

# KHẢO SÁT ĐỘ CAO GEOID THEO MÔ HÌNH OSU91A, EGM96 VÀ EGM2008 TRÊN PHẠM VI LÃNH THỔ VIỆT NAM

ThS. NGUYỄN DUY ĐÔ

Trường CĐ Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

## 1. Đặt vấn đề

Bề mặt tự nhiên của Trái đất rất phức tạp. Để nghiên cứu xác định bề mặt này người ta đã đưa ra bề mặt toán học tương đối đơn giản nhưng gần với nó là mặt Elipxoid làm bề mặt tham khảo. Trên cơ sở mặt tham khảo người ta xác định tiếp một bề mặt tồn tại khách quan đặc trưng cho hình dạng trái đất trên phạm vi toàn cầu gọi là mặt Geoid. Như đã biết Geoid được định nghĩa là mặt đẳng thế trọng trường rất gần với bề mặt yên tĩnh khép kín của các đại dương, trên đó tại mỗi điểm đường dây dọi luôn vuông góc với mặt này. Mặt Geoid được xem là mặt phụ trợ từ đó xác định được bề mặt thực của trái đất.

Việc nghiên cứu, xác định Geoid trên phạm vi toàn cầu đã được thực hiện ở các nước phát triển trên thế giới và đã có những kết quả nhất định. Tiêu biểu là mô hình trọng trường OSU91A, EGM96 và gần đây nhất là mô hình EGM2008. Mỗi mô hình này đã xây dựng được Geoid tương ứng, đặc trưng cho hình dạng, kích thước và thế trọng trường của trái đất. Các mô hình Geoid này được dùng để giải quyết các bài toán trong ngành Trắc địa – Bản đồ và ngành khoa học khác. Chẳng hạn như ứng dụng trong bài toán xác định độ cao thủy chuẩn từ kết quả đo cao theo công nghệ GPS, xây dựng geoid cục bộ độ chính xác cao trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam.v.v.

Để góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng, chúng tôi đã tiến hành khảo sát số liệu độ cao geoid theo mô hình OSU91A, EGM96 và EGM2008 trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam". Sau đây là những kết quả đạt được

## 2. Kết quả so sánh số liệu độ cao geoid theo mô hình EGM96 và mô hình OSU 91A

Từ dữ liệu của hai mô hình EGM 96 và mô hình OSU91A chúng tôi đã lọc được độ cao geoid cho các điểm trên khu vực Việt Nam theo hai mô hình EGM96, OSU91A.

Tại mỗi điểm đều có hai giá trị dị thường độ cao, giá trị thứ nhất lấy theo mô hình EGM 96 ( $N^{EGM96}$ ) và giá trị thứ hai lấy theo mô hình OSU91A.

### a. Đặc điểm về giá trị độ cao geoid trên hai mô hình tại khu vực xét

- Tại khu vực xét, các giá trị độ cao geoid hoàn toàn mang dấu âm, mặt Geoid hoàn toàn nằm phía dưới mặt Elipxoid và có xu thế ngày càng thấp xuống so với mặt Elipxoid (tính theo chiều từ Nam ra Bắc)

- Giá trị độ cao lớn nhất, nhỏ nhất

STT	$\Delta N$ (m)		
	Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất
Mô hình OSU91A	-35.92m	-28.68m	-22.03m
Mô hình EGM96	-35.76m	-30.47m	-23.54m

**b. Độ chênh giá trị dị thường độ cao giữa hai mô hình**

Gọi  $\Delta N$  là độ chênh giá trị dị thường độ cao của hai mô hình. Ta có:

$$\Delta N = N^{EGM2008} - N^{EGM96}$$

Kết quả khảo sát về  $\Delta N$  của hai mô hình như sau:

- Trong tất cả các điểm xét, giá trị dị thường độ cao theo mô hình EGM2008 có độ chênh so với mô hình EGM96 (tức các  $\Delta N$  đều khác không). Sự chênh lệch này mang cả dấu âm, dương và khá phức tạp, không theo quy luật cụ thể

- Độ chênh lớn nhất là 3.718m, nhỏ nhất là 0.004m và trung bình là -1.787m

Từ độ chênh lệch này cho ta thấy nếu sử dụng hai mô hình Geoid để tính độ cao thủy chuẩn sau khi đã có độ cao trắc địa xác định bằng công nghệ GPS sẽ cho kết quả khác nhau đáng kể.

