

# GEUS Notat om risiko for beboede områder ved en tsunami udløst af et fjeldskred fra lokaliteten Kigarsima i Uummannaqs fjordsystem

## Indholdsfortegnelse

Indledning.....	2
Sammendrag.....	4
Lokaliteten Kigarsima .....	6
Tsunamimodellering.....	6
Metode og datagrundlag.....	7
Tsunamimodellering for Kigarsima.....	7
Illorsuit.....	8
Qaarsut .....	9
Niaqornat.....	10
Uummannaq.....	11
Saattut .....	13
Ukkusissat.....	14
Ikerasak.....	15
Risikovurdering.....	16
Afsluttende kommentarer og konklusioner .....	16
Referencer .....	17

## Indledning

I projektet "Undersøgelse af risiko for alvorlige fjeldskred i Grønland" blev der tidligere i år identificeret et ustabil fjeldparti i Uumannaqs fjordsystem, kaldet Kigarsima (Figur 1), hvor GEUS vurderede, at der var meget høj sandsynlighed for et fjeldskred, som kunne have alvorlige konsekvenser for nærliggende beboede områder. Formanden for Beredskabskommissionen blev informeret om de nye observationer ved et møde 6. april 2022 og opfølgende GEUS Notat af 8. april 2022.



Figur 1: Oversigtskort over Uumannaqs fjordsystem med angivelse af Kigarsima og Karrat.

GEUS' foreløbige vurdering var, at især bygderne Niaqornat, Qaarsut og Ukkusissat kunne være udsatte. GEUS vurderede ligeledes, at der var betydelig større sandsynlighed for et fjeldskred fra Kigarsima end fra Karrat 3. Til gengæld viste de foreløbige estimater over opskylshøjde, at en potentiel tsunami udløst af et fjeldskred fra Kigarsima ville have en lavere samlet konsekvens end en tsunami fra Karrat 3.

På den baggrund iværksatte GEUS en tsunamimodellering ved Norges Geotekniske Institut (NGI), der i 2021 også udførte tsunamimodellering for potentielle fjeldskred fra Karrat 1, 2 og 3 (NGI Rapport af 26. marts 2021 og GEUS Notat af 29. marts 2021). NGI har den 24. maj 2022 leveret en rapport (forfattet på engelsk), og hovedkonklusionerne er opsummeret her.

## Sammendrag

Tsunamimodelleringen fra Norges Geotekniske Institut (NGI) viser tsunamiudbredelse i Uummannaq fjordsystem dannet ved et potentielt fjeldskred fra det ustabile fjeldparti Kigarsima i Kangerluarsuk fjorden. Der er beregnet opskylshøjder i de nærliggende beboede bygder og byer (Qaarsut, Niaqornat, Uummannaq, Saattut, Ukkusissat og Ikerasak) samt Illorsuit.

Modelleringerne viser, at et fjeldskred fra Kigarsima i "worst case" ved maksimalt højvande på +1,3 m kan medføre relativt store opskylshøjder i de beboede byer og bygder (Tabel 1, Figur 3-8).

Tabel 1: Simulerede ankomsttider og opskylshøjder for en tsunami udløst af et potentielt fjeldskred fra Kigarsima. Der er beregnet opskylshøjder for tre forskellige skredscenarier: Scenariet "nedre" anses for at generere det mindst mulige opskyl, mens scenariet "øvre" anses at generere højest mulige opskyl. Scenariet "worst case" er øvre scenarie ved maksimalt højvande, dvs. plus 1,3 m. For en nærmere beskrivelse af modelparametrene, se teksten. Til sammenligning er der også angivet de opskylshøjder, der i 2021 blev modelleret for en tsunami udløst af et potentielt fjeldskred fra Karrat 3.

	Kigarsima					Karrat 3
	Afstand (km)	Ankomst første bølge (min)	"nedre" ( $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) opskylshøjde (m)	"øvre" ( $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) opskylshøjde (m)	"worst case" ( $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) +1,3 m højvande opskylshøjde (m)	( $524 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) +2 m højvande opskylshøjde (m)
Illorsuit	63	14	1–1,5	2–3	3–4	20–43
Qaarsut	58	13	2–6	4–9	5–10	11–23
Niaqornat	73	15	<1,5	1–3	3–5	11–17
Uummannaq	72	15	1–3	1–5	2–5	6–14
Saattut	70	14	1–2	2–5	2–5	5–10,5
Ukkusissat	29	5	2–3	3–5	4–7	5,5–7,5
Ikerasak	110	22	<0,5	<1	<2	4,5–11

Modelleringen viser opskyl på 5–10 m i Qaarsut, 4–7 m i Ukkusissat og op til 5 meter i Niaqornat, Uummannaq og Saattut. Den nærmeste bygd, Ukkusissat, vil blive ramt af første bølge efter 5 minutter og den fjerneste bygd Ikerasak efter 22 minutter. De modellerede opskylshøjder for alle byer og bygder viser opskylshøjder lavere end eller på niveau med dem fra Karrat 3. Niaqornat vil blive ramt af en lavere opskylshøjde end ved Karrat 3, men en opskylshøjde på op til 5 m i Niaqornat vil stadig oversvømme en stor del af bygden, imens Qaarsut med opskylshøjder på op til 10 m vil opleve, at et betydeligt antal huse oversvømmes. Illorsuit vil blive ramt af opskylshøjder på op til 4 m, hvilket oversvømmer en del af bygden

GEUS vurderer, at der er meget høj sandsynlighed for et fjeldskred fra Kigarsima, og at der er betydeligt større sandsynlighed for et fjeldskred fra Kigarsima end fra Karrat 3. Til gengæld viser tsunamimodelleringen, at en tsunami udløst af et fjeldskred fra Kigarsima vil have en lavere samlet konsekvens end en tsunami udløst af et fjeldskred fra Karrat 3, men der vil dog være store konsekvenser for især Niaqornat og Qaarsut.

Samlet vurderer GEUS, at Kigarsima i lighed med Karrat 3 udgør en meget høj risiko for alvorlige fjeldskred og tsunamier.

Det er ikke muligt at forudsige hvornår eller præcist hvor, de næste større fjeldskred vil forekomme ved Kigarsima eller i Karrat Fjord-området. Da der er flere kritiske områder med meget høj risiko, må det ligeledes fortsat forventes, at der også efter næste større fjeldskred stadig vil være meget høj risiko for nye alvorlige fjeldskred.

