

# **DỮ LIỆU GNSS CORS QUỐC GIA VÀ LỊCH VỆ TINH CHÍNH XÁC TRONG XÂY DỰNG LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG PHỤC VỤ CHO CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH**

**Bùi Thị Hồng Thắm**

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

## **Tóm tắt**

*Trong nghiên cứu này, dữ liệu của 2 điểm GNSS CORS quốc gia (CRRS và ĐNRS) cùng với dữ liệu lịch vệ tinh chính xác được sử dụng để xác định tọa độ điểm của 14 điểm lưới GNSS khu vực Phú Yên, Đắk Lắk, Khánh Hòa phục vụ cho công tác trắc địa công trình. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, 14 điểm GNSS có sai số vị trí điểm khá đồng đều, trung bình khoảng 4,1 cm. TN4-02-11 là điểm yếu nhất của lưới có sai số vị trí điểm là 5,0 cm. TN4-02-04 và TN4-02-08 là những điểm tốt nhất của mạng lưới có sai số vị trí điểm là 3,1 cm. TN4-02-03 - TN4-02-04 là cạnh yếu nhất của lưới với sai số trung phương tương đối chiều dài cạnh là 1/189458, sai số phương vị chiều dài cạnh là 1,21". Nhận thấy, mặc dù lưới có các cạnh dài (cạnh dài nhất gần là 464 km) nhưng do sử dụng lịch vệ tinh chính xác trong xử lý số liệu nên độ chính xác của lưới vẫn đảm bảo yêu cầu phục vụ cho khảo sát, thiết kế, thi công công trình xây dựng. Tại Việt Nam hiện nay, hệ thống các trạm GNSS CORS quốc gia đã hoàn thiện đi vào sử dụng, lịch vệ tinh chính xác được Tổ chức quốc tế cung cấp các dịch vụ về hệ thống GNSS (IGS) hỗ trợ, độ chính xác của lưới GNSS hoàn toàn đáp ứng tốt nhiệm vụ của trắc địa nói chung, trắc địa công trình nói riêng.*

**Từ khóa:** GNSS CORS; GNSS; Lưới không chế.

## **Abstract**

### ***GNSS CORS data and precise ephemeris for building a ground control network in geodesy works***

*In this study, data from two national GNSS CORS stations (CRRS and DNRS) together with precise ephemeris data are used to calculate the coordinates of 14 points of the GNSS network in Phu Yen, Dak Lak, Khanh Hoa. The research results show that the point position errors of 14 GNSS points have a uniform, averaging about 4.1 cm. TN4-02-11 is the worst point which is 5.0 cm of the positioning error. TN4-02-04 and TN4-02-08 are the best points that are 3.1 cm of the positioning error. The TN4-02-03 - TN4-02-04 is the worst baseline which the relative mean square errors and azimuth errors being 1/189458 and 1.21", respectively. It can be seen that, although the GNSS network has long baselines (the longest is nearly 464 km), due to using precise ephemeris in processing data, the GNSS network still ensures the service requirements for surveying, designing and constructing work. In Vietnam, the system of national GNSS CORS stations has been completed and used. Besides, precise ephemeris is supported by International GNSS Service. So that the accuracy of the GNSS network fully meets the tasks of geodetics in general, and geodesy in particular.*

**Keywords:** GNSS CORS; GNSS; Control network.

## 1. Đặt vấn đề

Lưới khống chế mặt bằng là cơ sở trắc địa phục vụ cho khảo sát, thiết kế, thi công công trình xây dựng. Lưới trắc địa công trình thường được phát triển đảm bảo cho công tác bố trí cơ bản và đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500. Theo thời gian, cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ, dạng thức của lưới trắc địa công trình cũng đã thay đổi. Ngày nay, lưới GNSS đã dần thay thế các dạng lưới trắc địa công trình truyền thống.

Ở Việt Nam hiện nay, Bộ Tài nguyên và Môi trường [7] và Bộ Quốc Phòng [6, 9] đã hoàn thiện dự án xây dựng hệ thống các trạm tham chiếu hoạt động liên tục dựa vào hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (GNSS CORS - Global Navigation Satellite System Continuously Operating Reference Stations) quốc gia. Dữ liệu của các trạm GNSS CORS đóng vai trò quan trọng phục vụ đa mục đích như xây dựng khung quy chiếu quốc gia, định vị, dẫn đường, nghiên cứu chuyển dịch hiện đại của vỏ trái đất, khí tượng thủy văn, hội nhập quốc tế,...

