

ĐÁNH GIÁ KHOẢNG DỊCH CHUYỂN CỦA MẶT QUASIGEOID CỤC BỘ SO VỚI MẶT QUASIGEOID TOÀN CẦU TẠI TRẠM NGHIỆM TRIỀU HÒN DẦU

PHẠM HOÀNG LÂN, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
NEYMAN YU. M., SUGAIPOVA L. S., Trường Đại học Tổng hợp quốc gia Trắc địa và Bản đồ

Tóm tắt : Dựa trên cơ sở khái quát công thức Bruns và sử dụng số liệu đo cao GPS tại hơn 800 điểm phân bố đồng đều trên lãnh thổ Việt nam cùng một mô hình mới nhất của trọng trường Trái đất đã xác định được khoảng dịch chuyển của mặt quasigeoid cục bộ đi qua trạm nghiệm triều Hòn Dầu so với mặt quasigeoid toàn cầu. Đại lượng này được đánh giá bằng xấp xỉ 0,4 m và có sai số cùng cỡ với nhiều khu vực khác nhau trên thế giới là 0,2 m.

1. Đặt vấn đề

Vị trí của điểm xét trên mặt đất (hay bên ngoài nó) được xác định đơn trị bởi các thành phần tọa độ B, L, H so với mặt ellipsoid tròn xoay xác định nào đó. Song, như đã biết, vị trí thẳng đứng sẽ được xác định thuận tiện hơn cho phần lớn các mục đích khoa học, kỹ thuật cũng như kinh tế, nếu được tính từ một bề mặt có liên quan theo cách này hay cách khác với mặt biển trên Trái đất. Từ lâu người ta đã chấp nhận bề mặt như thế là mặt đẳng thế trọng trường thực $W = W_0$ gần nhất (theo nghĩa tổng bình phương độ chênh là nhỏ nhất) so với mặt biển trung bình không chịu ảnh hưởng của sóng, gió, dòng chảy trên phạm vi toàn bộ Trái đất và gọi nó là geoid. Nhưng, trên thực tế không thể chỉ ra dù một điểm tại đó có mặt geoid chạy qua. Vì thế, người ta đã phải coi geoid là mặt đẳng thế trọng trường thực đi qua điểm gốc độ cao được lấy theo mực nước biển trung bình nhiều năm ở một vùng biển cụ thể nào đó. Như vậy, có hai loại geoid: geoid toàn cầu và geoid cục bộ. Độ cao của điểm xét sẽ được tính dọc theo đường sức trọng trường từ điểm đó đến mặt geoid. Nó có tên là độ cao chính. Tương ứng ta sẽ có độ cao chính so với mặt geoid toàn cầu và độ cao chính so với geoid cục bộ.

Đề khắc phục nhược điểm cơ bản của độ cao chính là nó không thể được tính ra một cách chặt chẽ (do đòi hỏi phải biết chính xác cấu tạo bên trong của Trái đất), người ta đã đề xuất một loại độ cao hoàn chỉnh hơn với tên gọi là độ cao chuẩn. Bề mặt khởi tính của độ cao chuẩn là

mặt quasigeoid. Cũng như đã đề cập ở trên, ta sẽ có quasigeoid toàn cầu cho quy mô toàn bộ Trái đất và quasigeoid cục bộ cho phạm vi quốc gia hay khu vực. Tương ứng cũng sẽ có độ cao chuẩn tính từ mặt quasigeoid toàn cầu và độ cao chuẩn tính từ mặt quasigeoid cục bộ.

Biết được khoảng chênh giữa mặt quasigeoid toàn cầu và mặt quasigeoid cục bộ, ta dễ dàng chuyển đổi từ hệ thống độ cao quốc gia sang hệ thống độ cao toàn cầu và ngược lại, cũng như tính chuyển qua lại giữa các hệ thống độ cao quốc gia nhằm đáp ứng các bài toán liên kết trên phạm vi khu vực hay toàn cầu trong đó đòi hỏi cơ sở thống nhất về yếu tố độ cao. Điều này càng trở nên thiết yếu trong bối cảnh không thể đo nối trực tiếp, đặc biệt trong điều kiện các quốc gia bị ngăn cách bởi biển và đại dương.

