

# Geofysiske kabelkorridor undersøgelser i Storstrømmen

Forundersøgelser for marinarkæologi

Zyad K. Al-Hamdani, Jørn Bo Jensen  
& Jørgen O. Leth



# Geofysiske kabelkorridor undersøgelser i Storstrømmen

Forundersøgelser for marinarkæologi

Zyad K. Al-Hamdani, Jørn Bo Jensen  
& Jørgen O. Leth

# Indhold

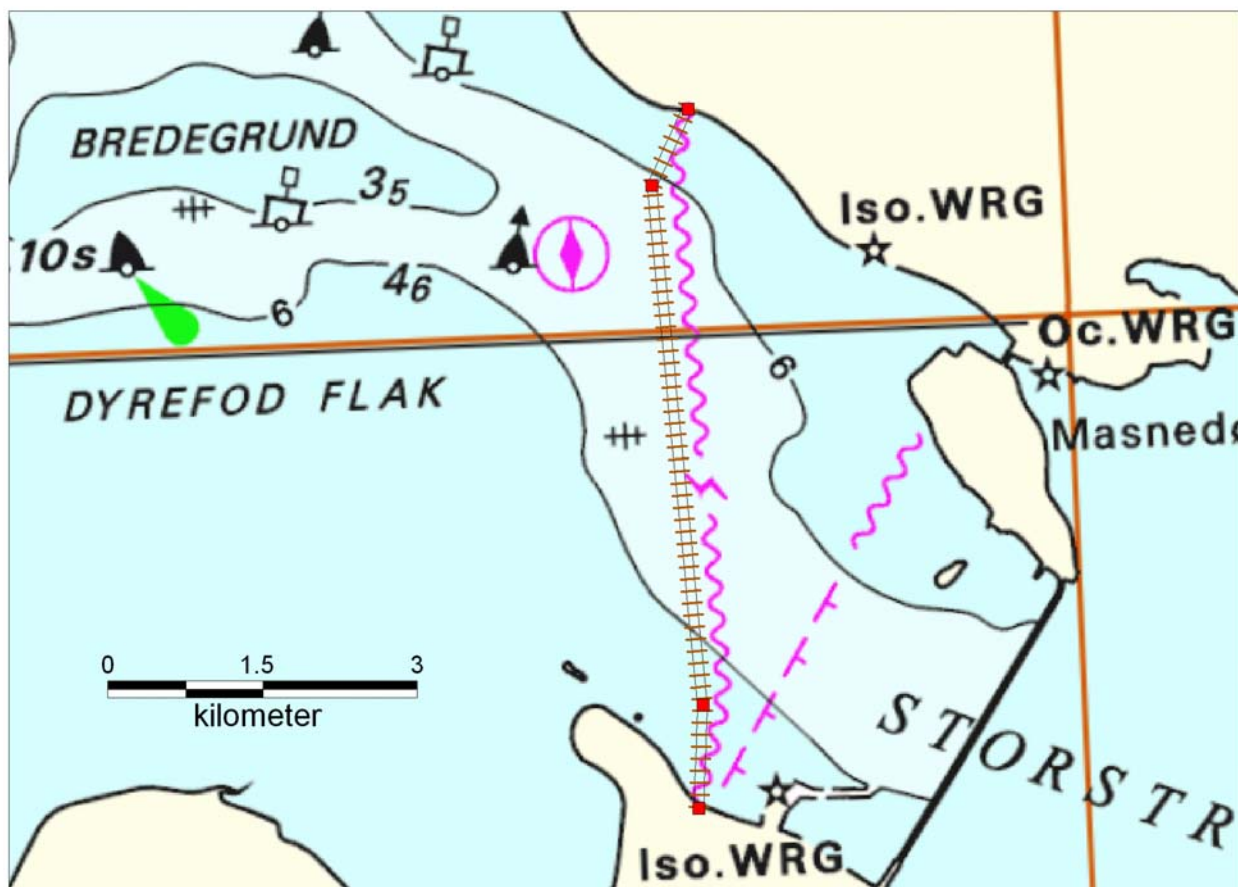
<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Planlægning</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Feltarbejde og personale</b>	<b>5</b>
3.1	Survey skib.....	5
3.1.1	Lidt om skibets primære data: .....	6
<b>4.</b>	<b>Udstyr software og formater</b>	<b>7</b>
4.1	Positionering: DGPS Sagitta .....	7
4.2	NaviPac.....	8
4.3	Chirp sidescan /sub-bottom profiler.....	10
4.4	G882 marine magnetometer .....	12
4.5	Isis Sidescan Acquisition Software.....	12
4.6	Tolknings software .....	14
4.7	Data formater .....	14
4.7.1	GIS programmel.....	14
<b>5.</b>	<b>Tolkning og præsentationer</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>Sejllinier</b>	<b>16</b>
<b>7.</b>	<b>Resultater</b>	<b>17</b>
7.1	Magnetometer opmåling.....	17
7.2	Sidescan analyse for objekter .....	17
7.3	Chirp data.....	18
<b>8.</b>	<b>Konklusioner</b>	<b>19</b>
	<b>Appendix A</b>	<b>20</b>
	<b>Appendix B</b>	<b>29</b>
	<b>Appendix C</b>	<b>44</b>

## 1. Indledning

GEUS har indgået aftale med Energinet.dk om udførelsen af geofysiske opmålinger med sub-bottom profiler, sidescan sonar og magnetometer af en kabelkorridor forløbende i Storstrømmen vest for Storstrømsbroen. Resultaterne anvendes som grundlag for en marinarkæologisk konsekvensvurdering for projektområdet, der gennemføres af Vikingeskibsmuseet og Kulturarvsstyrelsen i forbindelse med VVM-sagsbehandlingen.

Umiddelbart efter feltarbejdet gennemførte GEUS en gennemgang af de indsamlede data med henblik på at vurdere tilstedeværelsen af potentielle marinarkæologiske objekter og druknede kystlinier. Den fremkomne liste blev sendt til Vikingeskibsmuseet som udgangspunkt for prioriteringen af en screening af havbunden for marinarkæologiske genstande gennemført ved dykning af Vikingeskibsmuseet.

## 2. Planlægning



Figur 1. Skitse over kabelkorridoren i Storstrømmen

Opmålingen blev planlagt af GEUS på grundlag af informationer om kabelkorridorens placering modtaget fra Energinet.dk (figur 1). For at kunne sikre en 100 % dækkende opmåling med passende overlap blev afstanden mellem sejllinierne fastlagt til 25m inden for den 300m brede kabelkorridor. For at kunne dække områder med så lave vanddybde som mulig, valgte GEUS at foretage opmålingen med fartøjet "Føniks Miljø", der har en dybgang på 1,80m.

### 3. Feltarbejde og personale

Opmålingen blev gennemført den 10. marts 2009. Udover skibets mandskab deltog fra GEUS seniorforsker Ziad Al-Hamdani, senior surveyor Lars Georg Rödel og tekniker Petur Christensen.

#### 3.1 Survey skib

Opmålingsfartøjet "Føniks Miljø" (figur 2) blev anvendt som platform til opmålingen. Skibet ejes af rederiet Føniks i København.



Figur 2. Opmålingsfartøjet "Føniks Miljø", der blev anvendt til opmålingen.

### 3.1.1 Lidt om skibets primære data:

Størrelse: 18m lang, 4m bred.

Dybgang: ca. 1,80 m

Maskiner: Detroit (GM) Marinediesel maskiner.

2 Scania hjælpemaskiner (2x22 kW).

Kran: 1200kg/m på agterdækket.

Hastighed: 11 knob

## 4. Udstyr software og formater

### 4.1 Positionering: DGPS Sagitta

Som navigationsudstyr til korridor opmålingen benyttedes Sagitta DGPS navigation (figur 3), som gav os en navigationsnøjagtighed på omkring 1m. Beskrivelse af systemet følger (på engelsk) nedenfor.

#### Sagitta DGPS navigation

The DGPS system gives a navigational accuracy within 1m, and it uses 16-channel GNSS differential signal. The Sagitta™ receiver from Thales is developed for small and medium-scale marine surveys. Sagitta has real-time precision ranging from the meter to the centimetre level, depending on how it is operated (Operating modes available include: WAAS/EGNOS, DGPS, EDGPS, KART or LRK®). It is used for many types of kinematics applications such as bathymetry or coastal works, sea trials or trajectory. Sagitta has dual-frequency. Sagitta can be used as a reference station. You just need to add a U-Link station kit to deliver UHF signals over distances of 30 miles or more.



Figure 3. The Thales Sagitta DGPS system.



## 4.2 NaviPac

GEUS' navigationscomputer benytter navigations software NaviPac. Her indsamles antennepositionen og offset-korrigerede navigationsdata distribueres til de enkelte instrumenter. Detaljeret beskrivelse af NaviPac følger nedenfor (på engelsk).

### Navigations software - NaviPac

The NaviPac software is an integrated navigation and data acquisition software specifically suited for applications like:

- General navigation
- Hydrographic & oceanographic surveying
- Geophysical & seismic surveying

**MODULARITY** – NaviPac is modularity through use of multi tasking, multithreading and networking capabilities of the Windows NT, Windows 2000 and Windows XP operating system. The software is highly flexible and user configurable and the user interface adhere to The Microsoft Interface Guidelines making it very intuitive and easy to operate (figure 4).

**NAVIGATION SET-UP** – The NaviPac set-up module provides easy selection of geodetic parameters, navigation systems, devices, offsets and port settings.

**DEVICE I/O DRIVERS** – A vast number of field-tested device I/O drivers are provided for most available positioning systems, GPS/DGPS receivers, gyros, motion/attitude sensors, tide-gauges, single beam echosounders, magnetometers, dynamic positioning systems, autopilots, etc. Generic I/O drivers allow definition or customization of own device I/O drivers. Data is interfaced via RS232, a LAN or via a digital I/O interface

**TIME SYNCHRONIZATION** – Time stamping of sensor data, incoming as well as outgoing, can be done in two ways, either by the internal computer clock or by the PPS output available from most GPS receivers. Using the PPS output data are synchronized relative to the GPS/UTC time frame, resulting in an accuracy of a few milliseconds.

**SURVEY PLANNING** – NaviPac allows for survey planning through quickly creation of planned survey area and survey lines. A variety of methods for creation of survey lines is provided, e.g. by click-and-drag (of mouse/trackball), input of survey line coordinates, offset (parallel) survey lines, cross lines, circles, arcs etc. Survey lines can easily be adapted to fit a defined survey area. Creation of templates allows input of other data formats.



Figur 4. NaviPac skærbilleder side scan sonar.

### 4.3 Chirp sidescan /sub-bottom profiler

Nedenfor følger beskrivelsen af det anvendte kombinerede chirp sidescan udstyr (på engelsk).

## SIS-1625 Seafloor Imaging System

SIDE SCAN SONAR / PROFILER



- ▶ ACOUSTICS
- ▶ FLOTATION
- ▶ GEOPHYSICAL
- ▶ HYDROPHONES
- ▶ MODEMS
- ▶ LOCATOR
- ▶ ROBOTICS

### Combined Chirp/CW Side Scan Sonar/ Sub-bottom Profiling System

The SIS-1625 Seafloor Imaging System has quickly become the industry standard for shallow water (<2000M) seafloor survey operations. This field proven, highly versatile survey tool offers a fully digital platform capable of collecting high resolution chirp side scan/sub-bottom data, as well as a full suite of customer selected sensor data. The high resolution, extended range chirp data and multiple data sensor capability provide the surveyor with a significant savings in instrument cost and survey time.



#### One Workstation

Topside system consists of:

- Chirp DSP based side scan sonar, operating at 100/400 kHz simultaneously, allows a full 1000 meter swath, with resolution equivalent to much higher frequency systems.
- Chirp DSP/CW based sub-bottom profiling, operating in the 1 to 10 kHz region, allows maximum sediment penetration with greatly improved resolution.
- Gain, TVG, image correction, color palette, and other programmable parameters are under trackball control.
- Digital interface provided for thermal graphic recorders.

#### One Tow Vehicle—TTV-290

The TTV-290 is a fully digital platform with standard Chirp side scan/sub-bottom transducer arrays, digital multiplexor, subsea electronics, and RS-232 ports for optional sensors.

- Hydrodynamically stable tow vehicle includes pitch, roll and heading sensors, optional position responder/transponder, and other customer selected sensors.
- 0.5° side scan sonar horizontal radiation pattern, combined with broad band Chirp DSP match filter processing, provides optimal cross-track and along track resolution.
- Tow vehicle operates in depths up to 2000 meters.



**TELEDYNE BENTHOS**

A Teledyne Technologies Company

49 Edgerton Drive • North Falmouth, MA 02556 USA

Tel: 508 563-1000 • Fax: 508 563-6444 • E-mail: info@benthos.com

[www.benthos.com](http://www.benthos.com)

## SIS-1625 Seafloor Imaging System



### One Cable—CL-160 Communications Link

The comm link was designed through a program to develop a full ocean depth telemetry module for a multisensor seafloor mapping system.

- Two-way communication with tow vehicle over single coax with digital high speed multiplexor. Standard cable length—up to 10,000 meters.
- Digital multiplexor for single coaxial tow cables. Communication rates: sonar data—up to 5 megabit/sec; uplink status—9600 bits/sec; downlink command—9600 bits/sec.

## SPECIFICATIONS

### CL-160 Shipboard Sub-System

Chirp Processing:	Sonar/status control PC based workstation; 5-DSP based sonar matched filter processing channels.
Display:	High resolution video display.
Recording:	Large capacity hard drive, DVD writable, other.
Status Display:	Vehicle pitch, roll, heading (standard); speed, altitude, and depth (optional). Customer input ship position, vehicle position, event marks; all status data recorded.
Sonar Display:	Side scan port, starb; dual channel sub-bottom; all sonar data recorded.
Corrections:	Slant range and speed; beam angle/grazing angle.
Multiplexor:	Digital MUX for coaxial cables (ADSL).
Sonar Data:	up to 5 megabit/sec.
Uplink Status:	9600 bit/sec.
Downlink Command:	9600 bits/sec.
Power Supply:	110/220 VAC autosensing.

### Side Scan

Side Scan Transducers:	Multi-element array, dual channel 100/400 kHz 0.5° horizontal beam; 60° vertical beam.
Frequency:	100/400 kHz band swept FM; 4.5 cm resolution.
Processing:	Calibrated transmit waveform stored in ROM; match filter FFT digital signal processing.
Swath Selection:	25 meters to ±500 meters.

### Sub-Bottom

Transducer:	Transmit projector array; line array receiving hydrophone; 30° conical radiation pattern.
Frequency:	1 kHz to 10 kHz swept FM (4 KW output), synchronous with side scan.
Resolution:	5 cm.
Processing:	Calibrated transmit waveform stored in ROM; matched filter FFT digital signal processing.
Scale Selection:	25 meters to 500 meters full scale.

### TTV-290 Tow Vehicle Sub-System

Depth rating:	2000 meters.
Vehicle Dimensions:	18 inches (45 cm) OD x 64 inches (162.6 cm) long.
Weight:	In air: 300 lbs (136 Kg); in water: 170 lbs (77 Kg).



**TELEDYNE BENTHOS**

A Teledyne Technologies Company

49 Edgerton Drive • North Falmouth, MA 02556 USA  
Tel: 508 563-1000 • Fax: 508 563-6444 • E-mail: info@benthos.com  
[www.benthos.com](http://www.benthos.com)

## 4.4 G882 marine magnetometer

Nedenfor følger beskrivelsen af det anvendte magnetometer udstyr (på engelsk).



**GEOMETRICS**

### G-882 MARINE MAGNETOMETER

- **CESIUM VAPOR HIGH PERFORMANCE** – Highest detection range and probability of detecting all sized ferrous targets
- **NEW STREAMLINED DESIGN FOR TOW SAFETY** – Low probability of fouling in lines or rocks
- **NEW QUICK CONVERSION FROM NOSE TOW TO CG TOW** – Simply remove an aluminum locking pin, move tow point and reinsert. New built in easy carry handle!
- **NEW INTERNAL CM-221 COUNTER MODULE** – Provides Flash Memory for storage of default parameters set by user
- **NEW ECHOSOUNDER / ALTIMETER OPTION**
- **NEW DEPTH RATING** – 4,000 psi !
- **HIGHEST SENSITIVITY IN THE INDUSTRY** – 0.004 nT/Hz RMS with the internal CM-221 Mini-Counter
- **EASY PORTABILITY & HANDLING** – no winch required, single man operation, only 44 lbs with 200 ft cable (without weights)
- **COMBINE TWO SYSTEMS FOR INCREASED COVERAGE** – Internal CM-221 Mini-Counter provides multi-sensor data concatenation allowing side by side coverage which maximizes detection of small targets and reduces noise

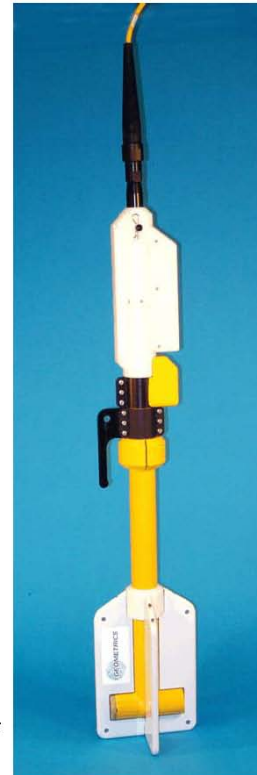
Very high resolution Cesium Vapor performance is now available in a low cost, small size system for professional surveys in shallow or deep water. High sensitivity and sample rates are maintained for all applications. The well proven Cesium sensor is combined with a unique and new CM-221 Larmor counter and ruggedly packaged for small or large boat operation. Use your computer and standard printer with our MagLogLite™ software to log, display and print GPS position and magnetic field data. The G-882 is the lowest priced high performance full range marine magnetometer system ever offered.

The G-882 offers flexibility for operation from small boat, shallow water surveys as well as deep tow applications (4,000 psi rating, telemetry over steel coax available to 10Km). The G-882 also directly interfaces to all major Side Scan manufacturers for tandem tow configurations. Being small and lightweight (44 lbs net, without weights) it is easily deployed and operated by one person. But add several streamlined weight collars and the system can quickly weigh more than 100 lbs. for deep tow applications. Power may be supplied from a 24 to 30 VDC battery power or the included 110/220 VAC power supply. The tow cable employs high strength Kevlar

strain member with a standard length of 200 ft (61 m) and optional cable length up to 500m with no telemetry required.

A rugged fiber-wound fiberglass housing is designed for operation in all parts of the world allowing sensor rotation for work in equatorial regions. The shipboard end of the tow cable is attached to an included junction box or optional on-board cable for quick and simple hookup to power and output of data into any Windows 98, ME, NT, 2000 or XP computer equipped with RS-232 serial ports.

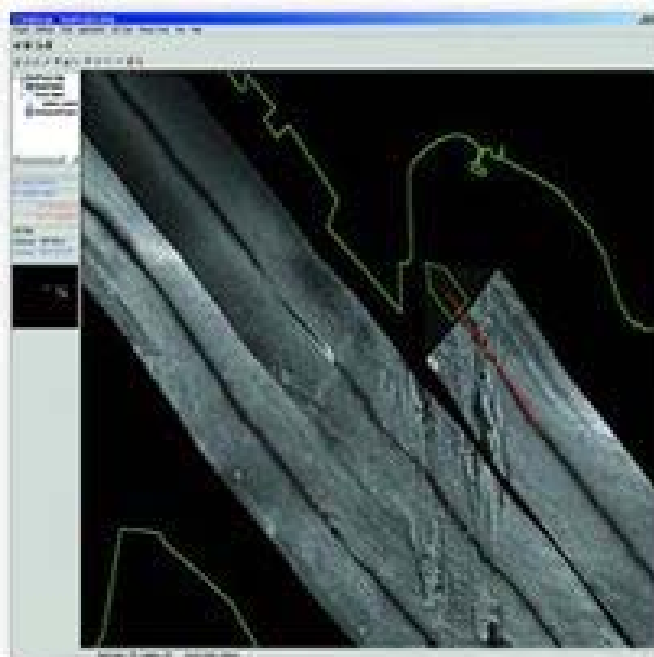
The G-882 Cesium magnetometer provides the same operating sensitivity and sample rates as the larger deep tow model G-880. MagLogLite™ Logging Software is offered with each magnetometer and allows recording and display of data and position with Automatic Anomaly Detection and automatic anomaly printing on Windows™ printer! Additional options include: MagMap2000 plotting and contouring software and post acquisition processing software MagPick™ (free from our website.)



