

## ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC MÔ HÌNH GEOID

ThS. NGUYỄN DUY ĐỒ

Trường ĐH Tài nguyên-Môi trường HN

ThS. SISOMPONE INSISIENGMAY

Cục Bản đồ Quốc gia CHDCND Lào

### Tóm tắt:

Trong đo cao GPS, mô hình Geoid được sử dụng để chuyển độ cao trắc địa về độ cao thủy chuẩn. Độ chính xác của mô hình Geoid đóng vai trò quyết định đến độ chính xác đo cao bằng GPS. Dựa trên mối quan hệ giữa hiệu độ cao trắc địa, hiệu độ cao thủy chuẩn và hiệu độ cao Geoid giữa các điểm song trùng có thể đánh giá được độ chính xác của mô hình Geoid. Trong bài báo này trình bày kết quả đánh giá độ chính xác mô hình Geoid EGM96 và EGM2008 trên khu vực miền Bắc Việt Nam.

### 1. Đặt vấn đề

Mô hình Geoid có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu hình dạng trái đất, trong địa vật lý và trong ứng dụng công nghệ GPS vào công tác đo cao. Hiện nay có nhiều mô hình geoid trên phạm vi toàn cầu, khu vực hoặc quốc gia được các tổ chức khoa học nghiên cứu xây dựng phục vụ cho các mục đích nói trên, như mô hình DMA10, OSU91A, EGM96, EGM2008 vv ... Tổ chức quốc tế IGeS (International Geoid Service) được hình thành với nhiệm vụ tổ chức phối hợp nghiên cứu xây dựng mô hình Geoid toàn cầu hoặc khu vực và cung cấp thông tin về Geoid.

Geoid được định nghĩa là mặt đẳng thế trọng trường xấp xỉ với mặt nước biển trung bình trên quy mô toàn cầu [9]. Tuy nhiên, do các nguyên nhân động lực đại dương, mặt nước biển trung bình không phải là mặt đẳng thế, vì vậy việc xác định mặt Geoid là vấn đề không đơn giản. Mặt đẳng thế đi qua mực nước biển trung bình tại một trạm nghiệm triều nào đó (được lấy làm mặt khởi tính độ cao) chỉ xác định một "Geoid địa phương", không đại diện cho Geoid toàn cầu.

Bản chất mặt Geoid là bề mặt có ý nghĩa

vật lý, sự biến đổi của nó khá phức tạp do liên quan đến cấu trúc bên trong lòng trái đất và địa hình mặt đất, do đó vấn đề xác định độ cao Geoid phục vụ cho đo cao GPS trở nên khó khăn và là nguyên nhân chủ yếu làm giảm độ chính xác đo cao bằng GPS.

Mặc dù đo cao GPS khá đơn giản, dễ triển khai thực hiện, song do những hạn chế về độ chính xác và độ tin cậy của nó nên phương pháp đo cao GPS vẫn chưa thể thay thế cho đo cao hình học trong mọi trường hợp. Trong Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao (QCVN 11:2008/BTNMT) do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2008 [5] cũng chưa đề cập đến việc sử dụng GPS thay thế đo cao hình học, ngay cả cho đo cao hạng III và hạng IV.

Trong Hướng dẫn kỹ thuật đo GPS của Cục Giao thông California (Mỹ) [7], có một số điều khoản hướng dẫn xác định độ cao bằng GPS, nhưng cũng chỉ áp dụng cho các khu vực cục bộ (dự án địa phương) với độ chính xác 0,07 feet (0,021m) và 0,16 feet (0,049m), tức là tương đương với độ chính xác thủy chuẩn hạng 4 và thủy chuẩn kỹ thuật.

Ở Việt nam, đã có một số nghiên cứu nhằm nâng cao độ chính xác đo cao GPS, trong đó đã tập trung nghiên cứu ở một số giải pháp sau:

- Phối hợp số liệu GPS, số liệu trọng lực và đo cao hình học để xác định Geoid cục bộ phục vụ đo cao GPS [2],[3],[4].

