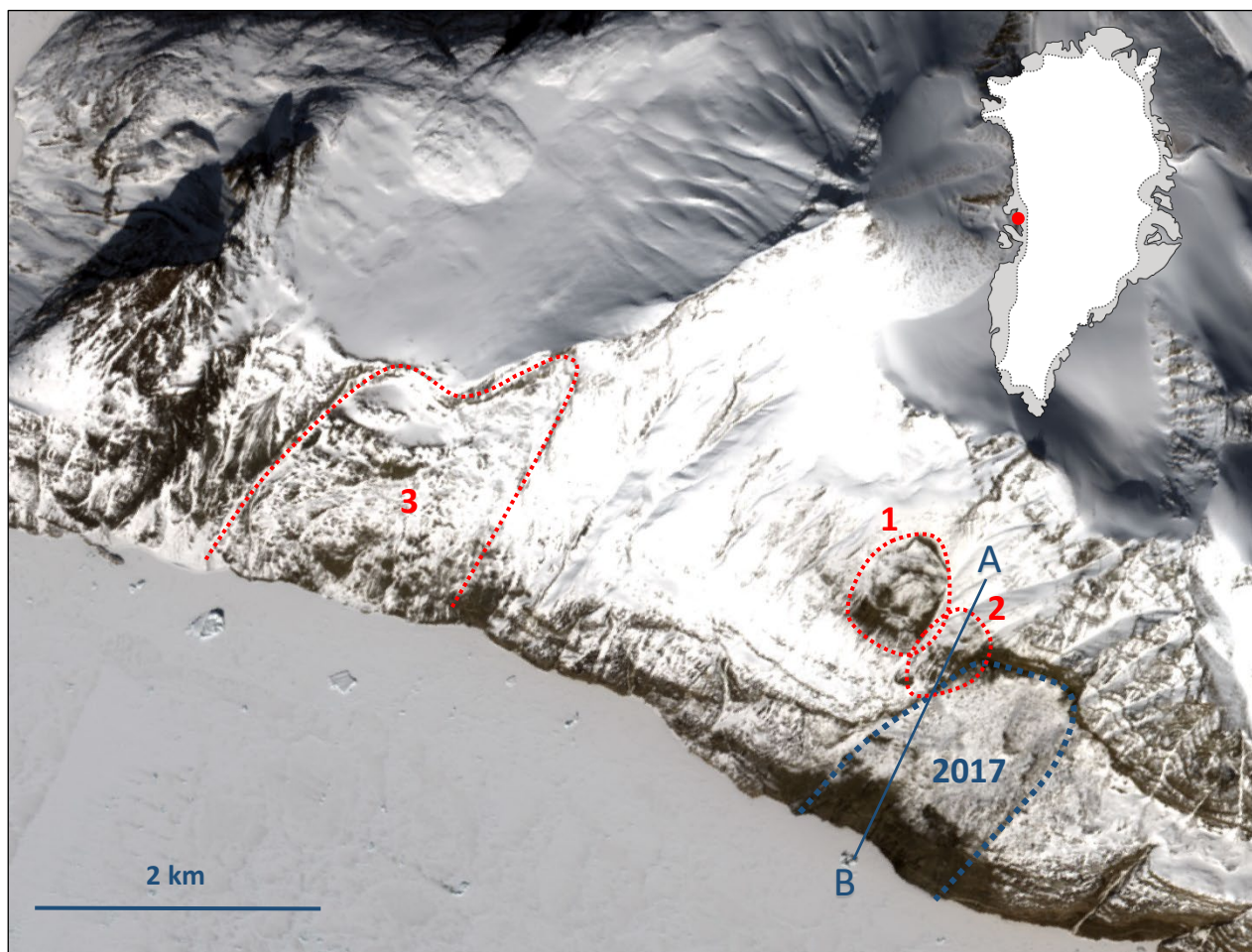


## Faktablad nr. 4: Vurdering af Karrat 2



Figur 1: Skredkysten ved Karrat. Mod øst ses arret fra fjeldskredet i juni 2017 (blå stiplede linje) og nordvest herfor fjeldpartierne Karrat 1 og 2 (1, og 2, røde stiplede omrids). På den vestlige del af fjeldsiden ses det store ustabile fjeldparti Karrat 3 (3, rød stiplede linje). Et tolket profil langs linjen AB ses i Figur 5. Karrat 1 er beskrevet i faktablad nr. 3 og Karrat 3 i faktablad nr. 5. Sentinel-2 satellitbillede fra 2018.