Bản chất và mối liên hệ toán học giữa mặt quasigeoid cục bộ và mặt quasigeoid toàn cầu cũng như hai loại độ cao chuẩn tương ứng đã được trình bày trong [1], [2] và [3].

Trong bài báo này chúng tôi xin đề cập đến việc đánh giá đại lượng chênh khác giữa mặt quasigeoid cục bộ và mặt quasigeoid toàn cầu tại trạm nghiệm triều Hòn Dầu.

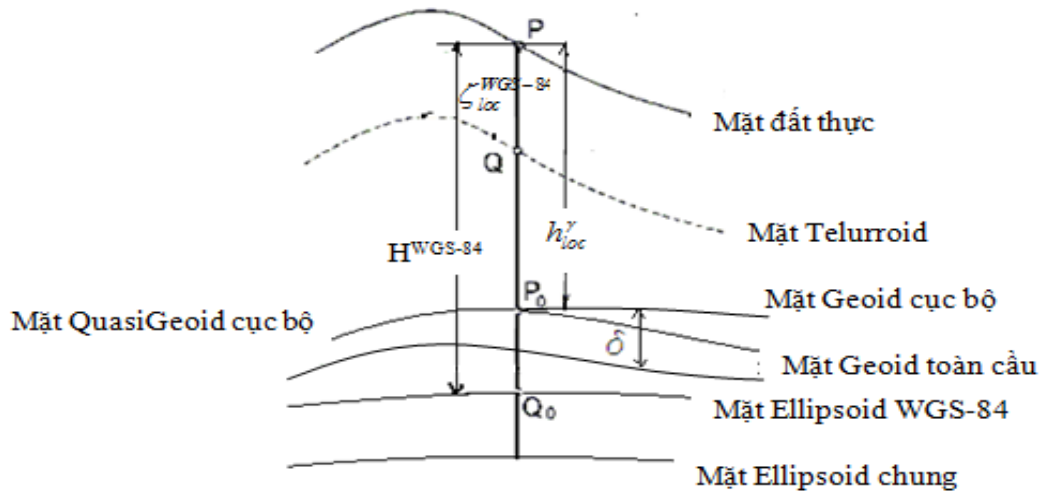
2. Cơ sở lý thuyết

Trên hình 1 ta có:

$H^{WGS-84} = Q_0P$ - độ cao trắc địa của điểm xét so với ellipsoid WGS-84 ;

$\zeta = Q_0P_0 = QP$ - dị thường độ cao ;

$h_{loc}^{\gamma} = P_0P = Q_0Q$ - độ cao chuẩn so với quasigeoid cục bộ .



Hình 1. Điểm xét và các bề mặt cơ bản

$$\text{Đại lượng: } H^{\text{WGS-84}} - h_{\text{loc}}^{\gamma} = \zeta_{\text{loc}}^{\text{WGS-84}}, \quad (1)$$

là độ cao $\zeta_{\text{loc}}^{\text{WGS-84}}$ của quasigeoid cục bộ so với ellipsoid WGS-84 có thể trọng trường bình thường trên mặt nó bằng $U_0^{\text{WGS-84}}$ (xem hình 1).

Bây giờ ta hãy ký hiệu độ cao của quasigeoid toàn cầu so với ellipsoid chung của Trái đất là ζ . Quasigeoid toàn cầu được hiểu là mặt đẳng thế trọng trường $W = W_0$ rất gần (theo cách hiểu của lý thuyết bình phương nhỏ nhất) với mặt bình trung bình vào thời điểm cụ thể nào đó và có thể được nhận biết dù chỉ tại một điểm khởi tính (điểm gốc).

Theo các số liệu hiện đại [5] thì

$$W_0 = (62636856.0 \pm 0.5) \text{m}^2 / \text{s}^2, \quad (2)$$

Dựa trên suy luận tổng quát đối với công thức Bruns ta có

$$\zeta^{\text{WGS-84}}(P) = \zeta(P) - \frac{1}{\gamma(Q)} \times (W_0 - U_0^{\text{WGS-84}}), \quad (3)$$

trong đó: γ là ký hiệu của giá trị trọng lực bình thường, P là điểm xét trên mặt đất, còn Q là điểm tương ứng trên mặt telluroid.

