

GEUS notat om vurdering og anbefaling af muligheder for monitorering og varsling af tsunami og fjeldskred ved Karrat 3

Dette notat er lavet på opfordring af Departementet for Landbrug, Selvforsyning, Energi og Miljø og er baseret på "GEUS notat om mulighederne for varsling af tsunami eller fjeldskred i Grønland", der er en fremrykket del af afrapporteringen i projektet "Undersøgelse af risiko for alvorlige fjeldskred i Grønland". Efter afleveringen af notatet til styregruppen for projektet 28. juni 2021 blev det vigtigste indhold og konklusionerne præsenteret 29. juni 2021, hvor der blev efterspurgt en meget kort opsummering samt anbefalinger specifikt for Karrat 3. Arbejdet og finansiering forbundet med anbefalingerne vil ligge uden for projektet "Undersøgelse af risiko for alvorlige fjeldskred i Grønland", hvis de besluttes igangsat.

GEUS har indsamlet oplysninger om internationalt eksisterende tekniske metoder til varsling af tsunamier og fjeldskred og har vurderet deres potentiale for umiddelbar brug eller om der er behov for udvikling før mulig ibrugtagning, samt metodernes fordele og ulemper under grønlandske forhold.

GEUS har brugt følgende definitioner:

Med **monitorering** forstås sensorer, som indsamler og eventuelt transmitterer data om f.eks. bevægelser i et ustabil fjeldparti.

Med **varslingssystem** forstås et system, som ud fra data detekterer et eventuelt signal, vurderer signalet og eventuelt udsender et varsel.

De heri beskrevne varslingssystemer kan overordnet deles ind i to typer:

Tsunamivarsling sker ved, at sensorer opfanger et signal udløst af en tsunami, hvor fjeldskredet er sket, hvorefter der sker en analyse af signalet og en evt. varsling bliver sat i gang.

Varsling af potentielt fjeldskred er baseret på, at der næsten altid vil ske en acceleration af bevægelserne i et ustabil fjeldparti før og op til et større fjeldskred. På den baggrund er der i f.eks. Norge etableret varslingssystemer, hvor der ved detektion af acceleration og dermed øget fare for fjeldskred gennemføres evakueringer.

Hertil kan nævnes, at der ikke findes egnede systemer, som automatisk kan give en sikker detektion af selve fjeldskredet, når det sker.

Konklusionen fra hovednotatet fra GEUS er:

- Der findes ikke noget varslingssystem, som er testet under så udfordrende forhold som de grønlandske, og GEUS' vurdering er, at det er usikkert, om det vil lykkes at etablere et velfungerende varslingssystem
- Udfordringen er ikke primært monitorering, men varsling
- Tsunamivarsling kræver udvikling til brug i Grønland

- Der vil sandsynligvis kunne udvikles et system til seismisk detektion og varsling af tsunamisignal, i første omgang ved Karrat-området
- Det forventes at tage adskillige år, og der er ingen garanti for, at det kommer til at virke
- Varsling af et potentielt fjeldskred er vanskelig, kræver omfattende organisation og vil medføre unødvendige evakueringer
 - Det vil tage flere år at oparbejde det nødvendige indgående kendskab til bevægelserne i det ustabile fjeldparti før der kan etableres et varslingsystem
- Periodisk monitoring og detaljeret kortlægning kan give en bedre forståelse af scenarier og deres sandsynlighed

Anbefalinger til hvad der kan igangsættes nu ved Karrat 3 er for at få et bedre grundlag for at vurdere sandsynligheden for potentielt fjeldskred og evt. på længere sigt etablere et tsunamivarslingsystem:

1. Detaljeret risikoklassificering af fjeldpartiet
2. Udvikling af seismisk detektion af tsunamisignal for Karrat-området
3. Samarbejde med forskningsgrupper som arbejder på at udvikle GNSS-IR til detektion af tsunami.

GEUS anbefaler ikke, at der forsøges at etablere et varslingsystem for et potentielt fjeldskred ved Karrat 3. Dette skyldes, at det vil være vanskeligt at etablere et fagligt forsvarligt varslingsystem for potentielle fjeldskred under så udfordrende logistiske og klimatiske forhold. Et varslingsystem for et potentielt fjeldskred vil desuden kræve års udvikling samt en omfattende organisation og vil uundgåeligt medføre andre problemer i form af unødvendige evakueringer af dage, ugers eller eventuelt måneders varighed.

1. Detaljeret risikoklassificering

GEUS anbefaler, at der iværksættes en detaljeret risikoklassificering af Karrat 3. En detaljeret risikoklassificering kan udføres på baggrund af kortlægning i felten, dateringer og periodisk monitoring af bevægelser og klima.

