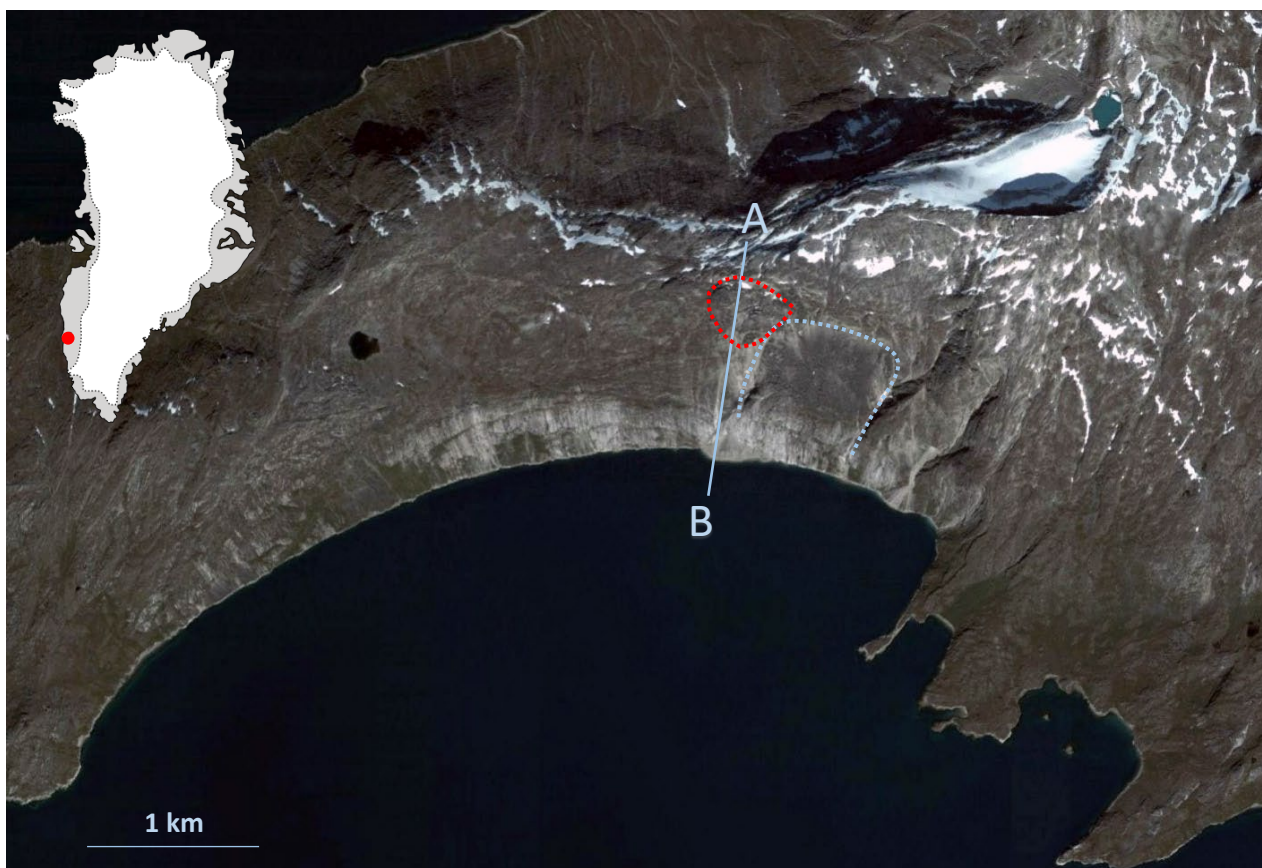


Faktablad nr. 18: Vurdering af Qaarusuup Qaqqaa



Figur 1: Lokalteten ved Qaarusuup Qaqqaa på Bjørneøen i Godthåbsfjorden. I et område umiddelbart vest for et skredar efter et forhistorisk fjeldskred (lyseblå stiplede linje) ses det ustabile fjeldparti (rødt stiplede omrids) med tydelige sprækker samt stenfallsaktivitet. Et tolket profil langs linjen AB ses i Figur 6. Billede fra Google Earth.

Konklusion

Det ustabile fjeldparti Qaarusuup Qaqqaa har meget veludviklede strukturer, men viser ingen tegn på bevægelse. Risikoen forbundet med en potentiel tsunami fra Qaarusuup Qaqqaa vurderes at være moderat. Risikoen vil hurtigt øges, hvis fjeldpartiet begynder at bevæge sig.