- Độ chênh trung phương

Từ các độ lệch  $\Delta N_i$ , có thể tính độ lệch trung phương theo công thức:

$$m_N = \pm \frac{[\Delta' \Delta']}{n}$$

Trong đó  $\Delta' N_i = \Delta N_i - \Delta N_{TB}$

Việc tính toán cho ra kết quả  $m_N = 0.890m$

**c. Độ chênh hiệu số giá trị dị thường độ cao của hai mô hình**

Chúng ta không chỉ xác định độ cao geoid để xác định độ cao thủy chuẩn. Trong nhiều trường hợp, chúng ta còn sử dụng hiệu độ cao geoid để xác định hiệu độ cao thủy chuẩn khi có hiệu độ cao trắc địa theo công thức:

$$\Delta h_{i,j} = \Delta H_{i,j} - \Delta N_{i,j}$$

Trong đó  $\Delta N_{i,j}$  là hiệu số độ cao geoid giữa hai điểm i và j. Tại mỗi cặp điểm có hai giá trị hiệu số độ cao geoid theo mô hình EGM-96 và mô hình OSU91A, ký hiệu tương ứng là  $\Delta N_{i,j}^{EGM96}$  và  $\Delta N_{i,j}^{OSU91A}$ .

Xét độ chênh hiệu số độ cao giữa cặp điểm i,j ( $\delta N_{i,j}$ )

$$\delta N_{i,j} = \Delta N_{i,j}^{EGM96} - \Delta N_{i,j}^{OSU91A}$$

Sự sai khác hiệu số độ cao của từng cặp điểm theo hai mô hình được khảo sát thông qua một số chỉ tiêu sau:

- Độ chênh hiệu số độ cao lớn nhất  $(\delta N_{i,j})_{max}$ :  $(\delta N_{i,j})_{max} = 2.637m$

- Độ chênh hiệu số độ cao nhỏ nhất  $(\delta N_{i,j})_{min}$ :  $(\delta N_{i,j})_{min} = 0.004m$

- Độ chênh trung phương tính theo công thức:

$$m_s = \sqrt{\frac{[\delta_N^2]}{n}}$$

Do khoảng cách giữa các cặp điểm khác nhau do đó cần xây dựng công thức tính sai số hiệu số độ cao trên 1km chiều dài.

- Sai số hiệu số độ cao trên 1km chiều dài:

$$m_{1km} = \sqrt{\frac{[dd]}{n-1}}$$

Trong đó 
$$d_k = \frac{\delta N_{i,j}}{\sqrt{D_{i,j}}}$$

Với  $k = 1, 2, 3, \dots, n$ .

$D_{ij}$  là khoảng cách giữa hai điểm  $i, j$  tính bằng km.

Trong mỗi khu vực tính, khoảng cách giữa các cặp điểm ( $D_{i,j}$ ) nằm trong khoảng từ 24km đến 690km.

### 3. So sánh số liệu độ cao geoid theo mô hình trọng trường EGM2008 với mô hình EGM96

Gần đây nhất mô hình trọng trường EGM 2008 đã được công bố. Sau khi công bố, các nhà khoa học ở nước ngoài đã thực hiện khảo sát mô hình này trên các khu vực châu Âu, Đức, Mỹ, Nhật, Canada, Ôxtrâyliya [6], và Brazil, Argentina, Ecuador, Venezuela, Chile [4]. Cả hai nghiên cứu này để đưa ra kết luận rằng trong khu vực khảo sát, EGM2008 là mô hình trọng trường toàn cầu có độ chính xác tốt nhất.

Vậy xét trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam, mô hình EGM2008 có phải là mô hình có độ chính xác tốt nhất không? Câu hỏi này đồng nghĩa với: Có nên chọn mô hình EGM2008 để xử lý số liệu trong phạm vi lãnh thổ hay không?

