

Akustisk kortlægning af havbundssedimenterne i Bylot Sund, Thule

Thule 2003 - Undersøgelse af radioaktiv forurening
Udført for Forskningscenter Risø

Jørn Bo Jensen



Akustisk kortlægning af havbundssedimenterne i Bylot Sund, Thule

Thule 2003 - Undersøgelse af radioaktiv forurening
Udført for Forskningscenter Risø

Projektet er støttet af Miljøstyrelsen men GEUS
er ansvarlig for rapportens konklusioner

Jørn Bo Jensen

Indhold

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Introduktion | 4 |
| 2. | Beskrivelse af undersøgelsesområdet | 5 |
| 3. | Metoder | 7 |
| 3.1 | Undersøgelsesskibet Adolf Jensen..... | 7 |
| 3.2 | Navigationssystem | 9 |
| 3.2.1 | NaviPac On-line navigations og data behandlings software..... | 9 |
| | System beskrivelse | 9 |
| | Database..... | 9 |
| 3.3 | Chirp sonar kortlægning af havbundens bathymetri og øverste sedimentlag..... | 9 |
| 3.3.1 | Datasonics Chirp CAP- 6000 | 9 |
| 3.3.2 | Dybdekortlægning | 10 |
| 3.4 | Side scan sonar mosaik af havbunden..... | 10 |
| 3.4.1 | EG&G DF-1000 Digitale side scan..... | 12 |
| 3.4.2 | TEI ISIS Sonar databehandlings software | 12 |
| 3.4.3 | Mapinfo side scan mosaik | 13 |
| 3.5 | Klassifikation af havbunds typer | 13 |
| 4. | Togt deltagere | 14 |
| 5. | Dagbog | 15 |
| 6. | Tolkning ombord på M/S Adolf Jensen | 17 |
| 7. | Resultater | 18 |
| 7.1 | Analog og digital datapræsentation | 18 |
| 7.2 | Dybdeforholdene i survey området..... | 18 |
| 7.3 | Havbundstyper | 19 |
| 7.3.1 | Forholdsvis blød bassinbund hvor der aflejres sedimenter | 19 |
| 7.3.2 | Hård bund hvor der aflejres noget sediment..... | 20 |
| 7.3.3 | Overgangsbund mellem hård residual- og sedimentationsbund | 21 |
| 7.3.4 | Hård residualbund hvor der hovedsagelig foregår erosion | 21 |
| 7.3.5 | Bund med Pløjemærker hvor isbjerge jævnligt støder på bunden og forstyrre lagdelingen..... | 21 |
| 7.3.6 | Objekter på bunden | 22 |
| 8. | Konklusioner | 23 |
| 9. | Referencer | 24 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 10. | Side scan bilag | 25 |
| 11. | Chirp bilag | 31 |
| 12. | Bilag A.1. Side scan mosaik, Bylot Sund | 38 |
| 13. | Thule 2003 data CD | 39 |

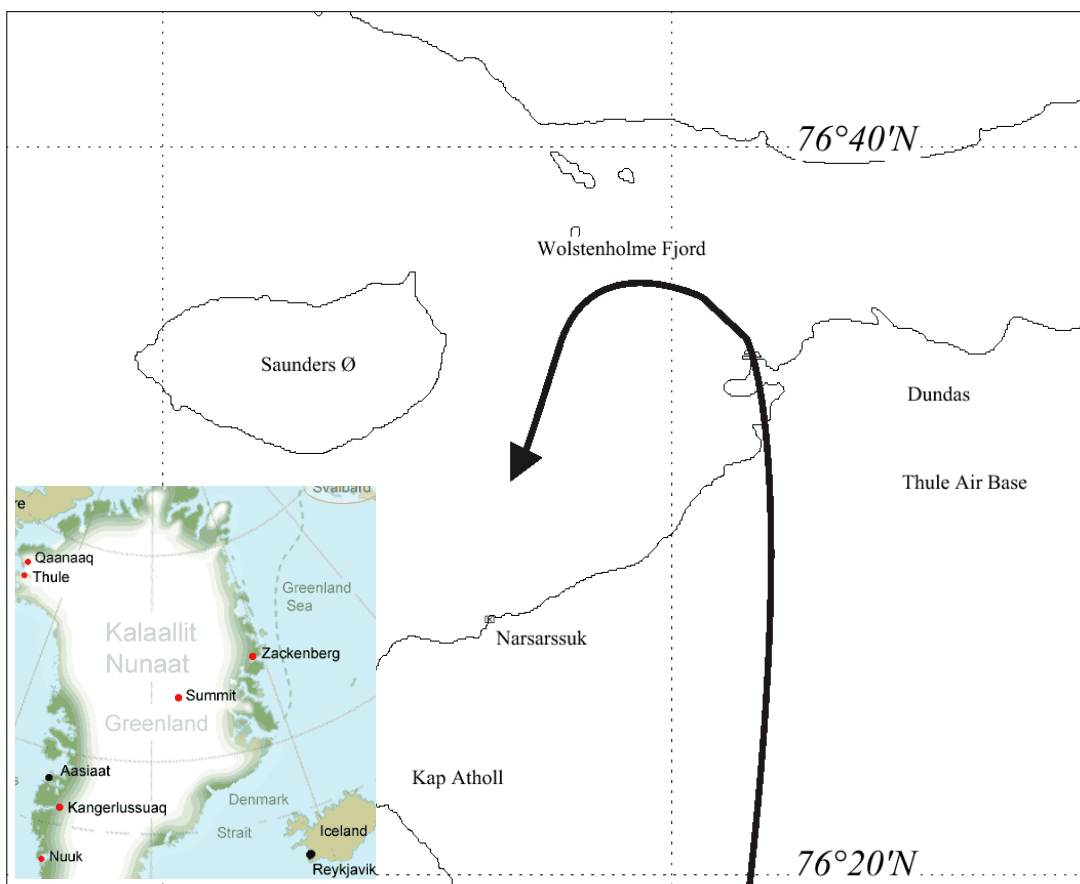
1. Introduktion

GEUS har i august måned 2003 gennemført en akustisk kortlægning (side scan og chirp) af havbundens sedimenter, ud for Thule Air base i Bylot Sund (Fig. 1 og 2)..

Kortlægningen er en del af projektet "Thule 2003 - Undersøgelse af radioaktiv forurening", som er et projekt bevilget af MILJØstyrelsen Kontoret for Nordsamarbejde/Miljøeksport som miljøstøtte til Arktis.

Projektet er ansøgt af Forskningscenter Risø, med det formål at foretage en fornyet undersøgelse af plutonium forureningen efter et B-52 flystyr i 1968. Ombord på B-52 flyet var der 4 kernevåben, hvoraf mindst en eksploderede ved en ikke nuklear eksplosion. Efterfølgende blev der oprenset ca. 3 kg plutonium fra havisen, men der er stor usikkerhed omkring spredningen af plutonium i området (Risø 1970, Erikson 2002).

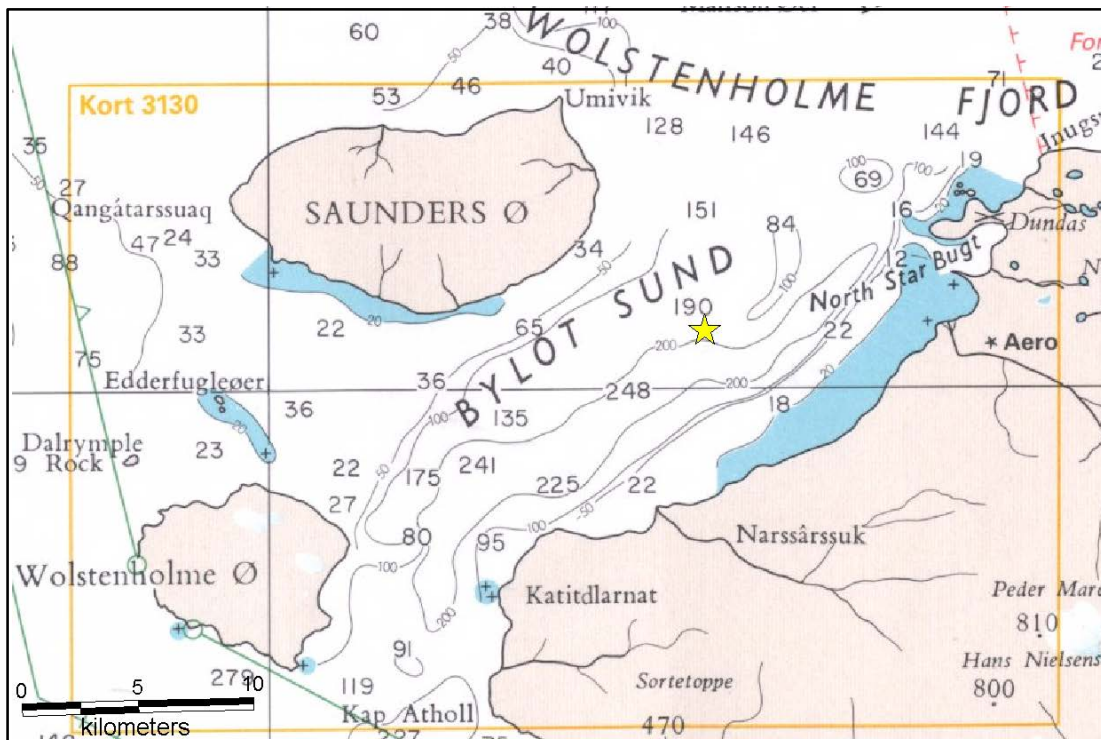
Risø har gennemført undersøgelser i perioden 1968 – 1997 (Dahlgaard 2001), men der har i den forbindelse ikke været foretaget en kortlægning af havbundens sedimenter. Målet med sediment kortlægningen er at forbedre mulighederne for at udpege prøvetagningspositioner i de mest kontaminerede områder og derved forbedre opgørelsen af plutonium inventoriets på havbunden.



Figur 1. Oversigtskort og lokalisering af nedslagspunktet for B-52 bombeflyet 21. januar 1968.

2. Beskrivelse af undersøgelsesområdet

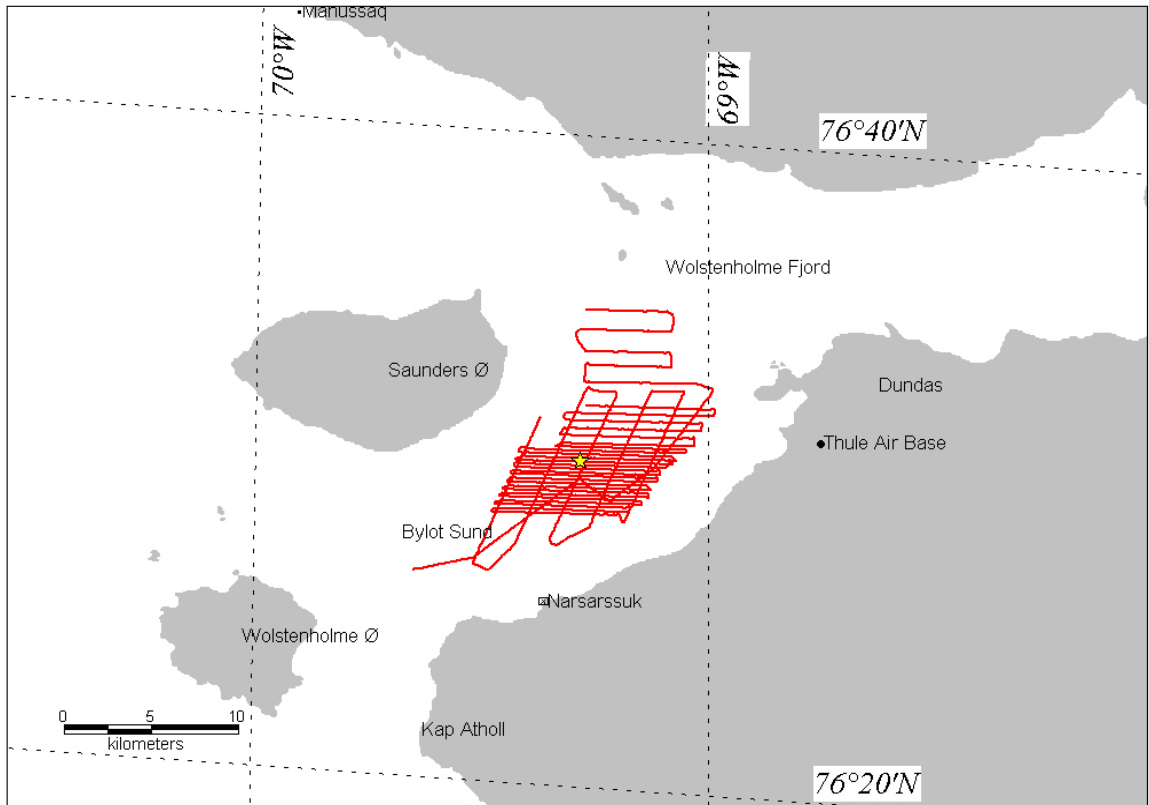
Af de eksisterende generelle bathymetriske data fremgår det at nedfaldsstedet for B-52 bombeflyet (stjerne på fig. 2) ligger på ca. 180m's vanddybde på den nordlige kant af en sydvest-nordøstlig orienteret kanal, hvis udbredelse er begrænset til den sydlige del af Bylot Sund og det fremgår desuden at der findes et relativt lavvandet område vest for North Star Bugt med vanddybder lavere end 100m.



