

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC TỌA ĐỘ KHI ĐO BẰNG HỆ THỐNG VNGEONET VÀ ỨNG DỤNG TRONG QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

Phạm Văn Tuyên¹, Nguyễn Văn Sáng², Nguyễn Văn Thụ³

¹Khoa QLDD - Trường Đại học Thành Đông;

Email: pvtuyen45@gmail.com

²Trường Đại học Mở - Địa Chất.

³Phân viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phía Nam.

TÓM TẮT

Nội dung của bài báo tập trung nghiên cứu các phương pháp đánh giá độ chính xác tọa độ đo bằng hệ thống Mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia Việt Nam (VNGEONE). Kết quả đo đạc thực nghiệm và đánh giá độ chính xác tọa độ khi đo bằng hệ thống VNGEONE của Việt Nam tại các mốc địa giới hành chính của khu vực thành phố Dĩ An, tỉnh Bình Dương và tại các mốc lưới địa chính huyện Bến Lức, tỉnh Long An có thể khẳng định rằng: công nghệ GNSS-CORS VNGEONET (với dịch vụ giải pháp công nghệ mạng Network RTK) của Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam hoàn toàn có thể ứng dụng được trong hầu hết các công tác đo đạc quản lý đất đai như: (1) Đo mốc địa giới hành chính các cấp; (2) Đo lưới địa chính; (3) Đo lưới khống chế đo vẽ cấp 1 và cấp 2; (4) Đo chi tiết bản đồ địa chính tại các khu vực thông thoáng lên trời.

Từ khóa: VNGEONET, độ chính xác tọa độ, quản lý đất đai.

ABSTRACT

The content of the article focuses on studying methods for assessing the accuracy of coordinates measured by the Vietnamese National Satellite Positioning Station Network System (VNGEONE). The results of experimental measurements and the accuracy assessment of coordinates measured by the VNGEONE system in Vietnam at administrative boundary markers in the Dĩ An city area, Bình Dương province, and at cadastral grid markers in Bến Lức district, Long An province, confirm that: the GNSS-CORS VNGEONET technology (with Network RTK technology solution service) of the Vietnam Department of Survey, Mapping and Geographic Information can be applied in most land management surveying tasks such as: (1) Measuring administrative boundary markers at various levels; (2) Surveying the cadastral grid; (3) Surveying level 1 and level 2 control networks; (4) Detailed cadastral mapping in open-sky areas.

Keywords: VNGEONET (Vietnam Geodetic Network), coordinate accuracy, land management.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia Việt Nam VNGEONET (Vietnam Geodetic Network) bắt đầu triển khai xây dựng từ năm 2016 và hoàn thành cuối năm 2019, bao gồm 65 trạm định vị vệ tinh quốc gia hoạt động liên tục (Continuously Operating Reference Stations - CORS) trải đều trên khắp lãnh thổ Việt Nam (trong đó bao gồm 24 trạm Geodetic CORS và 41

trạm NRTK CORS (Network Real-Time Kinematic Continuously Operating Reference Stations) và trạm điều khiển xử lý trung tâm được kết nối với nhau qua internet đảm bảo việc thu nhận dữ liệu liên tục, ổn định. Mục đích chính của hệ thống VNGEONET là làm khung tham chiếu cho hệ tọa độ quốc gia và cung cấp số liệu phục vụ đo GNSS động thời gian thực độ chính xác cm trên phạm vi toàn quốc 0, 0. Đây là công

