

# ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỊA HÌNH TRONG ĐỘ LỆCH DÂY DỌI Ở VÙNG NÚI TÂY BẮC VÀ TÂY NGUYÊN

PHẠM THỊ HOA

E-mail: phamhoa55@fastmail.fm

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài: 10 - 8 - 2011

## 1. Mở đầu

Thế trọng trường và hình dạng Trái Đất được tạo nên bởi sự phân bố vật chất trong phạm vi giới hạn bởi bề mặt tự nhiên của trái đất. Trong đó ảnh hưởng chủ yếu tương ứng với bước sóng dài được quyết định bởi vật chất phía dưới mặt geoid. Ảnh hưởng còn lại tương ứng với bước sóng ngắn được đặc trưng bởi lớp vật chất giữa mặt geoid và bề mặt tự nhiên. Thành phần này có biên độ nhỏ nhưng thường biến đổi phức tạp do ảnh hưởng của bề mặt địa hình, nhất là ở vùng núi, vì vậy cần được tính đến khi cần đảm bảo mức độ chi tiết và độ chính xác cao đối với số liệu đặc trưng cho thế trọng trường và hình dạng trái đất, trong đó có độ lệch dây dọi.

Hiệu quả của việc tính ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi đã được minh chứng trong nhiều kết quả nghiên cứu đã công bố ở nước ngoài. Tiêu biểu là trong [3], tác giả đã cho thấy nếu sử dụng thêm cả số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của địa hình thì độ chính xác của độ lệch dây dọi theo mô hình trọng trường EGM 2008 trên khu vực Châu Âu có thể tăng lên 65% [3]. Tương tự, kết quả nghiên cứu tại vùng núi Swiss Alps của Đức cho thấy độ chính xác của độ lệch dây dọi theo mô hình EGM2008 tăng lên 75% [3].

Câu hỏi đặt ra, ở Việt Nam, ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi có trị số cỡ bao nhiêu, biến thiên theo quy luật nào, cần tính đến hay có thể bỏ qua? Giữa ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi và độ cao địa hình tại điểm xét có mối tương quan như thế nào? Có thể sử dụng độ cao địa hình tại điểm xét để xác định ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi hay không? Để trả lời

được câu hỏi này, chúng tôi đã thực hiện khảo sát và đưa ra bức tranh chung về độ lớn của đại lượng này và mối tương quan của nó với độ cao địa hình tại điểm xét trên hai vùng núi đặc trưng của nước ta: Tây Bắc và Tây Nguyên.

## 2. Công thức xác định ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi

Công thức chung để tính ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi có dạng [4]:

$$\xi^T = -\rho'' \frac{G\delta}{\gamma} \int_0^{r_1} \int_0^{2\pi} \frac{H^\gamma}{r} \cos A dr dA, \quad (1a)$$

$$\eta^T = -\rho'' \frac{G\delta}{\gamma} \int_0^{r_1} \int_0^{2\pi} \frac{H^\gamma}{r} \sin A dr dA \quad (1b)$$

trong đó  $\xi^T$  và  $\eta^T$  tương ứng là ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi trên mặt phẳng kinh tuyến và mặt phẳng thẳng đứng thứ nhất,  $H^\gamma$  là độ cao địa hình tại điểm chạy trong vùng xét,  $r$  là khoảng cách từ điểm xét đến điểm chạy,  $G$  là hằng số hấp dẫn,  $\delta$  là mật độ vật chất của lớp địa hình;  $\gamma$  là trọng lực chuẩn trung bình,  $A$  là góc phương vị của hướng từ điểm tính đến điểm chạy,  $r_1$  là bán kính giới hạn của vùng lấy tích phân.

Trên cơ sở công thức tích phân tổng quát (1a), (1b), để triển khai tính toán trong thực tế, trong [3] đã đề xuất phương pháp tích phân số với các công thức tính cụ thể. Nhằm tăng thêm giải pháp tính toán đồng thời có điều kiện so sánh, đối chiếu, kiểm chứng độ tin cậy của phương pháp tích phân số, chúng tôi đã đề xuất thêm phương pháp sử dụng hàm Spline tuyến tính [1].

