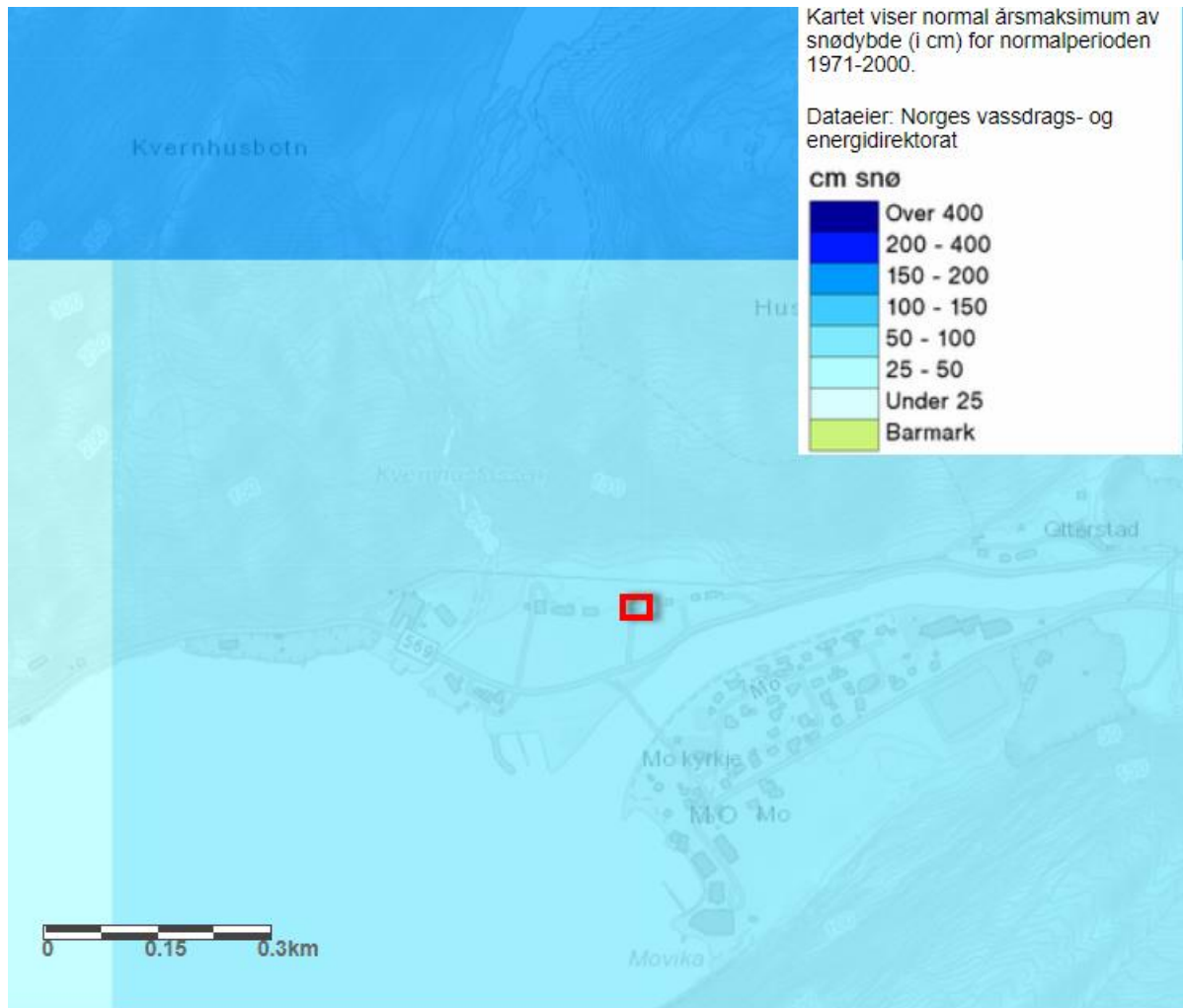


Figur 17. Middeltemperaturer per måned i måleperioden 1961-1990.

Det er innhentet en vindrose fra målestasjon 52290 – Modalen i Modalen kommune (Figur 18). 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 19 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 17, som i de kaldeste månedene holder seg under 0°C.



