

Vi kender ikke vores egen baghave:

Satellitdata og AI skal opdatere maritime data og gøre skibsfart sikkert i Grønland og Arktis

Søfartens operative grundlag i Grønland og Arktis må bringes ind i det 21. århundrede.

Store, kystnære områder er fortsat ikke-opmålte, og tidevandsforholdene er mange steder sparsomt dokumenteret.

Det skaber en uacceptabel risiko for grundstødninger, forsyningssikkerhed, beredskab, menneskeliv og det sårbare arktiske havmiljø.



Af **Mikkel Høegh Bojesen**, Senior Business Development Manager (DHI), **Niels Henrik Broge**, Senior Business Development Manager (DHI), **Ole Baltazar Andersen**, Professor, (DTU Space) **Karl Zinglersen**, Afdelingschef, (Pinngortitaleriffik – Greenland Institute of Natural Resources)

Det kunne være gået grueligt galt. I september 2023 gik et over 100 meter langt krydstogtskib på grund i Alpefjord på den grønlandske østkyst. MV Ocean Explorer var ude af stand til at komme fri ved egen hjælp, og de i alt 206 personer om bord måtte vente i tre dage på at blive slæbt fri ved en redningsaktion koordineret af Arktis Kommando.

Med de enorme afstande i området var det umuligt for hjælpefartøjer at reagere hurtigere. Heldigvis kom ingen til skade på skibet, ligesom den unikke natur i Alpefjord blev forskånet for farlige udslip.

Men selve grundstødningen kunne set med vores øjne sandsynligvis være undgået.

Bare to uger forinden skete noget lignende for det grønlandske fragtskib Ivalo Arctica, da dette gik på grund ud for bygden Kapisillit på Grønlands vestkyst og vristede sig først fri med hjælp fra tidevandet fire timer senere. Det kunne ligeledes være undgået.

Noget tilsvarende skete for Søværnets eget fartøj, da inspektionsskibet Knud Rasmussen ramte et undersøisk skær i juli 2018 i farvandet mellem Qeqertarsuatsiaat og Paamiut på Grønlands sydvestlige kyster. Ingen mennesker kom til skade, men Knud Rasmussen måtte en tur på værft for at få udbedret skader på skroget.

Efter denne hændelse pegede Forsvaret selv på den fælles årsag: området var “ikke tilstrækkeligt præcist opmålt”. Mangelfulde oplysninger om forholdene

UDPLUK AF POLICY-ANBEFALINGER

Kystnær kortlægning baseret på satellitdata og AI har potentiale til at blive en varig strategisk kapacitet for Grønland og Arktis. For at sikre den nødvendige skalering af teknologien, anbefaler vi 3 konkrete indsatsområder prioriteret og styrket:

1. Langsigtet investering i data, videre udvikling af AI-modeller og valideringsmetoder.
2. Operationel forankring af resultaterne hos relevante myndigheder og aktører.
3. Positionering og skalering af teknologien som del af den samlede arktiske kapacitetsopbygning.

Læs mere på side 7.



under havoverfladen kan i disse farvande få alvorlige konsekvenser for både mennesker, miljø og beredskab. Derfor er det afgørende at finde nye måder at lukke hullerne i den maritime grundviden.

At navigere fartøjer i arktiske farvande i forandring er i dag en af de mest komplekse og risikofyldte maritime opgaver i Rigsfællesskabet for både myndigheder og kommercielle rederier. Smeltende havis, kælvende gletschere, øget skibstrafik, råstofinteresser og nye geopolitiske dynamikker gør det vigtigere end nogensinde før at kunne operere, overvåge og navigere sikkert og effektivt på tværs af regionen.

Oplysninger om dybdata og tidevand samt undervandsgeografi er derfor en forudsætning for navigation, beredskab og myndighedsudøvelse. EO4Hazards viser, at satellitdata kombineret med AI og lokale feltmålinger kan løfte denne opgave hurtigere, mere omkostningseffektivt og i langt større geografisk skala end traditionelle metoder alene.