Theo phương pháp tích phân số, công thức (1a) và (1b) tương ứng triển khai thành [4]:

$$\xi^T = -\rho'' \frac{G \delta}{\gamma} \sum_{i_{\min}}^{i_{\max}} \sum_{k_{\min}}^{j_{\max}} H_{ij}^{\gamma} \cdot I_{ij}^{\xi} \quad (2a)$$

$$\eta^T = -\rho'' \frac{G \delta}{\gamma} \sum_{i_{\min}}^{i_{\max}} \sum_{k_{\min}}^{j_{\max}} H_{ij}^{\gamma} \cdot I_{ij}^{\eta} \quad (2b)$$

Thực chất, vùng lấy tích phân  $\sigma$  trong (1a), (1b) được chia nhỏ thành các ô hình vuông giới hạn bởi các cạnh với hoành độ  $x_{i-1}$ ,  $x_i$  và các tung độ  $y_{j-1}$ ,  $y_j$ . Độ cao  $H_{ij}^{\gamma}$  chính là độ cao trung bình của mỗi ô vuông. Hệ số  $I_{ij}$  chính là ảnh hưởng của ô vuông nhỏ với chỉ số  $i, j$  và được xác định ở dạng triển khai:

$$I_{ij}^{\xi} = \ln \frac{y_{k-1} + \sqrt{y_{k-1}^2 + x_i^2}}{y_k + \sqrt{y_k^2 + x_{i-1}^2}} + \ln \frac{y_k + \sqrt{y_k^2 + x_{i-1}^2}}{y_{k-1} + \sqrt{y_{k-1}^2 + x_i^2}} \quad (3a)$$

$$I_{ij}^{\eta} = \ln \frac{x_{i-1} + \sqrt{y_k^2 + x_{i-1}^2}}{x_i + \sqrt{y_k^2 + x_i^2}} + \ln \frac{x_i + \sqrt{y_k^2 + x_i^2}}{x_{i-1} + \sqrt{y_{k-1}^2 + x_{i-1}^2}} \quad (3b)$$

Theo phương pháp sử dụng hàm Spline tuyến tính, công thức (1a) và (1b) tương ứng triển khai thành [1]:

$$\xi^T = -\rho'' \frac{G \delta}{\gamma} \sum_{i_{\min}}^{i_{\max}} \sum_{j_{\min}}^{j_{\max}} H_{ij}^{\gamma} \cdot F_{ij}^{\xi} \quad (4a)$$

$$\eta^T = -\rho'' \frac{G \delta}{\gamma} \sum_{i_{\min}}^{i_{\max}} \sum_{j_{\min}}^{j_{\max}} H_{ij}^{\gamma} \cdot F_{ij}^{\eta} \quad (4b)$$

Tương tự phương pháp tích phân số, vùng lấy tích phân được chia nhỏ thành các ô hình vuông được giới hạn bởi các cạnh với hoành độ  $x_{i-1}$ ,  $x_i$  và tung độ  $y_{j-1}$ ,  $y_j$ . Tuy nhiên, độ cao  $H_{ij}^{\gamma}$  lúc này chính là độ cao tại các mắt lưới. Hệ số  $F_{ij}$  chính là ảnh hưởng của mắt lưới tại vị trí hàng thứ  $i$ , cột  $j$  và được xác định theo công thức sau:

$$F_{ij}^{\xi} = \frac{1}{3} \left( M(y = j) + M(y = j - \frac{1}{2}) + M(y = j + \frac{1}{2}) \right) \quad (5a)$$

$$F_{ij}^{\eta} = \frac{1}{3} \left( N(x = j) + N(x = j - \frac{1}{2}) + N(x = j + \frac{1}{2}) \right), \quad (5b)$$

với:

$$M = 2 \ln(x_i + \sqrt{x_i^2 + y^2}) - \ln \left[ (x_{i-1}) + \sqrt{(x_{i-1})^2 + y^2} \right] - \ln \left[ (x_{i+1}) + \sqrt{(x_{i+1})^2 + y^2} \right] \quad (6a)$$

$$N = 2 \ln(y_j + \sqrt{y_j^2 + x^2}) - \ln \left[ (y_{j-1}) + \sqrt{(y_{j-1})^2 + x^2} \right] - \ln \left[ (y_{j+1}) + \sqrt{(y_{j+1})^2 + x^2} \right] \quad (6b)$$

Qua khảo sát cho thấy, hai phương pháp này cho kết quả xấp xỉ như nhau [1], vì vậy có thể sử dụng một trong hai phương pháp để triển khai tính toán trong thực tế.