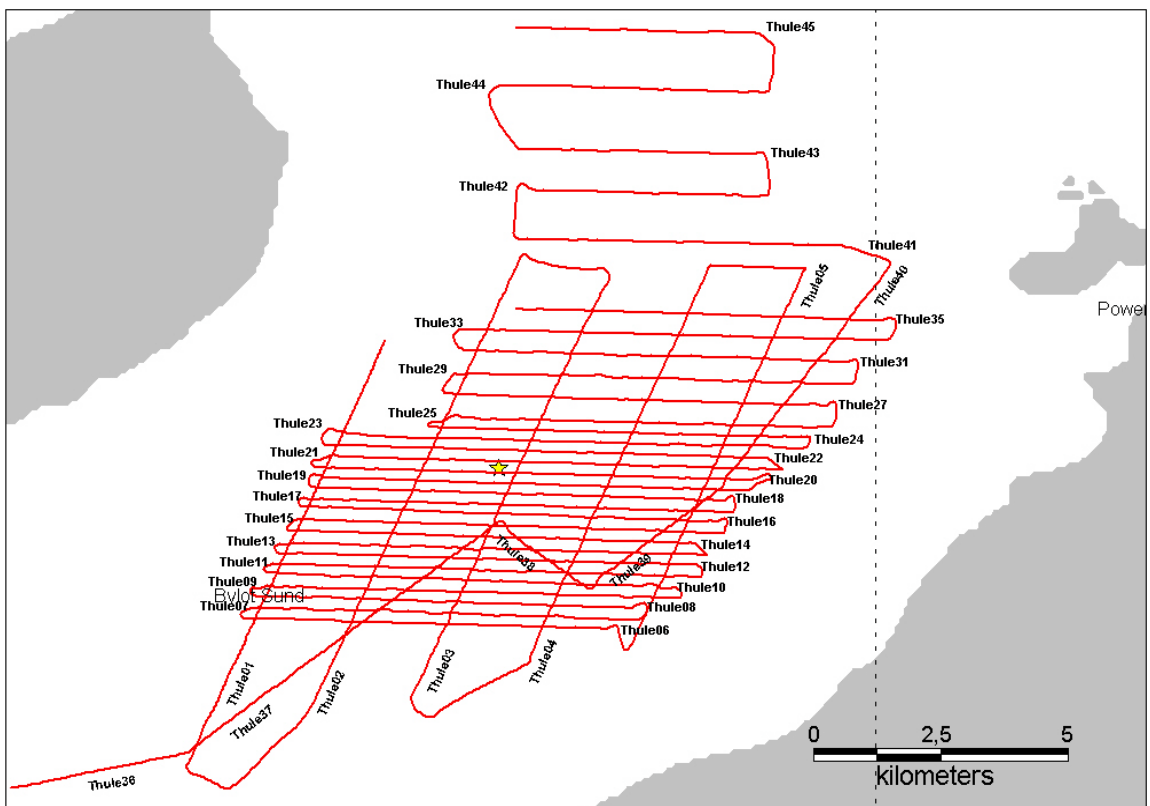
Figur 2. Bathymetriske oversigtskort over Bylot Sund med angivelse af B-52 bombefly nedfaldsområdet (gul stjerne).

De sparsomme data giver kun en meget begrænset oversigt over dybdeforholdene og det er ikke muligt ud fra disse data at give kvalificerede bud på bundforholdene, så som eventuelle effekter af grundstødning af isbjerge, samt strømningspåvirkning af bunden. Det er derfor, på det eksisterende grundlag, ikke muligt at vurdere hvor der er mulighed for erosion, bypass eller sedimentation. Som følge af dette, er det ikke muligt at udpege egnede prøvetagningspositioner, hvor status for den radioaktive forurening kan vurderes.

For at afklare de detaljerede bundforhold, gennemførte GEUS, som et led i Thule 2003 undersøgelserne, et kombineret side scan og chirp survey, i et undersøgelsesområde fokuseret på den centrale del af Bylot Sund (Fig. 3 og 4). Tæt på bombeflyets nedslagsområde blev der sejlet øst – vest gående linier med en afstand på ca. 200m, medens den nordlige del er kortlagt med en linieafstand på 400m. Dette betyder at der er næsten fuld arealdækning af bunden med side scan i nærområdet. For at binde de øst-vestgående linier sammen, blev der sejlet nogle få nord – syd gående linier.



Figur 3. Seismiske grid i den centrale del af Bylot Sund, omkring nedslags stedet for B-52 bombeflyet (angivet med en gul stjerne).



Figur 4. Seismisk grid med angivelse af linienumre. Nedslagsstedet for B-52 bombeflyet er angivet med en gul stjerne.

3. Metoder

Undersøgelserne blev foretaget med Undersøgelsesskibet Adolf Jensen som platform, hvor skibets GPS (Leica MK10) blev benyttet som navigationssystem, dybder og havbundsprofilering blev foretaget med Chirp systemet Datasonics cap-6000 og flademosaik af havbunden blev foretaget med en EG&G DF-1000 digital side scan. Kombinationen af chirp og side scan data blev benyttet til en klassifikation af havbundstyperne.

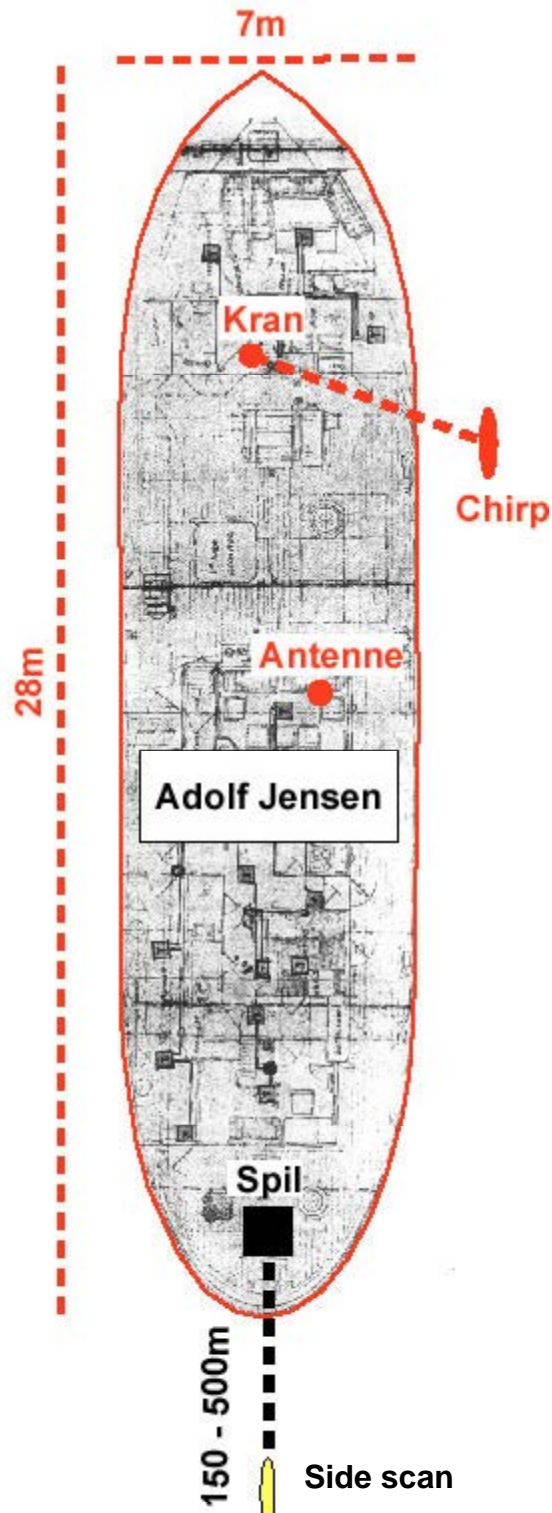
3.1 Undersøgelsesskibet Adolf Jensen

Undersøgelsesskibet Adolf Jensen (bygget 1967, 167 BRT) bliver hovedsageligt anvendt til indenskærs undersøgelser af bl.a. hellefisk, krabber og torsk. Skibet blev bygget som undersøgelsesfartøj og er således velindrettet til formålet. Der er således både vådlaboratorium til behandling af fangsten og et arbejdsrum hvor biologerne bl.a. har mulighed for at starte bearbejdningen af de indsamlede data fra undersøgelserne.



Figur 5. Undersøgelsesskibet Adolf Jensen.

Skibet ejes af Pinngortitaleriffik - Grønlands Naturinstitut og er hjemmehørende i Nuuk.
Postboks 570 • 3900 Nuuk • Grønland
Telefon: (+299) 32 10 95 • Fax:(+299) 32 59 57
E-mail: info@natur.gl



Figur 6. M/S Adolf Jensen med placering af GPS antenne, Chirp og Side scan i survey situationen og angivelse af delays.

3.2 Navigationssystem

Den ene af skibets 2 GPS navigationssystemer (LEICA MK10) blev koplet op på GEUS` s Navigations software NaviPac.

Som kortprojektion blev der benyttet Universal Transversal Merkator Projektion (UTM) zone 19 nordlige halvkugle i det globale datum World Geodetic System (WGS 84).

Nøjagtigheden af positionen anslås at være inden for 10m.

3.2.1 NaviPac On-line navigations og data behandlings software

System beskrivelse

NaviPac on-line navigation og data behandlings software gør det muligt at fordele navigations data til en eller flere sensorer.

I dette tilfælde blev NMEA GPS data distribueret til Side scan og Chirp optage software hvor det blev lagret sammen med de akustiske data.

Der blev indtastet et fast delay for Chirp sonaren på 4m styrbord og 6m foran antennen, medens det faste side scan delayet var på 125m agten for antennen (Fig. 6).

Desuden blev de planlagte sejllinier indtastet og via et grafisk Helpsmans display præsenteret på broen, som basis for sejladsen.

Database

Navigationssystemet sikrer at følgende data bliver lagret

- ✍ Antenne koordinater med offsets og korrektioner (delay, kalibrering, osv.)
- ✍ Relative positioner af ekkolod transducere, etc.
- ✍ Geodætiske parametre
- ✍ Interface definitioner
- ✍ Run-lines/way-points

3.3 Chirp sonar kortlægning af havbundens bathymetri og øverste sedimentlag

Med skibets kran blev Chirp sonaren sænket ca. 3m ned under havoverfladen med et fast offset på 6m foran antennen og 4m mod styrbord. Chirp sonar kortlægningen af havbundens lagdeling blev således foretaget med en nøjagtighed svarende til GPS navigations nøjagtigheden, der er bedre end 10m.

3.3.1 Datasonics Chirp CAP- 6000

CAP-6000 chirp systemet (Fig. 7) arbejder i frekvensområdet 1-10 kHz med en opløsning på 10 -20cm og en penetration på op til 50m. I vores tilfælde benyttede vi en skudrate på 0,5sek.

Korrigerede navigationsdata blev modtaget fra navigationsprogrammet (Navipac) og optaget sammen med de akustiske data på dat-bånd. Desuden blev der on-line udprintet en farve papirkopi af det seismiske profil, med fiksmærker påført UTM positioner.



Figur 7. Datasonics Chirp CAP-6000 transducer fisk samt computer processerings modulet.

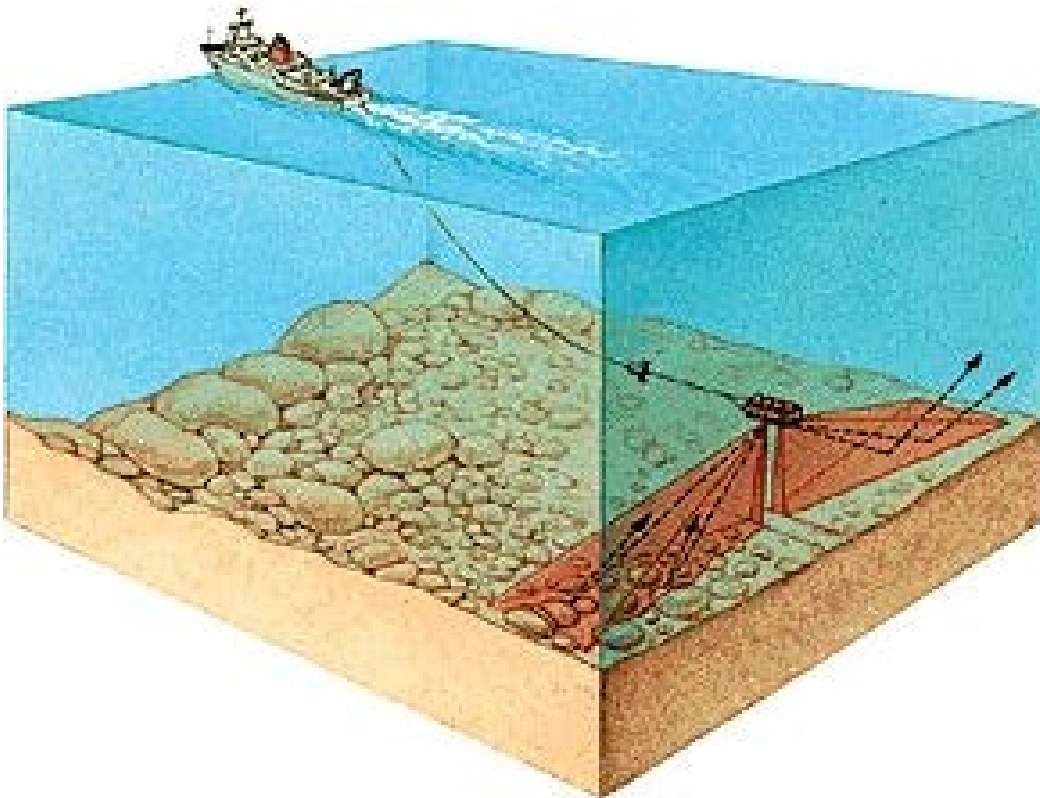
3.3.2 Dybdekortlægning

Da der ikke var et digitalt ekkolod til rådighed, er de udprintede chirp profiler benyttet til at kortlægge bathymetrien i undersøgelsesområdet. Proceduren har været, manuelt at aflæse dybden på chirp profil plottet i kendte fiks punkter, hvor navigationen er registreret i sejlliniens Navipac navigations fil. Derved blev der opbygget et grid af i alt 1570 dybdepunkter. Efterfølgende er Mapinfo applikationen Vertical mapper benyttet til at konturere undersøgelsesområdet med et konturinterval på 50m.

Denne lidt grove måde at kortlægge bathymetri på, bevirker at man må regne med en dybde usikkerhed på i størrelsesordenen 5 -10m.

3.4 Side scan sonar mosaik af havbunden

Side scan overfladekortlægningen af havbunden blev foretaget, som det er skitseret i Fig. 8, der viser princippet i at slæbe en side scan i et langt kable bag ved survey skibet. I vores tilfælde havde vi medbragt et spil med 600m kabel (Fig. 9), hvilket gav os mulighed for at holde side scan fisken 30 – 50 m over bunden med en survey hastighed på omkring 3 knob over bunden. Derved kunne vi kortlægge et bælte på ca. 200m langs med hver survey linie. Da budgettet ikke tillod at investere i direkte positionering af fisken, har vi måttet nøjes med at vurdere hvor stort et offset fisken har haft i forhold til skibets antenne, hvilket naturligvis har øget navigations usikkerheden.



Figur 8. Princip skitse af side scan survey



Figur 9. Agterspil med side scan kabel på ca. 600m.

3.4.1 EG&G DF-1000 Digitale side scan

Det anvendte EG&G DF-1000 DIGITAL Side Scan systemet (Fig. 10) giver højopløselige sonar billeder af havbunds overfladen. Sonar signalet bliver digitaliseret i fisken så der ikke mistes data i det lange trækkabel.