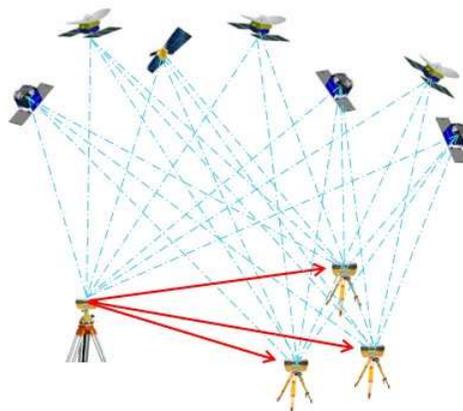
Xét trên khía cạnh mạng lưới GNSS CORS quốc gia phục vụ cho việc xây dựng lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình, điểm trong mạng lưới GNSS CORS quốc gia này đóng vai trò là điểm gốc (điểm khởi tính) cho lưới khống chế trắc địa cần xây dựng. Tọa độ của lưới khống chế mặt bằng được xác định theo các cách khác nhau như: Đo tĩnh xử lý sau, mạng lưới đo động thời gian thực (NRTK - Network Real Time Kinematic) [3, 10],... Trong nghiên cứu này, giải pháp đo tĩnh xử lý sau được thực hiện, có nghĩa là các điểm GNSS CORS quốc gia được khai thác với vai trò điểm gốc trong lưới, tọa độ của các

điểm lưới GNSS thực nghiệm được xác định thông qua việc xử lý sau.

Số liệu được sử dụng cho nghiên cứu này là số liệu của 2 trạm GNSS CORS đang hoạt động ổn định do Bộ Quốc Phòng quản lý đặt tại Đà Nẵng (DNRS) và Cam Ranh (CRRS) và số liệu đo lưới GNSS khu vực Phú Yên, Đắc Lắc, Khánh Hòa. Cùng với đó, số liệu hỗ trợ quốc tế của Tổ chức quốc tế cung cấp các dịch vụ về hệ thống GNSS (IGS - International GNSS Service) về lịch vệ tinh chính xác cũng được sử dụng nhằm nâng cao độ chính xác vị trí các điểm cần xác định đảm bảo độ chính xác phục vụ cho công tác trắc địa công trình [4].

## 2. Cơ sở lý thuyết

### 2.1. Phương pháp đo tĩnh



**Hình 1: Phương pháp đo tĩnh**

Phương pháp đo tĩnh (máy thu đứng yên) được sử dụng để xác định hiệu tọa độ (hay vị trí tương hỗ) giữa hai điểm xét với độ chính xác cao. Trong trường hợp này cần hai máy thu, một máy đặt ở điểm đã biết tọa độ, còn máy kia đặt ở điểm cần xác định. Cả hai máy phải đồng thời thu tín hiệu từ một số vệ tinh chung liên tục trong một khoảng thời gian nhất định, thường là một hoặc hai giờ. Số vệ tinh chung tối thiểu cho cả hai trạm quan sát là bốn nhưng thường được lấy nhiều hơn để đề phòng

trường hợp tín hiệu thu gián đoạn. Khoảng thời gian quan sát phải kéo dài đủ cho đồ hình phân bố vệ tinh thay đổi nhưng vẫn có thể xác định được số nguyên đa trị của sóng tải đồng thời có nhiều trị đo nhằm đạt được độ chính xác cao và ổn định cho kết quả quan sát [5, 11].

Phương pháp đo tĩnh có ưu điểm là cho phép đạt được độ chính xác cao nhất trong việc định vị tương đối bằng GNSS, có thể cỡ centimet, thậm chí milimet ở khoảng cách giữa hai điểm xét tới hàng chục và hàng trăm kilomet.

Nguyên lý đo tĩnh tuy đơn giản nhưng khi triển khai trong thực tế cần thực hiện cẩn trọng, nghiêm túc. Căn cứ vào chủng loại thiết bị, yêu cầu nhiệm vụ, người tổ chức phải soạn thảo quy trình đo chi tiết đảm bảo cho các nhóm đo thực hiện công việc một cách độc lập song phải tuyệt đối chính xác đặc biệt trong các đợt đo trên quy mô không gian lớn, điều kiện thực địa khó khăn.

## 2.2. Xử lý số liệu GNSS

Xử lý số liệu GNSS về cơ bản gồm các bước:

- Trút số liệu từ máy thu vào máy tính.
- Xử lý véc tơ cạnh (baseline).
- Kiểm tra lưới.
- Bình sai lưới.
- Đánh giá chất lượng lưới sau bình sai.

Việc tính toán bình sai lưới được thực hiện sau khi kết quả giải cạnh của lưới đạt yêu cầu tức là sai số khép lưới GNSS nằm trong hạn sai cho phép. Về bản chất, lưới GNSS là lưới không gian 3D cho nên lưới GNSS cần được bình sai trong hệ tọa độ 3D. Tương tự như các mạng lưới trắc địa khác, lưới GNSS cũng được bình sai theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất, tức là thỏa mãn điều kiện  $[PVV] = \min$ . Lưới GNSS được trình sai trong hệ tọa

độ vuông góc không gian địa tâm X, Y, Z hoặc trong hệ tọa độ trắc địa B, L, H. Trong trường hợp bình sai lưới trong hệ tọa độ trắc địa, các trị đo sẽ là các giá số tọa độ trắc địa  $\Delta B_{ij}$ ,  $\Delta L_{ij}$ ,  $\Delta H_{ij}$ . Thuật toán bình sai lưới GNSS trong hệ tọa độ vuông góc không gian địa tâm được trình bày cụ thể dưới đây.

