



RAPPORT

Skredfarevurdering Vikebygd, Nå, Ullensvang

REISETEVEGEN 83, 51 OG 71 (KVESTAD OG
HAUGEN GÅRD), NÅVEGEN 5, FJORDAVEGEN
1999, 1981 OG 1979.

DOK.NR. 20210099-01-R
REV.NR. 1 / 2023-05-16

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

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

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

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



Prosjekt

Prosjekttittel: Skredfarevurdering Vikebygd, Nå, Ullensvang
Dokumenttittel: Reisetevegen 83, 51 og 71 (Kvestad og Haugen gård), Nåvegen 5, Fjordavegen 1999, 1981 og 1979. Områdene er avmerket på kart.
Dokumentnr.: 20210099-01-R
Dato: 2021-09-29
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2023-05-16

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Byggmester Haakon Kvestad AS
Kontaktperson: Haakon Kvestad
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse 20.082021

for NGI

Prosjektleder: Frode Sandersen
Utarbeidet av: Frode Sandersen, Katrine Mo, Ulrik Domaas, Anders Kleiven
Kontrollert av: Ulrik Domaas

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggeteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak¹, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utredet.

¹ <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

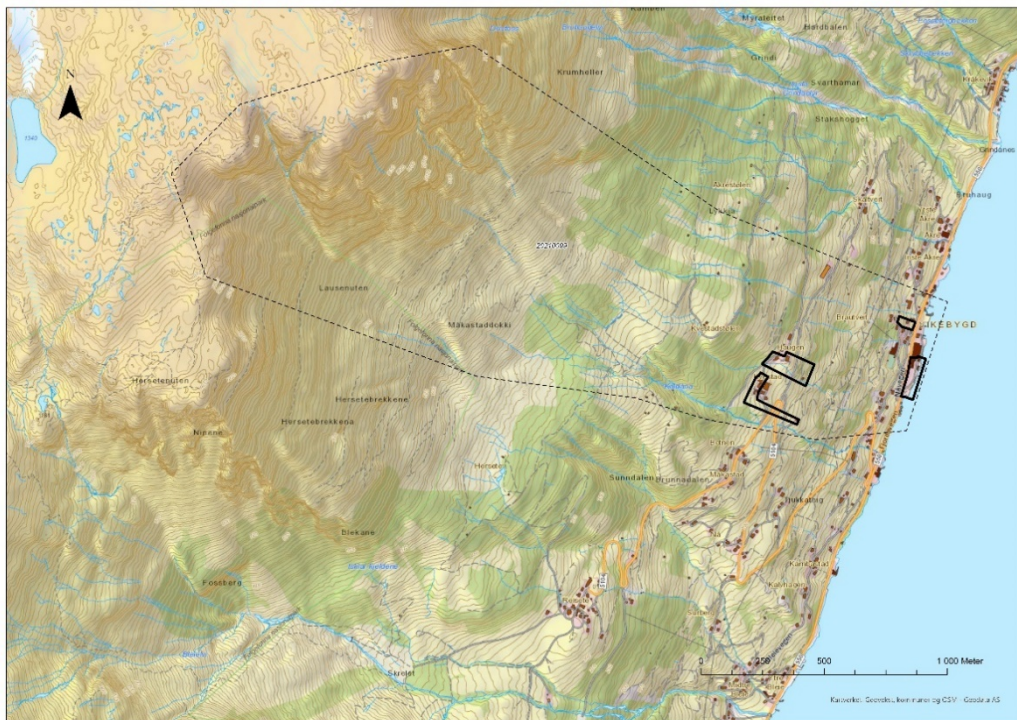
Sammendrag

Arbeidet utføres for Byggmester Haakon Kvestad AS og omfatter skredfarevurdering med faresoner for følgende områder i Vikebygd, Nå (Figur 1 og 2):

P1 – Fjordavegen 1999, 1981, 1979, samt planlagt båthavn (Oppdrag for Daniel Nå).

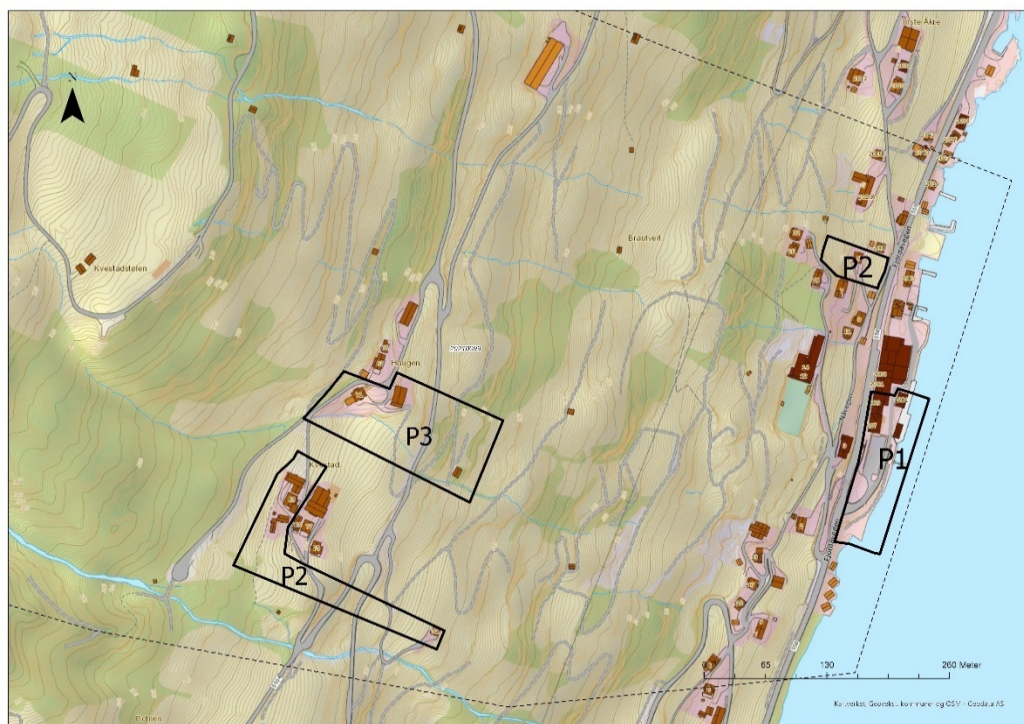
P2 – Reisetevgen 83 og 51, Kvestad gård, samt Nåvegen 5 i Nå sentrum

P3 – Reisetevgen 71, Haugen gård.



Figur 1 Oversiktskart som viser de undersøkte områdene (svarte polygoner) og influensområdet for skred (stiplet linje).

Bakgrunnen for henvendelsen er at de omsøkte områdene ligger innenfor aktsomhetssonene for snøskred og flomskred. På oppdrag fra NVE gjennomførte Skred AS i 2016 en skredfarekartlegging i Vikebygd (NVE, 2016), og i denne rapporten ligger store deler av bebyggelsen innenfor faresonen 1/1000. Ettersom det er behov for nybygg og bruksendringer i området er det behov for mer detaljerte undersøkelser enn det som er utført til nå. Aktuelle utløsningsområder er synfart og det er utført simuleringer av snøskred, flomskred og sørpeskred samt studie av detaljert terrengmodell, nye og historiske flyfoto, tidligere rapporter og historiske hendelser. Befaring av terrenget i og ovenfor kartleggingsområdet ble utført av Frode Sandersen og Ulrik Domaas 10-11. august 2021. NGI ble møtt av grunneiere Haakon Kvestad og Daniel Nå.



Figur 2 Detaljert kart som viser de kartlagte områder P1-P3 med hel svart strek.

Konklusjoner

Store snøskred fra området mellom Hersetnuten og Gråsteinsnuten har tidligere kommet ned helt nord til Kaldåna (ravine) og skadet fjøs som har stått nær bekkeløpets nordside. Simulering av store skred med skredmodell bekrefter dette, men snøskredene herfra når ikke dagens bebyggelse. Snøskred i foten av de bratte partiene under Gråsteinsnuten er vurdert til å stoppe på de relativt flate terrassene ovenfor gårdene Kvestad og Haugen. Jord- og flomskred har kommet ned i bekkeløpet i ravinen ovenfor og mellom gårdene. Langs bekkeløpet er det bygd en ca. 60 m lang voll for å sikre bebyggelsen mot skred. Flomskredmodellering viser at sikringen fungerer bra og at bygningene nå er trygt plassert. Et sørpeskred i en ravine rett vest for Kvestad gård har tidligere truffet låve og gamlestova. Etter hendelsen ble det bygd en mur av stein og gravd ut en kanal for å føre sørpeskred ut i Kaldåna og sikre gården mot lignende hendelser. NGI vurderer at denne sikringen gir bebyggelsen tilstrekkelig sikkerhet mot skred med årlig sannsynlighet 1/1000.

Vurderte bygg på Kvestad gård og Haugen gård vurderes å være trygt plassert mot skred med årlig sannsynlighet for å inntreffe på 1/1000 som er kravet til sikkerhet for bygg i sikkerhetsklasse S2, angitt i TEK17§7.3. Vi kan ikke utelukke at sjeldne skred med sannsynlighet 1/5000 kan nå Kvestad og Haugen, også inkludert jordskred fra terrasse-skråningen ovenfor gårdene. Dersom det er aktuelt med bygg på gårdene i sikkerhetsklasse S3 bør det derfor utføres en særskilt farevurdering for slike bygg.

Bygg på område P1 ligger trygt for skred med sannsynlighet 1/5000 som er kravet til sikkerhet for bygg i sikkerhetsklasse S3, angitt i TEK17§7.3.

Planlagt bygg nedenfor eksisterende hus på område P2, Nåvegen 5, ligger trygt mot skred med sannsynlighet for å inntreffe på 1/1000 som er kravet til sikkerhet for bygg i sikkerhetsklasse S2, angitt i TEK17§7.3. Området ligger nær en bekk som kan gå flomstor og nå planlagt bygg om bekken endrer løp. Det bør derfor treffes tiltak som forsterket grunnmur for å sikre huset mot flomvann, alternativt at bekken sikres mot overløp.

Om oppdraget

Oppdragsgiver:	Haakon Kvestad
Utførende foretak:	NGI
Skredfareutredning for:	P1 – Fjordavegen 1999, 1981, 1979, samt planlagt båthavn (Oppdrag for Daniel Nå). P2 – Reisetevengen 83 og 51, Kvestad gård, samt Nåvegen 5 i Nå sentrum P3 – Reisetevengen 71, Haugen gård.
Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet:	S1, S2 og S3
Befaring gjennomført	10-11. august 2021
Befaring gjennomført av:	Ulrik Domaas og Frode Sandersen

Innhold

1	Innledning	10
1.1	Forbehold	10
2	Områdebeskrivelse	11
3	Grunnlagsmateriale	12
3.1	Historiske skredhendelser	12
3.2	Andre datakilder benyttet i vurderingen	15
3.3	Eksisterende sikringstiltak	15
3.4	Skog	16
3.5	Klimatologiske data	16
3.6	Bruk av modeller	19
4	Skredfareutredning per skredtype	19
4.1	Steinsprang	19
4.2	Steinskred	21
4.3	Snøskred	21
4.4	Jordskred	27
4.5	Flomskred	27
4.6	Sørpeskred	30
4.7	Hva er den samlede skredfaren?	32
5	Avvik fra tidligere faresonekart	33
6	Referanser	33

Vedlegg

- Vedlegg A – Skredtyper
- Vedlegg B – Modellbeskrivelse
- Vedlegg C – Krav til sikkerhet mot skred
- Vedlegg D - Registeringskart
- Vedlegg E – Egenerklæringsskjema
- Vedlegg F – UKS Norconsult kommentert

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Arbeidet omfatter skredfarevurdering med faresoner for følgende områder i Vikebygd, Nå:

- P1 – Fjordavegen 1999, 1981, 1979, samt planlagt båthavn.
- P2 – Reisetvegen 83 og 51, Kvestad gård, samt Nåvegen 5 i Nå sentrum
- P3 – Reisetvegen 71, Haugen gård.