**G-882 with Weight Collar  
Depth Option & Altimeter**

## 4.5 Isis Sidescan Acquisition Software

Med ISIS sidescan programmet er det muligt at optage, processere og præsentere sidescan data dels som enkelte linedata, dels som sidescan mosaik (se appendiks 2). Figur 6 viser eksempel på online fremstilling af en sådan mosaik.



Figur 6. ISIS online mosaik skærbillede.

ISIS continues to be the most advanced sidescan sonar acquisition system available today. Isis® Sonar™ is the tool of choice for a variety of applications including: mine-hunting, hydrography, archaeology, environmental studies, oilfield engineering, civil engineering, oceanography, and law enforcement.

#### **Real-time Sensor Quality Control**

ISIS offers a wealth of display options to ensure high data quality. Typical windows for monitoring raw sensor information include a waterfall display for the sonar imagery, a signal voltage display for each incoming ping, and a parameter display for navigation, motion sensor, etc., and file storage. A real-time link with TEI TritonMap™ provides for on-line mosaic production, an invaluable tool for assessing seabed coverage and the quality of geo-referencing between adjacent lines (figure 6).

#### **Reliable, Precise Sonar Data Acquisition**

ISIS systems are active throughout the world, incorporating over 20 years of field experience in hardware and software design. Incoming sidescan sonar and ancillary sensor data are time-stamped to millisecond accuracy, thereby ensuring the final data products can be properly corrected during processing. Wide Compatibility,

#### **Compatible with All Sidescan Sonars**

ISIS interfaces with any sidescan sonar available today. Analogue or digital, regardless of the manufacturer -- we offer a custom interface that is intuitive to set up and is designed around the sonar's communication requirements. All data are stored in TEI's open XTF (eXtended Triton Format), an industry-standard, non-proprietary format.

### Comprehensive Data Correction & Analysis

Numerous tools exist within ISIS for correcting and analyzing data and generating reports. Bottom-tracking, time-varying gain, slant range correction, and layback may all be applied to the imagery on-screen without affecting the raw data being logged. Events, scale lines, and notes can be associated with the imagery. A powerful ASCII report tool allows practically any information stored in the XTF file to be extracted in user-defined formats.

### GIS Mosaicing

A mosaicing link exists between Isis® Sonar™ and TEI's TritonMap™ GIS product. These mosaics may be overlain on navigation charts or other background information. Contours, navigation hazards, or contacts may be overlain on the mosaics as they are being built.

## 4.6 Tolknings software

Tolkning af sidescan data blev foretaget ved hjælp af Isis® Sonar™. Til databearbejdning og præsentation af magnetometer data anvendtes *GeoSOFT Oasis montaj 6.0* software. Endelig blev Chirp data præsenteret og tolket ved hjælp af SonarWeb.

## 4.7 Data formater

Alle de indsamlede survey data er lagret digitalt i standardformater:

- Navigationsdata indsamledes i NaviPac og blev gemt i dette format (.npd), som let kan omformes til ASCII txt-format.
- Sidescan data indsamlet med ISIS Acquisition Software er gemt i XTF-format. Efterfølgende blev sidescan mosaik ligeledes lavet i ISIS programmet som Geo-tif, der efterfølgende er indlæst i MapInfo som geo-refereret tab-filer.
- Chirp blev indsamlet som den 5. kanal i ISIS og gemt i XTF-format. Efterfølgende blev Chirp data konverteret til SEG-Y format og de tolkede SonarWeb reflektorer blev eksporteret i Excel format til MapInfo, hvor Vertical Mapper blev brugt til gridning og konturering af overflade og tykkelses kort.

Alle originale data findes vedlagt på CD-rom bagest i denne rapport.

### 4.7.1 GIS programmel

GEUS arbejder rutinemæssigt med MapInfo. Alle arbejdskort og tabeller, såvel som det færdige resultat præsenteres i dette format. Relevante MapInfo filer (tab-filer og workspace filer) er indeholdt på en CD-rom bagest i rapporten.

## 5. Tolkning og præsentationer

På baggrund af de indsamlede data er der lavet en række sammenstillinger og fortolkninger med henblik på at beskrive

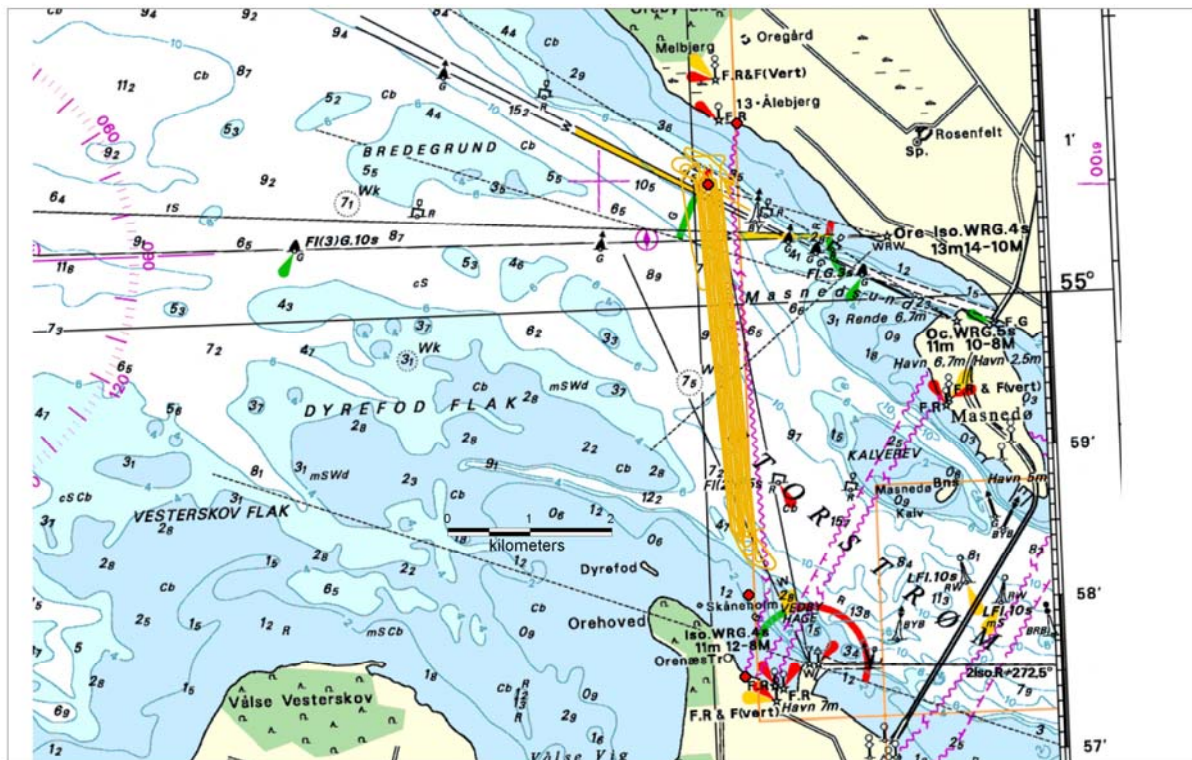
- undersøgelsens seismiske linie tæthed/forløb som dokumentation for dækningsgraden, der danner basis for tolkningerne (sejllinie kort, figur 7)
- de magnetiske anomalier over havbunden (magnetisk anomali kort, appendix 1), som grundlag for en vurdering af tilstedeværelsen af eventuelle magnetiske objekter.
- det akustiske billede af havbundens overflade (sidescan mosaik, appendix 2 ), der danner baggrund for vurdering og tolkning af eventuelle arkæologiske objekter på havbunden
- Chirp sub-bottom profiler data viser udbredelsen og tykkelsen af postglaciale aflejringer oven på istidens moræneaflejringer

De indsamlede data såvel som kortene i rapporten er indsamlet og præsenteret i WGS84 projektionen, UTM zone 32. Kortene og data findes også som elektroniske filer på vedlagte CD-rom.



## 6. Sejllinier

Undersøgelsesområdet er dækket af 14 parallelle sejllinier, som sikrer en 100% dækning af si-descan sonaren. Der ses nogen afvigelse fra de planlagte parallelle linier på grund af vind- og strømforholdene på opmålingsdagen. På grund af kraftige dønninger blev opmålingen af sikkerhedsmæssige grunde stoppet omkring 3m vanddybde.



Figur 7. Sejlliniekort for de marinarkæologiske opmålinger i Storstrømmen kabelkorridoren.

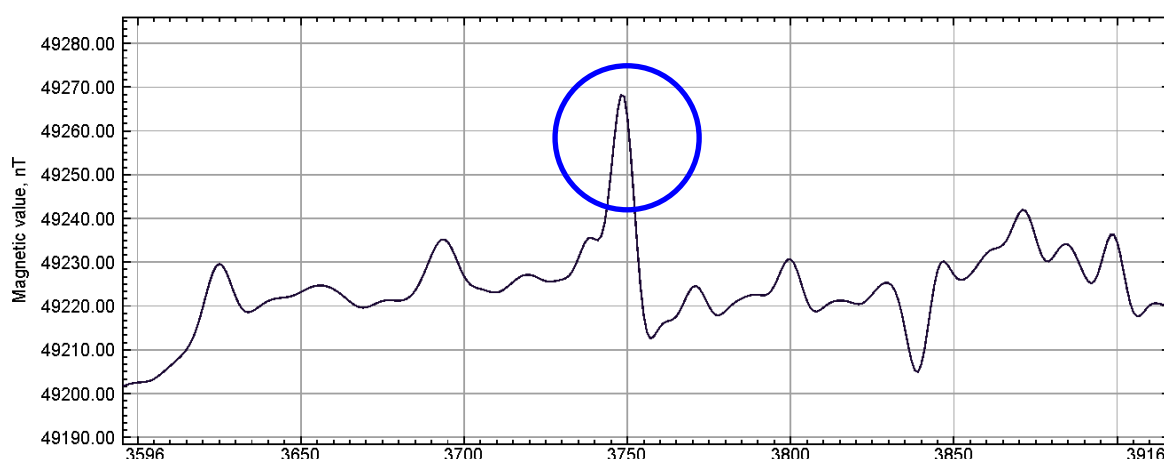
## 7. Resultater

### 7.1 Magnetometer opmåling

Der blev foretaget kontinuerlige opmålinger med magnetometer med det formål at kortlægge magnetiske anomalier, der kunne relateres til marinarkæologiske objekter.

Data er rensset for 'støj' ved hjælp af *GeoSoft Oasis montaj 6.0* software, hvorefter de rensede data blev importeret til Excel. De magnetiske anomalier blev linie for linie plottet i *GeoSoft*, hvorefter disse blev gennemgået minutløst for 'spikes' (se figur 13). Alle spikes er listet med tilhørende koordinater i appendix 1. Endvidere er lokaliseringen blev plottet på MapInfo sejllinekortet (appendix 1). Listen og plottet vil danne grundlag for Vikingskibsmuseets prioritering af dykningskampagnen.

#### Anomaly13, Line SS14C1



Figur 13. Eksempel på plot af den magnetiske anomali langs en sejllinie. Den blå cirkel angiver en 'spike' med en positiv og negativ fase. Vertikal skala er 30 nTesla.

### 7.2 Sidescan analyse for objekter

Udover at sidescan data har dannet grundlag for en sidescan mosaik, er disse data også blevet gennemgået for tilstedeværelsen af eventuelle objekter. Sidescan billederne i omegnen af hver magnetisk anomali er blevet affotograferet ved hjælp af tolkningsprogrammet og præsenteret i appendix 2. Flere af de magnetiske anomaliers positioner er dækket på flere sidescan linier pga. overlap fra sidescan dækningen. I appendix 2 præsenteres kun et billede pr. position (i alt 13), men samtlige sidescan billeder kan findes på vedlagte data CD. Der er ikke konstateret objekter på sidescan billederne, hverken i omegnen af de magnetiske anomalier eller udenfor disse. Sidescan billederne fremstår til tider lettere stribede pga. bølgestøj, uden det dog har haft nogen indflydelse på resultatet.

### 7.3 Chirp data

Chirp data blev indsamlet kontinuerligt sammen med side scan data og de indsamlede data er efterfølgende loadet i SonarWeb tolkeprogram. På de seismiske linier er der identificeret 3 seismiske enheder (Appendix C1):

- Det nederste basis lag udgøres af en seismisk enhed der fremtræder hård med en kraftig reflektor, som tyder på at det er glaciale lag der tolkes som moræneler. De glaciale lag udgør havbunden i store dele af den sydlige og nordlige lavvandede del af traceet, mens den centrale del af traceet dækkes af postglaciale lag. Mindre depressioner er observeret i den glaciale overflade i syd og nord (Appendix C3).
- Den glaciale overflade (Appendix C3) er pletvist dækket af postglaciale sedimenter som i de sydlige og nordlige lavvandede områder generelt er mindre end 0.5m tykt, men som i enkelte områder udfylder depressioner i den glaciale overflade med op til 1.5m sediment (Appendix C4). Disse depressioner er udfyldt med et sediment som giver ophav til kraftig seismisk refleksion fra havbunden. Der er stor sandsynlighed for at der er tale om tørv og organisk rige sedimenter. Depressionerne er interessante arkæologiske områder, da der er tale om depressioner, som oprindeligt har været mindre søer eller moser, inden havet oversvømmede området.

I den centrale del af traceet er de glaciale lag dækket af op til 6m postglacialt sediment (Appendix C4). Ved sammenligning med det generelle bathymetriske kort ses det, at de tykke postglaciale lag kan korreleres med en langstrakt morfologisk barer form, som har en orientering nordvest – sydøst. De tykke postglaciale lag tolkes som marine finsandede organisk rige sedimenter dannet i forbindelse med den holocæne transgression og er aflejret af strømmende vand fra Smålandsfarvandet til Grønsund.

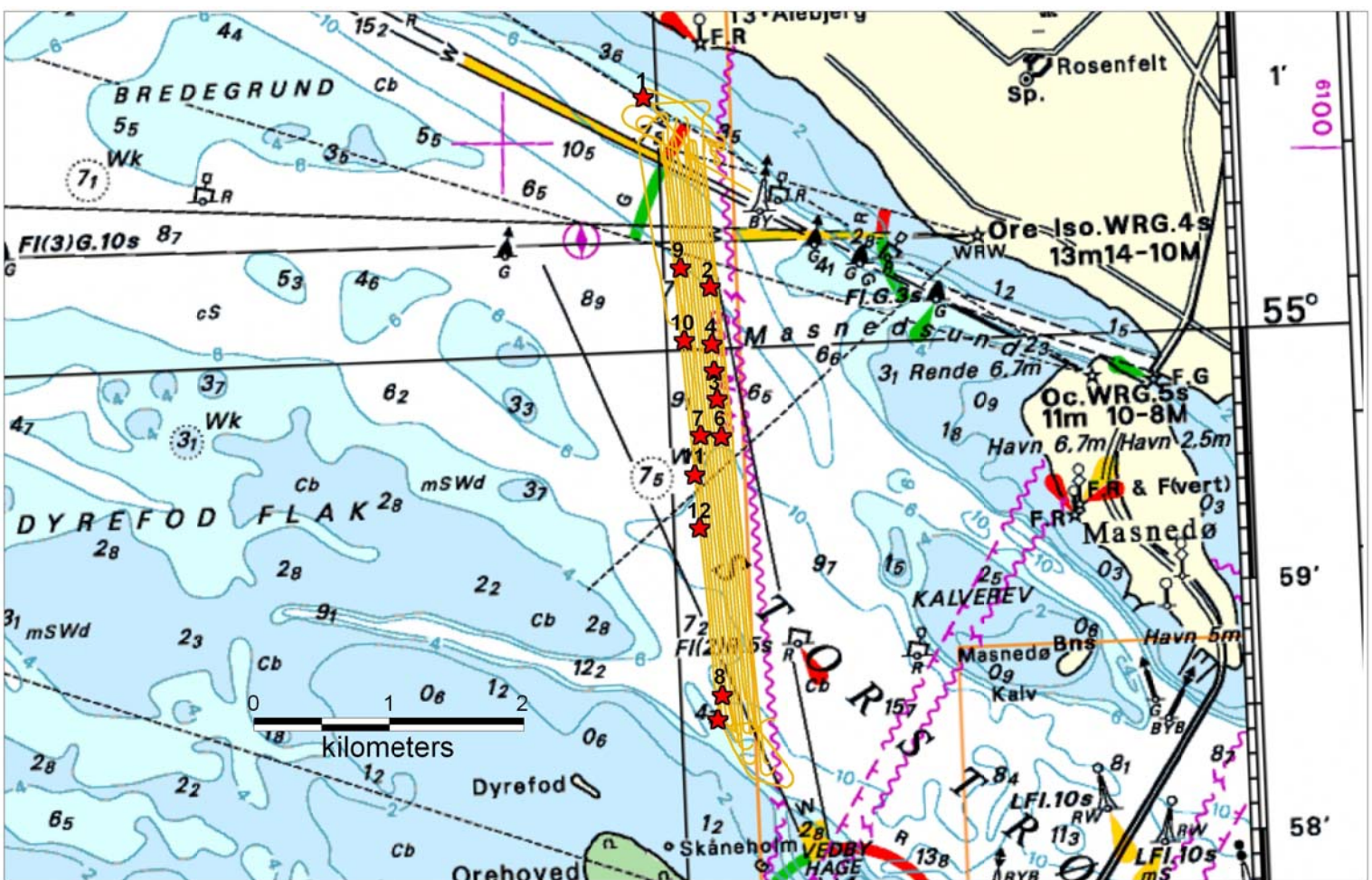
- Der er akustiske tegn på metangas i de tykke holocæne marine sedimenter, idet der i den centrale del af traceet er observeret en diffus reflektor i de postglaciale sedimenter, når disse overstiger en tykkelse på ca. 4m. Under den diffuse reflektor, kan der ikke erkendes dybere reflektorer. Dette er typiske akustiske kendetegn for gas bobler i sedimenter og i området med gas har vi estimeret tykkelsen af postglacialt sediment til at være over 4m tykt. På det postglaciale sediment tykkelseskortet (Appendix C4) er gasområdet angivet med en speciel signatur

## 8. Konklusioner

1. Kabel ruten i Storstrømmen blev opmålt med en sejllinieafstand på 25m i en 300m bred korridor. Undersøgelserne blev foretaget med en chirp (kombineret sedimentekkolod/sidescan) og et magnetometer. Vanddybden i korridoren er fra 4 til 15m
2. Resultaterne af sidescan databehandlingen viser at overfladesedimenterne hovedsagelig består af moræne med pletvis spredte sand og blødbunds sedimenter.
3. I undersøgelsesområdet blev der observeret 13 magnetiske anomalier. Anomali #1 er exceptionel høj med en værdi på  $\sim 120\text{nT}$ . En sammenligning med sidescan data fra samme lokalitet viser ingen objekter.
4. Chirp sediment ekkolod data er benyttet til at kortlægge overfladen af morænen og af de postglaciale lag. På basis af disse data er tykkelsen af de postglaciale lag kortlagt til at være mellem 0m og 6m i den nordlige del af survey området.
5. Da der er gas i de organisk rige bløde postglaciale lag, er der i nogle områder kun angivet en minimums tykkelse af de postglaciale lag. Disse områder er benævnt "areas of uncertainty" i Fig C4.