Standard frekvens området er 100 kHz + 10 kHz og højopløsnings frekvensområdet er 400 kHz + 20 kHz

Puls Længde 100 kHz - 0.1 m sek, 500 kHz - 0.01 m sek

Sampling Rate 24 kHz/kanal

Operationel ind til 1000 meters vanddybde

Maksimal sejlhastighed 12.7 Knob

Generel Specs 300 dB maksimum dæmpning ved 1 MHz 50 ohm karakteristisk (nominal) impedans. Total modstand 20 ohm

Fisken har dimensionerne 11.4 cm dia x 158 cm og vejer 30kg medens kontrolenheden er 498mmx159mmx457mm og vejer 28kg.



Figur 10. EG&G DF1000 Digitale side scan fisk og konsol.

3.4.2 TEI ISIS Sonar databehandlings software

TEI Isis Sonar software pakken digitaliserer, gemmer og processere side scan sonar signaler samt kombinere sonar billedet med navigations data i en on-line geokodning.

De digitale data lagres i XTF format med slant-range korrektion og fjernelse af vandsøjlen, hvilket gør det muligt at eksportere data til Geo-tiff format til brug for præsentation af data i geo-refereret GIS mosaik. Opløsningen af Geo-tiff filerne er valgt til 15cm.

I TEI ISIS databehandlings programmet blev der ligeledes foretaget manuel korrektion af den varierende offset.

3.4.3 Mapinfo side scan mosaik

Geo-tiff filerne, som blev produceret i TEI ISIS sonar programmet, er efterfølgende importeret til Mapinfo GIS programmet med en Geo-tiff fil pr. sejllinie. Et oversigtskort over side scan mosaikken ses på side 25 og Mapinfo filerne er gemt i mappen "Side scan mosaik" på den medfølgende CD.

På grund af den store bathymetriske variation på over 200m var det nødvendigt løbende at justere side scan kablets længde for at holde fisken 30 – 50m over bunden. Dette betyder at offset af fisken varierer fra omkring de 125m der er korrigeret i navigations programmet (Navipac) til ca. 300m på de dybeste steder.

Ud over offset korrektionen i TEI ISIS programmet er der foretaget mindre korrektioner af geo-tiff filerne, så side scan mosaikkens geologiske grænser passer sammen. Derved bringes usikkerheden på overfladekortlægningen ned på omkring +/- 50m. Dette har ikke den store betydning med hensyn til den generelle fordeling af sedimenterne, men man bør holde sig det for øje, hvis man senere ønsker at identificere eventuelle objekter på havbunden eller udpege prøvetagningspositioner.

3.5 klassifikation af havbunds typer

Kombinationen af chirp profil data og side scan mosaik data er benyttet til at klassificere havbunden i 5 bundtyper:

- ✘ Forholdsvis blød bassin bund hvor der aflejres sediment
- ✘ Hård bund hvor der aflejres noget sediment
- ✘ Overgangs bund mellem hård residual og sedimentations bund
- ✘ Hård residual bund hvor der hovedsagelig foregår erosion
- ✘ Bund med Pløjemærker hvor isbjerge jævnlgt støder på bunden og forstyrre lagdelingen

4. Togt deltagere

Risø:

Henning Dalgaard, togtleder, Seniorforsker

Svend K. Olsen, tekniker

Mats Eriksson, forsker

GEUS:

Peter Trøst Jørgensen, Senior rådgiver Ingeniør

Jørn Bo Jensen, Senior forsker geolog

5. Dagbog

Mandag 11/8 2003:

Fly fra Kastrup 09:15 via Kangerlussuaq til Illulisat med ankomst 16:15 lokal tid.

Tirsdag 12/8 2003:

Fly fra Illulisat 08:15. Ankomst Upernavik 09:15. Solskin, klart vejr og svag til jævn vind.

Fra luften kunne vi se at M/S Adolf Jensen allerede lå i Havnen da vi ankom.

Efter henvendelse til vores kontaktperson hos entreprenør firmaet Lasoe (Per Olsen) fik vi hurtigt identificeret de to GEUS containere vi havde sendt op med skib og med hjælp fra havnepersonalet fik vi transporteret dem hen til skibet.

Efter en kort snak med skibets kaptajn blev vi enige om at montere vores medbragte spil i agterenden af skibet, hvorfra det var ideelt at trække side scan fisken samt at benytte skibets kran til at holde vores chirp ca. 3m under overfladen i survey situationen.

Medens den lokale smed arbejdede med at få spillet ombord og sat fast, gik vi sammen med Henning Dalgaard i gang med at få det øvrige udstyr ombord.

Smeden var færdig omkring kl 21 lokal tid, hvorefter vi begyndte sejladsen mod Thule.

Onsdag 13/8 2003:

I løbet af natten kom vi ind i et område med store dønninger, så skibet rullede en del og vi måtte surre udstyret ekstra meget fast.

I løbet af dagen fik vi installeret de forskellige computere og gjort klar med kabelføring osv.

Omkring kl. 23 var vi klar med tilrigningen.

Torsdag 14/8 2003.

Overskyet, 0 – 5°C og jævn til svag vind.

Efter en nat med forholdsvis hårdt vejr ankom vi til Thule kl. 09.00 lokal Thule tid.

I løbet af formiddagen ankom Svend K. Olsen og Mats Eriksson og vi havde besøg af Thule Basens inspektør.

Vi sejlede fra havnen kl. 14 og sejlede survey ind til kl. 22. I begyndelsen var vejret på kanten af det acceptable, men det blev gradvist bedre. Vi sejlede 4 nord-syd gående linier Thule 01 – 04.

Fredag 15/8 2003:

Let skyet, 0 – 5°C og svag til jævn vind.

Vi sejlede survey hele dagen i perioden 08:00 – 21:30, hvor vi nåede linierne Thule 05 – 13.

Lørdag 16/8 2003:

Let skyet, 0 – 5°C og svag til jævn vind.

Vi sejlede survey hele dagen i perioden 08:00 – 22:00, hvor vi nåede linierne Thule 13 – 21.

Søndag 17/8 2003:

Det var blæst op i løbet af natten og med vindstød på 30 – 40m/s var det umuligt at sejle ud af havnen.

Vi benyttede dagen til at behandle de indsamlede data.

Mandag 18/8 2003:

Let skyet, blæsende men langsomt aftagende vind.

Trods noget blæst blev data ok. Og vi sejlede survey 08:00 – 22:00. Vi sejlede linierne Thule 22 – 35.

Tirsdag 19/8 2003:

Meget fint vejr. Klart – let skyet med stille vejr.

Vi sejlede survey 08:00 – 20:00 og gennemførte linierne Thule 35 – 45.

Onsdag 20/8 2003:

Let skyet, 0 – 5°C og svag til jævn vind.

Risø påbegyndte prøvetagningsarbejdet og vi overspillede data og tolkede med henblik på foreløbig kortlægning af bundtyper.

Om eftermiddagen sejlede vi en linie (Thule 26), i et område hvor der kunne være et muligt objekt på bunden (A-ramme).

Efter endt sejlads pakkede vi udstyr sammen ind til ca. kl. 23.

Torsdag 21/8 2003:

Tog med TAXI til Thule Lufthavn kl. 08:00, hvorfra vi blev transporteret til Qaanaaq kl. 13:30.

Der var ikke videre forbindelse fra Qaanaaq på grund af dårligt vejr ved Upernavik, så vi måtte vente til næste flyforbindelse.

Fredag 22/8 – Mandag 25/8:

Ventede på næste fly på Hotel Qaanaaq. Det var muligt at påbegynde opbygningen af det bathymetriske kort ud fra de indsamlede data.

Tirsdag 26/8 – Onsdag 27/8:

Hjemrejse til København med overnatning i Illulisat.

GEUS's udstyr fortsatte med skibet og blev sendt med fragtskib fra Illulisat efter endt sejlads.

6. Tolkning ombord på M/S Adolf Jensen

Som det fremgår af dagbogen blev der foretaget en del tolkningsarbejde ombord på M/S Adolf Jensen. Formålet var at producere et foreløbigt sedimentkort til brug for RISØ-s efterfølgende udpegning af prøvetagningspositioner.

Foreløbige side scan mosaik data blev produceret og eksporteret til Geo-tiff format: Disse kunne dernæst kunne præsenteres som MapInfo GIS filer og benyttes af Henning Dalgaard til detaljeret vurdering af bundtyper i potentielle prøvetagningsområder. Desuden blev der foretaget en foreløbig tolkning af chirp data sammenholdt med side scan data og der blev produceret et foreløbigt sediment kort opdelt i 5 bundtyper:

- ✗ Forholdsvis blød bassinbund hvor der aflejres sedimenter
- ✗ Hård bund hvor der aflejres noget sediment
- ✗ Overgangsbund mellem hård residual- og sedimentationsbund
- ✗ Hård residualbund hvor der hovedsagelig foregår erosion
- ✗ Bund med Pløjemærker hvor isbjerge jævnlige støder på bunden og forstyrre lagdelingen

Sedimentkortet blev konstrueret som en MapInfo fil og dernæst var det muligt for Henning Dalgaard at lave on-line udpegning og vurdering og evaluering af disse data.

7. Resultater

7.1 Analog og digital datapræsentation

Den endelige detaljerede version af side scan mosaikken er lavet på GEUS efter togtet og et sæt CD'er sendes til RISØ med mapInfo filerne Thule 01 – 45. I denne rapporten findes et oversigtskort vedlagt som papirkopi Bilag A.1. og på den vedlagte CD som filen JPG-mosaik i "Side scan mosaik" mappen.

MapInfo filerne med Klassifikationen i de 5 havbundstyper præsenteres på den vedlagte CD, i sin endelige version, i mappen "havbundstyper".

MapInfo filerne med de konturerede dybdeforhold i undersøgelsesområdet, med et konturinterval på 50m, findes digitalt i mappen "bathymetri" og i papir kopi i figur 11.

Et kombineret havbundsdybde – havbundstype kort findes digitalt ligeledes i mappen "havbundstyper" og som papirkopi i figur 12.

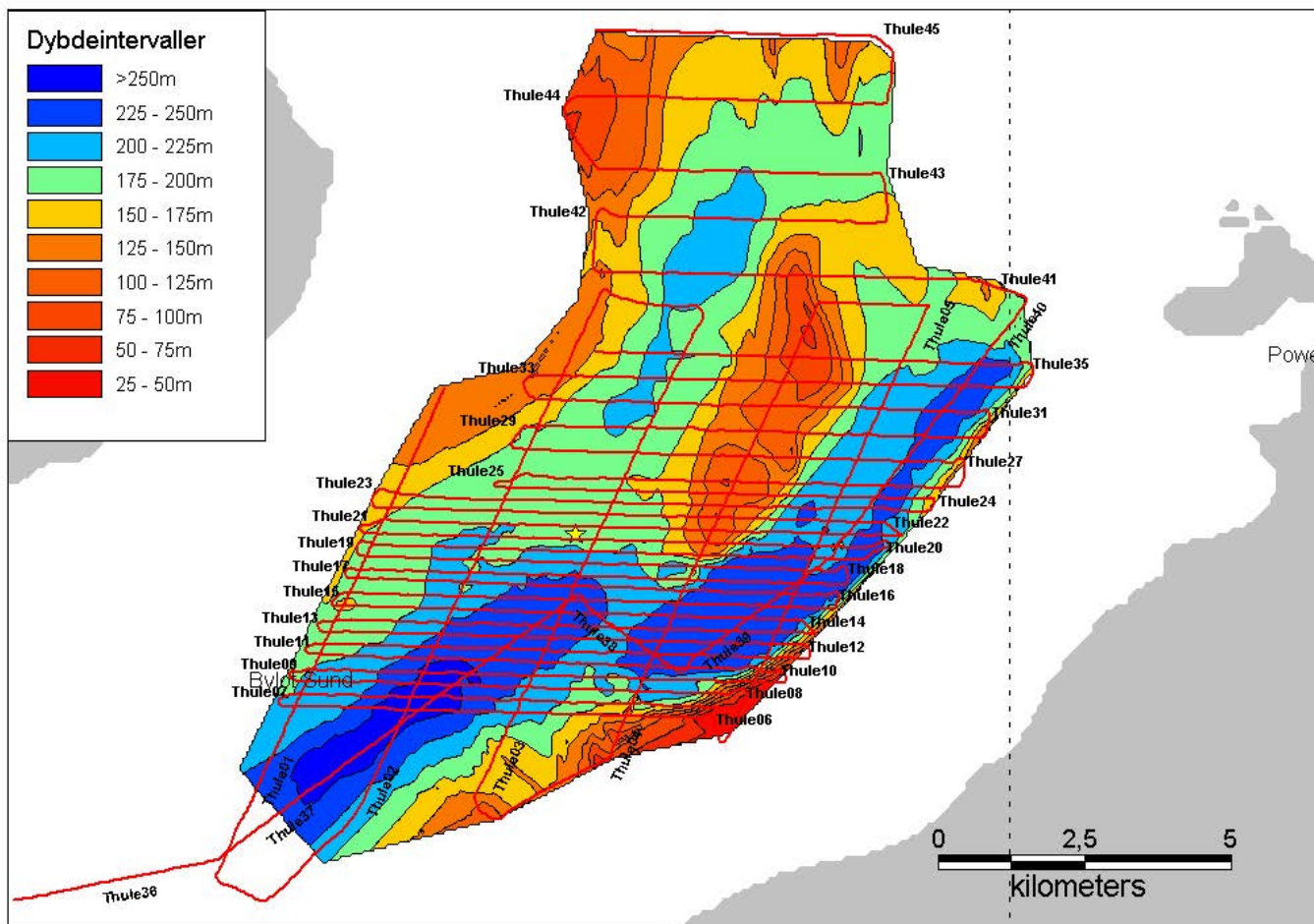
Rapporten findes foruden denne papirkopi som både en word fil og en PDF fil på vedlagte CD i mappen Thule 2003 rapport.

7.2 Dybdeforholdene i survey området

De udprintede chirp profiler er benyttet til at kortlægge bathymetrien i undersøgelsesområdet, som det er beskrevet i metodeafsnittet. Det konturerede bathymetriske kort viser at dybdeforholdene er væsentlig mere nuancerede end oprindeligt antaget (Fig. 11).

- ✍ Det mest markante morfologiske element er den nord – syd orienterede lavvandede ryg centralt i Bylot Sund, som i et stort område har vanddybder på mindre end 100m og som i det laveste område ligger på mindre end 75m vand.
- ✍ Dernæst er det karakteristisk, at kanalen i den sydlige del af Bylot Sund er delt i et sydligt og et nordligt bassin med vanddybder på op til 250m. Mellem bassinerne findes en tærskel, hvor vanddybden er mindre end 200m.
- ✍ Endelig findes, vest for den lavvandede ryg, en depression med vanddybder større end 200m.

Det må forventes at de markante morfologiske elementer har stor betydning for områdets strømningforhold og dermed ligeledes for sedimentationsforholdene.