Områdene er beskrevet på kart i tilsendt epost av 9.07.2021 fra Haakon Kvestad.

Følgende skredfaretyper er vurdert: snøskred, steinsprang, flomskred og sørpeskred. Flom i bekker vurderes ikke. Det er ikke kjent at området er utsatt for fjellskred og dette vurderes ikke. Områdestabilitet (fare for kvikkleireskred) vurderes ikke som del av oppdraget.

Bakgrunnen for henvendelsen er at de omsøkte områdene ligger innenfor aktsomhetssonene for snøskred og flomskred, samt innenfor faresonen 1/1000 i senere skredfarevurdering utført av NVE i 2016. Dette betyr at det ikke kan oppføres nybygg i sikkerhetsklasse S2 og S3 uten mer detaljerte undersøkelser.

For de omtalte områdene krever kommunen skriftlig dokumentasjon på at lokaliteten tilfredsstillende sikkerhetskravene for sikkerhetsklasse S2 og S3 for skred beskrevet i TEK17.

Områdene er kartlagt i forhold til sikkerhetsklasser beskrevet i TEK17 dvs. for skred med gjennomsnittlig årlig sannsynlighet på hhv. 1/100 (S1), 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3).

Som bakgrunn for vurderingene er det gjennomført befaring, simuleringer av snøskred, flomskred og sørpeskred samt studie av detaljert terrengmodell, nye og historiske flyfoto, tidligere rapporter og historiske hendelser. Befaring av terrenget i og ovenfor kartleggingsområdet ble utført av Frode Sandersen og Ulrik Domaas 10-11. august 2021. NGI ble møtt av grunneiere Haakon Kvestad og Daniel Nå.

Alle relevante skredtyper i bratt terreng er inkludert i vurderingen; snøskred, steinsprang, jordskred, flomskred og sørpeskred. Fastsettingen av faresonene er basert på innhentede data og samlede faglige skjønnsmessige vurderinger.

1.1 Forbehold

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

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

2 Områdebeskrivelse

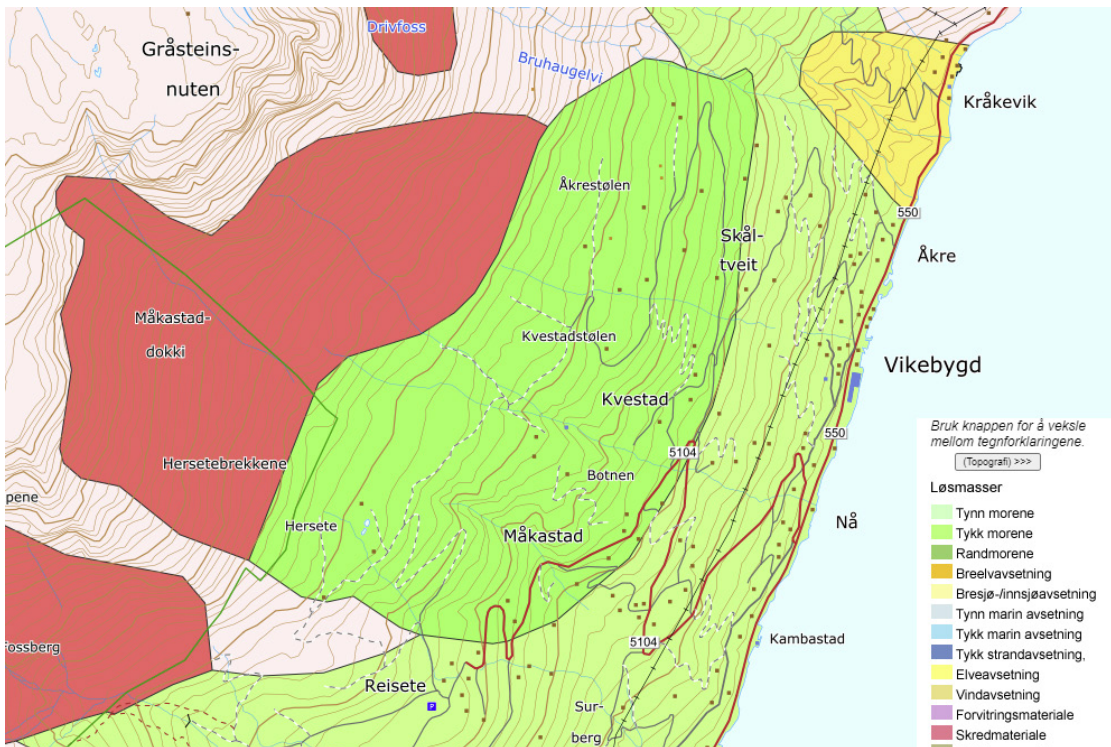
De undersøkte områdene ligger nedenfor den stupbratte Gråsteinsnuten (1489 moh) i en østvendt fjellside (Figur 3). Skrentpartiet er ruglete med flere markerte gjøl. Ved foten av det bratte topp-partiet flater terrenget ut (10-15 grader) over en strekning på rundt 600 m, før det igjen blir brattere ned mot fjorden. Elva Kaldåna har gravd ut en dyp ravine som renner ned ca. 125 m sør for gården Kvestad. Det ligger også to markerte raviner som munner ut like nord og sør for denne gården.

Flere mindre bekkeløp renner ned mot fjorden. Disse krysser en driftsvei flere ganger som går i slyng opp mot Kvestadstølen.



Figur 3 Oversiktsfoto

Under skrentpartiet ligger det avsetninger etter skred (steinblokker, sand og grus), mens de nedre delene av skråningen nedenfor terrasseflaten er dekket av tykke morenemasser som tynnes ut ned mot fjorden. (Figur 4).



Figur 4 Løsmassekart (NGU)

3 Grunnlagsmateriale

Som bakgrunn for vurderingene er det gjennomført befaring, simuleringer av snøskred, flomskred og sørpeskred samt studie av detaljert terrengmodell med oppløsning 0,5 m (Ullensvang, 2011), nye og historiske flyfoto, klimastatistikk, tidligere rapporter og historiske hendelser.

3.1 Historiske skredhendelser

Det ligger flere opplysninger om historiske skredhendelser i den aktuelle fjellsida, men flere av hendelsen er feilaktig lokalisert.

Tabell 1: Historiske skredhendelser

Dato	Skredtype	Hvor	Kilde
1600	Snøskred	Skred ved Lausenuten	Olav Kolltveit, NVEs skredatabase
1718	Snøskred	Ned i Kaldåna	Olav Kolltveit, NVEs skredatabase
1808	Snøskred og sørpeskred	Ravine nord for Kaldåna	NVEs skredatabase

3.1.1 Nærmere beskrivelser av historiske skredhendelser Kvestad – Haugen i NVEs database

NVEs skreddatabase:

*"**Snøskred 1718:** Garden **Kvestad** gnr. 55 vart råka av snøskred i 1718. Mykje kveg, ein hest og mange sauer vart drepne, i alt 22 husdyr. Skredet tok også fleire uthus. Skredet kom frå Kaldedalen. Avtaksforretninga gav redusert skyld. Der skal vere merke etter hus straks utafor Kaldåna. Skredet som råka Måkestad i **1808**, sende også ein arm mot **Kvestad**, og her vart eit fjøs med 7 kyr knust."*

***Måkestad 1808** (Måkastad). Den 7. februar (to dagar etter Ågotmesse) 1808 gjekk eit nytt snøras som tok husa også der dei no stod, etter flyttinga frå 1761-skredet (då 4 døde) Også denne gongen omkom folk, og både Lars Tostensen Mokestad (84 år) og den nye kona hans miste livet (han var gift fire gonger). Ho heitte Begga Monsdtr. (70 år). Dvs. at to døde. "omkom begge ad en Sneeskred 7. Febr." Løa vart kasta av tuftene og skredet fylte tunet, men tok ikkje bustadhusa her. Lars og kona var kårfolk og budde på Tuftene, noko innafor Botnen. "Paa Tilspørgende erklærede den Tilstædeværende Almue, at det er dem alle bekjendt at ommeldte Sneeskred for 5 Aar siden gjorde foruden megen Skade ved at bortrive Huuser, og især den Ulycke at 2 Mennisker aldeeles omkom og 2 Andre Mennisker nemlig en Pige, samt nerværende Elling Tostensen bleve opgravne halv døde af Sneen og at bemeldte Elling som laae nogle Alen dybt ned i Sne Lavinen ... hvor han omsider blev opgravet, men leed derved saa megen Skade paa sit Helbred at han siden aldrig siden haver naaet nogen Styrke og Friskhed, især leed han megen Skade i den venstre Fod som blev forknust at han icke formaaer at gaae noget betydeligt eller Bære nogen Byrde i Forhold til andre, ligesom han og led megen Svæckelse \for Brystet og/ paa sit Syn, som stedse siden haver været svagt," (Tingboka) Garden vart overteken av sonen Torstein, og han bygde husa opp att, denne gongen flytta til ein sikrare stad. Sjå 1592 og 1761."*

*"I eit diplom av 17.5. 1599 frå Jondal blir det fortalt at samtidig med snøskredet over **Kambastad**, kom skred også over **Måkastad**, dvs. truleg kring **1592**. Dette er det første, sikre bevis på at snøskred herja garden. **Skredet sopa husa på Sørfjorden**. Det manglar opplysningar om korleis det gjekk med folk og dyr. Særs truleg omkom folk, og tal på omkomne er stipulert til 3. Sjå 1761, 1808, Idnr. 12026, 12049."*

*Kvestadhagen: "Årstalet **1600** er ca: Ullensvang. **Kvestad** i Vikebygdegrenda. Eit segn fortel om "Badnasteinen" der, og eitt eller fleire barn skal ligge under den. Dette gjeld steinblokkar på **Kvestadhagen** (Kvestadhaugen), gnr. 55, bnr. 2. Her seiest det at det låg ein liten husmannsplass, og over Hørsete og Kvestad kom eit stort is- og snøskred som tok heile Kvestadhagen, og eitt eller kanskje fleire barn omkom. **Kartreferanse uviss.**"*

***Måkestad** (Måkastad). Den 7. februar (to dagar etter Ågotmesse) **1808** gjekk eit nytt snøras som tok husa også der dei no stod, etter flyttinga frå 1761-skredet (då 4 døde) Også denne gongen omkom folk, og både Lars Tostensen Mokestad (84 år) og den nye kona hans miste livet (han var gift fire gonger). Ho heitte Begga Monsdtr. (70 år). Dvs. at to døde. "omkom begge ad en Sneeskred 7. Febr." Løa vart kasta av tuftene og skredet*

fylte tunet, men tok ikkje bustadhusa her. Lars og kona var kårfolk og budde på Tuftene, noko innafor Botnen. "Paa Tilspørgende erklærede den Tilstædeværende Almue, at det er dem alle bekjendt at ommeldte Sneeskred for 5 Aar siden gjorde foruden megen Skade ved at bortrive Huuser, og især den Ulycke at 2 Mennisker aldeles omkom og 2 Andre Mennisker nemlig en Pige, samt nerværende Elling Tostensen bleve opgravne halv døde af Sneen og at bemeldte Elling som laae nogle Alen dybt ned i Sne Lavinen ... hvor han omsider blev opgravet, men leed derved saa megen Skade paa sit Helbred at han siden aldrig siden haver naaet nogen Styrke og Friskhed, især leed han megen Skade i den venstre Fod som blev forknust at han icke formaaer at gaae noget betydeligt eller Bære nogen Byrde i Forhold til andre, ligesom han og led megen Svæckelse \for Brystet og/ paa sit Syn, som stedse siden haver været svagt," (Tingboka) Garden vart overteken av sonen Torstein, og han bygde husa opp att, denne gongen flytta til ein sikrare stad. Sjø 1592 og 1761. **Hendelsen ble registrert som snøskred, men mulig sørpeskred. Plassering er usikker.** Det er ikke funnet mer informasjon om hendelsen og hendelsen har derfor fått kvalitetsnivå C. Kvaliteten kan økes hvis det forekommer mer dokumentasjon av skredet."