## Appendix A

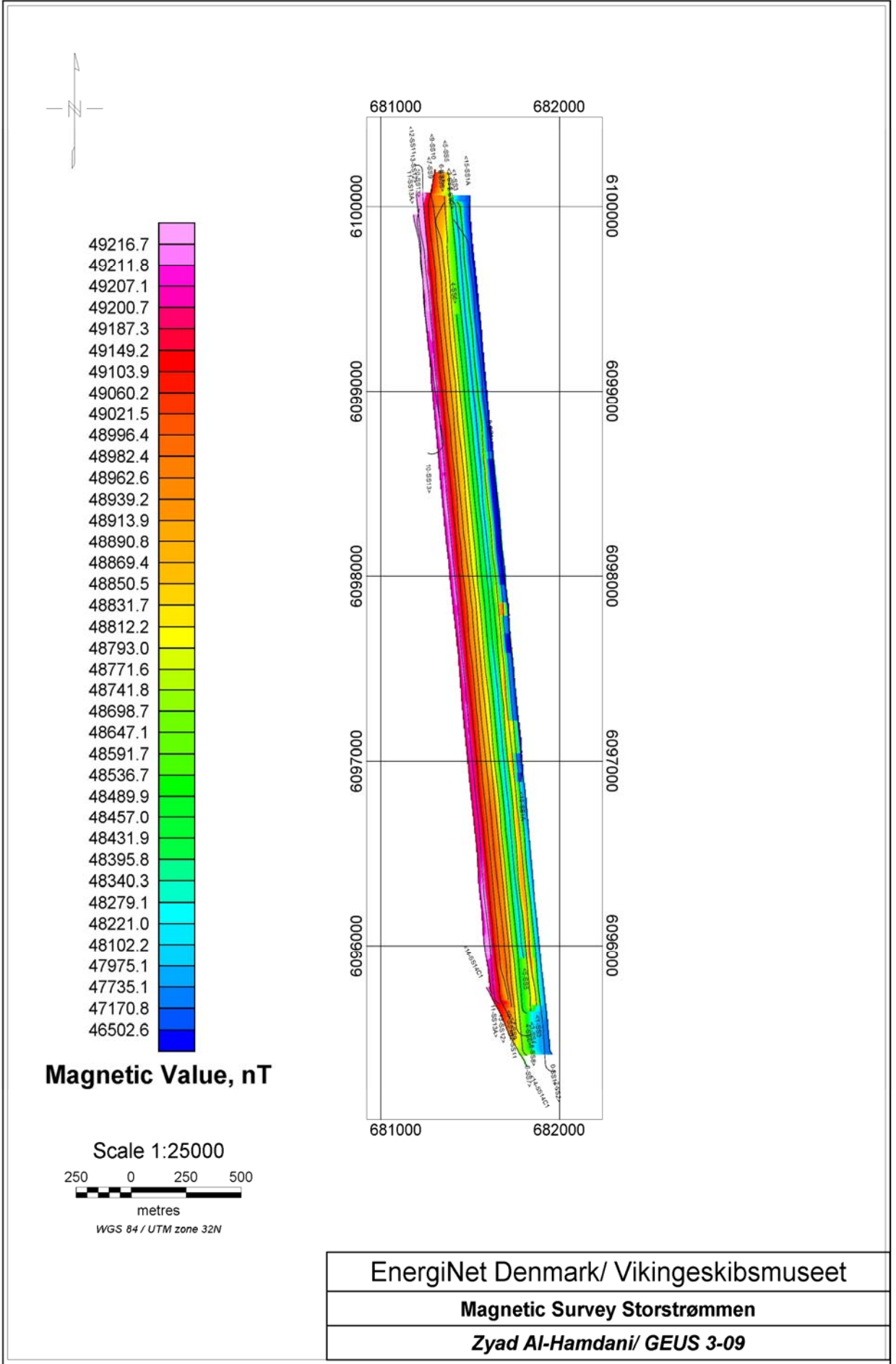
- Kort over magnetiske anomalier
- Tabel over magnetiske anomalier med koordinater
- Plot af magnetiske anomalier



Kort A1. Magnetiske anomalier med nummer, som de er fordelt på sejllinjerne.

Line#	Longit_X	Latitud_Y	Mag. nT	MagAnomaly nT	Anomaly
SS1B	681057.361	6100356.392	49677.66	120nT	1
SS3	681547.816	6098949.926	48626.78	26nT	2
SS4	681601.495	6098121.19	48245.12	8nT	3
SS4	681563.433	6098529.041	48032.6	5nT	4
SS4	681578.935	6098328.409	48185.55	8nT	5
SS4	681632.347	6097842.021	48433.51	6nT	6
SS10	681479.897	6097853.456	48999.36	9nT	7
SS11	681640.535	6095928.891	49078.06	10nT	8
SS11	681329.856	6099092.592	49091.19	8nT	9
SS12	681359.003	6098554.011	49207.18	7nT	10
SS13A	681437.361	6097560.211	49199.18	8nT	11
SS13A	681470.982	6097167.098	49202.62	5nT	12
SS14C1	681606.609	6095748.146	49268.2	42nT	13

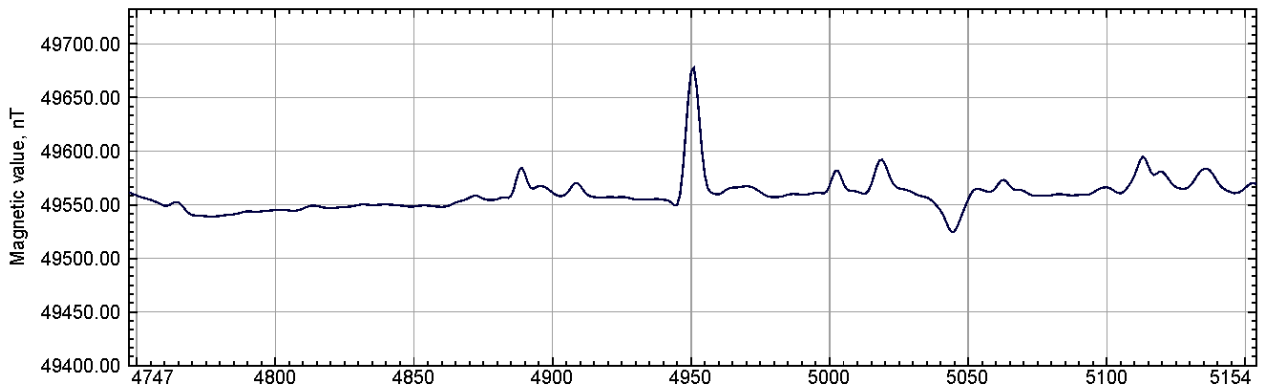
Tabel A1: Magnetiske anomalier (nT) angivet med anomali-nummer og UTM positioner. MagAnomaly I kolonne 5 er den maksimale amplitude I forhold til den lokale baggrund.



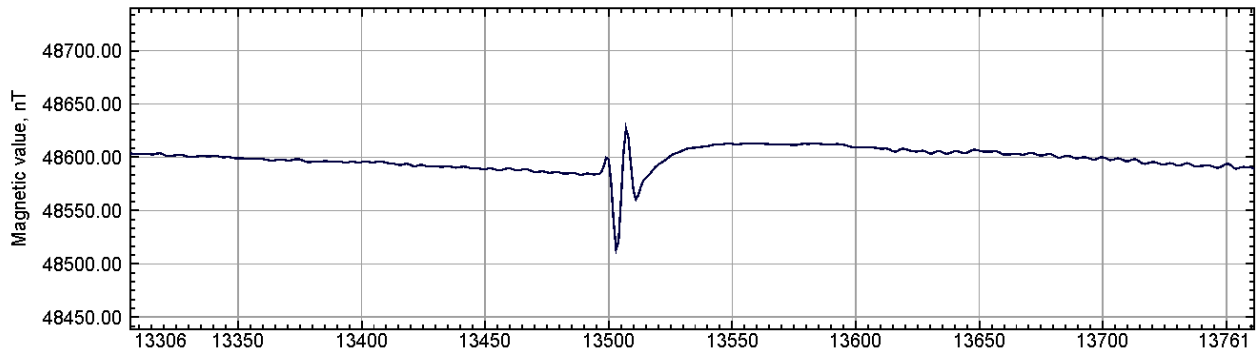
Kort A2. Plot af magnetiske anomalier.



