

# Marine geovidenskabelige undersøgelser ved US Virgin Islands (tidl. Dansk Vestindien)

*Af projektleder, seniorforsker Antoon Kuijpers (GEUS)*

*Togtben 16*

## **Baggrund**

*Rom, orkaner og tsunamier*

Den dansk-vestindiske øgruppe i det nordøstlige Caribien omfattede St. Thomas, St. Jan (John) og St. Croix. Sidstnævnte ø blev købt af Frankrig i 1733, efter at de to andre småøer var blevet besat af Danmark i 1671. Det udviklede sig hurtigt til et sukkeventyr over al forventning med kulmination i 1790'erne, hvor rom, sukker og frihandel skabte betingelserne for en stor økonomisk opgang og udvidelse af den danske handelsflåde - specielt for skibe, der sejlede mellem Vestindien og Danmark. I løbet af 1700-tallet voksede antallet af romfabrikanter især i Flensborg til det næsten uoverskuelige, og flere hundrede forskellige rommærker konkurrerede med hinanden.

Dansk Vestindien er gennem historien kendt for at være et område præget af hyppige orkaner samt gentagne flodbølger (tsunamier), der har forårsaget store ødelæggelser og tab af menneskeliv. Kraftige tropiske orkaner (hurricanes) har deres ophav i den tropiske del af Atlanterhavet, hvor overfladevandets temperaturer overstiger 27°C. De dannes typisk i perioden juli til oktober, og deres hyppighed afhænger foruden af havtemperaturen også af atmosfærens storskala-cirkulation. Kraftige jordskælv har forårsaget adskillige katastrofale tsunamier såsom i november 1867, da skibe, der lå for anker ud for Charlotte Amalie (St. Thomas), blev ødelagt, og mange mennesker blev dræbt. Historiske fortællinger og videnskabelige undersøgelser indikerer, at tsunamier har ramt området adskillige gange i de seneste århundreder.

Jordskælvsaktivitet er i området relateret til en bred zone med strukturel deformation på grænsen mellem den nord-amerikanske og den caribiske plade. Anegada-Jungfernpassagen, som er en dyb (maks. ca. 4.800 m) passage, der løber i ØNØ-VSV retning mellem hovedgruppen af de vestindiske øer, deriblandt St. Thomas - hovedøen for det tidligere Dansk Vestindien - og øerne St. Croix og Anguilla udgør en markant geologisk struktur i området ved de vestindiske øer. Anegada-Jungfernpassagen er foreslået dannet i forbindelse med en sidevæerts forkastning. Det Vestindiske Trug er den dybeste del af passagen på strækningen mellem St. Croix og St. Thomas. Det Vestindiske Trug tolkes som et såkaldt "pull-apart"-bas-

sin. Truget indeholder op til 2,7 km tykke sedimentaflejringer, og interne strukturer indikerer aktiv indsynkning. Områdets pladetektoniske forhold, som kun er belyst i hovedtræk, er bemærkelsesværdige, bl.a. derved at det er det eneste sted i Nordatlanten, hvor der sker plade-subduktion (svarende f.eks. til pladegrænsen langs Sydamerikas vestkyst).

Oceanografisk set danner denne op til ca. 4.800 m dybe passage en afgørende transportvej for udveksling af vand mellem Nordatlanten og det Caribiske Hav. Den nordgående strømning af varmt overfladevand og dybere, kolde vandmasser fra den sydlige halvkugle kompenseres af en sydgående strøm af dybvand (Nordatlantisk Dybvand), som dannes i havet nord for Island samt i Labradorhavet. Det varme havvand i det nordøstlige Caribien betragtes som den primære kilde til Golfstrømmen og dermed til den Nordatlantiske Strøm, der er ansvarlig for det generelt milde vinterklima i Nordvesteuropa. Variationer i havstrømmene i Nordatlanten afspejler derfor muligvis ændringer i forholdene i det tropiske Atlanterhav og i atmosfærecirkulationen. Dette indikerer, at klimaet i Nordvesteuropa kan være direkte kontrolleret af ændringer på lave breddegrader.

## Formål

Ved hjælp af opmålinger med forskellige akustiske metoder, undersøgelser af sedimentkerner samt hydrografiske målinger i Anegada-Jungfern-passagen har det været WINMARGIN-projektets (*West Indies Marine Geoscience Investigations*) formål at bidrage til belysning af:

- det regionale pladetektoniske scenarie og struktur-geologiske forhold i de centrale dele af Anegada-Jungfernpassagen og sedimenternes stabilitet (risikoen for tsunamier)
- mulige sammenhænge mellem oceanografiske og klimatiske variationer (f.eks. hyppigheden af orkaner) i Caribien og Nordatlanten for på den måde at bidrage til en bedre forståelse af koblingerne mellem klimaet i det tropiske Atlanterhav og klimaet på høje breddegrader.