Odda, Ullensvang og Kinsarvik i gamal og ny tid. 4.1. Bygdesoga. Olav Kolltveit, Bygdeboknemnda, 1971 (sitat frå side 330):

"Skredskade og eldebrann. Den 5/8 1718 møtte Johannes og Helge Kvestad til tings om melde om den store skaden den hadde lide ved snøras. Johannes miste alt sitt fe, 22 dyr, Helge miste bua si med det meste og beste varene sine. Etter segna komda ned Kaldedalen og tok florhusa. Ho førde beista ned på ein åker det kallar Gryvlo. Husa på br.3 og 4 skal tidligare ha stade innafor Framitun, der det har vist merke etter tufter strakt utanfor Kaldåna.

Skreda som gjekk over Måkestad i 1808, sende ein arm bort i dalen innanfor Kvestad og tok ei fjøs med 7 kyr.

Engjaseter er ein øydegard som aldri vart bygd opp att og er lagd inn under Kvestad. Engjaseter er ovanfor Kvestad og åkerreinene er enno å sjø fleire stader. Litt ovenfor tunet er ein stein dei kallar Badnasteinen av di tre born skal liggja gravlagde under han. Ei onnor segn seier at Engjaseter er det opphavlege Kvestadtunet." Gården er nevnt i 1340 og i 1664 som øydegarden Engjaseter. Rundt 1750 nevnes Engjaseter som febeite for Kvestad.

Store Nå er omtala for første gong i Bjørgv. Kalfsk. Ca 1320."

3.1.2 Kommentarer til skredhendelsene

Trolig lå løe og uthus som ble truffet av skred i 1718 på Kvestad nærmere bekken i Kaldåna enn dagens bebyggelse. Ingen bolighus ble truffet. Snøskred som rammet Måkastad og Kambastad har kommet ned i hovedsak sør for Kvestad. Skredet som traff gården Kvestad i 1808 kan ha vært et sørpeskred (ref. Haakon Kvestad/ NVEs skred-database). Etter signede var det en mild vinter med mye regn. Det la seg skredsnø inntil døra (på vestsiden) til den gamle stova på gården uten å skade denne. Like sør for stova

sto et fjøs som ble ødelagt og ført ned på jordet nedenfor. Skredet stoppet på høyde med og nord for rødt bolighus på eiendom nr 51. Det ble laget en ledevoll/mur vest for gården (ved kote 300) for å lede nye skred sør for gården og inn i ravina til Kaldåna. Høyden på muren i kanalen er ca 1 m over terreng. Tiltakets beskjedne dimensjoner tyder mer i retning av sørpeskred enn snøskred.

Det er viktig å merke seg at området Kvestadhagen referer seg til de store beiteområdene oppe på de store terrasseområdene ovenfor og vest for gården Kvestad og i sørlig retning til Hersete (skrives også Hørsete). Badnasteinen ligger ved kote 450 på eiendom 55/2 (ref til øk. Kart) oppe på terrassen. Gammel tuft fra gårdshus (langhus) på samme område sørøst for Badnasteinen og ved kote 338. Funn i området her tyder på bosetning på denne plassen for 900 år siden. Kartreferansen til snøskredet år 1600 er plassert ved gården Haugen og er feil. Det er også markert i databasen at kartreferansen er uviss. Det er ingen indikasjon på at skredet år 1600 kom ned på gårdene Kvestad og Haugen (kote 220-230).

3.2 Andre datakilder benyttet i vurderingen

I tillegg til analyser av detaljert terrengmodell, observasjoner fra befaring og historiske skredhendelser, er følgende andre datakilder benyttet i skredfarevurderingen:

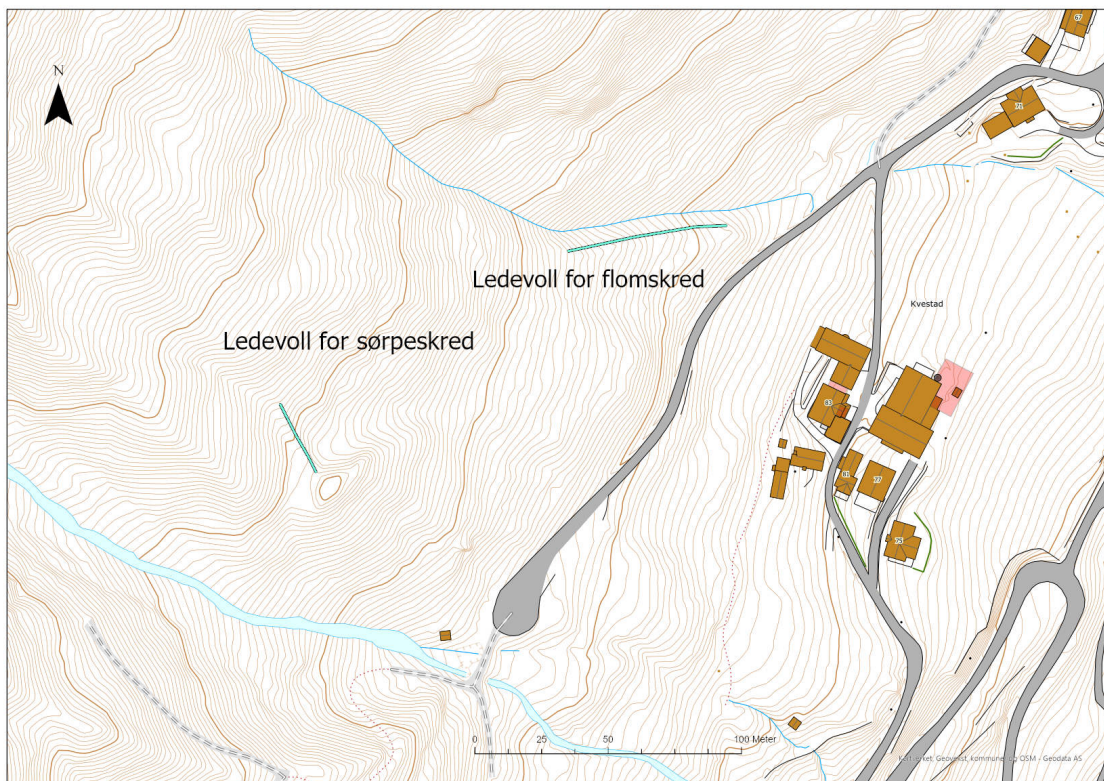
- Serier av historiske flyfoto
 - Vurdert med hensyn til hvilke fallretninger det er i terrenget for flomskred og snøskred
- Løsmassekart (1:250 000) og berggrunnskart (1:50 000 eller 1:250 000)
 - Områdene under marin grense er fjordavsetninger. Fra og med Kvestad - Haugen gårder og opp til talusene/uren er det tynt morenedekke
- Kvatærgeologiske kart (målestokk 1:10 000, NGU.no)
- NVEs database for potensielt ustabile fjellparti
 - Hersetenuten er under kartlegging. Usannsynlig med utfall. Ingen betydning for Kvestad
- NGUs nasjonale database for ustabile fjellparti
 - Samme parti under arbeid.
- InSAR Norge; oversikt over langsomme bevegelser i fjellsider
 - Ingen bevegelser oppdaget under Gråsteinsnuten
- Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang, jord- og flomskred,
 - Steinsprang: Kvestad og Haugen ligger utenfor aktsomhetssonen, sentrum av Vikebygd ligger innenfor.
 - Snøskred: Hele Vikebygd ligger innenfor aktsomhetssonen.
 - Jord- og flomskred: Hele Vikebygd ligger innenfor aktsomhetssonen.
- NVE atlas: Skredfaresoner for 1000 års returperiode dekker hele Vikebygd.

3.3 Eksisterende sikringstiltak

To tiltak er etablert ovenfor Kvestad gård (Figur 5):

- Ledevoll som sikring mot sørpeskred etter tilsvarende sørpeskred som i 1808.

- Ledevoll for flomskred i bekk nord for Kvestad. Ledevollen nord for Kvestad ble bygd etter at et flomskred startet som et mindre jordskred øverst i ravinen og kom ned med vann og jord som spredte seg ned mot bebyggelsen og ut på jordet nord for gårdshusa. En 60-70 m lang dimensjonert leddevoll med kulvert nederst er ment å lede nye flomskred til side for gårdshusa. Vannet ledes i kulvert under jordet nedenfor.



Figur 5 Sikring mot sørpeskred og flomskred med ledevoller ovenfor Kvestad gård.

3.4 Skog

De store snøskredene i området holder skogen for det meste borte. Kvestadhagen er delvis skogbevakst med blandingskog og tette plantefelt av gran. Store arealer er dyrket mark. Skogen anses ikke å påvirke skredutbredelsen i vesentlig grad.

3.5 Klimatologiske data

Analysen er utført på valgt gridcelle 808 moh ved toppen av talusene og urene.

