ISSN: 2615-9481

LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT VIỆT NAM
HỘI TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ - VIỄN THÁM VIỆT NAM
www.geocartagis.org, geocartagis@gmail.com

Tạp chí

TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ

Magazine

GEODESY – CARTOGRAPHY

Tập 11, số 03, năm 2025
Volume 11, Issue 03, 2025
Xuất bản hai tháng một kỳ - Published every two months

❖ **TỔNG BIÊN TẬP**
GS. TSKH. ĐẶNG HÙNG VÕ
❖ **PHÓ TỔNG BIÊN TẬP**
TS. VŨ VĂN CHẤT
❖ **TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP**
TS. ĐẶNG THANH TÙNG
❖ **ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP**:
GS. TSKH. HOÀNG NGỌC HÀ
PGS. TS. NGUYỄN CHU HỒI
PGS. TS. TRẦN ĐÌNH KIÊN
PGS. TS. NGUYỄN TRƯỜNG XUÂN
GS. TS. VÕ CHÍ MỸ
PGS. TS. PHẠM VĂN CỰ
TS. LÊ MINH
TS. NGUYỄN ĐÌNH THÀNH
TS. TRẦN MAI HIẾN
PGS. TS. TRẦN XUÂN TRƯỜNG
TS. TRẦN TUẤN NGỌC
TS. VŨ XUÂN CƯỜNG
PGS. TS. NGUYỄN HIẾU TRUNG
PGS. TS. LÊ TRUNG CHƠN
PGS. TS. ĐÀO ĐÌNH CHÂM
PGS. TS.TRỊNH LÊ HÙNG
PGS. TS. NGUYỄN THANH CHƯƠNG
PGS. TS. TRẦN QUỐC VINH
PGS. TS. PHÍ TRƯỜNG THÀNH
PGS. TS. NGUYỄN VĂN SÁNG
PGS. TS. BÙI THỊ KIÊN TRINH
PGS. TS. NGUYỄN HÀ NAM
PGS. TS. NGUYỄN QUANG TUẤN
TS. KHƯƠNG VĂN LONG
TS. TRẦN HOÀNG VŨ
TS. PHẠM XUÂN HOÀN
TS. BÙI QUANG HƯNG
TS. ĐÀO HOÀNG TÙNG
TS. TRƯƠNG QUANG HIỂN
❖ **BAN THƯ KÝ**
TS. HOÀNG ANH THẾ
Ths. NGUYỄN VIẾT THUẬN
❖ **BAN TRỊ SỰ**
Ths. NGUYỄN THỊ BÍCH NGỌC
Ths. TRỊNH ANH CƠ
❖ TÒA SOẠN: **Số 2, Đặng Thùy Trâm, Cổ nhuế 1, Bắc Từ Liêm Hà Nội**
❖ VĂN PHÒNG: **Số 45, Nguyễn Trãi, Khương Trung, Thanh Xuân, Hà Nội**
❖ GIẤY PHÉP XUẤT BẢN: **437/GP-BTTTT ngày 12/9/2017**
❖ MÃ SỐ ISSN: **2615-9481**
❖ Website: www.geocartagis.org
❖ Email: geocartagis@gmail.com
❖ Điện thoại: 0913345919
❖ CHẾ BẢN VÀ IN TẠI: **CÔNG TY TNHH THƯƠNG MẠI VÀ DỊCH VỤ IN PHƯƠNG NAM**

TẠP CHÍ TRẮC ĐỊA – BẢN ĐỒ

Tập 11, Số 03, Năm 2025

MỤC LỤC

PHẦN THỨ 1: TRAO ĐỔI, THẢO LUẬN

1. Ứng dụng GPS-RTK trong điều khiển hàng ngàn thiết bị bay trình diễn 03
Đặng Thị Minh Hiền, Vũ Văn Chất

2. Bản đồ chiến sự Nga – Ucraina - Kỳ 3: Cuộc chiến trên mặt đất 10
Vũ Minh Châu

3. Dữ liệu địa không gian trong công tác xây dựng bản sao kỹ thuật số (Digital Twin) cho thành phố Milan, Italy 12
Hoàng Anh Thế

4. Về tổ chức bộ máy chính phủ dưới góc nhìn của dữ liệu địa không gian 16
Vũ Văn Chất

PHẦN THỨ HAI: NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG

5. Ứng dụng Google Earth Engine giám sát biến động không gian xanh tại thành phố Thủ Đức bằng ảnh Sentinel 2 giai đoạn 2019-2024 25
Phạm Công Hà, Nguyễn Trọng Nhân

6. Sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid ở Việt Nam theo mô hình trường trọng lực toàn cầu SGG-UGM-2 40
Nguyễn Văn Sáng

7. Ứng dụng ArcGIS Pro xây dựng công cụ tự động theo dõi thay đổi mặt nước. Thực nghiệm tại sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi giai đoạn 1995-2024 52
Lê Thiên Bảo, Trần Văn Bắc, Nguyễn Trọng Nhân

8. Tích hợp GIS và thư viện Python mã nguồn mở phục vụ tính toán bồi thường và trực quan hóa thông tin giải phóng mặt bằng: Nghiên cứu trường hợp tại tuyến đường nông thôn ấp Gò Xoài, xã Tân Trung, thành phố Gò Công, tỉnh Tiền Giang 65
Nguyễn Trọng Nhân, Lê Thiên Bảo, Hồ Trung Dũng, Nguyễn Duy Thanh

