

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM SỬ DỤNG MÔ HÌNH MẶT BIỂN TỰ NHIÊN TOÀN CẦU (MEAN DYNAMIC TOPOGRAPHY) PHỤC VỤ TÍNH CHUYÊN TRỊ ĐO SÂU VỀ HỆ ĐỘ CAO QUỐC GIA

TS. DƯƠNG CHÍ CÔNG⁽¹⁾, ThS. NGUYỄN TUẤN ANH⁽¹⁾,
KS. LÊ THANH AN⁽²⁾, TS. HOÀNG TRUNG THÀNH⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

⁽²⁾Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam

Tóm tắt:

Trên thế giới các kết quả đo cao từ vệ tinh (Đo cao vệ tinh: Satellite Altimetry) như bề mặt biển tự nhiên biển (MSS - Mean Sea Surface), mặt địa hình biển động lực trung bình so với Geoid (MDT - Mean Dynamic Topography), xác định trường trọng lực và Geoid trên biển v.v đã được ứng dụng nhiều trong nghiên cứu về Hải dương học, Khí tượng - Hải văn biển, Trắc địa và Địa vật lý. Ở Việt Nam việc nghiên cứu sử dụng mô hình MSS, MDT trong Trắc địa bản đồ cũng đã được một số tác giả khởi xướng từ vài năm trở lại đây. Trong bài báo này chúng tôi thử nghiệm sử dụng mô hình DNSC08MDT để tính trị đo sâu. Mô hình này được cung cấp chính thức tại thời điểm nghiên cứu, sau này đã có thêm các mô hình DTU10, DTU12 được cải tiến hơn (Dương Chí Công và nnk, 2015). Tại khu vực Bắc Trung Bộ (từ vĩ tuyến $\sim 15^\circ$ đến $\sim 20^\circ$, từ bờ biển đến kinh độ 116°) với mô hình DNSC08MDT sau khi cải chính (về Geoid cục bộ Hòn Dấu trong hệ triều 0 và độ lệch hệ thống so với các trạm nghiệm triều) đã tính được trị đo sâu cho 5 mảnh bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/50.000. Độ chính xác trung bình đạt $\pm 0.6m$ là có thể chấp nhận được đối với bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/50.000 khu vực xa bờ (từ khoảng 20 km trở ra).

1. Mở đầu

Đo cao từ vệ tinh hay Đo cao vệ tinh (Satellite Altimetry) đã được bắt đầu triển khai nghiên cứu từ những năm 60 thế kỷ 20. Từ vị trí thuận lợi trong không gian thiết bị đo cao ra-đa có thể đo được hình dạng của bề mặt biển toàn cầu với chu kỳ một vài chục ngày. Kết quả của các phép đo này được ứng dụng nhiều trong nghiên cứu về Hải dương học, Khí tượng - Hải văn biển, Trắc địa và Địa vật lý. Cụ thể trong lĩnh vực Trắc địa có thể kể đến như xác định bề mặt biển tự nhiên biển (là mặt biển trung bình nhiều năm so với mặt Elipxoit: MSS - Mean Sea Surface và là mặt địa hình biển động

lực trung bình so với Geoid: MDT - Mean Dynamic Topography), xác định trường trọng lực và Geoid trên biển v.v...

Đến nay có một số mô hình mặt biển trung bình MSS, mặt biển tự nhiên MDT được cung cấp chính thức cho người sử dụng như: DNSC08, DTU10 và DTU12 (Viện Không gian Quốc gia Đan Mạch: NSI National Space Institute, trước đây là Trung tâm Không gian Quốc gia Đan Mạch DNSC: Danish National Space Center thuộc Trường Đại học Kỹ thuật Đan Mạch DTU: Technical University of Denmark), CMDT RIO05, CNES-CLS09, CNES-CLS11, CNES-CLS13 (Cơ quan Nghiên cứu Không

gian Quốc gia Pháp: CNES Centre National d'Études Spatiales và Cơ quan vận hành vệ tinh, thu thập và lưu trữ dữ liệu vệ tinh Pháp: CLS Collecte Localisation Satellites).

Ở Việt Nam việc nghiên cứu sử dụng các kết quả đo cao từ vệ tinh, mô hình mặt biển trung bình (MSS, MDT) trong Trắc địa bản đồ đã được một số tác giả khởi xướng từ vài năm trở lại đây như: 1) Xác định dị thường trọng lực cho vùng biển Việt Nam từ kết quả đo cao vệ tinh Envisat (Luận văn Tiến sĩ của Nguyễn Văn Sáng, 2012); 2) Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo: “Nghiên cứu phương pháp xác định độ cao địa hình mặt biển bằng số liệu đo cao vệ tinh trên Biển Đông” giai đoạn 2014 – 2015 do TS. Nguyễn Văn Sáng làm chủ nhiệm; 3) Kiến nghị triển khai sử dụng mặt biển tự nhiên MDT phục vụ thống nhất các độ cao địa hình đất liền, xây dựng mô hình Quasigeoid độ chính xác cao trên Biển Đông, làm nền thông tin địa lý trên biển, làm mặt trung gian tính toán để quy chiếu các kết quả đo sâu về mặt Geoid cục bộ phục vụ thành lập bản đồ địa hình đáy biển (Đề tài cấp Bộ TNMT do PGS. TSKH. Hà Minh Hòa làm chủ nhiệm, 2013) v.v...

