

# KHẢO SÁT KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG VNGEONET XÁC ĐỊNH ĐỘ CAO CHUẨN CÁC TRẠM KHÍ TƯỢNG - THỦY VĂN Ở MỘT SỐ TỈNH ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ VIỆT NAM HỖ TRỢ CÔNG TÁC DỰ BÁO, CẢNH BÁO THIÊN TAI

Lương Thanh Thạch<sup>1</sup>, Trần Văn Phi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

<sup>2</sup>Liên đoàn Khảo sát Khí tượng Thủy văn

## Tóm tắt

*Trong quá trình vận hành các trạm khí tượng thủy văn nhằm đưa ra các số liệu phục vụ công tác dự báo, cảnh báo của thiên tai và biến đổi khí hậu rất cần sự ổn định và chính xác của các mốc trắc địa được xây dựng tại các trạm khí tượng thủy văn. Trong bài báo khoa học này, nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát, đánh giá hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật khi xác định độ cao chuẩn bằng hai phương pháp: (1) Thủy chuẩn hình học và (2) Sử dụng các trạm CORS của mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia - VNGeoNet. Kết quả khảo sát cho thấy, độ cao chuẩn được xác định bằng các trạm CORS của VNGeoNet có hiệu quả vượt trội về mặt kinh tế và độ chính xác đảm bảo tương đương hạng IV. Do vậy, các trạm CORS của VNGeoNet có thể sử dụng để xác định độ cao chuẩn thay thế cho phương pháp thủy chuẩn hình học truyền thống.*

**Từ khóa:** Thủy chuẩn hình học; Thủy chuẩn GNSS; CORS; RTK; VNGeoNet.

## Abstract

***Study on the application of VNGeoNet to determine normal height of meteorological-hydrological stations in Northern delta provinces of Vietnam for disaster forecasting and warning***

*For the operation of meteorological-hydrological stations to provide data for forecasting and warning of natural disasters and climate changes, the stability and accuracy of geodetic landmarks built at meteorological-hydrological stations are required. This study evaluates the economic and technical efficiency in determining the normal height by two methods: (1) Geometrical levelling and (2) using the CORS stations of the national network of satellite navigation stations - VNGeoNet. The results showed that the normal height determined by CORS stations of VNGeoNet has outstanding economic efficiency and accuracy equivalent to class IV. Therefore, CORS stations of VNGeoNet can be used to determine the normal height of meteorological-hydrological stations instead of the traditional geometric levelling method.*

**Keywords:** Levelling; GNSS/ Levelling; CORS; RTK; VNGeoNet.

## 1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức nghiêm trọng đối với Việt Nam trong việc thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững và xóa đói

giảm nghèo. Trong những năm gần đây, BĐKH và thiên tai ngày càng trở nên nguy hiểm hơn với những hiện tượng thời tiết cực đoan xuất hiện trên lãnh thổ Việt Nam. Việc nghiên cứu, đánh giá quá trình

thay đổi khí tượng dựa vào mạng lưới các trạm khí tượng thủy văn (KTTV) trên toàn quốc là hết sức cần thiết, đòi hỏi độ ổn định và chính xác, phục vụ cho công tác dự báo, cảnh báo cục bộ cũng như phục vụ công tác phòng chống thiên tai, BĐKH. Hiện nay, để phục vụ công tác đo đạc, xác định độ cao chuẩn cho các điểm khống chế trắc địa tại các trạm KTTV, Tổng cục KTTV đã tiến hành xây dựng các mốc độ cao hạng IV cho toàn bộ các trạm KTTV trên cả nước. Tuy nhiên, các trạm KTTV nằm rải rác ở các tỉnh và địa hình phức tạp nên công tác đo đạc dẫn độ cao là rất khó khăn và tốn kém.

Theo cách làm truyền thống, chúng ta có thể sử dụng phương pháp thủy chuẩn hình học để dẫn truyền độ cao từ các điểm độ cao Nhà nước khi tuân thủ quy trình và độ chính xác được quy định trong tài liệu [2]. Phương pháp này cho độ chính xác rất tốt nhưng cũng rất tốn kém về kinh phí, thời gian. Bên cạnh đó, trong những năm qua, đất nước đang trong giai đoạn xây dựng, phát triển cơ sở hạ tầng, đô thị hóa, công nghiệp hóa làm ảnh hưởng rất lớn đến sự tồn tại và ổn định của điểm độ cao Nhà nước đã được xây dựng hoàn thiện, bổ sung bằng phương pháp thủy chuẩn truyền thống cách đây khoảng 40 năm (1976 - 1987). Theo kết quả công bố trong tài liệu [9], năm 2011 đã tiến hành đo kiểm tra một số mốc độ cao hạng I Quốc gia, kết quả kiểm tra cho thấy độ chênh với giá trị độ cao được Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam cung cấp, dao động trong khoảng giá trị 0,2 m đến 0,6 m.