nghe tiên tiến của ngành. Độ chính xác đo động bằng công nghệ VNGEONET cũng đã được công bố (xem bảng 1). Tuy nhiên, trên thực tế, vẫn có những băn khoăn về ứng dụng công nghệ này. Để góp phần định hướng ứng dụng công nghệ GNSS-CORS (Global Navigation Satellite System - Continuously Operating Reference Stations) trong Quản lý đất đai thì cần có thêm những đánh giá về độ chính xác và đối chiếu với các tiêu chuẩn kỹ thuật để khẳng định công nghệ này có đáp ứng yêu cầu về độ chính xác của lĩnh vực quản lý đất đai không. Bài báo tập trung nghiên cứu về các phương pháp đánh giá độ chính xác tọa độ đo bằng công nghệ trạm CORS của Việt Nam; Thực nghiệm đánh giá độ chính xác trên một số công việc trong đo đạc quản lý đất đai; từ đó đưa ra những đánh giá về khả năng ứng dụng của công nghệ trong lĩnh vực quản lý đất đai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác tọa độ được xác định bằng công nghệ GNSS-CORS (*Global navigation satellite system-continuous operating reference stations*)

Độ chính xác tọa độ (x,y) xác định bằng hệ thống trạm CORS có thể chịu ảnh hưởng của các yếu tố sau đây:

- Ảnh hưởng của sai số vị trí trạm CORS: vị trí đặt trạm CORS là cơ sở để tính tọa độ và độ cao của các điểm định vị động. Trước khi đưa trạm CORS vào hoạt động, trạm CORS cần được đo nối với tọa độ và độ cao quốc gia. Sai số vị trí điểm trạm CORS được coi là sai số số liệu gốc khi định vị điểm cho các điểm động;
- Ảnh hưởng do sai số của máy thu: mỗi loại máy thu GNSS có độ chính xác khác nhau, được đặc trưng bởi các thông số của máy.

- Sai số do định tâm, cân máy: khi đo động, máy thu được gắn lên sào đo. Trên sào đo có gắn bọt thủy để cân bằng máy. Sào đo thường có chiều dài trên 1,25m. Sai số do cân máy sẽ phụ thuộc vào độ nhảy của bọt thủy và việc cân máy của người đo. Trong trường hợp yêu cầu độ chính xác cao, có thể sử dụng thiết bị kẹp sào đo để cân bằng chính xác bọt thủy, hoặc cần thiết có thể dùng chân máy và đế máy để dọi tâm cân bằng.

- Sai số do độ trễ tín hiệu truyền tín hiệu: Khi định vị bằng trạm CORS, tín hiệu từ máy trạm CORS truyền đến máy động qua internet, trong trường hợp máy Rover được gắn lên thiết bị di động, vừa di chuyển vừa đo, nếu tín hiệu truyền bị chậm thì sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác xác định vị trí điểm vì khi tín hiệu truyền đến, máy động đã di chuyển đi chỗ khác.

- Sai số do số hiệu chỉnh của hệ thống trạm CORS, mỗi hệ thống trạm CORS có sử dụng kỹ thuật xử lý và tính toán số hiệu chỉnh khác nhau qua các cổng cung cấp dịch vụ. Mỗi phương pháp có các đặc điểm và cho độ chính xác tính số hiệu chỉnh khác nhau.

Hệ thống trạm CORS của Việt Nam (VNGEONET) có các phương pháp xử lý và các cổng dịch vụ cung cấp như sau: Cổng 2101 (Virtual Reference Station - VRS) giải pháp mạng lưới (Network); Cổng 2102 (iMAX) giải pháp mạng lưới; Cổng 2103 (SB) giải pháp trạm đơn (Single base). Khi sử dụng dịch vụ thì ưu tiên dùng 2 cổng 2101 và 2102 do đây là giải pháp Network tính ổn định, chính xác hơn, không phụ thuộc vào khoảng cách (yêu cầu Rover đo trong vùng Network).