### 3. Khảo sát ảnh hưởng địa hình trong độ lệch dây dọi ở vùng núi Tây Bắc và Tây Nguyên (Gia Lai - Kon Tum)

#### 3.1 Khái quát về khu vực khảo sát

Số liệu độ cao địa hình được lấy theo bản đồ tỷ lệ 1:50000 với giãn cách mắt lưới 1km×1km. Khái quát về khu vực khảo sát được mô tả trong *bảng 1*. Mô hình 3D của độ cao địa hình được thể hiện trong *hình 1, 2*.

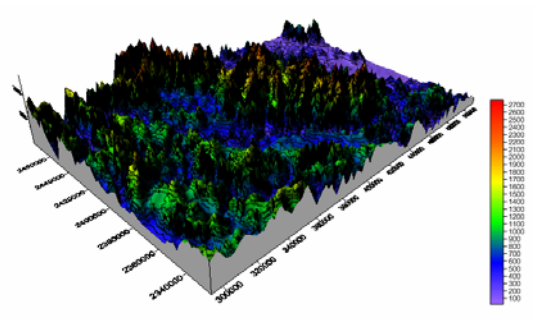
Chúng tôi thực hiện khảo sát  $\xi^T$  và  $\eta^T$  theo mấy hướng chính sau:

- Khảo sát độ lớn và dấu của  $\xi^T$  và  $\eta^T$

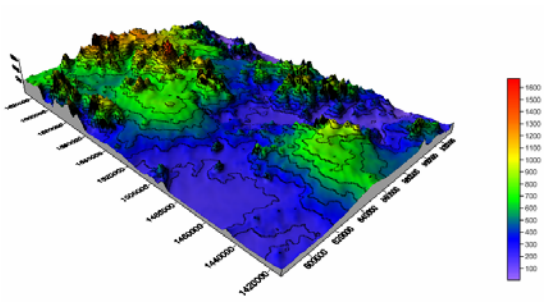
- Khảo sát mối tương quan giữa  $\xi^T$  và  $\eta^T$  và độ cao địa hình.

**Bảng 1. Khái quát một số đặc trưng của khu vực khảo sát**

Thông tin	Tây Bắc	Tây Nguyên
Kích thước vùng xét	156kmx219km	151kmx217km
Tọa độ góc Tây Nam	X=2323465m Y= 293776m	X=1414352m Y=782026m
Tọa độ góc Đông Bắc	X=2478465m Y=511776m	X=1629352m Y=932026m
Độ cao lớn nhất	2900m	1762m
Độ cao bé nhất	20m	4m
Độ cao trung bình	736m	501m
Kích thước vùng được tính $\xi^T$ và $\eta^T$	36kmx99km	51kmx117km
Số điểm được tính $\xi^T$ và $\eta^T$	3564	5967



Hình 1. Mô hình 3D độ cao địa hình (m) khu vực Tây Bắc



Hình 2. Mô hình 3D độ cao địa hình (m) khu vực Tây Nguyên (Gia Lai-KonTum)

### 3.2 Kết quả khảo sát

#### 3.2.1 Khảo sát độ lớn và dấu của $\xi^T$ và $\eta^T$

Dựa theo các công thức của phương pháp tích phân số và phương pháp sử dụng hàm Spline tuyến tính, chúng tôi đã sử dụng ngôn ngữ lập trình để triển khai tính  $\xi^T$  và  $\eta^T$  với bán kính vùng lấy tích phân là 60km [2] đối với vùng Tây Bắc và 50km [2] đối với vùng Tây Nguyên. Kết quả của hai phương pháp hầu như tương đương. Từ kết quả tính toán, chúng tôi thống kê được các thông số đặc trưng của  $\xi^T$  và  $\eta^T$  theo bảng 2.

