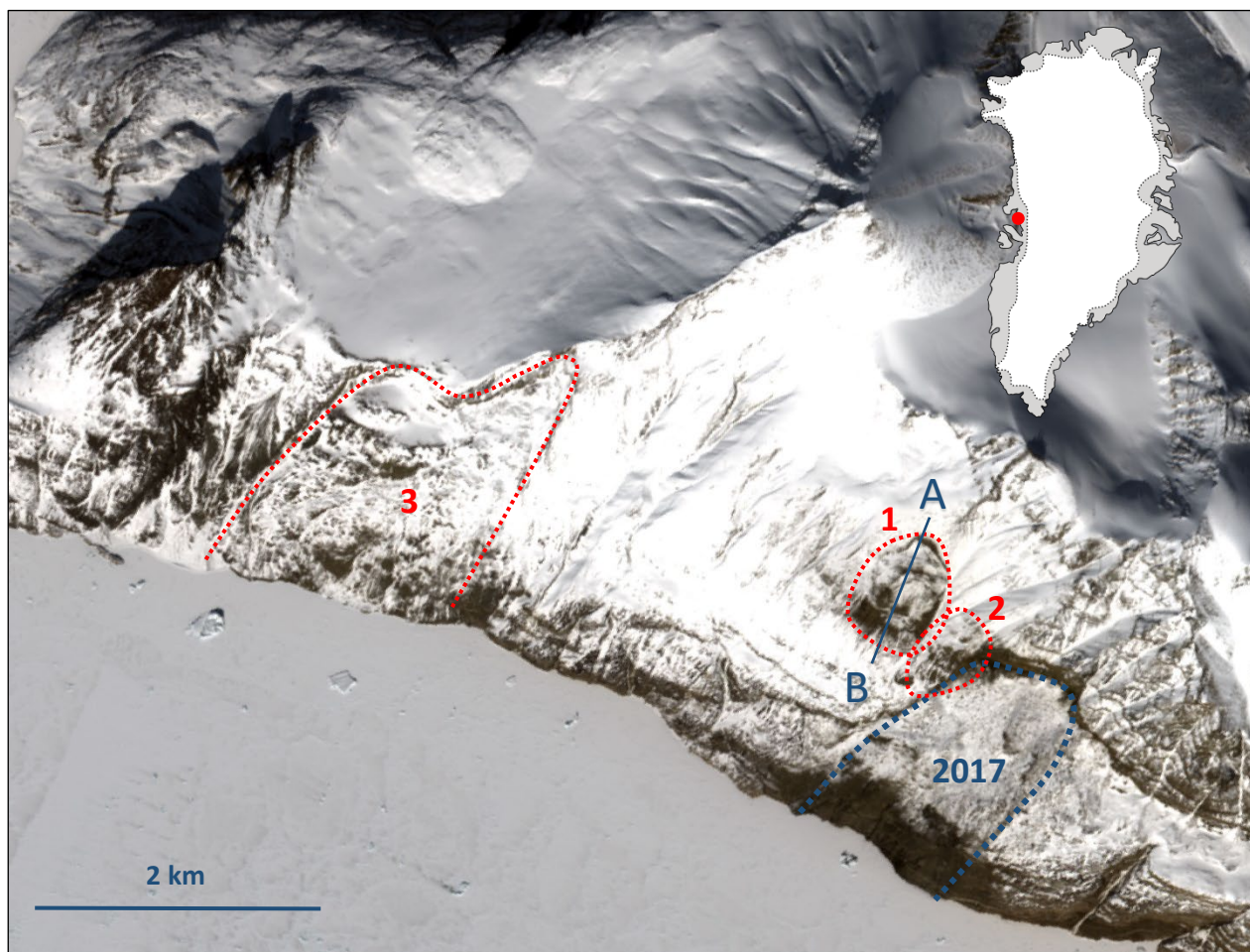


## Faktablad nr. 3: Vurdering af Karrat 1



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 2 er beskrevet i faktablad nr. 4 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 1. Tsunamimodelleringen viser, at et potentielt fjeldskred fra Karrat 1 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 1 ligger ca. 500 m vest for 17. juni 2017 fjeldskredet i 1200 m højde. Fjeldpartiets overflade er stærkt opbrudt, og der er betydelig stenfallsaktivitet fra fjeldpartiets nedre del (Svennevig et al., 2020).