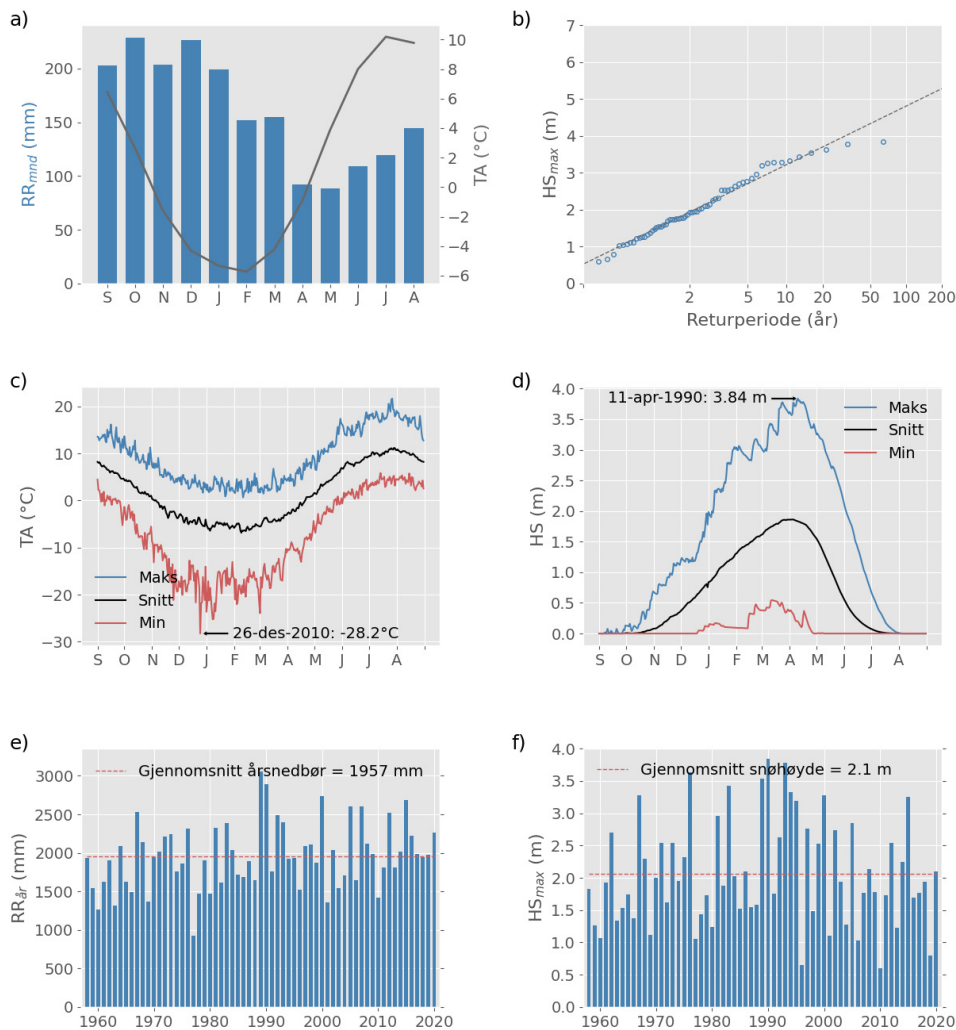
Interpolerte klimadata fra SeNorge-datasettet (Lussana et al., 2016; Saloranta, 2014) for normalperioden 1981 - 2010 viser at normal årsnedbør i det undersøkte området er ca. 2038 mm, hvor ca. 1275 mm kommer om vinteren. Årsmiddeltemperatur i området er 1.8 °C og døgnmiddeltemperaturen varierer normalt fra -18.0 °C til 16.8 °C. Gjennom-

snittlig snøhøyde er 229 cm og maksimal snøhøyde siste 50 år er 384 cm. Antall dager med snø på bakken er i gjennomsnitt 229.

Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøydeverdiene i de interpolerte dataene kan man estimere forventet 1000-års nedbør og 300-års snøhøyde for området. I dette området er 1000-års nedbør beregnet å være 170 mm/døgn, og 300-års snøhøyde 5.6 meter. Dette er estimater basert på korte observasjonsperioder og statistiske usikkerheter.

Klimafremskrivinger (Hanssen-Bauer et al., 2015) for Norges fastland frem mot år 2100 viser at man kan forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 10 % (scenario 1, RCP 4.5) og 17 % (scenario 2, RCP 8.5). Økningen om vinteren er henholdsvis 4 % og 15 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 2.6 °C og 4.2 °C. Dette har også en effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom -77 % og -91 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis -90 og -145 dager for de to scenariene.

Samlet sett betyr dette at vinterens lengde kan halveres og at snødekket blir vesentlig tynnere mot slutten av dette århundret.



Figur 6 Dataperiode: 1958 – 2015. a) Månedsnedbør og –lufttemperatur, b) returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f).

Tilsvarende klimaanalyse er utført nede ved sjøen:

Normal årsnedbør i det undersøkte området er ca. 1588 mm, hvor ca. 1031 mm kommer om vinteren. Årsmiddeltemperatur i området er 6.9 °C og døgnmiddeltemperaturen varierer normalt fra -9.7 °C til 21.4 °C. Gjennomsnittlig snøhøyde er 25 cm og maksimal snøhøyde siste 50 år er 64 cm. Antall dager med snø på bakken er i gjennomsnitt 52. Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøydeverdiene i de interpolerte dataene kan man estimere forventet 1000-års nedbør og 300-års snøhøyde for området. I dette området er 1000-års nedbør beregnet å være 175 mm/døgn, og 300-års snøhøyde 0.9 meter. Dette er estimater basert på korte observasjonsperioder og statistiske usikkerheter.

Klimafremskrivninger frem mot år 2100 viser at man kan forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 10 % (scenario 1, RCP 4.5) og 17 % (scenario 2, RCP 8.5).

Økningen om vinteren er henholdsvis 4 % og 15 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 2.6 °C og 4.2 °C. Dette har også en effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom -68 % og -86 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis -44 og -57 dager for de to scenariene.

Klimaanalysene viser at det kan komme mye nedbør i området, med store snømengder øverst i fjellsiden. De store nedbørhendelsene vinterstid er gjerne forbundet med mildværsinnslag. Nedbøren kommer vanligvis med vind fra vestlig sektor.

3.6 Bruk av modeller

Beregningsmodeller er et viktig supplement når endelig plassering av faregrensene skal bestemmes. Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være faglig skjønn basert på erfaring og observasjoner gjort under befaringen og opplysninger om tidligere skredhendelser. Modellkjøringer vil være et hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene. Antall modellkjøringer avhenger av hvor usikker man er og konsekvens av skred.

Benyttede modeller er angitt Tabell 1. Beregningsparametere og resultat er beskrevet under kapittel for hver skredtype.

Tabell 1 Oversikt over modellverktøy anvendt for skredsimuleringer i denne rapporten

Skredtype	Dynamiske modeller
Snøskred	RAMMS Avalanche
Flomskred	RAMMS Debris Flow
Sørpeskred	RAMMS Debris Flow

4 Skredfareutredning per skredtype

4.1 Steinsprang

4.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Steinsprang er vanlig fra øvre skrentparti opp mot Gråsteinsnuten. I de nedre delene av fjellsiden er det få skrenter som kan gi opphav til steinsprang.

4.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Steinsprang antas å bli utløst flere ganger hvert år fra det øverste skrentpartiet. Fra mindre lokale skrenter lenger ned ble det ikke observert ustabile partier eller spor etter utfall.

4.1.3 Utredning av utløp

Skredblokker fra øvre skrentparti kan rulle ut på øvre deler av terrasseflaten der det ble observert eldre avsetninger under befaringen. Terrasseflaten er så flat og bred at skredblokker ikke kan nå ned mot bebyggelsen. De ytterste blokkene ligger ca 310 m utenfor estimert urfot (nedre grense til ura) under Gråsteinsnuten. Empirisk beregning indikerer en rekkevidde utenfor urfoten (S_1) på maksimalt 325 m utenfor urfoten (Ref. NGI rapport 585910-01). Dette er kun kort utenfor observerte steinblokker som antas å være fra steinsprang og mer enn 150 m fram til terrassekanten. Med stor grad av sikkerhet kan gårdsbebyggelsen på Kvestad og Haugen sies å være trygt plassert mot steinsprang.

$$S_1 = 59.9 / (0.52 \cos \gamma - \sin \gamma) \sim 325 \text{ m}$$

- *Hvor terrenghelning utenfor urfot: $\gamma = 18^\circ$*
- *Uttrykket for S_1 er basert på forenklet energiligning tilpasset utløpsmålinger fra NGIs database over steinsprangutløp.*



Figur 7 Steinblokk med spor etter ofringer fra tidligere tider. Nordligste steinblokk vest for Kvestadstølen vist på registreringskartet Vedlegg D.



Figur 8 Badnasteinen antas å være en skredblokk og er omtalt i historiske kilder. Sørligste markerte skredblokk vest for Kvestadstølen på registreringskartet, Vedlegg D.

4.2 Steinskred

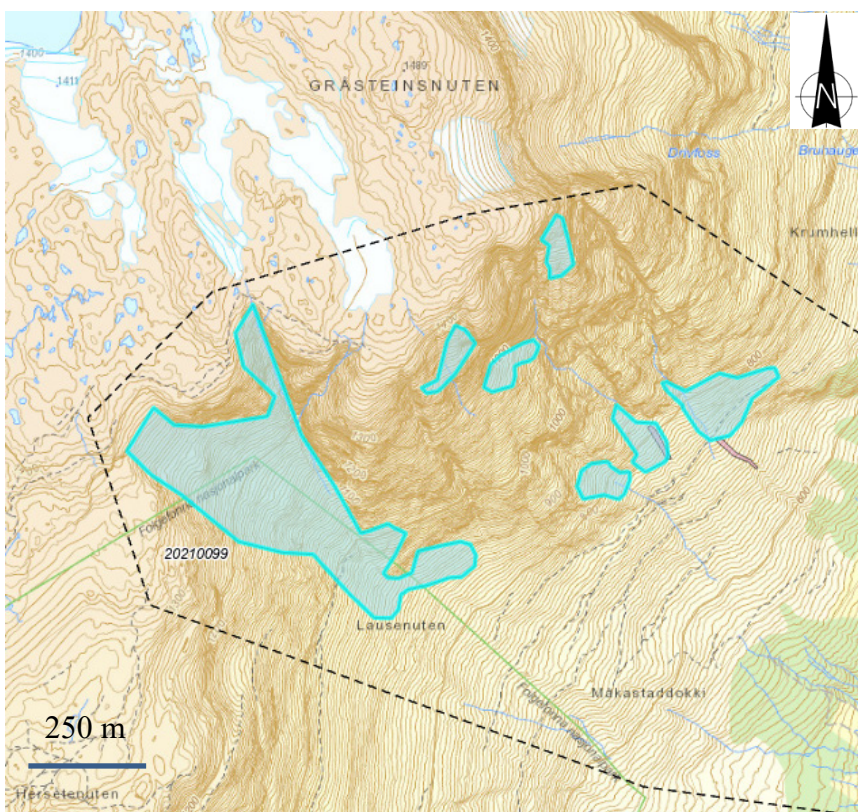
4.2.1 Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Steinskred er etter det vi kan forstå ikke en aktuell skredtype å forholde seg til. Dette begrunnes med at det ikke er utviklet urer med mye grove steinblokker i området. Det er mest taluser med en del steinblokker og mye småforvitret erosjonsmateriale. Talusområdene er delvis gresskledt inntil foten av de bratte fjellpartiene her.

4.3 Snøskred

4.3.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er et større utløsningsområde for snøskred i toppområdet mellom Hersetenuten og Gråsteinsnuten. Under Gråsteinsnuten ligger det flere mindre utløsningsområder (Figur 9).



Figur 9 Utløsningsområder for snøskred markert med blå skravur.

4.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Løsneområdet er kartlagt ved hjelp av flybilder, bratthetskart og observasjoner fra befarings samt foto av fjellsiden vinterstid. Det sørligste løsneområdet under Lausenuten er rundt 200.000 m² og kan betegnes som et stort utløsningsområde for snøskred. De mindre løsneområdene under Gråsteinsnuten har størrelse 7.000-20.000 m² (Figur 9 og Figur 10).

Trolig blir det utløst mindre snøskred nesten hver vinter fra den bratte fjellsiden under Gråsteinsnuten. Større snøskred med lengre rekkevidde ned mot de flate terrassene blir ventelig utløst rundt hvert 30-100. år. Det er begrenset tilførsel av fokksnø ut i løsneområdene under Gråsteinsnuten ettersom de ligger flere hundre meter nederfor topp-plataet som utgjør tilfangsområdet for vindtransportert snø.



Figur 10 Foto av fjellsiden under Gråsteinsnuten. Hvite områder i den bratte fjellsiden viser hvor snøskred kan løsne fra. Områdene er for det meste avgrenset fra hverandre og små i størrelse.