Kiến nghị sử dụng mặt biển tự nhiên MDT làm mặt trung gian tính toán để quy chiếu các kết quả đo sâu về mặt Geoid phục vụ thành lập bản đồ địa hình đáy biển có ý nghĩa quan trọng trong giai đoạn hiện nay. Theo Quy định tạm thời về xử lý số liệu đo đạc địa hình đáy biển vẫn tiến hành sử dụng số liệu quan trắc thủy triều tại một hay nhiều trạm ven bờ để nội suy số cải chính thủy triều và tính chuyển trị đo sâu về Hệ độ cao Quốc gia (Hòn Dấu). Việc làm này là chưa chặt chẽ và còn tiềm ẩn các sai số phụ thuộc vào một số yếu tố như khoảng cách giữa các trạm quan trắc thủy triều, khoảng cách trung bình từ khu vực khảo sát đo đạc đến trạm quan trắc ven bờ được đo nối với điểm thủy chuẩn Nhà nước v.v...

Bài báo đề xuất thử nghiệm sử dụng

DNESC08MDT để tính cải chính trị đo sâu trong thành lập bản đồ địa hình đáy biển ở Việt Nam và đánh giá độ chính xác đạt được.

2. Giới thiệu mô hình mặt biển tự nhiên toàn cầu MDT

Thuật ngữ “Mặt biển tự nhiên” được dịch nghĩa từ tiếng Anh: **Mean Dynamic Topography (MDT)** trong đó “Mặt biển tự nhiên” được hiểu là địa hình mặt nước biển theo nghĩa “Địa hình” của từ “Topography”. Đây chính là Mặt biển trung bình không nhiễu (trong nhiều năm) trên các biển và các đại dương. Đây là bề mặt biển được tạo nên bởi sự cân bằng tương đối các dòng hải lưu theo thời gian (geostrophic equilibrium), tức là độ cao mô hình MDT đặc trưng cho các dòng hải lưu lớn trên biển. Điều này giải thích sự có mặt của từ Dynamic có nghĩa là động lực trong các thuật ngữ tiếng Anh. Trong thuật ngữ tiếng Việt nên thống nhất sử dụng “**Bề mặt biển tự nhiên**” (BMBTN) hoặc “**Mặt biển tự nhiên**” (MBTN) cho khái niệm này. Trong bài báo này cụm từ “*Bề mặt biển tự nhiên*” hay “*Mặt biển tự nhiên*” sẽ được hiểu là tương đương với cụm từ tiếng Anh: “*Mặt địa hình biển động lực trung bình*” (Mean Dynamic Topography: MDT). Các mô hình BMBTN (mô hình MDT) được xác định từ kết quả trong nhiều năm của các dự án vệ tinh.

Dữ liệu hay số liệu đo cao từ vệ tinh thường được trải qua những tiến trình xử lý tương đối phức tạp trước khi đến tay người sử dụng. Theo Rosmorduc et al (2011) dữ liệu đo cao thì được thu thập và xử lý theo các bước sau:

- 1) Thu nhận dữ liệu,
- 2) Xử lý dữ liệu,
- 3) Hợp thức hóa và chứng thực chất lượng dữ liệu,
- 4) Bổ sung dữ liệu của các vệ tinh khác nhau, làm tăng độ chính xác, chuẩn hóa dữ

liệu dạng ô vuông.

Phụ thuộc vào quá trình nêu trên và mục đích người sử dụng dữ liệu đo cao từ vệ tinh thường được phân theo các mức như sau:

- Dữ liệu mức 0 là dữ liệu đo thô được tải xuống trực tiếp từ vệ tinh.

- Dữ liệu mức 1 là dữ liệu mức 0 được định vị theo không gian, thời gian và được loại bỏ (hiệu chỉnh) các ảnh hưởng nhiễu từ thiết bị đo. Các dữ liệu mức 1b, 1.5 cũng được phân loại cùng với dữ liệu mức 1.

- Dữ liệu mức 2 là dữ liệu mức 1 được định vị chính xác theo không gian, thời gian, được cải chỉnh theo độ cao Geoid, ảnh hưởng các loại triều, tải trọng áp suất khí quyển và các ảnh hưởng của môi trường: các độ trễ khí quyển, bề mặt phản xạ. Dữ liệu mức 2 cũng bao gồm dữ liệu được xử lý lại theo phương pháp "lựa chọn lại" (retracking) (Andersen, 2013). Dữ liệu mức 2 (sau khi được hợp thức hóa và chứng thực chất lượng) được dùng bởi những chuyên gia (những người sử dụng chuyên sâu), được tiếp tục kết hợp tính toán, hình thành các sản phẩm phục vụ nhiều mục đích khác nhau. Các tác giả như Andersen and Knudsen (2009), Nguyễn Văn Sáng (2012), Đặng Xuân Kỳ (2014), Nguyễn Văn Sáng và Nguyễn Văn Lâm (2014) đã sử dụng dữ liệu mức 2 trong các công trình của họ.

- Dữ liệu mức 3 là dữ liệu mức 2 đã được hợp thức hóa. Dữ liệu mức 3 có thể được biên tập rút gọn lại cho phù hợp với mục đích sử dụng. Bình sai giao cắt được sử dụng ở đây để kết hợp kết quả đo đạc từ nhiều vệ tinh khác nhau.

- Dữ liệu mức 4 là dữ liệu mức 3 được chuẩn hóa theo lưới ô vuông. Hà Minh Hòa và nnk (2013) đã sử dụng dữ liệu mức 4 là mô hình DNSC08MDT phục vụ xây dựng mô hình Quasigeoid độ chính xác cao làm

mặt khởi tính cho Hệ độ cao chuẩn quốc gia.

Bài báo này sử dụng dữ liệu mức 4 được chuẩn hóa theo lưới ô vuông tức là thử nghiệm sử dụng mô hình DNSC08MDT để tính cải chỉnh trị đo sâu trong thành lập bản đồ địa hình đáy biển.