Bảng 2. Một số thông số đặc trưng của  $\xi^T$  và  $\eta^T$  trên vùng núi Tây Bắc và Tây Nguyên

Thông số	Vùng Tây Bắc		Vùng Tây Nguyên	
	$\xi^T$	$\eta^T$	$\xi^T$	$\eta^T$
Giá trị nhỏ nhất	-21.90	-23.23	-13.64	-13.89
Giá trị lớn nhất	+17.01	+30.12	+12.46	+10.78
Giá trị trung bình	-0.82	+0.74	-0.35	-1.00
Trị tuyệt đối nhỏ nhất	0.01	0.01	0.00	0.001
Trị tuyệt đối trung bình	5.34	9.39	3.10	3.02

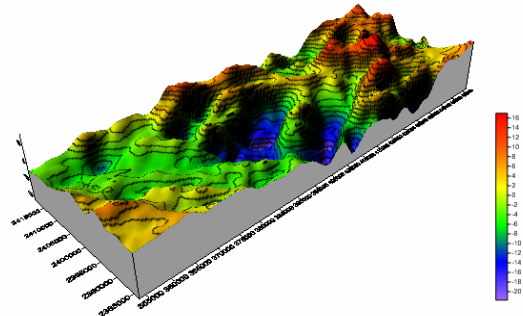
Bên cạnh đó, chúng tôi đã dựng mô hình 3D thể hiện độ lớn, quy luật biến thiên của  $\xi^T$  và  $\eta^T$  như trên hình 3-6. Số liệu bảng 2 và các hình 3-6 cho thấy:

- Trên cả hai vùng xét, ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi mang cả dấu âm, dương và biến thiên khá phức tạp.

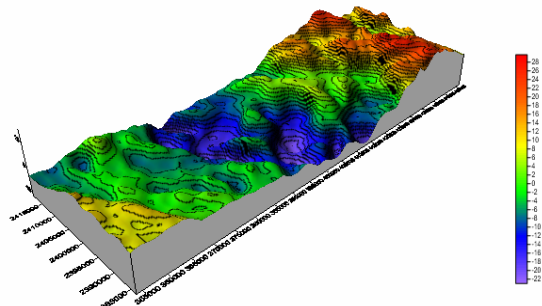
- Độ lớn  $\xi^T$  và  $\eta^T$  trên vùng Tây Bắc tương ứng biến thiên từ -21.9" đến +17.01" và từ -23.23" đến +30.12". Độ lớn  $\xi^T$  và  $\eta^T$  trên vùng Tây Nguyên nhỏ hơn, tương ứng biến thiên từ -13.64" đến +12.46 và -13.89" đến +10.78".

Các nhận xét trên đây cho thấy: ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi ở vùng núi Tây Bắc

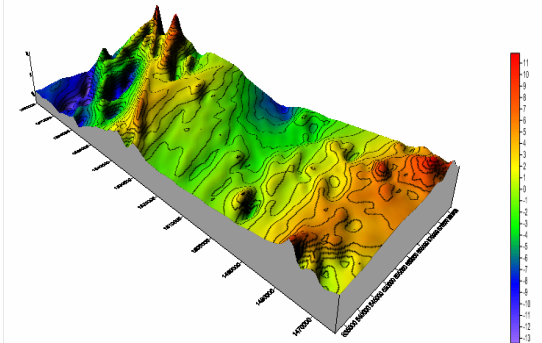
và Tây Nguyên có trị số đáng kể (đại lượng này ở vùng núi Carado cũng chỉ khoảng 10" [5]) và biến thiên khá phức tạp, vì vậy cần phải tính đến để đảm bảo độ chi tiết và chính xác cao của độ lệch dây dọi.



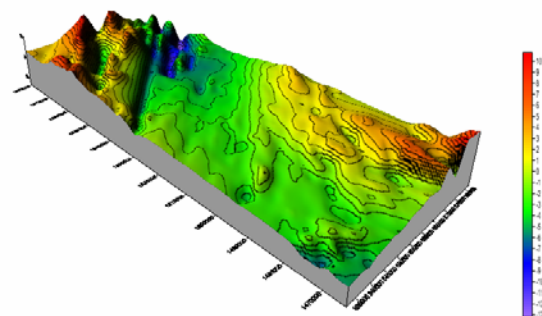
Hình 3. Mô hình 3D của  $\xi^T$  (") trên vùng Tây Bắc



