

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐO CAO GPS ĐỂ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN VEN BỜ TỶ LỆ LỚN

PGS.TS. TRẦN VIỆT TUẤN<sup>(1)</sup>, ThS. PHẠM VĂN QUANG<sup>(2)</sup>, KS. NGUYỄN MINH THỂ<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất, <sup>(2)</sup>Công ty Cổ phần tư vấn thiết kế và xây dựng 319

<sup>(3)</sup>Phân viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phía Nam

## Tóm tắt:

Nội dung của bài báo trình bày phương pháp đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn bằng cách kết hợp công nghệ GPS (RTK) và máy đo sâu hồi âm. Nội dung, nguyên lý và khả năng ứng dụng của phương pháp đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ bằng công nghệ GPS (RTK). Kết quả đo đạc thực nghiệm tại vùng biển Vũng Tàu bằng công nghệ RTK đã khẳng định tính ưu việt và khả năng ứng dụng của công nghệ RTK trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình biển ven bờ ở Việt Nam.

## 1. Đặt vấn đề

Hiện nay để đáp ứng được yêu cầu xây dựng và phát triển đất nước, công tác đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn đang có yêu cầu cấp thiết từ thực tế sản xuất. Bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn được sử dụng cho công tác khảo sát thiết kế và thi công các công trình biển ven bờ (các công trình xây dựng cảng biển, đập chắn sóng, các tuyến cáp ngầm và các đường ống dẫn khí trên biển .v.v...). Đặc điểm khi đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn (thường yêu cầu đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1/2000 - 1/5000) là phạm vi đo vẽ xa bờ khoảng từ 5 - 10km với yêu cầu độ chính xác rất cao khi đo vẽ địa hình đáy biển [4]. Để đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ, ở nước ta thường sử dụng công nghệ GPS để định vị các điểm đo sâu trên biển kết hợp với độ sâu đo được bằng các máy đo sâu hồi âm. Kết quả đo đạc được tính toán hiệu chỉnh về mức “không hải đồ” qua kết quả quan trắc thủy triều tại khu đo vẽ. Do đặc điểm điểm của thủy triều ven bờ ở nước ta có biên độ dao động rất lớn (từ 3 - 5 m), hơn nữa chế độ thủy triều tại bờ biển Việt Nam lại rất phức tạp, mỗi một khu vực lại có chế độ thủy triều khác nhau [2], do đó

công tác đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ở nước ta chịu nhiều ảnh hưởng của yếu tố thủy triều tại khu đo tác động đến. Vì vậy cần phải nghiên cứu phương pháp và thiết bị đo đạc trên biển phù hợp nhằm đáp ứng được các yêu cầu cần thiết về độ chính xác và tính hiệu quả khi thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn phục vụ khảo sát thiết kế và thi công xây dựng các công trình ven biển ở Việt Nam.

## 2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên lý đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ theo phương pháp truyền thống

Để đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ, người ta thường sử dụng công nghệ GPS (Gc-GPS hoặc DGPS) để xác định tọa độ các điểm đo sâu ( $X_i$   $Y_i$ ) trên mặt biển và sử dụng máy đo sâu hồi âm để xác định độ sâu của đáy biển ( $h_d$ ) so với mặt nước tức thời tại thời điểm đo (hình 1). Như vậy tại mỗi điểm đo sâu chúng ta có một giá trị ( $X, Y, h_d$ )<sub>i</sub>. Mặt khác trên bờ tại khu vực đo vẽ, cần phải thành lập các trạm nghiệm triều để quan trắc thủy triều trong khoảng thời

gian đo địa hình đáy biển. Kết quả quan trắc thủy triều thường được xác định với tần suất đọc số cách nhau 1 giờ. Giá trị thủy triều đo được thường lấy theo “mức không hải đồ” (là mực nước biển thấp nhất trong nhiều năm quan sát) - ký hiệu là  $h_{TT}$ . Trong trường hợp này độ sâu của đáy biển sau khi xử lý số liệu là độ sâu so với “mức không hải đồ” và được tính theo công thức:

$$h_0^i = h_d^i + L - h_{TT}^i \quad (1)$$

Độ sâu của đáy biển so với mức “không lục địa” là:

$$h_i = h_0^i + d \quad (2)$$

Trong đó:

- $h_0^i$  : là độ sâu của điểm thứ  $i$  so với mức không hải đồ;
- $L$ : là chiều sâu của cần phát biển so với mặt nước biển;
- $h_{TT}^i$  : Giá trị độ cao thủy triều tại thời điểm đo so với mức không hải đồ;
- $d$ : độ chênh giữa “không lục địa và mức

“không hải đồ”;

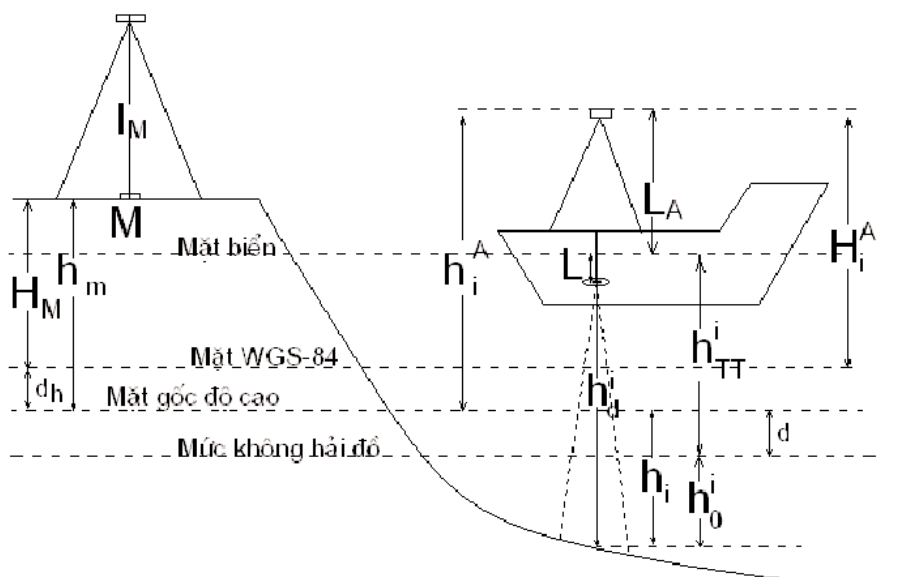
- $h_d^i$  : Độ sâu của đáy biển đo bằng máy đo sâu hồi âm. (Xem hình 1)

Như vậy nếu xác định độ sâu của địa hình đáy biển theo phương pháp truyền thống sẽ gặp phải một số vấn đề sau đây:

- Cần phải thành lập một số trạm nghiệm triều và tổ chức quan sát thủy triều. Công việc này sẽ đòi hỏi chi phí về nhân lực và thiết bị đồ.

- Do thủy triều ven bờ ở nước ta có biên độ rất lớn (3-5m), chế độ thủy triều phức tạp phụ thuộc vào từng khu vực. Thời gian quan trắc triều thường tiến hành 1 lần đọc số trên 1 giờ, do đó độ cao của thủy triều tại thời điểm đo sâu  $t_i$  sẽ được xác định theo nguyên tắc nội suy. Đây chính là một trong những nguyên nhân gây ra sai số đo sâu khi khảo sát thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ.

- Bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn dùng trong khảo sát thiết kế và thi công các công trình ven biển thường được coi là phần địa hình của lục địa kéo dài và lấy theo



Hình 1

hệ tọa độ và độ cao lục địa (ở nước ta sử dụng hệ độ cao thường). Mặt gốc độ cao khác với “mức không hải đồ” một khoảng cách  $d$  (hình 1), giá trị  $d$  chỉ có thể xác định được tại các trạm quan trắc mực nước có thời gian quan trắc liên tục kéo dài trong vòng 18 ÷ 61 năm. Các trạm quan trắc mực nước cố định đặt tại một số vị trí, hải cảng cố định (ở Việt Nam là các trạm hòn Dấu, hòn Ngư .v.v...). Vì vậy để có được số chênh giữa mặt thủy chuẩn gốc và “mức 0 hải đồ” tại vùng đặt trạm quan trắc mực nước trên từng khu vực cần phải sử dụng một số phương pháp tính toán nội suy [2]. Điều này cũng làm ảnh hưởng đến độ chính xác của bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn cần thành lập. Do đó cần phải nghiên cứu phương pháp và thiết bị đo đạc trên biển để xác định trực tiếp độ cao của địa hình đáy biển ven bờ mà không phải tính qua các yếu tố thủy triều nhằm nâng cao hiệu quả của công tác đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