Figur 11. Kortlagte bathymetri i undersøgelsesområdet med et kurveinterval på 50m. Nedslagspunktet er angivet med en gul stjerne.

7.3 Havbundstyper

Chirp profil data og side scan mosaik data er benyttet til at klassificere havbunden i 5 karakteristiske havbundstyper, som afspejler sedimentationsmønstret i undersøgelsesområdet.

7.3.1 Forholdsvis blød bassinbund hvor der aflejres sedimenter

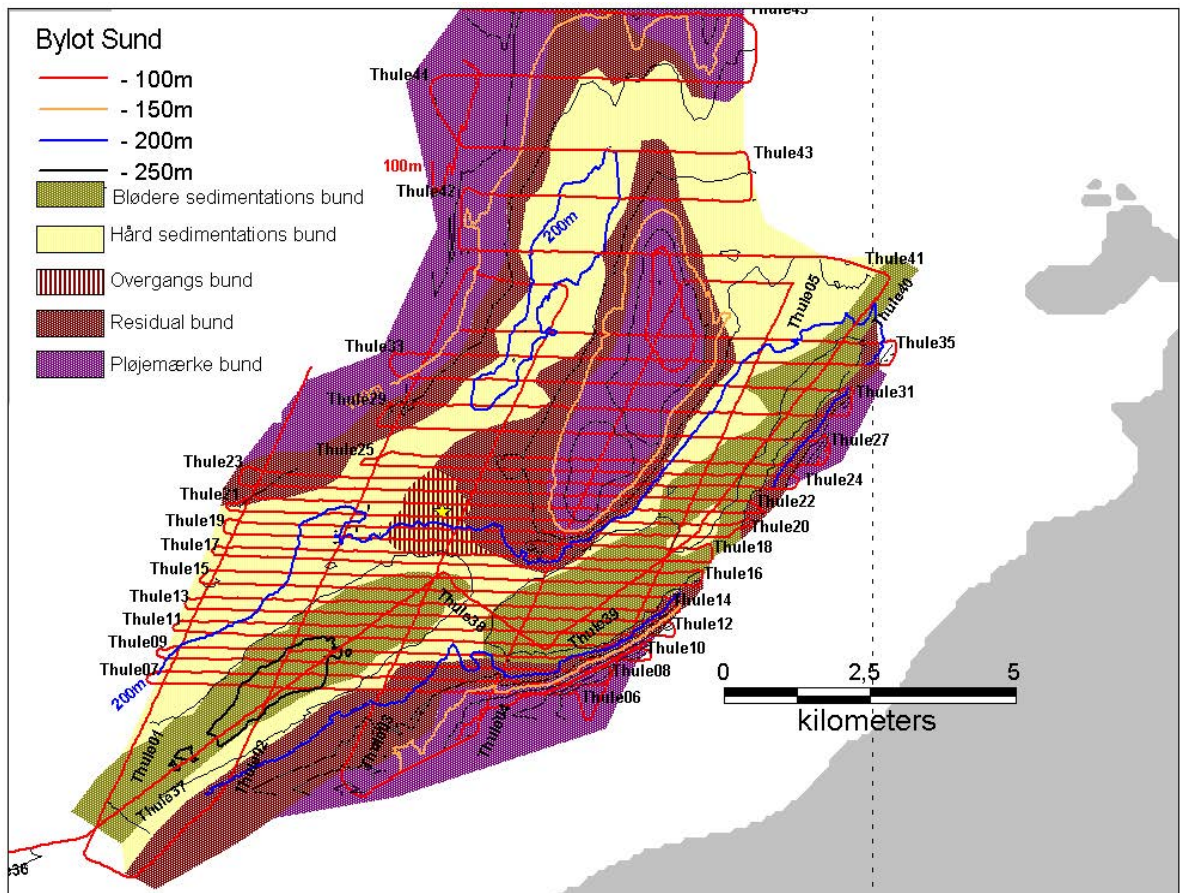
Den sydlige del af Bylot Sund er delt i et sydligt og et nordligt bassin med vanddybder på op til 250m, hvor der er kortlagt blødere sedimentations bund (Fig. 12).

I disse bassinområder viser side scan data en generel svag reflektivitet med et antal pletter med høj reflektivitet. Dette ses som et lysegråt billede med grå nistre (Bilag side scan 1 og 2). På chirp profilerne er denne bassin bundstype karakteriseret ved at bundsedimentet ses som et op til 10m tykt seismisk lagdelt lag, hvor et antal bundparallelle reflektorer gradvist kiler ud mod bassinranden (bilag Chirp 1 og 2).

Tolkningen af sedimenttypen er, at der er tale om sedimentations bassiner, hvor der igennem længere tid har fundet netto sedimentation sted af relativt finkornet materiale, hvilket

har givet ophav til en relativ blød sediment pakke, hvor der af og til indlejres dropsten. Disse smelter ud af isen og falder ned på bunden. Ofte findes der lagdelte issø/glacialt betingede aflejringer under bassin sedimentet.

Bassin sedimentationsområderne vil være interessante områder for indsamle af bundprøver, i forbindelse med undersøgelse af tilstedeværelsen af plutonium, da det kan være udtryk for slutdeponier af finkornet materiale i Bylot Sund.



Figur 12. Havbundstype kort med 50m dybdekonturer. Nedslagspunktet er angivet med en gul stjerne.

7.3.2 Hård bund hvor der aflejres noget sediment

På randen af bassinerne og i kanalområdet vest for den kortlagte lavvandede ryg (Fig. 11) er der kortlagt en relativ hård sedimentations bund på vanddybder af omkring 200m (Fig. 12).

Denne sedimentationsbund ses på side scan optagelserne ligeledes som en bund med meget homogen relativ lav reflektivitet med et antal pletter med høj reflektivitet (Bilag side scan 6). Chirp profilerne viser derimod, i randen af bassinerne, at der er tale om tynde udviklede lag og i området vest for den lavvandede ryg (bilag chirp 6), er der tale om et omkring 1m tykt bundlag, der overlejrer ældre sandsynligvis glaciale aflejringer.

Sedimenttypen tolkes som en bassin rand med medium til høj bundenergi sedimentations miljø, hvor bundstrømning bevirker at der er tale om delvis sediment bypas og sedimentati-

on af siltede og sandede sedimenter. Af og til indlejres dropsten, som smelter ud af isen og falder ned på bunden. Den hårde sedimentationsbund er ligeledes interessant at tage prøver i.

7.3.3 Overgangsbund mellem hård residual- og sedimentationsbund

I nedfaldsområdet for B-52 bombeflyet er der observeret et overgangsområde på omkring 200m's vanddybde (Fig. 11) hvor der stedvis findes dels sedimentationsbund og dels residualbund (Fig. 12).

På side scan optagelserne ses denne blandede bund som områder med skiftevis høj reflektivitet (mørke områder) og lav reflektivitet (lyse områder) (Bilag side scan 4). Chirp profilet viser tilstedeværelsen af lagdelte issø/glacialt betingede aflejringer, hvor tykkelsen af sedimentationsbundtypen er under opløsningen på ca. 20cm (Bilag Chirp 3). Det vil sige at bunden stedvist består af et tyndt lag sandet sedimentationsbund, medens andre områder er præget af stenet residualbund. Der er desuden tale om en dynamisk bundtype hvor sedimentationsbunden sandsynligvis flytter rundt, afhængig af ændringer i strømforholdene. Det er denne bundtype, som er fremherskende i nedslagsområdet for B-52 bombeflyet og hvis man kan ramme sedimentationsbunden, er dette ligeledes et interessant område for prøvetagning.

7.3.4 Hård residualbund hvor der hovedsagelig foregår erosion

På flankerne af de lavvandede områder, defineret ved vanddybderne mellem 200m og 150m (Fig. 11), foregår der hovedsagelig erosion, hvilket giver ophav til en hård residualbund (Fig. 12).

Den hårde residualbund erkendes på side scan optagelserne ved en høj reflektivitet, der ses som generelt mørke arealer med et nistret udseende på grund af det store antal sten der er fremeroderet i bunden (Bilag side scan 6). Chirp profilerne viser generelt, på vanddybderne 150 – 200m, tilstedeværelsen af seismisk lagdelte issø/glacialt betingede aflejringer eller hård bund uden interne reflektorer (Bilag Chirp 1-6). Bundtypen fremstår således som en stenet residualbund, som er præget af erosion. Da det er erosionsbund, er det ikke en interessant bund til prøvetagning.

7.3.5 Bund med Pløjemærker hvor isbjerge jævnligt støder på bunden og forstyrre lagdelingen

I undersøgelsesområdet er områderne på vanddybder mindre end 150m præget af en gennemgribende pløjning forårsaget af strandede isbjerge på vej ud af Bylot Sund (Fig. 12).

Side scan optagelserne viser dette meget tydeligt, idet der kan ses et virvar af pløjemønstre, der illustrerer alt fra fuger forårsaget af isbjerg, som pløjer deres vej gennem bunden, til cirkulære huller fra isbjerge, som har stået fast på bunden (Bilag side scan 3, 5 og 8). Ved ca. 150m vanddybde findes en forholdsvis skarp grænse, hvorunder der ikke findes pløjemærker, hvilket passer fint med de recente isbjerge, der er op til ca. 30m over havniveau. Pløjningen af havbunden betyder at sedimenterne ofte forstyrres og det er derfor uinteressant som prøvetagningsområde.

7.3.6 Objekter på bunden

I forbindelse med tolkningen af side scan data er der ligeledes set efter eventuelle identificerbare objekter på havbunden, som kunne have noget at gøre med nedstyrningen af B-52 bombeflyet. Generelt må det siges at sådanne objekter skal have en størrelse på mindst ca. 2 X 2m, før man vil erkende det som en genstand der adskiller sig fra de almindelige dropsten. Desuden er det lettest at identificere objekter i sedimentationsområderne, hvor der ikke findes naturlige større objekter, medens det vil være stort set umuligt i pløjemærkeområderne, hvor bunden er for kaotisk.

Screeningen af side scan data viste, at der ved starten af linie Thule 25 findes nogle objekter, hvoraf især et nærmest firkantet objekt ca. 5 x 5m har tiltrukket opmærksomheden (Bilag side scan 6 og 7). Objektets firkantede form og en tilsyneladende depression i midten er interessant, men positionen er ca. 1km nordvest for nedslagspunktet i følge Mats Erikson (2002).

Yderligere undersøgelser af objektet vil kræve videoinspektion.

8. Konklusioner

- ✎ De bathymetriske data viser at dybdeforholdene i Bylot Sund er væsentlig mere nuanceret end oprindelig antaget
- ✎ De mest markante morfologiske elementer er en nord – syd orienterede lavvandede ryg centralt i Bylot Sund, med vanddybder på mindre end 100m og at kanalen i den sydlige del af Bylot Sund er delt i et sydligt og et nordligt bassin med vanddybder på op til 250m.
- ✎ 5 karakteristiske havbundstyper afspejler sedimentationsmønstret i undersøgelsesområdet:
 - ✎ Forholdsvis blød bassin bund hvor der aflejres sedimenter
 - ✎ Hård bund hvor der aflejres noget sediment
 - ✎ Overgangsbund mellem hård residual- og sedimentationsbund
 - ✎ Hård residualbund hvor der hovedsagelig foregår erosion
 - ✎ Bund med Pløjemærker hvor isbjerge jævnligt støder på bunden og forstyrre lagdelingen
- ✎ Bassin sedimentationsområderne er interessante områder for indsamling af bundprøver i forbindelse med undersøgelse af tilstedeværelsen af plutonium da det kan være udtryk for slutdeponering af finkornet materiale i Bylot Sund.
- ✎ Den fremherskende bundtype i nedslagsområdet for B-52 bombeflyet er overgangsbund mellem hård residual- og sedimentationsbund. Det er vigtigt at man ved undersøgelse af tilstedeværelsen af plutonium tager prøver i sedimentationsbunden.
- ✎ Residualbunden og bunden med pløjemærker er uinteressante som prøvetagningsområder, da der enten ikke er nutidige sedimenter eller bunden ofte forstyrres
- ✎ Screeningen af side scan data viste, at der ved starten af linie Thule 25 findes et nærmest firkantet objekt ca. 5 x 5m, som tilsyneladende har en depression i midten. Objektet kan være et fremmedlegeme på bunden.

9. Referencer

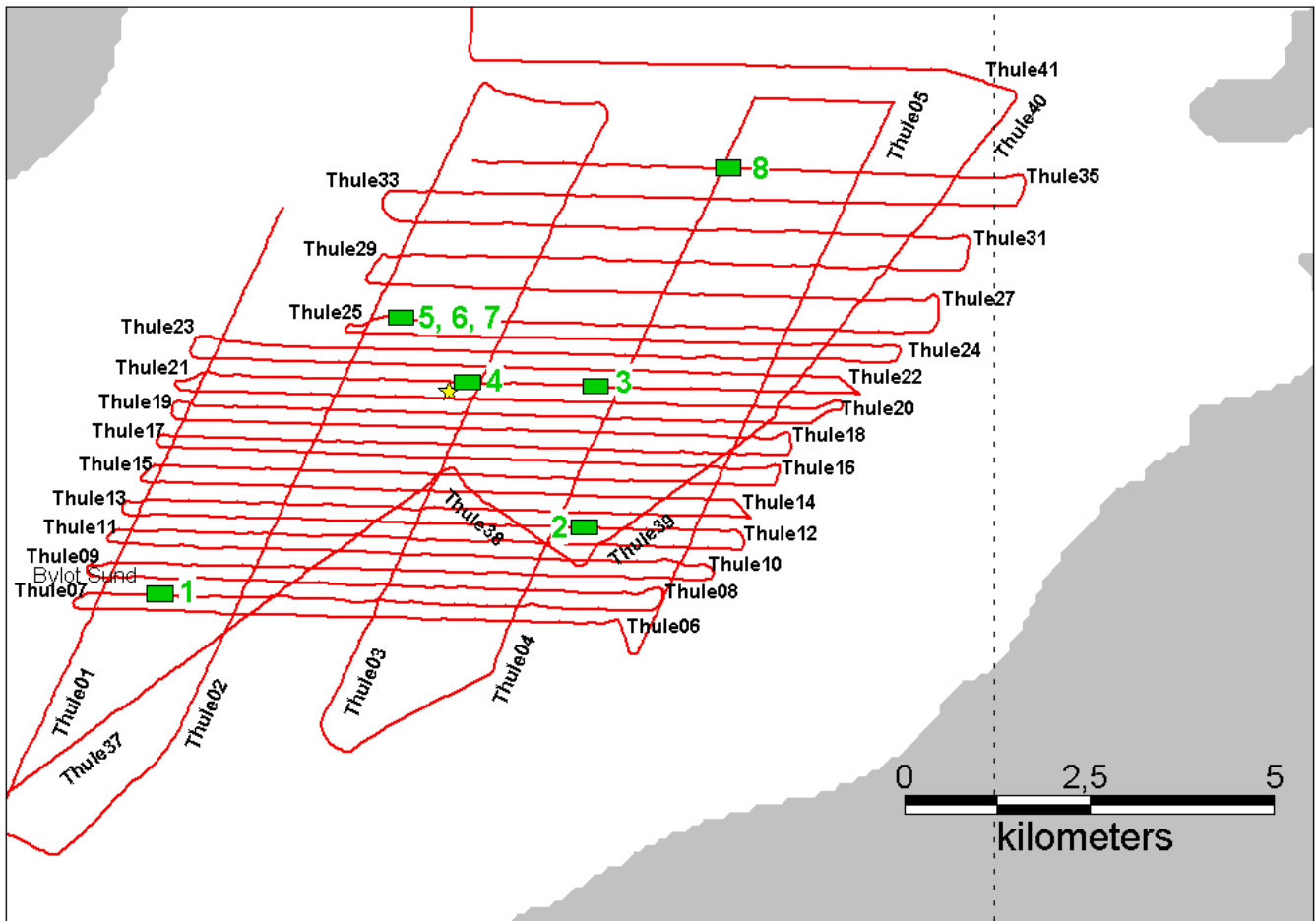
Dahlgaard, H., Erikson, M., Ilus, E., Ryan, T., McMahon, C.A. and Nielsen, S.P. 2001: Plutonium in the marine environment at Thule, NW-Greenland after a nuclear weapons accident. In: Plutonium in the Environment. ED. A. Kudo. Elsevier. 13 -15.