### Konklusion

Der vurderes at være meget høj sandsynlighed for, at der sker et fjeldskred fra det ustabile fjeldparti Karrat 2. Tsunamimodelleringen viser, at et potentielt fjeldskred fra Karrat 1 og 2 kun udgør en fare for Nuugaatsiaq og Illorsuit. Det anbefales, at der er en generel opmærksomhed på risikoen for fjeldskred og tsunami fra de to ustabile fjeldpartier i forbindelse med ophold og færdsel i området.

## 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

30 km øst for Nuugaatsiaq i den nordlige del af Uummanaq-bugten. 71°38'36"N, 52°21'230"V.

## Afstand til infrastruktur ad vandvejen

Nuugaatsiaq	30 km
Illorsuit	60 km

## Baggrund for risikovurderingen i screeningsundersøgelsen

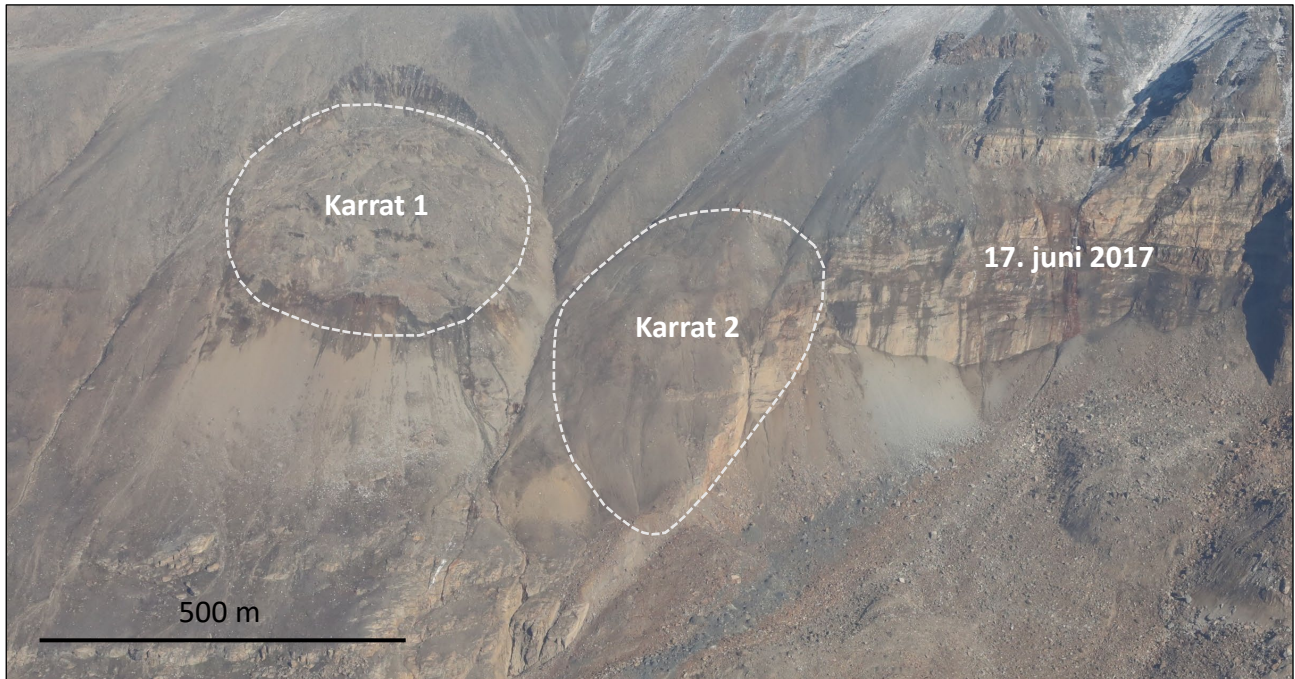
Karrat 2 ligger umiddelbart vest for 17. juni 2017 fjeldskredet i 600 til 900 m højde. Fjeldpartiet afgrænses mod nord af sprækker, der er tolket til at være den vestlige forlængelse af bagvæggen fra 17. juni 2017 fjeldskredet (Svennevig et al, 2020).