Ngày nay, công nghệ đo GNSS động đang được phát triển mạnh mẽ và được sử dụng rộng rãi để xác định các điểm khống

chế trắc địa và đo đạc chi tiết, phục vụ thành lập bản đồ, đạo hàng và xác định các đối tượng địa lý khác nhau mà người sử dụng quan tâm. Với tư cách là các trạm cơ sở, các dữ liệu GNSS của các trạm CORS hoàn toàn có thể được sử dụng để triển khai công nghệ RTK. Tuy nhiên, nhờ các mạng lưới trạm CORS, trên thế giới đang phát triển mạng lưới NRTK cho phép triển khai công nghệ VRS, với khoảng cách lên đến 70 km [1]. Theo tài liệu [14], các công nghệ GNSS, NRTK, PPP đã cho phép xác định vị trí với độ chính xác ở mức cm. Theo tài liệu [10], khi các trạm NRTK được bố trí cách các trạm CORS, với khoảng cách trung bình 25 - 35 km, hoàn toàn đảm bảo việc xác định vị trí bằng phương pháp RTK ở mức cm trong thời gian thực. Mạng lưới NRTK cho phép nội suy các số hiệu chỉnh mạng lưới, đảm bảo cho việc giải số nguyên đa trị thành công. Khi đó, bằng phương pháp VRS không cần các số hiệu chỉnh sai phân, mạng lưới NRTK cung cấp các số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh, biến thiên của tầng điện ly cho trạm VRS và máy thu Rover để xác định vị trí Rover. Tuy nhiên, nếu khoảng cách giữa các trạm NRTK và VRS tăng lên thì độ chính xác sẽ giảm đi. Với khoảng cách lớn hơn 100 km thì đối với trạm Rover, sai số vị trí mặt bằng ở mức  $\pm 2 - 8$  cm, còn sai số độ cao ở mức  $\pm 5 - 12$  cm [12].

Trong những năm qua, ngành đo đạc - bản đồ nước ta đã có những bước tiến vượt bậc, kịp thời khai thác và ứng dụng các thành tựu khoa học thế giới vào trong lĩnh vực đo đạc - bản đồ. Tiêu biểu là tháng 12/2019, Việt Nam đã ra mắt “*Mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia - VNGeoNet*”, gồm 65 trạm CORS, trong

## Nghiên cứu

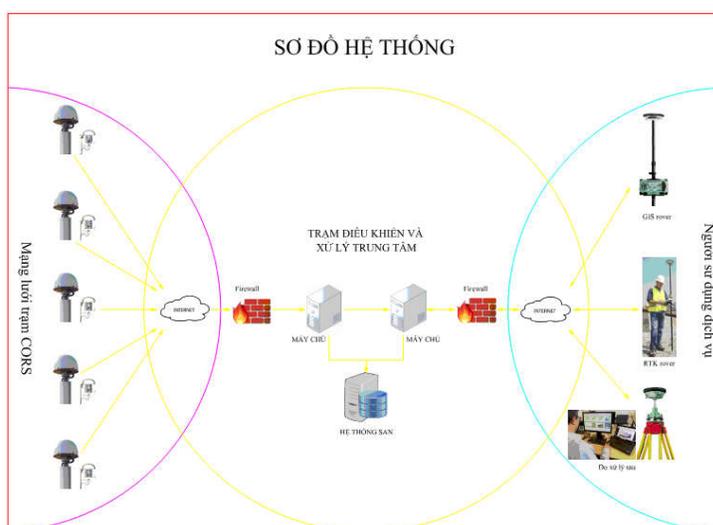
đó có 24 trạm Geodetic CORS dùng để làm khung tham chiếu cho hệ tọa độ quốc gia, nghiên cứu dịch chuyển,... kết hợp cùng 41 trạm NetRTK, CORS, cung cấp số cải chính phục vụ đo GNSS động độ chính xác cao. VNGeoNet sử dụng các thiết bị trạm CORS mới nhất của hãng Leica; thiết bị quan trắc khí tượng từ nhà sản xuất Paroscientific; hệ thống Server để tính toán xử lý, lưu trữ, backup dữ liệu của DELL; VNGeoNet sử dụng phần mềm SpiderNet của Hexagon để tính toán, xử lý cung cấp dịch vụ đo GNSS động; sử dụng phần mềm Bernese của Đại học BERN (Thụy Sĩ) để tính toán khung tham chiếu cho hệ tọa độ Quốc gia, nghiên cứu dịch chuyển, xác định chính xác các tham số chuyển đổi giữa hệ tọa độ VN2000 và hệ tọa độ quốc tế ITRF. Đây là các thiết bị phần cứng, phần mềm được xem là tiên tiến nhất hiện nay trên thế giới, liên quan đến công nghệ trạm CORS. VNGeoNet được thiết kế ở dạng mở, dễ dàng bổ sung, mở rộng mạng lưới trạm định vị vệ tinh Quốc gia với số lượng không hạn chế trên