Det anbefales, at der foretages en periodisk monitoring mindst en gang om året af det ustabile fjeldparti ved Qaarusuup Qaqqaa ved hjælp af satellitdata (især InSAR-data), for at holde øje med om det skulle blive aktivt.

Indledning

Nærværende faktablad er et af 19 faktablade for potentielt ustabile fjeldpartier, som er undersøgt i "Undersøgelse af risiko for alvorlige fjeldskred i Grønland" 2019–2022. Vurderingerne af de potentielt ustabile fjeldpartier er baseret på nuværende viden og tilgængelige data for bevægelser og skredstrukturer. Risikoniveauet for disse vil i nogle tilfælde med tiden kunne ændre sig.

Lokalitet

Sydkysten af Qaarusuup Nunaa (Bjørneøen) i Godthåbsfjorden 25 km nordøst for Nuuk. 64°23'5"N, 51°24'40"V.

Afstand til beboede områder ad vandvejen

Nuuk	25 km
Qoornoq	30 km

Baggrund for risikovurderingen i screeningsundersøgelsen

I bunden af bugten på sydkysten af Bjørneøen ses et større skredar fra et forhistorisk fjeldskred på ca. 35 millioner m³. Umiddelbart vest for skredarret, i op til 700 m højde, ses et område med øst-vest-strygende sprækker på op til 10 meter bredde. Der er betydelig stenfallsaktivitet fra området, hvilket bl.a. ses ved, at der er opbygget en taluskegle på kysten nedenfor.

Geologi

Lokaliteten ligger på ryggen af en N-S-strygende antiklinal. Geologien omkring ustabiliteten består hovedsageligt af Nuuk Gnejs med indslag af Amîtsoq Gnejs, begge fra Arkæikum, med indslag af Proterozoiske doleritgange.

Feltobservationer

Feltobservationerne viste meget veludviklede strukturer i det ustabile fjeldparti (Figur 2), men ingen tegn på nylige bevægelser, ud over stenfallsaktivitet fra fjeldpartiets nedre del. Gnejsen i området har en tydelig lagdeling, som hælder 30–35° mod kysten. Der er en op til 45 m høj bagvæg, som hælder parallelt med lagdelingen og kan følges langs hele fjeldpartiets afgrænsning bagtil. Hele fjeldpartiet er gennemskåret af vertikale sprækker, som stryger enten parallelt med eller vinkelret på kysten (Figur 3). De største sprækker er mere end 10 m brede og er åbne 10–20 m ned til bunden af nedfaldne, løse blokke. Ud fra strukturerne vurderes det, at sprækkerne kan være noget dybere end 10–20 m. Siderne af sprækkerne er typisk brunlige i farven og bevokset med lav (Figur 4), hvilket viser, at bevægelsen er sket for meget lang tid (>100 år) siden. Der ses ingen tegn på nylig bevægelse.

Der er ikke tegn på, at bagvæggen fra det forhistoriske fjeldskred fortsætter ind bag det ustabile fjeldparti. Det forhistoriske fjeldskred er sket langs en 80–100 m høj, næsten vertikal bagvæg, som

går på tværs af lagdelingen, men bagvæggen af det ustabile fjeldparti hælder 35° – 30° mod kysten og følger lagdelingen. Det betyder, at det ustabile fjeldparti sandsynligvis ikke er så dybt som det forhistoriske fjeldskred.



Figur 2: Dronefoto af det ustabile fjeldparti Qaarusuup Qaqqaa (markeret med hvidt stiplede omrids). I baggrunden ses skredarret fra det forhistoriske fjeldskred (sort stiplede omrids).



Figur 3: Dronefoto af nogle af de store åbne sprækker på lokaliteten. To personer er markeret med røde cirkler for skala.