## Geologi

Området er en del af den geologiske Karrat Gruppe, der består af metamorfoserede Proterozoiske sedimenter, som overligger og er foldet med gnejs fra Arkæikum. Lokalt består bjergsiden af schist bestående af metamorfoseret muddersten, der overlejrer Arkæisk gnejs (grundfjeld).

## Feltobservationer

Karrat 2 er ikke besøgt til fods pga. risikoen for fjeldskred. Skråfotos og andre optiske data viser, at der er meget hyppig stenfallsaktivitet fra den østlige afgrænsning af fjeldpartiet, ind mod skredarret fra 17. juni 2017 fjeldskredet (Figur 2). Feltobservationer umiddelbart vest for Karrat 1 og 2 viser tydelig lagdeling, der hælder 20°–30° mod fjorden (dip-slope), som kan fungere som glidestrukturer, samt vertikale kystparallelle sprækker, som kan udgøre frigørelsesflader for ustabile fjeldpartier på skråningen (Figur 3).



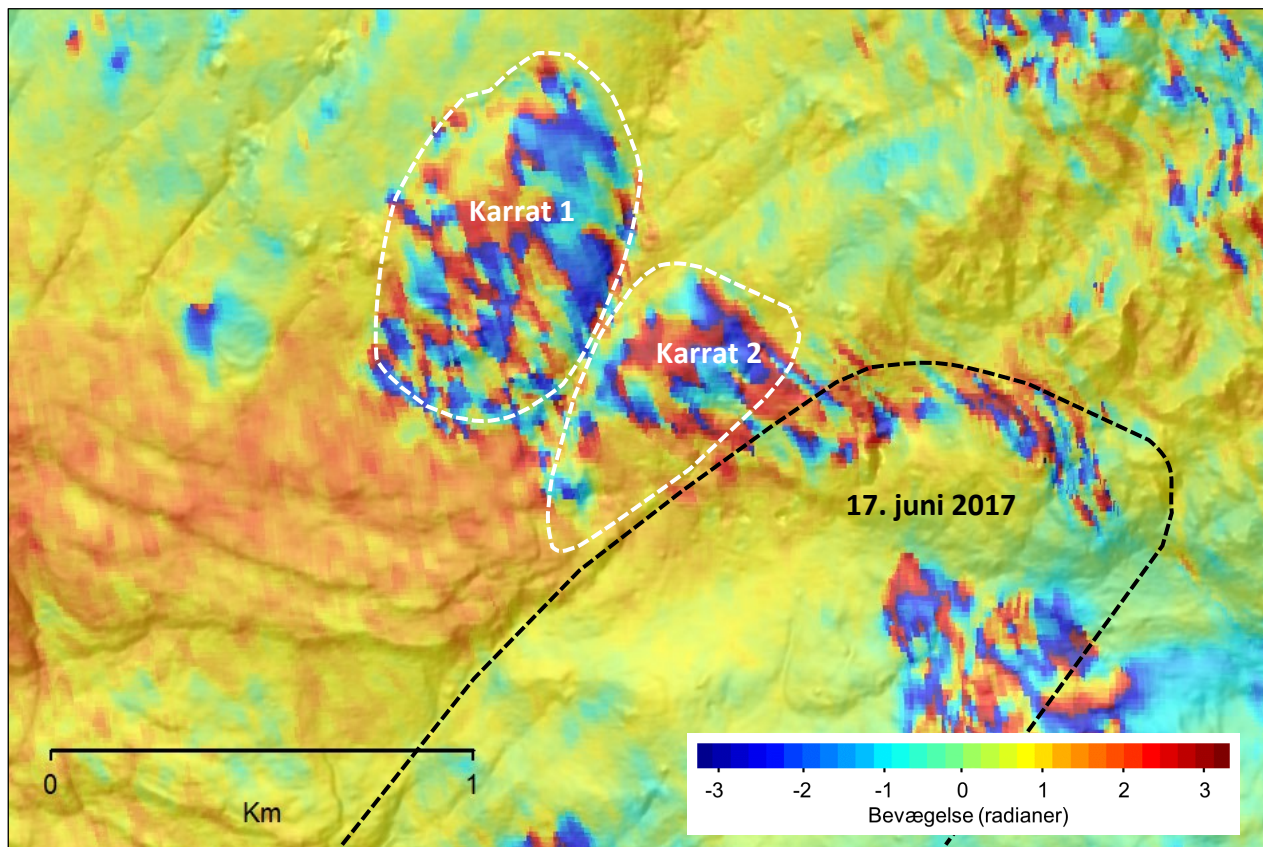
Figur 2: Helikopterfoto af Karrat 1 og 2 samt en del af skredarret fra 17. juni 2017 fjeldskredet.