Figur 18. Vindrose fra målestasjon 52300, Modalen i Modalen kommune viser dominerende vindretning og styrke i perioden 1961-1990. www.eKlima.no



Figur 19 Normal års maksimum av snødybde i perioden 1971-2000. Planområdet 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

6.3 Befaring

Befaring i området ble gjennomført 3.02.21. Det var nedbør, overskyet og noe tåke, 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)

7 Modellering 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 friksjonsparametere 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 brukeren også mulighet til å definere ulike terrengkategorier, med tilhørende friksjonsparametere som medfølger hver terrengklasse. Brukeren 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;

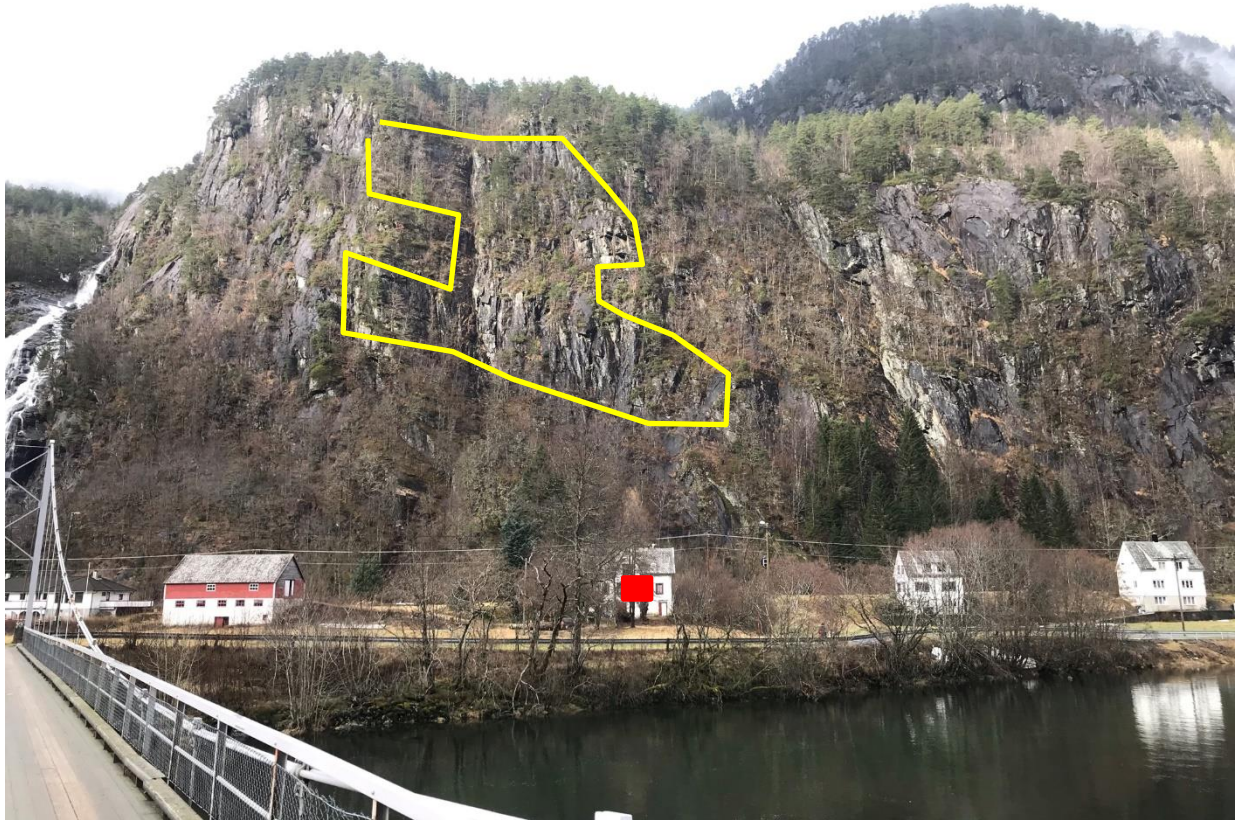
- Åpen skog (20 m²/ha)
- Medium skog - (35 m²/ha)
- Tett skog (50 m²/ha)

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.

