

CÁC PHƯƠNG HƯỚNG HOÀN THIỆN HỆ ĐỘ CAO QUỐC GIA

PGS. TSKH. HÀ MINH HÒA
Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Tóm tắt:

Bài báo khoa học này đã xem xét các hạn chế của việc xây dựng hệ độ cao quốc gia HP72 dựa trên mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu và đề xuất các phương hướng nghiên cứu xây dựng hệ độ cao quốc gia dựa trên mặt Geoid.

1. Đặt vấn đề

Hệ độ cao quốc gia Hải Phòng 1972 (HP72) được xây dựng dựa trên việc sử dụng mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu làm mặt khởi tính, thêm vào đó mực nước biển trung bình được tính từ dãy số liệu quan trắc tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu. Dãy số liệu của 56 năm (từ năm 1950 – 2005), trong đó có số liệu của 10 năm (từ năm 1955 – 1964) đã được hiệu chỉnh do sự thay đổi của “0” trạm. Việc chuyển độ cao từ mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu vào mạng lưới thủy chuẩn hạng I, II quốc gia được thực hiện nhờ mạng lưới “0” và mạng lưới độ cao gốc do chuyên gia Trung Quốc cùng cán bộ kỹ thuật Việt Nam xây dựng trong các năm 1963-1964. Năm 1991, Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước cũ đã khôi phục, tu bổ lại các mạng lưới này. Hiện nay mạng lưới “0” bao gồm 6 mốc, còn mạng lưới độ cao gốc bao gồm 21 mốc. Mạng lưới thủy chuẩn hạng I, II gồm 13 đường thủy chuẩn hạng I và 44 đường thủy chuẩn hạng II với 36 vòng khép kín [8].

Việc kiểm tra độ chính xác đo đạc các tuyến thủy chuẩn hạng I, II quốc gia theo các sai số khép cho thấy chất lượng đo đạc thủy chuẩn hạng I, II đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của “Quy phạm xây dựng lưới độ

cao Nhà nước hạng I, II, III và IV” do Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước ban hành năm 1988.

Do Hệ độ cao HP72 thuộc Hệ độ cao chuẩn, nên mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu - mặt khởi tính cho Hệ độ cao được gọi là **mặt Quasigeoid cục bộ** (hay còn gọi là **mặt Geoid Gauss – Listing**). Việc sử dụng mặt nước biển trung bình tại một trạm nghiệm triều làm mặt khởi tính cho Hệ độ cao ở các quốc gia khác nhau trên thế giới xuất phát từ các quan điểm của F. Gauss năm 1828 và Listing năm 1873 [9] coi mặt Geoid trùng với mặt nước biển trung bình nhiều năm của mặt các đại dương không bị nhiễu.

Trong thực tế Hệ độ cao quốc gia dựa trên mặt Quasigeoid cục bộ hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình phục vụ các công tác quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội và an ninh - quốc phòng. Tuy nhiên Hệ độ cao dựa trên mặt Quasigeoid cục bộ bộc lộ nhiều nhược điểm trong việc giải quyết các nhiệm vụ khoa học - kỹ thuật hiện đại liên quan đến việc thành lập và sử dụng các dữ liệu địa hình cả trên đất liền và trên biển như dự báo nước biển dâng tại một quốc gia và thống nhất các dữ liệu địa hình của nhiều quốc gia để dự báo nước biển dâng trên phạm vi lớn, thành lập

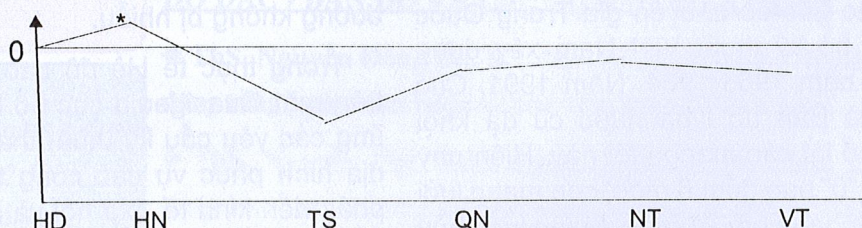
các loại bản đồ địa hình đáy biển và mặt nước biển trung bình (Sea Topography Surface, Mean Dynamic Topography), xây dựng mô hình Quasigeoid độ chính xác cao trên lãnh thổ quốc gia dựa trên các dữ liệu độ cao chuẩn, GNSS (Global Navigation Satellite System) và mô hình trọng trường Quả đất EGM (Earth Gravitational Model). Nguyên nhân của các vấn đề trên nằm ở chỗ mặt nước biển trung bình trên phạm vi một quốc gia và nhiều quốc gia không phải là mặt phẳng thế.