Figur 3: Feltfoto taget vest for Karrat 1 og 2, som viser meget tydelig lagdeling, der hælder 20°–30° mod fjorden (dip-slope), samt vertikale, kystparallelle sprækker.

## InSAR-analyse

Karrat 2 har vist tegn på bevægelse siden 2015 og har siden juni 2017 dekorreleret i Sentinel-1 InSAR-data, hvilket indikerer bevægelser på mere end 50 cm/år (Figur 4).



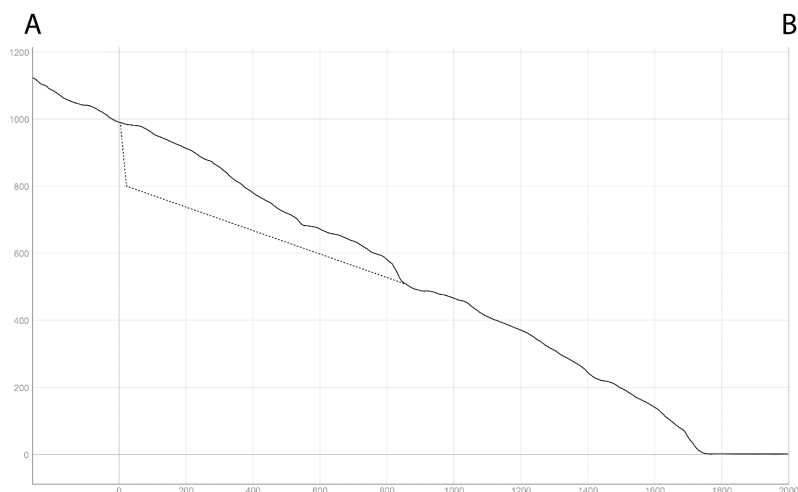
Figur 4: Interferogram for 2/7 – 14/7 2021 (Sentinel-1 sydgående spor 25, farverne viser bevægelse i satellittens synsretning målt i radianer). Karrat 1 og 2 (hvide stiplede omrids) ligger umiddelbart vest for skredarret fra 17. juni 2017 fjeldskredet (sort stiplet omrids). Både Karrat 1 og 2 dekorrelerer i InSAR. Interferogrammet er plottet oven på en hillshade fra ArcticDEM.

## Størrelse

Volumen af Karrat 2 er estimeret ud fra arealet af det ustabile fjeldparti og en antaget tykkelse baseret på en formodning om, at bevægelserne sker over den samme skredflade som 2017-skredet (Figur 5). Dette giver et volumen på 11 millioner m<sup>3</sup>.

## Skredmodel

Feltundersøgelserne har vist, at tidligere fjeldskred og de ustabile fjeldpartier sandsynligvis er strukturelt betingede pga. dip-slope og vertikale sprækker i området.



Figur 5. Skematisk profil igennem Karrat 2.

## 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. Karrat 2 er karakteriseret ved veludviklede strukturer og hurtig bevægelse, hvorfor sandsynligheden for, at der sker et fjeldskred, klassificeres som meget høj (Tabel 1).

