

# NGHIÊN CỨU MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM ĐA TIA VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG CÔNG TÁC KHẢO SÁT CÔNG TRÌNH Ở VIỆT NAM

ThS. **PHẠM VĂN QUANG**

Công ty cổ phần tư vấn & phát triển hạ tầng Hà Việt

ThS. **DIỆM CÔNG TRANG**

Viện KHCN Xây dựng

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu sơ lược về nguyên tắc hoạt động của máy đo hồi âm đa tia, khả năng ứng dụng kỹ thuật trong công tác khảo sát một số dạng công trình ở Việt Nam như: Khảo sát bến tàu, bến cảng; khảo sát luồng tàu trên sông và trên biển; khảo sát đường ống dẫn dầu, dẫn khí; quy hoạch biển bảo vệ tài nguyên;... Các nghiên cứu về lý thuyết và số liệu đo đạc thực nghiệm cho thấy việc ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia trong công tác khảo sát địa hình đảm bảo được hạn sai cho phép và mang lại hiệu quả kinh tế cao.

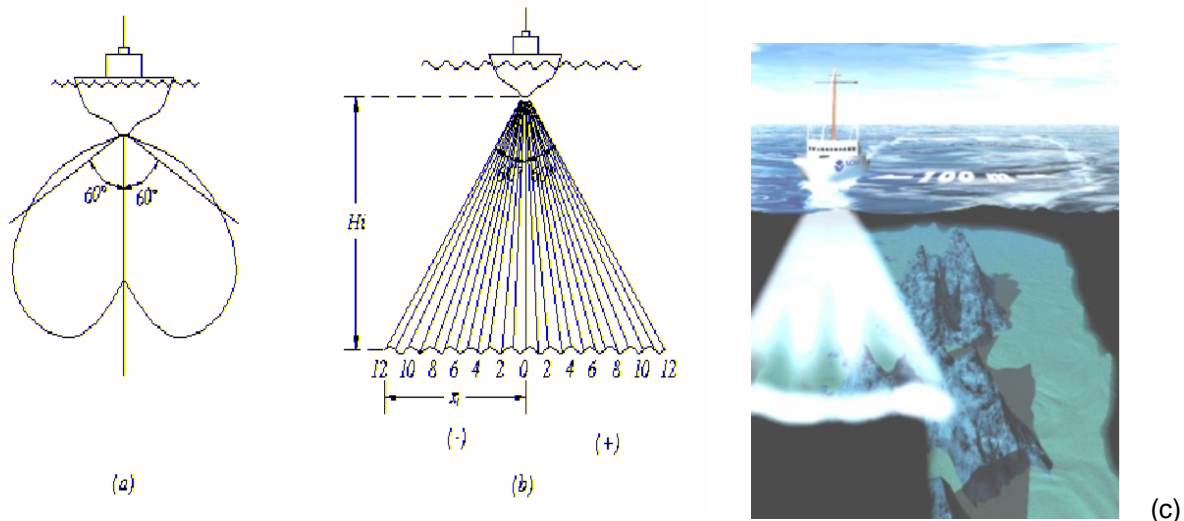
## 1. Đặt vấn đề

Ở nước ta trong những năm trước đây không có nhiều công trình trên biển yêu cầu đo đạc khảo sát địa hình đáy biển với độ chính xác cao, với sự nghiệp công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất nước, thực hiện chiến lược phát triển biển Việt Nam đến năm 2020 chúng ta đang đầu tư rất nhiều công trình, dự án khai thác các nguồn lợi từ biển như: phát triển các khu kinh tế ven biển (khu kinh tế Nghi Sơn, Vũng Áng, Hòn La,...), cảng trung chuyển hàng hóa quốc tế (cảng Đình Vũ, cảng Vũng Rô, cảng Vân Phong), khai thác dầu, khí đốt, qui hoạch phát triển du lịch biển, bảo vệ tài nguyên,... Để đáp ứng nhu cầu phát triển đó cần phải khảo sát địa hình đáy biển vùng ven bờ để phục vụ thiết kế nạo vét luồng tàu, bãi đậu, khu

vực xung quanh dự án. Với công nghệ đo sâu truyền thống như đo sào, thước dây, đo sâu hồi âm đơn tia, chúng ta khó có thể đáp ứng được yêu cầu về kỹ thuật, tiến độ cũng như độ chính xác mà các nhà thầu thi công trong nước và quốc tế đưa ra. Việc nghiên cứu ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia trong công tác khảo sát một số dạng công trình biển ở Việt Nam mang tính cấp thiết nhằm giới thiệu công nghệ, nguyên tắc hoạt động và kết quả thu được khi áp dụng thiết bị này vào sản xuất.