phạm vi cả nước [8]. Theo tài liệu [11], sự phát triển nhanh phương pháp PPP trong xử lý các dữ liệu GNSS trên cơ sở khai thác hiệu quả các trạm CORS là xu hướng đang được các nước nghiên cứu và phát triển từ năm 2000, dựa trên việc phát triển mạnh mẽ mạng lưới các trạm CORS và sử dụng dịch vụ của tổ chức IGS. Phương pháp PPP có ưu điểm là cho phép định vị nhanh điểm GNSS trong vòng 30 phút, với độ chính xác ở mức dm đến cm. Đây là xu hướng cần phát triển để thúc đẩy công tác nghiên cứu, ứng dụng công nghệ GNSS ở Việt Nam.

Các số liệu của VNGeoNet ngoài phục vụ trong lĩnh vực đo đạc - bản đồ, trong tương lai chúng ta cần nghiên cứu vai trò của chúng trong việc ứng dụng công nghệ GNSS cho các mục đích Quốc gia, như: công tác dự báo thời tiết; nghiên cứu địa động lực vỏ trái đất và dự báo thảm họa tự nhiên,... đồng thời, hướng đến hỗ trợ cho đa ngành như xây dựng, nông nghiệp, quản lý phương tiện, thiết bị, du lịch, vận tải hàng hóa,...

## 2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Cơ sở lý thuyết



Hình 1: Sơ đồ tổng quát của hệ thống VNGeoNet

Về cơ bản, hệ thống VNGeoNet được phân chia thành 03 hợp phần: (1) Hợp phần trạm mạng lưới trạm CORS; (2) Hợp phần trạm điều khiển và xử lý trung tâm; (3) Hợp phần người sử dụng dịch vụ. Sơ đồ tổng quát của hệ thống VNGeoNet như Hình 1.

Cơ chế hoạt động của hệ thống VNGeoNet theo hồ sơ quản lý chất lượng thuộc dự án “*Xây dựng mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam*” như sau:

- Các trạm CORS được lắp đặt tại những vị trí có nền địa chất ổn định và khoảng cách cũng như đồ hình liên kết với các trạm CORS xung quanh hợp lý. Các trạm CORS được lắp đặt đồng bộ máy thu GNSS GR50 và ăng ten GNSS Choke Ring AR25 thuộc thế hệ mới nhất và cao cấp nhất, được thiết kế chuyên dụng cho các trạm tham chiếu hoạt động liên tục với điều kiện lắp đặt ngoài trời, có khả năng thu tín hiệu của tất cả các hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu. Các thiết bị phụ trợ, cảm biến khí tượng, hệ thống cấp điện và nguồn dự phòng cũng được lắp đặt kèm theo, đảm bảo cho trạm CORS hoạt động liên tục, ổn định.

- Các máy thu GNSS CORS được xác lập cấu hình để tạo ra dòng số liệu với tần suất thu tín hiệu 1 Hz từ tất cả các hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu như GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou,... được gửi liên tục về cho trạm điều khiển và xử lý trung tâm. Song song với đó, máy thu GNSS CORS cũng tạo ra khối số liệu thô chuẩn RINEX, được gửi về cho trạm điều khiển và xử lý trung tâm theo từng phiên do hệ thống xác lập tự động để phục vụ cho các phép tính toán xử lý sau. Dữ liệu GNSS thu được được truyền về trạm điều

kiển xử lý trung tâm thông qua đường truyền kết nối Internet.

- Trạm điều khiển và xử lý trung tâm được lắp đặt đường truyền số liệu Internet, có băng thông phù hợp, kết nối với các máy chủ cấu hình cao, vận hành mô đun phần mềm CORS nền tảng, được bố trí để tiếp nhận hai dòng số liệu mà các trạm CORS gửi về. Số liệu được kiểm tra và chuyển tới hợp phần phân tích, đánh giá và xử lý để tạo ra các sản phẩm số liệu dịch vụ, như số liệu xử lý sau RINEX, số liệu hiệu chỉnh thời gian thực RTK, đồng thời, lưu trữ và chuyển đổi để sẵn sàng phục vụ cho người sử dụng.

Vị trí các trạm CORS của VNGeoNet đa số được xây dựng trong khuôn viên của các Đài/Trạm KTTV thuộc Tổng cục KTTV, do đó công tác bảo quản, vận hành các trạm có nhiều thuận lợi.