Vì thế:

$$\zeta_{\text{loc}}^{\text{WGS-84}}(P) = \frac{1}{\gamma(Q)} T(P) - \frac{1}{\gamma(Q)} \times (W_0^{\text{loc}} - U_0^{\text{WGS-84}}) = \zeta(P) - \frac{1}{\gamma(Q)} \times (W_0 - U_0^{\text{WGS-84}}) + \frac{1}{\gamma(Q)} (W_0 - W_0^{\text{loc}}) \quad (4)$$

trong đó: T(P) - thế nhiễu, còn W_0^{loc} - giá trị thế

trên mặt đẳng thế trọng trường thực đi qua trạm nghiệm triều Hòn Dấu (mặt quasigeoid cục bộ, xem hình 1). Mục tiêu của chúng ta là đánh giá khoảng dịch chuyển δ_F của mặt quasigeoid cục bộ so với mặt quasigeoid toàn cầu. Vì vậy, ta hãy viết lại (4) ở dạng

$$\delta_F = \frac{1}{\gamma(Q)} (W_0 - W_0^{\text{loc}}) = \left[\zeta_{\text{loc}}^{\text{WGS-84}}(P) - \zeta(P) \right] + \frac{1}{\gamma(Q)} (W_0 - U_0^{\text{WGS-84}}). \quad (5)$$

Giá trị thế trọng trường bình thường trên mặt ellipsoid chuẩn được xác định bởi các thông số của nó theo biểu thức [4, tr.71]

$$U_0 = \frac{GM}{E} \arctg \frac{E}{b} + \frac{1}{3} \omega^2 a^2, \quad (6)$$

trong đó: GM- tích của hằng số hấp dẫn với khối lượng của Trái đất; ω - tốc độ góc trung bình của Trái đất; a, b, E tương ứng là bán trục lớn, bán trục nhỏ và tâm sai tuyến tính của ellipsoid. Đối với ellipsoid WGS84 ta có [4, tr. 92]

$$U_0^{\text{WGS-84}} = 62636851.7146 \text{m}^2 / \text{s}^2.$$

Nếu lưu ý tới (2), ta sẽ rút ra

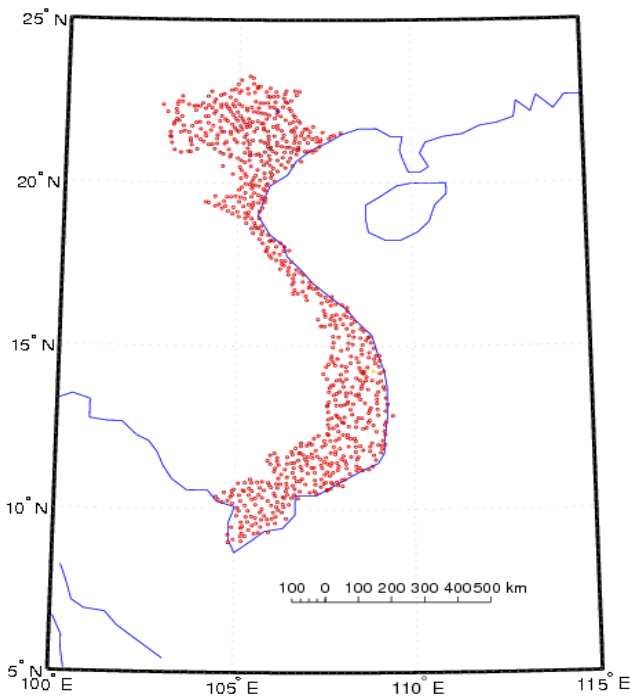
$$\frac{1}{\gamma(Q)} (W_0 - U_0^{\text{WGS-84}}) \approx \frac{4.29}{9.81} \approx (0.44 \pm 0.05) \text{m}$$

Để có thể xác định δ_F theo biểu thức (5), ta cần biết $\zeta(P)$. Song, vấn đề có thể được giải quyết đơn giản hơn, nếu ta rút đại lượng này từ (3) và (5). Thật vậy, khi đó ta có ngay (7).

$$\delta_F = \frac{1}{\gamma(Q)} (W_0 - W_0^{loc}) = \zeta_{loc}^{WGS-84}(P) - \zeta^{WGS-84}(P). \quad (7)$$