## Lokaliteten Kigarsima

Lokaliteten Kigarsima ligger yderst i Kangerluarsuk fjorden, 45 km syd for fjeldskredet den 17. juni 2017 ved Karrat, og geologien i de to områder er den samme. De geologiske lag i området hælder 20–23° mod fjorden.

Det ustabile område i bevægelse er 1250 m langt og 750 m bredt (Figur 2). Det er afgrænset opadtil af en 10–20 m høj bagvæg i 650 m højde. Det ustabile fjeldparti har haft en meget hurtig og accelererende udvikling igennem de seneste ca. 10 år. Strukturelle analyser viser, at det ustabile område ikke er selvstabiliserende, og det må antages, at bevægelsen vil fortsætte og eventuelt accelerere yderligere. Volumen af det ustabile område er beregnet til ca. 28 millioner m<sup>3</sup>.

For en nærmere beskrivelse af observationerne og GEUS' vurdering af lokaliteten henvises til GEUS Notat af 8. april 2022.



*Figur 2: Kigarsima lokaliteten. Den sorte stiplede linje viser omfanget af det ustabile område kortlagt ud fra InSAR. Bemærk at der også neden for det store ustabile område og på den modsatte side af kløften er to mindre områder i bevægelse (markeret med grå stiplede linje), som dog vurderes at have volumener, der er for små til at kunne forårsage en markant tsunami.*

## Tsunamimodellering

For at afspejle usikkerheden i det estimerede volumen af et fjeldskred fra Kigarsima er der benyttet to volumener på 20 og 30 millioner m<sup>3</sup> i modelleringen af tsunamiudbredelse i

Uummannaqs fjordsystem. Der er beregnet opskylshøjder i de nærliggende beboede byer og bygder Qaarsut, Niaqornat, Uummannaq, Saattut, Ukkusissat og Ikerasak.

Med opskylshøjde forstås den maksimale højde over havniveau, som overskylles af tsunamien. Med tsunami menes hele serien af tsunamibølger.

### Metode og datagrundlag

Tsunamimodelleringen er udført i fire trin: 1) numerisk modellering af fjeldskreddets dynamik, 2) modellering af den tsunami som skabes når fjeldskredet rammer vandet, 3) numerisk modellering af tsunamienes udbredelse i Uummannaqs fjordsystem og 4) modellering af opskylshøjde i nærliggende beboede byer og bygder.

Detaljerne i de anvendte modelparametre er beskrevet i NGI Rapport 26. marts 2021 og 24. maj 2022.

Datagrundlaget for tsunamimodelleringen udført af NGI har været: a) batymetriske data for Uummannaqs fjordsystem (kompileret af GEUS), b) detaljerede topografiske kort af de inkluderede byer og bygder (fra Asiaq), c) volumen og konfiguration af Kigarsima skredområdet (kvantificeret af GEUS), og d) observationer fra modelleringen af tidligere skred i både Karrat fjorden og Vaigat (kompileret af GEUS).

Modellernes inputparametre er desuden sammenholdt med data, som GEUS har indsamlet for tidligere grønlandske fjeldskred vedr. forholdet mellem faldhøjde og udløbslængde. Faldhøjden og udløbslængden er henholdsvis den vertikale og den horisontelle distance, som et fjeldskred bevæger sig. Forholdet mellem faldhøjde og udløbslængde er beskrevet ved hjælp af friktionsvinklen, som er en vigtig parameter i modelleringen af fjeldskreddets dynamik: jo lavere friktionsvinklen er, des højere hastighed får fjeldskredet og des større bliver tsunamien.

### Tsunamimodellering for Kigarsima

Tsunamimodelleringen er foretaget for et potentielt fjeldskred fra Kigarsima på henholdsvis 20 millioner m<sup>3</sup> og 30 millioner m<sup>3</sup>. Der er i modelleringen benyttet to friktionsvinkler (5° og 10°), hvor de højeste opskylshøjder kommer ved den laveste friktionsvinkel. Der er modelleret to scenarier: Det ene er et scenarie med 30 millioner m<sup>3</sup> og en friktionsvinkel på 5°, herefter betegnet "øvre". Det andet er et scenarie med 20 millioner m<sup>3</sup> og en friktionsvinkel på 10°, herefter betegnet "nedre". I tillæg rapporteres opskylshøjder for øvre scenarie ved højvande, dvs. plus 2 m, herefter betegnet "worst case".