9. Đánh giá sai số trường trọng lực khi thay thế hàm dị thường trọng lực bằng các giá trị rời rạc 79
Đỗ Minh Tuấn

10. Ứng dụng công nghệ Google Earth Engine và GIS xác định biến động đường bờ biển thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa 86
Lê Thị Giang, Trần Quốc Vinh, Lại Thị Hồng Thắm

THỂ LỆ VIẾT BÀI VÀ QUY ĐỊNH NỘP BÀI 94

Magazine of Geodesy – Cartography
Vol 11, Nº 03 (06/2025), ISSN: 2615-9481

Tạp chí Trắc địa - Bản đồ
Tập 11, Số 03 (06/2025), ISSN: 2615-9481

Sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid ở Việt Nam theo mô hình trường trọng lực toàn cầu SGG-UGM-2

Nguyễn Văn Sáng*

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam
Email tác giả liên hệ: nguyenvansang@humg.edu.vn

DOI: 10.5281/zenodo.15795255

Tóm tắt:

Mục đích của nghiên cứu này là xác định sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid ở Việt Nam. Các công thức tính toán dị thường độ cao, độ cao geoid và sự khác nhau giữa chúng đã được tìm hiểu. Thực nghiệm được tiến hành trên khu vực Việt Nam có giới hạn độ vĩ B: 8ºN - 24ºN; độ kinh L: 102ºE - 114ºE với số liệu từ mô hình trường trọng lực toàn cầu SGG-UGM-2 và mô hình địa hình ETOPO1. Kết quả thực nghiệm cho thấy: Trên khu vực nghiên cứu, độ cao geoid tăng dần theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, có giá trị âm ở phía Tây Bắc, giá trị dương ở phía Đông Nam, và có giá trị nhỏ hơn dị thường độ cao. Sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid biến thiên từ 0 đến 0,445 m, có giá trị cỡ decimet ở các khu vực miền núi, có giá trị nhỏ cỡ centimet và nhỏ hơn ở các khu vực đồng bằng, và có giá trị bằng không trên Biển Đông. Nghiên cứu này cung cấp những hiểu biết về sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid trên lãnh thổ và lãnh hải Việt Nam.

Từ khóa: Dị thường độ cao, Độ cao geoid, Sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid.
Ngày nhận bài: 14/05/2025 Ngày sửa lại: 11/06/2025 Ngày chấp nhận đăng: 15/06/2025 Ngày xuất bản: 30/06/2025

The difference between height anomaly and geoid height in Vietnam according to the global gravity field model SGG-UGM-2

Nguyen Van Sang*

[1]*Hanoi University of Mining and Geology, Ha Noi, Viet Nam*
Corresponding Author Email: nguyenvansang@humg.edu.vn

Abstract:

The purpose of this study is to determine the difference between height anomaly and geoid height in Vietnam. The formulas for calculating height anomalies, geoid heights and the differences between them have been studied. The experiment was performed in the Vietnam area with latitude limit: 8ºN - 24ºN; longitude: 102ºE - 114ºE with data from the global Earth Gravity Model SGG-UGM-2 and the Terrain Model ETOPO1. The experimental results show that: In the study area, the geoid height increases gradually in the Northwest - Southeast direction, has a negative value in the Northwest, has a positive value in the Southeast, and has a value smaller than the height anomaly. The difference between the height anomaly and the geoid height varies from 0 to 0.445 m, with decimeter-scale values in mountainous areas, centimeter-scale values and smaller in plain areas, and zero over the East Sea. This study provides an understanding of the differences between geoid and quasigeoid in the territory and territorial waters of Vietnam.

Keywords: Height anomaly, Geoid height, Difference between geoid and quasigeoid.
Submission received: 14/05/2025 Revised: 11/06/2025 Accepted: 15/06/2025 Published: 30/06/2025

1. Giới thiệu

Hiện nay, trên thế giới, hai loại độ cao được sử dụng phổ biến là độ cao chính và độ cao chuẩn. Độ cao chính có mặt khởi tính là geoid. Độ cao chuẩn có mặt khởi tính là quasigeoid. Khoảng cách từ geoid đến mặt ellipsoid là độ cao geoid. Khoảng cách từ mặt

quasigeoid đến ellipsoid bằng với dị thường độ cao. Như vậy, sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid tương ứng với sự khác nhau giữa độ cao chuẩn và độ cao chính, và cũng tương ứng với sự khác nhau giữa quasigeoid và geoid.

Trên thế giới, ở nhiều nước Châu Âu, độ cao chuẩn được được ưu tiên sử dụng hơn độ cao chính. Cơ sở lý luận cho sự lựa chọn này được cho là trong hệ thống độ cao chính, không thể biết được độ cao geoid hay độ cao chính với độ chính xác đến từng centimet vì người ta sẽ cần biết mật độ khối lượng địa hình đến mức không bao giờ có thể đạt được [1]. Trong khi đó, các nước phương Tây thì thường dùng độ cao chính.