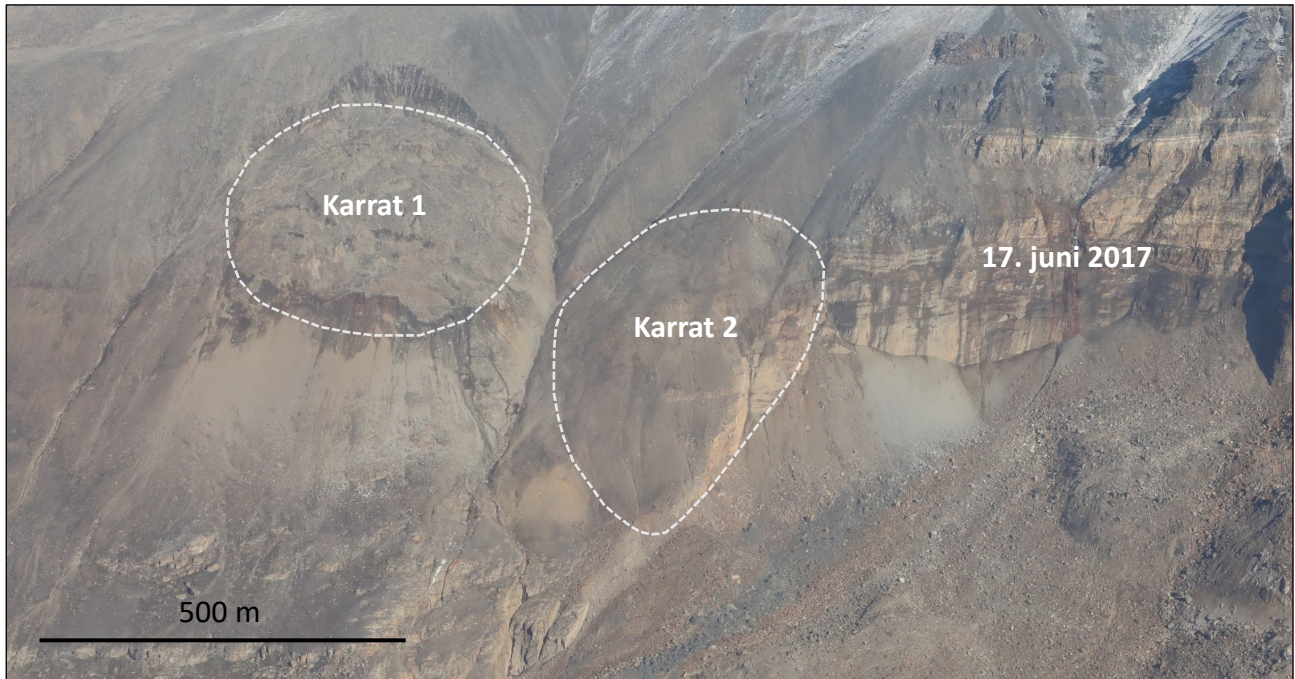
## Geologi

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 1 er ikke besøgt til fods pga. risikoen for stenfald og fjeldskred. Skråfotos og andre optiske data viser, at der er meget hyppig stenfallsaktivitet fra nedre del af det ustabile fjeldparti, hvor der også er mørke striber af smeltende permafrost (Figur 2). Aktiviteten i den nedre del af Karrat 1 har været tiltagende i det seneste år. 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 skredarret fra 17. juni 2017 fjeldskreddet.