Mỗi điểm trong lưới GNSS sẽ có 3 ẩn số là X, Y, Z. Nếu lưới có m điểm cần xác định thì sẽ có 3 m ẩn số. Với mỗi cạnh đo giữa 2 điểm i, j tương ứng với 3 trị đo là  $\Delta X_{ij}$ ,  $\Delta Y_{ij}$ ,  $\Delta Z_{ij}$  và ma trận hiệp phương sai MXYZ. Các phương trình số hiệu chỉnh có dạng như sau [8]:

$$V\Delta X_{ij} = -dX_i + dX_j + (X_j^0 - X_i^0) - \Delta X_{ij}$$

$$V\Delta Y_{ij} = -dY_i + dY_j + (Y_j^0 - Y_i^0) - \Delta Y_{ij} \quad (1)$$

$$V\Delta Z_{ij} = -dZ_i + dZ_j + (Z_j^0 - Z_i^0) - \Delta Z_{ij}$$

Trong đó:

-  $X_i^0, Y_i^0, Z_i^0, X_j^0, Y_j^0, Z_j^0$  là tọa độ gần đúng của các điểm i, j.

-  $dX, dY, dZ$  là các số hiệu chỉnh tọa độ.

## 3. Dữ liệu thực nghiệm

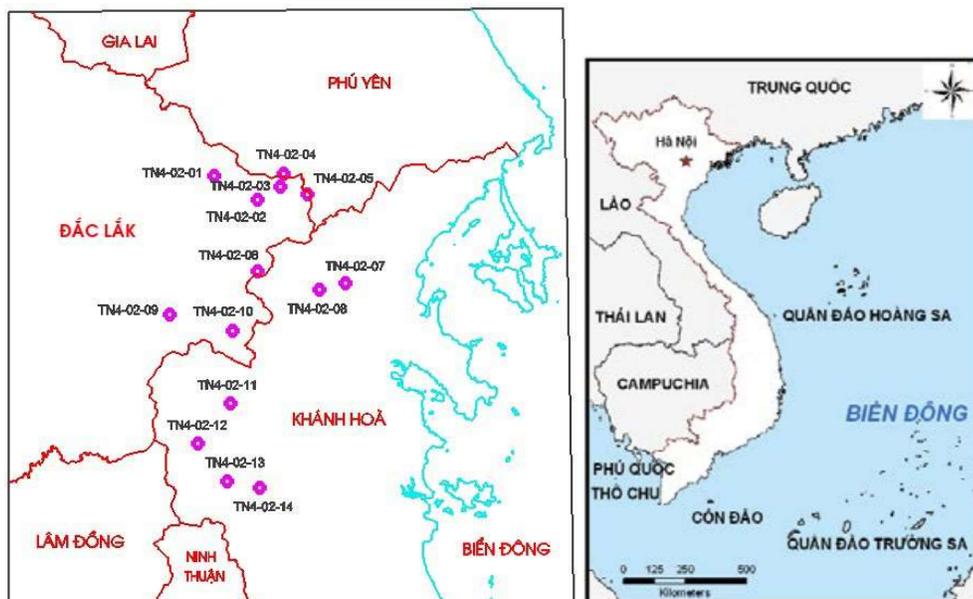
### 3.1. Số liệu GNSS

Lưới GNSS khu vực Phú Yên, Đắc Lắc, Khánh Hòa được xây dựng nhằm phục vụ đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500 phục vụ cho việc thiết kế công trình tại khu vực này. Lưới gồm 14 điểm (Hình 2) được đo trong các ngày 24, 25, 26 và 27 tháng 1 năm 2018 bằng máy SouthGnss và Trimble R2. Các tệp số liệu được chuyển về dạng RINEX bao gồm: TN402020241.18O, TN402030240.18O, TN402040241.18O, TN402010251.18O, TN402050252.18O, TN402070253.18O, TN402080250.18O, TN402090252.18O, TN402100251.18O, TN402110251.18O, TN402130261.18O, TN402060271.18O, TN402120271.18O và TN402140271.18O.