Theo lý thuyết và tình hình thực tiễn về số liệu trắc địa trên lãnh thổ, cách tốt nhất để trả lời câu hỏi này chính là khảo sát độ chính xác của mô hình bằng phương pháp GPS-thủy chuẩn. Tức là sử dụng các điểm song trùng GPS-thủy chuẩn để tính dị thường độ cao, coi đây là số liệu đáng tin cậy và thực hiện so sánh giá trị này với giá trị của mô hình để đưa ra kết luận. Đây là định hướng của tư duy nghiên cứu. Để làm được điều này cần phải có thời gian và nguồn kinh phí nhất định. Phạm vi bài báo này chỉ giới hạn trình bày một số kết quả khảo sát bước đầu về đặc điểm số liệu dị thường độ cao của EGM2008, kết quả so sánh EGM2008 với EGM96 trên phạm vi lãnh thổ Việt nam.

#### 3.1. Đặc điểm số liệu dị thường độ cao của EGM2008 trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam

Trong toàn khu vực lãnh thổ, chúng tôi đã chọn 397 điểm xét với giãn cách độ vĩ, độ kinh  $30' \times 30'$ . Từ dữ liệu của mô hình EGM2008, chúng tôi đã xác định được các giá trị dị thường độ cao ( $N^{EGM2008}$ ) cho từng điểm. Hình 1 là đồ thị biểu diễn độ lớn của giá trị  $N^{EGM2008}$  tại các điểm xét.

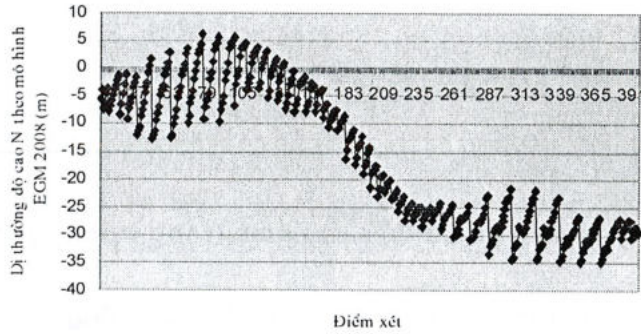
Trong đồ thị này, chiều từ trái sang phải là chiều từ cực nam đến cực bắc. Nhìn vào đồ thị ta thấy:

- Các giá trị  $N^{EGM2008}$  chủ yếu mang dấu âm, chỉ có một số điểm ở khu vực Nam bộ có  $N^{EGM2008}$  dương (tức là trên phạm vi toàn lãnh thổ, hầu như mặt geoid nằm phía dưới mặt elipxoid).

- Ở khu vực Nam bộ và Nam trung bộ, biên độ của  $N^{EGM2008}$  khá nhỏ và ổn định. Tuy nhiên từ khu vực Bắc trung bộ trở ra, biên độ của  $N^{EGM2008}$  tăng dần. Tức là ở khu vực này, mặt

geoid có xu thế ngày càng thấp xuống so với mặt elipxoid. Điều này có thể lý giải bởi sự phức tạp ngày càng tăng của địa hình theo chiều từ nam ra bắc?

- Trong toàn bộ các điểm xét trên lãnh thổ,  $N^{EGM2008}$  có giá trị nhỏ nhất là -34.923m, lớn nhất là 6.112m và trung bình là -16.034m.



**Hình 1: Giá trị  $N^{EGM2008}$  tại các điểm xét trên toàn lãnh thổ**

### 3.2. So sánh số liệu dị thường độ cao của mô hình EGM2008 với EGM96 trên phạm vi lãnh thổ Việt nam

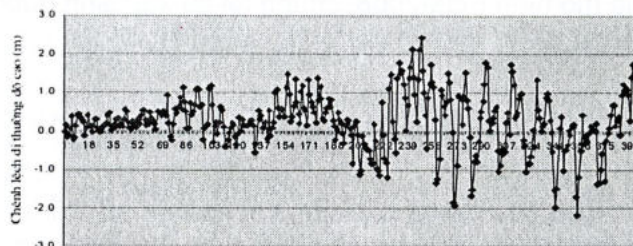
Từ dữ liệu của mô hình EGM96, chúng tôi xác định được các giá trị dị thường độ cao ( $N^{EGM96}$ ) cho 397 điểm xét nêu trên. Như vậy mỗi điểm xét có hai số liệu dị thường độ cao, số liệu thứ nhất lấy theo mô hình EGM2008 ( $N^{EGM2008}$ ), số liệu thứ hai lấy theo mô hình EGM96 ( $N^{EGM96}$ ).