Projektets maskinrum

EO4Hazards-metoden kombinerer data fra flere satellitmissioner: SWOT, en ny global fransk-amerikansk radarbaseret mission til kortlægning af havniveau og havoverfladetopografi; ICESat-2, en laserbaseret mission til præcise højdemålinger; og Sentinel-2, en optisk mission som leverer multispektrale billeder, der er velegnede til lavvands-

batymetri – altså måling og kortlægning af undersøiske dybdeforhold.

Batymetrien beregnes med en maskinlæringsbaseret dybdemodel, hvor ICESat-2 og Sentinel-2 udgør de centrale input. I projektet er modellen desuden valideret med multibeamdata fra Aasiaat, Nuuk og Mestersvig. Tidevandsforholdene beregnes ved hjælp af data fra SWOT-missionen.

EO4Hazards

Projektet *Earth Observation for Maritime Hazards Mapping* gennemføres af **DHI** i samarbejde med **DTU Space** og **Grønlands Naturinstitut**. DHI leder projektet og arbejder bl.a. med satellitbaseret batymetri, AI/ML, brugerbehov og anvendelse. DTU Space bidrager med tidevandsmodellering baseret på satellitdata, bl.a. fra SWOT-missionen. Grønlands Naturinstitut bidrager med lokal viden og in-situ data til validering

Resultatet er et sæt satellit-afledte, maritime dataprodukter, der ikke blot beskriver statiske forhold som havbundens topografi, men også dynamiske fænomener som tidevand, tidevandszoner og foranderlige kystlinjer. Produkterne leveres i formater, der kan integreres direkte i eksisterende navigations-, planlægnings- og militære systemer,



hvilket reducerer barrieren mellem forskning og operationel anvendelse.

Metoden bygger på en maskinlæringsbaseret dybdemodel, som kobler multispektrale satellitbilleder, laserbaserede dybderreferencer og kendte havbundsforhold. Modellen er videreudviklet til arktiske forhold med relevante datasæt og trænet til at håndtere lave solvinkler, varierende vandgennemsigtighed, skygger fra fjelde, tidevandszoner, isfyldte kyster og komplekse bundforhold.

SWOT-data bruges til at forbedre tidevandsbeskrivelsen i grønlandske og arktiske farvande, særligt i fjorde og kystnære områder, hvor traditionelle målinger er sparsomme. De forbedrede tidevandsdata anvendes til at korrigere forskelle i vandstand mellem Sentinel-2-billeder og ICESat-2-målinger, mens ICESat-2 leverer punktvis dybderreferencer til kalibrering og validering af AI-modellen.

Til sidst valideres dybdemodellen med højopløselige multibeam-opmålinger fra udvalgte grønlandske testområder. In-situ-målingerne bruges til at justere dybder, vurdere fejl og kvantificere usikkerheder. Resultatet er en skalerbar metode, der med satellitdata og AI kan kortlægge store, vanskeligt tilgængelige havområder som supplement til skibsbaseret opmåling.



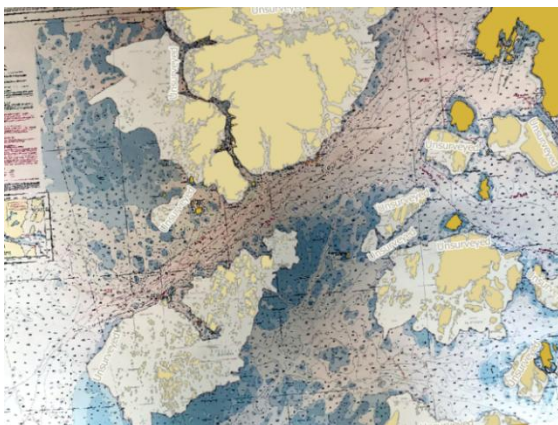
Krydstogtskibet Ocean Explorer stødte på grund den 11. september 2023 i Alpefjord i Nordøstgrønland og måtte rekvirere hjælp fra Arktisk Kommando. Foto: Forsvaret

Kortlægning

Satellitbaserede kortlægninger dækker områder, som traditionelle hydrografiske målinger sjældent når, nemlig de lavvandede områder, hvor der er risiko for grundstødning. Denne tilgang gør det muligt at identificere maritime risikozoner, generere batymetri for lavvandede og ikke-opmålte områder, og beregne tidevandsforhold i regionen hvor som helst, når som helst.