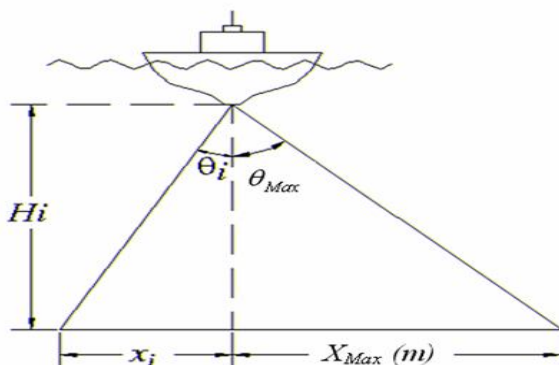
## 2. Khái niệm, nguyên lý cấu tạo và hoạt động của máy đo sâu hồi âm

Máy đo sâu hồi âm đa tia (Multibeam Echo Sounder-MBES) được phát minh khoảng những năm 1970 trên cơ sở của máy đo sâu hồi âm đơn tia. Hệ thống này cho phép xác định chi tiết bề mặt đáy biển từ nhiều tia đơn, kết quả một lần đo xác định được hàng trăm điểm độ sâu trên một mặt phẳng vuông góc với đường đi của tàu hoặc cả một dải độ sâu có độ rộng nhất định (mặt cắt), tổng số các mặt cắt dọc của các kênh tín hiệu có thể tạo ra nhiều lần trên một giây. Độ rộng dải quét thường gấp từ 2 đến 7 lần độ sâu, góc mở của chùm tia có thể đạt đến trên 150 độ (tùy từng loại máy và hãng sản xuất) và góc kẹp của các tia đơn kề nhau có thể nhỏ hơn 1 độ.



Hình 1. Máy đo sâu hồi âm đa tia

Với hình 1 máy đo sâu hồi âm đa tia có góc mở chùm tia phát là 120 độ, 25 chùm tia sóng phát ra và thu về, góc kẹp của mỗi chùm tia sóng là 2,4 đến 5 độ.



**Hình 2.** Mô tả số liệu tính toán vị trí điểm và độ sâu của nước

Bộ phát nhiều chùm tia cứ cách một khoảng thời gian nhất định lại phát xuống đáy nước một lần với một tần số nhất định, tín hiệu phát xuống đáy nước phản hồi trở lại được thu bằng hệ thống thu tín hiệu đặt ở thân tàu, giá trị vị trí và độ sâu của chúng được tính theo công thức (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} X_i = \frac{1}{2} C \cdot \Delta t_i \cdot \sin \theta_i \\ H_i = \frac{1}{2} C \cdot \Delta t_i \cdot \cos \theta_i \end{array} \right.$$

Trong đó:  $\theta_i$  - góc kẹp của chùm tia sóng  $i$  với đường vuông góc;

$C$  - tốc độ âm thanh trong nước;

$\Delta t_i$  - khoảng thời gian từ lúc phát sóng đến lúc thu của chùm tia sóng thứ  $i$ ;

$x_i$  - khoảng cách từ điểm đo sâu đến đường dây dọi đi qua máy đo;

