



## PRECISION INVESTIGATION OF CENTRAL POINTS LAYOUT IN ROAD CONSTRUCTIONS USING CONTINUOUSLY OPERATING REFERENCE STATION

Lê Minh Ngọc, Le Van Hien, Tran Duc Cong

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam.

### ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 02/11/2019

Revised: 28/01/2020

Accepted: 12/02/2020

Published online: 29/2/2020

<https://doi.org/10.25073/tcsj.71.2.2>

\*Corresponding author

Email: ngoclmtd@utc.edu.vn; Tel: 0987255596

**Abstract.** The Continuously Operating Reference Station (CORS) establishing based on the GNSS system has been studying its ability to apply for general surveying and setting out task. This paper studies to investigate the precision of the CORS technology in setting out the central points to serve the survey work of road constructions. An experimental route was designed and established on ground for setting out the central points by using two methods: CORS and total station. The precision of CORS was then evaluated by comparing to the total station method. The results showed that the precision of CORS can be satisfied to setting out the central points in road constructions.

**Keywords:** CORS, setting out of horizontal alignments, precision in setting out of horizontal alignments.



## KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC BỐ TRÍ TIM TUYẾN ĐƯỜNG BẰNG CÔNG NGHỆ TRẠM THAM CHIẾU HOẠT ĐỘNG LIÊN TỤC

Lê Minh Ngọc, Lê Văn Hiến, Trần Đức Công

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 02/11/2019

Ngày nhận bài sửa: 28/01/2020

Ngày chấp nhận đăng: 12/02/2020

Ngày xuất bản Online: 29/02/2020

<https://doi.org/10.25073/tcsj.71.2.2>

\* Tác giả liên hệ

Email: ngoclmt@utc.edu.vn; Tel: 0987255596

**Tóm tắt.** Trạm tham chiếu hoạt động liên tục (CORS) xây dựng trên cơ sở hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu GNSS đã và đang được nghiên cứu khả năng đảm bảo độ chính xác trong đo đạc trắc địa nói chung và bố trí công trình nói riêng. Bài báo này nghiên cứu khảo sát độ chính xác công nghệ trạm CORS đơn trong công tác bố trí các cọc tim tuyến phục vụ thi công tuyến đường. Một tuyến đường thực nghiệm đã được thiết kế và bố trí tim tuyến bằng hai phương pháp là sử dụng máy toàn đạc điện tử và sử dụng phương pháp trạm CORS. Sau đó, tiến hành đánh giá độ chính xác của phương pháp trạm CORS so với phương pháp truyền thống là sử dụng máy toàn đạc điện tử. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm chỉ ra rằng phương pháp sử dụng các trạm CORS có thể đảm bảo độ chính xác bố trí tim tuyến trong thi công tuyến đường.

**Từ khóa:** trạm CORS, bố trí tim tuyến đường, độ chính xác bố trí tim tuyến đường.

© 2020 Trường Đại học Giao thông vận tải

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, phương pháp truyền thống để bố trí tim tuyến đường là từ tọa độ thiết kế của các điểm tim tuyến tính toán các yếu tố bố trí, sau đó sử dụng máy toàn đạc điện tử (TĐĐT) hay máy kinh vĩ, bằng phương pháp tọa độ cực bố trí các cọc tim tuyến trên thực địa. Yêu cầu của phương pháp này là các điểm khống chế và các điểm bố trí phải thông hướng, sai số bố trí các điểm phụ thuộc vào khoảng cách từ điểm bố trí đến điểm đặt máy. Ngoài ra, đối với dạng địa hình tương đối phức tạp, việc bố trí các yếu tố hình học trong thi công các công trình giao

thông tại Việt Nam thường rất khó khăn và mất nhiều thời gian thực hiện, đôi khi làm chậm tiến độ thi công các công trình.