Kortlægning i felten foretages af skredgeologer for at identificere potentielle glideflader og andre strukturer. Dette arbejde gøres for at opnå en bedre forståelse af det ustabile fjeldpartis geometri og samlede volumen. Der indsamles og dateres prøver langs et vertikalt profil af den 120 m høje bagvæg under forudsætning af, at det er muligt og forsvarligt at udføre så vanskeligt arbejde på den stejle bagvæg. Dateringerne udføres for at estimere, hvordan det ustabile fjeldparti har udviklet sig over tid.

Der skal etableres et system til periodisk monitoring af bevægelser ved hjælp af forskellige bevægelsessensorer samt indsamling af klimatiske data. Bevægelsesdataene vil blive brugt til at identificere forskellige scenarier og deres sandsynlighed. Det foreslås, at bevægelsessensorerne i første omgang omfatter fem GNSS-stationer, tre hjørnereflektorer, en serie geofoner og et

kamera. Placeringen af sensorerne sker på baggrund af kortlægning i feltet. Alle disse sensorer vurderes at kunne fungere godt med autonome strømforsyninger i den fjerntliggende fjeldside, og de vil kunne indsamle præcise data året rundt. Ud over bevægelsesdata vil der blive indsamlet klimatiske data på en vejrstation samt et antal temperaturloggere i fjeldsiden.

Data vil blive hentet ved feltarbejde og efterfølgende analyseret én gang årligt i fem år. Da systemet ikke omfatter kontinuerlig monitoring til brug for varsling, er det ikke nødvendigt at etablere en kommunikationslinje til datatransmission fra Karrat 3.

Formålet vil være at få en bedre forståelse af mulige scenarier og deres sandsynlighed til understøttelse af de løbende beslutninger i beredskabet. Det understreges, at periodisk monitoring ikke kan danne grundlag for et varslingsystem.

Pris: Dateringer af prøver, indkøb og installation af instrumenter til periodisk monitoring: 3,5 mio. kr. Feltarbejde, kortlægning og analyse af indsamlede data: 1,5 mio. kr. hvert år i fem år. I alt ca. 11 mio. kr. Afhængig af muligheden for at skaffe instrumenter kan arbejdet iværksættes i 2021 og være afsluttet i 2026. Arbejdet kan evt. udføres af GEUS.

2. Udvikling af seismisk detektion af tsunamisignal

GEUS vurderer, at der sandsynligvis vil kunne udvikles et system til seismisk detektion og varsling af tsunamisignal i Karratfjorden. Dvs. et system, der ved hjælp af seismisk udstyr kan detektere et signal fra en tsunami, evaluere det og på den baggrund udsende et varsel. GEUS anbefaler, at udviklingsarbejdet sættes i værk, men det skal udvikles fra bunden, og der er ingen garanti for, at det kommer til at virke. Det vurderes at tage flere år før der måske kan etableres et egentligt varslingsystem. Det kræver et stort udviklingsarbejde, fordi der ikke findes noget tilsvarende system noget sted, og fordi processen med detektion, vurdering og varsling må ske automatisk, pga. den korte tid fra tsunamien dannes til den når bebyggede områder.

I første omgang er der ikke behov for at sætte nye instrumenter ud, idet data fra den eksisterende seismiske station i Nuugaatsiaq, der registrerede signaler fra tsunamien i 2017, kan bruges til at forsøge at udvikle detektions- og vurderingsværktøjer. GEUS kan eventuelt udføre dette arbejde i samarbejde med kollegaer fra ETH, Schweiz. Den videre udvikling af selve varslingsystemet og driften af systemet ligger uden for det, GEUS kan tilbyde, samt den estimerede pris. Et eventuelt senere operationelt tsunamivarslingsystem må forankres og drives lokalt i Grønland.

Formålet er at nå frem til en metode, der automatisk kan detektere og vurdere om en tsunami kan være dannet og udsende et varsel

Pris: Ca. 3 mio. kr. for i løbet af 2-3 år at forsøge at udvikle detektions- og vurderingsværktøjer, som evt. kan danne grundlag for, at der herefter udvikles et varslingsystem. Arbejdet kan iværksættes umiddelbart.

3. Samarbejde med GNSS-IR forskningsgrupper

Med et længere perspektiv foregår der et internationalt arbejde med at udnytte Global Navigation Satellite System - Interferometric Reflectometry (GNSS-IR) til tsunamivarsling. GEUS anbefaler, at der etableres et samarbejde med de forskningsgrupper, der arbejder med at udvikle denne type analyse, både internationalt og i Danmark. I særdeleshed anbefales det at etablere et samarbejde

med den forskningsgruppe i USA, der netop har fået bevilget et 5-årigt forskningsprojekt til at udvikle GNSS-IR til tsunamivarsling i USA og Grønland. Formålet med samarbejdet er at sikre viden, som – hvis det lykkes at få metoden til at fungere – kan danne basis for en eventuel beslutning om at tage metoden i brug ved f.eks. Karrat.

Pris: Ca. 1 mio. kr. samlet for samarbejde de kommende fem år. Arbejdet kan iværksættes umiddelbart og kan evt. udføres af GEUS.