3. Tính toán thực nghiệm

Số liệu khởi tính là kết quả đo đạc của 822 điểm xét phân bố đồng đều trên lãnh thổ Việt nam (hình 2). Tại mỗi điểm nêu trên đều có đo GPS để xác định các giá trị độ vĩ B, độ kinh L và độ cao trắc địa H, cũng như có kết quả đo thủy chuẩn được xử lý năm 2008 trong Hệ thống độ cao quốc gia để tính ra giá trị độ cao chuẩn với điểm gốc độ cao lấy theo mặt biển trung bình tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu (gần Hải Phòng). Trạm nghiệm triều quốc gia Hòn Dấu nằm trên mặt quasigeoid cục bộ, vì thế các giá trị độ cao chuẩn được tính theo mặt quasigeoid cục bộ và ký hiệu là h_{loc}^{γ} .



Hình 2. Các điểm khởi tính có giá trị độ cao trắc địa đã biết thuộc hệ WGS-84 và độ cao chuẩn tính theo mặt quasigeoid cục bộ

Để đánh giá độ cao $\zeta^{WGS84}(P)$ của quasigeoid toàn cầu so với ellipsoid WGS-84, chúng tôi đã sử dụng 4 mô hình khác nhau của trọng trường Trái đất ở dạng các hệ số điều hoà: EGM96 tới bậc 360, GOCE TIM3 tới bậc 250, EIGEN6C2 tới bậc 1949 và EGM2008 tới bậc 24

2160. Đã tính các hiệu $[\zeta_{loc}^{WGS-84}(P) - \zeta^{WGS-84}(P)]$ cho tất cả 822 điểm xét trong đó phát hiện tại 4 điểm là N^o 268(II(BN-QT)14), N^o 428(II(XM-HN)8), N^o 666 (III(NT-HH)8) và N^o 673(III(PD-NR)11) các giá trị riêng lẻ có chênh khác so với giá trị trung bình tính theo toàn bộ 822 điểm lớn hơn 2 lần giá trị trung phương tương ứng. Tuy vậy, nếu dựa vào yêu cầu cho phép chênh khác tới 3 lần giá trị sai số trung phương thì vẫn có thể sử dụng cả 4 điểm đó.

Số liệu thống kê về kết quả tính các giá trị hiệu $\varepsilon = [\zeta_{loc}^{WGS84}(P) - \zeta^{WGS84}(P)]$ tại 818 điểm còn lại được cho trong bảng sau: (bảng 1).

Kết quả hồi quy đại lượng $\varepsilon = [\zeta_{loc}^{WGS84}(P) - \zeta^{WGS84}(P)]$ theo khoảng cách S (biểu diễn bằng đơn vị một trăm kilômét) đến điểm xét P tính từ trạm nghiệm triều Hòn Dấu được cho trên hình 3. Hình 3 cho thấy đại lượng hồi quy hiệu $\varepsilon = [\zeta_{loc}^{WGS84}(P) - \zeta^{WGS84}(P)]$

theo khoảng cách S là không đáng kể. Như vậy, khoảng chênh trung bình giữa độ cao quasigeoid cục bộ cũng như độ cao quasigeoid toàn cầu so với ellipsoid WGS84 có thể được đánh giá bởi đại lượng $\delta_F \approx (0.400 + 0.443 + 0.379) / 3 \approx 0.41$ m. Độ chính xác của kết quả tính toán tại mỗi điểm được quyết định bởi chất lượng của các mô hình được sử dụng để tính độ cao quasigeoid toàn cầu, vì độ chính xác của kết quả xác định độ cao quasigeoid cục bộ dựa vào đo GPS và đo thủy chuẩn là rất cao. Theo các tài liệu chuyên môn thì khi tính độ cao quasigeoid sai số trung phương do ngắt bậc triển khai đối với mô hình trọng trường chi tiết nhất hiện nay là EGM2008 được đánh giá bằng 5 cmá còn sai số trung phương do độ chính xác hạn chế của các hệ số điều hoà bằng cỡ 2-3 dm. Nhưng, đây là số liệu đánh giá chung cho toàn bộ Trái đất, còn đối với các khu vực cụ thể độ chính xác có thể chênh khác đáng kể. Tuy vậy, các kết quả tính toán mà chúng tôi đã nhận được đối với lãnh thổ Việt nam cho thấy là độ chính xác đạt được cũng bằng cỡ đó (xem bảng 1). Để so sánh, chúng tôi xin dẫn ra các kết quả khảo sát tương tự đối với mô hình EGM2008 ở các khu vực khác nhau trên Trái đất (tính

bằng mét) (bảng 2):

Sai số trung phương do ngắt triển khai ở bậc 360 xác định theo các mô hình khác nhau đối với các hệ số điều hoà bậc cao từ 361 đến 5400 (các hệ số bậc cao hơn có trị số không đáng kể) được đánh giá bằng cỡ 0,2 m.