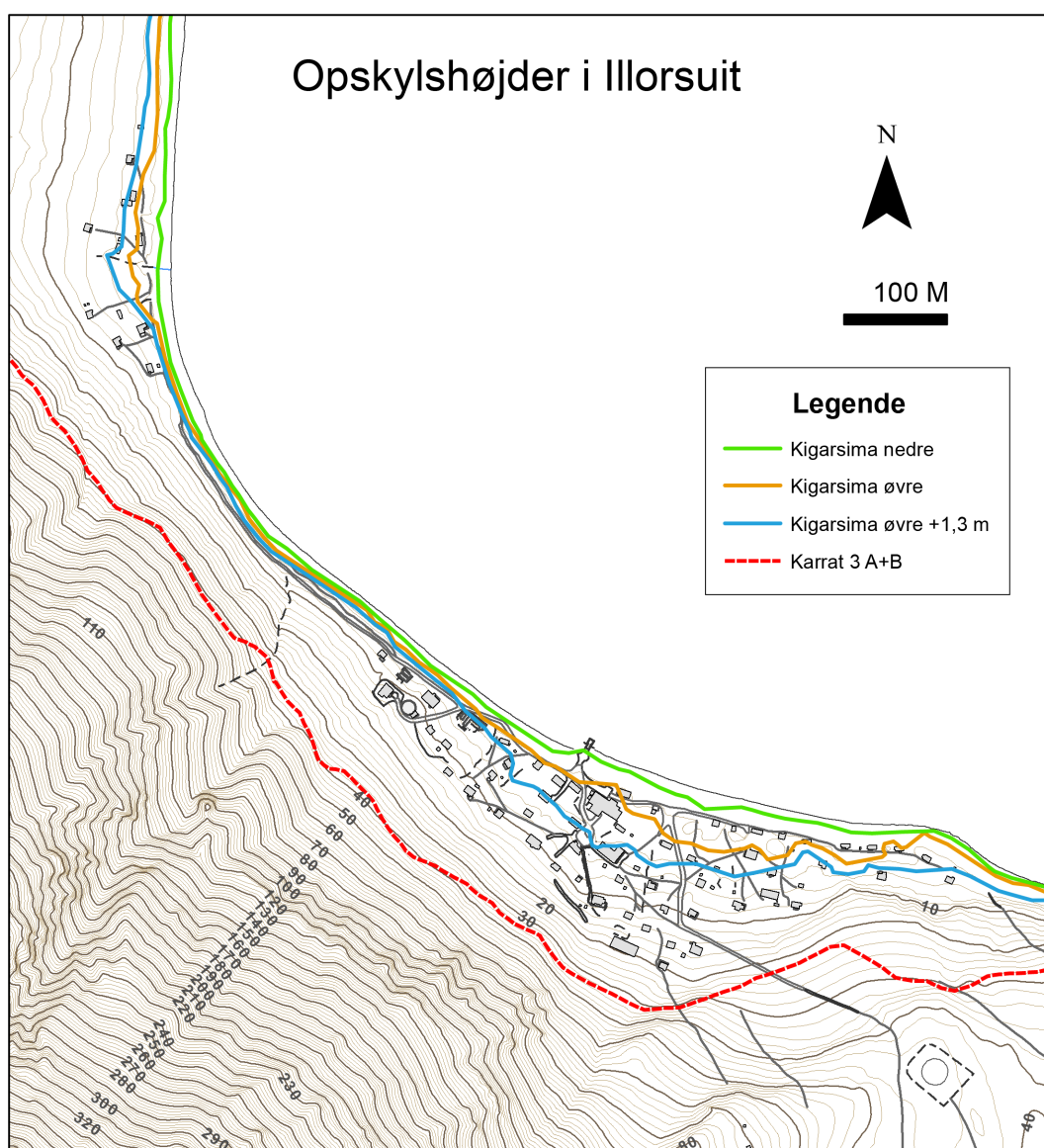
Resultaterne af modelleringerne er vist med opskylshøjder i Tabel 1 og beskrevet herunder med udgangspunkt i de berørte byer/bygder. Opskylshøjderne er angivet i et interval, hvilket afspejler, at tsunamibølgerne når forskellige højder afhængigt af den lokale topografi og batymetri. I Tabel 1 er ligeledes angivet afstand fra Kigarsima og den beregnede tid til ankomst af den første bølge. Observationerne fra 2017-fjeldskredet i Karrat fjorden viste, at den første bølge ikke var den største. Det kan ikke udledes af modelleringen, om den første bølge er den største, eller det er en af de efterfølgende bølger.

Opskylskort for byen Uummannaq og de beboede bygder Qaarsut, Niaqornat, Saattut, Ukkusissat og Ikerasak er vist i Figur 3–9.

## Illorsuit

Opskylskortet for Illorsuit viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 3). For Illorsuit giver "worst case" modelleringen af Kigarsima opskylshøjder på 3–4 m. Bølgen når ca. 80 m ind i land. En del af bygden bliver oversvømmet i dette scenarie. Ankomsten af den første bølge er 14 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" ( $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" ( $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" ( $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 ( $524 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) +2 m højvande opskylshøjde
Illorsuit	14 min	1–1,5 m	2–3 m	3–4 m	20–43 m



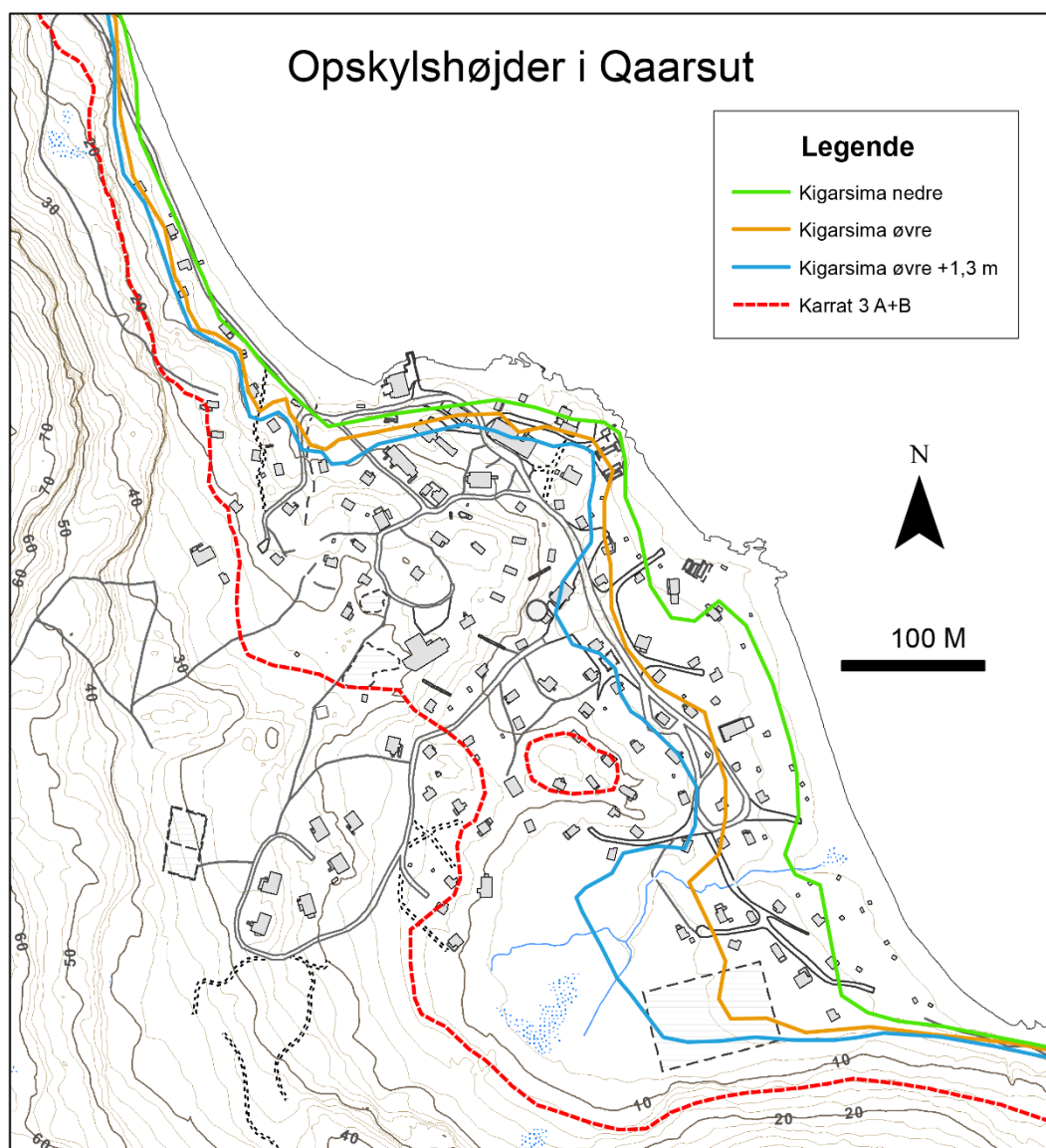
Figur 3: Opskylskort for Illorsuit med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.