Theo tài liệu [2], tại kênh đào Panama đã xác định được sự khác nhau của mực nước Thái Bình Dương và Đại Tây Dương ở mức 62cm, giữa các mực nước ở biển Đen và các biển lân cận Bắc Băng Dương và Thái Bình Dương ở mức 70cm. Theo kết quả nghiên cứu trong [3], mặt nước biển trung bình chênh với mặt Geoid ở mức $\pm 2m$ trên phạm vi toàn cầu. Theo kết quả nghiên cứu trong [4], mặt nước biển trung bình biến thiên theo thời gian ở mức 1 - 2 mm/năm và khuynh hướng này thay đổi 150 - 200mm trong vòng 1 thế kỷ. Do ảnh hưởng của độ mặn của

nước biển, áp suất, gió v...v mực nước biển trung bình cũng biến thiên dọc theo các trạm nghiệm triều và gây ra sự biến thiên của mặt nước biển trung bình so với mặt Geoid. Theo kết quả nghiên cứu trong [3] sự khác nhau về độ cao của các hệ độ cao ở Phần Lan và Thụy Điển đạt tới - 192mm. Cũng so sánh hai hệ độ cao này, dựa trên kết quả đo nối thủy chuẩn, trong tài liệu [6] đã chỉ ra sự khác nhau của hệ độ cao Thụy Điển RH70 so với hệ độ cao Phần Lan ở mức - 162 mm.

Ở Việt Nam, dựa trên các kết quả đo nối thủy chuẩn hạng II vào các "0" trạm của các trạm nghiệm triều Hòn Dấu, Hòn Ngư, Tiên Sa (Đà Nẵng), Quy Nhơn, Nha Trang, Vũng Tàu có thời gian đo mực nước lớn hơn 20 năm và quy chuyển độ cao mực nước biển tại các trạm về trạm Hòn Dấu [7] đã xác định được các độ chênh của mực nước biển trung bình tại các trạm so với trạm Hòn Dấu (xem bảng 1 dưới đây). Mặt cắt đứng của mặt nước biển trung bình trên biển Đông dọc theo một số trạm nghiệm triều dọc bờ biển Việt Nam được trình bày ở hình 1.

Hình 1: Mặt cắt đứng của mặt nước biển trung bình theo một số trạm nghiệm triều dọc bờ biển Việt Nam



Bảng 1:

STT	Tên trạm	Độ cao của mặt nước biển trung bình so với mặt nước biển trung bình tại Hòn Dấu (m)
1	Hòn Dấu	0
2	Hòn Ngư	0,365
3	Tiên Sa	-0,859
4	Quy Nhơn	-0,256
5	Nha Trang	-0,076
6	Vũng Tàu	-0,203

Với mục đích kiểm tra hình 1 đã sử dụng mô hình bề mặt tự nhiên động lực trung bình MDT (Mean Dynamic Topography), thực chất là mô hình độ cao bề mặt tự nhiên của mặt nước biển trung bình so với mặt Geoid toàn cầu, DNSC08 MDT (được xác định từ các dự án vệ tinh theo phương pháp đo cao vệ tinh - altimetry) của Trung tâm vũ trụ quốc gia Đan Mạch thuộc Trường Đại học Tổng hợp kỹ thuật Đan Mạch để xác định độ cao MDT của mặt nước biển trung bình MSS (Mean Sea Surface) của các trạm nghiệm triều (bổ sung thêm các trạm nghiệm triều Định An và Mũi Nai) và xác định các độ chênh của mực nước biển trung bình tại các trạm so với trạm Hòn Dấu (xem bảng 2 dưới đây).

Mặt cắt đứng của mặt nước biển trung bình trên biển Đông theo một số trạm nghiệm triều dọc bờ biển Việt Nam dựa trên mô hình DNSC08 MDT được trình bày ở hình 2.

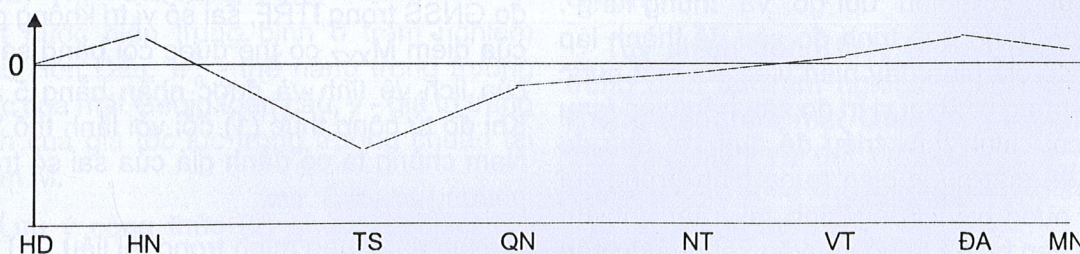
Từ bảng 2 chúng ta thấy rằng mặt biển trung bình ở Mũi Nai cao hơn mặt biển trung bình Hòn Dấu là 0,129m. Dựa theo kết quả đo nổi thủy chuẩn hạng I [Báo cáo khoa học xây dựng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia. Tổng cục Địa chính, Hà Nội 1999], độ chênh này là 0,167m. Như vậy sự khác nhau của 2 nguồn số liệu chỉ ở mức 0,048m. Điều này xác nhận sự tin cậy của mô hình DNSC08 MDT đối với việc xác định mặt biển trung bình ở Việt Nam.