Đẳng thức:

Độ cao mặt biển trung bình MSS = Độ cao Geoid + Độ cao mặt biển tự nhiên MDT

là mối liên hệ cơ bản giữa mặt biển trung bình nhiều năm và cũng là mặt biển tự nhiên - mặt địa hình biển động lực trung bình, mặt Geoid trên biển và mặt Elipxoit quy chiếu. Từ đẳng thức trên ta hiểu rõ hơn bản chất của mặt Geoid trên biển trong mối liên hệ giữa Geoid với mặt biển trung bình (MSS) và mặt biển tự nhiên (MDT). *Mặt biển trung bình nhiều năm MSS không trùng với mặt Geoid trên biển.* Đây chính là ý nghĩa quan trọng của ứng dụng kết quả đo cao từ vệ tinh trong chuyên ngành Trắc địa.

Mô hình MDT được tính toán từ mô hình mặt biển trung bình chịu ảnh hưởng tải trọng áp suất khí quyển MSS-NIB (No Inversion Barometer) là mô hình phù hợp với các tính toán trắc địa.

Trong khoảng thời gian từ cuối thế kỷ 20 và đầu thế kỷ 21, đã có một số mô hình MSS được công bố dựa vào số liệu quan trắc của các vệ tinh. Các mô hình mặt biển trung bình MSS này có hạn chế về thời gian thu thập dữ liệu (< 10 năm) và hạn chế về không gian chưa bao phủ khắp toàn cầu.

Với độ chính xác các mô hình Geoid toàn cầu tăng lên rõ rệt so với trước thời điểm năm 2000 nhờ các dự án vệ tinh đo trọng lực GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) và GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer), hiện nay người ta có thể xây dựng được các mô hình MBTN MDT đạt độ chính xác cao tiêu biểu như: CMDT RIO05, CNES-CLS09,

DNSC08MDT, DTU10MDT, DTU12MDT.

Có mô hình mặt biển trung bình được xây dựng từ số liệu thuần túy vệ tinh (DNSC08MDT, DTU10MDT, DTU12MDT) hoặc kết hợp với các dữ liệu đo tại chỗ trên mặt biển (CMDT RIO05, CNES-CLS09 MDT). Độ chính xác của các mô hình MBTN MDT đặc biệt phụ thuộc vào độ chính xác của mô hình Geoid xác định từ các mô hình trọng trường như EGM2008 (DNSC08MDT), vệ tinh GRACE, GOCE (DTU10MDT, DTU12MDT) .v.v... Việc tính toán xây dựng các mô hình MSS hay MDT theo diện (space domain) hoặc theo phổ (spectral domain) được áp dụng kết hợp với các phương pháp như xử lý lại (re-tracking), biên tập lại (reedit) các trị đo, xác định mặt cắt trung bình, kỹ thuật loại bỏ-phục hồi, bình sai giao cắt, phép lọc tối ưu, nội suy lưới ô vuông .v.v... Độ chính xác, độ phân giải, độ phủ trùm, mô hình Geoid, Elipxoit quy chiếu .v.v... sẽ là các yếu tố quan trọng khi xem xét lựa chọn sử dụng một mô hình MBTN MDT hay MBTB MSS nào đó.

Khi xét về các tiêu chí kỹ thuật như: độ chính xác, mức độ chi tiết của mô hình, mô hình Geoid, Elipxoit quy chiếu, các đặc điểm sử dụng như: tính chính thức hóa của việc cung cấp mô hình cho người dùng, tính phổ cập của mô hình, mức độ các ứng dụng trên thế giới sử dụng mô hình, tính tương quan của mô hình với phần đất liền, phần hải đảo, thêm lục địa và vùng biển Việt Nam thì chúng tôi thấy rằng việc lựa chọn mô hình DNSC08MDT là hợp lý. Các mô hình như DTU10 và DTU12 được công bố sau này tuy có được sử dụng thêm các dữ liệu từ vệ tinh ERS2, ENVISAT ERM (Andersen and Knudsen, 2012) và cải thiện độ chính xác vùng ven bờ nhưng tại thời điểm nghiên cứu chúng tôi chưa nhận được tài liệu công bố chính thức về các mô hình này, đồng thời DTU10MDT, DTU12MDT lại tham chiếu đến GOCE Geoid.

Việc lựa chọn mô hình DNSC08MDT là

tương đối phù hợp với các điều kiện, đặc điểm tự nhiên, đặc điểm địa lý của vùng biển Việt Nam. Mô hình này cũng đảm bảo sự bao phủ, độ chi tiết và độ chính xác phù hợp, không những Việt Nam mà nhiều nước trên thế giới cũng sử dụng mô hình này phục vụ các công tác nghiên cứu biển của mình. Mô hình DNSC08MDT cũng được kiểm nghiệm độ chính xác với nhiều trạm hải văn tại nhiều khu vực trên thế giới và được công bố chính thức cho cộng đồng người sử dụng và nghiên cứu khoa học trên toàn thế giới. Theo Andersen and Knudsen (2009) sai số trung phương của độ cao mô hình DNSC08MDT trên biển và các đại dương nằm trong khoảng 9 - 12cm.

DTU Space (Viện Không gian Quốc gia: National Space Institute NSI tại Đại học Kỹ thuật Đan Mạch: Technical University of Denmark DTU) đã công bố mô hình mặt biển tự nhiên DNSC08MDT trên cơ sở mô hình MBTB DNSC08MSS đồng bộ với Geoid tham chiếu EGM2008 (Andersen and Knudsen, 2009).

Định dạng dữ liệu:

Dữ liệu có định dạng Grid

Kích thước ô Grid 1'x1'

Trên phạm vi toàn cầu:

$DNSC08MDT = DNSC08MSS - N(EGM2008),$

với MSS là độ cao MBTB so với mặt Elipxoit WGS84, N là dị thường độ cao của mô hình EGM2008 so với cùng Elipxoit.