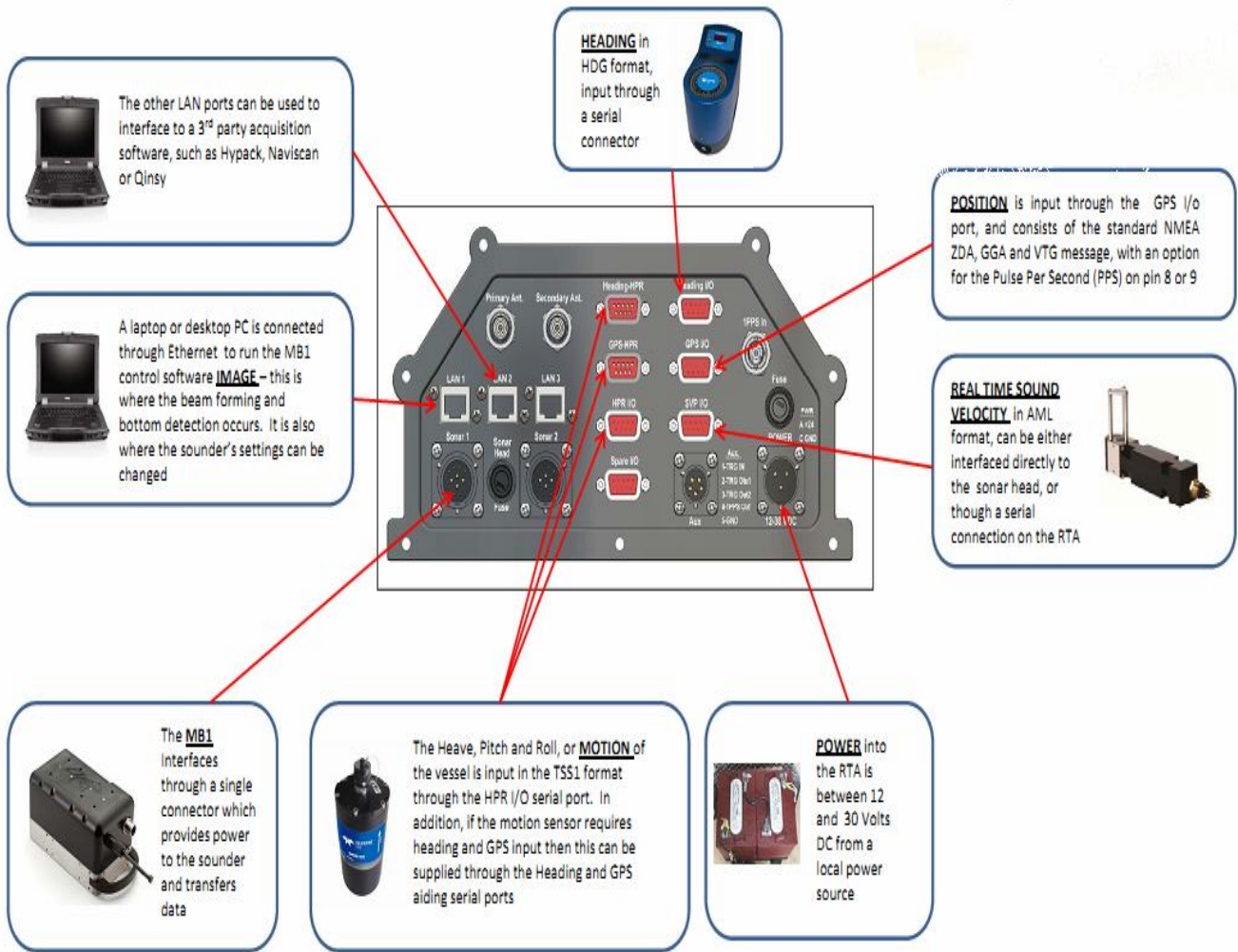
$H_i$  - độ sâu từ máy đo đến đáy nước của chùm tia sóng  $i$ ;

Hiện nay trên thế giới có nhiều hãng sản xuất máy đo sâu hồi âm đa tia như: hãng ODOM của Mỹ; Simrad của Đức; Kongsberg của Na Uy; hãng Reson của Đan Mạch.

**Bảng 1.** Một số loại máy đo sâu hồi âm

Model	Frequency (kHz)	Min/max depths (m)	Max swath width	Available configuration
EM2040C	200-400	0,5 - 500	Single head: 4,3 x D/580m/130 degrees Dual head: 10 x D/690m/200 degrees	1 x 1 single and dual head
EM2040	200-400	0,5 - 600	Single RX: 5,5 x D/800m/140 degrees Dual RX: 10 x D/900m/200 degrees	0,4 x 0,7; 0,7 x 0,7 Single and dual RX conf. for increased swath and with single and dual swath capability for increased seafloor coverage
EM710RD	70-100	3 - 600	5,5 x D/1100m/140 degrees	1 x 2; 2 x 2* * Short CW transmit pulses
EM710S	70-100	3 - 1400	5,5 x D/1800m/140 degrees	0,5 x 1; 1 x 1; 1 x 2 and 2 x 2* * CW transmit pulses
EM710	70-100	3 - 2000	5,5 x D/2300m/140 degrees	0,5 x 1; 1 x 1; 1 x 2 and 2 x 2* * CW and FM transmit pulses
EM302	30	10 - 8000	6 x D/10-11km/143 degrees	0,5x1; 1x1; 1x2; 2x2; 2x4; 4x4* * Other customer specific conf. available on request
EM122	12	50 - 11000	6 x D/35-40km/143 degrees	0,5x1; 1x1; 1x2; 2x2 and 2x4* * Other customer specific conf. A on R

Với một bộ máy đo sâu đa tia, cụ thể với máy MB1 do hãng ODOM sản xuất có nguyên lý cấu tạo và hoạt động như hình 3.