**2.2. Ứng dụng công nghệ GPS (RTK) kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ**

Khi sử dụng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm để đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ, trạm base của máy thu GPS được đặt tại điểm khống chế trên bờ (điểm M - hình 1). Tại M ta đã biết tọa độ của điểm M và độ cao trắc địa  $H_M$ , độ cao thủy chuẩn  $h_M$ . Anten của trạm Rover được cài đặt trên tàu đo sâu và ghép nối với máy đo sâu hồi âm. Khi đó cần phải xác định độ cao của anten đến mặt nước biển ( $L_A$ ) và độ sâu của cần phát biến so với mặt nước biển  $L$  (hình 1). Sau khi quy chuẩn điểm trên bờ về hệ tọa độ và độ cao đang sử dụng trên bờ, tiến hành đo đạc ta sẽ thu được kết quả đo đạc tại thời điểm thứ  $t_i$  bao gồm: tọa độ điểm  $i$  ( $X_i, Y_i$ ) và độ cao trắc địa. Nếu giả thiết rằng giá trị dị thường độ cao ( $d_h$ ) tại điểm đo sâu thứ  $i$  tương đương với nhau và xấp xỉ giá trị

( $d_h$ ) tại điểm M trên bờ (do tầm hoạt động của máy GPS - RTK tương đối ngắn - vào khoảng 10km) khi đó ta sẽ tính được độ cao thủy chuẩn của đỉnh anten theo công thức:

$$h_i^A = H_i^A + d_h \tag{3}$$

Từ đó tính được độ cao so với “mức không lục địa” của điểm đo thứ  $i$  sẽ được tính theo công thức

$$h_i = h_i^A - L_A - (h_d^i + L) \tag{4}$$

Trong đó:  $- h_i$  : là độ cao của điểm đo sâu so với “mức không lục địa”;

-  $h_i^A$  : là độ cao của đỉnh anten tại thời điểm đo  $t_i$ ;

-  $h_d^i$  : là giá trị độ sâu đo được bằng máy đo sâu hồi âm tại thời điểm  $t_i$ .

Như vậy khi sử dụng công nghệ đo RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm ta có thể xác định được trực tiếp độ cao của địa hình đáy biển theo hệ độ cao lục địa mà không cần phải quan trắc thủy triều. Phương pháp đo đạc địa hình đáy biển ven bờ này sẽ cho phép nâng cao độ chính xác và hiệu quả của công tác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

**3. Đo đạc và tính toán thực nghiệm**

Để kiểm chứng về độ chính xác và khả năng ứng dụng của phương pháp đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo đạc thử nghiệm tại vùng biển Long Cung - Thành phố Vũng Tàu vào ngày 14 tháng 8 năm 2015 trên một tuyến đo sâu dài gần 3 km với khoảng 5250 điểm đo sâu. Trên bờ đặt máy thu GPS hai tần số (Hipe 90) tại điểm P5 (hình 2) có tọa độ trong hệ UTM-48 và độ cao như sau:

$$X_{P5} = 1147461.005 ; Y_{P5} = 732869.015.$$

Độ cao trắc địa của điểm P5 :  $H_{TD} =$

5.353m; độ cao thủy chuẩn của điểm  $P_5$  :  $h_{TC} = 6.245m$ .

Trên tàu đo sâu sử dụng máy đo sâu đơn tia 2 tần số Odom Echotrac MKIII được ghép nối trực tiếp với trạm rover của máy thu GPS (Hipe 90). Trong quá trình đo thực nghiệm đã sử dụng đồng thời với máy đo sâu đa tia R2 Sonic kết nối trực tiếp với thiết bị thu C-Nav (hình 3).

Trong thời gian đo đạc ngoài biển nhóm nghiên cứu đã sử dụng kết quả quan trắc thủy triều do trạm quan trắc thủy triều Vũng Tàu cung cấp. Kết quả quan trắc thủy triều cho như bảng 1.