## Undersøgelsesmetoder og resultater

### Til havs

Vi har koncentreret vores søværts undersøgelser i det Vestindiske Trug og i kystnære farvande syd for St. Thomas og St. John, mens de landbaserede undersøgelser foregik på den tidligere dansk-vestindiske ø St. Croix. I det Vestindiske Trug kortlagde vi havbundens topografi vha. multibeam-ekkolodsudstyr installeret om bord på VÆDDEREN, og vi undersøgte lagfølgerne under havbunden med det formål at fastlægge geometri og udviklingshistorie for forkastninger og andre geologiske strukturer. Dette arbejde udførtes med refleksi- onsseismisk udstyr fra Aarhus Universitet og blev ledet af Holger Lykke Andersen, Aarhus Universitet. De nuværende oceanografiske forhold, dvs. salinitet og temperatur af vand-



Arbejdet med en sedimentkerne om bord på VÆDDEREN. Foto: Paul Knutz

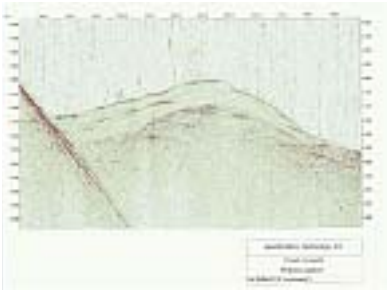


Fig. 1: Seismisk (akustisk) optagelse fra dybvandsbassinet ved udløb af Salt River Canyon. Vertikal skala viser lydbølgernes (2-vejs) løbetid.

masserne i truget, registreredes med måleudstyr (CTD), som var fast installeret på skibet, og som blev betjent af teknikere fra Danmarks Fiskeriundersøgelser.

Lagfølgen ned til 5-6 m under havbunden blev indsamlet med forskellige typer prøvetagningsudstyr fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), og disse sedimentkerner vil blive undersøgt i detaljer ved hjælp af mange forskellige metoder. Resultater af ovennævnte akustiske undersøgelser (fig. 1) blev brugt til at udpege de bedste steder for indsamling af disse kerner. I forhold til det oprindelige arbejdsprogram på ca. 20 dage blev sejlerperioden med VÆDDEREN betydeligt kortere for at kunne indpasses i skibets sejlprogram. Derfor blev de planlagte akustiske undersøgelser i kystnære farvande ved St. Thomas og St. John under ledelse af Antoon Kuijpers gennemført med et mindre skib udlejet af University of the Virgin Islands (UVI), St. Thomas.

Mikropalæontologiske undersøgelser af sedimentkernerne og analyser af indholdet af stabile isotoper vil kunne belyse de fortidige miljø- og klimavariationer. Aldrene af lagene bestemmes med radiometriske eller andre dateringsmetoder.

Dette historiske perspektiv af de geologiske, oceanografiske og atmosfæriske tilstande i det caribiske område er hidtil kun blevet ofret relativt beskeden opmærksomhed. I det caribiske område vil en øget indsigt i fortidens tidsserier kunne hjælpe med til at estimere risikoen for geo-farer (f.eks. skred, tsunamier) og bidrage til at øge sikkerheden af prognoserne for regionens miljømæssige og klimatiske fremtid. Ved at sammenholde højopløselige palæoceanografiske data fra undersøgelsesområdet med tilsvarende eksisterende palæoceanografiske informationer fra den nordlige nordatlantiske region, specielt Grønland, vil vi undersøge mulige sammenhænge mellem oceanografiske og klimatiske variationer (f.eks. hyppigheden af orkaner) i Caribien og Nordatlanten og på den måde bidrage til en bedre forståelse af koblingerne mellem klimaet i det tropiske Atlanterhav og på høje breddegrader.

### *På land*

Ud over de undersøgelser, der foregik på havet, blev der under ledelse af Jesper Bartholdy, Københavns Universitet, også udført feltarbejde på land på St. Croix. Disse undersøgelser indbefattede optagning af op til 6 m lange sedimentkerner og prøver i kystzonen med henblik på at indsamle data vedrørende orkaner og tsunamier samt få en generelt bedre forståelse af havniveauændringer. Et af de steder, hvor disse prøver indsamledes, var ved Salt River Estuary i nærheden af en undersøisk canyon (kløft), der begynder lige uden for kysten og fortsætter til mere end 3 km vanddybde nord for St. Croix (se fig. 1), hvor VÆDDEREN også indsamlede nogle sedimentkerner. Vi forventer, bl.a. ved hjælp af oplysninger fra sedimentkerner fra disse lokaliteter på land og til havs, at kunne



dokumentere historien af ekstreme hændelser (hurricanes, tsunamier) langt tilbage i tiden både på land og i dybhavsmiljøet.

Undersøgelsesfartøjet 'Bright Star' med akustisk udstyr i Brewers Bay, St. Thomas. Foto: G. Metz, UVI

### Uddannelsesaspekt

Projektet har en betydelig uddannelsesmæssig tyngde, og en række speciale- og ph.d.-studerende fra Aarhus og Københavns universiteter deltog i projektet om bord på VÆDDEREN samt på land. Disse og andre studerende samt (post.doc.-)forskere vil anvende materiale indsamlet under Galathea 3-ekspeditionen i forbindelse med arbejdet med deres ph.d.- (og speciale-)projekter. På nuværende tidspunkt har allerede tre studerende påbegyndt deres specialeprojekter baseret på materiale indsamlet under ekspeditionen, og flere vil følge. Resultater fra ekspeditionen vil desuden indgå i den almindelige undervisning samt blive fremlagt i forbindelse med populærvidenskabelige foredrag for bl.a. gymnasieklasser.

### Tak

Projektet kunne ikke have været realiseret uden finansiell støtte fra Villum Kann Rasmussen Fonden samt hjælp på mange områder fra University of the Virgin Islands (bl.a. prof. Roy A. Watlington).



Kerneprøvetagning ved kysten, St. Croix. Foto: Britt Tang Sørensen