Có nhiều công trình nghiên cứu sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid: Trong tài liệu [2], các tác giả chỉ ra rằng khoảng cách giữa geoid và quasigeoid thường ở mức vài decimet nhưng có thể đạt tới gần 3m trong những trường hợp đặc biệt. Xác định sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid với độ chính xác đến cm hoặc cao hơn là cần thiết để hiện thực các hệ quy chiếu độ cao quốc gia và quốc tế cũng như để xác định độ cao chính xác trong kỹ thuật trắc địa. Đóng góp lớn nhất vào sự phân tách geoid-quasigeoid là do sự phân bố của các khối địa hình. Độ lớn của sự phân tách geoid-quasigeoid và độ chính xác, độ dốc, độ nhám và mối tương quan với chiều cao được các tác giả phân tích. Độ chính xác của sự đóng góp của địa hình vào sự phân tách geoid-quasigeoid trong nghiên cứu này được ước tính là 2–3 cm đối với các khu vực có địa hình phức tạp. Trọng lực và gradient trọng lực thẳng đứng bên trong các khối địa hình và trọng lực trung bình dọc theo đường sức là các đại lượng trung gian quan trọng để xác định sự phân tách geoid-quasigeoid;

Trong tài liệu [3], các tác giả chỉ ra rằng: geoid (chứ không phải quasigeoid) là bề mặt đẳng thế trọng trường của Trái đất, vừa có thể đóng vai trò là số liệu gốc trắc địa vừa là bề mặt tham chiếu trong địa vật lý. Nó cũng là bề mặt bằng “0” tự nhiên, vì nó phù hợp với mực nước biển trung bình. Độ cao chuẩn và quasigeoid có thể được xác định mà không cần bất kỳ thông tin nào về phân bố mật độ vật chất của Trái đất, điều này không xảy ra đối với độ cao chính và geoid. Sự khác biệt giữa độ cao geoid và quasigeoid, có thể đạt đến 5 m.

Vì cần biết mật độ khối lượng địa hình nên trong những nỗ lực xác định độ cao chính, với các cách tính khác nhau, người ta còn đưa ra những khái niệm độ cao chính

như: độ cao chính nghiêm ngặt (chặt chẽ); độ cao chính Helmert (Helmert 1890); độ cao chính Mader (Mader 1954); độ cao chính Neithammer (Neithammer 1932); và độ cao chuẩn-chính [4]. Nghiên cứu này cũng khuyến nghị ở Úc thì việc hiện thực hóa hệ thống độ cao chuẩn sẽ là lựa chọn tốt nhất. Trong [1] cũng chỉ ra rằng: sự khác biệt giữa độ cao chuẩn và độ cao chính của Helmert tại các điểm mốc thủy chuẩn nằm trong khoảng từ −9,5 cm đến 0 cm, sự khác biệt giữa độ cao chính của Helmert và độ cao chính nghiêm ngặt khác nhau trong khoảng −3,6 đến 1,1 cm.

Trong nghiên cứu [5], các tác giả nghiên cứu ở khu vực Himalaya và Tây Tạng, thấy rằng sự phân tách giữa geoid và quasi-geoid tối đa đạt tới −4,06 m. Sự phân tách geoid và quasi-geoid phụ thuộc vào độ phân giải của các mô hình trọng lực và địa hình đã sử dụng. Kết quả cũng chỉ ra rằng sự thay đổi mật độ địa hình trong trầm tích và đá gốc cũng làm thay đổi sự phân tách geoid và quasi-geoid ở mức 5%. Tuy nhiên, khía cạnh này vẫn còn mở để phân tích sâu hơn, bởi vì các mô hình mật độ vỏ lục địa hiện có độ phân giải và độ chính xác thấp. Nghiên cứu chứng minh rằng hiệu chỉnh địa hình hình cầu trung bình phải được áp dụng thay vì hiệu chỉnh mặt phẳng trong các phương pháp của Mader, Niethammer hoặc Wirth để chuyển đổi chính xác giữa độ cao chuẩn và độ cao chính.