## Qaarsut

Opskylskortet for Qaarsut viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 4). For Qaarsut giver "worst case" modelleringen af Kigarsima opskylshøjder på 5–10 m, mod de 9–23 m fra Karrat 3. Bølgen når ca. 200 m ind i land i den sydlige del af bygden ved fodboldbanen. Et betydeligt antal huse bliver dermed oversvømmet i dette scenarie. Ankomsten af den første bølge er 13 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" (20 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 (524 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +2 m højvande opskylshøjde
Qaarsut	13 min	2–6 m	4–9 m	5–10 m	11–23 m

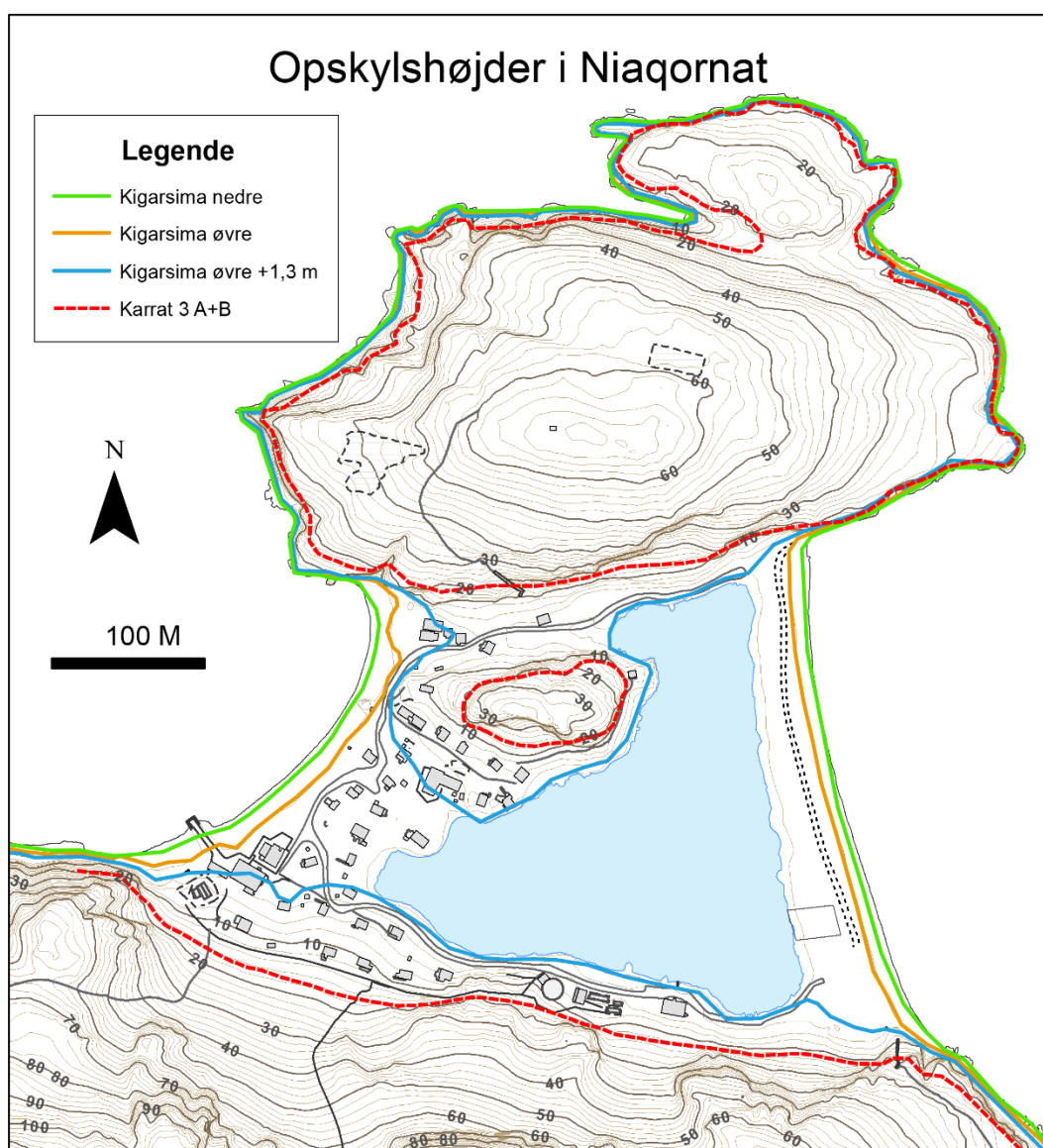


Figur 4: Opskylskort for Qaarsut med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

## Niaqornat

Opskylskortet for Niaqornat viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 5). For Niaqornat giver "worst case" modelleringen af Kigarsima opskylshøjder på 3–5 m, mod de 9–17 m fra Karrat 3. En stor del af bygden bliver dog stadig oversvømmet, da den ligger relativt lavt. Ankomsten af den første bølge er 15 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" (20 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 (524 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +2 m højvande opskylshøjde
Niaqornat	15 min	< 1,5 m	1–3 m	3–5 m	11–17 m

