

Til: Aurland kommune
v/ Ingunn Bårtvedt Skjerdal
Kopi til:
Dato: 2018-11-01
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2019-10-29
Dokumentnr.: 20180481-01-TN
Prosjekt: Viki, Flåm, Aurland kommune
Prosjektleder: Ulrik Domaas
Utarbeidet av: Ulrik Domaas, Håkon Heyerdahl
Kontrollert av: Øyvind Armand Høydal, Katrine Mo

Skredfarevurdering for deler av reguleringsområde Flåm

Innhold

1	Innledning	3
2	Klima	6
3	Geologi	8
4	Furekamben	8
5	Skrentsoner i nedre del av fjellsiden	11
6	Flomskred/jordskred	15
7	Faresoner for Viki	15
8	Områdestabilitet	17
9	Referanser	19

Figur

Figur 1	Utsnitt av reguleringsområdet for Flåm som gjelder Viki.	3
Figur 2	Reguleringsområde i Viki (rødt stiplet omriss) sett ovenfra mot Flåm sentrum.	4
Figur 3	Undersøkt område og helningskart (Viki er øverst til venstre i kartutsnittet)	4
Figur 4	Feltrute med nummer for foto og kommentarer. Kun relevant informasjon er tatt med i teksten. All informasjon lagres i NGIs prosjektarkiv og kan sendes kommunen om ønskelig.	5
Figur 5	Dataperiode: 1958 – 2015. a) Månedsnedbør og –lufttemperatur, b) returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).	7

Figur 6 Mangerittsyenitt (rød farge, middels- til grovkornet, mangerittisk gneis) Fyllitt og glimmerskifer (grønt) http://geo.ngu.no/kart/arealis/	8
Figur 7 Furekambens toppområde med stor skrent i fremkant (sett fra Flåmsbrygga).	9
Figur 8 Furekamben og fjellsiden nedenfor (Dronefoto over Vatnahaugane, 420 moh.).	9
Figur 9 Fronten til fjellskredet er tydelig i terrenget som en bratt ur med lite blokk utenfor (pkt. 91 på Figur 4).	10
Figur 10 Blikra, L.H. 2004. Fordeling av fjellskred i Norge som viser sammenhengen mellom fallhøyde og utløpsdistanse relativt til skredenes volum.	10
Figur 11 To bergskrenter ovenfor øverste gårdsbebyggelse i Viki.	11
Figur 12 Rocfall beregning med kubisk avrundet blokk ($2 \times 2 \times 2 \text{m}^3$) og med ruhet i ura.	12
Figur 13 Resultat fra beregningen med Rocfall-modellen som viser hvor blokkene stopper opp.	12
Figur 14 Flere store skredblokker fra skrenten ovenfor huset. Kun eldre utfall. Gnr/Bnr 36/30 (hus nr. 11)	13
Figur 15 Flere blokk på nedsiden av låven, trolig ryddet fra jordet inntil på begge sider.	13
Figur 16 Stor fyllittblokk på jordet ovenfor bebyggelsen i Viki. Kan også sees øverst på dyrket jorde på Figur 17.	14
Figur 17 Skrentsonen øst for bebyggelsen nederst mot sjøen i Viki. Blokken på jordet er den samme som vist på Figur 16.	14
Figur 18 Ur i fyllitt ovenfor bebyggelsen lengst øst i Viki.	15
Figur 19 Marin grense ved Fretheim er ca ved kote 130 (Ref.: http://geo.ngu.no/kart/arealis/).	17
Figur 20 Tabell 5.2 fra NVEs kvikkleireveileder (2014). Tiltakskategorier K2-K4 med sikkerhetskrav	18
Figur 21 Løsmassekart for Viki, Flåm (fra www.ngu.no)	19

Kart

Kart 01 og 02

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Aurland kommune har engasjert NGI til å redegjøre for skredfaren for området Viki i Flåm iht. pågående planprogram og reguleringsområder (vist på kommunens webside/-kartlag (Figur 1,2): <https://kommunekart.com/klient/sognekart/sognekart>).

Arbeidet innebærer å lage skredfaresoner på reguleringsplannivå iht. TEK17, kapittel 7.3 for sikkerhetsklassene S1, S2 og S3. Arbeidet vil omfatte:

- Vurdere løst berg i bergskrenter ovenfor Viki (Mjelkehaugen, Andershamaren, Tuftene og nedenfor Sletta) ved feltarbeid (Figur 3, Figur 4).
- Generell vurdering av fjellsiden opp mot Furekamben (Figur 7).
- Steinsprang er fjernet fra dyrkamark; noe beregning av rekkevidde må utføres og knyttes til returperiode og sikkerhetsklasse.
- Bebyggelsen i Viki ligger nedenfor marin grense med topografi som tilsier potensiell kvikkleireskredfare. Dette må utredes som del av reguleringsplanarbeid. Det foreligger p.t. ikke data om grunnforholdene (som NGI er kjent med), og i denne omgang vil vurdering knyttet til vurdering av potensiell kvikkleireskredfare være generell (basert på topografi og kvartærgeologi) og gi en beskrivelse av nødvendige videre vurderinger og undersøkelser for å avklare kvikkleireskredfaren.

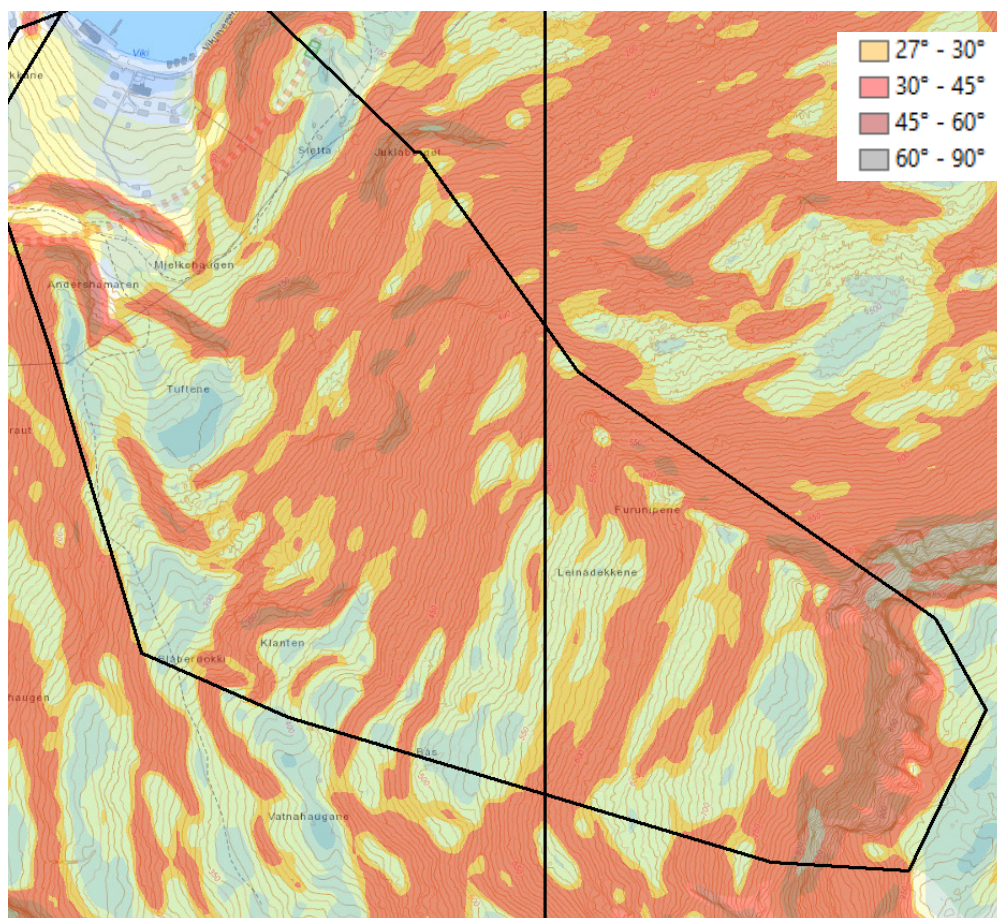
Det gjøres ingen egen vurdering av fare for fjellskred i denne sammenheng. Flodbølgeberegninger er utført i annen sammenheng og kommenteres ikke i dette notatet.