7.1 Oppsett av RAMMS Rockfall og modellering

RAMMS modellering er utført for definerte kildeområder i fjellsiden med oppsprukket bergmasse og middels sannsynlighet for utfall. Modelleringene er gjort med terrengmodell oppløsning 1 m ([Hoydedata \(hoydedata.no\)](http://Hoydedata.no)). Det er gjort modelleringer med ulike løsneområder og blokkstørrelser 1-7 m³). Terrengparametere er viktige, og terrenget er beskrevet i henhold til observasjoner under befaring, med bart fjell, tynt vegetasjonsdekke, spredte blokker i typisk skogbunn, etc. Modellen er kjørt med medium skog i foten av fjellet, fjellsiden er satt til «medium hard» og landbruksarealet er satt til «soft» ([RAMMS ROCK Manual.pdf \(slf.ch\)](#)). I figur 21 er det brukt blokktype «Equant 1.2» fra

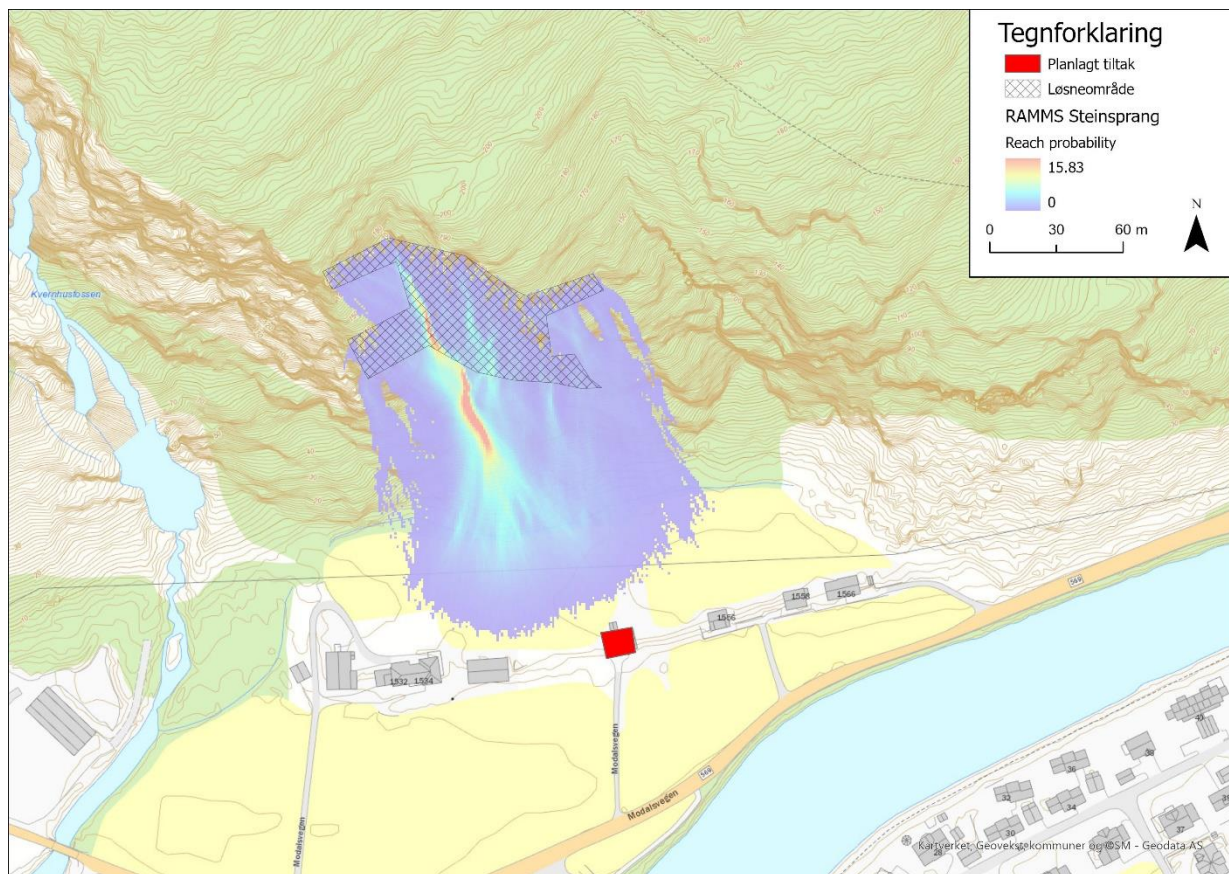
blokk biblioteket til Ramms og blokkstørrelse 1 m³. Omtrentlig utløsningsområde er markert i gult i figur 20.