Tabel 1: Fareklassificering for Karrat 2.

Kriterie	Point	Kommentar
1 Bagvæg	0,5	Der er en bagvæg under udvikling fra den østlige del af fjeldpartiet. Bagvæggen ligger i forlængelse af bagvæggen fra fjeldskredet i 2017.
2 Potentielle glidestrukturer	0,75	Lagdeling hælder ca. 20° mod kysten.
3 Laterale frigørelsesflader	0,75	Mod øst udgør skredarret fra fjeldskredet i 2017 en helt fritstående frigørelsesflade for Karrat 2. Mod vest er afgrænsningen mere utydelig.
4 Kinematisk mulig	1	Lagdelingen sammen med vertikale, kystparallelle sprækker i området giver kinematisk mulighed for skred.
5 Morfologisk manifestation af brudflade	0,75	Idet skredarret fra 2017 går skråt ind under Karrat 2, er der ikke noget som understøtter det ustabile fjeldparti.
6 Hastighed	5	Fuldstændig dekorrelation i InSAR.
7 Acceleration	*	Se note
8 Øget stenfallsaktivitet	1	Betydelig stenfallsaktivitet særligt fra fjeldpartiets østlige og nedre del.
9 Tidligere hændelser	1	Ja, i 2009, 2016 og 2017.
Sum point	10,75	Svarer til <b>meget høj</b> fareklasse
*Der gives ikke point for acceleration når hastigheden har 5 point.		

## Tsunamimodellering

Detaljeret tsunamimodellering er udført af Norges Geotekniske Institut og beskrevet i NGI Rapport af 26. marts 2021 og GEUS Notat 4. august 2022. Fjeldskred fra Karrat 1 og 2 vil kun generere opskyl i Nuugaatsiaq og Illorsuit, men kan medføre stærk strøm ved andre byer og bygder (Tabel 2).

Tabel 2: Simulerede ankomsttider og opskylshøjder for en potentiel tsunami genereret af et fjeldskred fra Karrat 1 og 2. Opskylshøjderne i tabellen er højeste estimerer ved maksimalt højvande på 1,3 m over middelvandstand. Opskylshøjderne er angivet i intervaller, som afspejler, at tsunamibølgerne når forskellige højder afhængigt af den lokale topografi og batymetri. Tsunamimodelleringen viste, at der ikke vil blive genereret opskyl i bygder som ligger længere væk end Illorsuit.

	Afstand (km)	Tid til ankomst af første bølge (min)	Opskylshøjde Karrat 1 (13 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) (m)	Opskylshøjde Karrat 2 (11 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) (m)
Nuugaatsiaq	30	7	3–6 m	3–6 m
Illorsuit	60	13	3 m	3 m

## Risikovurdering

Tsunamimodelleringen viser, at fjeldskred fra Karrat 1 og 2 kun udgør en potentiel fare for Nuugaatsiaq og Illorsuit. Så længe Illorsuit og Nuugaatsiaq er ubeboede, udgør de to fjeldpartier derfor ikke nogen risiko. Det anbefales, at der er en generel opmærksomhed på risikoen for fjeldskred og tsunami fra de to ustabile fjeldpartier i forbindelse med ophold og færdsel i området.

## Referencer

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

GEUS Notat om risiko ved en tsunami udløst af et fjeldskred fra Karrat fjorden i Uummannaqs fjordsystem – opdaterede opskylskurver per august 2022, 4. august 2022.

NGI Report no 20200823-01-R: Tsunami hazard screening for Uummannaq fjord system – Greenland. Hazard scenario simulations and 2017 event hindcast, 26. marts 2021.

Svennevig, K., Dahl-Jensen, T., Keiding, M., Boncori, J.P.M., Larsen, T., Salehi, S., Solgaard, A.M., Voss, P.H., 2020. Evolution of events before and after the 17 June 2017 rock avalanche at Karrat Fjord, West Greenland – a multidisciplinary approach to detecting and locating unstable rock slopes in a remote Arctic area. *Earth Surface Dynamics*. 8, 1021–1038. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/esurf-8-1021-2020>.