Kết quả đo đạc ở Việt Nam cho thấy, để đảm bảo cơ sở toán học nhất quán cho toàn bộ hệ thống đã sử dụng giải pháp Network Base từ tất cả vệ tinh của các hệ thống GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, QZSS), thay vì giải pháp Single Base (Dịch vụ cải chính sử dụng giải pháp công nghệ trạm đơn), để cung cấp số cải chính cho điểm đo. Với giải pháp này cho phép mô hình hóa và cải chính tầng đối lưu, tầng điện ly đồng đều, nhất quán theo thời gian thực trên toàn bộ không gian phủ trùm các trạm VNGeoNet, đồng thời, với phương pháp VRS (Virtual Reference Station - Trạm tham chiếu ảo) sẽ luôn được sử dụng từ tối thiểu 03 trạm CORS, còn các phương pháp cải chính khác, như MAX (Dịch vụ cải chính sử dụng giải pháp công nghệ trạm chính - phụ) và iMAX (Dịch vụ cải chính sử dụng giải pháp công nghệ trạm chính - phụ có điều chỉnh) thì ngoài

## Nghiên cứu

điểm CORS làm tham chiếu chính ra thì luôn có tối thiểu 02 trạm CORS tham chiếu phụ khác.

Từ các phân tích nêu trên có thể thấy rằng Việt Nam có đủ cơ sở hạ tầng về hệ thống trạm CORS và hệ thống này đi vào hoạt động chính thức, có thể dễ dàng khai thác sử dụng CORS một cách đơn giản và hiệu quả trong việc xác định độ cao chuẩn.

Để đảm bảo độ cao, các điểm đạt độ chính xác tương đương hạng IV, trước khi đo các trạm cần được đo nối vào điểm gốc độ cao hạng III Nhà nước trở lên và sử dụng mô hình Geoid toàn cầu EGM2008 hoặc mô hình Geoid địa phương có độ chính xác phù hợp do cơ quan quản lý về đo đạc bản đồ Việt Nam công bố [4].



**Hình 2: Phạm vi cung cấp dịch vụ đo động thời gian thực [6]**

Việc ứng dụng phương pháp thủy chuẩn GNSS, độ cao chuẩn của điểm trên mặt vật lý Trái đất được xác định theo công thức:

$$H' = H - \zeta \quad (1)$$

Trong đó:

H - độ cao trắc địa của điểm được xác định từ kết quả xử lý các dữ liệu đo GNSS trong ITRF, tương ứng với Ellipsoid quy chiếu quốc tế (GRS80, WGS84);

$\zeta$  - dị thường độ cao của điểm được xác định từ mô hình Quasigeoid.

Theo tài liệu [6], mô hình Quasigeoid của Việt Nam phục vụ cho việc xác định độ cao chuẩn làm mô hình Quasigeoid được xây dựng phù hợp với lãnh thổ Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố, đồng thời với việc cung cấp các dịch vụ của mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia. Lúc này,  $\zeta$  - dị thường độ cao của điểm được nội suy từ mô hình Quasigeoid nói trên. Phạm vi khu vực phủ trùm mô hình Quasigeoid trên lãnh thổ Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường xây dựng, được thể hiện tại Phụ lục 10 trong tài liệu [6].

Trong tài liệu [11] đã chứng minh và trả lời cho câu hỏi về độ chính xác của độ cao chuẩn các điểm được xác định bằng phương pháp thủy chuẩn GNSS. Theo đó, độ chính xác xác định độ cao chuẩn của điểm yếu nhất trong mạng lưới bằng phương pháp thủy chuẩn GNSS cho các hạng I, II, III, IV như sau:

$$\begin{cases} m_{H_I} = 64 \text{ mm} \\ m_{H_{II}} = 75 \text{ mm} \\ m_{H_{III}} = 94 \text{ mm} \\ m_{H_{IV}} = 120 \text{ mm} \end{cases} \quad (2)$$

**2.2. Dữ liệu và kết quả thực nghiệm**

- Số liệu độ cao chuẩn Quốc gia (Bảng 1): được Trung tâm Thông tin dữ liệu đo đạc và bản đồ (Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam) cung cấp, để làm số liệu khởi tính cho phương pháp đo thủy chuẩn hình học;

