

# THÊM MỘT THỂ NGHIỆM ĐO CAO GPS ĐẠT ĐỘ CHÍNH XÁC THỦY CHUẨN HẠNG III NHÀ NƯỚC Ở VIỆT NAM

GS.TSKH. PHẠM HOÀNG LÂN

Trường Đại học Mở - Địa chất


THS. BÙI QUANG TUYỀN

Tổng công ty Tài nguyên và Môi trường

## Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu một thử nghiệm đo cao GPS được tiến hành trên cơ sở sử dụng số liệu đo đạc của thực tế sản xuất ở khu vực nam Trung bộ của nước ta. Dị thường độ cao GPS-Thủy chuẩn được nội suy bằng hàm spline từ các điểm "cứng" tại độ vừa có số liệu đo GPS, vừa có số liệu đo thủy chuẩn chính xác cao, sang cho điểm xét nằm cách điểm "cứng" tới 60 km thông qua số liệu phụ trợ là dị thường độ cao tính theo mô hình trọng trường toàn cầu EGM-2008. Kết quả là giá trị độ cao chuẩn nhận được tại điểm xét có sai số trung phương không vượt quá  $10\sqrt{s}$  (mm). Đây có thể được xem là một thể nghiệm bổ sung góp phần khẳng định khả năng hiện thực triển khai đo cao GPS đạt độ chính xác thủy chuẩn hạng III nhà nước ở nước ta hiện nay.

## 1. Đặt vấn đề

o cao GPS là công nghệ xác định độ cao dựa trên cơ sở sử dụng số liệu định vị bằng vệ tinh và số liệu trọng trường Trái đất trong đó loại số liệu thứ nhất cho ta giá trị độ cao trắc địa địa hình, còn loại số liệu thứ hai cho ta giá trị dị thường độ cao  $\zeta$  của điểm xét. Kết quả nhận được sẽ là giá trị độ cao chuẩn  $H^r$  tính theo pháp tuyến với mặt ellipsoid chuẩn đi qua điểm xét từ mặt này tới mặt telluroid; Nó còn được hiểu là độ cao của điểm xét so với mặt quasi-geoid [8].

Phương pháp đo cao GPS có nhiều ưu thế đáng kể so với phương pháp đo thủy chuẩn truyền thống kết hợp với số liệu trọng lực trong đó nổi bật là nó khả thi trong mọi điều kiện địa hình, kể cả ở vùng bị chia cắt bởi đồi núi, sinh lầy hay biển cả. Nó còn cho phép lan truyền độ cao vượt qua khoảng cách lớn, đảm bảo thiết lập hệ thống độ cao thống nhất trên quy mô rộng khắp bao gồm cả lãnh thổ và lãnh hải quốc gia [5]

Ở nhiều nước trên thế giới đã triển khai đo cao GPS đạt tới độ chính xác của thủy chuẩn hạng II [7]. Ở nước ta đo cao GPS cũng đã được biết đến từ cách đây khoảng 20 năm và cũng đã được thử nghiệm ở các khu vực riêng biệt, trên quy mô còn nhỏ hẹp. Độ chính xác đạt được phổ biến ở mức thủy chuẩn kỹ thuật; Trong một số ít trường hợp có thể đạt tới độ chính xác thủy chuẩn hạng IV, nhưng chủ yếu ở vùng đồng bằng và không có cơ sở chắc chắn. Các nghiên cứu, khảo sát nhằm nâng cao độ chính xác của đo cao GPS trong điều kiện Việt nam đã và đang được triển khai. Theo chiều hướng đó, lần đầu tiên ở nước ta trong công trình [2] đã thu nhận được kết quả xác định độ cao chuẩn bằng đo cao GPS đạt tới độ chính xác của thủy chuẩn hạng III nhà nước. Ở đó cũng đã chỉ ra các yêu cầu về độ chính xác đối với số liệu GPS, số liệu thủy chuẩn, số liệu trọng lực cần đảm bảo để đạt tới kết quả đo cao GPS tương đương thủy chuẩn nhà nước từ hạng IV đến hạng I. Tiếp đó, trong [4] đã giới thiệu thêm một vài kết quả thử nghiệm đo cao GPS có độ chính xác thủy



chuẩn hạng III ở vùng trung du Bắc bộ nước ta. Với mục đích tiếp tục thể nghiệm các kết quả khảo sát nêu trong [2] và góp phần minh chứng cho khả năng hiện thực của việc đạt tới độ chính xác cao trong kết quả đo cao GPS ở nước ta hiện nay, chúng tôi đã triển khai đo cao GPS chính xác cao ở vùng đồi núi nam Trung bộ với số liệu được thu thập từ thực tế sản xuất. Trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu một số kết quả cụ thể đã thu nhận được.