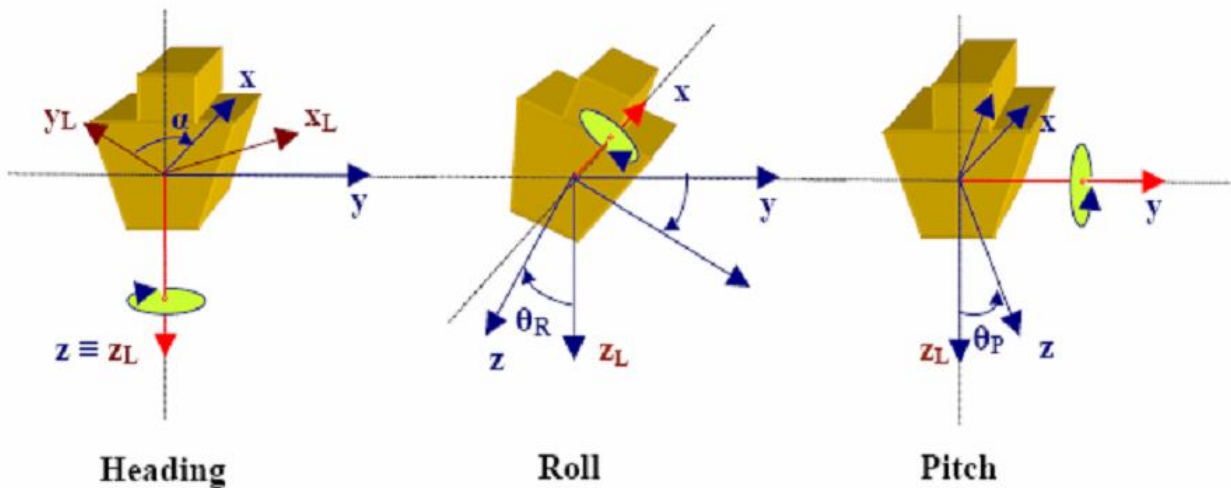


Hình 3. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của máy đo sâu hồi âm đa tia

**3. Giải pháp kỹ thuật để nâng cao độ chính xác**

**3.1 Xử lý các nguồn sai số do tác động của môi trường**

Các nguồn sai số ảnh hưởng đến kết quả đo sâu như: lắc ngang - Roll, lắc dọc - Pitch, lệch hướng chạy tàu - Heading và sự dao động của tàu theo phương thẳng đứng - Heave.

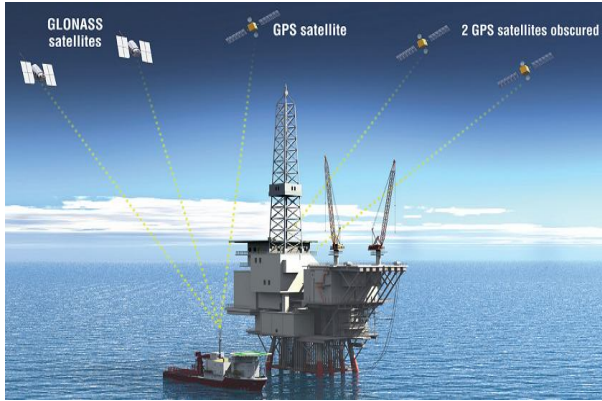


Hình 4. Trạng thái của tàu chịu tác động của môi trường

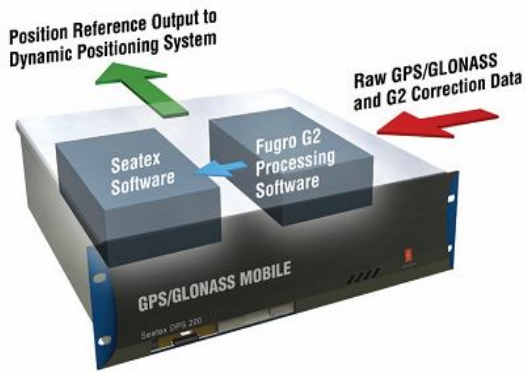
Nhờ có bộ cảm biến các giá trị độ sâu tính được đã loại bỏ các nguồn sai số do tác động của môi trường đo gây nên như sóng, gió, thủy triều.