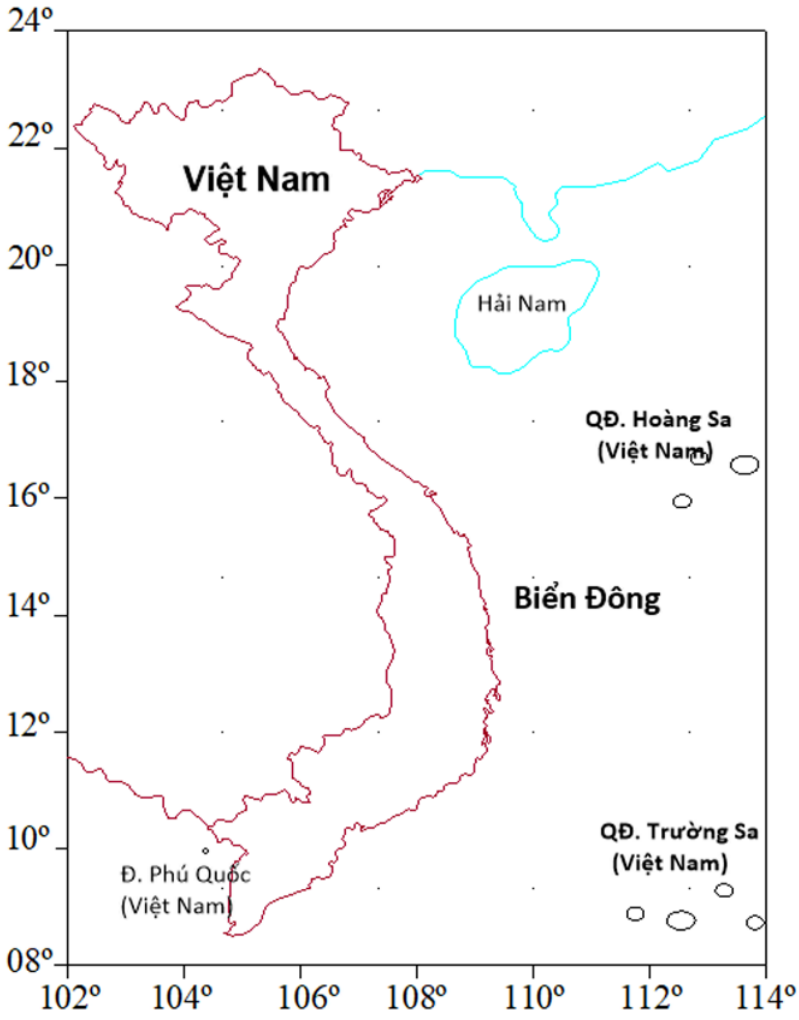
Ở Việt Nam, chưa có nhiều nghiên cứu đầy đủ, chi tiết về sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid. Theo [6], tại khu vực miền Bắc Việt Nam, chênh lệch giữa geoid và quasigeoid có thể lên đến ±15 cm. Nghiên cứu [7] cũng cho thấy ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, sai khác này là dưới 10 cm. Trong tài liệu [8], tác giả đã trình bày các nghiên cứu lý thuyết về sự khác nhau giữa độ cao geoid và quasigeoid. Nghiên cứu cũng khẳng định việc tính toán chính xác giá trị này là khó khăn. Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa thực nghiệm tính toán sự khác nhau giữa độ cao geoid và quasigeoid ở Việt Nam. Trong bối cảnh đó, bài báo này tập trung nghiên cứu sự khác nhau giữa độ cao geoid và dị thường độ cao, cũng chính là sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid ở Việt Nam.

2. Khu vực và số liệu nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là lãnh thổ và lãnh hải Việt Nam, giới hạn độ vĩ B: 8ºN - 24ºN; độ kinh: 102ºE - 114ºE (xem Hình 1). Đây là khu vực có địa hình đa dạng và phức tạp, với sự kết hợp giữa núi cao, trung du, đồng bằng và vùng ven biển. Địa hình chủ yếu là

đồi núi, chiếm khoảng 3/4 diện tích cả nước, trong đó phần lớn là núi thấp. Khu vực miền núi phía Bắc có các dãy núi cao và hiểm trở như Hoàng Liên Sơn với đỉnh Fansipan cao 3.143 m [10]. Miền Trung có địa hình hẹp ngang, bị chia cắt mạnh bởi các dãy núi chạy gần ra biển, tạo nên nhiều eo biển, đèo cao như đèo Hải Vân. Đồng bằng tập trung chủ yếu ở hai vùng châu thổ lớn là đồng bằng Sông Hồng và đồng bằng Sông Cửu Long, với địa hình tương đối bằng phẳng [11]. Đồng bằng ven biển dài hơn 3.200 km. Sự đa dạng về địa hình sẽ ảnh hưởng đến sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid trên khu vực nghiên cứu.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu và số liệu nghiên cứu

2.2. Số liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, số liệu của mô hình trường trọng lực toàn cầu SGG-UGM-2 được sử dụng. SGG-UGM-2 được xây dựng và công bố vào năm 2020 bằng cách kết hợp nhiều loại dữ liệu vệ tinh và mặt đất như: dữ liệu từ mô hình EGM2008, dữ liệu trọng

lực trên đất liền và trên biển, dữ liệu trọng lực từ vệ tinh GRACE, dữ liệu gradient trọng lực vệ tinh GOCE và dữ liệu đo cao vệ tinh. Mô hình này được xây dựng lên đến độ và bậc 2190. So với dữ liệu GNSS-Levelling ở Trung Quốc và Hoa Kỳ, độ chính xác của SGG-UGM-2 tốt hơn các mô hình trước đó [12].

Số liệu địa hình được lấy từ ETOPO1. Đây là mô hình địa hình toàn cầu độ phân giải 1' x 1' của bề mặt Trái đất tích hợp địa hình đất liền và độ sâu đại dương. Nó được xây dựng từ nhiều tập dữ liệu toàn cầu và khu vực. Các nhà khoa học sử dụng các bản đồ có độ phân giải cao như ETOPO1 để cải thiện độ chính xác trong dự báo, mô hình hóa và cảnh báo sóng thần, đồng thời để tăng cường mô hình hóa lưu thông đại dương và hình ảnh hóa Trái đất [13].