## 2. Cơ sở lý thuyết

Như đã biết, đo cao GPS có thể được triển khai theo hai phương án khác nhau, tùy thuộc vào cách xác định độ cao thường độ cao. Trong thử nghiệm đang xét ở bài báo này đại lượng độ cao thường độ cao được xác định gián tiếp trên cơ sở nội suy từ các điểm "cứng" tại đó vừa biết độ cao trắc địa theo số liệu đo GPS, vừa biết độ cao chuẩn theo số liệu đo thủy chuẩn kết hợp với số liệu trọng lực. Trong trường hợp này, theo kết quả khảo sát đã công bố trong [3], nếu số lượng điểm "cứng" là N, khoảng cách từ điểm "cứng" đến điểm xét là L (km) thì sai số cần bảo đảm đối với độ cao trắc địa cũng như đối với độ cao chuẩn phải thỏa mãn điều kiện:

$$m_h = m_{H'} \leq \frac{\mu}{2} \sqrt{NL} \quad (1)$$

trong đó  $\mu$  là sai số trung phương chênh cao trên 1km chiều dài của cấp hạng thủy chuẩn cần đạt tới.

Cho  $\mu = 10$  mm (thủy chuẩn hạng III),

với N = 9, L = 60km ta có:

$$m_h = m_{H'} \leq 115\text{mm} \quad (2)$$

Nếu độ cao thường độ cao (tức hiệu giữa độ cao trắc địa và độ cao chuẩn) được nội suy từ các điểm "cứng" j sang cho điểm xét i mà không dùng đến các số liệu phụ trợ khác thì độ cao chuẩn cần xác định cho điểm xét i được tính theo biểu thức:

$$H_i^v = h_i - (h_j - H_j^v)_i^{\text{nội suy}} \quad (3)$$

Trong trường hợp việc nội suy độ cao thường độ cao được thực hiện với số liệu phụ trợ thì để tính độ cao chuẩn tại điểm xét, ta sẽ dùng biểu thức sau:

$$H_i^v = h_i - [(h_j - H_j^v - \zeta_{\text{phụ trợ}, j})_i^{\text{nội suy}} + \zeta_{\text{phụ trợ}, i}] \quad (4)$$

## 3. Tính toán thực nghiệm

3.1. Tình hình khu vực thực nghiệm và số liệu đo

Khu vực thực nghiệm nằm ở vùng đồi núi nam Trung bộ, chủ yếu trên địa phận các tỉnh Đắk Lắk và Lâm đồng, được giới hạn bởi độ vĩ từ 10°55' đến 13°30' và bởi độ kinh từ 107°00' đến 108°45'. Phía đông tiếp giáp các tỉnh Khánh hòa, Ninh thuận, Bình thuận bao gồm vùng đồng bằng ven biển với độ cao trung bình khoảng 12m. Địa hình có độ dốc tăng dần về phía tây và đạt độ cao trung bình cỡ 850m.

Trên phạm vi khu vực đang xét có 28 điểm GPS được liên kết với nhau theo hình tam giác, tứ giác, đa giác khép kín và được đo nối với 2 điểm của lưới cấp "0" (0-49, 0-54) và 4 điểm của lưới địa chính cơ sở (520406, 532431, 901445, 933417). Có 11 điểm bố trí trùng với các mốc độ cao hạng I nhà nước là: I(BMT-APD)1-2, I(BMT-APD)12, I(BMT-APD)16 I(BMT-APD)3, I(BMT-APD)6, I(BMT-NH)11-1, I(BMT-NH)17-1, I(BMT-NH)9, I(DL-PT)10, I(DN-BMT)96, I(DN-BMT)100 và 11 điểm trùng với các mốc độ cao hạng II là: II(BMT-DT)12; II(BMT-DT)14, II(BMT-DT)20-1, II(BMT-DT)25, II(BMT-DT)4, II(DL-PR)14, II(DL-PR)4, II(DL-PT)3, II(DN-DL)13, II(DN-DL)2, II(DN-DL)5-1. Sơ đồ phân bố điểm được cho trên hình 1.