**3.2 Giải pháp định vị**

Với các máy thu DGPS có khả năng tích hợp 2 dữ liệu GPS và GLONASS để giải bài toán định vị đã cho độ chính xác rất cao < 10 cm với độ ổn định tới 95 %. Giải pháp này còn ưu việt hơn cả là không phụ thuộc vào vị trí khảo trên biển, thiết bị gọn nhẹ và kết nối với các thiết bị đo sâu đơn giản.



Hình 5. Thu và xử lý tín hiệu định vị



Hình 6. Hệ thống đo triều tự động

Với các máy đo sâu đơn tia không có thiết bị đo triều tự động nên mỗi khi đo tại khu vực nào đó cần tổ chức đo thủy chiều bằng phương pháp đọc số trực tiếp qua mức nước trên thước đo và ghi lại thời gian đọc số. Với máy đo sâu đa tia công việc này được thực hiện tự động qua bộ đo triều ký, số liệu thu được trút vào bộ xử lý thông qua cổng COM.

**4. Ứng dụng thực nghiệm máy đo sâu hồi âm trong công tác khảo sát công trình biển ở Việt Nam**

Dự án đầu tư xây dựng các bến cảng số 2, 3 và 4 cảng Quốc tế Cái Lân – Tp. Hạ Long - tỉnh Quảng

Ninh với tổng số vốn đầu tư trên 155 triệu USD do Công ty TNHH HALA Việt Nam làm tổng thầu thi công xây dựng. Quy mô công suất thiết kế, khai thác của 3 bến: Tổng chiều dài 594 m; chiều sâu trước bến -13 m hải đồ; độ sâu luồng tuyến khai thác -10 m hải đồ; bề rộng tuyến luồng 130 m; khả năng thông qua của cảng có công suất thiết kế tối đa đạt 1.000.000 TEUs. Khi đi vào hoạt động cảng có thể tiếp nhận tàu container sức chở 3.000 ÷ 4.000 TEUs và tàu hàng rời trọng tải đến 50.000 DWT.