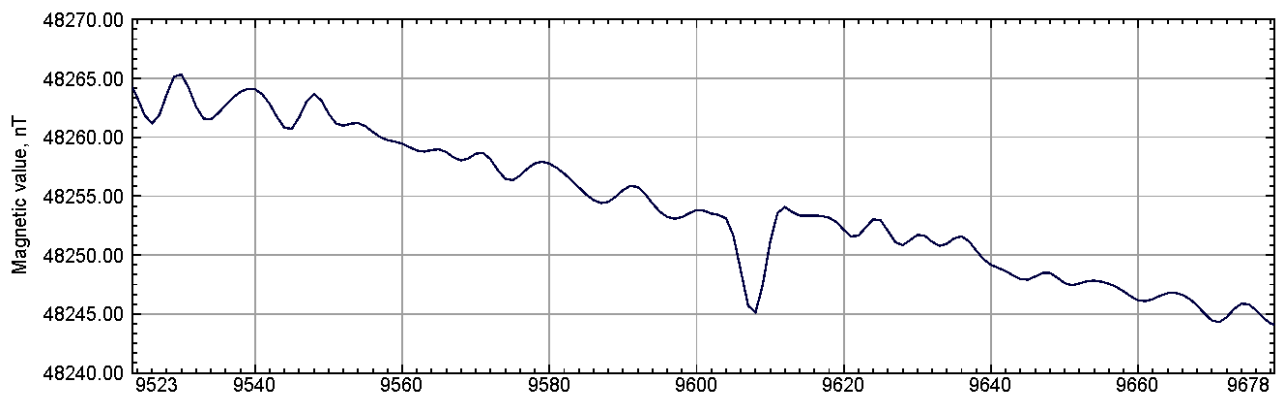
### Anomaly 1, Line SS1B



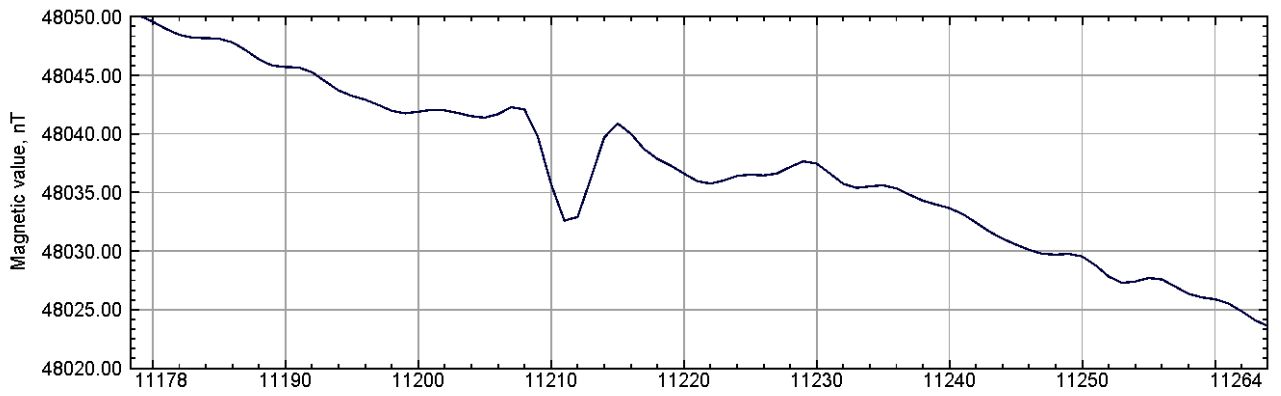
### Anomaly 2, Line SS3



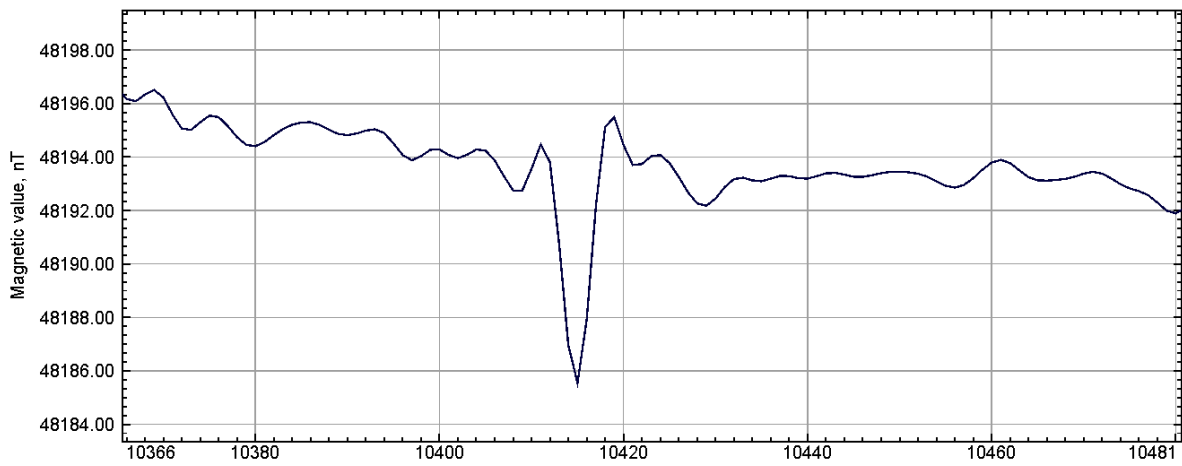
### Anomaly 3, Line SS4



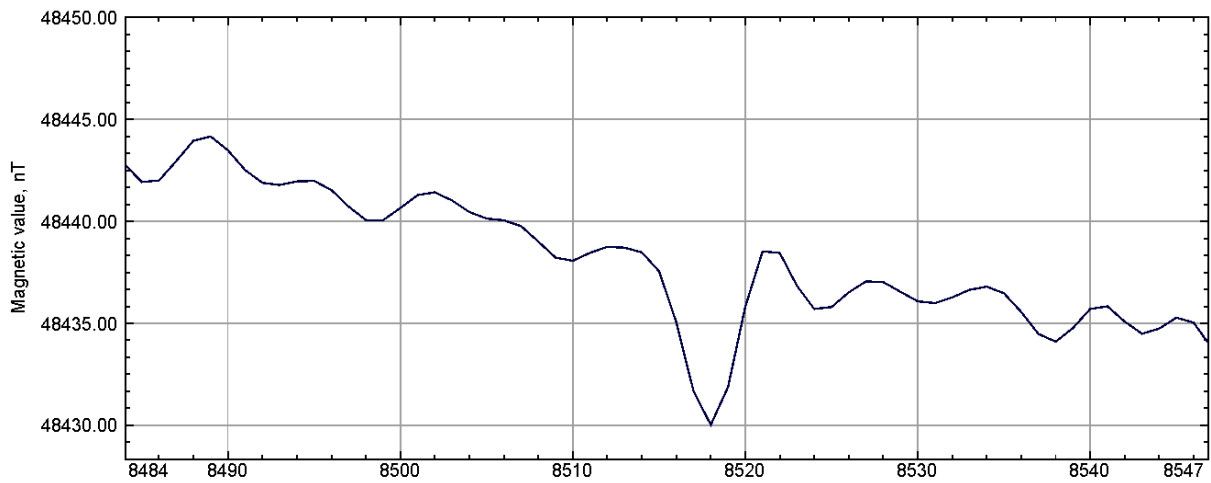
### Anomaly 4, Line SS4



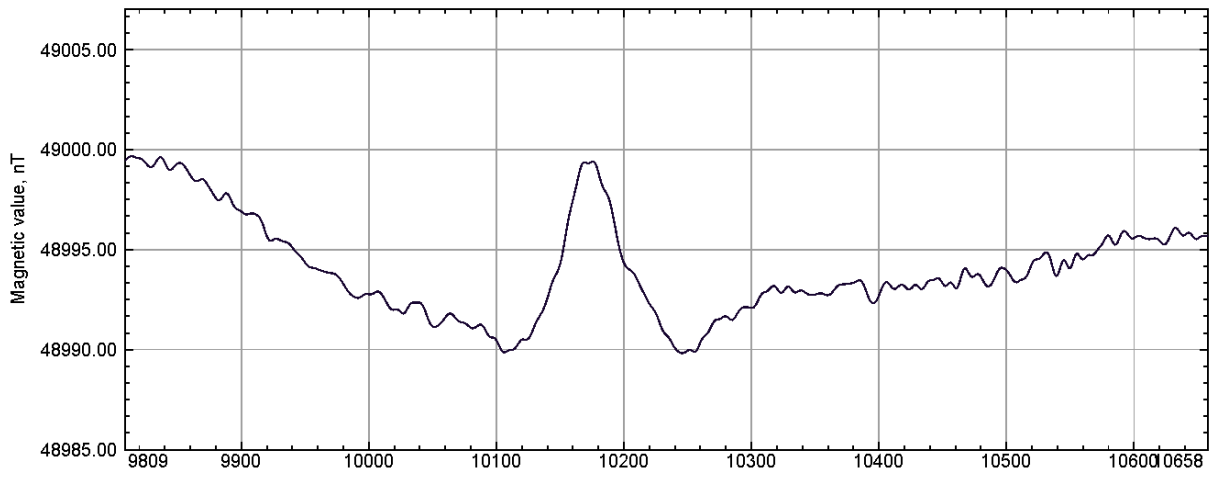
### Anomaly 5, Line SS4



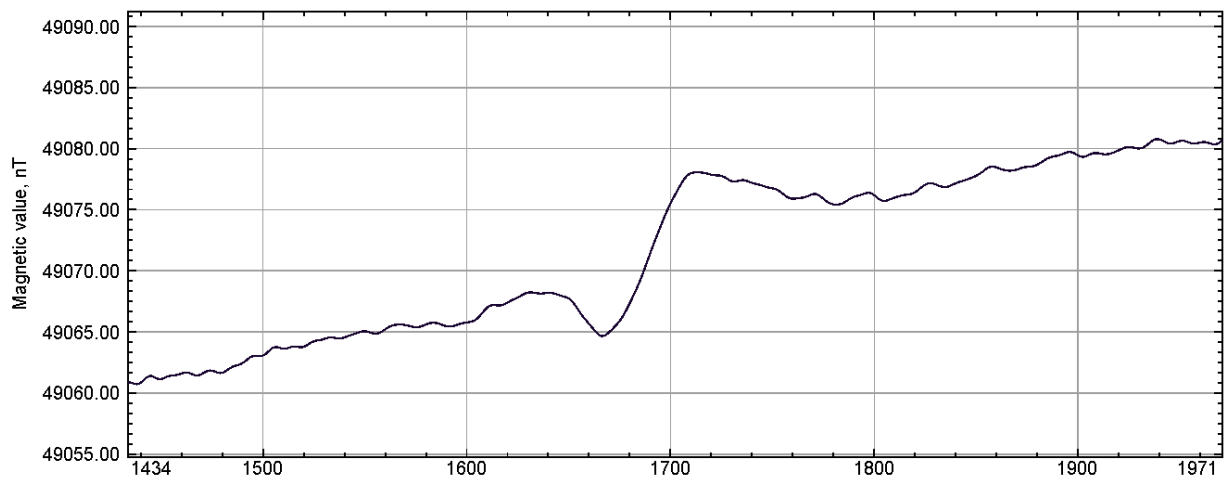
### Anomaly 6, Line SS4



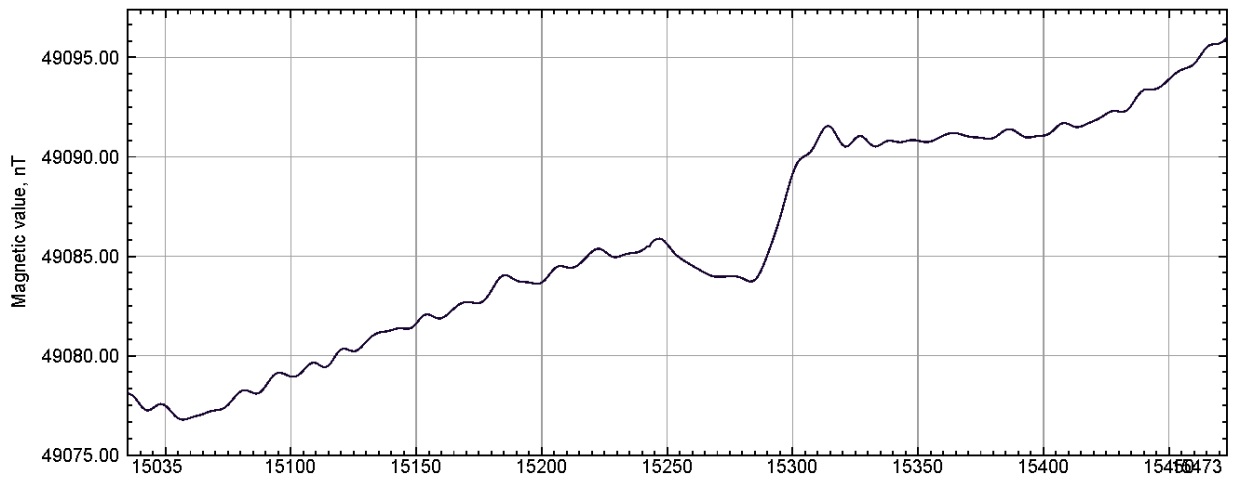
### Anomaly7 , Line SS10



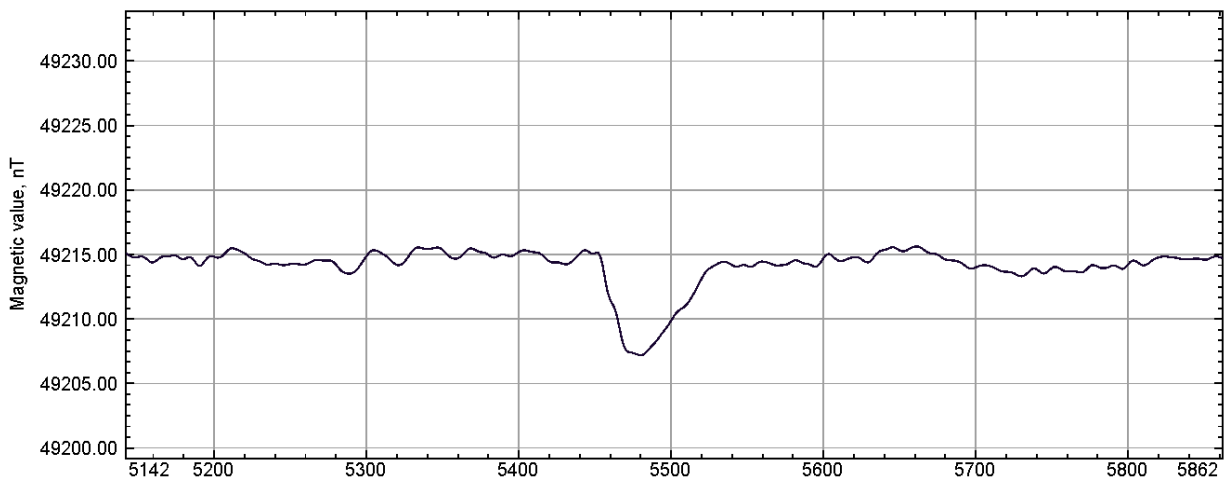
### Anomaly8 , Line SS11



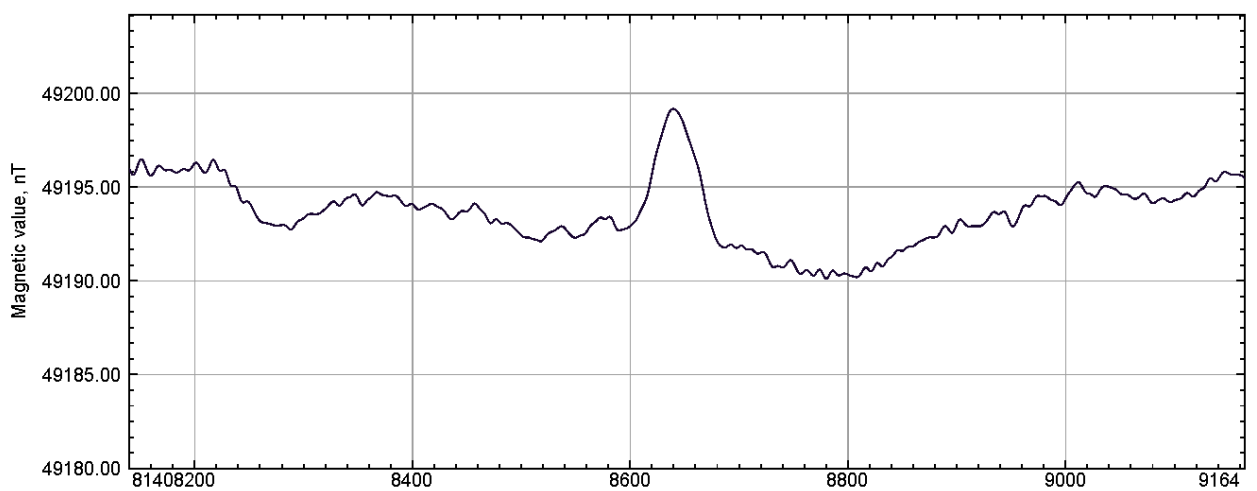
### Anomaly9, Line SS11



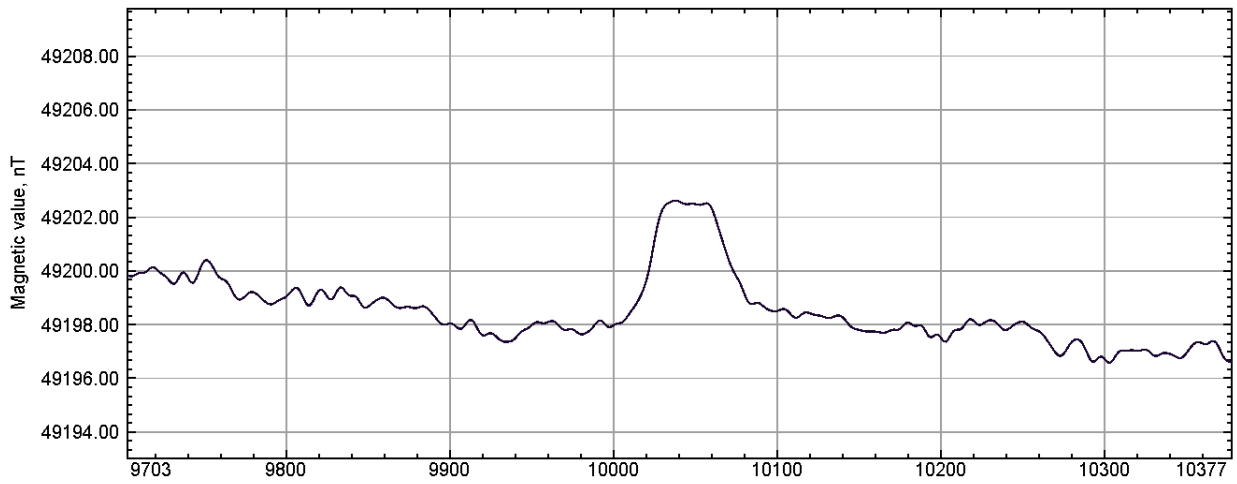
### Anomaly10, Line SS12



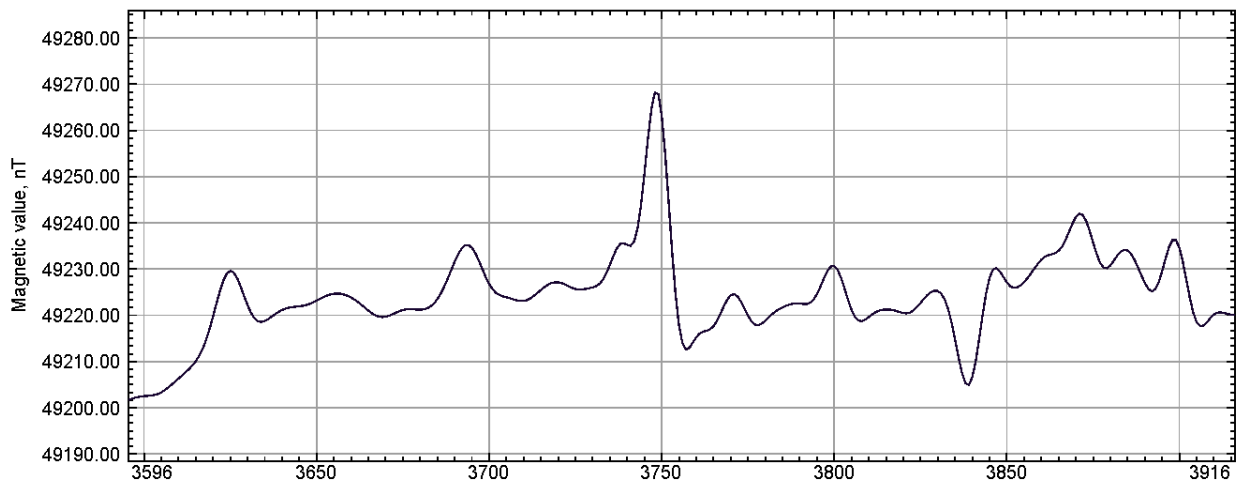
### Anomaly11, Line SS13A



### Anomaly12, Line SS13A

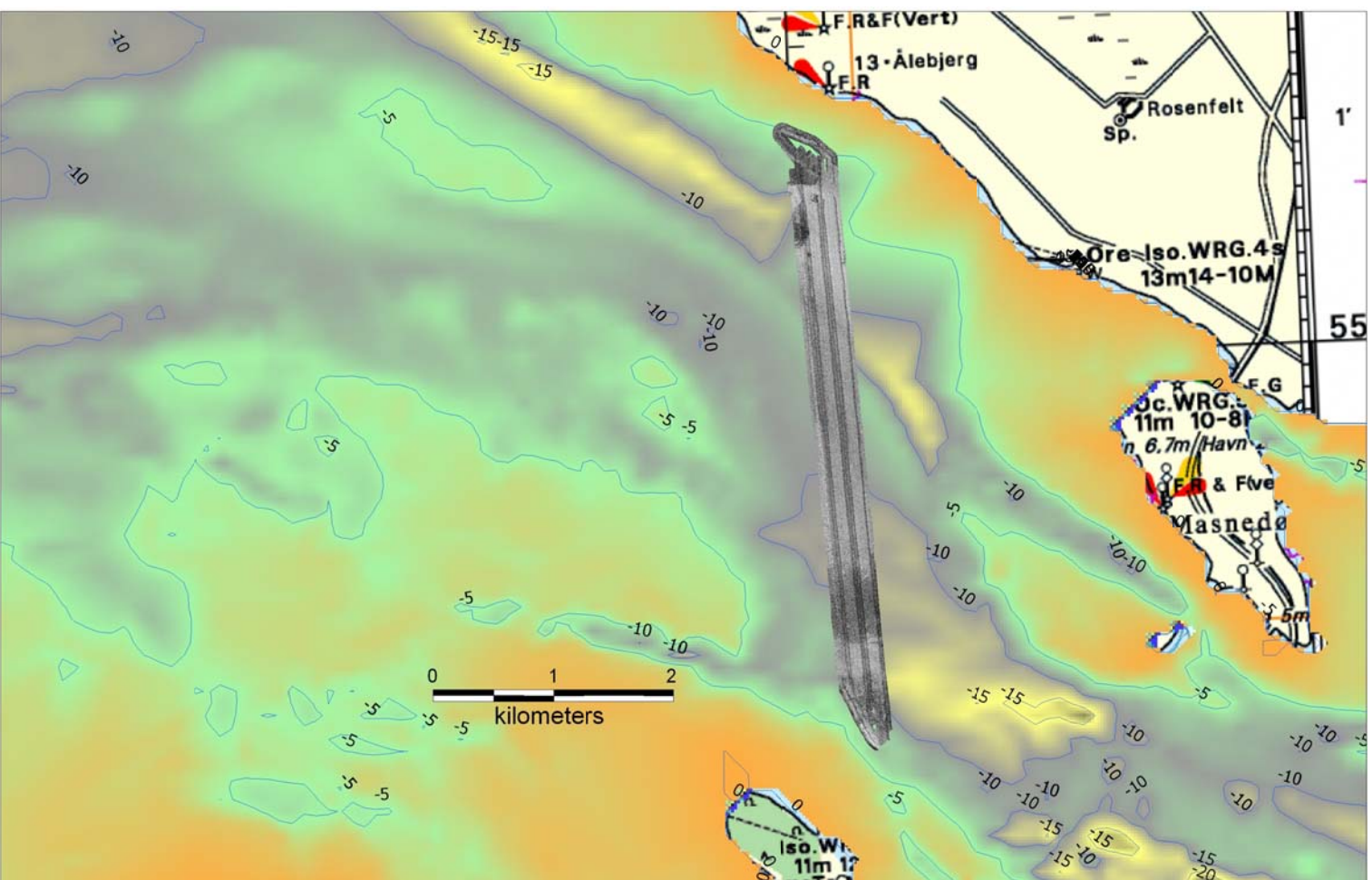


### Anomaly13, Line SS14C1

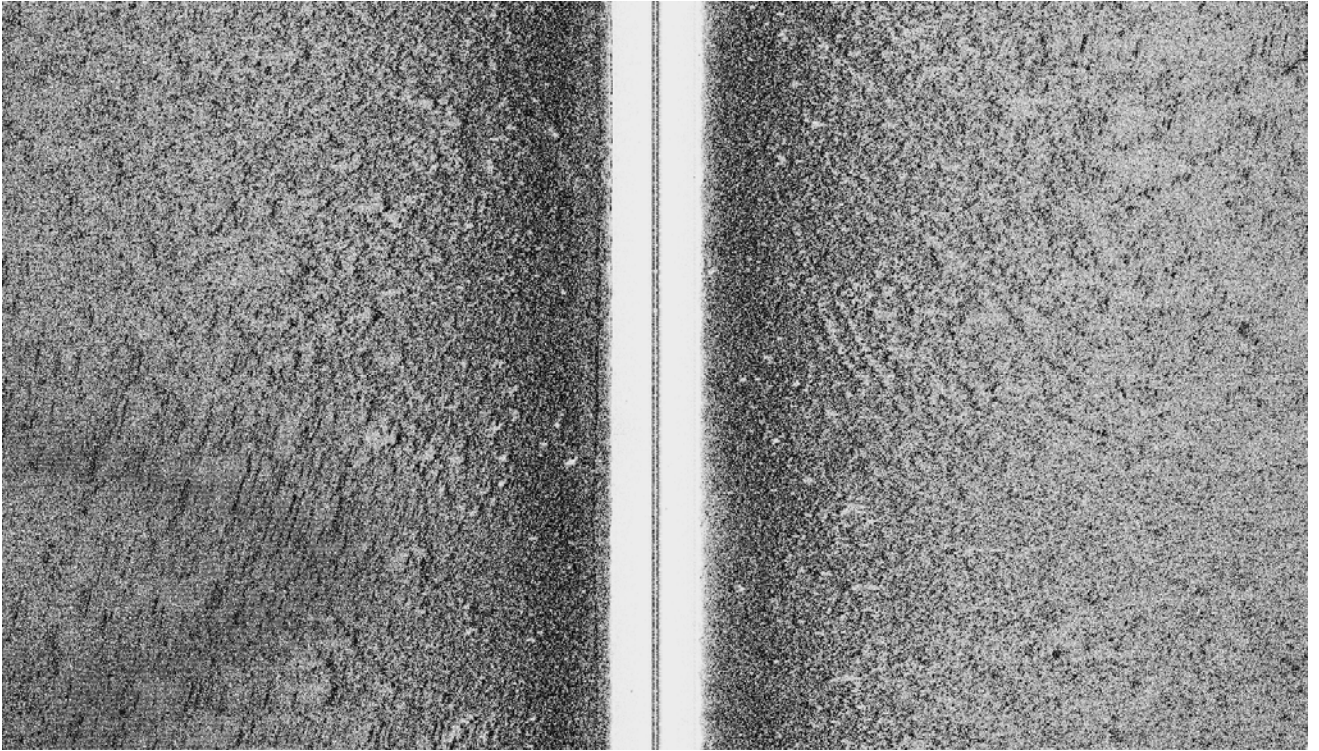


## Appendix B

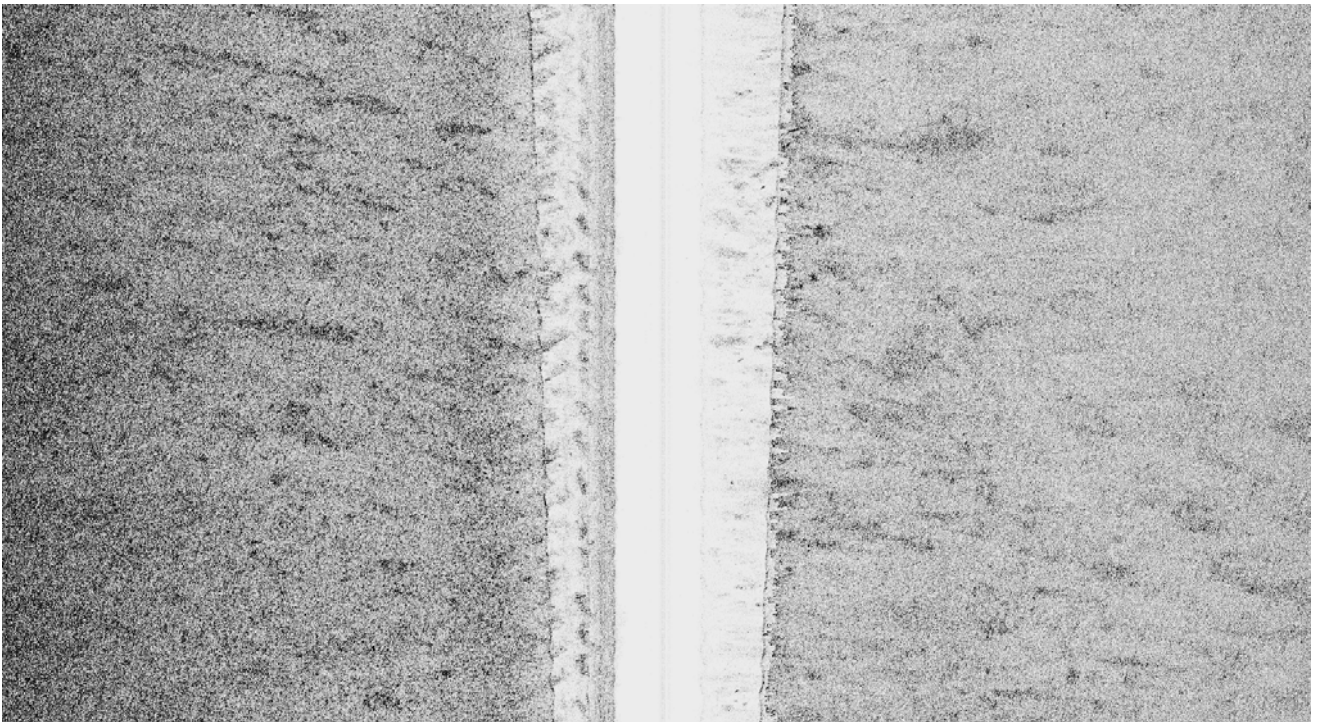
- Kort B1. Sidescan mosaik.
- Sidescan billeder 1 – 13 visende omegnen til hver af de magnetiske anomalier, nogle af dem repræsenterer den samme anomali på to forskellige linier.



Kort B1. Sidescan mosaik.