Các điểm GPS được đo theo các vectơ cạnh (baseline) độc lập bằng phương pháp đo tĩnh với các máy thu hai tần loại TRMBLE 4800 L, 4000 SSi, 4000 SST, ca đo kéo dài không dưới 3 tiếng [6]. Số liệu đo được xử lý bằng phần mềm GPSurvey 2.35.



Dựa vào số liệu đo đạc và kết quả tính toán bình sai đã tiến hành đánh giá sai số xác định chênh cao trắc địa trên 1km chiều dài theo hai cách là: sử dụng sai số khép hình và sai số nhận được sau bình sai. Theo cách thứ nhất với 24 vòng khép có được đã tính ra sai số trung phương bằng 8mm, còn theo cách thứ hai với 57 vectơ cạnh đã nhận được sai số trung phương bằng 11mm. Dễ dàng suy ra là với khoảng cách giữa các điểm GPS bằng 60km thì hiệu độ cao trắc địa đã được xác định với sai số tương ứng bằng 62mm và 85mm. Như vậy, độ chính xác của kết quả xác định chênh cao trắc địa ở khu vực thực nghiệm hoàn toàn đáp ứng yêu cầu (2).

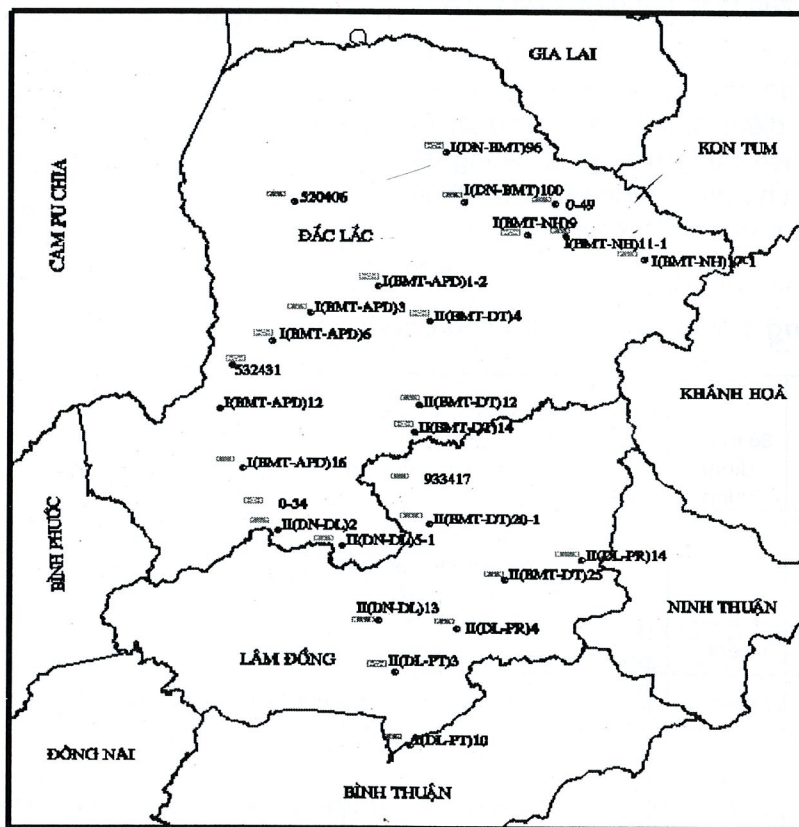
Về số liệu thủy chuẩn thì, như đã nêu, các điểm GPS đều được bố trí trùng với các mốc thủy chuẩn nhà nước từ hạng II trở lên. Điều này có nghĩa là điều kiện (2)

cũng được đảm bảo cả đối với số liệu thủy chuẩn. (Xem hình 1)

3.2. Nội suy dị thường độ cao từ các điểm “cứng” và tính độ cao chuẩn cho điểm xét

Dị thường độ cao nói đến ở đây chính là hiệu số giữa độ cao trắc địa h nhận được bằng GPS và độ cao chuẩn  $H^y$  nhận được bằng thủy chuẩn truyền thống tại các điểm “cứng”. Đại lượng này, theo một số tài liệu nước ngoài, được gọi là dị thường độ cao hình học để nhấn mạnh sự khác biệt về bản chất của nó so với dị thường độ cao trọng lực. Trong phần tiếp theo của bài báo này chúng tôi gọi nó là dị thường độ cao GPS-Thủy chuẩn.