Cuối cùng xin nhấn mạnh là tất cả các mô

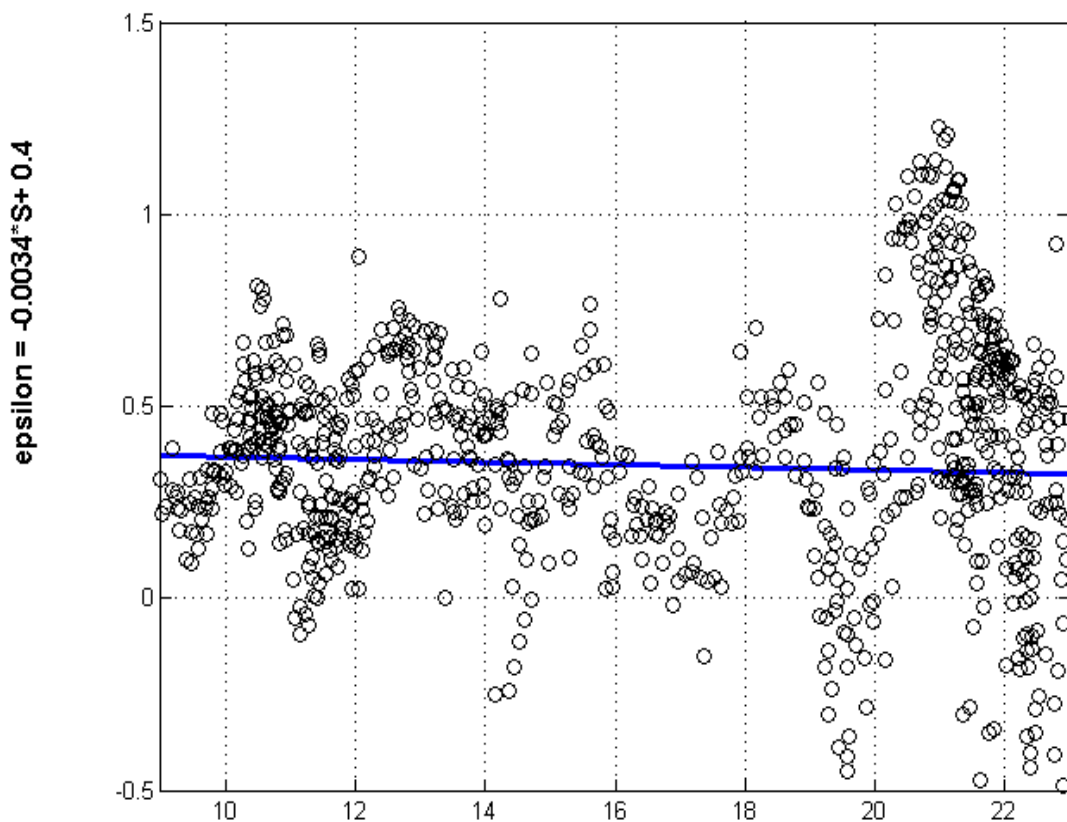
hình trọng trường Trái đất được chúng tôi sử dụng chẳng những có liên quan đến cùng một ellipsoid, mà còn liên quan đến cùng một hệ thống phi triều (the tide-free = non-tidal system). Đối với lãnh thổ Việt nam đại lượng chênh lệch giữa hệ thống phi triều và hệ thống triều trung bình hoá có giá trị từ -5 đến -10 cm.