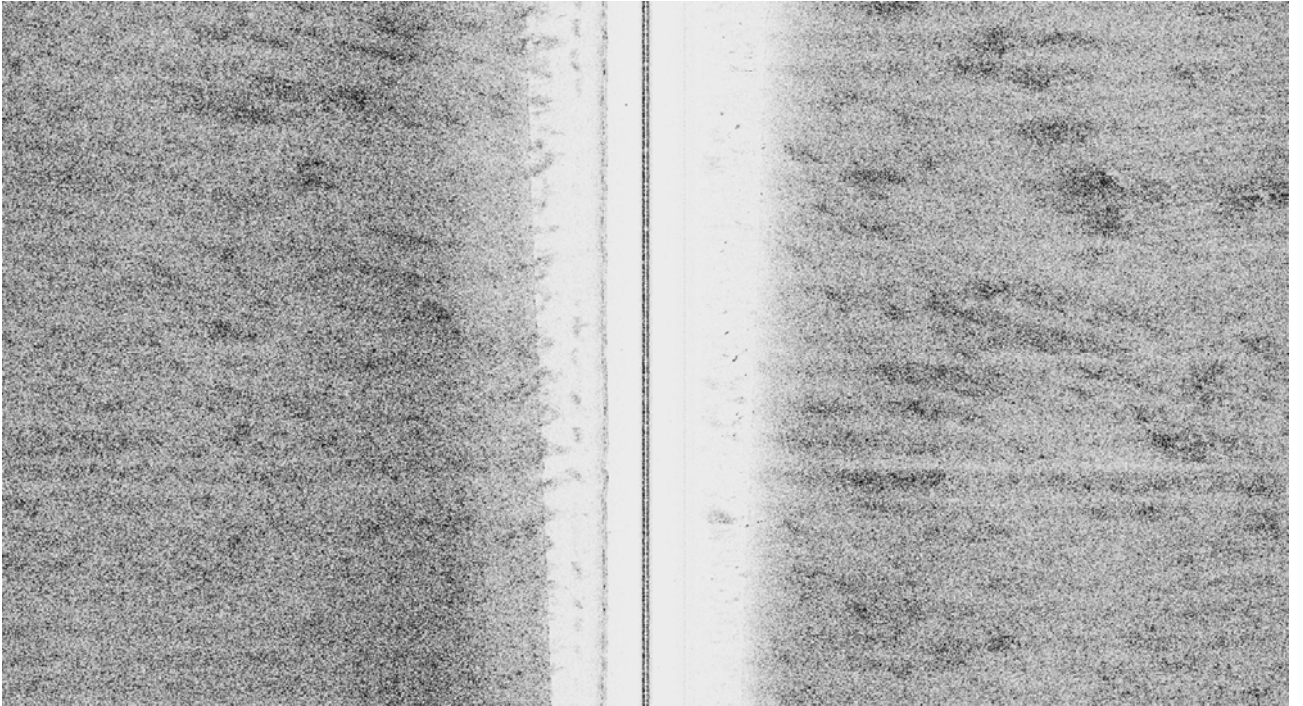


Sidescan billede af Anomali 1

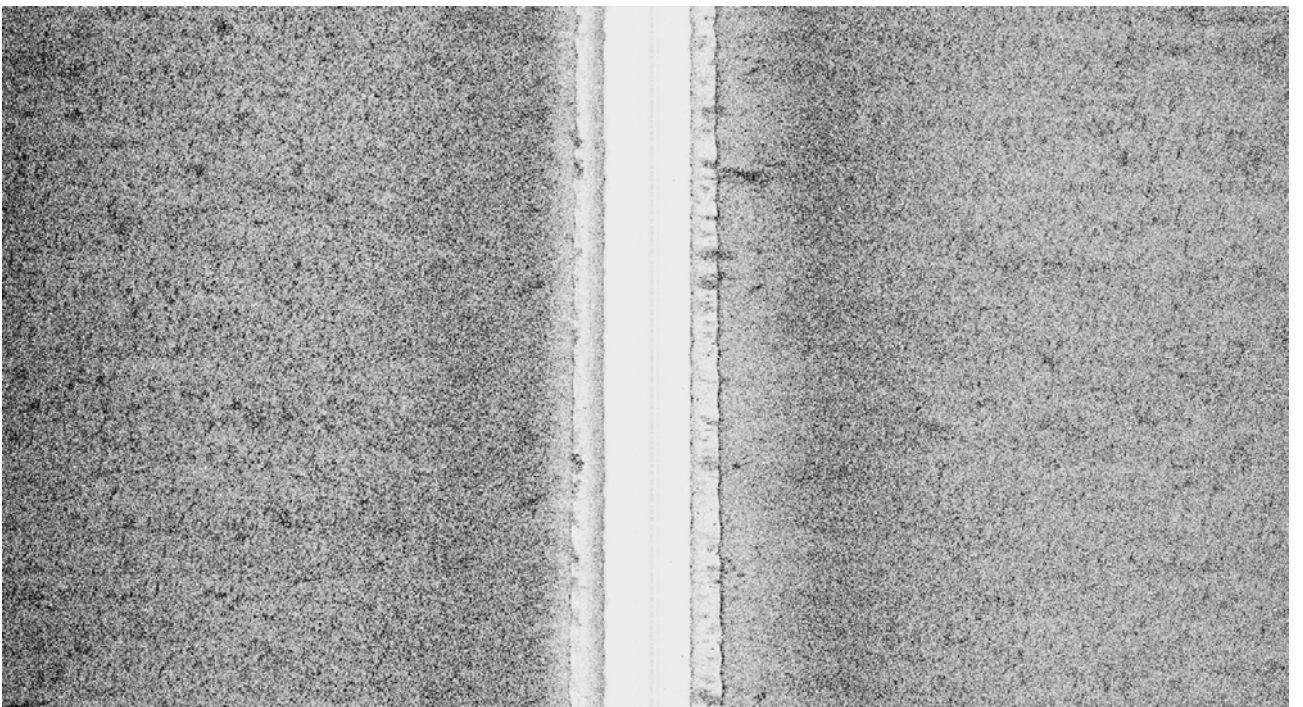


Sidescan billede af Anomali 2

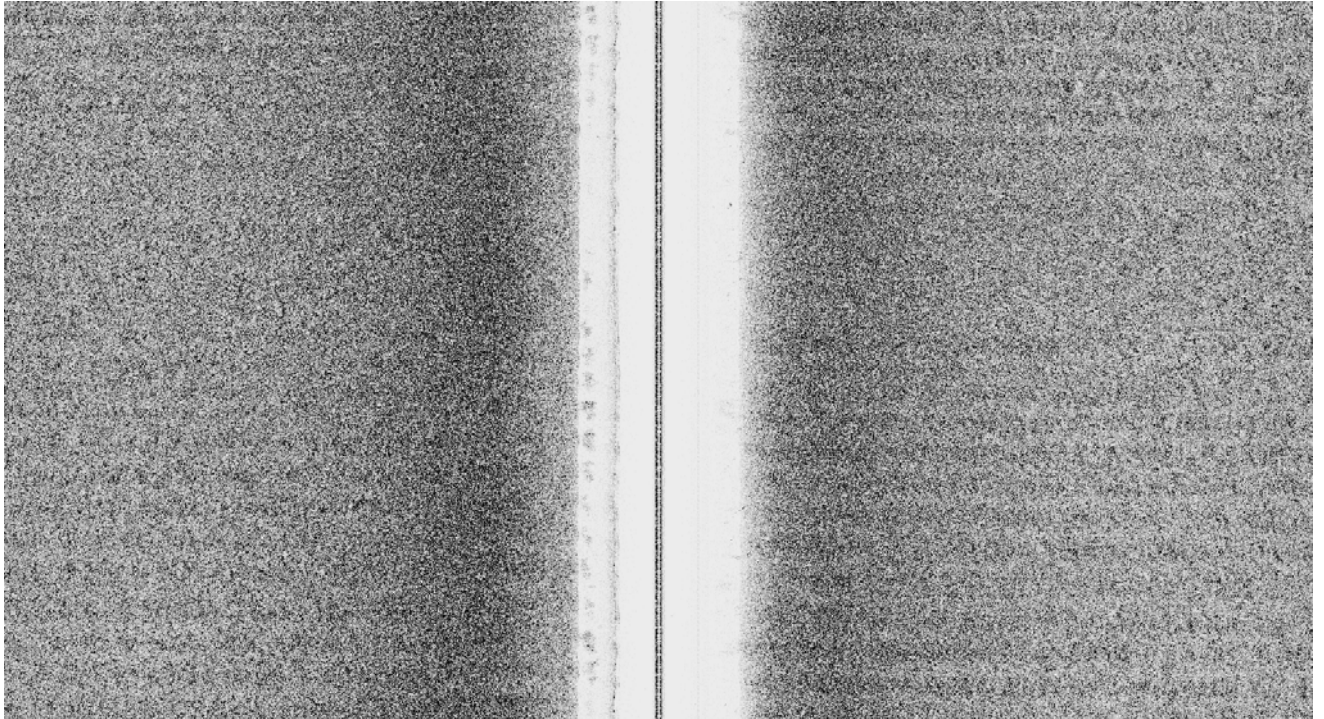




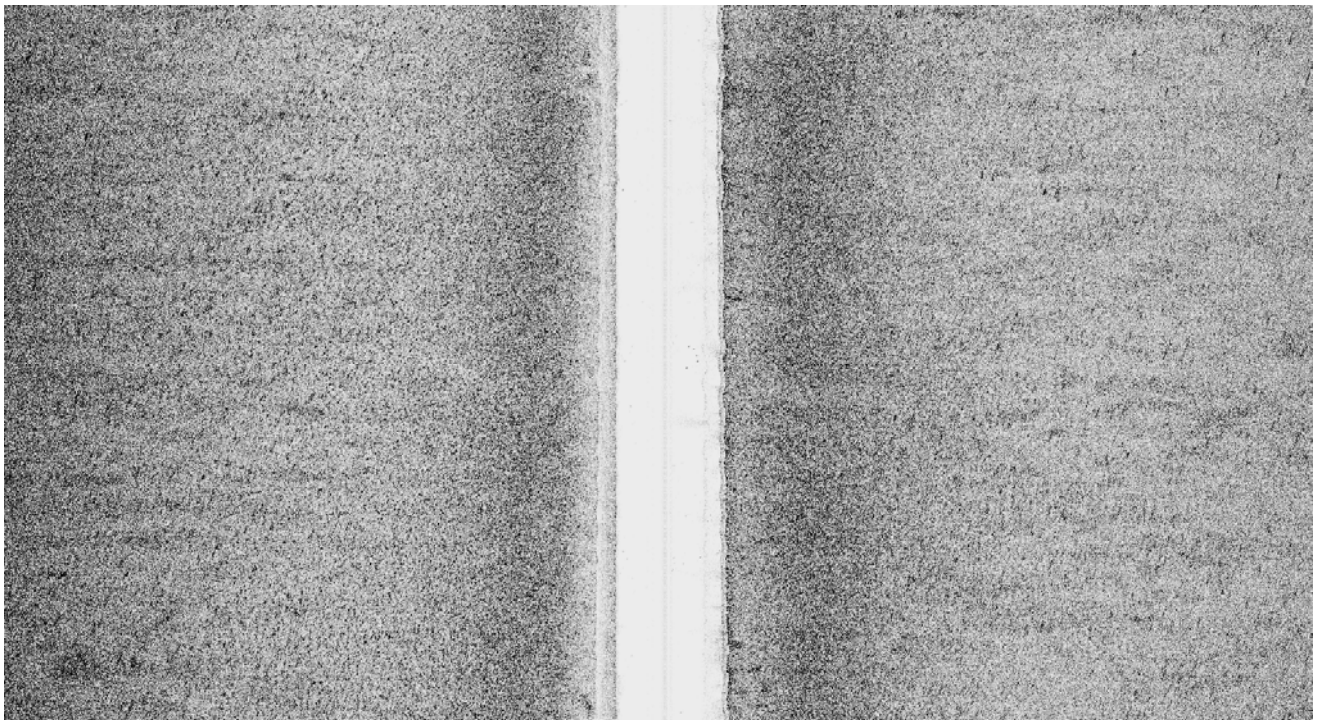
Sidescan billede af Anomali 2



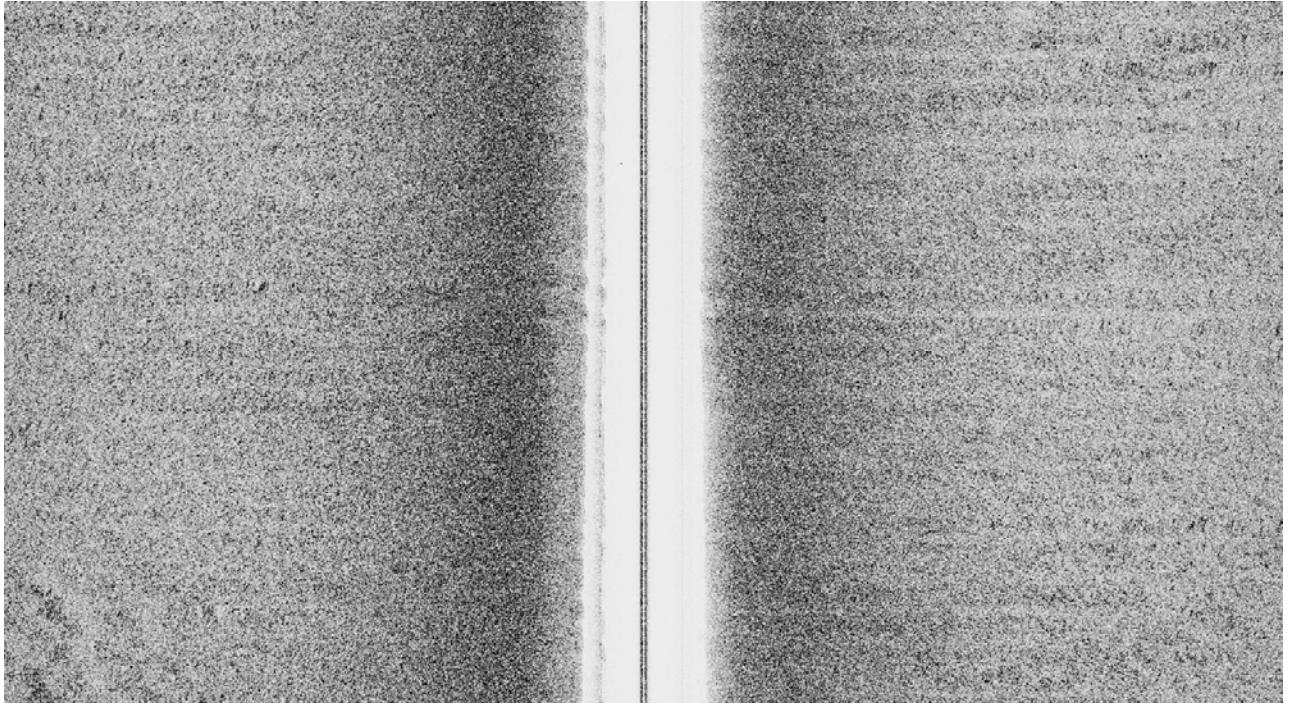
Sidescan billede af Anomali 3



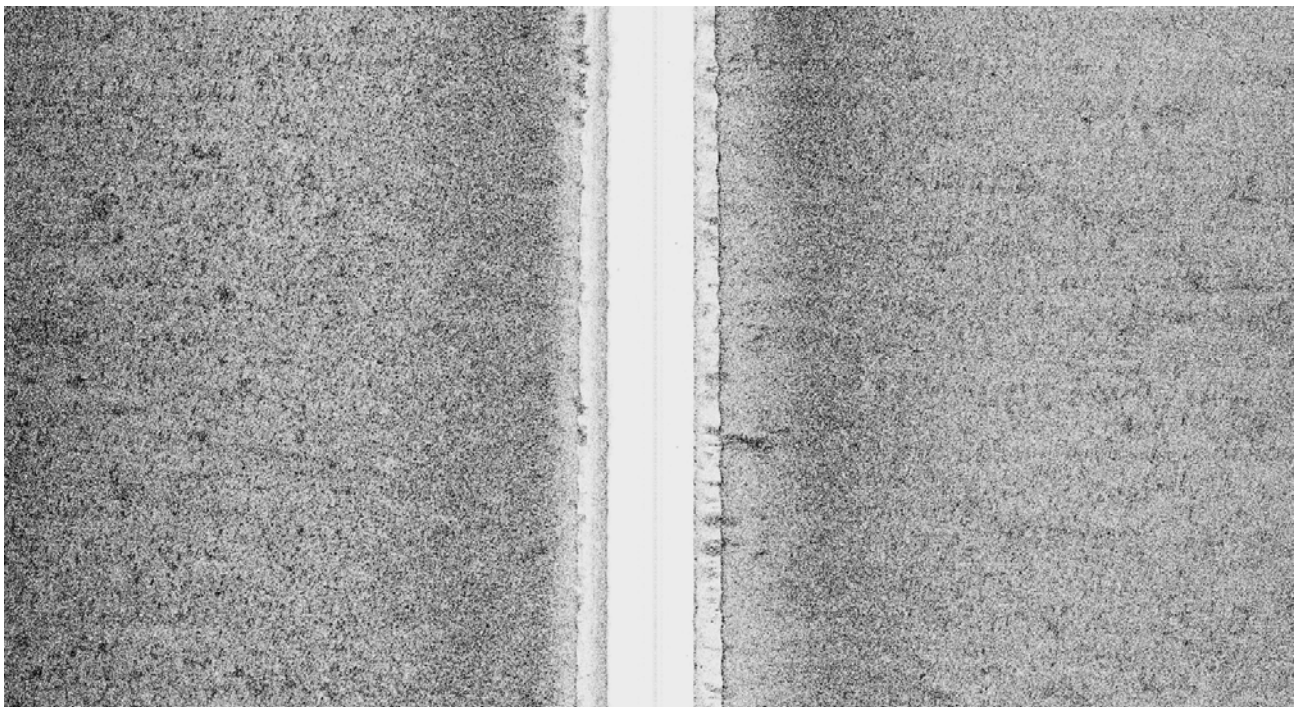
Sidescan billede af Anomali 3



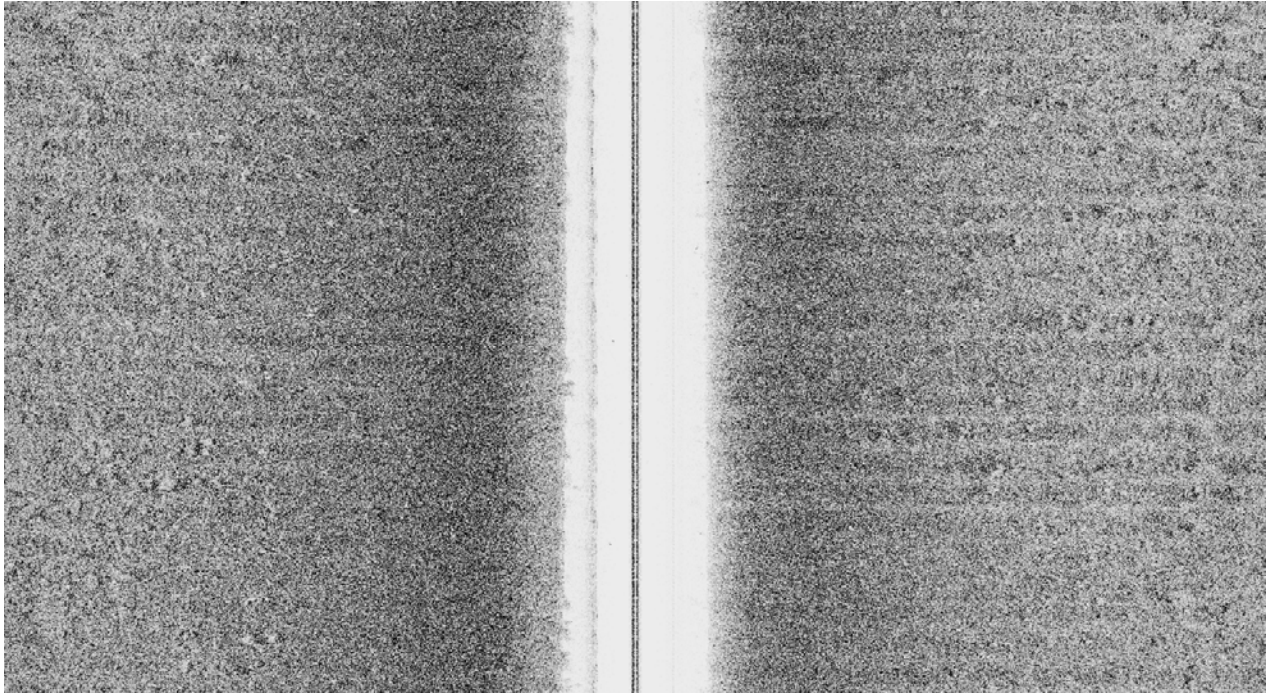
Sidescan billede af Anomali 4



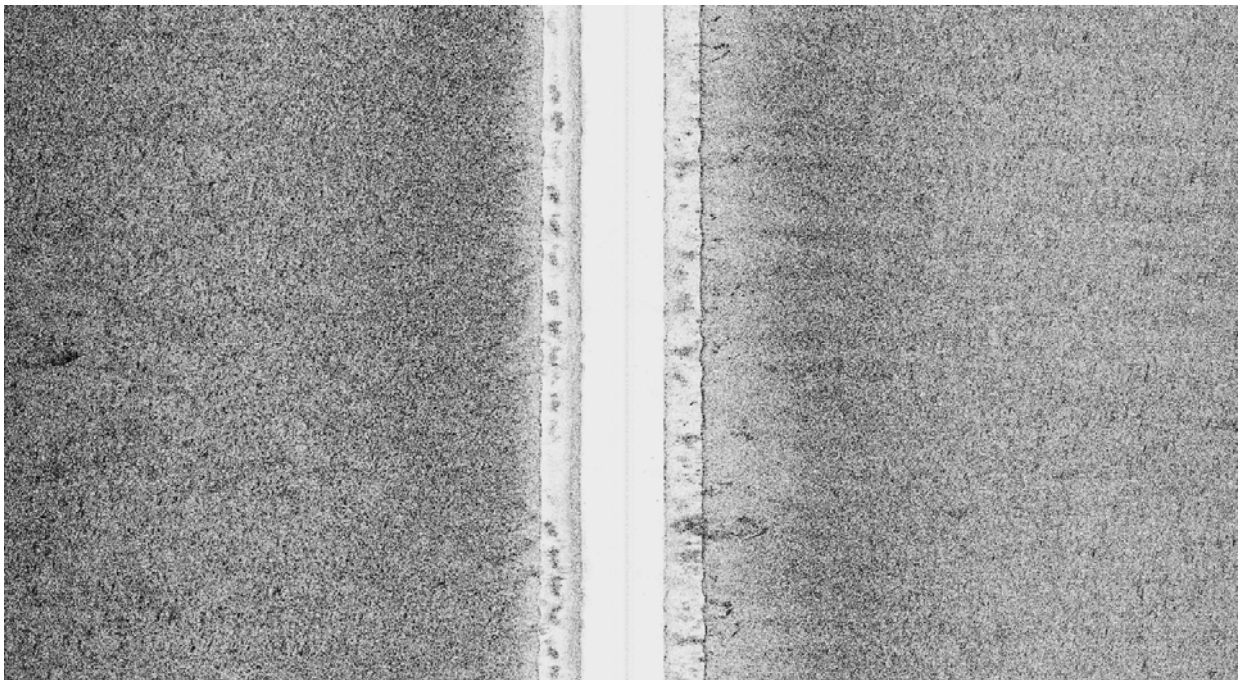
Sidescan billede af Anomali 4