Hình 4. Mô hình 3D của  $\eta^T$  (") trên vùng Tây Bắc



Hình 5. Mô hình 3D của  $\xi^T$  (") trên vùng Tây Nguyên



Hình 6. Mô hình 3D của  $\eta^T$  (") trên vùng Tây Nguyên

3.2.2. Kết quả khảo sát tương quan giữa giá trị ảnh hưởng địa hình trong độ lệch dây dọi và độ cao địa hình

Phân bố giá trị  $\xi^T$  và  $\eta^T$  theo phân khoảng cao độ

Tại mỗi khu vực xét cụ thể, chúng tôi đã thực hiện phân lớp địa hình với chênh cao giữa hai lớp

liên kề bằng 100m, tính trị trung bình trị tuyệt đối của  $\xi^T$  và  $\eta^T$  ( $|\xi^T|_{TB}$  và  $|\eta^T|_{TB}$ ) cho từng phân khoảng. Kết quả được tổng hợp trong bảng 3. Số liệu bảng 3 cho thấy, trên cả hai vùng xét, ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi không có cùng xu thế biến thiên với độ cao của điểm xét. Tại khu vực có độ cao lớn, ảnh hưởng của địa hình có thể đạt trị số nhỏ và ngược lại.

Bảng 3. Trị số tuyệt đối trung bình của  $\xi^T$  và  $\eta^T$  theo phân khoảng cao độ

Phân khoảng cao độ (m)	Vùng Tây Bắc				Vùng Tây Nguyên			
	$\xi_{TB}^T$ (")	$\eta_{TB}^T$ (")	$ \xi^T _{TB}$ (")	$ \eta^T _{TB}$ (")	$\xi_{TB}^T$ (")	$\eta_{TB}^T$ (")	$ \xi^T _{TB}$ (")	$ \eta^T _{TB}$ (")
<100m					-1.76	-0.16	3.19	2.57
100÷200	-0.82	+0.25	3.31	3.31	-1.18	1.62	2.96	2.37
200÷300	-0.32	+2.08	3.87	6.78	0.03	-1.72	4.68	5.64
300÷400	-0.90	+1.35	4.78	8.14	0.58	-0.93	2.57	2.67
400÷500	-1.38	+0.07	4.71	8.16	0.03	-1.45	3.09	3.02
500÷600	-1.81	+0.37	4.95	8.79	-0.04	-2.08	3.48	3.14
600÷700	-1.55	+0.21	5.26	8.48	-1.97	-1.29	4.13	3.54
700÷800	-0.56	+2.54	5.23	10.47	-2.47	-0.94	4.60	4.08
800÷900	-0.42	+1.64	5.73	10.82	2.07	-3.71	3.98	5.62
900÷1000	-0.12	+1.67	5.63	11.29	1.90	-5.86	3.14	6.41
1000÷1100	-0.25	+0.43	5.48	12.58	4.93	-5.43	4.94	7.38
1100÷1200	-1.29	+0.35	7.05	11.53	3.65	-5.70	3.65	6.34
1200÷1300	-1.69	-1.16	6.47	10.24	7.12	-8.48	7.12	8.48
1300÷1400	+0.36	+1.73	5.80	10.39	4.71	-9.14	4.71	9.14
1400÷1500	-0.85	+0.11	5.52	9.58				
1500÷1600	-0.13	+0.16	5.95	9.02				
1600÷1700	-0.96	-0.67	5.42	9.92				
1700÷1800	-0.12	+0.28	5.29	9.94				
1800÷1900	-0.95	-1.05	6.32	8.89				
1900÷2000	-0.26	+0.87	5.06	8.97				
2000÷2100	-0.71	+0.35	4.97	8.36				
2100÷2200	-0.29	+2.39	4.58	8.91				
2200÷2300	-0.33	+0.73	4.85	7.84				
2300÷2400	-2.27	+1.58	5.06	8.64				
2400÷2500	+1.68	+1.85	7.32	6.42				
2500÷2600	-1.24	+9.42	4.33	10.22				
2600÷2700	-0.11	+6.73	4.18	8.23				
2700÷2800	+6.12	+4.09	6.12	4.09				
2800÷2900	-2.90	+6.20	2.90	6.20				

Hệ số tương quan giữa  $\xi^T$  và  $\eta^T$  và độ cao địa hình tại điểm xét

Kết quả tính hệ số tương quan giữa  $\xi^T$ ,  $\eta^T$  và độ cao địa hình tại điểm xét được tổng hợp trong

bảng 4. Từ số liệu trong bảng 4 có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Trên cả bốn vùng, hệ số tương quan mang cả dấu dương và âm. Điều này cho thấy nhìn chung

biến thiên của  $\xi^T$  và  $\eta^T$  có thể cùng chiều hoặc ngược chiều với biến thiên của độ cao địa hình tại điểm xét

- Hệ số tương quan giữa  $\xi^T$  và  $\eta^T$  và độ cao điểm xét quá nhỏ. Có thể kết luận giữa  $\xi^T$  và  $\eta^T$  và độ cao địa hình tại điểm xét không có mối tương quan tuyến tính.