Cơ sở toán học của dữ liệu:

Tham chiếu đến Geoid toàn cầu EGM2008

- Hệ số điều hòa cầu: Bậc 2190 x 2159
- Mô hình Grid: 1'x1'
- Cải chính địa hình: GTOPO 30"x30"
- Sử dụng hệ không phụ thuộc triều (Tide

Free).

Tham chiếu đến Elipxoit WGS-84 với các hằng số như sau:

- $a = 6378137.00$ m (độ dài bán trục lớn Elipxoit WGS84)

- $\alpha = 1/f = 1/298.257223563$ (độ dẹt Elipxoit WGS84)

- $GM = 3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3\text{s}^{-2}$ (hằng số trọng trường địa tâm của Trái Đất)

- $\omega = 7292115 \times 10^{-11}$ radians/s (tốc độ quay của Trái đất)

Phạm vi dữ liệu:

- Toàn bộ khu vực lãnh thổ lãnh hải của Việt Nam

- Kinh độ từ 100° đến 116°

- Vĩ độ từ 8° đến 24°

- Miền giá trị:

$MDT_{\max} = 1.63\text{m}$ $MDT_{\min} = 0.50\text{m}$

Trong phạm vi Việt Nam biên độ biến thiên của dữ liệu khá nhỏ từ 0.5m đến 1,63m, cụ thể đường đẳng trị mô hình 1'x1' khoảng cao đều 0,1m.

Mô hình MDT DNSC08MDT dạng Grid 1'x1' phiên bản mới nhất với độ chính xác và mức độ chi tiết cao nhất, được cung cấp bởi tổ chức DTU Space, qua đánh giá phân tích các dữ liệu này phù hợp và đáp ứng được các yêu cầu xử lý tính toán. Tuy nhiên dữ liệu hiện đang tham chiếu ở hệ tọa độ và độ cao toàn cầu, chúng ta cần tiếp tục có thêm các bước xử lý tính toán để đưa về hệ tọa độ Việt Nam và kiểm chứng với các dữ liệu quan trắc nghiệm triều khác.

3. Đề xuất sử dụng mô hình mặt biển tự nhiên toàn cầu MDT để tính chuyển trị đo sâu về hệ độ cao quốc gia

Trên cơ sở phân tích đánh giá đặc điểm của 2 phương pháp phổ biến đo kết nối độ cao với mặt gốc độ cao Hòn Dấu là đo qua

mực nước thủy triều và sử dụng hệ quy chiếu trên tàu đo sâu (Quy định tạm thời về xử lý số liệu đo đạc địa hình đáy biển) ta có các nhận định sau (Dương Chí Công và nnk, 2015):

- Với phương pháp đo qua mực nước thủy triều, độ chính xác xác định cao độ điểm đo tại khu vực quan trắc mực nước là rất cao và tin cậy cao. Vấn đề sẽ nảy sinh khi khu đo nằm ở xa trạm quan trắc mực nước thủy triều. Khi đó độ cao của mực nước thủy triều ở nơi đo và ở trạm quan trắc có những sai lệch lớn từ vài ba dm tới 0,5 m.

- Phương pháp sử dụng hệ quy chiếu trên tàu đo sâu nghĩa là sử dụng độ cao GPS chính xác cao và mô hình Geoid EGM2008 trên biển cho ta kết quả độ cao bản đồ địa hình đáy biển đạt độ chính xác $\sim \pm 0,3 \div 0,4$ m nhưng luôn lệch với mặt độ cao Hòn Dấu một khoảng là 0,890 m. Phương pháp này có thể dùng cho vùng biển có độ sâu trên 200 m.

Chúng tôi thử nghiệm đề xuất sử dụng mô hình DNSC08MDT (sau khi tính chuyển về Geoid cục bộ Hòn Dấu trong hệ triều 0 và cải chính theo độ lệch hệ thống) làm mặt chuẩn trung gian phục vụ xác định độ cao cho bản đồ địa hình đáy biển để đẩy nhanh tiến độ và tiết kiệm được chi phí trong quá trình đo đạc bản đồ địa hình đáy biển ở các dự án điều tra cơ bản, tăng lượng thông tin cần thiết về các bề mặt quy chiếu độ cao trong hệ thống cơ sở dữ liệu địa hình biển, hải đảo của Việt Nam.

Phương pháp tính toán trị đo sâu sử dụng mô hình MDT (Dương Chí Công và nnk, 2015):

Giải pháp đo đạc đưa ra là không sử dụng các trạm quan trắc thủy triều (điểm nghiệm triều) tạm thời ven bờ, giảm các sai sót do dữ liệu nghiệm triều gây ra.

Giá trị độ cao địa hình đáy biển sẽ là tổng

hợp của trị đo sâu (được cải chính sóng mặt - sóng nhấp nhô tức thời, độ cao thủy triều mặt nước biển theo thời gian) và cải chính chênh MDT không phụ thuộc vào thời gian. (Xem hình 1)

Theo Hình 1 nếu chúng ta gọi khoảng cách từ vị trí i của tàu tại thời gian t trên mặt biển tức thời tới mặt MDT là: $s_i^t + \zeta_i^t$, ta có mối quan hệ giữa trị đo sâu, các số cải chính và độ cao địa hình đáy biển theo thời gian t và tại vị trí i của tàu như sau:

$$d_i^t = s_i^t + \zeta_i^t + MDT_i + h_i \quad (1)$$

Vì h_i là độ sâu của địa hình đáy biển nên mang giá trị âm, ta có:

$$h_i = - (d_i^t - s_i^t - \zeta_i^t - MDT_i) \quad (2)$$

Trong đó:

i là vị trí tàu thực hiện phép đo sâu (Xác định bằng GPS);

t là thời điểm tàu thực hiện phép đo sâu;

h_i là độ cao địa hình đáy biển cần xác định tại vị trí i ;

d_i^t là trị đo sâu của tàu thực hiện tại vị trí i và thời gian t ;

s_i^t là độ cao sóng mặt tức thời (sóng nhấp nhô) tại vị trí i và thời gian t ;