Bảng 1. Độ chính xác tọa độ khi sử dụng dịch vụ đo động thời gian thực được cung cấp bởi mạng lưới trạm tham chiếu hoạt động liên tục VNGEONET

Kỹ thuật hiệu chỉnh	Độ chính xác tọa độ	
	Khu vực k ≤ 80 km	Khu vực k > 80 km
VRS, MAX, iMAX (Individualized – Master Auxiliary)	3,0 cm ÷ 5,0 cm	4,0 cm ÷ 7,0 cm
Single Base (SB) (áp dụng nếu S ≤ 25 km)	< 5,0 cm	

Trong đó: k là khoảng cách giữa các trạm định vị vệ tinh tham gia xử lý trong mạng lưới để cung cấp dịch vụ đo động thời gian thực; S là khoảng cách từ vị trí phương tiện thu tín hiệu vệ tinh di động đến trạm định vị vệ tinh cố định được sử dụng để cải chỉnh.

2.2. Đánh giá độ chính xác tọa độ bằng cách đo nhiều lần trên cùng một điểm

Giả sử tại cùng 1 điểm, ở các thời điểm t_i khác nhau chúng ta đo được các tọa độ (x_i, y_i) . Như vậy, chúng ta có dãy trị đo nhiều lần của 1 đại lượng: $x_1, x_2, x_i, \dots, x_n$ và $y_1, y_2, y_i, \dots, y_n$; n là số lần đo. Giá trị xác suất là giá trị trung bình của các trị đo, được tính bằng công thức [4]:

$$x_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad y_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad (1)$$

Chênh lệch giữa các trị đo và trị trung bình được tính:

$$v_{x_i} = x_i - x_{TB}; \quad v_{y_i} = y_i - y_{TB}; \quad (2)$$

Độ chính xác của tọa độ được tính theo công thức Betxen:

$$m_x = \pm \sqrt{\frac{[v_{x_i} \cdot v_{x_i}]}{n-1}}; \quad m_y = \pm \sqrt{\frac{[v_{y_i} \cdot v_{y_i}]}{n-1}}; \quad (3)$$

Độ chính xác của vị trí điểm được tính theo công thức:

$$m_p = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}; \quad (4)$$

2.3. Đánh giá độ chính xác tọa độ theo dãy trị đo kép

Giả sử tại n điểm đo, mỗi điểm được đo 2 lần thì ta có dãy trị đo kép: lần đo 1 được tọa độ là $(x_i^{(1)}; y_i^{(1)})$. Lần đo 2 được tọa độ là $(x_i^{(2)}; y_i^{(2)})$. Khi đó, hiệu trị đo kép được tính theo công thức [4]:

$$d_{xi} = x_i^{(1)} - x_i^{(2)}, \quad d_{yi} = y_i^{(1)} - y_i^{(2)}, \quad \text{với } i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (5)$$

Kiểm tra sai số hệ thống theo điều kiện:

$$\begin{aligned} |\sum_{i=1}^n d_{xi}| &\geq 0,25 \sum_{i=1}^n |d_{xi}|; \quad |\sum_{i=1}^n d_{yi}| \geq 0,25 \sum_{i=1}^n |d_{yi}| \end{aligned} \quad (6)$$

Nếu điều kiện (6) thỏa mãn thì dãy trị đo có sai số hệ thống và được tính theo công thức:

$$C_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{xi}; \quad C_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{yi}. \quad (7)$$

Loại bỏ sai số hệ thống ra khỏi hiệu trị đo kép theo công thức:

$$d'_{xi} = d_{xi} - C_x; \quad d'_{yi} = d_{yi} - C_y \quad (8)$$

Sai số trung phương của trị đo kép được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} m_{x_i^{(1)}} = m_{x_i^{(2)}} &= \pm \sqrt{\frac{[d'_{xi} \cdot d'_{xi}]}{2(n-1)}}; \quad (9) \\ m_{y_i^{(1)}} = m_{y_i^{(2)}} &= \pm \sqrt{\frac{[d'_{yi} \cdot d'_{yi}]}{2(n-1)}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Nếu điều kiện (6) không thỏa mãn thì dãy trị đo kép không có sai số hệ thống. Khi đó, sai số trung phương của trị đo kép được tính theo công thức:

$$m_x = \pm \sqrt{\frac{[d_x \cdot d_x]}{2n}}; \quad m_y = \pm \sqrt{\frac{[d_y \cdot d_y]}{2n}}. \quad (11)$$

Độ chính xác vị trí điểm được tính theo công thức (4).