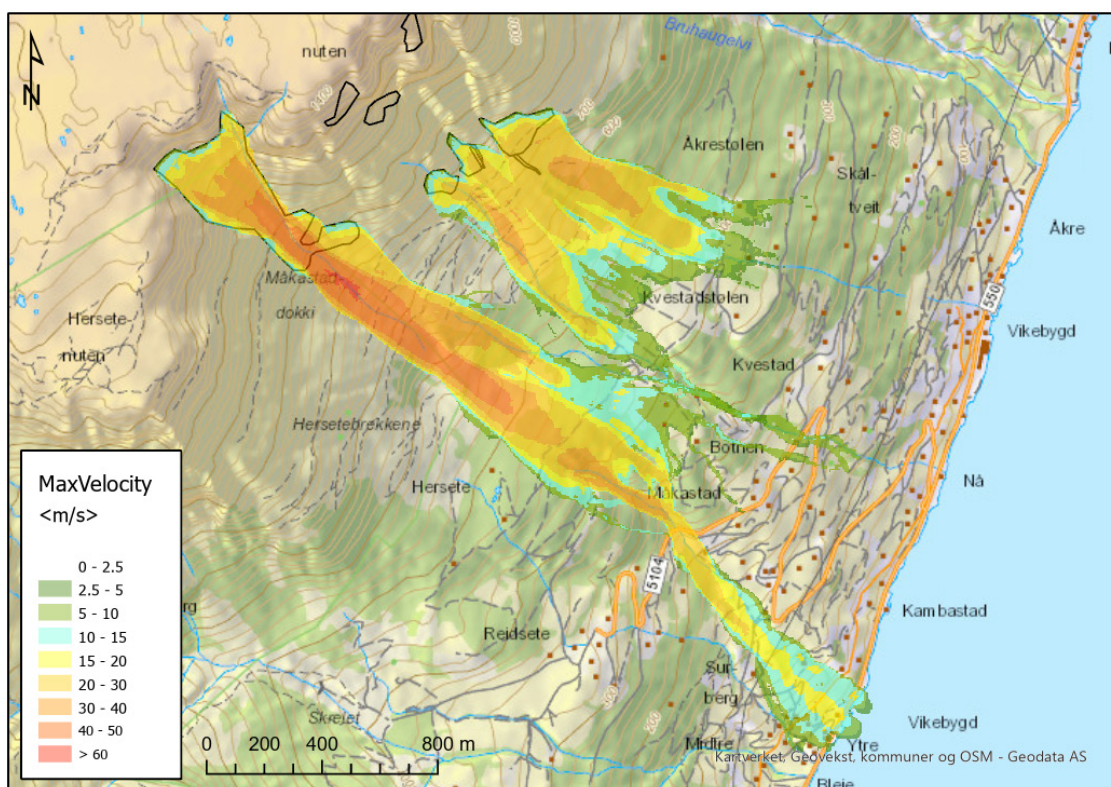
4.3.3 Utredning av utløp

For beregning med store snøskred med 300 års returperiode (høyeste returperiode i RAMMS) er det benyttet gjennomsnittlig tykkelse på utløst skred på 1,5 og 2 m. Det er ikke inkludert bremsende effekt av skog i simuleringene (Tabell 2).

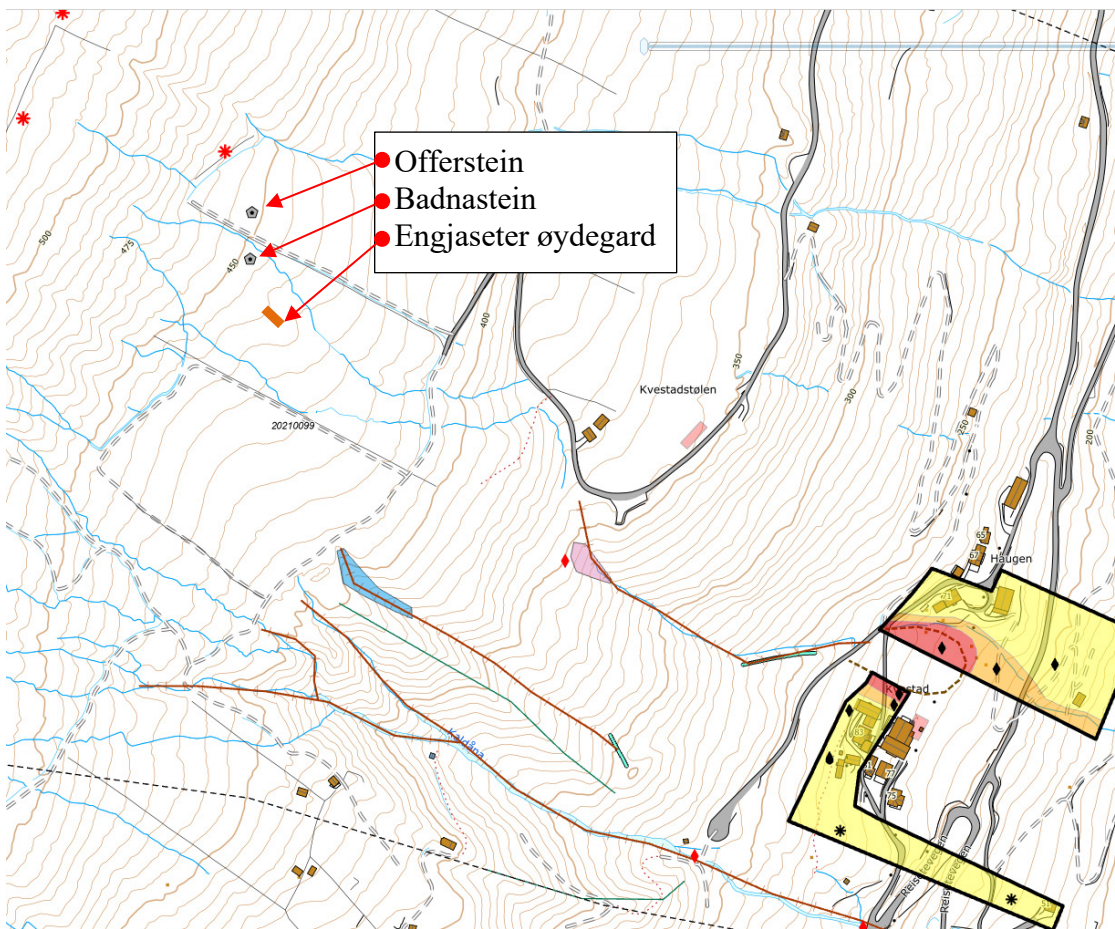
Tabell 2 Parametere for modellkjøring i RAMMS Avalanche.

Lokasjon/-skredbane/modellkjøring	DEM	Friksjonsparametere	Bruddkanthøyde m	Volum m ³	Medrivning
Stort skred fra Lausenuten	5 m	300år/Large	1.5	190 047	Nei
Skred langs Gråsteinnuten	5 m	100år/Medium	2	39.936, 17.930, 14.464	Nei

Simuleringene viser at snøskred fra Lausenuten kan få lang rekkevidde og gå ned mot sjøen. Snøskred fra Gråsteinsnuten vil stanse opp på terrasseflaten. Dette samsvarer godt med observasjoner gjort av skader i vegetasjonen under befaringen opp under løsnedområdene.



Figur 11 RAMMS-simuleringer av snøskred.



Figur 12 Utsnitt av registreringskart med anvisning av offerstein, Badnastein og gamle gårdstuft på terrassen vest for Kvestad gård.

Den eldste bebyggelsen på Kvestad gård ligger oppe på terrasseflaten (utsnitt fra registreringskartet Vedlegg D (Figur 12). I dag er det deler av grunnmur i steinblokker som anviser plasseringen av et av byggene. Gården ble kalt Engjasæter og antas å være ca 1000 år gammel. Det er kjent at det var bosetning her fram til svartedauen rundt år 1350 (ref. H. Kvestad, Figur 13). Beregningene av skredutløp for snøskred fra Gråsteinsnuten stopper ovenfor grunnmurene vi finner på Engjasæter. Det fins ingen historisk informasjon om at gårdsbebyggelsen var skredutsatt.



Figur 13 Ved rød markering er det grunnmur etter gammel gårdsbebyggelse.

4.3.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Simuleringene og vurderinger som er gjort og diskutert i felt tyder på at for snøskred med 1/1000 års sannsynlighet for å inntreffe mest sannsynlig ikke vil nå inn til eksisterende bebyggelse på Kvestad og Haugen gård.

De historiske opplysningene vi har fått (se Kap. 3.1.1) tyder på at tidligere skred har kommet ned i Kaldånas løp og ikke spredt seg mye ut til sidene. Det er kun fjøs som lå nær bekkeløpet som ble tatt av skredsnøen. Her er det spor etter hustuffer. Skredet år 1600 er ikke rapportert å ha truffet hus og er beskrevet å ha stoppet oppe på Kvestadhagen som er på terrasseflatene ovenfor gårdsbebyggelsen. Skredaktiviteten på Måkastad er godt kjent og er plassert i hovedretningen for store skred fra det store utløsningsområdet øverst og lengst sør i fjellsiden. Det er kun en mindre arm fra dette skredet som har retning ned Kaldåna.

4.4 Jordskred

4.4.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ingen åpenbare spor etter jordskred i området, og vi vurderer at den årlige sannsynligheten for utløsning av store jordskred som kan mot bebyggelsen er mindre enn 1/1000..

4.5 Flomskred

4.5.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er spor etter flere flomskred i foten av den bratte fjellsiden under Gråsteinsnuten. På løsmasseviftene er det spor etter mindre flomskred som har gått ned til foten av viftene (Figur 14). Nedbørfeltet for bekkene har begrenset størrelse.



Figur 14 Spor etter nyere flomskred på løsmasseviftene under Gråsteinsnuten

Mindre flomskred kan også bli utløst i en av ravinene ovenfor Kvestad.

4.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det er observert tre potensielle løsneområder for flomskred, som er inkludert i modelleringene. To av disse befinner seg relativt høyt oppe i fjellsiden, og ett ligger kun noen hundre meter ovenfor Kvestad.

Fra de øvre områdene blir det utløst flomskred nærmest årlig i forbindelse med kraftig regnskyll. Det nederste løsneområde er vurdert til å ha lav frekvens, trolig sjeldnere enn hvert 100. år.

4.5.3 Utredning av utløp

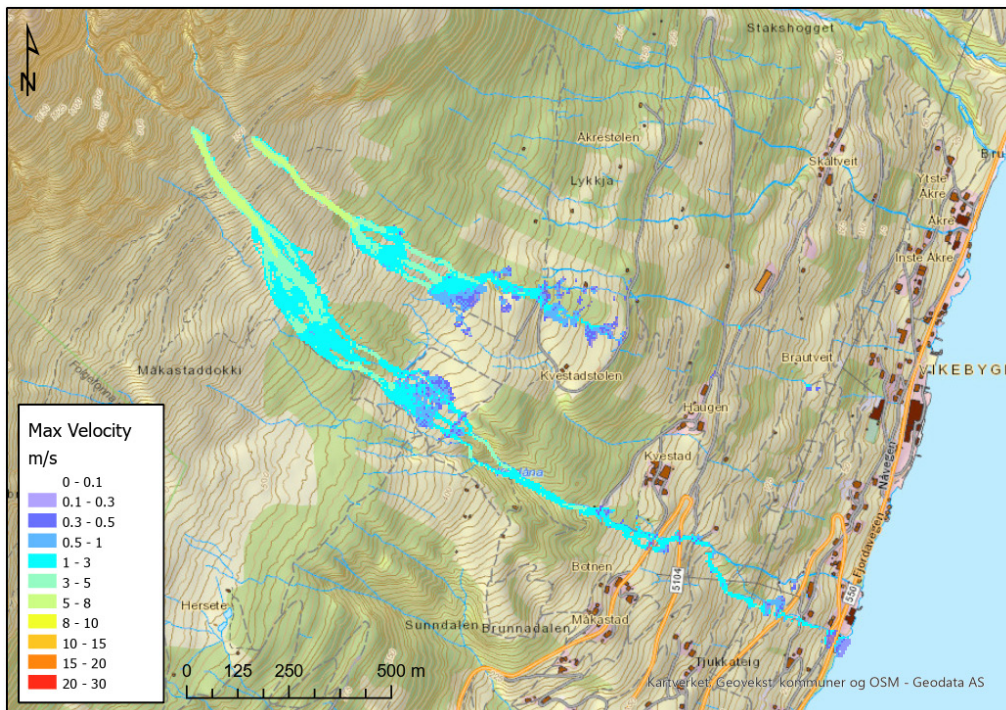
Alle modelleringer av flomskred er gjort med en terrengmodell med 2 m oppløsning og med "Block release".