Gọi  $\Delta N$  là độ chênh giá trị dị thường độ cao của hai mô hình. Ta có:

$$\Delta N = N^{EGM2008} - N^{EGM96}$$

Kết quả khảo sát về  $\Delta N$  của hai mô hình như sau:

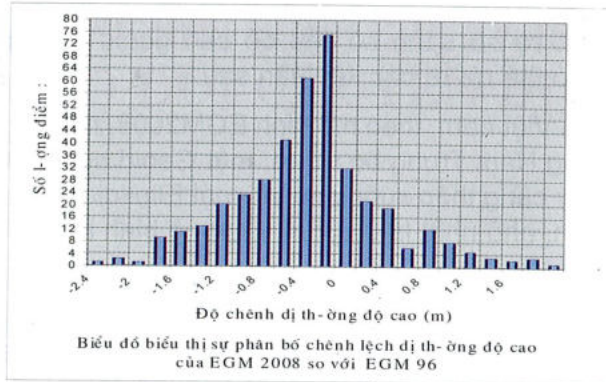
- Trong tất cả các điểm xét, giá trị dị thường độ cao theo mô hình EGM2008 có độ chênh so với mô hình EGM96 (tức các  $\Delta N$  đều khác không). Sự chênh lệch này mang cả dấu âm, dương và khá phức tạp, không theo quy luật cụ thể. Tuy nhiên xét một cách tổng quát trên toàn lãnh thổ, độ chênh này có xu thế tăng dần từ vĩ độ  $8^{\circ}15'$  (cực nam lãnh thổ) đến vĩ độ  $23^{\circ}45'$  (cực bắc lãnh thổ). Điều này có thể được minh họa bằng hình 2 - sơ đồ biểu diễn độ lớn  $\Delta N$  của tất cả các điểm xét.



Biểu đồ thể hiện sự chênh lệch giá trị dị thường độ cao của EGM 2008 so với EGM 96 tại các điểm xét trên lãnh thổ Việt Nam (chiều từ trái sang phải là chiều từ cực nam đến cực bắc)

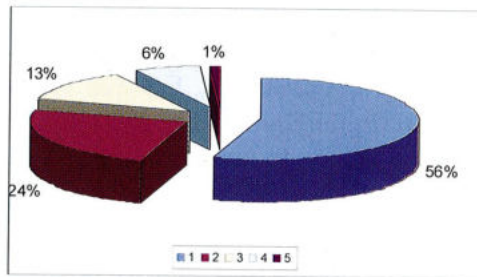
**Hình 2: Giá trị  $\Delta N$  tại các điểm xét trên toàn lãnh thổ**

- Các  $\Delta N$  có trị tuyệt đối nhỏ xuất hiện nhiều hơn các  $\Delta N$  có trị tuyệt đối lớn. Bằng cách lọc riêng các số liệu  $\Delta N$  theo miền giá trị, chúng tôi đã dựng được biểu đồ sau:



**Hình 3: Sự phân bố giá trị  $\Delta N$**

Hoặc có thể minh họa bằng biểu đồ phần trăm:



1. Số điểm có:  $|\Delta N| < 0.5m$  (56%)
2. Số điểm có:  $0.5m < |\Delta N| < 1m$  (24%)
3. Số điểm có:  $1m < |\Delta N| < 1.5m$  (13%)
4. Số điểm có:  $1.5m < |\Delta N| < 2m$  (6%)
5. Số điểm có:  $2m < |\Delta N| < 2.5m$  (1%)

- Độ chênh giá trị dị thường độ cao lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình.