Sử dụng số liệu đo tọa độ và độ cao của đỉnh Anten từ trạm rover, kết hợp với số liệu

đo sâu đã tiến hành xử lý số liệu theo phương pháp truyền thống và theo phương pháp sử dụng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm. Khi xử lý kết quả đo lấy các giá trị của các đại lượng đo trong công thức (1) và (2) như sau:

Chiều cao Anten:  $L_A = 3.855 m$ ;

độ sâu của cần phát biến:  $L = 0.58 m$ ;

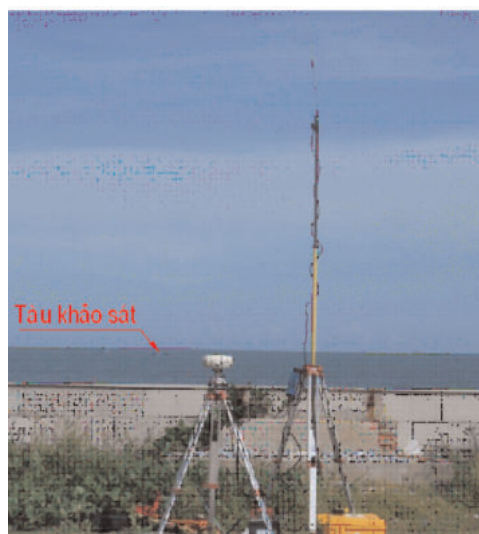
Độ chênh giữa mức "0" hải đồ và mức "0" lục địa:  $d = -2.88$ .

Kết quả xử lý số liệu như sau:

a. Kết quả tính toán độ sâu qua giá trị đo thủy triều. (Xem bảng 2)

**Bảng 1: Số liệu mực nước thực đo (cm) - Hệ độ cao: số '0' hải đồ ( $d = 288$ )**

Ngày	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
13/8/2015	248	276	305	333	342	336	308	264	206	148
14/8/2015	240	256	268	316	342	354	342	306	256	194
15/8/2015	220	226	252	289	322	344	351	332	288	228
16/8/2015	214	209	226	260	296	325	346	347	320	273



Hình 2: Trạm base trên bờ



Hình 3: Trạm rover gắn trên tàu đo sâu

Trong bảng 2:

Cột (5) :  $h_d^i$  - là kết quả đo sâu từ máy đo sâu hồi âm;

Cột (6) :  $h_{MM}^i$  - là độ sâu so với mặt nước;

$$h_{MN}^i = h_d^i - 0.58m$$

Cột (7) :  $h_{TT}^i$  - Độ cao của thủy triều;

Cột (8) : Độ sâu so với mức "0" hải đồ;

Cột (9) :  $h_i$  - Độ sâu so với mức "0" lục địa;

$$h_i = h_0^i - 2.88m$$

b. Kết quả tính độ sâu trực tiếp từ kết quả

đo RTK và máy đo sâu hồi âm. (Xem bảng 3)

Trong bảng 3:

Cột (14) :  $h_{d0}^i$  - độ sâu đo được so với mức "0" hải đồ;

Cột (15) :  $h_i^A$  - Độ cao của đỉnh Anten;

Cột (16) :  $h_{MN}^i$  - Độ cao của mặt nước;

$$h_{MN}^i = h_i^A - 3.855m$$

Cột (17):  $h_0^i$  - Độ cao so với mức "0" hải đồ;

$$h_i = h_0^i - 2.88m$$

**Bảng 2: Xử lý số liệu đo sâu qua kết quả quan trắc thủy triều**

TT	t <sub>i</sub>	Xi (m)	Yi (m)	(m)	(m)	(m)	(m)	h <sub>i</sub> (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	11:18:46	1147253.68	733229.57	-5.21	-5.79	3.24	-2.55	-5.43
2	11:18:47	1147254.57	733229.31	-5.20	-5.78	3.24	-2.54	-5.42
3	11:18:48	1147256.10	733228.95	-5.20	-5.78	3.24	-2.54	-5.42
4	11:18:49	1147257.91	733228.73	-5.19	-5.77	3.24	-2.53	-5.41
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
199	11:22:31	1147248.26	733504.41	-5.64	-6.22	3.26	-2.96	-5.84
200	11:22:32	1147247.33	733505.96	-5.65	-6.23	3.26	-2.97	-5.85
201	11:22:33	1147246.68	733507.26	-5.68	-6.26	3.26	-3.00	-5.88
202	11:22:34	1147246.19	733508.57	-5.68	-6.26	3.26	-3.00	-5.88