Chúng ta nhận thấy rằng mặc dù các độ chênh của mực nước biển trung bình tại các trạm so với trạm Hòn Dấu theo mô hình DNSC08 MDT có chênh lệch một vài dm so với trường hợp đo nổi độ cao thủy chuẩn hạng II vào các trạm nghiệm triều, nhưng hình dạng của các mặt cắt đứng theo một số trạm nghiệm triều gần như tương tự nhau. Dựa vào trường hợp đo nổi độ cao thủy chuẩn hạng II vào các trạm nghiệm triều chúng ta xác định được rằng:

Bảng 2:

STT	Tên trạm	Độ cao của mặt nước biển trung bình so với mặt nước biển trung bình tại Hòn Dấu (m)
1	Hòn Dấu	0,0
2	Hòn Ngư	0,227
3	Tiên Sa	-0,582
4	Quy Nhơn	-0,134
5	Nha Trang	-0,040
6	Vũng Tàu	-0,074
7	Định An	0,201
8	Mũi Nai	0,129

Hình 2: Mặt cắt đứng của mặt nước biển trung bình theo một số trạm nghiệm triều dọc bờ biển Việt Nam theo mô hình DNSC08 MDT



- Mặt nước biển trung bình dọc bờ biển Việt Nam không phải là một mặt phẳng, mà là bề mặt luôn biến thiên ở các khu vực khác nhau (so với mặt nước biển trung bình ở Hòn Dấu). Độ chênh cực đại giữa các mặt nước biển trung bình ở Hòn Ngự và Tiên Sa đạt tới 1,224m;

- Mặt nước biển trung bình từ khu vực Đà Nẵng đến khu vực Nha Trang nằm thấp hơn so với mặt nước biển trung bình Hòn Dấu. Do đó việc sử dụng mặt nước trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu làm mặt khởi tính cho Hệ độ cao HP72 làm độ cao địa hình trên bản đồ địa hình ở khu vực từ Đà Nẵng đến Vũng Tàu cao hơn so với mặt nước biển trung bình ở khu vực này (cực đại đến 0,859m so với mặt nước biển trung bình ở khu vực Đà Nẵng theo số liệu đo mực nước tại các trạm nghiệm triều). Trái lại tại khu vực thuộc trạm nghiệm triều Hòn Ngự, độ cao địa hình trên bản đồ địa hình trong hệ HP72 lại thấp hơn so với mặt nước biển tại khu vực này.

Sự dâng lên của mực nước biển dưới tác động của sự biến đổi khí hậu toàn cầu thực chất là sự dâng lên của mặt nước biển trung bình. Như vậy chúng ta có thể nhận thấy rằng các số liệu địa hình lãnh thổ quốc gia được xác định từ mặt nước biển trung bình tại một trạm nghiệm triều (Hòn Dấu) không cho phép đánh giá tin cậy sự tác động của sự dâng lên của mực nước biển dưới tác động của sự biến đổi khí hậu toàn cầu đến phần lục địa trên toàn bộ dải ven biển nước ta. Đây là một hạn chế của hệ độ cao HP72.

Bản thân mặt nước biển trung bình trên biển Đông là mặt vật lý của Quả đất mà trên đó cũng có nhiều "đồi gò" và "thung lũng". Khi đó trong quá trình đo sâu để thành lập bản đồ địa hình đáy biển việc coi mặt nước biển trung bình tại vị trí đo sâu trên biển (sau khi cải chính thủy triều để đưa kết quả đo sâu về mặt nước biển trung bình) trùng với mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều ven bờ để từ đó chuyển kết quả đo sâu

về mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu là không có cơ sở khoa học và thực tế chặt chẽ. Đây là hạn chế thứ hai của hệ độ cao HP72. Khắc phục hạn chế này được thực hiện khi chuyển kết quả đo sâu về mặt Geoid nhờ bản đồ địa hình mặt nước biển trung bình MDT khi sử dụng hệ độ cao dựa trên mặt Geoid (xem mục 2.2 ở dưới đây).