- Sử dụng các điểm song trùng (đo GPS và đo cao hình học) để nội suy số hiệu chỉnh vào độ cao hoặc hiệu độ cao xác định được [1],[2].

- Sử dụng mô hình Geoid toàn cầu và tính thêm số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của địa hình [1].

Một số quốc gia sử dụng hệ thống độ cao chuẩn, người ta nghiên cứu xây dựng mô hình Quasigeoid [10], tuy nhiên về phương pháp luận xây dựng mô hình Geoid và xây dựng mô hình Quasigeoid về cơ bản là thống nhất với nhau.

Một mô hình Geoid dù được xây dựng theo số liệu trọng lực, theo số liệu GPS-thủy chuẩn hay phối hợp các số liệu trên đều cần đánh giá độ chính xác của nó. Kết quả đánh giá độ chính xác mô hình Geoid là thông tin quan trọng để ứng dụng mô hình đó vào đo cao GPS. Để đánh giá độ chính xác mô hình Geoid hay Quasigeoid tốt nhất là dựa vào số liệu đo GPS và đo thủy chuẩn chính xác tại các điểm song trùng.

## 2. Phương pháp đánh giá độ chính xác mô hình Geoid

Để đánh giá độ chính xác mô hình Geoid trên một khu vực, trước hết cần tạo ra các điểm song trùng GPS-Thủy chuẩn phân bố tương đối đều trên khu vực đó. Nếu trên khu vực đó đã có các mốc độ cao hạng 1, hạng 2 nhà nước, thì chỉ cần lập lưới GPS trùng với các mốc độ cao. Để có số liệu tin cậy, lưới GPS phải được đo và xử lý đúng quy trình để đạt độ chính xác cao.

Nếu như mạng lưới GPS đã được tính

toán bình sai trong hệ WGS84, tại các điểm GPS chúng ta nhận được độ cao trắc địa là  $H$ , tại đó cũng nhận được độ cao Geoid là  $N$  (theo mô hình Geoid), đồng thời độ cao thủy chuẩn  $h$  của mốc đã biết, từ đó tính được độ lệch giữa 3 loại độ cao trên theo công thức:

$$H_j - h_j - N_j = \Delta_j \quad (j=1,2,...n) \quad (1.1)$$

với  $n$  là số điểm song trùng.

Bản chất độ lệch  $\Delta_j$  xác định theo (1.1) là sai số thực, trong đó chứa cả 3 loại sai số, gồm sai số do đo GPS, sai số của độ cao thủy chuẩn và lớn nhất là sai số của mô hình Geoid. Nếu bỏ qua sự phụ thuộc của độ cao trắc địa  $H$  với nhau, dựa vào  $\Delta_j$ , chúng ta có thể tính được sai số trung phương tổng hợp của 3 loại sai số trên theo công thức sau:

$$M = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (1.2)$$

Ký hiệu  $M_H$  là sai số trung phương của độ cao trắc địa,  $M_h$  là sai số trung phương của độ cao thủy chuẩn, khi đó sẽ tính được sai số trung phương của độ cao Geoid  $M_{Geo}$  theo công thức:

$$M_{Geo} = \sqrt{M^2 - M_H^2 - M_h^2} \quad (1.3)$$

Theo các công thức trên, có thể đánh giá độ chính xác trị tuyệt đối của độ cao Geoid xác định từ mô hình (gọi là phương pháp tuyệt đối). Phương pháp đánh giá này chịu ảnh hưởng đáng kể của sai số hệ thống do tọa độ trắc địa (B,L,H) của các điểm GPS xác định không hoàn toàn chính xác trong hệ WGS84 và sai số hệ thống do mặt khởi tính độ cao quốc gia chỉ là mặt nước biển trung bình cục bộ. Sai số độ cao Geoid tính theo (1.2),(1.3) thường có giá trị khá lớn.