Bảng 1

(Bậc cao nhất)	Nhỏ nhất (m)	Lớn nhất (m)	Trung bình (m)	Độ lệch trung phương so với giá trị trung bình (m)
EGM96 (360)	-1,821	2,100	0,558	0,605
GOCE_TIM3 (250)	-0,419	1,438	0,400	0,260
EIGEN6C2 (1949)	-0,421	1,008	0,443	0,211
EGM2008 (2160)	-0,555	1,231	0,379	0,292

Bảng 2

Khu vực	Mỹ	Canada	Châu Âu	Autraylia
Số điểm	6169	1930	1235	201
Giá trị	0,248	0,126	0,208	0,217



Hình 3. Hồi quy đại lượng $\varepsilon = \left[\zeta_{loc}^{WGS84}(P) - \zeta^{WGS84}(P) \right]$ theo khoảng cách S (biểu diễn bằng đơn vị một trăm kilômét) đến điểm xét P tính từ trạm nghiệm triều Hòn Dấu

4. Kết luận

Các kết quả phân tích, đánh giá nhận được ở trên cho thấy là khoảng chuyển dịch trung bình của mặt quasigeoid cục bộ đi qua trạm nghiệm triều Hòn Dấu so với mặt quasigeoid toàn cầu đạt giá trị xấp xỉ 0,4 m. Sai số xác định đại lượng này phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của giá trị độ cao quasigeoid toàn cầu được tính theo mô hình trọng trường của Trái đất. Hiện nay đối với lãnh thổ Việt nam nó có trị số cùng cỡ như ở nhiều khu vực khác nhau trên thế giới là 0,2 m.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Neyman Yu.M., Phạm Hoàng Lân, 2010. Quasi-geoid cục bộ của lãnh thổ tách biệt. Tạp chí “Tin tức Các trường đại học”. Trắc địa và đo vẽ ảnh hàng không, Trường Đại học tổng hợp quốc gia trắc địa và bản đồ Matxcova, LB Nga, số 5 -2010 (tiếng Nga)

[2]. Phạm Hoàng Lân, 2010. Kết nối độ cao chuẩn xác định từ đo cao thủy chuẩn truyền thống và từ đo cao GPS. Tạp chí Các khoa học về Trái đất, Viện Khoa học và công nghệ Việt nam, Hà Nội, số 2, (T32)/2010.

[3]. Phạm Hoàng Lân, Đặng Dương Phi, 2012. Đánh giá độ chênh khác giữa hai loại độ cao chuẩn ở Việt nam. Tuyển tập báo cáo khoa học của HNKH “Trắc địa và bản đồ vì sự nghiệp tài nguyên và môi trường”, Viện Khoa học đo đạc và bản đồ, Hà nội, 10/2012, tr. 27-32

[4]. Hofmann- Wellenhof B., Moritz H. Trắc địa vật lý (tiếng Nga dịch từ tiếng Anh). Matxcova, NXB MIIGAiK, 2007.

[5]. Bursa M., Kenyon S., Kouba J., Sima Z., Vatrt V., Vojtech v., Vojtiskova M. The geopotential value W_0 for specifying the relativistic atomic time scale and a global vertical reference system. Journal of Geodesy, v.81, n.2, February 2007.

SUMMARY

Evaluating the displacement of local quasigeoid relative to global quasigeoid at the tidegauge Hon Dau

**Pham Hoang Lan, University of Mining and Geology
Neyman Yu. M., Sugaipova L. S.**

Moscow State University of Geodesy and Cartography

Based on the generalized Bruns formula and using the GPS-levelling data for more than 800 points evenly distributed in Vietnam, s territory and some modernst EGMs there was carried out evaluating the displacement of a local quasigeoid relative to a global one at the tidegauge Hon Dau. The corresponding value is about 0,4 m and has the error of 0,2 m which is typical for various regions in the world.

YÊU CẦU ĐỘ CHÍNH XÁC ĐỘ CAO ĐỊA HÌNH...

(tiếp theo trang 21)

SUMMARY

Some requirements to terrain elevation employed to simulate terrain effect on plumline deflection in Vietnam

Pham Thi Hoa, Hanoi University for Natural Resources and Environment

The paper presents the survey results on requisite of terrain elevation data employed for simulating terrain effects in plumline deflection in Vietnam. The results show inappreciable effect of the root mean square error of terrain elevation to the accuracy of plumline deflection. Thus, employing the model of digital terrain at scale of 1/50,000 calculating plumline deflection in Vietnam can guarantee the sufficiency.