

# KHẢO SÁT PHƯƠNG PHÁP ĐO KIỂM TRA LƯỚI TRỤC THI CÔNG NHÀ CAO TẦNG BẰNG CÔNG NGHỆ GPS

KS. TRẦN NGỌC ĐÔNG  
Viện KHCN Xây dựng

## 1. Đặt vấn đề

Hiện nay, việc xây dựng nhà ở cao tầng đã trở thành một xu hướng tất yếu của xã hội. Các tòa nhà cao tầng không những chỉ làm thỏa mãn yêu cầu về nhà ở của cư dân mà còn làm cho bộ mặt của đô thị trở nên đẹp đẽ khang trang và sinh động. Ở nước ta hiện nay công việc xây dựng nhà cao tầng được thực hiện trên cơ sở ứng dụng các công nghệ xây dựng hiện đại, cho phép xây dựng các tòa nhà cao tầng có hình dạng kiến trúc đa dạng một cách nhanh chóng.

Trong thi công nhà cao tầng có số tầng lớn, độ cao lớn, công tác trắc địa ở các tầng được lặp đi lặp lại nhiều lần, trị số sai lệch theo chiều đứng của kết cấu trực tiếp ảnh hưởng tới khả năng chịu lực của công trình cho nên trong đo đạc thi công yêu cầu độ chính xác của việc đo chiều theo chiều đứng rất cao, thiết bị đo, phương pháp đo phải thích hợp với loại hình kết cấu, phương pháp thi công và điều kiện ngoài hiện trường. Vì vậy, để đảm bảo độ thẳng đứng của công trình theo thiết kế thi công tác đảm bảo trắc địa khi chuyên trục thẳng đứng cho công trình là vô cùng quan trọng. Để đánh giá mức độ tin cậy chuyên trục lên cao do nhà thầu triển khai thì cần một đơn vị độc lập có biện pháp kiểm tra thích hợp đối với lưới trục của nhà thầu. Trong bài báo này, tác giả đề cập đến việc khảo sát phương pháp đo kiểm tra lưới trục thi công nhà cao tầng bằng công nghệ GPS để kiểm tra đánh giá mức độ tin cậy lưới trục do nhà thầu triển khai và nhằm mục đích đưa công nghệ GPS ứng dụng vào công tác chuyên trục lên cao khi thi công nhà cao tầng.

## 2. Nội dung của phương pháp đo kiểm tra lưới trục thi công nhà cao tầng bằng công nghệ GPS

Để tiến hành đo kiểm tra lưới trục thi công một tòa nhà tầng hoặc tổ hợp nhà cao tầng. Tại mỗi tòa nhà cần tiến hành đo đạc kiểm tra tọa độ tại 03 điểm của nó. Điểm đo kiểm tra là tại các vị trí giao nhau của trục công trình ở tầng cần đo để kiểm tra độ lệch và độ vắn của lưới trục thi công (vị trí giao nhau này do đơn vị thi công chiếu lên các tầng).

Cơ sở để tính toán độ lệch lưới trục là 4 điểm khống chế tọa độ (ít nhất là 2) được xây dựng dưới mặt đất có vị trí ổn định. Các điểm này cần có tọa độ trong hệ tọa độ công trình để đánh giá độ lệch tọa độ trục trong hệ tọa độ công trình, nếu không có điểm nào (ít nhất 2 điểm) có cùng hệ tọa độ công trình thì quá trình đánh giá độ lệch tọa độ trục theo tọa độ GPS (lấy tọa độ lần 1 làm cơ sở).

Trong mỗi chu kỳ (mỗi lần) đo tiến hành đo nội các điểm đo ở các khối nhà với các điểm mốc khống chế để tạo thành mạng lưới (mạng lưới đo kiểm tra lưới trục ở các độ cao khác nhau), bình sai tính toán tọa độ các điểm đo trên cơ sở tọa độ của các mốc khống chế ở dưới mặt đất.