**Bảng 3: Xử lý số liệu đo sâu qua kết quả đo RTK và máy đo sâu hồi âm**

TT	t <sub>i</sub>	Xi (m)	Yi (m)	$h_{d0}^i$ (m)	$h_i^A$ (m)	$h_{MN}^i$ (m)	$h_0^i$ (m)	h <sub>i</sub> (m)
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	11:18:46	1147253.68	733229.57	-4.71	5.975	2.120	-2.590	-5.470
2	11:18:47	1147254.57	733229.31	-4.70	6.045	2.190	-2.510	-5.390
3	11:18:48	1147256.10	733228.95	-4.70	6.004	2.149	-2.551	-5.431
4	11:18:49	1147257.91	733228.73	-4.69	6.076	2.221	-2.469	-5.349
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
199	11:22:31	1147248.26	733504.41	-5.23	5.956	2.101	-3.129	-6.009
200	11:22:32	1147247.33	733505.96	-5.25	5.955	2.100	-3.150	-6.030
201	11:22:33	1147246.68	733507.26	-5.19	6.083	2.228	-2.962	-5.842
202	11:22:34	1147246.19	733508.57	-5.20	6.036	2.181	-3.019	-5.899

**c. Đánh giá độ chính xác của hai phương pháp đo**

Sau khi có kết quả đo sâu từ hai phương pháp, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tính số chênh kết quả đo độ sâu tại thời điểm đo thứ  $i$  theo công thức:

$$d_i = h_i^{TT} - h_i^{RTK} \quad (3)$$

Trong đó:  $h_i^{TT}$ : là độ sâu của địa hình đáy biển xử lý theo kết quả quan trắc thủy triều (cột 9)

$h_i^{RTK}$ : là độ sâu của địa hình đáy biển xử lý theo kết quả đo RTK (cột 18)

Đánh giá độ chính xác của phương pháp đo sâu địa hình đáy biển bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm theo công thức của trị đo kép:

$$m = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (4)$$

Các kết quả: sai số đo độ sâu địa hình đáy biển bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm so với phương pháp đo truyền thống, đạt độ chính xác:  $m = \pm 5,6$  cm.

**4. Kết luận**

Từ kết quả nghiên cứu về lý thuyết và đo đạc, tính toán thực nghiệm rút ra một số kết luận sau đây:

**Summary**

**Methods technology for (Real- Time Kinematic) to create bathymetric cartography large scale for constructions**

*Assoc. Pro. Dr. Tran Viet Tuan - University of Mining and Geology*

*MSc. Pham Van Quang - 319 Design Consultant Construction, JSC*

*Eng. Nguyen Minh The - Branch of scientific Institute of Geodesy and Cartography*

The contents of the paper presents the method technology of bathymetric cartography with large scale of technology by combining GPS (RTK) and echo sounder. The content, principles and applicability of the method of bathymetric cartography with GPS (RTK) technology. Practical result at Vung Tau sea by RTK technology has confirm Vietnam and capability advantages of RTK technology applications for bathymetric cartography in coastal of Vietnam.○

- Kết quả đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm tương đương với phương pháp đo vẽ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm dựa trên số liệu quan trắc thủy triều ven bờ truyền thống.

- Hoàn toàn có thể sử dụng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ. Khi sử dụng phương pháp đo vẽ này sẽ cho phép giảm được nội dung xây dựng các trạm nghiệm triều và quan trắc thủy triều. Điều này sẽ cho phép nâng cao độ chính xác và hiệu quả của công tác thành lập bản đồ địa đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn ở nước ta.○

**Tài liệu tham khảo**

[1]. Phan Văn Hiến, Nguyễn Duy Đô (2013), Giáo trình “Cơ sở trắc địa công trình”, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[2]. Phạm Hoàng Lân (1998), *Cơ sở Trắc địa biển*, Bài giảng cho học viên cao học Trắc địa, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội.

[3]. Trần Viết Tuấn (2013), “Nghiên cứu một số giải pháp công nghệ trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ phục vụ khảo sát thiết kế các công trình cảng biển Việt Nam”, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ số 16.

[4]. Trần Viết Tuấn - Phạm Doãn Mậu (2011), “Giáo trình trắc địa biển”, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.○