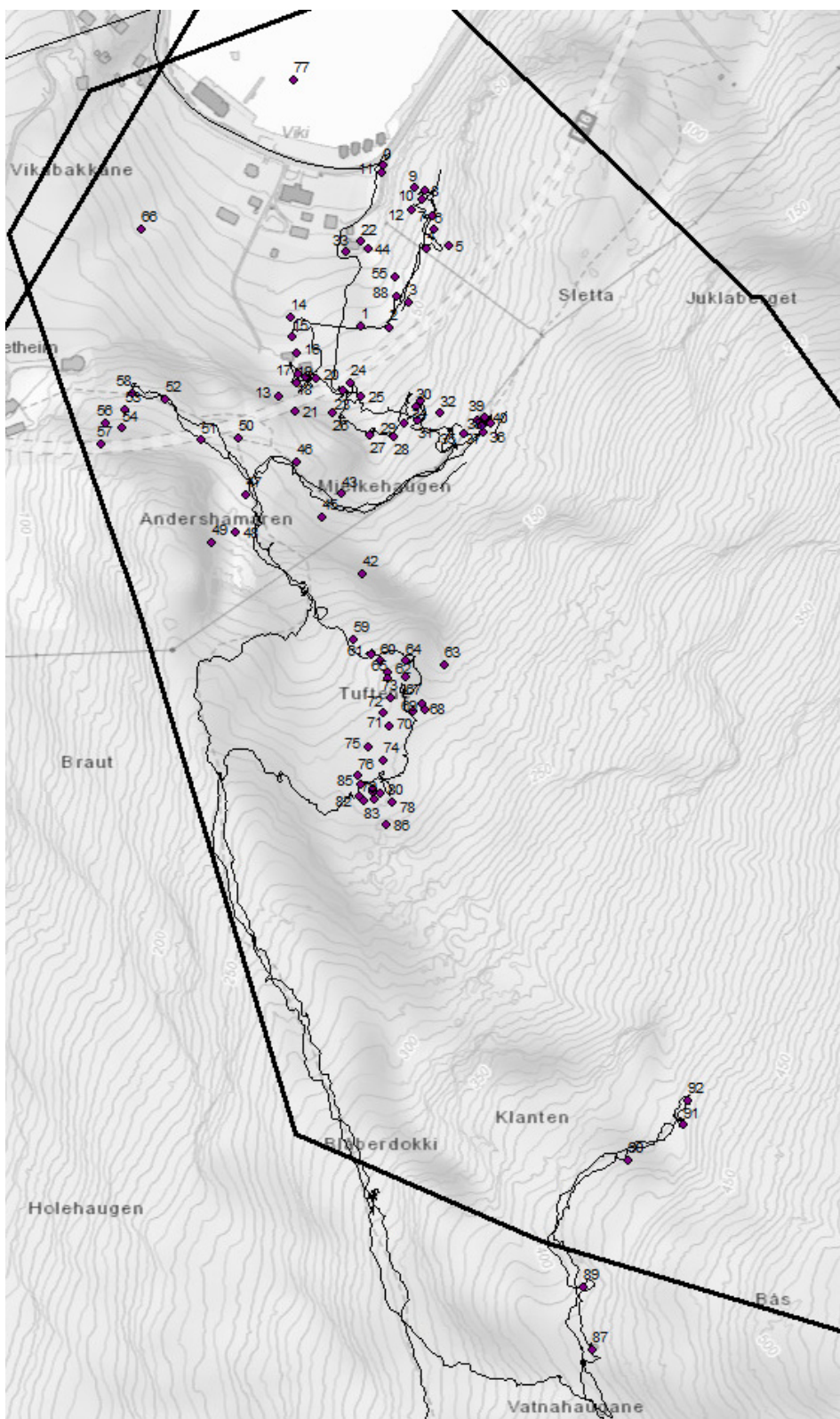
Figur 1 Utsnitt av reguleringsområdet for Flåm som gjelder Viki.



Figur 2 Reguleringsområde i Viki (rødt stiplet omriss) sett ovenfra mot Flåm sentrum.



Figur 3 Undersøkt område og helningskart (Viki er øverst til venstre i kartutsnittet)



Figur 4 Feltrute med nummer for foto og kommentarer. Kun relevant informasjon er tatt med i teksten. All informasjon lagres i NGIs prosjektarkiv og kan sendes kommunen om ønskelig.