Công nghệ CORS ứng dụng công nghệ vệ tinh dẫn đường toàn cầu GNSS với phương pháp đo động xử lý tức thời RTK (Real Time Kinematic) không yêu cầu sự thông hướng mặt đất nên có nhiều thuận lợi trong tổ chức đo đạc so với phương pháp truyền thống sử dụng máy toàn đạc điện tử. Tính đến thời điểm hiện tại, nhiều quốc gia trên thế giới đã xây dựng hệ thống CORS phục vụ việc đo đạc độ chính xác cao [1]. Theo thống kê, trên thế giới có hàng nghìn hệ thống CORS đang hoạt động, riêng khu vực châu Á cũng có hàng trăm hệ thống trạm này ở các quốc gia. Có thể kể đến như tại Mỹ, quan trắc sự dịch chuyển của vỏ trái đất và mực nước biển là một trong những ứng dụng đặc trưng nhất của hệ thống CORS [2]. Tại Indonesia, sử dụng dữ liệu quan sát liên tục từ các trạm CORS có thể đưa ra những đánh giá cụ thể về khu vực và các cảnh báo sớm về các thảm họa tự nhiên bởi CORS có khả năng xử lý dữ liệu thời gian thực với độ chính xác cao [3]. Ngoài ra, CORS còn được ứng dụng để dẫn đường trong giao thông, quản lý đất đai, trắc địa, xây dựng, và khai thác khoáng sản, v.v...

Hiện nay, Việt Nam đang trong quá trình hoàn thiện xây dựng hệ thống trạm CORS quốc gia chủ trì bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường bắt đầu thực hiện vào năm 2016, dự kiến được hoàn thành vào năm 2020, gồm 65 trạm thu tín hiệu vệ tinh liên tục 24/24 phân bố rải đều trên toàn lãnh thổ từ Bắc vào Nam [1]. Bên cạnh đó, dự án của Cục Bản đồ - Bộ Tổng Tham mưu đã xây dựng và đưa vào sử dụng 06 trạm cơ sở thường trực DGNSS/CORS để phục vụ cho việc xây dựng hệ quy chiếu, hệ tọa độ quân sự. Ngoài ra, dự kiến đến năm 2018 sẽ hoàn thành lắp đặt toàn bộ 35 trạm GNSS CORS trên phạm vi lãnh thổ và trên một số đảo của Việt Nam [4]. Tóm lại, hiện nay cả hai hệ thống này đều đang trong thời gian xây dựng, chưa hoàn thiện. Do vậy, hệ thống CORS hiện chưa được ứng dụng rộng rãi và chưa có các quy trình, tiêu chuẩn cho việc ứng dụng công nghệ CORS trong điều kiện Việt Nam.

Do vậy, trong bài báo này nhóm tác giả nghiên cứu khảo sát độ chính xác của công nghệ trạm CORS ứng dụng trong bố trí tìm tuyến đường phục vụ xây dựng công trình đường ô tô. Để phục vụ nghiên cứu, một tuyến thực nghiệm đã được thiết kế và bố trí tìm tuyến theo hai phương pháp: ứng dụng trạm CORS và sử dụng máy toàn đạc điện tử. Kết quả đo đạc thực nghiệm của cả hai phương pháp sau đó được so sánh để đánh giá độ chính xác và khả năng ứng dụng của công nghệ trạm CORS trong bố trí tìm tuyến đường.