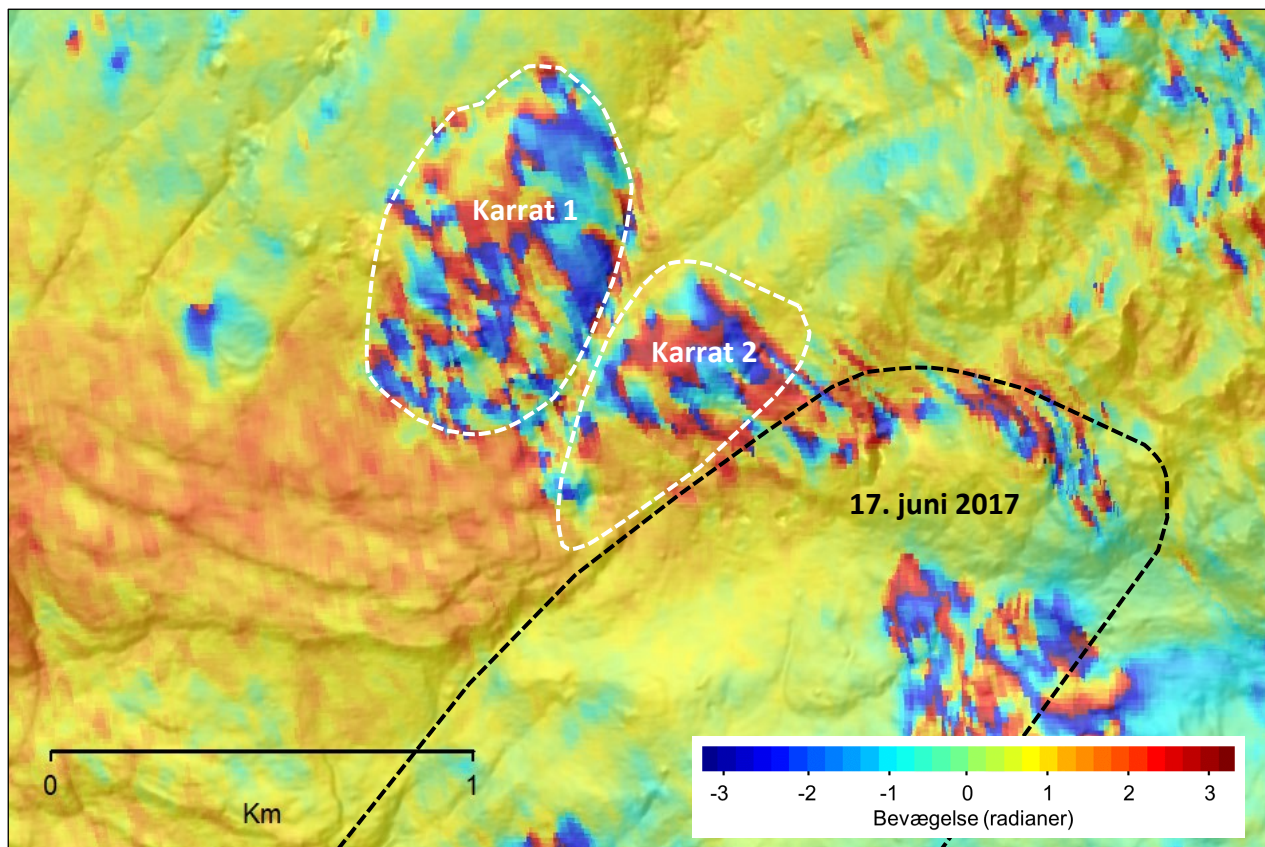


Figur 3: Feltfoto taget vest for Karrat 1 og 2, som viser meget tydelig lagdeling, der hælder 20°–30° mod fjorden (dip-slope), samt vertikale, kystparallelle sprækker.



## InSAR-analyse

Karrat 1 har været i bevægelse siden maj 2015 og har siden september 2015 dekorreleret i Sentinel-1 InSAR-data, hvilket indikerer bevægelser på mere end ca. 50 cm/år (Figur 4). Bevægelsen er sandsynligvis betydeligt hurtigere end det.