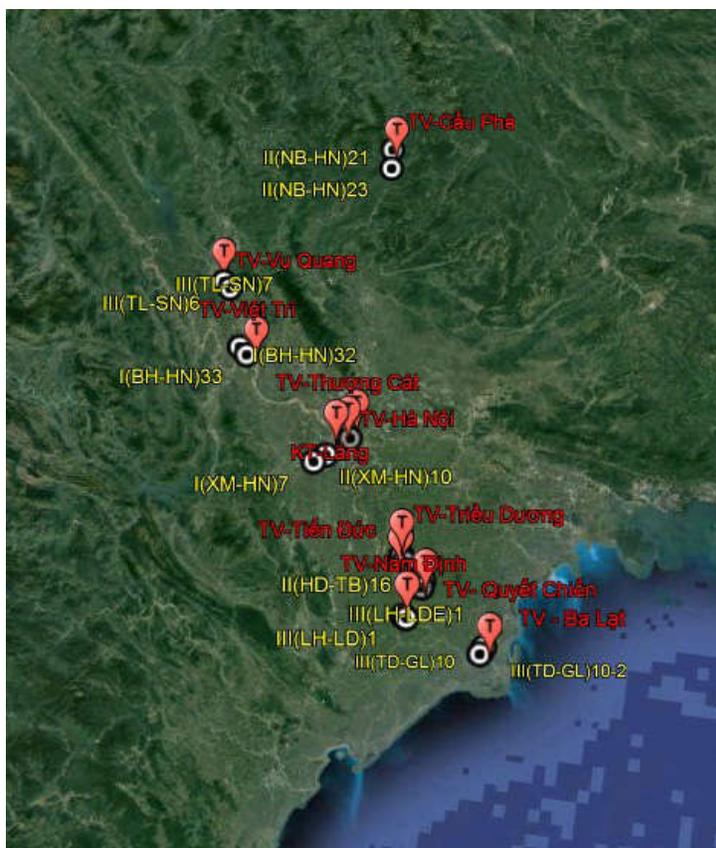
- Số liệu độ cao chuẩn (Bảng 3): được xác định bằng phương pháp thủy chuẩn hình học: nhóm thực nghiệm gồm 04 nhân lực sử dụng máy thủy chuẩn NA2 (Leica/ Nhật) và quá trình thực hiện tuân thủ theo quy định trong tài liệu [2].

- Số liệu độ cao thủy chuẩn GNSS (Bảng 4): được xác định bằng phương pháp sử dụng các trạm CORS của VNGeoNet: Nhóm thực nghiệm gồm 02 nhân lực sử dụng máy thu GNSS Trimble R8S (Mỹ) để thực hiện.

**Bảng 1. Thông tin các điểm độ cao Nhà nước được sử dụng**

| TT | Tên điểm    | Độ cao (m) | Ghi chú  | TT | Tên điểm       | Độ cao (m) | Ghi chú  |
|----|-------------|------------|----------|----|----------------|------------|----------|
| 1  | III(LH-LD)1 | 3.671      | Hạng III | 11 | I(BH-HN)33     | 13.042     | Hạng I   |
| 2  | III(ND-LD)1 | 1.209      | Hạng III | 12 | III(TL-SN)6    | 18.764     | Hạng III |
| 3  | II(HD-TB)13 | 2.281      | Hạng II  | 13 | III(TL-SN)7    | 27.033     | Hạng III |
| 4  | II(HD-TB)16 | 1.733      | Hạng II  | 14 | II(NB-HN)23    | 131.43     | Hạng II  |
| 5  | I(HN-HP)1   | 12.012     | Hạng I   | 15 | II(NB-HN)21    | 156.405    | Hạng II  |
| 6  | II(XM-HN)10 | 6.067      | Hạng II  | 16 | II(HD-TB)18    | 1.127      | Hạng II  |
| 7  | II(XM-HN)07 | 5.062      | Hạng II  | 17 | II(HD-TB)19    | 1.111      | Hạng II  |
| 8  | II(HD-TB)14 | 2.258      | Hạng II  | 18 | III(TD-GL)10   | 0,605      | Hạng III |
| 9  | II(HD-TB)13 | 2.268      | Hạng II  | 19 | III(TD-GL)10-2 | 0,849      | Hạng III |
| 10 | I(BH-HN)32  | 23.384     | Hạng I   |    |                |            |          |

Sơ đồ vị trí các điểm độ cao nhà nước và các điểm khống chế trắc địa ở các trạm KTTV được phân bố trên Google Earth theo Hình 2.



**Hình 2: Vị trí điểm độ cao quốc gia và trạm KTTV trên Google Earth**

Để đánh giá hiệu quả về mặt kinh phí và kỹ thuật của 02 phương pháp, nhóm tác giả đã tiến hành thống kê theo Bảng 2 dưới đây để tiến hành so sánh.

**Bảng 2. So sánh chi phí thực hiện giữa 02 phương pháp**

| Phương pháp thủy chuẩn hình học [7]            |          |  |        |            |                |                   |
|--|----------|--|--------|------------|----------------|-------------------|
| STT  | Mã số    | Tên công tác   | Đơn vị | Khối lượng | Đơn giá (đồng) | Thành tiền (đồng) |
| 1  | CL.02103 | Thủy chuẩn hạng 4 cấp địa hình III                                   | km     | 140        | 2.253.802      | 315.532.280       |
| Phương pháp sử dụng các trạm CORS của VNGeoNet |          |  |        |            |                |                   |
| STT  | Mã số    | Tên công tác   | Đơn vị | Khối lượng | Đơn giá (đồng) | Thành tiền (đồng) |
| 1  | CF.11420 | Đo lưới khống chế mặt bằng. Giải tích cấp 2. Bộ thiết bị GPS (3 máy) | điểm   | 21         | 2.671.183      | 56.094.843        |