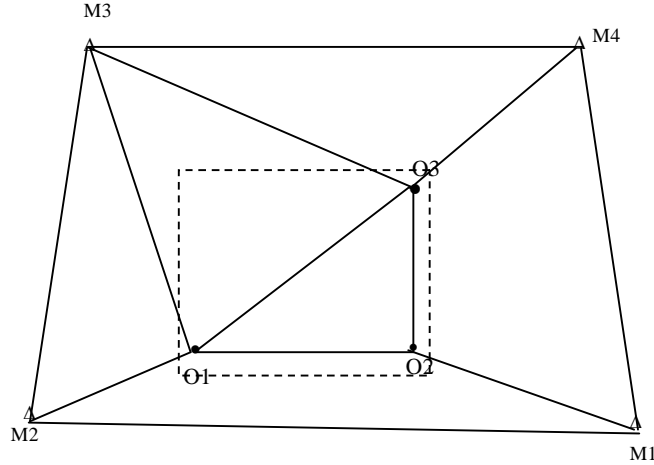
Hình 1. Phối cảnh tổ hợp nhà cao tầng

## 3. Thực nghiệm đo đạc kiểm tra độ lệch lưới trục trong quá trình thi công nhà cao tầng

Trong bài báo này tác giả xin nêu ra kết quả 5 lần đo kiểm tra lưới trục thi công của một tòa nhà cao 48 tầng (hiện tại đã thi công xong tầng 16) ở đường Phạm Hùng – Cầu Giấy – Hà Nội bằng máy

GPS Trimble R3 của Mỹ.

### 3.1. Thiết kế mạng lưới đo kiểm tra



**Hình 2.** Sơ đồ mạng lưới đo kiểm tra độ lệch lưới trực thi công nhà 48 tầng

M1, M2, M3 và M4: Điểm mốc khống chế ở dưới mặt đất;

O1, O2 và O3 là các điểm giao nhau của các trục thi công do đơn vị thi công dùng máy chiếu quang học (hoặc máy chiếu laser) chiếu lên ở các tầng thi công.

### 3.2. Tiến hành đo đạc kiểm tra mạng lưới

Đối với mạng lưới đo kiểm tra lưới trực thi công nhà cao tầng như thiết kế ở hình 2, sử dụng 4 máy thu GPS Trimble R3 một tần số của Mỹ như ở hình 3 đo 3 ca, thời lượng của 1 ca đo là 60 phút. Quá trình đo đạc tuân thủ theo TCXDVN 364: 2006 “Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình”.



**Hình 3.** Máy GPS Trimble R3

### 3.3. Tính toán tọa độ các điểm đo ở các lần đo

Các kết quả đo GPS được xử lý bằng phần mềm Survey 2.35, tọa độ của các điểm đo ở các lần đo được trình bày ở bảng 1, 2, 3, 4, 5 và 6 ở dưới:

**Bảng 1.** Tọa độ các điểm gốc

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	MC1	2326761.412	503083.322
2	MC2	2324737.880	503287.885
3	MC3	2324726.158	503632.176
4	MC4	2324973.577	503954.438

**Bảng 2.** Tọa độ các điểm đo lần 1, ngày 17/04/2009 (Tầng 5, độ cao 31.8 m)

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	O1	2325161.711	503505.677
2	O2	2325176.961	503525.739
3	O3	2325160.235	503538.441

**Bảng 3. Tọa độ các điểm đo lần 2, ngày 24/05/2009 (Tầng 7, độ cao 42.6 m)**

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	O1	2325161.716	503505.675
2	O2	2325176.959	503525.745
3	O3	2325160.235	503538.457

**Bảng 4. Tọa độ các điểm đo lần 3, ngày 20/06/2009 (Tầng 10, độ cao 53.4 m)**

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	O1	2325161.724	503505.677
2	O2	2325176.971	503525.735
3	O3	2325160.240	503538.441

**Bảng 5. Tọa độ các điểm đo lần 4, ngày 15/07/2009 (Tầng 13, độ cao 64.2 m)**

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	O1	2325161.722	503505.666
2	O2	2325176.954	503525.741
3	O3	2325160.233	503538.449