**Bảng 1. Một phần của tệp số liệu TN402140271.180**

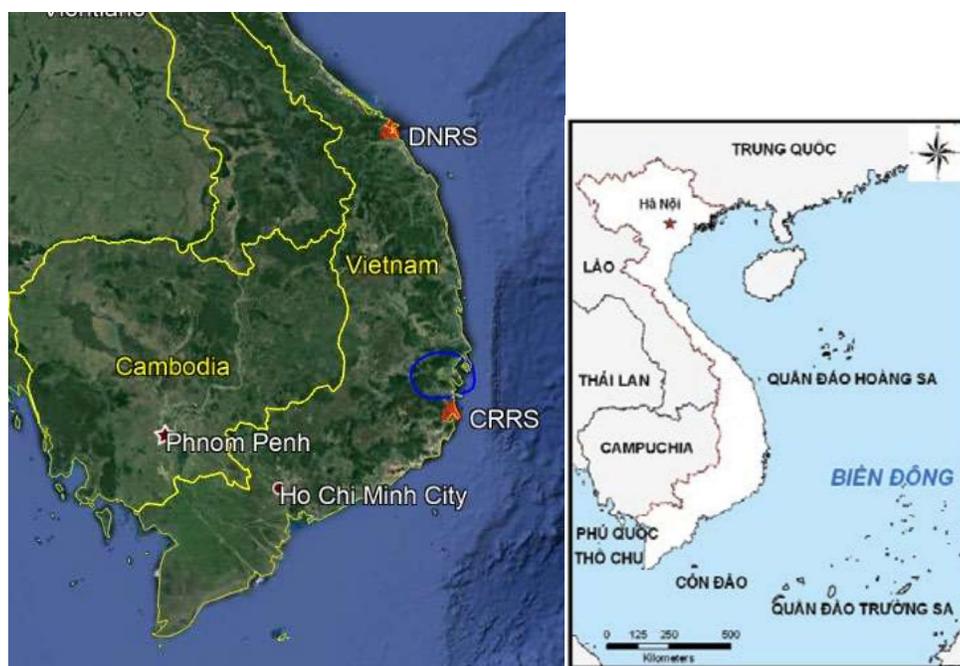
2	OBSERVATION DATA					GPS	RINEX VERSION / TYPE					
GpsAdj Software 1.00			PGM / RUN BY / DATE									
TN4-02-14			MARKER NAME									
			MARKER NUMBER									
			OBSERVER / AGENCY									
W1382783380	SouthGnss		99.90		REC # / TYPE / VERS							
0	South Surveying & Mapping					ANT # / TYPE						
-2004872.1769	5901593.3500	1350913.2186	APPROX POSITION XYZ									
1.540	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N									
*** Above antenna height is from mark to PHASE CENTER. COMMENT												
1	1	WAVELENGTH FACT L1/2										
5	C1	L1	L2	P2	D1	# / TYPES OF OBSERV						
5.000	INTERVAL											
2018	01	27	01	35	0.0000000	GPS	TIME OF FIRST OBS					
2018	01	27	05	03	50.0000000	TIME OF LAST OBS						
END OF HEADER												
18	1	27	1	35	0.0000000	0	18	5	15	20	21	24R10R11R23C01C02C03C05
C06C07C08C09C12C13												
24663927.406	129609807.596	100994697.918	24663937.301	548.070								
22231633.422	116828018.210	91034849.742	22231640.027	-615.141								
21589827.898	113455307.261	88406760.019	21589834.316	2083.328								
22131555.273	116302102.769	90625042.041	22131561.680	4248.129								
20410556.320	107258195.336	83577851.771	20410565.496	2171.633								
21816825.984	116295954.949	90452415.119	21816835.570	1487.133								
21324746.852	113952967.766	88630091.019	21324753.082	4392.438								
19950022.195	106719156.849	83003792.422	19950030.582	1104.770								
36999448.766	192665837.176	148981420.924	36999442.141	1674.047								
36702041.211	191117156.565	147783892.482	36702037.176	1669.898								
36104392.016	188005040.837	145377404.734	36104387.359	1678.754								
38558504.125	200784246.533	155259105.834	38558501.684	1671.840								
37959627.422	197665741.631	0.000	0.000	1192.188								
38451854.539	200228895.810	154829688.429	38451851.609	2981.156								
36470079.984	189909274.662	0.000	0.000	654.512								
37674223.234	196179564.250	151698482.918	37674222.406	994.449								
22768212.406	118560053.403	91678151.563	22768211.676	285.172								
35994025.977	187430337.795	144933040.438	35994029.293	1119.590								
18	1	27	1	35	5.0000000	0	18	5	15	20	21	24R10R11R23C01C02C03C05

C06C07C08C09C12C13				
24663404.563	129607065.090	100992560.870	24663415.445	548.941
22232217.945	116831089.824	91037243.191	22232224.602	-613.613
21587844.781	113444887.507	88398640.721	21587851.113	2084.449
22127512.805	116280861.333	90608490.276	22127519.496	4248.293
20408490.688	107247340.748	83569393.643	20408499.609	2170.082
21815431.973	116288524.107	90446635.555	21815441.941	1485.133