Trên thực tế, khi đo cao GPS, chúng ta phải có ít nhất một điểm có độ cao thủy chuẩn, từ mô hình Geoid sẽ xác định được hiệu độ cao Geoid  $\Delta N$ , từ đó tính chuyển hiệu độ cao trắc địa  $\Delta H$  về hiệu độ cao thủy chuẩn  $\Delta h$  theo công thức:

$$\Delta h = \Delta H - \Delta N \quad (1.4)$$

Dựa vào quan hệ (1.4), sẽ đánh giá được độ chính xác hiệu độ cao Geoid dựa vào số liệu của các điểm song trùng.

Ký hiệu  $\Delta H_{i,k}$  là hiệu độ cao trắc địa giữa 2 điểm song trùng  $i,k$ ,  $\Delta h_{i,k}$  là hiệu độ cao thủy chuẩn và  $\Delta N_{i,k}$  là hiệu độ cao Geoid xác định từ mô hình Geoid giữa hai điểm đó, từ đó sẽ tính được độ lệch:

$$\delta_{i,k} = \Delta H_{i,k} - \Delta h_{i,k} - \Delta N_{i,k} \quad (1.5)$$

Độ lệch  $\delta_{i,k}$  là sai số thực, chứa 3 loại sai số do đo GPS, do đo thủy chuẩn hình học và sai số của mô hình Geoid. Để giảm thiểu ảnh hưởng có tính hệ thống của hệ quy chiếu đến hiệu độ cao trắc địa, cần xác định  $\Delta H_{i,k}$  trong hệ WGS84.

Sử dụng các sai số thực  $\delta_{i,k}$  xác định theo (1.5) sẽ đánh giá được độ chính xác do 3 thành phần sai số trên. Trọng số  $P_{i,k}$  của phương trình (1.5) được tính:

$$P_{i,k} = \frac{1}{D_{i,k}} \quad (1.6)$$

trong đó  $D_{i,k}$  là khoảng cách giữa điểm  $i$  và  $k$ , tính ở đơn vị km

Như vậy sai số trung phương (tổng hợp) hiệu độ cao trên 1km được tính theo công thức sau:

$$m_{km} = \pm \sqrt{\frac{P\delta\delta}{m}} \quad (1.7)$$

Trong công thức (1.7),  $m$  là số cặp điểm song trùng dùng trong khảo sát, giá trị  $m$  không nên nhỏ hơn 20 và khoảng cách  $D_{i,k}$  giữa các cặp điểm khảo sát nên có giá trị khác nhau.

Nếu cho biết sai số đo cao hình học trên 1 km là  $m_{\Delta h}$ , sẽ tính được sai số đo cao GPS trên 1 km, thuần túy sử dụng mô hình Geoid theo công thức:

$$m_0 = \pm \sqrt{m_{km}^2 - m_{\Delta h}^2} \quad (1.8)$$

Nếu ta ước lượng được sai số đo hiệu độ cao trắc địa trên 1km là  $m_{\Delta H}$  thì có thể tính

được sai số mô hình Geoid theo công thức sau:

$$m_{1km-Geo} = \pm \sqrt{m_{km}^2 - m_{\Delta h}^2 - m_{\Delta H}^2} \quad (1.9)$$

Giá trị  $m_{1km-Geo}$  tính theo (1.9) là sai số trung phương hiệu độ cao Geoid trên 1km, được coi là giá trị đặc trưng cho độ chính xác của mô hình Geoid.

Nếu đo cao hình học được thực hiện với độ chính xác cao, thì có thể bỏ qua sai số đo cao hình học  $m_{\Delta h}$  trong công thức (1.8), khi đó sai số trung phương tính theo (1.7) có thể coi là sai số đo cao GPS thuần túy chỉ sử dụng mô hình Geoid.

Nếu trong trường hợp  $\Delta N$  trong công thức (1.5) được lấy từ mô hình Geoid trọng lực (chỉ sử dụng số liệu trọng lực để xác định Geoid), chúng ta sẽ đánh giá được độ chính xác đo cao GPS thuần túy sử dụng mô hình Geoid trọng lực.