**Bảng 6. Tọa độ các điểm đo lần 5, ngày 21/08/2009 (Tầng 16, độ cao 75.0 m)**

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	O1	2325161.710	503505.675
2	O2	2325176.950	503525.731
3	O3	2325160.228	503538.434

### 3.4. Đánh giá độ lệch trục theo kết quả đo GPS

Từ số liệu tọa độ thu được ở các bảng từ 2 đến 6, nếu coi tọa độ lần 1 là cơ sở để tính độ lệch lưới trục thi công về sau, chúng ta sẽ đánh giá được độ lệch lưới trục thi công ở các tầng trên so với lần đo ban đầu ở tầng 5 như ở bảng 7.

**Bảng 7. Kết quả tính độ lệch lưới trục ở các lần đo**

TT	Tên điểm	Lần 2 so với lần 1		Lần 3 so với lần 1		Lần 4 so với lần 1		Lần 5 so với lần 1	
		Qx (mm)	Qy (mm)	Qx (mm)	Qy (mm)	Qx (mm)	Qy (mm)	Qx (mm)	Qy (mm)
1	O1	+5	-2	+13	0	+11	-11	-1	-2
2	O2	-2	+6	+10	-4	-7	+2	-11	-8
3	O3	0	+16	+5	0	-2	+8	-7	-7

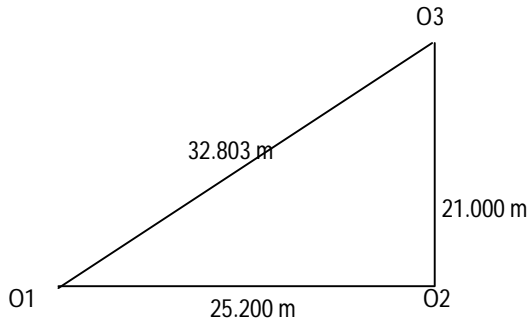
Từ bảng 7 nhận thấy kết quả độ lệch trục của công trình dao động lớn nhất là 16mm. Giá trị độ lệch này bao gồm cả sai số đo và sai số tính toán.

### 3.5. Đánh giá độ nghiêng trục theo hệ tọa độ công trình

Để so sánh độ lệch tọa độ của 3 điểm O1, O2 và O3 với 3 điểm trục đã được đánh dấu ở dưới đất, chúng ta phải xoay và chuyển các điểm GPS về hệ tọa độ công trình bằng phương pháp định vị 4 tham số dựa vào các điểm trùng tim. Do không có các điểm trùng tim nên ở đây chúng tôi so sánh khoảng cách và đánh giá theo tam giác đồng dạng. Tọa độ của các điểm trục công trình trong hệ tọa độ công trình được trình bày ở bảng 8.

**Bảng 8. Tọa độ các điểm trục trong hệ tọa độ công trình**

TT	Tên điểm	Tọa độ	
		X(m)	Y(m)
1	O1	25.500	156.600
2	O2	25.500	181.800
3	O3	46.500	181.800



**Hình 3.** Các điểm đo trong hệ tọa độ công trình

Từ tọa độ ở bảng 8 tính được khoảng cách giữa các điểm như ở hình 3 ở trên.

Dựa vào tọa độ đo được ở các lần đo bằng GPS tính được khoảng cách giữa các điểm. Kết quả so sánh khoảng cách được trình bày ở bảng 9 và 10.

**Bảng 9.** So sánh độ lệch khoảng cách ở lần đo 1, 2 và 3

TT	Cạnh	D(m) Từ tọa độ cũ	D(m) Từ GPS lần 1	Độ lệch ở lần đo 1 (m)	D(m) Từ GPS lần 2	Độ lệch ở lần đo 2 (m)	D(m) Từ GPS lần 3	Độ lệch ở lần đo 3 (m)
1	O1-O2	25.200	25.200	0.000	25.202	0.002	25.195	-0.005
2	O2-O3	21.000	21.002	0.002	21.007	0.007	21.009	0.009
3	O1-O3	32.803	32.797	-0.006	32.815	0.012	32.798	-0.005