ζ_i^t là giá trị mô hình độ cao mặt thủy triều tại vị trí i và thời gian t ;

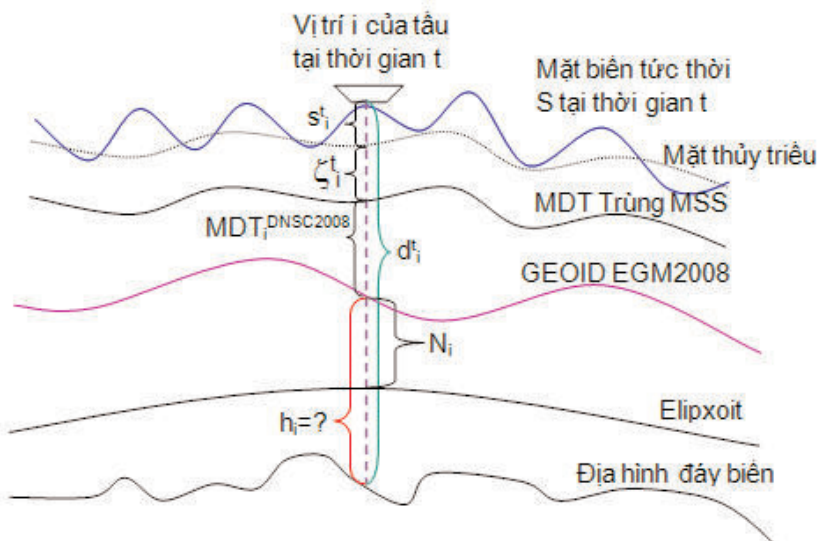
MDT_i là giá trị MDT (mô hình DNSC2008MDT) tại vị trí i .

Giá trị h_i cần đưa về độ cao h_i^* tham chiếu tới mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu trong hệ triều 0, (Hà Minh Hòa và nnk, 2013) nên ta có:

$$h_i^* = h_i - 0.890 \text{ [m]} - \delta h, \quad (3)$$

với 0.890 m là độ cao của mặt Geoid cục bộ Hòn Dấu so với mặt Geoid toàn cầu và δh là số cải chính từ hệ triều trung bình về hệ triều 0.

Cuối cùng là tính chuyển tọa độ vị trí i của tàu từ hệ tọa độ GPS WGS84 về hệ tọa độ VN-2000 theo thuật toán, tham số và phần mềm do Bộ Tài nguyên và Môi trường



Hình 1: Sơ đồ biểu diễn các bề mặt và mối quan hệ giữa trị đo sâu, các số cải chính và độ cao địa hình đáy biển tại vị trí của tàu theo thời gian (Dương Chí Công và nnk, 2015)

cung cấp.

Ưu, nhược điểm của phương pháp:

Theo các bước tính toán ở trên thì phương pháp này sử dụng các dữ liệu theo thời gian từ mô hình hệ số sóng triều DTU10 (Cheng and Andersen, 2010) và các dữ liệu MDT từ mô hình DNSC2008 để cải chính tức thời vào giá trị đo sâu tại vị trí i và thời gian t của tàu. Như vậy sẽ đem lại tính chặt chẽ logic và hiệu quả to lớn trong công tác đo sâu thành lập bản đồ địa hình đáy biển.

Phương pháp sử dụng mặt MDT kết hợp với mô hình thủy triều DTU10 (Cheng and Andersen, 2010) sẽ đảm bảo được độ tin cậy và độ chính xác của độ cao địa hình đáy biển hơn hẳn phương pháp cải chính thủy triều từ các trạm ven bờ, nhất là đối với các khu vực đo nằm ở vùng có tính chất thủy triều, các hệ số sóng triều khác biệt lớn so với tại trạm quan trắc.

Nhược điểm là mô hình thủy triều không thể xác định được những sự thay đổi mực nước do gió mùa, sự thay đổi dòng chảy, thay đổi áp suất .v.v... gây ra các nhiễu có chu kỳ dài mà máy cảm biến sóng sẽ không xác định được.

4. Kết quả thử nghiệm và đánh giá độ chính xác

Chúng tôi sử dụng mô hình MDT toàn cầu DNSC08MDT tại khu vực Bắc Trung Bộ (từ vĩ tuyến $\sim 15^\circ$ đến $\sim 20^\circ$, từ bờ biển đến kinh độ 116°) có mức độ chi tiết cao với sai số tuyệt đối so với các trạm hải văn đạt $\pm 0.285\text{m}$ (sau khi tính chuyển về Hệ độ cao Hòn Dấu trong hệ triều 0 và cải chính theo độ lệch hệ thống) để tính toán khoảng 100.000 trị đo sâu cho 5 mảnh bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/50.000 (Dương Chí Công và nnk, 2015). Các kết quả tính toán được so sánh với kết quả tính trị đo sâu của Trung tâm Trắc địa Bản đồ Biển và được thể hiện ở các biểu đồ tần suất độ lệch, giá trị

các độ lệch cực trị (MIN, MAX), độ lệch trung bình (Hình 2).

Kết quả tính toán cho thấy:

- Tần suất độ lệch giữa các kết quả tính trị đo sâu gần tuân theo luật phân bố chuẩn (tần suất lớn nhất nằm lệch điểm 0 trên trục hoành do còn tồn tại sai số hệ thống trong độ lệch này).