Dị thường độ cao GPS-Thủy chuẩn được nội suy từ các điểm “cứng” bằng cách sử dụng hàm spline [1] với số lượng điểm “cứng” khác nhau là 5, 7, 9, 11 và 13; Số



Hình 1: Sơ đồ phân bố các điểm GPS



lượng điểm xét (điểm nội suy) tương ứng bằng 16, 14, 12, 10 và 8. Việc nội suy được tiến hành thuận tuý với các giá trị dị thường độ cao nói trên cũng như có sử dụng thêm số liệu phụ trợ là dị thường độ cao  $\zeta_{2008}$  tính theo mô hình trọng trường toàn cầu EGM-2008. Trong trường hợp thứ hai giá trị độ cao chuẩn xác định theo phương pháp đo cao GPS cho điểm xét được tính theo biểu thức:

$$H_i^y = h_i - [(h_j - H_j^y - \zeta_{2008,j})^{nội\ suy} + \zeta_{2008,i}] \quad (5)$$

trong đó chỉ số  $i$  chỉ điểm xét, còn chỉ số  $j$  chỉ điểm "cứng". Giá trị độ cao chuẩn nhận được cho điểm xét được đem so sánh với giá trị độ cao chuẩn đã biết của mốc độ cao tương ứng và trên cơ sở đó tính ra giá trị trung phương của đại lượng chênh khác theo tất cả các điểm xét. Đại lượng đó có thể được xem là sai số trung phương của giá trị độ cao chuẩn xác định bằng đo cao GPS.

Kết quả tính toán cụ thể được cho trong bảng 1 trong đó chỉ rõ các phương án nội suy, số lượng điểm "cứng", số lượng điểm xét, khoảng cách trung bình giữa chúng và sai số độ cao cho phép tương ứng với thủy chuẩn hạng III nhà nước. (Xem bảng 1)

Số liệu trong bảng trên cho thấy là nếu

chỉ sử dụng số liệu GPS và thủy chuẩn thì kết quả đo cao GPS không đạt yêu cầu của thủy chuẩn hạng III. Nhưng, yêu cầu này hoàn toàn có thể được đáp ứng, nếu điểm "cứng" được bố trí tương đối đều trên khu vực cho trước và nằm cách xa điểm xét không quá 60km, còn việc nội suy dị thường độ cao được tiến hành trên cơ sở có sử dụng thêm số liệu phụ trợ, chẳng hạn, số liệu trọng lực ở dạng mô hình EGM-2008.

Kết quả nhận được nêu trên chỉ ra rằng trong điều kiện địa hình đồi núi nam Trung bộ, số liệu đo đạc thực tế ở nước ta đã cho phép đạt tới khả năng hiện thực triển khai đo cao GPS với độ chính xác của thủy chuẩn hạng III nhà nước. Đương nhiên, các số liệu đó phải đáp ứng được các yêu cầu cụ thể nhất định mà chúng tôi đã công bố trước đây và lại vừa có dịp thử nghiệm trong công trình đang giới thiệu lần này.

#### 4. Kết luận

Khả năng và các yêu cầu cụ thể đảm bảo cho công tác đo cao GPS ở nước ta có thể đạt được độ chính xác của thủy chuẩn nhà nước tới hạng III do chúng tôi đề xuất đã thêm một lần nữa được thử nghiệm ở vùng đồi núi nam Trung bộ. Hy vọng đây sẽ là một minh chứng bổ sung góp phần củng cố,