Eriksson M. 2002:Plutonium Inventory Calculations in Sediments when Hot Particles are Present Manuscript, (25 pp), 2002. In Eriksson M.: On Weapons Plutonium in the Arctic Environment (Thule, Greenland), Risø –R –1321(EN).

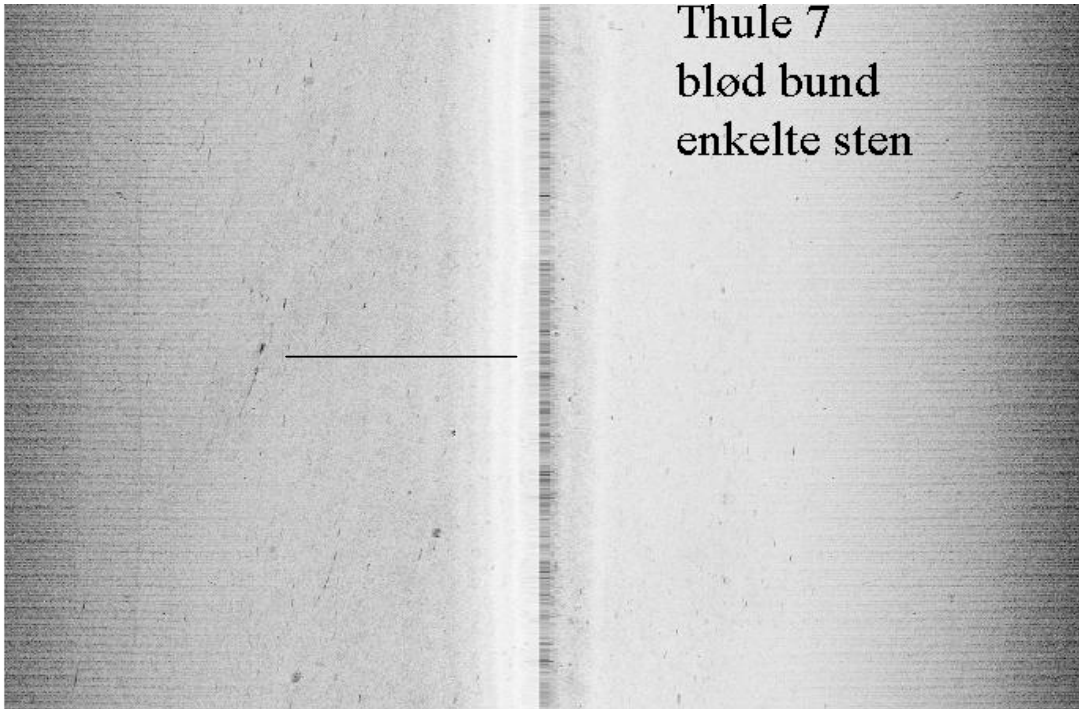
Eriksson M.: On Weapons Plutonium in the Arctic Environment (Thule, Greenland), Risø – R –1321(EN).

Project Crested Ice 1970: Risø Report No. 213. 95pp.

10. Side scan bilag



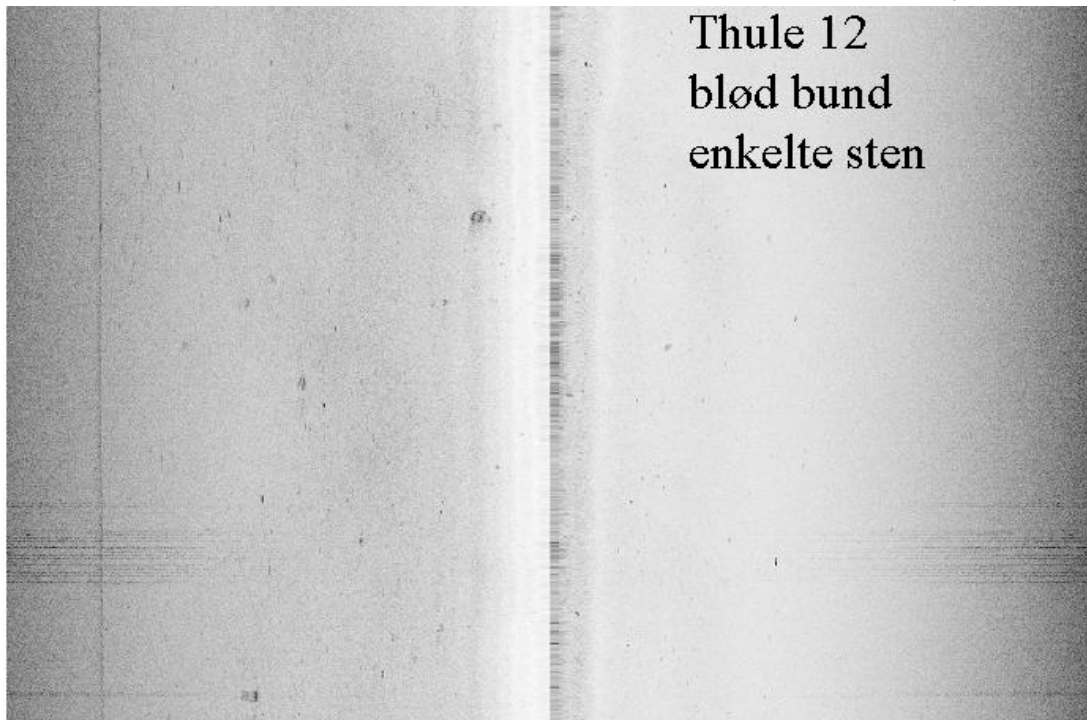
Sejllinier med angivelse af placering af side scan bilags eksemplerne