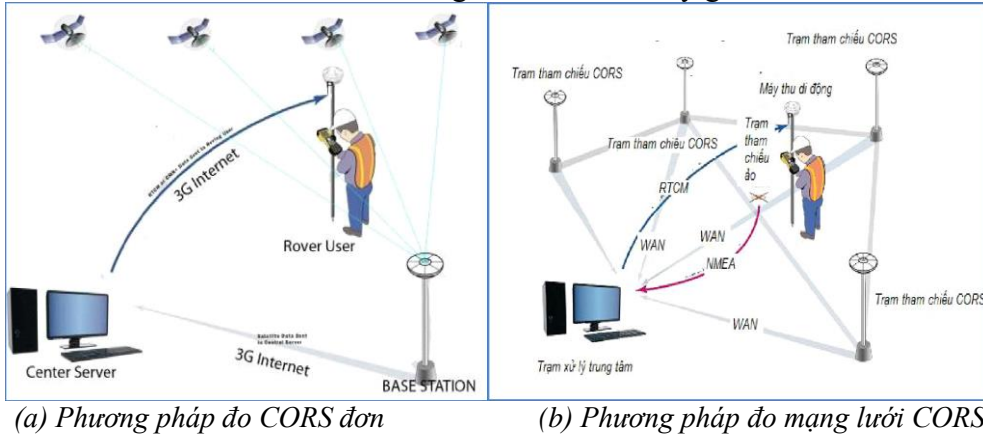
## **2. NỘI DUNG**

### **2.1. Nguyên lý của phương pháp đo CORS**

Hệ thống trạm tham chiếu hoạt động liên tục (Continuously Operating Reference Station - CORS) được lắp đặt máy thu tín hiệu GNSS trên mốc cố định, đã xác định chính xác tọa độ và có khả năng thu tín hiệu vệ tinh GNSS liên tục 24 giờ mỗi ngày. Một nhóm các trạm CORS liên kết hình thành mạng lưới các trạm CORS (lưới trạm CORS). Phương pháp đo CORS được chia thành hai phương pháp đo: phương pháp đo CORS đơn và phương pháp đo CORS mạng.

Phương pháp đo CORS đơn được vận hành trên nguyên tắc một hoặc nhiều trạm sử dụng (Rover) liên kết với duy nhất một trạm CORS gần nhất thông qua kết nối radio hoặc internet. Trạm cố định phục vụ đo RTK cho phép xác định vị trí điểm với độ chính xác tới vài centimet thông qua việc xử lý, tính toán các đường cơ sở (baseline) giữa trạm cố định và trạm di động nhằm xác định vị trí chính xác của trạm di động theo thời gian thực [1]. Điều này giúp cho việc xử lý các đường cơ sở tiếp theo giữa trạm cố định và trạm di động được thực hiện trong

thời gian rất ngắn. Điểm hạn chế của phương pháp đo CORS đơn là chỉ ứng dụng được trong phạm vi bán kính hẹp không quá 10km [1]. Trong phạm vi này độ chính xác xác định đường cơ sở có thể đạt tới  $8\text{mm} + D \times 1\text{ppm}$  (Trong đó D là khoảng cách từ trạm cố định đến trạm di động). Do vậy phương pháp này chỉ sử dụng hiệu quả để thành lập mạng lưới khống chế trắc địa nhỏ, đo vẽ chi tiết bản đồ và dẫn đường chính xác ở cự ly gần.



Hình 1. Nguyên lý hoạt động của trạm CORS.

Bên cạnh đó, phương pháp đo mạng lưới CORS hoạt động dựa trên nguyên tắc một hoặc nhiều trạm sử dụng liên kết với nhiều trạm CORS gần khu đo tạo thành một mạng lưới đo CORS. Nguyên lý của phương pháp này là, các trạm CORS có bố trí các máy thu đa tần để xác định tọa độ với độ chính xác cao. Mật độ các CORS được bố trí theo các bậc với khoảng cách từ 50km tới 100km một trạm. Số liệu đo được chuyển về trung tâm xử lý để tính toán ra các thông số cải chính, sau đó người sử dụng các máy di động sẽ kết nối thông qua giao thức GPRS (hoặc tương đương) để có được số liệu cải chính này. Ưu điểm lớn của hệ thống trạm NRTK CORS là khả năng mở rộng vùng phủ tín hiệu cải chính, độ chính xác từ 1-2cm [1] và đặc biệt là giảm thiểu tối đa số lượng trạm cố định (Base).

## 2.2. Yêu cầu độ chính xác của công tác bố trí mặt bằng trong giai đoạn thi công tuyến đường

Bảng 1. Sai số cho phép về các yếu tố hình học của nền đường sau thi công TCVN 9436-2012 [5].

Yếu tố	Loại và cấp hạng đường		Cách kiểm tra
	Đường cao tốc cấp I, II, III	Đường cao tốc cấp IV, V, VI	
1. Bề rộng đỉnh nền	Không được nhỏ hơn thiết kế	Không được nhỏ hơn thiết kế	50 m dài đo kiểm tra một vị trí
2. Độ dốc ngang và độ dốc siêu cao (%)	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	Cứ 50 m đo một mặt cắt ngang bằng máy thủy bình
3. Độ dốc ta luy (%)	Không được dốc hơn thiết kế +10	Không được dốc hơn thiết kế +15	Cứ 20 m đo một vị trí bằng các máy đo đạc
4. Vị trí trục tim tuyến (mm)	50	100	Cứ 50 đo kiểm tra một điểm và các điểm tiếp đầu (TĐ), tiếp cuối (TC) của đường cong.