Hvor historiske surveys kun dækker begrænsede områder fuldt ud, kan satellitbaserede metoder kortlægge titusindvis af kvadratkilometer på relativt kort tid.





De store hvide plamager på søkortet indikerer ikke-opmålte områder i farvandet omkring Nuuk (Godthåb) og de nærmeste kystfarvande inklusive indsejlingen til Nuuk og de centrale dele af Nuup Kangerlua (Nuuk Fjord). Kilde: Søkort nr. 1331 (Nuuk) - Ikke originalt kortmateriale - Ikke egnet til navigation. © Geodatastyrelsen – GST-320-3757.

DHI vurderer, at en målrettet og fokuseret indsats vil kunne kortlægge størstedelen af Grønlands isfrie kystområder på omkring to år, med forbehold for permanent isdækkede områder og lokale databegrænsninger.

Udfordringen er ikke alene, at store dele af de grønlandske farvande fortsat er utilstrækkeligt opmålt. Den traditionelle opmålingsopgave med skib er så omfattende, at den vil tage adskillige generationer at gennemføre fuldt ud. Samtidig er lavvandede områder, skærgårde og indenskærs passager ofte vanskelige eller umulige at dække sikkert med opmålingsfartøjer. Satellitdata og AI kan ikke erstatte al klassisk søopmåling, men de kan målrette den, accelerere kortlægningen og lukke kritiske videnshuller i de områder, hvor risikoen er størst.

Testet i virkeligheden

EO4Hazards er afprøvet sammen med aktører, der arbejder direkte med navigation, beredskab og planlægning i grønlandske farvande. Afprøvningen har fokuseret på, hvordan satellitafledte dybdekort, tidevandsdata og risikozoner kan bruges i konkrete arbejdsituationer: ruteplanlægning i utilstrækkeligt opmålte fjorde, vurdering af sikre sejldsområder, støtte til søredning og prioritering af beredskabsindsatser.

Arktisk Kommando har bidraget med operative vurderinger af, hvor produkterne kan understøtte patruljering, situationsforståelse og planlægning i områder med begrænsede dybdedata. Grønlands Politi har testet projektets kortlag i praksis til søs, hvor data blev vist i kortplottersystemer og vurderet i forhold til anvendelighed, læsbarhed og operativ nytte. Civile, maritime aktører har desuden bidraget med behov og brugerkrav til lavvandskortlægning, tidevands-information og digitale produkter, der kan indgå i daglig sejlads, forsyning, turisme og lokal planlægning.

Erfaringerne fra brugerne omsættes til forbedrede visualiseringer, enklere produktformater og mere præcise krav til kvalitetssikring. Dermed udvikles løsningerne ikke alene som tekniske dataprojekter, men som operationelle værktøjer, der kan anvendes i de



dynamiske og ofte uforudsigelige forhold i Arktis.

”DISSE DATA KAN GØRE VORES SEJLADS MERE SIKKER OG DERMED OGSÅ EFFEKTIVISERE VORES EFTERSØGNINGS-ARBEJDE. DESUDEN VIL DISSE DATA VÆRE TIL STOR GAVN FOR DE MANGE, SOM BOR I GRØNLAND OG FOR HVEM FÆRDELSE TIL SØS ER EN CENTRAL DEL AF HVERDAGEN”

- POLITIDIREKTØR BJØRN TEGNER BAY, GRØNLANDS POLITI

EO4Hazards peger mod en ny måde at tænke maritim kortlægning og beredskab i Arktis: hurtigere, mere fleksibel og langt mere skalerbar end traditionelle metoder. Projektet har illustreret, hvordan satellitdata og AI kan omsættes til konkret samfundsværdi i krydsfeltet mellem sikkerhed, suverænitet, erhvervsliv og daglig sikkerhed for dem, der lever og arbejder i Grønland.

Grønlands Politi har testet de nye satellitbaserede data om sejladsmæssige risikozoner og dybdeforhold og er af den klare opfattelse at disse data vil kunne styrke beredskabet i Grønland:

”Disse data kan gøre vores sejlads mere sikker og dermed også effektivisere vores eftersøgningsarbejde. Desuden vil disse data være til stor gavn for de mange, som bor i Grønland og for hvem færdsel til søs

er en central del af hverdagen”, siger Bjørn Tegner Bay, politidirektør ved Grønlands Politi.