3. Phương pháp nghiên cứu

Theo tài liệu [9], [14], ta có mối quan hệ giữa độ cao geoid N và dị thường độ cao ζ như sau:

$$N = N_0 + \zeta + \frac{\Delta g_B}{\bar{\gamma}} h \tag{1}$$

với: Δg_B là dị thường trọng lực Bouguer; $\bar{\gamma}$ là trọng lực chuẩn trung bình; với $N_0 = \frac{GM - GM_0}{r.\gamma} - \frac{W_0 - U_0}{\gamma}$ gọi là đại lượng mức "0". Đại lượng này chỉ tồn tại khi Ellipsoid tham chiếu và Ellipsoid chuẩn khác nhau. Trong trường hợp Ellipsoid tham chiếu trùng với Ellipsoid chuẩn thì N0 = 0.

Thế nhiễu T được tính công thức sau [9], [14]:

$$T = W - U = \frac{GM - GM_0}{r} + \frac{GM}{r}\left[\sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{a}{r}\right)^n \sum_{m=0}^{n}(\bar{C}_{nm}\cos(m\lambda) + \bar{S}_{nm}\sin(m\lambda))\bar{P}_{n,m}(\sin\bar{\varphi})\right] \tag{2}$$

Dị thường độ cao được xác định theo thế nhiễu T bằng công thức tổng quát của Bruns như sau:

$$\zeta = \frac{T - (W_0 - U_0)}{\gamma} \tag{3}$$

trong đó, W0 là thế trọng trường thực của mặt geoid toàn cầu; U0 là thế trọng trường chuẩn của mặt ellipsoid; γ là trọng lực chuẩn tại điểm xét.

Thay công thức (2) vào công thức (3) ta có [15]:

$$\zeta = \frac{GM}{r.\gamma}\left[\sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{a}{r}\right)^{n}\sum_{m=0}^{n}(\bar{C}_{nm}\,cos(m\lambda) + \bar{S}_{nm}\,sin(m\lambda))\bar{P}_{n,m}(sin\,\bar{\varphi})\right] \quad (4)$$

Kết hợp công thức (4) và (1) ta có công thức tổng quát xác định độ cao geoid từ các hệ số hàm điều hòa cầu như sau:

$$N = N_0 + \frac{GM}{r.\gamma}\left[\sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{a}{r}\right)^{n}\sum_{m=0}^{n}(\bar{C}_{nm}\,cos(m\lambda) + \bar{S}_{nm}\,sin(m\lambda))\bar{P}_{n,m}(sin\,\bar{\varphi})\right] + \frac{\Delta g_B}{\bar{\gamma}}h \quad (5)$$

Theo [9], [14] ta có công thức tổng quát xác định dị thường trọng lực không khí tự do (Free-air) từ các hệ số hàm điều hòa cầu của mô hình thế trọng trường toàn cầu có dạng:

$$\Delta g = \Delta g_0 + \frac{GM}{r^2}\left[\sum_{n=2}^{\infty}\left(\frac{a}{r}\right)^{n}(n - 1)\sum_{m=0}^{n}(\bar{C}_{nm}\,cos(m\lambda) + \bar{S}_{nm}\,sin(m\lambda))\bar{P}_{n,m}(sin\,\bar{\varphi})\right] \quad (6)$$

Trong đó:

$$\Delta g_0 = -\frac{GM - GM_0}{r^2} + \frac{2(W_0 - U_0)}{r} \quad (7)$$

Trong các công thức trên, GM là hằng số trọng trường địa tâm của Trái Đất; GM0 là hằng số trọng trường địa tâm của ellipsoid tham chiếu quốc tế; r là bán kính địa tâm của điểm xét; γ là trọng lực chuẩn tại điểm xét; a là bán kính bán trục lớn của ellipsoid; $\bar{\varphi}, \lambda$ lần lượt là vĩ độ và kinh độ địa tâm của điểm xét; $\bar{C}_{nm}$ và $\bar{S}_{nm}$ lần lượt là các hệ số điều hòa cầu của mô hình thế trọng trường toàn cầu đã được chuẩn hóa đầy đủ;

$\bar{P}_{n,m}(sin\,\varphi)$ là hàm Legendre kết hợp đã chuẩn hóa; Δg0 là đại lượng mức "0" của dị thường trọng lực .

Dị thường trọng lực Bouger trong công thức (1) được tính theo công thức [14]:

$$\Delta g_B = \Delta g - 0.1119h \quad (8)$$

4. Kết quả tính toán và thảo luận

4.1. Kết quả tính sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid

Theo lý thuyết đã trình bày ở trên, cùng với sự hỗ trợ của phần mềm được cung cấp bởi ICGEM [16], chúng tôi đã tính toán độ cao geoid, dị thường độ cao và sự khác nhau giữa chúng trên khu vực nghiên cứu ở dạng lưới ô vuông với kích thước mắt lưới 1'x1'. Do số lượng các điểm tính rất nhiều nên chúng tôi chỉ trích trình bày một số điểm minh họa trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính độ cao geoid, dị thường độ cao và sự khác nhau giữa chúng trên khu vực nghiên cứu