Do  $\Delta N$  có xu thế tăng dần từ cực nam đến cực bắc nên chúng tôi đã chia lãnh thổ thành bốn vùng xét để khảo sát. Kết quả cụ thể như sau:

STT	$\Delta N$ (m)		
	Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Nam bộ $\varphi = 8^{\circ}15' + 12^{\circ}00'$	0.386	-0.259	1.129
Nam trung bộ $\varphi = 12^{\circ}00' + 16^{\circ}00'$	0.471	-0.568	1.475
Bắc trung bộ $\varphi = 16^{\circ}00' + 20^{\circ}00'$	0.742	-1.190	2.431
Bắc bộ $\varphi = 20^{\circ}00' + 23^{\circ}45'$	0.734	-2.170	1.802
Toàn lãnh thổ	0.579	-2.170	2.431

#### **4. Kết luận và kiến nghị**

##### **4.1. Kết luận**

Qua kết quả khảo sát và so sánh số liệu độ cao geoid theo các mô hình EGM96, OSU91A và EGM2008, có thể rút ra các kết luận sau:

- Trên phạm vi lãnh thổ Việt nam, theo mô hình EGM2008, mặt Geoid hầu như nằm phía dưới mặt Elipxoid. Từ vùng Nam Trung bộ trở ra, mặt Geoid hoàn toàn nằm phía dưới mặt Elipxoid và có xu thế ngày càng thấp xuống so với mặt Elipxoid. Trị tuyệt đối của  $N^{EGM2008}$  có giá trị lớn nhất là 34.923m, nhỏ nhất là 0.035m và trung bình là 16.614m.

- Trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam, tại một điểm xét bất kỳ, dị thường độ cao tính theo mô hình EGM96 có sự chênh lệch so với OSU91A và EGM2008. Độ chênh ( $\Delta N$ ) có xu thế tăng dần từ vĩ độ  $8^{\circ}15'$  (cực Nam lãnh thổ) đến vĩ độ  $23^{\circ}45'$  (cực Bắc lãnh thổ). Các  $\Delta N$  có trị tuyệt đối nhỏ có tần xuất xuất hiện nhiều hơn các  $\Delta N$  có trị tuyệt đối lớn.  $\Delta N$  có giá trị lớn nhất là 2.431m, nhỏ nhất là -2.170m và trung bình là 0.579m.

##### **4.2. Kiến nghị**

Trên cơ sở kết quả đã đạt được, chúng tôi kiến nghị hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

Khảo sát độ chính xác các mô hình OSU91A, EGM96 và EGM2008 trên phạm vi lãnh thổ bằng phương pháp kết hợp trị đo GPS với kết quả đo thủy chuẩn, tức là so sánh giá trị dị thường độ cao tính theo mô hình với giá trị tính theo kết quả đo GPS-Thủy chuẩn để đánh giá độ chính xác của mô hình.○

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Phạm Hoàng Lân (1972). Giáo trình trọng lực trắc địa, Đại học Mỏ - Địa Chất, Hà Nội, 468 trang.

[2]. Heiskanen W.A, Moritz H.(1967) Physical Geodesy. W.H.Freeman San Fransisco and London.

[3]. Eremeev V.F, lurkina M.I (1972). Lí thuyết độ cao trong trọng trường trái đất. NXB " Neđra", Matxcova, 144 trang (tiếng Nga)

[4]. D. Blitzkow, A.C.O.C. de Matos. EGM2008 and PGM2007A evaluation for South America. Available online at: [http://www.iges.polimi.it/pagine/services/newton/-NewtonEGM2008/Report\\_A3\\_SAmerica.pdf](http://www.iges.polimi.it/pagine/services/newton/-NewtonEGM2008/Report_A3_SAmerica.pdf).

[5]. Holmes S., N. Pavlis (2008). Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). Available online at [http://earthinfo.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/first\\_release.html](http://earthinfo.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/first_release.html).

[6]. Thomas Gruber. Evaluation of the EGM2008 Gravity Field by Means of GPS-Levelling and Sea Surface Topography Solutions. Available online at: [http://www.iapg.bv.tum.de/mediadb/59034/59035/200904\\_Newton\\_Bulletin\\_Report\\_G1\\_Gruber.pdf](http://www.iapg.bv.tum.de/mediadb/59034/59035/200904_Newton_Bulletin_Report_G1_Gruber.pdf).

[7]. EGM96.bin. Available online at: <http://earthinfo.nga.mil/GandG/wgs84/gavity-mod/egm96/egm96.html>.○