- Các giá trị độ cao thủy triều có pha dao động và biên độ gần như nhau, nhưng hơi lệch chu kỳ một chút do tính chất thủy triều cùng thời gian nhưng vị trí tại ven bờ và ngoài khơi khác nhau.

- Trị đo sâu địa hình đáy biển tính theo mô hình DNSC08MDT có độ lệch chuẩn khoảng $\pm 0.6\text{m}$ so với phương pháp truyền thống là có thể chấp nhận được với bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/50.000 khu vực xa bờ (từ khoảng 20 km trở lên). Độ lệch chuẩn lớn như vậy là do các tham số mô hình độ cao thủy triều DTU10 và mô hình mặt biển tự nhiên DNSC08MDT chưa được hiệu chỉnh cho phù hợp với vùng biển Việt Nam.

- Trị đo sâu tại vị trí 3 mảnh bản đồ xa bờ trung bình đạt độ chính xác cao hơn 2 mảnh gần bờ. Điều này phù hợp với nhận định mà của Hiệp hội các nhà đo đạc thể giới đã đưa ra (Mills and Dodd, 2014).

5. Kết luận

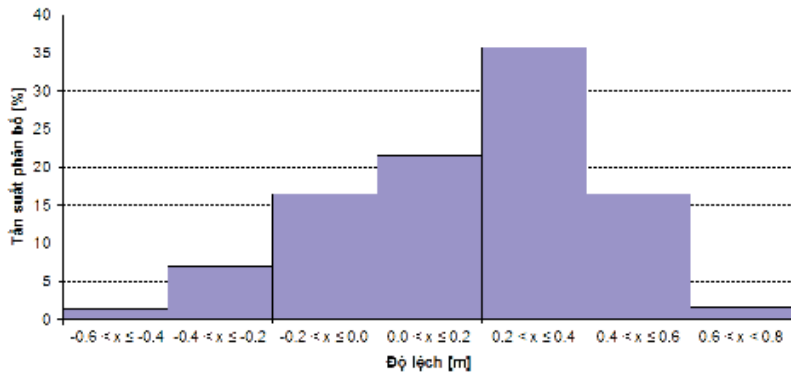
Chúng tôi đã đề xuất sử dụng mặt biển tự nhiên MDT trong quá trình tính chuyển trị đo sâu về độ cao địa hình đáy biển trong Hệ tọa độ VN-2000 và Hệ độ cao Hòn Dấu để phục vụ tốt hơn nữa công tác quản lý lãnh thổ và vùng biển nước ta hiện nay. Việc làm này đáp ứng tốt các yêu cầu nâng cao hiệu quả công tác đo đạc bản đồ địa hình đáy biển nói riêng và hiện đại hóa công tác đo đạc bản đồ nói chung ở Việt Nam.

Kết quả thử nghiệm sử dụng mô hình DNSC08MDT (sau khi tính chuyển và cải chính theo độ lệch hệ thống) để tính trị đo

Hình 2: Các biểu đồ tần suất độ lệch, giá trị độ lệch cực trị (MIN, MAX) và độ lệch trung bình giữa kết quả tính trị đo sâu sử dụng mô hình MDT DNSC08MDT và kết quả tính trị đo sâu của Trung tâm Trắc địa Bản đồ Biển trên 5 mảnh bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/50.000

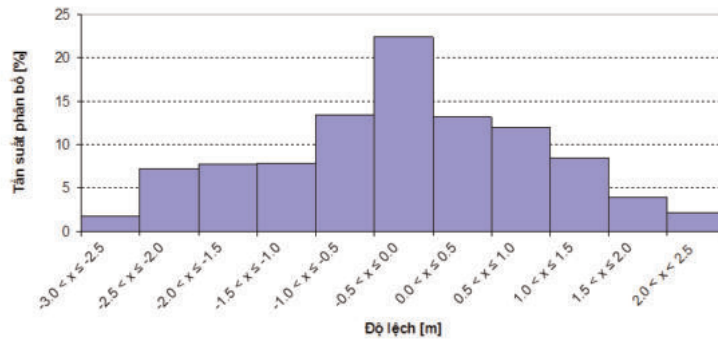
BIỂU ĐỒ TẦN SUẤT PHÂN BỐ ĐỘ LỆCH (C-48-65D)

(độ lệch MAX = 0,654 m, độ lệch MIN = -0,421 m
độ lệch trung bình = 0,177 m)



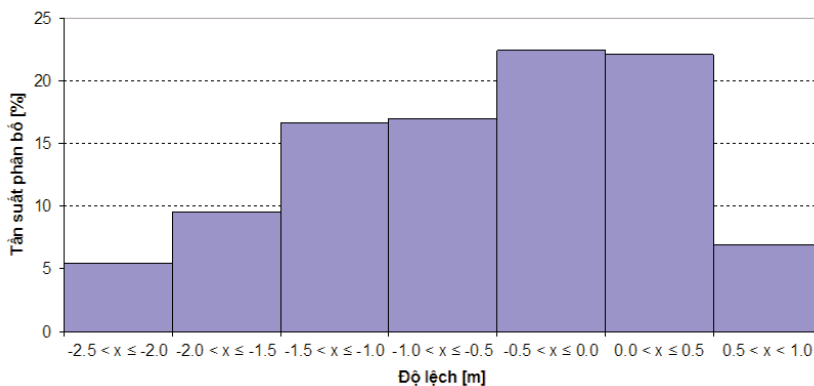
BIỂU ĐỒ TẦN SUẤT PHÂN BỐ ĐỘ LỆCH (C-48-59A)