2.4. Đánh giá độ chính xác tọa độ bằng cách đo trên các điểm chuẩn đã biết tọa độ

Giả sử có n điểm đã biết tọa độ chính xác $(x_i^b; y_i^b)$. Tiến hành đo tại các điểm này và nhận được tọa độ là $(x_i^d; y_i^d)$. Khi đó, sai số tọa độ được tính [4]:

$$\Delta_{x_i} = x_i^d - x_i^b; \Delta_{y_i} = y_i^d - y_i^b \quad (12)$$

Độ chính xác của trị đo được đánh giá theo công thức Gauss như sau:

$$m_{x_i} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta x_i \Delta x_i]}{n}}; m_{y_i} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta y_i \Delta y_i]}{n}} \quad (13)$$

Độ chính xác vị trí điểm được tính theo công thức (4).

2.5. Yêu cầu về độ chính xác tọa độ trong công tác quản lý đất đai

Luật Đất đai 2013, tại Điều 22, có quy định về những nội dung quản lý nhà nước về đất đai như: Xác định địa giới hành chính, lập và quản lý hồ sơ địa giới hành chính, lập bản đồ hành chính; Khảo sát, đo đạc, lập bản đồ địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất và bản đồ quy hoạch sử dụng đất; điều tra, đánh giá tài nguyên đất [5]. Để có cơ sở đánh giá khả năng ứng dụng của hệ thống VNGEONET trong công tác quản lý đất đai, chúng tôi tổng hợp một số chỉ tiêu về yêu cầu độ chính xác tọa độ trong công tác đo đạc, quản lý đất đai trong Bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp các yêu cầu về độ chính xác tọa độ khi đo đạc trong công tác quản lý đất đai

TT	Tiêu chí đánh giá chất lượng	Chỉ tiêu kỹ thuật	Ghi chú
1	Sai số trung phương vị trí điểm sau bình sai của lưới địa chính đo bằng công nghệ GNSS	$\leq 5,0$ cm	Điều 9, [6]
2	Sai số trung phương vị trí điểm sau bình sai so với điểm gốc của lưới không chế đo vẽ cấp 1 (địa chính)	$\leq 5,0$ cm	Điều 10, [6]
3	Sai số trung phương vị trí điểm sau bình sai so với điểm gốc của Lưới không chế đo vẽ cấp 2 (địa chính)	$\leq 7,0$ cm	Điều 10, [6]
4	Sai số vị trí điểm so với điểm không chế gần nhất Sai số vị trí của điểm bất kỳ trên ranh giới thửa đất biểu thị trên bản đồ địa chính dạng số so với vị trí của các điểm không chế đo vẽ gần nhất không được vượt quá:	a) 5,0 cm đối với bản đồ địa chính tỷ lệ 1:200; b) 7,0 cm đối với bản đồ địa chính tỷ lệ 1:500; c) 15,0 cm đối với bản đồ địa chính tỷ lệ 1:1000; d) 30,0 cm đối với bản đồ địa chính tỷ lệ 1:2000; đ) 150,0 cm đối với bản đồ địa chính tỷ lệ 1:5000;	khoản 1 Điều 8, [7]