Độ chính xác thi công nền mặt đường ô tô được quy định theo tiêu chuẩn TCVN 9436-2012 “Nền đường ô tô - thi công và nghiệm thu” với sai số cho phép (so với thiết kế) vị trí trục tim tuyến đường là 5cm đối với đường cao tốc cấp I, II, III và 10cm đối với đường cấp

IV, V, VI thể hiện trong bảng 1 [5]. Tiêu chuẩn về độ chính xác này được vận dụng trong thực tiễn thi công tuyến đường bằng cách, ở các giai đoạn thi công nền mặt đường (các giai đoạn chất tải hay thảm nhựa), vị trí mặt bằng tìm tuyến đường được đo kiểm tra từng giai đoạn bằng ứng dụng máy toàn đạc điện tử, sau đó so sánh với thiết kế và hạn sai trong tiêu chuẩn. Do vậy, có thể vận dụng rằng, công tác trắc địa phục vụ bố trí tìm tuyến đường trong thi công đường ô tô phải đảm bảo sai số bố trí các điểm tìm tuyến không được vượt quá sai số giới hạn cho phép quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9436-2012.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu đánh giá độ chính xác của phương pháp đo

Độ chính xác của phương pháp được đề xuất đánh giá thông qua hai bước: (1) đánh giá độ chính xác của phương pháp đo CORS trên cơ sở lý thuyết đo nhiều lần cùng độ chính xác của một đại lượng; (2) so sánh độ lệch kết quả bố trí bằng công nghệ trạm CORS với kết quả bố trí bằng máy toàn đạc điện tử.

Trong nghiên cứu trước [6], độ chính xác của bản thân phương pháp đo CORS dựa trên cơ sở lý thuyết đo nhiều lần một đại lượng đã được đánh giá và kết quả chỉ ra rằng: phương pháp đo CORS đảm bảo độ chính xác thành lập lưới đường chuyên cấp hai phục vụ khảo sát đường ô tô theo tiêu chuẩn TCN 263-2000. Với quy định yêu cầu độ chính xác bố trí tìm tuyến đường là tương đương với yêu cầu độ chính xác của lưới đường chuyên cấp 2 trong giai đoạn khảo sát (không vượt quá 5cm đối với tuyến đường cấp I, II, III và không vượt quá 10cm đối với tuyến đường cấp IV, V, VI), có thể khẳng định rằng độ chính xác của bản thân phương pháp đo CORS có thể đảm bảo độ chính xác bố trí tìm tuyến đường.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tiến hành khảo sát độ chính xác của phương pháp đo CORS trong bố trí tìm tuyến thông qua việc so sánh kết quả bố trí thực nghiệm với phương pháp truyền thống bằng ứng dụng bằng máy toàn đạc điện tử. Kết quả độ lệch giữa hai phương pháp được đối sánh với quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9436-2012. Phương pháp nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở so sánh độ chính xác giữa hai phương pháp thực hiện qua các bước sau:

- Tọa độ thiết kế của các điểm tìm tuyến thực nghiệm được bố trí ra thực địa bằng hai phương pháp là CORS và toàn đạc điện tử.
- Các điểm bố trí bằng phương pháp CORS và bằng máy toàn đạc điện tử được đo lại bằng máy toàn đạc điện tử để xác định tọa độ bố trí của các điểm.
- Tính độ lệch giữa tọa độ thiết kế và tọa độ bố trí bằng máy toàn đạc điện tử để đánh giá độ chính xác của phương pháp truyền thống sử dụng trong thực nghiệm.
- Tính độ lệch tọa độ giữa điểm bố trí bằng phương pháp CORS và điểm bố trí bằng máy toàn đạc. Đánh giá theo tiêu chuẩn yêu cầu độ chính xác theo nhóm công thức sau:

Giả thiết, giá trị tọa độ thiết kế của điểm  $i$  là  $x_i$  và  $y_i$ ; giá trị tọa độ của các điểm bố trí CORS đo bằng máy TĐĐT tại điểm  $i$  là  $x'_i$  và  $y'_i$ . Từ đó sẽ tính được các giá trị độ lệch thành phần và giá trị độ lệch tổng hợp theo các công thức (1) và (2).

$$\Delta x_i = x_i - x'_i; \quad \Delta y_i = y_i - y'_i \quad (1)$$

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (2)$$

Trong đó:  $\Delta x$  là giá trị độ lệch theo phương  $x$ ;  $\Delta y$  là giá trị độ lệch theo phương  $y$ ;  $\Delta p$  là giá trị độ lệch vị trí điểm. Từ độ lệch tọa độ toàn phần giữa hai phương pháp, kết hợp với độ

chính xác của bản thân phương pháp toàn đạc điện tử, đối sánh với tiêu chuẩn yêu cầu độ chính xác, từ đó đưa ra được đánh giá về độ chính xác của ứng dụng công nghệ trạm CORS.

### 3. THỰC NGHIỆM

#### 3.1. Giới thiệu tuyến thực nghiệm

Để thực nghiệm khảo sát độ chính xác công tác bố trí tìm tuyến đường bằng công nghệ CORS đơn, khu vực được chọn để thực nghiệm là đoạn đường Đỗ Xuân Hợp với đầu tuyến giao với Trần Hữu Dực và cuối tuyến giao với đường Tân Mỹ, cách sân vận động quốc gia Mỹ Đình khoảng 500m. Trạm CORS gần nhất được đặt tại Công ty cổ phần Nguyễn Kim: Lô 46 Tổ 9 khu giãn dân Mộ Lao, P. Mộ Lao, Hà Đông, Hà Nội, Việt Nam; khoảng cách đến khu vực thực nghiệm là 5.6km.

Tại khu vực thực nghiệm, 02 điểm khống chế cơ sở hạng IV được thành lập bằng công nghệ GPS tĩnh và 03 điểm đường chuyên cấp 2 được thành lập bằng máy TĐĐT với độ chính xác đảm bảo theo yêu cầu. Tọa độ các điểm lưới khống chế mặt bằng sau khi bình sai và sai số trung phương ứng trong hệ tọa độ quốc gia VN-2000 kinh tuyến trục 105<sup>00</sup>” múi chiều 3<sup>0</sup>, được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Tọa độ các điểm lưới khống chế phục vụ bố trí tuyến thực nghiệm.

Số TT	Tên điểm	Tọa độ		Sai số vị trí điểm		
		X(m)	Y(m)	(mx)	(my)	(mp)
1	116437	2321949,13	579987,381	-----	-----	-----
2	GPS01	2326321,166	579362,638	0,001	0,001	0,002
3	GPS02	2325965,011	578933,534	0,001	0,001	0,002
4	DC01	2326353,124	579218,375	0,004	0,004	0,005
5	DC02	2326146,703	579166,749	0,005	0,004	0,006
6	DC03	2325952,541	579087,369	0,004	0,004	0,005

Tim tuyến thực nghiệm được thiết kế trên bản vẽ khảo sát là một tuyến thẳng gồm có 21 điểm. Hình 2 mô tả vị trí trực quan của tuyến thực nghiệm trích xuất từ bản đồ 3D của google.

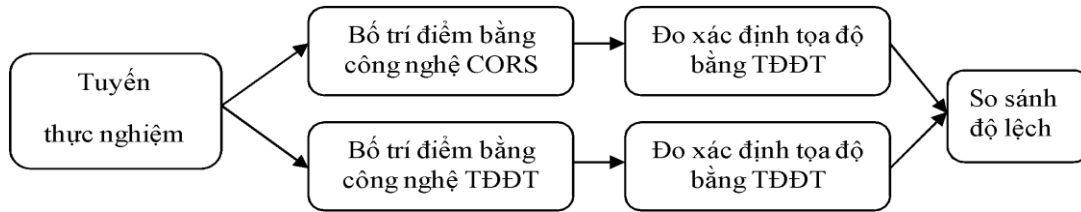


Hình 2. Vị trí và bản vẽ thiết kế tuyến thực nghiệm đoạn Đỗ Xuân Hợp - Trần Hữu Dực.