Hạn chế thứ ba của hệ độ cao HP72 là không nâng cao độ chính xác của dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn trong việc xây dựng mô hình Quasigeoid độ chính xác cao trên lãnh thổ quốc gia. Chúng ta sẽ phân tích điều này. Gọi H_M^Y là độ cao chuẩn của điểm M so với mặt Quasigeoid cục bộ (độ cao chuẩn của điểm M trong hệ độ cao HP72), \bar{H}_M là độ cao trắc địa của điểm M tương ứng với Ellipsoid ITRF (Ellipsoid quốc tế được sử dụng để xử lý các dữ liệu đo GNSS trong ITRF).

Để đánh giá ước tính sai số trung phương $m_{\bar{H}}$ của độ cao trắc địa theo các sai số trung phương của các tọa độ không gian, như đã chứng minh trong tài liệu [14], khi coi các sai số trung phương của các tọa độ không gian của điểm M bằng nhau

$$m_x = m_y = m_z = \frac{M_{XYZ}}{\sqrt{3}},$$

ở đây M_{XYZ} - sai số vị trí không gian của điểm, sai số trung phương $m_{\bar{H}}$ của độ cao trắc địa \bar{H}_M được đánh giá theo công thức:

$$m_{\bar{H}} = \frac{M_{XYZ}}{\sqrt{3}} \cdot \text{Sec} B. \quad (1)$$

Trong trường hợp các tọa độ không gian X, Y, Z của điểm được xác định từ các kết quả đo GNSS trong ITRF, sai số vị trí không gian của điểm M_{XYZ} có thể được coi bằng sai số của lịch vệ tinh và được nhận bằng 5 cm. Khi đó từ công thức (1) đối với lãnh thổ Việt Nam chúng ta có đánh giá của sai số trung phương $m_{\bar{H}} = 3 \text{ cm}$.

Như đã chứng minh trong tài liệu [11], sai

số trung phương lớn nhất của độ cao chuẩn hạng I ở mức $\pm 6,5$ cm, của độ cao chuẩn hạng II ở mức $\pm 7,2$ cm. Khi đó sai số trung phương của dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn $\zeta_M = \bar{H}_M - H_M^\gamma$ được đánh giá theo công thức

$$m_\zeta = \sqrt{m_{\bar{H}}^2 + m_{H^\gamma}^2}$$

Các kết quả tính toán sai số trung phương lớn nhất của dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn được trình bày ở bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

Hạng của độ cao chuẩn	Sai số trung phương m_ζ (m)
I	0,072
II	0,078

Theo tài liệu [15], sai số trung phương của độ cao Geoid được xác định từ mô hình EGM2008 đạt ở mức $\pm 0,103$ m. Như vậy dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn có độ chính xác cao hơn độ cao Geoid.

Dị thường độ cao trọng lực ζ_M^g của điểm M được tính chuyển từ mô hình EGM2008 nhờ hàng loạt số cải chính và tương ứng với trọng trường chuẩn của Ellipsoid ITRF. Khi đó dị thường độ cao trọng lực ζ_M^g được biểu diễn dưới dạng $\zeta_M^g = \bar{H}_M - \bar{H}_M^\gamma$, ở đây \bar{H}_M^γ là độ cao chuẩn của điểm M so với mặt Quasigeoid toàn cầu (trùng với mặt Geoid toàn cầu trên các biển và đại dương) và liên hệ với độ cao chuẩn H_M^γ theo công thức [13]:

$$\bar{H}_M^\gamma = H_M^\gamma + \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}} \quad (2)$$

ở đây W_0 - thế năng trọng trường thực tại mặt nước biển trung bình ở trạm nghiệm triều Hòn Dấu, \bar{W}_0 - thế năng trọng trường thực của mặt Geoid toàn cầu, $\bar{\gamma}$ - giá trị trung bình của gia tốc lực trọng trường chuẩn tại điểm M.

Lưu ý công thức (2) chúng ta thiết lập

được quan hệ giữa các dị thường độ cao ζ_M^g và ζ_M theo công thức

$$\zeta_M^g = \zeta_M - \frac{\bar{W}_0 - W_0}{\bar{\gamma}} \quad (3)$$

Gọi m_1 là sai số trung phương của dị thường độ cao ζ_M và m_2 là sai số trung phương của dị thường độ cao trọng lực ζ_M^g . Chúng ta sẽ xét hai trường hợp.