### 3. Tính toán thực nghiệm

#### 3.1. Số liệu thực nghiệm

Trên khu vực vùng núi và trung du Bắc Bộ thuộc các tỉnh Phú Thọ, Tuyên Quang, Vĩnh Phúc, Thái Nguyên, Bắc Cạn được giới hạn bởi độ vĩ từ 21°16' đến 21°51' và độ kinh từ 104°52' đến 105°51', đã tiến hành đo thực nghiệm tạo ra 44 cặp điểm song trùng dựa vào 29 mốc độ cao hạng 1 hạng 2 nhà nước (tuyến hạng 1 Bảo Hà-Hà Nội: 13 điểm; tuyến hạng 2 Ngô Khê-Phú Thọ: 8 điểm; tuyến hạng 2 Nguyên Bình-Hà Nội: 8 điểm). Khoảng cách nhỏ nhất giữa các cặp điểm là 2,66km và lớn nhất là 67,92km.

Số liệu của 44 cặp điểm cho trong bảng 1, trong đó có hiệu độ cao Geoid lấy từ mô hình Geoid EGM96 (d-G96) và mô hình Geoid EGM2008 (d-G08). (Xem bảng 1)

Với số liệu nêu trên, tiến hành đánh giá độ chính xác 2 mô hình Geoid EGM96 và EGM2008 trên phạm vi khu vực thực nghiệm dựa vào các hiệu độ cao (phương pháp tương đối).