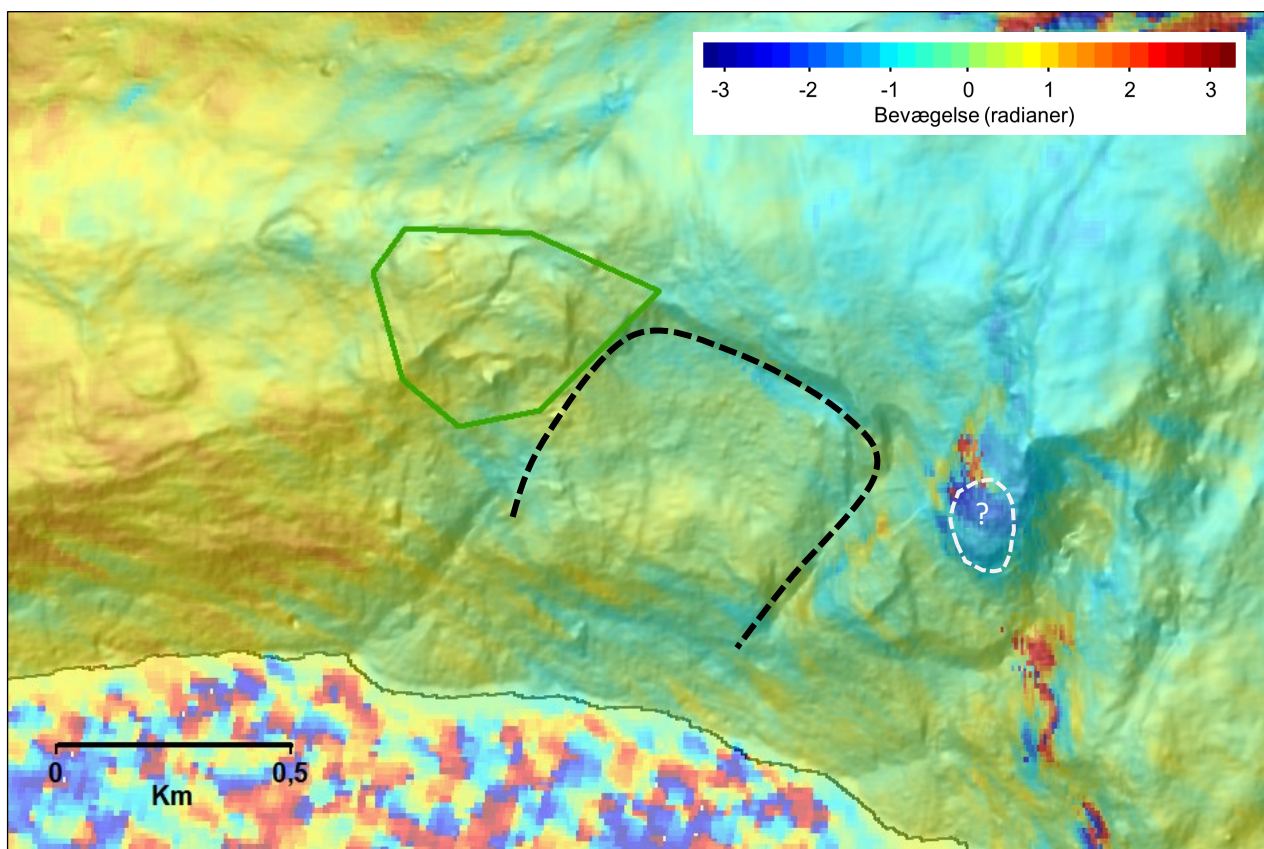


Figur 4: Foto af en sprække, som er brunlig i farven og bevokset med lav, hvilket viser på, at bevægelsen er sket for meget lang tid (>100 år) siden.

InSAR-analyse

Lokaliteten er udelukkende dækket af Sentinel-1 radarbilleder fra sydgående geometri, men der er data fra tre satellitspor med lidt forskellige synsretninger. Idet bevægelsen må formodes at være næsten stik syd, er geometrien ikke optimal for at måle bevægelse på lokaliteten. Analyser af InSAR-data fra de tre geometrier viser dog ingen tegn på bevægelse på lokaliteten (Figur 5). Selvom geometrien ikke er optimal, ville man forvente at se tegn på bevægelse i InSAR, hvis det var der.

I den øverste del af skredarret fra det forhistoriske fjeldskred, som er dækket af løse skredaflejringer, kan der ses bevægelse på nogle få cm per år i interferogrammer som spænder over måneder eller år. På den modsatte side af det forhistoriske fjeldskred er der et lille område, som på nogle interferogrammer har et svagt signal (se Figur 5). InSAR-dataene har en del støj i området pga. stejl topografi, og signalet ses ikke i interferogrammer som spænder over måneder eller år, så det er usikkert, om signalet viser reel bevægelse. Optiske satellitfotos viser, at der er sprækker på den del af skråningen, men området vurderes at være så lille, at en potentiel tsunami genereret af et fjeldskred fra området ikke vil udgøre en risiko for beboede områder.