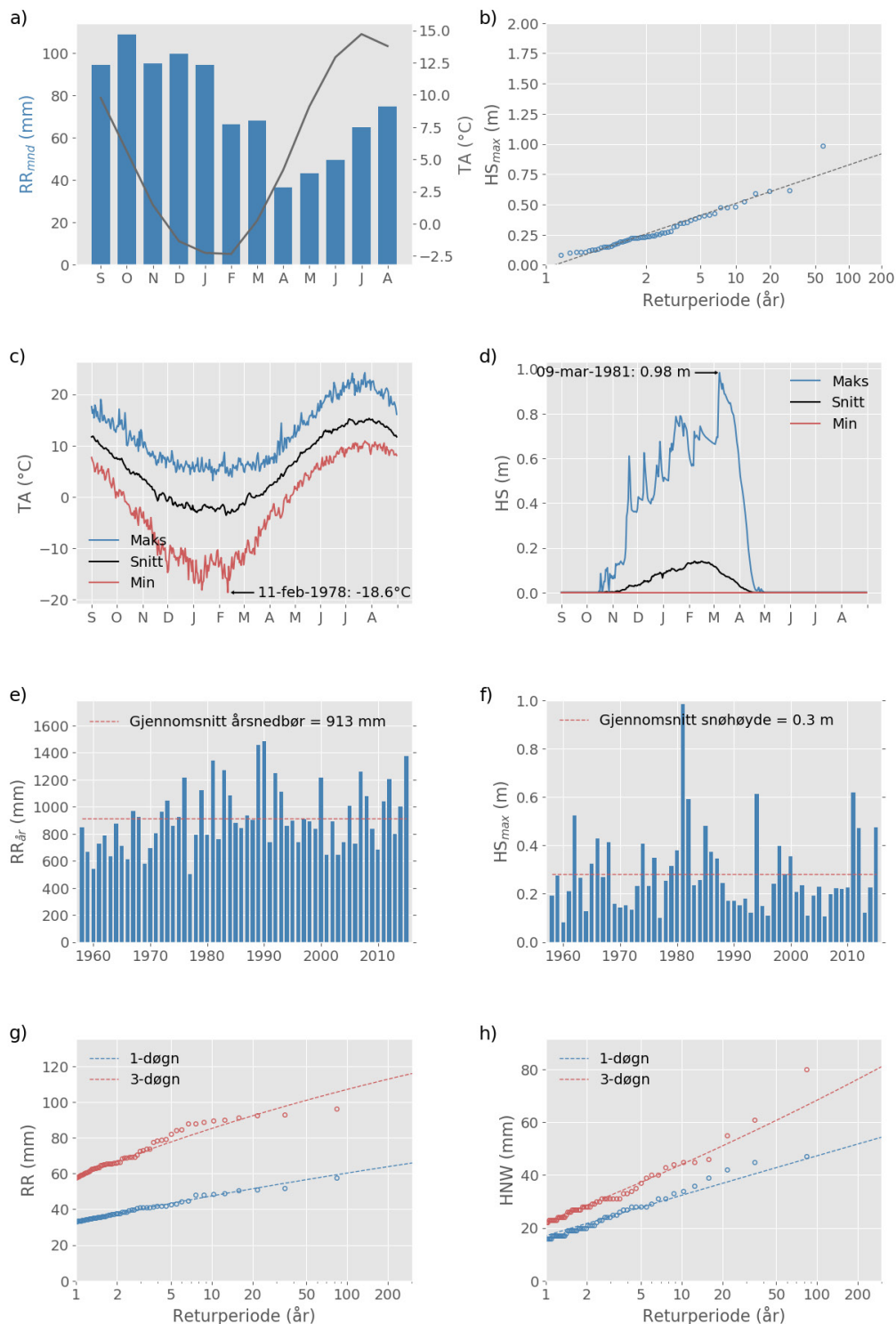
2 Klima

Vurderingen av klima er generell og er utført med tanke på å se om det kan være grunn til å vurdere flomskred i tillegg til steinsprang. Snøskred er ikke aktuell problemstilling ettersom fjellsiden er skogkledt helt opp til Furekamben. Det er en gammel løsmassevifte sør for området i Viki som trolig er dannet i avslutningen av istiden.

Interpolerte klimadata fra SeNorge-datasettet (Lussana et al., 2016; Saloranta, 2014) for normalperioden 1981 - 2010 viser at normal årsnedbør i det undersøkte området er 959 mm, hvorav ca. 580 mm kommer om vinteren (Figur 5). Vi har valgt et referansepunkt ca 140 moh. Årsmiddeltemperatur i området er 5.7 °C og døgnmiddeltemperaturen varierer normalt fra -12.1 °C til 20.3 °C. Gjennomsnittlig snøhøyde er 28 cm og maksimal snøhøyde siste 50 år er 98 cm. Antall dager med snø på bakken er i gjennomsnitt 75.

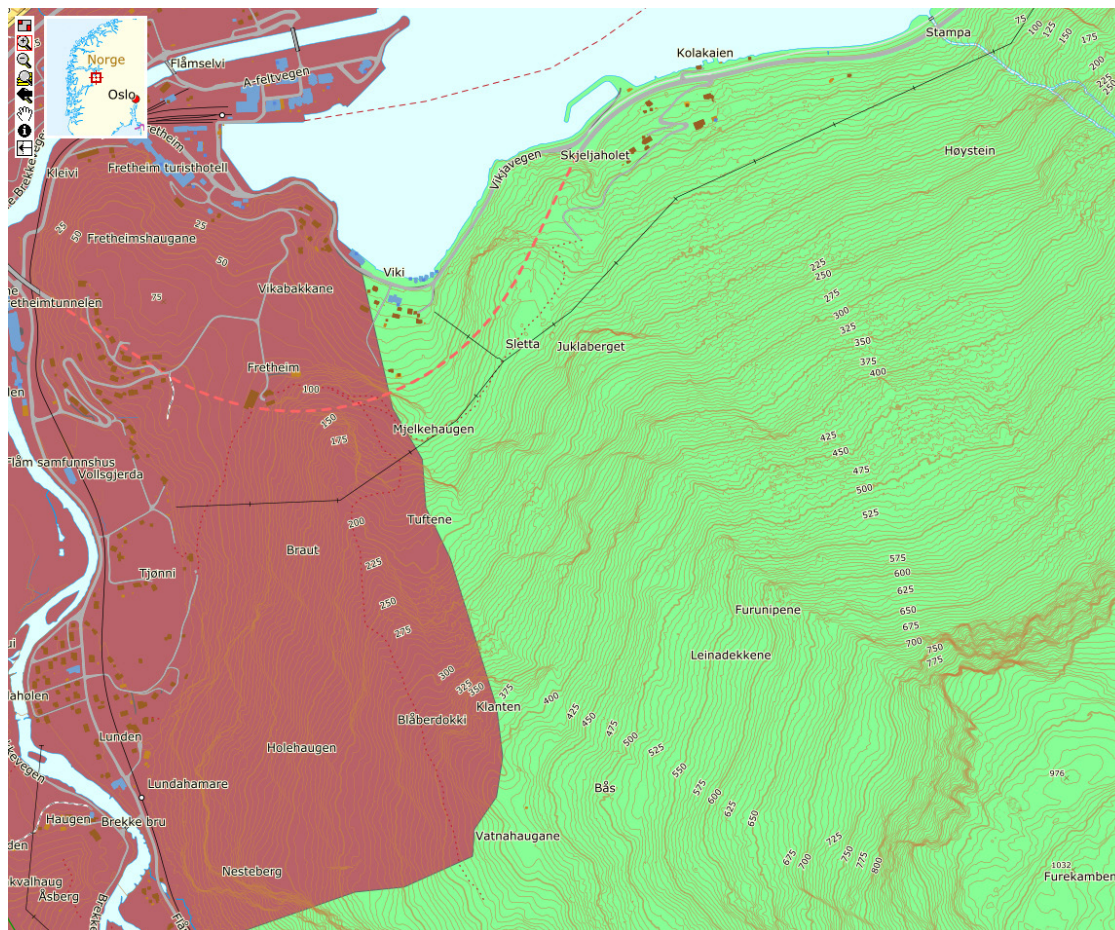
Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøydeverdiene i de interpolerte dataene kan man estimere forventet 1000-års nedbør og 300-års snøhøyde for området. I dette området er 1000-års nedbør beregnet å være 65 mm/døgn, og 200-års snøhøyde 1.0 meter. Dette er estimater basert på kort observasjonsperiode og statistiske usikkerheter så i praksis kan resultatet avvike en del fra beregningen.