Figur 20. Utløsningsområde brukt i Figur 21 er omtrentlig markert med gult omriss. Aktuelt hus er markert med rød firkant.

«Reach probability» fra modelleringen er vist i figur 21, den viser de mest sannsynlige steinsprangbanene med høye verdier og mindre sannsynlige baner med lave verdier. Verdiene under 0,1 er tatt ut av 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 høyeste verdiene er i en forsenking i fjellsiden, det er også i bunn av denne forsenkingen det er størst utbredelse av skredur. 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 21. 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.

8 Vurdering av skredfare

8.1 Snøskred

Planlagt tiltak ligger innenfor aktsomhetskartet for utløpssone for snøskred. Terrenghellingen i fjellsiden er brattere enn 45° helt opp til toppen, bare noen små og små parti har lavere terrenghelling. På toppen av fjellsiden flater terrenget raskt ut. Klimaet i området tilsier at det kan komme en del snø på vinteren, men maks snødybde på 25-50 cm det siste året. Det er ingen store akkumulasjonsområder for snø, og de få partiene med lavere gradient er delvis dekket med skog, som til en viss fra vil virke stabiliserende. Det er ikke registrert historiske snøskredhendelser i området, og det er ingen tydelige spor etter snøskredaktivitet.

Totalt sett vurderer COWI at sannsynligheten for snøskred er lav.

8.2 Jordskred

På grunn av det tynne løsmassedekket i dalsiden og vegetasjonsforhold 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.

8.3 Steinsprang

Steinsprang utløses fra fjellskrenter brattere enn ca. 45°. Store deler av fjellsiden nord for planlagt tiltak har en terrenghelling over 45 ° og utgjør mulige kildeområder for steinsprang. Den nederste delen av fjellsiden er mest sannsynlig den mest aktive sonen. Ved foten av fjellsiden ligger det flere steinblokker og steinur. Det er også observert overheng og løseblokker i fjellsiden. Vertikale og kryssende sprekkesystem er gunstige for utfall. Planområdet ligger så langt unna at det anses som trygt for steinblokker som faller fra nederste del av fjellsiden (Figur 22). Men høyere oppe i fjellsiden er det flere områder der steinsprang kan utløses og som vil ha større utløpslengde. Disse blokkene vil ha høyere energi og utløpslengde, men det er en brå overgang fra fjellsiden til flatere og mykere parti som vil absorbere mye av kraften.

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 aktuelt hus som svært liten og risikoen som ikke reell med årlig nominell sannsynlighet 1/100.