*Hình 2: Lưới GNSS khu vực Phú Yên, Đắk Lắk, Khánh Hòa*

### 3.2. Số liệu GNSS CORS



*Hình 3: Sơ đồ các điểm GNSS CORS và vùng thực nghiệm*

## Nghiên cứu

Số liệu của 2 trạm GNSS CORS quốc gia do Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu, Bộ Quốc phòng quản lý được khai thác sử dụng là trạm GNSS CORS là DNRS và CRRS. Số liệu đo của 2 trạm này được thu thập có thời điểm đo cùng với thời điểm đo lưới GNSS thực nghiệm khu vực Phú Yên, Đắc Lắc, Khánh Hòa nêu trên. Số liệu được đo bằng máy TRIMBLE NETR5 (DNRS) và TRIMBLE NETR9 (CRRS). Vị trí của hai điểm này được thể hiện trên Hình 3, khoanh vùng màu xanh là khu vực lưới GNSS thực nghiệm.

### **3.3. Số liệu lịch vệ tinh chính xác**

Vì cạnh của lưới thực nghiệm có khoảng cách lớn, khoảng cách từ điểm Đà Nẵng đến điểm Cam Ranh khoảng 464 km, khoảng cách từ điểm Đà Nẵng đến khu vực thực nghiệm trung bình là khoảng 400 km, vì vậy để đảm bảo cho lời giải cạnh (baseline) đạt yêu cầu thì lịch vệ tinh chính xác được sử dụng trong khi xử lý số liệu lưới thực nghiệm. Các tệp lịch vệ tinh chính xác của các ngày 24, 25, 26 và 27 tháng 1 năm 2018 được khai thác từ trang web của Tổ chức quốc tế cung cấp các dịch vụ về hệ thống GNSS [12] bao gồm: igs19853.sp3, igs19854.sp3, igs19855.sp3, igs19856.sp3. Một phần của tệp lịch vệ tinh chính xác có dạng như sau.