Hình 7. Toàn cảnh xây dựng cảng Container Cái Lân – Tp. Hạ Long - Quảng Ninh

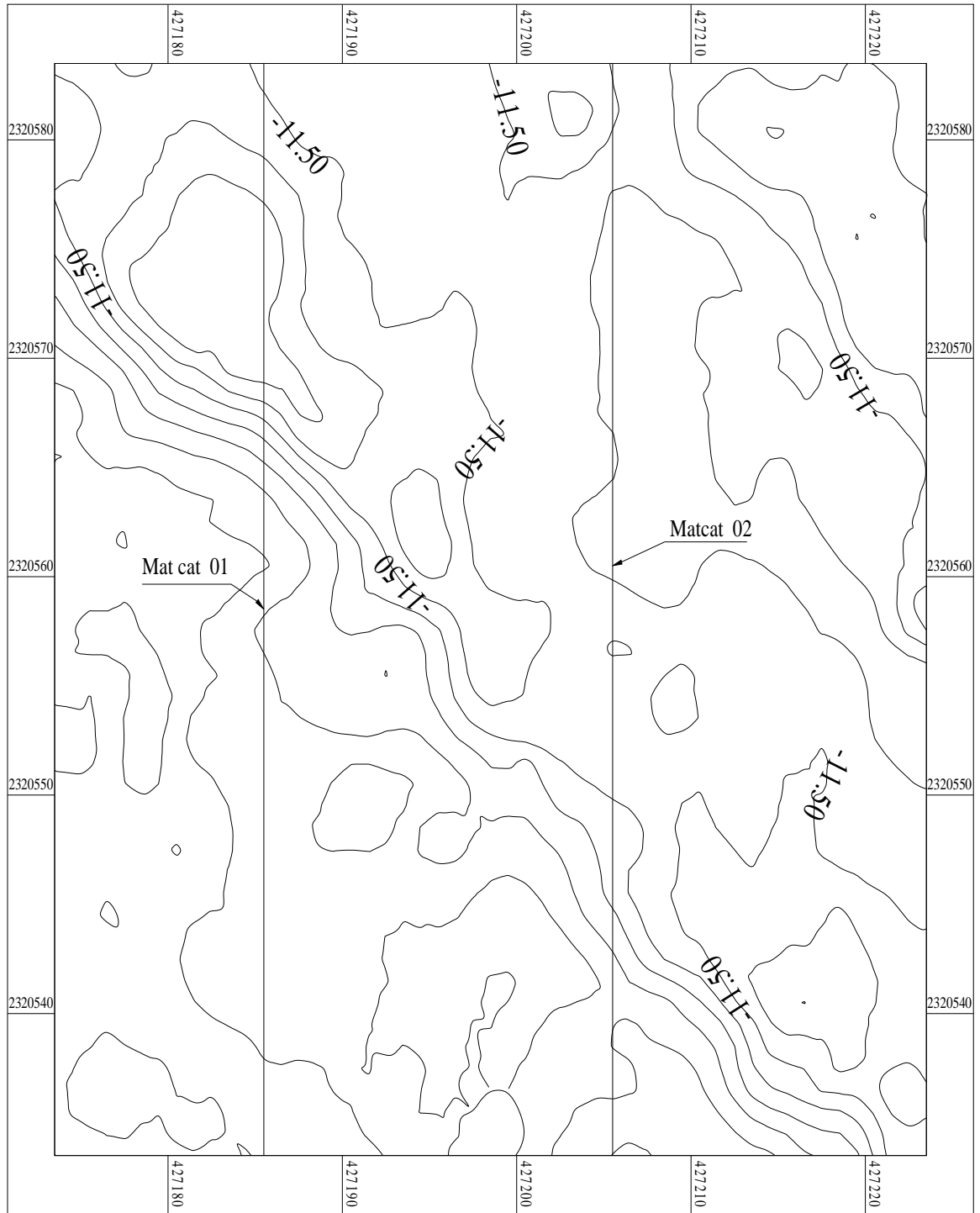


Dự án có khối lượng nạo vét rất lớn, tư vấn giám sát và nhà thầu yêu cầu phải cung cấp dữ liệu đo đạc bản đồ với chu kỳ 2 ÷ 3 ngày/lần để tính toán khối lượng và biện pháp thi công. Với tính năng ưu việt vượt trội về thời gian, mật độ điểm, độ chính xác máy

đo sâu hồi âm đa tia đã được nhà thầu lựa chọn để đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển khu vực dự án.

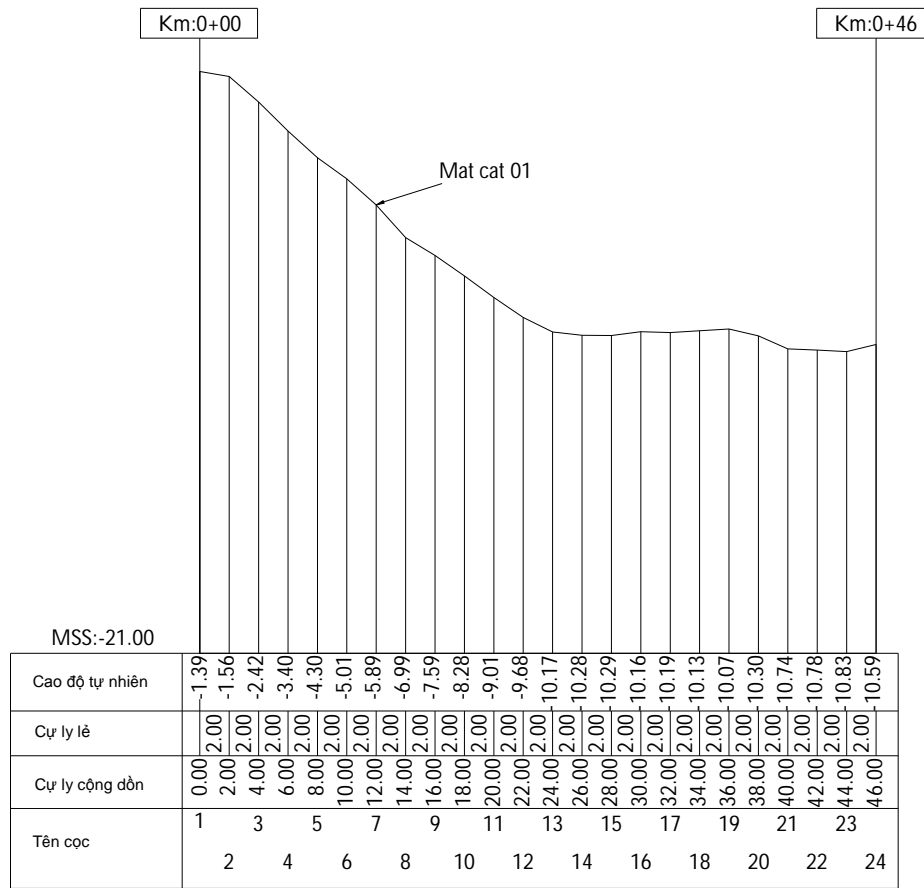
Sản phẩm bản đồ khu vực bến số 3 được đo bằng máy đo sâu hồi âm đa tia