Klimafremskrivinger (Hanssen-Bauer et al., 2015) for Norges fastland frem mot år 2100 viser at man kan forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 14 % (scenario 1, RCP 4.5) og 26 % (scenario 2, RCP 8.5). Økningen om vinteren er henholdsvis 8 % og 24 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 2.4 °C og 4.1 °C. Dette har også en stor effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom 63 % og 79 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis 45 og 62 dager for de to scenariene.



Figur 5 Dataperiode: 1958 – 2015. a) Månedsnedbør og –lufttemperatur, b) returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).

3 Geologi



Figur 6 Mangerittsyenitt (rød farge, middels- til grovkornet, mangerittisk gneis) Fyllitt og glimmerskifer (grønt) <http://geo.ngu.no/kart/arealis/>

4 Furekamben

Fjellskrentene ovenfor Viki strekker seg fra bebyggelsen og opp til Furekamben. Vi kommenterer disse fra topp og ned til bebyggelsen

Inntil toppen av fjellet Furekamben har det falt ut et stort bergparti som har stanset opp i fjellsiden (Figur 8). Avsetningen er tydelig definert i terrenget. Front av avsetningen er inntil 20 m høy og med kun enkelte få større blokker utenfor. Slik avsetningen ligger i dag tyder utfallet av fjellskredet å ha skjedd på en glidende måte og med moderat fart. Bevegelsen må ha hatt stor motstand fra underlaget, og utenfor skrentområdet er også terrenget slakere et stykke nedover. Dette har sikkert også bidratt til å redusere farten.

Utløsningsvolumet er ukjent, men skrentområdet er 100 – 200 m høyt over et 100 000 m² stort areal. Dette gir et estimert volum på 5 – 10 mill. m³. Fordelt over et areal på 400 000 m² (og med et trekantet tverrsnitt) gir dette en gjennomsnittlig tykkelse på avsetningen på 12 – 25 m. Dette stemmer med observasjonen ved "placemark 92 på Figur 4.



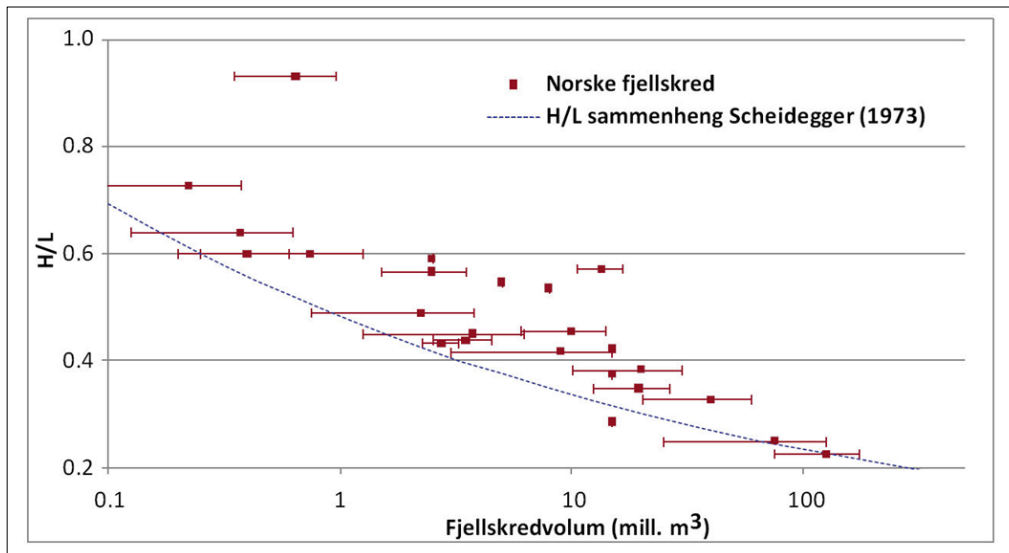
Figur 7 Furekambens toppområde med stor skrent i fremkant (sett fra Flåmsbrygga).



Figur 8 Furekamben og fjellsiden nedenfor (Dronefoto over Vatnahaugane, 420 moh.).



Figur 9 Fronten til fjellskredet er tydelig i terrenget som en bratt ur med lite blokk utenfor (pkt. 91 på Figur 4).



Figur 10 Blikra, L.H. 2004. Fordeling av fjellskred i Norge som viser sammenhengen mellom fallhøyde og utløpsdistanse relativt til skredenes volum. H/L som funksjon av volum for 16 kjente norske fjellskred. Stiplet blå linje er forslått av Scheidegger (1973) for skredvolum over 100 000 m³.

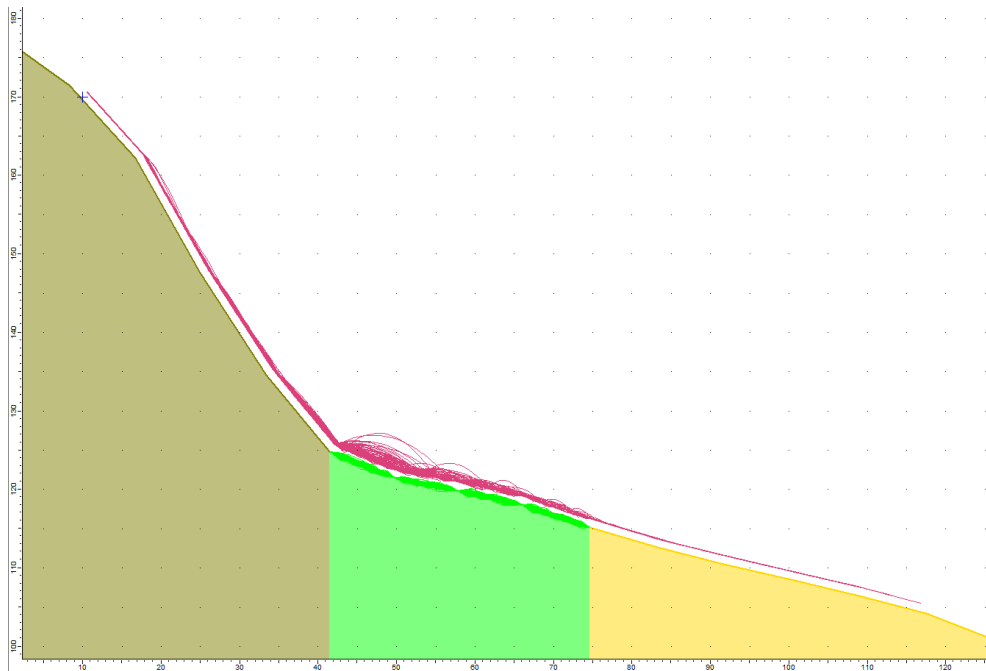
Fjellskredet fra Furekamben kan ha hatt et volum på 5 - 10 mill. m³. Høydeforskjellen mellom topp utfall og ytre avsetning er 750 m og dette indikerer en forventet rekkevidde på 1,2 - 1,8 km sammenlignet med andre fjellskred i Norge (Figur 10). Fjellskredet på Furekamben har hatt et utløp på ca 1,2 km og har litt kortere rekkeviddekred enn andre fjellskred i Norge.