Trường hợp 1. Khi mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu trùng với mặt Quasigeoid toàn cầu trên các biển và đại dương, tức $W_0 = \bar{W}_0$

Trong trường hợp này cả hai dị thường độ cao ζ_M^g và ζ_M cùng tương ứng với một mặt khởi tính của hệ độ cao. Chúng ta sẽ chứng minh rằng giá trị trung bình của hai dị thường độ cao trên có độ chính xác được nâng cao. Thật vậy, khi chọn m_1 là sai số trung phương đơn vị trọng số, các trọng số của hai đại lượng ζ_M và ζ_M^g lần lượt là $P_1 = 1; P_2 = \frac{m_1^2}{m_2^2}$.

Khi đó sai số trung phương của dị thường độ cao trung bình ζ_M được đánh giá theo công thức

$$m_{\zeta} = \frac{m_1}{\sqrt{[PP]}}$$

Khi chọn $m_1 = 0,072$ m, $m_2 = 0,103$ m, sai số trung phương $m_{\zeta} = 0,82.m_1$. Đối với các giá trị $m_1 = 0,078$ m, $m_2 = 0,103$ m, sai số trung phương $m_{\zeta} = 0,75.m_1$. Các kết quả tính toán trên chỉ ra rằng trong trường hợp đang xem xét độ chính xác của dị thường độ cao trung bình được nâng cao hơn so với độ chính xác của dị thường độ cao GNSS/thủy chuẩn.

Tuy nhiên trong thực tế mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu không trùng với mặt Quasigeoid toàn cầu trên các biển và đại dương, tức $W_0 \neq \bar{W}_0$. Do đó chúng ta sẽ không thể áp dụng trường hợp này trong thực tế.

Trường hợp 2. Khi mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu không trùng với mặt Quasigeoid toàn cầu trên các biển và đại dương, tức $W_0 \neq \bar{W}_0$

Trong trường hợp này nếu thế năng trọng trường thực W_0 của mặt Geoid cục bộ trùng hoặc sát nhất với mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều được xác định một cách độc lập, không phụ thuộc vào các dị thường độ cao ζ_M^g và $\bar{\zeta}_M^g$ tại điểm M, thì dị thường độ cao $\hat{\zeta}_M = \bar{\zeta}_M^g + \frac{W_0 - \bar{W}_0}{\gamma}$ sẽ độc lập với dị thường độ cao $\bar{\zeta}_M^g$. Khi đó chúng ta hoàn toàn có thể xác định được giá trị dị thường độ cao độ chính xác cao của điểm M bằng cách lấy trung bình các dị thường độ cao $\bar{\zeta}_M^g$ và $\hat{\zeta}_M$. Khi đó chúng ta không thể áp dụng hệ độ cao dựa trên mặt nước biển trung bình như hệ độ cao HP72, mà sử dụng hệ độ cao dựa trên mặt Geoid cục bộ với thế năng trọng trường thực W_0 , thêm vào đó mặt Geoid cục bộ trùng hoặc sát nhất với mặt nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu.

Hạn chế thứ tư của hệ độ cao HP72 là sự phức tạp trong việc chuyển đổi dữ liệu địa hình giữa các hệ độ cao khác nhau phục vụ công tác dự báo tai biến tự nhiên trên phạm vi khu vực và toàn cầu. Trong trường hợp này để kết nối hệ độ cao HP72 với Hệ độ cao của các nước khác, chúng ta bắt buộc phải đo nối thủy chuẩn giữa các mặt nước biển trung bình khác nhau kết hợp với các đo nối GNSS và các dữ liệu trọng lực [4].

Hạn chế thứ năm của hệ độ cao HP72 là phải hiệu chỉnh hệ độ cao này do sự thay đổi của mặt nước biển trung bình dưới tác động

của sự thay đổi của khí hậu toàn cầu.

Khắc phục các hạn chế của Hệ độ cao HP72 chỉ có thể thực hiện được khi xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid (xem mục 2.2 ở dưới đây).

2. Giải quyết vấn đề

Xu hướng chung trên thế giới hiện nay là không sử dụng mặt nước biển trung bình làm mặt khởi tính cho Hệ độ cao quốc gia. Trong mục này chúng ta sẽ xem xét và phân tích các xu hướng hiện đại hiện nay trên thế giới.

2.1. Sử dụng mặt đẳng thế $W_0 = U_0$ làm mặt khởi tính cho Hệ độ cao

Nhiều tài liệu, ví dụ [9,10,12], đã chứng minh được rằng khi lựa chọn mặt khởi tính cho hệ độ cao với thế năng trọng trường thực $W_0 = U_0$, ở đây U_0 là thế năng trọng trường chuẩn của mặt Ellipsoid, hoàn toàn đáp ứng được điều kiện Molodenxkii M.X đối với hệ độ cao chuẩn. Ngoài ra việc sử dụng điều kiện $W_0 = U_0$ còn làm giảm nhẹ việc xác định độ cao Geoid N theo các hệ số khai triển thế năng nhiễu theo hàm cầu từ công thức

$$N = \frac{T}{\gamma} + \frac{U_0 - W_0}{\gamma},$$

ở đây T - thế năng nhiễu.