(độ lệch MAX = 2,338 m, độ lệch MIN = -2,850 m
độ lệch trung bình = -0,251 m)



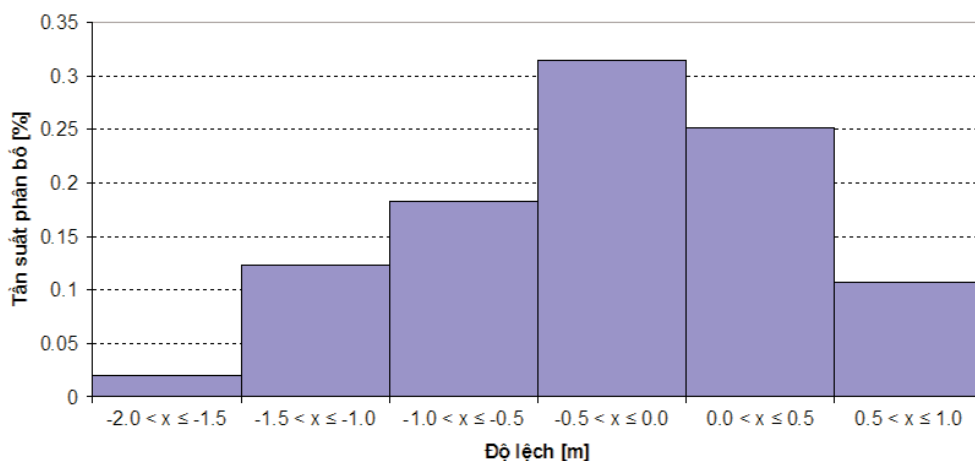
BIỂU ĐỒ TẦN SUẤT PHÂN BỐ ĐỘ LỆCH (C-49-25A)

(độ lệch MAX = 0,974 m, độ lệch MIN = -2,248 m,
độ lệch trung bình = -0,565 m)



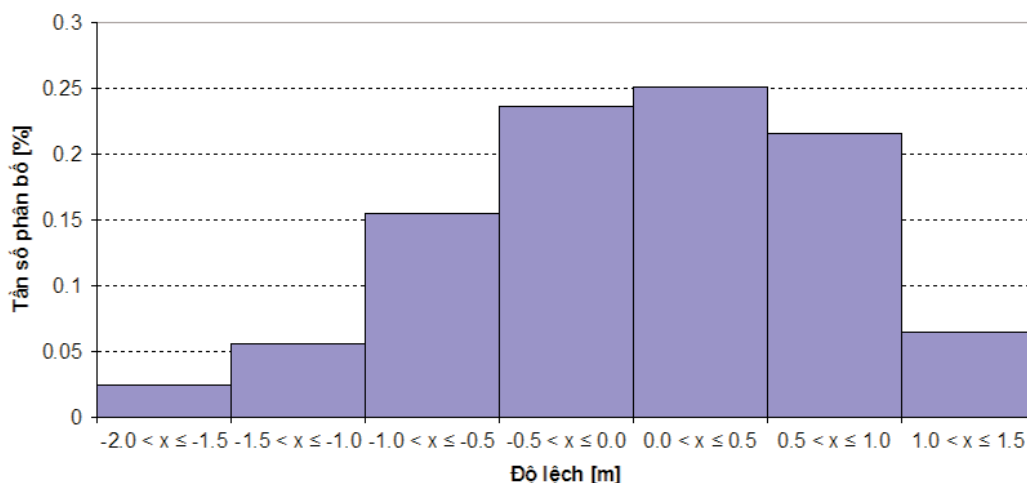
BIỂU ĐỒ TẦN SUẤT PHÂN BỐ ĐỘ LỆCH (C-49-26A)

(độ lệch MAX = 0.944 m, độ lệch MIN = -1.653 m,
độ lệch trung bình = -0.256 m)



BIỂU ĐỒ TẦN SUẤT PHÂN BỐ ĐỘ LỆCH (C-49-26B)

(độ lệch MAX = 1.465 m, độ lệch MIN = -1.715 m
độ lệch trung bình = 0.014 m)



sâu cho 5 mảnh bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/50.000 đạt trung bình độ lệch chuẩn là $\pm 0.6m$.

Kết quả trên cho thấy việc sử dụng mô hình mặt biển tự nhiên DNSC08MDT để tính toán cải chính trị đo sâu phục vụ thành lập bản đồ địa hình đáy biển vẫn còn phụ thuộc nhiều vào độ chính xác của bản thân mô

hình DNSC08MDT và độ chính xác của mô hình độ cao thủy triều DTU10 đối với vùng biển Việt Nam. Trước mắt đối với khu vực xa bờ (từ khoảng 20 km trở lên) mô hình MDT quốc tế như DNSC08MDT hoàn toàn đáp ứng độ chính xác bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:50.000. Để đạt độ chính xác cao hơn ở vùng ven bờ nên nghiên cứu sử dụng mô hình MDT và mô hình thủy triều được

xây dựng riêng cho Việt Nam.

Một số mô đun chương trình tính chuyển mô hình MDT về Hệ độ cao quốc gia, Hệ tọa độ VN-2000, tính toán nội suy giá trị MDT, tính độ cao thủy triều và tính chuyển trị đo sâu về Hệ độ cao quốc gia cần được hoàn thiện để có thể triển khai áp dụng trong thực tế đo đạc bản đồ địa hình đáy biển ở nước ta hiện nay.○

Tài liệu tham khảo

[1]. Andersen O. B, (2013): Chapter 9: Marine Gravity and Geoid from Satellite Altimetry, 401-451, in F. Sansò and M.G. Sideris (eds.), *Geoid Determination*, Lecture Notes in Earth System Sciences 110, DOI 10.1007/978-3-540-74700-0_10, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.