5 Skrentsoner i nedre del av fjellsiden

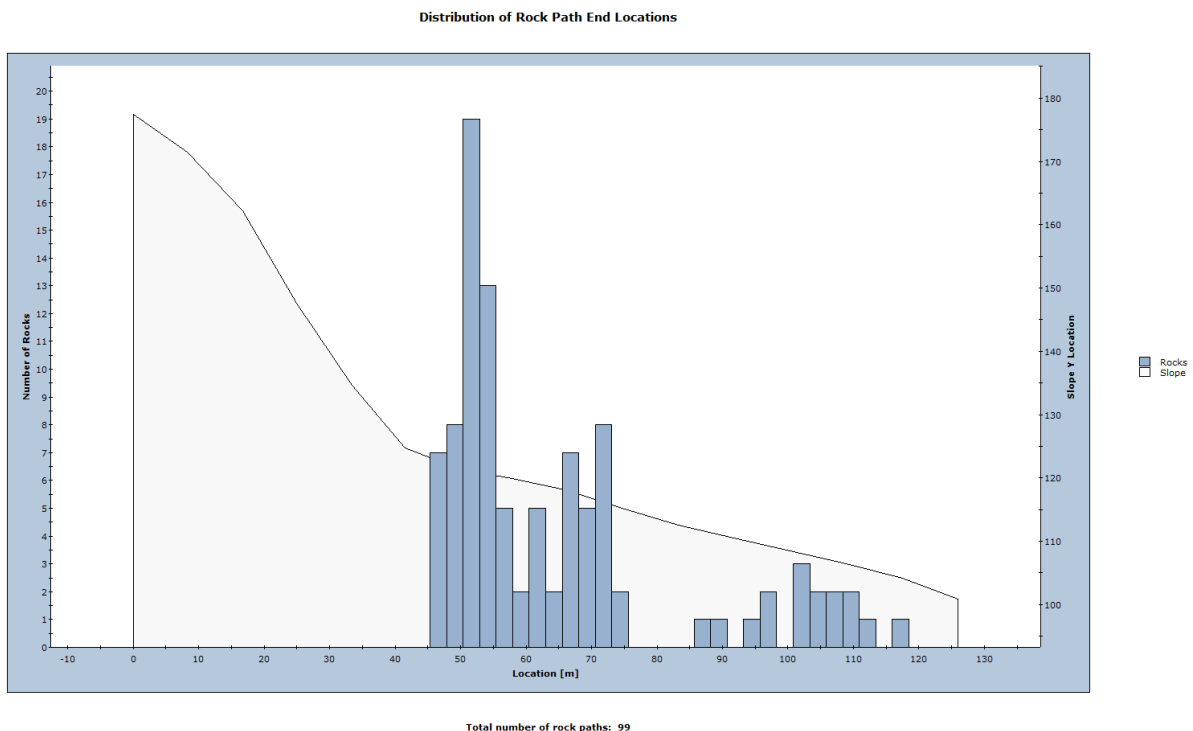
For skrentene i nedre del av fjellsiden er det utført enkle profilvurderinger. Erfaring med steinsprang er at blokkene vanligvis stopper før de når en gjennomsnittlig helning i fjellsiden som er under 30⁰ målt mellom ytre blokk og topp skrent (til horisontalen). Det er et skrentområde med en grov ur i foten øst for og nærmest Fretheim gård (Figur 11) og hvor de fleste steinblokkene har stopper før de når utfor kanten rundt kote 100 (Profil 8B0 og 4F6 på Kart 01). Noen blokker er ryddet inn i et steingjerde nede ved stien gjennom området og viser at steinsprang har nådd utover hele det slake partiet. Vi regner det derfor som lite sannsynlig av utfall skal nå forbi utflating under skrentområdet. Beregning med Rocfall-modellen viser også at det meste av utfall vil stoppe på avsatsen under øvre skrentsone vist på Figur 11 og Figur 13.



Figur 11 To bergskreanter ovenfor øverste gårdsbebyggelse i Viki.



Figur 12 Rocfall beregning med kubisk avrundet blokk ($2 \times 2 \times 2 \text{m}^3$) og med ruhet i ura.



Figur 13 Resultat fra beregningen med Rocfall-modellen som viser hvor blokkene stopper opp.

I skrentsonen (gneisbergart) ovenfor øverste gårdsbebyggelse i Viki er det lite løst berg, og noen få, men markerte, overheng (se Figur 11). Det ligger steinblokker fra utfall ned til husveggen ved det hvite huset øverst på Figur 11 og Figur 14. Nedenfor låven vest for våningshuset (Figur 15) ble det observert noen blokker som trolig stammer fra steinsprang. Profil 66A viser at 30⁰ helning er litt nedenfor der blokkene ligger og at steinsprang empirisk kan nå noe lengre ut.



Figur 14 Flere store skredblokker fra skrenten ovenfor huset. Kun eldre utfall. Gnr/Bnr 36/30 (hus nr. 11)



Figur 15 Flere blokk på nedsiden av låven, trolig ryddet fra jordet inntil på begge sider.

Lengre øst er det skrentsoner opp til mellom 180 – 230 moh. hvor steinsprang kan utløses. Disse skrentene er i fyllittområdet, hvor det kan være mye løst berg. Eventuelle utfall vil komme ned forbi der Mjelkehaugen er markert på Kart nr. 01. Lengste utløp herfra er ned til der den store fyllittblokka ligger på jordet nordøst for de øverste gårdhusa i Viki, markert som pkt. nr. 1 på Figur 4 og vist på Figur 16.



Figur 16 Stor fyllittblokk på jordet ovenfor bebyggelsen i Viki. Kan også sees øverst på dyrket jorde på Figur 17.



Figur 17 Skrentsonen øst for bebyggelsen nederst mot sjøen i Viki. Blokken på jordet er den samme som vist på Figur 16.

I nederste skrentsone og øst for bebyggelsen i Viki er det urdannelser fra tidligere utfall (Figur 18). Området er i fyllittsonen som har større aktivitet, og her kan det forventes en

del utfall. Det meste av blokkene ligger i ura, men enkelte blokker er observert utenfor urfoten (pkt. 10 og 12 på Figur 4).



Figur 18 Ur i fyllitt ovenfor bebyggelsen lengst øst i Viki.

6 Flomskred/jordskred

I Flåmsdalen er det en rekke områder med flomskred som for det meste følger bekkeløp. I det aktuelle området er det ingen bekker. Antakelig er flomskred her sjeldent også fordi hele fjellsiden er skogbevokst. Rotsystemet stabiliserer jorddekket og bidrar til å redusere muligheten for slike skred.