Tabell 3 Parametere for modellkjøring flomskred

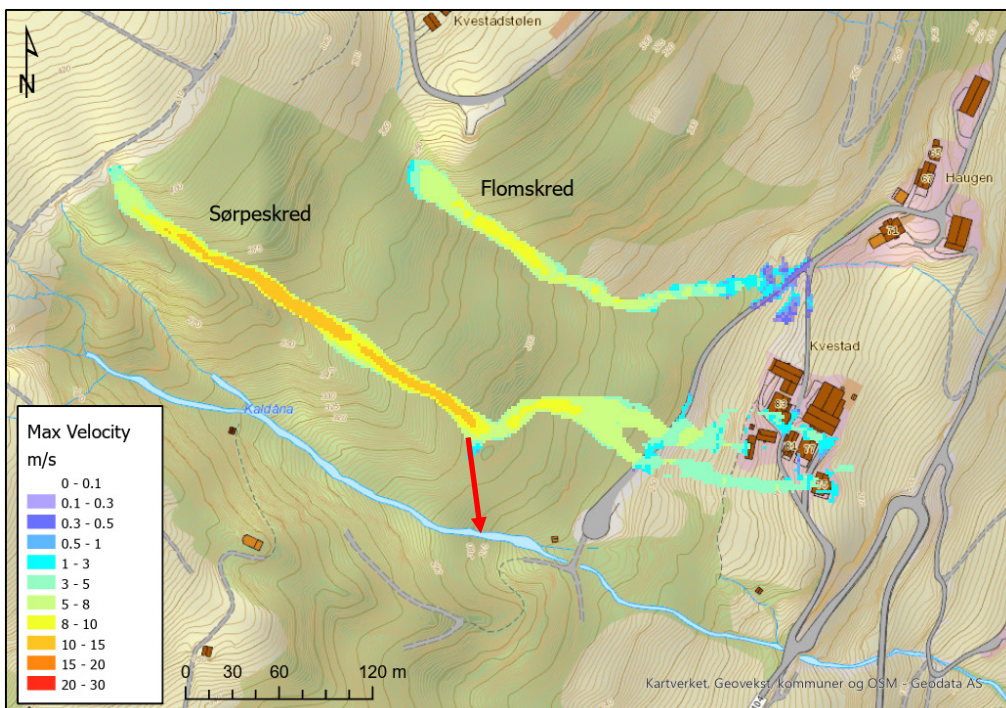
Lokasjon/skredbane/ modellkjøring	Type terreng/løp	Friksjonsparametere ksi, μ	Volum m ³	Medrivning
Øvre	Delvis definert	400, 0,2	934, 1000	Nei
Nedre	Definert ned til vei	400, 0,2	278	Nei

Simuleringene viser at flomskred i Kaldåna kan følge bekkeløpet ned mot fjorden. Flomskredet fra ravinen ovenfor Kvestad vil ledes av sikringstiltaket og komme ned mellom gårdene Kvestad og Haugen (Figur 9 og 10).

Flomskred og sørpeskred (vannbårne skred) har ganske likt bevegelsesmønster. Simuleringer av flomskred og sørpeskred viser gjerne samme mønster i forhold til utbredelse. Ettersom det er vanskelig å vurdere om det er flomskred eller sørpeskred som er dimensjonerende i forhold til utbredelse av faresoner langs bekkeløp, vil det ofte være tilfeldig hvilken modell det er riktig å benytte. Vi har valgt å simulere flomskred i bekkene oppe på vifta og i ravinen som kommer ned rett ned mot Kvestad. For ravinen lengst sør har vi simulert sørpeskred.



Figur 15 RAMMS-simulering av flomskred oppe fra løsmasseviftene inntil foten av de bratte skrentene øverst i fjellsiden.



Figur 16 To små områder med sørpeskred og flomskred kan beregningsmessig nå ned til bebyggelsen. Datamodellen bruker 2x2m grid og effekten av muren ovenfor Kvestad som skal lede sørpeskred blir ikke fanget opp. Massene vil derfor i stor grad bli ledet ut i Kaldåna (rød pil).

4.5.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Ledevollen vil hindre at skredmasser går ned mot Kvestad og får retning ned mellom gårdene Kvestad og Haugen.

4.6 Sørpeskred

4.6.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Mindre sørpeskred kan bli utløst langs bekkeløp oppe på løsmasseviften og lokalt nede i ravinene ovenfor Kvestad.

4.6.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det er vanskelig å skille løsneområder for flomskred og sørpeskred. Vi vil anta det kan bli utløst sørpeskred fra bekkeløpene som renner over løsmasseviften rundt hvert 10. år. Dette er de samme løsneområdene som der det modellert flomskred.

Vi har definert i tillegg definert et mulig løsneområde for sørpeskred øverst i den sørligste ravin. Dette har bakgrunn i at vi har tolket skredhendelsen i 1808 som et mulig sørpeskred. Trolig vil det gå rundt 100. år mellom hver gang det blir utløst skred.

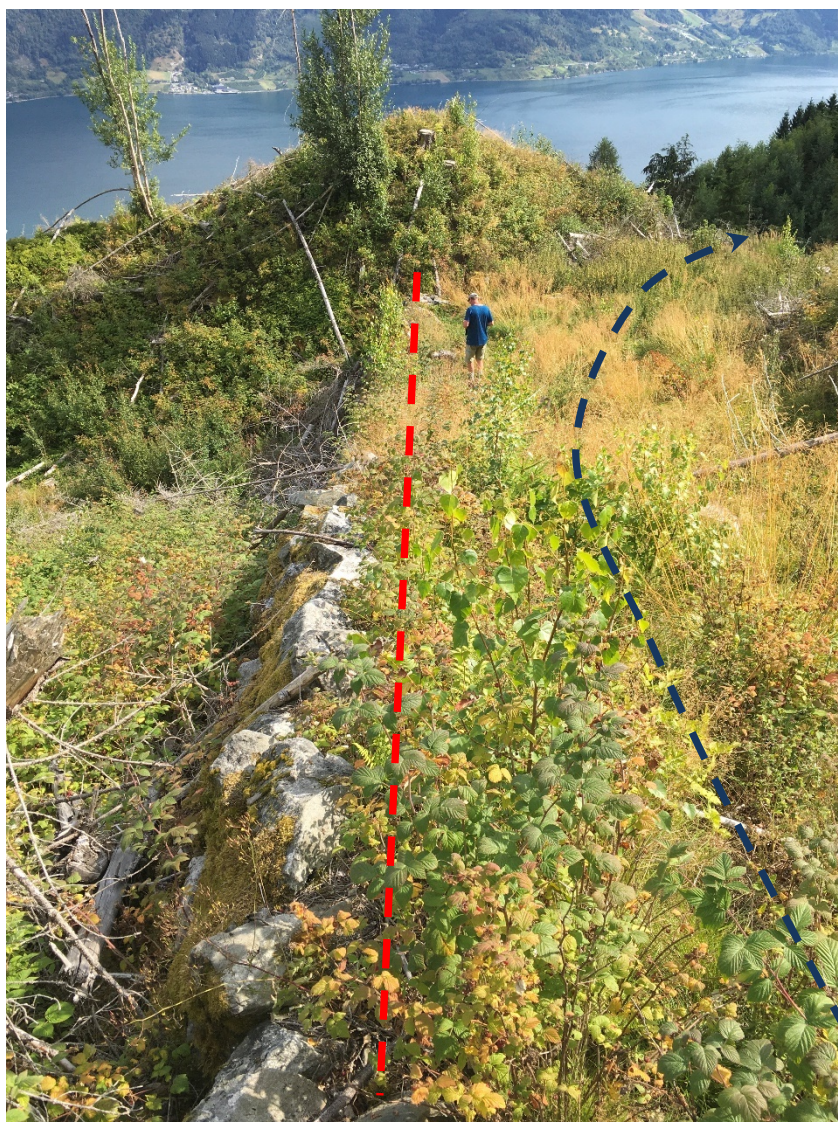
4.6.3 Utredning av utløp

Modellering av sørpeskred er gjort med en terrengmodell med 2 m oppløsning.

Tabell 4-1 Tabell med parametere for modellkjøring sørpeskred

Lokasjon/skredbane/ modellkjøring	Type terreng/løp	Friksjonsparametere ksi, μ	Volum m ³	Medrivning
Over Kvestad	Definert ned til ledevoll	0.05, 600	481	Nei

Simuleringen viser at skredmasser kan dreie ned mot Kvestad gård (Figur 10). Muren som ble bygget etter skredhendelsen i 1808 vil ha en god ledeeffekt på eventuelle skredmasser ettersom den ligger i forlengelsen av ravinene ovenfor (Figur 17). Vi tror derfor at sørpeskred med årlig sannsynlighet 1/1000 vil bli ledet ut i retning mot Kaldåna.



Figur 17 Liten ledevoll for sørpeskred ovenfor Kvestad gård. Toppvoll anvist med stiplet rød strek. Retning på små sørpeskred er anvist med blå stiplet pil. Vollen er ca 1 m høy og med tørrmur på nedsiden.