Thule 7
blød bund
enkelte sten

100 m

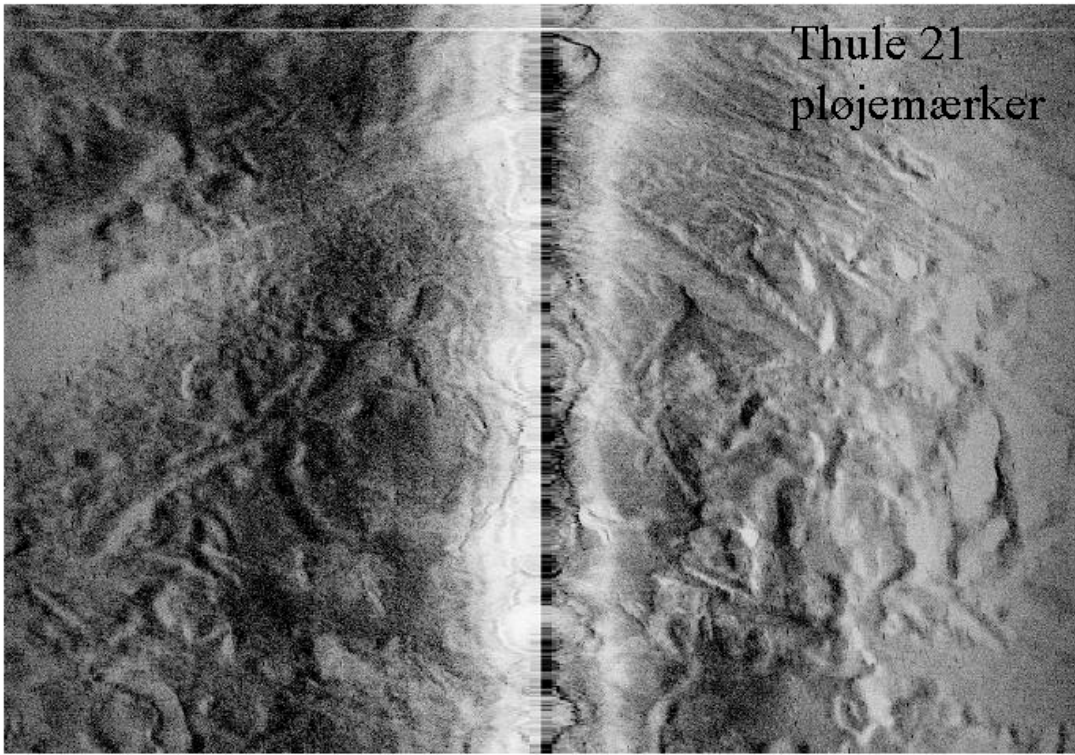
Bilag side scan 1



Thule 12
blød bund
enkelte sten

100m

Bilag side scan 2



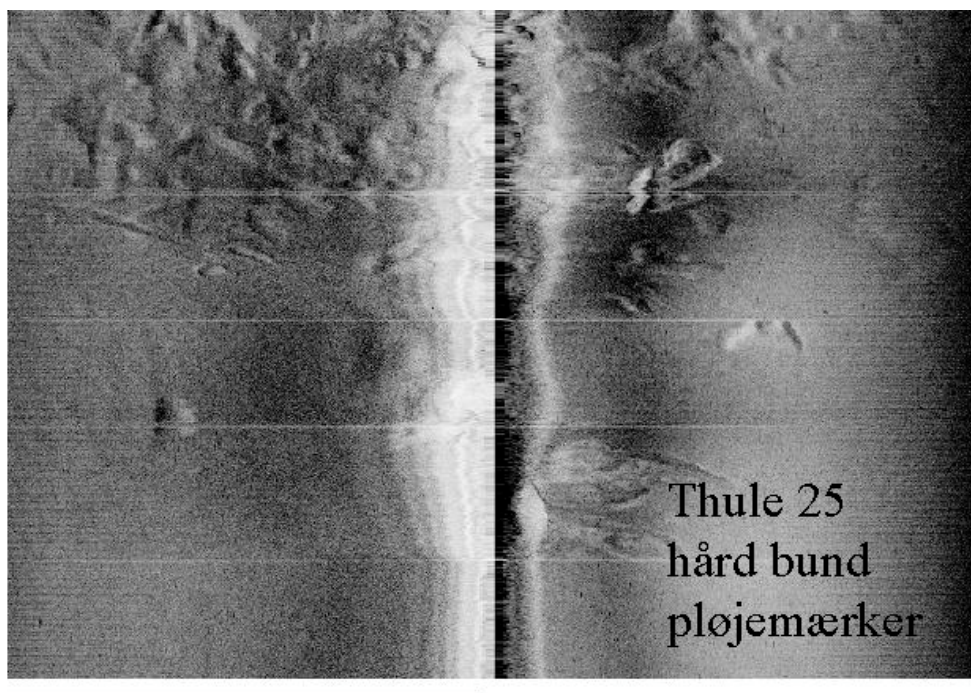
100m

Bilag side scan 3



100m

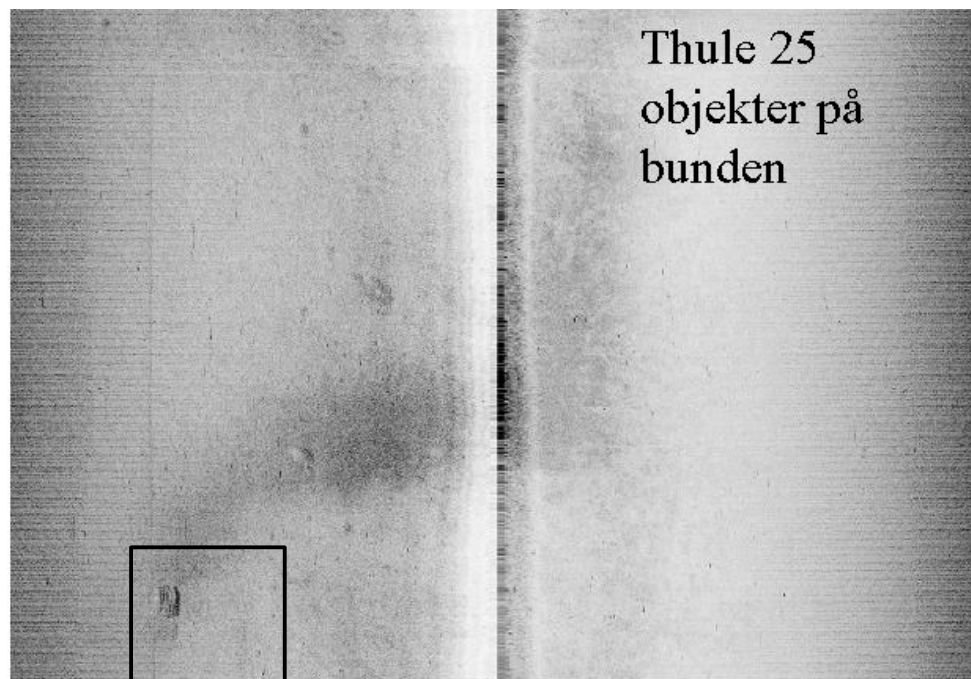
Bilag side scan 4



Thule 25
hård bund
pløjemærker

100m

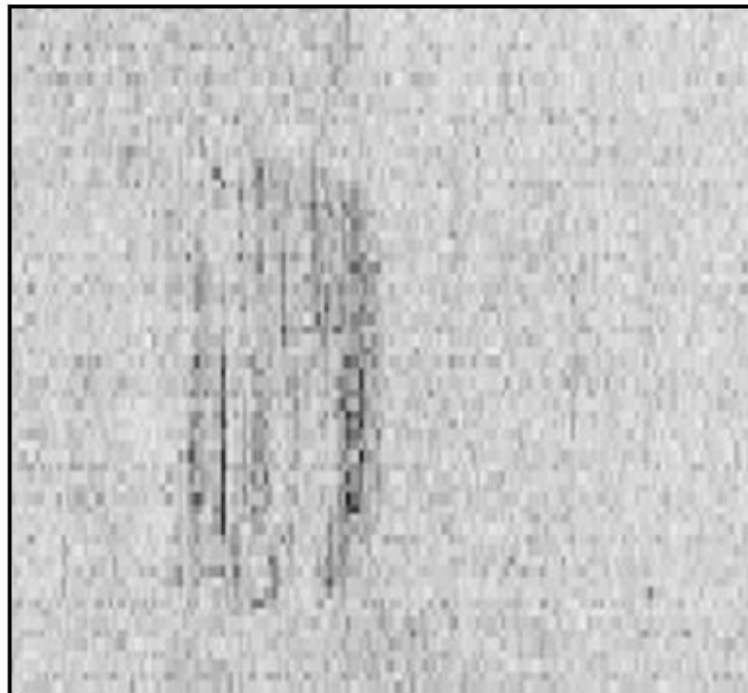
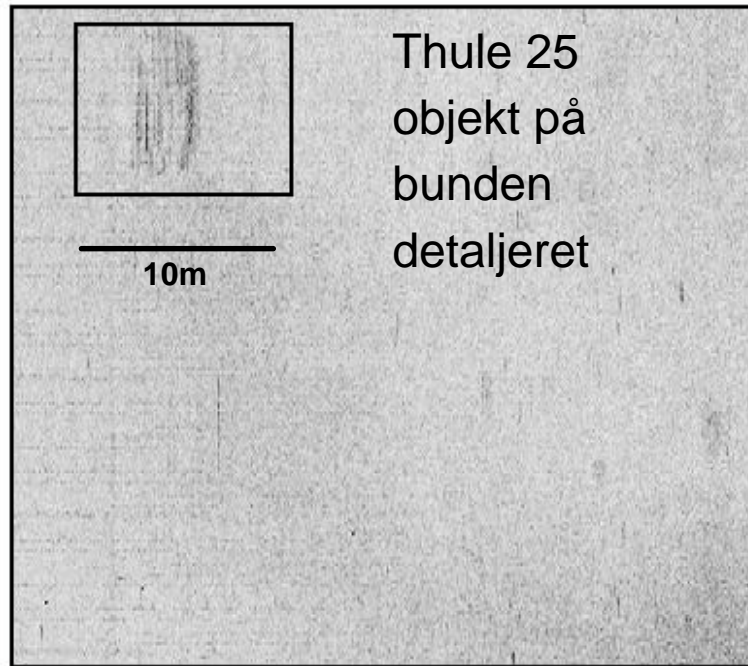
Bilag sidescan 5