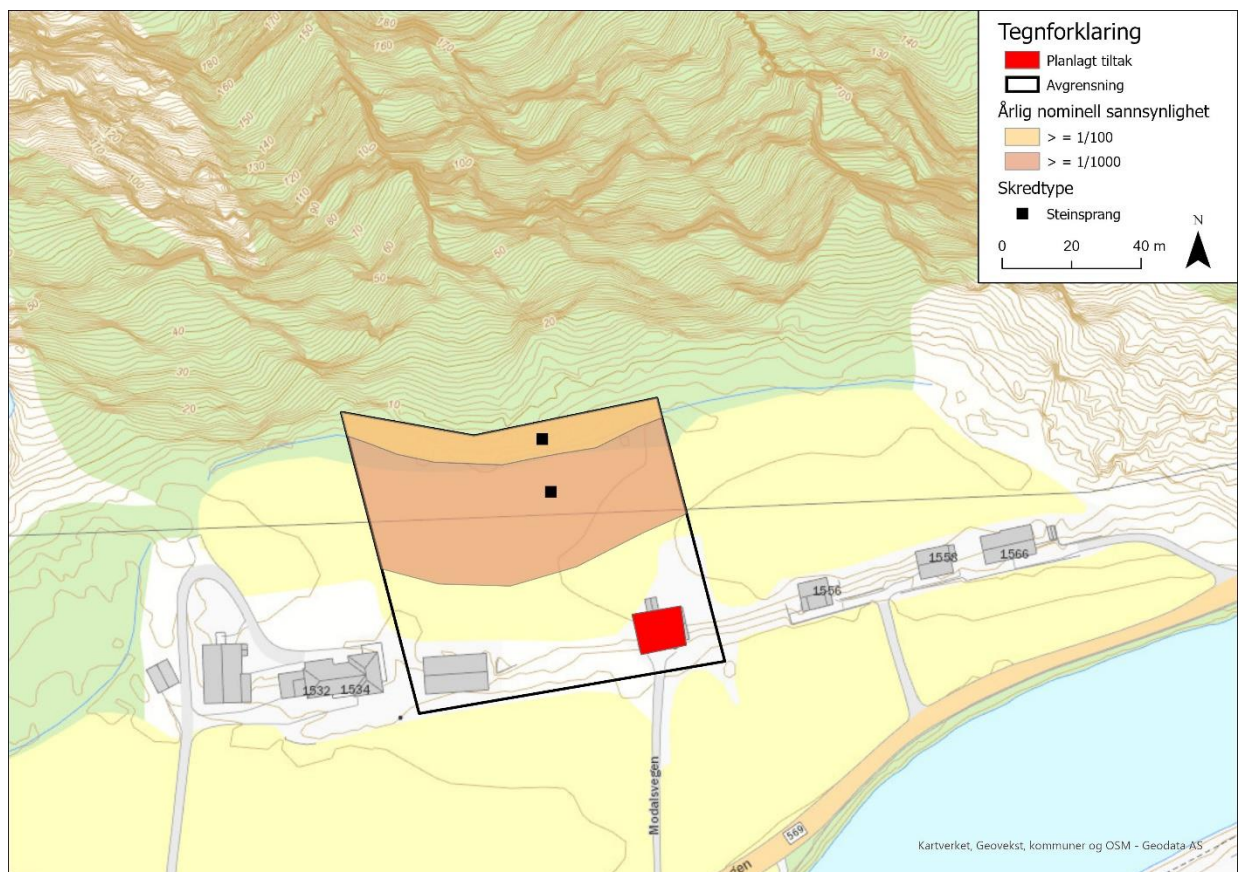
Figur 22 Fjellsiden er utenfor bildet til høyre. Det aktuelle huset er markert med rød firkant og eldre skredblokk med rød sirkel.

9 Faresonekart

Figur 23 viser 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. Avgrensningen i område baserer seg på eiendomsgrensen, eiendommen strekker seg egentlig lenger sør, men avgrensningen stemmer i nord, øst og vest.

1/100 faresonen er tegnet langs foten av fjellsiden fordi det ble observert en skredur og skredblokker i varierende utstrekning langs fjellsiden. Det ble observert få blokker som kom helt frem til dreneringsgrøften og ingen som hadde gått over denne. 1/1000 faresonen har større utstrekning og inkluderer mindre sannsynlige hendelser med lange utløp.

Aktuelt hus ligger utenfor 1/1000 faresonen og tilfredsstiller derfor sikkerhetsklasse S2 i henhold til TEK17 §7-3.



Figur 23. Faresonekart med nominell årlig sannsynlighet på 1/100 og 1/1000. Planlagt tiltak ligger utenfor faresonen 1/100.

10 Konklusjon

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

11 Referanser

- Lovdata, 2018
- TEK 17 § 7-3
- Klimaservicesenter.no
- Klimaendringer og framtidige flommer i Norge. Deborah Lawrence, 2019.
- NVE 2020 – Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng
- NVE retningslinjer nr. 2/2011 – Flom- og skredfare i arealplaner