4.6.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

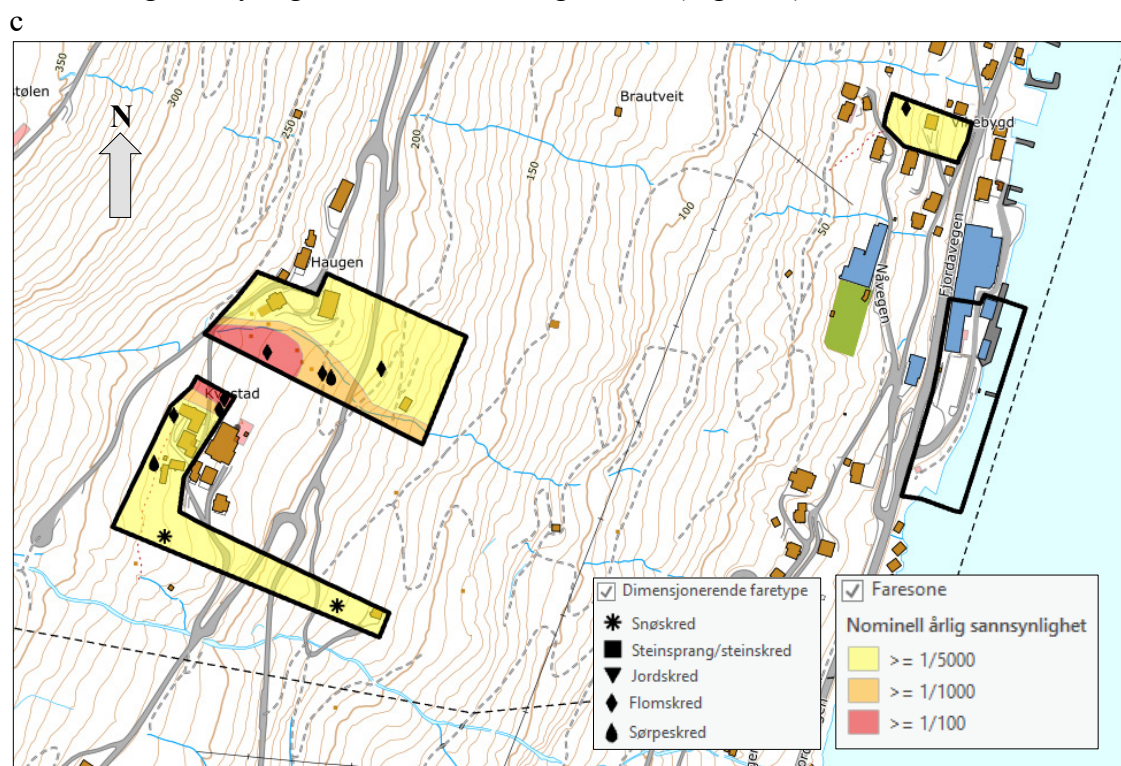
Jordet ovenfor utløsningsområdet for sørpeskred er planert slik at gamle forsenkninger og bekkeløp er fjernet. Bekkeløpene ovenfor jordet er ledet ned i grøft ovenfor jordet og inn i rør som føres ned til Kaldånas løp. Generelt faller jordet i tillegg nå slik at øvrig overflateavrenning på jordet vil følge laveste del på jordet og drenere smeltevann ut i Kaldånas løp. Det drenerer derfor lite vann inn i forsenkningen hvor eventuelle sørpeskred kan løsne og gå ned langs ledevollen som sikrer gårdshusa mot sørpeskred.

Utløsningsområdet er lite, anslagsvis under 1000 m². Små sørpeskred vil kunne ledes av den lave vollen nede ved kote 300. Eventuelle overløp vil bli små i volum, styres av

topografien ned mot gården, og ha retning sør for dagens plassering av gårdshus. Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for sørpeskred mot bebyggelsen til å være lavere enn 1/1000.

4.7 Hva er den samlede skredfaren?

Ut fra en samlet vurdering av observasjoner gjort under befaringen, historiske hendelser, skredmodellering har vi utarbeidet faresonekart som viser utbredelsen av skredtype med samlet årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 (Figur 11).



Figur 18 Faresoner 1/100, 1/1000 og 1/5000 angitt med dimensjonerende faretype.

Vurderte bygg på Kvestad gård og Haugen gård vurderes å være trygt plassert mot skred med årlig sannsynlighet for å inntreffe på 1/1000 som er kravet til sikkerhet for bygg i sikkerhetsklasse S2, angitt i TEK17§7.3. Vi kan ikke utelukke at sjeldne skred med sannsynlighet 1/5000 kan nå Kvestad og Haugen ettersom det ikke kan utelukkes at det blir utløst jordskred fra skråningen nedenfor terrasseflaten. Dersom det er aktuelt med bygg på gårdene i sikkerhetsklasse S3 bør det derfor utføres en særskilt farevurdering for slike bygg.

Planlagt bygg nedenfor eksisterende hus i område P2, Nåvegen 5, ligger trygt mot skred med sannsynlighet for å inntreffe på 1/1000 som er kravet til sikkerhet for bygg i sikkerhetsklasse S2, angitt i TEK17§7.3. Området ligger nær en bekk som kan gå flomstor og nå planlagt bygg om bekken endrer løp. Det bør derfor treffes tiltak som forsterket grunnmur for å sikre huset mot flomvann.

5 Avvik fra tidligere faresonekart

Vikebygd er tidligere vurdert med hensyn til aktsomhetskart for stein- og snøskred av NGI og av NVEs aktsomhetskart. Det er store forskjeller på snøskredutløpene i de to aktsomhetskartene.

I NVEs regi er Vikebygd detaljkartlagt, og faresoner 1/1000 dekker nærmest all bebyggelse. NGIs grunnlag for vurderinger er basert på mer detaljert befarings av hele fjellsiden samt med intervju med lokalkjente.

Beboere har hatt informasjon om skredhendelser som ikke er hensyntatt, og NGI har funnet at opplysningene i den nasjonale skred databasen er mangelfulle og inneholder feil.

6 Referanser

Domaas, U. (1994). Geometrical methods of calculating Rockfall Range.

EU-prosjekt: "Meteorological factors influencing slope stability and movement type". Norges Geotekniske Institutt, rapport 585910-1

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

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

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

Kolltveit, Olav, 1971, Bygdesoga. Odda, Ullensvang og Kinsarvik i gamal og ny tid. 4.1. Bygdeboknemnda.

NVE, 2016: Skredfarekartlegging i Vikebygd, Ullensvang herad. Rapport nr 22-2016.

Disclaimer

Skredfarevurderingene gjelder så lenge vesentlige endringer i forutsetningene for vurderingene ikke forekommer. (Eksempler på vesentlige endringer er endringer i Plan og Bygningslovens krav, nye opplysninger om historiske eller nyere skred, endringer i klima, terreng eller vegetasjon, anlegg av ny infrastruktur, etc.). Oppdragsgiver må til enhver tid vurdere om forutsetningene er endret, for i så fall å få utført en revidert kartlegging.

Vedlegg A

METODE FOR FASTSETTING AV FARESONER

Innhold

A1	Innledning	2
A2	Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper	2
A2.1	Steinskred og steinsprang	2
A2.2	Flomskred	2
A2.3	Snøskred	2
A2.4	Jordskred	3
A2.5	Sørpeskred	3
A3	Tolking av spor i terrenget	3

A1 Innledning

Tre faresoner er vurdert i dette oppdraget:

- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/100
- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/1000
- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/5000

Faregrensene representerer den samlede sannsynlighet for alle de vurderte skredtypene. I hovedsak vil det være en skredtype som er dominerende og bestemmende for skredutløpet. Hvilken skredtype som er dimensjonerende er markert i kartet med eget symbol (se tegnforklaring i faresonekart). Unntaksvis vil flere skredtyper ha omtrent samme utbredelse, og slike tilfeller må den samlede sannsynlighet for de relevante skredtyper summeres og legges til grunn for fastsettelsen av faregrensen.

A2 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper

A2.1 Steinskred og steinsprang

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 45°. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og overheng som har utviklet seg over lang tid grunnet forvitring. Det vanligste er mindre utfall på noen fåtalls kubikkmeter, men større steinskred kan også tidvis forekomme. Steinsprang forekommer helst om våren og høsten, ofte som følge av frysing/tining eller pga. store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekke i fjellet. Rotsprengning kan også løse ut steinsprang. Også frittliggende blokker kan bli satt i bevegelse av prosessene nevnt over.

A2.2 Flomskred

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

A2.3 Snøskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30° og 55° bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder. Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Som regel må det komme fra 0,5-1 m snø i løpet av to til tre døgn sammen med sterk vind for at store snøskred skal bli utløst. Markerte temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

A2.4 Jordskred

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

A2.5 Sørpeskred

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor vann bygger seg opp i snødekket eller nedenfor utløp av snødemte vann og myrer når vann bryter seg gjennom snøen og drar med seg snø videre i løpet. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrenntyper og kan være vanskelig å forutsi. De utløses helst når snøen er løs og lett, i nysnø eller grovkornet løs snø som ligger på frossen grunn eller sva (impermeabel grunn), som følge av sterkt regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng. Sørpeskred kan forekomme i de samme bekke- og elvedragene som flomskred, og det kan i noen tilfeller være vanskelig å skille mellom disse to vannbårne skredtypene.

A3 Tolking av spor i terrenget

Tidligere skredhendelser vil i noen grad kunne observeres ute i terrenget. For eksempel vil spor etter snøskred kunne vises i form av skader på vegetasjonen. Skredblokker vil i de fleste tilfeller bli liggende som vitnesbyrd på tidligere steinspranghendelser, men dersom det er innmark kan steinblokker ha blitt fjernet. Ofte vil det være et problem å skille skredblokker fra moreneblokker som har blitt transportert med isen.

Skred som er masseførende slik som jord- og flomskred vil som oftest gi varige spor i terrenget. Det kan enten være erosjonsformer slik som nedskjæringer (raviner) eller avsetningsformer (som regel vifteformet eller levéer). Utfordringen er å vite hvor gamle disse skredene er, og i hvilken grad de er representative for dagens forhold. I tida like etter siste istid gikk det et stort antall skred under helt andre vegetasjonsforhold med stor vanntilgang grunnet ismelting.

Vedlegg B

MODELLBESKRIVELSE

Innhold

B1	Modell for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av snøskred	2
	B1.1 RAMMS	2
B2	Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred	3

B1 Modell for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av snøskred

Modellene som oftest blir brukt for utløpsberegninger av snøskred i Norge er den topografisk statistiske α/β -modellen¹, blokkmodellen PCM² og strømningsmodellen RAMMS³ med "Block Release" som beskriver utbredelsen av skredet i to horisontale dimensjoner. I foreliggende arbeid er kun RAMMS-modellen benyttet, siden den er verifisert for snøskred og flomskred. I nyere arbeid fra NVE er også det utført en verifisering av sørpeskred⁴ mot kjente skredhendelser.

B1.1 RAMMS

Utløpslengden av skred er vurdert med den dynamiske modellen RAMMS^{5,6}. RAMMS-modellen for simulering av utbredelse av skredets tette del har gått gjennom en lang prosess med uttesting og kalibrering mot målinger og observasjoner av snøskred i Alpene. I tillegg har NGI utført en del kalibreringer mot målinger fra NGIs forsøksfelt Ryggfonn på Strynefjellet.

Som friksjonsparametre på nye steder er standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits benyttet, korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skredstørrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skredbanene (RAMMS Manual Ver. 1.4.1⁷). Friksjonsparameterne ξ og μ svarer til store skred (Large) med 300 års gjentakintervall. Tabell 1-1 gjengir verdier for store og middels skred. Der skredbaner i modellene er beregnet med hensyn til skog er friksjonsparametre tilpasset til skogstetthet og stammediameter. Disse friksjonsparameterne avviker fra den som er gitt i Tabell 1-1. I anvendt modell er erosjon og medrivning av snø i skredbanen ikke inkludert (entrainment). Beregningene tar generelt ikke hensyn til bebyggelse. Skredvolumet i simuleringmodellen er en direkte funksjon av løsnearealet. I botner kan dette gi svært store teoretiske løsneområder. Generelt sett gjengir modellen skredenes utløpsdistanse godt, men studier viser at RAMMS har en tendens til å undervurdere hastigheten av skredets front, som består av et fluidisert lag med betydelig redusert tetthet (Schaerer og Salway, 1980; Bozhinskiy og Losev, 1998; Issler m.fl., 1996; Issler, 2003; Gauer m.fl., 2008; Issler og Gauer, 2008).

¹ Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. *Journal of Glaciology*, 26 (94), 165-177.

² Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. *Journal of Glaciology* Vol. 26, No. 94, 197-207.

³ Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* 63(1–2), 1–14.

⁴ NVE Ekstern rapport nr. 9/2021. Bruk av RAMMS::Debrisflow på kjente sørpeskredhendelser v/ Skred AS.

⁵ Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* 63(1–2), 1–14.