Bảng 4. Hệ số tương quan giữa  $\xi^T$  và  $\eta^T$  và độ cao địa hình tại điểm xét

Vùng	Hệ số tương quan	
	Giữa $\xi^T$ và độ cao địa hình	Giữa $\eta^T$ và độ cao địa hình
Vùng Tây Bắc	+0.03	-0.02
Vùng Tây nguyên	+0.01	-0.20

Từ các nhận xét trong phần nêu trên một lần nữa có thể khẳng định: ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi không có mối tương quan tuyến tính với độ cao địa hình tại điểm xét, vì vậy cần được tính đến một cách chặt chẽ, chi tiết theo phương pháp tích phân số hoặc phương pháp sử dụng hàm Spline tuyến tính với vùng lấy tích phân có độ rộng đáng kể (bán kính cỡ 50 ÷ 60km) [1].

#### 4. Kết luận

Từ các kết quả khảo sát trên đây có thể rút ra kết luận sau:

- Trên vùng núi Tây Bắc và Tây Nguyên, ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi mang cả dấu âm và dương, biến thiên khá phức tạp và có trị số đáng kể (có thể đạt tới cỡ 30" đối với vùng Tây Bắc và 14" đối với Tây Nguyên), vì vậy cần phải được tính đến để đảm bảo độ chi tiết và chính xác cao của độ lệch dây dọi.

- Trên vùng núi Tây Bắc và Tây Nguyên, ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi biến

thiên không có quy luật, không có mối tương quan tuyến tính với độ cao địa hình tại điểm xét. Vì vậy không thể tính ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi theo cách đơn giản (chỉ dựa vào thông tin độ cao địa hình tại điểm xét) mà cần tính chặt chẽ, chi tiết theo phương pháp tích phân số hoặc phương pháp sử dụng hàm Spline tuyến tính với vùng lấy tích phân có độ rộng đáng kể (bán kính cỡ 50 ÷ 60km).

#### TÀI LIỆU DẪN

[1] Phạm Thị Hoa, 2011: Tính ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi theo phương pháp sử dụng hàm Spline tuyến tính. Tạp chí khoa học kỹ thuật Mô-Địa chất, số 34, trang 33-36.

[2] Phạm Thị Hoa, 2011: Bán kính hợp lý vùng lấy tích phân khi tính ảnh hưởng của địa hình trong độ lệch dây dọi tại khu vực vùng núi Tây bắc và Tây nguyên. Tạp chí khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 8, trang 16-20.

[3] Hirt. C., Marti.U, Bürki.B, and Featherstone. W, 2010: Assessment of EGM2008 in Europe using accurate astrogeodetic vertical deflections and omission error estimates from SRTM/DTM2006.0 residual terrain model data, Journal of Geophysical Research - Solid Earth 115(B11): B10404.

[4] Ozopocopa, 2006: Trắc địa cao cấp. Phần III. Trắc địa lý thuyết. Maxcova, Nhà xuất bản Trắc địa - Bản đồ, 381 trang.

[5] Forsberg, 1984: A study of terrain reductions, density anomalies and geophysical inversion methods in gravity field modelling, Report 355, Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University, Columbus.

#### SUMMARY

##### The terrain effect in vertical deflection in the northwest and highlands mountainous areas

This article presents the methods determining terrain effect in vertical deflection and the surveying result in the mountainous areas of the Northwest and Gia Lai-Kon Tum highlands. Based on the analysis and assessment of the calculations, the terrain effects in vertical deflection, in the surveyed areas, occur with positive and negative value, complex variable. The terrain effect in vertical deflection is considerable (values of 30" and 14" for North West and highlands mountainous areas, respectively). Thus, it is necessary to ensure the highly detailed and accurate vertical deflection. Especially, the terrain effects in vertical deflection possess no linear relation with the topographic altitude at the surveying points. Thus, it can not calculate by simple method (only using height value of calculating point). It is necessary to calculate carefully by numerical integral or Spline linear function method with considerable radius of integral areas (about 50-60km).