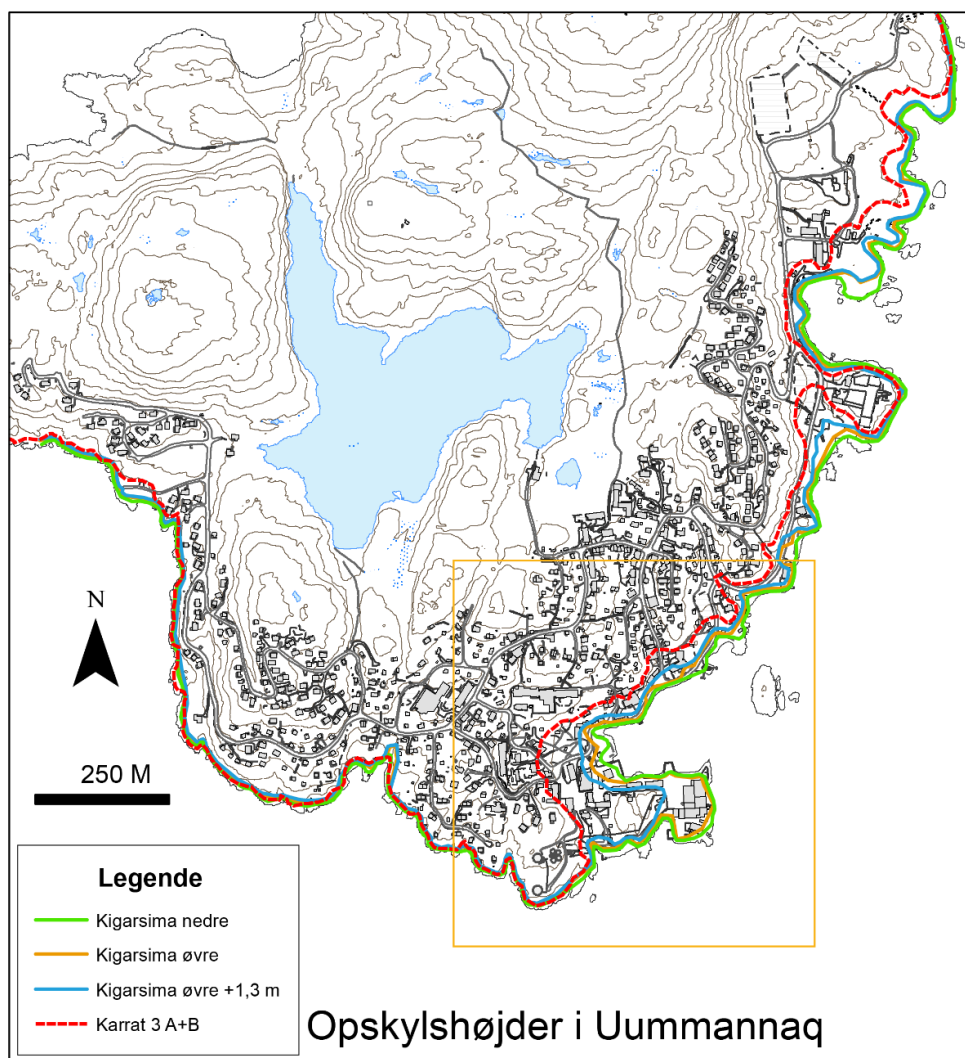


Figur 5: Opskylskort for Niaqornat med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