**Bảng 1: Số liệu của các cặp điểm song trùng**

Dau	Cuoi	Dkm	delH	delh	d-G96	d-G08	dell	del2
I (BH-HN) 16AP	I (BH-HN) 18P	5.90	-2.2925	-2.4102	.0390	.0319	.0787	.0858
I (BH-HN) 19-1	I (BH-HN) 18P	6.43	3.8618	3.9680	.0118	-.0995	-.1180	-.0067
I (BH-HN) 19-1	I (BH-HN) 20-1	6.61	.2515	.0795	.0608	.0769	.1112	.0951
I (BH-HN) 20-1	I (BH-HN) 22P	7.94	-1.5796	-1.7548	.0945	.1370	.0807	.0382
I (BH-HN) 22P	I (BH-HN) 24P	9.18	1.3617	1.1436	.1650	.1622	.0531	.0559
I (BH-HN) 22P	I (BH-HN) 26	19.44	5.0277	4.5879	.3885	.3294	.0513	.1104
I (BH-HN) 24P	I (BH-HN) 26	10.25	3.6660	3.4443	.2235	.1672	-.0018	.0545
I (BH-HN) 26	I (BH-HN) 22	19.44	-5.2932	-4.8540	-.3887	-.3294	-.0505	-.1098
I (BH-HN) 26	I (BH-HN) 29P	9.79	-8.8667	-9.0725	.2015	.0721	.0043	.1337
I (BH-HN) 26	II (NK-PT) 28-1	8.94	6.1944	6.1117	.0652	-.0164	.0175	.0991
I (BH-HN) 28P	I (BH-HN) 22	24.43	-.3354	.1945	-.5008	-.3689	-.0291	-.1610
I (BH-HN) 28P	I (BH-HN) 26	5.58	4.9578	5.0485	-.1121	-.0395	.0214	-.0512
I (BH-HN) 28P	II (NK-PT) 28-1	6.20	11.1522	11.1602	-.0469	-.0559	.0389	.0479
I (BH-HN) 29	I (BH-HN) 28P	4.29	5.7831	5.9125	-.0900	-.0326	-.0394	-.0968
I (BH-HN) 29P	I (BH-HN) 32P	12.58	2.6242	2.4003	.2427	.1002	-.0188	.1237
I (BH-HN) 32P	I (BH-HN) 34	9.83	-9.9244	-10.2649	.1807	.1042	.1598	.2363
I (BH-HN) 32P10	I (BH-HN) 28P	16.84	1.2415	1.6016	-.3323	-.1328	-.0278	-.2273
I (BH-HN) 32P10	I (BH-HN) 29	12.56	-4.5416	-4.3109	-.2423	-.1002	.0116	-.1305
I (BH-HN) 35	II (NB-HN) 45-1	33.36	.4064	.0149	.2040	.5687	.1875	-.1772
I (BH-HN) 38	I (BH-HN) 35	6.68	-8.4340	-8.4362	.0416	-.0585	-.0394	.0607
I (BH-HN) 38	II (NB-HN) 45-1	27.89	-8.0276	-8.4213	.2456	.5102	.1481	-.1165
II (NB-HN) 32-1	II (NB-HN) 31-1	5.26	-18.9789	-19.0415	.0713	.0685	-.0087	-.0059
II (NB-HN) 32-1	II (NB-HN) 34P	7.24	-39.1319	-39.1908	-.0498	.0342	.1087	.0247
II (NB-HN) 36	II (NB-HN) 34P	7.92	15.7112	15.8785	.0189	-.0807	-.1862	-.0866
II (NB-HN) 36	II (NB-HN) 37P	5.86	-1.1176	-1.2407	.0143	.0859	.1088	.0372
II (NB-HN) 36	II (NK-PT) 21-1	51.86	-1.1180	-.3241	-.5452	-.8036	-.2487	.0097
II (NB-HN) 41P	II (NK-PT) 27	67.92	-2.4578	-1.6552	-.6626	-.8149	-.1400	.0123
II (NB-HN) 41P	II (NK-PT) 28	65.52	8.6253	9.2806	-.5656	-.7045	-.0897	.0492
II (NB-HN) 42	II (NB-HN) 41P	5.53	3.9253	4.0627	-.0514	-.0807	-.0860	-.0567
II (NB-HN) 42	II (NK-PT) 28	66.40	12.5506	13.3433	-.6170	-.7852	-.1757	-.0075
II (NB-HN) 42	II (NK-PT) 28-1	65.25	5.3101	6.0584	-.5690	-.7431	-.1793	-.0052
II (NB-HN) 43-1	II (NB-HN) 42	7.93	12.5796	12.6490	-.0784	-.0814	.0090	.0120
II (NK-PT) 18	I (BH-HN) 16AP	38.08	6.2510	6.5509	-.5320	-.0226	.2321	-.2773
II (NK-PT) 18	II (NB-HN) 31-1	54.36	51.4951	50.6958	.6371	.8999	.1622	-.1006
II (NK-PT) 18	II (NB-HN) 34P	51.20	31.3421	30.5465	.5160	.8656	.2796	-.0700
II (NK-PT) 21-1	II (NK-PT) 20	6.94	-14.1332	-14.0271	.0287	-.0782	-.1348	-.0279
II (NK-PT) 21-1	II (NK-PT) 23	8.84	-15.5907	-15.6861	-.0791	.0902	.1745	.0052
II (NK-PT) 23	I (BH-HN) 19-1	26.10	1.1745	1.5149	-.3776	-.1241	.0372	-.2163
II (NK-PT) 25	II (NK-PT) 23	6.21	2.8502	3.0017	-.0185	-.1169	-.1330	-.0346
II (NK-PT) 27	II (NK-PT) 25	7.54	-10.0761	-9.8900	-.0679	-.1334	-.1182	-.0527
II (NK-PT) 28	II (NK-PT) 27	5.94	-11.0831	-10.9358	-.0970	-.1104	-.0503	-.0369
II (NK-PT) 28	II (NK-PT) 28-1	2.66	-7.2405	-7.2849	.0480	.0421	-.0036	.0023
II (NK-PT) 28-1	I (BH-HN) 22	23.60	-11.4876	-10.9657	-.4539	-.3130	-.0680	-.2089
II (NK-PT) 28-1	I (BH-HN) 29P	7.80	-15.0611	-15.1842	.1363	.0885	-.0132	.0346

**3.2. Đánh giá độ chính xác mô hình Geoid EGM96**

Từ số liệu trên, áp dụng công thức (1.6) và (1.7) để tính sai số trung phương hiệu độ cao trên 1km (tổng hợp 3 nguồn sai số), kết quả như sau:

$$[P\delta\delta] = 0,03884 ; m_{km} = \pm \sqrt{\frac{[P\delta\delta]}{n}} = \pm 0,0297m$$