TT	Tiêu chí đánh giá chất lượng	Chỉ tiêu kỹ thuật	Ghi chú
		e) 300,0 cm đối với bản đồ địa chính tỷ lệ 1:10000. g) Đối với đất nông nghiệp đo vẽ bản đồ địa chính ở tỷ lệ 1:1000, 1:2000 thì sai số vị trí điểm nêu tại điểm c và d được phép tăng 1,5 lần.	
5	Sai số tương hỗ vị trí điểm	- Đối với đất phi nông nghiệp, sai số tương hỗ vị trí điểm của 2 điểm bất kỳ trên ranh giới thửa đất biểu thị trên bản đồ địa chính dạng số so với khoảng cách trên thực địa được đo trực tiếp hoặc đo gián tiếp từ cùng một trạm máy không vượt quá 0,2 mm theo tỷ lệ bản đồ cần lập, nhưng không vượt quá 4 cm trên thực địa đối với các cạnh thửa đất có chiều dài dưới 5 m. - Đối với đất nông nghiệp, đất chưa sử dụng thì sai số tương hỗ vị trí điểm của 2 điểm bất kỳ nêu trên được phép tăng 1,5 lần.	khoản 1 Điều 8, [7]
6	Sai số trung phương mốc địa giới hành chính khu vực thông thoáng	$\leq 0,300m$	[8]
7	Sai số trung phương mốc địa giới hành chính ở khu vực ẩn khuất, khó khăn	$\leq 0,500m$	[8]

3. THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC TỌA ĐỘ VÀ ĐỘ CAO KHI ĐO BẰNG VNGEONET

3.1. Khu vực thực nghiệm

Công tác đo thực nghiệm được tiến hành tại khu vực thành phố Dĩ An, tỉnh Bình Dương (số liệu tọa độ 10 mốc địa giới hành chính (đã có tọa độ xác định bằng công nghệ GPS tĩnh) trong hệ tọa

độ VN-2000, kinh tuyến trực 108° 00' múi chiếu 3°) và huyện Bến Lức, tỉnh Long An (số liệu tọa độ 10 mốc lưới địa chính (đã có tọa độ xác định bằng công nghệ GPS tĩnh) trong hệ tọa độ VN-2000, kinh tuyến trực 105°45' múi chiếu 3°). Khu vực đo thực nghiệm được lựa chọn nằm trong phạm vi cung cấp dịch vụ Network của hệ thống VNGEONET

(xem Hình 1). Cụ thể khu đo nằm trong vùng sử dụng được dịch vụ của công 2101 và 2102 đều là giải pháp Network RTK.

Đo bằng máy bộ máy thu CHCNAV i73, dùng sào kẹp 3 chân để kẹp sào đo. Đo trên cả 2 công: công 2101 và 2102.



Hình 1. Khu vực thực nghiệm trong phạm vi cung cấp dịch vụ Network CORS của hệ thống VNGEONET

3.2. Kết quả

Bảng 3. Tính hiệu trị đo kép của tọa độ và độ cao đo bằng phương án 1 (VRS) và phương án 2 (iMAX) tại các mốc địa giới hành chính

TT	Tên điểm	$d_{xi} = X_i^{(1)} - X_i^{(2)}$ (m)	$d_{yi} = Y_i^{(1)} - Y_i^{(2)}$ (m)	$d_{hi} = h_i^{(1)} - h_i^{(2)}$ (m)
1	T009	-0,010	0,000	-0,002
2	T012	-0,001	-0,001	-0,009
3	T004	-0,024	0,017	-0,020
4	T001	-0,002	-0,012	0,011
5	T007	-0,008	0,003	-0,006
6	T029	0,007	0,003	0,006
7	T022	-0,004	-0,002	-0,007
8	T013	-0,011	0,003	0,008
9	T043	-0,007	0,003	0,003
10	T027	-0,005	-0,005	-0,009

Kiểm tra sai số hệ thống C_x của dãy trị đo kép:

a) *Thực nghiệm đánh giá độ chính xác tọa độ và độ cao của 2 phương án đo (VRS) và (iMAX) của trạm CORS tại các mốc địa giới hành chính tại tỉnh Bình Dương*