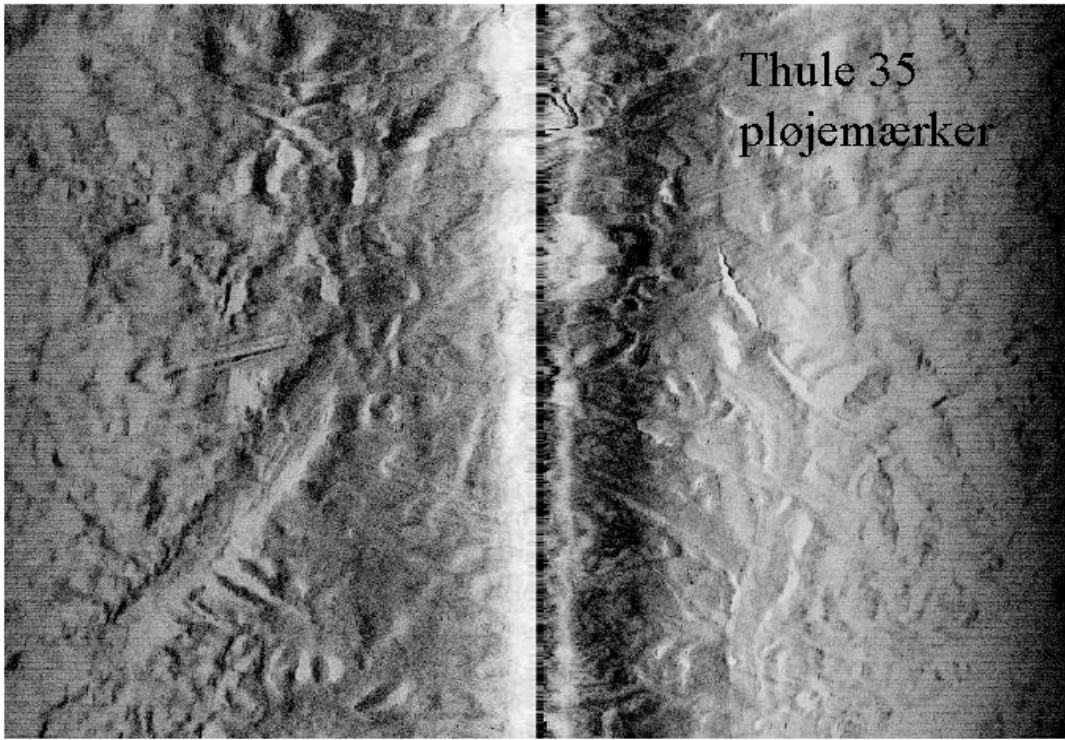
Thule 25
objekter på
bunden

100m

Bilag side scan 6

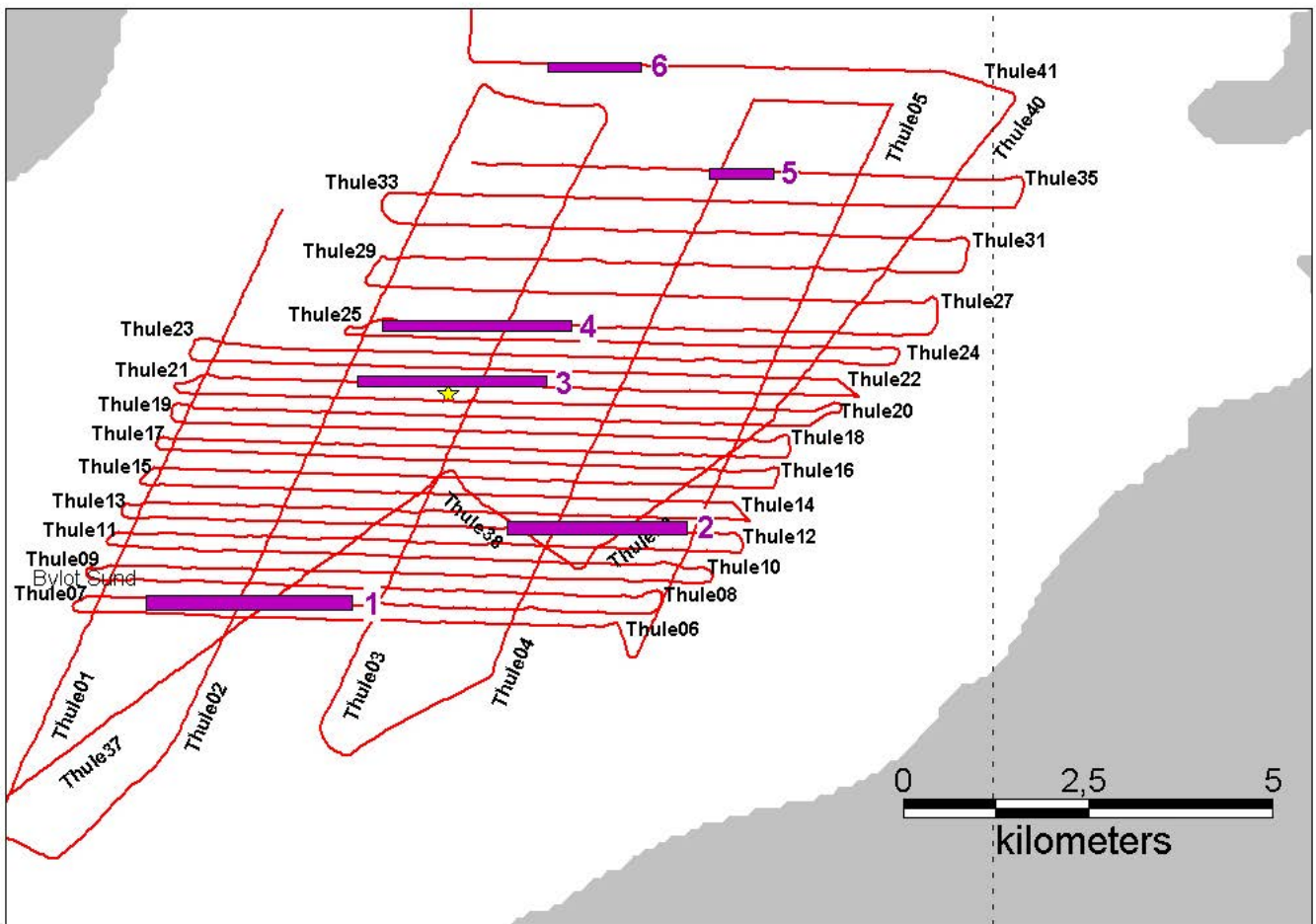


Bilag side scan 7

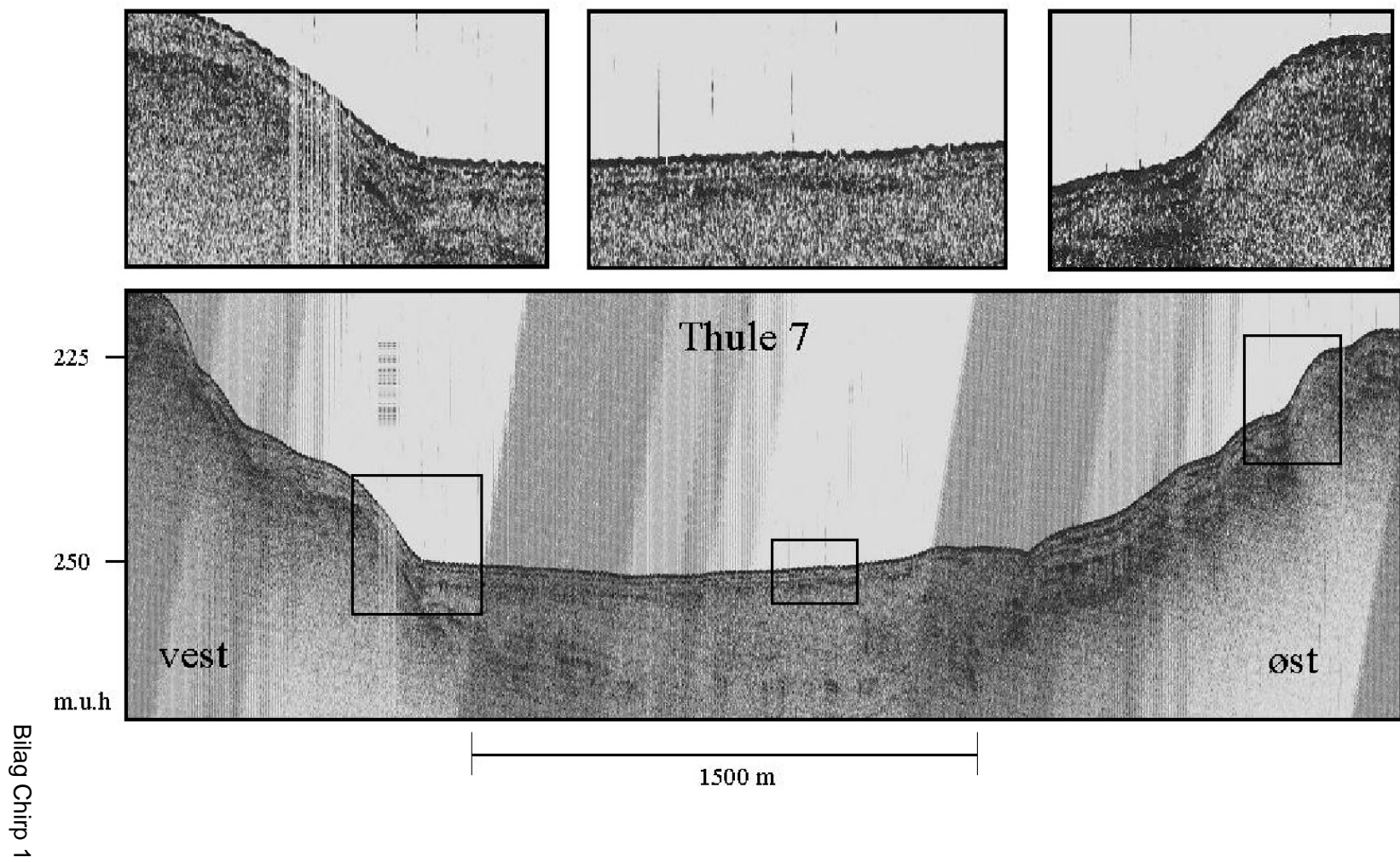


100m

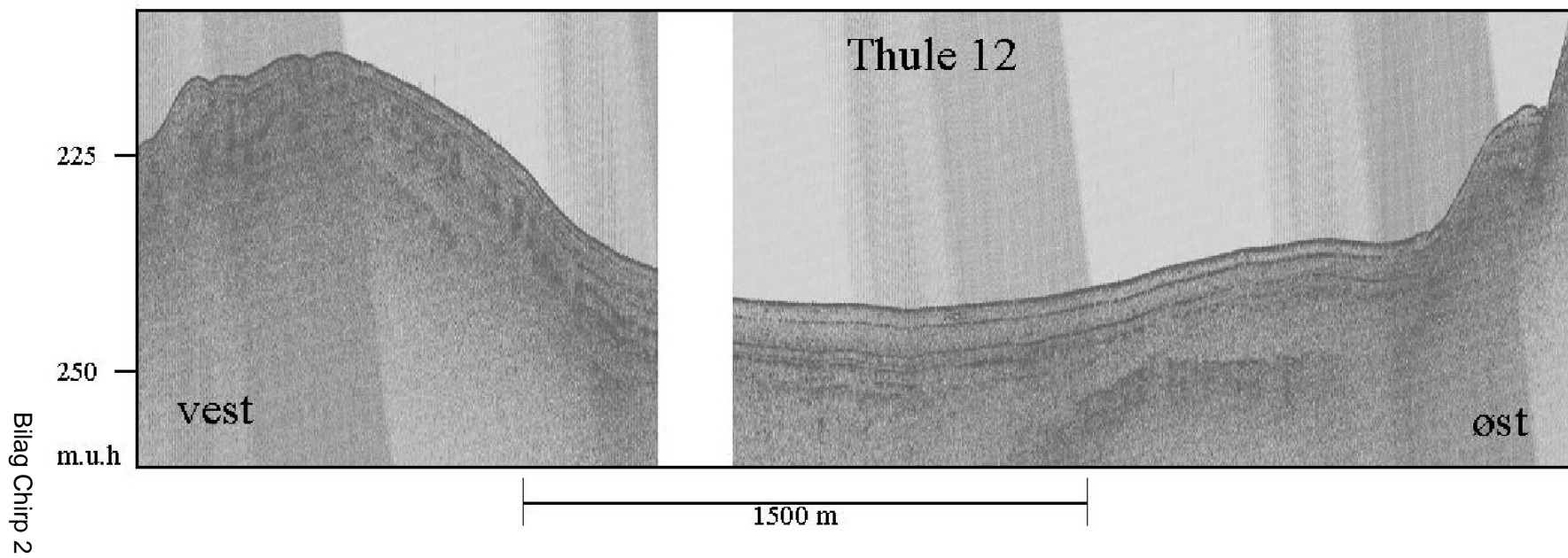
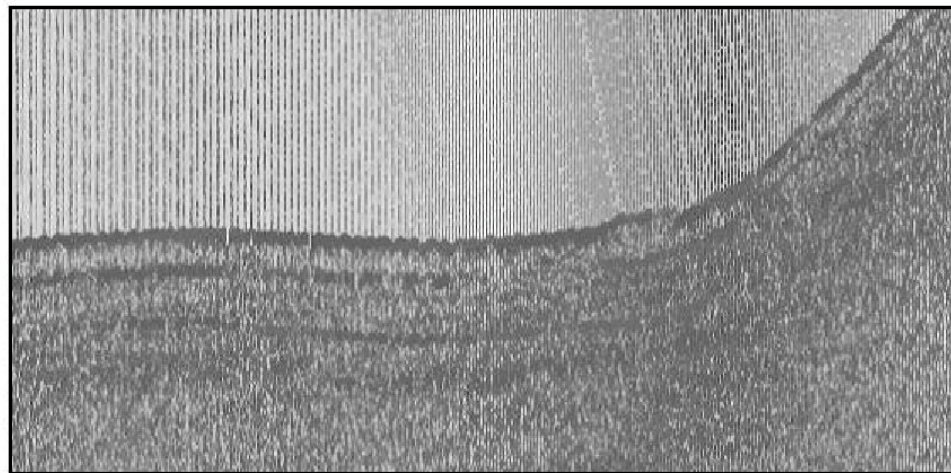
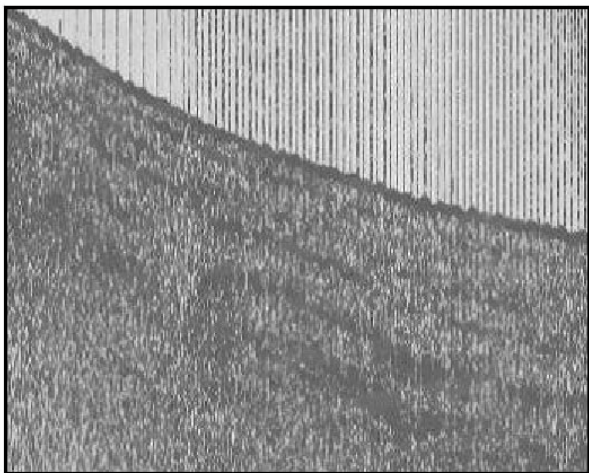
11. Chirp bilag

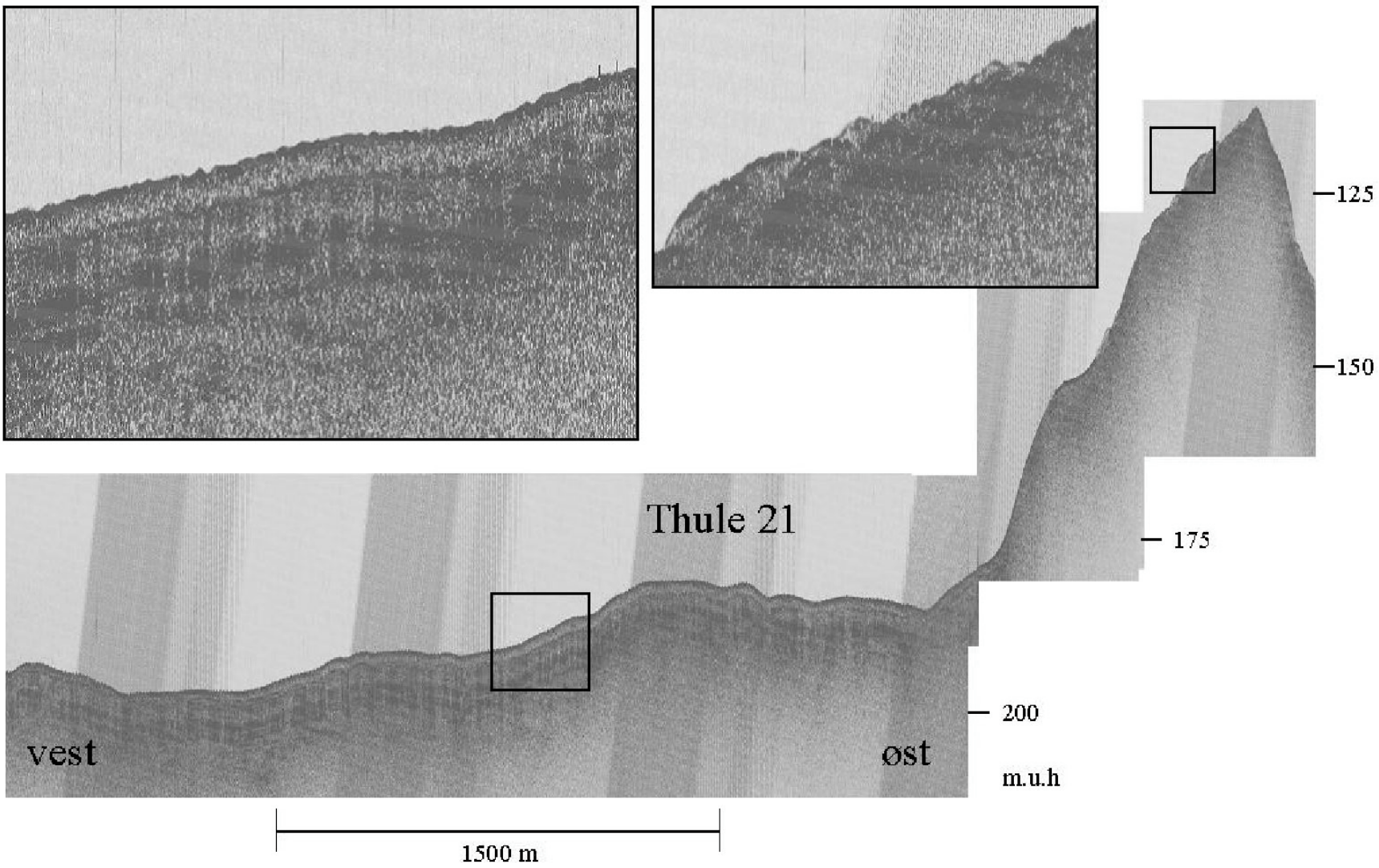


Sejllinier med angivelse af placering af chirp bilags eksemplerne

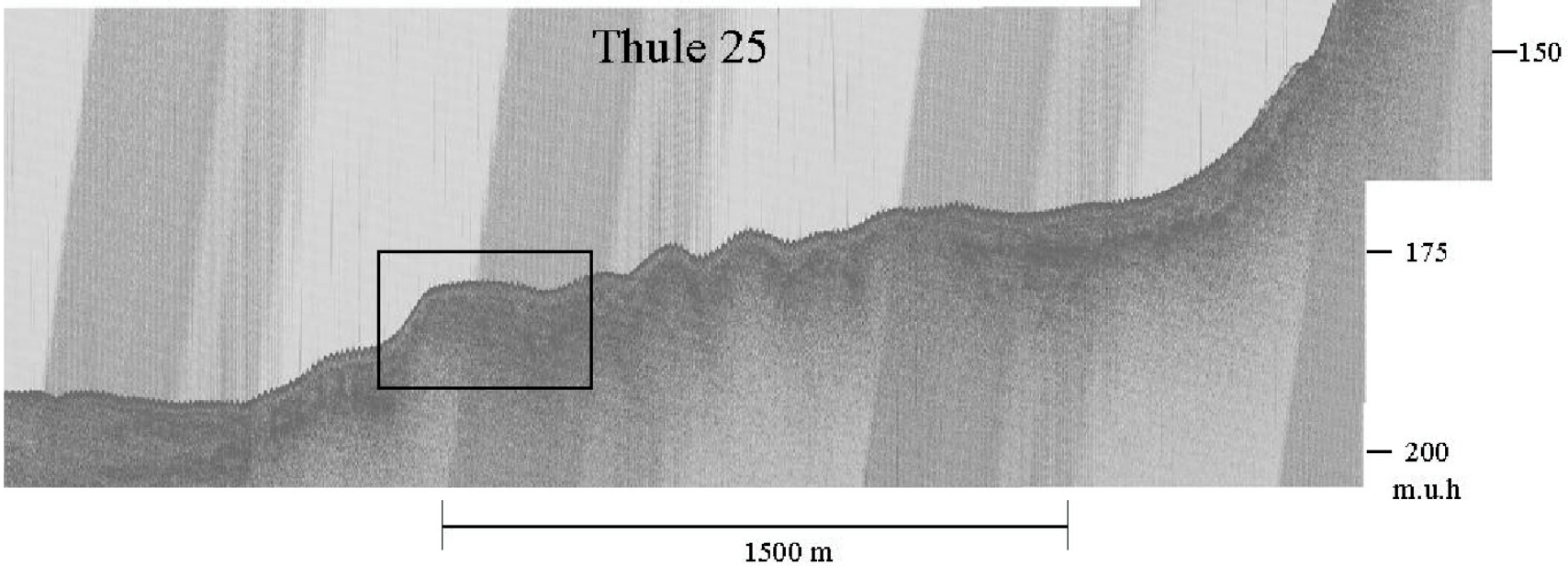
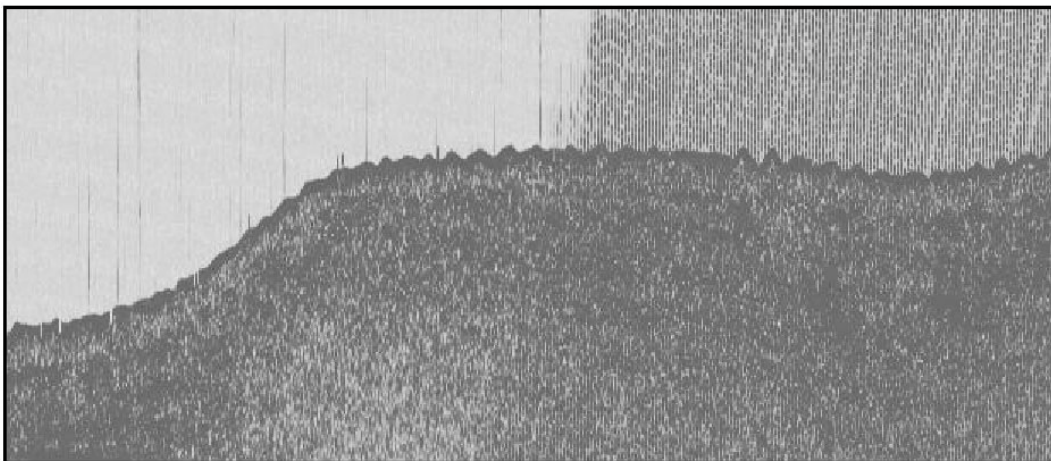


Bilag Chirp 1

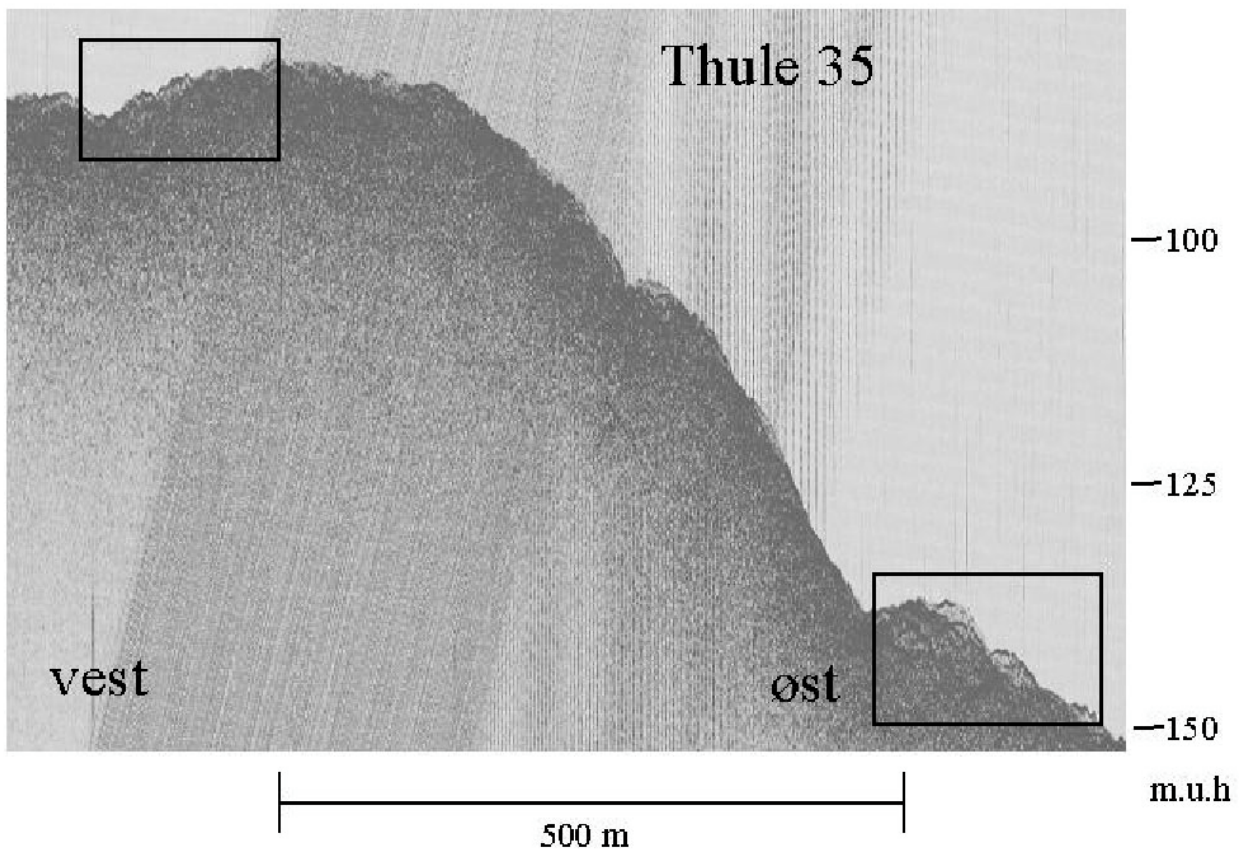
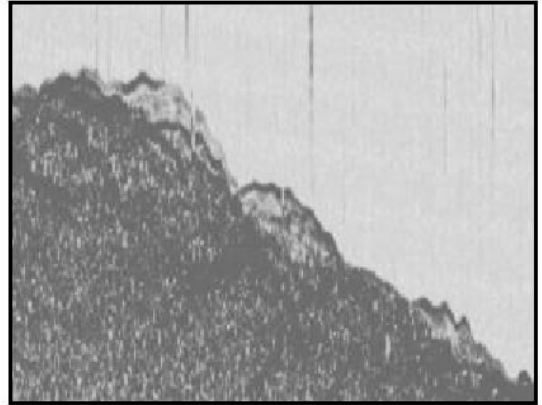
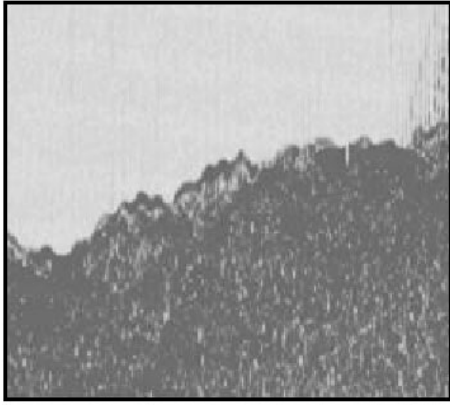