**Bảng 1: Kết quả tính độ cao chuẩn theo các phương án khác nhau**

STT	Số lượng điểm "cứng"	Số lượng điểm nội suy	Giá trị trung phương chênh khác giữa độ cao nhà nước và độ cao chuẩn xác định bằng đo cao GPS		S trung bình giữa điểm "cứng" và điểm xét (km)	Sai số giới hạn ( $10\sqrt{s}$ mm)
			Nội suy thuận tuý dị thường độ cao GPS- Thủy chuẩn	Nội suy có sử dụng thêm mô hình EGM - 2008		
1	5 điểm	16 điểm	292,1 mm	126,4 mm	71,0 km	84,3 mm
2	7 điểm	14 điểm	199,1 mm	164,4 mm	66,0 km	81,1mm
3	9 điểm	12 điểm	132,8 mm	67,1 mm	60,0 km	77,4mm
4	11 điểm	10 điểm	87,2 mm	69,1 mm	52, 0 km	71,8 mm
5	13 điểm	8 điểm	83,4 mm	53,3 mm	48,0 km	69,2 mm



tiến tới sớm khẳng định xu thế mạnh dạn áp dụng công nghệ vệ tinh tiên tiến vào công tác xác định độ cao với độ chính xác cao ở nước ta.○

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Phạm Hoàng Lân, Bùi Khắc Luyện (2005). Đánh giá một số phương pháp nội suy dị thường độ cao trên mô hình. Tạp chí các khoa học về Trái đất, Hà nội, số 1(T27)/2005, tr. 32-36

[2]. Phạm Hoàng Lân (2007). Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật. Đề tài: "Nghiên cứu các giải pháp nâng cao độ chính xác đo cao GPS trong điều kiện Việt nam" Viện khoa học đo đạc và bản đồ. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Hà nội, 06-2007, 216 tr.

[3]. Phạm Hoàng Lân (2007). Các yêu cầu đối với số liệu GPS, số liệu thủy chuẩn và số liệu trọng lực trong đo cao GPS. Tạp chí các khoa học về Trái đất, Hà nội, số 4(T29)/2007, tr. 350-353

[4]. Phạm Hoàng Lân (2008). Một vài kết quả thử nghiệm đo cao GPS đạt độ chính xác cao tương đương đo cao thủy chuẩn hạng III ở nước ta. Tạp chí trắc địa-bản đồ,

Hội trắc địa - bản đồ - viễn thám, số 3-2008, tr. 25-32

[5]. Phạm Hoàng Lân (2010). Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật. Đề tài: "Nghiên cứu thiết lập hệ thống độ cao chuẩn thống nhất cho cả lãnh thổ và lãnh hải Việt nam trên cơ sở không sử dụng mặt nước biển trung bình". Viện khoa học đo đạc và bản đồ. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Hà nội, 01-2010, 107 tr.

[6]. Bùi Quang Tuyền (2009). Nghiên cứu triển khai đo cao GPS đạt độ chính xác thủy chuẩn hạng III ở khu vực nam Trung bộ. Luận văn thạc sỹ kỹ thuật (Người hướng dẫn khoa học: GS.TSKH. Phạm Hoàng Lân). Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà nội, 105 tr.

[7]. Demyanov G. V. (2004). Xây dựng các nguyên tắc phát triển hệ thống độ cao chuẩn trên cơ sở công nghệ vệ tinh hiện đại. Luận án TSKH, Matxcova, 148 tr. (tiếng Nga)

[8]. Ogorodova L. V. (2006). Trắc địa cao cấp. Phần III. Trắc địa lý thuyết. Matxcova, Geodezkartizdat, 2006, 381 tr. (tiếng Nga).○

### **Summary**

**ONE MORE EXPERIMENTATION WITH GPS-LEVELLING AT THE ACCURACY LEVEL OF 3<sup>RD</sup> ORDER SPIRIT LEVELLING IN VIETNAM**

*Dr. Sc. Prof. Pham Hoang Lan*

*Hanoi University of Mining and Geology*

*MS. Bui Quang Tuyen*

*Vietnam Natural resources and Environment corporation*

The paper presents the experimentation with GPS-levelling based on the actual data in the hill-mountain south region of Middle Vietnam. The height anomalies obtained at the fixed points with both GPS and levelling measurements were interpolated to the considered points about 60km apart by use of the spline function through EGM-2008 derived gravimetric height anomaly values. In result there were received for the considered points the normal heights with an error no more than (mm). This may be considered as one more contribution to confirming the real possibility of carrying out GPS-levelling with an accuracy of 3<sup>rd</sup> order spirit levelling in Vietnam at present time.○