Từ kết quả đo của 2 phương án đo Network RTK sử dụng Công 2101 và Công 2102 của dịch vụ trạm CORS; có thể coi kết quả của 2 phương án đo trên là dãy trị đo kép cùng độ chính xác. Qua đó, đánh giá độ chính xác của kết quả đo thực nghiệm theo phương pháp đánh giá độ chính xác dãy trị đo kép cùng độ chính xác nêu tại Mục 2.3:

Tính hiệu trị đo kép theo công thức hiệu $d_{xi} = X_i^{(1)} - X_i^{(2)}$, $d_{yi} = Y_i^{(1)} - Y_i^{(2)}$, $d_{hi} = h_i^{(1)} - h_i^{(2)}$, kết quả tính hiệu trị đo kép tọa độ và độ cao của 2 phương án được thể hiện tại Bảng 3.

Dựa vào kết quả ở Bảng 3, tiến hành kiểm tra sai số hệ thống C_x của dãy trị đo kép theo công thức (6), ta có:

$$\left| \sum_{i=1}^n d_{xi} \right| = \left| \sum_{i=1}^{10} d_{xi} \right| = 0,065$$

$$\sum_{i=1}^n |d_{xi}| = \sum_{i=1}^{10} |d_{xi}| = 0,079$$

Khi đó,

$$\left| \sum_{i=1}^n d_{xi} \right| = 0,065 > 0,25 \sum_{i=1}^n |d_{xi}|$$

$$= 0,01975$$

Nên đây các hiệu d_{xi} , $i=1,2,3, \dots, 10$ chứa sai số hệ thống C_x , với:

$$C_x = \left(\sum_{i=1}^n d_{xi} \right) / n = \left(\sum_{i=1}^{10} d_{xi} \right) / 10$$

$$= (-0,065) / 10$$

$$= -0,0065$$

khi đó, tính hiệu số trị đo kép của tọa độ đã loại bỏ sai số hệ thống theo công thức (8), được kết quả tại Bảng 4:

Bảng 4. Tính hiệu số trị đo kép của tọa độ đã loại bỏ sai số hệ thống

TT	Tên điểm	$d'_{xi} = d_{xi} - C_x$ (m)
1	T009	-0,004
2	T012	0,006
3	T004	-0,017
4	T001	0,005
5	T007	-0,002
6	T029	0,014
7	T022	0,003
8	T013	-0,005
9	T043	-0,001
10	T027	0,002

Sai số trung phương của từng trị đo tọa độ trong trị đo kép được tính theo công thức (9):

$$m_{X_i^{(1)}} = m_{X_i^{(2)}} = \pm \sqrt{\frac{[d'_{xi} \cdot d'_{xi}]}{2(n-1)}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{0,0006}{2(10-1)}}$$

$$= \pm 0,006 \text{ (m)}$$

Tương tự, ta có:

$$\left| \sum_{i=1}^n d_{yi} \right| = \left| \sum_{i=1}^{10} d_{yi} \right| = 0,009$$

$$\sum_{i=1}^n |d_{yi}| = \sum_{i=1}^{10} |d_{yi}| = 0,049$$

khi đó,

$$\left| \sum_{i=1}^n d_{yi} \right| = 0,009 < 0,25 \sum_{i=1}^n |d_{yi}|$$

$$= 0,012$$

nên đây trị đo không chứa sai số hệ thống C_y , do đó sai số trung phương của từng trị đo trong trị đo kép được tính theo công thức (10):

$$m_Y = \pm \sqrt{\frac{[d_y \cdot d_y]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{0,0005}{20}}$$

$$= \pm 0,005 \text{ (m)}$$

khi đó, theo công thức (4), ta có sai số trung phương vị trí điểm của từng trị đo:

$$m_p = \pm \sqrt{m_X^2 + m_Y^2} =$$

$$\pm \sqrt{0,006^2 + 0,005^2} = \pm 0,008 \text{ (m)}$$

Đối với độ cao, cách tính tương tự, ta có:

$$\left| \sum_{i=1}^n d_{hi} \right| = \left| \sum_{i=1}^{10} d_{hi} \right| = 0,025$$

$$\sum_{i=1}^n |d_{hi}| = \sum_{i=1}^{10} |d_{hi}| = 0,081$$

Khi đó

$$\left| \sum_{i=1}^n d_{hi} \right| = 0,0255 > 0,25 \sum_{i=1}^n |d_{hi}|$$

$$= 0,0203$$

nên về độ cao trong dãy trị đo kép của 2 phương án có chứa sai số C_h , tiến hành hiệu chỉnh hiệu độ cao (tương tự C_x) theo công thức (8), kết quả thể hiện tại Bảng 5.

Bảng 5. Tính hiệu số trị đo kép của độ cao đã loại bỏ sai số hệ thống

TT	Tên điểm	$d'_{hi} = d_{hi} - C_h$ (m)
1	T009	0,001
2	T012	-0,007
3	T004	-0,018
4	T001	0,014
5	T007	-0,004
6	T029	0,009
7	T022	-0,005
8	T013	0,011
9	T043	0,006
10	T027	-0,007

khi đó sai số trung phương về độ cao của từng trị đo trong trị đo kép được tính theo công thức:

$$m_{h_i^{(1)}} = m_{h_i^{(2)}} = \pm \sqrt{\frac{[d'_{hi} \cdot d'_{hi}]}{2(n-1)}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{0,0009}{2(10-1)}}$$

$$= \pm 0,007 \text{ (m)}$$

Từ kết quả thực nghiệm trên các tác giả nhận thấy: Khi các điểm đo nằm trong vùng dịch vụ Network RTK thì tọa độ và độ cao của các điểm đo bằng 2 phương án VRS và iMAX của dịch vụ trạm CORS VNGEONET là rất trùng với nhau. Đánh giá theo dãy trị đo kép, độ chính xác tọa độ đạt $\pm 0,008$ (m), độ chính xác độ cao đạt $\pm 0,007$ (m). Độ chính xác này cao hơn nhiều so với các chỉ tiêu kỹ thuật quy định trong Bảng 2.

b) *Đánh giá độ chính xác tọa độ và độ cao của 2 phương án đo (VRS) và (iMAX) của trạm CORS (VNGEONET) tại các mốc lưới địa chính huyện Bến Lức, tỉnh Long An*

Kết quả tính hiệu trị đo kép tọa độ và độ cao của 2 phương án được thể hiện tại Bảng 6.

Bảng 6. Tính hiệu trị đo kép tọa độ và độ cao của kết quả đo phương án 1 (VRS) và phương án 2 (iMAX) tại các mốc lưới địa chính

TT	Tên điểm	$d_{xi} = X_i^{(1)} - X_i^{(2)}$ (m)	$d_{yi} = Y_i^{(1)} - Y_i^{(2)}$ (m)	$d_{hi} = h_i^{(1)} - h_i^{(2)}$ (m)
1	BL-100	0,001	0,017	-0,014
2	BL-97	0,003	0,002	-0,011
3	BL-98	0,002	-0,001	-0,034
4	BL-116	-0,004	0,009	0,021
5	BL-64	0,008	0,012	-0,018
6	BL-59	0,008	0,011	0,004
7	BL-62	0,004	0,007	0,020
8	BL-43	0,001	0,000	0,010
9	BL-44	0,007	-0,001	-0,008
10	BL-45	0,009	0,002	-0,016