Trên thực tế các Khung quy chiếu độ cao Châu Âu (European Vertical Reference Frame - EVRF) EVRF2000, EVRF2007 đã được xây dựng dựa trên điều kiện $W_0 = U_0$, ở đây U_0 được chọn là thế năng trọng trường chuẩn của mặt Ellipsoid GRS80 và

$$W_{NAP}^{thuc\ te} = U_{GRS80} = 62636860,850 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

[15, 16, 18,21]. Tuy nhiên thế năng trọng trường thực W_0 được áp đặt cho mặt khởi tính nào?. Đây là vấn đề hóc búa nhất đối với trường hợp lựa chọn mặt khởi tính cho hệ độ cao với thế năng trọng trường thực $W_0 = U_0$. Các nước Châu Âu đã áp đặt thế năng trọng trường $W_{NAP}^{thuc\ te} = U_{GRS80} = 62636860,850 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

cho mặt nước biển trung bình qua Normaal Amsterdams Peil (NAP) tại trạm nghiệm triều Amsterdam (Hà Lan). Tuy nhiên thế này khác xa so với thế năng trọng trường thực tại đây. Sử dụng thế năng trọng trường thực được Tổ chức Dịch vụ quay Quả đất quốc tế IERS (International Earth Rotation Service) công nhận bằng [19, 20]

$$\bar{W}_0 = 62636856,0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}, \quad (4)$$

thêm vào đó mặt Geoid toàn cầu này được sử dụng để xây dựng mô hình trọng trường Quả đất EGM2008, trong tài liệu [17] đã xác định được thế năng trọng trường thực $W_{\text{NAP}} = (62636857,25 \pm 0,53) \text{ m}^2/\text{s}^2$. Đây là điều không thực tế khi áp dụng điều kiện $W_0 = U_0$ để chọn mặt khởi tính cho Hệ độ cao. Ngoài ra khi chọn mặt nước biển trung bình qua Normaal Amsterdams Peil (NAP) tại trạm nghiệm triều Amsterdam (Hà Lan), chúng ta không khắc phục được các nhược điểm của Hệ độ cao dựa trên mặt nước biển trung bình, như đã trình bày ở mục 1.

2.2. Sử dụng mặt Geoid toàn cầu để xác định mặt đẳng thế làm mặt khởi tính cho Hệ độ cao

Dựa trên các kết quả đo cao vệ tinh (altimetry) trên các biển và đại dương thế giới từ các dự án vệ tinh của Mỹ (Topex/Poseidon, Jason1, Jason2, Seasat, Geosat, GFO, GRACE), của Châu Âu (ERS1, ERS2, CHAMP, GOCINA, GOCE) các tổ chức quốc tế đã thành lập được bản đồ địa hình mặt nước biển trung bình MDT, xác định một cách tin cậy mô hình Geoid toàn cầu cùng thế năng trọng trường thực của nó (ví dụ xem [19, 20]), đặc biệt trên các biển và đại dương thế giới. Trong vòng 7 năm từ 2003 - 2010, thế năng trọng trường thực của mặt Geoid toàn cầu được xác định vẫn không đổi và vẫn bằng giá trị (4). Do mặt Quasigeoid toàn cầu trùng với mặt Geoid toàn cầu trên các biển và đại dương thế giới, nên việc sử dụng mặt Quasigeoid toàn cầu làm mặt khởi tính cho Hệ độ cao

chuẩn hiện đại trở thành xu hướng nổi trội trong việc hoàn thiện Khung quy chiếu hiện đại dựa trên mặt Geoid (Geoid - based Vertical Reference Frame - GVRF). Trong trường hợp này chúng ta sẽ khắc phục các nhược điểm của Hệ độ cao dựa trên mặt nước biển trung bình như đã nêu ở mục 1.

Theo xu hướng này, Phân ban đo đạc trắc địa (The Geodetic Survey Division - GSD) trực thuộc Bộ Tài nguyên của Canada (Natural Resources Canada - NRCan) đang triển khai Dự án hiện đại hóa hệ độ cao Canada được bắt đầu từ năm 2002 và dự kiến sẽ kết thúc vào năm 2013 [22]. Hệ độ cao hiện đại được xây dựng dựa trên mặt Geoid có tên GVRF (Geoid - based Vertical Reference Frame for North America). Dựa trên GVRF sẽ xây dựng mô hình Geoid với độ chính xác đến 1cm [22]. Mặt Geoid được sử dụng có thế năng trọng trường thực $\bar{W}_0 = 62636864,61 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

Từ năm 1997, các nước Nam Mỹ bao gồm Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Guiana, Guatemala, Honduras, Jamaica, Mexico, Nicaragua, Puerto Rico, Saint Croix, Peru, Trinidad & Tobago, Uruguay, Venezuela đã bắt đầu xây dựng Khung Hệ quy chiếu độ cao Nam Mỹ SIRGAS (theo tiếng Tây Ban Nha - Sistema de Referencia Geocéntrico para las AméricaS - SIRGAS) dựa trên mặt Geoid với thế năng trọng trường thực $\bar{W}_0 = 62\ 636\ 853,4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ của mặt Geoid [23].