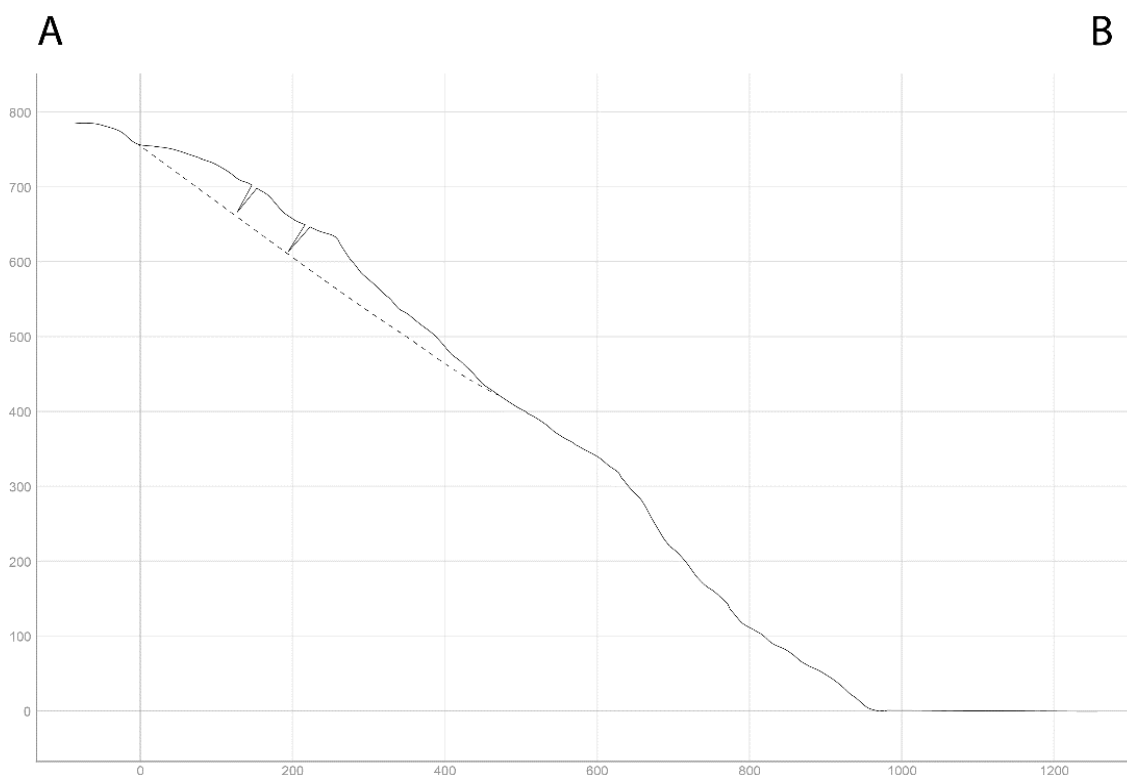
Figur 5: InSAR interferogram for 14/8 – 26/8 2022 (Sentinel-1 sydgående spor 25, farverne viser bevægelse i satellittens synsretning målt i radianer). Der ses ingen bevægelse på lokaliteten (markeret med grøn polygon). Skredarret fra det forhistorisk fjeldskred er markeret med sort stilet linje. På den modsatte side af skredarret er der et signal, som måske viser bevægelse i et lille område (hvidt stilet omrids). Interferogrammet er plottet oven på en hillshade fra ArcticDEM.

Størrelse

Arealet af fjeldpartiet med de kortlagte strukturer er ca. 160.000 m². Da bagvæggen hælder 30–35° mod kysten, er tykkelsen af fjeldpartiet sandsynligvis betydeligt mindre end tykkelsen af det forhistoriske fjeldskred, som løsnede sig langs en 80–100 m høj, næsten vertikal bagvæg. Tykkelsen vurderes således at være maksimalt 40 m i gennemsnit, hvilket ville give et volumen på 6,5 millioner m³. Dette estimat er dog lidt usikkert, idet der ikke er bevægelse i fjeldpartiet til at hjælpe med at estimere dets omfang.