STT	*L (°)*	*B (°)*	*h (m)*	*ζ (m)*	*N (m)*	*N – ζ (m)*
1	102.0000	24.0000	1888	-33.795	-34.147	-0.353
2	102.0167	24.0000	1965	-33.776	-34.117	-0.340
3	102.0333	24.0000	2111	-33.777	-34.095	-0.319
4	102.0500	24.0000	2103	-33.781	-34.086	-0.305
5	102.0667	24.0000	1709	-33.784	-34.089	-0.305
6	102.0833	24.0000	1476	-33.809	-34.103	-0.294
7	102.1000	24.0000	1308	-33.843	-34.123	-0.280
8	102.1167	24.0000	1282	-33.873	-34.144	-0.271
9	102.1333	24.0000	1213	-33.895	-34.160	-0.265
…	…	…	…	…	…	…
991	102.4667	23.9667	2221	-32.661	-33.092	-0.431
992	102.4833	23.9667	2172	-32.641	-33.079	-0.438
993	102.5000	23.9667	2012	-32.627	-33.071	-0.444
994	102.5167	23.9667	2000	-32.629	-33.067	-0.438
995	102.5333	23.9667	1989	-32.634	-33.062	-0.428
996	102.5500	23.9667	1967	-32.641	-33.057	-0.416
997	102.5667	23.9667	1890	-32.646	-33.049	-0.403

STT	*L (°)*	*B (°)*	*h (m)*	*ζ (m)*	*N (m)*	*N – ζ (m)*
998	102.5833	23.9667	1871	-32.651	-33.041	-0.390
999	102.6000	23.9667	1917	-32.655	-33.035	-0.380
…	….	…	…	…	…	…
189431	108.6167	17.4500	0	-13.006	-13.006	0.000
189432	108.6333	17.4500	0	-12.926	-12.926	0.000
189433	108.6500	17.4500	0	-12.846	-12.846	0.000
189434	108.6667	17.4500	0	-12.765	-12.766	0.000
189435	108.6833	17.4500	0	-12.685	-12.685	0.000
189436	108.7000	17.4500	0	-12.606	-12.606	0.000
189437	108.7167	17.4500	0	-12.527	-12.527	0.000
189438	108.7333	17.4500	0	-12.450	-12.450	0.000
189439	108.7500	17.4500	0	-12.374	-12.374	0.000
…	…	…	…	…	…	…
189511	109.9500	17.4500	0	-7.341	-7.341	0.000
189512	109.9667	17.4500	0	-7.290	-7.290	0.000
189513	109.9833	17.4500	0	-7.241	-7.240	0.000
189514	110.0000	17.4500	0	-7.193	-7.193	0.000
189515	102.0000	17.4333	299	-31.316	-31.332	-0.016
189516	102.0167	17.4333	315	-31.274	-31.291	-0.017
189517	102.0333	17.4333	327	-31.232	-31.249	-0.017
189518	102.0500	17.4333	426	-31.193	-31.209	-0.017
189519	102.0667	17.4333	411	-31.159	-31.175	-0.016
…	…	…	…	…	…	…
Max				36.859	36.859	0.000
Min				-37.312	-37.409	-0.445

Từ Bảng 1 ta thấy:

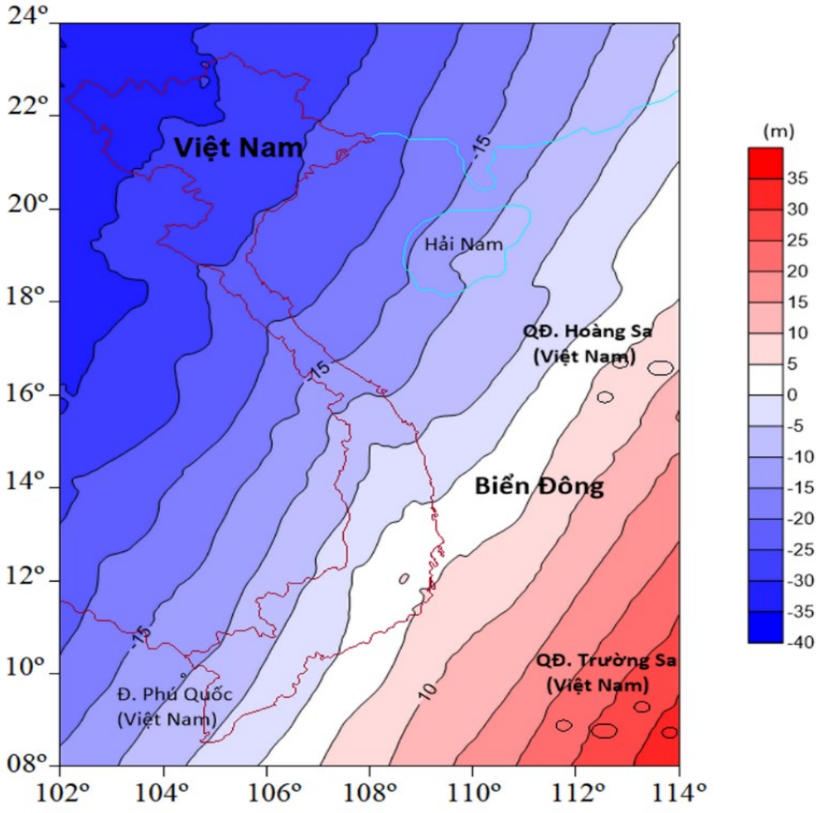
- Trên khu vực nghiên cứu, độ cao geoid biến thiên từ -37,312 m đến 36,859 m; Dị thường độ cao biến thiên từ -37,409 m đến 36,859 m; Hiệu giữa độ cao geoid và dị thường độ cao biến thiên từ 0,000 m đến -0,445 m; Độ cao geoid có giá trị nhỏ hơn dị thường độ cao.