**Bảng 3. Kết quả xác định độ cao chuẩn bằng phương pháp thủy chuẩn hình học**

| STT | Tên điểm | Độ cao (m) | Sai số (m) | Ghi chú            |
|-----|----------|------------|------------|--------------------|
| 1   | TV-NĐ 1  | 3.446      | 0,002      | Trạm TV Nam Định   |
| 2   | TV-NĐ 2  | 3.094      | 0,002      |                    |
| 3   | TV-TĐ1   | 2.813      | 0,026      | Trạm TV Tiền Đức   |
| 4   | TV-TĐ2   | 2.635      | 0,026      |                    |
| 5   | TV- TC1  | 10.815     | 0,008      | Trạm TV Thượng Cát |
| 6   | TV- TC 2 | 7.576      | 0,008      |                    |

| STT | Tên điểm | Độ cao (m) | Sai số (m) | Ghi chú             |
|-----|----------|------------|------------|---------------------|
| 7   | KTLANG   | 5.857      | 0,029      | Trạm KT Láng        |
| 8   | TV-HN1   | 10.486     | 0,038      | Trạm TV Hà Nội      |
| 9   | TV-HN2   | 10.657     | 0,038      |                     |
| 10  | TV-TD2   | 6.193      | 0,005      | Trạm TV Triều Dương |
| 11  | TV-TD1   | 5.303      | 0,005      |                     |
| 12  | TV-VT 1  | 15.931     | 0,006      | Trạm TV Việt Trì    |
| 13  | TV-VT 2  | 15.704     | 0,006      |                     |
| 14  | TV-VQ 1  | 23.291     | 0,003      | TV Vụ Quang         |
| 15  | TV-VQ 2  | 32.524     | 0,003      |                     |
| 16  | TV-CP 1  | 145.520    | 0,000      | TV Cầu Phà          |
| 17  | TV-CP 2  | 131.795    | 0,000      |                     |
| 18  | TV-QC 1  | 4.690      | 0,002      | TV Quyết Chiến      |
| 19  | TV-QC 2  | 4.758      | 0,002      |                     |
| 20  | TV- BL 1 | 1.423      | 0,001      | TV Ba Lạt           |
| 21  | TV- BL 9 | 1.050      | 0,001      |                     |

**Bảng 4. Kết quả xác định độ cao chuẩn bằng phương pháp sử dụng các trạm CORS của VNGeoNet**

| TT | Tên điểm | Lần đo 1   |            | Lần đo 2   |            | Trung bình<br>Độ cao (m) | Sai số lớn nhất<br>2 lần đo (m) | Ghi chú             |
|----|----------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|
|    |          | Độ cao (m) | Sai số (m) | Độ cao (m) | Sai số (m) |                          |                                 |                     |
| 1  | TV-NĐ 1  | 3.464      | 0,029      | 3.474      | 0,027      | 3.469                    | 0,029                           | Trạm TV Nam Định    |
| 2  | TV-NĐ 2  | 3.110      | 0,029      | 3.133      | 0,027      | 3.122                    | 0,029                           |                     |
| 3  | TV-TĐ1   | 2.801      | 0,026      | 2.777      | 0,024      | 2.789                    | 0,026                           | Trạm TV Tiến Đức    |
| 4  | TV-TĐ2   | 2.625      | 0,026      | 2.597      | 0,024      | 2.611                    | 0,026                           |                     |
| 5  | TV- TC1  | 10.818     | 0,015      | 10.854     | 0,027      | 10.836                   | 0,027                           | Trạm TV Thượng Cát  |
| 6  | TV- TC 2 | 7.577      | 0,015      | 7.614      | 0,027      | 7.596                    | 0,027                           |                     |
| 7  | KTLANG   | 5.871      | 0,025      | 5.890      | 0,020      | 5.881                    | 0,025                           | Trạm KT Láng        |
| 8  | TV-HN1   | 10.524     | 0,025      | 10.508     | 0,020      | 10.516                   | 0,025                           | Trạm TV Hà Nội      |
| 9  | TV-HN2   | 10.668     | 0,025      | 10.689     | 0,020      | 10.679                   | 0,025                           |                     |
| 10 | TV-TD2   | 6.208      | 0,026      | 6.235      | 0,027      | 6.222                    | 0,027                           | Trạm TV Triều Dương |
| 11 | TV-TD1   | 5.314      | 0,026      | 5.342      | 0,027      | 5.328                    | 0,027                           |                     |
| 12 | TV-VT 1  | 15.941     | 0,025      | 15.964     | 0,023      | 15.953                   | 0,025                           | Trạm TV Việt Trì    |
| 13 | TV-VT 2  | 15.717     | 0,025      | 15.742     | 0,023      | 15.730                   | 0,025                           |                     |
| 14 | TV-VQ 1  | 23.290     | 0,016      | 23.326     | 0,019      | 23.308                   | 0,019                           | Trạm TV Vụ Quang    |
| 15 | TV-VQ 2  | 32.524     | 0,016      | 32.555     | 0,019      | 32.540                   | 0,019                           |                     |
| 16 | TV-CP 1  | 145.530    | 0,027      | 145.562    | 0,028      | 145.546                  | 0,028                           | Trạm TV Cầu Phà     |
| 17 | TV-CP 2  | 131.808    | 0,027      | 131.840    | 0,028      | 131.824                  | 0,028                           |                     |
| 18 | TV-QC 1  | 4.698      | 0,023      | 4.727      | 0,025      | 4.713                    | 0,025                           | Trạm TV Quyết Chiến |
| 19 | TV-QC 2  | 4.762      | 0,023      | 4.800      | 0,025      | 4.781                    | 0,025                           |                     |
| 20 | TV- BL 1 | 1.426      | 0,018      | 1.453      | 0,017      | 1.440                    | 0,018                           | Trạm TV Ba Lạt      |
| 21 | TV- BL 9 | 1.057      | 0,018      | 1.083      | 0,017      | 1.070                    | 0,018                           |                     |