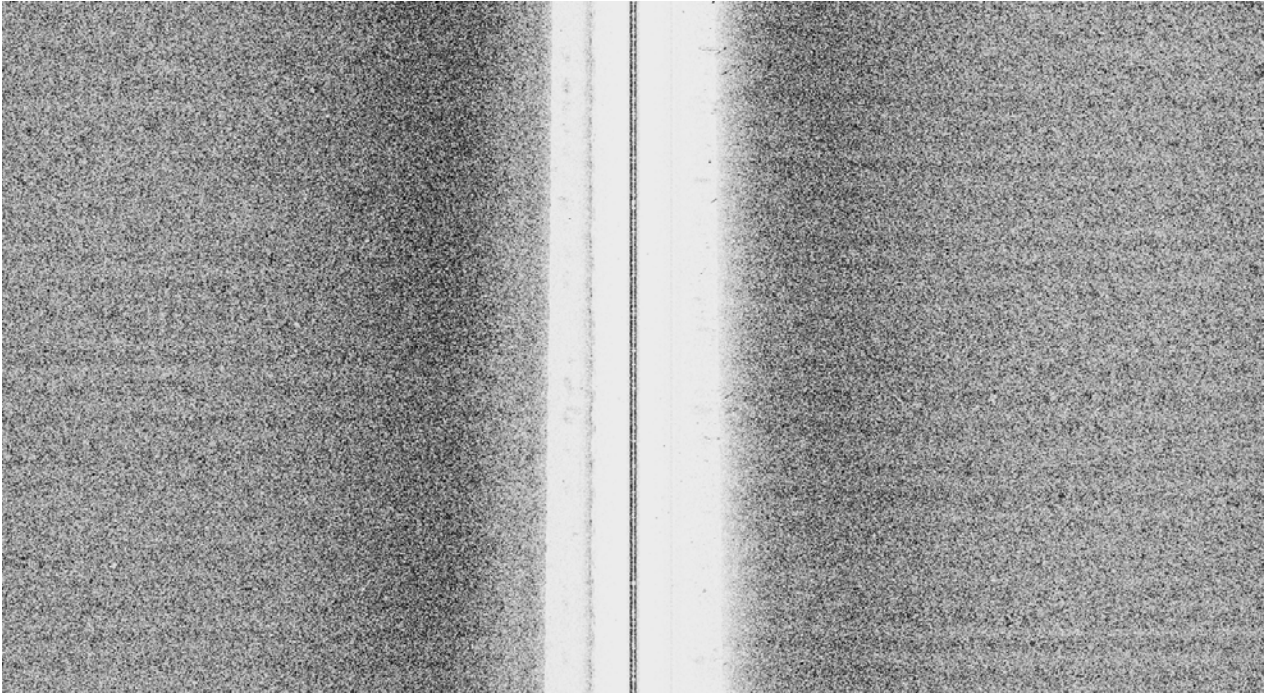
Sidescan billede af Anomali 5



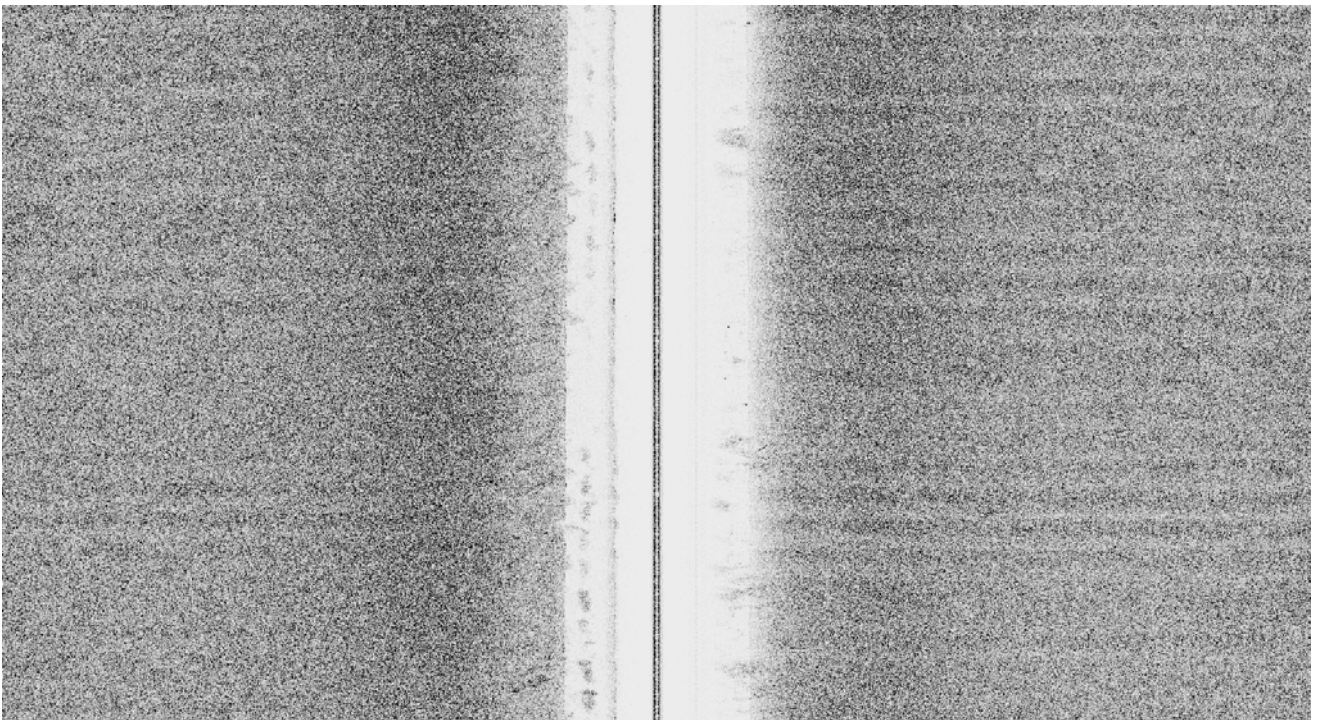
Sidescan billede af Anomali 5



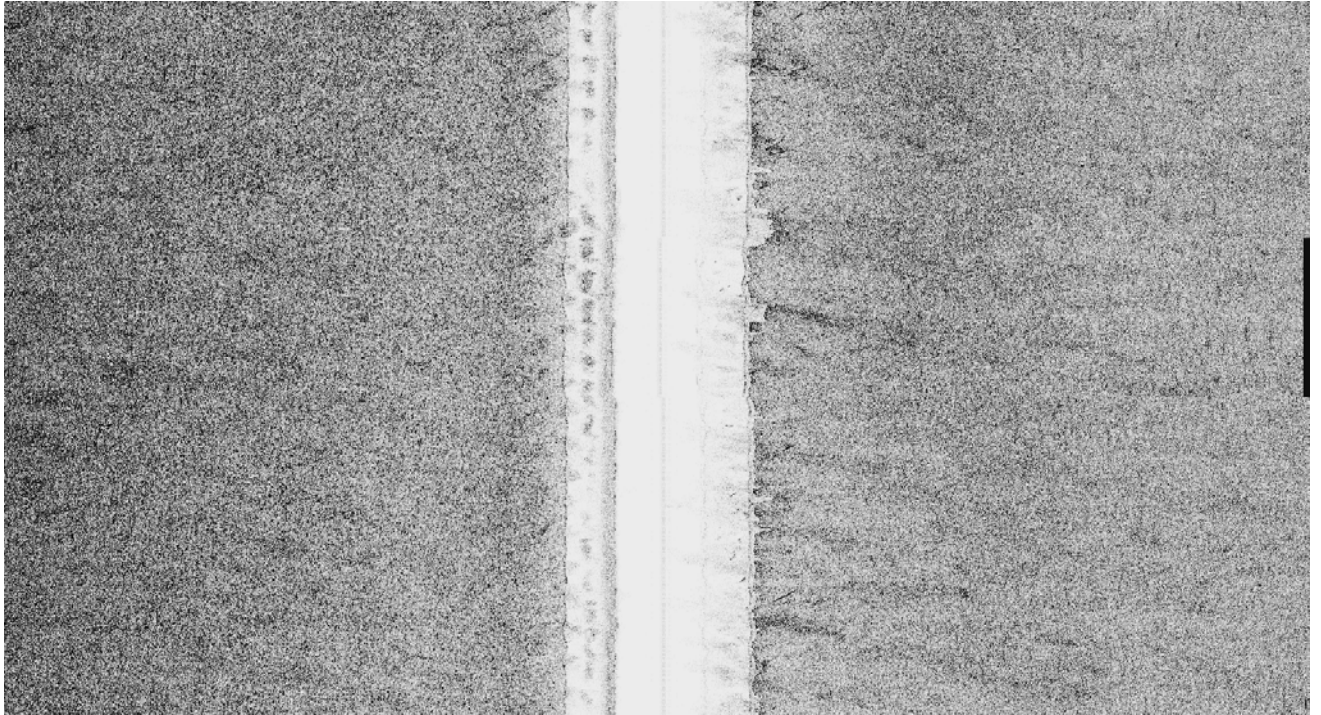
Sidescan billede af Anomali 6



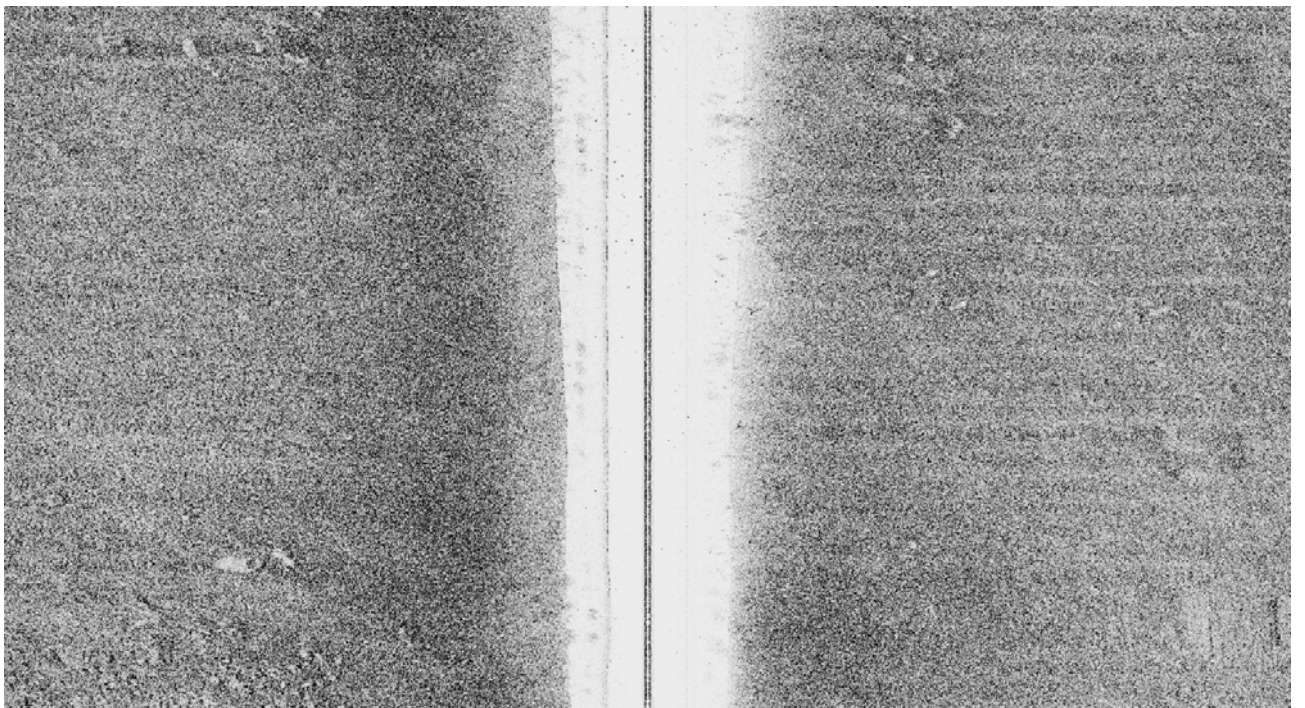
Sidescan billede af Anomali 6



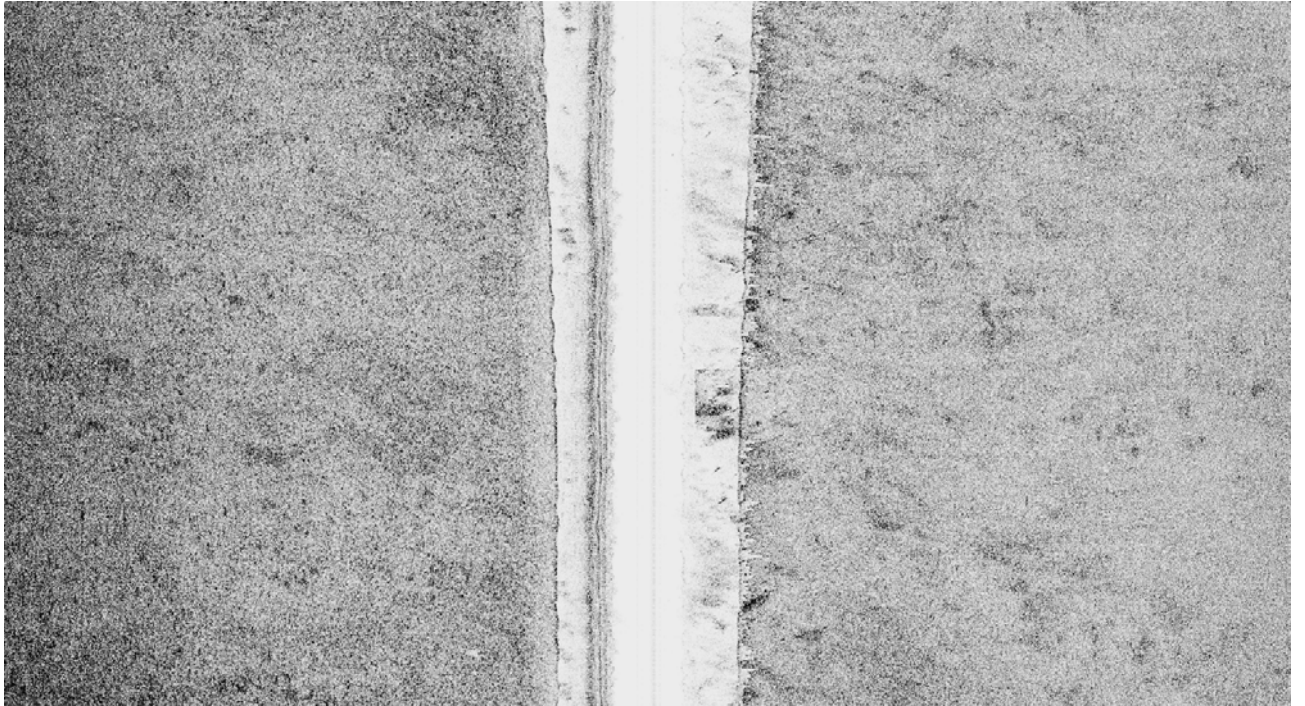
Sidescan billede af Anomali 7



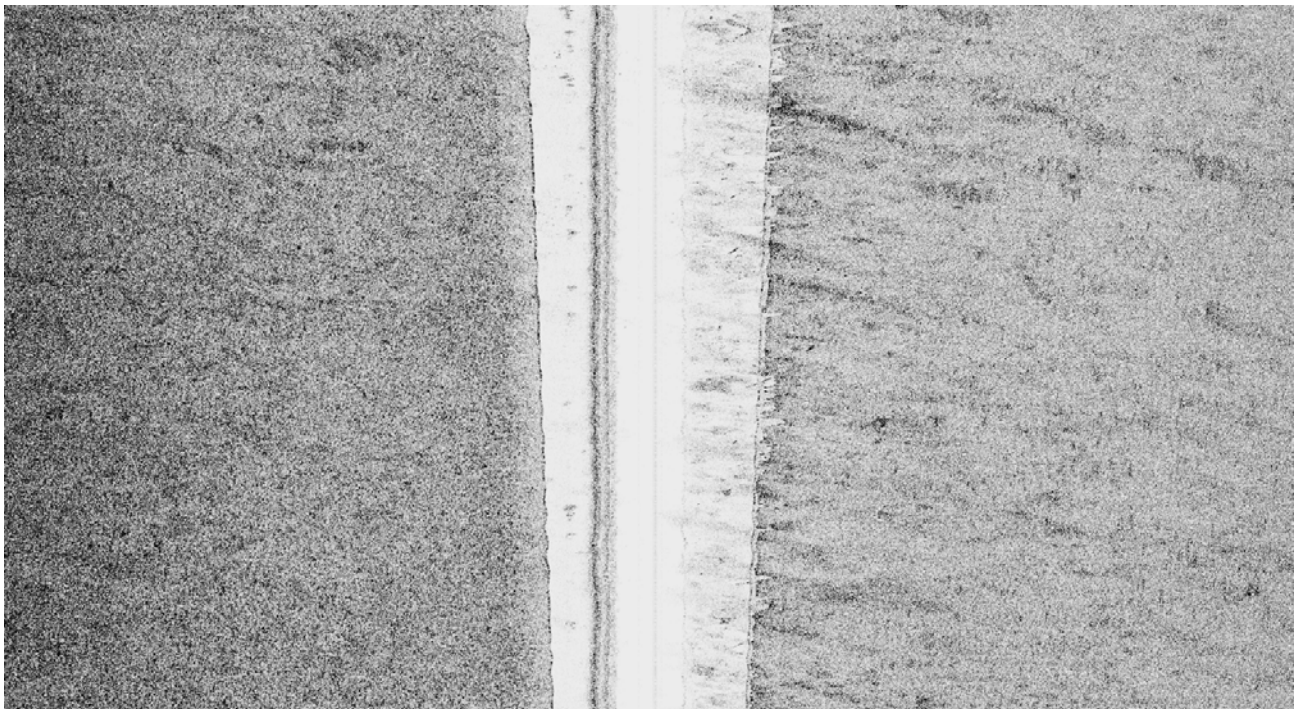
Sidescan billede af Anomali 7



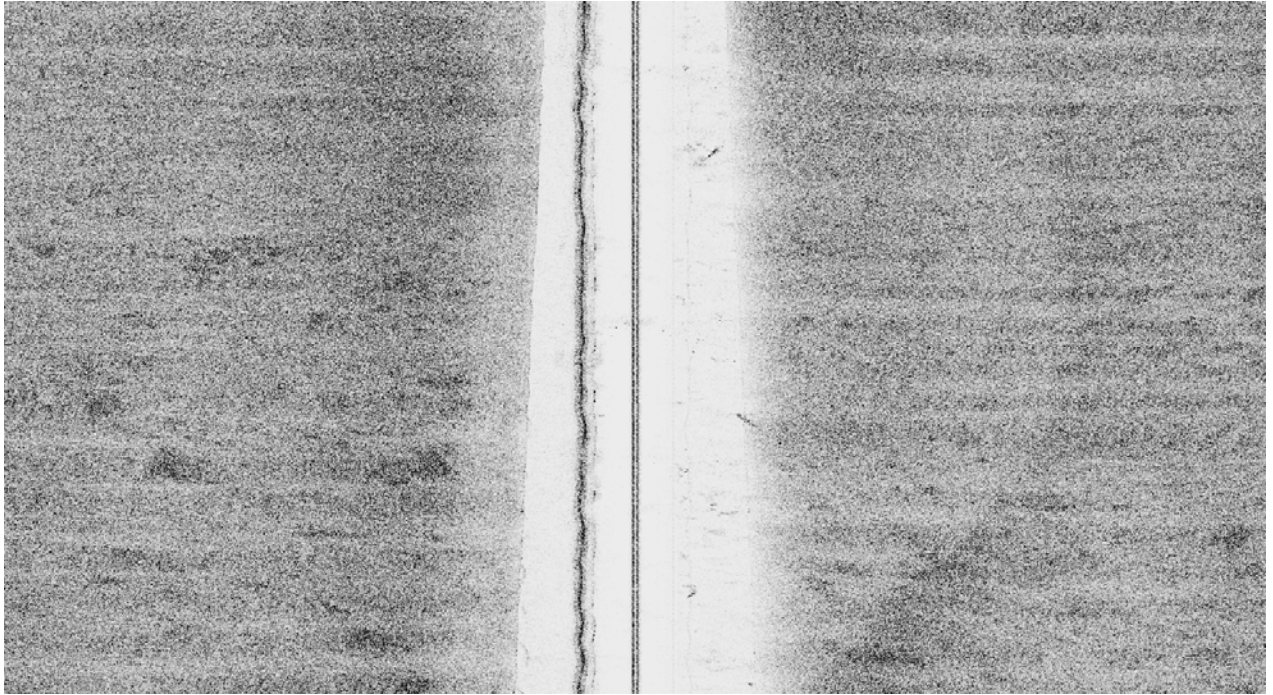
Sidescan billede af Anomali 8



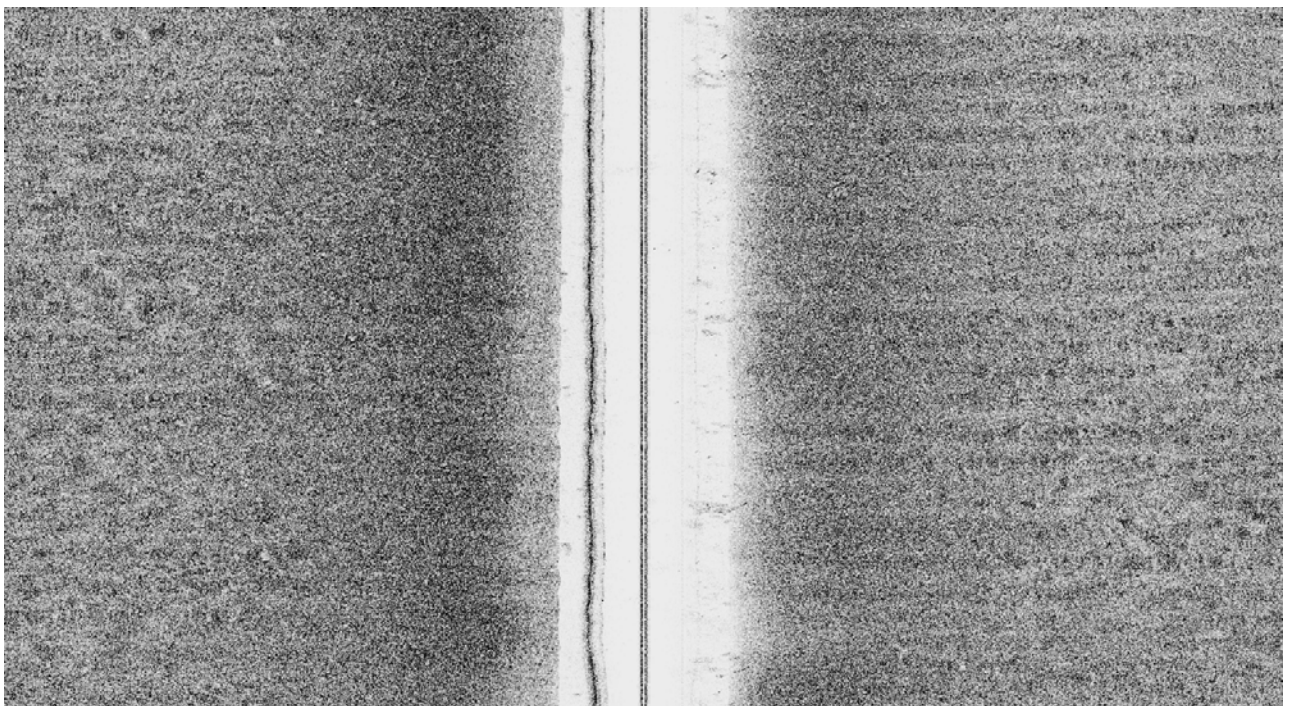