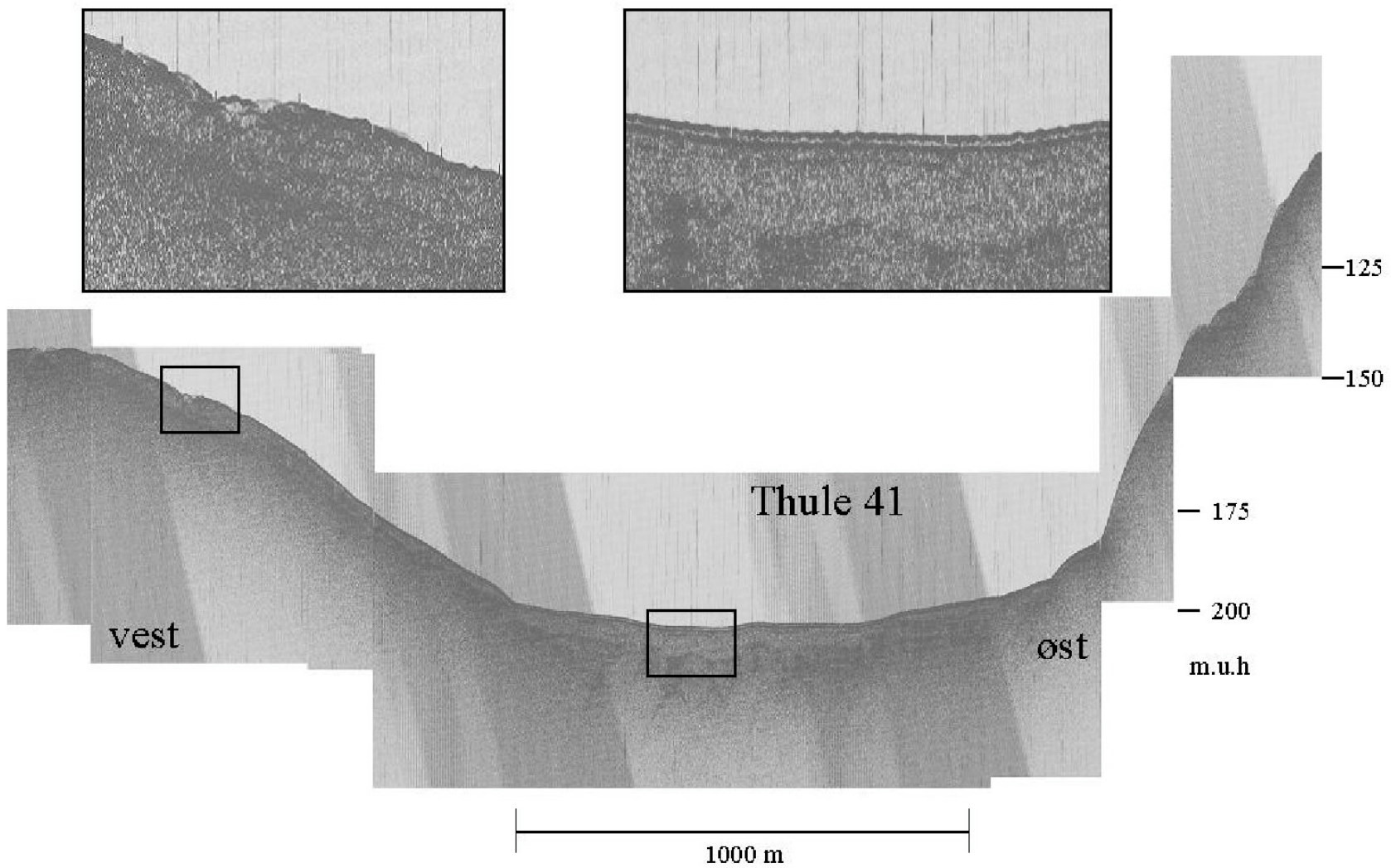
Bilag Chirp 3



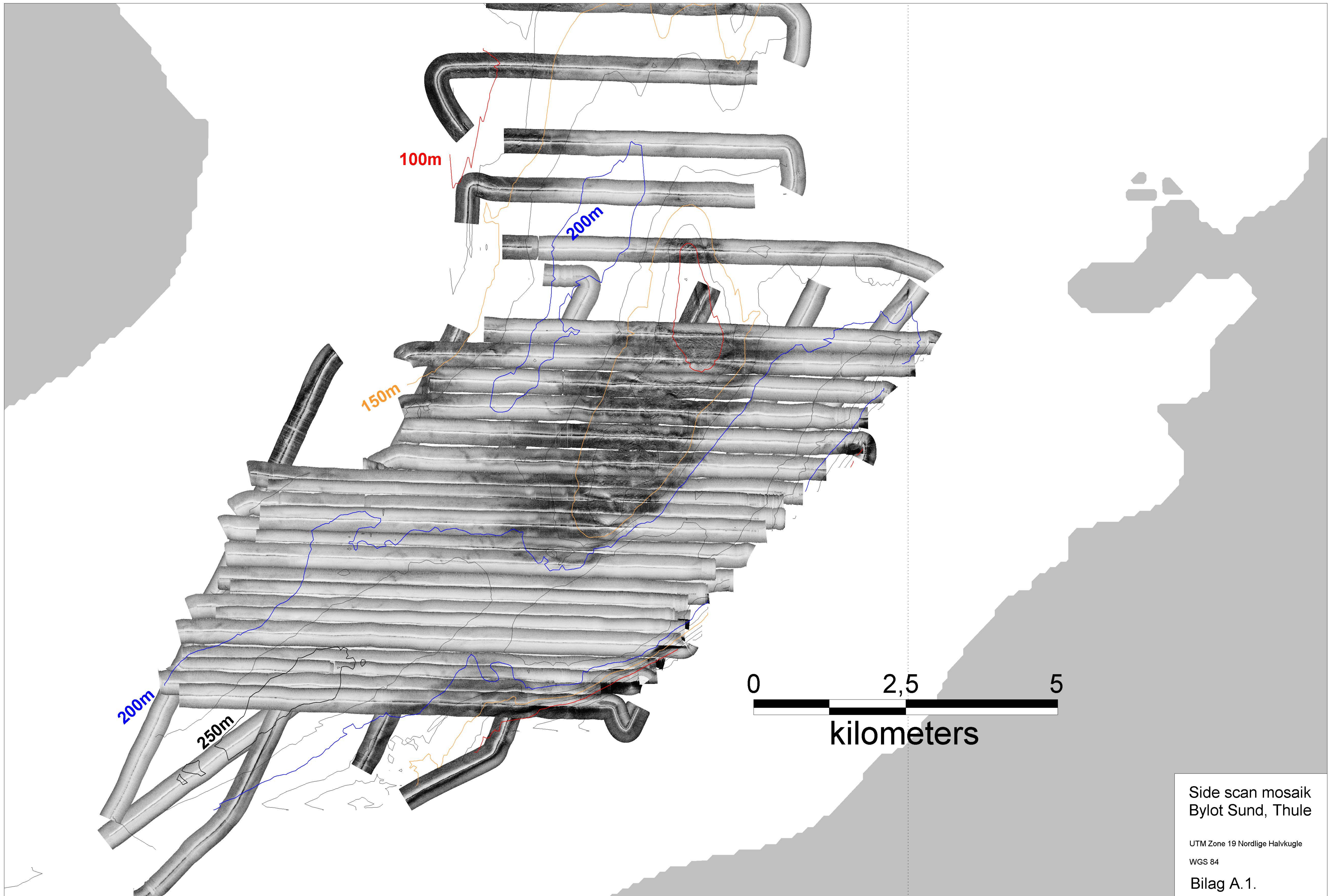
Bilag Chirp 4



Bilag Chirp 5



12. Bilag A.1. Side scan mosaik, Bylot Sund



Side scan mosaik
Bylot Sund, Thule

UTM Zone 19 Nordlige Halvkugle
WGS 84

Bilag A.1.

13. Thule 2003 data CD

DISC INFORMATION

Created for: GEUS
Purchase Order:
Date: May 1, 2020
Created by: TSOE

Geological Survey of Denmark and Greenland - GEUS

DISC CONTENTS

+ Thule 2003 rapport
 thule-rapport+forside.doc
 thule-rapport+forsidel.pdf

+ bathymetri
 D2_trim_contour25m.DAT
 D2_trim_contour25m.ID
 D2_trim_contour25m.MAP
 D2_trim_contour25m.TAB
 THU_1.DAT
 THU_1.ID
 THU_1.MAP
 THU_1.TAB
 Thu_1_grd.DAT
 Thu_1_grd.ID
 Thu_1_grd.MAP
 Thu_1_grd.TAB
 drapegrid50_trim.bmp
 drapegrid50_trim.drp
 dybde.DAT
 dybde.ID
 dybde.MAP
 dybde.TAB
 dybde1.DAT
 dybde1.ID
 dybde1.MAP
 dybde1.TAB
 dybdegrid.DAT
 dybdegrid.ID
 dybdegrid.MAP
 dybdegrid.TAB
 grid50.grd
 grid50.tab
 grid50_trim.bmp
 grid50_trim.drp
 grid50_trim.grd
 grid50_trim.tab
 jbj1.vcp
 jbjlline.pfc
 jpg-thule-dybde.jpg
 sejllinie-nr 1-35.DAT

sejllinie-nr 1-35.ID
sejllinie-nr 1-35.MAP
sejllinie-nr 1-35.TAB
sejllinie-nr 36-45.DAT
sejllinie-nr 36-45.ID
sejllinie-nr 36-45.MAP
sejllinie-nr 36-45.TAB
sejllinie-nr.DAT
sejllinie-nr.ID
sejllinie-nr.MAP
sejllinie-nr.TAB
thule bathymetri.WOR
thule100m.grd
thule100m.tab
thule100m.tif
thule50m-line.DAT
thule50m-line.ID
thule50m-line.MAP
thule50m-line.TAB
thule50m.grd
thule50m.tab
thule50m.tif
thuledybdekontur.DAT
thuledybdekontur.ID
thuledybdekontur.MAP
thuledybdekontur.TAB
totaldybde-thule-jbj.DAT
totaldybde-thule-jbj.ID
totaldybde-thule-jbj.MAP
totaldybde-thule-jbj.MID
totaldybde-thule-jbj.MIF
totaldybde-thule-jbj.TAB
totaldybde-thule-jbj.dbf
totaldybde-thule-jbj.txt
totaldybde-thule-jbj.xls
totaldybde-thule-jbj1.DAT
totaldybde-thule-jbj1.ID
totaldybde-thule-jbj1.MAP
totaldybde-thule-jbj1.TAB

+ havbundstyper

THU_1.DAT
THU_1.ID
THU_1.MAP
THU_1.TAB
THUlenames.ID
THUlenames.MAP
THUlenames.TAB
THUlenames.xls
Thu_1_grd.DAT
Thu_1_grd.ID
Thu_1_grd.MAP
Thu_1_grd.TAB
bundtype-version1.DAT
bundtype-version1.ID
bundtype-version1.MAP

bundtype-version1.TAB
dybde-thule.TAB
dybde-thule.jpg
hård-bund.DAT
hård-bund.ID
hård-bund.MAP
hård-bund.TAB
jpg-bundtype thule.jpg
nedslagspunkt V2.DAT
nedslagspunkt V2.ID
nedslagspunkt V2.MAP
nedslagspunkt V2.TAB
overgangs-bund.DAT
overgangs-bund.ID
overgangs-bund.MAP
overgangs-bund.TAB
plujemerket bund.DAT
plujemerket bund.ID
plujemerket bund.MAP
plujemerket bund.TAB
sedimentations-områder.DAT
sedimentations-områder.ID
sedimentations-områder.MAP
sedimentations-områder.TAB
sejllinie-nr 1-35.DAT
sejllinie-nr 1-35.ID
sejllinie-nr 1-35.MAP
sejllinie-nr 1-35.TAB
sejllinie-nr 36-45.DAT
sejllinie-nr 36-45.ID
sejllinie-nr 36-45.MAP
sejllinie-nr 36-45.TAB
sejllinie-nr.DAT
sejllinie-nr.ID
sejllinie-nr.MAP
sejllinie-nr.TAB
sejllinier thule2003.DAT
sejllinier thule2003.ID
sejllinier thule2003.MAP
sejllinier thule2003.TAB
thule100m.grd
thule100m.tab
thule100m.tif
thule2003--sedkort.WOR
thule2003--sedkort1.TXT
thule50m-line.DAT
thule50m-line.ID
thule50m-line.MAP
thule50m-line.TAB
thule50m.grd
thule50m.tab
thule50m.tif

+ side scan mosaik

JPG-mosaik.TAB
JPG-mosaik.jpg