## Nghiên cứu

### **Nhận xét:**

- Sai số trung phương độ cao điểm lớn nhất (TV-NĐ 1; TV-NĐ 2): 0,029 m.
- Sai số trung phương độ cao điểm nhỏ nhất (TV- BL 1; TV- BL 9): 0,018 m.

**Bảng 5. So sánh kết quả xác định độ cao chuẩn bằng 02 phương pháp**

| TT | Tên điểm | Phương pháp thủy chuẩn hình học<br>$h_1 (m)$ | Phương pháp trạm CORS của VNGeoNet<br>$h_2 (m)$ | Độ chênh<br>$\Delta d = h_1 - h_2$<br>(m) | Trị tuyệt đối<br>$ \Delta d $ | Ghi chú      |
|----|----------|--|---|---|-------------------------------|--------------|
| 1  | TV-NĐ 1  | 3.446  | 3.469   | -0,023                                    | 0,023                         | Trạm TV      |
| 2  | TV-NĐ 2  | 3.094  | 3.122   | -0,028                                    | 0,028                         | Nam Định     |
| 3  | TV-TĐ1   | 2.813  | 2.789   | 0,024                                     | 0,024                         | Trạm TV      |
| 4  | TV-TĐ2   | 2.635  | 2.611   | 0,024                                     | 0,024                         | Tiền Đức     |
| 5  | TV- TC1  | 10.815                                       | 10.836  | -0,021                                    | 0,021                         | Trạm TV      |
| 6  | TV- TC 2 | 7.576  | 7.596   | -0,020                                    | 0,020                         | Thượng Cát   |
| 7  | KTLANG   | 5.857  | 5.880   | -0,023                                    | 0,023                         | Trạm TV Láng |
| 8  | TV-HN1   | 10.486                                       | 10.516  | -0,030                                    | 0,030                         | Trạm TV      |
| 9  | TV-HN2   | 10.657                                       | 10.678  | -0,021                                    | 0,021                         | Hà Nội       |
| 10 | TV-TD2   | 6.193  | 6.222   | -0,029                                    | 0,029                         | Trạm TV      |
| 11 | TV-TD1   | 5.303  | 5.328   | -0,025                                    | 0,025                         | Triều Dương  |
| 12 | TV-VT 1  | 15.931                                       | 15.953  | -0,022                                    | 0,022                         | Trạm TV      |
| 13 | TV-VT 2  | 15.704                                       | 15.730  | -0,026                                    | 0,026                         | Việt Trì     |
| 14 | TV-VQ 1  | 23.291                                       | 23.308  | -0,017                                    | 0,017                         | Trạm TV      |
| 15 | TV-VQ 2  | 32.524                                       | 32.540  | -0,016                                    | 0,016                         | Vụ Quang     |
| 16 | TV-CP 1  | 145.520                                      | 145.546   | -0,026                                    | 0,026                         | Trạm TV      |
| 17 | TV-CP 2  | 131.795                                      | 131.824   | -0,029                                    | 0,029                         | Cầu Phà      |
| 18 | TV-QC 1  | 4.690  | 4.713   | -0,023                                    | 0,023                         | Trạm TV      |
| 19 | TV-QC 2  | 4.758  | 4.781   | -0,023                                    | 0,023                         | Quyết Chiến  |
| 20 | TV- BL 1 | 1.423  | 1.440   | -0,017                                    | 0,017                         | Trạm TV      |
| 21 | TV- BL 9 | 1.050  | 1.070   | -0,020                                    | 0,020                         | Ba Lạt       |

### **Nhận xét:**

- Trị tuyệt đối độ chênh lớn nhất của điểm được xác định bằng 02 phương pháp: (TV-HN1): 0,030 m.

- Trị tuyệt đối độ chênh nhỏ nhất của điểm được xác định bằng 02 phương pháp: (TV-VQ 2): 0,016 m.

- Về độ chính xác, kết quả khảo sát cho thấy hoàn toàn đáp ứng với tiêu chí đề ra ở công thức (2) cũng như yêu cầu trong các văn bản của ngành [2, 4].