Sidescan billede af Anomali 8



Sidescan billede af Anomali 9

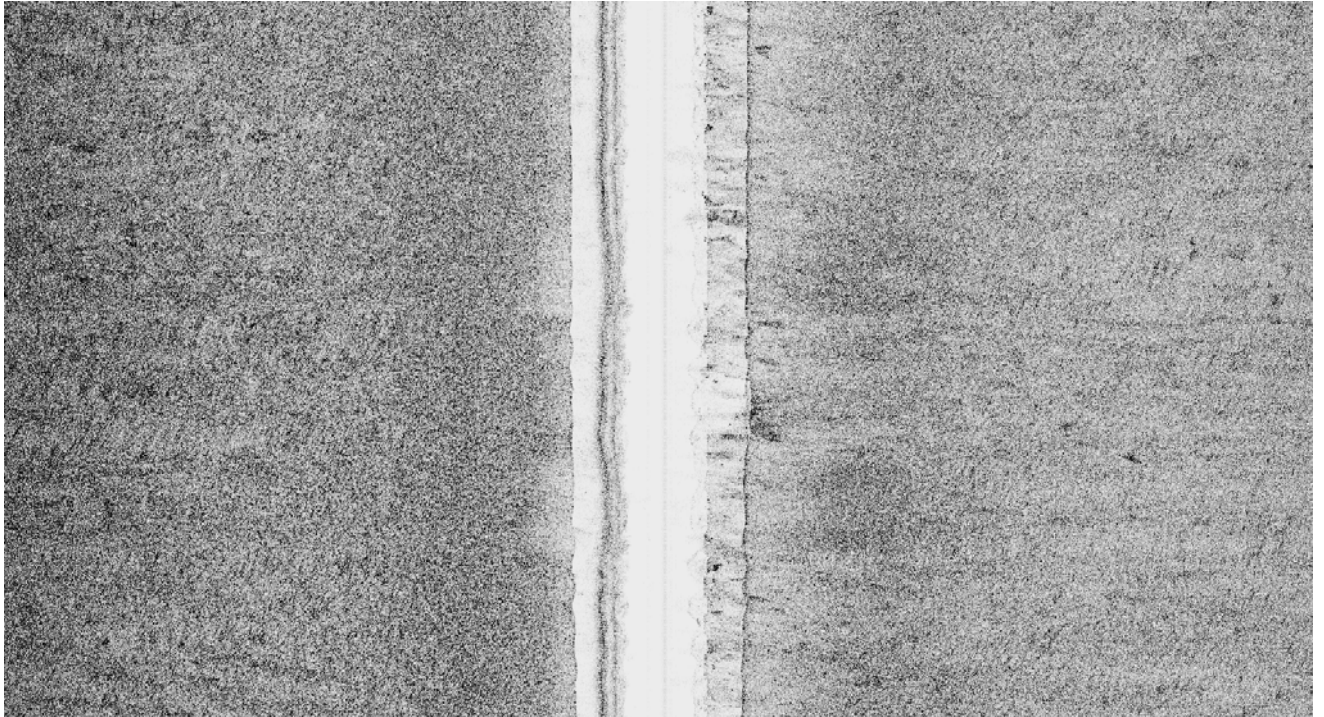


Sidescan billede af Anomali 9

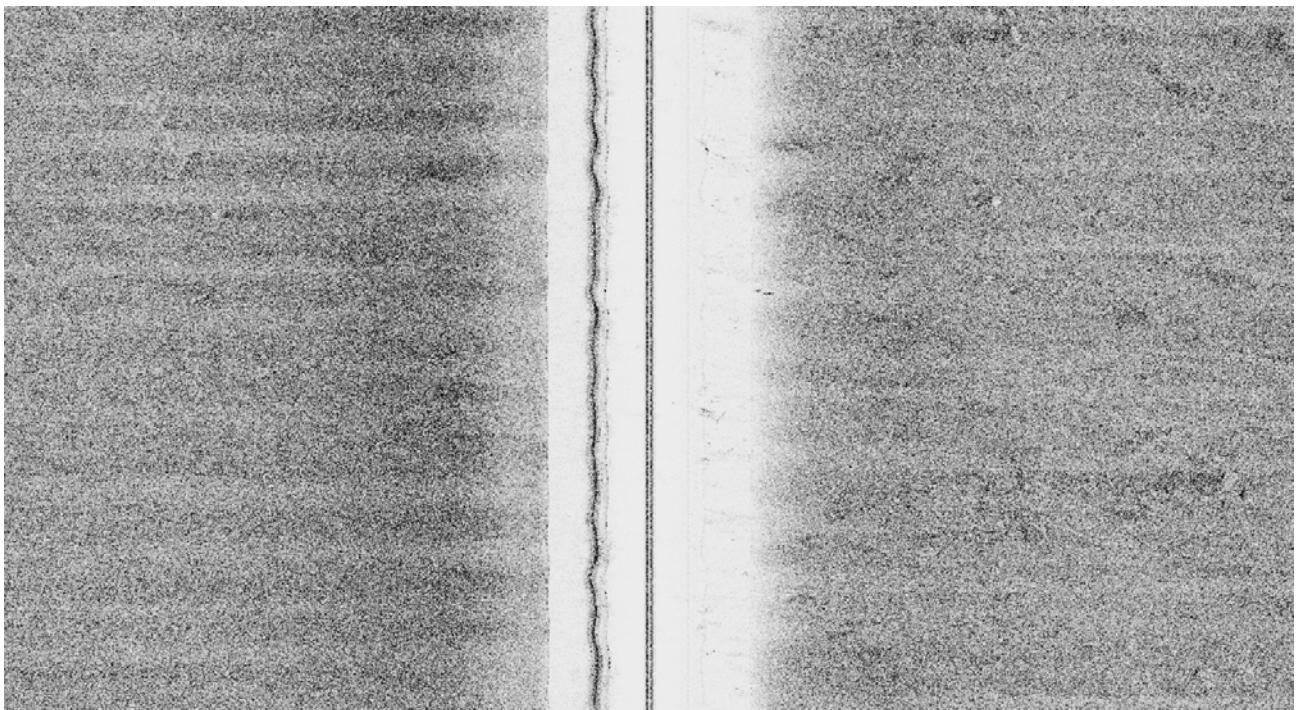


Sidescan billede af Anomali 10

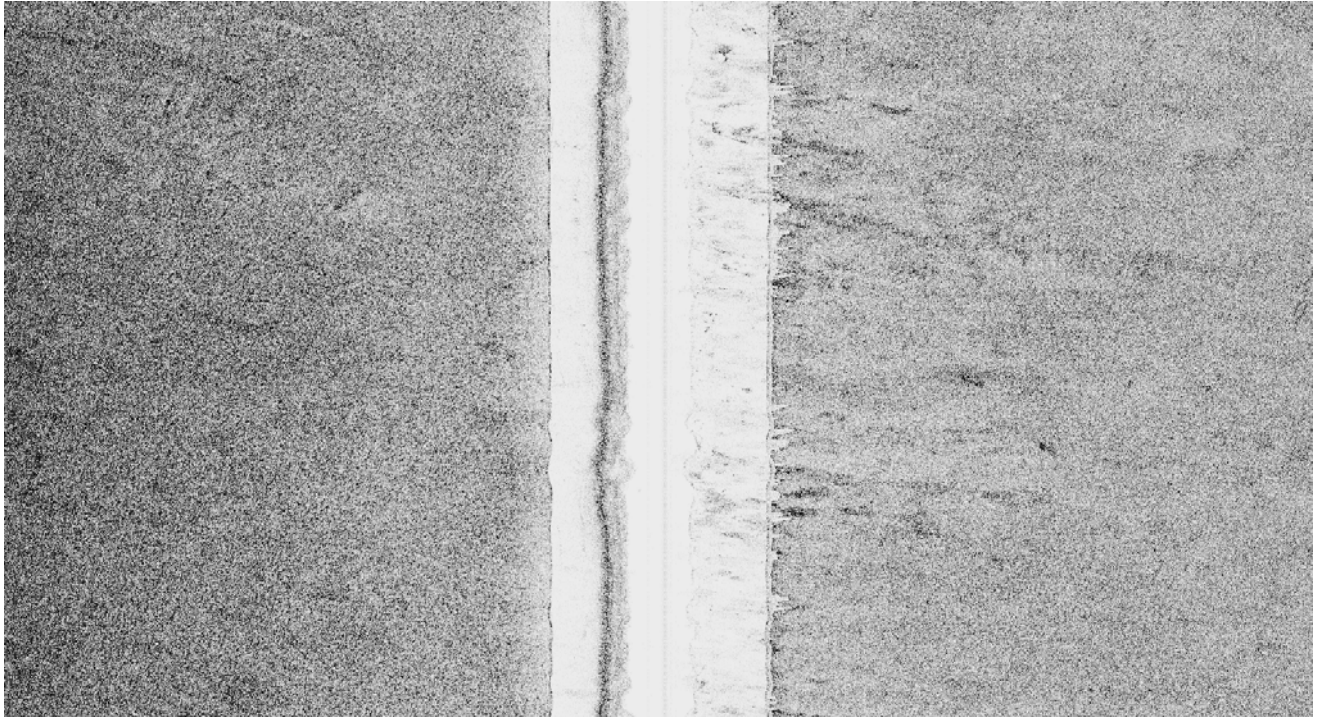




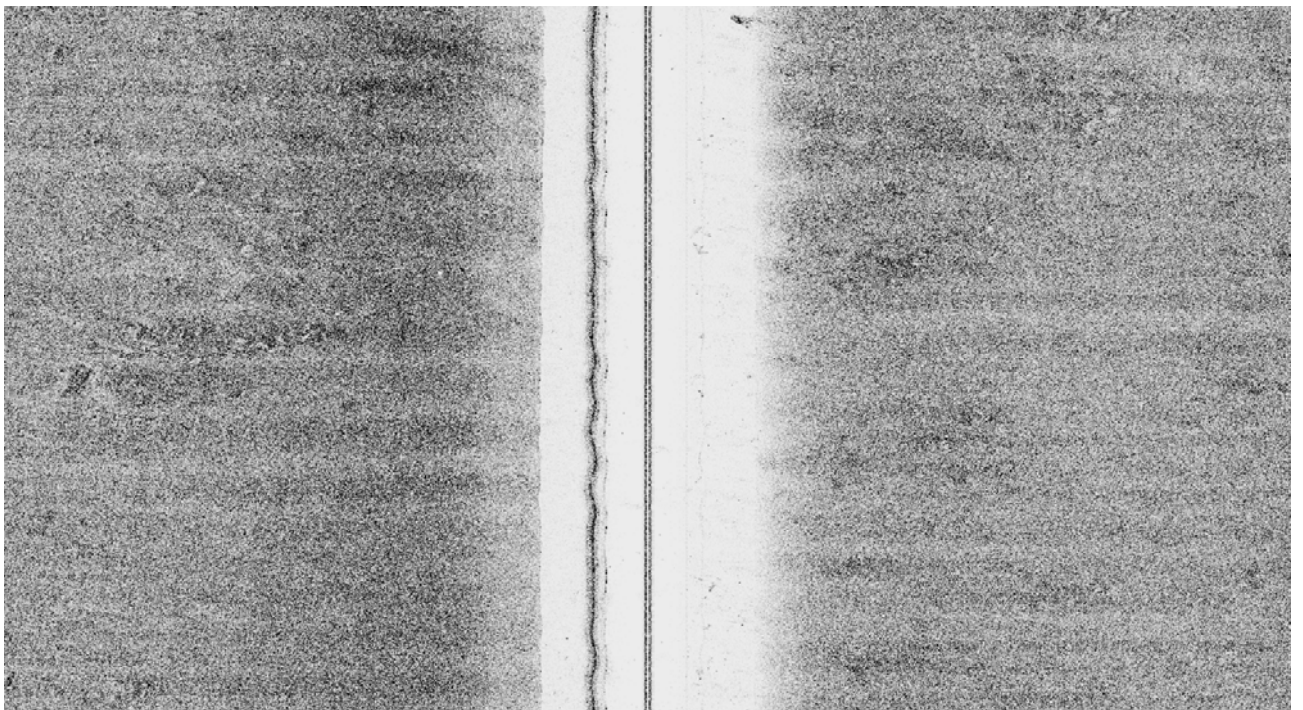
Sidescan billede af Anomali 10



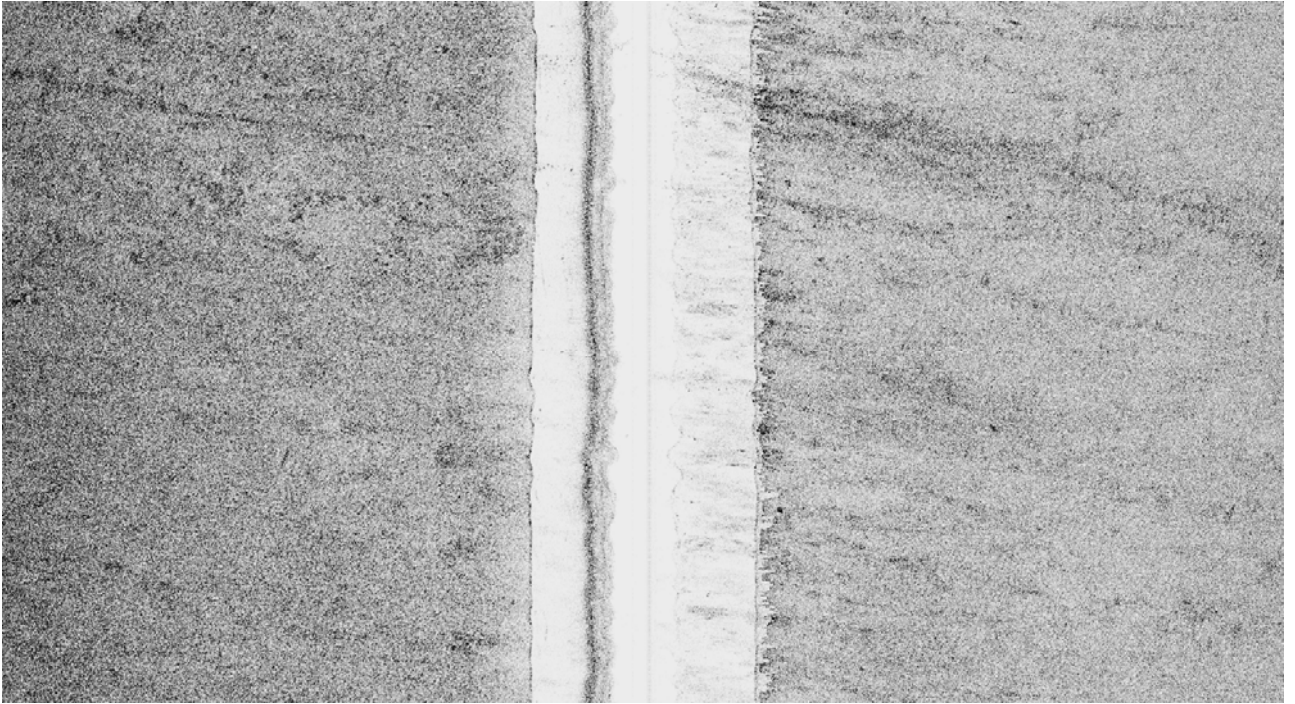
Sidescan billede af Anomali 11



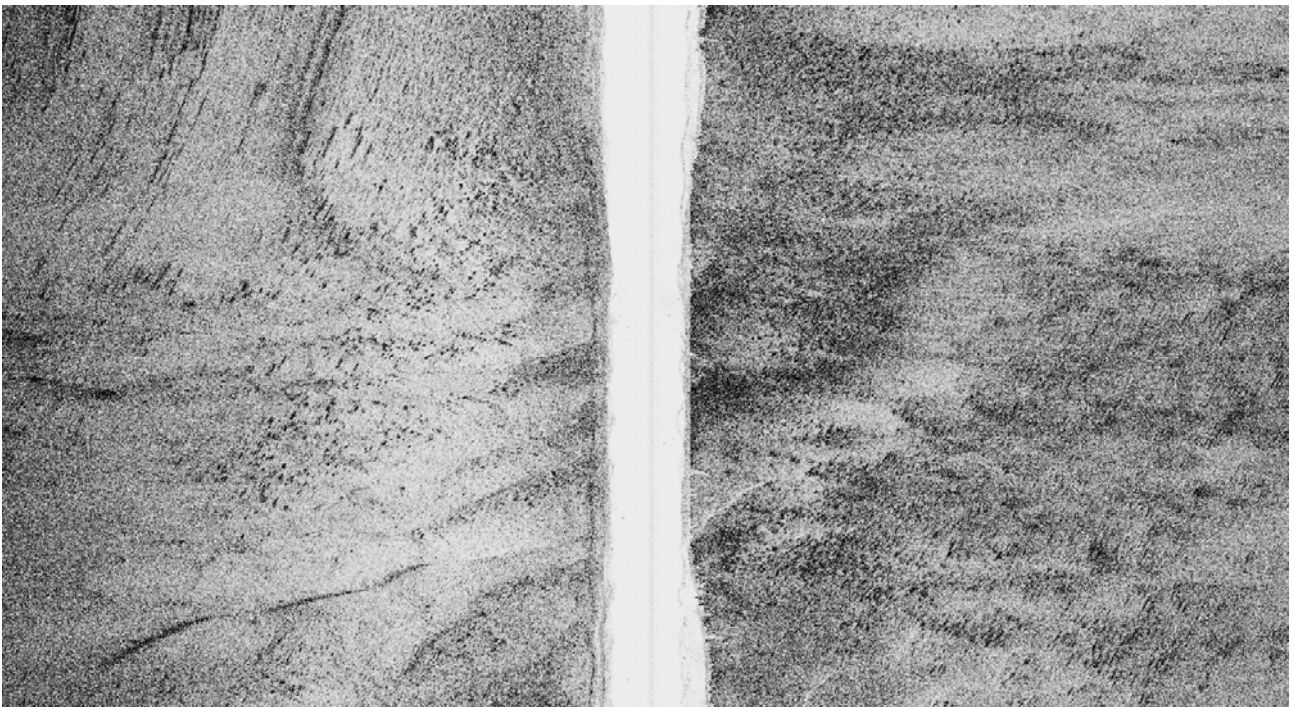
Sidescan billede af Anomali 11



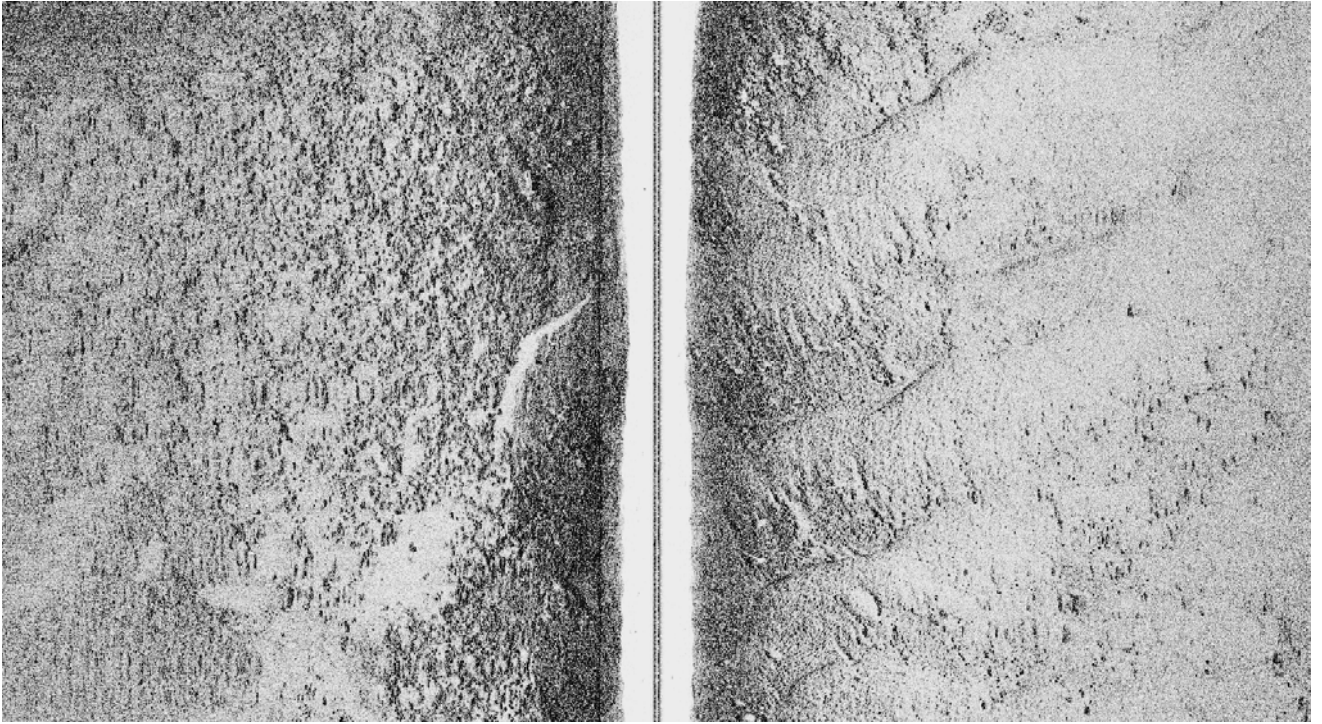
Sidescan billede af Anomali 12