⁶ RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

⁷ RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Tabell 1-1: Friksjonsparametere for RAMMS snø avhengig av returperiode, skredvolum og kanaliseringsgrad

RAMMS::Avalanche 1.1

Friction Parameters

Large avalanche (> 60'000 m ³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
	Altitude (m.a.s.l.)	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500
	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000
channelled	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750
	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500
gully	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350
	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200
flat	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.165	4000
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500
	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000
Medium avalanche (25'000 - 60'000)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
	1000 - 1500	0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100
	below 1000	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.35	1200	0.36	1200
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500
forested area (mu=delta, xi=fix)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

SLF, December 2007

B2 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred

Spredning og rekkevidde av flom- og sørpeskred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS^{8,9}. Hensikten er ikke å dimensjonere, men å finne terrengets sprednings- og avsetningsegenskaper. Den numeriske modellen er identisk med snøskredmodellen, og ved å redusere Mu of Xi verdiene, oppnås hastigheter og flythøyder tilpasset vannbårne skred. Det vil si at Mu settes til 0,2 og Xi til 300 - 700. Mu-verdien påvirker sterkt lengden på retardasjonsområdet/oppbremsingsområdet, og gir i realiteten utbredelsen av skredmassene. For sørpeskred vil Xi kunne bli mye høyere, samtidig er effektiv Xi betydelig mindre og har tilsvarende egenskap som for vann. Mu settes til 0,08-0,1 og Xi til 2000-3000 for sørpeskred og testes med og uten erosjon. På lange utløp med store høydeforskjeller vil sørpeskred kunne endre egenskaper fra sørpe til vann og flomskred. For antatt sørpeskred er det benyttet en tetthet på 900 kg/m³ mens det for reinere flomskred er benyttet 1400 kg/m³.

⁸ Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.

⁹ RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Vedlegg C

KRAV TIL SIKKERHET MOT SKRED

Innhold

C1	Forskrift om sikkerhet mot skred i TEK17	2
C1.1	Sikkerhetsklasse S1	2
C1.2	Sikkerhetsklasse S2	2
C1.3	Sikkerhetsklasse S3	3

C1 Forskrift om sikkerhet mot skred i TEK17

I forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift TEK17) i Plan- og bygningsloven er krav til sikkerhet mot skred for nybygg følgende:

§ 7-3 Sikkerhet mot skred

- (1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.
- (2) For byggverk i skredfareområde skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides.

Tabell 1-1 Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde

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

Loven gir mulighet for å ta i bruk fysiske sikringstiltak for bygg og uteareal for å øke sikkerheten.

C1.1 Sikkerhetsklasse S1

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. Eksempler på bygg som inngår i denne sikkerhetsklassen er garasje, uthus, båtnaust, mindre brygger, lagerbygningner med lite personopphold og enkelte mindre tilbygg og påbygg).

C1.2 Sikkerhetsklasse S2

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være:

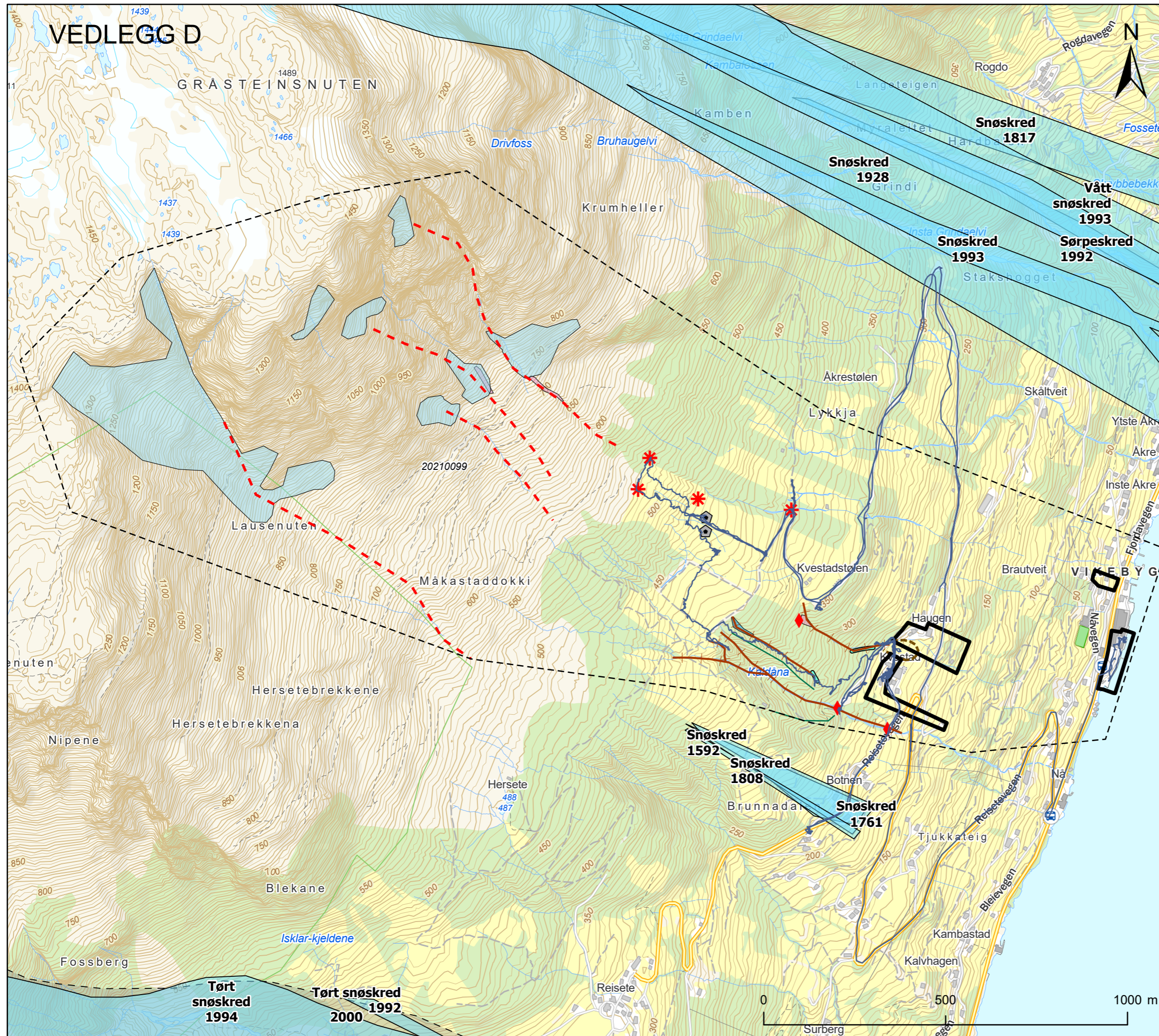
- enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter,
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg maksimum 25 personer
- driftsbygning i landbruket, parkeringshus og havneanlegg.

For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse S2 kan kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal reduseres til sikkerhetsnivå angitt for sikkerhetsklasse S1 (1/100). Dette fordi eksponeringstiden for personer og dermed faren for liv og helse normalt vil være vesentlig lavere utenfor bygningene.

C1.3 Sikkerhetsklasse S3

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Dette kan eksempelvis være:

- ↗ eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- ↗ arbeids- og publikumsbygg/brakkerygg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer
- ↗ skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon



Tegnforklaring

- GPS-spor
- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Tiltakstype

- Ledevoll; Fangvoll

Skredhendelser - skredtype

- Snø/sørpe/is
- Ikke angitt

Utløsningsområde

Skredtype

- Snøskred
- Sørpeskred
- Flomskred

Potensiell faretype

- Snøskred
- Flomskred

Skredspor

Type

- Løsmassevifte
- Ravine
- Ryggform
- Skredløp
- Steinblokk

Vikebygd

Skredfarekartlegging Kvestad

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2023-05-16	AKV	FS	UD
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A3 1:10,000	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210099	01-R	1	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
 Sognsveien 72
 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
 www.ngi.no

Vedlegg E

EGENERKLÆRINGSSKJEMA



Egenerklærings skjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*

Firma:

**Norges Geotekniske
Institutt**

Org.nr

958254318MVA

(Søk i <https://brreg.no>)

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklærings skjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.



Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. <i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i> <i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

² NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

³ NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Signatur:

Heidi Hefre

HEIDI HEFRE

Sted og dato:

Oslo, 2022-10-26

Vedlegg F

SVAR FRA NGI PÅ UAVHENGIG KONTROLL
FRA NORCONSULT

Svar fra NGI på uavhengig kontroll fra Norconsult

Tema:	Kontroll status:	Kommentar:	Tiltak NGI:
Kompetanse	AVVIK	NGI har ikke oversendt egenerklæringsskjema og Norconsult kan derfor ikke kontrollere kompetansen til utførende	Vedlagt egenerklæringsskjema i revidert rapport 20210099-01-R-Rev1
Grunnlagsdata	OK	Norconsult vurderer at utredningen bygger på relevante grunnlagsdata.	
Feltbefaring	OK	NGI har oversendt registreringer og sporlogg digitalt som verifiserer at utført befaring er tilstrekkelig. I tillegg er det oversendt dronevide og foto.	
Bruk av klimadata	OK	Det vurderes at meteorologiske og klimatiske data er brukt på en hensiktsmessig måte.	
Bruk av modelleringsverktøy	ANM	Dynamisk modellering er utført hvor den er hensiktsmessig. Det savnes en presisering av hvilken modus som er benyttet i RAMMS Debris Flow (block release eller hydrograph).	I skredberegningene med dynamisk modell RAMMS Debris Flow benyttes "Block Release" knyttet til uttestede beregninger fra skredhendelser i Norge. Endret i revidert rapport.
Sammenheng mellom registreringskart, modellresultat og skredfareutredning	AVVIK	<p>Registreringskart er ikke vedlagt i rapporten.</p> <p>Dimensjonerende skredtype på faresonekartet er ikke definert.</p> <p>Norconsult savner mer informasjon om vollen i sør mot sørpeskred. Konkrete argumenter må diskuteres for å formidle dens effekt, gjerne i kombinasjon med bilder. Vollen har direkte innvirkning for NGIs vurdering av faresoner og det er ønskelig at dette dokumenteres på en tilstrekkelig måte. Vi stiller spørsmål om eksisterende voll tilfredstiller sørpeskred tilsvarende 1000 scenario for aktuelt område.</p>	<p>Registreringskart utarbeidet i revidert rapport</p> <p>Faresonekartet er oppdatert med angivelse av dimensjonerende skredtype.</p> <p>Oppdatert informasjon i tekst og med foto.</p>
Andre kommentarer	ANM	Error i henvisninger. Orientering i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet, stedsnavn. Noe upresist språk.	Rettet i revidert rapport.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Reisetevegen 83, 51 og 71 (Kvestad og Haugen gård), Nåvegen 5, Fjordavegen 1999, 1981 og 1979. Områdene er avmerket på kart.		Dokumentnr./Document no. 20210099-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Byggmester Haakon Kvestad AS	Dato/Date 2021-09-29
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 1 / 2023-05-16
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Snøskred, sørpeskred, flomskred, steinsprang, jordskred		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Vestland	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Ullensvang	Felt navn/Field name
Sted/Location Vikebygd, Nå	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: EU89, UTM-sone 33 Øst: 33977 Nord: 6709971	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemannskontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2021-09-29 Frode Sandersen	2021-09-29 Ulrik Domaas		
1	Endret tekst og figurer med utgangspunkt i UKS fra Multiconsult.	2023-05-16 Ulrik Domaas	2023-05-16 Frode Sandersen		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 16. mai 2023	Prosjektleder/Project Manager Frode Sandersen
--	----------------------------------	---

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no