De bratte jordene i Vikabakkene er gressbevokst og tilplantet med frukttrær. Det er litt spor etter eldre utglidning, disse er trolig fra tiden like etter istiden og før det kom vegetasjon i området. Ved utgraving av tomter i nedre del av denne skråningen bør stabilitet beregnes/vurderes av geotekniker.

7 Faresoner for Viki

På Kart nr. 02 er faresoner inntegnet for Sikkerhetsklasse S2 og S3 i hht sikkerhetskravet i TEK 17 §7-3.

Sikkerhetsklasse S2 gjelder for:

"byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er

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

Sikkerhetsklasse S3 gjelder for:

"byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er

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

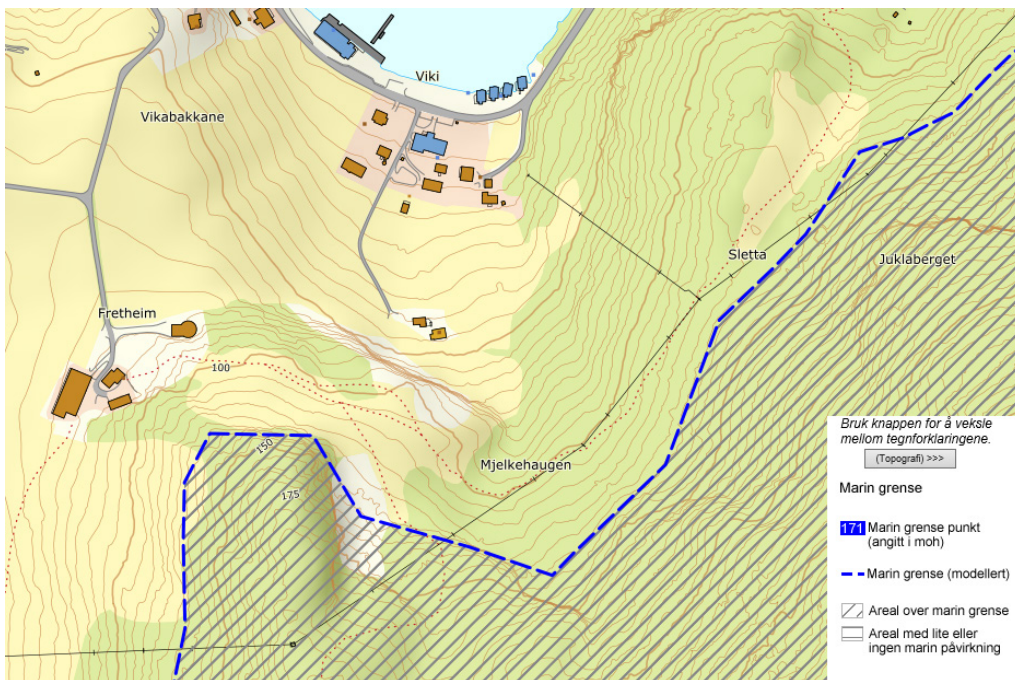
Sonen for sikkerhetsklasse S2 er basert på observerte steinblokker i området og enkle vurderinger og beregninger av utløp av steinsprang. Et større tidligere fjellskred fra Furekamben er observert og den ytre avgrensningen i utløpet er registrert relativt høyt oppe i fjellsiden. Det er ikke kartlagt fjellskredavsetninger i umiddelbar nærhet til det kartlagte området (NVE-Report 35, 2013). Mindre utfall vil uansett gå kortere, samtidig som slike små utfall vil ha store vansker med å forsere de gamle urmassene, som har stor ruhet. Utfall fra de mindre skrentene ser ut til å nå relativt kort ut fra skrentsonene.

For sikkerhetsklasse S3 har vi lagt grensen ut så langt vi regner med steinsprang kan nå i fra utløpsmodellene. De ytterste steinblokkene fra steinsprang kan være fjernet der det er dyrket mark. Dermed har vi ingen spor i terrenget som hjelper oss i vurderingen av rekkevidde til steinsprang med så lave sannsynligheter. Dette gjør også at det er stor usikkerhet i plasseringen av denne sonen.

I løsmasseskråningen ovenfor bebyggelsen er det spor etter to jordskred. Vi har ingen dateringer, men det er grunn til å tro at disse hendelsene inntraff i avslutningen av siste istid og før det ble etablert vegetasjon i området. Vi kan imidlertid ikke se bort fra at det kan løsne jordskred her og dermed legges faresonen for 5000 års returperiode litt forbi veien der vi har observert spor etter jordskred. Det er også stor usikkerhet i plasseringen av faresonen der det går jordskred.

8 Områdestabilitet

Ned mot sjøen i Viki ligger terrenget under marin grense (jfr. Figur 19). I mangel av grunnundersøkellesdata kan man da ikke se bort fra at det kan ligge marin leire under andre avsetninger. I så fall skal områdestabiliteten vurderes, dvs. sikkerheten mot kvikkleireskred. Iht. TEK17 kan en slik vurdering baseres på NVEs kvikkleireveiledning.



Figur 19 Marin grense ved Fretheim er ca ved kote 130 (Ref.: <http://geo.ngu.no/kart/arealis/>).

Av reguleringsplanen fremgår det at det skal bygges to nye boliger. Dette vil i så fall bety at tiltaket tilhører tiltakskategori K3 iht. NVE-veilederen for kvikkleire.

Vurdering av en evt. faresones utstrekning kan her kun baseres på topografi, og en sone vil starte ca. ved sjøkanten eller marbakken og gå opp til marin grense (med unntak av i områder der det er berg i dagen). Terrassen ved marin grense ved Leina lengre inn i dalen ligger på 132 moh tilsvarende ute ved Mjelkehaugen ovenfor Viki.

Mektighet av kvikkleire er ukjent uten grunnundersøkelser, det samme gjelder vurdering av poretrykksforhold og sensitivitet av evt. leire. Noe informasjon kan innhentes fra de som tidligere har gravd ut tomter for husbyggingen i området. På løsmassekartet (Figur 21) er det egentlig markert berg i dagen eller tynt dekke av løsmasser over hele byggeområdet. Det er grunn til å anta at det er lite leire oppover lia. Ned mot og ut i fjorden kan det evt. øke i mektighet, men en sone vil ikke fortsette langt ut i sjøen, da terrenget er for slakt. Hvorvidt det har gått kvikkleireskred fra sjøbunnen kan trolig sees på detaljert bathymetri, men tilgjengelig sjøkartet gir ingen informasjon.

Selv ved nokså ugunstige antakelser om lagdeling osv. er det her vanskelig å se for seg at man skal ende opp med en sone med høyere faregrad enn "middels". I så fall er kravet til sikkerhet for utbygging av inntil to boenheter (tiltakskategori K3 i NVEs veileder, Figur 20) at man må unngå å forverre stabilitetsforholdene, i tillegg til at erosjon må forhindres. Sistnevnte er ikke aktuelt, da ingen større bekkedrag finnes innenfor området. Hva angår stabilitet, er dette vanligvis et enkelt krav å oppfylle for eneboliger, da vekten av kjeller typisk vil kompensere for vekten av bygget. For bygg uten kjeller er det også forholdsvis enkelt å tilfredsstillende kravet. Dersom man skal gjøre større inngrep i terrenget må man uansett gjøre en geoteknisk vurdering, og utfyllinger uten geoteknisk vurdering bør generelt unngås.