Bình đồ cảng Container Cái Lân – TP. Hạ Long – Quảng Ninh  
Tỷ lệ: 1/500



- Hệ tọa độ VN 2000 - Mật độ điểm 1x1m  
- Hệ cao độ Hòn Dấu - Đường đồng mức 0,5m

Hình 8. Bản đồ đáy biển được biên tập từ dữ liệu máy đo sâu hồi âm đa tia



**Hình 9. Mặt cắt đáy biển được nội suy từ mô hình độ cao trên bản đồ**

**5. Kết luận**

Với kết quả thu được có thể đi đến các kết luận:

- Việc ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia trong công tác khảo sát địa hình để thành lập bản đồ địa hình đáy biển cho độ chính xác cao đáp ứng được tiến độ theo yêu cầu, mang lại hiệu quả kinh tế cao;
- So với các phương pháp đo đạc truyền thống máy đo sâu hồi âm đa tia có những tính năng ưu việt sau:
  - + Các thiết bị hiện đại, đồng bộ và độ ổn định cao giúp cho quá trình đo đạc được thực hiện tự động hóa hoàn toàn;
  - + Giải pháp kỹ thuật đã loại trừ các nguồn sai số do môi trường đo đạc trên biển gây nên như gió, sóng biển và thủy triều. Phương pháp định vị với thiết bị thu tiên tiến cho phép đo đạc ở bất cứ nơi đâu mà độ chính xác vẫn rất cao cỡ < 10 cm và ổn định đến 95%;
  - + Khả năng quét được 100% đáy biển cung cấp mô hình số địa hình chính xác và trung thực hơn nhiều so với phương pháp truyền thống.
- Với độ chính xác đạt được máy đo sâu hồi âm đa tia còn được ứng dụng trong công tác khảo sát lòng hồ thủy điện, đập nước phục vụ tưới tiêu để xác định khối lượng bùn lắng trong mùa mưa lũ.
- Khi khảo sát đáy sông, khu quy hoạch cảng biển ở Việt Nam nên dùng các máy có tần số cao, các máy

này phù hợp với khu đo có độ sâu trong khoảng 0 ÷ 500 m như máy EM2040C.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. ĐẶNG NAM CHINH, Nghiên cứu hoàn thiện các chỉ tiêu kỹ thuật và quy trình công nghệ đo đạc biển ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài KH&CN cấp bộ (Bộ Giáo dục và Đào tạo). Mã số: B-2007-02-35, 8/2010.
2. HOÀNG TRẦN PHƯƠNG, Nghiên cứu đặc tính kỹ thuật của máy đo sâu hồi âm đa tia ATLAS HYDROSWEEP MD-2 và khả năng ứng dụng trong công tác đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Mở-Địa chất, Hà Nội, 2008.
3. TRẦN VIỆT TUẤN, PHẠM DOÃN MẬU, Giáo trình trắc địa biển, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, 2011.
4. ALEX OSBORNE, LAM KAI WING. GcGPS for offshore tide measurement, Geomatics World.
5. U.S Army Corps Engineers, Engineering and Design Hydrographic surveying, Department of the Army, Washington DC, 2004.
6. A Division of C&C Technologies, C-Nav GPS System Operations Manual, Washington DC, 2003.
7. Trimble R7 GNSS, USA.
8. Neptune training course, Kongsberg 2010.
9. Sis & EM 710 training course, Kongsberg 2010.

**Ngày nhận bài sửa: 18/8/2014.**