Cơ quan trắc địa quốc gia Mỹ (the US National Geodetic Survey - NGS) hiện cũng đang hoàn thiện Hệ độ cao hiện đại dựa trên mặt Geoid và dự kiến sẽ hoàn thành vào năm 2018 [24].

Đối với các hệ độ cao dựa trên mặt Geoid, việc chuyển độ cao chuẩn \bar{H}_M^γ của điểm M từ Hệ độ cao A tương ứng với mặt Geoid có thế năng trọng trường thực $W = \bar{W}_0$ về giá trị độ cao chuẩn \hat{H}_M^γ của điểm đó trong Hệ độ cao B tương ứng với mặt

Geoid có thể năng trọng trường thực $W = \widehat{W}_0$ dễ dàng được thực hiện theo công thức sau:

$$\widehat{H}_M^\gamma = \overline{H}_M^\gamma - \frac{\overline{W}_0 - \widehat{W}_0}{\gamma_M}$$

Như vậy việc hoàn thiện hệ độ cao quốc gia dựa trên mặt Geoid là xu hướng chủ đạo hiện nay trên thế giới cho phép khắc phục các nhược điểm của Hệ độ cao dựa trên mặt nước biển trung bình.

3. Kết luận

Việc xây dựng Hệ độ cao hiện đại dựa trên mặt Geoid đang là xu thế hiện đại hiện nay trên thế giới. Mặt Geoid toàn cầu được xác định một cách tin cậy trên các biển và đại dương nhờ các kết quả đo cao vệ tinh và trọng trường Quả đất nhờ các dự án vệ tinh là cơ sở để giải quyết bài toán nêu trên. Do mặt Quasigeoid toàn cầu trùng với mặt Geoid toàn cầu trên các biển và đại dương, nên việc sử dụng mặt Geoid toàn cầu hoàn toàn xác định cơ sở xây dựng Hệ độ cao chuẩn dựa trên mặt Geoid cục bộ khi đảm bảo việc giải quyết bài toán xác định thế năng trọng trường thực W_0 của mặt Geoid cục bộ này theo các dữ liệu của mô hình bề mặt tự nhiên động học trung bình MDT. Hệ độ cao hiện đại dựa trên mặt Geoid hoàn toàn khắc phục các nhược điểm của hệ độ cao dựa trên mặt biển trung bình và cho phép sử dụng mô hình bề mặt tự nhiên động học trung bình MDT của các tổ chức quốc tế để xây dựng bản đồ địa hình, bản đồ bề mặt tự nhiên biển trên biển Đông trong Hệ độ cao quốc gia hiện đại. Việc xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid ở Việt Nam thay thế cho Hệ độ cao HP72 đang đặt ra những nhiệm vụ khoa học - kỹ thuật mới đối với các nhà trắc địa Việt Nam. ○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Eremeev V. Ph. (1951). Lý thuyết độ cao chính, động lực và chuẩn. Các công trình TXNHIIIGAiK, vup. 86, trg. 11 - 51. (Tiếng Nga).
 [2]. Pellinen L.P. (1978). Trắc địa cao cấp

(trắc địa lý thuyết). Matxcova, Nedra, 264 trg. (Tiếng Nga).

[3]. Rapp R.H, Balasubramania N. (1992). A conceptual formulation of a World height system. Dept. Geod. Sci. Rep. N421. Ohio State University, Columbus, Ohio.

[4]. Rummel R. and Teunisen P.(1988). Height datum definition. height datum connection and the role of the geodetic boundary value problem. Bulletin Geodesique 62: 477 – 498.

[5]. Sjoberg L.E.(1991). A land GPS levelling campaign in 1987. Bulletin Geodesique 65: 209 – 217.

[6]. Ekman M. (1992). Postglacial rebound and sea level phenomena with special referemce to Fennācadia and the Baltic Sea. Mordic. Geodetic Commissian research school. Espoo, Finland.