- Mặt khác, VNGeoNet có ưu thế vượt trội về mặt kinh tế (Bảng 2) nhưng về

mặt kỹ thuật lại cho kết quả tương đương với phương pháp đo thủy chuẩn hình học.

### **3. Kết quả và thảo luận**

Từ kết quả đo đạc thực tế tại các trạm KTTV bằng phương pháp thủy chuẩn hình học sử dụng máy thủy chuẩn và phương pháp đo sử dụng các trạm CORS của VNGeoNet, chúng ta nhận thấy, công nghệ CORS đã đáp ứng được yêu cầu về công tác đo đạc dẫn độ cao hạng IV. Có thể ứng dụng công nghệ CORS trong công tác đo đạc dẫn độ cao của một số loại hình công việc tại Việt Nam.

Do đặc dẫn độ cao bằng công nghệ CORS cho phép giảm đáng kể về chi phí, thời gian và công sức lao động ngoài thực địa.

#### **4. Kết luận và gợi ý, đề xuất**

Tuy kết quả khảo sát thực nghiệm trong bài báo này đáp ứng được yêu cầu đặt ra nhưng phạm vi nghiên cứu mới chỉ giới hạn trong khu vực miền Bắc Việt Nam. Do vậy, trong thời gian tới cần được khảo sát, đánh giá trên phạm vi rộng lớn hơn (toàn lãnh thổ Việt Nam) để có kết quả tổng thể và khách quan hơn.

**Lời cảm ơn:** Tập thể tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn Lãnh đạo Liên đoàn Khảo sát KTTV đã tạo điều kiện và cho phép sử dụng dữ liệu trong hạng mục “Đo dẫn kiểm tra độ cao mốc các trạm KTTV” thuộc dự án “*Tính chuyển các mốc độ cao trạm KTTV sang hệ độ cao mới*” thuộc dự án: “*Tính chuyển các mốc trạm KTTV sang hệ độ cao mới*” trong suốt quá trình nghiên cứu.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Active GPS and Survey Marks (2008). *Paper prepared by ICSM geodesy group executive summary*. <https://www.icism.gov.au/sites/default/files/2017-03/ActiveGPSAndSurveyMarks.pdf>.
  - [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008). *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về xây dựng lưới độ cao QCVN11: 2008/BTNMT* được ban hành theo Quyết định số: 11/2008/QĐ-BTNMT ngày 18 tháng 12 năm 2008 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.
  - [3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015a). *Dự án đầu tư “Xây dựng mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam”* kèm theo Quyết định số 2777 / QĐ-BTNMT ngày 29 tháng 10 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.
  - [4]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015b). *Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT ngày 22 tháng 12 năm 2015 về việc quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000* của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.
  - [5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2019). *Báo cáo tổng kết kỹ thuật hạng mục “Đo dẫn kiểm tra độ cao mốc các trạm KTTV” thuộc dự án “Tính chuyển các mốc độ cao trạm KTTV sang hệ độ cao mới”*.
  - [6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Thông tư số 03/2020/TT-BTNMT ngày 29 tháng 5 năm 2020 về việc quy định kỹ thuật về mạng lưới trạm định vị vệ tinh Quốc gia của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường*.
  - [7]. Bộ Xây dựng (2019). *Thông tư số 09/2019/TT-BXD ngày 26 tháng 12 năm 2019 về việc hướng dẫn xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng của Bộ trưởng Bộ xây dựng*.
  - [8]. Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam (2019). *Văn bản số 581/ĐĐ BĐVN-CN ngày 31 tháng 5 năm 2019 về việc xây dựng, quản lý, sử dụng trạm định vị vệ tinh gửi Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh, thành phố của Cục trưởng Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*.
  - [9]. Vũ Xuân Cường (2015). *Hiện tượng lún mốc độ cao quốc gia tại khu vực phía Nam và giải pháp khắc phục*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ. Số 24 - 6/ 2015, trg. 30 - 3.
  - [10]. GNSS Solution (2011). *Network RTK and reference station configuration*. Inside GNSS, November/December 2011. <http://www.insidegnss>.
  - [11]. Hà Minh Hòa (2014). *Lý thuyết và thực tiễn của trọng lực trắc địa*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
  - [12]. Hà Minh Hòa (2018). *Một số vấn đề hiện đại của trắc địa vật lý*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
  - [13]. Hà Minh Hòa (2019). *Xu hướng phát triển phương pháp PPP dựa trên mạng lưới trạm CORS*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ. Số 42 - 12/2019.
  - [14]. Janssen, V., (2017). *GDA 2020, AUS Geoid 2020 and ATRF: an introduction*. Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Association of authority surveyors conference (APAS2017), Shoal Bay, New South Wales, Australia, 20 - 22 March 2017, 18 p.
- BBT nhận bài: 17/2/2022; Phản biện xong: 28/2/2022; Chấp nhận đăng: 28/3/2022