Vì các mốc song trùng có độ cao hạng 1, hạng 2 nên hiệu độ cao có sai số trung phương  $m_{\Delta h}$  xấp xỉ  $\pm 2mm/km$ , áp dụng

công thức (1.8) tính được sai số đo cao GPS thuần túy sử dụng mô hình Geoid EGM96 là:

$$m_0 = \pm \sqrt{m_{km}^2 - m_{\Delta h}^2} = \pm 0,0296m$$

Từ kết quả xác định hiệu độ cao trắc địa bằng GPS, có thể ước lượng sai số trung phương hiệu độ cao trắc địa trên 1km là  $m_{\Delta H} = 0,010m$ , áp dụng công thức (1.9), tính được sai số trung phương hiệu độ cao Geoid EGM96 trên 1km:

$$m_{1km-Geo} = \pm \sqrt{m_{km}^2 - m_{\Delta h}^2 - m_{\Delta H}^2} = \pm 0,0278m$$

### 3.3. Đánh giá độ chính xác mô hình Geoid EGM2008

Theo hiệu độ cao Geoid xác định từ mô hình Geoid EGM2008 (d-G08), áp dụng công thức (1.6) và (1.7) tính được sai số trung phương tổng hợp các hiệu độ cao trên 1km:

$$[P\delta\delta] = 0,03391; m_{km} = \pm \sqrt{\frac{[P\delta\delta]}{n}} = \pm 0,0278m$$

Sai số đo cao GPS thuần túy sử dụng mô hình Geoid EGM2008 là:

$$m_0 = \pm \sqrt{m_{km}^2 - m_{\Delta h}^2} = \pm 0,0277m / km$$

Nếu coi sai số trung phương hiệu độ cao trắc địa trên 1km là 0,01m, áp dụng công thức (1.9), tính được sai số trung phương hiệu độ cao Geoid EGM2008 trên 1km:

$$m_{1km-Geo} = \pm \sqrt{m_{km}^2 - m_{\Delta h}^2 - m_{\Delta H}^2} = \pm 0,0258m$$

### 4. Kết luận

- Có thể coi sai số trung phương hiệu độ cao Geoid trên 1km ( $m_{1km-Geo}$ ) xác định theo phương pháp nêu trên là giá trị đặc trưng cho độ chính xác của mô hình Geoid, đây là thông tin quan trọng khi sử dụng mô hình Geoid vào công tác đo cao bằng GPS.

- Phương pháp đánh giá độ chính xác mô hình Geoid nêu trên dựa vào sai số thực  $\delta$  trong đó có xét đến các nguồn sai số, do đó cho kết quả đáng tin cậy. Các giá trị sai số thực  $\delta$  có thể tính toán dựa vào các hiệu độ cao trắc địa chưa qua xử lý bình sai lưới (từ kết quả giải cạnh).

- Quy trình tính toán xác định sai số đặc trưng của mô hình Geoid  $m_{1km-Geo}$  tương đối đơn giản, tuy nhiên khối lượng đo đạc ngoại nghiệp khá nhiều do phải tạo thành các cặp điểm song trùng. Để xác định  $m_{1km-Geo}$  nên có ít nhất 20 cặp điểm song trùng phân bố tương đối đều trên khu vực khảo sát, với khoảng cách khác nhau và hướng phương vị khác nhau

- Theo kết quả khảo sát nêu trên, cho thấy tại khu vực vùng núi và trung du Bắc Bộ, độ chính xác của mô hình Geoid EGM2008 cao hơn mô hình EGM96 không nhiều. Nếu không có xử lý đặc biệt, các mô hình Geoid này chỉ bảo đảm độ chính xác đo cao tương đương thủy chuẩn kỹ thuật. ○