[2]. Andersen O. B., and P. Knudsen (2009), DNSC08 mean sea surface and mean dynamic topography models, *J. Geophys. Res.*, 114(C1101), doi:10.1029/2008JC005179.

[3]. Andersen O. B., and P. Knudsen (2010), The DTU10 mean sea surface and mean dynamic topography – Improvements in the Arctic and coastal zone, OTST, Lissabon, Portugal, October 2010.

[4]. Cheng, Y., and O. B. Andersen (2011), Multimission empirical ocean tide modeling for shallow waters and polar seas, *J. Geophys. Res.*, 116, C11001, doi:10.1029/2011JC007172.

[5]. Dương Chí Công, Hoàng Trung Thành, Nguyễn Đình Thành, Nguyễn Tuấn Anh, Lê Thanh An, Nguyễn Đức Mạnh (2015): Nghiên cứu đánh giá và đề xuất sử dụng mô hình mặt biển tự nhiên MDT (Mean Dynamic Topography) ở Việt Nam, *Báo cáo tổng kết khoa học kỹ thuật đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2012 – 2014, Mã số: TNMT. 07.22*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, Tháng 5/2015, 127tr.

[6]. Hà Minh Hòa, Lưu Hải Âu, Nguyễn Thị Thanh Hương, Phan Doãn Thành Long, Nguyễn Tuấn Anh (2013): Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc hoàn thiện Hệ độ cao Quốc gia gắn liền với việc xây dựng Hệ tọa độ động lực Quốc gia, *Báo cáo tổng kết khoa học kỹ thuật đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2011 - 2013*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 247 tr.

[7]. Đặng Xuân Kỳ (2014): Nghiên cứu phương pháp xác định vị trí điểm giao cắt trong xử lý số liệu đo cao từ vệ tinh trên Biển Đông, *Luận văn thạc sỹ kỹ thuật*, trường Đại học Mở - Địa Chất, Hà Nội, 109tr.

[8]. Mills, J., and D. Dodd (2014), FIG Publication No.62: Ellipsoidally Referenced Surveying for Hydrography, May 2014, 65 pp.

[9]. Quy định tạm thời về xử lý số liệu đo đạc địa hình đáy biển (Tài liệu nội bộ), Trung tâm Trắc địa Bản đồ Biển.

[10]. Rosmorduc, V., J. Benveniste, E. Bronner, S. Dinardo, O. Lauret, C. Maheu, M. Milagro, N. Picot, (2011), *Radar Altimetry Tutorial*, J. Benveniste and N. Picot Ed., <http://www.altimetry.info>, 307 pp.

[11]. Nguyễn Văn Sáng (2012): Xác định dị thường trọng lực cho vùng biển Việt Nam bằng kết quả đo cao từ vệ tinh, *Tóm tắt Luận án tiến sỹ kỹ thuật*, Đại học Trắc địa Bản đồ Matxcova (MIIGAIK) (tiếng Nga).

[12]. Nguyễn Văn Sáng, Nguyễn Văn Lâm (2014): Sử dụng số liệu đo cao từ vệ tinh để xác định bề mặt tự nhiên động lực trung bình trên Biển Đông, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học và Công nghệ: “Trắc địa và Bản đồ vì hội nhập quốc tế”, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Hà Nội, 09/7/2014, tr. 46-53.○

Summary

Experimentation of use of Mean Dynamic Topography for transforming bathymetric observations into national height system

Dr. Duong Chi Cong, MSc. Nguyen Tuan Anh, Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

Eng. Le Thanh An, Dr. Hoang Trung Thanh, Vietnam Administration of Seas and Islands

In the world products made from Satellite Altimetry such as MSS - Mean Sea Surface (mean sea surface height with respect to Reference ellipsoid), MDT - Mean Dynamic Topography (mean sea surface height with respect to geoid), marine gravity field and marine geoid determination etc. have been studying for Oceanography, Marine Meteorology, Marine Hydrology, Geodesy, and Geophysics. In Vietnam in recent several years studies and applications of MSS, MDT for Geodesy and Cartography have initiated by some authors. In this report we tried to use DNSC08MDT for correcting bathymetric observations. Data of DNSC08MDT were officially provided at the time of this study. There are some more advanced models such as DTU10MDT, DTU12MDT (Đương Chí Công và nnk, 2015). Test was done for 5 sheets of 1/50,000 scale seashore surface topographic map in Northern Central Sea (between latitudes of 15° and 20° and from the coast to longitude of 116°) based on transformed DNSC08MDT heights (at local Hon Dau Geoid in Zero-Tide System with systematic deviation compared to tide-gauge). Resulting standard deviation of about ±0.6m satisfies the precision requirements of 1/50,000 scale seashore surface topographic map, firstly for offshore region (more about 20km from the coast).○

BẢN VỀ ĐÁNH GIÁ THEO CÁC PHƯƠNG PHÁP.....

(Tiếp theo trang 8)

Summary

On estimation by methods of kriging and collocation

Assoc. Prof. Dr. Sc. Ha Minh Hoa

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

On base of conditions of unbiased and minimal rms estimation of interpolated random quantities in random field by geostatistics, this scientific article considered scientific bases of the kriging, collocation methods and showed that theory of the collocation method not had been constructed on base of conditions of unbiased estimation. With purpose of obtainment of the unbiased estimation of probabilistic deviation by collocation method, approximate values of the most probabilistic interpolated random quantities can be determined from random quantities in random field. On base of research results, article showed unsuitability of use of gravity anomalies calculated from EGM2008 for approximate values of interpolated gravity anomalies based on ground gravimetric data in Vietnam because this data had been used for calculation of harmonic coefficients of the EGM2008.○