- Những khu vực có độ cao bằng không thì độ cao geoid bằng dị thường độ cao; Độ cao khoảng vài trăm mét thì sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid cỡ vài centimet. Những nơi có độ cao địa hình vài nghìn mét thì chênh lệch giữa geoid và quasigeoid đạt đến vài decimet. Như vậy, sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid phụ thuộc vào địa hình.

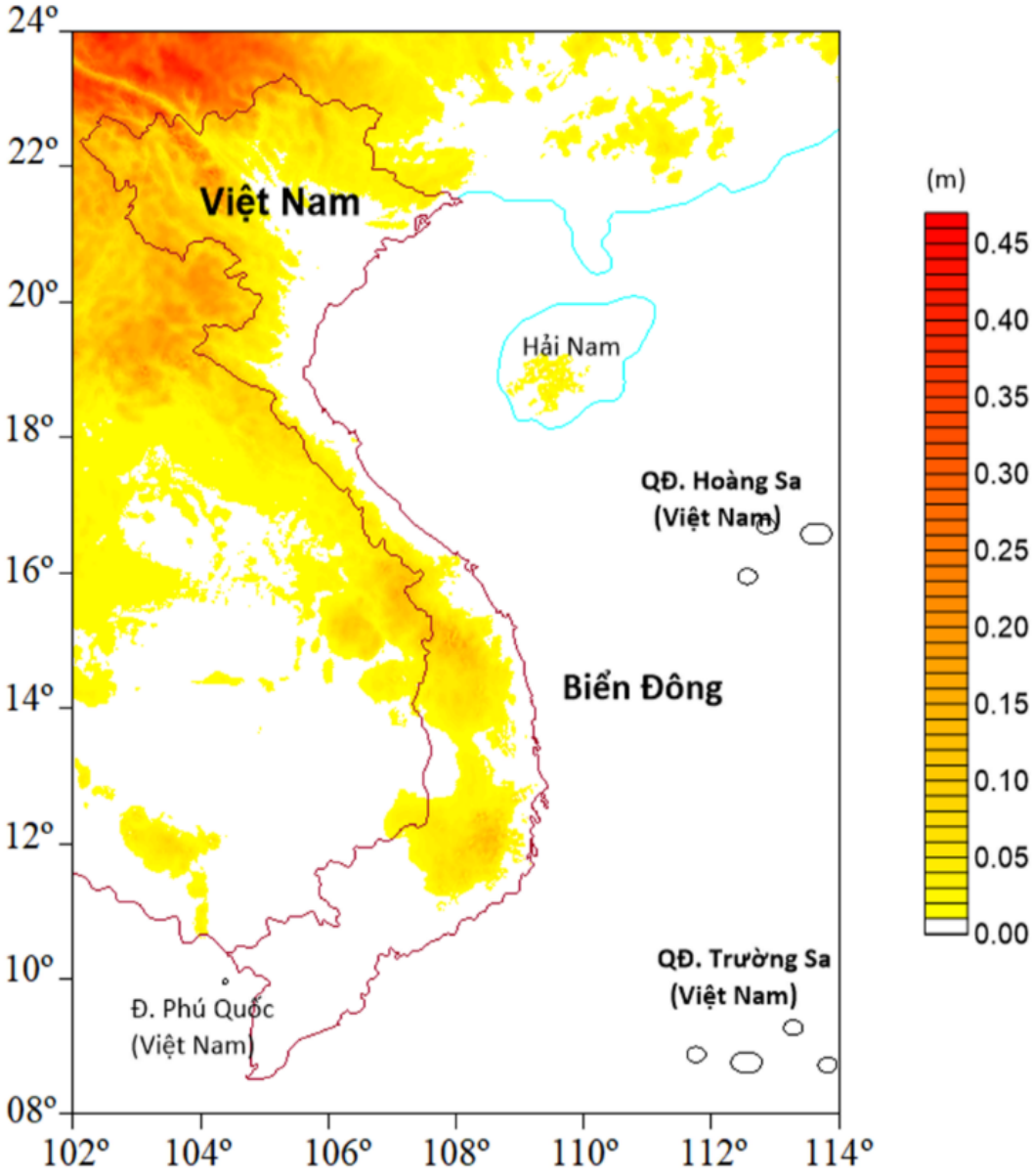
4.2. Biểu diễn độ cao geoid, sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid ở dạng đường bình độ và màu sắc

Để có cái nhìn trực quan về sự thay đổi của độ cao geoid và sự khác nhau giữa geoid và quasigeoid theo vị trí, chúng tôi biểu diễn độ cao geoid ở dạng đường bình độ và màu sắc trên Hình 2, sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid được biểu diễn trên Hình 3.

Hình 2 cho thấy rằng: Trên khu vực nghiên cứu, độ cao geoid tăng dần theo hướng Tây Bắc - Đông Nam; Giá trị nhỏ nhất (có giá trị âm) ở góc Tây Bắc; giá trị lớn nhất (có giá trị dương) ở góc Đông Nam.