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đặng Nam Chinh, Nguyễn Duy Đô, Lê Văn Thủ. Xác định số hiệu chỉnh địa hình trong đo cao GPS ở vùng núi có sử dụng mô hình Geoid toàn cầu. Tuyển tập báo cáo HNKH lần thứ 18 - trường Đại học Mở - Địa chất. Hà Nội, tháng 11/2008.
- [2]. Phạm Hoàng Lân. Nghiên cứu các giải pháp nâng cao độ chính xác đo cao GPS trong điều kiện Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ. Viện NC Địa chính - Bộ Tài nguyên và Môi trường. Hà Nội, 2006.
- [3]. Lê Minh. Một số kết quả xây dựng mô hình Geoid địa phương ở Việt Nam. Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học Đo đạc và Bản đồ Việt Nam vì sự nghiệp xây dựng và bảo vệ tổ quốc. Hà Nội tháng 12/2009.
- [4]. Đặng Hùng Võ. Lê Minh, Phạm Hoàng Lân, Nguyễn Tuấn Anh. Xây dựng mô hình Geoid độ chính xác cao ở Việt Nam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học trắc địa bản đồ và quản lý đất đai lần thứ nhất. Hà Nội 12/2004.
- [5]. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao (QCVN 11: 2008/ BTNMT), Hà Nội, 2008.
- [6]. Global Positioning System (GPS) Survey Specification. California Department of Transportation-2006.
- [7]. GPS survey Specification Guideline (ETG-05-02). Australian Rail Track Corporation Ltd.
- [8]. Guidelines and Specifications for GPS Surveys of ISN Markers. Version 2.2.

(Xem tiếp trang 36)

Tạp chí Địa Chính, V. 1, pp. 3-7.

[4]. Nguyễn Ngọc Lâu và Ung Lê Huy, (2008), "Khai thác trị đo pha của chip OEM GARMIN 25LP trong công tác trắc địa", Hội nghị khoa học lần thứ 11, Tháng 11 năm 2008.

[5]. Beran, T., S. Bisnath, R.B. Langley and L. Serrano, (2005), "High-Accuracy Point Positioning with Low-Cost GPS Receivers: How Good Can It Get?", Proceedings of ION GPS/GNSS 2005, 18th international Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, Long Beach, CA, 13-16 September 2005, The Institute of Navigation, Alexandria, Virginia, U.S.A., pp. 1524-1534.

[6]. Chris Rizos, (1996), "Principles and Practice of GPS Surveying", Course Notes, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Australia.○

### Summary

EXPERIMENTS OF PROCESSING HALF-WAVELENGTH CARRIER PHASE MEASUREMENTS BY USING SOME COMERCIAL SOFTWARE PACKAGES

Dr. Nguyen Ngoc Lau

Eng. Duong Tuan Viet

Department of Geomatics Engineering the HCMC University of Technology

This paper presents some our experiments of processing GPS half-wavelength carrier phase measurements by using four available commercial GPS software packages. We collected GPS data on baselines between GPS surveying receivers (full wavelength) and low-cost receivers (half wavelength). Processing results show that software LGO from Leica and Ashtech Solution from Thales are the best. The horizontal accuracy of several cm can be achieved.○

### ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC...

(Tiếp theo trang 29)

Singapore Land Authority Survey Service.  
June-2006.

[9]. Janssen V. Understanding  
Coordinate Reference System, Datums and

Transformations. International Journal of  
Geoinformatics, Volum 5. N.4. December  
2009.

[10]. Adam Lyszkowicz. Quasigeoid for  
the area of Poland computed by least  
squares collocation. Abbrev. Technical  
Sciences. No 13. Y.2010.○

### Summary

ACCURACY ESTIMATION OF GEOID MODELS

MSc. Nguyen Duy Do

Hanoi University of Natutal Resources and Environment

MSc. Sisomphone Insiengmay

National Geographic Department - Lao PDR

For purpose of GPS levelling, geoid models are used for transformation from ellipsoid height to orthometric height. Accuracy of the Geoid models are significant in GPS levelling. Based on the relation between ellipsoid height, levelling height and geoid undulation it is possible to evaluate the accuracy of Geoid models. In this paper, the accuracy EGM96 and EGM2008 Geoid models of Northern Area in Viet Nam were assesed.○