#### 3.2. Tổ chức đo đạc thực nghiệm

Để thực hiện công tác thực nghiệm bố trí tìm tuyến đường bằng công nghệ CORS trên

tuyến thực nghiệm, sử dụng máy GPS T300 của hãng Comnav [7] đồng thời sử dụng CORS của Công ty cổ phần Công nghệ Nguyễn Kim [8] và sử dụng một máy TĐĐT TCR703 của hãng Leica với độ chính xác đo góc 3” và đo cạnh (3+2ppm). Quá trình thực nghiệm được mô tả như hình 3.



Hình 3. Sơ đồ mô tả quá trình thực nghiệm.

Quy trình bố trí tìm tuyến đường bằng ứng dụng CORS được thực hiện qua hai bước: (1) kết nối trạm CORS cho các máy rover tại điểm gốc (Hình 4a); (2) nhập tọa độ điểm tìm bố trí vào máy, sau đó di chuyển rover theo hướng chỉ dẫn trên máy đo cho đến khi xác định chính xác vị trí điểm cần bố trí (Hình 4b).

Tuyến thiết kế sau đó được bố trí bằng máy TĐĐT TCR703 từ các điểm khống chế đường chuyên đã thành lập trên khu vực thực nghiệm. Sử dụng máy TĐĐT TCR703 kết hợp với gương và kẹp sào để đo lại tọa độ các điểm bố trí bằng cả hai phương pháp.



(a)

(b)

Hình 4. Hình ảnh công tác thực nghiệm bố trí tìm tuyến đường bằng công nghệ CORS.

### 3.3. Đánh giá độ chính xác

Để kết quả so sánh đảm bảo độ tin cậy, việc bố trí điểm tìm tuyến đường bằng công nghệ CORS và bố trí điểm tìm tuyến đường bằng máy TĐĐT được tiến hành độc lập nhau trên cùng một điều kiện về địa hình, cùng các yếu tố ngoại cảnh, theo các khung thời gian khác nhau và người thực hiện khác nhau.

Kết quả tọa độ của các điểm tìm tuyến bố trí theo hai phương pháp được đo lại bằng máy TĐĐT dùng để so sánh xác định độ lệch theo hai bước:

- (1) So sánh tọa độ điểm bố trí bằng máy TĐĐT với tọa độ thiết kế của tuyến, kết quả độ lệch thể hiện trong bảng 3.
- (2) So sánh tọa độ điểm bố trí theo hai phương pháp CORS và TĐĐT, kết quả độ lệch thể hiện trong bảng 4.

Biểu đồ so sánh độ lệch các phương pháp bố trí thể hiện trong hình 5.

Bảng 3. Kết quả độ lệch tọa độ thiết kế và tọa độ bố trí khi sử dụng máy toàn đạc điện tử.

STT	Tên điểm	Độ lệch			STT	Tên điểm	Độ lệch		
		$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta P(m)$			$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta P(m)$
1	T1	0,001	-0,001	0,002	12	T12	0,000	-0,002	0,002
2	T2	-0,001	0,004	0,004	13	T13	0,001	-0,004	0,004
3	T3	0,001	0,003	0,003	14	T14	-0,001	0,002	0,002
4	T4	-0,003	0,001	0,003	15	T15	-0,002	0,003	0,003
5	T5	-0,004	0,007	0,008	16	T16	0,000	-0,002	0,002
6	T6	0,001	0,001	0,001	17	T17	0,000	0,001	0,001
7	T7	-0,002	-0,001	0,002	18	T18	-0,001	0,003	0,003
8	T8	-0,004	0,002	0,005	19	T19	-0,004	0,000	0,004
9	T9	-0,001	0,000	0,001	20	T20	0,000	-0,005	0,005
10	T10	0,000	0,004	0,004	21	T21	0,002	0,006	0,006
11	T11	-0,002	-0,003	0,003					

Bảng 4. Kết quả độ lệch giữa tọa độ bố trí bằng máy TĐĐT và công nghệ CORS.