**Bảng 2. Một phần của tệp lịch vệ tinh chính xác igs19853.sp3**

```
#cP2018 1 24 0 0 0.00000000 96 ORBIT IGS14 HLM IGS
## 1985 259200.00000000 900.00000000 58142 0.00000000000000
+ 31 G01G02G03G04G05G06G07G08G09G10G11G12G13G14G15G16G17
+ G19G20G21G22G23G24G25G26G27G28G29G30G31G32 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 2 2 2 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 2 2 2
++ 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
%c G cc GPS ccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc
%c cc cc ccc ccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc
%f 1.2500000 1.025000000 0.00000000000 0.0000000000000000
%f 0.0000000 0.000000000 0.00000000000 0.0000000000000000
%i 0 0 0 0 0 0 0 0 0
%i 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

/\* RAPID ORBIT COMBINATION FROM WEIGHTED AVERAGE OF:

/\* cod emr esa gfz jpl ngs sio usn whu

/\* REFERENCED TO IGS TIME (IGST) AND TO WEIGHTED MEAN POLE:

/\* PCV:IGS14\_1984 OL/AL:FES2004 NONE Y ORB:CMB CLK:CMB

\* 2018 1 24 0 0 0.00000000

PG01	6327.723728	-18354.804760	-18128.680438	-25.058349	9 6 6 127
PG02	-21927.220062	14672.523464	-494.518435	220.010054	9 6 9 100
PG03	-3677.437134	-17585.569910	-19595.840915	-4.463362	10 6 8 132
PG04	24132.493393	7387.392728	8493.364089	999999.999999	
PG05	-16737.825931	7003.398025	19361.807651	-16.173647	8 6 7 130
PG06	-23309.790386	4952.988042	-11711.079226	414.856626	6 6 8 127
PG07	-10162.909353	-11726.948117	21787.928884	247.193346	6 6 6 133
PG08	5861.094242	-23913.520977	9849.293414	-88.712639	4 5 8 137
PG09	-8813.999335	-22401.964388	11173.259717	495.572780	6 8 5 144
PG10	24313.035797	10290.481972	-3538.751784	150.375985	8 9 8 111
PG11	5679.632546	-23706.724359	-11261.677844	-734.755460	10 9 8 145
PG12	625.922096	16647.334064	-20907.971683	353.967210	9 8 7 97
PG13	-12170.656753	17932.749744	15242.583031	-95.451768	9 6 8 119
PG14	15114.659100	-1919.849619	-21466.401634	-92.881707	11 6 7 81
PG15	-3721.736029	24633.385137	8427.263841	-357.296285	8 7 5 62
PG16	16563.802477	-5037.470489	20129.031059	33.555786	8 5 6 121
PG17	-13698.606273	-8441.805995	-20776.729664	-128.707773	10 11 8 136
PG19	-14996.119143	562.541907	-22202.477767	-461.786860	11 7 9 134
PG20	2276.524348	17157.657161	20011.043483	499.073714	8 5 6 111
PG21	12764.119714	10363.475821	21668.700348	-438.475096	8 5 10 143
PG22	4201.427600	-15473.927448	-20932.583665	-267.198885	11 6 7 143
PG23	-1358.493363	-26289.368455	462.640161	-219.076674	7 4 6 130
PG24	-8740.296564	19517.443769	-15679.019386	-45.174696	9 7 2 128
PG25	13976.183754	18220.100858	-13712.612803	-527.225702	8 6 7 97
PG26	23151.563394	1729.459407	13015.720629	-276.434458	6 5 8 99
PG27	12320.298680	-13866.708350	18854.661412	364.083276	7 5 8 138
PG28	-22138.111614	-14621.238188	83.175374	682.468791	7 8 6 139

**Nghiên cứu**

PG29	4448.653417	24970.604255	7903.736765	506.808479	9 6 7 116
PG30	-17951.960952	-5708.999433	18781.953580	109.929018	6 6 7 103
PG31	23999.986167	-5287.058900	-10546.614335	146.589333	9 4 9 105
PG32	14911.059626	7051.138135	-20809.054513	-533.034432	7 7 5 84

**4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận** Center 3.5. Lưới được bình sai trong hệ tọa độ quốc gia VN2000. Kinh tuyến trục là 105°, múi chiếu 6°, hệ số biến dạng chiều dài  $k = 0,9996$  [1]. Một số thành quả đặc trưng sau bình sai của lưới GNSS thực nghiệm được thống kê như sau:

**Bảng 3. Thông tin về xử lý baseline**

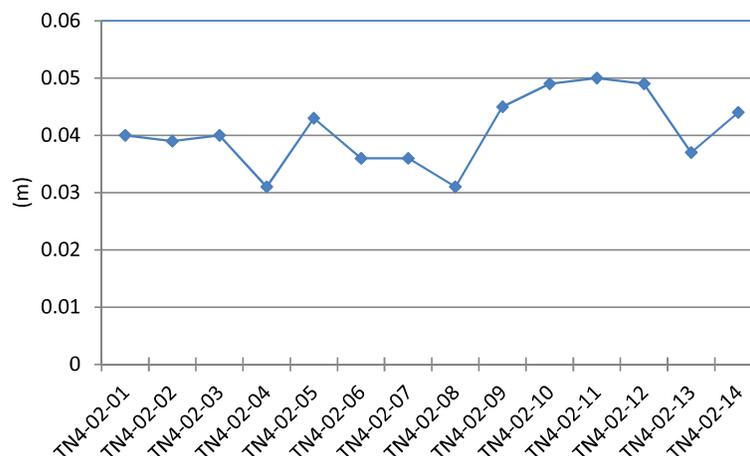
From	To	Solution Type	H. Prec. (m)	V. Prec. (m)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (m)	DHeight (m)
DNRS	TN4-02-07	Fixed	0.005	0.017	166°22'08"	390525.79	33.824
TN4-02-07	TN4-02-06	Fixed	0.007	0.012	278°32'24"	18584.119	495.816
TN4-02-07	TN4-02-04	Fixed	0.004	0.017	331°14'32"	26312.594	200.458
TN4-02-08	TN4-02-07	Fixed	0.004	0.019	76°10'47"	5633.356	-21.246
TN4-02-08	TN4-02-04	Fixed	0.003	0.018	343°34'50"	25448.316	179.225
TN4-02-06	TN4-02-04	Fixed	0.004	0.027	15°41'27"	21097.380	-295.396
TN4-02-08	TN4-02-06	Fixed	0.003	0.027	287°37'44"	13544.383	474.631
...	...	...	...	...	...	...	...