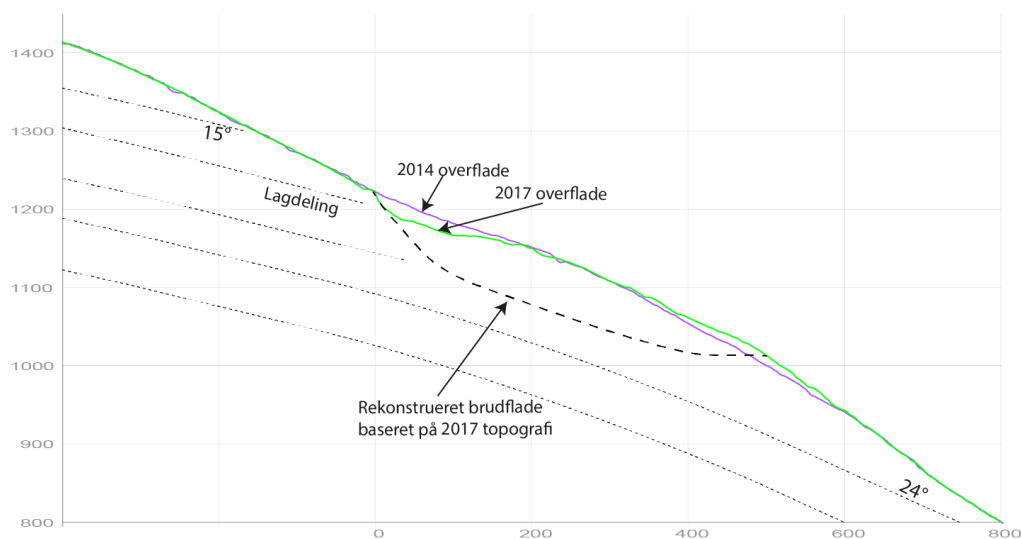
Figur 4: Interferogram for 2/7 – 14/7 2021 (Sentinel-1 sydgående spor 25, farverne viser bevægelse i satellittens synsretning målt i radianer). Karrat 1 og 2 (hvide stiplede omrids) ligger umiddelbart vest for skredarret fra 17. juni 2017 fjeldskreddet (sort stiplede omrids). Både Karrat 1 og 2 dekorrelerer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

## Størrelse

Volumen af Karrat 1 er estimeret ud fra arealet af det ustabile fjeldparti og højden af bagvæggen, hvilket giver et volumen på 13 millioner m<sup>3</sup>.

## Skredmodel

Feltundersøgelserne har vist, at tidligere fjeldskred og de ustabile fjeldpartier i Karrat sandsynligvis er strukturelt betingede pga. dip-slope og vertikale sprækker i området. Et tolket tværsnit gennem Karrat 1 er vist i Figur 5.



Figur 5: Tolket tværsnit igennem Karrat 1, der viser det konstruerede forløb af brudfladen. Forskellen i terrænoverfladerne i hhv. 2014 og 2017 viser tydeligt den hurtige udvikling af det ustabile fjeldparti, som har været aktivt siden 2015.

## 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 1 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 1.

Kriterie	Point	Kommentar
1 Bagvæg	1	Veludviklet bagvæg på 50 meters højde med blottet fast klippe.
2 Potentielle glidestrukturer	1	Lagdelingen hælder 20–30° mod kysten.
3 Laterale frigørelsesflader	1	Veludviklede frigørelsesflader til begge sider.
4 Kinematisk mulig	1	Lagdelingen sammen med vertikale, kystparallelle sprækker i området giver kinematisk mulighed for skred.
5 Morfologisk manifestation af brudflade	1	Veludviklet brudflade langs hele fjeldpartiets nedre afgrænsning.
6 Hastighed	5	Fuldstændig dekorrelation i InSAR. At dømme efter den meget opbrudte overflade kan hastigheden være flere meter per år.
7 Acceleration	*	Se note
8 Øget stenfallsaktivitet	1	Betydelig stenfallsaktivitet særligt fra fjeldpartiets nedre del.
9 Tidligere hændelser	1	Ja, i 2009, 2016 og 2017.
Sum point	12	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 26. marts 2021 og GEUS Notat af 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>.