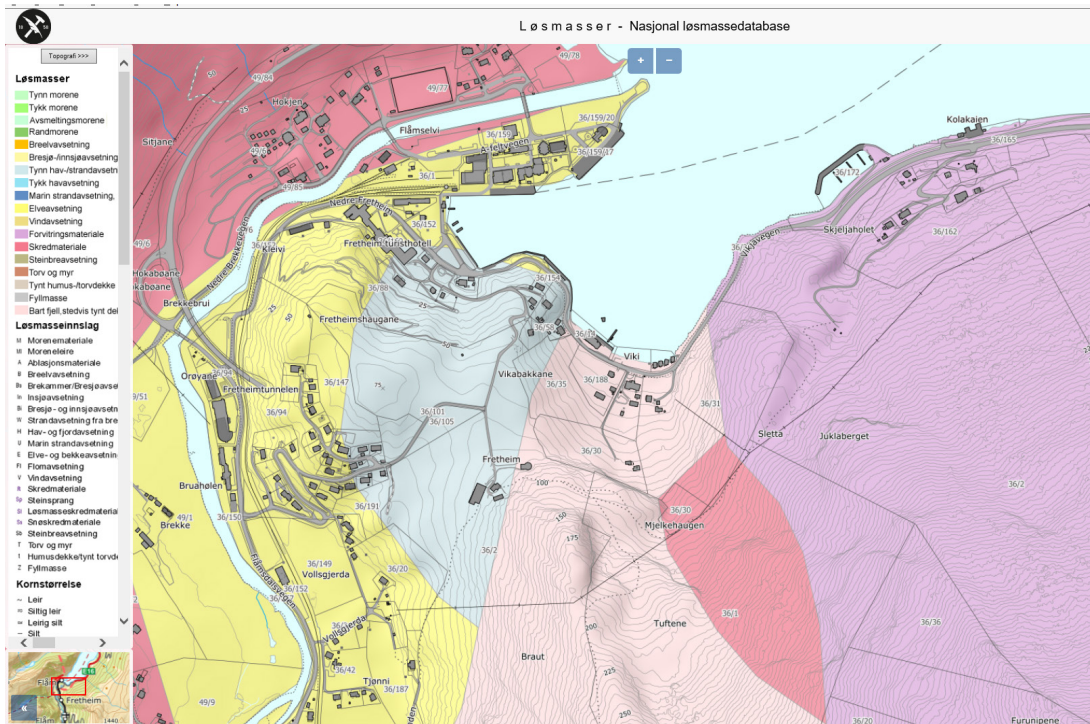
Tabell 5.2 Tiltakskategorier der det er nødvendig å identifisere, avgrense og faregradsevaluere hele faresonen.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulike faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
<p>K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.</p> <p>Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring **</p> <p>Kvalitetssikres av kollega.*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis $F > 1,2$, eller</p> <p>c) Forbedring hvis $F \leq 1,2$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p>K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/personopphold gjelder K4.</p> <p>Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring**</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, eller</p> <p>c) Forbedring hvis $F < 1,2$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p>K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>Eksempler er mer enn to eneboliger/fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industribygg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>

* Se kapittel 5.3.

** Det er ikke nødvendig med fullstendig utredning av sonen. Selve tiltaket kan utføres med et tilhørende stabiliserende tiltak for å oppnå "ikke forverring" av områdestabiliteten.

Figur 20 Tabell 5.2 fra NVEs kvikkleireveileder (2014). Tiltakskategorier K2-K4 med sikkerhetskrav



Figur 21 Løsmassekart for Viki, Flåm (fra www.ngu.no)

9 Referanser

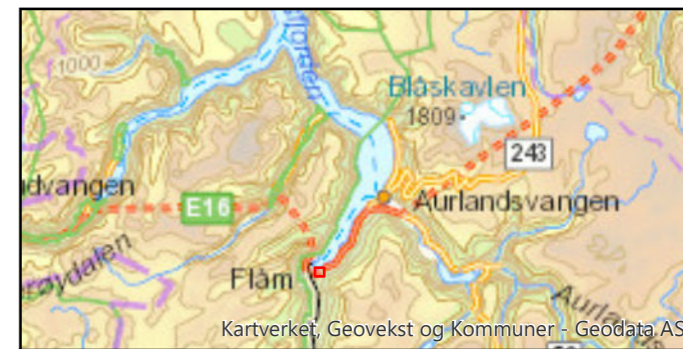
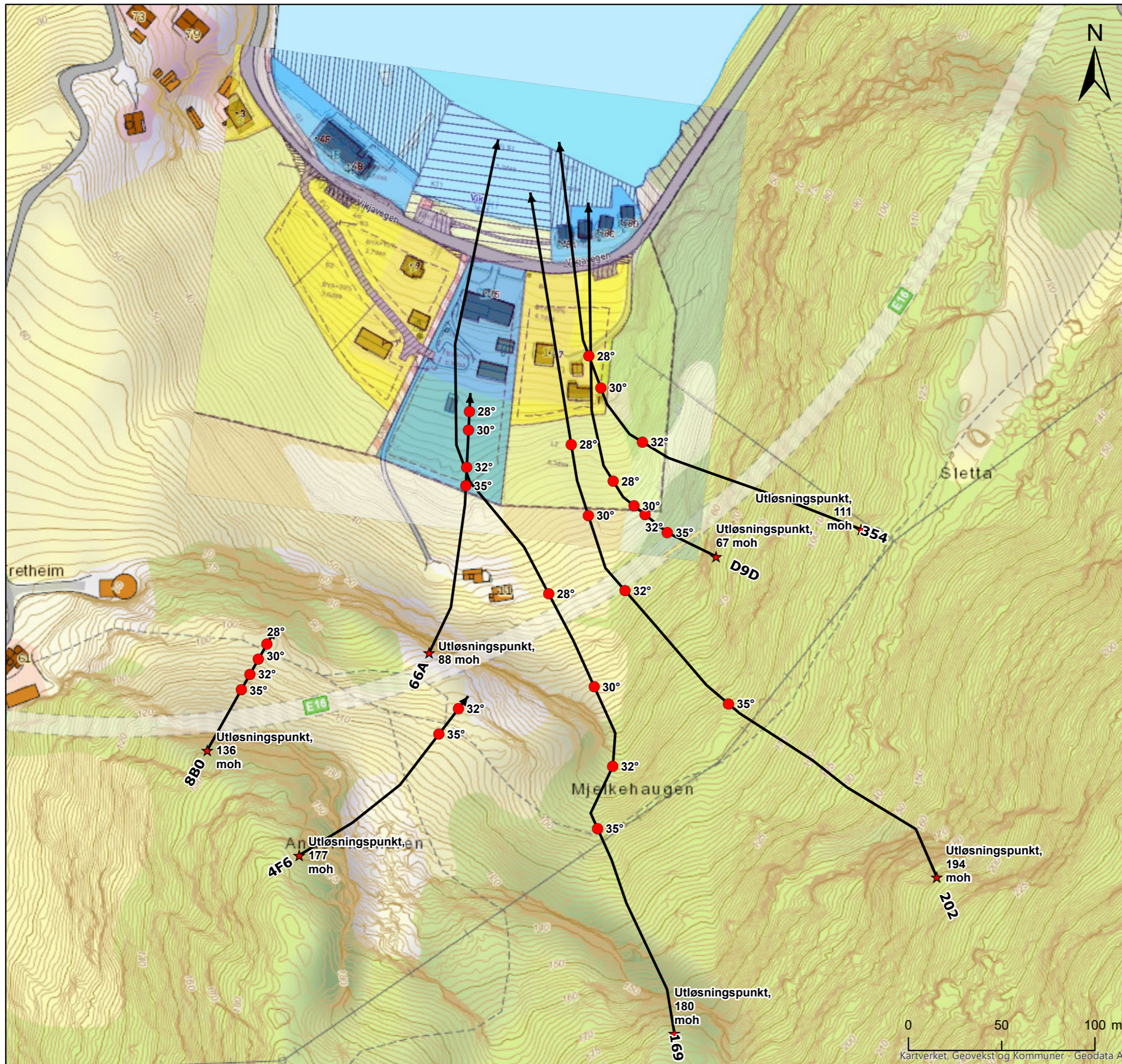
Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik B. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.