[7]. Đào Chí Cường, Phạm Hoàng Lân, Nguyễn Nguyên Cương, Bùi Văn Thông và nnk. (2001). Nghiên cứu xác lập chuẩn "0" độ sâu quốc gia phần lãnh hải Việt Nam. Báo các khoa học và kỹ thuật của Đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước mã số 06-06 thuộc Chương trình Điều tra nghiên cứu biển mã số KHCN-06. Bộ Khoa học và Công nghệ. Hà Nội - 2001.

[8]. Báo cáo Tổng kết kỹ thuật "Thiết kế kỹ thuật - dự toán bình sai tổng thể lưới độ cao nhà nước hạng I, II". Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam. Hà Nội - 2008.

[9]. Bursa M., Iurkina M.I. (2005). Về sự cần thiết phải từ bỏ Geoid Gauss – Lisching và chuyển sang lý thuyết Molodenskii. Geodezia I Cartographia, No 9, trg. 11-13. (Tiếng Nga).

[10]. Brovar V.V. (1995). Tối ưu hóa mô hình Quả đất chuẩn. Geodezia I Cartographia, No 9, trg. 10-13. (Tiếng Nga).

[11]. Hà Minh Hòa, Đặng Hùng Võ, Phạm Hoàng Lân, Nguyễn Ngọc Lâu. (2005). Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc xây dựng mạng lưới GPS các cấp hạng trong Hệ tọa độ động học. Báo cáo Tổng kết khoa

học và kỹ thuật đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2002 - 2004. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Hà Nội - 2005.

[12]. Hà Minh Hòa. (2007). Luận chứng về việc chọn mặt đẳng thế với thế W_0 bằng thế chuẩn U_0 trên mặt Ellipsoid làm mặt khởi tính cho hệ độ cao quốc gia hiện đại. Tạp chí Địa chính Số 5, tháng 10/2007, tr. 10-17. Viện Nghiên cứu Địa chính.

[13]. Hà Minh Hòa. (2007). Giải quyết một số vấn đề liên quan đến việc chuyển hệ độ cao được xác định từ mặt nước biển trung bình ở trạm thủy triều về mặt Quasigeoid toàn cầu. Tạp chí Địa chính số 2, tháng 4/2007, tr. 3 - 11.

[14]. Hà Minh Hòa (2011). Vai trò của việc xử lý đồng thời các dữ liệu đo GPS/GLONASS trong ITRF để xác định độ thường độ cao độ chính xác cao. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ số 8, 6-2011, tr. 1-6.

[15]. Nikolaos Pavlis. Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). NGA, Geodesy and Geophysics Basic and Applied Research. wgs84@nga.mil, Nikolaos.K.Pavlis@nga.mil

[16]. Augath W., Ihde J. (2002). Definition and realization of Vertical Reference System - the European Solution EVRS/EVRF2000. FIG XXII International Congress, Wáhiton D.C., April 19-26 2002.

[17]. Bursa M., Kenyon S., Kouba J., Radj K., Vatrt V., Vojtiskov, Simek J. (2002). Word Height System specified by geopotential at tide gauge stations. IAG Symposia

124, 291-296. Springer.

[18]. Ihde J. (2004). Status of the European Vertical Reference System (EVRS). EVRS Workshop, Frankfurt Main 5-7 April 2004.

[19]. IERS Conventions (2003). IERS Technical Note No 32. Verlag des Bundesamts fur Kartographie und Geodasie. Frankfurt am Main 2004.

[20]. Petit G., Luzum B. (2010). IERS Conventions (2010). IERS Technical Note No 36, Verlag des Bundesamts fur Kartographie und Geodasie. Frankfurt am Main 2010, 179 pp.

[21]. Mkinen J.(2008). The treatment of the permanent tide in EUREF products. EUREF Symposium, June 17 - 21 2008, Brussels.

[22]. Marc Veronneau. (2010). North American Vertical Reference System (NAVRS). Geodetic Survey Division. Geoid Workshop 2010. 2 June 2010. Canada's Natural Resources.

[23]. Sánchez, L. (2005). Definition and Realisation of the SIRGAS Vertical Reference System within a Globally Unifed Height System. Presented at the IAG Scientific Assembly, Cairns, Australia. August 22-26. IAG Symposia in print.

[24]. Marc Veronneau. (2010). Discussion on the North American Vertical Reference System (NAVRS). Geoid-based North American Vertical Datum. 1B13., ID:3582. Natural Resources Canada. marcv@nrcan.gc.ca.○

Summary

DIRECTIONS FOR PERFECTION OF THE STATE HEIGHT SYSTEM

Ass. Prof. Dr.Sc. Ha Minh Hoa

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

This scientific article considers an some unperfected points of the state height system HP72 based on the Mean sea level on the Hon Dau tide gauge and proposes research directions for a perfection of the state height system based on ther World Geoid.○