EO4Hazards er et udpræget dual-use-projekt. De samme data og metoder kan understøtte civile formål som forsyning, transport, fiskeri, turisme og lokal planlægning samt militære og beredskabsmæssige opgaver som suverænitetshåndhævelse, overvågning, patruljering og SAR-operationer. Produkterne kan tilpasses forskellige sikkerheds- og adgangsniveauer afhængigt af anvendelsen.

I en sikkerhedspolitisk kontekst er maritim situationsforståelse blevet en central forudsætning for Rigsfællesskabets evne til at udøve myndighed i Arktis. Her bevæger EO4Hazards sig fra at være et teknologisk forskningsprojekt til at blive et strategisk værktøj, der understøtter både daglig drift, krisehåndtering og langsigtet planlægning i en region med stigende geopolitisk opmærksomhed.

Med EO4Hazard-projektet har DHI og samarbejdspartnere udviklet værktøjer som kan give Rigsfællesskabet en ny generation af digitale, tilgængelige og skalerbare kortdata. Det styrker både beredskab, suverænitetshåndhævelse, miljøoperationer og den daglige sikkerhed for dem, der sejler og arbejder i Grønland.



Policy-anbefalinger

Det centrale politiske valg er nu, om Rigsfællesskabet vil omfavne teknologien, og gøre den til en varig arktisk kapacitet.

For at realisere potentialet bør beslutningstagere prioritere tre indsatser:

1. Beslut en flerårig indsats for satellitbaseret maritim kortlægning. Der bør afsættes midler til videreudvikling af satellitbaseret batymetri, forbedrede tidevandsmodeller, adgang til relevante satellit- og referencedata samt systematisk validering i udvalgte grønlandske testområder. Målet bør være et operationelt supplement til klassisk søopmåling, som identificerer risikozoner, målretter skibsbaserede opmålinger og leverer beslutningsgrundlag dér, hvor behovet er størst.
2. Skab forankring af produkterne hos de myndigheder og brugere, der skal anvende dem. Søværnet, Arktisk Kommando, Grønlands Politi, Geodatastyrelsen,

grønlandske myndigheder samt forsynings-, transport-, beredskabs- og miljøaktører bør inddrages i krav, test og implementering. Produkterne skal leveres i formater, visninger og arbejdsgange, der passer til eksisterende planlægnings-, navigations- og beredskabssystemer.

3. Gør teknologien til en del af den samlede arktiske kapacitetsopbygning. Fremtidige investeringer i Arktis bør ikke kun handle om skibe, sensorer og bemanning, men også om de digitale datalag, der gør tilstedeværelse, planlægning og krisehåndtering mere effektiv. Satellitbaseret maritim kortlægning bør tænkes sammen med søredning, kyst- og isovervågning, miljøoperationer og internationalt samarbejde med partnere i NATO, EU og Arktis. Dermed kan Danmark og Grønland opbygge en dual-use-kapacitet med både national nytteværdi og international relevans. ■





Nationalt
Forsvarsteknologisk
Center

Kroghsstræde 1,
9220 Aalborg Ø

Frederikskaj 10B,
2450 København SV

Rue De Luxembourg 3,
1000 Bruxelles



**National Defence
Technology Centre**

DEFTECH DEBRIEF er udgivet af Nationalt
Forsvarsteknologisk Center (NFC).

NFC er finansieret gennem
Folketingets 'Aftaler om Forskning og
Innovation 2026-2029' og samler danske
universiteter og GTS'er om et teknologisk
løft af Forsvaret og den danske
forsvarsindustri.

Redaktion: Pola Rojan Bagger og Jeppe
Teglskov Jacobsen.

Kontakt redaktionen: pola@nfc.dk.

Forsidefoto: Inspektionsskibet Hvidbjørnen
fra Søværnets 1. Eskadre ud for Grønland.
Foto: Søren Dreijer & Christian
Thøgersen/Forsvaret

Bagsidefoto: Inspektionsskibet F357 Thetis
fra 1. Eskadre i Diskobugten. Foto: Brian
Djurslev /Forsvaret