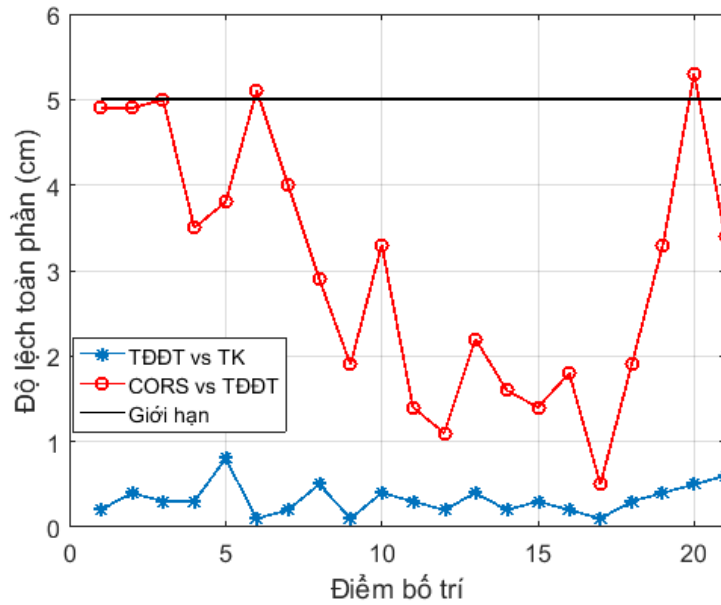
STT	Tên điểm	Độ lệch			STT	Tên điểm	Độ lệch		
		$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta P(m)$			$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta P(m)$
1	T1	0,039	0,029	0,049	12	T12	0,001	-0,011	0,011
2	T2	0,038	0,031	0,049	13	T13	0,005	-0,022	0,022
3	T3	0,037	0,033	0,050	14	T14	0,013	-0,009	0,016
4	T4	0,019	0,029	0,035	15	T15	0,012	-0,007	0,014
5	T5	0,018	0,033	0,038	16	T16	0,004	-0,018	0,018
6	T6	0,019	0,048	0,051	17	T17	0,004	-0,003	0,005
7	T7	0,033	0,023	0,040	18	T18	-0,015	-0,011	0,019
8	T8	0,029	-0,002	0,029	19	T19	-0,011	-0,032	0,033
9	T9	0,019	-0,001	0,019	20	T20	-0,036	-0,039	0,053
10	T10	0,030	-0,014	0,033	21	T21	-0,025	-0,024	0,034
11	T11	0,005	-0,013	0,014					

Trong đó:  $\Delta x$  là giá trị độ lệch theo phương  $x$ ,  $\Delta y$  là giá trị độ lệch theo phương  $y$  (theo công thức 1);  $\Delta p$  là giá trị độ lệch vị trí điểm (theo công thức 2).

Nhận xét:

Từ kết quả tính toán trên đây có thể nhận thấy rằng: độ lệch tọa độ của các điểm tim tuyến bố trí bằng phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử so với thiết kế có giá trị rất nhỏ ( $< 1cm$ ) được thể hiện trong bảng 3 và hình 6. So sánh với độ lệch giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn ( $\pm 5cm$ ), phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử trong thực nghiệm của đề tài này có độ tin cậy cao, có thể sử dụng làm cơ sở để so sánh, đánh giá độ chính xác của phương pháp CORS.





**Hình 5.** Biểu đồ so sánh độ lệch toàn phần các phương pháp bố trí.

Kết quả so sánh độ lệch toàn phần giữa hai phương pháp bố trí là TĐĐT và CORS cho thấy rằng, giá trị độ lệch ( $\Delta P$ ) là tương đối nhỏ. Cụ thể, giá trị độ lệch trung bình là 0.03m, giá trị lớn nhất tại điểm T20 là 0.053m, giá trị nhỏ nhất tại điểm T17 là 0.005m. Thống kê cho thấy, có 9.5% giá trị độ lệch lớn hơn 0.05m và nhỏ hơn 0.1m thỏa mãn yêu cầu độ chính xác bố trí tìm trục tuyến đường cao tốc cấp IV, V, VI; có 90.5% các giá trị độ lệch đều nhỏ hơn 0.05m thỏa mãn yêu cầu độ chính xác bố trí tìm trục tuyến đường cao tốc cấp I, II, III, thể hiện trong bảng 4 và hình 6.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bài báo đã tiến hành khảo sát độ chính xác bố trí tìm tuyến đường bằng công nghệ trạm CORS. Kết quả nghiên cứu và thực nghiệm có thể đưa ra kết luận như sau:

- Ứng dụng công nghệ CORS trong công tác bố trí tìm tuyến đường là phù hợp với lý thuyết và đáp ứng được yêu cầu độ chính xác vị trí trục tìm tuyến đường theo tiêu chuẩn TCVN 9436-2012.