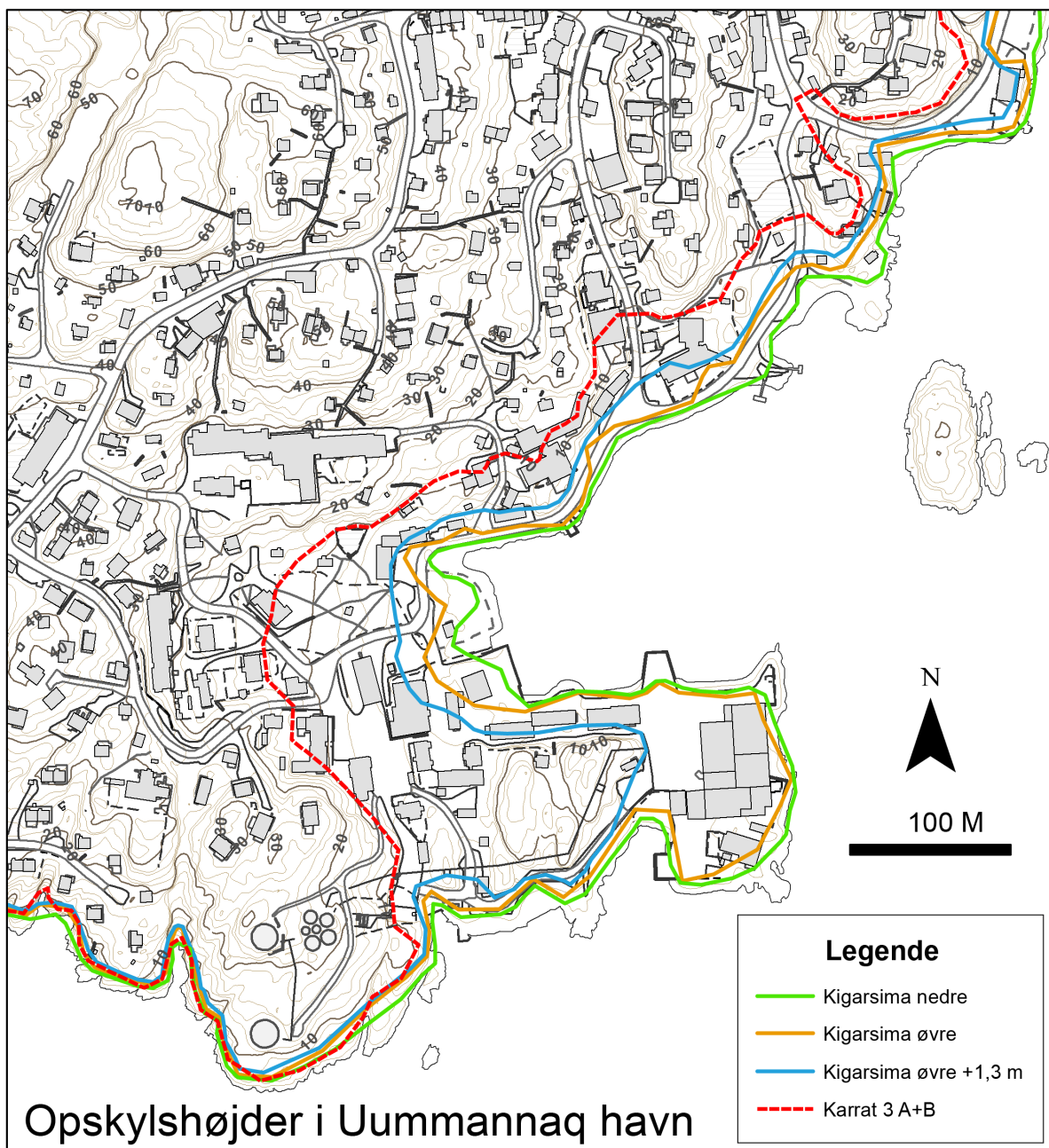
## Uumannaq

Opskylskortet for Uumannaq viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 6a og 6b). For Uumannaq giver "worst case" modelleringen af Kigarsima opskylshøjder på 2–5 m. Bølgerne er højest omkring havnen, hvor bølgerne kan nå op til 60 m ind i land (Figur 5b). Hovedparten af Uumannaq ligger imidlertid uden for den oversvømmede zone (Figur 5a). Ankomsten af den første bølge er 15 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" (20 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 (524 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +2 m højvande opskylshøjde
Uumannaq	15 min	1–3 m	1–5 m	2–5 m	6–14 m



Figur 6a: Opskylskort for Uumannaq med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Højdekurveafstanden er 10 m. Den orange ramme viser udsnittet i Figur 5b. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

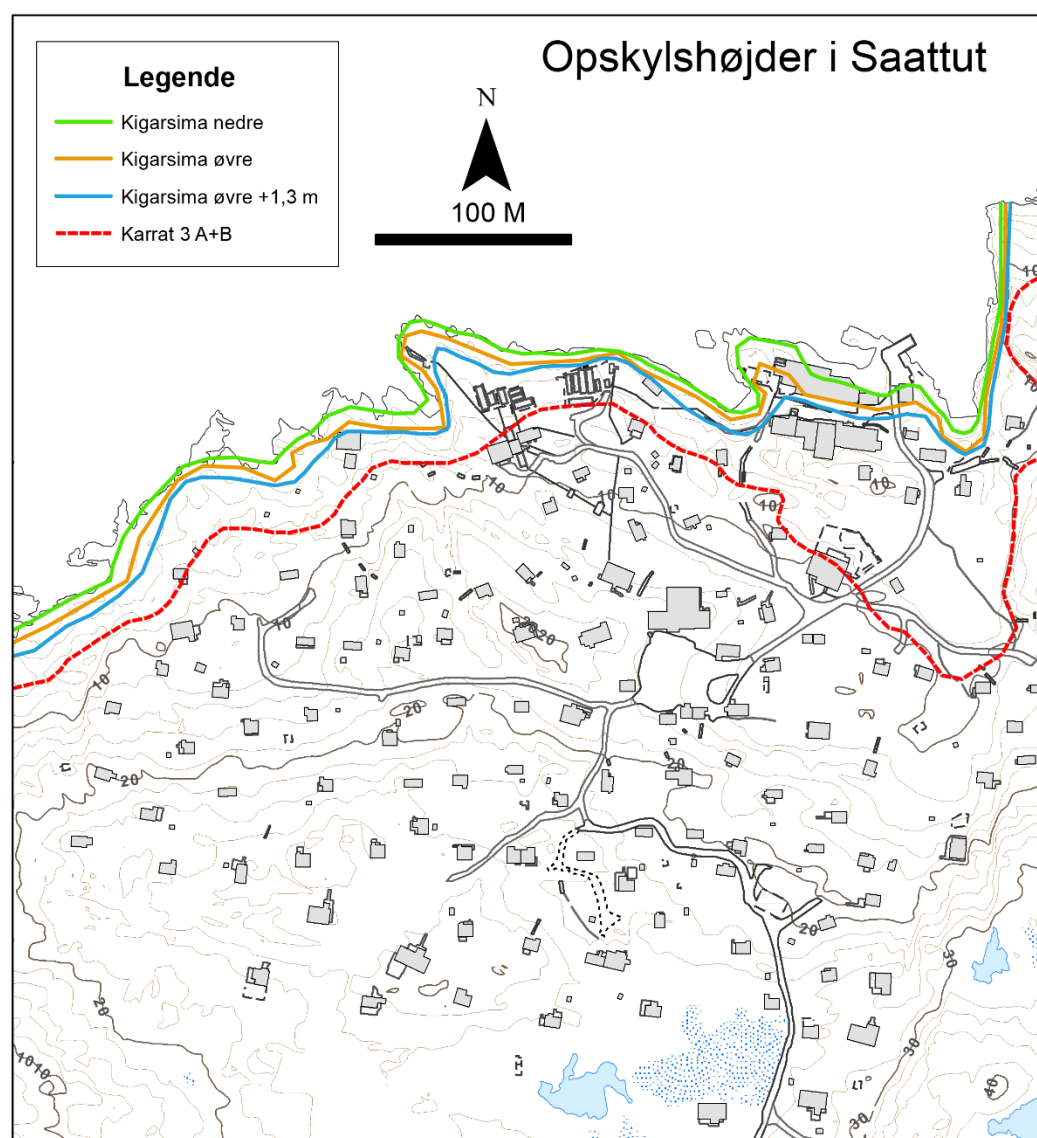


Figur 6b: Opskylskort for Uummannaq havneområde med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Højdekurveafstanden er 2 m. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

## Saattut

Opskylskortet for Saattut viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 7). For Saattut giver "worst case" modelleringen af Kigarsima en begrænset lokal oversvømmelse med en maksimal opskylshøjde på 5 m. Bølgen løber op til 30 m ind i land omkring bugten ved havnen, hvor flere bygninger ligger. Langs resten af kysten er opskylshøjderne mere begrænsede, typisk maksimalt 2 m. Ankomsten af den første bølge er 14 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" (20 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 (524 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +2 m højvande opskylshøjde
Saattut	14 min	1–2 m	2–5 m	2–5 m	5–10,5 m