Từ số liệu Bảng 6 ta tính được Sai số trung phương của từng trị đo trong trị đo kép theo công thức (9):

$$\begin{aligned} m_{x_i^{(1)}} = m_{x_i^{(2)}} &= \pm \sqrt{\frac{[d'_{xi} \cdot d'_{xi}]}{2(n-1)}} \\ &= \pm \sqrt{\frac{0,00035}{2(10-1)}} \\ &= \pm 0,004(m) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{y_i^{(1)}} = m_{y_i^{(2)}} &= \pm \sqrt{\frac{[d'_{yi} \cdot d'_{yi}]}{2(n-1)}} \\ &= \pm \sqrt{\frac{0,000425}{2(10-1)}} \\ &= \pm 0,005(m) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_h &= \pm \sqrt{\frac{[d_h \cdot d_h]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{0,0004287}{20}} \\ &= \pm 0,015(m) \end{aligned}$$

Do đó, theo công thức (4), ta có sai số trung phương vị trí điểm của từng trị đo:

$$\begin{aligned} m_p &= \pm \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \\ &= \pm \sqrt{0,004^2 + 0,005^2} \\ &= \pm 0,006(m) \end{aligned}$$

Từ kết quả thực nghiệm trên nhận thấy: Khi các điểm đo nằm trong vùng dịch vụ Network RTK thì tọa độ và độ cao của các điểm đo bằng 2 phương án VRS và iMAX của dịch vụ trạm CORS

VNGEONET là rất trùng với nhau. Đánh giá theo dãy trị đo kép, độ chính xác tọa độ đạt $\pm 0,006(m)$, độ chính xác độ cao đạt $\pm 0,015(m)$. Độ chính xác này cao hơn nhiều so với các chỉ tiêu kỹ thuật quy định trong Bảng 2.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả thực nghiệm nêu ở trên, có thể khẳng định rằng: công nghệ GNSS-CORS VNGEONET hoàn toàn có thể ứng dụng trong hầu hết các công tác đo đạc quản lý đất đai. Cụ thể, tại các khu vực đáp ứng điều kiện hạ tầng mạng và mật độ trạm CORS, hoàn toàn có thể ứng dụng công nghệ GNSS-CORS trên 2 cổng dịch vụ 2101 hoặc 2102 của hệ thống trạm VNGEONET vào hầu hết các công tác đo đạc trong quản lý đất đai như: (1) Đo mốc địa giới hành chính các cấp; (2) Đo lưới địa chính; (3) Đo lưới không chế đo vẽ cấp 1 và cấp 2; (4) Đo chi tiết bản đồ địa chính tại các khu vực thông thoáng lên trời.

Khi ứng dụng phương pháp đo bằng công nghệ GNSS-CORS chỉ với thao tác đơn giản là nhận được kết quả tọa độ và độ cao nhanh chóng trong hệ thống tọa độ và độ cao quốc gia. Không chỉ dừng lại ở đó, phương pháp GNSS-CORS rút ngắn thời gian thi công, mang lại lợi suất công việc ngoại nghiệp cao hơn so với các phương pháp đo truyền thống.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Thông tư số 03/2020/TT-BTNMT* về quy định kỹ thuật về mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia.
- [2]. Cục Đo đạc Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam (2016), *Dự án xây dựng mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam*, Hà Nội.
- [3]. Trang thông tin về Mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia (VNGEONET). <https://www.facebook.com/vngeonet>.
- [4]. Phan Văn Hiến, Đinh Xuân Vinh, Phạm Quốc Khánh, Tạ Thanh Loan, Lưu Anh Tuấn (2017), *Lý thuyết sai số và bình sai trong trắc địa*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

- [5]. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2013), *Luật đất đai số 45/2013/QH13* ngày 29 tháng 11 năm 2013.
- [6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), *Thông tư số 25/2014/TT-BTNMT quy định về Bản đồ địa chính.*
- [7]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Thông tư số 33/2017/TT-BTNMT quy định chi tiết nghị định số 01/2017/NĐ-CP* ngày 06 tháng 01 năm 2017.
- [8]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), *Thông tư số 48/2014/TT-BTNMT quy định kỹ thuật về xác định đường địa giới hành chính, cắm mốc địa giới và lập hồ sơ địa giới hành chính các cấp.*