- Mặc dù đề tài chưa thực hiện đánh giá chi tiết về tính hiệu quả của ứng dụng công nghệ CORS so với phương pháp truyền thống là sử dụng máy TĐĐT. Tuy nhiên, nhóm tác giả nhận thấy rằng, ứng dụng công nghệ CORS thể hiện rõ tính hiệu quả vượt trội về thời gian thực hiện đo đạc hiện trường và thuận tiện trong điều kiện địa hình phức tạp do không phải thành lập mạng lưới khống chế nhiều cấp như phương pháp truyền thống, đặc biệt khi khả năng thông hướng mặt đất rất khó khăn.

- Cần có nhiều hơn những kết quả thực nghiệm trên các tuyến đường có chiều dài lớn hơn, mức độ khó khăn và độ phức tạp của địa hình cao hơn nhằm đánh giá chính xác hơn về độ chính xác, ưu, nhược điểm cũng như khả năng áp dụng của công nghệ CORS để bố trí tìm tuyến đường trong giai đoạn thi công. Bên cạnh đó, cần thiết khảo sát và đánh giá độ chính xác giữa hai phương pháp đo đơn và đo mạng lưới khi ứng dụng công nghệ đo CORS.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2020-CT-015

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, Dự án "Xây dựng mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam", 2016.
- [2]. National Geodetic Survey-CORS Map, [https://alt.ngs.noaa.gov/CORS\\_Map/](https://alt.ngs.noaa.gov/CORS_Map/), 2019.
- [3]. Hasanuddin Z. ABIDIN, The Applications of GPS CORS in Indonesia: Status, Prospect and Limitation, FIG Congress 2010 - Facing the Challenges – Building the Capacity, Sydney - Australia, 11-16 April 2010.
- [4]. Cục Bản đồ-BTTM, Hệ quy chiếu & Hệ tọa độ quân sự - Hệ thống và giải pháp công nghệ, Tài liệu Hội thảo khoa học, 2008.
- [5]. TCVN 9436-2012 Việt Nam, Nền đường ô tô thi công và nghiệm thu, 2012.
- [6]. Lê Minh Ngọc, Lê Văn Hiến, Trần Đức Công, Đánh giá độ chính xác thành lập lưới đường chuyên cấp 2 bằng công nghệ trạm tham chiếu hoạt động liên tục trong công tác khảo sát tuyến đường, Tạp chí Khoa học giao thông vận tải, 67 (2018). <http://repository.utc.edu.vn/handle/19999/8161?locale=vi>
- [7]. Comnav Technology Ltd–T300 plus GNSS receiver, <http://www.comnavtech.com>, 2018.
- [8]. Công ty CP Công nghệ Nguyễn Kim, <http://nguyenkimjsc.vn/cors-network.html>, 2018.
- [9]. Lei-Wang, Wu sheng-Hu, Study and application in road survey on CORS technique, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 96 (2013) 1707-1711. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.193>
- [10]. Barasa Anthony Kusimba, An anylisis and densification of CORS in Nairobi and its environs: a geospatial infomation system (GIS) approach, A Project report submitted in partial fulfillment for the Degree of Master of Science in Science in Geographic Information Systems, in the Department of Geospatial and Space Technology of the University of Nairobi, Kenya, November 2018.
- [11]. Intergovernmental Committee on Survey and Mapping (ICSM), Guideline for Continuously Operating Reference Stations Special Publication 1, [https://www.icsm.gov.au/sites/default/files/2018-02/Guideline-for-Continuously-Operating-Reference-Stations\\_v2.1.pdf](https://www.icsm.gov.au/sites/default/files/2018-02/Guideline-for-Continuously-Operating-Reference-Stations_v2.1.pdf), 24 September 2014.