Hình 2. Độ cao geoid trên khu vực nghiên cứu



Hình 3. Sự khác nhau giữa độ cao geoid và dị thường độ cao trên khu vực nghiên cứu

Hình 3 cho thấy rằng: Trên khu vực nghiên cứu, sự khác nhau giữa độ cao geoid và dị thường độ cao có giá trị lớn (cỡ decimet) ở góc Tây Bắc, khu vực miền núi phía Bắc, dọc dãy Trường Sơn và Tây Nguyên; khu vực đồng bằng Sông Hồng, đồng bằng Sông Cửu Long, khu vực đồng bằng ven biển đề có giá trị nhỏ (cỡ centimet và nhỏ hơn); trên Biển Đông sự khác nhau này là bằng không. Như vậy, geoid và quasigeoid trùng nhau ở biển, chênh lệch nhau nhỏ ở đồng bằng và chênh lệch nhau lớn đến vài decimet ở vùng núi.

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày kết quả tính toán dị thường độ cao, độ cao geoid và sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid trên lãnh thổ và lãnh hải Việt Nam từ số liệu mô hình trường trọng lực toàn cầu SGG-UGM-2 và mô hình địa hình ETOPO1.

Trên khu vực nghiên cứu, độ cao geoid tăng dần theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, có giá trị âm ở phía Tây Bắc, có giá trị dương ở phía Đông Nam. Độ cao geoid có giá trị nhỏ hơn dị thường độ cao.

Sự khác nhau giữa dị thường độ cao và độ cao geoid biến thiên từ 0 đến 0,445 m, có giá trị cỡ decimet ở các khu vực miền núi phía Bắc, dọc dãy Trường Sơn và Tây Nguyên, có giá trị nhỏ cỡ centimet và nhỏ hơn ở các khu vực đồng bằng Sông Hồng, đồng bằng Sông Cửu Long, các khu vực đồng bằng ven biển, và có giá trị bằng không trên Biển Đông.

Cam kết của các tác giả

Các tác giả có tên trong bài báo cam kết đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

Tài liệu tham khảo

[1] Ismael Foroughi, Petr Vanıcek, Michael Sheng, Robert William Kingdon and Marcelo C. Santos, "In defence of the classical height system", *Geophys J Int 211(2): 1154-61,* 2017.

[2] Flury J., and Rummel R., "On the geoid-quasigeoid separation in mountain areas", *Journal of Geodesy, 83:829-847,* 2009.

[3] Lars E. Sjöberg, "On the geoid and orthometric height vs.quasigeoid and normal height", *Journal Journal of Geodetic Science*, 2018.

[4] Jack McCubbine, Nicholas Brown, Will Featherstone, Mick Filmer, Nicholas Gowans, "Next Generation Height Reference Frame", *Geoscience Australia, Curtin University, NSW Government, Frontiersi.com.au*, 2020.

[5] Ismael Foroughi and Robert Tenzer, "Comparison of different methods for estimating the geoid-to-quasigeoid separation", *Geophys J Int 2010: 1001-1020*, 2017.

[6] Đỗ Văn Thành, Lê Quốc Hưng, "Xác định mô hình độ cao quasigeoid cho khu vực miền Bắc Việt Nam", *Tạp chí Địa lý và Tài nguyên*, 2014.

[7] Nguyễn Hữu Tuyên, "Nghiên cứu xác định mô hình geoid chính xác cao phục vụ chuyển độ cao GPS cho vùng đồng bằng sông Cửu Long", *Luận án tiến sĩ*, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM, 2018.

[8] Hà Minh Hòa, "Bàn về chuyển độ cao geoid thành độ cao quasigeoid", *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ,43,1-6*, 2020.

[9] Weikko Aleksanteri Heiskanen và Helmut Moritz, "Physical geodesy", *W. H. Freeman and Company*, San Francisco, pp. 364, 1967.

[10] Nguyễn Trọng Phúc, "Địa lý tự nhiên Việt Nam", *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội,* 2020.

[11] Trần Đức Thạnh, "Địa lý Việt Nam – Tự nhiên và tài nguyên", *NXB Giáo dục Việt Nam,* 2018.

[12] Wei Liang, Jiancheng Li, Xinyu Xu, Shengjun Zhang, Yongqi Zhao, "A High-Resolution Earth's Gravity Field Model SGG-UGM-2 from GOCE, GRACE, Satellite Altimetry, and EGM2008", *Engineering, Volume 6, Issue 8, P. 860-878,ISSN 2095-8099*, 2020. https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.05.008.

[13] E. Sinem Ince, Franz Barthelmes, Sven Reißland, Kirsten Elger, Christoph Förste, Frank Flechtner and Harald Schuh, "ICGEM - 15 years of successful collection and distribution of global gravitational models, associated services, and future plans", *Earth Syst. Sci. Data*, *11, 647-674*, 2019. https://doi.org/10.5194/essd-11-647-2019.

[14] NIMA, "Department of Defense World Geodetic System 1984", *National Imagery and Mapping Agency*, America, 2000.

[15] Phạm Văn Tuyên, "Nghiên cứu giải pháp nâng cao độ chính xác xác định dị thường trọng lực bằng số liệu đo cao vệ tinh trên vùng biển Vịnh Bắc Bộ - Việt Nam", *Luận án tiến sĩ kỹ thuật*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 2023.

[16] ICGEM, https://icgem.gfz-potsdam.de/home

Article © 2024 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0