CRRS	TN4-02-12	Fixed	0.006	0.019	310°12'41"	59658.926	363.295
CRRS	TN4-02-05	Fixed	0.004	0.013	346°31'01"	92909.152	320.708
DNRS	TN4-02-02	Fixed	0.005	0.017	168°29'19"	369426.115	381.272
TN4-02-01	TN4-02-03	Fixed	0.004	0.021	100°18'28"	13866.050	-257.287
TN4-02-02	TN4-02-03	Fixed	0.004	0.017	60°10'56"	5472.478	-127.899
CRRS	TN4-02-11	Fixed	0.006	0.026	320°26'29"	60712.489	497.570
DNRS	TN4-02-09	Fixed	0.006	0.022	171°52'52"	389611.08	500.300

**Bảng 4. Tọa độ và sai số các điểm GNSS lưới thực nghiệm trong hệ VN2000**

TT	Tên điểm	Tọa độ		Sai số		
		X (m)	Y (m)	$m_x$ (m)	$m_y$ (m)	$m_p$ (m)
1	TN4-02-01	1419758.968	912845.849	0.030	0.026	0.040
2	TN4-02-02	1414677.709	921832.343	0.030	0.025	0.039
3	TN4-02-03	1417474.962	926547.523	0.031	0.026	0.040
4	TN4-02-04	1420242.807	927335.341	0.025	0.019	0.031
5	TN4-02-05	1416014.363	932405.090	0.033	0.027	0.043
6	TN4-02-06	1399811.236	921924.016	0.030	0.020	0.036
7	TN4-02-07	1397331.522	940377.602	0.028	0.023	0.036
8	TN4-02-08	1395899.689	934917.769	0.025	0.019	0.031

TT	Tên điểm	Tọa độ		Sai số		
		X (m)	Y (m)	$m_x$ (m)	$m_y$ (m)	$m_p$ (m)
9	TN4-02-09	1390706.023	903400.321	0.035	0.029	0.045
10	TN4-02-10	1387395.082	916522.519	0.035	0.034	0.049
11	TN4-02-11	1372129.275	916067.017	0.034	0.037	0.050
12	TN4-02-12	1363717.089	909291.895	0.033	0.036	0.049
13	TN4-02-13	1355854.378	915424.236	0.028	0.024	0.037
14	TN4-02-14	1354420.286	922288.418	0.033	0.029	0.044

Từ số liệu tại Bảng 4, đồ thị sai số vị trí điểm được biểu thị tại Hình 4.



**Hình 4: Đồ thị sai số vị trí điểm**

**Bảng 5. Bảng chiều dài cạnh, phương vị và sai số tương hỗ chiều dài cạnh**

Điểm đầu	Điểm cuối	Chiều dài (m)	ms	ms/s	Phương vị (° ‘ “)	ma (”)
TN4-02-01	CRRS	43840.672	0.030	1/1467048	130 41 57	0.15
TN4-02-01	DNRS	429099.112	0.033	1/13171922	349 21 07	0.01
TN4-02-02	CRRS	103168.803	0.031	1/3341454	155 33 47	0.05
TN4-02-02	DNRS	363151.504	0.031	1/11830396	348 54 40	0.01
TN4-02-02	TN4-02-03	10323.578	0.032	1/ 326944	119 29 07	0.59
TN4-02-02	TN4-02-04	13890.736	0.032	1/ 429125	99 27 50	0.46
TN4-02-03	CRRS	95019.777	0.031	1/3089151	159 13 53	0.05
TN4-02-03	DNRS	369949.390	0.031	1/12065463	347 41 48	0.01
TN4-02-03	TN4-02-04	5482.476	0.029	1/189458	59 19 18	1.21
TN4-02-04	CRRS	96115.131	0.032	1/2987320	162 27 09	0.05
...	...	...	...	...	...	...
TN4-02-12	CRRS	83220.647	0.036	1/2282685	141 13 06	0.07
TN4-02-12	DNRS	390128.364	0.036	1/10856233	351 05 37	0.02
TN4-02-12	TN4-02-14	27624.504	0.039	1/ 704841	167 41 09	0.27
TN4-02-13	CRRS	60831.026	0.049	1/1246295	139 33 32	0.12
TN4-02-13	DNRS	410555.327	0.049	1/8404532	349 44 55	0.02
TN4-02-14	CRRS	59773.260	0.042	1/1435695	129 19 54	0.11
TN4-02-14	DNRS	417707.245	0.039	1/10682176	350 52 06	0.02

## Nghiên cứu

Từ các bảng trên cho thấy, tất cả các lời giải cạnh của lưới đều là fix. 14 điểm GNSS trong lưới thực nghiệm có sai số vị trí điểm khá đồng đều, trung bình khoảng 4,1 cm. Điểm yếu nhất của lưới là điểm TN4-02-11 có sai số vị trí điểm là 5 cm. Cạnh TN4-02-03 - TN4-02-04 có chiều dài 5482,5 m là cạnh yếu nhất của lưới với sai số trung phương tương đối chiều dài cạnh là 1/189458, sai số phương vị chiều dài cạnh là 1.21”.

Theo [2], các chỉ tiêu kỹ thuật để đánh giá chất lượng lưới sau bình sai phải đạt được là trị tuyệt đối của sai số trung phương vị trí điểm sau bình sai phải  $\leq 5$  cm, sai số trung phương tương đối cạnh sau bình sai  $\leq 1:50000$ , trị tuyệt đối sai số trung phương phương vị cạnh sau bình sai đối với cạnh lớn hơn hoặc bằng 400 m là  $\leq 5$  giây, đối với cạnh nhỏ hơn 400 m là  $\leq 5$  giây. So sánh các sai số sau bình sai của lưới với các chỉ tiêu này cho thấy, kết quả sau bình sai của lưới GNSS thực nghiệm về mặt bằng hoàn toàn đáp ứng yêu cầu cho việc đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500.

### **5. Kết luận**

Qua quá trình nghiên cứu, một số kết luận được rút ra như sau:

- Lưới GNSS thực nghiệm khu vực Phú Yên, Đắc Lắc, Khánh Hòa được xử lý dữ liệu đồng thời với dữ liệu của 2 trạm GNSS CORS quốc gia trong cùng thời điểm bằng phần mềm Trimble Business Center 3.5 theo đúng quy trình bình sai lưới. Số liệu lịch vệ tinh chính xác tương ứng với các ngày đo được khai thác sử dụng trong quá trình xử lý số liệu lưới GNSS do bởi cạnh lưới dài, chiều dài từ điểm DNRS đến lưới trung bình cỡ khoảng 400 km.