**Bảng 10.** So sánh độ lệch khoảng cách ở lần đo 4 và 5

TT	Cạnh	D(m) Từ tọa độ cũ	D(m) Từ GPS lần 4	Độ lệch ở lần đo 4 (m)	D(m) Từ GPS lần 5	Độ lệch ở lần đo 5 (m)
1	O1-O2	25.200	25.200	0.000	25.189	-0.011
2	O2-O3	21.000	21.002	0.002	21.000	0.000
3	O1-O3	32.803	32.817	0.014	32.793	-0.011

Qua số liệu trong bảng 9 và bảng 10, có thể thấy rằng khoảng cách lệch nhiều nhất là 14mm. Độ lệch này không chỉ là do sai số đo GPS mà còn do cả sai số chiều điểm trực công trình lên tầng cao bằng dụng cụ chiếu quang học. Tuy do tích lũy cả hai nguồn sai số song giá trị độ lệch này vẫn có thể chấp nhận đối với yêu cầu của sai số chuyển trực công trình lên cao theo yêu cầu  $3.H/10000$  và không được lớn hơn:

	$30m < H < 60m$	$\pm 10 \text{ mm}$
	$60m < H < 90m$	$\pm 15 \text{ mm}$
	$90m < H < 120m$	$\pm 20 \text{ mm}$
$120m < H < 150m$	$\pm 25 \text{ mm}$	
$150m < H$	$\pm 30 \text{ mm}$	

#### 4. Kết luận

Từ kết quả đo đạc và tính toán thực nghiệm ở trên có thể thấy rằng việc áp dụng GPS đo kiểm tra độ lệch lưới trực trong quá trình thi công nhà cao tầng là hoàn toàn phù hợp và đáp ứng được yêu cầu độ chính xác đề ra.

Kết quả này kết hợp với kết quả ứng dụng GPS chuyển trực công trình lên cao ở công trình VMS tại thành phố Hồ Chí Minh và nhà 34 tầng ở Trung Hòa Nhân Chính (Hà Nội) góp phần khẳng định khả năng sử dụng GPS để chuyển trực công trình lên các tầng trong quá trình thi công nhà cao tầng. Nhờ công nghệ này chúng ta không phải bố trí lỗ thủng trên các sàn để chuyển trực bằng các thiết bị chiếu đứng quang học hoặc chiếu đứng Laser. Với công nghệ GPS chúng ta có thể chuyển trực công trình lên các nhà với độ cao không hạn chế (về mặt lý thuyết) với sai số gần như đồng đều cho tất cả các sàn.

Số lượng máy thu GPS càng nhiều thì thời gian đo kiểm tra hoặc chuyển trực công trình lên cao bằng công nghệ GPS càng hết ít thời gian.

Công nghệ GPS cạnh ngắn hiện nay cho độ chính xác  $< \pm 5 \text{ mm}$  với thời gian ca đo là 60 phút [3]. Vì vậy có thể kết hợp GPS và toàn đạc điện tử có độ chính xác cao để kiểm tra độ lệch lưới trực hoặc chuyển trực lên cao trong quá trình thi công các nhà cao tầng. Việc kết hợp GPS và toàn đạc điện tử sẽ có tính chuyên, linh hoạt và đạt hiệu quả cả về phương diện kinh tế lẫn kỹ thuật.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. TRẦN MẠNH NHẤT và nnk. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS trong trắc địa công trình công nghiệp và nhà cao tầng, *Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ (Bộ Xây dựng)*. Mã số: RD-02, 08/2002.
2. TRẦN MẠNH NHẤT và nnk. Quy trình kỹ thuật kiểm soát kích thước hình học, độ nghiêng nhà cao tầng và công trình có chiều cao lớn. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ (Bộ Xây dựng)*. Mã số: RD-25, 06/2008.
3. TRẦN NGỌC ĐÔNG. Nghiên cứu phương pháp đo chuyển dịch ngang công trình bằng GPS kết hợp với Toàn đạc điện tử. *Hội nghị khoa học cán bộ trẻ Viện KHCN Xây dựng lần thứ 10, Hà Nội 11/2008*.