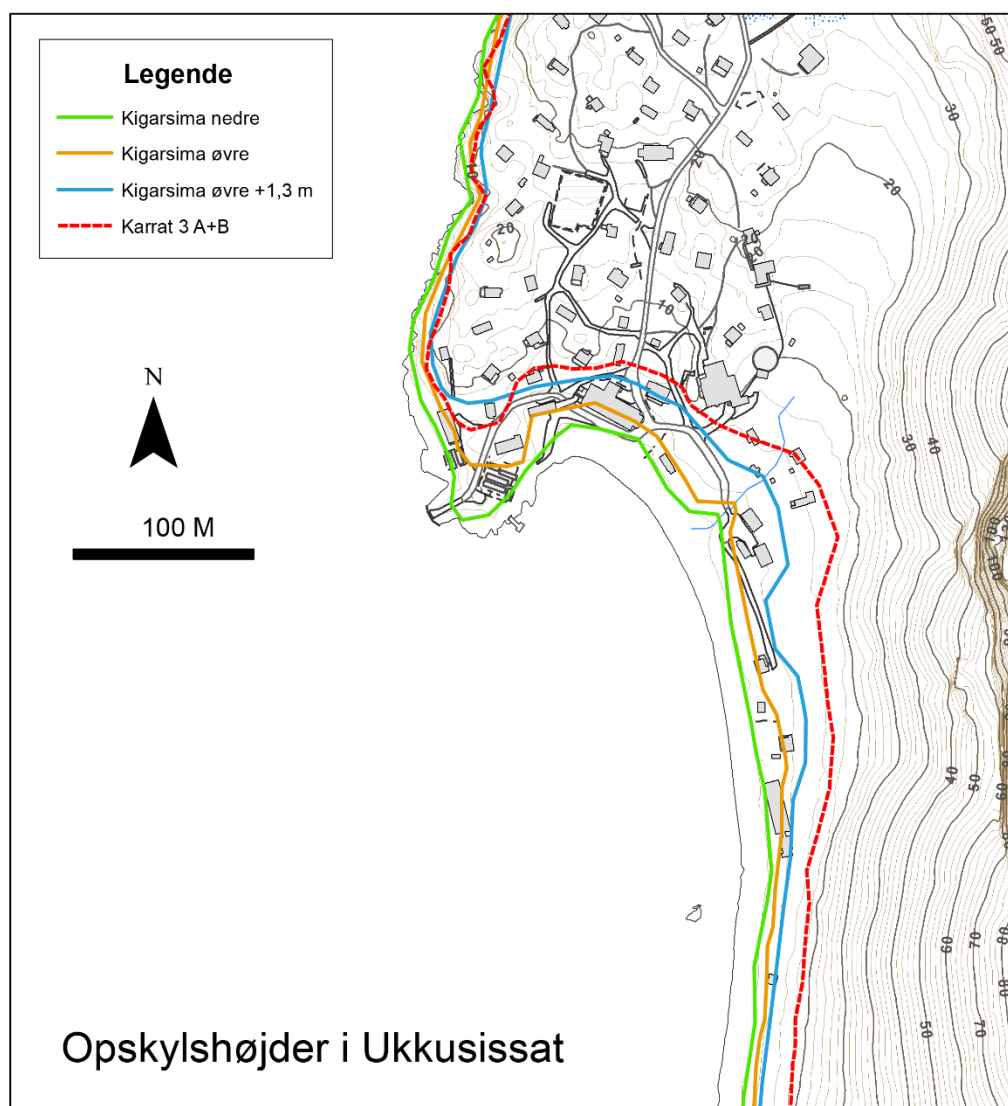


Figur 7: Opskylskort for Saattut med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

## Ukkusissat

Opskylskortet for Ukkusissat viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 8). For Ukkusissat giver "worst case" modelleringen af Kigarsima opskylshøjder på 4–7 m, i omtrent samme størrelse som opskylshøjden fra Karrat 3. Det er hovedsageligt i bugten, hvor bølgerne når ca. 50 m ind i land. Flere bygninger og installationer ligger indenfor denne zone. Ankomsten af den første bølge er 5 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" (20 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 (524 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +2 m højvande opskylshøjde
Ukkusissat	5 min	2–3 m	3–5 m	4–7 m	5,5–7,5 m