- Các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác chất lượng lưới GNSS thực nghiệm sau bình sai đều nhỏ hơn hạn sai cho phép. Với kết quả này có thể kết luận rằng, lưới thực nghiệm đáp ứng yêu cầu cho việc đo vẽ về mặt bằng của bản đồ tỷ lệ 1:500.

- Khi sử dụng các điểm GNSS CORS quốc gia người dùng sẽ không cần các điểm khống chế Nhà nước cũ vì vậy sẽ không khó khăn trong công tác tìm mốc, công tác này rất mất thời gian, tốn kém về kinh tế đặc biệt là đối với những vùng đồi núi.

- Trong điều kiện hiện nay của Việt Nam, mạng lưới GNSS CORS quốc gia đã được hoàn thiện và đang hoạt động. Mạng lưới thu tín hiệu của các hệ thống định vị vệ tinh trong 24 giờ/ngày vào tất cả các ngày trong năm, nên nguồn dữ liệu của mạng lưới luôn sẵn có. Đây là nguồn dữ liệu rất hữu ích không chỉ phục vụ cho mục đích trắc địa mà còn phục vụ cho các mục đích khác như khí tượng thủy văn, giám sát môi trường, nghiên cứu chuyển dịch vỏ trái đất, giám sát các công trình,... Người làm công tác nghiên cứu, đo đạc,... cần tận dụng nguồn dữ liệu này.

- Lịch vệ tinh chính xác luôn sẵn có tại trang web của Tổ chức quốc tế cung cấp các dịch vụ về hệ thống GNSS, vì vậy xử lý số liệu GNSS cùng với các số hiệu hỗ trợ từ IGS là vấn đề không nên chỉ được quan tâm khi cần độ chính xác cao như nghiên cứu địa động, xây dựng khung quy chiếu quốc gia,... mà còn cần chú ý cho cả các ứng dụng độ chính xác thấp hơn như đo đạc địa hình, địa chính, công trình,...

**Lời cảm ơn:** Trân trọng cảm ơn Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu, Bộ Quốc

phòng đã cung cấp số liệu cho nghiên cứu này.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009). *Thông tư số 06/2009/TT-BTNMT ngày 18/6/2009 của Bộ Tài nguyên và Môi trường Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới tọa độ*.
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014). *Thông tư 25/2014/TT-BTNMT ngày 19 tháng 5 năm 2014 quy định về bản đồ địa chính*.
- [3]. Bùi Thị Hồng Thắm (2013). *Nghiên cứu cơ sở lý thuyết cho việc hiện đại hóa lưới không chế trắc địa quốc gia ở Việt Nam bằng hệ thống định vị toàn cầu GNSS*. Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- [4]. Bùi Thị Hồng Thắm (2017). *Khảo sát hiệu quả của lịch vệ tinh chính xác trong xử lý số liệu GNSS*. Đề tài nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
- [5]. Bùi Thị Hồng Thắm, Trần Hồng Quang (2022). *Giáo trình ứng dụng GNSS trong thành lập, hiện chỉnh và sử dụng bản đồ*. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
- [6]. Cục Bản đồ - BTTM (2008). *Hệ quy chiếu & Hệ tọa độ quân sự - Hệ thống và giải pháp công nghệ*. Hội thảo khoa học.
- [7]. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam (2016). *Dự án Xây dựng mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam*. Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- [8]. Đặng Nam Chinh, Đỗ Ngọc Đường (2012). *Định vị vệ tinh*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật.
- [9]. Nguyễn Đình Thành và nnk (2016). *Nghiên cứu khả năng khai thác dữ liệu từ các nguồn: GPS, GLONASS, GALILEO, Bắc Đẩu nhằm nâng cao hiệu quả khai thác sử dụng hệ thống các trạm cơ sở thường trực DGPS do Cục Bản đồ xây dựng*. Báo cáo Tổng kết khoa học - kỹ thuật đề tài cấp Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu.
- [10]. Nguyễn Văn Đông và nnk (2016). *Nghiên cứu công nghệ trạm tham chiếu ảo phục vụ hoạt động đo đạc, sản xuất tư liệu địa hình trong Quân đội*. Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật, đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Cục Bản Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu.
- [11]. Trần Hồng Quang (2013). *GNSS - Hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu*. Nxb. Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- [12]. <http://www.igs.org/products>.

BBT nhận bài: 06/10/2022; Phản biện xong: 17/10/2022; Chấp nhận đăng: 12/12/2022