Sidescan billede af Anomali 12



Sidescan billede af Anomali 12

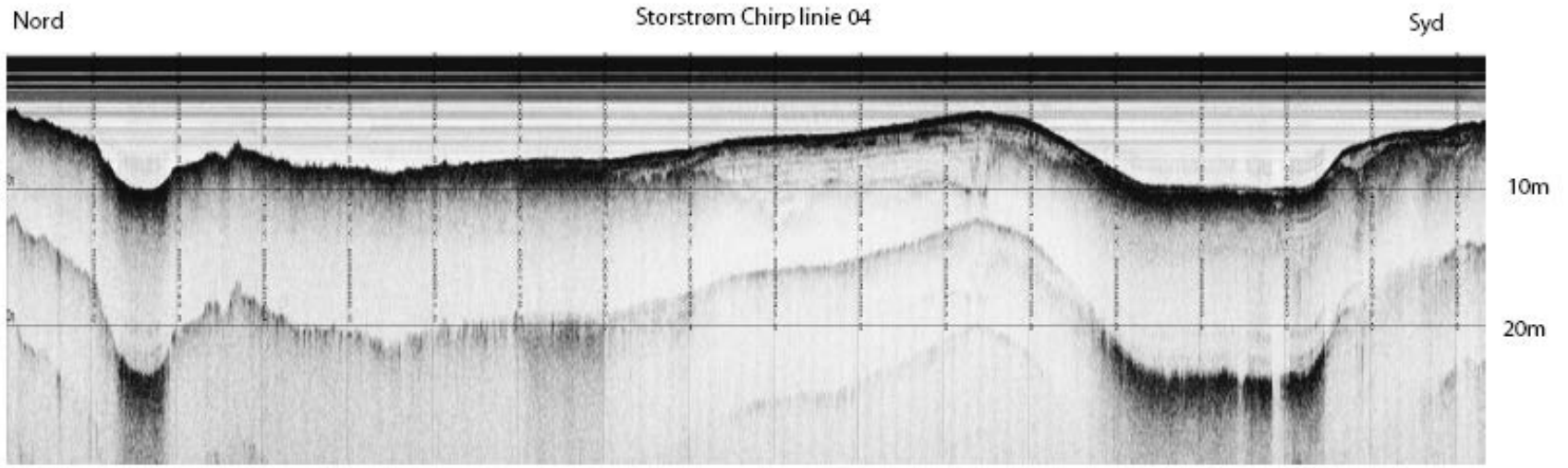


Sidescan billede af Anomali 13

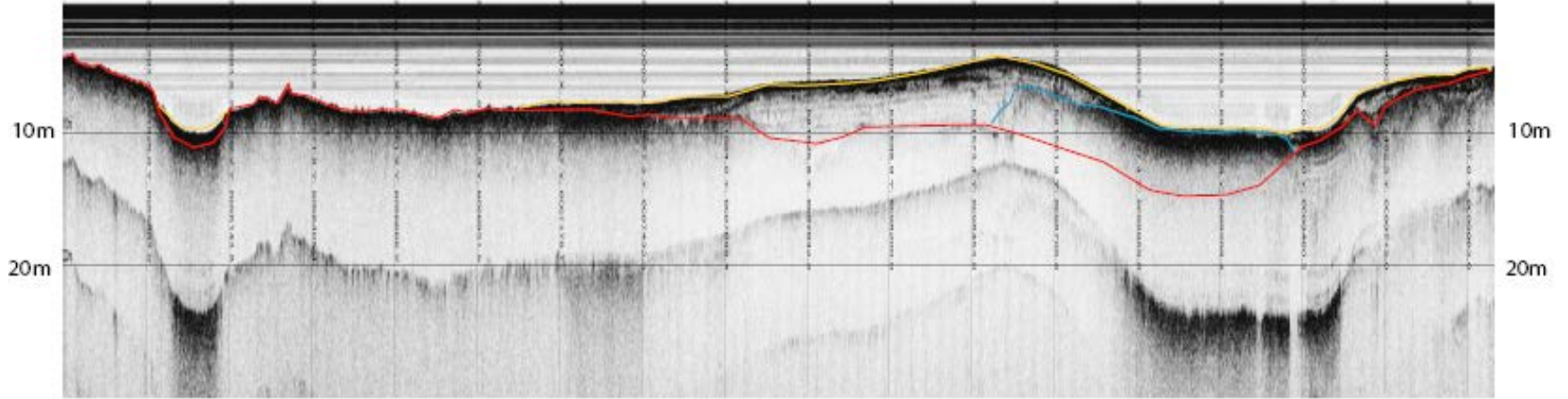
## Appendix C

- C1 Chirp eksempel linie 04
- C2 Havbundsdybde i traceet
- C3 Dybde til glaciale overflade (moræne)
- C4 Tykkelse af top laget (postglaciale lag)

C1 Chirp profil 04



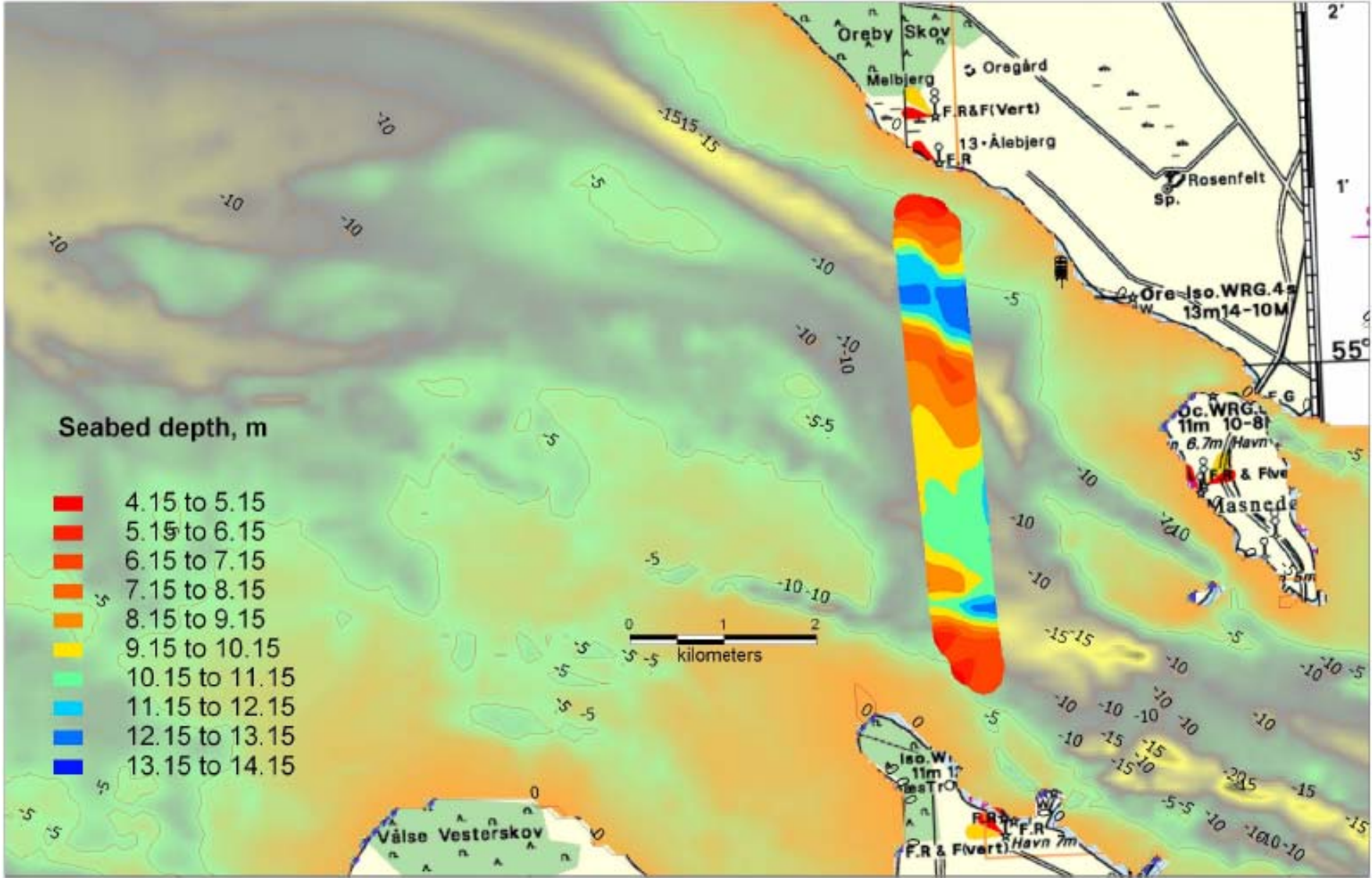
1 km

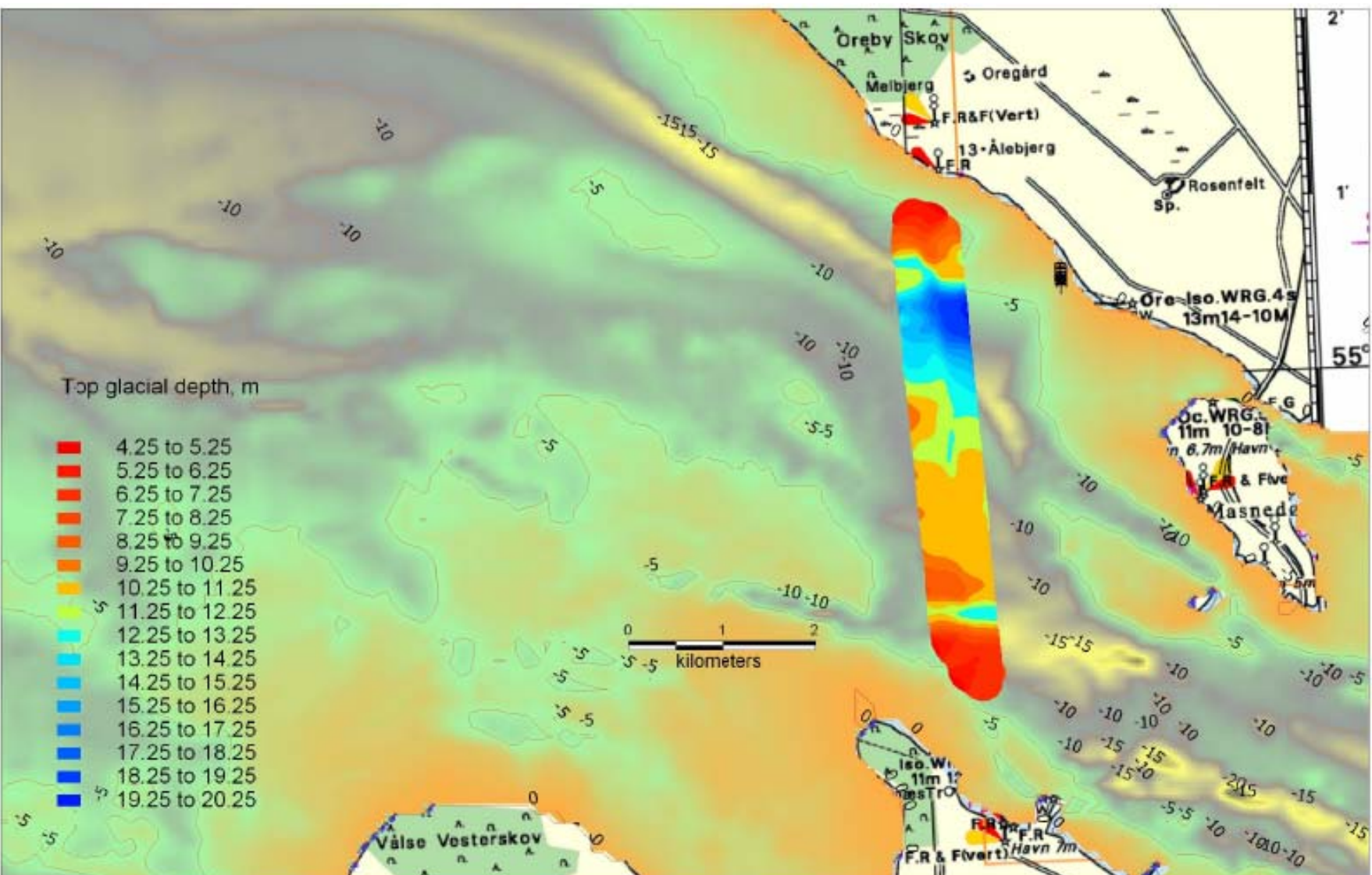


— Top moræne

— Top postglacial

— Top gas





C3 Dybde til glaciæle overflade (moræne)