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

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

NVE (2014). Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 7 – 2014. ISSN 1501-0678

NVE Report 35, 2013. The unstable phyllitic rocks in Stampa – Flåm, western Norway. Compilation, scenarios, risk and recommendations.



Tegnforklaring

→ Skredprofil

Beregninger

Vinkelpunkt

★ Utløsningspunkt steinsprang


● Vinkel til utløsningspunkt

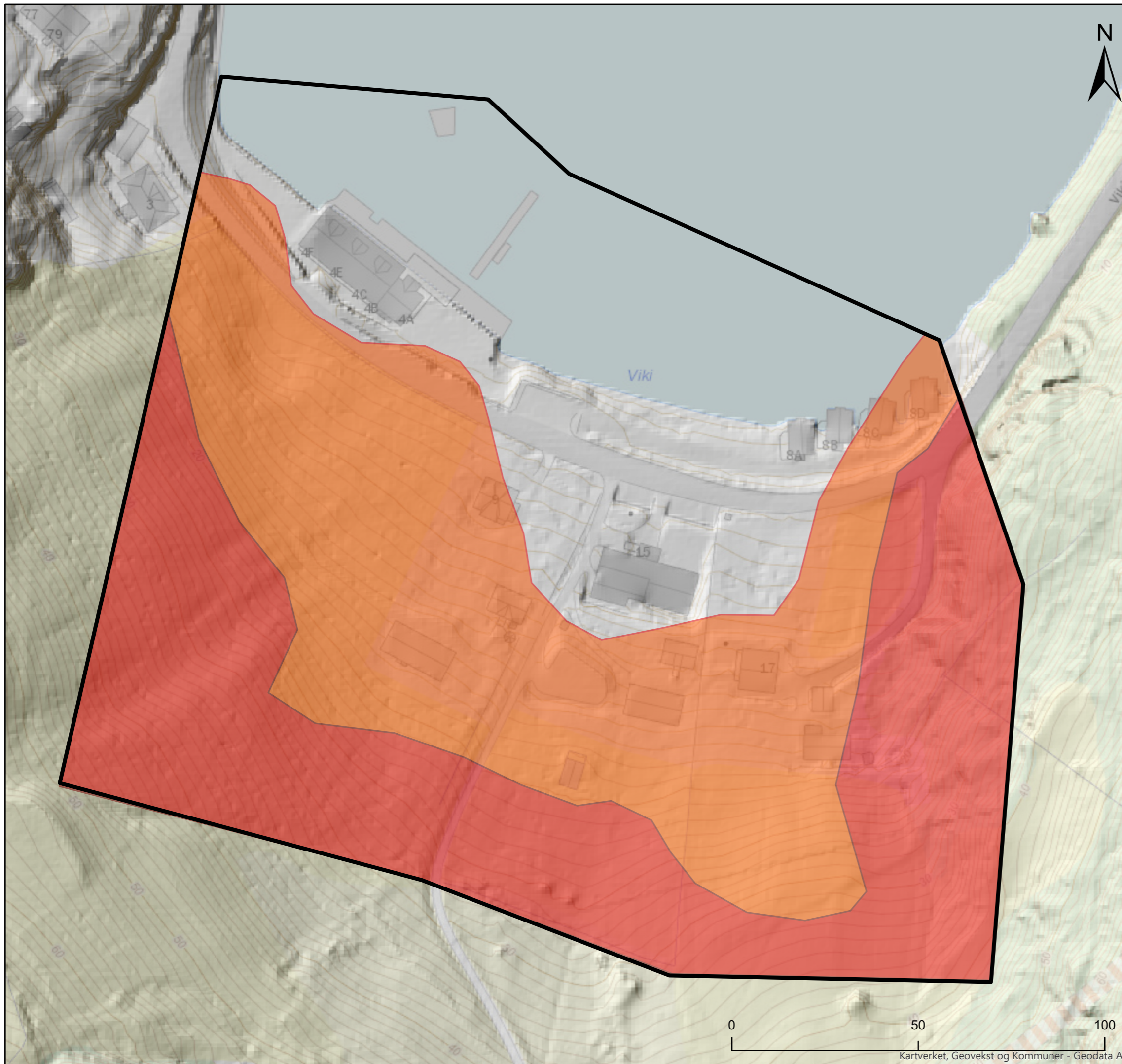
Viki, Flåm, Aurland kommune

Vurdering av skredfare
 Profil med helning fra topp skrent

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
09.07.2018	UD	FS	UD
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A3 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
2018048101-TN	01	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



Tegnforklaring

Vurderinger

Faresone

Nominell årlig sannsynlighet

- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$
- <all other values>

Viki, Flåm, Aurland kommune

Vurdering av skredfare

Faresone steinsprang. 1000 års returperiode

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
22.10.2019	UD	KMo	UD
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A3 1:1 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
2018048101-TN	02	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



Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Skredfarevurdering for deler av reguleringsområde Flåm		Dokumentnr./Document no. 20180481-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Aurland kommune	Dato/Date 2018-11-01
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 1 / 2019-10-29
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Steinskred		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Sogn og Fjordane	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Aurland	Felt navn/Field name
Sted/Location Flåm	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 33 Øst: 72732 Nord: 6772912	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:	Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2018-09-28 Ulrik Domaas	2018-10-01 Øyvind Høydal		
1	Inkludert S3 faresone	2019-10-23 Ulrik Domaas	2019-10-23 Katrine Mo		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 29. oktober 2019	Prosjektleder/Project Manager Ulrik Domaas
---	--------------------------------------	--

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller 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 tredjemand 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.