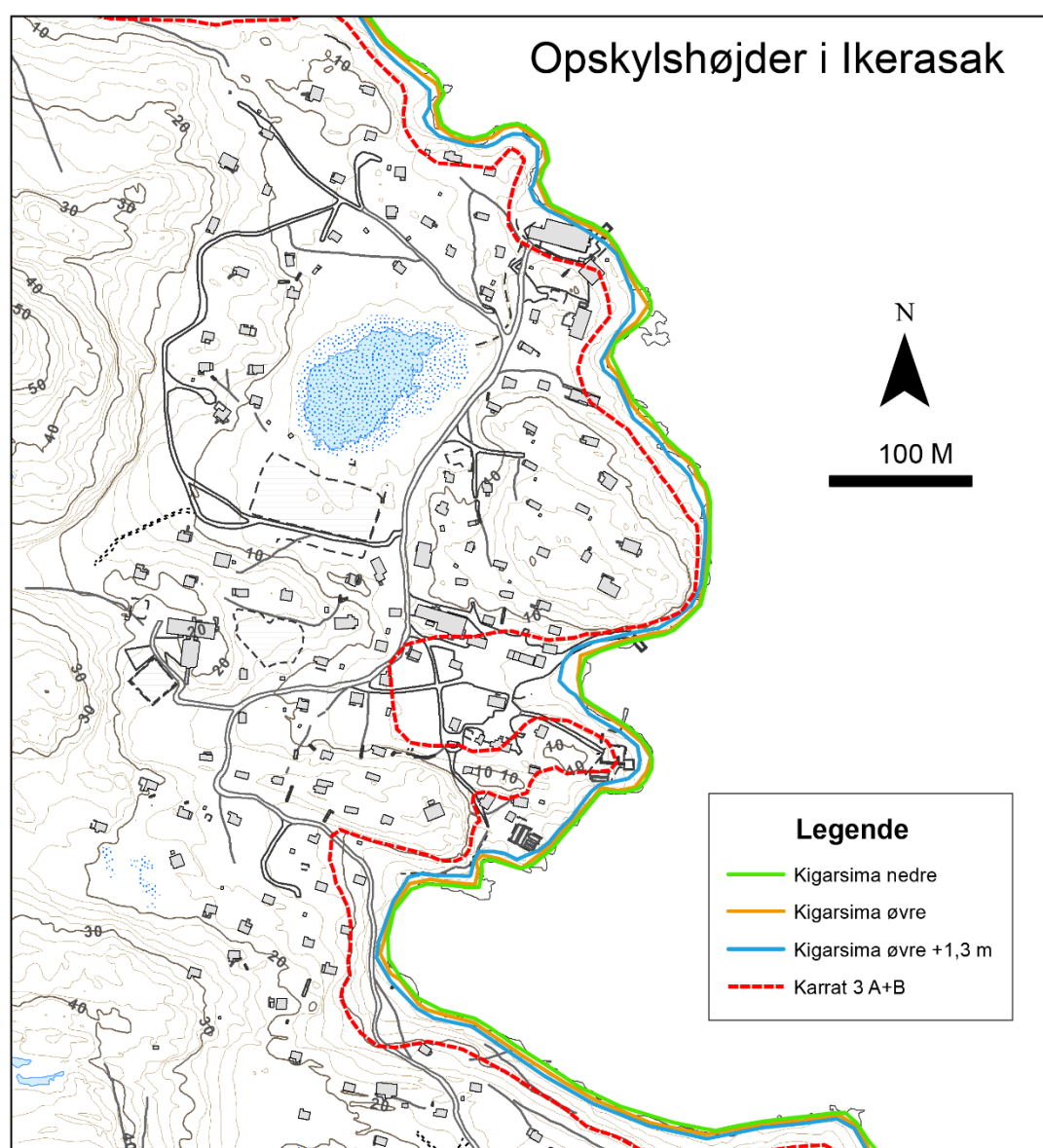


Figur 8: Opskylskort for Ukkusissat med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

## Ikerasak

Opskylskortet for Ikerasak viser simulerede opskylshøjder for modelleringer af tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3 (Figur 9). For Ikerasak giver "worst case" modelleringen af Kigarsima opskylshøjder på mindre end 2 m i området omkring havnen, men ingen bygninger bliver oversvømmet. Ankomsten af den første bølge er 22 minutter efter fjeldskredet.

	Tid til ankomst af første bølge	Kigarsima "nedre" (20 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "øvre" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) opskylshøjde	Kigarsima "worst case" (30 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +1,3 m højvande opskylshøjde	Karrat 3 (524 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) +2 m højvande opskylshøjde
Ikerasak	22 min	< 0,5 m	< 1 m	<2 m	4,5–11 m



Figur 9: Opskylskort for Ikerasak med angivelse af tsunamimodellens estimat af opskylshøjde for tre skredscenarier for Kigarsima samt Karrat 3. Det underliggende topografiske kort er fra Asiaq.

## Risikovurdering

På baggrund af den nylige og hurtige skredudvikling og de observerede strukturelt betingende faktorer for ustabiliteten vurderer GEUS, at der er meget høj sandsynlighed for et fjeldskred fra Kigarsima. GEUS vurderer, at der er betydeligt større sandsynlighed for et fjeldskred fra Kigarsima end fra Karrat 3. Tsunamimodelleringen viser, at et fjeldskred fra Kigarsima vil generere lavere opskyl end en tsunami fra Karrat 3 i alle byer og bygder. Dermed vil en potentiel "worst case" tsunami udløst af et fjeldskred fra Kigarsima have en lavere samlet konsekvens end en tsunami fra Karrat 3, men der vil dog være store konsekvenser for især Niaqornat og Qaarsut.

## Afsluttende kommentarer og konklusioner

NGI har med udgangspunkt i erfaringerne fra tsunamimodelleringen for Karrat udført tsunamimodellering for forskellige skredscenarier for Kigarsima. Tsunamimodelleringerne viser, at en tsunami udløst af et fjeldskred fra Kigarsima i "worst case" med maksimalt højvande vil medføre relativ store opskylshøjder på 5–10 m i Qaarsut, 4–7 m i Ukkusissat og op til 5 meter i Niaqornat, Uummannaq og Saattut (Tabel 1). Den nærmeste bygd, Ukkusissat, vil blive ramt af første bølge efter 5 minutter og den fjerneste bygd Ikerasak efter 22 minutter. De modellerede opskylshøjder for alle byer og bygder er lavere end eller på niveau med dem fra Karrat 3. Niaqornat vil blive ramt af en lavere opskylshøjde end ved Karrat 3, men en opskylshøjde på op til 5 m i Niaqornat vil stadig oversvømme en stor del af bygden, imens Qaarsut med opskylshøjder på op til 10 m vil opleve, at et betydeligt antal huse oversvømmes.

NGI bemærker, at der er væsentlig usikkerhed knyttet til simuleringerne. Denne usikkerhed stammer til dels fra usikkerheden i skreddynamikken og batymetrien. Forskellen mellem de estimerede opskylshøjder i de modellerede scenarier afspejler denne usikkerhed. Forskellen er størst der, hvor der simuleres betydelige opløbshøjder og i fladt terræn som i Qaarsut.

Ved tsunamien 17. juni 2017 i Karrat fjorden blev det observeret, at den første bølge ikke var den største, og modelleringerne indikerer, at det samme kunne blive tilfældet for en kommende tsunami udløst af Kigarsima eller Karrat 3, men NGI påpeger, at der ikke er nogen garanti for, at dette er tilfældet. Viden om og observationer af unormal bølgeaktivitet kan dog potentielt give folk mulighed for at evakuere til højere terræn.

På baggrund af bevægelsehistorikken og de aktuelle bevægelser i de ustabile områder vurderer GEUS, at der er betydeligt større sandsynlighed for fjeldskred fra Kigarsima end fra Karrat 3. Til gengæld viser modelleringerne af opskylshøjde, at en potentiel fjeldskredstsunami fra Kigarsima vil have en lavere samlet konsekvens end en tsunami fra Karrat 3, men der vil dog være store konsekvenser for især Niaqornat og Qaarsut.

Samlet vurderer GEUS, at Kigarsima i lighed med Karrat 3 udgør en meget høj risiko for alvorlige fjeldskred og tsunamier.

Det er ikke muligt at forudsige hvornår eller præcist hvor, de næste større fjeldskred vil forekomme ved Kigarsima eller i Karrat Fjord-området. Da der er flere kritiske områder med meget høj risiko, må det ligeledes fortsat forventes, at der også efter næste større fjeldskred stadig vil være meget høj risiko for nye alvorlige fjeldskred.



## Referencer

NGI report no 20210737-01-R: Tsunami hazard analysis in Greenland. Runup modelling of potential tsunamis from Kigarsima 13. juni 2022.

GEUS Notat om risiko for et alvorligt fjeldskred fra lokaliteten Kigarsima i Uummannaqs fjordsystem, 8. april 2022.

GEUS Notat om risiko for fjeldskred og tsunamibølger i Uummannaqs fjordsystem – status for faglig viden marts 2021, 29. marts 2021.

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