Skredmodel

Det ustabile fjeldparti vil potentielt kunne glide på lagdelingen, som hælder 30–35° mod kysten på ryggen af antiklinalen, der dykker mod syd (Figur 7). Fjeldpartiet er så opbrudt, at det kan tænkes at falde ned med mindre dele ad gangen, hvilket ville mindske dets tsunamipotentialer. Det kan dog ikke udelukkes, at hele fjeldpartiet kan styrte ned på en gang.



Figur 7: Profil visende den mulige skredmodel for Qaarusuup Qaqqaa. Den stiplede linje er afglidningsplanet. De to sprækker i skredlegemet er placeret skematisk.

Fareklassificering

Lokaliteten er vurderet ved hjælp af den tilpassede norske fareklassificering (GEUS Notat, 29. september 2022). Faren er her lig sandsynligheden for, at der sker et fjeldskred. Der er meget

veludviklede strukturer, men ikke målbar bevægelse på lokaliteten, hvorfor sandsynligheden for, at der sker et fjeldskred, klassificeres som moderat (Tabel 1).

Tabel 1: Fareklassificering for Qaarusuup Qaqqaa

Kriterie	Point	Kommentar	
1	Udviklet bagvæg	1	Veludviklet bagvæg op til ca. 45 m høj
2	Potentielle glidestrukturer	1	Veludviklet lagdeling, som hælder 30–35° mod kysten
3	Laterale frigørelsesflader	0,75	Veludviklet mod vest, delvist udviklet mod øst
4	Kinematisk mulig	1	Lagdeling samt tydelige sprækkesystemer parallelt med og vinkelret på kysten
5	Morfologisk manifestation af brudflade	0,75	Usikkert, fordi der ikke er bevægelse til at hjælpe med at bestemme den nedre afgrænsning af fjeldpartiet, men den ser ud til at være helt fri
6	Hastighed	0	Ingen bevægelse i InSAR
7	Acceleration	0	
8	Øget stenfallsaktivitet	0,5	Taluskegle neden for fjeldpartiet
9	Tidligere hændelser	0,5	Forhistorisk fjeldskred lige øst for
	Sum point	5,5	Svarer til moderat fareklasse

Tsunamimodellering

Idet der ikke er bevægelse i det ustabile fjeldparti, er der ikke foretaget en detaljeret modellering af en potentiel tsunami fra lokaliteten. Ifølge den empiriske SPLASH-formel (Oppikofer et al., 2018), som beregner opskylshøjde ud fra volumen af skredmasserne, afstand ad vandvejen og afbøjning af tsunamibølgen rundt om forhindringer, kan et fjeldskred på 6,5 millioner m³ fra Qaarusuup Qaqqaa generere et opskyl på ca. 4,5 m på nordkysten i Nuuk (ved middelvandstand).

Risikovurdering

Fjeldpartiet Qaarusuup Qaqqaa har meget veludviklede strukturer og ligger i et område med tidligere skredhistorik, men der måles ingen bevægelse i fjeldpartiet i dag. Et estimat over en potentiel tsunami genereret ved et fjeldskred fra Qaarusuup Qaqqaa indikerer en opskylshøjde på 4,5 m i den nordlige del af Nuuk (ved middelvandstand). Risikoen forbundet med et potentielt fjeldskred og tsunami fra Qaarusuup Qaqqaa vurderes at være moderat. Idet der er tale om et translationskred, der ikke er selvstabiliserende (se f.eks. Svennevig og Keiding, 2020), vil risikoen dog hurtigt øges, hvis fjeldpartiet begynder at bevæge sig.

Det anbefales, at der mindst en gang om året foretages en screening af det ustabile fjeldparti ved Qaarusuup Qaqqaa ved hjælp af satellitdata (især InSAR-data) for at holde øje med om det skulle blive aktivt. Hvis fjeldpartiet begynder at bevæge sig, anbefales det, at der foretages yderligere feltbesøg og en detaljeret risikoklassificering.

Referencer

GEUS Notat om risikoklassificering af ustabile fjeldpartier i Karrat og Kigarsima, Uummannaqs fjordsystem, 29. september 2022.

Oppikofer, T., Hermanns, R. L., Roberts, N. J., Böhme, M., 2018. SPLASH: semi-empirical prediction of landslide-generated displacement wave run-up heights. Fra: Lintern et al. (eds). Subaqueous Mass Movements. Geological Society, London, Special Publications, 477, <https://doi.org/10.1144/SP477.1>.

Svennevig, K., Keiding, M. 2020. En dansk nomenklatur for landskred. Geologisk Tidsskrift 2020, 19–30.